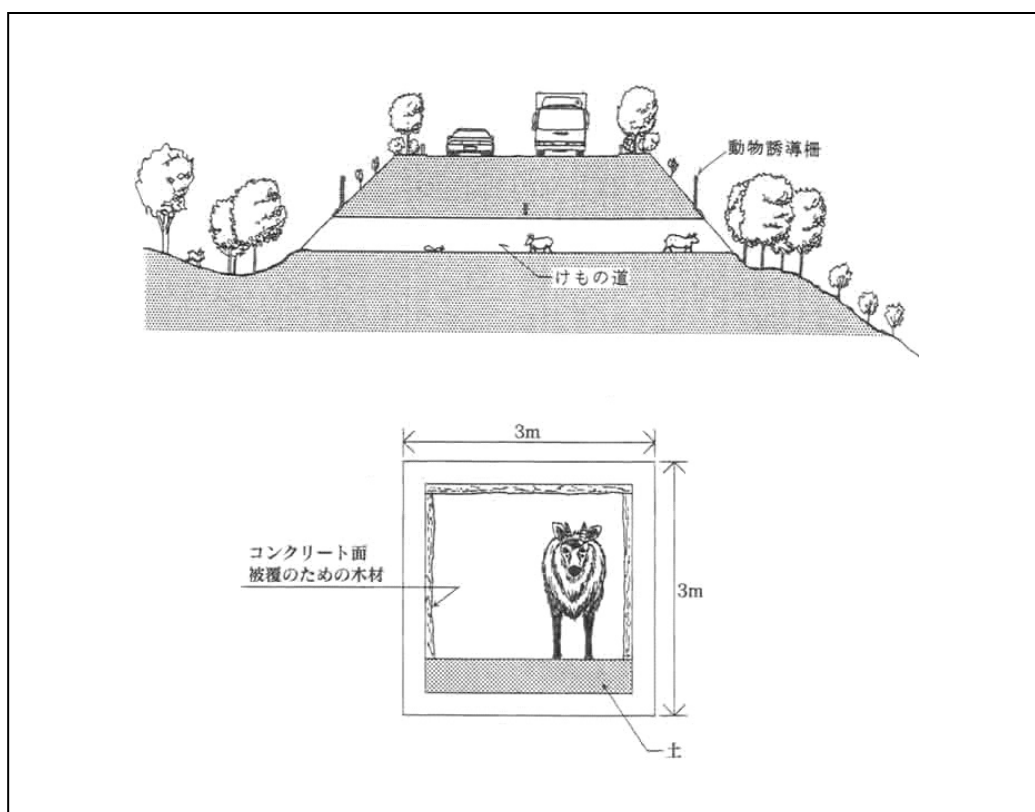


I . 動物の生息地の分断対策



※本編との対応

- ・本編 13. 1. 7 環境保全措置の検討【解説】*1「環境保全措置」
表-13. 1. 18 環境保全措置の例、効果等（動物の場合）
- ・本編 13. 1. 7 環境保全措置の検討【解説】*5「事後調査を実施」

目 次

I.1 道路横断施設の概要	I-1
(1) 生息地の分断	I-1
1) 行動圏の分断	I-1
2) 個体群の分断	I-2
(2) ロードキルの発生	I-3
1) ロードキルの実態	I-3
2) ロードキル発生の原因	I-4
2)-1 従来の移動ルートを変えない特性によるもの	I-4
2)-2 繁殖期や子別れに伴う活発な行動期の特性によるもの	I-4
2)-3 種ごとの行動習性によるもの	I-5
2)-4 法面利用によるもの	I-5
2)-5 道路上の餌（死体）を求めることによるもの	I-6
3) ロードキル防止の手法	I-7
3)-1 進入防止柵（フェンス）	I-7
3)-2 ワンウェイゲート	I-9
3)-3 アウトジャンプ	I-11
3)-4 ディアガード	I-12
3)-5 道路横断施設の設置	I-13
3)-6 二次災禍の防止	I-14
3)-7 標識の設置	I-14
I.2 道路横断施設設置の手法	I-15
(1) 道路横断施設設置の考え方	I-15
1) 現況の把握	I-15
2) 対象種の選定	I-19
3) 道路横断施設の設置位置の選定	I-19
4) 道路横断施設の構造の選定	I-20
(2) 道路横断施設設置における留意点	I-21
1) ボックスカルバート	I-21
2) パイプカルバート	I-23
3) 橋梁下	I-25
4) オーバーブリッジ	I-27
5) 樹上性哺乳類の横断施設	I-29
I.3 事後調査の手法	I-31
(1) 事後調査の必要性	I-31
(2) 効率的、効果的な事後調査手法の抽出	I-31

1) 痕跡調査	I -32
2) 自動撮影調査	I -33
3) テレメトリ調査	I -36
4) 糞抽出 DNA 調査	I -37
(4) 事後調査結果の評価	I -38
(5) 事後調査実施状況の概要	I -39
I . 4 道路横断施設設置事例	I -40

I.1 道路横断施設の概要

道路が建設されると、道路事業地とその周辺に生息する動物はさまざまな影響を受ける。その中でも生息域の分断とロードキル（自動車による轢死）は、動物の生息にとって深刻な弊害となる可能性がある。そのため、動物の生息環境を保全し動物と共存できる道路を目指して、道路を動物が安全に横断できるような方法が検討・実施されている。

(1) 生息地の分断

道路は線的に作られるものであるため、面的な事業と違い、地域の環境の質を大きく変えてしまうことは少ない。その反面、地域を完全に分断してしまうため、それまで地域を一体のものとして利用していた動物にとっては生息に重大な支障が生じるおそれがある。

生息地の分断による動物の生息への影響は主に個体レベルでの行動圏の分断と、個体群内あるいは個体群間の交流の分断が考えられる。

1) 行動圏の分断

動物の生活は、埒(ねぐら)や繁殖巣、餌場や水場などさまざまな要件を満たす場所を含んだ空間で行われている。これらの場所が一つの行動圏内に存在してはじめてその動物は生息が可能となる。そのため、道路の建設により、これらのどれかが切り離された場合、生活が成り立たなくなる(図 I-1)。特に行動範囲の広い大型や中型の哺乳類では、その影響はかなり広い範囲に及ぶ可能性が高く、その地域での絶滅の可能性が高くなる。また、生息場所を求めて人家や耕作地等に現れ、人間社会との^{あつれき}軋轢を生じさせる原因のひとつにもなり得る。

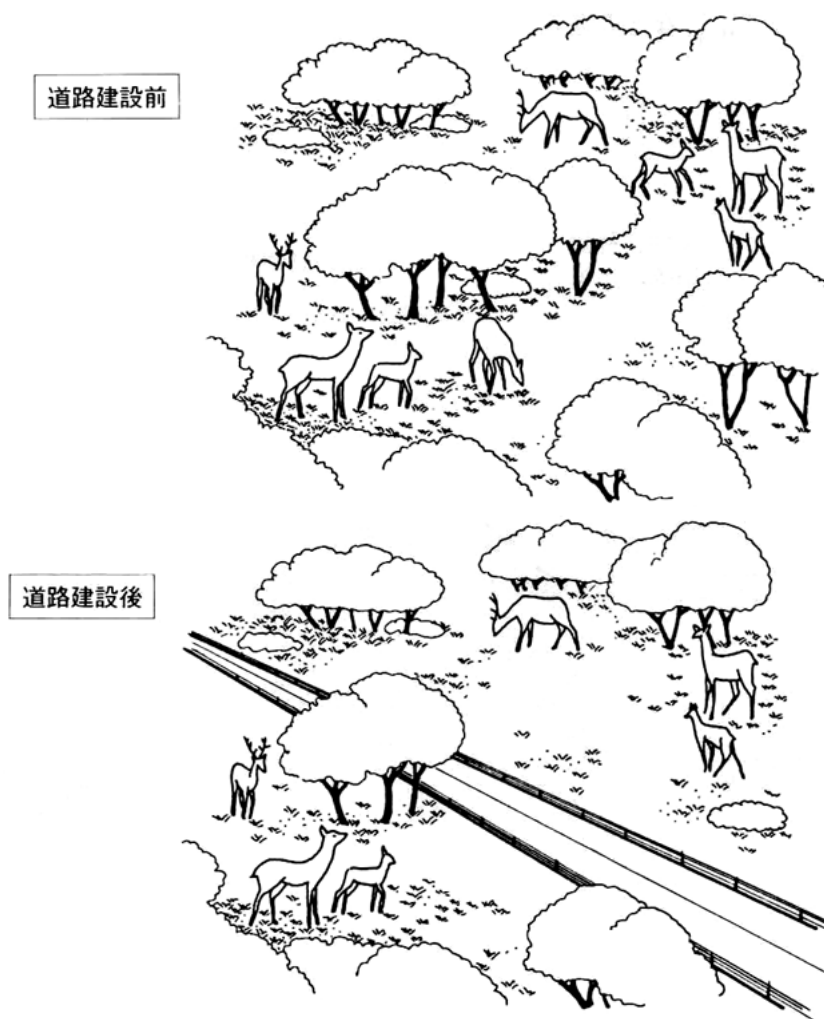


出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会編集：エコロードガイドライン（案）

図 I-1 行動圏分断による影響の例

2) 個体群の分断

生物は、一つの個体だけでは、その死とともにその種が消滅してしまう。その種が存続するためには、複数の個体が交流可能な地域内に生息していなければならない。この交流可能な複数の個体の集まりを個体群というが、この個体群は、それを維持するために一定数以上の個体が必要となる。これは、個体群の中の個体数が少なくなると、遺伝的多様性が減少し劣化してしまうためとされている。そのため、図 I-2 のように道路の建設により個体群が分裂し、互いに交流が不可能となった場合、徐々に個体群が消失して行き、その地域での種の絶滅につながる可能性が高い。



出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会：高速道路と野生生物

図 I-2 個体群分断の影響の例

(2) ロードキルの発生

道路により生息域が分断された場合、道路に近づくことを忌避する動物もいるが、通常、道路を通行する自動車の危険性を理解できないため、道路建設前と同じように通行し、自動車と衝突する死亡事故が発生している。これをロードキルと呼ぶ。

1) ロードキルの実態

日本道路公団の資料（表 I-1）によれば、平成 14 年の高速道路（7,112 km）における動物のロードキル件数は、35,933 件となっている。

最も多いのはタヌキで、全体の約 4 割を占めている。また、カラスやトビは、道路上で死亡し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る。

表 I-1 高速道路におけるロードキルの内訳（平成 14 年）

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

出典）日本道路公団資料

また、同じく日本道路公団の資料によれば、過去 10 年間のロードキル件数については、経年的に増加している（図 I-3）。これは、高速道路の新規開通によるためでもあるが、近年開通した高速道路は、野生生物の数が多山間部を通過していることも理由のひとつと考えられる。

