

## 1/2500 地形図標準データファイルを用いた高度な地物データ GIS 自動構築手法の第一歩

|        |           |      |        |
|--------|-----------|------|--------|
| 首都大学東京 | 都市環境科学研究科 | 学生会員 | ○田内 裕人 |
| 首都大学東京 | 都市環境科学研究科 | 正会員  | 天口 英雄  |
| 首都大学東京 | 都市環境科学研究科 | 正会員  | 河村 明   |
| 首都大学東京 | 都市環境科学研究科 | 正会員  | 中川 直子  |

### 1. はじめに

近年、都市流域では集中豪雨による内水氾濫や中小河川からの氾濫による浸水被害が頻発している。このような都市型洪水をシミュレートするために、著者らは人工的に形成された非常に複雑な都市部の流出過程を精度よく再現できる地物指向分布型都市洪水流出解析モデル(以下 TSR(Tokyo Storm Runoff)モデル)を提案している<sup>1)</sup>。TSR モデルでは地表面をポリゴン状のベクターデータで表現される建物、道路、駐車場等から成る高度な地物データ GIS を用いているため、従来のグリッド型分布モデルと比較し流出過程を精度よく再現できることが特徴である。また著者らは都市流域の水循環解析モデルとして、地下水涵養量を高精度で算定することができる高度な地物データ GIS を用いた都市流域地下水涵養モデルを構築している<sup>2)</sup>。高度な地物データ GIS を洪水流出や地下水涵養の素過程に適用することで、諸現象を理解する上で有効な情報を得ることができる。その一方で高度な地物データ GIS の作成には入手が比較的容易なポリライン状の地図データから手作業で行う必要があるため、多大な時間と労力が必要である。高度な地物データ GIS 作成の自動化が実現すれば、TSR モデルや都市流域地下水涵養モデルのさらなる普及が期待できる。そこで本研究では高度な地物データを自動的に作成するための第一歩として、DM 標準フォーマットにて提供される 1/2500 地形図標準データファイルから高度な地物データ GIS を自動的に作成する一手法について検討を行った。まず高度な地物データ GIS 構築の出発点となる道路要素、建物要素、河道要素および街区を示す要素からなる基礎的地物データ GIS の構築について検討した。次いで、基礎的地物データ GIS の街区要素を駐車場、公園、グラウンドなどの土地利用種別ごとに微小要素へ分割する手法について検討を行った。本手法を神田川上流域の小領域に適用し、自動分割した街区内土地利用要素と手作業で構築した街区内土地利用要素の特性を比較することにより評価を行った。

### 2. 使用データの選定

高度な地物データ GIS の構築にあたり、任意の領域において地物が抽出できることが望ましいと考え、まずは衛星画像を用いることについて検討を行った。高分解能衛星画像により土地利用を自動的に分類するアルゴリズムが数多く開発<sup>3)</sup>されているものの、これらの手法は土地利用が比較的単純な郊外における土地利用状況の把握などに目的が限られている。本研究で対象とする土地利用が非常に複雑な都市域では、高解像度衛星画像から直接的に地物データ GIS を生成することは、各地物要素の境界があいまいである場合や同じ地物であっても色や模様が異なる等の問題があり困難であるという結論に至った。次に航空写真を用いた土地利用調査の技術を応用することを検討した。たとえば村山らは領域分割手法を用いた道路の自動抽出手法を提案している<sup>4)</sup>。しかしこれらについても画像の精度の高さやサンプル数の多さから衛星写真と比較し高精度の土地被覆調査が可能であるものの、衛星写真を用いた地物特定時に生ずる問題と同種の問題が生じ、特に地物の境界を正確に特定することが困難であったため、これを用いての都市部における地物の抽出は困難であるという結

