

3. Gap 分析

野生動植物の保護と管理にとって、対象とする生物種の危機的な生息数の減少とその種の絶滅を防止することは、最も重要なテーマのひとつである。ただし生息密度の減少を防ぐために、個体数の維持管理のみに突出した調査研究では、実際に必要な野生動植物の保護管理に対して実効性のある結論を見出せない。野生動物の保全には、「生息地 (Habitat)」の適切な管理と保護が重要であり、とくに生物多様性保全を見すえた計画や政策の立案には、「適切な生息地の保全」を担保することは絶対的な条件となる。

生息地を保全することは、植生、地形、社会基盤などさまざまな地図情報と、野生動物の分布や目撃情報といった空間情報を管理すること

と一致する。とくに「野生動物の生息地保全＝空間情報の管理と解析」という認識は1980年代から着目されるようになり、この過程はGIS技術の進歩とともにあったといっても過言でない。生物学や生態学において、新しい知見（例えば新種の記載）に加えて、生物多様性保全のためのモニタリング、政策決定のための意思決定支援といった、これまでの生態学の空間スケールを超越した研究課題がGISの有する空間解析機能によって実行が可能となった(Davis *et al.* 1990)。その結果として、GIS先進国とされる米国を中心に、GISを用いた保全プロジェクトが1980年代以降に多く設立された。

本稿では、その中でも米国の生物多様性保全プロジェクトの代表格として国家的な研究課題として取り上げられ、その後世界的にも着目されることとなったGap Analysis（以下Gap）について、動植物の分布状況と保護管理状況をGISを用いて解析する事例として紹介し、GISと生物多様性保全について整理する。

1) 問題解決型の保全戦略の必要性

GISの理論と技術の進歩は、野生動植物の保全にとって新たな展開となり、実際にGISを用いた研究は、野生動物の研究分野でも、その事例を枚挙すればきりが無い。これらの研究の共通点として、保全生態学的なアプローチによるものが多く、「問題投げかけ型」の研究でなく「問題解決型」の研究が多いことがあげられる。

調査結果には「個体数が少なく数匹程度しか生息していない」や「個体数が減少している」といった「問題投げかけ型」の研究も当然ながら重要だが、GISによる生物多様性保全の研究では、空間解析によって問題となった原因を追究し、最終的には「問題解決型」の研究に目を向けていることに最大の特徴がある。すなわ

ち単に「ツキノワグマ (*Ursus thibetanus japonicus*) が里地に出没している」では、問題の解決には至らない。「捕獲したツキノワグマを再放獣する場所は?」「分断された個体群の生息地を結びつけることは可能か?」といった難題に答えてこそ、野生動物の保護管理が達成できる。生物多様性の保全を意図とした研究では、このように難題に答える必要が多くある

