

GISを応用したHEP（ハビタット評価手続き） 分析の提案

吉沢 麻衣子¹・田中 章²

¹正会員 日本ミクニヤ株式会社 (〒213-0001 神奈川県川崎市高津区溝口三丁目25-10)

E-mail:yoshizawa@mikuniya.co.jp

²非会員 農博 武蔵工業大学准教授 環境情報学部環境情報学科 (〒160-0004 神奈川県横浜市都筑区牛久保西三丁目3-1)

E-mail:tanaka@yc.musashi-tech.ac.jp

自然再生事業や環境アセスメントの生態系評価において、Habitat Evaluation Procedure（ハビタット評価手続き：HEP）が導入されつつある。本稿では、日本の土地利用がモザイク化しているためにHEPの計算プロセスにおいて計算の基本単位となる区域の算出が複雑化する、といった筆者らのHEP実務経験からの技術的課題に着目し、これらの課題解決策となりうるGISを用いてHEPの架空のケーススタディを行った。その結果、モザイク化した野生生物の生息地に対するHEPの計算プロセスに沿ったGISの処理プロセスを明らかにすることで、オーバーレイ機能と串刺し演算機能といったHEPの計算プロセスの効率化に結びつくGISの機能を示すことができ、GISのHEP分析における技術的有効性が示された。

Key Words : *Habitat Evaluation Procedure, GIS*

1. はじめに

自然再生事業や環境アセスメントの生態系評価において、Habitat Evaluation Procedure（ハビタット評価手続き：HEP）が導入されつつある。米国で誕生したHEPは、ある生態系の状態を保全すべき野生生物のハビタット（生息環境）という土地の広がりや直結した概念に置き換え、その土地の広がりをハビタットとしての適否から評価する手法である。ハビタットの「質」、「空間」、「時間」といった総合的視点から、開発などの人間行為を定量評価できる点が特徴である。1990年代後半に日本に紹介されたHEPは、今や研究段階から実践段階に移りつつあり、筆者らも既にHEPを環境アセスメントや自然再生事業で用いた経験を有する。

これまでの日本でのHEPの研究の多くが「質」を表すHSIモデルの構築に関するものであり¹⁾²⁾、「空間」や「時間」という視点まで広げて研究されているものは極めて少ない。本研究では、モザイク化された日本の土地利用におけるHEPの計算プロセスでは計算の基本単位となる区域の算出が複雑化する、という筆者らのHEP実務経験から、「空間」に関する技術的課題に着目し、これらの課題解決策となりうるGISを用いたHEPの架空のケーススタディを行った。本稿は、今後の日本における

HEP分析の技術的効率化を促進することを目的として、ケーススタディを通して明らかになったHEPの計算プロセスに沿ったGISの処理プロセスについて報告するものである。

2. 研究方法

筆者らが実務経験をとおして抽出したHEPの実務上の技術的課題の解決を図るため、面開発事業に対して事業候補地の比較評価を行うといった架空のケーススタディを設定し、一般的なGISを用いてHEP分析を行った。GISソフトはESRI社のArcGISを用いた。

3. 研究結果

(1) HEP計算の概要と技術的課題

前述したようにHEPは、ある土地を特定の野生生物種（評価種）のハビタットとして「質」、「空間量（面積）」、「期間」の3つの観点からどの程度適しているか否かとして評価する。

