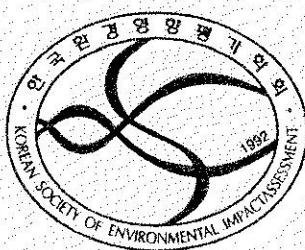


2004년 한일환경영향평가학회 국제워크숍 자료집

■
전략환경평가를 향한 새로운 움직임



- 일시 : 2004년 11월 12일(금)~ 13일(토)
- 장소 : 제주도 서귀포 KAL호텔
- 주최 : (사)한국환경영향평가학회
- 후원 : 한국과학기술단체총연합회

(사) 한국환경영향평가학회



Richard

日本の生態系アセスの現状と課題 —HSI モデル構築の傾向を例にとって—

田中 章

武藏工業大学環境情報学部

Musashi Institute of Technology, School of Environment & Information Study

1. 背景と目的

1999 年に施行された環境影響評価法では、新たに「生態系」が評価項目に加わり、生態系への影響を評価すること（これを生態系アセスメントと称す）が追加された。これは、それまでの閣議決定要綱アセスメントにおける動物・植物評価では、生態系を総合的かつ定量的に評価することなく、貴重種の有無の判断に偏り、結果として環境アセスメントが実質的な生態系の保全（自然生態系の質的かつ量的な保全）に貢献しなかったことに対する反省からである。

環境影響評価法の出現によって、定量的な生態系アセスメント手法の確立が求められるようになった（田中,2000a）。

最近、盛んに日本への導入が検討され始めている HEP (Habitat Evaluation Procedure) は、生態系の状態を、野生生物のハビタットの「質」と「空間」と「時間」という 3 つの軸から総合的に捉えようとするものであり、特にこれまでの日本の動植物評価に不足あるいは欠落していた「空間」と「時間」という量の評価、確保というニーズに応えうる手法である（田中,2002b）。

本稿のテーマである HSI (Habitat Suitability Index, ハビタット適性指数) は、HEP で「質」を表す指標である。生態系アセスメントの新手法導入には、実務の上からはより簡易的なものが望まれるが、生態学的な精度も同時に満足する必要がある。HSI のあり方によっては HEP をより簡易なツールにも無駄に複雑なツールにもすることが可能である。つまり、日本への HEP の導入の鍵は HSI モデルのあり方が握っているといつても

過言ではない（田中,2003a）。

日本に HEP が紹介されてから（田中,1998a、田中,1998b、田中,2002a、田中,2002b、(財)日本生態系協会,2004a 等）、日本在来種の HSI モデル構築の報告も次第に散見されるようになった。田中・畠瀬 (2003b) では日本のハビタットモデル事例（一部 HSI を含む）を整理したが、米国あるいは日本の HSI モデルを網羅してその傾向を分析した既往研究はない。

このような背景を踏まえ、本研究では日本の HSI モデル構築の近況を明らかにすることを目的として実施した。

2. 調査方法

日本における HSI モデル構築の現状と課題を明らかにするために、米国で公表されている HSI モデルの状況と比較する方法をとった。

米国で公表された HSI モデルについては、U.S. Geological Survey(米国地質調査局) のホームページ上に公表されている 151 の HSI モデル（以下、USGS 公表 HSI モデルと称す）を対象とした。また日本の HSI モデルについては、2004 年 9 月 15 日までの期間に文献検索システムなどを用いて入手可能なものを収集した。収集した HSI モデルはいくつかの項目ごとに集計し、米国の傾向と比較した。

3. 調査結果

3.1 日本で公表された HSI モデル

日本で公表された HSI モデルを表 1 に示した。本調査では、HSI モデル化された評価対象（日本在来野生生物）を 27 件確認した。また、同一の評価対象に対して、複数本の HSI モデルがあるため、

表1 日本において公表されたHSIモデル一覧

分類	HSIモデルの対象 (環境省レッドリスト記載)	SIモデル数	適用範囲		HEPのステップ(行われた評価)			出典
			地理的条件	評価対象年齢	HSI算出 (質)	HU算出 (質×空間)	累積的HU算出 (質×空間×時間)	
I 新たにHSIモデルを構築したもの								
哺乳類	テン (無し) <i>Martes melampus</i>	2	あり	通年	×	×	×	中村俊喜 2003)
		2	あり	通年	×	×	×	財)日本生態系協会 (2004c)
哺乳類	ニホンリス <i>Sciurus lus</i> (LP: 西日本を除く中国地方以西)	5	あり	通年	×	×	×	林典子 2003)
		6	あり	通年	×	×	×	財)日本生態系協会 (2004b)
鳥類	ムササビ (無し) <i>Petroustis leucogenys</i>	3	あり	通年	×	×	×	財)日本生態系協会 (2004a)
	サンバ (無し) <i>Buteastur indicus</i>	5	あり	×	×	×	×	財)日本生態系協会 (2004d)
両生類	トウキョウサンショウウオ <i>Hynobius tokycensis</i> (LP: 東京都・愛知県)	4	×	繁殖期	○	○	○	高橋克富ほか (2003)
		7	あり	×	×	×	×	小松吉重ほか (2003)
		7	あり	繁殖期・非繁殖 期成体	○	○	○	財)日本環境アセスメント協会・研究部会 自然環境影響評価手法研究会 (2004f)
魚類	フグイ (無し) <i>Tribolodon hakonensis</i>	4	×	×	×	×	×	和田真治ほか (1998)
	マカゴ (無し) <i>Conger myriaster</i>	12	×	×	○	×	×	中村義典ほか (2003)
魚類	カブトマヅメ (無し) <i>Cottus pollux</i>	15	あり	稚魚期から 成魚の繁殖期	×	×	×	財)日本環境アセスメント協会・研究部会 自然環境影響評価手法研究会 (2004e)
	オイカワ (無し) <i>Zacco platypus</i>	8	×	×	○	×	×	山下泰喜ほか (2002)
魚類	メバル達魚 (幼魚) (無し) <i>Sebastodes intermedius</i>	6	あり	春夏季 あるいは秋季	○	○	×	社)日本環境アセスメント協会・研究部会 自然環境影響評価手法研究会 (2004h)
	オオムラサキ (NT) <i>Saseckia charanda</i>	6	あり	通年	×	×	×	財)日本環境アセスメント協会・研究部会 自然環境影響評価手法研究会 (2004b)
魚類	ミドリジミ (無し) <i>Noozephyrus japonicus</i>	2	あり	通年	×	×	×	財)日本生態系協会 (2004d)
	シオタネキ (NT) <i>Uca arcuata</i>	7	×	×	○	×	×	宇野宏司ほか (2002)
無脊椎動物類	シオタネキ (NT) <i>Uca lactea</i>	2	×	×	○	×	×	宇野宏司・中野善 (2003a)
		4	×	×	×	×	×	宇野宏司ほか (2003b)
		×	×	×	○	×	×	宇野宏司ほか (2002)
	ハクセンシオマキ (NT) <i>Uca lactea</i>	2	×	×	○	×	×	宇野宏司・中野善 (2003a)
無脊椎動物類	テガガニ (無し) <i>Isocladus pusillus</i>	4	×	×	×	×	×	林文重ほか (2002a)
		15	×	×	○	×	×	林文重ほか (2002b)
	コノシタガニ (無し) <i>Scopimera gibbosa</i>	×	×	×	○	×	×	宇野宏司ほか (2002)
	ヤマトオカニ (無し) <i>Macrophthalmus japonicus</i>	×	×	×	○	×	×	宇野宏司ほか (2002)
無脊椎動物類	アサリ (無し) <i>Ruditapes philippinarum</i>	8	あり	通年	×	×	×	新保裕美・飯東治雄 (1997)
		8	×	×	○	×	×	新保裕美ほか (2000)
		4	×	×	○	×	×	鈴木誠ほか (2001)
		7	×	×	×	×	×	中村重はか (2003)
無脊椎動物類	ヤマトシジミ (無し) <i>Corbicula japonica</i>	1	×	×	×	×	×	田中嘉宏ほか (2003)
		4	×	×	○	×	×	市村重はか (2002)
		2	×	×	○	×	×	寺澤知希ほか (2003)
	アコヤガイ (無し) <i>Pecten fucata</i>	4	あり	通年	○	×	×	寺澤知希ほか (2004)
無脊椎動物類	コカイ (無し) <i>Nereis japonica</i>	8	あり	通年	○	×	×	新保裕美ほか (2001)
	エビボ (VU) <i>Calanoides discolor</i>	5	あり	通年	×	×	×	財)日本環境アセスメント協会・研究部会 自然環境影響評価手法研究会 (2004a)
植物	ヨシ (無し) <i>Phragmites australis</i>	7	×	×	×	×	×	林文重ほか (2002a)
	アマモ (無し) <i>Zostera marina</i>	5	×	×	×	×	×	東山百合子ほか (2003)
その他	島原、牛波瀬全8種 (無し)	2	×	×	○	×	×	中西豊ほか (2001)
	角類、甲殻類、軟体 (無し)	×	×	×	○	×	×	上月善則ほか (2001)
その他	付着動物種数 (無し)	5	×	×	○	×	×	岡谷研治ほか (2000)
		4	×	×	×	×	×	吉安勇介ほか (2001)
		5	×	×	○	×	×	橋中勇典ほか (2002)
		4	あり	通年	○	×	×	井上雅夫ほか (2002)
		5	×	×	○	×	×	橋中勇典ほか (2003)
II 既存のHSIモデルを利用したもの								
哺乳類	ニホンリス <i>Sciurus lus</i> (LP: 西日本を除く中国地方以西)	-	-	-	○	×	×	伊東英幸ほか (2004)
		-	-	-	○	○	○	伊東英幸ほか (2003)
両生類	トウキョウサンショウウオ <i>Hynobius tokycensis</i> (LP: 東京都・愛知県)	-	-	-	○	○	○	伊藤式也ほか (2004)
		-	-	-	○	○	○	伊東英幸 (2004)

