

3 個別研究成果

3.1 情報基盤の整備と活用

3.1.1 国土共通基盤 GIS データベースの開発

(1) 研究の背景

1.3 で触れたように、自然共生型流域圏・都市再生イニシアティブにおいて「都市・流域圏環境モニタリング」は4つのプログラムの中で第1のプログラムと位置づけられている。この背景には都市・流域圏の再生・修復を図るためには、対象とする流域圏・都市における現状分析および過去からの変遷を辿ることにより問題の把握と課題の整理をすることが、流域圏・都市再生を実行する際の出発点となるからに他ならない。言い替えれば、複合的な構造要因で形成される環境問題の実態把握のためにはモニタリングデータの取得により、概念や哲学の枠を超えた、データに裏付けされた対象の構造把握による流域圏・都市の好ましい姿が見えてくる。

流域圏・都市における人口や土地利用の変化、各種社会資本や産業構造などの社会的変化などのような基盤情報の変遷を把握することは、自然との共生を考える上で最も基本的な事項である。都市・流域圏単位での過去から現在に至るまでの基礎的な情報をデータベース化する上において GIS 技術を活用することによって、モニタリングにより得られたデータとともにモデリングに活用されることとなる。その結果、情報基盤の整備が相乗効果をもって進められることとなる。こうした仕組みをつくることで、例えば一部の地域を対象に先行的に開発されたモデルを他の地域に拡張する際に、共通のデータプラットフォームによりスムーズに適用が行われるなど、様々なメリットが発生すると考えられる。

国土管理や社会基盤整備に関わる業務の効率化を目指した GIS データの基盤情報の共有化に関する検討は、これまでの国土交通省の総合技術研究開発プロジェクトの中でも例えば「先端技術を活用した国土管理技術の開発」や「GISを活用した次世代情報基盤の活用推進に関する研究」などにおいて取り組まれてきた^{1),2)}。具体的には、「先端技術を活用した国土管理技術の開発」においては、国土管理情報基盤データの概念モデル、スキーマ、メタデータなどの構成や運用システムの整備・管理方法の検討が行われ、「GISを活用した次世代情報基盤の活用推進に関する研究」においては、河川、道路、都市計画などで個々に整備されている基盤地図データを相互にデータ交換できる仕組みを策定し、モデル地区を対象に実証実験が行われた。またインターネット上に分散して提供されている GIS データを Web 環境上での情報共有を図る技術を開発し、現在電子国土 Web システムとして成果が活用されている。

本研究では、上記の活用理念に基づいた共通利用可能な情報基盤として GIS データベースを構築することを目的とする。このデータベースは、本プロジェクト及び自然共生イニシアティブにおける「情報基盤の整備」の具体的な項目として実施するものである。すなわち、本研究で実施される様々な要素研究を推進するために基盤となるデータベースを先行的に構築するとともに、それ以外の一般的な利用も含めて誰にでも利用できる情報基盤を目指して GIS データベースを整備するものである。

(2) 国土共通基盤 GIS データベースの整備方針

想定される情報基盤データベースの利用イメージを図-3.1.1.1 に示す。本研究では、前述したようにどのような目的においても共通に利用される、地形図・土地利用図・人口データ等の基礎的な自然条件・社会条件データを「コモンデータ」、モデルの構築や政策の実施等、目的に応じて整備されるデータを「スペシフィックデータ」と定義する。これらは統一されたプラットフォームで整備されるものであり、ベースとなるコモンデータの上に各種のスペシフィックデータが載るようなイメージである。

これらのデータはネットワークを通じてオンラインで利用者に配信され、利用者は必要な時に最新のデータの閲覧・検索等を行うことができる。利用者としては、行政関係者や研究者以外にも、地域住民や NPO、民間企業といった幅広い一般ユーザーを想定している。

コモンデータ整備の方針としては、まず既存のデジタル化された情報を収集して暫定的なデータベースを構築する。その後、現在紙ベースで整備されている情報についても、コモンデータベースに含む必要性の高いものをデジタル化してデータベースに収録する。一方スペシフィックデータについては、当面はデータ交換の形式だけを定めておき、それに従って各主体が整備するという形をとる。交換形式を共通にしておくことにより、ある主体が整備したデータを別の主体が利用したい場合に、容易に交換・再利用が可能となる。これを蓄積することで、データベース全体がより充実し、利用価値の高いものとなることが期待できる。このような相互利用を促進するためにも、データのありかを整理したメタデータも同時に整備する必要がある。

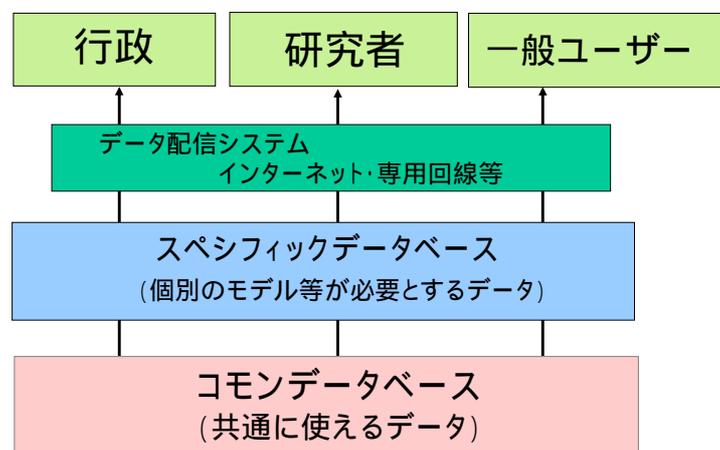


図-3.1.1.1 データベース利用のイメージ

(3) コモンデータの整備

モニタリングデータをモデリングに活用する際には、基盤情報の充実が求められる。情報基盤の整備においては、昨今の情報化の流れを受けて、環境分野に関連の深い地理的な情報も、従来の紙ベースのものから電子的なものも含め、様々な主体によって各種のデータが整備されている。しかし、それらは形式に互換性がなかったりその存在が一部にしか知られていなかったりするために、せっかく整備したのに十分に活用されているとは言い

がたいケースが多い。また、基本となる地形図等は本来どんなデータベースでも利用されるはずだが、共通に利用しやすいデータベースが存在しないために、基本図の部分からデータベースの構築が行われることもあり、結果として二重投資になっているケースもある。

こうした状況を改善するためには、誰もが共通に利用できる基本的な情報を集積した基礎情報のデータベースを整備し、それでは不足する情報を必要に応じて整備するという仕組みを構築するのが効率的である。さらに、この追加的に整備する情報も、外部との交換や再利用が可能な標準化された形式で準備することが望ましいことから関東甲信越地域について、多くの目的に共通に利用される、地形図・土地利用図・人口データ等の基礎的な自然条件・社会条件データを「コモンデータ」として整備した。コモンデータベースの一覧を表-3.1.1.1に、整備の対象範囲を図-3.1.1.2に示す。

また、GISデータベースの構築にあたっては、国土数値情報や数値地図等の既整備データを簡易に利用できるよう、座標系、フォーマット等を統一（測地成果2000対応、Shape形式）し、またメッシュデータについては経緯度座標を持つポリゴンデータに変換しデータベースを再構築した。

表-3.1.1.1 整備したコモンデータベース一覧

データの種類	内容	スケール	図化範囲
地球地図(ベクトルデータ)	交通網、境界、水系、人口集中地区	1:1,000,000	全世界
自然環境GIS	現存植生図・自然環境・保全の地域指定等	1:50,000	全国
国土数値情報・数値地図25000	地形図・水系・各種社会資本	1:25,000	全国
数値地図2500、国土基本図・都市計画図、街区レベル位置情報		1:2,500	都市計画区域
地球地図(ラスターデータ)	標高、植生、土地利用、土地被覆	1 km	全国
地域メッシュ統計	国勢調査、センサスデータ	1 km	全国
国土数値情報	土地利用ほか各種国土基盤情報	100m	全国
標高	標高データ	50m	全国
衛星画像	Landsat7/TM, Terra/Aster	30m, 15m	全国
細密数値情報	土地利用、行政地域、都市公園等	10m	首都圏等

(4) スペシフィックデータの整備

コモンデータベースだけでも流域環境に関する議論をある程度行うことは可能であり、基本的な地理情報が格納されているが、水物質循環や生態系の機構を把握する、またはシミュレーションモデルや評価モデルの入力データとして利用するには不十分である。また広域的に網羅したデータが収録されているが、過去の土地利用についてGISデータとして加工するには大きなコストがかかるため、限定した地域でデータ作成が国土地理院など研究目的で進められている。このようにコモンデータだけでは不足するデータについて試行的にスペシフィックデータとして組み込むことにより、共通基盤GISデータベースとしての活用の方向性を見いだすこととした。本研究では1)関東広域、2)荒川流域、3)霞ヶ浦流域を検討対象として、表-3.1.1.2に示すデータについてデータベース化を図ることとした。

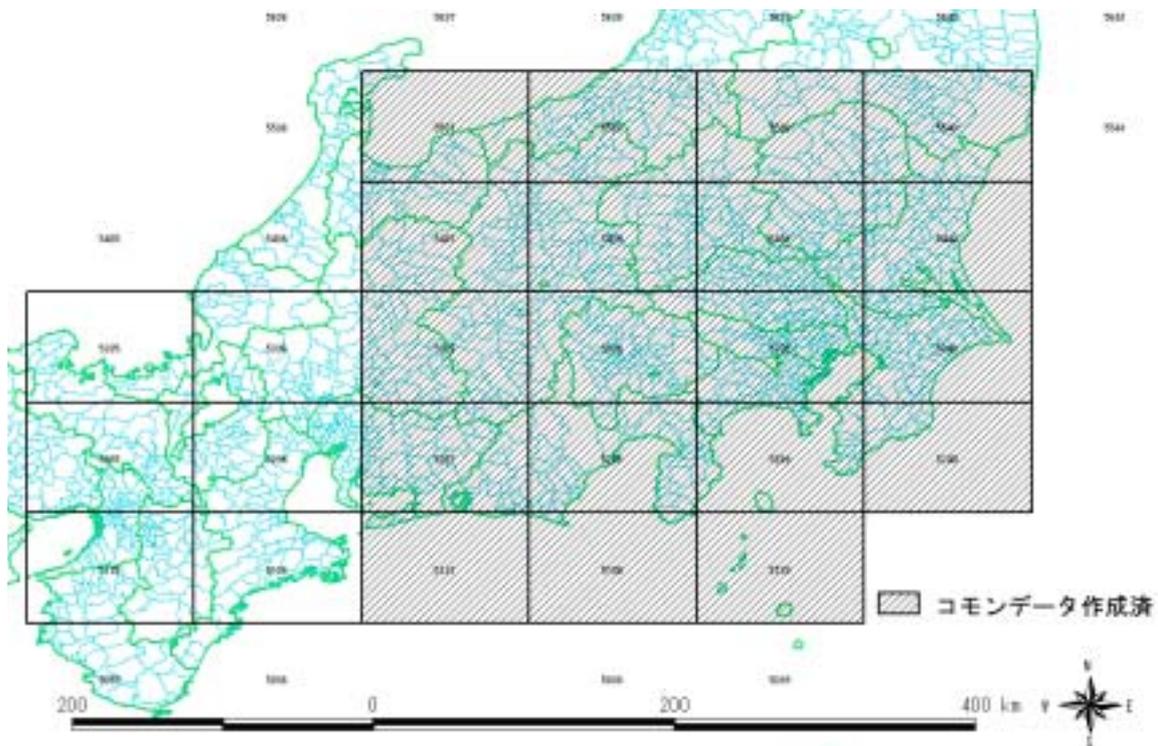


図-3.1.1.2 データ整備範囲

表-3.1.1.2 整備したスペシフィックデータ

作成データ	主な利用データ・資料	データ整備範囲
1 降水量	アメダスデータ(1961-2003)	関東広域
2 流況	流量年表(S28-H13)	関東広域
3 水資源施設	荒川上流河川事務所取水権資料	荒川
4 土地利用の変化	迅速図	霞ヶ浦
5 汚濁排水量	下水道処理人口(水質年鑑)	荒川
6 流量	荒川上流河川事務所流量資料	荒川
7 水道給水エリア	埼玉・千葉地域主要水系調査書(荒川・利根川・その他) 埼玉地域主要水系利水現況図	荒川
8 水質	公共用水域水質測定結果(S50-H13)	荒川
9 排出負荷量	東京湾流域別下水道整備総合計画に関する基本方針策定調査報告書	荒川
10 流域界	東京湾流域別下水道整備総合計画に関する基本方針策定調査報告書	荒川
11 沿岸環境	東京湾沿岸地形図(M40 頃、S25 頃)	首都圏
12 都市域・緑地の変化	細密数値情報(1974)	首都圏
13 大気質	大気汚染常時監視測定結果報告書(S49-H13)	荒川
14 過去の人口	国勢調査時系列表	関東広域
15 現在の人口	人口メッシュ(H12)	関東広域
16 将来の予測人口	市区町村将来推計人口	関東広域

(5) メタデータの作成

整備データは、一般公開用に編集している為、元データ及び編集データの作成経緯等を

明記する必要がある。そのため、整備データの情報を所定のフォーマットでメタデータ化し、それぞれ取りまとめた。

データフォーマットは、国土交通省国土地理院が作成した、地理情報メタデータ標準 JMP1,1a を使用している。

1) 作成データ

作成データと内容は、以下とする。

- ・ 作成対象は、整備項目ごととする。
- ・ 元データに付加されているメタ情報を反映する。
- ・ 今回はコモンデータに属するデータ項目について作成した。

2) データファイル名

- ・ データファイル名は、以下に設定。

CO - - META - .htm

CO : コモンデータ

 : 項目群

 : 整備項目ファイル名

(例) 国土数値情報：自然地形メッシュ

- ・ メタデータ名：CO-KS-META-G01-56M

```
<?xml version = " 1.0" encoding = "shift_jis" ?>
```

```
<catalogue>
```

```
<meta_file_id>CO - KS-META-G01-56M</meta_file_id>
<meta_parent_id>CO-KS-META</meta_parent_id>
<title>自然地形メッシュ</title>
```

メタデータ識別子
コモンデータ：CO
国土数値情報：KS
タイトル情報

```
<edition />
```

```
<series>関東地域コモンデータベース</series>
```

シリーズ名

```
<issue_id />
```

```
<initiative>
```

```
<init_type>事業</init_type>
<init_name>関東地域共通基盤GISデータベース整備事業</init_name>
```

事業名

```
<refdate>20030320</refdate>
```

```
<party>
```

```
<party_individual />
<party_org>国土交通省 国土計画局 総務課 国土情報整備室</party_org>
<resp_party_pos_name />
<party_role_code>009</party_role_code>
<resp_party_addr />
```

責任者情報

```
<country>JP</country>
<postal_code>305-0804</postal_code>
<admin_area>茨城県</admin_area>
<city>つくば市</city>
<address>旭1番地</address>
<phone>0298-64-2211</phone>
<tdd_phone />
<fax />
<email />
<addr_online_res />
```

```

    <hrs_of_service>平日 9:00 から 17:00</hrs_of_service>
    <contact_instr />
  </resp_party_addr>
</party>
=<extent>

```

```

  = <coordinates>
    <westbc>122.93</westbc>
    <eastbc>145.82</eastbc>
    <northbc>45.52</northbc>
    <southbc>24.03</southbc>
  </coordinates>

```

データセットの範囲

```

  = <geo_extent_desc>
    <geo_name />
    <geo_name_ref />
  </geo_extent_desc>
  <temp_extent_time />
  <min_elev />
  <max_elev />
</extent>

```

解像度

```

<resolution_code>003</resolution_code>
<lang_data_code>ja</lang_data_code>
<data_charset>N/A</data_charset>

```

データセットの言語

```

<abstract>自然共生型流域圏・都市再生に関する各種モデル作成やデータベース構築にあたり、共通して利用できる地理情報データ（コモンデータベース）を整備しています。</abstract>
<purpose>流域を単位とした国土管理の実施に向け、総合科学技術会議で採択された「自然共生型流域圏・都市再生イニシアティブ」の基幹となる地理情報データベース（コモンデータベース）を整備し、プロジェクトで行われる各種のモデリング、評価ツールにおいて共通して使用するためのデータベースを構築することを目的としています。</purpose>

```

要約
目的

```

<progress_code>002</progress_code>

```

進捗状況コード 02:作成中

```

=<category>

```

```

  <theme>自然</theme>

```

主題

```

  = <keyword_info>

```

```

    <keywords>自然地形</keywords>
    <keyword_type_code>002</keyword_type_code>
    <keyword_thesaurus />
  </keyword_info>
  <keyword_info>
    <keywords>5339</keywords>
    <keyword_type_code>003</keyword_type_code>
    <keyword_thesaurus>標準地域メッシュコード</keyword_thesaurus>
  </keyword_info>
  <keyword_info>
    <keywords>コモンデータベース</keywords>
    <keyword_type_code>005</keyword_type_code>
    <keyword_thesaurus />
  </keyword_info>
</category>

```

キーワード

```

<access_constraints />
<use_constraints />
<lineage_info />

```

空間表現型コード

(001:テキスト、002:ベクタ、003:ラスタ、004:画像)

```

<spatial_rep_type_code>003</spatial_rep_type_code>
<spatial_reference_code>002</spatial_reference_code>

```

空間参照コード 002:座標

```

<distrib_id />

```

```

<format_name>ArcViewシェープファイル</format_name>

```

配布フォーマット

```
<media>インターネットによるダウンロード。郵送の場合は、MO、CD-R (ISO9660 フォーマット)、  
フロッピーディスク (1.44MB) から選択してください。</media>
```

配布メディア

```
<distrib_resource_url /> www.nilim.go.jp</distrib_resource_url>
```

```
<applic_schema_url />
```

配布データのオンライン情報原の URL

```
<conform_level_code>001</conform_level_code>
```

```
<lang_meta_code>ja</lang_meta_code>
```

```
<meta_charset>Shift_JIS</meta_charset>
```

```
<meta_date>20010331</meta_date>
```

```
</catalogue>
```

(6) データベースサーバの構築

次に、整備したデータを配信するデータベースサーバについて説明する。データはインターネットを通じて配信するための技術として WebGIS を利用する。利用者はインターネットのブラウザを通して、データを検索して表示し、画面上で拡大・縮小・移動・バッファ作成等の基本的な GIS 操作が可能である。

データベースサーバの整備・運用する方式としては、大きく 集中管理方式と 分散管理方式に分類される。本研究では研究開発の段階であるため1箇所にサーバを設置してそこにデータを集積した。これは、まずデータベースとして実際に利用できるものを作ること、利用しながら使い勝手や新たな利用の可能性等を探り、改良が必要であれば容易に改良できるようにするためである。しかし、今後の運用を考えた場合、時間が経過すればデータの更新が必要になってくるが、これは各データの整備主体が責任を持って行うべきものである。そこで将来的には、データは分散管理をするものとし、各データの提供主体が管理するデータを、利用者の要求に応じて参照する分散型データベースの形を目指すべきである。その場合でも利用者の側では、データは分散管理されていることを意識せずに画面上では一つのものとして扱うことができる。

(7) システム構成の検討

1) GIS エンジンの検討

GIS データベースサーバで使用する GIS エンジンについて検討した。本サーバで使用する GIS エンジンの要件は、以下のとおりである。

利用者がカスタマイズできること

ウェブで活用できること

利用するデータベースを開発者が選択できること

上記の条件を満たす GIS エンジンを選定するために、市販されているもの、フリーで配布されているものを含め、調査した。その結果を表-3.1.1.3 に示す。

検討した結果、サポート体制がしっかりしていること、欧米での導入実績が多いことなどから ArcIMS を GIS データベースサーバの GIS エンジンとして採用することとした。

表-3.1.1.3(1) Web環境で使用できるGISエンジンの比較(1)

名称	配信形式	カスタム	DB 選択	OS(サーバ)	価格
ArcIMS	画像 ベクトル	可能	可能	WinNT/2000/XP Linux Solaris	有料
ATOM WebGIS	画像 ベクトル	可能	可能	不明	有料
Geobase	ベクトル	可能	可能	WinNT/2000/XP	有料
GeoMation	-	可能	可能	WinNT/2000 Solaris	有料
GeoMedia Web Map GeoMedia Web Enterprise	画像 ベクトル	可能	可能	Win2000	有料
JaMaPs	ベクトル	可能	可能	不明	有料
Maplet	ベクトル	可能	可能	WinNT/2000	有料
Mapquest	ベクトル	可能	可能	Win98/ME/2000/NT/XP Linux Solaris	有料
MapScape	画像	可能	可能	WinNT/2000	有料
MapSurfing	画像	可能	可能	Win2000/NT/XP Solaris	有料
MapXtreme	画像	可能	可能	Win2000/NT/XP Solaris	有料
SIS ASC	画像	可能	可能	WinNT/2000	有料
プロアトラスエンター プライズサーバ	画像	不可能	不可能	Windows2000/XP Linux Solaris	有料
GRASS (GRASSLinks)	画像	可能	可能	Linux	無料

表-3.1.1.3(2) Web環境で使用できるGISエンジンの比較(2)

名称	特徴
ArcIMS	ArcGISのサーバアプリケーション、WebブラウザやArcGISクライアント・アプリケーションを用いて、ローカルGISデータとインターネットGISデータを統合し、表示・検索・解析等を行うことが可能。 http://www.esri.com/f_software.html
ATOM WebGIS	ATOMのC/S版、スタンドアロン版との完全なデータベース互換があり、ATOMのすべての空間解析機能を実装できる。 http://www.aeroasahi.co.jp/spatial/gis/
Geobase	ActiveX技術を活用し、従来型GISと同様のレスポンスとサービスの提供が可能。アップデートサーバと呼ばれるサービスで複数クライアントからの書き込み時の排他制御を可能としている。 http://www.dawn-corp.co.jp/
GeoMation	CORBAによる分散アーキテクチャによる相互運用性を高めたWebGISエンジン http://www.hitachi-sk.co.jp/Products/Gaiyo/geomation.html
GeoMedia Web Map GeoMedia Web Enterprise	インターネット、イントラネット環境でGIS構築が可能。ActiveCGM方式の採用によりラスタとベクトルの共存した環境を実現できる。上位製品であるGeoMedia Web Enterpriseでは、さまざまな空間解析およびネットワーク解析を行うことができる。 http://www.ajiko.co.jp/gyomu/gis/GMfamily/web.htm
JaMaPs	複数の独立したWebサイト上の画像やXML(SVG)等のグラフィック情報を重ね合わせて同時に利用できる。 http://www.jamaps.org/
Maplet	ActiveX技術を活用し分散アクセスも可能なWebGISエンジン。オプションとして画像圧縮ソフトウェアがある。 http://www.coboplan.co.jp/lineup/main.html
Mapquest	ActiveX技術を活用し、高速なレスポンスと高度な情報提供が可能。従来型GISとWebアプリケーションの連携、インターネット向け画像配信版との併用等、多彩なシステム構築が可能。 http://www.mapquest.co.jp/
MapScape	GISソフトウェアTacticianをコアとするWeb対応エンジン http://www.giken.co.jp/products/tactician/mapscape/index.html
MapSurfing	MapInfoあるいはMapXtremeをコアとしながらも、SiteBuilderと呼ばれるシステム構築ツールを用いて容易にWebGISサイトの構築を行うことが可能。 http://www.kimoto.co.jp/
MapXtreme	MapInfoファミリーのWeb対応版。空間管理ツールであるSpatialWare4.5 SQL Serverとの連携が可能。 http://www.mapinfo.co.jp/2_products/1_03.html
SIS ASC	多くの空間データ形式をサポート、豊富な機能の保有等の特徴とするSISのWeb対応版。 http://www.informatix-inc.com/sis/index.html
プロアトラス エンタープライズサーバ	アルプス社の電子地図プロアトラス2002専用のWebGISサーバ。WindowsNTとSolarisの2種のサーバをサポートしている。 http://www.alpsmap.jp/software/pes/
GRASS (GRASSLinks)	米国陸軍技術部隊の建築工学研究所)で開発されたオープンアーキテクチャのソフトウェアであり、基本的に無料で使用できる。WebインターフェイスであるGRASSLinksを利用することWeb上での利用することができる。 http://wgrass.media.osaka-cu.ac.jp/grassh/index2.html

2) システムの構成

システム構成を図-3.1.1.3 に示す。

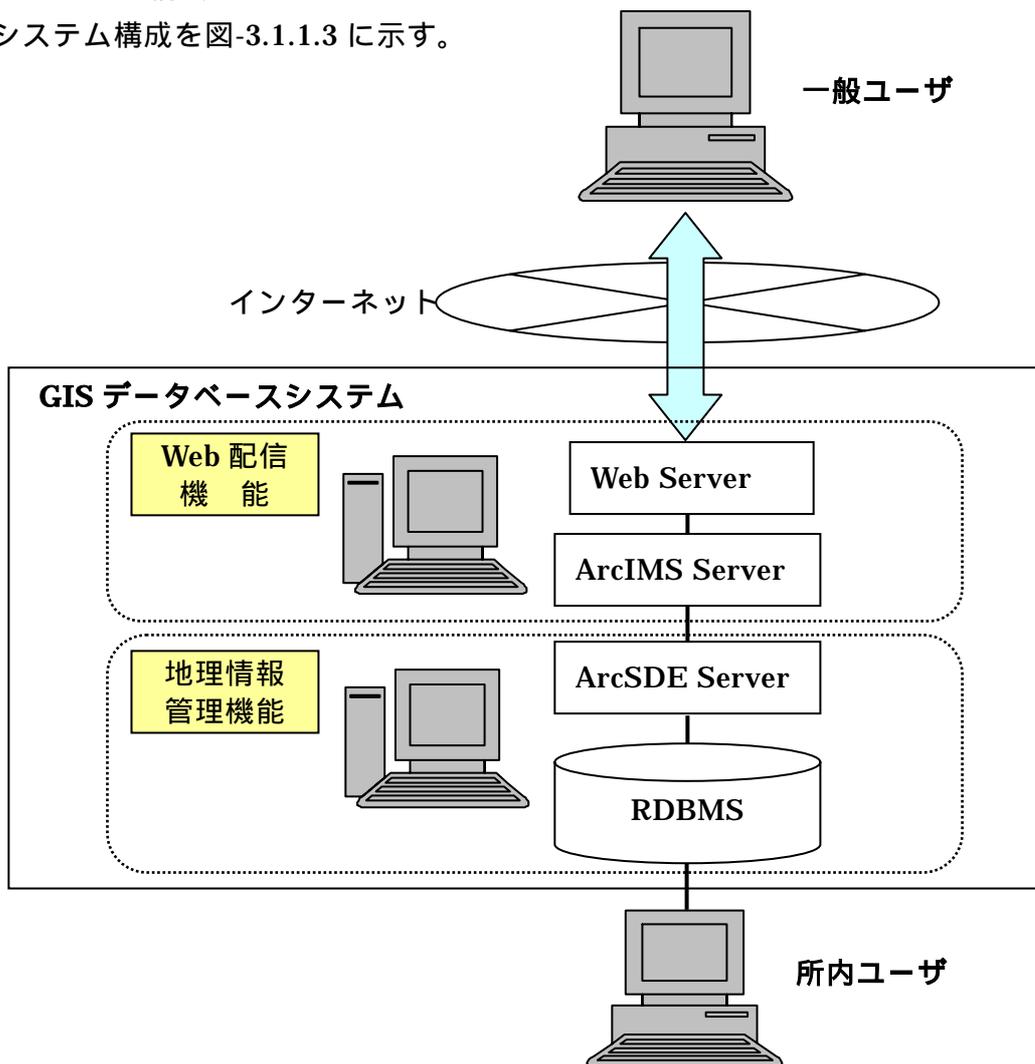


図-3.1.1.3 システム構成図

GIS データベースサーバが参照する GIS データは、ESRI 社の ArcSDE を使用して構築を行う。ArcSDE とは、Oracle、Microsoft SQL Server 等の RDBMS にシェープファイル、カバレッジ及び TIFF 等の地理情報を格納して管理する GIS データのゲートウェイである。GIS データのセットアップは、ArcSDE の管理コマンドを使用して、元データより変換を行ったシェープファイル及び TIFF ファイルを RDBMS へインポートすることによりセットアップを行った。本システムのサーバの動作環境を表-3.1.1.4 に示す。

表-3.1.1.4 動作環境

分類	名称	仕様
DBMS	DBMS ソフト	Microsoft SQL Server 2000
WWW サーバ	WWW サーバソフト	Apache 1.3.27
基本ソフトウェア	OS	Windows 2000 Advanced Server
	Servlet Engine	Tomcat 3.3.1
	JAVA 環境	J2SDK 1.3.1_02
	GIS ソフト	ESRI ArcIMS 9.0
	RDMS Gateway ソフト	ESRI ArcSDE 9.0

