

エネルギー効率から見た
日本の農業地域

仁平尊明

Energy efficiency and agricultural regions in Japan

Takaaki NIHEI

*Graduate School of Letters,
Hokkaido University*

University of Tsukuba Press, Tsukuba, 2010

はしがき

現在の農業には、農薬や化学肥料などの化学製品や、トラクターやコンバインなどの農業機械が大量に使用されている。これらの工業製品は、農業従事者の労働を補完したり、作物の生長を促進させるために使用されるものである。これらの工業製品の農業への投入は、現代農業の経済的な効率性を飛躍的に高めた。しかし、工業製品を製造・使用するためには莫大な化石燃料エネルギーが消費されている。このことが、特に先進国における農業のエコロジカルな効率性を大きく低下させた。

本書では、農業のエコロジカルな効率性を、投入化石燃料エネルギーと産出食料エネルギーとの比率によって示すことにする。化石燃料エネルギーの投入によって、農業労働の省力化が進み、農家が耕作できる面積が拡大した。また、農作物の収穫時期を人工的にコントロールできるようになった。しかし、温暖化ガスとなる二酸化炭素が多く排出されるようになったり、また、化学製品の使用による人体や自然環境への影響を考慮すると、農業の化石燃料エネルギーの使用による環境負荷は増加していると言える。

また、太陽エネルギーから食料エネルギーを生産できることは、他の産業では見られない農業の特色である。日本においては、1960年代から農産物流通のグローバル化が進行し、高い食料エネルギーを産出する穀類やいも類の生産量は減少した。一方、野菜や果樹などの食料エネルギーをあまり産出しない園芸作物の面積は増加した。経済の高度成長期以降の日本においては、農業に投入される化石燃料エネルギーが増加したばかりでなく、農業から産出する食料エネルギーが減少したことによって、農業の効率性が大幅に低下したと予想される。

以上のように、エネルギー効率という視点は、現代農業がどの程度エコロジカルなのかを示す優れた指標になると考えられる。環境問題や食料自給率の低

迷が問題になっている現在、農業のエネルギー効率の実態を提示し、将来に向けた提言をしていくことは社会的にも重要な課題である。しかし、筆者が専門とする農業地理学とその関連する分野では、その算定方法が複雑なこともあり、エネルギー効率という視点から農業の地域的な特徴を捉えた研究はほとんどなかった。

このような背景を踏まえて、本書では三つの課題を設定する。一つめは、日本農業のエネルギー効率が低下した度合いを、具体的な数値で示すことである。農業のエネルギー効率を扱った研究は、環境負荷の低減、石油資源の有効活用、人口増加と食料問題をテーマしてきたが、時間的・空間的な差異に注目するという地理学的な視点に欠けていた。本書では、農業のエネルギー効率を算定するための簡便法を工夫し、複数の作物のエネルギー効率を複数年次で算定することにより、この課題に対応する。

二つめの課題は、農業地域の特徴を示す総合的な指標として、農業のエネルギー効率を使用することである。エネルギー効率は、ある地域で生産される作物の特徴を示すものである。例えば、化石燃料エネルギーが多投入される園芸農業が盛んな地域ではエネルギー効率が低くなり、穀類やいも類などの栽培が盛んな地域ではエネルギー効率が高くなると予想される。それを区分するための基準を設定することにより、農業地域の時間的・空間的な特徴を説明することができる。

三つめの課題は、エネルギー効率の変化に伴って作物産地がいかに維持されてきたか、その要因を産地の実態から解明することである。筆者が専門とする農業地理学では、産地の形成や維持という課題に対して、農家への聞き取り調査や土地利用調査など、現地調査から得たデータを重視しながら研究が進められてきた。エネルギー効率と作物生産の関連を正確に把握するためには、統計分析だけでは不十分であり、農業地理学的なアプローチにより、産地の実態に基づいた議論が必要である。

以上のような課題を踏まえて、本書は2部構成により10の章を設ける。第1部は、作物生産のエネルギー効率の算定と、エネルギー効率による農業地域区分に焦点をあてる。まず、第1章では、従来の研究成果をレビューすることから、作物生産のエネルギー効率を算定するための枠組みを検討する。第2章

では、産業連関分析と積み上げ法を援用した簡便法によって、作物生産のエネルギー効率を複数年で算定する。さらに、農業地域の区分を設定する基準を示したうえで、日本の都道府県レベル（第3章）、および関東地方の市町村レベル（第4章）において、作物生産のエネルギー効率が時間的・空間的にいかに変化したかを考察する。

第2部では、エネルギー効率から見て特徴的な作物の産地を対象として、農業の変化と産地の維持メカニズムを考察する。最もエネルギー効率が低い作物の産地として、千葉県九十九里平野における施設園芸地域を取り上げる（第5章）。施設園芸に次いでエネルギー効率が低い作物の産地として、長野県上田市菅平における露地野菜栽培地域（第6章）、および、山梨県笛吹市における果樹園芸地域（第7章）に注目する。さらに、最もエネルギー効率が高い作物産地として、茨城県ひたちなか市における水稲・麦・かんしょの栽培地域（第8章）、および、北海道帯広市における麦・豆・ばれいしょ・てんさいの栽培地域（第9章）を取り上げる。そして、第10章では、全体の結論と今後の展望を述べる。

現在の農業をとりまく社会・経済的な環境、および自然環境もまた変化を続けている。日本の農業地理学においては、農業従事者の高齢化と担い手の確保、食料自給率の低下、多面的機能の評価などのキーワードが注目されている。グローバルスケールでは、新興国の経済発展、農産物のバイオ燃料への利用、地球温暖化による作物産地の変動などのテーマがある。農業のエネルギー効率という視点は、これらの諸問題を評価するための総合的な指標として使用することが可能である。本書は、日本における農業の地域差をエネルギー効率という視点から捉え、その要因を産地の実態から解明しようとするものである。その内容は、農業地理学とその関連分野に新しいテーマと基礎的なデータを提供するという点においても意義があると考えられる。

目 次

はしがき	i
目 次	v
図目次	xii
表目次	xiv
写真目次	xv
付表目次	xvii

第 1 部 農業のエネルギー効率と その時間的・空間的な変化 1

第 1 章 農業のエネルギー効率	3
1.1 はじめに	3
1.1.1 農業のエネルギー効率	3
1.1.2 農業のエネルギー効率に注目する意義	5
1.1.3 本研究の課題	6
1.2 従来の研究	7
1.2.1 農業におけるエネルギー効率の一般的な特徴	7
1.2.2 投入・産出エネルギー比の地域的差異	9
1.3 農業におけるエネルギー使用	11
1.3.1 作物生産システム	11
1.3.2 作物生産システムのエネルギー・フロー	13
1.1.3 投入エネルギーの種類とその限定	15
1.4 第 1 章のまとめ	18

第2章 投入・産出エネルギー比の算定	25
2.1 化石燃料のエネルギー集中度	25
2.2 工業製品のエネルギー集中度	29
2.3 農業資材のエネルギー集中度	30
2.4 作物生産の投入・産出エネルギー比	34
2.4.1 1990年の投入・産出エネルギー比	34
2.4.2 1970～2000年の投入・産出エネルギー比	36
2.5 第2章のまとめ	40
第3章 投入・産出エネルギー比と日本の農業地域	45
3.1 地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比	45
3.2 地域的な作物生産のエネルギー効率	48
3.3 作物生産のエネルギー効率の時間的・空間的变化	52
3.3.1 日本全体の変化	52
3.3.2 都道府県スケールのエネルギー効率の変化	55
(1) 作物の種類とエネルギー効率	55
(2) エネルギー効率の低下と作物の組み合わせ	58
3.3.3 作物生産のエネルギー効率と経済性	61
3.4 第3章のまとめ	63
第4章 関東地方における作物栽培のエネルギー効率の変化	69
4.1 はじめに	69
4.2 市町村スケールのエネルギー効率の変化	70
4.2.1 1970年のエネルギー効率	70
4.2.2 1990年のエネルギー効率	72
4.2.3 エネルギー効率の変化と栽培作物	76
4.3 エネルギー効率の低下と作物の組み合わせ	77
4.3.1 作物結合タイプの空間分布	77
4.3.2 エネルギー効率の低下パターン	81

4.4	作物生産のエネルギー効率と農業地域区分	83
4.5	第4章のまとめ	88
第2部	農業のエネルギー効率と作物産地	95
第5章	施設園芸 — 千葉県旭市における施設野菜 —	97
5.1	はじめに	97
5.1.1	目的	97
5.1.2	研究対象地域とエネルギー効率	98
5.2	旭市における作物生産の展開	100
5.2.1	水稲・麦類・かんしょと露地野菜	100
5.2.2	施設野菜産地の形成期(1964～1982年)	101
	(1) 暖房機の導入と施設園芸農家の増加	101
	(2) 系統出荷と栽培品種の統一	103
	(3) 施設園芸団地と産地指定	104
5.2.3	施設野菜産地の安定期(1983年以降)	107
5.3	施設園芸農家と土地利用 — 野中地区の事例 —	108
5.3.1	二世代揃った農業労働力	109
5.3.2	集約的な畑利用と水稲作の継続	111
5.3.3	農業資材の更新	113
5.4	新しい品目と品種の導入過程	114
5.4.1	花き園芸へ転換した農家	115
	(1) 花き園芸の導入と経営基盤の広域化	115
	(2) 花き園芸の先覚的農家	117
5.4.2	野菜園芸を継続する農家	120
	(1) 品種と栽培技術の転換	120
	(2) 新品種導入の先覚的農家	125
	(3) 一時的に切花を導入した農家	125
5.5	第5章のまとめ	126

第6章 露地野菜 — 長野県真田町菅平における高冷地野菜 —	133
6.1 はじめに	133
6.1.1 目的	133
6.1.2 研究対象地域とエネルギー効率	134
6.2 菅平における作物生産の展開	135
6.2.1 栽培作物の変化	135
(1) 菓草・養蚕の時代(1850年代～1910年代)	135
(2) 種子用ばれいしょの時代(1920年代～1950年代前半)	137
(3) 露地野菜の時代(1950年代後半以降)	138
6.2.2 露地野菜の輪作体系の変化	139
(1) 3・3・3方式(1960年代後半～1980年代前半)	139
(2) 3対1方式(1980年代後半以降)	140
6.3 今日の露地野菜栽培を支える基盤	141
6.3.1 作物と土地利用	141
(1) 露地野菜の栽培景観	141
(2) 耕地の3類型	143
6.3.2 農業機械と栽培方法	145
6.3.3 出荷経路と農協組織	149
6.4 農家と農業経営	151
6.4.1 農業労働力と経営耕地	151
6.4.2 農業経営の事例	153
(1) 専業的農家(レタス・はくさい)	153
(2) 専業農家(ハーブ)	154
(3) 兼業農家(通年民宿)	155
(4) 兼業農家(スキー民宿)	156
(5) 兼業農家(グリーンツーリズム)	157
6.4.3 事例農家から見た露地野菜栽培の特色	157
6.5 第6章のまとめ	158

第7章 果樹園芸 — 山梨県笛吹市一宮町におけるももとぶどう —	167
7.1 はじめに	167
7.1.1 目的	167
7.1.2 研究対象地域の概観	179
7.1.3 研究対象地域のエネルギー効率	171
7.2 一宮町における果樹園芸の展開	173
7.2.1 果樹栽培の導入期	173
7.2.2 果樹産地の形成期(1950・60年代)	174
7.2.3 果樹産地の安定期(1970年代以降)	175
7.3 今日の果樹園芸を支える基盤	177
7.3.1 作物と土地利用	177
(1) ももとぶどうの栽培景観	177
(2) 東西の扇状地の土地利用	179
7.3.2 農業機械と栽培方法	182
7.3.3 出荷経路	186
7.3.4 行政と農協の支援	187
(1) 山梨県と笛吹市	187
(2) 農協	189
7.4 農家と農業経営	189
7.4.1 農業労働力と経営耕地	189
7.4.2 農業経営の事例	191
(1) Uターン就農	191
(2) 高齢専業	192
(3) 施設果樹	193
(4) 生協出荷	194
7.5 第7章のまとめ	195
第8章 水稲・大麦・かんしょ	
— 茨城県ひたちなか市における加工用かんしょ —	199
8.1 はじめに	199

8.1.1	目的	199
8.1.2	研究対象地域とエネルギー効率	200
8.2	かんしょと干しいも生産の展開	203
8.3	今日のかんしょ栽培を支える基盤	204
8.3.1	作物と土地利用	204
(1)	かんしょの品種特性	204
(2)	部田野地区の土地利用	206
8.3.2	加工用かんしょの土地生産性	207
(1)	かんしょの畝パターンと収量	207
(2)	かんしょと大麦の土地生産性	211
8.3.3	作物の栽培暦	213
(1)	かんしょ	213
(2)	大麦	216
(3)	水稲	217
8.3.4	かんしょの加工と出荷	218
(1)	保存方法の変化	218
(2)	干しいもへの加工	219
(3)	干しいもの出荷	223
8.4	農家と農業経営 — 部田野地区の事例 —	224
8.4.1	専業・兼業別に見た労働力と経営耕地	224
8.4.2	農業労働力とかんしょの栽培面積	225
8.4.3	農業経営の事例	229
8.5	第8章のまとめ	232

第9章 小麦・豆类・ばれいしょ・てんさい

	— 北海道帯広市における大規模畑作 —	237
9.1	はじめに	237
9.1.1	目的	237
9.1.2	研究対象地域の概観	238
9.1.3	研究対象地域のエネルギー効率	240

9.2 帯広市における畑作農業の展開	242
9.2.1 開拓から豆景気まで	242
9.2.2 昭和期以降における栽培作物の変化	243
9.3 今日の大規模畑作を支える基盤	244
9.3.1 土地利用と農業景観	244
(1) 小麦のエレベーター	244
(2) 土地利用の特色	246
9.3.2 作物と栽培方法	251
(1) 畑作4品目の栽培暦	251
(2) 畑作4品目の生産費	254
(3) 作物と天候	256
9.3.3 農業政策	256
9.4 農家と農業経営 — 帯広市川西地区の事例 —	258
9.4.1 農業集落と経営耕地	258
9.4.2 大規模畑作の経営事例	259
(1) 小麦主体+借地	260
(2) 畑作4品目+園芸作物(葉草・果樹)	263
(3) 畑作4品目+野菜・産直	265
9.4.3 大規模畑作農業の特色	267
9.5 第9章のまとめ	268
第10章 結論	275
10.1 作物生産の投入・産出エネルギー比の変化	275
10.2 エネルギー効率と農業地域区分	277
10.3 作物産地の維持とエネルギー効率	281
10.4 農業とエネルギー効率	284
付 表	293
索 引	299
あとがき	307

目 次

第 1 図	作物生産システムとエネルギー・フロー	12
第 2 図	日本における作物生産の投入・産出エネルギー比の変化(都道府県別)	47
第 3 図	作物の組み合わせとエネルギー効率区分(1990年)	50
第 4 図	日本における作物生産のエネルギー効率の変化(グラフ)	54
第 5 図	日本における作物生産のエネルギー効率の変化(都道府県別)	56
第 6 図	作物生産のエネルギー効率と作物結合タイプの変化	60
第 7 図	作物生産の単位面積あたり販売額の変化	62
第 8 図	関東地方における作物生産の市町村別エネルギー効率(1970年)	71
第 9 図	関東地方における作物生産の市町村別エネルギー効率(1990年)	73
第 10 図	関東地方における代表的な作物の組合せ(1970年)	78
第 11 図	関東地方における代表的な作物の組合せ(1990年)	80
第 12 図	関東地方における市町村の作物結合タイプとエネルギー効率の変化	82
第 13 図	関東地方における作物生産のエネルギー効率とその変化パターン (1970～1990年)	85
第 14 図	旭市における作物生産のエネルギー効率と作物の栽培面積の変化	99
第 15 図	旭市における施設園芸農家数と施設面積の変化	103
第 16 図	旭市における花き園芸農家の分布(1993年)	108
第 17 図	旭市野中地区における農家の労働力と耕地(1995年)	109
第 18 図	旭市野中地区における土地利用(1995年)	110
第 19 図	旭市野中地区における施設園芸農家の栽培作物の変化	116
第 20 図	旭市における施設作物の栽培暦(1995年)	117
第 21 図	旭市野中地区における施設野菜の品種転換	121
第 22 図	旭市野中地区におけるいちごの育苗方法の変化	122
第 23 図	長野県真田町菅平の位置	134
第 24 図	長野県真田町における作物生産のエネルギー効率と作物の 栽培面積の変化	136
第 25 図	長野県真田町菅平における作物の栽培面積の推移	140

第 26 図	長野県真田町菅平における土地利用 (2002 年)	146-147
第 27 図	笛吹市一宮町の位置	170
第 28 図	笛吹市一宮町における年齢別農業就業人口 (2005 年)	171
第 29 図	笛吹市一宮町における作物生産のエネルギー効率と作物の 栽培面積の変化	172
第 30 図	笛吹市一宮町における地区別ももとぶどうの栽培面積 (1964 年)	175
第 31 図	笛吹市一宮町におけるももとぶどうの栽培面積の変化	176
第 32 図	笛吹市一宮町石地区におけるももの圃場における栽培品種 (2006 年) ..	179
第 33 図	笛吹市一宮町における土地利用 (2006 年 6 月)	180
第 34 図	笛吹市一宮町における事例農家のももとぶどうの収穫時期 (2006 年) ..	185
第 35 図	笛吹市一宮町における果樹栽培農家の耕地と労働力 (2006 年)	190
第 36 図	ひたちなか市の位置とかんしょの地区別栽培面積 (1998 年)	201
第 37 図	ひたちなか市における作物生産のエネルギー効率と作物の 栽培面積の変化	202
第 38 図	ひたちなか市部田野地区における土地利用 (1998 年)	208-209
第 39 図	ひたちなか市部田野地区におけるかんしょ栽培農家の農事暦 (1999 年)	214
第 40 図	ひたちなか市における干しいもの加工過程 (1999 年)	220
第 41 図	ひたちなか市部田野地区における農家の労働力と経営耕地 (1998 年)	226-227
第 42 図	ひたちなか市部田野地区における農家の労働力と経営耕地の関係 (1998 年)	229
第 43 図	ひたちなか市における A 農家の耕地の分布 (1999 年)	230
第 44 図	帯広市の位置	239
第 45 図	帯広市における作物生産のエネルギー効率と作物の栽培面積の変化 ..	241
第 46 図	帯広市川西地区における主要畑作物の栽培面積の変化	244
第 47 図	帯広市川西地区における土地利用 (2006 年)	248
第 48 図	帯広市における畑作 4 品目の栽培暦 (2006 年)	251
第 49 図	帯広市川西地区における農業集落 (2000 年)	259
第 50 図	帯広市川西地区の事例集落における農家別耕地面積 (2005 年)	260
第 51 図	作物生産のエネルギー効率からみた日本の農業地域区分	279

表 目 次

第 1 表	化石燃料のエネルギー集中度の算定方法 (2000 年)	27
第 2 表	化石燃料のエネルギー集中度 (1970 ~ 2000 年)	28
第 3 表	工業製品などのエネルギー集中度の算定方法 (2000 年)	30
第 4 表	工業製品などのエネルギー集中度 (1970 ~ 2000 年)	31
第 5 表	光熱動力と農用建物のエネルギー集中度の算定方法 (2000 年)	32
第 6 表	農業資材のエネルギー集中度 (1970 ~ 2000 年)	34
第 7 表	作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー (2000 年)	36
第 8 表	作物生産の投入・産出エネルギー比 (1970 ~ 2000 年)	38-39
第 9 表	地域的な作物生産のエネルギー効率 (1970 ~ 2000 年)	52
第 10 表	日本における作物の栽培面積 (1970 ~ 2000 年)	55
第 11 表	作物生産のエネルギー効率と栽培面積の割合 (1970 年と 1990 年)	57
第 12 表	関東地方における作物生産のエネルギー効率と栽培面積の割合	72
第 13 表	関東地方における作物の栽培面積の変化	76
第 14 表	関東地方における農業地域区分の特色 (エネルギー効率と 従来の研究の比較)	86
第 15 表	旭市において実施された施設園芸団地の建設事業	106
第 16 表	菅平における農家の家族構成と経営耕地 (2002 年)	152
第 17 表	笛吹市一宮町における土地利用の集計結果 (2006 年)	181
第 18 表	十勝平野における畑作 4 品目の生産費 (2004 年)	265
第 19 表	十勝地方における作物の生育状況 (2006 年 7 月 1 日)	257
第 20 表	事例産地における作物生産とエネルギー効率の特徴	283

写 真 目 次

写真 1	鉄骨ハウスと露地野菜	104
写真 2	農協の出荷場	105
写真 3	ビニールハウス内の切花栽培	118
写真 4	ガラスハウス内の鉢物栽培	119
写真 5	いちごの株分け作業	123
写真 6	いちごの夜冷庫	124
写真 7	レタスの栽培景観	142
写真 8	ハーブ栽培の景観	143
写真 9	レタスの苗床	144
写真 10	しゃくやく	148
写真 11	外国製の大型トラクター	149
写真 12	露地野菜の除草作業	150
写真 13	民宿を兼業する農家	153
写真 14	ももとぶどうの圃場	178
写真 15	ぶどうとももの農作業	179
写真 16	果樹の運搬車を運転する高齢の農業従者	183
写真 17	ももの Y 字栽培	184
写真 18	加工用かんしょの圃場とパイプハウス	205
写真 19	加工用かんしょの畝間定植 (その 1)	210
写真 20	生食用かんしょの圃場	211
写真 21	加工用かんしょの畝間定植 (その 2)	212
写真 22	かんしょのいも寄せ作業	213
写真 23	乗用掘取機によるかんしょの収穫	217
写真 24	かんしょの剥皮作業	221
写真 25	天日乾燥した干しいもを取り込む作業	222
写真 26	小麦のエレベーター	245
写真 27	共同利用される超大型コンバイン	246

写真 28	農家の小麦乾燥施設	247
写真 29	小麦の圃場	249
写真 30	種子用ばれいしょの圃場	250
写真 31	大豆の防除作業	253

付 表 目 次

付表 1	作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー (1970 年)	293
付表 2	作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー (1975 年)	294
付表 3	作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー (1980 年)	295
付表 4	作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー (1985 年)	296
付表 5	作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー (1990 年)	297
付表 6	作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー (1995 年)	299

第 1 部

農業のエネルギー効率と その時間的・空間的变化



現代農業には、大量の化石燃料エネルギーが使用されており、それが農業のエネルギー効率を大きく低下させていると言われる。農業に投入されるエネルギーには、化石燃料エネルギー以外にも、太陽エネルギーや人間の労働のエネルギーなど、様々な種類のものがある。同時に、農業で産出するエネルギーもまた、食料になるエネルギーとそうでないものがある。第1部では、まず、従来の研究をレビューした上で、どのエネルギーに注目すべきであるかを検討する(第1章)。また、実際の算定においては、産業連関表や作物生産費などの統計資料をデータとする簡便法を使用して、複数の作物のエネルギー効率を複数年で推計することを試みる(第2章)。さらに、農業のエネルギー効率の時間的・空間的な変化の実態を、日本全体と関東地方という2つの地域スケールで分析する(第3章・第4章)。

第 1 章

農業のエネルギー効率

1.1 はじめに

1.1.1 農業のエネルギー効率

農業の本質的な目標は、太陽からのエネルギーを作物に効率的に固定させて、人間の生活に必要な食料や繊維を生産することにある。しかし、実際に農業に従事する農家は、一般的に経済的な利益を追求するため、必ずしもエネルギー効率が良い生産を行うとは限らない。特に先進国における農業では、農業従事者の労働を軽減させたり、作物の生長を促進させるために、農業機械、農薬、化学肥料などの様々な農業資材が使用される。これらの農業資材に含まれる化石燃料エネルギーが、現代農業のエコロジカルな効率性を著しく低下させる (Odum, 1971)。

ここでいうエネルギー効率とは、農業に投入されるエネルギーと、そこから産出する食料エネルギーとの比率 (産出エネルギー / 投入エネルギー) とする。この値が大きくなるほど、エネルギー効率が高い農業と見なすことができる。農業のエネルギー効率を大きく低下させる要因となる化石燃料エネルギーは、ガソリンや重油などの農業機械を動かす燃料に加えて、農薬や肥料などの農業資材の生産に投入されるものが含まれる。

農業のエネルギー効率は、作物の種類や生産方法の化石燃料エネルギーへの依存度によって、時間的・空間的に変化する。例えば、産業革命以前の自給的な農業と比較して、機械化が進んだ現代の農業では、一人あたりの農業従事者が耕作する面積が飛躍的に増大した。また、野菜や果樹などの園芸作物の生産では、ビニールハウスなどの施設を使用することによって、収穫時期を人工的にコントロールできるようになった。このように、現代の農業生産システム

は、人間の労働を補完する化石燃料エネルギーの投入によって維持されており、化石燃料への依存度が高い地域・時代ほど、農業のエネルギー効率が低くなると予想される。

農業に投入される化石燃料エネルギーと、農業のエネルギー効率の低下が社会的に注目されるようになったのは、1970年代の石油危機であった^{†1}。当時、先進国の農業はすでに、化石燃料エネルギーの投入に大きく依存しており、石油や石油製品の価格高騰によって、農産物の価格が著しく上昇した。このような社会的・経済的な背景によって、農業のエネルギー効率の低さを示した研究は、先進国における食料生産の危機を訴えた。

しかし石油危機が過ぎても、農業の化石燃料エネルギーへの依存度が低下することはなかった。それは、農業本来の目標である食料エネルギーの生産効率よりも経済的な効率性(収益)を追求しなければ、現代の農業経営を維持することが困難になるためである。日本の事例を見ても、経済の高度成長期とその直後に実施された主要な農業政策は、農道や圃場などの基盤整備と、野菜や果樹などの選択的拡大部門への集中的な支援とに分けられる(山本ほか, 1987)。このような日本の農業を大きく変えてきた農業政策の目標の一つは、農業の経済的な効率性を高めることによって、農業経営に従事する人たちが、第2次・第3次産業に匹敵する収入を得られるようにすることであった。

1990年代以降、農業のエネルギー効率に関する研究は、環境と農業の相互関係が強く意識されるようになった。例えば、投入される化石燃料エネルギーの増加は、自然環境への負荷を増加させる指標として捉えられるようになった(Giampietro et al., 1992b)。また、農薬や化学肥料を介した化石燃料エネルギーの使用は、農地の土壌を改変したり、作物の成長をコントロールするという意味において、人為的な環境の改変と見なされることもある。化石燃料エネルギーの投入を減らした低投入型農法は、自然環境や人体へに配慮した持続的な農業の典型とされた(Lockeretz, 1988)。

また、農業のエネルギー効率は、食料生産や人口問題と密接に関連するテーマである(Giampietro et al., 1992a)。グローバルスケールで見ると、増加を続ける人口と食生活の変化が、食料不足をもたらすことが危惧されるようになった(ブラウン, 1995)。日本においても、国内で生産される食料エネルギーの

少なさが社会的な問題となっている。近年の日本における食料自給率は、熱供給量ベースで約4割と低迷している。輸入品に大きく依存した現代日本の食料供給体制は脆弱であり、エネルギー効率から見てより効率的で持続的な農業生産の実現が望まれる。

1.1.2 農業のエネルギー効率に注目する意義

筆者が専門とする農業地理学分野において、今日、農業のエネルギー効率に注目した研究を行う大きな意義は、(1) 農業の地域的な特徴の解明と、(2) 環境問題と食料生産への提言にあると考えられる。地理学は「所変われば品変わる」要因を追求する学問である。そのなかでも農業地理学は、経済地理学の一分野と位置づけられ、農業生産活動を指標として、地域の特徴や変化の要因を説明するものである。

農業地理学では、農業の地域的な特徴を解明するために、様々な視点と方法が用いられてきた。なかでも数多くの研究が蓄積されてきた農業地域区分に関しては、農業的土地利用の割合、ウィーバー法などの統計分析、および、因子分析やクラスター分析などの多変量解析などの方法が援用されてきた(松井, 1943a, 1943b, 1943c, 1943d; 尾留川, 1950; 桜井, 1973)。その一方で、フィールドワークから得られたデータに基づいた定性的なアプローチも盛んに行われてきた。そのような研究には、産地形成論、地域システム論、フードシステム論などの視点がある(松井 1967; 伊藤, 1993; 荒木, 2002)。さらに近年では、GIS やデジタルマッピングを援用した空間分析も進んでいる(仁平, 2006)。

このように多様な農業地理学のアプローチのなかで、農業のエネルギー効率はどのように位置づけられるのだろうか。まず、農業のエネルギー効率は、栽培される作物の種類、使用される農業資材、栽培方法などの様々な要素によって導き出されるため、総合的な指標として利用できると考えられる(Nihei, 2001)。また、農業のエネルギー効率は、食料エネルギーを産出するという農業の本質に基づいたものであり、これまでの経済地理学では研究の蓄積が少なかった、地域のエコロジカルな特性を把握できるという利点もある。

次に、2番目の意義である環境問題への提言について、農業に投入される化石燃料エネルギーを量的に把握することは、環境負荷の低減にむけた基礎的な

データを提示することに結びつく。現在の産業化した農業は化石燃料エネルギーに大きく依存しており、そこから産出する作物を口にするのは「石油を食べる」ことであると形容される（マイヤーズ・ケント，2006）。農業に投入される化石燃料エネルギーの量を、農地または農作物の産地スケールで解明することは、持続的な農業の実践や、環境保全型農業への移行に向けた提言をしていくために重要である。

また、今後の食料生産に対する提言は、日本のように食料の生産基盤が脆弱な国において特に必要とされる。日本人は伝統的に、多毛作や資源の再活用などにより、小規模な農地を最大限に活用してきた（石川，2003）。しかし、経済の高度成長期以降、集約的な園芸農業が発展した一方で、小麦やコーンスターチなどの穀類と加工品が大量に輸入されるようになった。このような農業の集約化と農産物流通のグローバル化を背景に、日本の食料自給率は著しく低下した。農業のエネルギー効率が、いつどこで低下したのか、その要因は何であるかを考察することが、将来の食料生産のあり方の提言に結びつくと考えられる。

1.1.3 本研究の課題

これまで説明してきた農業の効率性に関する社会的な背景と学術的な意義をふまえて、本研究では次の三つの課題を設定する。一つめは、農業のエネルギー効率が変化した度合いを、具体的な数値で示すことである。二つめは、農業の地域差を抽出したり、農業地域区分を実施するための総合的な指標として、農業のエネルギー効率を使用することである。三つめは、エネルギー効率から見て特徴があるいくつかの作物産地を対象として、エネルギー効率の変化と産地の維持メカニズムを考察することである。

最初の課題は、環境問題や食料生産への提言に対して基礎的なデータを提供すると同時に、次の課題である農業の地域変化を分析するための基礎的な資料ともなる。本研究では、農業の時間的・空間的な変化を分析するために、複数の作物のエネルギー効率を経年的に算定することを試みる。その際、大量の数値計算に対応するために、従来の算定方法を改良した簡便法を用いる。

二つめの課題は、農業の地域的な特徴を解明するという、農業地理学の視点

に関連する。個々の作物生産のエネルギー効率は、地域的な農業生産活動にも反映されるものであり、農業地域区分の指標として使用できると予想される。例えば、化石燃料エネルギーが大量に使用されている園芸農業が盛んな地域では、農業のエネルギー効率が低くなり、反対に、穀類やいも類などの食料供給型の作物栽培が盛んな地域では、エネルギー効率が高くなると予想される。本研究では、そのようなエネルギー効率の特徴を明示するための基準を設定する。また、地図化によって、日本の農業のエネルギー効率が時間的・空間的にいかに変化したかを示し、その要因を農業統計の分析から考察する。

三つめの課題に関して、現実の作物産地は、農業的土地利用、栽培作物、農家、農業経営、農家組織などの様々な要素から構成される。これらの農業地域を構成する諸要素および要素間の関係は、社会的・経済的な環境の変化の下で時間と共に変化する。そして、そのような構造変化の結果、作物の産地が維持される(仁平, 2007)。本研究では、エネルギー効率が低い産地から高い産地までを取り上げ、現地調査より得られたデータに基づいて、産地がいかに維持されてきたかを考察する。それによって、統計分析だけでは説明できない地域変化のメカニズムを解明することができる。

1.2 従来の研究

1.2.1 農業におけるエネルギー効率の一般的な特徴

先進国においては、農業機械や農薬などの形態で大量の工業製品が農業に使用されている。そして、工業製品そのものに含まれたり、それを生産するために使用された化石燃料エネルギーが、農業のエネルギー効率を低下させる(Lockeretz, 1977)。農業の効率性を示す指標が、投入・産出エネルギー比であり、それは先進国における農業の効率の低さを示すために用いられた(Bayliss-Smith, 1982)。

例えば、Briggle (1980)によると、アメリカ合衆国ネブラスカ州における小麦生産の投入・産出エネルギー比は3.8と算定された。それに対してRappaport (1971)は、パプアニューギニアの伝統的な焼畑農業でヤム、タロ、キャッサバを生産した場合、その投入・産出エネルギー比は16.5になると算

定した。このように、先進国における現代農業と発展途上国などに残存する伝統的な作物栽培とでは、効率性を示す値が大きく異なってくる。これは、先進国においては、様々な工業製品によって人間が行う農作業、すなわち労働のエネルギーが、化石燃料エネルギーによって代替されるためである。

農業の投入・産出エネルギー比のもう一つの特徴として、作物の種類や使用される工業製品の違いによって、時間的・空間的にその値が変化することが挙げられる。例えば、アメリカ合衆国におけるとうもろこし生産の投入・産出エネルギー比の平均は、1910年には5.8であったのが、1985年には2.9まで低下した(Pimentel. et al., 1990)。その原因は、ハイブリッド種子の普及、農薬使用の増加、大型の農業機械の導入など、農家における工業製品の購入量が増加したことにあるといわれる。さらに、1970年代中期のカリフォルニア州におけるメロン生産では、投入・産出エネルギー比はわずかに0.1であった(Johnson and Chancellor, 1980)。このように、穀類やイモ類と比較して野菜類や果樹は、産出エネルギーとしてカウントされる炭水化物の量が少ないため、投入・産出エネルギー比が必然的に小さくなる。

植物である農産物が炭水化物を生成するプロセスである光合成は、太陽光の強度や気温によって変化する。したがって、作物が単位面積あたりで生成するエネルギー量は、例えば低緯度で晴天率が高い地域など、直達日射量が多く、気温が高い場所ほど多くなる(Shantz and Piemeisel, 1927; Phillipson, 1966)。川喜田(1949)は、光合成に基づく農業の生産力には地域的な差異があることに注目し、樺太から台湾までの地域を8つの地区に分けて、作物の生産力指数(耕地1haあたりの産出エネルギー)と温量指数(積算温度の一種)が正比例関係にあることを明らかにした。その結果、例えば、沖縄県における農業の生産力指数(84MJ/ha)と温量指数(204.0度)は、それぞれ北海道の約4倍に達するというように、西南日本において作物の生産力が高くなるという傾向が明らかになった。

しかし、このような植物の生態学的な特性だけに注目して農業のエネルギー効率を論じることは適当でない。それは現在の農業生産活動には、工業製品に含まれる化石燃料エネルギーによるエネルギー代替(energy subsidy)があるためである(Norum, 1983)。このエネルギー代替によって、現代の農業では耕起

や除草などの作業に費やされる人間の労働が大幅に減少し、一人の農業労働力で管理できる耕地の面積が飛躍的に増加した。また、人間の労働を補助するばかりでなく、ビニールハウスなどの施設によって温度や湿度をコントロールすることによって、地域の気候条件をある程度まで克服することも可能になった。農業のエネルギー代替に関して注目できることは、そのほとんどが経済的価値である通貨と交換できることである (Odum and Odum, 1976)。そのため、ジュールやカロリーなどの熱量単位ばかりでなく、通貨の単位でもエネルギー量を把握することが可能である。

1.2.2 投入・産出エネルギー比の地域的な差異

次に、農業の投入・産出エネルギー比の時間的・空間的な差異に関する研究成果を概観する。それらの研究を、作物の数と地域スケールに注目して区分すると、(1) 一種類または少数の商品作物を対象としたものと、(2) 国家スケールまたは広域的なスケールで広がる農業を対象としたものとに分けられる。

まず、一種類の作物を対象として、投入・産出エネルギー比を算定した研究を検討する。Avlani and Chancellor (1977) は、1974年のカリフォルニア州における小麦生産の投入・産出エネルギー比を、非灌漑耕地 (dry land) と灌漑耕地 (irrigated land) を含む5つの地点のサンプル調査から算定した。その結果、非灌漑耕地の値が2.9であったのに対して、動力燃料や農業資材が使用される灌漑耕地では1.9という低い値となった。また、Hudson (1975) は、西インド諸島のバルバドス島を対象として、サトウキビ生産の投入・産出エネルギー比を、機械化の程度に注目して計算した。その結果、家畜と手作業による生産方法の値は5.4であるのに対して、トラクターなどを使用する機械化した方法では2.7まで低下することが示された。

また、複数の作物の輪作体系に注目した研究では、Heichel (1978) が、アメリカ合衆国のミネソタ州南西部のコーンベルトを対象として、とうもろこしとまめ科作物の輪作に注目した。作物の生育日数を考慮した彼の計算によると、とうもろこしを連作した場合が6.1であるのに対して、とうもろこしと大豆の輪作では6.7となった。また、とうもろこしとアルファルファの組み合わせでは8.1となり、さらに、とうもろこし・大豆・ベッチ (ソラマメ科の飼料・緑

肥作物)という3作物の組み合わせでは、8.2までその値が大きくなった。このように、作物生産の投入・産出エネルギー比は、農業資材の投入の度合と、作物の輪作体系によっても変化する。

以上までの研究が事例地域の値を算定したのに対して、一つの国や広域的な地域を対象とした研究では、伝統的な農法や他国の農業と比較しながら農業の効率性を比較検討していることに特徴がある。例えば、Newcombe (1976) は、1971年の香港における農業の投入・産出エネルギー比を0.8と算定した。1930年代の中国時代における値が7.7であったことと比較して、農業の近代化とともにエネルギー効率が大きく低下したことが示された。

また、Zucchetto and Jansson (1979) は、北緯57度に位置するスウェーデンのゴトランド島を対象として、地域全体の耕種農業(穀類・飼料作物・野菜など)と畜産について、投入エネルギーと産出エネルギーを算定した。その結果、トラクターの導入が進んだ1972年における投入・産出エネルギー比は1.2であり、馬耕が行われていた1940年代と比較して、約10分の1にエネルギー効率が低下したことを明らかにした。しかし、野菜栽培に特化したイスラエルの値が0.4になるという Stanhill (1974) の結果と比較すれば、ゴトランド島の効率性は高いことが指摘された。

農業の投入・産出エネルギー比は、農産物の生産から消費までの様々な段階の効率性を計るためにも使用されてきた。例えば、Blaxter (1975) は、イギリスの事例により、農場から作物が出荷された時点の投入・産出エネルギー比は0.6であるのに対して、食品に加工された段階では0.3まで低下することを明らかにした。また、Deleage et al. (1979) によると、フランスにおける農業と畜産を合わせた投入・産出エネルギー比は2.4であるが、畜産部門において飼料とされる穀類の生産に使用された化石燃料エネルギーを考慮すると、その値は0.3まで低下した。また、アメリカ合衆国のフードシステムを算定した Steinhart and Steinhart (1974) によると、食料の生産から消費までの一連のシステムにおける投入・産出エネルギー比は、1910年には1.1であったのが、1970年になると0.12に低下することが明らかになった。このように、工業製品の使用増加に伴うエネルギー効率の低下は、農場での生産の現場ばかりでなく、流通から消費までの様々な段階に見られる。

以上、農業のエネルギー効率を扱った研究成果を概観したが、そのほとんどが、作物の種類や地域などの条件を限定した算定を行ってきた。その理由は、化石燃料エネルギーの投入に伴うエネルギー・フローを、なるべく正確に把握しようとしたためである。しかし、投入・産出エネルギー比の算定には、研究の目的や視点によって、異なった計算方法を考案・使用しなければならないという問題が必然的に付随する (Dovring, 1985)。例えば、農業には多種多様な製品から化石燃料エネルギーが投入されるが、どのエネルギーをカウントするか (Jones, 1989)、また、人間の労働力のエネルギーをどのように取り扱うか (Giampietro and Pimentel, 1990) などの問題がある。

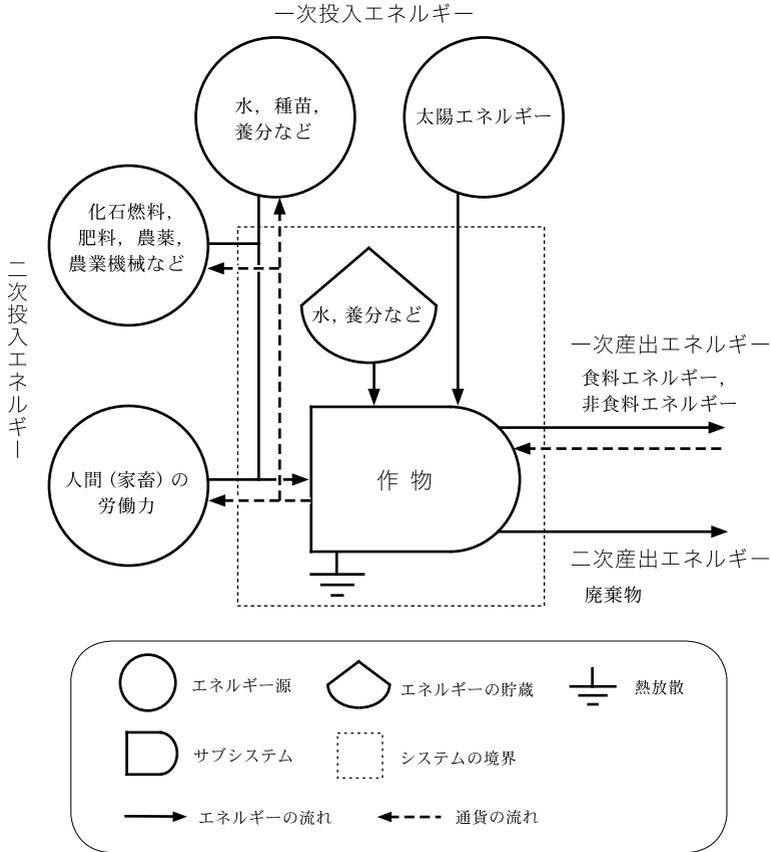
投入・産出エネルギー比の算定方法には様々なものがあるが、それらの結果は研究の目的を達成するための「最善の推定値」である (Pimentel, 1980)。また、農業のエネルギー効率に関する研究の視点は、1990年代以降になると、算定の精度を高めるよりも、人間社会と自然環境との関わりや、農業の持続的発展などのエコロジカルな側面を強調するようになった。例えば、低投入型農法による農業の持続的発展 (Gibbon et al., 1995) や環境負荷の低減 (Soussan, 1992)、人口増加と食料生産の問題 (Giampietro et al., 1992a) などである。

1.3 農業におけるエネルギー使用

1.3.1 作物生産システム

農業のエネルギー効率を扱う本研究の課題の一つは、農業生産活動の時間的・空間的な変化の特徴を示すことである。そのためには、算定の精度を高めるよりも、複数の作物の投入・産出エネルギー比を複数年で算定できる方法を工夫する必要がある。

農業の投入・産出エネルギー比を算定するための最初の段階は、作物生産システムに注目することである (Odum and Odum, 1976)。すなわち、作物が生産されている圃場を一つのシステムとして捉え、そこに投入されるエネルギーと、そこから産出するエネルギーを把握することである。しかし、作物生産システムに関連するエネルギーの種類は多く、その流れも複雑であるため、どのエネルギーに注目して算定するかをあらかじめ決めておく必要がある。ここで



第1図 作物生産システムとエネルギー・フロー

は、作物生産システムのエネルギー収支を模式的に示した第1図に基づいて、本研究の算定で注目するエネルギーの種類を説明する。なお、畜産については、輸入飼料の取り扱いが難しいことから、本研究では算定の対象外とする。

個々の圃場は、作物生産の基本的な単位であり、作物生産システム (crop systems) として解釈することができる (Loomis and Connor, 1992)。作物生産システムは、ある地方や国などの様々なスケールで展開する作物生産を構成しているサブシステムでもある。また、作物生産システムは、外部とのエネルギー交換によって維持されるオープンシステムと解釈される。その構成要素は、圃

場で作物生産に従事したり、圃場を管理する人の意思決定によって、直接的・間接的に制御される。

作物生産システムを構成する要素は、作物、土壌、水分などの自然的な要素が主体となる。このシステムは人間の管理によってコントロールされるため、外部から人為的に投入（インプット）される要素もある。例えば、土壌中の水分を作物の生育に適した状態に調整するための灌漑、または、農業従者の労働を補助する農業機械の投入などである。また、作物生産システムからは、食料や繊維などの産出（アウトプット）がある。産出には、ある種の食料など、人がその場で摂取できるものもあるが、その多くは、第2次産業の原料や第3次産業の商品として、産地から離れた場所で加工される。

作物生産システムからの産出は、投入の条件によって地理的に異なってくる。例えば、降水量や日射量などの気候条件、耕土の肥沃度などの土壌条件によって、生産できる作物の種類が変化する。また、圃場の地代などの経済的な条件によっても、生産物の種類が規定される。圃場の地代は、都市から離れた場所であったり、一人で管理できる面積が広がるほど低くなる。経済地理学的には、地代が低い地域ほど、作物生産が粗放的になり、面積あたりの経済的な産出が低下する傾向がある（山本, 1994）。

1.3.2 作物生産システムのエネルギー・フロー

ここで、作物生産システムに投入されるエネルギーと、そこから産出されるエネルギーの種類を説明する。まず、作物生産システムに投入されるエネルギーは、一次投入エネルギーと二次投入エネルギーとに分けられる（第1図）。一次投入エネルギーは、作物などの植物に直接的に取り込まれるものであり、代替不可能なエネルギーである。具体的には、太陽エネルギー、水、各種ミネラルなどの養分が相当する。植物である種苗も、作物生産システムに投入される一次投入エネルギーと解釈することができる。一次投入エネルギーは、基本的には一回の生産で消費されて、その一部が収穫物となって、産出エネルギーになる。ただし、土壌に蓄えられた水分や養分など、次の生産に持ち越される要素は、システム内のエネルギー貯蔵と見なされる。

二次投入エネルギーは、人工的に圃場に投入されるものであり、ある程度の

代替が可能なエネルギーである (Ittersum and Rabbinge, 1997)。具体的には、人間や家畜の労働力の他、それらを補助する農薬や農業機械などの工業製品を挙げることができる。これらのエネルギーは、農業の単位面積あたり、または、単位労働時間あたりの生産性を高めるために投入されるものである。特に工業製品は、化石燃料エネルギーの投入としてカウントすることが可能である。二次投入エネルギーは、作物生産システム内で植物体に固定されることはなく、熱放散 (heat sink) として消費されると解釈される。

本研究で注目する投入エネルギーは、二次投入エネルギーの一部である化石燃料エネルギーである。作物生産に投入される化石燃料エネルギーの特徴は、(1) 通貨によって算定できること、(2) 作物生産システムの種類によってその投入量が異なることにある。まず、(1) の特徴に関して、作物生産システムに投入されるエネルギーとそこから産出されるエネルギーの一部は、通貨に交換される。したがって、エネルギーとは反対方向に流れる通貨をエネルギーに換算できれば、エネルギー量を把握することが可能である。また、一次投入エネルギーは基本的に代替不可能なエネルギーであるが、種苗や灌漑用水など、作物生産システムで使用される製品や施設に対しては、その製造や輸送の過程で使用された化石燃料エネルギー (二次投入エネルギー) を算定することが可能である。

また、(2) の特徴に関して、作物生産に投入される化石燃料エネルギーは、工業製品への依存度によって変化する。例えば、同じ種類の野菜であっても、自給的な栽培方法と商品として出荷するための栽培とでは、使用する工業製品の種類と金額が異なってくる。さらに、ビニールハウスなどの施設栽培では、面積あたりに使用される化石燃料エネルギーが莫大になる。このような、投入される化石燃料エネルギーは、国家スケールの工業化の段階や農家個人の意思決定などに応じて時間的・空間的に変化するものである。そのため、投入化石燃料エネルギーは、農業のエコロジカルな特徴ばかりでなく、地域的な作物生産システムの特徴を示す指標として使用することが可能である。

次に、作物生産システムからの産出エネルギーもまた、投入エネルギーと同様に、一次産出エネルギーと二次産出エネルギーとに分けられる。一次産出エネルギーは、収穫物に固定されたエネルギーであり、食料エネルギーと非食料

エネルギーとに分けられる。一次産出エネルギーは、食料として人間が直接消費したり、他産業の原料として使用される。二次産出エネルギーは、収穫物のなかでも廃棄されてしまう部分や、経済的な取引の対象とされず、通貨との交換されないエネルギーである。そのため、二次産出エネルギーを正確に推計することは難しい。

本研究で注目する産出エネルギーは、一次産出エネルギーの一部である食料エネルギーとする。食料エネルギーは、人間の生命を維持するという点で、農業の本質に結びつく重要な生産物である。農産物に固定されたエネルギーの中でも、食料エネルギーに変換されるのは、人間の体内で消化・吸収される部分である。具体的には、収穫物の可食部分の重量とそこに含まれる熱量により、食料エネルギーを算定することが可能である。すべての農産物にエネルギーは含まれるが、人間の体内での消化・吸収率が定まっていない品目については、食料エネルギーはないものと解釈する^{†2}。

1.3.3 投入エネルギーの種類とその限定

前述のように、作物生産システムは、外部とエネルギー交換をしながら自らの機能を維持するオープンシステムと解釈できる。オープンシステムのエネルギー収支は、熱力学の第二法則によって説明できる (Bertalanffy, 1968)。そのため、作物生産システムのなかで熱放散するエネルギーを除外すれば、産出エネルギーは投入エネルギーよりも必ず少なくなる。しかし、従来の研究成果を見ても分かるように、作物生産システムの投入・産出エネルギー比は、しばしば 1.0 を上回る。その理由は、投入・産出エネルギー比の算定には、すべての投入エネルギーがカウントされるわけではないためである。本節では、作物生産システムに投入されるエネルギーのなかでも、どれを算定に含めるかを検討する。

農作物にとって最も重要なエネルギーは、一次投入エネルギーの太陽エネルギーである (第 1 図)。植物は光合成によって、太陽エネルギーと水分と二酸化炭素より、ブドウ糖を作り出す。さらに、ブドウ糖を炭水化物、タンパク質、ビタミン類などの養分に転換する。このように太陽エネルギーは、光合成という生化学反応を促進させるという意味で重要な要素であるが、作物生産の

投入・産出エネルギー比の計算では、その熱量は省略されることがほとんどである。その理由の一つは、植物の光合成率の計算が複雑であるためである。光合成率は、植物の種類、温度、相対照度 (relative light intensity) などによって変化するが、太陽エネルギーは可食部分以外にも固定されるため、作物の光合成率と産出食料エネルギーの量は必ずしも比例しない^{†3}。

太陽エネルギーを算定に含めないもう一つの理由は、他の投入エネルギーと比較して、エネルギー量が莫大であるためである。地表に到達する太陽エネルギーを算定に含めた場合、他のエネルギーが極めて小さく評価されてしまう。例えば、東京における1年間の全天日射量は420万MJ/10aに達するが(資料: 国立天文台, 1996)、その条件下で水稻を栽培した場合、可食部分に固定される太陽エネルギーは全天日射量の0.19%にすぎなくなる。本研究のねらいの一つは、化石燃料エネルギー投入の作物生産へのインパクトを解明することにあるため、太陽エネルギーは計算に含めないことにする。

次に、一次投入エネルギーと解釈される種苗、水、養分を検討する。まず、種苗は、圃場に定植されて作物となって成長し、それ自身がエネルギーを含む要素であるため、作物生産システムのサブシステムになる(第1図)。しかし、種子と種苗そのものに含まれるエネルギーを作物ごとに考慮すると、投入エネルギーの算定が非常に複雑になる。そのため本研究では、種苗に含まれる自然のエネルギーは考慮せず、種苗の生産と輸送に使用された化石燃料エネルギーを算定に含めることにする。現在では、ほとんどの農家が種苗を種苗会社や農協から購入しているため、種苗は工業製品と同等に扱うことができる。

作物生産に使用される水に含まれると解釈できる化石燃料エネルギーは、灌漑施設の建設費や維持費から算定することが可能である(吉野, 1980)。ただし、このような農業水利に関するエネルギー使用は、人間の労働力や工業製品によるエネルギー使用が複雑に絡み合うため、その内容は漠然としている。そのため本研究では、作物生産システムに投入される水のエネルギーを、投入・産出エネルギー比の計算から除外することにする。

一次投入エネルギーに区分される養分について、圃場に投入される肥料の主な元素は、窒素・リン酸・カリである。植物は根から吸収する窒素からタンパク質を合成するため、肥料の主元素なかでも、窒素を含むものは作物の成長に

不可欠である。これらの元素を含む科学肥料や堆肥も、それら自体がエネルギーを含むものである。しかし本研究では、種苗と同じ理由により、科学肥料や堆肥を工業製品と見なしてエネルギー量を算定することにする。したがって作物生産に投入される養分として、農家外部から購入された肥料や堆肥に含まれると解釈できる化石燃料エネルギーを、投入エネルギーとして考慮することにする。

次に、二次投入エネルギーの一部である工業製品を検討する。農業機械、農薬、化学肥料、動力用燃料などの工業製品は、現在の農業のエネルギー効率に大きな影響を与える要素である。工業製品に含まれるエネルギーは、製造や輸送過程で使用された化石燃料エネルギーから算定する。また、農業機械の仕事量についても、その運転に使用された石油製品や電力などからエネルギー量を算定することが可能である。

二次投入エネルギーの一部である人間の労働力と畜力は、本研究では投入エネルギーの算定に含めないことにする。人間の労働力のエネルギーは、労働者がおかれた社会・経済的な生活水準によって大きく変化する (Heemst et al., 1981)。すなわち、人間は1日約 10MJ (2,400kcal) の最低限の食料エネルギーだけで生活しているのではなく、衣服、家財、自動車などの様々な工業製品のエネルギーに大きく依存している (Giampietro et al., 1993)。例えば、アメリカ合衆国における農業従事者一人の1日の労働エネルギーは 594MJ に相当する (Fluck, 1981)。また、Giampietro and Pimentel (1990) によると、先進国における農業従事者の労働力は1時間あたりの 151MJ に換算することができる。このような人間が消費する工業製品以外でも、人間の労働力のエネルギーは、年齢や性別などの個人差によっても大きく異なるため、投入・産出エネルギー比の算定には含めるべきでない (Jones, 1989)。人間の労働力は、労働時間などの他の指標で示したり、工業製品の投入が少ない自給的な農業において考慮すべきである。

家畜による耕起や運搬などの農作業は、現在の日本の作物生産ではほとんど行われていない。日本において家畜が重要な農業労働力であったのは、高度経済成長以前の 1950 年代までであった。当時編纂された労働医学心理学研究所の報告者には、農業従事者が一日で消費する食料のエネルギー量の他に、畜力

の使用量が記録されている（労働医学心理学研究所，1951）。それによると、ウシまたはウマによる畜力は、水稻作と麦作の耕耘と整地のために使用されていた。

1.4 第1章のまとめ

農業の本質的な目標は、太陽エネルギーを効率的に作物に固定させて、人間の体温を維持するための食料や繊維、また、他の産業で使用される製品を作ることにある。しかし、農家は通常、高い収益を得られる経営形態を採用するため、必ずしもエネルギー効率の高い農業生産活動を営むとは限らない。特に先進国においては、作物の生長を促進させたり、人間の労働を軽減させるために、化学肥料、農薬、農業機械などの工業製品が大量に投入されている。これらの工業製品の形態で投入される化石燃料エネルギーによって、現代の農業のエネルギー効率は非常に低くなると言われる。

今日の日本における農業の特徴をエネルギー効率の視点で捉えることの意義は、農業の地域差の解明と、環境問題や今後の食料生産に提言していくことにある。これらを踏まえて、本研究では、次の3つの課題を設定した。すなわち、(1) 日本農業のエネルギー効率が低下した度合いを、具体的な数値で示すこと、(2) 農業の地域差を説明したり、農業地域区分を実施するための総合的な指標として、農業のエネルギー効率を使用すること、(3) 日本における農業のエネルギー効率が低下した要因を、産地スケールにおける農業の実態に基づいて考察することである。

作物生産のエネルギー効率を算定する場合、どのエネルギーをカウントするかを設定する必要がある。本研究では、圃場スケールの作物生産システムに注目して、そこに投入されるエネルギーと、そこから産出するエネルギーを把握することにした。その結果、二次投入エネルギーの一部である投入化石燃料エネルギーと、一次産出エネルギーの一部である産出食料エネルギーに注目することが有効であると考えられる。ここでいう投入化石燃料エネルギーとは、農薬、肥料、動力燃料、農業機械など、エネルギー量が明確に算定できる農業資材である。また、種苗についても、その製造と輸送に使用される化石燃料エネ

ルギーを算定することにする。これら農業資材のエネルギーは、投入金額から推定することが可能である。また、産出食料エネルギーとは、農産物のなかでも食料エネルギーに換算できるものであり、重量あたりの熱量から直接的に算定することが可能である。

注

- 1) 石油危機が起こった1970年代と、その後の1980年代にかけて、作物生産を含めて化石燃料エネルギーの使用と産業との関係をテーマにした多くの研究が蓄積された。その端緒は、1971年に発行された *Scientific American* 誌に、化石燃料エネルギーに関するテーマの特集が組まれたことにある (Starr, 1971)。その後発表されたよく知られている研究テーマとして、(1) 国の経済活動と化石燃料エネルギー使用の相関関係 (Costanza, 1980)、(2) エネルギー代替による食料政策への提言 (Slessor, 1973; Baughman and Hnyilicza, 1975)、(3) 産業連関分析による将来的な化石燃料エネルギーの使用予測 (Carter, 1974)、(4) エネルギーの節約と時間の節約に関するジレンマ (Weinberg, 1977)、(5) 油料種子による燃料の代替 (Stewart et al., 1981) などを挙げるができる。
- 2) 日本食品標準成分表によると、人間の体内での消化・吸収率が定まっていない農産物には、きのこなどの菌類や、海苔などの藻類が該当する (資料：科学技術庁資源調査会, 1982)。
- 3) きびやもろこしなどの禾本目 (gramineous) に多い C4 植物 (dicarboxylic acid cycle plant) は、高い光合成率をもつことで知られる (Krebs, 1972)。

資料

科学技術庁資源調査会 (1982): 『四訂 日本食品標準成分表 (二版)』。
 国立天文台 (1996): 『理科年表 平成9年』。

文献

荒木一視 (2002): 『フードシステムの地理学的研究』大明堂, 265p.
 石川英輔 (2003): 『大江戸エコロジー事情』講談社, 361p.
 伊藤貴啓 (1993): 愛知県豊橋市におけるつま物栽培地域の形成. 地学雑誌, **102**, 28-49.
 川喜田二郎 (1949): カロリー計算による土地生産力の量的表現 — 主として日本列島の場合 —. 社会地理, **19**, 6-10.
 桜井明久 (1973): 因子分析法および数値分類法による関東中央部の農業地域区分. 地理学評

- 論, **46**, 826-849.
- 仁平尊明 (2006): 農業経営に関する総合的な指標からみた日本の農業地域区分 — 多変量解析と GIS の適用—. 人文地理学研究, **30**, 69-98.
- 仁平尊明 (2007): 地域は変化する. 松岡憲知・田中 博・杉田倫明・村山祐司・手塚 章・恩田裕一編『地球環境学 — 地球環境を調査・分析・診断するための 30 章 —』古今書院, 106-109.
- 尾留川正平 (1950): 新基準による日本農業地域区分の体系 (第一報). 大塚地理学会編『田中啓爾先生記念大塚地理学会論文集』目黒書店, 237-244p.
- ブラウン, L. R. 著, 今村奈良臣訳 (1995): 『だれが中国を養うのか? 迫りくる食糧危機の時代』ダイヤモンド社, 198p.
- マイヤーズ, N.・ケント, J. 監修, 竹田悦子・藤本知代子・桑平幸子訳 (2006): 『65 億人の地球環境』産調出版, 304p.
- 松井 勇 (1943a): 農業経営組織による郡の分類 — 昭和 13 年農家調査の分布解析の 1. 地理学評論, **19**, 1-16.
- 松井 勇 (1943b): 農業経営組織による我が内地地域区分 — 昭和 13 年農家調査の分布解析の 2 (1). 地理学評論, **19**, 293-314.
- 松井 勇 (1943c): 農業経営組織による我が内地地域区分 — 昭和 13 年農家調査の分布解析の 2 (2). 地理学評論, **19**, 396-414.
- 松井 勇 (1943d): 農業経営組織による我が内地地域区分 — 昭和 13 年農家調査の分布解析の 2 (3). 地理学評論, **19**, 451-469.
- 松井貞雄 (1967): 渥美半島における温室園芸の地域形成と地域分化. 地理学評論, **40**, 409-425.
- 山本正三・秋本弘章・村山祐司 (1988): 関東地方の農業地域構造. 人文地理学研究, **12**, 139-163.
- 山本正三・北林吉弘・田林 明編 (1987): 『変貌する日本農村の地域構造』古今書院, 423p.
- 山本健兒 (1994): 『経済地理学入門 — 地域の経済発展 —』大明堂, 210p.
- 吉野昭朗 (1980): 農産物生産費調査費目のエネルギー濃度の産出. 茅 陽一編『エネルギー・アナリシス』135-158, 電力新報社.
- 労働医学心理学研究所編 (1951): 『水田単作地と二毛作地における農民の労働と栄養に関する調査報告』. 農林省農業改良局統計調査部, 218p.
- Avlani, P. K., and Chancellor, W. J. (1977): Energy requirements for wheat production and use in California. *Transactions of the ASAE*, **20**, 429-437.
- Baughman, M. L. and Hnyilicza, E. (1975): Energy systems: modeling and policy planning. *Proceedings of the IEEE*, **63**, 475-483.
- Bayliss-Smith, T. P. (1982): *The ecology of agricultural systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 112p.

- Bertalanffy, L. V. (1968): *General system theory: foundations, development, applications*. New York: G. Braziller, 295p. 長野 敬・太田邦昌訳 (1973): 『一般システム理論 —その基礎・発展・応用—』みすず書房, 288p.
- Blaxter, K. L. (1975): The energetics of British agriculture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **26**, 1055-1064.
- Briggle, L. W. (1980): Introduction to energy use in wheat production. In "*Handbook of energy utilization in agriculture*" (edited by Pimentel, D.), Boca Raton, Florida: CRC Press, 109-116.
- Carter, A. P. (1974): Applications of input-output analysis to energy problems. *Science*, **184**, 325-329.
- Costanza, R. (1980): Embodied energy and economic valuation. *Science*, **210**, 1219-1224.
- Deleage, J. P., Julien, J. M., Sauget-Naudin, N. and Sluchon, C. (1979): Eco-energetics analysis of an agricultural system: the French case in 1970. *Agro-Ecosystems*, **5**, 345-365.
- Dovring, F. (1985): Energy use in United States agriculture: A critique of recent research. *Energy in Agriculture*, **4**, 79-86.
- Fluck, R. C. (1981): Net energy sequestered in agricultural labor. *Transactions of the ASAE*, **24**, 1449-1455.
- Giampietro, M., Bukkens, S. G. F. and Pimentel, D. (1992a): Limits to population size: three scenarios of energy interaction between human society. *Population and Environment*, **14**, 109-131.
- Giampietro, M., Bukkens, S. G. F. and Pimentel, D. (1993): Labor productivity: a biophysical definition and assessment. *Human Ecology*, **21**, 229-260.
- Giampietro, M., Gerretelli, G. and Pimentel, D. (1992b): Energy analysis of agricultural ecosystem management: human return and sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **38**, 219-244.
- Giampietro, M. and Pimentel, D. (1990): Assessment of the energetics of human labor. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **32**, 257-272.
- Gibbon D., Lake, A. and Stocking, M. (1995): Sustainable development: a challenge for agriculture. In "*People and environment*" (edited by Morse, S. and Stocking, M.), London: UCL Press, 31-68.
- Heemst, H. D. van, Nerkelijin, J. J., and van Keulen, H. (1981): Labour requirements in various agricultural systems. *Quarterly Journal of International Agriculture*, **120**, 178-201.
- Heichel, G. H. (1978): Stabilizing agricultural energy needs: role of forages, rotations, and nitrogen fixation. *Journal of Soil and Water Conservation*, **33**, 279-282.
- Hudson, J. C. (1975): Sugarcane: its energy relationships with fossil fuel. *Span*, **18**, 12-14.
- Ittersum, M. K. van and Rabbinge, R. (1997): Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. *Field Crops Research*, **52**, 197-208.
- Johnson, H., Jr. and Chancellor, W. J. (1980): Cantaloupes. In "*Handbook of energy utilization in agriculture*" (edited by Pimentel, D.), Boca Raton, Florida: CRC Press, 209-217.

- Jones, M. R. (1989): Analysis of the use of energy in agriculture: approaches and problems. *Agricultural Systems*, **29**, 339-355.
- Krebs, C. J. (1972): *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. New York: Harper and Row, 694p.
- Lockeretz, W. ed. (1977): *Agriculture and energy*. New York: Academic Press, 750p. 高橋保夫監訳『食糧生産とエネルギー』農林統計協会, 438p.
- Lockeretz, W. (1988): Open questions in sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, **3**, 174-181.
- Loomis, R. S. and Connor, D. J. (1992): *Crop ecology: productivity and management in agricultural systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 538p. 堀江 武・高見晋一監訳『食料生産の生態学 — 環境問題の克服と持続的農業に向けて — 1・2・3』農林統計協会, 180p., 257p., 263p.
- Newcombe, K. (1976): Energy use in Hong Kong food system. *Agro-Ecosystem*, **2**, 253-276.
- Nihei, T. (2001): Changes in the energy efficiency of regional crop production in Japan. *Geographical Review of Japan*, **74B**, 47-61.
- Norum, L. (1983): Problem formulation and quantification in energy analysis. *Energy in Agriculture*, **2**, 1-10.
- Odum, E. P. (1971, 初版 1953). *Fundamentals of ecology, 3rd ed.* Philadelphia: Saunders, 514p. 三島次郎訳 (1974, 1975): 『生態学の基礎 上・下』培風館, 367p., 368-749p.
- Odum, H. T. and Odum, E. C. (1976): *Energy basis for man and nature*. New York: McGraw-Hill, 197p. 市村俊英監訳 (1978): 『人間・自然・エネルギー』共立出版, 307p.
- Phillipson, J. (1966): *Ecological energetics*. London: Edward Arnold.
- Pimentel, D. (1980): *Handbook of energy utilization in agriculture*. Boca Raton, Florida: CRC Press, 475p.
- Pimentel, D., Dazhong, W. and Giampietro, M. (1990): Technological Changes in Energy Use in U. S. Agricultural production. In "Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture" (edited by Gliessman, S. R.), New York: Springer-Verlag, 305-321.
- Rappaport, R. A. (1971): The flow of energy in an agricultural society. *Scientific American*, **225**(3), 117-132.
- Shantz, H. L., and Piemeisel, L. N. (1927): The water requirement of plants at Akron, Colo. *Journal of Agricultural Research*, **34**, 1093-1190.
- Slessor, M. (1973): Energy subsidy as a criterion in food policy planning. *Journal of Science of Food and Agriculture*, **24**, 1193-1207.
- Stanhill, G. (1974): Energy and agriculture: a national case study. *Agro-Ecosystems*, **1**, 205-217.
- Starr, C. (1971): Energy and power. *Scientific American*, **225**(3), 37-49.

- Steinhart, J. S. and Steinhart, C. E. (1974): Energy use in the U.S. food system. *Science*, **184**, 207-316.
- Stewart, G. A., Rawlins, W. H. M., Quick, G. R., Begg, J. E. and Peacock, W. J. (1981): Oilseeds as a renewable source of diesel fuel. *Search*, **10**, 107-115.
- Soussan, J. G. (1992): Sustainable development. In "*Environmental issues in the 1990s*" (edited by Mannion, A. M. and Bowlby, S. R.), Chichester: John Wiley, 21-36.
- Weinberg, A. M. (1977): Of time and the energy wars. *Nature*, **269**, 638.
- Zucchetto, J. and Jansson, A. (1979): Total energy analysis of Gotland's agriculture: a northern temperate zone case study. *Agro-Ecosystems*, **5**, 329-344.

第 2 章

投入・産出エネルギー比の算定

2.1 化石燃料のエネルギー集中度

作物生産に投入される化石燃料エネルギーの算定方法には様々なものがあるが、本研究では、Krenz (1974)、Bullard and Herendeen (1975)、および、科学技術庁資源調査会編 (1979) の方法を援用する。これらの算定方法を援用する利点は、産業連関表や作物の生産費などの政府の統計資料を利用できること、また、複数の作物を対象とする算定が比較的簡便に行えることにある。

作物生産の投入化石燃料エネルギーを算定する手順は、(1) 化石燃料のエネルギー集中度、(2) 工業製品などのエネルギー集中度、(3) 農業資材のエネルギー集中度の算定という 3 段階に分けられる。ここでいう化石燃料とは、産業連関表に記載される原油、石炭、石油製品などの費目とする。また、エネルギー集中度 (energy intensity) とは、工業製品 1 円あたりに含まれると推定される化石燃料エネルギーの量 (J/円) である^{†1}。

エネルギー集中度は、ある工業製品の生産費を、その製造・輸送の過程で使用されたエネルギー、および製品そのものに含まれるエネルギーで除すことによって算定できる。具体的には以下の式による。

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n (\beta_i x_i + \beta'_i x'_i)}{\sum_{i=1}^n (X_i + X'_i)} \quad (1)$$

ただし、 α は化石燃料のエネルギー集中度 (J/円)、 x_i は化石燃料 i の国内生産量 (g, m³, l)、 β は化石燃料 i の単位あたり熱量 (J/g, J/m³, J/l)、 X_i は化石燃料 i の国内生産額 (円)、 n は化石燃料に分類される製品の数、および、ダッシュの符号はそれぞれの輸入品を示す^{†2}。

化石燃料のエネルギー集中度の算定に使用する資料は、次のとおりである。化石燃料の国内総生産額と輸入額には、「接続産業連関表」（資料：総務庁ほか、1985, 1995, 2005）の小分類を使用する。ここで接続産業連関表を使用するのは、複数年で費目が統一されていること、時系列の算定に便利なことである。また、算定する年は、1970年から2000年にかけて5年間隔とする。その理由は、園芸作物の生産費に関する資料が1970年から充実すること、産業連関表が5年ごとに発行されていること、および、2009年時点で入手できる最新の接続産業連関表が2000年までの費目を記載していることである^{†3}。

化石燃料の国内生産量と輸入量の資料は、「エネルギー統計年報」（資料：通商産業大臣官房調査統計部、1977）、および、「エネルギー生産・需給統計年報」（資料：通商産業大臣官房調査統計部、1977, 1981, 1986, 1991, 1996; 経済産業省経済産業政策局調査統計部、2001）である。化石燃料の単位熱量は、「総合エネルギー統計」（資料：資源エネルギー庁官房企画調査課、1991）による。化石燃料の単位あたり熱量は、費目が同じであれば年ごとに大きな変動はないため、すべての年でこの統計の値を使用することにする。

接続産業連関表の小分類に記載される化石燃料の費目は、発行年ごとに若干の差異があるが、基本的には石炭（亜炭）、原油、天然ガス、石油製品、石炭製品に分けられる。これらの化石燃料と、エネルギー生産・需給統計年報（エネルギー統計年報）に記載される化石燃料の製品は、平成2-7-12年接続産業連関表の場合、第1表のように対応させることができる。まず、それぞれの製品の生産量と単位あたり熱量を掛け合わせることによって、製品に含まれるエネルギーが算出できる。その結果、化石燃料が産出するエネルギーは、原油と石油製品が 20.6×10^{15} kJ、石炭と石炭製品が 5.5×10^{15} kJ、天然ガスが 3.0×10^{15} kJ となった。このように、日本で使用される化石燃料エネルギーの71%は原油と石油製品からもたらされるものであり、特に原油は99.7%を輸入品に依存していることに特徴がある。

次に、それぞれの化石燃料エネルギーを国内生産額で除した値が、化石燃料のエネルギー集中度になる。エネルギー集中度の値は、費目ごとに差があるが、石炭と原油・天然ガスなどの原料となる化石燃料で高く、それらを加工した製品で低くなる傾向がある。これは、原料を輸送・加工する際に発生する経

第1表 化石燃料のエネルギー集中度の算定方法 (2000年)

化石燃料	分類コード	国産・輸入別	製品	生産量 (×10 ⁶)	単位	単位あたり 熱量 kJ/(kg, l, m ³)	エネルギー 10 ⁶ kJ	国内生産額 ・輸入額 100万円	エネルギー 集中度 kJ/円
石炭	0711	国産	原料炭	0	kg	32,217	0	36,504	
			一般炭	3,126	kg	24,267	75,859		
			無煙炭	0	kg	17,991	0		
			(小計)			75,859			
		輸入	原料炭	65,688	kg	31,798	2,088,747	616,651	
			一般炭	81,016	kg	25,941	2,101,636		
無煙炭	2,735		kg	27,196	74,381				
(小計)			4,264,764						
(合計)			4,340,623		653,155	6,646			
原油・ 天然ガス	0721	国産	原油	740	l	38,702	28,639	87,756	
			天然ガス	2,453	m ³	41,003	100,580		
			(小計)			4,469,843			
		輸入	原油	250,578	l	38,702	9,697,870	7,122,095	
			NGL	53,581	kg	54,392	2,914,378		
			(小計)			17,082,090			
(合計)			17,182,670		7,209,851	2,383			
石油製品	2111	国産	揮発油	56,726	l	35,146	1,993,692	11,831,116	
			ナフサ	17,955	l	33,472	600,990		
			ジェット燃料	10,625	l	36,401	386,761		
			灯油	27,866	l	37,238	1,037,674		
			軽油	42,612	l	38,493	1,640,264		
			重油	68,230	l	41,003	2,797,635		
			潤滑油	2,651	l	40,166	106,480		
			液化石油ガス	4,935	kg	50,208	247,776		
		(小計)			8,811,271				
		輸入	揮発油	1,607	l	35,146	56,480	1,828,980	
			ナフサ	31,074	l	33,472	1,040,109		
			ジェット燃料	58	l	36,401	2,111		
			灯油	2,843	l	37,238	105,868		
			軽油	1,644	l	38,493	63,282		
			重油	2,300	l	41,003	94,307		
			潤滑油	29	l	40,166	1,165		
液化石油ガス	14,682		kg	50,208	737,154				
(小計)			2,100,476						
(合計)			10,911,747		13,660,096	799			
石炭製品	2121	国産	コークス	38,396	kg	30,125	1,156,680	1,152,291	1,004

資料：総務省ほか (2005)，経済産業省経済産業政策局調査統計部 (2001)，資源エネルギー庁長官官房企画調査課 (1991)。

済的な付加価値によって、単価あたりに含まれるエネルギーが減少したものと解釈できる。

2000年と同じ方法により、1970年から1995年の化石燃料のエネルギー集中度も算定した結果が第2表である。化石燃料のエネルギー集中度には、大きな経年変化が見られる。これは、化石燃料の価格や、円の為替レートと関連する。化石燃料は輸入に依存するため、そのエネルギー集中度は、原油の輸入額に反比例する傾向がある。例えば石油製品のエネルギー集中度は、原油価格が安かった1970年代には3,146kJ/円であったが、原油価格が高くなった1980年には564円に低下した。

また、本研究の算定方法によると、日本における化石燃料エネルギーの総産出量は、1970年には 20.1×10^{15} kJであったのが、2000年には 33.6×10^{15} kJまで増加したと試算される^{†4}。2000年の化石燃料エネルギーの総産出量を200lのドラム缶に換算すると、43億本に相当する。換言すれば、日本では一人一日あたり約19lの石油に相当する化石燃料エネルギーを使用している。

第2表 化石燃料のエネルギー集中度 (1970～2000年)

化石燃料	分類コード ^{†1}		年							
	a	b	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	
	(kJ/円)									
石炭 ^{†2}	1101	0711	0711	5,488	2,099	2,078	2,141	3,213	3,582	6,646
原油	1301	0721	0721	9,536	1,754	832	924	1,981	2,426	2,383
天然ガス	1302	0731	0721	5,610	2,155	894	804	1,950	2,426	2,383
石炭製品	3291	2121	2121	1,717	857	659	687	782	701	1,004
石油製品	3210	2111	2111	3,146	1,159	564	511	911	964	799
原油の輸入額 ^{†3} (円/k1)				4,083	22,654	47,206	42,734	19,842	10,687	19,613

1) 分類コードは接続産業連関表の小分類表と以下のように対応する。

- a : 昭和45-50-55年接続産業連関表 (1970・1975年の算定に使用)。
- b : 昭和55-60-平成2年接続産業連関表 (1980～1990年の算定に使用)。
- c : 平成2-7-12年接続産業連関表接続産業連関表 (1995・2000年の算定に使用)。

2) 昭和45-50-55年接続産業連関表の費目名は石炭・亜炭。

3) 原油の輸入額はエネルギー生産・需給統計年報 (石油統計年報, エネルギー統計年報) による。

資料：総務庁ほか(1985, 1995), 総務省ほか(2005), 通商産業大臣官房調査統計部(1977, 1981, 1986, 1991, 1996), 資源エネルギー庁長官官房企画調査課(1991), 経済産業省経済産業政策局調査統計部(2001)。

2.2 工業製品のエネルギー集中度

産業連関表に記載される製品のエネルギー集中度は、産業連関分析 (input-output analysis) によって算定することができる。本研究では、作物生産に使用される工業製品などのエネルギー集中度を計算するために、Bullard and Herendeen (1975) が考案した産業連関分析によるエネルギー収支式を援用することにした^{†5}。彼らの式は、以下の通りである。

$$\gamma_j X_j = \sum_{i=1}^n \gamma_i T_{ij} + \delta_j \quad (2)$$

ただし、 $\gamma_j X_j$ は工業製品 j のエネルギー産出量 (J)、 γ_j は製品 j のエネルギー集中度 (J/円)、 X_j は製品 j の国内総生産額 (円)、 T_{ij} は製品 j の製造に投入される製品 i の金額 (円)、 δ_j は製品 j に含まれるエネルギー (J)、 n は取引行列の製品の数である。本研究では、第1式によりあらかじめ化石燃料のエネルギー集中度を算定しておくことにより、第2式を以下のように簡略化することができる。

$$\gamma_j X_j = \sum_{i=1}^n \alpha_i T_{ij} \quad (3)$$

この式は、製品 j に直接投入される化石燃料のエネルギーを算定することにより、行列変換することなく γ_j を求めることができる^{†6}。この算定に使用する主な資料は、接続産業連関表の小分類表の投入表である。また、作物生産で主に使用される工業製品として、6つの費目(非食料作物、合成樹脂、農薬、その他の特殊産業用機械、電力)を選定した。具体的な算定の手順は、第3表に示すとおりである^{†7}。化石燃料からの投入金額が多くなるほどエネルギー集中度が高くなるが、特に電力は、国内生産額に占める化石燃料の金額が16%に達し、そのエネルギー集中度は396kJ/円に達した。一方、化石燃料の投入金額の割合が0.5%にすぎない農薬のエネルギー集中度は、わずかに4kJ/円であった。

工業製品などのエネルギー集中度について、2000年と同じ方法により、1970年から1995年にかけての値を算定した結果が第4表である。それぞれの

第3表 工業製品などのエネルギー集中度の算定方法(2000年)

工業製品など	分類コード	生産に投入される化石燃料	投入金額 (100万円)	化石燃料のエネルギー集中度 (kJ/円)	投入エネルギー (10 ⁶ kJ)	国内生産額 (100万円)	エネルギー集中度 (kJ/円)
非食料作物	0116	石油製品	26,225	799	20,949	963,046	22
化学肥料	2011	石炭	879	6,646	5,842		
		原油・天然ガス	4,950	2,383	11,797		
		石油製品	15,470	799	12,358		
		石炭製品	1,809	1,004	1,816		
		(合計)	18,158		31,812		
合成樹脂	2041	石炭	2,137	6,646	14,202		
		原油・天然ガス	2,466	2,383	5,877		
		石油製品	28,255	799	22,570		
		(合計)	32,858		42,649		
農薬	2074	石油製品	1,884	799	1,505	405,272	4
その他の特殊 産業用機械	3029	原油・天然ガス	9	2,383	21		
		石油製品	10,707	799	8,553		
		石炭製品	217	1,004	218		
		(合計)	10,933		8,574		
電力	5111	石炭	276,484	6,646	1,837,422		
		原油・天然ガス	1,284,791	2,383	3,061,947		
		石油製品	515,360	799	411,672		
		石炭製品	66,347	1,004	66,600		
		(合計)	2,142,982		5,311,041		

資料：第1表，資源エネルギー庁長官官房企画調査課（1991），総務省ほか（2005）。

エネルギー集中度は、1970年で最も高い値を示し、それ以降はピーク時の2分の1～3分の1で推移する。この経年変化は、第1表で示した化石燃料のエネルギー集中度と比例する。また、いずれの年も電力が極めて高い値を示し、石油製品の2分の1～3分の1のエネルギー集中度に達する^{†8}。

2.3 農業資材のエネルギー集中度

本節では、化石燃料および工業製品などのエネルギー集中度の算定結果に基づいて、作物の生産費に記載される農業資材のエネルギー集中度を求める。算定で使用する農業資材の費目は、(1)種苗、(2)肥料、(3)農業薬剤、(4)光熱動力、(5)農用建物、(6)農機具とする。これらの費目は、作物の種類によっ

第4表 工業製品などのエネルギー集中度(1970～2000年)

工業製品など	分類コード ^{†1}			年						
	a	b	c	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
電力	5110	5111	5111	849	555	237	224	314	370	396
化学肥料 ^{†2}	3118	2011	2011	45	27	72	68	86	101	85
非食料作物	0015	0116	0116	81	29	23	11	32	15	22
合成樹脂	3117	2041	2041	36	17	5	21	12	15	15
農薬 ^{†2}	3118	2074	2074	45	27	12	9	4	4	4
その他の特殊 産業用機械 ^{†3}	3603	3029	3029	21	6	4	2	2	2	2

1) 分類コードは接統産業連関表の小分類表と以下のように対応する。

a : 昭和45-50-55年接統産業連関表(1970・1975年の算定に使用)。

b : 昭和55-60-平成2年接統産業連関表(1980-1990年の算定に使用)。

c : 平成2-7-12年接統産業連関表接統産業連関表(1995・2000年の算定に使用)。

2) 昭和45-50-55年接統産業連関表の費目名は化学肥料・農薬。

3) 昭和45-50-55年接統産業連関表の費目名は産業機械。

資料：第2表，総務庁ほか(1985，1995)，総務省ほか(2005)。

て項目が設定されていなかったり、年によって名前が変更されている。また、これら以外の費目(水利、賃貸料および料金、その他の諸材料、畜力、建物及び土地改良設備、労働など)は、化石燃料エネルギーの使用形態が漠然としていたり、エネルギー量の推定が困難であることから、算定より除外する。

まず、エネルギー集中度の算定が容易な費目を取り上げる。(1)の種苗の費目に対しては、種苗の生産が含まれる「非食料作物」のエネルギー集中度を適用する^{†9}。算定に使用するの、農家外部から購入された種苗の金額であり、自給分は除くことにする。(2)の肥料費の内訳は、化学肥料、土壌改良剤、肥料、堆肥などの購入費用である。この費目の多くは、化学肥料の購入費が占めるため、「化学肥料」のエネルギー集中度を対応させる。肥料費についても、購入金額をエネルギーに算定する。(3)の農業薬剤は、除草剤や殺虫剤の購入費用であり、「農薬」のエネルギー集中度を対応させることができる。(6)の農業機械は、トラクター、耕耘機、コンバイン、暖房機などの購入費と原価償却費(修繕費を含む)である。この費目には、これらの農業機械の生産が含まれる「産業用特殊産業用機械」のエネルギー集中度を対応させる^{†10}。

次に、エネルギー集中度の算定が複雑な費目を取り上げる。(4)の光熱動

力は、農業機械を運転するための燃料や電力の費用である。光熱動力のエネルギー集中度は、科学技術庁資源調査会編（1979）の方法により、「石油製品」と「電力」のエネルギー集中度を組み合わせながら、露地栽培と施設栽培とで別に算定することにする。算定の方法は、第5表の上2行に示すとおりである。工業製品の投入額について、露地栽培には水稻の値、光熱動力には施設きゅうりの値を使用した。また、光熱動力の内訳である石油製品と電力の割合は、筆者が千葉県旭市の現地調査で得た1995年のデータを使用した。その結果、光熱動力のエネルギー集中度は、露地栽培で721kJ/円、施設栽培で459kJ/円となった。なお、2000年以前の光熱動力費の算定においても、燃料と電力の使用比率は1995年の値で代用することにした。

