

地方中心都市における小流域に基づく緑地環境計画手法の導入に関する一考察

A Study on Landscape Planning Based on Watershed Unit in Sendai Metropolitan Area

片桐 由希子* 石川 幹子*

Yukiko KATAGIRI Mikiko ISHIKAWA

Abstract: Comprehensive approach to realize the "Low Carbon Society, Sound Material-Cycle Society, and Society in Harmony with Nature" is an issue of regional and city planning. The planning method based on watershed unit is one of the important topics to solve both global environmental problems and local problems on the ecosystem, cultural landscape, and disaster prevention and has been introduced in the Master Plan for Parks and Open Spaces of some municipalities in Japan. The small watershed unit is introduced to share the future vision based on scientific data, water cycle and biodiversity. Some municipalities show the model of eco-harmonized city in the district scale based on small watershed unit. The purpose of this paper is to clarify the needs and problems of the watershed planning to manage the park and open spaces. The study area is Sendai metropolitan area, the Tohoku District, Japan. First, we mapped small watershed of Sendai city and analyzed the characteristics of natural environment, and their policy by the small watershed unit. Second, the relationship between the characteristics of small watershed and actual condition were clarified.

Keywords: *small watershed unit, Master Plan of the Park and Open Spaces, Degree of Human Disturbance, agricultural land, Sendai City*

キーワード：小流域，緑の基本計画，植生自然度，農地，仙台市

1. 研究の背景と目的

近年、都市計画や緑地計画、景観計画などの計画単位として流域圏を導入する事例が増えている。1977年の第三次全総で導入された流域圏は、定住圏構想における生活の基本的圏域のひとつとすることで、生活と水系や森林など国土管理を関連づけるものであったが、21世紀においては、防災、交通、景観・文化、レクリエーションといった従来の項目と、低炭素化、循環型、自然共生といった地球規模の環境問題に対する課題を関連づける必要が生じていることが背景にある。同時に、地方分権政策により、市町村合併により自治体の広域化がすすめられた結果、基礎自治体レベルで従来の広域計画スケールまで扱うことが求められるようになっており、階層的な空間構造や上流-下流地域の連携といった地理空間的な特性を持つ環境単位として、流域圏が注目されていると考えられる。

流域とは表流水の集積する領域をいい、水と水を介在とする物質循環の閉じた環境単位である。計画単位として流域を扱った研究では、集水域のスケールと分析対象の検討¹⁾、環境データベースを用いた定量的な環境評価²⁾、³⁾、河川環境整備・農村景観の評価⁴⁾、⁵⁾、生態系評価⁶⁾など数多く行われてきた。特に首都圏を対象に日常生活圏における環境単位として小流域の有効性が論じられており⁷⁾、⁸⁾、いくつかの自治体では緑地環境計画にその概念が取り入れられている⁹⁾。流域における上流域と下流域の連携については多く扱われてきたが、一つの自治体内で、源流部の水源保全から農山村振興、郊外の宅地開発、中心市街地の活性化までが課題となる地方中心都市において、計画単位として小流域の導入の可能性はあまり論じられていない。

本研究では、地方中心都市における小流域に基づく緑地環境計画の展開について、宮城県仙台市を事例とした地域環境分析、現行計画の分析を通じ、その導入の可能性と課題を明らかにすることを目的とする。

2. 手法

(1) 対象地

対象地は宮城県仙台市とする。仙台市を流れる主な河川は一級河川の名取川と支流の広瀬川、七北田川であり、奥羽山脈にある流域の源流から河口までが市内に含まれる(図-1)。元々は宮城郡、名取郡の2つの郡からなり、藩政時代は68の村が存在していたが、市制、町村制が施行された明治22(1889)年に14の村に、1955年までには仙台市と宮城町、秋保町、泉町の4自治体に集約された。これらが合併し現在の市域となったのは1989年で、市域面積が237km²から784km²と約3倍になっている。仙台の市街地は1960年代から旧市街地に隣接する七北田丘陵(七北田川と広瀬川の間)、青葉丘陵(広瀬川と名取川の間)に急速に広がり、合併以降は富谷丘陵(七北田川より北)を中心に宅地化が進展した。1990年代後半より市は都市機能集約型都市へと政策転換を図り、交通網の整備とともに土地利用施策を展開している。都市郊外では森林の保全の目的や計画的な市街地整備の開発の見込みがなくなった土地に対する積極的な逆線引きが実施され、市街化区域以外では、「杜の都の風土を守る土地利用調整条例」に基づく土地利用の誘導が行われている(図-1)。