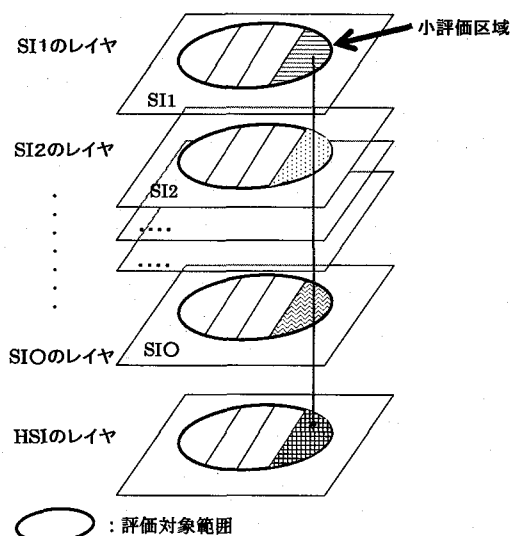
これらの3つの観点からの総合評価がHEPの特徴であ

るが、特に「質」の表現のしかたが特有である。

HEPにおける「質」は、評価種の生息に必要な条件（エサ条件、営巣条件など）をもとに抽出した評価種のハビタットとしての適否を規定する環境要因（植生、樹木の被度など）の状態によって示される。この環境要因の状態とハビタットとしての適否の相関関係を示したものがSIモデルである。SIモデルでは、ハビタットとしての適否を1.0（最適）から0.0（不適）の範囲で表す。また、SIモデルにより算出された環境要因ごとのハビタットとしての適性指標（Suitability Index：SI）を統合し、「質」としての総合指標であるHSI（Habitat Suitability Index）を算出する。

つまり、HEPの「質」を表すための計算プロセスは、まず、ある土地の環境要因それぞれの状態を分析し、その結果より対応するSI値を判読する。次に、判読した各SI値を統合し、HSIを算出する。さらに、算出したHSIに面積を掛け合わせることで、「質」および「空間量」から総合的にハビタットとしての適否を評価する指標であるHU（Habitat Unit）およびTHU（Total Habitat Unit）を算出することができる。HEPには、さらに「時間」の概念を含んだ指標があるがここでは割愛する。

以下にHEPの計算プロセスの概念図（図-1）とHUおよびTHUの算出プロセスを示す。



【HUおよびTHUの算出プロセス】¹⁾

- ①事業区域をそれぞれの環境要因の状態（SIモデルの条件）に従って区切り、各区切り（小評価区域）ごとのSI値を判読する。
- ②小評価区域ごとにHSIを算出する。
- ③HSIに小評価区域の面積を掛け合わせHUを算出する。

$$HU = \text{「小評価区域」の HSI} \times \text{面積} \quad (1)$$
- ④小評価区域ごとに算出したHUを合計し、THUを算出する。

$$THU = \text{評価対象範囲全域の HUを合計した値} \quad (2)$$

図-1 HEPの計算プロセスの概念図

図-1に示すように、HEPの計算は、土地利用や植生などのハビタットの質を規定する要因によって区分された土地（小評価区域）それぞれを均一な質を持つ土地とし、全てのSI値をこの区分によって判読する。よって、小評価区域を基本単位としてHSIおよびHUも算出される。

しかし、日本のように開発によって野生生物の生息地がモザイク化している場合、全てのSIの判読を同じ区分で行うことは難しい。図-2に日本のモザイク化した生息地に合わせたHEP計算プロセスの概念図を示す。

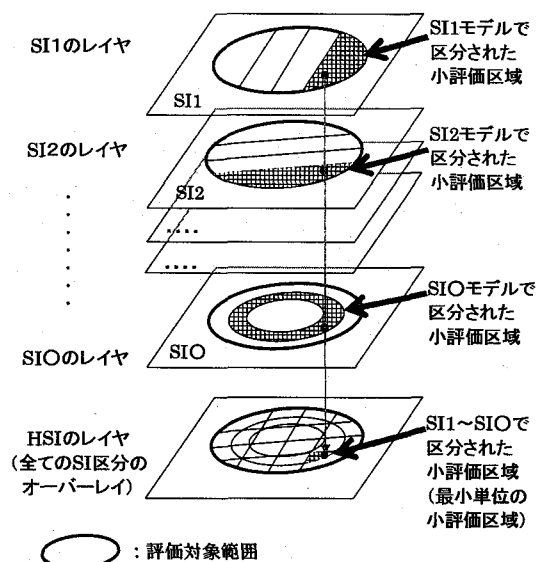


図-2 モザイク化した生息地でのHEPの計算プロセスの概念図

図-2にあるように、日本のモザイク化した生息地の場合、SIごとに小評価区域を設定しなければならない。そのため、全てのSIモデルの小評価区域を重ね合わせることで、より細かく区切られた小評価区域（これを「最小単位の小評価区域」と称す）を算出し、この区域ごとにHSIを明らかにしなければならない。

このようなことから、日本のモザイク化した生息地に対するHEPでは、計算作業が複雑かつ膨大になることが課題である。

(2) 架空のケーススタディの前提条件

前節で示した課題から、架空のケーススタディを設定し、GISを用いてHEPの計算プロセスを行うこととした。架空のケーススタディは次のように設定した。

a) 背景

神奈川県横須賀市において、面開発事業が計画されている。この開発では、事業候補地が2箇所挙げられている。事業者は、地元住民との軋轢を避け事業を円滑に進

めるため、できるだけ環境に配慮した事業計画とすることを望んでいる。そのため、事業候補地2箇所の現況を比較し、環境への影響が少なくなる（環境の状態が良くない）と考えられる事業候補地を事業区域として選択することとした。そこで、HEPを用いて事業候補地の比較評価を行うこととした。