ここで、エネルギー集中度の算定が複雑な費目のなかでも、(5)の農用建物を検討する。農用建物は、園芸作物の生産費に設けられた費目であり、1993年以前の統計では園芸施設という費目であった。その内容は、被覆用ビニールのほか、灌漑設備、カーテン用ビニール、暖房機などの園芸用資材である。本

第5表 光熱動力と農用建物のエネルギー集中度の算定方法（2000年）

生産費の費目 ¹⁾	投入される工業製品	工業製品の分類コード	工業製品のエネルギー集中度 (A) (kJ/円)	工業製品の投入額の割合 ²⁾ (%)	工業製品の投入額 (B) (円/10a)	投入エネルギー (A)×(B) (kJ/10a)	エネルギー集中度 (kJ/円)
光熱動力 (露地)	石油製品 電力	0711 5111	799 391	80.8 19.2	2,457 583	1,962,777 227,999	
	(合計)			100.0	3,040	2,190,776	721
光熱動力 (施設)	石油製品 電力	0711 5111	799 391	83.4 16.6	168,545 33,555	134,634,502 13,125,873	
	(合計)			100.0	202,100	147,760,375	731
農用建物	被覆用ビニール カーテン用ビニール 暖房機 その他の資材	2041 2041 3029 -	15 15 2 -	21.9 10.5 14.9 52.7	53,814 25,814 36,488 129,284	801,920 384,676 57,067 -	
	(合計)			100.0	245,400	1,243,663	5

1) 投入額の合計について、光熱動力（露地栽培）は水稻の値、光熱動力（施設栽培）と農用建物は施設野菜のきゅうりの値。

2) 千葉県旭市の現地調査で得たデータ。

資料：第1表，第3表，農林水産省大臣官房統計情報部（2002a），農林水産省大臣官房統計情報部（2002b），筆者の現地調査。

研究では、ビニール製品と暖房機によって消費される化石燃料エネルギーを算定の考慮に入れる。具体的には、ビニール製品には「合成樹脂」、園芸用資材には「その他の特集産業用機械」のエネルギー集中度を適用する。また、それぞれの工業製品の投入額の割合は、光熱動力と同様に、旭市の現地調査で得たデータから推定することにする。その結果、第5表に示すとおり、農用建物のエネルギー集中度は5kJ/円となった。光熱動力と同様に、2000年以前の農用建物の算定においても、ビニール製品と園芸用資材の使用比率は1995年の値で代用することにした。

2000年と同じ手順により、1970～1990年の農業資材のエネルギー集中度を算定した結果が第6表である。いずれの年も、光熱動力の値が最も大きくなり、次いで肥料と種苗、さらに農業薬剤、農用建物、農業機械の順に値が小さくなる。特に高熱動力は、他の部門よりも20～450倍ほどの値に達する。したがって、作物生産のエネルギーの使用量は、光熱動力の費用に大きく影響されると予想される。また、それぞれの費目には大きな年変動がある。これは工業製品のエネルギー集中度と同様に、原料となる化石燃料のエネルギー集中度と比例し、原油の価格とは反比例する傾向がある。

第6表 農業資材のエネルギー集中度 (1970～2000年)

費目	(kJ/円)						
	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
光熱動力							
(施設作物)	2,765	1,058	510	463	729	865	731
(露地作物)	2,706	1,043	502	456	716	850	721
肥料	45	27	72	68	86	101	85
種苗	81	29	23	11	32	15	22
農業薬剤	45	27	12	9	4	4	4
農用建物 (園芸施設) ^{†1}	15	6	2	7	4	5	5
農業機械	21	6	4	2	2	2	2

1) 1990年以前の費目名は園芸施設。

資料：第1表，第2表，第5表，農林省農林経済局統計調査部編（1972b，1972c，1976，1977c，1982c，1982d，1987c，1987d，1992c，1997a，1997c）。

2.4 作物生産の投入・産出エネルギー比

2.4.1 作物の種類と投入・産出エネルギー比

本節では、農業資材のエネルギー集中度により、作物生産に投入される化石燃料エネルギーを積み上げ法 (process analysis) により算定する^{†11}。積み上げ法とは、ある産業部門へ投入される資材を細分化して、それぞれの資材に含まれると推定される化石燃料エネルギーを積算することによって、全体の投入量を把握する方法である^{†12}。

ここでは、前節で算定した6つの農業資材のエネルギー集中度を使用する。これらの農業資材のエネルギー集中度が分かれば、作物の生産費に記載されているすべての作物の投入・産出エネルギー比を算定することが可能である。本研究では、農林業センサスおよび作物生産費に長期的に項目が掲載されている主要な29種類(1990年以前は32種類)を選定した^{†13}。

この算定で使用する統計資料は次の通りである。まず、作物の生産費と作物の生産量に対しては、作物生産費調査および農業経営統計調査報告(農林水産省大臣官房統計情報部, 2002a, 2002b, 2002c)を使用する。また、作物生産から産出する食料エネルギーの値は、日本食品標準成分表(資料: 科学技術庁資源調査会, 1982)を資料とする。

このような前提と前節までの算定により、2000年の作物生産について、投入される化石燃料エネルギーと、産出する食料エネルギーとの比を算定した結果が第7表である。投入・産出エネルギー比の値は、従来の研究と同様に、小数点以下1桁の数値で示すことにする。ただし、その値が極めて小さくなる施設作物に対しては、小数点以下2桁の数字で示すことにする。この値が大きいくほど、効率の高い作物生産となる。

投入・産出エネルギー比が最も高い作物はいも類であり、その値は平均して6.8であった。いも類の効率が低いのは、産出する食料エネルギーが多いためである。いも類の10aあたりの生産に投入される化石燃料エネルギーは約2GJであるのに対して、その産出エネルギーは13～15GJであった。これは、他の作物と比較して2～11倍に達する値である^{†14}。

第7表 作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー（2000年）

作物	生産費 ¹⁾ (1000円/ 10a)	投入化石燃料エネルギー (MJ/10a)						取量 (kg/10a)	産出食料 エネルギー (B) (MJ/10a)	投入・ 産出 エネルギー 比 (B/A)	
		種 苗	肥 料	農 薬	光熱動力	農用建物 (園芸施設)	農 業 機 械				(合計) (A)
かんしょ	22	16	686	14	1,655	-	12	2,383	2,902	14,945	6.3
ばれいしょ	35	233	692	23	1,164	-	14	2,126	3,889	12,523	5.9
いも類の平均	29	124	689	19	1,409	-	13	2,255	3,396	13,734	6.1
水稲	49	69	668	28	2,194	-	44	3,002	539	7,918	2.6
小麦	22	48	548	14	833	-	14	1,456	413	5,753	4.0
六条大麦	18	36	445	6	963	-	14	1,464	340	4,821	3.3
裸麦	31	59	643	12	1,051	-	26	1,791	462	6,593	3.7
ビール麦 (二条大麦)	22	61	544	9	932	-	15	1,561	357	5,062	3.2
穀類の平均	29	55	569	14	1,195	-	22	1,855	422	6,029	3.3
大豆	18	37	342	14	960	-	11	1,365	230	4,014	2.9
きゅうり	395	1,388	9,086	290	21,287	143	143	32,336	8,989	4,135	0.1
なす	224	803	7,411	25	13,855	77	94	22,265	8,128	6,096	0.3
ピーマン	174	1,072	3,306	66	9,597	119	49	14,210	4,195	3,692	0.3
キャベツ	152	268	2,890	172	6,350	42	67	9,788	5,931	5,931	0.6
はくさい	149	224	2,567	195	6,711	50	59	9,805	7,522	3,761	0.4
ねぎ	148	204	3,000	87	8,010	56	93	11,450	2,840	3,209	0.3
レタス	96	144	2,261	64	6,566	31	48	9,114	2,672	1,336	0.1
たまねぎ	113	352	2,074	75	3,969	43	62	6,574	4,699	6,861	1.0
ほうれんそう	125	198	3,408	41	6,999	108	54	10,809	1,298	1,363	0.1
だいこん	116	418	1,921	90	6,278	33	55	8,795	5,685	4,263	0.5
にんじん	126	585	2,295	35	6,134	49	71	9,168	3,495	4,683	0.5
さといも	76	294	1,045	38	5,484	28	43	6,932	1,876	4,709	0.7
露地野菜の平均	136	415	2,925	81	7,268	58	63	10,810	3,822	3,887	0.4
みかん	124	-	2,261	120	13,494	121	36	16,031	3,113	5,727	0.4
なつみかん	76	-	1,147	61	7,649	86	29	8,972	3,333	5,300	0.6
りんご	92	-	1,275	113	5,340	60	45	6,832	2,278	4,761	0.7
日本なし	148	-	3,179	166	7,649	70	66	11,129	2,450	4,092	0.4
もも	145	-	1,861	133	10,896	144	70	13,104	1,628	2,523	0.2
ぶどう	202	-	2,473	130	26,555	258	81	29,497	1,222	2,861	0.1
果樹の平均	131	-	2,033	120	11,930	123	55	14,261	2,337	4,211	0.3
きゅうり(施設)	789	1,855	11,483	30	147,925	1,245	181	162,720	9,564	4,399	0.03
トマト(施設)	849	1,379	9,851	329	196,819	1,117	148	209,642	8,532	5,717	0.03
なす(施設)	1,235	3,328	19,234	476	182,985	1,395	325	207,743	13,277	9,957	0.05
施設野菜の平均	958	2,188	13,523	278	175,909	1,252	218	193,368	10,458	6,691	0.03
全作物の平均	199	451	3,400	98	24,493	182	68	28,692	3,640	5,305	0.2

1) エネルギー効率の算定に使用した費目の合計，自給を除く。

資料：第6表，農林水産省大臣官房統計情報部（2002a，2002b，2002c），科学技術庁資源調査会（1982）。

いも類に次いでエネルギー効率が高いのが穀類と豆類（2000年の算定では大豆のみ）であり、投入・産出エネルギー比の平均は3.3と2.1である。水稲を除いて、これらの作物の投入化石燃料エネルギーは、1.4～1.9GJ/10aであり、作物の中で最も低い値である。投入エネルギーのほとんどが、高熱動力と化学

肥料の使用によるものである。水稻の投入化石燃料エネルギーは3GJ/10aであり、他の穀類の約2倍に達するが、これは光熱動力のエネルギーが高いためである^{†15}。

露地野菜と果樹の投入・産出エネルギー比の平均はそれぞれ0.4と0.3である。これら園芸作物の生産に投入される化石燃料エネルギーのうち、値が高い費目は光熱動力(5～27GJ/10a)と肥料(1～9GJ/10a)である。これらの費目から投入されるエネルギーは、ほとんどの園芸作物で、穀類といも類よりも一桁多くなる。また、露地野菜と果樹の生産では、産出食料エネルギーが少ないことも、投入・産出エネルギー比を低くする要因である^{†16}。

投入・産出エネルギー比が最も低い作物は施設野菜であり、その平均値は0.03である。施設野菜の生産には、光熱動力から多くの化石燃料エネルギー(平均193GJ/10a)が投入される。また、肥料、農用建物、農業機械から投入される化石燃料エネルギーも、他の作物と比較して高い値である。特に光熱動力から投入されるエネルギーは、穀類といも類よりも二桁多い。そのため、単位面積から産出する食料エネルギーは穀類と同等以上になるにも関わらず、施設野菜の投入・産出エネルギー比は著しく低くなる傾向がある^{†17}。

2.4.2 1970～2000年の投入・産出エネルギー比

2000年と同じ方法によって、1970年から1995年までの作物生産の投入・産出エネルギー比も計算した結果が第8表である。ここでは、投入化石燃料エネルギーと産出食料エネルギーだけを掲載したが、巻末の付表には費目ごとの値を掲載した。

全ての作物の投入・産出エネルギー比の平均値は、1970～1990年が0.3であり、1995年以降が0.2となった。平均値が減少した作物は、露地野菜、果樹、いも類である。一方、穀類、豆類、露地野菜は、算定年を通して平均値がほぼ同じである。特に平均値が低下した作物は、露地野菜ではほうれんそう、果樹ではいかんとぶどうである。前者は光熱動力の値が、後者は光熱動力と農用建物の値が増加している。

いずれの年も、いも類、穀類と豆類、露地野菜と果樹、施設野菜という順番で平均値が低くなる。投入・産出エネルギー比の平均値により、これらの作物

は次の4つのグループに区分できる。すなわち、(1)いも類を「高位効率作物(投入・産出エネルギー比の平均:5.8～9.5)」、(2)穀類と豆類を「中位効率作物(1.7～3.9)」、(3)果樹と露地野菜を「低位効率作物(0.3～1.1)」、(4)施設作物を「極低位効率作物(0.03～0.04)」とする。

ここで、それぞれの作物のグループについて、投入化石燃料エネルギーと産出食料エネルギーとを個別に検討する。投入化石燃料エネルギーの平均値が高い順に見ると、施設野菜、果樹と露地野菜、穀類、いも類と豆類となる。また、産出食料エネルギーの平均値が高い順では、いも類、施設野菜、穀類、果樹と露地野菜、豆類となる。このように、投入化石燃料エネルギーには、最大の施設野菜と最小のいも類・豆類では最大で100倍以上の差があるに対して、産出食料エネルギーには、最大のいも類と最小の豆類では最大で7倍程度の差しかない。

最後に、作物生産に投入される金額の差異を検討する。通貨の価値には物価指数があるため、1970～2000年の値をそのまま比較することは難しい。ここでは、2000年の算定結果(第7表)に限定して見てみると、その順番は、(1)施設野菜(10aあたり投入金額の平均:96万円)、(2)露地野菜と果樹(14万円,13万円)、(3)穀類、いも類、豆類(3万円,3万円,2万円)となる。これは、資本の投入量を指標とした農業の集約度を示した値でもあり、最大のグループと最小のグループとの差は約40倍であった。

全ての作物に投入される金額の平均は、1970年の5万円/10aから2000年の19.5万円/10aへ約4倍に増加した。一方、全ての作物に投入される化石燃料エネルギーの平均は、1970年の18GJ/10aから2000年の29GJ/10aへと約1.5倍に増加したにすぎない。また、全ての作物の産出食料エネルギーの平均は、1970年の4.6GJ/10aから2000年の5.4GJ/10aへと微増した。このように、エネルギーという指標は、物価の上昇率よりも変動が少ないため、作物生産の時間的な変化の分析に適すると予想される。

第8表 作物生産の投入・産出

作物	年： 1970			1975			1980		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
かんしよ	1,263	12,427	9.8	1,181	14,930	12.6	1,554	12,829	8.3
ばれいしよ	1,315	11,000	8.4	1,442	10,037	7.0	1,934	13,369	6.9
いも類の平均	1,289	11,713	9.1	1,312	12,483	9.5	1,744	13,099	7.5
水稻	2,788	7,154	2.6	2,506	7,712	3.1	2,678	7,183	2.7
小麦	1,976	3,733	1.9	1,156	3,831	3.3	1,239	4,722	3.8
六条大麦	2,329	4,864	2.1	1,192	5,275	4.4	1,620	5,388	3.3
裸麦	1,621	3,268	2.0	1,462	4,081	2.8	1,677	4,723	2.8
ビール麦（二条大麦）	1,721	4,141	2.4	1,237	4,055	3.3	1,409	4,467	3.2
穀類の平均	2,087	4,632	2.2	1,511	4,991	3.3	1,725	5,297	3.1
大豆	609	2,844	4.7	956	3,316	3.5	1,325	3,228	2.4
小豆	706	2,425	3.4	981	2,226	2.3	1,385	1,446	1.0
いんげん	703	2,563	3.6	1,043	1,811	1.7	1,413	2,480	1.8
豆類の平均	673	2,611	3.9	993	2,451	2.5	1,374	2,385	1.7
きゅうり	16,419	3,702	0.2	5,626	1,914	0.3	11,926	3,487	0.3
トマト	11,788	4,288	0.4	10,787	5,454	0.5	9,634	5,649	0.6
なす	9,041	5,795	0.6	8,092	7,583	0.9	9,445	5,106	0.5
ピーマン	9,430	2,369	0.3	6,916	3,259	0.5	9,549	4,504	0.5
キャベツ	3,871	4,046	1.0	2,720	4,538	1.7	3,324	4,481	1.3
はくさい	2,870	2,865	1.0	2,131	3,695	1.7	3,075	3,878	1.3
ねぎ	5,611	4,180	0.7	3,659	4,353	1.2	5,589	3,627	0.6
レタス	3,802	781	0.2	4,786	1,247	0.3	3,269	1,296	0.4
たまねぎ	3,248	5,919	1.8	2,389	6,890	2.9	3,244	7,610	2.3
ほうれんそう	2,867	1,311	0.5	2,729	1,728	0.6	2,581	1,739	0.7
だいこん	3,652	5,245	1.4	3,228	4,844	1.5	4,550	6,493	1.4
にんじん	5,765	4,383	0.8	4,645	4,540	1.0	3,999	5,513	1.4
さといも	4,331	3,416	0.8	2,214	4,930	2.2	3,525	4,450	1.3
露地野菜の平均	6,361	3,715	0.6	4,609	4,229	0.9	5,670	4,449	0.8
みかん	6,237	5,314	0.9	4,234	6,344	1.5	4,301	5,744	1.3
なつみかん	5,078	4,183	0.8	4,696	6,230	1.3	7,456	7,505	1.0
りんご	3,933	5,885	1.5	3,740	5,536	1.5	4,437	6,195	1.4
日本なし	4,971	6,725	1.4	4,425	6,638	1.5	4,239	6,055	1.4
もも	6,048	3,917	0.6	5,833	4,546	0.8	5,137	3,945	0.8
ぶどう	16,808	2,910	0.2	22,727	3,398	0.1	4,381	3,292	0.8
果樹の平均	7,179	4,822	0.7	7,609	5,449	0.7	4,992	5,456	1.1
きゅうり（施設）	117,323	4,618	0.04	224,580	5,902	0.03	288,176	6,141	0.02
トマト（施設）	87,574	5,841	0.07	103,061	6,342	0.06	93,336	7,223	0.08
なす（施設）	216,317	6,477	0.03	163,638	9,218	0.06	162,023	9,059	0.06
施設野菜の平均	140,405	5,645	0.04	163,760	7,154	0.04	181,178	7,474	0.04
全作物の平均	17,563	4,643	0.3	19,063	5,200	0.3	20,732	5,401	0.3

a 投入化石燃料エネルギー (MJ/10a), b 産出食料エネルギー (MJ/10a),

c 投入・産出エネルギー比 (産出/投入)

※1970-1995年の詳細な値は、巻末の付表に記載。

資料：第6表、第7表、農林省農林経済局統計調査部（1972a, 1972b, 1972c, 1972d, 1976, 1987c, 1987d, 1992a, 1992b, 1992c, 1992d, 1997a, 1997b, 1997c）、科学技術庁資

エネルギー比 (1970～2000年)

1985			1990			1995			2000		
a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1,581	14,744	9.3	2,133	14,868	7.0	2,943	15,553	5.3	2,383	14,945	6.3
1,779	12,407	7.0	2,140	13,997	6.5	2,215	14,271	6.4	2,126	12,523	5.9
1,680	13,576	8.1	2,137	14,433	6.8	2,579	14,912	5.8	2,255	13,734	6.1
2,941	7,742	2.6	3,147	7,830	2.5	3,587	7,565	2.1	3,002	7,918	2.6
1,471	5,990	4.1	1,508	5,335	3.5	1,747	5,238	3.0	1,456	5,753	4.0
1,549	4,467	2.9	1,695	3,658	2.2	1,611	5,147	3.2	1,464	4,821	3.3
1,688	5,451	3.2	1,919	4,467	2.3	2,464	5,979	2.4	1,791	6,593	3.7
1,291	4,027	3.1	1,412	4,495	3.2	2,029	3,233	1.6	1,561	5,062	3.2
1,788	5,535	3.1	1,936	5,157	2.7	2,288	5,433	2.4	1,855	6,029	3.3
1,339	4,677	3.5	1,709	3,612	2.1	1,856	4,258	2.3	1,364	4,014	2.9
1,335	3,261	2.4	1,488	3,531	2.4	-	-	-	-	-	-
1,279	3,274	2.6	1,418	2,466	1.7	-	-	-	-	-	-
1,318	3,737	2.8	1,538	3,203	2.1	1,856	4,258	2.3	1,364	4,014	2.9
13,366	4,025	0.3	21,102	4,635	0.2	27,349	4,025	0.1	32,336	4,135	0.1
10,776	4,904	0.5	12,269	4,082	0.3	-	-	-	-	-	-
10,558	5,818	0.6	19,681	7,231	0.4	34,371	7,895	0.2	22,265	6,096	0.3
7,918	4,146	0.5	11,501	5,092	0.4	19,169	3,973	0.2	14,210	3,692	0.3
3,024	5,525	1.8	3,610	4,839	1.3	12,110	5,794	0.5	9,788	5,931	0.6
2,949	4,289	1.5	5,640	3,590	0.6	11,105	3,949	0.4	7,522	3,761	0.4
6,743	3,312	0.5	8,929	3,532	0.4	14,086	3,728	0.3	11,450	3,209	0.3
3,992	1,264	0.3	4,048	999	0.2	9,261	1,752	0.2	9,114	1,336	0.1
2,991	8,350	2.8	3,854	9,131	2.4	5,995	7,530	1.3	6,574	6,861	1.0
2,905	1,895	0.7	3,596	1,657	0.5	10,371	1,534	0.1	10,809	1,363	0.1
3,890	7,501	1.9	5,212	6,594	1.3	9,534	3,787	0.4	8,795	4,263	0.5
3,996	5,919	1.5	5,521	6,857	1.2	8,309	5,575	0.7	9,168	4,683	0.5
3,248	4,287	1.3	3,590	4,649	1.3	6,895	4,211	0.6	6,932	4,709	0.7
5,873	4,710	0.8	6,835	4,924	0.7	12,837	4,521	0.4	10,810	3,887	0.4
4,766	5,961	1.3	5,990	6,260	1.0	21,681	4,176	0.2	16,031	5,727	0.4
7,202	6,028	0.8	12,342	5,104	0.4	6,201	3,029	0.5	8,972	5,300	0.6
4,211	5,355	1.3	5,336	5,835	1.1	8,018	5,303	0.7	6,832	4,761	0.7
5,423	5,147	0.9	7,407	4,245	0.6	12,267	3,912	0.3	11,129	4,092	0.4
4,563	2,916	0.6	5,965	3,905	0.7	10,338	2,673	0.3	13,104	2,523	0.2
4,180	3,363	0.8	6,602	3,757	0.6	25,441	2,835	0.1	29,497	2,861	0.1
5,058	4,795	0.9	7,274	4,851	0.7	13,991	3,655	0.3	14,261	4,211	0.3
266,881	5,805	0.02	222,360	6,692	0.03	189,570	5,122	0.03	162,720	4,399	0.03
119,286	5,850	0.05	120,079	6,411	0.05	201,664	6,456	0.03	209,642	5,717	0.03
138,806	8,996	0.06	167,349	8,859	0.05	186,237	8,783	0.05	207,743	9,957	0.05
174,991	6,884	0.04	169,929	7,321	0.04	192,490	6,787	0.04	193,368	6,691	0.03
20,248	5,522	0.3	21,267	5,569	0.3	29,256	5,424	0.2	28,613	5,414	0.2

1977a, 1977b, 1977c), 農林水産省経済局統計調査部 (1982a, 1982b, 1982c, 1982d, 1987a, 1987b, 源調査会 (1982).

2.5 第2章のまとめ

本章では、日本で栽培される作物の投入・産出エネルギー比を算定した。ここでいう投入エネルギーは、作物生産の種苗、肥料、農薬、光熱動力、農用建物（園芸施設）、農業機械に含まれると推定される化石燃料エネルギーであり、産出エネルギーは作物生産の収量に含まれる食料エネルギー（可食部分の熱量）である。算定に使用した主な資料は、エネルギー生産・需給統計年報、接続産業連関表、作物の生産費、食品標準成分表である。算定を実施した2009年時点の資料的な制約のため、作物の算定年は1970年から2000年までの5年ごととした。

算定の対象とした作物は、生産費と農林業センサスに経年的に費目が掲載されている33の作物（1995年以降は29）とした。具体的な算定方法は、まず、産業連関分析により、化石燃料、工業製品、農業資材の金額あたりに含まれると推定される化石燃料エネルギーを算定した。次いで、積み上げ法により、作物生産に投入される化石燃料エネルギーを算定した。これらの投入化石燃料エネルギーと、作物の収穫物に含まれる食料エネルギーとの比率から、個々の作物の投入・産出エネルギー比（産出 / 投入）を算定した。その結果、1970～2000年の投入・産出エネルギー比の平均が5.8～9.1に達するいも類を「高位効率作物」、1.7～3.9の穀類と豆類を「中位効率作物」、0.3～1.1の果樹と露地野菜を「低位効率作物」、0.03～0.04の施設野菜を「極低位効率作物」と分類することができる。

注

- 1) エネルギー集中度とは、資材の化石燃料エネルギーの算定で使用される基本的な用語である。宇田川(1977) および木村・杉本(1993)によると、ある資材の生産に使用された化石燃料エネルギー（単位：J, kcal など）に対して、その資材の生産量（単位：kg など）で除した値を「エネルギー原単位」（単位：J/kg など）といい、その資材の出荷金額（単位：円

- など)で除した値がエネルギー集中度(単位: J/円など)となる。また、熱量あたりのエネルギーの価格(単位: 円/Jなど)を、「エネルギー単価 (unit price of energy)」という(科学技術庁資源調査会編, 1979)。
- 2) 科学技術庁資源調査会(1979)の算定では、輸入品の項目を除外しているが、日本では大量の化石燃料エネルギーが輸入されていること、また、後述の算定で使用する「接統産業連関表」の投入表には、製品の原料として輸入品が含まれることから、本研究では輸入品の項目を算定に含めることにする。
 - 3) 接統産業連関表は、総務省(庁)をはじめとする9~11の省庁によって共同編集されるため、発行年と記載されるデータの年には開きがある。また、接統産業連関表は、5年ごとに発行されるため、作物生産のエネルギー効率の算定も5年ごとに行うことにする。
 - 4) 本研究では、化石燃料エネルギー部門の在庫変動と統計誤差を考慮していないため、エネルギーの総産出量は統計資料(総合エネルギー統計)の値よりも高くなっている。
 - 5) 産業連関分析は、経済学者のレオンティエフによって考案された方法であり、彼は、産業の部門間における通貨の流れを分析して、将来の経済動向を予想するためにこの分析を用いた(Leontief, 1951)。しかし、産業連関分析は、経済動向の予測ばかりでなく、産業間のエネルギーフローを把握するためにも応用できる(Krenz, 1974)。
 - 6) 科学技術庁資源調査会(1979)の算定では、直接投入エネルギーに加えて、間接投入エネルギー(一次間接投入と二次間接投入エネルギー)を算定に含めている。しかし、何次までの間接投入エネルギーを算定すればよいか、明確な定義はない。間接投入エネルギーの算定は、エネルギー集中度の平準化の作業であると言える。すなわち、間接投入エネルギーの次数を増加させるほど、すべての製品のエネルギー集中度は同じ値に近くなる。直接投入エネルギーだけを考慮した本稿の算定方法は、化石燃料エネルギーの投入が農業生産に与える動向を直接的に把握できるという点において、最良の値を簡便に提示できるものと考えられる(Nihei, 2000)。
 - 7) 産業連関分析を援用した本研究の方法では、海外で生産された輸入品のエネルギー集中度を算定することができない。そのため、工業製品のエネルギー集中度の算定には、輸入品の値は除くことにする。したがって、例えば、輸入農産だけを使用して作物を生産した場合でも、その農産のエネルギー集中度は国産品と同じ値として算定されることになる。
 - 8) 電力に投入される化石燃料エネルギーは、原子力発電や水力発電の割合が増加したことにより、年々少する傾向にある。電力の国内生産額に占める化石燃料の投入金額の割合は、1970年には70%を、1990年には44%を占めていた。
 - 9) 果樹生産費(1993年以前に発行)には種苗の費目がなかったが、野菜・果樹品目別統計(1994年以降に発行)では、成園費の代わりに種苗・苗木の費目が増えられた。本研究では、経年的に費目を統一するため、果樹の種苗・苗木は算定に含めないことにする。
 - 10) 本研究では、農業資材の下位部門に含まれる項目は考慮しないことにする。そのため、

例えば、農業機械の場合、コンバインと暖房機の投入化石燃料エネルギーは、同じエネルギー集中度で算定することとなる。本研究のように多数の作物を複数年次で計算する場合には、このような簡略化も可能であると考えられる。

- 11) 積み上げ法を用いた典型的な研究として、Chapman (1975) による原子力発電所のエネルギー収支の算定がある。この研究では、複数の原子炉の事例より、各施設が25年間稼働した場合、投入・産出エネルギー比の平均は10.2～16.5になるという値が得られた。また、原子力発電所の建設に費やされたエネルギーと同等のエネルギーを産出するまでの還元時間 (payback time) は、1.2～2.4年であると指摘された。
- 12) 積み上げ法は、接続産業連関表に記載されていない産業部門について、投入化石燃料エネルギーを計算するために有効である (内山, 1996)。積み上げ法を用いて日本における作物生産の投入・産出エネルギー比を計算した典型的な先行研究が、科学技術庁資源調査会 (1979) である。これは、作物生産費調査の労働費を除いた12の費目について、投入化石燃料エネルギーを算定した。本研究では、第1章にて言及したように、エネルギー使用が漠然としていると判断される6つの費目 (水利、賃貸料および料金、建物及び土地改良設備、成園、畜力、労働) を算定から除いた。これらの費目を除外することによって、作物生産におけるエネルギー使用を過大に評価することを避けられると予想される。
- 13) 算定で取り上げる作物は、栽培面積が広く、複数の県において複数年で栽培され続けているものを基準に選定した。例えば沖縄県のパイナップルなどは、栽培面積は広いものの、栽培県が限定されるため、算定から除外することにした。また、作物生産費の項目では、複数の農家と県で調査されている作物を選定した。
- 14) 中央アメリカ原産のさつまいもは、17世紀中頃に日本にもたらされると、食料エネルギーを多産することから、救荒作物として各地で栽培されるようになった。第2次世界大戦後より1960年代までは、澱粉加工の原料や飼料用として広く栽培され、現在でも加工用または生食用としてさつまいもが広く生産されている産地が存続している。仁平ほか (2000) による加工用さつまいも産地の事例では、さつまいもと大麦の二毛作から産出する食料エネルギーは、水稻単作と比較して約2.5倍に上ると報告された。
- 15) 現在の水稻栽培では機械化が進んでおり、それらを使用するために多量の光熱動力費が必要になる。また、代かき、田植え、収穫などの農作業において、田植機やコンバインなどの水稻栽培専用の農業機械を使用する頻度が高くなる。さらに、半世紀前の栽培暦と比較して1か月以上も田植えの時期を早くさせた保温苗代にも、大量の化石燃料エネルギーが使用されている。
- 16) 例えば露地栽培のきゅうりの場合、10aあたりの収量は約9tと水稻の約17倍に達するにも関わらず、産出エネルギーは水稻よりも少なくなる。これは、きゅうりの収量の大部分 (96%) が水分であり、きゅうりに含まれる熱量が少ない (46kJ/100g) ためである。
- 17) 施設野菜の生産では、ビニールハウスやガラスハウス内の気温と湿度を人工的に管理す

るために暖房機が使用される。例えば、冬季～春季にかけて出荷されるきゅうり生産では、C重油を燃やすことによってビニールハウス内の温度が冬季でも30°Cに保たれる(仁平, 1998)。この暖房機に使用される光熱動力が、施設野菜栽培の投入化石燃料エネルギーの9割を占める。

資料

- 科学技術庁資源調査会編(1982):『四訂 日本食品標準成分表(二版)』。
- 経済産業省経済産業政策局調査統計部編(2001):『平成12年 エネルギー生産・需給統計年報』。
- 資源エネルギー庁長官官房企画調査課編(1991):『総合エネルギー統計 平成2年度版』。
- 総務庁・経済企画庁・大蔵省・文部省・厚生省・農林水産省・通商産業省・運輸省・郵政省・労働省・建設省共編(1985):『昭和45-50-55年接続産業連関表(II)』。
- 総務庁・経済企画庁・大蔵省・文部省・厚生省・農林水産省・通商産業省・運輸省・郵政省・労働省・建設省共編(1995):『昭和55-60-平成2年接続産業連関表-計数編(2)-』。
- 総務省・内閣府・金融庁・財務省・文部科学省・厚生労働省・農林水産省・経済産業省・国土交通省・環境省 共編(2005):『平成2-7-12年接続産業連関表-計数編(2)-』。
- 通商産業大臣官房調査統計部編(1971a):『石炭・コークス統計年報』。
- 通商産業大臣官房調査統計部編(1971b):『石油統計年報』。
- 通商産業大臣官房調査統計部編(1977):『昭和50年 エネルギー統計年報』。
- 通商産業大臣官房調査統計部編(1981):『昭和55年 エネルギー生産・需給統計年報』。
- 通商産業大臣官房調査統計部編(1986):『昭和60年 エネルギー生産・需給統計年報』。
- 通商産業大臣官房調査統計部編(1991):『平成2年 エネルギー生産・需給統計年報』。
- 通商産業大臣官房調査統計部編(1996):『平成7年 エネルギー生産・需給統計年報』。
- 農林省農林経済局統計調査部編(1972a):『昭和45年産 果実生産費』。
- 農林省農林経済局統計調査部編(1972b):『昭和45年産 水稻生産費』。
- 農林省農林経済局統計調査部編(1972c):『昭和45年産 野菜生産費』。
- 農林省農林経済局統計調査部編(1972d):『昭和45年産 麦類・工芸作物等の生産費』。
- 農林省農林経済局統計調査部編(1976):『昭和50年産 米及び麦類の生産費』。
- 農林省農林経済局統計調査部編(1977a):『昭和50年産 果実生産費』。
- 農林省農林経済局統計調査部編(1977b):『昭和50年産 工芸作物等の生産費』。
- 農林省農林経済局統計調査部編(1977c):『昭和50年産 野菜生産費』。
- 農林水産省経済局統計調査部編(1982a):『昭和55年産 果実生産費』。
- 農林水産省経済局統計調査部編(1982b):『昭和55年産 工芸農作物等の生産費』。
- 農林水産省経済局統計調査部編(1982c):『昭和55年産 米及び麦類の生産費』。
- 農林水産省経済局統計調査部編(1982d):『昭和55年産 野菜生産費』。
- 農林水産省経済局統計調査部編(1987a):『昭和60年産 果実生産費』。
- 農林水産省経済局統計調査部編(1987b):『昭和60年産 工芸農作物等の生産費』。

- 農林水産省経済局統計調査部編 (1987c): 『昭和 60 年産 米及び麦類の生産費』.
- 農林水産省経済局統計調査部編 (1987d): 『昭和 60 年産 野菜生産費』.
- 農林水産省経済局統計調査部編 (1992a): 『平成 2 年産 果実生産費』.
- 農林水産省経済局統計調査部編 (1992b): 『平成 2 年産 工芸農作物等の生産費』.
- 農林水産省経済局統計調査部編 (1992c): 『平成 2 年産 米及び麦類の生産費』.
- 農林水産省経済局統計調査部編 (1992d): 『平成 2 年産 野菜生産費』.
- 農林水産省経済局統計情報部編 (1997a): 『農業経営統計調査報告 平成 7 年産 野菜・果樹品
目別統計』.
- 農林水産省経済局統計調査部編 (1997b): 『平成 7 年産 工芸農作物等の生産費』.
- 農林水産省経済局統計調査部編 (1997c): 『平成 7 年産 米及び麦類の生産費』.
- 農林水産省大臣官房統計情報部 (2002a): 『農業経営統計調査報告 平成 12 年産 野菜・果樹
品目別統計』.
- 農林水産省大臣官房統計情報部 (2002b): 『平成 12 年産 工芸農作物等の生産費』.
- 農林水産省大臣官房統計情報部 (2002c): 『平成 12 年産 米及び麦類の生産費』.

文献

- 宇田川武俊 (1977): 水稻栽培における投入エネルギーの推定. *環境情報科学*, **5**(2), 73-79.
- 内山洋司 (1996): 『Creative Chemical Engineering Course 9: 私たちのエネルギー — 現在と未来 —』 培風館, 165p.
- 科学技術庁資源調査会編 (1979): 『衣・食・住のライフサイクルエネルギー』 大蔵省印刷局, 418p.
- 木村康二・杉本義行 (1993): 農業生産における各投入要素のエネルギー原単位及びエネルギー集中度の推計. *千葉大学園芸学部学術報告*, **47**, 247-254.
- 仁平尊明 (1998): 千葉県旭市における施設園芸の維持と技術革新. *地理学評論*, **71A**, 661-678.
- 仁平尊明・岡本友志・藤永 豪・二村太郎・大森祐美・森本健弘 (2000): 茨城県ひたちなか市におけるサツマイモ生産・流通の地域的性格. *地域調査報告*, **22**, 133-169.
- Bullard, C. W., III, and Herendeen, R. A. (1975): Energy impact of consumption decisions. *Proceedings of IEEE*, **63**, 484-493.
- Chapman, P. F. (1975): Energy analysis of nuclear power stations. *Energy Policy*, **3**, 285-298.
- Leontief, W. W. (1951): Input-output economics. *Scientific American*, **185**(4), 15-21.
- Krenz, J. H. (1974): Energy per dollar value of consumer goods and services. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, **3**, 386-388.
- Nihei, T. (2000): Energy efficiency of crop production in Japan, 1970-1990. *Geographical Review of Japan*, **73B**, 27-45.

第3章

投入・産出エネルギー比と 日本の農業地域

3.1 地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比

作物生産のエネルギー効率を示す指標が、投入・産出エネルギー比である。作物生産のエネルギー効率は、農地に投入される化石燃料エネルギーと、そこから産出される食料エネルギーとの比率（投入・産出エネルギー比）によって示される（Odum, 1971）。前章では、日本における作物生産を事例として、産業連関分析と積み上げ法を援用した簡便法により、個々の作物生産の効率性を定めた。その結果、いも類を高位効率作物、穀類と豆類を中位効率作物、果樹と露地野菜を低位効率作物、施設作物を極低位効率作物とすることができた。

しかし、これらは個々の作物に対する評価であり、現実の作物生産を反映していない。現実の地域では、通常、複数の圃場で複数の作物が栽培されていたり、あるいは、一つの圃場でも複数の作物が組み合わせられて栽培されている。これら複数の作物生産の効率性を考慮することによって、エネルギー効率から地域の特徴を説明することが可能になる（Nihei, 2000）。本研究では、複数の作物が生産される地域を想定したうえで、地域的な投入・産出エネルギー比の効率性を検討する。そのために、まず、ある地域内で生産されるすべての作物に投入される化石燃料エネルギーと、そこから産出される食料エネルギーにより、地域的な投入・産出エネルギー比を算定する。具体的には以下の第4式による。

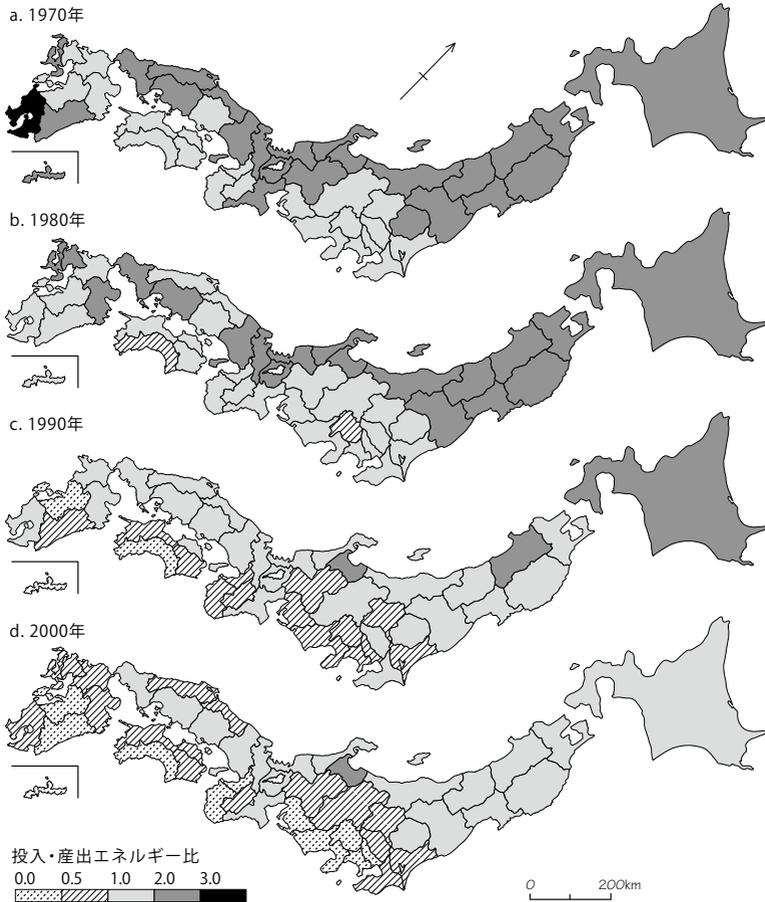
$$Q_j = \frac{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i S_i}{\sum_{i=1}^n \mathcal{E}'_i S_i} \quad (4)$$

ただし、 Q_j は地域 j における投入・産出エネルギー比、 ε_i は作物 i の産出エネルギー (J/m^2)、 ε'_i は作物 i の投入エネルギー (J/m^2)、 S_i は作物 i の栽培面積 (m^2)、 n は地域 i で栽培される作物の数、または栽培面積の比率 (%) である。

この式を実際の作物生産に適応するためには、次の2つの仮定が必要である。一つめは、すべての作物生産において、農業資材のエネルギー集中度は均一と見なすことである。例えば、農業資材の一部門である肥料は、アンモニア、硫酸、尿素、リン酸、窒素肥料などに細分類できるが、本研究では、これらをまとめて、肥料という区分でエネルギー集中度を算定する。算定の精度を高めるためには、より詳細な分類の産業連関表を使用する必要があると考えられる。二つめの仮定は、本研究で用いる投入・産出エネルギー比の値は日本全体の平均であるため、同じ作物であれば、どの地域で生産されていてもエネルギー効率は均一と解釈することである。この点を改善して、算定の精度を高めるためには、地域ごとに集計された生産費のデータを使用して、個々の作物の投入・産出エネルギー比を地域ごとに調節する必要がある。

ここで、本研究で用いる投入・産出エネルギー比の表示方法を説明する。一般的に投入・産出エネルギー比の値は、(1) 投入エネルギーに対する産出エネルギーの比率 (産出/投入)、または、(2) 産出エネルギーに対する投入エネルギーの比率 (投入/産出) によって示される (Pimentel et al., 1973)。作物生産の場合、産出食料エネルギーが投入化石燃料エネルギーを上回る場合もあるため、前者の投入エネルギーに対する産出エネルギーの比率を用いることが多い (Bayliss-Smith, 1982)^{†1}。また、前者の表示方法は、エネルギー効率が低いほど数値が大きくなるため、エネルギー効率の高低を瞬時に判別しやいという利点もある。後者の表示方法は、製造業や輸送業など、産出エネルギーに比較して、投入化石燃料エネルギーの量が非常に大きくなる産業で主に使用される。

第2図は、上記の第4式を、都道府県スケールの作物生産に適用した結果である。ここでは便宜的に、投入・産出エネルギー比の階級を、投入に対する倍数 (0.5、1.0、2.0、3.0) で区分した。1970年の算定結果では、投入・産出エネルギー比が最も高いのが鹿児島であり、最も低いのが山梨と高知となった。投入・産出エネルギー比が2.0を越える地域が、北海道、東北、北陸、近畿、中



第2図 日本における作物生産の投入・産出エネルギー比の変化（都道府県別）

資料：第8表，農林業センサス。

国の各地方にかけて広く分布する。一方、関東、中部、四国、九州の北部では、投入・産出エネルギー比が2.0を下回る都府県が分布する。1980年のになると、山梨県と高知県において、投入・産出エネルギー比が1.0を下回った。また、中国と九州地方において、投入・産出エネルギー比が低下した複数の県がある。

1990年の結果では、投入・産出エネルギー比の低下がより顕著に見られる。

特に、関東、中部の太平洋岸、紀伊半島、四国、九州の各地方において、投入・産出エネルギー比が1.0を下回るようになった。なかでも高知、熊本、沖縄では、投入・産出エネルギー比が0.5以下まで低下した。一方、北海道、東北、北陸の各地方では、1970年と比較して投入・産出エネルギー比が低下している県が多いものの、1.0以上の値を維持している県がほとんどである。2000年の結果では、さらに投入・産出エネルギー比が低下する。南関東、東海、近畿地方においても、投入・産出エネルギー比が0.5以下まで低下した県が見られる。また、2.0以上の投入・産出エネルギー比を維持している県は富山県だけとなった。

このように、個々の作物生産の投入・産出エネルギー比をもとにして、地域全体の投入・産出エネルギー比を示すことが可能である。さらに、地図化の結果、地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比の値によって、その地域において生産される作物の種類が、ある程度まで推定できると予想される。例えば、地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比が1.0を下回ると、果樹や野菜などの低位効率作物の生産が盛んになり、それ以上では、水稻やいも類などの中位・高位効率作物の生産が盛んになると指摘できそうである。しかし、そのような指摘をするためには、地域的な投入・産出エネルギー比をもとにして、効率性の基準を設定する必要があると考えられる。次節以下では、地域的な投入・産出エネルギー比の効率性を設定し、さらに、それに基づいた現実の作物生産を検討する。

3.2 地域的な作物生産のエネルギー効率

作物生産の投入・産出エネルギー比は作物によって異なり、さらに、ある地域で生産される作物の組み合わせも多様である。本研究では、典型的な作物の組み合わせから、地域的な作物生産のエネルギー効率を検討する。そうすることによって、投入・産出エネルギー比の数値から、ある地域で栽培される作物の種類をある程度予測することが可能になる。さらに、農業地域区分の指標として、投入・産出エネルギー比の数値を使用することも可能になると予想される。ここでは、地域的な作物生産のエネルギー効率を検討する際、日本におい

て最も広い面積で栽培されている水稻を組み合わせたの基本とする。いま、水稻の栽培面積の比率を S_r 、その他の作物の栽培面積の比率を S_o とすると、第4式は以下のように変形できる。

$$Q_{ro} = \frac{\mathcal{E}_r S_r + \mathcal{E}_o S_o}{\mathcal{E}'_r S_r + \mathcal{E}'_o S_o} \quad (5)$$

$$S_r + S_o = 1 \quad (6)$$

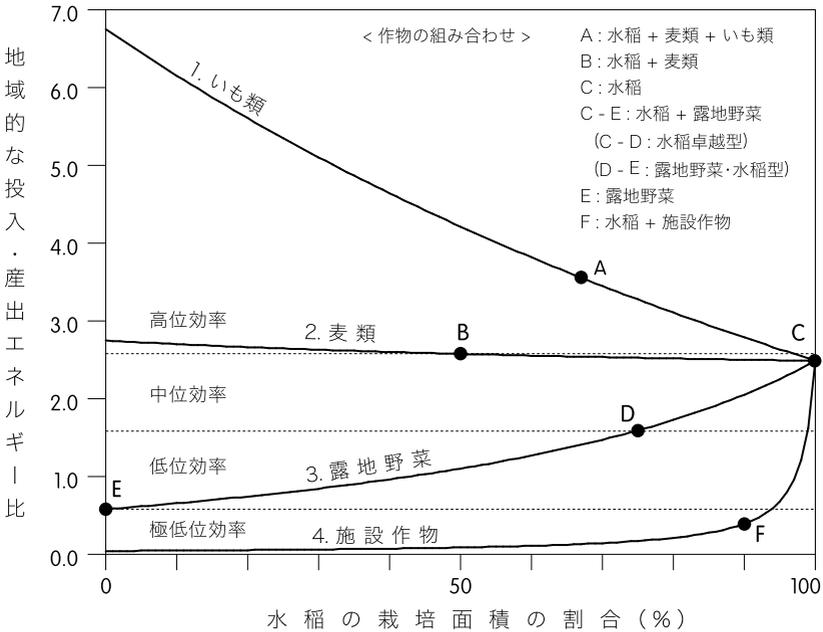
次に、水稻と組み合わせて栽培される作物として、いも類（高位効率作物）、麦類（中位効率作物）、露地野菜（低位効率作物）、施設作物（極低位効率作物）を想定する。これらの式に、1990年の作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー（第8表を参照）を代入すると、その解は第3図の曲線1～4となる。以下、これらの曲線に基づいて、作物の組み合わせとエネルギー効率の値の関係を検討する。

まず、ある地域において水稻だけが生産される場合を想定する。その場合、水稻の栽培面積は100%であるため、地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比の値は2.5となる（第3図a：C点）。また、水稻と麦類の面積割合がそれぞれ50%の地域を想定すると、地域的な投入・産出エネルギー比の値は2.6となる（第3図a：B点）。これら水稻単作型の地域、および、水稻と麦類の二毛作型の地域など、穀類の割合が高い地域では、地域的な投入・産出エネルギー比の値は2.5前後になると予想される。

ここで、水稻単作型および水稻と麦類の二毛作型を想定した地域よりも高い値（2.7以上）を示す地域を「高位効率地域」と定義する。作物の組み合わせの曲線から判断すると、高位効率地域においては、中位効率作物である穀類や豆類、あるいは、高位効率作物であるいも類が主に生産される作物になると予想される（第3図b）。例えば、ある地域において、水稻、大麦、かんしょが同じ面積で生産されており、かつ大麦と水稻の投入・産出エネルギー比が同じであると仮定すると、地域の投入・産出エネルギー比は3.6となる（第3図a：A点）。

次に、高位効率地域よりもエネルギー効率が低い例として、水稻と露地野菜が生産される地域を想定する。水稻と露地野菜の典型的な栽培比率を想定する

a. 投入・産出エネルギー比のグラフ



b. エネルギー効率

エネルギー効率	投入・産出エネルギー比	生産が予想される作物				
		いも類	麦類 豆類	水稻	露地野菜 果樹	施設作物
高位	2.7 -	◎	○	○	△	△
中位	1.7 - 2.6	△	○	◎	△	△
低位	0.7 - 1.6	△	○	○	◎	△
極低位	- 0.6	△	△	○	○	◎

面積の割合： ◎ 高 ○ 中 △ 低

第3図 作物の組み合わせとエネルギー効率区分 (1990年)

資料：第8表。

のは困難であるため、ここでは経験的に、露地野菜の割合が25%以上の地域を露地野菜・水稻の混合型と呼び、それ未満の地域を水稻卓越型と呼ぶことにする^{†2}。ここでは、露地野菜・水稻の混合型を「低位効率地域」（投入・産出エネルギー比：1.6～0.7）と定義し、低位効率地域と高位効率地域の間を「中位効率地域」（1.7～2.6）と定義する。

低位効率地域における投入・産出エネルギー比は、露地野菜の比率が増加するに従って低下し、露地野菜が100%で0.6となる（第3図a：E点）。低位効率地域では、露地野菜や果樹などの低位効率作物や、穀類などの中位効率作物などが多様な比率で生産されていると予想される。また、中位効率地域では、水稻、麦類、豆類などの中位効率作物が主な作物になると予想される。

さらに、地域的な投入・産出エネルギー比が、露地野菜・水稻型よりも低い値（0.6以下）を「極低位効率地域」と定義する。極低位効率地域では、施設作物などの極低位作物、および露地野菜や果樹などの低位作物を中心としながらも、水稻をはじめとする中位効率作物が、多様な比率で生産されていると予想できる^{†3}。

以上のように、水稻を基準とした作物の組み合わせを考慮すると、地域的な投入・産出エネルギー比の値は、高位効率から極低位効率までの4つの段階に区分することができる。さらに、それぞれの効率性の地域において生産される作物も、ある程度まで予想できる。これと同じ方法により、他年のエネルギー効率を算定した結果が第9表である。これらの値が、農業地域区分や作物産地の事例を説明するための基礎データとなる。

ただし、現実の地域では、複数の作物が多様な比率で生産されているため、地域的な作物生産のエネルギー効率から、その地域で生産される作物を正確に推定することは難しい場合もある^{†4}。ここで提示したエネルギー効率区分は、エネルギー論（energetics）の視点により、地域的な作物生産を総合的に説明するための目安である。したがって、地域的なエネルギー効率と作物に関する議論は、現実の作物生産と照らし合わせる必要がある。以下の節では、地域的な作物生産のエネルギー効率と実際の作物生産との関連を、日本全体と都道府県のスケールにより検討する。

第9表 地域的な作物生産のエネルギー効率（1970～2000年）

エネルギー 効率	地域的な投入・産出エネルギー比						
	1970年	1975年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年
高位	2.7 -	3.3 -	3.0 -	3.2 -	2.7 -	2.3 -	3.0 -
中位	1.8 - 2.6	2.4 - 3.2	2.0 - 2.9	2.1 - 3.1	1.7 - 2.6	1.2 - 2.2	1.4 - 2.9
低位	0.7 - 1.7	1.0 - 2.3	0.9 - 1.9	1.0 - 2.0	0.7 - 1.6	0.4 - 1.1	0.4 - 1.3
極低位	-0.6	-1.0	-0.8	-0.9	-0.6	-0.3	-0.3

資料：第8表，第3図。

3.3 作物生産のエネルギー効率の時間的・空間的变化

3.3.1 日本全体の変化

本節では、日本における作物生産のエネルギー効率の時間的・空間的な変化を説明するために、上記の第4式と第5式を日本全体と都道府県の2つのスケールに適用する。使用するデータは、単位面積あたりの投入化石燃料エネルギーと産出食料エネルギーには第2章の算定結果、作物の栽培面積（収穫面積）には農林業センサスとする。算定の対象とする作物は39種類であり、いくつかの作物については、次のように投入化石燃料エネルギーと産出食料エネルギーの値を代替することにした。すなわち、(1) 陸稲とその他の穀類には穀類の平均値、(2) 大麦と裸麦には六条大麦の値、(3) その他の豆類には豆類の平均値、(4) すいか、イチゴ、未成熟とうもろこし、その他の露地野菜には露地野菜類の平均値、(5) 施設野菜と施設果樹には施設作物の平均値、(6) 柿、うめ、くり、その他の果物には果樹類の平均値を代入した^{†5}。

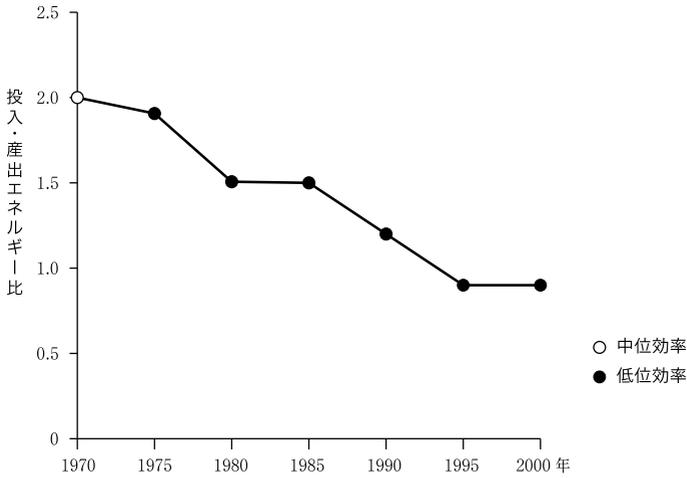
以上の手順によって、日本全体の作物生産のエネルギー効率の変化を示したグラフが第4図aである。投入・産出エネルギー比の値は1970年に2.0であったが、1990年には1.2まで、2000年には0.9まで低下した。効率性で見ると、1970年は中位効率に分類されたが、その後は低位効率に分類されている。第2章の第8表で示したように、個々の作物生産の投入・産出エネルギー比は、年次ごとに大きな変化はない。したがって、日本における作物生産の投入・産出エネルギー比とエネルギー効率の低下は、作物の栽培面積の変化によるところが大きいと考えられる。

ここで、日本において栽培されている主な作物の栽培面積の変化を検討する。第10表に示すように、1970～2000年において、栽培面積が大幅に減少した作物は、水稻、いも類、その他の穀類である。ほぼ横ばいか漸減した作物が、露地野菜、果樹、豆類であり、増加したのが施設作物である。また、作物の合計栽培面積は、1970年の452万haから2000年の230万haに減少している。エネルギー効率の分類ごとに見ると、中位効率作物である水稻の栽培面積は、1970年の290万haから2000年の147万haと約50%まで減少した。同様に高位効率作物であるいも類は、25万haから9.7万haまで減少した。一方、極低位効率である施設作物は、全作物に占める面積の割合は低いものの、1970年には9千haであったのが、1990年には4.7万haへと約5倍に増加した。

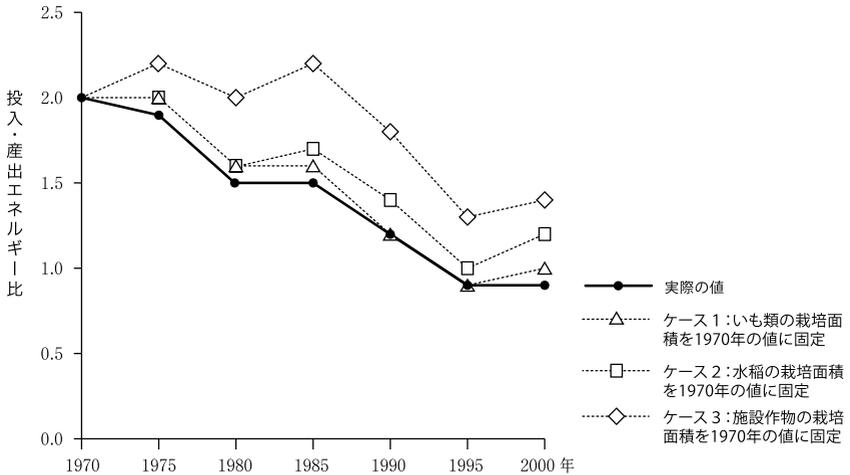
このような栽培面積の増減を踏まえて、日本において作物生産のエネルギー効率が低下した要因を検討する。ここでは、一つの作物の栽培面積が1970年から変化がないと仮定して、2000年までの投入・産出エネルギー比の変化を示す。この方法によると、2000年に最も高い投入・産出エネルギー比を示した作物が、全体のエネルギー効率の低下に最も大きな影響を与えたことになる。その結果、第4図bに示すように、水稻の栽培面積を1970年の値に固定した場合、2000年の投入・産出エネルギー比は1.2となった。同様に、いも類の栽培面積を固定した場合は1.0となり、施設作物の栽培面積を固定した場合は1.4となった。したがって、作物の栽培面積の増減から見て、日本における作物生産のエネルギー効率が減少した最大の要因は施設作物の増加であり、次いで水稻の減少にあると言える。

全作物の栽培面積に占める施設作物の割合は、2000年においてもわずか2%にすぎない。しかし、施設作物の栽培には、単位面積あたりに莫大な化石燃料エネルギーが投入されるため、日本全体の作物生産のエネルギー効率の変化にも大きな影響を与える。2000年の日本における施設作物の投入化石燃料エネルギーは 0.9×10^{15} kJと推定される。これは、すべての作物生産に投入される化石燃料エネルギーの4割を超える量である^{†6}。

a. 投入・産出エネルギー比とエネルギー効率の変化



b. 投入・産出エネルギー比の変化モデル



第4図 日本における作物生産のエネルギー効率の変化

資料：第3図，第8表，第9表，農林業センサス。

第 10 表 日本における作物の栽培面積（1970～2000年）
(1,000ha)

年：	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
水 稻	2,896	2,471	2,309	2,061	1,849	1,897	1,469
麦 類	564	211	284	327	375	204	208
いも類	248	157	142	142	123	102	97
豆 類	131	141	145	127	125	30	67
露地野菜	360	338	340	312	318	222	228
果 樹	312	322	307	270	242	220	187
施設作物	9	20	30	38	49	47	45
合 計	4,520	3,660	3,556	3,277	3,081	2,722	2,302

※麦類には陸稲とその他の穀類を含む。

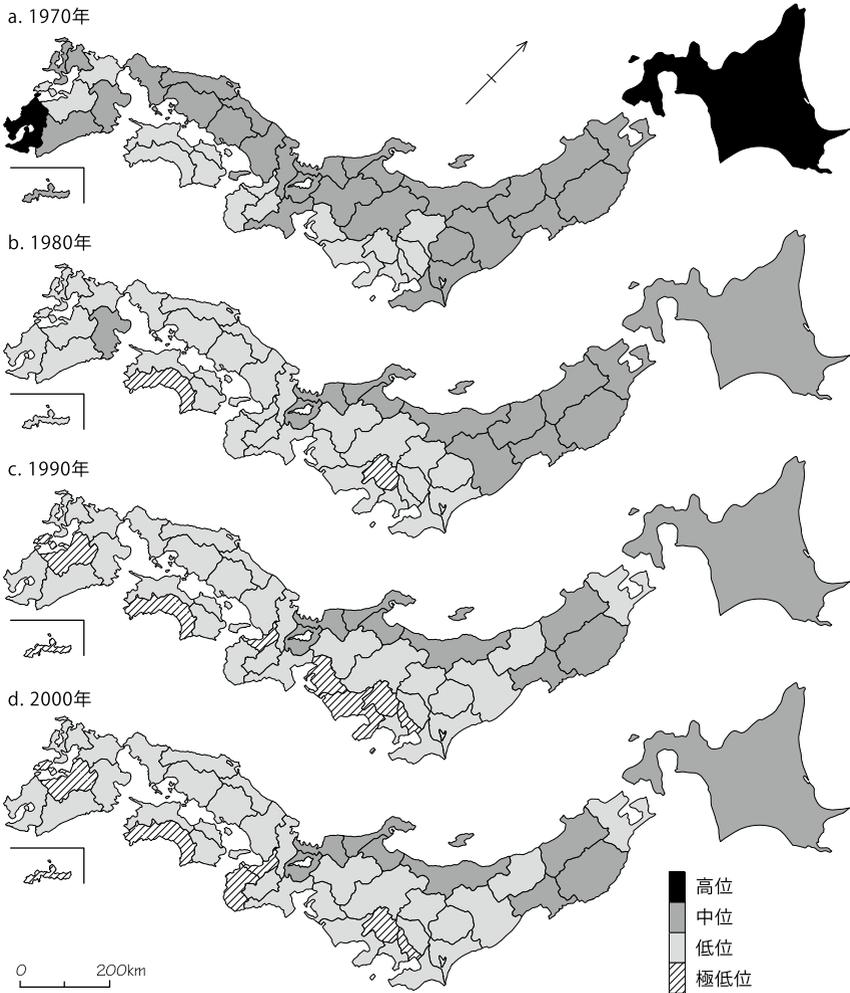
資料：農林業センサス。

3.3.2 都道府県スケールのエネルギー効率の変化

(1) 作物の種類とエネルギー効率

次に、地域的な作物生産のエネルギー効率がいかに低下したかを、都道府県スケールで分析する。第 2 図で示した都道府県別の投入・産出エネルギー比の値を、エネルギー効率に置き換えたものが第 5 図である。その結果、高位効率地域に区分される地域（都道府県）は、1970 年の北海道と鹿児島だけであった。中位効率に区分される地域は、1970 年には 29 であったが、1980 年には 12 に減少し、1990 年と 2000 年には 9 となった。この結果とは対照的に、低位効率に区分される地域は 1970 年には 16 であったのが、1980 年には 32 まで増加し、それ以降は横ばいとなる。さらに、極低位効率に区分される地域は、1970 年には存在しなかったのが、1990 年には 8 まで増加した。このように、都道府県スケールから見た作物生産のエネルギー効率は、1970 年から 1990 年にかけて大きく低下した。以下、1970 年と 1990 年の地図に着目して、エネルギー効率と作物の栽培面積の関係を説明する。

第 11 表は、1970 年と 1990 年の都道府県における作物の栽培面積の割合を、エネルギー効率ごとにまとめたものである。高位効率における作物の栽培面積の割合は、水稻、いも類、麦類の順に高く、特にいも類は全国平均の約 4 倍に上る。いも類の内訳を見ると、鹿児島におけるかんしょの栽培面積（4.3 万 ha）と、北海道におけるジャガイモの栽培面積（6.8 万 ha）は、全国で最大の値であった。



第5図 日本における作物生産のエネルギー効率の変化（都道府県別）

資料：第3図，第8表，第9表，農林業センサス。

1970年に中位効率に区分される地域は、東北、北陸、中部、中国、九州に広く分布していた。中位効率地域における作物の栽培面積の比率は、全国平均とほぼ同じか、水稲の割合が若干高い。これらの地域には、水稲の栽培面積の上位5県のうち4県、および、麦類の栽培面積の上位5県のうち4県が含まれ

第 11 表 作物生産のエネルギー効率と栽培面積の割合（1970 年と 1990 年）

年	エネルギー効率	都道府県の数	栽培面積の割合 (%)						
			いも類	水 稻	麦 類	豆 類	果 樹	露地野菜	施設作物
1970	高 位	2	22.4	46.3	13.5	10.0	2.9	4.8	0.1
	中 位	29	4.0	71.0	8.7	2.2	6.7	7.3	0.1
	低 位	16	4.1	51.9	14.4	1.6	13.9	13.5	0.6
	極低位	-	-	-	-	-	-	-	-
	合計	47	4.8	63.4	10.9	2.3	9.0	9.3	0.3
1990	高 位	-	-	-	-	-	-	-	-
	中 位	9	2.3	76.1	9.0	5.2	1.6	5.4	0.4
	低 位	30	2.9	58.1	9.4	3.8	11.9	12.2	1.6
	極低位	8	2.6	41.0	3.9	1.7	23.2	21.8	5.8
	合計	47	2.7	58.6	8.4	3.7	11.9	12.6	2.1

※麦類には陸稲とその他の穀類を含む。

資料：第 5 図、農林業センサス。

る^{†7}。1970 年に低位効率に区分される地域は、関東地方よりも南西に分布する。低位効率地域における作物の栽培面積の比率は、果樹、露地野菜、施設作物の値が高く、いずれも全国平均の約 2 倍である。低位効率地域には、果樹の栽培面積上位 5 県のうち 3 県、施設の面積上位 5 県のうち 3 県、および、露地野菜の栽培面積上位 5 県のうち 1 県が含まれる^{†8}。

次に、1990 年におけるエネルギー効率の分布と栽培作物を検討する（第 5 図 c）。作物の栽培面積の割合を 1970 年の値と比較すると、露地野菜、果樹、豆類、施設作物で高くなり、水稲、麦類、いも類で低くなった（第 11 表）。1970 年に中位効率地域に区分される地域は、北海道、東北、中部など、北日本から日本海側に残存する。中位効率地域における作物の栽培面積の比率は、全国平均と比較して水稲が 20% 高い。また、1970 年の中位効率地域の平均と比較しても、水稲が 5% 高くなった。1990 年の中位効率地域には、水稲の栽培面積上位 5 県のうち 4 県が含まれる^{†9}。

1990 年に低位効率に区分される地域は、関東、中部、近畿、中国、四国、九州に広く分布する。低位効率地域における作物の栽培面積の割合は、全国の平均値とほぼ一致する。1970 年の中位効率地域の平均と比較すると、果樹と露地野菜が 4% 低下し、水稲が 7% 高くなった。1990 年の低位効率地域には、

露地野菜の栽培面積上位 5 県のうち 3 県が含まれる^{†10}。

1990 年に極低位効率に区分される地域は、東京（地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比：0.5）、山梨（0.5）、静岡（0.5）、大阪（0.5）、高知（0.3）、熊本（0.4）、沖縄（0.2）である。極低位効率地域における栽培面積の割合は、全国の平均値と比較して施設が約 3 倍、果樹と露地野菜が約 2 倍と高い。また、極低位効率地域には、施設の面積上位 5 県のうち 3 県と、果樹の栽培面積上位 5 県のうち 1 県が含まれる^{†11}。

このように、エネルギー効率と栽培作物の組み合わせは、地域的な作物生産の実態を反映していると考えられる。すなわち、高位効率では、いも類、麦類、水稻の割合が高く、それに相当する地域は 1970 年の地図だけに見られた。中位効率は、水稻の割合が高い地域であり、東北から北陸にかけての水稻の産地があてはまる。一方、低位効率は、露地野菜や果樹の割合が高い地域であり、関東以西に分布する。これらは、都市近郊や輸送園芸地域などの野菜・果樹の産地を含む地域である。低位効率地域のなかでも、施設作物と園芸作物の割合が特に高い地域は、1990 年になると極低位効率に区分されるようになった。

(2) エネルギー効率の低下と作物の組み合わせ

1970 年と 1990 年の都道府県スケールの分析では、作物生産のエネルギー効率が低下した地域と変化しなかった地域が見られた。さらに、エネルギー効率が低下した地域には、(1) 高位効率から中位効率・低位効率、(2) 中位効率から低位効率、(3) 低位効率から極低位効率への変化があった。本項では、作物生産のエネルギー効率が低下するパターンと栽培作物の種類を検討する。本研究では、ある地域で生産される複数の作物の特徴を把握するために、修正ウィーバー法を使用する^{†12}。

第 6 図は、作物生産のエネルギー効率と修正ウィーバー法による作物結合タイプ（代表的な作物の組み合わせ）の変化を、1970 年と 1990 年で分析したものである。修正ウィーバー法で算定の対象とした作物は、いも類、水稻、麦類（およびその他の穀類）、豆類、露地野菜、果樹、施設作物の 7 類型とする。作物の結合タイプを示す略字は、P をいも類、R を水稻、W を麦類、B を豆類、V を露地野菜とする。

算定の結果、1970年では、12種類の作物結合タイプが抽出できた。具体的には、R(都道府県の数:23)、RW(10)、RF(4)、RWP(2)、RV(1)、RWF(1)、RPB(1)、RWV(1)、RPWV(1)、RWPF(1)、RPFV(1)、RWFV(1)である。同様に、1990年の算定結果では、11種類の作物結合タイプが抽出できた。具体的には、R(21)、RW(5)、RF(5)、RV(5)、RFV(3)、FV(2)、RWV(2)、RP(1)、RWF(1)、RWPB(1)、RPWF(1)である。1970年の作物結合タイプはいずれもRを含んでいたが、1990年にはRを含まない組み合わせも出現した。

作物生産のエネルギー効率と作物の組み合わせを見ると、まず、1970年の高位効率地域(第6図のグループ1)は、水稻といも類を中心として、麦類または豆類が付随するというように、高位・中位効率作物の組み合わせからなる。また、1970年の中位効率地域では、作物結合タイプが水稻単作のRで示される地域が20に達する(グループ2)。これらの地域は、1990年になると、8地域が中位効率の水稻単作まま変化せず、12地域が低位効率の水稻単作へ変化した(グループ6)。

1970年の中位効率地域には、水稻と麦類、水稻と麦類といも類、水稻と露地野菜(果樹)など、複数の組み合わせからなる地域が9つある(グループ3)。1990年になると、これらの地域のうち7つが、低位効率かつ複数の組み合わせのタイプ(グループ7)に変化し、1つが極低位効率(グループ8)に変化した。このように、水稻単作とは対照的に、複数の作物を組み合わせで生産しているすべての地域で、エネルギー効率の低下が確認できた。1970年の低位効率地域には、水稻に加えて、麦類または露地野菜や果樹などの中・低位効率作物との組み合わせからなる地域が16ある(グループ4)。1990年になると、これらの地域のうち9つが低位効率のまま推移し(グループ6とグループ7)、7つが極低位効率地域に変化した(グループ8)。

以上より、1970年から1990年にかけて、作物生産のエネルギー効率の変化には大きく5つのパターンが見いだせる。すなわち、(1)中位効率で水稻単作のまま推移した地域、(2)中位効率の水稻単作から、低位効率の水稻単作に低下した地域、(3)中位効率の複数組み合わせから、低位効率の複数組み合わせに低下した地域、(4)低位効率のまま推移した地域、(5)低位効率から極低

a. 1970年

効率 結合 都道府県
タイプ

高位	(グループ1)	PRW 鹿児島 PRB 北海道
	(グループ2)	R 青森, 岩手, 宮城, 秋田, 山形, 福島, 新潟, 富山, 石川, 福井, 岐阜, 三重, 滋賀, 京都, 兵庫, 鳥取, 島根, 岡山, 広島, 山口
中位	(グループ3)	RW 茨城, 栃木, 佐賀, 大分 PRW 宮崎 PRWF 長崎 PRFV 沖縄 RWV 千葉 RF 長野
	(グループ4)	R 大阪, 奈良, 高知 RW 群馬, 埼玉, 徳島, 香川, 福岡, 熊本 PRWV 東京 RV 愛知 RF 静岡, 和歌山, 愛媛 RWF 山梨 RWFV 神奈川
低位	(該当なし)	
極低位	(該当なし)	
	(該当なし)	

b. 1990年

結合 都道府県
タイプ

(該当なし)	
(グループ5)	PRWB 北海道 R 岩手, 宮城, 秋田, 新潟, 富山, 石川, 福井, 滋賀
(グループ6)	R 山形, 福島, 埼玉, 岐阜, 三重, 京都, 兵庫, 奈良, 島根, 岡山, 広島, 山口
(グループ7)	RW 栃木, 香川, 福岡, 佐賀, 大分 PR 鹿児島 PRWF 長崎 RV 千葉, 徳島, 宮崎 RF 青森, 和歌山, 鳥取, 愛媛 RWV 茨城, 群馬 RFV 神奈川, 長野
(グループ8)	R 高知 RF 山梨 RV 愛知, 大阪 RWF 熊本 RFV 静岡 FV 東京, 沖縄

※作物の結合タイプは土井(1970)による修正ウィーバー法により算定した。

P いも類 R 水稻 W 麦類 B 豆類 F 果樹 V 露地野菜

第6図 作物生産のエネルギー効率と作物結合タイプの変化

資料：第4図，農林業センサス。

位効率に低下した地域である。

ここで、エネルギー効率が低下した上記のパターン(2)(3)(5)について、栽培作物の割合を検討する。まず、パターン(2)は、両年で同じ作物結合タイプで示されるものの、栽培作物の割合は、水稻が77%から75%へ微減し、いも類・麦類・豆類の合計も11%から10%へと微減した。一方、露地野菜と果樹は12%から14%へと微増し、施設作物は0.1%から1.2%へと増加した。パターン(3)の変化では、例えば千葉、宮崎、沖縄ではWやRが外れたり、茨城と長野ではVが含まれるなど、中位効率作物の減少と低位効率作物の増加が明確に見てとれる。さらに、パターン(5)では、水稻が51%から42%へと減少した一方で、露地野菜と果樹は31%から49%へと増加し、施設作物は1.1%から5.9%へと大幅に増加した。

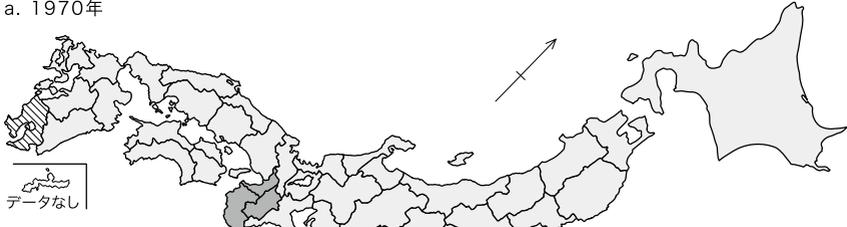
このように、1970年と1990年における作物生産のエネルギー効率と作物結合タイプの変化をみると、東北や北陸にかけては、水稻単作が卓越し、作物生産の効率性が維持されてきた。しかし、関東よりも南西の太平洋岸では、露地野菜や果樹の割合が高くなり、麦類や水稻の割合が低下したりして、エネルギー効率が低下してきた。また、修正ウィーバー法による組み合わせには現れなかったが、施設作物の増加も作物生産のエネルギー効率を低下させた大きな要因となっている。

3.3.3 作物生産のエネルギー効率と経済性

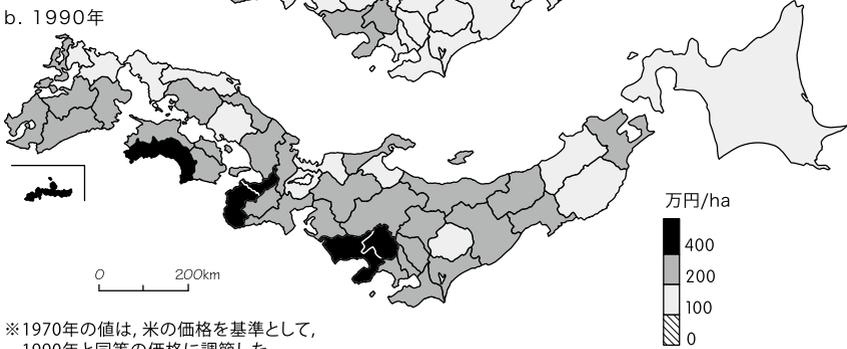
本節では、エネルギー効率が大幅に低下した1970年と1990年に注目して、エネルギー効率と経済的な生産性の関係を検討する。第7図は、作物生産の経済的な土地生産性(耕地1haあたりの作物の販売額)を都道府県別に示したものである。1970年の土地生産性は、1990年の値と比較しやすいように、米の価格を基準としたデフレーター(価格修正指数)により1990年の実質価格で示した^{†13}。

1970年の土地生産性は、ほとんどの地域で100～200万円/haの範囲に区分されるが、山梨、静岡、奈良、大阪、和歌山では200～400万円/haに達している。1990年になると、山梨、静岡、大阪、和歌山、高知、沖縄では400万円/haに達し、その他の地域でも200万円/haを超えるようになった。これら

a. 1970年



b. 1990年



※1970年の値は、米の価格を基準として、
1990年と同等の価格に調節した。

第7図 作物生産の単位面積あたり販売額の変化

資料：作物統計，生産農業所得統計，農村物価賃金統計。

経済的な土地生産性が高い地域は、関東地方以西に分布しており、エネルギー効率が低下した地域とほぼ一致する。これらの地域は、山がちであったり、都市化が進んでいるために、耕地面積が少ない地域でもある。そのため農家は、果樹や野菜などの園芸作物を導入し、耕地面積あたりの収益性を高めてきた。

経済の高度成長期とその直後の日本では、専門的な農家が、第2次産業や第3次産業に従事する世帯と同等の収入を得られることを目標に、様々な補助政策が施行された。例えば、農業機械の購入、土地の基盤整備、園芸作物への転換の奨励などがある。これらの政策は、単位面積あたり、または単位労働時間あたりの収益性を高める方向に向けられた。実際に、そのような政策や個々の農家の努力が農業経営の発展を支えてきたことは事実である。しかし、経済性を追求して、エネルギー効率を低下させた現代の作物生産は、人の体を維持するエネルギーを効率的に供給するという農業本来の目標から乖離している (Giampietro et al., 1992)。

また、生産環境を人工的に管理するという点において、環境への負荷も大きくなっていると考えられる。例えば、ビニールハウスやガラスハウスのなかで、温度や湿度を調節されながら作られる野菜は、単位面積あたりの収益性は高いものの、エネルギーの使用量も莫大である。特に、重油を燃やしながら冬季に出荷される施設野菜は、エコロジカルな視点から見て最も高価な作物であると言える。

3.4 第3章のまとめ

現代農業には、化学肥料や農業機械などの形態で、大量の化石燃料エネルギーが使用されている。そのような人工的に投入される化石燃料エネルギーが、現代農業のエコロジカルな効率を著しく低下させると言われる。従来の研究では、投入・産出エネルギー比の値そのものに注目して、農業のエネルギー効率が議論されてきたが、本研究では、投入・産出エネルギー比の値が示す効率性を規定することにした。それにより、投入・産出エネルギー比の値から、ある地域で栽培される作物をある程度まで予測することが可能となり、ひいては、エネルギー効率により、農業地域の特徴を説明できるようになると予想されるためである。

その手順は、まず、個々の作物生産の投入・産出エネルギーと、水稻を基準とした作物の組み合わせを検討することから、地域的な作物生産のエネルギー効率を設定した。その結果、1990年のデータに基づいて算定をした結果、地域的な投入・産出エネルギー比が2.7以上を高位効率地域、1.7～2.6を中位効率地域、0.7～1.6を低位効率地域、0.6以下を極低位効率地域と見なすことができた。それぞれの効率で生産されている主な作物は、高位効率地域においては中・高位効率作物（水稻、麦類、いも類など）、中位効率地域においては中位効率作物（水稻、麦類など）、低位効率地域においては中・低位効率作物（水稻、露地野菜、果樹など）、極低位効率においては中・低・極低位効率作物（水稻、露地野菜、施設作物など）であると予想される。

これと同じ方法により1970年から2000年のエネルギー効率を算定し、その区分を日本全体と都道府県スケールの作物生産に適用した。その結果、日本全

体の作物生産のエネルギー効率は、1970年の中位効率（投入・産出エネルギー比：2.0）から低下を続け、2000年には低位効率（0.9）となった。作物別の栽培面積の変化より、エネルギー効率の低下の要因を分析すると、第一に施設作物の増加、第二に水稻の減少にあることが分かった。

さらに、都道府県スケールの変化を検討すると、特に1970年から1990年にかけて、作物生産のエネルギー効率が大きく低下したことが分かった。1970年には、北海道と鹿児島が高位効率地域に相当していたほか、中位効率地域も広い面積を占めていた。1990年になると、低位効率地域が卓越するようになり、特に関東より南西の太平洋岸においては、極低位効率地域も出現した。極低位効率地域は、露地野菜、果樹、施設作物などの園芸農業の割合が高くなった都府県と一致する。一方、1990年においても中位効率が維持されている地域は、麦類といも類の割合が高い北海道、および水稻の割合が高い東北・北陸地方である。

以上のように、作物生産のエネルギー効率には明確な地域性が見られた。作物生産のエネルギー効率は、農業の時間的・空間的な変化の特徴を説明するための総合的な指標になると予想される。本章では全国と都道府県スケールを対象としたが、地域変化との関連を確認するためには、よりミクロスケールの分析や、従来の農業地域区分との比較が必要である。

注

- 1) 作物生産の投入・産出エネルギー比が1.0を越える場合があるのは、第2章で説明したように、太陽エネルギーや人間の労働力など、算定の前提で省略されるエネルギーがあるためである。
- 2) 修正ウィーパー法による作物結合タイプの算定（本章の第3節と第4章で実施）によると、露地野菜の割合が25%以上になると、水稻と露地野菜の組見合わせが抽出された。また、露地野菜の割合が25%未満になると、水稻単作型になった。
- 3) ただし、水稻や麦類などの中位効率作物の面積が卓越する地域でも、極低位効率地域となることがある。その理由は、施設作物のエネルギー効率に関連する。施設作物は、単位面積あたりの生産に使用される化石燃料エネルギーが非常に多くなるため、栽培面積の比率

がわずかに増加しただけでも、地域的な投入・産出エネルギー比が著しく低下する。例えば、水稲単作型の地域のなかで、施設作物の栽培面積の比率が10%まで増加した場合、地域的な投入・産出エネルギー比は0.4まで低下する(第3図a:F点)。また、水稲、麦類、いも類が3分の1ずつ生産されている高位効率地域を想定した場合でも、水稲の栽培面積の比率のうち10%が施設作物に転換すると、地域的な投入・産出エネルギー比は0.5まで低下する。

- 4) 地域的な作物生産のエネルギー効率から、その地域で生産される作物をある程度までは予想できるが、次のような例外も想定される。例えば、第3図aにおいて、水稲が生産されている地域の投入・産出エネルギー比がとる値の限界は、曲線1(いも類)と曲線4(施設作物)に挟まれた領域である。この領域において、ある地域の投入・産出エネルギー比の値が0.6(極低位効率)であった場合、水稲の栽培面積の比率がとる理論的な範囲は0~97%となる。したがって、地域的な投入・産出エネルギー比の値が0.6(極低位効率)であっても、耕地のほとんどが水稲である場合も起こりうる。また、高位効率地域として、水稲・麦・かんしょがほぼ同じ割合で栽培されている地域を想定した場合、地域的な投入・産出エネルギー比の値は3.6(第3図a:A点)となる。しかし、現実では、地域的な投入・産出エネルギー比の値が3.0を超えることはほとんどない。その理由は、生産が卓越する地域を想定した場合、地域的な投入・産出エネルギー比の値が4.0を越えることはなく、3.0を越えることも稀である。その理由は、実際の地域では、穀類といも類の他に、露地野菜などの効率の低い作物が生産されているためである。
- 5) 未成熟とうもろこしの投入・産出エネルギー比について、1990年以前の生産費は公表されていないが、『平成3年産野菜生産費』の結果により算定すると、その結果は0.6となった。これは、1990年の露地野菜の平均と同じであるため、未成熟とうもろこしは露地野菜野菜に含めることにした。また、第2章では算定結果を省略したが、種実類に分類されるくりの投入産出エネルギー比は、1970・1975・1980年が0.6、1985年が0.5、1990年が0.8であった。これらは果樹の平均とほぼ同じであため、くりは果樹に含めることにした。施設作物について、農林業センサスの施設作物の項目には栽培面積と施設面積のデータが記載されているが、本研究は施設面積によって投入・産出エネルギー比を算定することにする。その理由は、施設園芸における化石燃料エネルギーの使用量の過大評価を避けるためである。例えば、九十九里平野における施設園芸の事例では、冬季には重油を消費して冬春出荷型のきゅうりが生産されるが、同じ施設で夏季には重油を使用しない雨よけ栽培で夏季出荷型のトマトが生産される(仁平,1998)。
- 6) この数値はある条件のもとで算定された仮定である。実際の施設園芸で使用される化石燃料エネルギーは、作物の種類、栽培方法、地域によって差異がある。
- 7) 1970年農林業センサスによると、水稲の栽培面積の上位5県は、北海道(25万ha)、新潟(17)、秋田(11)、宮城(11)、福島(11)、茨城(10)であった。また、麦類の栽培面

- 積の上位5県は、茨城(7.3)、北海道(4.7)、栃木(4.1)、熊本(3.7)、千葉(3.0)であった。
- 8) 1970年農林業センサスによると、果樹の栽培面積の上位5県は、愛媛(3.7万ha)、青森(1.7)、和歌山(1.7)、熊本(1.6)、静岡(1.6)であり、露地野菜の栽培面積の上位5県は、千葉(2.7)、愛知(2.3)、北海道(2.2)、茨城(2.1)、埼玉(2.0)であった。また、施設面積の上位5県は、高知(1.1千ha)、静岡(0.9)、愛知(0.6)、茨城(0.5)、千葉(0.5)であった。
- 9) 1990年農林業センサスによると、水稻の栽培面積の上位5県は、北海道(14.3万ha)、新潟(12.6)、秋田(10.3)、宮城(9.2)、福島(8.7)であった。
- 10) 1990年農林業センサスによると、露地野菜の栽培面積の上位5県は、北海道(4.9万ha)、千葉(2.2)、茨城(1.8)、長野(1.7)、青森(1.4)であった。また、麦類の場合は、北海道(14.3万ha)、栃木(2.8)、佐賀(2.5)、福岡(2.3)、茨城(2.1)であり、いも類の場合は、北海道(6.3)、鹿児島(1.7)、茨城(0.7)、千葉(0.5)、長崎(0.5)であった。このように、1990年における麦類といも類の栽培面積の上位5県は、北海道を除いてすべて低位効率地域に区分されるようになった。
- 11) 1990年農林業センサスによると、施設面積の上位5県は、熊本県(6.6千ha)、茨城(3.2)、愛知(2.5)、静岡(2.3)、高知(2.3)であった。また、果樹の栽培面積の上位5県は、愛媛(2.5万ha)、青森(2.1)、和歌山(1.7)、長野(1.6)、熊本(1.3)であった。
- 12) ある地域で生産される代表的な作物の組み合わせを抽出する方法として、ウィーバー法(Weaver, 1954a; 1954b)が使用されている。この方法では、複数の作物の栽培面積に基づいて、ある地域における代表的な作物の組み合わせを抽出する。本研究では、土井喜久一による修正ウィーバー法(Doi, 1959; 土井, 1970)を適用して、地域的な作物の特徴を検討する。土井の修正ウィーバー法には、どのような栽培比率でも作物結合タイプを導き出せる利点がある。
- 13) デフレーターとは、名目値と実質値の差額を調整するための指数であり、本研究では農村物価金統計のデータを使用した。その結果、米の場合には1970年の価格を2.16倍すると、1990年と同等と見なすことができる。

文献

- 土井喜久一(1970): ウィーバーの組み合わせ分析法の再検討と修正. 人文地理, **22**, 485-502.
- 仁平尊明(1998): 千葉県旭市における施設園芸の維持と技術革新. 地理学評論, **71A**, 661-678.
- Bayliss-Smith, T. P. (1982): *The ecology of agricultural systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 112p.
- Doi, K. (1959): Industrial structure of Japanese Prefecture. *Proceedings of I. G. U. Regional conference in Japan*, 310-316.
- Giampietro, M., Gerretelli, G. and Pimentel, D. (1992): Energy analysis of agricultural ecosystem management: human return and sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **38**, 219-

244.

