

◆特集：環境とGIS◆

生態ネットワーク計画のためのGAP分析

飯塚康雄* 佐伯 緑** 藤原宣夫***

1. はじめに

都市化の急速な進行により多くの自然環境が失われ、野生生物のハビタット（生息地）の細分化や縮小化が生じており、現在では、地域個体群の孤立や絶滅が問題となっている。

生態ネットワーク計画（ecological network planning）は、ハビタットの分断化を防ぐとともに、その繋がりを回復させて、生物多様性の保全を図るためのランドスケープ計画である¹⁾。

生態ネットワーク計画の立案にあたっては、生物生息情報や地形・植生・水系・道路網などハビタットの基盤となる情報、都市計画・社会資本整備計画などの基礎的情報を調査収集し、それを用いて、現時点における生態ネットワーク評価を行い、ハビタットの大きさや形状、分断状況を把握することが重要である。そして、ハビタットを保全・創出していくにあたって、現在の保護状況が適切であるのか、また、創出していくために効果的な場所はどこであるのかについての検討が必要となる。

しかしながら、現在、生態ネットワークとしての現状評価やハビタット保全・創出地の検討方法を的確かつ効率的に行う方法は確立されていないのが現状である。

本研究は、土地利用や植生等の基盤環境データ、生息分布データに法的規制や都市開発計画等の社会条件データを使用してGIS（地理情報システム）により空間解析を行うことで、生態ネットワークの現状評価及び保全・創出地の抽出を効率的に行う方法を検討した。

2. GAP分析の定義

本研究におけるGAP分析とは、現時点における野生生物の生息適地（対象種群の生息に適した環境を備えた場所）の大きさや形状、配置や繋がりに状況を把握することにより、野生生物の保護に対する現在の対策に隔たり（ギャップ）がないか

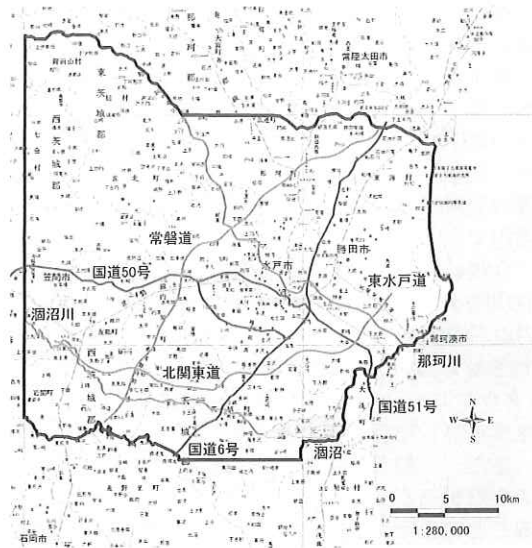


図-1 事例研究地（黒線内：水戸周辺地域）

どうかを見極め、さらに、今後、ハビタットを保全・創出していくことが重要となる候補地を抽出することである²⁾。

この結果を土地利用計画等に取り入れることによって、計画の策定や見直しをランドスケープの観点から最適化することが可能となる。

3. 研究方法

3.1 事例研究地及び対象種群

事例研究地は、茨城県水戸市とその周辺の市町村を含む約1,000Km²の地域を選定した（図-1）。

この地域は、那珂川、澗沼川の2つの水系があり、内陸から海岸にかけて丘陵地、洪積台地、沖積低地といった多様な地形が存在する。また、市街地から田園、森林まで、開発程度の異なる地域が含まれており、本研究に最適であると判断した。

