1.3 生物多様性の確保に関する研究

3）都市における生物多様性の確保に資する緑地の効果的な保全・創出方策に関する研究
【国営公園等事業調査費】 13
4）地域性植物による緑化手法に関する研究
【国営公園等事業調査費】 15
5）河川管理による外来植物の分布拡大抑制に関する調査
【河川事業調査費】 17
6）猛禽類等の生息環境の定量的な把握手法及び効率的な環境保全措置の検討
【道路調査費】 21
7）自然共生型社会の実現に向けた生物多様性の評価・予測モデルの開発と国土政策への反映
【科学研究費補助金】 23

都市における生物多様性の確保に資する緑地の効果的な保全・創出方策に関する研究

Research on effective methods of conserving and creating greenery for ensuring urban biodiversity

（研究期間　平成 25～26 年度）

防災・メンテナンス基盤研究センター	室長	栗原　正夫
Research Center for	Head	Masao KURIHARA
Land and Construction Management	研究官	曽根　直幸
緑化生態研究室	Researcher	Naoyuki SONE
Landscape and Ecology Division	研究官	上野　裕介
	Researcher	Yusuke UENO

To clarify effective methods of conserving and creating greenery ensuring urban biodiversity for the variety of municipalities, we conduct research on the effect of area, vegetation structure and surrounding environment to the biodiversity of urban greenery, from the center of Tokyo to the Tama area.

［研究の背景及び目的］

国土交通省では、地方公共団体による生物多様性に配慮した公園緑地行政を支援するため、「緑の基本計画における生物多様性の確保に関する技術的配慮事項（平成 23 年 11 月）」や「日本版・都市の生物多様性指標（素案）（平成 25 年 5 月）」を公表してきた。

本研究の目的は、さまざまな環境(都市化度)を有する東京都心～多摩地域から調査対象地域気を選定し、緑地の規模、植生構造、周辺環境等が生物多様性にどのように影響するかを分析し、多様な都市の現状やビジョンに応じた効果的な緑地保全・創出方策を明らかにすることである。

［研究内容］

平成 25 年度には、調査対象地を選定し、秋・冬のフィールド調査を行い、調査結果を整理した。平成 26 年度には、春・夏のフィールド調査を継続し、1 年間の結果として解析を行い、成果をとりまとめた。

１．調査対象地の選定

調査対象地として、大規模緑地（10ha 以上）9 箇所、中規模緑地（2-10ha）21 箇所、小規模模緑地（0.1-2ha）31 箇所、屋上緑化地 16 箇所、道路植栽地 30 箇所の計 107 箇所を選定した。選定にあたっては、第 2 次地域区画コードで 5339-41（東京首部）、5339-42（東京西部）、5339-43（吉祥寺）、5339-44（立川）、5339-45（拝島）の図幅に、それぞれの種類の緑地がバランスよく配置されるよう配慮した。選定した調査対象地の位置を図-1 に示す。

２．鳥類及び昆虫類に関する調査

調査対象地における鳥類及び昆虫類の生息・生育状況を確認するため、フィールド調査を行った。分類群ごとの調査方法については、表-1 に示す。

３．植生構造等に関する調査

調査対象地における鳥類及び昆虫類の生息・生育状況と、それぞれの緑地内の植生構造、水面の有無などの環境条件との関係を分析するためのデータとして、調査対象地の植生構造等を調査した（表-1）。

４．調査結果と今後の予定

１）都市化の程度との関係

全般的な傾向として、鳥類及び昆虫類については、都市化度が高くなるほど種数が少なくなる傾向が見られた。ただし、その影響の度合いについては、分類群ごとに差があるように思われた。

２）確認された種の生態的特性

野外での調査結果を基に、個々の種の広域での確認状況を整理した。また各種の生息環境、生活史、食性、移動能力等の生態に関する情報については、学術論文や図鑑等を参考に整理し、解析用のデータベースを作成した。これらの整理結果は、今後、具体的に公園緑地行政の指標となる種、都市の生物多様性のモニタリングに適した種を検討する際の有益な資料となる。

３）都市内緑地で確認された重要種

本調査では、個々の緑地ごとの調査時間はごく限られていたものの、秋・冬の調査において、東京都レッドデータブックに掲載された種も確認された。

５．解説資料の作成

一連の調査成果を基に、「緑の基本計画における生物多様性の確保に関する技術的配慮事項（平成 23 年 11 月）」や「日本版・都市の生物多様性指標（素案）（平成 25 年 5 月）」との関係も意識し、地方公共団体等における緑地保全・創出方策の検討に活用していただけるよう解説資料を作成した。

