

# 第2部

.....  
野生動物管理のための理論と実践



## 第4章 地理情報データベースの基礎

立木靖之

### 1. はじめに

フィールド調査中に森林や湿原で道に迷ったらどうするか。筆者は即座にGPS（全地球測位システム，Global Positioning System）で現在地を確認すると答える。森林や湿原のような目印のない場所では、人は簡単に道に迷うので注意が必要である。調査業務等では、フィールド調査員から現場であった出来事の報告を受けることがある。その際、私は必ず「どこで、いつ」を尋ね、GPSで記録された座標データを利用して場所を特定する。調査でも出張でも、初めて行く場所を車などで走る際にはGPSによって現在地を確認しながら移動し、風景と現在地を結びつけると、記憶に残りやすい。余程特別な能力を持っているか訓練でもしていないと、感覚で方向を完璧に把握することは難しい。蛇行する河川、斜めに走る道路、土地勘のない出張先、緯度経度が日本と大きく異なる外国などでは、人間の方向感覚はとてもいい加減なものである。

GPSを知っているかと尋ねると、ほとんどの人が知っている。今日、GPSは一般に広く浸透し、身近な技術となっている。2000年以前頃は、日本国内では一部の人にGPSの存在は知られていたが、今日ほど一般的ではなかった。もともと軍事用に開発された技術であり、黎明期は一般向けカーナビが10万円以上と高価で珍しい装備であったと記憶している。当時GPSには選択利用性（Selective Availability, SA）という誤差が存在し、補正しなければ100m近い誤差があり、一般ユーザーには「誤差が大きすぎる」というのがもっぱらの評価であった。カーナビは地図情報にGPSの測位結果や慣性航法装置（加速度センサーを用いて現在地を推測する装置）の情報などを加味して現在地を表示する「マップマッチング」という機能を利用して現在

地を表示するが、GPSに100m近い誤差があるので、道路を走っていても一本並行にずれた道に表示されたり、河川の上を走っていると表示されたりするようなことも多々あった。また「公道」ではない林道では、現在地が全く違う場所に表示されるなども珍しくなかった。

1999年に日本地域では海上保安庁が航行用に補正ビーコン（ディファレンシャルビーコン）を無料で提供しはじめた。これをGPS電波と同時に受信してリアルタイムに1m程度の精度を得るという方法（リアルタイムDGPS）が徐々に用いられはじめた。リアルタイムDGPSはGPSを何とか資源量調査等に利用しようとしていた分野にとって画期的な技術であったが、専用の受信機を購入する必要がある、たとえば森林資源調査によく用いられたT社の受信機は当時200万円近くの価格であった。さらに2000年5月には、米国国防省によって設定されていたSAが解除され、補正なしでハンディタイプを受信機で10m以下の精度を得られるようになった。この出来事はGPSが一般に浸透するための、重要な契機となったと考えられる。

GPSが一般に浸透した理由にはGPSの技術の発達と、もう一つ大きな理由がある。それは社会におけるGIS（地理情報システム、Geographic Information System）のニーズの高まりである。ESRI社のArcシリーズはGISのもっとも著名なソフトウェアであり、研究者や技術者であれば、今日では当然のようにこれを利用している。パーソナルコンピュータ（PC）などの情報処理技術の高まりと低価格化を背景とし、GISを利用することで、広いエリアを短時間で解析することが可能になった。また、専門的なGISソフト以外にも、インターネットを介して無料で「地理情報」を閲覧できる「システム」が整備された。Google EarthやGoogle Mapがその最たるものである。橋本（2011）が「GISと地理空間情報－ArcGISとダウンロードデータの活用－」においてGISを「コンピューター上で空間データベースと属性データを統合してデータベースを構築し、それを検索、分析、表示（可視化）できるようにしたシステム」と定義している。これはGISとはデータベースを有する電子地図で、検索が行えるシステムであると考えられるが、たとえばGoogle Earthは「検索と表示」が可能なGISの一種と考えられる。世界中の衛星写真や地図をコンテンツに含み、特定の位置に対

して写真やコメントの挿入も可能である。仮想空間で道路を歩き、そこから見える風景を閲覧することができる。このシステムが無料で利用できるのは画期的なサービスといえる。さらに、携帯電話の技術が進化し、いわゆるスマートフォンの利用者が増加し、人々はPCを使用せずに、より気軽にインターネットを利用できるようになった。Google EarthやGoogle Mapのように、各種の地図サービスも無料で利用できるものが多くなった。交通情報、乗り換え情報などの他にも、店舗の情報、サービス品の情報などが、無料の地図データベースの上で閲覧されるようになってきている。こうした社会的なニーズにより、GPSによる現在地情報の重要性も高まってきたと思われ、多くの携帯電話にはGPSが標準的に装備されるようになってきている。

野生動物調査をはじめ、多くのフィールド調査でもGPSが利用されている。例えば植生調査で、調査者が目的地を探し出す際、または林内にて発生したギャップの形状を図化するためにGPSを利用しているなどである。

野生動物調査では航空機を利用することもある。高速で移動する航空機では、パイロットに適切なタイミングで明確な指示をする必要があり、GPSの利用がもっとも適している。また、航空機を用いた調査では軌跡や地点の記録を速やかに正確にとる必要があるが、これもやはりGPSの利用がもっとも適している。GPSは調査中に地点や歩行した軌跡が正確かつ簡単に記録できるため、さまざまな調査場面で利用されている。写真がフィルムカメラからデジタルカメラに置き換わったが、これに合わせて、デジタルカメラとGPSを組み合わせ、写真ファイルに緯度経度が記録できるものがある。デジタルカメラでは非常に多くの写真が記録できるので、位置情報が記録されているとその後の整理の際に便利である。本章では、こうしたフィールド調査におけるGPSの役割やコンセプト、データの処理などを示し、さらに先進的な技術などについても紹介する。

## 2. GPSの役割

GPSには大きく分けて「ナビゲーション」と「マッピング」の二つの役割がある。この結果、調査全体を安全かつ迅速に実施することが可能となり、

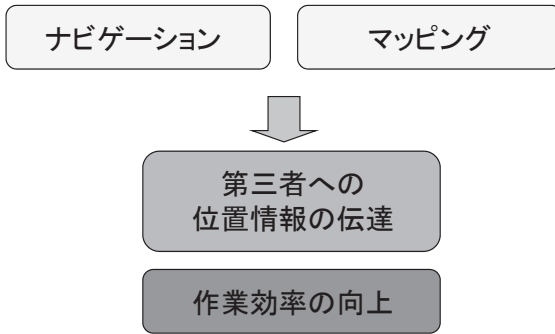


図1 フィールド調査におけるGPSの役割と効果

調査チーム全体の作業効率が向上する。また、第三者に正確で客観的な位置情報を伝達することも重要な効果である（図1）。

### ナビゲーション

目標地点や定まったルートに合わせて調査者を誘導するのがナビゲーションである。そもそもGPSはGNSS（Global Navigation Satellite System、全地球航法衛星システム）と呼ばれるシステムの一つであり、船舶、航空機等がナビゲーションに利用することが大きな目的の一つであった。フィールド調査で考えると、調査者を目的地に最短距離で誘導し、調査後に帰路を安全に誘導することや、海上の調査や航空機を用いた調査で待機位置や目的地に誘導することなどが考えられる。これらはGPSがなければ非常に困難な作業である。

### マッピング

調査地点の位置を記録したり、軌跡を記録したりする作業をマッピング（図化）と呼ぶ。森林科学等で当初応用が期待されたのは測量の代わりに利用できるのではないかという点であった。これはマッピングに分類される利用方法である。航空機や船舶など、周辺に目印のない場所で位置を正確に記録するのは非常に困難であるが、GPSを利用すると容易である。

### 3. GPS 受信機

#### 受信機の種類と性能

GPS の選択は目的と予算に合わせて行う。一口に GPS 受信機といっても、世界中に多くの受信機が販売されていて、目的に合う受信機を適切に選択するのは難しい。カナダ・ブリティッシュコロンビア州環境・国土・公園省のガイドライン (British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks 2001) がまとめた資源調査のための GPS 利用ガイドラインでは、GPS 受信機をいくつかのカテゴリに分類している。すなわち、「High-end マッピング受信機」「Low-end マッピング受信機」であるが、今日はさらに安価に入手可能なものもあるので、本稿ではこれを「General use 受信機」と呼んで区別する。それぞれの特徴を表 1 に示す。

表 1 GPS 受信機のカテゴリと用途等

カテゴリ	考えられる用途	誤差
High-end マッピング	資源量調査, GIS データ収集, ナビゲーション, DGPS	1-2 m
Low-end マッピング	可能	5 m 程度
General use	ナビゲーション, レジャーユース	≤ 10 m 程度

DGPS は、GPS に発生する誤差を補正する情報を取得して精度を高める測位方法である。GPS による測位と同時に無線で補正情報を受信しその場で補正するリアルタイム DGPS と、Web 等で情報を取得して後処理で補正する後処理 DGPS がおもに用いられている。

表 1 に示すように、High-end, Low-end マッピング受信機は、共に GIS データを収集することを目的として開発されている。より精度を高めて位置を記録したいため、GPS に含まれる誤差を、基地局で得られた情報を基に補正する「ディファレンシャル補正」が可能であり、この点が General use 受信機と大きく異なる（ただし、一部の特殊なソフトや機材を用いると、General use 受信機でも可能）。また、ポイント、ポリゴン、ラインといった GIS で用いる形式で、測位結果を保存できる点なども General use 受信機と異なる。受信機の操作性は General use 受信機がもっとも簡単で、GIS データ収集用の受信機は GIS ソフトの編集と類似した操作が必要となる。High-end マッピング受信機と Low-end マッピング受信機の差は、おもに精度であ

