

環境影響評価の計画段階環境配慮において必要とされる“生物多様性ポテンシャルマップ”の開発

The Integrated GIS Database on the Existing Environment and the Potential Habitats of Indicator Species

堀 吉博^{*}, *****, 相澤 郁^{**}, *****, 新井 聖司^{***}, *****, 矢代幸太郎^{****}, *****
 横田 樹広^{*****}, *****
 Yoshihiro HORI^{*}, *****, Takashi AIZAWA^{**}, *****, Seiji ARAI^{***}, *****, Kotaro YASHIRO^{****}, *****
 Shigehiro YOKOTA^{*****}, *****

1. 開発の背景及び目的

平成 24 年 4 月に環境影響評価法に基づく基本的事項が改正され、事業の計画段階の配慮事項として「生物多様性の確保及び自然環境の体系的保全」が明記された^{1),2)}。これにより、事業計画の立案段階で、複数の事業候補地について生物多様性に与える影響を調査・予測・評価する必要が明確化された^{1),2)}。

しかし、複数の事業候補地の現地調査は、費用面、調査期間の時間的制約から現実的ではない^{1),2)}。また、既存の生物分布情報は範囲が限定的であることや、精度が不確かな場合があること、データ形式が資料毎に異なるといった利用上の制約がある^{1),2)}。

これらの課題解決のためには、予め複数候補地を包含する広域的で画一的な地図データの整備と、生物多様性への影響を相対評価する技術が有効であると考えた^{1),2)}。

一般社団法人日本環境アセスメント協会（以下、JEAS）の自然環境影響評価技法研究会では、事業の計画段階における「生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全」をはじめとする生物多様性保全上の配慮に有用な、環境要素や重要種等のポテンシャルマップ等から構成されるデータベース、「生物多様性ポテンシャルマップ」（Biological Diversity Potential Map）（以下、BDP マップ）の開発を目指し、平成 21 年度から検討を行ってきた¹⁾。

本報告では、BDP マップの構成や整備方法、想定される利用形態、仮想アセスを通じた適用効果等を示す。これにより、環境省や都道府県等に BDP マップの整備を促し、事業計画の立案段階における環境影響評価、さらには計画アセスの効率的な実施、生物多様性地域戦略の策定、自然災害の復興における環境配慮の検討など、生物多様性に配慮した計画立案に資することを目的とする。

2. BDP マップとは

(1) BDP マップの構成

BDP マップとは、植生や地形などの環境データ、生物分布データや法令データといった実データ（一次データ）、生物種の生息条件の観点から一次データを変換するなどして得るハビタット変数マップ（二次データ）、HSI（Habitat Suitability Index; 生息地適性指数）モデル等の定量評価手法を使って生物種の生息適地を予測する生息ポテンシャルマップ（三次データ）を、1つのデータベースに整備したものである^{1),2),3),4)}（図-1及び表-1）。なお、BDP マップは、既存の環境情報を画一的に整理したデータベースであるが、その考えや仕組みは、本研究会が独自に開発したものである。

一次データにおける環境データは、地形、地質、植生、土地利用等の環境情報の集合体である。一次データは、環境情報の基盤となるデータで、BDP マップの根幹である。また、一次データのうちの生物分布データは、生物の実際の分布データを指す。法令等データは、国立公園や鳥獣保護区といった環境省や自治体等が定めた環境保全や生物保護を目的とした開発規制等のデータであり、

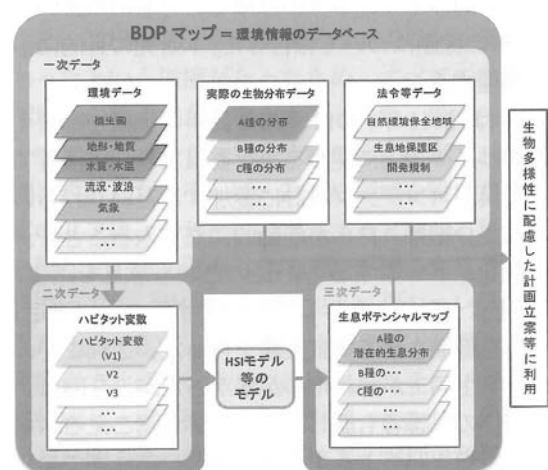


図-1 BDP マップの構成の概要

^{*}三洋テクノマリン(株)
^{**}(株)ポリテック・エイディディ
^{***}大日本コンサルタント(株)
^{****}(株)東京久栄
^{*****}清水建設(株)技術研究所
^{*****}(一社)日本環境アセスメント協会

