GIS を用いた植生・土壌・水源涵養による自然度とオオタカ HSI モデルによる生息適地の定量化

建設工事と生物多様性保全の両立を目指して

大野　剛*1・藤原　靖*1

Keywords : GIS, degree of human disturbance, HSI, quantification
GIS，自然度，HSI，定量化

1.　はじめに

1990 年以降，生物多様性条約をはじめ，世界では生態系保全に対する取組が活発化している。日本でも，2007 年に環境省が中心となった第三次生物多様性国家戦略の策定や，国土交通省による「減災」「自然の保全・再生・創出」「人と自然の営みの調和」の 3 本柱を骨子とした国づくりの推進など，生態系保全にむけた取り組みが強まりつつある。

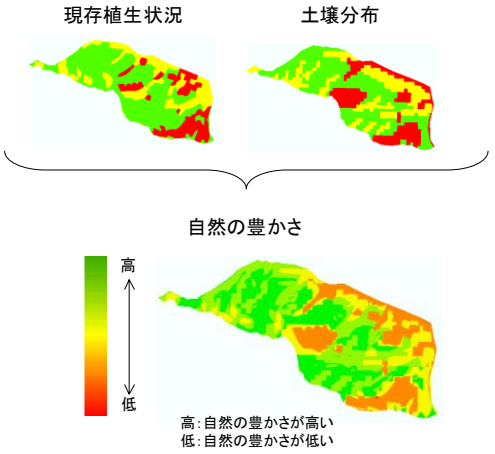
生態系に関わらず，環境負荷を伴う事業を行う場合，環境影響を適切に評価することが求められている。建設工事においては，　地形改変工事により環境に大きな影響を与える場合が多い。自然環境を適切に評価した上で設計や施工計画を立案し，工事を進めることが重要である。自然環境の評価手法に関する研究開発は，国，大学，企業の研究機関で進められており，実際の事業に適用されつつある。

このような背景から，当社では GIS（地理情報システム）を活用した植生・土壌・水源涵養による自然度とオオタカ HSI モデルによる生息適地の定量化に関する研究を進めている。本研究は，自然環境に関する様々な事象を定量的に扱い統合評価することで自然環境の状態を視覚的に把握できるため，得られる評価結果は，自然環境保全に配慮した設計・施工計画などを支援する資料として活用することができる。本報では，本研究の概要と適用事例について紹介する。

＊1　技術センター土木技術研究所水域・生物環境研究室

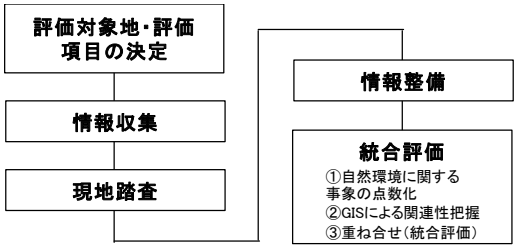
2.　研究概要

本研究は，各項目を GIS データ化し，点数をつけて相関性を確認しながら重ね合せて，統合評価結果を得るという手順で行われる。図－1 は，関東地方 K 丘陵地域で行った自然環境の統合評価事例を用いた概要図である。この事例では，現存植生状況と土壌分布の 2 つの項目を用いて自然環境を統合評価した。本システ



図－1　システム概要図

Fig.1 Outline of system



図－2　作業フロー図

Fig.2 Flow chart

ムの各作業の詳細を，図－2 の作業フローに従い説明する。

2.1　評価対象地・評価項目の決定

評価対象地，および自然環境の評価項目を決定する。評価項目は，既存の評価手法を参考に設定されている。（例えば「植生自然度」「土壌生産力」「水源涵養力」）

2.2　情報収集

決定した評価項目に対して必要な資料を収集する。

本研究は GIS を活用するため，資料形態は以下の 3 パターンに分けられる。

①GIS データとして整備されている

②GIS データとして未整備であるが，資料は存在する（紙地図，空中写真など）

③資料が存在しない

資料の種類は，インターネットでダウンロードして容易に確認できるものから，役所などで閲覧のみ可能なものまで様々である。資料が存在しない，もしくは得たい情報が思うように揃わない場合は，現地調査により新たな資料を作成する必要がある。この場合は，多くの時間が費やされる場合がある。

2.3　現地踏査

収集した資料と対象地の状況の相違を確認するために，現地踏査を行う。特に，市街地では，地図上では裸地になっているが現状は植生が繁茂していたり地図情報が古いために新しく整備された公園や道路などが地図に示されていないことが多々あるため，この点に十分に留意して調査を行う必要がある。