なお、DBMS へのインポートを行った際、一部データについては、ArcSDE のジオメトリとして許可されていないデータが含まれている等の理由により、国土数値情報の一部などインポートできないデータもあった。

(8) 国土共通基盤 GIS の詳細設計

1) 画面一覧

本システムが使用する画面の一覧を表-3.1.1.5 に示す。

表-3.1.1.5 GIS データベースシステムの機能

	機能	概要
1	基本機能	拡大縮小等の地図操作を行う。
2	レイヤ設定	レイヤの表示 / 非表示のレイヤ操作を行う。
3	メタデータ情報の表示	各レイヤのメタ情報を表示する。
4	市区町村検索	市町村名から該当箇所を表示する。
5	流域検索	流域名から該当箇所を表示する。
6	地図データ検索	メタデータ項目から地図データを検索する。
7	個別属性表示	個々の属性データを地図から選んで表示する。
8	属性検索	入力した属性データの条件に合致する地図データを表示する。
9	空間検索	ポリゴンの重ね合わせ検索を行う。 例) 流域含まれる市町村を検索し、地図上に表示する
10	バッファリング	ある点などからの距離に含まれる施設等を検索する。 例) 国会議事堂からの 0.5 キロメートル範囲の駅を地図上に。
11	主題図作成	属性データから色分けして表示する。 例) 標高から色分け表示する。
12	ラベル項目設定	地図上に表示する属性データを設定する。
13	距離・面積計測	距離や面積を測る。
14	印刷	画面に表示されている地図を印刷する。
15	ダウンロード	画面に表示されている地図データを Shape 形式でダウンロードする。

2) 画面構成

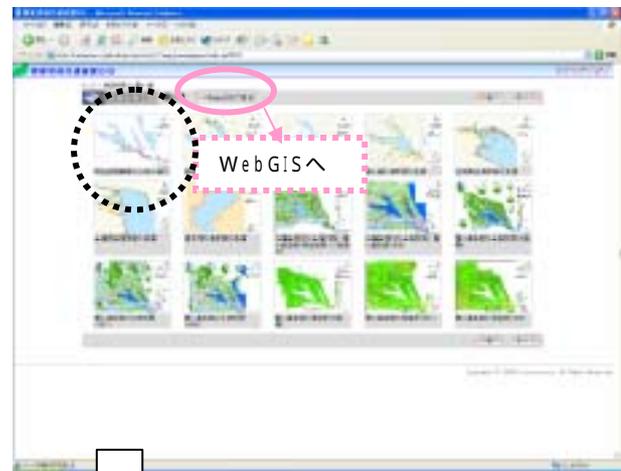
画面推移イメージを以下の図-3.1.1.4 に示す。

a) 初期画面



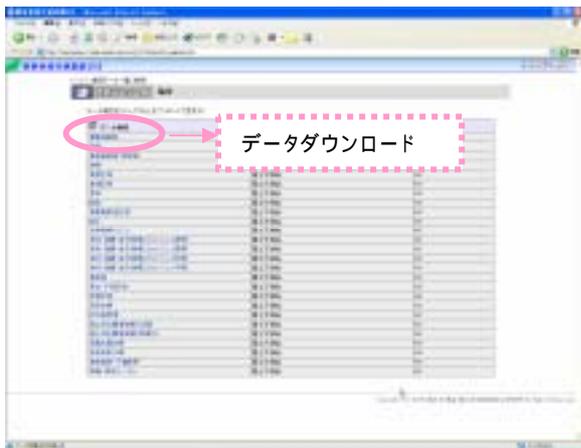
1. Webサイトの概要説明
2. 研究の目的
3. 地図を見る（地域を選ぶ）
4. 地図データをダウンロードする（カテゴリを選ぶ）

b) 地域ページ



初期画面でえらんだ地域に該当する主題図のサムネイルとタイトルを表形式で掲載

c) 地図データ一覧



- ◇ トップページでえらんだカテゴリに含まれるデータの一覧表を表示
1. データ項目
 2. 整備主体
 3. 資料年度

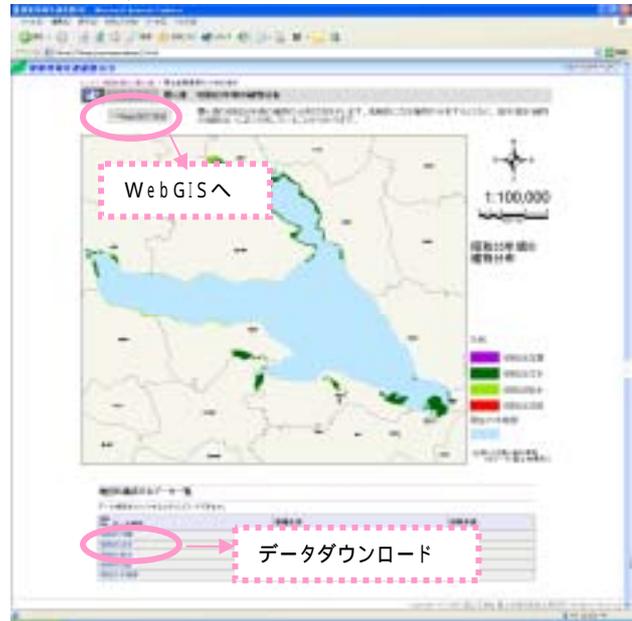
次ページへ

図-3.1.1.4(1) 画面推移イメージ(1)

d) 詳細表示ページ

- ◇ 地域ページでえらんだ主題図の詳細を表示
- 1. タイトル
- 2. 解説
- 3. 主題図画像 (デフォルトサイズ)
- 4. WebGIS へのリンクボタン
- 5. 地図を構成するデータ一覧 (ダウンロード可)

前ページから



e) WebGIS 表示ページ

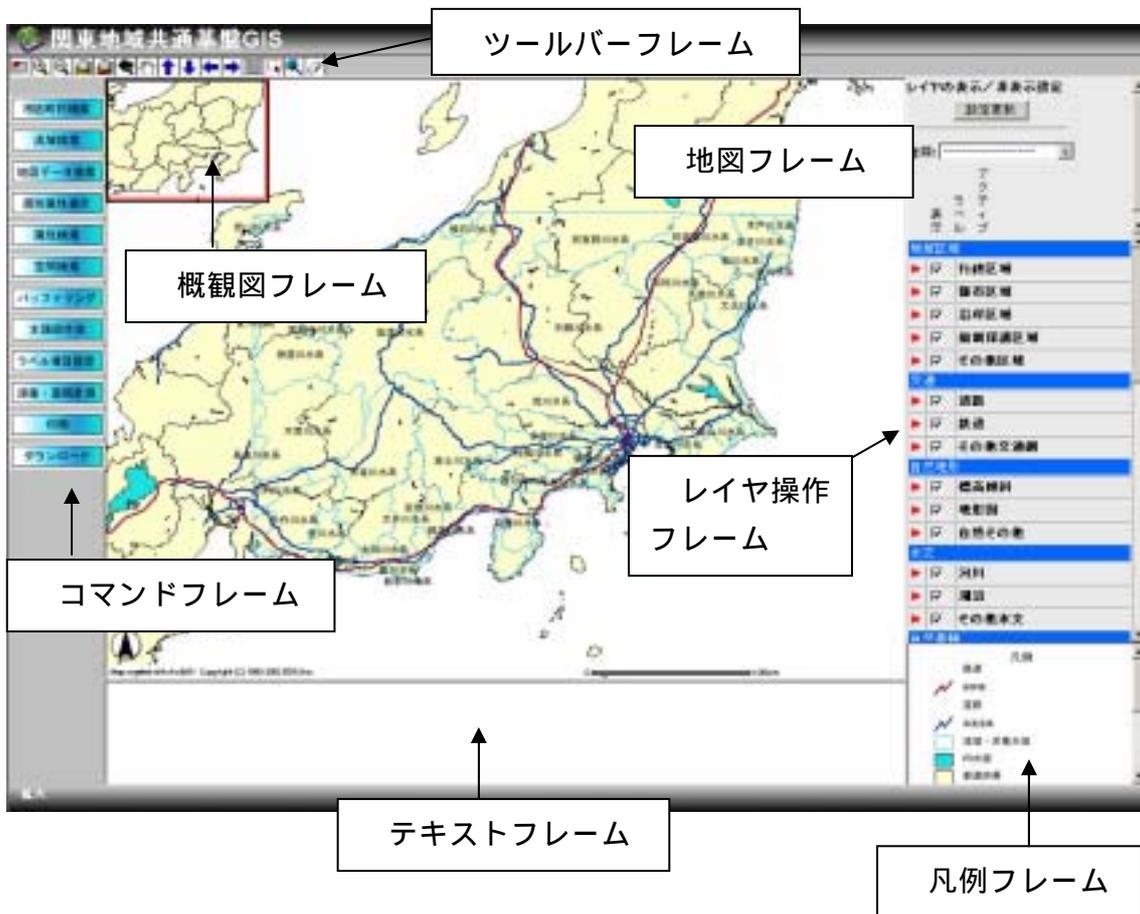


図-3.1.1.4(2) 画面推移イメージ(2)

ツールバーフレーム

拡大／縮小など GIS の基本的な操作を行うフレーム。

概観図フレーム

関東地域全体を表示するフレーム。

地図フレーム

地図情報を表示するフレーム。

レイヤ操作フレーム

レイヤの表示／非表示、ラベルの表示／非表示、レイヤのアクティブ化の設定を行うフレーム。

コマンドフレーム

市区町村検索等の機能のボタンのフレーム。

テキストフレーム

属性データ表示や検索条件等の文字情報を入力／表示するためのフレーム

凡例フレーム

凡例を表示するフレーム

(9) 環境分野における GIS の活用法

1) GIS を用いた環境把握手法の整理

河川環境情報図

河川においては、流水、土砂移動により多様で複雑な環境条件が形成されており、この多様な環境を利用して多様な生物が生息・生育し、河川固有の生態系が形成されている。河川改修等河川空間に人為を加える場合には、河川の何処にどのような環境要素が形成されているかを把握するとともに、環境要素間の関係を分析し、河川生態系のシステム構造を把握し、このシステムへの影響を極力回避・低減するような方法をとる必要がある。

河川環境情報図では、河川の瀬・淵の位置、底質条件、河道内の植生、生息生物と生息確認位置をあわせて載せることにより、対象エリア内のする環境条件の把握、瀬・淵と生息魚種、植生と鳥類等環境要素間の関係把握等環境特性の把握・分析を容易にする。

エコロジカルネットワーク

生態系の保全のためには、生物の生息・生育場の保全が必要であるが、パッチ状に分布する個々の生息場を保全するだけでなく、これら生息場の連結（エコネット）を強化、再生することにより、生態系の持続度を高めることができ、生息場の位置関係やそのつながり具合を把握することが重要となる。

例えば、GIS 上で野生生物の主要な生息場を検索・抽出すると、核となる生息場（コア）と核を結ぶ回廊・移動路（コリドー）が明らかとなり、保全上重要なコリドーの把握や、効果的な再生計画の立案が可能となる。

生息場の評価手法の開発

河川改修やダム建設等による生息生物への影響は、通常、人為的な影響が及ぶエリアにおける、指標種の生息・生育場としての選好度の変化として評価される。このような場合、

注目種がいかなる環境要素を利用し、いかなる環境要素を忌避しているといった選好度と環境条件の関係が必要となるが、GISにより比較的容易に解析が可能である。例えば、オオタカを指標種として、メッシュ毎に営巣密度と植生、地形、人口等の環境要素との相関関係を分析し、オオタカの生息場の選好度を環境要素から推定する関係式を導いている。このような手法は、生物調査が十分行われていないエリアでの概略の影響評価や、定量的な影響評価を可能とする。

野生生物の行動解析

近年、リアルタイムで野生動物の行動追跡を可能とする技術が開発され(テレメ)、野生生物の詳細な行動データの取得が可能となってきた。本事例は、河川工事に伴う騒音・震動とタヌキの行動軌跡を重ね合わせたもので、工事前は山から河岸まで広いエリアにわたっていたタヌキの行動圏が、工事の影響で山の中に押し込められている様子が分かる。テレメの計測データは、座標値で送信されるため、これをGISと接続することにより、地図上に容易に行動軌跡を描けるとともに、環境要素をあわせて表示することにより、行動解析が可能となる。

オープンスペースとアクセス

都市域の居住性を高めるためには、都市内の水辺、緑地、公園等の整備が重要となるが、これらの空間が十分その機能を発揮するためには、人々が容易にアクセスできることが重要であり、そのための公共用地が確保されていなければならない。

都内の公園・緑地空間と、公開空地の位置関係をGIS上に表示し、アクセスの観点から公開空地を評価することにより、公園・緑地等と公開空地の位置関係や隣接性からアクセスを評価することができる。

2) 流域環境診断への活用

情報基盤の活用法の1つとして、流域の現状や変遷などを把握・整理することから分かりやすく、かつ具体的に示す「流域環境診断」への利用である。流域環境診断には流域という広い空間場での多岐にわたる情報を時系列を含め把握することが基本になり、GISは有用な道具になる。このような、流域環境診断の利用を拓げていくことは、流域住民や行政など様々な主体が流域環境のことを日常的に考える状況を作るためにも、また流域情報基盤の内容を充実させていく上でも大事である。ここでは、人為的影響度合い、場の評価の観点からシステムを診断するための簡易的な手法について検討し、実流域に適用することにより、その適用性を評価する。

「流域管理のための総合調査マニュアル」によれば、流域環境診断には以下の事項が必要とされている。

a) 流域の健康状態をはかる指標

健全な水循環や、それに基づく生態系、経済・社会・文化システムの持続可能性を診断するにも、ものさし(指標)が必要である。流域環境診断においては、流域の状態を少数の指標に集約させる試みと同時に、自然環境、経済、社会システムごとに、目的に応じて、

さまざまなタイプの指標を作成し、階層化させたり、有機的に関連させたりすることが現実には有効である。

b) 調査項目の安定と環境情報の収集

流域の総合的な診断を行うには、まず、問題の特徴と地域の実情に応じて、調査項目の範囲や、調査の深さや細かさを決定する必要がある。次いで、その分野における重要な指標（群）を、その地域の実情などに応じて、既存の指標システムから選択、あるいは新たに作成し、必要な環境情報を収集していくこととなる。

c) 環境情報の集積・統合と環境診断

流域の総合的な診断結果を最後にとりまとめ、全体像を把握する必要がある。この段階では、さまざまな指標などの診断用ツールを効果的に組みあわせて流域環境診断を行うことが必要である。

d) 流域診断の向上

流域環境診断にあたっては、「指標群」が中心的な役割を果たす。これまで、日本の流域管理では、自然資源や負荷など、物理的・物質的な側面に偏った調査が行われてきた。しかし、流域管理は、経済的、社会的側面の管理抜きには達成できない。このため、経済・社会指標、あるいは指標に準ずる要因を抽出し、従来の指標群に付け加え、充実させていくことが必要である。

以上の観点から、下記の項目を中心に流域環境診断の手法を検討することとした。

水・物質循環

マクロな視点での水収支や飲み水の水質、汚濁負荷の分布などの把握を目的とする。

生態系

陸域の生息環境としての重要な場や水域の生息環境としての河川の瀬・淵、横断工作物や湖岸・沿岸の地形変遷の把握を目的とする。

都市環境

都市化の進展や自然とのふれあい環境の把握を目的とする。

上記の診断項目に沿って流域環境診断を実施するために、具体の解析項目を検討した。解析項目と診断内容について表-3.1.1.6に示した。

これらのうち、簡便で視覚的に分かりやすい流域環境診断事例について、下記の項目を紹介する。

- (a) 水物質循環・・・水資源関連施設と水質データのライン表示
- (b) 生態系・・・緑地分布の変化（湖岸植生について4.2で紹介）
- (c) 都市環境・・・土地利用の変遷

表-3.1.1.6 流域環境診断での解析項目と診断内容

解析項目		診断内容
1.水物質循環		
1.1 降水量	年間降水量の分布	水資源の豊富さ
	年間降水量の変化	過去と比較した降水量の変化を把握
	一人あたり降水量	一人あたりの降雨の豊富さ、流域の保水性の高さ
1.2 流況	濁水比流量	流域の水資源量の指標
1.3 水利用状況	目的別水利用	水道・工業・発電（水利権）、農業（水田）別に流域内水利用を把握
1.4 水資源関連施設	ダム、取水施設、下水処理施設等一覧	水資源施設の把握
1.5 浸透率	中流域界別浸透率の変化	明治、昭和、平成の浸透率の変化
1.6 マクロ水循環	水収支概観模式図	流域での水収支を概略的に把握
1.7 フレッシュ度	汚濁排水量 / 濁水流量	水質基準点ごとの排水量の占める割合
1.8 水道給水エリア	取水点毎の給水範囲	どこから取水した水を飲用しているか
1.9 水質	BOD 水質変化	河川縦断方向の水質の経年的把握
1.10 水道水源水質	水道取水位置の水質	飲み水の水質把握
1.11 水資源利用度	利用総量 / 水資源賦存量	賦存量のうち、利用されている水量
1.12 汚濁負荷分布図	人口、工業、家畜等	排出負荷の構造、水質関連条件の把握
2.生態系		
2.1 陸域生息環境評価	生態系指標種の生息場評価指標	重要となる生息地の表現
2.2 水域生息環境評価	河川環境（旧河道、堰・魚道、瀬・淵、護岸、生息環境等）	かつての河道の分布、瀬・淵や魚道、生物の生息空間の状況の把握
	湖沼環境（植生、アオコ、湖岸線等）	挺水・沈水・浮葉植物、湖岸線等の変化
	沿岸環境	沿岸地形変遷
	流量ダイナミズム	年最大流量 / 濁水流量
3.都市環境		
3.1 生息生物	身近な生物の生息分布	カテゴリー別の確認種数の多さ
3.2 自然との触れ合い度	身近な生物がいる地域の人口	身近な生物がいる地域の人口集計
3.3 都市化度	都市域・緑地の変化	都市的土地利用の表現
3.4 オープンスペース率	公園、緑地、水辺の占有率	公園、緑地利用地の表現
3.6 氾濫区域内土地利用	経年変化	氾濫区域内の土地利用の進展の表現
3.5 土地利用の変化	土地利用の変化	明治、昭和、平成の土地利用の変化
3.7 気温	気温の経年変化	過去と比較した気温の変化を把握
3.8 大気質	SO ₂ 、SPM、NO、NO ₂ 、NO+NO ₂ 、CO	道路沿線の大気環境の経年的把握

(a) 水物質循環

ア) 水資源関連施設

< 利用データ >

水資源関連施設を把握するため、下記資料を用い、整理した。

- ・ 荒川上流河川事務所取水権資料
- ・ 荒川上流河川事務所河川基盤地図データ（ダム位置）
- ・ 荒川上流河川事務所管内図
- ・ 日本河川水質年鑑（日本河川協会編,山海堂.）

< 解析方法 >

水資源に関連する施設として、取水施設と下水処理施設、またダムの位置を表現した。取水施設については、その取水目的別に色分けをし、表現した。

< 成果図 >

図-3.1.1.5 に、荒川水系におけるダムと取水施設、下水処理施設の位置を示す。この図から上中流域に下水処理場が点在する一方で、秋ヶ瀬取水堰で取水を行っているなど、荒川流域の取排水系統が水質の観点からは不合理な形態になっていることが伺える。



図-3.1.1.5 ダム・取水・下水処理場地点

1) 水質・水道原水質

< 利用データ >

BOD 等の水質の変化を示すため、下記資料を用い、整理した。

- ・埼玉県公共用水域水質測定結果 (S50-H13)

また飲み水の水質を把握するため、上記水質データに水道取水位置を加え、整理した。

- ・荒川上流河川事務所取水権資料

< 解析方法 >

- ・ポイントデータ：昭和 50 年代（昭和 50 年～昭和 59 年）と近年（平成 4 年～平成 13 年）の BOD 平均値をそれぞれ求め、水質ランク別に調査地点のポイントの大きさを換え、表示

- ・ラインデータ：調査地点より上流側は調査地点と同質の BOD 値であると仮定し、水質ランク別に河川の色を変え、表示

- ・さらに、上水道の取水位置データを重ね、表現した。

< 成果図 >

図-3.1.1.6 に荒川流域における S50 年代の BOD 平均値を、図-3.1.1.7 に H4～H13 の BOD 平均値を、上水道の取水位置とあわせて示す。これらの図から各河川の水質の健全性を把握できると同時に、過去と現在の比較からいくつかの河川で水質が改善している状況を面的に把握することができる。また、図-3.1.1.7 で上水道および下水処理場との位置を重ね合わせることにより、東京都水道局朝霞取水堰から取水される水質は現在でも環境基準の D 類型に属し、工業用水としても薬品注入などによる高度処理が必要であることが容易に理解できる。

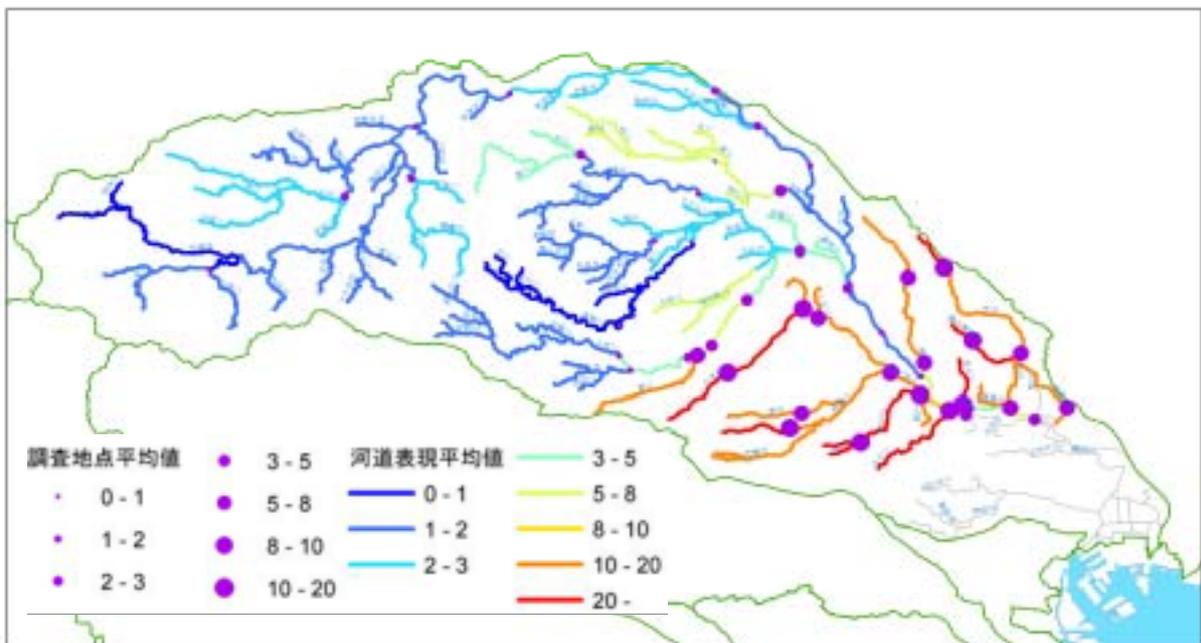


図-3.1.1.6 S50年代の BOD 平均値(mg/l)



図-3.1.1.7 近年 10 年間 (H4 ~ H13) の BOD 平均値(mg/l) と上水道の取水位置

(b)生態系

・緑地分布の変化

< 利用データ >

コモンデータの衛星画像データ (1990 年 (秋期)、2002 年 (秋期)) を用いて緑地帯を抽出し、2 時点のデータを比較して緑地分布の変化を把握する。

- ・衛星画像データ (LANDSAT)
- ・荒川上流河川事務所河川基盤地図データ (ダム位置)

< 解析方法 >

衛星画像データから Band3 (可視域・赤色)、Band4 (近赤外域) の 2 つのバンドを切り出し、 $NDVI = \frac{Band4 - Band3}{Band4 + Band3}$ を計算し、NDVI 値のヒストグラムを参照して閾値を設定し、植生域と非植生域を区分した 2 値化ファイルを作成し、レベルスライス処理を施し、ランク毎に色彩を割り当てた緑被抽出画像を作成した。さらに、2 値化ファイル間に変化が生じている画素を変化画素として抽出すると、緑地変化箇所把握図を作成することができる。

< 成果図 >

図-3.1.1.8 ~ 10 に、荒川流域と霞ヶ浦流域における各年代の緑地分布図、緑地の変化箇所抽出図を示す。図-3.1.1.10 から霞ヶ浦流域ではつくば市周辺や新利根川流域で都市開発が進み、緑地面積が減少している状況が伺える。2 時点の間隔が短いため大きな相違はないものの、長期間の衛星画像の蓄積の進展により、緑地面積の増減の面的な変化を容易に把握することが可能となる。

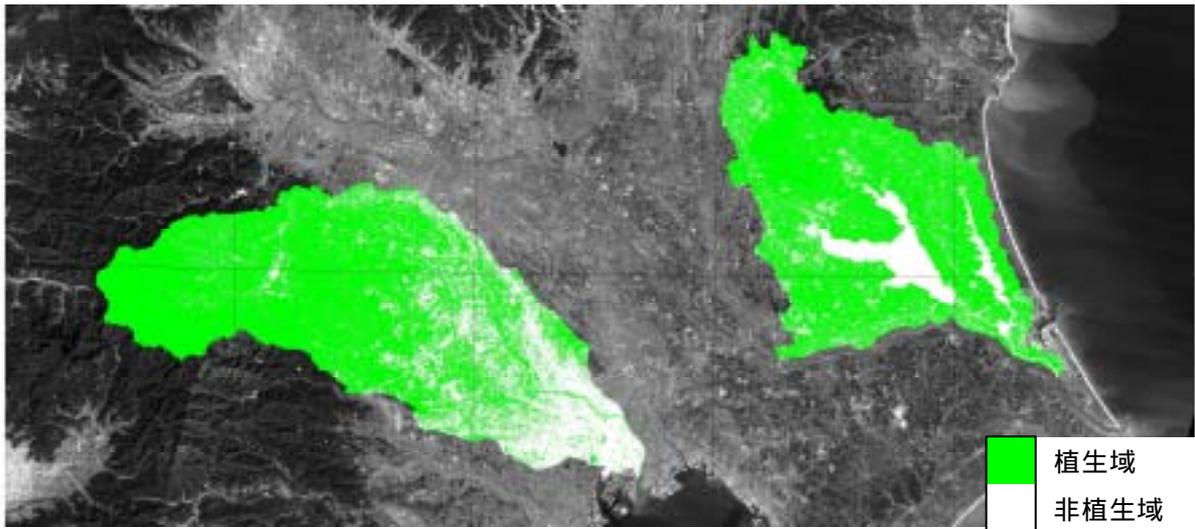


図-3.1.1.8 1990年（秋期）における緑地分布

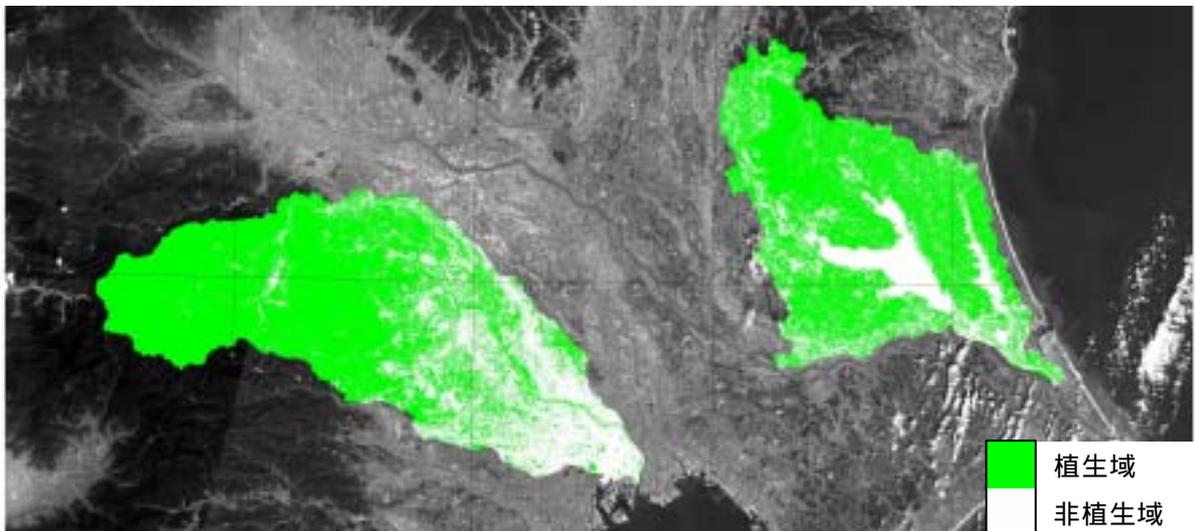


図-3.1.1.9 2002年（秋期）における緑地分布

画像の凡例	1990年の土地利用	2002年の土地利用
増加箇所	非植生域	植生域
変化なし	植生域	植生域
減少箇所	植生域	非植生域

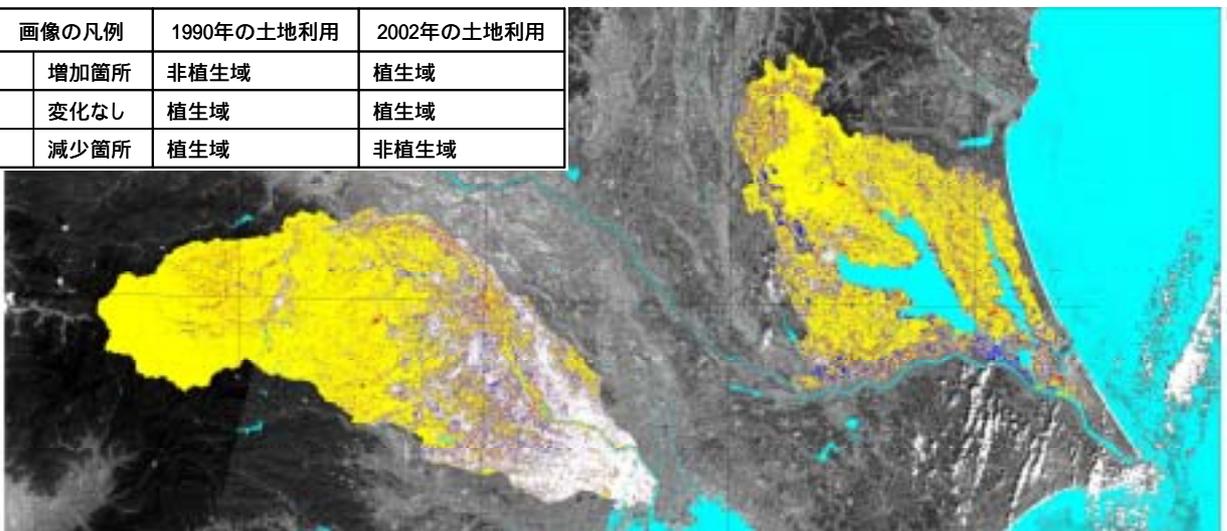


図-3.1.1.10 緑地の変化箇所抽出図

(c)都市環境

・土地利用の変遷

< 利用データ >

流域内の土地利用がどのように変遷してきたかを把握するため、下記データを用い、表現した。昭和 51 年以前と以降では利用データが異なるため、一概に経年的な比較はできないが、おおまかな変遷は把握可能である。

