

都市環境の評価方法に関する事例研究

Case Study on Environmental Evaluation Method in Urban Area

大久保俊治* 川口佳代子* 川口真一* 立野光一** 青柳健二**

T. OHKUBO* K. KAWAGUCHI*S. KAWAGUCHI*K. TACHINO**K. AOYAGI**

ABSTRACT: This paper presents the environmental evaluation method in order to determine policies of environmental preservation and improvement in urban area. The following results are obtained. (A) The environmental information is obtained through the questionnaire of twenty cities similar to Oyama city. The environmental indices are proposed, based on the above data. (B) The importance of environmental element is carried out quantitatively using AHP analysis. (C) The environmental condition of 250m mesh area is cleared quantitatively. (D) The overall environmental evaluation is shown in the map using the environmental indices.

Key Words: basic environment plan, environmental indices, analytic hierarchy process, evaluation method

1. はじめに

わが国は、昭和30年以降の急激な経済成長の結果、物質的な「豊かさ」はある程度達成でき、1人当たりの国民所得では世界でも最も高い国の一つになった。一方、従来の社会資本整備が利便性などに重点を置いて進められたが、国民の40%以上の人々が、生活に真の豊かさを実感していない状況にある。¹⁾ また、急激な経済成長によるひずみも顕在化しつつあり、豊かな自然環境や快適な水環境などの精神的「豊かさ」への要望が高まっているといえる。

このような状況のもと、環境基本法や環境基本計画において、環境の保全・改善・創造をめざして新たな総合的な取り組みや施策の推進の重要性が強調されている。快適な環境は、人に「うるおい」や「やすらぎ」を与えるとともに、人の暮らしや産業を支え、地球文化を育むものといえる。

本研究は、小山市の環境を評価するため、①市域全体としての都市環境を評価する方法を示すとともに、②市域の環境メッシュデータを階層分析法等で解析し地域ごとの環境を定量的に評価する方法を示したものである。

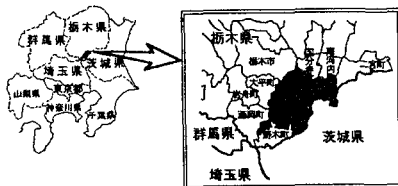


図-1 小山市位置

これらの評価方法を適用することにより、環境にかかわる施策の方向性を明らかにでき、具体的な事業化へつながる環境基本計画の策定が可能となるといえる。

2. 都市環境の指標化と評価

小山市の環境を評価するにあたり「緑地面積」「公園面積」「下水道普及率」などから構成される環境指標を作成し、市域全体としてどのような環境項目が優れていて、どのような項目が劣っているかを把握して、小山市の環境特性を明らかにする。図-1に小山市の位置等の概要を示す。

* NJS 日本上下水道設計株式会社 Nippon Jougusuidou Sekkei Co., Ltd.

**小山市（前市民部環境課） Oyama City

表-1 都市環境評価の指標

	指 標	単位
自然の恵み	1人当たりの緑地面積（緑地面積÷行政人口） 1人当たりの年間降水量（行政面積×降水量÷行政人口） 行政区域内の生物相（ほ乳類、鳥類、魚類）の豊かさ 天然記念物の多さ（箇所数） 河川密度（河川延長÷行政面積）	m ² /人 m ³ /年 種 箇所 m/Km ²
生活の快適さ	1人当たりの公園面積（公園面積÷行政人口） 水道普及率 1人当たり水道使用量（1人当たり水道使用量） 下水道普及率 1人当たり年間所得レベル	m ² /人 % l/人・年 % 万円/人・年
環境への配慮	水道水源自給率（市内取水量／給水量）×100 生活排水衛生処理率 （（行政人口×下水道普及率＋合併浄化槽人口＋農集排水人口＋コブライ人口）÷行政人口×100） 1人当たり一般廃棄物排出量（一般廃棄物排出量÷行政人口） 市域における一般廃棄物処理場の有無 一般廃棄物の分種分別	% % t/人・年 — 分別種数
環境取組の組み	環境に配慮した公用車の導入対策 環境関連予算率（（ごみ処理＋下水道＋公害予算）÷一般会計×100） 環境（自然、生活、公害防止、景観）に関する条例、要項の数 地球環境に関する市の施策数 住民活動支援に関する市の施策数	数 % 種 数 数
環境の満足度	水域水質環境基準達成率（河川・湖沼の達成基準点数÷全基準点数×100） テトラクロロエチレンに関する井戸の汚染率 （汚染されている井戸数÷全調査井戸数×100） 大気環境基準達成率（環境基準達成基準点数÷全基準点数×100） 地盤沈下率（2cm以上地盤沈下を記録した箇所数÷全観測箇所数×100） 住民苦情件数（全苦情件数）	% % % % 件