［謝辞］

本研究を進めるにあたっては、各調査対象地の管理ご担当部署の皆様に多大なご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

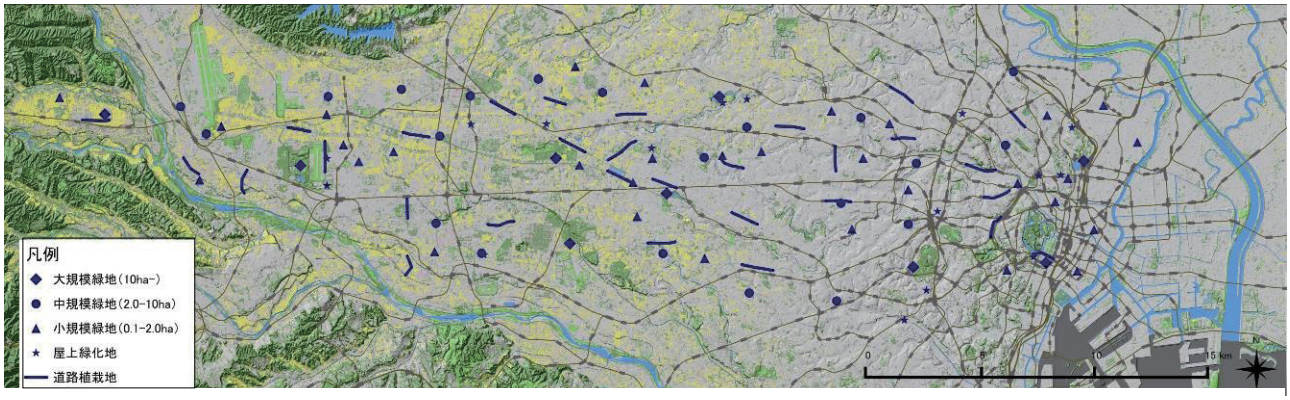

図-1 調査対象地のタイプ（大規模・中規模・小規模緑地、屋上緑化地、道路植栽地）と位置

表-1 鳥類及び昆虫類に関する調査方法

調査対象		調査時期	調査方法
鳥類	秋 1 回目 秋 2 回目 冬 1 回目 冬 2 回目 春 1 回目 春 2 回目 夏 1 回目 夏 2 回目	H25. 9.17～10. 1 H25.10.11～10.30 H25.12. 2～12.20 H26. 1.20～ 1.31 H26. 4.25～ 5.20 H26. 5.19～ 5.31 H26. 6. 5～ 6.21 H26. 6.23～ 7.17	・ あらかじめ定められたルートを持続 2km の速度で歩き、ルートを中心に 100m 範囲（片側 50m）に出現した鳥類の種名、個体数、確認時刻、確認方法（目視・鳴き声）、確認場所（上空・樹上・林床・草地・裸地・水辺・水上）、行動（静止・飛行・歩行・採餌・水浴び・巣材運び・上空通過）、とまり木、エサの種類を記録した。 ・ 同定は目視および鳴き声により行った。 ・ 調査は、鳥類の囀りや活動が活発な日の出から正午頃までを目安に行った。
飛翔性昆虫類 **トンボ類** **チョウ類** **バッタ類**	**秋** 春 夏	H25. 9.30～10.11 H26. 4.25～ 5.20 H26. 6.17～ 7.18	・ あらかじめ定められたルートを時速 2km の速度で歩き、ルートを中心に 10m 範囲（片側 5m）に出現した飛翔性昆虫類の種名、個多数、時速、確認場所（上空・樹上・林床・草地・裸地・水辺・水上）、行動（静止・飛翔・採餌・歩行・鳴き声）、餌の種類、止まり木を記録した。 ・ 同定は原則として目視および鳴き声により行った。目視による同定が困難な種については捕虫網で捕獲し、同定後放逐するようにした。 ・ 調査は、昆虫の活動が活発になる日中午前 9 字から午後 4 時の間に行った。
地表徘徊性昆虫類 **オサムシ類** **シデムシ類**	**秋** 夏	H25. 9.30～11.1 H26. 6. 2～ 6.30	・ プラスチックカップ（口径 7cm、深さ 9cm）を使用し、カップの縁が地表面と水平になるように設置した。トラップ内には、殺虫のために水で 5%程度に薄めた無香料の洗剤を 50ml 程度注いだ。これを調査地点 1 箇所につき 30 個、樹林地、草地、水辺など多様な環境を含むように設置した。 ・ トラップを設置した箇所では、環境条件として、気温、照度、地表面温度、地下 2cm の温度、リター層、土壌水分率、土性を記録した。 ・ トラップは 7 昼夜設置した後、捕獲されたサンプルを回収した。サンプルは持ち帰り、室内で分析し、出現種、個体数を記録した。
植生構造等	**秋**	H25. 9.30～11.22	・ 10m×10m のコドラートを設定し、階層毎の被度、立木密度、主要な種の種名・植被率・高さ、その他確認種を記録した。またコドラート設置箇所の環境条件として、地形、草刈りの有無、剪定の有無、リター層を記録した。 ・ コドラートの数は、2ha 以上の公園は 10 箇所、2ha 未満の公園及び屋上緑化地は 1 箇所とした。また、道路植栽地については、コドラートではなく調査区間を焼く 50m の小区間に分割して調査を行った。

