

16. 野生中・小哺乳類のための生態的回廊の整備手法に関する研究

担 当 機 関 国土交通省 国土技術政策総合研究所 藤原宣夫

重点強化事項 自然環境

研究期間 平成12年～平成14年度

研究予算総額 81,092千円

研究の背景と目的

キツネ、タヌキ、アナグマ等の中型哺乳類、イタチ、リス等の小型哺乳類は、里山や都市緑地などの「身近な環境」に生息する野生動物であり、地域生態系の維持・保全、および生物との共存を図るための環境教育やその普及啓蒙にとってフラッグシップ・スピーシーズ（その種の保全が自然環境の保全をアピールすることにつながる象徴種を意味する）としての役割が期待されている。

これらの種は、主に森林内を歩いて移動する生活様式を有するが、その生息環境については、各種の開発行為にともなう移動経路の分断により、生息地の細分化・縮小化等が生じており、現在では、地域個体群の孤立化や絶滅が問題となっている。なお、これらの問題については、種の存続そのものに関連することから、早急な解決が重要な課題となっている。

そのため、本研究では生態ネットワーク計画の主要な要素となる「生態的回廊の整備手法」について、河川や道路に代表される都市近郊域におけるベルト状の社会資本を対象として、計画・設計の指針を作成することを最終目的とした。

研究の成果

本研究は、事例研究地を茨城県水戸市周辺約1,000km²を対象として行い（図1）、この地域の具体的な回廊整備計画手法の開発を通して指針作成のための知見として以下の成果を得た。

（1）広域的な分布調査と既存文献によるアンブレラ種の選定

アナグマやテンは、水戸地域西部の丘陵地域にのみ分布し、特にアナグマは近年個体群が著しく衰退した可能性が考えられた。一方、キツネは東部の平野部にも生息していた。イタチ、タヌキ、ハクビシンは調査地域全域に広く分布していた。リスは生息林分の大部分が調査地域の西側に存在し、山地、丘陵部と連続していた。これらの分布の特徴に、既存研究から得られた繁殖、休息場所、移動経路、移動能力、生活史、行動圏サイズ、社会構造の特徴を加えて、食肉目の在来種であるアナグマ、テン、キツネ、タヌキ、イタチとげっ歯目のリスについて、環境に対する要求性の評価を行ない、環境整備におけるアンブレラ種としてアナグマ、リス、テン、キツネの4種を選定した（表1）。

（2）DNA解析による地域個体群の遺伝的構造の把握

個体群の歴史について検討するために、アンブレラ種であるアナグマとテンについて、ミトコンドリアDNAを用いて分析した遺伝的多様性の結果について検討を行った。その結果、両種ともに、日本に生息する個体群自体の遺伝的多様性が低く、本州に生息する個体の遺伝的組成に地理的特性がある程度見られるものの、遺伝的に見て保持すべき自然障壁や地域特有の個体群が存在する可能性は低いものと思われた。したがって、水戸地域に生息する個体群の保全を行なうことは、日本に生息する両種の遺伝的多様性の保存にとって意義がある。また、リスについては、毛根なしの毛、血液、唾液、尿のいずれからもPCR法により増幅した増幅産物をアガロースゲル電気泳動によって確認し、DNA分析

サンプルとして使用できることが確かめられた。そして、遺伝分析に対して、計27個のマイクロサテライトマーカーが使用可能であることが分かり、今後、捕獲調査等でDNAサンプルが得られた場合には、生息状況を把握するための遺伝学的解析を効率的に進める体制が整った。水戸地域においては、森林の分断化・孤立化が進行し、マツ枯れや伐採による餌の消失と森林のギャップが広がっており、リスの生息にも何らかの影響が起きていると考えられるが、孤立している集団にみられる遺伝的な分化は認められなかった。しかしながら、現在、ひたち海浜公園では周囲の環境との交流がなく孤立状態で、将来的に自然状態で他地域からの個体が移入してくることや、遺伝的交流が起こるとは考えにくく、遺伝的多様性が減少していくのは時間の問題であると考えられる。生息環境の悪化（アカマツ枯れによる食物の減少や伐採による森林の断片化など）や遺伝的劣化によりリスが生息しなくなる前に、人為的な環境保全が必要であると考えられる。今後、これらアンブレラ種における地域内の遺伝的多様性の評価についてのより詳細な研究を行なう必要はあるが、生息地間の生態的回廊による連結を進めることは、個体群どうしの遺伝的交流をはかる方法のひとつになることが示唆された。

