

動植物・生態系分野の環境保全措置と事後調査手法に関する調査

Survey on the preservation measures and the monitoring methods for wildlife and ecosystem during and after construction works

(研究期間 平成 20～22 年度)

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

室長	松江 正彦
Head	Masahiko MATSUE
主任研究官	武田 ゆうこ
Senior Researcher	Yuko TAKEDA
研究官	園田 陽一
Researcher	Yoichi SONODA

To reduce the impact of construction, measures should be taken to protect wildlife and ecosystem but practical methods for this have not yet been established. Also, since the environmental impacts on wildlife and ecosystem are difficult to predict prior to construction, it is often important to monitor them during and after the construction works. The purpose of the present study is to collect and summarize the several methods that are currently undertaken as wildlife and ecosystem preservation measures and monitoring during and after construction works.

[研究目的及び経緯]

道路事業の実施にあたっては、生物多様性の確保、多様な自然環境の保全、人と自然の豊かな触れ合いの確保の観点から、影響予測、環境保全措置の検討が重視されている。環境保全措置の1つとして野生動物を対象とした道路横断施設が設置されている。道路横断施設は、道路による野生動物の生息地の分断化の影響を緩和するための有効な代償手段である (Foreman et al., 2003)。「道路環境影響評価の技術手法 (道路環境研究所, 2007)」において、野生動物の道路横断施設の設置の際には「科学的知見や類似事例」を参考に環境保全措置を検討することとしている。また、道路横断施設の事後調査は行われていても、効果検証につながる定量的な評価はほとんど行われていない。

本研究では、わが国において行われている野生動物を対象とした道路横断施設に着目し、保全対象種とそれに関連した道路横断施設の設置の現況について調査し、道路横断施設の課題を明らかにした。次に、現況調査した道路横断施設の中から北海道の豊富バイパスおよび関東地方の東富士五湖道路を選定し、道路横断施設の野生動物による利用状況をモニタリングした。これらの成果から保全目標種に対応した道路横断施設の構造決定等、今後の道路横断施設の設置指針の参考となるデータを示すことを目的とし、地域間の道路横断施設の利用状況の比較、道路横断施設の選好性に与

える要因を明らかにした。

[研究内容]

(1) 日本における道路横断施設の現況調査
わが国における道路横断施設の事例は、道路環境影響評価の技術手法 (別冊事例集: 動物, 植物, 生態系) (国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室, 2007) および国土交通省地方整備局の道路環境担当者や高速道路会社に対して行った「環境保全措置の実施



図1 調査対象地



BR: 谷部において橋梁を設置し道路下を移動させるアンダーパス(豊富 BP)



BC: 盛土部においてコンクリート製ボックスを設置し道路下を移動させるアンダーパス(東富士五湖道路)



PC: 盛土部において排水兼用のコンクリート製パイプを設置し道路下を移動させるアンダーパス(豊富 BP)

写真1 道路横断施設のタイプ



BRを通過するニホンジカ(豊富 BP)



BCを通過するホンドギツネ(東富士五湖道路)



PCを通過するエゾクロテン(豊富 BP)

写真2 道路横断施設を通過する野生哺乳類の例

事例」に関するアンケートの中から抽出した。これらの資料から、動物生息域分断に対する保全措置の事例について整理し、さらに全国の国道事務所等のホームページに公表されている事例や環境影響評価書を参考に、全国 86 箇所を調査対象とした。86 箇所のうち同じ路線でも事業者が異なるもの、保全対象が異なるものは別の事例としてカウントした。これらの調査路線について①保全目標種、②道路横断施設のタイプ、③事後のモニタリング実施状況、④保全目標種の施設利用の確認状況について集計した。集計の際には、保全目標種についての地理的な特徴から、北海道、東日本（福井県、岐阜県、三重県以東）、西日本（滋賀県、奈良県以西）、沖縄・対馬（沖縄本島、西表島及び対馬島）の4つの地域に分類した。