2.4　情報整備

資料収集と現地踏査に基づき，GIS データを整備する。GIS データが無い場合は，専用ソフトや手作業により GIS データを作成する。評価範囲の制限はデータの有無にのみ依存するが，評価精度は使用する GIS データの精度に依存ずる。

2.5　統合評価

①～③の手順に従い実施する。

①自然環境に関する事象の点数化

点数化手法は 2 種類ある。

第一の手法は，既存の評価基準に従い点数化する手法である。本研究では自然の豊かさを表す意味で自然度という言葉を用いている。表－1，表－2 は自然度を評価する項目を指す。表－1 は，自然度の一つである植生自然度を示している。環境省生物多様性センターの定義によると，植生自然度とは，「自然は人間の手のつけ具合，人工の影響の加わる度合によって，きわめて自然性の高いものから，自然性の低いものまで，いろいろな階層にわかれて存在する」という考え方に基づいている[1)]。表－2 は土壌生産力を示しており，土壌の生産環境保全機能（10 機能）の 1 つである生産機能を指標化したものである[2)]。

表－1　植生自然度

Table 1 Degree of human disturbance of vegetation

植生自然度	区分基準
10	高山ハイデ、風衝草原、自然草原等、 自然植生のうち単層の植物社会を形成する地区
9	エゾマツートドマツ群集、ブナ群集等、 自然植生のうち多層の植物社会を形成する地区
8	ブナ・ミズナラ再生林、シイ・カシ萌芽林等、 代償植生であっても、特に自然植生に近い地区
7	クリーミズナラ群落、クヌギーコナラ群落等、 一般には二次林と呼ばれる代償植生地区
6	常緑針葉樹、落葉針葉樹、常緑広葉樹等の植林地
5	ササ群落、ススキ群落等の背丈の高い草原
4	シバ群落等の背丈の低い草原
3	果樹園、桑園、茶畑、苗圃等の樹園地
2	畑地、水田等の耕作地、緑の多い住宅地
1	市街地、造成地等の植生のほとんど存在しない地区

表－2　土壌生産力

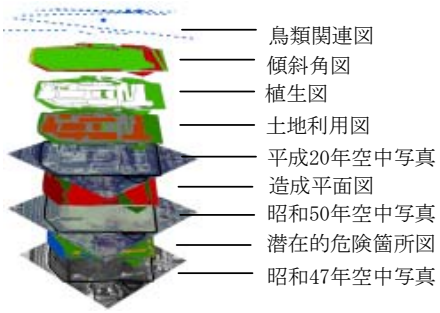
Table 2 Soil productivity

評価基準				
5	4	3	2	1
湿性褐色森林土	褐色森林土	黒ボク土 淡色黒ボク土		岩石地・表層土・未熟土
		←乾性褐色森林土→		粗粒火山放出物未熟土
		褐色森林土（黄褐系）・同（赤褐系）	乾性褐色森林土（黄褐系）・同（赤褐系）	乾性ポドゾル・湿性ポドゾル
			←赤黄色土・暗赤色土→	
				泥炭土・グライ土

表－3　評価項目一覧

Table 3 Evaluation items

軸	項目	因子	ランク
自然度	植生自然度（1～5点）	現存植生	1～5点
	土壌生産力（1～5点）	土壌分類	1～5点
	水源涵養力（5～25点）	表層地層	1～5点
		土壌分類	1～5点
		傾斜	1～5点
		標高区分	1～5点
		森林区分	1～5点



図－3　各事象の関連性把握

Fig.3 Understanding link of each element

第二の手法は，HSI（Habitat Suitability Index：ハビタット適性指数）モデルを用いて点数化する手法である。HSIモデルとは、ある土地における特定の野生生物のハビタット（生息環境）としての適性を求めるためのモデルのことである。モデルは、ハビタットの適性を 0（不適）～1（最適）という値で示す数式、あるいは文章、さらにはそれらをまとめた小冊子という形式で表される[3)]。本研究ではGISにHSIモデルを導入しているため，対象とした野生生物の生息適地を視覚的に把握することが可能となっている。

②GIS による関連性把握

図－3 は次章で紹介する当社技術センターでの評価時に作成した各事象の相互関係把握図である。GIS は，本報で扱う自然度と HSI モデルのように，同一空間における各事象の相互の関連性を容易に把握するのに非常に適している。

