閲覧用

ISSN 1346-7328
国総研資料　第152号
平成 16 年 3 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 152　　March 2004

ロードキル防止技術に関する研究

—哺乳動物の生息域保全に向けて—

環境研究部　道路環境研究室
並河良治、大西博文、
曽根真理、角湯克典、
桑原正明、川上篤史

Study for Conservation of Mammal Habitat

—investigation on prevention measures against animal road kill —

Road Environment Division
NAMIKAWA Yoshiharu, OHNISHI Hirofumi,
SONE Shinri , KADOYU Katsunori,
KUWABARA Masaaki , KAWAKAMI Atsushi

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport,　Japan

国土技術政策総合研究所資料　　Technical Note of NILIM
第１５２号　2004年３月　　No.152　March 2004

ロードキル防止技術に関する研究

—哺乳動物の生息域保全に向けて—

並河良治*、大西博文**、曽根真理*、角湯克典***、桑原正明*、川上篤史****

Study for Conservation of Mammal Habitat

—investigation on prevention measures against animal road kill —

NAMIKAWA Yoshiharu*, OHNISHI Hirofumi**, SONE Shinri*, KADOYU Katsunori***
KUWABARA Masaaki*, KAWAKAMI Atsushi****

概　要

道路建設に伴う動物の生息域分断によって発生するロードキル（動物が道路上で車に轢かれる現象）は、自動車の走行上の安全性や道路管理上の問題ばかりか、近年では動物・自然生態系の保全の観点からも問題視されている。

これまでロードキル発生に対して、各道路管理者側では動物の生息環境の保全に向けた様々な対策を講じてきた。これらの実績によるロードキル防止技術のノウハウは、現状では各道路技術者の個人レベルにとどまり、一般化・共有化されているとは言い難い面もある。

本研究は、今後の道路管理上・環境保全上の観点から、一般化・共有化可能なロードキル防止技術を構築することを目的とした。ロードキル防止の事例調査、道路横断施設の動物利用調査、進入防止柵の動物実験などを通じて、ロードキル防止技術をとりまとめたものである。

キーワード：ロードキル、生息域分断防止、動物の道路横断施設、進入防止柵、動物誘導

Synopsis

Road kill, the phenomenon in which animals are hit by cars on roads, often occurs due to the construction of roads across animal habitats. This destruction of animal and natural ecosystems is leading to threats to driver safety and difficulties in road administration.

Road administrators have taken various measures to conserve animal habitats by preventing road kill. However, the expertise and technology for these prevention measures is rarely shared between road engineers, and best practice is not codified.

This study aims to establish technological prevention measures against road kill, which can be codified and shared, from the viewpoint of both road administration and environmental conservation. In this paper, prevention measures against road kill are described through research into case examples of successful road kill prevention, the feasibility of constructing animal road-crossing facilities, and animal experiments on barriers to entry.

Key Word　Road-Kill, Natural animal habitat defragmentation, Structure of road crossing facilities, Wildlife exclusion fence, Guiding animals

*　道路環境研究室．Road Environment Division
**　前交通環境研究室長．Traffic Environment Division Former Head
***　前道路環境研究室主任研究官．Road Environment Division, Former Senior Researcher
****　前道路環境研究室研究官．Road Environment Division, Former Researcher

はじめに

本資料は、動物の生息域保全するため、今後の道路管理上・環境保全上の観点から、一般化・共有化可能なロードキル防止技術を構築したものです。

本資料が、これから建設する道路に対する自然環境保全への取り組みに加え、すでに供用している道路においても、ロードキルの発生を減少させるための参考となれば幸いです。

なお、本資料は、国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部道路環境研究室が実施した以下の研究成果をとりまとめたものです。

- 道路による生息域の分断化防止対策に関する研究（平成 10 年）
- 道路による動物の生息域への影響低減技術の調査研究（平成 11 年～平成 14 年）
- 動物用道路横断施設の設置方法に関する研究（平成 12 年～平成 13 年）
- 自然環境アセスメントにおける環境保全措置に関する調査（平成 14 年）

これらの研究では、現地調査及び調査結果の分析、環境保全事例の整理等を行っています。

なお、道路による生息域の分断化防止対策に関する研究及び、道路による動物の生息域への影響低減技術の調査研究については、宇都宮大学農学部との共同研究である。共同研究者の宇都宮大学農学部　小金澤教授には、深く感謝の意を表します。

本研究における調査の実施に際しては、日本道路公団道路環境課、日本道路公団都城管理事務所の方々には、ひとかたならぬご協力をいただき、この場を借りて心から感謝の意を表します。

国土交通省 国土総研
16. 4. 12
図書館

目　次

1．ロードキル防止技術に関する研究背景

1.1　研究背景 ―― 1
1.2　全国の道路におけるロードキル発生の現状把握 ―― 4
1.3　ロードキル防止技術の現状と課題 ―― 5
1.4　本研究報告書の構成 ―― 6

2．ロードキル防止へのアプローチ

2.1　動物の生態調査とロードキル防止技術との関係 ―― 7
2.2　ロードキル発生のメカニズム ―― 8
2.3　動物の生態調査の必要性 ―― 9
2.4　ロードキル防止技術の体系づくり ―― 11
2.4.1　ロードキル防止技術の体系づくり ―― 11
2.4.2　ロードキル防止技術の検討フローチャート ―― 12

3．道路内への進入防止技術

3.1　動物の道路進入防止技術に関わる事例 ―― 14
3.2　動物の進入防止技術の研究 ―― 29
3.2.1　概要 ―― 29
3.2.2　ラジオテレメトリーを用いたタヌキの行動圏調査 ―― 30
3.2.3　タヌキの進入防止柵登はん実験 ―― 35
3.3　ロードキル防止効果の高い進入防止柵等のとりまとめ ―― 40
3.3.1　概要 ―― 40
3.3.2　新設道路における進入防止柵等の位置・構造 ―― 42
3.3.3　既設道路における進入防止柵等の位置・構造 ―― 48

4．動物生息域分断防止技術

4.1　動物の横断施設に関わる事例 ―― 50
4.2　道路横断施設における動物の利用実態調査・分析 ―― 63
4.2.1　概要 ―― 63
4.2.2　宮崎自動車道における道路横断施設利用調査 ―― 64
4.2.3　道路横断施設の動物利用調査結果 ―― 67
4.2.4　道路横断施設の動物利用調査結果の考察 ―― 71
4.2.5　常磐自動車道における道路横断施設利用調査 ―― 73
4.3　動物の生息域分断防止技術のとりまとめ ―― 82
4.3.1　道路の横断施設等の検討 ―― 82
4.3.2　その他の動物誘導効果の高い対策 ―― 86
4.3.3　モニタリングの実施と対策の改善 ―― 87

５．ロードキル防止技術の適用性
5.1　ケーススタディの目的 ―――― 88
5.2　ケーススタディにおけるロードキル防止技術の適用性 ―――― 89

６．今後の課題 ―――― 102

参考文献 ―――― 103

1．ロードキル防止技術に関する研究背景

1.1　研究背景

道路整備は量の充実から質の充実へ

本格的な高齢社会を迎えるにあたり、社会資本整備も量を求める時代から、質を求める時代に変化した。日本の道路整備は、経済発展に伴う爆発的なモータリゼーションに対応するため量的不足の解消を出発点として進められてきた。同時に、移動速度の向上、交通安全、環境保全など次々と質の向上が求められるようになって来た。

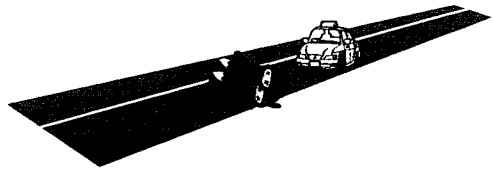
貴重種の保護から生態系の保全へ

© 1999 The Tanuki Club

こうした流れは、社会資本と環境の関係でもおきている。国民の環境意識が高まり、公害問題解決に加えて自然環境保全も環境の大きな課題となった。環境アセスメント等の場においては、動植物の貴重種については保全が求められ、更に貴重種を保護するための生態系の保全が求められてきた。加えて近年は、国土保全、生活環境保全という観点から、生態系そのものを保全することが求められつつある。将来において、この傾向は更に強まることが予想される。こうした状況は、わが国のみならず、むしろ国際社会においてその傾向が強い。

より適正な道路管理へ

交通安全の推進は道路行政の最重要課題である。また、道路の維持管理費は慢性的な予算不足の感がある。こうした中、ロードキルの結果発生する動物の死体は道路走行にとって危険である。近年のロードキルの増加傾向に伴い、動物の死体処理のための管理要員の出動も増加しているが、可能な限り省力化を図ることも求められている。現状であれば、生態系の保全よりもむしろ道路管理の適正化の観点からの方がロードキル対策の充実は重要な課題である。



ロードキル対策の一般化・共有化へ

道路建設に伴う動物の生息域分断によって発生するロードキルは、道路走行上の問題ばかりか、近年では生態系保全の観点からも問題視されてきている。これまでロードキルに対して、道路管理者側では動物生息域の保全に向けた様々な対策が図られてきた。これらのロードキル防止技術は、各現場の技術者段階のノウハウにとどまっている。本研究は、ロードキル技術の一般化・共有化を目的として、ロードキル技術の事例調査、道路進入施設の動物利用調査、進入防止柵の動物実験などを通じて、ロードキル対策を体系的に整理したものである。

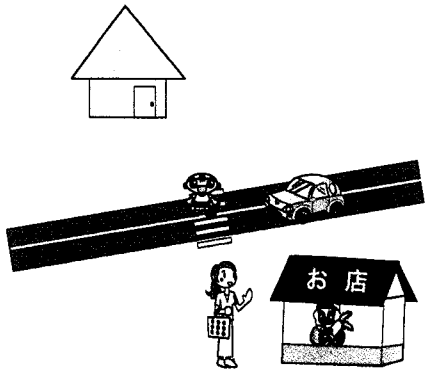
研究の基本的考え方

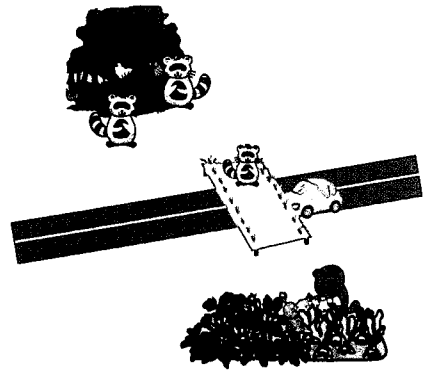
本研究においては、以下の観点からタヌキを対象にすることとした。

① 道路管理の観点から、タヌキがロードキルの多数を占めること。

② 生態系保全の観点から、タヌキは我が国の里山の森林の生態系を典型的に特徴付ける生物種でもあること。

動物の生息分断軽減措置は、道路整備によるコミュニティ分断対策にも似ている。コミュニティ分断対策の場合、現状調査、必要な箇所に横断施設、危険な箇所に進入防止施設を設置する。人間と動物がまったく同じでないことは無論ではあるが、動物の生息分断軽減措置もコミュニティ分断対策と似ていると考えると以下の流れも理解しやすい。

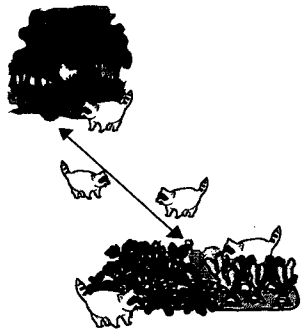


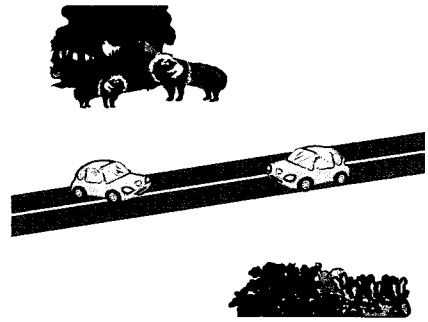


動物の生息分断軽減措置の基本的流れ

① 生態系の調査を行うこと。更に対象となる哺乳類（本研究の場合はたぬき）については行動圏まで把握すること。

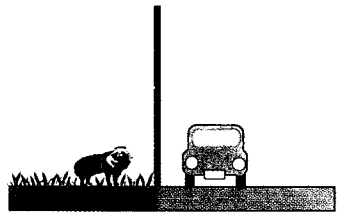
② 道路整備によりどのような影響が発生するか予測すること。

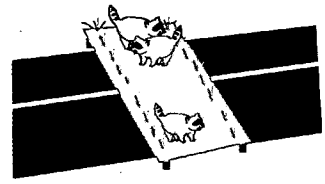




③ 動物が道路に進入する恐れのある区域に、動物種に応じた進入防止柵を設置する。

④ 動物の行動圏を確保する上で必要な箇所に、動物種に応じた横断施設を設置する





1.2　全国の道路におけるロードキル発生の現状把握

道路建設に伴う動物達の生息域分断によって発生するロードキル（動物が道路上で車等に轢かれる現象）は、道路走行上の安全性や道路管理上の問題と認識されているが、近年では、動物の保全、さらには自然生態系の保全の観点からも問題視されてきている。

全国の高速道路のロードキル件数は、年間約３万５千件以上に上り、年々増加傾向にある。この増加傾向は、高速道路総延長の伸びにほぼ近似している。また、高速道路以外の一般国道や各地方道路でもロードキルの実態は把握されていないものの、全国の道路におけるロードキル件数は相当な数になっていると推定される。

ロードキル件数が最も多い動物はタヌキで全体の約４割を占めている。

全国高速道路のロードキル発生件数の推移は、表1.1に示すとおりである。

＜表1.1　全国の高速道路でのロードキルの現状＞

ロードキルの実態と防止対策

1.ロードキルの実態

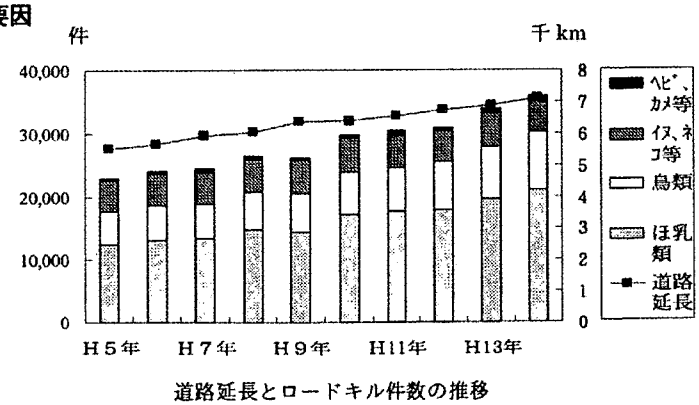
平成14年の高速道路（7,112km）における動物の輪禍（ロードキル）件数は、35,933件です（右表）。いちばん多いのはタヌキで全体の約４割を占めています。タヌキは夜間に餌を求めて行動しますが、高速道路へも沿道の畜舎の飼料や畑の作物を求めてフェンスのすき間から侵入しています。自動車のヘッドライトを見てすくんでしまう性質（タヌキ寝入り）が災いしていると考えられます。カラスやトビは道路で災禍にあった動物の屍肉を求めて飛来するため、二次的なロードキルが発生しています。

ロードキルの内訳（H14）

動物種	件数
タヌキ	13,842
ネコ	4,046
ウサギ	2,642
イタチ	2,622
トビ	2,399
カラス	2,378
その他	8,004
合計	35,933

2.ロードキル件数の経年変化と要因

過去１０年間のロードキル件数をみると（右図）、経年的に増加しています。これは高速道路の開通によりその延長が伸びているからですが、それに加えて、近年開通した高速道路が野生動物の数が多い地域（山間部など）を通過していることや、動物によっては里山地域や都市周辺域への分布拡大が指摘されているものもあり、増加の原因の一つとして考えられます。



道路延長とロードキル件数の推移

出典；日本道路公団の道路資料の抜粋（道路環境課）

1.3 ロードキル防止技術の現状と課題

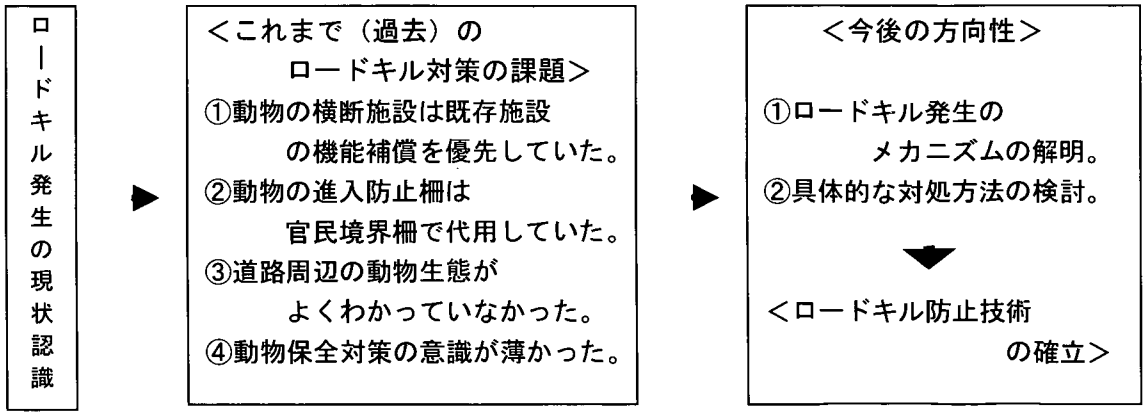
ロードキルの発生を防止するために、各道路管理者側では様々な対策（横断施設、進入防止柵など）を講じている。しかし、全国のロードキル件数が実質的に減少していないことから、それらの対策が十分に機能していない可能性が考えられる。

ロードキル対策の効果が発揮されている道路がある一方で、全国のロードキル件数が減少していない背景には、人間ではなく「動物（生き物）相手の対策」であるため、行動がつかみにくい点があることが挙げられる。また、各道路でのロードキル発生状況（動物種・発生時期・進入経路等）が特定しにくく、道路管理者側の取り組み方法も異なることから、有効なロードキル対策に至っていない現状が推定できる。

ロードキル対策が十分に機能していない道路での具体的原因は、概ね以下の要件に集約される。

1）これまでの横断施設は、主に人間生活に関連して、道路・排水路等の機能補償に主眼を置いて設置され、動物横断のための施設という観点が薄く、必ずしも動物の生態に適した設定位置や必要数、構造となっていなかった。
2）進入防止柵は官民境界柵と併用したものが多く、柵の構造も簡易で動物の進入防止という観点への配慮が不足していた。
3）ロードキル防止対策において、有効な対策に必要となる「動物生態（生態・行動パターン等）」が十分に調査・解明されていなかった。
4）新設道路の設計・工事段階で、道路管理者や施工業者の「動物のための横断防止や進入防止等の保全対策」への意識が薄かった。

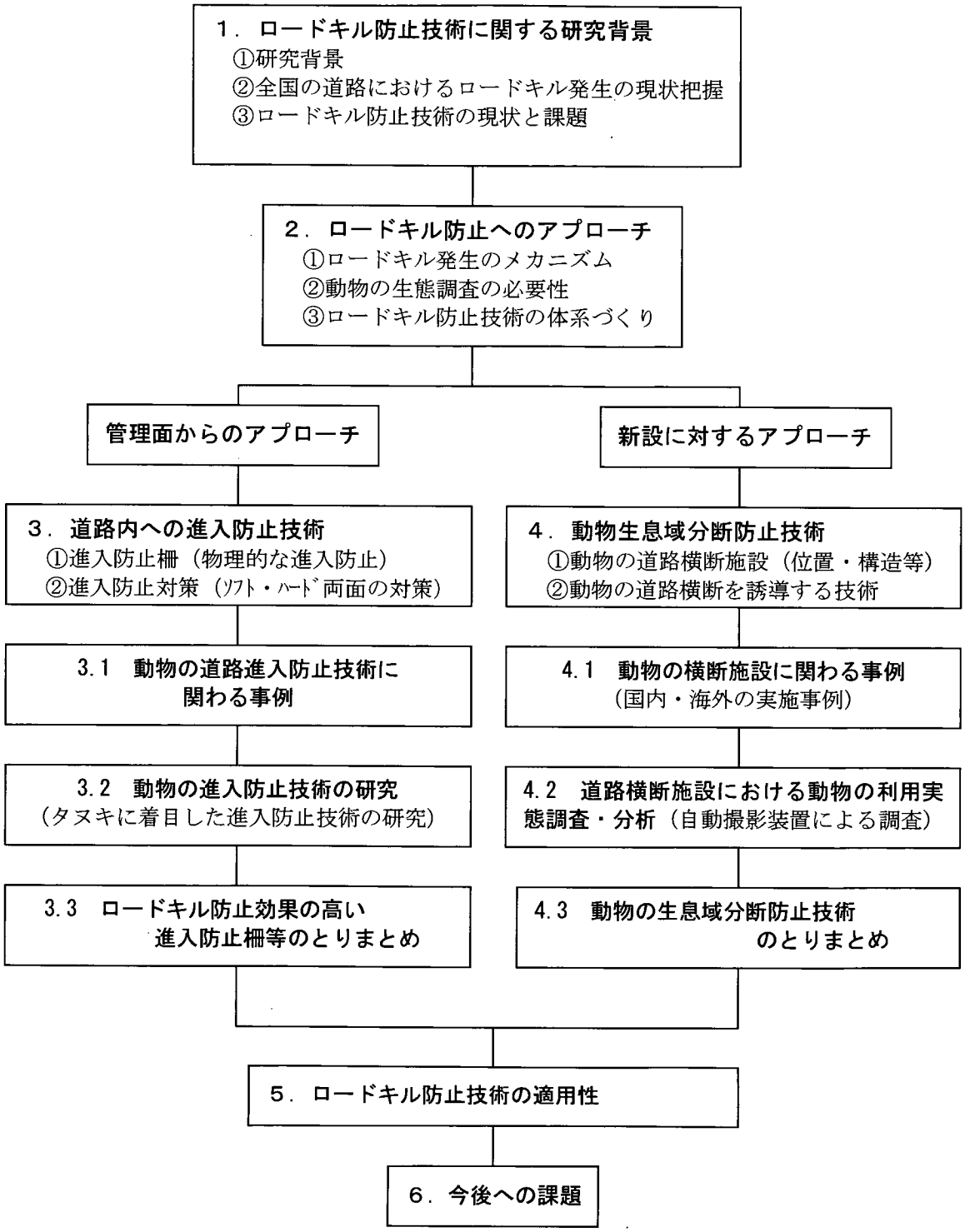
このようなロードキル対策における課題を認識し、道路管理者側が実施してきた既往のロードキル防止技術を「より効果の高い対策」に改善していくためには、「動物の横断行為に配慮した道路計画・設計・施工・維持管理」の知識や対策方法の基本的な考え方を整理することが必要である。



■ロードキル対策の現状と今後の方向性

1.4　本研究報告書の構成

＜ロードキル防止技術に関する研究報告書の構成図＞



2. ロードキル防止へのアプローチ

2.1 動物の生態調査とロードキル防止技術との関係

ロードキル防止技術というと、単純に「横断施設や柵を建設する技術」と考えてしまいがちである。実際に、動物の環境保全対策として、横断施設や進入防止柵の設置は、非常に有効であり、ロードキル防止技術の主要なものと言える。

ただし、動物の生息域を分断した道路に対して、横断施設をどこに設置し、望ましい構造はどのようなものか、また、進入防止柵の設置範囲や構造はどのように設定すれば良いのか、といった課題を事前に検討することも有効なロードキル対策につながる。つまり、「横断施設や進入防止柵」といった対策工を考える上で必要なことは、この対策工を生かすための事前の現地調査・分析であり、完成後の維持管理や改善対応と考えられる。

ロードキル防止技術とは、**現状や近隣道路のロードキル等の発生原因分析から、現地の状況調査や動物生態調査を行い、道路と動物の関係を解析・評価して、最小の整備コストで有効な対応策（横断施設や進入防止柵等）を講じ、さらに道路供用後のモニタリング結果を踏まえて改善に至るまでの技術**である。

ロードキル防止技術では、現実に不可能な技術や維持管理が難しい施設を推奨するものではなく、「最小のコストで対策の効果が得られる方法」を導き出すことを目指している。

投資効果の高い環境保全対策立案のために、非常に重要な項目として、**「事前の動物の生態調査」**を挙げたい。

その理由について、「ロードキル発生のメカニズム」や「生態調査結果の活用方法」を示して、説明を行う。

2.2 ロードキル発生のメカニズム

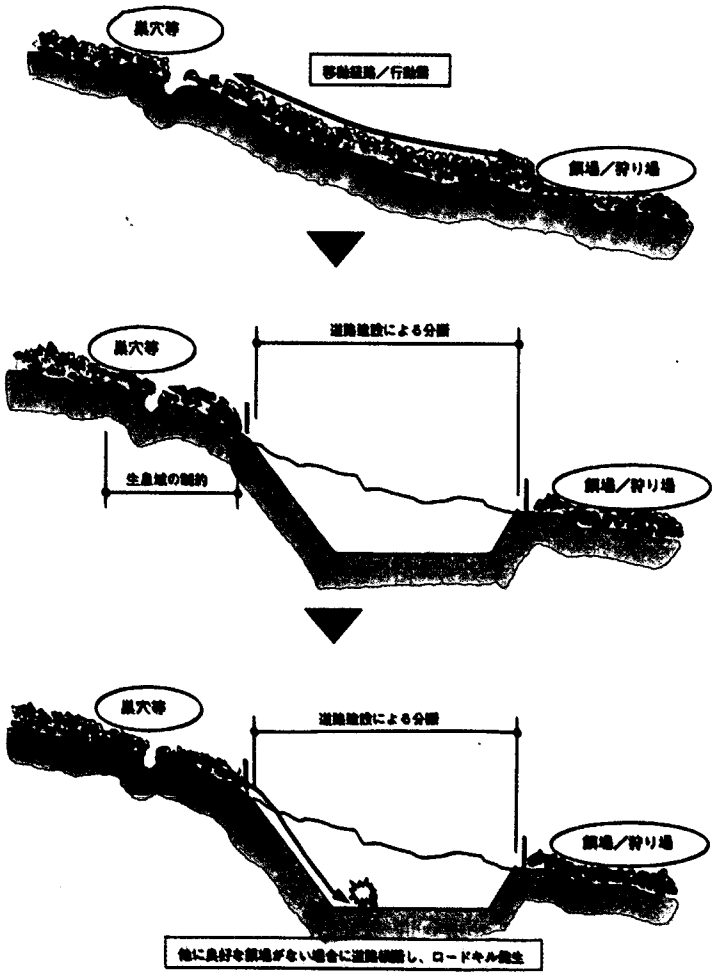
ロードキル防止のための具体的な対応技術を確立するためには、ロードキル発生のメカニズムを理解しておくことが重要であり、以下にそのメカニズムを紹介する。

「4．動物生息域分断防止技術」の項で詳細に報告するが、ロードキル発生場所の環境は、樹林地が続く尾根等を削って作られている切土部分で多いことが確認された。これは、「現代日本生物誌３　フクロウとタヌキ*8」での報告結果と符合している。

宮崎自動車道の沿道に生息しているタヌキを例に取ってみると、利用している道路横断施設の周辺環境は、樹林地に挟まれた地域であった。また、利用する横断施設構造はオーバーブリッジやボックスカルバート、パイプカルバートで構造による大きな差はないということが判明した。

このような点を踏まえ、ロードキル発生のメカニズムを、図 2.1 の概念図に集約した。

図 2.1　ロードキル発生メカニズム概念図



動物（哺乳類等）は各個体ごとに、独自の行動圏や移動経路を持っており、巣や餌場を中心に生息している。

道路建設によって動物（哺乳類等）の今までの行動圏や移動経路に制約が生まれ、生息域の変更を余儀なくされる。但し、タヌキ等にとって餌場は重要であり、豊富に餌がある場合は餌場を変えようとしない傾向がある。

他に代替の餌場や狩り場がなければ、道路を横切ってでも、これまで使っていた餌場に移動するため、ロードキルが発生する。

2.3 動物の生態調査の必要性

ロードキル防止技術の基本は、最小のコストで有効な横断防止対策を講じることである。

そのためには、まず、現地の状況を把握することが必要である。既存の道路であれば、ロードキルの発生箇所の状況や対策工の状況を把握することが必要である。また、新設・既存道路のいずれにおいても、周辺に生息する動物の分布調査と哺乳類を中心とした生態調査が必要となる。

これらの調査結果を分析して、有効な横断施設や横断防止柵の設置を検討することになる。

ロードキル防止技術の中で非常に重要なことが、「現地における動物調査（分布調査・生態調査）の実施」である。この現地の動物調査の重要性について以下に説明する。

ロードキル発生は、前述した発生メカニズム解説にあるように、動物の生息域分断が最も大きな理由であるが、道路建設によって生息域分断が生じているかどうかを判断する方法としては、

【既往道路】　：ロードキルデータによる分析
　　モニタリング調査による動物達の横断状況調査・生態調査

【新設道路】　：計画路線周辺の哺乳類等の分布調査
　　動物の行動圏が計画道路と交差する対象種（哺乳類中心）の生態調査

がある。

既往道路については、ロードキルデータや実際の動物の横断状況を調査することで、どのような箇所が問題なのかは比較的容易に判断できる。しかし、新設道路については、道路建設によってどのような動物が横断するかは予測の領域であり、横断施設の構造・位置や柵の設置範囲に対する信憑性は、既存道路に比べて低くなる。

新設道路において、横断施設構造・位置や横断防止柵の構造・範囲の根拠に信憑性を出すために、上記に示した「哺乳類の分布調査と生態調査」を行う必要がある。

分布調査とは、目撃調査やフィールドサイン（糞・食痕・足跡・爪痕等）からどのような種が生息しているかを確認する調査である。この調査によって、「どのような哺乳類が、どの程度の頻度で道路周辺に来ているか」が予測できる。

また、生態調査とは、

①哺乳類のある個体に着目して、行動圏を把握するラジオテレメトリー調査

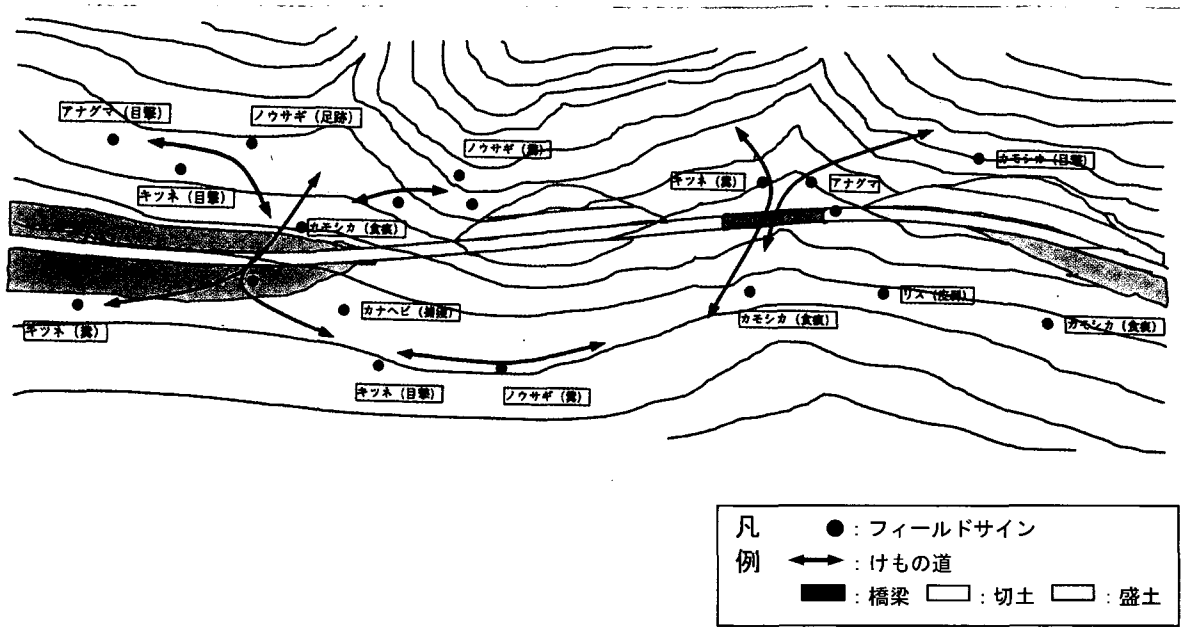
②分布調査結果（フィールドサイン等）を基礎資料として、哺乳類の専門家が周辺状況から「けもの道」を探して、主要動物の移動経路を把握する調査（移動経路調査）

を指す。

新設道路については、上記の分布調査と生態調査結果を使って、どのように横断施設位置や横断防止柵構造に関連づけていくかを、次頁の図 2.2 で説明する。

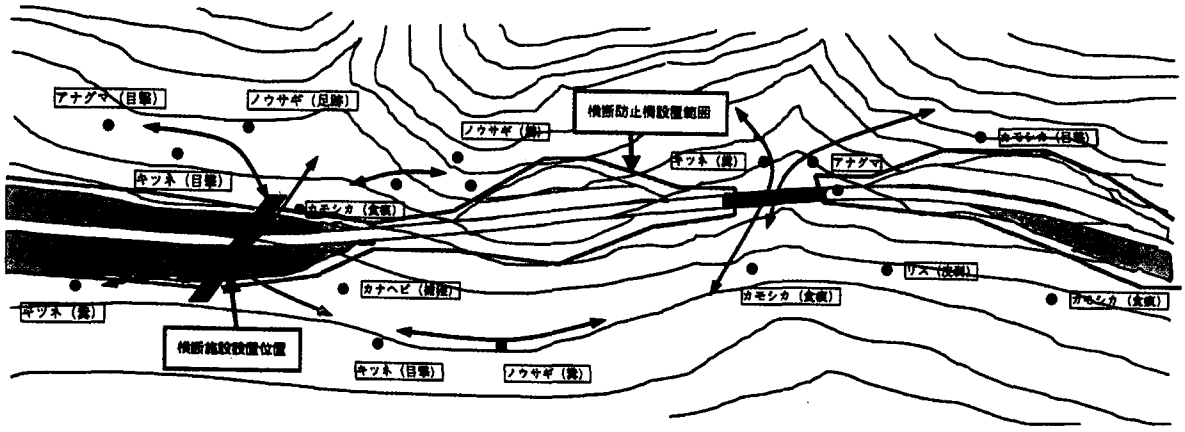
図 2.2　新設道路における分布調査と生態調査を使用してロードキル防止対策に反映する手法例