地域性植物による緑化手法に関する研究

Research on vegetation method using native plants（研究期間　平成 26～28 年度）

防災・メンテナンス基盤研究センター　室長　栗原　正夫
Research Center for　Head　Masao KURIHARA
Land and Construction Management　主任研究官　武田　ゆうこ
緑化生態研究室　Senior Researcher　Yuko TAKEDA
Landscape and Ecology Division

Germination and seeding test were performed on some native wild grass, with the aim of revegetation considering local ecology.

［研究目的及び経緯］

道路や公園、河川等の公共事業で生じる裸地は、浸食防止や周辺環境や景観への配慮から早期緑化が求められるため、コストや入手のしやすさから外来牧草による緑化が主流となっている。

外来生物法等を背景に、公共事業で使用する緑化植物についても地域生態系への配慮が求められており、近年、一部ではススキ等の在来植物が利用されるようになってきている。しかし、国外由来の在来植物（中国産のススキ等）が用いられ、日本に生育する系統との遺伝的かく乱が懸念されており、地域性緑化植物の確保が課題となっている。そのため、国総研では望ましい種を選定するための地域性緑化植物リストを作成するとともに、市場生産による供給が困難な種については事業者が自ら又は地域と連携して簡便に採取・生産する手法の開発を目指している。

表-1　緑化植物の位置づけ

		遺伝子型		
		地域由来	国内由来	国外由来
自然分布	国内のみ又は国内外	地域性緑化植物	在来緑化植物	（外国産）在来緑化植物
	国外のみ	－		外来緑化植物

（H18 環境省・農水省・国交省による調査報告書）

［研究内容］

今年度は、在来植物（草本）による緑化に関する既往資料等の収集・整理を行い、公園やのり面等に導入する際の種選定の目安となる地域性緑化植物リストを作成した。また、それらの種の発芽特性及び生育特性を明らかにし、種子生産の可能性を検討するため、種子を採取して発芽試験を行うとともに、プランターを使用して播き出し実験を行った。

［研究結果］

１．地域性緑化植物リストの作成

関東地方において良好な植生を構成している二次草原（ススキ型草地、シバ型草地等）と二次林の林床植物の群落内の出現草種を抽出し、分類、自然分布、形態、繁殖生態、開花期、結実期等の基本的な情報の他、レッドリストの記載、花の美しさ等の観賞性、季語等の文化的価値、生育特性、自然侵入促進工における出現実績等を整理した地域性緑化植物リストを作成した。選定の手順は図-1 に示すとおりである。