2.1 環境指標

自然状況や社会状況が小山市に類似した都市に対して、表-1に示す定量的指標のアンケート調査を行い、アンケートから得られた指標値を尺度化して「自然の恵み」「生活の快適さ」「環境への配慮」「環境への取り組み」「環境の満足度」の項目で総合化した。尺度化は、指標の平均値と標準偏差を用いて、指標値を基準化する方法で行った。²⁾ 総合化は尺度化した指標値の重みづけを同一として、平均値を算出する方法で行った。アンケートは行政人口7万-23万人の20都市を対象に行った。

評価項目の内容は次の通りである。

「自然の恵み」は、緑地面積、降水量、河川密度などの土地固有の自然状況を評価する項目である。「生活の快適さ」は、公園面積や水道普及率などの快適な生活を過ごす施設の充実度を評価する項目である。「環境への配慮」は、下水道等の排水処理率や一般廃棄物排出量など、日常生活での環境への負荷量や負荷削減について評価する項目である。「環境への取り組み」は、環境関連予算や施策数など、市の取り組み状況を評価する項目である。「環境の満足度」は、環境基準の達成率や苦情件数などの環境質を評価するものである。

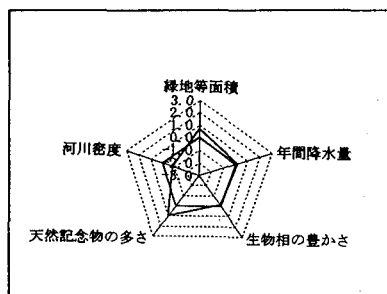


図-2 自然の恵み

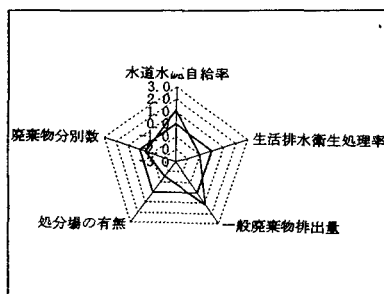


図-4 環境への配慮

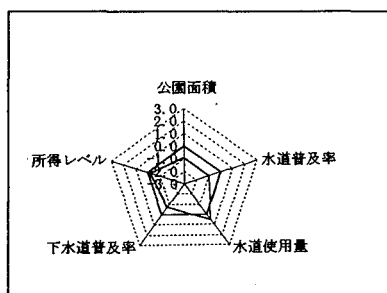


図-3 生活の快適さ

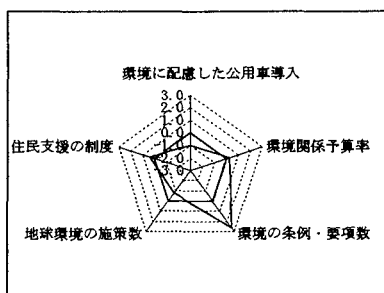


図-5 環境への取り組み

2.2 環境の評価

(1) 自然の恵み

「自然の恵み」の評価結果を図-2に示す。図-2より、「天然記念物の多さ」や「1人当たりの緑地等面積」はそれぞれ14箇所、600m²/人であり、他都市の平均的な値に比べかなり高い値を示している。「1人当たりの年間降水量」や「生物相の豊かさ」はほぼ平均的な値となっており、「河川密度」は約400m/km²で、平均値を大きく下回る結果となっている。

市内には歴史的な自然が残っており、降水、緑地、生物の環境要素も他の類似都市に比べ良好な状況であるといえる。一方、市内には思川や鬼怒川などの一級河川が流下しているが、普通河川といった小河川がないため、「河川密度」は他都市に比べ劣っているといえる。