事業候補地AおよびBの植生図をそれぞれ図-3に示す。それぞれの候補地の面積は、事業候補地Aは2,068,469m²、事業候補地Bは1,289,983m²である。

なお、この植生区分図のデータは、生物多様性センターが管理・運営しているデータベースである生物多様性情報システム⁵⁾（J-BIS：Japan Integrated Biodiversity Information System）で公開されている自然環境保全基礎調査第2-3回の現存植生のGISデータ（shp形式）を用いた。

なお、本来HEPは事業の利害関係者間で、評価種の専門家を含むワークチーム（HEPチーム）を構築し進める。そのため、HSIモデルについてもHEPチームで構築するものである。

b) 評価種

評価種は、生態系の上位種という観点から両候補地に生息する猛禽類の1種（本ケーススタディのための架空の種）を選択した。

c) HSIモデル

本種のHSIモデルは便宜的に架空の猛禽類の1種を対象に構築した。

以下に、今回用いたHSIモデルを示す。

SIモデルはSI1からSI3まで用意した。図-4から図-6にそれぞれのSIモデルを示した。

また、これらの環境要因は評価種にとって等しく重要で、どれかひとつの要因が欠落していると評価種のハビタットとして成り立たないと考えられた。そのため、SI結合式は式(3)のとおりとした。

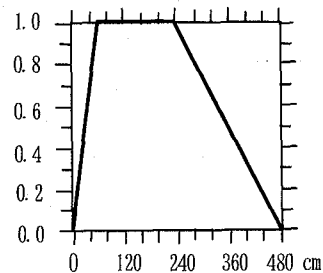
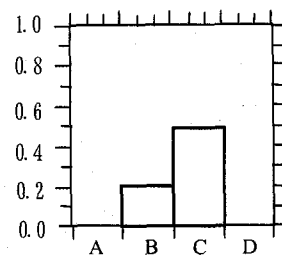


図-4 草本および灌木層の平均の高さ（SI1モデル）



- A) 平坦地形地帯
- B) 傾斜が10%以下の傾斜の丘陵地帯
- C) 傾斜が10%以上25%未満の山地地帯
- D) 傾斜が25%以上の山地地帯

図-5 地形の種類（SI2）

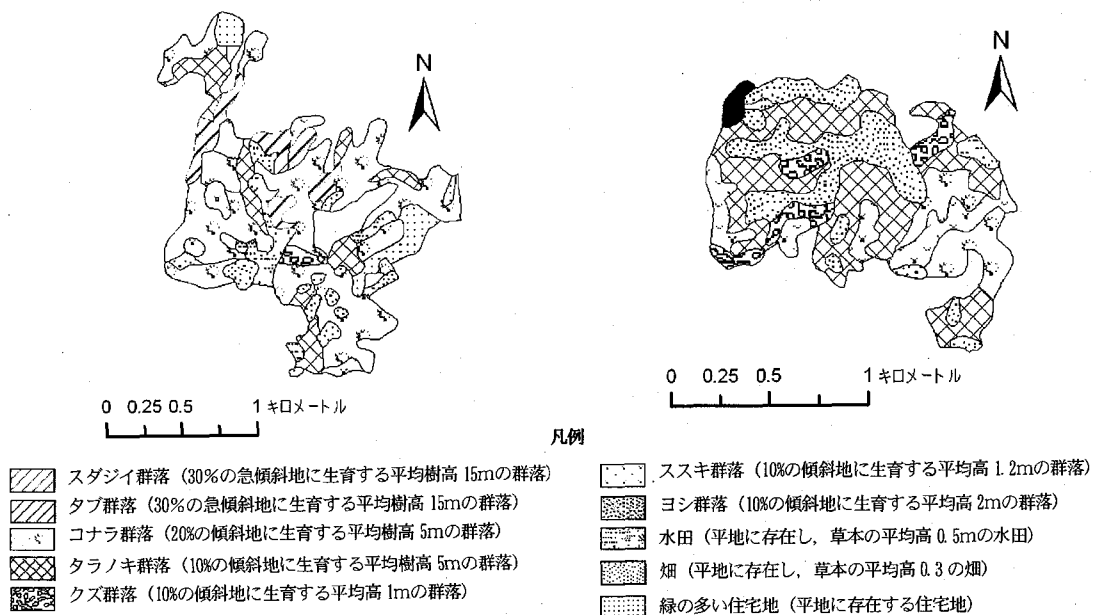
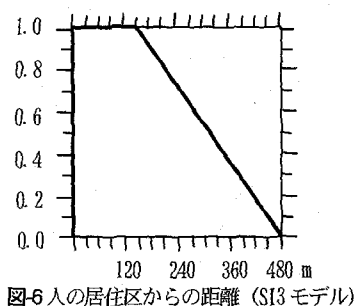


