

河辺植生の現況および履歴の簡易調査法の開発とその応用 ～パソコン画像処理とGPSの活用～

1. はじめに
2. 調査手順のシステム化
3. 調査地点
4. 測量機器を用いた調査
5. 簡易DGPSを用いた調査
6. 空中写真とGPSを組み合わせた調査
7. 植生図の電子化
8. おわりに

宇都宮大学 工学部 須賀堯三・池田裕一

1. はじめに

河辺植生は、それ自身だけでなく他の生物の多種多様な生息場を提供するなど、河川生態系の中で重要な役割を果たしている。さらに河川景観の主要な要素ともなっている。また植生の存在は、流水に対して流水断面の減少と抵抗の形で影響を及ぼし、その結果、流砂量や河川地形も変化させていく。こうした変化に伴い、植生の分布形態も刻々と変化し、河川の姿ならびに生態系全体が変遷を遂げることになる。したがって、河川環境の適切な管理・整備のためには、河川周辺の植生の現況と履歴を把握する必要性がある。

しかし、多種多様で、空間的、時間的な変化に富む河川植生の状況を、長期にわたって定量的に調査していくことは容易ではなく、簡単で効率の良い調査方法が要請される。しかもその調査方法が、比較的安価な機材で実現できるならば、さまざまなレベルの自治体や学校、各種団体などで活用することができ、これまでカバーしきれなかったいろいろなレベルの水域系での調査を行ったり、河川に対する関心を喚起したりすることが可能になろう。

そこで本研究では、河道内の植生分布調査の効率化および低廉化をはかるために、パーソナルコンピュータ（以下、パソコン）とGlobal Positioning System（以下、GPS）および空中写真の活用方法を検討することにした。具体的には以下の項目である。

- 1) スタジア測量による植生分布調査。
- 2) 市販GPS機器を用いた植生分布調査。
- 3) 空中写真とGPS測量を併用した植生分布調査。
- 4) CADソフトを援用した植生分布図作成の効率化。

本論文の構成は、次の通りである。

第2章は、本研究で検討した調査方法のシステムとその実現手法の概要を述べている。第3章は今回の調査方法を適用した地点について言及している。第4章、第5章、第6章はそれぞれ通常の測量機器を用いた調査方法、市販GPS機器を用いた方法、空中写真とGPS測量を併用した方法について、研究において検討した具体的な方法とその実践結果を述べている。第7章では、通常測量機器による調査結果を電子化して、植生分布図の作成作業を効率化する方法について検討している。第8章では本研究により得られた知見をまとめている。

2. 調査手順のシステム化

2.1 植生調査手順の一般化

植生調査に必要とされる項目を整理すると、表1に示す6項目になる。

植生調査を効率よく行うということは、この表の①～⑥の各項目を効率化することといえる。ただし、予算やスキルなどの制約から、必ずしも各項目ごとに最良の方法を選択することはできないだろうし、

その必要もない。重要なのは、各項目の実現方法の選択肢を多様にしておき、予算やスキルに応じてどれを選択した場合でも項目間のデータの整合性がとれるようにしておくこと、すなわち、調査手順全体のシステム化である。

表1 植生調査の項目と内容

| 項目 | 内容 |
|---------------|--|
| ①調査区域の選定 | ・河川整備や研究など、目的別による調査区域の決定 |
| ②現地調査までの準備 | ・現地の事前視察 ・空中写真の入手 |
| ③現地調査 | ・植生調査 ・地形調査 |
| ④データ整理および植生図化 | ・植生図作成のためのデータ整理 ・植生図化 |
| ⑤データベース化 | ・メッシュデータの作成 |
| ⑥調査結果の活用 | ・時間変化による植生動態の把握 ・河川横断方向における地形と植生の関係 |

2.2 各手順における実現手法の概要

表1の6項目を元に、本研究において検討した作業の全体的な流れを図1に示す。

まず、空中写真の利用の可否により調査方法は分かれる。空中写真により地形や植物群落の境界などが判読できればその有用性はきわめて高い。場合によっては踏査を省略することができる。あるいは踏査に敏感な湿原などへの人為的なダメージを最小限にすることができる。また空中写真を携えて植生状況を観察しつつ、写真上に群落境界線を記入するなど、予備調査の時間を省くことができる。あるいは現地での測量作業をほとんど行うことなく植物群落の境界線を描くことができる。さらに過去の空中写真が利用できれば、植生の履歴と河川の動態との対応を検討することができる。

空中写真とGPSを組み合わせて調査の効率化を図ることができる。たとえば空中写真を画像データとしてパソコンに取り込み、GPSソフトを用いて踏査ポイントを直接地図画像へ入力することも考えられる。またあらかじめ植生位置の座標を入力することにより、見通しのきかない場所についてのナビゲーションを行うことも可能であろう。

空中写真を入手できない場合、GPSのみを用いて位置測量を行う方法と測量機器を用いる方法を考えることができる。この2つの方法については、予備調査により調査対象地域の概要を把握し、本調査を効率よくおこなえる準備をする必要がある。

ところで、通常GPS測量を行う場合、精度の高い専用機器を用いる。しかし、この種の機器は一般に大変高価なので、本研究の対象にならない。とはいっても市販の機器を単独で用いると、今度は精度が格段に低下してしまう。そこで本研究では、市販機器を用いたディファレンシャルGPS（以下、DGPS）の可能性を検討することにした。DGPSは、位置を特定できる場所に基準となるGPS装置を置き（基準局）、実際に測量に赴くGPS装置（移動局）との間で誤差を相殺する方法である。

現在日本でもDGPSを行うために、特定の基準局でのGPS情報を配信するサービスが始まっている。とはいってもサービスの届く範囲やコスト、それに対応した機器の価格などを考えると、適用するのは難しいだろう。そこで本研究ではこうしたサービスに頼らずに、自分で任意に基準局を設けてDGPSを実現しようとした。いわば簡易DGPSである。具体的な方法、結果については後述する。