注) HUや累積的HU算出をそもそも目的としていない事例も一覧に含めた。またHSIモデルという表現ではないモデルでも、HSIモデルと類似するモデルは含めた。

SIモデル数は、最終的なHSIの数式に組み込まれないものも含め、記載されたHSIモデルを合わせてカウントした。

HEPのステップについては、架空のデータによる評価も、実地のデータによる評価も、HSIモデルを用いて詳細が行われた事例については○とした。
SIモデル数欄および適用範囲欄の×：関連情報が欠けていることなどから不明
HEPのステップ欄の×：算出をしていない
—：既存のHSIモデルを通用
HU：絶滅危惧Ⅱ類 NT：絶滅危惧Ⅰ類 LP：絶滅のおそれのある地域個体
—：無し：環境省レッドリストに記載なし

合計 48 本の HSI モデルを確認した。

表 1 の項目を順に説明すると、「SI モデル数」は公表された論文に掲載されている SI モデル数を示している。「適用範囲」の「地理的条件」は例えば河川に限るなどの条件の有無を示し、同「評価対象季節」は例えば繁殖期に限るなどの条件の有無を示している。

「HEP のステップ (行われた評価)」は、公表された HSI が質×空間×時間という HEP における分析のどの段階まで行われているかを示したものである。

3.2 公表 HSI モデルの日米比較

USGS 公表 HSI モデルと、日本で公表された HSI モデルを、生物種、SI モデル数、カバータイプ、季節、発表年の 5 項目に着目し、比較した。

(1) 生物種

HSI モデルの対象種を、哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、魚類、無脊椎動物類、植物、およびその他（生物群集など）に分類した結果を表 2 に示した。また希少性に注目し、USGS 公表 HSI モデルについては、Endangered Species Act（絶滅の恐れのある種の保存法）による Endangered Species（絶滅危惧種）と Threatened Species（絶滅危急種）に登録されている種数を示した。日本の HSI モデルについては、環境省レッドリストに登録されているモデル対象の数を示した。

USGS 公表 HSI モデルでは、鳥類が 40% と最も多く、次いで魚類 (37%)、哺乳類 (12%)、無脊椎動物類 (4%)、爬虫類 (3%)、その他 (3%)、両生類 (1%) の順となった。一方、日本における HSI モデルは、無脊椎動物類が約 41% で最も多く、次いで魚類 (19%)、哺乳類 (11%)、植物 (11%)、その他 (11%)、鳥類 (4%)、両生類 (4%) であった。

希少種の観点からは、USGS 公表 HSI モデルの対象種で、絶滅危惧または絶滅

表 2 HSI モデル対象

分類	USGS 公表 HSI モデル		日本における HSI モデル	
	モデルの 対象	絶滅危惧 種・絶滅 危急種	モデルの 対象	環境省 レッドリスト 種
哺乳類	18 (12)	1	3 (11)	1
鳥類	61 (40)	2	1 (4)	0
爬虫類	4 (3)	1	0 (0)	0
両生類	2 (1)	0	1 (4)	1
魚類	56 (37)	4	5 (19)	0
無脊椎動物類	6 (4)	0	11 (41)	3
植物	0 (0)	0	3 (11)	1
その他	4 (3)	0	3 (11)	0
合計	151(100)	8	27(100)	6

注)括弧内の数値は%を示す。その他には生物群集などが含まれる。

危惧種は 151 対象中 8 対象 (5%) に過ぎなかつたが、日本の HSI モデルでは 27 中 6 種 (22%) が環境省レッドリスト種であった。

以上から、USGS 公表 HSI モデルでは、鳥類、魚類および哺乳類といった狩猟や釣りといったレクリエーションの対象や毛皮獸が対象種として多く選定されていることが確認できた。一方、日本での HSI モデルは、希少性という視点がより重視されているのではないかと考えられる。

(2) SI モデル数

各 HSI モデルに示された SI モデル数を表 3 に示した。

USGS 公表 HSI モデルでは、約 75% の HSI モデルにおいて SI モデル数が 10 個未満であった。また 43% の HSI モデルで SI モデル数は 4~6 個であった。この点では、日本でも同じ傾向が見られ、42% の HSI モデルで SI モデル数は 4~6 個であった。

表 3 SI モデル数

SI モデル数	USGS 公表 HSI モデル	日本における HSI モデル
1~9	1~3	18 (12)
	4~6	63 (43)
	7~9	29 (20)
10~19	35 (24)	3 (6)
20~29	3 (2)	0 (0)
不明	0 (0)	6 (13)
合計	148 (100)	48 (100)

注)括弧内の数値は%を示す。掲載されている SI モデルについてカウントしたため最終的な HSI モデルに組み込まれない SI モデルも含む。

(3) カバータイプ

各 HSI モデルが対象とするカバータイプを陸域と水域などに区分した結果を表 4 に示した。1 つのモデルが複数のカバータイプを対象としている場合は重複カウントしている。

USGS 公表 HSI モデルでは 80% が、また日本の HSI モデルでも 79% がウェットランドを含む水域を対象としており、陸域よりも水域を対象としたモデルが共に多かった。これは日本の HSI モデルが IFIM などと共に特に水棲動物対象に検討されてきたことによるものであろう。

日本の HSI モデルの水域の区分がされていないのは、これらのモデルにカバータイプの記載が無かったからである。カバータイプの明確化は HSI モデル適用の限界を明示することにつながる。日本でも米国にあるような HSI モデルのフォーマットの標準化が課題である。

(4) 季節

各 HSI モデルの評価対象季節について表 5 に示した。

USGS 公表 HSI モデルについては、全ての HSI モデルに評価対象季節が記載されており、通年が最も多く約 45% を占めた。日本における HSI モデルでは、評価対象季節に関する明確な記載が無いため、大部分（約 77%）が不明となった。

(5) HSI モデル発表年

表 6 に USGS 公表 HSI モデルおよび日本における HSI モデルの発表年ごとの数を示した。

USGS 公表 HSI モデルの発表年を見ると、1982 年から 1989 年にかけて全てのモデルが公表されている。これは、1969 年に制定された世界初の環境アセスメント法である NEPA、また結果的に代償ミティゲーションを義務付けた 1972 年制定の水質保全法 (Clean Water

Act, Section 404) やその改正、1973 年の Endangered Species Act (絶滅の恐れのある種の保存法) の制定、さらには 1980

表 4 米国 HSI モデルのカバータイプごとの分類

カバータイプ	USGS 公表 HSI モデル	日本における HSI モデル
陸域	51 (20)	11 (21)
水域 (ウェット ランドを 含む)	Marine (海洋)	6 (2)
	Estuarine (河口)	42 (16)
	Riverine (川辺)	54 (21)
	Lacustrine (湖)	48 (18)
	Palustrine (浅い止水域)	29 (11)
	その他	30 (12)
合計	260 (100)	52 (100)

注) 括弧内の数値は % を示す。1 つのモデルにおいて複数のカバータイプを対象とするモデルもあるので、合計数は HSI モデル数とは異なる。

表 5 評価対象季節ごとの分類

評価対象季節	USGS 公開 HSI モデル	日本における HSI モデル
通年	76 (49)	6 (12)
繁殖期	46 (30)	1 (2)
越冬期	14 (9)	0 (0)
その他	19 (12)	4 (8)
不明	0 (0)	37 (77)
合計	155 (100)	48 (100)