- ・荒川上流河川事務所流域地盤環境データ
(M40 年頃・S47 年土地利用データ)
- ・霞ヶ浦流域迅速図判読データ(今回作成、明治前期のデータ)
- ・土地利用データ(国土数値情報、H9 年データ・S51 年データ)

< 解析方法 >

各年代の土地利用データを凡例を統一して表現し、中流域界を重ねて表示

< 成果図 >

荒川流域における、明治40年頃、昭和47年、平成9年の土地利用状況を図-3.1.1.11～13に示す。各々の図を比較することにより、土地利用の変遷を理解できると同時に、GIS機能を活用することにより、中流域区分毎の土地利用割合を算出することができ、中流域単位での土地利用の変遷を把握することができる。

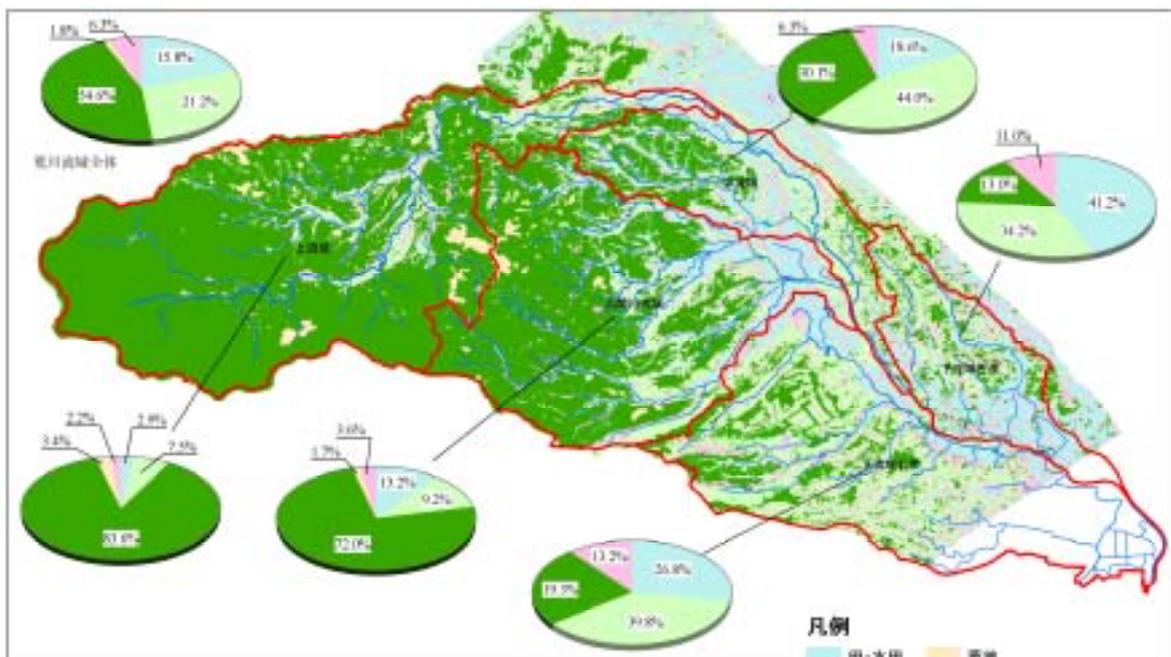


図-3.1.1.11 荒川流域の土地利用(明治40年ごろ)
(流域地盤環境データ(荒川上流河川事務所)から)

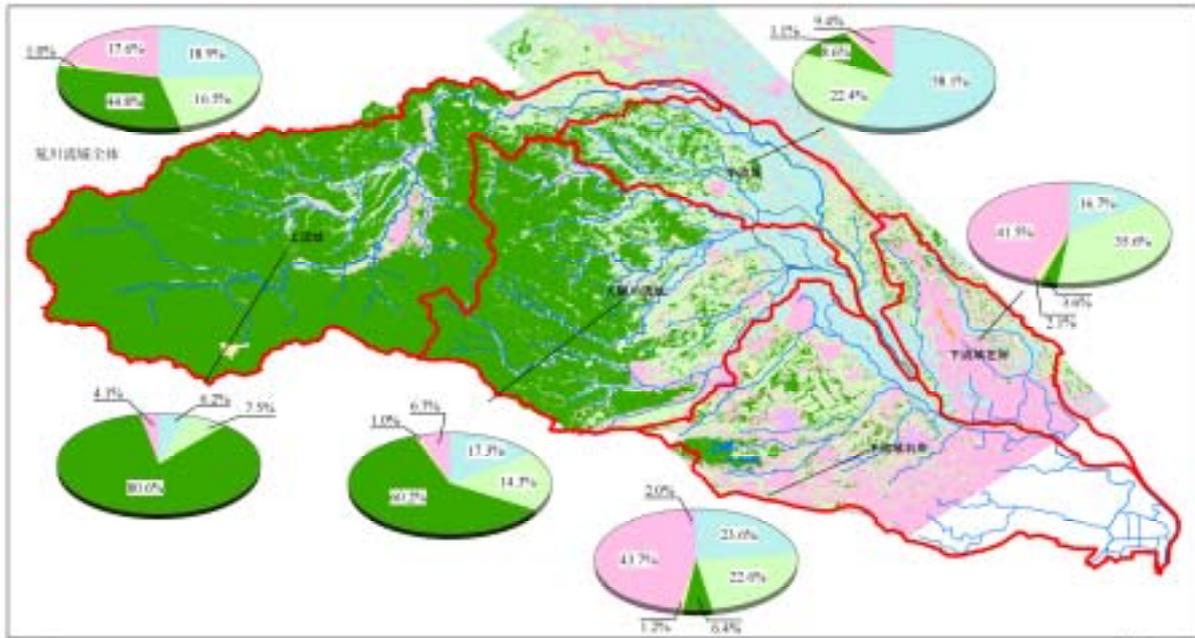


図-3.1.1.12 荒川流域の土地利用（昭和47年）
 （流域地盤環境データ（荒川上流河川事務所）から）

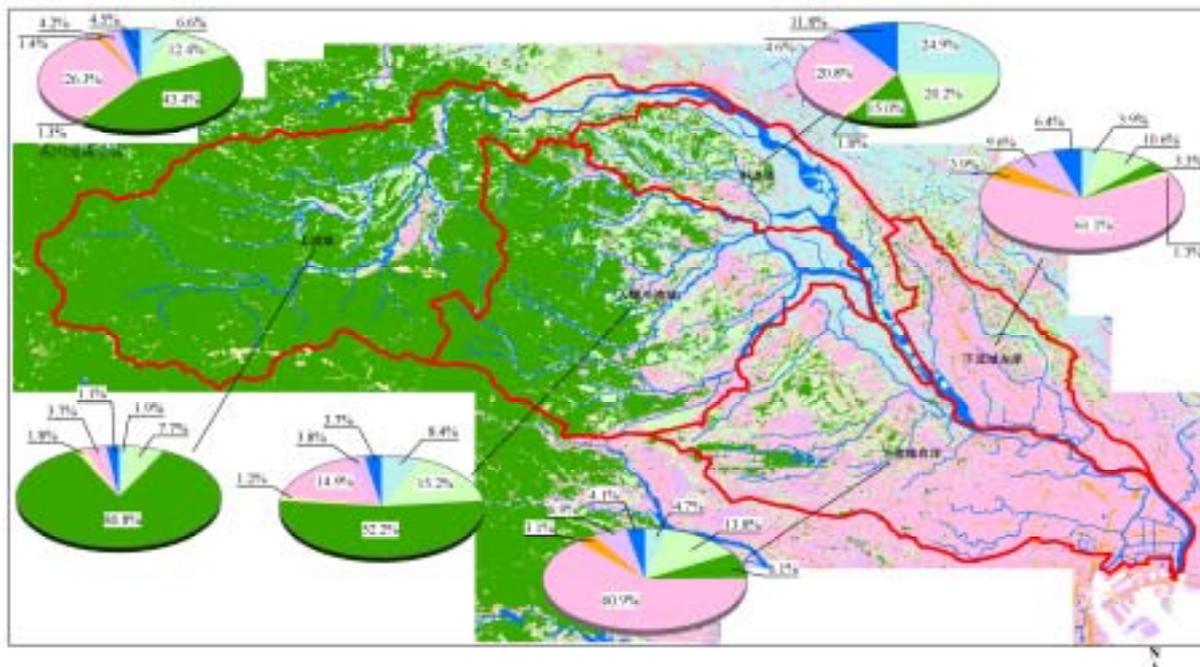


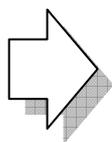
図-3.1.1.13 荒川流域の土地利用（平成9年）
 （国土数値情報）

(10) 流域環境診断の有効性の評価

流域環境診断結果に基づき、各手法が有効といえるか、適用性があるのかについて、検討を行った。

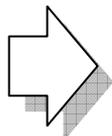
a) 過去と現在とを比較する手法について

わが国の社会構造が大きく転換したのは、明治期の近代化と戦後の高度成長期であるといえる。これらの時期と現在とが比較できるデータのうち、人為的な影響を強く受けているデータについてはその変遷がデータ上に歴然と現れている。このため、これらのデータを指標として利用する診断手法については、地域にもよるが、流域診断としての適用性が高いといえる。



土地利用の変遷、海岸線の変遷、人口密度の変遷、水質の変遷など、人為的な影響を反映しているデータは、診断の指標としての適用性が高い。

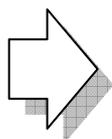
一方、過去との比較ができるデータであっても、自然的要因に大きく左右される降水量や流量のデータについては、流域・地域のあゆみが明確には現れにくい。今回の診断の中では、気温の変化については、関東・中部・北陸圏で広く気温の上昇が認められたが、ヒートアイランドなど都市圏での上昇については明確ではなかった。その他、流量についても指標がうまく設定できたとは言いがたく、流域診断としての適用性は低いと考えられる。



降水量の変遷や流量の変遷など、自然的な影響を反映しているデータは、診断の指標としての適用が比較的難しい。

b) 地域間の比較を行う手法について

一時期しかデータが存在しない場合には、過去と現在の比較は無理であり、単独での評価か地域間の比較となる。特に地域間の比較の場合は、地域区分が重要となる。例えば、荒川流域を5分割した場合には、上流から下流への違いが分かりやすく表現できたが、霞ヶ浦の場合はそのような違いが表現しにくい。また、一級水系の流域を比較するにあっても、地形・地質・植生といった自然的特性よりも人口や土地利用のような人為的な特性による違いが表現される。



地域間の比較にあたっては、比較対象地域の設定が、診断の適用性へのキーポイントとなる。

(11) まとめ

本研究では、誰もが共通で利用できる基本的な情報を集積した基盤情報 GIS データを、ネットワークを通じてオンラインで利用者に配信するシステムを構築した。また、整備した共通情報基盤データベースの活用として、流域の現状や変遷などを把握・整理することを通じて、流域の特性や課題を分かりやすく、かつ具体的に示す簡易的な「流域環境診断」の検討を試み、流域という広い空間場での多岐に渡る情報を時系列も含め総合的に把握する上で、GIS は有力な道具となりうることを示した。

今後の課題としては、大きく技術的課題とデータの著作権などの帰属の問題に整理される。

1) 技術的課題

- ・ GIS を活用した環境分野における研究（以下、環境研究と記述）においては、良質なデータの確保が最も重要であり、貴重なデータを共有・共同利用できるシステムは必要である。しかし、全てのデータを 1 カ所、1 つのシステムで提供するのハード的に困難であり、多極分散型の共有システムが望ましい。
- ・ 環境研究では、過去の環境状況を表現するデータが極めて重要であり、最新のものだけでなく、過去のものについても GIS 化を図ることが必要である一方で、データの作成には多大なコストを要するという課題がある。関係者が共同して、過去データを収集し、GIS 化することをプロジェクトとして考えることも一案である。
- ・ GIS を用いた環境研究が進んでいると同時に GIS の技術も日進月歩の如く開発が進んでいる。GIS 技術を活用した環境研究におけるニーズを把握するために、環境分野の研究者と GIS の研究開発者との意見交換を積極的に図ることが必要である。
- ・ コモンデータをシェープデータに変換する際に、元データのラインが分断されているため、ポリゴン化が困難であったり、面構造になっていないなどの不具合のあるデータについては完全にはデータを変換できていないという問題がある。最近作成されたデータにはこのような問題が生じることは少ないが、データの利活用の際には留意する必要がある。
- ・ 東京圏の細密数値情報や霞ヶ浦の迅速図などについても GIS データベースへの登録を試みたが、数百 MB から数 GB ものデータ容量があるため Web 上での読み込みは現在のデータ通信技術においても限界がある。この点については技術革新に伴い近い将来には技術的課題が解決する可能性がある。

2) 著作権など帰属の問題

複数の省庁に跨る広域データを一元化することにより、広域での GIS データを重ね合わせる事が可能となったのは大きな意義があるが、細密数値情報や数値地図、工業統計メッシュなどは財団法人等が販売しているデータであるために、構築した GIS データシステムから外部公開することが現在のところ著作権の関係からできないのが実状である。また環境省の自然環境保全基礎調査データなどについても、利用希望者は申請により提供する

システムとなっているため、他機関からデータを配信することは許可されていない。情報の共有化にあたっては、上記に示した課題をクリアする必要がある。

また、本格的に国土共通基盤GISとして発展させていくには、データの整備・更新体制だけでなく、データベースの運用・管理体制についても、ネットワーク上の不正アクセスの防止や情報セキュリティポリシーについても留意して検討する必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省：国土交通省総合技術開発プロジェクト 先端技術を活用した国土管理技術の開発 総合報告書，2003.
- 2) 国土交通省：国土交通省総合技術開発プロジェクト GISを活用した次世代情報基盤の活用推進に関する研究 総合報告書，2003.
- 3) 日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業 複合領域6：「アジア地域の環境保全」 和田プロジェクト編：流域管理のための総合調査マニュアル

3.1.2 流域圏診断技術の開発

(1) はじめに

1.2.2 で明らかにしたように、都市内に良好な水・緑の資源を持続的に維持している都市の多くは、経済効率優先の都市政策が展開された 1960 年代以前に、流域圏プランニングの考え方にに基づき、土地利用の制御システムを創り出しながら、都市経営を行ってきた。

本項では、地球環境問題、水循環の回復などが、21 世紀初頭におけるすべての都市の課題であることを踏まえて、流域圏プランニングを、都市環境計画における普遍的計画論として適用するために、その具体的手法の提示を行うことを目的とする。「都市環境計画」とは、現在の「都市計画マスタープラン」、「緑の基本計画」、「景観計画」など、身近な都市環境形成の基本となるさまざまなマスタープランの総称である。

流域圏計画のほとんどは、河川計画を中心とし、5-10 万分の 1 のレベルで策定されているが、身近な環境の回復の積み重ねにより、地球環境問題を解決していかなければならないことを考えるとき、都市環境計画の一環として流域圏プランニングを導入していくことが、いま、新たな領域として求められている。このためには、都市計画基礎調査のスケールで、流域圏の分析、計画が行われなければならない。本論は、このような問題意識を背景とし、2,500 分の 1 の精度に対応する小流域を都市環境計画における最小のプランニング・ユニットと位置づけ、計画論の提示を行うものである。

近年、都市計画基礎調査は、GIS による整備が行われており、地形、土地利用、水系、法制度などの基本的情報は入手できるようになった。しかしながら、自然環境のうち、植生や、水質、昆虫、鳥類、哺乳類など生物関係の情報は、都市によりデータの作成状況に大きな相違があり、自然環境の回復を目標とするためには、これらの基礎的データの整備が課題となっている。一般に入手できるデータは、次の通りである。

表- 3.1.2.1 流域圏診断に用いる基礎的情報

地 形	数値地図 50mメッシュ標高、都市計画基礎調査
土地利用	都市計画基礎調査土地利用現況
水 系	都市計画基礎調査、地形図、公共下水道計画図
植 生	現存植生図等（自治体により相違がある。）
法規制	各種地域制緑地、公園緑地、宅地造成等規制法、急傾斜崩壊危険区域等（自治体により相違がある。）

自然環境のデータベースとして、ここではビオトープマップを取り上げた。ビオトープとは、「特定の生物群集が生存できるような、特定の環境条件を備えた一定の地域」として定義される。本研究では、都市環境計画の精度に対応するビオトープマップの開発を行い、地形、植生、水環境、生物調査のデータを総合化し、鎌倉市を事例として作成を行った。ビオトープマップにより、多様な自然環境の情報を、生態系の一つのまとまりとして認識することが可能となり、流域圏における自然環境回復のシナリオと手法を考察する上で、有効な手がかりとなる。

次に、小流域をどのような手法により設定するかについては、この間、試行を繰り返し

てきたが、汎用性のある方法論の確立が可能となっている。具体的方法については、次節以降で実例を示し、説明を行う。

設定された小流域を、分析するためには、様々な手法の導入が可能である。ここでは、1960年代以降、流域圏において都市化に伴い、どのように環境ポテンシャルが変化したかを知ることが重要であるため、現在の土地利用と1960年代以前の土地利用を比較することにより小流域の類型化を行い、これに基づき、各種の評価指標を導入するものとした。すなわち、時間軸の概念を計画論に導入するものとした。

評価指標としては、自然環境の量、質、システム、施策・計画などを適用することが可能である。量の指標としては、樹林地率、農地率、市街化率、水源涵養機能、CO₂吸収量など、質の指標としては、植生の種類、緑地の分布など、システムの指標としては、緑地のネットワークや分散、水循環など、施策・計画の状況などがあげられる。

これらの指標を踏まえて類型化された小流域ごとに評価、課題の抽出を行う。特に、鎌倉では、これをふまえて、ビオトープマップと対照させることにより、具体的な水環境、自然環境のシナリオと手法の提示を行った。

以下、事例として、鎌倉市、横浜市帷子川流域、各務原市を対象として、流域圏診断技術について述べる。

(2) ビオトープマップとその活用手法

1) 背景と目的

市街地の開発圧と緑地保全がせめぎ合う都市近郊域では、実効性を有する緑地計画が焦点の課題である。そのためには、残された緑地を社会的資産として捉え積極的に保全・活用していくことが求められる¹⁾一方、それぞれの緑地の持つ生物生態的な機能についても計画的に保全・修復を図っていくことが重要となる。これが一般にビオトープ・ネットワークと呼ばれる生物生態的な機能を前面に打ち出した緑地計画が各地で進められる所以であるが、その計画策定においては基盤情報となるビオトープマップ（またはエコトープマップ）が不可欠となる^{2),3)}。その重要性にも関わらず、日本ではこれまで必ずしも統一的に規格化されたものとしてビオトープマップ作成が行なわれてきたわけではない。また、“ビオトープ”の用語が今日非常に多義的に用いられる日本（例えば「トンボ池づくり」等の創出型の小生態園池）では、その多義性故にビオトープマップに示される内容に誤解や混乱が生じやすい。このためその作成手法や表示内容について、個別の事例研究による概念整理や標準化の検討が必要と考える。

そこで鎌倉市を事例研究地とし、まず市域レベルでのビオトープマップの作成手法を事例提示し、その過程でビオトープ図化の基本的な考え方を明らかにするとともに、本手法の問題点や課題を把握することを目的に行った。すなわち、日本の自然特性に即して実際にビオトープ図化を行う中、具体的な作業内容や踏まえるべき条項を示すことで日本版の標準手法の確立に向けた一步を試みるものである。以って生物生態的な機能をより重視した緑地計画の展開に資するものである。

研究対象地の鎌倉市は、神奈川県南東部、三浦半島の基部に位置し、面積約 40km²である。1960 年代前後からの首都圏への人口集中の影響を受けて急激に都市化が進んだが、「古都鎌倉」に象徴されるよう歴史的資産とそれを取り巻く緑地が市域には多く残されている。市の策定した「緑の基本計画」でも、首都圏のオアシス的存在として緑の保全・創造を目指している。

しかしながら、既存の計画では、ビオトープ・ネットワークに関して必ずしも十分とは言えない。小規模な開発や宅地化による減少し続ける緑地への対策としても、個々の緑地の持つ生物生態的な機能の現況を踏まえた緑地保全計画の提示が求められている。このように、依然強い開発圧とそれに対する緑地保全政策が拮抗する郊外域特有の課題を有している。

a) ピオトープマップ作成に先立つ諸作業

ア) 現存植生図の作成

現存植生図は過去の植生調査報告および 1/2,500 カラー空中写真（1998年11月撮影）から予察図を作成し、現地調査（2002年実施）により完成させた。空中写真は周縁部の歪みが指摘されるため、写真上の用地輪郭をGISデータ化済の都市基礎調査土地利用現況図（2000年作成：鎌倉市都市整備部発行）の用地輪郭にPC画面上で適宜重ね合わせる事で歪みの影響を抑えるよう努めた。また、最小区分単位については、1/10,000 地図における肉眼での判読限界（概ね1mm四方）を考慮し、特に重要と考えられる植生区分は10m四方程度、その他は20m四方程度とした。

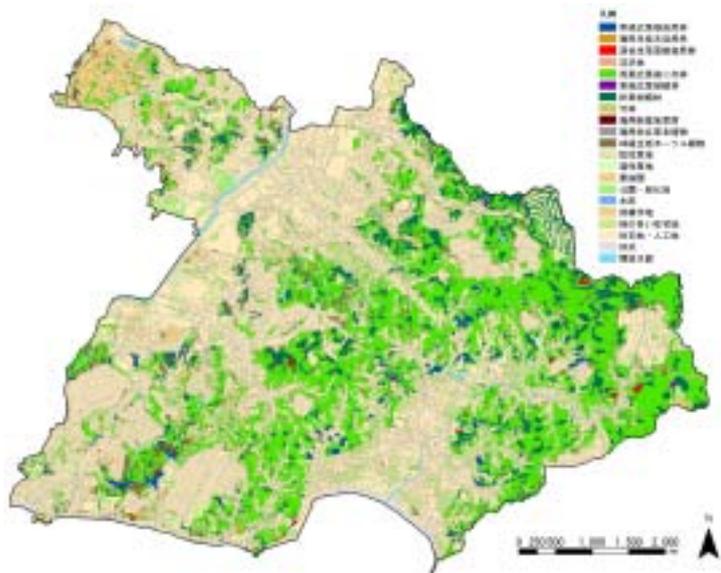


図- 3.1.2.1 現存植生図

イ) 微地形分類図の作成

微地形分類図は、鎌倉市所有の地形データ（1/2,500の等高線データ）を用いて作成した。等高線データから5mメッシュのラスターデータを作成し、ArcGISのSpatial Analystを用いて、傾斜度、谷筋からの比高、曲率を算出し、それぞれの組み合わせにより谷底面・沖積低地、下部谷壁斜面、上部谷壁斜面、頂部斜面、谷頭凹地を抽出した。また、都市的土地利用は造成地とした。



図- 3.1.2.2 微地形分類図

b) ピオトープマップの作成

ピオトープマップは、作成した現存植生図、微地形分類図に加え、土地利用現況図、カラー空中写真、1/2,500 地形図を用いて作成した。

まず、現存植生図および土地利用図より市域を自然的・半自然的立地と都市的立地に大別した。次に自然的・半自然的立地では、現存植生図の群落・群集区分を基に、相観的優占種（群落の最上層を構成する植物）の生活型や群落高、立地環境特性（過湿地・風衝地等）自然的・人為的攪乱

の内容や影響度合い等から立地的条件および生物相が比較的等質となる空間を一つのピオトープ・タイプとして設定した。

ピオトープ・タイプの抽出と体系化が確定したところで、それぞれのピオトープの図化を行った。「生態的に価値の高い地域」として水域系で 13、樹林地系で 14、草地系で 4、自然草原系で 4 の計 35 のピオトープ・タイプ、都市系で計 23 のピオトープ・タイプを得た。また、各ピオトープ・タイプで特性記述の個票を作成した。

表- 3.1.2.2 ピオトープ・タイプと植生・微地形区分の対応

	ピオトープ・タイプ	植生区分	微地形区分	
樹林地系	沢沼地の落葉樹自然林	ハンノキ群落		
	溪谷地の落葉樹自然林	イロハモミジ-ケヤキ群集	・	
	海岸風衝地の常緑樹自然林	マサキ-トベラ群集		
	丘陵麓地の常緑樹自然林	イノデ-タブノキ群集		
	中～乾性立地の常緑樹自然林	ヤブコウジ-スタジイ群集他	・ ・	
	中～乾性立地の落葉樹二次林	オニシバリ-コナラ群集	・ ・	
	中～乾性立地の伐採跡地二次林	カラスザンショウ-アカメガシワ群落		
	谷底地の針葉樹植林	スギ・ヒノキ植林	・	
	中～乾性立地の針葉樹植林		・	
	中～乾性立地のタケ植林	モウソウチク-マダケ植林	・	
草地系	中～乾性立地のマツ植林	クロマツ植林	・ ・	
	常緑広葉樹植林	クスノキ植林他	・ ・	
	果樹園・苗圃	果樹園・苗圃	・ ・	
	中性立地の冠水性草原	オギ群落		
	中～乾性立地の管理放棄型の草原	アズマネザサ群落	・ ・ ・	
	中～乾性立地の粗放管理型の草原	ススキ群落他	・ ・ ・	
	蔬菜畑等	畑地雑草群落	・	
	自然草原系	岩壁地の自然草原	(ミツデウラボシ-イワタバコ群集)*	-
		海岸断崖地の自然風衝草原	イソギク-ハチジョウススキ群集	・
		海浜地の自然草原	ハマグルマ-コウボウムギ群集	
海浜地の砂浜		裸地		
水域系		湿性立地の管理放棄型の草原	ヨシ群落・ガマ群落	
	休耕湿田の草原	ミゾハ群落他		
	湿田	スズメノテッポウ-タガラシ群集		
	池	ため池、自然的護岸の池、生態復元池、庭園石組護岸の池他、遊水池・調整池他	開放水面	
	水路	源流部樹林内の水路、谷戸部の水路	- (線状データのピオトープのため)	-
	河川	自然的護岸の小河川、人工護岸の小河川、同汽水域、人工護岸の中規模河川	開放水面	