Nihei, T. (2000): Energy efficiency of crop production in Japan, 1970-1990. *Geographical Review of Japan*, **73B**, 27-45.

Odum (1971, 初版 1953): *Fundamentals of ecology*, 3rd ed. Philadelphia: Saunders, 514p. 三島次郎 訳 (1974, 1975): 『生態学の基礎 上・下』培風館, 390p., 392-749p.

Pimentel, D., Hurd, L., Bellotti, A., Forster, M., Oka, I., Sholes, O. and Whitman, R. (1973): Food production and the energy crisis. *Science*, **182**, 443-449.

Weaver, J. C. (1954a): Crop-combination regions for 1919 and 1929 in the Middle West. *The Geographical Review*, **44**, 560-572.

Weaver, J. C. (1954b): Crop-combination regions in the Middle West. *The Geographical Review*, **44**, 175-200.

第4章

関東地方における作物栽培の エネルギー効率の変化

4.1 はじめに

第3章で実施した都道府県スケールの分析結果より、作物生産のエネルギー効率が、地域的な農業生産活動の特徴を示す指標になると予想される。本章では、関東地方の市区町村を単位として、作物生産のエネルギー効率の時間的・空間的な変化の特徴を分析する。そうすることにより、県や地方などのよりミクروسケールの地域構造^{†1}や、全国スケールでも市区町村を単位とした詳細な地域構造を把握するための指標として、エネルギー効率を活用できるかどうか検討する。

本章での分析手順は、都道府県スケールの場合と同様に、まず、関東地方における作物生産のエネルギー効率の分布を把握する。その際、作物生産のエネルギー効率が著しく低下した1970年と1990年を分析の対象とする。第3章で実施した1970年と1990年を比較した都道府県単位の分析では、茨城、栃木、埼玉、千葉が中位効率から低位効率に変化し、群馬県と神奈川が低位効率のまま変化しなかった。また、東京は、低位効率から極低位効率に変化した。

次に、エネルギー効率に変化したパターンを、修正ウィーバー法による作物結合タイプから抽出する。さらに、エネルギー効率の変化パターンに基づいた地域構造を、従来の農業地理学の成果と比較しながら検討する。関東地方は、大都市を中心として広い平野が展開するため、特徴的な地域構造を抽出しやすい。そのため、従来から地域構造に関する数々の研究が蓄積されてきた。

4.2 市町村スケールのエネルギー効率の変化

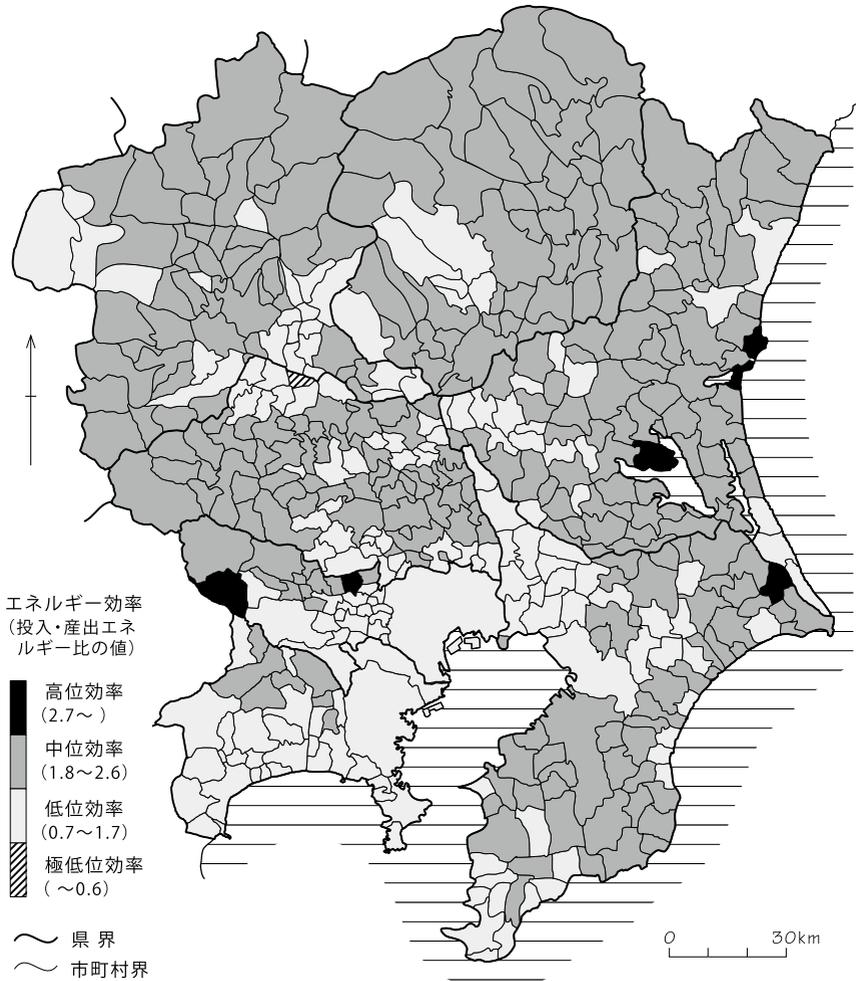
4.2.1 1970年のエネルギー効率

第8図は、1970年の関東地方における作物生産のエネルギー効率を示したものである。地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比の値は、那珂湊市（現ひたちなか市）の3.0から埼玉県豊里村（現深谷市）の0.5までの範囲にあり、エネルギー効率は高位効率から極低位効率までの4段階に区分される。また、第12表は、市区町村における作物の栽培面積の割合を、エネルギー効率ごとに示したものである。1970年の平均を見ると、割合が高い順に、水稻、麦類、露地野菜、いも類、果樹、豆類、施設作物となる。同年の全国平均と比較すると、麦類、露地野菜、いも類、豆類の割合が高く、水稻と果樹の割合が低い。

1970年において高位効率に区分される市町村は、茨城県的那珂湊市、大洗町、出島村（現霞ヶ浦町）、千葉県東庄町、東京都東村山市、桧原村の6市町である。これらの市町における栽培面積の割合を見ると、麦類、水稻、いも類で20%を超え、特にいも類は関東地方平均の4倍である。那珂湊市、大洗町、出島村、千葉県東庄町においては、台地上の畑で、いも類と麦類の二毛作が広く行われていた。

中位効率に区分される市町村は316であり、茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉の各県の大部分を占める。中位効率地域における作物の栽培比率を見ると、水稻・麦類・露地野菜が5:3:1となり、関東地方の平均よりも水稻と麦類の値が高い。実際に中位効率地域は、水稻の単作か、水稻と麦類の産地に一致する。特に群馬県の中央部から栃木県の南部にかけては、伝統的な米麦二毛作地域として知られる（Saito, 1996; 堀内, 1995）。

低位効率に区分される市町村は143であり、東京都区部、千葉市、川崎市、横浜市など、都市と都市近郊に連続的に分布する。さらに、都市の外縁部においては、露地野菜の栽培が盛んな市町村が、低位効率に相当する。例えば、茨城県八千代町・総和町のはくさいとキャベツ（森本ほか, 1990）、鹿行地域のピーマンとすいか（田林ほか, 1988）、栃木県鹿沼市のいちご、群馬県館林市のきゅうりとなす、嬬恋村のキャベツ（丸山, 1991）、および、三浦市のだいこん（斎藤ほか, 1985）などの産地が相当する。また、低位効率地域には、茨城県関



第8図 関東地方における作物生産の市町村別エネルギー効率（1970年）

資料：第8表，農林業センサス。

城町のなし、千葉の市川市のなし（原田，1976）、神奈川県小田原市と湯河原町のみかんなど、果樹の産地とも一致する。これら低位効率地域における主な作物の栽培比率は、水稻・露地野菜・麦類が4:3:2であり、特に露地野菜の値が高い。

第 12 表 関東地方における作物生産のエネルギー効率と栽培面積の割合

年	エネルギー 効率	投入・産出 エネルギー比	市区町村 数	栽培面積の平均 (%)						
				いも類	水稻	麦類	豆類	果樹	露地野菜	施設作物
1970	高位	2.7 -	6	24	28	32	3	5	9	0.1
	中位	1.7 - 2.6	316	5	50	28	3	3	10	0.1
	低位	0.6 - 1.6	143	5	38	18	3	7	29	0.6
	極低位	-0.5	1	1	6	1	0	1	90	1.5
	合計・平均		466	6	46	25	3	4	16	0.3
1990	高位	2.7 -	4	39	36	14	2	0	8	0.3
	中位	1.6 - 2.6	126	2	66	16	7	1	7	0.4
	低位	0.6 - 1.5	253	4	40	12	10	6	27	1.7
	極低位	-0.5	54	5	33	6	6	3	38	7.9
	合計・平均		437	4	47	13	8	4	22	2.0

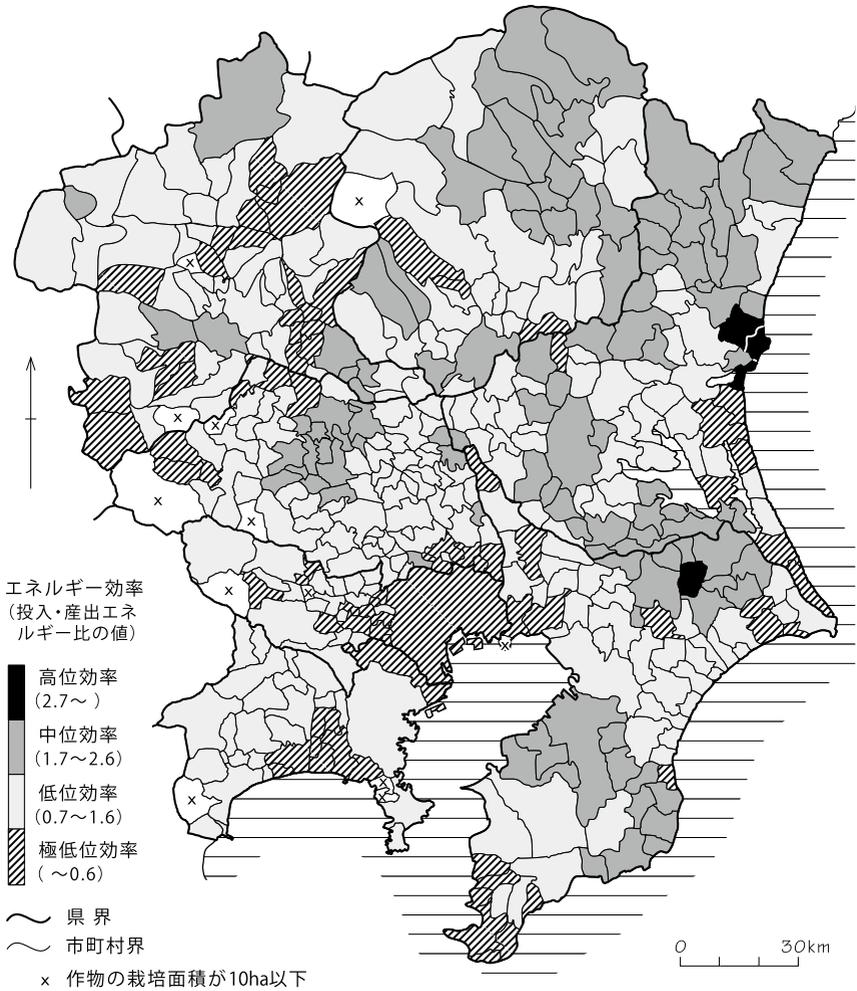
資料：第 8 表，農林業センサス。

1970 年において極低位効率に区分されるのは、埼玉県の豊里村だけである。豊里村における作物の栽培面積の割合は、露地野菜が 90% に達する。このように露地野菜に特化していることに加えて、施設作物の値も関東地方平均の約 5 倍である。豊里村は耕土の深い自然堤防上で、ねぎとほうれんそうと春野菜の畑作三毛作が行われてきた。また、ビニールハウス内ではきゅうりの二期作も行われている（山本ほか，1988）。

以上のように、エネルギー効率から見た 1970 年の関東地方の農業地域は、都市・都市近郊の低位効率地域、その外縁部の中位効率地域、および外縁部に点在する低位効率地域によって特徴づけられる。中位効率地域では水稻と麦類の栽培比率が高く、低位効率地域では露地野菜と水稻の栽培比率が高い。これら外縁部の低位効率地域は、露地野菜や果樹類などの集約的な農業が盛んな地域と一致する。

4.2.2 1990 年のエネルギー効率

第 9 図は、1970 年の関東地方における作物生産のエネルギー効率を示したものである。地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比は、茨城県那珂湊市の 3.2 から茨城県波崎町の 0.1 までの値をとり、エネルギー効率は高位効率から極低位効率までの 4 段階に区分される。関東地方全体の作物の栽培面積を見



第9図 関東地方における作物生産の市町村別エネルギー効率（1990年）

資料：第8表，農林業センサス。

ると、割合が高い順番に、水稻、露地野菜、麦類、豆類、いも類、果樹、施設作物となる。同年の全国平均と比較すると、露地野菜、麦類、豆類、いも類の値が高く、水稻、果樹、施設作物の値が低い（第11表）。また、1970年の関東地方の平均と比較すると、水稻、豆類、露地野菜、施設作物の値が高くなり、

麦類といも類の値が低くなった。また、1990年には耕地面積が10ha以下となる市町村が12出現したが、これらは統計に秘匿が多くなること、および、少面積で生産される作物の影響が強くなるため、算定から除外することにした。

1990年の地図で目立つのは、極低位効率地域が増加したことである。極低位効率は、投入・産出エネルギー比が0.6を下回る地域であり、54町村が相当する。これらの地域は、都市部と都市近郊に連続的に分布するほか、東京より30～100kmの外縁部にも点在する。極低位効率地域における主な作物と栽培比率は、露地野菜・水稻・施設作物が4:3:1となる。露地野菜の割合が高いことに加えて、施設作物も関東地方平均の約4倍と高い値である。極低位効率地域のうち、1970年に低位効率または極低位効率であった地域は40であり、中位効率であった地域は14である。

ここで、極低位効率地域における農業の特徴を概観する。まず、投入・産出エネルギー比の値が最も低い波崎町では、施設作物の栽培比率が35%を占めている。波崎町をはじめ、都市の外縁部における極低位効率地域では、施設作物の栽培面積が50ha以上と広いことが多い。具体的な施設作物として、茨城県旭村と鉾田町のメロン（田林ほか、1984；北村、1995）、麻生町のいちご、波崎町のピーマン、協和町のトマト（田林、1993）、栃木県西方村のいちご、群馬県赤堀町・笠懸町・薮塚本町のきゅうりとなす、埼玉県深谷市・本庄市のきゅうりといちご、千葉県旭市のきゅうり・トマト・いちご、館山市のいちごなどが挙げられる。これら施設野菜の大産地の一方で、埼玉県や群馬県の山間部には、耕地の面積が大幅に減少し、耕地に占める低位・極低位効率作物の比率が高くなったために、極低位効率地域に区分された町村が見られる。具体的には、群馬県富岡市、新里村、上野村、甘楽町、埼玉県小野上村、両神村が相当する。これらの市町村の耕地面積は、1970年と比較して9～40%まで減少した。

低位効率に区分される市町村は、1990年に253に増加した。主な作物と栽培比率は、水稻・露地野菜・麦類・豆類が4:3:1:1となる。1970年の低位効率地域の平均と比較して、水稻、豆類、施設作物が高くなり、露地野菜、麦類、いも類、果樹が低くなった。特に施設作物が大きく増加したこと、および、露地野菜や果樹の産地として挙げた市町村が必ずしも低位効率でなかったことに

特徴がある。豆類の割合が高くなったのは、水田転作作物として大豆が奨励されたためである。低位効率地域のうち、1970年にも低位効率であった市町村は97である。また、1970年に中位効率であった市町村は153であり、高位効率であったのは3である。特に群馬県と埼玉県において、多くの市町村が中位効率から低位効率に変化した。そのため、1990年の地図では、中位効率地域が関東地方の西部を占めるようになった。

中位効率に区分される市町村は126に減少した。主な作物と栽培比率は、水稻・麦類が7:2になる。また、豆類と露地野菜も7%に達する。1970年の値と比較して、水稻、豆類、施設作物で高くなり、麦類、露地野菜、果樹、いも類で低くなった。中位効率地域のほとんど(125市町村)は、1970年も中位効率に区分されていた。中位効率が維持されている地域は、茨城県から栃木県北部まで続く八溝山地と阿武隈高地、茨城県南部の利根川沿岸、埼玉県の大宮台地、千葉県北部の常総台地、房総丘陵などである。これらは、水稻の単作地帯であるか、あるいは水稻と麦類が高い割合で栽培されている地域である。

高位効率に区分されるのは、茨城県那珂湊市、勝田市(現ひたちなか市)、大洗町、千葉県大栄町の4市町である。那珂湊市と大洗町は、1970年も同様に高位効率に区分されていた。これらの市町における主な作物と栽培比率は、いも類・水稻・麦類が4:4:1となる。1970年の高位効率地域の平均と比較して、いも類、水稻、施設作物で高くなり、麦類、露地野菜、豆類、果樹で低くなった。特にいも類の増加が目立ち、関東地方平均の約10倍に達する。ひたちなか市とその周辺市町村では、干しいもの生産が盛んであり、現在でも洪積台地上の畑で加工用かんしょと大麦の二毛作が広い面積で行われている(仁平ほか, 2000)。また、大栄町では、夏季に生食用かんしょ栽培に特化した土地利用が見られる。

以上のように、エネルギー効率から見た1990年の関東地方における農業地域は、都市・都市近郊の極低位効率・低位効率地域、および、外縁部の低位効率・中位効率地域、さらに、外縁部に点在する極低位効率地域に特徴づけられる。それぞれの効率において栽培面積の割合が高い作物は、中位効率地域では水稻と麦類、低位効率地域では露地野菜と水稻、極低位効率地域では施設作物と露地野菜である。また、外縁部における極低位効率地域は、施設野菜の産地

と一致するケースが多いが、山間部では耕地が減少している市町村も含まれる。

4.2.3 エネルギー効率の変化と栽培作物

関東地方全体の作物生産の投入・産出エネルギー比は、1970年から1990年にかけて1.8から1.1に低下した。エネルギー効率で見ると、中位効率から低位効率へ低下した。個々の作物生産の投入・産出エネルギー比は、20年間で大きな変化は見られないため、農業地域のエネルギー効率の低下は栽培作物の変化によるものと考えられる。

第13表は、1970年と1990年の作物の栽培面積を示したものである。栽培面積が増加したのは豆類と施設作物であり、減少したのはいも類、水稲、麦類、果樹、露地野菜である。また、耕地全体の面積は、1970年には77万haであったのが、1990年には50万haまで減少した。これら全体的な数値から見ると、1970年に中位効率であった地域の多くが1990年に低位効率に変化した要因は、水稲が14.1万ha、麦類が13.3万ha減少したことにあると考えられる。また、1990年において極低位効率地域が出現した要因は、施設作物が7千ha増加したことにあると考えられる。

関東地方における施設作物の栽培面積は、1990年においても作物全体の1.8%を占めるにすぎない。しかし、その単位面積あたりに投入される化石燃料エネルギーは、他の作物の20～110倍と非常に多いため、施設作物の増加は、関東地方全体のエネルギー効率の低下に大きな影響を与えたと考えられる。このことを検証するためには、よりミクروسケールの単位地区を対象とした分析が必要である。

第13表 関東地方における作物の栽培面積の変化

								(1,000 ha)
年	いも類	水稲	麦類	豆類	果樹	露地野菜	施設作物	合計
1970	32	414	213	15	22	105	2	770
1990	16	273	80	31	10	82	9	501

資料：農林業センサス。

4.3 エネルギー効率の低下と作物の組み合わせ

4.3.1 作物結合タイプの空間分布

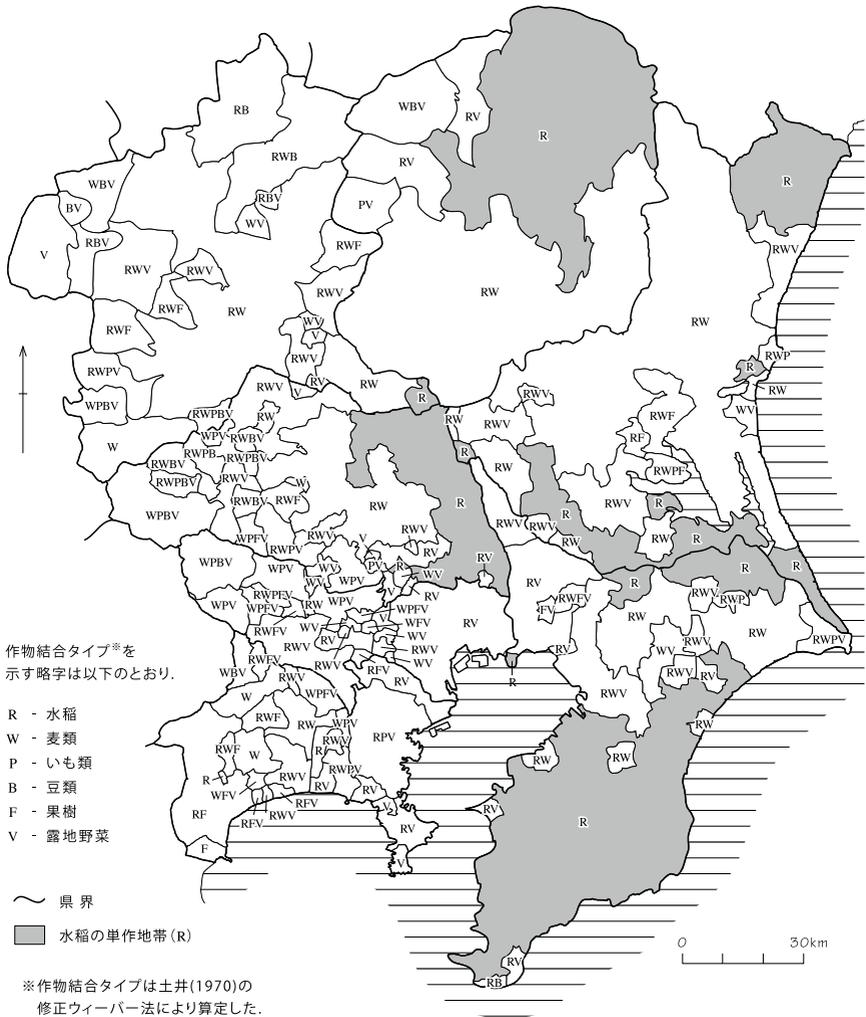
ここでは、エネルギー効率の各類型で栽培される代表的な作物を市区町村スケールで把握するために、修正ウィーバー法 (Doi, 1959; 土井, 1970) による作物結合タイプを検討する^{†2}。作物結合タイプを示す略字は、Pをいも類、Rを水稻、Wを麦類(雑穀を含む)、Bを豆類、Fを果樹、Vを露地野菜、Gを施設作物とする。算定の結果、第10図に示すように、1970年の作物結合タイプとして31種類が抽出された。最も多いのが水稻と麦類の組み合わせであり、次いで水稻だけの類型である^{†3}。

作物結合タイプと作物生産のエネルギー効率を比較すると、1970年の高位効率地域においては、茨城県那珂湊市がRWP、大洗町がRW、出島村がRWPF、千葉県東庄町がR、東京都東村山市がWPV、桧原村がWPBVであった。これらの市町村の作物結合タイプには、高位効率作物または中位効率作物が含まれる。特に那珂湊市は、水稻、麦類、いも類という高位効率地域の典型的な組み合わせである。

中位効率地域の作物結合タイプは、RWが最も多く、次いでRとなる。RWが分布するのは、茨城県の北部から西部、栃木県の南部、群馬県の中央部と南部、埼玉県の大宮台地、千葉県の常総台地、および九十九里平野の北部である。一方、Rの分布は、茨城県北部の阿武隈山地、茨城県南部の利根川沿岸の沖積低地、栃木県の北部、埼玉県東部の利根川・中川の沖積低地、千葉県の房総半島と下総台地に分布する。また、中位効率地域のなかでも、群馬県西部、埼玉県西部、東京都西部、神奈川県北部では、麦類と水稻に加えて、豆類、果樹、露地野菜が組み合わせられた多様な作物結合タイプがある。

低位効率と極低位効率地域においては、低位効率作物と中位効率作物を含む作物結合タイプが多く見られる。都市部と都市近郊には、RVの組み合わせが広く分布する。一方、外縁部では、RWV、R、RW、RB、RFなど、水稻を含んだ組み合わせが多い。外縁部でも、群馬県嬭恋村、埼玉県豊里村、神奈川県三浦市などの野菜の大産地では、作物結合タイプに露地野菜が含まれる。

次に、1990年の算定結果を地図化したものが第11図である。1990年の算定



第10図 関東地方における代表的な作物の組合せ (1970年)

資料：農林業センサス。

でも、31種類の作物結合タイプが抽出された。最も多い作物結合タイプは、水稲だけの類型、次いで水稲と麦類の組み合わせである。1970年と比較して、1990年の作物結合タイプには、麦類を含むものが減少し、施設作物を含むも

のが出現したことに特徴がある^{†4}。

1990年の極低位効率地域における作物結合タイプを見ると、外縁部では施設作物を含むものが多く、都市と都市近郊では、露地野菜の単作や露地野菜を含んだ組み合わせが多い。施設作物を含む作物結合タイプは、茨城県旭村(PVG)、麻生町(RG)、波崎町(RG)、群馬県蕨塚本町(VG)、笠懸町(VG)、千葉県白浜町(RVG)である。また、外縁部の極低位効率地域には、R、W、Bなどの中位効率作物や、Pなどの高位効率作物が組み合わせに含まれる地域もある。例えば、茨城県協和町、神栖町、栃木県西方町、千葉県旭市、館山市、一宮町、富山町、和田町、富浦町である。これらの地域において作物生産のエネルギー効率が低くなったのは、施設作物の面積が増加したためである^{†5}。

低位効率地域における作物結合タイプには、中位効率作物であるRとW、および、低位効率作物であるVを含む組み合わせが多い。1970年と異なる点は、RまたはRWの地域が多くなったことである。その分布を見ると、水稻の単作地帯は、千葉県の九十九里平野と安房地域にかけて、水稻と麦類の組み合わせは、栃木県の南部から群馬県の中央部にかけて広がる。露地野菜の単作または露地野菜を組み合わせに含む地域は、都市と都市近郊、および外縁部の露地野菜産地に分布する。また、小田原市などの神奈川県西部には、果樹を含む作物結合タイプが出現した。

中位効率地域における作物結合タイプは、1970年と同様に水稻の単作か、水稻と麦類の組み合わせが多い。しかし、水稻と麦類の組み合わせを示す市町村は大幅に減少した。水稻と麦類の組み合わせは、茨城県の北部から栃木県の東部にかけての八溝山地、および、埼玉県中央部に残存する。水稻の単作は、茨城県北東部の阿武隈高原、茨城県南西部の鬼怒川と利根川の沖積低地、群馬県北部の越後山脈、および、房総半島の中央部と千葉県北部の常総台地に分布する。

高位効率地域の作物結合タイプは、茨城県那珂湊市と勝田市のRWP、大洗町のRP、千葉県大栄町のRPVである。いずれの組み合わせも、高位効率作物のいも類と中位効率作物の水稻を含んでいる。1970年と比較して、いも類に特化した地域が高位効率地域として残存している。特に那珂湊市と大栄町では、いも類の栽培比率がそれぞれ43%と44%と高くなった。



第11図 関東地方における代表的な作物の組合せ(1990年)

資料：農林業センサス。

以上の結果から、関東地方における作物結合タイプと地域的なエネルギー効率の関係は、次のようにまとめることができる。(1) 高位効率地域の作物結合タイプは、1970年ではR、W、Pを含み、1990年ではRとPを含むことが

多い。(2) 中位効率地域では、1970年・1990年ともに、RとRWを含む組み合わせが卓越する。(3) 低位効率地域では、1970年にはRとVを含んだ多様な組み合わせが見られたが、1990年になると、多様な組み合わせに加えて、RまたはRWが増加した。(4) 極低位効率地域では、都市と都市近郊でVを含む組み合わせが多く、外縁部では中位効率作物であるR、W、Bや、極低位効率作物であるGを含む組み合わせが多い。

4.3.2 エネルギー効率の低下パターン

第12図は、関東地方における市区町村別のエネルギー効率と作物結合タイプの変化を示したものである。分析で取り上げた市町村数は1970年が466であり、1990年が448である。まず、1970年において高位効率に区分された6市町村のうち、1990年になると、3つ(出島村、東庄町、東村山市)が低位効率へと変化した。また、2つの市町(那珂湊市、大洗町)が高位効率のまま変化せず、1村(桧原村)は耕地面積が5haまで減少した。

1970年において中位効率に区分された市町村は287であり、そのうちRWが128、Rが90、それ以外のタイプ(便宜的に複合型とする)が69であった。1990年になると、RWのうち31市町村が低位効率のRWまたはRへ、44市町村が低位効率の複合型へと変化した。34市町村が中位効率のRWのまま推移した。同様に、Rうち32市町村が低位効率のRへ変化した。46市町村が中位効率のRのまま推移した。さらに、複合型のうち58市町村が低位効率の複合型へと変化した。作物の栽培比率の変化を見ると、中位効率のR・RWから低位効率のR・RWにそれぞれ変化した市町村では、施設作物が増加している。また、中位効率から低位効率の複合型に変化した市町村では、露地野菜と施設作物が増加し、麦類が減少した^{†6}。

1970年において低位効率に区分された市町村は172であり、その多くがRまたはWを含む複合型である。これらの低位効率地域は、1990年になると、69市町村が低位効率の複合型へ、56市町村が極低位効率へとエネルギー効率が低下し、35地域は低位効率のまま推移した。極低位効率に低下した市町村では、施設作物の割合が著しく高くなった^{†7}。

以上をまとめると、作物生産のエネルギー効率と作物結合タイプの変化パ

ターンは、次の7つに分けることができる。すなわち、(a) 中位効率の $R \cdot RW$ から中位効率の $R \cdot RW$ 、(b) 中位効率の $R \cdot RW$ から低位効率の $R \cdot RW$ 、(c) 中位効率の $R \cdot RW$ から低位効率の複合型、(d) 中位効率の複合型から低位効率の複合型、(e) 低位効率の複合型から低位効率の $R \cdot RW$ 、(f) 低位効率の複合型から低位効率の複合型、(g) 低位効率の複合型から極低位効率の複合型である。複合型の作物結合タイプは、効率が低くなるほど露地野菜などの低位効率作物や、施設作物などの極低位効率作物が組み合わせに含まれるようになる。

これらのパターンのなかで、関東地方全体のエネルギー効率の低下に大きく関連したものは、b、c、d、g である。特に、b と g のパターンは、施設作物の増加がエネルギー効率の低下に影響している。また、c と d のパターンは、露地野菜と施設作物の増加、および、麦類の減少が影響している。これらのパターンの分布を見ると、b と c は関東地方の北部と東部に、d と g は関東地方の南部と西部に多くなる^{†8}。すなわち、関東地方において作物生産のエネルギー効率が低下した要因は、(1) 外縁部（北部と東部）において、水稻と麦類の割合が低下し、施設作物の割合が増加したこと、および、(2) 都市と都市近郊（南部と西部）において露地野菜と施設作物の比率が増加したことにあると言える。

4.4 作物生産のエネルギー効率と農業地域区分

本節では、作物生産のエネルギー効率に基づいた農業地域区分と、従来の農業地理学で蓄積されてきた農業地域区分とを比較することから、エネルギー効率によって農業地域区分を行う有効性を検討する。前節までの分析の結果より、関東地方における作物生産のエネルギー効率に変化したパターンは、以下の5つの段階にまとめることができる。

レベル I：高位効率が維持されている地域（中位効率から高位効率に変化した地域を含む）。

レベル II：中位効率が維持されている地域（低位効率から中位効率に変化した地域を含む）。

レベルⅢ：中位効率から低位効率に変化した地域（高位効率から低位効率に変化した地域を含む）。

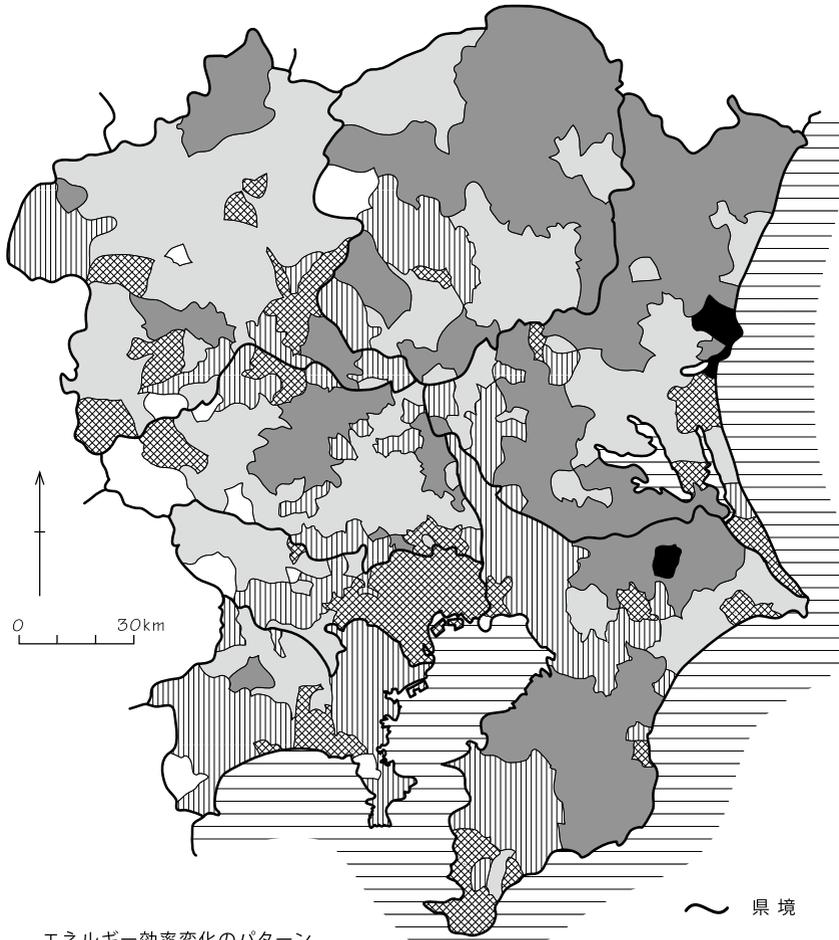
レベルⅣ：低位効率が維持されている地域。

レベルⅤ：中位効率と低位効率から極低位効率に変化した地域。

第13図は、これら作物生産のエネルギー効率変化の地域パターンを地図化したものである。レベルⅠは、関東地方の東部に2箇所だけに分布する。これらの地域では、高位効率作物のいも類を中心として、中位効率作物の水稻や麦類が広く栽培されている。レベルⅠに区分される地域を、従来の農業地域区分に対応させると、尾留川(1969)による「近郊周辺商業的農業地域」^{†9}の水稻・豚・野菜・かんしょ地区に相当する(第14表)。また、山本ほか(1983)の区分では、経済的農業土地生産性の「Medium(中位地域)」^{†10}に対応する。これらの地域では、加工用および生食用のかんしょ栽培が、商業的な農業として維持されてきた。

レベルⅡは、茨城県の北部と南西部、栃木県の北部、埼玉県中央部、千葉県北部と房総半島の中央部など、関東地方の東部を中心に広く分布する。この地域で栽培される主な作物は、水稻の単作か水稻と麦類の組み合わせである。従来の農業地域区分と比較すると、レベルⅡに相当する地域は、山本ほか(1988)による「水田地域」^{†11}と一致し、さらに、尾留川(1969)による近郊周辺商業的農業地域と広い面積が重なる。これらの地域で、水稻が広い面積を占めている要因は、圃場整備と機械化の進展により水稻作の省力化が進んだこと、また、住宅地化の進展が都市近郊と比べて遅れたことなどにある。水稻栽培が卓越する地域では、恒常的な勤務に従事する農家も多く、農業の経済的な生産性はさほど高くない。これらの地域のなかでも積極的に農業経営に取り組んでいる自立経営農家は、なしやれんこんなどの商品作物の栽培や養豚に転換したり(手塚, 1982)、観光果樹園を経営するようになった(田林ほか, 1998)。

レベルⅢは、茨城県の常陸台地、栃木県の南東部と北西部、東毛を除いた群馬県のほぼ全域、埼玉県東部と西部、および、東京都と神奈川県山間部など、関東地方全域に広く分布する。この地域では、水稻、麦類、露地野菜の割合が高い。レベルⅢに区分される地域でエネルギー効率が低下した要因は、



エネルギー効率変化のパターン

- レベル I (高位効率を維持、または中位効率から高位効率に変化)
- レベル II (中位効率を維持、または他の効率性から中位効率に変化)
- レベル III (中位・高位効率から低位効率に変化)
- ▨ レベル IV (低位効率を維持)
- ▩ レベル V (中位・低位効率から極低位効率に変化)
- 1990年の作物栽培面積が10ha以下

第13図 関東地方における作物生産のエネルギー効率と
その変化パターン(1970～1990年)

資料：第8図，第9図.

第 14 表 関東地方における農業地域区分の特色（エネルギー効率と従来の研究の比較）

	東京大都市圏 (白浜, 1964)	作物結合型 (尾留川, 1969)	土地生産性 (山本・市南・植嶋, 1983)	多変量解析 (山本・秋本・村山, 1988)	農村空間 (山本・斎藤・田林, 1987)	エネルギー効率
手法・着目点	歴史的基盤 都市化 交通路網	修正ウィーバー法 対全国特化係数 販売首位作物	農業土地生産性 平均値と標準偏差 による階級区分	因子分析 クラスター分析	農村空間の類型化	作物生産の エネルギー効率の変化
データ	京葉地帯の地域研究 農業センサス (農産物販売、農業数、 畑面積、野菜栽培率)	農業所得統計 農業センサスなど	農業センサスの 基準スッシュ	農業センサス	研究者による農村調査 文献、資料など	産業連関表 作物生産費 農業センサスなど
年	1960	1965・1966	1975	1980	1985	1970・1990
地域区分	都市化過熟地域 都市化進展地域 都市化進出地域 都市化未熟地域 農業崩壊地域 農業不安定地域 農業上向地域 農業進展期待地域	近郊農業地域 近郊周縁商業的農業 地域 養蚕地域 養蚕地域 山間工芸作物地域 暖地・高冷地果樹・ 輸送園芸地域 周辺水稲・乳牛地域	Very High High Medium Low	都市農業地域 近郊農業地域 中郊農業地域 輸送園芸地域 畑作・水田地域 畜産地域 恒常的勤務兼業農山村 地域 工芸作物地域 水田地域 恒常的勤務兼業水田地域 農業不振地域	都市農村空間 郊外農村空間 都市周辺農村空間 後背農村空間 農業卓越農村空間 (農業自立) 農業卓越農村空間 (自給農業・商業的農業・ 不安定農業) 農業卓越農村空間 (自給農業・商業的農業・出稼ぎ) 出稼農村空間 (過疎農村) 自営兼業農村空間	レベル I レベル II レベル III レベル IV レベル V
空間パターン	中心と周辺 南北・東西性 (十字構造)	中心と周辺 東西性	同心円構造	同心円構造 東西性	同心円構造	中心と周辺 東西性

露地野菜が増加したこと、水稻の単作または水稻と麦類の栽培が盛んな地域において、施設作物が増加したことにある。レベル III は広域的に展開するため、その特徴を一概に指摘することは困難であるが、第 1 次産業による経済活動が衰退傾向にある地域が多く含まれると予想される。

従来の農業地域区分におけるレベル III の地域は、山本ほか (1987) による「後背農村空間」と「出稼農村空間」とほぼ一致する^{†12}。後背農村空間では、葉たばこ、こんにゃくいもなどの工芸作物栽培や養蚕が盛んである。しかし、農業収入を補うために、土木工事などの不安定賃労働に頼らなければならない機会も多かった。また、出稼農村空間では、若年労働力が流出して過疎になった地域も多い。特に中山間地域では、エネルギー革命以前の 1960 年代までは、製炭や育林などの森林資源を活用する産業によって人口が維持されていた。その後には始まったシイタケやナメコなどの栽培は、かつての木炭ほどの収入は上っていない。

レベル IV は、神奈川県の大分、東京都の西部、千葉県の北西部に連続的に分布する。また、都市の外縁部においても、茨城県の西部、栃木県の南部、群馬県の南部と西部、埼玉県の北部など、露地野菜の大規模な産地に一致する。レベル IV に区分される地域では、1970・1990 年ともに露地野菜の割合が平均よりも高く、かつ 1990 年には施設作物の割合が高くなった。この地域は、外縁部における露地野菜産地の形成事例を考慮すると、1970～1990 年にはエネルギー効率が変化しなかったものの、1970 年以前にすでにエネルギー効率が低下していた市町村が多く含まれると考えられる。

従来の農業地域区分におけるレベル IV は、都市および近郊の農業地域区分と広い面積が一致する。具体的には、白浜 (1964) による「都市化地域」^{†13}、尾留川 (1969) による「近郊農業地域」、山本ほか (1988) による「都市農業地域」と「近郊農業地域」、および、山本ほか (1987) による「都市農村空間」と「郊外農村空間」である。これらの地域は、1960 年代以降の都市化の影響の下で、それまでの野菜供給産地としての役割を輸送園芸地域に譲った (白浜, 1964)。都市・都市近郊に位置する農家のなかには、マンション、アパート、駐車場、スポーツ施設などに農地を転用するものが増えた (Saito and Kanno, 1990)。残存した農地は、切花、観葉植物、軟弱野菜など、集約的な園芸農業

で最大限に活用されるようになった(尾留川ほか, 1967)。一方、都市の外縁部におけるレベルⅣの地域は、露地野菜などの園芸農業が盛んであり、これは、山本ほか(1983)による経済的な農業土地生産性が最も高い地域とほぼ一致する。

レベルⅤは、東京都区部とその周辺、および関東地方の外縁部に点在する。これらの地域では、施設作物と露地野菜の栽培面積の割合が高いことに特徴がある。従来の農業地域区分と比較すると、東京都区部と周辺に展開するレベルⅤは、都市農業地域や都市農村空間に相当する。そこは、ツマミナの年8作など、最も集約的な露地野菜栽培が始まった地域でもある(斎藤ほか, 2001)。一方、外縁部に点在するレベルⅤは、山本ほか(1983)による経済的な農業土地生産性が最も高い地域、および、山本ほか(1988)による中郊農業地域とほぼ一致する。また、群馬県や埼玉県の間山部に点在するレベルⅤは、山本ほか(1987)による出稼農村空間と一致し、農業の衰退地域となっている。

以上のように、作物生産のエネルギー効率から見た関東地方の農業地域構造として、(1) 中心と周辺、および、(2) 東西性を強調する空間構造が確認できる。(1)のパターンは、都市と都市近郊に分布するレベルⅣとレベルⅤより見いだされる。また、(2)のパターンは、東部を中心に広がるレベルⅡと、西部を中心に広がるレベルⅢより見いだされる。また、最もエネルギー効率が低いレベルⅤは、都市部と外縁部に点在しており、(1)のパターンを特徴づけるものである。このような空間的な配置は、従来の農業地域区分の結果を裏付けるものであり、エネルギー効率という指標が農業の地域構造を分析するための指標として活用できることを示すものである。

4.5 第4章のまとめ

本章では、作物の種類や栽培方法の違いによって、地域的な作物生産のエネルギー効率がいかに変化するかを、1970年と1990年の関東地方の事例から明らかにした。さらに、エネルギー効率の視点により、関東地方の農業地域構造を抽出することを試みた。

作物生産のエネルギー論的な効率を示す指標が投入・産出エネルギー比(産

出/投入)である。ここでは、関東地方の市町村を単位地区として、1970年の作物栽培にエネルギー効率を算定した。その結果、1970年における関東地方の農業地域は、都市・都市近郊の低位効率地域(投入・産出エネルギー比:0.6~1.6)、外縁部の中位効率地域(1.7~2.6)、および外縁部に点在する低位効率地域に特徴づけられた。中位効率地域では水稲と麦類の栽培比率が高く、低位効率地域では水稲と露地野菜の栽培比率が高かった。また、外縁部の低位効率地域は露地野菜や果樹類など、集約的な園芸農業が盛んな地域と一致した。

1990年における関東地方の農業地域は、都市・都市近郊の極低位効率(投入・産出エネルギー比:0.5以下)と低位効率地域(0.6~1.5)、外縁部の低位効率地域と中位効率地域(1.6~2.6)、および外縁部に点在する極低位効率地域に特徴づけられた。中位効率地域では水稲と麦類、低位効率地域では水稲と露地野菜、極低位効率地域では露地野菜と施設作物の栽培比率が高かった。外縁部の極低位効率地域は、施設作物が盛んな市町村と一致することが多いが、耕地が減少した山間部の町村も含まれる。

次に、1970年と1990年の結果を比較することにより、農業地域のエネルギー効率の変化とその空間分布を考察した。その結果、関東地方における農業地域のエネルギー効率の低下度は、次の5段階に区分できた。レベルⅠは、高位効率が維持されているか、中位効率から高位効率へ変化した地域、レベルⅡは、中位効率が維持されているか、低位効率から中位効率に変化した地域、レベルⅢは、中位・高位効率から低位効率へ変化した地域、レベルⅣは、低位効率を推移した地域、レベルⅤは、極低位効率が維持されているか、低位・中位効率から極低位効率に変化した地域である。

これらの区分に基づいた関東地方の農業地域構造は、東部を中心に展開するレベルⅡ、西部を中心に展開するレベルⅢ、および、東京都を中心とするレベルⅤとレベルⅣにより特徴づけられる。また、外縁部に点在するレベルⅤは、施設野菜の産地などの経済的な土地生産性が高い地域に加えて、耕地が減少を続けている山間部と一致する。これらの地域の分布より、関東地方の東西性と同心円構造が強調された農業地域構造が抽出できた。以上の結果は、従来の地理学の成果を裏付けるものであり、地域的なエネルギー効率は、農業地域の時間的・空間的变化の特徴を把握するための指標として使用可能であると考

えられる。ただし、時間的・空間的な変化の要因を説明するためには、栽培作物の種類と割合、および作物の組み合わせなどの統計分析だけでは不十分であり、産地の事例に基づいたデータが必要である。

注

- 1) ここでいう地域構造とは、小さな単位地域が集合して大地域を構成し、全体として一つのまとまりを構成する地域である(手塚, 1991; 仁平, 2007)。
- 2) 修正ウィーバー法による作物結合タイプは、ウィーバー法(Weaver, 1954a, b)と同様に、平均を求める式に作物の栽培比率(または面積)を代入することで計算できる。したがって、作物結合タイプは、基本的には首位作物の栽培比率によって決定されるが、その値は作物の数によって変化する。ここで詳細な説明は省略するが、例えば、関東地方の分析で取り上げた7種類の作物の場合、1種類の作物で作物結合タイプが決定するためには、首位作物の栽培比率が71%以上であることが十分条件であり、56%以上であることが必要条件となる。しかし、2種類以上の作物で組み合わせが決定する場合、それぞれの作物の栽培比率の範囲を確定するのは難しい。このような修正ウィーバー法による作物結合タイプは、日本では従来、土井(1970)の対応表を使用して計算されてきた。しかし、現在では、パソコンの表計算ソフトを使用することによって、作物結合タイプを容易に算定できるようになった。修正ウィーバー法を用いた最近の研究として、Saito et al. (2000)が挙げられる。この研究では、ウィーバー以降行われてこなかったカンザス州における作物結合タイプを、1964、1974、1987、1997年のデータで算定した。その結果、冬小麦地帯のなかでも、とうもろこしやアルファルファなどの灌漑作物が結合タイプに出現したことが明らかになった。
- 3) 修正ウィーバー法により1970年の関東地方における作物結合タイプを算定した結果、市町村数が多い順より、次の組み合わせとなった: RW(市町村数: 160)、R(120)、RWV(53)、RV(27)、WPV(13)、WV(11)、V(10)、RWF(10)、W(6)、RF(6)、RWPV(5)、WPBV(4)、RWBV(4)、WPFV(4)、WBV(3)、RFV(3)、RWB(3)、RWFV(3)、RWPBV(3)、WV(2)、F(2)、RB(2)、PV(2)、RWP(2)、RBV(2)、BV(1)、RV(1)、RPV(1)、RWPB(1)、RWPF(1)、RWPFV(1)。
- 4) 修正ウィーバー法によって1990年の関東地方における作物結合タイプを算定した結果、市町村数が多い順より、次の組み合わせとなった: R(市町村数: 123)、RW(80)、RV(60)、V(34)、RWV(26)、FV(18)、RFV(16)、RF(15)、RWFV(14)、RPV(10)、F(4)、RWF(4)、BV(3)、RWP(3)、WV(3)、RB(2)、VG(2)、RG(2)、RBV(2)、PFV(2)、

RWPV (2)、RWBV (2)、WPFV (2)、RP (1)、PV (1)、PBV (1)、PVG (1)、RVG (1)、RPFV (1)、RBFV (1)、WBFV (1)。1970年と比較して、1990年だけに見られる組み合わせは、VG、RG、PFV、RP、PV、PBV、PVG、RVG、RPFV、RBFV、WBFVの11種類である。また、1990年になくなった組み合わせは、WPV、WV、W、WPBV、WBV、RWB、RWPBV、PV、RWPB、RWPF、RWPFVの11種類である。

- 5) 作物結合タイプに施設作物を含まない外縁部の極低位効率地域において、施設作物の割合の平均は9%であった。最大は富浦町の14%であり、最小は西方町の7%であった。これらの値は、関東地方の平均よりも4～7倍ほど高いものの、修正ウィーバー法の組み合わせに含まれるほどではない。
- 6) 1970年から1990年にかけて、(1) 中位効率のRWから低位効率のRWまたはRに変化した31市町村について、作物の栽培割合の変化を見ると、施設作物が0.2%から1.7%へ、豆類が1%から5%へと増加した。また、麦類は40%から35%へと微減し、水稻は49%から50%へとほぼ横ばいであった。同様に、(2) 中位効率のRWから低位効率の複合型に変化した44市町村では、露地野菜が9%から21%へ、水稻が37%から46%へと増加し、麦類が41%から14%へと減少した。(3) 中位効率のRから低位効率のRと変化した32市町村においては、施設作物が0.3%から1.7%へ、豆類が1%から4%へと増加した。また、麦類が11%から4%へ、いも類が3%から1%へと減少し、水稻は75%から78%とほぼ横ばいであった。(4) 中位効率の複合型から低位効率の複合型に変化した58市町村においては、露地野菜が19%から36%へ、豆類が7%から18%へ、施設作物が0.1%から1.4%へと増加した一方で、麦類が31%から9%へと減少した。
- 7) 1970年から1990年にかけて、低位効率から極低位効率に変化した地域における作物の栽培面積を見ると、施設作物が1.0%から7.8%へ、露地野菜が31%から40%へと増加した。一方で、麦類が15%から6%へ、いも類が5%から3%へと減少した。なお、1970年において極低位効率に唯一区分された豊里村は、1973年に深谷市と合併した。1990年の深谷市における主な作物の栽培比率は、露地野菜54%、水稻25%、麦類14%、施設作物6.5%であり、極低位効率に区分される。
- 8) パターンごとの市区町村数を県ごとに見ると、パターンbでは、千葉(市町村数：19)、栃木(17)、埼玉(15)、群馬(7)、茨城(5)となり、パターンcでは、群馬(14)、茨城(13)、埼玉(8)、千葉(3)、神奈川(3)となる。また、パターンdでは、群馬(14)、埼玉(14)、東京(13)、茨城(8)、栃木(2)、千葉(2)、神奈川(5)となり、パターンgでは、千葉(15)、東京(11)、群馬(10)、埼玉(6)、神奈川(9)、茨城(3)、栃木(2)となる。
- 9) 尾留川(1969)は、修正ウィーバー法による農業地域区分を基にして、栽培作物の特化係数と首位作物の種類を考慮することから、関東地方の農業地域を7つの大分類、18の小分類に区分した。その結果、関東地方の東西性、中心と周辺の構造を強調したパターンが認められた。近郊周辺商業的農業地域は、関東地方東部に広く分布する農業地域である。

- 10) 山本ほか (1983) は、経済的な農業土地生産に注目して、関東地方の農業地域を最高位地域から低位地域までの4段階に区分し、都心を中心とする同心円構造を抽出した。経済的農業土地生産性の中位地域は、都心から60～80kmの距離に位置する。
- 11) 山本ほか (1988) は、因子分析とクラスター分析を援用して、関東地方を12の農業地域に区分した。その結果、同心円構造と東西性が強調されるパターンが導き出された。この研究によると、水田地域は、栃木県北部から茨城県南部、房総半島に分布する。
- 12) 山本ほか (1987) は、農村調査、文献、統計資料に基づいて、関東地方を9つの農村空間に区分した。その結果、東京を中心とする同心円構造を強調するパターンが抽出されたが、後背農村空間と出稼農村空間は、最も外縁部に位置する。
- 13) 白浜 (1964) は、京葉地帯の地域研究と「農業センサス」を資料として、歴史的基盤、都市化、交通路網を考慮して、東京大都市圏を中心とする中心と周辺、および、南北・東北性という農業地域のパターンを見いだした。また、都市化の程度によって、都市部を4地域、農村部を4地域に区分した。

文献

- 北村修二 1995. 大都市周辺地域茨城県旭村における農業の存立形態. 北村修二『日本農業の変容と地域構造』大明堂, 137-171.
- 斎藤 功・渋沢文雄・池田一雄 (1985): 三浦半島における野菜生産の発展と農業経営. 人文地理学研究, **9**, 95-124.
- 斎藤 功・佐々木緑・大森祐美 (2001): 茨城県南部へのつまみ菜の伝播と契約栽培 — 近郊農業の転移現象—. 人文地理学研究, **25**, 101-123.
- 白浜兵三 (1964): 京葉地帯の農業地域構造 — 大都市圏の農業地域に関する研究 —. 千葉大学教育学部研究紀要, **13**, 127-202.
- 竹内常行 (1975): 九十九里平野, 特に椿海干拓地の島畑景観について. 地理学評論, **48**, 445-458.
- 田林 明 (1993): 茨城県協和町における施設園芸の発達 — 首都圏外縁農村地域の一事例 —. 人文地理学研究, **17**, 1-31.
- 田林 明・菊池俊夫・金 建錫・尾藤章雄 (1984): 鉾田町における農業の展開. 地域調査報告, **6**, 1-23.
- 田林 明・菊池俊夫・丸山浩明・安 在鶴 (1988): 茨城県波崎町における園芸農業の発展と地域分化. 地域調査報告, **10**, 181-217.
- 田林 明・李 鎔一・武田涼一・横山 智・国澤恒久・岡本友志・斎藤實信・松井圭介 (1998): 常陸太田市における郊外農村の存立基盤. 地域調査報告, **20**, 115-163.
- 手塚 章 (1982): 茨城県出島村下大津における自立型農業経営の地域的性格. 地理学評論, **55**, 814-833.

- 手塚 章 (1991): 地域的観点と地域構造. 中村和郎・手塚 章・石井英也『地理学講座 第4巻 地域と景観』古今書院, 107-184.
- 土井喜久一 (1970): ウィーバーの組み合わせ分析法の再検討と修正. 人文地理, **22**, 485-502.
- 仁平尊明 (2007): 地域構造を把握する. 松岡憲知・田中 博・杉田倫明・村山祐司・手塚 章・恩田裕一編『地球環境学 - 地球環境を調査・分析・診断するための30章 -』古今書院, 113-116.
- 仁平尊明・岡本友志・藤永 豪・二村太郎・大森祐美・森本健弘 (2000): 茨城県ひたちなか市におけるサツマイモ生産・流通の地域的性格. 地域調査報告, **22**, 133-169.
- 森本健弘・小野寺 淳・中西僚太郎 (1990): 茨城県八千代町栗山地区における野菜産地の形成. 地域調査報告, **12**, 101-128.
- 原田敏治 (1976): 千葉県市川市における市街地化と農地転用. 地理学評論, **49**, 616-631.
- 服部 勉 1972. 『大地の微生物』岩波書店, 189p.
- 尾留川正平 (1969): 関東地方における野菜園芸地域. 東京教育大学地理学研究報告, **8**, 201-213.
- 尾留川正平・山本正三・佐々木博・金藤泰伸・朝野洋一・高橋伸夫・斎藤 功 (1967): 大都市圏における市街地農業の生態 - 東京西郊小金井市の事例 -. 地学雑誌, **76**, 229-256.
- 堀内久太郎 (1995): 低コスト稲麦二毛作経営. 米麦改良, **94**, 25-36.
- 丸山浩明 (1991): 群馬県嬭恋村における輸送園芸農業の特質. 山本正三編著『首都圏の空間構造』二宮書店, 360-370.
- 山本正三・秋本弘章・村山祐司 (1988): 関東地方の農業地域構造. 人文地理学研究, **12**, 139-163.
- 山本正三・市南文一・植嶋卓巳 (1983): 農業土地生産性からみた関東地方の農業空間構造. 地理学評論, **56**, 607-623.
- 山本正三・斎藤 功・田林 明 1987. 関東地方の農村空間. 山本正三・北林吉弘・田林 明 共編『日本の農村空間 - 変貌する日本農村の地域構造 -』古今書院, 78-95.
- Doi, K. (1959): Industrial structure of Japanese Prefecture. *Proceedings of I. G. U. Regional conference in Japan*, 310-316.
- Saito, I. (1996): Changing sustainable conditions of commercial farming systems: potted flower cultivation in a settlement in the central Kanto Plains, Japan. In Sasaki, H., Saito, I. and Morimoto, T. eds. *Geographical perspectives on sustainable rural systems: proceedings of the Tsukuba international conference on the sustainability of rural systems*. Tokyo: Kaisei, 251-261.
- Saito, I. and Kanno, M. (1990): Development of private sports facilities as a side business of urban farmers. *Geographical Review of Japan*, **63B**, 48-59.
- Saito, I., Yagasaki, N., Nihei, T., Hirai, M. and Futamura, T. (2000): Changes of crop combination regions and land use in Kansas High Plains. *The Science Reports of the Institute of Geoscience, University of Tsukuba, Section A*, **21**, 107-129.

Weaver, J. C. (1954a): Crop-combination regions for 1919 and 1929 in the Middle West. *The Geographical Review*, **44**, 560-572.

Weaver, J. C. (1954b): Crop-combination regions in the Middle West. *The Geographical Review*, **44**, 175-200.

第 2 部

農業のエネルギー効率と 作物産地



第 2 部では、エネルギー効率が異なる複数の作物産地を事例として、各産地におけるエネルギー効率の変化と産地の維持要因を、現地調査から得たデータをもとに考察する。ここで取り上げる産地は、(1) 千葉県旭市の施設園芸 (第 5 章)、(2) 長野県菅平の露地野菜 (第 6 章)、(3) 山梨県笛吹市の果樹園芸 (第 7 章)、(4) 茨城県ひたちなか市の水稲・大麦・かんしょ (第 8 章)、(5) 北海道帯広市の小麦・豆類・ばれいしょ・てんさい (第 9 章) である。これらは、すべての効率性を網羅できるように配慮したものである。さらに、第 10 章の考察では、第 1 部の結果も踏まえて、日本において農業のエネルギー効率が低下した意味、業地理学においてエネルギー効率を指標とすることの有効性、および作物産地の維持とエネルギー効率の関連性を議論する。

第5章

施設園芸

—千葉県旭市における施設野菜—

5.1 はじめに

5.1.1 目的

日本においては、1964年に制定された農業基本法の制定を背景として、野菜・果樹・畜産などの選択的拡大部門を中心に、農業の機械化・施設化が進じた。これは、農業経営の分化、労働力の専門化、補助事業による負債の増加、化石燃料の多投入の過程であり、農業の工業化として捉えることができる (Bowler, 1985)。工業化した農業を維持するために、農作物の産地では、栽培方法と出荷に関する新しい技術を次々と導入していった。例えば、栽培作物の転換 (松井, 1979)、出荷の早期化と栽培・輸送費用の切り下げ (坂本, 1972)、出荷方法の改良 (川久保, 1993)、加工部門の強化 (荒木, 1993) などの事例がある。このように施設化・装置化の進んだ日本の園芸農業は、労働と資本の側面で土地集約的な生産形態をとり、工業的な作物生産の典型となった (伊藤, 1993a)。

土地集約的な園芸農業は、1960年代後半から1970年代前半にかけて、西南暖地や都市近郊を中心に発展し、いくつもの大規模な産地が形成されていた。松井 (1967; 1978) によると、園芸農業が形成された要因は、地域的な自然条件の活用に加えて、高度な栽培技術の普及、組織的な市場対応、農業施策の活用にある。さらに、生産・出荷体制が確立した地域においても、次々に新しい技術が導入されることによって、既存の産地が維持されている。

例えば、渥美半島における電照ギクの産地では、抑制品種の普及によって、周年的な出荷が可能になった (松井, 1991)。埼玉県鴻巣市における鉢物栽培

では、水稻の委託や耕地の貸借による集落内分業や山上げ栽培の進展など、農業を支える基盤が広域化した(斎藤, 1995)。さらに、愛知県豊橋市では、従来からの信用・情報基盤と技術基盤を活用しながら、農家、農業協同組合(以下、農協とする)などの諸要素が変化の主体となって、つま物の産地に転換したという例もある(伊藤, 1993b)。

日本各地に施設園芸の産地が形成されてから四半世紀以上が経過した現在、それらの産地が維持されるメカニズムを解明することは農業地理学の重要な課題である。その際の視点として、個々の農家の動向に注目することが有効である。個々の農家の意思決定は、農業地域全体の性格を左右する可能性をもち(Ilbery, 1985)、特に最近の商品作物の生産においては、農家のもつ固有の条件が農業地域全体に影響を及ぼすようになった(田林, 1994)。

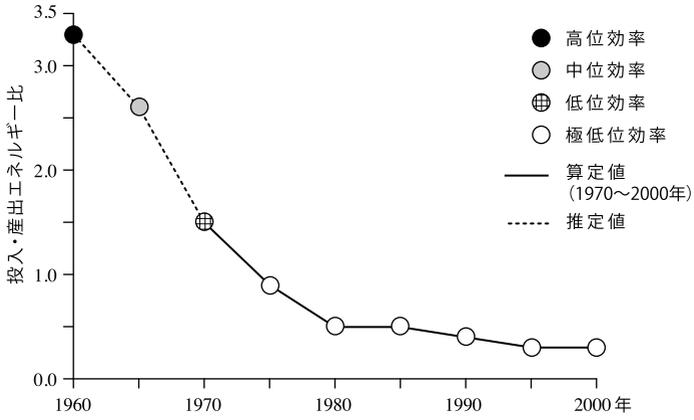
しかし、個々の農家が有する労働力、耕地、資本などの生産活動に関する要素、さらに、農業従事者によってなされる意思決定は、同一の生産形態に特徴づけられる産地内においても様ではない(ルーマス・コナー, 1995)。そのため、個々の農家の動向を分析することが必要となる。以上のような課題を踏まえて、本章では、施設園芸に特徴づけられる千葉県旭市の作物産地がいかにより維持されてきたかを、施設園芸の発展過程、農業を支える地域的な基盤、および、個々の農家における革新技術の導入過程に注目して解明することを目的とする^{†1}。

5.1.2 研究対象地域とエネルギー効率

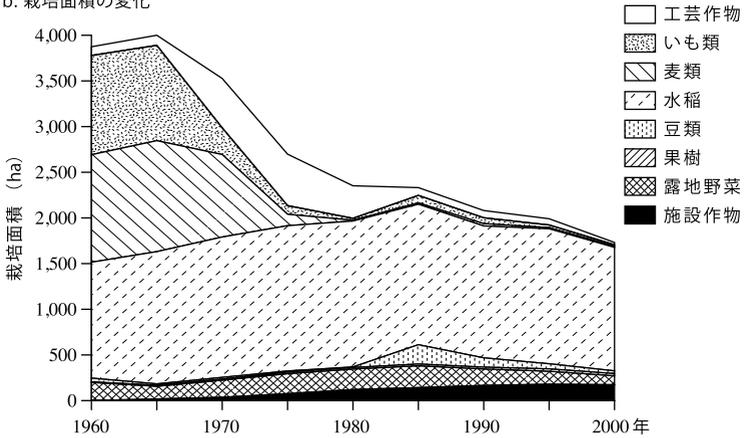
研究対象地域は、九十九里平野の北部に位置する千葉県旭市とする。千葉県が発行する農業基本調査の結果概要によると、1994年時点において、旭市における施設園芸農家数は746戸、施設面積は169haであり、それぞれ千葉県内最大であった。旭市においては、1960年代中頃から暖房機を備えたビニールハウスで、冬春出荷型のきゅうり(以下、きゅうりとする)、夏秋出荷型のトマト(以下、夏秋トマトとする)、いちごが栽培されるようになった。これらの施設野菜に加えて、1980年代にはミニトマトの栽培が増加し、1990年代には花き園芸が盛んになった。

第14図は、旭市における作物の栽培面積と、地域的な作物生産のエネルギー

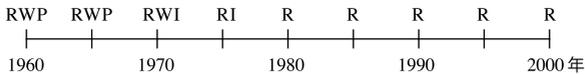
a. エネルギー効率



b. 栽培面積の変化



c. 作物結合タイプ



※作物の結合タイプは土井の修正ウィーバー法で算定した。
作物結合タイプを示す略字は次のとおり：R 水稲，W 麦類，P いも類，
I 工芸作物（主にらっかせい）。

第 14 図 旭市における作物生産のエネルギー効率と作物の栽培面積の変化
資料：第 8 表，農林業センサス。

効率の推移を示したものである^{†2}。1960年における作物生産の投入・産出エネルギー比は3.3であり、エネルギー効率は高位効率に区分された。この時期は、中位効率作物である水稲と麦類、および、高位作物であるかんしょの栽培面積がそれぞれ1,000haを超えており、修正ウィーバー法による作物結合タイプもまた、RWP（水稲・麦類・いも類）を示していた。

1960年から1975年にかけて、地域的な作物生産のエネルギー効率は、高位効率から極低位効率まで低下した。この時期、水稲の栽培面積は約1,500haで維持されているが、麦類といも類の栽培面積はそれぞれ125haと95haまで減少した。また、施設作物は、1960年には栽培されていなかったが、1975年には76haまで増加した。作物結合タイプは、1980年に水稲と工芸作物（主にらっかせい）を示すRIとなった。

1980年以降、地域的な作物生産のエネルギー効率は、極低位効率のまま推移する。施設作物の面積は1980年代に増加し、1990年代に横ばいになる。水稲の面積は維持されているが、麦類といも類はほとんど栽培されなくなった。作物結合タイプも、2000年まで水稲の単作を示すRのままである。

5.2 旭市における作物生産の展開

5.2.1 水稲・麦類・かんしょと露地野菜

九十九里平野は、海岸線に平行していくつかの砂堆がある。砂堆間の低地は水田として利用され、微高地である砂堆部には、集落、畑、掘下げ田、島畑などの土地利用が見られた（竹内, 1975; 菊池, 1982）。低地部の水田は、地下水や雨天を利用する天水田であり、用排水機能の不備から早魃や冠水害が頻発した（古川, 1969）。一方、島畑や畑では、麦類とかんしょの組み合わせが卓越した。かんしょはでんぷん加工用の品種であり、1960年代の前半まで、九十九里平野北部は日本屈指の澱粉産地であった。その後、大利根用水と両総用水がそれぞれ1951年と1965年に完成すると、水稲作の被害は減少した。さらに、農業基本法の施行により水田の基盤整備が進むと、水稲作の機械化・省力化が進行した（弓削, 1966）。水稲作の省力化が進むと同時に、畑ではより労働集約的な園芸作物の栽培が盛んになった（赤川 1971; 山野 1983）。

九十九里平野の北部に位置する旭市においては、第2次世界大戦後から1960年代中頃までは、食料増産政策を背景として、水稻、麦類(大麦と小麦)^{†3}、およびかんしょの生産が卓越した(大和, 1957)。1950年代に入ると、露地野菜の面積が徐々に拡大した。露地野菜は、旭市と隣接する飯岡町と海上町から普及したパセリ、シュンギク、ブロッコリーである。1960年代後半になると、露地野菜がかんしょと麦類に代わって基幹畑作物となった。海匠農業改良普及所(1991)によると、旭市における畑の土壌は砂地性であり、通称「ジヨシ」と呼ばれる。この土壌は、春先に地温が上昇することや、鉄分を多く含んでいるため、高い品質の冬春出荷型の露地野菜が栽培された。当時は、これら洋菜の需要が市場で高まりはじめた時期であり、高値で販売できた。例えば、1961年におけるパセリの10aあたりの粗収入は約10万円であり、かんしょの約5倍、大麦の約8倍であった。

5.2.2 施設野菜産地の形成期（1964～1982年）

旭市においては、1964年から1982年にかけて、暖房機の導入に代表される革新技術の導入、旭市農協による共同出荷体制の確立、農業施策の受け入れを通して、施設型の野菜園芸産地が形成された。施設で栽培される野菜は、きゅうり、夏秋トマト、いちごであった。以下では、施設園芸産地の形成過程を、農家・農協への聞き取り調査と文献に基づいて説明する。

(1) 暖房機の導入と施設園芸農家の増加

旭市においては、農業用ビニールが開発されて間もない1954年に、すでにビニールを利用したトマトのトンネル栽培が導入された。このトンネルは、竹や木を支柱とするものであり、間口は1.0～1.6mとトンネル栽培としては大型のものであった。この初期のトンネル栽培で栽培されていたのは、冬春トマトであった。

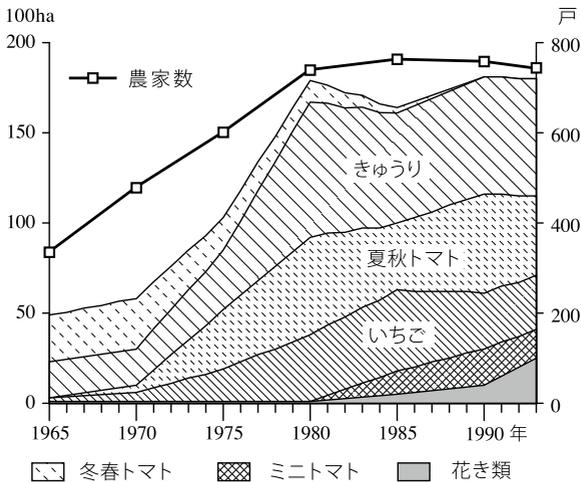
旭市においては、1958年にはじめてビニールハウスが導入された。これは、静岡型^{†4}と呼ばれる鉄骨支柱のビニールハウスであり、それまでトンネルで栽培されていた冬春トマトときゅうりに導入された。ビニールハウスを利用することで、冬春トマトの収穫期は1か月前進し、5月から出荷することが可能

になった。しかし、暖房機の導入以前のビニールハウスでは、栽培に労力がかかるため、ビニールハウスの規模拡大は困難であった。その理由は、当時の無加温のビニールハウスでは、保温のためにハウス内にビニールトンネルを作り、さらに、その上に菰掛けをするというように、手間がかかったためである。

ビニールハウスに暖房機が導入されたのは1964年であった^{†5}。これは重油使用の温風式のもので、旭市農協が販売したものである。暖房機の導入により、ビニールハウス内の菰掛け作業がなくなり、温度管理が容易になった。その結果、収穫時期が早まったばかりでなく、適切な温度管理が必要な新品種への転換も進んだ。例えば、冬春トマトの主要品種は福寿2号^{†6}から高知ファーストへと変化し、その収穫時期は、5月上旬収穫から2月上旬収穫へと3か月も早くなった。

新品種への転換と収穫の早期化により、施設園芸は収益性の高い経営として農家に認知され、新しく施設園芸を導入する農家が増加した。第15図は、旭市における施設園芸農家数と栽培品目の変化を示したものである。1970年から1980年にかけて、施設園芸の農家数は478から739に増加し、施設作物の収穫面積は58haから179haに増加した。1971年当時、千葉県職員の大卒初任給が36,100円であったが、きゅうり10a当たりの粗収入は約159万円であり、所得は105万円を超えた（海匠農業改良普及所，1991）。このように高い収益を得られる施設園芸が普及するに従って、冬季の農閑期に建設作業員などの日雇い労働に出ている農業従事者の数が減少した^{†7}。

さらに、1970年代に入ると、施設野菜の品目は、冬春トマトから、きゅうり、夏秋トマト、いちごと変化した。冬春トマト栽培では、連作障害によってウイルス病が多発したり、西南暖地との競合によって価格が低迷したために、多くの農家がきゅうりに転換した。この時期から、きゅうりの後作に夏秋トマトを植えるというように、施設内での二毛作が行われるようになった（写真1）。一方、いちご栽培は1970年代前半から増加しているが、こちらは新时期にいちご栽培を導入した農家がほとんどであった。当時、新品種の宝交早生が普及し、さらに、それを施設で半促成栽培する技術も確立された。いちごもまた、高い収益をもたらす施設園芸用の作物として農家の間に認識された。



第 15 図 旭市における施設園芸農家数と施設面積の変化

資料：農業基本調査および海匠農業改良普及センター。

(2) 系統出荷と栽培品種の統一

施設作物の主な出荷先は、東京都の築地や淀橋などの大規模な中央卸売市場であった。中央卸売市場では、農産物の大量・安定・均質な供給を産地に要求する。それに対応するために旭市農協では、1965年にトマト、1967年にきゅうりの共選共販を開始した^{†8}。それに際して旭市農協の野菜出荷部会では、千葉県経済連の指導により、出荷用段ボール箱を統一し、さらに、栽培品種の統一も進めた。また、海匠農業改良普及所と旭市農政課では、高い等級の農産物を多く出荷するために、生産者に対して新品種に適した栽培技術の普及活動を実施した。

系統出荷体制が整備されると、ほとんどの施設園芸農家が農協の指定品種だけを栽培するようになった。例えば、きゅうりの品種は、1970年から1972年にかけては夏埼落（埼玉落合）3号が、1973年～1983年にかけては王金促成が出荷奨励品種となった。また、きゅうりの仕立て方についても、子づる・孫づるの発生が良好な王金促成が導入されたと同時に、それ以前のつるおろし栽培に代わって、摘芯栽培が普及した^{†9}。このように、系統出荷の開始に伴って、



写真1 施設園芸の鉄骨ハウス（1995年9月26日筆者撮影、千葉県旭市）

両屋根式の鉄骨ガラスハウスでは、暖房機によって気温が人工的に調節され、冬季にはきゅうりが、夏季と秋季にはトマトが栽培される。施設の手前に見える畑では、ブロッコリー、パセリ、ねぎなどの露地野菜が栽培されている。

農家間で栽培品種と栽培技術の均質化が進行していった（写真2）。

一方、いちごは、生産者によって品質に差が出てくるため、個選共販で出荷されていた。主な出荷市場は、千葉県内の地方卸売市場であった。いちごもまた、旭市農協苺部会によって出荷奨励品種が定められ、品種が統一されていた。例えば、1970年頃はダナー、春の香、宝交早生などが個別に栽培されていたが、1972年からは市場での評判が良かった宝交早生に統一された。いちごの育苗方法もまた、1970年代中頃より、宝交早生の半促成栽培に適した短日処理育苗が普及した^{†10}。

（3）施設園芸団地と産地指定

施設園芸の栽培面を直接的に補助する農業施策として、1971年から1982年にかけて施行された施設園芸団地の建設に注目できる（第15表）。最初に建設された施設園芸団地は、1971年度に建設が始まった施設園芸集中管理モデ



写真2 農協の出荷場（1995年12月26日筆者撮影、千葉県旭市）

きゅうりの出荷は12月から翌年の6月下旬まで続く。選果場で選別されたきゅうりは、大規模な中央卸売市場へ共選共販で出荷される。

ル事業であった。この事業では、11戸の農家により組織された農事組合法人谷町場施設園芸組合が事業主体となり、12棟33,000m²の鉄骨ビニールハウスによる施設団地が建設された。総事業費約1億9千万円のうち、約半額が国と県からの補助金であった。この事業で建設されたビニールハウスは、サーモスタットによる室温管理や自動灌水装置の設置など、農作業の自動化が進み、それ以降に建設されるビニールハウスのモデルとなった^{†11}。

その後も第2次農業構造改善事業や施設野菜省エネルギーモデル団地設置事業などの補助事業によって、1982年までに7か所・約15haの施設野菜団地が建設された。これらの施設野菜団地の事業費は約13億円であり、最初の事業と同様に、約半額が国と県の補助金であった。1982年時点における施設園芸団地の面積は、旭市全体の施設面積の12%に達した。そこでは、旭市全体の施設園芸農家の約8%に相当する58戸の栽培農家が、対象作物のきゅうりと夏秋トマトを栽培した。

第15表 旭市において実施された施設園芸団地の建設事業

実施年度	事業名	対象作物	事業実施主体	構成農家(戸)	事業量	事業費(万円)	補助金(万円)	
							国	県
1971	施設園芸集中管理モデル団地設置事業	キュウリ	農事組合法人 谷町場施設園芸組合	11	鉄骨ビニルハウス 12棟 33,000㎡	19,159	8,758	2,706
1973- 1974	第2次農業構造改善事業	キュウリ トマト	農事組合法人 井戸野施設園芸組合	17	鉄骨ビニルハウス 17棟 36,720㎡	18,008	9,004	0
1976	第2次農業構造改善事業	キュウリ	農事組合法人 鎌敷施設園芸組合	7	鉄骨ビニルハウス 7棟 16,344㎡	10,992	5,496	0
1978	第2次農業構造改善事業	キュウリ	農事組合法人 小川施設園芸組合	10	鉄骨ガラス温室 10棟 28,539㎡	31,104	15,552	0
1980	施設野菜省エネルギーモデル団地設置事業	キュウリ	農事組合法人 十日市場 施設園芸組合	6	鉄骨プラスチック ハウス 6棟 13,860㎡	16,200	7,900	707
1981	施設野菜省エネルギーモデル団地設置事業	キュウリ トマト	農事組合法人 西足洗施設園芸組合	4	鉄骨ガラス温室 4棟 12,952㎡	19,514	7,720	1,222
1982	野菜指定産地整備型	水耕キュウリ 水耕トマト	農事組合法人 旭北部施設園芸組合	3	鉄骨ガラス温室 3棟 10,252㎡	14,843	4,947	1,484

資料：旭市農水産課。

いちご栽培への補助として、1975年度に実施された野菜ウイルス対策事業と、1977年に実施されたいちご栽培新興対策事業に注目できる。これらの事業によって、ウイルスフリー苗を供給するための育苗施設が市内に2か所建設された。また、施設作物全体を補助する政策には、1972年度から1976年度に実施された園芸用廃プラスチック適正処理対策がある。これは、使用期限がすぎたビニールハウスの被覆材を適正な処理を促進するための補助である。さらに、1976年度から1979年度にかけては、コンテナ利用による大量輸送と保冷輸送を推進した野菜輸送合理化推進事業も実施された。このように、形成期における施設園芸は、様々な農業施策に支えられて発展していった。

以上のように、農家と旭市農協による共同出荷体制の確立、行政による施設園芸団地の建設などを通して、施設作物の出荷量は年々増加していった。その結果、1981年には、きゅうりが国の産地指定を受けた^{†12}。産地指定による農家への直接的な利益は、野菜供給安定基金制度の価格補填事業によって、農産物の市場価格が下落した時に価格補償を得られることである。産地に指定されるためには、出荷量が多いだけでなく、共選共販率を高くするなどして、特定

の市場に農産物を安定して供給しなければならない。さらに、共選共販率を高めるためには、施設園芸を導入した農家間で栽培品種を統一する必要があるだけでなく、栽培技術も高いレベルで平準化する必要がある。このような基準が達成され、地域的にまとまりのある産地が形成されたことにより、国による産地指定を受けたのである。

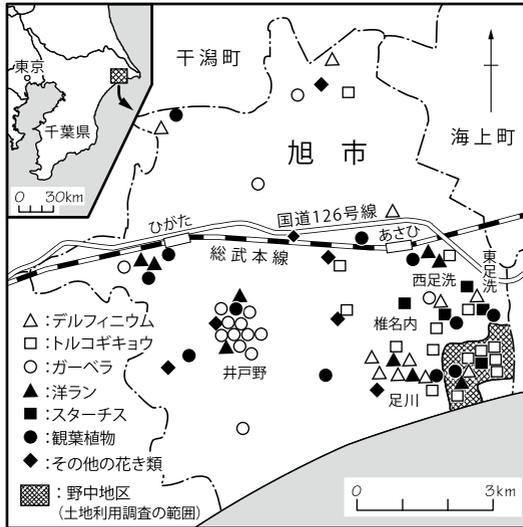
5.2.3 施設野菜産地の安定期（1983年以降）

第15図に示すように、1983年以降になると、施設園芸農家数は約740戸、主な施設作物の収穫面積は約170haで横ばいとなるため、施設園芸産地の安定期と呼ぶことができる。安定期における主な施設作物は、形成期から栽培が続いているきゅうり、夏秋トマト、いちごに加えて、1985年頃からはミニトマトが、1990年頃からは花き類などの新しい作物が増加した。

