

# 道路事業における自然環境保全措置のメタ解析による効果検証

長谷川啓一・大城 温・上野裕介・井上隆司

## 1. はじめに

全国各地の道路事業では、動植物や生態系への影響の回避や軽減を目的とした環境保全措置が行われている。これまでに様々な種や生息地に対して、環境保全措置が実施されてきたものの、それらの実施状況や結果に関する情報共有や知見の蓄積、それらを元にした手法の改善が進みづらい状況にあった。この最大の原因は、環境保全措置の情報には、対象となった希少種等の位置情報が含まれており、違法採取や盗掘等のおそれから、詳細な生息場所の公表が困難なためである。

そこで、全国各地の道路事業417事業分の調査データを用いてメタ解析を行い、動物、植物、生態系の環境保全措置の効果検証と、効率化および技術向上にむけた検討を行った。メタ解析とは、多数の情報を集約・整理し、俯瞰的に再解析を行う手法であり、主に医学分野で発展した手法である。個人差がある病気の症状や薬の効果等の不確実性が伴う事象に対し、多くの治療データや研究結果を並べて俯瞰的に解析することで、初めて共通原因を絞り込むことが可能となる。これと同様に、本研究では、個々の事業では保全対象の個体差、地域・事業特性等の変異が大きく、効果が把握しづらい道路事業の動植物の環境保全措置について、全体を俯瞰することで保全効果の検証を行った。本稿では、一連の研究成果の中から、主な成果の概要を紹介する。

## 2. 猛禽類

### 2.1 工事影響の検証

道路事業では、生態系の上位種（アンブレラ種）を保全することで、生態系全体を保全するという考えに基づき、生態系の上位種であるオオタカ、サンバ、クマタカの猛禽類3種が保全対象となることが多い。これら猛禽類に対しては、繁殖への

影響を低減するために、工事中の環境保全措置を実施されることが多い（表-1）。しかし、環境保全措置の効果に関しては、個別事例の分析だけでは、個別の要因（例：環境の地域性や事業の規模や内容、保全対策）によって結果が異なり、一般的な傾向として評価・認識しづらいという課題があった。

そこで、収集した事例を用いて、工事の有無と繁殖成功率の違いを検証した<sup>1)</sup>。工事なし（工事前の事前調査結果）および工事あり（施工中の調査結果）それぞれについて、繁殖成功巣数（造巢開始後に雛が巣立ちまで至った巣数）と失敗巣数（巣立ちに至らなかった巣数）を集計し、繁殖成功率の違いをフィッシャーの正確確率検定により検定した。

その結果、3種いずれも、工事の有無で繁殖成功率に有意な差は無かった（表-2）。工事そのものが繁殖成否に全く影響を与えないとは考えにく

表-1 工事中の環境保全措置の実施状況

工事中の環境保全措置	実施件数
目視での行動監視*	56
工事時期・区域の制限	36
コンディショニング	34
低騒音・低振動重機の使用	15
工事箇所の遮蔽	14
ビデオでの行動監視*	13
改変時期の工程調整	11
使用重機の制限	5

※工事による異常行動の基準を設け、異常確認時に工事を中断する態勢を整えている事例に限り集計に反映。観察のみのモニタリング調査は含まない。

表-2 工事の有無と猛禽類の繁殖成功率の関係

種	工事	繁殖状況（巣数）			p値
		成功	失敗	成功率	
オオタカ	あり	124	57	68.5%	0.912
	なし	139	61	69.5%	
サンバ	あり	87	24	78.4%	1.000
	なし	144	39	78.7%	
クマタカ	あり	22	24	47.8%	0.340
	なし	38	28	57.6%	

Meta-Analysis of Wildlife Conservation Measures in Road Projects.