③重ね合せ（統合評価）

表－3 は，本研究で扱う自然度の評価因子，評価項目および評価軸の関係を示している。点数化した因子を重ね合せることで評価項目が，評価項目を重ね合わせることで評価軸が得られる。例えば，水源涵養力は，国土庁が土地利用目的別の開発可能性と評価分級する方法として提案した 1 項目である[4)]。5 つの因子を各々 5 段階評価したものが足し合わされ，25 段階で評価される。得られた水源涵養力と植生自然度および土壌生産力を重ね合わせて自然度（軸）が得られる。

本報で扱う評価軸は，自然度および HSI モデルである。重ね合せ時には，自然環境の各因子，項目，軸についてをどの程度優先するかに応じて重みをつけることも可能である。また，評価結果は色分けできるため，自然の豊かさの現状を容易に把握することができる。さらに，自然の豊かさの点数のつけ方を変える事で，目的に応じた評価図（植生自然度が高く土壌生産力も高いエリアなど）を得ることが可能となる。

3.　適用事例

本報では，　2 つの適用事例を紹介する。

一番目の大成建設技術センターへの適用事例は，地盤の安定性からみた防災評価を交えながら植生に注目した自然度の定量化である。

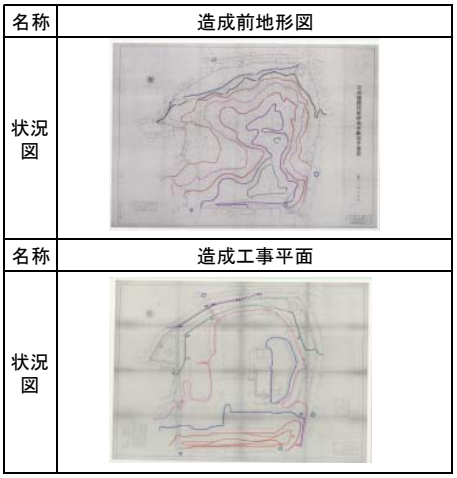
二番目の神奈川・東京エリアへの適用事例は，植生・土壌・水源涵養力による自然度およびオオタカ HSI モデルによる生息適地の定量化である。

3.1　大成建設技術センターでの適用事例

3.1.1　評価概要

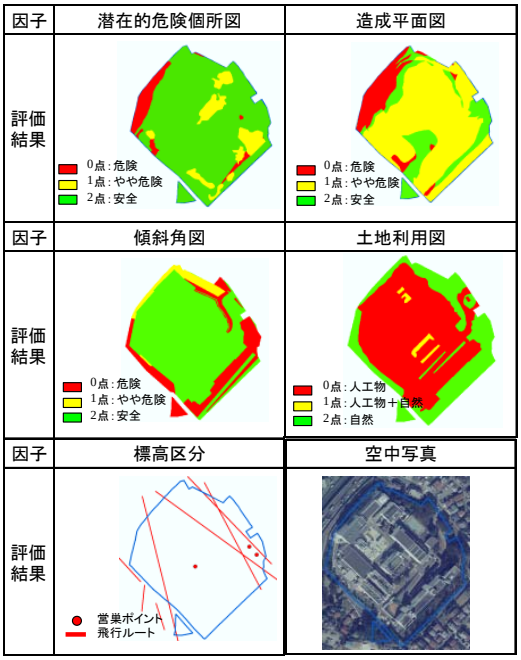
技術センターは，かつて自然豊かであった横浜市戸塚区の市街地に位置する。当センターは市街地に位置しながらも自然豊かなエリアが一部残っているため，2007 年に生物多様性の向上を目指して，鳥類の誘致を目的とした植栽が実施された。現在，貴重種として知られる猛禽類「ツミ」の営巣が確認されている。

本事例では，1972 年の空中写真や地形図，センター構築時の造成図面，現在の土地利用図，植生図などを用いて地盤の防災度が高く自然が豊かである範囲の抽出を行った。



図－4　現状図

Fig.4 Present condition



図－5　各項目の点数付け

Fig.5 Scoring results

3.1.2　結果

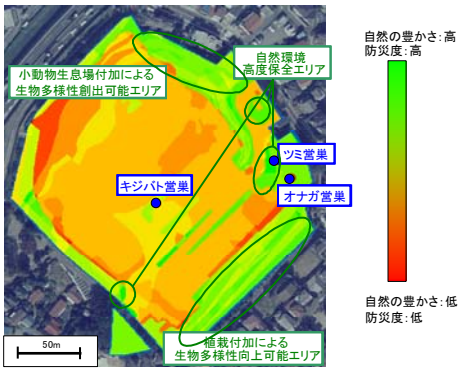
図－4 は現状図，図－5 は各項目の点数付け，図－6 は統合評価結果を示している。