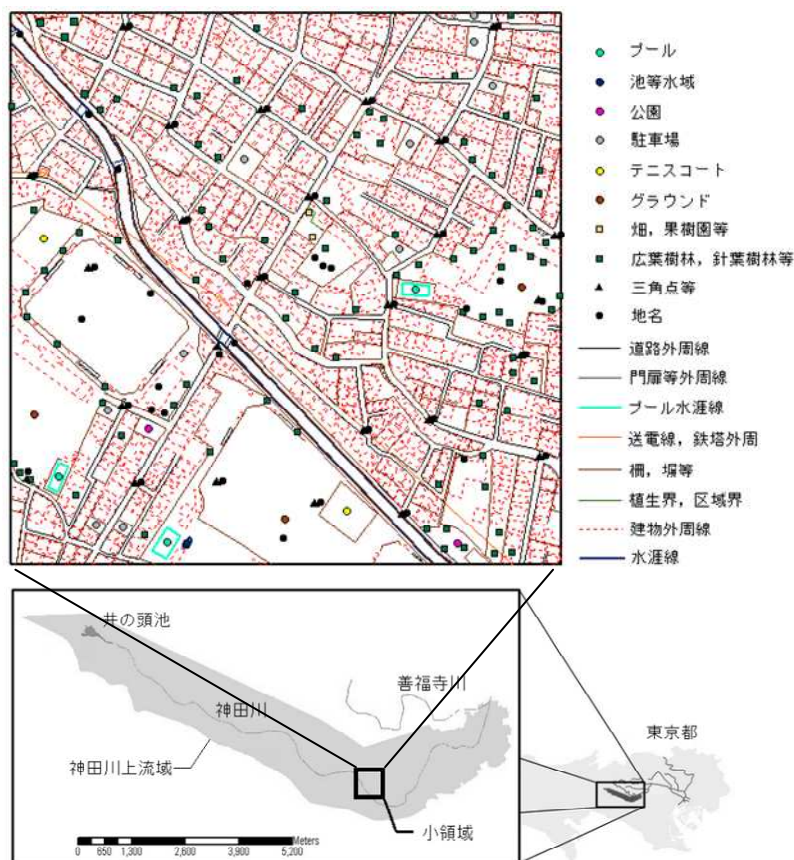


図-1 研究対象領域内の地形図標準データファイル

キーワード TSR モデル 地下水涵養モデル, 地物データ GIS, 洪水流出, 神田川上流域

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 E-mail : tanouchi-hiroto@ed.tmu.ac.jp

論に至った。

そこで本研究では地物を抽出するための元データとして、標準的なフォーマットで規格化された地図データを用いることにした。図-1はポリラインとポイントで構成される東京都縮尺1/2500地形図標準データファイル（以下地形図標準データ）について、凡例のシンボルを用いて図示したもので、本研究で検討した手法を適用する神田川上流域の一部（500m×500m）である。なお、本領域は著者らがマニュアルで作成した高度な地物データ GIS が存在すること、多くの土地利用種別が存在することなどから、提案手法の精度検証として利用することができる。地形図標準データは、国土地理院で定められた DM 標準フォーマットに準拠して作成されたもので、全国の1/2500地形図はこの基準に基づいて作成されている。このため地形図標準データから自動的に高度な地物データ GIS を作成する手法を開発することで、汎用性の高い高度な地物データ GIS の構築手法を提案することができる。表-1は地形図標準データから得られる情報のうち、本論文で地物抽出のために使用したデータに関する図形分類コード、レイヤーの説明および地物データ GIS に含まれる関連する地物の名を示している。このように、地形図標準データには道路や建物、河川などの境界線に加え、畑や広葉樹林などの植生界、公園や駐車場などの区域界、および地形図の地図記号に相当する点データが取得されている。

表-1 1/2500 地形図標準データファイルに含まれる情報(\*は任意の一桁の数字)

| データタイプ | 図形分類コード          | レイヤーの説明              | 関連する地物               |
|--------|------------------|----------------------|----------------------|
| ポリライン  | 11**             | 行政界                  |                      |
|        | 21**             | 道路境界線                | 道路                   |
|        | 23**             | 線路                   | 鉄道                   |
|        | 30**, 3401, 3402 | 建物外周線、門扉等            | 建物                   |
|        | 3404             | プール外周線               | プール                  |
|        | 51**             | 水涯線                  | 河道、池等                |
|        | 61**             | 塀、柵等                 |                      |
|        | 6201, 6301, 6401 | 区域界、植生界、耕地界          |                      |
| ポイント   | 62**             | 公園、駐車場、テニスコート、グラウンド等 | 公園、駐車場、テニスコート、グラウンド等 |
|        | 631*             | 田、畑、果樹園等             | 田、畑                  |
|        | 632*             | 芝地等                  | 芝地                   |
|        | 633*             | 広葉樹林、針葉樹林、竹林等        | 林地                   |
|        | 6340             | 砂礫地                  | 裸地                   |

