

第 18 章 GIS と GPS を利用した 農業の空間分析

18-1 研究の目的と方法

地理空間情報基本法の制定を背景に、様々な地理空間情報が社会的に普及し、活用されるようになってきた。最近では特に、政府機関が集計する統計資料と地図の公開が進んでいる（橋本，2009）。例えば、農林水産省による農林業センサスの農業集落レベルのデータ（農業集落カード）は、従来、高額な CD-ROM 版のみが販売され、その利用者も限られていたが、2005 年の調査結果からは、GIS で使用できる地図データを含めて、『政府統計の総合窓口（e-Stat）』などの Web サイトから誰でもダウンロードできるようになった。また、基盤地図情報は、道路縁、建築物の外周線、標高などの様々な位置情報を含む地図データであり、国土地理院 Web サイトで公開されている。

地理空間情報の社会での普及事例として、GPS（Global Positioning System）による衛星測位が挙げられる。GPS は、カーナビゲーションの普及や携帯電話での装着義務化により、社会的に広く活用されるようになってきた（木村，2009）。GPS 機能に特化したハンディ GPS も、移動ルートや標高を簡単に表示・記録できるため、登山や散策などでの使用が増えている。2010 年 9 月には、日本初の GPS 衛星「みちびき」が打ち上げられ、測位衛星からの電波を受信しづらかった場所（ビルの谷間や急峻な谷底など）でも、高い精度の位置情報が得られるような体制づくりが開始された。

このような背景から本章では、政府公開資料のダウンロードと地図化、GPS によるデータ収集、GIS による空間分析までを統合して、その手順を詳細に解説することを目的とする。具体的には、政府公開資料として、農林業センサス・農業集落の統計と地図、および基盤地図情報の利用方法を解説する。また、GIS による空間分析としては、ハンディ GPS を使用した農業的土地利用の作成を解説する。

地図化するための手順と方法の概略は、まず、(1)『政府統計の総合窓口（e-Stat）』Web サイトから、農林業センサス・農業集落の統計表と境界データ（農業集落地図データ）をダウンロードすること、(2) 境界データを ArcMap で表示して、座標系を設定すること、(3) 集落名や縮尺などの基本的な地図情報を表示することである。ここで事例とする地域は、札幌市に隣接し、小麦の産地として知られる江別市とする。

次に、作成した農林業センサス農業・集落の地図を元にして、土地利用図を作成・分析するまでの方法を説明する。その手順は、(1) 比例シンボルで分布図を作成すること、(2) 基盤地図情報をダウンロードして ArcMap で表示させること、(3) これらの結果を踏まえて、フィールドワークを実施する地点を選定すること、(4) GPS を携帯してフィールドワークを実施すること、(5) ArcMap により農業的土地利用図を作成し、区画ごとの面積を計測することである。なお、ここでは ArcGIS10 以外は、無料で利用できるソフトウェアを利用する。また、作業用フォルダとして＜C:\...¥ArcGIS＞の中に＜H17_

AgriCensus >というフォルダを作成し、ダウンロードするファイルや作業で生成されるファイルは、すべてこのフォルダに保存する。

18-2 農林業センサスのダウンロードとArcMapによる地図表示

18-2-1 農林業センサスとは

農林業センサスは、農業の実態を把握するための最も基本的な調査である。日本においては、1950年から5年ごとに実施されているが、その正確な名称は実施年によって異なるため、検索や資料の表記では注意が必要となる。1950年から10年ごとに実施される調査は、国際連合食糧農業機関（FAO）の提唱により始まったもので、『世界農林業センサス』、『世界農業センサス』である。さらに、その中間年（1の桁が5の年）に実施される調査は、日本独自のものであり、『農林業センサス』、『農業センサス』、『中間農業センサス』、『臨時農業基本調査』などである。これらの統計があわせて一般に『農林業センサス』と呼ばれる。また、農林業センサスは、調査年の2月1日（沖縄県は12月1日）の値で編集されるため、市区町村レベルで地図化する際には、地図の境界をその時点に合わせる必要がある。

農林業センサスの調査項目は多岐にわたる。調査項目の大分類は、農家数、耕地面積別農家数、専業・兼業別農家数、販売金額別農家数、年齢別世帯員数、経営耕地面積、作物別の栽培面積と栽培農家数、家畜の飼養頭羽数と農家数と飼養などであり、小分類では300以上になる（仁平、2004）。農林業センサスの調査項目は、地域や年による差異を考慮して、都道府県や発行年によって変更されている。特に北海道は、作物の分類が他の都府県よりも多いため、農林業センサスを活用した研究をしやすい地域である。

農林業センサスの冊子体は、農林統計協会により発行されている。近年ではデジタルデータが『政府統計の総合窓口（e-Stat）』Webサイトから提

供されるようになった。農業の地域調査に使用できる農業集落レベルのデータと、その地図データ（shape ファイル形式）は、同Webサイトの『地図で見る統計』から、2005年のものが利用可能である。農業集落とは、農作業、農業用水の利用、地縁・血縁などの関係でまとまりをもった集落であり、農林業センサスを集計する際の最小の単位地域となる。2000年と1995年の農業集落レベルのデータは、農業集落カードCD-R版として、農林統計協会から販売されている。2000年の場合、農業集落カードが全都道府県あたり約4～5万円、地図データが約2万円である。1995年以前の農林業センサス・農業集落カードをGISで分析するためには、橋本（2002）と橋本・川村（2004）の成果が参考になる。

農林業センサスの市区町村レベルのデータは、2005年と2000年の調査結果に限り（2011年1月現在）、『政府統計の総合窓口（e-Stat）』Webサイトから利用可能である（「主要な統計から探す」－「農林業センサス」－「2005年農林業センサス」または「2000年世界農林業センサス」－「第1巻 都道府県別統計書」）。また、日本全体の資料は、同Webサイトの『農林業センサス累年統計書』から利用可能である（「主要な統計から探す」－「農林業センサス」－「農林業センサス累年統計書」）。この農林業センサス累年統計書には、明治期の『農事統計』、大正期の『農商務統計表』、昭和初期の『農林省統計表』の結果も含まれているため、農家数や経営耕地などの主要データは、1904（明治37）年から利用可能である。

18-2-2 データのダウンロード

ここでは、2005（平成17）年農林業センサス・農業集落のデータをダウンロードして、ArcMapでの地図を表示するまでの過程を説明する。境界データをダウンロードするためには、最初に統計表を選択する必要がある。ここでは、後の作業で

使用する小麦（冬小麦と春小麦）の栽培面積が含まれる統計表を選択することにする。また、境界データは、世界測地系平面直角座標系の Shape 形式を使用する。その理由は、(1) 2002 年の改正測量法の施行により、測量や地図が世界測地系に基づいて作成されること、(2) 平面直角座標系は地図表示したとき地物の形状が現実に近いことである。

『政府統計の総合窓口 (e-Stat)』Web サイト (<http://www.e-stat.go.jp/>) から、「地図で見る統計 (統計 GIS)」を選択し、次に「データダウンロード」をクリックすると「統計表検索 (ダウンロード用)」のページに入る。さらに「Step1: 統計調査 (集計)」を選択で「2005 年農林業センサス - 農家 (総数) (農業集落)」を選択して、次いで「Step2: 統計表を選択 (複数選択可能)」の「販売目的で作付けした作物の作物別作付 (栽培) 経営個体数と作付 (栽培) 面積 (園芸作物以外)」のチェックを入れる (図 18-1)。そして、画面右下の【次へ】ボタンをクリックすると、「統計表各種データダウンロード」のページとなる。