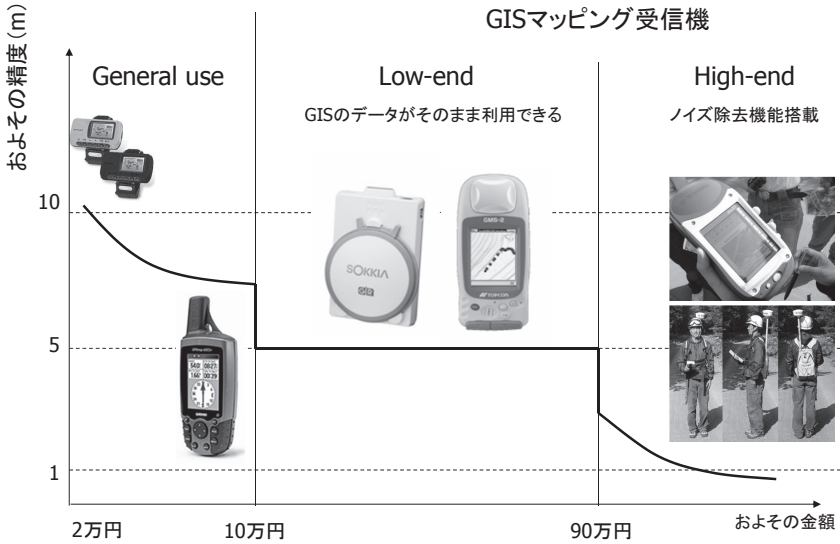


図2 GPS受信機の価格と精度の関係の模式図

る。High-end マッピング受信機にはマルチパスエラー（衛星電波の乱反射や瞬断により生じる誤差）を排除する機構がアンテナに装備されていることなどによって、得られる精度が高められている。図2に示すのは、GPS受信機の性能と価格帯と精度の関係の模式図である。

価格と精度はある程度比例するところもあるが、図2で示すように、必ずしも直線の相関ではない。Low-end マッピング受信機のカテゴリのなかでは、精度はあくまでDGPSで得られる精度以上は期待できない。しかし、受信機の大きさ、操作性、ディスプレイ、支援ソフト等の差から価格帯が変化する。1 m程度の精度を得たいならばHigh-end マッピング受信機を購入しなければならない。少なくとも数メートル単位の精度を得る必要があるならば、Low-end マッピング受信機は最低でも購入せねばならない。一方、精度よりも操作性と低価格を優先し、湿原や、森林内でおおよその現在地を把握して安全に行き来したいのであれば、General use 受信機で十分である。逆に1 m以下の精度で非常に正確なポイントやラインを記録したいならば、このカテゴリに含まれる以上の測量用のGPS受信機を用いる必要があるが、非



常に高価でフィールドでの持ち運びは困難となる。冒頭にも述べたように、GPS 受信機は目的と予算に合わせて購入することが重要である。

### General use 用受信機を選択基準

研究目的にもよるが、フィールド調査に使用する GPS 受信機で、一般的なナビゲーションやおおよそのポイントを記録するには、ハンディタイプの General use 受信機が有用である。レジャー用途で開発されているものが多いが、さまざまな調査場面で利用でき、操作も簡単である。各社からこうしたハンディタイプの受信機が販売されているが、世界で最も有名なこのカテゴリの受信機は米国の Garmin 社のものである。Garmin 受信機と一口でいっても、かなりの種類の受信機が存在するので、どれを購入すべきなのかが初学者にはよく分からないのも実情である。ハンディタイプの General use 受信機を購入する際に考慮すべき点を表 2 に示す。

表 2 General use 受信機を購入する際の判断基準

項目	内容	備考
ディスプレイのサイズ	地図やデータ入力時に必要 操作性に大きく影響	
文字入力の操作性	現場でポイント名の入力等がスムーズに行えるか	タッチパネル、ボタン、ジョイスティックなどのタイプあり
補助機能やカメラの有無	磁気コンパス、気圧（高度）計、デジタルカメラなどの必要性	コンパスや高度計は調査によって必要性あり
外務アンテナが装着できるか	特に森林内で調査をする際に利用	外部アンテナは別売りで購入可能
その他	バッテリー寿命、重量等	

#### (1) ディスプレイのサイズ

General use 受信機は携行性に富むが、逆にディスプレイが小さすぎて視認性が悪いということもある。データを入力したり、地図で現在地を確認したりする際に重要であるため、目的にあったディスプレイサイズの受信機を選択する。

## (2) 文字入力操作性

文字入力は調査目的で使用する際には重要な点である。多くの場合はGPSでポイント（GPSの分野では「ウェイポイント」と呼ぶことが多い）を記録した際に自動的に与えられる番号を確認し、その内容とともに野帳に記録する。これは簡易かつ確実な手法の一つであるが、場合によってはその場でポイントにコメントを入力する必要があるかもしれない。その場合、入力のしやすさというのはとても重要である。ディスプレイサイズが大きく、タッチパネルでキーボードを扱えるものは入力がもっともしやすい。逆に、上下ボタンでアルファベット等を1文字ずつ選んでいく機種の場合、現場で3文字以上打ち込むのは現実的ではない。

## (3) 補助機能、カメラの有無

ここでの補助機能とは、磁気コンパス、気圧高度計、デジタルカメラなどを指している。GPSには2種類のコンパスがある。一つはGPSコンパスと呼ばれるもので、ある地点が測位された際に、前回の測位点からのベクトルを地図上で計算して進行方向を示すものである。もう一つが磁気コンパスである。GPSコンパスだけしか搭載されていない機種であると、動いている間は方角が示されるが、動きが止まったり、歩行速度が遅くなる林内などでは方位が正しく表示されない。磁気コンパスが搭載されている機種であれば立ち止まっても正しい方向が示される。Garmin社の受信機であれば機種名の後に「S (Sensor)」の記号があるものに搭載されている。

気圧高度計についても、調査において利用されることは多い。GPSは、理論上はXYZ座標で測位できることとなっているが、この際のZ方向の誤差が水平(XY)方向と比してかなり大きいという欠点がある。そのため、受信機に示される高度値と実際の標高が異なることがある。これはGPSが測位の際に計算で利用している仮想的な楕円体と実際に局所的なギャップがあるためである。そのため、ある程度正確な高度値を記録したい場合は、気圧高度計を利用することを推奨する。その際たる例が航空機センサスを実施する場合である。気圧高度計は気圧で高度を計算するので、事前にキャリブレーションしておく必要があるが、飛行の直前に飛行場の標高に調整してお

くことで、その日数時間のフライトならばかなり正確な高度が得られる。セスナのキャビンで、コントロールパネルの慣れない高度計を読むよりも、はるかに簡易である。

機種によってはデジタルカメラが装着されている受信機もある。しかし、現在のところは解像度があまりよくなく、あくまで記録写真程度である。ただ、GPS 受信機に装着されているので、GPS による測位を行っている際には自動的に画像に座標情報が記録されるので便利である。これは、得られる写真の JPG ファイルに含まれるヘッダー (Exif ファイル) に座標が記録されるもので「ジオタグフォト」とも呼ばれる。別途ソフトで加工することで、地図上の撮影した場所に写真が表示されるなど、調査後の整理に有用である。

#### (4) 外部アンテナの装着

意外に考慮されないのが外部アンテナの装着の可否である。森林で調査を行う場合、片手に受信機を持って林内を歩くのは邪魔であるし、危険でもある。リュックサックにカラビナ等で受信機をつけておく事もあるが、脱落が心配である。可能であれば、チャックの閉まるポケットに受信機を入れておきたい。しかし、ポケットに入れると GPS の測位ができなくなり、一旦ポケットから取り出してから再び衛星を受信するまで待たねばならない。こうしたときに役立つのが外部アンテナである。受信機に外部アンテナを装着し、アンテナをリュックのベルト等につけておくことによりハンズフリーで受信が可能になる。林道を走行する車内で良好な受信を得る際にも有用である。外部アンテナを利用することで障害物の少ない場所で受信可能となり、衛星の受信率や測位精度の向上も望める。筐体の小さな受信機には外部アンテナを装着するジャックがないものもある。外部アンテナを使いたいと考えるならば、ジャックの有無を確認しておくとういだろう。

#### (5) その他

朝から夕方までフィールドで調査をする場合、バッテリーの寿命は重要な問題となる。調査地で方向を見失ったような万一の場合、電源がなくなれば

致命的である。Garmin社の受信機の場合は、専用の充電地と乾電池が利用できる。乾電池の場合は2本で利用するものと、3本必要なタイプがある。充電機は現場で使い果たせば再充電できないので、多めの乾電池を予備として持っていく。カタログ値で電池寿命が書かれているが、利用頻度、補助機能の作動状況等で電池寿命は異なる。また、タッチパネル式のものには電池寿命が短いようである。いずれにしても、予備電池を複数セット持ち歩くことが重要である。

ハンディタイプの受信機の重量はそれほど大差ないが、それでも大きなものと小さなものでは重量にある程度の差がある。長時間の踏査やハードな現場をこなした帰り道には、この少しの差が大きく感じることもある。調査の行程などにもっとも適した受信機を選択したい。

### 受信機を選択する際の注意点

GPS受信機を購入しようとしてアウトドアショップなどにいくと、お目当ての受信機ではなく、前の世代の受信機が安価に売られていることがあるが、これらの購入はお勧めできない。GPS受信機の技術は日々向上しており、見た目が似ていても中は異なる「全く違うもの」と考えて差し支えない。おもに異なる点は、搭載されているチップの性能である。たとえば2000年頃に販売されていた受信機と現在の受信機を比較すると、見た目は似ていても、同時に受信できる衛星数、測位までに要する計算速度、これにともなう測位精度のすべてが異なる。幸運にも新規で受信機を購入する予算があるならば、安価な前世代の受信機を二つ購入するよりも、一つの最新式の受信機を購入するべきである。すでに研究室や職場にあるといわれても、いつ購入されたものかチェックして、古いものならば買い換えるようにしたい。

### WAAS, GLONASS 対応受信機

Garmin社製のGPS受信機を購入すると「WAAS対応」と書かれているものもある。WAASとは、「Wide Area Augmentation System」の略で、GPSとは異なる人工衛星から、GPSの測位誤差をリアルタイムに補正するシステムである。WAASによる補正によって得られる精度が数mにまで向上す

るといわれている。精度は受信機と利用状況によって異なるので一概に表現できないが、補正なしの状況よりも1~2 mは精度が向上するようである。WAASは米国によって提供されているサービスで、航空機や船舶の航行等のために利用されているものである。サービス範囲は北米を中心とするアメリカ地域である。