竣工前の図面から，現在では確認できない事項が明らかになった。例えば，造成前地形図から，自然豊かな山林を切り開いて造成したことや，裸地・崖・湿地が点在していたことを確認することができた。造成工事平面図から，約 7 割を切土したことや，現地盤を極力残して有効に活用した施工が行われたことを読み取ることができた。

このような情報を整理した後に現地を踏査し，各項目を 3 段階で点数付けした。点数付けは，2 章で紹介した基準を参考に実施している。防災度が高いとは地盤の防災対策が十分であり，自然度が高いとは自然環境が豊かであることを示している。図－5 の土地利用図の凡例に示されている自然とは草地，低木，高木などの植生を意味しており，自然度評価に用いている。図－3 に示すように，GIS によりお互いの相関性を確認しながら，防災度と自然度の重要度合いを均一にして重ね合わせを行い，図－6 に示した評価結果を得ている。図－6 では「防災が高く自然が豊かである箇所」を緑色で，「防災度が低く自然の豊かさが低い箇所」を赤色で明示している。なお防災度については，造成前の資料を使って評価したために赤色に表示されているエリアがあるが，造成時に十分な防災対策が実施されており，現時点では防災上の問題は無い。

3.1.3　考察

盛土・切土が行われていないエリアは，地盤が安定しているだけでなく，手付かずの植生が多く残っていることが判明した。このエリアにはツミが営巣しているため，生物にとって貴重なエリアであることが確認できる。さらに，巣箱の設置や石積の隙間創出による生物の隠れ場所創出などの生き物の生息可能性を高める技術の導入により，生物多様性をより向上・創出できるエリアが確認された。このエリアは，造成前の現地盤が一部残っており，様々な植生を確認することができる。また，現時点で鳥類や昆虫類の飛来も確認することができる。今後，植栽や小動物生息場所の付加を行うことにより，他のエリアに比べて多種多様な生物を誘致できると考えられる。



図－6　統合評価結果

Fig.6 Evaluation result of degree of human disturbance

3.2　神奈川・東京エリアでの適用事例

3.2.1　評価概要

神奈川県横浜市内全域を含むエリアを対象に，「植生自然度」「土壌生産力」「水源涵養力」の 3 項目を自然度評価項目とした。さらに，現地で確認されるオオタカに注目し，「オオタカ HSI モデル」を用いた生息環境の適性評価を行った。図－7 の A は奥多摩・丹沢エリア，B は三浦半島エリア，C は多摩丘陵エリアである。

A:奥多摩･丹沢エリア
B:三浦半島エリア
C:多摩丘陵エリア

図－7　評価範囲

Fig.7 Evaluation area

図－8 は，対象地の評価に用いた現況図の一例を示している。評価結果では「自然の豊かさ」および「オオタカの生息に適した箇所」を明示している。さらに 2 つの評価結果を重ね合せて，自然の豊かさとオオタカの生息の関係把握を行っている。本報で採用したオオタカHSIモデルは，オオタカの生存必須条件として，営巣時に必要な 3 つの条件（営巣林の植生，標高，人為的距離）と採餌時に必要な 1 つの条件（林縁からの 200mのカバータイプ）の 4 条件をモデル化している[5)]。

3.2.2　結果

自然度，オオタカ HSI 評価が高い箇所は緑色で，その逆は赤色で明示している。ここで自然度が高いとは，自然環境が豊かであること，HSI 評価が高いとは，オオタカ生息に適した箇所であることを意味している。

植生自然度，土壌生産力，水源涵養力および 3 項目を重ね合せた自然度評価結果を図－9 に示す。 自然度評価は，3 項目の重要度合いを均一にして重ね合せにより行っている。各評価結果に示されている青いラインは，横浜市区界を示している。

評価結果から，奥多摩・丹沢および三浦半島での植

生自然度と土壌生産力の評価点数は高くなっていることがわかる。また，水源涵養力は，内陸部の評価が高くなっている。3 項目を重ね合せた自然度は，奥多摩・丹沢エリアの評価が高くなっている。さらに，横浜から三浦半島にかけても自然度評価の高い箇所が点在している。