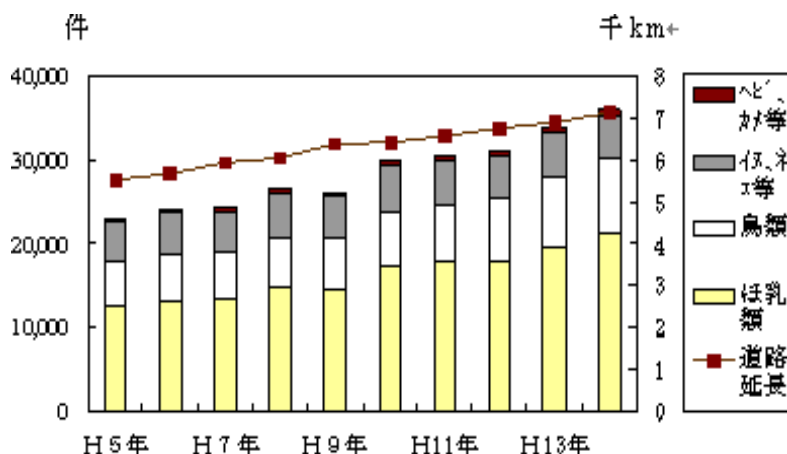


図 I-3 道路延長とロードキル件数の推移

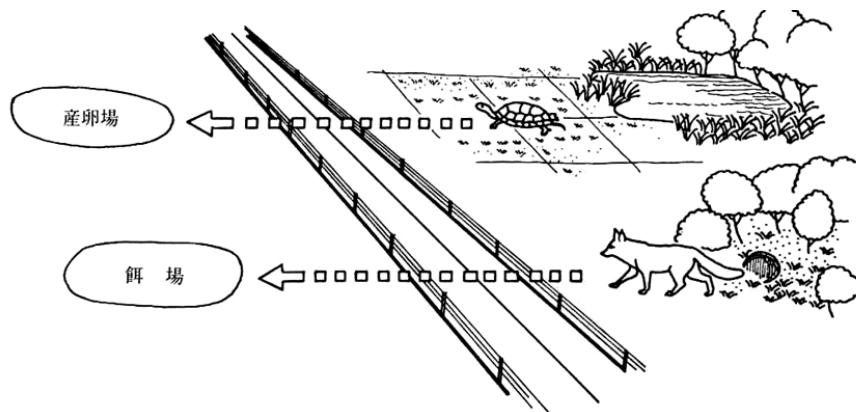
出典）日本道路公団資料

2) ロードキル発生の原因

動物が道路に進入し事故に遭うのには、次のような動物の行動特性に由来する原因が考えられる。

2)－1 従来の移動ルートを変えない特性によるもの

動物は基本的に、道路が建設されても餌場や産卵場への移動ルートを変えずに移動しようとする。特にカメ類やカエル類などの両生類や爬虫類は、産卵時等の習性を変えない傾向が強く、構造的に可能であれば気にせず道路を横断しようとして事故に遭うことが多い（図 I-4）。

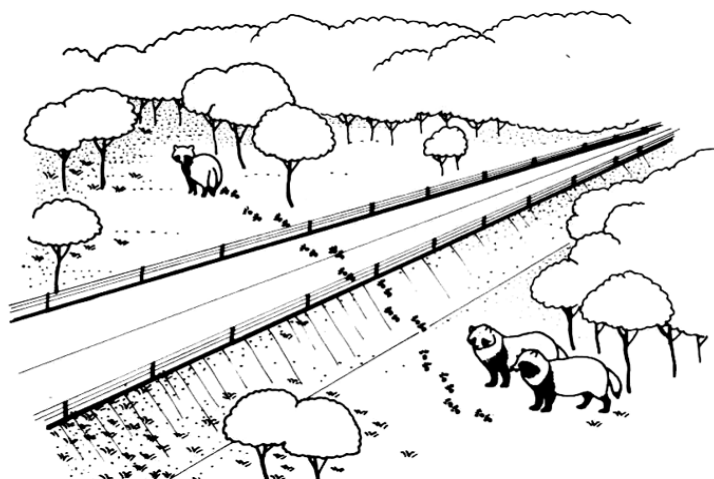


出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会：高速道路と野生生物

図 I-4 移動ルートを変えない動物の例

2)－2 繁殖期や子別れに伴う活発な行動期の特徴によるもの

繁殖期には繁殖相手を求め通常より行動が活発になり、行動圏も拡大する。また、子別れの季節にも子は親の行動圏を出て遠方への移動を余儀なくされる。そのため普段は避けている道路を横断する機会が増えると考えられている。キツネ、イタチ、タヌキなどの中型哺乳類に多く見られる（図 I-5、9）。

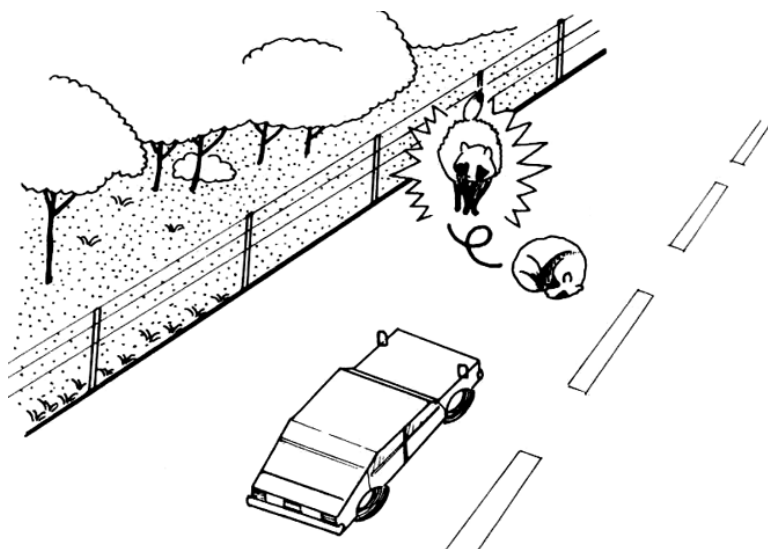


出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会：高速道路と野生生物

図 I-5 子別れによる移動

2) -3 種ごとの行動習性によるもの

タヌキは何かに驚くと、うずくまって身をかくす習性がある。また、ネコは立ち止まるかいきなり突っ走るかのいずれかの行動をとる。このように種ごとに特有の行動習性があるため、より事故に遭う可能性が高くなる（図 I -6）。

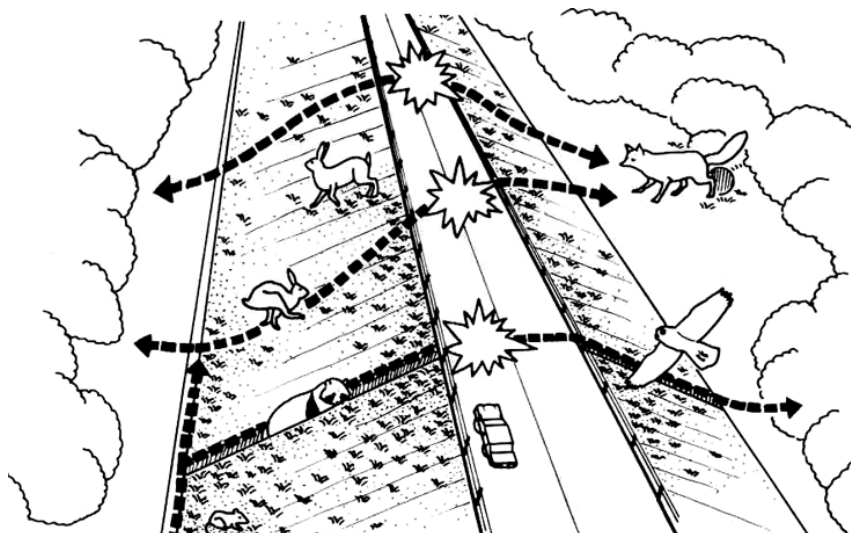


出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会：高速道路と野生生物

図 I -6 種ごとの行動特性による例

2) -4 法面利用によるもの

草地の発達した法面は、ネズミ類やノウサギなどの動物にとって良好な生息域として機能することも多く、それらの動物を求めてキツネ、タヌキ、イタチ、フクロウなどの動物も近づいてくる。その結果、道路内に進入し事故に遭うことも考えられる（図 I -7）。

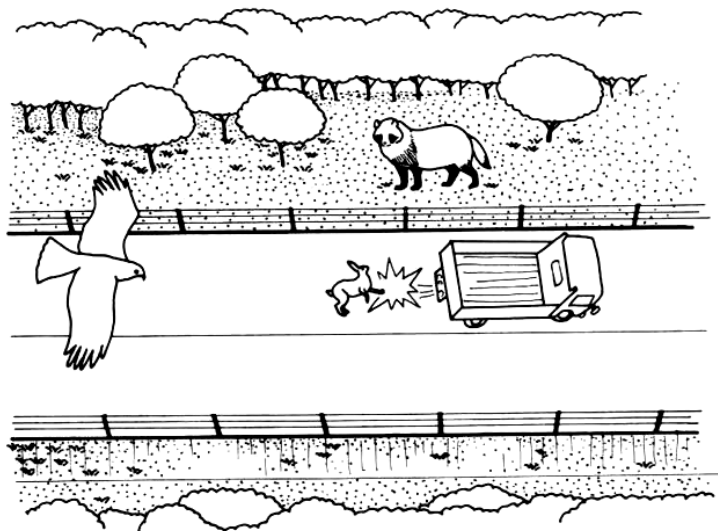


出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会：高速道路と野生生物

図 I -7 法面利用のイメージ

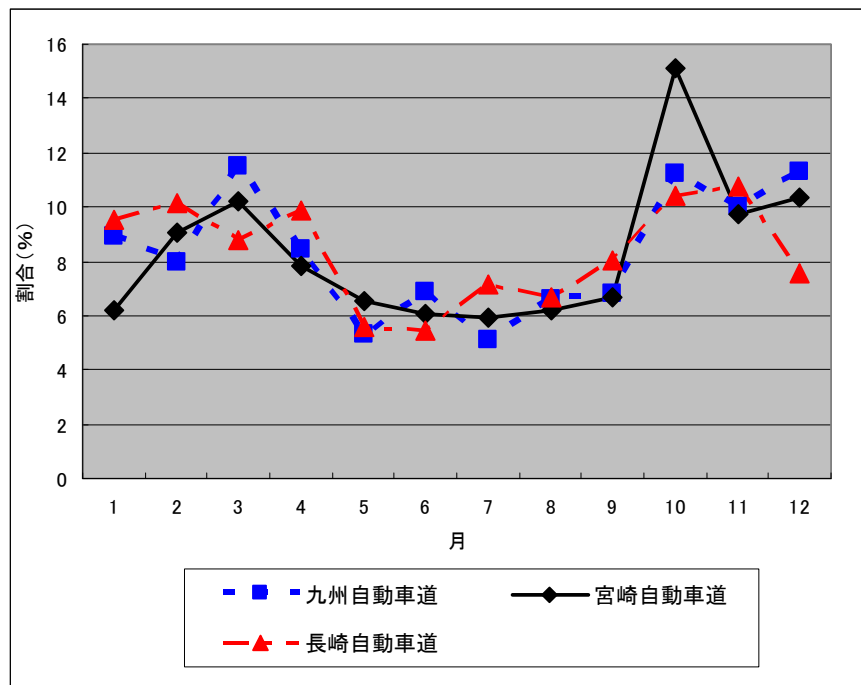
2) -5 道路上の餌（死体）を求めることによるもの

道路上で事故に遭い死んだ動物の死体に、それを餌とする動物が近づき新たな事故が発生するという悪循環が繰り返される。トビ、カラス類、タヌキなどに多く見られる（図 I -8）。



出典）日本道路公団、（社）道路緑化保全協会：高速道路と野生生物

図 I -8 死体に集まる動物



1989 年の九州地方の高速道路のタヌキのロードキルの月別発生状況（データは日本道路公団の提供による）

春の繁殖期と秋の子離れの時期、年 2 回のピークが見られる。

図 I -9 タヌキのロードキルの月別発生状況

3) ロードキル防止の手法

ロードキルを防止するためには以下の対策が考えられる。

3) -1 進入防止柵（フェンス）

(a) 設置環境	・特にロードキルの発生可能性の高い場所周辺（沢部、谷部、獣道等） ・道路横断施設への誘導に	 侵入防止柵の例 ＜東富士五湖道路＞
(b) 主な対象種	・大型哺乳類～小型哺乳類（特にシカ、タヌキ等ロードキルが多発する種）	
(c) 留意点	機能・効果を左右する構造的要素 1.フェンスの仕様（高さ・網目） 2.構造物との隙間（取付部の処理）	

(a) 設置環境

侵入防止柵（フェンス）は、周辺に生息する野生動物の道路内への侵入を防ぐ上で、最も有効である。特に、ロードキルが誘発されそうな場所への設置を検討する。

また、侵入防止柵と道路横断施設を組み合わせることで、道路横断施設への誘導及び施設利用の確実性を高めることができ、ロードキルの防止と動物の移動経路の確保に効果がある。