旭市におけるミニトマトの栽培は、施設園芸農家がミニトマトへ転換することによって1982年に始まった。翌年の1983年には旭市農協が系統出荷の品目として、ミニトマトを販売するようになった。ミニトマトの栽培面積は、1990年に約20haまで増加したが、それ以降は漸減傾向となる。

第16図は、旭市において花き類を栽培する農家の分布を示したものである。旭市における花き類の栽培は、1960年代中頃より井戸野地区で始まった。当時、井戸野地区の先覚者が切花用としてガーベラを栽培したところ、東京の高級な接待飲食店で好評となり、高値で販売できたことから、集落内に拡大したという。しかし、ガーベラは、旭市の花き園芸では特殊な事例であり、花き類の栽培面積が急増するのは1990年代に入ってからのものであった。

ここでは、1990年代に花き園芸を導入した農家に注目する。これらの新しい花き農家は、野中、東足洗、西足洗、椎名内、足川など、旭市の南東部に集中する。これらの地区は、海上町との市町界に接する旧矢指村の範囲にあり、1980年代までは施設によるいちご栽培ときゅうり・夏秋トマトの栽培に特化していた地域である。これらの地区の花き農家が主に栽培する品目は、デルフィニウム、トルコギキョウ、スターチスなどの切花のほか、洋ランや観葉植物などの鉢物である。井戸野地区がガーベラの栽培に特化するのに対して、南東部では多様な花き類が栽培される。

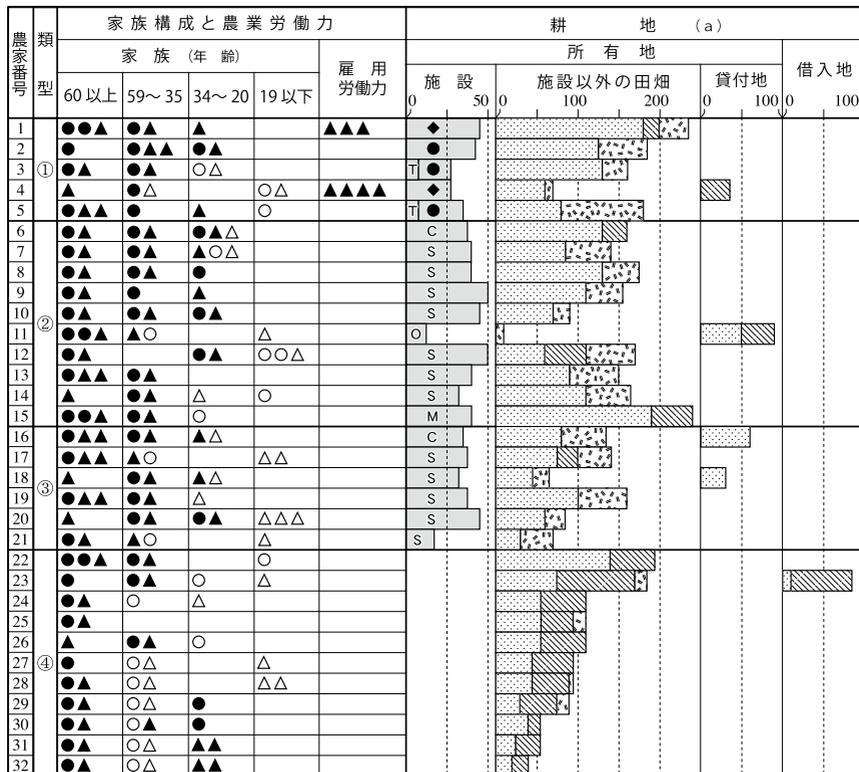


第16図 旭市における花き園芸農家の分布(1993年)

資料：農家および旭市農協への聞き取り調査。

5.3 施設園芸農家と土地利用 —野中地区の事例—

本節では、旭市のなかでも施設園芸農家が多く分布し、かつ施設園芸で栽培される作物が多様化している野中地区を事例として、個々の農業経営を分析することから、地域の農業を支える諸要素を説明する。現地調査で得たデータは次の2つの図にまとめた。まず、第17図は、野中地区における個々の農家の労働力と耕地利用を示したものである。1995年現在において、野中地区には32戸の農家があり、そのうち21戸が施設園芸農家であった。施設園芸農家は、花き農家(農家番号1～5)と、野菜農家(農家番号6～21)とに分けられる。さらに野菜農家は、野菜栽培を継続している農家(農家番号6～15)と一時的に花き園芸を導入した農家(農家番号16～21)とに分けられる。次に、第18図は、野中地区における土地利用を示したものである。凡例の下に記した数値は、土地利用ごとの面積とそれらが図幅に占める割合である^{†13}。



類 型: ① 花き園芸農家 ② 野菜園芸農家(野菜園芸の継続) ③ 野菜園芸農家(花き園芸の一時的導入)

④ 施設園芸以外の農家

労働力: ● 男(農業従事) ▲ 女(農業従事) ○ 男(農外就労、子供など) △ 女(農外就労、子供など)

耕 地: ● 切花 ◆ 鉢物 C きゅうり・夏秋トマト S いちご T ミニトマト ○ その他の施設作物

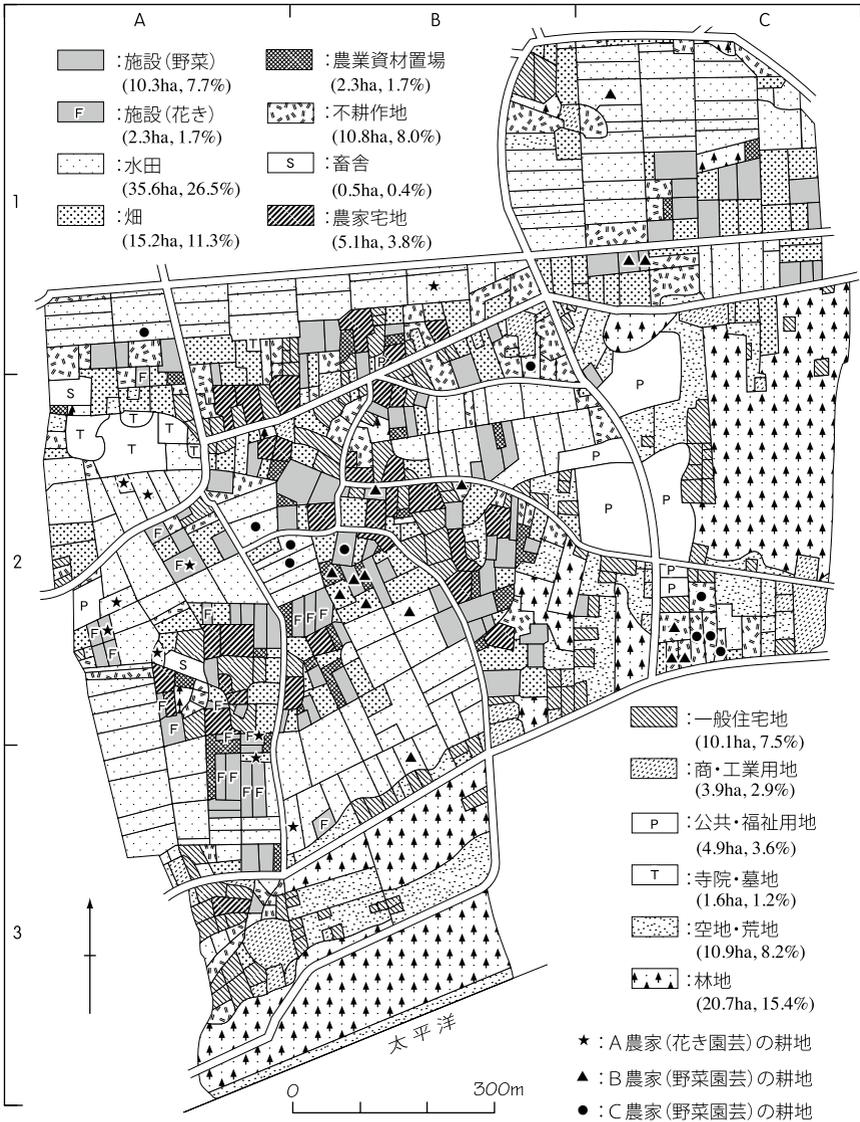
▨ 水田 ▩ 畑 ◻ 不耕作地

第 17 図 旭市野中地区における農家の労働力と耕地 (1995 年)

資料: 聞き取り調査および農家台帳。

5.3.1 二世代揃った農業労働力

施設園芸農家における家族労働力の人数は、花き農家と野菜農家とでほぼ同じである。20歳から59歳までの農外就労に従事していない家族労働力を恒常的な農業従事者とする、その人数は両類型ともに2.4人となる。すなわち、野中地区における施設園芸農家の労働力は、恒常的な農業従事者夫婦2人を基



※凡例の下の数字は、各土地利用の面積と土地利用図内に占める割合。

第 18 図 旭市野中地区における土地利用 (1995 年)

資料：現地調査 (9 月 25 日, 26 日)。

本として、それに高齢者あるいは農外就労者などの補助的な農業従事者が加わることでまかなわれると言える。

施設園芸農家のなかで、20歳代から30歳代前半までの若い男子後継者があるのは、花き園芸で1戸、野菜園芸で5戸である。これらの後継者はいずれも、千葉県農業大学校や千葉県立旭農業高等学校で園芸農業の教育を受け、卒業後すぐに就農した。彼らが就農した理由は、花き園芸または野菜園芸が好きであるというように、自らの園芸農業への関心が強かった点で一致する^{†14}。

施設園芸農家のなかには、後継者が就農しなかったために施設園芸を放棄する傾向にある農家もある(第17図の農家番号11)。この農家は、1993年まではいちごを栽培していたが、農業従事者が高齢になったため、いちごよりも労力のかからないシュンギクを栽培するようになった。施設以外の水田と畑は、近隣の農家に貸し付けるようになった。

次に、農家番号22から32番までの施設園芸を行っていない農家の労働力に注目する。これらの農家の恒常的な農業従事者は1戸あたり1.2人であり、施設園芸農家の半数である。農家番号22と32は、野中地区内では広い耕地面積(1ha以上)を所有する専門的な農家である。それぞれの経営内容は、ブロッコリーなどの露地野菜と水稲作、および畜産である。これらの農家以外は、自家消費用の家庭菜園と水稲を栽培する兼業農家である。

5.3.2 集約的な畑利用と水稲作の継続

事例農家が所有する施設面積は20～50aの範囲にあり、類型ごとの平均は、花き園芸が37a、野菜園芸が36aである(第17図)。一方、畑と水田の面積は、農家によって差がある。施設以外の畑の平均は、花き農家が20a、野菜農家が13aにすぎない。これらの畑は、小規模な家庭菜園か、とうもろこしなどのさほど労力のかからない作物である。

施設園芸農家では、広い面積の畑が不耕作地となっている^{†15}。不耕作地の平均面積は、花き農家が31aであり、野菜農家が34aである。地区全体の畑の面積は15haであり、不耕作地は11haである。施設園芸農家が所有する畑は地区全体の約20%であるのに対して、その不耕作地は約60%に上る。

野中地区では、ビニールハウスやガラスハウスなどの園芸施設のほかに、農

業資材置場も広い面積を占める。農業資材置場には、肥料や農薬が置かれたり、暖房機用の燃料タンクや作業小屋などが設置されている。第 18 図の計測によると、施設と農業資材置場の面積は 15ha であった。施設園芸農家あたりの面積にすると、一戸あたり 71a となる。このことは、施設に区分される区画うち、約半分の面積が農業資材置場などに利用されていることを示す。

ほとんどの施設園芸農家が水稲を栽培している。水稲の平均面積は、花き農家が 117a、野菜農家が 90a である。水稲栽培は、機械化が進んでいることに加えて、田植機の共同購入、田植え作業の共同化など、施設園芸農家以外の農家との農作業の連携がある。施設園芸農家にとって、水稲作に投入する資本と労働力の負担は少なく、高齢者や農外就労者でも水稲作に従事できる。旭市農政課によると、水稲作 10a あたりの労働時間は約 50 時間であり、施設野菜の約 30 分の 1 であった。

近年では、耕地を貸し付けたり、水稲の収穫作業を委託する施設園芸農家が増えている。水田を近隣の農家に貸し付けているのは、農家番号 16 と 18 の施設園芸農家である。農家番号 6 と 17 では、水稲の収穫と脱穀作業を集落内の水稲作農家に委託するようになった。斎藤 (1995) が指摘するように、水稲作部門を大規模に請け負う農家が出現すれば、施設園芸農家は施設園芸に労働力を集中することが可能となり、産地の維持に貢献できる。しかし、野中地区においては、1985 年に水田の区画整理が行なわれたが、水田の区画は 20 ~ 40a と小さいため、大型機械を効率的に使用することは難しいという課題もある。

ここで、3 戸の事例農家の所有地の分布を検討する。A 農家 (花き園芸) の所有地は、施設園芸用の畑が 3 区画、それ以外の畑が 1 区画、水田が 6 区画に分散する。花き園芸が行われている 2 つの区画は、自宅の周辺にある (第 18 図 A2)。ここでは、トルコギキョウやデルフィニウムなどの切花が栽培される。この農家には不耕作地がないが、これは、施設園芸を導入した初代の農業従事者が水稲作と畑作に専従しているためである。

B 農家 (野菜園芸) の所有地を見ると、施設が 4 区画、それ以外の畑が 3 区画、農業資材置場が 2 区画、水田が 9 区画に分散する。水田のうち 2 区画は、地区外にある。また、畑のうち 1 区画、水稲のうち 3 区画が不耕作地である。宅地から離れた地区東北部 (第 18 図 C1) には、施設園芸が 2 区画に見られる。

ここには、区画整備事業に伴って1985年に建設された鉄骨ハウスがある。鉄骨ハウスの建設に伴って、地区東南部(第18図のC2)にある2区画の水田が不耕作地となった。この水田は、地下水を利用できる陸田であり、10aあたりの収量は約7俵(420kg)であった。この水田は、地区北部の大利根用水から取水する水田と比較して1俵ほど収量が少なかった。このように、労働集約的な施設園芸の拡大とともに、生産性の低い水田が不耕作地となった。

同様に、C農家(野菜園芸)の所有耕地は、施設が1区画、それ以外の畑が5区画、水田が6区画に分散する。水田のうち2区画は、地区外にある。宅地周辺にある水田の3区画は、近隣の農家に貸し付けている。畑はすべて不耕作地である。この農家でも、宅地から離れた地区東南部(第18図C2)の4区画の畑(約50a)を不耕作地とした。これらの畑では、1985年頃までとうもろこしを栽培していたが、労働力の高齢化のため不耕作地にした。また、宅地周辺の水田を貸し付けるようになったのは、1985年に水田の区画整理が完了し、借り手となる水稲作農家が現れたためであった。

5.3.3 農業資材の更新

野中地区にある園芸施設のほとんどが、南北棟である。南北棟の施設は、畝間に太陽光があたるため、蓄熱の面で東西棟より有利である。野中地区ある施設は、3棟のガラスハウス以外は、すべてビニールハウスである。ガラスハウスは、両屋根式の鉄骨ガラスハウスであり、鉢物が栽培されている。ビニールハウスは、両屋根式の鉄骨ビニールハウスと丸屋根式のパイプハウスがほぼ同数ある。鉄骨ビニールハウスは、1980年代中期以降に普及した比較的新しいものである。ビニールハウスの被覆材は、1993年頃から塩化ビニール系のものに代わって、スーパーソーラーという商標のものが普及してきた。新しい被覆材は、ガラス繊維質の素材でつくられており、その耐用年数は上部で5年、横部で7年であり、塩化ビニールよりも2年ほど長くなった。

ビニールハウスに隣接する農業資材置場には、様々な農業資材が置かれているが、主なものは、堆肥袋、堆肥、重油タンク、二酸化炭素のボンベ、灌漑用井戸、いちご栽培用の夜冷庫、作業小屋などである。これらの農業資材の多くは、旭市農協と旭市内に3店ある農業資材の小売業者から購入されたものであ

る。ただし、堆肥は、稲藁、厩肥、化学肥料などを混合して個々の農家が調合する。堆肥の原料は、近隣の畜産農家、水稲作農家、および農業資材小売業者から購入したものである。同じ施設作物を栽培していても、堆肥を配合する割合は農家によって幾分異なる。

ビニールハウス内に設置されている暖房機は、A 重油を燃料とする温風式ボイラーである。暖房機は、1棟の施設につき400～600坪(1,320～1,980m²)用のサイズが1～2台設置されている。暖房機の耐用年数は、10～15年である。海匠農業改良普及センターの資料によると、10aあたりのきゅうり栽培に使用されるA重油の量は、1984年には8,000lであったのが、1995年には6,500lに減少した。これは、施設の被覆材が新しいものに更新された結果、保温効率が上がったことが要因の一つとなっている。

5.4 新しい品目と品種の導入過程

農業地域における新しい技術の普及は、Edwards (1992)によると、市場の動向に敏感に反応した起業的農家における試作段階を経て、農業集落全体に拡大するという過程を経る。また、林 (1994) は、栃木県における女峰の普及の事例で、先覚的な農家における試作段階を経て、集落内のすべての農家に新品種が普及した過程を明らかにした。これの先行研究が示すように、個々の農家に革新技術が導入される過程を分析することは、農業地域全体の変化のメカニズムを分析する鍵になる。その際には、先覚的な農家の固有の条件に注目することが有効であると考えられる。

本項では、野中地区における21戸の施設園芸農家を、(1)花き園芸を導入した農家、(2)野菜園芸を継続する農家、(3)一時的に花き園芸を導入した農家に分類して、それぞれの農家における革新技術の導入過程を分析する。ここでいう革新技術の導入とは、新しい作物(花き類など)、新しい品種、栽培方法(育苗方法など)とする。

5.4.1 花き園芸へ転換した農家

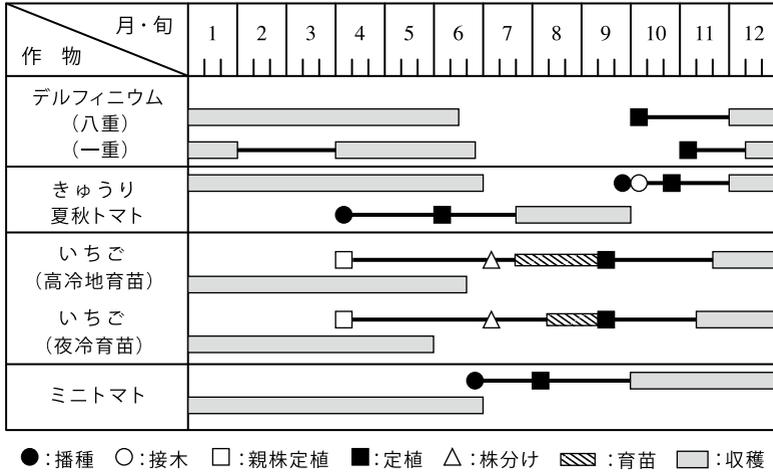
(1) 花き園芸の導入と経営基盤の広域化

第19図は、野中地区における施設園芸農家の栽培作物の変化を示したものである。花き園芸に転換した農家（農家番号1～5）は、3戸の切花栽培農家と2戸の鉢物栽培農家とに分けられる。これらは、1980年代に花き栽培を導入した農家番号1を除いて、1980年代後半から1990年代前半にかけて花き園芸に転換した農家である。

切花の栽培では、農繁期となる収穫期が冬季から春季にかけて集中する。例えば、八重咲き品種のデルフィニウムの場合、10月下旬から11月下旬が定植とあり、12月から翌年の6月中旬頃までが収穫の時期となる（第20図）。これらデルフィニウムやトルコギキョウなど、1990年代に拡大した新しい切花は、栽培暦には播種の作業がない。これは、種苗会社が販売するポット苗（鉢植の苗）を購入して、それをハウス内に直定（直接定植）するためである（写真3）。直定によって、苗床の仕立てや台木への接ぎ木などの手間がかかる作業がなくなった。野中地区の花き農家では、切花のポット苗を、大手種苗会社から直接購入したり、旭市内の代理店を通して購入している。

鉢物の出荷時期もまた、市場価格が高くなる12月から翌年の1月に集中する。鉢物は自家育苗であり、出荷までに2～3回の移植が行なわれる。鉢物栽培で使用されるプラスチック鉢やそれを載せる台などは、従来の野菜園芸では使用されなかった資材である。このような新しい資材を購入するために、鉢物栽培農家では、旭市内にある3つの農業資材業者に加えて、千葉市、埼玉県、茨城県などの10社以上の資材業者と取引するようになった。

次に、花き農家の農業労働力を検討する。花き農家では、施設園芸を開始した1代目の農業従事者と、花き園芸を導入した2代目の農業従事者とが、異なる作物を栽培することがある。例えば、農家番号1、2、5では、1代目がミニトマトを栽培し、2代目が花き類を栽培していた。調査時点では、農家番号1と2では、1代目は施設園芸をやめて、労力のかからない水稻栽培に専従するようになった。さらに、鉢物栽培農家では、雇用労働力も使用するようになった。被雇用者は近隣の兼業農家世帯や非農家世帯からくる女性である。このように、花き農家では、家族労働力を部門別に分業することで、施設園芸と水稻



第20図 旭市における施設作物の栽培暦(1995年)

資料: 聞き取り調査。

作の農業経営を維持している。

花き類の出荷方法には、市場集荷と個人出荷がある。市場集荷は、鉢物栽培農家の出荷方法であり、週に2～3回施設を訪れる卸売市場のトラックに販売する出荷形態である。市場集荷をするのは、東京都の大田区、足立区、江戸川区にある大規模な卸売市場のほか、浜松市、相模原市、仙台市などの遠方の卸売市場もある。個人出荷は、基本的に、農家個人が選果から出荷までの作業を行なう出荷形態である。ただし、卸売市場までの輸送は任意組合¹⁶や、数人の仲間で分担する場合もある。個人出荷の主な出荷先は、大田市場花き部をはじめとする東京都の中央・地方卸売市場である。また、農家番号3は、切花の一部を鉢子市の地方卸売市場まで自ら運搬して販売している。

(2) 花き園芸の先覚的農家

ここでは先覚的に花き園芸を導入した事例として、農家番号1と農家番号2を取り上げる。農家番号1は、1982年にシクラメンの鉢物栽培を開始し、農家番号2は、1987年にデルフィニウムの切花栽培を開始した(第19図)。これら2戸は、鉢物およびポット苗利用の切花という新しい形態の花き園芸を先



写真3 ビニルハウス内の切花栽培（1995年9月19日筆者撮影、千葉県旭市）

これはいちご用のビニルハウス内で栽培されるデルフィニウムである。1990年代の前半には、いちご栽培農家の間で切花栽培が盛んになった。

覚的に導入した農家である（写真4）。

農家番号1の所有耕地は、施設が46a、水田が180a、畑が55aである。農業労働力は、60歳代の世帯主夫婦と30歳代の後継者夫婦、および通年で雇用している3人のパートである。この農家における施設作物の変化に注目すると、施設園芸1代目の農業従事者（世帯主）は、1972年に冬春トマトの栽培をはじめ、1974年にいちご栽培に転換した。その男子後継者が、1982年に県立旭農業高校を卒業すると、野菜園芸用施設の一部を使用して、鉢物と観葉植物の栽培を試験的にはじめた。1代目の農業従事者は、1985年にミニトマト栽培に転換し、さらに、1990年からは施設園芸をやめて、水稲ととうもろこしの栽培に従事するようになった。

この花き農家の後継者が花き園芸をはじめた理由は、「花き園芸はイメージがよい」、「十分な収入があげられる」、「労働がきつくない」など複数あるが、最も大きな理由は「花が好きである」という本人の興味によるものであった。鉢



写真4 ガラスハウス内の鉢物栽培（1995年6月28日筆者撮影、千葉県旭市）

この農家は1982年にシクラメンの栽培を始めた。地区内では先覚的な花き園芸農家である。1990年代には、この農家の取りなしによっていちごから鉢物へ転換した農家があった。

物栽培を開始するにあたって後継者は、独学による試行錯誤に加えて、千葉県香取郡に本部のある鉢花生産者連絡会議^{†17}より、鉢物の栽培方法、資材の購入先、市場集荷などの出荷方法に関する情報を入手した。

この農家の鉢物栽培の成功は、地区内の野菜農家（農家番号4）が鉢物に転換する契機になった。農家番号4では、農業従事者が1人しかいなかったため、農作業の軽減と、企業的な農業経営を志向して、1991年にいちごから鉢物に転換した。この農家が鉢物を導入するにあたっては、集落内の先覚者である農家番号1より、栽培技術、資材の購入先、出荷方法などに関する情報を入手した。特に市場集荷に際しては、農家番号1からの紹介が大きかった。

次に、農家番号2の所有耕地は、施設が43a、水田が120a、畑が60a（不耕作地）である。農業労働力は、50歳代の世帯主夫婦と、20歳代の後継者夫婦である。この農家における施設作物の変化を見ると、施設園芸を導入した1代目の農業従事者（世帯主）は、1974年にきゅうりとメロン栽培を開始し、1986年にミニ

トマトに転換した。男子後継者は、県立旭農業高校を卒業した後、1987年に切花栽培を導入した。1代目の農業従事者は、1994年から後継者の切花栽培を手伝ったり、水稲作に従事するようになった。

この農家の後継者は、農業経営を継いでから旭市農協の青年会に入会した。そこで、花き園芸に転換した先覚的な生産者と出会ったことから、花き園芸をはじめめる決心をした。この農家の後継者は、切花の栽培をはじめめるに際して、種苗会社、資材業者、卸売市場から情報を入手した。

この農家ではポット苗を、種苗会社大手のサカタ、ミヨシ、第一園芸をはじめめとして、花き園芸へ新規参入したJTや、オランダの種苗会社から直接購入している。ただし、ミヨシと第一園芸のポット苗については、市内で花き農家が増加した1992年頃より、市内の農業資材業者を通して購入するようになった。出荷先の卸売市場は、切花栽培を導入した最初の数年間は、東京都渋谷区、世田谷区、日野市の地方卸売市場であった。1993年からは、より高額で販売できるという理由から、大田市場花き部を主な取引市場として。現在、この後継者が栽培している花き類は、デルフィニウムを中心として、スターチス、グロリオサなど他品目がある。さらに同じデルフィニウムでも、八重のクリアスプリングスや一重のベラドンナなど、多様な品種を栽培・試作している。

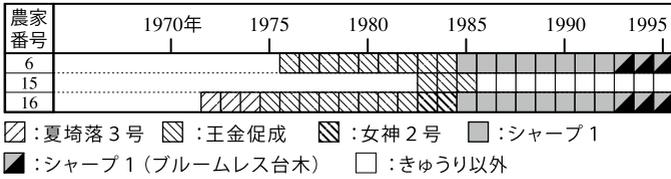
5.4.2 野菜園芸を継続する農家

(1) 品種と栽培技術の転換

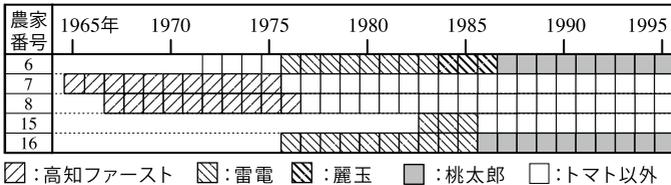
野菜農家の多くは、施設園芸産地の形成期に導入した施設野菜の栽培を続けているが、その品種は安定期においても次々と新しいものが導入されてきた。第21図は、野中地区における施設野菜の栽培品種の変化を示したものである。例えば、きゅうりの主要品種は王金促成からシャープ1に、トマトの品種は雷電から桃太郎に変化した。同様に、いちごの品種もまた、宝交早生から女峰と変化した。これらの品種は、従来品よりも収量は減少するものの、品質の良いというシャープ1や、甘味は落ちるが果肉が堅くて日もちがする女峰など、市場の需要に適したものであった。

これらの新しい品種の導入にともなって、栽培方法もまた新しい技術が導入された。例えば、きゅうりの仕立て方の場合、シャープ1の導入と同時に、

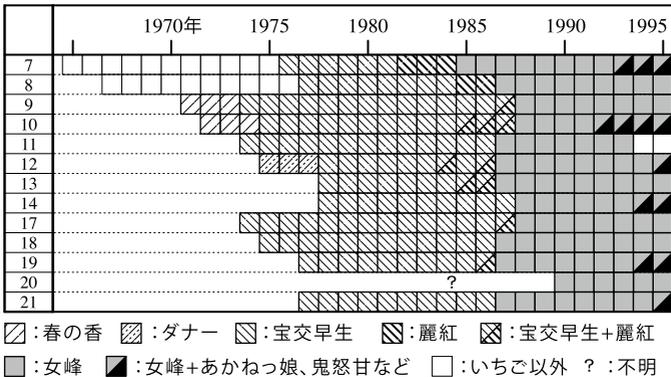
a. きゅうり



b. トマト



c. いちご



第21図 旭市野中地区における施設野菜の品種転換

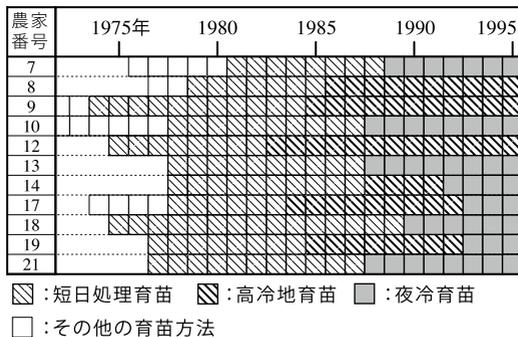
資料：聞き取り調査。

それまでの摘芯栽培に代わって「摘芯栽培+放任枝」^{†18}という技術が導入された。さらに近年では、台木がクロダネカボチャからブルームレス^{†19}になると同時に、かつて黒いぼきゅうりに使用されたつるおろし栽培が再び用いられるようになった。このような新しい栽培技術の導入に伴って、施設野菜の種苗にかかる費用は年々増加している。海匠農業改良普及センターによれば、10aあたりのきゅうり栽培にかかる種苗費は、1984年には2万7千円であったのが、1995年には5万9千円に増加した。同時に、種苗費が生産費全体に占める割合も、1%から5%へ上昇した。

いちご栽培もまた、新しい育苗方法が次々と導入されてきた。第22図はいちごの育苗方法の変化を示したものであるが、1980年代中頃までは、ほとんどのいちご栽培農家が短日処理育苗を採用していた。その後、1983年には6戸の農家が高冷地育苗^{†20}を導入し、さらに、1988年には夜冷育苗^{†21}が最初に導入された。夜冷育苗は、1995年にはさらに8戸のいちご栽培農家が導入しており、現在の主要な育苗方法になった(写真5、写真6)。高冷地育苗では、生産者自身が日光市の戦場ヶ原まで苗を運ばなければならないため、2トン程度のトラックを購入する必要がある。また、夜冷育苗に使用される夜冷庫の価格は、新品で約300万円、中古でも約100万円と高価である。そのため、夜冷育苗の導入時期には農家によって差があった。

次に、施設野菜の栽培暦を見ると、花き園芸と比較して野菜園芸の農作業は周年的に配分されている(第20図)。きゅうり栽培では、きゅうりの収穫期が12月上旬～翌年の6月下旬まで続き、その後に夏秋トマトの収穫が7月下旬～9月下旬まで続く。一方、いちご栽培では、7月上旬～9月中旬に、株分け、育苗、定植などの農作業がある。いちごの収穫期は、11月下旬～12月上旬に始まり、翌年の5月下旬～6月下旬に終わる。このような周年的な農作業をこなすために、野菜農家では、家族労働力を活用している。

野菜農家の家族労働力を見ると、35～59歳の農業従事者夫婦と60歳以上の高齢者夫婦というように、二世以上揃うことが多い。しかし、すべての家



第22図 旭市野中地区におけるいちごの育苗方法の変化

資料：聞き取り調査。



写真5 いちごの株分け作業（1995年7月12日筆者撮影、千葉県旭市）

ビニールハウスに隣接する苗床で株分けされたいちご苗は、戦場ヶ原にて山上げ育苗された後、9月中旬頃から定植される。

族労働力が主に施設園芸に従事していることは、花き農家と異なる点である。例えば、施設園芸をはじめた1代目とその後継者が同じ施設野菜栽培に従事していることや、収穫期においては、農外就労者や高齢者などの補助的な家族労働力もまた、収穫物の箱詰めやパック詰め作業を手伝うことなどである。特にいちご栽培では、収穫とパック詰め作業に熟練を要すること、また、きゅうり栽培では、冬でも温度30°C・湿度80%以上という厳しい労働環境などが、労働力の雇用を難しくしている^{†22}。

農業資材の費用は、毎年のように高騰している。例えば、約40aの施設できゅうりと夏秋トマトを栽培する農家番号6では、化学肥料のトミー液肥や、農薬のD-Dを毎年購入しているが、1シーズンのきゅうり栽培にかかる堆肥と農薬代は、それぞれ約25万円であった。海匠農業改良普及センターによれば、きゅうり栽培10aあたりの生産費（資材費と出荷経費）は、1984年度の281万円から、1993年度の395万円に増えている。特に肥料と農薬の価格上昇が著しく、1995年度における10aあたりのきゅうり栽培にかかる堆肥代は20万円、農薬



写真6 いちごの夜冷庫（1995年9月19日筆者撮影、千葉県旭市）

近景のいちご苗は、夜間になると奥にある夜冷庫に入れられる。冷房装置を備えた夜冷庫では、夜間温度を約16℃に保つことによって、いちごの花芽分化を促進する。

代は11万円であり、1984年度よりも、それぞれ12万円と7万円も増加した。

施設で栽培される野菜のほとんどが、旭市協の系統出荷で販売される。旭市においては、1994年に大規模な農協集出荷施設が完成し、一元集出荷体制が確立した。この集出荷場の建設事業においては、旭市農協が事業主体となって、総工費約20億円のうち、国庫補助金から7億2千万円、県の補助金から1億円、市の補助金から2億4千万円が負担された^{†23}。新しい集出荷場の敷地面積は1万4千m²と広く、大型の選別機、箱詰めロボット、自動荷造り機などにより集出荷の自動化が進み、農家は出荷の労力を軽減することができるようになった。

野菜類の出荷先については、安定期においても大きな変化は見られない。旭市農協によれば、1994年時点の施設野菜の出荷先は、北海道、東北、関東地方の24の地方・中央卸売市場であった。共選共販で出荷されるのはきゅうり、夏秋トマト、ミニトマトである。主な出荷先は、築地、大田、板橋、北足立な

どの東京都の大規模な中央卸売市場であり、全体の6～8割を占める。それに対して、いちごは個選共販で出荷され、千葉県内にある6つの地方卸売市場でほぼすべてが販売される。

(2) 新品種導入の先覚的農家

きゅうりや夏秋トマトなど、系統出荷される野菜類の品種は、農家によって導入時期に大差がない。したがって、ここでは毎年新しい品種を試作している農家番号6を先覚的な例として取り上げる。農家番号6の所有耕地は、施設が36a、水田が130a、畑(とうもろこし)が30aである。農業労働力は、50歳代の世帯主夫婦と、20歳代の後継者夫婦である。施設園芸1代目の農業従事者(世帯主)は、1970年にきゅうりの栽培を導入し、1976年からきゅうりと夏秋トマトを組み合わせるようになった。

この農家の後継者は、毎年2～3種類の新しい品種を試験的に栽培している。彼は、新しい品種の種子を複数の種苗会社から直接購入している。彼が意欲的に新しい品種の栽培に取り組んでいることから、旭市農協ではこの農家に新品種の試作を依頼するようになった。そのような新品種の一つが、旭市農協出荷部会の出荷奨励品種として指定されれば、それが旭市全体の野菜農家に普及することになる。

この農家の後継者は、東金市にある千葉県農業大学校を卒業した後、1991年に就農した。最初は、両親と同じきゅうりと夏秋トマトの栽培に従事した。その後、農業大学校で学んだ施設野菜の栽培技術を活かして、様々な品種を試作するようになった。

(3) 一時的に切花を導入した農家

ここで、一時的に花き園芸を導入した6戸の農家の動向に注目する(第19図、農家番号16～21)。これらの農家は、きゅうりと夏秋トマトを栽培する農家番号16を除いて、いずれもいちごを栽培している。農家番号16では、1982年から1989年にかけて、施設面積の約7分の1を割り当てて、ストレチアを栽培していた。この農家では、施設野菜の収入を補助する作物として一時的に切り花を栽培していた。

一方、農家番号17～21では、1990年代の初頭にトルコギキョウやスナップなどの新しい切花を導入した。これらの農家が、切花を導入した理由は、連作障害によって、いちごの炭素病が流行したこと、および当時の切花の販売価格が高かったことにあった。切花は市内の資材業者からポット苗を購入することで1～2か月で収穫できるため、いちご苗が炭素病で全滅してからでも切花の導入は可能であった。また、1991年頃の切花の粗収入は、施設1坪(3.3m²)あたり約1万円であり、同じ面積で栽培されるいちごの粗収入とほぼ同じであった。これらのいちご栽培農家は、栽培技術や出荷方法などに関する情報を、近隣の先覚的な切花栽培農家からではなく、旭市農協や農業資材業者から入手した。

これらのいちご栽培農家が、切花栽培を数年でやめた理由は、切花の販売価格が下がったこと、施肥などの栽培方法に慣れず、高品質の切花を生産できなかったこと、新しいいちご苗を購入することで炭素病を防げたことにある。また、これら一時的に切花を導入した農家の出荷形態は、自ら市場を開拓せず、最初から旭市農協の個選共販で販売した。これらの農家は、旭市農協とのつながりを重視しており、切花の経営がうまくいかない場合には、直ちにいちご栽培に戻ることが可能な選択をした。

5.5 第5章のまとめ

本章では、最もエネルギー効率が低い施設園芸の産地の事例として、千葉県旭市を取り上げた。旭市では、第2次世界大戦後、水稻・麦類・かんしょの栽培が盛んになったが、経済の高度成長期に入ると、野菜類の栽培が拡大した。野菜類は当初は露地で栽培されていたが、市場価格の高い冬季に出荷するために、ビニールハウスを利用した施設園芸が徐々に増加した。本章では、千葉県旭市における作物生産がいかに維持されてきたか、そのメカニズムを個々の農家における革新技術の導入過程に注目して解明した。また、産地の変化に伴うエネルギー効率の変化を示した。結果の概要は、以下のようにまとめることができる。

- (1) 旭市における作物生産のエネルギー効率は、水稻・麦類・かんしょの

栽培に特徴づけられる1960年代には、高位効率に区分されていた。1960年代と1970年代を通して、施設作物の面積が増加し、かんしょと麦類の面積が減少した。それに伴って、地域的な作物生産のエネルギー効率は極低位効率まで大幅に低下した。1980年代後半以降もエネルギー効率は極低位効率のまま推移している。

(2) 旭市における施設園芸の発展過程は、1964年にビニールハウスに暖房機が導入されてから、1982年に施設園芸団地が建設されるまでを、産地の形成期と確定できる。形成期においては、革新技術の導入、共同出荷体制の確立、農業政策の受け入れを通して、施設型の野菜産地が形成された。1983年以降は、農家数と面積が定常的な状態になることから、施設園芸産地の安定期と言えることができる。安定期においては、1985年頃からミニトマト、1990年頃からは切花などの新しい作物が栽培されるようになった。

(3) 安定期において花き園芸に転換した一部の農家では、ポット苗や資材を農企業や資材業者から購入したり、花き類を個人出荷するなどして、生産者と農企業、資材業者や卸売市場との個人的な関係を強くした。一方、施設野菜の栽培を継続する多くの野菜農家でも、新しい品種や栽培技術を次々と導入するようになった。また、農協による大規模な出荷施設の建設など、政策の補助によって出荷体制も拡充された。

(4) 安定期において新しい品種や技術を先覚的に導入したのは、施設園芸2代目の男子後継者であった。彼らは、旭市外部の先覚的な生産者グループ、種苗会社、卸売市場など、広域的な範囲から情報を収集している。このような地域リーダーが革新的な技術を絶え間なく導入することによって、園芸農業の産地が維持されてきた。また、今後の産地維持の課題として、老朽化した施設の更新、切花の価格変動への対策、農業従者の高齢化に対応した新しい技術の導入が必要であると考えられる。

注

- 1) 現地調査は1995年の3～12月に実施した。その際、施設園芸農家をはじめとして、千葉県農林部園芸課、関東農政局千葉統計情報事務所、旭市役所農水産課、海匠農業改良普及センター、旭市農業協同組合への聞き取り調査、および、景観観察と土地利用調査を重視した。
- 2) 作物生産の投入・産出エネルギー比のデータは、1960年については1970年の算定値を便宜的に適用した。麦類には、陸稲とその他の雑穀を含めた。1970年代に広い面積を占めた工芸作物は、らっかせいである。しかし、農林業センサスにはらっかせいの面積は記載されていないため、エネルギー効率の算定から除外した。ただし、工芸作物が市町村の耕地面積に占める割合は大きいことがあるため、修正ウィーバー法の分析には工芸作物を含めることにした。
- 3) 農林業センサスによると、1960年の旭市における麦類の収量は、大麦が6,028kgであり、小麦が5,372kgであった。また、1950年においては、旭市域の1町4村(旭町、富浦村、矢指村、共和村、豊畑村)を合計して、大麦が4,715kg、小麦が4,700kgであった。
- 4) 静岡型ハウスは、静岡型ハウス研究所によって開発された。このハウスには、耐風のために、妻側と側面に1m程度のドーム型の張り出しが付いているのが特徴である。旭市ではじめて導入されたものは間口が4.5m程度と小型のものであった。
- 5) ここでは、海匠農業改良普及所(1991)にしたがって、旭市農協が暖房機の販売をはじめた1964年を暖房機の導入年とした。それ以前にビニールハウスを導入した農家もあったと予想されるが、農家への聞き取り調査からは、それ以前に導入された事例は確認できなかった。
- 6) 本研究で使用する作物の品種の名称は、旭市農協と海匠農業改良普及センターで使用されているものに統一した。
- 7) 旭市の資料によると、1995年点における施設きゅうりの販売額は約400万円/10aに達するが、これは水稲の28倍であった。また、旭市における施設園芸農家が所有する畑地の面積は約50aにすぎない。このような狭小な畑を活用して、農家の農業経営と家庭を維持するためには、ビニールハウスと暖房機を導入した集約的な野菜生産は最善の選択であったと言える。
- 8) 当時、旭市農協には櫻鳴、共和、中央、富浦、豊畠、矢指の6つの支所があり、支所ごとに共選共販を実施していた。きゅうりの場合、1967年に最初に共選共販を最初にはじめたのは共和支所であった。すべての集出荷所で共選共販の体制が整備されたのは1975年のことであった。
- 9) つるおろし栽培は、親ずる1本仕立てとも呼ばれる。この下手法は、主枝(親ずる)を摘芯しないで13～14枚の葉を残し、収穫がすすむにしたがって成長点を下ろしていく方法である。一方、摘芯栽培とは、主枝を20節前後で摘芯し、側枝の雌花から収穫する仕立

- て方である。雌花着生数が多くなるのは後者であるが、側枝の発生が多い品種でなければ、この栽培方法の適用が難しい。
- 10) 短日処理育苗は、8月下旬から20日間ビニールハウスを遮光し、短日の日照条件下でいちご苗の花芽分化を促進する育苗方法である。短日処理育苗の収穫時期は、12月上旬から始まる。
 - 11) 施設園芸集中管理モデル団地設置事業は、翌年の1972年度には一宮町において実施された(千葉県野菜園芸発達史編さん会、1985)。
 - 12) 正確には、旭市を含めた海匠地域(旭市、飯岡町、干潟町、八日市場市)として指定された。国から産地に指定されるためには、該当品目の生産面積が25ha以上と広いことだけでなく、その50%以上が該当市場である京浜地域の市場に共同販売されなければならない。なお、海匠地域では、1966年には冬春トマトが同様の産地指定を受けている。
 - 13) 土地利用図に示した面積は、マッキントッシュコンピューター上でパブリックドメインソフトのNHImageを用いて計測したものである。したがって、傾斜は考慮されていない。野中地区はほぼ平坦な地形であり、海拔高度はおよそ5~8mの範囲内にある。土地利用図のデジタル化と面積測定の方法に関しては、仁平(2001)によって解説されている。
 - 14) かつて千葉県立旭農業高等学校の卒業式の日には、何台もの外国製の高級自動車が進んだという。これは、卒業する学生が運転してきたものであり、彼らに施設園芸を継いでもらうために、親が買い与えたものであった。このことは、1970・1980年代において施設園芸が高い収益性をもたらした話題として語られている。
 - 15) ここでいう不耕作地とは、聞き取り調査の結果より、今後作付する意志の有無に関わらず、作付を行っていない耕地とした。また、現地観察からは、かつては水田または畑として利用された形跡があるものの、現在は手入れがなされていない耕地とした。したがって、本研究でいう不耕作農地には、農業センサスでいう不耕作農地と耕作放棄地が含まれることになる。なお、施設園芸への労働力の集中に伴って不耕作農地が形成されていく過程については、森本(1991)が茨城県波崎町の事例により解明している。
 - 16) 切花を栽培する農家を中心に組織されている任意組合「共栄花き研究会」のことである。この組合の構成員は旭市内に28名、周辺市町に20名ある。この組合に加入している農家はすべて、青色申告を利用し、独立採算の経営を行なっている。野中地区では、農家番号2と5がこの組合に加入している。
 - 17) 現在の名称は香取鉢花組合といい、シクラメン栽培農家を中心とする15名の施設園芸農家によって構成される。これらの農家はすべて香取地区内に点在する。この組合が結成されたのは1970年頃であった。
 - 18) 摘芯栽培+放任枝は、厳寒期における草勢維持のために、放任枝(力枝)を確保する仕立て方である。王金促成よりも草勢が落ちるシャープ1に適した仕立て方であった。
 - 19) ブルームレス台木とは、きゅうり栽培に使用されるカボチャ系の台木のことである。こ

の台木にシャープ1を次ぐことによって、果実表面にブルーム（白粉）の発生を少なくさせることができる。

- 20) 高冷地育苗は、標高約1,100mの栃木県日光市の戦場ヶ原に山上げして、低温の気温条件下でいちご苗の花芽分化を促進する育苗方法である。山上げ栽培とも呼ばれる。収穫は短日夜処理育苗よりも約1週間早い11月中旬～下旬から始まる。
- 21) 夜冷育苗は、低温の条件下およびN中断（窒素中断）によっていちごの苗の花芽分化を促進する育苗方法である。夜冷期間は8月中旬から20日間である。夜冷育苗では、苗を夜冷库に入れて夜間温度を約16°Cに保つことによって、花芽分化を促進する。夜冷育苗の収穫時期は、山上げ栽培よりもやや早い11月上旬から中旬に始まる。
- 22) 施設園芸の労働時間について、ビニールハウス内に設置されたカーテンの自動開閉装置や無人防除装置の導入など、農作業の自動化の技術開発が進んでいるため、単位面積あたりの労働時間は年々少なくなっている。海匠農業改良普及センターによると、旭市におけるきゅうり栽培10aあたりの労働時間は、1984年度に1,772時間であったのが、1993年度には1,148時間までに減少した。
- 23) この集出荷場の建設に使用された補助金の事業名は、平成5年度先進的農業生産総合推進対策事業・平成5年度農業農村活性化農業構造改善事業である。また、集出荷場の正式な施設名は、旭市農業協同組合野菜集出荷貯蔵施設「JA旭市フレッシュグリーン」である。

文献

- 赤川泰司 (1971): 九十九里浜平野における施設園芸 (第1報) — 一宮町平野部の地域的特色と実態 —. 地理学評論, **44**, 254-270.
- 荒木一視 (1993): 和歌山県南部川村における梅生産・加工の展開. 経済地理学年報, **39**, 155-173.
- 伊藤貴啓 (1993a): 愛知県豊橋市におけるつま物栽培の地域的性格. 地理学評論, **66A**, 303-326.
- 伊藤貴啓 (1993b): 愛知県豊橋市におけるつま物栽培地域の形成. 地学雑誌, **102**, 28-49.
- 海匠農業改良普及所 (1991): 『地域農業の変遷と普及活動のあゆみ』海匠農業改良普及所, 186p.
- 川久保篤志 (1993): 市場構造の変貌とみかん産地の盛衰. 経済地理学年報, **39**, 277-296.
- 菊池利夫 (1982): 『房総半島』大明堂, 248p.
- 斎藤 功 (1995): 東京北郊における鉢物花卉栽培の持続的発展 — 鴻巣市寺谷を事例として —. 人文地理学研究, **19**, 1-20.
- 坂本英夫 (1972): 高知県の輸送園芸と産地間競争. 山形大学紀要 (社会科学), **4**, 555-594.
- 竹内常行 (1975): 九十九里平野, 特に椿の海干拓地の島畑景観について. 地理学評論, **48**, 445-458.

- 田林 明 (1994): 黒部川扇状地におけるチューリップ球根栽培の分布変化. 地理学評論, **67A**, 437-460.
- 千葉県野菜園芸発達史編さん会 (1985): 『千葉県野菜園芸発達史』千葉県野菜園芸発達史編さん会, 1118p.
- 仁平尊明 (2001): 描画ソフトを用いた土地利用図の作成と分析. GIS — 理論と応用, **9**, 53-60.
- 林 秀司 (1994): 栃木県におけるイチゴの新品種「女峰」の普及過程. 地理学評論, **67A**, 619-637.
- 古川 力 (1969): 変貌する九十九里浜平野. 房総地理, **20**, 78-98.
- 松井貞雄 (1967): 渥美半島における温室園芸の地域形成と地域分化. 地理学評論, **40**, 409-425.
- 松井貞雄 (1978): 『日本の温室園芸地域』大明堂, 308p.
- 松井貞雄 (1979): 高知施設園芸地域の地域的变化. 地理学評論, **52**, 66-82.
- 松井貞雄 (1991): キクの周年栽培による渥美施設園芸地域の地域分化の崩壊. 地理学報告, **72**, 1-15.
- 森本健弘 (1991): 茨城県波崎町における集約的農業の発展に伴う不耕作農地の形成. 地理学評論, **64A**, 613-636.
- 大和英成 (1957): 千葉県九十九里平野北部の農業地理学的研究 — 天水田地域における農業について —. 駒澤大学研究紀要, **15**, 184-203.
- 山野明男 (1983): 千葉県における農作物の立地移動. 駒澤大学大学院地理学研究, **13**, 19-32.
- 弓削 正 (1966): 一宮町を中心としたビニールハウス栽培. 房総研究, **4**, 14-27.
- ルーミス, R. S. ・ コナー, D. J. 共著, 堀江 武 ・ 高見晋一監訳 (1995): 『食料生産の生態学 — 環境問題の克服と持続的農業に向けて — I 農業システムと作物』農林統計協会, 180p.
- Bowler, I. (1992): The industrialization of agriculture. In *The geography of agriculture in developed market economies*, ed. I. R. Bowler, 7-31. England, Longman.
- Edwards, C. (1992): Changing farm enterprises. In *The geography of agriculture in developed market economies*, ed. I. R. Bowler, 109-133. England, Longman.
- Ilbery, B. W. (1985): *Agricultural geography: a social and economic analysis*. New York: Oxford University Press.

第6章

露地野菜

—長野県真田町菅平における高冷地野菜—

6.1 はじめに

6.1.1 目的

農業は自然を相手にする産業であるため、高冷地における低い気温は、農業にとって不利な条件になることもある。しかし実際には、低地の産地とは季節をずらして農産物を出荷できたり、冷涼な気候に適した作物を栽培できるなどの利点があり、各地の高冷地で特色ある農業が見られる。

高冷地・準高冷地^{†1}の気候を活かした農業では、野菜や果樹、花き類などの園芸作物が主に栽培されてきた。例えば、長野県菅平の露地野菜（山本ほか，1975, 1981）、嬭恋村のキャベツ（丸山，1991）、松本盆地のりんごと切花（大森，2001; 仁平，1995）、南信地方の切花（両角，2000; 小澤，1998）、ブナ帯の夏だいいこん（斎藤，1982）などの産地と作物を対象として、農業地理学の研究が蓄積されてきた。

これらの園芸作物の産地の中でも、本研究で対象とする真田町菅平は、特に地域的な個性が強い場所である（山本ほか，1975）。まず、前述のほとんどの産地よりも海拔が高い場所（1,250m以上）で農業が行われており、典型的な高冷地野菜の産地を形成している。冷涼な気候条件^{†2}のため、水稻の栽培はほぼ不可能であり、露地野菜の栽培に特化した農業が長期間続けられてきた。また、菅平は観光地としても有名であり、冬季のスキーに加えて、最近では夏季のスポーツ合宿が盛んになった。

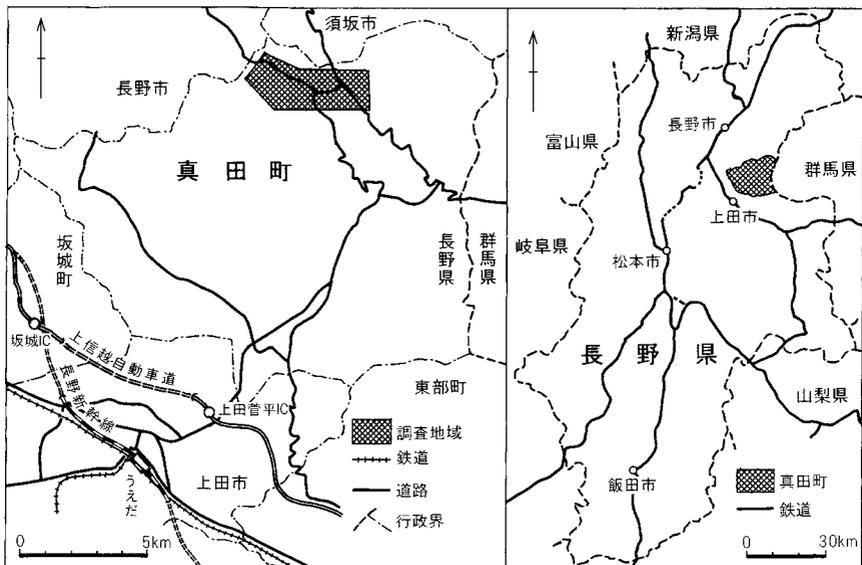
近年の観光業の変化や他産地との競合の中で、菅平における作物産地がいかに維持されているかを解明することは農業地理学の重要な課題である。本章で

は、真田町菅平における作物産地がいかに維持されてきたかを、農業の発展過程、および、土地利用や農家の労働力などの農業を支える地域的な基盤に注目して解明することを目的とする^{†3}。

6.1.2 研究対象地域とエネルギー効率

第23図に示すように、研究対象地域とする菅平は、行政区分では小県郡真田町(2006年より上田市)に属する。菅平は、根子岳(2,207m)と四阿山(2,354m)の南西向き斜面に広がる高原状の地域と、西部の大松山(1,649m)の北東斜面、およびその間に広がる盆地状の湿原の地域からなり、その一部は上信越高原国立公園にも指定されている。近年では菅平周辺の交通網の整備が進んでいる。1996年には上信越自動車道・上田菅平インターチェンジが開通し、1997年には長野新幹線も開通した。東京から菅平までの所要時間は2時間弱となったため、日帰りで菅平を訪れる観光客の数も増加している(新藤ほか,2003)。

菅平の主な産業は、農業と観光業である。真田町による2000年農林業センサスの集計結果によると、菅平における農業従事者数は525人であり、そのう



第23図 長野県真田町菅平の位置

ち65歳以上の高齢者は22%にすぎなかった。また、菅平において販売目的で作付けされた作物のべ作付面積は224haであり、そのうち99%が野菜であった。野菜のなかでもレタスは、長野県下では川上村と並ぶ大産地である。菅平における耕地は、海拔1,245～1,400mの範囲に分布する。海拔が最も低い耕地は、菅平湿原の東端にある菅平高原自然館の付近に位置し、最も高い耕地は、大松山スキー場のリフトの下に位置する。

第24図は、菅平を含む真田町における作物の栽培面積と、地域的な作物生産のエネルギー効率の変化を示したものである^{†4}。1960年代の真田町における作物生産のエネルギー効率は中位効率に相当した。1965年時点における露地野菜の栽培面積は372haであり、すでに第一位の作物となっていた。また、中位効率作物の栽培面積も広く、水稻が324ha、麦類（小麦と大麦）が130ha、豆類が114haを占めた。修正ウィーバー法による作物結合タイプも、これら4作物によって代表された。

真田町における作物生産のエネルギー効率は、1970年代以降、低位効率のまままで推移する。露地野菜の面積は、1975年に568haまで増加したが、それ以降は漸減傾向となる。麦類と豆類の面積は、1960年代に大幅に減少し、水稻は1980年代と1990年代にかけて減少した。全ての作物の面積は2000年に369haまで減少したが、これは1960年の4分の1である。作物結合タイプも、2000年には露地野菜の単作を示すVとなった。

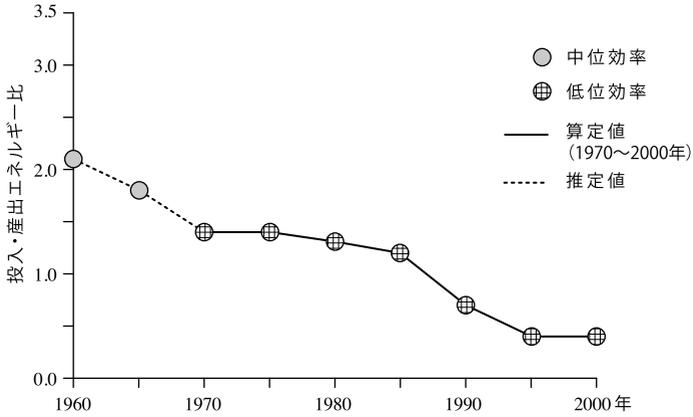
6.2 菅平における作物生産の展開

6.2.1 栽培作物の変化

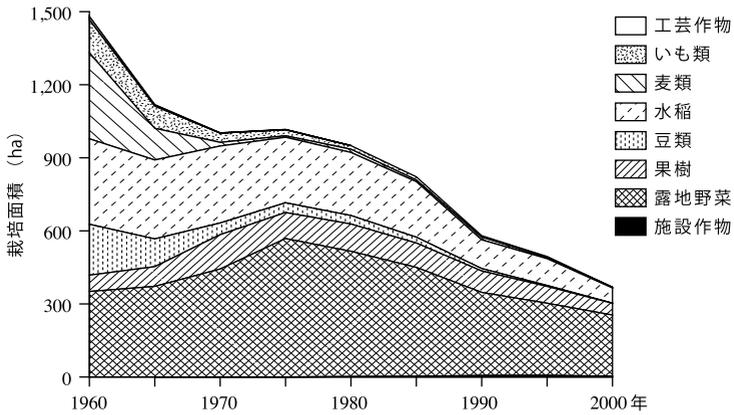
(1) 葉草・養蚕の時代（1850年代～1910年代）

菅平においてはじめて農業を試みたのは、松代藩主真田信之に預けられていた加藤丹後守道句であり、1617（元和3）年のことであった（大平，1929）。その後、上高井郡保科村や小県郡洗馬、曲尾村の有志による開墾が行われたが、いずれも失敗に終わった。はじめての定住者は、上水内郡鬼無里村から現在の東組に移住した下平・纒沢（ぬたさわ）の2戸であり、1843（天保14）年のことであった。

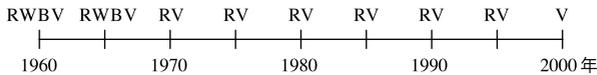
a. エネルギー効率



b. 栽培面積の変化



c. 作物結合タイプ



※作物の結合タイプは土井の修正ウィーバー法で算定した。

作物結合タイプを示す略字は次のとおり: R 水稻, W 麦類, B 豆類, V 露地野菜。

第 24 図 長野県真田町における作物生産のエネルギー効率と作物の栽培面積の変化

資料: 第 8 表, 農林業センサス。

菅平の本格的な開墾は、1850（嘉永3）年に上田藩が薬草栽培のために実地調査を行ったことから始まった（小泉 1964）。1855（安政3）年の「菅平墾地之圖」によると、19戸の入植農家が7か所の耕地で、人参、かんぞう（甘草）、しゃくやく（芍薬）、だいおう（大黄）などの薬草を栽培していた。なかでも12戸の開拓農家が集まる現在の中組付近には、人参・3200坪・8人寄合、人参・2000坪・8人寄合と記される大きな圃場もあった。当時、すでに松代藩では甘草を大阪で販売して大きな利益を得ていたことから、上田藩でも薬草を特産物にしようとしたのである。

1871（明治4）年の廃藩に伴って、上田藩では、授産事業として藩士に「登菅開拓」を奨励した。これに応じた藩士は相当数あり、永住の決意で瓦葺きの家を造った者もあったが、農業の経験がなかったことからいずれも失敗して下山したという（小泉, 1964）。その後、12戸の開拓農家（人口50～60）が入植し、官有林を開墾して畑を拡大し、ばれいしょ、そば、粟を自給的に栽培するようになった。さらに、1897（明治30）年頃になると、養蚕業が導入された。冷涼で湿度が低いという菅平の気候条件により、蚕の病気の発生が少なくなるため、養蚕ばかりでなく、蚕種も菅平に急速に普及した。明治後期から大正期にかけて長野県では養蚕と製糸業が発展したが、菅平を含めた上田地方は、全国有数の蚕種の産地として知られるようになった。

（2）種子用ばれいしょの時代（1920年代～1950年代前半）

菅平における種子用ばれいしょの栽培は、1921（大正10）年に始まった。1924（大正13）年には、長野県の採種地に指定されたことを契機に栽培面積が拡大した。当事の菅平における作物栽培を報告した田中（1930）によると、作物の種類は、えん麦、小豆、えんどう、ばれいしょ、キャベツ（甘藍）、にんじん、だいこん、うど、グーズベリー、そば、ごぼう、とうもろこし、なたね、その他の豆類であった。ばれいしょは最良質の種芋が生産され、長野県を中心に全量が販売された。ばれいしょの親芋は札幌から取り寄せたものであり、一頭曳きのプラウで耕起された畑で栽培されていた^{†5}。

1929（昭和4）年に世界恐慌が起こり、1939（昭和14）年には合成繊維が発明されたことにより、繭価格が低迷してくると、菅平の養蚕と蚕種は衰退して

いった。それらの産業に代わって、主な商品作物になったのが種子用ばれいしょであった。高野(1972)によると、第2次世界大戦中と戦後は、食糧増産のために種子用ばれいしょの需要が急増し、菅平のほとんどの耕地で種子用ばれいしょが栽培された。第2次世界対戦直後には、ばれいしょは1俵で水稻7.5升もの率で換算された。当時は引揚者による入植があったため、菅平の農家は戸数200、人口1,000に増加していたという^{†6}。

(3) 露地野菜の時代(1950年代後半以降)

菅平において販売用の露地野菜栽培が始まったのは、キャベツが1916(大正5)年、はくさいが1929(昭和4)年のことであった。1934年にはすでに野菜のトラックによる出荷も始まっていた(信州地理科学研究会,1973)。しかし、第2次世界大戦以前は、野菜の栽培面積と出荷額は少なく、露地野菜栽培は萌芽期にあったと言える。

露地野菜の栽培が増加したのは、高度経済成長が始まった1950年代中期以降のことである。当事、菅平の作物は、種子用ばれいしょと露地野菜に二極化していた^{†7}。これ以降、種子用ばれいしょは、連作障害による病気の発生や、価格低下の影響により、栽培面積が徐々に低下した。1973年になると種子用ばれいしょはほとんど栽培されなくなり、畑作物は露地野菜に特化した(山本ほか,1975)。

ばれいしょに代わって栽培されるようになった露地野菜の種類は、キャベツ、はくさい、にんじんなどの葉菜と根菜であった。さらに、1960年の後期以降は、レタスの栽培面積が急増した。日本でレタスの需要が生まれたのは占領軍のアメリカ人によると言われるが、経済の高度成長期以降、食文化の西洋化にともなってレタスを食べる習慣が一般化し、レタスの需要も増加したのである。

このように露地野菜栽培が拡大した背景には、産地指定などの県と国による補助があった。菅平はすでに1947年に国と県の野菜産地に指定されていた(大橋,2002)。その後も、1966年にはくさいとキャベツ、1967年ににんじん、1969年にレタスというように、個別の野菜が国の産地に指定されていった。第5節で詳述するように、産地に指定された場合、当該品目の市場価格が基準

よりも下がると、価格補償が適用されるようになる。

6.2.2 露地野菜の輪作体系の変化

(1) 3・3・3方式(1960年代後半～1980年代前半)

1960年代後半から1980年代前半にかけて栽培された主な露地野菜は、レタス、にんじん、はくさい、キャベツであった。個々の農家では、レタス、にんじん、はくさい(またはキャベツ)の3品目に対して、圃場を約3割ずつ割りあて、残りを休閑地や他の作物栽培に利用した。そのため、菅平の露地野菜栽培の輪作体系は、3・3・3方式と呼ばれるようになった。3・3・3方式による多品目栽培の目的は、各作物の価格変動からくる収入の不安定を解消すること、および、連作障害^{†8}を回避することであった。当時の露地野菜栽培の栽培暦を見ると、これらの4つの露地野菜の収穫時期は夏季に集中していた(山本ほか, 1981)。当時の3・3・3方式の輪作には、収穫のためには農業労働力を集中させる必要があり、現在のような露地野菜の二期作は行われていなかった。

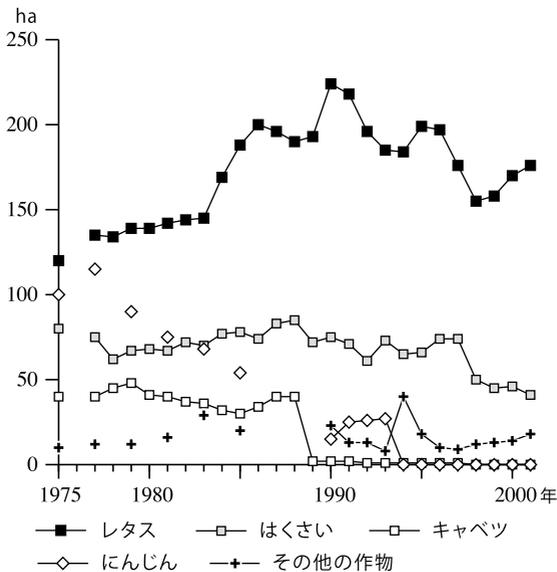
また、加藤(1991)の報告によると、1977年当時、菅平において露地野菜を栽培する農家の平均的な経営面積は3.9haであった。このような経営から得られる売上げは、レタスが2.3haで605万円、はくさいが1.2haで330万円、にんじんが40aで140万円、合計1,075万円に達したという。厚生労働省の「賃金構造基本統計調査」によると、当時の大学卒業者の初任給が平均して10万1千円であった。菅平の農家は、3・3・3方式による多品目露地野菜栽培により、大きな売上げを得ていたのである。にんじんは、1975年頃の市場価格が特に高く、農家からは赤いダイヤと呼ばれるほど高い評価を得ていた。

さらに、1970年代には野菜の集出荷体制が拡充された。具体的には、(1)1967年より野菜指定産地事業資金と生産出荷近代資金により、集出荷施設と共同選別施設が建設されたこと、(2)同じ時期に、野菜の梱包が木箱からダンボール箱に変化したこと、(3)輸送方法がトラックと鉄道の併用からトラックだけ変化したこと、また、(4)1978年に真空式予冷施設が建設されたことなどである。

(2) 3対1方式(1980年代後半以降)

菅平で栽培される作物は、1980年代中期になるとレタスへと特化し、3・3・3方式による露地野菜輪作の土地利用は見られなくなった。第25図に示すように、1970年代には、レタス、にんじん、はくさいとキャベツがそれぞれ100～130haずつ栽培されるようになった。1990年代になると、レタスが150～180haと増加し、はくさいが40～60haと減少した。さらに、そのほかの作物として、グリーンリーフ、サニーレタス、ロメインレタスなどの葉菜が増加した。このように、レタスとはくさいの栽培面積の比率に注目すると、現在の露地野菜栽培は3対1方式といえることができる。このような比率になったのは、1年目がレタス・レタス、2年目がレタス・はくさいという2年4作の輪作体系が普及したためである。

キャベツは孺恋村などの競合する産地の台頭と市場価格の低迷により、1989年からほとんど栽培されなくなった。にんじんも同様の理由により、1994年から栽培されなくなった。石井(1984b)は、3・3・3方式が崩壊した理由とし



第25図 長野県真田町菅平における作物の栽培面積の推移

資料：真田町およびJA信州うえだ菅平支所。

て、観光業の発達によって、農業収入の安定化への関心が低下したことに一因があると述べている。

レタスの比率が高まった理由として、泰泉寺ほか(1999)は、市場でのレタスの需要が高まったことと、レタス栽培が菅平の気候条件に適していることを指摘した。すなわち、菅平では、最暖月の平均気温が20度と低く、夏季の降水量が100～140mm/月と少なく、さらに、夏季の日照時間が120～160時間/月と多いことが、タコ足球やタケノコ球といったレタスの病害の発生を少なくさせる。このような市場価格の低迷や気候条件以外にも、3・3・3方式の時代に培った施肥の技術や新しい農薬や農業資材の導入など、栽培技術面の進歩も、レタスの連作を可能にした大きな要因になっていると考えられる。特に、土壌燻蒸剤のD-Dの普及によって、線虫による露地野菜の連作障害が少なくなった^{†9}。

6.3 今日の露地野菜栽培を支える基盤

6.3.1 作物と土地利用

(1) 露地野菜の栽培景観

写真7は、6月下旬に撮影したレタス畑である。この時期、菅平で栽培される作物のほとんどがレタスであり、盆地状の地形とも相まって文字どおりのサラダボウル状の景観が見られる。レタスは、4月上旬から7月下旬にかけて播種され、7月上旬から9月下旬にかけて収穫される。前述のように、ほとんどのレタス栽培農家は、レタスの二期作とレタス・はくさいの二毛作を組み合わせた農業経営を行っている。7月上旬以降になると、それまでレタスが栽培されていた圃場の約4分の1にはくさいが植えられる。

最も手前に栽培されているのが従来のレタスであり、その奥に栽培されているのが、新しい品種のグリーンリーフである。グリーンリーフは、葉の縮れが少なく、濃い黄緑色をしており、結球しないことに特徴がある。また、写真の左側には、ラグビーとサッカーの兼用グラウンドがある。夏季のスポーツ合宿最盛期には、球技のボールが農地に飛んでくることもある。また、グラウンドの手前には、整地に使用されたブルドーザーが放棄されている^{†10}。



写真7 レタスの栽培景観（2002年6月24日筆者撮影、長野県菅平）

奥の圃場や遠景の山麓に見える白い部分は、被覆用のマルチ（農業用マルチフィルム）である。菅平において露地野菜用のマルチが最初に導入されたのは1970年代中頃であり、農家に普及したのは1980年頃であった。マルチの普及によって、それまで本圃へ直接播種していたのが、苗床に播種してから移植する方法に変化した。また、除草や間引きなどの管理が少なくなったこと、本圃で作付けできる期間が長くなり、天候に左右されない移植・活着が可能になったことなどの利点もある。しかし、マルチの普及によってレタスが供給過剰になり、価格が低下したという負の側面もある（富澤, 1999）。

写真8は、マルチで栽培されているイタリアンパセリの圃場である。イタリアンパセリなどのハーブ類、および、サニーレタス、ロメインレタス、エンダイブなどの洋菜もまた、菅平の新しい露地野菜である。サニーレタスは赤紫色で葉が縮れており、従来のレタスのように結球しない。ロメインレタスは紡錘型に半結球し、葉の皺は少ない。エンダイブはレタスよりも葉の縮れが多く、結球しない。これらの野菜は、セリ科のイタリアンパセリを除いて、レタスと同じキク科である。現在では、土壌消毒技術の進歩により、同じ科の作物を連作しても収量にさほど影響しなくなった^{†11}。



写真 8 ハーブ栽培の景観（2002年6月28日筆者撮影、長野県菅平）

写真9は、農家の敷地内にある育苗ハウスで発芽したレタスとサニーレタスの苗である。これらは、6月下旬に定植され、その65日後（8月下旬）に収穫される。レタスの種子は、ペーパーポットに播種されてから3日後に発芽する。レタスの種子はケイ酸化合物などの肥料でコーティングされたコート種子であり、その価格は5,000粒入りのケースで7,000～8,000円である。レタスの種子の直径は1mm程度と非常に小さいが、コーティングすることで3mm程度の大きさになり、播種作業が行いやすくなる。播種から7日が経過した苗は、マルチをバーナーで焼いた丸い穴のなかに定植される。苗は、畝間が42cm、株間が25cmで定植される。したがって10aの圃場では、約9,300もの苗が必要になる。

(2) 耕地の3類型

第26図は、菅平東部の土地利用を示したものである。海拔は、図幅の西端にある菅平湿原で約1250mであり、東端にある筑波大学菅平実験センター^{†12}



写真9 レタスの苗床 (2002年6月26日筆者撮影、長野県菅平)

で約1,320mである。土地利用調査を実施したのは2002年6月24～26日であった。土地利用の特徴は、耕地とグラウンドが混在すること、また、耕地のほとんどがレタス畑であるか、作付前地になっていることである¹³⁾。さらに耕地は、その位置によって、(1) 筑波大学菅平実験センターの周辺にあるもの、(2) 集落のなかにあるもの、(3) 山麓斜面にあるものに大別できる。

筑波大学菅平実験センターの周辺には、比較的平坦な耕地が集積する。これらの耕地は、一区画あたりの面積が大きく、形状は正方形に近い。畝は、耕地の長辺と同じ方向に切られていることが多い。栽培されている作物のほとんどが従来のレタスであるが、一部では、サニーレタス、ロメインレタス、はくさい、しゃくやくなどの作物が確認できた(写真10)。この時期、この場所で栽培されるはくさいは、茨城県にある農業生産法人との契約栽培である^{†14)}。

集落のなかに分布する耕地は、一筆あたりの区画が小さく、長細い形状をしているものが多い。畝の切られる方向は、等高線に対して垂直のものと、平行のものが混在する。ここでは、販売用のレタスばかりでなく、自家消費用の

様々な野菜の栽培も見られる。また、道路を挟まずに、グラウンドに隣接する耕地も多い。耕地のなかに作られた道路は、幅員が狭いため、夏季の観光シーズンになると、路上駐車や渋滞によって農業用トラクターが移動できなくなることもある。

山麓斜面にある耕地は、傾斜が急であり、等高線に対して並行に畝が切られる。これは、水はけの良さよりも、土壌流出の防止を優先させるためである。山麓斜面の耕地では、6月の雹と7・8月の集中豪雨の被害が頻発する。海拔の高い耕地にはポンプ小屋が設置されており、露地野菜の耕地に灌漑用水を供給する。また、ニホンカモシカなどの獣害を防止するために、林地との境界に電気柵柵（電牧）を設置する耕地もある。また、場所によっては、スキーリフトの直下や、スキーゲレンデにも耕地が分布している。スキー場では、雪の融解を防ぐために硫化アンモニウムを散布するが、特に農作物への被害はないと言われる。

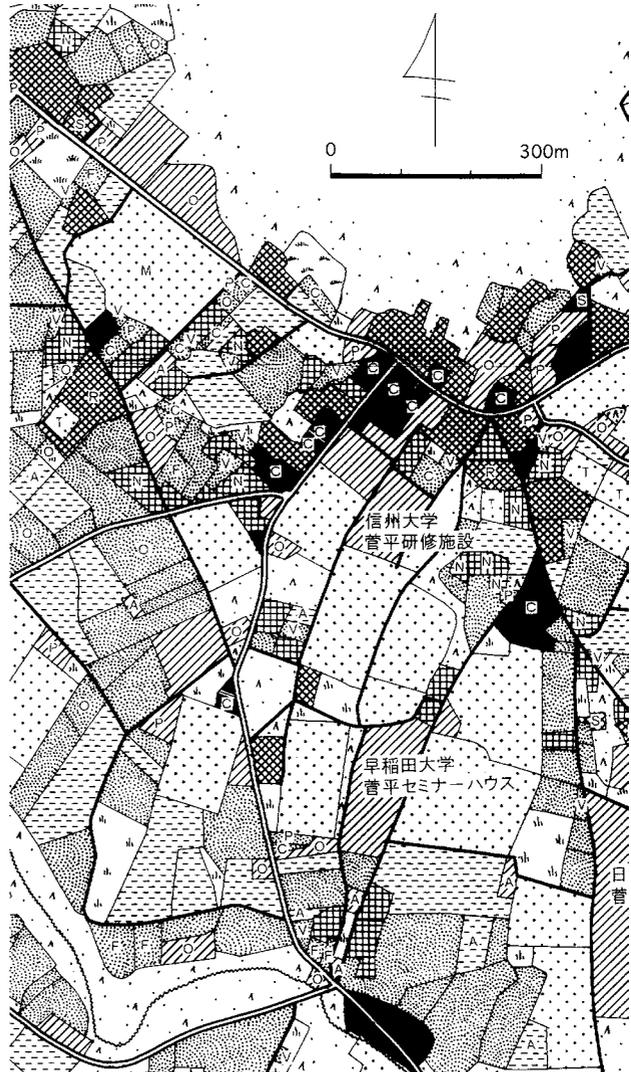
6.3.2 農業機械と栽培方法

菅平の露地野菜栽培は、露地野菜の二期作・二毛作を含む集約的な輪作によって収穫面積が増加した。それを支えた主な技術的基盤には、外国製のトラクターや農薬散布器などの大型機械の導入、それに伴う土壌消毒剤や除草剤などの農薬の使用、および新しい栽培方法の導入がある。

近年の露地野菜栽培では、ジョンディア社やマッセイファーガソン社など、外国製で70～90馬力の大型トラクターが導入されている（写真11）^{†15}。農家によると、外国製の大型トラクターは、エンジンの構造に余裕があり、故障が少ないため、国産のものよりも耐用年数が長くなるという。大型機械の導入によって、耕起、農薬散布、出荷などの農作業が効率化した。トラクターの轍から耕地の土壌浸食が進むなど、環境問題に対する危惧もある^{†16}。

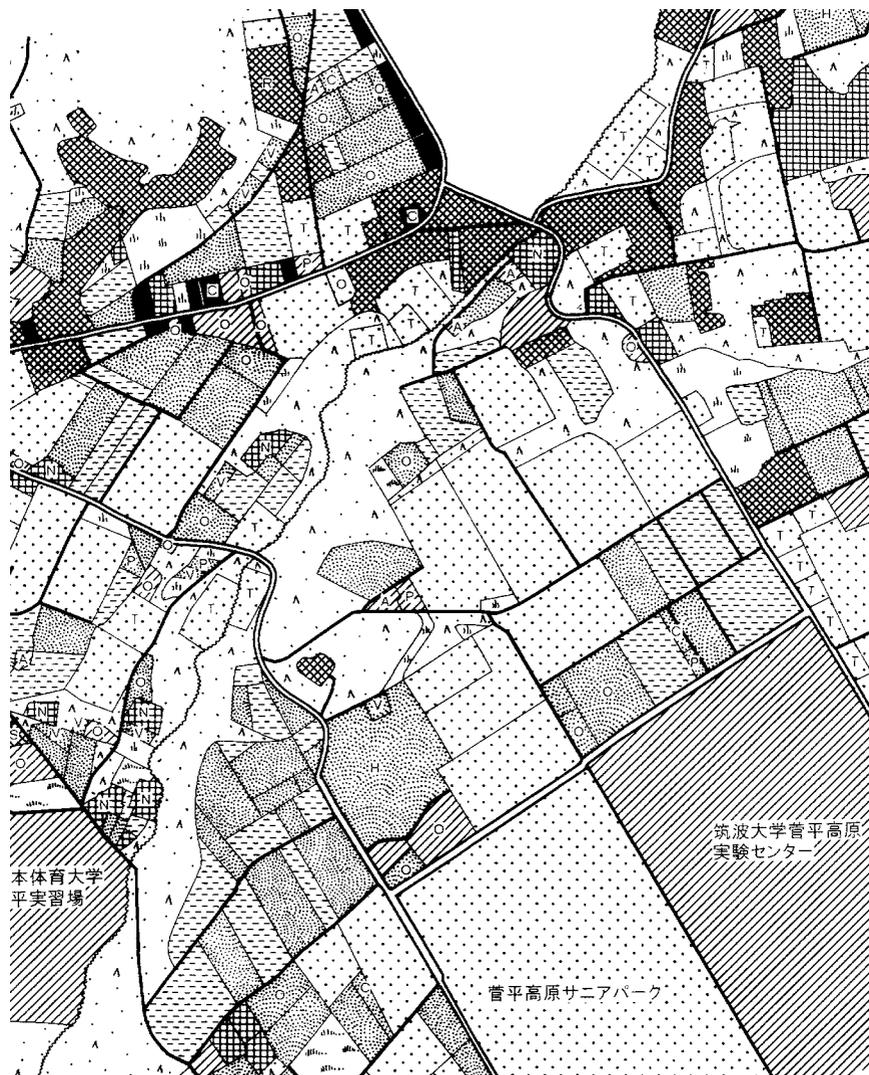
土壌浸食を防止するために、一部の圃場では、露地野菜の収穫後にえん麦やライ麦などの麦類が植えられる。麦類は、土壌に蓄積された余剰な養分を吸収するし、圃場に鋤込めば肥料となるため、連作障害の防止にもなる。しかし、これら土壌浸食の防止と緑肥を目的とする作物の栽培面積は狭い。真田町農政課の資料によると、休閒によって土壌浸食を防止し、かつ現在の露地野菜の生

-  レタス
-  はくさい
-  とうもろこし
-  家庭菜園
-  ばれいしょ
-  施設園芸
-  その他の作物
-  作付け前
-  作付け後
-  農家
-  一般住宅
-  宿泊施設
-  別荘地
-  保養地
-  商業用地
-  その他のサービス業
-  農業資材置き場
-  駐車場
-  公共社会施設
-  その他の建物
-  グラウンド
-  テニスコート
-  マレットゴルフ場
-  作付け放棄地
-  空地・荒地
-  林地
-  河川
-  道路



第 26 図 長野県真田町菅平における

資料：現地調査.