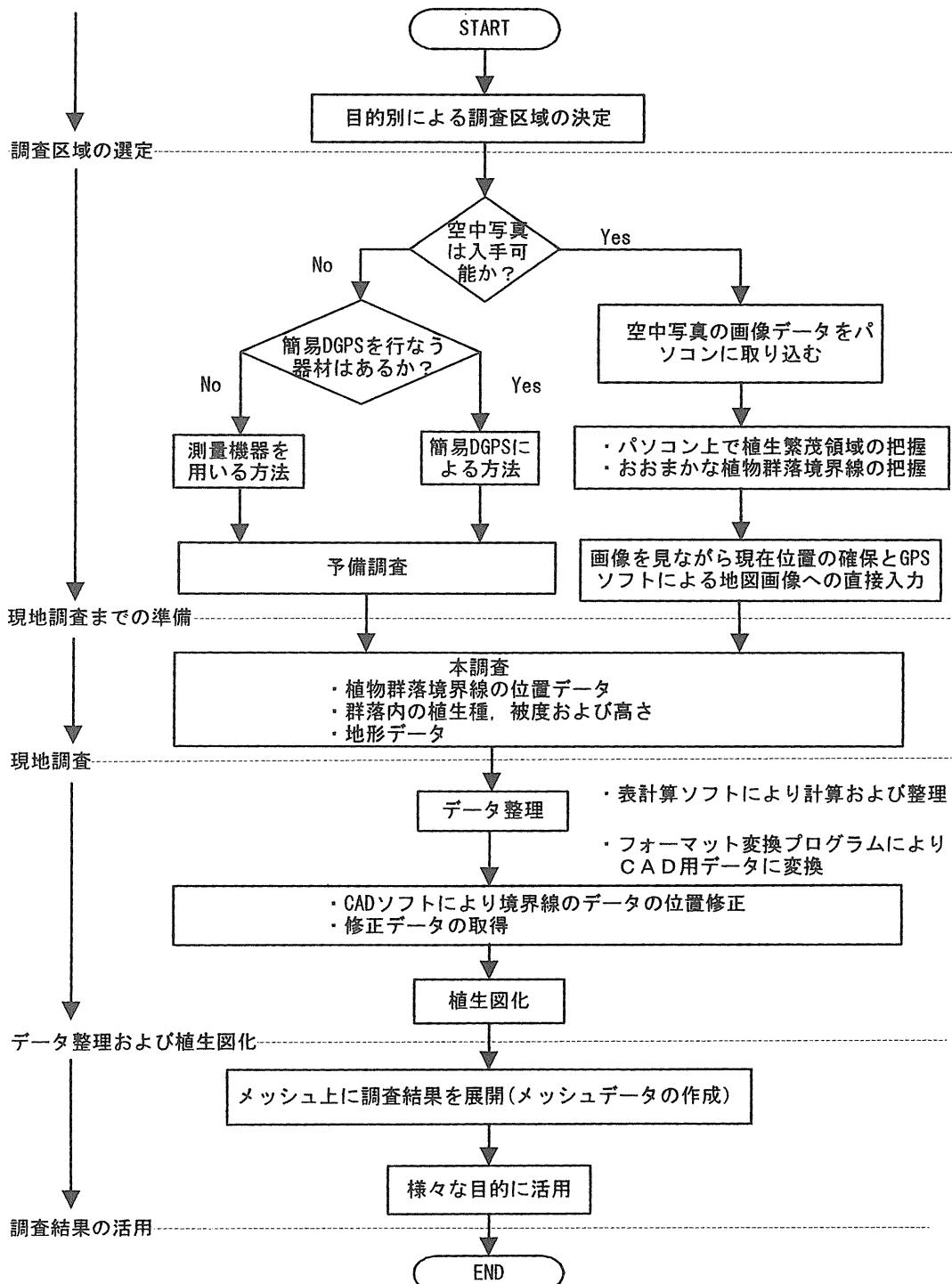


図1 植生調査の全体的な流れ

測量機器を用いる方法は、トランシットを使用したスタジア測量によるのが一般的になってきている。辻本はトランシットを堤防に据え堤防に直角な測線を設定し、ほぼこれに沿って踏査員が川原に入り、植生調査と標尺設置をおこなっているが、本研究では堤防に何点かトランシットを据える点を設置し、踏査員が植物群落の境界線に標尺点を設置する。トランシットから標尺点の目盛り、水平角および鉛直角を読みとる。これにより、トランシットからの相対的な位置を測量することができる。

以上の調査結果を、パソコンの表計算ソフトを用いて整理する。空中写真を利用した方法では、GPSソフトにより表計算ソフトに出力が可能なので、それを整理する。簡易DGPSの調査結果は、基準局と移動局2つのデータから本研究において作成した計算プログラムにより相対的な座標位置を計算する。それを表計算ソフトに出力し、整理する。スタジア測量のデータは手作業で表計算ソフトに入力し、相対的な座標を計算する。

植生分布の座標位置が求められたら、その値を用いて植生図を描く。本研究では、植物群落ごとの境界線を測量しているため、隣り合う植物群落との整合性がとれないことがある。そこで測量結果による植生図は、補正をする必要がある。その補正をCADソフトにより行うことで、効率化を図る。その際、表計算ソフトとCADソフトの間でデータのやり取りのために、両者間のデータ変換プログラムが必要になる。

本研究では具体的に検討したのはこのレベルまでである。このあと、CADソフトで補正されたデータは、再び表計算ソフトで読み込まれ、さまざまな用途に活用されることになる。これについては今後詳細に検討していきたい。

3. 調査地点

以上、空中写真、GPS機器、そして従来の測量機器を用いての調査方法の概略を述べた。本研究においてこれらの調査方法を実際に適用した地点は表2に示す3つである。

表2 調査地点

| 地点名称 | 河川名 | 調査地点 |
|-------|---------|---|
| 調査地点A | 那珂川水系荒川 | 那珂川合流点より上流約29km地点の河原 (栃木県喜連川町早乙女 中坪地区地先) |
| 調査地点B | 鬼怒川 | 宝積寺グリーンパーク (高根沢町宝積寺) |
| 調査地点C | 鬼怒川 | 新鬼怒大橋下流側 (宇都宮市) |

地点Aは宇都宮大学水工学研究室で数年にわたり調査を行ってきた地点であり、本研究ではスタジア測量をはじめとするいろいろな調査方法の可能性を検討した。ただし、地点Aは調査領域が狭いので、市販GPS機器を用いての測量にはやや不向きともいえた。そこで、より広範囲な試験領域として、調査地点BおよびCを選定し、市販機器によるGPS測量の可能性を検討することにした。写真1～3に各地点の空中写真を示す。