いことから、猛禽類に対する環境保全措置は、全体として、工事が無い場合と同程度の繁殖成功率を保つよう機能しているものと考えられる。

今後、さらなる事例の蓄積・分析によって、環境保全措置の種類ごとの効果等を明らかにすることにより、効果的な環境保全措置をより効率良く実施できるようになる可能性がある。

### 2.2 人工代替巣の設置手法

猛禽類への環境保全措置の一つに、人工代替巣により新たな営巣地を創出することがある。これまでに様々な事業で実施されてきたが、効果的な設置手法は明らかとなっていない。

そこで、人工代替巣の設置事例を分析した結果、全国 31 事業 173 箇所の人工代替巣設置事例を抽出できた。対象種は猛禽類 8 種が確認され、オオタカ、ノスリ、ハヤブサでは、人工代替巣を利用して巣立ちまで至った事例が確認された<sup>2)</sup>。その他の 5 種は、道路事業以外での保全報告例では、巣立ちまで確認された例も見られているが、本研究では巣立ちまで至った例は確認出来なかった。

また、人工代替巣の利用状況から、1)古巣を移設、または古巣の巣材を活用した場合、2)周辺の環境条件(行動圏や樹種構成や林内空間等)を考慮した上で、自然巣の近くに設置した場合(図-1)、3)設置から数年経過した場合(図-2、設置後数年は元の巣を利用し、数年後に代替巣へ移動。)、に繁殖利用する傾向が見られた。これらの配慮が繁殖利用率を高められる可能性がある。

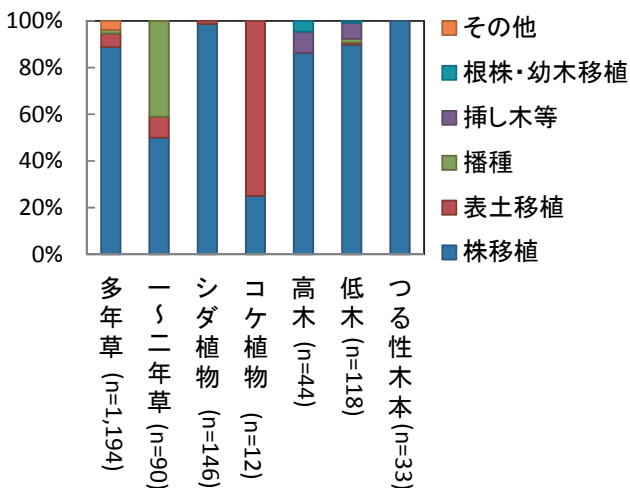


図-3 生活型別の移植手法

## 3. 植物

### 3.1 移植方法

植物に対する環境保全措置としては、改変域に生育する個体を非改変域へ移動させる移植による対策が多く行われてきた。この移植の手法は、株移植が大半を占めており、全体の移植件数の約9割を占めた<sup>3)</sup>。株移植以外では、表土移植、播種、水草を対象とした殖芽移植、クローン移植(挿し木、挿し芽等)、根株・幼木移植等、生活型に適した移植方法が選択されていた(図-3)。なお、移植手法の分類の考え方は表-3の通りである。

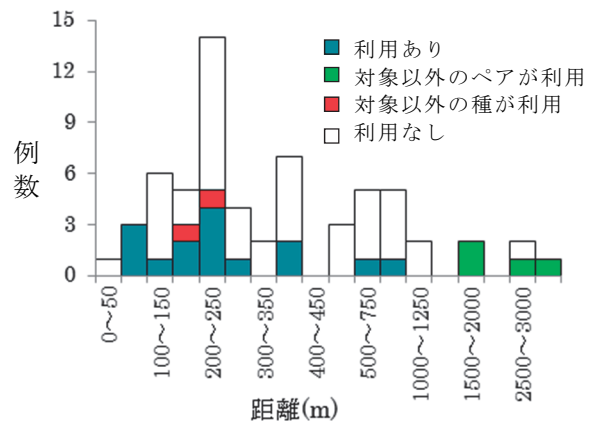


図-1 自然巣と人工代替巣の離隔距離と繁殖利用状況(オオタカ、自然巣との離隔が把握可能であった巣のみ)

