技術報告

GIS を利用した自然環境評価システム

—環境保全機能の定量的評価手法—

山 田 順 之*

1. はじめに

自然環境は、多様な動植物や地形、水系などの組み合わせで成立しており、それぞれの環境要素が複雑な相互関係の上に成り立っている。そして、科学的な自然環境評価を実施するためには、それを構成する各種要素、たとえば、植生、土壌、地形、気象、動物などを全て同時に把握しながらそれらの働きをさまざまな視点で解析する必要があると言われていた。しかし、自然環境は、取り扱う範囲が複雑で広域にわたるため、人手による諸検討には自ずと限界があり、評価する項目も限らざるを得ない場合がほとんどであった。実際、閣議決定要綱による環境アセスメント、いわゆる閣議アセスを実施する際に対象となる環境要素は、典型7公害（大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、振動、地盤沈下、悪臭）と自然環境5要素（動物、植物、地形・地質、景観、野外レクリエーション地）に限られていた。

そのような状況の中で、自然環境全体としての特長や働きを総合的に捉えることが重要であり、限られた環境要素の評価だけでは不十分な点があるとの指摘もあり、今回施行された、環境影響評価法（新アセス法）では、「生態系」「温室効果ガス」などの新しい評価項目が加わり、その範囲は、環境基本法で位置づけられている「環境の保全」の対象となる全分野に広がっている¹⁾。特に「生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全」の項では、希少な動植物の保護のみに注目するのではなく、「里山」や「干潟」といったありふれた自然についても評価することが求められている。

そこで本報告においては、これらの課題に対して地理情報システム（Geographical Information System 以下、GIS）を活用し、さまざまな環境要素をコンピュータにより処理することで、自然環境の定量

的評価を行う取り組みの概要を紹介することとする。

2. 自然環境評価システムにおける GIS の働き

近年各方面で注目を集めている GIS とは、電子地図をデータベースとして地理的な位置の情報や空間の情報を属性データと併せて統合的に処理、分析、表示するシステムである。この GIS を自然環境評価システムとして活用する事例は、ハーバード大学カーン・スタイニッツ教授がカリフォルニアなどで行った都市成長モデルの研究をはじめ、日本国内では農林水産省の研究所や一部の地方自治体などで、広域の都市計画、国土計画レベルで検討されている。

これらのシステムの基本的な考え方は次のとおりである。自然環境は図-1に示されるように、気象、土地利用、植生、水系、地形、土壌、表層地質など

図-1 自然環境を構成する各種環境要素

* 鹿島建設(株)土木設計本部 Yoriyuki YAMADA

4. 評価システムの概要

本システムの基本的な役割は、プロジェクト発生時において、短期間で自然環境の現況を把握し、さらに従来設計業務で用いてきたCADデータ等との連携により、事業実施後の環境影響予測も行うものである。

図-3に示されるとおり、従来の自然環境評価では各種環境要素の情報が提供されていても、各分野の専門家以外の人間では評価が難しく、希少動植物の保護といった誰もが理解できる項目のみが計画に反映されてきたといえることができる。新アセス法では、評価する環境要素の幅が広がっており、従来型の手法では、評価技術の問題や、評価にかかるコスト、時間が大きな負担となることも推測できる。

本システムは、個々の環境要素をデジタルデータとしてGISに入力し、それを評価式により環境保全機能として算出するものである。これにより、幅広

い大量のデータを評価することができると同時に、評価の省力化が可能となる。

諸機能の評価結果は地図上に数値化されて出力されるため、専門家でない一般住民などに対しても自然環境に関する理解を助けるツールとなる。すなわち、同じテーブルで議論に参加する、住民参加型プロジェクトに関するコミュニケーションツールとしての役割も期待できる。また、現在各所で開発されている環境配慮型技術、たとえば、在来種を利用した法面植栽技術や人工地盤の緑化技術などをプロジェクトに適用した場合の環境保全機能の向上効果も定量的に評価することも可能である。さらに、事業実施後の評価や代替案の評価を繰り返し行えることも特長の1つである。つまり、本システムは機能の評価という科学的な手法にもとづいて、より合理的な計画の策定を目指すものであるといえよう。