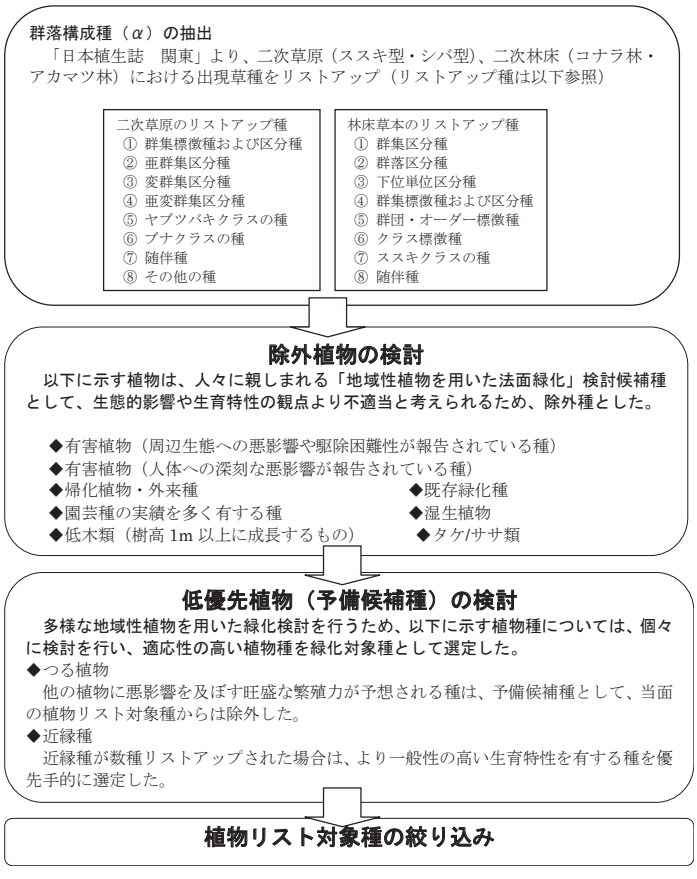

図-1　植物リスト（200 種）選定　フロー

２．種子採取及び発芽試験

リストの中から複数の群落において出現が確認され、文化的価値や鑑賞性、定着性等に優れた緑化植物として有望と思われる 50 種について、採取場所、時期、採取方法を検討し、今年度はそのうち 20 種について種子を採取した。（写真 1）