(2) 道路横断施設のモニタリング

モニタリング調査は、北海道の一般国道 40 号線豊富バイパス（以下豊富 BP とする）、山梨県の一般有料道路である東富士五湖道路（以下東富士五湖道路とする）において橋梁下（以下 BR とする）、ボックスカルバート（以下 BC とする）、パイプカルバート（以下 PC とする）（写真1）を対象として調査を行った。豊富 BP は 25 施設（BR5 施設、BC14 施設、PC6 施設）、東富士五湖

道路では 19 施設（BR3 施設、BC12 施設、PC4 施設）を対象として施設内を通過する野生哺乳類を赤外線センサーカメラにより撮影し利用頻度をカウントした（写真2）。

各哺乳類の道路横断施設に対する利用頻度と環境要因（①道路横断施設の構造、②トンネル指数、③ブッシュ率、④市街地率、⑤水路の有無、⑥犬走りの有無）との関係を分析するために正準対応分析（CCA）を統計解析ソフト R によりおこなった。

Bissonette & Adir (2008) は野生哺乳類の設置基準としては行動圏（HR）を算出し、その 0.5 乗としており、本研究もそれに習って算出した。

[研究成果]

(1) 日本における道路横断施設の現況調査

わが国における野生動物の道路横断施設の保全目標種は、東日本、西日本では地上移動性の小・中型から大型を含む哺乳類全般を対象とした道路横断施設が多いのに対して、北海道では大型哺乳類（エゾジカ）と樹上性哺乳類（エゾリス、エゾモモンガ）の対策が多かった（図2）。その他北海道では BC や BR と進入防止柵をセットで設置する割合が多く、樹上性哺乳類に対する対策としてエコブリッジが設置されていた。また、

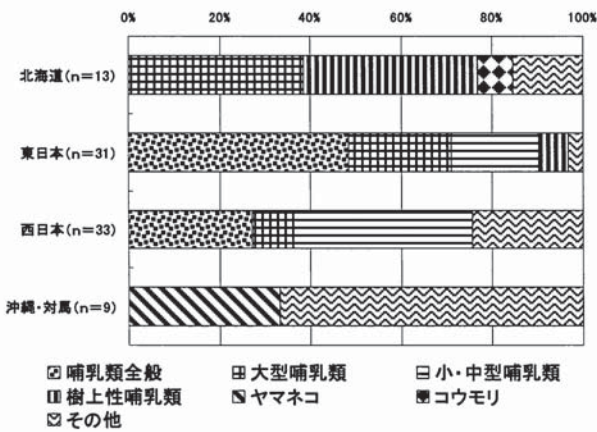


図2 全国における道路横断施設に対する野生哺乳類の保全目標種

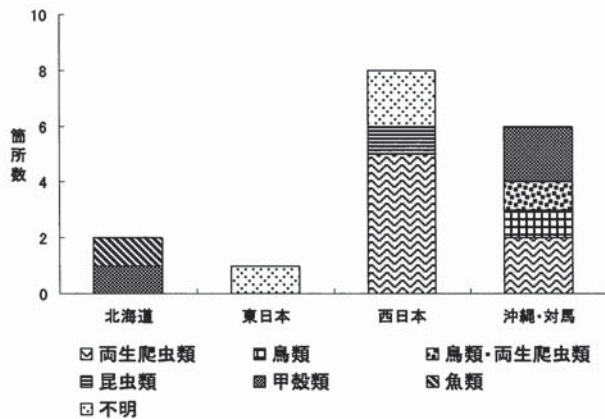


図3 「その他」に分類した保全目標種の内訳

東日本、西日本における哺乳類全般を保全目標とした道路横断施設ではBCを設置する割合が高かった。沖縄では、イリオモテヤマネコ等の絶滅危惧種を保全目標としたエコロード事業を進めており、ヤマネコ用やヤンバルクイナのためのBC等を設置していた。全国的には、保全目標種の多くが地上移動性の哺乳類であり、樹上性哺乳類（ニホンリス、ムササビ等）を保全目標としたエコブリッジのような施設は数少なかった（図2）。「その他」に分類した保全目標種は、西日本では両生爬虫類（オオサンショウウオ、カスミサンショウウオ、ダルマガエル）が相対的に多く、沖縄・対馬では甲殻類（オカヤドカリ属やオカガニ属等）を対象としたものもあったが、これらを対象とした施設数の全国に占める割合は極めて少なかった（図3）。