2) Gap Analysis: ホットスポットの抽出と保護

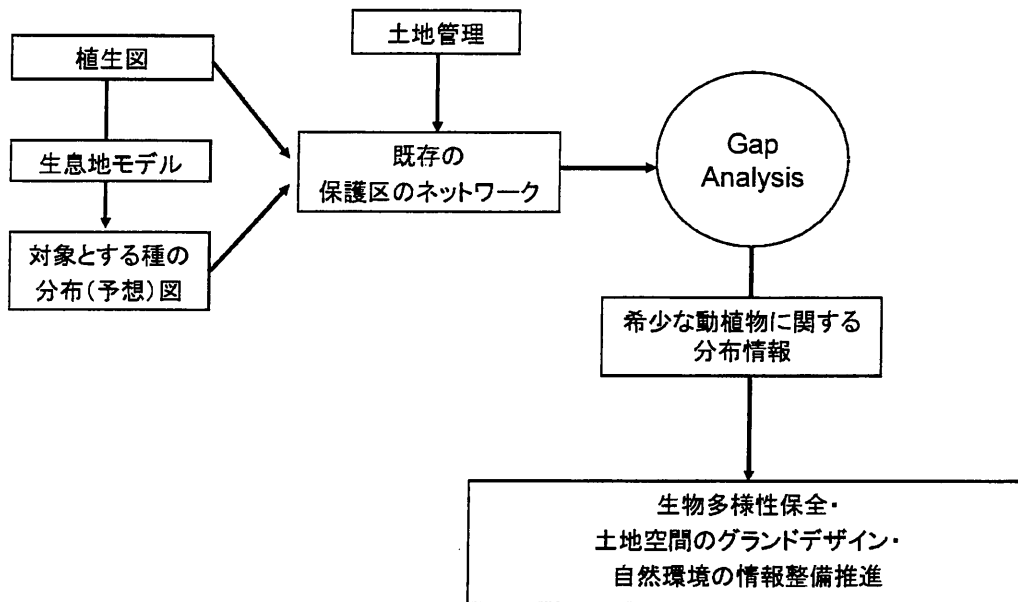
GISが生態学や森林科学の分野で盛んに利用されだした80年代に、生物多様性の保全対策にHotspot（ホットスポット）が注目されるようになった。ホットスポットとは、一般的には固有種が多く生息する熱帯域を中心に、その概念が確立されている(Myers 1988)。しかし、熱帯域のみならず固有種や絶滅の危機に瀕している希少種が多く生息する場を「生物の多様度が高い空間」とすれば、この場合もホットスポットとして定義されることが多く、そのホットスポットを抽出し保護することがGapの最大の目的である(Jennings 2000)。すなわちGISと空間モデルを用いてホットスポットを抽出し、そのホットスポットが国立公園や保護区などに指定され、十分な保全活動の恩恵を受けているか地図化して判断するのがGapである。

Gapの基本概念は、Scott *et al.* (1987, 1997) によって紹介され、その後、National Gap Analysis Program (GAP) がアメリカ政府内のGeological SurveyのBiological Serviceに設置された。Gapの基本概念は非常にシンプルなものであり、その考え方は、Burbury (1988) が提示した「conservation gap (保全の溝)」と一致している。Conservation gapとは、「生物多様性を成立させるさまざまな要因が、従来のシステムの中で十分に保全さ

表III-4-3 IUCNが定義する保護地域カテゴリー

カテゴリー	名称	定義
I	(a) 厳正保護地域	学術研究を主目的として管理される保護地域
	(b) 原生自然地域	原生自然の保護を主目的として管理される保護地域
II	国立公園	生態系の保護とレクリエーションを主目的とし、ビジターの便宜を結びつけることを位置づけて管理される保護地域
III	天然記念物	特別な自然現象の保護を主目的として管理される保護地域
IV	種と生息地管理地域	管理を加えることによる保全を主目的として管理される地域で、事実上管理された自然保護地区では、管理者は、生物種や生息地を保護し、もし必要ならば、回復するのに介入する保護地域
V	景観保護地域	景観の保護とレクリエーションを主目的として管理される地域で、農地や、他の形態の土地利用と共に、文化があり、人が生活している景観の保護地域
VI	資源保護地域	自然の生態系の接続可能利用を主目的として管理される地域で、主に地域の人々の利益のため、天然資源が利用できるよう、慎重に設定された保護地域

出典：IUCN



図III-4-23 Gap Analysisの解析手順 (Jennings 2000)

れていない」ことであり、その定義は、「ホットスポットにおいて、必要な管理や保全活動が担保できていない」、すなわちGapが唱える「生物多様性保全の溝」と一致している。

なお「保全が担保できている状態」を示す際には、Gapにおいては国際自然保護連合(IUCN)の自然保護地域の管理カテゴリーを用いることが多い。これは保護地域の管理の介入の度合いを示しており、下表のようにそれぞれ6つのカテゴリーに大きく区分されている

(表III-4-3)。もしホットスポットが厳正に保護されている(Iaランク)地域に位置すれば、適切な保護が行き届いており、一方で人間活動の影響を受けやすい地域(VIランク)に位置すれば、生物多様性保全のGap(溝)として認識されることになる。

このようにGapは、概念としては非常に理解しやすくシンプルなものであるが、実際のところ「生物多様性保全の溝」を抽出するのは、GISの技術を駆使しつつ、深慮された生態学