日本のユーザーにとって重要なことは、このWAAS対応機種を購入すると、日本周辺での同様のシステムMSAS（運輸多目的衛星航法補強システム）を利用することが可能になる点である。これは日本によって運営されているMTSAT（運輸多目的衛星）を利用したWAASと同様のシステムであり、やはり補正することで数mの精度向上が見込まれる。上空の障害物（樹冠など）があると受信できないこともあるので注意が必要であるが、用途によってはWAAS対応機種ならば利用できる所以試す価値がある。

一方、GLONASSとは、GPSのロシア版システムであり、GLObal NAVigation Satellite Systemの頭文字をとったものである。GPSは軍事用に開発されたシステムであるため、国防上の理由からロシアも同様のシステムを自前で整備している。このGLONASSとGPSを同時に利用できる受信機が以前から販売されていたが、近年これがGeneral use受信機でも利用できるようになってきている。Garmin社の最新版の受信機では、GPSとGLONASS衛星を同時に受信できるものが発表されている。両システムが受信できることによって、受信可能な衛星数が倍となる。この結果、樹冠下のような受信困難地において受信機会が増加することと、測位精度の向上が望まれる。今後、新たにGPS受信機を購入する際には参考にされたい。

## 4. GPSデータの扱い

### データのアップロードとダウンロード

ここでは現場で取得したGPSデータの処理方法と、GISデータのGPSへのアップロード方法を示す。GPSは、おもにPCで解析などされるGIS（オフィスレベル）と現場レベルを接続するためのツールであるといえるが、このためにはGPSとPCとのデータのやりとりが発生する。本稿ではGPSか



図3 データのダウンロードとアップロードのイメージ

ら PC ヘデータを移動することを「ダウンロード」とし、PC から GPS にデータを移動することを「アップロード」とよぶことにする。図3ではデータのやりとりを模式的に示し、ダウンロードとアップロードの関係を示す。

また、本稿では多くの調査者が広く利用している Garmin 社製の受信機を用いた際の手法を例として示す。ここでは具体的には Montana650 を用いるが、GPSMAP62 以降のシリーズや、eTrex20 及び eTrex30 シリーズでも同様の使用方法となる。ちなみに、GPSMAP62 以降のシリーズや eTrex20 シリーズ以前の GPSMAP60 シリーズと eTrex などは、基本的にデータのやり取り方法が異なるので注意されたい。最近のモデルでは USB ケーブルによって PC と接続した際に「外部記憶媒体」のように自動的に認識されるが、過去のものは USB を使って接続可能だが基本的にシリアル通信によってデータをやり取りしているためである。過去のモデルの使用方法については「カシミール 3D」ネット (<http://www.kashmir3d.com/>) 等に多く紹介されているため、ここでは割愛することにし、最新のものを対象に紹介する。

GPS とのデータのやり取りは「gpx」というファイル形式を利用するケースが多い。また、「DNRGPS」「カシミール 3D」「Google Earth」「Google Map」「Picasa」と呼ばれるソフトをデータの送受信や加工に利用するが、これらはすべて基本的にフリー（無料）ソフトである。GPS をはじめとし

た技術の普及を考える際、こうしたフリーソフトの存在意義は大きく、空中写真や地図が整備されていないような海外でも、取り急ぎのデータ確認等に利用できるのも、ぜひ試して頂きたい。

## Garmin 受信機から直接 gpx ファイルをダウンロードし、Google Earth に表示

最新世代の Garmin 受信機をパソコンに接続することは極めて簡単である。受信機の裏にある USB ポートにケーブルを挿し、PC に接続するだけである。特別な USB ケーブルは必要なく、一般的な外付けハードディスク用ケーブルなどでも採用されている USB Mini-B Plug のあるケーブルさえあればよい。はじめて接続する際には受信機を認識するまでに少々時間を要するが、しばらくするとウィンドウが自動的に立ち上がり、外部記憶媒体として認識されたことが示される (図4)。

接続が確立されたのち、フォルダを開いて「Garmin Montana 650」を選



図4 外部記憶媒体のように認識された様子

択する。さらに、その中の「Garmin」フォルダをみると、この中に「GPX」というフォルダが存在することが分かる(図5)。この「GPX」フォルダ内に格納されているファイルが「gpx」ファイル群である。ちなみに、「Garmin」フォルダと同階層にある「DCIM」フォルダには、通常のデジタルカメラのように、この受信機で撮影したデジタル画像が格納されている。

GPX フォルダ内を見ると、中には「gpx」ファイルが含まれているのが分かる(図6)。「Track」と書かれているのは受信機内に保存されている軌跡(Track)データである。一方、Waypointと書かれているファイルは受信機に保存されているポイントデータである。「Current」フォルダには一次メモリに格納されている軌跡(Track)データである。この一次メモリは容量が

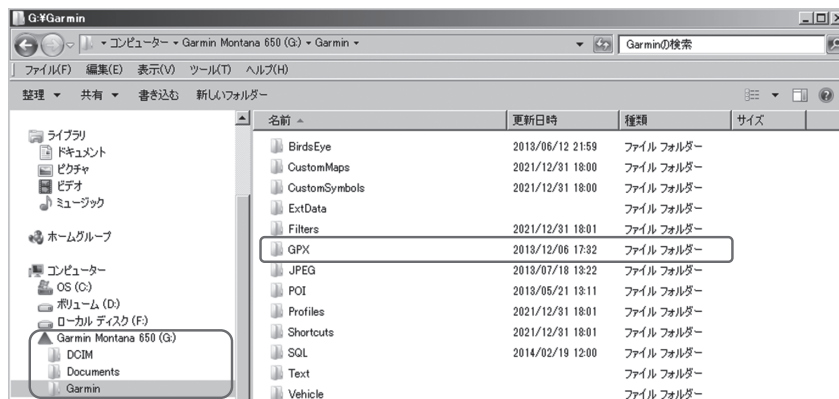


図5 Garmin フォルダ内の GPX フォルダの位置

名前	更新日時	種類	サイズ
Archive	2013/12/05 15:43	ファイル フォルダ	
Current	2013/08/19 5:30	ファイル フォルダ	
Nav	2013/09/11 8:47	ファイル フォルダ	
BirdsEye Demo.gpx	2010/06/16 2:05	カシミール3D GP...	2 KB
European BirdsEye De...	2011/03/08 5:15	カシミール3D GP...	5 KB
Garmin Waypoints.gpx	2013/07/18 13:21	カシミール3D GP...	2 KB
Grand Canyon National...	2011/07/05 3:33	カシミール3D GP...	3 KB
Track_2013-07-17 FU...	2013/07/17 17:25	カシミール3D GP...	535 KB
Track_2013-07-18 104...	2013/07/18 10:45	カシミール3D GP...	14 KB

図6 GPX フォルダ内のファイル類





図7 Google Earthでgpxファイルを指定して開く（ファイルを開く（ファイル名を変更で、gpxに変更）→ファイルを指定→開く）

一杯になると上書きされていくこともあるので、保存しておきたい場合は受信機の手操作で「Saved Track Log」としておく必要がある。このフォルダから、必要なファイルをクリック・アンド・ドロップでPCに移動する。

つぎに Google Earth を起動し、上記で保存したファイルを読み込む（図7）。GPS データインポートのダイアログが立ち上がるので、「OK」を押すと、図8に示すようにデータが表示される。上記の例ではトラックデータを示しているが、ポイントデータも同様に表示できる。

## DNRGPS を利用してダウンロード（アップロード）

ArcGIS 等で使用する shp ファイル形式にエクスポートを考えるならば、「DNRGPS」ソフトが便利である。DNRGPS はフリーソフトとして、米国ミネソタ州 HP よりダウンロードできる。URL (<http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/DNRGPS/DNRGPS.html>) を入力するか、検索ソフトで「DNRGPS」と検索するとダウンロード可能なサイトを見つけることができる。DNRGPS は非常に有用なフリーソフトで、とくに ArcGIS ユーザーには有名なソフトである。かつては DNR Garmin というソフトが公開されていたが、バー

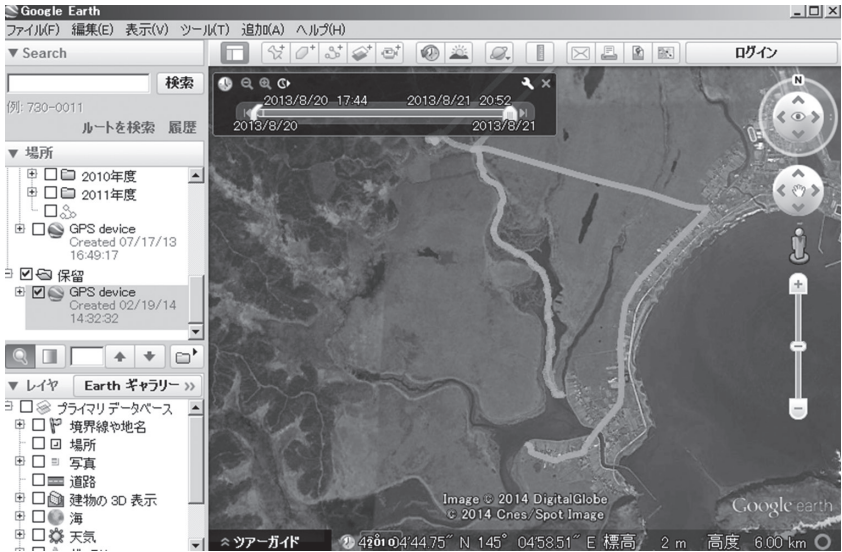


図8 トラックデータの表示例 (Google Earth)

ョンが変更されて DNRGPS となった. なお, 最新世代の Garmin 受信機は旧バージョンの DNR Garmin は利用できないため, 最新版のこのソフトを利用しなくてはならない. DNRGPS の役割を模式的に図9に示す. DNRGPS を利用することで, gpx ファイル以外にも Google Earth で利用可