注) 括弧内の数値は % を示す。該当時期が複数に当たるモデルがあるので、合計数は HSI モデル数と異なる。日本の HSI モデルについては、内容から適用季節を推測できるモデルもあるが、明確な記述が無いものは不明とした。

表 6 HSI モデル発表年

発表年	USGS 公開 HSI モデル	日本における HSI モデル
1982	29 (19)	0 (0)
1983	28 (19)	0 (0)
1984	29 (19)	0 (0)
1985	28 (19)	0 (0)
1986	13 (7)	0 (0)
1987	19 (13)	0 (0)
1988	4 (3)	0 (0)
1989	1 (1)	0 (0)
1990	0 (0)	0 (0)
1996	0 (0)	0 (0)
1997	0 (0)	1 (2)
1998	0 (0)	1 (2)
1999	0 (0)	0 (0)
2000	0 (0)	0 (0)
2001	0 (0)	5 (10)
2002	0 (0)	12 (25)
2003	0 (0)	16 (33)
2004	0 (0)	13 (27)
合計	151 (100)	48 (100)

注) 括弧内の数値は % を示す。

年に米国魚類野生生物局（US Fish and Wildlife Service）が HEP のマニュアルを出版したことなどを受けたものと考えられる。

一方、日本では、1997 年制定の環境影響評価法によるミティゲーションや、2002 年制定の自然再生推進法により、自然復元の制度などが整備されてきた。そのような背景から HEP や HSI モデルの研究が行われ、徐々に HSI モデルが構築されてきたものである。

日本では HEP や HSI モデルに関するマニュアルの整備は行われていないが、法的な整備が行われてきている。これから日本での HSI モデルの構築は今後ますます加速されるものと予測された。

4. 結論

日本における HSI モデルの対象の約 74% はウェットランドを含む水域に生息・生育する生物であった。また、レッドリストに掲載されている対象は、全体の約 22% であった。HSI モデル構築は、着実に行われていることが確認できたが、この動きは今後もますます加速されることが予測された。

日本において、有効な生態系アセスメントを行うには「空間」および「時間」の軸を含む評価は特に重要である。本調査では HSI モデルを用いて、評価を行った事例は全体で 29 例あったが、23 例は HSI 分析による評価を行っており、HU 分析または累積的 HU 分析による評価を行った事例は 6 例であった。今後は、HSI 分析による「質」だけの評価に留まらず、HU や累積的 HU といった、「空間」や「時間」の軸まで踏みこんだ研究がなされる必要がある。

5. 考察

今日、日本では HSI モデル構築が盛んになっており、HEP の導入段階にあると

いえるだろう。HSI モデルの構築は、HEP の導入に向けての第一歩として大きな意義を有している。しかしながら、現在発表されている HSI モデルは、(社)日本環境アセスメント協会などのモデル以外は、統一性が無く必要な項目も欠落しているなど利用しにくいものとなっている。これは、HEP および HSI モデル構築の日本版の正式なマニュアルがまだ整備されていないことによる問題であり、マニュアルの早急な整備が望まれる。

また、HEP の導入には、構築された HSI モデルを一定のフォーマットでデータベース化し、誰でも容易に閲覧、利用できるという状態を整備することが必要であろう。HSI モデルは、公表され、使用され、修正されるといったサイクルを繰り返すことで、精度の高く、使いやすいモデルに改良されていくものである。

最後に、HSI モデルは、HEP なり IFIM (Instream Flow Incremental Methodology) なりの定量的なハビタット評価で用いてこそ、その真価を發揮する。今後、日本の環境アセスメントにおいて HSI だけではなく、HEP の積極的な導入を期待している。

Keywords:

HSI モデル、HEP、生態系アセスメント、生態系評価、ハビタット評価

Reference

- 明田定満、岩田敏彦、寺沢知彦、服部真由子 (2004), 「HEP 法を用いた真珠養殖漁業の評価法」, 平成 16 年度日本水産工学会学術講演会論文集 2004, 12 1-122, 日本水産工学会
雨嶋克憲、小松裕幸、伴武彦、諸藤聰子、田中章 (2003), 「トウキョウサンショウウオのハビタット適性指数 (HSI) モデル (案) の作成と HEP のケーススタディについて」, 環境アセスメント学会誌, 1 (2), 31-39, 環境アセスメント学会
藤原真也、福田敦、伊藤英幸 (2003), 「HEP による道路周辺に造成されたハビタットの評価に関する研究 - 千葉東金道路のトウキョウサンショウウオの産卵池を対象として -」, 日本大学理工学部学術講演会論文集, 47, 284-285, 日本大学
藤原真也、福田敦、伊藤英幸 (2004), 「HEP による道路周辺に造成されたハビタットの代償ミチゲ

- ーションとしての評価に関する研究 一千葉東金道路に造成されたトウキョウサンショウウオの代替産卵池を対象としてー」、土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集、771-772、土木学会
橋中秀典、吉安勇介、井上雅夫、島田広昭、喜多弘 (2002)、「HEP による付着動物の種数を対象とした人工磯の適地選定手法の開発」、土木学会年次学術講演会講演概要集、57th, II-027、土木学会
橋中秀典、井上雅夫、島田広昭、田中賢治、西澤博志 (2003)、「豊かな付着動物相の形成を目指した人工磯の適地選定手法」、海岸工学論文集、50, 1 216-1220、土木学会
端谷研治、吉安勇介、柴橋朋希、谷口正典、島田広昭、井上雅夫 (2000)、「人工磯における付着動物の生息地適性評価」、工学と技術、12 (2), 関西大学工学会
林典子 (2003)、「ニホンリスの HSI モデル (ドラフト版)」、(財) 日本生態系協会 (2003)、ヘップ (HEP) 国際セミナー 2003-ニホンリスの HSI モデル (ドラフト版)・ニホンテンの HSI モデル (ドラフト版)・野外実習資料ー、(財) 日本生態系協会市村康、木村和也、中村幹雄 (2002)、「HEP によるヤマトシジミの生息環境の評価」、日本水産学会学術講演会論文集、14, 229-232、日本水産工学会
市村康、藤崎奈緒美、角野浩二、鈴木英治 (2003)、「HSI モデルを用いた人工干潟の生物生息場の評価」、環境システム研究論文発表会講演集、31st, 5 37-541、土木学会
井上雅夫、島田広昭、柴橋朋希、吉安勇介、橋中秀典、端谷研治 (2002)、「生物との共生を目指した人工磯の設計手法」、関西大学学術フロンティアセンター研究成果報告書 平成 14 年度、84-103、関西大学学術フロンティアセンター
伊東英幸 (2004)、「我が国の道路周辺に造成されたビオトープの実態分析と HEP による環境評価に関する研究」、第 29 回土木計画学研究発表会・講演集、土木学会
小松裕幸、雨嶋克憲、上杉章雄、岡田圭司、栗原彰子、松岡明彦、諸藤聰子、伴武彦、田中章 (2003)、「ハピタット適性指数 (HSI) モデルの構築の取り組みートウキョウサンショウウオの HSI モデルの再構築事例を中心にしてー」、環境アセスメント学会 2003 年度研究発表会要旨集、121-124、環境アセスメント学会
上月康則、中西敬、村上仁士、倉田健悟、宮城佳世、平田元美 (2001)、「生息環境評価手法 HEP を応用した大阪湾環境の評価」、土木学会四国支部 第 7 回 技術研究発表会 講演概要集、7, 486-487、土木学会
中村俊彦 (2003)、「ニホンテンの HSI モデル (ドラフト版)」、(財) 日本生態系協会 (2003)、ヘップ (HEP) 国際セミナー 2003-ニホンリスの HSI モデル (ドラフト版)・ニホンテンの HSI モデル (ドラフト版)・野外実習資料ー、(財) 日本生態系協会
中村義治、吉田司、有山啓之、矢持進、玉井恭一、入江隆彦、小出水規行、阪上雄康、小谷野喜二 (2003)、「大阪湾におけるマアナゴの分布移動特性と生息地適正評価モデル」、海岸工学論文集、50, 1151-1155、土木学会
中西敬、上嶋英機、上月康則、平田元美、宮城佳世 (2001)、「海生生物の生息空間に及ぼす貧酸素水塊の定量的影響評価」、海岸工学論文集、48, 106 1-1065、土木学会
林文慶、高山百合子、田中昌宏、上野成三、新保裕美、織田幸伸、池谷毅、勝井秀博 (2002a)、「沿岸域における複数生物の生息地環境評価ー生態系連続性の配慮にむけてー」、水工学論文集、46, 1193-1198、土木学会
林文慶、田中昌宏、新保裕美、池谷毅 (2002b)、「HEP によるチゴガニの生息環境評価」、日本水産学会大会講演要旨集、72、日本水産学会
林文慶、田中昌宏、高山百合子、上野成三 (2003)、「ウェットランドの再生技術-HSI を用いたチゴガニの生息環境評価ー」、環境アセスメント学会誌 1 (2), 25-30、環境アセスメント学会
新保裕美、阪東浩造 (1997)、「開発地域の環境価値評価手法とその適用」、鹿島技術研究所年報、45, 177-182、鹿島技術研究所
新保裕美、田中昌宏、池谷毅、越川義功 (2000)、「アサリを対象とした生物生息地適性評価モデル」、海岸工学論文集、47, 1111-1115、土木学会
新保裕美、田中昌宏、池谷毅、林文慶 (2001)、「干潟における生物生息環境の定量的評価に関する研究ー多毛類を対象としてー」、海岸工学論文集、48, 1321-1325、土木学会
鈴木英恵、後藤真太郎、西野友子 (2004)、「小川町におけるニホンリスの生息地評価-HEP への GIS の適用ー」、日本写真測量学会学術講演会発表論文集、2004, 173-176、日本写真測量学会
鈴木誠、磯部雅彦、佐々木淳 (2001)、「アサリの生息密度の推定法に関する研究」、海岸工学論文集、48, 1391-1395、土木学会
(社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004a)、「エビネにおける HSI モデル」、自然環境影響評価技法研究会報告書、163-182、(社) 日本環境アセスメント協会
(社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004b)、「オオムラサキにおける HSI モデル」、自然環境影響評価技法研究会報告書、224-239、(社) 日本環境アセスメント協会
(社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004c)、「カジカ (大卵型) における HSI モデル」、自然環境影響評価技法研究会報告書、240-274、(社) 日本環境アセスメント協会
(社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004d)、「サシバにおける HSI モデル」、自然環境影響評価技法研究会報告書、198-223、(社) 日本環境アセスメント協会
(社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004e)、「ハクセンシオマネキの HSI モデル」、自然環境影響評価技法研究会報告書、123-142、(社) 日本環境アセスメント協会
(社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004f)、「トウキョウサンショウウオにおける HSI モデル」、自然環境影響評価技法研究会報告書、275-306、(社) 日本環境アセスメント協会
(社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004g)、「ムササビにおける HSI モデル」、自然環境影響評価技法研究会報告書、183-197、(社) 日本環境アセスメント協会
(社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004h)、「メバル稚魚・幼魚 HSI モデル」、自然環境影響評価技法研究会