この Web サイトで、「Step3: 地域選択」では、「都道府県」で「北海道」を、「市区町村 (複数選択可)」で「01217 江別市」を選択する。さらに、その下の【検索】ボタンをクリックすると、画面右側の「Step4: データダウンロード」にダウンロード可能なデータ一覧が表示される。ここで表示されるのは、「統計データ」と「境界データ」の 2 種類である。境界データは、測地系が日本測地系と世界測地系、座標系が平面直角座標系と緯度経度、ファイル形式が Shape 形式と G-XML 形式を選択できる。ここでは先述した理由に加えて、ArcMap にすぐに取り込めるという利点から、世界測地系平面直角座標系・Shape 形式をダウンロードすることにする。なお、境界データの右にある「定義書」をクリックすると、境界データの定義を記した < A005002092005.pdf > をダウンロードできる。

Step1: 統計調査 (集計) を選択

2005 年農林業センサス - 農林業経営体 (農業集落)	20
2005 年農林業センサス - 農山村地域調査 (農業集落)	
2005 年農林業センサス - 農家 (総数) (農業集落)	21
2005 年農林業センサス - 総農家等 (農業集落) 2005/	
2005 年農林業センサス - 地図 (総数) (農業集落)	20

Step2: 統計表を選択 (複数選択可能)

☐ 常雇のべ人口規模別経営体数
☐ 臨時雇 (手回替え・ゆい・手伝い含む) のべ人口規模別経営体数
☐ 販売目的で作付け (栽培) した作物の類別作付 (栽培) 経営体数
☐ 販売目的で作付け (栽培) した作物の類別作付 (栽培) 面積
☐ 販売目的で作付けした作物の作物別作付 (栽培) 経営体数と作付 (栽培) 面積 (園芸作物以外)

Step3: 地域選択

都道府県	北海道
市区町村 (複数選択可)	01208 北見市 01209 夕張市 01210 岩見沢市 01211 網走市 01212 留萌市 01213 苫小牧市 01214 稚内市 01215 美瑛市 01216 芦別市 01217 江別市

Step4: 地域選択

◆統計データ	
統計調査結果をカンマ区切りで並べたテキストデータ	
販売目的で作付けした作物の作物別作付 (栽培) 経営体数と作付 (栽培) 面積 (園芸作物以外)	江別市 (3KB)
	定義書
◆境界データ	
地理情報システム (GIS) で利用するための境界データ	
日本測地系平面直角座標系・Shape 形式	江別市 (29KB)
世界測地系平面直角座標系・Shape 形式	江別市 (29KB)
世界測地系平面直角座標系・G-XML 形式	江別市 (35KB)
日本測地系緯度経度・Shape 形式	江別市 (26KB)
世界測地系緯度経度・Shape 形式	江別市 (21KB)
世界測地系緯度経度・G-XML 形式	江別市 (16KB)
	定義書

図 18-1 農林業センサス境界データのダウンロード画面

ダウンロードしたのは、統計データが < tb1T000310C01217.txt >、境界データがフォルダ < A005002092005XYSWC01217 > の中の < agri01217.dbf >、< agri01217.prj >、< agri01217.shp >、< agri01217.shx > という 4 つのファイルである。これらが江別市の農業集落を示す境界データの

Shape ファイルである。他の測地系や座標系で Shape 形式のファイルをダウンロードした場合、フォルダ名は異なるが、解凍した後の4つのファイル名は同じになるので、間違えないように注意する必要がある。

18-2-3 データの追加と座標系の設定

ここでは ArcMap により、ダウンロードした 2005 (平成 17) 年農林業センサス・農業集落の境界データを地図化する。ArcMap における作業では、まず地図の座標系を指定する。ArcMap を起動し、新規マップにおけるコンテンツ画面の<マップレイヤ>を右クリックしてメニューを出し、【プロパティ】を選択すると、《データフレームプロパティ》ウィンドウが現れる。その上側のタグメニューで【座標系】を選択してから、「座標系選択:」画面で、<定義済み>—<日本周辺の投影座標系>—<平面直角座標系>—<日本測地系 2000 (JGD 2000)>とフォルダを開く。ここで平面直角座標系の第1系~第19系が表示されるので、江別市が該当する<平面直角座標系第12系 (JGD 2000)>を選択する。そうすると、「現在の座標系:」画面の1行目に「JGD_2000_Japan_Zone_12」と表示されるので、【OK】ボタンを押す。

18-2-4 地図の表示

座標系を設定した後で、先にダウンロードした江別市の境界データを表示する。まず、ArcMap のメインメニュー【ファイル】—【データの追加】—【データの追加】を選ぶと、《データの追加》ウィンドウが現れる。ここで、フォルダ<A005002092005XYSWC01217>の中にある<agri01217.shp>を選択し、【追加】ボタンをクリックすると、江別市における農業集落が描画される。これは、<agri01217>という Shape ファイルが、レイヤの1つとして地図に組み込まれたことを示している。

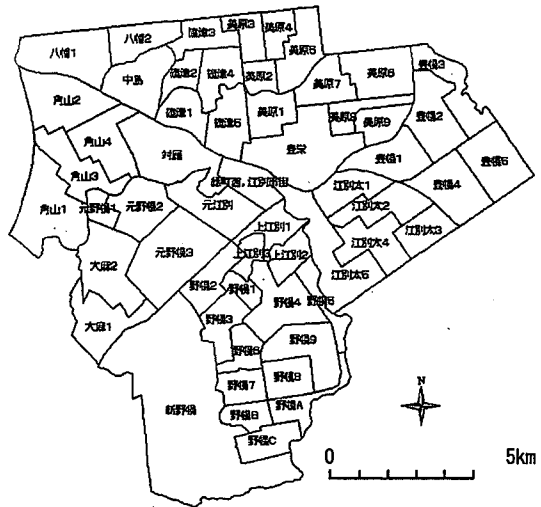


図 18-2 ArcMap で表示した江別市の農業集落

次に、表示された地図に、方位記号と縮尺記号を加え、さらに農業集落名を表示させる。集落名の表示では、コンテンツ画面の<agri01217>を右クリックして【プロパティ】を選択する。すると《レイヤプロパティ》ウィンドウが表示されるので、タグメニューの【ラベル】を選び、「このレイヤのラベルを表示」のチェックボックスを入れる。文字列を「AGRI_NAME」に設定して、【OK】ボタンを押すと、地図上に集落名が表示される (図 18-2)。ここで、これまで作成した地図を保存する。メインメニュー【ファイル】—【名前を付けて保存】を選択し、<C:\...¥ArcGIS¥H17_AgriCensus>に<Census.mxd>というファイル名で保存する。

18-3 比例シンボルによる分布図の作成

18-3-1 データの加工とテーブル結合

先にダウンロードした統計表<tblT000310C01217.txt>を Excel で開いて加工した後、レイヤ<H17_AgCensus>への属性結合を行う。ここでの作業の詳細については第11章を参照してほしい。

<tblT000310C01217.txt>を Excel に読み込

A	B	C	D	E	F	G	H
PREF NAME	CITY NAME	CITY NAME	AGRI NAME	T00031000	T0003100	T0003100	T0003100
12170000	北海道	江別市	八幡1	9	5201	...	...
12170000	北海道	江別市	八幡2	9	5106	...	...
12170000	北海道	江別市	中島	9	6162	...	...
12170000	北海道	江別市	藤澤1	X	X	...	...
12170000	北海道	江別市	藤澤2	8	2837	...	...