### 3. 基礎的地物データ GIS および街区内土地利用要素の作成手順

図-2は、高度な地物データ GIS の自動作成の第一歩として、本研究で提案する基礎的地物データ GIS および街区内土地利用要素の手法手順である。本研究では、地形図標準データを ArcGIS により処理できるように Shape ファイルへ変換<sup>5)</sup>し、ArcMap の VBA を用いて表-1に示す関連する地物のポリラインおよびポイントに対し図-2の自動処理を施した。

まず図-2(a)に示す地形図標準データ（図形分類コード:21\*\*, 30\*\*, 51\*\*, 61\*\*, 633\*, 以下においても（）内に図形分類コードを示す）から図-2(b)に示すポリゴン型の建物、道路、河道の3種類の地物要素を作成する。地物のポリゴン化には、建物および河道の場合にはそれぞれ既存の建物外周線、水涯線のみを用いるが、道路の場合には道路境界線に加え袋小路などで閉じていない個所に新たに生成した線も用いている。図-2(c)は街区要素であり、図-2(b)に示す領域以外を設定している。

次いで、街区内土地利用要素の作成手順について述べる。本研究では、地形図標準データに含まれる土地利用情報としてポイントデータを利用するので、この情報を正確に街区内土地利用要素に反映させることとした。そこで、図-2(d)に示す分割ラインとして用いる既存の領域界ラインに加え、新たに生成した細分化ラインを用いて街区要素を分割する。分割ラインの作成手順については以下のようになっている。まず領域界ラインとしては、街区内の土地利用の境界を示す区域界(6201)、植生界(6301)に加え、柵および塀(61\*\*), プール(3404)を用いる。次に細分化ラインとしては、街区内の土地利用が建物を境にして変化することが多いことに着目し、個々の建物要素から街区分割のための