■分布調査結果は、道路との関係を示した地図情報上に、目撃調査とフィールドサイン調査結果を平面図上にプロットする。
■生態調査（移動経路調査）は、目撃情報とフィールドサイン（足跡・爪痕等）をベースに、現地で「動物が踏み荒らした状況」や「草の割れ方・低木に付く体毛」等を確認しながら、「けもの道」を矢印で表現する。



凡例
●：フィールドサイン
←→：けもの道
■：橋梁　□：切土　□：盛土

■フィールドサインや哺乳類等の移動経路調査結果から、計画道路にかかる出現頻度の高い箇所やけもの道が集中する箇所に横断施設を計画し、その横断施設への誘導柵等の設置を検討する。
■橋梁下については、橋脚設置に制約を設ける。



2.4　ロードキル防止技術の体系づくり

2.4.1 ロードキル防止技術の体系づくり

前述した生態調査の必要性を踏まえて、ロードキル防止技術の体系を以下に示す。

ロードキル防止技術は、下図に示すように「７ステップ」から成っており、この流れに沿って、対策方法の検討を行っていくものとする。

ただし、新設道路とすでに供用されている既存道路とでは、検討の基本的な流れは変わらないが、既存道路では、ロードキル情報が豊富であったり、中間の作業が省略できるものもあるので、対象道路によって個別に検討する必要がある。

図 2.3　ロードキル防止技術の体系（７段階の対応）

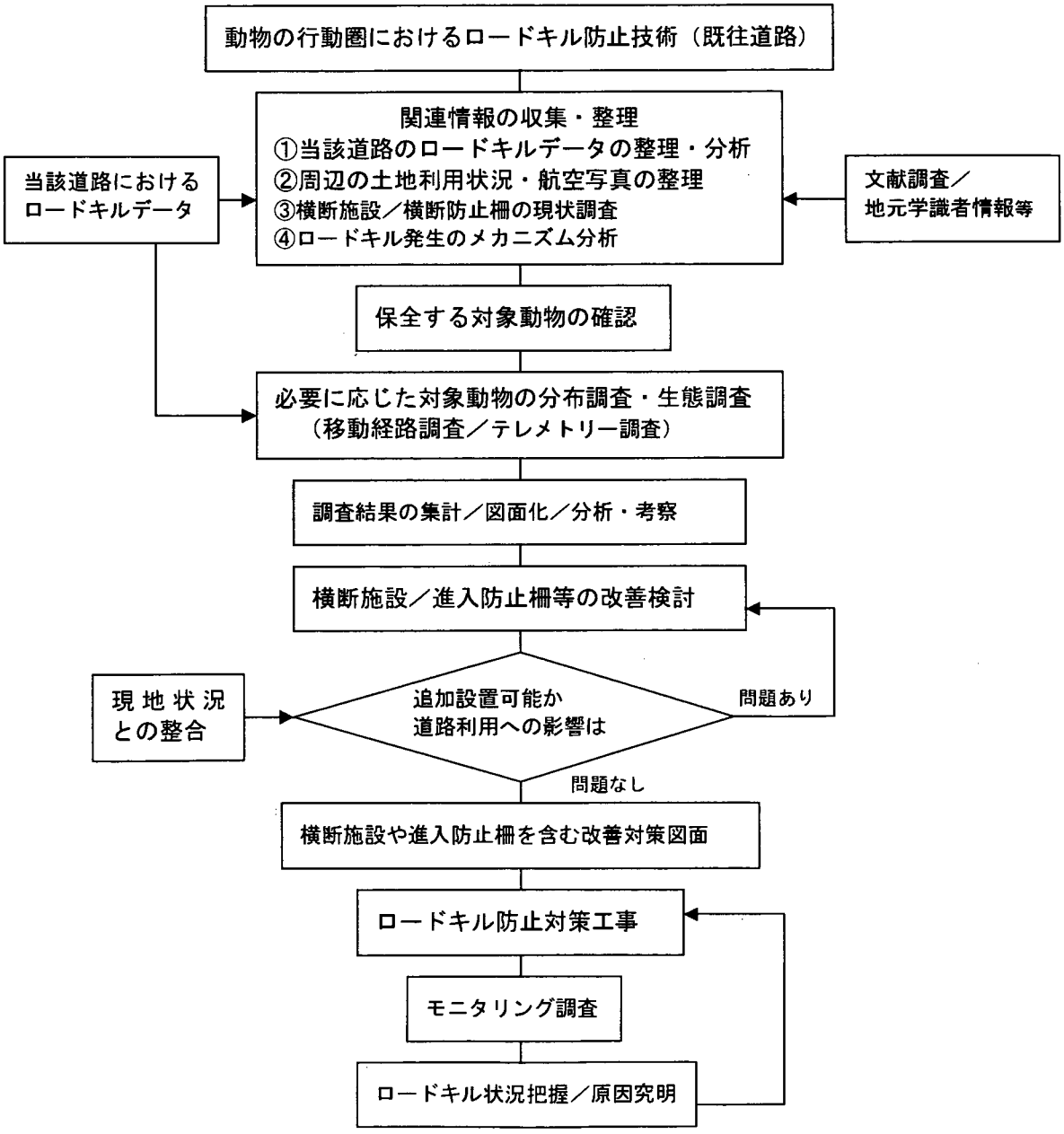
なお、この技術はまだ、試行段階であることから、今後の技術の蓄積や進歩によって、上記の体系も改善されていくものと認識する。

2.4.2　ロードキル防止技術の検討フローチャート

■既往道路における生息域分断防止技術検討フローチャート

すでに供用されている道路に対しては、以下に示すフローチャートに従って「ロードキル防止技術」を実施する。

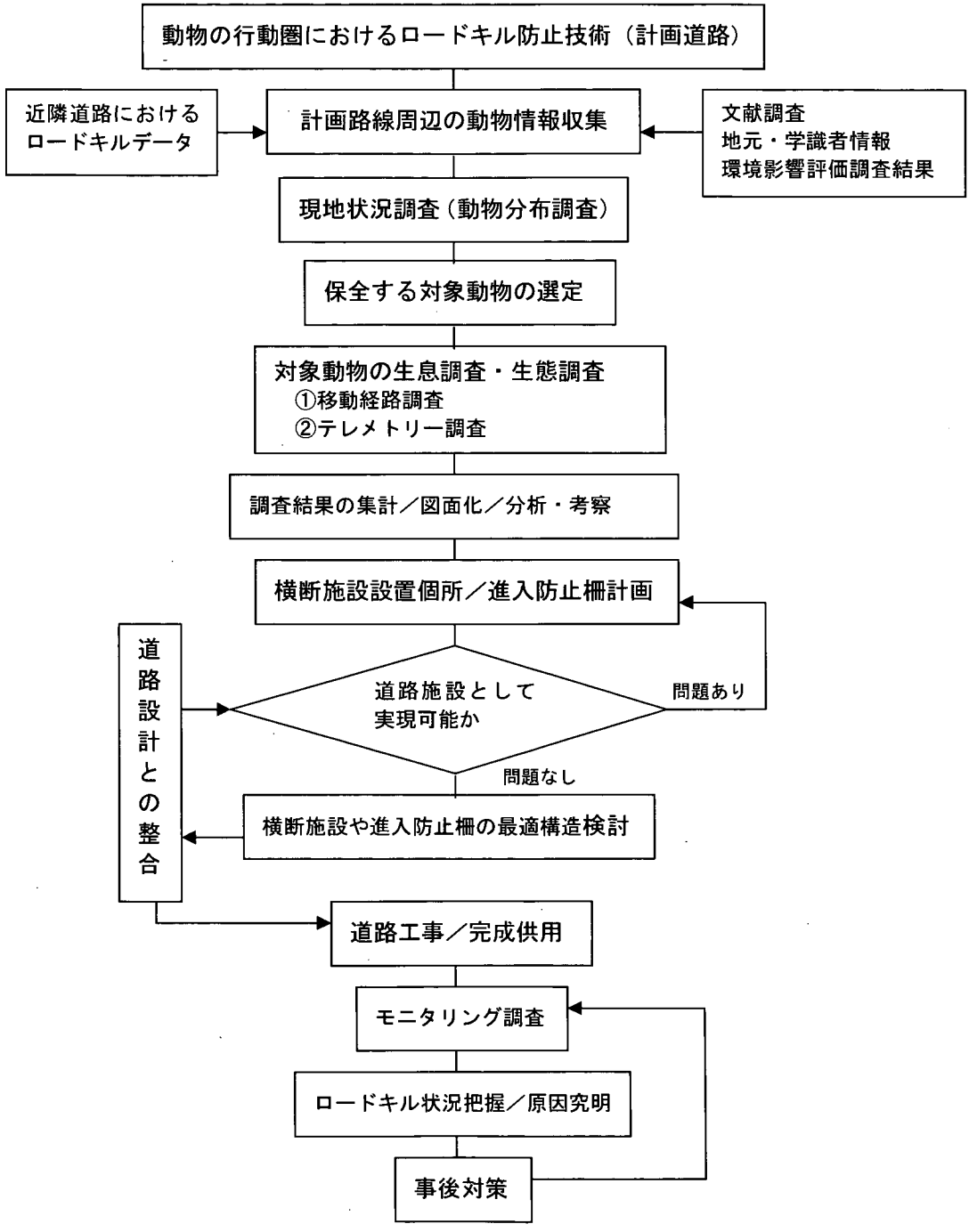
＜検討フローチャート＞



■新設道路の「ロードキル防止技術」検討フローチャート

新しく計画・設計する道路に対しては、以下に示すフローチャートに従って「ロードキル防止技術」を実施する。

＜検討フローチャート＞



3．道路内への進入防止技術

3.1　動物の道路進入防止技術に関わる事例

道路内への進入防止技術に関連した事例について国内を中心に収集した。（一部海外の事例あり。）事例は、統一したカルテ形式でまとめた。

	実施場所	対策内容
1	国道 108 号　鬼首道路	動物誘導柵の形状提案
2	日光宇都宮道路	フェンス設置による進入防止。既往柵の嵩上げ事例
3	中国自動車道	爬虫類の進入防止。「カメ返し」の設置。
4	国道 334 号　斜里町地区	エゾシカの進入防止柵
5	国道 334 号　斜里町地区	エゾシカの進入防止対策（ディアガード）
6	北海道縦貫自動車道	エゾシカの進入防止柵
7	道東自動車道	動物進入防止用発光体「ミニピカ」の利用
8	道東自動車道	エゾシカ用のアウトジャンプの設置
9	カナダ　バンフ	ワンウエイ（一方通行）ゲートの設置
10	アメリカ　ワイオミング州	シカのアウトジャンプ
11	アメリカ	シカ警報機の使用
12	スイス　チューリッヒ州	カエルの進入防止柵

■進入防止技術に関わる事例（１）

実 施 場 所	国道108号　鬼首道路（その１）

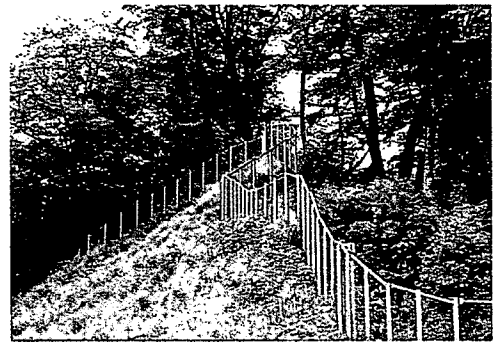
動物誘導柵

フェンスを設置して哺乳類の道路内への立入を防止するとともに、横断可能な場所へ誘導する。

【対策の内容】

ニホンカモシカのジャンプ力を考慮して2.5mの高さとし、動物が地面を掘って侵入するのを防ぐために地中まで網を埋める構造としました。当面は、調査結果から必要な区間から動物誘導柵を設置し、今後、追跡調査結果を踏まえた対応をしていく計画です。また、盛土の動物誘導柵は法面を動物の生息空間としてできるだけ広く確保するため、上から２段目に設置しました。

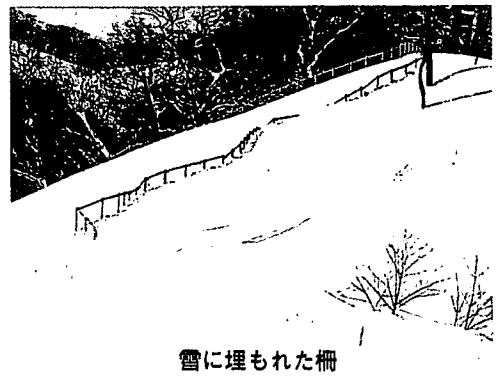
盛土に設置の動物誘導柵



切土(最上段)に設置の動物誘導柵

【反省・課題】

鬼首エコロードは多雪の地域にあるので柵高が相対的に低くなることから、モニタリング調査結果をみながら検討を進める必要があります。
また、動物誘導柵は耐久性とともに運転者の視点から見た景観に配慮した色や構造とするよう、工夫が必要です。



雪に埋もれた柵

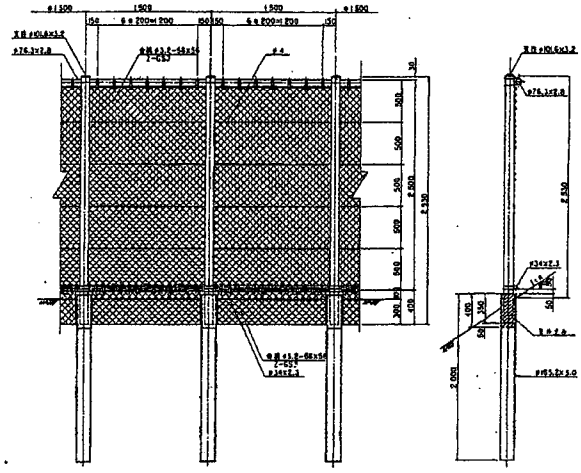
出典；鬼首エコロードガイドブック*4

■進入防止技術に関わる事例（1）

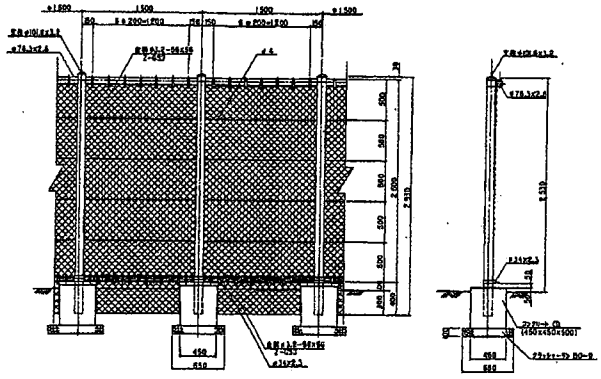
実 施 場 所	国道108号　鬼首道路（その2）

（対応策の考え方）

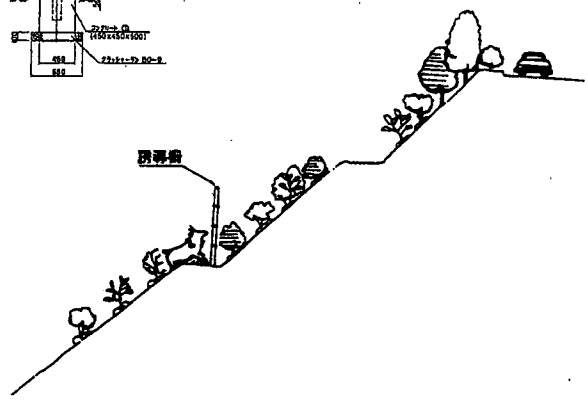
・動物誘導柵はニホンカモシカの跳躍を考えて高さ2.5mとした。ただし積雪期には当然相対的に低くなるが、この期間の動物の反応をみて今後対応することとした。
・動物が掘ってくぐる可能性のある箇所では柵の下にネットを垂らし埋め込むこととした。
・設置位置は通行車両等からの景観、動物の行動圏及び積雪への対応を考慮し、盛土では上より2段目の小段、切土では最上部の敷地境界に設置した。



●杭基礎：鬼首道路では、雪が多いことから基本的にこのタイプを用いている。



●直接基礎：杭打ちの機械が入れない場所で設置。



出典；鬼首エコロードガイドブック*4

■進入防止技術に関わる事例（2）

実施場所	日光宇都宮道路

目　標

フェンスを設置して哺乳類の道路内への立入を防止するとともに横断可能な場所へ誘導する。

実施内容

（考え方と事例）

樹林に生息する動物類が道路に侵入する可能性があるような区間においては、シカ、タヌキ、キツネ、カメ類等の野生動物が道路内に侵入しないように柵を設置することが望ましい。特に高速道路等では立入防止のための柵を設置することになるので、その際に動物への配慮も行うことが望ましい。

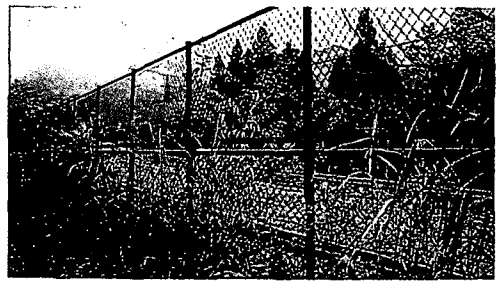
なお、カメ類やサンショウウオ類のように産卵のため特定の池に回帰する性質の強い種では、侵入防止のための配慮をするのと同時に、移動経路の確保について考慮することが必要である。

侵入防止柵の設置に際しては、衝突の多発する恐れのある地域を特定し、対象種に適した形状の柵を設置する必要がある。また、侵入防止柵の設置と同時に対象種が道路を横断できるような設備を設けて、その横断路への誘導を行うことが望ましい。

事例－１は、日光宇都宮道路において周辺に生息するカモシカが道路内に侵入するのを防ぐ、ために柵の高さを2.5mに嵩上げした事例である。改善後、道路への侵入は認められなくなっている。

東北自動車道では周辺に生息するカモシカやツキノワグマ等の大型動物の侵入防止を目的として、嵩上げするとともに、返しのついた柵を設置した区間がある。

■事例－１　大型ほ乳類のための立入防止柵設置の事例－日光宇都宮道路（栃木）



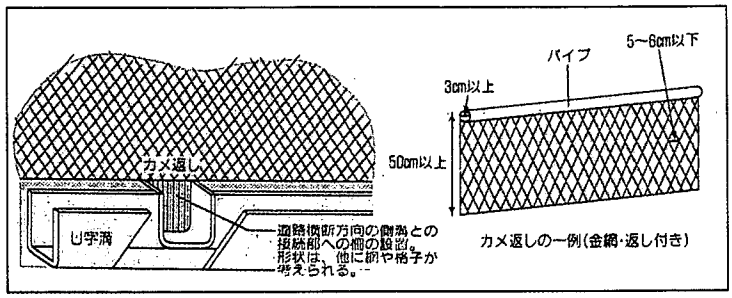
出典；自然との共生を目指す道づくり（エコロードハンドブック）*1

■進入防止技術に関わる事例（3）

実施場所	中国自動車道

事例－２は、中国縦貫自動車道東城ＩＣ～庄原ＩＣ間で、カメ類が侵入しないように立入防止柵と地面との間に金網を設置した事例である。この区間では繁殖地の分断があり、開通直後から衝突が発生していたため改善策として「カメ返し」をつけ、道路への侵入を防いでいる。

■事例－２　カメ類の侵入を防ぐために立入防止柵の構造を検討した事例－中国縦貫自動車道（広島）



出典；自然との共生を目指す道づくり（エコロードハンドブック）*1

■進入防止技術に関わる事例（4）

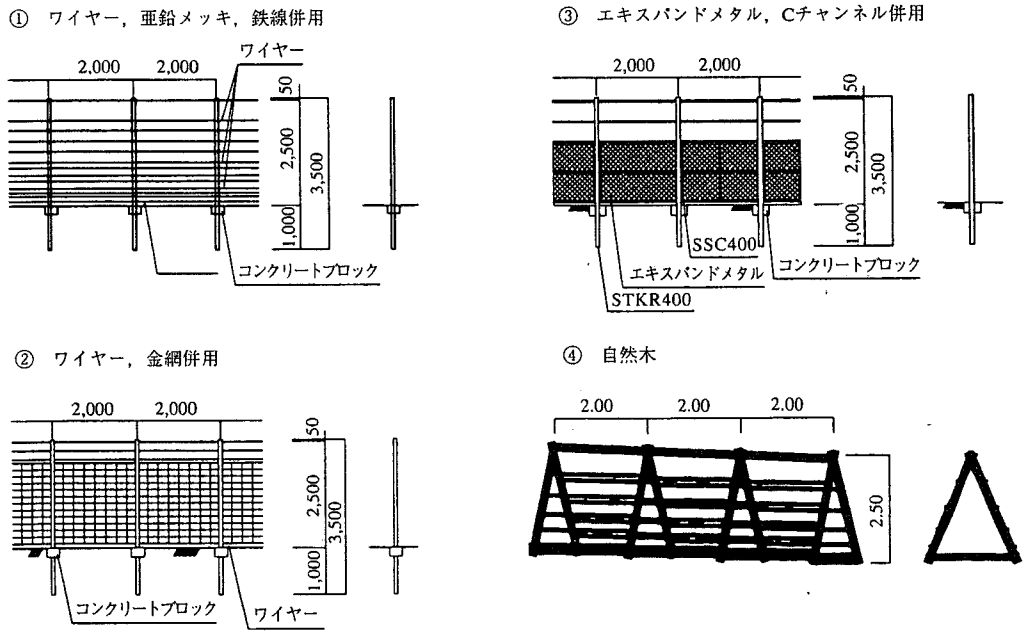
実施場所	国道334号　斜里町真鯉地区

国道 334 号線斜里町真鯉地区の動物(エゾシカ)に配慮した道づくり

最近の地球環境問題などへの関心の高まりの中で，希少種や貴重な動植物などの保全だけでなく，自然との共生を求める声が強まっており，網走開発建設部においても自然環境と調和した道路環境整備が重要なテーマとなっている。一般国道 334 号線の斜里町宇登呂～斜里町日の出間約 20 km はオホーツク海岸沿いを通過し，斜里町宇登呂地区住民の唯一の生活道路として重要な路線となっており，知床国立公園に隣接した豊かな自然環境に恵まれた地域を通過する。

このような環境の中にある真鯉地区(52 頁図 I -47 参照)ではエゾシカと自動車との衝突事故が多発している。エゾシカなどの大型動物の衝突はドライバーにとっても危険であり，交通安全および自然環境との調和という観点から緊急な課題と考えている。

真鯉地区における道路整備の検討にあたっては，1993 年度より学識経験者，関係機関職員などで構成される「一般国道 334 号斜里エコロード検討協議会」(以下協議会)を設置し，自然環境と調和した道路整備について計画の策定を進めている。



図III-34　誘導柵の例(道路建設における野生動物など対策調査委員会，1988 より)

出典；野生動物の交通事故対策（エコロード事始め） *2

■進入防止技術に関わる事例（5）

実施場所	国道334号　斜里町地区（その1）

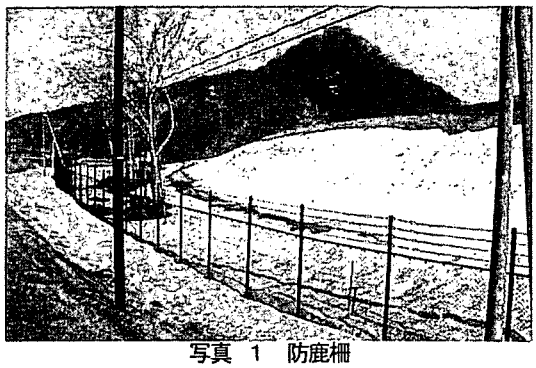


写真　1　防鹿柵

写真　2　アウトジャンプ

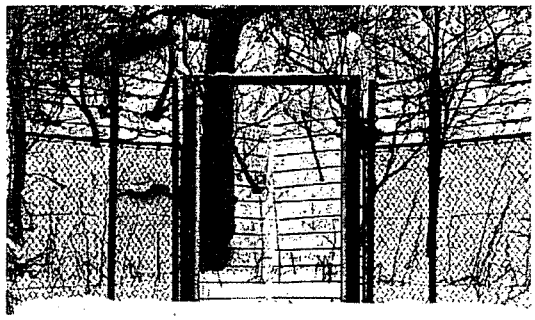


写真　3　ワンウェイゲート

（1）防鹿柵

防鹿柵は、エゾシカと自動車の導線を分離する施設であり、当該地域のロードキル対策の主たる施設である。エゾシカの跳躍力を考慮して地上からの高さを2.5mとして設計している。試験区間2.4kmはこの防鹿柵で完全に覆われている。

（2）アウトジャンプ

アウトジャンプ（脱出用バンク）は、エゾシカが柵の端部などから進入した場合にエゾシカを脱出させるための施設である。このアウトジャンプは、防鹿柵の道路側に一部盛土して柵高を1m程度とし、エゾシカが容易にジャンプして飛び出せる構造とした。

真鯉地区では、アウトジャンプ部の防鹿柵は頂部を外側に折り曲げた形態とした。このような形態によって道路外のエゾシカが侵入しようとする時に、物理的、心理的負担が大きくなる。

（3）ワンウェイゲート

ワンウェイゲートは、アウトジャンプ（脱出用バンク）同様にエゾシカを脱出させるための施設である。道路内から道路外にだけ通行可能なゲートで、鋼製のフォーク状の棒を15cmピッチで配置し、道路側から道路外に向けてだけ開く構造とした。15cm間隔は、子鹿の大きさを考慮して決定した。

出典；第1回　野生生物と交通研究発表会講演会資料（2002.2.18）*5

■進入防止技術に関わる事例（5）

実施場所	国道334号　斜里町地区（その2）

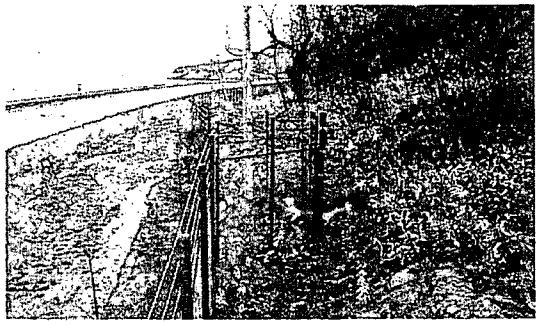


写真 4　鹿のワンウェイゲート利用写真

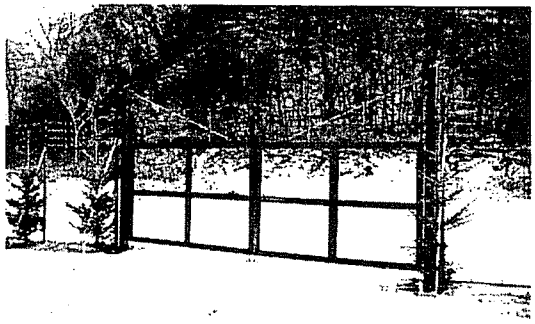


写真 5　開閉式ゲート

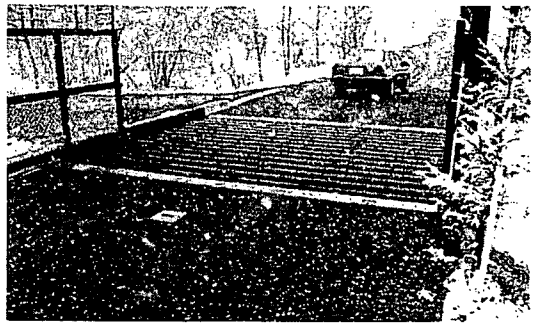


写真 6　ディアガード

（4）取り付け道路部の処理

取り付け道路部は、フェンスが設置できない。鹿の侵入を防ぐため、試験区間内にある６カ所の取り付け道路には開閉式ゲートやディアガードを設置した。設置には、利用頻度の高い場所ではディアガードを、少ない場所では開閉式ゲートを、利用者と協議の上決定した。

写真６のディアガードは、鋼製パイプをはしご状に配置し、自動車は通過できるが、エゾシカは通過できない構造としたものである。パイプ間隔は、軽自動車が通過しても車の底面とパイプが接触しないように配置した。また、ディアガードの長さは、カナダブリティッシュコロンビア州の事例を参考に 4.5m とした。

出典；第１回　野生生物と交通研究発表会講演会資料（2002.2.18）*5

■進入防止技術に関わる事例（6）

実施場所	北海道縦貫自動車道

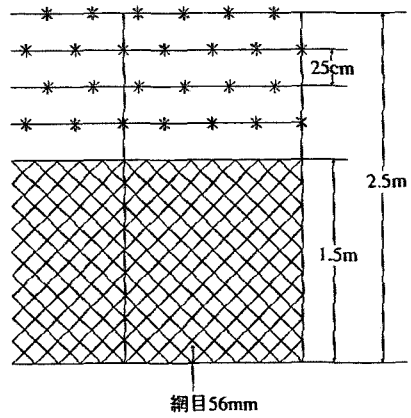
縦貫自動車道における基本的な考え方

現在高速道路の供用している区間のうち，登別室蘭 IC～旭川鷹栖 IC 間は，エゾシカ対策に関して基本的に次の 4 つに分けて対応している。

エゾシカ分布境界区間

エゾシカ侵入防止柵は，高速道路がエゾシカの生息する山林地帯と，畑や人家の境界を通過している区域に設置している(図Ⅲ-8)。このような区域では，エゾシカが高速道路を越えて畑や市街地に侵入すると，農作物の被害や人間に対して思わぬ傷害を与えかねない。したがって，このような区域では侵入防止柵を張り，高速道路をエゾシカ分布域の境界(Barrier)として，積極的に利用している。

具体的には，エゾシカが分布する山林側のフェンスを，エゾシカの出没・事故の増加に対応させて，エゾシカを入れないよう順次嵩上げ施工していき，エゾシカ横断のための通路(ディアパス)は設置しない。



図Ⅲ-8　エゾシカ侵入防止柵

エゾシカ生息地を通過している区間

エゾシカ生息地を高速道路が通過している区間では，人道用の跨道橋やボックスカルバート(Box-C)を，エゾシカが通路として利用できるよう，ディアパス機能も合わせもたせて施工する。そこにエゾシカをフェンスで誘導して，オーバーパス，またはアンダーパスとしてシカを横断させる。すなわち，当該区域は，エゾシカ生息地の分断防止用通路設置地域と定義づけることができる。

出典；野生動物の交通事故対策（エコロード事始め）*2

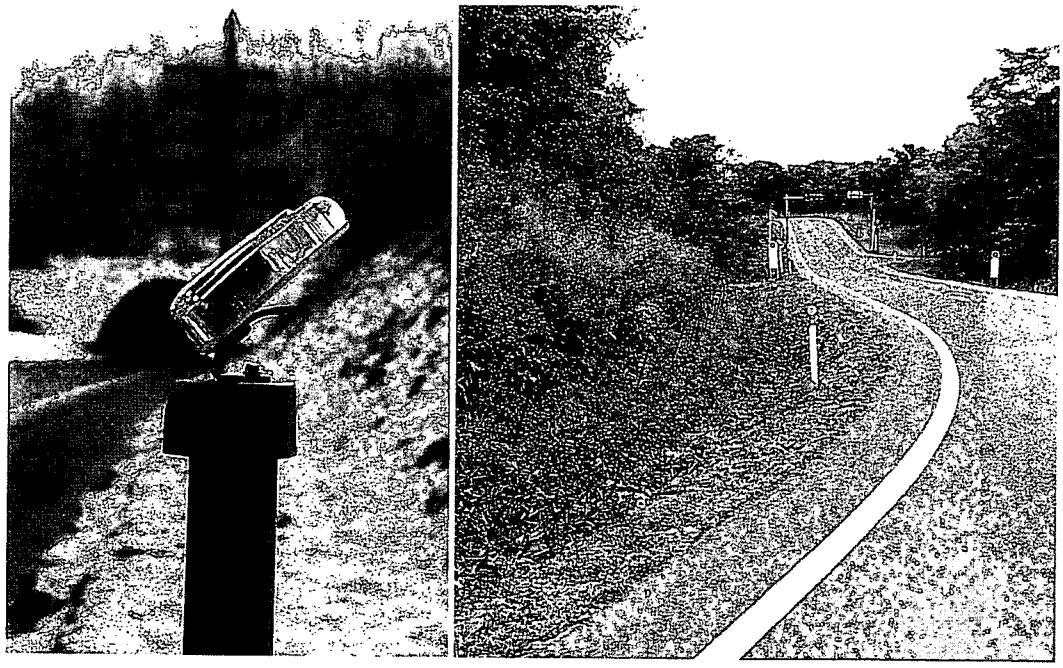
■進入防止技術に関わる事例（7）

実施場所	道東自動車道

野生動物保護用発光体「ミニピカ」の利用について

最近，太陽電池を利用して日没後に赤色点滅発光する「ミニピカ」(積水樹脂㈱雪国製品研究所製)が新たに開発されている。これは野生動物が生理的に赤色光を忌避する性質を利用し，警戒心を誘引し，忌避効果をねらったものである。

「ミニピカ」は，発光部を動物侵入ルートに向け，発光部の高さを対象とする動物の目の高さに合わせるだけで，太陽光の得られるところであれば簡単に設置できる(図Ⅲ-16)。「ミニピカ」を設置したい場所の周囲に茂みなどがある場合は，光が届きにくく，充電もできなくなる



図Ⅲ-16　マルチ発光体「ミニピカ」と設置状況

ため，その茂みを除去するなどの工夫が必要であるが，傾斜のある場所においては発光部の向きや角度を変えることにより，比較的場所を選ばずに設置できる。

1994年に，牧場や農場のエゾシカおよびヒグマの通路に置いて，動物が侵入すると考えられる方向に向けて「ミニピカ」を設置し，試験を行った。その結果，エゾシカ・ヒグマともに「ミニピカ」周辺にあったけもの道を放棄し，新たなけもの道を使用するようになっており，「ミニピカ」がかなりの忌避効果をもたらすものと考えられる。

以上の結果より，フェンスを設置していない箇所の交通事故対策として，特に見通しの悪いカーブ地点や過去に事故の発生した地点に重点的に「ミニピカ」を設置することで，動物を見通しの良い直線やディアパスへ誘導するという効果が得られる。