これらの両生爬虫類や甲殻類は、絶滅危惧種や希少種が多いにもかかわらず、保全目標種として選定されることが少ない。そのため、樹上性哺乳類や両生爬虫類等の野生動物を保全対象種とした道路横断施設の開発とその普及が必要であると考えられた。

表1 全国における道路横断施設のタイプ

道路横断施設	北海道 (n=13)	東日本 (n=31)	西日本 (n=33)	沖縄・対馬 (n=9)
ボックスカルバート	5 (38.5%)	20 (64.5%)	20 (58.8%)	6 (66.7%)
橋梁下	3 (23.5%)	11 (35.5%)	7 (20.6%)	1 (11.1%)
パイカルバート	1 (7.7%)	9 (29.0%)	8 (23.5%)	3 (33.3%)
オーバークリッジ	1 (7.7%)	4 (12.9%)	7 (20.6%)	0 (0.0%)
エコブリッジ	5 (38.5%)	5 (16.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
進入防止柵	3 (23.1%)	3 (9.7%)	10 (29.4%)	1 (11.1%)
誘導植栽	0 (0.0%)	2 (6.5%)	4 (11.8%)	0 (0.0%)
その他付帯施設	5 (38.5%)	5 (16.1%)	9 (26.5%)	5 (55.6%)

表内の数値は各地域における道路横断施設を設置、あるいは設置予定の調査対象箇所数とその割合(%)を示す。

表2 保全目標種と道路横断施設設置の関係

道路横断施設	哺乳類全般 (n=24)	大型哺乳類 (n=15)	小・中型哺乳類 (n=19)	樹上性哺乳類 (n=7)	ヤマネコ (n=3)	コウモリ (n=1)	その他 (n=17)
ボックスカルバート	20 (83.3%)	8 (53.3%)	12 (60.0%)	1 (16.7%)	3 (100.0%)	1 (100.0%)	6 (35.3%)
橋梁下	11 (45.8%)	6 (40.0%)	3 (15.0%)	0 (0.0%)	1 (33.3%)	0 (0.0%)	1 (0.0%)
パイカルバート	13 (54.2%)	2 (13.3%)	2 (10.0%)	0 (0.0%)	1 (33.3%)	0 (0.0%)	3 (0.0%)
オーバークリッジ	7 (29.2%)	3 (20.0%)	2 (10.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
エコブリッジ	2 (8.3%)	1 (6.7%)	0 (0.0%)	7 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
進入防止柵	3 (12.5%)	4 (26.7%)	6 (30.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (23.5%)
誘導植栽	3 (12.5%)	3 (20.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
その他付帯施設	4 (16.7%)	6 (40.0%)	2 (10.0%)	1 (16.7%)	1 (33.3%)	1 (100.0%)	9 (52.9%)

表内の数値は各保全目標種を設定している調査対象路線に対して、設置あるいは設置予定の道路横断施設タイプとその割合(%)を示す。

(2) 道路横断施設のモニタリング

橋梁下はニホンジカやイノシシのような大型哺乳類による利用頻度が高かった。PCはイタチ類（テン、イタチ）やネズミ類（アカネズミ、ヒメネズミ）、ジネズミ類（ジネズミ、トガリネズミ）等の小型哺乳類による利用頻度が高かった。BCは中型哺乳類（タヌキ、キツネ、ハクビシン）による利用頻度が高かった。野生哺乳類の道路横断施設に対する出現頻度と環境要因との関連性をCCA（AICを用いた変数増加法）により解析した。その結果、豊富BPではほとんどの哺乳類の利用は道路横断施設の規模と関連があり、東富士五湖道路ではシカやクマ、イノシシなどの大型哺乳類は道路横断施設の規模と関連性が認められた。さらに、どちらの地域においても、イタチは水路との関連性が認められた。豊富BPにおける1軸と2軸に対する種のプロットの分布をみると、ほとんどの種が重なっており、各道路横断施設に対して非常に似通った哺乳類の利用パターンが示された（図4-A）。一方、東富士五湖道路における1軸と2軸に対する哺乳類のプロットが分散しており、道路横断施設に対する哺乳類の利用パターンに可塑性が認められた（図4-B）。