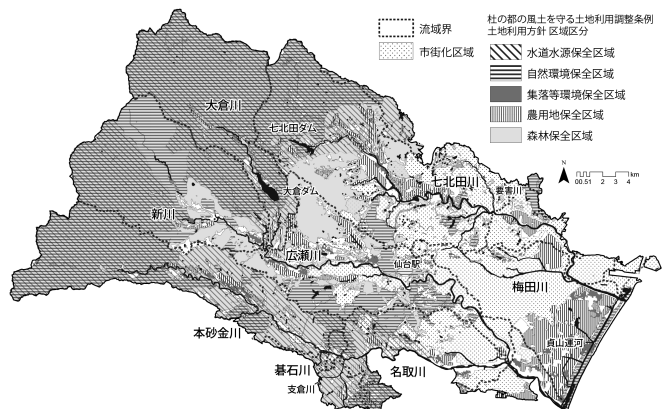


図-1 仙台市における主な河川と条例に基づく土地利用方針¹⁰⁾

2011年3月11日、宮城県沖を震源とする東日本大震災で、仙台市は津波により海岸部の集落、農地が壊滅的な被害を受け、丘

* 東京大学大学院工学系研究科

陵部でも1960年代までに造成された住宅地を中心に盛り土地盤での地滑りや液状化により、多くの宅地が被害を受けた。復興計画では省エネ・新エネルギー対応型まちづくりが一つの柱となっており、集落移転や大規模土地利用型農業など、従来の機能集約の施策を進展させる方向で検討されている¹¹⁾。市域全体の持続性を念頭に都市構造を再編する機会であり、流域の環境資源の利用と管理を見直す機会といえることから対象地として選定した。

(2) 手法

現在、地方自治体では、都市環境計画の基礎として各種データが蓄積されている。本研究ではこれを活用し、小流域における環境資源の分布を把握し、緑地環境計画への小流域導入の可能性と課題について検討した。

1) 小流域の設定

流域区分に関する公的な情報として、国土数値情報として提供されている全国の河川の単位流域¹²⁾がある。本研究では、都市計画スケールの流域区分として、単位流域の下位の抽出可能な最小の流域区分として小流域を設定した。設定にあたっては、ArcGISのHydrology Modelingのプログラムを用い、10mメッシュの数値標高モデル¹³⁾から流域区分を行った。Hydrology Modelingで抽出される集水域の形状の信頼性は地形によって異なり¹⁴⁾、谷密度が低くなるほど抽出精度が低くなる。本研究の目的に照らし、自然地形が残る中山間地域から丘陵部を基準として集水域の抽出精度を検討したところ、最上流地点の集水面積を100haとした流路に対する集水域が、適切に抽出される最小の流域界となった。一方この設定で流域区分の抽出が困難であった東部の海岸平野は非集水域¹²⁾とし、今回の小流域による分析の対象外とした。また、河川改修や地形改変によりHydrology Modelingによる自動抽出では正確に抽出できない箇所については、実際の流路にしたがって、手動で流域区分を修正した。同様の手法で、上位の流域区分として国土数値情報の単位流域に相当する広域計画スケールの単位流域(以後、単位流域(広域))を検討し、閾値100haで抽出された流域区分を採用した。作成した小流域は313個で市内の面積が719.40 km²(市域全体の91.30%)、平均面積は238.45haであった。作成した流域区分に対し、主な河川の支流から単位流域(広域)、小流域と上位の流域区分を細分化する方法で8桁のID番号を設定した(図-2)。

2) 小流域における環境資源の把握

水の流れにより形成された地形単位である流域は、動植物の生息域に深く関係すると同時に人の生活圏との関わりが深い。陸上の交通機関が発展する近世までは舟運を軸とした経済圏であり、枝分かれした支流の流域は集落や大字など自給自足が可能な日常的な生活圏であった¹⁾。その農耕社会が構築してきた里地・里山の状況とその変容は、緑地環境の保全・回復に向けた一つの視座を構築するもの¹⁵⁾である。そこで本研究では、流域を基盤として営まれてきた生活のなかで形成された緑地環境を資源ととらえ、小流域における環境資源の現況について分析した。