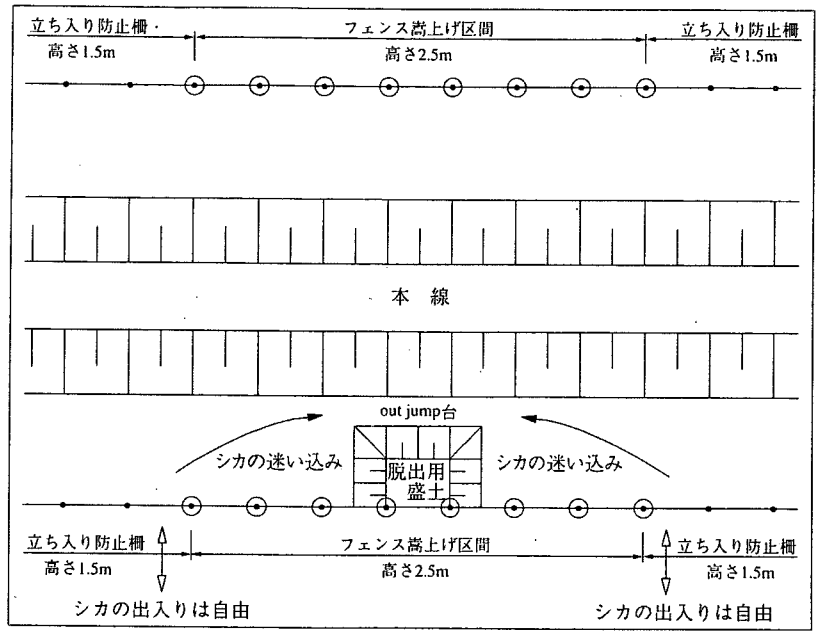
出典；野生動物の交通事故対策（エコロード事始め） *2

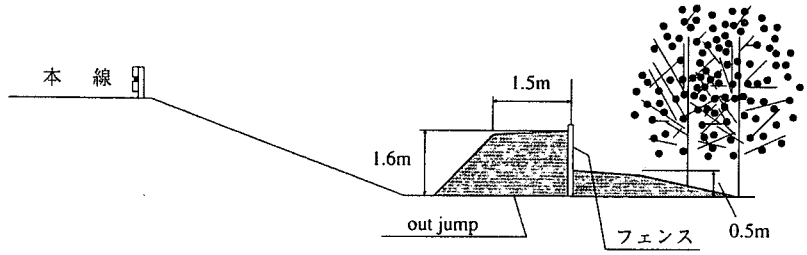
■進入防止技術に関わる事例（8）

実施場所	道東自動車道

「アウトジャンプ」の設置

フェンスを設けていない箇所，またフェンス設置箇所においても，道路内にエゾシカが侵入する可能性はありうる。そのような場合に備えて，効果的なアウトジャンプについて検討することが望ましい(図Ⅲ-17)。





図Ⅲ-17　アウトジャンプの設置案(JH)

出典；野生動物の交通事故対策（エコロード事始め）*2

■進入防止技術に関わる事例（9）

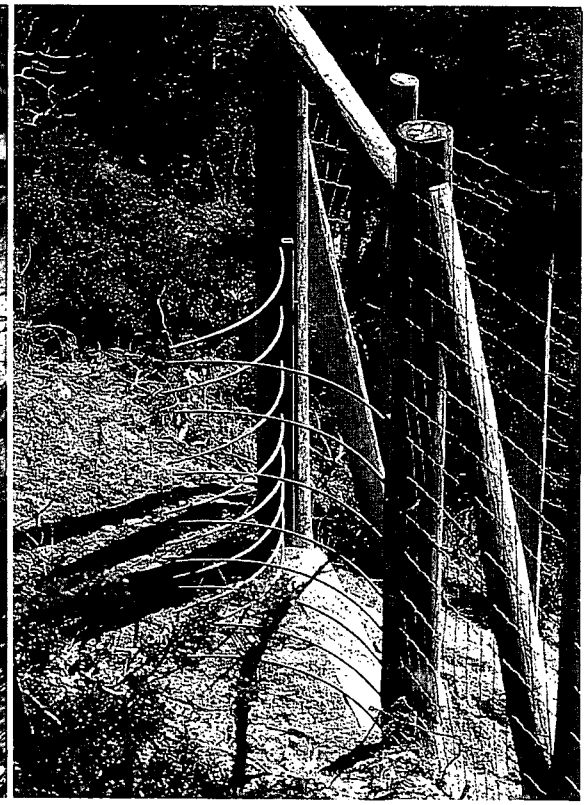
実施場所	カナダ・バンフ

ワンウェイ(一方通行型)ゲート

フェンスを設置した場合，フェンスの端の起点から入り込んだシカや，フェンスを飛び越えて高速道路内に入り込んだシカを逃がす必要がある。そのためにはワンウェイゲートが必要である。

ワンウェイゲートは，高さ2.44 mのフェンスに効果的に設置されれば，高速道路内に迷い込んだオジロジカを道路敷地外へ逃げ出させるのに大変有効である(Reed et al., 1974 a，図II-2)。ワンウェイゲートは，排水路や植生で覆われている箇所の近くで最も効果がある。このワンウェイゲートは，アカシカやヘラジカ用に一部修正されて，バンフ国立公園(カナダ)で使用されている(図II-3)。また，アラスカでは，アンカレッジに近いGlenn Highwayでヘラジカ用に手直して使われている(McDonald, 1991)。

図II-2　ワンウェイゲート(一方通行の門)をちょうどシカが通過しようとしている様子(D. F. Reed氏撮影・提供)



図II-3　改良された一方通行門(D. F. Reed氏撮影・提供)。バンフ国立公園の〝バンフ改良型〟。

出典；野生動物の交通事故対策（エコロード事始め） *2

■進入防止技術に関わる事例（10）

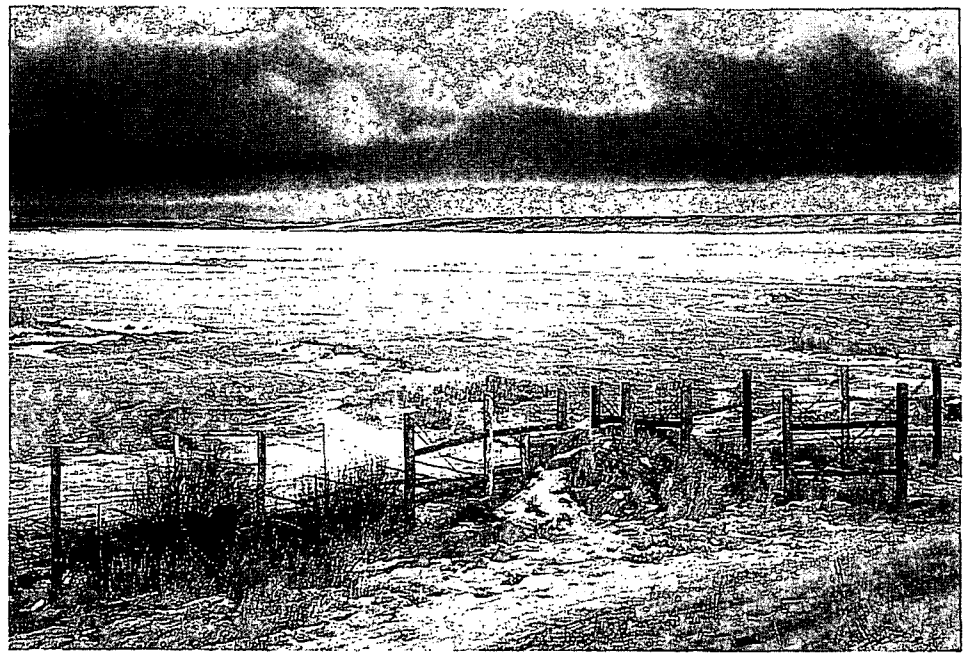
実施場所	アメリカ　ワイオミング州

(3)アウトジャンプ

シカを高速道路の敷地外へ逃げ出させるワンウェイゲートと類似した施設としてアウトジャンプ(outjumps)がある。ワイオミング州の高速道路Ｉ-80では道路両側の2.44ｍフェンスに併設されている(図II-4)。

アウトジャンプは，道路敷地内に迷い込んだシカを道路敷地外へ逃がすための盛土構造物で，フェンスの道路内側に土を盛り，シカがこれを踏み台にして道路外へ出られるようにしてある。

インターチェンジのランプ(自動車が高速道路へ出入りする箇所)に，効果的なシカ保護施設(ディアガード)が必要であることが，高速道路Ｉ-80のプロジェクトで実証された(Ward, 1982)。5つのディアガードプロトタイプでは，ほとんどのタイプに対してシカは渡ることにほとんど躊躇しなかったと評価されている(Reed et al., 1974 b, 1979)。



図II-4　ワイオミング州の高速道路I-80沿いの〝アウトジャンプ〟(D. F. Reed氏撮影・提供)

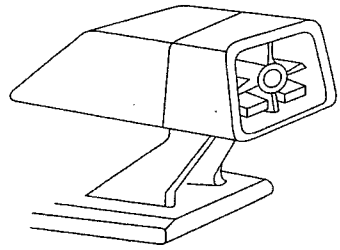
出典；野生動物の交通事故対策（エコロード事始め）*2

■進入防止技術に関わる事例（11）

実施場所	アメリカ

シカ警報機(Deer Warning)の使用

この警報機はアメリカで自動車用に開発されたものである。2個1セットの警報機には小さな穴が付いており，時速50 km以上で走行すると，穴に空気が通って16～20 kHzの超音波を発する(図Ⅲ-45)。この超音波によりシカは動きを中断するため，衝突事故防止が期待されるものである。1セット約1,000円と価格が安く，運転手も音が気にならない。夜間だけでなく昼間の効果も期待された。車両に取付けて試したが，期待された効果は得られなかった。車両に取付けた警報機は北米のシカのワピチ用に作られており，エゾシカの場合，この機器が発する超音波では反応が鈍いといわれている。この後，メーカーに依頼して試作品を製作し，試験を行っている。



図Ⅲ-45　シカ警告機(Deer Warning)

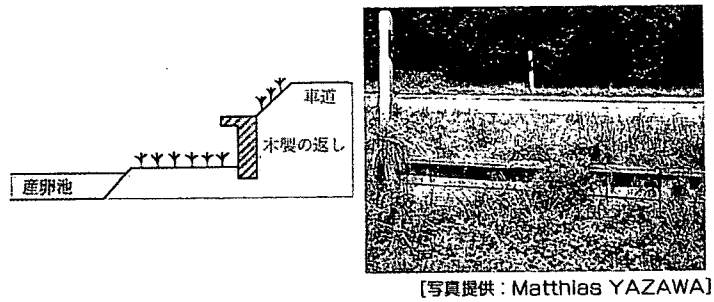
出典；野生動物の交通事故対策（エコロード事始め）*2

■進入防止技術に関わる事例（12）

実施場所	スイス　チューリッヒ州

事例－３は、道路に隣接する産卵池に集まるカエル類が通行車両にひかれないように、路肩に木製の「返し」を設け、カエル類が道路へ侵入することを防止したスイスの事例である。カエル類はこのような「返し」にぶつかった場合、それに沿って進む習性があるため、この「返し」はカエル類が安全に道路を横断できるような場所（例えば橋梁部など）まで誘導する役割も持っている。

■事例－３　カエル類の侵入防止に関する事例（スイス）



[写真提供：Matthias YAZAWA]

出典；自然との共生を目指す道づくり（エコロードハンドブック）*1

3.2 動物の進入防止技術の研究

3.2.1 概要

哺乳類の道路内への進入を防止するために、「3.1 動物の道路進入防止技術に関わる事例」で示したように、様々な取り組みが行われている。

この進入防止技術は、新設の道路建設でも重要であるが、すでに供用されている道路で発生しているロードキルの対策として、即効性を有するものと考えられる。

ここで、有効な道路進入防止対策を検討する上でいくつかの着目点が挙げられた。

■道路進入防止柵の設置は有効な対策であるが、柵の設置範囲はどのように設定すべきか。

■費用対効果に優れた道路進入防止柵の構造（材料・高さなど）は、どのようなものか。

この課題を検討するために、以下の調査・実験を行った。

① ラジオテレメトリーを用いたタヌキの行動圏調査（進入防止柵の設置範囲確認のため）

② タヌキの進入防止柵登はん実験（進入防止柵の構造検討のため）

なお、上記の調査・実験は、宇都宮大学農学部　小金澤教授の研究チームが実施した。

3.2.2 ラジオテレメトリーを用いたタヌキの行動圏調査

1）宮崎自動車道におけるテレメトリー調査の実施

この調査の目的は、**動物の移動経路や行動圏を調査して、頻繁に移動が生じる箇所に対して、進入防止対策を講じること**である。そのため、現地調査方法は、動物の分布調査や動物の移動経路や行動圏を確認する生態調査が必要である。

哺乳類の分布調査では目撃調査やフィールドサイン調査等が有効であり、生態調査では移動経路調査とラジオテレメトリー法等が挙げられる。

分布調査は、直接目撃調査やフィールドサイン（糞・食痕・足跡・爪痕等）からどのような種が生息しているかを確認する一般的な哺乳類調査である。この調査での留意点は、道路周辺に生息する動物種の出現頻度や分布状況を把握することであり、生態調査のベースデータとなる。

生態調査は、「哺乳類の行動圏を把握するラジオテレメトリー調査」と「主要動物（対象種）の移動経路を把握する調査」が挙げられる。

本調査では、有効な進入防止対策を検討するためには、動物の行動圏を把握する必要があるという観点から、「タヌキに着目したラジオテレメトリー調査」を実施した。

■ラジオテレメトリー調査方法

ラジオテレメトリー調査は、調査対象の動物を捕獲し、発信機を取り付けて追跡し、行動圏を把握する調査である。このラジオテレメトリー法は、対象個体の行動圏を把握するためには非常に有効であり、道路への関わりを直接確認できる。

ただし、この調査法も万能ではなく、同一の種であっても、個体によって行動特性が異なることを念頭に置いておく必要がある。さらに、動物捕獲のリスクを負う。

また、調査精度については、下記の課題から正確な位置特定が難しい面もある。

①ラジオテレメトリー法は、複数地点から無指向性アンテナで大まかな位置を把握し、方向探査用指向性アンテナで最大強度が得られた箇所で方向角をコンパスで測定・図化し、直線の交点が対象物のいる位置と特定する方法である。このため、移動中の個体に対しては「入信音に強弱（入信不安定）」が生じ、方向角設定が難しい。停止しいている個体でも木や岩の陰に入ると安定しないため、誤差が生じる。

②測定点２箇所で時間的なズレがあれば誤差が生じ、２箇所の方向角が近似していれば、交点のズレは大きな誤差となる。

上記の課題を改善するために、調査員の増員や他の調査（移動経路調査等）と併用することも必要となる。多少の誤差はあるにしても、対象種の行動圏（範囲）を把握する目的であれば、十分有効な調査方法といえる。

次に、テレメトリー調査結果の活用方法を説明する。

■テレメトリー調査結果の活用方法

タヌキに対するテレメトリー調査結果は、以下のような活用方法が考えられる。

① 餌場や移動経路と道路との関係分析

タヌキの行動（１日）の場合、通常、餌場への移動が主体となっている。ロードキル対策においては、どのような餌場（内容・場所）への移動が多く、移動経路はどのようになっているかを分析する。なお、想定される餌場が複数ある場合には、季節によって行動圏が異なる可能性があるため、一季のみの調査でなく適宜複数の季節において調査を行った結果を反映する必要が生じる。

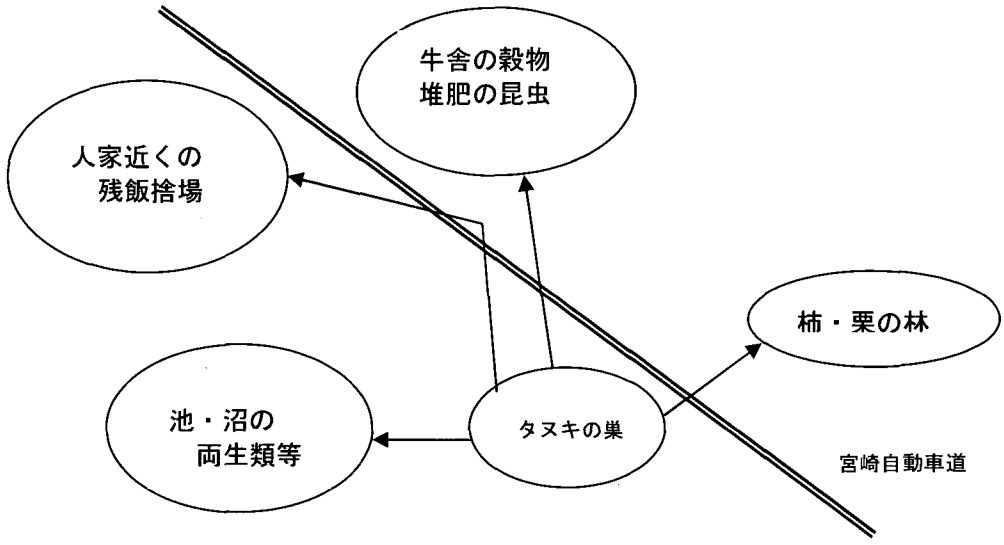


図 3.1　タヌキの移動経路根拠図

② 移動経路と道路との関係分析・環境対策へ

移動経路を分析して、道路と交差する地点や周辺状況から、問題となる箇所を選定する。また、最新のロードキルデータ（事故の発生場所が特定されているデータ）と分析結果を整合させて、進入防止対策を検討（柵の設置範囲の検討や、横断施設への誘導方法の検討等）する。

2）テレメトリー調査の内容

今回捕獲作業では、10 月 12 日に捕獲地点１で１頭捕獲し、２月 14 日から 20 日にかけてそれぞれの捕獲地点２から４で３頭を捕獲し、合計４頭を捕獲することができた。

今回、捕獲した４頭は全てオスであった。（図 3.2、図 3.3　参照）

3）テレメトリー調査結果

４頭のタヌキについて、行動圏の位置と面積を結果として示す。

個体名称を、＃1、＃2、＃3、＃4 と命名して、とりまとめた。

■行動圏の調査結果

＃１個体の行動圏は、１０月から３月にかけて 359 点の活動点を求めることができた。＃１個体は、生駒集落の北側から宮崎自動車道を横断して、巣ノ浦集落にまたがるように行動圏を形成していた（図 3.4 参照）。面積は 1.44km² であった（100%最小多角形法）。

＃２個体の行動圏は、＃１個体のそれと大きく重複し、ほとんど同じ場所を使っていると推定された（図 3.4 参照）。面積は 1.12 km² であった（100%最小多角形法）。

＃３個体の行動圏は、＃１個体の西側に位置し、生駒集落とその西の千才集落にまたがるように位置していた。

＃４個体の行動圏は、家畜改良センターと霧島サービスエリアの間に位置し、面積は 0.84 km² であった（100%最小多角形法）。

■環境保全対策

以上の調査結果から、下記の対策が考えられる。

① 各個体の行動圏と道路が重なる区間において、タヌキの進入防止に有効な構造の柵を沿道の両側に設置する。

② 道路がすでに供用されていることから、横断施設の新設が難しいため、既存の横断施設への誘導柵を設置する。

注）有効な進入防止柵の構造は、タヌキの登はん実験にて確認を行う。
誘導柵は、既存の横断施設に回り込めるような形状で、進入防止柵と兼用する。

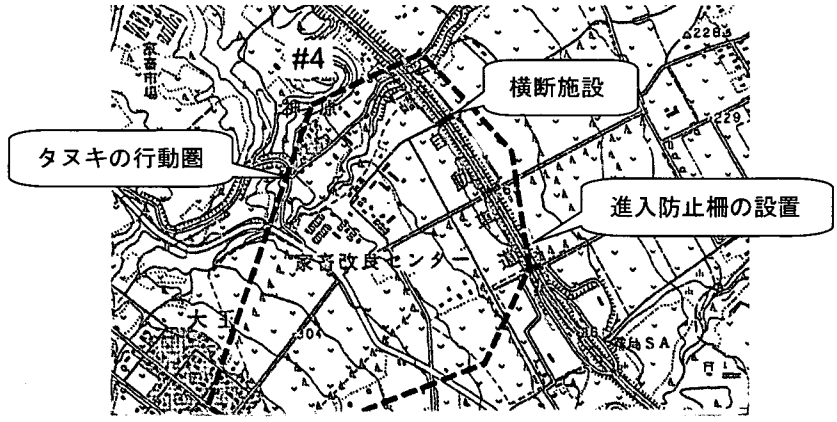


図 3.5　進入防止対策の概要

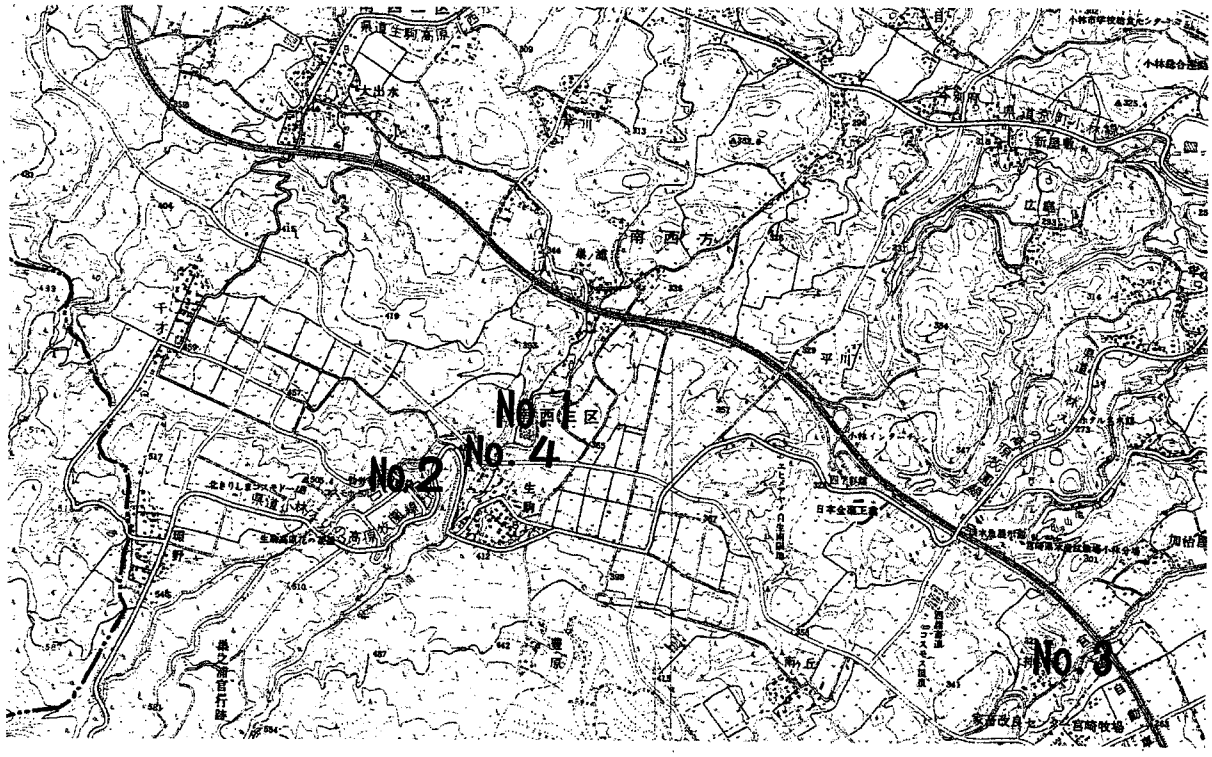
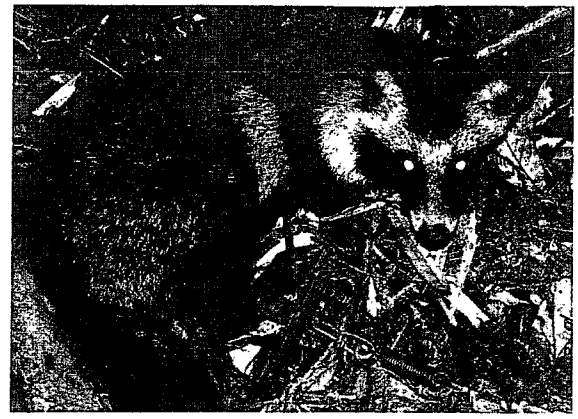


図 3.2　タヌキ捕獲位置図

図 3.4　宮崎道周辺に生息するタヌキの行動圏配置

2001 年 10 月 14 日～2002 年 3 月 17 日

No2. タヌキ♂



No1. タヌキ♂

No3. タヌキ♂

No2. タヌキ♂

No4. タヌキ♂

No3. タヌキ♂

No4. タヌキ♂

図 3.3　タヌキ捕獲状況とテレメトリー装着状況

3.2.3　タヌキの進入防止柵登はん実験

1）実験内容

■実験目的

進入防止柵を設置しても、タヌキやハクビシン等の中型哺乳類は、柵を乗り越えることがあることが確認されている。特に、餌場や目的地がある場合には、柵を乗り越えると思われる。

今後、道路横断の防止のために、タヌキ等が容易に越えることができない進入防止柵の形状を研究することは必要である。

本実験は、経済的で進入防止が難しい柵形状を探る目的で、いくつかの構造の柵を作り、実際にタヌキが脱出できるか試みるものである。

■実験概要

宮崎自動車道に設置されている進入防止柵と同様のフェンス（菱形金網タイプ、新設縦柵タイプ）を用いて、タヌキの登はん実験を行う。実験では、現在設置されているフェンスについてタヌキの登はん可否を確認するとともに、フェンスの形状や高さによる登はんの違いをタヌキの生態を踏まえて明らかにする。実験例数は、フェンスの形状や高さなどの異なる 10 例で行う。

■実験施設

実験は、栃木県県民の森管理事務所内の大型獣収容施設内で行った。実験に用いたタヌキは、傷病獣として収容され、回復した個体を用いた。また、今回はタヌキとあわせてハクビシンも進入防止柵登はん実験に用いた。

■登はん実験に使用した柵

実験に使用した柵のタイプは、A型柵～J型柵までの 10 タイプ。

具体的な柵の詳細は、図 3.6、図 3.7　に示す。

図3.6　実験柵タイプ（その1）

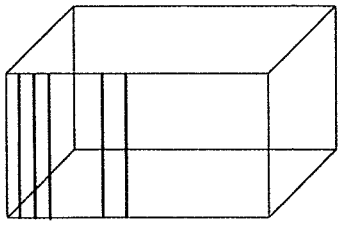
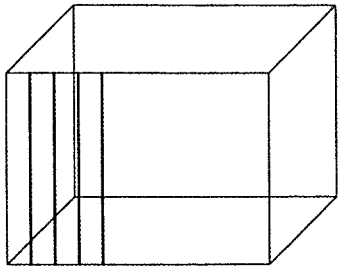
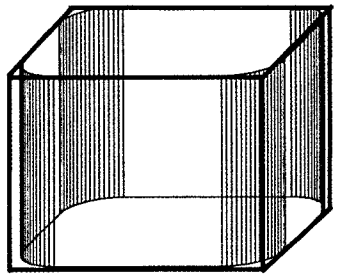
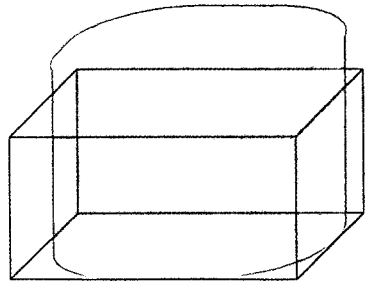
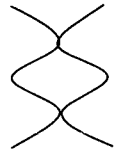
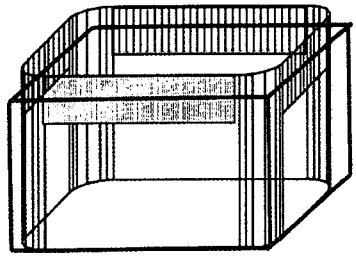
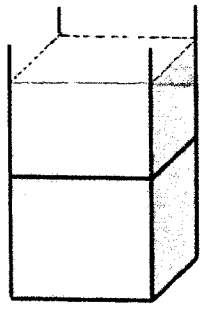
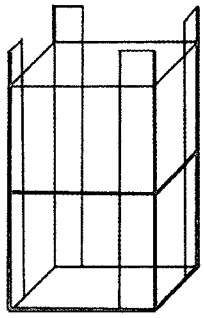
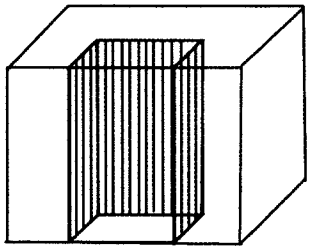
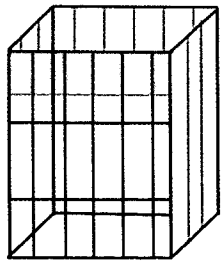
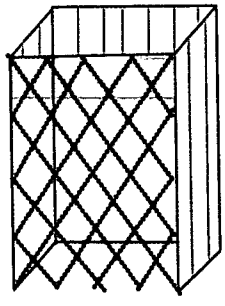
柵形状（イメージ図）	柵の特徴
Ａ型柵 	新設縦柵で、高さ 110ｃｍ、幅 195ｃｍの縦柵を 4 枚張り合わせ、柵籠を作ったもの。
Ｂ型柵 	Ａ型と同じ素材による縦柵で高さを１５３ｃｍのものを使用した。幅はＡ型と同じく１９５ｃｍでＡ型同様に４枚張り合わせ、柵籠を作成したもの。
Ｃ型柵 	Ａ型、Ｂ型とも少なくともタヌキの登はん能力から脱出可能であることが判明したことから、脱出ルートである柵の四隅を波型プラスチック板でカバーし、四隅に手足をかけることができないようにしたもの。
Ｄ型柵 	一般に使用されている菱形金網（下図）を用いた柵であるが、簡易型の柵で、Ａ型柵内に、四隅を作らないように円筒に近い形で金網を固定したため、柵の上辺は充分に固定されないで不安定な状態にある。  ６ｃｍ
Ｅ型柵 	Ｃ型柵の改良型で、Ｃ型柵では四隅に波型プラスチック板を取り付けたが、Ｅ型柵は、これに更に柵上端に乗り越え防止用に幅３０ｃｍの波型プラスチック板を取り付けたもの

図 3.7　実験柵タイプ（その２）

柵形状（イメージ図）	柵の特徴
Ｆ型柵 	より実際の設置に近い形になるように、菱形金網柵をＬ字アングルの枠に取り付けたもので、高さ１６５ｃｍ、幅９０ｃｍの直方体
Ｇ型柵 	Ｆ型柵の四隅に登はん防止の幅３０ｃｍのプラスチック板を取り付けたもの。
Ｈ型柵 	Ｂ型柵の１つの面に幅９０ｃｍ、高さ１６０ｃｍのビニールの板を３枚組み合わせて取り付け、実験に用いるタヌキの行動範囲を限定したもの。
Ｉ型柵 	縦柵タイプで、天部に乗り越え防止板を取り付けたもの。乗り越え防止板は、なし、15ｃｍ、30ｃｍ、45ｃｍの４通りのケースで検討。
Ｊ型柵 	ひし形金網柵タイプで、天部に乗り越え防止板を取り付けたもの。乗り越え防止板は、なし、15ｃｍ、30ｃｍ、45ｃｍの４通りのケースで検討。

2）進入防止柵の登はん実験結果

実験結果を表 3.1 に示す。

表 3.1　各柵に対するタヌキの登はん実験結果

タイプ	脱出状況	脱出の可否
A型柵	この個体は、２０分かけて脱柵した。タヌキは、はじめ柵の中で脱出できる場所を探し、くるくる回っていたが、柵の四隅を使って柵を登り、脱出した。	可
B型柵	A型柵よりも高さのある柵だが、脱出方法を学習し５分で脱出した。 実験前に餌を与えた場合、飽食状態になり、オス、メスとも柵から脱出しようとする行動を示さず、柵からの脱出は見られなかった。	可
C型柵	A型、B型とも脱出可能であることから、脱出ルートである柵の四隅を波型プラスチック板でカバーし、四隅に手足をかけることができないようにしたC型柵では、タヌキは途中まで登はんすることができたが、足を地面から放すことができずに乗り越えることはできなかった。	不可
D型柵	四隅を作らないように円筒に近い形で金網を固定した構造で、柵の上辺は充分に固定されないために不安定な状態にあり、実験ではタヌキはオス、メスとも柵を乗り越えることはできなかった。	不可
E型柵	C型柵の更に柵上端に乗り越え防止用に幅 30ｃｍの波型プラスチック板を取り付けたものであり、オスタヌキだけを実験に使用したが、結局、柵を乗り越えることはできなかった。	不可
F型柵	菱形金網をL字アングルの枠に取り付けたもので、高さ 165ｃｍ、幅 90ｃｍの直方体の柵であるが、実験にはオスタヌキのみを使用し、極めて容易に金網に手をかけて乗り越えることができた。	可
G型柵	F型柵の四隅に登はん防止の幅 30ｃｍのプラスチック板を取り付けたもので、登はん防止板を面の右側だけに取り付けたために、手をかけることができ、タヌキは容易に柵を乗り越えることができた。	可
H型柵	B型柵の内側に幅 90ｃｍ、高さ 160ｃｍのビニール板を３枚組み合わせ、取り付けたものでタヌキの行動範囲を限定したが、経験を積んでいたタヌキであったが、柵を乗り越えるには最も長時間必要であった。	可
I型柵	縦柵では、タヌキは乗り越え防止板を取り付けない場合も含めて、４通りのケースでいずれも乗り越えが観察されなかった。	不可
J型柵	タヌキの場合、高さ 15cm の乗り越え防止板を設置したものは乗り越えたが、30cm 以上の高さでは乗り越えは観察されなかった。ハクビシンでは、高さ 30cm の乗り越え防止板は乗り越えたが、45cm の場合は乗り越えることができなかった。	防止板の高さによって不可

3）実験結果考察

実験結果から以下のことが考察できた。

①これまで一般に使われてきた菱形金網柵は、タヌキの登はん能力から考えると、極めて容易に柵を乗り越えることができ、タヌキの進入防止柵としての機能を果たしているとは言いがたい。