土地利用 (2002 年)



写真 10 しゃくやく (2002 年 6 月 24 日筆者撮影、長野県菅平)

菅平では、わずかな面積であるが、現在でもしゃくやくが栽培されている。しゃくやくは草丈 60 ～ 80cm の宿根多年草であり、江戸期の末に菅平で最初に栽培された作物であった。当時のしゃくやくは薬用であったが、現在のものは花の観賞用である。菅平では様々な品種のしゃくやくが栽培されており、ガーデニング用として植木業者などに販売されている。

産量を維持するためには、菅平全体で 30ha の農地造成が必要とされる。農家のなかには、国有林を農地に転用して、耕地を拡大したいという意向を持つものもいるが、行政機関は転用に対して積極的ではない。なお、農業従事者が高齢の場合、農作業の軽減を目的として、グラウンドで使われる芝を植えることもある。

新しい栽培方法の導入に関しては、減農薬栽培と分解マルチに注目できる。写真 12 は、手作業による露地野菜の除草である。近年では、食の安全性や環境への配慮を意識した農家が増加し、減農薬栽培が普及してきた。この圃場では、臨時雇用された女性労働力が除草作業に従事している。減農薬栽培は、時間と手間がかかるため、労働力や資金に余裕がない農家では採用が難しい。

除草作業の先に見える白いマルチは、自然に腐敗する分解マルチ（生分解性マルチフィルム）である。従来のマルチは、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂などのポリオレフィン系樹脂、および、塩化ビニール樹脂などの合成樹脂から製造されていた。それに対して、分解マルチは、とうもろこしのでんぷ



写真 11 外国製の大型トラクター（2002年6月26日筆者撮影、長野県菅平）

農協の集出荷場にレタスを運搬する外国製の大型トラクター。これは、緑色の車体と黄色の車輪が特徴的なジョンディア社製のものであり、79馬力の大きさである。後部には、収穫された野菜を積むコンテナを付けている。

んを主な原料とするため、土壌中の微生物によって二酸化炭素と水に分解される。分解マルチは従来製品よりも2～3倍ほど高額であるが、環境への負荷も少なく、収穫後にマルチを回収する手間を省けるため、急速に普及している。

6.3.3 出荷経路と農協組織

菅平で栽培された露地野菜のほとんどが、農協（JA 信州うえだ菅平支所）の共選共販により出荷される^{†17}。農協の集出荷場は、国道406号に隣接した盆地のほぼ中央部に位置する。収穫期になると、集荷場の定休日である金曜日の午後を除いて、ダンボールに入れられたレタスが毎日運ばれてくる。集出荷場には大型の予冷施設が設置されており、卸売市場への出荷量の調整に使用される。予冷施設は、1999年に完成したものであり、建設費の約5億4千万円のうち国が40%の費用を負担した。農協からの出荷先は、40%が東京都、25%が大阪府、15%が長野県内、10%が名古屋市、10%が新潟県の卸売市場である。輸送時間は、東京が約3時間、大阪が8～9時間、名古屋が3.5～4時間、新潟が2.5～3時間、長野県内が約1時間である。

露地野菜は、市場での価格変動が大きい作物である。国のレタス産地に指定



写真 12 露地野菜の除草作業 (2002 年 6 月 28 日筆者撮影、長野県菅平)

されている菅平の場合、卸売市場での販売価格が下落すると、国より補償金が支払われる。具体的には、レタス 1 箱 (10kg) あたりの価格が 500 円を下回った場合、補償金により 500 円までの差額が支払われる。さらに、農協の共助会により 170 円が加算されるため、農家は 670 円 / 箱の販売金額を受け取ることができる。農協の共助会では、価格低迷時の価格補償のために 56 円 / 箱の積み立てを行っている。

また、露地野菜の栽培技術の発展に貢献した農協の組織として、菅平黒土(くろつち)クラブに注目できる。この組織は 10 人の若い後継者が農協の建物の 2 階で土壤肥料に関する学習をはじめたことを発端として、1967 年に発足した。現在でも菅平黒土クラブは、定例会の学習を中心としながら、県内外の視察研修、野菜の品種、肥料、有機物資材の試験、農業士、機械士の育成、土壤検定、パソコン教室など様々な勉強会を開催する。また、スキー大会やボーリング大会などを主催して、農協組合員の親睦も図っている。菅平黒土クラブの構成員は、1999 年において OB を含めて約 50 名であった(宮原・小島

1999)。この農協の組織名は、菅平の黒土に由来する。現在の肥沃な土が作られた原因として、1970年代頃から過剰に投入されるようになった肥料や、耕地に放棄されて腐食した大量のにんじんに言及する農家もあった。

6.4 農家と農業経営

6.4.1 農業労働力と経営耕地

ここでは、菅平のなかでも農業が盛んな向組^{†18}を事例として、土地台帳を資料として、農家の経営耕地と農業労働力の特徴を説明する。第16表に示すように、向組における農家数は55戸であり、耕地の合計は97haである。1戸あたりの耕地は1.8haであり、全体の耕地面積は菅平の約4割に達する。面積規模別の農家数を見ると、4ha以上が1戸、3～4haが6戸、2～3haが15戸、1～2haが21戸である。また、1戸あたりの家族は約5人である。

耕地面積が平均を下回る農家では、耕地をグラウンドに転用したり、近隣の農家に貸し付けたりする農家の割合が高くなる。また、民宿経営や公務などに従事する兼業農家の割合も高くなる。民宿を兼業する農家のなかには、農地を真田町振興公社に貸し付けて地代収入を得ている事例もある。一方、平均以上の耕地面積がある農家では、借地で規模拡大したり、20～50歳代の構成員が農業に従事する割合が高くなる。

菅平における農家の農業経営への関心は高い。2001年に真田町が菅平の農家を対象に実施したアンケート調査(回答数73戸)によると、今後20年以上農業を続けたいと回答した割合は52.5%であり、経営規模を拡大させたいと回答した割合は43.1%であった。このように、若くて意欲のある農業従事者の存在が、菅平の露地野菜栽培を支えてきた。

また、菅平の農業の特徴として、宿泊業を兼業する農家の存在を挙げることができる(写真13)。宿泊業を兼業する農家は、冬季のみ民宿を経営するものと、通年で民宿を経営するものに分けられる。前者は、1960・70年代のスキーブーム時に民宿経営を始めたものが多く、後者は1980年代の後半以降、夏季の観光が盛んになるにつれて、民宿経営を通年化したものが多くある。また、世帯の主な収入源は、前者は農業経営であり、後者は民宿経営である^{†19}。

第 16 表 菅平における農家の家族構成と経営耕地 (2002 年)

番号	耕地面積 (ha)		家族構成 (年齢: 値 × 10 歳代)				兼業・農地転用など		
	自作	小作	男 性		女 性				
1	4.7	1.1	5	2	8	4	2	2	農地転用(グラウンド), 小作は代理耕作
2	3.8	0.1	9	5	7	4	2	2	
3	3.6	0.1	5	2	8	4			
4	3.3	0.1	5	3	8	5	3	3	
5	3.2		5	2	4	2			
6	3.1		7	4	7	4	0	0	
7	3.1		5		7	5	2		
8	2.9		5	2	8	5	2		
9	2.9		6		6	3	3		
10	2.8		6		8	5			
11	2.7		6	3	6	3	0	0	農地転用(テニスコート, グラウンド)
12	2.6		6	3	8	7	4	0	
13	2.4		8	5	8	5	1		
14	2.4		6	3	8	6	3		
15	2.4		4	1	7	1			
16	2.3	0.2	7	4	7				
17	2.2	0.2	7	4	7				
18	2.2		8	5	8	5	2	1	
19	2.2		8	5	8	5	2	2	
20	2.0	1.0	9	6	7	6	3	3	
21	2.0		5	2	7	4	1		農地転用(テニスコート)
22	2.0		5	2	8	5	2	2	
23	1.9		8	5	8	5	2	1	
24	1.9		7	4	7				
25	1.8		6	3	6	5	2		
26	1.8	0.7	4		7	4			
27	1.8		7	4	7	4			
28	1.8		5	3	5	2	2		
29	1.6		5	2	8	4	2		
30	1.5	0.0	6	4	7				
31	1.5	0.9	7	4	6				公務員兼務 農地転用(グラウンド), 民宿業兼 農地転用(グラウンド) 兼業, 農地転用(改玉社会学園菅平寮)
32	1.5		7	4	7	4	0		
33	1.5		6	3	6	3			
34	1.4		7		7				
35	1.4		4	1	4	4			
36	1.4		7	5	7				
37	1.3		8	4	7	4	2	2	
38	1.2		6	2	8	5	3		
39	1.2		7	5	7	5			
40	1.1		6		10				
41	1.0		7	4	8	4	2		農地転用(グラウンド)
42	1.0		7	4	6	4	1	0	
43	1.0	0.3	4	2	7	4	1		
44	0.9	0.4			7	4	4		
45	0.8		5	2	8	5	2		
46	0.6		7	2	7	4			
47	0.6		7	4	7	3	3		
48	0.6		5	2	8	4	2		
49	0.5		8	5	7	5	2	2	
50	0.4		6	3	6				
51	0.4	0.0	5	3	9	5	2		農地転用(駐車場, グラウンド)
52	0.3		6	3	6	3			
53	0.2	0.4	6		6	3	3		
54	0.1				9				
55	n.d.	n.d.	5	2	5	7			
56	n.d.	n.d.	n.d.		n.d.				
57	n.d.	n.d.	n.d.		n.d.				

資料: 真田町および農家への聞き取り調査.



写真 13 民宿を兼業する農家（2002年6月27日筆者撮影、長野県菅平）

中央に見える2階建ての建物は、宿泊業（民宿）を兼業する農家である。右側の芝生は、この旅館が経営するラグビーとサッカー用のグラウンドである。遠景の右上には、つばくるスキー場のゲレンデが見える。

以下、聞き取り調査を実施した露地野菜栽培農家より、菅平において特徴的な5戸の経営事例を説明する。具体的には、レタスとはくさいを栽培する専門的農家、ハーブ栽培を始めた専門農家、通年で民宿を経営する兼業農家、スキー民宿を経営する兼業農家、グリーンツーリズムを始めた兼業農家である。

6.4.2 農業経営の事例

(1) 専門的農家（レタス・はくさい）

この農家の経営耕地は4haであり、そのうち3haでレタス、1haではくさいを栽培する。栽培するレタスの品種は、ウィザード（播種：4月上旬）、サマーランド（4月下旬）、ララポート（5月）、Vレタス（6月）、サクセス（6月）、信濃サマー（7月）、サマーランド（8月）など多様である。一方、はくさいの品種は、清雅が主体であるが、近年ではベト病に強い新品種C8-505も栽培するようになった。年間出荷量は、レタスが10aあたり約10,000個、はくさいが10aあたり約4,600個である。

農業労働力は、50歳代の世帯主夫婦と農業大学を卒業した20歳代の息子が

ある。世帯主は、冬季にはスキー場のリフト乗り場で働いており、息子もスキー学校の指導員（日給 12,000 円）をする。7～9月の収穫の最盛期には、アルバイト情報誌で求人した学生を時給 1,000 円で雇用する。種苗や肥料、農薬などの資材は、農協より購入する。新品種や新しい農薬など、農協から依頼されて試験的に栽培・使用することもある。

この農家が所有する主な農業機械は、80馬力と105馬力の外国製の大型トラクターである。後者は、佐久市にある代理店から約950万円で購入したものである。ロータリー（耕耘装置）や農薬散布器など、トラクターのオプション部品にも100万円単位で費用がかかる。また、出荷用荷台や農薬散布器など、トラクターの後部に重い部品を搭載する場合、車体のバランスを保つために、前部に5×40×40cmの錘（30kg）を10～12枚装備する。

この農家が使用する主な農薬は、土壌消毒用のクロロピクリンとドロクロールである。これらの土壌消毒剤は、圃場30cm²に対して5mlの計算で希釈され、10aあたりにすると200lが散布される。農薬散布用のタンクの容量は、小さいもので800l、大きいもので1,000lである。1回の散布にかかる費用は、1,000lのタンクで約10,000円である。農薬を撒布する際に使用される一般的なノズルは、片側で約13mの長さがある。そのため、露地野菜の畑には約25m間隔でトラクターの轍ができる。

(2) 専業農家（ハーブ）

この農家は、生食用のハーブ栽培を経営の主体とする専業農家である。この農家では、1990年より、ディル、イタリアンパセリ、フェンネル、ルッコラ、コリアンダー、ナスタチウム、チャイブなど、多品目のハーブ栽培を開始した。1999年からは、ディルとイタリアンパセリの2品目に特化した栽培をするようになった。これらのハーブは、大手食品企業のS社との契約栽培である。

この農家が経営する耕地は1.9haであり、そのうち1.2haでハーブ、60aでレタス、10aではくさいを栽培する。ハーブの内訳は、イタリアンパセリが30aであり、ディルが90aである。耕地では、地力が低下しないように、レタスとハーブを輪作している。近年では分解マルチを導入したり、産業廃棄物から作られる有機りんりんという肥料を使用したりして、環境に配慮した栽培を

行っている。

イタリアンパセリは2年生の草本であり、2～3月に播種すると、その年と翌年の5～12月が収穫期となる。ディルは1年生の草本であり、播種は2～7月、収穫は5～12月にかけて行われる。これらのハーブはニホンカモシカが好んで食べるため、この農家では年間約50ケースの被害がある。獣害を防止するため、一部の圃場に電気牧柵を設置している。電気牧柵の電圧は12ボルト、電流は2アンペアであり、自動車用のバッテリーを電源とする。

ハーブの年間の出荷量は、イタリアンパセリが約17,000ケース、ディルが約7,000ケースである。農家の敷地内にあるパッキング施設まで業者が荷を受け取りにくる。荷受け業者は、長野市内の丸印である。出荷先と割合は、東京が9割、大阪が1割である。

農業労働力は50歳代の世帯主夫婦と80歳代の両親である。また、雇用労働力として、午前中だけのパートを通年で雇用している。雇用労働力は、近隣のペンションや民宿の夫人であり、時給は1000円である。この農家が所有するトラクターは、アメリカ製が1台(100馬力)、イギリス製が1台(73馬力)、日本製が4台(それぞれ63、63、30、17馬力)である。以前は、長野県内の農機具メーカーに特注した4輪操舵の消毒車も使用していた。

この農家では、1997年と1998年に、合計1.5haの土地を転用して、2つのグラウンドを造成した。菅平の2つのホテルが、これらのグラウンドを年間200万円で借り上げている。芝刈りなどのグラウンドの維持・管理はホテルが行う。これらのグラウンドは家屋や耕地に隣接しているため、ボールが畑へ飛んできたり、風向きによっては散布した農薬がグラウンドへ飛んでいったりするため、この農家は、グラウンドの利用客に気を使いながら夏季の農作業を行っている。

(3) 兼業農家(通年民宿)

この農家は、通年の民宿業を経営主体とする兼業農家である。民宿の部屋数は16であり、収容客数は80名である。夏季の客数が1年の50%を占め、そのほとんどは、首都圏から訪れるラグビーまたはサッカー部の合宿客である。民宿業の最盛期は、大学と高校が夏季休業に入る7月中旬から8月下旬である。

大学や高校の部活動は定宿を持つ傾向があるが、この民宿でも客のほとんどがリピーターである。

経営耕地は 1.5ha であり、栽培作物はレタスだけである。家族の農業労働力は、40 歳代の世帯主夫婦である。民宿業の最盛期である夏季には、3 人のアルバイトを雇用する。民宿業との兼ね合いから、収穫の最盛期は夏休みの直前に設定している。その時期の出荷頻度は、週に 2～3 回である。

この農家は、1996 年に 1.5ha の耕地を民宿専用のグラウンドとして農地転用した。肥料代や芝刈り機の管理など、グラウンドの維持費は年間約 60 万円である。芝を養成するためにはグラウンドを数日間使用しない方が良いが、夏季休業期間中は、ほぼ毎日のように練習と試合が行われる。

(4) 兼業農家（スキー民宿）

この農家は、冬季のみスキー民宿を経営する兼業農家である。民宿の営業期間は、12 月下旬から 3 月下旬である。宿泊施設の規模は 9 部屋、収容客数は 36 人である。宿泊料金は、1 泊 2 食付で 6,500 円である。宿泊客は関東地方から訪れるリピーターが多い。雑誌への広告掲載など、宣伝は一切行っていない。この農家の世帯主が民宿経営を始めた理由は、1964 年に、農家に隣接してスキー場が開業したためである。

所有耕地は 1.5ha であり、1.0ha でレタスとはくさいを栽培し、残りの 0.5ha は連作障害を防止するための休閑地とする。すなわち、この農家は、休閑地を含めた 3 年の輪作体系を採用している。農業労働力は、50 歳代の世帯主夫婦と 70 歳代の両親である。夏季には、横浜市や群馬県内から帰省する 3 人の娘にも、農作業を手伝ってもらう。また、近隣にある大原学園からも、学生アルバイトを時給 1,000 円で雇用している。

この農家では、イギリス製の 80 馬力のトラクターを含めて、4 台のトラクターを所有する。トラクターを交互に使用することで耐用年数が長くなる。この農家が所有する最も古いトラクターは、1970 年頃に購入した 65 馬力のマッセイファーガソンである。その他の農業機械には、ダンボール箱を積んで運搬するためのカーゴ（価格：50 万円）、マルチ張り機（260 万円）などがある。さらに、堆肥の運搬に使用する 2 トントラックを 2 台、軽トラックを 1 台所有

している。

(5) 兼業農家（グリーンツーリズム）

この農家は、真田町グリーン・ツーリズム研究会の会員である^{†20}。この農家もまた、近所にスキー場がオープンしたことを契機に、1966年に民宿経営を始めた。その後、スキー学校で指導をするようになったため、1980年頃から民宿業を休業した。スキー学校の指導を辞めた1996年12月に民宿業を再開すると、幼少の頃に経験した自然と触れあう生活を宿泊客にも勧めたいと考え、1998年よりグリーンツーリズムをはじめた。提供するグリーンツーリズムはまだ試行段階である。ホームページでもグリーンツーリズムを宣伝しているが、宿泊客は首都圏から訪れるラグビー選手とスキー客の方が多い。

この農家では、通年でグリーンツーリズムのメニューを提供している。具体的には、真田の里歩こうウォーキングと植林（開催月：4月）、山菜を味わう会（5月）、育てる農園（5～9月）、登山・健康ジョギング（6月）、スポーツ合宿・観戦（7～8月）、ホームステイ（7月）、文科系合宿（9月）、収穫もの作り体験募集（9月）、漬物体験（10月）、登山・紅葉狩（10月）、薪割り体験（11月）、山林手入れ（11月）、初すべりツアー（12月）、スキー大会参加（1～3月）、研修（1月）、ボート（1～3月）、トレーニング（2月）、スノーモービル体験（3月）である。

この農家の経営耕地は、借地の40aを含めて2.0haである。そのうち1.6haでレタス、20aではくさい、20aでサニーレタスを栽培している。農業労働力は、50歳代の世帯主夫婦と80歳代の母親、20歳代の息子の4人である。農業と民宿業が最盛期となる7月下旬～8月下旬にかは、雑誌で募集したアルバイトを雇用する。これは、農業担当の男性と民宿担当の女性を各1人ずつ、それぞれ50日間、時給1,000円で雇用する。

6.4.3 事例農家から見た露地野菜栽培の特色

以上の経営事例から兼業・専業の農家に共通する点として、まず、(1) 数と年齢の面で充実した家族労働力を有すことを指摘できる。具体的には、40～50歳代の夫婦を主体として、2世代揃う農業労働力を有すことである。また、

(2) 両親の世代にも露地野菜を栽培していたこと、(3) 農繁期を中心として農業労働力を雇用することも、農業労働力に関わる特徴である。経営耕地と農業機械の面では、(4) 1.5ha以上の耕地(栽培面積では2.0ha以上)で露地作物を栽培すること、(5) 大型トラクターをはじめとする複数の農業機械を所有することである。

兼業農家と専業農家の差異を生じさせる主な要因は、農業従事者の意思、所有地の面積、スキー場への近接性にある。所有地の面積に関しては、3ha以上の耕地があれば専業・兼業いずれの経営も可能であるが、それ以下では宿泊業との兼業が有利になる。また、農家の場所によっても、兼業の経営内容が変わってくる。例えば、山麓斜面のスキー場に近接する場合、冬季のみの民宿経営となり、盆地中央部にまとまった農地を所有する場合、農地転用でグラウンドを造成して、通年で民宿を経営することになる。また、農業従事者の意思は、ハーブ栽培やグリーンツーリズムの導入など、新しい経営形態の採用に強い影響を与える。

6.5 第6章のまとめ

施設園芸の産地に続いて、本章では露地栽培の野菜産地を取り上げた。事例としたのは長野県真田町(現在の上田市)の菅平である。菅平は、スキーやサッカーなどのスポーツ観光が盛であるが、同時に露地野菜の大規模な産地としても知られる。海拔が1,300mを超える菅平では、夏季に収穫されたレタスなどの高冷地野菜を、首都圏に供給してきた。日本における一般的な露地野菜産地は、経済の高度成長期以降、水稻、麦、かんしょなどの食料作物、あるいは養蚕から野菜に変化した例が多い。しかし、高冷地という独特の条件にある菅平では、薬草や種子用ばれいしょなどの特用作物から、露地野菜の産地へと早い時代に変化した。近年では、夏季の観光業の動向が、農業の維持に影響を及ぼすようになってきた。本章では、真田町菅平における作物産地がいかに維持されてきたかを、地域的な露地野菜栽培を支える諸要素に注目して明らかにした。結果の概要は、以下のようにまとめることができる。

(1) 菅平を含む真田町における作物生産のエネルギー効率は、1960年代に

は、中位効率であった。当時の主な作物は、低位効率である露地野菜と、中位効率作物である水稻・麦類・豆類であった。1970年代に入ると、麦類と豆類が減少し、露地野菜の比率が高まった結果、地域的なエネルギー効率は低位効率に低下した。それ以降、真田町のエネルギー効率は、低位効率のまま推移している。

(2) 菅平における露地野菜栽培は、1980年代後半以降、3・3・3方式から3対1方式へ変化した。すなわち、にんじん－レタス－はくさい(キャベツ)という輪作体型から、レタス・レタス－レタス・はくさいというように、露地野菜の二期作と二毛作を組み入れた集約的な輪作体型に変化した。それを支えたのが、トラクターや農薬散布器などの農業機械の大型化である。近年では、農薬の投入を少なくした低農薬栽培の野菜や、土壌中で分解するマルチなど、地域の環境や食の安全性に配慮した栽培方法が普及している。

(3) 平均的な露地野菜栽培農家の経営を見ると、5人の家族があり、世帯主夫婦が主な農業従事者となっている。経営耕地の平均は1.8haであるが、野菜類を年2回収穫することにより、その収穫面積は3.6haになる。露地野菜栽培農家のうち約3割は、耕地をグラウンドに転用したり、民宿の経営を始めるようになった。このように観光業と兼業化した農家は、地域の平均よりも経営耕地面積が少ないことが多い。

(4) 農家の特徴的な経営タイプには、レタスなどの従来の作物だけを栽培する専業的農家、ハーブ栽培などの新しい作物を導入した専業的農家、通年で民宿を営業する兼業農家、冬季のみ民宿を営業する兼業農家、グリーンツーリズムなどの新しい観光業を導入した農家などがある。このように経営が分化しながら露地野菜栽培が維持されてきた要因として、所有地の面積、農家の位置、世帯主夫婦の意志決定などの農家固有の条件を挙げることができる。今後の産地維持の課題として、低下を続ける露地野菜の販売価格への対策、夏季観光業への対応、大型の農業機械導入に対する行政および組織的な支援が必要であると考えられる。

注

- 1) 長野県および長野県経済連では、海拔 1,000m 以上の作物産地を高冷地、1,000～600m を準高冷地、600m 以下を温暖地として、新しい品種の普及や出荷体制の整備などの産地活動をを行っている。
- 2) 菅平の気候を概観すると、Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba (1990、1991、1995) の報告によると、最暖月 (8 月) の平均気温は 20.6～17.7 度、最寒月 (1 月) の平均気温は -3.9～-6.0 度、年降水量は 957～1,512mm である (1990 年から 1995 年までの観測値)。また、1980 年代に観測された菅平の冬期における積雪量は、盆地底で約 60cm であった (Yasunari and Ueno 1987)。それほど積雪量が多い地域ではないが、雪質は冬季の乾燥した気候のために粉雪となり、スキー観光には適している (新藤ほか、2003)。
- 3) 菅平での現地調査は 2002 年 6 月に実施した。その際、露地野菜栽培農家をはじめとして、真田町役場農政課、長野県小農業改良普及センター、JA 信州うえだ菅平支所への聞き取り調査、および、景観観察と土地利用調査を重視した。
- 4) 作物生産の投入・産出エネルギー比について、1960 年代の値には、1970 年の算定値を便宜的に適用した。麦類には、陸稲とその他の雑穀を含めた。
- 5) 地域の自然環境を活用した産業に注目した三澤 (1941) もまた、冷涼な気候を活用した地域産業の典型的な例として、穂高のわさび、諏訪の寒天、佐久高原のフリージア、長野のりんごと並んで、菅平のばれいしょ栽培に言及している。ばれいしょの原産地は、南米チチカカ湖付近の 3,000m 以上の高地であり、冷涼な気候条件下の栽培でも高い収量を上げることができる。ばれいしょの塊茎の肥大に最適な温度は 15～18 度であり、塊茎肥大期には光合成の 9 割が塊茎へ転流される。
- 6) 市川 (1952) は、第 2 次世界大戦後間もなく、菅平型マケ (擬制血縁集団) による社会・経済的な結合が解体した要因として、(1) 種子用ばれいしょとはくさいを中心とする収益性の高い商業的農業の発展、および、(2) 交通の発展と、スキー客と避暑客を求めてとした旅館業や飲食業の増加を指摘した。前者に関しては、化学肥料使用を用いた作物栽培は、集約的で高い収益を上げられることが可能となり、採草地の重要性を減少させたため、以前よりも小さな土地でも農家の独立経営を促した。後者に関しては、冬の農閑期に、交通運輸や旅館の臨時雇用になることにより、鉱山や都市への季節的出稼ぎや、親分 (先住者) の山林から原木を購入することによる炭焼きの慣行が減少した。
- 7) 榊田 (1940) によると、1937 年時点の菅平における主な農作物は、養蚕 (生産額の割合: 40%)、ばれいしょ (25)、そば (12)、はくさい・キャベツ (10)、えん麦 (8)、その他 (5) であった。また、市川 (1955) によると、1954 年時点の菅平における主な農作物は、ばれいしょ (36)、はくさい・キャベツ (33)、えん麦 (13)、そば (5)、その他 (13) となっており、野菜類の割合が高くなったのがわかる。

- 8) 連作障害によって発生する主な病気は、レタスが根腐病であり、はくさいが黄化病である。根腐病は、育苗床と定植後の本畑で発生し、外側の葉が縁から黄へと変色し、最後に外葉の数枚が黄褐色に変わって枯れる。根腐病の病原菌は寄主範囲が狭いので、レタス以外の作物を輪作すれば蔓延を防ぐことができる。黄化病は、播種後 40～50 日前後から葉が黄色くなり始め、外葉から内葉にかけて黄化し、最後には V 字型の褐変が生じる病気である。比較的低温かつ過湿状態で発生するために、夏季の高冷地における栽培で発生頻度が高くなる。
- 9) 農薬の環境への影響に関して、阿部ほか (1992) は、土壌消毒剤 D-D が菅平の水質汚染に与える影響を調査した。その結果、D-D の主成分である 1,2-DCP (ジクロロプロペン) と 1,3-DCP は、地下水や河川水を一時的に汚染しているものの、かなり低い濃度であり、汚染した水が人体に直接取り込まれるわけではないので、特に問題はないことが明らかになった。しかし、使用済みの農薬缶の取り扱いや、風の強い日の使用など、D-D の使用基準には十分に配慮することが必要であると指摘している。
- 10) 菅平では、グラウンドの横に使われなくなったバスが置いてあるのを見かけるが、それらはグラウンドの整備や試合で使用する白墨やベンチなど、スポーツ用具の物置になっている。
- 11) かつてレタスと同じ圃場で輪作されていたキャベツとはくさいは、アブラナ科である。これらは、4 つの花弁の花を付けることから十字花科とも呼ばれる。
- 12) 菅平における研究・教育拠点の一つである筑波大学菅平高原実験センターは、1932 年に東京文理科大学菅平高原生物研究所として発足した。菅平に研究所が建設された理由は、生物学者の八木誠政氏が、満州国の開発のために、内陸性で冷涼な気候条件にあった菅平において、農業の基礎実験を行うことを提唱したためである。この研究所は、1949 年の学制改革により東京教育大学の付属となり、1977 年に筑波大学に移管された (安藤, 1990; 梅原, 2002)。
- 13) 現在の菅平の土地利用には、陸稲を含めて水稻の栽培は見られない。しかし、菅平においては、1930 年代に水稻が試作された。榎田 (1940) の報告によると、「コメは耕作可能圏外で、水稻は勿論、陸稲改良種も成熟しない。昭和九年、長野県農事試験場に於いて、東組の下平初治氏宅前及び中組縷澤彌平氏宅前に各五十坪、北海道仕立ての早稲種を移植栽培したが三分實入の結果を得、翌十年には苗を長村真田の依託仕立てとし、之を移植したが其結果は二分作、十一年は不結実、十二年には遂に廢止するに至った」とある。また、高冷地農業の研究で知られる三澤 (1941) は、「高冷地においては特に水稻を栽培する必要は無く、夏も気温が低くて困るとか、或いは夏らしい夏もなく、間もなく秋になってしまっただけではと云っているのは、それは是が非でも高温性のイネを作ろうと計画する我儘勝手な不平黨の言う事で、そういった人たちには生涯満足のくる日はないと覺悟して居なくてはならない」という意見を述べている。

- 14) 筑波大学菅平実験センターの北にある耕地では、茨城白菜栽培組合との契約栽培により、はくさいを夏季に出荷している。この農業生産法人は、冬季は関東地方の平野部からはくさいを購入する(斎藤ほか, 2009)。
- 15) アメリカ合衆国の大規模な畑作地帯では、ジョンディア社の200馬力以上もある超大型トラクターが最も多く導入されている(斎藤ほか, 2000)。ジョンディアの本社は、アメリカ合衆国イリノイ州にある。また、マッセイファーガソン社は、オランダとアメリカ合衆国のジョージア州に本部をおくAGCOグループの系列会社である。同社のトラクターの工場は、イギリスのコベントリーとフランスのパリ近郊のボーヴェにある。
- 16) 藤野・松本(1992)は、牧草地と耕地の表土を比較することにより、1600年代前半の菅平開拓以降、耕地の侵食プロセスを解明した。その結果、(1)人が定住する以前、菅平の土地利用が天然の草地であった時代には、表土は平均すると60cm前後の厚さがあったこと、(2)集落が形成されるにもなつて畑地化が進行した結果、腐植に富んだ表土層の約70%が侵食によって消失したこと、(3)土壌侵食は、近年における大型農業機械を導入した蔬菜の単一栽培によって加速されたことが明らかになった。特に露地野菜の定植前後に梅雨の集中豪雨に見舞われたり、秋の収穫後に台風が通過したりすると、リルウォッシュを伴った激しい侵食が発生する。また、耕地の植生の回復について、Hayashi(1977)は、観察および実験に基づいて、菅平における二次遷移の過程を解明した。その結果、耕作が放棄された年の1年目の畑地は、シロザ、ハルタデ、アキヒメシバなどの1年生草本類が占有する群落となり、2年目に、ヒメムカシヨモギ、ヒメジョオンのような越年性(2年生)草本の群落となる。さらに、3~7年目になると、ヨモギ群落(広葉多年生草本)、7年目以降にはススキ群落(イネ科多年生草本)へと遷移することが明らかになった。
- 17) 1980年代後半から1990年代前半にかけて、農協組織の合理化を目的として全国的に農協の統合が進んだ。真田町においても、1989年3月に、長、傍陽、本原の3農協が合併して、真田町農協が発足した。この農協は、1994年11月に、上田市、東部待、丸子町、よだくぼ南部、青木村、塩田の6農協と合併して、信州うえだ農協となった(大橋, 2002)。このような合併を経て、菅平にある農協は、「長農業協同組合菅平支所」から「信州うえだ農業協同組合」へと変化した。なお、菅平では野菜の荷受業者が1社だけある。また、はくさいとハーブの栽培では農業法人や食品企業への販売も確認された。しかし、これらの系統出荷以外で販売される露地野菜の量はわずかである。
- 18) 菅平には4つの字があるが、それらのおおよその位置と名称は、東部の東組、中央部の中組、北西部の西組、南西部の向組となっている。
- 19) 加藤(1991)によると、菅平における観光客数は、1970年代までは、夏季(6~9月)よりも冬季(12~3月)の方が多かった。しかし、1980年代に入ると、冬季の客数は漸減傾向になる一方で、夏季の客数は増加を続けた。1980年代の終わり頃から1990年初頭にかけて、約100haの農地が一斉にグラウンドに変化したという(富澤, 1999)。このように、

夏季の観光が盛んになるにつれて、宿泊業を兼業する農家では、民宿経営の通年化が進行していった(石井, 1984a)。なお、菅平におけるスキーシーズンは、12月の第一土曜日から翌年の4月上旬頃まで続く。また、夏季に菅平を訪れる観光客の多くは、合宿と試合を目的とした高校や大学のラグビー・サッカー部の学生が多かったが、近年では企業の陸上部のトレーニング合宿も増えている(新藤ほか, 2003)。

- 20) 真田町グリーン・ツーリズム研究会の会員は23名であり、そのうち3名が菅平の農家とレストランの経営者である(長野県小県郡真田町, 2002)。

文献

- 阿部和子・古藤田一雄・森田昌敏(1992): 菅平盆地における土壌くん蒸剤D-Dの水系汚染に関する研究. 筑波大学水理実験センター報告, 16, 27-37.
- 安藤 裕監修(1990): 『菅平高原誌』真田町教育委員会, 466p(図版).
- 石井雄二(1984a): 高冷地集落菅平の最近の動向 — 民宿経営の転換と地域資源利用の秩序 —. 地理, 29(12), 92-99.
- 石井雄二(1984b): 菅平農業における土地利用の地域的变化 — 民宿経営が農業に及ぼす影響を中心に —. 農村研究, 58, 75-88.
- 市川健夫(1952): 菅平における社会結合 — 山村社会の近代化の一例について —. 信濃, 4, 467-474.
- 市川健夫(1955): 長野県小県郡菅平の地域構造 — 山村の地理学的研究(第六報) —. 信濃, 7, 275-286.
- 梅原康嗣(2002): 国政・県政との関わり. 真田町誌編纂委員会編『真田町誌近代・現代編』真田町誌刊行会, 453-462.
- 大橋幸文(2002): 農林業の変化と菅平開発. 真田町誌編纂委員会編『真田町誌近代・現代編』真田町誌刊行会, 487-497.
- 大森祐美(2001): リンゴ栽培地域における農業労働力補充の地域的展開 — 松本市今井を事例として —. 地域調査報告, 23, 57-64.
- 大平喜間多編(1929): 『松代町史』松代町役場, 146p.
- 小澤さやか(1998): 長野県富士見町における花卉栽培の発展プロセスとその存立基盤. 経済地理学年報, 44, 224-238.
- 小泉清見(1964): 菅平の歴史. 高野豊文・安藤 裕編『菅平その自然と人文 増訂版』182-197. 菅平研究会.
- 加藤武夫(1991): 菅平の野菜生産と観光化の進展. 加藤武夫『高冷地野菜 — 生産環境と流通 —』大明堂, 242p.
- 斎藤 功(1982): 日本における夏ダイコン栽培地域の展開とブナ帯. 人文地理学研究, 6, 181-212.

- 斎藤 功・仁平尊明・佐々木 緑 (2009): 新しい野菜流通と農業法人. 田林 明・菊地俊夫・松井圭介編『日本農業の維持システム』農林統計出版, 163-180.
- 斎藤 功・仁平尊明・二村太郎 (2000): カンザス州南西部ハスケル郡における穀作農業の展開と借地農. 人文地理学研究, **24**, 99-129.
- 信州地理科学研究会 (1973): 『変貌する信州』信州教育会出版部, 350p.
- 泰泉寺明佳・井上利津子・柳原理佐 (1999): 菅平の農業. 愛媛大学法文学部地理学教室『菅平巡検報告書』20-40, 愛媛大学法文学部地理学教室.
- 新藤多恵子・内川 啓・山田 亨・呉羽正昭 (2003): 菅平高原における観光形態と土地利用の変容. 地域調査報告, **25**, 19-46.
- 高野豊文 (1972): 高原野菜と酪農の発達. 青野壽郎・尾留川正平編『日本地誌 第11巻 長野県・山梨県・静岡県』二宮書店, 675p.
- 田中啓爾 (1930): 中央日本に於ける高地の人文地誌学的研究概報. 地理学評論, **6**, 1304-1336.
- 長野県小県郡真田町 (2002): 『真田町グリーンツーリズム活動』長野県小県郡真田町, 56p.
- 富澤寿男 (1999): ここ20年間の菅平農業をふり返って. 安藤 裕監修『菅平高原スキー場開設70周年記念誌』菅平高原観光協会, 351p.
- 仁平尊明 (1995): 松本におけるカーネーション栽培地域の形成. 地域調査報告, **17**, 41-54.
- 藤野篤弘・松本栄次 (1992): 菅平盆地の畑地における表土の侵食. 筑波大学水理実験センター報告, **16**, 69-77.
- 榎田一二 (1940): 信州菅平の地域性. 地理 (大塚地理学会), **3**, 29-51.
- 丸山浩明 (1991): 群馬県嬭恋村における輸送園芸農業の特質. 山本正三編著『首都圏の空間構造』二宮書店, 486p.
- 三澤勝衛 (1941): 『風土産業』, 信濃毎日新聞社, 214p.
- 宮原一弥・小島裕造 (1999): 菅平黒土クラブの歩み. 安藤 裕監修『菅平高原スキー場開設70周年記念誌』菅平高原観光協会, 351p.
- 両角政彦 (2000): 花き生産停滞下における産地の構造変動—長野県茅野市の事例—. 経済地理学年報, **46**, 115-134.
- 山本正三・石井英也・田林 明・手塚 章 (1981): 中央高地における集落発展の一類型—長野県菅平高原の例—. 筑波大学人文地理学研究, **5**, 79-138.
- 山本正三・高橋伸夫・石井英也・田林 明編 (1975): 『地理学調査報告 No.3: 菅平における高冷地の集落と土地利用の調査』東京教育大学理学部地理学教室人文地理学研究室, 123p.
- Hayashi, I. (1977): Secondary succession of herbaceous communities in Japan. *Japanese Journal of Ecology* (日本生態学会誌), **27**, 191-200.
- Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba (筑波大学菅平高原実験センター) (1990): Meteorological data of the Sugadaira Montane Research Center University of Tsukuba.

Bulletin of Sugadaira Montane Research Center (菅平高原実験センター研究報告), **11**, 129-139.

Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba (1991): Meteorological data of the Sugadaira Montane Research Center University of Tsukuba. *Bulletin of Sugadaira Montane Research Center*, **12**, 55-65.

Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba (1995): Meteorological data of the Sugadaira Montane Research Center University of Tsukuba (1992-1995). *Bulletin of Sugadaira Montane Research Center*, **13**, 55-65.

Yasunari, T. and Ueno, K. (1987): The snow cover environment in Sugadaira, central Japan. *The Annual Report of the Institute of Geoscience, the University of Tsukuba*, **13**, 58-64.

第7章

果樹園芸

—山梨県笛吹市一宮町におけるももとぶどう—

7.1 はじめに

7.1.1 目的

山梨県は日本でも有数の果樹産地であり、特にももとぶどうの収穫量は日本一を誇る。農林水産省の「平成16年産果樹生産出荷統計」によると、同県におけるももとぶどうの収穫量はともに53,000tであり、それぞれ全国の35%、26%を占めた。特に山梨県の中央部に位置する甲府盆地は、盆地特有の気候や水はけの良い地形と土壌のために、東部を中心に果樹の栽培が盛んである。これまで、農業地理学分野では、甲府盆地の果樹生産の形成や成立条件を解明した研究が多く蓄積されてきた。

まず、複数の果樹栽培集落を対象として、土地利用の変化過程を分析した横田(1957)は、果樹生産地域がそれまでの核心地域から周辺部に拡大する過程を解明した。その結果、盆地の周辺部ほど小規模零細農家の割合が高くなること、経営規模により栽培品目に差異が見られることが指摘された。また、ぶどう栽培に特化する甲府盆地の東部と南西ドイツのKaiserstuhlとを比較した佐々木(1966)は、両地域のぶどう栽培景観の差異を生じさせた主な要因として、農家がどれほど農業経営を重視しているかの違いであることを指摘した。特に甲府盆地は南西ドイツよりもぶどう栽培に特化できる地域条件に恵まれており、ぶどうを専門に生産する農家が多いことが、景観の差異を生み出したという。松井(1966)は、扇状地の傾斜地という地形的制約に加えて、養蚕不況という外部要因を受けたことにより、果樹生産地域として確立するまでの遷移期間において、温室園芸が一時的に発展したことを指摘した。

甲府盆地の東部における果樹生産と長野盆地に果樹生産の差異を比較した内山(1976)は、2つの大規模な果樹産地は、ともに連合会組織を頂点とした階層的な機能組織を有するものの、共同出荷組合が組織される空間的な範囲には差異があることを解明した。新井(1980)は、甲府盆地西部の御勅使川扇状地を対象として、果樹栽培の地域的特色とその成立条件を解明した。その結果、農業労働力の過剰流失を背景とした自家労働力中心の果樹の複合経営が生産の主体になっていることが明らかになった。また、そのような果樹複合経営の成立条件は、(1)扇状地という自然的特性、(2)農村恐慌以降の単一栽培に対する危険分散指向、(3)労働のピークを集中させないという労働配分上の対応にあった。尾藤(1994)は、果樹の複合経営の導入によって甲府盆地の農村の構造を大きく変化したこと、複合経営はももやぶどうなどの果樹の品目にとどまらず、品種や栽培技術も多様に分化したことを指摘した。

また、水島(1981)は、甲府盆地全体で見られるいくつかの特徴的な果樹産地を対象として、それぞれの地域にみられる農業経営形態は、果樹栽培の歴史的発展過程や自然条件によって大きく異なること、さらに、個別農家の経営形態も耕地の規模や家族労働力の数によって差異が生じることを明らかにした。菊地(1983)は、加工用ぶどう栽培とワイン生産を対象として、農家とワイナリーとの機能的な関係は、醸造資本の経営戦略が基盤にあることを解明した。さらに、その関係を分析するためには、集落、市町村、甲府盆地という地域スケールに注目する必要があることを指摘した。

以上のように、第2次世界大戦後から経済の高度成長期にかけて、甲府盆地は養蚕地帯から果樹の大産地に変貌した。その際、地域的な自然環境に加えて、集落単位での農家の組織化や、果樹の複合経営の導入など、社会・経済的な諸要素が有機的に結びついた。今日、産地が形成されてから四半世紀以上が経過し、農業従事者が高齢化するなかで、甲府盆地の果樹産地が抱える課題は、いかに果樹産地を維持していくかという点にある。本章では、笛吹市一宮町を事例として、果樹産地が維持される要因を、農業の発展過程、農業的土地利用、および、産地の主体である個々の農家に注目して解明することを目的とする^{†1}。

7.1.2 研究対象地域の概観

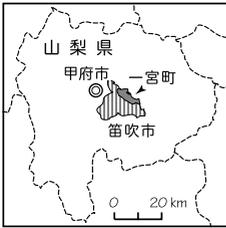
甲府盆地の東部に位置する一宮町は、山梨県において果樹生産が最も盛んな地域の一つである。第27図は、一宮町の土地利用と地形を示したものである。一宮町は東京から約2時間、大阪から約5時間の時間距離にある。その気候は、盆地特有の内陸性気候であり、年平均気温は13.8°C、年平均降水量は1,022mmである。昼夜の温度差が大きく、日照時間が長いことに特徴がある。また、年平均降水日数は98日であり、日本でも降水日が最も少ない地域の一つである。

一宮町において果樹栽培の中心となる2つの扇状地は、南東の御坂山地山麓から北西の日川へと注ぐ京戸川と大石川によって作られた。これらの扇状地は海拔約300～600mの範囲にあり、町域の約6割を占める。扇状地の土壌は、のっぺ、やまち、まつち、かわらなどの呼び方で農家に認識されている(斎藤, 1960)。これら扇状地の土壌は、花崗閃岩系の壤土と砂壤土からなり、水はけがよく、地温が高まりやすいので、糖度の高い果樹を栽培するのに適する。

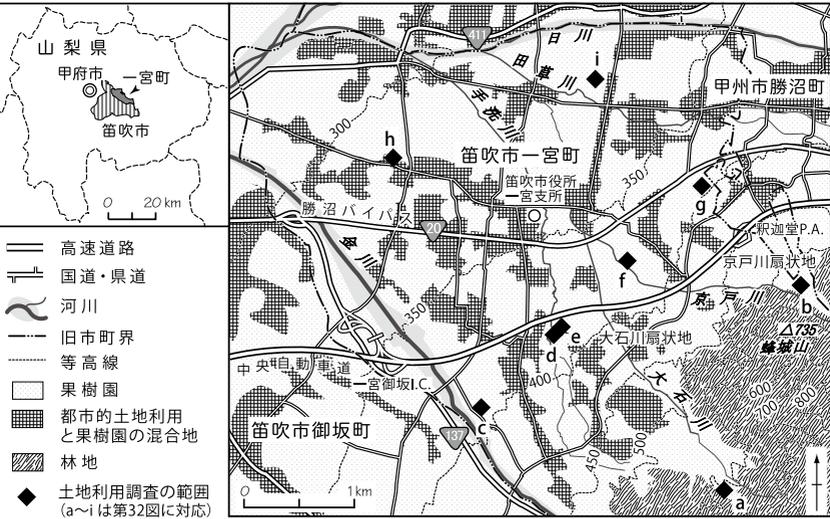
一宮町の果樹園芸は、特にももの栽培が盛んなことで知られる。一宮町では、1987年3月にももの栽培面積(成園と未成園の合計)が439ha、出荷量が7,220tに達したことから、「日本一桃の里宣言」をした。また、2004年に合併後、笛吹市となってからは、ももとぶどうともに栽培面積と収穫量が日本一となった。平成16年産果樹生産出荷統計によると、2004年の笛吹市におけるももの収穫量は2万5千t、ぶどうの収穫量が1万5千tであった。また、関東農政局峡東統計情報センターの「農林業市町村別データ」によると、2004年時点において、一宮町におけるももの収穫量は6,680tであり、栽培面積は466haであった。すなわち、笛吹市と一宮町は、全国におけるももの収穫量の16%と4.4%をそれぞれ占めたことになる。一方、同町におけるぶどうの収量は4,660tであり、栽培面積は343haであった。

2005年農林業センサスによると、一宮町の農業の特徴は、果樹に特化していること、農家一戸あたりの経営耕地面積が小さいこと、高齢の農業従事者が多いことにある。一宮町における農地は、樹園が782ha、畑が6haであり、水田はない。販売農家は1,171戸であり、ほぼすべてが果樹園を所有する農家であった。農家一戸あたりの経営耕地面積は62aであり、全国平均の1.27haの約半分であった。また、農業従事日数が150日以上 of 農業専従者の平均年齢は

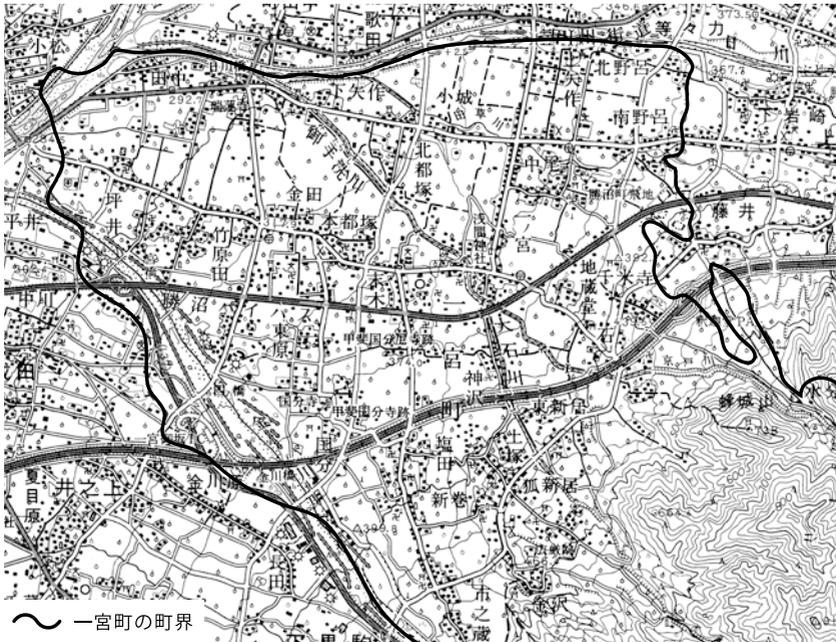
a. 一宮町の位置



b. 一宮町の土地利用



c. 一宮町の地形



第 27 図 笛吹市一宮町の位置

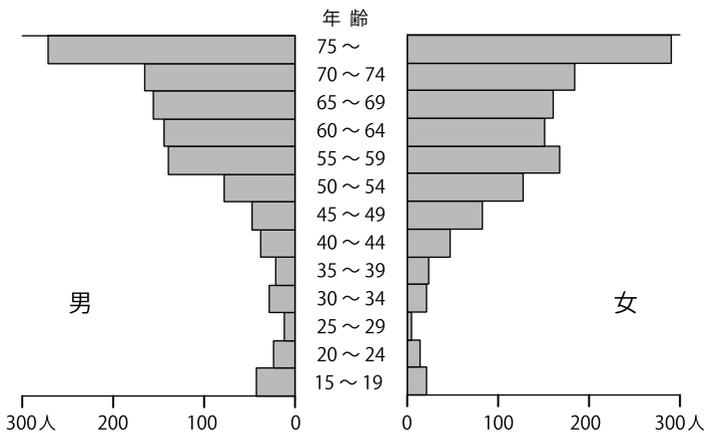
資料：5 万分の 1 地形図「甲府」（平成 8 年修正），86%に縮小。

62.3 歳であり、農業従事者の高齢化が進んでいる。

また、第 28 図は、一宮町における年齢別農業就業人口を示した人口ピラミッドである。2005 年農林業センサスによると、一宮町においては、65 歳以上の農業従事者の割合が 50%、75 歳以上の農業従事者に割合が 23% に達する。そのため、農業就業人口の年齢別グラフは、明確な逆ピラミッド型を呈する。このように、農業従事者の高齢化が進んでいることが、一宮町におけるもともとどのような産地維持の大きな課題である。

7.1.3 研究対象地域のエネルギー効率

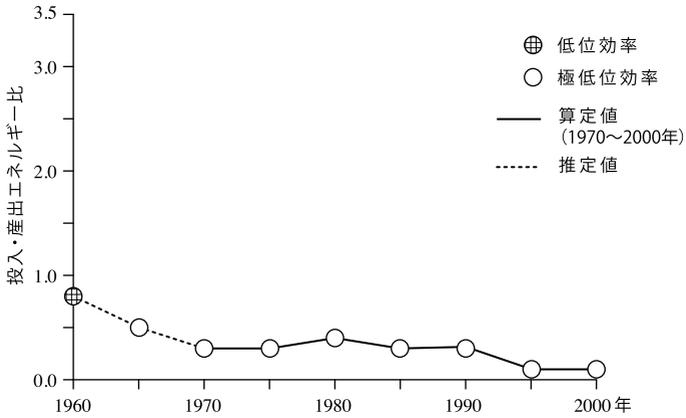
第 29 図は、一宮町における作物の栽培面積と作物生産のエネルギー効率の推移を示したものである^{†2}。1960 年における作物生産の投入・産出エネルギー比は 0.8 であり、エネルギー効率では低位効率に区分されていた。当時、すでに果樹が広く栽培されており、その面積は 364ha に達していた。麦類（大麦と小麦）と水稻の栽培面積も広く、それぞれ 257ha と 199ha の面積があった。修正ウィーバー法による作物結合タイプも、水稻・麦類・果樹によって代表されていた。エネルギー効率の算定には含まれないが、桑も広い面積を占めており、1960 年には 777ha に達していた。



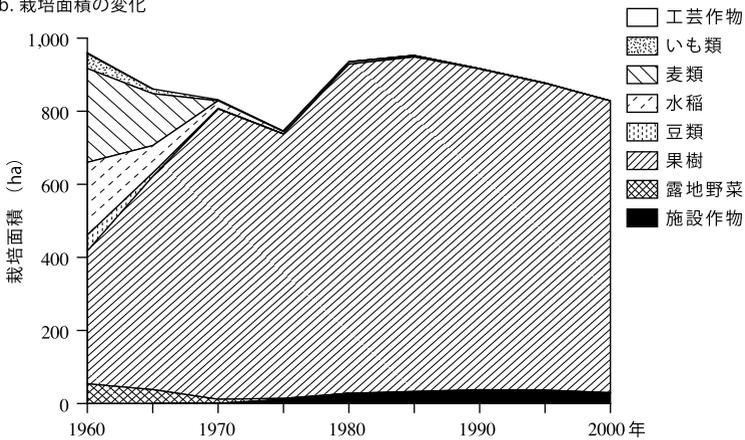
第 28 図 笛吹市一宮町における年齢別農業就業人口 (2005 年)

資料：農林業センサス。

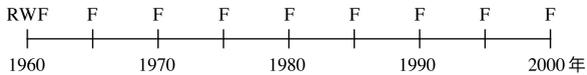
a. エネルギー効率



b. 栽培面積の変化



c. 作物結合タイプ



※作物の結合タイプは土井の修正ウィーバー法で算定した。
 作物結合タイプを示す略字は次のとおり: R 水稲, W 麦類,
 F 果樹(主にぶどうともも)。

第 29 図 笛吹市一宮町における作物生産のエネルギー効率と作物の栽培面積の変化
 資料: 第 8 表, 農林業センサス。

一宮町の作物生産のエネルギー効率は、1965年に極低位効率まで低下した。作物結合タイプも、果樹の単一栽培地域を示すFとなった。さらに1970年代に入ると、果樹の割合が95%を超えた一方で、中位効率作物である水稲と麦類はほとんど栽培されなくなった。1980年以降は、主に果樹が栽培される施設の面積も増加し、1990年には38haに達した。作物生産のエネルギー効率は、1965年から2000年まで極低位効率のまま推移する。特に1995年と2000年における地域的な投入・産出エネルギー比はわずか0.1であった。

7.2 一宮町における果樹園芸の展開

7.2.1 果樹栽培の導入期

一宮町におけるもも栽培の歴史は古く、江戸の末期には、一宮町北西端の田中地区で栽培された「田中桃」が名産として幕府へ献上されていたことが「甲斐国志」と「甲斐叢記」に記されている。明治期に入ると、一宮町（当時は東八代郡）および甲府盆地では、殖産興業政策を背景として養蚕業が発展した。養蚕の生産技術や販売制度は大正期にはほぼ確立し、全盛期を迎えたが、昭和期に入ると、世界の経済・政治からの影響を受けながら、好不況を繰り返した。特に1929年から1931年にかけての不況は深刻であり、繭の平均価格が低落した。この養蚕不況を1つの転機として、村の有識者や篤農家によって、養蚕に代わる換金作物が検討されるようになった。

その頃、カリフォルニア州で果樹栽培の経営んだ加藤重春氏は、白桃、大久保、岡山早生などのももの品種を岡山県から取り寄せ、末木地区において近代的な果樹園芸を始めた。これが一宮町においてももも栽培が近代的な農業経営に取り入れられた最初とされる。その後、もも栽培は周囲の農家に普及し、1941年には栽培面積が約22haまで拡大した。しかし、第2次世界大戦に入ると、作付け統制により果樹園の面積は減らされ、1943年には8.1haまで減少した。

一方、一宮町のぶどう栽培は、隣接する勝沼町（現在の甲州市）から明治中期に導入された。最初にぶどう栽培が始まったのは、旧浅間村の千水稻寺地区、石地区、地藏堂地区であった。甲州園取締役の降矢懐義氏は、「本町にぶどうの栽培が普及したのは、各種の技術が進歩し、ぶどう栽培がほぼ安定し

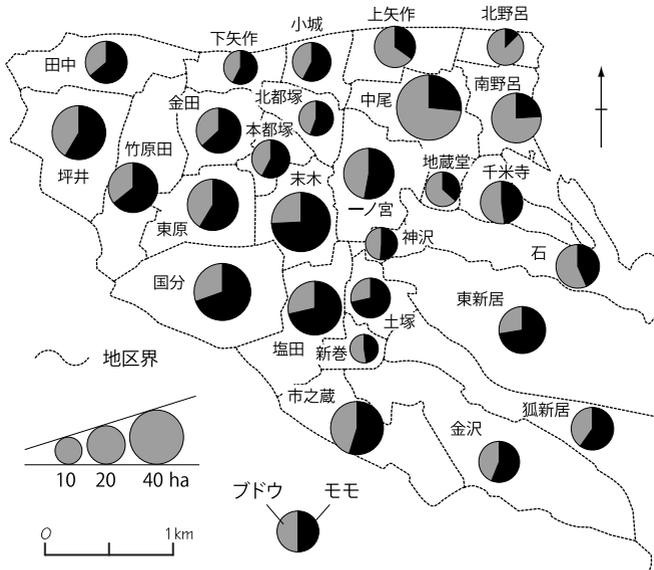
た産業となった頃からで、この時期はやはり 1902 年以後であった」と述べている^{†3}。大正期に入ると、旧浅間村では、それまでの桑園であった畑にもぶどうが徐々に拡大していった。一宮町誌編纂委員会編（1967）によると、「当時のぶどう棚は、鉄線と竹棚が入り混っており、栽培技術は岩崎等の先進地に行って見よう見まねで覚えてきた。一番苦労した点は消毒であった。また、出荷はすべて個人であった」という。大正末期には、すでに出荷組合が設立され、京浜地区・関西方面にも果樹が出荷されるようになった。しかし、第 2 次世界大戦の末期になると、食糧事情の悪化により、ももと同様にぶどうの面積も急減した。

7.2.2 果樹産地の形成期（1950・60 年代）

第 2 次世界大戦以降、経済統制が緩和されたことにより、果樹園芸が再び盛んになった。1953 年における旧一宮村のももの栽培面積は 70ha となり、耕地面積全体の 15% を占めた。同様に、旧浅間村では 5.9ha（3%）、旧相興村が 11.2ha（9.7%）まで増加した。1954 年には一宮村、浅間村、相興村の合併により一宮町となり、1955 年には、ももの栽培面積が 260.8ha、生産量が 3,600t、販売金額が 2 億 8,800 万円に達した。ぶどうの栽培面積もまた、1950 年には旧一宮村で 28.6ha、旧浅間村で 20.0ha、旧相興村で 29.0ha であったのが、1957 年には旧 3 村の合計で 192.8ha まで増加した。その後も果樹園の面積は増植の一端をたどり、一方で桑畑の面積は減少した。

第 30 図は、1964 年の一宮町におけるももとぶどうの栽培面積を地区別に示したものである。一宮町全体では、ももが 414.7ha、ぶどうが 348.7ha であった。地区別では、勝沼町に隣接する北東部の中尾や南野呂で、ぶどうに特化する傾向があり、果樹の 4 分の 3 以上の面積を占めた。北西部から南部にかけての末木、国分、坪井では、ももの割合が果樹園の 50% 以上を占めた。標高の高い南東部の石、東新居、金沢では、山林の面積が多くなるため、果樹園の面積は、扇央部や扇端部よりも小さくなる。なお、笛吹川に接する扇端部の田中は、一宮町におけるもも栽培の発祥地であり、かつ同町で最後の水田が 1980 年代まで残っていた地区でもある。

このように、一宮町における農業は、養蚕、麦類（小麦と大麦）、水稻の栽



第 30 図 笛吹市一宮町における地区別ももとぶどうの栽培面積（1964年）

資料：一宮町誌編纂委員会編（1967）。

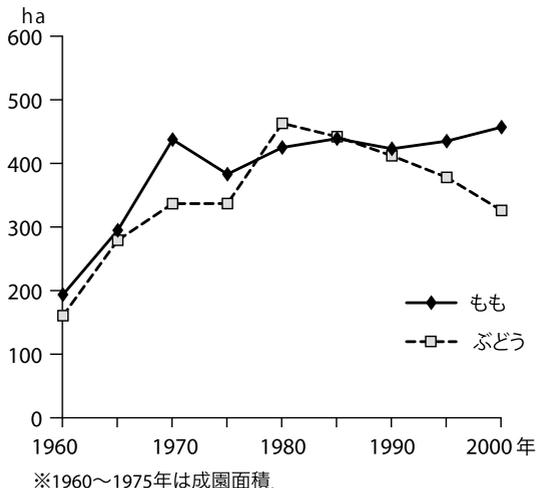
培が中心であったが、高度経済成長期を迎えた 1960 年代に入ると果樹の面積が急増した^{†4}。当時、日本人の食生活が大きく変化し、ももやぶどうなどの嗜好品的な生食用果樹の需要が伸びた時期でもあった。また、一宮町の農家は、かつて 5 反百姓と言われたように一戸あたりの耕地面積が少なく、農業経営で生計を立てるためには、集約的な園芸農業を導入する必要があった。斎藤（1960）によると、1950 年代後期頃のもも栽培は、家族労働力では 1 戸あたり 30a が上限であったこと、静岡県に出荷されて缶詰にも加工されていた。

7.2.3 果樹産地の安定期（1970 年代以降）

第 31 図は、一宮町におけるももとぶどうの栽培面積の変化を示したものである。ももの栽培面積は 1970 年から 1975 年にかけて減少するが、それ以降は 450ha 前後でほぼ横ばいとなる。一方、ぶどうは、1980 年まで微増するが、その後は漸減傾向となる。このように、一宮町における果樹の栽培面積は、1970 年以降ほぼ一定となり、果樹産地の安定期に入ったものと解釈できる。

ももとぶどうの栽培面積が変動した要因には、革新技術の導入、農業従事者の高齢化、自然災害などの条件が関連する。聞き取り調査によれば、1970年代において、農作業の軽減を重視した農家はぶどうを採用し、高収益を重視した農家はももを採用した。もも栽培は、脚立の上り下りをしなければならないことや、出荷時期が3～4日に集中することが、高齢の農家にとって大きな負担となった。また、1970年代の後期はすでに、農家の高齢化が進んだ時期でもあり、より省力的な栽培を志向して、ももとぶどうの複合経営から、ぶどうだけの栽培に転換した農家も多かった。

ももの栽培面積は、1990年以降に増加している。その理由として、ぶどうの価格が低迷したこと、乗用リフトの普及によりもも栽培の負担が軽減されたことが挙げられる。ぶどうとももの単位面積あたりの収量には大きな差はないが、新開発の機械の導入によって、もも栽培の労働時間が短縮されたのである。また、雪害によりぶどう棚が崩壊して、ぶどうからももへ転換した農家もあった⁵。また、雪の重みでぶどう棚が崩壊した後、ぶどうよりももの方が安価な投資で栽培を始めることができた。



第31図 笛吹市一宮町におけるももとぶどうの栽培面積の変化

資料：農林業センサス。

7.3 今日の果樹園芸を支える基盤

7.3.1. 作物と土地利用

(1) ももとぶどうの栽培景観

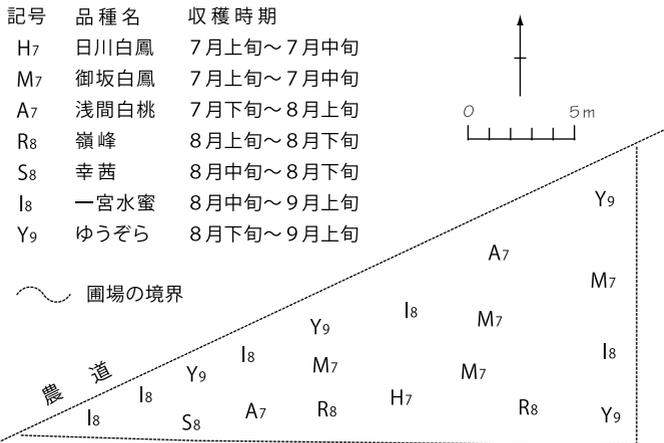
写真 14 は、もも（近景）とぶどう（遠景）の圃場である。ももの圃場では草生栽培が行われ、下草にマメ科のヘアリーベッチが植えられる。草生栽培には、土壌流失と肥料の過剰摂取の防止、有機質の補給、下草の根による深耕作用、除草作業の軽減などの利点がある。ももの圃場には、灌水用のスプリンクラーも設置されている。また、ぶどうの圃場では、下草を除草する清耕栽培が行われている。清耕栽培は、下草のコントロールによって土壌の湿度を下げて、病虫害の発生を少なくさせる方法であり、果樹産地では伝統的に行われてきた。

写真 15 は、ぶどうの摘房作業（右側）とももの袋がけ作業（左側）である。5月下旬から6月上旬にかけては、ぶどうの開花期にあたり、摘房作業の最盛期となる。摘房作業では、10cmほどの花房の先端2.5～3cm（果樹になる部分）を残して手で抜き落とす。この時期、ももの圃場では、摘果・袋がけ作業の最盛期である。近年のもも栽培では、乗用リフトが普及したため、高所での作業が比較的容易になった。しかし、腕を上げたままの姿勢が続く摘果・袋がけは、依然として手間がかかる作業である。

第 32 図は、ももが栽培されたある圃場における品種の分布を示したものである。この圃場の面積は 5a であり、19 本・7 種類の成木が植えられている。この圃場では、収穫時期が早い品種ほど、中央付近に植えられている。一つの圃場で複数の品種を栽培する理由は、収穫の時期をずらして労働力を分散させるためである。この圃場で栽培される品種のうち 5 本は、8 月中旬から出荷が始まる一宮水蜜である。一宮水蜜に次いで多いのが、4 本植えられている早生の御坂白鳳と晩生のゆうぞらであり、それぞれ 7 月上旬と 8 月下旬に収穫される。1 本だけ栽培されている幸茜は、山一白桃の枝変わりであり、2002 年に一宮町のもも栽培農家によって登録された新しい品種である^{†6}。



写真 14 ももとぶどうの園場 (2006 年 6 月 1 日筆者撮影、笛吹市一宮町)



第 32 図 笛吹市一宮町石地区におけるももの園場と栽培品種 (2006 年)

資料：現地調査および農家への聞き取り調査。

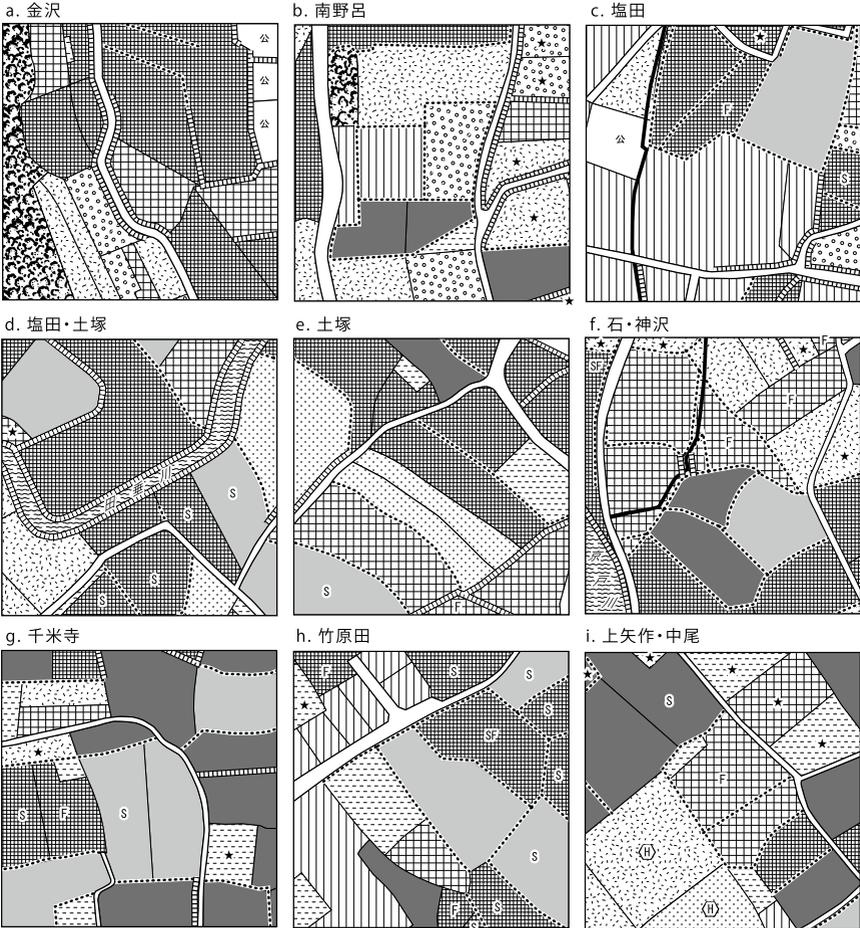


写真 15 ぶどうとももの農作業
(2006年6月1日(左)、5月31日(右) 筆者撮影、笛吹市一宮町)

(2) 東西の扇状地の土地利用

一宮町における9か所の土地利用を示したものが第33図であり、それぞれの区画の面積を算定したものが第17表である。一宮町西部の大石川扇状地の扇頂(第33図a)では、6割以上の面積でももが栽培される。果樹の圃場は、コンクリート堤で仕切られており、区画の面積も大きい。農道も自動車も余裕を持ってすれ違えるほどの幅がある。以前の農道は狭く複雑に曲がり、農作業の機械化を妨げた。それを改善するために、1984年から1998年にかけて、山梨県によって農道整備と圃場の団地化の事業が施行された。その結果、軽トラックで乗用リフトなどの大型機械を圃場へ直接運び入れることが可能になった。山林に隣接している圃場では、イノシシなどの獣害を防ぐための電気牧柵が巡らされたり、地上3mから地中30cmまである頑丈な金属ネット柵も政策の補助で設置されている。この場所には近年、花見台が建設され、4月上旬にももの花が開花する時期には花見の観光客で賑わうようになった。

一宮町東部の京戸川扇状地の扇頂(第33図b)では、不耕作地の面積が最も



大石川・京戸川扇状地の扇頂: a, b
 大石川・京戸川扇状地の扇央: c, d, e, f, g
 大石川・京戸川扇状地の扇端: h, i

※a~iは第27図に対応する。

- | | | | |
|-----------|------------|--------------------------|-------------------------------|
| もも(草生栽培) | 野菜・花き | 公 公共施設 | s スプリンクラーが設置された圃場 |
| もも(清耕栽培) | 家庭菜園 | 石垣 | F 袋がけが済んだ圃場(もも) |
| ぶどう(草生栽培) | 荒地・不耕作地 | ــــــــــــــــ コンクリート堤 | SF スプリンクラーが設置され、袋がけが済んだ圃場(もも) |
| ぶどう(清耕栽培) | 林地 | ــــــــ 道路 | * ぶどう棚が残存する圃場(ぶどう以外の土地利用) |
| その他の果樹 | 宅地・工場・倉庫など | ــــــــ 水路 | (H) ビニルハウスが設置された圃場 |

第 33 図 笛吹市一宮町における土地利用 (2006年6月)

資料：現地調査。

第 17 表 笛吹市一宮町における土地利用の集計結果 (2006 年)

単位: a

土地利用 の項目	記号 地区	a	b	c	d	e	f	g	h	i
		金沢	南野呂	塩田	塩田・ 土塚	土塚	石・ 神沢	千米寺	竹原田	上矢作・ 中尾
もも		62.1	14.4	22.8	48.1	55.9	52.1	16.6	32.6	27.7
ぶどう		-	14.0	14.9	19.6	12.3	20.7	67.6	29.2	32.9
その他の果実		6.1	17.6	3.5	-	-	-	-	-	-
野菜・花き		-	-	-	8.3	20.2	-	-	-	5.6
家庭菜園		0.3	1.4	-	0.9	5.7	-	7.3	10.8	11.6
荒地・遊休農地		8.9	31.3	4.1	9.1	-	17.0	5.1	-	18.0
林地		13.6	3.0	-	-	-	-	-	-	-
宅地・工場・倉庫など		-	8.9	39.4	-	-	-	-	22.1	0.9
公共施設		5.3	-	8.5	-	-	-	-	-	-
道路		3.7	9.3	6.8	3.6	5.9	6.2	3.5	5.4	3.3
河川・水路		-	-	-	10.3	-	4.1	-	-	-
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

資料: 第 33 図の計測。

広く、次いで、その他の果樹、もも、ぶどうの順になる。不耕作地の一部とその他の果樹の圃場には、ぶどう棚がそのまま放置されている。その他の果樹は、ぶどうよりも手間のかからないキウイフルーツである。京戸川扇状地の扇頂部は、近世に大規模な地すべりがあり、大石川扇状地よりも大きな岩が圃場のなかに散在する。このようなやせた土地では、ももよりもぶどうの栽培が適すると言われる^{†7}。しかし、狭い農道が複雑に入り組んでおり、農作業の効率が悪くなることや、農業労働力の高齢化などの理由から、不耕作地が増えている。

次に、大石川と京戸川の扇央における土地利用を説明する(第 33 図 c ~ g)。地形図の地図記号からは判別できないが、一宮町で栽培される果樹の種類は、東部と西部で差が見られる。西部ではももの面積の割合が高く、東部ではぶどうの割合が高くなる。東部の京戸川扇状地では、ぶどう栽培の先覚地である勝沼町の影響が強いため、ぶどうの割合が高くなる。扇央部の東部では町界が複雑に入り組んでおり、勝沼町の農家による出作の果樹栽培も行われている。一宮町で栽培されるぶどうは生食用の品種がほとんどであるが、東部の扇央部を中心に、醸造用の品種を栽培する圃場が点在する。これは、一宮町にあるワイ

ナリー^{†8}が所有する圃場であり、1m程の高さに仕立てられた垣根造りで、甲州などの伝統的な白ワイン用の品種が栽培されている^{†9}。

また、扇央部では、ぶどう・ももともにスプリンクラーが設置された圃場が多い。スプリンクラーの利用組合は、30～40aの圃場を一つの単位として灌漑水を供給する。以前は井戸水が使用されていたが、現在は畑地かんがい事業により農業用パイプラインが設置されたため、笛吹川から揚水された河川水が使用される。また、農作業を軽減するために、10aあたり20本の果樹を植えていたのを15本に減らして、不耕作地を作らないようにする農家もある。

扇端では、市街地化が進行しており、宅地や家庭菜園の占める割合が高い(第33図h・i)。一宮町では特に4m道路沿いの農地を中心に宅地への転用が進んでいる。1995年から2005年にかけて、約2haの農地が宅地に変化した。このように宅地化が進行している地区では、果樹栽培を継続することが難しい。例えば、早朝5時から始まるスピードスプレーヤーによる農薬散布や、収穫期に設置される野鳥よけの爆音機などに対して、圃場近くの住民からの苦情が多くなる。また、市街地では遺産相続による農地の維持が問題になる。例えば、親が死亡して農地を相続する場合、10aあたり1,200～2,000万円の相続税がかかる。農業を20年間継続すれば相続税が猶予されるが、すでに高齢になった農業従事者は、農地の維持に躊躇するようになる。

東西両方の扇状地ともに扇端と扇頂では約300mの高度差があり、同じ品種を栽培していても収穫時期に数日の違いが出る。笛吹農業協同組合(JAふえふき、以下「農協」とする)と笛吹市では、扇状地の高度差からくる収穫時期の違いを販売戦略にしたいという意向がある。

7.3.2 農業機械と栽培方法

農業機械の導入による農作業の省力化が、現在の高齢化した果樹栽培を支えている。写真16は、ぶどうの圃場内の乗用運搬車である。ぶどう棚は、コンクリート製の支柱とステンレス製の網で作られている。生食用のぶどう棚は、女性でも作業ができるように150cm前後の低い高さに仕立てられる。そのため、写真のような車高の低い果樹園専用の運搬車が使用される。このような運搬車は、農産物や農業資材の運送以外にも、高齢者が圃場と宅地を移動する手



写真 16 果樹の運搬車を運転する高齢の農業従者
(2006年5月31日筆者撮影、笛吹市一宮町)

段でもある。農道に面するぶどうの圃場の入り口付近では、軽トラックなどの汎用の農耕車が入れるように、ぶどう棚が180cmほどの高さに仕立てられている。

また、1990年代に普及したもも栽培用の乗用リフトは、それまで脚立を昇降していた選定、摘果、袋掛け、収穫などの農作業の労働を軽減させた。乗用リフトの登場により、ぶどうからももへ転換する農家が増加したとも言われる。これら以外の農業機械では、スピードスプレーヤーの導入が重要である。内山(1996)が指摘するように、果樹産地の生産性が高まり、大都市の需要を満たすことが可能になった大きな要因は、農薬の散布を自動化したスピードスプレーヤーの普及である。一宮町では、すでに1970年代にはスピードスプレーヤーが普及しており、それ以前の手動式の背負いポンプの防除と比較して、作業時間が3分の1程に短縮された。

農薬の散布に関して、2006年5月より残留農薬を規制するポジティブリスト制度が施行されたため、果樹栽培農家は農薬散布の時期をさらに慎重に調整するようになった^{†10}。また、出荷前の果樹や他の作物への農薬飛散を防止するため、手作業で農薬を散布しなければならない面積も増加した。また、新し



写真 17 ももの Y 字栽培 (2006 年 6 月 2 日筆者撮影、笛吹市一宮町)

く開発された農薬は効果が高いものの、希釈濃度が厳密であり、かつ使用方法や注意書きが英語で書かれていることが多く、効率的に使用できない高齢者も多いなどの問題もある。

写真 17 は、Y 字栽培または二本主枝仕立てと呼ばれる新しい仕立て方で栽培されるももである。Y 字栽培には鉄の支柱が必要となるため、設置には費用と労力がかかる。しかし、2つの主枝に均等に太陽光が当たるため、果実の大きさと糖度が均等になること、樹高が低くなるので農作業の負担が軽減されるなどの利点がある。また、圃場の左に見える石垣は、扇状地の土壌から出た石により作られたものである^{†11}。

ぶどう栽培では、近年、枝を H 型に仕立てる H 字型短梢栽培が導入された。従来の仕立て方は、幹を中心として放射状に枝を長くのぼす X 字型長梢栽培であった。H 型長梢栽培は、従来型よりも樹勢の調整が難しいが、剪定作業が簡単になること、また、着果と収量の調節と薬剤処理が容易になるため、採用する農家が増えている。

第 34 図は、事例農家におけるももとぶどうの栽培暦を示したものである。この農家は、60 歳代後半の夫婦が農業に従事する兼業農家であり、所有する

作物	品 種	栽培規模*	収 穫 時 期 (月・日)						
			6 10 20	7	8	9	10		
も も	ちよひめ	8 畝	■						
	日川白鳳	1反2 畝		■					
	早生白鳳	5 畝		■					
	白鳳	1 反		■					
	浅間白桃	1 反			■				
	一宮白桃	5 畝			■				
	川中島	5 畝			■				
	さくら	3 畝				■			
	楊貴妃	2 畝					■		
	合計	6 反							
ぶ ど う	デラウェア	5 本		■					
	巨峰	10 本			■				
	ピオーネ	5 本				■			
	ゴルビー	5 本				■			
	甲斐路	8 本(1反)					■		
	甲州	2 本						■	
	(改植中)	350坪							■
合計	7 反								

※棒グラフの太さは栽培規模に比例する。1反は約10a, 1畝は約1aに対応する。

第 34 図 笛吹市一宮町における事例農家のももとぶどうの収穫時期 (2006 年)

資料：聞き取り調査。

果樹園の面積は、ももが 60a、ぶどうが 70a である。ももの栽培面積は 55a であり、品種は 9 種類にのぼる。それぞれの品種の出荷時期は 10 日ほどと短い。出荷時期が異なる品種を組み合わせることによって、6 月下旬のちよひめから、9 月下旬の楊貴妃まで出荷を続けている。ももの出荷の最盛期は 6 月下旬～8 月中旬であり、ぶどうの出荷の最盛期の直前となる。出荷の最盛期のもも主な品種は、ちよひめ、日川白鳳、白鳳、浅間白桃である。

この農家が栽培しているぶどうの品種は 6 種類である。すべて生食用であり、7 月下旬のデラウェアから、10 月中旬の甲州まで収穫が継続する。収穫の最盛期は 8 月下旬～10 月中旬である。出荷採石の主な品種は、巨峰、ピオーネ、ゴルビー、甲斐路である。デラウェアや甲州などの従来の主力品種は、近年では市場で高値が付かない。そのため、圃場の一部 (12a) は、ロザリオピアンコなどの大粒の新品種へ更新している。

収穫期以外のももの作業には、肥料かけ（11月上旬～下旬）、剪定（12月上旬～2月下旬）、休眠期の消毒（12月上旬～2月下旬）、養護剤の消毒（3月上旬～4月上旬）、受粉（4月10日前後の3日間）、摘果・袋がけ（5月上旬～6月上旬）、通常の消毒（受粉後から収穫の10～15日前まで）がある。ももは、1本の本で800～2,000輪の花が咲く。そのため、1人の農業従事者が1日で可能な摘果・袋がけ作業は0.5～1本程度である。

収穫期以外のももの作業を見ると、肥料かけと剪定がももと同じ時期に行われ、また、芽欠きが4月下旬～5月上旬まで、芽伏せが5月上旬から下旬までである。デラウェアなどの種なし品種では、種をなくすためのジベ（ジベレリン）処理が、5月下旬と6月上旬に2回ある。この作業は、花房を先端だけを残す摘房の時期とも重なる。このように、大きさと糖度が揃っていて、見た目が綺麗であり、かつ早い時期に出荷されるという、市場が好む果物を生産するには大変な労力が必要である^{†12}。

7.3.3 出荷経路

果樹の出荷には、農協からの共選共販（以下、共選とする）、地元の集荷業者からの個人出荷、宅配や観光農園による消費者への直売、生協への販売などがある。共選で出荷する農家の割合は、1990年頃には約7割であったが、現在では約5割まで低下した。共選の割合が低下した原因は、出荷の手順が複雑であること、販売額の約2割が出荷経費で差し引かれることにある。共選の出荷手順に関して、現在でも合併以前の地区共選場（選果場）の施設と選果機械を使用するため、果樹の品目や品種ごとに集出荷場が異なる。例えば、西地区には4つの共選場があるが、ももはすべての共選場で選別できるのに対して、ぶどうは2つの集出荷場でしか取り扱っていない。さらに、種なし巨峰、ピオーネ、甲斐路は、北地区の集出荷場に再配送されてから市場に出荷される。

果樹栽培農家は品目ごとに部会に加入して、それぞれの集出荷場の基準に従って出荷する。選果は基本的に機械で行われるが、持ち込む前に自家選果と箱詰め作業が必要であることに加え、自らも選別作業の手伝いが義務となっており、特に労働力不足の農家にとっての負担が大きい。また、折角優れた果樹を生産しても、集出荷場に持ち込んだ後は農協の所有品となるために、その苦

労が手取り価格に結びつきにくいことに言及した農家もあった。

しかし、共選では、大都市に立地する中央卸売市場で販売されるため、販売数と販売価格が保障されるという利点がある。自ら販路を開拓する意志のない農家にとっては、手数料を支払っても確実な収入が見込める系統出荷を継続するものが多い。共選の出荷先は、北海道から九州までの約40の市場である。主な市場は、東京都（大田）、横浜市、大阪府（東果大阪）の中央卸売市場である。出荷量は、京浜地方が約4割であり、大阪地方が約3割である。

共選以外では、業者への個人出荷が約3割、宅配や観光農園などの直売が約2割を占める（三枝,1998）。農業従事者が高齢化した零細農家では、農協の集出荷場まで運搬が煩わしくなり、庭先集荷をしてくれる集荷業者へ販売する傾向がある。一方、直売をする農家は、少しでも高く販売したいという意欲のある農家が多く、インターネットで情報を発信したりしている。聞き取り調査をした直売農家の顧客は、首都圏を中心として約500軒であった。直売では共選出荷の手数料がかかる農協出荷よりも高値で販売できるが、梱包や伝票の管理など、出荷・販売にかかる労力が大きい。

また、勝沼バイパス沿いに土地をもつ果樹栽培農家のなかには、観光農園を経営したり、小売企業に土地を貸して不動産収入を得るものも現れた。観光バスが駐車できる大型駐車場を備えた観光農園もある。首都圏からの観光客は帰路に果物を買うことが多いため、勝沼バイパスの登り車線や、高速道路のインターチェンジへ向かう車線に店舗を構えた方が、売り上げが伸びるという。

7.3.4 行政と農協の支援

(1) 山梨県と笛吹市

山梨県農務事務所^{†13}では、農業活動を活発にするための法人化、認定農業者への誘導、担い手の確保などのほか、産地ブランドの育成などを目指して、2006年より5か年計画の普及活動基本計画を策定した。同計画のなかでも、特に担い手育成事業が注目される。これは、農務事務所の農業農村支援課が担当となり、より詳細な計画に基づいて実施される。担い手育成事による支援計画では、農外就労からの新期就農者や、若手育成のための経営・技術面の支援する方針が示されている。また、女性の経営参画や農業生産法人化の推進など

への取り組み、高齢者を含めた地域全体で農業生産を維持するシステムの構築などで、農家を支える施策を展開する。具体的には、農閑期における経営方法の向上を目指した複式簿記講座、基礎的な栽培技術の習得を目的とした技術セミナーが開催されるようになった。

また、農務事務所では、Uターン就農者で組織される東仲クラブの結成協力など、青年農業者の仲間作りのための支援事業も実施されている。この事業の報告書によると、峡東地区には、毎年25人程度の新規就農者がいるが、そのほとんどがUターン就農者であった。果樹栽培用の農地や農業機械の取得などの初期投資がかかることに加えて、栽培方法も難しいため、新期就農者の多くは、両親の後を継いで果樹栽培をはじめめるUターン就農が一般的である。

笛吹市では、日本一のもの里を維持するための様々な取り組みが実施されている。ここでは、一宮町農業振興地域整備計画、および笛吹市農業振興地域整備計画に基づいた市の支援政策を説明する。これらの計画で重点的に支援される項目は、国が定める認定農業者^{†14}と農業法人の資格取得である。資格を持った農業経営者を重点的に補助することで、経営規模の拡大や、強い競争力をもった果樹栽培農家を育成することを目標とする。

また、増加する不耕作地への対策として、農地の流動化を活発にするための補助金制度が制定された。農道や用排水路の維持・整備、および農業機械の購入を補助する農地整備事業も進行中である。シルバー人材派遣事業では、なるべく農業経験のある高齢者に登録してもらい、農繁期に労働力が不足する農家の需要に応えるようにしている。そのほか、2006年度には果樹栽培農家への聞き取り調査を実施し、現状と問題点を把握することで、経営者の意欲喚起を目指す取り組みも行われた。また、果樹栽培の講習会を開催し、土壌に合わせたぶどう・ももの品種選択や、より高い品質の果樹を生産するための指導も実施する。

以上のような県と市による支援の対象は、主に意欲的に農業経営に取り組んでいる農家である。県と市では、様々な支援活動を通して、意欲ある農業経営者を育成し、平均的な経営規模を0.6aから1haまで拡大させることで、生産性の高い近代的な産地を作りたいという意向がある。

(2) 農協

農協は、農家に身近な組織として、様々な経営規模の農家に対して、栽培技術から出荷・販売までの農業経営を支援してきた。栽培技術の側面では、ももに対しては摘果や収量調節など、ぶどうに対しては販売しやすい大きさの房作り（基準は400g）や、摘粒、ジベレリン処理、新梢処理、ポジティブリスト制度など、農作業に関する実践的な講習会を開催している。近年では、果樹のトレーサビリティを実践している。これは、農家に正確な防除日誌を記録してもらうことで、使用農薬、農作業、病気の記録を消費者に伝えることを目的としている。

