

緑地の持つ環境保全機能の評価と解析支援システムに関する研究

伊 藤 泰 志* 武 内 和 彦**
 井 手 任*** 加 藤 和 弘**
 恒 川 篤 史**** 齊 藤 馨*****

Study on Integrated Estimation and Evaluation of Environmental Conservation Functions of Open Spaces by Using Environmental Information System.

Yasushi ITO Kazuhiko TAKEUCHI
 Makoto IDE Kazuhiro KATO
 Atsushi TSUNEKAWA Kaoru SAITO

摘要：本研究では、機能論の立場から、逗子市において自然環境から見た緑地の価値が、土砂崩壊防止や土壌侵食防止を表す土地機能と、植生自然度、生物生息の多様性を表す生態系維持機能、さらに市街地周辺緑地の見え易さが景観上重要とする景観保全機能で評価されるとし、緑地の持つ環境保全機能をこの3機能による階層的分類体系で規定した。そして、これらの各機能を環境情報システムを用いて計量化するとともに、総合評価を行った。

この結果は、地域の開発と保全のバランスを図った緑地環境保全目標設定の基礎となり、また、事業の計画段階で土地改変に伴う緑地環境への影響の程度と改善策を定量的に示すことを可能とした。

1. はじめに

緑地の機能としては、その性格に着目すると、保護機能、生産機能、修景機能、レクリエーション機能¹⁾が挙げられている。(C.ターナード及びB.ブシュカレフの分類)また、環境庁の環境保全長期構想²⁾の中では、大気、水、緑、を含め環境全体を環境資源として認識し、それが質、量、機能によって規定されるとしている。

本研究は、この機能論の立場から、良好な自然環境を有する神奈川県逗子市において当該緑地が持つ環境保全の価値を自然環境に着目し、土砂崩壊防止や土壌侵食防止を表す³⁾土地機能と、植生自然度及び様々な生き物が棲息できる多様な環境の状況を表す生態系維持機能、さらに既成市街地周辺緑地の見え易さが景観上重要とする景観保全機能の3つの階層的分類で構成されるものと規定し、それらの各機能をそれぞれ計量化し総合評価を行ったものである。

また、これらの計量化を行うためには、必要な環境基本情報の整備と、その解析ツールとして環境情報システムの構築^{4,5)}が不可欠である。本研究では、近年の環境情報システムのダウンサイジング化や低価格化という動向を踏まえ、全国自治体に先駆けEWSによるシステム開発を行った。

さらに、逗子市ではこの解析結果を基に、環境保全型都市づくりを目指す環境計画の基礎⁶⁾を検討し、開発と保全のバランスを図った自然環境ランクによる環境保全目標の設定と環境影響評価の実施を義務づけた「逗子市の良好な都市環境をつくる条例」を制定した。

2. 研究のフロー及びその概要

緑地の持つ環境保全機能の評価は、図-1に示すフローにより実施した。

以下にその内容についての概略を示す。

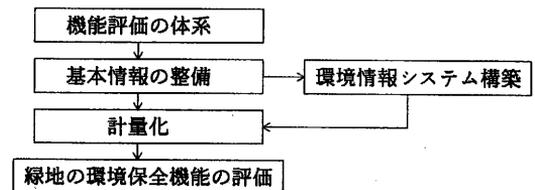


図-1 研究のフロー

(1) 機能評価の体系とその内容

武内は、緑地の環境保全効果を総合的に評価しようとする場合、ヒエラルキー体系化と個別評価結果の重合を

*富士通エフ・アイ・ピー(株)第2科学技術システム部 **東京大学農学部緑地学研究室
 農林水産省農業環境技術研究所環境管理部 *環境庁国立環境研究所水圏環境部
 *****東京大学農学部付属演習林研究部

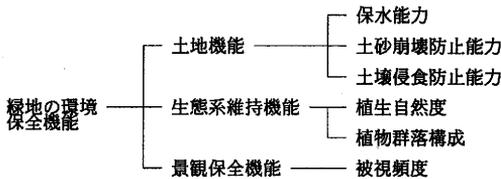


図-2 緑地の持つ環境保全機能の評価体系

行うことで総合化ができるとしている⁶⁾。そこで、本研究では、緑地の持つ環境保全機能を把握するために、地形、土壌、植生等自然環境のフィジカルな構造を、図-2に示すような土地機能、生態系維持機能、景観保全機能の3機能による階層的分類体系で規定し、それぞれ計量化し評価したものである。