（3）集中調査地域における地域個体群の環境選択の調査

水戸地域の環境要素の説明要因として今回特徴的であったのは、西部から東部にかけての人為的要因の勾配と、それにとまなう動物の順応性の有無である。

さらに詳しくランドスケープエレメントとしての各々の環境要因を明らかにするため、テンとリスについて、環境選択に関係のある要因を分布調査により確認した痕跡情報と地形、植生等の環境情報を用いて国土技術政策総合研究所のGISデータベースを基に解析を行った。その結果、テンについては、森林性の傾向（表2）を強く示しながらも農地や緑の多い住宅地などの人為的土地利用地域も積極的に利用している模様だが、ゴルフ場や幹線道路を忌避する様子もみてとれ、生息地の分断化が分布域内でも進行していることが示唆された。リスについては、全ての生息林分が林冠疎密度41%以上であり、71～90%で最も生息林分が多く（表3）、食物と営巣環境を供するマツ、巣材と営巣環境を供するスギ・ヒノキ、及び食物を供するオニグルミの重要性もうかがえた。また、幹線道路はテンと同じく忌避されていることがみてとれた。今後、生息地モデリングに向けて環境選好性を得るためには、各環境解析項目について、テンとリス以外の種を含め、それぞれのスケールで無作為抽出したデータと今回得られた利用データと比較することが重要である。さらにそのモデルを評価するために、現地検証する必要があると思われる。

また、リスの行動調査（図2）では秋・冬季の活動時間、行動圏、利用階層、営巣環境における個体差が明らかになり、アカマツ林の重要性はここでも示された。今後、春季から夏季の調査で行動圏内の利用状況を把握し、秋・冬季に利用が低かった植生の存在価値やアカマツ球果以外の主要な食物の有無を明らかにすることにより、水戸地域の孤立林に生息するリスの保全やネットワーク化へ適用していくことが可能になると推察される。

（4）生息地の分断・連続箇所の抽出、河川・道路整備手法の類型化と生態的回廊の設計

ロードキル多発地点（表4）には、動物にとっての好適な生息場所と侵入可能性の高い地点が混在するという特徴が見られた。さらに、繁殖・分散期や活動時間にロードキルが多く見られ、行動圏外の予測不可能な活動による事故発生を防ぐためには、道路への侵入の徹底的な防止と適切な横断構造物の設置が並行して行なわれる必要があることが明らかになった。また、中型食肉目（主にタヌキ）の移動が高速道路によってどのように阻害されているかを、高速道路上のロードキルを指標として推測し、ロードキルの防止に向けた施策を提案することを目的として移動経路の分断要因を検討した。その結果、移動経路に選ぶ環境要素も季節変動することが推察され（表5）、行動が季節変化する動物については、

通年の傾向に基づく単一なハビタットの分断防止対策では不十分であり、生活周期に応じた検討が重要であることが分かった。

(5) 生態的回廊を構成する移動経路の設置とモニタリング

リスのように樹冠を移動する哺乳類にとっては、その移動特性を保持しながら分断箇所を渡れる独自の構造物が必要であることが明らかになった。そこで、リスについては横断施設の構造検討(図3)から利用状況の検証までを行ったところ、設置後一ヶ月でリスの利用が確認された。その後も継続して利用が確認されており、このカルバートボックス上部に設置されたステンレス網の箱形状リス橋が、有効であることが示唆された。今後、複数のリス橋でその利用状況を分析し、設置場所や間隔についての知見を得たい。

(6) 生態的回廊の整備手法の検討

道路などで分断された生息地を、横断施設等で分断方向に対し垂直に点状に繋げるのも意義はあるが、積極的に広域に連続性を回復させるにはまだ不十分である。また、新たにランドスケープレベルで回廊を設置することも土地の確保や維持を考えると、余り効率的とはいえない。そこで、調査対象地域の既存の高速道路と河川の連続性を利用することを構想した(図4)。道路法面と河岸・河川敷を小・中型陸生哺乳類の生息地及び移動経路として整備し、各々連結していけば広域的にネットワークが完成する。今後、具体案や優先性を含め検討が必要である。

研究のまとめ

水戸市周辺約 1,000 平方 m² を事例研究地とし、中小型哺乳類の生息分布、食性・行動圏・環境選考性などの生態、ロードキルの発生状況、遺伝子構造について調査解析を行い、生態的回廊の整備手法の指針として以下の知見を得た。

