

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—

長谷川 啓一^{1*}・上野 裕介^{1*}・大城 温¹・神田 真由美²・井上 隆司¹・大澤 啓志³

¹正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

E-mail: do-kan@nilim.go.jp

²正会員 元国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路環境研究室（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

国土交通省 九州整備局 宮崎河川国道事務所（〒880-8523 宮崎県宮崎市大工2丁目39）

³非会員 日本大学 生物資源科学部（〒252-0880 神奈川県藤沢市亀井野1866）

*第1, 第2著者は本稿に対して等しく貢献した。

本研究では、道路事業で行う環境保全措置のうち、具体的な保全技術に関する知見が乏しい両生類の移設について全国の事例を収集し、実施事例の傾向把握と技術的課題の抽出を行った。その結果、平成21年度から平成24年度の4年間の国土交通省の道路事業において、両生類は4科13種が対象とされ、中でもサンショウウオ類が対象とされる事例が多く見られた。移設時の形態はサンショウウオ類では卵囊の移設、イモリ類では成体の移設が最も多く、カエル類は幼生と卵塊での移設が同程度であった。移設先は、道路用地外を選定している事例が9割以上を占めるとともに、サンショウウオ類では約6割は自然生息している箇所が選定されていた。9割以上の事例で移設後にモニタリングを実施され、モニタリング結果に基づき濁水防止対策等の順応的管理が行われていた。今後の保全のための課題としては、両生類の生態的知見を踏まえた各種技術開発（環境収容力の評価、生残率の考慮、順応的管理）と共に、地域との協働による継続的な取り組みが重要であると考えられた。

Key Words : road project, enviromental conservation, relocation, amphibian, salamander

1. はじめに

全国各地の道路事業では、事業の実施により希少な動植物や生態系に影響を及ぼす恐れがある場合には、法令や条例、住民等の要請に基づき、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¹⁾²⁾。これら動植物に対する環境保全措置は、これまでに全国各地で実施されているものの、一部の公表事例³⁾を除けば、情報の公開が進んでいない現状がある。この原因の第一は、環境保全措置の情報には、必ずそれらの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恐れから、専門家らの意見により詳細な生息場所の公表が困難とされているためである。このため、環境保全措置の実施状況や実施結果についての情報共有や知見の蓄積が遅れ、手法の改善が進みづらい状況にある。

日本国内に生息する両生類は、有尾目（サンショウウオ等）と無尾目（カエル等）の合計9科60種と5亜種が知られており⁴⁾、そのうち86.4%が日本にのみ生息する固有

種・固有亜種である⁴⁾。さらに、これらの種の多くが希少種であり、生息する低湿地は開発や農地改良などによる生息環境の改変を受けやすく、生息数が減少している⁵⁾⁶⁾。またサンショウウオについては、近年急速に分布を広げている外来種のアライグマ *Procyon lotor* による捕食被害⁷⁾も報告されており、これら両生類の保全の必要性は高まっている。

これまで道路事業では、両生類に対する環境保全措置として事業影響の回避、低減、代償のいずれかが行われてきた。最初に、影響の回避を目的に、重要生息地を避けたルート選定が検討される。しかし回避が困難な場合には、影響の低減を目的に、より生息環境の改変の小さな工法の採用（盛土から橋梁への計画変更など）や、道路による生息地の分断化の影響を緩和するための道路横断施設の設置、カルバート等の通水施設の設置による水系の連続性の担保⁸⁾、繁殖池などの生息環境の維持・改良³⁾、両生類が落下した際に這い出し可能な側溝等のデザイン・製品の採用などを検討する⁹⁾。一方で、社会的・技

術的要因（生活環境面とのトレードオフ、施工性や経済性など）や状況の変化（工事実施段階での新たな生息地の確認など）によって、影響の回避・低減が困難な場合も生じうる。このような場合には、代償措置として事業による改変エリアから改変エリア外への個体の移設（以下、移設）が選択される。このように個体の移設は、環境保全措置における最終手段であり、希少種保全のための重要な砦であると言える。しかしながらこの両生類の移設技術に関しては、知見が乏しく、国内でこれまでどの種がどの程度の頻度で移設されてきたか等の実態すら把握されていない。

そこで本研究では、全国の国直轄道路事業における自然環境の保全措置事例を収集し、両生類の移設の実態と課題を把握し、効果的な両生類の保全技術の開発に必要な情報を明らかにすることを目的とした。