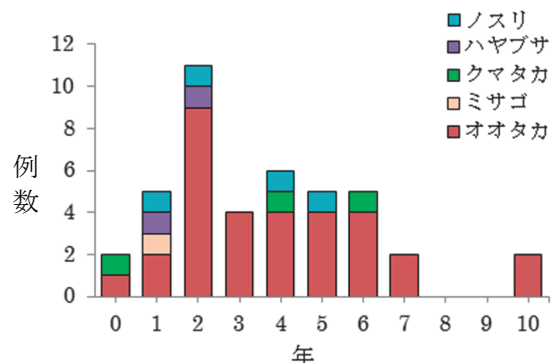


図-2 人工代替巣の設置から利用までに要した期間(猛禽類の種別、把握可能な巣のみ)

表-3 移植方法の分類

移植方法	内容
株移植	特定の個体を対象に移植を実施する方法。
表土移植	対象を特定せずに複数個体まとめて土壌ごと移植する方法。土塊移植、表土撒き出し等。
播種	種子を採取し移植先に播き出す方法。
殖芽移植	殖芽を採取し植えつける方法。水草を対象。
挿し木等	挿し木、挿し芽、挿し穂等、栄養繁殖可能な植物の個体の一部を採取し、移植する方法。
根株・幼木移植	木本植物を対象に地上部を伐採し伐株のみを移植する方法。及び幼木を移植する方法。

### 3.2 植物移植の結果と移植困難種

株移植後のモニタリング結果は、シダ植物や木本類、ラン科植物をのぞく多年草は約8~9割の事例で継続して確認され、良好な活着状況が伺えた(図-4)。一方、多年草のうち、種の生存に菌根菌との強い共生関係が必要なキンラン属は、一部は活着した事例もあるものの、全体に移植後の活着状況が低いことが確認された(図-5)。

そこで、活着事例を見ていくと、事例数は少ないながらも、移植先の環境や移植時期等の通常配慮される要因に加え、共生関係に配慮してコナラ等樹木との位置関係に配慮した移植事例では、移植後に良好な活着状況になっていた(図-6)<sup>3)</sup>。現在、このような成功事例を踏まえて、保全手法の実証実験を行い、現場で実施しやすい、具体的な保全手法を検討している。