今回の対象種群は鳥類とした。

3.2 GAP分析に必要なデータ

(1) 基盤環境情報

生物の生息環境を把握するための情報として以下のデータを整備し、GIS地図化した。

Gap Analysis for Ecological Network Planning

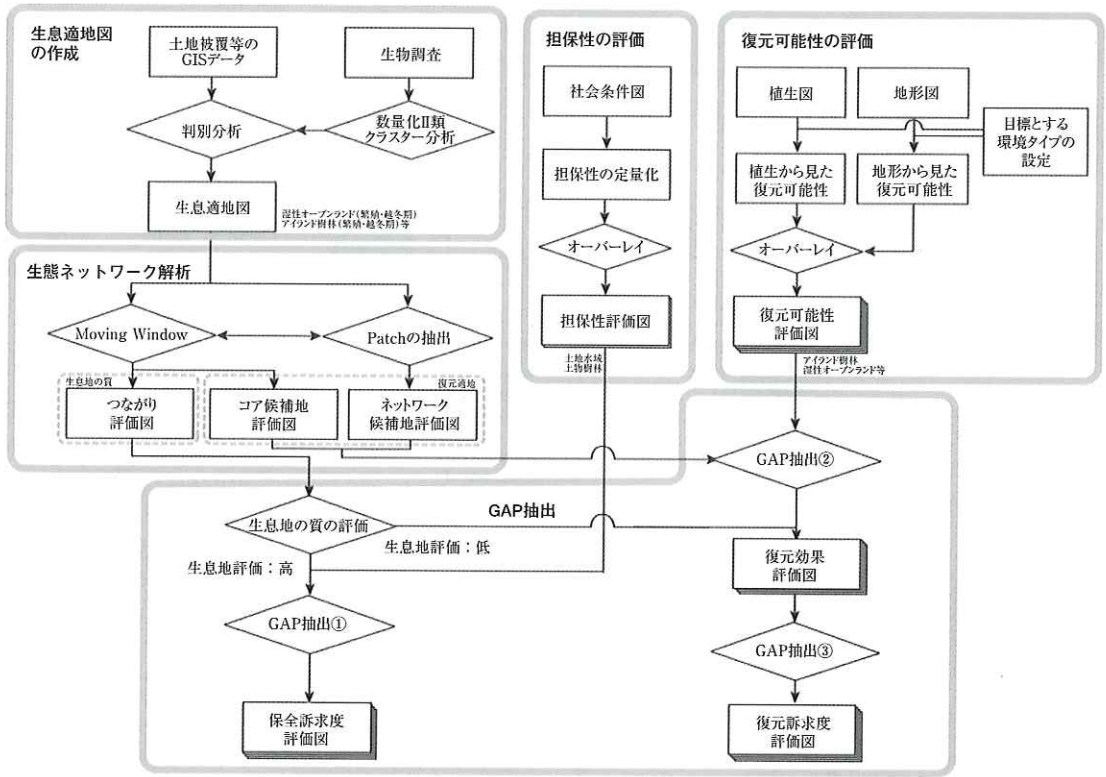


図-2 GAP分析のフロー

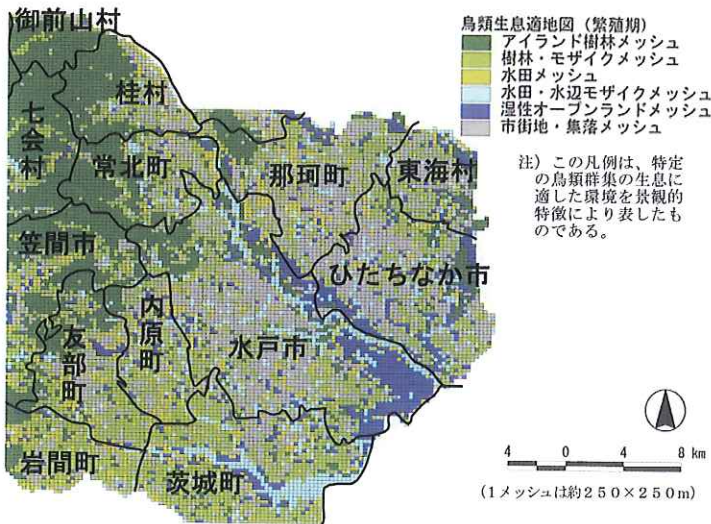


図-3 生息適地図(繁殖期)

