

動植物・生態系への事業影響予測と情報可視化手法の開発

Research on Predicting Ecological Impacts and Developing a Method of their Visualization

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

(研究期間 平成 17～19 年度)
室長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
研究官 佐伯 緑
Researcher Midori SAEKI

In order to assess ecological impacts quantitatively and construct consensus smoothly with stakeholders, we have investigated an impact prediction method based on habitat evaluation and its visualization. We developed habitat evaluation models for raccoon dogs and the Japanese martens, using radio-tracking data and habitat maps.

[研究目的および経緯]

現在、ダム事業等の実施において、動植物・生態系への事業影響を定量的に評価する手法が十分に確立しているとは言えず、影響予測に必要な基盤の生態情報も不足している。特に哺乳類は、典型性種・上位性種についての生態データの蓄積が不十分であり、事業影響評価などでも注目されてこなかった。さらに、事業の実施と環境への影響の予測結果および対策などの情報が、分かりやすい形で提供されていない。一方、GIS（地理情報システム）技術を中心とした情報処理技術の発達とコンピュータの処理能力の増大、そして地形、植生など環境に関する各種デジタルデータの整備により、事業影響を定量的に予測し、その結果を住民に分かりやすい形で提供するシステムの開発は、十分に可能な状況となってきた。本研究では、このような背景のもと、動植物・生態系分野のうち哺乳類を対象とした、定量的な事業影響予測技術、および住民との合意形成を円滑に進めるための情報可視化技術の開発のための検討を行う。

[研究内容]

18年度は、調査対象となる湯西川ダム（建設中）の湛水予定区域周辺を踏査し、より詳細な調査を実施するモニタリング・サイトを選定し、モニタリング・サイトおよび湯西川湛水予定区域周辺（図1）において、生息基盤地図を作成した。また、生息地環境調査として、痕跡調査、糞分析調査、自動撮影調査、テレメトリ調査を実施した。そして、生息基盤地図および生息地環境調査から把握した定量的データを用いて、タヌキおよびテンの主要な生息要因を抽出し、その関係を整理し、ハビタット評価モデルを検討した。

[研究成果]

1. 生息基盤地図の作成

生息基盤地図の作成にあたっては、先ず空中写真を活用し、カバータイプの抽出を行った。ただし、水際周辺部等は、現地踏査を行い、補正・補完を行った。カバータイプの分類は、哺乳類が移動やねぐらとして利用することを踏まえ、地表部の違い等から、落葉広葉樹林、針葉樹林や水辺林などの13タイプに分類した。一方、地形タイプの分類は、10mメッシュの標高データから地形の様々な特徴を表現する6つの指標（標高・標高標準偏差・傾斜角・傾斜角標準偏差・凹凸度・斜面方位多様度）を作成し、それらを変数としたクラスター分析により地形を分類した。生息基盤地図は、これら13カバータイプと、4地形タイプを重ねあわせて作成した。生息基盤地図の範囲は、湯西川ダム湛水予定区域から500mに設定した。図2に、作成した生息基盤地図の一部を示す。

2. 生息地環境調査

生息地環境調査は、痕跡調査、糞分析調査、自動撮影調査、テレメトリ調査を実施し、生息地環境調査は、タヌキ、キツネ、テン、イタチなど中型の哺乳類を主な対象として設定した。痕跡調査は、生活痕から得られる情報を収集し、生態的特徴および行動の把握、調査対象箇所の事前踏査を目的として行った。自動撮影調査は、赤外線センサー式デジタルカメラを設置し、モニタリング・サイト内の利用状況や利用頻度を把握することを目的として実施した。テレメトリ調査は、特定の個体の行動を追跡することによって、湛水予定区域が対象種の行動のなかで、どのような位置づけにあるのかを把握すること、また、主要な生息地（ねぐらや行動ルート）にど

のような特徴があるのかを把握することを目的として実施した。糞分析調査は、痕跡調査を実施する箇所を確認された糞を採取し、室内にて分析を行い、生息する個体群にとっての食物資源と採食環境を推定することを目的として行った。なお、痕跡調査や自動撮影調査など、より調査密度の高い調査サイトを湯西川ダム湛水予定区域から約100m～200m程度を目安に、2箇所設定した。痕跡調査では、既設ダムとの比較のため、近隣の五十里ダム・川治ダムを踏査し、踏査結果から、川治ダムに調査箇所を1箇所設定した。