近年では組合員の高齢化^{†15}が進んでいるため、作業の省力化に重点を置いた営農指導を行っている。例えば、集出荷場での選果作業では、従業員をシルバー人材センターなどから雇用することにより、組合員の負担を軽減した。また、農業従事者の高齢化に伴って増加している不耕作地は、そのままにしておくと害虫が発生して周囲の農地に被害を及ぼすため、農協では積極的に地主に働きかけて、除草・消毒などの管理を指導している。

販売面では、プレミアムピーチという地域ブランドを展開する。一部の選果場では光糖度センサーを導入して、通常のももが糖度12度以上で販売されるのに対して、糖度13度以上でかつ形のよいももをブランドとして販売する。しかし、高品質のももは宅配などで直売されることが多いため、プレミアムピーチを主力商品にすることは難しい。農協では、JA フルーツ山梨が実践したように、集出荷場を統合し、光糖度センサーを備えた最新の選果機の導入を検討している^{†16}。しかし、系統出荷率が低下していることに加えて、組合員の高齢化が進行しており、組合員の経済的な負担が増加することを考慮すると高額の投資は難しい。

7.4 農家と農業経営

7.4.1 農業労働力と経営耕地

第35図は、聞き取り調査を実施した果樹栽培農家における栽培品目、経営耕地、農業労働力、出荷形態をまとめたものである。果樹の面積は60a～

番号	主な栽培 品目	専業・ 兼業 別	経営耕地 (a)			家族労働力 (歳代)	雇用労働力		出荷形態 (%)		栽培 方法
			合計	0	50		100	親族 (歳代)	親族以外 (人)	0	
1	もも・ぶどう	兼業	130				60男・60女	—	3*		(不明)
2	ぶどう(施設)	専業	120				50男・50女	50男・20男	—		草生
3	ぶどう	専業	104				60男・50女	—	3		草生
4	もも	専業	100				50男・50女	—	6		草生
5	もも	専業	95				60男・50女	—	3		草生
6	ぶどう	専業	80				50男・50女	—	3*		草生
7	もも・ぶどう	専業	80				50男・50女	—	—		草生
8	もも・ぶどう	専業	68				50男・50女	70男・50女	—		草生
9	もも	専業	62				70男・70女	—	2*		清耕
10	もも・ぶどう	兼業	60				50女・80女	40女	—		(不明)

もも
 ぶどう
 かき
 系統出荷
 集荷業者
 生活協同組合
 観光・宅配
 贈答・宅配

* シルバー人材センターからの雇用

第35図 笛吹市一宮町における果樹栽培農家の耕地と労働力(2006年)

資料：聞き取り調査。

130aの範囲にあり、平均すると90aである。ぶどうを経営の主体とする農家は3戸のみであり、ほとんどがももとぶどうを組み合わせている。果樹の栽培方法も、ほとんどが草生栽培である。果樹栽培農家あたりの家族労働力を見ると、世帯主が50歳代で男女2人という組み合わせが6戸、世帯主が60歳代以上であり、男女2人という組み合わせが4戸である。なかには、果樹園芸を始めた2代目の後継者が、50歳代・60歳代になって農外就労を退職した後、家を継いで果樹栽培を始める場合もある。

これらの果樹栽培農家の経営を支えているのが、雇用労働力である。ほとんどの農家が、芽かき作業、袋がけ作業、収穫作業などの農繁期に、親族または臨時の雇用労働力を使用する。雇用労働力は、農外就労に従事する町内の世帯から来る高齢の女性がほとんどであり、長年(5年以上)同じ農家で働く傾向がある。近年では、彼女らが辞めた後、シルバー人材センターに労働力を依頼する農家も増えた。また、兄弟や従兄弟が近所に住んでいる場合は、臨時雇用よりも安い報酬か、無償のボランティアとして農作業を手伝ってもらうことも多い。

ここでは、聞き取り調査を実施した果樹栽培農家のなかでも特徴的な経営の事例として、農外就労からUターン就農した専業農家、高齢化した専業農家、施設園芸を導入した農家、生協(生活協同組合)への出荷をはじめた農家の経

営を説明する。

7.4.2 農業経営の事例

(1) Uターン就農

この農家が所有する果樹園の面積は約 68a であり、そのうち、ももが約 44a、ぶどうが約 24a である。ももの品種は 10 にのぼり、一筆あたり 4 品種を植えている圃場もある。ももの品種と栽培面積は、収穫時期が早い順より、日川白鳳(栽培面積:4a)、加納岩白鳳(8a)、あかつき(4a)、白鳳(4a)、嶺峰(4a)、浅間白桃(4a)、一宮白桃(4a)、一宮水蜜(4a)、川中島白桃(4a)、ゆうぞら(4a)となる。同様に、ぶどうの品種は、巨峰(12a)、ピオーネ(5a)、甲斐路(7a)である。ピオーネは、貸し主は後継者が就農しなかった近隣の果樹栽培農家より、土地ごと借りて栽培している。地代は 5a で 3 万円/年である。

この農家の家族構成は、世帯主(年齢:59)、世帯主の妻(53)、母(85)である。農業労働力は世帯主とその妻である。長男(28)と長女(26)は山梨県外で就職しており、果樹栽培を手伝うことはほとんどない。袋かけや収穫などの農繁期には、近隣の市町に住んでいる世帯主の妹(57)と叔父(73)が手伝いに来る。

果樹栽培に使用する農業機械は、消毒用のスピードスプレーヤー、乗用草刈機、耕耘機、小型トラクター、乗用リフト、運搬車、軽トラックである。果樹が栽培されている圃場には、すべてスプリンクラーが設置されている。出荷先は、9割が農協であり、1割は贈答用として知人へ直接販売している。果樹栽培の粗収益は、年変動があるものの、もも・ぶどうともに平均すると 10a あたり 100 万円程度である。粗収益のうち農業資材の費用や労働費などの経費が 4～5割を占める。

世帯主の両親は、1998年の大雪で甲州とネオマスカットのぶどう棚がつぶれたのを契機に、ぶどうの圃場をすべてももに変えた。これらの品種は、当時、販売価格が低迷していた品種であったので、大雪はちょうど良い機会であったという。例えば、甲州はワイン用として知られるが、地元のワイン醸造所では、輸入価格の安いぶどうジュースなどの原料を使用するようになり、地元農家のぶどうを購入しなくなったのである。

世帯主は、埼玉県南部の会社に勤めていたが、55歳で退職して両親の果樹

栽培を継いだ。ぶどうよりも労力がかからないももを増やしているが、同じ品種でも、良い実がなる木とそうでない木があるため、改植後5～6年は様子を見る必要がある。また、ももだけの栽培に特化しないのは、労働力と収穫時期を分散させるという経済的な理由もあるが、ももとぶどうの両方を収穫できるという個人的な楽しみの方が大きい。

近年の一宮町では、この農家のように会社を退職してから果樹園を継ぐ例が増加している。しかし、就農時に果樹の栽培技術を習得していなければ、それまでの果樹生産を質的・量的に維持できない。この農家の世帯主によると、40才までに技術を習得していなければ、退職後に就農するのは難しいという。

(2) 高齢専業

2番目の事例は、一宮町中央部の土塚地区でぶどうとももを栽培する専業農家である。この農家の経営耕地は62aであり、そのうちももが50a、ぶどうが12aである。ももの品種は、白鳳をはじめとして数種類を栽培する。ぶどうの品種はピオーネのみを栽培する。以前は大房のロザリオビアンコを栽培したが、作業に手間がかかったために栽培をやめた。主にももを栽培する理由として、ぶどう栽培では同じ姿勢の作業が続くため、身体的の負担が大きいこと、一方、もも栽培では姿勢を自由に変えられるために作業が楽なことを指摘していた。

この農家の農業労働力は、70代後半の世帯主の夫婦である。彼らに加えて、近隣に住む世帯主の妹が頻繁に手伝いにくる。農作業が特に忙しくなる5～6月には、シルバー人材センターから2～3人の労働力を臨時で雇用している。

所有する果樹園は一宮町内で数か所に分散しているものの、農作業や使用する農薬を考慮して、「一農園一品種」というように、ぶどうとももの圃場ごとに品種をなるべく統一するようにしている。果樹園の下草の管理方法は、ぶどうとももともに清耕栽培である。所有する農業機械のなかで、高齢化した農業従事者にとって最も役立つのが、スピードスプレーヤーと乗用リフトであるという。

この農家はすべて果樹を、近隣の集荷業者に販売している。価格はこの農家と集荷業者との直接交渉によって決定される。系統集荷では売り上げから出荷

経費が引かれる上に、共選場で箱詰めをしなくてはならない。それに対して、集荷業者へ販売する利点は、直接交渉であるため余分な経費がかからない。さらに、農家の前に果物を入れた箱を置いておくだけで集荷業者が持ってってくれるため、箱詰めや等級分けの作業も必要としないことである。

(3) 施設果樹

3番目の事例は、一宮町の北西部でももとハウスぶどうを栽培する専業農家である。この農家が農業を始めたのは、約450年前の江戸時代である。第2次世界対戦以前は主に養蚕と水稲が中心であり、農地の一部でワイン用ぶどうの甲州種を栽培した。第2次世界対戦後にぶどうとももを導入したが、ももはほとんどが自給用であり、農業経営の中心は水稲とぶどうであった。1970年代に入り、社会的にも果物の消費量が増加するに伴って、ももの栽培面積を増やした。1980年代に入ると手間がかかるももを減らし、単収の増加を目指してビニールハウスによるぶどう栽培（以下、ハウスぶどう）を導入した。

現在の経営耕地面積は120aであり、そのうちハウスぶどうが60a、露地栽培のぶどうが40a、ももが20aである。農業労働力は50歳代の世帯主夫婦である。同居している2人の子供はまだ学生であるが、週末には農作業を手伝うこともある。収穫期には、近隣に住んでいる親戚や、東京に住んでいる長男を呼び寄せて手伝いを頼んでいるため、雇用労働力は使用していない。労働力を雇用しない理由は、果樹栽培はある程度専門的な技術を必要とするため、大切な仕事である下作り作業（ももの摘果、ぶどうの房作りなど）を、パートなどの非熟練労働者に任せることはできないという方針による。出荷先は、わずかな量が親戚にギフト用として送られている以外は、全量が農協からの系統出荷である。この農家はこれまで、栽培技術の指導、農業資材の購入、施設の建設資金の融資など、農協からの様々な支援を受けてきた。

現在の世帯主は1980年代中頃より、消費者の高級品への需要の高まりに対応して、ハウス栽培の比率を高めてきた。しかし、近年では景気の低迷、および嗜好の多様化などの影響を受け、ハウスぶどうの単価は1kgあたり1,000円程度と最盛期の半値程度にまで落ち込んでいる。また、大雪によるぶどう棚への被害に加え、最近では石油価格の高騰のため、ハウス栽培の経費の半分程度

を占める暖房費が経営を圧迫し、露地栽培と比較した際の有利性はほとんどなくなった。そのため現在では、年間の労働力を均等に分散させて、より広い面積で果樹園芸の経営を可能にする手段としてハウス栽培を利用している。

(4) 生協出荷

4番目の事例は、一宮町南西部の塩田地区で、主にももを栽培する専業農家である。第2次世界大戦以降、稲作と養蚕から徐々にももの面積を増やしていった。この農家の経営耕地面積は95aであり、そのうち68aでもも(6品種)を、27aでぶどう(4品種)を栽培する。ももとぶどうを他品種で栽培するのは、労働力を時期的に分散させるためである。栽培品種は、県の指導や市場・消費者からのクレームによって決定される。前者を奨励品種といい、後者を淘汰品種という。品種を更新するか否かは、長期にわたって奨励品種と淘汰品種を重複栽培して、労働作業・味・大きさ等の検討を行った上で決定する。

農業労働力の主体は、60歳代の世帯主と50歳代の世帯主の妻である。世帯主の母が農業に参加しなくなった1999年からは、年間延べ25～30人の雇用労働力を、5～6月の繁忙期に使用している。将来的には、定年退職後に息子が継ぐことになる見込みであるが、現在のところは後継者がいない。息子の定年時まで現在の果樹生産の規模を維持できるかどうか、現在の世帯主は大きな不安を持っている。

この農家は、果樹の低農薬栽培を実践しており、山梨県からエコファーマーに認定された^{†17}。例えば、圃場の土作りでは、ライ麦による草生栽培にこだわりを持っている。ライ麦は背が高く根が長いため、土を深いところまで耕し、肥料として使える有機物を多く生み出すという。

この農家は、農協の出荷部会にも加入しているが、現在では神奈川生協にほぼ全量を出荷している。生協に出荷する理由は、生協は能力主義であるため、農家の生産へのこだわりが収入額に反映されるためであるという。2005年度の出荷量はももが15t、ぶどうが4tであった。また、わずかであるが、宅配による販売も始めた。インターネットで宣伝したり、注文を受け付けたりして、果樹の販売にも意欲的に取り組んでいる。

7.5 第7章のまとめ

本章では、低位効率作物である果樹の産地の事例として、笛吹市一宮町を取り上げた。一宮町は、甲府盆地特有の内陸性の気候と、水はけの良い扇状地といった自然基盤に加えて、大消費地に近接する位置にあり、果樹生産に適する地理的条件にある。一宮町においては、1930年以降に養蚕に代わる換金作物として、ももとぶどうの栽培が始まり、第2次世界大戦後にそれらの面積が拡大した。1960年代の中頃になると、作物の主体が桑・稲・麦類から果樹に転換した。本章では、一宮町における果樹産地がいかに維持されてきたかを、果樹栽培を支える諸要素に注目して明らかにした。結果の概要は、以下のようにまとめることができる。

(1) 一宮町における作物生産のエネルギー効率は、1965年に極低位効率まで低下し、そのまま2000年まで推移する。1960年代までは、水稻や麦類などの中位効率作物や、養蚕用の桑も栽培されていた。1970年代以降、耕地のほとんどが、露地栽培か施設栽培の果樹となった。

(2) 一宮町における果樹栽培の発展過程は、1950・60年代を産地の形成期、1970年代以降を産地の安定期と確定することができる。形成期と安定期を通して、ももとぶどうがほぼ同じ面積で栽培されていたが、1990年代以降は、ももの栽培面積が増加している。その理由は、農業従事者の高齢化が進展したこと、乗用リフトの普及により、もも栽培の労力が軽減されたことが挙げられる。また、ぶどうの市場価格の低下や、大雪によるぶどう棚の崩壊も、ぶどうからももへの転換の契機となった。

(3) 果樹栽培の土地利用には、東西の差異が明確に見られる。西部ではももの割合が高く、勝沼町に隣接する東部ではぶどうの割合が高くなる。また、西部の扇頂部は、団地化によって圃場整備が進んでいるが、東部の扇頂部では不耕作地が多く見られる。また、個々の圃場レベルでは、もものY字栽培やぶどうのH型短梢栽培などの新しい栽培技術が導入や、新品種が混植されており、省力化・高付加価値化に向けた取り組みがなされている。

(4) 果樹栽培農家の農業従事者の多くが60歳以上の高齢者である。高齢化した農家によって果樹産地が維持されている要因として、機械の導入や栽培方

法の工夫によって、農作業の省力化が進んでいることが挙げられる。また、一戸あたりの耕地が狭小であることも、現在では農地の維持に有利な条件となっている。さらに近年では、果樹園を継ぐためのUターン就農も増加している。今後の産地維持の課題として、栽培方法の機械化、出荷方法の省力化へ向けた政策の支援が必要であると考えられる。

注

- 1) 現地調査は2006年5・6月に実施した。果樹栽培農家をはじめとして、笛吹農業協同組合、笛吹市役所一宮支所住民課、山梨県峡東農務事務所への聞き取り調査、および、景観観察と土地利用調査を重視した。
- 2) 作物生産の投入・産出エネルギー比のデータについて、1960年代の値には、1970年の算定値を便宜的に適用した。また、1960～1975年の果樹の面積には、成園面積の値を適用した。麦類には、陸稲とその他の雑穀を含めることにした。
- 3) 江戸期においては、甲州ぶどうは幕府への献上品として産地が限定されたため、一宮町では商品としてのぶどうは栽培されなかった。明治期に入ると、勝沼町において、ぶどうの栽培技術と施肥技術が研究され、西洋の品種が導入されたことから、徐々に栽培面積が拡大した。
- 4) 果樹以外の主要作物の面積は、1950・60年代に激減する。桑の面積は、1950年には822haであったのが、1960年に777ha、1970年に3haへと減少した。小麦と大麦の面積は、1950年には476haであったのが、1960年に193ha、1970年に0haへと減少した。また、水稻の面積は、1950年には240haであったのが、1960年には199ha、1970年には21haに減少した。
- 5) 甲府市における最深積雪の記録は、1998年1月15日の49cmである。甲府地方気象台(2007)によると、ハウスやぶどう棚の倒壊などの施設被害面積は737ha、果樹の倒木、裂傷など樹木の被害面積は721haにおよび、被害金額は50億8900万円にのぼると試算され、積雪による農業被害としては過去最大となった。
- 6) 一宮水蜜は浅間白桃の枝変わりであり、1990年に当時の山梨一宮農業協同組合によって品種登録された。御坂白鳳は、1989年に御坂町農業協同組合によって登録された品種である。ゆうぞらは、茨城県つくば市の果樹試験場で育成され、1983年に登録した品種である。近年では、ももの新しい品種として、小型で糖度の高い夢しずくが普及している。これは、山梨県果樹試験場が2004年に登録した品種である。さらに、ももよりも農作業の負担が少ないすももの栽培も増えている。すももの主な品種は、サマーエンジェルとサマービュートであり、いずれも山梨県で育成された品種である。

- 7) ももは間隙が多く酸性 (pH5.5～6) の灰色低地土 (砂地) に適するのに対して、ぶどうは粘土分の多い中性 (pH7) の褐色低地土に適する。ぶどう栽培で使用した肥料が圃場に残存していると、収穫年に達したももが立ち枯れ (枯死症) することがあるので、ぶどうからももに転換する際には、3～4年ほどライ麦やマメ科のヘアリーベッチなどの緑肥作物を植えて、過剰な養分を吸収させる。
- 8) 笛吹市一宮町には、10のワイナリー (ルミエール、矢作洋酒、モンターナスワイン、丸一葡萄酒醸造所、日川中央葡萄酒、スズラン酒造工業、北野呂醸造、アルプスワイン、新巻葡萄酒、アサヒビールワイナリー) がある。その多くが、京戸川と大石川の扇状部に位置する。
- 9) 垣根造りでは、地面からぶどうまでの距離が短くなるため、土壌注の栄養分が果実に吸収されやすく、糖度の高いぶどうを栽培しやすくなる。しかし、日本のように降水量が多い地域では、病気にかかりやすいという欠点がある。
- 10) ポジティブリスト制度では、国内で流通する食品に残留する農薬や、動物用医薬品および飼料添加物について残留基準を設定し、それを超える食品の流通を禁止する法律である。基準値を超えた農産物には、出荷停止や回収などの対応が義務づけられる。
- 11) 写真 16 に見られるような低い石垣やコンクリート堤は、扇状地の土地をなるべく水平にして、土壌の流出を防いだり、農作業の効率化を図るために作られたものであり、ももとぶどうの圃場のほとんどで見られる。
- 12) 果樹の出荷時期の早期化に関しては、長野県中野市の例のように、暖房機を備えたビニールハウスなどの施設を建設して、収穫期を人工的に調整するようになった産地もある (市川ほか, 2009)。
- 13) 山梨県農政庁における地方農林業関係の業務は、2006年4月に組織再編が行われ、4つの農務事務所と3つの農業試験場に統合された。
- 14) 認定農業者制度とは、積極的な農業経営者に対し、5年間の農業生産計画を立てれば、税制上の優遇措置や低利子での融資が可能になる制度である。2005年時点において、笛吹市一宮町地区で164人が認定を受けている。
- 15) 2003年に合併して誕生した農協一宮支所の組合員数は、正組合員が約1,700人、準組合員が約300人であり、一宮町における農業従事者の8割以上を占める。加盟時に10a以上の経営耕地があれば正組合員、それ以下であれば準組合員となる。退会規定がないため、組合員の中にも農業を辞めた農家も多い。
- 16) 笛吹市と隣接する山梨市のJAフルーツ山梨では、支所の合併に際して、箱や規格を統一し、最新の光糖度センサーを備えた大型の共選場を建設し、一元的な出荷体制を確立することで、ももの優位販売に成功していることに加え、農家の負担をも軽減させている。
- 17) エコファーマーとは、持続農業法 (持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律) に基づき、堆肥等を使った土づくりと化学肥料・農薬の使用の低減を実践した生産方法を

導入し、環境保全型農業に取り組んでいる農業者の愛称である。

文献

- 新井鎮久 (1980): 甲府盆地・御勅使川扇状地における果樹栽培の特色と成立条件. 専修人文論集, **24**, 1-24.
- 一宮町誌編纂委員会編 (1967): 『一宮町誌』一宮町, 1453p.
- 市川康夫・市村卓司・村田 裕・仁平尊明 (2009): 長野県中野市における果樹園芸の地域的特色. 地域研究年報, **31**, 21-44.
- 内山幸久 (1976): 果樹生産地域における地域的機能単位の構成 — 長野盆地および甲府盆地東部の場合—. 香川大学教育学部研究報告 (第1部), **40**, 109-158.
- 内山幸久 (1996): 『果樹生産地域の構成』大明堂, 229p.
- 菊地俊夫 (1983): 甲府盆地におけるワインの生産形態と生産組織. 経済地理学年報, **29**, 88-105.
- 甲府地方気象台 (2007): 山梨県における最近の気象災害事例. http://www.tokyo-jma.go.jp/home/kofu/menu/saigai_top.html
- 齋藤叶吉 (1960): 甲府盆地調査における三つの収穫. 地理, **5**, 910-915.
- 三枝 孝 (1998): 『落葉果樹農産物の販路多様化に関する地理学的研究 — 一宮町の「もも」栽培地域を事例として —』平成9年度山梨大学卒業論文.
- 佐々木博 (1966): 甲府盆地東部と南西ドイツ Kaiserstuhl におけるブドウ栽培景観の比較. 地理学評論, **39**, 118-145.
- 尾藤章雄 (1994): 内陸農村の変容 — 甲府盆地の事例 —. 藤田佳久・菊地俊夫・西野寿章編『人間環境と風土 — 農村風土の航三と変容 —』大明堂, 120-143.
- 松井貞雄 (1966): 甲府盆地西部地域の温室園芸. 人文地理, **18**(4), 1-25.
- 水島一雄 (1981): 甲府盆地における果樹生産地の拡大と農業経営形態の再編成. 日本大学文理学部自然科学研究所研究紀要, **16**, 47-62.
- 横田忠夫 (1957): 甲府盆地における果樹栽培の現況. 地理学評論, **30**, 1118-1131.

第8章

水稻・大麦・かんしょ

—茨城県ひたちなか市における加工用かんしょ—

8.1 はじめに

8.1.1 目的

食料エネルギーを多産するかんしょは、救荒作物として江戸期に栽培が始まり、第2次世界大戦後には工業原料として広い面積で栽培されるようになった(小林, 1984; 宮本, 1962)。しかし経済の高度成長期以降、野菜や果樹などの園芸農業の台頭に伴って、各地に見られた米・麦類・かんしょという組み合わせは急速に減少した^{†1}。かんしょは食料生産という観点において重要な作物であるが、かんしょの産地を対象とした地理学の研究は少ない。わずかに山上(1992)が、地域ブランドとしての「川越いも」の生産動向を報告しているにすぎない。現在でもかんしょの生産が維持されている大規模な産地を対象として、その維持要因を考察することは、農業地理学の重要な課題である。

本章で対象とするひたちなか市は、現在でも米・麦類・かんしょが広い面積で栽培されている。これらの作物のなかでもかんしょが、主要な商品作物となっており、そのほとんどが、干しいもに加工されることに特色がある^{†2}。ひたちなか市は大規模な干しいもの産地であり、全国の7割の生産量を占める(財団法人茨城県農林振興公社, 1997)。本章では、茨城県ひたちなか市を事例として、かんしょを中心とする作物生産が維持されている要因を、農業の発展過程、土地利用などの農業を支える基盤、および個々の農業経営に注目して解明することを目的とする^{†3}。

8.1.2 研究対象地域とエネルギー効率

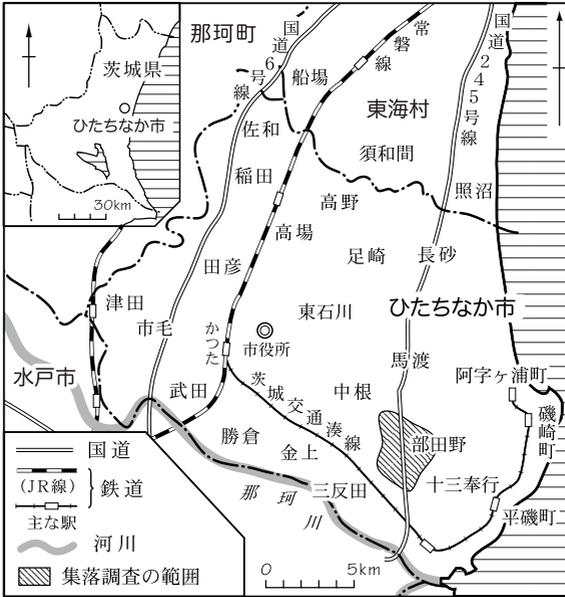
勝田市と那珂湊市の合併によって1994年に誕生したひたちなか市は、東京から北東に約110km、茨城県のほぼ中央に位置する(第36図a)。市域の大部分が、海拔30m程度の平坦な那珂台地に属する。南部には、那珂川低地の水田地帯があり、東部は太平洋に面する。台地上ではJR常磐線の勝田駅を中心に市街地化が進行し、その外縁に畑や平地林などの農村的な土地利用が残存している。

「茨城農林水産統計」によると、1997年のひたちなか市におけるかんしょの栽培面積(作付面積)は1,180haであり、鉾田町に次いで県内で2位であった。また、かんしょの生産量は、34,900tであり、県内で1位であった。このように、かんしょの生産量が多いのは、ひたちなか市で主に栽培される加工用品種の収量が、生食用品種よりも多いためである。ひたちなか市の農業のなかでも、加工用かんしょは最も重要な農産物に位置づけられる。茨城県農業基本調査によると、1998年のひたちなか市におけるかんしょの栽培面積は、加工用品種が644haであり、生食用品種が189haであった。また、ひたちなか市企画部の「統計ひたちなか」によると、1996年度の農業粗生産額は106億円であり、そのうち47億円を加工用かんしょが占めた。

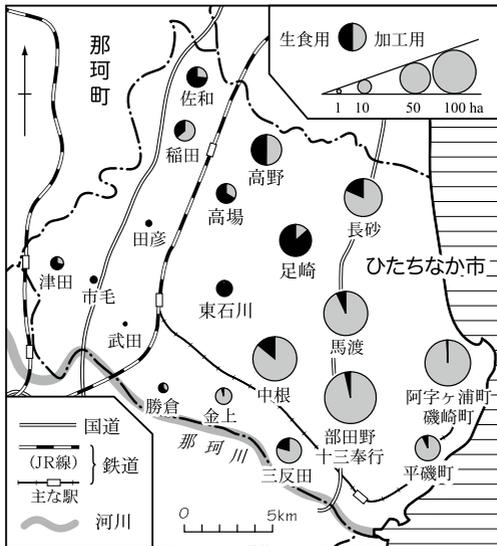
第36図bには、ひたちなか市におけるかんしょの栽培面積が地区別に示してある。栽培面積が広い地区は、東部の旧那珂湊市域に集中する。なかでも栽培面積が100haを超えるのは、部田野・十三奉行、阿字ヶ浦町・磯崎町、馬渡、中根の各地区である。また、海岸部に近い地区ほど、加工用品種が栽培される割合が高くなる傾向がある。加工用品種の割合が90%を超えるのは、部田野・十三奉行、阿字ヶ浦町・磯崎町、馬渡、阿字ヶ浦である。このように、ひたちなか市の海岸部は、同市における干しいも栽培の発祥地であり、現在でも加工用かんしょ栽培の核心となっている。

また、第37図は、ひたちなか市における作物の栽培面積と作物生産のエネルギー効率の変化を示したものである^{†4}。1960年の投入・産出エネルギー比は3.3であり、そのエネルギー効率は高位効率に区分された。全ての作物の栽培面積は6,790haに達しており、主な作物は、かんしょ(1,935ha)、小麦(1,267ha)、大麦とビール麦(1,262ha)であった。

a. ひたちなか市の位置



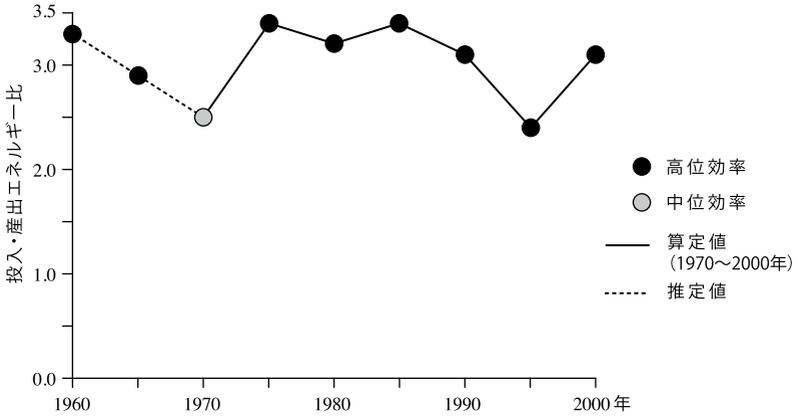
b. かんしょの栽培面積



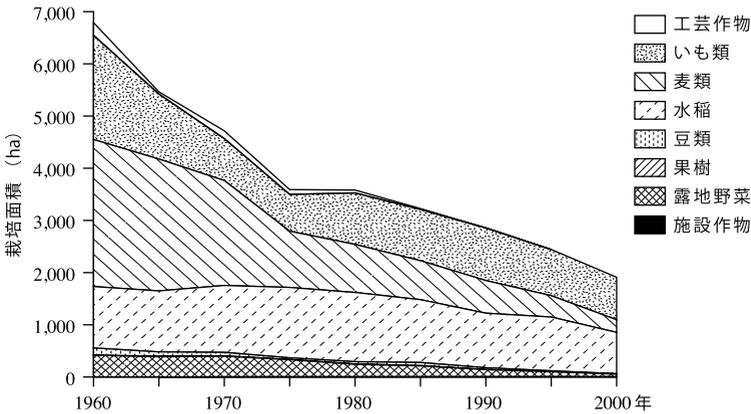
第 36 図 ひたちなか市の位置とかんしょの地区別栽培面積 (1998 年)

資料：ひたちなか市役所.

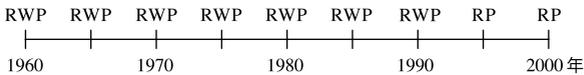
a. エネルギー効率



b. 栽培面積の変化



c. 作物結合タイプ



※作物の結合タイプは土井の修正ウィーバー法で算定した。
 作物結合タイプを示す略字は次のとおり: R 水稻, W 麦類,
 P いも類(主にかんしょ)。

第 37 図 ひたちなか市における作物生産のエネルギー効率と作物の栽培面積の変化

資料: 第 8 表, 農林業センサス。

1970年になると、地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比は2.5に減少し、エネルギー効率は中位効率に低下した。全ての作物の栽培面積は4,717haに減少したが、なかでも中位効率作物である麦類が1,078ha、高位効率作物であるかんしょが769haまで減少した。麦類のなかでは小麦の減少が著しく、1970年には356haとなった。その一方で、露地野菜と水稲の面積は増加している。これは、畑でのごぼう栽培と陸田での水稲栽培が増加したためである。

1975年の作物生産の投入・産出エネルギー比は3.4まで上昇し、エネルギー効率も高位効率に戻った。これは、麦類の面積が大幅に減少した結果、いも類の栽培比率が高まったためである。全ての作物の栽培面積は1970年の4,717haから1975年の3,519haへ減少したが、そのうち933haが麦類の減少であった。特にビール麦の減少が著しく、1970年には971haであったのが、1975年には464haとなった。

1980年代以降、地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比は3.1～3.4で推移し、エネルギー効率は高位効率のまま推移する。1980年には、かんしょの面積は955haまで回復し、それ以降は900～800haで維持されるようになった。この時期は、露地野菜の栽培面積も減少を始め、特に大麦とビール麦は、2000年にはわずか93ha（1960年の約1/14）に減少した。修正ウィーバー法による作物結合タイプも、1960年から1990年にかけては水稲・麦類・いも類の組み合わせであったのが、1995年からは水稲といも類に変化した。

8.2 かんしょと干しいも生産の展開

ひたちなか市における干しいも生産は、1908（明治41）年に湊地区の水産加工業者と前浜（現阿字ヶ浦町）の農家によって始められた。彼らは、静岡県磐田郡の生産者から技術を習得し、水産業と農業における冬季の副業として干しいもの生産を始めた。大正期から昭和初期にかけて、干しいも生産は、農家の副業として前渡村とその周辺地域に拡大した。当時の典型的な農家の農業経営は、稲（水稲・陸稲）、麦類（小麦・大麦）、かんしょの栽培と干しいもの生産であった。

茨城県農業史研究会編（1985）によると、この地域で干しいもの生産が発展

した要因は、かんしょ栽培が台地の砂壤土に適していたこと、冬季の晴天日の多さと潮風が干しいもの乾燥に適していたこと、燃料が麦わらや平地林で得られる薪など豊富であったこと、農閑期の家族労働力を活用できたことにある。また、勝田市史編さん委員会編(1978)は、この地域が日本のかんしょ栽培の北限に近いこと、糖度の高いかんしょが育つこと、および、北海道・東北地方への物資流通機能が湊地区に立地しており、干しいもの販路確保に有利であったことを挙げている。

かんしょは、1936(昭和11)年頃からは軍隊の燃料用アルコールの原料として、1939(昭和14)年頃からは主食に準じた食料として増産されたため、干しいもの加工は制約を受けた(茨城県農業史研究会編,1971)。第2次世界大戦後の1950年代に入ると食料事情が好転し、澱粉糖製品の原料としての出荷や、干しいもの生産が再興した。1960年代に入ると、経済が成長するにつれて澱粉糖製品や嗜好品が多様化し、加工用かんしょと干しいもの需要は縮小した(那珂湊市史編さん委員会編,1981)。

かんしょの栽培面積と干しいもの生産量は、1980年代から再び増加した。これは、自然食品や健康食品の人気の高まりを背景に、典型的な自然食品として販売された干しいもの需要が増加したためである(茨城県農業史研究会編,1985)。干しいもの従来の出荷先は、茨城県内、北関東、東北、北海道が主であったが、京阪神地方へも販売されるようになった。また、干しいもの生産量が不足するようになり、中国から干しいものが輸入されるようになった。

8.3 今日のかんしょ栽培を支える基盤

8.3.1 作物と土地利用

(1) かんしょの品種特性

ひたちなか市で栽培されているかんしょの主な品種は、加工用がタマユタカであり、生食用がベニアズマである。前者は、蔓が緑色であり、後者は蔓が赤褐色であることから区別できる。タマユタカは関東33号とクロシラズから育成され、1961年から茨城県の奨励品種に指定された(小野田,1965)。当初、タマユタカは澱粉加工用として県内で広く栽培されたが、現在では干しいもの専

用として、ひたちなか市とその周辺町村で限定的に栽培されている。

タマユタカは晩期肥大性の品種であるため、10月上旬から下旬にかけて収穫される。澱粉の糖化が進行してからタマユタカを収穫すれば、品質の高い干しいもを生産できることを地元の農家が発見したことにより、今日までタマユタカだけが干しいもの原料となっている（関東農政局茨城統計情報事務所，1984）。一方、ベニアズマは早期肥大性の品種であり、早堀しても収量が多くなるため、8月下旬～9月中旬に収穫される。

かんしょは、養分の吸収力が強い根が土中深く入り込むため、海岸に近い砂地の圃場でも、塩害や干害などの被害をさほど受けずに成長する（写真18）。かんしょ栽培農家によると、干しいもに加工する段階で、海岸に近い場所で海風にさらしながら乾燥すると、塩分が付着して甘味のある美味な干しいもを生産できると言われる。このようなかんしょの生態学的特性と地理的条件が、ひ



写真18 加工用かんしょの圃場とパイプハウス
（1998年10月8日筆者撮影、ひたちなか市阿字ヶ浦町地区）

ひたちなか市における加工用かんしょの収穫面積は海岸部に近くなるほど広がる。かんしょは草勢が強く、葉と蔓が農道へはみ出すまで成長する。海岸に近い畑でも塩害などの被害をさほど被らない。納屋の横に見えるパイプハウスはかんしょの苗床として使用される。

たちなか市の海岸部における加工用かんしょの栽培と干しいもの生産を優位にしている。

(2) 部田野地区の土地利用

第 38 図は、集落調査を実施した部田野地区の土地利用である。同地区の地形は、第四紀の洪積台地と沖積低地からなる。沖積低地と洪積台地の比高は 23～28m である。洪積台地のほぼ中央部には、北東から南西方向に谷津が入り台地を二分している^{†5}。洪積台地上は平坦であり、その標高は 25～30m である。洪積台地の表土の 0.5～1m はクロボク（黒土）と言われる黒色の湿性火山灰土である。ひたちなか市の農家は、黒色のクロボクをノガタと呼び、赤茶色の関東ロームをアクツと呼ぶが、かんしょ栽培には前者が適している。阿字ヶ浦町や磯崎町などの海岸部と比較して、部田野地区のクロボクは窒素成分が少ないため、良質のかんしょを栽培することが可能であると言われる^{†6}。

洪積台地上で最も広い面積を占めるのがかんしょであり、そのほとんどが加工用のタマユタカである。土地利用調査を実施したのは、かんしょが収穫期に入った直後の 10 月上旬であったため、すでに蔓が切られたり、収穫途中の圃場が多く見られた。翌年 5 月に実施した調査では、かんしょが栽培されていた圃場の大部分に大麦が栽培されているのが確認された。

集落の北部、谷津の東部には陸田が多く分布する。これらの陸田は 1960 年代後半から 1970 年代初頭にかけて造成されたものである。陸田にあるポンプ小屋には約 20m の深井戸が掘られ、電気揚水機で地下水を汲み上げる。陸田のなかには、夏季にかんしょ、冬季に大麦が植えられる圃場もある。このような農地利用の場合、かんしょよりも水田転作の助成金が高くなる大麦の圃場として登録される。水田転作の大麦の圃場では、10a あたり 25,000 円の助成金が支給される。しかし陸田のように、一度水で練った土壌は固まりやすいため、畑に戻してもかんしょの栽培にはさほど向かないと言われる。

農家の敷地内に点在する小型のビニールハウスは、干しいもの乾燥場、および、かんしょの育苗ハウスとして利用される。暖房や冠水などの設備はなく、夏季にはビニールの覆いが外されて、かんしょが栽培される。その支柱のパイプを利用して、豆類が栽培される。集落内に 2 か所見られるかんしょの加工場

は、種芋をキュアリング処理（後述）するための施設である。

非農業的土地利用を見ると、国道 245 号線沿いには小売店、飲食店、工場などが分布し、地区北西部には大規模な山崎工業団地が立地する。工業団地に隣接して東水戸道路のひたちなかインターチェンジが建設されており、広い面積が改変の途中であった。勝田市街や水戸市に近接する部田野地区では、住民が農外就労に従事する機会が多い。部田野地区の集落にも、納屋などの農業施設がない一般住宅が建設されており、市街地化が進行している。

8.3.2 加工用かんしょ栽培の土地生産性

(1) かんしょの畝パターンと収量

大麦との二毛作が行われるのは、加工用のタマユタカである。タマユタカは畝の間隔を広くとって定植するため、畝間の大麦をコンバインで収穫しやすくなる。この場合、畝の間隔が 160～170cm、苗の間隔が 23～30cm で定植するのが基本的な畝パターンである（写真 19）。一方、生食用のベニアズマの場合、畝の間隔が 120cm、苗の間隔が 20～25cm で定植する（写真 20）。

畝と苗の間隔を広くとり、初冬まで肥大させるタマユタカの方が、1つのいもが大きくなり、面積あたりの収量が増加する。タマユタカの収量は 2,500～2,800kg/10a であるが、これはベニアズマの 125～150% である。また、大麦との二毛作を行うためには、大麦の収穫期にかんしょの草丈が小さいことも重要である。タマユタカの定植時期は 5 月下旬～6 月上旬であり、ベニアズマよりも半月から 1 か月ほど遅いため、大麦との二毛作に適している。

加工用かんしょの畝間隔は生産者の意向を反映するものであり、上記の基本的なもの以外にもいくつかの畝パターンがある。例えば、1 個のいもを大きく育てようとする場合には、畝間隔を 200～210cm に広げて、その間に 2 列の大麦を定植する。このように畝の間隔を広げる方法は、土地のやせている圃場で収量を多くする場合に適すると言われる。

また、収穫の労働時間を短縮しようとする場合には、いもを 2 列で定植し、次の畝との間隔を 350cm ほど空けて、その間に大麦を 6 列で栽培する（写真 21）。この畝パターンの場合、いもの収量は約 2,200kg/10a となり、基本的な畝パターンの収量よりも少なくなるものの、収穫時にいも寄せ作業が必要なく



第 38 図 ひたちなか市部田野地区における土地利用 (1998 年)

資料：現地調査.

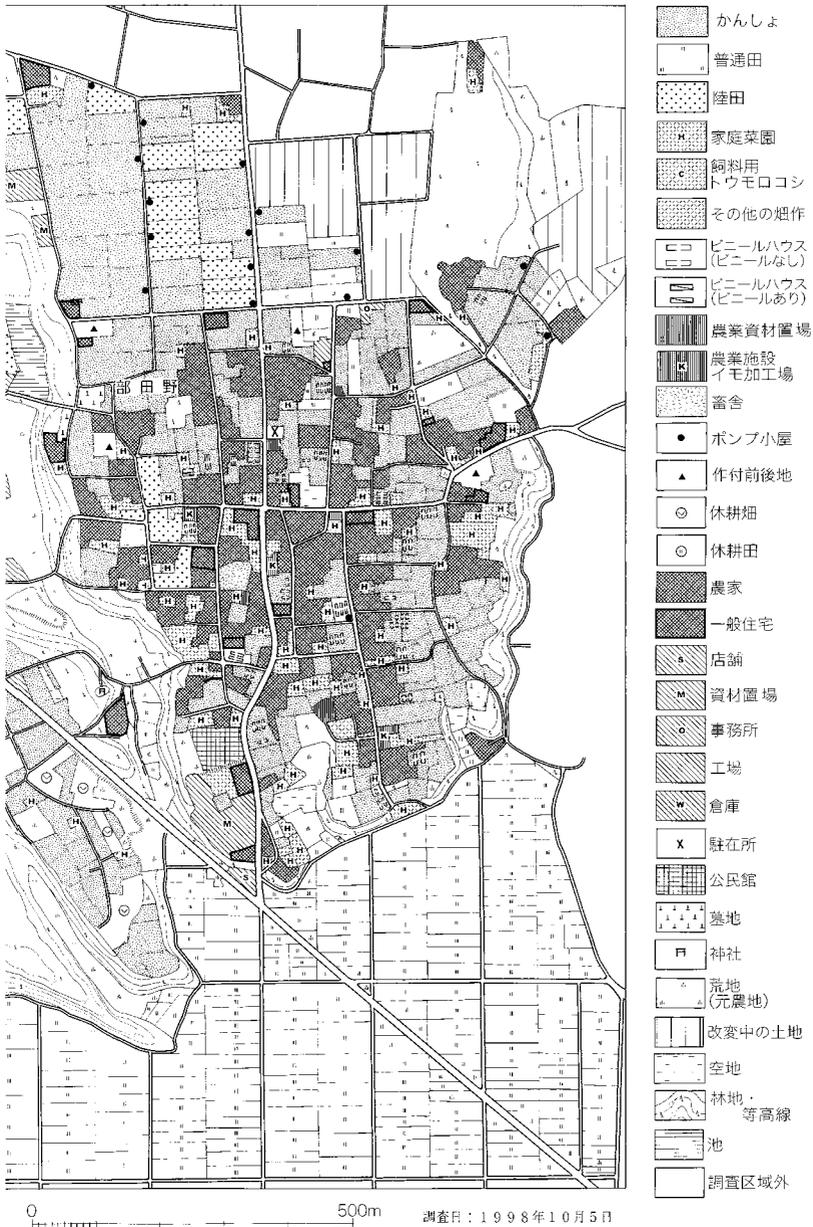




写真 19 加工用かんしょの畝間定植（その 1）
（1999 年 5 月 7 日筆者撮影、ひたちなか市部田野地区）

加工用品種のタムユタカは、大麦との二毛作で栽培される。かんしょの苗は 160～170cm の間隔で、大麦の畝間に定植される。写真の右側にみえるのは地下水を利用した陸田である。

なる。定植する苗は約 3,000～4,000 本/10a と約半分に減り、さらに、畝数が少ないために、大麦の播種と収穫の時間も半分以下に短縮されるという利点もある。いも寄せとは、袋詰めを行いやすいように、3 本の畝から収穫されたいもを、中央の畝にまとめる作業である（写真 22）。かんしょは重いため、腰をかがめて作業するいも寄せは重労働である。

加工用かんしょの畝間隔を 150cm 以上とるようになったのが、トラクターの導入以降である。1960 年代には、2.5 尺（約 75cm）間隔で加工用かんしょが定植されていた。現在、加工用かんしょを栽培する農家が所有するトラクターは 20～30 馬力の中型のものであり、新品で 150～200 万円の価格である。さらに、畝上げ機、農薬散布機、掘り起こし機などの付属機械を購入すると、



写真 20 生食用かんしょの圃場

(1999年5月27日筆者撮影、ひたちなか市中根地区)

生食用品種のベニアズマは早期肥大性の品種であり、定植時期がタマユタカよりも早い。したがってベニアズマは、畝に黒いビニルのマルチを張って、地温を上昇させてから定植される。畝の間隔は約120cmであり、タマユタカよりも密植される。

300万円以上の価格になる。

(2) かんしょと大麦の土地生産性

生のかんしょ100gに含まれる熱量は、123kcal (515kJ)である(科学技術庁資源調査会編『四訂 日本食品標準成分表』による)。加工用かんしょの収量は約2,500kg/10aであるため、面積あたりの食料エネルギーの産出量は約308万kcal/10aとなる。かんしょは生態学的な特性から見て最も土地生産性の高い農作物のひとつである(仁平,1999)。

加工用かんしょと同じ圃場で栽培される大麦の収量は、約150kg/10aである。大麦は、かんしょの畝間に植えられるため、大麦だけの栽培と比較して約半分の収量となる。大麦の熱量は100gあたり339kcalであるため、食料エネ



写真 21 加工用かんしょの畝間定植（その 2）

（1999 年 5 月 27 日筆者撮影、ひたちなか市部田野地区）

この圃場では、大麦 6 列に対してかんしょが 2 列で定植される。この畝パターンは、収量は少なくなるものの、イモ寄せ作業が必要なくなるなど、農作業の省力化を目指したものである。

ルギーの産出量は約 51 万 kcal/10a となる。したがって、かんしょと大麦の二毛作では、約 359 万 kcal/10a の食料エネルギーが産出される。同様に、水稻の面積あたりエネルギー産出量は、185 万 kcal/10a である。すなわち、食料エネルギーの産出という生態学的な視点で見れば、加工用かんしょの圃場は水田の 1.9 倍の土地生産性があると言える。

次に、加工用かんしょと大麦栽培の経済的な生産性を検討する。加工用かんしょ 2,500kg (10a あたり収量) から作られる干しいもの重量は約 500kg である。干しいものは平均して 500 円/1kg で販売できるので、加工用かんしょの面積あたり粗収益は約 25 万円/10a である。茨城県農業改良普及センターの資料によると、加工用かんしょの栽培と干しいもの生産に必要な物財費は、6.9 万円/10a であるため、その収益は約 18.1 万円/10a となる^{†7}。

また、後述するように、加工用かんしょと同じ圃場で栽培される大麦の収



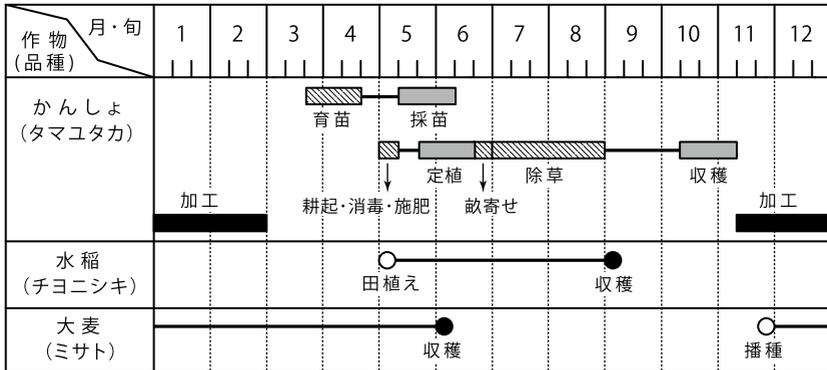
写真 22 かんしょのいも寄せ作業
(1998年10月7日撮影筆者、ひたちなか市部田野地区)

益は、現在ではほとんど見込めない。「平成9年産水稲及び麦類の生産費」によると、茨城県における水稲作の収益の平均は6.8万円/10aであった。したがって、加工用かんしょの圃場には、経済的に見て水田の2.7倍の土地生産性があると言える。加工用かんしょの経済的な土地生産性が高い理由は、かんしょの加工時に投入される労働力による付加価値が生じるためである。

8.3.3 作物の栽培暦

(1) かんしょ

第39図は、かんしょ栽培農家の農事暦を示したものである。かんしょの栽培は、3月下旬～4月中旬の育苗から始まる。苗床は自宅に隣接したビニールハウス内に作られる。苗床にはビニールフィルムを被せ、1週間かけて温度を上昇させて温床とする。苗床10m²に対して、種いも70kgが伏せ込まれる。かつて種いもは自家育苗のみであったが、1990年代中頃からウイルスフリーのメリクロン苗^{†8}が普及してからは、自家育苗に加えて農協から購入した苗



かんしょ栽培・加工の労働時間(時間/旬/10a): ▨ 1未満 □ 1~10 ■ 10以上

第 39 図 ひたちなか市部田野地区におけるかんしょ栽培農家の農事暦(1999年)

資料: 農家および常陸太田地域農業改良普及センターへの聞き取り調査。

も使用されるようになった。メリクロン苗のウイルスフリー効果は約2年であるため、農家は2年ごとに苗を購入しなければならない。メリクロン苗の栽培には、適切な温度管理が必要であるため、苗床に電熱線を引いたりする工夫がある。

4月下旬～5月上旬には、本圃の耕起・土壌消毒・施肥の作業がある。土壌消毒で使用される主な薬剤は、D-Dとクロルピリンである。前者は主にネコブセンチュウの防除、後者は立ち枯れ苗病とつる割れ病を防止するために使用される⁹⁾。施肥では、堆肥(約1,000kg/10a)と窒素肥料(約3kg/10a)が投入される。窒素肥料の量は、他の畑作物の1/3～1/6にすぎない。

5月上旬～6月上旬には、苗床での採苗(苗切り)作業がある。この作業では、草丈25～30cmに成長した苗を選別し、苗の節を1～2本残して切り落とす。採苗が済んだ苗は、本圃での活着を良くするために、3日ほど倉庫などに寝かせられる。そのため、定植直後のいも苗は萎びていて、枯れているようにも見える。本圃への定植の時期は、5月上旬～6月中旬である。定植は採苗と時期が重なるが、一般的に、重労働である定植を男性が担当し、軽い作業である採苗を女性が担当する。定植は手作業で行われるため、1人8時間の労働で定植できる面積は30～40aである。

定植が終わって大麦が収穫されると、6月中旬～下旬にかけて畝寄せ作業が

ある。これは、かんしょの畝を補強するために、収穫後の大麦の畝から土を集める作業である。畝寄せが終了すると、かんしょ栽培農家は夏季の農閑期に入る。この時期の農作業は、7・8月に除草剤を3回散布する程度である。夏季の農閑期を利用して、農業研修に参加する者もあるが、大部分の農家ではこの時期を、冬の忙しい加工作業に備えるための休養期間としている。温泉地や海などへ行楽に出かけられるのもこの時期である。

かんしょの収穫作業は、10月上旬～11月上旬まで続く。降霜でかんしょが傷まないように、初霜前には収穫作業が完了する。1970年代中頃までは、現在よりも1週間ほど早く、10月下旬には収穫作業が終わっていた。現在は初霜が遅くなったため、収穫作業が11月に割り込む圃場が多くなった。収穫の一連の作業は、つる刈り・掘取り・いも寄せ・袋詰め（またはコンテナ詰め）・農家への運搬である。調査を実施した1998年は、生育期の日照時間が少なかったため、かんしょの収量は例年の半分程度であったという。

つる刈り作業には、つる刈りローターと呼ばれる専用の機械を使用する。掘取り作業には、トラクターの後部に装着した掘取り機を使用する。両方とも、ほとんどのかんしょ栽培農家が所有する農業機械である。つる刈り、掘取り、いも寄せは収穫日の当日に完了する作業であるが、袋詰めと自宅へ運搬は、いもの表面が乾燥してから後日に行われる作業である。収穫されたかんしょは、霜で痛まないようにキュアリング処理されて、11月下旬から始まる加工作業（後述）のために保存される。

加工用かんしょの収量は2.5t/10aもあるため、その収穫作業は重労働である。つる刈り・掘取り・いも寄せまでの作業は、夫婦2人の労働力で1日10a程度しか進まない。かんしょの入った布袋やコンテナを圃場から軽トラックまで運搬し、さらに自宅で積みおろす作業は、農業従事者にとって肉体的な負担が大きい。農業従事者が高齢化しつつある部田野地区では、かんしょの収穫作業に耐えかねて離農したという農家もあった。

かんしょを栽培する専業農家や第一種兼業農家の多くは、収穫時に労働力を臨時雇用する。その内訳は、主に近隣の稲作農家や高校生のアルバイトであるが、なかには外国人労働者を雇用するという農家もある。一方、第二種兼業農家では、収穫時に労働力を雇うことはほとんどなく、恒常的勤務に従事する息

子夫婦が週末のみ手伝うという場合が多い。

近年では、かんしょ専用の乗用式掘取機が導入された(写真 23)。これは、運転手と 2、3 人の選別者が乗り込んで、掘り起こしからコンテナ詰めまでの作業を同時に行うことで、収穫作業の時間を半分以下に短縮できる。1998 年時点の部田野地区では、乗用式掘取機を所有するのは 2 戸だけであった。

(2) 大麦

大麦は 11 月下旬に播種される。この時期は、かんしょの加工作業と重複するため、農家はわずかな空き時間を見つけて播種作業に従事しなければならない。なかには、トラクターのライトを頼りに、夜間にも大麦を播種するという農家もあった。また、かんしょの加工に時間を割かれるため、3ha の大麦を播種するのに 7 日もかかったという農家もあった。

大麦は、収穫時期をずらすために、複数の品種が栽培される。主な品種は、早生種のみさと中手種のニューゴールドである。それぞれの収穫時期は、みさとが 6 月上旬であり、ニューゴールドが 6 月 10 日頃である。大麦の収穫には、水稲と同じコンバインを使用する。

1990 年以降、茨城県食糧事務所における審査が厳しくなったため、ひたちなか市で栽培される大麦のほとんどが、ビール麦としての基準を達成できなくなった。大麦の価格は、ビール麦としてビール企業に販売される場合、約 5,000 円/25.5kg となるが、麦茶用として問屋に販売された場合、約 2,700 円となる。

ある農家によると、1998 年に大麦を 1.3ha 栽培したところ、売り上げはわずか 13 万円であり、種苗費・肥料費・燃料費を差し引くと利益がなかった。以前は大麦の売り上げを自動車の車検代や子供への小遣いにしてきたという。ビール麦としての規格外になった大麦は、収穫されずに圃場にすき込まれることも多い。

このように、現在では大麦栽培の経済的な収益はほとんどなくなった。しかし大麦は、干しいもの生産環境を維持する役割を担っている。大麦とかんしょと組み合わせると、かんしょの黒斑病^{†10}の防止に効果があるため、かんしょと大麦の畝は 1 年ごとに入れ替えられる。また、冬季に大麦を圃場に生育させておけば、干しいもの乾燥時に圃場からの砂塵が製品に付着すること



写真 23 乗用掘取機によるかんしょの収穫
(1998年10月7日筆者撮影、ひたちなか市部田野地区)

部田野では2戸の農家が乗用掘取機を導入した。かんしょ栽培農家は座ったままで掘取りからコンテナ詰めまでの作業ができる。

を防止できる。このように大麦は、かんしょの連作障害を防止するクリーニングクロープであると同時に、干しいもの加工時には季節風による飛砂を防ぐ防風作物となっている。

(3) 水稻

部田野地区では、97戸の農家のすべてが水稻を栽培する。これらの農家が所有する水田は、中丸川の沖積低地にある水田と、洪積台地上にある陸田である(第38図参照)。陸田の面積は減少しつつあり、水稻作の中心は、圃場整備の進んだ沖積低地に移った。

ほとんどの農家は、水稻作の労働力を家族でまかなっている。そのため、農外就労に従事する子供夫婦が水稻作を手伝えるように、5月上旬の連休に田植えを済ませる。この時期は、かんしょの採苗と定植が始まる直前でもあり、かんしょ栽培農家にとっても都合が良い。

那珂川の支流である中丸川の沖積低地は、標高が2～4mと低いため、台風や大雨による水害を被りやすい。したがって、部田野地区で栽培される主な水稻の品種は、風水害時でも倒れにくいキヌヒカリである。しかし、かんしょを広い面積で栽培する農家は、倒伏しやすいものの、収穫時期が早くなるコシヒカリやチヨニシキを栽培する。これらは早稲種であり、キヌヒカリよりも2週間ほど早い9月上旬から収穫できるため、かんしょの収穫作業との競合を避けることができる。

8.3.4 かんしょの加工と出荷

(1) 保存方法の変化

収穫したかんしょは、霜で痛まないように慎重に保存する必要がある。キュアリング処理が普及する以前の1960年代中頃までは、圃場に掘られた土穴（貯蔵穴）の中で貯蔵された。収穫されたかんしょは圃場に約2日間放置され、日光に晒すことにより、表面を乾燥硬化させた。日中はかんしょの温度が高くなり、かんしょが傷みやすくなるため、気温が下がった夕方にかんしょを貯蔵穴に運搬した。

かつての土穴の大きさは幅90cm、長さ5m、深さ50cm程度であり、1つで約1,500～1,800kgのかんしょを貯蔵できた。土穴には1穴あたり3～4本の温度計が設置され、覆土の量によって、内部の温度が12～14°Cになるように調節された^{†11}。土穴に入れた直後はかんしょの呼吸熱で内部の温度が16°C以上になることもあるため、2～3日は覆土せずに、そのまま放置して、呼吸熱を発散させた。熱を発散させている間に雨が降ると、上から菰をかぶせて雨水を土穴に入れないようにした。土穴で保存する期間は干しいもに加工されるまでであるが、最も長く保存される種いもは、収穫後から2月下旬～3月まで貯蔵された。

このように、以前の保存方法では、かんしょを霜や雨にあてないように、細心の注意を配る必要があった。霜で傷んだかんしょは表皮が柔らかくなり、腐敗しやすくなる。農家によっては、霜げて（霜害のために）収穫したかんしょの半分を廃棄した年もあったという。かんしょの保存方法は、1960年代にキュアリング処理が普及したことで大きく変化した。

キュアリング処理は、収穫後のかんしょの切り口と表面をコルク化して、腐らないようにする保存技術である。具体的には、コンテナまたは水稻袋に入れたかんしょをキュアリング倉庫に入れて、ボイラーで温度を 25～35°C に設定し、70～80 時間蒸すという作業である。キュアリングの普及によって、収穫されたかんしょはほとんど腐敗することなく、保存できるようになった。キュアリング処理が施されたかんしょは、納屋や野外でも保存可能である。

かんしょ栽培農家は、かんしょを収穫するとすぐに袋詰めにして、500kg 単位でキュアリング処理をする。キュアリング処理には、種いもを保存するための共同キュアリングと、干しいも用のかんしょを保存するため簡易キュアリングがある。前者は、収穫期が始まった 10 月中旬以降、1 週間ほどの間隔をあけて、数回に分けて、共同キュアリング倉庫で実施される。後者は、農家の敷地内で行われる処理である。これは、米袋またはコンテナに入れたかんしょを積み上げ、その上にマットをかけてボイラーで加温して蒸気を通すという方法である。

部田野地区には、部田野東部キュアリング組合が管理する 2 つの共同キュアリング倉庫がある。この組合は 1960 年代に設立されたものであり、1999 年時点で約 120 戸のかんしょ栽培農家が加入する。共同処理の費用は、25kg のケースあたり 200 円である。キュアリング倉庫の管理は、組合に加入する農家が 2 年交代の持ち回りで担当する。

1960・1970 年代には、すべてのかんしょが共同キュアリングで処理されていた。1980 年代に入ってから、干しいも用かんしょの保存は簡易キュアリングでも十分に効果があることが実証されたため、農家での簡易キュアリングが普及した。簡易キュアリングでは、かんしょを蒸すボイラーと同じものが使用される。ボイラーの燃料は、当初は石炭であったが、重油に変わり、現在では灯油が使用されている。1 回の簡易キュアリングに要する時間は約 4 日であり、使用される灯油は約 400l である。

(2) 干しいもへの加工

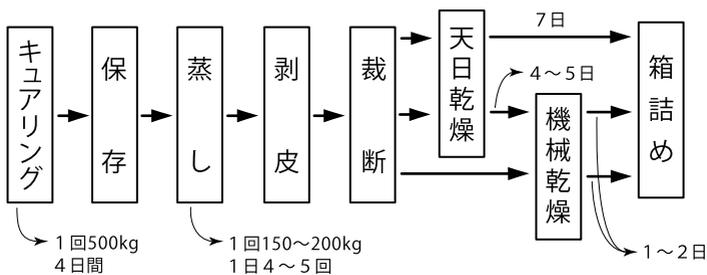
第 40 図は干しいもの加工過程を示したものである。加工作業は、かんしょの収穫が終了した直後の 11 月中旬から始まり、翌年の 2 月下旬まで続く。キュ

アリング処理で保存されたかんしょは、蒸し、剥皮、裁断、乾燥の過程を経て、干しいもに加工される。

かんしょの蒸し作業は、午前3時から始まる。農家は、起床するとすぐに蒸し器にかんしょを準備し、ボイラーのタイマーをセットして火を入れる。かんしょが蒸し上がるまで1時間～1時間30分ほどかかるため、その間に農家は朝食をとる。1回に蒸されるかんしょの量は150～200kgであり、蒸し作業は1日4～5回繰り返される。ボイラーが導入される以前は、薪でかんしょを蒸していたため、午前2時に起床して作業を始めていた。当時の薪は、近隣の平地林（現在のひたち海浜公園）から採取していた。

蒸し上がったかんしょは、午前4時頃から剥皮される（写真24）。剥皮の差異に、以前は竹べらを使用していたが、現在では果物ナイフなどが使用される。剥皮の道具は刃が丸いものほどかんしょの形状に合うため、使い古した鎌の刃も利用される。蒸したてのかんしょは大変熱いため、作業者は厚手のゴム手袋や皮手袋をはめて、1個ずつ手作業で剥皮していく。

剥皮されたかんしょは、薄く裁断されて、平切りの干しいもの形にされる。裁断器は、ピアノ線を平行に張った木の枠であり、それにかんしょを押し付けて、一度に数枚の平切りを作る。平切りの厚さは、収穫した年内から1月上旬までは9mm、1月中旬からは12mmである。1月中旬まではかんしょの糖化が進んでおらず、加工すると硬くなるため、薄く裁断して歯ごたえを良くするのである。かんしょの裁断器は、主に農協を通して購入されるが、1998年頃からは近隣の大型ホームセンターでも購入できるようになった。



第40図 ひたちなか市における干しいもの加工過程（1999年）

資料：聞き取り調査。



写真 24 かんしょの剥皮作業

(1999年12月12日筆者撮影、ひたちなか市部田野地区)

厚い手袋をはめて1つずつ手作業でかんしょの皮を剥いていく。使用する道具は、果物ナイフや使い古されたこぎり鎌の歯などである。

乾燥作業は、伝統的な天日干しが主流である。天日干しの期間は、約1週間である。天日干しでは、裁断したかんしょを簾に並べる作業、乾燥したかんしょを取り込む作業など、腰を曲げた作業が多いため、作業者の負担が大きい(写真25)。1985年頃からは天日干しの際、雨よけのためのビニールハウスも使用されるようになった。これにより、夜間にかんしょを屋内に取り込む必要がなくなった。このように、干しいもへの加工作業には、現在でも手作業の行程が多い。これらの作業が終了する時間は早くて午後5時頃であり、遅い場合は午後7～8時頃である。

近年では、乾燥作業に火力乾燥機を使用する農家も増えている。これは、灯油を燃料とする温風式の乾燥機である。部田野地区では、最新の遠赤外線乾燥機を導入した農家も1戸ある。乾燥機だけを使用した場合、乾燥に要する時間は、温風式で2日、遠赤外線で1日である。天日干しと比較して、かなり短時間で、かつ清潔に仕上がる。乾燥機の使用方法は、農家によって様々である。



写真 25 天日乾燥した干しいもを取り込む作業
(1999年12月12日筆者撮影、ひたちなか市部田野地区)

乾燥作業が終了した干しいもは、1つずつ簾から剥がされて製品となる。近年では火力乾燥機による機械乾燥も普及してきた。

例えば、出荷の予定に間に合わない時のみ、仕上げ用として1～2日だけ使用したり、所有しているがほとんど使用しないという農家もある。近年、農協では、海苔用の乾燥機をもとに考案された除湿型乾燥機を導入して、かんしょの低温乾燥することを検討している。しかし、多くの農家は、機械乾燥よりも天日干しの干しいもの方が、色・味共に良くなると考えている。

以上のような加工作業を経て、2tのかんしょから約400kgの干しいもが作られる。かつては白い粉が付いて、固くなるまで乾燥した干しいもが好まれていたが、近年では消費者の嗜好が変化し、粉がなくて柔らかいものが好まれるようになった。また、以前はかんしょを板状に裁断する平切りだけであったが、近年では、かんしょの原型をとどめた丸干しや、スティック状に裁断した角切りの生産が増えている。

加工作業には多くの労働力を必要とするため、労働力を雇用したり、農業に

従事しない家族が手伝ったりする。加工作業を他の農家に委託する農家もある。1960年代までは1～2か月のあいだ農家に住み込みで、干しいもの加工に従事する女性労働力が雇われていた^{†12}。現在の主な雇用労働力は、近所の主婦と地元の高校生である。加工作業の一般的な賃金は、時給1,000円または日給7,000円である。

(3) 干しいもの出荷

干しいもの出荷は11月下旬から始まる。干しいもの出荷方法には、仲買人、問屋、農協への販売のほか、消費者への直売（自家販売）がある。農家は複数の出荷先に干しいものを販売するが、主な出荷方法が仲買人への販売である。

たいていの干しいも生産農家は、親の代からの付き合いがあるため、毎年同じ仲買人に出荷する。出荷の最盛期には、朝と夕に農家の庭先まで仲買人が買い付けに来る。部田野地区には、干しいもの仲買人が3人いる。彼らは、干しいもを生産する農家であるか、かつて干しいもを生産していた農家である。仲買人もまた、長年の付き合いがある問屋へ販売する。

仲買人を介さない出荷の場合、問屋の従業員や農協の職員が、農家まで直接干しいもを買い付けに来る。仲買人・問屋・農協へ干しいもを出荷する場合の販売価格は、1kgあたり500～800円である。これは、茨城干しいも対策協議会によって決定された価格である。干しいもの売上金は、仲買人と問屋へ販売する場合は、現金で農家へ直接支払われる。農協に出荷する場合は、農家の銀行口座へ翌日に振込まれる。問屋からの主な出荷先は、茨城県内をはじめとして、関東地方、東北地方、北海道である。

仲買人・問屋・農協へ出荷には、茨城干しいも対策協議会の通函箱が使用される。通函箱の使用料は、1回目1箱150円、2回目と3回目1箱100円である。さらに、1箱ごとに茨城干しいも対策協議会が発行する1枚20円の認証ステッカーを貼付することが義務づけられる。通函箱の重量は、かつては1箱16.5kg（1斗）であったが、1985年からは1箱10kgに軽くされた。出荷した干しいもの品質が悪かった場合、通函箱は販売先から農家に返品される。その場合、送料は農家が着払いで負担し、さらに1箱あたり200～300円の返品手数料を茨城干しいも対策協議会に支払わなければならない。

直売には、消費者が農家を直接訪れて購入する形態と、農家が消費者の注文に応じて宅配便やゆうパックで発送する形態がある。後者の場合、農家は近隣のホームセンターから干しいも専用の化粧箱を購入する。直売の干しいもは、主にお歳暮の贈答用であり、送られた人が注文したり、口コミで販売先が拡大する。直売で発送する場合、問屋へ出荷するよりも、1箱あたり200～300円ほど高い価格で販売する。

干しいもの価格は干しいも対策協議会で決定されるが、干しいものに等級がないことから、良質の干しいもを直売しようとする農家も増えている。その結果、問屋に出荷される干しいもの品質低下や、安価な輸入品の増加も懸念されるようになった。問屋を介すことで大量販売の流通経路が保たれているのは事実であり、今後は農家と問屋の意向を満足させられるような販売面の対策が必要になる。

ひたちなか市には様々な規模の干しいも問屋が存在する。干しいも問屋と仲買人は独自のなわばり（集荷圏）をもち、その範囲内の特定の農家からの集荷を長年継続している。干しいも問屋、仲買人、農家との干しいもの販売を介した強い結びつきは、生産と流通部門への新規参入を規制しつつも、結果的にこれまでの干しいも産地を維持させてきた。しかし、近年では、干しいもの需要が高まり、農家の立場が強くなったこと、仲買人が減少してきたこと、農協が干しいも販売に参入したことなどから、三者の関係が変化している。

8.4. 農家と農業経営 一部田野地区の事例—

8.4.1 専業・兼業別に見た労働力と経営耕地

本節では、部田野地区における農業経営を専業・兼業別に検討する。第41図は、ひたちなか市の資料をもとに、同地区における全農家97戸の農業労働力と経営耕地の内訳を示したものである。専業農家は27戸であり、そのうち24戸がかんしょを栽培している。かんしょはすべて加工用のタマユタカである。専業農家の経営耕地は18a～702aの範囲にあり、平均すると215aである。栽培作物の平均は、かんしょが122a、水稲が73a、その他の作物が20aである。かんしょの栽培面積が平均を超える専業農家の多くで、二世代揃った家族業労

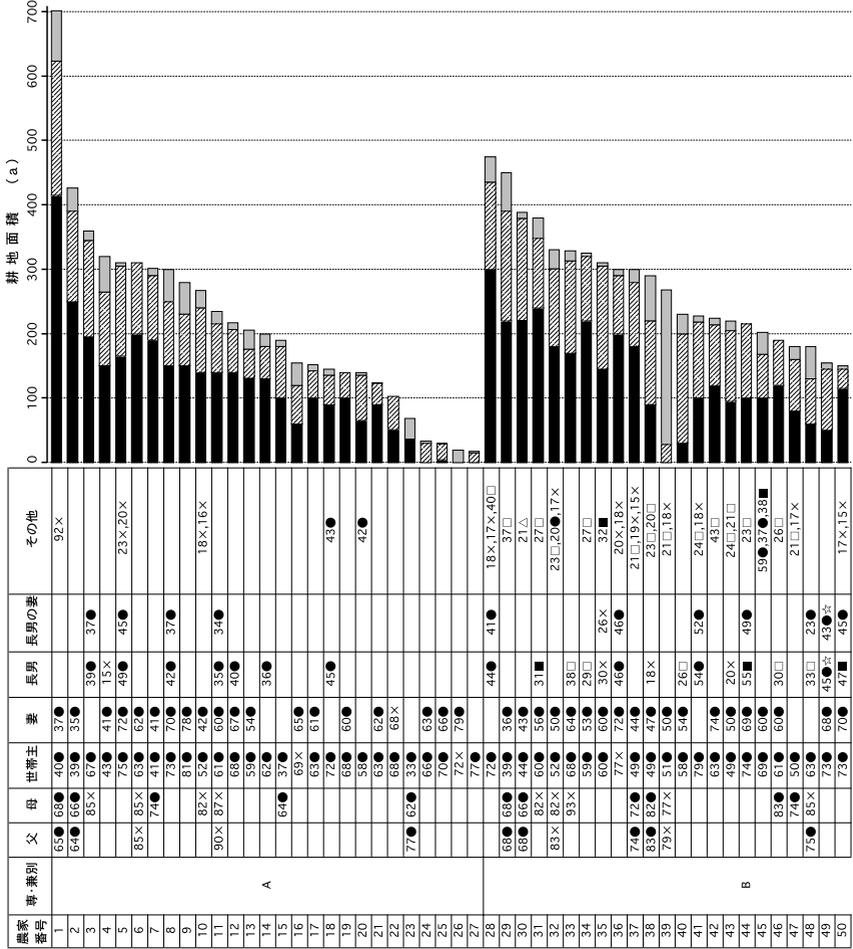
働がある。一方、耕地面積が 50a 以下の小規模な専業農家では、農業労働力が 60 歳代後半・70 歳代と高齢化しており、かんしょを栽培していない。

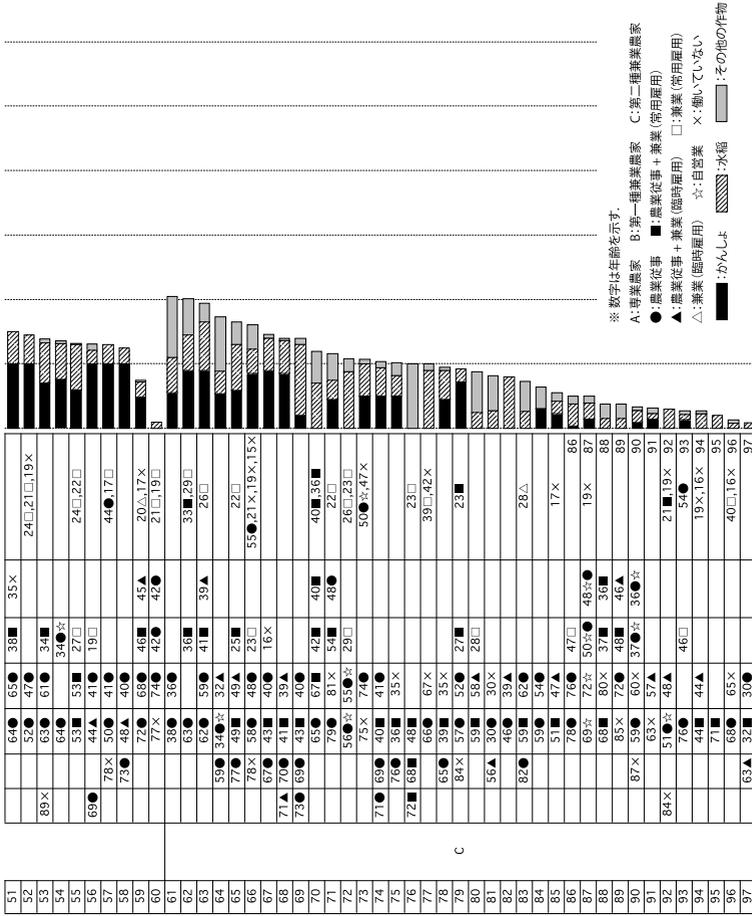
第一種兼業農家は 33 戸であり、そのうち 31 戸がかんしょを栽培する。一戸あたり経営耕地は 10a ~ 475a の範囲にあり、平均すると 228a である。栽培作物の平均は、かんしょが 114aa、水稻が 87a、その他の作物が 23a である。かんしょはほとんどが加工用であるが、農家番号 54・59 では、生食用の品種を栽培している。このように、耕地面積と作物の栽培面積には、第一種兼業農家と専業農家とで大きな差は見られない。ただし、第一種兼業農家では、かんしょの栽培面積が概ね 1ha を超えると農業労働力が二世帯揃うようになること、30 歳代・40 歳代の男子後継者が農外就労に従事していることに違いがある。また、20 歳代の若い同居後継者は、男女を問わず農外就労に従事していることが多い。聞き取り調査によると、農外就業に従事している同居後継者でも、農繁期には農作業を手伝うことが多いという。

第二種兼業農家は 37 戸であり、そのうち 22 戸がかんしょを栽培する。一戸あたりの経営耕地は 10a ~ 205a の範囲にあり、平均すると 94a である。加工用かんしょの栽培面積はすべての農家で 100a 以下であり、平均すると 26a である。かんしょ以外の栽培面積の平均は、水稻が 39a、その他の作物が 26a である。第二種兼業農家の多くは、水稻を主な作物としている。農家番号 85 ~ 87、90、91、93 では、生食用のかんしょだけを 30a 以下の面積で栽培している。このように、第二種兼業農家は、専業農家および第一種兼業農家と比較して、耕地面積は約 1/2、かんしょの栽培面積は約 1/4 にすぎない。かんしょの栽培には、トラクターや蔓刈り機などの農業機械や、乾燥用ボイラーなどの装置を購入する必要があるため、小規模な耕地では経営が難しい。第二種兼業農家ではかんしょ栽培を止める傾向にある農家も多い。

8.4.2 農業労働力とかんしょの栽培面積

ここで、加工用かんしょの栽培面積と農業労働力との関係を検討する。まず、各農家における農業労働力の単位を、以下のように設定する。農林業センサスをはじめとする多くの農業統計では、農業専従者の 1 単位の労働を、農業従事日数が年間 225 日と定めている。同様に、準農業従事者の場合は、60 ~



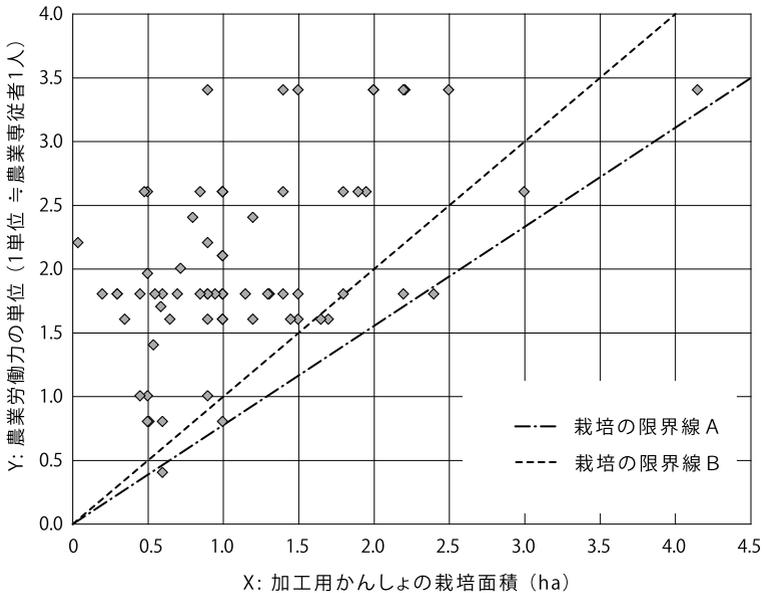


第41図 ひたちなか市田野地区における農家の労働力と経営耕地(1998年)

資料：ひたちなか市経済部。

150日/年とされる。これらの値を基準とすると、第41図で示した「農業従事」は1単位の農業労働力と見なすことができる。また、「農業+兼業(臨時雇用)」は、準農業従事者の農業従事日数の平均をとって、105日/年=0.47単位とする。「農業+兼業(常用雇用)および自営業」は、準農業従事者の最低農業従事日数の2分の1を基準として、30日/年=0.13単位とする。さらに、農業従事者が女子あるいは60歳以上の高齢者の場合、尾留川ほか(1964)を参考にして、それぞれの単位に0.8を乗ずることにした。例えば、あるかんしょ栽培農家において、60歳代の女子農業従事者、40歳代の男子農業従事者、40歳代の女子農業従事者(兼業で臨時雇用)があった場合、農業労働力の単位は、 $0.8 + 1.0 + 0.38 = 2.18$ 単位となる。

以上のような労働力の単位の算定に基づいて、部田野地区において加工用かんしょを栽培する70戸の農家について、栽培面積と農業労働力との関係を示したのが第42図である。雇用労働力、所有する農業機械、農業従事者の意思、水稻の面積などを考慮していないため、かんしょの栽培面積と農業労働力との



第42図 ひとちなか市部田野地区における農家の労働力と経営耕地の関係(1998年)
資料: 第41図.

