

- 自然と人との共生を考える

2.2 生態系評価システムとしてのHEP

田中 章

2.2.1 はじめに

HEPとは、Habitat Evaluation Procedure(ハビタット評価の手続き)の略で、アメリカで開発された生態系評価システムである。HEPには、複雑な生態系の概念を、野生生物のハビタット(Habitat, 生息地)という土地の広がりと直結した(area-based)概念に置き換え、その状態を定性的かつ定量的に評価する手法が用意されている。開発に伴う自然破壊に対する代償ミティゲーションのプランニングにおいては、破壊される生態系と代償する生態系の比較評価を定性的かつ定量的に行なうこと、またその内容を客観的に示すことが不可欠となる。HEPはこのようなニーズに答えるものである。

アメリカにおいては1958年野生生物調整法の改正から野生生物に関する環境アセスメントを規定しているが、1969年の国家環境政策法(NEPA)によって、環境の価値を定性的かつ定量的に把握する手法が求められるようになった。これを受けた数百以上の生態系評価手法が考案されたが、HEPはその中で最も技術的に優れており、代償ミティゲーションにおける生態系評価でも最も多く使われているといわれている。HEPは、1974年に連邦野生生物局(USFWS)によって原形が考案されてから幾度も改良され、現在も改良が進められている。

以下に HEP の概略を手続きの流れに沿って紹介する。

2.2.2 HEP の全体フロー

HEP の全体フローは図 2.2.1 に示すように、プロセスとその下のフェーズとからなっている。

→ は本文における記述のフローを示す

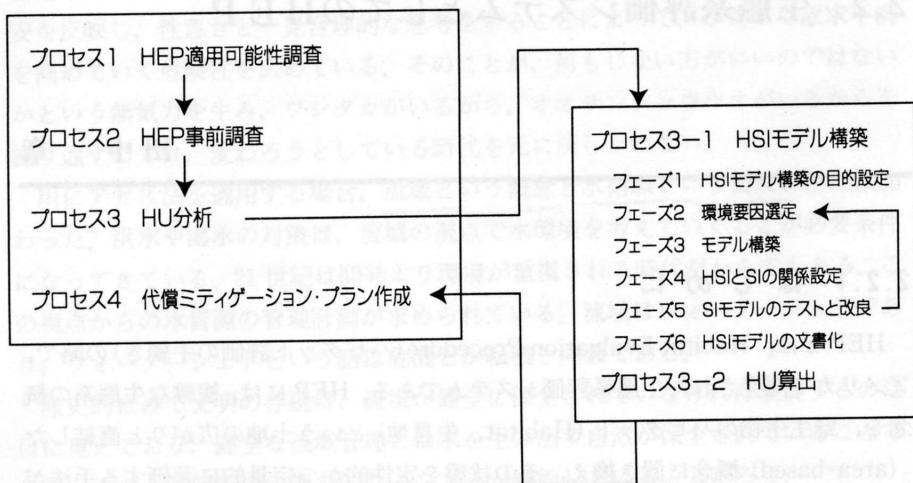


図 2.2.1 HEP の全体フロー

(1) [プロセス1] HEP 適用可能性調査

代償ミティゲーション・プラン等の作成に際し、HEP 採用時のコストと時間を勘案することで、その実現可能性が判断される。HEP は最も優れた生態系評価方法ではあるが、最も手間のかかる方法といわれている。HEP を使用しない場合には、HEP ほどコストと時間がかかる手法を用いることになる。

HEP の採用が決まると、HEP 調査チームが編成される。通常 2～3 名程度であるが、最低限、事業主体や事業の許認可官庁（Action Agency）の代表あるいは彼らが雇った専門コンサルタントと、連邦野生生物局（USFWS）あるいは州野生生物局等の野生生物保護管理者の代表が含まれていることが必要である。開発サイドと保全サイドの共同作業は HEP の特徴の一つである。

(2) [プロセス2] HEP 事前調査

HEP 事前調査とは後述する [プロセス3] HU 分析に必要な基礎データを準備する調査であり、以下に示す項目と手順で実施される。既存データの収集・整理を最初に行い、必要に応じて現地調査を行う。

調査区域の確定

調査区域は、事業により影響を受ける区域と代償ミティゲーションサイトの2ヵ所である。事業により影響を受ける区域の確定(delineation)は、直接的影響の及ぶ範囲だけではなく、間接的影響にも考慮し、野生生物の行動範囲(渡り、テリトリー)や流域(watershed)の広がり等に留意する。

既存情報収集

調査区域に関する既存情報を収集し、整理する。地形図、空中写真、野生生物関連データ、水文データ、レクリエーションデータ、歴史資源データ等を含む。

また、湿地目録(National Wetland Inventory, NWI)や鳥類営巣アトラス(Breeding Bird Atlas, BBA)等の既存のインベントリーやGISを利用して情報収集を行う。