まず、市域における環境資源の分布状況を、小流域によって把握するために、植生自然度と農地率による類型化を行った。環境省の自然環境保全基礎調査の植生調査で採用されている植生自然度では、10が自然草原・湿原、9が極相林かそれに近い群落構成の天然林、8-6がクレーコナラ群落など二次林と植林地、5-4がスキヤササ、シバなどの二次草原、3が樹園地、2が緑の多い住宅地と耕作地、1が市街地と区分される。植生自然度は、導入当初より数値の客観的根拠が不明瞭なこと地域特性や立地条件が検討されていないなど問題点が指摘されるが¹⁶⁾、対象地においては、奥山から丘陵地、平野部にかけての植生の垂直分布が、亜高山植物から中山間地域、田園地帯、市街地までの植生自然度の区分に整合することから、緑地環境を把握する上で妥当性があると判断

し、小流域ごとに平均値を求めた。農地率は、植生自然度により示された人為の介入の内容を具体的に示すこと、農業の生産基盤としての小流域を示すことを目的とした。農地は、植生図から耕作地植生にあたる4つの凡例(果樹園・苗圃等、桑畑、畑地雑草群落、水田雑草群落)を抽出し、小流域毎の面積比を求めた。

分析データは、仙台市自然環境基礎調査¹⁷⁾でシェープファイルのGISデータとして整備された現存植生図(1:25,000)と今回作成した小流域区分図から、ArcGISのSpecial Analystのクロス集計機能を用いて算出した。ラスタ解析時の解像度は1mとした。

3) 緑地保全施策の現況の分析

類型ごとの特性と緑地保全に関連する施策の現況を分析し、緑地環境計画における小流域の導入の可能性と課題を考察した。

当該地における緑地計画では、市域の緑地構造を都市部を中心とした2つの環状の緑(「街の緑」、「自然の緑」)と奥羽山脈からの指状に延びる5つの丘陵(「緑の手」)と七北田川、名取川、広瀬川によって構成される¹⁸⁾と表現し、この保存と形成を基軸とした施策展開が行われてきた。地域制緑地では、保安林、国定公園・県立自然公園、自然環境保全地域、風致地区、特別緑地保全地区など法に基づくもの、自然環境保全地域・緑地環境保全地域(宮城県自然条例)、保存緑地(杜の都の環境をつくる条例)、特別環境保全区域(広瀬川の清流を守る条例)が指定されている。また、2004年に制定された杜の都の風土を守る土地利用調整条例により、郊外部での開発事業の実施には土地利用手続きが必要となっており、自然環境保全区域(法・県条例)、森林保全区域として植生自然度が6-9の樹林地、農用地保全区域として農用地区域、集落等環境保全区域として一定数以上の宅地がまとまって連たんする区域、水道水源保全区域として水道事業に係る集水域が設定され、それぞれに開発に際して配慮すべき事項が定められている。

3. 結果

(1) 小流域による環境資源の把握

1) 植生自然度による分類

仙台市における基本的な植生分布は、ハイマツなどが分布する亜高山帯植物域、ブナやミズナラを基本とする山地、クレーコナラの二次林、アズマネザサが分布する丘陵地、海拔100m以下のクレーコナラの二次林と海岸植物群落、海岸防潮林のクロマツ林までの垂直分布で捉えられることが特徴である。スギを主とする針葉樹の人工林は、山地から丘陵地にかけて分布しており、中山間地域の谷底平地の水田や畑地、集落の背後もしくは沢沿いでは小面積で分布し、集落から距離のある上流部の小流域、もしくは市街地郊外の丘陵地においては、まとまった面積での分布が見られる。

図-2は小流域単位で集計した植生自然度の平均値から、前述した奥羽山脈に連なる亜高山、山地、丘陵地、市街地と対応を踏まえて4段階の「自然度クラス」に分類したものである。主に亜高山帯に対応するクラス4(植生自然度の平均が7以上)の小流域が57、山地に対応するクラス3(同5~7)の小流域が132、丘陵地に対応するクラス2(同2~5)の小流域が84、都市的土地利用が卓越するクラス1(同2以下)の小流域が40個となった(図-2)。支流毎にみると、亜高山から山地に位置する広瀬川上流域(1001)、大倉川(1011)の小流域では自然度クラスが4から3、七北田川(2001)の長谷倉川合流点より下流(200103)と広瀬川中流(1002)、丘陵から市街地に位置する支流は自然度クラス2と分かれるのに対し、名取川上流(1201)は自然度クラス3にクラス2が点在している。