図 18-3 農林業センサスの統計表の修正

んだ時、数値が入るべきセルに文字が入っていると、テーブル結合できない場合があるので、Excelの置換によって、秘匿を示す「X」、栽培されていないことを示す「...」、データなしを示す「-」などの文字を、「0」（ゼロ）に変換する。また、データファイルの2行目を削除する（図 18-3）。ここまでの作業をしたら、【名前を付けて保存】を選択し、Excelブック形式のファイルとして＜C:\¥...¥ArcGIS¥H17_AgCensus＞に、＜tblT000310C01217.xlsx＞という名前で保存する。

Excelを終了したら、ArcMapで属性結合を行い、農業集落の栽培面積の情報をもつtblT000310C01217.xlsxというExcelファイルを、レイヤ＜agri01217＞で示される農業集落の位置情報に関連付ける。

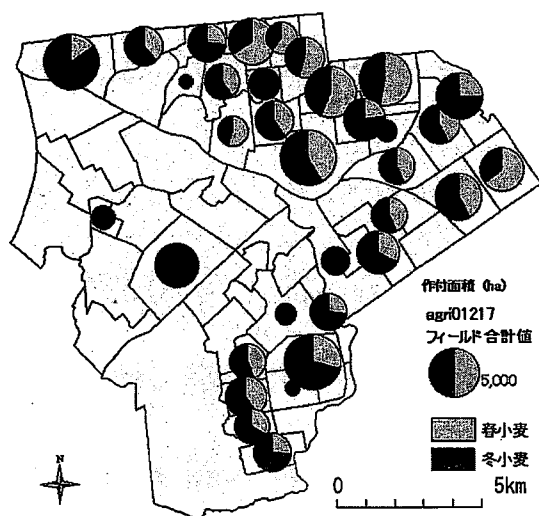


図 18-4 江別市における小麦の作付面積（2005年）

18-3-2 円グラフによる作付面積の描画

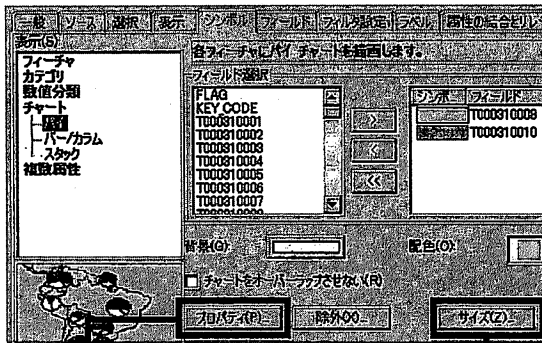
データの属性結合が終わったら、江別市の農業集落における春小麦と冬小麦の作付面積を円グラフで作図する。ここで、最終的に表示する地図の目標は図 18-4である。なお、描画を速くするため、事前に《レイヤプロパティ》ウィンドウのタグメニュー【ラベル】で、「このレイヤのラベルを表示」のチェックボックスを外して、農業集落名を非表示としておく。

次に、この《レイヤプロパティ》ウィンドウで、【シンボル】タグをクリックする。左側の「表示」画面では「チャート」－「パイ」を選択し、「フィールド選択」画面では「T000310008」（小麦うち、春小麦（北海道）（作付面積））、「T000310010」（小麦うち、秋小麦（北海道）（作付面積））を選択する（図 18-5）。さらに、「チャートをオーバーラップさせない」のチェックを外す。

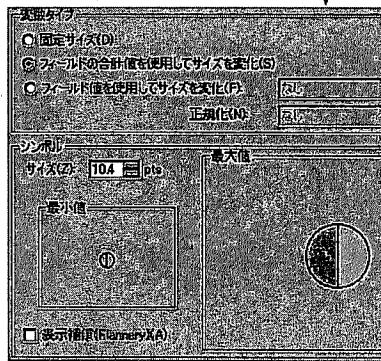
この画面で【プロパティ】ボタンをクリックすると、《チャートシンボリエディタ》ウィンドウが現れるので、「アウトライン」の「表示」にチェックを入れ、「方向」の中の「地理学」にボタンを入れる。さらに、「3-D」の「3-D表示」のチェックを外して、【OK】ボタンを押す。続いて、【シンボル】タグが開いている画面で、【サイズ】ボタンをクリックすると、《パイチャートサイズ》ウィンドウが現れるので、「フィールドの合計値を使用して、サイズを変化」のボタンを入れる。また、シンボルのサイズを 10.4pts に設定して【OK】ボタンを押す。ここでシンボルのサイズを 10.4pts とするのは、凡例に出てくる円グラフの大きさがちょうど 5,000ha となり、地図が読みやすくなるためである。最後に、《レイヤプロパティ》ウィンドウで【OK】ボタンを押すと、円グラフが描画される。

次に、凡例を描画する。メインメニュー【表示】－【レイアウトビュー】を選び表示を切り替えてから、【挿入】－【凡例】を選択して《凡例ウィザード》ウィンドウを出す。「凡例に含めるレイ

レイヤプロパティ



パイチャートサイズ



チャートシンボルエディタ

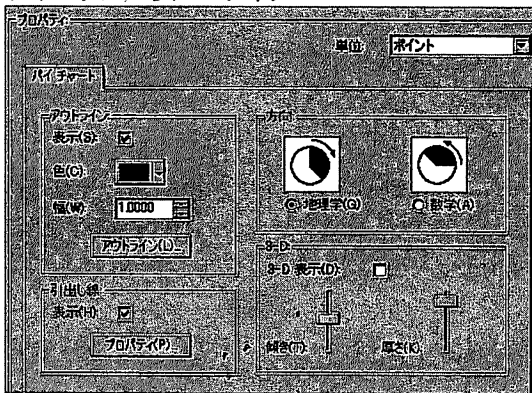


図 18-5 円グラフの設定

「凡例」の「agri0127」が選択されているのを確認して【次へ】をクリックする。次の画面で、「凡例タイトル」の文字を「凡例」から「作付面積 (ha)」に変更する。同時に「凡例タイトルのフォントプロパティ」では、「サイズ」を「10pt」へ、フォントを「MS ゴシック」へ変更して、【次へ】をクリックする。次からの画面は、すべて何

もせずに【次へ】または【完了】を選択する。なお、ここでフォントを変更するのは、Adobe 社のイラストレータなどの描画ソフトウェアで地図を修正する場合、文字化けするのを防ぐためである。

ここまでの作業を行うと地図の中央に凡例が現れるので、《ツール》バーの【エレメント選択】で適当な位置にドラッグする。さらに、コンテンツ画面の文字「T000310008」を「春小麦」に、「T000310010」を「冬小麦」に変更すると、凡例の文字も自動で変更される。以上までの作業をしたファイルを、「Wheat.mxd」という名前前で、「C:\¥...¥ArcGIS ¥H17_AgCensus」に保存する。ArcMap では、凡例として 1 つの円グラフしか出てこないが、大きさを比較するために複数の円グラフの表示を必要とする場合は、AI 形式（イラストレータ形式）などで出力して、描画ソフトで修正する必要がある。

18-4 基盤地図情報（縮尺レベル 25000）の表示と対象地域の選定

18-4-1 基盤地図情報のダウンロードと Shape ファイルへの変換

ここでは北海道江別市における縮尺レベル 25000 の基盤地図情報をダウンロードして、地図を表示するまでの手順を説明する。ここでの作業用フォルダとして C:\¥...¥ArcGIS > の中に Kiban > というフォルダを作成し、ダウンロードするファイルや作業で生成されるファイルは、すべてこのフォルダに保存する。なお、縮尺レベル 25000 の基盤地図情報を選択するのは、本稿の執筆時点（2011 年 2 月）において、江別市の縮尺レベル 2500 の基盤地図情報は提供されていないためである。

まず、基盤地図情報のダウンロードサイト (<http://fgd.gsi.go.jp/download/>) を開き、「ダウンロードファイル形式選択」の中から「基盤地図情報 縮尺レベル 25000」の「JPGIS 形式」をクリックし、次のページで取得する基盤地図情報の都道