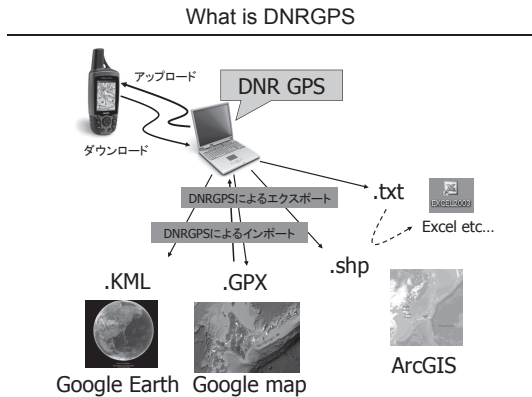


図9 DNRGPS の役割

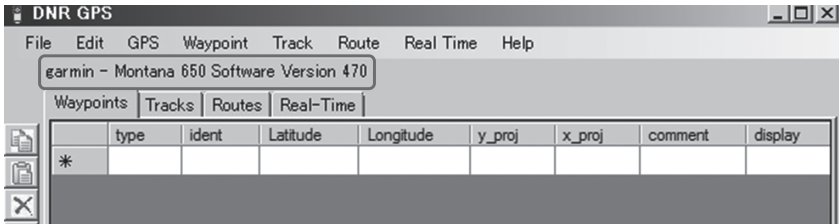


図 10 DNR GPS を起動した様子

受信機を認識している。

能な KML ファイル, ArcGIS で利用可能な shp ファイル, その他 txt ファイル等にデータをエクスポートできる。また, ポイントデータについては DNRGPS によってアップロードすることも可能であり, GPS と PC の双方向でのデータのやり取りが可能となる。

GPS 受信機を PC に接続して DNRGPS を立ち上げると, 自動的に受信機を認識する。受信機が認識されれば, 図 10 に示すように受信機のモデル名が表示される。認識されない場合は, この場所にモデル名が表示されないのので, ポート等の設定をやり直すか, 異なるポートに接続して再試行してみる。受信機が認識されれば, 「GPS」メニューからデータをダウンロードする。ダウンロードにはさまざまな方法があるが, ここでは「GPS」→「Download All」と進む。さらに, ダウンロードしたいファイル名を選択すると, GPS から PC にデータが転送される (図 11)。

ダウンロードされたファイルを shp ファイル等に変換して保存するには, 「File」メニューから「Save To」→「File」と進む (図 12), ファイルの種類から shp ファイル等を選択する。このとき, gpx ファイル, kml ファイル, txt ファイルなどが選択できるので, 必要に応じて変換して保存する (図 13)。軌跡 (Track) データを shp ファイルに保存する際には, これをポイント (点群), ライン, 線分毎に切られたライン, ポリゴンなどに変換することも可能である (図 14)。このように, 手順としては非常に容易に shp ファイルにエクスポートすることが可能であるので, ぜひお試しいただきたい (図 15)。

また, アップロードに関しては, ポイントデータならばソフトに既存ファ

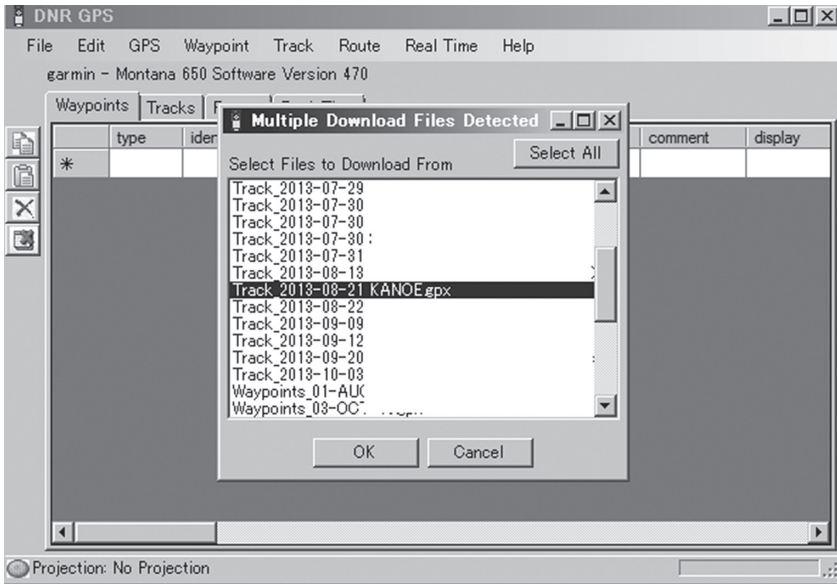


図 11 ダウンロードするファイルを選択する

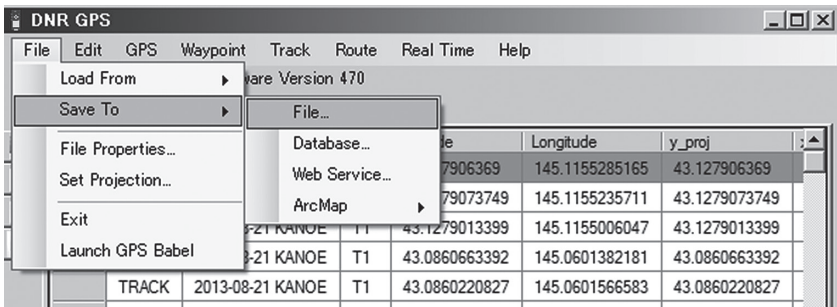


図 12 Fileメニューから「Save To」→「File」

イルを読み込んで、「Upload All」で簡単に GPS に載せることができるので、調査地点などをあらかじめ受信機に入れておくなど、ナビゲーション時に役立つ。ただし、ポイントデータを元にナビゲーションを行う場合は、座標の既知点のポイントをアップロードしておいて、座標系のずれがないかを事前に確認することが重要である。座標系がずれていたり、誤差を含むデー

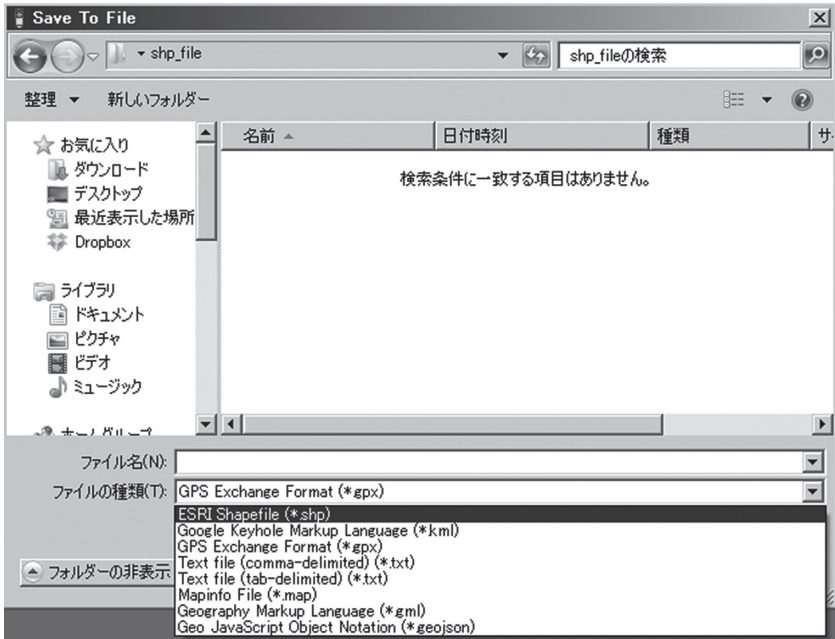


図 13 ファイルの種類から shp を選択  
他にも kml, txt, gpx などがある。

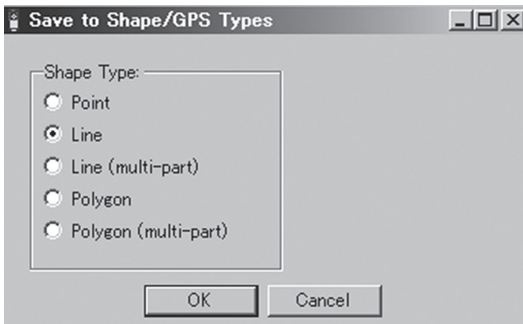


図 14 保存形式を選択  
ポイントやポリゴンも選択可能。

タがアップロードされていたりすると、調査全体が失敗するので必ず確認を行うようにしたい。

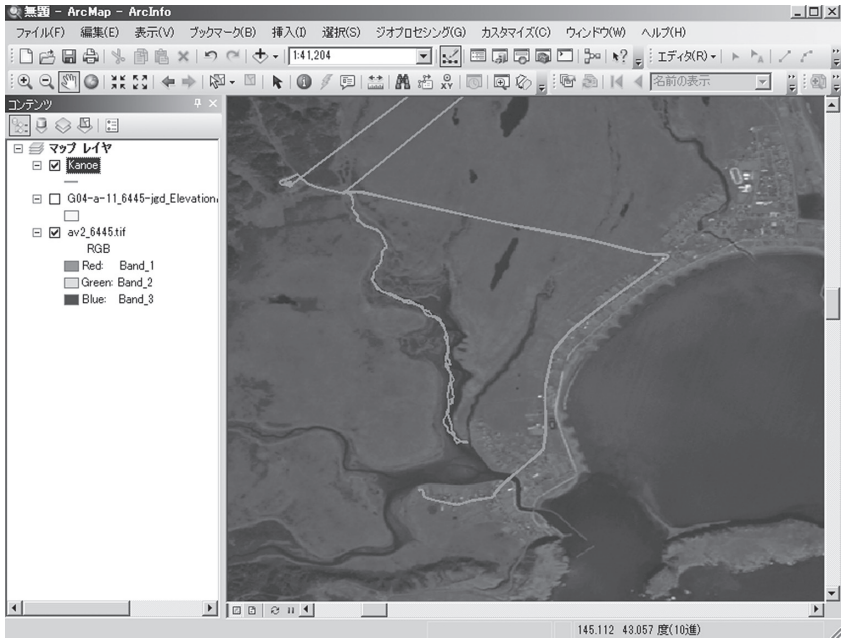
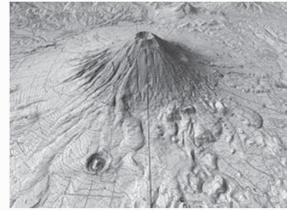


図 15 エクスポートされた shp ファイルを表示したところ

### カシミール 3D によるデータ管理

カシミール 3D は国内の GPS ユーザーには非常に有名なフリーソフトである。もともと地図を表示したり、山を 3D 表示したりという登山計画を支援するためのソフトであったようだが、GPS が登場してこのデータをダウンロード（アップロード）して管理できる機能を搭載したことから、登山以外の目的でも多く利用されることになった。フリーソフトであるにも関わらず非常に完成度が高く、国土地理院はもとより海外で無料配布されているような地図なども表示することができる。マニュアル本なども販売されていて、ユーザーも多いことから、こうしたバックアップ体制も充実しているのが特徴である。英語版は準備されているが、やはり国内版の進化は目覚しく、国内での利用が適していると思われる。カシミール 3D (<http://www.kashmir3d.com/>) のページを図 16 に示す。

Garmin 受信機もモデルチェンジとバージョンアップが著しいが、カシミ



● 今月の一役 後方羊蹄山(電子国土+山旅地図標高データ使用)

スポンサーリンク  
**無料日本地図**を入手する  
 maps.inbox.com  
 任意の地点の地図を早く検索する 無料地図ツールバーでGET!