オオタカ HSI モデルの各因子の評価結果およびモデル評価結果を図－10 に示す。奥多摩・丹沢エリアおよび三浦半島の内陸部では，営巣林の植生，および人為的距離の評価が高くなっている。丹沢の南と三浦半島では餌場の評価結果が特に高く，その他の箇所でも餌場の評価結果が高いエリアが点在している。オオタカ HSI モデルでは，奥多摩・丹沢と三浦半島，横浜市西側で評価結果が高い場所が点在している。

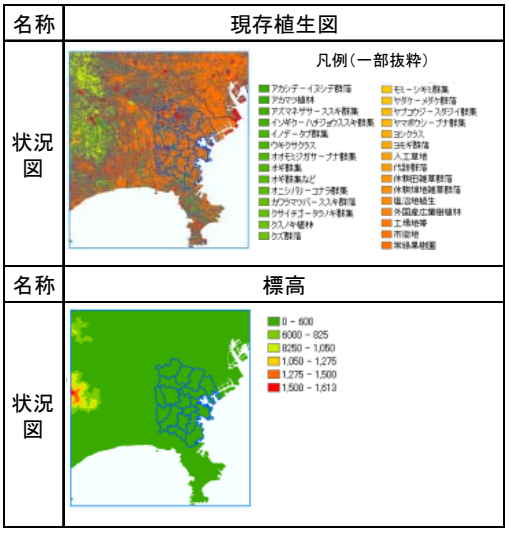
3.2.3　考察

①自然度評価

奥多摩・丹沢エリアおよび三浦半島エリアの自然度評価は高評価となっている。これは植生自然度と土壌生産力の評価結果が高いためである。土壌生産力の評価結果が高いエリアは植生自然度の評価結果も高くなっていることから，植生の生育状況は良好と考えられる。多摩丘陵エリアは，奥多摩・丹沢エリアおよび三浦半島エリアに比べると，自然度評価が高いエリアが少ない。東京都 23 区や川崎市，横浜市および小田原市などの市街地エリアでは，他のエリアに比べて自然度評価結果が低い。表層地層と土壌の評価が低いことが原因と考えられる。また，河川流域エリアでの自然度評価結果も低くなっている。これは植生自然度と土壌生産力の評価結果が低いためである。しかし実際の河川流域では，自然が豊かな場合もある。本研究の結果と現況が合致しない理由の一つに，本研究で使用している植生データの精度が考えられる。

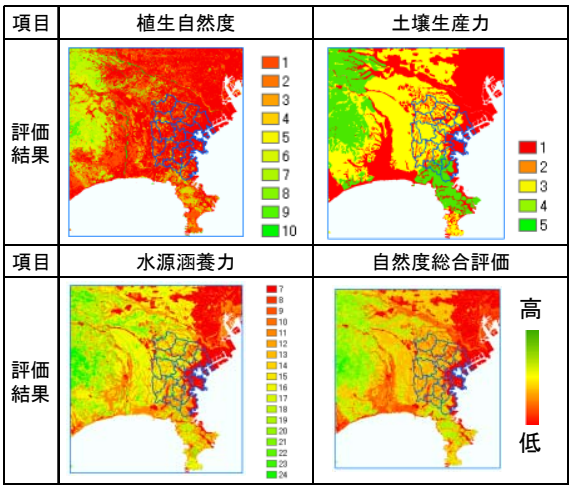
②オオタカ HSI 評価

奥多摩・丹沢エリアおよび三浦半島エリアのオオタカ HSI 評価結果は高いが自然度評価結果に比べるとその面積は小さい。これは「標高が高いと営巣しない」「林内は餌採には向かない」という評価が今回採用した HSI モデルに入っているためと考えられる。多摩丘陵エリアは奥多摩・丹沢エリア，三浦半島エリアに比