^{*}Sanyo Techno Marine, Inc.
^{**}POLYTECH ADD, Inc.
^{***}NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., Ltd.
^{****}TOKYO KYUEI Co., LTD.
^{*****}SHIMIZU CORPORATION Institute of Technology
^{*****}Japan Association of Environment Assessment

生物多様性を保全する上で重要な場所が示されるデータである。

二次データのハビタット変数データは、評価対象種（以下、評価種）の代表的なハビタット変数（例えば樹齢50年以上の樹木分布、林縁5mの分布等）を指す。多くは一次データを解析・加工して得られる。

三次データの生息ポテンシャルマップは、二次データであるハビタット変数を HSI モデル等の定量評価手法によって評価された評価種毎の潜在的な生息可能性（ポテンシャル）を表現したデータである。

BDP マップの中心をなすのは一次データであり、利用しやすい状態で既存データが整備・更新され、提供されることが重要である。すなわち、精度の高い影響評価は、十分な一次データが整備されることが前提となる。

また、実データと生息ポテンシャルを併せて整備することで、各段階のデータの検証や精度確保を効率的、効果的に行うことができる。

表-1 BDP マップの構成要素

構成要素名	内容	例	
一次	①環境データ	BDP マップの基盤となる環境データ	地形、地質、植生、土地利用等
	②生物分布データ	実際の生物の分布を図化したもの	〇〇種の分布等
	③法令等データ	行政が定めた規制等を図化したもの	自然環境保全地域、鳥獣保護区等
二次	④ハビタット変数データ	代表的な評価種のハビタットの広がりや蓄積したもの	樹齢50年以上の木の分布、林縁5mの分布等
三次	⑤生息ポテンシャルマップ	代表的な評価種の生息ポテンシャルを評価したマップデータ	〇〇種の HSI 等

(2) 生息ポテンシャルマップ(三次データ)の作成方法

特に、計画アセスの影響評価で活用の可能性の高い生息ポテンシャルマップの整備手順の例を図-2に示す。

BDP マップの利用目的に合わせ、生息ポテンシャルマップを作成する対象地域を決定した後、地域に存在する生態系の評価種を選定する。生態系の違い、特に陸域と海域の違いによって、生存する生物の生活系や、生態系の利用の仕方、生物間の関わりは異なるため、評価対象種の選定基準が異なる。陸域の代表的な生態系である里山では主に典型性に着目し、海域の代表的な生態系である沿岸域では生物群の栄養段階と生態系の機能に着目するスクリーニングが望ましい。

各評価種のハビタット変数を整理し、存在する環境データを踏まえて評価モデルの選択・変更・作成を行う。その際、追加的な現地調査が困難であることを勘案し、詳細な調査が必要なものは、他の変数に代替する。