スマホ・自転車、旅行好きにスマホ  
 ユーザ必見!!  
**『スマホ+カシミール3D  
 GPSログ自由自在』**  
 GPSログ自由自在  
 実業之日本社編纂部  
 オールカラー 80頁 ¥980  
 スマホでとれるGPSログ。スマホとカ  
 シミールの連携など。

図 16 カシミール 3D のトップページ

ール 3D も日々バージョンが更新されている。このため、最新の受信機を用いる際には、最新版のカシミール 3D をインストールしておくことが無難である。以前のバージョンから最新バージョンにアップグレードするキットも無料で入手できるので、必要にあわせて実行する。

カシミール 3D の詳細な使用方法は、多くの情報がインターネットや本で紹介されているので、ここでは割愛し、GPS との通信手法とデータ管理に焦点をあてて解説する。ここで示しているカシミール 3D は Ver 9.1.2.22831 (9.1.2) である。

GPS との通信を確立するには、メニューバーの「通信」を選択する。データのダウンロードを行うには、「通信」→「GPS からダウンロード」→「すべて (あるいは必要なものだけ)」を選択する。「通信」メニュー内でも分かるように、カシミール 3D を用いるとリアルタイムのナビゲーションも行うことができる。PC を利用する必要があるが、地図や空中写真を背景として、林内でも利用できるのが有用である。筆者らはエゾシカのライトセンサス調査時に図 17 に示すようなシステムを利用することがある。ライトセンサスでは夜間に林道などを走行することがあるが、全体の運行管理と安全のため

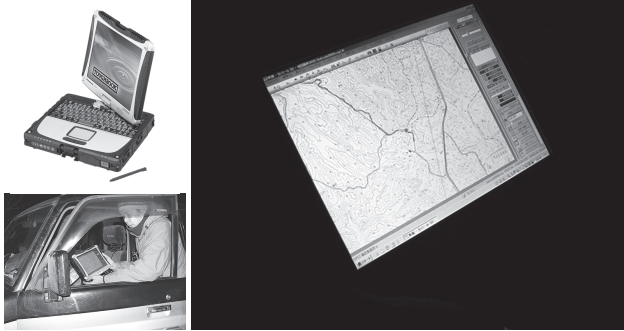


図 17 カシ米尔 3D とタブブックを用いたナビゲーションの例



図 18 通信ポートの設定画面

に現在地を正確に把握するようにしている。使用している PC は Panasonic 社製のタブブックである。

「GPS からダウンロード」→「すべて」と選択すると、図 18 のようなダイアログが立ち上がる。ダイアログ中の「マストレージ接続 (最新機種は



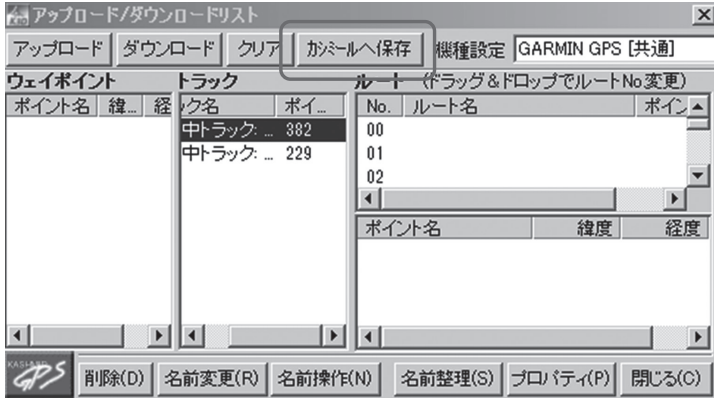


図 19 カシミールに保存

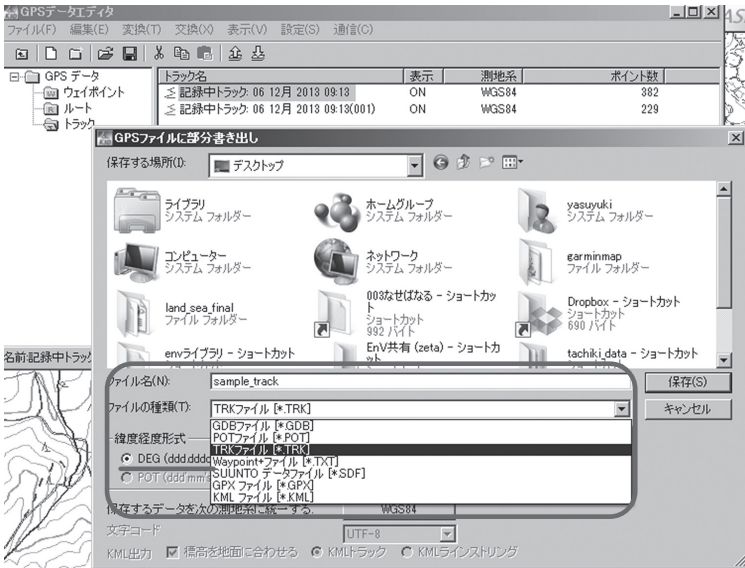


図 20 TRK ファイルで DEG (dddd.ddddd) で保存

コレ)」と書かれているラジオボタンにチェックを入れて「開始」。ダウンロードが終われば「カシミールに保存」して利用する (図 19)。

ファイルに保存する際には、軌跡 (Track) データならばテキストとして各種のソフトで読める TRK ファイルにて保存している (図 20)。なお、ポ

## 第2部 野生動物管理のための理論と実践

イントデータの場合は WPT ファイルを利用している。保存の際、度表示である DEG (dddd.ddddd) で保存することもコツである。カシミール 3D では DMM (度分分), DMS (度分秒) の 3 種類の表示で保存することができるが、見た目ではすぐには区別できないため、これらが混ざると、テキストファイルを用いて解析などする際に混乱が生じる。そのため、筆者らは常に DEG 形式で保存している。研究室や事務所内でこうしたフォーマットを揃えるようにしておくことも混乱を避けるために重要だろう。

カシミール 3D を用いることで、データのアップロードも可能である。このためには、アップロードしたいデータを選択した上で「アップロード」ボタンにて実行する。

GPS 受信機にカメラが搭載されていて、撮影した写真に座標情報があるような場合は、地図上に写真を撮影した場所が表示される「デジカメプラグイン」も搭載されている (図 21)。これは「ツール」メニューに入っているが、個別にプラグインをダウンロードすることも可能である。調査で撮影した写真の整理等に大変便利である。



図 21 デジカメプラグインの様子 (地図上のチェックの位置で撮影された)

## ジオタグフォト (Geo-Tag photo)

ジオタグフォトとは、デジタルカメラで撮影される画像データに緯度経度情報を組み込んだものの総称といえる。さまざまな手法でこれを作成することができるが、「GPS によって撮影時に画像情報に緯度経度を入れる」と「GPS で別途位置と時間を記録しておき、後ほど PC 等で時刻を同期させて位置情報を得る」というパターンに大きく分けられる。Garmin 社製受信機の Montana650 や GPSMAP62CS などにはデジタルカメラが搭載されており、GPS で測位している状態であれば自動的にジオタグフォトとして保存される。

カシミール 3D の項でも述べたように、カシミール 3D の「デジカメラプラグイン」を利用すると、地図上に撮影された箇所とアイコンが表示され、クリックすると写真が表示されて便利である。また Google 社が提供する Picasa というフリーソフト (図 22) を用いると、ジオタグフォトをまとめ

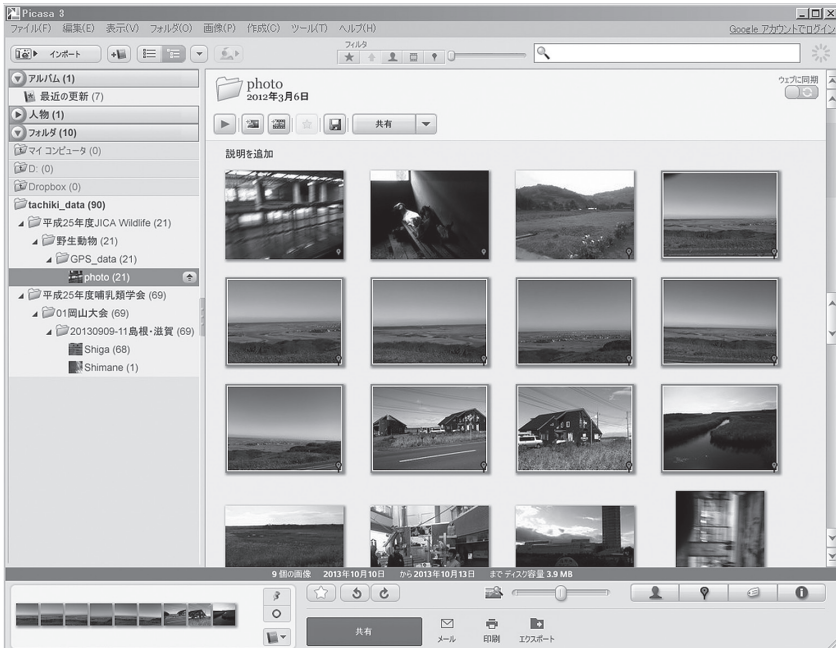


図 22 Picasa の画面

## 第2部 野生動物管理のための理論と実践

て KMZ ファイル化して、Google Earth で表示することができる。座標がついた写真を Picasa で表示すると、写真の右下にエクスクラメーションマーク (!) のようなアイコンが示される。これは画像に座標がついていることを示している。これらを選択するが、このとき複数選択することもできる。「ツール」→「ジオタグ」→「Google Earth にエクスポート」と進む (図 23)。名前をつけて、KMZ ファイルを作成したのち、できたファイルをダブルクリックすると Google Earth が立ち上がって写真の場所を表示する (図 24)。ジオタグフォトはデータや記憶の整理に非常に役立つ技術である。