2. 対象事業

本研究の対象は、平成21年度から平成24年度の4年間に国土交通省が環境保全措置を実施した全国の直轄道路事業179事業（法または条例アセスの対象事業以外にも含む）である。その中から、両生類に対する環境保全措置として事業による改変エリアからの移設およびその後のモニタリングを実施した事業を調べた結果、14事業が該当した。内訳は、北海道4事業、関東2事業、北陸1事業、中部2事業、近畿2事業、九州2事業、沖縄1事業である。

3. 方法

本研究では、対象とした前述14事業での両生類の移設及び移設後のモニタリングの実施報告書を収集し、5項

目（1）移設の対象種と件数、（2）移設時の形態（卵、幼生、幼体、成体）、（3）生息確認個体数に占める移設割合、（4）移設先の選定、（5）移設後のモニタリング、について実施状況を整理した。なお、これらの整理に使用した報告書は、道路の計画、施工段階あるいは供用後に実施されたものであり、実施状況が細かく記載されている。

移設件数の集計にあたっては、卵、幼生、幼体、成体の形態ごとに移設先をカウントし、同一箇所へ異なる形態で移設した場合や複数年度にまたがって移設した場合にはそれぞれ別件としている。なお形態による分類区分は、生活史の各段階に応じ、孵化前の状態を“卵”、孵化後、水中生活期の個体を“幼生”、幼生が変態し、上陸した年の個体を“幼体”、それ以降の個体を“成体”としている。

4. 結果

（1）移設の対象種と件数

移設対象となっていた両生類は、4科13種であり、内訳はサンショウウオ類（サンショウウオ科）6種、イモリ類（イモリ科）3種、カエル類（アカガエル科およびアオガエル科）4種であった（表-1）。これら13種のうち10種が環境省第4次レッドリスト¹⁾の掲載種であり、モリアオガエル *Rhacophorus arboreus*のみは地方版レッドリスト¹⁾の掲載種であった。エゾアカガエル *Rana pirica*とニホンアカガエル *Rana japonica*は、事業実施箇所では環境省版、地方版ともにレッドリストの掲載種ではなかったが、地元の要望をふまえて移設されていた。

移設対象となっていたサンショウウオ類6種のうち、流水産卵性の種はアカイサンショウウオ *Hynobius katoi*

表-1 種別の移設の実施状況

科名	種名	環境省 RL ¹⁾	実施事 業数	移設件数（移設個体数）					計 ²⁾
				卵 ²⁾	幼生	幼体	成体	小計	
サンショウウオ科	エゾサンショウウオ	DD	4	26 (3,751)	7 (277)		4 (91)	37 (4,119)	175 (5,985)
	クロサンショウウオ	NT	1	11 (116)				11 (116)	
	トウキョウサンショウウオ	VU	1		3 (74)			3 (74)	
	アカイサンショウウオ	EN	1				1 (9)	1 (9)	
	カスミサンショウウオ	VU	3	62 (1,222)	13 (174)	2 (42)	31 (125)	108 (1,563)	
イモリ科	オオイタサンショウウオ	VU	1	5 (53)			10 (24)	15 (77)	13 (938)
	アカハライモリ	NT	1				4 (803)	4 (803)	
	シリケンイモリ	NT	1				1 (3)	1 (3)	
	イボイモリ	VU	1	2 (48)	4 (82)	1 (1)	1 (1)	8 (132)	
アカガエル科	エゾアカガエル		1	1 (1)				1 (1)	14 (1,248)
	ニホンアカガエル		1	1 (5)				1 (5)	
	ナゴヤダルマガエル	EN	1		1 (1)	1 (1)	1 (1)	3 (46)	
アオガエル科	モリアオガエル		1	3 (42)	4 (1,140)	1 (7)	1 (7)	9 (1,196)	
4科	13種	—	18	111 (5,238)	32 (1,748)	5 (51)	54 (1,107)	202 (8,144)	—

1) 「環境省版第4次レッドリスト（絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト）」（2012年 環境省）