(i) 土地機能

降雨を地中に保水することにより、時間の経過に伴う雨水の流出量を制御し、これにより洪水の発生を防止する保水能力、降雨に伴う土砂崩壊の発生を防止する土砂崩壊防止能力、水食に伴う土地の耐食性を表す土壌侵食防止能力の三つを合わせ土地機能とした。

(ii) 生態系維持機能

植生に対する人為的な影響の程度を植生自然度として表し、また、多様な生物の棲息を可能とする植物群落⁷⁾を高木層、低木層、草本層の被覆構成により表し、この両者をもって生態系維持機能とした。

(iii) 景観保全機能

市街地に視点を置き、周囲の緑地の可視、不可視を被視頻度⁸⁾として表し、可視の値が高いほど景観上極めて重要と考えられることから、緑地の広域的な評価を表す

ものとして、これを景観保全機能とした。

なお、ここでは主として地形的要因による広域的景観を捉えたものであり、建物の影響による都市景観の評価は除外した。

(2) 基本情報の整備

解析に必要な基本情報を収集し、データの規格化を図った後環境情報システムのデータベースに登録した。

(i) データの規格化

座標系は、平面直角座標系の第IX座標を採用した。データは、各種基本情報の地図スケールがまちまちなことから、1万分の1の地図スケールに規格統一し、ファイル化を行った。また、解析はメッシュを主体とし、国土地理院の細密土地利用に合わせ10mメッシュデータを最小単位とし、多様なメッシュサイズによる評価が可能ないように集約機能を持たせた。

(ii) データ構造

データ構造は、それぞれの属性に合わせ、点(モニタリング位置等)、線(道路、河川等)、面(流域界、行政界等)についてはベクトルデータとして、メッシュ及び画像(白地図)についてはラスタデータとして整備した。

(3) 環境情報システム構築

緑地保全機能の評価にあたっては、基本情報をデータベースとして管理し、様々な思考錯誤による緑地保全機能の解析と結果の表示を可能とした解析支援システムとしての環境情報システムの整備が不可欠である。本研究では、機能評価に必要な解析能力を持たせるため、UNIXベースのEWSによる環境情報システムを構築した。