- ・研究地においては、整備計画検討のアンプレラ種としてアナグマ、リス、テン、キツネを選択しうる。
- ・研究地には西部丘陵地域の個体群をソース、東部平野地域の個体群をシンクする個体群構造があり、高速道路などによる生息地の分断は、ソースからシンクへの個体移動を阻害し、東部個体群の孤立、絶滅の要因となっている。
- ・研究地の個体群には、他地域と比較して保持すべき遺伝的特質は認められなかったが、孤立した東部の個体群については、遺伝的劣化の進展が懸念された。これらの結果は、生息地の連結による遺伝子交流の有効性を確認するものである。
- ・アンプレラ種の研究地における環境選考性、食性が整理された。これらは回廊が備えるべきランドスケープエレメントの指針となるものである。
- ・研究地の東西を連結する河川の回廊としての重要性、南北に分断する道路への横断施設設置の重要性が示唆された。
- ・リスの道路横断施設として、ステンレス網製箱形リス橋を提案し、試験設置によりその有効性を確認した。

本研究で実施したような広域での包括的な検討は、初の試みであったと考えている。得られた知見は生態ネットワークを具体化する上で有用となるものではあるが、事業箇所の選定等には、社会条件の整理などさらなる検討が必要である。また、本研究の成果は事例地での知見に止まるものが多い、生態的回廊整備手法の確立には、多くの点で課題を残している。



図1 事例研究地

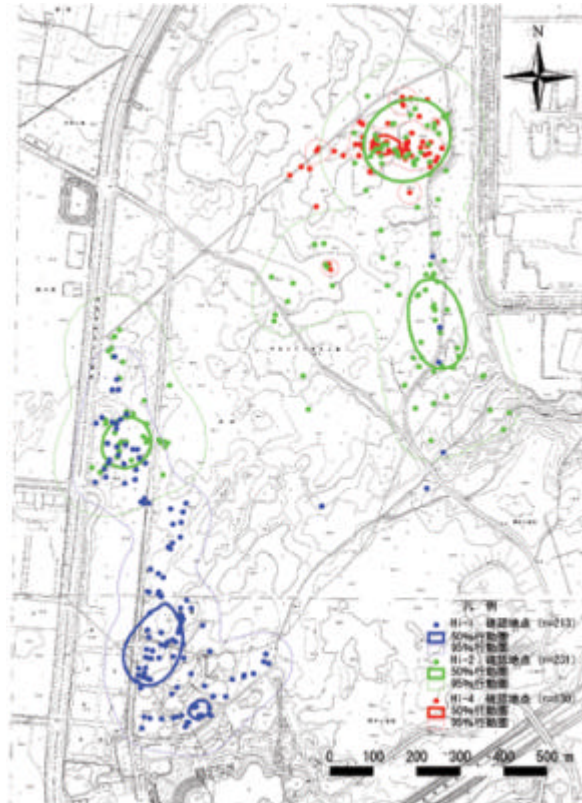


図2 ニホンリスのテレメトリー調査結果

表1 アンブレラ種の選定要因

	アナグマ	タヌキ	キツネ	イタチ	テン	リス
繁殖・休息場所	風穴	藪、風穴、隙間	風穴・藪	隙間	樹洞や岩陰	風
移動経路	地上	地上	地上	地上、水系	地上、林冠	林冠（地上）
移動能力	低い	低い	高い	高い	高い	地上では限界有
生活史	冬眠					
行動圏サイズ (ha)	10-200	10-100	20-1000	1-10	10-230	10-33
社会構造	ソリタリー	ペア	母系集団	ソリタリー	ソリタリー	ソリタリー
分布：丘陵	生息	生息	生息	生息	生息	生息
分布：農耕地	非生息	生息	部分的に生息	生息	非生息	部分的に生息
分布：都市緑地	非生息	生息	非生息	部分的に生息	非生息	非生息
合計	6	1	4	3	4	6

太枠は環境に対する要求性が高いと考えられる要因

表2 テンの痕跡地点から500m以内の林地の面積(m²)

内例	件数	最小	最大	平均	標準偏差
常緑広葉樹林	6	65	19969	6297	7902
落葉広葉樹林	87	7419	543404	284746	136625
アカマツ林	80	2621	443628	126964	106974
スギ・ヒノキ植林	87	52536	471306	251026	98981
竹林	22	183	20096	8727	7343
伐採跡地低木	33	1	182980	35230	49353
植栽樹群	6	8138	11955	10367	1432
果樹園	15	531	46166	12532	15021
クワ・茶畑	2	14302	19079	16691	3378
クロマツ林	0	0	0	na	na

表3 リス調査林分の林冠疎密度(%)