表3 道路横断施設の設置基準

サイズ	種名	学名	体重kg	食性	体重(g)	HR(ha)	HR ^{0.5} (m)
大型	ヒグマ	<i>Ursus arctos</i>	50-175	雑食	175000	3930.5	6269
大型	ツキノワグマ	<i>Ursus thibetanus</i>	40-130	雑食	130000	2990.1	5468
大型	カモシカ	<i>Capricornis crispus</i>	30-45	草食	45000	111.5	1056
大型	ニホンジカ	<i>Cervus nippon</i>	25-130	草食	130000	329.0	1814
大型	イノシシ	<i>Sus scrofa</i>	40-100	草食	100000	251.8	1587
中型	ニホンザル	<i>Macaca fuscata</i>	8-18	雑食	18000	485.0	2202
中型	アナグマ	<i>Meles meles</i>	5.2-10.5	雑食	10500	295.4	1719
中型	テン	<i>Martes melampus</i>	0.8-1.9	雑食	1900	61.3	783
中型	キツネ	<i>Vulpes vulpes</i>	2.5-10	雑食	10000	282.4	1680
中型	タヌキ	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	4-8	雑食	8000	230.0	1517
中型	ベンガルヤマネコ (ツシマ、イリオモテ)	<i>Prionailurus bengalensis</i>	3-4	雑食	4000	121.5	1102
中型	ノウサギ	<i>Lepus brachyurus</i>	2.1-2.6	草食	2600	6.1	247
中型	ユキウサギ	<i>Lepus timidus</i>	2.0-3.95	草食	3950	9.3	305
小型	イタチ	<i>Mustela itatsi</i>	0.12-0.65	雑食	650	22.8	478
小型	ムササビ	<i>Petaurista leucogenys</i>	0.7-1.3	草食	1300	3.0	173
小型	キタリス(エゾリス)	<i>Sciurus vulgaris</i>	0.3-0.5	草食	500	1.1	106
小型	ニホンリス	<i>Sciurus lis</i>	0.2-0.3	草食	300	0.7	82
小型	モモンガ	<i>Pteromys momonga</i>	0.1-0.12	草食	120	0.3	51
小型	タイリクモモンガ (エゾモモンガ)	<i>Pteromys volans</i>	0.1-0.12	草食	120	0.3	51
小型	シマリス	<i>Tamias sibiricus</i>	0.07-0.12	草食	120	0.3	51
小型	アカネズミ	<i>Apodemus speciosus</i>	0.03-0.05	草食	50	0.1	33

ホームレンジの算出には Harestad & Bunnell(1979)による食性ごとの体重とホームレンジの予測式(雑食: HR=0.059W^{0.92}, 草食: HR=0.002W^{1.02})を用いた。HRはホームレンジ、Wは体重を示す。HR^{0.5}を求める際に体重は最大値を採用した。

いて算出し、HR^{0.5}を設置基準とした(表3)。その結果、中央値(最小値-最大値)は、大型哺乳類が1814m(1587m-6269m)、中型哺乳類が1310m(247m-2202m)、小型哺乳類が67m(33m-478m)であった。その結果、道路横断施設の設置基準は、保全目標種の選定、コストを考慮して検討する必要がある。中型・大型哺乳類を調査対象とする場合には、道路沿線におよそ1~2kmに最低でも1ヵ所設置する必要がある。

[成果の活用]