(4) 計量化と緑地の環境保全機能の評価

表-1に示すように、土地機能については農業環境技術研究所の研究成果による所与の評価式⁹⁾を基に逗子市

表-1 機能評価の内容

機能	土地機能			生態系維持機能		景観保全機能		
	保水能力	土砂崩壊防止能力	土壌侵食防止能力	自然度	植物群落構成			
項目	保水能力	土砂崩壊防止能力	土壌侵食防止能力	自然度	植物群落構成	景観保全機能		
評価式	$Y = Y_1 \pm \frac{2Y_2}{3} \pm \frac{Y_3}{2} + Y_4$	$CP = 2CP_1 \pm CP_2 \pm 4CP_3 \pm 2(CP_4 \pm CP_5 \pm CP_6)$	$E = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5}{(E_4 + E_5) \cdot 100}$	—	—	—		
評価項目	Y ₁ : 表層地質 Y ₂ : 地形分類 Y ₃ : 土地利用 Y ₄ : 年降水量	CP ₁ : 表層地質 CP ₂ : 傾斜分類 CP ₃ : 傾斜利用 CP ₄ : 年降水量 CP ₅ : 土質 CP ₆ : 植生	E ₁ : 降雨 E ₂ : 土地利用 E ₃ : 土質分類 E ₄ : 土壌の粒径区分	自然度 V (9, 10) 自然度 III (8, 7) 自然度 II (4, 3) 自然度 I (2, 1) 開放水域	高木層、低木層、草本層の構成により設定	被視頻度の数値により設定		
階級	5段階					2段階		
内容	Y ₁ : 礫、火山性岩石 Y ₂ : 傾斜度が低いほど高 Y ₃ : 低地の方が高い Y ₄ : 田、森林の方が高い Y ₅ : 黒砂、褐色森林土の方が高い Y ₆ : 1 3000mm以上 2 2,800 ~ 3000未灌 3 2,500 ~ 2800未灌 4 2,100 ~ 2500未灌 5 2,100 未灌	CP ₁ : 石灰岩、0-1mが高 CP ₂ : 低地の方が高い CP ₃ : 傾斜度が低いほど高 CP ₄ : 田、森林の方が高い CP ₅ : 1 1400mm以上 2 1250 ~ 1400未灌 3 1250 以下 4 1250 以下 CP ₆ : 堆積質の方が高い CP ₇ : 水田、林地の方が高い CP ₈ : 岩の崖の方が高い	E ₁ : 橋浜のR値を採用 E ₂ : 0 0.0 1 0.03 2 0.12 3 0.40 4 1.00等 E ₃ : 平地 E ₄ : 褐色森林土1.00等 E ₅ : 傾斜 1.00等	0 開放水域 1 自然度III 2 自然度II 3 自然度I 4 自然度V 5	高木層 低木層 草本層 0 0 0 1 0 0 50% 未灌 2 0 0 50% 未灌 3 0 0 50% 未灌 4 0 0 50% 未灌 5 0 0 50% 未灌	1 1~350 2 351以上		
5段階評価ランク	1 小 2 や小 3 中 4 や大 5 大	18以下 19 ~ 26 27 ~ 34 35 ~ 42 43以上	弱 やや弱 中 やや強 強	54以下 55 ~ 64 65 ~ 74 75 ~ 79 80以上	蓄積物 植物の 堆積物の 割合に近い 始と発生は	20以上 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0.1	低い やや低い 中 やや高い 高い	低い 高い

の地形、土壌、気象等の土地条件を考慮し、各変数のカテゴリに対し5段階の評点を設定したのち算定した。同様に、生態系維持機能については、植生の自然度や群落構造を基に5段階の評点を設定し算定した。また、景観保全機能については、可視・不可視計算を基に評価を求めたが、標高等の地形条件により物理的に緑が見えるか見えないかの判断結果であることから過大評価を避けるため2段階の評点とし、算定した。

そして、これらの緑地機能の物理的な機能の算定結果を同一メッシュ上で重合し、線型和として総合評価結果を求めた。

3. 環境情報システムの概要

支援システムとして構築した環境情報システムのハードウェア及びソフトウェア構成の概要を示す。

(1) ハードウェア構成

システムのハードウェアは、Sun4/370GX（メインメモリ32MB、ディスク容量約1.7GB）を本体とし、そこに画面カラーハードコピーとレーザーショットを直結し、さらにローカルランとしてセンタコム810でパソコンのFMR70を接続した。

ハードウェア構成を図-3に示す。

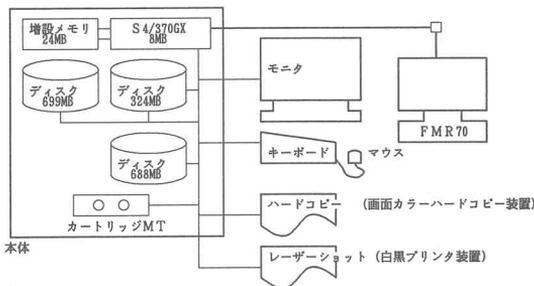


図-3 ハードウェア構成

(2) ソフトウェア構成

システムのソフトウェアは、SunOS4.1.1, UNIFY 2000のデータベース、日本語 OpenWindow を使用した。

図-4にソフトウェア構成を示す。

また、開発した主要なソフトウェアの概要を示す。

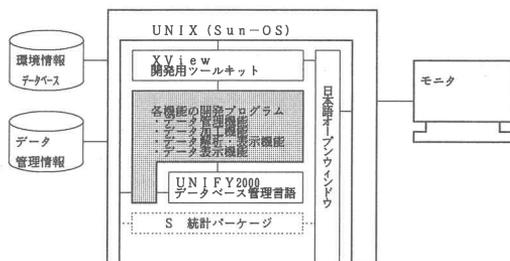


図-4 ソフトウェア構成

(i) データ管理システム

各種データの退避・復元、更新・削除、登録や個別データの管理を可能としたデータ管理システムを開発した。

(ii) データ加工システム

データを更新したり保存する基本機能と、各種スケールに対応した地域解析ができるように10mメッシュデータを集約（最頻値、平均値、最大値、最小値、構成比から選択）し、任意サイズのメッシュデータが作成できるデータ加工システムを開発した。