項目	リス生息有		リス生息無	
	那珂川以北	那珂川以南	那珂川以北	那珂川以南
1: 0-1.0%	0	0	0	0
2: 1.1-2.0%	0	0	0	2
3: 2.1-3.0%	0	0	2	2
4: 3.1-4.0%	0	0	1	1
5: 4.1-5.0%	1	2	3	5
6: 5.1-6.0%	2	0	1	10
7: 6.1-7.0%	8	7	9	16
8: 7.1-8.0%	17	12	8	26
9: 8.1-9.0%	6	20	2	50
10: 9.1-10.0%	3	11	2	15

(単位: 件)

表4 ロードキル多発地点の環境状況(常磐道)

地点(キロポスト)	年間平均発生件数	環境状況
友部町(敷)	11	<ul style="list-style-type: none"> 常磐道は濁沼川の両側の河岸段丘を横切る形で交差している。 72KP付近は切土となっており、切土のり面は草本類の植物が繁茂している。 この付近のフェンスには3ヶ所で道路敷地内へ動物が侵入している形跡が見られた。
水戸市(82~84kp)	10	<ul style="list-style-type: none"> <82.4KP付近> 常磐道と国道50号が交差している場所である。 常磐道は周辺より若干高い位置にあり、国道50号と交差する場所以外は盛土となっている。 盛土のり面には針葉樹林が植栽されており、下層は草本類が繁茂している。 国道50号と交差する部分は高架となっている。 <84.2KP付近> 常磐道は周囲よりも低い位置を走っており、切土となっている。 切土のり面は草本類が繁茂している。 この付近は側道をはさんで林に隣接している。 道路沿いのフェンス下部分で1ヶ所、道路敷地内へ侵入しているケモノミチが確認された。
那珂町(92~94kp)	9	<ul style="list-style-type: none"> 常磐道は周辺よりも高い位置を走っており、盛土となっている。 盛土のり面は、下層部分を確認できないほど針葉樹林が植栽されている。 フェンス下の隙間からタヌキが道路敷地内へ入り込んでいるのを多数の足跡で確認した。
那珂町(98~100kp)	8	<ul style="list-style-type: none"> 常磐道は、切土でのり面は草本類が繁茂している。 道路南側は、日本原子力研究所の敷地に隣接している。 敷地内は広葉樹林やスギ・ヒノキ林が広がっており、一般の立ち入りができない。 敷地との道路境界には有刺鉄線が設置されている。 道路を挟んで北側には谷に沿って林が連続している。
那珂町(102~104kp)	7	<ul style="list-style-type: none"> 久慈川の河岸段丘部と交差する場所である。 道路の両側には段丘の斜面部分に連続する林が隣接している。 林内から道路敷地内へフェンス下を通してケモノミチが2ヶ所で確認された。 反対側の林内ではタヌキのためフンも確認された。

表5 タヌキの生活周期と判別関数の係数の符号

平常期 (1~4月)				子育て期 (5~7月)			
G1: RK<0.7, G2: 0.7<RK				G1: RK<0.4, G2: 0.4<RK			
RK: ロードキル移動平均				判別関数の係数の符号			
	予測G1	予測G2	合計	予測G1	予測G2	合計	
実際G1	139	23	162	実際G1	139	24	163
実際G2	40	99	139	実際G2	24	114	138
判別率	79.10%			判別率	84.10%		
変数(単位)	係数の符号			変数(単位)	係数の符号		
1km放棄畑地雑草群	+			1km放棄畑地雑草群	-		
落面積(m ²)				落面積(m ²)			
水域までの近さ(m)	-			1km竹林面積(m ²)	+		
0.5km水田面積(m ²)	+			1km低地面積(m ²)	-		
0.5kmアカマツ林面積(m ²)	+			0.5kmアカマツ林面積(m ²)	+		
下り遊歩道1km区間	-			0.5km遊歩道雑草群落面積(m ²)	-		
集計(m)				1km人工草地面積(m ²)	+		
1km竹林面積(m ²)	+			判別に寄与している変数から順に記載。			
道路の比高差	-						
判別に寄与している変数から順に記載。 ※盛り土:3, 平地部:2, 切り土:1の順位 冬越し準備期 (8~9月)				分散期 (10~12月)			
G1: RK<0.3, G2: 0.3<RK				G1: RK<1.0, G2: 1.0<RK			
	予測G1	予測G2	合計	予測G1	予測G2	合計	
実際G1	141	22	163	実際G1	132	20	152
実際G2	31	107	138	実際G2	24	125	149
判別率	82.40%			判別率	85.40%		
変数(単位)	係数の符号			変数(単位)	係数の符号		
1km農家面積(m ²)	+			1km居住地面積(m ²)	+		
1km竹林面積(m ²)	+			人工地形までの近さ(m)	+		
解放水域までの近さ(m)	+			下り遊歩道1km区間	-		
山地斜面までの近さ(m)	-			集計(m)			
0.5km放棄水田耕種面積(m ²)	+			0.5km農家面積(m ²)	+		
落葉広葉樹林までの近さ(m)	-			0.5km一次草地面積(m ²)	+		
判別に寄与している変数から順に記載。				判別に寄与している変数から順に記載。			