カバータイプ区分

調査区域を、植生、水系、地形等から総合的に判断し、均質なカバータイプごとに区分する。スケールはケースバイケースである。

カバータイプ区分は、HEPの中心的概念である「HU」及び「HSI」(後述)の対象区域となる他に、「評価対象種」(後述)の選定、現地調査におけるサンプリング地点の選定の基礎資料となる。

目標の設定とブレークダウン

まず大きな(本来的な)目標(goal)を設定し、これを実現するための複数の具体的な目的(objectives)を設定する。これらの目的を達成するために、さらにブレークダウンした具体的な行動に結びつける。これらの体系は系統図のクラスターのように表現される。このようなステップダウン式のアプローチは、HEPのすべての過程や部分において、それぞれの位置づけを確認し、合理的な行動を常に選択することを助長する。目標のブレークダウンは、次項の「評価対象種の選定」の根拠となる。(注:目標→目的→行動のブレークダウンは3.12の「矢作川方式」における図3.12.3に相当するとみてよい。)

評価対象種の選定

評価対象種(Evaluation Species)とは、HEPの指標である「HSI」や「HU」(後述)を算出する対象となる種やグループのことである。HEPの狭義の目的は評価対象種を保全するための解析であり、その意味で、評価対象種の選定は極めて重要なプロセスである。

評価対象種は1種でも複数種でもよいが、トラウト類というように同じような

ハビタットを必要とする属や科等の分類上のグループとすることもできる。また、調査区域内だけではなく、調査区域を含む広い範囲を利用している種も考慮する。

選定基準としては、人気種、狩猟対象種、毛皮獸、その地域に生息が限定する種、広いハビタットを必要とする種、食物連鎖の上位種、湿地等の特定のハビタットに特異な種、開発等の影響を受けやすい種、希少種等の考え方があり、これらの単体あるいは組み合わせによるかはケースバイケースである。いずれにしても、「目標の設定とブレークダウン」における目標や目的に沿った選定基準であることが重要である。

(3) [プロセス3] HU分析

HU分析は、調査区域全体を評価対象種のハビタットとして総合的に評価するフェーズである。HUとはHabitat Unit(ハビタット単位)の略であり、HEPの基本単位である。HU分析は、プロセス3-1「HSIモデル構築」とプロセス3-2「HU算出」の2つのプロセスから構成される。

HEPでは、開発サイト及び代償ミティゲーションサイトのそれぞれについてベースライン(Baseline、事業がない場合)及び事業実施時の合計4つのHUを求める。

[プロセス3-1] HSIモデル構築

HSIとは、Habitat Suitability Index(ハビタット適性指標)の略で、あるカバータイプについて、評価対象種のハビタットとしての適性を定性的かつ定量的

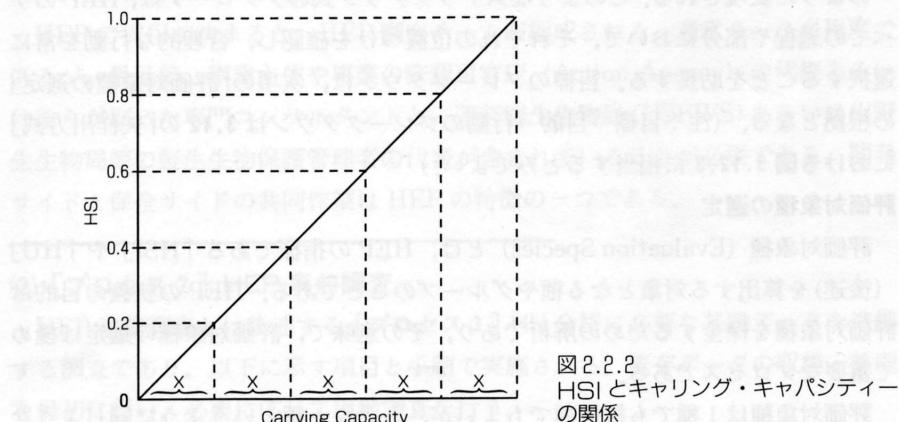


図2.2.2
HSIとキャリング・キャパシティーの関係

に評価する値である。HSI の概念は式 1 で表現される。

$$HSI = \frac{\text{調査区域のハビタットの状態}}{\text{理想的なハビタットの状態}} \quad \dots \dots \dots \text{式 1}$$

HSI は 0 (まったく不適) から 1 (最適) の間の数値で表現され、キャリング キャパシティー (Carrying Capacity, CC) と正の相関がある概念とされる (図 2.2.2 参照)。HSI=0 の場合は CC=0 で評価対象種はまったく生息しないことを表わし、HSI=1 の場合は評価対象種のポピュレーション (生息数) は最大となると考えられる。