(b) 主な対象種

侵入防止柵の対象は生息確認種全てであるが、フェンスの構造によっては、動物の侵入に対して全く役に立たない場合もあるので、対象動物（大型、中型、小型哺乳類）の生態的特性に合わせた高さ、網目サイズなどについて適切な構造を検討する必要がある。

一方で、橋梁下や高架下等で動物の移動路として確保したいが、安全上等の理由で人の侵入を防ぎたい場合は、隙間の大きい有刺鉄線型フェンス等を採用することも有効である。

(c) 留意点

- ・対象とする種の生態的特性に応じた適切なフェンスの仕様（高さ・網目サイズ）を検討する。
- ・積雪期等、フェンスの高さが相対的に低くなる際に、飛び越えが起こることがある。
- ・構造物どうしの隙間から、出入りすることがある。

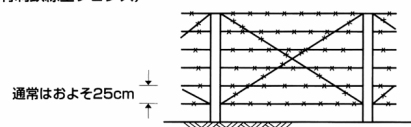
侵入防止柵（フェンス）は、周辺に生息する野生動物の道路内への侵入を防ぐ上で、最も有効である。特に、ロードキルが誘発されそうな場所への設置を検討する。また、侵入防止柵と道路横断施設を組み合わせることで、道路横断施設への誘導及び施設利用の確実性を高めることができ、ロードキルの防止と移動経路の確保に効果がある。

対象種の生態的特性により、有効なフェンスの高さや形状が異なるため、これらを考慮した設計を行うことが必要である。また多雪地域では、積雪や除雪の雪塊により地表とフェンスとの差が減少することが想定されるため、予め積雪量を考慮した高さを検討する必要がある。

表 I-2 生態的特性を考慮したフェンス設置における主な検討事項

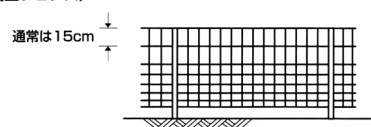
対 策	概 要
飛び越え対策	・シカやカモシカ等の跳躍力の高い種を対象とする場合、通常よりも高いフェンスを使用する。
乗り越え対策	・イタチやテン等のフェンスを登る能力のある種に対しては、フェンスの嵩上げを行ったとしても侵入防止効果は少ない。そのため、網目を細かくする等、フェンスを登りにくくする対策をとる。
隙間からの侵入対策	・小型の哺乳類は、網目の隙間から侵入することがある。 ・キツネやタヌキ等は地面を掘り返して侵入することがある。フェンスを地中まで埋め込むか、フェンスと地面の隙間を金網等でふさぐ等の対策が必要である。構造物どうしの隙間にも留意する。

〈有刺鉄線型フェンス〉



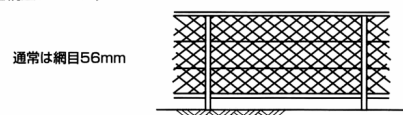
有刺鉄線型フェンスは、タヌキ、ノウサギなど中型以下の動物に対して侵入防止の役目を全く果たさない。

〈格子網型フェンス〉



格子網型フェンスの場合も大半の動物はワクの間をくぐってしまう。

〈金網型フェンス〉



金網型フェンスは、ノウサギ、タヌキなどの動物の侵入を防止するが、リスなどはこの網目をくぐってしまう。

出典）日本道路公団、（社）道路緑化保全協会編集：エコロードガイドライン（案）

図 I-10 動物に進入されるおそれのあるフェンスの例

3) -2 ワンウェイゲート

(a) 設置環境	・地形的にシカが集まりやすい場所 ・侵入防止柵に一定の間隔で設置	 ワンウェイゲートの例 ＜斜里エコロード＞
(b) 主な対象種	・シカ	
(c) 留意点	機能・効果を左右する構造的要素 1.配置 2.構造物の形状	

(a) 設置環境

ワンウェイゲートは、侵入防止柵と併用する付帯施設で、道路用地内に侵入した動物（主にシカ）を道路の外側へ脱出させるためのゲートである。

ワンウェイゲートの両側には、フォーク状の金属棒が取り付けられており、それらの金属棒は、道路用地内から外側に向かってのびている。このため道路用地内の大型動物は、フォークを体で動かして用地外に脱出することができるが、逆に道路用地外から敷地内へ侵入することはできない。

設置環境は、主な移動経路となる沢や樹木がある獣道のほか、シカが進入する可能性が高い侵入防止柵の起終点付近に設置することが望ましい。また、ワンウェイゲートのフォーク部分が稼働する範囲に、樹木や岩等の障害物がない場所を選定する必要がある。

(b) 主な対象種

主な対象種は、シカである。

(c) 留意点

- ・ 設置箇所の形状に適した侵入防止柵と一体型の設置を検討する。
- ・ フェンス沿いに設置する場合は漏斗型（V字形状）、橋梁部への設置はL字型が適している。

ワンウェイゲートの形状には、漏斗型（V字形状）とL字型がある。

漏斗型（V字形状）は、ゲート両端の侵入防止柵（フェンス）に対して緩やかな勾配が設けてあり、道路用地内の動物を出口（ワンウェイゲート）へと誘導することができる（図 I-11 参照）。

L字型は、侵入防止柵（フェンス）がL字型に折れるような箇所に設置する。例えば橋梁付近では、設計上、図 I-12 のように侵入防止柵（フェンス）がL字型に折れるような形で設置される場合がある。このようなL字型の箇所にゲートを設置することで、フェンス沿いに移動してきたシカ等の動物を、自然と出口に導くことができる。

漏斗型（V字形状）・L字型ともに、沢部や谷部、獣道周辺などの潜在的移動経路へと脱出に導く位置に設置することが望ましい。また、シカをワンウェイゲートへ誘導するため、誘導植栽等を適宜配置する方法もある。

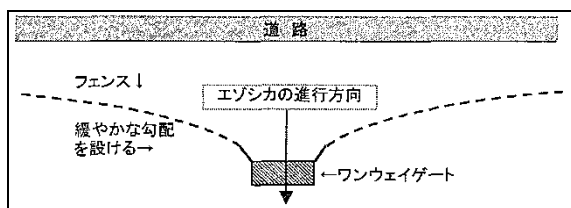


図 I-11 漏斗型形状（V字形状）

出典：「エゾシカ対策整備運用マニュアル(案)～斜里エコロード～」
北海道開発局 網走開発建設部(2008 年)



<斜里エコロード>

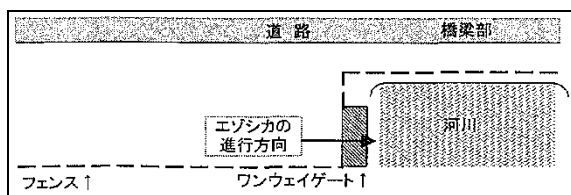


図 I-12 L字型形状

出典：「エゾシカ対策整備運用マニュアル(案)～斜里エコロード～」
北海道開発局 網走開発建設部(2008 年)



<斜里エコロード>

3) -3 アウトジャンプ

(a) 設置環境	・侵入防止柵の起終点付近や樹林地の接する場所等	 アウトジャンプの例 ＜斜里エコロード＞
(b) 主な対象種	・シカ	
(c) 留意点	機能・効果を左右する構造的要素 1.維持管理	

(a) 設置環境

アウトジャンプの目的は、ワンウェイゲートと同様に侵入防止柵（フェンス）の内側（道路用地内）にいるシカを、道路の外側へ脱出させることである。

アウトジャンプは、フェンスの道路側の一部を盛土にすることで、動物が容易にジャンプして脱出することができる構造となっている。本施設は、フェンスの起終点付近や沢沿い、樹木が茂っている場所等、動物の誤侵入が多くなりやすい場所において設置を検討する。また、対象となる動物は飛び出して道路外へ脱出することから、着地する場所は障害物等が少なく、安全に着地できる場所を選定する必要がある。

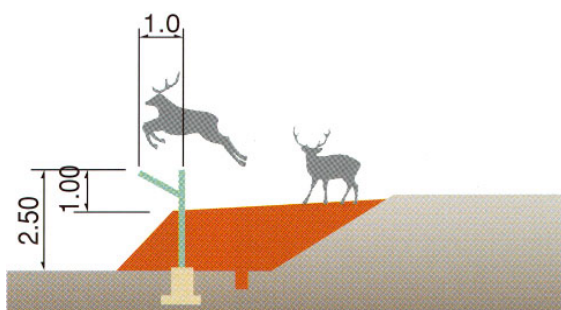


図 I-13 アウトジャンプの構造例

出典：「エゾシカ対策整備運用マニュアル(案)
～斜里エコロード～」北海道開発局
網走開発建設部（2008 年）

(b) 主な対象種

本施設の対象は、跳躍力の高い種、主にシカである。

(c) 留意点

多雪地域では、積雪や除雪により、施設外側の地表面と施設の高さの差が相対的に小さくなる。このため多雪地域では、施設外からの侵入を防ぐ方法として、定期的な点検や除雪の影響を受けない場所（道路から離れた場所）への設置が挙げられる。

3) -4 ディアガード

(a) 設置環境	・偶蹄目の侵入防止対策箇所 ・人や車の利用頻度が高い場所	 ディアガードの例 ＜斜里エコロード＞
(b) 主な対象種	・主に偶蹄目(シカ、イノシシ等)	
(c) 留意点	機能・効果を左右する構造的要素 1.配置・形状 2.維持管理	

(a) 設置環境

ディアガードは、グレーチングのような隙間のある構造の上を移動することを忌避する対象種の生態的特性を利用して、動物の通過を防ぐことを目的に開発された構造物である。

侵入防止柵と異なり、人や車両の通行は可能であることから利便性が高い。そのため、車の利用頻度が比較的高い取付け道路等への設置を検討する。

(b) 主な対象種

本施設の主な対象種は、シカ、イノシシ等の偶蹄目である。

(c) 留意点

- ・対象種に適したグレーチングのサイズを検討する。
- ・土や雪、氷等の付着による目詰まりに注意する。

構造上の最も重要な点は、グレーチングの隙間部分である。隙間が狭い場合には偶蹄目の侵入を防ぐことができず、隙間が広い場合には人や車の通行に支障をきたすことがある。そのため対象種の生態的特性に応じて、隙間のサイズの調整を行う。またグレーチングの奥行きが短い場合には、対象種がグレーチング部を飛び越えることも想定される。北海道の斜里エコロードでは、エゾシカの跳躍能力を考慮して、グレーチングの奥行きを、4.5m～5mとしている。

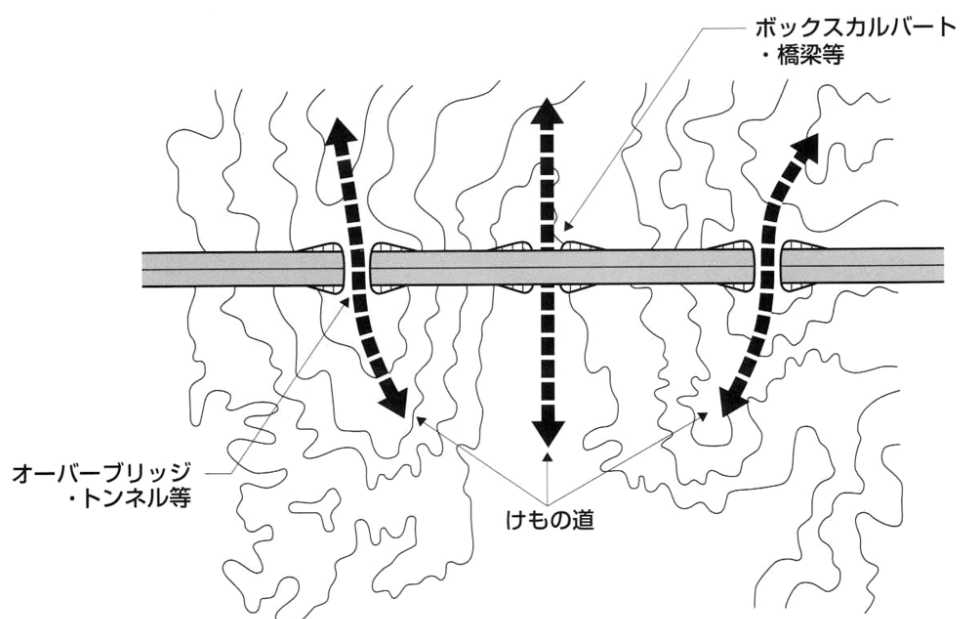
積雪地域では、グレーチングの隙間が雪や氷で埋まり、動物の通行が可能となることがある。そのため、定期的な点検とメンテナンスを行う必要がある。