地形分類図は国土地理院刊行の1/2,500 数値地図の50mメッシュDEMデータ、現存植生図は空中写真判読と現地調査、水系図は各市町村発行

の都市計画図(1/10,000)と空中写真、道路・鉄道網図は国土地理院刊行の1/25,000地形図と都市計画図、空中写真を用いて作成した。

(2) 社会的条件情報

生物の生息に影響を与える社会資本整備に関係する制度、計画、現況を把握するための情報として、茨城県都市計画図(1/50,000)、水戸・勝田都市計画総括図(1/25,000)、茨城県土地利用規制図(1/50,000)、茨城県鳥獣保護区等位置図(1/100,000)を収集してGIS地図化した。

3.3 GAP分析の手順と方法

GAP分析のフロー図を図-2に示した。

(1) 生息適地図の作成

生息適地図とは、対象種群である鳥類の生息に適した環境を備えた場所を表す地図であり、事例

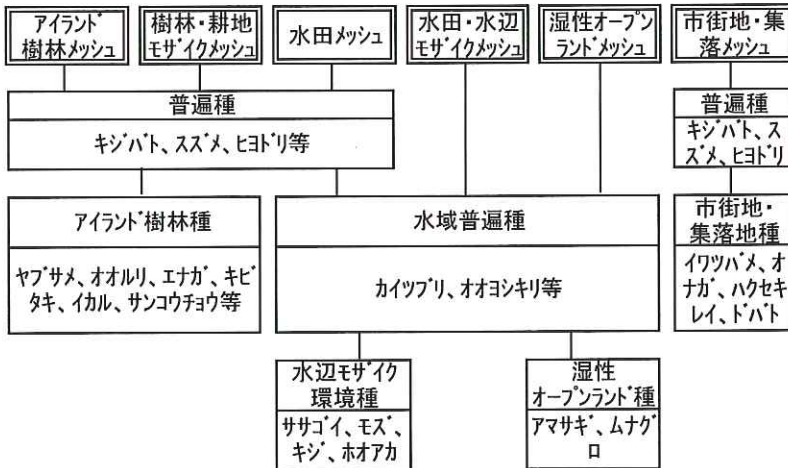


図-4 鳥類-環境構造モデル (1997年繁殖期)

位 (1セル) とした。生息適地図の作成にあたっては、繁殖期と越冬期別に同類の環境構造を選好する鳥類をグループ化して (図-4)、その生息適地を①アイランド樹林、②樹林・耕地モザイク、③水田、④水田・水辺、⑤湿性オープンランド、⑥市街地・集落の6種類に分類した。

(2) 生態ネットワーク解析
生息適地図を基に、隣接するセルとの環境的な「繋がり」、「大きさ」、「配置」から、現時点での生息地と

セルの配置			
同一環境セル数 (■セル)	0	6	9
同一環境セル間の接続数 (一線)	0	8	20
評価得点	1	27	40

注) 評価得点は、同一環境セル数を優先、同数の場合は接続数で評価。

図-5 繋がり評価の方法

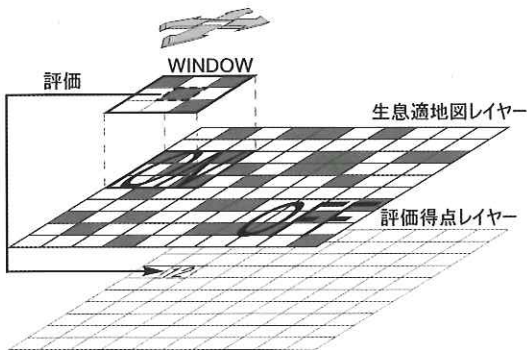


図-6 Moving Window の概念図

Geographic Information Systems in Ecology, Blackwell Science, 1998: Carol A. Johnston を改変