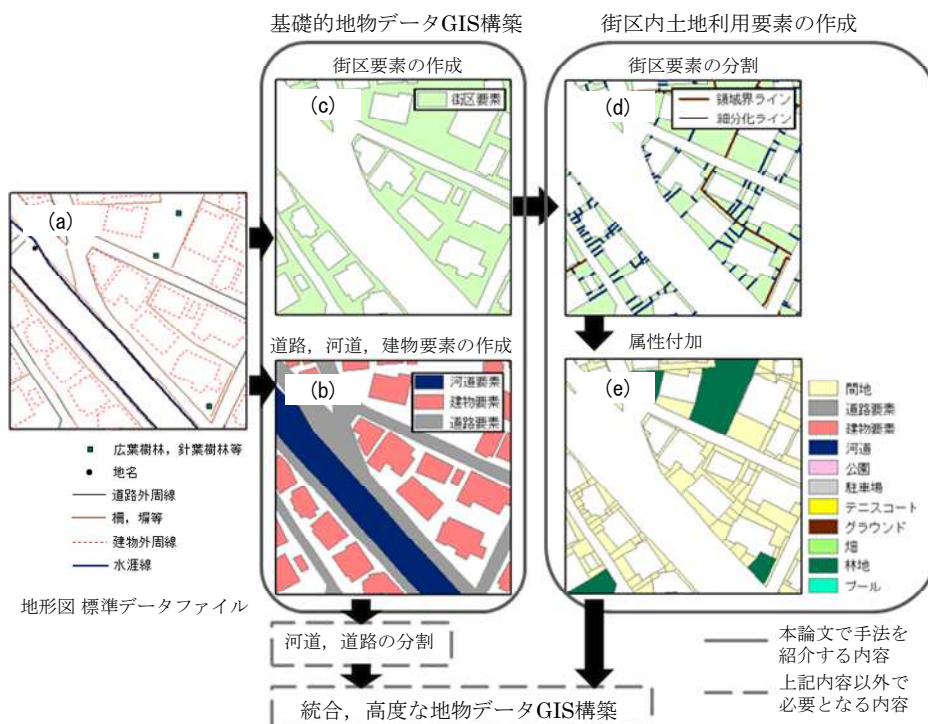


図-2 高度な地物データ GIS 自動作成の流れ



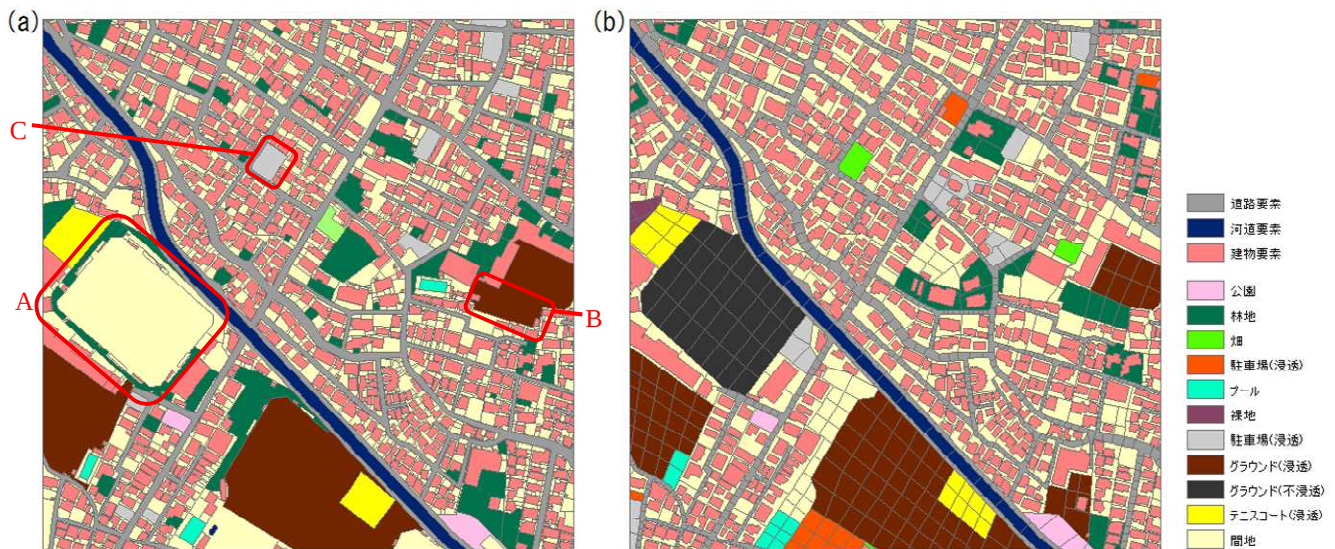


図-3 地物データ GIS の比較, (a) A-GIS, (b) M-GIS

ラインを生成させる処理を行う。具体的には建物要素を構成するノードから最寄りの街区外周線、領域界ラインおよび隣接建物の外周線に向かってラインを生成させる。なお、細分化ラインが他の細分化ラインと交差する場合はいずれか長い方の細分化ラインを削除する。そして、図-2(e)に示すように、領域界ラインと細分化ラインを用いて街区要素を分割し、分割した要素にはポイント型の各種地図記号により土地利用種別を付加する。なお、分割要素内に2種類以上の地図記号が存在する場合は地図記号に優先順位をつけて属性を付加し、地図記号が存在しない場合は間地の属性を付加することとした。

#### 4. 神田川上流域内小領域への適用

図-3(a)は本研究で提案する手順により対象領域の地形図標準データ(図-1)から基礎的地物データ GIS と街区区内土地利用要素を自動作成した(以下 A-GIS)ものである。なお、街区区内土地利用要素の作成において分割された要素内に2種類以上の地図記号が存在したのは、グラウンドおよび駐車場のそれぞれに広葉樹林となる場合であり、本研究ではグラウンドと駐車場の土地利用種別を優先した。図-3(b)に著者らがマニュアルで作成した高度な地物データ GIS(以下 M-GIS)を示す。M-GIS は、著者らが地形図標準データファイルと最新の航空写真を併用し、手作業で作成した地物データ GIS である。精度の検証にはこの M-GIS を用いる。ただし、作成に用いた地形図標準データファイルと航空写真との間に作成日時のずれがあり与えられる地物属性に違いが生じることがあるため、比較はこの点を考慮して行う。A-GIS の精度検証は、まずは M-GIS と A-GIS との違いを単純に目視で行い、次に両者の各地物要素面積を比較することで行う。