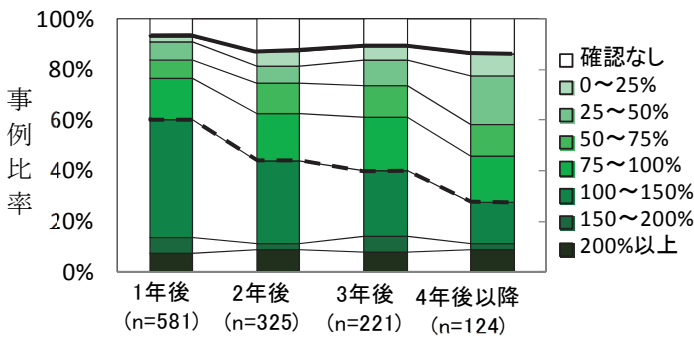


図-4 ラン科以外の多年草における移植後モニタリングの確認個体割合の推移

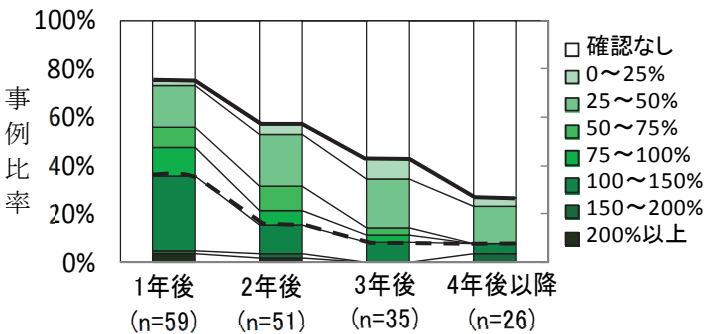


図-5 キンラン属における移植後モニタリングの確認個体割合の推移

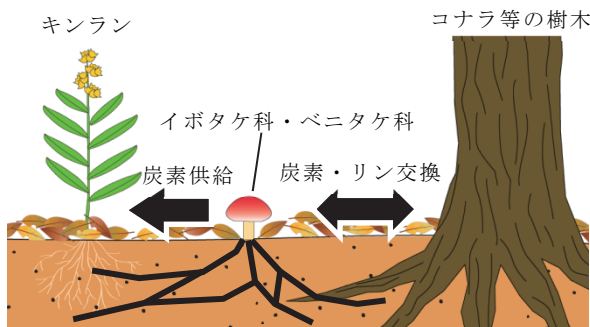


図-6 キンランの共生関係の模式図

### 4. 両生類

両生類に対する環境保全措置は、植物と同様に、改変域に生息する個体を非改変域へ移動させる移設による対策が多く行われてきた。両生類のうち、移設の対象となっている種は、サンショウウオ類が全体の9割を占めていた<sup>4)</sup>。

両生類の保全措置の実施状況と種の生態等を考慮し、効率的・効果的な保全手法を検討した。結果、以下の3点の課題を把握し、それらに対する解決の方向性を以下のように考えた。1) 移設先は、既に自然生息している箇所が6割の事例で選択されており、移設による個体の過密化が懸念された。そこで、分布推定モデル等を活用し、未発見の生息好適地を抽出し、環境改善を行って移設することが効率的と考えられた<sup>5)</sup>(図-7)。2) サンショウウオは、移設しやすい卵の段階で移設されることが多いが、幼生期は生残率が低く非効率な場合もある(図-8)。そこで、上陸直前まで飼育し、放流すると保全効果が向上する可能性がある。3) 移設先は95%の事例で道路用地外が選択されており、道路管理者のみでの長期管理は困難である。よって、地域協働により長期間にわたって生息環境が保全される体制づくりが望ましい。

なお、両生類の移設による保全には課題もあり(例:病原菌の拡散、遺伝子汚染等)、影響の回避や低減が図れない場合に採用すべき手法であり、十分に検討の上で実施する必要がある。

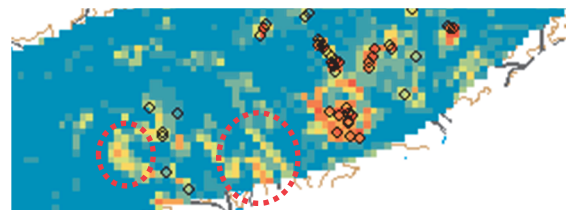


図-7 アカハライモリの移設適地の推定結果の例(プロットが現在の生息位置、メッシュが赤くなるほど好適な環境。赤丸破線の範囲が新たに抽出された生息好適地。)

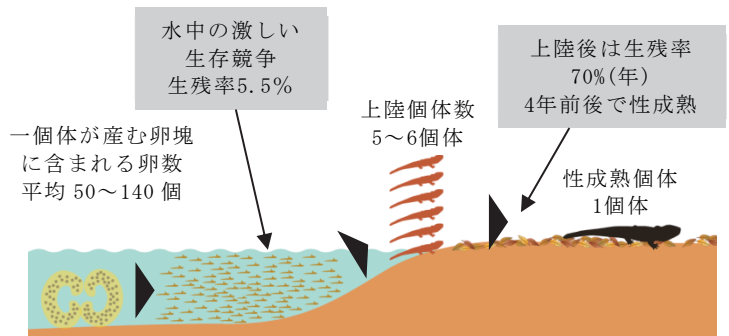


図-8 止水産卵性サンショウウオの生活史と生残率<sup>6)</sup>

## 5. 今後に向けて：地域協働の必要性

本研究の結果、猛禽類の人工代替巣の設置先や、植物の移植先、両生類の移設先等、保全を進める上で重要な箇所の大半は、道路用地以外となっていた。この原因は、一般に道路用地は狭い帯状であり、環境保全措置を実施するのに適した環境が存在しないことが多いためと考えられる。しかし、道路用地以外では事業者の管理が及びにくく、民有地における長期的な維持管理は、費用や制度の観点から、事業者単独では継続困難な場合も多い。