一次データあるいは二次データと評価モデルを用いて生息ポテンシャルを計算し、マップ化する。計算過程を含め、全てのマップをデータベース化する。

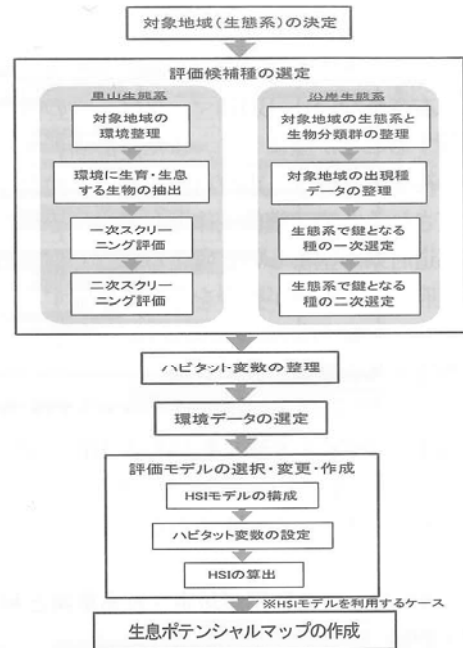


図-2 生息ポテンシャルマップの整備手順例

(3) 想定される整備主体と利用者

BDP マップは、国や地方自治体などの公共機関の管理の下、環境・建設コンサルタントをはじめとする様々な主体が活用する管理・利用体系を想定しており、対象とする地図のスケールも多様である(図-3)。

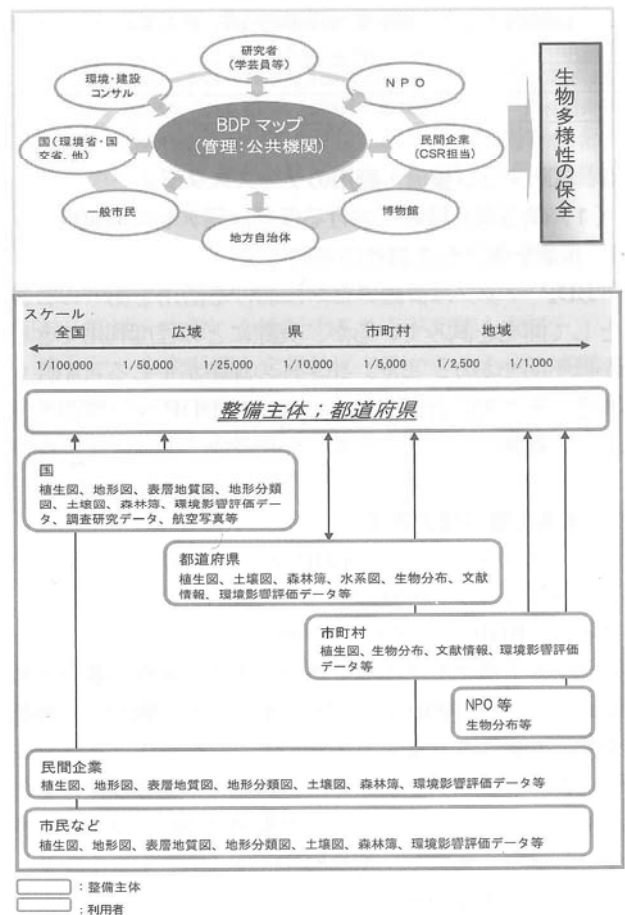


図-3 BDP マップの整備・管理と利用体系

なお、利用する地図のスケールは多様でも、現場の環境は同じものであるため（野生生物の分布状況等はスケールに左右されない）、BDP マップは一つの機関で集約して整備することが望ましい。また、計画アセスにおける事業の複数案評価は、市町村をまたいで検討されることが想定されるため、整備主体としては、それらをカバーする都道府県が望ましいと考える。だが、将来的には、国、都道府県、市町村が整合をとって整備することが望ましいだろう^{2),3)}。

(4) 想定される事業と利用形態

BDP マップの利用が想定される事業と利用形態を表-2に示す。いずれの事業においても BDP マップを利用する最大の利点は、計画段階で「効率よく対象地の環境の広がり进行评估できる」点にある。

表-2 BDP マップの利用が想定される事業と利用形態

利用が想定される事業	想定される利用形態
計画アセス	複数の事業計画案について環境影響評価を行い、事業による影響の比較・検討に利用する。
事業アセス	土地利用図・航空写真・野生生物の分布図などの一次データを使用して、地域概況を把握する。
震災復興における環境記憶の検討	干潟の再生検討や住宅地移転等に、時間をかけずに環境保全のプランニングを行うことができる。
自然環境調査計画の検討	自然環境調査の計画検討にあたり、メリハリのある効率的な調査計画の立案に活用できる。
自然再生事業	流域単位等、規模の大きい自然再生を計画する際のプランニングを効率的に行うことができる。
民間工場緑地の有効活用検討	工場緑地の計画検討時等、周辺環境の広がりを意識した緑化計画等を策定することができる。
森林施業計画	森林施業計画見直し時の基礎資料とする。
外来種対策	外来種対策検討の基礎資料とする。