(2) 生活の快適さ

図-3に評価結果を示す。「水道普及率」は78%、「下水道普及率」は28%であり、他都市に比べかなり低くなっている。また「1人当たり公園面積」も5.5m²/人と少なく、生活の快適さの点では他都市に比べ劣っているといえる。

(2) 生活の快適さ

図-3に評価結果を示す。「水道普及率」は78%、「下水道普及率」は28%であり、他都市に比べかなり低くなっている。また「1人当たり公園面積」も5.5m²/人と少なく、生活の快適さの点では他都市に比べ劣っているといえる。

(3) 環境への配慮

図-4に評価結果を示す。水道の原水は全て市内の水源から取水しており、水源の自給の点で高い評価となっている。「1人当たりの一般廃棄物排出量」は910g/人・日とかなり低い、焼却灰や不燃ごみは県外で最終処分されている。また、下水道や合併浄化槽など水環境改善施設の整備状況は、他都市に比べかなり遅れており、全体的には「環境への配慮」の評価は低くなっている。

(4) 環境への取り組み

図-5に評価結果を示す。環境に関する施策数(条例、要項など)や住民活動に対する支援制度は、他都市に比べかなり多い。また、環境関連予算の割合も大きなものとなっている。環境保全への取り組みの点では、他都市よりも高い評価となっている。

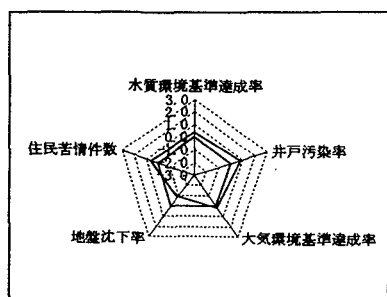


図-6 環境への満足度

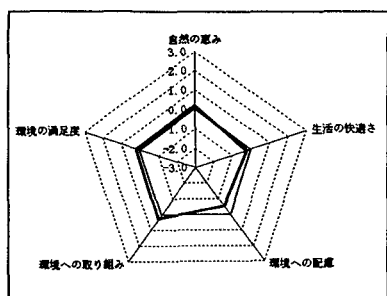


図-7 小山市の環境総合評価

(5) 環境の満足度

図-6に評価結果を示す。環境基準の達成率、井戸の汚染率や住民からの苦情件数の点では、他都市に比べ高い評価となっている。本市は地下水の利用量・依存率が高いことから、地盤沈下の状況は他都市に比べ良好とはいえない。「地盤沈下率」を除くと環境の質の点では満足できる評価といえる。

(6) 総合的な評価

「自然の恵み」「生活の快適さ」「環境への配慮」「環境への取り組み」「環境の満足度」の5項目を総合的に評価した結果を図-7に示す。

本市は、土地固有の自然は豊かで、環境に関する施策も広く行っており、環境基準等の達成状況も高くなっている。しかし、下水道やごみ等の環境に配慮した施設の整備状況や公園や水道等の生活の快適さでは、他都市に比べ改善・充実すべき点が多いといえる。

3. 階層分析法による環境特性の評価

市域をメッシュ分割し（250m標準メッシュ），各メッシュごとに環境特性を示す項目について階層分析法^{3) 4)}を用いて数値化し，市域の環境を定

量的に把握するものである。

3.1 評価方法

市域の環境特性の評価方法を図-8に示す。

- ①環境を説明する項目（評価項目）を選び，環境評価の階層構造図を書く。
- ②一対比較，重要度（ウエイト），整合度などの階層分析の計算を行う。
- ③市域メッシュ図に緑地，水辺，歴史的資源等の分布をプロットして，メッシュ内の緑地の占有面積及び水辺までの距離などから，各環境項目ごと，メッシュごとに点数化する。
- ④階層分析法から求めた環境項目の重要度（ウエイト）を，③で求めたメッシュごとの得点に乘じる。さらに，メッシュごとに環境項目の評価点を重ね合わせて環境の総合評価図を作成する。
- ⑤これらのマップと得点から，市域の環境特性の把握・評価を行う。