痕跡調査の結果から、湯西川調査地において自然河川の状態に近い地域では、水際をイタチ又はテン、タヌキが利用している形跡が見られたが、ダム湖で典型的に見られる急傾斜な水辺環境をもつ川治ダムの調査結果からは、これら小・中型食肉目の痕跡は見られなかった。

自動撮影調査の結果から、タヌキとテンは水辺を広く移動し利用していること、タヌキは斜面中腹から水辺にアクセスする移動路があることが伺えた。タヌキおよびテン各1頭についてテレメトリ連続追跡を行い、移動軌跡をGIS上で整理し、ハビタット評価モデルの構築に用いた。

3. ハビタット評価モデルの構築

生息基盤地図および生息地環境調査から把握した定量的データを用いて、タヌキおよびテンの主要な生息要因を抽出し、その関係を整理した。さらに、その分析結果を踏まえてハビタット評価モデルを検討した。テレメトリ調査で把握した行動軌跡をもとに、各観測点の特徴として滞在時間、移動距離および移動速度を算出し、その結果から各観測点の行動型（滞在型：「ねぐらや餌場等、比較的狭い範囲に長時間滞在する行動タイプ」又は移動型：「短時間に比較的延長距離の長い移動を行っている行動タイプ」）を推定した。これは、10mメッシュにおいて各観測地点での滞在時間から滞在時間密度分布を生成し、滞在時間の傾向を面的に把握し、一定時間以上の滞在時間が見られるエリアを滞在型行動圏とすることで概ね正確な滞在型行動圏を推定できると考えられ、各観測点の行動型の分類を、滞在時間密度分布に基づく滞在型行動圏により分類する方法である。滞在時間密度の高いエリアに含まれる観測点は滞在型行動に分類し、それ以外は移動型行動に分類した。算出した観測点別滞在時間をもとに、GISを用いてカーネル密度法により滞在時間密度分布図および移動型行動密度分布

図を作成した。なお、カーネル密度の計算範囲は、各観測点の最短経路距離の平均から100mとした。また、密度分布図は10mメッシュ図として整理した。このように抽出した滞在型行動圏および移動型行動圏の環境特性について生息基盤地図を用いて分析・把握し、生息基盤区分毎の滞在型行動および移動型行動の利用環境としての適正度を評価するハビタットモデルを構築した。モデル構築には、滞在時間密度を目的（従属）変数に、生息環境基盤地図の区分別面積率を説明（独立）変数とする多変量解析（重回帰モデル：ステップワイズ方式による変数選択法）を用いた。表1にタヌキおよびテンの滞在時間密度評価モデルの内訳を示した。

4. ダム湛水の影響評価

影響評価は、ダム湛水予定区域より500mの範囲について、構築したハビタット評価モデルを適用し、滞在型行動圏および移動型行動圏の分布パターンを把握した。また、湛水による影響を把握するため、これらの面積を求めることとした。各評価モデルによる計算値を表2のように分類した。

滞在型行動圏の評価モデルを適用した結果を図3に示す。湛水域より500m以内の範囲では、ランクB（利用適地）以上の滞在型行動圏の面積は、テンが914ha、タヌキが581haであった（表3）。テンの滞在型行動圏における各評価ランクの面積率は、全体の約6割がランクB（利用適地）以上となっており、タヌキは全体の約4割がランクB（利用適地）以上であった（表3）。また、湛水域内の範囲では、テンおよびタヌキともに、ランクB（利用適地）以上の滞在型行動圏の面積率は6割以上となっており、両種とも湛水域内を広く利用していた（表3）。次に、移動型行動圏の評価モデルを適用した結果を図4に示す。湛水域より500m以内の範囲では、ランクB（利用適地）以上の移動型行動圏の面積は、テンが1066ha、タヌキが260haであった（表4）。テンの移動型行動圏における各評価ランクの面積率は、全体の約7割がランクB（利用適地）以上となっているのに対して、タヌキは全体のわずか2割弱しかランクB（利用適地）以上となっていなかった（表4）。タヌキはテンに比べて移動能力が低く、ダム湛水予定区域より500mの範囲において移動可能な範囲が狭いと考えられる。また、湛水域内の範囲で比較すると、テンのランクB（利用適地）以上の占める割合は約7割であり、湛水域より500m以内の範囲とほぼ同程度であるのに対して、タヌキのランクB（利用適地）