3. BDP マップ整備・適用のケーススタディ

(1) 埼玉県丘陵部における仮想計画アセスの試行

1) 仮想計画アセス試行の目的

BDP マップは計画アセスにおける活用を第一の目標として開発を試みているが、実際にどの程度利用できるかは不明であり、また、想定外の課題が生じる可能性もある。そこで、計画アセスにおける BDP マップのメリットや課題を抽出するため、仮想計画アセスによるケーススタディを行った⁴⁾。

2) 事業影響評価の方法

ケーススタディでは、BDP マップのうち、「生息ポテンシャルマップ」を活用して影響評価を行うこととした。これは、BDP マップのうち、特に「生息ポテンシャルマップ」が計画アセスで有効活用できる可能性が高いと考えられたこと、BDP マップを提案する上で利用上の課題を明らかにする必要があったことから取り上げた。

なお、ケーススタディでは、複雑な生物多様性の変化を測る一つの切り口として、対象地の良好な環境を指標する評価種に着目し、複数の評価種の生息ポテンシャルの増減から事業影響の把握を試みることとした。

3) 仮想計画アセスの事業計画

仮想計画アセスは、今後、事業が計画される可能性が高いと考えられる内陸部における面整備事業（工業団地造成）とした。事業計画地は、比較的自然が残された里山地域であり、埼玉県地理環境情報 WebGIS 等の環境情報が存在する「埼玉県の西部丘陵部」とした。また、埼玉県環境影響評価条例による工業団地の規模要件にならない、仮想計画アセスの事業規模は 20ha 以上とし、事業は工業団地の造成（工場等の建設は想定しない）とした。

これらの条件に基づき設定した仮想計画アセスの事業規模・位置等を、表-3 及び図-4 に示す。なお、工業団地の造成であることから、造成面はほぼ平面とし、谷部は埋め立て、丘陵部は切土されるものとした（事業計画地は全面的に改変される想定とした）。

表-3 仮想計画アセスの事業内容

地点	面積	立地条件と造成内容	用地
1	約 70ha	ゴルフ場を変更して造成池は埋める	工業用物流系用地
2	約 70ha	尾根部を崩して造成する	工業用地
3	約 60ha	尾根部を造成する	工業用地
4	約 60ha	谷底面を利用して造成する	工業用地
5	約 50ha	山や尾根部を崩し、池を埋める	工業用地
6	約 50ha	尾根部を崩し、谷部を埋める	工業用地

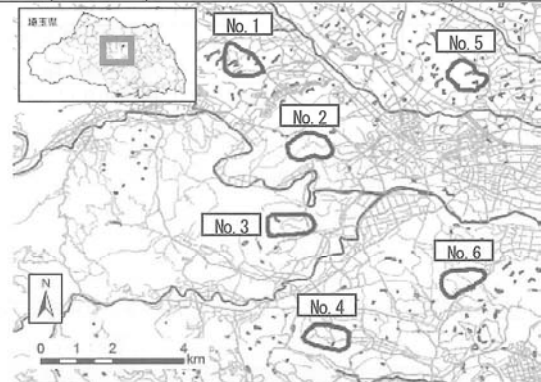


図-4 仮想計画アセス事業候補地（埼玉県西部丘陵部）

4) 評価種の抽出

事業計画地である埼玉県西部丘陵部にみられる環境要素として、樹林、草地、湿地、水路等が挙げられる。ケーススタディでは、当該地区に生息・生育する動植物のうち、良好な環境を指標する種を評価種として抽出した。スクリーニングの結果、評価種として下表の 6 種を選定した⁵⁾（表-4）。なお、これらは、既往の HSI モデルが存在する種⁶⁾である。