HSI モデル構築は、図 2.2.1 に示すとおり、1～6 のフェーズから構成されている。以下に HSI モデル構築について順を追って説明する。

フェーズ 1 HSI モデル構築の目的設定

HSI モデル構築の第一歩は、HEP 全体のシステムにおける「目標の設定とブレークダウン」と同じく、HSI モデル構築の目的の明確化である。

HSI モデル構築に際し、完全無欠なモデル構築 (Ideal Goal) の追求はもちろん理想的ではあるがコストパフォーマンスの点から現実的ではない。ここでは、最低限代償ミティゲーションプラン作成のために必要なモデルが構築できれば良いという合理的な判断 (Acceptance Goal) が重要になる。代償ミティゲーションプラン作成のためには、数量化が可能で立地に即した (area-based) モデルであることが最低限の条件である。

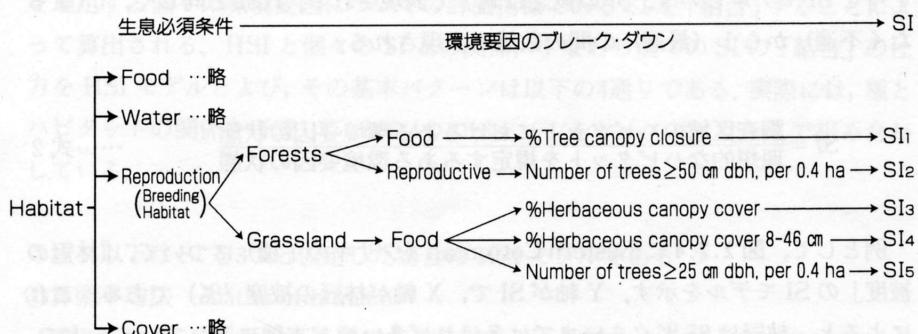


図 2.2.3 Red-tailed hawk(タカの一種)の環境要因選定(事例)

出典 : U.S. Fish and Wildlife Service (1981): Standards for the Development of Habitat Suitability Index Models (ESM 103) に筆者が説明を加えた。

フェーズ 2 環境要因選定

環境要因とは、ある種にとってのハビタットの適否を規定（制限）するさまざまな要因のことである。一般的には、餌の状態、水の状態、営巣用地としての植生等のカバーの状態、繁殖用地としての適否等が環境要因として選定される。評価対象種によっては斜面の傾斜度数、水場からの距離等を環境要因として選定することもできる。また、両生類等のようにライフサイクルの中でハビタットが変化する種を選定するには、幼生期、成体期等のライフステージごとに環境要因の選定が必要となる。必要とするハビタットが季節ごとに異なる場合には、季節変化にも配慮する。また、調査区域自体の状態にかかわらず、近くに道路や工場があると生息できなくなる種に対しては、道路や工場からの距離や騒音等も環境要因とすることができる。

環境要因の選定は一見、限りがないように思えるが、できるだけ限定することが基本である。例えば、あるリストのハビタットの条件として、「餌となるドングリが多いこと」と「営巣のためのカシの大木の被度が多いこと」があった場合、後者の状態は前者の状態を含むと考えられるため、環境要因としては後者を選定する（後述する SI の「限定要因法」参照）。

図 2.2.3 に、環境要因選定の事例を示す。

フェーズ 3 SI モデル構築

SI とは、Suitable Index (適性指標) の略で、HSI 算出の材料となる値である。選定された環境要因は、カバータイプごとに、当該評価対象種のハビタットとしての適性を示す SI に換算される。この環境要因とハビタットの関係を表わすモデルを SI モデルという。SI の概念は式 2 で表現される。HSI と同じく、0（まったく不適）から 1（最適）の間の数値で表現される。

$$SI = \frac{\text{調査区域のハビタットにおけるある環境要因の状態}}{\text{理想的なハビタットを規定するある環境要因の状態}} \quad \dots \dots \text{式 2}$$

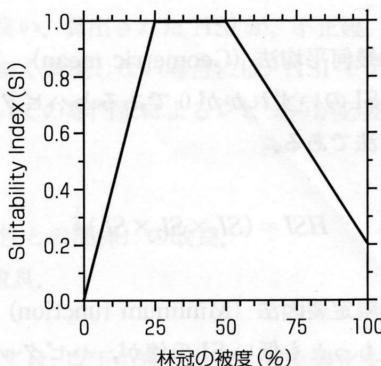
例として、図 2.2.4 に Eastern Cottontail (ウサギの 1 種) について、「林冠の被度」の SI モデルを示す。Y 軸が SI で、X 軸が林冠の被度 (%) である。これによると、林冠は 25 % ぐらいまでは多ければ多いほど本種に適している一方で、50 % を超えると少なければ少ない方が本種に適していることがわかる。