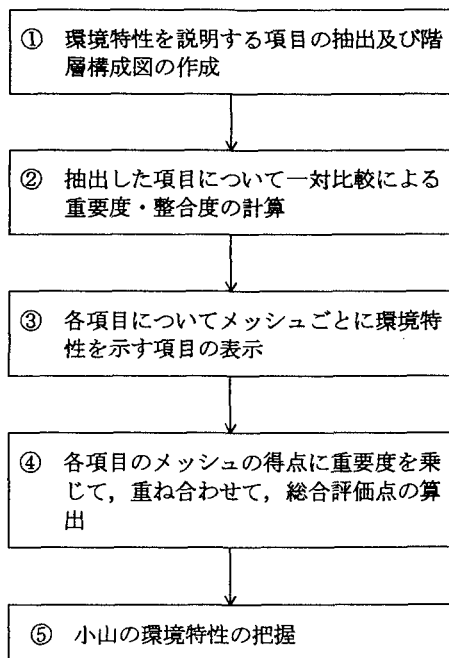


図-8 小山市域内評価方法手順

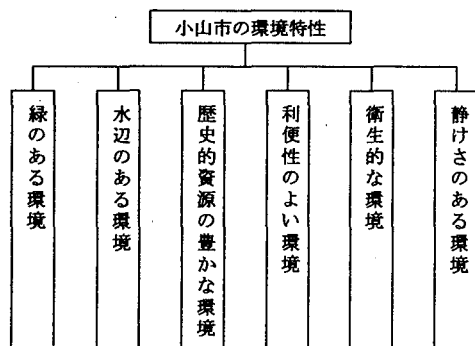


図-9 小山環境特性評価の階層構造図

表-2 一対比較値

一対比較値	意 味
1	両方の項目が同じくらい重要
3	前の項目の方が後の項目より若干重要
5	前の項目の方が後の方より重要
7	前の項目の方が後の方よりかなり重要
9	前の項目の方が後の方より絶対的に重要
2, 4, 6, 8	補間的に用いる
上の数値の逆数	後の項目から前の項目をみた場合はそれぞれの重要度に応じその逆数を入れる

表-3 一対比較による重要度の計算結果

後 前	緑	水辺	歴史性	利便性	衛生的	静けさ	幾何平均	重要度
緑	1.000	1.629	2.283	2.266	0.806	2.062	1.553	0.242
水辺	0.614	1.000	1.949	1.825	0.910	1.277	1.168	0.182
歴史性	0.438	0.513	1.000	1.000	0.441	1.266	0.708	0.110
利便性	0.441	0.548	1.000	1.000	0.397	0.580	0.618	0.096
衛生的	1.241	1.099	2.268	2.519	1.000	1.949	1.574	0.245
静けさ	0.485	0.783	0.790	1.724	0.513	1.000	0.802	0.125
備考	※整合度=0.0142						計 6.243	計 1.000

3.2 階層分析法による環境項目の重み付け

(1) 階層構造図の作成

本市の地域特性および環境評価の事例から、環境項目（評価項目）として次の6項目を抽出した。

- ① 緑のある環境
- ② 水辺のある環境
- ③ 歴史的資源の豊かな環境
- ④ 利便性のよい環境
- ⑤ 衛生的な環境
- ⑥ 静けさのある環境

図-9に上記6項目の評価項目からなる階層構造図を示す。

(2) 一対比較による重み付け

6つの評価項目の重要度（ウェイト）を一度に定めるのは困難であるので、最も単純に2つずつ比べる一対比較を行う。回答者は行政職2名、技術者5名一般事務職2名の合計9名であり、表-2に示す一対比較値を参考にして「どのくらい重要か」の回答を得た。回答者の結果は幾何平均値で

合成して分析を行った。表-3に一対比較値および評価項目の重要度を示す。この計算における整合度は0.015以下であり極めて良い整合性であった。

表-3より、市域の環境を評価する上で「衛生的な環境(0.245)」「緑のある環境(0.242)」「水辺のある環境(0.182)」の項目が重要度が高い結果が得られた。