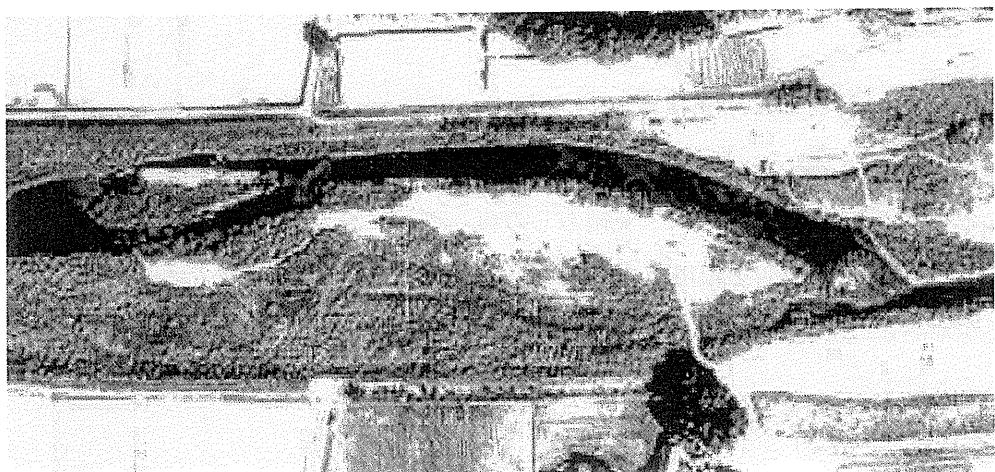


写真1 調査地点Aの空中写真（喜連川町早乙女, 1995年）



写真2 調査地点Bの空中写真（宝積寺グリーンパーク, 1986年）

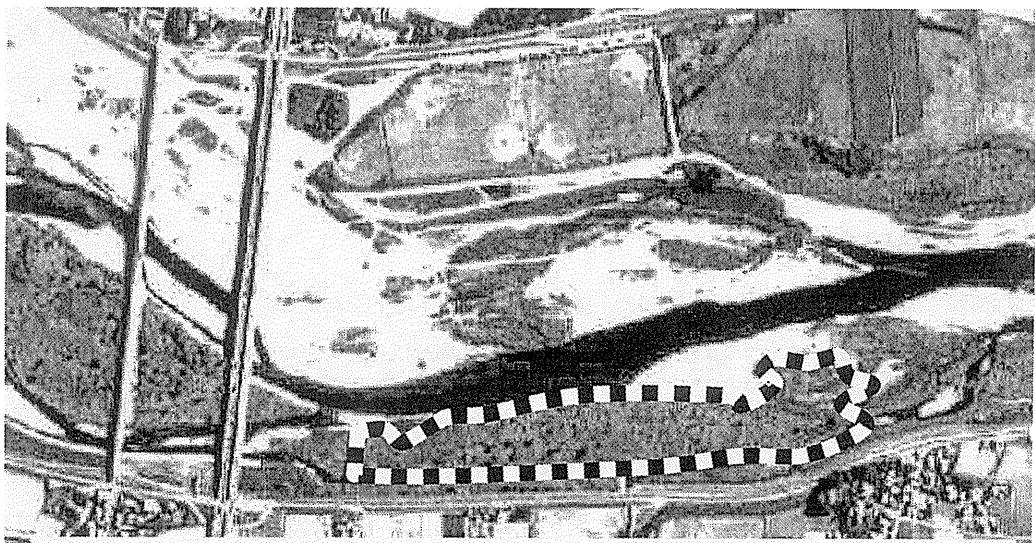


写真3 調査地点Cの空中写真（新鬼怒大橋下流側, 1995年）

4. 測量機器を用いた調査

従来の測量機器を用いて植生分布を調査するのは、辻本の用いたスタジア測量による方法が簡便であろう。これは、堤防上に設けられた測点から、トランシットにより河原上の目標物に置かれた標尺の位置を観測するものである。この方法は、見晴らしの利く測点にトランシットが据えられればよく（複数でも可）、従来の測量のスキルを転用できるので、さまざまな河川での実績も多い。ここでは、今回行った方法を現地調査とデータ整理の二つに分けて説明し、実際に行った結果を交えて、その有効性などを評価することにする。

4.1 現地調査方法

現地調査には、予備調査と本調査の二段階調査で臨んだ。

予備調査では本調査を効率よく進めるため、現地でまず調査区域に生息するおおよその植物種とその分布状況を把握した。つぎに堤防上にトランシットを据える位置を複数決めて杭を設置した。そのそれについて、測点位置の測量、方位角の観測を行った。

本調査は、観測手（トランシット係）1名、記録者1名、踏査員2～3名に別れて行った。作業内容は次の通りである。なおスタジア測量そのものの詳細については、ここでは触れないで、測量関連の書を参考にされたい。

- 1) 踏査員は予備調査により得られたおおまかな植生分布図を参照しながら、植物群落ごとに境界線上の適当な点を選定して、標尺を立てる。
- 2) 観測手は、トランシットにより標尺の位置を読みとる。
- 3) 記録者はそれをデータシートに書き込み、距離および高低差をその場で計算する（スタジア測量は計算式が簡単なので、電卓で十分）。その値が実際と明らかに違う場合には、再測する。事情が許すならば、携帯型パソコンにその場でデータを入力すると、データ整理の効率化になる。
- 4) 踏査員は群落境界線上で適当な個数だけの位置測量が終了後、今度は植物群落内で代表点を選定する。コドラート用のロープでその点を囲み（今回は2m×2mの範囲）、その中に確認できた植物種ごとに被度および高さを測定する。

4.2 データ整理方法

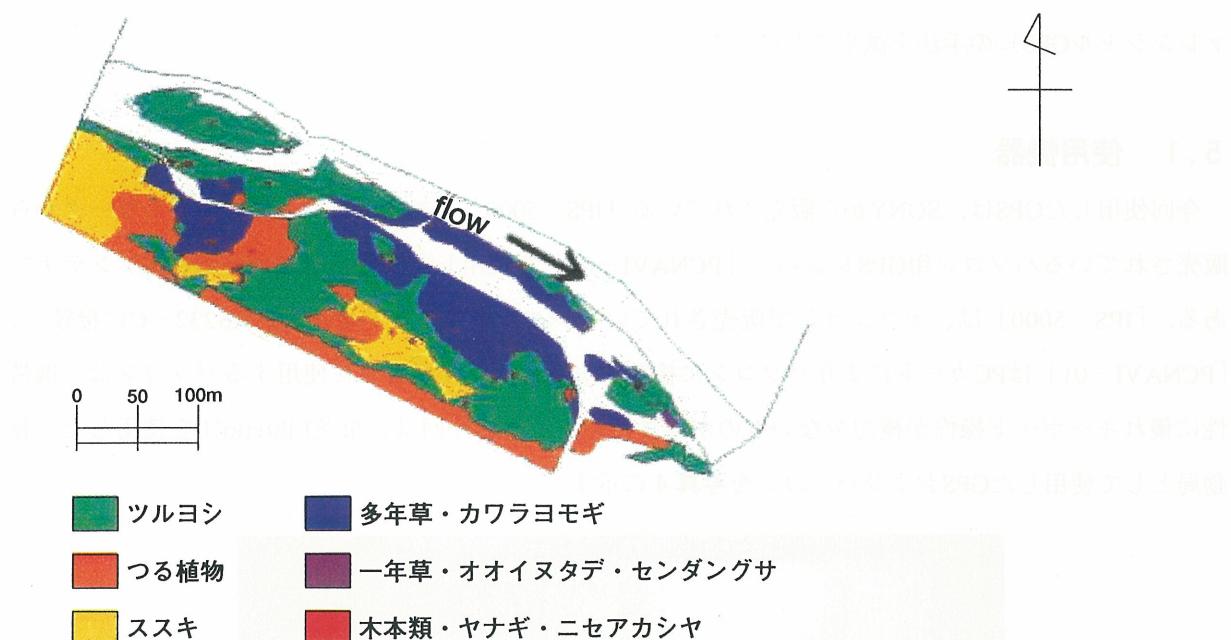
スタジア測量によって得られたデータは、表計算ソフトに適宜入力し、相対的な座標位置を求める。スタジア測量は計算式が簡単で、連立方程式も解く必要もないで、表計算ソフトで簡単に座標計算ができる。