2) 農地率による分類

図-3は、算出した農地率と目視にて確認した農地の分布状況を照らし合わせ、3段階に小流域を塗り分けた図である。農地率3%未満の小流域が182、3~10%である程度まとまった農地が分布する小流域が59、10%以上で農地が卓越する小流域が73となった。

10%以上の小流域が分布するのは、七北田川上流(2001-01~07)、七北田川下流(2002)、広瀬川上流(1001)と大倉川(10011)の合流地周辺(10012-01~03)、名取川上流(120104)など、河岸段丘や沖積平野に水田が広がる地域である。中山間地域と流域中流部では、地形的な条件から耕作可能地の量が大きく異なる。農地率3-10%は、小流域内の平坦面から緩傾斜地の分布状況から、上流域では主に比較的高度に農地利用された小流域であり、里地・里山と奥山との境界部分にあたると考えられる。一方、中下流部では市街化が進行し、市街地の中に農地が点在する状況がみられる。

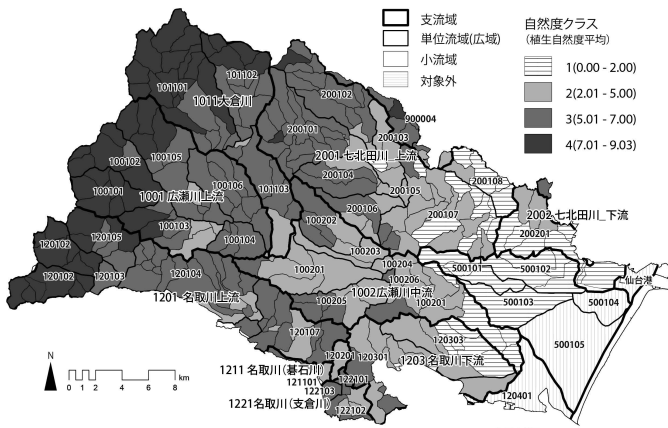


図-2 仙台市における小流域の植生自然度による分類

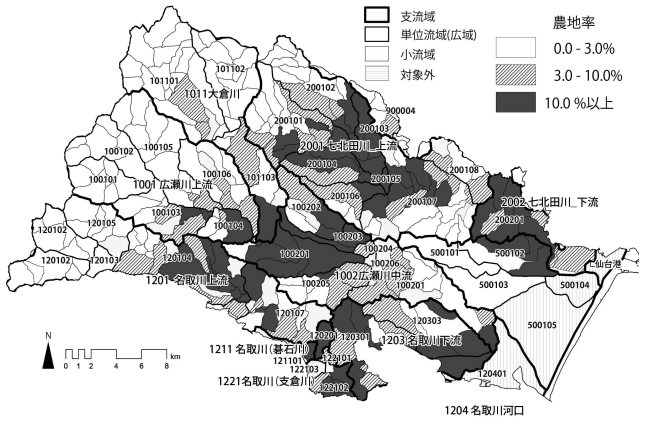


図-3 仙台市における小流域の農地率による分類

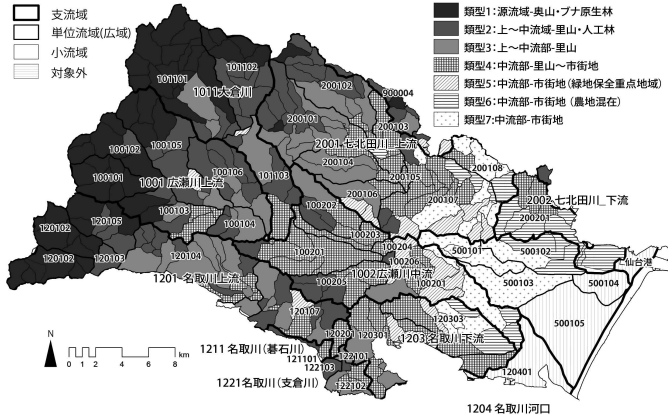


図-4 小流域の環境資源による小流域の類型

3) 環境資源による小流域の類型化
小流域における4段階の自然度クラスと3%を閾値に2区分した農地率の組み合わせから小流域を類型化し(表-1)、類型ごとに小流域における環境資源の現況を整理した。設定された類型は全部で7つ、最上流部の山地から農地が卓越する小流域が4類型(類型