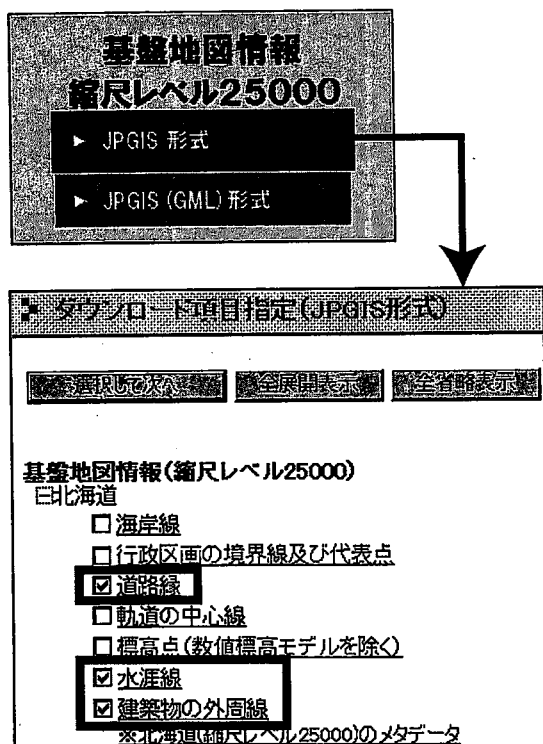


図 18-6 国土地理院の基盤地図情報のダウンロード画面

府県を選択する(図 18-6)。ここでは「北海道」の十字ボタンをクリックし、道路線、水崖線、建物の外周線の3項目をチェックして、【選択して次へ】ボタンを押す。なお、標高点のデータを入れるとダウンロードするファイル容量が大きくなる(2GB 以上)ため今回は選択しない。

次の「ダウンロードファイルリスト」画面では、ファイル容量を小さくするために、江別市の市域が含まれるファイルだけをダウンロードする。具体的なファイル名は、<FG-JPS-01-06-Z002.zip>(道路線)、<FG-JPS-01-10-Z001.zip>(水崖線)、<FG-JPS-01-11-Z002.zip>(建築物の外周線)、<FG-JPS-01-11-Z003.zip>(建築物の外周線)である。それぞれのファイル名の左端にある【ダウンロード】ボタンを押すと、「名前を付けて保存」ウィンドウが現れるので、ファイルの保存場所を<C:\...\ArcGIS\Kiban>と設定して、4つのファイルをこのフォルダに保存する。ここでダウ

ンロードした基盤地図情報のファイルを『基盤地図情報閲覧コンバートソフト』で Shape ファイルに変換する(第3章参照)。

18-4-2 基盤地図情報の描画と調査地点の選定

基盤地図情報を Shape ファイルに変換したら、ArcMap を起動して座標系を設定する。コンテンツ画面の<マップレイヤ>を右クリックしてメニューを出して【プロパティ】を選択し、『データフレームプロパティ』ウィンドウで【座標系】を選択する。このウィンドウの「座標系選択:」画面で、<定義済み>—<日本周辺の地理座標系>—<日本測地系 2000 (JGD 2000)>を選択して、【OK】ボタンを押す。これで、地図の座標系が日本測地系 2000 (JGD 2000) に設定される。

座標系の設定が終わったら、基盤地図情報の Shape ファイルを読み込む。ArcMap のメインメニュー【ファイル】—【データの追加】—【データの追加】を選択して、『データの追加』ウィンドウを出し、データの読み込み先の場所として<C:\...\ArcGIS\Kiban>を指定してから、先の作業で保存した Shape ファイル<WL.shp>、<BldA.shp>、<RdEdg.shp>を、キーボードの Shift キーを押しながら選択する。また、江別市の範囲を分かりやすくするために、農業集落の説明でダウンロードした<agri01217.shp>も追加する。ここで、<agri0127>のレイヤに隠れて、建築物の境界や道路などが見えなくなった場合、コンテンツ画面の右上にある【描画順にリスト】をクリックしてから、<agri0127>を一番下までドラッグする。ここでファイルを<Kiban.mxd>という名前で保存しておく。

次に、GPS で農業的土地利用調査を実施する地点を選定する。その基準は、作物の作付面積が大きく、現地での移動が容易な地点とする。具体的には、まず、春小麦と冬小麦の作付面積が広い農業集落を選択する。次いで、選択した農業集落の中でも、複雑な地割りが無いこと、農地が卓越する

18-5 GPSによるデータ取得とArcMapへの取り込み

18-5-1 GPSによる土地利用調査の利点

GPSで土地利用図を作成する利点は、土地利用のデータを迅速に得られること、GISソフトや基盤地図情報などの政府公開資料との連携が容易になることである。また、上空が開けた農地で実施する農業的土地利用の調査は、建物が多い中心市街地や樹木が密集する林地に比べて、GPSの受信精度が高まることも利点である。特に北海道の農地は、殖民区画によって正方形に区切られていることが多く、畝（作物が植えてある細長い直線）も主要道路に平行か垂直の角度に切られているため、GPSによる土地利用調査が実施しやすい。

また、第2次産業や第3次産業の土地利用とは異なり、農業的土地利用は年、季節、月、旬という時間スケールでめまぐるしく変化する。既存の空中写真や地形図から、このような栽培作物の変化を読み取るのは困難である。GPSによって迅速に複数の土地利用図を作成することができれば、農業地理学を初めとする研究で大いに活用できると予想される。さらに、横山（2001）のラオスや、丸山・仁平（2005）のブラジルでの事例のように、GPSによる土地利用調査は、地図の入手が困難な海外においても大きな効果を発揮する。ただし、中国など、GPSを使用すると逮捕される可能性のある国での使用は注意が必要である。

18-5-2 GPSの基本操作

フィールドワークを実施する前に、GPSの基本的な操作方法を知っておく必要がある。ここでは、Garmin社のハンディGPS（モデル名：Legend C）を事例として説明する。同社の他のモデルや、他社のハンディGPSでも、同様の機能が付いている。ハンディGPSの利点は、動いた軌跡をTrackとして記録・表示できること、複数の地点をWaypointとして記録・表示できること、また、Trackのデー

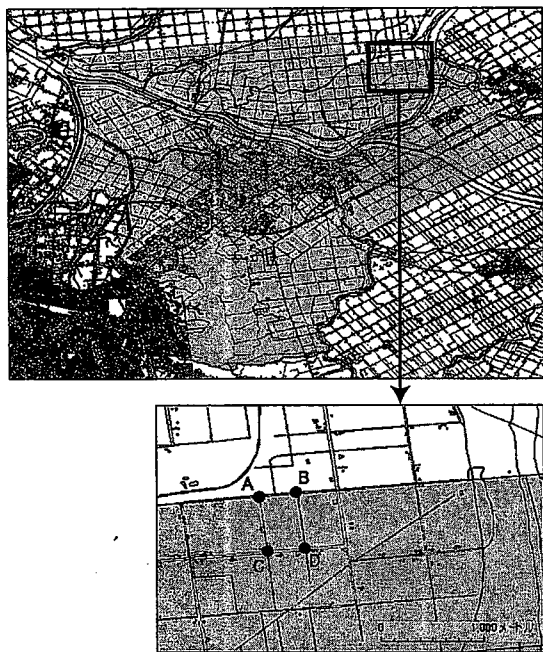


図 18-7 基盤地図情報の描画と調査地点の選定

こと（宅地が少ないこと）、主要道路に面していることなどを考慮して、現地調査をしやすい地点を選択する。まず、農業集落レベルでは、先に作成した比例シンボルの地図＜Wheat.mxd＞を参照すると、小麦の作付面積が広い農業集落は、野幌9、豊米、八幡1、美原6である。これらの農業集落の中でも、春小麦の作付面積が広いことから、美原6を対象地域とする。

次に、美原6の中で土地利用調査を実施する地点を選定する。先に保存した＜Kiban.mxd＞を使用し、《ツール》バーの【拡大】ボタン（虫眼鏡のマーク）を使って、美原6の範囲を拡大する。先述の基準を考慮し、かつ1～2時間程度で現地調査が可能な範囲として、ここでは図18-7のA点、B点、C点、D点によって囲まれる長方形の範囲を調査地点とする。この長方形は、北海道殖民区画（中区画）の半分に相当する。《ツール》バーの【計測】で各辺の長さを計測すると267m×547mなので、その面積は1,460aとなる。