図 23 ファイルを選択し、「ツール」から「Google Earth ファイルにエクスポート」

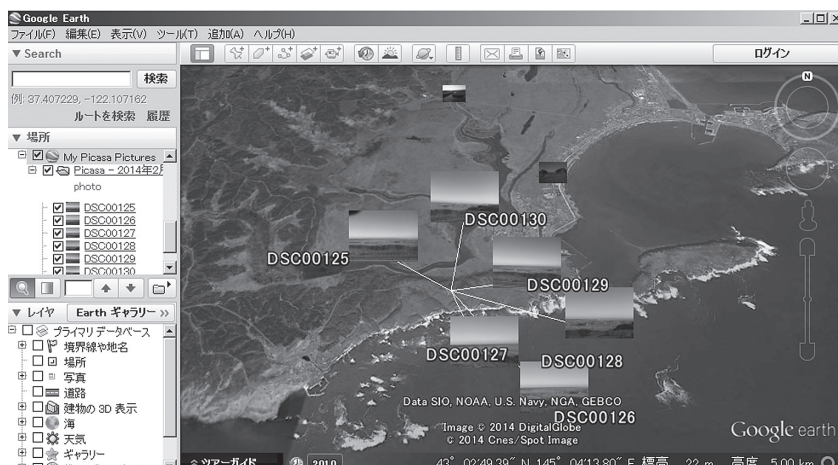


図 24 Google Earth 上に表示された写真群

クリックするとさらに拡大される。

## 5. GPS を利用した革新的な技術

### GPS 首輪

GPS の登場によってテレメトリー技術は革新的に発展した。動物調査におけるテレメトリーとは、発信器や受信機等を動物に装着し、動物の行動を把握することを指す。伝統的な VHF 発信器によるテレメトリー調査では、異なる方向の3地点から八木アンテナで電波の発信方向を推定し、これらの線によって三角形を描きその中心地を推定位置としていた。この労力は大変なもので、場合によるが1点を推定するために何十分も何時間もかけて個体を追跡することもある。仮に1時間に1点、24時間取り続けようとする、複数人数で交代しながら観察する大プロジェクトになる。また、得られる推測位置にも誤差が多く、場合によってはキロ単位の誤差になるといわれている。しかし GPS 首輪が登場することで、定期的に高い精度で1年間に何千点も記録できるようになった。

しかし、1990年代の後半に出現した GPS 首輪は、データが首輪内に蓄積するタイプであったうえに、本章の冒頭でも述べたように SA と呼ばれた 100 m 程度の誤差もあり、また首輪に搭載されている CPU の性能も低く、前評判ほどの性能が得られなかったという側面もあった。1基 50 万円以上しても、回収してみたら最初の1週間程度で故障してしまっていて、データが数十件程度しか保存されていなかったことや、放逐後すぐに故障して行方不明になったこと、何らかの不具合があって作動不良を起こしたものなど、トラブルに見舞われたのも事実である。首輪を回収しなければデータが得られないということで、首輪の故障は致命的であった。つぎの世代として、データが遠隔で吸い出せる仕組みの製品が開発された。調査期間の後半などに首輪が故障しても、それまでのデータは保険としてある程度吸い出せているということになるのでこれは画期的なシステムであった。この世代の初期のモデルは、定まった時間に VHF データが送信されてくるもので、1年前に「何月何日の何時から」とプログラムしていた。また調査者がこの電波を受信してはようがしてはまいが、定まった時刻にデータが送られてくるといって「垂れ流し」状態であった。その後のモデルから、調査者からコマンドを

送ってデータを送信させるということが可能になった。この場合は、いつでもデータが吸い出せることと、必ず調査者が近くににいるという確実性があり、近年でもこの仕組みを採用している。また、首輪の性能も向上し、現在は樹冠下でも十分な測位成功率を得られるようになった。精度は単独測位の標準的な30 m程度以下と考えてよい。

さらにつぎの世代として、衛星電話回線を利用するものが近年リリースされた。これは測位にはGPSを使用するが、定まった間隔で衛星電話回線を利用してサーバーに測位データが送られて、これを閲覧するシステムである。おもにIridiumと呼ばれる衛星電話回線を利用している。これを利用することで、半リアルタイムにデータが送られ、オフィスにいながら追跡個体の「フレッシュな」情報を知ることができるようになった。

よく似たシステムにGPS-アルゴスや、アルゴス-アルゴスと呼ばれるシステムがある。アルゴス(Argos)とは、GPSに似たシステムではあるが、データを配信したり、位置を測位したりするGPSとは別のシステムである。この通信網を利用し、GPSで測位した座標をサーバーに送るのがGPS-アルゴスである。アルゴス-アルゴスとは、アルゴスシステムによって測位し、その情報を送ってくるシステムである。アルゴスはGPSに比べて測位の誤差が数キロになるといわれていて、精度が悪い。またシステムの通信料がIridiumよりも高価とされる。しかし、機器そのものが軽量化できるために、渡り鳥のような小さな個体にも装着できる発信器が開発されている。GPS-Iridiumは現在のところ約900 g程度と重い。

いずれにしても、GPS首輪の技術的な進化は、これまで分かっていなかった野生動物の行動を詳細に把握するために大きな役割を果たしており、定量的なデータを得られるため、動物の生態や保護管理の計画立案に際し、重要な基礎データとなっている。

### UAV (Unmanned Air Vehicle)

GPSとリモートセンシング技術を組み合わせた技術として、近年注目されるUAVと呼ばれる無人飛行機を紹介したい。やはり軍事的な目的から開発されているが、近年は自然災害の現状をいち早く観察したり、小規模な空

中写真を撮影したりといった利用も多くされている。UAV と、いわゆるラジコン飛行機（ヘリ）との違いは、UAV が自律的な飛行をする点であると筆者は考える。操縦者が 100% コントロールするラジコンと異なり、UAV の多くはあらかじめ設定していたルートを飛行し、モデルによっては自律的に定まった場所に着陸することも可能である。

UAV を用いると、空中写真（静止画）、動画、センサーの種類によっては赤外写真等も撮影することが可能である。実際のセスナやヘリコプターと異なり、必要なときに機材を持ち込んで、その場で飛行させることも可能である。たとえば、湿原のような場所では平坦であるために遠くのシカの群などは地上からは意外に見えづらく、カウントしにくい。UAV があると、上空から写真や動画を撮ることで、個体数や分布などを手軽に把握することができる。また、雪の上に残った足跡の把握、GPS 首輪によって追跡している個体が利用している箇所、少しはなれた島嶼や岩礁の観察なども、UAV を使うと速やかに現場の状況を撮影することが可能であろう。

UAV は大きく分けるとヘリコプタータイプと、固定翼タイプがある。固定翼のほうがヘリコプタータイプよりも速度が速く広範囲をカバーできるが、ヘリコプターの場合は定点的な観測が可能であることや、着陸の際にも省スペースであることなど特徴が異なる。

UAV は一般にはこの数年で出現してきた技術である。しかし、国内外の大学や、建設系、自然環境系のコンサルタント会社が近年導入を急速に進めており、今後の技術革新が見込まれる分野でもある。野生動物の調査研究においても、さまざまな場面で目にするが増えそうである。

## 6. 小括

本章では GPS とその利用方法などについて述べてきた。GPS は過去 15 年の間に飛躍的な技術革新がみられ、過去の GPS 受信機と現在の GPS 受信機では性能が大きく異なる。これらの点は単なる技術的な発達といえる。しかし GPS が一般的な技術として浸透した背景として、PC をはじめとする情報処理技術の発展と、社会的な地理情報のニーズの高まりなどが考えられる。

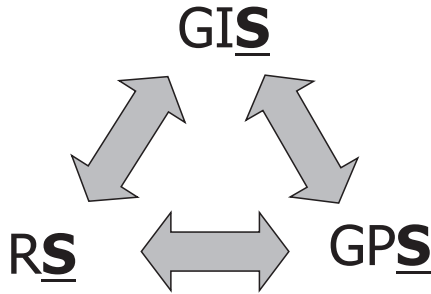


図 25 3S 技術のコンセプト

2000 年頃、「3S テクノロジー」と呼ばれるコンセプトを耳にした。「3S」とは「GIS」「GPS」「リモートセンシング (RS)」の略であった (図 25)。

この3種類は技術的に親和性が高く、また密接に関わらせることで、単独で使用するよりも革新的な結果を得ることができるというものである。今日、15 年ほど経過したが、まさに「3S 技術」が一般的な生活圏にまで及んできていると感じている。また「3S 技術」のコンセプトは、それぞれの技術を独立して利用することよりも、GPS は GIS やリモートセンシングと連携する重要性を指摘している。GIS やリモートセンシングでは GPS を利用して現地でグランドトゥルースを得ることで、初めてデータの確実性が増す。また、GPS で取得したデータは GIS 等にインポートすることで新たな解析が可能となる。GPS を利用する際に、こうしたコンセプトを念頭におくことで、さらに有効なツールとなるだろう。

### 【コラム 3】 FOSS4G でここまでできる野生動物調査 ～オープンソース GIS の活用事例～

#### 1. オープンソース GIS (FOSS4G) とは

GIS (地理情報システム) は野生動物管理を行うのに多くの有効な機能を有しているが、アカデミックライセンスや大学単位のサイトライセンスが導入されている場合をのぞき、導入にコストがかかるのが大きな問題であ