図-3 事業候補地A（左）と事業候補地B（右）の植生図



$$HSI = (SI1 \times SI2 \times SI3)^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

(3) GISを用いたHEP計算

事業候補地それぞれに対してGISを用いてHEP計算を行った。次にこれらの手順を示した。

a) SIモデルごとのレイヤ作成と属性値 (SI値) の付与

まず、SIモデルごとにレイヤを作成し、SIモデルの条件に従い事業候補地を区切って小評価区域を作成した。さらに、それぞれの小評価区域に属性としてSI値を与えた。図-7に事業候補地AをSI1モデルの小評価区域に区切りSI1値を与えた図を示す。同様にSI2とSI3の小評価区域区分図を図-8および図-9に示す。

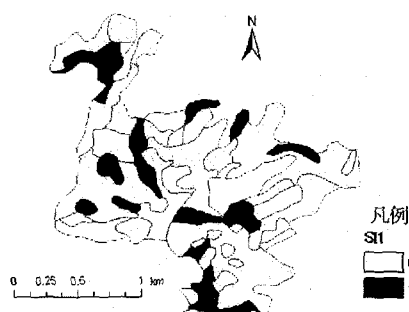


図-7 事業候補地AのSI1による小評価区域区分

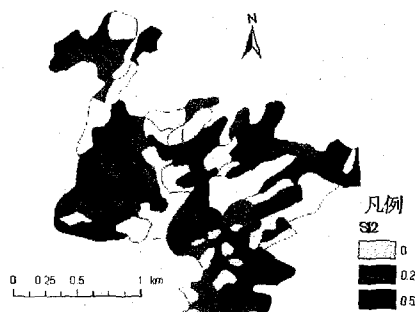


図-8 事業候補地AのSI2による小評価区域区分図

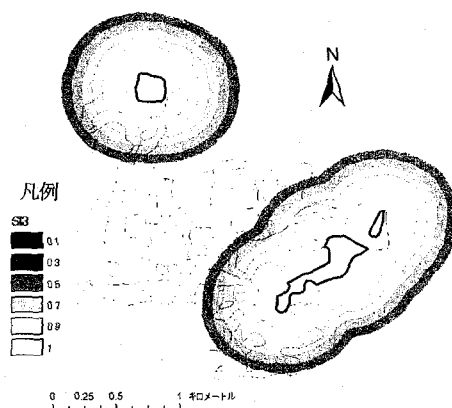


図-9 事業候補地AのSI3による小評価区域区分図

b) オーバーレイおよび串刺し演算

HSIを算出するため、オーバーレイ機能を用いてSIモデルごとのレイヤを全て重ね合わせ、最小単位の小評価区域を作成した。図-10に事業候補地Aの最小単位の小評価区域区分図例を示す。

また、オーバーレイ機能では、レイヤの重ね合わせによって分割された最小単位の小評価区域に各レイヤのSI値が属性として与えられているため、GISの演算機能を用いてSI1からSI3までを串刺し演算した。この串刺し演算により各小評価区域のHSI値を算出した。図-11および図-12に事業候補地AおよびBのHSIを表した図を示す。