対象地からサンプリング調査した生息分布と地形・植生等の環境構造を類型化する判別式 (数量化Ⅱ類) を構築し、この判別式から事例対象地全域について作成した³⁾ (図-3)。

調査区は基準地域メッシュ (約 1km × 1km) を縦横それぞれ 4 等分した 250m メッシュを 1 単

としての質を評価し、核となる場所 (コア=同じ環境のセルに周囲を囲まれた中心セル) を抽出した。

また、生息地の復元適地の評価として、新たにコアを創出するのに有効なセルを「コア創出候補地」、同じ生息環境タイプの固まり (パッチ) を繋ぐことに有効なセルを「ネットワーク候補地」として抽出した。

解析は、ESRI社のGISソフトウェア「ArcView3.2」と、自作した自動スクリプト「Moving Window」を使用した。

「Moving Window」は、3 × 3セルを1つの枠 (ウィンドウ) として、ウィンドウ GIS マップ全域に走らせてウィンドウ内の中心セルに対する 9マスの配置パターンを認知し、そのパターンに対して与えられた評価得点を図化するものである (図-5、6)。

(3) GAP 抽出

抽出する GAP は、①現在の生息地としての質が高いにも関わらず法的な担保性の低い場所、②現在は生息地の質が低いが高質の生息地として復元するのに効果の高い場所、の2種とし、①を保全訴求度評価図、②を復元訴求度評価図にまとめた。

担保性は、土地利用に関連する法律の規制行為に着目して、規制形態の「禁止」、「許可」、「届出」、「なし」の順に得点付けし (表-1)、担保性評価図を作成した。

復元可能性については、現況の環境を生息地として適する環境に人為的に整備する場合、それが容易か否かを、植生と地形から判断し、生息適地

表-1 担保性の評価

大区分	小区分	行為の種類	評価得点				影響を受ける生息環境
			禁止	許可	届出	なし	
土地	水域	水面の埋め立て又は干拓	4	3	2	1	湿性オープンランド
	全域	土地形質の変更 鉱物・土石類の採取	4	3	2	1	全ての生息環境
上もの	樹林	木竹の伐採	4	3	2	1	アイランド樹林 樹林・耕地モザイク
	全域	建築物の新改増築	4	3	2	1	全ての生息環境

注) 評価得点が高いほど、担保性が高い。

対象とした法律は以下のとおり。

・都市緑地保全法、都市計画法、森林法、茨城県自然公園条例、茨城県自然環境保全条例、鳥獣保護及狩猟に関する法律、急傾斜地の崩壊による災害防止に関する法律、砂防法、河川法、海岸法、港湾法、漁港法、農業振興地域の整備に関する法律。

表-2 復元可能性の評価

生息適地図タイプ	植生														地形											
	常緑広葉樹林	落葉広葉樹林	アカマツ林	スギヒノキ林	竹林	伐採跡地低木林	自然草地	二次草地	植栽樹群	果樹園	クワ茶畑	水田	畑地	造成雑草群落	放棄水田雑草群落	人工草地	造成裸地	自然裸地	市街地	緑の多い住宅地	開放水面	斜面	台地	低地	水面	改変地形
アイランド樹林	○	○	○	○	○	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×
湿性オープンランド	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	○	×	△	×	×	×	△	×	×	○	○	△	×

注) 可能性評価：○=大、△=小、×=なし。

最終的には植生と地形を総合して評価。

- ・「植生」可能性大×「地形」可能性大=復元可能性大
- ・「植生」可能性大×「地形」可能性小=復元可能性中、「植生」可能性小×「地形」可能性大=復元可能性中
- ・「植生」可能性小×「地形」可能性小=復元可能性小
- ・「植生」あるいは「地形」のいずれかが可能性なしの場合は、復元可能性なし