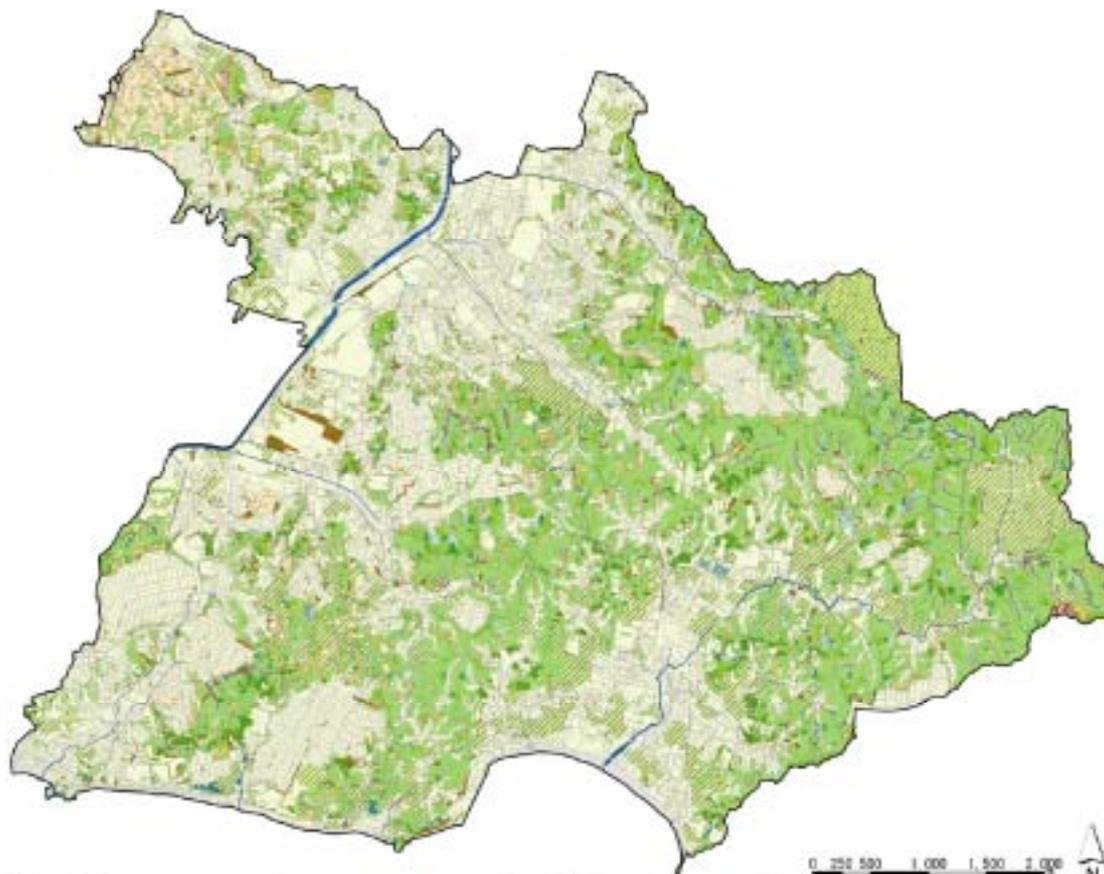
微地形区分は、○：頂部斜面、△：谷壁斜面(上部)、◇：谷壁斜面(下部)、□：谷頭凹地、◇：谷底面・沖積低地、△：造成地、を示す。 *現存植生図上では図化されていない。



図- 3.1.2.3 ピオトープ・タイプ個表



図- 3.1.2.4 ピオトープ・タイプ個表



上位区分	ビオトープタイプ	凡例	上位区分	ビオトープタイプ	凡例	
水域系	復性立地の管理放棄型の草原	[Brown]	草地系	中性立地の冠水性草原	[Light Green]	
	休耕溜田の草原	[Yellow]		中～乾性立地の管理放棄型の草原	[Light Green]	
	水田（溜田）	[Blue]		中～乾性立地の粗放管理中の草原	[Light Green]	
	池	[Blue]		蔬菜畑等	[Light Green]	
	ため池、自然的護岸の池、生態復元池、直護石組護岸の池、遊水池・調整池	[Blue]		自然草原系	岩壁地の自然草原	[Light Green]
水筋	[Blue]	海岸敷地地の自然風衝草原	[Light Green]			
湧流灌漑林内の水筋、谷戸筋の水筋	[Blue]	海岸地の自然草原	[Light Green]			
樹林地系	河川	[Blue]	海岸地の乾高帯	[Light Green]		
	自然的護岸の小河川、人工護岸の小河川、同汽水域、人工護岸の中規模河川	[Blue]	都市系	緑被率の比較的高いもの： 公園等の植栽地、主要な街路並木、造成後の休耕地等、ゴルフ場の芝地、公園・学校等の芝地等、農家型の住居地、斜面樹林と一体的な緑の多い住宅地、緑の多い戸建て住宅地、駅前草地	[Light Green]	
	沼沢地の落葉樹自然林	[Green]		緑被率の低いもの： 大規模造成による戸建て住宅地、戸建て住宅地、中心市街地、マンション・集合住宅用地、工場、学校・病院等、グラウンド等、社宅、墓地、駅、鉄道の軌道敷、主要道筋、工場敷地跡景池・上水場、プール池、市街地の水路	[Light Green]	
	浅谷地の落葉樹自然林	[Green]			市街地生地であるが、強度の環境ストレスがあるため自然草原系に含めた。	[Light Green]
	海岸風衝地の常緑樹自然林	[Green]				
	丘陵地帯の常緑樹自然林	[Green]				
	中～乾性立地の常緑樹自然林	[Green]				
	中～乾性立地の落葉樹二次林	[Green]				
	中～乾性立地の伐採跡地二次林	[Green]				
	谷底地の針葉樹植林	[Green]				
	中～乾性立地の針葉樹植林	[Green]				
	タケ類植林	[Green]				
マツ類植林	[Green]					
宮廷広葉樹植林	[Green]					
果樹園・苗圃	[Green]					

図- 3.1.2.5 作成された鎌倉市のビオトープマップ

2) 結果と考察

a) ビオトープ・タイプの体系化

ビオトープ・タイプの体系化は、ドイツのビオトープマップと同様に各ビオトープ・タイプを生態的特性の共通項を持つ上位区分に帰属させる方法によった。ドイツの選択的ビオトープマップ（1/50,000～1/25,000 スケール^{4),5)}の区分を参考に、日本の自然特性を加味した上位区分の設定を行った結果、水域系、樹林地系、草地系、自然草原系の4区分が頂立てされ、加えて都市的立地部分の都市系を設けた。

b) ビオトープの図化と特定記述

ビオトープマップは、既往の横浜市の2地区の事例⁶⁾に対しては市域全域で2種類の地図を合わせる手法を事例提示したこと、日本におけるビオトープとしての農村環境の位置付けを明確に打ち出したことに前進性があると考えられる。また、兵庫県の県土レベルの戦略図・指針図の事例^{7), 8)}に対し、立地環境や攪乱内容に対応した生態的な空間単位としてビオトープ・タイプを得たこと、市域の自然環境の実態の図化に止めるというビオトープマップの本来の性格を提示できたことが改良点としてあげられる。そして、「生態的に価値の高い地域」としてのビオトープ・タイプの抽出とその体系化、特性記述といったビオトープマップの基本的考え方を明確化し、それを踏まえつつも日本の自然特性を加味して地図作成を行ったことは、日本版のビオトープマップの一つの雛形として評価できるものと考えられる。

しかしながら、今回作成されたビオトープマップは、ドイツにおける創始的な意味でのビオトープマップとは表現形態が若干異なるものとなった。すなわち、ドイツでは「景域を構成する立地の小さな部分」の目録作成としての意味も重視されてきた⁸⁾のに対し、本研究ではそのような意味合いが落剥した形のビオトープマップとなっている。市域の広い範囲が「生態的に価値の高い地域」に該当すると予想されたために、ビオトープの各パッチの目録化を主目的としなかったためである。仮にドイツのような目録作成まで行うには、作成されたビオトープマップを基に希少なビオトープ・タイプもしくは個別のビオトープ・パッチを把握し、それぞれ現地調査により立地特性や出現生物種を記録する手順となる。これは、本研究でのビオトープマップ化後の次なる作業段階であり、その必要性や方法等については改めて議論が要る。

本手法によるビオトープマップは、結果として現存植生図に類似した表現形態となった。むしろ、近年ドイツで作製される包括的ビオトープマップ⁹⁾に近いといえる。現存植生図と比較した場合、植物の種組成等の情報が欠落する反面、植生との対応を持ちつつ立地条件や攪乱の内容、動物相が特性記述に加わることで、生物生態的な機能の情報を色濃く持つ自然環境地図に昇華していると考えられる。加えて、現存植生図では表示困難な線状・点状のビオトープを抽出・表示したことも、「景域を構成する立地の小さな部分」の把握という本来の意図を活かすものとなった。

一方、個票に記述する生物（特に動物種）については、今回必ずしも整理しきれていない。この個票には一般的な生態の知見に加え、生物相調査結果、市域の既存の生物資料、地域の生物調査活動者へのヒアリング、から筆者らが適当と思われる生物種を記載した。しかし、現地の生物相調査では同じビオトープ・タイプでも個別には確認生物の在/不在状況が様でない場合も多く、個票に記載する種の客観的な基準が設定できなかった。潜在的な生物群集が示されればよいと指摘⁸⁾はされるものの、今後ビオトープマップの汎用化を進めるにあたり、例えば対象ビオトープ・タイプに生活環上の結び付きが強い種、常在性の高い種、潜在的に生育・生息が見込めかつ地域生態系の指標となる種等、個票への記載種の基準や考え方の検討が課題といえる。

参考文献

- 1) 石川幹子:都市と緑地:岩波書店, pp398, 2001.
- 2) 日置佳之:オランダの生態ネットワーク:ランドスケープエコロジー(日本造園学会編):技報堂出版,東京, pp211-237, 1999.
- 3) 財)都市緑化技術開発機構編:都市のエコロジカルネットワーク:ぎょうせい, pp207, 2000.
- 4) 勝野武彦:緑のネットワークとビオトープづくりにおける日本の課題:環境情報科学 31(1), pp10-15, 2002.
- 5) Wenisch,E.:ドイツ・バイエルン州におけるビオトープ図化:バイオシティ 13, pp2-16, 1998.
- 6) Muller,N. and Fujiwara,K.:Biotope mapping and nature conservation in cities -part 2: Results of pilot study in the urban agglomeration of Tokyo (Yokohama city):横浜国立大学環境科学研究センター紀要 24(1), pp97-119, 1998.
- 7) 兵庫県:神戸・阪神地域ビオトープ地図・プラン, pp159, 2001.
- 8) 中瀬勲・服部保・田原直樹・八木剛・一ノ瀬友博:兵庫県におけるビオトープ地図・プラン作成について:造園技術報告 2, pp42-45, 2003.
- 9) 一ノ瀬友博・高橋俊守・川池芽美:ドイツにおける生物空間図化の現状とその日本への展開:保全生態学研究 6, pp123-142, 2001.

(3) 生物多様性評価手法の開発

1) 研究の概要

a) 背景と目的

緑の基本計画に位置づけられる緑地の保全に係わる制度の指定方針の立案では、その検討に先立ち、保全等の必要性の高い緑を抽出し、その重要度の段階的評価が行われる。この緑地の解析・評価の結果は、緑地保全の方針を大きく左右し、計画が策定されれば市の緑地保全行政にも大きな影響を与えるもので極めて重要な分析である。近年では特に、系統別の解析・評価¹⁾の中でも、生物多様性保全の観点からの分析に力点を置く必要性が高まっている。

しかし、緑地評価に用いるデータは、主に緑の現況量を把握するために用いる緑の現況図や現存植生図、都市計画基礎調査による現況土地利用図が主なものであり、自然環境に関する情報が不足する、もしくは縮尺精度が低い。現況データの質的情報が貧弱であることが、緑地の評価を行う上で大きな障害となっており、入手または構築が容易な環境情報から効果的に緑地の評価を行う手法の開発が課題となっている。

そこで本研究ではこうした課題に対し、市町村レベルの緑地保全計画の立案及び推進の支援を仮定し、市町村が所有する数値地理情報等を活用した詳細な基礎的環境情報の構築、緑地評価への小流域単位の導入、市域の基礎的環境情報と市内の一部緑地における生物生息記録を用いた回帰モデルの作成と谷戸レベルの小流域における多様な生物生息地の予測、の3点を目的とした。

実態の自然環境をエコトープといった概念に抽象化し地図化する研究には、地形分類やエコトープの抽出に関するものがある²⁾⁻⁴⁾。また、数値地理情報等を用いてある生物種とその生息に影響を及ぼす環境要因の関係を明らかにする研究や流域を評価単位として分析する研究がある⁵⁾⁻¹²⁾。

b) 研究の流れと手法

ア) 研究対象地

鎌倉市における緑地保全施策には、歴史的風土保存区域及び同特別保存地区、近郊緑地保全区域、風致地区等があり、概ね旧鎌倉地域を中心として市域東部に指定されている。鎌倉市緑の基本計画では、緑地の保全に係わる制度の指定方針において、これらの地域制緑地の指定区域の拡大等が位置づけられている。また、法的担保力の弱い緑地で適正な保全が必要な地区を対象として、緑地保全に係

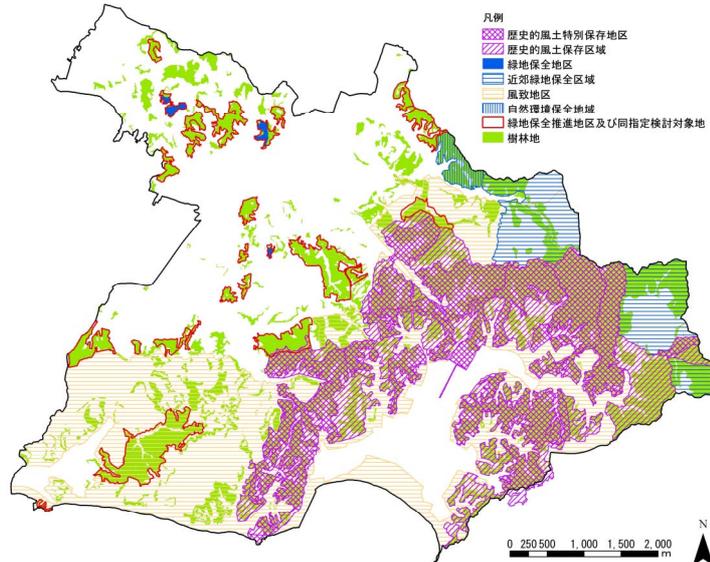


図- 3.1.2.6 研究対象地及び地域制緑地等の分布

わる法制度の適用までのつなぎ策として緑地保全地区が位置づけられ、概ね市域西部に分布する 22 地区の緑地が指定されている。

既存の計画では、ビオトープ・ネットワークに関して必ずしも十分とは言えない。小規模な開発や宅地化による減少し続ける緑地への対策としても、個々の緑地の持つ生物生態的な機能の現況を踏まえた緑地保全計画の提示が求められている。

1) 研究の流れ

地形データを基に作成した谷戸レベルの小流域を単位とし、緑地保全推進地区を対象とした鎌倉市自然環境調査における生物生息記録データと、市域の基礎的環境情報に基づいて生物多様性を示す指標として多様度得点を算出した。

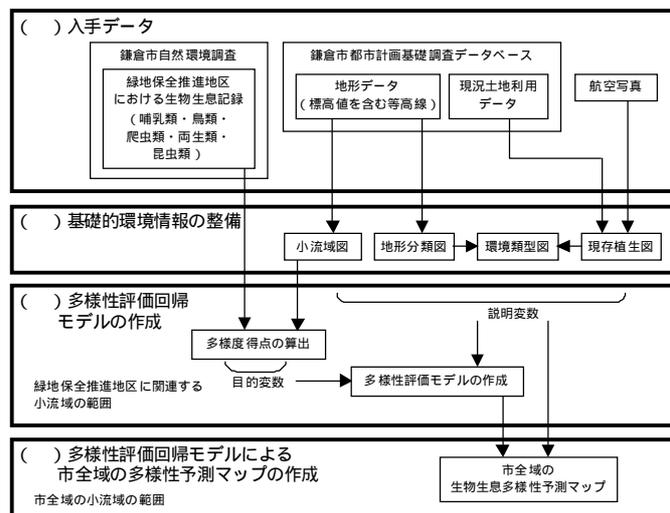


図- 3.1.2.7 研究フロー

2) 使用データ

市域の基礎的環境情報として、地形分類図と現存植生図等を整備するため、都市計画基礎調査データベース GIS に含まれる等高線と土地利用現況、平成 10 年 11 月撮影の航空写真を利用した。また、小流域の多様度得点を算出するため、緑地保全推進地区を対象に実施された鎌倉市自然環境調査の生物生息記録を利用した。

表- 3.1.2.3 使用データ

内容	精度	調査時点	種別
土地利用現況	1/2,500	2001 年 3 月	ポリゴン
等高線	1/2,500	2001 年 3 月	ライン
鎌倉市空中写真	1/2,500	1998 年 11 月	-
緑地保全推進地区等の生物生息記録	1/2,500	2001 ~ 2002 年度	ポイント

いずれも鎌倉市所有

2) 基礎データの整理

a) 生物データ：自然環境調査

小流域の多様度得点を算出するため、緑地保全推進地区を対象に実施された鎌倉市自然環境調査の生物生息記録を利用した。本研究では、全生物記録のうち指標種に関するポイントデータを使用した。

表- 3.1.2.4 生物生息記録(動物指標種)の内容

	内 容
貴重種	鳥類、昆虫類、鳥類昆虫類以外
哺乳類	アズマモグラ・ヒミズ、在来種
鳥 類	夏鳥/冬鳥、留鳥、キツツキ、 種子食/昆虫食、水鳥
爬虫類	帰化種を除く全種
両生類	帰化種を除く全種
昆虫類	チョウ類:樹林性/林縁性/草地性、 指標昆虫:樹林性/林縁性/草地性、 トンボ類:流水性/止水性、ホタル類

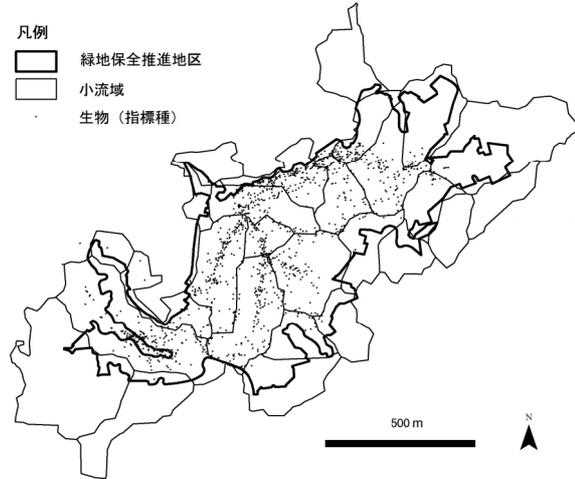


図- 3.1.2.8 緑地保全推進地区（広町緑地）関連小流域における生物生息記録

b) 谷戸レベルの小流域

鎌倉市の緑地のほとんどが複雑に入り組む丘陵地に分布しており、谷戸の単位性が明確である。緑地の解析評価を進めるにあたり、連坦する緑地を分割する単位として谷戸と同等の小流域を採用した。

抽出方法は、地形データから 5m メッシュの標高データを作成し、hydrology Modeling を用いて抽出された集水域を小流域としたものである。抽出された小流域は 155、平均小流域面積は約 4.2ha である。

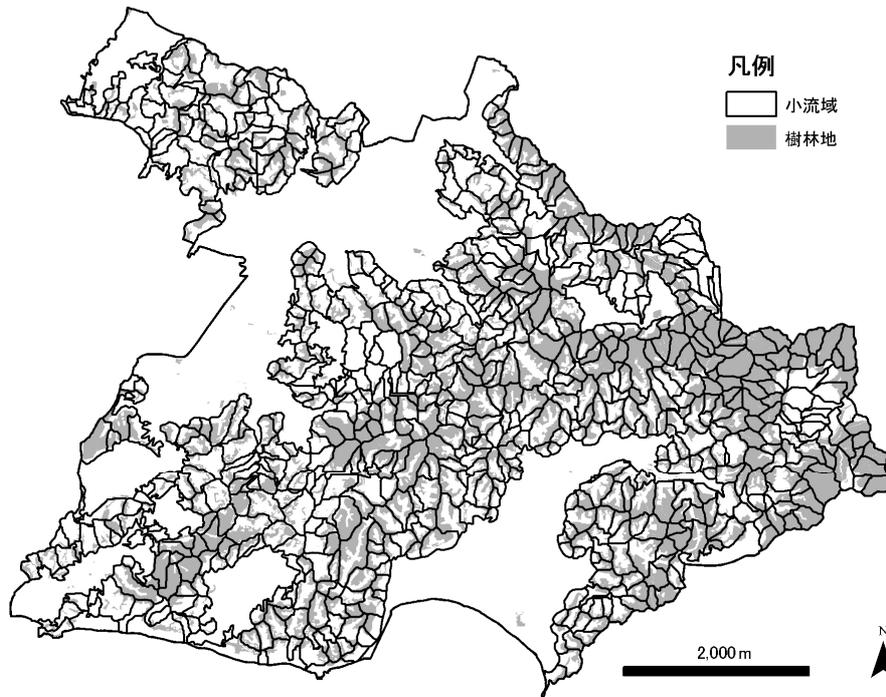


図- 3.1.2.9 鎌倉市域における小流域図

c) 環境類型図

市域の基礎的環境情報として、環境要素が均質な空間単位の抽出を図るため、地形分類図と植生区分図を掛け合わせた、ビオトープ・マップを利用した。

3) 小流域を単位とした生物生息多様性評価モデル

a) 緑地保全推進地区関連小流域における多様度得点の算出

緑地保全推進地区の生物生息記録を用いて、関連小流域における多様度得点を算出した。多様度得点は動物指標種の種数の合計値とした。

b) 多様性評価モデルの作成

多様度得点を従属変数、小流域における環境類型数や環境類型毎の面積などを独立変数としてステップワイズ法による分析を行い、回帰式を作成した。

多様度得点を従属変数、独立変数を「環境類型数」「環境類型面積:造成地・人工地等」「環境類型面積:谷底・高草丈湿生草地」「環境類型面積:頂部・高草丈乾生草地」「環境類型面積:谷底・常緑樹自然林」「環境類型面積:上部谷壁・落葉樹自然林」とした回帰分析を行いいずれも有意な値を得た。

- ・ 「環境類型数」：0.332 (両側検定 $t(155)=4.892, p<.001$)
- ・ 「造成地・人工地等」：-0.0001038 (両側検定 $t(155)=-4.133, p<.001$)
- ・ 「谷底・高草丈湿生草地」：0.002125 (両側検定 $t(155)=4.395, p<.001$)
- ・ 「頂部・高草丈乾生草地」：0.001906 (両側検定 $t(155)=3.278, p<.01$)
- ・ 「谷底・常緑樹自然林」：0.007461 (両側検定 $t(155)=3.159, p<.01$)
- ・ 「上部谷壁・落葉樹自然林」：0.001699 (両側検定 $t(155)=2.462, p<.05$)

また、回帰式全体の説明率は、調整済み $R^2 = 0.475$ 、 $F(6,148)=24.197, p<0.001$ であり有意であった。

この回帰式に基づき、緑地保全推進地区に関連する小流域の多様度を予測し地図化した。(図- 3.1.2.12)

小流域の多様度得点の回帰式

$$0.776 + 0.332 \times \text{環境類型数} - 0.0001038 \times (\text{造成地・人工地等}) + 0.002125 \times (\text{谷底・高草丈湿生草地}) + 0.001906 \times (\text{頂部・高草丈乾生草地}) + 0.007461 \times (\text{谷底・常緑樹自然林}) + 0.001699 \times (\text{上部谷壁・落葉樹自然林})$$

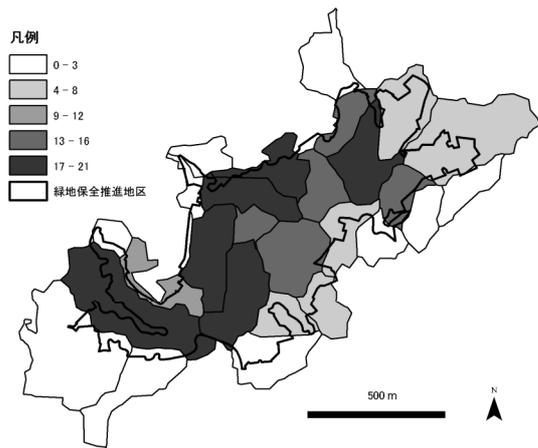


図- 3.1.2.10 緑地保全推進地区関連小流域における多様度得点図

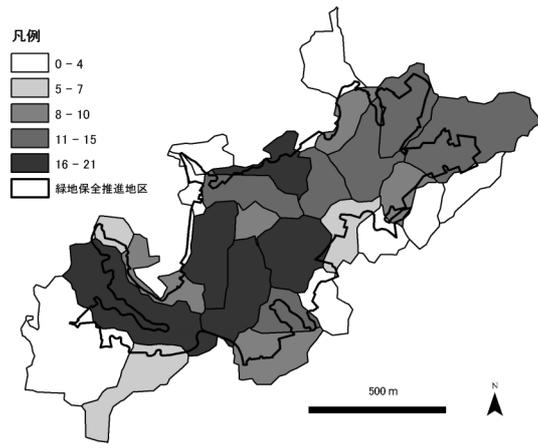


図- 3.1.2.11 回帰モデルによる緑地保全推進地区関連小流域の多様度得点予測図

c) 市域生物生息地多様性予測マップの作成

市全域の小流域を対象に、回帰式により多様度予測を試みた。

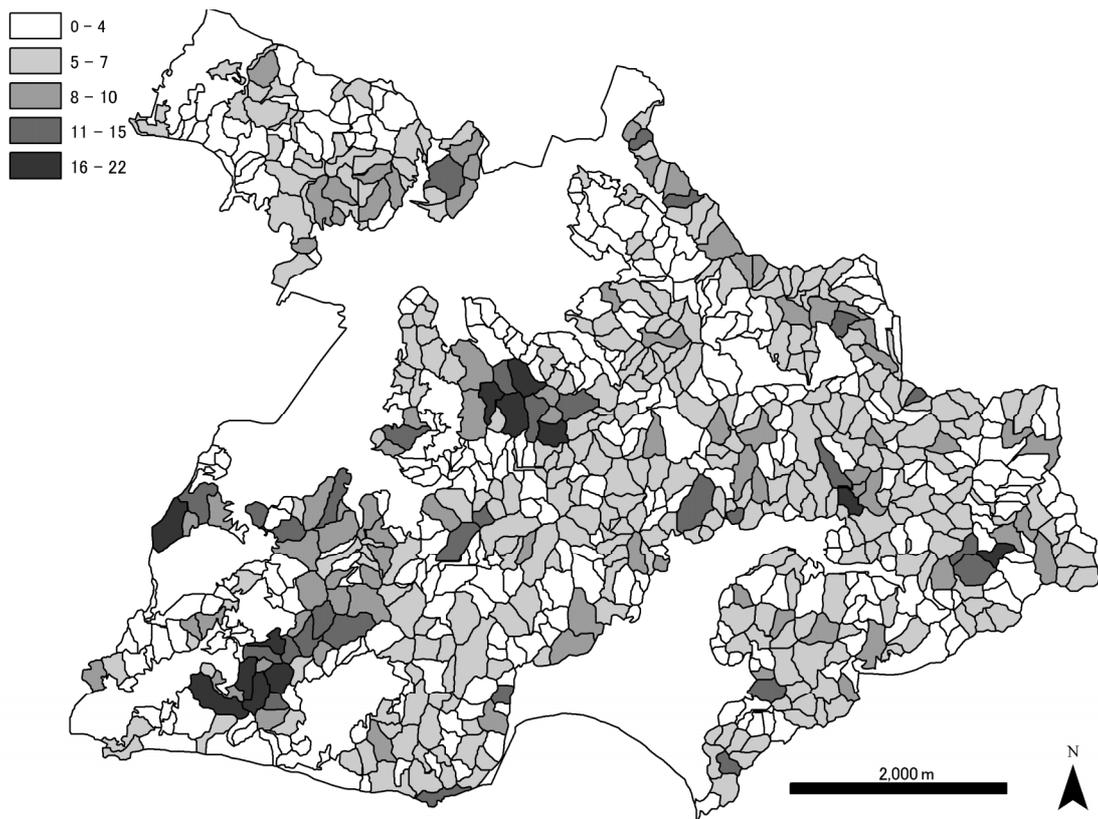


図- 3.1.2.12 回帰モデルによる市全域の小流域の多様度得点予測図

4) 総括

自然共生型流域圏を踏まえた都市再生の目標の一つが、生物多様性の持続的維持と回復である。この研究では、植生や地形、小流域、市内のいくつかの緑地の生物生息記録などの基礎的なデータを組み合わせることにより、生物多様性の評価モデルを作成することができることを明らかにした。