(iii) データ解析・予測システム

地域が有する環境特性の解析や適地選定及び環境の変化に対応した予測・評価を可能とするツールとして、ヒストグラムや散布図等の基本統計や項目間の四則演算とその演算式の保存、更新、削除を管理する機能及び10項目までの論理積・和が演算できるデータ解析・予測システムを開発した。

(iv) データ表示システム

点、線、ゾーン、メッシュデータや関連情報（背景図や凡例コード名称）等をオーバーレイや拡大表示するデータ表示システムを整備した。

4. 解析結果

(1) 個別機能の算定と検証

この環境情報システムを用いて得られた逗子市全域（10mメッシュで約173,400）の各機能の評点の構成比を表-2に示す。これらの結果は各カテゴリ評価値の積み上げによるものであるが、評価ランク及び分布状況の妥当性については、専門家の立場から判断を加え検証した。

その結果、土壤侵食防止機能は市のほぼ全域にわたって高く、また、丘陵地は生態系維持機能のうち、優れた植物群落構成を有していることが分かった。

表-2 個別機能の解析・検討結果

機能 評点	土 地			生態系維持		景 観
	保 水	土 崩 砂 壊	土 浸 壊 食	植生自 然度	植物群 落構成	被視頻 度
1	0.5%	55.5%	0.0%	43.5%	41.8%	44.6%
2	15.8%	30.3%	0.5%	0.2%	6.3%	55.4%
3	73.3%	13.9%	4.0%	19.3%	5.3%	
4	10.3%	0.4%	2.1%	29.8%	21.2%	
5	0.1%	0.0%	93.4%	7.2%	25.4%	
計	100.0%	100.1%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(2) 総合評価

これら3機能を重合した時の評価結果の分布状況とその賦存量を図-5に示す。

既成市街地の大半が14未満の値（41.2%）となっている。また、市街地に突き出た丘陵地の評価が20以上（9.7%）を示し、当該緑地は貴重な環境保全機能を有していることがわかった。