4.1 データベース

本評価手法で利用するGISデータを表1に示す。

表1 GISに入力するデータ例

データ項目	スケール	形式	提供
土地利用	10mメッシュ	デジタル	国土地理院
土壌	1/50000	アナログ	国土庁
地形	1/50000	アナログ	国土庁
表層地質	1/50000	アナログ	国土庁
植生	1kmメッシュ	デジタル	環境庁
	1/50000	アナログ	環境庁
標高	50mメッシュ	デジタル	日本地図センター
降水量、気温、風向など	—	デジタル	気象庁

■従来の計画過程

■本評価システムを取り入れた計画過程

図-3 システムのフロー

図-4 現況植生図

図-6 水涵養機能

図-5 現況土壌図

図-7 総合評価の一例

基本的にはデジタル化されているデータを利用することがコスト、工期から望ましいが、一般に入手できない未公開のデータも数多く存在する。しかし、環境庁の植生データや国土地理院の細密数値情報などが一部公開され、民間企業でも制限なしに使用することが可能になってきている。今後よりいっそうのデータ整備・公開を期待したい。

入力したデータは図-4、5に示されるようにグリット化（基盤目状化）して処理している。グリット化により集計単位が一定になるため、複数の異なる環境要素や機能との重ね合わせを容易に行うことができる。

このグリッドの大きさは、評価の対象とするエリアの規模と評価する機能の種類、入手データの精度などにより決定している。一般的に森林植生などを対象とする場合は10mを最小単位として試行している。これは、10m四方以下の緑は均質な森林とは呼

べないためである。また、都市部においては小面積の屋敷林や生垣が、環境保全機能上重要な役割を担っていることが多いため、空中写真などを用いた詳細な調査が必要になると考えている。

将来的には、定期的に観測を行う衛星データを用いることで、詳細かつ経時的な評価を行うことが可能となる。近年では解像度が1mを下回る衛星の打ち上げも計画されており、このデータを周期的に入力・評価することで、事業実施後のモニタリングを容易に行うことができると考えられる。

4.2 評価式（モデル）

ここでは、環境保全機能を算出する評価式（モデル）に関して紹介する。

個々の機能に関してGIS上に取り込まれたデータ、すなわち植生や土壌、降水量などのデータを変数とする評価式を作り、計画地のデータを評価式に代入することで、その土地の環境保全機能を定量的

に把握することとした。評価式は農林水産省農業環境技術研究所において国土レベルで行った研究成果や、環境庁の概算モデル³⁾などにもとづいて整備している。ここでは水涵養機能評価⁴⁾を例に、評価式の一部を紹介する。

水涵養機能とは、林地や水田などが降水を一時的に貯留し、それを徐々に放出することで、河川への放水量を安定調節する機能である。これは、以下のモデルにより評価される。

$$\text{水涵養機能} = (0.21 \times \text{年間降水量}) + (0.42 \times \text{土地利用区分}) + (0.07 \times \text{傾斜角}) + (0.09 \times \text{土壌分類}) + (0.06 \times \text{表層地質 (保水性)}) + (0.15 \times \text{表層地質 (透水性)})$$

この評価式にグリッド毎の環境データを代入すると、機能が数値として算出される。これが本システムの主要な仕組みである。ここに、ある計画地において算出した水涵養機能の評価結果を図-6（前ページ）に示す。地図上に色分けし表示されるため、どのエリアで機能が高くなっているか視覚的に容易に理解することができる。

4.3 総合評価

先に述べたとおり、自然環境は多様な要素が重なり合って成り立っている。それぞれ個々の要素が相乗的な効果を生じているため、単純に1機能の評価するだけでは、「木を見て森を見ず」という言葉どおり自然環境本来の姿を把握することが難しくなる。