この SI モデルを用いるためには、調査区域のカバータイプの分布とそれぞれ

も実施された HSI のモデルアップデートを用いて、
ルデータは現実のものでも架空のもので、
合理的とは平たくてハビタットの状態を
より現実的と評価するため、直接評価結果は
現実のものと異なることが行われる。
現実のものと異なることが行われる。

図 2.2.4
Eastern Cottontail (ウサギの 1 種)
の林冠の被度についての SI モデル事例

出展 : U.S. Fish and Wildlife Service (1984):
Habitat Suitability Index Models: Eastern
Cottontail



の林冠の被度のデータが必要となるが、これらのデータは現地調査によって測定する。もし、本 SI モデルが季節によって異なる場合には、季節ごとに現地調査が必要となる。

実際の HEPにおいて、この事例のような既存の SI モデルがない場合には、評価対象種とハビタットの関係についての既存の研究論文を利用して新規にモデルの構築を行う。この場合には評価対象種についての専門家の参加が不可欠である。

フェーズ 4 HSI と SI の関係設定

評価対象種に対する総合的なハビタットの評価指標である HSI は、ハビタットを規定する個々の環境要因についての評価指標である SI を「結合」することによって算出される。HSI と個々の SI との関係、すなわち個々の SI の「結合」の仕方を HSI モデルとよび、その基本パターンは以下の 4通りである。実際には、種とハビタットの関係を考慮し、これら 4つのパターンをケースバイケースで組み合わせている。

<注：以下は SI を 3つと仮定した場合の HSI モデルである。>

①算術平均法 (Arithmetic mean)

すべての SI が必ずしも必要でなく、どれか一つでもあればそれなりにハビタットとして機能する場合に用いる方法である。HSI が 0 となるにはすべての SI が 0 となる必要がある。

$$HSI = \frac{SI_1 + SI_2 + SI_3}{3} \quad \dots \text{式 3}$$

②幾何平均法 (Geometric mean)

SI のいずれかが 0 であるとハビタットの価値が 0 となるような場合に用いる方法である。

$$HSI = (SI_1 \times SI_2 \times SI_3)^{\frac{1}{3}} \quad \dots \text{式 4}$$

③限定要因法 (Minimum function)

もっとも低い SI の値が、ハビタット全体の価値を限定するような場合に用いる方法である。植物の栄養素でもっとも欠乏しているものがその植物の成長を制限するという「リービッヒの最小律」と同様の概念である。

$$HSI = SI_1 \text{ or } SI_2 \text{ or } SI_3 \quad \dots \text{式 5}$$

④加算要因法 (Additive function)

個々の SI がお互いの不足を補う場合に用いる方法である。例えば、リスの餌として、ドングリやクルミ等の異なる種類の餌の状態を SI として設定した場合などが当てはまる。合計が 1 を超える場合には、最高値を 1 とした相対値に換算する。

$$HSI = SI_1 + SI_2 + SI_3 \quad \dots \text{式 6}$$

実際の HSI の計算はパソコンの表計算ソフト上で行われることが多いが、連邦野生生物局 (USFWS) は HSI モデル用表計算ソフトを開発し、公表している。これらは、ある種についての SI モデルと HSI モデル、並びにそれらのデータが事前に組み込まれており、利用者がモデル構築を行なわずに HSI を計算することができるようになっている。また、後述するように、多くの種についての SI モデルと HSI モデルが政府機関や大学等から公表されているので、これらを基にモデル構築を行なうことができる。いずれにしても、HSI モデル構築においては、モデルの根拠、出典について明示しておくことが重要である。

フェーズ5 モデルのテストと改良

構築された HSI モデルで、サンプルデータを用い HSI の試算を行なう。サンプルデータは現実のものでも架空のものでも良い。算出された HSI が、不正確、非合理的又は不完全でハビタットの状態をうまく表現しない場合には、HSI モデルの改良を行なう。改良には評価対象種についての専門家によるレビューが必要である。改良には次のようなことが行われる。

- ・環境要因の追加、削除。
- ・SI モデル（環境要因とハビタット適合性との関係）の改良。
- ・HSI モデル（HSI と SI との関係）の改良。

フェーズ6 HSI モデルの文書化

最終的にできあがった HSI モデルについては、以下の項目を含んだ文書化を行なう。

- ・評価対象種のハビタットの一般的な説明（分布等）
- ・評価対象種のハビタットの環境要因（餌、水、繁殖、営巣等）の説明
- ・参考とした HSI モデルのオリジナルとそこからの改良点
- ・使った基礎データの出典とその妥当性
- ・本 HSI モデルの適用可能な範囲と限界