図の凡例タイプ別に整理し(表-2)、復元可能性評価図を作成した。なお、整備の対象とする環境は、「アイランド樹林」と「湿性オープンランド」とした。

4. 結果及び考察

4.1 生態ネットワーク解析

繁殖期のアイランド樹林を対象とした生態ネットワーク解析の結果を以下に述べる。

(1) 繋がり評価

生息地の繋がり評価について評価得点を6段階に分類して図化した結果を図-7に示した。

質の高い生息地としては、北西部に位置する御前山村、桂村、笠間市周辺が抽出された。また、那珂川上流部にある茨城県民の森や、ひたちなか市の海岸部にある国営ひたち海浜公園が、孤立した生息地として確認された。

(2) コア創出候補地

新たに生息地としてのコアを創出するのに適したセルは、生息地として質の高かった北西部周囲に存在した(図-8)。

(3) ネットワーク候補地

分断されている生息地間を結合することでネットワークを構築するのに適した場所としては、南東部の友部町の孤立した生息地周辺や、那珂川沿いの分断されている樹林地周辺が抽出された(図-9)。

4.2 GAP抽出

繋がり評価において、評価得点が37(評価対象セル3×3のうち8セルが生息適地)以上となったセルを「質の高い生息地」、37未満を「質の低い生息地」として、生息地の保全及び復元を行うことが重要と考えられる場所を抽出した。

(1) 保全訴求度評価図

「繋がり評価図」と「担保性評価図」(図省略)をオーバーレイすることにより、“現時点の生息地評価が高く、生息地保全のための対策が将来にわたって重要となる場所”を示した(図-10)。