まず A-GIS を目視により比較して考察する。図-3 より、まず建物要素、河道要素、道路要素といった基礎的地物データ GIS に属する要素は A-GIS, M-GIS 間でおおむね一致していることが読み取れる。これは基礎的地物データ作成の際、袋小路を閉じる操作を行ったのみであり、ほぼ地形図の情報がそのまま生かされているためであろう。A-GIS の街区区内土地利用要素については、駐車場、グラウンドおよびテニスコートの不浸透・浸透特性の分類は、標準地形図データに属性値として存在しないため、M-GIS と異なり行っていない。A-GIS の街区区内土地利用要素について、図-3(a)に示す3領域を取り上げて M-GIS との違いを検討する。A 領域(図-3(a))に示す A-GIS の形状は M-GIS グラウンド部分と概ね一致しているものの、間地として土地利用種別が設定されている。この理由について調べたところ、地形図標準データには「東電総合グラウンド」というテキストデータの情報はあつたものの、地図記号が存在していないことが分かった。また、A-GIS では、図-3(a)内の B 領域は、グラウンドとして土地利用種別が設定されているが、図-3(b)の M-GIS では林地として設定されている。A-GIS の設定値について、地形図標準データを調べたところ、グラウンドに加え広葉樹林の地図記号も存在していたので、要素内に2種類以上の地図記号が存在した場合の自動化処理が原因である。最後に、図-3(a)に示す A-GIS の C 領域は駐車場となっているが、M-GIS では畑となっている。同様な調査の結果、地形図標準データには駐車場の地図記号があり、M-GIS 作成時に参照した地形図や航空写真の作成時刻のずれにより生じた差異であると考えられる。次に街区土地利用要素の大きさについて考察する。建物要素が多く存在する街区要素では分割が密に行われているが、建物要素の少ないグラウンドなどは大きな面積の地物が残ったままとなっている。洪水流出解析や水循環解析には、各街区要素の大きさが周囲の道路要素と同程度の大きさであることが解析上望ましいので、今後は街区区内土地利用要素をさらに分割する手法を検討する必要がある。

表-2 は A-GIS と M-GIS それぞれについての各地物要素の合計面積および M-GIS を基準とした誤差を百分率で表したものである。なお、M-GIS のグラウンド、駐車場およびテニスコートについての面積は浸透、不浸透の区別をせずに表記している。A-GIS と M-GIS の誤差を大局的にみると、基礎的地物データ GIS の各要素の誤差は3%以下と小さい。また、街区区内土地利用要素の不浸透面積率はテニスコート、駐車場、プールおよびグラウンドを不浸透、

間地を不浸透面積率 50%すると、M-GIS で 63.7%, A-GIS で 54.6%と約-9%で、これを小領域全体で換算すると約 5%となっている。

街区内土地利用要素の誤差は、公園やテニスコートなど境界がはっきりとした地物の場合では-10.8%,-7.4%とある程度精度の良い結果が得られているが、その他の土地利用種別では±30%を超えており、特に林地では 83%と大きな値となっている。この原因について以下に考察を行った。まず A-GIS の林地が M-GIS の林地に比べて 80%多くな