また、大型車の通行がある場所等では、車両通行によるグレーチングのパイプ部分の変形に留意が必要である。事前に想定される場合は、耐久性の高い材質を用いる等の配慮を行う。

ディアガードの例	部分的に雪が積もった状態
	
<斜里エコロード>	<斜里エコロード>

3) -5 道路横断施設の設置

カルバートボックス、オーバブリッジ、排水用管路、橋梁・高架下、トンネル上部等を利用して道路を安全に横断することが可能な施設を確保する(各施設については、pp. I -21～30 参照)。



出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会編集：エコロードガイドライン（案）

図 I -14 道路横断施設の考え方

3) -6 二次災禍の防止

死体に集まる動物のロードキルを防ぐため、交通巡回による速やかな対応を行う。



出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会：高速道路と野生生物

図 I -15 放置される死体（タヌキ）

3) -7 標識の設置

標識の設置によりドライバーへの注意を喚起し、未然にロードキルを防止する。

I.2 道路横断施設設置の手法

(1) 道路横断施設設置の考え方

道路横断施設の設置にあたっては、対象地域の動物相（生息する動物の種類）とその生態をよく理解した上で、どこにどのように設置するか検討しなければ意味がない。そのためには、事前に十分な生息状況の調査を実施し、どこにどんな動物が生息しているのか把握しておく必要がある。以下に検討手順の例を示す。

1) 現況の把握

まず、計画路線沿線にどのような動物が生息しているか把握することが必要である。そのための調査・推定方法としては、文献調査、聞き取り調査、植生図等を用いた推定、および現地調査がある。

文献調査は、既存資料により計画路線沿線の動物の生息情報を得る方法であり、過去の多くの調査の蓄積であるため重要な情報源である。その反面、必ずしも最近の情報では無いことや、文献により精度が異なること、必要とする精度で情報が得られない場合が多いことなどが欠点となる。

聞き取り調査は、地域で長年調査を行っている人や動物に詳しい人から情報を得る方法であり、非常に具体的な情報を得ることもある。しかし、地域的に限定されていたり、限られた動物種の情報であったりすることも多い。また、植生図や土地利用図、航空写真等から生息環境を把握し、哺乳類の移動経路となる可能性が高い場所を事前に推定する方法もある。

現地調査は、道路横断施設設置のための情報を収集することを目的として実施されるため、必要な情報を得ることができるが、十分なデータを得るには費用・時間が多くかかることがある。したがって、文献調査、聞き取り調査及び現地調査でそれぞれを補完しつつ実施すると効率よく、より信頼性のある情報を得ることができる。

文献調査、聞き取り調査、植生図等による推定は現地調査に先立って実施し、地域の概要を把握したうえで現地調査を行うと、効率の良い調査ができる。なお、現地調査を行う際には、道路横断施設による環境保全措置効果を検証できるように、供用後のモニタリング調査と比較可能な調査手法を採用することが望ましい。

表 I-3 調査方法（文献調査、聞き取り調査）

文献調査	環境省の自然環境保全基礎調査報告書、地域の自然誌、県別の図鑑、地域の博物館等の資料、地域の大学の研究論文等を収集・整理する。隣接地域で実施された環境影響評価の図書が入手できればこれも活用する。 なお、生物の分類体系は複数あり、また見直しも随時行われているので、古い資料の場合、分類や種名が現在と異なる場合があるので注意する必要がある。
聞き取り調査	地域の大学の研究者、地域の学校の教員、猟友会、鳥獣保護員等に聞き取りを依頼あるいはさらに詳しい人物・団体等の紹介を依頼する。 聞き取りにあたっては、事前に必要とする情報を整理し、図面等を用意して効率よく情報を聞きだせるよう準備する。なお、種名を地方名で呼んでいることもあるので注意する。

表 I-4 現地調査（痕跡調査）

(1) 痕跡調査

- ・痕跡調査は、主に大型・中型哺乳類を対象として実施されることが多い。一般に哺乳類は、目視により生息個体を確認することが困難なため、各種の痕跡（フィールドサイン）を確認し、生息する動物種を推定する。

フィールドサイン法

- ・主なフィールドサインには、足跡、糞、食痕、巣、ヌタ場、爪痕等があり、これらの痕跡から種の生息を確認する。
- ・目視観察が基本となるため、特に機材は必要ない。
- ・痕跡の記録は、痕跡の種類、新旧、大きさ、糞や食痕の内容物、足跡の方向、確認環境等について記述するとともに、カメラで撮影しておくと後日検証が可能な場合もある。位置情報については、地形図や GPS 等を用いて記録する。
- ・足跡については、足跡をトレースすることで、移動方向や分布域を比較的高い精度で把握できるため、移動経路や道路への侵入経路等の把握にも有効である。
- ・調査では、水辺等の地面が柔らかい場所等、痕跡が残しやすい場所を重点的に搜索すると効果的である。
- ・一方、痕跡が残りにくい場所では、細かい砂や石灰、煤やトナー等を事前に撒いておくことで、確認しやすくする方法もある。
- ・季節的には、動物の移動が活発な時期ほど、痕跡が残る可能性も高くなると考えられる。また雪上の痕跡は、無雪期に比べて非常に発見が容易であるので、積雪地域では冬季の調査が重要である。



足跡（タヌキ）



糞（タヌキ）



食痕（リス類）

表 I-5 現地調査（直接観察）

(2) 直接観察	
・直接観察には、定点観察、任意観察、スポットライトセンサス（道路センサス）等があり、目視によって生息数の推定や動物相を明らかにする。しかしながら一部の種を除き、目視確認できる機会は少ない。対象種を発見した場合は、頭数、性別、推定年齢、個体群の構成のほか、確認位置や生息環境を記録すると良い。	
定点観察法 ・あらかじめ設定した位置から望遠鏡や双眼鏡等を用いて観察し、生息数の推定や動物相を明らかにする手法である。 ・観察地点は、対象地が展望できる場所に設け、比較的動物の移動頻度が高い時間帯（日出後や日没前）に実施すると効果的である。	 任意観察法（コウモリ）
任意観察法 ・主に、目視あるいは双眼鏡を用いて生息数の推定や動物相を明らかにする手法である。 ・対象種の生息環境（餌場、水場、ねぐら等）を重点的に調査することで、効率的な確認を行うことができる。この際、前述の痕跡調査を併用すると、より効果的である。	 スポットライトセンサスの様子
スポットライトセンサス（道路センサス） ・日没後に、設定した踏査ルートを徒歩または車を低速走行させ、両側をスポットライト等で照射しながら生息数の推定や動物相を明らかにする手法である。一般的に中型哺乳類より大きい動物を対象にすることが多い。 ・ライトを当てた際の動物の眼の反射により、昼間よりも容易に個体確認ができる。 ・天候に左右されるため、柔軟に調査計画を立てることが必要である。	 ライトで照らし出されたシカ

表 I-6 現地調査（捕獲調査）

(3) 捕獲調査	
・ 捕獲調査は、目撃や痕跡では種の同定が困難な場合が多い小型哺乳類（モグラ類、ネズミ類）を対象にした調査方法である。 ・ 個体の捕獲が可能なおことから生息状況のほか、サイズや健康状態等、個体の情報を詳細に計測・把握できる。 ・ 調査の際には、定期的な見回りを行い、捕獲個体の死亡事故を減らすよう努める。	
小型哺乳類の捕獲 ・ 小型哺乳類捕獲のためのトラップには、生け捕り式罠、墜落缶（バケツ等を用いた落とし穴）、モグラ用トラップ、ネズミ用の圧殺式罠等がある。 ・ このうち小型哺乳類には、生け捕り式罠のシャーマントラップが多く使われる。トラップの内部にピーナツ等の誘引餌を設置し、個体の捕獲を行う。 ・ 捕獲率は、季節の影響を受けやすく、主に秋季～春季の捕獲効率が低いとされる。逆に餌の豊富な夏季は、捕獲効率が低下する。	 シャーマントラップ
中型哺乳類の捕獲 ・ 中型哺乳類捕獲のためのトラップには、カゴ罠が用いられることが多く、内部に誘引餌を設置する。 ・ 主に、捕獲確認が必要になるイタチ類等を対象に実施される。 ・ 季節を問わず捕獲が期待されるが、捕獲対象種及び季節により餌を変えると、捕獲効率が上がることが知られている。	 カゴ罠

ここに挙げた痕跡調査や直接観察、捕獲調査以外にも、現地調査手法には、赤外線センサーカメラによる自動撮影法やテレメトリ調査法などがあるので、目的や対象種に合わせて、適宜使い分けると良い（詳細は、pp. I-31～37 を参照）。

2) 対象種の選定

生息する動物種の中から、道路横断施設の設置により移動路を確保する対象種を選定する。対象種の選定は、行動圏や一般的生態と沿線の生息環境の分布状況等に基づき、道路の建設により移動に影響を受ける動物種を抽出する。

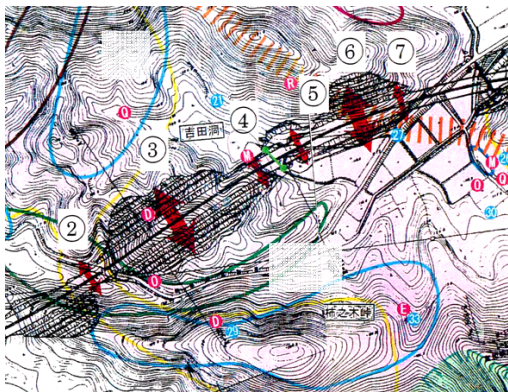
具体的には、調査で道路の両側に広く生息が確認されている種、明らかに道路予定地を横断していることが確認されている種、道路の片側のみの確認であるが地形や植生の状況から生息域が道路の両側に連続している可能性が高い種、確認は少なくとも行動圏が広い種等を対象とする。

抽出にあたっては、希少性や地域自然環境の指標性などにより特定の種が選ばれることも多いが、地域の自然環境の多様性の保全といった観点からは、できるだけ多くの種を対象とすることが望ましい。

3) 道路横断施設の設置位置の選定

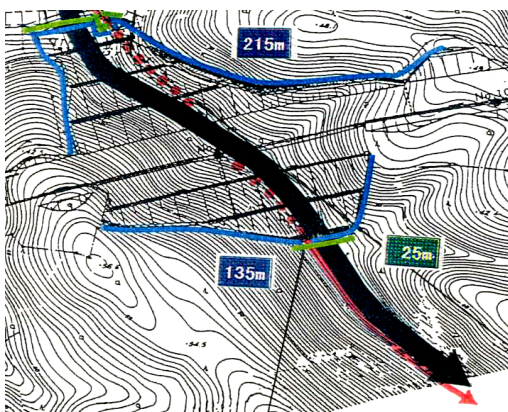
道路横断施設は対象動物が利用しやすい位置に設置しなければならない。そのためには、現状で利用されている移動路と同じ位置に設置することが望ましい。現状で利用されている移動路については、現地調査で確認の多いところや聞き取りにより移動路として情報が得られたところを基本とするが、他に沿線の地形や植生の状況に基づき、一般的な生態の知見を参考にし、移動路として利用の可能性があるところも対象とする（図 I-16, 17）。たとえば、水辺と樹林地を結ぶ移動経路は野生動物による利用が多くなる傾向がある。また既存道路に設置する場合は、ロードキルの多発区間に設置することも有効と考えられる。

なお、現状の移動路と交差するが道路構造上どうしても道路横断施設の設置が困難な場合については、できるだけ近くに道路横断施設を設置するとともに、その地点まで誘導植栽やフェンス・擁壁等で誘導する。