的な調査研究に基づく必要がある (Jennings 2000)。ただし、生物多様性の構成要素をすべて調査し、その分布情報などを属性情報として管理するのは不可能であり、Gap による研究アプローチでは、対象とする種 (種群) に優先順位を付ける必要がある。通常は、Gap では植生図を用いて Habitat Model (生息地モデル) を作成し、推定される生息地を見出し、それらの重ね合わせを実施してホットスポットを抽出する (図III-4-23)。

3) 生息地モデルの作成

Gap では、モデル作成が比較的模索しやすい脊椎動物 (魚類, 両生類, 爬虫類, 鳥類, 哺乳類) を対象種とすることが多い。実際に、環境アセスメント分野から保全生態学研究まで多岐にわたる分野で利用されている米国の Habitat Suitability Index (HSI モデル) でも、対象種は脊椎動物であることが非常に多く、その割合は 90% を超えている (久喜ほか 2004)。脊椎動物でもとくに魚類や鳥類が生息地モデルの対象となる理由としては、植生や水域などの空間要因と分布の関係が顕著であり、GIS を用いた解析に適していること、さらに釣魚や狩猟の対象となっていた動物が多く、歴史的に十分な科学的情報 (例えば、遡上するのに必要な河川幅、営巣木に必要な樹種、繁殖に必要な餌資源) が蓄積されてきたことがあげられる。

Coarse filter approach と Fine filter approach

このようにモデルを用いた生息地の推定は GIS では容易に考えられがちであるが、実際には十分な根拠となる調査結果が必要である。そこで Gap の説明において稀に用いられるのが、Coarse と Fine filter という研究アプローチの違いである。

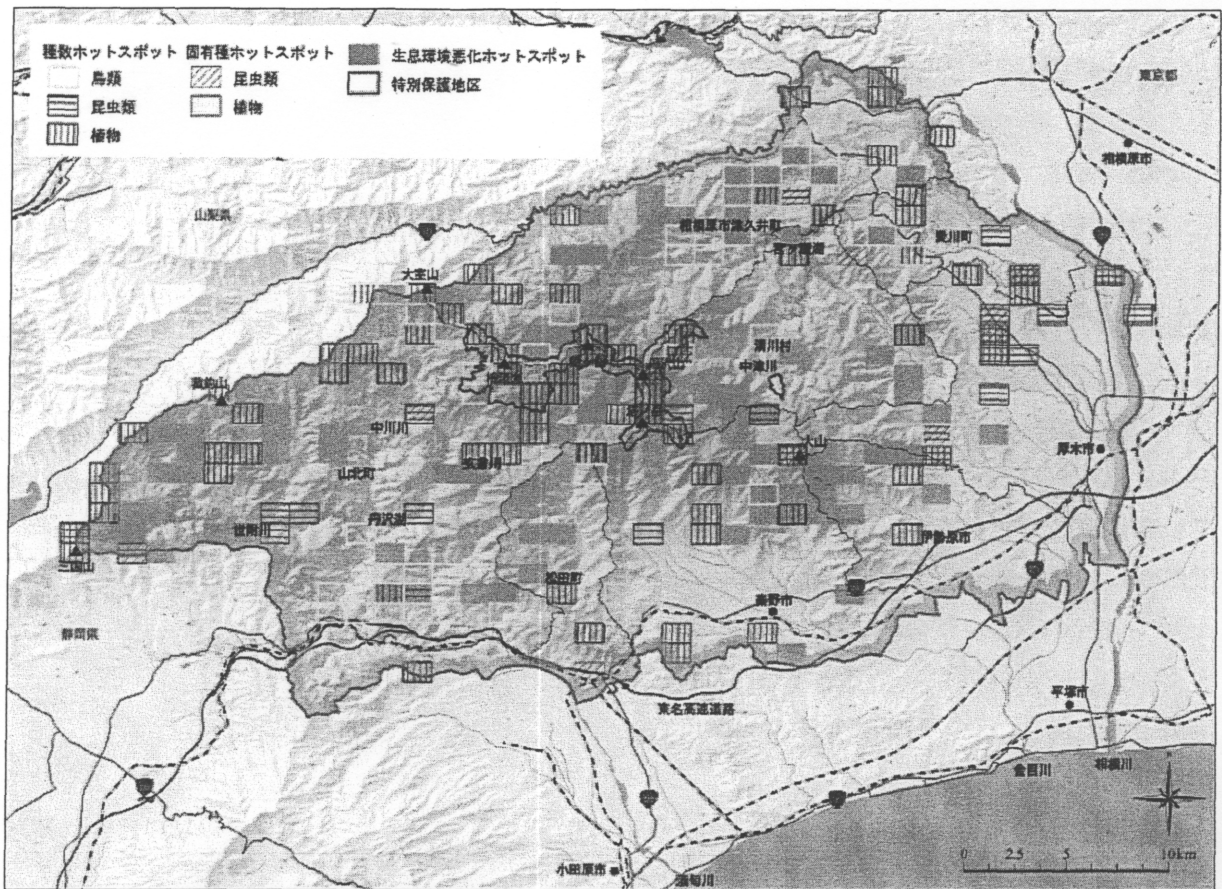
Coarse filter とは、目の粗いフィルターで保全戦略を練ることであり、まさに GIS を用