3.3 評価項目のメッシュデータ化

市域のメッシュ分割は、経緯度に基づく標準メッシュシステム(250mメッシュ)に従った。環境の評価項目のメッシュデータ化（点数化）は次の手順で行った。

① 緑のある環境：対象とする緑は、樹木、田畑等とし、航空写真(1/25000)および環境庁植生調査結果⁵⁾をもとに、各メッシュの情報を読みとった。点数化は、メッシュに緑の部分が80%以上ある場合には1.0とし、緑の占有面積が20-80%未満の場合には0.5とし、20%未満のメッシュは0とした。

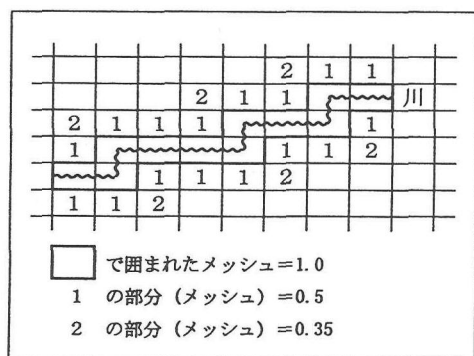


図-10 水辺を対象とした点数表示法

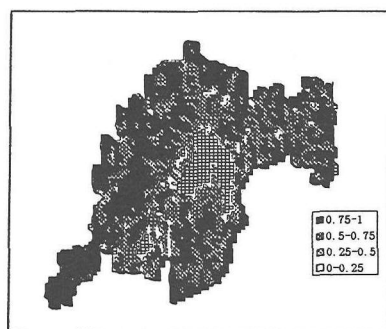


図-12 緑のある環境



図-11 静けさの計算例

②水辺のある環境：対象とする水辺は、河川、水路池沼とし、メッシュに水辺がある場合には1.0の得点を与えた。水辺に隣接するメッシュについては、水辺のあるメッシュまでの距離を考慮して、図-10に示すような得点を与えた。図-10で“2”の部分(メッシュ)は、“1”のメッシュに比較して水辺のあるメッシュまで $\sqrt{2}$ 倍の距離があるため、その逆数に0.5を乗じた値0.35を与えた。その他は0とした。

③歴史的資源の豊かな環境：国・県・市指定の文化財や建造物、史跡、天然記念物を対象とし、これらが存在するメッシュには1.0の得点を与えた。隣接するメッシュの得点は水辺の場合と同様の考え方で0.5、0.35の得点を与えた。

④利便性のよい環境：利便性の判断は、幹線道路(国道、主要地方道、県道)、バス停、鉄道駅が存在するかどうかで行った。メッシュにいずれかが存在すれば、1.0の得点を与えた。隣接するメ

ッシュの得点は、水辺の場合と同様とした。

⑤衛生的な環境：衛生性は水道、下水道の整備状況から判断した。水道、下水道いずれも整備されているメッシュには、1.0の得点を与え、どちらか一方が整備されているメッシュには、0.5の得点を与えた。

⑥静けさのある環境：工業地区(準工業、工業、工業専用地域)、商業地区(商業、近隣商業地域)、交通量の多い地区(12時間交通量:5000台、大型車混入率:10%以上)のいずれにも隣接していないメッシュには1.0の得点を与え、これらの地区に隣接したメッシュは、図-11に示す得点を与えた。図-11の“2”の部分(メッシュ)は“1”の部分(メッシュ)に比較して $\sqrt{2}$ 倍の距離にあるため、0.5に $\sqrt{2}$ を乗じた得点(0.71)を与えた。

図-12に「緑のある環境」の項目に関する得点表示結果を示す。新幹線小山駅周辺の中心市街地を除くと、かなり緑地が残っているといえる。

図-13に「水辺のある環境」の項目に関する得点表示結果を示す。

表-4 環境の満足度に関するアンケート結果

	緑の多さ	水辺の多さ	まちの清潔さ	まわりの静けさ	空気のきれいさ
市街地部 (N=272人)	40.5%	18.2%	26.4%	35.6%	40.5%
市街北西 (N=130人)	70.0%	34.6%	36.2%	65.4%	70.8%
市全体 (N=769人)	55.4%	24.7%	29.0%	48.9%	53.4%