このような文書化は以下の点で重要である

- ・モデル化の目的、生物学的な前提条件、モデル構造等を再確認する
- ・評価対象種とハビタットの間の理解を深める
- ・本モデルが他の HEP 調査に応用される場合に必要な情報を提供する

すべての HEP が調査の度に SI モデルや HSI モデルを構築しているわけではない。HEP 調査のモデルは文書化され、蓄積され、利用されていく。1998 年 8 月現在で約 200 種の HSI モデルについてのレポートが連邦野生生物局 (USFWS) 等から出版されている。前掲の Eastern Cottontail の事例はこの中の一冊である。

ちなみに、Eastern Cottontail の HSI モデルのレポートは 31 頁からなり、分布状況、ハビタット（餌、水、カバー、繁殖等の環境要素に関する説明）、複数の SI モデル、使用した基礎データや他の SI モデルの文献一覧から構成されている。レポートを作成した個人名、実施機関名、スポンサー名、連絡方法も明記されてい

る。最初のページはアンケート様式になっており、モデルに関する情報提供を呼びかけている。

連邦野生生物局(USFWS)以外にも、U.S. Geological Survey(USGS), Bureau of Land Management, U.S. Forest Service(USFS)等の連邦政府機関、各州のDepartment of Fish and GameあるいはDepartment of Natural Resources等の環境保全部局、Migratory Bird and Habitat Research Laboratory等の研究機関、大学等からも HSI モデルやハビタットに関する情報を集積し、公表している。

[プロセス3-2] HU 算出

HSI は、それぞれのカバータイプごとに計算される。仮にカバータイプが 3 種類あり、それぞれの面積が、 A , B , C 、また、HSI が Ah , Bh , Ch である場合、この土地全体の総 HSI (Total HSI) は次の式で求められる。

$$\text{Total HSI} = \frac{A \times Ah + B \times Bh + C \times Ch}{A + B + C} \quad \dots \dots \dots \text{式 7}$$

HU とは、Habitat Unit (ハビタット単位) の略で、ある調査区域全体のハビタットに対して、総 HSI の持つ定性的な評価に、面的広がりをもった定量的な評価を加味した指標である。HU は、HEP の共通単位であり、HU の大小によってインパクトとミティゲーションが比較される。

HU の概念は式8で表現される。

$$HU = \text{Total HSI} \times \text{Total Area} \quad \dots \dots \dots \text{式 8}$$

HU には空間要素は入っているが、時間要素は入っていない。HU は、いわば、ある時点のハビタットを切り取って評価したものである。現実の開発事業等においては、ハビタットとしての価値は時間の経過とともに変化するため、時間要素を含めた累積的 HU (Cumulative HU) を計算する必要がある。

図 2.2.5 は、架空の開発を例にとって、ある野生生物の HU 及び累積的 HU の概念を説明したものである。Y 軸は HU を示し、X 軸は年を示す。まず、開発前は高木林が広がっているので、900 HU という評価である。最初の 5 年間かけて工事のために樹木を伐採するため、ハビタット評価は 900 HU から 400 HU に落ちる。その後、15 年にわたり穴を掘り、ゴミを埋め続けるために、さらに 200 HU ま

で下がる。その後、土で埋め立て自然復元を行ない、埋め立て後60年間は事業者が自然復元の管理を行なうため、ハビタットは500HUまで徐々に回復するが、その後は放置されるためにHUは増加しない。この図で、実線はその時点におけるHUを、斜線部は累積的HUをそれぞれ示している。

累積的HUの概念は式9で表現される。

$$\text{Cumulative HU} = \sum_{i=1}^P (H_i \times A_i) \quad \dots \dots \dots \text{式9}$$

ただし、

i: 年

P: HEP分析の期間（通常、60年～100年）

H_i: i年目のTotal HSI

A_i: i年目のTotal Area

実際に累積的HUを求める場合には、ターゲットイヤー（Target Year, TY）と呼ばれるHU予測年を決め、それぞれのTYについてHUを予測し、それらの累積（積分）したものとして累積的HUを求める。TYは事業によって異なるが、工事開始時点、供用開始時点、供用中、供用終了時点、事業終了時点等を設定する。HEP分析の期間は、通常、60年から100年程度であるが、事業期間がそれ以上になる場合には、当然、その期間を含む十分な長さとする。