相関を指摘することは難しい。しかし、この図より、農業労働力 (Y) と加工用かんしょの栽培面積 (X) の限界を知ることができる。いま、栽培の限界線 A ($Y = 0.78X$) と限界線 B ($Y = X$) を設定すると、68 戸 (97%) の農家が前者よりも上部に分布し、62 戸 (89%) の農家が後者よりも上部に分布する。したがって、加工用かんしょの栽培は、1ha あたり 0.8～1.0 単位の労働力が必要である。換言すれば、かんしょの栽培面積を 1ha 増やすためには、農業専従者 1 人に相当する労働力を増やす必要がある。

ここで、茨城県農業改良普及センターの資料をもとに、かんしょの栽培と加工に要する労働時間を検討する (第 39 図を参照)。10a あたりの加工用かんしょの栽培と、そこから収穫されたかんしょの加工に必要な労働は 192 時間である。そのうち、栽培期 (3 月～10 月) に投入されるのが 64 時間 /10a (33%)、加工期 (11 月～2 月下旬) に投入されるのが 128 時間 /10a (67%) である。栽培期について、採苗と定植作業には、旬 (10 日) あたり 2.5～3 時間 /10a の労働が投入される。6 月中旬～9 月下旬の生育期は、特に労働の投入が少なく、3 か月の合計で 1.6 時間 /10a 程度にすぎない。収穫期に入ると、旬あたり 10 時間 /10a の労働が必要となる。一方、加工期における労働は、栽培期と比較して大幅に増加し、旬あたりの労働は約 15 時間 /10a となる。このように、かんしょ栽培農家の経営は、栽培期においては粗放的であり、加工期においては労働集約的であると言える。

8.4.3 農業経営の事例

部田野地区におけるかんしょ栽培の専門的な農業経営として、A 氏の事例を取り上げる。A 氏が栽培する作物と面積は、加工用かんしょが 250a、大麦が 250a、水稲が 52a である。作物はすべて洪積台地上で栽培しており、沖積低地には水田を所有していない。基幹となる農業労働力は、世帯主の A 氏とその妻である。いずれも 60 歳代であり、農業だけに従事する。A 氏は 3 人の娘と同居しているが、3 人とも常時雇用の農外就労に従事しており、将来農業を継ぐか否かは未定である。

A 氏の両親は、加工用かんしょの栽培を第 2 次世界大戦前に始めた。それ以来、この農家の経営の主体は、かんしょの栽培と干しいもの生産である。1960

年代に入ると、部田野の洪積台地では陸田の造成ブームがあった。A氏もまた、1964年に、かんしょを栽培していた畑の一部をブルドーザーで整地して陸田に転換した。この時、深さ20mと22mの井戸を掘り、電気揚水機も設置した。しかし、1974年頃になると、減反政策が厳しく実施されるようになったため、陸田の一部をかんしょの圃場に戻した(第43図:圃場b)。

現在、A氏の耕地は7か所に分散する。そのうち3か所(第43図:圃場a、b、c)は部田野地区に、他の4か所(圃場d、e、f、g)は、自宅から約3km東の磯崎町に分布する。自宅の周辺にある圃場a、b、cは所有地であるが、遠方にある圃場d、e、f、gは借地である。自宅に隣接する圃場aは、土壌管理が行き届いており、かんしょ栽培に最も適した土壌である。借地の圃場e、f、gは1990年頃から、圃場dは1998年から耕作を始めた。磯崎町のかんしょ畑は部田野地区の農家によって耕作されている割合が高く、その多くはロコミによって賃貸契約が成立する。磯崎町の土壌は砂質であり、クロボク土の厚い部田野と比較すると肥沃度は低い。

育苗は自宅に隣接するビニールハウスで行い、自家製の種いもから苗を採る。近年普及しつつあるメリクロン苗は使用していない。採苗の作業は、午前10時から午後3時頃まで、1日約5時間を割り当てる。定植作業は、5月10日頃から5月下旬まで続く。1日で定植できる面積は30～40aである。採苗と定植の作業は、雨天日には実施しない。定植の順番は、最初に自宅から離れ



第43図 ひたちなか市におけるA農家の耕地の分布(1999年)

資料:聞き取り調査。

た磯崎町の圃場 d、e、f、g、次いで部田野地区の圃場 c、d、最後が自宅に隣接する圃場 a とする。かんしょは、麦間挿苗（畝間定植）で定植する。部田野地区の麦間挿苗は、大麦とかんしょを 1 列ずつ交互に植えるのが一般的であるが、A 氏は、それぞれ 2 列ずつ植えるパターンを、圃場 d、e、f、g において 1995 年頃から試験的に実施している。

その後、7～8 月にかけて除草を 3 回程度行う。この時期は農閑期であり、A 氏は、1960 年代に数年間、土木建築作業に従事したこともあった。しかし、現在では、加工に備えるための休養期間としている。収穫作業は、雨天以外の日を選んで、10 月 10 日頃～10 月 30 日頃まで続けられる。定植と同様に、自宅から遠い圃場より順番に収穫していく。採苗と定植は世帯主夫婦だけが従事するが、収穫には娘達が週末に手伝いに来る。これは娘達が中学生の頃からの家族の慣習である。

かんしょと同じ圃場で栽培される大麦の品種は、ニューゴールドとミサトである。前者は 1970 年頃から栽培を続けている古い品種であるが、ビール麦の規格に合格しにくくなったため、1990 年頃にミサトを導入した。現在では、2 つの品種をほぼ同じ面積で栽培するようになった。両品種とも穂が堅いため、初夏にはかんしょの圃場の風よけとして、冬季には干しいものに砂塵が付着するのを防止するのに役立っている。

1998 年度の加工作業は、11 月 20 日から翌年の 2 月下旬まで続いた。加工期には、午前 3 時からかんしょを蒸し始め、午前 4 時半から剥皮作業を始める。また、家族以外に 2 名の労働力を臨時に雇用する。被雇用者は、世帯主の妹である水戸市在住の 50 歳代の主婦、および、妻の親戚である阿字ヶ浦町在住の 50 歳代の主婦である。前者は乾燥のための作業を午前 8 時 30 分から始め、午後 7 時頃に 1 日の作業を終了する。後者は大豆と稲を栽培する農家の主婦であり、干しいもの加工の時期は農閑期にあたるため、この農家の加工作業を手伝っている。A 氏は 7～8 年ごとにボイラーを買い換えており、現在のものが 3 台目である。天候や作業の進み具合に応じて火力乾燥も併用しており、1 日で乾燥を終わらせる場合もある。

干しいもの出荷は、11 月下旬から始める。出荷先は、部田野地区内にいる 3 人の仲買人である。1 回の販売で取り引きする干しいもの量は、150～200kg

である。近年では直売をはじめめる農家が増えているが、箱詰め、発送、伝票の整理などに手間がかかるため、A氏は直売を導入する予定はないという。

8.5 第8章のまとめ

本章では、高位効率作物であるかんしょの産地の事例として、茨城県ひたちなか市を取り上げた。ひたちなか市で栽培されるかんしょのほとんどが、加工用の品種である。この加工用かんしょは、農家内で干しいもに加工されて販売されることに特色があり、食料供給型の作物であると同時に、商品作物であると言える。本章では、ひたちなか市におけるかんしょの産地がいかに維持されてきたかを、農業を支える要素に注目して明らかにした。結果の概要は、以下のようにまとめることができる。

(1) ひたちなか市における作物生産のエネルギー効率は、1970年代に一時的に中位効率まで減少したものの、高位効率が維持されている。ひたちなか市における作物生産のエネルギー効率を高めているのは、加工用かんしょである。一方、かんしょと同じ圃場で栽培されている大麦は、販売される面積が著しく減少した。かつてはビール会社に販売された大麦であるが、現在では土壌の飛翔や連作障害の防止など、環境保全を目的とした栽培が続けられている。

(2) ひたちなか市における干しいも生産は、明治後期に始まった。阿字ヶ浦町の水産加工業者が近隣の農家に加工方法を伝えたことにより、農家の冬季の副業として周辺地域に拡大した。かんしょの栽培と干しいもの生産は、第2次世界大戦を経て現在に至るまで盛衰を繰り返してきたが、近年では自然食品として人気が高まり、干しいもの需要が増加している。

(3) 現在の加工用かんしょ栽培の中心は、クロボクを表土とする洪積台地上の畑である。その圃場は、大麦との二毛作によって地力の維持が図られている。水田と比較して加工用かんしょの土地生産性は、経済的には約3倍、食料エネルギーの産出では約2倍に達する。経済的な土地生産性が高いのは、農家内での加工によって付加価値が生じるためである。

(4) 干しいもへの加工は、霜が降る季節に始まる。天日干しあるいは機械乾燥によって作られた干しいもは、農家の庭先で仲買人や干しいも問屋に販売さ

れる。干しいも問屋からの主な出荷先は、茨城県内をはじめとして、関東地方、東北地方、および北海道など、以前から干しいもの需要があった地域である。近年では、贈答用として消費者へ直売される干しいもが増加している。

(5) 部田野地区の事例では、専門的なかんしょ栽培農家は、2.2haの耕地を所有し、そのうち1.2haでかんしょと大麦を栽培する。労働力は、家族2人の基幹労働力と加工時の臨時雇用である。干しいもの加工は特に労働集約的であり、かんしょ栽培農家の労働時間の約7割が加工時期に投入される。今後の産地維持の課題としては、かんしょの収穫作業の機械化、かんしょの栽培環境を維持する大麦の価格支援、および、干しいもの高付加価値化・ブランド化に対する行政および組織的な支援が必要であると考えられる。

注

- 1) かんしょと大麦の二毛作は、1960年代後半まで茨城県と千葉県の海岸部・台地上で広く行われた。当時のかんしょは、主に澱粉加工用の品種であった。とうもろこし製品の輸入増加により、加工用かんしょの需要が減少すると、露地野菜などの園芸作物に転換されていった(菊地, 1982; 中村・青木, 1956)。
- 2) 干しいもは、かんしょを蒸して乾燥させた保存食品である。干しいも以外の呼称として、乾燥いも、甘藷切干、蒸切甘藷、甘藷蒸切干などがある(立教大学, 1998)。干しいもは、茨城県において伝統的に生産・消費されてきた風土食とも言われる。
- 3) 現地調査は1998年10月、1999年5月・12月に実施した。その際、かんしょ栽培農家をはじめとして、ひたちなか市経済部、干しいも問屋への聞き取り調査、および、景観観察と土地利用調査を重視した。
- 4) 作物生産の投入・産出エネルギー比のデータについて、1960年代の値には1970年の算定値を便宜的に適用した。麦類には、陸稲とその他の雑穀を含めることにした。
- 5) 部田野地区の洪積台地の崖は、常緑広葉樹のタブとヒイラギが自生する北限とされる。この崖には、第三紀の凝灰質砂岩が露出している。なお、ひたちなか市の平磯海岸には、県指定文化財となっている中生代の白亜紀層が露出し、アンモナイトなどの化石が発見されている。
- 6) かんしょはやせた土地で良く成長するといわれるが、これは、土壤の窒素分が多いと茎葉が繁茂しすぎて、いもの肥大が不良になるためである。
- 7) ここでいう収益とは粗収益から物財費を引いた値である。したがって、家族労働費、支払

利子、支払地代、自己資本利子、自作地地代は含まれない。

- 8) 茨城県農業改良普及センターでの聞き取り調査によると、ウイルスフリーのメリクロン苗は、いもの品質を下げるウイルス病を予防するために、1980年代中頃に開発されたものである。
- 9) ネコブセンチュウは、地表下20cmまでの表土に生息し、かんしょの表面にひし形の黒変ひび割れを生じさせたり、表面をざらざらにして割れ目を生じさせる害虫である。苗の立ち枯れ病は、圃場に定植した苗が活着してからその後の伸長がなくなり、下葉から枯れ上がる病気であり、かいよう病とも言われる(茨城県那珂地区農業改良普及所, 1982)。つる割れ病とは、かんしょのつるが地表付近で裂け、黒褐色に変化する病気である。生食用のベニアズマに多く発生するが、加工用のタムユタカでも発生する。
- 10) 黒斑病は、いもに緑色を帯びた黒褐色の斑点ができる病気である。この病気は、かんしょに寄生するカビ(糸状菌)の一種が活動して発生する(高橋・持田, 1992)。
- 11) かんしょの貯蔵温度が16°C以上になると、黒斑病などの病気が発生しやすくなる(農山漁村文化協会編, 1981)。
- 12) 朝日新聞水戸支局編(1988)によると、「かつて、久慈郡、那珂郡、多賀郡などから乾燥いも作りを手伝いにくる女性を『いもねえさん』と呼んだが、当時の『いもねえさん』には華やかな響きがあったものである」という。

文献

- 朝日新聞水戸支局編(1988):『畑の博物誌 いばらきの野菜と果物』田畑書店, 251p.
- 茨城県那珂地区農業改良普及所(1982):『普及所だより第50号』茨城県那珂地区農業改良普及所, 4p.
- 茨城県農業史研究会編(1971):『茨城県農業史 第六巻』茨城県農業史編さん会, 687p.
- 茨城県農業史研究会編(1985):『茨城県農業史料 地場産業編』茨城県農業史編さん会, 242p.
- 小野田正利(1965):『甘藷の改良と品種の動向』真珠社, 136p.
- 勝田市史編さん委員会編(1978):『勝田市史料 IV 前渡郷土誌・佐野郷土誌』勝田市, 397p.
- 勝田市史編さん委員会編(1981):『勝田市史 近代・現代編 II』勝田市, 1180p.
- 関東農政局茨城統計情報事務所(1984):『いばらきのかんしょ』関東農政局茨城統計情報事務所, 47p.
- 菊地利夫(1982):『房総半島』大明堂, 248p.
- 小林 仁(1984):『甘藷のきた道』古今書院, 214p.
- 財団法人茨城県農林振興公社(1997):『茨城ほしいも振興方策に関する報告書』財団法人茨城県農林振興公社, 101p.
- 高橋廣治・持田 作編(1992):『畑作物の病害虫 — 診断と防除 —』全国農村教育協会, 779p.
- 中村宗敏・青木千枝子(1956):茨城県鹿島南部における経済地理学の一考察(第1報) — 甘藷

澱粉加工業について―. 経済地理学年報, **2**, 63-71.

那珂湊市史編さん委員会編 (1981): 『那珂湊市史料 第六集』 那珂湊市, 462p.

仁平尊明 (1999): 作物生産のエネルギー効率からみた関東地方の農業地域構造. 日本地理学会発表要旨集, **55**, 126-127.

農山漁村文化協会編 (1981): 『畑作全書イモ類編 ― 基礎生理と応用技術 ―』 農山漁村文化協会, 735p.

尾留川正平・山本正三・奥野隆史・金藤泰伸・朝野洋一 (1964): わが国における農業的土地利用の集約度の分布および作物結合型について. 東京教育大学地理学研究報告, **8**, 153-186.

宮本常一 (1962): 『日本民衆史 7 甘藷の歴史』 未来社, 214p.

山上陽子 (1992): 最近の甘藷生産の背景 ― 「川越いも」を事例としての地理学的考察 ―. お茶の水地理, **33**, 76-79.

立教大学 (1998): 『茨城県ひたちなか市阿字ヶ浦の地理と民俗』 立教大学文学部地理学実習調査報告, **17**, 178p.

第9章

小麦・豆類・ばれいしょ・てんさい

—北海道帯広市における大規模畑作—

9.1 はじめに

9.1.1 目的

日本の耕地面積の約 1/4 を占める北海道では、畑作、酪農、稲作の各部門において、広い農地を活かした土地利用型の農業が展開する。北海道農政部(2007b)によると、2005年の北海道における農業生産額は1兆663億円に達し、全国の約13%を占めた。また、北海道で生産される農産物の食料エネルギーは、日本の全食料供給量の約2割に達する。北海道は、日本における食料の安定供給に重要な役割を果たしている。さらに、食料供給ばかりでなく、国土保全機能、アメニティ機能、教育文化機能など、北海道の農業が有する多面的機能は、その農業産出額を上回るとも推測されている(北海道開発局開発監理部開発調査課, 2005)。

本章では、北海道のなかでも特に大規模な畑作農業が展開する十勝地方を対象とする^{†1}。十勝地方の畑作を対象とした従来の研究では、農業経営を分析したものが多く蓄積されてきた。その一端を概観すると、まず、加瀬(1989)は、大型機械と出荷施設の組織的運営に注目することから、芽室町と士幌町の小麦栽培の特徴を考察した。この地方の小麦は、豆類といも類のクリーニングクローブとして導入されたが、その面積は1980年代に増加した。その要因は、価格支持制度に支えられた高い収益性と、共同収穫・乾燥による省力化にあることが指摘された。

作物の面積と機械費の低減率から耕地規模の限界を分析した平石(2003b)は、家族労働力を主とする農業経営では、複数作物の耕作限界は約50haであ

ること、それ以上の面積では小麦の比率が増加することを指摘した^{†2}。また、畑作物の輪作体系の経済性を本別町の事例から考察した定本・平井(1991)によると、1990年時点の自立農業経営を年間所得1,000万円以上とした場合、それが達成される耕地面積の下限は30haであること、それ以上の面積となつてはじめて、てんさい、ばれいしょ、豆類、小麦などを組み合わせた輪作体系が可能になることが解明された。

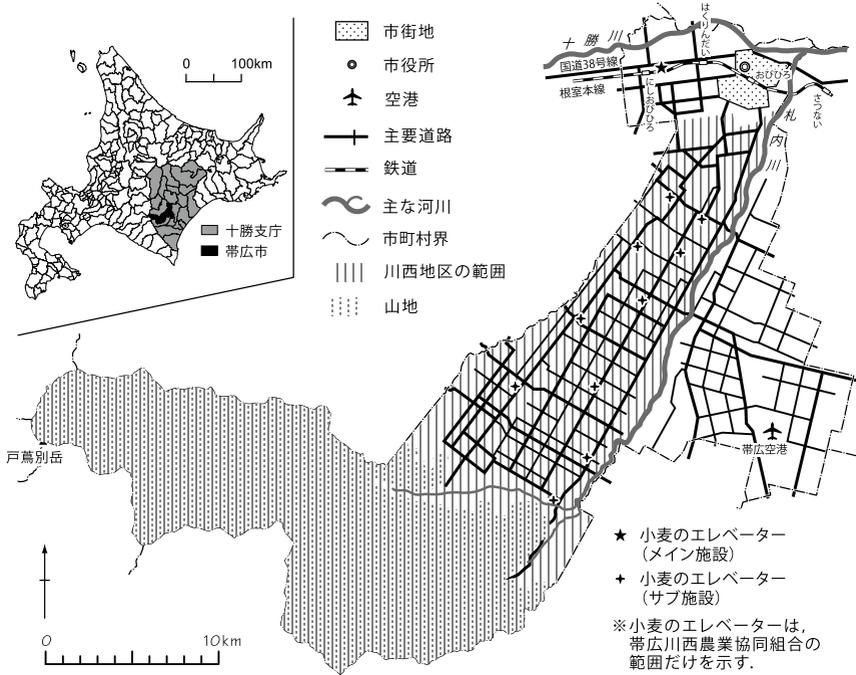
このように、従来の研究では、経済学・経営学的な分析から大規模畑作農業の特徴と問題点が指摘されてきたが、今日、地域の農業がいかに維持されてきたかというテーマについて、総合的な観点から解明する必要性が高まっている。本章では、十勝地方のなかでも帯広市を事例として、大規模な畑作農業の産地が維持されてきた要因を、農業地理学的な視点から解明することを目的とする。具体的には、農業の発展過程、土地利用と栽培技術などの今日の農業を支える基盤、および、産地の主体である農家の動向に注目する^{†3}。

9.1.2 研究対象地域の概観

十勝地方は、太平洋岸を除いて大陸性気候にあり、夏季は比較的温かく、冬季の寒さは厳しい^{†4}。作物の生育期(5～9月)における積算気温は2,442°C、降水量は539.5mm、日照時間は862時間である。年間降水量は、北海道では網走支庁に次いで少ないが、その半分は作物の生育期間となる夏季の降雨である。山地と海岸に近い地域ほど日照時間が短くなるため、北部と西部の山麓部および南部の沿岸部において酪農の割合が高くなり、それ以外の平野部では耕種農業の割合が高くなる。

十勝平野の中央を流れる十勝川をはじめ、その支流の札内、音更、然別の沿岸には河岸段丘が発達している。十勝平野の土壌の約60%が、乾性型クロボク土や多湿クロボク土などの火山灰土である^{†5}。前者は、乾燥地に火山灰が堆積した土壌であり、腐食含有量が少なく各種養分が欠乏している。後者は、湿地に火山灰が堆積した土壌で、腐食含有量が多いが排水不良地となる。

帯広市は、十勝支庁のほぼ中央に位置する(第44図)。2005年の人口は17万3千に達し、十勝地方の48.2%を占めた。国の諸機関や空港も立地しており、十勝地方の行政・経済の中心となっている。市街地と人口集中地区は、市域の



第44図 帯広市の位置

資料：帯広市管内図，帯広圏都市計画図，現地調査。

北東端に位置する。ここは十勝川と札内川の合流地点であり、根室本線と国道38号線が通る交通の要所でもある。

帯広市は、1957(昭和32)年に川西村と大正村と合併し、人口9万3千となった。人口は1960年代に13万まで急増したが、それ以後は漸増傾向となった。2000年における産業別就業人口の割合は、第1次産業が4.1%、第2次産業が22.3%、第3次産業が71.3%である。第1次産業の値は、全国平均と比較して0.9%、北海道平均と比較して3.9%低い。その内訳は、主に大規模畑作農業であり、総面積に占める耕地の割合は、北海道平均の2倍以上に達することに特徴がある。第2次産業でも、食品部門の出荷額が全製造品出荷額の約6割を占めている(2006年)。

現地調査は、札内川の左岸に位置する川西地区で実施した^{†6}。同地区は、市街地の南西部から日高山脈にかけて広がり、市域のなかでも大規模な畑作が

盛んな地域である。主に栽培されている作物は、小麦、てんさい、ばれいしょ、豆類という十勝地方の畑作4品目である。近年ではながいもや未成熟とうもろこしなどの露地野菜も増加している。同地区には、開拓時に南西方向に引かれた基線道路と、それらに直行する300間(545m)間隔の道路によって区切られた格子状の土地割りがあり、大規模畑作の基盤となっている^{†7}。現在の川西地区の農地は、標高約90～250mの範囲に分布する。また、同地区には、小麦専用のエレベーター(穀物倉庫)が10基立地する。

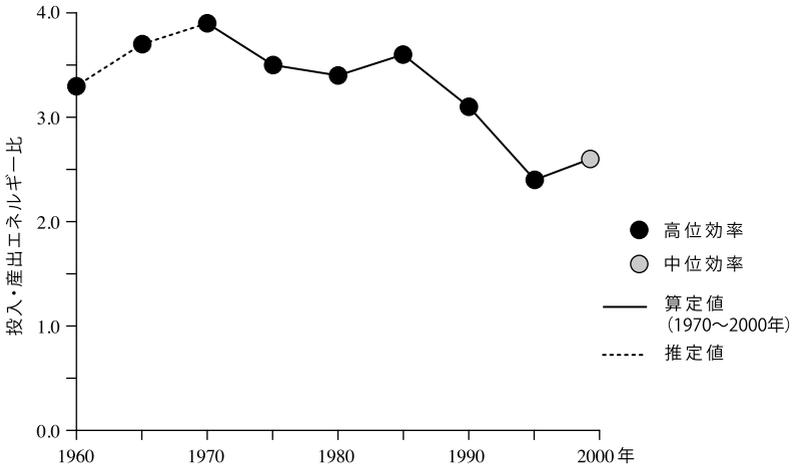
9.1.3 研究対象地域のエネルギー効率

第45図は、帯広市における作物の栽培面積と、地域的な作物生産のエネルギー効率の変化を示したものである^{†8}。帯広市の地域的な投入・産出エネルギー比は、1960年代から1995年代にかけて2.4～3.9の範囲で変化し、そのエネルギー効率は高位効率のまま推移してきた。栽培作物は大きく変化してきたが、高位効率と中位効率作物が卓越することから、高いエネルギー効率の作物生産が長期間維持されてきた。

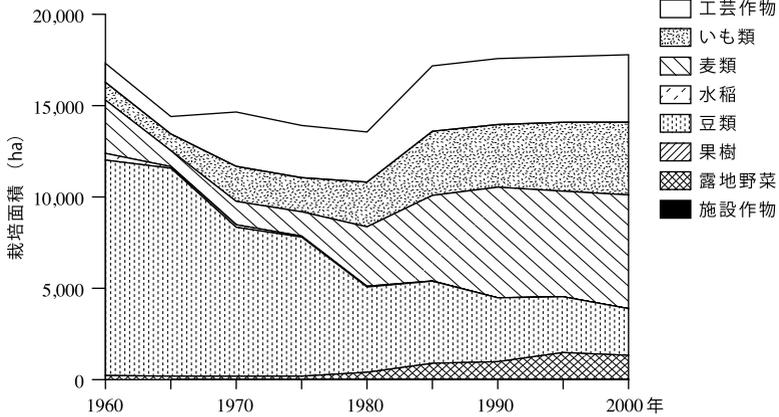
栽培面積の変化を見ると、1980年までは豆類が最も広い面積を占めていた。特に1960年代には、豆類の栽培面積は1万haを超え、全ての作物の7～8割に達していた。また、1960年には、大麦が581ha、水稻が368ha栽培されており、いずれも小麦よりも広い面積であった。1970年代に入ると、工芸作物(てんさい)の面積が増加する。修正ウィーバー法による作物結合タイプは、1960年代までは豆類の単作であったのが、1970年代は豆類と工芸作物で代表されるようになった。さらに、1980年代に入ると、小麦とばれいしょ類(れいしょ)の面積が増加する。修正ウィーバー法による作物結合タイプもまた、1980年以降は麦類・いも類・豆類・工芸作物で代表されるようになり、この時期に畑作4品目の産地が形成されたとと言える。

1990年代以降は、小麦と露地野菜の面積が増加する一方で、いも類の面積が減少する。特に小麦は、2000年に6,000haを超えたが、これは1980年の2倍以上の値である。全作物の栽培面積もまた、2000年に17.8万haと最高値を記録した。露地野菜の面積が最も増加したのは、1995年の1,477haである。その内訳は、未成熟とうもろこしが667ha、その他の野菜類(主にながいも)が

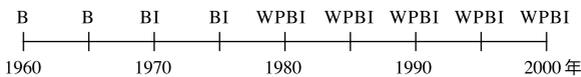
a. エネルギー効率



b. 栽培面積の変化



c. 作物結合タイプ



※作物の結合タイプは土井の修正ウィーバー法で算定した。

作物結合タイプを示す略字は次のとおり: W 麦類, P いも類(ばれいしょ),

B 豆類, I 工芸作物(主にてんさい)。

第 45 図 帯広市における作物生産のエネルギー効率と作物の栽培面積の変化

資料: 第 8 表, 農林業センサス。

431haであった^{†9}。しかし、2000年には、施設の面積が18haまで増加したことにより、エネルギー効率は中位効率に低下している。

9.2 帯広市における畑作農業の展開

9.2.1 開拓から豆景気まで

十勝地方の本格的な開拓は、静岡県賀茂郡の依田勉三を中心とする晩成社が開拓団を組織して帯広に入植したことにより始まった^{†10}。晩成社の依田勉三と鈴木銃太郎は、1883(明治16)年に札内川と帯広川が合流する地域の開拓を計画し、札幌県庁に100万坪(約330ha)の開拓を出願し、その2年後に13万坪(約43ha)の開拓が許可された(帯広市史編纂委員会編, 2003)。面積が削減されたのは、十勝地方の厳しい自然と遠隔地という条件によって、計画の達成は困難であると判断されたためである。その後、晩成社は1932(昭和7)年に解散するまでの約50年間に耕地685haと牧場1,580haを開拓したり、食品加工工場を創業したりするなど、十勝地方における農牧業発展の原動力となった。

北海道庁による殖民地地区画が1892(明治25)年に実施されると、その翌年には、碁盤目状に区切られた街区が下帯広村(現帯広市)に設計された。下帯広村の外縁には、川西外二郡各村戸長役場が設置された(川西村役場, 1956)。殖民地地区画が貸し下げられ、富山県や岐阜県を中心とする開拓移民が入植したのは1896(明治29)年だった。さらに1907(明治40)年には、帯広と旭川とを結ぶ根室本線が開通したことにより、農産物や生活物資の輸送が円滑化して、移住者が増加した。

1914(大正3)年に第1次世界大戦が始まると、農作物の価格が高騰し、いんげんやえんどうなどの豆類の生産と販売に係わる「豆成金」が出現した。当時、日本は、イギリスをはじめ、アメリカ合衆国、ドイツ、フランス、カナダ、フィリピン、オーストラリアに豆類を輸出していた(川西郡川西村, 1933)。十勝地方における雑穀取り扱い業者と農家は、ロンドン市況やヨーロッパの作況に敏感になり、「豆屋気質」と呼ばれるようになった。第1次世界大戦後の恐慌では離農する農家もあったが、総じて大正期は「豆景気」といわれるほど

の農業発展の時代であった^{†11}。1921（大正10）年には、帯広町役場が4.7万円で建設され、1933（昭和8）年4月1日には、道内で7番目となる市政が施行された。

9.2.2 昭和期以降における栽培作物の変化

十勝地方では昭和初期にすでに、アメリカ合衆国より輸入した大型機械を導入した大規模農場があった。これは、北海道製糖株式会社（現在の日本てんさい製糖株式会社）が経営する実験農場であった（帯広市史編纂委員会編、2003）。この農場では、てんさいの増産を目的として、自走式のホイールトラクター25台と付随機械一式を導入した。しかし、この大規模農場の経営は大きな成功に至らず、トラクターは除雪車として利用された^{†12}。

昭和期の前半は、1937（昭和12）年に日中戦争、1941（昭和16）年に第2次世界大戦中が始まったことにより、商品作物である豆類は作付制限を受けた。第2次世界大戦中も、農業資材と労働力が不足したため農業は振るわなかった。豆類に代わって増産されたのが、麦類、とうもろこし、ばれいしょ、てんさい、亜麻、牧草などの作物および軍用馬であった。国内の食料・軍用品の増産政策に加えて、海外では日貨排斥運動が盛んになったため、豆類のヨーロッパ向け輸出は激減した。

第2次世界大戦後、緊急開拓計画と新規開拓農民の増加によって、十勝地方の農業が回復した。特に豆類の栽培が再び盛んになり、その面積は、1949年には3,775haだったのが、1951年には11,878haへと急増した（北海道十勝支庁、2005）。1954（昭和29）年には、畑地面積の67%を豆類が占めるに至った。小豆の価格は1俵（60kg）あたり1万円以上に高騰することもあり、赤いダイヤと呼ばれた。

1960年代に入ると、国産の農業機械が普及し、本格的なトラクター時代が訪れ、農耕馬は姿を消した。しかし1960年代後半になると、所得倍増および高度経済成長政策によって、農業と他産業との所得格差が拡大し、農家数は減少に転じた。1970年代に入ると、耕地の基盤整備、土地改良、経営規模拡大の支援などの施策が実施されたが、後継者不足や輸入農産物との価格競争などにより、農家数の減少は止まらなかった。

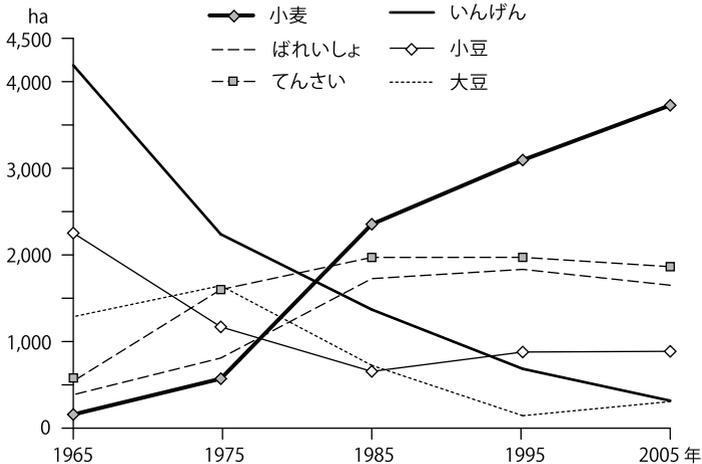
ここで、川西地区で栽培されてきた主要な畑作物について、1965年以降の面積の変化を概観する(第46図)。1965年には、いんげんをはじめとして、小豆、大豆などの豆類が主な作物であった。特にいんげんの栽培面積は4,000haを超えていた。1975年になると、豆類の面積が大幅に減少し、てんさいとばれいしょが増加する。さらに1985年は、小麦の面積が急増し、栽培面積が1位の作物となった。小麦の面積は1995年と2005年にも増加を続けている一方で、てんさいとばれいしょはほぼ横ばいとなり、豆類は減少している。このように、1970年代後半から1980年代前半にかけて、主要畑作物が一転した。

9.3 今日の大規模畑作を支える基盤

9.3.1 土地利用と農業景観

(1) 小麦のエレベーター

小麦のエレベーターは、帯広市川西農協(以下、農協とする)によって運営・管理される。川西地区に立地するエレベーターはサブ施設と呼ばれ、帯広市街



第46図 帯広市川西地区における主要畑作物の栽培面積の変化

資料：農林業センサス。

地の西に立地する大型のエレベーターはメイン施設と呼ばれる^{†13}。サブ施設では、小麦の水分含有量を40%から21%へ下げるといふ半乾燥処理が行われる(写真26)。半乾燥処理された小麦はトラックでメイン施設へ運ばれ、本乾燥処理として水分含有量が12%まで下げられる。エレベーターの乾燥処理には、重油が使用される。

サブ施設には、小麦の集荷・乾燥・一時貯蔵ばかりでなく、共同利用の農機具の格納場所としての機能がある。サブ施設には、200馬力を越える外国製のコンバインが2～3台保管されている(写真27)。これら超大型コンバインの価格は、本体だけで2～3千万円である。サブ施設を利用する小麦栽培農家は、農協の集団乾燥組合に加入する。小麦の収穫時期になると集団乾燥組合^{†14}は、サンプル調査により小麦の等級を決定し、水分が少ない圃場から順に共同作業で収穫していく。収穫された小麦は、自家用またはチャーターした大型ダンブカーによってサブ施設へ運ばれて、半乾燥処理される。



写真26 小麦のエレベーター(2006年7月7日筆者撮影、帯広市)

このエレベーターは集落内に立地するもので、サブ施設と呼ばれる。収穫された小麦は、この施設で水分含有量21%まで下げられる。

川西地区のほとんどの小麦栽培農家は、小麦の収穫・出荷・乾燥を共同で行っているが、一部には個別に本乾燥までの処理をして、農協へ直接出荷する農家もある（写真 28）。このような農家は、小麦の栽培面積だけで 30ha を越える大規模経営か、10ha 以下の小規模経営である。前者は、一戸でも取り扱う量が多いことから、コンバインなどの大型の農業機械や乾燥施設への投資が可能になった農家である。後者は、近年、酪農から小麦へ転換した農家が多い。そのような農家は、大規模農家によって構成される集団乾燥組合に加入するよりも、小規模な乾燥施設を購入して農協へ出荷するようになった。

(2) 土地利用の特色

第 47 図 a は、川西地区北東部の土地利用である。図幅の範囲は、開拓道路の西 1、西 3、14 号、15 号に囲まれた 2 つの中区画であり、海拔は 100 ～ 110m である。ここで栽培されている作物は、面積の広い順より、てんさい、



写真 27 共同利用される超大型コンバイン（2006 年 7 月 5 日筆者撮影、帯広市）

これらはニューホランド社製の TX64plus 型であり、220 馬力の大きさがある。収穫用のヘッダーは小麦専用のものが一年中取り付けられている。

小麦、加工用ばれいしょ、ながいも、小豆、生食用ばれいしょである。また、区画の数が多し順では、てんさい、加工用ばれいしょ、小麦とながいも、小豆と生食用ばれいしょとある。開拓道路によって正方形に区切られた中区画は、長い畝を直線的に作ることができるため、大型機械での耕作に適している。また、ながいもの栽培は、この地点を含めて、市街地に近い北東部の耕地に見られる。

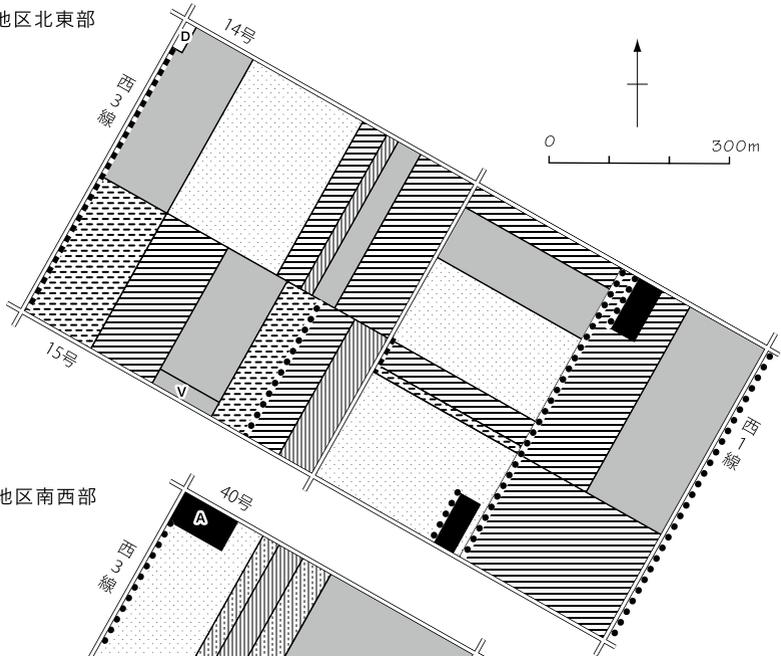
第47図bは、川西地区北東部の土地利用である。この地点は、日高山脈の山麓に近い区画であり、海拔は195～210mである。ここで栽培されている作物は、面積の広い順より、小麦、てんさい、加工用ばれいしょ、大豆、小豆、種子用ばれいしょである。また、圃場の区画数の多い順では、小麦、てんさいと大豆、種子用ばれいしょ、小豆、加工用ばれいしょとなる。このように、市街地から離れた耕地になるほど、区画の面積が大きくなり、栽培作物は小麦の割合が高くなる傾向がある(写真29)。



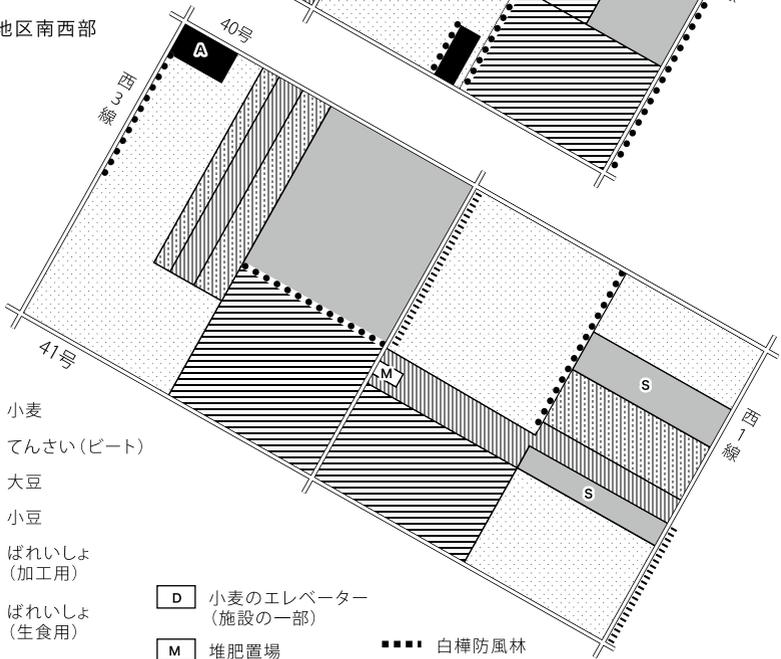
写真28 農家の小麦乾燥施設(2006年7月7日筆者撮影、帯広市)

一戸で数十ヘクタールの小麦を栽培する大規模経営では、小麦の乾燥設備を自家所有する農家もある。

a. 川西地区北東部



b. 川西地区南西部



- | | | |
|-------------|-------------------|--------------|
| 小麦 | 小麦のエレベーター (施設の一部) | 白樺防風林 |
| てんさい(ビート) | 堆肥置場 | カラマツ防風林 (幼木) |
| 大豆 | 農家 | |
| 小豆 | 農家(廃屋) | |
| ばれいしょ (加工用) | | |
| ばれいしょ (生食用) | | |
| ばれいしょ (種子用) | | |
| ながいも | | |

第 47 図 帯広市川西地区における土地利用 (2006 年)

資料：現地調査 (2006 年 7 月 6 日・7 日)。

大豆と小豆の違いは、草丈から判別できる。土地利用調査を実施した7月上旬において、大豆は15cmほどに成長しており、小豆は5cm以下である。また、大豆の葉は丸く、小豆の葉は長細いことから区別できる。ばれいしょの品種は、6月下旬～7月上旬に赤い花を付けるものが、生食用のメイクイーンであり、葉が細くて白い花を付けるものが、ポテトスナックなどの原料になる加工用の品種である。また、種子用ばれいしょの圃場には、細菌の進入を防ぐために、部外者の立ち入りを禁止する看板が立てられていたり、農道との間に大麦が植えられている（写真30）。

第47図aの範囲には農家が2戸あり、第47図bには農家の古い空き家がある。一つの中区画の中に見られる農家のおよその数は、市街地に近い北東部では1～2戸、南西部では0～1戸である。農家の入り口には、農場名を記した看板が付けられている。農家の敷地は広く、農機具の格納庫や倉庫など、母屋の他に4～5つの建物がある。かつて農耕馬を飼っていた馬小屋が残る農家もある。



写真29 小麦の圃場（2006年7月4日筆者撮影、帯広市）

農道と圃場の間には、大型の農業機械が移動できるだけの間隔がある。小麦の品種は、ホクシンに統一されていた。これは、以前の主要品種であったチホクコムギよりも、成熟期が早くて多収性の品種である。現在では、さらに、ホクシンからきたほなみへの転換が進んでいる。



写真 30 種子用ばれいしょの圃場（2006年7月7日筆者撮影、帯広市）

市街地から離れた南西部の畑では、種子用ばれいしょの栽培も盛んである。圃場に雑菌が入らないように、農道との間に大麦が植えられている。

また、2つの土地利用図には、圃場の区画に沿って防風林が植えられている。防風林の樹種はほとんどがカラマツであるが、開拓道路に沿って白樺も見られる。この地区の防風林は、4月中旬の融雪期に吹く強い季節風^{†15}によって、土壌が飛散するのを防ぐために、昭和初期に造林されたものである^{†16}。川西村役場（1956）に記載された写真を見ると、当時、ほとんどの圃場が四方を防風林に囲まれていたことが分かる。しかし、1970年代に入ると、大型の農業機械の導入に不便であることや、成木になった防風林によって圃場が日照不足になるなどの理由から、多くの防風林が伐採された。

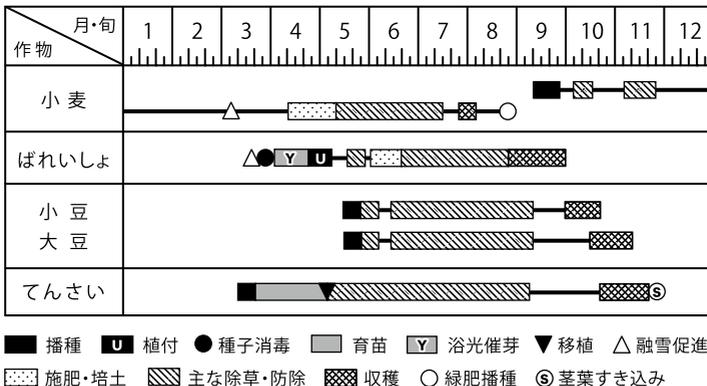
現在まで残る防風林は、北東から南西の方向に植えられたものが多い。一方、第47図bには、樹高30cmほどの幼木のカラマツ防風林がある。川西地区の南西部では、種子用ばれいしょの圃場に雑菌が入ることを防ぐために、新たにカラマツやアカエゾマツなどの防風林が造成されている圃場が見られる。また、南西部では、エゾシカ、キタキツネ、ヒグマなどの野生動物による獣害を防ぐために電牧（電気牧柵）を設置する圃場もあるが、これらの野生動物は防風林に沿って日高山脈から圃場へ降りてくるといふ。

9.3.2 作物と栽培方法

(1) 畑作 4 品目の栽培暦

第 48 図は、帯広市における畑作 4 品目の栽培暦を示したものである。育苗、防除、収穫などの一連の農作業は、積雪期の 3 月から降雪の始まる 11 月まで続く。農作業が特に集中する収穫期は、7 月下旬の小麦から 11 月中旬のてんさいまで連続的に分散する。地力の低下を避けるために、ばれいしょ、てんさい、豆類の栽培では連作が避けられ、小麦やとうもろこしなどのイネ科作物を含めた 4～5 年の周期で輪作される。

小麦は、秋に播種されて夏に収穫する冬小麦であり、十勝平野では秋まき小麦と呼ばれる。小麦の播種期は、9 月中旬～下旬（10～25 日頃）である。播種の量は 5～11kg/10a であり、時期が遅くなるほど量を多くする。10 月上旬～中旬にかけては、除草剤を散布し、11 月中旬には雪腐病の防除を行う。3 月上旬には、融雪促進作業として、融雪タンカルやアッシュなどを小麦の圃場に散布し、雪解け後の 4 月中旬～5 月上旬に施肥する。その後、5 月中旬～7 月中旬に、除草作業や赤かび病やうどん粉病の防除があり、7 月下旬（7 月 25 日頃）～8 月上旬に収穫される。小麦栽培では、大型のコンバインで共同収穫されることもあり、収穫が短期間に集中する。日高山地に近い市城南西部の耕地



第 48 図 帯広市における畑作 4 品目の栽培暦（2006 年）

資料：帯広市農業技術センターおよび農家への聞き取り調査。

ほど、播種と収穫の時期が早くなる。小麦の品種は、1997年に、それまでのチホクコムギから、成熟が早くて収穫量が多いホクシンへの転換が進み、数年ではほぼ100%がホクシンとなった^{†17}。現在では、さらに収量が多く、耐病性にもすぐれた、きたほなみへの転換が進んでいる。

ばれいしょ栽培の農作業は、食用・加工用ともに、3月中・下旬の圃場きたの融雪促進と種芋の消毒作業から始まる。4月上旬～下旬には、欠株を除去し、初期育成を促進させるための催芽処理の作業を行う。これは、種芋のコンテナをビニールハウスに入れ、その内部を10～20°Cに保温し、日光を当てるものであり、浴光催芽とも呼ばれる。催芽処理されたばれいしょは、4月下旬～5月上旬に、トラクターによって牽引される専用のプランター（播種機）によって圃場に植え付けられる。6月上旬～中旬には、畝に25cm程度の覆土をする培土作業があり、その後の病虫害の防除作業が続く。ばれいしょの収穫期は、畑作4品目のなかでは最も長く、8月下旬～9月下旬まで続く。ばれいしょの主な品種は、生食用がメークインと男爵、加工用がトヨシロ、でんぶん加工用がコナフブキである^{†18}。ばれいしょの主な出荷先は、生食用が農協であり、加工用が市内と芽室町に立地する食品加工会社である。

大豆は、圃場の地温が10°C以上になって、晩霜害の危険性がなくなる5月中旬～下旬にかけて播種される。面積あたり種子の量は、小粒種が30～35kg/ha、中粒種が60～90kg/haである。大豆の栽植密度は、収穫機械の種類によって異なる。ビーンハーベスターなどの従来の収穫機を使用する「慣行収穫」の場合、畝と株の間隔は60×20cm、または、66×18cmとする。近年導入が進んでいる汎用またはマメ専用のコンバインを使用する「コンバイン収穫」の場合、畝と株の間隔は60×16.5cm、または、66×15cmとする。コンバイン収穫の場合、密植して着莢の位置を高くするために、株間隔を狭くする。また、畝間隔の違いは、トラクターの規格（車軸の幅）の違いによるものである。除草や病虫害などの防除作業は、6月中旬～9月下旬まで続く（写真31）。除草の対象は、一年生イネ科の雑草と広葉雑草であり、防除の対象は、菌核病、灰色かび病、アブラムシ、ツメクサガ、マメシンクイガなどである（十勝中部地区農業改良普及センター，2002）。

大豆の収穫が始まるのは、慣行収穫が10月中旬であり、コンバイン収穫が



写真 31 大豆の防除作業（2006 年 7 月 8 日筆者撮影、帯広市）

トラクターに取り付けられたスプレイヤーにより、40 の畝（幅約 25m）を一度に消毒できる。

10 月下旬～11 月上旬である。慣行収穫では、莢が成熟した後 3～7 日目から、収穫機による刈り取り作業が始まる。その後、刈り倒した豆を畦上で束にする「島立て」や、島立てした大豆を圃場の上でまとめて乾燥させる「鳩積み（におづみ）」、さらに、ビーンスレッシャによる脱穀作業がある^{†19}。コンバイン収穫では、成熟後 2 週間ほど経過して、茎が完全に乾燥してから収穫作業が始まる。これは、馬力のあるコンバインでの作業によって、未乾燥の茎に含まれる渋がマメに付着する汚粒を防止するためである。

小豆の栽培暦は、播種から除草・防除までの農作業の時期は大豆とほぼ同じである。播種時の畦と株の間隔は大豆と同じであるが、播種の量は 30～50kg/ha と大豆より多くなる。収穫時期は大豆よりも早く、成熟莢が 70% に達する 10 月上旬から始まる。収穫作業には、大豆と同様に、慣行収穫とコンバイン収穫がある。大豆や小豆などの豆類は「地力で穫るもの」と言われ、堆肥などの有機物を活かした土づくりが重要になる。また、湿害に弱いため、排水不良の圃場で栽培には向いていない。豆類の主な品種は、小豆がエリモショウズときたのおとめ、いんげんが大正金時、福勝、雪手亡、大豆が、黒大豆のイワイクロ、大粒種の音更大袖とユキホマレ、黒大豆のトカチクロである^{†20}。

てんさい栽培は、3 月中旬のビニールハウス内での育苗から始まる。ビニー

ルハウスは温度が上昇しやすい南北棟であり、そのなかに播種用のペーパーポットが設置される。1坪(1m²)あたり本圃10a分(7,000粒)の苗が植えられ、4月下旬～5月上旬に移植される。てんさい栽培では育苗に労力がかかるが、近年では省力化のために本圃に直接播種する直播き栽培が試みられている。定植後から9月上旬までは、イネ科と広葉雑草の除草作業、ヨトウガや褐斑病などの防除作業が続く。収穫時期は、10月下旬～11月中旬である。収穫作業には、茎葉の刈り取りとてんさいの掘り起こしが同時にできる専用ハーベスターが使用される。てんさいの主な品種は、えとびりか、アーベント、スコーネである。てんさいの主な出荷先は、芽室町にある日本てんさい糖業芽室製糖所である^{†21}。

(2) 畑作4品目の生産費

第18表は、十勝地方における畑作4品目の生産費を示したものである。小麦の10aあたり生産費は約5万2千円であり、そのうち物財費が9割強を占める。割合の高い物財費は、貸借料及び料金(38%)、肥料(16%)、農機具・自動車(13%)である。貸借料及び料金の割合が高いのは、コンバインや乾燥施設などの共同利用料金が発生するためである。小麦の収量は512kg/10aであり、粗収益は約8万1千円である。この粗収益には、後述する補助金(麦作経営安定資金)と副産物の費用が含まれる。副産物である麦わらは、近隣の酪農家へ販売される。小麦栽培では、大型機械の利用が進んでいるため、家族労働費が生産費に占める割合は、畑作4品目のなかで最も低い9%である。所得率も39%であり、畑作4品目のなかで最も低い。このように小麦は、畑作4品目のなかで最も粗放的に生産されており、栽培面積が広がるほど農業経営が有利になる作物である。

加工用ばれいしょの10aあたりの生産費は5万9千円であり、そのうち物財費が8割弱を占める。割合が高い物財費は、種苗(20%)、農機具・自動車(20%)、肥料(13%)である。ばれいしょ栽培では、種芋を農協から購入したり、専用のプランターと収穫機が必要となるため、種苗代および農機具・自動車代の割合が高くなる。ばれいしょの収量は4,507kg/10aであり、粗収益は8万1千円である。粗収益は小麦と同じ程度であり、所得率は大豆と同じ程度である。ば

第18表 十勝平野における畑作4品目の生産費(2004年)

		単位：円/10a			
項目	項目の内訳	小麦	ばれいしょ (加工用)	てんさい	大豆
物財費	種苗	2,618	11,836	2,537	3,825
	肥料	8,089	7,763	18,129	6,917
	農業薬剤	5,152	7,213	8,824	4,642
	光熱動力	1,182	2,416	2,735	1,997
	その他の諸資材	713	155	4,267	500
	土地改良及び水利	180	165	304	2,598
	貸借料及び料金	19,542	785	2,856	7,617
	物件税及び公課書	1,463	1,825	1,683	1,584
	建物	1,028	1,161	2,098	1,627
	農機具・自動車	6,569	11,694	13,934	11,037
	生産管理	333	338	389	400
労働費		4,765	13,879	24,919	19,465
費用合計		51,634	59,230	82,675	62,209
収量(kg/10a)		512	4,507	6,784	228
粗収益	主産物価格	77,191	80,972	117,069	78,701
	副産物価格	3,315	0	0	192
	合計	80,506	80,972	117,069	78,893
支払利子・地代		2,406	2,437	2,908	2,894
家族労働費		4,660	13,346	23,080	17,779
所得		31,126	32,651	54,566	31,569

※所得=粗収益-〔生産費総額-(家族労働費+自己資本利子+自作地地代)〕
 ただし、生産費総額=費用合計+支払利子・地代+自己資本利子+自作地地代
 資料：十勝支庁農政課。

れいしょは、小麦に次いで粗放的に栽培される作物である。

てんさいの10aあたり生産費は8.3万円であり、そのうち物財費が7割を占める。物財のなかで割合が高い項目は、肥料(22%)、農機具・自動車(17%)、農薬(11%)である。収量が6,784kg/10aに達するてんさいの栽培には、畑作4品目のなかで最大の施肥量を必要とする。火山灰土壌などの酸性化しやすい耕地では、てんさいが生育不良になるため、大量の石灰資材を投入して中性化しなければならない。また、育苗に手間がかかるため、労働費も畑作4品目のなかで最大となる。てんさいの粗収益は約11.7万円、収益性は47%であり、畑作4品目のなかで最も集約的に栽培される作物である。

大豆の 10a あたりの生産費は 6.2 万円であり、そのうち物財費が 7 割弱を占める。物財のなかで割合が高い項目は、農機具・自動車 (18%)、貸借料及び料金 (12%)、肥料 (11%) である。大豆の収量は 228kg/10a であり、粗収益は 7.9 万円、収益性は 40% である。大豆栽培の物財費は畑作 4 品目のなかで最も低い、生産費に占める労働費の割合は 3 割を越え、畑作主要 4 品目で最も高い。豆類の栽培には、ホーを使ったカルチ (除草作業) や、島立て・鳩積みなどの自然乾燥の作業など、手作業に依存する農作業が多い^{†22}。

(3) 作物と天候

十勝地方における畑作 4 品目の生育と収量は、天候により大きく左右される。近年の天候による生育の遅れと不作の記録を挙げると、1999 年と 2000 年には、夏季の猛暑と早魃により、畑作物の収穫量が減少した。また、2001 年には、9 月の早霜によって豆類の収穫が遅れた。2003 年には、春先の天候は良好であったが、7～8 月の低温と日照不足により、豆類の収量が減少した。さらに、2003 年 8 月上旬には台風が上陸したことにより、広範囲の耕地に被害が出た (北海道十勝支庁, 2005)。

第 19 表は、十勝支庁農政課が発表した 2006 年 7 月 1 日における農作物の生育状況である。2006 年は、6 月中旬～下旬に曇天・雨天が多く、気温が低かったため、すべての作物で生育が遅れた^{†23}。小麦の場合、稈長^{†24}・穂数などの成長は良好であったが、穂長は短く、生育は 8 日の遅れであった。ばれいしょとてんさいは冷涼な気候での栽培に向けた作物であり、草丈・葉数の生育は平年の 8 割～平年並みであり、生育の遅れは 5～6 日にとどまった。一方、豆類の生育に注目すると、葉数は平年の 5～7 割、草丈は平年の 7～8 割にすぎず、生育の遅れは 6～9 日になった。豆類のなかでも特に小豆は、生育と収量が天候に左右される作物である。

9.3.3 農業政策

ここでは、畑作農業を支える農業政策として、土地基盤整備、農地流動、農産物の価格支援に注目する。十勝地方における普通畑の面積は約 17 万 ha であり、そのうち排水不良と見なされる土壌が約 4 割に達する (帯広市, 2005a)。

第 19 表 十勝地方における作物の生育状況 (2006 年 7 月 1 日)

	区分	値	単位	平年比 (%)	評価	遅早
小 麦	桿長	88.8	cm	104	平年並み	遅8日
	穂数	787.3	本/m ²	108	やや多い	
	穂長	8.1	cm	89	短い	
ばれいしよ	茎長	36.8	cm	81	短い	遅6日
	茎数	3.3	本	99	平年並み	
てんさい	草丈	36.8	cm	91	やや短い	遅5日
	葉数	15.6	本	92	やや少ない	
大 豆	草丈	11.8	cm	79	短い	遅6日
	葉数	2.0	本	65	少ない	
小 豆	草丈	3.8	cm	59	短い	遅9日
	葉数	1.1	本	45	少ない	
手 亡	草丈	6.1	cm	84	短い	遅7日
	葉数	1.3	本	55	少ない	
金 時	草丈	10.1	cm	72	短い	遅8日
	葉数	1.3	本	53	少ない	

資料：十勝支庁農政課。

排水不良の畑では、5～6月の降水にともなって、特にてんさいの生育が悪くなる。そのような畑は、明渠排水、かんがい排水、土壌改良、農道舗装などによる農地の改良が必要である。帯広市の場合、1974年から2003年にかけて、48件の農業生産基盤整備事業が施行され、農地の改良が進められた(帯広市, 2005b; 2006)。これらの事業では、帯広市も多額の金額を補助した。その概要は、国営事業が14件で約13億円(総事業費：1,260億円)、道営事業が12件で約130億円(567億円)、団体営事業が22件で約16億円であった^{†25}。また、帯広市独自の補助事業も20件・約10億円に達した。

農地の貸借や売買などの農地流動を支援する政策は、近年、その重要性が高まっている。農業従事者の高齢化に伴って、モザイク状に不耕作地が発生する傾向にあり、それを効率的に農家に割り当てる政策が望まれている。これまで、農地の貸借と売買の多くは、知人や隣人の関係に依存してきたが、今後は、行政が仲介する面積が増加すると予想される(吉田, 2009)。2004年の帯広市において、権利が移動した農地の総面積は534haであった。その内訳は、売買が66.8ha、贈与が78.8ha、利用貸借権の設定が388.4haであった。そのうち、

帯広市による農地移動適正化幹旋事業と農地保有合理化事業による売買が 20 件 (16.4ha)、貸借権の設定が 13 件 (55.2ha) であった。また、利用権設定等促進事業による利用貸借権の設定は 214.7ha であった (北海道開発局帯広開発建設部, 2006a, 2006b) †²⁶。

農産物には様々な補助金が支払われているが、ここでは小麦を対象とした価格支援に注目する。前述の麦作経営安定資金は、輸入小麦との価格差が生産農家に支払われる圃場金である。この制度は、農産物流通の民営化に伴って、それ以前の政府買入制度に代わって 2000 年から施行された。麦作経営安定資金では、2006 年度に栽培された小麦 (1 等級) の場合、60kg あたり約 2,500 円の販売価格に対して、6,610 円の補助金が支払われた。

さらに、2007 年度からは、麦作経営安定資金に代わって、品目横断的経営安定対策が施行された。麦作経営安定資金では、小麦を販売したすべての農家が補助金の対象となったのに対して、新しい政策では、担い手として認定された農家を対象とした支援が行われる。その担い手となる基準は、北海道の場合、経営耕地面積 10ha 以上の認定農業者 †²⁷ になるか、経営耕地面積 20ha 以上の集落営農を組織することである。十勝地方のような大規模農家が集積する農業地域では、担い手の条件に当てはまる農家が多くなるが、複数の作物を栽培する場合、支払われる補助金が遅れるという問題もある。品目横断的経営安定対策は、担い手農家の条件や補助金支払時期の早期化を含めた修正がなされ、水田・畑作経営所得安定対策に変更された。このように小麦の補助金政策は、2000 年代に大きく変化した。

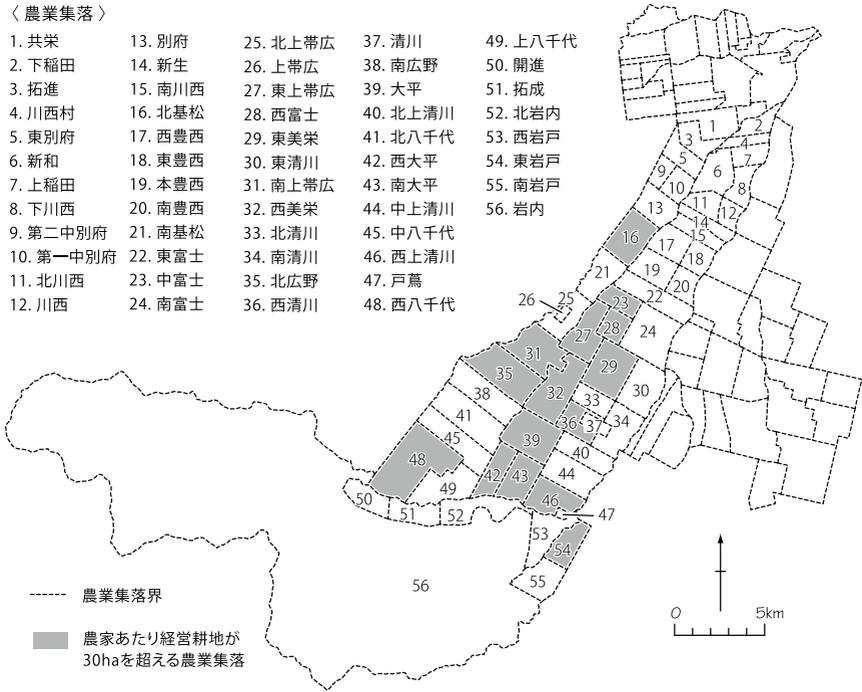
9.4 農家と農業経営 ー帯広市川西地区の事例ー

9.4.1 農業集落と経営耕地

第 49 図は、川西地区における農業集落と大規模畑作農家の分布を示したものである。農家あたりの経営耕地面積は、市街地から 10km 以上離れた 15 の農業集落において 30ha を超える。また、農家あたりの農業就業人口は 3.4、農業従事 150 日以上以上の割合が 80% を超えるというように、これらの農業集落は川西地区における大規模畑作の中心となっている。

〈農業集落〉

- | | | | | |
|-----------|---------|----------|----------|----------|
| 1. 共栄 | 13. 別府 | 25. 北上帯広 | 37. 清川 | 49. 上八千代 |
| 2. 下稲田 | 14. 新生 | 26. 上帯広 | 38. 南広野 | 50. 開進 |
| 3. 拓進 | 15. 南川西 | 27. 東上帯広 | 39. 大平 | 51. 拓成 |
| 4. 川西村 | 16. 北基松 | 28. 西富士 | 40. 北上清川 | 52. 北岩内 |
| 5. 東別府 | 17. 西豊西 | 29. 東美栄 | 41. 北八千代 | 53. 西岩戸 |
| 6. 新和 | 18. 東豊西 | 30. 東清川 | 42. 西大平 | 54. 東岩戸 |
| 7. 上稲田 | 19. 本豊西 | 31. 南上帯広 | 43. 南大平 | 55. 南岩戸 |
| 8. 下川西 | 20. 南豊西 | 32. 西美栄 | 44. 中上清川 | 56. 岩内 |
| 9. 第二中別府 | 21. 南基松 | 33. 北清川 | 45. 中八千代 | |
| 10. 第一中別府 | 22. 東富士 | 34. 南清川 | 46. 西上清川 | |
| 11. 北川西 | 23. 中富士 | 35. 北広野 | 47. 戸蔦 | |
| 12. 川西 | 24. 南富士 | 36. 西清川 | 48. 西八千代 | |



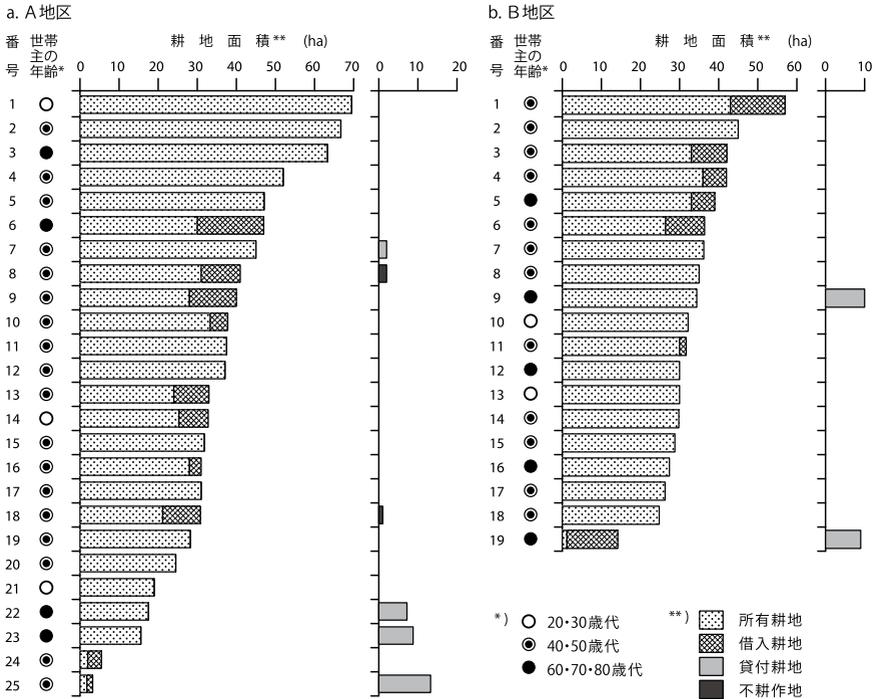
第 49 図 帯広市川西地区における農業集落 (2000 年)

資料：農林業センサス農業集落カード。

さらに第 50 図は、川西地区の 2 つの農業集落における全農家の経営耕地面積を示したものである。経営耕地面積の平均は、A 地区が 35.5ha、B 地区が 33.8ha である。経営耕地面積が 30ha を超える大規模農家の割合は、両地区とも約 70% であり、なかには 50ha を越える経営規模もある。世帯主の平均年齢は、両方の地区とも 50 歳代前半である。世帯主が高齢化した農家や、経営耕地が 30ha 以下の小規模な農家では、耕地を集落内の農家に貸し付けていることがある。

9.4.2 大規模畑作の経営事例

本節では、大規模な畑作農家が分布する農業集落より、3 戸の経営事例を説明する。それぞれの経営内容は、(1) 小麦主体、(3) 畑作 4 品目 + 園芸作物、



第 50 図 帯広市における農家別経営耕地面積 (2005 年)

資料：帯広市農業技術センター。

(5) 畑作 4 品目 + 加工販売である。

(1) 小麦主体 + 借地

〔経営耕地〕 この農家の耕地面積は約 60ha であり、そのうち 43ha が自作地であり、18ha が借地である。作物の栽培面積は、小麦が 22ha、てんさいが 15ha、加工用ばれいしょが 11ha、生食用ばれいしょが 3ha、大豆が 9ha、小豆が 1ha、未成熟とうもろこしが 2ha である。大豆の栽培品種は、ユキホマレである^{†28}。この品種は芽が白いため、白大豆と呼ばれ、主に豆腐に加工される。大豆の収穫には、共同事業で購入した専用のコンバインを使用する。

借地のうち 9ha は、道路を挟んで宅地と接する圃場であり、その地代は 1 万円 / 10a である。長年借りているので、緑肥だけを栽培したり、休閒にする場

合でも借地料を支払う。この農家では、2戸の農場と交換耕作を行っている。交換耕作の規模は、1戸は6ha、もう1戸は約5haである。前者は小麦の専作農家であり、後者は主にごぼうを栽培している野菜農家である^{†29}。交換耕作のうち4haは、西4線にあり、この農家から3kmほど離れている。機械化が進んだ現在では、1人で60haの耕地を管理することが可能である。また、耕地の面積が広がると、農業機械の作業効率が高くなり、収益も上がる傾向にある。

【農業労働力】 家族構成は、世帯主(48歳)、妻(46歳)、父(73歳)、母(71歳)、子供2人である。臨時雇用は述べ60人であり、その内訳は、植え付けに10人、除草に10人、収穫に30人、その他に10人である。小麦の播種時の人出を確保するために、トラクターのオペレーター(運転手)を1人雇用している。子供はすべて男であり、現在、大学4年生と2年生である。

【作物の栽培と販売】 小麦は共同で収穫して、農協に販売している。加工用のばれいしょは、農協を通して、川西地区内にあるスナック菓子企業の帯広工場に販売する。てんさいは、農協を通して、芽室町にある日本てんさい株式会社に販売する。てんさいの場合、農協は販売額の約2%の手数料をとる。大豆と小豆はすべて農協へ販売している。農業経営の問題として、小麦が過剰生産気味であることが挙げられる。小麦栽培では、施肥などに手間をかけることによって、10aあたり11俵(660kg)の収量を目指している。

小麦の種子は、30kgあたり約6,000円で農協から購入する。2005年の場合、小麦の販売価格は1俵あたり9,000～9,500円であり、そのうち麦作安定資金による補助が6,000～6,500円であった。収穫された小麦は、集落内の農協の乾燥施設(サブ施設)に運ばれて機械により自動で選別される。小麦の品種は、共同で乾燥施設に出荷するため、ホクシンに統一されている。小麦の等級は、粒径と見た目(形質)によって、A(別名:1等)、B(2等)、C(3等または等外上)、D(規格外またはゴミ)とに分けられる。各等級の割合は毎年安定しているが、2005年度には2等の割合が高くなった。そのため、1等を多く栽培しようとした農家にとっては、売り上げが少なくなった。安くても歩留まり良くしようとして、主に2等品を栽培した農家は得をしたと言える。

小麦の場合、平均して10kg/10aの種子を播種する。9月中旬までに播種す

る圃場は、7kg/10a の種子で済むが、10月5日頃に播種する圃場では、15～16kg/10a の種子が必要である。播種が遅くなるのは、ばれいしょの後に作付する圃場である。この農家が所有するドリル（播種機）は3m級であり、1日で15haに播種できる。大型の4m級のドリルがあれば、1日20haの播種が可能になるが、現在のところ導入予定はない。この農家が所有する120馬力の大型トラクターは、1tの種子と肥料2袋（1t）を同時に積載できる。トラクターに積む肥料は2.5haごとに充填する。種子は1回の充填で10ha分を播種できる。しかし、どの圃場にもわずかな傾斜があり、トラクターを最大積載にすると播種のスピードが遅くなるため、毎回8ha分の種子をトラクターに積むことになっている。

大豆の播種量は約3kg/10aであり、収量は約180kg/10aである。父親の代には、大豆は密植しており、その播種量は6kg/10aに上った。現在は収量の多いユキホマレなどの新しい品種が普及したことや、コンバインなどの農業機械が発達したため、以前よりも粗植になった。現在、小豆の新品種であるきたろまんの栽培も始めた。この品種は、それまでの主流であったエリモ（エリモシヨウズ）よりも3日ほど早く収穫できる。エリモは食味がよいが、忌地性があり、連作による落葉病に弱かった。また、ばれいしょは、畝の間隔を75cmと広くとり、2乗で植え付けるようになった。これは最近購入した大型トラクターの車軸が150cmであったためである。

【農業機械】 この農家が所有する主な農業機械は、トラクター、プランター、ハーベスター、コンバインである。この農家が購入した最新のトラクターは、120馬力のフェント社製であり、1,200万円の価格であった。世帯主は農業機械の整備に精通しており、農薬散布に使用する細幅で大径のタイヤなども自分で交換する。プランターは、小麦用のドリルのほか、ばれいしょと豆類専用のものがそれぞれ1台ずつある。また、てんさいの移植機も所有する。豆類用のコンバインは近隣の農家7戸で4台を、また、小麦用のコンバインは、近隣の農家19戸で4台を共同使用している。小麦の収穫は、共同利用組合による共同収穫である。組合員の圃場ごとにサンプル調査をして等級を決めた後、実りが早い圃場から収穫していく。したがって、耕地の所有者と収穫者

は別になることもある。

〔農業経営の変化〕 父親が世帯主であった時代には、機械化が進んでいなかったため、豆類の栽培面積が広がった。当時は大豆を中心に、33haの耕地を耕作していた。当時の大豆の主要品種はトヨムスメであり、豆腐用として市場で人気があった。その後、耕地を購入し、自作地だけで約40haに規模拡大した。機械化が進んだことにより、いも類の栽培面積が増加した。規模拡大と多品目栽培を実現するのに重要であったことは、スプレイヤー（散布器）の進歩である。以前のスプレイヤータンクは1,000lであったが、現在は5,000lに大幅に増加している。最近では、豆類の機械が改良されたため、大豆と小豆を増産した。借地をして規模拡大したのは、豆類の省力化が進んだためである。いも類は現在でも手作業での仕分け作業があるため、栽培面積をこれ以上増やすことは困難である。

(2) 畑作4品目＋園芸作物（薬草・果樹）

〔経営耕地〕 この農家の耕地面積は80haであり、そのうち1.6haが借地である。主な栽培作物は、畑作4品目、薬草と果樹である。畑作4品目の面積は、小麦が30ha、てんさいが14.5ha、加工用ばれいしょが8ha、生食用ばれいしょが6ha、小豆が2.4ha、大豆が0.9haである。薬草と果樹は、それぞれ2.3haと0.4haを栽培する。さらに、緑肥作物に8.6ha、休閒地に7.3haを割り当てている他、山林を50ha所有する。

栽培している薬草は、せんきゅうである。これは入浴剤などに使用される薬草であり、薬品会社との契約栽培である。薬草は、現在の世帯主が1996年に栽培を開始した。この農家の成功により、現在では近隣の7戸の農家も薬草を栽培するようになった。果樹園ではサクランボを中心として、りんご、グズベリー、プラム、プルーンなどを栽培しており、観光農園も経営している^{†30}。また、てんさいの育苗用ビニールハウスでは、夏季にすいかを栽培している。

〔農業労働力〕 家族構成は、世帯主（57歳）、世帯主の妻（56歳）、息子（31歳）、息子の妻、息子の子供、世帯主の父（75歳）、母（76歳）である。そのうち、農業労働力は、世帯主の夫婦、息子、両親の5人である。世帯主の息子は高校を卒業後、市内の小売業で10年就業してから就農した。雇用労働力は、

男女1人ずつである。雇用期間は、作物の播種と収穫の時期を中心に、年間述べ200日である。

【作物の栽培と販売】 せんきゅうは球根を収穫するため、その播種と収穫には、ばれいしょ用のプランターとハーベスターが使用される。せんきゅうは10月下旬～11月下旬に収穫される。この農家では、地元の鉄工所に依頼して、所有する山林の川沿いにせんきゅう専用の洗浄施設を建設した。これは、収穫した球根をダンプトラックから下ろせば、水圧によって洗浄からスライスまでできる全自動の施設である。

洗浄されたせんきゅうは、10月下旬～12月下旬にかけて、専用の施設で乾燥される。北海道で他にせんきゅうを栽培している集落は芽室町にあるが、乾燥までの処理をして出荷するのはこの集落だけである。せんきゅうの球根は1,000袋(たい:1袋は20kg)ほど出荷するため、正月の直前までが農繁期となる。1袋の販売価格は約1万円であり、種子となる球根は、企業から支給されるため、せんきゅうは他の作物と比べて面積あたりの収益性が最も高い作物となる。せんきゅうの乾燥施設にある自動計量器は、世帯主が設計したものである。また、乾燥小屋には、羊の毛を紡ぐための作業場があり、世帯主の母がその作業に従事する。

作物の販売先は、薬草以外と観光果樹園以外はすべて農協である。農業経営に関して、この農家は、税務署の監査が入ったことを契機に、2005年度から有限会社とした^{†31}。また、今後の経営方針について、農業労働力が充実しているため、さらに10haほど耕地を拡大したいという意向である。

【農業機械】 この農家が所有する主な農業機械は、トラクター、ポテトプランター、ビーンプランター、ビート移植機、ポテトハーベスター、ビーンハーベスター、ビートハーベスター、ショベルカー、フォークリフト、ダンプトラックである。これらの農業機械を就農するために、格納庫が3棟、倉庫が3棟ある。小麦のコンバインは、共同利用である。最近購入したマッセイファーガソン社のトラクターは、125馬力の大きさで約1,500万円の価格であった。

【農業経営の変化】 この農家は、現在では小麦を最も広い面積で栽培しているが、両親の代には豆類が主な作物であった。豆類は、手忘、金時、小豆、大豆などの複数の品目を栽培していた。収穫後の豆類は鳩積みにして、地干し

で時間をかけて乾燥させたため、高い品質のものを販売できた。当時は複数の買い取り業者が庭先まで訪れ、現金をもって買い取りにきた。さらに、当時の豆類の栽培は、現在よりも経費がかからなかったため、金が残ったという印象があるという。当時の経営耕地は30haと現在の半分以下であったが、その後、離農した農家から土地を購入して現在の規模まで拡大した。

この農家は、大正期、世帯主の祖父の代に、川西村でも日高山脈に近い奥地へ入植した。当時は豆類の売り上げが好調であり、内地（本州）に山を買ったりもした。集落内で最初にトラクターを導入したのもこの農家である。当時、小麦を栽培しなかったのは、収穫した小麦を縛って脱穀するのが重労働だったためである。

(3) 畑作4品目＋野菜・産直

〔経営耕地〕 この農家の耕地面積は35.8haであり、主な栽培作物は、畑作4品目と野菜類である。畑作4品目の面積は、小麦が9.2ha、加工用ばれいしょが6.6ha、てんさいが4.6ha、大豆が2.6ha、小豆が2.3ha、金時が1.1ha、緑肥作物が7.0haである。野菜類の面積は、未成熟とうもろこし、かぼちゃ、アスパラガスがそれぞれ0.4haである。加工用ばれいしょの品種は、トヨシロ(3.5ha)とスノーデン(3.1ha)である。その他に、緑肥作物として、ヒマワリとキカラシをあわせて4.5ha、燕麦を2.5ha栽培している。所有地のなかには、2条の川が流れている。

〔農業労働力〕 農業労働力は、世帯主(47歳)、父(75歳)、研修生(47歳)、および臨時雇用が1名である。研修生と臨時雇用は春～秋(4～11月)にかけて雇用する。子供は4人おり、長男は2006年3月に短大を卒業した。現在は深川市などで農業実習生をしているが、2007年4月からはこの農家(自宅)で研修を行うことになった。現在の世帯主は、長男が就農した後で、経営耕地を増やしたいという意向を持っている。

〔作物の栽培と販売〕 この農家では、アスパラガス、豆類、未成熟とうもろこし、ばれいしょ、カボチャ、を産直で販売している。産直で一番人気があるのが、アスパラガスである。その価格は1,500円/箱(1.2kg)、2,200円/箱(1.8kg)であり、送料は共に1,470円/箱である。まとまった注文には、割引

価格を設定している。昨年は200戸の消費者に300箱ほどを販売した。発送には、運送会社の保冷宅急便や郵便局の保冷郵便を利用する。店頭に並ぶまでは早くて3日かかるが、翌日には食べられるという新鮮さに産直の人気がある。

この農家が直販する豆類は、小豆、金時、大豆、黒豆である。各品目とも基本的に2kgの袋で販売しているが、実施には複数の品目をあわせて20～100kg単位で販売することが多い。また、未成熟とうもろこしの産直の場合、販売価格は900円/箱(5kg)であり、送料はアスパラガスと同じ保冷宅急便で1,470円/箱である。

ばれいしょについては、加工用の品種だけを栽培している。そのほとんどは農協へ出荷するが、一部は直売でも販売している。ばれいしょの直販の価格は1,800円/箱(10kg)であり、2005年度には50箱ほど販売した。この価格は宅配を始めた時から変えていない。また、カボチャの価格は、1箱(10kg)あたり1,600円と1,700円である。前者は栗味という品種であり、後者は越冬品種の伯爵である。伯爵は皮が白く、主に菓子の原料に使用される。これら保冷なしで発送される商品の北海道外への送料は、商品価格の約1割である。

【農業機械】 この農家が所有する主な農業機械は、トラクターが5台、ポテトプランターが2台、および、プラウ(耕耘機)、ロータリー(草刈機)、ビーンハーベスターがそれぞれ1台ずつある。所有する最大のトラクターは、120馬の外国製(ジョンディア社)のものである。ビーンハーベスターは、大豆、小豆、金時に使用できるものであるが、マメの収穫作業は近隣の農家に委託している。

【農業経営の変化】 この農家の世帯主の祖父母は、新潟県から入植した。第2次世界大戦以前は60haの耕地を所有していたが、戦後の農地解放によって半分の面積まで減少した。1967年頃までは、開拓道路から200mほど離れた場所に家屋があった。現在の母屋は開拓道路に面した場所に移築されたが、現在でも当時の場所に馬小屋であった建物が残されている。

アスパラガスの栽培は、1990年に始めた。2003年からは、6月中旬～下旬にかけて、アスパラガスの体験収穫も実施するようになった。これは、食文化に関するNPOが企画するものであり、収穫と昼食のセットである。アスパラガスは、収穫後に草を刈り取らない立茎(りっけい)栽培が導入されてから、

収穫時期が長くなった。

現在の世帯主は、1990年に産直をはじめた。その契機は、ある雑誌に農家の生活を紹介したところ、関東地方や関西地方の読者から産直の要望があったこと、また、自分が育てた作物を消費者に直接届けて、消費者の声を聞いたかったためであるという。その後、ロコミによって徐々に販売先が拡大していった。産直を始めた当初は、除草剤の使用を減らしたクリーン農業という言葉で消費者にアピールしていた。現在では家族新聞を発行するなどして、消費者との交流に重点を置くようにしている。

この農家の世帯主は、2004年に夫を病気で亡くした。それでも自分が好きで始めた産直は止めなかった。しかし、すべての作物で農薬を減らした栽培は困難になった。また、自らが大規模な畑作農業を経営するとなると、農業機械の操作にも苦労した。世帯主は「女性の農業者にとって農薬は神様のような存在」であると考えている。

9.4.3 大規模畑作農業の特色

川西地区の南側には、経営耕地が30haを超える大規模な畑作農家が多く分布する。これらの農家は、第2次世界大戦以前から豆類を中心とする大規模な畑作経営を行っていた。戦後、農地解放で耕地が減少した農家もあったが、経済の高度成長期の離農ブームの時に、離農家から耕地を購入したり、圃場を交換分合することによって、耕地の規模拡大や集約化を達成した農家が多かった。また、近年では、借地によって耕地の規模を拡大する農家もある。

畑作4品目の労働集約度は、小麦、ばれいしょ、豆類、てんさいの順に高くなる。これら畑作4品目の栽培面積は、農業機械の種類、市場価格、補助金政策などの諸条件によって変化してきた。近年では、機械化による農作業の省力化が進んだことと、外国製品との価格差を補う補助金政策により、小麦の面積が増えつつある。大規模な畑作農家の経営は、面積の上では小麦の割合が高くなるが、特に耕地面積が40haを超える規模になると、耕地の4～7割までが小麦となる。畑作4品目のなかで最も粗放的に栽培され小麦は、栽培面積が広がるほど収益性が高くなる作物である。

大規模な畑作農家では、大型で高額な外国製の農業機械を複数所有してい

る。本州の露地野菜産地の事例では、特定企業の農業機械が普及する傾向があったが、十勝平野においては、農家によって使用する農業機械のメーカーは様々である。帯広市街では国際農機具展が毎年開催されているというように、十勝地方においては国内外の企業や代理店による大型農業機械の販売競争が激しい。このことが、新しい農業機械の普及と、農業機械の大型化・効率化をもたらした^{†32}。

大規模な畑作農業の主体となっているのが、人数的・能力的に充実した家族労働力である。家族労働力は、二世帯揃っており、比較的若い年齢の世代が経営の中心となっている。さらに、若い世代の子供もまた、将来的に就農することを志向する者が多い。このように農業従事者が充実するのは、大規模畑作による所得が、他産業と比較しても高額であることにも一因がある。また、家族の構成員が、農場の歴史に誇りを持っていること、家族のつながりを大切にしていることも大切である。

畑作4品目を基本としつつも、農業経営が多様化してきたのは、新しい物事を取り入れるという農業従事者の気質にある。大規模農家は、開放的に物事を考えて、新しいものを取り入れようとするいわゆる道民気質を持ち合わせている。古くはヨーロッパ市況にも精通した豆屋気質と呼ばれたが、現在でも大規模な畑作農家では、海外の企業と直接取引をしたり、後継者が海外に留学して語学を学ぶなどして、グローバルな視野を持ち合わせている。

9.5 第9章のまとめ

北海道十勝地方は、全国の12%に達する耕地が集中しており、日本最大の食料供給基地としての機能を有する。十勝地方には、経営耕地面積が30haを超える大規模な畑作農家が多数分布し、畑作4品目(小麦、ばれいしょ、豆類、てんさい)を主に栽培している。本章では、十勝地方のなかでも帯広市川西地区を事例として、大規模な畑作農業が維持されてきた要因を、農業の発展過程、土地利用、農業経営などの諸要素に注目して解明した。結果の概要は、以下のようにまとめることができる。

(1) 帯広市における作物生産のエネルギー効率は、1960年代から1995年代

まで高位効率のまま推移してきた。栽培作物の品目は変化したが、高位効率と中位効率作物（いも類、麦類、豆類）の面積が卓越することから、高いエネルギー効率が長期間維持されてきた。しかし、近年では、ながいもや未成熟とうもろこしなどの野菜類の面積が増加しており、エネルギー効率は減少する傾向にある。

(2) 帯広市で栽培される畑作物は、時代と共に変化してきた。大正期から1960年代までは、豆類の面積が卓越していた。第2次世界大戦以前は、豆類は海外にも大量に輸出されていた。1970年代にはてんさいの面積が、1980年代になると小麦とばれいしょの面積が増加して、現在の畑作4品目の栽培体系が確立した。1990年代以降は、小麦の面積が増加している。

(3) 現在の大規模な畑作農業が維持される地域的な条件として、大規模な農地の活用、最先端で多様な農業機械の導入、および、政策の補助を挙げることができる。中区画の土地割りは、500m以上の長さの畝を作ることも可能であり、大型の農業機械による耕作に適している。トラクターやコンバインなどの農業機械と付属部品には、主に外国製品が使用されている。近年、小麦の面積が増加している理由は、農業機械の大型化に伴う農作業の省力化と、外国産の農産物との価格差を埋める補助金政策によるところが大きい。

(4) 畑作農家が大規模化した契機は、戦前の豆景気、高度経済成長期の離農ブーム、近年の借地にある。大規模な畑作農家では、質的・人数的に家族労働力が充実しており、積極的に新しい取り組みを導入してきた。大規模畑作農家が栽培する作物は、耕地面積と農業機械の導入に伴って変化してきたが、経営規模が大きくなるほど、省力的な栽培が可能な小麦の割合が高くなる。

(5) 作物生産の高いエネルギー効率が今後も安定的に継続するとは限らない。それは、変化を続ける農業政策や、露地野菜などの他の作物の経済性などの条件により、農家が栽培作物を変化する可能性が高いためである。また、天候によっては、農産物が著しい凶作になる可能性もある。これらの点を考慮すると、十勝平野が今後も日本の食料供給基地としての機能を維持していくためには、農産物の適切な価格支援、経営の大規模化と低コスト化、農地の流動化を進めるなどして、国際的な競争力を高めていく必要があると考えられる。

注

- 1) 本章では、十勝支庁に含まれる市町村を十勝地方とする。また、農林業センサスの区分に従って、経営耕地面積が30ha以上の農家を大規模農家とする。
- 2) 平石(2003a)は、経営耕地の拡大が農業経営の費用低減と収益性の向上に与える影響を考察した。その結果、25～35haという平均的な規模では、面積拡大による所得増加効果が2.5万円/10aであるのに対して、65ha以上の大規模経営では1.0万円/10aに減少することが解明された。
- 3) 現地調査は2006年7月に実施した。その際、畑作農家をはじめとして、帯広市農務部、十勝支庁、北海道開発局、川西農業協同組合での聞き取り調査、および、景観観察と土地利用調査を重視した。
- 4) 帯広測候所(海拔:38.4m)によると、年平均降水量は920.4mm、年平均気温は6.5°C、最寒月(1月)の平均気温は-7.7°C、最暖月(8月)の平均気温は20.0°Cである(1971～2000年の平均値)。年間日照時間は2,016時間であり、東京の1,847時間、札幌の1,775時間よりも長い。夏季において、海岸部では海霧により日中の気温があまり上がらないが、内陸部では高温の日が続く。1924(大正13)年に帯広測候所で記録された気温37.8°Cは、北海道の最高気温である。降雪の初日は11月16日、終日が4月27日であり、霜の初日が10月4日、終日が5月2日である。長期積雪は、初日が12月6日、終日が4月4日である。秋季から初冬にかけては積雪が少ないため、作物が地下凍結の被害を受けることもある。なお、1902(明治35)年1月に帯広測候所で観測された-38.2°Cという気温は、日本で2番目に低い記録である。
- 5) 火山灰土以外では、その35%が褐色低地土などの沖積土であり、残りの5%が十勝川河口の泥炭土である。
- 6) ここでは、旧川西村の範囲を川西地区とする。川西村一帯はウエカリツブ(アイヌ語で笹原という意味)と呼ばれた潤葉樹(広葉樹)の原始林であったが、1895(明治28)年以降、滋賀県、富山県、三重県からの移住者によって開拓が始まった(川西村役場, 1956)。
- 7) このような開拓道路によって作られる正方形の格子状の土地割りは、殖民地区画と呼ばれる。これは、タウンシップが1.6km四方・64haであるのに対して、殖民地区画の中区画は545m四方・30haである。
- 8) 作物の投入・産出エネルギー比のデータについて、1960年の値には1970年の算定値を便宜的に適用した。また、1985年以降の農林業センサスの北海道統計書には、アスパラガス、かぼちゃ、未成熟とうもろこし、小豆の項目がある。1985年以降の帯広市では、未成熟とうもろこしが約450～650haの規模で栽培されてきた。未成熟とうもろこしの投入・産出エネルギー比のデータには、露地野菜類の平均値を代入することにした。その根拠は、「平成3年産野菜生産費」には未成熟とうもろこしの項目があり、それに1990年の農

業資材のエネルギー集中度を代入すると、未成熟とうもろこしのエネルギー効率は、露地野菜の平均と同じ0.6という結果が得られたためである。

- 9) 2004年の帯広市におけるながいもの栽培面積は1,420haであり、北海道全体の約7割を占めた(北海道十勝支庁, 2006)。十勝地方のながいものは、「十勝川西長いも」というブランド名で、主に本州へ通年出荷されている他、1999年からは特大サイズを中心に、台湾をはじめとする海外へも輸出されている。天野・八谷(2002)によると、ながいものは4年4作の輪作体系(てんさいーながいもーばれいしょー小麦)で栽培されている。
- 10) 晩成社以前の開拓として、蝦夷の分領支配により十勝東部を割り当てられた静岡藩の十勝開業方がある。十勝開業方では、堀小四郎を責任者として6戸8人の開拓団を派遣した。1870(明治3)年には、大麦や大麻を試験的に栽培したり、アイヌに耕作道具を貸し出ししたりして、農業をはじめたが、イナゴの襲来などの災害もあり、面積は増えなかった。
- 11) 帯広市史編纂委員会(1964)によると、第1次世界大戦中、「青豌豆か熊本隠元豆を一俵つけて帯広市街に出ると、白水稻一俵のほかに醤油の八斗樽と石油二罐入一箱買って、まだ釣り銭がたっぷりきた」という。また、イギリスでの豆需要が多かった理由として、当時のイギリスの鉱山では、スープの材料として日々の食卓に青豌豆が供給されたこと言及されている。
- 12) 1930年代の十勝地方の農家を題材にした戯曲『火山灰地』(久保, 1938)にも、「あれい、雪除けの車でないか、変わった形だね、ありゃ・・・あんた、ほうれ、トラクタアだよ、もとビート工場にあった・・・ありゃアメリカ製ですよ」と、アメリカ合衆国から輸入された自走式トラクターの珍しさと、それが農業以外にも使用されるようになったことが記される。
- 13) 穀物を集出荷・貯蔵するエレベーターは、穀作地域のランドマークである。帯広市にあるエレベーターのなかで、サブ施設は農村部に立地するのに対して、メイン施設は、根室本線西帯広駅の東にある農協の西帯広事業所に設置されている。メイン施設の主な小麦関連施設は、本乾燥施設(5棟・処理能力155t/時)、予備乾燥施設(6棟・収容量7,556t)、バラ保管サイロ(24基・収容量11,400t)である。これら以外では、豆類の出荷貯蔵庫(2棟・収容能力5,138t)、電光選別機(3系列・処理能力9,760t/年)、小袋詰工場(1棟・処理能力57,250袋/日)、ばれいしょの低温貯蔵庫(2棟・収容量4,100t)、食用ばれいしょ選別工場(1棟・処理能力58t/日)などの施設が併設される(帯広市川西農業協同組合, 2006)。
- 14) 集団乾燥組合の加入員は、農協の小麦部会にも加入している。その他の農協の部会には、ばれいしょ部会、種子ばれいしょ部会、豆類部会、一般蔬菜部会、長いも部会、だいこん部会、畜産部会、てんさい対策協議会がある。
- 15) 十勝地方では、春先には日高山脈を越えた吹く強風が、フェーン性の乾燥した気候を平野部にもたらす。この季節風は、かつてプラウを引く農耕馬が利用されていた時代には、

馬糞を吹き飛ばすほどの強い風であったため、馬糞風と呼ばれる。

- 16) 防風林の起源として、川西村役場(1956)では「昭和三、四、五年の三ヶ年に、当時農業会副会長の佐々木美夫氏、組合の基本金を投じカラマツ苗を130万本無償配布し、その活着を見て五、六年と補植を行った。カラマツの耕地防風林は雪害防止に益々充実し本道一を誇っている」と記されている。畑作の機械化が進んだことや、薪の供給が必要なくなったことから、1960・70年代に広い範囲の防風林が伐採された。
- 17) ホクシンは、主にうどん向けの小麦粉として製粉される品種である。十勝地方産の小麦は、産地に立地するエレベーターで乾燥処理された後、広尾町十勝港に立地する農協の貯蔵施設に輸送され、そこからバラ積み貨物船によって都府県へ出荷される。出荷先は、関東地方が約5割、東海・中部・近畿方面が約3割である(北海道十勝支庁, 2005)。
- 18) 北海道十勝支庁, 2005)によると、2004年に十勝地方で栽培されたばれいしょの品種と生産量の割合は、加工用が35%、生食用が28%、でんぶん加工用が26%、種子用が11%であった。
- 19) 豆類の栽培方法について、慣行栽培を鳩積み体系、コンバイン収穫をダイレクト収穫方式とも呼ぶこともある。
- 20) 十勝産の小豆は品質が良いことで知られ、主に和菓子の製餡原料となる。皮が赤色の金時豆は煮豆用として、白色の手亡豆は白餡用の品種である。また、大豆の大粒種は煮豆などの食材用として、中粒種は豆腐、味噌、醤油などの加工用として販売される。なお、十勝地方においては、小豆のことを「しょうず」と呼ぶが、これは「あずき」古い読み方とされる。
- 21) この製糖工場の操業期間は、10月上旬～4月上旬が裁断期、10月中旬～6月下旬が精糖期である。てんさい糖は家庭用甘味料のほか、チョコレートやケーキなどの洋菓子の原料として販売される。
- 22) ホーとは、明治期に農家が入植した頃から使われ続けてきた農機具である。草削り、あるいは除草用熊手とも呼ばれる。かつての豆類の収穫では、島立て・鳩積みして十分に乾燥させた豆の上を、農耕馬にドンコロ(直径約1メートル、長さ約1.2メートルの丸太製の碎莢ローラー)を付けて豆の上を何度も引かせた。その後、篩(ふるい)と唐箕(とうみ)にかけて、吠(かます)に入れたというように、重労働が続いた。
- 23) 2006年の帯広市における6月の平均気温は、平年より0.5度低い14度であり、降水量は平年より65mm多い151mmであった。日照時間は93.6時間であり、平年の63%であった。
- 24) 桿長(かんちょう)とは、小麦の根元から穂首(穂の付け根)までの長さであり、小麦の生育状況を示す指標となる。
- 25) 土地基盤整備に関連する補助事業として、2006年時点で施行されているものに、担い手育成型畑地帯総合整備事業がある。その事業内容は、暗渠排水、農業用排水施設、農道整備、土層改良であり、受益面積は6,474ha、総事業費は323億円である(北海道十

勝支庁産業振興部, 2006)。また、国営の灌漑排水事業として、札内川第一地区事業と札内川第二地区事業も施行されている。その事業内容は、首頭工・用水路・排水路の建設、農道の舗装、農道の補修、暗渠排水、土壌改良、井戸の掘削などであり、受益面積は19,840ha、総事業費は699億円である(北海道十勝支庁産業振興部, 2006; 北海道開発局帯広開発建設部, 2006b)。

- 26) 十勝地方における農地(中畑)の平均価格は、1985年の22万1千円/10aを最高に年々低下し、2004年には16万円/10aとなった。また、1haあたりの小作料は、3,000円から16,000円である(北海道十勝支庁監修, 2005)。
- 27) 北海道十勝支庁監修(2005)によると、十勝地方における認定農業者は増加傾向にあり、2005年3月31日時点で4,217人に達した。そのうち197人は、農業生産法人である。十勝地方における農業生産法人は、2005年1月1日現在で336法人であり、その9割が有限会社であった。
- 28) 市場ではトヨホマレという銘柄で取り引きされている。
- 29) 川西地区では、ごぼうは3年まで連作される。
- 30) 以前、帯広市の政策により約1,000本のサクランボが川西地区の農家に配布されたが、栽培に成功したのはこの農家だけであったという。この農家のある場所は、標高が240mと高く、気温は低くなるものの、風通しがよいため、霜がほとんど降らない。
- 31) 川西地区のような大規模な畑作農家が多く分布する地域でも、かつては家計と農場経営がどんぶり勘定していた農家が多かった。現在では市や農協のすすめもあり、有限会社などを設立して、家計と農業経営とを分ける農家が増加している。
- 32) 北海道十勝支庁(2005)によると、2004年時点の十勝地方において、50馬力以上の大型トラクターが全台数に占める割合は76%であった。農家あたりにすると、3台のトラクターを所有し、そのうち2台が50馬力以上となる。

文献

天野哲郎・八谷 満(2002): 十勝地域における畑作方式の展開と野菜作の機械化. 農業技術, 57, 385-390.