②新設の縦柵についても、手足をかけて登ることができるようなコーナーをもって設置された場合には、容易に脱柵することができた。すなわち、縦柵もタヌキの進入を防止することはできないと判断された。（柵高さ 165cm まで脱柵可能を確認）

③ハクビシンは、縦柵でも金網柵と同様に縦棒を握り登っていたが、タヌキは柵をのぼる始めに柵に飛びつき、その跳躍力は 90cm 程度と判断できる。ハクビシンのようにタヌキよりも登はん能力が高く、樹上生活に適応した種ではこれまでの柵はほとんど有効ではなく、新たな柵の開発が求められる。

④縦柵で進入を防止するためには、I 型柵、あるいは J 型柵のように登はん防止のプラスチック板を取り付けるなどの工夫が必要である。

⑤ J 型柵（ひし形金網柵）に対する高い登はん能力をもつタヌキやハクビシンでも、乗り越え防止板のように、爪や指をかけることができない一定の幅（タヌキでは 30cm 以上、ハクビシンでは 45cm 以上）の高さがあると柵を乗り越えることができないことが明らかとなった。

以上のことから、目安として、柵でも、タヌキでは 30cm 以上、ハクビシンでは 45cm 以上の乗り越え防止板を付けることがより効果的であるといえる。

3.3 ロードキル防止効果の高い進入防止柵等のとりまとめ

3.3.1 概要

ロードキル防止効果の高い進入防止柵等を検討する際、既往道路（すでに供用されている道路）と新設道路で対策の考え方が異なる。既往道路ではロードキルデータや横断施設の利用調査データがそのまま対策に反映できるのに対し、新設道路はロードキルデータや横断施設の利用状況のデータもない状況で、保全対策を予測し、整備計画を立案することになる。

このため、進入防止柵等の内容（位置・構造等）については、新設道路と既往道路でアプローチの仕方が異なってくるため、以下に新設道路と既往道路でそれぞれの違いについて整理を行った。

1）新設道路と既往道路における検討内容の違い

以下に、新設道路と既往道路における進入防止柵等を設定するための検討内容について、比較するものとする。それぞれで、検討内容の視点が異なるため、以下の表に留意して、個別に検討を行うものとする。

表 3.2 新設道路と既往道路の留意点の違い

条件・検討内容	新設道路	既往道路
ロードキルデータ	データなし。 近隣の道路におけるロードキルデータの使用可。	既往道路上のロードキルデータが存在し、件数や時期、発生箇所が判明している。
横断施設間隔	通常は、周辺道路や水路等の機能補償施設として、計画・設計されるが、動物にとって望ましい設置位置を把握するためには、動物の分布調査や生態調査による予測が必要となる。	すでに設置済みであり、動物の横断利用状況は、フィールドサイン調査や行動圏調査で把握できる。 横断施設の追加設置については、すでに供用中であるため、現状交通に影響のない施工法が取られるなど、後付け的な設置は難しい。
進入防止柵位置	柵設置位置についても、官民境界柵という位置づけだけでなく、動物が進入できないような位置・範囲を動物の行動圏調査や計画道路構造から類推せざるを得ない。	既往の柵（官民境界柵の兼用タイプが多い）の状況を把握できる。 ロードキルデータとの関係で、柵の設置位置や延長の妥当性を検証できる。
進入防止柵構造	柵の構造は、対象動物を何に設定するかによって異なってくるため、道路周辺の動物等の分布調査や生態調査を行いながら、必要な高さや材質を設定する必要がある。	既往の柵構造が基本であり、対象動物によっては、補強や構造の変更が必要となる。 ただし、全線の構造変更は難しい。
モニタリングの必要性	完全に動物の進入を防止する柵を設置することは、ほぼ不可能であることから、モニタリングを実施しながら、柵構造・設置位置等の改善を図っていく必要がある。	ロードキルデータの蓄積とモニタリングによって、環境対策の改善が図れる。

2）ロードキル発生原因とロードキル防止技術の方向性

前節で示したように、ロードキルは道路建設の影響で動物の生息域内の行動圏や移動経路を分断することによって起こる現象であり、新設道路においては、沿道の動物種の生息状況が十分に把握できれば、対処方法も比較的容易に検討できる。

この生息状況を把握せずに実際の環境対策を行っても、人間の勝手な思いこみによる効果の低い対策となってしまう。

新設道路においては、ロードキル発生メカニズムに対して、必要な対策方法の手順を下記に示す。

①周辺動物の分布調査結果から、ロードキル対象となる動物種（複数）を設定する。
②対象動物の生息状況（特に動物の行動圏や移動経路）を調査・把握する。
③計画道路ルートと対象種の生態（移動経路や生息域）とを照らし合わせながら、頻度の高い箇所に横断施設を相応に計画する等の有効な対策が必要となる。
④供用後はモニタリングを行い、対策の検証・改善を図る。

注）現地調査とロードキル防止技術との関係については、前節で述べているので、ここでは省略する。

3.3.2　新設道路における進入防止柵等の位置・構造

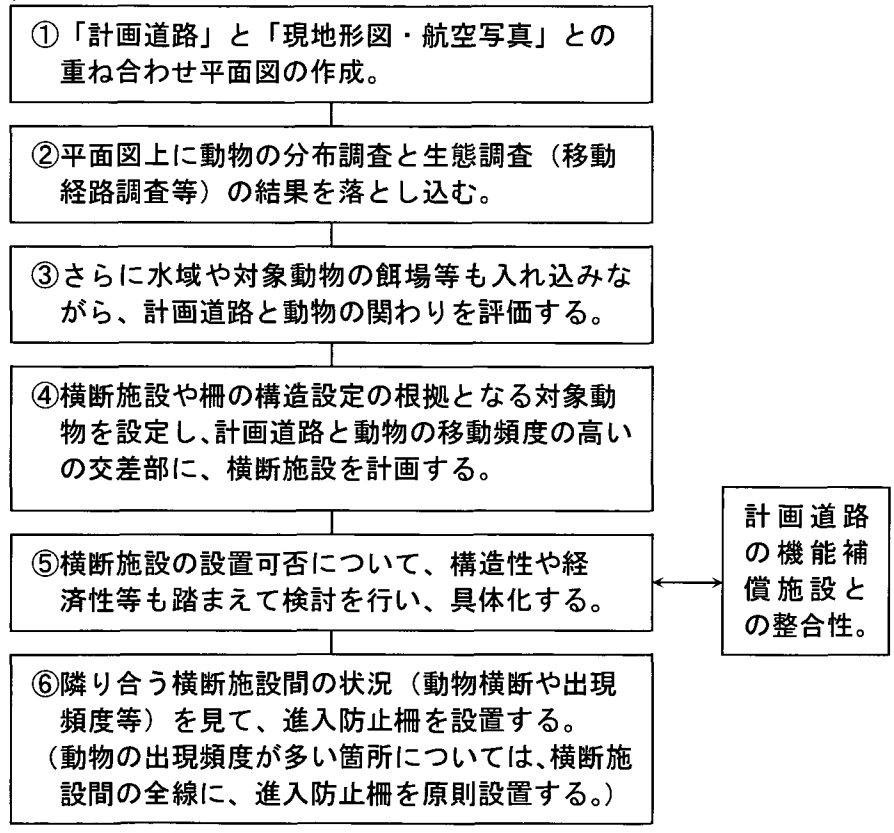
1）有効な設置位置と延長

設置位置と延長については、動物の分布調査や移動経路データ等から対象動物の生態を勘案し、計画道路が完成した後も、横断が行われる可能性が高い箇所については、横断施設（オーバーブリッジ・ボックスカルバート・パイプカルバート等）を原則、設置する。

進入防止柵は、この横断防止柵の位置関係を把握した上で、動物の出現頻度が高いところでは、横断施設間の全線について、抜けが生じないように、原則、設置する。

この進入防止柵は、横断施設と一体になって効果を発揮するものである。

上記の内容についてのフロー図は以下の通り。



以上の手順で、横断施設と進入防止柵の設置位置を設定する。

2）進入防止柵の構造と材質

進入防止柵の構造や材質は、対象動物によって異なってくる。
現実的な状況（経済性や維持管理のし易さ、メーカー指定にならない等）を踏まえると、進入防止柵としての健全性が図られていることが重要であり、構造・材質等に制約をつけることは現実的に難しい。ただし、乗り越え防止板（高さ 30cm 以上）をつけることが望まれる。
各々の地域の対象動物によって、横断防止柵の構造・材質・形状は異なるものと考えられる。それは、各対象種の習性や生態に大きな違いがあり、１種類の柵ですべての動物に対応するのは難しい面があるため、工夫が必要である。

下表 3.3 は、対象動物ごとの進入防止柵に対する留意事項である。

表 3.3　進入防止柵構造の留意点

類型	対象種（例）	構造・形状・材質等の設定要因
大型哺乳類	カモシカ ニホンジカ	柵の高さ（飛び越えることが難しい高さ）
	イノシシ アナグマ等	柵の強度（力のある動物対応） 基礎部の構造（柵の下の隙間に穴を掘って横断しようとする）
中型哺乳類	タヌキ キツネ等	柵の形状や構造・材質（隙間があれば入り込んでくる）
小型動物	ネズミ等 爬虫類	柵と地面設置部構造（板塀）（通常の柵では対応不可能） 側溝交差部の構造（側溝と柵の直交箇所は絶好の進入部）

上表のように、本来、進入防止柵の構造や材質は、対象動物によって異なってくるため、その組み合わせによって、配慮する内容も異なってくる。

従って、ここでは、**進入防止柵の構造（高さは別途設定）について、進入防止柵としての健全性が図られていれば、構造・材質等に制約をつけないもの（できれば、高さ 30cm 以上の乗り越え防止板は設置）とした。**これは、以下の理由による。

① 強度が高く、多くの対象種に適用する進入防止柵を設計して、独自に設置するのはよいが、それで万全の効果が発揮される保証はないばかりか、コスト面で非常に高いものに付くことが想定できる。総じて柵延長は長くなるため、実際的でない。
② 特殊な構造の柵は、交通事故等で破損した場合など代替がきかない。
③ いくら立派な柵を設置しても、現地形の取り合い部や側溝との交差部では、隙間が生じてしまい、計画道路の全区間に対して、進入防止対応を図るほうが有効である。

なお、ここで言う「**進入防止柵としての健全性**」とは、

■柵の構造が堅固で、対象動物が入り込める隙間が空いていない。
■柵の所定の高さ以上（次項で指定する）を有している。
■現地形との取り合い部や排水側溝との交差部にも、動物が入り込めないような対策が施されている。

といった条件を兼ね備えた柵という意味である。

3）進入防止柵の高さ

対象種によって、進入防止柵の高さが異なるため、各地域の現地調査結果や事例を分析して、対象種の設定を行い、適切な柵の高さを選定するものとする。

進入防止柵の高さについては、様々な実績等を踏まえて、以下のような進入防止柵の高さを設定した。

表 3.4　道路における進入防止策柵の実績

道路・地域名	対象動物	進入防止高さ
日光宇都宮道路	ニホンカモシカ	H=2.5m（当初の柵高を改善して、進入が無くなった）
国道 108 号鬼首道路	ニホンカモシカ	H=2.5m
北海道縦貫自動車道	エゾジカ	H=2.5m（ロードキル発生に伴い嵩上げしてきた）
道東自動車道	エゾジカ	H=2.0m・2.5m（野生動物保護用発光体「ミニピカ」を併設。）
国道 334 号線	エゾジカ	H=2.5m
スイス高速道路（N6）	カエル等小動物	H=1.5m（地上から 0.5m 区間は 5mm メッシュ構造）
アメリカコロラド州 高速道路（I-70）	ミュールジカ	H=2.44m（設置後、事故減少）
野生動物の交通事故対策の海外事例より	イノシシ ノロジカ アカシカ	H=1.2～1.4m H=1.6～1.8m H=2.6～2.8m
宇都宮大学農学部 ＜柵乗り越え実験報告＞	タヌキ	H=1.65m は乗り越え可能。（金網柵） ※個体差があり、乗り越えられないタヌキもいた。フレキシブルな柵は乗り越えにくい。

注）海外事例は、メートル換算で端数が生じている。

以上の事例を踏まえて、以下の高さを設定した。

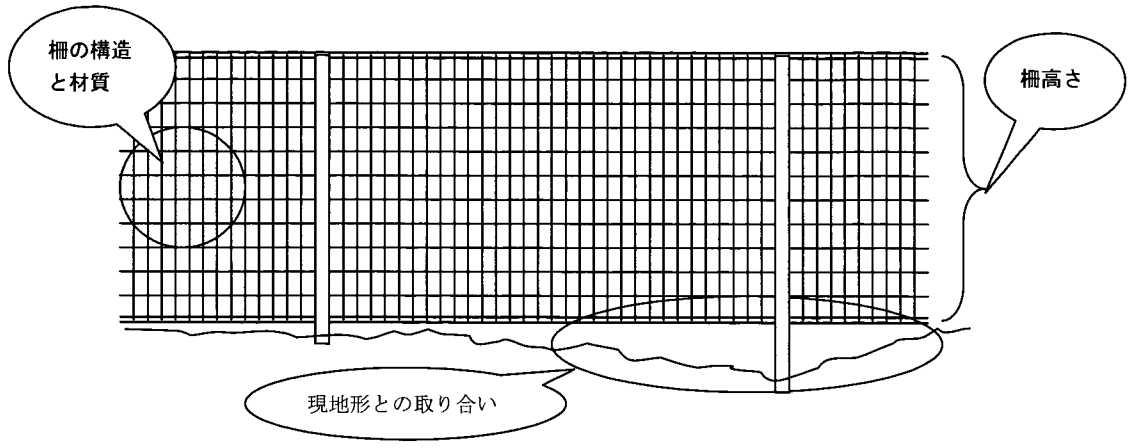
表 3.5　進入防止柵高さの設定

対象動物種（例）	進入防止柵の高さ
カモシカ／ニホンジカ／ハクビシン等	H＝2.5m 以上
タヌキ／キツネ等	H＝1.8m 以上 （状況によって、より高く設置する必要あり）
イノシシ／アナグマ等	H＝1.5m 以上（基礎部補強を検討）

注）上記は、金網柵を基本とした高さ。

4）柵と現地形との取り合い部の対応

進入防止柵を設置しても、柵と原地形との取り合い部に隙間が大きく空いていると、動物の進入が可能となるため、この取り合い部の対策も重要である。



進入防止柵と原地形との取り合い部の隙間については、動物の進入を防ぐために対策を実施する。この対策の実施例を以下に示す。

図 3.8　進入防止柵と原地形との取り合い部の実施例

側溝と交差する部分の対応例
（宮崎自動車道）

柵と地盤の隙間対策（トタン板埋込み）
（宮崎自動車道）

対策の方向として、上記の実施例を参考にすることの他に、以下のことを追加する。

① 地山の変化が著しく、柵との隙間が空くときには、地山側を成形する方法も検討する。

② 単純に、隙間に砕石を道路側から積むことも有効である。

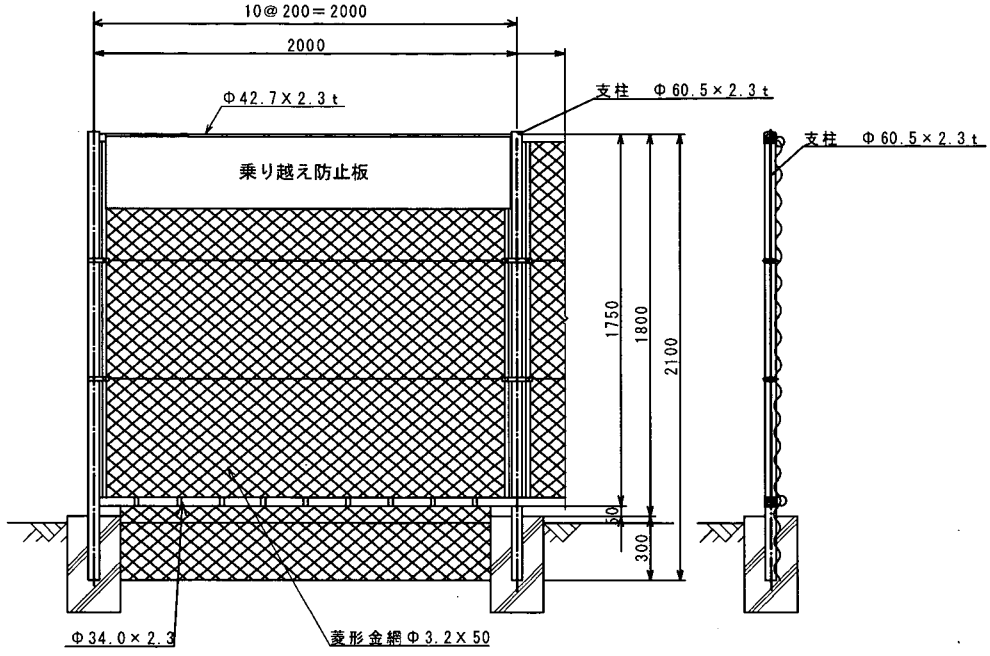
５）望ましい進入防止柵の例

推奨案－１

＜基本的な考え方＞

・進入防止柵の高さについては、対象動物によって対応する。基本的な構造は、「金網柵」を採用する。支柱・笠木は相応の強度を確保する。
・柵と現地形との隙間は、柵金網を地中に 30cm 程度埋め込む。
・外側には、金具が飛び出ない構造とする。
・必要に応じて「乗り越え防止板 30cm（ハクビシン等の場合は 45cm)」を上方に設置する。

図 3.9　進入防止柵の推奨案



注１）柵の高さは、対象動物によって個別に検討して、変更する。
注２）支柱や笠木等の材質や断面は、構造計算によって設定する。特に積雪地域においては、雪の影響等を考慮して、対応を図るものとする。
注３）支柱基礎は、地形・地質状況を踏まえて設計を行う。
注４）完成後は、ロードキルのモニタリングを実施すると同時に、進入防止柵の健全度も経年的に観察することが望ましく、問題があれば補修・補強を実施するものとする。

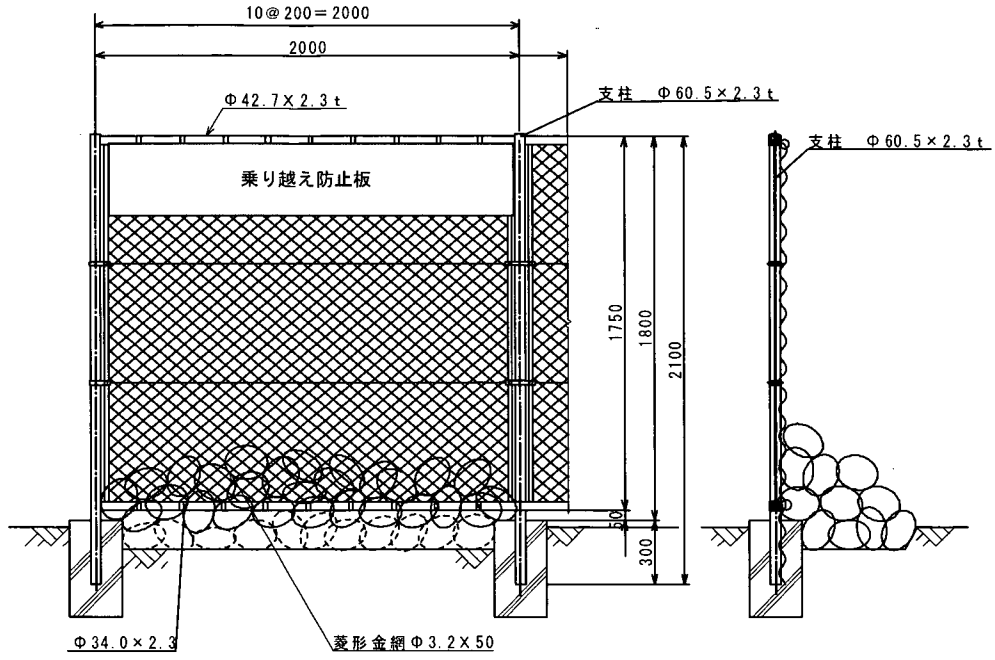
推奨案－２

＜基本的な考え方＞

・進入防止柵の高さについては、対象動物によって対応する。基本的な構造は、推奨案－１と同様。

・柵と現地形との隙間は、中小動物の進入を防止するために、２０ｃｍ程度以上の砕石を積む。この砕石は、安易に移動されないように道路側をやや掘削して埋め込んでおく。

図 3.10　進入防止柵の推奨案



注１）柵の高さは、対象動物によって個別に検討して、変更する。

注２）支柱や笠木等の材質や断面は、構造計算によって設定する。特に積雪地域においては、雪の影響等を考慮して、対応を図るものとする。

注３）支柱基礎は、地形・地質状況を踏まえて設計を行う。

注４）完成後は、ロードキルのモニタリングを実施すると同時に、進入防止柵の健全度も経年的に観察することが望ましく、問題があれば補修・補強を実施するものとする。

注５）砕石の代わりに、金属板や塩化ビニル板等で対応しても良い。

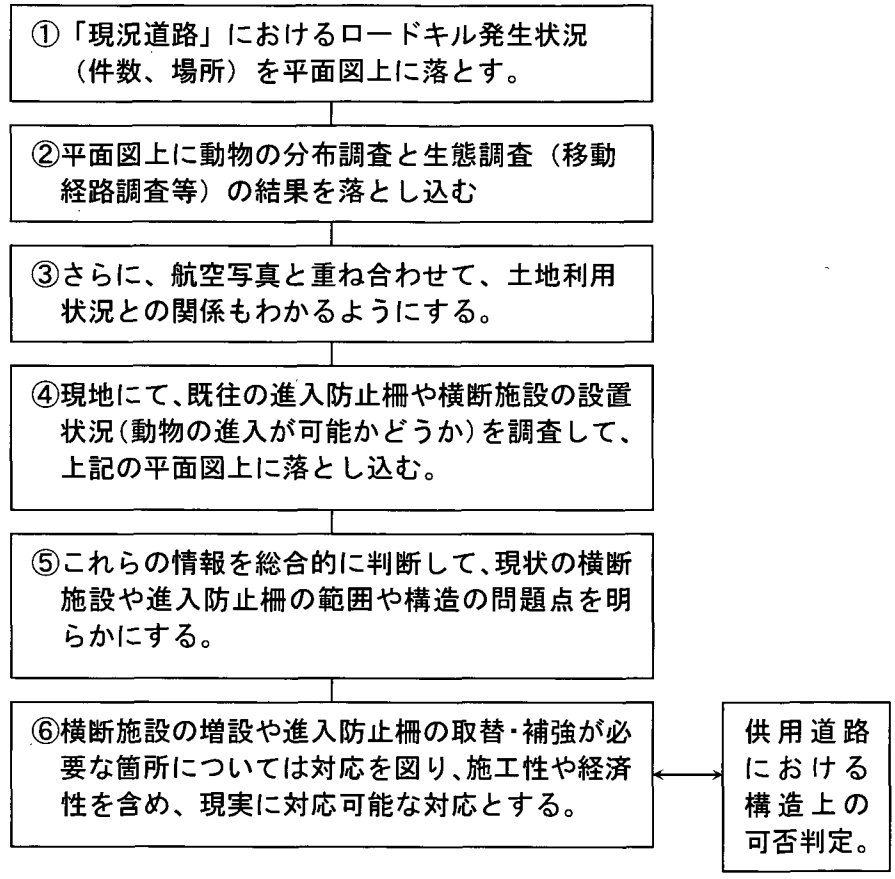
3.3.3 既設道路における進入防止柵等の位置・構造

1） 有効な設置位置と延長

既設道路の進入防止柵は、横断施設の追加設置が難しい状況であれば、ロードキル対策で最も効果の高い施設であるため、以下の点に留意して対応を図るものとする。

設置位置と延長については、ロードキルデータや動物の移動経路データ等を勘案し、道路横断が行われている箇所については、原則、追加設置する。設置されている場合は、問題点を改良する。

実際の検討は、以下の手順例で行う



以上の手順で、横断施設と進入防止柵の設置位置・改善案を設定する。

2）進入防止柵の構造と材質

既設の防止柵がある場合は、現状の柵の健全度を把握しておくものとする。柵に問題があれば、補修・補強・取り替え等を行う。

進入防止柵の検討においても、「計画道路の場合」とほぼ同じ考え方で対応可能である。

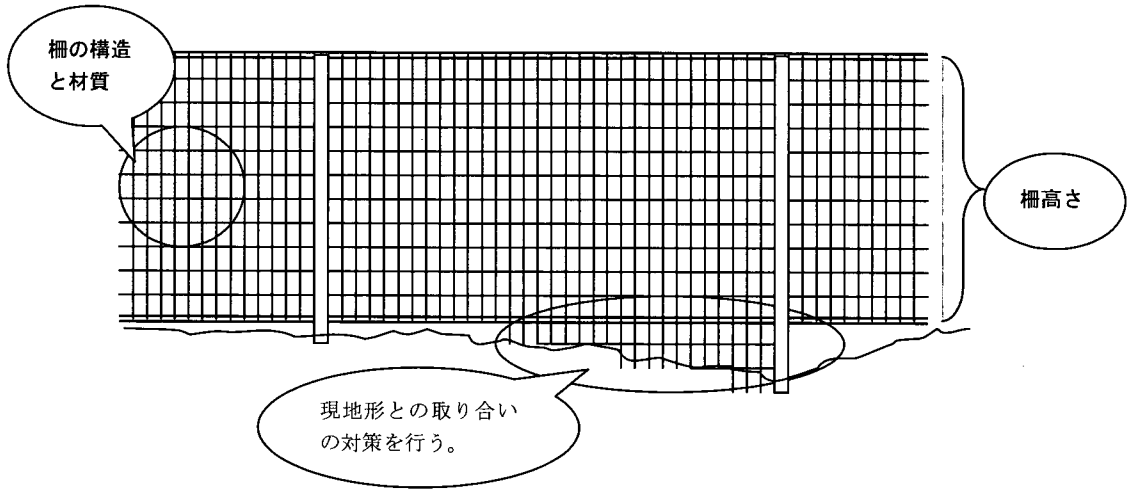
ただし、進入防止柵（官民境界柵と兼用）がすでに設置されている場合は、以下の点に留意する。

① 既存の進入防止柵の健全度（穴が空いていないか、有刺鉄線タイプか）

② 既存の進入防止柵の高さ（対象動物の進入を防げる高さになっているか）

③ 現地形との取り合い部（隙間が空いていないか。）

④ 排水側溝や橋梁橋台巻き込み部との取り合い部（進入できないようになっているか）



3） 進入防止柵の高さ

対象種によって、進入防止柵の高さが異なるため、各地域の現地調査結果を分析して、対象種の設定を行い、適切な柵の高さを選定するものとする。**既存の柵がある場合は、補修・補強する。**

■高さ設置については、計画道路の場合と同様とする

4）柵と現地形との取り合い部の対応

進入防止柵が十分に設置されていながら、ロードキルが発生している区間については、柵と原地形との取り合い部の状況を調査する必要がある。もし、動物が進入可能な状況（隙間が空いている状況）であれば、追加の進入防止対策を講ずるものとする。

■取り合い部対応は、計画道路の場合と同様とする。

4．動物生息域分断防止技術

4.1　動物の横断施設に関わる事例

動物の横断施設に関連した事例について国内を中心に収集した。（一部海外の事例あり。）事例は、統一したカルテ形式でまとめた。

	実施場所	対策内容
1	国道 108 号　鬼首道路	動物専用横断路の設置・工夫。維持管理の実施。
2	九州自動車道（大分道）	サルの移動のためのオーバーブリッジ。
3	道道花咲港温根沼線	アーチカルバートを用いたエゾシカ横断路
4	茶臼山高原道路	野生動物の横断ボックスで、自然石舗装。
5	日光宇都宮道路	野生動物の横断施設。
6	霧ヶ峰道路美ヶ原線	野生動物の横断施設
7	沖縄県白浜南風見線	小動物（イリオモテヤマネコ等）用の横断函渠利用調査
8	清里高原有料道路	ヤマネブリッジ対策
9	高山清見道路	クマボックスの設置
10	オランダ	エコダクトによる横断対策
11	横断施設の事例(国内･海外)	アンダーパス・オーバーパス・エコブリッジの寸法

■動物の横断施設に関わる事例（１）

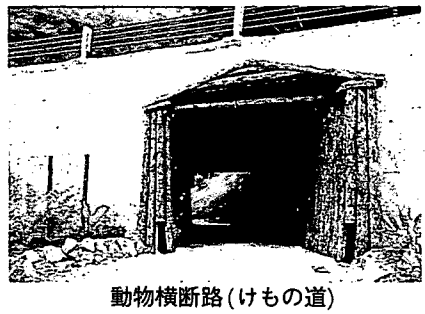
実施場所	国道108号　鬼首道路（その１）

■動物横断路の設置

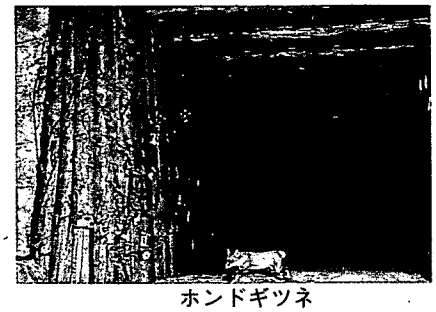
【対策の内容】

鬼首エコロードではトンネル区間、橋梁、高架下が動物横断路として機能しています。しかし、カモシカ橋～役内大橋間は大・中型のほ乳類が横断できない区間が連続し、この区間はニホンカモシカの横断がよく見られました。したがって、この区間の中間にボックスカルバートで横断路を設置し、横断路周辺の植栽を進め、身を隠す場所をつくりました。更に道路に沿って動物誘導柵を設置して横断路へ動物を誘導することとしました。

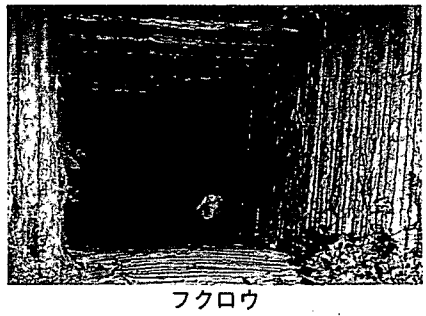
また、小規模な付け替え道路においてパイプカルバート（ヒューム管）を設置し、降雨時の沢の排水と併せてタヌキなど小動物の横断にも配慮しています。



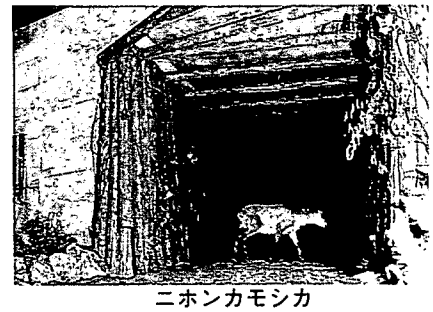
動物横断路（けもの道）



ホンドギツネ



フクロウ



ニホンカモシカ

動物横断路を利用する動物

動物横断路利用確認回数

平成８年度	４３回
平成９年度	２５回

注）平成９年度の減少は周辺で植栽作業が行われた影響と考えられる。

動物別利用回数（平成９年度）

動物名	利用回数
ホンドタヌキ	6
ホンドギツネ	1
トウホクノウサギ	7
ニホンカモシカ	8
キクガシラコウモリ	1
フクロウ	2
計	２５

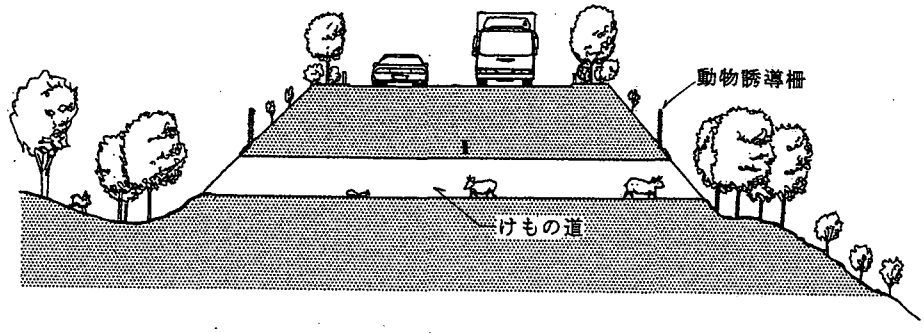
出典；鬼首エコロードガイドブック*[4]

■動物の横断施設に関わる事例（１）

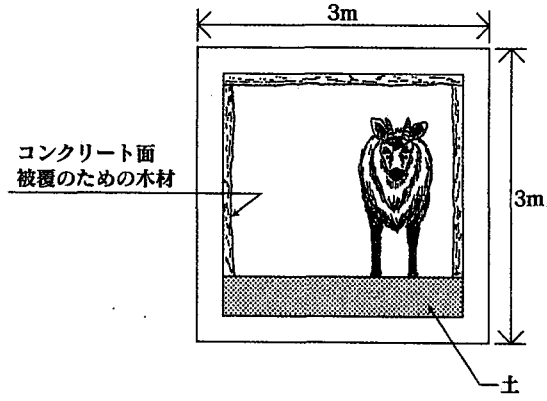
実 施 場 所	国道108号　鬼首道路（その2）

（議論と対応策）

・ニホンカモシカがよく出現し、１㎞以上に亘り土工部が連続する小伏沢橋～役内大橋間に設置することとし、設置場所は樹林の切れている幅が小さく身を隠すことが容易で、カモシカがよく横断している地点付近に設置した。
・盛土下を横断するボックスカルバート（３ｍ×３ｍ程度）を設置した。他の事例から幅３ｍ以上ないと利用しないのではとの疑問も出されたが、委員の学識者の判断で３ｍ×３ｍで実施となった。
・ボックスカルバート内は動物が歩く部分は土を敷き、内壁は木材によりコンクリート面を覆った。
・けもの道出入口へは植樹を行い周囲の林との連続性に配慮した。
・設置の結果、ニホンカモシカをはじめとする多様な動物が利用している。【資料編P30～32参照】
・鬼首道路は雪が多いことから、横断路の機能を確保するためには雪によって横断路がふさがれないように除雪時に配慮している。