EX：絶滅 EW：野生絶滅 CR：絶滅危惧ⅠA類 EN：絶滅危惧ⅠB類 VU：絶滅危惧Ⅱ類 NT：準絶滅危惧 DD：情報不足

2) 本報告では卵塊・卵囊での移設の場合、それら卵の集合体を1単位(1個体)として移設件数を計上した。

¹²⁾の1種、1件のみであり、他の5種、174件は止水産卵性の種¹³⁾¹⁴⁾であった(表-1)。

両生類の移設件数は、サンショウウオ類が全体の86.6% (175件) を占めており、残りはカエル類が6.9% (14件)、イモリ類が6.4% (13件) であった(表-1)。

(2) 移設の形態(移設時の生活史段階)

サンショウウオ類は卵嚢での移設が最も多く (59.4%)、イモリ類は成体での移設が最も多かった (46.2%)(図-1)。カエル類は幼生と卵塊での移設がともに多く、割合も同程度であった(幼生35.7%、卵塊35.7%)(図-1)。

(3) 移設割合

202件の移設事例のうち、事業による改変エリアでの確認個体数について記録が残っている事例が178件あった。このうち、確認された全個体の移設を実施していた事例が166件であり、全体の93.3%を占めていた。一方、確認個体の全数には満たないものの半数以上を移設した事例は、5件 (全体の2.8%) であり、半数未満の移設にとどまった事例は、7件 (3.9%) であった。これら全数移設を行わなかった事例は、代替の繁殖地を新たに整備していた事例であり、代替の繁殖地の自然産卵の状況等を確認しながら環境収容力を考慮して移設数を判断していた。

(4) 移設先の選定

移設先の選定方法としては、道路用地外を選定している事例が移設件数全体の95.0% (192件) を占め、道路用地内を選定している事例が4.5% (9件)、不明が1件であった。

また、サンショウウオ類を移設した際の移設先の約6割は、既にサンショウウオ類が自然生息している箇所が選定されていた。移設先で確認された自然生息個体の形態としては、卵のケースがもっとも多く、次いで成体の確認であった。イモリ類、カエル類では自然生息している箇所への移設事例は見られなかった。

(5) 移設後のモニタリング

移設後にモニタリングを実施していた事例は、98.5% (経緯不明の65件を除く137件のうち135件) に及んでいた。移設後のモニタリング期間は、翌年の繁殖期まで実施している事例が最も多く、72.2%(87件) を占めていた(図-2)。そのうち少なくとも33件は、移設直後からモニタリングを開始し、移設後の幼生の発生状況や成長の程度、移設先の水位が適切に保たれているか等の環境条件の確認を実施していた。収集した事例の中で、最もモニタリング継続期間が長かったのは、移設後7年であった(図-2)。モニタリング結果に基づく順応的な管理として、濁水防止を目的として、沈砂池や土砂流出防止柵等の設置、布団簞やヤシマット・不織布の敷設等の追加対策を行った

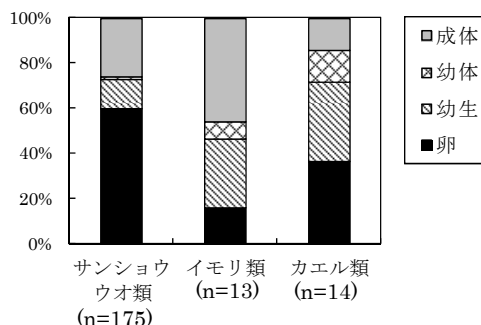


図-1 分類群別の移設時の生活史段階の割合

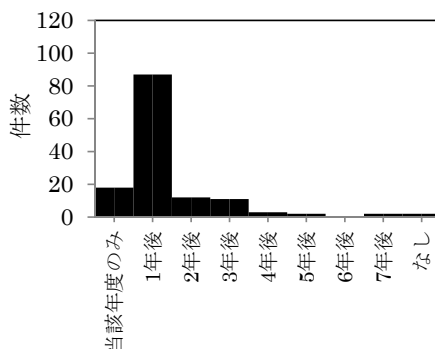


図-2 モニタリング実施期間 (継続中の事例を含む)

事例や、移設先の環境悪化に伴う再移設を行っている事例が見られた。なお、本研究で収集した事例の中には、モニタリングを継続中のものも少なくないため、今回の集計ではモニタリング期間が過小に見積もられている可能性がある。

5. 考察

(1) 両生類の移設の現状

本研究の結果、移設の対象として、止水性のサンショウウオ類が数多く実施される一方、イモリ類、カエル類、流水性のサンショウウオについては移設事例が限られていた(表-1)。このことは、道路事業の計画ルートと止水性サンショウウオの生息域が重複あるいは交差するケースがしばしば生じ、結果的に効果的な保全技術に関する情報の必要性が高いことを示唆している。