表-4 仮想計画アセスの評価種

評価種	分類群	分布する環境	位置づけ
オオタカ	鳥類	樹林	上位性
トウキョウサンショウウオ	両生類	湿地・樹林等	典型性
ニホンアカガエル	両生類	湿地・樹林等	典型性
オオムラサキ	昆虫類	樹林(主に河川沿い)	典型性
ゲンジボタル	昆虫類	水路・草地	典型性
エビネ	植物	樹林	典型性

5) 生息ポテンシャルマップを用いた事業影響評価

事業候補地周辺の既往の植生図を基に、HSI モデルを用いて、各評価種の生息ポテンシャルマップを作成した(三次データに相当)。これにより、複数の事業計画案について、事業影響の定量的な比較が可能となる。

評価種のうち、例として、トウキョウサンショウウオの生息ポテンシャルマップを図-5に示す。色の濃い場所が、トウキョウサンショウウオにとって良好な生息環境を示す。

生息ポテンシャルマップを活用し、各事業候補地における開発の影響(失われるHU(Habitat Unit; HSI×面積)の合計値を算出することで、各事業候補地の影響を定量的に予測することができる³⁵⁾。集計されたHU損失量を事業候補地間で相対比較することで、各評価種に対する事業影響を定量的に比較評価した³⁾。

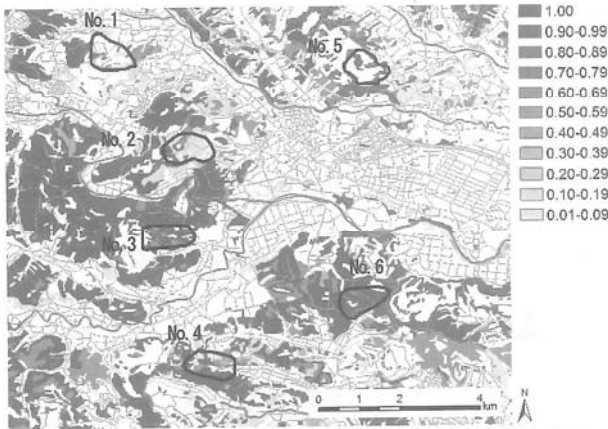


図-5 仮想計画アセスの事業候補地周辺におけるトウキョウサンショウウオの生息ポテンシャルマップ

6) 事業影響の予測・評価結果

仮想計画アセスの影響評価結果(各事業候補地のHU損失量)について、評価種間で比較したものを図-6に、事業候補地間で比較したものを図-7に示す。

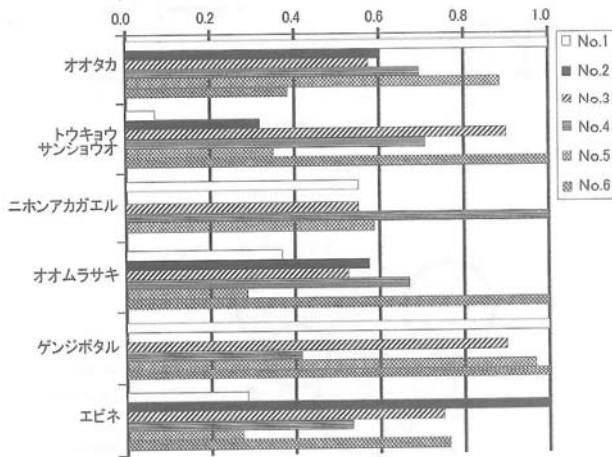


図-6 HU損失量の評価種間比較(最大影響量を1とする)

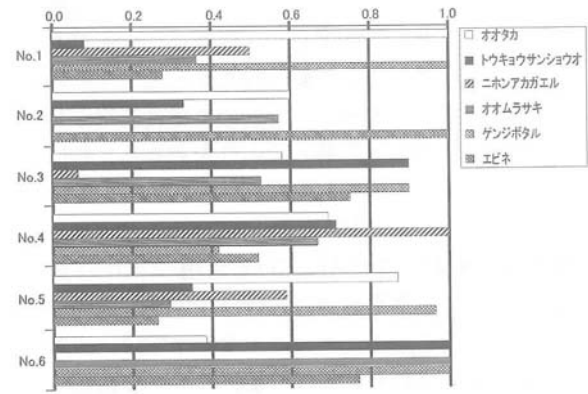


図-7 HU損失量の事業候補地間比較(最大影響量を1とする)