多様性評価モデルの結果からは、環境類型数、人工化率、谷底の湿地環境の有無、林縁の長さ、雑木林の有無といった要素が、谷戸の生物生息地としての多様性に大きく起因していることが明らかになった。

今後の課題としては、多様性評価モデルの活用により、自然共生型都市の形成に向けての政策の立案や環境教育の推進を図るための技術開発があげられる。

参考文献

- 1) 社団法人日本公園緑地協会：緑の基本計画ハンドブック改訂版，社団法人日本公園緑地協会，東京，pp.77-83，1996
- 2) 中越信和：景観生態学における森林群集のあり方，森林科学，No.10，pp.28-34，1994
- 3) 中越信和・日笠睦：環境アセスメント法における生態系評価手法，日緑工紙，24(3・4)，pp.130-136，1999
- 4) 近藤俊明・中越信和・谷本茂：広島大学キャンパス内の小河川におけるビオトープ計画の景観生態学的評価，ランドスケープ研究，62(5)，pp.603-606，1999
- 5) 大澤啓志・勝野武彦：都市域の公園・緑地保全におけるアカガエル類生息数の概数に影響を及ぼす環境条件，ランドスケープ研究，65(5)，pp.513-516，2002
- 6) 渋江桂子・大場信義・藤井英二郎：三浦半島野比地区におけるゲンジボタルの成虫個体数に影響を及ぼす生息環境要因の解析，ランドスケープ研究，58(5)，pp.121-124，1995
- 7) 日置佳之・田中隆・塚本吉雄・田中真澄・裏戸秀幸・養父志乃夫：湿地ビオトープ研究のための土地的環境ポテンシャル評価手法に関する研究，ランドスケープ研究，61(5)，pp.523-528，1998
- 8) 大澤啓志・勝野武彦：流域単位からみた谷戸の特性とカエル類保全に関する考察，ランドスケープ研究，61(5)，pp.529-532，1998
- 9) 松浦俊也・横張真・東淳樹：数値地理情報を用いた谷津の景観構造の把握によるサシバ生息適地の広域的推定，ランドスケープ研究，65(5)，pp.543-546，2002
- 10) 楠本良延・小池文人・藤原一恵：環境要因に基づく潜在自然植生の推定と地図化，ランドスケープ研究，65(5)，pp.563-568，2002
- 11) 玉尾和寿・鈴木雅和：国土数値情報による流域を単位とした土地利用変化の解析，ランドスケープ研究，65(5)，pp.861-864，2002
- 12) 一ノ瀬友博・加藤和弘：広域的な環境整備のための生物層の分析方法に関する研究，ランドスケープ研究，58(5)，pp.117-120，1995

(4) 小流域を単位とした分析手法の開発

1) 横浜市

a) 研究の概要

ア) 研究の目的

今日の緑地計画では、自然共生型の都市の実現に向け、水循環と生態系の保全、再生を視野に入れた取り組みが期待されている。特に、流域の水循環の回復に向けての総合的な方策がとられるようになったことで¹⁾、水と緑のつながりを捉えることへの重要性が増している。一方、GISのアプリケーションとデータの整備の充実に伴って、基礎的な環境情報の整備と公開、緑地、環境計画への展開に資する分析が一般に行われるようになった。

地域を様々な環境保全機能の視点から評価した研究には、掛川市の緑地を評価した山田ら²⁾、環境容量を集水域ごとに求めた大西ら³⁾原田ら⁴⁾の研究等がある。地域の環境特性の把握を目的とした研究には、多様な基礎情報を基に集水域の分析した王尾ら⁵⁾の研究がある他、里地と植物相の変容の相関を分析した山本⁶⁾ら、小流域単位で樹林地の分布状況の変容を分析した小林ら⁷⁾、流域単位で生物を指標に谷戸の特性と生態的ネットワーク形成を考察した大澤ら⁸⁾などが挙げられる。流域の概念を念頭においた環境計画は数多くあり、なかでも丘陵部の谷戸地形を特徴とする自治体では、比較的細い集水域に基づいた環境評価や保全計画策定が行われている⁹⁾。

本研究では、流域の枠組みを基礎とし、コモンデータに基づく、定量的かつ説明性の高い緑地環境評価のフローを整理すること、これを利用した、地域の緑地環境のマネジメントの計画立案のマネジメントの展開について検討する。

イ) 研究のフロー

はじめに 50mDEM を用いて、可能な限り小規模な集水域を再現可能な方法で抽出する方法を検討し小流域を抽出した。また、50mDEM から地形区分図、植生図と土地利用現況図から緑地環境分類図を作成し、流域環境の基礎データとした。次に評価の視点を設定し、地形区分図と緑地環境分類図を用いて小流域の評価を行い、小流域データベースを作成した。これをもとに小流域を枠組みとする緑地環境の分析を試み、その可能性について考察した。

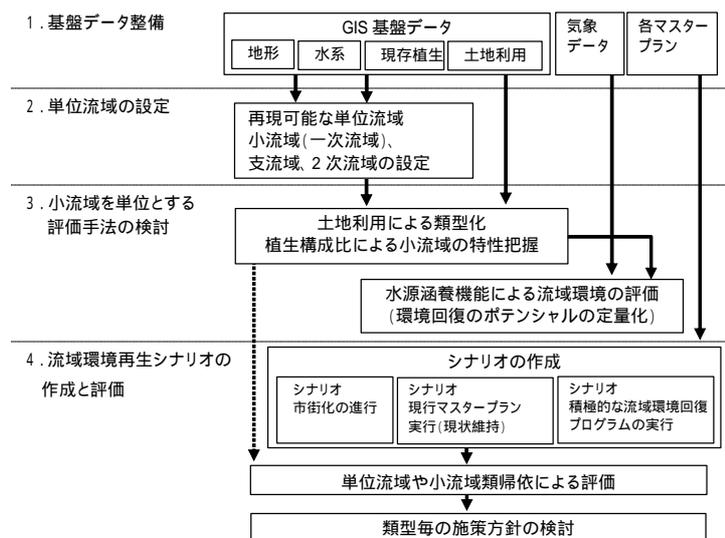


図- 3.1.2.13 研究のフロー

ウ) 対象地

基礎データの整備や単位流域の抽出に関しては、横浜市全域を対象とし、小流域に基づく評価手法の検討や分析に関しては、帷子川中・上流域を主な対象地とした。帷子川は、横浜市を東西に流れる 2 級河川で、市西部に端を発し、市中心部河口から東京湾へと注ぎ込む。対象範囲は、堀谷戸川、矢指川、二俣川、中堀川、菅田川、新井川、くぬぎ台川、市沢川などの支流流域から成り、市街化調整区域、農業振興区域を中心に、源流域の拠点的な緑や斜面の緑、農用地など多様な緑地環境が分布する一方、大規模な宅地開発や既成市街地からのスプロールなど開発の動向も様々であることから、分析の対象として適当と判断した。



図- 3.1.2.14 対象地（横浜市・帷子川中上流域）

イ) 使用データ

基礎データとして使用したデータは次のとおりである。横浜市では、GIS の利用が推進され、各部局で地図情報のデジタル化が行われているが、部局間での連携については、現時点で十分に行われているとはいえない面もある。

表- 3.1.2.5 使用データのリスト

内容		縮尺	年	作成所有
横浜市都市計画情報システム	地形図	1/2,500	1997	横浜市都市計画局
	土地利用現況	1/2,500	1997	
地形図		1/3,000	1955	横浜市
横浜市公共下水道計画図	河川流域排水区画割	1/10,000	2004	横浜市下水道局
横浜市現存植生図		1/10,000	1997	横浜市環境保全局
数値地図 50m メッシュ (標高)		1/25,000	1997	国土地理院

b) 小流域の設定

コモンデータに基づいた再現性のある小流域の抽出を可能とするため、GIS での水文解析や地形解析に関するプログラムの特徴や算出の精度と、対象地の地形的な特徴を比較し、抽出に必要な数値の設定や抽出の手順について検討した。対象地は、流域全体との関連を把握するため、国土数値情報の流域界・非集水域 (KS-273) で整備された鶴見川水系、境川水系、及び大岡川水系など横浜市に関連する水系域約 680km² の地域とした。

ア) 小流域設定に向けた諸条件の検討

i) 小流域のスケールの検討

水文解析のプログラムには、Spatial Analyst の拡張プログラム、Hydrology Modeling を使い、集水面積の最小値を 5ha から 100ha の間で変えて集水域を抽出した。それぞれを比較したところ、谷や尾根の起伏など明瞭な自然地形が残された箇所では、集水面積の最小値の設定が小さいほど流域の原単位に近づくが、低平な平坦面、台地、大規模造成地な

ど起伏が少ない地域では、集水域の過度な細分や異常線形が抽出され、信頼性が低い(表-3.1.2.6)。このことから、対象が丘陵地である場合、最小集水面積 10ha の条件で抽出される集水域が、50mDEM から抽出される単位流域として最適と判断した。



図- 3.1.2.15 対象地(鶴見川水系, 境川水系, その他)

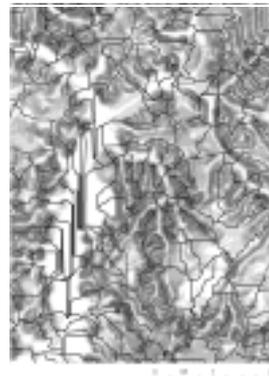


図- 3.1.2.16 小流域規模の検討(閾値:10ha)

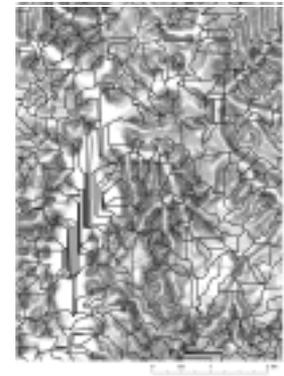


図- 3.1.2.17 小流域規模の検討(閾値:5ha)

表- 3.1.2.6 Hydrology Modeling と 50mDEM により抽出される集水域の精度と分析対象

閾値	平均面積	抽出可能な小流域	平坦面の抽出精度	対象
100ha	約182.0ha	国土数値情報では抽出されない小河川・支流域*	台地面が過度に細分されない	都市レベル (市町村)(台地面)
25ha	約50.8ha	おおよそ300m程度の谷筋をもつ小流域	丘陵の台地、大規模造成地が過度に細分されない	地区レベル (丘陵部)
10ha	約19.7ha	おおよそ200m程度の谷筋をもつ小流域	・やや過度に細分 ・異常形状あり	地区レベル (丘陵部・自然地形)
5ha	約11.4ha	おおよそ100m程度の谷筋をもつ小流域	・過度に細分 ・異常形状あり	地区レベル (丘陵部・谷戸部)

*河口・合流点からの流路延長が5km以下の河川の流域¹⁴⁾

ii) 非集水域の設定

水文解析により抽出される集水域は、まとまった平坦地、特に低地面における信頼性が低い。特に、丘陵地の 10～100ha 程度の集水域を対象とした設定では、氾濫平野等、平方キロメートル規模で広がる平坦面は不適切であった。本研究ではこのような地形を非集水域¹⁰⁾とし、小流域抽出の対象外とした。非集水域の条件は、傾斜度 3 度未満の平坦地、かつ主な河川を含み、谷底の横断距離が 250m 以上の低平な平地とした。また、流域単位で台地や盆地などの起伏が少なく緩やかな地形の場合、前述した非集水域と同様に、小流域は流域の緑地評価の原単位として妥当ではない。従って、柏尾川流域以外の相模台地の広がる境川水系の単位流域を小流域設定の対象外とした。

イ) 小流域抽出の手順の整理

50mDEM から抽出される集水域の規模と、その形状の信頼性について検討をもとに、コモンデータに基づく小流域抽出の手順を設定した。この手順に従って、主に多摩丘陵に属する地域の小流域図が作成された。小流域の総面積は 39,780ha で 2,258 個、非集水域は 13,480ha で全体の約 25%であった(平均:17.6ha、標準偏差:15.4)。

帷子川上中流部 (41.3k m²) に関しては、以上の手法で抽出した集水域を基本に、地形図と横浜市公共下水道計画図の流域界を用い、道路などの人口構造物によって実状と大きく異なる箇所を修正して作成した。対象地の小流域は全部で 173、面積の平均は 20.3ha (標準偏差 18.1) である。

また、Horton-Strahler による水流次式¹¹⁾を利用した流域区分により、高次水系の流域内部をより低次の流域に細分する手法で流域の区分を行い¹²⁾、小流域を 1 次流域と位置づけたときの 2 次流域区分を上位スケールの単位流域として設定した(以下 2 次流域)。対象地は、25 の 2 次流域に区分され、平均面積は 160.9ha で、それぞれ 6 から 11 の小流域によって構成された。

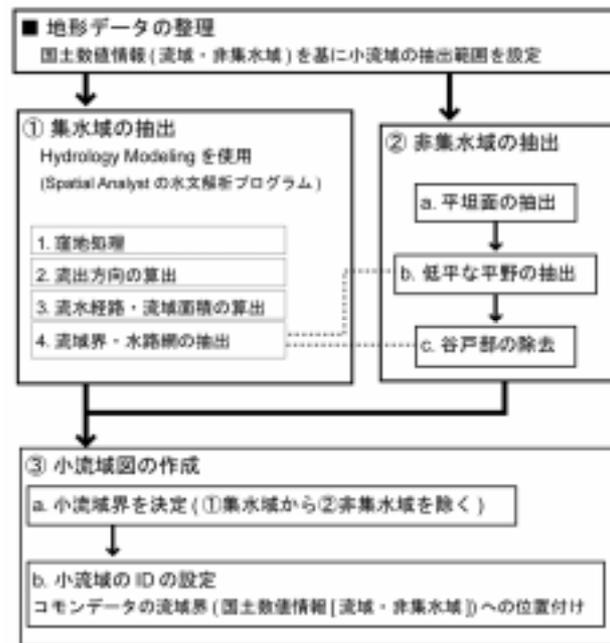


図- 3.1.2.18 コモンデータに基づく小流域抽出の手順



図- 3.1.2.19 横浜市における小流域図



図- 3.1.2.20 帷子川小流域図

c) 基礎データの整理

i) 土地利用

土地利用に関しては、樹林地や農地、河川、市街地の分布を把握する基礎データとして、2 時期の土地利用図を作成し、共通の凡例を設定した。現在の土地利用図は、調査時点が 1997 年である都市計画基礎調査の土地利用現況をベースとし、過去の土地利用図は、1955 年の地形図を基に作成した。

都市計画基礎調査の土地利用現況図は、1/2,500 で整備された有用なデータであるが、地目ごとに整理され、公園や防衛用地では、樹林地や草地、農地など緑の現況を把握することが出来ない。一方、横浜市の環境保全局で作成された現存植生図は、植物群落で分類され、緑地の質の把握に適した資料である。しかしながら、土地利用現況図に比べると精度が低いという問題がある。そこで本研究では、土地利用現況図に、緑被地に関する情報を、現存植生図から補った、土地利用図を作成した。形式はポリゴンを基本とし、緑、水と市街地に関するデータを整備した。



図- 3.1.2.21 1955 年土地利用

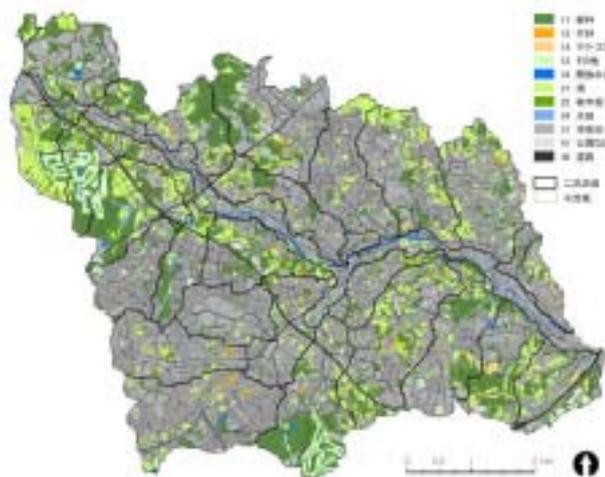


図- 3.1.2.22 1997 年土地利用

表- 3.1.2.7 緑地環境区分の設定

緑地環境分類	面積比(%)		凡例の内訳		
	1955年	1997年	1955年	1997年	
			地形図 (1:3000)	都市計画基礎調査 土地利用現況 (1:2,500)	現存植生 (1:10,000)
樹林地	36.5	18.3	針葉樹林、広葉樹林、竹林	広葉樹林、針葉樹林、竹林、普通樹林	常緑広葉樹林、落葉広葉樹林、針葉樹林、竹林、林縁・伐跡植物、植栽地
荒地・その他	2.1	5.2	荒地、園地	荒地、園地、一般広場	乾性草地、湿性草地、芝地・雑草地
畑地	38.2	11.1	畑地、果樹園、桑畑、苗圃	畑地、果樹園	乾性耕地
水田	8.0	0.1	水田	水田	湿性耕地
市街地	宅地	10.5	住宅地、公共施設、社寺地、墓地、工場用地、鉄道用地	道路、一般広場、園地以外の都市的土地利用、工事中改変地、複合施設、農業施設	
	道路	3.7	道路用地	道路	
開放水面	1.0	1.0	水路、河川、水面、ため池	水面・水路・河川	
総面積(ha)	4133.8				

ii) 地形区分図の作成

地形的特徴を捉える基礎データとして、地形区分図を作成した。50mDEMから抽出した水路網、尾根線からの比高、小流域の平均標高、傾斜度の組合せを、コモンデータによる地形区分の基準としてまとめた。基データが標高のみであることと50mDEMの精度を考慮し、区分は谷底平地・頂部緩斜面・傾斜地の3つとした。土地条件図¹³⁾に比較すると、谷底平地は低地、緩斜の谷型斜面と低・下位面に、頂部緩斜面は尾根型斜面とこれに連続する中・高位面にほぼ相当する。大規模に改変された地域は、再現が難しく谷底平地や頂部緩斜面に区分された。



図- 3.1.2.23 地形区分図

d) 小流域の緑地環境の把握

ア) 現況の土地利用による類型化と流域環境の把握

帷子川上流域のみを対象に、現況の緑地環境をもとに小流域の分析を行った。

i) 環境評価指標の設定

環境評価の指標としては、緑の量の視点から樹林地と農地の各面積率、小流域の環境の多様性の視点から、水際延長率と谷底縁辺率、防災・環境保全の側面から、保水機能と急傾斜度、また、制度面として緑地保全施策の指定状況の8項目を設定した。

表- 3.1.2.8 環境評価の指標

目的	評価項目	算出式	帷子川上流域	
			計	%
緑の量と質	樹林地率	樹林地面積 ÷ 小流域面積	276.3ha	20.5%
	農地率	農地総面積 ÷ 小流域面積	161.8 ha	12.4%
	市街化率	市街地面積 ÷ 小流域面積	796.6ha	59.1%
環境の多様性	水際延長率	開放水面(ポリゴン)の周長 ÷ 小流域面積	580,183m	4.3%
	谷底縁辺率	谷底平地(ポリゴン)の周長 ÷ 小流域面積	48,911m	0.4%
環境の保全・防災	急傾斜地率	8度以上斜面の総面積 ÷ 小流域面積	286.7ha	21.3%
	保水機能	(年間降水量-600mm) × 樹林地・0.8 + (年間降水量-840mm) × (農地・0.7+草地・0.6+水面・0.2+市街地・0.1)	431,048.1 mm/y	319.7 /ha/y
		年間降水量: 1638mm(2002年、横浜地方気象台発表)		
		蒸散損失量: 山地系600m、平地系840mm		
	農地: 乾性耕地 草地: 乾性草地・雑草・芝地 水面: 開放水面・湿性耕地・湿性草地			
流域面積			1,348.3ha	100%

ii) 小流域の緑地環境の類型化

小流域の緑地環境を緑の量と質から分析し、評価の基盤となる緑地環境の構成についての類型の把握を試みた。分析には、植生、利用、法制度における基本的な分類として、緑地環境分類の中から樹林地と農地の2項目を指標として用いた。客観的な類型化を行うために、樹林地率と農地率の2変数によるクラスター分析を行なった。分析により、対象地

の小流域は7つに類型化された。

各類型は樹林地率と農地率の平均から、大きく樹林型、農地型、樹林・農地混合型、市街地型の4つに分けられる。それぞれの類型の特徴は以下ようになった。

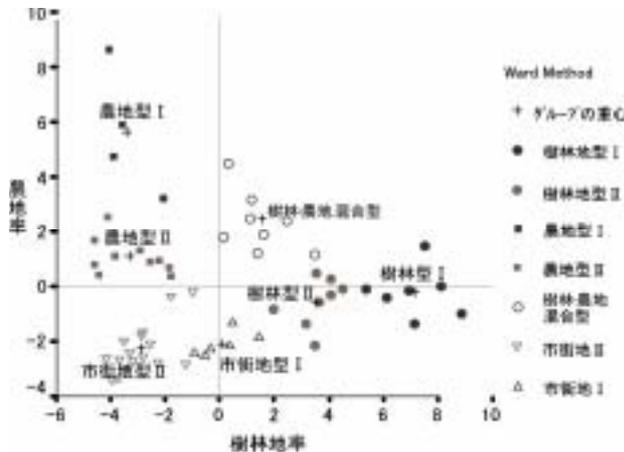


図- 3.1.2.24 農地率と樹林地率によるクラスター分析の結果

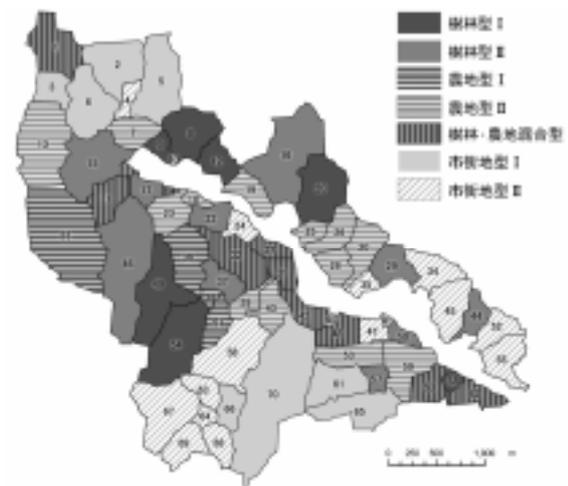


図- 3.1.2.25 農地率と樹林地率によるクラスター分類

表- 3.1.2.9 各類型における農地、樹林地の比率

	グループ名	樹林型		農地型		樹林・農地混合型		市街地		市街地		全体					
	ケース数	7	10	4	14	11	10	14	70								
緑地構成	分類	樹林	農地	樹林	農地	樹林	農地	樹林	農地	樹林	農地	樹林	農地				
	平均%	54.5	9.2	38.8	8.2	8.9	48.7	7.7	20.4	27.9	29.6	19.9	1.1	3.8	2.5	21.0	13.6
	標準偏差	4.1	6.8	3.2	5.8	1.5	9.2	5.6	4.2	7.0	5.7	4.3	1.8	2.9	2.5	17.2	13.5

- ・樹林型 I 都市化の影響が少なく小流域の大部分が樹林地に覆われる。樹林地は市民の森に指定されるなどして拠点的な緑地環境となっている。
- ・樹林型 II 小流域に樹林地が比較的多く分布する。市街地は4～5割程度に進んでいるが、樹林地 I に比べて農地の占める範囲も多く見られる。
- ・農地型 I 都市化の影響が少なく、小流域の広い範囲を農地が占める。農用地区域など農業施策の拠点的な地域にほぼ対応し、樹林地もある程度分布している。
- ・農地型 II 小流域内で農地が比較的多く分布するが、6割以上が市街地化されている。法規制との関係からみると、農業振興地域に含まれる範囲が多い。
- ・樹林・農地混合型 流域内に樹林地と農地がほぼ同量程度分布している。市街地は4割程度。
- ・市街地型 I 小流域の7割以上が市街地だが、まとまりを持った樹林地が見られる。内訳は大規模開発の保全緑地や公園として残存する緑地、小流域内の市街化調整区域の緑である。
- ・市街地型 II まとまった緑が見られない市街地である。

iii) 緑地環境と緑地保全に関する法規制の適用について

源流域として重要な緑地環境である樹林地型Ⅰは、市民の森や水源の森などの制度で樹林が保全されている。また、樹林・農地混合型の小流域での緑地保全地区の指定や(32)、樹林地型Ⅱでまとまった緑が公園として担保されるなど(44)、最上流部の小流域では法規制の適用により樹林が保全されてきた。一方、帷子川右岸に連続する小流域は、農地と樹林地の自然立地的な秩序が保たれ、良好な緑地環境を残していると評価されたが、制度面からみると、十分な緑地保全施策が行われな

いまま残存してきたことがわかる。開発動向や環境の面から保全にむけた検討が必要な地域といえる。

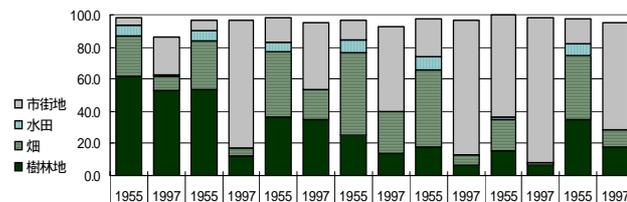
帷子川全体では、都市化により河川水量が年々減少し¹⁴⁾、現存する湧水地でも水量や水質の点で問題がみられる¹⁵⁾ことから、保水機能を育む環境の保全・修復が必要とされる。今後は、この水循環や生物多様性の視点から、樹林や農地に対するそれぞれの法規制に加え、小流域単位で把握された緑地環境に全体の特徴に対する施策が重要となる。

小流域の緑地環境の評価と緑地保全に関する法規制とを比較することで、現況の緑地保全施策への課題の抽出が可能であることがわかった。

イ) 土地利用の変遷に基づく小流域の環境の特性の把握

対象地における小流域の環境の特性を、土地利用の変遷も含めて把握することを目的に、1955年と1997年の2時期の土地利用をもとに小流域の類型化を行い、類型の環境の特性について、立地や現存植生の構成を踏まえて分析した。

類型化の変数は、小流域毎に算出した樹林地率、畑地率、水田率、市街地率の4種、2時期で計8つの値とし、クラスター分析を行ったところ、対象地の小流域は6つに類型化された。各類型は、土地利用の変化の内容から、類型1を谷戸維持、類型2を谷戸・宅地化、類型3を農地・集落・宅地化(小)、



年	類型	1	2	3	4	5	6	全体 (%)
		谷戸維持	谷戸・宅地化	農地・集落(小)・宅地化	農地・集落(中)・宅地化	農地・集落(大)・宅地化	既成市街地	
1955年	小流域数	18	44	23	28	55	5	173
	樹林地	61.6	53.9	36.5	25.2	18.3	15.6	35.3
	畑	25.4	29.5	40.6	51.5	47.9	19.2	39.7
	水田	6.7	6.6	5.4	7.5	7.6	1.3	6.8
	集落	4.7	6.3	15.7	12.4	24.2	63.5	15.7
1997年	樹林地	52.9	12.5	34.9	13.8	6.3	6.3	17.8
	畑	9.2	4.4	18.9	26.2	6.6	2.2	11.0
	水田	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
	市街地	23.5	79.5	41.5	52.7	84.0	90.3	66.0
平均傾斜		8.60	6.29	8.02	6.43	6.20	9.29	6.79

図- 3.1.2.26 小流域の類型毎の土地利用構成と平均傾斜

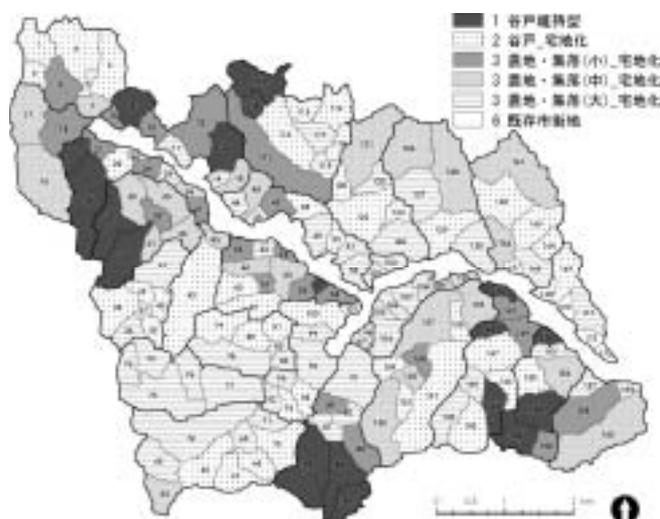


図- 3.1.2.27 帷子川上中流域 小流域類型

類型4を農地・集落-宅地化（中）類型5を農地・集落-宅地化（大）、類型6を既成市街地と便宜的に名称を付した。図-3.1.2.27は帷子川中上流における類型の分布である。