表-1 小流域の環境資源による小流域の類型

小流域類型	名称	個数	自然度クラス (植生自然度平均値)	植生自然度 面積比率(%)			緑地保全に関する指定 ●社の都の風土を守る土地利用調整 条例による区域区分(*自然環境保 全、森林保全、水道水源保全は地域制 と重複が多いため未記載)		
				植生自然度9(自然林)	植生自然度7(二次林)	植生自然度6(植林地)		植生自然度3-1 農地 都市的土 地利用	
①	源流域-奥山・ブナ原生林	57	4 (7.38)	66.51	16.54	13.86	3%未満 (0.03)	0.53	○蔵王国立公園、県立自然公園(二口溪谷、船形連邦)、自然環境保全地域 国有林、保安林(ほぼ全域)
②	上〜中流域-里山・人工林	84	3 (5.79)	3.62	47.78	30.36	3%未満 (0.52)	3.21	○県立自然公園(二口溪谷、船形連邦)、自然環境保全地域、国有林、保安林(上流部以外は分散)●集落など保全区域(作並温泉)
③	上〜中流域-里山	49	3 (5.36)	1.81	48.24	21.37	3%以上 (8.31)	7.71	県立自然公園、自然環境保全地域(上流部以外は分散)●農用地保全区域、集落など環境保全地域
④	中流域-里山〜市街地	63	2 (3.55)	1.22	21.51	14.71	3%以上 (18.65)	31.80	自然環境保全地域(県・太白山)●農用地保全区域、集落など環境保全地域
⑤	中流域-市街地(緑地保全重点地域)	20	2 (2.86)	0.59	14.93	14.00	3%未満 (0.65)	49.47	自然環境保全地域、国有林(自然休養林)、県有林風致地区、歴史公園 保存緑地、特別環境保全区域
⑥	中流域-市街地(農地混在)	20	1 (1.43)	1.12	1.73	0.81	3%以上 (16.65)	68.98	●農用地保全区域、集落など環境保全地域
⑦	中流域-市街地	20	1 (1.33)	0.37	1.85	3.00	3%未満 (0.50)	91.86	風致地区、都市公園

1〜4)、市街地が卓越する小流域については3類型(類型5〜7)に区分された(図-4)。類型毎の特徴は次の通りである。
① 類型1: 源流域-奥山・ブナ原生林 類型1は奥羽山脈沿いの奥山に分布することから、人為による影響が少なく、ハイマツ群落、チシマザサ・ブナ群落などの原生的な植生が分布する。ほぼ全域が自然環境保全区域に指定され、県立自然公園もしくは国立公園の区域内にあり、樹林地は国有林かつ保安林に指定されている。東北森林管理局の設定する奥羽山脈緑の回廊に連なることから、優先的に保護され、広域的な視点から維持管理が行われている。
② 類型2: 上〜中流域-里山・人工林 類型2は類型1の下流の森林地域と中流域の丘陵部の主な水系の分水界に沿って分布している。植生は上流部がクリ・ミズナラ群落、クリ・コナラ群集とカラマツ、スギ植林地であり、他の類型に比較して植林地が占める割合が高い。3河川の上流部に位置するものに県立自然公園等、都市計画区域内では、蕃山・斉勝沼(1201107,100205)や権現山(200106,200107)など県の緑地環境保全地域(101103,100202)と自然環境保全地域が重複して指定されている。また、上記した以外では、国有林もしくは市有林の面積比率が高い小流域が多い。
③ 類型3: 上〜中流域-里山 類型3は主に中山間地域における小流域の類型であり、樹林地が7割近くを占め、谷間の平地部には集落と水田や畑、ため池が分布する。植生はクリ・コナラ群集等の落葉二次林が48.24%と多く、その中に比較的小面積の植林地がモザイク状に分布している。上流部の一部が自然環境保全地域、自然公園に指定されているが、類型1、2と異なり小流域の一部に指定が留まる。谷筋に沿った土地が、条例による土地利用方針の集落等環境保全区域もしくは農用地保全区域となっている。
④ 類型4: 中流域-里山〜市街地 類型3と同様クリ・コナラ群集などの二次林と植林地が混在する里山の樹林地が小流域の5割弱、水田を主とした農地利用が卓越し、ため池が分布する。小流域内に丘陵地の大規模な造成宅地と農地、樹林地が含まれるものも多い。広瀬川中流(1002)の河岸段丘と、沖積平野が発達した七北田川上流(2001)に分布し、地域制緑地としては名取川下流部(1203)と広瀬川中流部(1002)の分水嶺に沿った太白山県自然環境保全地域がある。土地利用方針では集落等環境保全区域と農用地保全区域が小流域内で隣接することが特徴として挙げられる。
⑤ 類型5: 中流域-市街地(緑地保全重点地域) 類型5は、ほぼ市街化が完了した小流域であり、樹林地は3割程度となっている。青葉山周辺(100201)は、社の都の中心部として重点的な緑地施