- 報告書, 143-162, (社) 日本環境アセスメント協会
- 高山百合子、上野成三、勝井秀博、林文慶、山木克則、田中昌宏 (2003), 「江奈湾の藻場分布データに基づいたアマモの HSI モデル」, 海岸工学論文集, 50, 1136-1140, 土木学会
- 田中章 (1998a), 生態系評価システムとしての HEP, 「環境アセスメントここが変わる」島津康男ほか編, 81-96, 環境技術研究会, 大阪, 432pp.
- 田中章 (1998b), 「アメリカのミティゲーション・ランキング制度」, 環境情報科学 27(4), 46-53, 環境情報科学センター
- 田中章 (2000a), 「新しい評価領域—ミティゲーションと生態系評価」, 環境科学会会誌 13 (2), 280-281, 環境科学会
- 田中章 (2000b), 「環境アセスメントにおけるミティゲーション規定の変遷」, ランドスケープ研究 61 (5), 763-768, 日本造園学会
- 田中章 (2002a), 「米国のハビタット評価手続き HEP 誕生の法的背景」, 環境情報科学 31 (1), 37-42, 環境情報科学センター
- 田中章 (2002b), 「何をもって生態系を復元したといえるのか?—生態系復元の目標設定とハビタット評価手続き HEP について—」, ランドスケープ研究 65 (4), 282-285, 日本造園学会
- 田中章 (2003a), 「生態系アセスメントにおける定量的評価手法利用の考え方」, 環境省主催「生態系の定量的評価手法フォーラム」PWP 資料
- 田中章、畠瀬頼子 (2003b), 「生態系アセスメントにおけるハビタットモデル及び定量評価の展開」, 環境アセスメント学会 2003 年度研究発表会論文要旨集, 141-142
- 田中昌宏、上野成三、林文慶、新保裕美、高山百合子 (2003), 「沿岸自然再生の計画・設計を支援する環境評価手法に関する一考察」, 土木学会論文集, 741, 89-94, 土木学会
- 寺澤知彦、中村義治、向井哲也、青木伸一、山下俊彦 (2003), 「モデル解析に基づく汽水域生態系機能評価」, 海岸工学論文集, 50, 1141-1145, 土木学会
- 宇野宏司、中野晋 (2003a), 「干潟底生生物を対象とした物理応答モデルの構築とその試行」, 海岸工学論文集, 50, 1066-1070, 土木学会
- 宇野宏司、中野晋、亘隆史 (2002), 「四国周辺の干潟における稀少種「シオマネキ」の生息地適性評価」, 海洋開発論文集, 18, 185-190, 土木学会
- 宇野宏司、中野晋、古川忠司 (2003b), 「重み付き評価指標を用いた稀少種シオマネキ生息地適性評価手法」, 水工学論文集, 47, 1075-1080, 土木学会
- 和田真治、須藤靖彦、東信行、中村俊六 (1998), 「農具川における魚類生息場適性基準 (HSI) の作成と検証」, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 353-354, 土木学会
- 山下慎吾、傳田正利、酒井賢一、山口功、中越信和 (2002), 「回帰木モデルを用いた生息地指標の算出」, 環境システム研究論文集, 30, 71-76, 土木学会
- 吉安勇介、橋中秀典、端谷研治、島田広昭、井上雅夫 (2001), 「HEP による人工磯の付着動物に関する生息地適性評価」, 海岸工学論文集, 48, 1316-1320, 土木学会
- (財) 日本生態系協会 (2004a), 「環境アセスメントはアップ (HEP) でいきる」, ぎょうせい, 東京, 206pp.
- (財) 日本生態系協会 (2004b), 「ニホンリスの HSI モデル ver. 1.0」, (財) 日本生態系協会
- (財) 日本生態系協会 (2004c), 「テンの HSI モデル ver. 1.0」, (財) 日本生態系協会
- (財) 日本生態系協会 (2004d), 「ミドリシジミの HSI モデル ver. 1.0」, (財) 日本生態系協会

일본의 생태계 영향평가의 현상과 과제

- HSI 모델 구축 사례를 중심으로 -

田中 章(타나카 아키라) 武藏工業大学環境情報学部

Musashi Institute of Technology, School of Environment & Information Study

1. 배경과 목적

1999년에 시행된 환경영향평가법에서는, 「생태계」가 새로운 평가 항목에 포함되어, 생태계에의 영향을 평가하는 것(이것을 생태계영향평가라고 부름)이 추가되었다. 이전의 각의결정 요강 영향평가에 있어서의 동물·식물 평가에서는, 생태계를 종합적으로 또한 정량적으로 평가하지 않고, 귀중한종의 유무의 판단에 치우쳐, 결과적으로 환경영향 평가가 실질적인 생태계의 보전(자연생태계의 질적 양적인 보전)에 공헌하지 못한것에 대한 반성으로 시작되었다.

환경영향평가법의 성립으로 인해, 정량적인 생태계 영향평가 수법의 확립이 요구되게 되었다(타나카, 2000 a).

최근, 일본에서도 도입이 검토되기 시작하는 HEP(Habitat Evaluation Procedure)는, 생태계의 상태를, 야생생물의 서식지의 「질」과 「공간」과 「시간」이라고 하는 3축으로부터 종합적으로 파악하는 것이고, 특히 지금까지의 일본의 동식물을 평가에 부족 혹은 결핍하고 있던 「공간」과 「시간」이라고 하는 양의 평가, 확보라고 하는 요구에 대응하는 수법이다(타나카, 2002 b).

본연구의 태마인 HSI(Habitat Suitability Index, 서식지 적성 지수)는, HEP에서 「질」을 표현하는 지수이다. 생태계 영향평가의 새로운 방법도 입에는, 실무적인 입장에서는 보다 간단한 것을 원하겠지만, 생태학적인 정밀도도 동시에 만족시킬 필요가 있다. HIS를 어떻게 설정하느냐에 따라서 HEP를 보다 간단하게 또는 보다 복잡하게 하는 것이 가능하다.