また植物群落の優先種は、被度および高さを用いてSDRの計算法を用いる。この方法は、まず群落内の各植物種に対して平均被度および平均高さを算出する。次に平均被度の最高値のものを100とし、これに対するほかの値を換算する。高さについても同様に求める。そして、その平均値により優先種を決定する。

座標と優先種が求まつたら、フォーマット変換プログラムによりCAD用のフォーマットに変換する。それを、CADソフトを用いて植生図を補正する。そのCADデータを取り出すために、フォーマット逆変換プログラムにより再び表計算ソフトで活用できるようにした（フォーマット変換などについては後述する）。

4.3 実践および評価

以上の作業を調査地点A（喜連川町早乙女地先）で行った結果、図2に示すような植生分布図が得られた。以下に、実践時に見られた特徴や問題点などを述べる。



スタジア測量は植生図を作成するための精度を有しているため、十分な成果が得られた。しかし、調査範囲が広いと誤差が増大するため、鬼怒川のような大きな河川については、工夫が必要になる。たとえばトランシットを据える場所を堤防以外で、周りが見渡しやすい場所に設置するなどが考えられる。

植物群落の数や群落境界上の点の個数など、扱うデータが増えてくると、調査終了後のパソコンへの入力作業に時間がかかる。これは、現地でパソコンに直接データ入力することにより効率化することができた。このとき、測量する値を入力してすぐに座標値まで求められるようにしておけば、測量結果の簡単なチェックにもなる。そのために専用のプログラムを開発せずとも、表計算ソフトを活用すればすむ。

測量方法は比較的簡単で修得は容易である。しかし予備調査、本調査とともに比較的長時間の作業となる場合がある。それは単に測量にかかる手間だけでなく、植物群落境界の見極めや植物種の同定、被度の評価などに時間がかかることが多いためである（とくに経験が浅い者）。これを解消するには、経験をつむことによって作業に慣れるほかはないだろう。

あるいは未経験者でも容易に植物種が区別できるように、川辺植物に限定した分類方法を考案する必要がある。たとえば植物種それぞれを細かく同定するのではなく、一年草、ツルヨシ、ヨシ、ススキ、アシ、セイタカアワダチソウ、つる植物、低木ヤナギ、高木ヤナギ、その他の木本類など、川辺で見られる主な植物に限定してグループ分けをするとよい。図2はこの考えに沿って分布図を作成したものである。

5. 簡易DGPSを用いた調査

本研究では、市販のGPS機器を用いた調査方法を検討する。市販のGPS機器はそのままで精度が低いので、今回は基準局を別に設け、そことの相対的な位置を求めて精度を高めるDGPS（ディファレンシャルGPS）の手法を試すことにした。

5.1 使用機器

今回使用したGPSは、SONYから販売されている「IPS-5000」と株式会社マイクロネットワークから販売されているパソコン用GPSレシバ「PCNAVI-01」を使用した。両機種は同一のGPSアンテナである。「IPS-5000」は、オプションで販売されているレベルコンバータを用い、RS232-Cに接続し、「PCNAVI-01」はPCカードによりパソコンに接続する。また移動局として使用するパソコンは、携帯性に優れキーボード操作が極力少ないものが望ましい。そこで今回は、東芝Libretto70を使用した。移動局として使用したGPSおよびパソコンを写真4に示す。

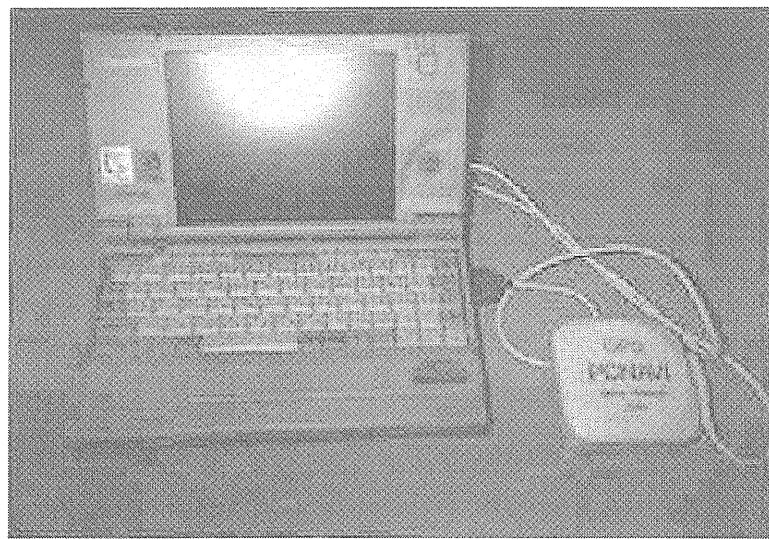


写真4 使用したGPSとノートパソコン

5.2 GPSの精度と簡易DGPS

誤差には、衛星から受信機に電波を送る際の電波が通る電離層の影響、擬似距離測定の誤差、衛星時計の影響、DOP (Dilution of precision／衛星の配置による精度低下率)、受信機の雑音による誤差、衛星電波の反射 (マルチパス) による誤差、座標系の変換誤差、SA (軍事的理由で故意に含まされたノイ

ズ)による誤差などがある。

GPS装置を1台のみ用いる単純測位の精度は、一般に100m程度とかなり大きい。この精度を向上させる方法の1つとして、DGPSがある。DGPSは単独測位と違い、2台のGPS受信機を使って同時に測定する。

まず1台のGPS受信機を、座標のわかっている観測点（基準局）に置く。するとそのGPSから出力される座標と、実際の座標との誤差がわかる。この誤差の情報をもう1台のGPS受信機での測位結果から差し引くことで、移動局の測位精度をたかめることができる。

DGPSで相殺される誤差は、SA、GPS軌道の軌道情報の誤差、電離層の影響などである。誤差をうまく相殺するには、基準局、移動局の誤差要因が共通となるようにすればよい。そのためには、基準局、移動局で同じGPS衛星を使用する、軌道情報は同じであるといった条件が必要である。

本研究で使用しているGPS機器IPS-5000はDGPS機能がないため、リアルタイムにDGPS測位を行うことはできない。そこで現地調査時には、移動局のGPSから出力されるデータをパソコンのハードディスクに保存しておき、それを持ち帰ってから基準局と同じ時刻に同じ受信衛星を使用しているデータを抽出して利用することにした。しかし時間により、計算に使用している受信衛星すべてが同一でない場合もあるため、その場合は1つ以上同一の衛星を使用しているものを選択する。それでも同一なものがない場合については、誤差を大きく含むものとして考慮することにする。このように、リアルタイムではないものの簡単な装置構成で安価にDGPSを行おうとするものをここでは簡易DGPSとよぶことにする。

5.3 簡易DGPS用プログラム

市販GPS機器用のソフトウェアでは、先に述べた時刻、受信衛星といったDGPS測量で必要なデータが得られない。そこでGPSから出力されているデータを取得するための「GPS通信プログラム」と、そのデータをもとに座標計算を行う「DGPSプログラム」を作成した。以下にその概略を述べる。