策が行われており、歴史公園としての整備に加え、風致地区、保存緑地、特別環境保全区域が重複して指定されている。また、林野庁による七北田川流域(200107)の自然休養林(水の森公園や台原森林公園)など、市の緑地計画で「街の緑」に位置づけられるまとまった緑地の分布が特徴である。

⑥ 類型6:中流部・市街地(農地混在) 類型6は都市的土地利用が7割程度で農地が混在する小流域であり、小流域の設定した範囲の最下流部、名取川、広瀬川、七北田川の本流に沿って分布している。小流域の主な谷にため池を伴った都市公園が整備されていることは類型4、類型7と共通する。都心部からのアクセス性の良さから都市拡張の最前線といえる。

⑦ 類型7:中流部・市街地 類型7は主に中心市街地に隣接した丘陵部に分布する市街化がほぼ完了した地域である。旧市街地の周辺に指定された市内の8地区の風致地区のうち6つが分布する。

4. 考察

分析結果を踏まえ、当該地の緑地環境計画における小流域導入の可能性と課題について考察を行う。

本研究では自然地形が残された丘陵・山地を基準として、100~200ha程度の小流域に市域を細区分し、小流域の植生自然度と農地利用による類型化では、奥山から中山間地域、市街地までの環境資源の分布状況を明らかにした。

類型3(上-中流部・里山)、類型4(中流部・里山-市街地)の小流域は、農耕社会の生産活動により形成された里地・里山の多様性のある環境が残されていると考えられる。市街地と自然公園等として担保された類型1(源流域・奥山・ブナ原生林)、類型2(上-中流部・里山・人工林)のような奥山の自然環境との間に立地することから、市民に身近な自然を享受する環境を提供できる一方、地域制緑地の指定がうすく開発圧力に対する耐性が低い。地域の環境資源の保全と機能集約型市街地の形成の両面から重要な地域といえる。郊外部における適切かつ合理的な土地利用を計ることを目的とした市の土地利用調整条例は、この課題に対するものであり自然環境、森林、農地、生活環境、水道水源流域の5つ保全項目にそって区域が設定され、土地利用方針が定められている¹⁹⁾。流域単位でみると、類型3、類型4が分布する上・中流部では、河川流路と地形に沿って農地、集落等の生活環境、森林の各保全区域が分布し、最上流では水道水源流と自然環境の保全が重複することがわかる(図-1)。現制度では重複もしくは隣接する区域間での調整について触れられていないが、里地・里山として形成された郊外部の環境の維持にはこの調整は不可欠である。小流域は、この環境資源の保全・管理と農業・環境・林業・上下水道など複数分野にまたがる土地利用調整を一体に考える枠組みとして有用であると考ええる。

一方、類型5(中流部・市街地(緑地保全重点地域))、類型6(中流部・市街地(農地混在))、類型7(中流部・市街地)として分類された市街地に対しては、拠点的な緑地やため池を伴う都市公園の分布、地域制緑地指定状況を把握するには有効であったが、今回用いた植生等のデータでは都市域における情報が少なく、環境資源という視点から小流域を把握するには、土地造成も含めた過去の利用履歴を踏まえたうえで、現在残る樹林地や宅地内の緑等について分析を進める必要があると考える。従来から市の緑地構造の軸となる丘陵地では、市街地における連続性の確保が課題とされていたが、今回の震災で地滑り等により宅地への大きな被害が発生したことから、防災上の脆弱性の克服も緊急の課題となっている。このような状況に対し、市街化区域での環境再生を計る際には、元来の自然地形構造と結びついた小流域が現況に即して細分化された町丁目に替わる基本単位として提示できると考える。