表1 構築したハビタット評価モデル
(重回帰モデル)

係数項目		滞在型行動圏 ・評価モデル		移動型行動圏 ・評価モデル		
		テン	タヌキ	テン	タヌキ	
定数		0.00023	0.00017	0.00009	0.00014	
半径 20m	尾根地形	針葉樹林			0.00007	
		落葉広葉樹林	0.00005		0.00005	
	斜面地形	針葉樹林	-0.00049			
		落葉広葉樹林			-0.00001	0.00001
	水辺連続 地形	針葉樹林	-0.00013	0.00007		
		落葉広葉樹林	-0.0002	0.00002		
		河原		-0.00039		
		水辺林		-0.00008	-0.00003	
	平坦地形	草地				
		針葉樹林			-0.00004	0.00003
		落葉広葉樹林				0.00004
		河原		-0.00012		
		水辺林			-0.00003	
	岩場	ヤナギ等 低木林	-0.00056		0.00015	
		草地			-0.00005	
		岩場	-0.00026	-0.00017	-0.00006	
		人工裸地			-0.00007	0.00006
		宅地			-0.00013	-0.00004
		耕作地				
		工事区域				-0.00005
舗装道路		-0.00025			-0.00002	
開放水面					-0.00003	
半径 50m		尾根地形	針葉樹林	0.00058	0.00005	-0.00018
	落葉広葉樹林				-0.00009	
	斜面地形	針葉樹林			0.00001	
		落葉広葉樹林	-0.00005	0.00006	-0.00004	
	水辺連続 地形	針葉樹林	0.00013			
		落葉広葉樹林	0.0004		0.00005	0.00002
		河原		0.00389	0.00018	-0.00043
		水辺林	-0.00048	0.00046		0.00005
	平坦地形	草地				
		針葉樹林		-0.00018	0.00008	
		落葉広葉樹林		0.00021		
		河原		0.00045	0.00068	-0.00007
		水辺林	0.00064		-0.00005	
	岩場	ヤナギ等 低木林	0.00147	-0.0004	0.00032	-0.00042
		草地	0.00307	0.00108	-0.00011	
		岩場				
		人工裸地	-0.0004	0.00018	0.00014	-0.00024
		宅地	-0.00055	-0.00025		0.00012
		耕作地		-0.00036		
		工事区域				0.00009
舗装道路		0.00126	-0.00059	-0.0001		
開放水面		-0.00161			0.00024	

注1) 表中の係数項目が、生息基盤図の環境区分を示す。半径20mとは、周囲半径20mの各環境区分の面積率を指す。表中の数値が、モデルに用いた重回帰係数である。

注2) 表中の数値が空欄の行の環境区分は、重回帰分析における変数選択処理においてモデルから除外された生息環境指標である。

以上の占める割合は、約4割と大きく増加している(表4)。そのため、タヌキの方がテンよりも湛水域に依存していると考えられる。

5. まとめ

テンおよびタヌキについて、それぞれ滞在型行動圏・評価モデル、移動型行動圏・評価モデルを適用した結果、次のような結果が得られた。

- ① テンは、斜面を主な生息場としている。そのため、滞在型行動圏・移動型行動圏ともに、湛水域より

表2 評価ランクの区分

評価ランク	滞在時間密度の計算値	備考
ランクA	予測値が正の値となるメッシュを対象として、全メッシュの50パーセント(中央値)以上	高利用適地
ランクB	25パーセント以上で50パーセント(中央値)未満のメッシュ	利用適地
ランクC	予測値が正値(0を超える値)であり、25パーセント未満のメッシュ	低利用適地
ランクD	予測値が0以下のメッシュ	利用適地外