(1) GPS通信プログラム

このプログラムは、現地調査時にGPS機器から出力されるデータをパソコン画面に表示し、ファイルに保存するものである。このプログラムは、基準局および移動局の両方で使用するが、移動局で使用することを主に考慮して作成した。したがって基本コンセプトとして、キーボード操作を極力減らし、作業の効率化を図るものである。

プログラムのフォームを図3に示す。主な機能は以下のようである。

- ・位置情報が表示されることにより、調査中に位置の確認ができる。
- ・植物群落名をマウスクリックにより入力でき、作業を効率化できる。
- ・出力されるデータをファイルに新規保存あるいは追加保存することができる。

(2) 簡易DGPS計算プログラム

すでに述べたように、今回用いたGPS機器はDGPS機能を有していないため、移動局と基準局のGPSデータを突き合わせて整理するプログラムが必要となる。またGPS機器から出力される座標データは緯度経度の形になっている。これは橢円体座標であるため距離としてデータを取得するためには、平面直

角座標系に変換する必要がある。これら2つの作業をこのプログラム内で行うこととした。

プログラム内では、まず基準局および移動局で保存されたファイルを開いて、時刻や受信衛星などの条件が適合するデータを検索する。次にそのデータを平面直角座標系に変換する。そしてその結果を、平面直角座標、DOP、受信衛星、緯度経度、計算時刻とともに、表計算ソフトで使用可能な形式で出力する。プログラムのフォームを図4に示す。

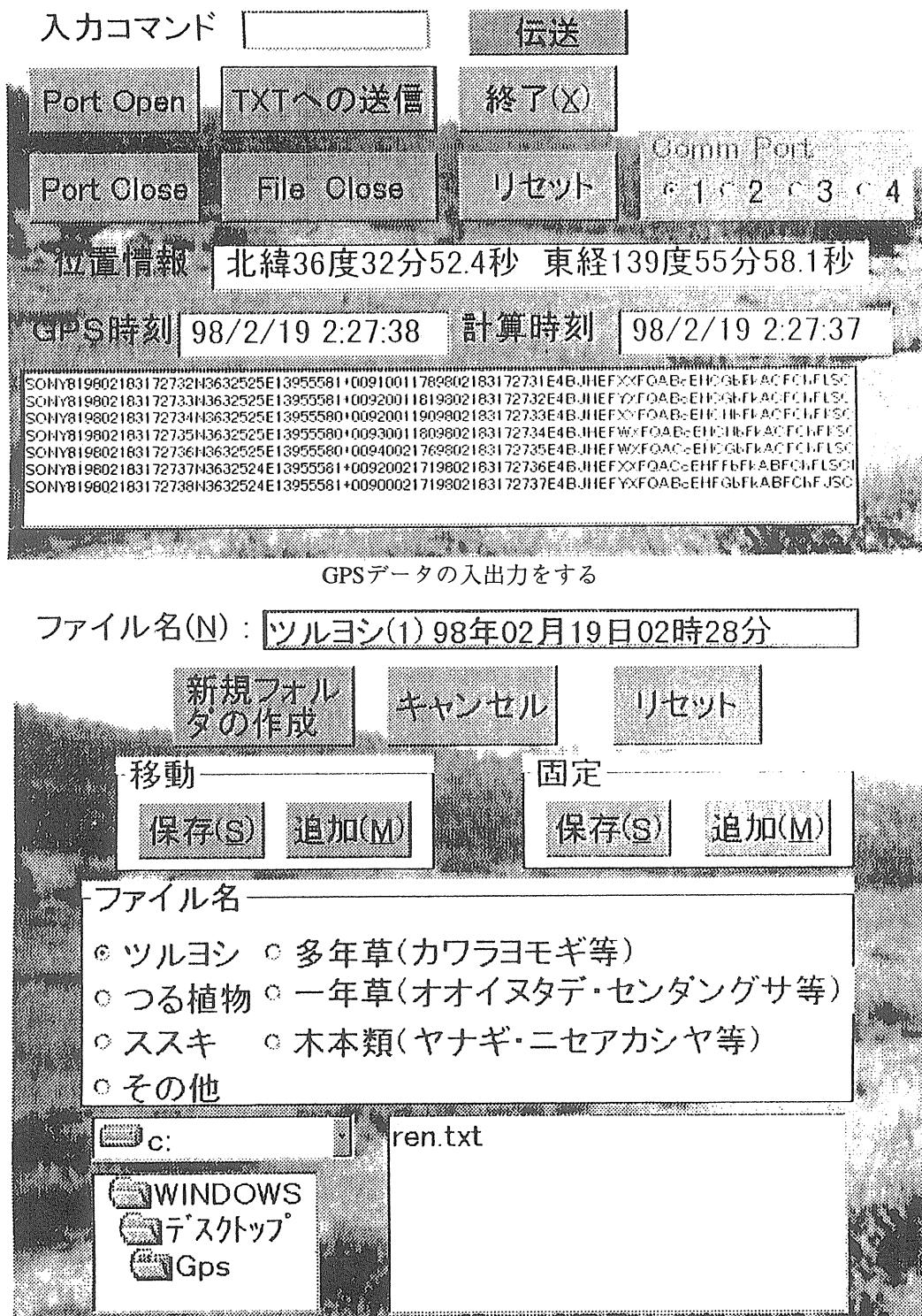
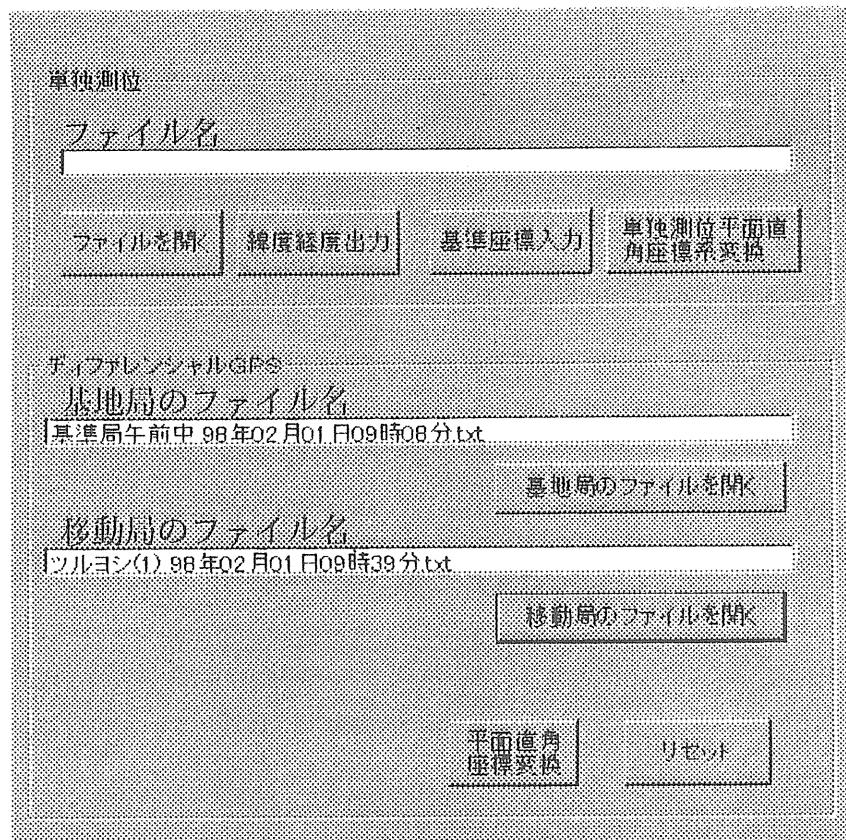