動物横断路（けもの道）



動物横断路（けもの道）断面

出典；鬼首エコロードガイドブック*4

■動物の横断施設に関わる事例（1）

実施場所	国道108号　鬼首道路（その3）

維持管理

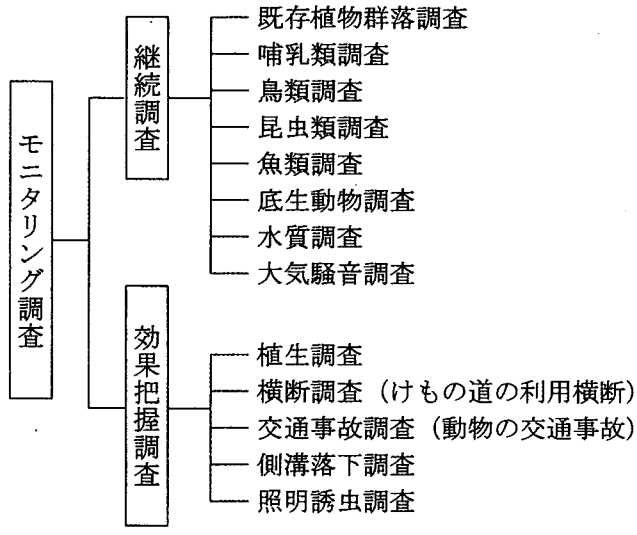
エコロードとしての機能を維持するため、モニタリング調査とこれを反映させた維持管理の実施。

【対策の内容】

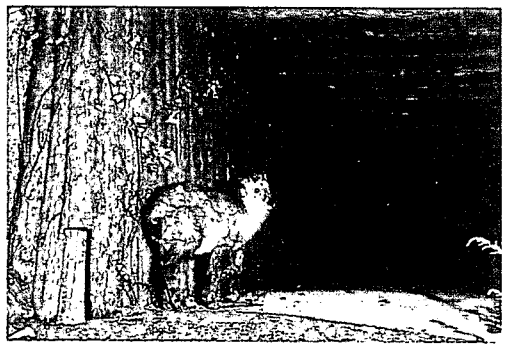
■モニタリング調査

道路が周辺の自然環境に及ぼす影響とエコロード対策の効果を把握するためのモニタリング調査を実施しています。

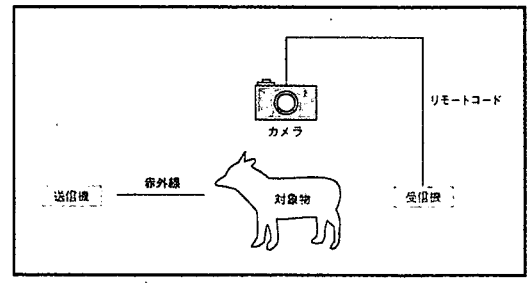
モニタリング調査は工事中から実施している「継続調査」と対策効果をみるための「効果把握調査」を行っています。　【資料編Ｐ９～35参照】



モニタリング調査の構成



動物横断路を通るカモシカ



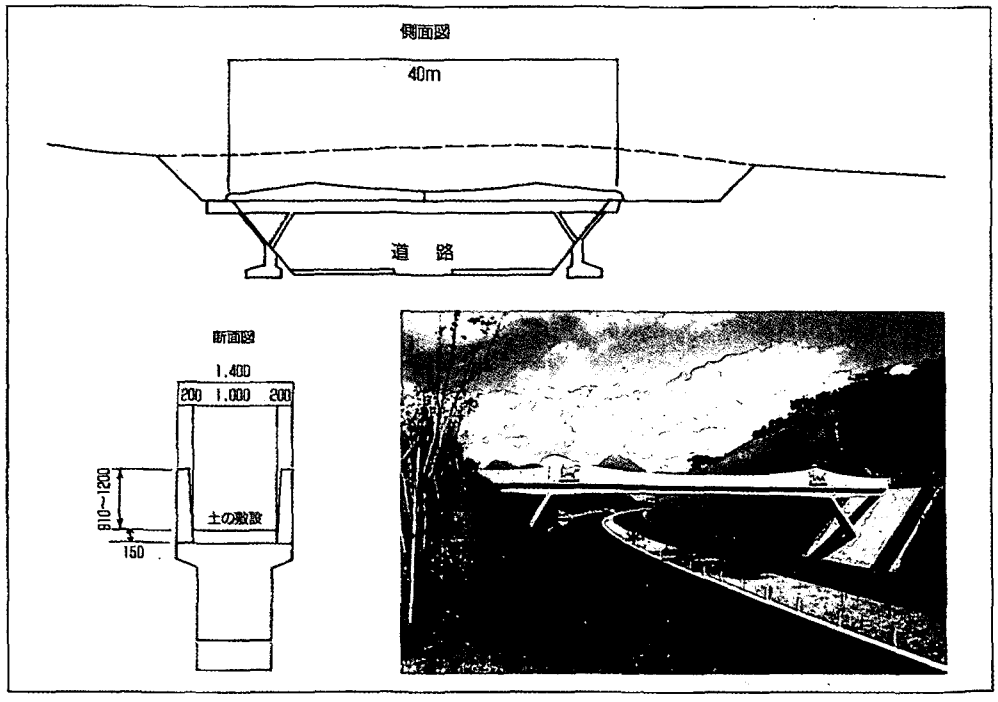
動物横断路に設置した撮影装置の原理

出典；鬼首エコロードガイドブック*4

■動物の横断施設に関わる事例（2）	
実 施 場 所	九州横断自動車道（大分道）

事例-13は、九州横断自動車道（大分道）に設置されたニホンザルの移動のためのオーバーブリッジ（延長40m、幅員１m）である。高崎山およびその周辺は野生のニホンザルの生息地である。３～４歳になると、オスザルは育った群を離れ、他の群に移る習性があることから、移動のための経路を確保した事例である。ここではサルが利用しやすいように、厚さ15cm 程度に土を入れ、既存の樹木や草本の侵入が可能になるように配慮した。また、橋の両側とその周辺にはアラカシやアカシデ等の樹木を植栽し、隠れ場所を提供すると同時に、通行車両等が見えないように配慮した。

■事例-13　ニホンザルの移動を確保するためのオーバーブリッジを設けた事例――九州横断自動車道（大分）



出典；自然との共生を目指す道づくり（エコロードハンドブック）*1

■動物の横断施設に関わる事例（3）

実施場所	道道花咲港温根沼線

(2) 構造物の計画

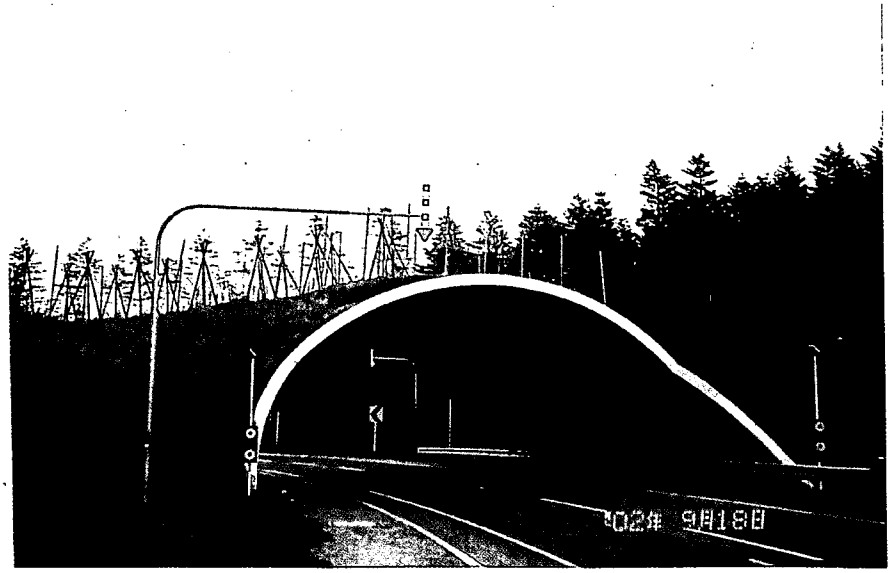
a) アンダーパスの規模

エゾシカの体高は頭頂が約 1.4m、角高が 0.7m で跳躍力が約1.5m であることから、跳躍時の角先端までの高さが約 4m 弱に達する[2]。また、頭胴長が 2m 弱[2]であることから、方向転換等も考慮すると、エゾシカが余裕を持って横断構造物内を通過するためには、間口を 4.0m×4.0m とする必要がある。また、ニホンジカやイノシシを対象とした本州の設置例[4]や、大きさが類似するミュールジカを対象としたアメリカの例[5]でも間口を 4.0m×4.0m 程度としており、これを参考にボックスカルバートの間口を 4.0m×4.0m とし、延長を盛土形状から16.5m とした

b) オーバーブリッジの規模

オーバーブリッジもアンダーパスと同様に、余裕を持って通過させるため最小幅を 4.0m とした。計画時には橋梁タイプやボックスカルバートタイプ、あるいはアーチカルバートタイプを比較したが、最終形状が盛土となって人工構造物としての違和感が少なく、かつ間口を漏斗状に広げることで構造物に対する圧迫感が緩和されるアーチカルバートタイプを採用した

出典；第１回　野生生物と交通研究発表会講演会資料（2002.2.18）*5

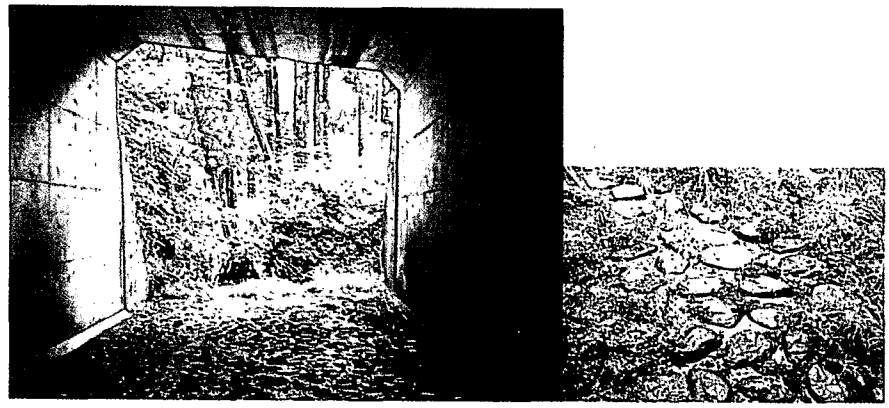


■動物の横断施設に関わる事例（4）・（5）

実 施 場 所	茶臼山高原道路／日光宇都宮道路

事例-8は、愛知県の茶臼山高原道路設楽線で野生動物（イノシシ、キツネ、タヌキ、カモシカ等）の移動を確保するためのボックスカルバートである。形状は、幅約４m、高さ約4.5m、延長約60mであり、地表は自然石による舗装が行われている。

■事例-8　動物類の移動を確保するためのボックスカルバートの事例――茶臼山高原道路（愛知）



事例-9は、日光宇都宮道路で、周辺の野生動物（ニホンザル、シカ等のほ乳類）のために高架橋梁およびボックスカルバートで移動路を確保した事例である。その後の調査で、動物類の通路使用が確認されている。

■事例-9　動物類の移動を確保するためのボックスカルバートの事例――日光宇都宮道路（栃木）

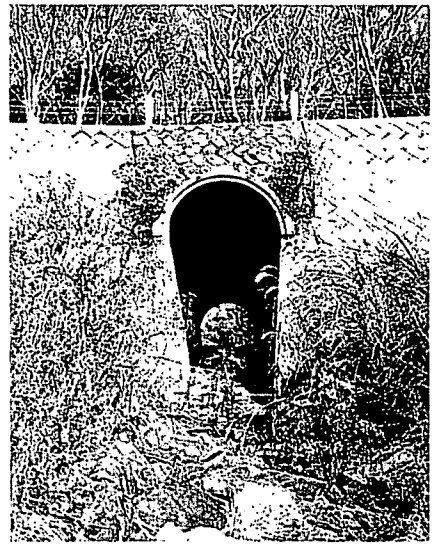
出典；自然との共生を目指す道づくり（エコロードハンドブック）*1

■動物の横断施設に関わる事例（6）

実施場所	霧ヶ峰道路美ヶ原線

事例-7は、霧ヶ峰道路美ヶ原線で、周辺地区の野生動物（カモシカ、シカ、ツキノワグマ、キツネ、タヌキ、イノシシ、テン等）の生活圏を保護するために、動物の営巣および移動の密度の高い沢部に対し、大きな沢は橋梁とし、小さな沢はボックスカルバートを設置して道路横断排水路兼動物用通路とした例である。ボックスカルバートは石張り施工し、自然に近い状態としてある。

■事例-7　動物類の移動を確保するためのボックスカルバートの事例――霧ヶ峰道路（長野）



出典；自然との共生を目指す道づくり（エコロードハンドブック）*1

■動物の横断施設に関わる事例（7）

実施場所	沖縄県白浜南風見線

沖縄の県道白浜南風見線において、小動物保全対策として横断函渠を設置したが、その横断函渠の利用状況調査（イリオモテヤマネコを中心とした調査）を実施した。調査ヶ所は１０ヶ所で、その結果は以下のとおりである。

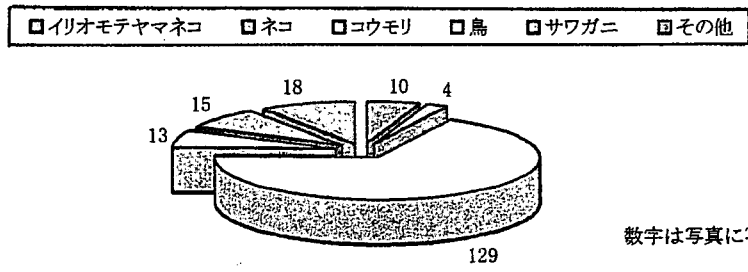
設置箇所

ボックス名称	タイプ	施工年度	寸法(内寸)(m) B(幅) × H(高さ) × L(延長)	ネコ走り	カメラの向き	備考
B-4	兼用	H11	2.0 × 2.0 × 20.2	2	山向き	
B-7	兼用	H13	2.0 × 2.0 × 19.1	1	山向き	
B-8	兼用	H13	2.0 × 2.0 × 16.1	2	山向き	
C-4	専用	H13	2.0 × 2.0 × 15.2	なし	山向き	
E-2	専用	H11年度以前	2.0 × 2.0 × 14.0	なし	海向き	
E-14	兼用	H11年度以前	1.5 × 1.0 × 22.6	1	山向き	
F-13	専用	H11年度以前	1.0 × 1.0 × 19.6	なし	海向き	
G-2	専用	H12	2.0 × 2.0 × 15.0	なし	海向き	
G-6	専用	H12	1.8 × 1.8 × 26.0	なし	海向き	
G-8	兼用	H12	2.0 × 2.0 × 19.0	1	山向き	

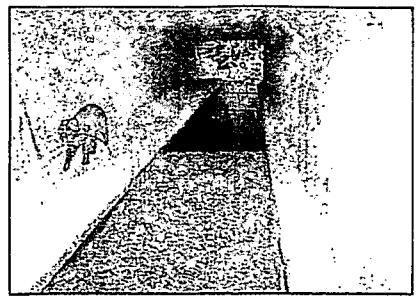
トンネル別利用状況
調査期間：平成14年2月6日～9月19日

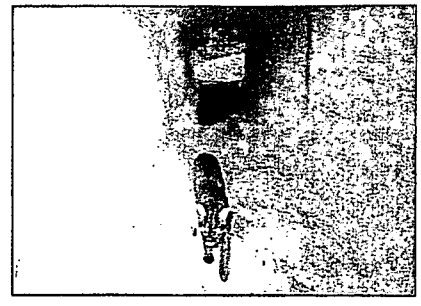
	B-4	B-7	B-8	C-4	E-2	E-14	F-13	G-2	G-6	G-8	合計
イリオモテヤマネコ	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	10
ネコ	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
コウモリ	0	0	1	0	0	1	2	0	73	52	129
鳥	0	0	1	0	0	0	0	0	10	2	13
サワガニ	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
その他	3	0	0	0	6	2	0	0	4	3	18
合　計	6	15	2	1	7	7	6	0	87	58	189

個体別利用状況



数字は写真に写った個体数





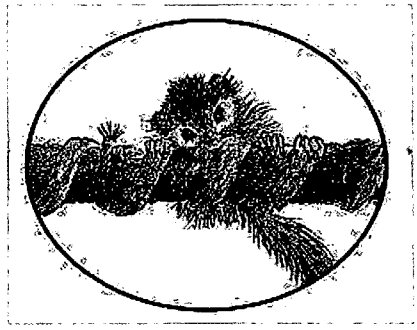
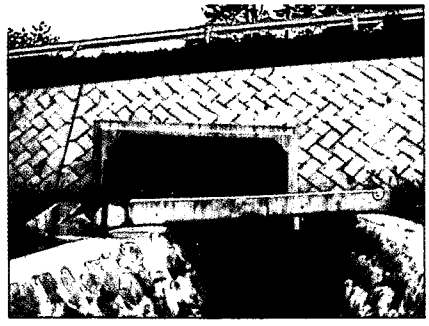
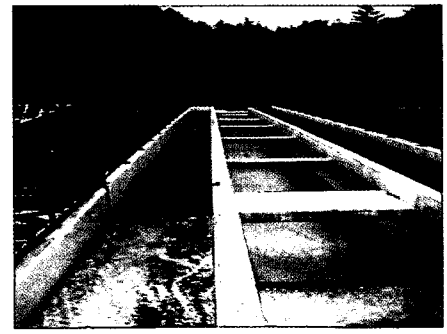
出典；H15 年 3 月　沖縄県内研究発表会資料*9

■動物の横断施設に関わる事例（８）

実施場所	清里高原有料道路

■ヤマネブリッジの対策

清里高原有料道路は、観光シーズンに生じる国道１４１号の交通渋滞の緩和と、地域住民への利便の向上を期待して建設されました。清里地域の素朴で清らかな自然環境と、天然記念物ヤマネなどそこに生息する動物たちのことを考えて、様々な工夫と配慮を施したエコロード（ECOLOGY ROAD）をつくりました。

天然記念物　ヤマネ	ヤマネブリッジ
	
・全長１２cmほどの小動物。 ・８００m～１，８００mの高山に生息。 ・樹上や森林を好み、夜行性。 ・昼間は樹洞内に眠る。 ・１属１種の日本固有種。 ・１９７５年、国の天然記念物に指定。	当該有料道路とＪＲ小海線に挟まれ、孤立化した森にいる動物たちのために、ヤマネブリッジをかけました。ブリッジ周辺には、つる状の植物を植えることにより、動物たちが気軽に通れるように配慮しました。
けもの道	水路橋
	
動物たちの生活圏が道路によって分断しとぎれることのないように動物の行動パターンを考え様々な工夫をこらし、けもの道を設けました。	カメやトカゲ、ヘビなどの爬虫類、イモリや蛙などの両生類は水辺 を利用するので、水路に移動経路を設けて暮らしやすくしました。

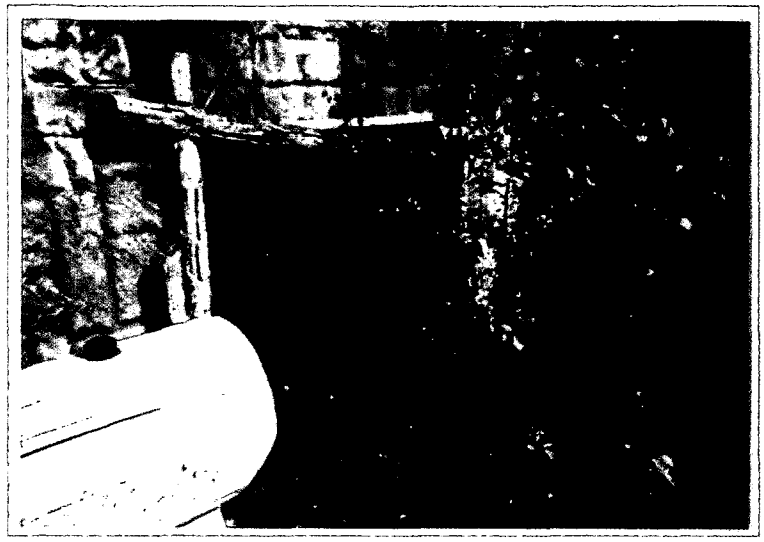
出典；清里高原有料道路ホームページから抜粋。

■動物の横断施設に関わる事例（9）

実 施 場 所	高山清見道路（安房峠道路）

■クマボックスの設置

クマの道路横断を可能にしたクマボックスを設置した。



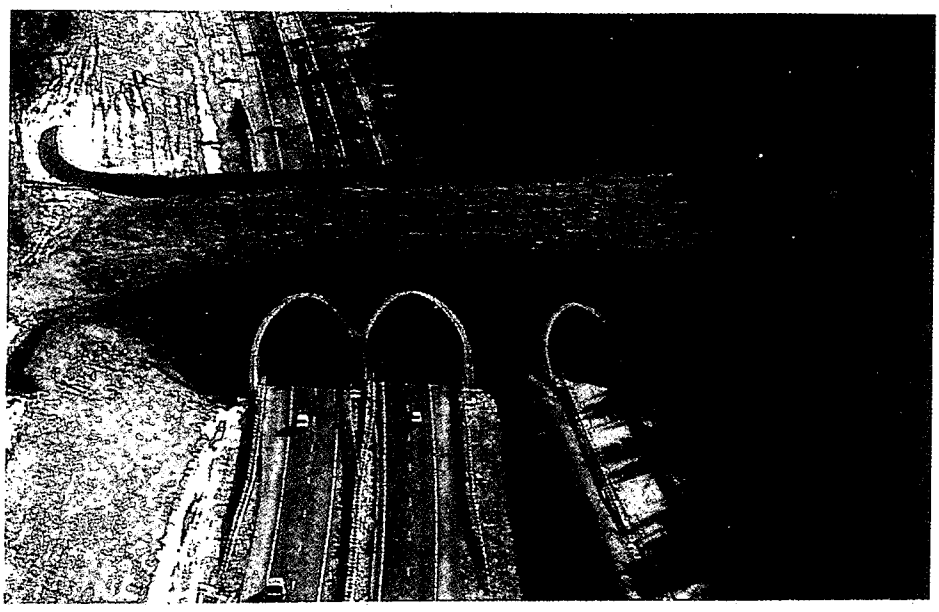
外観

内空断面

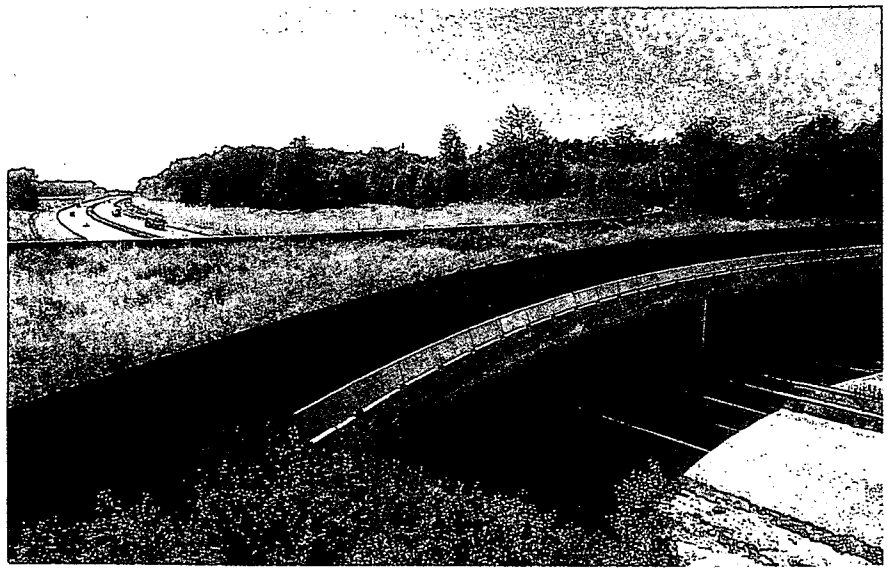
■動物の横断施設に関わる事例（10）

実施場所	オランダ

アンダーパスやオーバーパス，いわゆるエコダクトには各種野生動物を対象としたさまざまなタイプのものがヨーロッパでは設置されている(図II-7～12)。エコダクトは視界(幅)が広く，通路部分が短いもの程良く，Roth & Klatt(1991)が多くの良い例を示している。エコダクトは人間の通行を禁止し，野生動物専用にするべきである，というのが専門家の意見である。高速道路を横断するシカのために新たに建設されるエコダクトは，50 m の幅を確保し，傾斜のない水平な位置に建設されるべきである。小さな横断通路にもシカは順応するが，大型のものに比べると，決して良い結果は得られない。



図II-10　オランダの高速道路 A 50 の Woeste Hoeve 付近に設置された道路両側の野生動物保護区を結ぶオーバーパス(RWS, 1995 より)



図II-12　ヘッドライトがあたらぬようにオーバーパスに高さ 2 m の板壁を設置した例
(RWS, 1995 より)

出典；野生動物の交通事故対策（エコロード事始め） *2

■動物の横断施設に関わる事例（11）

実施場所	野生動物の横断施設調査

表３　アンダーパスの事例[4) ~14)]

ガルバード	国	州	断面(m)	延長(m)	OE	対象動物
	米国	アーカンソ	1.22×1.22			
		コロラド	2.13×2.44			
		〃	2.44×3.66			
		〃	3.05×3.05	30.5	0.3	ミュールジカ
		〃	3.1×6.1		0.7	〃
		〃	4.3×4.3		0.4	〃
		〃	2.4×2.4		0.1	〃
		〃	5.5×14.6		5.2	〃
		〃	7.3×14.6		5.4	〃
		フロリダ	2.44×7.32			
		カルフォルニア	3.0～3.6×1.8～3.0	33～66	0.1～0.3	カメ
		ワイオミング	3.35×6.08	9.12	2.2	シカ類
		バーモント	3.96×3.05	97.54	0.1	
		ノースカロライナ	2.4～3×38	100	0.9	
	カナダ	バンフ国立公園	4.20～13.4×2.5～4.0	25.6～67.5	0.2～2.1	野生動物一般
	日本	愛知県	4.5×4.0	60	0.3	ニホンカモシカ等
		秋田県	3×3			〃
		北海道	4.2×4	53	0.3	エゾシカ等
		〃	4×4	22	0.7	〃
		〃	5×4	10.85	1.8	〃
		〃	4×4	16.5	1	〃
		〃	5×5	50	0.5	*2
		〃	5×4	58	0.3	*2
		〃	5×4	80	0.3	*2
		〃	5×6.5	88	0.4	*2
		〃	5×5	36	0.7	*2
橋梁タイプ	国	州	高さ×幅	延長(m)	OE	対象動物
	米国	モンタナ	3～8×23	11	6.3～16.7	山羊
		〃	3×3	11	0.8	〃
		フロリダ	2.44(高さ)	36.58		野生動物一般
		ニュージャージー	2.44×6.08	36.28	0.4	
	日本	北海道	4×16.9	13	5.2	エゾシカ等
パイプ・トンネル*3	国	州	直径(m)	延長(m)	OE	
	米国	カルフォルニア	0.9～1.5	33～66	0.01～0.05	カメ
		〃	1.4	33～66	0.02～0.05	カメ
	オランダ		0.4～0.5			アナグマ
			1	20以下	0.04	両生類
			1.5	50程度	0.04	両生類
			0.3～0.4			ヒキガエル
	スイス		0.5～2	最大40	0.02～0.08	小動物
	日本	岡山県	1.5	67	0.03	中小動物

*1 Openness Effect (OE) :トンネル効果 = 高さ × 幅 / 奥行き

*2 高速道路下に人間活動のために設置されたが、野生動物の横断通路としても使用されている。

*3 パイプ・トンネルのOEは、パイプの断面積を延長で除した値とした。

*4 形状などの値が分かっている事例のみを掲載

表４　オーバーパスの事例[3) 8) 9) 13)]

種類	国	州	高さ×幅員(m)	延長(m)	高さ(m)	対象動物
橋梁	米国	ニュージャージー	91.46			
	〃	〃	61			
	カナダ	アルバータ	50			
	オランダ		15～50	80		大型ほ乳類
	スイス		20～25			シカ
	日本	大分県	1	40		ニホンザル
アーチカルバート	〃	北海道	4	32	8	エゾシカ等

*5 形状などの値が分かっている事例のみを掲載

表５　エコブリッジの事例[2) 14) 15) 16)]

種類	国	州	高さ×延長(m)	桁部分		対象動物
エコブリッジ	日本	山梨県大月市	5×28	幅20cm	杉板	ニホンリス
	〃	北海道帯広市	8×26.8	直径6cm	丸太	エゾリス
	〃	北海道札幌市	5.1×30	直径8cm	丸太	エゾリス
	〃	北海道斜里町	6×19	直径7.8cm	漁業用ロープ	エゾリス

*6 形状などの値が分かっている事例のみを掲載

*7 斜里町の事例は、直径2.6cm×3本ということで7.8cmと表示した。

出典：第２回「野生動物と交通」研究発表会講演論文集*6

4.2 道路横断施設における動物の利用実態調査・分析

4.2.1 概要

1）調査の目的

道路建設による生息域分断の結果、ロードキル（動物が道路上で車等に轢かれる現象）が発生し、周辺生態系への影響も懸念されている。環境影響評価等において、動物生息域への影響が回避できない場合は、代償措置として道路横断施設の設置が検討されることが多いが、効果の高い道路横断施設については、明らかになっていないのが現状である。

これまでの道路横断施設は、「動物に配慮した横断施設」というよりも、「道路建設に伴う人間生活の補償施設」としての機能回復を目的に造られており、動物にとって望ましいものとなっていないと思われるケースも多くあった。

ところが、道路に設置されている道路横断施設（パイプカルバート、ボックスカルバート、オーバーブリッジ）は、中型哺乳類を中心としてニホンジカなどの大型種からネズミなどの小型種まで多くの動物の横断に利用されていることも報告されており、道路横断施設の種類とその利用頻度の関係を把握するための調査が必要との認識に至った。

本調査は、「動物の利用頻度の高い道路横断施設とはどのような施設か」を明らかにすることを目的として、既往の道路横断施設において、野生動物の利用頻度を調査・分析したものである。

2）調査内容および方法

道路横断施設を利用する動物の実態調査については、「自動撮影装置」を使用した。

本調査では、一眼レフカメラを利用した自動撮影システム（撮影機器、センサー、電源、照明から構成される）を長期間連続して設置し、道路横断施設（パイプカルバート、ボックスカルバート、オーバーブリッジ）における動物の利用状況を把握した。

調査箇所と時期については、

①宮崎自動車道において平成 12 年度から 2 ヵ年

②常磐自動車道で平成 14 年度

動物の季節による行動の変化を考慮し、秋季、春季における横断施設利用状況（動物の種類、頻度、利用時間など）の調査を行った。

なお、調査箇所を宮崎自動車道にした理由は、撮影対象動物である中型・小型哺乳類が多い箇所であることが、事前にわかっていたためである。

また、14 年度の常磐自動車道は、データが入手しやすい等の理由から選定した。

4.2.2　宮崎自動車道における道路横断施設利用調査

1）調査場所

調査対象箇所は、宮崎県内の高速道路の中で、河川にはさまれた里山環境の約 2ｋｍ（宮崎県小林ＩＣ付近の猫塚川から巣之浦川間）区間を選定した。

この調査対象区間の周辺環境は、丘陵地の樹林（スギ・ヒノキ植林）と平地の農耕地や住宅地がモザイク上に分布している地域であり、調査対象の横断施設は、道路延長約２km の範囲にある 10 カ所を対象とした（図 4.1）。

- ボックスカルバート（bc1、bc2、bc3、bc4、bc5、bc6）
- パイプカルバート（pc1、pc2）
- オーバーブリッジ（ov1、ov2）

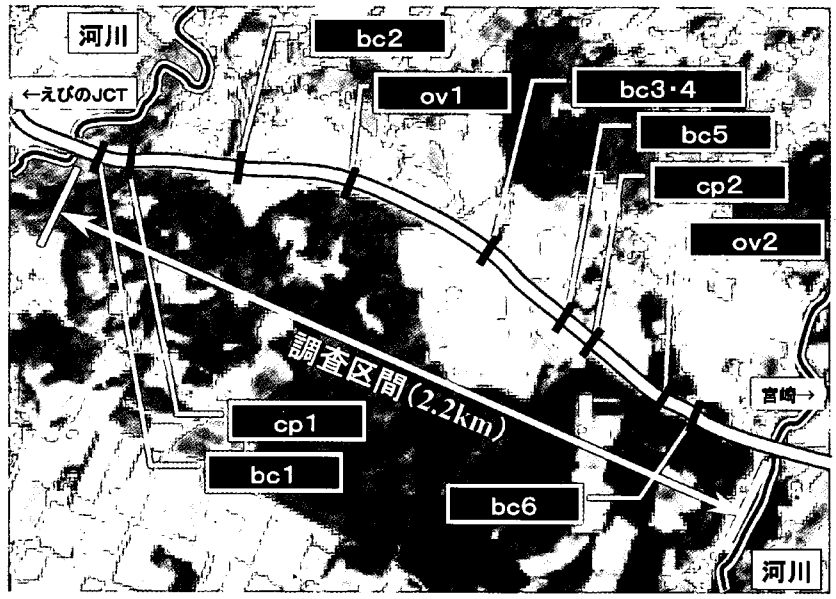


図 4.1　自動撮影システムの設置地点

2）横断施設の構造および立地環境

対象地域は宮崎県南西部の標高約 400m 地点にあり、山地から連続する丘陵部の樹林と平地の耕作地で構成されている。丘陵部を切土で通過する地点にオーバーブリッジ、平野部を盛土で通過する地点にボックスカルバートやパイプカルバートがそれぞれ認められる。小尾根、沢、台地部、低地部がモザイク状に入り組んでおり、地域全体が野生動物の良好な生息環境となっている。

横断施設の立地環境は施設を挟んだ両側（南北）の植生・土地利用状況によって以下の４タイプに分けた。

①樹林／樹林　　②樹林／住宅　　③樹林／畑地

④畑地／畑地

なお、横断施設から樹林（主にスギ林）までの距離は南北側双方とも 200m以下である。また、住宅地は北側では 150m以内に見られるが、南側は樹林や耕作地が広がり、おおむね 500m以内には見られない。