動物の生息域（青実線、緑実線等）と移動路（赤矢印）と道路計画を重ね合わせ道路横断施設の設置位置の検討を行った例。

図 I-16 道路横断施設の設置位置の検討例（その 1）



動物の移動路（黒矢印）と道路計画を重ね合わせ道路横断施設の設置位置（赤矢印）の検討と誘導施設（フェンス；青実線）を行った例。

図 I-17 道路横断施設の設置位置の検討例（その 2）

4) 道路横断施設の構造の選定

道路横断施設の構造は道路下のボックスカルバートやパイプカルバート、橋梁下、オーバブリッジなどが一般的である。それらは対象とする動物の習性に合わせる必要があり、場合によっては特別な構造のものが必要になる場合がある。

例えば、ボックスカルバートでは、シカの場合、高さ×幅÷長さが 0.6 以上であるのが望ましいとされているが、逆にイタチやタヌキでは、カルバート内の側溝を利用していた例もあり、むしろ断面積が小さいところを好む傾向がある。

他に、道路を跨ぐ標識施設を利用したヤマネブリッジや空中を幅 30 c m 程度のつり橋でつないだリス用の橋などが試みられている。

既存の文献及び今回収集した結果による横断構造物の動物種の利用状況を表 I -7 にまとめた。従来、ノウサギやキツネは、パイプカルバートでの利用は確認されていなかったが、今回収集した 1 箇所での利用が確認された。確認されたパイプカルバートの直径は 1m、延長が約 30m～40m であった。

表 I -7 横断構造別動物種の利用状況

	今回	*1	*2	今回	*1	*2	今回	*1	*2	今回	*1	*2	今回	*1
	C-Box			C-Box(内側溝・水路)			C-P・排水用管路			OV			橋梁下	
ノウサギ	◎	○	○*				△				△	○*	○	◎
タヌキ	◎	◎	○*		◎	○	○	◎	○*	△	○	○	◎	◎
キツネ	◎	◎	○*				△			△	◎	○	◎	◎
テン	◎	○	○*		○	○	○	○	○			○*	◎	○
イタチ	◎	◎			○		○	○					○	○
チョウセンイタチ			○			○			○			○		
アナグマ	○		○						○				△	
ハクビシン	△		○*				○		*			○	△	
ニホンザル	○	△											△	◎
ニホンカモシカ	△													
ニホンジカ	△	△											○	○
イノシシ		△											△	○
オコジョ	○	○												○
ニホンリス	△	○											△	
ネズミ類	○												△	
コウモリ類	△													
ツキノワグマ	△													
モモンガ	△													

今回 収集した資料により利用状況をまとめたもの

◎:利用が多い(5箇所以上で確認), ○:利用する(2～4箇所で確認), △:利用が少ない(1箇所で確認)

*1 出典, 高速道路と野生動物(日本道路公団1989)、動物の道路横断施設利用実態

◎:よく利用する, ○:利用する, △:利用が少ない

この内容は、調査結果に基づくもので、可能性については含まれていない。

*2 出典, 国総研資料第152号(並河他), 2004.3、横断施設別動物の利用状況(総合)

○:2001.春季～2002.春季、宮崎自動車道の調査により利用が確認された種

*:2003.3～2003.4、常磐自動車道(日立北IC, 北茨城IC付近)の8つの道路横断構造物で利用が確認された種

(2) 道路横断施設設置における留意点

ここでは、道路横断施設の設置の際に留意すべき一般的な事項を構造別に示す。実際の設置検討においては、さらに対象種の特性、周辺環境の状況、気候等を考慮して設置する必要がある。

1) ボックスカルバート

(a) 設置環境	・水路、小道等と交差する場所 ・獣道	 ボックスカルバートの例 ＜豊富バイパス＞
(b) 主な対象種	大型～中型哺乳類 ・シカ、キツネ、タヌキ、ハクビシン等	
(c) 留意点	選好性を左右する構造的要素 1.施設サイズと対象種の体サイズ 2.構造段数 3.路面タイプ 4.車両の通行の可否	

(a) 設置環境

ボックスカルバートは、道路が水路や小道、獣道と立体交差する場合に設置される道路横断施設であり、人や車両の通行を主な目的としたタイプと野生動物専用のタイプがある。

設置環境は、特に保全対策の観点では、道路によって分断される恐れがある主要な獣道等に設置することが理想的である。獣道への設置を検討する際には、周辺で確認された獣道のうち保全目標種を含む野生動物の利用が多い場所を候補地として複数選定し、周辺環境や土地利用、人為的影響の大きさ等を考慮し、設置場所を決定する。

(b) 主な利用動物・対象種

ボックスカルバートは、大型から中型、小型哺乳類まで様々な大きさの動物によって利用されている。大型種では、クマ、シカ、イノシシ、中型種では、タヌキ、キツネ、ハクビシン、アナグマ、テン、ノウサギ等、小型種では、ネズミ類、コウモリ類等の利用が確認されている。また、コウモリ類については、移動経路のほかに休息場所としても利用することがわかっている。なお、コウモリ類を対象種に含める場合には、ねぐらとなるようなバットボックス等の設置も検討する。

	ニホンジカ	キツネ
利用状況		

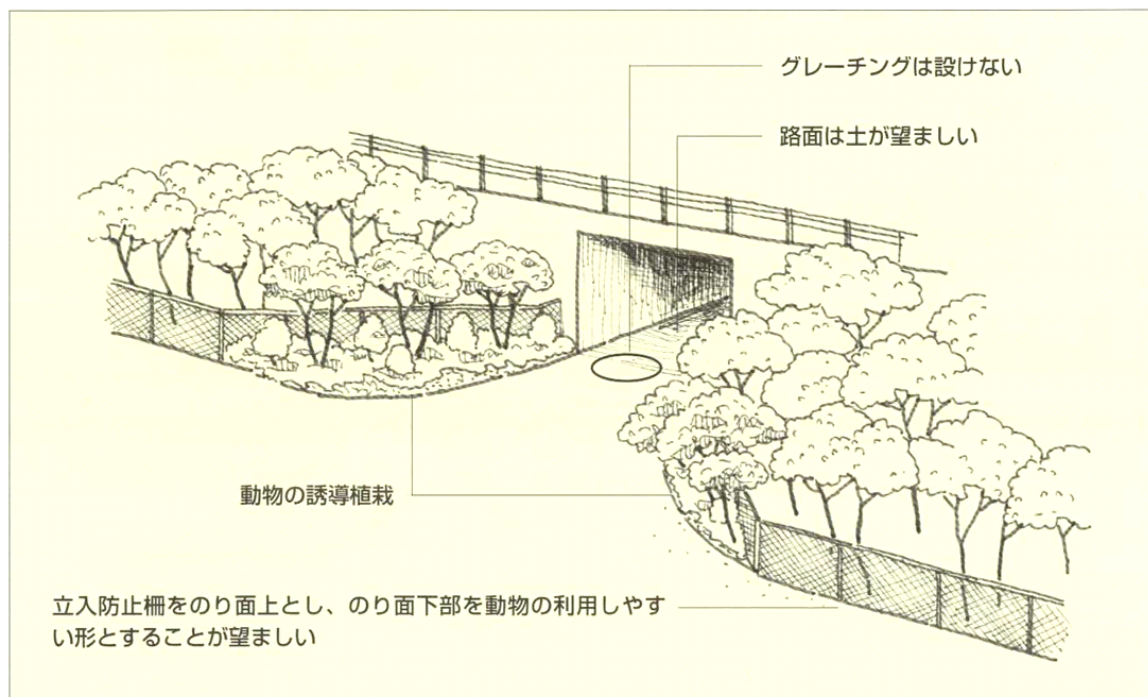
注) 撮影場所：東富士五湖道路

(c) 留意点

- ・ 保全目標種の体サイズと施設サイズの関係を考える。
- ・ 保全目標種及び利用種の生態的特性を考慮した構造設計や工夫を加える。

ボックスカルバートは、多くの動物の移動路として利用されているが、既存の調査事例から、ボックスカルバートのサイズと利用する哺乳類の種類との間には、関係があることが知られている。例えば、大型哺乳類のニホンジカ、イノシシは、内部空間の広い開放的な施設を利用するが、内部空間が狭い閉鎖的な施設の利用は避ける傾向が見られる。一方、中小型の哺乳類は、内部空間の広い開放的な施設よりも閉鎖的な施設を利用する傾向がある。このことは、必ずしも「大が小を兼ねる」わけではないことを示している。

一般に、野生動物は非常に敏感で物音や人の気配を感じたときは身を隠せるような樹林やブッシュに逃げ込む習性があるため、ボックスカルバートの出入口付近に身を隠すことができるような藪や植栽があることが望ましい。また、可能であれば、路面に土やウッドチップを敷き詰めることも有効である。なお出入口等に設置されることの多いグレーチングは、シカやイノシシ等のひづめのある動物が嫌うとともに、小動物が落下するので設置は避ける。



出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会編集：エコロードガイドライン（案）

図 I-18 ボックスカルバート設置時の留意事項

2) パイプカルバート

(a) 設置環境	・沢沿い、流路	
(b) 主な対象種	中型～小型哺乳類 ・タヌキ、ハクビシン、リス类等	
(c) 留意点	選好性を左右する構造的要素 1.対象種の体サイズと施設サイズの関係 2.内部構造	

パイプカルバートの例
＜東富士五湖道路＞

(a) 設置環境

パイプカルバートは、流路の確保や排水を目的として設置させることが多いが、野生動物の移動ルートとしての機能も確認されている。特に、盛土の厚さが薄い場所等で、野生動物の移動ルートを確保したい際に適している。

(b) 主な利用動物・対象種

パイプカルバートの利用種には、中型哺乳類ではタヌキ、ハクビシン、イタチ等が多く、小型哺乳類ではネズミ類、コウモリ類、リス等が確認されている。一方でパイプカルバートの多くは、大型哺乳類は利用できない小口径であることから、横断施設としての機能は中型及び小型哺乳類に限定される。また哺乳類以外にも、流水がある場所や湿った場所では、サンショウウオ等の両生類や爬虫類、甲殻類等の移動経路となりうる。

ボックスカルバートと同様に、施設サイズ（内部空間の広さ）と利用種の間には関係があると思われるが、パイプカルバートを対象とした調査事例が少ないことから、傾向を示す十分なデータは得られていない。

本施設は、一般に内部が暗く閉鎖的であることから、特にネズミ類等の小型哺乳類にとって捕食者からの避難場所としての機能を兼ね備えた、重要な移動経路になっていると考えられる。またコウモリ類については、移動経路のほかに休息場所としても利用することが知られている。

(c) 留意点

- ・ 口径が小さく捕食の危険性が低い施設サイズは、特に小型哺乳類の利用に適する。
- ・ 開口部面積が小さいため土砂等が溜まり通行不可とならないように配慮する。

特に口径の小さい施設については、強雨後は土砂等の堆積物で内部が封鎖されていることがある。移動経路としての機能維持のほか、メンテナンスの観点からも定期的に確認する必要がある。

恒常的に流水がある場所では、濡れることを好まない種は利用を避ける。しかし、内部に段差（縁）を設けた施設では、そのような種であっても利用が確認されている（写真左下）。なお段差を設ける場合には、小型哺乳類等が落下した際に脱出可能なスロープがあることが望ましい。

代表的な施設と利用状況の写真を以下に示す。

	比較的口径が大きい：口径 1.35m	口径が小さい：口径 0.9m
構造要素		
	↓	↓
利用状況		
	クロテン	ネズミ類

注) 写真：国道 40 号（豊富バイパス）

3) 橋梁下

(a) 設置環境	・保全上、優先度の高い生息地や重要な移動経路(沢部、谷地形等)	 橋梁の例 ＜江津道路＞
(b) 主な対象種	・大型～小型哺乳類(シカ、キツネ、タヌキ等)を含む、ほぼ全ての種	
(c) 留意点	選好性を左右する構造的要素 1.施設サイズ 2.周辺環境	