写真１　袋かけ及び種採取作業

採取した種子は、綿毛の除去等の精選作業を行った後、無処理及び種に応じた発芽処理（低温乾燥、低温湿層）を行い、発芽試験を実施した。（写真 2）

写真 2　発芽試験実施状況

発芽試験期間は、「依頼検査技術マニュアル」（(独法)育苗管理センター）に準じ 28 日としたが、期間終了後も経過観察したところ、発芽する種も見られた。（図-2）

最終的には 7 種については発芽が見られず、他は発芽率 1～63%であった。発芽試験の結果は表-2 のとおりである。

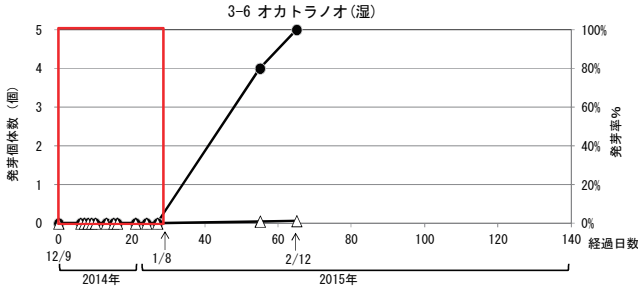

図-2　発芽状況の例（オカトラノオ）

３．撒き出し実験

発芽実験結果を踏まえて播種量等の条件を変え、国総研内温室においてプランターへの播きだし、モニタリングを行っている。（写真 3）

４．今後の課題

在来草本については発芽特性等についての既存知見が少なく、データを積み重ねていく必要がある。

また、屋外での栽培についても検討していきたい。

表-2　発芽試験結果

No.	科名	種名	試験条件		発芽試験終了時（28日目）		2月12日時点	
			試験区	発芽処理	発芽数	発芽率	発芽数	発芽率
1	イネ科	アキノエノコログサ	1-1	冷蔵	0	0%	0	0%
			1-2	冷蔵	1	0%	1	0%
2	キク科	ユウガギク	1-3	冷蔵	3	1%	37	9%
			1-4	常温	2	1%	2	1%
3	キク科	カセンソウ	1-5	冷温	1	0%	1	0%
			1-6	常温	0	0%	0	0%
4	シソ科	ウツボグサ	2-1	冷湿	21	5%	85	21%
5	キク科	シラヤマギク	2-2	冷蔵	67	34%	82	41%
			2-3	常温	85	43%	125	63%
6	バラ科	ワレモコウ	2-4	冷蔵	26	7%	101	25%
			2-5	常温	1	1%	33	17%
7	オミナエシ科	オミナエシ	2-6	冷温	198	50%	198	50%
8	キク科	ヒヨドリバナ	2-7	冷蔵	0	0%	0	0%
			2-8	常温	0	0%	0	0%
9	シソ科	アキノタムラソウ	2-9	冷蔵	1	0%	5	1%
10	キク科	ノハラアザミ	2-10	冷蔵	2	1%	251	63%
11	バラ科	ナワシロイチゴ	3-1	冷湿	0	0%	0	0%
12	ユリ科	アマドコロ	3-2	冷湿	115	29%	323	81%
13	ユリ科	オオバギボウシ	3-3	冷湿	0	0%	0	0%
14	キキョウ科	ツリガネニンジン	3-4	冷湿	112	56%	115	58%
			3-5	冷湿	59	30%	62	31%
15	サクラソウ科	オカトラノオ	3-6	冷蔵	0	0%	5	1%
16	ユリ科	ツルボ	3-7	冷蔵	8	4%	87	44%
			3-8	冷蔵	5	3%	187	94%
17	オミナエシ	オトコエシ	3-9	冷蔵	101	25%	116	29%
18	バラ科	キンミズヒキ	4-1	冷湿	160	40%	165	41%
19	タデ科	イヌタデ	4-2	冷湿	1	0%	7	2%
20	タデ科	ミズヒキ	4-3	冷湿	143	36%	180	45%
21	イネ科	ケチヂミザサ	4-4	冷蔵	1	0%	35	9%

写真 3　撒き出し試験の状況

河川管理による外来植物の分布拡大抑制に関する調査

Research on Control of Distribution Expansion of Alien Plants by river management in Rivers

（研究期間　平成 26～28 年度）

防災・メンテナンス基盤研究センター　緑化生態研究室	室長	栗原　正夫
Research Center for Land and Construction Management	Head	Masao KURIHARA
Landscape and Ecology Division	主任研究官	山岸　裕
	Senior Researcher	Yutaka YAMAGISHI
	招聘研究員	畠瀬　頼子
	Visiting Researcher	Yoriko HATASE

We have been conducting research on the prevention of distribution expansion of alien plants using soil seed bank in rivers since fiscal 2014. In fiscal 2014, we conducted the survey of vegetation on the ground and soil sampling around the areas of six domestic rivers where alien including invasive alien species(plants) such as lanceleaf tickseed and bur cucumber has grown. We also conducted germination experiment in a greenhouse using parts of the soil samples collected in the autumn.

［研究目的および経緯］

「生物多様性国家戦略 2012-2020」（平成 24 年 9 月）では、愛知目標[注)] の達成に向けたわが国の国別目標を設定しており、外来種対策の具体的な施策のひとつとして、河川における外来種の急速な分布拡大を踏まえた外来種対策の推進、外来植生等に関する調査研究および効果的な対策の検討を行うとしている。

さらに、「生物多様性国家戦略 2012-2020」では、愛知目標を踏まえ、防除の優先度の考え方を整理し、計画的な防除等を推進するとともに、各主体における外来種対策に関する行動や地域レベルでの自主的な取組を促すための行動計画を策定することを国別目標の一つとしており、これを受けて策定された「外来種被害防止行動計画（平成 27 年 3 月：環境省、農林水産省、国土交通省」においては、外来種対策として蔓延防止のために侵入初期段階を重視している。

外来植物対策においては、地上の植生状況のみならず、種子供給源および発芽可能な埋土種子集団である土壌シードバンクの有無が重要となる。土壌シードバンクの形成状況を把握することによって、外来植物の侵入段階及び今後の分布拡大等の植生変化を把握することができ、それを踏まえた効率的な管理方針の立案が可能となる。しかし、外来植物の河川における土壌シードバンクの形成については、十分なデータの蓄積がない。

そこで、本調査では、土壌サンプルの撒き出し実験により、河川空間における土壌シードバンクの分布特性を分析し、土壌シードバンクの種組成から外来植物の侵入動向を把握するための指標を構築するとともに、それらを用いた効率的な特定外来植物等の対策方法についてとりまとめることを目的としている。また、近年実施されている防除対策工についてもとりまとめる。

［研究内容］

平成 26 年度は、3 ヶ年計画の初年度として以下の調査を行った。なお、本研究を実施するにあたり、環境省に特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律第 5 条の規定に基づく特定外来生物飼養等の許可を得て実施した。

1．調査方法

1.1　外来種の分布拡大及び対策工に関する調査

対象とする外来種は、オオキンケイギク、オオハンゴンソウ、ナルトサワギク、オオカワヂシャ、アレチウリ、セイタカアワダチソウ、シナダレスズメガヤ、ハリエンジュの 8 種とした。