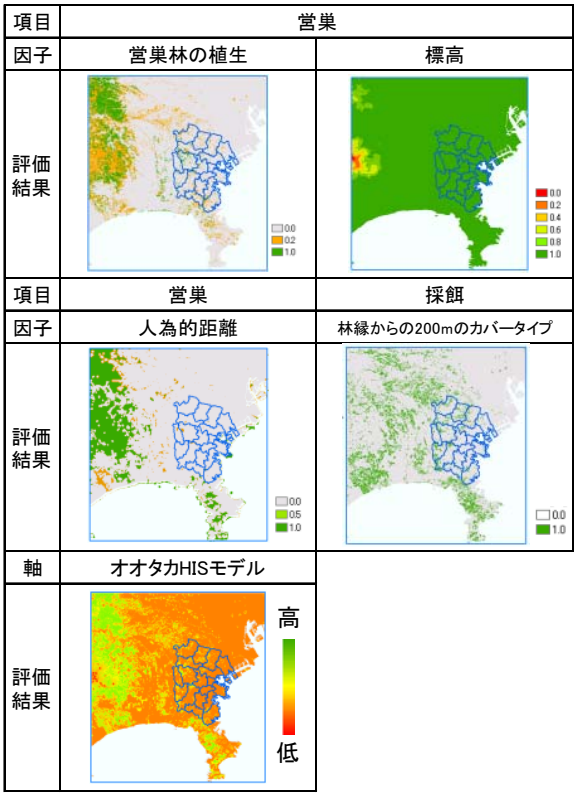
図－8　現況図（一例）

Fig.8 Present condition



図－9　自然度評価結果

Fig.9 Evaluation result of degree of human disturbance



図－10　オオタカ HSI モデル評価結果

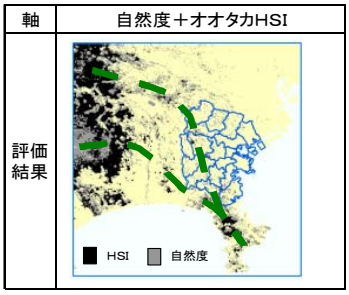
Fig.10 Evaluation result of HSI-model of Accipiter gentilis

べると，本エリアのオオタカ HSI 評価結果は低くなっている。横浜市西部の中央部から南にかけては，まとまった高評価エリアがある。このエリアには営巣に適した植生があり，採餌に適した場所が広がっているとう条件が揃っているため，高評価となっている。市街地エリア・河川流域エリアはともにオオタカ HSI 評価結果が低い。営巣に適した植生が少なく，市街地から近いため，評価も低くなっている。

③統合評価結果

自然度評価とオオタカ HSI 評価の結果を統合した結果を図－11 に示す。自然度評価結果の高得点箇所（灰色）の上にオオタカ HSI 評価結果（黒色）の高得点箇所を重ね合せた。オオタカ HSI 評価結果が高いエリアが，自然度が高いエリアとほぼ一致した。これは自然度およびオオタカ HSI の評価を行う際に，共に現存植生図を用いていることが大きな要因と考えられる。また，自然度評価は高いがオオタカ HSI 評価は低いエリアも存在する。これは植生は繁茂しているが，オオタカ営巣に適した針葉樹林が少ないためである。

さらに，HSI 評価と自然度が高いエリアを結ぶと，コリドーと想定できるラインを読み取ることができる（図－11 緑破線）。コリドーは生態系にとって非常に重要な意味を持つ。本研究は，オオタカ生態にとって重要と考えられるコリドーラインを明示する可能性も示すことができた。



図－11　自然度評価とオオタカ HSI モデル評価の統合

Fig.11 Unification degree of human disturbance and HSI-model of Accipiter gentilis

4.　終わりに

本研究では，自然環境を定量的に扱い評価することで，自然の豊かさの現状を容易に把握できる可能性を見出すことができた。

技術センターの事例では，生物多様性が保全されているエリアや，今後改善できるエリアを本システムで明示することができた。

神奈川・東京エリアの事例では，自然環境の現状をわかりやすく確認できただけでなく，野生生物に適したエリアを視覚的に把握できる可能性を見出せた。

評価結果は，造成工事や改修工事などの地形改変を伴う場面において活用することで，保全すべきエリアに留意した工事現場内のヤードや工事用道路の配置計画や施工中の自然環境の保全度合いを把握するための支援ツールとして活用できる。

今後は，建設工事現場のような局所的な範囲において，対象地特有の自然環境を考慮した自然度評価や対象地に生息する小動物の HSI モデル評価を適用した研究を進めていく。

参考文献

1) 環境省 HP：自然環境保全基礎調査, http://www.biodic.go.jp/kiso/vg/vg_kiso.html
2) 松井健，岡崎正規： 環境土壌学―人間の環境としての土壌学―, pp.217-237,朝倉書店, 1993.
3) 環境アセスメント学会生態系研究部会 ＨＳＩモデル公開用 HP：http://www.biodic.go.jp/kiso/vg/vg_kiso.html
4) 地域開発コンサルタンツ㈱：土地評価分級手法の計画への適用調査， 昭和 57 年 3 月.
5) 渋谷祐樹，田中章：オオタカの HSI モデル構築，ランドスケープ・エコシステムズ研究室　武蔵工業大学環境情報学部環境情報学科.