(a) 設置環境

橋梁は、建設による地形の改変が少なく、現況に近い形で生息環境と獣道等の移動経路を残すことができる。特に橋梁を設置することが多い沢部や谷部は、水場としての機能とともに、野生動物の移動経路としても利用が多い地形であることから、周囲の環境を可能な限り変えない橋梁の設置は、環境保全上望ましい。

しかし全ての沢部・谷部に架橋することはできないので、保全目標種が多い生息地の周辺や、野生動物の利用が多い場所(獣道等)を複数選定し、それらの候補地と周辺環境や土地利用、人為的影響の大きさ、路線全体のバランス等を考え、総合的に設置場所を決定する。

(b) 主な利用動物・対象種

本施設タイプは開放的な空間を有することから、利用する種に対する圧迫感や閉鎖感は比較的少ない。既存調査によると、このような空間的特徴を反映し、大型(クマ、シカ、イノシシ等)から中型(タヌキ、キツネ、ハクビシン、イタチ等)、小型哺乳類(ネズミ、コウモリ等)まで、その利用が確認されている。

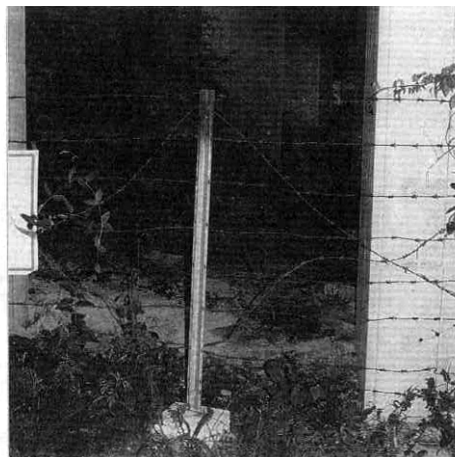
(c) 留意点

橋梁下は大きな空間が確保できるとともに、現況に近い状態で移動路を確保できることと、沢部に設置する場合は多くの動物が利用する水辺沿いの移動路を確保できる利点がある。したがって、できるだけ環境の改変を避けるとともに、進入防止柵（フェンス）等の動物の移動を妨げる構造物の設置は避けるようにする。なお安全上等の理由から人の侵入を防ぎたい場合には、隙間の大きな有刺鉄線型フェンス等を採用することも有効である。



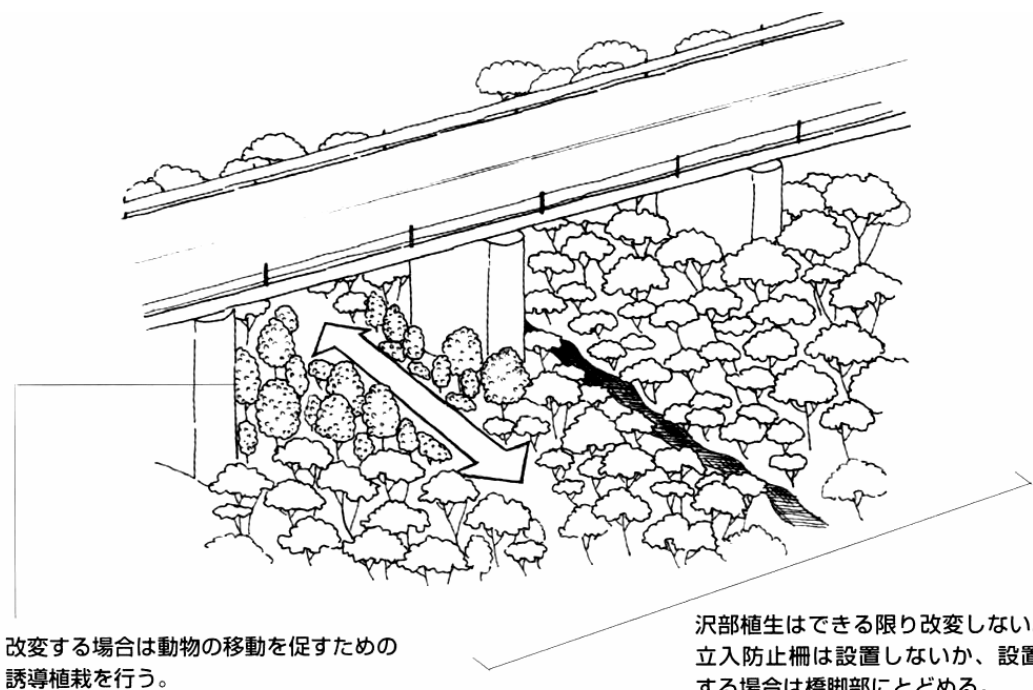
(銭 沢)

橋梁下は、できるだけ動物が移動しやすいようにする。立入防止柵は簡単なものにするか、安全上問題がなければ設置しない。



(安良沢)

鉄線型立入防止柵は、小動物の移動には障害にならないことが多い。動物が侵入できる立入防止柵



改変する場合は動物の移動を促すための誘導植栽を行う。

沢部植生はできる限り改変しない。
立入防止柵は設置しないか、設置する場合は橋脚部にとどめる。

出典) 日本道路公団・(社)道路緑化保全協会編：エコロードガイドライン（案）

図 I-19 橋梁下整備の留意事項

4) オーバーブリッジ

(a) 設置環境	・尾根部や台地等の獣道として利用される場所	 オーバーブリッジの例 ＜江津道路＞
(b) 主な対象種	大型～中型哺乳類 ・シカ、キツネ、テン等	
(c) 留意点	選好性を左右する構造的要素 1.人と動物の兼用施設か 2.誘導植栽等の誘導措置	

(a) 設置環境

尾根部や台地等で獣道として利用が確認される場所、またはその可能性の高い場所に設置する。ボックスカルバートや橋梁下が、道路面より相対的に低い場所（例えば谷部）にある獣道を代替するのに対し、本施設（オーバーブリッジ）は主に尾根部や台地等の道路面よりも相対的に高い場所にある獣道を代替するものである。

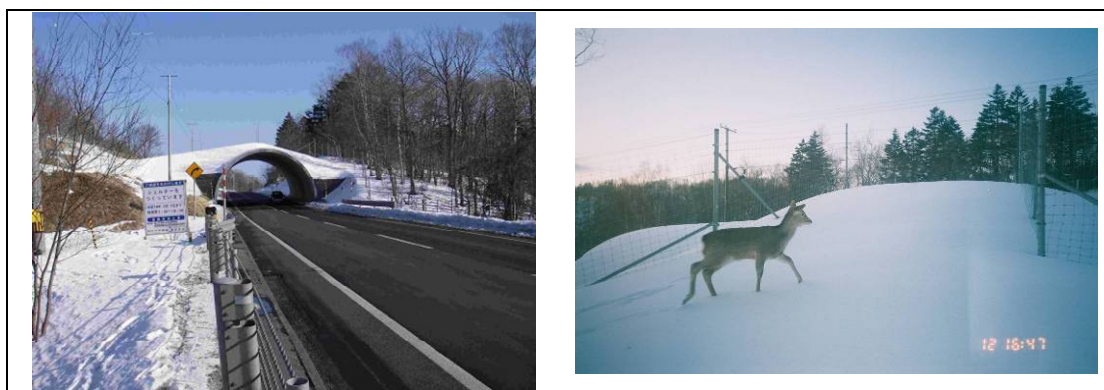
特に、大型哺乳類を保全目標種とする場合に、有効な施設である。

(b) 主な利用種・対象種

本施設は、人・動物兼用のオーバーブリッジと動物専用のオーバーブリッジの2つの構造タイプに大別される。

人・動物兼用のオーバーブリッジは、コンクリート構造の交通路であり（右上写真参照）、キツネ、テン等の野生動物や飼い猫（ノネコ）の利用が確認されている。

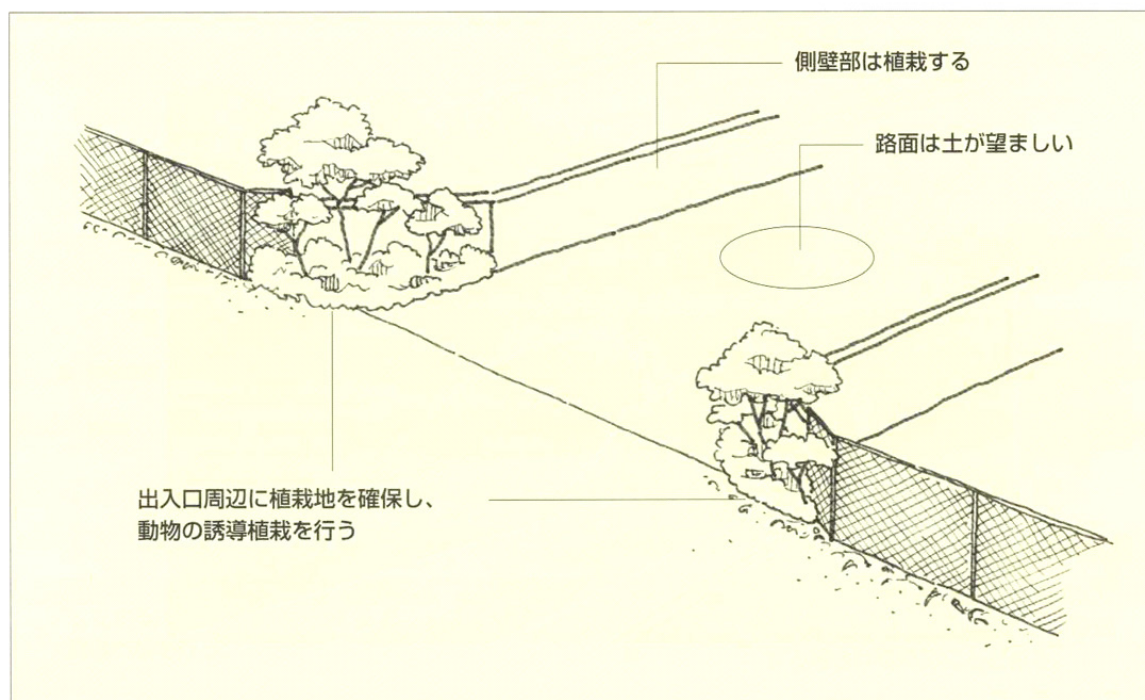
動物専用のオーバーブリッジとしては、国内ではエゾシカ用に設置された事例がある。



注）撮影場所：一般国道44号厚岸系魚沢地区

(c) 留意点

オーバブリッジの設置にあたっては、出入口付近や側壁部への植栽、路面を土にするなどの誘導措置が望まれる。また、野生動物の多くは警戒心が強いいため、人や車も利用するオーバブリッジについては、出入口付近に身を隠すことができるような藪や植栽があることが、利用の促進につながる。



出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会編集：エコロードガイドライン (案)

図 I-20 オーバブリッジ設置時の留意事項



出典) 日本道路公団、(社)道路緑化保全協会編集：エコロードガイドライン (案)

図 I-21 オーバブリッジ利用の例 (タヌキ)

5) 樹上性哺乳類の横断施設

(a) 設置環境	・生息痕跡が多く、分断される場所 ・利用樹種の連続性を考慮する	 樹上性哺乳類用横断施設の例 ＜北杜市市道＞
(b) 主な対象種	樹上性哺乳類 ・リス、ヤマネ、モモンガ、ムササビ等	
(c) 留意点	機能・効果を左右する構造的要素 1.配置・形状(対象種ごとに適した形状・捕食者に対する防御) 2.維持管理(落下、着雪の防止)	

(a) 設置環境

樹上を移動する哺乳類にとって、生息域内の樹林の連続性確保は非常に重要である。道路の両側に類似した森林環境が広がる場所で、かつ生息痕跡が比較的多く確認される場所では、樹上性哺乳類用の道路横断施設の設置を行うことが望ましい。

しかし種によって利用する森林環境が異なるほか、同一種においても採餌と営巣で異なる場合がある点に注意が必要である。例えば、ニホンリスは、餌はアカマツ、オニグルミ等の樹林で採取し、営巣にはスギ、ヒノキ等の樹林を利用する。