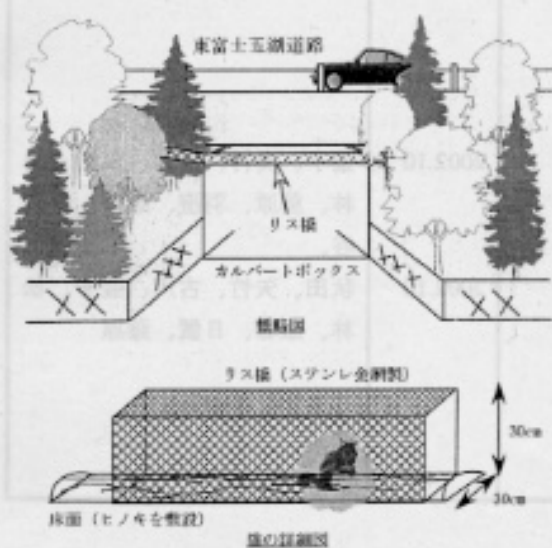


図3 リスの道路横断橋

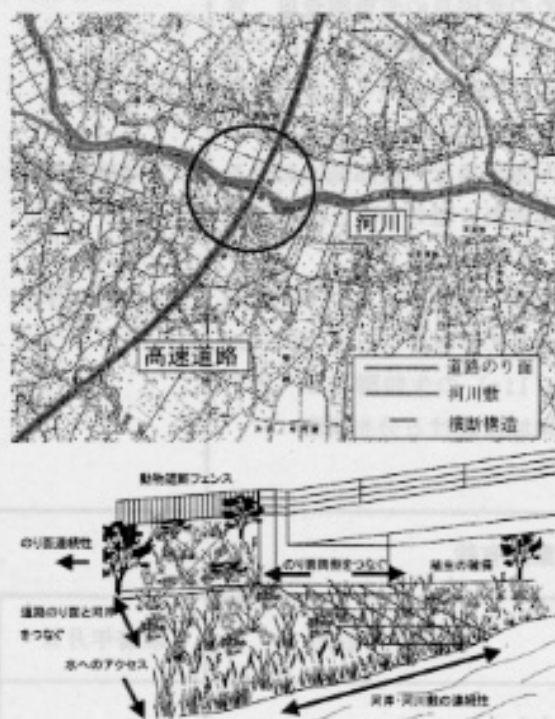


図4 道路及び河川の連続性を活かしたのり面及び河川敷整備部分(上)と道路と河川の交差点の例(下)

研究発表

発表題名	掲載法 / 学会等	発表年月	発表者
(誌上発表) ・哺乳類のハビタットネットワーク 食性からみたキツネのハビタットとしての水戸地域	土木技術資料	2001.10	金子、日置、飯塚、藤原
(口頭発表) ・生態系ネットワークのためのニホンリス <i>Sciurus lis</i> の生態調査 水戸市周辺域における分布	日本哺乳類学会	2000.10	村田、金子、日置、亀山
・茨城県水戸地域における生態系ネットワークのための食肉目の生態調査 ホンドギツネ (<i>Vulpes vulpes</i>) の食性	日本哺乳類学会	2000.10	金子、小長谷、藤井、日置
・茨城県水戸地域における生態系ネットワークの研究のための食肉目の生態調査 食肉目 6 種の分布及びロードキルの発生地点から見た移動経路分断の特徴	日本哺乳類学会	2001.10	金子、藤井、奥村、羽澄、小長谷、日置、飯塚、藤原
・茨城県水戸近郊域における食肉目 6 種の分布と調査精度	日本哺乳類学会	2002.10	金子、奥村、藤井、日置、松林、藤原、羽澄、飯塚、小長谷、
・水戸生態ネットワーク計画のためのニホンリス (<i>Sciurus lis</i>) の生態調査 水戸地域における分布調査	日本哺乳類学会	2002.10	秋田、矢竹、古川、金子、松林、飯塚、日置、藤原

工業所有権

特許等の名称	願書年月日	公告番号	公告期日	登録番号
なし				