注) ランクA・ランクB・ランクCの25パーセントと50パーセントは、予測値が正値(0を超える値)となるメッシュを対象に算出

500m以内の範囲の6割以上が利用適地(ランクB以上)となり、周辺に広く利用適地が分布していると言える。

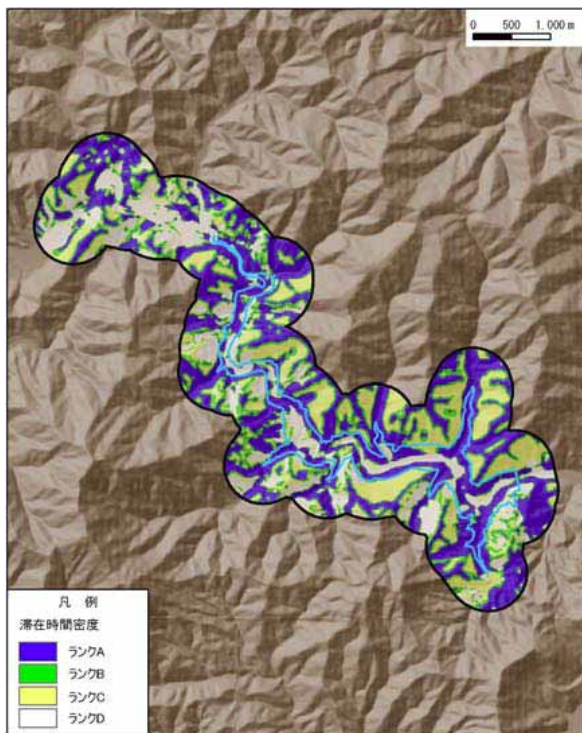
- ② タヌキは、テンより移動能力が劣っており、対象地域では、水辺や平坦な箇所が主な生息場となっている。滞在型行動圏では、湛水域より500m以内の範囲の4割程度が利用適地(ランクB以上)となっているが、移動型行動圏においては、2割未満しか利用適地(ランクB以上)が分布していない。
- ③ ダム供用に起因する湛水域の出現によって、これらの生息環境に最も影響を受けるのは、タヌキの移動型行動圏である。湛水域より500mの範囲内に約18%しか分布していない移動型行動圏利用適地のうち、湛水域によって約3割が消失する可能性があることが示された。

[今後の課題]

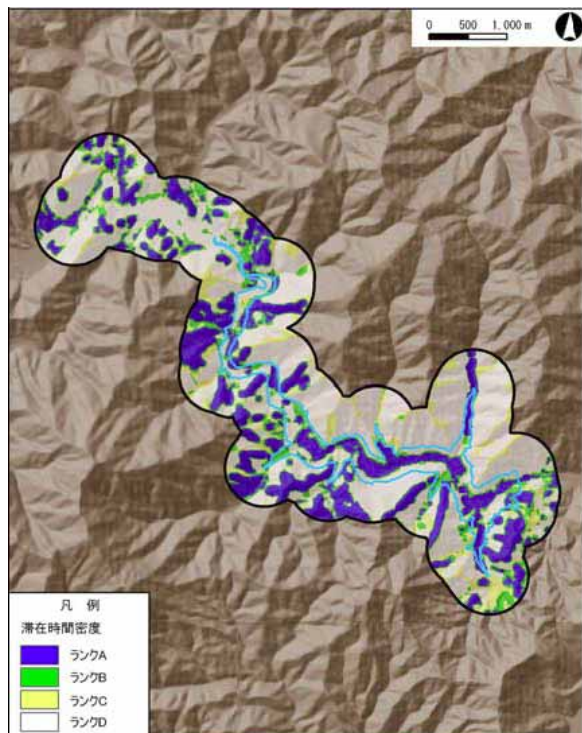
今回構築したモデルは、テンおよびタヌキ1個体ずつの予測モデルであるため、概ね実際の対象種の生息地利用を予測できるものの、まだ予測値(密度)自体の精度は低いものである。このため、現在のモデルは完全なる定量予測モデルではなく、定量値に基づき定性的な傾向を推定できるレベルのモデルであると言え、定量予測としての精度向上に向け、サンプル数を増やして定量的なモデルを構築することが必要である。

[成果の活用]

開発した生息予測モデル手法とその結果をもとにGISを活用したインタラクティブな手法を用い、定量的な事業影響の予測および合意形成の進め方において多様な要求に対応できる情報提示システムを構築し提供することが見込まれる。