いて巨視的に対象種の保全の確立を目指す手法である。すなわち HSI モデルや植生と関連付けた生息地モデルを用いて、脊椎動物の大まかな分布状況 (最小地図単位が 30 m² から 10 km² 程度) を直接、または間接的に把握し、その保護状況を調査する。ただし、これらは単純に GIS のオーバーレイ機能、空間解析機能、または統計処理だけで確認できる情報ではない。十分な科学的根拠としての現地情報が集積されてこそ、巨視的に GIS にて解析が可能となり、目の細かいフィールドでの確認作業としての Fine filter が保証されていなければ Gap は研究として、または政策として成り立つものではない。Gap を中心とする生物多様性の保全戦略とは、単に GIS によりコンピュータ管理された解析でなく、フィールド調査と空間解析が、それぞれのフィルターサイズにて追究した結果を融合させることに大きな意義がある。

日本での応用と Proactive approach の重要性

日本で Gap を実証するには、さまざまなハードルがある。まず、北海道での事例 (北海道ギャップ分析研究会 2002; Yoshida *et al.* 2002) でも紹介されているように、脊椎動物を中心とする日本の野生動物の分布情報は、未だに十分に整理されていない。1 km (3 次) メッシュや 10 km (2 次) メッシュで、分布情報の蓄積を環境省が中心となり進めているが (例えば、自然環境保全基礎調査)、残念ながら欧米の類似した調査体系と比較すれば、その情報数は非常に少ない。その一方で、土地被覆の多くを森林が占める日本では、生息地モデルを単純に作成するのは困難であり、急峻な地形では分布調査も難しいために、日本で GIS を Gap のような手法で実行するのは不利であるとも考えられる。

しかしながら既存の情報を用いても、不十分ながらギャップを見出すことは可能である。神



図III-4-24 丹沢大山総合調査により抽出されたホットスポットと保護地域の関係
(丹沢大山総合調査情報整備チーム 2006)

奈川県ではさまざまな分布情報を GIS データベース化することにより、鳥類、昆虫類、植物のホットスポットを抽出することに成功し、そのホットスポットを国立公園の特別保護区と重ね合わせている (丹沢大山総合調査情報整備チーム 2006)。ここでは、ホットスポットを種数のみならず固有種の多さも考慮した解析を実施しており、日本での Gap の新たな兆しとして評価できる (図III-4-24)。

これまで日本の野生動植物の保護は、残念ながら先手必勝とは言えず、後手に回ってきた。すなわちトキ (*Nipponia nippon*) のように、その生息数が劇的に減少してから保全対策を講じることが多かった。個体数が減少し、絶滅危惧種に指定された動植物の生息数の復元には、莫大な資金、労力、時間を要し、何よりもその成功が確約されるものでない。Proactive (先行して) 保全していくのが、本来は適切な野生