(2) 効果的な移設のために必要な技術開発

a) 移設先の選定：生息環境と環境収容力の評価

本研究の結果、サンショウウオ類の移設先の約6割は既にサンショウウオ類が自然生息している箇所が選定されていた。これは、種の生息環境に関する知見が限られる状況下で、移設個体の存続可能性を高めることを目的に、やむをえず他個体の生息の有無を指標として移設先を決定したためと考えられる。しかし、この方法には保

全上の課題、すなわち個体の導入に伴う種内競争の強化や環境収容力の超過、病原菌の移入、遺伝的な攪乱などが生じる可能性がある。

中でも種内競争の強化や環境収容力の超過は、メタ個体群（個体の移動によって相互に関係しあっている局所個体群の集まり）^{5) 15)}を構成する隣接する生息地間の移設でも生じうる問題であり、注意が必要だろう。なぜなら、止水性のサンショウウオ類の多くで、幼生期に頻繁な種内捕食（共食い）が生じるためである。例えばエゾサンショウウオ *Hynobius retardatus* では、高密度環境下では顎が大型化した「頭でっかち型」の幼生が出現し、同種の他個体を捕食する^{16) 17)}。このような幼生期の共食い現象については、クロサンショウウオ *Hynobius nigrescens*¹⁸⁾ や、トウキョウサンショウウオ *Hynobius tokyoensis*¹⁹⁾、ホクリクサンショウウオ *Hynobius takedai*²⁰⁾ などでも知られている。共食いが生じる要因として、小規模な水域でも繁殖する止水性サンショウウオ類は、しばしば環境収容力に対して孵化した幼生数が多くなりすぎるため、生存戦略上、餌不足環境下での幼生間の共食いが重要である²¹⁾ との指摘もある。これらは、自然生息地への移設による個体数の追加により、種内競争や共食いを促進したり²²⁾、餌不足により上陸する幼体のサイズを小さくしたりする^{20) 23)} 可能性があることを示唆している。

これらの課題に対し、より適切に対処するためには、移設先の選定にあたって止水性サンショウウオにとって望ましい生息地や繁殖地の環境の把握技術、ならびに個体群密度や環境収容力の評価技術が必要である。例えば生息環境については、トウキョウサンショウウオの産卵場にとって重要な環境特性として、水深や産卵場の面積、林冠の鬱閉度、産卵場、樹林との距離を挙げた報告^{24) 25)} や、成体の生息地である林と産卵場の間の空間的な連続性を挙げた報告がある²⁶⁾。しかしながら、このような両生類の生態に関する知見は、未だ一部の種や地域に限定されている。また同様に、個体群密度の調査方法や環境収容力の推定方法についても、飼育下での推定が試みられているが²⁷⁾、確立されているとは言いがたい。続々と開発が進む調査技術（例：マイクロチップを用いた小型サンショウウオ類の生息環境の把握手法²⁸⁾）なども活用し、両生類に関する生態的知見を蓄積・共有し、定量的な生息地等の評価技術を開発する必要があるだろう。

b) 移設の方法：移設時の形態と生残率

本研究の結果、サンショウウオ類の全移設件数のうち、約6割を卵嚢が占め（図-1）、全国で約5,000腹の卵嚢が移設されていた（表-1）。この理由として、止水性サンショウウオ類の卵嚢は発見や採取が容易であるため、卵嚢での移設数が多くなったと考えられる。

一方で、環境保全措置の目的であるサンショウウオ類

の個体数や個体群の維持を考えた場合、卵嚢による移設は、生残率の観点から効果的でないかもしれない。一般に、孵化直後の幼生は、しばしば餌不足や、ヤゴやイモリ、同種他個体などによる捕食にさらされるために、生残率が低くなる^{29) 29)}。例えばトウキョウサンショウウオでは、平均的な一腹卵数は50-140程度であり、そのうち孵化後、幼生を経て、幼体として上陸できるのは全卵数の平均5.5%、卵から性成熟齢まで生き残るのは全体の1%ほどであることが知られている^{29) 29) 30)}。またホクリクサンショウウオでは、野外での実験結果から、卵から性成熟齢まで生き残る可能性は、雄で1%、雌で0.1%と考えられている²¹⁾。このような幼生期の生残率の低さに比べ、上陸後の幼体の生残率は高い（年平均70%）³⁰⁾。また幼生期であっても、頭胴長13-15mm以上まで成長すると、イモリなどからの捕食を受けにくくなる²⁹⁾。そのため、採取した卵や幼生を飼育し、生残率の低い時期を避けて放流する手法が提案されている^{29) 31)}。この手法を用いることにより、トウキョウサンショウウオでは、繁殖齢に達する個体の割合がおおよそ20倍になると予測されている³¹⁾。また3-5年間にわたり、卵嚢3-5腹分を飼育下で孵化させ、育てた幼生を放流することを繰り返すことで、高い確率で自然界への定着が期待できる³¹⁾とされている。