5. 結論

本研究では宮城県仙台市を事例とし、地域環境分析、現行計画の分析を通じ、地方中心都市における小流域に基づく緑地環境計画の展開の導入の可能性と課題を検討した。

自然地形が残された丘陵・山地を基準とした流域区分により、植生自然度と農地の分布状況から、奥山から平野にかけて環境資源の特徴と段階的な変化、緑地保全施策上の課題を明らかにし、郊外部と市街地での緑地環境の計画単位としての有効性を示した。

1989年の政令指定都市の指定に伴い設定された当該市の行政区は、太白区は名取川、青葉区は広瀬川、泉区は七北田川の源流域から都心部まで、若林区は名取川下流、宮城野区は七北川下流の流域とほぼ整合しており、この下位区分としての小流域の設定は既存の施策とも親和性があると考えられる。小流域の設定手法上、分類できなかった海岸平野は居久根が分布する田園地帯であり、沿岸部には貞山運河と防潮林、蒲生干潟、井土浦の干潟など、歴史的にも重要な緑地環境を有する地域である。この最下流部に連続する計画単位の考え方は今後の課題である。

本研究では、対象地における全体の傾向を把握するために類型化という手法を採用したが、計画単位としての小流域の有用性は、地区ごとに異なる社会的背景と自然条件を細やかに計画に反映できることにあり、今後の課題として人間の生活圏と活動履歴を踏まえた緑地環境の分析が挙げられる。また、計画単位としての実効性を担保するためには、多くのステイクホルダーが共有できる判断基準が不可欠となることから、二酸化炭素吸収量など環境評価の指標の検討も今後の課題である。

謝辞 本研究は、文部科学省グローバルCOEプログラム(都市空間の持続再生学の展開)、並びに科学研究費(基盤研究(B)No.21360287)の支援を受け行なったものである。また、資料の提供、調査に協力頂いた仙台市建設局の皆様へ感謝の意を表す。

補注及び引用文献

- 1) 山本勝利・加藤好武・大久保保(2000):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,105-112
- 2) 王尾和寿・鈴木雅和(2002):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),861-964
- 3) 大西文秀・西脇國博・増田昇・安部大就・杉本三千雄・佐藤吉之(1995):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),55-71
- 4) 篠崎健太・池田仁(1993):流域を基礎単位とした荒川水系の環境特性把握:日本都市計画学会学術研究論文集 28,673-678
- 5) 増田昇・安部大就・下村泰彦・山本聡・杉本富美(1995):堺市の南部丘陵をケーススタディとした小流域を単位とした農村景観の評価に関する研究:ランドスケープ研究 58(5),169-172
- 6) 増山哲男・山本年浩・原慶太郎・安田嘉純(2005):小流域を単位とする生態系評価手法-宮城県を事例として-:環境アセスメント学会誌 3(2),41-50
- 7) 片桐由希子・山下英也・石川幹子(2005):流域の水循環に視点をおいた小流域の緑地環境の変化に関する研究:ランドスケープ研究 68(5),913-918
- 8) 片桐由希子・大澤哲志・山下英也・石川幹子(2006):ピオトタイプ組成とカエル類生息からみた小流域の評価手法に関する研究:ランドスケープ研究 69(5),785-788
- 9) たとえば、まちだエコプラン(町田市・2000)、水と緑の基本計画(横浜市・2006)等。また、2012年度を目途に改訂版の作業が進んでいる鎌倉市緑の基本計画においても、小流域の導入が検討されている。
- 10) 仙台市開発調整課資料、自然環境基礎調査¹⁷⁾をもとに作成。
- 11) 仙台市(2012):仙台市震災復興計画(中間報告),52
- 12) 建設省国土院(1998):数値地図ユーザーズガイド,(財)日本地図センター,281-283
- 13) 国土院が提供する数値標高モデル(DEM)10mメッシュ(標高)を利用した。
- 14) 片桐由希子・山下英也・石川幹子(2004):コモンデータに基づく小流域データベースの作成と緑地環境評価の手法に関する研究,ランドスケープ研究 67(5),793-798
- 15) 山本勝利(2000):里地におけるランドスケープ構造と植物相の変容に関する研究:農業環境技術研究所報告,201-105
- 16) 武内和彦・亀山章(1978):植生自然度をめぐる諸問題:応用植物社会学研究(7),1-8
- 17) 仙台市(2005):平成15年仙台市自然環境基礎調査
- 18) 仙台市(2005):仙台グリーンプラン 21,115
- 19) 仙台市(2005):杜の都の風土を守る土地利用調整条例 土地利用方針,115