これらの集計結果から、事業地 No.1 ではオオタカ、ゲンジボタル、事業地 No.6 ではトウキョウサンショウウオ、オオムラサキ、ゲンジボタルの影響量が大きいことがわかった³⁾。これらの事業候補地は、影響の大きな種に対する有効な保全措置が実施されない場合、事業の回避を優先的に検討する必要があると評価された³⁾。

一方、事業地 No.3、No.5 では、影響量が最大となる種は確認されなかった³⁾。また、事業地 No.2 では、エビネは影響量が最大となるが、ニホンアカガエル等の水辺の生物への影響は少ないと予測された³⁾。これらの事業候補地は、特定の種に対する保全措置を明確にすることで、事業地として活用可能であると評価された³⁾。

(2) ケーススタディで得られたBDPマップの利点

ケーススタディから得られた計画アセスへのBDPマップ活用の利点として、以下の3点が考えられた。

第1に、既存データを利用して簡易的に相対評価を行うことが可能となる(通常、現地調査を行わずに複数の事業計画案を設定する計画アセスには有効である。)

第2に、特定の種や生態系への影響が予測できるため、事業計画の早い段階から保全対策(事業計画レベルでの回避・低減・代償)を検討することが可能となる。

第3に、事業影響を定量的に予測できるため、事業の計画段階から事業者・市民・有識者等の多様なステークホルダーが、単一の指標で議論することが可能となる。

(3) ケーススタディから得られた課題

1) 種間関係を踏まえた事業影響の説明性

複数案の影響量を種別に比較した結果、ある種にとって影響が最大となる計画が、別の種にとっては影響が最小となっていた⁷⁾。評価種が多い場合は、種間の相互関係の影響の違いが見えづらく、最も事業影響の少ない案の抽出が困難な場合がある⁸⁾。事業の特徴を踏まえ評価種を絞るプロセスが必要であり、事業による環境影響を十分に検知できる評価種を選定することが重要である⁸⁾。

2) 生態系への影響の説明性

影響の回避・低減・代償に関する共通認識を図るには、事業影響の特徴を評価種レベルで個別に説明するとともに、生態系へのトータルな影響評価の中でそれが位置付

けられることが必要である。ケーススタディの評価種の選定理由である典型性の視点から生態系への影響をトータルに捉えるためには、客観的な根拠を持った評価種の重みづけや、種間の重みづけを含めた総合的な定量指標が必要である⁷⁾。事業影響の説明性を高めるためには、評価種やその生息環境条件の関係性を含めて、対象とする生態系を表現できるBDPマップの整備が課題となる。

3) 複数案の策定プロセスにおける活用

BDPマップは、事業計画における生態系配慮の資料として活用が期待される。ケーススタディでは、複数の事業計画案が設定された状態で HSI モデルを適用した生息ポテンシャルマップ（三次データ）により、影響評価を行ったが、より確実な生態系配慮を行うためには、複数案の策定プロセス以前に、BDPマップによる現況評価を行い、結果を活用することも考えられる。例えば、事業影響の回避のためのポイントを具体化し、その効果を予測することで、決定的な影響を回避し、より効果的な複数案の設定を行うことが可能となる。

同様に、事業影響の低減、代償措置に関しても、事業計画自体の中でその効果を具体的にすることで、より確実な生態系配慮につなげることが期待できる。ケーススタディでは、事前に設定した事業についての影響を比較することにどめたが、実際には事業計画の立案段階においても BDP マップをベースマップとして利用し検討することで、事業計画案自体による生態系配慮の視点や、関係する環境の特性を明確に表現することが可能となる。

4. 広域的な活用にむけた展開

(1) 広域版 BDP マップ整備の必要性

BDP マップは、広域で、統一フォーマットで整備されることで、アセスメント実務者や公共機関等による利用が容易になり、また、少ない予算で早期に計画段階配慮を実施することが可能になる。しかし、全国を対象とする環境省は、現在のところ整備計画がないことから、各自治体が自ら整備することが現実的と考えられる。