住宅（農家）ではニワトリなどが飼育されていることが多かった。また、一部の横断施設の近くには牛舎や堆肥置き場があったが、本調査では畑とみなした。

調査対象施設の構造と周辺環境について、表 4.1 にとりまとめた。

表 4.1　調査対象施設構造と周辺環境

調査箇所	構造	南側	北側
bc1	W400*H450*L2952	樹林	樹林
pc1	D200*L4150	樹林	樹林
bc2	W300*H300*L2950	畑地	畑地
ov1	W450*L3750	樹林	畑地
bc3	W400*H400*L2450	畑地	畑地
bc4	W300*H300*L4520	畑地	畑地
bc5	W450*H450*L2670	畑地	畑地
pc2	D200*L4485	樹林	畑地
ov2	W400*L4076	樹林	樹林
bc6	W300*H300*L2440	樹林	住宅

W:幅、H:高さ、D:直径、L:長さ（cm）

3）道路横断施設の利用状況調査方法

道路横断施設における動物の利用状況の調査方法には、足跡トラップ調査や体毛トラップ調査、自動撮影調査に、フィールドサイン調査などであるが、本調査では、動物の通過数を定量的に把握することと長期的な調査を行うことを目的とした場合、自動撮影システム（図 4.2）が望ましいと判断し選定した。

この自動撮影システムは、撮影機器（一眼レフカメラ本体、ストロボ）、赤外線式センサー、ストロボ用外部電源から構成される。監視カメラは、連続撮影のためセンサーは使用せず、ＣＣＤカメラ、赤外線投光器、外部電源によって構成した。録画開始はビデオデッキ標準のタイマーを利用した。

この自動撮影システムによる撮影は、動物や人・車の通行に妨げとならないことを考慮して、「赤外線撮影」を行った。

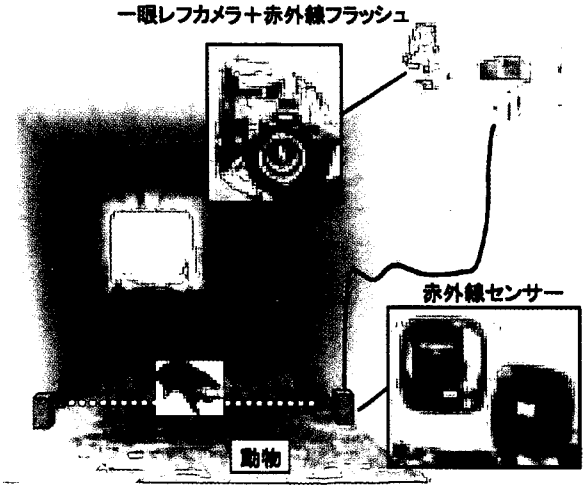


図 4.2　自動撮影システム

また、撮影精度については、中型哺乳類を対象としたため、センサー設置高さを 20cm 程度として行った結果、背の低いチョウセンイタチは撮影できない場合があったが、テンやタヌキ程度の大きさであれば、撮影可能であることを確認した。

撮影機器は、ボックスカルバートやパイプカルバートの場合は施設内の天井近くに設置した。

仮設電源を設置し、調査期間中は常時電気を供給できるシステムとした。

＜自動撮影システムの構成＞

・赤外線の照明による撮影

・動物の通過時のみの撮影（通過個体を確実に撮影）

・性能／価格比が比較的高い

・調査員の連日の見回りの必要がない

の条件を満たした、一眼レフカメラのシステムを全地点に設置した。基本的にはカメラ１台のシステムであるが、交通量が多い地点ではカメラを２台使用した。これらの地点では、センサーも２台利用し、センサーの動作時間を切り替えるタイマーも付加した。

４）調査期間

自動撮影調査の実施時期は、全国でのロードキル件数が多いタヌキの生態に着目して設定することとした。高速道路上で最もロードキル発生が多いタヌキは、亜成獣の分散期（秋季：10月～11月）と交尾期（春季：２月～３月）に事故件数が増加するといわれている。ほかの中型哺乳類も同様の生活史を持つものが多く、自動撮影システムによる調査でも多くの記録が得られることが期待されることから、秋季（10月～11月）、春季（２月～３月）の２季について、それぞれ最低30日間の調査を実施した。表4.2に示す日程（日数は、期間と箇所数の延べ日数）とした。

なお、撮影は夜間に行い、季節や調査箇所によって若干異なるものの、日没前から日の出後（例えば、H13年春季の2月は17時30分～7時30分の14時間程度）を基本とした。

表4.2　調査時期と日数

調査時期		有効延べ日数
春季	H13.2.14～3.31	321日・箇所
	H14.2.1～3.21	420日・箇所
秋季	H13.10.12～1.28	394日・箇所

注）有効撮影日数

「有効撮影日」は、設定した開始時刻より終了時刻まで連続して撮影可能であった日のことを示す。動作時間内にフィルムを撮り終わった日などは省いた。　秋季調査では、延べ451日中「有効撮影日数」は、394日であった（87%）。春季調査では、延べ468日中420日であった（90%）。なお、2001年春季は延べ460日中321日であった（70%）。

4.2.3　道路横断施設の動物利用調査結果

1）動物の道路横断施設利用状況（出現種類）

道路横断施設において3期間で撮影された結果を図4.3に示す。

野生動物では、ノウサギ、タヌキ、キツネ、テン、チョウセンイタチ、アナグマ、ハクビシン（以下、この7種を野生動物と称す。なお、ハクビシンは2001年秋季調査のみで確認）が確認された。そのほかに種類は不明だが、ネズミ類、コウモリ類も撮影された。

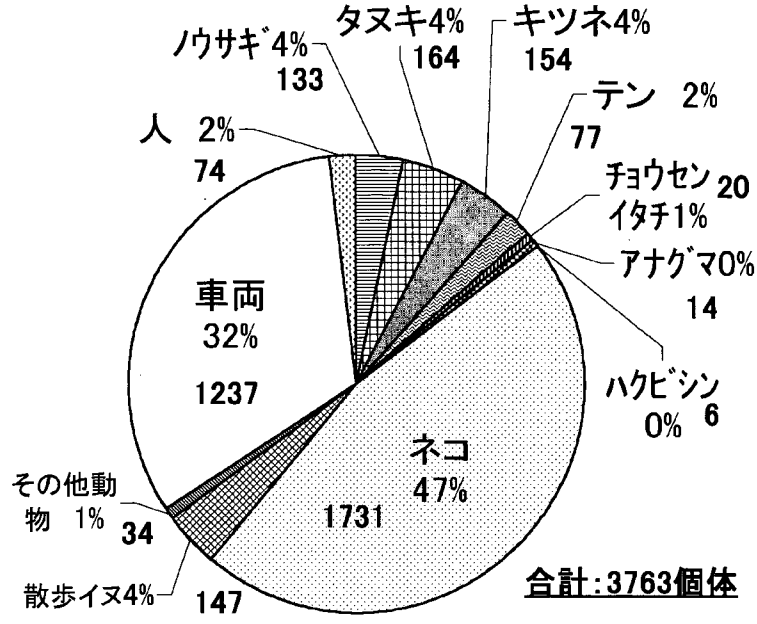
なお、ペット類のネコ（最多数）、イヌ（散歩イヌ）も多数が記録された。

なお、この撮影個体数のうち、5分未満に連続して確認された動物（別個体であると判別できた場合を除く）は同一個体とみなし、野生動物の通過個体数（図4.4）として整理した。

また、この野生動物通過個体数であるが、個別の種に着目してみると調査時期によって時間的・季節的変動が大きい種があった。しかし、調査区間全体（約2km）における野生動物の全通過個体数は3期とも同程度であることから、3期全データをあわせて解析することとした。

3期間の調査区間全体における1日あたり通過個体数を図4.4に示す。

その結果、ノウサギ、タヌキ、キツネは1日あたり1個体以上通過していることとなり、野生動物全体では、（10施設の1日あたりの平均通過数の和）4.99個体／日となった。



（図中の数字は横断施設の撮影個体数）

図4.3　横断施設の撮影割合

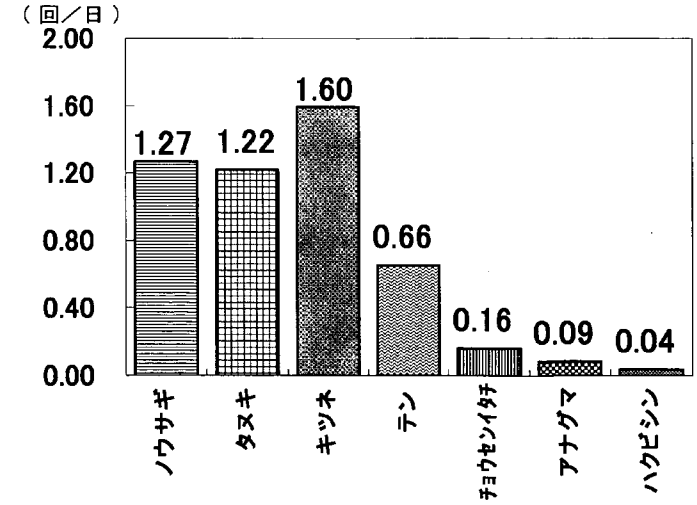


図4.4　調査区間・1日あたり野生動物通過数

これに対し、調査区間内にこの区間内で発生したロードキルはノウサギ3個体、タヌキ4個体、イタチ1個体であり、1日あたりの野生動物のロードキル件数は0.06個体／日である。

2）横断施設別通過数

次に、各横断施設ごとの1日あたり平均通過数を図 4.5 に示す。横断施設により通過数に差があり、特に bc1、pc1、bc2、ov1 および ov2 では野生動物の通過数が特に多かった。また、各横断施設の利用動物種を表 4.3 に整理すると、種によっては利用する施設としない施設があることがわかる。これら動物の利用状況は、道路周辺の動物の生息数や行動圏とその内部構造との位置関係等の要因も相互に影響していると思われるが、横断施設の周辺環境と構造に着目して分析した。

表 4.3 道路横断施設別の動物利用

	ノウサギ	タヌキ	キツネ	テン	チョウセンイタチ	アナグマ	ハクビシン
bc1							
pc1							
bc2							
ov1							
bc3							
bc4							
bc5							
pc2							
ov2							
bc6							

□は、確認された施設

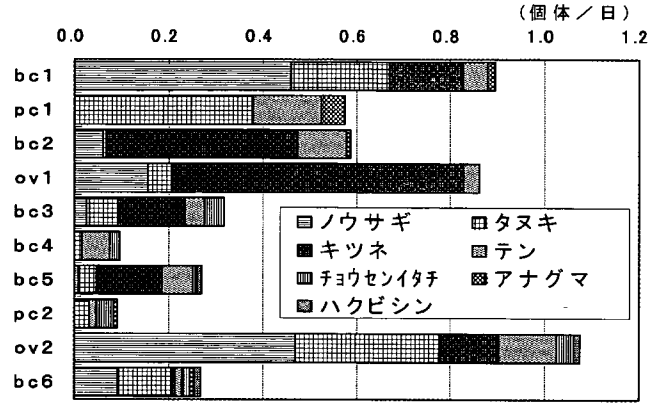


図 4.5　野生動物の 1 日あたりの平均通過数

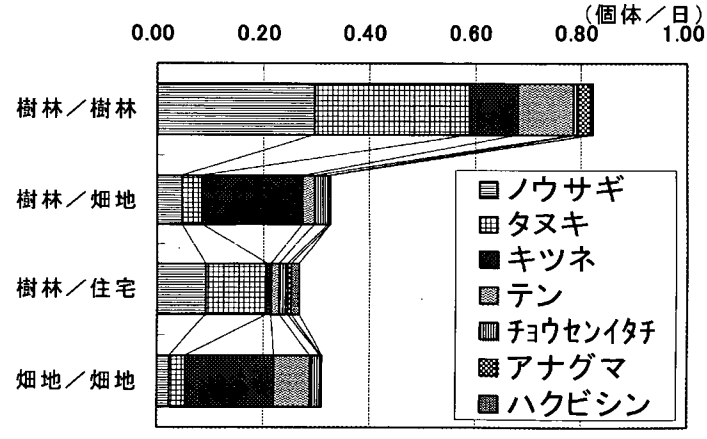
3）周辺環境別の比較

今回の調査では、横断道路施設の立地条件を大きく以下の 4 つに分けている。（表 4.1 参照）

- 樹林地を横断している箇所（樹林／樹林）
- 樹林と農耕地に接している箇所（樹林／畑地）
- 樹林と住宅に接している箇所（樹林／住宅）
- 畑地を横断している箇所（畑地／畑地）

この周辺環境毎に 1 施設あたりの 1 日平均通過数を図 4.6 に示す。

この図によると、全体的に横断施設の両側が樹林（樹林／樹林）であると野生動物の通過数が多い結果となり、特にタヌキとノウサギが通過数の大半を占めた。一方、畑地環境にある横断施設では、タヌキやノウサギは少なくなったのに対してキツネの通過数が多くなる傾向が見られた。



（周辺環境は「南側」／「北側」）

図 4.6　周辺環境別 1 日あたり平均通過数

次に、これらを動物種別に整理する。

前述した周辺環境毎の通過数は横断施設の構造（PC、BC、OV）によっても影響を受けていると考えられる。そのため、横断施設の構造をボックスカルバート（BC）にそろえ、周辺環境の違いによる通過数を比較した結果を図 4.7 に示す。この図では「樹林／樹林」（bc1）での通過数を基準（1.0）として、相対的な通過数を算出した。なお、チョウセンイタチおよびハクビシンについてはbc1で確認できなかったため比較できなかった。

この比較結果を見ても、ノウサギ、タヌキ、アナグマは、樹林／樹林において通過数が多かった。

また、キツネは畑地環境にある横断施設では通過数が多かった。（畑地／畑地においては最大で樹林／樹林の 2.6 倍となった。また、直接の比較にはなっていないが、樹林／畑地では樹林／樹林の 5.0 倍となった。）

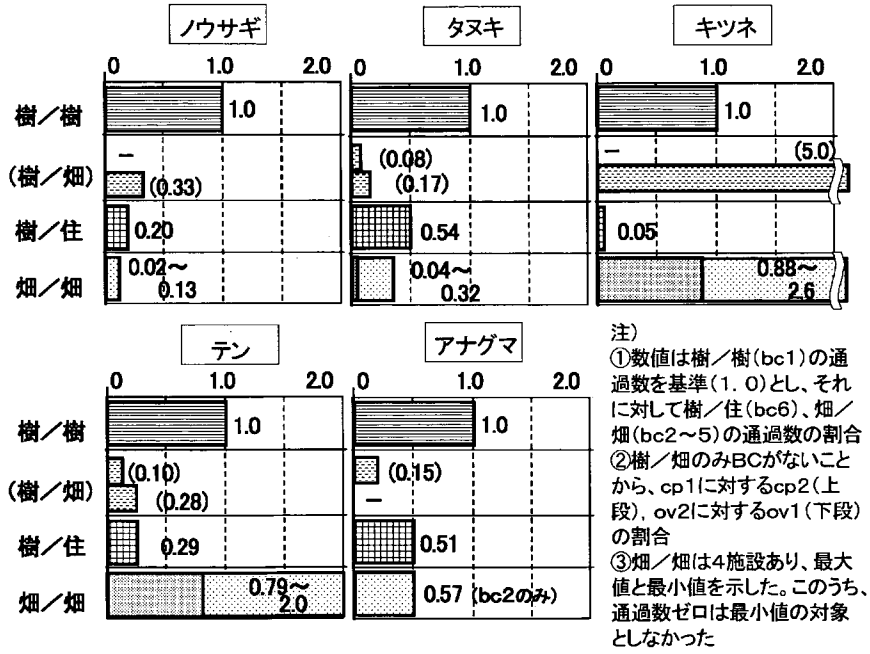


図 4.7　ＢＣにおける周辺環境別の通過割合

4）構造別の比較

構造による傾向を把握するため、構造別に動物の利用個体数を整理した。対象とした道路横断施設の構造としては、直径 2m の円形断面の PC、縦横一辺が 3～4.5m の四角形断面図の BC、幅 4m 程度の足跨橋 OV（表 4.1）であるが、その構造別の利用個体数を図 4.8 に示す。

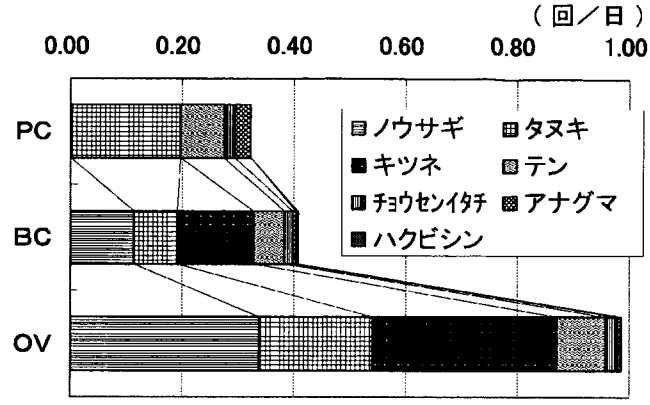


図 4.8　構造別 1 日あたりの利用個体数

それによると、全体的に OV の利用個体数が多い結果となり、ノウサギ、タヌキ、キツネが多数を占めていた。種数で見ると、BC では野生動物の 7 種全てが利用していたのに対し、PC はタヌキ、テン、チョウセンイタチ、アナグマの 5 種、OV はアナグマを除く 6 種が利用していた。

横断施設周辺の環境が違うことから、周辺環境を「樹林／樹林」にそろえ、構造の違いによる通過数を比較した結果を図 4.9 に示す。

この図では「BC」(bc1) での通過数を基準（1.0）として、相対的な通過割合を算出した。なお、チョウセンイタチおよびハクビシンについては bc1 で確認できなかったため比較には至っていない。

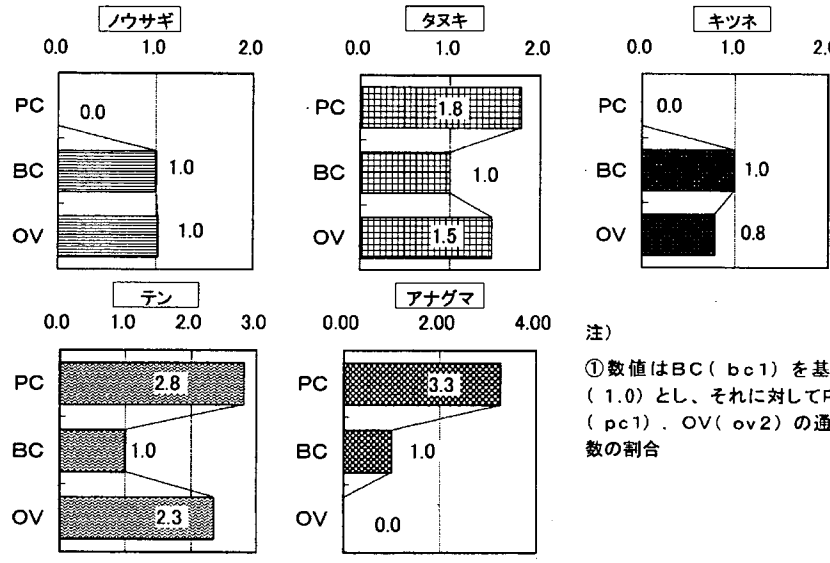


図 4.9　構造別 1 日あたりの利用個体数
（両側が樹林環境の場合）

比較対象としている、ＰＣ（pc1）とＢＣ（bc1）は50m程度しか離れておらず、動物は横断施設を通過する際にはどちらかを選択すると考えられる。

この場合、ノウサギ、キツネは全ての個体がＰＣよりも、隣接するＢＣを利用していたことになる。逆にアナグマはＢＣよりも、隣接するＰＣを 3.3 倍近く利用しているうえ、ＯＶも利用していなかった。一方、タヌキやテンについては、ＢＣよりＰＣの通過数が多かったが、ＯＶの利用も多かった。

4.2.4 道路横断施設の動物利用調査結果の考察

道路に道路横断施設の設置を計画する際には、まず、どの位置（環境）に横断施設を設置すれば野生動物の利用が多くなるのか考える必要があり、次にどの構造にするか決めることとなる。

よって、本調査で得られた動物種による利用頻度の傾向も考慮し、生息域の分断防止効果が高い道路横断施設について考察した。

1）道路横断施設の設置位置

今回の調査では、道路横断施設の立地条件を大きく４つに分け（表 4.1）、動物種毎に通過数を整理した（図 4.7）。その結果、ノウサギ、タヌキ、テン、アナグマのように樹林環境を主要な生息域としている種については樹林／樹林での通過が多く、畑地環境を主要な生息域としているキツネは畑地に隣接した施設の通過が多かった。

つまり、道路横断施設の周辺環境と中型ほ乳類の利用傾向との関係については、

①ノウサギ、タヌキ、テン、アナグマは樹林環境を横断する位置に道路横断施設を設置することによって利用が多くなる。

②キツネは畑地環境に道路横断施設を設置することによって利用が多くなる。

これらはそれぞれの動物種の生態等から一般的に言える事でもあるが、今回の調査によって定量的に示すことができた。

また、その一方で、テンが畑地／畑地で横断数が樹林／樹林より最高で 2.0 倍だった施設があったことや、アナグマが畑地／畑地でも 0.5 倍だったことから、

③利用が少ないと思われる環境でも餌場等の条件によっては横断施設が必要となる場合があるということが考えられる。

2）道路横断施設の構造

両側が樹林環境にもかかわらずノウサギが利用しなかった施設（cp1）やアナグマが利用しなかった施設（ov2）があり、畑地環境に接していてもキツネが利用しなかった施設（cp1）があった。

そこで、道路横断施設の構造であるＰＣ、ＢＣ、ＯＶ（表 4.1）に対して、動物種毎に通過数を整理した（図 4.8、4.9）。

その結果、ノウサギやキツネはＰＣの利用は見られず、アナグマはＯＶの利用が見られなかった（※次頁参照）。その一方で、タヌキとテン、イタチは全ての構造で確認できた。これらの調査結果は、各動物の生態に大きく関わっていることが予測できる。

よって、道路横断施設とその構造の関係は、

①タヌキ、テン、イタチでは、横断施設の構造の違いによる利用頻度差はあまり生じない。
→ 推測；いずれも、構造物に対する抵抗感が少ない。

②ノウサギ、キツネ、ハクビシンは横断施設がＰＣしかないと利用頻度は少なくなる。
→ 推測；閉塞感の強い構造には、抵抗感がある。

③アナグマは横断施設が、ＯＶしかないと利用頻度は少なくなる。
→ 推測；アナグマは土にもぐる習性上、ＯＶは抵抗感が強い。

ということが考えられる。

※これらについては、もともとその周辺には生息していなかった可能性もあることから、施設毎の利用数を比較している図4.5とも見比べ考察すると、ノウサギおよびキツネに対してはpc1およびpc2の両施設で利用が見られなかったものの、その両隣（つまりpc1に対してはbc1とbc2、pc2に対してはbc5とov2）ではいずれも利用が見られた。またアナグマに対しても、ov2の両隣（pc2とbc6）では利用が見られたことから、生息している可能性が高いことが伺えた。

また、図4.8で比較できなかったハクビシンについても（確認数は少ないが）同様のことが言え、pc2では確認されなかったのに対し、その両隣（bc4とov2）においては確認されている。

3）道路横断施設の設計の考え方

道路横断施設は、その動物が生息している環境に設置すれば利用数は多くなる。よって、自然豊かな山間部等に動物用の道路横断施設を設置する場合は、動物に適した位置（環境）を選択することとなる。

しかし里山地域等では、まず人間生活の補償を第一として道路横断施設の設置位置が決められる事から、動物用に道路横断施設を設置することがどうしても困難な場合がある。このときには、人間の補償用に決められた位置を動物も利用できるように多少移動させるような配慮も考えられる。

一方、横断施設の構造については、本線の道路構造（盛土区間か切土区間か）によってＰＣ・ＢＣのアンダーパスタイプか、ＯＶのオーバーパスタイプかは自ずと決まる。

構造がアンダーパスとなったときに特に配慮すべき動物種は、今回の調査では直径2mの円形断面のＰＣで確認されなかったノウサギとキツネ、ハクビシンとなる。この2種については本線を橋梁にしてその下の空間を利用してもらうことも考えられるが、本調査結果からは縦横一辺が3～4.5mのＢＣのケースの様に断面を大きくするだけでも利用頻度は大きくなると考えられる。

構造がオーバーパス、つまりＯＶとなったときは、アナグマやハクビシンのように約4m幅のＯＶを利用しなかった種に対する対応が必要である。対応策としては、海外の事例で見られるようにＯＶ上に根株を置いたり、日本においてもＯＶの両側に植栽を施した事例もある。このように、開けた環境を好まない種が身を隠しながら横断できるような工夫が考えられる。

4.2.5 常磐自動車道における道路横断施設利用調査

1）調査場所

自動撮影調査は、常磐自動車道（日立北ＩＣ、北茨城ＩＣ付近）の道路横断施設８カ所を対象とした。（図 4.10 を参照）。

日立北地区は、山裾部に集落があり、道路は山中を通過する。標高は約 100m。ボックスカルバート３地点、オーバーブリッジ２地点。北茨城地区は、山裾部を道路が通過する。水田を挟んでやや離れたところに人家が点在する。標高は約 20m。ボックスカルバート２地点、パイプカルバート１地点。

2）調査内容および方法

調査対象の道路横断施設（８カ所）に自動撮影システムを設置した。「有効撮影日数」は、延べ 187 日中 178 日であった（95%）。

作動試験の結果をふまえ、「センサーによる動物の通過時のみの撮影」「24 時間連続動作」、「外付けストロボによる照明」、「外付けストロボ用外部電源（電池パック）の使用」、「赤外線フィルム」といった仕様を満たした一眼レフカメラシステムを用いた。なお、電池交換などのため、見回りを３日おきに行い、同時に監視カメラによって自動撮影システムの作動確認を行った。

3）調査期間

平成 15 年３月５日～４月１日に実施した。

作動試験は１カ所あたり最大７日間（延べ 32 日・カ所）、本調査は 19 日間（延べ 155 日・カ所）行った。

4）対象施設の立地環境

各地点の立地環境は、施設を挟んだ両側（東西）の植生・土地利用状況によって２タイプ（樹林／樹林、樹林／水田）に区分した。

- ボックスカルバートは、「樹林／樹林（日立北 15、17）」、「樹林／水田（日立北 16、北茨城５、６）」の２タイプが記録された。
- パイプカルバートは、「樹林／樹林（パイプ）」であった。
- オーバーブリッジは、「樹林／樹林（上山橋、上ノ山橋）」であった。

表 4.4　横断施設周辺の植生・土地利用状況一覧

地点名		KP	構造	周辺の植生・土地利用概況		立地環境	フェンスの形状	
				上り側	下り側	区分	上り側	下り側
日立北地区	上山橋	127.60	OV	スギ林、落葉広葉樹林	アカマツ林	樹林／樹林	金網型フェンス	金網型フェンス
	日立北15	128.57	BC	スギ林、竹林、落葉広葉樹林	スギ林、ササ	樹林／樹林	金網型フェンス	金網型フェンス
	日立北16	128.64	BC	水田と樹林がモザイク状に分布(山側に幅が広く深い水路があるため、横断施設内部からは水田に面する)	スギ、ヒノキ林	樹林／水田	金網型フェンス	側道脇は金網型フェンス。開口部が側道の下にある。
	上ノ山橋	128.86	OV	スギ林の手前のり面はササ、落葉広葉樹、竹林	スギ林の手前切土部はススキ草地	樹林／樹林	金網型フェンス	金網型フェンス
	日立北17	128.92	BC	ササ、竹林	切土斜面にススキ、ブッシュ、ササ、斜面上部にスギ林、落葉広葉樹林	樹林／樹林	金網型フェンス	金網型フェンス
北茨城地区	北茨城5	144.32	BC	沢の低地部が放棄水田、その両側が落葉広葉樹林	水田に面する	樹林／水田	金網型フェンス	金網型フェンス
	パイプ	144.44	PC	低地部にスギ林。両側の斜面部に落葉広葉樹林。	低地部にスギ、両側斜面部に落葉広葉樹林	樹林／樹林	金網型フェンス。ただし、開口部はフェンス内側。	金網型フェンス。ただし、開口部はフェンス内側。
	北茨城6	144.57	BC	水田、落葉広葉樹林(横断施設内部から連続する幅の広く深い水路が開口部の樹林、水田と隔てているため、側道の先の水田、樹林に繋がる)	スギ林、ススキ草地	樹林／水田	金網型フェンス	金網型フェンス

注：「構造」
BC：ボックスカルバート、PC：パイプカルバート　OV：オーバーブリッジ

5）対象施設の構造

各横断施設の構造（構造、側溝の形状、サイズ、フェンスの形状）について、表 4.5 に整理した。

■寸法；ボックスカルバート　幅 2.7m～5.4m、高さ 3.6m～4.5m、長さ 29m～77.4m。
　　パイプカルバート　直径 1.5m、長さ 68m。
　　オーバーブリッジ　幅 4.5m、5.2m、欄干高さ 2.0m、長さ 40m、42m。

■横断施設フェンスの形状　金網型。（なお、日立北 16 では一方の開口部が側道の下にあったため、フェンスの存在による動物への影響はほとんどないと考えられる。）

■パイプカルバートは、開口部および集水升がフェンスの内側にあり、側溝がフェンスの下を通っているため、動物の出入りが可能であった。

表 4.5　横断施設の構造一覧

地点名		KP	構造	側溝の形状	幅（m）		高さ（m）		長さ	フェンスの形状		通過障害となる内容など
					道路	水路	地面からの高さ	水路の深さ	(m)	上り側	下り側	
日立北地区	上山橋	127.60	OV	なし	4.5		2.0		40.0	金網型フェンス	金網型フェンス	
	日立北15	128.57	BC	フタ付側溝あり	3.0		3.6		29.0	金網型フェンス	金網型フェンス	側溝内通過可能 撮影不可
	日立北16	128.64	BC	水路あり	4.1	2.3	4.5	1.8	77.4	金網型フェンス	側道脇は金網型フェンス。ただし、開口部が側道の下。	水路内通過不可
	上ノ山橋	128.86	OV	なし	5.5		2.0		42.0	金網型フェンス	金網型フェンス	
	日立北17	128.92	BC	フタ付側溝あり	5.0		4.5		40.0	金網型フェンス	金網型フェンス	側溝内通過可能 撮影不可
北茨城地区	北茨城5	144.32	BC	水路あり	4.1	0.7	4.5	0.9	45.0	金網型フェンス	金網型フェンス	水路内通過不可
	パイプ	144.44	PC	なし	直径1.5				68.0	金網型フェンス。ただし、開口部はフェンス内側。	金網型フェンス。ただし、開口部はフェンス内側。	東側の集水升内の水深が最大35cmのため通過困難
	北茨城6	144.57	BC	水路あり	5.3	2.3	4.5	1.4	58.0	金網型フェンス	金網型フェンス	水路内通過不可

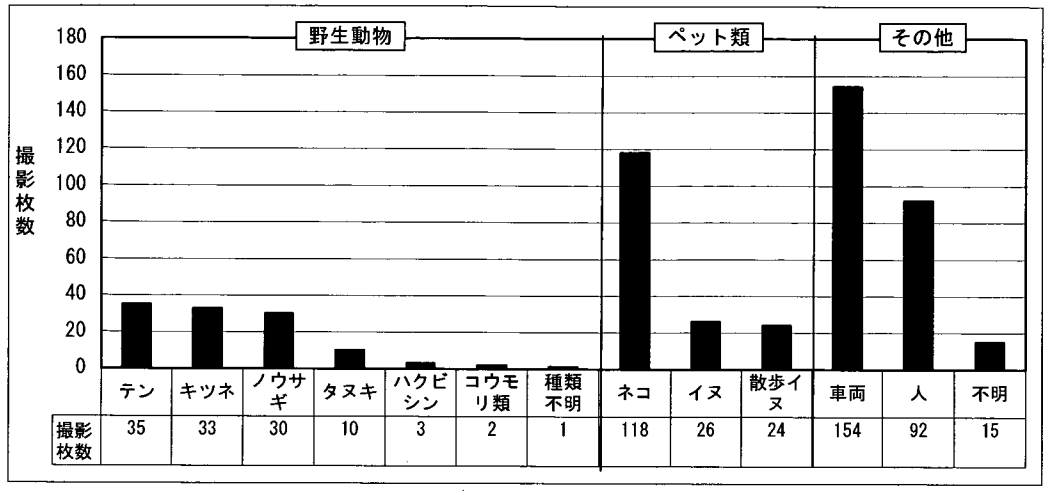
注：「構造」
　BC：ボックスカルバート、PC：パイプカルバート　OV：オーバーブリッジ

６）道路横断施設の動物利用調査結果

■出現種類

野生動物では、テン、キツネ、ノウサギ、タヌキ、ハクビシンが確認された。そのほかにコウモリ類（種類不明）も撮影された。種類別の有効撮影枚数を図 4.10 に示した。

なお、ペット類のネコ（最多数）、イヌ、散歩イヌも多数が記録されていた。イヌ単独で写っているものについても、直前直後の時間に人が写っていることが多く、また深夜に単独で写っているものについても人と一緒に写っているイヌと同一個体と識別されたため、以降通過個体数の解析の際には「散歩イヌ」として合計したものを用いた。



	テン	キツネ	ノウサギ	タヌキ	ハクビシン	コウモリ類	種類不明	ネコ	イヌ	散歩イヌ	車両	人	不明
撮影枚数	35	33	30	10	3	2	1	118	26	24	154	92	15

図 4.10　　種類別有効撮影枚数

注：「有効撮影枚数」：「撮影枚数」のうち、１晩連続して撮影が可能であった「有効撮影日」の枚数

撮影個体の判断可能なものについては、毛や尾の様子、模様に注意して個体識別した。センサーの記録で５分以内（実質６分未満）に撮影された同一個体は、一回の通過に際して複数撮影されたと判断し、解析に際しては１個体として計算した。

■地点別通過状況

地点別通過数を表 4.6 に示す。

表 4.6　調査地点別通過数

地点名		種名 / 完全動作日	野生動物					ペット類		合計	
			ノウサギ	タヌキ	キツネ	テン	ハクビシン	ネコ	散歩イヌ		
日立北地区	上山橋	21						7		7	152
	日立北15	26	2			19		12	2	35	
	日立北16	25			1	3	1	29		34	
	上ノ山橋	22	11			2		11	10	34	
	日立北17	21	2			9		14	17	42	
北茨城地区	北茨城５	23	7	5	16		1	15	7	51	113
	パイプ	19		1						1	
	北茨城６	22	5	2	13		1	27	13	61	
合計		179	27	8	30	33	3	115	49	265	
			101					164			
			265								