動植物の保護管理であり、そのために GIS を有意義に用いることが今後の生物多様性保全において重要なステップである。Gap では、「Keep common species common」を合言葉に生物多様性保全の重要性をうたっている。既存の生物多様性を適切な位置に設定された保護区内にて保全し、その多様性が失われる前に、ホットスポットを確実に後世に残すことを宿命としている。

日本での課題

今後、日本でホットスポットを抽出し、その保護管理レベルを充実させるには、2つの大きな課題がある。自然環境保全基礎調査を中心とする分布情報などの充実化および、モデルの実証である。

インターネット GIS の普及により、ここ数年で、野生動植物の分布などに関連する情報整備は大きく前進した。しかしながら未だに、

偏った種や種群の情報が多く、生物多様性を定量的に解析するだけの情報は不足しているといえる。今後は、野生動植物に関連する多くの主体（政府、民間、学術団体、NGO）がすべての野生動植物について情報のGISデータベース化に取り組み、それら情報を解析する際の基盤となる情報（例えば、詳細な植生図）を整備することが急務である。また、保護区地域カテゴリーの属性情報を有するポリゴン作成も急務である。原生保護区などのGIS情報は国内ですでに整備が進んでいるが、景観保護地域、管理資源保護地域などカテゴリー上で保護レベルが低いとされる地域に関しては、不十分なGIS情報が多く、複雑に形成された日本の土地利用と土地所有に適した保護地域カテゴリーの情報整備が必要である。

そして次の大きな課題は、GapのみならずGISで自然環境、とくに生物多様性や野生動植物を取り扱う際に、解析の結果として表現した地図に適合性があるか判断が難しいことである。すなわちGIS解析にてホットスポットが抽出されたとしても、その対象区（例えば3次メッシュ）が現実には、生物多様性の多様度が高い地域であると断定するのは困難であり、その空間スケールが大きくFine filterとなって巨視的に表現されると、さらに実証は困難となる。

これらを解決するには、確実な属性情報を蓄積していくしか方法はない。残念ながら、生物多様性保全に必要な情報の準備に追われている日本の現状では、個々のGIS情報と現地情報の確認作業を実施するのは難しい。最近では多数のGISモデルが確立されてきたことから、

今後モデルの実証が必要となるのは明らかであり、この準備に取り掛かる必要がある。

（吉田 剛司）

引用文献

- Burley, F. 1988. Monitoring biological diversity for setting priorities in conservation. In Wilson, E. (ed) *Biodiversity*. 227-230. National Academy Press, Washington, DC.
- Davis, F. Stoms, D. Estes, J. Scepan, J. and Scott, J. (1990). An information systems approach to the preservation of biological diversity. *International Journal of Geographic Information Systems* 4: 55-78.
- 北海道ギャップ分析研究会. 2002. 北海道におけるギャップ分析報告書—新たな生物多様性保全戦略にむけて—.
- Jennings, M. 2000. Gap analysis: concepts, methods, and recent results, *Landscape Ecology* 15: 5-20.
- 久喜伸晃・吉沢麻衣子・田中 章. 2004. HSIモデルの傾向と今後の課題. 環境アセスメント学会2004年研究発表要旨集: 45-50.
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: 'hotspots' in tropical forests. *Environmentalist* 8: 187-208.
- Scott, J., Davis, F., Csuti, B., Noss, R. Butterfield, B., Groves, C., Anderson, H., Caicco, S., D'Erchia, F., Edwards, T. C., Jr., Ulliman, J. and Wright, G. 1993. *Gap Analysis: A Geographic Approach to Protection of Biological Diversity*. Wildlife Monographs No. 123.
- Scott, J., Csuti, B., Jacobi, J. and Estes, J. 1987. Species richness: a geographical approach to protecting biodiversity. *BioScience* 37: 782-788.
- 丹沢大山総合調査情報整備チーム. 2006. アトラス丹沢第二集. 丹沢大山総合調査実行委員会.
- 吉田剛司・田中和博. 1998. ギャップ分析—生態系管理のためのGIS—. *森林科学* 24: 52-55.
- Yoshida, T., Yamaguchi, K. and Kaneko, M. 2002. Hokkaido Gap Analysis Program. *Gap Analysis Bulletin* 11: 95-97.