タと Waypoint のデータをパソコンで簡単に表示・保存できることなどである。特に Waypoint は、土地利用図を作成する時に便利な機能である。

上空が開けた屋外に出て、GPS 右側の下にある【電源】キーを長押しすると、電源が入り、衛星からの信号の受信が始まる。数分待つと、複数の衛星からの信号を受信し、画面の中央に現在地を示す三角形のマークが表示される。GPS 本体に地図ソフトを入れている場合、地図も同時に表示される。次に、GPS 本体の右側の上部に付いている「ページ」キーを押すと、GPS の画面が「地図」－「コンパス」－「メニュー」－「サテライト」－「トリップコンピュータ」の順番にページが変化する。

地図画面は、三角形のマーク（GPS の位置）が中央に表示されるものであり、基本的にこの画面だけでフィールドワークが可能である。コンパスページでは、移動の方角と速度などの情報が表示され、トリップコンピュータページでは、標高や緯度・経度などのより詳しい情報が表示される。いずれの画面も、GPS 左側の下にある【メニュー】キーを押すことによって、表示される情報を選択することが可能である。

地図ページを表示させながら移動すると、三角

マークの後から Track ルートを示す細い点線が延びてくる（図 18-8）。移動しているときに、本体の上面に付いているクリックスティックを垂直方向に長押しすると、その地点を Waypoint として記録することができる。Waypoint は「001」、「002」というように連番で示されるが、名前を付けることも可能である。ただし、Waypoint として登録できる名前は 10 文字以内に制限されるので、Waypoint が何を示すかという説明は、フィールドノートや地図などに記録しておいた方が便利である。

18-5-3 GPS によるフィールドワーク

実際にフィールドへ向かう時には、GPS の他に、フィールドノート、地図、空中写真、カメラなどを準備すると良い。地図は、先に表示した基盤地図情報をプリントアウトしたり、国土地理院の『地図閲覧サービス（ウォッチズ）』の Web サイト (<http://watchizu.gsi.go.jp/>) をプリントアウトしたりして準備する。可能であれば、大きな書店などで販売されている縮尺の大きな地形図（1/2.5 万）を購入する。また、GPS によるフィールドワークを補完するものとして、空中写真も活用できる。空中写真は、国土交通省の国土情報 Web マッピングシステム (<http://w3land.mlit.go.jp/WebGIS/>) や Google Earth などが活用できる。ただし、空中写真が撮影された年や季節と比較して、現在の農業的土地利用が異なる可能性があることに注意する必要がある。

GPS を携帯した土地利用調査では、土地利用の範囲を囲む農道を一周することで、その範囲の Track データ（軌跡）を GPS に記録する。その際、耕地の境界を Waypoint として記録する。例えば、図 18-9 のような土地利用があった場合、水田と冬小麦（秋蒔き小麦）の境界で Waypoint の「001」、作付前後地と水田の境界で Waypoint の「002」と記録する。

実際の土地利用調査で行ったフィールドノー

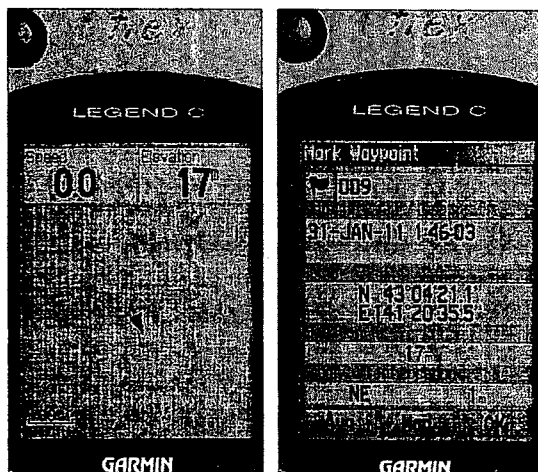


図 18-8 ハンディ GPS の地図画面（左）と Waypoint 記録画面（右）

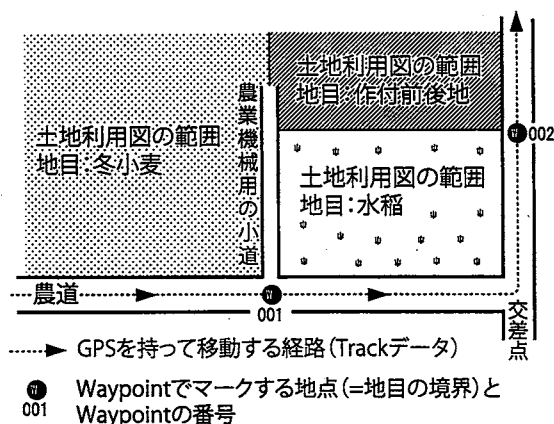


図 18-9 ハンディ GPS による Waypoint 記録の模式図

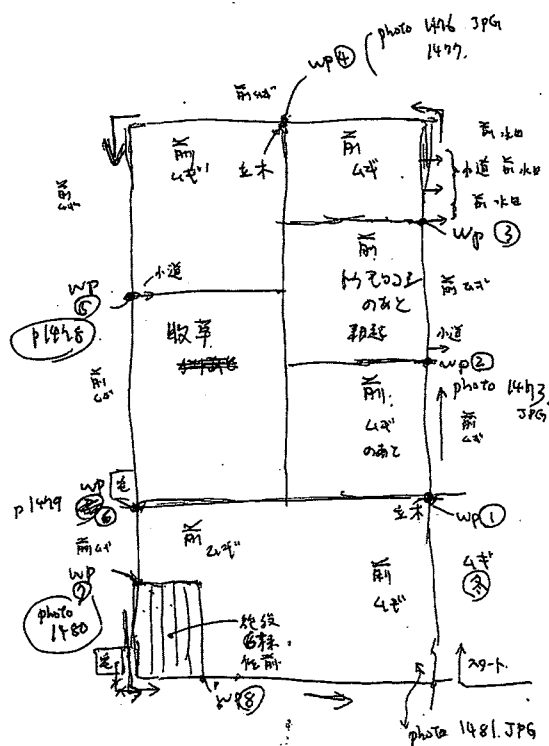


図 18-10 GPS を使用した土地利用調査時のメモ

トのメモは、図 18-10 のようになる。これには、Waypoint と移動ルート、区画の概略、栽培作物、撮影した写真の番号などが記されている。Waypoint は「wp ①」、作付前後地は「前」、小麦は「ムギ」などと省略した文字が書かれている。また、立木の位置や、土地利用調査の範囲外にあ

る作物名と宅地などの情報も記録されている。

事例とした土地利用調査の範囲内では、すべての耕地の境界が農道から直角あるいは平行に切られていたため、Waypoint は外周の農道上だけで記録することができた。しかし、耕地が複雑な形状であったり、住宅地が土地利用調査内に入っていたりした場合、それらの境界を移動して、正確な Track ルートを記録する必要がある。また、江別市を含めて、北海道の石狩河流域に広がる泥炭地の場合、耕地の境界には用水路が通っていることが多いので、調査の際には、落ちないように十分に気をつける必要がある。

地目と作物名の判断には、ある程度の経験が必要である。例えば、事例地域で 10 月下旬に実施した調査では、「作付前後地（小麦、とうもろこし、園芸用施設）」と「牧草」が確認できた。また、調査区画に隣接して、「作付前後地（水稻）」、「小麦」、「宅地」が確認できた。作付前後地でも作物名が分かるのは、耕地に残っている作物の一部をみて判断できるためである。また、小麦の場合、この時期に作付前後地になっている耕地が春小麦であり、すでに発芽している耕地が冬小麦である。さらに、牧草と冬小麦の違いは、畝の間隔が広いものが小麦であり、畝がみえないほど密に植えてあるのが牧草地である。