生息地の質及び担保性が高い場所(保全緊急性の低い場所)は非常に少なく、生息地の質が高い場所のほとんどで保全対策が必要となっていることが明らかとなった。

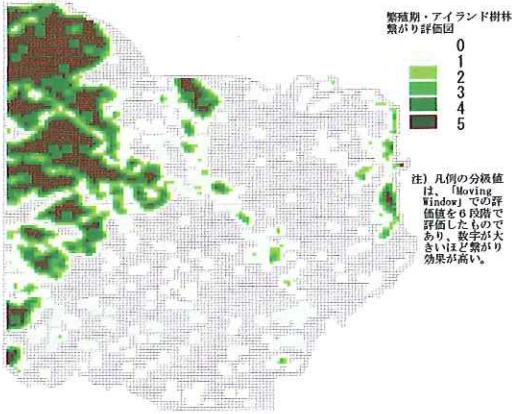


図-7 繋がり評価図

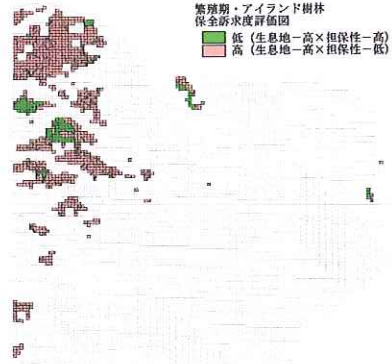


図-10 保全訴求度評価図

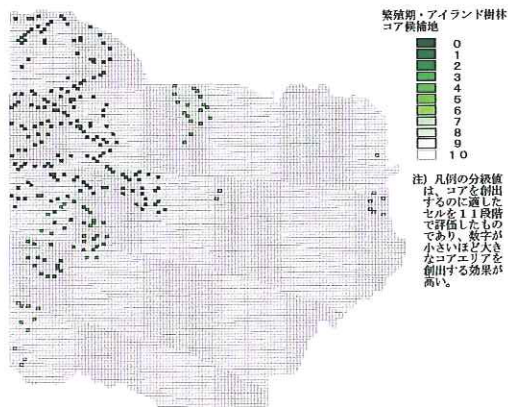


図-8 コア候補地図



図-11 復元訴求度評価図

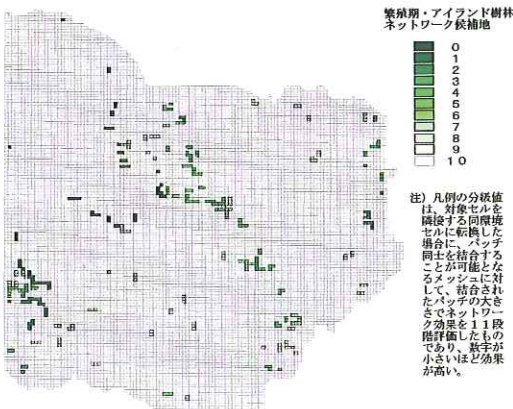


図-9 ネットワーク候補地図



北側



南西側



図-12 現地踏査結果

(2) 復元訴求度評価図

復元適地である「コア創出候補地図」及び「ネットワーク候補地図」に、「復元可能性評価図」(図省略)をオーバーレイすることで、復元効果が大きい場所を抽出した「復元効果評価図」(図省略)を作成した。

さらに、この図に「繋がり評価図」において生息地としての評価が低かった場所をオーバーレイし、“現時点での生息地評価は低い反面、復元効果の高い場所”を抽出した「復元訴求度評価図」を作成した(図-11)。

復元が求められる場所としては、現時点で生息地としてのコア地域となっている周辺や、コアに挟まれた場所が抽出された。

4.3 GAP 分析結果の検証

GAP 分析結果の検証を行うことを目的として、抽出された復元効果が高いとされた候補地に対して、現地踏査による確認を実施した。

図-12のa地点はネットワーク創出候補として評価された場所であり、かつ、植生及び地形図からも復元に適している。

現地踏査した結果、抽出された場所は北側と南西側のメッシュが質の高い生息地であることが確認され、また、この場所の植生がスギ・ヒノキ林を主体とするものであったことから、これを落葉広葉樹林に変えることで北側と南西側の生息適地を連結できるものと確認できた。

他の場所においても、分析結果の精度を概ね検証することができたが、一部の土地改変や植生図等のズレによる違いも認められた。また、解析に使用した地形図が5分類(斜面、台地・段丘崖、低地、水面、人工地形)のみであることから、入り組んだ微地形の存在が、生息地復元の障害となると考えられる場所も認められた。

5. まとめと今後の課題

今回行ったGAP分析においては、事例研究地での鳥類の保全及び復元(創出)候補地を、GISを用いることにより効率的に抽出することができ

た。

現地踏査による検証においては、概ね良好な結果が得られたが、GIS地図では把握できないメッシュ内の複数の微細な地形や植生の混在が、復元の障害となることが確認された。

この問題の解決には、今回用いたメッシュサイズ(250×250m)よりも詳細な地形データや標高データ等を整備して、より細分化したメッシュでの分析が必要と考えられる。

また、今後は、鳥類以外の生物種として、哺乳類や両生類等を加えたGAP分析を行うこととしている。

参考文献

- 1) 日置佳之、井手佳季子：オランダの3つの生態ネットワーク計画の比較による計画プロセスの研究、ランドスケープ研究 Vol.60, 1997年
- 2) 吉田剛司、田中和博：ギャップ分析(Gap Analysis)：生態系管理のためのGIS、森林科学 24, 1998年
- 3) 日置佳之、藤原宣夫：生態ネットワーク計画のための鳥類の生息適地図作成、土木技術資料 Vol.43 No.10, 2001年

飯塚康雄*



国土交通省国土技術政策
総合研究所環境研究部緑
化生態研究室研究官
Yasuo IIZUKA

佐伯 緑**



国土交通省国土技術政策
総合研究所環境研究部緑
化生態研究室招へい研究
員、学術博士
Dr. Midori SAEKI

藤原宣夫***



国土交通省国土技術政策
総合研究所環境研究部緑
化生態研究室長
Nobuo FUJIWARA