筆者らが実施したアンケートでは、47の自治体のうち40の自治体で環境情報や生物情報のデータベースを整備しており、うち27の自治体で環境アセスメントへの利用を目的とするデータベースを保有していた^{2),3)}。一方で、情報整備の上で、技術面、費用面の課題があることも明らかとなっており（図-8）、安価なデータベース整備のノウハウ開示、コストの明確化が望まれている^{2),3)}。

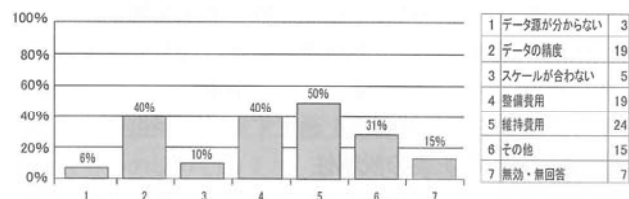


図-8 環境情報及び生物情報を整備する上での課題（自治体へのアンケート結果）

(2) 千葉県版 BDP マップの試作

広域版BDPマップの整備ノウハウを得るため、平地、丘陵地、山地、海岸、海等の地理的多様性があり、また、BDPマップ作成に必要な植生や生物種の分布データ、気温等の気象、標高等のデータが充実している千葉県を対象に、全県レベルのBDPマップを作成した。

広域に整備されたデータは、3次データについては、直接的にハビタット変数として利用できない場合があったが、評価種の生態的特性を勘案して加工することでマップ化することができた。例えば、「針葉樹」といった植生データは、そのままでは生息場としての好適性を示さないが、斜面林を好むサシバでは、「斜度20度以上の針葉樹林の面積」と加工することで好適性を示すデータとなる。なお、広域データは評価種の行動範囲とスケールが異なるため、マップ化や精度検証では注意が必要である。図-9の上段に示すシジュウカラの例では、北部から中部における生息データの存在する1km四方メッシュ（四角形）において、ポテンシャルが低く算出されているが、これはシジュウカラに利用される樹林地帯が小規模であったためである。

また、全県レベルでは対象種の分布調査が行われていない場合、生息ポテンシャルマップの画一的な精度検証は難しいが、既存の分布データとの不整合を個別に評価



図-9 生息ポテンシャルと実分布との比較（着色が濃いほど好適性が高い）

することで精度を高めることができる。図-9の下段に示す沿岸のアラメの例では、分布データがあるのに好適性が低い範囲(実線)や、好適性が高いのに分布データが存在しない範囲(点線)が存在し、それぞれ底質粒径、基質の性状について再検討して精度を高めた。

作成した広域版BDPマップは試作レベルであるが、千葉県全域(陸域から沿岸域まで)のBDPマップ整備の直接経費は、人件費を含め400万円程度、必要な期間は120人日程度となる。

(3) 計画アセスにおける生物多様性評価手法

環境影響評価法に基づく基本的事項(H24.4環境省)は、重要種等の分布や生息・生育状況、重要な自然環境のまとまりの把握と影響の程度の把握を求めている。また、計画段階配慮手続に係る技術ガイド¹⁰⁾では、既存資料の利用を推奨するとともに、既存資料が無い場合は地形や植生から推定する方法等の利用を促している。

計画アセスでは、利用可能な情報から生物多様性を評価する必要がある。その際、アセスメントが合意形成の手続きであることを踏まえ、精度面、コスト面、時間面で、事業者をはじめとする関係者が合意可能な調査・評価を設計することが重要である。BDPマップは、上記の条件をクリアし、合意形成のためのデータベースとなり得るが、以下の課題を解消する必要がある。

一つは、「当該生態系を代表する種」の考え方の共有である。生態系が持つ多様な機能は、主に事業実施段階でフォローされるが、計画アセスでも配慮されるべきものであり、生態系の機能を代表的に担う種に焦点を当て、BDPマップの一次データあるいは三次データで評価する対応に理解を求める必要がある。また、BDPマップに生態系の機能を指標する変数(浄化機能を指標する「海水交換率」等)を組み込むことや、機能を担う生物群集を対象とするHSIモデルを利用するのも一案である。