類型ごとに、立地や現存植生の構成に分析すると、特徴は次のようにいえる。

・類型1 谷戸維持:谷戸頭や河川上流部で、対象地での水田は、放棄されたものも含めて概ねこの類型内に分布する。農的土地利用は大部分が放棄されたものの樹林地面積が維持され、いくつかの小流域では増加傾向も見られる。他の類型に比べて針葉樹林が優占すること、ゴルフ場のシバ群落の面積が広いことが特徴となっている。

・類型2 谷戸-宅地化:かつては類型1と同様の谷戸地形¹⁶⁾であったが、大規模な宅地開発により自然面が激減し、造成により傾斜も緩やかとなっている。わずかに残された樹林地は、クヌギ-コナラの二次林と針葉樹植林に、里山の断片を見出すことができる。

・類型3 農地・集落-宅地化（小）:かつては樹林地と農地が同程度の面積を占めていたが、農地の過半が宅地化、樹林は維持、増加傾向にある。帷子川本流に沿った面積の比較的小面積の小流域が多く、平均の傾斜が大きく、シラカシ群集やヤブコウジ群集などの自然植生が分布することから、開発困難な斜面林の残存を讀取ることができる。

・類型4 農地・集落-宅地化（中）:河川上流部の小流域でかつては畑、水田耕作により農的な高度利用が行われていた。宅地化は進行した現在でも、他に比較して畑地が多く残存する。

・類型5 農地・集落-宅地化（大）:類型4と同様に農的な利用が主であったが、もともとの宅地の比率が多いことから市街化の圧力も強く、樹林地、畑地ともわずかに残存するのみとなっている。

・類型6 既成市街地:1955年時点ですでに市街化された区域である。対象区域内では少ない。

類型は過去と現在の土地利用の特徴を捉えたものであり、2時期の土地利用データを用いることで小流域の特性をより明確に表すことができる。

e) 小領域の緑地環境の評価

以上の小流域の緑地環境とその変化について、水循環の視点での地域環境の健全性として表すことを目標に、指標の設定と分析を試みた。

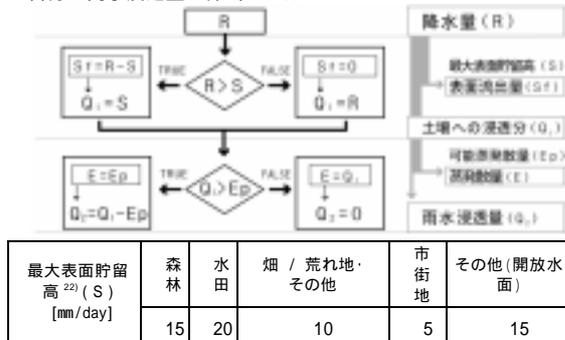
水循環に関連する指標としては、雨水浸透機能、地下水涵養機能、洪水防止機能などが挙げられ、関連要因のオーバーレイによる評点評価、または、水資源涵養量として代替法などを通じた経済的評価や環境容量の視点などにより評価されてきた¹⁷⁾。本研究では、流域の土地利用から求めた雨水浸透量¹⁸⁾を流域内の水路の平常時の流量として定量化したものを、流域の緑地環境の健全性を測る指標として設定した。平常時の流量の回復は、水質、生物生息、景観など、河川環境を健全に保つために必要とされる重要課題である¹⁹⁾と同時に、水の利用や水とのふれあいなど、人々の生活に直接関わる環境指標といえる。

f) 指標の設定

流出解析モデルに関しては、森林における降雨遮断や、土壌、植生、地形による貯留、

蒸発散の特性を考慮した研究が多数あるが²⁰⁾、小流域スケールで解析に必要なデータを、広範囲に整備することは困難である。そこで本研究では、簡易化したタンクモデル²¹⁾を用い、土地利用のデータをもとに、降雨量から表面流出、蒸発散による損失を除いたものとして雨水浸透量を求めた。年間の雨水浸透分は年間を通じて小流域内の河川・水路の一定量で流出すると仮定し、平常時流量ポテンシャルとして毎秒、10haあたりの流量を算出した。算出値について、横浜市環境保全局が行う年2回の評価地点調査の観測値と対照させたところ、1～2次の流域が対象であるとき、おおむね平水量から低水量として適切な値をとることがいえた。(地点1,2,3,5,6,7,8)。3次、4次など高次の流域を対象としたものは、より低く算出される傾向があり、観測値との乖離が見られる(地点4,9,10)。したがって、本検討で対象とした2次までの流域を評価する指標として妥当であると判断した。

一日分の雨水浸透量の算出モデル



$$\text{平常時流量ポテンシャル} = \frac{\text{年間雨水浸透量} (\sum_1^{365} Q_r)}{365 \times 24 \times 60 \times 60}$$

* 可能蒸発散量(Ep) : Thornthwaite 法による月ごとの可能蒸発散量を雨の日数で平均。
* 降雨量、平均気温に関するデータ : 横浜地方気象台 1997 年の観測データを用いた。

図- 3.1.1.28 雨水浸透量・平常時流量ポテンシャルの算出手法

対象地の小流域の平常時流量ポテンシャルは、1955 年の平均が 1.24(l/sec/10ha) (最大-最小 : 0.52-1.65) 、1997 年は 0.65(l/sec/10ha) (最大-最小 : 0.25-1.3) で、42 年間で 52%に減少している。



図- 3.1.1.29 帷子川中上流域における水環境評価地点

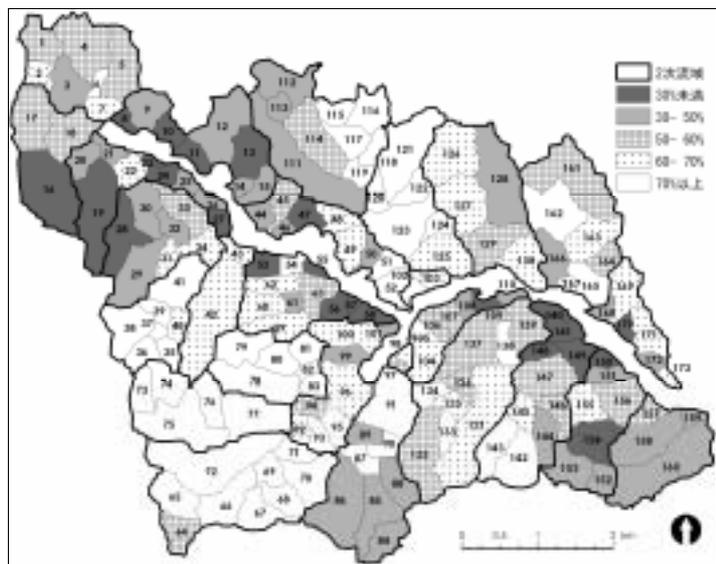


図- 3.1.1.230 小流域における雨水浸透量(平常時流量ポテンシャル)の変化率

イ) 小流域類型ごと現況と変化の傾向

i) 1955年

市街地が流域の15%未満以下であった1955年の土地利用から算出した平常時流量ポテンシャルは全体に高い値となるが、特に谷戸田の発達した源流部である類型1、類型2で1.19-1.65($\ell/\text{sec}/10\text{ha}$)の高い値を示し、水源として高い機能を有していたことがわかる。集落と農地開発が進んだ類型3、類型4、類型5では0.69-1.36 ($\ell/\text{sec}/10\text{ha}$)となる。他の類型に比べて類型5の範囲が広いのは、水田率の幅が影響したものであった。既成市街地である類型6は0.52-0.71 ($\ell/\text{sec}/10\text{ha}$)となった。これらの数値は、水源涵養量を指標に小流域の緑地環境の回復を検討する際、目標となる値といえる。

ii) 1997年と変化の傾向

対象地では水田の多くが消失し、小流域の平常時流量のポテンシャルは樹林と畑地が担うこととなっている。谷戸の水田が消失した類型1は1.03-1.30 ($\ell/\text{sec}/10\text{ha}$)、類型3は0.8-1.09 ($\ell/\text{sec}/10\text{ha}$)あり、1955年からの変化が少ない。農的管理の放棄と針葉樹の植林により維持、増加した樹林地率が反映したものである。

類型3と類型4は、1955年の平常時流量のポテンシャルは同程度であったが、1997年では0.8-1.0 ($\ell/\text{sec}/10\text{ha}$)、0.43-0.84 ($\ell/\text{sec}/10\text{ha}$)と差が開いている。宅地への転換が容易な、自然立地に即した土地利用の大小が反映されたものといえる。また、宅地化の程度が大きい類型2、類型5の平常時流量のポテンシ

ャルは平均値には差がないが、値の範囲を見ると類型2の幅が広い。類型2は、源流部の谷戸であったことから開発難や大規模宅地開発時の保存林として樹林が残ることがあり、逆に類型5は小流域内での高い構成比率を占めていた農地が一様に宅地化するという開発の経緯が反映したと考えられる。

ウ) 2次流域における特性の把握

次に2次流域における、平常時流量のポテンシャルの変化率を求め、小流域類型の環境特性を用いて分析した。

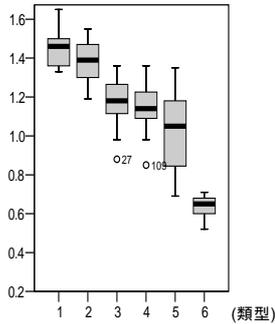


図- 3.1.2.31 類型毎の雨水浸透量の分布 (1955, $\ell/\text{sec}/10\text{ha}$)

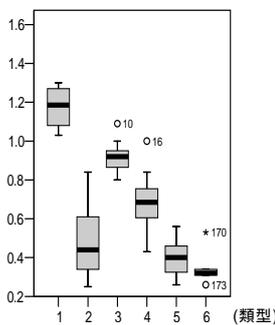


図- 3.1.2.32 類型毎の雨水浸透量の分布 (1997, $\ell/\text{sec}/10\text{ha}$)

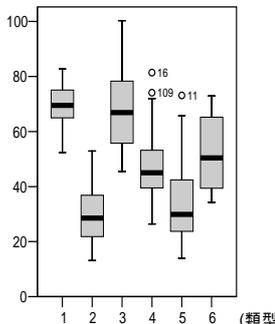


図- 3.1.2.33 類型毎の雨水浸透量の変化率 (%)

i) 変化率：40%未満

(01-2,01-3,01-4,02-1,04-4,09-2,09-3)

平常時流量のポテンシャルは 0.72-1.0 (l/sec/10ha)で、樹林地の卓越する類型1と類型3、農地の卓越する類型4と類型1の2つの雨水浸透機能の高い小流域の組み合わせにより流域の水循環が保持されている。前者の2次流域は01-2, 01-4, 02-1, 04-4、後者は01-3, 09-2, 09-3である。類型1の谷戸環境の回復、類型3の

樹林地と類型4の農地の維持が、本流域全体の水循環の回復の要であるといえる。

ii) 変化率:40-50%(01-1,03-2,06-1,09-1)

平常時流量のポテンシャルは 0.67-0.75 (l/sec/10ha)である。大規模の宅地開発された類型2、樹林地率の高い類型1と類型3の小流域が混在する。雨水浸透機能の維持は2次流域の宅地の環境を支えるものといえる。

iii) 変化率：50-60%

(02-3,05,04-5,03-1,07,08,10-2,10-3)

平常時流量のポテンシャルは、0.47-0.67(l/sec/10ha)で、上流・源流部に類型2、下流部への類型4の分布が主な傾向として読み取れる。この2次流域では、農地を維持しつつ、市街地からの環境負荷の軽減をはかる方策が必要とされる。

iv) 変化率：60% 以上

(02-2,04-1,04-2,04-3,06-2)

平常時流量のポテンシャルは 0.31-0.42 (l/sec/10ha)である。農地・集落が宅地化した類型5に類型2が隣接することから、かつて集落の後背地であった谷戸源流部が大規模に開発された流域であることがわかる。この2次流域では、市街地からの環境負荷の軽減をはかるための総合的な方策が必要とされる。

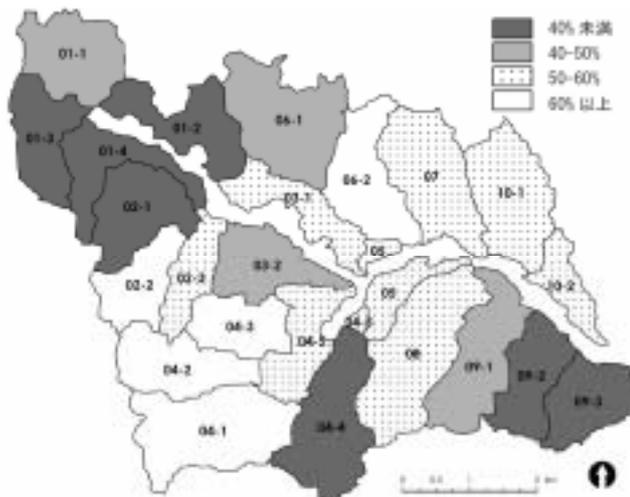


図- 3.1.2.34 2次流域における雨水浸透機能（平常時流量ポテンシャル）変化率

表- 3.1.2.10 2次流域における雨水浸透量（平常時流量ポテンシャル）と変化率

ID	流域名	二次流域名	面積 (ha)	雨水浸透量 (単位面積当) (l/sec/10ha)		雨水浸透量 (総量) (l/sec)		変化率 1-1997 /1955 (%)
				1955	1997	1955	1997	
01-1	帷子川1	若葉台	167.4	1.37	0.75	23.0	12.5	45.4
01-2	帷子川1	左岸	152.5	1.19	1.00	18.2	15.2	16.3
01-3	堀谷戸川	堀谷戸川	139.7	1.11	0.85	15.5	11.9	23.2
01-4	帷子川1	右岸	135.8	1.28	1.02	17.4	13.8	20.8
02-1	矢指川	矢指	166.5	1.38	0.99	23.0	16.5	28.4
02-2	矢指川	笹野台	118.5	1.26	0.39	15.0	4.6	69.2
02-3	矢指川	今宿	94.0	1.44	0.67	13.6	6.3	53.5
03-1	帷子川2	左岸	122.3	1.04	0.51	12.7	6.2	50.9
03-2	帷子川2	右岸	141.3	1.29	0.72	18.3	10.2	44.0
04-1	二俣川	善部	261.8	1.22	0.41	31.9	10.7	66.5
04-2	二俣川	希望が丘	158.3	1.11	0.36	17.5	5.7	67.3
04-3	二俣川	大池	118.7	1.39	0.32	16.5	3.8	77.2
04-4	二俣川	本宿	218.8	1.33	0.91	29.0	19.9	31.5
04-5	二俣川	二俣川	139.6	1.04	0.42	14.5	5.9	59.4
05	帷子川3	鶴ヶ峰	88.3	0.92	0.42	8.2	3.7	54.9
06-1	中堀川	上白根	242.7	1.39	0.72	33.7	17.4	48.3
06-2	中堀川	白根	177.8	1.34	0.42	23.8	7.4	68.8
07	新井川	新井川	213.8	1.18	0.56	25.2	11.9	52.6
08	くぬぎ台川	くぬぎ台川	264.7	1.27	0.64	33.7	16.8	50.1
09-1	帷子川4	市沢川	194.6	1.28	0.67	25.0	13.1	47.7
09-2	帷子川4	坂本	137.1	1.26	0.90	17.2	12.3	28.8
09-3	帷子川4	仏向星川	132.7	1.13	0.71	15.0	9.5	36.7
10-1	菅田川	菅田川	200.5	1.24	0.54	24.9	10.8	56.6
10-2	帷子川4	左岸	74.2	0.98	0.47	7.3	3.5	52.6

表- 3.1.2.11 類型ごとの特徴と水源涵養量の変化

類型	土地利用	特徴		水源涵養量 (l/sec/10ha)		
		植生	水源涵養機能	1955	2000	変化率 2000/ 1955
類型 1 谷戸維持		<p>谷戸頭や河川上流部に分布する類型で、放棄されたものも含め、湿性耕地の大部分は、この類型の小流域内に分布する。</p> <p>農的土地利用は大部分が放棄されたものの樹林地面積が維持され、いくつかの小流域では増加傾向も見られる。他の類型に比べて針葉樹林が優占する点、ゴルフ場のシバ群落の面積が広い点が特徴となっている。</p>	<p>谷戸田の発達した源流部であることから、かつては水源として高い機能を有していた。</p> <p>水田はほぼ消滅したものの、他に比べて変化量が少ない。農的管理の放棄と針葉樹の植林により維持、増加した樹林地率が反映したものと考えられる。</p>	1.9	1.3	67.7%
類型 2 谷戸-宅地化		<p>かつては類型 1 と同様の谷戸地形であったが、大規模な宅地開発により自然面が激減し、造成により傾斜も緩やかとなっている。わずかに残された樹林地は、クヌギ-コナラの二次林と針葉樹植林に、里山の断片を見出すことができる。</p>	<p>谷戸田の発達した源流部であることから、かつては水源として高い機能を有していた。</p> <p>1997 年の平均値は類型 5 と差がないが、値の幅は広い。源流部の谷戸であったことから開発難や開発緑地として残った樹林が反映したと考えられる。</p>	1.7	0.5	30.7%
類型 3 農地・集落-宅地化小		<p>かつては樹林地と農地が同程度の面積を占めていたが、農地の過半が宅地化、樹林については維持、増加傾向にある。帷子川本流に沿った面積の比較的小面積の小流域が多く、平均の傾斜が大きく、シラカシ群集やヤブコウジ群集などの自然植生が分布することから、開発困難な斜面林の残存がよみとれる。</p>	<p>水田はほぼ消滅したものの、他に比べて変化量が少ない。農的管理の放棄と針葉樹の植林により維持、増加した樹林地率が反映したと考えられる。</p>	1.5	0.9	61.3%
類型 4 農地・集落-宅地化中		<p>河川上流部の小流域で、かつては畑、水田耕作により、農的な高度利用が行われていた。現在、宅地化は進んだものの、他に比較して畑地が多く残されている。</p>	<p>1955 年では、類型 3 同程度であったが、1997 年では差が開いている。宅地への転換が容易な自然立地の土地利用の大小が反映されたものといえる。</p>	1.4	0.7	46.5%
類型 5 農地・集落-宅地化大		<p>同様に農的な利用が主であったが、もともとの宅地の比率が多いことから、市街化の圧力も強く、樹林地、畑地ともにわずかに残存するのみとなっている。</p>	<p>1955 年では、集落と農地開発が進んだ類型 3、4、5 のうちで、水源涵養量の幅が広い。これには、水田耕作の有無が影響している。</p> <p>1997 年は、平均では類型 2 と同程度だが、値の範囲が狭い。小流域内での高い構成比率を占めていた農地が一樣に宅地化するという開発の経緯が反映したと考えられる。</p>	1.4	0.4	28.8%
類型 6 既成市街地		<p>1955 年時点ですでに大部分が市街化された地区、対象区域内には少ない。斜面林に関しては、1955 年当時の分布状況が比較的残されている。</p>	<p>かつて住宅に隣接して分布していた畑や水田が見られなくなったことにより、水源涵養量が半減している。</p>	0.7	0.4	53.3%

I) まとめ

本研究では、GISを用いて詳細なスケールにおける緑地環境の評価単位として小流域を設定し、時系列による土地利用の変遷を踏まえた類型化により小流域の環境特性を把握し、さらに雨水浸透機能を指標として定量化することで、水循環の視点から都市の緑地環境の現況と課題を明らかにした。

データについては、基本的にコモンデータを用いたが、過去の土地利用については、データが無いため、過去の地図より作成する必要があった。2時期の土地利用による類型化では、対象地の小流域を谷戸維持、谷戸-宅地化、農地・集落-宅地化（大、中、小）、既成市街地の6つに類型化した。この類型は過去と現在の土地利用の特徴を捉えたものであり、2時期の土地利用データを用いることで小流域の特性をより明確に表すことが可能となった。

水循環の視点による小流域の緑地環境の分析では、簡易な流出解析を用いることで、小流域内の平常時流量のポテンシャルとして水循環の視点による指標として表した。これにより、6つの類型によって示された小流域の緑地環境の変容が、平常時流量のポテンシャルの変化として具体的な数値で示され、小流域の緑地環境の健全性について、人の生活に関わりの強い指標によって量的に評価することが可能となった。

これまでの緑地環境計画では、緑地の量、質、連続性等に関する分析、評価手法の開発は行なわれてきたが、小流域に対応する精度で、緑地の質・量、歴史的変遷と水循環を結びつけた評価手法の開発は、不十分であった。本研究は、雨水浸透機能を導入することにより、この課題に対して、新たな方法論の提示を行なうことができた。これは、GISを活用した総合的な環境政策に適用可能なフレームを示すものである。

今後、本研究を発展させるうえでは、植生や土壌・地形などの影響を反映させるなど、平常時流量の算出モデルの精度の向上と指標の有効な活用法を検討することが必要である。また、緑、水、環境に関する計画や施策を踏まえた分析も、今後の課題として挙げられる。

2) 鎌倉市神戸川

a) 研究の概要

ア) 目的

緑地環境評価の単位として小流域を設定し、緑の基本計画等の詳細な緑地保全計画のスケール（おおむね 1/2,500）に対応する精度で、GIS を用い、緑地の質を含めた分析の手法を提案し、今後の都市環境計画への展開の有効性について論証することを目的とする。

イ) 対象地

研究対象地である神戸川は本流の延長は約 2.4km、流域面積は概ね 400ha の小河川である。河口から約 1km の地点で二叉川が分岐しており、都市林構想が推進される広町緑地が二俣川の上流域に位置する。対象地周辺は、多摩三浦丘陵の端に位置し、河川に沿った低地から延びる細かく入り組んだ谷が分布し、低地と丘陵地の境界を複雑にしている。流域は鎌倉市の西部に位置し、流域周辺は、依然強い開発圧とそれに対する緑地保全施策が拮抗する都市郊外特有の課題を有している。



図- 3.1.2.35 研究対象地

ウ) 研究の流れ

まず、分析に先立ち、小流域図、1954年と2000年の土地利用図、現存植生図といった基礎的な図面データの整備を行った。次に、1954年と2000年の土地利用図から樹林地の増減傾向を把握し、谷戸の環境特性との関係を考察した。また各地目の変化量から、小流域の都市化の傾向や緑地の分布特性について把握するため、クラスター分析により小流域を類型化した。次に、類型毎の植生比率を分析し、緑地の質について傾向を把握した。

b) データの整備

ア) 使用データ

緑の基本計画に対応するスケールで分析を行うため、鎌倉市作成の数値地理情報を用いた。分析単位となる小流域の抽出では、鎌倉市都市計画基礎調査データベース GIS に含まれる地形データ（標高値を持つ等高線、以降「地形データ」とする）に加えて、補足的に鎌倉市公共下水道計画図と1954年地形図を用いた。1954年の土地利用データは地形図より作成した。また、2000年の土地利用は、鎌倉市都市計画基礎調査データベース GIS に含まれる土地利用現況（以降「土地利用現況データ」とする）を用いている。現存植生図

は、過去の植生調査報告および 1/2,500 カラー空中写真（1998 年 11 月撮影）、土地利用データから予察図を作成し、現地調査（2002 年実施）により完成させたものである。

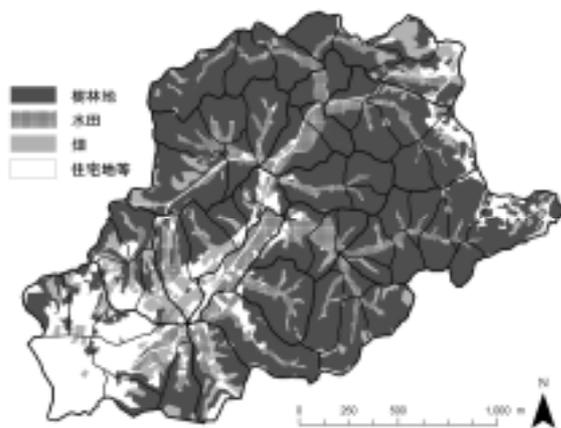


図- 3.1.2.36 1954 年土地利用



図- 3.1.2.37 2000 年土地利用

イ) 小流域の抽出

ArcGIS 及び Spatial Analyst を用いて、「地形データ」から 5m メッシュの標高ラスターデータを作成、Hydrology Modeling により小流域の分水界を抽出した。

この結果、59 の小流域が抽出され、小流域の平均面積は約 5.5ha であった。抽出された小流域は、地域の谷戸の名称に対応するようにグループ化し ID 番号をつけた。



図- 3.1.2.38 小流域図



図- 3.1.2.39 時期の土地利用による類型

シ) 土地利用変化による小流域の類型

神戸川流域の小流域環境を客観的に把握するため、クラスター分析を行い小流域の類型化を行った。このクラスター分析により、対象地の小流域は 6 つに類型化された。

各類型の特徴を明らかにするため、類型毎の各地目の比率を求め、それぞれの土地利用構成比の変遷と特徴をまとめた。

表- 3.1.2.12 類型別土地利用の比率の変遷と特徴

類型	土地利用構成比		小流域の都市化傾向・ 緑地の分布特性の把握
	1954年	2000年	
類型 1 農村集落/宅地化 流域数：9			主に腰越の市街地の縁辺部に位置する。森林・農地・住宅が混在する地域で多くが宅地化された小流域。かつては森林・農地・住宅地が混在する地域であったが、森林・農地の多くが宅地化された
類型 2 谷戸/小規模開発 流域数：12			主に鎌倉山（10-04）や室ガ谷（06-01）などの起伏のある地域に分布。宅地化が進んだもの、大規模な造成はなく、小流域の約半分は樹林地として残されている。
類型 3 農村集落 /小規模開発 流域数：6			類型 2 と同様に起伏のある地域に分布するが、古くから別荘地などとして開発されていたことから、緑豊かな住宅地が形成されてきたが、樹林地を浸食しながら、宅地化が進行している。
類型 4 旧市街地 流域数：2			腰越の旧市街地に位置し、1954年には宅地しており、その後市街地の比率は大きな変化がない地域。
類型 5 谷戸/大規模開発 流域数：22			かつては、緑豊かな谷戸が多く分布していたが、大規模な宅地造成が行われ、多くの樹林地が消失した小流域である。西鎌倉や御所ガ谷、丹後ガ谷などの住宅地域が該当する。
類型 6 谷戸/維持 流域数：8			竹ガ谷(09-x)や奥御所ガ谷(10-xの北向き谷戸)などの谷戸が該当する。谷戸の管理放棄により、樹林地面積が増加している。また、水田の名残として、乾性草地と湿性草地が分布する。

d) 小流域類型に基づく緑地環境の「量」「質」の分析

ア) 小流域を単位とした樹林地の変化

1954年から2000年までの樹林地の増減面積の小流域に占める割合を求めた。西鎌倉の新興住宅地など、宅地化が進んだ小流域では、樹林地の減少が顕著である(08-03、10-02、11-01、11-02、11-03、16-03、16-04、16-05、17-01、17-02、17-03)。一方、広町緑地内(09-01、09-02、09-03、09-04、10-07、10-08、10-09)の北向きの小流域においては、樹林地が増加している。1954年当時の竹ガ谷の谷戸(09-01、09-02、09-03、09-04)では、谷底面が水田として利用されていた。谷が北向きであることや谷幅が狭いことなど、谷底面の日照条件が悪いため、水田は放棄され、その後、谷壁部の樹林の繁茂や谷底面へ樹林が進入したことにより、結果的に樹林地面積が増えたものと推察される。奥御所ガ谷(10-07、10-08)の小流域においても、1954年当時は畑地等として利用されていたが、生産性の悪さから放棄され、その後樹林化したものと考えられる。樹林地の増加は、広町緑地において確認できる傾向であるが、長い年月の間、放棄された谷戸の環境が荒廃していることを象徴するものである。谷戸においては、谷底面の農的利用と谷壁部の林縁の管理は、日照確保のため管理行為が直結しているため、小流域における樹林地面積を分析することで、谷戸が荒廃しているかどうか、概ねの判断が可能であった。