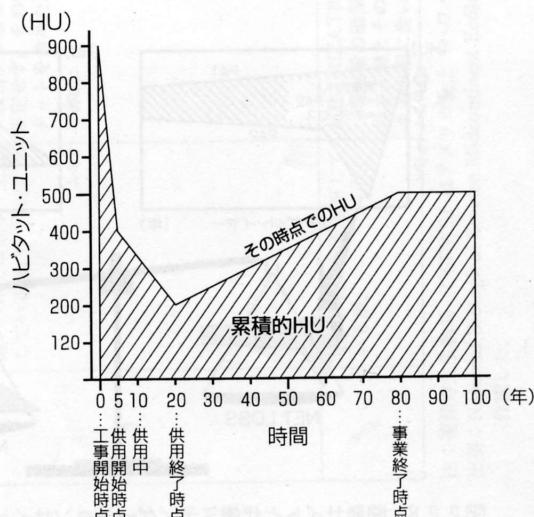


図2.2.5
累積的HUの概念

(4) [プロセス4] 代償ミティゲーションプラン作成

HEP 調査の最終目的は、代償ミティゲーションプランの策定に必要な情報を提供することである。ミティゲーションバンキング（田中, 1998b）を除けば、通常、開発事業者は、自ら、用地を購入し、自然の復元（restoration）あるいは創造（creation）事業を行う。このような代償ミティゲーション事業は（田中, 1995a, 1995b, 1996a）、フェンス等で囲み外部からの攪乱を防ぐような軽微なものから、土木工事、植栽工事、灌漑工事、各種メンテナンス等を伴う大規模なものまで様々であるが、これらの内容はすべて、代償ミティゲーションプランに示される必要がある。

HEP では、開発サイトの累積的 HU (=PA) と代償ミティゲーションサイトの累積的 HU (=MP) を、以下のケースについて算出する。

- ・ PA1：開発サイト（開発事業なし）
- ・ PA2：開発サイト（開発事業あり）
- ・ MP1：代償ミティゲーションサイト（代償ミティゲーション事業なし）
- ・ MP2：代償ミティゲーションサイト（代償ミティゲーション事業あり）

図 2.2.6 は、PA1, PA2, MP1, MP2 の各累積的 HU を模式化したものである。この図で、PA1 から PA2 を差し引いた斜線部分は、開発により影響を受けるハビタットの累積的 HU、即ち、ネットロス（Net Loss）であり、MP2 から MP1 を

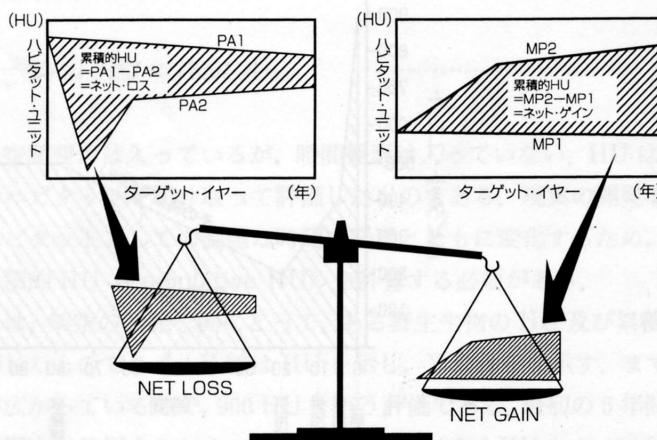


図 2.2.6 開発サイトと代償ミティゲーションサイトのそれぞれの累積的 HU

表2.2.1 種の貴重性と代償ミティゲーション・プランニングの関係

Resource Category	種及びそのハビタットの 価値	野生生物保全のゴール	ミティゲーション・プランニングのゴール
1 高い価値を有し、国やエコリージョン (Ecoregion) で希少な種。(注)	NO LOSS: 現存する該当する種とそのハビタットは完全に保存すること。	・回避 (Avoidance) ミティゲーション: この場合は、開発事業の全部あるいは一部を中止することでハビタット消失を避ける。	
2 高い価値を有し、国やエコリージョンで希少になりつつある種。	NO NET LOSS: 該当する種とそのハビタットの現存量は確保すること。	・イン・カインド (In-kind) 代償ミティゲーション: この場合は、該当種とそのハビタットの現存量をそのままの量で確保する。 例) シカの3HUは、シカの3HUで代償される。	・イコール (Equal) 代償ミティゲーション: この場合は、該当種を含めたどの種の現存量を確保する。種のトレードオフは可能であるが、量のトレードオフは許されない。 例) シカの3HUは、シカの2HUとクマの1HUの合計3HUで代償される。
3	高から中の中の価値を有し、国レベルでは数多く生息している種。	NO NET LOSS: 該当する種とそのハビタットとその他の種とそのハビタットを含めた現存量は確保すること。	・アウト・オブ・カインド (Out-of-kind) 代償ミティゲーション: リラティブ (Relative) 代償ミティゲーション: この場合は、該当種を含めたどの種の現存量を確保する。種のトレードオフも量のトレードオフも可能である。 例) シカの3HUは、クマの1HUで代償される。
4	中から低い価値を有している種。	MINIMIZATION: 現存量の確保までにはいらず、該当する種とそのハビタットの減少を最小限に食い止めること。	・最小化ミティゲーション: この場合は、ハビタット消失を代償する必要はない。