図3 GPS通信プログラムのフォーム



入力されているファイルを開いて平面直角座標系に変換する

| | | |
|----|-------------------|------|
| 緯度 | [] 度 [] 分 [] 秒 | |
| 経度 | [] 度 [] 分 [] 秒 | |
| OK | キャンセル | リセット |

単独測位で平面直角座標系に変換するために基準となる座標を入力する

図4 簡易DGPS計算プログラムのフォーム

5.4 調査方法

今回、基準局は宇都宮大学工学部建設学科棟の屋上に設置した。

対象とした植物群落は、**写真2**と**写真3**の中に太い破線で囲んだ部分である。この破線で示した群落境界線の座標をGPS移動局により測位した。その際、次の2通りの方法を検討した。

①植物群落の境界線上を移動しながら、その間に出来られたデータを植物群落境界線の座標としてファイルに保存する方法（移動測位）。

②植物群落境界線のいくつかの点で90秒間静止し、その間に出来られたデータの平均をそれぞれの点の座標とする方法（固定測位）。

調査によって得られたデータは、DGPS計算プログラムにより平面直角座標系に変換し、それを表計算ソフト上で確認する。その後フォーマット変換プログラムを用い、CADにデータを出力した。また比較のため、基準局のデータを使用しない単独測位による座標計算も行った。

5.5 実践結果および評価

図5～図7にそれぞれ単独移動測位、DGPS移動測位、DGPS固定測位による結果を示す。

まずGPSの精度をみると、単独測位の場合は点のばらつきが大きいのに比べ、簡易DGPSではばらつきがさほど大きくない。このことより簡易DGPS測位により精度を高めることができたといえる。さらに簡易DGPSでは、誤差の範囲をある程度絞り込むことができる。すると、ある一点において簡易DGPSで一定時間間隔で測位するとき、そこで得られるデータに大きな誤差（50mぐらい）が生じる確率は低いので、時間平均値から大きく外れるデータは無視して使えば良いといえる。

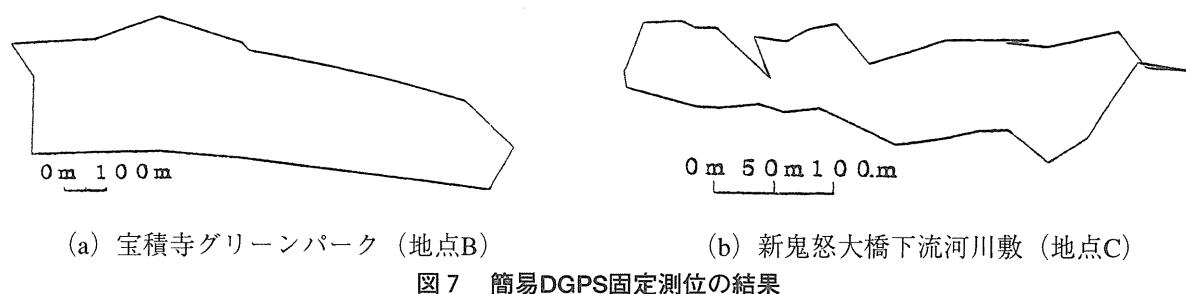
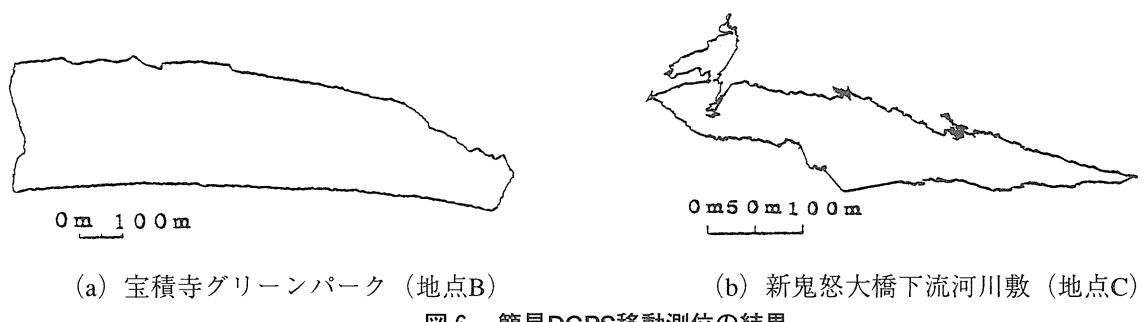
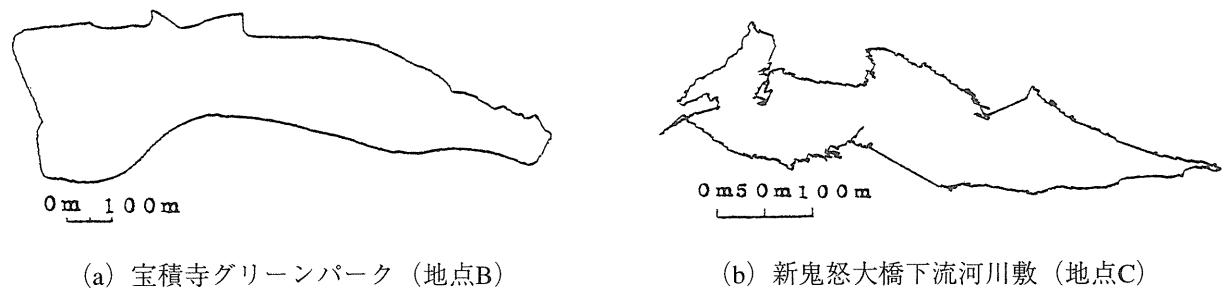
ただし誤差を大きく含んでいる時のデータしか得られなかった場合には、その点だけでなく、その前後で測位した点と比べて判断することになる。この作業をプログラムで自動化するのは思いのほか難しく、むしろ、CAD上で人間の目で見て判断し、補正する方が効率的ともいえる。

つぎに移動測位と固定測位の相違について検討する。移動測位では、GPSアンテナを保持しながら現地を移動することになる。そのため地形や植物が歩行の妨げになると、電波の受信状態が悪くなり、誤差も大きくなる。実際現地では、パソコンを携帯し、GPSアンテナを保持しながら、込み入った植生の中を歩くことは、非常に困難であった。また周りの見通しが悪く途中で止まることが何回もあった。するとデータは自動的に保存されているので不必要的データを保存することになる。また通れないところもあるため一度ファイルに保存するのを止めなくてはならない。そのため作業が増え非能率的になる。つまりこの方法は、植物群落境界線の判断が容易で、見通しが良く、歩行状態の良い状況でおこなうのが望ましい。