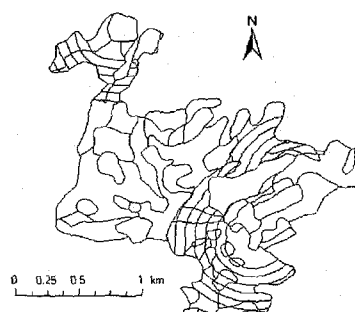


図-10 事業候補地Aの最小単位の小評価区域区分図

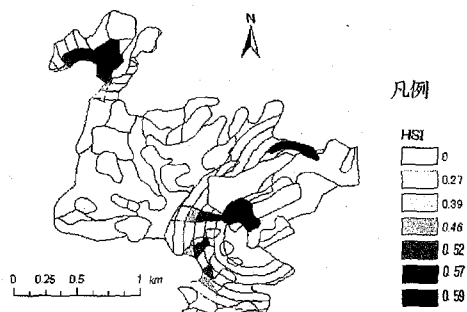


図-11 事業候補地AのHSIによる区分図

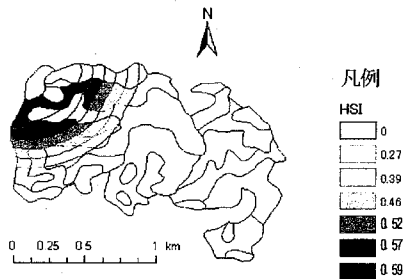


図-12 事業候補地BのHSIによる区分図

c) HUおよびTHUの算出

最小単位の小評価区域の面積を算出し、前項で算出したHSIと面積をGISの演算機能によって掛け合わせてHUを算出した。次に、全ての小評価区域のHUを合計し、事業候補地それぞれのTHUを算出した(表-1)。

算出結果は、事業候補地Aが101,000THU、事業候補地Bが99,700THUであった。事業候補地Bに比べ、事業候補地Aのほうが1,300THU高い値となり、事業候補地Aのほうが評価種のハビタットとしての総合的なポテンシャルが高いことが示された。

表-1 事業候補地AのHUおよびTHU算出結果

ID	NAME	SI1	SI2	SI3	HSI	AREA	HU
1	コナラ群落	0.0	0.5	0.0	0.00	1160	0
2	畑地	0.0	0.0	0.0	0.00	4337	0
3	ススキ群落	1.0	0.2	0.0	0.00	8579	0
4	コナラ群落	0.0	0.5	0.0	0.00	1357	0
5	ススキ群落	1.0	0.2	0.1	0.27	7575	2050
6	コナラ群落	0.0	0.5	0.1	0.00	2	0
7	コナラ群落	0.0	0.5	0.3	0.00	2	0
8	ススキ群落	1.0	0.2	0.1	0.27	51	14
9	ススキ群落	1.0	0.2	0.3	0.39	51	20
10	コナラ群落	0.0	0.5	0.1	0.00	110	0
260	コナラ群落	0.0	0.5	0.3	0.00	7861	0
261	コナラ群落	0.0	0.5	1.0	0.00	6517	0
262	タラノキ群落	1.0	0.2	1.0	0.59	19605	11600
263	コナラ群落	0.0	0.5	0.5	0.00	7852	0
264	コナラ群落	0.0	0.5	0.7	0.00	8195	0
265	コナラ群落	0.0	0.5	0.9	0.00	8645	0
266	コナラ群落	0.0	0.5	0.9	0.00	557	0
267	コナラ群落	0.0	0.5	1.0	0.00	25184	0
268	コナラ群落	0.0	0.5	1.0	0.00	20493	0
269	緑の多い住宅地	0.0	0.0	1.0	0.00	36535	0
THU合計							101000

注) HSIは小数点第三位を四捨五入、HUは上から4桁目または小数点第一位を四捨五入している。AREA(面積)の単位は㎡である。

(3) 結論

本ケーススタディの結果、モザイク化した生息地に対するHEPの計算プロセスに沿ったGISの処理プロセスを行うことでHEPの効率化が可能になった。HEPの効率化に結びつくGISの機能は以下のとおりである。

まず、GISのオーバーレイ機能と串刺し演算機能は、

HEP分析をモザイク化した生息地に適用させるために必要な最小単位の小評価区域の算出と区域ごとのHSIの算出を効率化することができる有効なツールであることがわかった。

また、GISの演算機能は最小単位の小評価区域の面積を算出することができ、さらにそれらの面積はそれぞれの区域の属性値として与えられるため、HUの算出に対しても大変有効であることがわかった。