■構造別通過状況

表 4.7　構造別通過数

構造	種名 / 完全動作日	野生動物					ペット類	
		ノウサギ	タヌキ	キツネ	テン	ハクビシン	ネコ	散歩イヌ
ボックスカルバート（５地点）	117	16	7	30	31	3	97	39
パイプカルバート（1地点）	19		1					
オーバーブリッジ（２地点）	43	11			2		18	10
合計	179	27	8	30	33	3	115	49

ボックスカルバート（５地点）では全種が記録されたがパイプカルバートやオーバーブリッジでは利用種類が限定された。その要因として、当該構造自体が少なく、パイプカルバートは北茨城地区のみ（１地点）、オーバーブリッジは日立北地区のみ（２地点）であったことが挙げられる。また、動物の分布にも偏りがみられ、北茨城地区ではテン、日立北地区ではタヌキ、キツネが構造によらずほとんど記録されていなかったことも理由として挙げられる。一方唯一のパイプカルバートについては東側の集水升の水深が深く（最大 35cm）、パイプ内の通過が困難な状況であったことも大きな問題点として挙げられる。

なお、パイプカルバート、オーバーブリッジで今回記録されなかった種類も、既存の調査事例では通過した報告がある。

2001年春季～2002年春季に宮崎では、今回確認された種類のほかにパイプカルバートではテン、ネコ、オーバーブリッジではタヌキ、キツネ、ハクビシンが記録されていた。

■トンネル効果

ボックスカルバートについてトンネル効果（断面積（幅×高さ）÷長さで算出）と通過数との関係を表4.8に示した。完全動作日（有効日）1日当たり通過数0.10以上のノウサギ、キツネ、テン、ネコ、散歩イヌを対象とした。

当該地域のトンネル効果は、ボックスカルバートは0.37～0.59であった。

ノウサギ、キツネ、散歩イヌはトンネル効果が大きくなるほど通過数が多くなった。テンはトンネル効果が小さいほど通過数が多かった。

表4.8　トンネル効果と1日当たり通過数

地点名	トンネル効果	種名 / 完全動作日	野生動物					ペット類	
			ノウサギ	タヌキ	キツネ	テン	ハクビシン	ネコ	散歩イヌ
日立北15	0.37	26	0.08	0	0	0.73	0	0.46	0.08
日立北16	0.37	25	0	0	0.04	0.12	0.04	1.16	0
日立北17	0.56	21	0.10	0	0	0.43	0	0.67	0.81
北茨城5	0.48	23	0.30	0.22	0.70	0	0.04	0.65	0.30
北茨城6	0.59	22	0.23	0.09	0.59	0	0.05	1.23	0.59
全地点計		117	0.15	0.04	0.17	0.18	0.02	0.64	0.27

注：トンネル効果＝断面積（幅×高さ）÷長さ

なお、パイプカルバート（0.03）は、常に湿潤で水流があり、ボックスカルバートと同列で比較できないためここでは省いた。

■立地環境別通過状況

立地環境別通過数を表4.9に示した。

1つの立地環境について対象となった箇所数が1～3地点と少ないため厳密な比較は難しいが、「樹林／水田」の環境のみでキツネ、ハクビシンが記録されたこと、同環境ではネコが多かったことが特徴である。

なお、記録が少なかった種類については、次のような要因が考えられる。

ボックスカルバートの区分「樹林／樹林」、パイプカルバートは北茨城地区のみ、オーバーブリッジは日立北地区のみであり、動物の分布に偏りがみられたことが通過状況に反映したと考えられる。また、パイプカルバートについては東側の集水升の水深が深く（最大35cm）、パイプ内の通過が困難な状況であったことも大きな問題点として挙げられる。

表 4.9　立地環境別通過数

【 ボックスカルバート 】

地点名	種名 / 完全動作日	野生動物					ペット類	
		ノウサギ	タヌキ	キツネ	テン	ハクビシン	ネコ	散歩イヌ
樹林／樹林	47	4			28		26	19
樹林／水田	70	12	7	30	3	3	71	20

【 パイプカルバート 】

地点名	種名 / 完全動作日	野生動物					ペット類	
		ノウサギ	タヌキ	キツネ	テン	ハクビシン	ネコ	散歩イヌ
樹林／樹林	19		1					

【 オーバーブリッジ 】

地点名	種名 / 完全動作日	野生動物					ペット類	
		ノウサギ	タヌキ	キツネ	テン	ハクビシン	ネコ	散歩イヌ
樹林／樹林	43	11			2		18	10

7）まとめ

自動撮影システムを用いた動物の横断施設利用状況調査の結果を以下にまとめた。結果は種類別に構造、立地環境、時間について整理した（表 4.10）。

表 4.10　通過状況のまとめ

横断施設の条件		ノウサギ	タヌキ	キツネ	テン	ハクビシン	ネコ	散歩イヌ
構造	ボックスカルバート	○	○	○	○	○	○	○
	パイプカルバート		○					
	オーバーブリッジ	○			○		○	○
トンネル効果	0.37～0.59	大きい方が多い	―	大きい方が多い	小さい方が多い	―	―	大きい方が多い
立地環境	樹林／樹林	○	○		○		○	○
	樹林／水田	○	○	○		○	○	○
時間	記録された時間	21時～３時に記録された	19、21、23、２、３時に記録された	19時～３時に記録された	18～３時に記録された	19、20、24時に記録された	18時～４時に多かった	14時～17時に集中した

8）動物利用調査結果の考察

過年度（2001 年春季～2002 年春季）に宮崎で実施した自動撮影機器を用いた「動物の横断施設利用状況調査」の結果を合わせて、特徴的なものだけ記載する。

■構造別利用状況と種類別利用状況

表 4.11　横断施設別動物の利用状況（総合）

種	ボックスカルバート	ボックスカルバート（水路）	パイプカルバート（ｺﾙｹﾞｰﾄﾊﾟｲﾌﾟ）	オーバーブリッジ	備考
ノウサギ	○*	－	－	○*	
タヌキ	○*	○	○*	○	全ての構造で利用が多かった
キツネ	○*	－	－	○	両構造とも利用が多かった
テン	○*	○	○	○*	
チョウセンイタチ	○	○	○	○	
アナグマ	○	－	○	－	コルゲートパイプの利用が多かった
ハクビシン	○*	－	○*	○	
ネコ	○*	○	○	○*	ボックスカルバート、オーバーブリッジの利用が多かった
散歩イヌ	○*	－	－	○*	

凡例

「○」：利用する
「－」：未確認

注１：本年度調査および過年度調査に基づく結果（可能性については含まれていない）
注２：＊は本年度調査で確認されたもの
注３：コルゲートパイプのハクビシンは、完全動作日（有効日）以外で確認されたもの

宮崎自動車道との関係も含めて、道路横断施設とその構造の関係は、

①タヌキ、テン、イタチでは、横断施設の構造の違いによる利用頻度差はあまり生じない。
→　推測；いずれも、構造物に対する抵抗感が少ない。

②ノウサギ、キツネ、ハクビシンは横断施設がＰＣしかないと利用頻度は少なくなる。
→　推測；閉塞感の強い構造には、抵抗感がある。

③アナグマは横断施設が、ＯＶしかないと利用頻度は少なくなる。
→　推測；アナグマは土にもぐる習性上、ＯＶは抵抗感が強い。

といったことがいえる。

■横断施設のトンネル効果

一般にトンネル効果が大きいものは、断面積が大きく、車両の通行量が多い地点に設置されることが多い。また、そのような地点は人家に近いといった特徴をもつ。そのため、トンネル効果が大きい地点にはネコや散歩イヌが記録されることが多くなる。野生動物の多くの種類については、人家に近い地点の利用は避ける傾向にある。

また、これらの結果は構造物の大きさ（トンネル効果）だけを反映したものではなく、各施設の立地環境にも大きく影響を受けていることが予想される。

■横断施設の立地環境

種類別に対して、若干の傾向差は生じているが、全ての種で、「樹林／樹林」の利用が最も多く、他については大きな差は生じていない。

この調査結果から、道路建設前に樹林地帯であった箇所に、道路を新設した場合、樹林地が分断され、それまで生息域として利用していた動物が、これまでどおりの生息環境での行動を取るときに、道路横断行動が発生すると考えられる。

表 4.12　立地環境別動物の利用状況（総合）

種	樹林／樹林	樹林／畑地	樹林／水田	樹林／住宅	畑地／畑地	畑地／住宅	備考
ノウサギ	◎*	○	○*	△	△	△	
タヌキ	◎*	○	○*	○	○	○	
キツネ	◎	○	○*	－	○	○	
テン	◎*	○	○*	○	○	○	
チョウセンイタチ	○	○	－	○	○	○	記録が少ないため傾向が認められない
アナグマ	◎	－	－	○	○	－	
ハクビシン	○	－	○*	○	－	○	記録が少ないため傾向が認められない
ネコ	△*	○	○*	△	○	◎	
散歩イヌ	○*	○	○*	－	○	○	

凡例

「◎」：よく利用する
「○」：利用する
「△」：利用するが少ない
「－」：未確認

注１：本年度調査および過年度調査に基づく結果（可能性については含まれていない）
注２：＊は本年度調査で確認されたもの
注３：コルゲートパイプのハクビシンは、完全動作日（有効日）以外で確認されたもの

4.3　動物の生息域分断防止技術のとりまとめ

4.3.1 道路の横断施設等の検討（位置・規模・構造）

新設道路の横断施設等については、動物の分布調査や生態調査結果を分析した内容をもとに検討を行う。検討項目は、横断施設の規模・構造・設置位置・横断施設への誘導方法等である。

横断施設には、暗渠やアーチカルバート、オーバーブリッジ等が考えられるが、対象種や設置状況、設置の効果等を考慮して、最適な施設を選定する。

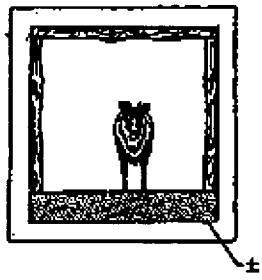
横断施設は、現地の機能補償施設と併用した施設であっても問題ないが、対象動物の生態も踏まえて、併用施設か別途施設かを検討する必要がある。

１）横断施設の検討

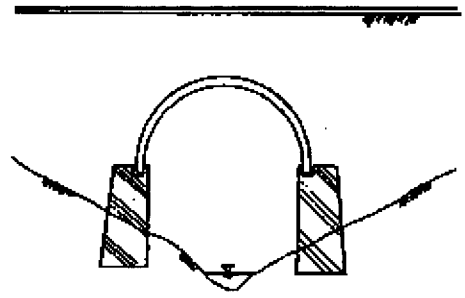
横断施設には、は大別するとアンダーパス施設とオーバーパス施設がある。

アンダーパス施設；BOX カルバート、アーチカルバート、パイプカルバート（ヒューム管）、通常の橋梁・高架橋の下を通す等

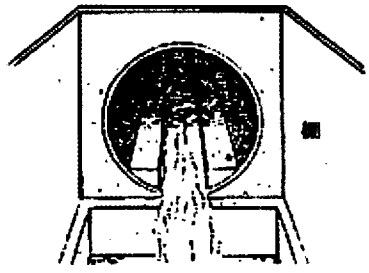
オーバーパス施設；橋梁・土工構造・渡し網等



①ボックスカルバート
・通常に採用される構造。
・機能補償道路や水路と併用する場合には、動物の通路環境にも配慮する。



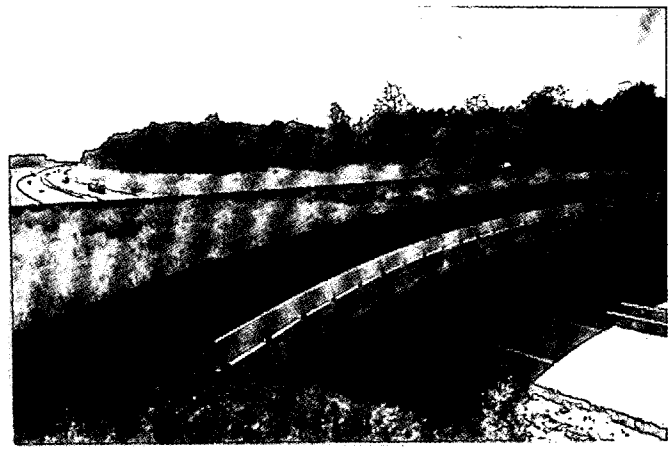
②アーチカルバート
・現状の沢筋や水路に対して、改変を最小限に抑える場合に適用。沢筋は生物資源が豊富。



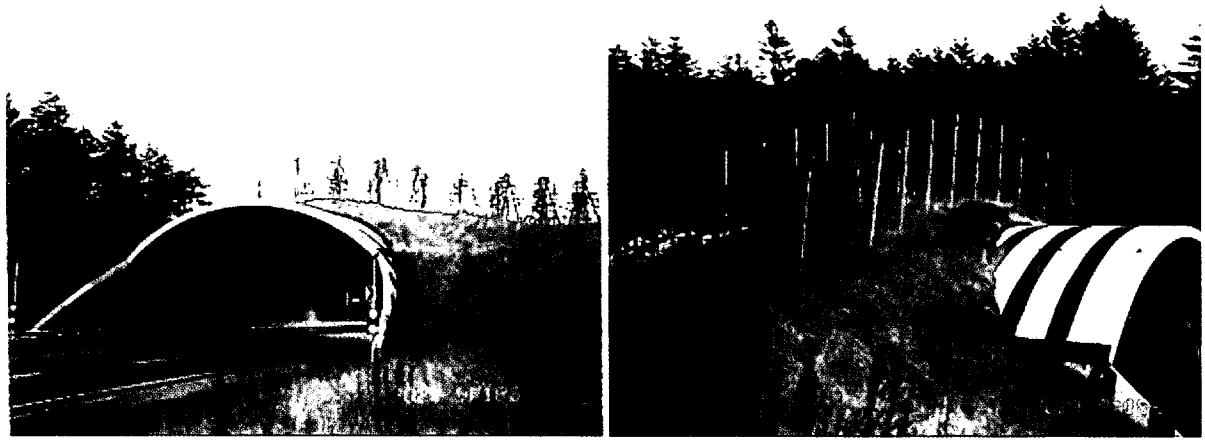
③パイプカルバート
・通常、横断水路機能補償に適用される構造。
・維持管理や動物の通行を考慮した場合、1m 径が必要。

図 4.11　横断施設例（アンダーパス施設）

図 4.12　横断施設例（オーバーパス施設）



④橋梁形式によるオーバーパス案
　人間が利用する通常のオーバーブリッジでも、タヌキやサル等の実績は報告されているが、上記写真のような自然に模した橋梁も海外で存在しており、シカ等の通行実績がある。



⑤土構造のオーバーパス案
　切土部等で、プレキャストアーチカルバート等で道路交通の機能を確保して、その上に、動物が横断できる程度の土砂を盛り、簡易植栽したもの。
人工物の違和感がなく、自然な環境となる。（海外の実績多い。）

上記の横断施設は、設置条件や対象動物の状況、さらに、その施設の設置効果やコストとの関係を踏まえて、道路設計内容と整合性を取りながら選定するものとする。

これらの横断施設の中で、オーバーパス施設は規模も大きく、大規模な切土地帯などで適用する施設であるため、適用頻度はそれほど高くないと考えられる。

ここでは、一般によく使われるアンダーパス施設について、詳細に解説する。

2）アンダーパス構造

アンダーパス施設の検討手順としては、以下のとおりである。

①横断位置・数の設定には、前述した動物の分布調査と生態調査結果を道路が記載された地図情報上に落とし込んだ図をベースに、候補箇所を抽出する。

②横断施設の候補箇所が、物理的に対応可能な立地条件を満たしているかを道路の構造的な観点から評価し、絞り込みを行う。

③絞り込んだ横断施設位置に対して、動物誘導柵や植栽の設置可能な状況等を加味し、経済性や効率性等をも考慮し、最適な設置位置・形状・誘導施設計画を立案する。

また、各所における道路アンダーパスの実績を以下に示す。

表 4.13　道路におけるアンダーパス実績

道路・地域名	対象動物	ボックス寸法
日光宇都宮道路	シカ類・ニホンザル等	ボックス　4.5m×4.5m 通過実績あり
国道 108 号鬼首道路	ニホンカモシカ	ボックス　3.0m×3.0m 通過実績多い。
県道茶臼山高原設楽線	ニホンカモシカ イノシシ・キツネ等	ボックス　4.5m×4.5m 通過実績あり。
道道 274 号	エゾジカ	ボックス　4.0m×4.0m
国道 44 号線	エゾジカ	ボックス　4.0m×4.0m
県道白浜南風見線	イリオモテヤマネコ	ボックス　2.0m×2.0m 水路兼用タイプでネコ走り付き有り。 通過実績あり。コウモリ等多い。
アメリカコロラド州 高速道路（I-70）	ミュールジカ	ボックス　3.05m×3.05m シカの通過時行動（早足・跳躍）から、嫌っていることが判明。 高さ４ｍ／幅５ｍ以上で良好。
カナダ	シカ類	アーチカルバート　φ7.0m 通過実績あり。 アーチカルバート　φ4.0m 利用しない例があった。
中国横断自動車道	オオサンショウウオ	パイプカルバート　φ1.5m 平場（足場）を確保。
中国縦貫自動車道	キツネ・タヌキ等	パイプカルバート　φ1.5m 通過実績あり。
スイス高速道路（N８）	キツネ・小動物	パイプカルバート（エコダクト） φ1.0m 底面に礫をコンクリート固め。

対象動物の中でも、最も大きな種に対して、アンダーパスの規模（寸法）が設定されている。推奨すべき寸法は、最小値を基本とする。

本検討では、各横断施設の寸法の推奨値を以下とした。

表 4.14 横断施設の規模と適用(案)

類型	対象種（例）	横断施設の構造	備考
大型哺乳類	カモシカ ニホンジカ	暗渠・アーチカルバート 寸法　3.0m×3.0m 以上 （4.0m×4.0m が望ましい）	コンクリート壁面に被覆用の木材を設置すると良い。 （国道 108 号での実施例あり）
	イノシシ アナグマ等	暗渠・アーチカルバート 寸法　3.0m×3.0m 以上	
中型哺乳類	タヌキ キツネ等	暗渠・アーチカルバート 寸法　1.5m×1.5m 以上	
小型動物	ネズミ等 爬虫類	アーチ・パイプカルバート 寸法　1.0m×1.0m	維持管理上、1.0m を採用。 パイプ内に乾燥棚を設ける。

注１）上記の値は、これまでの全国の横断施設実績を踏まえて整理したものであり、今後の実施状況を踏まえて、改良を検討する。

注２）対象種が複数の場合は、最も大きな動物に適用した構造を選定する。

注３）ツキノワグマについては、暗渠内を横断する報告・事例が確認できなかったため、上表に記載していない。（ヒグマ等の確認例はある）　クマ等の通行が予測される箇所は、土工とせずに橋梁形式の採用を検討することも必要である。

また、横断施設の利用頻度を高めるためには、「対象種の行動経路に対応した適切な設置位置と数」の他に、後述する「適切な誘導対策」を併用することが重要と考えられる。

■横断施設の適切な設置箇所

「2.3　動物の生態調査の必要性」の項で示したように、動物横断を目的とした横断施設の設置箇所は、生態調査（行動圏調査・けもの道調査等）の結果を踏まえて、移動頻度の高い箇所に設置することが基本である。

移動頻度の多い箇所が、横断施設の設置に不向きな場合は、近くの設置可能な箇所を設定し、その横断施設まで誘導する柵を設置する。また、その他の誘導方法は後述する。

4.3.2 その他の動物誘導効果の高い対策

横断施設や進入防止柵の設置だけでなく、横断施設への誘導対策も同時に検討する必要がある。道路構造上から「横断施設間隔が長くなる場合」や「構造上、進入防止柵が設置できない場合」等が生じるが、このような状況に対しても、可能な限り対応を図ることが重要である。

その考え方の基本として、**「対象動物の生態を踏まえて誘導対応を図る」**といった方法が挙げられる。

例えば、タヌキに対しては、「どん欲な採餌」といったものが習性として挙げられる。このことを踏まえて、誘導したい箇所に「実のなる樹木」や「昆虫やミミズが溜まるエコスタック」を設置することで、動物誘導（進入防止）の機能を期待することが可能となる。

誘導対策として、以下に例を示す。

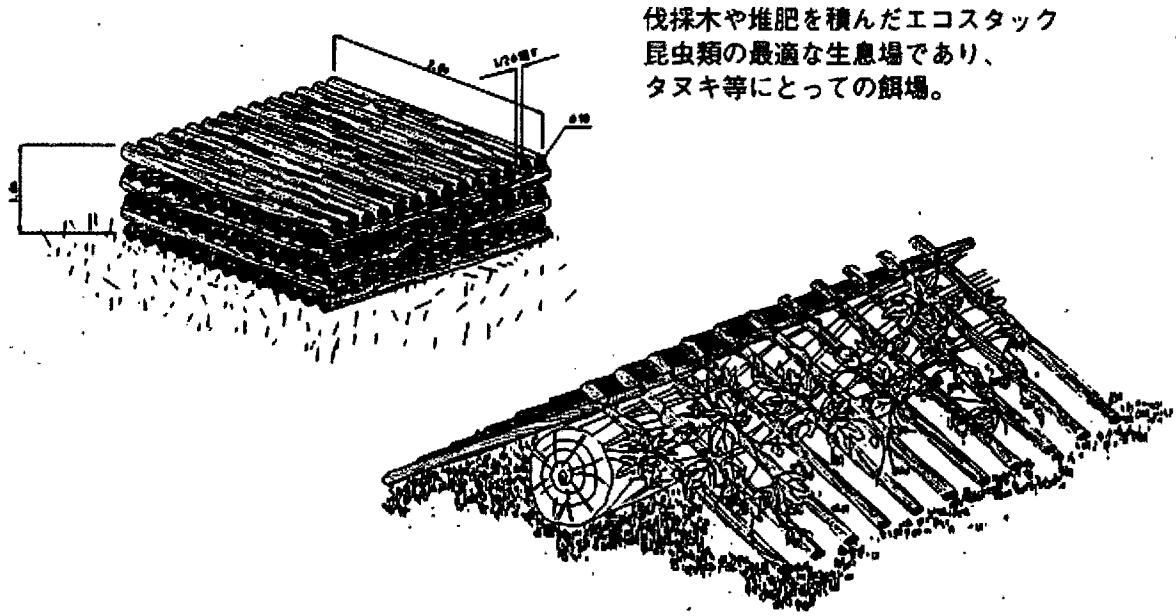
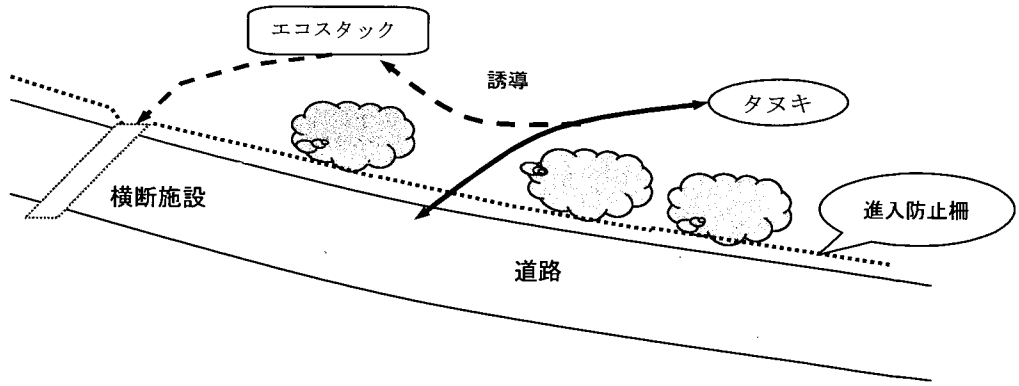


図 4.13　エコスタックを何箇所か設置し、安全な横断施設への誘導を図る例



4.3.3 モニタリングの実施と対策の改善

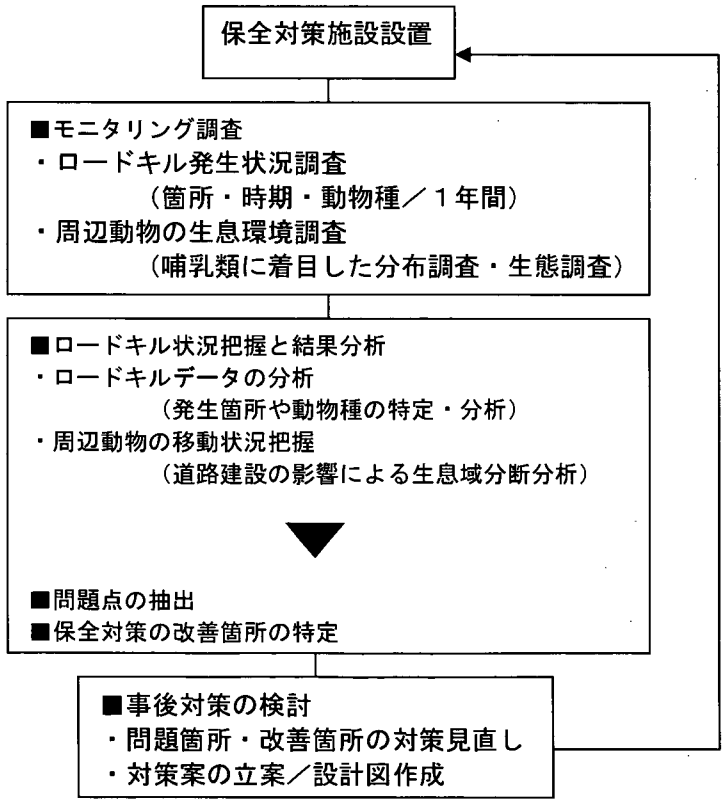
調査や検討・分析を経て施工された横断施設や進入防止柵の設置が、必ずしも有効でない場合や意思伝達不足による施工上の不備が生じる場合があるため、工事完了・供用後に、モニタリング調査や新たに生じたロードキルデータの分析等によって、施設の効果・検証を行う。また、問題があれば、さらなる対策を講じることも必要である。

万全の対応を図っても、進入防止柵を乗り越える・地下を掘り進む・側溝等の間から進入する動物もいるため、ロードキルを完全に無くすことは不可能である。ロードキルを完全に無くすために、特殊な進入防止柵や誘導対策を講じることを推奨するものでもない。

「モニタリング実施～対策改善」は、一度作った道路施設に対して、問題があれば何度でも改善していく PDCA 手法の考え方を適用したものであり、初期投資を過大にしすぎて、対策の効果が薄いのでは、本来の目的が達成できない。初期投資は比較的少なくして、モニタリングを実施しながら悪い点を改善していく手法は、生物相手の施設計画に適していると考えられる。

以下に、モニタリングから改善対策までの流れを示す。

図 4.14　モニタリングの具体的な流れ図



5．ロードキル防止技術の適用性

5.1　ケーススタディの目的

ロードキル防止技術に対する個々の研究成果は前述したとおりであるが、この技術を実際の現場のフィールドで適用する場合、その活用方法について、具体化して考えることが難しいケースもあるであろう。

そこで、実際のロードキル防止技術の適用方法について、ケーススタディを用いた適用方法を以下に示したい。

使用したケーススタディでは、**すでに供用されている「任意の自動車専用道路」を想定**して行った。

なお、新設の道路におけるケーススタディについては、「２．動物の生態調査について」の箇所で、動物の生態調査結果の活用方法を参照していただきたい。

5.2　ケーススタディにおけるロードキル防止技術の適用性

1）ロードキル発生位置・状況の解析

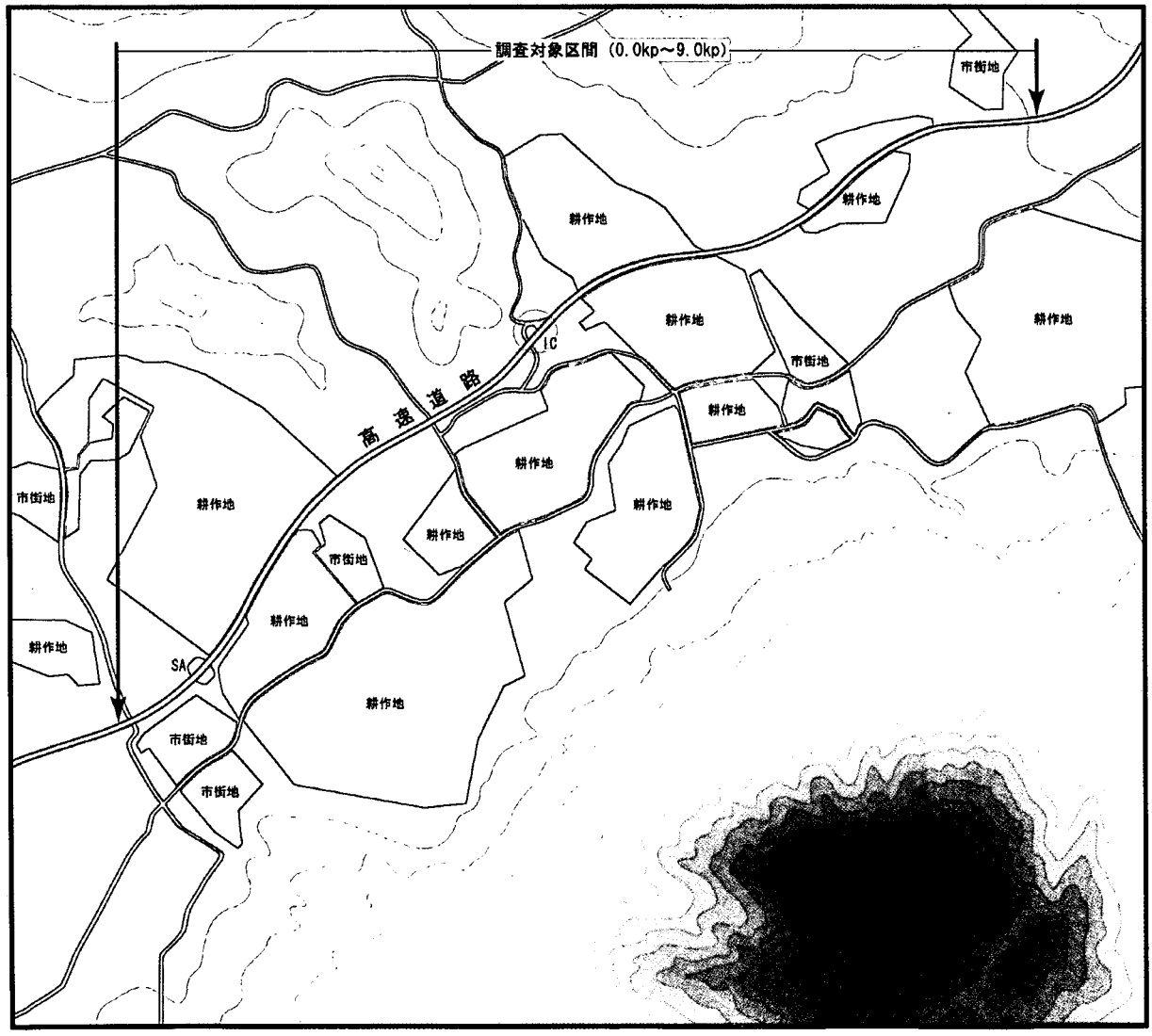
「現代日本生物誌３　フクロウとタヌキ*[8]」の中で、タヌキのロードキルの発生頻度と周辺の環境との関係について、道路の切土部の長さ、樹林被度、集落被度及び無フェンス部の長さと言った環境要素が、正の相関関係にあると報告している。

そこで、本ケーススタディでは、ロードキル防止の対象種としてタヌキを選定し、これまでの事例や研究成果から、ロードキル発生原因については、道路構造、周辺の土地利用状況、横断施設の構造・位置、進入防止柵形状等に着目して解析した。

なお、ロードキル発生位置の情報もこれまでの研究成果等から得たものを加工して使用した。

また、ある程度の延長に対する評価を行うため、９ｋｍ程度の区間を決め、キロポスト（kpナンバー）を用いて横断施設位置を目安に区分設定し、項目ごとに整理した。（図 5.1 参照）

図 5.1　ケーススタディにおける想定平面図



２）解析・考察

表 5.1、表 5.2 よりロードキル発生箇所と他の要因との関係を解析し、以下の結果（想定）を得た。

①「ロードキル発生箇所」と「周辺土地利用が樹林地である場合」の関係が深いという結果であった。多くのロードキルが発生した環境は、上下線とも「切土－樹林地」の環境で、次に「切土－樹林地」と「盛土－畑地」の組み合わせの環境であった。

②近接して民家や集落があるところ（里山環境）でも、ロードキルが発生していた。

③横断施設の利用については、オーバーブリッジでもボックスカルバートでもタヌキの利用が確認できた。

④横断施設間隔が長い箇所（300m より長い区間）については、ロードキルが多く発生していることから、横断施設間隔を短くする必要性も確認できた。

⑤ロードキル発生が多い箇所は、進入防止柵の対策が不十分な状況にあることがわかった。ただし、進入防止柵が「金網柵+地形変化に対応した場合」でも、ロードキルが発生していた。後付け的な地形変化への柵補強だけでは不十分であることも含めて、現実には完全な進入防止柵の設置は難しく、タヌキ等の進入を無くすことは不可能と想定できた。