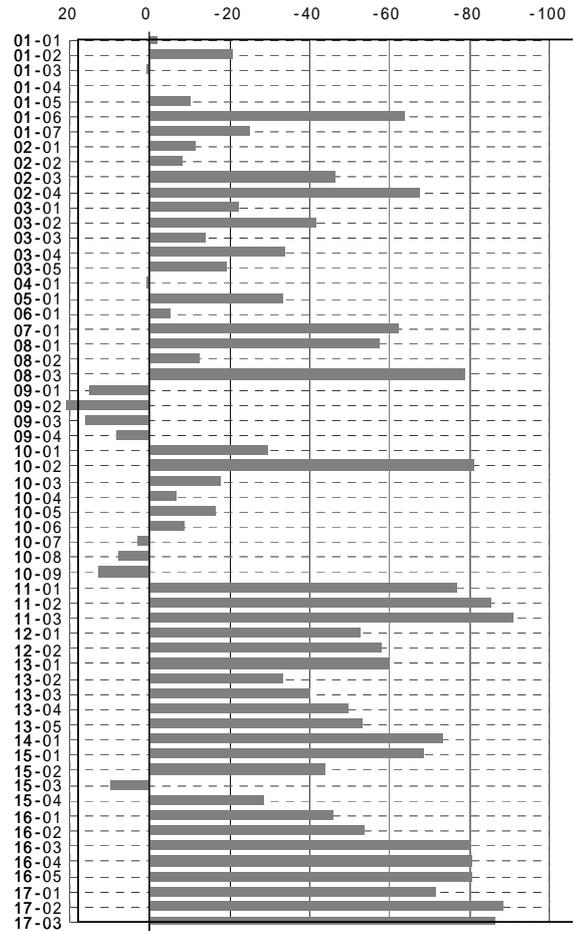


図- 3.1.2.40 1954年から2000年までの樹林地の増減面積の小流域に占める割合

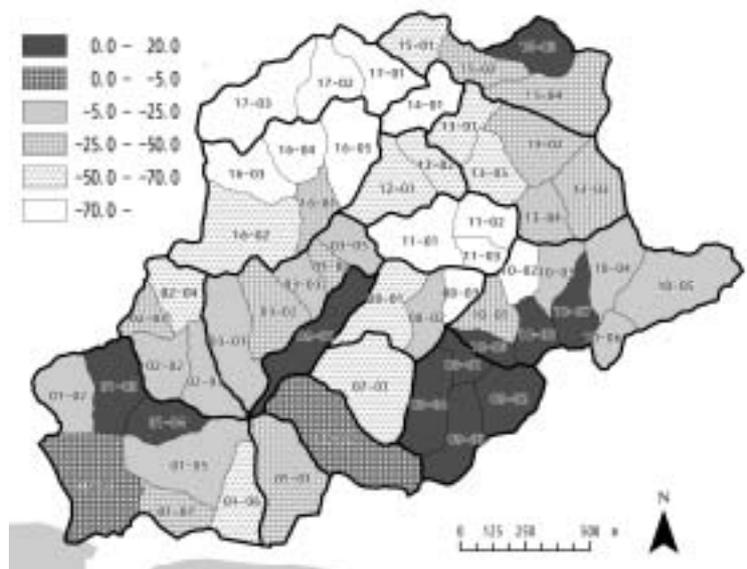


図- 3.1.2.41 1954年から2000年までの樹林地の増減面積の小流域に占める割合

イ) 小流域の類型毎の植生比率

小流域は、類型毎に緑地の残存状況が異なるため、緑地の植生にも特徴があると考えられる。そこで、表- 3.1.2.13に示す通り、類型毎の植生比率を把握した。

類型1の樹林地は、二次林の代表的植生である“オニシバリーコナラ群集”である。小流域に占める面積は少ないものの、かつて薪炭林として活用されてきた樹林が残されている。樹林地の規模は小さいと推察され、地域に残された身近な自然として保全への対応が必要と考えられる。また“緑の多い住宅地”が8.4%分布している。古くから集落が形成されている地域であることから、屋敷林の分布や残存斜面林が分布するものと推察される。

類型2では流域の約半分のまとまった樹林地が残された小流域である。樹林地を構成する植生は、“オニシバリーコナラ群集”が小流域面積の30.7%を占め、優占している。また“ヤブコウジースダジイ群集”が小流域面積の5.6%を占めている。薪炭林としての役割を終え、管理放棄した結果、植生遷移が進み本地域の潜在自然植生である“ヤブコウジースダジイ群集”へ遷移したものと推察される。

類型3は、類型2よりも開発が進んだ小流域で、鎌倉山や腰越に分布する。樹林地は“オニシバリーコナラ群集”が優占し竹林も認められる。古くから集落地や別荘地や丘陵地の緑と一体となった住宅地が形成されていることから“緑の多い住宅地”が、小流域面積の17.7%を占める。緑豊かで良好な住環境が分布しており、屋敷林の保全など民有地の緑の保全策の展開が必要であると考えられる。

類型4は、腰越の旧市街地に分布する小流域である。小流域の大部分が市街地で、樹林地は小流域面積の8%である。植生は、海に近い小流域であることから、“クロマツ植林”が優先している。

類型5は、西鎌倉や御所ガ谷、丹後ガ谷などの住宅地域に分布する小流域で、かつては豊かな樹林地が分布していたが、現在は7%にまで減少した。樹林地の植生は、“オニシバリーコナラ群集”が優占し、造成法面などに先駆的に進入する“カラスザンショウーアカメガシワ群集”が分布する。類型5の小流域は樹林地の面積も少なく、荒廃しているものと考えられる。

類型6は、広町緑地に分布する小流域で豊かな樹林地が残されている。樹林地を構成する小流域は、優占する順に、“オニシバリーコナラ群集”“スギ・ヒノキ植林”“カラスザンショウーアカメガシワ群集”“ヤブコウジースダジイ群集”“イロハモミジーケヤキ群集”

表- 3.1.2.13 類型ごとの小流域に占める各植生区分の割合

植生区分	タイプ	植生区分 (%)						全体
		類型1 農村集落/ 宅地化	類型2 谷戸/ 小規模開発	類型3 農村集落/ 小規模開発	類型4 旧市街地	類型5 谷戸/ 大規模開発	類型6 谷戸/維持	
	ヤブコウジースダジイ群集	0.8	5.6	2.0	0.0	0.3	5.1	2.2
	イロハモミジーケヤキ群集	0.0	0.7	0.6	0.0	0.0	4.2	0.8
	オニシバリーコナラ群集	8.2	30.7	14.9	1.3	3.6	34.6	14.7
	カラスザンショウーアカメガシワ群集	1.1	2.1	1.4	1.9	1.7	6.0	2.3
	スギ・ヒノキ植林	0.1	3.2	0.2	0.0	0.0	6.2	1.5
	クロマツ植林	0.0	0.0	2.9	3.9	0.0	0.0	0.3
	クス植林	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	モクザナカマツ植林	0.6	7.0	4.9	0.0	0.2	1.1	2.1
	アサギザサ群集	1.2	3.5	0.3	0.0	0.8	5.0	1.9
	スサ群集	0.6	0.9	1.8	0.0	0.5	1.3	0.8
	ササ群	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.9	0.3
	ササ群集	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2
	ミヅバ群集 (休耕田雑草群落)	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	1.2	0.3
	スサ群集 (湿地)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	樹園地	1.0	0.7	2.8	0.4	1.4	0.1	1.1
	畑地雑草群	3.4	3.5	2.6	0.7	1.8	0.1	2.1
	スサ群集	1.2	1.2	0.9	0.0	0.9	0.0	0.9
	芝地	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	スサ群集	2.4	1.4	2.5	0.6	0.5	0.1	1.1
	緑の多い住宅地	8.4	10.2	17.7	10.6	1.1	0.5	5.5
	計	29.1	73.3	55.8	19.4	12.7	67.0	38.1

が分布する。“スギ・ヒノキ植林”は、かつて畑地や水田として利用されていた小規模な谷戸で農的管理放棄に伴い植林された箇所が土地利用と合わせて確認できる。“カラスザンショウアカメガシワ群集”が分布しているが、これは荒廃した樹林地において発生する倒木による土砂崩壊跡地に進入するためである。“ヤブコウジースダジイ群集”と“イロハモミジケヤキ群集”は、樹林の萌芽更新管理を放棄したことにより植生遷移が進んだ結果である。まとまった樹林地に多様な植生が立地しているが、見方を変えれば樹林地の管理放棄により、“オニシバリーコナラ群集”などから置き換わったためである。樹林以外の植生は、荒廃した緑地によく見られる“アズマネザサ群落”が分布する。広町緑地は都市林として保全が図られるが今後の緑地の質の回復に向けた維持管理の展開が重要であると考えられる。

e) まとめ

本研究では、今後の都市環境計画の基本となる「緑の基本計画」の精度に対応する詳細なスケールにおいて、緑地環境評価の単位として小流域を採用し、GISを用いて、小流域設定の手法の開発、小流域の類型化、類型化された小流域の環境特性の量的・質的把握を行った。これは今後の緑地保全計画の展開に対して、計画原単位の設定、データベースの作成、GISによる緑地の量・質の分析と時間軸を通じた評価という視点から、新しい方法論を提示したものである。

まず、計画原単位となる小流域については、都市計画基礎調査で整備される詳細な地形データを用い、公共下水道計画図（雨水）等で補足することで、谷戸に相当する小流域（平均面積 5.5ha）の抽出を行うことができた。横浜では、「数値地図 50m メッシュ(標高)」を用いて、平均面積が 17.6ha の小流域を抽出したが、詳細な地域分析では、都市計画基礎調査等で作成される 1/2,500 の地形データが有効と考えられる。データベースについては、市が所有するデータを基本的に採用したが、自然環境の現況を示す植生図については、都市計画基礎調査では不十分であり、独自の調査を行う必要があった。

GISを用いた緑地環境の分析は、時間軸（1954年、2000年）を導入することにより、緑地の量と質の両面から考察を行った。まず、抽出された小流域を単位として、二時期の土地利用図から樹林地の増減傾向を把握し、谷戸の環境特性との関係を分析した。また二つの時期の土地利用の変化からクラスター分析により小流域を類型化した。その結果6つの類型が抽出され、小流域の特性を明らかにすることができた。続いて、緑地の質を分析するため、詳細な現存植生図の作成を行い、類型毎の植生比率を求めた。その結果、多くの種類の樹林地において、かつて薪炭林として利用されていたオニシバリーコナラ群集が優占するものの、類型によって植生の構成に大きな相違があることが認められた。樹林地の植生の多様さや管理放棄によると思われる植生の変化が把握され、小流域毎の緑地環境の特性と質を把握することが可能であった。

以上、従来の緑地保全計画では、緑地の現況を踏まえた量、質に関する情報が、個別にだされ、かつ、時間軸を考慮した環境マネジメントとの連動の欠如が課題であった。本研究では、小流域の設定、GISの活用という新たな視点と手法の導入により、緑地環境の

量・質の維持向上そして環境マネジメントと連動する方法論の提示を行うことができた。

参考文献等

- 1) 例えば:鶴見川流域水協議会:「鶴見川流域水マスタープラン」, 2004.
- 2) 山田順之・上田純広・恒川篤史:GISを活用した緑地の環境保全機能の評価-静岡県掛川市を例として,GIS-理論と応用, 11(1), pp61-69, 2004.
- 3) 大西文秀・西脇国博・増田昇・安部大就・杉本三千雄・佐藤吉之:集水域を単位とした環境容量を求める新しい試み,環境情報科学, 24(1), pp55-71, 1995.
- 4) 原田茂樹, 山田護, 森野真理, 内藤正明, KIM J:琵琶湖集水域における環境評価手法に関する研究,環境システム研究論文集, 129, pp291-297, 2001.
- 5) 王尾和寿・鈴木雅和:国土数値情報による流域を単位とした土地利用の解析,ランドスケープ研究,65(5), pp861-964, 2002.
- 6) 山本勝利・加藤好武・大久保悟・ちょう賢一・大塚生美・福留晴子:比企丘陵における里山林の構造と変化が林床植物に及ぼす影響,ランドスケープ研究,63(5), pp765-770, 2000.
- 7) 小林優介・福井弘道・石川幹子:小流域を単位とした森林分布の評価手法とその適用,日本都市計画学会学術研究論文集, 36, pp271-276, 2001.
- 8) 大澤啓志・勝野武彦:流域単位からみた谷戸の特性とカエル類保全に関する考察,ランドスケープ研究,61(5), pp529-534, 1998.
- 9) 例えば:町田市都市緑政部公園緑地課:まちだエコプラン等, 2000.
- 10) 建設省国土地理院:数値地図ユーザーズガイド,(財)日本地図センター, pp281-283, 1998.
- 11) 高橋裕:河川工学,東京大学出版会,4, 1990.
- 12) n 次流域の流域内に生じる $n-1$ 次流域に区分されない領域については、山本ら同様に、独立した $n-1$ 次流域として扱った。:山本勝利・加藤好武・大久保悟:環境保全機能評価の総合評価のためのランドスケープ単位,農業環境技術研究所 資源・生態管理研究収録第16号, pp105-112, 2000.
- 13) 国土地理院:1:25,000 土地条件図 横浜、原町田、東京西南部, 1970.
- 14) 横浜市環境保全局:横浜の川と海の生物(第9報・河川編), pp59-61, 2001.
- 15) 横浜市環境科学研究所:エコシティーに関する研究,平成9年度報告書,35, 1996.
- 16) 横浜市環境科学研究所エコシティー研究室:横浜型エコシティー報告書花鳥風月のまちづくり, pp81-82, 2002.
- 17) 例えば:農林水産技術会議事務局:「農林水産業のもつ国土資源と環境保全およびその維持促進に関する総合研究」等, 1990.
- 18) Newson, Malcom: Land, Water and development, River basin systems and their sustainable management, Routledge National Environment, London and New York, pp53-64, 1992.

- 19) 玉井信行:河川環境計画－潜在自然概念の展開,東京大学出版会,260-272, 2004.
- 20) 例えば:塚本良則編: 森林水文学, 文永堂出版 pp319, 1992.
- 21) 菅原正巳:流出解析法,共立出版, pp254, 1973.
- 22) 吉野文雄・吉谷純一・堀内輝亮:分布型流出モデルの開発と実流域への適用,土木技術資料,32(10), pp54-59, 1990.

(5) 小流域を単位とした緑地環境分析

1) 研究の概要

a) 目的

本研究は、岐阜県各務原市を事例に、丘陵地における自然共生型の都市再生を展開するための分析・計画手法の検討を行った。

横浜市等において展開している小流域を基本単位とする地域分析手法について、広く応用可能なものとするため、各務原市を対象として、現行の緑の基本計画のアクションプログラムの検討を念頭においた、小流域設定、評価・分析を行い、手法の妥当性に関して検証するものである。

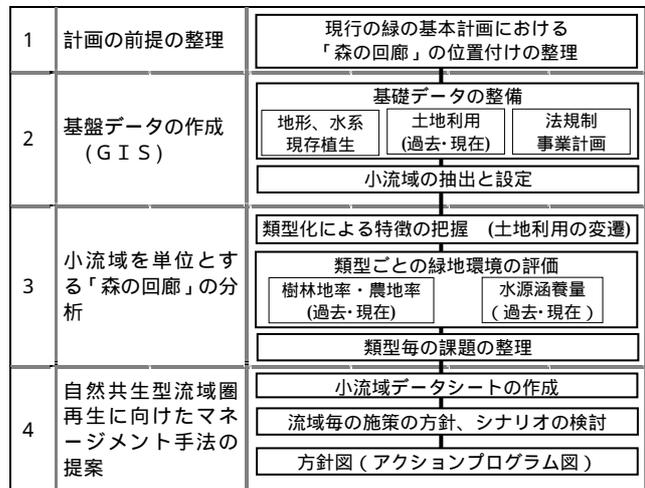


図- 3.1.2.42 研究の流れ

b) 対象地

各務原市は、市域面積が 79.75km²、濃尾平野北部にあって岐阜市に隣接し、名古屋市から 30km 圏の地方都市である。各務原台地、境川低位台地の平坦地が広がり、北部一帯に連なる美濃山地と南部県境を西流する木曽川は、骨格的な緑として豊かな自然環境を形成している。

各務原市の総合計画では、この骨格的な自然環境を「緑の回廊」として位置づけ、水と緑のネットワークの強化を図ることでより豊かな自然と共生した「公園都市」の創出を目指している。都市緑地保全法に基づく市町村の緑地の保全及び緑化の推進に関する基本計画である『水と緑の回廊計画』では、これを受け、「3つの回廊と7つの拠点」として位置付けている。

本研究は、水と緑の回廊計画において「森の回廊」に位置付けられる、北部丘陵部を対象とする。

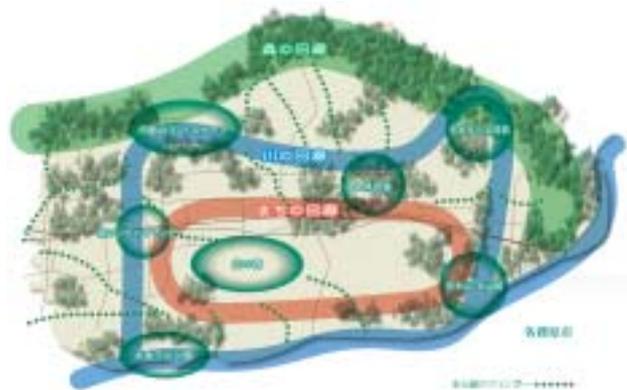


図- 3.1.2.43 緑の将来像 (3つの回廊と7つの拠点)

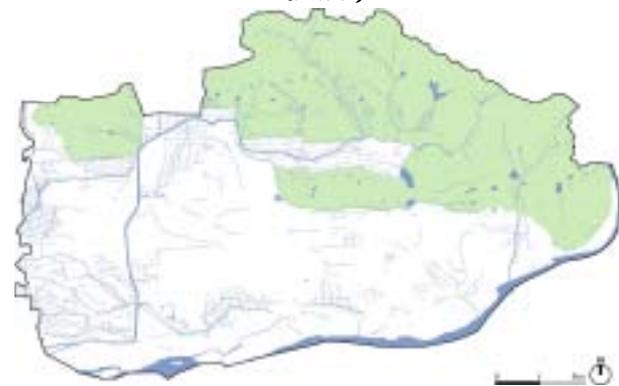


図- 3.1.2.44 対象地 (森の回廊)

各務原市の飲料水の供給源は地下水であることから、北部の山林、新境川周辺等の田園地帯など、まとまりのある緑地の保全是、水源涵養機能の保持の意味で重要な課題である。しかしながら、現状では、無秩序な土地利用の進行や森林の管理不足などが進み、環境の劣化が問題となっている。自然共生型の都市再生の展開を、小流域に基づき、水循環の回復を軸として検討する対象として、適していると考えられる。

2) データの整備

a) 小流域抽出

横浜市の手法を応用し、分析・評価の基本単位となる小流域の抽出を行った。横浜市を対象とした小流域の抽出と同じく、国土地理院発行の数値地図 50m メッシュ(標高)のデータを使用した。また、非集水の除外については、国土数値情報の集水域・非集水域、各務原市公共下水道計画、都市計画基礎調査土地利用現況図を参考として使用した。

小流域の抽出において Hydrology Modeling を用い、数値地図の標高データに基づく集水域の自動抽出を行った。

北部の丘陵地では、谷筋、尾根筋をよく認識でき、集水域の抽出は容易である。横浜や鎌倉に比較すると、谷が細かく入組むことがないため、比較的単調で大きな谷が形成されていることがわかる。小流域の基準を谷地形の規模と同等として、抽出の基準を検討したところ、閾値 25ha で抽出した集水域が適切な規模・形状となった。

一方、木曾川、新境川、境川沿いの沖積平野、市中央部の台地では、Hydrology Modeling で平坦面を扱うのに適さないことに加え、現状の水路網が、放水路や排水路など人工的に開削され、微地形と整合ない区間が多いことから、地形モデルからの集水域の抽出が困難である。これらの地域は非集水域として扱った。

非集水域は、国土数値情報の「集水域・非集水域」を参考に設定した。Hydrology Modeling により抽出された小流域が、非集水域を含む場合、国土数値情報「集水域・非集水域」の非集水域界に一番近い雨水幹線、または主要な道路などで流域界を手動で修正した。また、

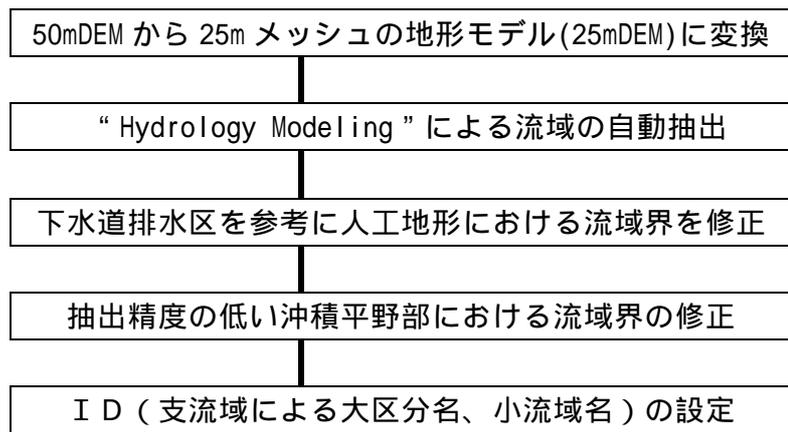


図- 3.1.2.45 小流域の抽出の流れ

表- 3.1.2.14 小流域抽出における使用データ・資料

データ・資料名	発行
数値地図 50mメッシュ(標高)	国土地理院
国土数値情報 集水域・非集水域	国土地理院
各務原市公共下水道計画図	各務原市
都市計画基礎調査土地利用現況図	各務原市

大規模な人工改変地についても、抽出された集水域と実際の流域界に大きな差異がみられたことから、公共下水道計画図における排水区域の境界を参考に修正を行った。

抽出された小流域の数は54、平均面積は55.5haであった。

作成した小流域図に、地域や河川等の名称を参考に、小流域名とID番号を付し、Horton-Strahleの水流次式を利用した流域区分により、小流域を1次流域と位置づけたときの2次流域区分を上位スケールの単位流域とした(以下大区分)。これにより、11の大区分が設定された。

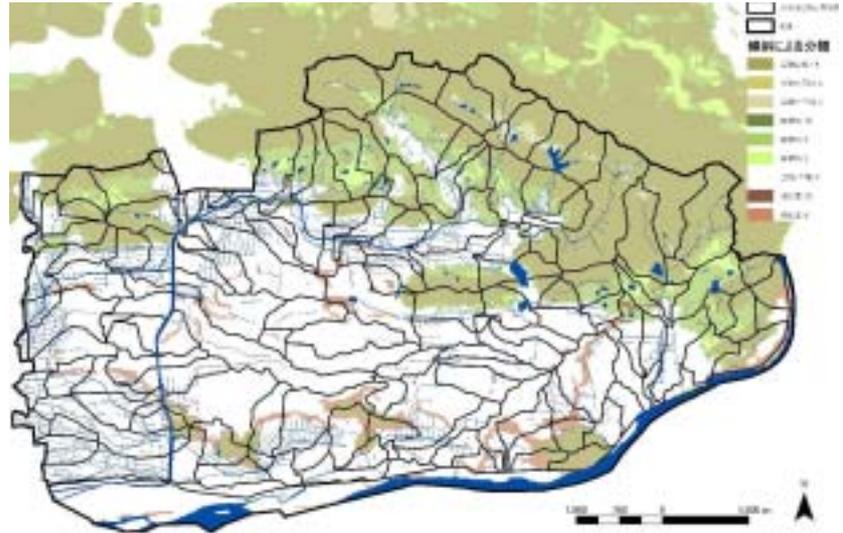


図- 3.1.2.46 Arc GIS を利用した小流域の自動生成

Horton-Strahleの水流次式を利用した流域区分により、小流域を1次流域と位置づけたときの2次流域区分を上位スケールの単位流域とした(以下大区分)。これにより、11の大区分が設定された。

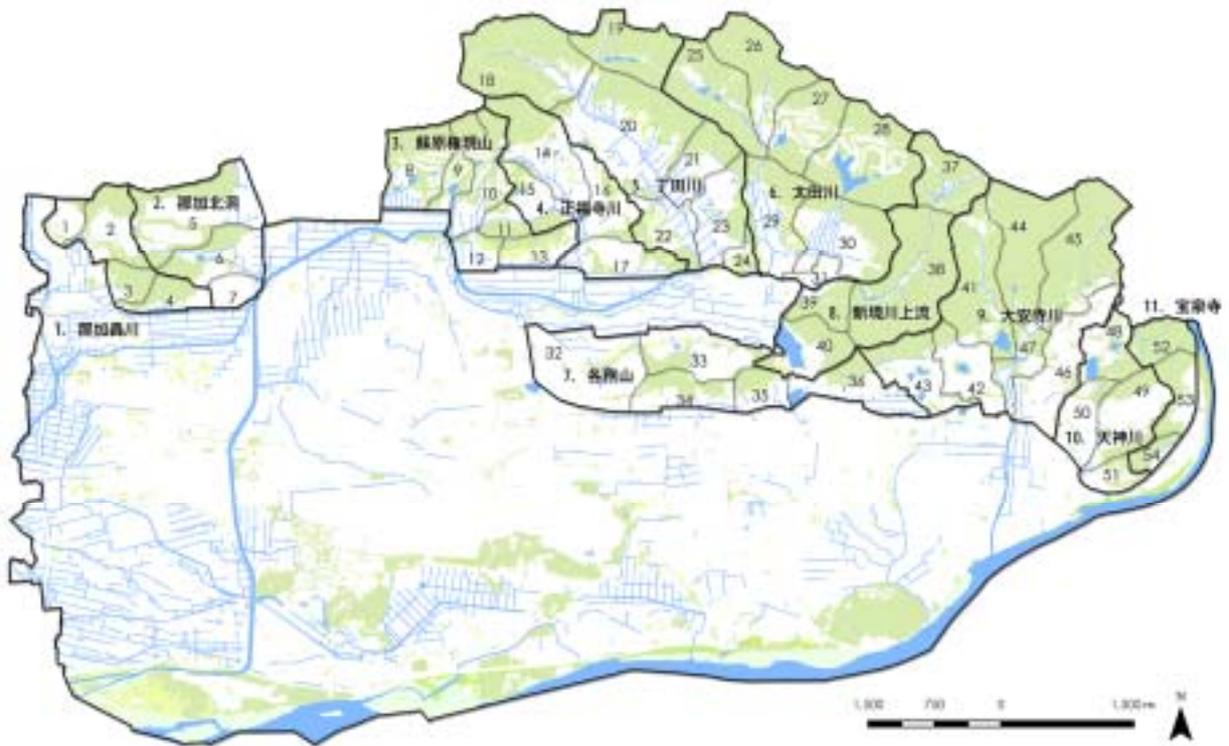


図- 3.1.2.47 基本単位として抽出された小流域

3) 小流域を単位とする「森の回廊」の評価・分析

a) 土地利用の変遷に基づく小流域の類型化

1920年、1970年、2000年における土地利用の分析に基づき、基本的な環境構成とその変遷から小流域の客観的な分類を行う。分類の手法としては、3時期の樹林地率と農地率の6変数によるクラスター分析を行った。この分析にはSPSS 12を使用し、平方ユークリッド距離によるward法を採用した。