これらのことから、一時的な飼育の後に放流する手法が移設個体の生残率を高め、移設の保全効果を向上させる効果が得られるものと考えられる。しかしながらこの手法では、飼育下での病気感染や感染個体の自然界への放流に注意する必要がある³¹⁾。今後、移設個体が自然個体群へ与える影響のリスク評価やリスクの低い飼育・放流手法の開発が望まれる。

c) 移設後のモニタリング：保全対象と順応的管理

本研究の結果、移設後のモニタリングは98.5%の事業で実施されていた。移設後のモニタリングは、移設後の幼生の発生状況や成長の程度といった“移設個体の保全（すなわち生存の確認）”を目的とするものと、水位が適切に保たれているか等の環境条件の確認や、翌年以降の繁殖状況の確認といった“生息環境の保全”を目的とするものが実施されていた。しかし、いずれも克服すべき課題がある。

前者の移設個体の保全（生存の確認）では、2つの技術的な課題があるだろう。第1は、移設先の自然生息個体と移設個体の識別である。本研究で収集・整理した事例では、成体へのマーキングとして、個体の指を切除する指切り法³²⁾とトランスポンダ（電波中継機器）であるPITタグを埋め込む方法³³⁾が採用されていた。これらの手法を用いることにより、マーキング個体の個体識別が可能となる。一方、卵嚢や幼生で移設する場合には、これらのマーキング法を適用できないため、変態上陸後の移設

個体の識別は行えない。第2は、個体の再捕獲の難しさである。サンショウウオ類は1〜2ヶ月ほどある産卵期間のうち、産卵場所周辺を訪れるのは、雄で2-3週間程度、雌は数日程度²³⁾ 29)であり、個体の再発見には困難が伴う³³⁾。したがって、課題の第1、第2ともに技術的な克服は容易ではないだろう。さらに、移設個体の保全に着目したモニタリングの成果は、対策効果の確認(移設個体の生存確認)にとどまり、移設の目的である個体群の安定的な維持につながっているかどうかを確認する効果は限定的と考えられる。

一方で、生息環境の保全を目的にした場合には、より効果的かつ効率的なモニタリングが可能になる。例えば、卵囊もしくは幼生で移設した場合、変態して上陸するまでの期間は、繁殖池の乾燥化や水質変化等の環境変化や捕食の影響を受けやすいと考えられる。この期間にあわせ、繁殖池や生息場の水深が保たれているか、土砂や農薬の流入は無いかな等の環境変化のモニタリングを行い、状況に応じた対策、すなわち“順応的管理”を行うことができる。また繁殖池は、長期的には土砂等の堆積により環境が悪化することがあるため、産卵環境を保つためには継続した管理が必要となる²⁹⁾。これら順応的管理を実施することで、結果的に移設個体の生残率の向上や地域個体群の維持につながると考えられる。しかしこれらの取り組みを着実に実施するためには、今後も対象種に関する生態的知見を積み重ね、適切なモニタリング手法や、順応的管理の手法に関する技術開発に続けていくことが重要であろう。

6. 今後の課題

本研究では、両生類の移設に関して全国の事例の整理・メタ分析を行い、これまでの道路事業者による取り組みと課題、今後の効果的な保全技術の開発に必要な研究について示した。一方で、事業者による努力や研究の進展だけでは対応困難な問題も浮き彫りになった。本研究の結果、両生類の移設先は、道路用地外が移設件数全体の95.0%を占めていた。この原因の第一は、一般に道路用地は狭い带状であり、用地内に繁殖地となり得る水辺環境が存在しなかったためと考えられる。しかしながら、道路用地外では事業者の管理が及びにくいいため、長期的な生息環境の保全をどのように担保していくのかについて、土地所有者や地域住民を含めたステークホルダー間での調整や取り決め、地域と連携した取り組みが重要と考えられる。例えば山梨県では、地元の小学生と協働でアカハライモリの移設が行われており³⁴⁾、これら自然環境の保全活動を通じた世代間交流も生まれている。また岐阜県では、高校生と協働で両生類が生息するビオトープの管理を実施している³⁵⁾。これら地域との連携は、同時