注：連邦野生生物局 (USFWS) はアメリカ全土（ハワイやアラスカを含める）をエコリージョンと呼ばれる7つの管理地域に区分している。
出展：National Biological Service Midcontinent Ecological Science Center (1995): Habitat Evaluation Procedures Workbook 等から筆者が作成した。

差し引いた斜線部分は、代償ミティゲーションサイトの累積的 HU、即ち、ネットゲイン (Net Gain) である。代償ミティゲーションは、ネットゲインがネットロスと比べて同等かそれ以上になるように計画される。

このように、開発事業あるいはミティゲーション事業が行なわれない場合のハビタットの変化にも配慮するのが、HEP の特徴の一つである。

表 2.2.1 に連邦野生生物局 (USFWS) による、種の貴重性とミティゲーションプランニングの関係を示した。

2.2.3 おわりに

本論文は、1989 年から 1992 年にかけてカリフォルニアにおける三日月湖を含む湿地復元の代償ミティゲーション事業に参加した経験と、1998 年 8 月にユタで開催された連邦野生生物局 (USFWS) の委託する HEP 講習会 (写真 2.2.1) に参加した経験から得たものである。

HEP の長所は数量化にあり、HEP の短所も数量化にある。自然科学としての HEP の数量化に対する批判は数多く存在している。HEP は完全無欠の科学的手法ではない。むしろ、環境アセスメントと同じく、コミュニケーションのための手続き的 (Procedural) システムである。即ち、HEP は、何かを実体的 (Substan-

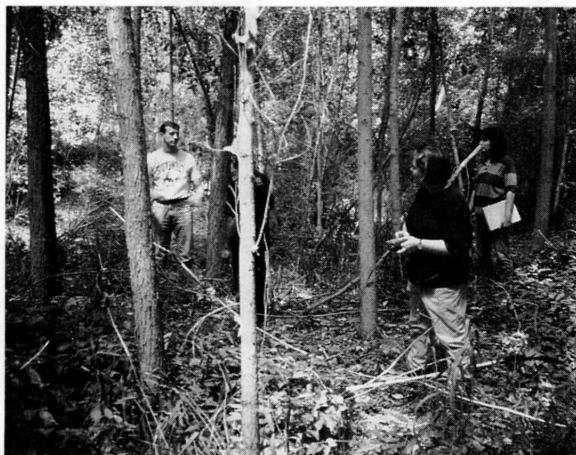


写真 2.2.1
HEP 講習会における実際の開発予定地におけるフィールド調査 (Salt Lake City 1998.8)

tive)に規定し意思決定を下すものではなく、既存の様々な知見を収集し、比較可能な客観的な形に整理し、公開するための一定の手続き(Procedure)を示したものである。この共通の手続きにより、開発サイドと保全サイドという異なる意見を持つ人々を同じテーブルにつけ、共通の言語(HU)でコミュニケーションすることを可能にしている。

一方で、HEPは最も優れた生態系評価手法ともいわれており、現在も改良が続けられている。生態学的手法としてのHEPの特徴としては、生態系の概念を現実の空間的広がりに換算できること、時系列的なハビタットの変化や影響を累積的に捉えることができることであり、その結果、異なる2時点あるいは異なる2地点の生態系を定性的かつ定量的に比較することが可能になっている。

また、HEPは、既存の種や生態系に関する膨大な基礎調査の成果を、実際の環境保全というアクションに結び付ける架け橋ともいえる。HEPを支援するために、連邦野生生物局(USFWS)等の連邦政府及び州政府機関、研究所、大学等が、膨大なデータを収集し、整理し、公開している。

HEPでは、HSIモデルの文書化義務に見られるように、一つ一つのHEP調査の知見が積み重ねられ、共有化できるような工夫がある。これは、周知の無駄な部分に労力をかけずに、その分必要な部分に労力をかけるという、メリハリのきいた調査につながる。カナダの環境アセスメント制度に「クラスクリーニング」(田中, 1996b)という仕組みがあるが、これをほうふつとさせる工夫である。

近年、わが国でも代償ミティゲーションの導入が検討され始めているが、HEPが、自然環境を保全するという基本的理念のもとに、情報開示を前提としたコミュニケーションのツールとして用いられるのならば、このような動きにいくつかの有益な示唆を与えることができると筆者は確信している。

最後に、今後のわが国の環境アセスメント制度が有効に運用され、持続可能な社会の構築に寄与することに期待しつつ、今後のHEP導入の際に留意すべきことを示す。

- ・わが国の従来の環境アセスメント制度では、開発立地の消失する自然についてはほとんど配慮されてこなかったために、開発に伴いわが国の自然は消失していく一方であり、このままではその傾向は変わらないという事実。
- ・開発計画そのものを回避する「ゼロオプション」や開発立地選定等の「代替案の検討」なしに、最初から「代償」ミティゲーションを提唱することは合