作物の名前が良く分からない場合は、近くで農作業をしている住民に聞いたり、作物名に精通した人にフィールドまで付いてきてもらったりする必要がある。また、大学や研究所の実験農場で実物をみたり、図書館にある図鑑や栽培技術に関する書籍、あるいはインターネットの検索を活用して、作物の形と色を覚えておいたりすることも有効である。その際、すべての作物の特徴を網羅的に覚える必要はなく、農林業センサスや市町村ごとの農林水産業のデータを示した Web サイト『わがマチ・わがムラ』（<http://www.machimura.maff.go.jp/machi/>）などを参照して、代表的な作物だけを予習すれば良い。

フィールドワークに際しては、作物名をできるだけ詳しく記述しておき、作図の段階で凡例としてまとめる。例えば、フィールドワークでは「はくさい」と「キャベツ」を記述したが、それらが調査範囲に占める割合が小さい場合、作図の段階では「露地野菜」とまとめることができる。フィールドワークの安全対策として、不審者や泥棒に間違えられないように、学生証などの身分証明書を首から下げたり、可能であれば大学名の入った腕章を付けたりすることが有効である。さらに、複人数で長期間調査を実施する場合には、市役所の総務課などに相談して、対象地域に回覧板を回してもらうことも検討する。

18-5-4 GPSデータの出力とArcMapへの取り込み

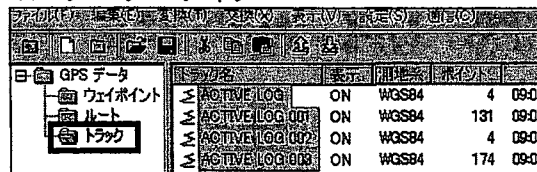
ここでは、GPSに記録したTrackとWaypointのデータをArcMapへ取り込むまでの手順を説明する。ArcGIS10のArcMapには、起動中のGPSをパソコンに接続して、現在位置を地図上に表示させる機能が付いている。しかし、今回の土地利用図の作成のように、TrackとWaypointデータを下図として表示させる場合には、GPSのデータを緯度・経度情報としてファイルに保存できるソフトを使用したほうが便利である。ここでは、そのようなソフトとして、フリーソフトの『カシミール3D』を使用する。カシミール3Dは、三次元地図表示ソフトであるが、GPSデータを取り込んで表示・保存することも可能である。このソフトは、カシミール3DのWebサイト (<http://www.kashmir3d.com/>) からダウンロードでき、その仕様の詳細についても当該サイトにおいて紹介されている。

まず、ハンディGPSの背面にあるUSBコネクタにUSBケーブルを接続して、パソコンに接続する。カシミールを起動したら、メインメニューの【ファイル】－【通信】－【GPSからダウンロード】－【すべて】を選択すると、《GPSからデータ》

ウィンドウがダウンロードされる。次に、【編集】－【GPSデータの編集...】を選択すると、《GPSデータエディタ》ウィンドウが表示される。この画面の左側に表示されているトラックのフォルダをクリックすると、右側にトラック名のリストが出てくるので、Shiftキーを押しながら全てを選択する。《GPSデータエディタ》ウィンドウのメニュー【ファイル】－【選択したGPSデータの書き出し...】により、GPSデータを保存する。その際の設定は、「ファイル名」を<Track.txt>、「ファイルの種類」をテキスト形式の「Waypoint+ ファイル [*TXT]」、「緯度経度形式」を「DEG (ddd.ddddd)」、「保存するデータを次の測地系に統一する」を「JGD 2000」とする(図18-11)。GPSのWaypointデータも、ファイル名を<Waypoint.txt>とした上で、同様の手順で保存する。

なお、カシミール3DでTrackとWaypointのデータをみる場合は、江別市の地図を表示させておく必要がある。その手順は、まず、インターネットに接続できる環境で、メインメニュー【ファイル】－【地図を開く...】を選択し、次いで<ウオッ

GPSデータエディタ



GPSデータの書き出し

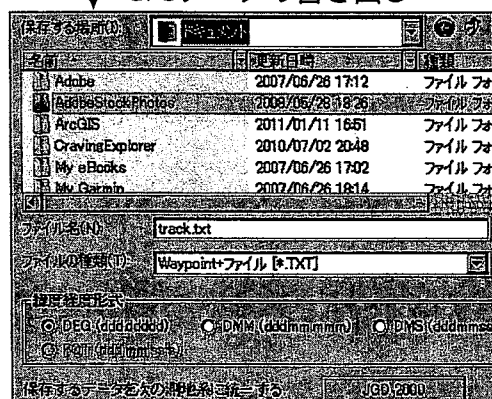


図18-11 カシミール3DによるGPSデータの書き出し

A	B	C	D	E
Datum	J2000	J2000	0	0
TP	D	43.07616	141.3405	2/31/196
TP	D	43.07615	141.3404	2/31/196
TP	D	43.07618	141.3404	2/31/196
TP	D	43.07355	141.3422	2/31/196
TP	D	43.15398	141.596	2/31/196
TP	D	43.15405	141.5968	2/31/196
TP	D	43.15419	141.5968	2/31/196
TP	D	43.15419	141.5968	2/31/196
TP	D	43.15418	141.5968	2/31/196

A	B
latitude	longitude
43.15398	141.596
43.15405	141.5968
43.15419	141.5968
43.15419	141.5968
43.15419	141.5968
43.15417	141.5968
43.15419	141.5968
43.15422	141.5969
43.15422	141.5968

図 18-12 GPSデータの修正

ちず 電子国土 基盤地図>の中にある<『ウオッチず』25000 [GSIMapN0250.dim]>をダブルクリックする。さらに、メインメニュー【ジャンプ】-【地名へ】を選択し、「名前や読み」のテキストボックスに「えべつ」と入力して【検索開始】ボタンを押せば、検索結果に「北海道江別市」が現れるので、その文字をダブルクリックすると江別市の地図が現れる。

次に、保存したGPSのテキストファイルをArcMapで読み取れるように修正する。まず、保存した<Track.txt>をExcelで開く。その際、先述の農林業センサスのデータ<tblT000310C01217.txt>と同様に、カンマ区切り形式で開く。オリジナルのデータは、属性を示す1行目に、「Datum, J2000, J2000, 0, 0, 0, 0, 0」と記入されている。緯度と経度を示す列を、それぞれ「latitude」と「longitude」と名前を変更し、他の列をすべて削除して、カンマ区切り形式の<Track.csv>という名前で保存する(図18-12)。次いで<Waypoint.txt>についても、同様に加工して<Waypoint.csv>として保存する。

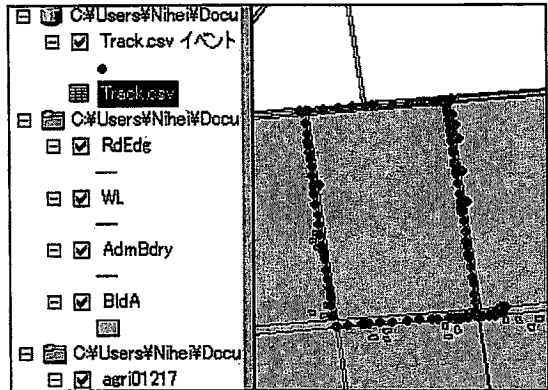


図 18-13 ArcMapによるGPSデータの表示

なお、カシミール3Dなどのフリーソフトでは、GPSに記録されている日付けや標高などの情報が正確に表示されないことがある。この点を改善するためには、『MapSource』などのGarmin社のGPS用ソフトウェアを使用する必要がある。

ここで、ArcMapの操作に戻り、<Kiban.mxd>が開いている状態で、メインメニュー【ファイル】-【データの追加】-【XYデータの追加】と選択して、<Track.csv>を地図上に表示させる。この方法については、本書の第6章で解説している。データが追加されると、GPSで移動した軌跡が<Track.csv イベント>というレイヤで基盤地図情報の上に表示される(図18-13)。ここで、同様に<Waypoint.csv>のファイルも地図上に表示させる。