すなわち各種機能を総合的に把握することは、自然環境評価の上で大変重要な課題である。GISでは、個々の環境データや機能評価結果を容易に重ねあわせて検討することができる。これは、1960年代にイアンマクハークが提唱したレイヤー・ケーキ（層状に積み重ねた環境要素のデータ）をもとに解析・検討するプランニング手法である。現在ではGISのソフト・ハードの発達もあり、プロジェクトの性格毎に各要素・機能に重みづけを与え重ね合わせることも可能になっている。

図-7（前ページ）は図-6の評価結果をもとに、二酸化炭素固定化機能、大気浄化機能、水涵養機能の全てが高いと評価されたエリアを示している。これは各評価項目の重みづけを均等にし、総合評価を行っている事例である。この手法は施設配置計画な

どに活用できる。たとえば、このような環境保全機能の高いエリアを保存緑地として保全する、科学的な計画立案が可能となる。また、計画地全体における年間の環境負荷軽減機能量、たとえば二酸化炭素固定化量なども算出できるため、固定化機能が低いエリアに対して、固定化機能の高い樹種を植栽することで、合理的に環境保全機能の高度化をはかることが可能となる。このように、自然環境の果たす役割を定量的に示すことができるため、ISO14000sを推進する際の数値目標の設定などにも資するものと考えている。

5. むすび

今後の開発事業では、公害の抑制だけではなく、環境創造型計画、すなわち環境保全機能を向上させる開発計画も求められるといわれている。

開発前と比較して開発後の機能変化や、複数の計画案を相対的に比較検討する必要性も高まるであろう。しかしながら、自然環境に関しては各種機能の数量的な評価や総合的な評価があまり行われてこなかった。

本稿では自然環境を評価する1手法としてGISを用いた自然環境評価システムの一部を紹介した。このシステムは次の事項に関し有効であることがわかった。

- (1) 現況の環境保全機能の定量的評価
- (2) 事業実施後の環境保全機能の定量的評価
- (3) 衛星情報を利用することによるモニタリング
- (4) 各種環境保全機能の総合評価

このような事項から、自然環境評価にGISを用いることで、科学的かつ合理的な評価ができると同時に評価の客観性が確保できることが理解できたかと思う。特に、これからの自然環境評価は専門家だけがわかればよいというものでなく、一般市民にもその計画を十分理解させ、納得してもらうことが必要である。本手法は機能の評価という論理的な手法にもとづいているため、専門家でない住民などに対する説得力のあるコミュニケーションツールとなりえると考えている。

残された主な課題としては、第1に自然と人間との関わりつまりアメニティー分野における評価項目の充実、第2に評価対象の規模にあう評価手法の開発、第3に評価された諸機能を経済性に置き換えた評価手法の確立、が挙げられる。これらの課題に対

図ー8 評価の流れ

し継続的な研究開発を行っていく所存である。

最後に、本評価手法の研究開発にあたっては、東京大学大学院農学生命科学研究科恒川篤史先生には格別のご指導を賜った。この場をお借りして、厚くお礼申し上げたい。

参考・引用文献

- 1) 総理府編。環境影響評価の技術指針。時の動き。1011号。pp24-27 (1999)
- 2) 高橋理喜男, 蜂屋。広域緑地体系における都市林。都市林。農林出版。pp296 (1972)
- 3) プレック研究所編。大気浄化植樹マニュアル。公害健康被害補償予防協会 (1995)
- 4) 井手久登。緑地環境科学。pp113-123。朝倉書店 (1997)
- 5) 伊藤泰志, 武内和彦, 井手任, 加藤和弘, 恒川篤史, 斉藤馨。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。造園雑誌。56(5)。pp319-324 (1993)
- 6) 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。緑化工学会誌。24 (3, 4)。pp130-136 (1999)
- 7) 横張真。農林地の環境保全機能に関する研究。緑地学研究。No13 (1994)
- 8) 武内和彦, 恒川篤史。環境資源と情報システム。古今書院 (1994)
- 9) 丸田頼一。都市緑地計画論。丸善 (1983)
- 10) 沼田真。景相生態学。朝倉書店 (1996)
- 11) 矢野桂司。地理情報システムの世界。ニュートンプレス (1999)
- 12) 環境庁。環境白書平成11年版。大蔵省印刷局 (1999)