즉, 일본에서의 HEP의 도입의 열쇠

는 HSI 모델의 설정에 달려있다고 해도 과언은 아니다(田中, 2003 a).

일본에 HEP 가 소개되고 나서(田中, 1998 a, 田中, 1998 b, 田中, 2002 a, 田中, 2002 b, (재) 일본 생태계 협회, 2004 a 등), 일본 재래종의 HSI 모델 구축의 보고도 조금씩 나오게 되었다. 田中·畠瀬(2003 b)에서는 일본의 서식지 모델 사례(일부 HSI 를 포함한)를 정리했지만, 미국 혹은 일본의 HSI 모델을 망라하여 그 경향을 분석한 기존 연구는 없다.

이러한 배경을 바탕으로, 일본의 HSI 모델 구축의 근황을 명백히하는 것을 본연구의 목적으로 한다.

2. 조사 방법

일본에 있어서의 HSI 모델 구축의 현상과 과제를 분명히 하기 위해서, 미국에서 공표되어 있는 HSI 모델의 상황과 비교하는 방법을 취했다.

미국에서 공표된 HSI 모델에 대해서는, U.S. Geological Survey(미국 지질 조사국)의 홈페이지상에 공표되어 있는 151의 HSI 모델(이하, USGS 공표 HSI 모델이라고 표현)을 대상으로 했다. 또 일본의 HSI 모델에 대해서는, 2004년 9월 15일까지의 기간에 문헌 검색 시스템 등을 이용해 입수 가능한 것을 수집했다. 수집한 HSI 모델은 몇개의 항목별로 집계하여, 미국의 경향과 비교했다.

3. 조사 결과

3.1 일본에서 공표된 HSI 모델

일본에서 공표된 HSI 모델을 표 1에 나타냈다. 본조사에서는, HSI 모델화된 평가 대상(일본 재래 야생 생물)을 27건 확인했다.

표 1 일본에서 공표된 HIS 모델 일람

分類	HSIモデルの対象 (環境省レッドリスト記載)	SIモデル数	適用範囲		HEPのステップ(行われた評価)			出典
			地理的条件	評価对象季節	HSI算出 (是)	HU算出 (質×空間)	累積的HU算出 (質×空間×時間)	
I. 新たにHSIモデルを構築したものの概要								
哺乳類	テン (無し) <i>Martes melampus</i>	2	あり	通年	×	×	×	中村俊作 (2003)
		2	あり	通年	×	×	×	財)日本生態系協会 (2004c)
	ニホンリス <i>Sciurus lis</i> (LP: 四国を除く中国地方以西)	5	あり	通年	×	×	×	林典子 (2003)
鳥類	ムササビ (無し) <i>Petaurista leucogenys</i>	6	あり	通年	×	×	×	財)日本生態系協会 (2004b)
	サンバ (無し) <i>Buteastur indicus</i>	3	あり	通年	×	×	×	財)日本生態系協会 (2004d)
		5	あり	×	×	×	×	自然環境影響評価技術研究会 (2004)
両生類	トウキヨウサンショウウオ <i>Hypobius tokyonensis</i> (LP: 東京都・愛知県)	4	×	繁殖期	○	○	○	中村俊作ほか (2003)
		7	あり	×	×	×	×	小松智幸ほか (2003)
		7	あり	繁殖期・非繁殖期成体	○	○	○	財)日本環境アセスメント協会 研究部会 自然環境影響評価技術研究会 (2004c)
魚類	ウグイ (無し) <i>Tribolodon hakonensis</i>	4	×	×	×	×	×	和田真油ほか (1998)
	マアナゴ (無し) <i>Conger myriaster</i>	12	×	×	○	×	×	中村義治ほか (2003)
	カジカ大鰐型 (無し) <i>Cottus pollux</i>	15	あり	稚魚期から成魚の繁殖期	×	×	×	財)日本環境アセスメント協会 研究部会 自然環境影響評価技術研究会 (2004c)
魚類	オイカワ (無し) <i>Zacco platypus</i>	8	×	×	○	×	×	山下慎吾ほか (2002)
	ノバル推魚・幼魚 (無し) <i>Sebastes niernae</i>	6	あり	春季 あるいは秋季	○	○	×	財)日本環境アセスメント協会 研究部会 自然環境影響評価技術研究会 (2004b)
	オオムラサキ (NT) <i>Sashia chardona</i>	6	あり	×	○	×	×	財)日本環境アセスメント協会 研究部会 自然環境影響評価技術研究会 (2004b)
魚類	ミドリンジミ (無し) <i>Neosyphurus japonicus</i>	2	あり	通年	×	×	×	財)日本生態系協会 (2004d)
	シオマネキ (NT) <i>Uca arcuata</i>	7	×	×	○	×	×	中野宏司ほか (2002)
		2	×	×	○	×	×	中野宏司・牛野善 (2003a)
魚類		4	×	×	×	×	×	中野宏司ほか (2003b)
		7	×	×	○	×	×	中野宏司ほか (2002)
	ハクセンシオマネキ (NT) <i>Uca lactea</i>	2	×	×	○	×	×	中野宏司・中野善 (2003a)
魚類		4	×	×	×	×	×	中野宏司 (2003b)
		3	あり	活動期 (5~10月)	×	×	×	財)日本環境アセスメント協会 研究部会 自然環境影響評価技術研究会 (2004c)
		4	×	×	×	×	×	林文慶ほか (2002a)
魚類	チゴガニ (無し) <i>Ilyoplax pusillus</i>	7	×	×	○	×	×	林文慶ほか (2002b)
		15	×	×	○	×	×	中野宏司 (2002)
		15	×	×	×	×	×	林文慶ほか (2003)
魚類	コメツキガニ (無し) <i>Scopimera globosa</i>	7	×	×	○	×	×	中野宏司 (2002)
	ヤマトオガニ (無し) <i>Macrophthalmus japonicus</i>	8	あり	×	○	×	×	中野宏司 (2002)
		8	×	×	○	×	×	新井裕美・飯東圭造 (1997)
魚類	アサリ (無し) <i>Ruditapes philippinarum</i>	4	×	×	○	×	×	新井裕美 (2000)
		7	×	×	○	×	×	舛木誠ほか (2001)
		1	×	×	○	×	×	布村義ほか (2003)
魚類	ヤマトシジミ (無し) <i>Corbicula japonica</i>	4	×	×	○	×	×	市村義ほか (2002)
		2	×	×	○	×	×	寺澤知寿ほか (2003)
		4	あり	×	○	×	×	柳田光海ほか (2004)
植物	アコヤガイ (無し) <i>Pinctada fucata</i>	8	あり	×	○	×	×	新井裕美 (2001)
	ゴカイ (無し) <i>Nereis japonica</i>	5	あり	×	○	×	×	財)日本環境アセスメント協会 研究部会 自然環境影響評価技術研究会 (2004a)
		5	×	×	○	×	×	林文慶ほか (2002a)
植物	エビネ (VU) <i>Calanthe discolor</i>	7	×	×	×	×	×	中山百合子ほか (2003)
	ヨシ (無し) <i>Phragmites australis</i>	5	あり	×	○	×	×	井上信介ほか (2001)
	アマモ (無し) <i>Zostera marina</i>	5	×	×	○	×	×	高山百合子ほか (2003)
その他	赤紫、甲殻類全8種 (無し)	2	×	×	○	×	×	中西敬 (2001)
	赤紫、甲殻類、軟体 (無し)	5	×	×	○	×	×	上月麻財ほか (2001)
	行看動物種数 (無し)	5	×	×	○	×	×	鶴谷研治ほか (2000)
その他		4	×	×	○	×	×	吉安貴介ほか (2001)
		5	×	×	○	×	×	橋中秀典ほか (2002)
		4	あり	×	○	×	×	井上知夫ほか (2002)
		5	×	×	○	×	×	橋中秀典ほか (2003)
		5	×	×	○	○	○	伊東英幸 (2004)
II. 既存のHSIモデルを利用したもの								
哺乳類	ニホンリス <i>Sciurus lis</i> (LP: 四国を除く中国地方以西)	-	-	-	○	×	×	林木英志ほか (2004)
		-	-	-	○	○	○	島原真也ほか (2003)
両生類	トウキヨウサンショウウオ <i>Hypobius tokyonensis</i> (LP: 東京都・愛知県)	-	-	-	○	○	○	島原真也ほか (2004)
		-	-	-	○	○	○	伊東英幸 (2004)

注) HU累積的HU算出をそもそもその目的としていない事例も一覧に含めた。またHSIモデルという表現ではないモデルでも、HSIモデルと類似するモデルは含めた。

SIモデル数は、最終的なHSIの式に組み込まれないものも含め、記載されたSIモデルを合わせてカウントした。

HEPのステップにおいては、架空のデータによる評価も、実地のデータによる評価も、HSIモデルを用いて評価が行われた事例については○とした。

SIモデル数欄および適用範囲欄の×：関連情報が欠けていることなどから不明 HEPのステップ欄の×：算出をしていない 一：既存のSIモデルを適用

VU:絶滅危惧Ⅱ類 NT: 順絶滅危惧 LP:絶滅のおそれのある地域個体 記号：無し：環境省レッドリストに記載なし

또, 동일한 평가 대상에 대해서, 복수 라인의 HSI 모델이 있기 때문에, 합계 48 개의 HSI 모델을 확인했다.