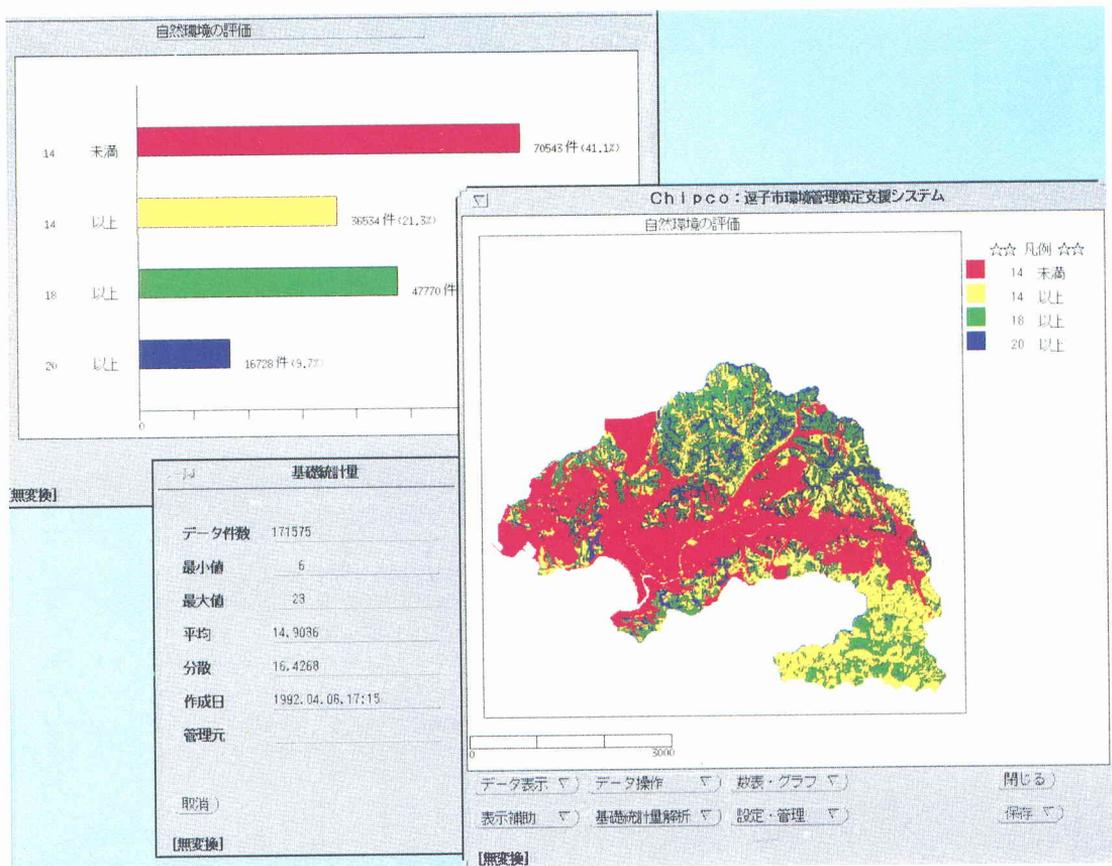


図-5 総合評価結果

5. 行政計画への反映

逗子市では、総合評価結果の分布と構成比から、市街化区域内での土地改変後も現状の緑被率（市街化区域内約30%，市街化調整区域内約90%，市内平均約60%）の水準が確保されることを前提に、市内全域を10mメッシュごとに以下に示すA～Dの四つのランクに分けた環境保全目標（ガイドライン）を設定することにより、土地改変可能面積の総量を算出し、環境影響評価の実施を開発事業者に対し義務づけた「逗子市の良好な都市環境をつくる条例」を制定した。

(1) 環境保全目標の設定

土地改変が予想される市街化区域内の樹林地については、A～Cランクでは、設定された保全目標により保全されるべき緑地の機能及び面積が決定され、また、緑被地のほとんどない既成市街地については、Dランクの緑地面積を造成確保することにより、現状の緑地環境を維持するだけでなく、良好な環境を創造することを可能とした。

(i) Aランク（評点20以上）

自然林、樹種の豊富な二次林が分布し、生態系維持機能、土地機能が共に高く、開発に際しては概ね80パーセントの緑被地を残すべき地域とした。

(ii) Bランク（評点18,19）

Aランクに次いで樹種の豊富な二次林及び低木二次林が特に斜面に多く分布し、景観保全機能が高く、開発に際しては概ね60パーセントの緑被地を残すべき地域とした。

(iii) Cランク（評点14～17）

低木二次林及び造林地が分布し、A・Bランクに比較して生態系維持機能が低く、斜面にあるため環境保全機能が高く、開発に際しては概ね40パーセントの緑被地を残すべき地域とした。

(iv) Dランク（評点13以下）

市街地に分布し、緑被地が占める割合が低く、開発に際しては、概ね20パーセントの緑被地を創造すべき地域とした。

(3) 環境影響評価実施の義務づけ

上記の環境保全目標が具体的に達成されるよう、土地の区画形質の変更、木竹の伐採及び移植又は土石の採取事業で、事業実施区域の面積が500㎡（当分の間1,000㎡）以上の事業については環境影響評価の実施を義務づけた。そして、環境情報システムにより土地改変事業の計画諸元データを基に、事業の計画段階で緑地環境への影響の程度とその改善策を定量的示すことを可能とした。