⑥道路構造（盛土・切土等）の違いによるロードキル発生の状況では、盛土よりも切土構造でロードキルが多く発生していることが確認できた。

さらに、「ロードキル発生の要因を区間ごとに整理したもの」を、表 5.3 に示す。

表 5.1　ロードキルデータと発生要因項目との関係（その 1）

ｷﾛﾎﾟｽﾄ（kp）	ロードキル件数（年度）	道路構造（切土・盛土）	進入防止柵状況（施工年度）
0～0.5	3 件 (H12～H13)	盛土	上り線側；有刺柵・金網柵－地形対応なし（施工年不明） 下り線側；有刺柵・金網柵－地形対応なし（施工年不明）
0.5～1.0	なし	盛土	上り線側；金網柵－地形対応あり・なし（施工年不明） 下り線側；有刺柵・金網柵－地形対応あり（施工年不明）
1.0～1.5	4 件 (H12、H14)	切土	上り線側；金網柵－地形対応なし（施工年不明） 下り線側；金網柵－地形対応なし（施工年不明）
1.5～2.0	なし	盛土	上り線側；金網柵－地形対応なし（施工年不明） 下り線側；金網柵－地形対応あり・なし（施工年不明）
2.0～2.5	なし	盛土	上側；金網柵－地形対応なし（施工年不明、部分 H10 年施工） 下側；金網柵－地形対応あり・なし（施工不明、部分 H10 施工）
2.5～3.0	4 件 (H12～H14)	切土	上側；有刺柵・金網柵－地形対応あり・なし（施工年不明） 下側；金網柵－地形対応あり・なし（施工年不明、部分 H8 施工）
3.0～3.5	5 件 (H12～H13)	切土	上側；有刺柵－地形対応なし（施工年不明、部分 H7 年施工） 下側；有刺柵－地形対応なし（施工年不明）
3.5～4.0	4 件 (H13)	切土	上り線側；有刺柵・金網柵－地形対応なし（施工年不明） 下り線側；金網柵－地形対応あり（H9 年施工）
4.0～4.5	なし	盛土	上り線側；金網柵－地形対応なし（施工年不明） 下り線側；有刺柵－地形対応なし（施工年不明）
4.5～5.0	3 件 (H12、H14)	切土・盛土	上り線側；金網柵－地形対応あり・なし（施工年不明） 下り線側；金網柵－地形対応あり（施工年不明） (対応していても隙間あり)
5.0～5.5	2 件 (H12)	切土	上り線側；金網柵－地形対応あり（H11 年施工） 下り線側；金網柵－地形対応あり（H11 年施工）
5.5～6.0	なし	盛土	上り線側；金網柵－地形対応あり（H11 年施工） 下り線側；金網柵－地形対応あり（H11 年施工）
6.0～6.5	3 件 (H12～H13)	盛土	上側；有刺柵・金網柵－地形対応あり（H11 年施工） 下側；有刺柵・金網柵－地形対応あり（H4・H11 年施工）
6.5～7.0	なし	盛土	上り線側；金網柵－地形対応あり（H11 年施工） 下り線側；有刺柵・金網柵－地形対応あり（H11 年施工）
7.0～7.5	4 件 (H12～H13)	切土・盛土	上側；有刺柵・金網柵－地形対応あり・なし（H11 年施工） 下側；有刺柵・金網柵－地形対応あり・なし（H11 年施工）
7.5～8.0	なし	盛土	上り線側；金網柵－地形対応あり（H10・H11 年施工） 下り線側；金網柵－地形対応あり（H10・H11 年施工）
8.0～8.5	7 件 (H12～H13)	切土・盛土	上り線側；有刺柵・金網柵－地形対応あり（H10 年施工） 下り線側；有刺柵・金網柵－地形対応あり（H10 年施工）
8.5～9.0	なし	盛土	上り線側；有刺柵・金網柵－地形対応あり（H10 年施工） 下り線側；有刺柵・金網柵－地形対応あり（H10 年施工）

注 1）　ロードキル発生件数の調査年度と進入防止柵状況の施工年度は、因果関係が大きいと思われるため、あえて設定し記載した。

表 5.2　ロードキルデータと発生要因項目との関係（その 2）

ｷﾛﾎﾟｽﾄ（ｋｐ）	ロードキル件数	横断可能施設	土地利用状況	その他要件（住居・SA・IC）
0～0.5	3 件 (H12～H13)	内容；オーバーブリッジ 施設間隔；190m	上線側；樹林・里山 下線側；樹林・里山	下り線側に住居有り。
0.5～1.0	なし	内容；橋梁下が横断可能 施設間隔；160m	上；耕作地 下；耕作地・部分樹林	
1.0～1.5	4 件 (H12、H14)	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断水路） 施設間隔；240m	上；耕作地 下；樹林地	
1.5～2.0	なし	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 間隔；350m 以下(PA 施設)	上；耕作地 下；耕作地	SA の区間
2.0～2.5	なし	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 間隔；150m 以下(PA 施設)	上；耕作地 下；耕作地	
2.5～3.0	4 件 (H12～H14)	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ・橋梁下横断 施設間隔；150m・290m	上；樹林地 下；耕作地・部分樹林	
3.0～3.5	5 件 (H12～H13)	内容；ｵｰﾊﾞｰﾌﾞﾘｯｼﾞ（狭い横断道） 施設間隔；400m	上；樹林地 下；樹林地	
3.5～4.0	4 件 (H13)	内容；ｵｰﾊﾞｰﾌﾞﾘｯｼﾞ（横断道路） 施設間隔；340m	上；耕作地・部分樹林 下；樹林地	
4.0～4.5	なし	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 施設間隔；210m	上；工場用地・部分樹林 下；樹林地	
4.5～5.0	3 件 (H12、H14)	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 施設間隔；670m	上；耕作地・部分樹林 下；樹林・部分耕作地	インターチェンジ区間
5.0～5.5	2 件 (H12)	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 施設間隔；220m・90m	上；耕作地 下；耕作地	インターチェンジ区間
5.5～6.0	なし	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 施設間隔；290m	上；耕作地 下；耕作地	
6.0～6.5	3 件 (H12～H13)	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 施設間隔；300m	上；耕作地・連続樹林 下；耕作地・連続樹林	
6.5～7.0	なし	内容；橋梁下が横断可能 施設間隔；120m	上；耕作地 下；耕作地	
7.0～7.5	4 件 (H12～H13)	内容；ｵｰﾊﾞｰﾌﾞﾘｯｼﾞ（横断道路） BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 施設間隔；300m	上；樹林地 下；住居地域と樹林	近接して住居あり。
7.5～8.0	なし	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 施設間隔；300m	上；耕作地 下；耕作地	
8.0～8.5	7 件 (H12～H13)	内容；ｵｰﾊﾞｰﾌﾞﾘｯｼﾞ（狭い横断道路） 施設間隔；450m、270m	上；樹林・耕作地 下；耕作地・部分樹林	近接住居あり。森林が耕作地に変化箇所あり。
8.5～9.0	なし	内容；BOX ｶﾙﾊﾞｰﾄ（横断道路） 施設間隔；260m	上；樹林地 下；耕作地と樹林	

注１）　横断施設間隔で、施設間隔が 300m より長いに着色した。

注２）　土地利用状況で、樹林地が周辺に広がり・連続性を持って存在する区間は着色した。

表 5.3　各区間のロードキル発生原因予測

ｷﾛﾎﾟｽﾄ（ｋｐ）	ロードキル件数	ロードキル発生の主要原因予測
0～0.5	3 件 (H12～H13)	①道路による既存樹林地（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
0.5～1.0	なし	
1.0～1.5	4 件 (H12、H14)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
1.5～2.0	なし	
2.0～2.5	なし	
2.5～3.0	4 件 (H12～H14)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
3.0～3.5	5 件 (H12～H13)	①道路による既存樹林地（生息域）の分断 ②横断施設間隔が長い ③進入防止柵の不備
3.5～4.0	4 件 (H13)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②横断施設間隔が長い ③進入防止柵の不備
4.0～4.5	なし	
4.5～5.0	3 件 (H12、H14)	①道路による既存樹林地（生息域）の分断 ②横断施設間隔が長い ③進入防止柵の不備
5.0～5.5	2 件 (H12)	①道路による既存生息域の分断
5.5～6.0	なし	
6.0～6.5	3 件 (H12～H13)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
6.5～7.0	なし	
7.0～7.5	4 件 (H12～H13)	①道路による既存樹林地等（生息域）の分断 ②進入防止柵の不備
7.5～8.0	なし	
8.0～8.5	7 件 (H12～H13)	①道路による既存樹林地（生息域）の分断 ②横断施設間隔が長い
8.5～9.0	なし	

3）ロードキル防止技術の検討

本調査結果（表 5.1～表 5.2）より、タヌキ等のロードキル発生場所の環境は、樹林地が続く尾根等を削って作られている切土部分で多く発生していることが確認された。

一方、盛土部に設置したパイプカルバートやボックスカルバートでは、タヌキの利用（横断）も確認されており、特に周辺に集落がある里山環境で多く利用されていた。また、タヌキが道路横断施設を利用していた環境は、上下線とも樹林地－樹林地が多く、その構造はオーバーブリッジやボックスカルバート、パイプカルバートで大差はなく、タヌキにとっては構造物の違いによる抵抗感が薄いことが判明した。

上記内容から、本ケーススタディにおけるロードキル防止技術を以下に提案する。

＜ロードキル防止対策の基本方針（案）＞

①ロードキル件数および行動頻度が高い、「切土－樹林地」の環境およびその周辺の区間については、既存の進入防止柵が進入可能な状況にあれば、「金網柵＋地形変化に対応した進入防止対策込み」の形式に付け替える。

②タヌキ達が無事に道路を横断するために、既存の道路横断施設までの誘導策を検討する。

③進入防止柵内に入り込んだ動物には、柵の外へ脱出可能な対応を図る。

④横断施設の増設（設置間隔は 300m 以内）を視野に入れた提案を行う。

ただし、現実的な道路管理上の運用を考慮したとき、費用対効果も踏まえ段階的な対策を提案する。

表 5.4　ケーススタディにおけるロードキル防止技術の段階的な運用計画（案）

施設整備の時期	ロードキル防止技術の提案
ステップ１ （１～２年度に実施）	①モニタリングの実施・考察 ②有刺柵を金網柵に変更し、柵と地盤との隙間に金網・トタン板等で進入できないようにする。 【該当区間は別表参照】 ③進入したタヌキ等が脱出可能な柵を設置する。 【該当区間は別表参照】 ④誘導策（エコスタック等）を設置する。 【該当区間は別表参照】
ステップ２ （３～４年度に実施）	①モニタリングの実施・考察 ②ロードキルの状況を把握して、進入防止柵の部分補強を実施する。【該当区間は適宜設定】 ③進入したタヌキ等が脱出可能な柵を設置する。 【該当区間は適宜設定】 ④誘導策（エコスタック等）を設置する。 【該当区間は適宜設定】
ステップ３ （３年度以降に適宜実施）	①モニタリングの実施・考察 ②進入防止柵の部分補強を行う。 【該当区間は適宜設定】 ③進入したタヌキ等が脱出可能な柵を設置する。 【該当区間は適宜設定】 ④状況によって、横断施設の増設、誘導策を検討する。 【該当区間は別表参照】

なお、上記対策の具体例を表 5.5 に示す。

表 5.5　ケーススタディにおける具体的なロードキル防止技術

ｷﾛﾎﾟｽﾄ（ｋｐ）	ロードキル件数	ステップ１	ステップ２	ステップ３
0～0.5	３件 (H12～H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施
0.5～1.0	なし	①の実施	①の実施	
1.0～1.5	４件 (H12、H14)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施
1.5～2.0	なし	①の実施	①の実施	
2.0～2.5	なし	①の実施	①の実施	
2.5～3.0	４件 (H12～H14)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施
3.0～3.5	５件 (H12～H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施 ④のみ別途対応
3.5～4.0	４件 (H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施
4.0～4.5	なし	①の実施	①の実施	
4.5～5.0	３件 (H12、H14)	①・②・③・④の実施 特に③・④は重要	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施
5.0～5.5	２件 (H12)	②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施
5.5～6.0	なし	①の実施	①の実施	
6.0～6.5	３件 (H12～H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施
6.5～7.0	なし	①の実施	①の実施	
7.0～7.5	４件 (H12～H13)	①・②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施
7.5～8.0	なし	①の実施	①の実施	
8.0～8.5	７件 (H12～H13)	②・③の実施 必要に応じて④	①の実施 ②～④は適宜実施	①の実施 ②～④は適宜実施
8.5～9.0	なし	①の実施	①の実施	

＜凡例＞

施設整備の時期	生息域分断防止技術の提案
ステップ１ （１～２年度に実施）	①モニタリングの実施・考察 ②金網柵に変更・地盤との隙間対策 ③脱出可能な柵の設置 ④誘導策（エコスタック等）の設置
ステップ２ （３～４年度に実施）	①モニタリングの実施・考察 ②進入防止柵の部分補強 ③脱出可能な柵の設置 ④誘導策（エコスタック等）の設置
ステップ３ （３年度以降に適宜実施）	①モニタリングの実施・考察 ②進入防止柵の部分補強 ③脱出可能な柵の設置 ④横断施設の増設検討・誘導策

なお、上記対策の具体例を図 5.2 に示す。

図 5.2 ロードキル防止技術の具体例

対策②；進入防止柵形状＋柵と地盤との隙間対策（ステップ１・２）

■金網で対応した例

■トタン板で対応した例

■側溝部の対応例

（以上すべて宮崎自動車道の実績例）

対策③；脱出可能な柵（ステップ１・２）

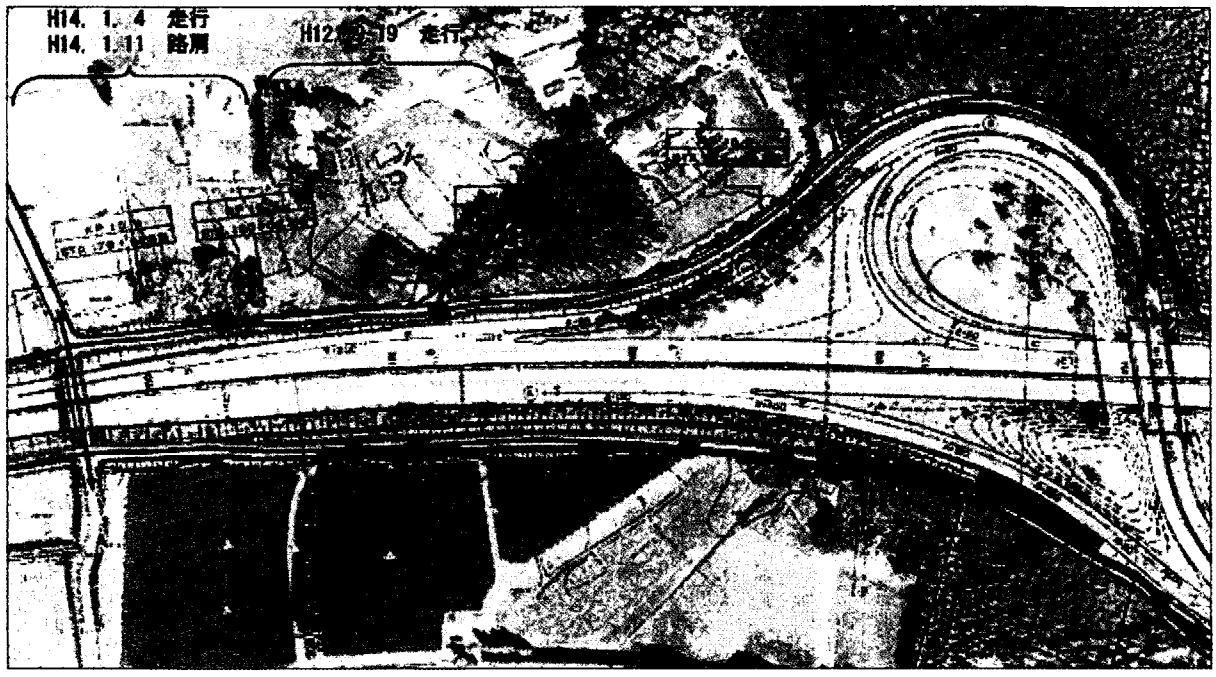
図Ⅱ-2　ワンウェイゲート（一方通行の門）ちょうどシカが通過しようとしている様子（D.F.Reed 氏撮影・提供）

図Ⅱ-3　改良された一方通行門（D.F.Reed 氏撮影・提供）バンフ国立公園の“バンフ改良型”。

出典；野生動物の交通事故対策（北海道大学図書）

対策④；誘導策（エコスタック等）の設置（ステップ１・２・３）

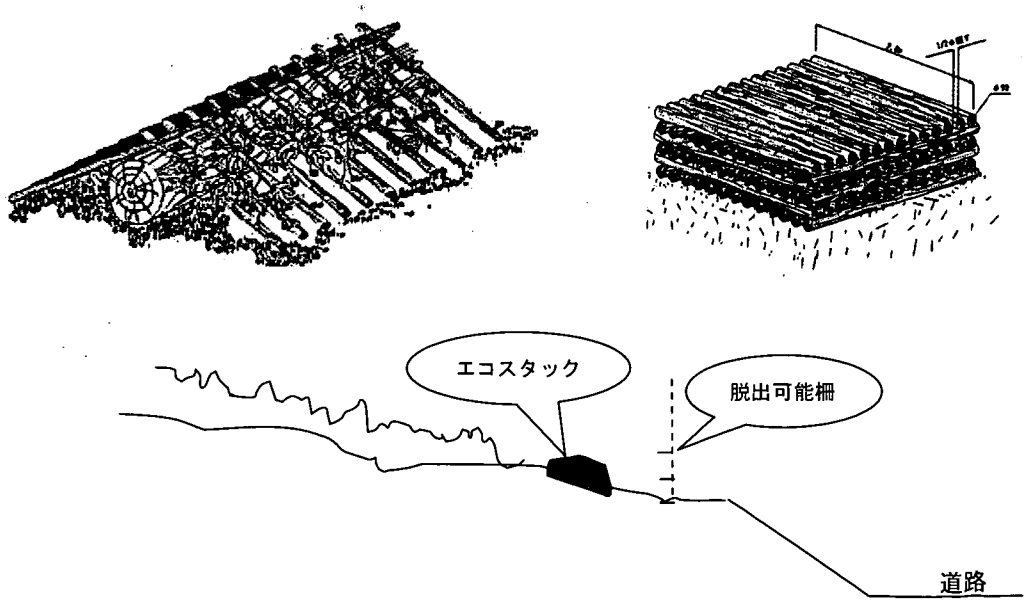
＜4.5～5.0kp での対応提案＞



●；タヌキ等の脱出柵設置とエコスタックの設置

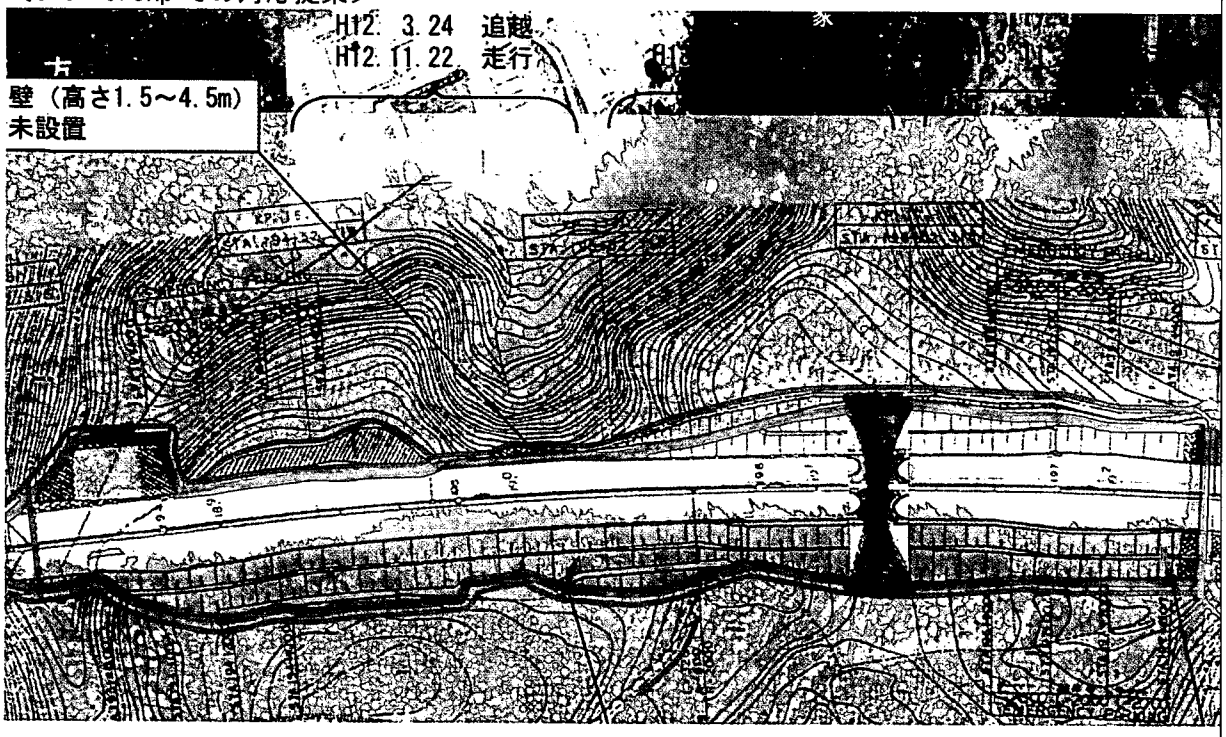
＜対策＞　IC 付近では、厳重に進入防止柵を設置したため、一度入り込んだタヌキ等が脱出が難しい袋小路になっている。そのため、ロードキルが発生する可能性が高くなるため、タヌキ等の脱出可能な柵を上図に示した。
さらに、脱出口の外側にエコスタック（伐採木や堆肥を積み上げた昆虫類の餌場）を設置し、脱出しやすい状況を作る。

■エコスタック例

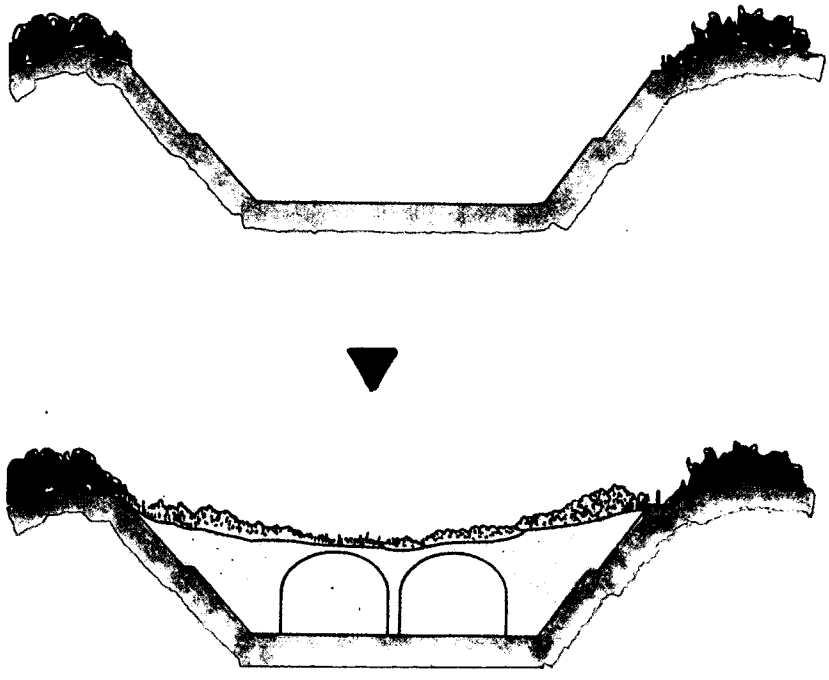


対策④；土構造によるオーバーパス施設（追加新設；ステップ3）

＜3.0～3.5kp での対応提案＞



＜対策＞　上記区間は、良好な森林地帯を道路が横断したことにより、大きな切土が生じ、生息域分断延長は 400m 程度になっている。そのため、ロードキルの発生が非常に多い。その分断区間を短くするために、土工によるオーバーパスを提案する。（概算工費 6 千万程度）



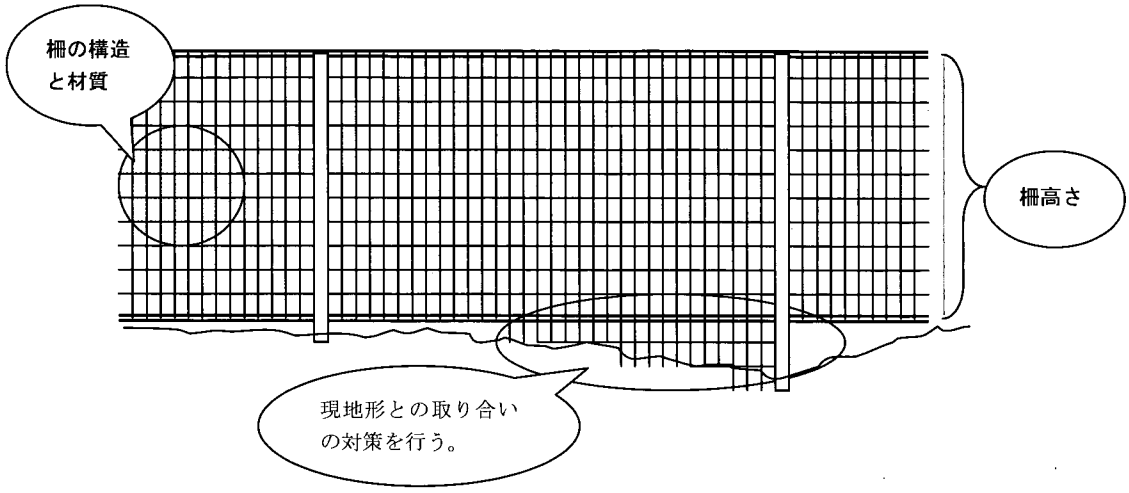
■プレキャストアーチカルバート工法による例

■進入防止柵等の位置・構造

既設の防止柵がある場合は、現状の柵の健全度を把握しておくものとする。柵に問題があれば、補修・補強・取り替え等を行う。

ただし、進入防止柵（官民境界柵と兼用）がすでに設置されている場合は、以下の点に留意する。

① 既存の進入防止柵の健全度（穴が空いていないか、有刺鉄線タイプか）
② 既存の進入防止柵の高さ（対象動物の進入を防げる高さになっているか）
③ 現地形との取り合い部（隙間が空いていないか。）
④ 排水側溝や橋梁橋台巻き込み部との取り合い部（進入できないようになっているか）



側溝と交差する部分の対応例
（宮崎自動車道の例）

柵と地盤の隙間対策（トタン板埋込み）
（宮崎自動車道の例）

図 5.3　現地形との取り合い部対応例

対策の方向として、上記の実施例を参考にすることの他に、以下のことを追加する。

① 地山の変化が著しく、柵との隙間が空くときには、地山側を成形する方法も検討する。
② 単純に、隙間に砕石を道路側から積むことも有効である。

進入防止柵の推奨案

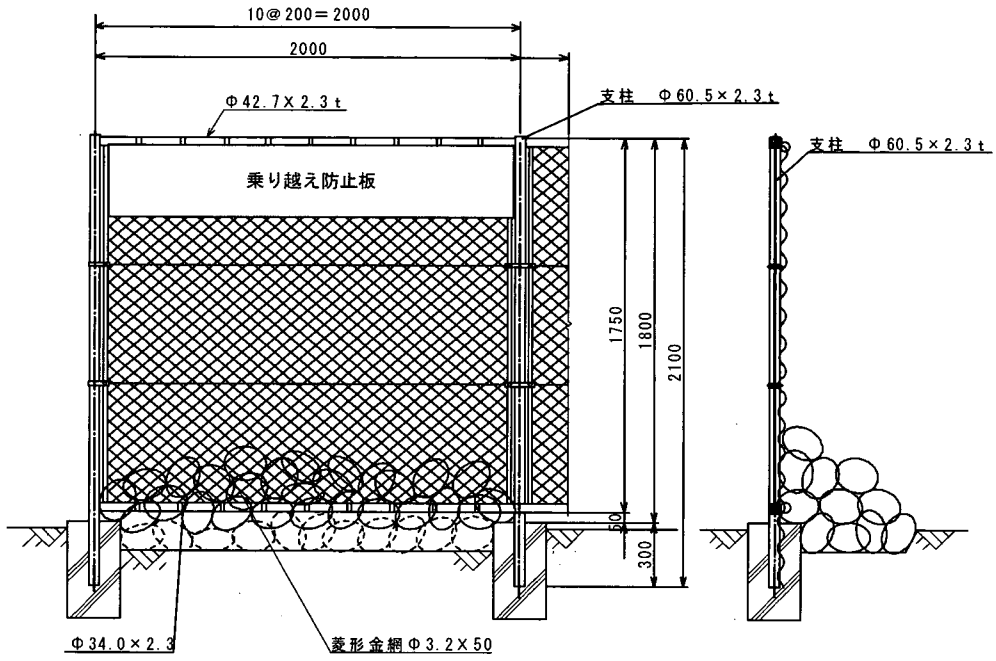
＜基本的な考え方＞

・進入防止柵の高さについては、対象動物をタヌキと設定した場合、1.8ｍを基本とする。また、基本構造は「縦柵」が望ましいが、支柱・笠木は相応の強度を確保した健全度が高く、「乗り越え防止板 30cm」を上方に設置した場合、「金網柵」を採用する。

・外側には、金具が飛び出ない構造とする。

・柵と現地形との隙間は、柵金網を地中に 30cm 程度埋め込む。さらに、中小動物の進入を防止するために、２０ｃｍ程度以上の砕石を積む。この砕石は、安易に移動されないように道路側をやや掘削して埋め込んでおく。

進入防止柵の提案図



注１）支柱や笠木等の材質や断面は、構造計算によって設定する。

注２）支柱基礎は、地形・地質状況を踏まえて設計を行う。

注３）完成後は、ロードキルのモニタリングを実施すると同時に、進入防止柵の健全度も経年的に観察することが望ましく、問題があれば補修・補強を実施するものとする。

注４）砕石の代わりに、金属板や塩化ビニル板等で対応しても良い。

■モニタリングの実施と対策の改善

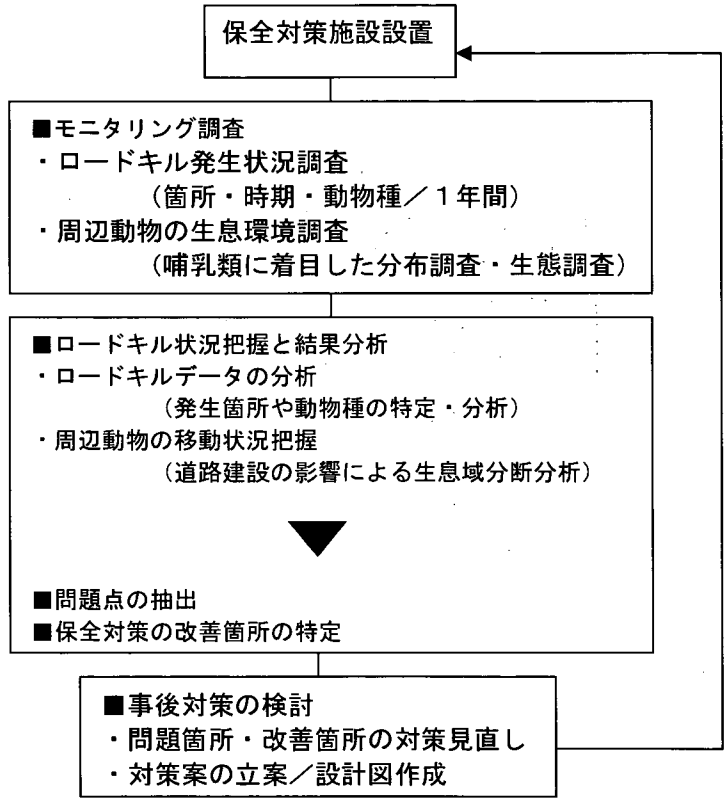
万全の対応を図っても、進入防止柵を乗り越える・地下を掘り進む・側溝等の間から進入する動物もいるため、ロードキルを完全に無くすことは不可能である。ロードキルを完全に無くすために、特殊な進入防止柵や誘導対策を講じることを推奨するものでもなく、**「モニタリング実施～対策改善手法」**を提案する。

この手法は、一度作った道路施設に対して、問題があれば何度でも改善していく PDCA 手法の考え方を適用したものである。

初期投資は比較的少なくして、モニタリングを実施しながら悪い点を改善していく手法は、**生物相手の施設計画**に適していると考えられる。

以下に、モニタリングから改善対策までの流れを示す。

図 5.4　モニタリングの具体的な流れ図



６．今後の課題

道路事業に関する、環境対策の中で生態系の保全はもっとも困難な課題の一つである。その原因のひとつは、生態系を形成する生物種各々が固有の特徴を持っており、保全のために必要なことがあまりに多く存在し、その中には措置そのものが困難であるものも含まれることが挙げられる。

道路が生活に必要な施設であることは言うまでのないことであるが、一方で道路が周辺環境に与える影響が大きいことも事実である。こうした状況下で道路管理者の果たすべき役割は、道路本来に求められる機能を周辺環境の保全を可能な限り両立させることである。周辺環境の保全対象が、沿道住民であることもあるし、生態系であることもある。

本研究では生態系保全対策の研究の対象としてタヌキを選定した。タヌキは里山を特徴付ける典型種であるため、タヌキの保全措置を行うことが他の種の保全を行うことにもつながると考えられる。しかしながら、これだけでは十分ではなく、生態系全体のためにはタヌキを含むあらゆる生物種の保全が必要である。今後こうした研究を積み重ねていくことで可能な限り多様な生物種に対応した生態系保全措置が行われる必要がある。

© 1999 The Tanuki Club

参考文献

■ロードキル防止技術に関する関連文献

1）自然との共生をめざす道づくり-エコロードハンドブック-　エコロード検討委員会編
2）野生動物の交通事故対策「エコロード事始め」　大泰司紀之・井部真理子・益田泰　編著
3）エコロード～生物にやさしい道づくり～　亀山　章　編集
4）鬼首エコロードガイドブック　建設省　湯沢工事事務所
5）第１回「野生生物と交通」研究発表会公演論文集　社）北海道開発技術センター
6）第２回「野生生物と交通」研究発表会公演論文集　社）北海道開発技術センター
7）鬼首道路　エコロードへの挑戦　鬼首エコロード研究会
8）現代日本生物誌３　フクロウとタヌキ　波多野鷹，金子弥生著
9）H15 年３月　沖縄県内研究発表会資料（西表島における小動物保護対策について）

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of NILIM
No. 152 March 2004

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305－0804 茨城県つくば市旭1番地
企画部研究評価推進課 TEL 029－864－2675