理的でなく本末転倒であること。

- ・ミティゲーションは、「回避→最小化（低減化）→代償」の順で検討されなければならず、「回避」及び「最小化」ミティゲーションの検討なしに、最初から「代償」ミティゲーションを提唱することは本末転倒であること。
- ・HEP も環境アセスメントも、意思決定のためのツールではあるが、意思決定そのものではない。両者は、散在する知見を集積し、整理し、共通語に翻訳し、公表するという「コミュニケーション」のための手続きであり、その意味では、HEP も環境アセスメントも使い方によっては両刃の剣となりうること。
- ・日本で HEP を行なう場合には、「HSI」や「HU」というペーツだけを導入するのではなく、「目標設定のブレークダウン」や「モデルの文書化」等の「システム全体」及びその背景にある「思想」ごと学ぶことが重要である。

参考文献

- 田中 章(1998a), 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
- 田中 章 (1998b), アメリカの湿地保全におけるミティゲーション・バンキング制度の役割, 環境情報科学27(4)
- 田中 章 (1997), マイポ湿地の環境ミティゲーション, BIOCITY No.13, 41-49
- 田中 章(1996a), 開発と自然保護の調和—米国の生態系復元事業にみる, 武内和彦編, 植物の世界131号, 346—347, 朝日新聞社
- 田中 章 (1996b), 環境アセスメントへの10の条件, BIOCITY NO.7, 62-67
- 田中 章 (1995a), 環境アセスメントにおけるミティゲイション制度—カリフォルニアの例一, 人間と環境21(3), 154-159
- 田中 章 (1995b), ミティゲーション—地域自然環境保全のツール, BIOCITY No.5, 41-50
- Dennison, Mark S. (1997), Wetland Mitigation, 33-65, Government Institutes
- National Biological Service Midcontinent Ecological Science Center (1995):Habitat Evaluation Procedures Workbook
- U.S. Fish and Wildlife Service (1984):Habitat Suitability Index Models: Eastern Cottontail
- U.S. Fish and Wildlife Service (1981): Standards for the Development of Habitat Suitability Index Models (ESM 103)
- U.S. Fish and Wildlife Service (1981) , U.S. Fish and Wildlife Service Mitigation Policy, Federal Register, Vol.46, No.15, 7644-7663
- U.S. Fish and Wildlife Service (1980): Habitat as a Basis for Environmental Assessment (ESM 101)
- U.S. Fish and Wildlife Service (1980): Habitat Evaluation Procedures (HEP) (ESM 102)
- U.S. Geological Survey (1997): Selected Habitat Suitability Index Model Evaluations

青山 真一 (3, 11)	環境総合研究所所長
足立 孝之 (2, 4)	創造技術研究所大阪支社河川本部技師長
伊藤 達也 (2, 10)	金城学院大学現代文化学部国際社会学科教授
市川 新 (2, 5)	京都大学大学院工学研究科環境工学専攻教授
内田 曜史 (3, 8)	福岡県環境管理協会環境部部長
梅原 雅 (3, 7)	環境設計部取締役経営研究室室長
喜田由紀子 (2, 3)	滋賀県立琵琶湖博物館總括学芸員
加藤 久義 (3, 9)	関西国際空港開発部環境管理課課長
今城 聰 (2, 9)	大阪府環境農林水産部交通公害評議会
厚井 弘志 (2, 9)	大阪府環境農林水産部環境指導室会員
高橋 八家 (2, 6)	名古屋大学准教授
柳井 善雄 (4, 11)	信州大学名誉教授、応用工数学研究所
島津 雄則 (1, 2, 3, 1, 3, 2, 3, 5, 3, 9, 3, 12, 4, 1)	名古屋大学名誉教授、環境技術研究協会会員
笠 文彦 (3, 8)	慶應大学理工学部教授
菅原 正幸 (4, 1)	大阪産業大学工学部教授、環境技術研究協会副会長
竹松伸一郎 (3, 10)	創造技術研究所東京支社文化技術本部環境部部長
田中 一章 (2, 2)	筑波外環境協力センター主任研究員、國際影響評議学会
田中 伸博 (2, 9)	大阪府環境農林水産部環境指導室
多賀 定義 (2, 1)	高崎工業大学栽培科学部園芸学科教授

環境アセスメント ここが変わる

定価 8,000円 (+税)

1998年12月21日 第1刷

編 著 『環境アセスメントここが変わる』編集委員会

発 行 環境技術研究協会

〒530-0043

大阪市北区天満 2-1-20 天満松茂ビル 4 F

TEL 06-6357-7611 FAX 06-6357-7612

印 刷 日本電植株式会社

ブックデザイン 竹内伸夫