표 1의 항목을 순서대로 설명하면, 「SI 모델수」는 공표된 논문에 게재되어 있는 SI 모델수를 나타내고 있다. 「적용 범위」의 「자리적 조건」은 예를 들면 하천에 한정하는 등의 조건의 유무를 나타내며, 「평가 대상 계절」은 예를 들면 번식기에 한정하는 등의 조건의 유무를 나타내고 있다.

「HEP 의 스텝(행하여진 평가)」는, 공표된 HSI 가 질×공간×시간이라고 하는 HEP 의 분석의 어느 단계까지 행해지고 있는지를 나타내는 것이다.

3.2 공표 HSI 모델의 일·미 비교

USGS 공표 HSI 모델과 일본에서 공표된 HSI 모델을, 생물종, SI 모델수, 커버 타입, 계절, 발표년의 5 항목에 초록하여 비교했다.

(1) 생물종

HSI 모델의 대상종을, 포유류, 조류, 파충류, 양서류, 어류, 무척추 동물류, 식물, 및 그 외(생물 군집 등)으로 분류한 결과를 표 2 에 나타냈다. 또 희소성에 주목해, USGS 공표 HSI 모델에 대해서는, Endangered Species Act(멸종의 우려가 있는 종의 보존법)에 의한 Endangered Species(멸종 위귀종)와 Threatened Species(멸종 위급종)에 등록되어 있는 종의 수를 나타냈다. 일본의 HSI 모델에 대해서는, 환경성 레드 리스트에 등록되어 있는 모델 대상의 수를 나타냈다.

USGS 공표 HSI 모델에서는, 조류가 40%로 가장 많고, 그 다음에 어류(37%), 포유류(12%), 무척추 동물류(4%), 파충류(3%), 그 외(3%), 양서류(1%)의 순서가 되었다. 한편, 일본에 있어서의 HSI 모델은, 무척추 동물류가 약 41%로 가

표 2 HSI 모델 대상

분류	USGS 공표 HSI 모델		일본에 있어서의 HSI 모델	
	모델의 대상	멸종 위귀종· 멸종 위급종	모델의 대상	환경성 레드 리스트 종
포유류	18 (12)	1	3 (11)	1
조류	61 (40)	2	1 (4)	0
파충류	4 (3)	1	0 (0)	0
양서류	2 (1)	0	1 (4)	1
어류	56 (37)	4	5 (19)	0
무척추동물류	6 (4)	0	11 (41)	3
식물	0 (0)	0	3 (11)	1
그 외	4 (3)	0	3 (11)	0
합계	151(100)	8	27(100)	6

注)括弧内の数値は%を示す。その他には生物群集などが含まれる。

주)괄호내의 수치는%를 나타낸다. 그 외에는 생물 군집 등이 포함된다.

장 많고, 그 다음에 어류(19%), 포유류(11%), 식물(11%), 그 외(11%), 조류(4%), 양서류(4%)였다.

희소종의 관점으로부터는, USGS 공표 HSI 모델의 대상종으로, 멸종 위기 또는 멸종 위급종은 151 대상중 8 대상(5%)으로 지나지 않았지만, 일본의 HSI 모델에서는 27 중 6 종(22%)이 환경성 레드 리스트종이었다.

이상으로부터, USGS 공표 HSI 모델에서는, 조류, 어류 및 포유류등 수렵이나 낚시라고 하는 레크리에이션의 대상이나 털가죽 짐승이 대상종으로서 많이 선정되어 있는 것을 확인 할 수 있었다. 한편, 일본에서의 HSI 모델은, 희소성이라고 하는 시점이 보다 중시되어 있다.

(2) SI 모델수

각 HSI 모델에 나타난 SI 모델수를 표 3에 나타냈다.

USGS 공표 HSI 모델에서는, 약 75%의 HSI 모델이 SI 모델수가 10 개 미만이었다. 또 43%의 HSI 모델에서 SI 모델수는 4부터 6 개였다. 이 점에서는, 일본에서도 같은 경향을 볼 수 있어 42%의 HSI 모델에서 SI 모델수는 4부터 6 개였다.

표 3 SI 모델수

SI 모델수	USGS 공표 HSI 모델	일본에 있어서의 HSI 모델
1~3	18 (12)	10 (21)
1~9	63 (43)	20 (42)
7~9	29 (20)	9 (19)
10~19	35 (24)	3 (6)
20~29	3 (2)	0 (0)
불명	0 (0)	6 (13)
합계	148 (100)	48 (100)

주) 괄호내의 수치는%를 나타낸다. 계재되어 있는 SI 모델에 대해서 카운트 했기 때문에 최종적인 HSI 모델에 포함되지 않는 SI 모델도 포함한다.

(3) 커버 타입

각 HSI 모델이 대상으로 하는 커버 타입을 육지역과 수역 등으로 구분한 결과를 표 4에 나타냈다. 하나의 모델이 복수의 커버 타입을 대상으로 하고 있는 경우는 중복해서 계산하고 있다. USGS 공표 HSI 모델에서는 80%가, 또 일본의 HSI 모델에서도 79%가 웨트 랜드를 포함한 수역을 대상으로 하고 있어, 육지역보다 수역을 대상으로 한 모델이 모두 많았다. 이것은 일본의 HSI 모델이 IFIM 등과 함께 특히 수서 동물 대상으로 검토되어 온 것이 요인으로 추측된다.

일본의 HSI 모델이 수역의 구분이 되어 있지 않은 것은, 이들 모델의 커버 타입의 기재가 없기 때문이다. 커버 타입의 명확화는 HSI 모델 적용의 한계를 명시하고 연결된다. 미국과 같은 HSI 모델 포맷의 표준화가 일본에서의 과제이다.

(4) 계절

각 HSI 모델의 평가 대상 계절에 대해서 표 5에 나타냈다.

USGS 공표 HSI 모델에 대해서는, 모든 HSI 모델에 평가 대상 계절이 기재되어 있으며, 연중이 가장 많은 약 45%를 차지했다. 일본의 HSI 모델에서는, 평가 대상 계절에 관한 명확한 기재가 없기 때문에, 대부분(약 77%)이 불명으로 처리되었다.

(5) HSI 모델 발표년

표 6으로 USGS 공표 HSI 모델 및 일본의 HSI 모델의 발표년별의 수를 나타냈다.

USGS 공표 HSI 모델의 발표년을 보면, 1982년부터 1989년에 걸쳐 모든 모델이 공표되어 있다. 이것은, 1969년에 제정된 세계 최초의 환경영향평가법인 NEPA, 또 결과적으로 대상미디게이션을 의무화한 1972년 제정의 수질 보전법(Clean Water Act, Section 404)과 그 개정, 1973년의 Endangered Species Act(멸종의 우려가 있는 종의 보존법)의 제정, 그리고 1980년에 미국 어류 야생 생물국(US Fish and Wildlife Service)이 HEP의 메뉴얼을 출판한 것 등의 영향이라고 사료된다.

표 4 미국 HSI 모델의 커버 타입별 분류

커버 타입	USGS 공표 HSI 모델	일본에 있어서 의 HSI 모델
육지역	51 (20)	11 (21)
수역 (웨트 랜드를 포함)	Marine (해양) 6 (2)	41 (79)
	Estuarine (하구) 42 (16)	
	Riverine (강변) 54 (21)	
	Lacustrine (호수) 48 (18)	
	Palustrine 소택형 습지 29 (11)	
	그 외 30 (12)	
합계	260 (100)	52 (100)

주) 괄호내의 수치는%를 나타낸다. 하나의 모델에 있어서 복수의 커버 타입을 대상으로 하는 모델도 있으므로, 합계수는 HSI 모델수와는 다르다.