帯広市(2005a): 『帯広市農業振興地域整備計画書』帯広市, 13p.

帯広市(2005b): 『帯広市農業振興地域整備計画書基礎資料』帯広市, 26p.

帯広市(2006): 『帯広市農業振興地域整備計画資料(農業統計資料編)』帯広市, 84p.

帯広市川西農業協同組合(2006): 『農協要覧』帯広市川西農業協同組合, 14p.

帯広市議会事務局編(2003): 『帯広のあらまし』帯広市議会事務局, 278p.

帯広市史編纂委員会編(1964): 『川西村史』帯広市役所, 540p.

帯広市史編纂委員会編(2003): 『帯広市史平成15年編』帯広市, 1189p.

- 十勝中部地区農業改良普及センター編 (2002): 『作物栽培技術体系』帯広市農業技術センター, 34p.
- 加瀬良明 (1989): 小麦の収穫・乾燥システムの構造分析. 日本の農業, **172**, 1-112.
- 川西村役場 (1956): 『川西村要覧』川西村役場, 24p.
- 川西郡川西村 (1933): 『川西村経済更生計画書』川西郡川西村, 144p.
- 久保 榮 (1938): 『火山灰地』新潮社, 348p.
- 定本正芳・平井松午 (1991): 十勝平野の普通畑作農業. 一般教育部論苑, **3**, 13-31.
- 平石 学 (2003a): 機械費からみた畑作経営における規模拡大の経済性 — 十勝地域を対象に —. 農業経営研究, **41**(2), 80-85.
- 平石 学 (2003b): 十勝地域における大規模畑作経営の機械費用・単収水準からみた経済性. 農業経営通信, **212**, 14-17.
- 北海道開発局帯広開発建設部 (2006a): 『十勝農業のあらまし』北海道開発局帯広開発建設部, 15p.
- 北海道開発局帯広開発建設部 (2006b): 『農業事業概要』北海道開発局帯広開発建設部, 2p.
- 北海道開発局開発監理部開発調査課 (2005): 『2005 北海道農業に関する資料』北海道開発局開発監理部開発調査課, 258p.
- 北海道十勝支庁 (2006): 『とから 2006』北海道十勝支庁, 35p.
- 北海道十勝支庁監修 (2005): 『2005 十勝の農業』十勝農業協同組合連合会, 116p.
- 北海道十勝支庁産業振興部 (2006): 『十勝支庁管内農業農村整備事業概要』北海道十勝支庁産業振興部, 2p.
- 北海道農政部 (2007a): 『北海道農業・農村の概要』北海道農政部, 2p.
- 北海道農政部 (2007b): 『北海道農業・農村の現状と課題』北海道農政部, 30p.
- 吉田国光 (2009): 北海道大規模畑作地帯における社会関係からみた農地移動プロセス. 地理学評論, **82**, 402-421.

第 10 章

結 論

10.1 作物生産の投入・産出エネルギー比の変化

農業の本質的な目標は、太陽エネルギーを効率的に作物に固定させて、人間の体温を維持するための食料や、他の産業で使用される素材を作ることにある。しかし、農家は高い収益を得られる経営形態を採用したり、労働を補完するための工業製品を使用するため、必ずしもエネルギー効率の高い農業に従事するとは限らない。特に先進国においては、化学肥料、農薬、農業機械、栽培施設などの工業製品が大量に使用されるようになった(伊藤, 2003)。このような工業製品の形態で投入される化石燃料エネルギーによって、現代農業のエコロジカルな効率性は著しく低下している(山本, 1994)。

現在農業のエネルギー効率を具体的な数値で提示することは、持続的な農業や環境保全型農業の実践に向けた提言をしていくために重要である。さらに、農業のエネルギー効率が時間的・空間的にいかに変化してきたか、その実態と要因を解明することは、農業地理学の重要な課題である。このような意義を踏まえて本研究では、三つの課題を設定した。一つめは、農業のエネルギー効率が変化した度合いを、具体的な数値で示すこと、二つめは、農業の地域差を抽出したり、農業地域区分を実施するための総合的な指標として、農業のエネルギー効率を使用すること、三つめは、エネルギー効率から見て特徴的ないくつかの作物産地を対象として、エネルギー効率の変化と産地の維持メカニズムを考察することである。

まず、一つめの課題に関して、農業に投入される化石燃料エネルギーは、農家が購入する工業製品の金額から算定することが可能である。本研究では、作物生産のエネルギー効率を示す指標として、投入される化石燃料エネルギーと

産出する食料エネルギーとの比率に注目した。具体的には、産業連関分析と積み上げ法を援用した簡便法により、日本で生産される作物の投入・産出エネルギー比を、1970年から2000年まで5年ごとに算定した。その結果、投入・産出エネルギー比が6.1～9.5に達するいも類を「高位効率作物」、1.7～3.9の穀類と豆類を「中位効率作物」、0.3～1.1の果樹と露地野菜を「低位効率作物」、0.03～0.04にすぎない施設作物を「極低位効率作物」と区分できた。

個々の作物の算定値を日本全体のスケールに適用すると、日本における作物生産の投入・産出エネルギー比は、1970年には2.0であったのが、1990年には1.2、さらに2000年には0.9まで減少した。個々の作物のエネルギー効率は算定年ごとに大きな変化はないため、日本における作物生産のエネルギー効率が低下した要因は、栽培作物の変化にあると考えられる。代表的な作物の栽培面積の変化を検討すると、エネルギー効率が低下した要因は、第一に施設作物の増加、第二に水稲の減少にあること予想される。

同様の分析を関東地方のスケールに適用した結果、地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比は、1970年の1.8から1990年の1.1に低下した。農業統計の分析によると、関東地方における値の低下もまた、栽培作物の転換に依るところが大きい。具体的には、極めて大量の化石燃料エネルギー（12～22GJ/10a）が投入される施設作物が7,000千ha増加したことで、食料エネルギーを多く産出（4～8GJ/10a）する水稲と麦類の栽培面積が27.4万ha減少したことが主な要因である。

また、関東地方の農業に投入されると推定される化石燃料エネルギーの投入量は、1970年の263TJ（ $TJ = 10 \times 10^{12} J$ ）から1990年の319TJへと増加した。一方、産出される食料エネルギーは、1970年の477TJから1990年の336TJに減少した。一人の人間が一日10MJ（約2,400kcal）の食料エネルギーを消費すると仮定した場合、1970年の関東地方の作物生産は1,300百万人の食料を1年間供給できたが、1990年には、900万人に減少する。関東地方における農業は、産出食料エネルギーの視点から見て大きく衰退したと言える^{†1}。

以上のように、日本および関東地方における地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比は、1970年から1990年にかけて約60%減少した。この値が大きいかどうかを検討するためには、効率性を確定する必要がある他、他国の事

例や他年の算定結果との比較が必要である。しかし、経済の高度成長期を含んだこの期間において、米や麦類などの食料供給型の作物が大幅に減少し、化石燃料エネルギーの投入に依存した園芸農業が増加した。これらの点を考慮すると、日本におけるエネルギー効率低下の度合いは大きかったと予想される。

10.2 エネルギー効率と農業地域区分

作物生産の投入・産出エネルギー比は、作物の種類や栽培に使用される工業製品の種類によって、時間的・空間的に変化するものである。本研究では、投入・産出エネルギー比の値が示す効率性を、水稲を基準とした作物の組み合わせの検討から定義した。その結果、水稲、麦類、いも類の栽培に特徴づけられる「高位効率地域」、水稲、麦類などの中位効率作物の栽培に特徴づけられる「中位効率地域」、水稲、露地野菜、果樹の栽培に特徴づけられる「低位効率地域」、および、水稲、露地野菜、または施設作物の栽培に特徴づけられる「極低位効率地域」の4類型が抽出できた。

この区分をもとに、日本の都道府県スケールで分析した結果、西南日本を中心にエネルギー効率の低下が認められた。また、1970年から1990年にかけてエネルギー効率が大きく低下したことが分かった。具体的には、1970年の分析では、北海道と鹿児島県が高位効率に区分され、東北、北陸、中国地方を中心とする29の府県が中位効率に区分された。一方、関東の西部から、中部の太平洋岸、紀伊半島、四国地方、九州北部にかけての16都府県が低位効率に区分された。次いで1990年の分析では、高位効率はなくなり、北海道、東北、北陸地方を中心とする9県だけが中位効率となった。また、1970年に低位・中位効率だった地域のうち、8府県が極低位効率地域となった。極低位効率に変化した地域は、経済的な農業土地生産性が高い都府県と一致した。

さらに、関東地方の市町村スケールを対象として、エネルギー効率が低下した度合いに基づいた農業地域区分を実施した。1970年から1990年までのエネルギー効率の低下度は、次の5段階に区分できる。レベルⅠは、高位効率が維持されているか、他の効率性から高位効率へ変化した地域、レベルⅡは、中位効率が維持されているか、他の効率性から中位効率に変化した地域、レベル

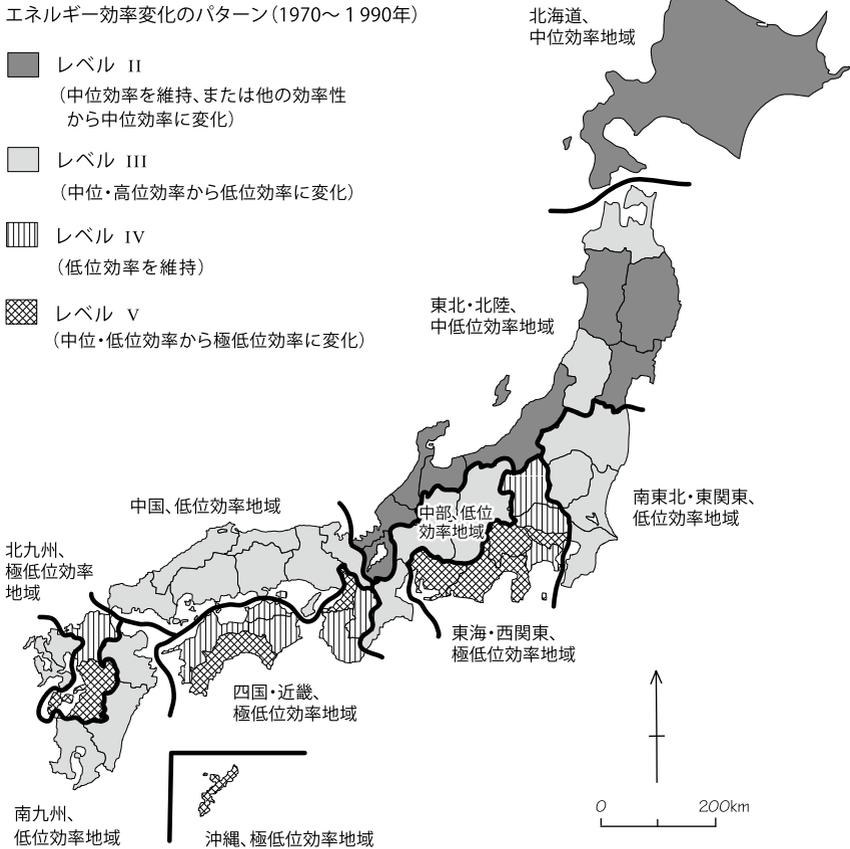
III は、中位・高位効率から低位効率へ変化した地域、レベル IV は、低位効率が推移されている地域、レベル V は、極低位効率が維持されているか、他の効率性から極低位効率に変化した地域である。この区分に沿った関東地方の農業地域構造は、東西性と同心円構造が明確に見いだされ、従来の農業地理学の結果を裏付ける結果となつた。したがって、作物生産のエネルギー効率は、農業地域の時間的・空間的な変化を把握するための指標としても十分に使用できるものと考えられる。

第 51 図は、関東地方と同じ方法により、都道府県スケールのエネルギー効率変化のパターンに注目し、その地域的なまとまりから農業地域区分を実施したものである。その結果、次の 10 の農業地域が抽出された。すなわち、(1) 北海道、中位効率地域、(2) 東北・北陸、中低位効率地域、(3) 南東北・東関東、低位効率地域、(4) 東海・西関東、極低位効率地域、(5) 中部、低位効率地域、(6) 四国・近畿、極低位効率地域、(7) 中国、低位効率地域、(8) 北九州、極低位効率地域、(9) 南九州、低位効率地域、(10) 沖縄、極低位効率地域である。

ここで、この農業地域区分の有効性と各農業地域の特徴を検討するために、従来の研究結果と比較する。まず、北海道、中位効率地域は、田林 (2004)^{†2}による「東北日本、畜産地域」の一部、および、仁平 (2006, 2009)^{†3}による「北海道」に一致する。これらの地域は、畜産を首位としながらも多様な作物が広い面積で栽培されていること、農業就業人口の割合が高いものの後継者が少ないことに特徴がある。また、尾留川 (1950)^{†4}は、北海道の農業地域を「北海道東部 (えん麦、畜産)」と「北海道西部 (大豆、ばれいしょ)」に分類した。北海道は、日本の食料生産基地としての役目を担ってきたが、その食料生産の水準が今後も維持されるとは限らない。

東北・北陸、中低位効率地域は、尾留川 (1950) による「東北・北陸 (水稲単作)」、および、田林 (2004) による「東北・北陸米地域」とほぼ一致する。この地域には、仙台平野や越後平野をはじめ、全国でも有数の水田地帯がある。この地域の農業は、基本的に水稲単作であり、農家の兼業化も進んでいる (石井, 1979)^{†5}。借地によって大規模な稲作を展開する企業的な農家や、退職後に稲作に従事する高齢専業農家も増加している。

南東北・東関東、低位効率地域は、仁平 (2006, 2009) による「東関東」とほ



第 51 図 作物生産のエネルギー効率から見た日本の農業地域区分

ば一致する。この地域は、稲作率の高さ、同居農業後継者の多さ、所有耕地面積の少なさ、農業従事者の高齢化に特徴づけられる。この地域では、平野の占める面積が広いことが、稲作率の高さの要因となっている。一方、農家一戸あたりの耕地面積が少なく、後継者が多いことは、露地野菜や施設野菜などの園芸農業の発展に結びついた。しかし、農業従事者の高齢化は、労働集約的な園芸農業の維持に大きな影響をもたらすと予想される。

東海・西関東、極低位効率地域は、仁平(2006, 2009)による「東海・南関東」、

および田林 (2004) による「関東・東海、野菜地域」とほぼ一致する。これらの地域は、農業生産額の首位が野菜になること、および、所有耕地面積の少なさ、同居農業後継者の多さ、農業就業人口率の高さによって特徴づけられる。東京・名古屋大都市圏を含むこの地域は、農外就労の機会も多く、土地利用の都市化も進展する一方で、残存する農地では集約的な農業が営まれている (山本・田林, 1987a) ^{†6}。

中部、低位効率地域は、仁平 (2006, 2009) による「東山」、および松井 (1943a, 1943b, 1943c, 1943d) ^{†7} の耕種養蚕地域とほぼ一致する。この地域は、農業就業者の高齢化、耕地面積の少なさ、同居農業後継者の多さに特徴がある。山がちで平地が少ないという地形条件により、かつては養蚕が盛んであった。経済の高度成長期以降は、狭小な耕地面積を活かして生産性を上げる園芸農業が発展した。その代表的な例が、甲府盆地や長野盆地の果樹栽培である。

四国・近畿、極低位効率地域は、田林 (2004) による「近畿・四国、野菜・果樹地域」とほぼ一致する。この地域の農業生産額は、野菜または果樹が首位となる。具体的には、みかんを中心とする果樹、なすやきゅうりなどの施設園芸、多品目の露地野菜など、集約的な園芸農業が盛んである。斎藤 (1961) ^{†8} によると、農家あたりの耕地面積が少なく、労働集約的であるが、耕地あたりの収益性は低い地域とされた。

中国、低位効率地域は、田林 (2004) による「中国、米地域」、および仁平 (2006, 2009) による「中国」とほぼ一致する。この地域は、農業就業人口率の高さ、稲作率の高さ、農業就業者の高齢化に特徴づけられる。この地域の農業は、米への依存度が高いものの、なしやぶどうなどの果樹や、露地野菜の産地が点在する。山間部では農業が振るわず、過疎化が進んでいる地域が多いが、蒜山高原の酪農など、観光と結びついた農業が成功した例もある。

北九州、極低位効率地域は、田林 (2004) による「北九州、野菜地域」、および仁平 (2006, 2009) による「北九州」と一致する。この地域の農業生産額は、野菜を首位としながらも、多様な作物の組み合わせから構成される。また、所有耕地面積の少なさ、稲作率の高さ、農業就業者の高齢化などに特徴づけられる。小規模な農地であっても、野菜、果樹、花き、植木などの園芸農業により高収益をあげている産地が点在する。

南九州、低位効率地域は、田林 (2004) による「西南日本、畜産地域」、および小笠原 (1955) ^{†9} による「外縁地帯、南九州」に相当する。この地域では、鹿児島県の養豚や宮崎県の養鶏をはじめとする畜産が盛んな一方で、キュウリやピーマンなどの園芸作物も全国で有数の生産量を誇る。沖縄、極低位効率地域は、仁平 (2006, 2009) による「島嶼」に相当する。この地域は、農業就業人口率の高さ、農業就業者の高齢化、同居農業後継者の少なさに特徴づけられる。ここでは、バナナ、パイナップル、マンゴー、さとうきびなどの熱帯作物の生産のほか、花き園芸も盛んである。

このように、エネルギー効率から見た農業地域区分は、従来の研究結果と比較して、栽培作物、労働集約性、農業生産額、および、農業に関する総合的な指標を反映したものである。また、東日本と西日本、太平洋側と日本海側、山間部と平野部などの対照性に示されるように、日本の地域性を示すものである。このように、農業のエネルギー効率は、都道府県スケールの農業地域を分析するためにも有効な指標になると考えられる。

10.3 作物産地の維持とエネルギー効率

作物産地の維持メカニズムとエネルギー効率との関連について、5つの作物産地を事例として分析を実施した (第20表)。栽培作物の違いによって産地のエネルギー効率にも差異が見られるが、施設野菜や果樹などの園芸作物で効率が低く、穀類やいも類の産地で効率が高くなる傾向がある。いずれの産地も、商品としての農作物を供給する体制が確立しているという点で共通する。

作物生産の中で最もエネルギー効率が低いのが施設園芸である。施設野菜の産地として取り上げた千葉県旭市では、1960年代後半から1970年代にかけて、施設型野菜園芸の産地として確立した。大都市から遠方に位置し、畑地の面積が狭小な旭市では、専業農家を中心に収益性の高い施設園芸が導入された。施設園芸の産地として確立した1980年代以降も、栽培品目が多様化したり、新しい技術が次々と導入されることによって産地が維持されてきた。旭市における地域的な作物生産のエネルギー効率は、施設園芸産地の確立に伴って高位効率から極低位効率まで大幅に低下した。施設園芸の産地として確立した後は、

極低位効率のまま推移してきた。

施設園芸に次いで単位面積あたりのエネルギー効率が低いのが、露地野菜と果樹の栽培である。露地野菜の大規模な産地として取り上げた長野県菅平では、高冷地という条件を活かして、レタスを中心とする夏季出荷型の露地野菜栽培が行われている。観光業も盛んな菅平では、専業農家ばかりでなく、民宿を経営する兼業農家によっても露地野菜が栽培されている。菅平の露地野菜栽培は、1980年代後半以降、それまでの多品目栽培からレタスに特化した栽培へと大きく変化した。それに伴って、地域的な作物生産のエネルギー効率は、中位・低位効率から極低位効率に低下した。

果樹の大規模な産地である山梨県一宮町では、すでに1950年代と1960年代にかけて、果樹産地として確立した。一宮町では、扇状地という地形・土壌条件と、農家あたり0.6haという狭小な耕地条件が、養蚕から果樹への転換を促進させた。1970年代まではぶどうの割合が高かったが、1990年代以降は、新しい農業機械の開発と普及、自然災害などを契機として、ももの割合が増加している。現在の一宮町の果樹園芸は、高齢化した農業従事者によって維持されており、農作業の省力化をさらに進める必要がある。このように果樹に特化する一宮町における作物生産のエネルギー効率は、1960年代に極低位効率まで低下し、そのまま現在まで継続している。

一方、エネルギー効率が高い産地の事例として取り上げたのが、茨城県ひたちなか市である。ここでは、畑地での加工用かんしょと大麦、低地での水稲栽培が盛んである。加工用かんしょ栽培が継続している要因は、農家内で干しいものに加工され販売されるためである。ひたちなか市は都市に近い兼業農家も多いが、乾燥機の導入による加工部門の省力化などによって、かんしょの産地が維持されてきた。ひたちなか市で栽培される作物は、1960年代後半から1970年代前半にかけて露地野菜が一時的に増加したが、それ以降はかんしょが主な商品作物となっている。地域的な作物生産のエネルギー効率は、1970年に中位効率まで低下したものの、それ以降は高位効率ままで推移している。

エネルギー効率が高い産地のもう一つの事例が、北海道十勝地方に位置する帯広市の畑作である。同市で生産される作物は、1960年代までは豆類に特化していた。1970年代以降、てんさい、小麦、ばれいしょの面積が増加したこ

第20表 事例産地における作物生産とエネルギー効率の特徴

事例産地	第5章 千葉県旭市 (施設園芸)	第6章 長野県真田町菅平 (露地野菜)	第7章 山梨県宮吹市一宮町 (采菊)	第8章 茨城県ひたちなか市 (加工用かんしょ)	第9章 北海道帯広市 (大規模畑作)
現在の主な栽培作物	施設作物(きゅうり, トマト, ミニトマト, いちご, 花き類)	露地野菜(レタス)	果樹(もも, ぶどう)	かんしょ, 大麦, 水稲	畑作4品目 (小麦, ばれいしょ, てんさい, 豆類)
栽培作物の変化	(1) 米・麦類・かんしょ → 露地野菜 → 施設作物 (2) 施設作物(きゅうり, トマト, いちご) → 施設作物 (きゅうり, トマト, いちご, ミニトマト, 花き類)	露地野菜(にんじん, レタス, はくさい, キャベツ) → 露地野菜(レタス, はくさい)	(1) 桑 → 果樹 (2) 果樹(ぶどう) → 果樹(もも, ぶどう)	かんしょの割合の増加, 小麦の減少	豆類 → 畑作4品目 (特に小麦の増加)
地理的基盤	海岸平野(九十九里平野の北端), 温暖な気候, 都市からの遠隔性	高冷地(海拔1,300-1,500m), 盆地, 都市からの遠隔性	扇状地, 傾斜地, 少雨気候, 都市への近接性	洪積台地(畑) 沖積低地(水田) 都市への近接性	広い台地, 冷涼な気候, 都市からの遠隔性
農家	二世帯揃った労働力, 小規模経営 (施設0.4ha, 畑0.1ha, 水田1ha)	専業農家と兼業農家(観光業), 中規模経営(平均1.8ha)	高齢者による農業, 小規模経営(平均0.6ha)	専業農家と兼業農家, 中規模経営(平均2ha)	充実した農業労働力, 大規模経営(事例地区の平均 30ha以上; 豆専業, 籾農プー ム, 併地により拡大)
産地維持の形態	(1) 土地利用の集約化 (露地野菜 → 施設園芸) (2) 施設作物の多様化 (施設野菜 → 施設野菜・花き) (3) 栽培品種の転換 (4) 栽培技術の転換 (施設, 育苗方法など)	(1) 栽培品目の専門化 (2) 大規模農業機械の利用 (外国製のトラクターなど) (3) 新しい経営部門の取り込み (減産業栽培, デザイン ツーリズムなど)	(1) 栽培品目の多様化 (2) 新しい栽培技術の導入 (仕立て方など) (3) 新しい農業機械の導入 (リフトなど)	(1) 商品作物(かんしょ)への 特化 (2) 農家内加工 (3) 新しい農業機械の導入 (干しいも乾燥機など) (4) 直売の導入 (宅配)など	(1) 栽培作物(商品・食料作物) の変化 (2) 大型農業機械の利用 (外国製のトラクター, コンバインなど) (3) 補助金政策 (4) 新しい経営部門の取り込み (園芸, 加工, 直売など)
現在のエネルギー効率	極低位	極低位	極低位	高位	高位
エネルギー効率の変化	高位 → 中位 → 低位 → 極低位	中位 → 低位 → 極低位	低いレベルでの推移	高位 → 中位 → 高位	高いレベルでの推移

とにより、畑作4品目が主要作物になった。作物の割合が変化してきたのは、食料供給型作物に対する補助金政策や、新しい農業機械の開発・導入に伴う農作業の省力化に依るところが大きい。このような土地利用型の畑作農業は、平均30ha以上を耕作する大規模農家によって維持されている。さらに大規模農家の経営は、充実した農業労働力、外国製の大型の農業機械、新しい経営部門の積極的な採用によって支えられている。このように大規模な畑作が展開する帯広市においては、作物の栽培割合は変化してきたもの、地域的なエネルギー効率は高位効率のまま推移してきた。

このように各産地では、それぞれ異なった地理的基盤（海拔、傾斜、土壌、気候、一戸あたりの耕地面積、都市との近接性など）を活用しつつ、作物生産が維持されてきた。生産の主体となる農家は、農業従事者の数や年齢などの農家内の条件、および、市況、農業政策、自然環境などの外部条件を考慮しながら、経済的な作物を採用してきた。それぞれの産地に共通した維持要因は、農業の機械化・装置化が進んでいること、農薬などの農業資材が大量に使用されていること、革新技术が次々と導入されてきたことにある。また、作物生産のエネルギー効率は作物によって異なるが、革新技术の導入に伴って、化石燃料エネルギーへの依存度が高くなっていることも各産地に共通した事実である。

10.4 農業とエネルギー効率

先進国で営まれる農業は、農作業の省力化や経済的な効率性を追求し、化石燃料エネルギーへの依存度を高めてきた。現代の産業化した農業は「石油を食べること」と形容される（マイヤーズ・ケント, 2006）。産業化が進んでいない農業には明確な季節性があった。例えば、トマトやいちごは夏季に収穫されたが、現在では通年あるいは冬季に販売されるようになった。このような自然のコントロールは、ビニールハウスなどの園芸施設の普及によって可能となった。また、化学製品や農業機械の使用により、農業の合理化が進み、作物の単一栽培が拡大した。その結果、人の手をかけた細やかな土地利用がなされなくなった。例えば麦が熟すと豆を蒔くという日本の伝統的な多毛作は、ほとんど見られなくなった（石川, 2003）。このように現在農業では、経済的な

効率性は高くなったが、エコロジカルな効率は低下し、農産物の季節性が薄れていった。

化石燃料の投入によって農作物の成長を人工的に促進・抑制させたり、病害虫を化学的にコントロールするという点において、現代の農業は、環境との共生が難しい生産システムである。エコロジカルな視点から見て、現代農業は環境への負荷を高めてきたと言える。特に農薬、化学肥料、動力燃料などの形態で投入される大量の化石燃料エネルギーは、土壌中の微生物を減少させる点において「土壌の死」をもたらす(服部, 1972)。そのような農地の生産性を回復させるために、さらに大量の化学物質が圃場に投入される。現代の農業生産活動は、自然環境に負担をかける「負の循環」によって継続しており、それを支えているのが、大量に投入される化石燃料エネルギーである。

現在の日本の社会・経済的な環境の下で農業経営を継続していくためには、水やビタミン類を多く含み、食料エネルギーをさほど含まない作物を選択することが有利かもしれない。実際に、農地の面積が漸減傾向にある中で、高度な技術と高額な資本を必要とする施設園芸の割合は近年でも増加している。施設で栽培される主な作物は、食料エネルギーよりも、味・鮮度・見栄えが重要な市場価値となる野菜類である。野菜に含まれる食料エネルギーは少ないが、施設野菜の栽培は化石燃料エネルギーの投入より生産効率が高められており、単位面積あたりの産出食料エネルギーは穀類と同等以上になる(第2章の第7表を参照)。ビニールハウスやガラスハウスの中で重油を燃やしながら冬に作られる野菜は、エネルギー効率の視点から見て最も高価な作物であると言える。

野菜や果樹などのエネルギー効率が低い作物には、水が大量に使用されることにも注目できる。例えば、施設できゅうりを栽培した場合、単位面積あたり収穫物の重量は水稻作の20倍以上に達するが、その収穫物の重量の96%は水分である。産業のエネルギー収支を端的に示した例として、1kJのダイエットドリンクを製造するためには、2,200kJのエネルギーが使用されることが挙げられる(Soussan, 1992)。施設のなかで温度を調節しながら栽培される野菜は、さながら自動販売機で販売されるダイエットドリンクに例えられるような作物である。

農業のエネルギー効率の低下に対する今後の対策として、(1) 低投入型農業

と環境問題への提言、(2) 食料生産と経済のグローバル化への注目が考えられる。まず、低投入型農業に向けた提言に関する意見を述べる。化石燃料エネルギーの投入増加に伴うエネルギー効率の低下は、農業の持続性を低減させていると解釈される (Gibbon et al, 1995)。エネルギー効率の視点から見た低投入農法を実践するためには、化石燃料エネルギーを多く使用する農業資材の使用を減らすことが有効である。本研究の算定では、エネルギー集中度が最も高い農業資材は動力燃料であった。これは、暖房機やトラクターなどの機械を運転するために使用される資材である。また、最も化石燃料エネルギーを投入する作物の生産システムが施設園芸であった。1990年の関東地方を対象とした算定では、施設作物の栽培に投入される化石燃料エネルギーは、全作物生産の投入化石燃料エネルギーの47%を占める149TJに達すると推定される。エネルギー効率の視点による低投入農法は、大量の化石燃料エネルギーが投入される施設園芸で考慮される必要があると考えられる^{†10}。

近年では、地球環境問題への関心が社会的に高まっているが、化石燃料エネルギーに依存した農業は、大量の温室効果ガスを発生させている。また、農業という自然を相手にした産業は、地球温暖化などの気候変動の影響を受けやすい (松岡ほか, 2007)。地球温暖化の影響はすでに、みかんやぶどうなどの果樹栽培ばかりでなく、水稻などの穀類栽培にも見られる。さらに、雑草や害虫のコントロールも、従来の方法では難しくなってきたと言われる。これらの点を考慮すると、今後、化石燃料エネルギーに依存しない生産システムを模索したり、気候変動が原因と推定される農業の変化を把握することが重要である。そのためには、温室効果ガスを発生させない代替エネルギーの開発、法律の整備、環境教育の推進などが必要になると考えられる。

次に、農業のエネルギー効率低下と食料生産というテーマに関する意見を述べる。日本においては経済の高度成長期以降、食料エネルギーの産出量が著しく減少している。化石燃料エネルギーの投入ばかりでなく、食料エネルギーの産出という点においても、日本農業の持続性は低下していると解釈できる。食料需給表によると、日本における食料の自給率 (畜産と漁業を含む) は、熱量ベースにして1970年には60%であったのが2000年には40%まで減少した。減少した食料エネルギーの需要を補っているのが、小麦をはじめとする海外か

らの輸入農産物である。

このように農業のエネルギー効率の変化は、経済のグローバル化と関連している。今日の農業地理学では、外国の農業生産システムとの比較や、国際的な農産物流通に着目した研究が重視されている(高柳, 2006)。農業のエネルギー効率に関しても、農産物の輸出大国であるアメリカ合衆国、莫大な人口を抱える新興国の中国やインド、あるいは、バイオ燃料の利用が進んでいるブラジルなどとの比較が必要である。また、食料の生産・流通・消費を網羅するフードシステムの概念と関連づけて、エネルギー効率を検討する必要がある(Grigg, 1984; 荒木, 2002)。

例えば、アメリカ合衆国から輸入される小麦は、輸送段階において大量の化石燃料エネルギーが消費されることを考慮すると、日本で販売される段階では露地野菜と同程度のエネルギー効率を示すかもしれない。また、第8章で取り上げたひたちなか市の例では、かんしょそのものはエネルギー効率が高い作物ではあが、加工段階で大量の化石燃料エネルギーが使用されているため、農家から農作物が出荷される段階では、エネルギー効率が大幅に低下するものと予想される。

農作物の輸入量の他、化石燃料エネルギーの価格もまた、農業のエネルギー効率に影響を与えるものである。1970年代の石油危機ばかりでなく、近年でも原油価格の高騰によって、農産物と食品の価格が上昇したことがあった。化石燃料エネルギーの価格上昇は、農業機械の動力燃料に加えて、化学肥料や農業資材の価格にも反映される。この点は、特に果樹や嗜好品的な野菜など、商品作物の供給量の減少に結びつくと考えられる。実際に長野県中野市の事例では、ハウスぶどうの栽培面積が急減している(市川ほか, 2009)。

以上のように、農業のエネルギー効率が対象とするテーマは、グローバルスケールで変化を続けている。特に日本のように食料自給率の低い先進国においては、経済性だけでなく、エネルギー効率という視点からも農業と食料生産のあり方を見直す必要がある。最後に、エネルギー効率に関する農業地理学の課題を述べたい。一つめは、エネルギー効率の算定に関する課題である。本研究の算定では1970年から2000年までを対象としたが、今後はその前後に算定年を拡大する必要がある。特に、農業への工業製品の投入が少なかったと予想さ

れる1960年代以前の算定が重要である。また、2003年以降の作物生産費調査では、野菜類の項目が変化したり、麦類の項目が少なくなるため、以前の算定結果と比較する際には注意が必要である。もう一つの課題は、産地の事例を増やすことである。本研究では、極低位効率から高位効率までの作物の産地を取り上げたが、米などの中位効率の事例が少なかった。また、GISなどの空間分析ツールを活用すれば、市町村などのよりミクロな地域を単位とした全国スケールの農業地域区分も可能となる。

さらに、農業のエコロジカルな効率性に関する課題としては、近年注目されているフード・マイレージ (Pretty et al, 2005) やエコロジカル・フットプリント (ワケナゲル・リース, 2004) の概念を援用したり、エネルギーに代わって水や窒素を指標にするなど、環境問題とより深く関わるテーマを用いることが考えられる。また、本研究では、畜産や漁業のエネルギー効率は分析の対象外とした。畜産では、とうもろこしや大豆かすなどの飼料が海外から大量に輸入されているし、漁業では、船舶の運航に莫大な化石燃料エネルギーが使用されている。これらの部門は、農業よりもエネルギー効率が大幅に低下すると予想される。

注

- 1) 食料エネルギーは、作物ばかりでなく、畜産や漁業からも供給されるが、農林水産省の食料需給表によると、日本における食料エネルギーの自給率は1970年の53%から1990年には47%に低下している。
- 2) 田林 (2004) は、農産物生産額構成比に基づいて農業地域区分を実施した。修正ウィーバー法によって部門別生産額の構成比を分析した結果、(1) 東北日本の畜産、(2) 東北・北陸の米、(3) 関東・東海の野菜、(4) 近畿・四国の野菜・果樹、(5) 中国の米、(6) 北九州の野菜、(7) 西南日本の畜産という農業地域が抽出された。
- 3) 仁平 (2006, 2009) は、因子分析とクラスター分析を併用して、全国の市区町村を単位地区とした農業地域区分を実施した。分析の指標としたのは、農家、農業労働力、経営、土地利用、耕地の貸借、稲作請負、農業機械に関する42の項目であり、資料は農林業センサスである。分析の結果、(1) 北海道、(2) 北東東北、(3) 南西東北、(4) 東関東、(5) 東海・南関東、(6) 東山、(7) 北陸、(8) 近畿、(9) 中国、(10) 北九州、(11) 南海・南九州、

(12) 島嶼という農業地域が抽出された。

- 4) 尾留川 (1950) は、農産物の収入比率と農業的土地利用を指標として農業地域区分を実施した。その方法は、まず、農業的土地利用の比率と普通畑の最高作付け作物の分布図を作成し、次に、農家の収入に対する換金作物および畜産の分布図を合成した。その結果、日本の農業地域は、2つの大農区(畑作地帯、水田地帯)、6つの中農業区、21の小農区に区分された。この分布パターンは、東北日本と西南日本、太平洋側と日本海側という栽培作物の対比が強く出ており、気候条件と高い相関がある。
- 5) 石井 (1979) は、1960～1975年の農林業センサスを資料として、兼業化の進行度による農業地域区分を実施した。その結果、最も専門的な北海道、兼業化の遅い東北地方、関東地方、九州地方、および、兼業化の進んだ中部地方から瀬戸内沿岸など、東西性のパターンに特徴づけられる分布が抽出された。この結果は、山本・田林 (1987b) によって地図化された。
- 6) 山本・田林 (1987a) は、現地調査と従来の研究結果を踏まえて、就業構造に基づいた農村空間の区分を実施した。その結果、(1) 東京、大阪、名古屋などの大都市を核として都市農村空間が分布すること、(2) それらの周囲に郊外農村空間や都市周辺農村空間、後背農村空間が分布すること、(3) 北海道や南九州などの遠隔地には、農業卓越農村空間や、出稼兼業農村空間が広い面積を占めることが明らかになった。このような日本の農村空間は、大都市を中心とする多核心の同心円構造に特徴が認められる。
- 7) 松井 (1943a, 1943b, 1943c, 1943d) は、1938年に農林省が行った全国農家一斉調査を資料として、農業経営類型の指標から定量的な農業地域区分を実施した。指標とされた農業経営の類型は、耕種(水稻・畑作)、養蚕、養畜、畜産である。この農業地域の分布パターンは、山間部の養蚕、平野部の耕種、丘陵部の養畜というように、地形条件との相関が高い分布パターンが見てとれる。
- 8) 斎藤 (1961) は、1950年代半ばから増加してきた兼業農家に着目して、農業労働の集約度と耕地面積の関連から農業地域区分を実施した。その結果、(1) 経営耕地面積に注目すると、大規模な東日本と小規模な西南日本に区分されること、(2) 労働の収益性と集約度に注目すると、労働収益性の高い地域が、東北の北部、関東、中部の山間部、紀伊半島南部、四国、中国の西部、九州に分布することが明らかであった。この経営耕地面積と労働集約度に基づく農業地域区分からは、日本農業の東西性を強調するパターンが見てとれる。
- 9) 小笠原 (1955) は、農業的土地利用と土地開発の歴史に着目して農業地域区分を実施した。地域区分の指標は、(1) 水田と畑地の開発度、(2) 耕地の利用度(商品作物の割合、耕地の年間利用率、不耕作地率)、(3) 牧場の有無、(4) 放牧地と採草地の有無、(5) 北海道の牧場、放牧地、採草地である。その結果、日本の農業地域は、まず古日本(本州、四国、九州)と北海道に分けられ、さらに前者は中心地帯と外縁地帯に区分される。この結果には、太平洋ベルトを中心とする日本の圏構造が明確に現れている。

10) エネルギー集中度の低い化学肥料や農薬などを指標とした低投入農業を提言するためには、化学物質の組成や成分数、あるいは水など、化石燃料エネルギーとは違う要素に注目する必要がある。

文献

荒木一視 (2002): 『フードシステムの地理学的研究』大明堂, 265p.

石井泰介 (1979): 日本農業地域構造の統計的分析 — 兼業進行パターンを指標とする社会地理学的考察 —. 明治大学人文科学研究紀要, **18**, 1-26.

石川英輔 (2003): 『大江戸エコロジー事情』講談社, 361p.

市川康夫・市村卓司・村田 裕・仁平尊明 (2009): 長野県中野市における果樹園芸の地域的特色. 地域研究年報, **31**, 21-44.

伊藤貴啓 (2003): 農業の工業化とフードシステム論の展開 — 1980年代以降の農業地理学研究の動向から —. 愛知教育大学研究報告, **52**, 181-189.

小笠原義勝 (1955): 土地利用の区分. 地理調査所地区部編『日本の土地利用』古今書院, 233-276p.

斎藤光各 (1961): 兼業農家からみたわが国の農業地域. 地理学評論, **34**, 200-221.

高柳長直 (2006): フードシステムの空間構造論: グローバル化の中の農産物産地振興. 筑波書房, 247p.

田林 明 (2004): 20世紀後半における日本農業の構造変容. 歴史と地理, **578**, 1-10.

仁平尊明 (2006): 農業経営に関する総合的な指標からみた日本の農業地域区分 — 多変量解析とGISの適用 —. 人文地理学研究, **30**, 69-98.

仁平尊明 (2009): 日本農業の地域差. 田林 明・菊地俊夫・松井圭介編『日本農業の維持システム』農林統計出版, 49-71.

尾留川正平 (1950): 新基準による日本農業地域区分の体系 (第一報). 大塚地理学会編『田中啓爾先生記念大塚地理学会論文集』目黒書店, 237-244p.

マイヤーズ, N・ケント, J. 監修, 竹田悦子・藤本知代子・桑平幸子訳 (2006): 『65億人の地球環境』産調出版, 304p.

松岡憲知・田中 博・杉田倫明・村山祐司・手塚 章・恩田裕一編 (2007): 『地球環境学 — 地球環境を調査・分析・診断するための30章 —』古今書院, 130p.

松井 勇 (1943a): 農業経営組織による郡の分類 — 昭和13年農家調査の分布解析の1. 地理学評論, **19**, 1-16.

松井 勇 (1943b): 農業経営組織による我が内地地域区分 — 昭和13年農家調査の分布解析の2(1). 地理学評論, **19**, 293-314.

松井 勇 (1943c): 農業経営組織による我が内地地域区分 — 昭和13年農家調査の分布解析の2(2). 地理学評論, **19**, 396-414.

- 松井 勇 (1943d): 農業経営組織による我が内地地域区分 — 昭和 13 年農家調査の分布解析の 2(3). 地理学評論, **19**, 451-469.
- 山本正三・田林 明 (1987a): 日本の農村空間. 山本正三・北林吉弘・田林 明編『日本の農村空間 — 変貌する日本農村の地域構造 —』古今書院, 16-52.
- 山本正三・田林 明 (1987b): 日本の農村空間区分. 人文地理学研究, **11**, 197-225.
- 山本健兒 (1994): 農業における効率性の問題 — エコロジーからの接近 —. 山本健兒著『経済地理学入門』大明堂, 32-43.
- ワケナゲル, M.・リース, W. 著, 池田真里訳 (2004): 『エコロジカル・フットプリント — 地球環境持続のための実践プランニング・ツール —』合同出版, 293p.
- Gibbon D., Lake, A. and Stocking, M. (1995): Sustainable development: a challenge for agriculture. In "*People and environment*" (edited by Morse, S. and Stocking, M.), London: UCL Press, 31-68.
- Grigg, D. (1984): *An introduction to agricultural geography*. London: Hutchinson, 204p.
- Pretty, J.N., Ball, A.S., Lang, T., & Morison, J.I.L. (2005): Farm costs and food miles: an assessment of the full cost of the UK weekly food basket. *Food Policy*, **30**, 1-20.
- Soussan, J. G. (1992): Sustainable development. In "*Environmental issues in the 1990s*" (edited by Mannion, A. M. and Bowlby, S. R.), Chichester: John Wiley, 21-36.

付 表

付表1 作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー（1970年）

作物	生産費 ¹⁾ (1000円/ 10a)	投入化石燃料エネルギー (MJ/10a)						収量 (kg/10a)	産出食料 エネルギー (B) (MJ/10a)	投入・ 産出 エネル ギー比 (B/A)	
		種 苗	肥 料	農 薬	光熱動力	農用建物 (園芸施設)	農 業 機 械				(合計) (A)
かんしょ	7	12	136	12	1,039	-	64	1,263	2,413	12,427	9.8
ぼれいしょ	9	90	181	76	920	-	48	1,315	3,416	11,000	8.4
いも類の平均	8	51	158	44	980	-	56	1,289	2,915	11,713	9.1
水稻	15	16	140	83	2,365	-	184	2,788	487	7,154	2.6
小麦	7	12	89	6	1,783	-	86	1,976	268	3,733	1.9
六条大麦	6	5	69	9	2,167	-	78	2,329	343	4,864	2.1
裸麦	8	5	90	6	1,412	-	108	1,621	229	3,268	2.0
ビール麦 (二条大麦)	6	12	84	8	1,542	-	75	1,721	292	4,141	2.4
穀類の平均	8	10	95	22	1,854	-	106	2,087	324	4,632	2.2
大豆	4	11	72	10	484	-	32	609	163	2,844	4.7
小豆	5	12	117	30	509	-	39	706	14,180	2,425	3.4
いんげん	5	28	98	28	525	-	25	703	13,930	2,563	3.6
豆類の平均	5	17	95	23	506	-	32	673	9,424	2,611	3.9
きゅうり	81	499	947	592	13,751	273	356	16,419	8,048	3,702	0.2
トマト	77	117	855	328	9,701	398	390	11,788	6,400	4,288	0.4
なす	67	225	1,245	312	6,770	172	317	9,041	7,726	5,795	0.6
ピーマン	54	739	892	235	7,260	120	183	9,430	2,692	2,369	0.3
キャベツ	20	141	371	47	3,150	0	162	3,871	4,046	4,046	1.0
はくさい	19	115	430	110	2,116	1	98	2,870	5,729	2,865	1.0
ねぎ	25	86	438	96	4,765	0	227	5,611	3,699	4,180	0.7
レタス	39	23	616	168	2,644	173	178	3,802	1,562	781	0.2
たまねぎ	19	165	272	107	2,541	0	163	3,248	4,054	5,919	1.8
ほうれんそう	15	85	268	16	2,351	0	146	2,867	1,249	1,311	0.5
だいこん	20	56	306	113	2,993	0	185	3,652	6,993	5,245	1.4
にんじん	35	192	536	229	4,527	6	274	5,765	3,271	4,383	0.8
さといも	31	826	336	27	2,928	58	157	4,331	1,361	3,416	0.8
露地野菜の平均	31	241	519	133	3,822	48	190	4,953	3,853	3,664	0.7
みかん	38	-	640	347	4,968	40	243	6,237	2,888	5,314	0.9
なつみかん	29	-	462	207	4,162	24	223	5,078	2,631	4,183	0.8
りんご	22	-	312	164	3,247	5	205	3,933	2,816	5,885	1.5
日本なし	30	-	533	292	3,929	12	206	4,971	4,027	6,725	1.4
もも	31	-	392	335	5,049	6	266	6,048	2,527	3,917	0.6
ぶどう	40	-	382	383	15,719	76	249	16,808	1,244	2,910	0.2
果樹の平均	32	-	453	288	6,179	27	232	7,179	2,689	4,822	0.7
きゅうり(施設)	337	399	1,938	985	110,487	2,961	553	117,323	10,039	4,618	0.04
トマト(施設)	205	595	891	577	83,360	1,620	531	87,574	8,718	5,841	0.07
なす(施設)	345	102	1,750	701	210,493	2,825	446	216,317	8,636	6,477	0.03
施設野菜の平均	296	365	1,526	754	134,780	2,469	510	140,405	9,131	5,645	0.04
全作物の平均	52	143	496	208	16,239	274	203	17,563	4,252	4,643	0.3

1) エネルギー効率の算定に使用した費目の合計、自給を除く。

資料：第6表，農林省農林経済局統計調査部編（1972a, 1972b, 1972c, 1972d），科学技術庁資源調査会（1982）。

※ 資料のリストは第2章に掲載。

付表2 作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー (1975年)

作物	生産費 ¹⁾ (1000円/ 10a)	投入化石燃料エネルギー (MJ/10a)						収量 (kg/10a)	産出食料 エネルギー (B) (MJ/10a)	投入・ 産出 エネルギー 比 (B/A)	
		種 苗	肥 料	農 薬	光熱動力	費用建物 (園芸施設)	農 業 機 械				(合計) (A)
かんしょ	14	9	165	31	938	-	38	1,181	2,899	14,930	12.6
ばれいしょ	28	207	276	131	797	-	31	1,442	3,117	10,037	7.0
いも類の平均	21	108	221	81	867	-	35	1,312	3,008	12,483	9.5
水稲	31	24	168	112	2,090	-	112	2,506	525	7,712	3.1
小麦	12	17	123	14	968	-	33	1,156	275	3,831	3.3
六条大麦	9	2	78	6	1,074	-	32	1,192	372	5,275	4.4
裸麦	16	4	119	22	1,257	-	61	1,462	286	4,081	2.8
ビール麦 (二条大麦)	12	19	128	10	1,044	-	36	1,237	286	4,055	3.3
穀類の平均	16	13	123	33	1,287	-	55	1,511	349	4,991	3.3
大豆	13	19	126	42	737	-	32	956	190	3,316	3.5
小豆	13	23	161	39	730	-	28	981	14,180	2,226	2.3
いんげん	14	43	154	50	768	-	28	1,043	13,930	1,811	1.7
豆類の平均	13	28	147	44	745	-	29	993	9,433	2,451	2.5
きゅうり	86	282	1,148	427	3,673	4	92	5,626	4,160	1,914	0.3
トマト	141	414	1,340	939	7,873	16	206	10,787	8,141	5,454	0.5
なす	123	438	1,419	449	5,571	56	159	8,092	10,111	7,583	0.9
ピーマン	103	845	1,202	166	4,582	4	117	6,916	3,703	3,259	0.5
キャベツ	37	101	489	60	1,999	0	70	2,720	4,538	4,538	1.7
はくさい	38	74	547	235	1,238	0	36	2,131	7,389	3,695	1.7
ねぎ	43	79	499	133	2,856	3	88	3,659	3,852	4,353	1.2
レタス	49	15	480	62	4,076	80	73	4,786	2,494	1,247	0.3
たまねぎ	33	111	368	140	1,714	0	56	2,389	4,719	6,890	2.9
ほうれんそう	40	68	616	45	1,929	0	71	2,729	1,646	1,728	0.6
だいこん	52	98	444	49	2,458	73	105	3,228	6,459	4,844	1.5
にんじん	59	152	664	304	3,432	1	91	4,645	3,388	4,540	1.0
さといも	38	342	406	53	1,362	0	50	2,214	1,964	4,930	2.2
露地野菜の平均	56	211	649	154	2,838	20	83	3,955	4,569	4,328	1.1
みかん	51	-	407	388	3,321	29	89	4,234	3,448	6,344	1.5
なつみかん	52	-	561	304	3,726	20	85	4,696	3,918	6,230	1.3
りんご	41	-	350	219	3,061	2	108	3,740	2,649	5,536	1.5
日本なし	62	-	634	416	3,248	14	115	4,425	3,975	6,638	1.5
もも	61	-	444	452	4,790	7	139	5,833	2,933	4,546	0.8
ぶどう	91	-	512	468	21,534	96	117	22,727	1,452	3,398	0.1
果樹の平均	60	-	485	374	6,613	28	109	7,609	3,063	5,449	0.7
きゅうり(施設)	645	485	2,231	1,248	218,766	1,528	322	224,580	12,830	5,902	0.03
トマト(施設)	357	195	965	469	100,155	1,101	177	103,061	9,465	6,342	0.06
なす(施設)	555	120	2,268	818	158,622	1,600	211	163,638	12,290	9,218	0.06
施設野菜の平均	519	266	1,821	845	159,181	1,410	237	163,760	11,528	7,154	0.04
全作物の平均	91	131	609	259	17,825	145	94	19,063	4,737	5,200	0.3

1) エネルギー効率の算定に使用した費目の合計、自給を除く。

資料：第6表，農林省農林経済局統計調査部編（1976，1977a，1977b，1977c），科学技術庁資源調査会（1982）。

※資料のリストは第2章に掲載。

付表3 作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー（1980年）

作物	生産費 ^{†1} (1000円/ 10a)	投入化石燃料エネルギー (MJ/10a)						収量 (kg/10a)	産出食料 エネルギー (B) (MJ/10a)	投入・ 産出 エネル ギー比 (B/A)	
		種 苗	肥 料	農 薬	光熱動力	農用建物 (園芸施設)	農 業 機 械				(合計) (A)
かんしょ	20	13	624	21	865	-	30	1,554	2,491	12,829	8.3
ばれいしょ	37	220	810	56	810	-	38	1,934	4,152	13,369	6.9
いも類の平均	29	117	717	39	837	-	34	1,744	3,322	13,099	7.5
水稻	55	35	565	74	1,865	-	139	2,678	489	7,183	2.7
小麦	20	49	437	14	703	-	36	1,239	339	4,722	3.8
六条大麦	18	6	283	4	1,283	-	44	1,620	380	5,388	3.3
裸麦	29	13	426	17	1,151	-	71	1,677	331	4,723	2.8
ビール麦 (二条大麦)	18	35	453	7	882	-	32	1,409	315	4,467	3.2
穀類の平均	28	28	433	23	1,177	-	64	1,725	371	5,297	3.1
大豆	21	50	408	31	801	-	36	1,325	185	3,228	2.4
小豆	22	14	550	34	750	-	37	1,385	14,180	1,446	1.0
いんげん	22	43	481	28	825	-	35	1,413	13,930	2,480	1.8
豆類の平均	22	36	480	31	792	-	36	1,374	9,432	2,385	1.7
きゅうり	187	535	4,510	501	6,204	16	160	11,926	7,581	3,487	0.3
トマト	153	257	3,752	400	5,047	8	170	9,634	8,431	5,649	0.6
なす	177	550	4,719	296	3,666	8	207	9,445	6,808	5,106	0.5
ピーマン	143	655	3,145	224	5,363	1	161	9,549	5,118	4,504	0.5
キャベツ	56	126	1,828	47	1,251	1	72	3,324	4,481	4,481	1.3
はくさい	53	77	1,894	154	916	0	34	3,075	7,755	3,878	1.3
ねぎ	74	101	2,000	136	3,258	1	93	5,589	3,210	3,627	0.6
レタス	67	17	2,069	29	1,067	64	22	3,269	2,591	1,296	0.4
たまねぎ	53	188	1,315	81	1,593	0	67	3,244	5,212	7,610	2.3
ほうれんそう	44	158	1,456	21	896	1	49	2,581	1,656	1,739	0.7
だいこん	90	236	2,249	161	1,782	1	121	4,550	8,657	6,493	1.4
にんじん	69	82	1,966	148	1,716	2	85	3,999	4,114	5,513	1.4
さといも	52	244	1,400	37	1,785	0	60	3,525	1,773	4,450	1.3
露地野菜の平均	80	221	2,185	121	2,118	7	88	4,741	4,670	4,427	0.9
みかん	71	-	1,327	233	2,640	13	87	4,301	3,122	5,744	1.3
なつみかん	112	-	2,706	269	4,324	18	138	7,456	4,720	7,505	1.0
りんご	75	-	1,292	220	2,798	1	127	4,437	2,964	6,195	1.4
日本なし	77	-	2,096	171	1,861	10	100	4,239	3,626	6,055	1.4
もも	83	-	1,390	219	3,379	2	147	5,137	2,545	3,945	0.8
ぶどう	80	-	1,327	255	2,678	23	97	4,381	1,407	3,292	0.8
果樹の平均	83	-	1,690	228	2,947	11	116	4,992	3,064	5,456	1.1
きゅうり(施設)	1,120	471	7,058	726	278,889	741	292	288,176	13,350	6,141	0.02
トマト(施設)	571	283	4,174	326	87,764	563	226	93,336	10,780	7,223	0.08
なす(施設)	976	48	7,831	681	152,158	1,005	299	162,023	12,078	9,059	0.06
施設野菜の平均	889	267	6,355	578	172,937	769	272	181,178	12,069	7,474	0.04
全作物の平均	145	141	2,079	176	18,155	77	103	20,732	4,962	5,401	0.3

†1) エネルギー効率の算定に使用した費目の合計，自給を除く。

資料：第6表，農林水産省経済局統計調査部編（1982a，1982b，1982c，1982d），科学技術庁資源調査会（1982）。

※ 資料のリストは第2章に掲載。

付表4 作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー（1985年）

作物	生産費 ¹⁾ (1000円/ 10a)	投入化石燃料エネルギー (MJ/10a)							収量 (kg/10a)	産出食料 エネルギー (B) (MJ/10a)	投入・ 産出 エネル ギー比 (B/A)
		種 苗	肥 料	農 薬	光熱動力	農用建物 (園芸施設)	農 業 機 械	(合計) (A)			
かんしょ	23	5	557	22	979	-	19	1,581	2,863	14,744	9.3
ばれいしょ	45	119	783	59	790	-	28	1,779	3,853	12,407	7.0
いも類の平均	34	62	670	40	885	-	24	1,680	3,358	13,576	8.1
水稻	107	22	645	69	1,825	-	81	2,642	527	7,742	2.9
小麦	28	25	541	22	857	-	27	1,471	430	5,990	4.1
六条大麦	26	24	536	11	954	-	24	1,549	315	4,467	2.9
裸麦	37	7	531	17	1,086	-	47	1,688	382	5,451	3.2
ビール麦 (二条大麦)	25	16	472	8	768	-	27	1,291	284	4,027	3.1
穀類の平均	45	19	545	25	1,098	-	41	1,728	388	5,535	3.2
大豆	30	28	489	37	757	-	28	1,339	268	4,677	3.5
小豆	28	21	691	37	567	-	20	1,335	14,180	3,261	2.4
いんげん	30	38	571	45	603	-	23	1,279	13,930	3,274	2.6
豆類の平均	29	29	584	39	642	-	24	1,318	9,459	3,737	2.8
きゅうり	238	265	4,659	494	7,773	45	130	13,366	8,749	4,025	0.3
トマト	200	135	4,089	303	6,008	117	124	10,776	7,320	4,904	0.5
なす	204	329	5,475	261	4,384	3	106	10,558	7,757	5,818	0.6
ピーマン	173	487	3,292	227	3,788	45	79	7,918	4,711	4,146	0.5
キャベツ	62	74	1,929	50	932	0	38	3,024	5,525	5,525	1.8
はくさい	56	22	1,869	134	904	1	19	2,949	8,577	4,289	1.5
ねぎ	100	72	1,836	86	4,656	3	90	6,743	2,931	3,312	0.5
レタス	75	23	2,446	26	1,324	155	18	3,992	2,527	1,264	0.3
たまねぎ	64	124	1,419	85	1,325	0	37	2,991	5,719	8,350	2.8
ほうれんそう	47	77	1,497	25	1,279	3	24	2,905	1,805	1,895	0.7
だいこん	102	208	1,608	165	1,837	0	71	3,890	10,001	7,501	1.9
にんじん	87	41	1,927	169	1,784	18	58	3,996	4,417	5,919	1.5
さといも	81	356	1,301	31	1,516	0	44	3,248	1,708	4,287	1.3
露地野菜の平均	96	165	2,236	115	2,157	21	53	4,747	5,062	4,755	1.0
みかん	83	-	1,518	217	2,936	50	46	4,766	3,240	5,961	1.3
なつみかん	123	-	2,939	225	3,907	56	74	7,202	3,791	6,028	0.8
りんご	93	-	1,251	240	2,632	10	79	4,211	2,562	5,355	1.3
日本なし	109	-	2,422	200	2,681	43	77	5,423	3,082	5,147	0.9
もも	100	-	1,268	199	2,988	7	100	4,563	1,881	2,916	0.6
ぶどう	107	-	1,473	212	2,329	77	88	4,180	1,437	3,363	0.8
果樹の平均	103	-	1,812	216	2,912	41	77	5,058	2,665	4,795	0.9
きゅうり(施設)	1,299	264	6,859	649	255,817	3,063	229	266,881	12,620	5,805	0.02
トマト(施設)	740	166	4,540	345	111,905	2,197	132	119,286	8,732	5,850	0.05
なす(施設)	1,052	33	8,224	833	126,176	3,368	171	138,806	11,994	8,996	0.06
施設野菜の平均	1,030	154	6,541	609	164,633	2,876	177	174,991	11,115	6,884	0.04
全作物の平均	174	93	2,177	172	17,440	289	67	20,238	4,941	5,522	0.3

1) エネルギー効率の算定に使用した費目の合計，自給を除く。

資料：第6表，農林水産省経済局統計調査部編（1987a，1987b，1987c，1987d），科学技術庁資源調査会（1982）。

※資料のリストは第2章に掲載。

付表5 作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー（1990年）

作物	生産費 ¹⁾ (1000円/ 10a)	投入化石燃料エネルギー (MJ/10a)						収量 (kg/10a)	産出食料 エネルギー (B) (MJ/10a)	投入・ 産出 エネル ギー比 (B/A)	
		種 苗	肥 料	農 薬	光熱動力	農用建物 (園芸施設)	農 業 機 械				(合計) (A)
かんしょ	24	16	660	9	1,429	-	18	2,133	2,887	14,868	7.0
ばれいしょ	42	348	684	25	1,058	-	25	2,140	4,347	13,997	6.5
いも類の平均	33	182	672	17	1,243	-	22	2,137	3,617	14,433	6.8
水稻	63	74	691	29	2,285	-	69	3,147	533	7,830	2.5
小麦	27	56	593	12	824	-	23	1,508	383	5,335	3.5
六条大麦	26	70	720	7	878	-	21	1,695	258	3,658	2.2
裸麦	37	73	604	11	1,192	-	38	1,919	313	4,467	2.3
ビール麦 (二条大麦)	24	62	572	5	752	-	21	1,412	317	4,495	3.2
穀類の平均	36	67	636	13	1,186	-	34	1,936	361	5,157	2.7
大豆	25	56	361	16	1,255	-	21	1,709	207	3,612	2.1
小豆	26	56	677	15	721	-	19	1,488	14,180	3,531	2.4
いんげん	23	122	529	15	739	-	13	1,418	13,930	2,466	1.7
豆類の平均	25	78	522	15	905	-	18	1,538	9,439	3,203	2.1
きゅうり	279	1,292	6,971	230	12,451	45	113	21,102	10,077	4,635	0.2
トマト	248	452	4,810	78	6,400	465	65	12,269	6,093	4,082	0.3
なす	272	328	8,433	267	10,466	92	94	19,681	9,641	7,231	0.4
ピーマン	154	1,204	3,985	28	6,175	34	76	11,501	5,786	5,092	0.4
キャベツ	72	259	1,654	29	1,611	0	57	3,610	4,839	4,839	1.3
はくさい	99	409	2,907	102	2,185	0	37	5,640	7,179	3,590	0.6
ねぎ	116	221	2,692	81	5,855	0	79	8,929	3,126	3,532	0.4
レタス	64	95	2,154	45	1,703	25	26	4,048	1,997	999	0.2
たまねぎ	67	359	1,717	47	1,696	1	35	3,854	6,254	9,131	2.4
ほうれんそう	42	227	1,657	6	1,686	0	19	3,596	1,578	1,657	0.5
だいこん	98	741	1,704	78	2,639	0	50	5,212	8,792	6,594	1.3
にんじん	99	205	2,446	71	2,713	29	57	5,521	5,117	6,857	1.2
さといも	55	62	1,641	40	1,812	2	34	3,590	1,852	4,649	1.3
露地野菜の平均	104	374	2,817	72	3,504	17	51	6,835	5,106	4,924	0.7
みかん	81	-	1,787	110	4,037	24	32	5,990	3,402	6,260	1.0
なつみかん	145	-	3,923	174	8,140	60	45	12,342	3,210	5,104	0.4
りんご	77	-	1,635	86	3,564	2	48	5,336	2,792	5,835	1.1
日本なし	122	-	2,809	132	4,363	38	64	7,407	2,542	4,245	0.6
もも	107	-	1,522	112	4,241	6	85	5,965	2,520	3,905	0.7
ぶどう	116	-	1,944	103	4,388	112	55	6,602	1,606	3,757	0.6
果樹の平均	108	-	2,270	120	4,789	40	55	7,274	2,678	4,851	0.7
きゅうり(施設)	1,146	1,464	13,971	381	204,473	1,879	191	222,360	14,548	6,692	0.03
トマト(施設)	660	925	6,942	216	110,723	1,159	114	120,079	9,569	6,411	0.05
なす(施設)	1,043	777	11,540	392	152,487	1,978	177	167,349	11,812	8,859	0.05
施設野菜の平均	950	1,055	10,818	330	155,894	1,672	161	169,929	11,976	7,321	0.04
全作物の平均	171	311	2,967	92	17,654	186	57	21,267	5,053	5,569	0.3

1) エネルギー効率の算定に使用した費目の合計，自給を除く。

資料：第6表，農林水産省経済局統計調査部編（1992a，1992b，1992c，1992d），科学技術庁資源調査会（1982）。

※ 資料のリストは第2章に掲載。

付表6 作物生産の投入エネルギーと産出エネルギー（1995年）

作物	生産費 ¹⁾ (1000円/ 10a)	投入化石燃料エネルギー (MJ/10a)						収量 (kg/10a)	産出食料 エネルギー (B) (MJ/10a)	投入・ 産出 エネル ギー比 (B/A)	
		種 苗	肥 料	農 薬	光熱動力	農用建物 (園芸施設)	農 業 機 械				(合計) (A)
かんしょ	21	11	897	14	2,009	-	12	2,943	3,020	15,553	5.3
ぼれいしょ	34	161	785	29	1,227	-	14	2,215	4,432	14,271	6.4
いも類の平均	28	86	841	22	1,618	-	13	2,579	3,726	14,912	5.8
水稻	49	58	812	34	2,633	-	50	3,587	515	7,565	2.1
小麦	23	34	656	17	1,023	-	17	1,747	376	5,238	3.0
六条大麦	15	23	495	10	1,073	-	10	1,611	363	5,147	3.2
裸麦	28	24	867	12	1,536	-	25	2,464	419	5,979	2.4
ビール麦 (二条大麦)	22	39	702	12	1,260	-	15	2,029	228	3,233	1.6
穀類の平均	27	35	706	17	1,505	-	24	2,288	380	5,433	2.4
大豆	20	31	485	19	1,307	-	14	1,856	244	4,258	2.3
小豆	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
いんげん	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
豆類の平均	20	31	485	19	1,307	-	14	1,856	244	4,258	2.3
きゅうり	278	577	10,303	285	16,066	21	98	27,349	8,749	4,025	0.1
トマト	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
なす	363	438	13,448	331	19,891	106	156	34,371	10,526	7,895	0.2
ピーマン	200	997	5,662	86	12,326	24	74	19,169	4,515	3,973	0.2
キャベツ	151	198	3,347	214	8,246	26	80	12,110	5,794	5,794	0.5
はくさい	144	149	3,428	185	7,225	35	83	11,105	7,897	3,949	0.4
ねぎ	139	173	3,559	112	10,116	34	91	14,086	3,299	3,728	0.3
レタス	107	122	2,750	74	6,205	30	78	9,261	3,504	1,752	0.2
たまねぎ	94	195	1,972	73	3,655	36	64	5,995	5,158	7,530	1.3
ほうれんそう	99	130	3,094	31	6,970	99	47	10,371	1,461	1,534	0.1
だいこん	112	282	1,992	97	7,055	42	66	9,534	5,050	3,787	0.4
にんじん	109	314	2,477	45	5,355	45	71	8,309	4,160	5,575	0.7
さといも	85	113	1,689	59	4,930	41	63	6,895	1,678	4,211	0.6
露地野菜の平均	146	283	3,947	119	8,361	47	79	12,837	4,822	4,521	0.4
みかん	135	-	3,094	150	18,276	107	54	21,681	2,270	4,176	0.2
なつみかん	63	-	1,982	55	4,080	54	30	6,201	1,905	3,029	0.5
りんご	97	-	1,648	148	6,120	41	61	8,018	2,537	5,303	0.7
日本なし	160	-	3,478	184	8,416	76	114	12,267	2,343	3,912	0.3
もも	136	-	2,002	166	7,990	76	104	10,338	1,725	2,673	0.3
ぶどう	174	-	3,064	152	21,931	216	79	25,441	1,211	2,835	0.1
果樹の平均	128	-	2,545	143	11,136	95	73	13,991	1,999	3,655	0.3
きゅうり(施設)	820	829	12,285	389	174,710	1,100	257	189,570	11,134	5,122	0.03
トマト(施設)	742	616	9,848	262	189,594	1,167	178	201,664	9,637	6,456	0.03
なす(施設)	1,222	948	24,813	595	157,490	2,019	372	186,237	11,711	8,783	0.05
施設野菜の平均	928	797	15,649	416	173,931	1,428	269	192,490	10,827	6,787	0.04
全作物の平均	195	223	4,194	133	24,438	186	82	29,256	3,995	5,424	0.2

1) エネルギー効率の算定に使用した費目の合計、自給を除く。

資料：第6表，農林水産省経済局統計情報部編（1997a，1997b，1997c），科学技術庁資源調査会（1982）。

※資料のリストは第2章に掲載。

あとがき

本書の内容は、筆者が筑波大学に提出した学位論文と雑誌（学術雑誌と紀要）に発表した論文に基づいている。いずれも原文をそのまま掲載したものはなく、筑波大学出版会の査読者のコメントを参考にして、新しい統計資料による計算を加えたり、エネルギー効率の意義を論じる結論を設けた。産地の事例を扱う章では、構成を統一したり、エネルギー効率の変化を説明する項を加筆するなどの修正を加えた。また、共著で発表した論文については、他の執筆者に了解を得た上で、筆者が執筆・編集をした箇所を取り上げた。各章と論文の一覧は、以下の通りである。

[第1章～第4章]

1. Energy efficiency of crop production in Japan, 1970-1990. *Geographical Review of Japan*, **73B**, 2000年, 27-45.
2. Temporal and spatial changes of agricultural regions in terms of the energy efficiency of crop production. *A dissertation submitted to the Doctoral Program in Geoscience, University of Tsukuba, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (Science)*, 2001年, 141p.
3. Changes in the energy efficiency of regional crop production in Japan. *Geographical Review of Japan*, **74B**, 2001年, 47-61.
4. 日本における作物生産の投入・産出エネルギーの算定. *人文地理学研究*, **27**, 2003年, 13-32.
5. 作物生産の投入産出エネルギー比による農業地域区分の試み. *人文地理学研究*, **28**, 2004年, 77-90.

[第5章]

6. 千葉県旭市における施設園芸の維持システム. 筑波大学大学院博士過程地球科学研究科修士論文, 1996年, 100p.
7. 千葉県旭市における施設園芸の維持と技術革新. *地理学評論*, **71A**, 1998年,

661-678.

8. Technological innovations in the continuation of greenhouse horticulture in Asahi City, Chiba Prefecture. *Geographical Review of Japan*, **75**, 2002 年, 324-343.

[第6章]

9. 長野県菅平高原における高冷地野菜栽培の特色. 地域調査報告, **25**, 2003 年, 1-18. (上江洲朝彦、手塚 章と共著)

[第7章]

10. 笛吹市一宮町におけるモモとブドウ栽培. 地理 **51**(10), 2006 年, 33-41.
11. 山梨県一宮町における果樹生産地域の特性. 地域研究年報, **29**, 2007 年, 81-97. (浅井崇俊、久保陽平、村松美沙子和共著)

[第8章]

12. 茨城県ひたちなか市におけるサツマイモ生産・流通の地域的性格. 地域調査報告, **22**, 2000 年, 133-169. (岡本友志、藤永 豪、二村太郎、大森祐美、森本健弘と共著)

[第9章]

13. 仁平尊明 2007. 北海道十勝における大規模畑作農業の維持基盤. 人文地理学研究, **31**, 2007 年, 39-74.

[第10章] (書き下ろし)

また、これらの研究の遂行と本書での加筆・修正に際して、いくつかの研究費による助成を受けた。その内容は以下の通りである。

平成9～11年度: 持続的農村システムの形成における女性の役割に関する地理学的研究. 科学研究費補助金, 基盤研究(C), 課題番号 09680152. 代表: 筑波大学教授地球科学系・田林 明.

平成11～13年度: 日本における農作物の「転移」・拡散に関する実証的・生態地理学的研究. 科学研究費補助金, 基盤研究(B), 課題番号 11480015. 代表: 筑波大学教授地球科学系・斎藤 功.

平成13～15年度: 日本における農村地理学の構築のための理論的・実証的研究. 科学研究費補助金, 基盤研究(B), 課題番号: 13480014. 代表: 筑波大学教授地球科学系・田林 明.

平成14年度: 長野盆地の地域変容に関する文化層序学的研究. 筑波大学学内

プロジェクト研究, 研究助成(B), 代表: 筑波大学教授地球科学系・斎藤 功.

平成14年度: GPS とGIS を用いた環境地図の作成. 筑波大学学内プロジェクト研究, 奨励研究. 代表: 筑波大学助手地球科学系・仁平尊明.

平成15年度: アメリカとの比較でみた野菜加工業者による産地の広域化に関する実証的研究. 筑波大学学内プロジェクト研究, 実地調査等. 代表: 筑波大学教授地球科学系・斎藤 功.

平成16年度: 諏訪盆地における産業構造変化に関する文化層序学的研究. 筑波大学学内プロジェクト研究, 研究助成(B). 代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科教授・斎藤 功.

平成16～平成17年度: 九十九里地域における産業構造の変容に関する地理学的研究. 東京大学空間情報科学センター共同研究, 課題番号: 62. 代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科教授・田林 明.

平成17年度: 首都圏におけるバブル経済崩壊後の地域変容に関する社会地理学的考察. 筑波大学生命環境科学プロジェクト研究, 研究助成(B). 代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科教授・山下清海.

平成18年度: 首都圏外縁部における土地利用変化に関する文化層序学的研究. 筑波大学生命環境科学プロジェクト研究, 研究助成(B). 代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科講師・仁平尊明.

平成16～18年度: 日本農業の担い手からみた農業維持システムの地域動態的研究. 科学研究費補助金, 基盤研究(B), 課題番号: 16300291. 代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科教授・田林 明.

平成19～22年度: 商品化する日本の農村空間に関する人文地理学的研究. 科学研究費補助金, 基盤研究(A), 課題番号: 19202027. 代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科教授・田林 明.

平成20年度: 地理空間情報データベースの構築とクリアリングハウスの設計－学術研究とGIS教育の支援を視野に入れて－. 平成20年度生命環境科学研究科教育研究活動支援経費. 代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科教授・村山祐司.

平成22～25年度: フィールドワーク方法論の体系化－データの取得・管理・分析・流通に関する研究－. 科学研究費補助金, 基盤研究(A), 課題番号:

22242027. 代表: 筑波大学大学院生命環境科学研究科教授・村山祐司.

最後に、フィールドワークでお世話になった皆様、論文の作成を指導してくださった教員と学友の皆様、および、研究資金の助成を頂いた組織の皆様に御礼を申し上げます。また、長年にわたって筆者の研究を指導してくださった長野大学の斎藤功教授（筑波大学名誉教授）、および、本書をまとめるに際して数々の助言をいただいた筑波大学の田林明教授に御礼を申し上げます。

2010年8月 仁平尊明

著者紹介

仁平 尊明 (にへい・たかあき)

北海道大学大学院文学研究科准教授，博士(理学)

1971年生まれ，茨城県笠間市出身。

1994年筑波大学第一学群自然学類卒業

2001年筑波大学大学院博士課程地球科学研究科修了

2002年から筑波大学助手(地球科学系)，2003年から同大学講師(地球科学系)，

2004年から同大学大学院生命環境科学研究科講師，2010年から現職。

専門は人文地理学，農業地理学，地誌学(日本，北アメリカ，ラテンアメリカ)。

主な共著に『地域調査ことはじめ』(梶田 真・加藤政洋と共編，ナカニシヤ出版，2007年)，『アメリカ大平原』(矢ヶ崎典隆・斎藤 功・菅野峰明編，古今書院，2003年)，『地球環境学』(松岡憲知・田中 博・杉田倫明・村山祐司・手塚 章・恩田裕一編，古今書院，2007年)，『エスニック・ワールド』(山下清海編，明石書店，2008年)などがある。

エネルギー効率から見た日本の農業地域

著作者：仁平尊明