注) 周辺環境について「満足である」と「やや満足である」と回答した人の割合を示している。

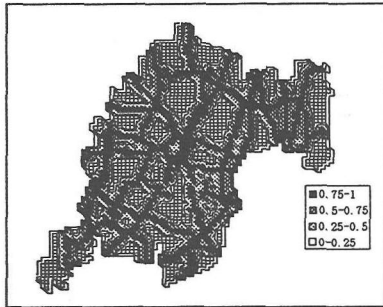


図-14 利便性

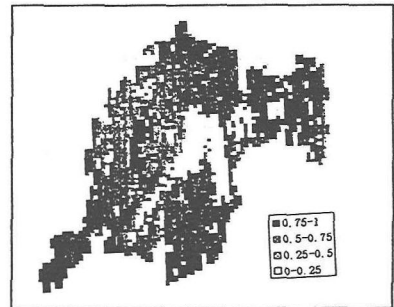


図-16 総合評価点

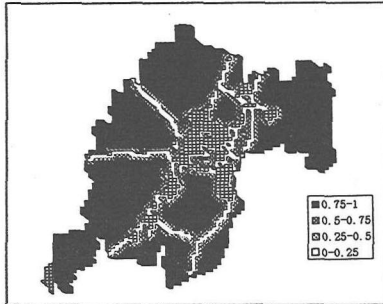


図-15 静けさ

J R線沿線および中心市街地で低い評価となっているが、市域の広範囲にわたり水辺が存在していることがわかる。

図-14に「利便性」、図-15に「静けさ」の項目の得点表示結果を示す。

3.4 総合評価

メッシュごとの得点に階層分析法から求めた重要度(ウェイト)を乗じて、各項目の評価点を算出し、6項目の評価点を加えて総合点を算出した。

図-16にメッシュごとの総合評価点の分布を示す。図-16より、評価の高い地域は、市北西部に広く分布する水田地帯と市の特徴である平地林が多い南部地域であった。また、小山駅を中心とする市街地では、低い評価点となっている。

一方、環境の満足度に関する住民アンケート結果を表-4に示す。小山駅を中心とする市街地部と市北西部の水田地帯におけるアンケート結果を比較すると、市北西部は市街地部に比べ、「緑の多さ」「水辺の多さ」「まちの清潔さ」「家のまわりの静けさ」「空気のきれいさ」の点で高い満足度となっている。市全体の満足度は市街地部と市北西部の中間的な値を示しており、地域ごとの環境に関する満足度は階層分析法による評価結果と同様のものであった。

水辺や緑などの環境項目(要素)の存在量と環境項目の重要度(ウェイト)に基づき、定量化することにより、市域環境を250mメッシュごとに評価することができるとともに、市民の環境に対する意識が調査結果とほぼ一致することが確認された。

4. 結 論

都市における環境施策や事業の方向性を明らかにするため、都市環境を定量的かつ総合的に評価する方法を示し、小山市へ適用して次のような結論が得られた。

(1) 小山市独自の環境指標を作成し、類似都市と比較することにより、市全体として将来とも保全すべき優れている環境項目と今後改善すべき環境項目を明らかにした。これらの環境指標は、市の環境施策や環境関連事業の方向性を決定するのに適用できる。

(2) 市域のローカルな環境特性を把握するため、市域をメッシュ化して、水や緑などの環境項目の存在量に階層分析法を適用することにより、250mメッシュごとの環境を定量的に評価する方法を示した。

(3) 階層分析法による評価結果は、市民アンケートの結果と同様なものであり、提案した評価方法の適用可能性が高いことがわかった。このような評価を行うことにより、地域で優先的に行うべき環境保全事業を具体的に示す事ができる。

謝辞：本論文の作成にあたり、図表の作成で協力してくれた高畑絵美子君に感謝する。

参考文献

- 1)総理府：国民生活に関する世論調査, p. 7, 1993
- 2)環境指標作成研究会：アーバンエコロジー指標の試み, p. 40, 1988
- 3)刀根薫：ゲーム感覚意志決定法, 日科技連出版社, 1992
- 4)大久保俊治, 美和或男：階層分析法による水環境の評価, 第31回日本水環境学会年会, p. 396, 1996
- 5)環境庁：第3回自然環境保全基礎調査, 現存植生図, 1986