これらを踏まえ、対象種の生態や生息環境、利用する樹種、樹林の連続性を考慮して設置場所を選ぶ必要がある。

(b) 主な対象種

本施設の主な対象種は、リス、ヤマネ、モモンガ、ムササビ等の樹上性哺乳類である。

(c) 留意点

- ・対象種ごとに適した形状を検討する。
- ・道路利用者の安全性確保に留意する（落下や積雪地域における雪氷の付着等）。

モモンガやムササビは、木から木へ滑空型の移動をするのに対し、リスやヤマネは枝を伝いながら移動する。このような対象種の移動様式の違いにあわせ、本施設の形状は、非滑空性哺乳類用と滑空性哺乳類用の2つに分かれる。

■非滑空性哺乳類（リス類、ヤマネ、ネズミ類）

非滑空性動物に対しては、道路上へのエコブリッジの架設が一般的である（pp. I-118～125: 事例 No. 18-20 参照）。エコブリッジは、ワイヤー等の材質を使用し、構造上の強度、耐候性、道路利用者の安全配慮等を検討し、架設する。また、エコブリッジ上を移動中に、カラスや猛禽類等の天敵によって捕食されてしまう危険を回避するための対策を検討する。

また非滑空性動物に対しては、道路上を横断するエコブリッジ以外にも、道路下にあるボックスカルバートの内部を通過させるタイプがある。

■滑空性哺乳類（モモンガ、ムササビ）

滑空性動物であるモモンガ等に対しては、横断用の支柱の設置例がある（pp. I-86～94: 事例 No. 10 参照）。滑空能力のあるモモンガやムササビを対象種とする場合は、安全に滑空移動ができるよう支柱の高さを検討することが重要である。

また支柱の材質には、安全面に配慮した上で、木材を使用し、防腐剤の使用は避けることが望ましい。

施設内を通過する渡し棒(非滑空性動物用) ＜帯広広尾自動車道＞	横断用支柱(滑空性動物用) ＜帯広広尾自動車道＞
	

I.3 事後調査の手法

(1) 事後調査の必要性

詳細な調査結果に基づき検討・設置された道路横断施設であるが、実際に対象動物がその道路横断施設を利用するかどうかについては、事後調査を実施して検証する必要がある。その結果、利用されていない場合などは、何らかの対策を検討する必要がある。

(2) 効率的、効果的な事後調査手法の抽出

調査精度を高めるためには、目的に応じた調査手法を用いると同時に、適切な調査頻度の設定が必要とされる。野生動物の道路横断施設利用状況調査については、一般に行動圏や利用環境が変化する繁殖期と非繁殖期、若い個体の分散期等を含めた通年の利用状況を把握することが望ましい。なお調査手法に関しては、道路横断施設の構造と対象種の生態に合わせて適宜検討する必要がある。例えば、多くの哺乳類は夜行性であり、人の気配があれば近づかなくなるので直接観察することは困難である。このため、赤外線センサーカメラ等による自動撮影調査、または足跡等の痕跡調査が行われる。一方、甲殻類などは直接観察が可能な場合もある。

表 I-8 に、代表的な各調査手法とそれぞれの特徴を示す。道路横断施設の利用状況調査では、自動撮影調査（赤外線センサーカメラ調査）が、費用や労力面で優れており、質の高い情報取得ができるため、特に効率的かつ効果的であると考えられる。

表 I-8 道路利用状況調査における各調査手法の比較

調査手法評価	痕跡調査	目撃調査	自動撮影調査 (赤外線センサーカメラ調査)	捕獲調査	テレメトリー調査	その他 (糞抽出DNA)
メリット	・地域の多種の生息が明らかにできる。	・ほとんどの場合、種の同定が可能である。 ・移動経路の観察ができる。	・地域の多種の生息が明らかにできる。 ・専門的技術を必要としない。	・種の同定が可能である。	・特定個体の行動圏が把握できる。	・種の同定、個体性別判定、親子鑑定ができる。 ・食性分析が可能である
デメリット	・調査努力量や調査員の能力による痕跡の発見率に生息種の同定が左右される。 ・近縁種（イタチとテン）、形態的類似性の高い種（シカとカモシカ）の痕跡の同定が困難である。	・確認できる種、個体が非常に少ない。	・個体数（定量）評価が難しい。 ・機器を使用するため、データ欠測のおそれがある。	・確認できる種に限られる。 ・野生動物を殺傷する可能性がある。	・特定の個体についての情報しか得られない。 ・機器を使用するため、データ欠測のおそれがある。 ・捕獲の際に野生動物を殺傷する可能性がある。 ・調査労力が高い。	・糞中DNAの劣化が夏季に大きくなるため、夏季のデータ取得は困難である。 ・現調査が可能な種が少ない。
① 施設利用状況	△	×	◎	△	○	×
② 哺乳類相の把握	◎	△	◎	○	×	×
③ 行動特性把握	○	△	○	×	◎	×
④ 生息個体の詳細情報取得	×	×	△	○	△	◎
調査実施の費用・労力	中	中	小	中	大	大
調査手法としての評価	周辺の哺乳類相把握に特に効果的である。施設利用状況がつかみにくい。	補足的な調査手法であり、単独での効果は低い。	調査目的も幅広く、達成期待度も高い上、労力も比較的少なく、最も有効な調査手法である。	補足的な調査手法であり、単独での効果は低い。	特定個体の行動特性を把握する場合にのみ有効である。	生息個体の詳細情報が得られるが、労力も大きいので、補足的な調査手法である。

注）各調査手法の目的達成期待度：◎非常に高い、○高い、△低い、×期待できない

表 I-8 に示した代表的な事後調査手法の中から、痕跡調査、自動撮影調査、テレメトリ調査、糞抽出 DNA を用いた調査手法について、具体的に説明する。

1) 痕跡調査

道路横断施設に薄く砂等を撒いたのち何日か後に残った足跡を観察することにより、どんな動物がそこを通過したか把握する方法である。比較的簡便な方法であり、足跡により種の特特定が可能なか～大型哺乳類に有効である。ネズミ類や両生爬虫類等では種の特特定ができないことがある（調査方法の詳細については、pp. I-16 表 I-4 を参照）。

また、積雪のある地域では、足跡の確認が容易である積雪期に実施すると良い。

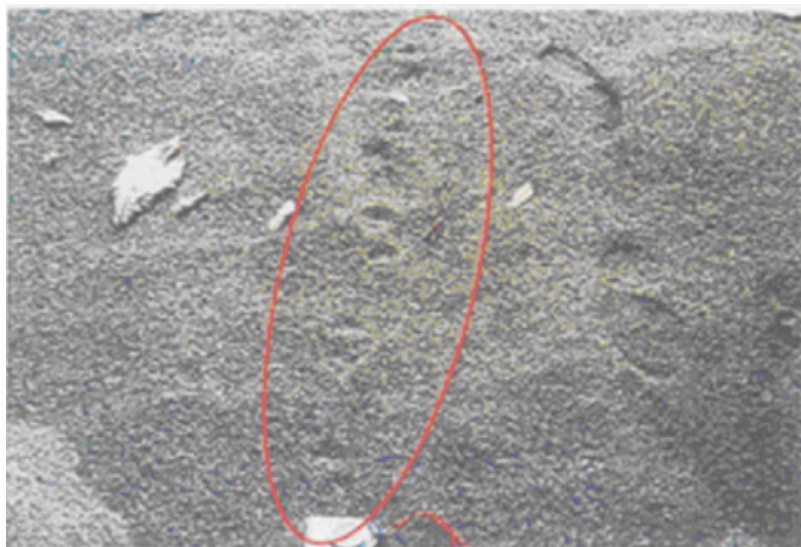
調査の実施に際しては、対象の動物の行動特性などを考慮して実施時期・頻度などを決定することが必要である。

事例：足跡調査の状況

■路線名：一般国道 289 号（甲子道路）

■区間名：甲子峠

■道路横断施設の種別：ボックスカルバート



ボックスカルバート内を通過したイヌ科動物の足跡

2) 自動撮影調査（赤外線センサーカメラ、自動撮影ビデオカメラ）

自動撮影調査は、赤外線によるセンサーを利用し、動物がセンサーの前を通過した際にシャッターが切れるよう設定したカメラを用いた調査で、道路横断施設の利用状況や対象種の生息状況、周辺の動物相を明らかにすることができる。

撮影された画像により種を特定するため、種の識別が容易である。また野生動物の姿を撮影することで、基礎データとなる生息種の記録を写真として残せるほか、性別、推定年齢、行動様式（単独・群れ）、活動時間帯の把握等の情報取得が可能となる。さらに、低コストで長期間のモニタリングが可能なため、野生動物の季節的な動きを把握することもできる。特に、道路横断施設の利用実態調査において、通年に渡って有効かつ高精度なデータの取得が可能である。

しかし赤外線センサーは、落ち葉や昆虫などによりセンサーが誤作動してしまうことがある。また、夜間はストロボの発光が必要なため、一度撮影した後はしばらく動物が近づかなくなることもあり、注意を要する。なお近年は、対象動物に識別されにくい波長の光を利用したストロボや、ストロボを用いない高感度撮影機器も開発されている。

赤外線センサーカメラ（静止画）以外にも、ビデオカメラを設置し、連続的に動画撮影を行う方法もある。動画であれば、動物の種だけでなく行動の詳細も把握できるため、多くの情報を得ることができる。ただし、ビデオ撮影の場合は、撮影結果の確認に非常に時間がかかる。

【赤外線センサーカメラ（静止画）】



赤外線センサーカメラ



施設利用状況（シカ）

生息状況や利用状況を把握したい場所へ設置することで、カメラの前を通過する野生動物の撮影を行う。撮影結果から確認種を同定することができるほか、撮影時間から利用時間帯や移動方向等の情報を取得することができる。赤外線センサーカメラの連続稼働時間は、設置個所に左右されるが、道路横断施設では一般的に1ヶ月程度可能であるため、基本的には月1回のデータ回収、メンテナンスのみでよい。少ない労力で精度の高いデータを取得できる一方で、無人撮影であるため故障や盗難等の可能性が考えられる。

赤外線センサーカメラ調査の利点と留意点について、表 I-9 に示す。

表 I-9 赤外線センサーカメラ調査の利点と留意点

利 点 1	利用実態、個体の情報を精度高く把握できる 撮影個体の情報を、画像を通して直接確認でき、利用状況の確実な証拠となる。 痕跡調査では得られないデータや、対象種以外の情報も取得可能である。例えば、性別や行動様式（単独/群れ）、年齢（成体/亜成体/幼獣）、活動時間帯など。 画像として記録が残るため、取得したデータを複数人によって精査、分析できることも利点として挙げられる。
	比較可能なデータの取得 道路横断施設の効果把握のためには、施行前・施工後の利用状況の比較や、複数地点での比較が重要となるが、比較可能なデータの取得は容易ではない。 赤外線センサーカメラは、調査条件（設置期間、機器設定）を同一にすることで、調査地区間における相対的な利用状況の大小について比較可能である。またマニュアルを元に調査を行うことで、調査者にかかわらず同じデータを取得することが可能である。 これにより道路横断施設や保全措置について、精度の高い効果検証を実施できる。
利 点 3	長期間の調査と高い効率性 設置中は無人でモニタリングを行うため、通常の現地調査と比較して調査労力が極めて少ないことから、効率的に長期的なモニタリングが行える。 維持管理も通常月 1 回程度、短時間のメンテナンス（作動状況確認・データ回収・電池交換）のみで、連続的にデータを得ることができる。
留 意 点 1	初期費用、対象種に合わせた機種選定と動作確認 調査対象箇所数が多い場合、ある程度の初期費用がかかる（赤外線センサーカメラ本体、設置用器具、記録媒体、電池、保険等）。 長期間設置する場合は、交換用の備品一式を準備する必要がある。 機種ごとに動作特性（センサーの反応速度、連続撮影枚数、撮影距離など）が異なるので、対象種に合わせた機種選定と入念な動作確認が必要である。
留 意 点 2	設置中の定期的なメンテナンス 調査途中におけるデータの欠損は、以下のような理由によって生じる。 ・ 不十分な固定、外部要因によるカメラの落下 ・ 冬季の低温による不具合、機械の動作不良、電池の消耗 ・ 盗難、悪戯によるデータの欠測 ・ 落ち葉等でのセンサー誤作動による撮影可能枚数（記憶容量）の超過