固定測位では、各点で一定時間静止することになるので、その間アンテナを容易に保持することができた。現地での地形や植物の繁茂状態に左右されず、特に場所を選ぶ必要のない方法といえる。ただし測位する点の個数がやたら多いと、かかる時間が長くなり、かえって効率が悪くなる。

このことは地点B（宝積寺グリーンパーク）と地点C（新鬼怒大橋下流河川敷）を比較すると明らか

である。地点Bでは、固定測位を行った点がまばらであったが、移動測位はほぼ同じ形をなぞることができた。これはこの地点が公園内のため、足元や見通しが良好であったためである。これに対して地点Cの結果を見ると、固定測位ではほぼ実物通りの結果が得られたが、移動測位では歩行状態が悪いため、よい結果を得ることができなかった。これは河川敷内を歩いて行く際に体勢が崩れ、GPSアンテナの受信状態を良好に保てなくなったためだと考えられる。



また、ここには掲載しないが地点Aで同様な調査を行ったところ、全体像を正しくとらえることはできなかった。GPSの誤差の大きさに対して、調査対象地域が狭かったためである。逆に、ある程度広い範囲を対象とするならば、今回検討した簡易DGPSによってある程度の測量結果を得ることが可能といえる。

6. 空中写真とGPSを組み合わせた調査

6.1 使用した機材および調査方法

空中写真としては、市販されているものと、バルーンなどにより低高度（2～300m）から撮影したものなどが考えられる。国土地理院で市販されている航空写真は、入手が容易で比較的安価である。また過去に撮影されていた写真も多く、河川の動態を把握する上で必要なものとなる。

バルーンなどによる撮影は低高度から撮るため、縮尺の大きな写真を入手することができる。そのため植生判読が容易になり、また任意の場所が撮影できる。ただし、それなりの手間と費用がかかる。

本研究では、市販されている空中写真を利用するにした。対象としたのは地点Aで、調査範囲が小さいので、標準のものを10倍に部分引き延ばして使用した（写真1を参照）。これをスキャナーを用いてパソコンに取り込み、画像処理ソフトで色調のバランスなどを補正した。

GPS装置には「PCNAVI-01」、パソコンは東芝Libretto70を用いた。GPS用ソフトには、昭文社の「Mapple Life PRO」を使用した。このソフトは、画像データを地図データとして表示することが可能である。画像データの4隅の経緯度を入力すれば、その画像内にGPSの現在位置を表示できるようになっている。またGPSの軌跡データは、表計算ソフトに出力することができる。しかしそのデータには、DGPSをおこなうための時刻と受信衛星に関する情報が出力されない。そこで今回は残念ながら単独測位のみを行うにとどまった。

調査にあたってはまず、空中写真から植生繁茂領域などを把握し、おおまかな植物群落境界線を把握する。これで予備調査の手間を省くことができた。つぎに空中写真の画像をGPSソフトで地図画像に変換し、その4隅の緯度経度を入力した。そして現地では、パソコンの画面を見ながらGPSでの現在位置と調査地点での現在位置を照らし合わせながら、地図画像に軌跡を直接入力した。

6.2 結果および評価

調査結果を写真5に示す。線で囲んでいる部分が対象とした植物群落、点がGPSソフトによりプロットした点である。両者はほとんど一致しなかった。その原因としては、まず4隅の経緯度の値の精度が挙げられる。そのため縮尺や位置の特定に誤差が生じてくる。対象範囲が小さいほど、この影響は大きくなる。その他、GPSが単独測位であるための誤差、空中写真が数年前のものであるための誤差が考えられる。

以上より、現段階ではこの種の手法を安価で容易には実現できないといえる。現段階で考えられることは、画像データをパソコン画面に表示させ、現在位置をGPSソフトでのズームアップ機能により、詳細に知ることである。またバルーンなどによる低高度空中写真において、座標が既知の点を4点、四角形に設置することができれば、写真画像を地図画像に変換する作業をより正確に行うことができよう。現在、日本のGPSの普及は、アメリカなどにくらべて遅れている。今後DGPSの需要が高まり、補正情報のサービスが簡単に得られるようになれば、それに対応したソフトも登場するだろう。それらを有効

に活用することができれば、この手法の実用化も不可能ではなかろう。

空中写真の画像上にGPSで現在位置を表示させ、それを見ながら調査できれば、群落境界線の判断にそれほど迷うこともなくなる。また画像に軌跡を直接入力することにより、調査した群落を確認することもできる。複雑に入り組んだ群落などがある場合には、特に有効な手段となるものといえる。



写真5 空中写真とGPSとの組合せ（地点A、荒川 中坪地区）

7. 植生図の電子化

7.1 植生図の電子化の必要性

植生図は、河川環境を把握するうえでの基本であり、河川の流況と植生分布の相互関係を知るうえでの基盤でもある。さらに経年的に調査を実施した場合、その地域における植生の履歴を見ることができ、植物群落の動態予測の援助となる。こうした植生分布に関する情報が電子化されれば、データベース化も容易となり、様々な活用方法が適用できるようになるだろう。

ところで今回の現地調査では、各植物群落ごとに境界線の位置を測量しているので、隣り合う群落の境界線がぴたり整合しないことがある。またGPS測量では、誤差の大きな点を除外あるいは補正する必要が生じる。その他さまざまな理由から、調査によって得られた植生分布図を補正する場面は少なくないだろう。

そこで本研究では植生図の電子化の第一歩として、現地調査等で得られた植物群落の境界線を、パソコンのCADソフトを活用して補正する方法を検討することにした。

7.2 CADソフトを用いた補正方法

今回検討した補正方法は、次のようなものである。

- (1) 表計算ソフト上の座標データをCADソフトで扱えるファイル形式に変換する。
- (2) CADソフト上で群落境界等の補正を行う。
- (3) 補正されたCADファイルを再び表計算ソフトへ変換し直す。

今回使用したCADソフトは、オートデスク社の「Auto CAD LT97」である。これは世界で標準的に使用されている「Auto CAD」のスケールダウンソフトであるが、今回の目的には十分の機能をもっている。また「Auto CAD」と完全互換をなしているので世界標準に対応したものといえる。「Auto CAD」の扱うデータファイルの標準フォーマットがDXFという形式で、多くのCADソフトがこれをサポートしているため、DXFにフォーマット変換することにより他のCADソフトにも柔軟に対応することができる。

そこで本研究では、表計算ソフト上の位置データをDXF形式にフォーマット変換するプログラムを作成することにした。またCADソフトでの補正後の位置データを取得して活用する必要があるため、フォーマット逆変換プログラムも作成した。

7.3 フォーマット変換プログラム

今回作成した植生図はすべて線分や円から成っており、画層や縮尺などのデータを伝える必要が特にない。そのようなデータの場合、DXFファイルは極めて単純な構成になる。作成する植生図は2次元でのデータであるため、そのxy座標をしかるべき形式でファイルに書き込むことにより、植生図のDXFファイルを作成することができる。またCADソフト上では植物群落は単なる閉曲線として描かれるが、これを植物種ごと色別に表示することができれば、作業の効率も上がるだろう。今回は1～9の番号を設定して、植物種が判別できるようにした。