った。とくにフィールド調査を主とする研究の場合、「ソフトよりも調査に資金を使いたい」という希望は多くの方が持っているだろう。そのような際に有効なのが、FOSS4G (Free and Open Source Software for Geospatial) とよばれるオープンソースのGISである。オープンソースソフトウェアの特徴としては、無料で入手できることがおもに注目されているが、それ以上に 1) どのような用途で使ってもよいこと, 2) ソースコード (ソフトウェアの設計図) が公開されており改良や変更が可能なこと, 3) 再配布が可能なこと, という特徴が挙げられる。たとえば, GIS ソフトウェアでも私的利用や, 研究目的, 非商用利用であれば無料といったものがあるが, そのような制限は全くない。また, 体験版のように機能制限や利用期間制限もなく, 自分が使用しているソフトウェアのコピーを他人に渡すことも可能である。

これらのオープンソースソフト開発は, おもに海外で進められているため, 以前はインターフェイスやマニュアルなどが英語しかなく, 専門家以外には扱いにくかった。しかし近年では, OSGeo 財団日本支部をはじめとする有志の活動により, ソフトウェアの翻訳や日本語資料の整備が進んでいる。そこで本コラムでは野生動物調査データの分析に有効な, 代表的な FOSS4G を紹介する。

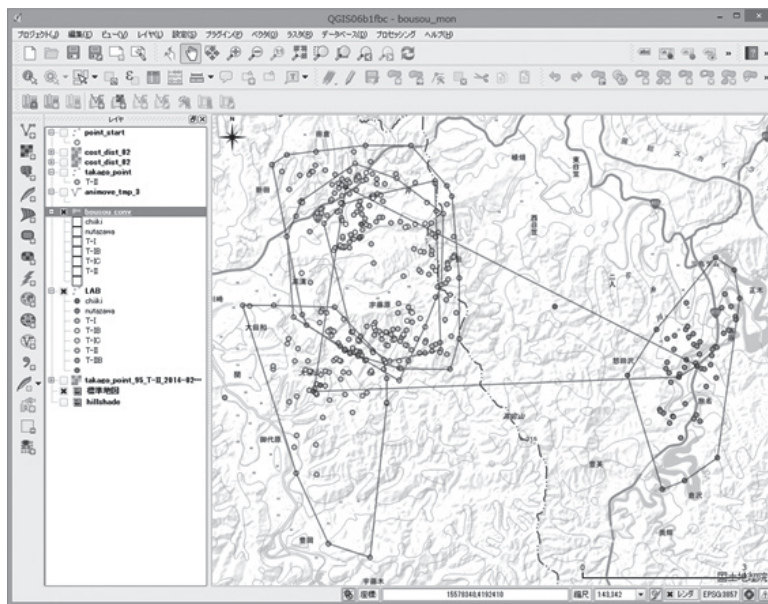
## 2. FOSS4G の紹介

### QGIS

日本国内で最も利用されているとっていい FOSS4G が QGIS<sup>i</sup> (図 I) である。利用しやすい GUI インターフェイスで構成されており, Web 上にもさまざまなチュートリアルやマニュアル<sup>ii</sup> が公開されており, 最近では参考書籍 (今木 2013) も出版されるなど, 日本語の情報も充実している。なお QGIS の開発速度がきわめて早いため, 上記参考書籍で利用している QGIS のバージョンが 1.8 なのに対して, 現在の最新版は 2.6, 2015 年 2

i <http://www.qgis.org/ja/site/>

ii <http://koutochas.seesaa.net/article/343522575.html>



図Ⅰ QGISの実行画面

月末には 2.8 が公開という、活発に開発されているが故の悩ましい問題もある。また、Windows だけでなく、Mac や Linux など、さまざまな環境でも利用可能である。

さて、QGIS の特徴の一つはプラグインを導入することによりさまざまな機能を追加できることである。たとえば、日本国内向けに公開されている地図画像を背景として使うためのタイルレイヤプラグイン<sup>iii</sup> やエコリスタイル地図プラグイン<sup>iv</sup> 等を使用することにより、手軽に地図データや植生図を表示することが可能である。これにより、データを購入することなく、調査対象地域の地図等を作成できる。また、野生動物の観測地点から最外郭ポリゴンを生成する機能もプラグインを利用することにより可能である(図Ⅱ)。

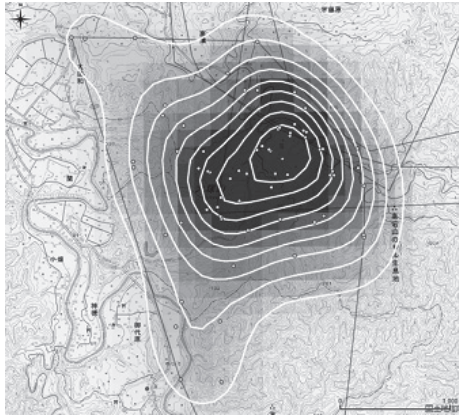
iii [http://space.geocities.jp/bischofia\\_vb/qgis-plugins/TileLayerPlugin/](http://space.geocities.jp/bischofia_vb/qgis-plugins/TileLayerPlugin/)

iv <http://map.ecoris.info/>



図II 房総半島高宕山周辺におけるニホンザルの分布データの表示例

背景にはタイルレイヤプラグインを使い、国土地理院の地図を表示、群れごとに最外郭ポリゴンを生成して表示している。



図III 房総半島高宕山周辺におけるニホンザルのデータに対し、AniMove for SEXTANTE プラグインを使用して固定カーネル法による行動圏分析を行った例

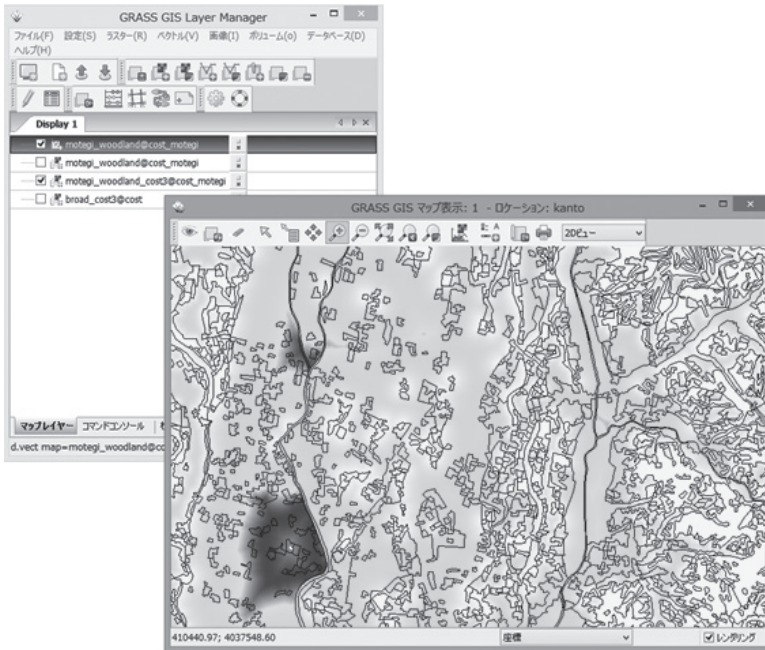
さらに、とくに野生動物の行動圏分析のためのプラグイン開発を目的とした AniMove<sup>v</sup> というプロジェクトも存在している (図III)。現在、Home

v <http://www.faunalia.eu/en/animove.html>

Range Plugin や AniMove for SEXTANTE といったプラグインが公開されているが、このプラグインは残念ながら QGIS 1.8 までしか対応しておらず、かつインストール等にコツが必要である<sup>vi</sup>。しかし、一度インストールすれば固定カーネル法による行動圏分析等が容易に実行できる。なお、同じくオープンソースソフトの R 言語を用いて同様の分析を行う方法もある<sup>vii</sup>。

## GRASS GIS

GRASS GIS (図IV)<sup>viii</sup> はもっとも長い開発の歴史を持つ FOSS4G であり、2013 年には開発開始から 30 周年を迎えた。GRASS GIS は QGIS と同様



図IV GRASS GIS の実行画面

QGIS と異なり、管理用画面 (左上) と地図表示用画面 (右下) の二つに分かれているのが特徴。

vi <http://www.slideshare.net/hiroakii1/home-range-28740647>

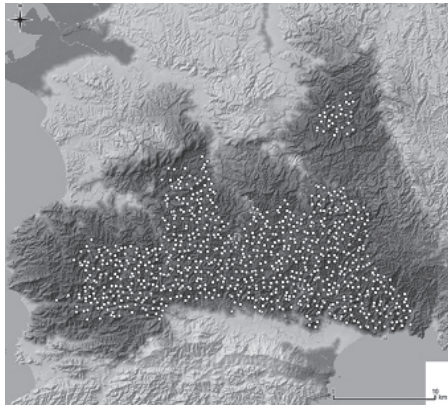
vii <http://www.slideshare.net/NozomiIriomote/qgisr>

viii <http://grass.osgeo.org/>

にマルチプラットフォーム対応、GUIが日本語化されているといった点とともに、コマンドラインからプログラミングが可能なこと、データを独自のデータベースに格納する必要があること、解析機能を多く持つといったことが特徴である。独自データベースの利用やコマンドライン操作といった特徴は初心者にとっては利用のハードルが高いが、大量のデータを処理する際や高度な分析を行う場合には、きわめて有効に活用できる。

また、QGISとの連携も容易であり、GRASS GISの解析機能をQGISから利用することや、データを表示することも可能である。さらに、同じコマンドラインのツールであるR言語との連携も取りやすい。利用にあたって多少の経験を必要とする中・上級者向けのソフトといえるが、日本語のチュートリアル資料<sup>x</sup>やハンズオン資料<sup>x</sup>もあるので、参考にして頂きたい。

野生動物調査に有効な分析としては、道路や森林などの地物への距離を測定する最近傍距離解析(v.distance)や、累積コスト距離解析(r.cost)を用いた分布拡大解析<sup>xi</sup>(図V)などが挙げられる。



**図V 累積コスト距離法を用いた、房総半島におけるニホンザルの分布拡大評価図**  
GRASS GISを使用した累積コスト距離計算の結果をQGIS上に表示。背景にはエコリス地図タイルプラグインのヒルシェイド・レイヤを使用。

ix <http://www.osgeo.jp/foss4g-mext/>

x <http://www.slideshare.net/nuimura/131031-foss4-gtokyograsshandsonpresentation>

xi <http://cse.niaes.affrc.go.jp/niwasaki/pdf/eids2008.pdf>

### その他のツール

さて、実際に GIS を使った解析を行う場合、もっとも多くの時間を必要とするのが、データの形式や座標系の変換などの単純作業である。少数のデータ処理であれば QGIS などを使用すればよいが、数十・数百といったデータを変換する場合、解析の下準備だけで多大な労力を必要とする。そのような際に有効なのが、GDAL/OGR<sup>xii</sup> と呼ばれるコマンドラインのツールである。簡単なバッチファイルやスクリプトを作成することにより、典型的な処理を繰り返し行うことが可能であり、作業の効率化を図ることができる。