6. まとめ

本研究を通じて得られた成果並びに課題について以下に述べる。

- ① 緑地が持つ環境保全の価値を自然環境に着目し、機能論の立場から土地機能、生態系維持機能、景観保全機能の3つに規定し、計量化を行った結果、丘陵地の斜面に残された緑地の貴重性を定量的に求めることができた。
- ② 緑地には、炭酸同化作用など他にも多くの機能があり、それらが定量化され、同一ディメンジョンとして評価に組み込まれるならば、緑地の価値についてさらに説得力を持って説明することが可能となろう。
- ③ また、これらの科学的な機能評価の結果については、専門家の意見だけでなく、実際にその地域に住む市民が意識の上でどう捉え、評価しているかの社会的機能面の解析・検討を加えることも必要であろう。その結果については、次回の報告としたい。
- ④ メッシュ解析は、串刺しにしたそのグリッドをスタティックに分析する⁹⁾には大きな効力を発揮する。しかしながら、となり合うメッシュの相互関連や連担性、ネットワークをダイナミックに捉えるのが弱点と言え、その解析法並びに評価への組み込みをどう解決していくかは今後の課題と言えよう。
- ⑤ 定量化された緑地の評価結果をもとに、緑地の総量の確保を図るための環境目標値を設定し、開発と保全のバランスの適性化を図った、今後のまちづくりの基本となる条例を定めることができた。これは、環境資源に対する科学的解析結果とそれを行政計画へ反映した先駆的事例となり、環境保全型都市づくりを目指す全国の各自自治体にとっての好例となろう。
- ⑥ 本研究を通じ、今後の地域環境の変化をモニタリングしていく際の現況値として位置づけられる貴重な各種環境データの蓄積ができた。また、事業実施に伴う環境

影響評価の審査や地域環境の特性解析を可能とした操作性に優れた環境情報システムを構築することができた。

⑦ 今後、この環境情報システムは、環境解析・研究用としてデータベースと汎用統計解析パッケージとのインターフェイスを充実させることにより、データ解析能力を高めることが必要であろう。解析能力の向上は、研究者の利用は勿論のこと、行政内部での汎用的な利用が期待でき、環境に関連した諸施策に対する支援も十分可能となるであろう。さらに、一般市民向けとしてネットワーク化を充実させ、環境基本情報や本研究の解析結果を含む各種データを市民に積極的に提供し、市民参加による環境保全が図れるような啓発・展示型システムへの発展が期待されるであろう。

最後に、本研究を進める上で富士通エフ・アイ・ピー(株)豊永美子さんには環境情報システムの構築及び解析の共同作業で協力を得た。また、逗子市環境管理課山田享史氏には、研究全般にわたって行政の側面から、多大な援助、ご支援を頂いた。ここに記して謝意を表する次第である。

参考文献・解説

- 1) 高原栄重(1974): 環境緑地 I 都市緑地の計画: 鹿島出版: p63-71
- 2) 環境庁編(1987): 環境保全長期構想: 大蔵省印刷局: p46-51
- 3) 農業環境技術研究所(1988): 農林水産業のもつ国土資源と環境の保全機能及び維持増進に関する総合研究: p45-64
- 4) 武内和彦, 李東根(1988): 環境管理計画のフレームワーク: 造園雑誌52(2), 95-104
- 5) 原沢英夫・西岡秀三(1987): 地域環境評価のための環境情報システムに関する研究: 国立公害研究所研究報告第109号: p25-42
- 6) 武内和彦(1988): 環境保全機能と農村環境システムの再編: 環境情報科学17-4, 2-6
- 7) 武内和彦(1991): 地域の生態学: 朝倉書店: p11-16
- 8) 斉藤馨(1992): 景観情報処理に関する計画論的研究: 造園雑誌55(5), 295-300
- 9) 窪谷順次(1988): 現代地域計画論: 農林統計協会: p15-21

Summary : We have executed this study with environmental information system at ZUSHI city. This study is quantitative analysis and integrated estimation and evaluation of environmental conservation functions. This evaluation of open spaces is determined by following three functions ;
(1) land function which prevents surface erosion and soil erosion,
(2) ecological function which expresses naturalness degree of vegetation and diversity of organisms,

(3) landscape function which is important for us to have a view of surrounding open spaces.

This result offered a guide of environmental conservation for adjusting regional development and conservation. At the planning stage of changing land use, we could present the degree of impact and improvement plan for open spaces.