分析により対象地の小流域は6つに類型化された。

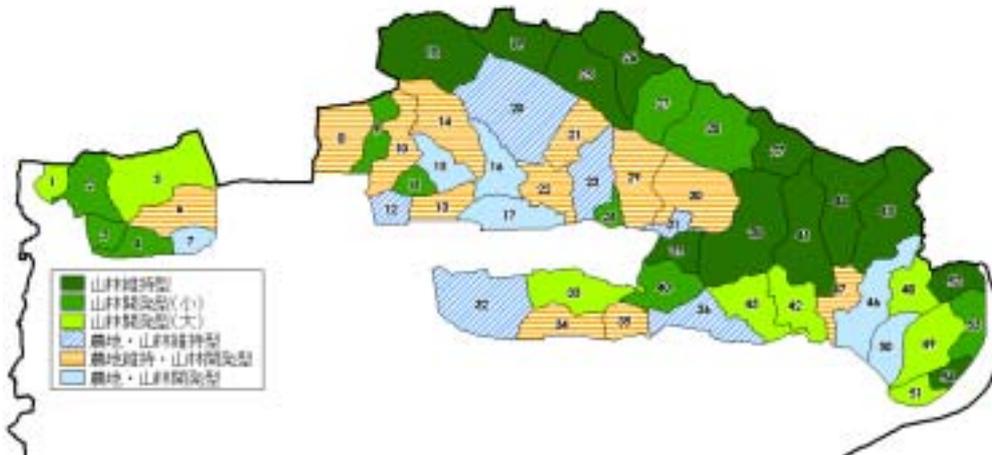


図- 3.1.2.52 3 時期の土地利用による小流域の分類

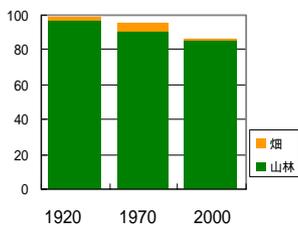


図- 3.1.2.53 山林維持型

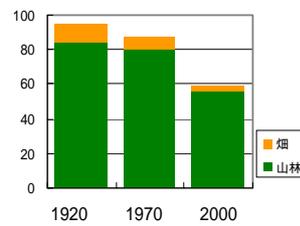


図- 3.1.2.54 山林開発(小)型

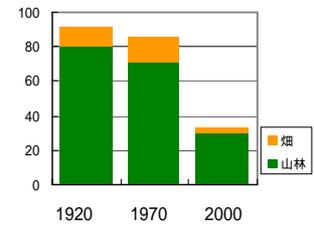


図- 3.1.2.55 山林開発(大)型

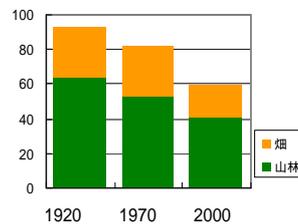


図- 3.1.2.56 農地・山林維持型

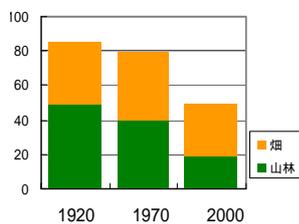


図- 3.1.2.57 農地開発型・山林開発型

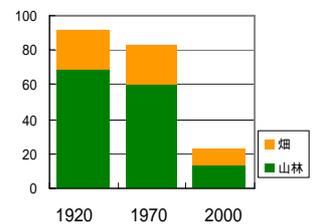


図- 3.1.2.58 農地・山林開発型

表- 3.1.2.15 小流域の環境類型

類型	小流域数	特徴
山林維持型	12	山林の環境が維持されてきた小流域
山林開発（小）型	10	山林環境が若干開発された小流域で、ゴルフ場による開発を含む
山林開発（大）型	8	大規模な宅地開発によって山林環境が大きく改変された小流域
農地・山林維持型	12	農地が比較的維持され、山林が若干開発された小流域
農地維持・山林開発型	6	農地が比較的維持され、山林が大きく開発された小流域
農地・山林開発型	6	農地・山林とも開発によって大きく減少した小流域

b) 水源涵養機能による評価

i) 水源涵養率の算出手法

小流域の評価指標として、水循環の視点を用いた。水道水の供給源をすべて地下水でまかなう、各務原市の緑地環境マネジメントにおいて、流域の水循環の維持・回復は重要性の高い項目である。また、ライフラインとして、日常生活に直結する事象であるため、市民への説明性も高い指標といえる。

各務原市では、この指標を水源涵養率とし、年間降雨量に占める雨水浸透量の割合として求めた。雨水浸透量の算出手法については、横浜で用いた手法を採用した。

降水の観測データの年については、土地利用現況の作成年である 2000 年の降雨が、過去 10 年の降雨状況と比べても平均的な値であったことから、これを採用した。

ii) 類型毎の水源涵養率とその変化

全体的に見ると、まず、1920 年から 1970 年にかけては、桑畑から水田へ農業の内容が変化したこと、細かな谷までに水田利用が行き渡ったことから、水田の面積が増加し、水源涵率も若干増加している。一方、市街地により近い箇所では、涵養率が減少を始めている。2000 年にかけては、市街地の後背地となる谷の源流部については、影響が少ないものの、全体的に機能が低下していることが読み取れる。

類型ごとにとみると、それぞれの小流域の水源涵養率に関して、1970 年までは、類型間での大きな差異や変化は見られない。大きな変化は、1970 年から 2000 年までの 30 年間で起こっている。特に、大規模な宅地開発や土砂採掘、宅地化の進行が行われた、山林開発（大）型、農地・山林開発型などでは、半分以下に低下している。また、現況で農地率の高い農地維持・山林開発型や農地・山林開発型の小流域についても、3 割近い涵養率の減少が見られる。蚕食的な市街化による、水田、畑地の減少や市街化の進行が水の循環に徐々に影響を与えていると捉えられる。

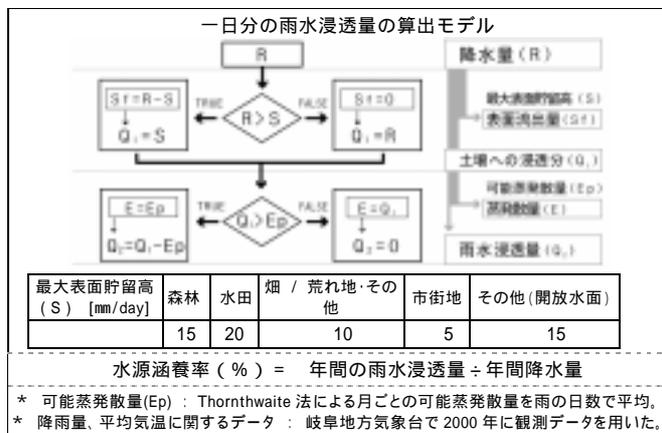


図- 3.1.2.59 水源涵養機能の算出手法

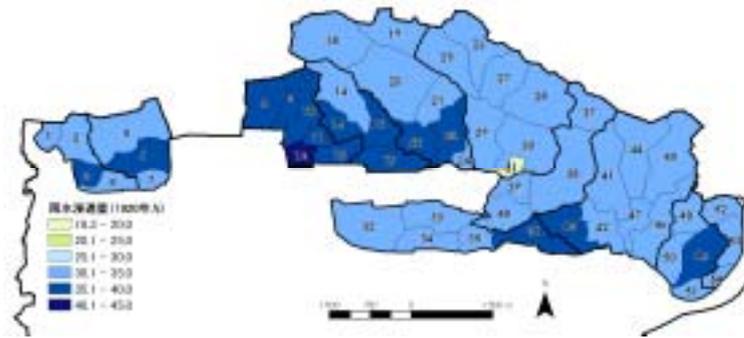


図- 3.1.2.60 1920年の年間水源涵養率

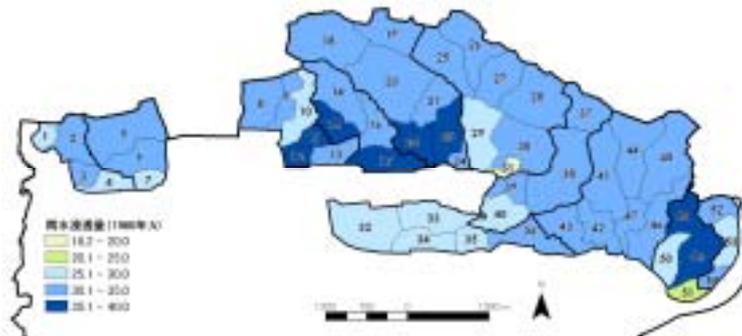


図- 3.1.2.61 1970年の年間水源涵養率

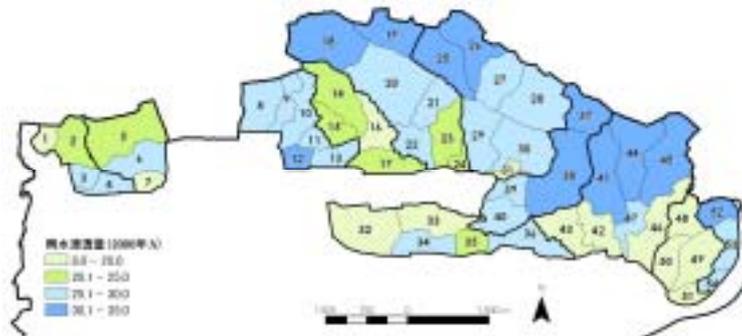


図- 3.1.2.62 2000年の年間水源涵養率

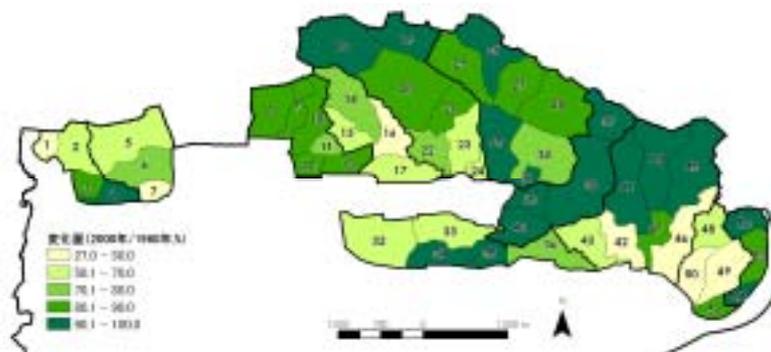


図- 3.1.2.63 水源涵養率の変化の割合（2000年 / 1920年）

表- 3.1.2.16 小流域類型毎の水源涵養率の変遷（％）

	1920	1970	2000
山林維持型	34.1	33.3	31.4
山林開発(小)型	34.2	32.1	26.1
山林開発(大)型	33.3	31.2	17.0
農地維持型	34.4	31.2	25.9
農地維持・山林開発型	32.8	30.2	22.6
農地・山林開発型	34.4	32.3	14.9
全体	34.0	31.8	24.3

水源涵養率(%) = 雨水浸透量/年間降雨量(1650.5 mm/y)

表- 3.1.2.17 小流域類型毎の雨水浸透量の変遷(mm/y)

	1920	1970	2000
山林維持型	563.0	549.2	518.7
山林開発(小)型	564.2	529.4	430.7
山林開発(大)型	549.2	515.3	281.4
農地維持型	568.1	514.6	427.0
農地維持・山林開発型	542.0	498.5	373.7
農地・山林開発型	567.2	533.8	246.2
全体	560.4	525.5	400.5

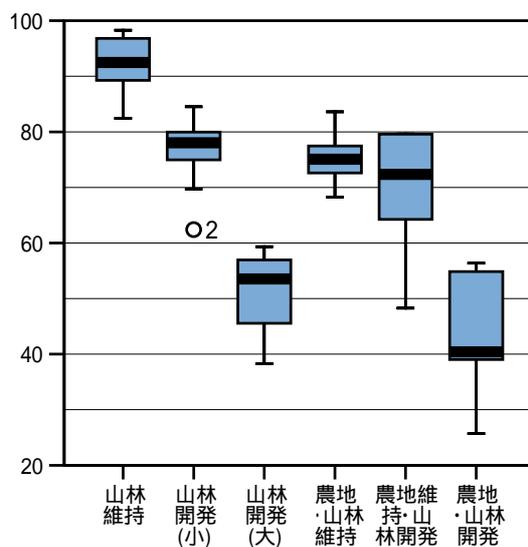


図- 3.1.2.64 類型ごとの水源涵養率の変化の割合(2000年/1920年)

c) 緑地保全に関する法規制・諸事業

対象地の緑地保全に関する法規制と、諸事業について、小流域ごとにまとめた。

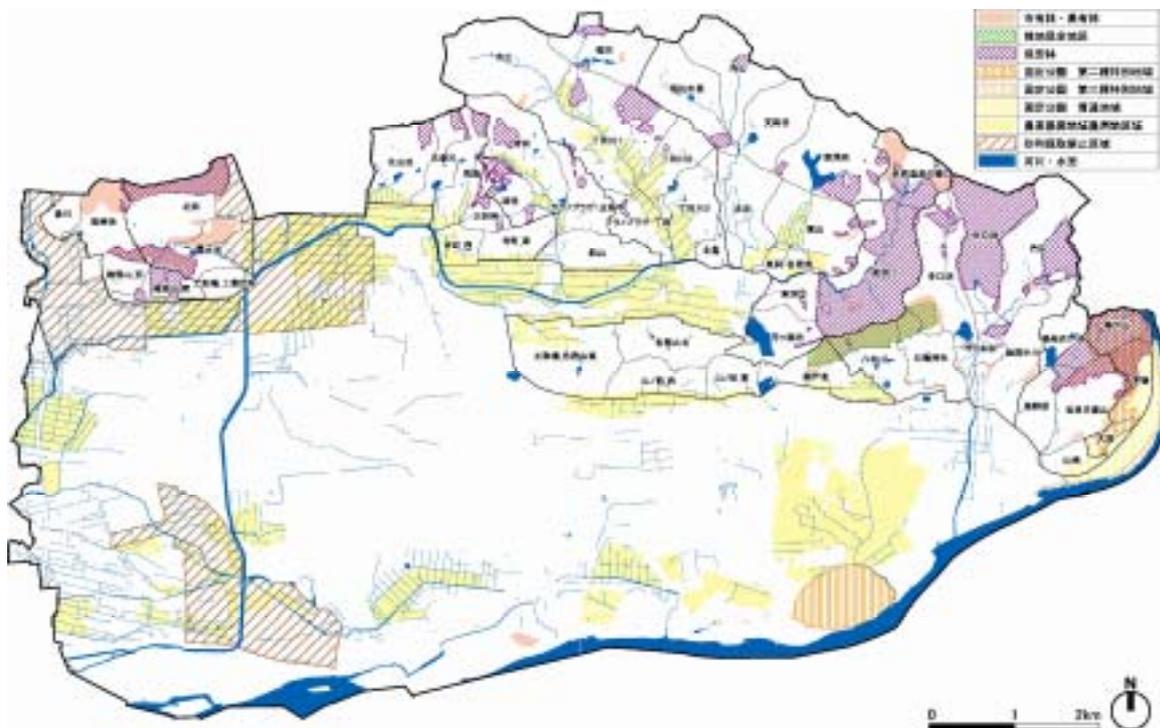


図- 3.1.2.65 法規制図

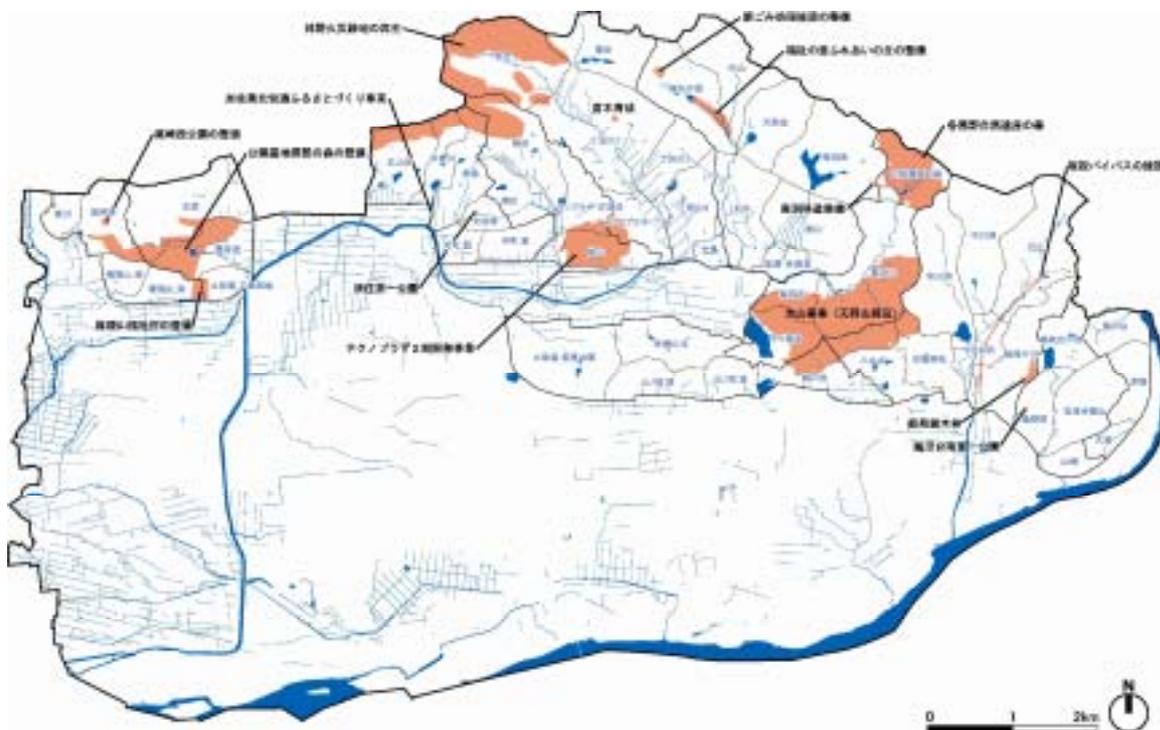


図- 3.1.2.66 事業分布図

4) 緑地環境のマネージメント方針の検討

a) 小流域の類型毎の緑地環境の特徴と主要な課題

小流域類型毎の主要な課題は次のようにまとめられる。

表- 3.1.2.18 小流域の類型毎の緑地環境の特徴と主要な課題

類型	特徴	課題
山林維持型 小流域数:12	<ul style="list-style-type: none"> ・各務原市における骨格的緑地軸を成し、環境保全や景観形成等の機能面から市民生活を支える重量な緑である。 ・良好な自然が分布するとともに、東海自然歩道や各務原パークウェイのルートがあり、自然公園的な役割を持っている。 ・河川源流部林間のため池が多く分布する。 ・東海丘陵要素の貴重な植物種が分布する。 	<ul style="list-style-type: none"> (1) 松枯れ病の被害や管理放棄に伴う樹林地荒廃への対策。 (2) 自然環境の保全、人工改変地の修景、周囲の環境に悪影響があると考えられる施設等の改善と自然景観の保全・回復
大規模な開発が無く、山林の環境がほぼ維持されてきた小流域		
山林開発（小）型 小流域数:8	<ul style="list-style-type: none"> ・やや改変が加えられているものの、各務原市における骨格的緑地軸を成し、環境保全や景観形成等の機能面から市民生活を支える重量な緑である。 ・良好な田園風景や地域の歴史文化的景観が分布している 	<ul style="list-style-type: none"> (3) 松枯れ病の被害や管理放棄に伴う樹林地荒廃への対策。 (4) 田園風景や歴史文化的資源の保全、市街地における緑化や集落景観の保全。
集落や市街地の拡大、ゴルフ場の建設により、山林が開発された小流域		
山林開発（大）型 小流域数:8	<ul style="list-style-type: none"> ・開発区域以外にまとまった緑が残されており、身近な緑として重要である。 ・開発事業で残された斜面緑地や造成による斜面緑化地が、身近な樹林地として分布している。 ・ため池は、市街化の過程で公園などとして整備されている。 	<ul style="list-style-type: none"> (5) 松枯れ病の被害や管理放棄に伴う樹林地荒廃への対策。 (6) 市街地における、公共施設の緑化、民有地の緑化の推進。 (7) 開発における人工改変地や土採り跡地において、自然の再生。
宅地開発等により、山林が大規模に開発された小流域		
農地維持型 小流域数:12	<ul style="list-style-type: none"> ・郷土の良好な田園景観が形成され、地下水涵養の要である水田が広く分布している。 ・宅地開発や土砂採取事業による地形改変が見られるが、まとまりのある緑も残されている。 	<ul style="list-style-type: none"> (8) 古くからの集落が拡大傾向にあることから、集落景観の保全や民有地緑化が必要。
集落や市街地の拡大の過程で、農地が若干減少し、山林が開発された小流域		
農地維持・山林開発型 小流域数:6	<ul style="list-style-type: none"> ・郷土の良好な田園景観が形成され、地下水涵養の要である水田が広く分布している。 ・開発区域以外に残されたまとまった緑は、身近な緑として重要となっている。 ・開発事業において残された斜面緑地や造成による斜面緑化地が、身近な樹林地として分布している。 	<ul style="list-style-type: none"> (9) 松枯れ病の被害や管理放棄に伴う樹林地荒廃への対策。 (10) 開発における人工改変地、土採り跡地での自然の再生。 (11) ため池や河川での自然の再生。 (12) 市街地における、公共施設の緑化、民有地の緑化の推進。
集落や市街地の拡大の過程で、農地が若干減少し、山林が大きく開発された小流域		
農地・山林開発型 小流域数:6	<ul style="list-style-type: none"> ・開発区域以外に残されたまとまった緑は、身近な緑として重要となっている。 ・開発事業で残された斜面緑地や造成による斜面緑化地が、身近な樹林地として分布している。 	<ul style="list-style-type: none"> (13) 松枯れ病の被害や管理放棄に伴う樹林地荒廃への対策。 (14) 開発における人工改変地、土採り跡地での自然の再生。 (15) ため池や河川での自然の再生。 (16) 市街地における、公共施設の緑化、民有地の緑化の推進。
大規模な宅地開発や土砂採取事業により、山林・農地共に大幅に開発された小流域		

表- 3.1.2.21 小流域データシート（農地維持・山地開発型 妙喜寺）

小流域 ID	No.20 妙喜寺	土地利用の変遷		位置図
支流域	丁田川			
地形タイプ	両尾根			
環境タイプ	農地・山林維持型			
小流域面積	144.87ha			
水源 涵養量	1920	536.2 mm/y (32.5%)		
	2000	426.8 mm/y (25.9%)		
大正 9 年(1920 年)		昭和 45 年(1970 年)		平成 12 年(2000 年)
現存植生図		現行法規制・事業		
		<p>稲田山南麓はアカマツやアベマキなどが優占する植生である。麓にはスギ植林地や竹林が分布する。</p> <p>沖積低地では、丁田川右岸に水田、左岸に畑地が分布する。</p>		<p>田山南麓の一部に保安林が指定。</p> <p>田川に沿って農地に農業振興地域農用地区域が指定。</p> <p>園緑化樹用の苗圃</p>
方針				
		<ul style="list-style-type: none"> ・稲田山一帯は、本市における骨格的な緑であり、環境保全・景観形成等の機能から重要な緑地であるため、風致地区の指定を図る。 ・丁田川の中流部で、良好な田園景観を形成している。景観形成や水源涵養の視点から、農振農用地の指定継続を図る。 ・集落にのこる社寺林や屋敷林は、地域景観を形成する緑として重要であり、保全を図る。市民緑地（宝善寺、神明神社など） ・市街地では、公園リニューアル（蘇原東山ニュータウン）の推進と共に、街路樹の整備、民有地緑化を推進する。 		

表- 3.1.2.22 小流域データシート（山林維持型 大安寺川）

小流域 ID	No.45 東洞	土地利用の変遷		位置図	
支流域	大安寺川				
地形タイプ	谷				
環境タイプ	山林維持型				
小流域面積	104.75ha				
水源涵養量	1920	562.0mm/y (34.0%)			
	2000	528.2mm/y (32.0%)			
大正9年(1920年)		昭和45年(1970年)		平成12年(2000年)	
現存植生図			現行法規制・事業		
		<p>山林はアカマツ、アベマキが優占する植生である。 砂防ダムの上流部に湿地が形成されている。 下流の谷底面は水田が分布している。</p>			
				<p>大安寺川上流部左岸の山林に保安林が指定。 大安寺川に沿って坂祝バイパスのおお整備が進行中。</p>	
方針					
		<ul style="list-style-type: none"> ・金山から金比羅山の一带は、本市における骨格的な緑であり、環境保全・景観形成等の機能から重要な緑地であるため、風致地区の指定を図る。 ・市街化の過程で残された斜面林などは、小規模ながらも身近な緑として市民緑地の指定等により保全を図る。(緑苑団地の残存緑地) ・坂祝バイパスの建設では、大安寺川上流部の自然環境が破壊されることから、影響の軽減、生態的価値の代替措置など積極的なミティゲーションの実施を推進する。 ・緑苑環境共生検討地区では、緑豊かな市街地形成を推進する。 			

(6) まとめ

小流域に関連する研究は、横浜市、鎌倉市、各務原市を対象に行った。これらの対象地では、地形などの環境条件や GIS 分析を行う上での基礎的データとなるコモンデータベースの整備状況がそれぞれ異なる。それぞれの条件下における小流域図作成の成果と限界を整理し、流域圏プランニングにおける、基本単位の設定の手法について考察した。

1) 小流域の流域界の設定に関する比較

a) 横浜市

横浜市における小流域抽出では、多くの自治体における調査・計画への展開をふまえ、全国を網羅している国土地理院発行の数値地図 50m メッシュ(標高)を用いた手法の開発を行った。

小流域を抽出した結果、平均で約 17.6ha の小流域を抽出することができ、都市計画レベル(1:5,000 ~ 1:10,000)の分析に対応できる小流域が抽出可能であることが明らかとなった。

b) 鎌倉市

鎌倉市では、都市計画基礎調査で整備された縮尺 1:2,500 の等高線データを用いることで、5mDEM の詳細な標高データを得ることが出来た。詳細な標高データを用いることで、鎌倉市の丘陵部の特色である細かく入り組んだ谷を反映し、平均で 4ha 程度の小流域を抽出することが出来た。これにより、植生やビオトープ・マップ、エコトーンマップ、生物情報といった、生態的な視点での詳細な分析に対応できる小流域(1:1,000 ~ 1:2,500)の抽出が可能であった。

c) 各務原市

各務原市における小流域の抽出では、横浜市における小流域の抽出と同じく 50mDEM を用いた。抽出方法も、横浜市での手法とほぼ同様である。小流域界の設定の目的を、自然の水循環の回復の視点を取り込んだ、緑地マネジメントの基本単位の設定とし、この目的に即した対象地として、丘陵地域での小流域の設定を行った。分水嶺を境界に、流域をひとつの単位と捉える、かつての地域概念に対応した小流域の枠組みの提示を目標として、地元住民が“東洞”“中口洞”などと呼ぶ谷を抽出した。小流域の平均面積は約 55.5ha であった。これは、比較的単純な谷が形成される、各務原市の地形特性が反映されたものである。緑地保全計画の分析や立案に対応できるスケールであると考えられる。

2) 流域界設定手法に関するまとめ

本研究では、コモンデータを用いながら、対象地での流域図作成の目的と地形的な特徴を考慮し、再現可能な手法を用いた流域界の設定を検討し、一定の知見を得た。

まず、Hydrology modeling を用いた集水域の抽出手法では、自然地形が比較的残された丘陵部に関して、容易に小流域を抽出することができる。しかし、沖積平野、氾濫源、台地などの起伏の少ない地域に関しては、抽出の精度が低く、流域界として不適な形状となることが多い。また、大規模な開発により分水界が改変された地域においても、細かな流

域界の設定では、データ上の微地形が反映され、実際とは異なる流域界が抽出されることがわかった。

これらのことから、本研究では、丘陵部における抽出精度を確保することを優先し、不確実性の高い沖積平野や大規模な造成面については、一定のルールに基づいて、非集水域として小流域の抽出範囲より除外した。また、抽出された流域界が実際と異なることが明白な場合には、下水道の排水区域などを参考に補正を加え、流域図を作成している。

本研究では、非集水域として除いた、沖積平野や大規模な造成面に関して、流域圏プランニングの中での位置付けについて、十分な検討がなされていない。しかしながら、横浜の研究で示したように、小流域とその上位の単位流域とを、同じ平常時流量ポテンシャルに指標によって評価することで、2つのスケールの緑地環境の組み合わせによる、緑地環境の保全、回復の方針の検討を可能としている。これは、非集水域と小流域とを一体的に分析する枠組みに発展しうるといえる。

また、最近では、航空レーザースキャナ計測による、都市圏の詳細な数値標高モデルデータ（数値地図 5m メッシュ(標高)）が刊行され始めており、刊行範囲が限られているものの、新たなコモンデータを用いた小流域抽出手法についても、今後の検討課題である。

3) 流域環境評価手法に関するまとめ

小流域における緑地環境の評価について、量、質、水循環システム、施策などの指標の導入を行い、評価モデルの作成を行った。なかでも、生物多様性評価は、今後の都市環境回復に向けた重要な要因であるため、鎌倉市を対象とし、都市環境計画の制度に対応するピオトープマップの作成を行い、生物多様性モデルの作成を行った。しかし、この評価は、生物関連の調査データが存在することが前提であるため、多くの自治体では、ほとんどデータが整備されていないのが現状であり、今後の大きな課題である。

水循環については、横浜市を対象とし、雨水浸透機能を指標とする流域環境の評価モデルの作成を行った。手法としては、簡易タンクモデルを応用した「雨水浸透評価モデル」の作成を行い、平常時流量ポテンシャルを算出した。この平常時流量ポテンシャルを、時間軸の導入により（1955年と1997年の比較）、変化率をもとめ、小流域の類型化を行った。

小流域を基礎とする都市環境計画の具体的展開については、鎌倉市神戸川流域を対象として研究を行った。時間軸（1954年、2000年）の導入により、緑地の質と量の変化をGISを用いて明らかにし、類型化を行い、ピオトープマップを活用することにより、具体的環境再生のための流域環境評価手法とその道筋を明らかにした。総じて、本項では、これまで、広域圏を中心とする研究が主体であった流域圏プランニングを、身近な都市環境計画と連動させていくための、方法論と具体的な適用の事例を示し、今後の展開の可能性の提示を行うことができた。