に世代間交流や地域づくりにもつながる効果も期待され、現在、各地で取り組みが進められている³⁶⁾。今後は、継続した技術開発と科学的知見の蓄積と合わせて、地域の自然環境や生物多様性をどのように保全していくかについて、各ステークホルダーによる議論を深め、環境保全措置の手法や仕組みを時代背景に合わせて変化させていくことが重要であろう。

謝辞：全国各地の道路事業において環境保全措置に関するご助言及び技術指導を頂いております有識者の先生方、ならびに調査資料をご提供頂きました国土交通省の各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務所の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 環境アセスメント学会 編：環境アセスメント学の基礎、恒星社厚生閣、東京、2013。
- 2) 栗原正夫、上野裕介、松江正彦、園田陽一、井上隆司、山本裕一郎、角湯克典、曾根真理：道路環境影響評価の技術手法「13. 動物、植物、生態系」、国土技術政策総合研究所資料 第714号、2013。
- 3) 園田陽一、松江正彦、上野裕介、栗原正夫：道路環境影響評価の技術手法「13. 動物、植物、生態系」の環境保全措置に関する事例集、国土技術政策総合研究所資料 第721号、2013。
- 4) 佐藤孝則、松井正文：北海道のサンショウウオたち、エコネットワーク、2013。
- 5) 樋口広芳：保全生物学、東京大学出版会、1996。
- 6) 上野俊一：改訂・日本の絶滅の恐れのある野生生物 爬虫類両生類、pp. 70、環境庁自然保護局野生生物課、2000。
- 7) 環境省 自然環境局 野生生物課：アライグマ防除の手引き、2014。
- 8) 上野 裕介、園田 陽一、松江 正彦、栗原 正夫：野生動物に対する道路横断施設の設置と事後調査に関する技術資料、国土技術政策総合研究所資料 第795号、2014。
- 9) NETIS 新技術情報提供システム：ハイドセール(http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail1.asp?REG_NO=CG-990009&TabType=2&nt=nt) 2015.3.1 参照。
- 10) 環境省：第4次レッドリスト 両生類、2012。
- 11) 山梨県：山梨県 Red Data Book 両生類、2005。
- 12) 北野聡、四方圭一郎：飯田市遠山川流域におけるアカハライモリウオの記録、pp. 113-115、長野県環境保全研究所研究報告、2009。
- 13) 早瀬長利、山根爽一：日本産サンショウウオ科(Hynobiidae)サンショウウオの生息環境と繁殖様式、pp. 85-102、茨城大学教育学部紀要 自然科学(38)、1989。
- 14) 松井正文：日本動物大百科 第5巻 両生類・爬虫類・軟骨魚類、平凡社、東京、1996。
- 15) 嶋田正和、粕谷英一、山村則夫、伊藤嘉昭：動物生態学 新版。海遊社、2005。
- 16) Michimae, H. and Wakahara, M.: A tadpole-induced polyphenism in the salamander *Hynobius retardatus*, *Evolution* 56, pp.2029-2038, 2002。
- 17) 道前洋史、若原正己：エゾサンショウウオの適応的