フォーマット逆変換プログラムは、CADデータで補正・保存されたDXFファイルを表計算ソフトで活用するためのフォーマットに変換するもので、基本的にはフォーマット変換プログラムと同様に考えればよい。

ただしCADでの補正作業は、測量データより得られたオリジナル植生図にレイヤーを重ね、それを参考に植生図全体を描くようにしたため、若干事情が異なる。必要な新しい植生図のデータだけを取得するためには、そのレイヤー名を入力する必要がある。そしてそのレイヤー名が書かれているデータを抽出することにより、指定したレイヤーの植生図のデータを取り出すようにした。

以上のこと踏まえて、フォーマット変換プログラムを作成した。そのフォームを図8に示す。これで変換と逆変換の両方ができるようにしてある。変換するファイル名を指定して、「変換」あるいは「逆変換」のボタンをクリックする。基本的にはマウス操作によりおこなうことができるが、ファイル名の入力などは、キーボードにより行うこととした。図2の植生分布図は、このプログラムを用いてCAD上で補正したものである。

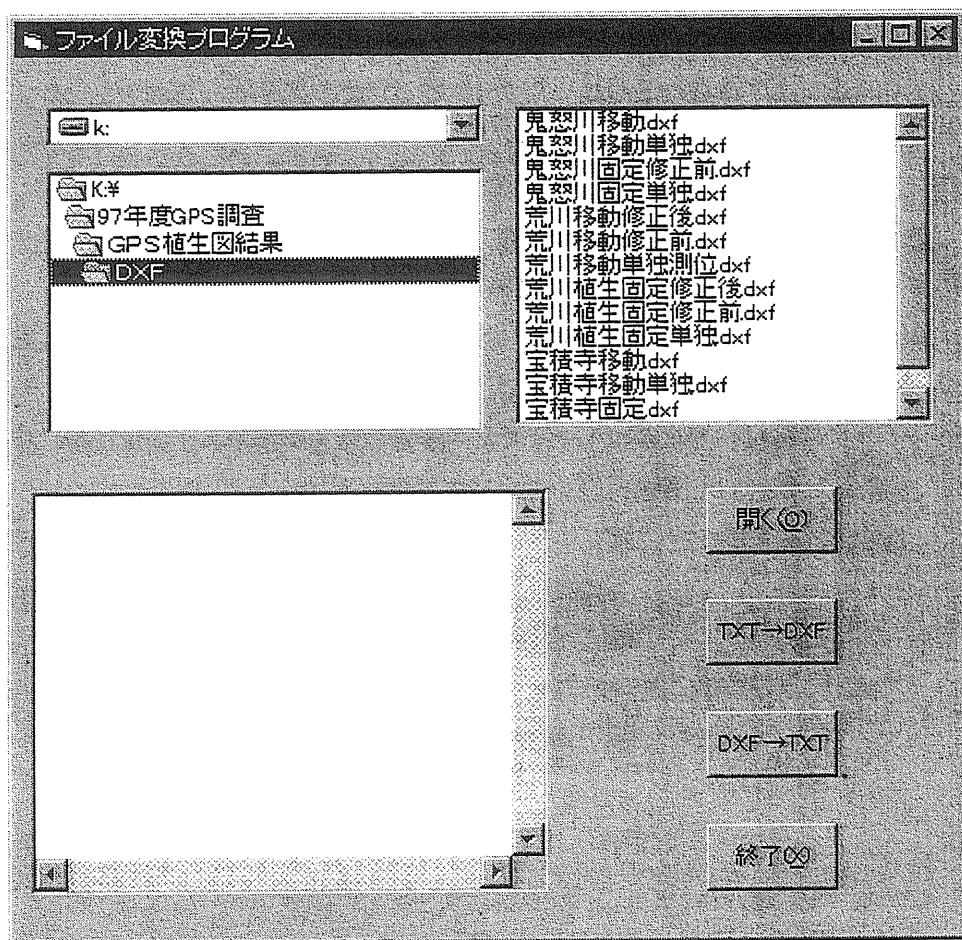


図8 DXFフォーマット変換プログラムのフォーム

8. おわりに

本研究では、空中写真とGPS機器およびパソコンを活用することにより、植生調査が効率化できなか検討を加えた。その結果、次のような結果が得られた。

- (1) 植生調査方法をシステム化し、状況に応じて調査方法を選択する手順を示した。
- (2) 安価なGPS機器を用いて、簡易DGPS測量を行う方法は、大きな調査範囲に対しては有効であり、スタジア測量より小人数、短時間で作業を終了することができた。
- (3) 空中写真とGPSを組み合わせる方法は、地図データの縮尺やGPSの精度などの問題から、現時点での適用は難しい。現段階では、パソコン画面上に地図として表示させ、ズームアップ機能などを用いて、植生繁茂状況を把握するという方向性が考えられる。
- (4) フォーマット変換プログラムを作成し、測量結果をCADソフト上で図示できるようにした。そして植物群落境界線をCADソフト上で補正をし、視覚的にわかりやすい植生分布図を効率的に作成できた。また補正した植生分布図の位置データをフォーマット逆変換プログラムも作成し、補正後の位置データをさまざまな目的に活用できるようにした。

本研究では残念ながら、市販クラスのGPS機器では十分な精度の調査ができなかった。ただしGPSは今後ますます需要が増加するであろうし、それに伴いDGPSの補正情報サービスが安価で容易に取得することができるようと考えられる。そうなれば、安価な市販機器でもかなり実用的な精度で調査が行えるようになる。その際に、本研究で検討したコンセプトはひとつの参考になるものといえる。

参考文献

- 1) (財) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所: 資料第1号 河川の植生と河道特性, 1995.
- 2) (財) 河川環境管理財団: 河川管理のための植生の調査方法, 1996.
- 3) 鈴木邦雄, 長野敏英, 渡辺隆一: Balloonを用いた空中写真による判読, 生態環境, pp.55-64, 1994.
- 4) 佐々木寧, 奥田重俊: 河川環境と水辺植物, ソフトサイエンス社, 1996.
- 5) (財) リバーフロント整備センター (編) : フィールド総合図鑑 川の生物, 山海堂, 1996.
- 6) 建設省河川局治水課: 河川水辺の国勢調査マニュアル (案) (生物調査編), 1993.
- 7) 沼田真: 植物生態の観察と研究, 東海大学出版会, 1978.
- 8) 土屋淳, 辻宏道: やさしいGPS測量, 日本測量協会, 1991.
- 9) 中根勝美: GPS時代の最小2乗法 測量データの3次元処理, 東洋書店, 1994.
- 10) PCフォーラム: パソコンGPSガイドブック, 新興出版社, 1997.
- 11) 伊理正夫, 腰塚武: 計算幾何学と地理情報処理.
- 12) 落合重紀: 新・DXFリファレンスガイド, 日経BP, 1997.