표 5 평가 대상 계절별 분류

평가 대상 계절	USGS 공개 HSI 모델	일본에 있어서 의 HSI 모델
연중	76 (49)	6 (12)
번식기	46 (30)	1 (2)
월동기	14 (9)	0 (0)
그 외	19 (12)	4 (8)
불명	0 (0)	37 (77)
합계	155 (100)	48 (100)

주) 괄호내의 수치는%를 나타낸다. 해당 시기가 복수인 모델이 있으므로, 합계수는 HSI 모델수와 다르다. 일본의 HSI 모델에 대해서는, 내용으로부터 정운 계절을 추출 할 수 있는 모델도 있지만, 명확한 기술이 없는 것을 불명이라고 했다.

표 6 HSI 모델 발표년

발표년	USGS 공개 HSI 모델	일본에 있어서의 HSI 모델
1982	29 (19)	0 (0)
1983	28 (19)	0 (0)
1984	29 (19)	0 (0)
1985	28 (19)	0 (0)
1986	13 (7)	0 (0)
1987	19 (13)	0 (0)
1988	4 (3)	0 (0)
1989	1 (1)	0 (0)
1990	0 (0)	0 (0)
1996	0 (0)	0 (0)
1997	0 (0)	1 (2)
1998	0 (0)	1 (2)
1999	0 (0)	0 (0)
2000	0 (0)	0 (0)
2001	0 (0)	5 (10)
2002	0 (0)	12 (25)
2003	0 (0)	16 (33)
2004	0 (0)	13 (27)
합계	151 (100)	48 (100)

주) 괄호내의 수치는 %를 나타낸다.

한편, 일본에서는 1997년 제정의 환경영향 평가법에 의한 미티게이션이나, 2002년 제정의 자연 재생 추진법에 의해, 자연 복원의 제도 등이 정비되어 왔다. 그러한 배경으로부터 HEP나 HSI 모델의 연구를 해 서서히 HSI 모델이 구축되어 오고 있다.

일본에서는 HEP나 HSI 모델에 관한 메뉴얼의 정비는 행해지고 있지 않지만, 법적인 정비를 해 오고 있다. 앞으로도 일본에서의 HSI 모델의 구축은 더욱 더 가속될 것이다.

4. 결론

일본에 있어서의 HSI 모델의 대상의 약 74%는 웨트 랜드를 포함한 수역에 생식·생육하는 생물이었다. 또, 레드 리스트에 게재되어 있는 대상은, 전체의 약 22%였다. HSI 모델 구축은, 척실하게 행해지고 있는 것이 확인되었고, 이 움직임은 앞으로 더욱 더 가속될 것이다.

일본에 있어서, 유효한 생태계 평가를 하기 위해서는 「공간」 및 「시간」의 축을 포함한 평가가 특히 중요하다. 본조사에서는 HSI 모델을 이용해, 평가를 한 사례는 전부 29경우가 있었지만, 23

경우에는 HSI 분석에 의한 평가를 하고 있어, HU분석 또는 누적적 HU분석에 의한 평가를 한 사례는 6 경우였다. 앞으로는, HSI 분석에 의한 「질」만의 평가에 머물지 않고, HU나 누적적 HU라고 하는, 「공간」이나 「시간」의 축까지 고려한 연구가 필요하다.

5. 고찰

최근들어 일본에서는 HSI 모델 구축이 많이 이루어지고 있으며, HEP의 도입 단계에 있다고 말할 수 있을 것이다. HSI 모델의 구축은, HEP의 도입을 향한 첫걸음으로써 큰 의의를 가지고 있다. 그렇지만, 현재 발표되어 있는 HSI 모델은, (사) 일본환경영향평가협회 등의 모델 이외는, 통일성도 없고 필요한 항목이 빠지는 등 이용하기 어려운 것이 많다. 이것은, HEP 및 HSI 모델 구축을 위한 일본판 정식적 메뉴얼이 아직 정비되어 있지 않은 것에 따른 문제이기에, 메뉴얼의 정비가 시급하다. 또, HEP의 도입에는, 구축된 HSI 모델을 일정한 포맷으로 데이터베이스화하여, 누구라도 쉽게 열람, 이용 할 수 있도록 정비하는 것이 필요하겠다. HSI 모델은, 공표/사용/수정되는 사이클을 반복함으로써, 정밀도가 높아지고, 사용하기 쉬운 모델로 개량되어 가는 것이다.

마지막으로 HSI 모델은, HEP 또는 FIM(Instream Flow Incremental Methodology)라고 하는 정량적인 서식지 평가로써 이용되야만, 그 진가를 발휘한다. 앞으로, 일본의 환경영향 평가에 HSI 만이 아니고, HEP의 적극적인 도입을 기대하고 있다.

Keywords:

HSI 모델, HEP, 생태계 평가, 서식지 평가

1) 용문현

- 明田定満、岩田敏彦、寺沢知彦、服部真由子 (2004), 「HEP法を用いた真珠養殖漁業の評価法」, 平成16年度日本水産工学会学術講演会論文集 2004, 12-1-122, 日本水産工学会
- 雨嶋克憲、小松裕幸、伴武彦、諸藤聰子、田中章 (2003), 「トウキョウサンショウウオのハビタット適性指數 (HSI) モデル (案) の作成と HEP のケーススタディについて」, 環境アセスメント学会誌, 1 (2), 31-39, 環境アセスメント学会
- 藤原真也、福田敦、伊藤英幸 (2003), 「HEPによる道路周辺に造成されたハビタットの評価に関する研究—千葉東金道路のトウキョウサンショウウオの産卵池を対象として—」, 日本大学理工学部学術講演会論文集, 47, 284-285, 日本大学
- 藤原真也、福田敦、伊藤英幸 (2004), 「HEPによる道路周辺に造成されたハビタットの代償ミチゲーションとしての評価に関する研究—千葉東金道路に造成されたトウキョウサンショウウオの代替産卵池を対象として—」, 土木学会第59回年次学術講演会講演概要集, 771-772, 土木学会
- 橋中秀典、吉安勇介、井上雅夫、島田広昭、喜多弘 (2002), 「HEPによる付着動物の種数を対象とした人工磯の適地選定手法の開発」, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 57th, II-027, 土木学会
- 橋中秀典、井上雅夫、島田広昭、田中賢治、西澤博志 (2003), 「豊かな付着動物相の形成を目指した人工磯の適地選定手法」, 海岸工学論文集, 50, 1-216-1220, 土木学会
- 端谷研治、吉安勇介、柴橋朋希、谷口正典、島田広昭、井上雅夫 (2000), 「人工磯における付着動物の生息地適性評価」, 工学と技術, 12 (2), 関西大学工学会
- 林典子 (2003), 「ニホンリスの HSI モデル (ドラフト版)」, (財) 日本生態系協会 (2003), ヘップ (HEP) 国際セミナー2003-ニホンリスの HSI モデル (ドラフト版)・ニホンテンの HSI モデル (ドラフト版)・野外実習資料ー, (財) 日本生態系協会
- 市村康、木村和也、中村幹雄 (2002), 「HEPによるヤマトシジミの生息環境の評価」, 日本水産工学会学術講演会論文集, 14, 229-232, 日本水産工学会
- 市村康、藤崎奈緒美、角野浩二、鈴木英治 (2003), 「HSI モデルを用いた人工干潟の生物生息場の評価」, 環境システム研究論文発表講演集, 31st, 5-37-541, 土木学会
- 井上雅夫、島田広昭、柴橋朋希、吉安勇介、橋中秀典、端谷研治 (2002), 「生物との共生を目指した人工磯の設計手法」, 関西大学学術フロンティアセンター研究成果報告書 平成14年度, 84-103, 関西大学学術フロンティアセンター
- 伊東英幸 (2004), 「我が国の道路周辺に造成されたビオトープの実態分析と HEPによる環境評価に関する研究」, 第29回土木計画学研究発表会・講演集, 土木学会
- 小松裕幸、雨嶋克憲、上杉章雄、岡田圭司、栗原彰子、松岡明彦、諸藤聰子、伴武彦、田中章 (2003), 「ハビタット適性指數 (HSI) モデルの構築の取り組み—トウキョウサンショウウオの HSI モデルの再構築事例を中心にー」, 環境アセスメント学会 2003 年度研究発表会要旨集, 121-124, 環境アセスメント学会
- 上月康則、中西敬、村上仁士、倉田健悟、宮城佳世、平田元美 (2001), 「生息環境評価手法 HEP を応用了した大阪湾環境の評価」, 土木学会四国支部 第 7