本研究成果は「野生動物の道路横断施設の設置・維持管理に関する作業プロセス」としてマニュアル化する予定である。

[引用文献]

- 1) 道路環境研究所:道路環境影響評価の技術手法第3巻、423p、道路環境研究所、2007
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室:国土技術政策総合研究所資料 No.393-395 道路環境影響評価の技術手法(別冊事例集 動物, 植物, 生態系)、国土技術政策総合研究所、503p、2007
- 3) Bissonette, J.A. and W. Adair(2008) Restoring habitat permeability to roaded landscape with isometrically-scale wildlife crossing: Biological Conservation 141, 482-488
- 4) Harestad, A.S., Bunnell, F.L. (1979) Home range and body weight—a reevaluation. Ecology 60, 389-402.

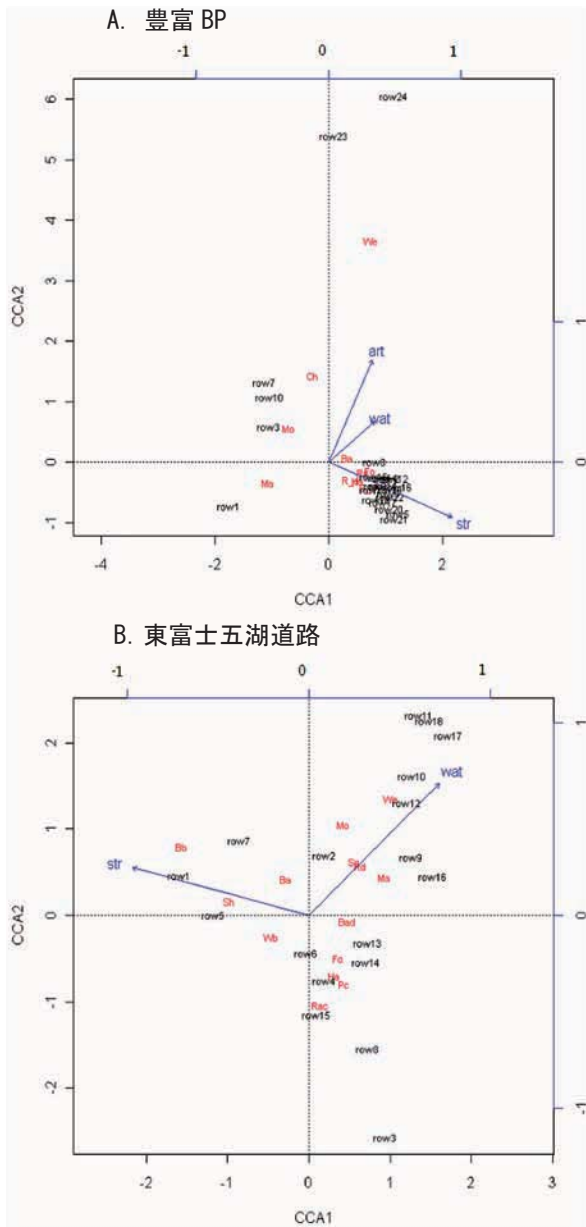


図4 正準対応分析(CCA)により分析した道路横断施設の利用パターンと環境要因の関連性

下軸はCCA1、左軸はCCA2、上軸はCCA1と環境変数間の決定係数R²、右軸はCCA2と環境変数間の決定係数R²を示す。

①哺乳類種

Bb:ツキノワグマ, S_d:ニホンジカ, Wb:イノシシ, Bad:アナグマ, Fo:キツネ, R_d:タヌキ, Rac:アライグマ, Pc:ハクビシン, Ma:テン, Ha:ノウサギ, We:イタチ, Sq:ニホンリス, Ch:シマリス, Mo:ネズミ類, Ba:コウモリ類

②環境要因

str:道路横断施設規模, art:人為的土地利用, wat:水路

道路横断施設の設置基準(Bissonette & Adair, 2008)について日本固有の野生哺乳類種の推定行動圏HRをHarestad & Bunnell(1979)に基づ