表-2 A-GIS と M-GIS の要素面積とその誤差

|             |        | A-GIS [m <sup>2</sup> ] | M-GIS [m <sup>2</sup> ] | 誤差 [%] |
|-------------|--------|-------------------------|-------------------------|--------|
| 基礎的地物データGIS | 建物     | 69842.7                 | 67987.1                 | 2.7    |
|             | 道路     | 33910.7                 | 34478.5                 | -1.6   |
|             | 河道     | 6542.6                  | 6447.2                  | 1.5    |
|             | 街区     | 139705.7                | 141087.6                | -1.0   |
|             | 合計面積   | 250001.7                | 250000.3                | -      |
| 街区内土地利用要素   | 公園     | 1348.7                  | 1512.0                  | -10.8  |
|             | テニスコート | 3475.7                  | 3753.1                  | -7.4   |
|             | 林地     | 18171.1                 | 9919.9                  | 83.2   |
|             | 駐車場    | 3171.7                  | 6682.0                  | -52.5  |
|             | 畑      | 468.5                   | 1101.7                  | -57.5  |
|             | グラウンド  | 25249.3                 | 39984.3                 | -36.9  |
|             | プール    | 819.8                   | 1401.0                  | -41.5  |
|             | 裸地     | 0.0                     | 556.8                   | -      |
|             | 間地     | 87000.9                 | 76177.0                 | 14.2   |

る原因として、地形図標準データの林地と対応する広葉樹林の地図記号が領域内に数多く存在し、これが A-GIS のデータに反映されていると考えられる。次に A-GIS の駐車場および畑の誤差はそれぞれ-52.2%, -57.5%で、M-GIS と比較し面積が小さな値となっている。両土地利用種別の該当箇所について詳しく見比べたところ、M-GIS では該当箇所の多くが林地となっていることが分かった。また、グラウンド面積は A-GIS が M-GIS より小さい値を示しており、図-3(a)の A 領域が影響している。プールの誤差は、約-40%となっており A-GIS で構築した要素が過小評価されている。この理由を調べるために図-3 および航空写真により調査したところ、A-GIS におけるプールの外周部がプールの水際と一致するのに対し、(b)ではプールサイドについてもプールの属性が与えられていた。これが過小評価の原因であると考えられる。最後に、A-GIS に裸地が存在しない理由は、裸地に対応する地図記号(荒地や砂礫地など)が今回対象とした領域内に存在しなかったためと考えられる。なお、M-GIS の裸地には A-GIS では林地の属性が与えられている。以上の結果から A-GIS と M-GIS 間の違いは地図記号情報の不足、街区の切り分け不足、そして林地に対応する各地図記号の過多という 3 つの理由によって説明可能である。

## 5. むすび

本論文では地形図標準データを基に高度な地物データ GIS を自動抽出する第一歩として、基礎的地物データ GIS および街区内土地利用要素の作成手順を示すとともに、神田川上流域の小領域に本手法を適用し、既存のデータと比較することにより検証を行った。その結果、道路、建物、河道および街区など、基礎的地物データ GIS に含まれる地物については高精度で抽出することが可能となった。街区内土地利用要素は地物毎に抽出精度が異なり、領域のはっきりしている公園とテニスコートなどの作成精度は高く、それ以外の地物については誤差が大きくなった。誤差の原因は主として、地図記号情報の不足、街区の切り分け不足、そして林地に対応する各地図記号の過多というもので、これらの点について抽出手法の改良するとともに、TSR モデルへの適用に向けて、道路と河道を分割するアルゴリズムについても開発する予定である。

## 参考文献

- 1) 天口英雄, 河村明, 高崎忠勝: 地物データ GIS を用いた新たな地物指向分布型都市洪水流出解析モデルの提案, 土木学会論文集 B, Vol.63, No.3, pp.206-223, 2007
- 2) 荒木千博, 河村明, 天口英雄, 高崎忠勝: 地物データ GIS を用いた新たな都市流域地下水涵養モデルの提案, 水工学論文集, 第 53 巻, pp.493-498, 2009
- 3) 津留宏介: 小特集 ALOS/PRISM による地図作成に関する検証, 写真測量とリモートセンシング, Vol.48, No.2, pp.58-81, 2009
- 4) 村山健二, 正司哲郎, 平林哲, 岡田至弘: 分割 K-平均法による領域分割結果を用いた航空写真からの道路抽出, 写真測量とリモートセンシング, Vol.42, No.2, pp.4-11, 2003
- 5) 公共測量ビューア・コンバータ, <http://psgsv.gsi.go.jp/koukyou/public/sien/pindex.html>