- 回 技術研究発表会 講演概要集, 7, 486-487, 土木学会
- 中村俊彦 (2003), 「ニホンテンの HSI モデル (ドラフト版)」, (財) 日本生態系協会 (2003), ヘップ (HEP) 国際セミナー2003-ニホンリスの HSI モデル (ドラフト版)・ニホンテンの HSI モデル (ドラフト版)・野外実習資料ー, (財) 日本生態系協会
- 中村義治、吉田司、有山啓之、矢持進、玉井恭一、入江隆彦、小出水規行、阪上雄康、小谷野喜二 (2003), 「大阪湾におけるマアナゴの分布移動特性と生息地適正評価モデル」, 海岸工学論文集, 50, 1151-1155, 土木学会
- 中西敬、上嶋英機、上月康則、平田元美、宮城佳世 (2001), 「海生生物の生息空間に及ぼす貧酸素水塊の定量的影響評価」, 海岸工学論文集, 48, 1-1065, 土木学会
- 林文慶、高山百合子、田中昌宏、上野成三、新保裕美、織田幸伸、池谷毅、勝井秀博 (2002a), 「沿岸域における複数生物の生息地環境評価－生態系連続性の配慮にむけてー」, 水工学論文集, 46, 1193-1198, 土木学会
- 林文慶、田中昌宏、新保裕美、池谷毅 (2002b), 「HEPによるチゴガニの生息環境評価」, 日本水産学会大会講演要旨集, 72, 日本水産学会
- 林文慶、田中昌宏、高山百合子、上野成三 (2003), 「ウェットランドの再生技術- HSI を用いたチゴガニの生息環境評価ー」, 環境アセスメント学会誌 1 (2), 25-30, 環境アセスメント学会
- 新保裕美、阪東浩造 (1997), 「開発地域の環境価値評価手法とその適用」, 鹿島技術研究所年報, 45, 177-182, 鹿島技術研究所
- 新保裕美、田中昌宏、池谷毅、越川義功 (2000), 「アサリを対象とした生物生息地適性評価モデル」, 海岸工学論文集, 47, 1111-1115, 土木学会
- 新保裕美、田中昌宏、池谷毅、林文慶 (2001), 「干潟における生物生息環境の定量的評価に関する研究—多毛類を対象としてー」, 海岸工学論文集, 48, 1321-1325, 土木学会
- 鈴木英恵、後藤真太郎、西野友子 (2004), 「小川町におけるニホンリスの生息地評価- HEP への GIS の適用ー」, 日本写真測量学会学術講演会発表論文集, 2004, 173-176, 日本写真測量学会
- 鈴木誠、磯部雅彦、佐々木淳 (2001), 「アサリの生息密度の推定法に関する研究」, 海岸工学論文集, 48, 1391-1395, 土木学会
- (社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004a), 「エビネにおける HSI モデル」, 自然環境影響評価技法研究会報告書, 163-182, (社) 日本環境アセスメント協会
- (社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004b), 「オオムラサキにおける HSI モデル」, 自然環境影響評価技法研究会報告書, 224-239, (社) 日本環境アセスメント協会
- (社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004c), 「カジカ (大卵型) における HSI モデル」, 自然環境影響評価技法研究会報告書, 240-274, (社) 日本環境アセスメント協会
- (社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004d), 「サシバにおける HSI モデル」, 自然環境影響評価技法研究会報告書, 198-223, (社) 日本環境アセスメント協会
- (社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環

- 境影響評価技法研究会 (2004e), 「ハクセンシオマネキの HSI モデル」, 自然環境影響評価技法研究会報告書, 123-142, (社) 日本環境アセスメント協会
- (社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004f), 「トウキョウサンショウウオにおける HSI モデル」, 自然環境影響評価技法研究会報告書, 275-306, (社) 日本環境アセスメント協会
- (社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004g), 「ムササビにおける HSI モデル」, 自然環境影響評価技法研究会報告書, 183-197, (社) 日本環境アセスメント協会
- (社) 日本環境アセスメント協会・研究部会自然環境影響評価技法研究会 (2004h), 「メバル稚魚・幼魚 HSI モデル」, 自然環境影響評価技法研究会報告書, 143-162, (社) 日本環境アセスメント協会
- 高山百合子、上野成三、勝井秀博、林文慶、山木克則、田中昌宏 (2003), 「江奈湾の藻場分布データに基づいたアマモの HSI モデル」, 海岸工学論文集, 50, 1136-1140, 土木学会
- 田中章 (1998a), 生態系評価システムとしての HEP, 「環境アセスメントここが変わる」島津康男ほか編, 81-96, 環境技術研究会, 大阪, 432pp.
- 田中章 (1998b), 「アメリカのミティグーション・バンキング制度」, 環境情報科学 27(4), 46-53, 環境情報科学センター
- 田中章 (2000a), 「新しい評価領域—ミティゲーションと生態系評価」, 環境科学会会誌 13 (2), 280-281, 環境科学会
- 田中章 (2000b), 「環境アセスメントにおけるミティゲーション規定の変遷」, ランドスケープ研究 61 (5), 763-768, 日本造園学会
- 田中章 (2002a), 「米国のハビタット評価手続き HEP 誕生の法的背景」, 環境情報科学 31 (1), 37-42, 環境情報科学センター
- 田中章 (2002b), 「何をもって生態系を復元したといえるのか?—生態系復元の目標設定とハビタット評価手続き HEP についてー」, ランドスケープ研究 65 (4), 282-285, 日本造園学会
- 田中章 (2003a), 「生態系アセスメントにおける定量的評価手法利用の考え方」, 環境省主催「生態系の定量的評価手法フォーラム」PWP 資料
- 田中章、畠瀬頼子 (2003b), 「生態系アセスメントにおけるハビタットモデル及び定量評価の展開」, 環境アセスメント学会 2003 年度研究発表会論文要旨集, 141-142
- 田中昌宏、上野成三、林文慶、新保裕美、高山百合子 (2003), 「沿岸自然再生の計画・設計を支援する環境評価手法に関する一考察」, 土木学会論文集, 741, 89-94, 土木学会
- 寺澤知彦、中村義治、向井哲也、青木伸一、山下俊彦 (2003), 「モデル解析に基づく汽水域生態系機能評価」, 海岸工学論文集, 50, 1141-1145, 土木学会
- 宇野宏司、中野晋 (2003a), 「干潟底生生物を対象とした物理応答モデルの構築とその試行」, 海岸工学論文集, 50, 1066-1070, 土木学会
- 宇野宏司、中野晋、直隆史 (2002), 「四国周辺の干潟における稀少種「シオマネキ」の生息地適性評価」, 海洋開発論文集, 18, 185-190, 土木学会
- 宇野宏司、中野晋、古川忠司 (2003b), 「重み付き評価指標を用いた稀少種シオマネキ生息地適性評価手法」, 水工学論文集, 47, 1075-1080, 土木学会
- 和田真治、須藤靖彦、東信行、中村俊六 (1998), 「農具川における魚類生息場適性基準(HSI)の作成と検証」, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 353-354, 土木学会
- 山下慎吾、傳田正利、酒井賢一、山口功、中越信和 (2002), 「回帰木モデルを用いた生息地指標の算出」, 環境システム研究論文集, 30, 71-76, 土木学会
- 吉安勇介、橋中秀典、端谷研治、島田広昭、井上雅夫 (2001), 「HEPによる人工磯の付着動物に関する生息地適性評価」, 海岸工学論文集, 48, 1316-1320, 土木学会
- (財) 日本生態系協会 (2004a), 「環境アセスメントはアップ(HEP)でいきる」, ギョウせい, 東京, 206pp.
- (財) 日本生態系協会 (2004b), 「ニホンリスの HSI モデル ver.1.0」, (財) 日本生態系協会
- (財) 日本生態系協会 (2004c), 「テンの HSI モデル ver.1.0」, (財) 日本生態系協会
- (財) 日本生態系協会 (2004d), 「ミドリシジミの HSI モデル ver.1.0」, (財) 日本生態系協会

한일환경영향평가학회 국제워크숍
전략환경평가■ 항한 새로운 움직임

인 쇄 : 2004년 11월 10일
발 행 : 2004년 11월 10일

발행인 : 이 상 훈
발행처 : 사단법인 한국환경영향평가학회
445-743, 경기도 화성시 봉담읍 와우리 산2-2
수원대학교 환경공학과
TEL : (0502) 722-5965 FAX : (031) 220-2533

편집·인쇄: 도서출판 **동** 02-313-3116