また、数千、数万といった大量のデータを扱う際には、QGIS や GRASS GIS といったデスクトップ GIS ではデータの処理や解析が困難な場合もある。そのような場合は、データベース管理システムである PostgreSQL<sup>xiii</sup> で地理空間情報を扱えるように拡張した、PostGIS<sup>xiv</sup> の利用が有効である。野生動物調査における活用事例は多くはないが、サケ科魚類の生息地解析<sup>xv</sup> や、草地性鳥類のハビタット評価<sup>xvi</sup> に PostGIS を活用した事例などがある。

これらのツールはデータ処理に特化しているため、表示などを行うには上記の QGIS や GRASS GIS と組み合わせて使用することになる。このように、複数のツールを組み合わせて作業の効率化や大規模データを扱えるようにするのも、FOSS4G の特徴の一つである。

### 3. コミュニティと FOSS4G

FOSS4G をはじめとするオープンソース GIS のもっとも重要な特徴は、開発や資料の作成が、コミュニティ活動により行われている点である。日本国内では、OSGeo 財団日本支部が開催する FOSS4G イベントや、日本生態学会や日本哺乳類学会での自由集会などのユーザーや開発者が交流を

xii <http://www.gdal.org/>

xiii <http://www.postgresql.org/>

xiv <http://postgis.net/>

xv [http://www.osgeo.jp/wp-content/uploads/2010/03/esj75\\_imaki.pdf](http://www.osgeo.jp/wp-content/uploads/2010/03/esj75_imaki.pdf)

xvi <http://www.osgeo.jp/イベント/foss4g2013tokyo/tokyo-day2-abstract/>

行う会議も行われており、これらの活動の成果としてさまざまな資料が Web 上に公開されている。また、マニュアルやメニューの日本語化なども、コミュニティが主体となって行っている。

これらの活動は、参加者のボランティアによって成り立っている。言い換えると、無料のソフトウェアを使う代わりに、得られた成果を公開し、コミュニティに還元しているともいえる。そう考えると「ただより高いものはない」ではないが、「お金を払った方が得」と感じる方もおられるだろうし、実際にそういえる面もあるだろう。しかし、中・長期的に考えると、コミュニティが大きくなり、ユーザー同士の情報共有が進むことにより、より効率的な分析や作業が可能になるだろう。本コラムで引用した資料も、多くのユーザーにより公開された資料であり、情報共有の成果として利用させて頂いている。また、開発者とユーザーが交流することにより、機能の改良なども期待できる。

これらのことにより、GIS を用いた野生動物の保全や管理にかかわる教育研究の進展や、さらには市民レベルの社会实践への貢献が期待できるだろう。ぜひ多くの方に、FOSS4G を利用して頂くだけでなく、コミュニティ活動に参加して頂き、その成果を共有して頂ければ幸いである。

(岩崎亘典)

## 【コラム 4】 イノシシの被害調査データを用いた GIS の活用事例～行政データを用いて～

鳥獣対策の場面においても、GIS は、被害状況、目撃・捕獲地点などの情報を一元管理でき、誰もが理解しやすい視覚情報としてアウトプット可能であることから、一部の研究者や専門家だけでなく、行政担当者も活用できる有効なツールとして注目されている(図 I)。その結果、鳥獣被害に関するデータを GIS データベースとして蓄積している自治体も近年増えは

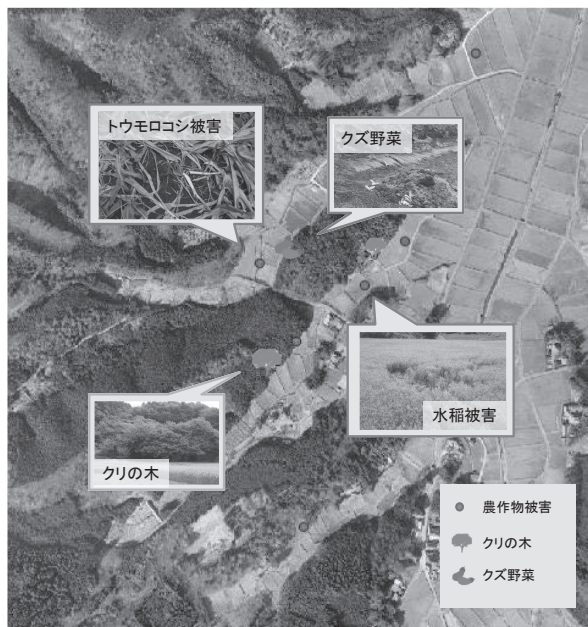


図1 農作物被害状況および周辺の環境状況のイメージ図

地図データに被害状況や周辺状況を重ね合わせることで複雑な情報も一般の方にも理解しやすく視覚化でき、合意形成を図るうえで重要なアイテムとなる。

じめた。本コラムでは、こうした行政データとGISを活用した研究事例として、イノシシの農作物被害地点（行政データ）と周辺環境特性の関係を解析した事例（野元ほか 2010）を紹介し、行政データをベースにした研究を進める際の注意点を述べる。

## 1. GISを活用したイノシシ被害と周辺環境特性の評価

2000年以降、イノシシによる農作物被害が各地で問題となっている。被害農作物の種類と被害場所の周辺環境との関係を把握し、被害の発生に影響を及ぼす要因を特定することができれば、効果的な被害対策が実施できると期待される。

そこで、イノシシの被害場所の特徴を評価するために、栃木県茂木町が実施した2007年度イノシシ被害調査によって構築されたGISデータベー



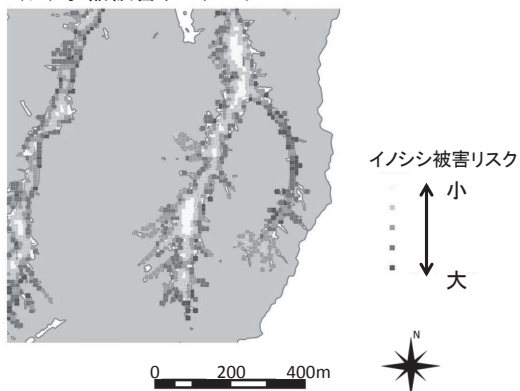
ス（調査項目：被害場所、被害農作物名、被害月日、被害面積、被害程度）を用いて、イノシシの被害地点とその周辺の環境条件との関係を分析した。分析には多重ロジスティック回帰分析を用いた。この分析では異なる2群（被説明変数）に着目し、その違いに関係する要因（説明変数）が何かを評価することができる。本研究では、被害地点およびそれと同数のランダム点を被説明変数、被害地点周辺の環境条件を説明変数とした（図Ⅱ）。



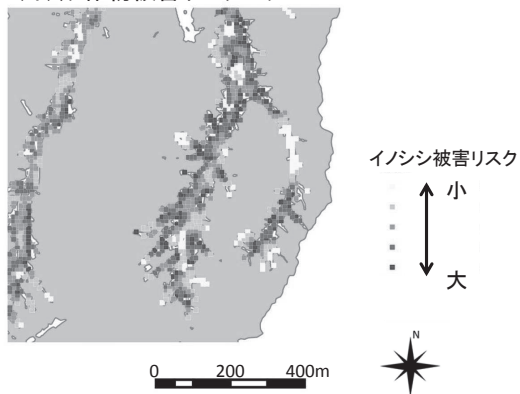
図Ⅱ 多重ロジスティック回帰分析の作業プロセス

その結果、水田における被害は、林縁や一級河川からの距離が近い水田ほど発生しやすいことが示された。一方、畑地における被害は、耕作放棄地や建物からの距離が近く、周辺の森林の面積が大きい畑地ほど発生しやすいことが示された。これらの結果から、イノシシ被害対策は、農地の利用形態（水田なのか、畑地なのか等）と周辺環境（林縁から近いのか、周辺の森林の面積は大きいのか等）を同時に考慮した対策を講じていく必要があることが示唆された。

(ア)水稲被害リスクマップ



(イ)畑作物被害リスクマップ



図Ⅲ イノシシ被害リスクマップ

また、このような分析結果を GIS 上に返してリスクマップを作成することにより、被害が発生しやすい農地を視覚的に示すことが可能である(図Ⅲ)。このように行政データと GIS を活用することによって、イノシシ被害を軽減するために必要な情報を提供することができる。

## 2. データの信憑性を確認しよう

総務省(2012)は、市町村で調査された野生鳥獣の被害データは、被害面積などが実際よりも過大に算出されている場合があることや、被害状況の検証を行っていない場合が多いことなどを指摘している。そのため、自身の研究において市町村データを用いる際は、調査設計や集計方法などを精査し、そのデータがどの程度信頼できるものなのかを確認する必要がある。

上記の研究では、茂木町が農家へアンケートを実施した結果をデータソースとしたため、アンケート担当者に直接集計方法をヒアリングしたとともに、現地足を運び、アンケート用紙に記入されている被害地点と GIS 上にプロットされている被害地点の位置が合致するのか確認した。その結果、イノシシによるものか判断の難しい被害地点の情報がデータに含まれていたり、実際の被害地点の位置と GIS データベース上の位置が異なっていたりなど、解析の支障となるエラーが存在したため、一部のデータは事前に修正または削除する必要があった。

しかし、このような現地での確認を十分に行なったとしても、データの質を高められない場合もあることに留意が必要である。たとえば、農地に放置していたクズ野菜を食べられたときに「被害」と感じる人と、そうでない人とがいるなど、個個人によって被害に対する認識は異なっている。その結果、被害認識がデータに偏りを生じさせてしまうのである。こうした偏りを軽減するために、市町村が農家等にアンケートを行う際には、調査設計に関する事前説明会の開催や、アンケートの注意書きの記載等を工夫することなどが必要だろう。

(奥田(野元)加奈)