以上のことから、HEP分析を行うにあたって、特に日本のようなモザイク化された土地利用においては、GISの技術の有効性が示された。

4. 考察

最近、環境省では、自然環境に関するアセスメントを効果的・効率的に支援するツールとして、自然環境に関する空間情報を地図上に展開、解析できる環境アセスメントベースマップ®をWEB上(環境影響評価情報ネットワーク <http://assess.eic.or.jp/>)で公開している。その中でアセスメントに利用可能な図として、ある生物種が分布する地点とその場の環境要因との対応関係から類推して、地図上に生物種にとっての潜在的な価値の高い場所(生息地)を評価するポテンシャル・ハビタット・マップの作成を挙げている⁷⁾。

このようなポテンシャル・ハビタット・マップと併せて、ある生物種に関する環境要因(即ち、HEPでいうところのHSIモデルのことである)と、ある土地がその環境要因と照らし合わせてどのような適性であるのか(即ち、HEPでいうところのHSIの値である)という情報を同じWEBサイトで公開することが望まれる。さらにこれらのHSIモデルやHSIの値を同じGIS上で利用することができる環境が整備されることによって、野生生物の生息地保全の観点からの土地利用に関する具体的で有益なアドバイスを誰もが比較的容易に得ることが可能になるだろう。

そのためには、今後、各地の個別のHEP分析で用いたHSIモデルやGISデータなどを、前述したようなポテンシャル・ハビタット・マップのようなプラットフォームを通して、データベース化等の整備を進めていくことが重要であると考えられる(環境アセスメント学会⁸⁾では、日本在来生物に関するHSIモデルを公開している。

<http://www.yc.musashi-tech.ac.jp/~tanaka-semi/HSIHP/index.html>).

5. まとめ

本稿では、HEPを日本に適用する際に課題になると考えられる、日本のモザイク化した土地の分析によるHEPの計算プロセスの複雑化と膨大化という課題に着目した。

そこで、これらの課題の解決策となりうるGISを用いてHEP分析を架空のケーススタディに対して行った。その結果、モザイク化した生息地に対するHEPの計算プロセスとGISの処理プロセスの関係を明らかにすることで、以下のようなHEPの計算プロセスの効率化に結びつくGISの機能を示すことができた。

- ・GISのオーバーレイ機能と串刺し演算機能は、HEP分析をモザイク化した生息地に適用させるために必要な最小単位の小評価区域の算出と区域ごとのHSIの算出を効率化することが可能なこと。
- ・また、GISの演算機能は最小単位の小評価区域の面積を算出することができ、さらにそれぞれの区域の属性値として与えられるため、HUの算出に対しても大変有効なこと。

以上のことから、HEP分析を行うにあたって、特に日本のようなモザイク化された土地利用においては、GISの技術的有効性が示された。

参考文献

- 1)環境省自然環境局：平成 16 年度社会資本整備事業調査費（調査の部）ートキの野生復帰のための生息環境の整備方策策定調査報告書，環境省，2005.
- 2)阿部茂晴，前田泰伸，静岡県立磐田南高等学校生物部：ベッコウトンボの HSI モデル構築とその適用可能性，環境アセスメント学会 2006 年度研究発表会要旨集，2006，pp. 30-34，2007
- 3)吉沢 麻衣子，市村 康，藤崎 奈緒美，木村 賢史，田中 章，西村 修：HSI モデルを用いた東京港における生態系評価，第 39 回日本水環境学会講演集，2006，pp. 29.
- 4)田中 章：HEP 入門－ハビタット評価手続き－，朝倉書店，2006.
- 5)生物多様性情報システム：<http://www.biodic.go.jp/J-IBIS.html>
- 6)環境アセスメントベースマップ：<http://assess.eic.or.jp/>
- 7)増澤 直：地生態学を基礎とした環境ベースマップの作成ととの活用，環境技術 別冊，34 (5)，pp. 359-366，2005.
- 8)環境アセスメント学会：<http://www.yc.musashi-tech.ac.jp/~tanaka-semi/HSIHP/index.html>

PROPOSAL OF HABITAT EVALUATION PROCEDURE BY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Maiko YOSHIZAWA and Akira TANAKA

Recently, Habitat Evaluation Procedure(HEP) has been applied in Japan. The author applied HEP to some Environmental Impact Assessment. We focused on a technical problem of HEP found by our experience. The problem is that HEP accounting is complicated because of mosaic habitat in Japan. So, we applied Geographical Information System(GIS) to HEP accounting to improve the efficiency. And it was cleared that GIS is effective tool for HEP.