この地図は、地理座標系(経緯度)で描画されており、このままでは地図が歪んでみえる(殖民区画の道路が直行していないようにみえる)ため、ここで平面直角座標系へ変換する。そうすることによって、目視で道路に垂直な線を引く作業(次節で解説)が容易になる。まず、<マップレイヤ>を右クリックして【プロパティ】を選び《データフレームプロパティ》ウィンドウを表示させ、タグメニューで【座標系】を選択する。この「座標系選択:」で<定義済み>-<日本周辺の投影座標系>-<平面直角座標系>-<日本測地系2000(JGD 2000)>-<平面直角座標系

第12系 (JGD 2000) >をクリックして,【OK】ボタンを押す。ここまでの作業を<C:\...\ArcGIS\Kiban>に「GPS.mxd」という名前で保存する。

18-6 ArcMap による土地利用図の作成と分析

ここでは, ArcMap で地目の境界線を引いて, 土地利用図を完成し, さらに地目の面積を算定するまでを説明する。まず, 先の作業で作成した<GPS.mxd>で, GPS データが示されている箇所を拡大する。そのためには, <Track.csv イベント>というレイヤを右クリックして,【レイヤ全体の表示】を選択する。GPS の測位精度と基盤地図情報の測量精度の関係から, GPS の軌跡データと基盤地図情報の道路の間には10m前後のずれが生じる場合があるが, ここではデータを信頼し, 基盤地図情報で示される領域をGPSの軌跡データで区切ることによって土地利用図を完成させる。

まず, 土地利用図の区画を描画するためのShapeファイルを新たに作成する。ArcMapと一緒にインストールされているArcCatalogを起動し, 左側にみえる「カタログツリー」画面から<C:\...\ArcGIS\Kiban>を選択する。メインメニュー【ファイル】—【新規作成】—【シェープファイル】を選択すると,《シェープファイルの新規作成》ウィンドウが出てくる。この画面で, 新たに作るShapeファイルの名前を「Landuse」, フィーチャタイプを「ポリゴン」と設定する。さらに,【編集】ボタンを押して, 座標系を<日本周辺の投影座標系>の<平面直角座標系第12系 (JGD 2000) .prj>としてから,《シェープファイルの新規作成》ウィンドウ【OK】ボタンを押す (図18-14)。

次に, ArcMapでの作業に戻り, 新たに作成したシェープファイルの<Landuse.shp>をレイヤに追加する。コンテンツ画面で<Landuse>を右クリックし,【フィーチャの編集】—【編集

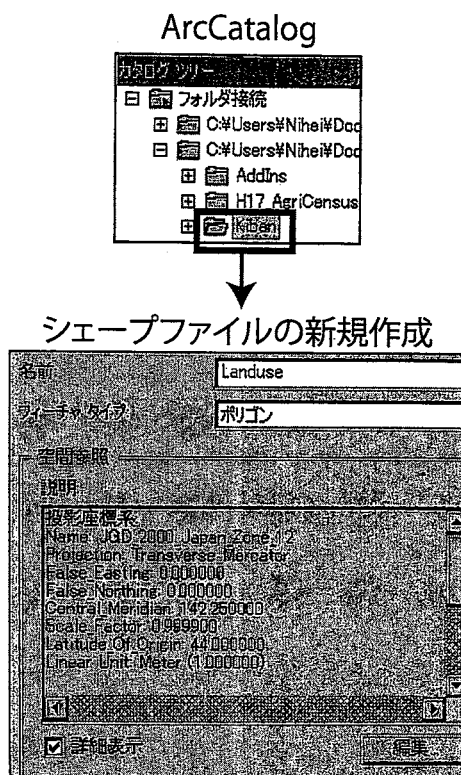


図18-14 ArcCatalogによる新しいShapeファイルの作成

の開始】を選択する。右上の方にフィーチャ作成画面が出てくるので, <Landuse>を選択する。その下には「作図ツール」が出てくるので,「ポリゴン」を選択する。

ここで, 土地利用調査をした4点 (A, B, C, D) を順にクリックしながら外枠を描く。その際, <Waypoint.csv>と<Track.csv>のチェックボックスを外し, これらのレイヤを非表示にしておく。また, <RdEdge> (道路縁) を表示させておくと, 道路の角地などに描画のポイントがスナップされるため, 作業が行いやすくなる (図18-15)。ポリゴンの作成を終了するときには, クリックしたときにマウスの近くに現れる《フィーチャの作図》バーの【スケッチ終了】をクリックする。

外枠を描いたら, 続いて, そのポリゴンを分割する。まず, <Waypoint.csv>と<Track.csv>のチェックボックスを入れて, 両レイヤを表示

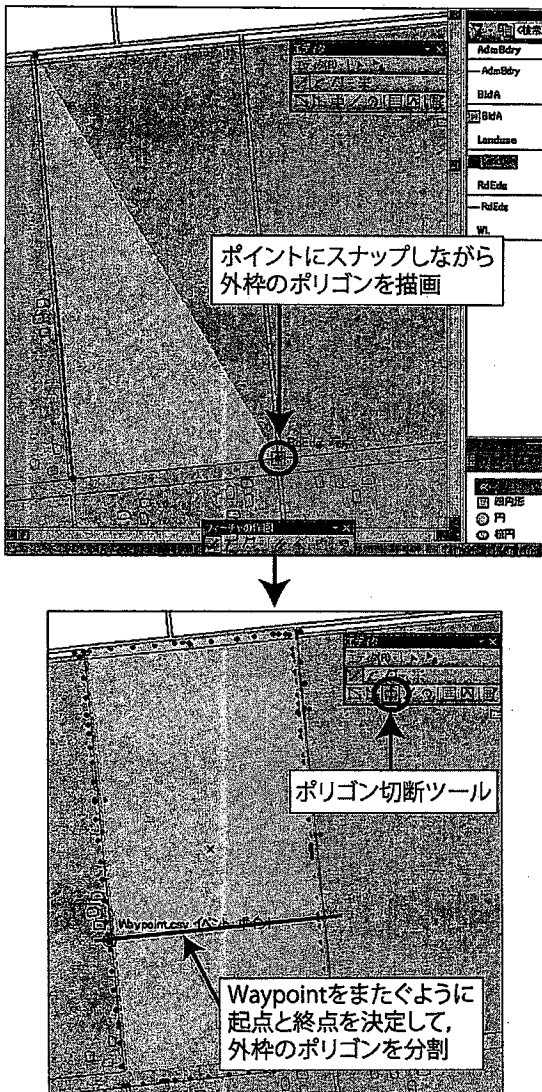


図 18-15 土地利用図の外枠の描画と分割

させる。次に、メインメニュー【カスタマイズ】－【ツールバー】から【エディタ】を選択し、《エディタ》バーを表示させる。さらに、【ポリゴン切断】ボタンを押して、ポリゴンを分割する。その際、分割するポリゴンを【編集ツール】でクリックして、アクティブにする必要がある。ポリゴンは、【ポリゴン切断ツール】で引かれた直線によって分割されるが、その描画は、直線の起点、角度が変わる点、終点をクリックするだけである。直線の起点と終点は、フィールドで記録した下絵をみなが

ら、＜Waypoint.csv＞のポイントをまたぐように決定する。直線の終点は、終了したい描画を間違えたら、メインメニューの【編集】－【元に戻す】でやり直す。すべての区画を作成したら、《エディタ》バーのメニューで【編集の保存】を選択し、さらに【編集の終了】を選んで、ポリゴンの編集を終了する。