これに対し、今回収集した417事業のうち、地域との協働による環境保全措置を実施している事業は18事業あった。この中で、今後の開発事業における動植物保全の参考となる事例も見られている。例えば、地元高校と維持管理協定を結び、協働でビオトープの管理を実施している事例がある。高校側は実習や研究のフィールドとなり、道路管理者は草刈り等の管理コスト軽減と、地域貢献、さらには地域の環境人材の育成に寄与する。

このように、環境保全措置の効果を持続可能にしていくためには、地域と協働した仕組み作りが重要であろう。

## 6. おわりに

本研究では、全国の動物、植物、生態系の環境保全の事例を通じて、環境保全措置の効果検証と、効率化および技術向上にむけた検討を行った。また、本報告内容とは別に、同様の収集資料を用い、道路事業者間の情報共有を目的に、好事例を抽出した事例集を作成している<sup>7)</sup>。これら一連の研究を通じ、国総研において情報を集約し、公表困難な貴重種の位置情報等は削除し、技術情報のみを抽出することで、知見の蓄積と共有が行えた。

今後、環境保全措置の効果が持続可能となる仕組みを構築し、地域一体となった環境保全措置の広がりを期待したい。

## 謝 辞

全国各地でご助言及び技術指導を頂いた有識者、ならびに調査資料をご提供頂いた国土交通省の各地方整備局等の皆様に御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 上野裕介、長谷川啓一、大城温、神田真由美、井上隆司、栗原正夫：メタ解析を用いた環境保全措置の効果検証：全国の道路事業での希少猛禽類3種の繁殖成否、土木学会論文集G、Vol.71、No.6、pp. II\_65～II\_72、2015
- 2) 長谷川啓一、上野裕介、大城温、井上隆司：希少猛禽類に対する効果的な人工代替巣の設置手法と利用促進手法の検討：全国の道路事業173事例の分析から、応用生態工学、19、印刷中、2016
- 3) 長谷川啓一、大城温、神田真由美、井上隆司、上野裕介：全国の道路事業における植物移植の実施状況の分析およびラン科植物を事例とした移植手法に関する一考察、環境システム研究論文発表会講演集、42、pp.177～184、2014
- 4) 長谷川啓一、上野裕介、大城温、神田真由美、井上隆司、大澤啓志：全国の道路事業における両生類移設の傾向と技術的課題 自然環境保全技術の向上に向けた事例分析、環境システム研究論文発表会講演集、43、pp.297～302、2015
- 5) 大城温、長谷川啓一、上野裕介、井上隆司：動植物の移植・移設先の選定を目的とした生物分布推定モデル3種の比較、環境システム研究論文発表会講演集、43、pp.153～58、2015
- 6) 草野保、川上洋一、御手洗望：トウキョウサンショウウオ：この10年間の変遷—東京多摩地区における2008年度生息状況調査報告書一、トウキョウサンショウウオ研究会、2014
- 7) 「道路環境影響評価の技術手法」 13.「動物」、「植物」、「生態系」における環境保全のための取り組みに関する事例集 平成27年度版」、国土技術政策総合研究所資料第906号、2016.3

長谷川啓一



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路環境研究室交流研究員、現 (株)福山コンサルティング  
Keiichi HASEGAWA

大城 温



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路環境研究室 主任研究官  
Nodoka OSHIRO

上野裕介



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センター緑化生態研究室 研究官、現 東邦大学理学部、博士(水産科学)  
Dr. Yusuke UENO

井上隆司



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路環境研究室長  
Ryuji INOUE