次に、精度検証の実践とプロセスの共有が必要と考える。既存資料として分布図等が存在する種は少なく、仮に整備されていても、予測精度を明確にするにはデータが少ない場合が多い。予測結果と実際の分布にどの程度以上の相関があれば妥当とするのかの判断基準も難しく、少ないデータで検証可能な代替手法や考え方を十分に説明する必要がある。相関関係が求められないケースでは、「実際に分布の確認されている地点・地域が、生息ポテンシャルを低く判定されないこと」といった安全側で判定することが有効である。また、専門家にヒアリングを行い、妥当性を担保する方法もある¹⁰⁾。なお、BDPマップの一次データにあたる希少種については、位置情報の開示により事業の早い段階での回避といったプラス効果が期待される反面、盗掘等のマイナス効果も懸念される。これは我が国の生物多様性を保全する上での大きな課題であるが、希少種の位置情報については基本的には行政による更新、管理を継続的に進め、利用者が必要に応じてデータを入手できるような仕組みが必要であろう。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり、東京都市大学の田中章教授に多大なるアドバイスを頂いた。また、埼玉県、千葉県をはじめとする多数の自治体にご協力いただいた。ここに記して深く感謝する。

補注及び引用文献

- 1) (一社)日本環境アセスメント協会(2012):環境影響評価で必要とされる生物多様性ポテンシャルマップの実践的調査研究:一般社団法人日本環境アセスメント協会研究部会報告書。
- 2) 矢代幸太郎, 新井聖司(2013):計画段階配慮で活用する生物多様性分野の基盤情報整備“BDPマップ”:環境アセスメント学会誌11(1), 43-46。
- 3) 野寄弘道, 新井聖司, 小田信治, 千田庸哉, 西澤正, 松岡明彦, 堀吉博, 横田樹広, 吉沢清晴, 青島正和, 中武禎典, 矢代幸太郎, 佐藤博信, 横田健三郎, 相澤郁, 西澤まり(2012):環境影響評価で必要とされる生物多様性ポテンシャルマップの実践的調査研究:環境アセスメント学会2012年度研究発表会要旨集, 115-120。
- 4) 西澤まり, 西澤正, 越智彩子, 松林健一, 松岡明彦, 安藤伸彦, 堀吉博, 横田樹広, 山本聡子, 吉沢清晴, 鶴若恵二, 青島正和, 新井聖司, 中武禎典, 矢代幸太郎, 太田吉陽, 松村知明, 野寄弘道, 横田健三郎, 相澤郁, 千田庸哉, 佐々木俊治, 小田信治(2011):環境影響評価で必要とされる生物多様性ポテンシャルマップの実践的調査研究:環境アセスメント学会2011年度研究発表会要旨集, 39-44。
- 5) 田中章(2011):HEP入門(新装版):朝倉書店,266pp
- 6) 環境アセスメント学会生態系研究部会 HSI モデル公開用ホームページ:<http://www.yc.tcu.ac.jp/~tanaka-semi/HSIHP/>, 2009年1月1日更新, 2014年6月30日参照
- 7) 横田樹広, 伴武彦, 青島正和, 磯田真紀, 佐口利一, 則行雅臣, 吉田馨(2008):戦略的環境アセスメント(SEA)におけるHEP活用可能性に関する検討—里山生態系を対象としたケーススタディー:環境アセスメント学会2008年度研究発表会要旨集,187-192。
- 8) 横田樹広, 伴武彦, 上杉章雄, 栗原彰子, 中野雅美, 松岡明彦(2006):複数種を対象としたHEPによる環境影響評価方法の研究—里山生態系を対象としたケーススタディー:環境アセスメント学会2006年度研究発表会要旨集,47-52。
- 9) 環境庁(1994):第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書
- 10) 計画段階配慮技術手法に関する検討会編著(2013):環境アセスメント技術ガイド 計画段階環境配慮書の考え方と実務:成山堂書店,207pp。