- な表現型可塑性「頭でっかち型」, pp. 33-39, 日本生態学会誌 57, 2007.
- 18) 高橋久: クロサンショウウオ幼生における共食いモルフの特徴, pp. 211-212, 爬虫両棲類学会雑誌(1), 1992.
 - 19) Kusano, T. and Kusano, H. & Miyashita, K.: Size-related cannibalism among larval *Hynobius nebulosus*, *Copeia* 1985, pp.472-476, 1985.
 - 20) 秋田喜憲: ホクリクサンショウウオの幼生の成長, p. 113-120, 爬虫両棲類学会報, 2010.
 - 21) 秋田喜憲: ホクリクサンショウウオの移植, pp. 22-30, 爬虫両棲類学会報, 2010.
 - 22) Michimae, H.: Differentiated phenotypic plasticity in larvae of the cannibalistic salamander *Hynobius retardatus*, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60, pp 205-211, 2006.
 - 23) Kusano, T.: Growth and survival rate of the larvae of *Hynobius nebulosus tokyoensis* Tago (Amphibia, Hynobiidae), *Res. Popul. Ecol.* 23, pp.360-378, 1981.
 - 24) 雨嶋克憲, 小松裕幸, 伴武彦, 諸藤聡子, 田中章: トウキョウサンショウウオのハビタット適正指数(HSI)モデル(案)の作成と HEP のケーススタディについて, pp. 31-39, 環境アセスメント学会誌 I (2), 2003.
 - 25) 雨嶋克憲, 松岡明彦, 栗原彰子: HSI モデル(生息場適正指数モデル)トウキョウサンショウウオ.環境アセスメント学会生態系研究部会 HSI モデル公開用ホームページ(http://www.yc.teu.ac.jp/~tanaka-semi/HSIHP/su_b2.html) 2015.3.1 参照, 2006.
 - 26) 藁田孝晴, 大木智矢: 千葉県北東部の谷津田におけるトウキョウサンショウウオ *Hynobius tokyoensis* の産卵場の分布及びその周辺環境, pp. 119-125, 応用生態工学 vol.16 NO.2, 2013.
 - 27) 合田美佳, 久木田沙由理, 中村圭司: カスミサンショウウオ幼生の成長・発育に与える飼育密度の効果, pp. 1-6, *Naturalistae* No.19, 2015.
 - 28) 上野裕介, 園田陽一, 松江正彦, 栗原正夫: マイクロチップを用いた小型サンショウウオ類のモニタリング技術, pp. 101-104, 応用生態工学 vol.17 NO.2, 2015.
 - 29) 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年間の変遷ー東京多摩地区における2008年度生息状況調査報告書ー, トウキョウサンショウウオ研究会, 2014.
 - 30) Kusano, T.: Postmetamorphic growth, survival, and age at first reproduction of the salamander, *Hynobius nebulosus tokyoensis* Tago, in relation to a consideration on the optimal timing of first reproduction, *Res. Popul. Ecol* 24, pp.329-344, 1982.
 - 31) 草野保, 川上洋一: トウキョウサンショウウオは生き残れるか?ー東京多摩地区における生息状況調査報告書ー, トウキョウサンショウウオ研究会, 1999.
 - 32) 草野保: サンショウウオ類におけるマーキング法, p. 105-115, 爬虫両棲類学会報 2008(2), 2008.
 - 33) 松井正文: 両生類の行動圏, pp.157-170, 佐藤正孝・新里達也(編)野生生物保全技術, 海遊社, 2003.
 - 34) 国土交通省関東地方整備局甲府河川国道事務所: 記者発表資料「子供たちとアカハライモリ(準絶滅危惧種)のお引越しをします。」(http://www.ktr.mlit.go.jp/kt_r_content/content/000083669.pdf) 2015.3.1 参照, 2013.
 - 35) 岐阜県立飛騨高山高校, 国土交通省高山国道事務所: Press Release「飛騨高山高校の生徒と環境整備を実施」(http://www.cbr.mlit.go.jp/takayama/syokukai/pdf/h26/h26_1031.pdf) 2015.3.1 参照, 2014.
 - 36) 環境省 自然環境局 生物多様性施策推進室: 生物多様性地域連携促進法 地域連携保全活動計画作成の手引き, 2012.

(2015. 7. 16受付)

TREND AND CHALLENGES IN AMPHIBIAN RELOCATING OF ROAD PROJECTS: TOWARD THE IMPROVEMENT OF NATURAL ENVIRONMENT CONSERVATION TECHNOLOGY.

Keiichi HASEGAWA, Yusuke UENO, Nodoka OSHIRO, Mayumi KANDA, Ryuji INOUE,
Satoshi OSAWA

This study focuses relocate of amphibian performed as a conservation measure in road projects managed by Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. 202 of examples were collected and analyzed for widely sharing the knowledge to enable the effective conservation of the amphibian.

The collected data shows that 4 department of 13 species amphibians are relocated in 2009-2014. Most relocation classification was a salamander. Relocation site of the salamander has been selected to be natural habitat about 60%. From these results has been suggested necessary technology development based on ecological knowledge. And for long-term conservation, it is important to cooperate with the local community.