続いて、地目が何の土地利用であるか分かるように、分割したポリゴンに属性を記入する。その手順は、まず、コンテンツ画面のレイヤ＜Landuse＞を右クリックして、【属性テーブルを開く】を選択する。すると《テーブル》ウィンドウが現れるので、その左上にみえる【テーブルオプション】ボタンを押して、【フィールドの追加】を選択する。フィールドの名前は「Landuse」と記入し、タイプは「Text」を選択して、【OK】ボタンを押す。ここで、《エディタ》バーの【編集の開始】を選択して、分割したポリゴンの1つを選択する。そのまま右クリックして【属性】を選択すると、《属性》ウィンドウが現れるので、「Landuse」の欄にフィールドワークで記録したメモを参考にしながら、すべての属性を記入して、編集を終了する。

以上の手順で設定した土地利用の属性を、地図上で表示させるためには、コンテンツ画面のレイヤ＜Landuse＞の《レイヤプロパティ》ウィンドウにおけるタグメニューから【ラベル】を選び、「このレイヤのラベルを表示」にチェックを入れる。さらに、文字列を「Landuse」に設定して、【OK】ボタンを押す（図 18-16）。なお、ポリゴンにハッチを入れると土地利用図がみやすくなる。このハッチの描画方法は、浮田・森（2004）と仁平（2001）などが参考になる。

最後に、土地利用図の区画の面積を算定する。そのために、コンテンツ画面の＜Landuse＞を右クリックして【属性テーブルを開く】を選択し、《テーブル》ウィンドウを出したら、【テーブルオプション】ボタンを押して【フィールドの追加】

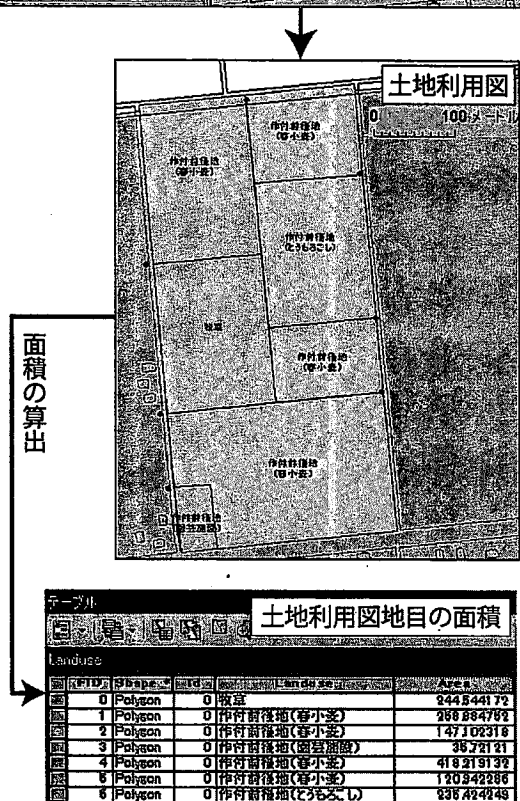
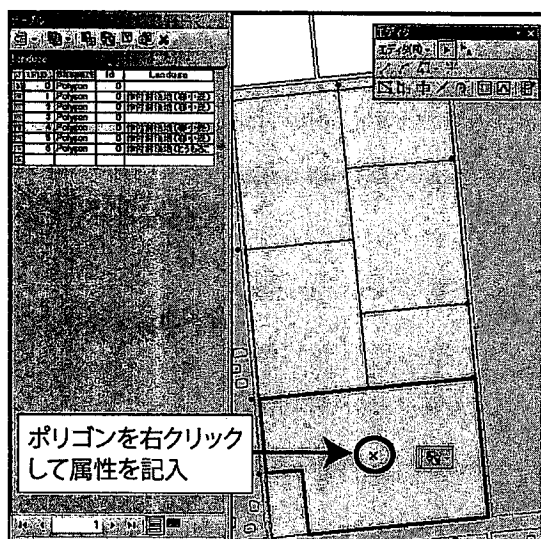


図 18-16 土地利用図の属性の記入

を選択する。ここで、フィールドの種類の名前は「Area」、フィールドのタイプは「double」とする。属性テーブルの右端に現れた「Area」を右クリックして、【ジオメトリ演算】を選択する。ジオメトリ演算に関するメッセージが出るが、そのまま

【Yes】ボタンを押すと、ジオメトリ演算の画面になる。さらに、プロパティに「面積」、単位に「アール [a]」を指定して、【OK】ボタンを押すと、「Area」の行に面積が表示される。ここまでの作業の成果を、< Landuse.mxd > という名前で < C:\¥¥ArcGIS ¥¥Kiban > に保存する。

ここで示した手順の他にも様々な方法があり、ArcGIS10 を使用しなくても、国土地理院の提供ソフトなどで地図表示は可能である。また、GPS による土地利用調査でも、区画が複雑な地点などでは、従来のように紙地図をベースマップにした方が、安価で迅速な現地調査ができる場合も多いであろう。しかし、近年のインターネットを介した地理空間情報の整備の進み具合や、それらの社会的な普及を考慮すると、新しいデータや技術を積極的に利用すべきである。

(仁平尊明)

参考文献

- 浮田典良, 森三紀著 (2004): 『地図表現ガイドブック—主題図作成の原理と応用』ナカニシヤ出版.
- 木村圭司 (2009): 衛星測位の概念と歴史. 橋本雄一編: 『地理空間情報の基本と活用』古今書院, 23-27.
- 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 (2), 53-60.
- 仁平尊明 (2004): 農業政策に関する用語と新しいセンサス項目の解説. 歴史と地理, 578, 28-36.
- 橋本雄一 (2002): GIS による農業センサス集落カードの利用. 北海道地理, 76, 25-36.
- 橋本雄一編 (2009): 『地理空間情報の基本と活用』古今書院.
- 橋本雄一, 川村真也 (2004): GIS による農業センサス集落カードの空間分析. 北海道地理, 79, 51-68.
- 丸山浩明, 仁平尊明 (2005): ブラジル・南パンタナールのピオトープマップ—ファゼンダ・パイア・ボニータの事例—. 地学雑誌, 114, 68-77 (口絵 1).
- 横山 智 (2001): ラオス農村における GPS と GIS を用いた地図作成. GIS—理論と応用, 9 (2), 1-8.

編者紹介

橋本 雄一 はしもと ゆういち

1963 年神奈川県生まれ。筑波大学大学院博士課程地球科学研究科単位取得退学。博士（理学）。
現在、北海道大学大学院文学研究科 教授。専門は、都市地理学、経済地理学、地理情報科学。
主な著書：『東京大都市圏の地域システム』（大明堂、現在は原書房）、『マレーシアの経済発展
とアジア通貨危機』（古今書院）、『地理空間情報の基本と活用』（編著、古今書院）など。

〈1～7 章、9～17 章、20 章執筆〉

分担執筆者紹介（50 音順、所属は 2011 年 7 月 1 日現在）

川村 壮	かわむら たけし	恵庭市、北海道大学大学院文学研究科 修士課程	〈8 章、17 章、20 章執筆〉
木村 圭司	きむら けいじ	北海道大学大学院情報科学研究科 准教授	〈19 章執筆〉
経 亀 諭	きょうかめ さとし	社団法人北海道地域農業研究所 専任研究員	〈16 章執筆〉
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	〈18 章執筆〉
三好 達也	みよし たつや	株式会社ドーコン、北海道大学大学院文学研究科 博士課程	〈2 章執筆〉

書 名

GIS と地理空間情報

－ ArcGIS 10 とダウンロードデータの活用－

コード

ISBN978-4-7722-4149-6 C3055

発行日

2011（平成23）年 9 月 10 日 初版第 1 刷発行

編 者

橋本 雄一

Copyright ©2011 Yuichi HASHIMOTO

発行者

株式会社 古今書院 橋本寿資

印刷所

株式会社 理想社

製本所

株式会社 理想社

発行所

古今書院

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 2-10

TEL/FAX

03-3291-2757 / 03-3233-0303

振 替

00100-8-35340

ホームページ

<http://www.kokon.co.jp/>

検印省略・Printed in Japan