【自動撮影ビデオカメラ(動画)】

赤外線センサーカメラ(静止画)は、道路横断施設を利用する動物を効率的に記録できる一方、細かな行動や移動経路、採餌等の様子を知ることはできない。

これに対し、赤外線センサーとビデオカメラを組み合わせることで、これらの情報を動画として記録することが可能である。また短時間の撮影であれば、赤外線センサーカメラの動画撮影モードを使用することもできる。

近年のビデオカメラには、光源がなくても撮影が可能な高感度カメラや赤外線による撮影モードを搭載したものもある。

無人撮影であるため、故障及び盗難等の可能性のほか、長期間設置時の電源確保や記録メディアの交換頻度の課題がある。



3) テレメトリ調査

テレメトリ調査とは、野生動物に各種発信機を装着し、これを追跡することにより位置を特定する調査手法であり、VHF 発信機を用いたラジオテレメトリ、GPS 機能付き発信機を用いた GPS テレメトリ、アルゴス付 GPS テレメトリがある。いずれも「対象個体サイズ⇒発信機の重さ⇒バッテリー容量」を規定する関係にあり、追跡期間は、GPS 測位スケジュール等を調整する(電力消費量を抑える)ことにより、数週間～2年程度が見込まれる。また、各種発信機の技術は日進月歩であるため、最新の製品・機能を確認する必要がある。

【VHS 発信機】

大型から小型哺乳類に対応した発信機がある。

現地では、発信される VHF 電波を離れた複数の地点から補足しその到来方向の交点から、対象の位置を割り出して、調査時の個体位置をリアルタイムに把握する。小型で比較的安価である一方、行動圏の広い種や電波を遮る構造物等がある場合、受信が困難となり位置の特定ができない可能性がある。また、人力で追跡調査を行うことから経験、労力、経費の面が課題となる。

【GPS 機能付き発信機 (GPS 首輪)】

大型から中型哺乳類に対応した発信機がある。

事前に GPS 測位、VHF 発信等の各種スケジュール設計を行う。

GPS 測位データは首輪に保存され、データ回収は主に首輪を脱落させて回収する。また、TELLUS 社の GPS 首輪では UHF リモートダウンロード機能を用いて専用受信機により回収することができる。現地では、VHF 電波を補足して近づく必要があり、対象が容易に近づく場所にいるかが課題となる。VHF 発信機に比較し、回収時点までの一定期間の行動状況や詳細な位置をまとめて把握できるため、現地の回数(労力、経費)を軽減でき、取得できる情報量も格段に多い。初期費用は VHF 発信機よりも高い。



GPS 機能付き首輪の例(TELLUS 1D)

【アルゴス機能付 GPS 発信機】

大型から中型哺乳類に対応した発信機がある。

GPS 首輪の機能に加え、首輪に保存したデータを定期的にアルゴス衛星経由で地上基地局のデータベースに保存する機能がある。ユーザーは、メール配信サービス等を利用してデータを受け取ることができる。そのため、現地での追跡に要する労力・費用が不要となる他、ほぼリアルタイムでの位置把握が可能である。また専用受信機を用いて、衛星へ送信するデータを直接受信・回収することもできる。初期費用や衛星回線の利用料が高価である他、衛星への送信は電力消費量が大きく、山地や森林など衛星との通信を遮るものが多い環境では、情報伝達がうまくいかないなどの課題がある。



アルゴス機能付 GPS 首輪の例
(Telonics TGW-4680)

4) 糞抽出 DNA 調査

糞中の DNA を解析することで、種、性別、個体識別、親子鑑定等を明らかにできるほか、糞中に含まれる残渣の DNA を解析することで、食性（餌）を特定することもできる。このように高精度の情報を得られる手法であるが、現在は手法の確立段階であることから、個体識別が可能な種は限られている。

表 I -10 糞抽出 DNA によって個体識別が可能な哺乳類の例

調査種名/学名	調査内容	DNAによる個体識別					個体識別可能率		糞の分布	調査難易度 (3段階評価)	出典
		採餌様式	使用部位	試料の サンプリング方法	サンプリング時期	マーカー数	春～夏	冬			
ツキノワグマ <i>Ursus thibetanus</i>	①雌雄判別 ②個体識別	雑食性	毛	ヘアートラップ	2003年5月～2005年12月 (1～4月の冬眠期間は除外)	10座位	47%		-	3	大西ら(2008)
			糞	不明	2004年6月～9月	8座位	不明		ため糞	2	山内ら(2004)
			唾液	被害殺物	2004年夏	6座位	30%		-	3	Saito et al. (2008)
ニホンカモシカ <i>Capricornis crispus</i>	①雌雄判別 ②個体識別	草食性	糞	ため糞から採取	不明	シロイワヤギ 29座位から選別	不明		ため糞	1	西村(2006)
ニホンシカ <i>Cervus nippon</i>	個体識別	草食性	糞	有害鳥獣駆除 動物園	冬季(11月～3月)	4座位	51%		ランダム	1	宮崎ら(2000)
ニホンイノシシ <i>Sus scrofa</i>	個体識別	雑食性	毛	ヘアートラップ	2004年6月～12月	不明	8%		-	3	石川ら(2006)
ニホンアナグマ <i>Meles meles anakuma</i>	①種判定 ②個体識別 ③雌雄判定	雑食性	糞	ため糞から採取 (鹿児島県川内)	2006年11月	6座位	45%		ため糞	2	松木ら(2009)
ホンドタヌキ <i>Nyctereutes procyonoides viverrinus</i>	①種判定 ②個体識別 ③雌雄判定	雑食性	糞	ため糞から採取 (我孫子)	2005年11月～2006年2月	8座位	88%		ため糞	2	松木ら(2006)
ニホンノウサギ <i>Lepus brachyurus</i>	①個体判別 ②雌雄判定	草食性	糞	100m×100m メッシュ内の サンプリング	スギ林:2003年1月 ブナ林:2003年2月	7座位	7～35%	100%	ランダム	1	松木ら(2004)
ホンドテン <i>Martes melampus</i>	①個体識別 ②雌雄判別	雑食性	糞	マーキング糞の サンプリング	春～冬季にかけて各季節に 約1週間連続 (平成20年8月～平成21年5月)	不明	不明		集中	1	国土交通省 九州地方整備局筑 後川工事事務所 (2009)

(3) 事後調査結果の評価

事後調査（横断施設の利用状況調査）の結果により、対象動物の複数の個体が道路横断施設を一時的ではなく継続的に利用していることが確認できれば、その動物種の、その箇所での分断は回避できたと考えられる。しかし、長期的にその地域全体の動物個体群の維持や安定に対しても十分であるかどうかは不明である。また、将来的に周辺で他の開発等による環境の変化があれば、その影響も考えることになる。仮に道路区域を含む、広域での生息域の環境と個体数を事業前後で比較すれば、精度の高い評価を下すことができるが、そのような調査を事業者が単独で行うことは現実的に不可能なことである。いずれにしても、周辺状況、事後調査結果の状況等に加え、専門家の意見を参考に慎重に評価していくことが必要である。

例えば、道路横断施設の設置前後で、ロードキルの発生件数が減少したとしても、それが環境保全措置の効果によるものか、動物の学習効果によるものか、行動圏の変化によるものか、個体数の減少によるものかは、このデータからだけでは判然としない。しかし、ロードキルの発生そのものは、その動物種が生息している証拠ともなる。これらロードキルの発生データを継続的に蓄積することにより、ロードキル多発地帯での対策工の設置位置の検討や、各種環境保全措置の立案に役立てることが可能となる。これは環境影響評価という側面だけでなく、交通安全の見地で必要になることから、交通巡回等によるロードキルの記録を蓄積しておくことが重要である。

(4) 事後調査実施状況の概要

事後調査の実施状況および調査結果の概要を、以下の表 I-11 に示す。

表 I-11 事後調査の実施状況と調査結果

事例 No.	事例名	対象種	調査結果
1	一般国道108号 (鬼首エコロード)	カモシカ等の中・大型哺乳類	カモシカ、キツネ、ノウサギ等が利用
2	一般国道289号 (甲子道路)	哺乳類	ノウサギ、テン、タヌキ等が利用
4	一般国道58号	オカガニ類、オカヤドカリ類	オカガニ類、オカヤドカリ類が利用
8	安房峠アカンダナ駐車場	哺乳類	ツキノワグマ等が利用
9	一般国道334号 (斜里エコロード)	エゾシカ	エゾシカが利用
10	帯広広尾自動車道	エゾモモンガ	エゾモモンガ等が利用
11	帯広広尾自動車道	コウモリ類	コウモリ類が利用
12	秋田自動車道	哺乳類	カモシカ、ノウサギ、タヌキ等が利用
13	磐越自動車道	哺乳類	タヌキ、キツネ、テン等が利用
14	東富士五湖道路	哺乳類	ノウサギ、リス、キツネ等が利用
15	東富士五湖道路	ニホンリス	ニホンリスが利用
16	九州横断自動車道	哺乳類	キツネ、タヌキ、テン等が利用
17	伊勢自動車道	哺乳類、爬虫類、両生類	キツネ、タヌキ、テン等が利用
18	清里高原有料道路	ヤマネ	ヤマネ、ニホンリスが利用
20	札幌市ポプラ通り	エゾリス	エゾリスが利用
22	日光宇都宮道路	哺乳類	ノウサギ、キツネ、タヌキ等が利用

※事例 No. は、表 I-12 に対応している。

I . 4 道路横断施設設置事例

動物の生息地分断を対象に、環境保全措置または事後調査を実施している事業現場について、情報を収集した結果を事例ごとに示す。収集した事例の一覧と概要及び本事例集における記載ページを表 I -12 に示す。

表 I -12 道路横断施設設置事例一覧

事例 No.	事例名	対象動物	記載ページ
1	一般国道 108 号（鬼首エコロード）	カモシカ等の大型哺乳類	I -41
2	一般国道 289 号（甲子道路）	哺乳類全般	I -48
3	一般国道 169 号（奥瀬道路）	カモシカ、ニホンジカ等	I -55
4	一般国道 58 号	オカヤドカリ類、オカガニ类等	I -58
5	一般国道 483 号（北近畿豊岡自動車道）	動物全般	I -64
6	一般国道 9 号（青谷・羽合道路）	中小哺乳類、爬虫類、両生類	I -67
7	一般国道 9 号（江津道路）	イノシシ、キツネ、タヌキ等	I -70
8	一般国道 158 号（安房峠道路）	哺乳類全般	I -73
9	一般国道 334 号（斜里エコロード）	エゾシカ	I -76
10	帯広広尾自動車道	エゾモモンガ他、動物一般	I -86
11	帯広広尾自動車道	コウモリ類	I -95
12	秋田自動車道	哺乳類全般	I -98
13	磐越自動車道	大型・中型哺乳類	I -101
14	東富士五湖道路	大型・中型哺乳類	I -103
15	東富士五湖道路	ニホンリス	I -108
16	九州横断自動車道	大型・中型哺乳類	I -111
17	伊勢自動車道	大型・中型哺乳類他	I -113
18	清里高原有料道路	ヤマネ	I -117
19	斜里町道	エゾリス	I -121
20	札幌市ポプラ通り	エゾリス	I -123
21	県道西天城高原線	哺乳類全般	I -126
22	日光宇都宮道路	哺乳類全般	I -127
23	神奈川県境沢林道	シカ等の大型哺乳類	I -130
24	霧ヶ峰有料道路美ヶ原線	哺乳類全般	I -132
25	茶臼山高原道路	シカ等の大型哺乳類	I -134
26	大分自動車道	ニホンザル	I -136