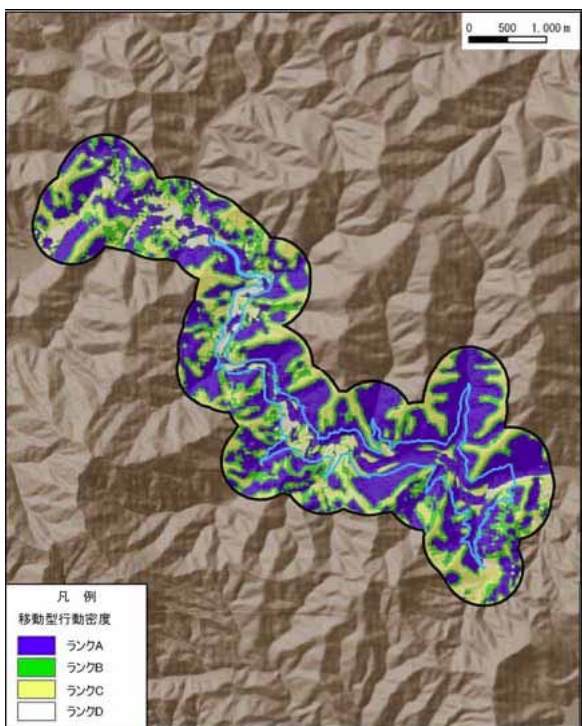


テ ン

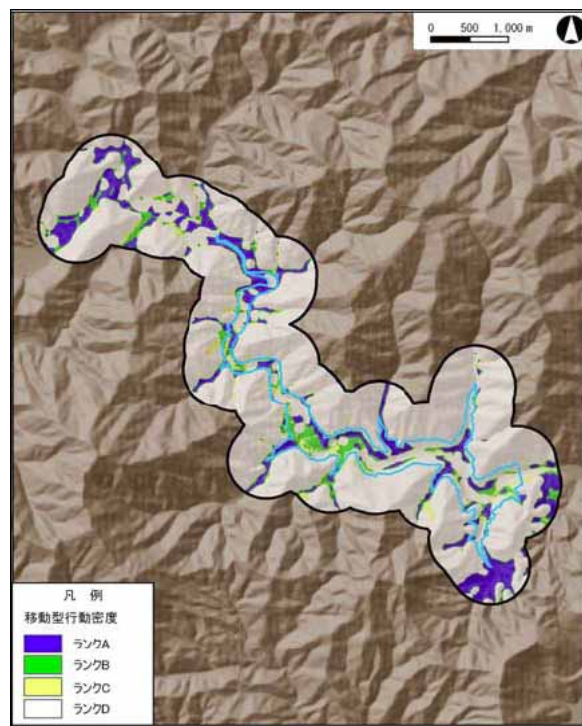


タヌキ

図3 滞在型行動圏・評価モデルによる予測結果



テ ン



タヌキ

図4 移動型行動圏・評価モデルによる予測結果

表 3 滞在型行動圏評価モデル適用結果

評価ランク		テ ン			タヌキ		
		湛水域より 500m以内	湛水 域内	消失 割合	湛水域より 500m以内	湛水 域内	消失 割合
ランクA+B	高利用適地	914ha	135 ha	15%	581 ha	120 ha	21%
	～利用適地	(0.62)	(0.66)		(0.39)	(0.59)	
ランクC+D	低利用適地	560 ha	68 ha	12%	893 ha	82 ha	9%
	～利用適地外	(0.38)	(0.34)		(0.61)	(0.41)	
合計		1475 ha (1.00)	203 ha (1.00)	14%	1475 ha (1.00)	203 ha (1.00)	14%

注:()内は面積率を示す

表 4 移動型行動圏評価モデル適用結果

評価ランク		テ ン			タヌキ		
		湛水域より 500m以内	湛水 域内	消失 割合	湛水域より 500m以内	湛水 域内	消失 割合
ランクA+B	高利用適地	1065 ha	146 ha	14%	260 ha	83 ha	32%
	～利用適地	(0.72)	(0.72)		(0.18)	(0.41)	
ランクC+D	低利用適地	409 ha	56 ha	14%	1215 ha	120 ha	10%
	～利用適地外	(0.28)	(0.28)		(0.82)	(0.59)	
合計		1475 ha (1.00)	203 ha (1.00)	14%	1475 ha (1.00)	203 ha (1.00)	14%

注:()内は面積率を示す