1.1.1　河川における外来種の分布拡大に関する調査

全国および個別河川における外来種の分布拡大の状況について、河川水辺の国勢調査の植物調査（1～4 巡目）の成果をもとに取りまとめた。

河川水辺の国勢調査の対象河川のうち、植物データが存在しない五ヶ瀬川水系北川を除く 109 水系 140 河川ごとに、1～4 巡目の植物データ（「確認種詳細データ」）を使用して、調査地区を単位として対象とする外来種の確認状況（データ件数）を経年的に整理した。また、調査地区ごとに整理されたデータをもとに、「確認頻度」「連続確認回数」「出現率」を表す集計項目を設定した。その集計項目をもとに、各河川の各種ごとに増加傾向・定着傾向を把握するための評価指標を独

注)「愛知目標は、戦略計画 2011-2020 で、2050 年までに「自然と共生する世界」を実現することをめざし、2020 年までに生物多様性の損失を止めるための効果的かつ緊急の行動を実施するという 20 の個別目標です。戦略計画 2011-2020 は、生物多様性条約の 3 つの目的、(1)生物多様性の保全、(2)生物多様性の構成要素の持続可能な利用、(3)遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分、を達成するため、COP10 で採択された 2011～2020 年の新たな世界目標です。」[1)]

自に設定した。

1.1.2　河川における外来種対策工に関する調査

①国土交通省河川部局、②全国の国土交通省地方整備局、北海道開発局及び沖縄総合事務局、及び②の河川事務所、③全国の都道府県の外来種対策部局、④環境省、⑤国立環境研究所及び農業環境技術研究所の web サイトを確認し、対象とする外来種について主に河川管理者が主体となって実施している対策工に関する情報を収集した。

1.2　河川における外来植物等分布調査及び土壌採取

特定外来生物の植物種の生育が確認されている北上川、荒川、鬼怒川、多摩川、木曽川、吉野川の 6 河川おいて、外来種の分布状況を把握するための現地調査を実施するとともに、撒きだし実験のための土壌サンプルを採取した。ここで対象とした調査の外来種は、オオキンケイギク、オオハンゴンソウ、ナルトサワギク、オオブタクサ、アレチウリ、シナダレスズメガヤの 6 種である。1 河川あたり 3 地区、計 18 地区の調査地区を選定し、調査を実施した。

1.2.1　調査地区の選定

(1)調査地区の選定方法

対象種のうち、ナルトサワギクは吉野川、オオハンゴンソウは北上川以外において確認が難しい可能性が高いため、これらの種については、それぞれの河川で集中的にデータを取得することとした。アレチウリやオオブタクサ等、多くの河川で一般的に生育している種については、調査分析における地域性に由来する偏りを回避するために、複数の河川で調査を実施することとした。

「河川環境データベース」ウェブサイトで提供されている河川水辺の国勢調査による直近の植生図 GIS データおよび植物相データ等に基づき、対象種が分布する可能性の高い場所を把握した。北上川、荒川、木曽川の 3 河川では、上流と下流は管轄事務所が異なるために別個のデータとなっているが、北上川および荒川では、いずれも上流管内のデータにおいて、使用に不都合なエラーが確認されたため、下流管内のデータを用いて調査地区を選定した。また、木曽川は、下流管内が感潮区間となり、本業務の対象種は主に上流管内に分布するため、上流管内のデータを用いて調査地区を選定した。

なお、各河川の 3 地区は、対象種の分布状況、 植生の状況、地形の状況、外来種の侵入しやすさ、 流程の多様さ･調査地区間の距離等の観点から選定した。

(2) 植生調査箇所の選定

1 地区内で 6 地点を設定した。なお、植生調査箇所の設定にあたっては、①対象種の代表的な生育地点 2 地点程度)、②調査地区の典型的な在来植生の地点（1 地点程度)、③対象種の代表的な生育地点から近い水際、または種子が流れ着きやすそうな水際（1 地点程度)、④対象種の代表的な生育地点の近傍等で、対象種が侵入・拡大しつつあるとみられる地点（1 地点程度)、⑤調査地区内で遷移がやや進んだ地点(1 地点程度)　の 6 地点とし、高木林内および堤防上には地点を設定しないこととした。

1.2.2　調査方法

1.2.1 で選定した各地区・植生調査箇所において、以下の方法により、ルートセンサス調査、植生調査、土壌採取を実施した。ルートセンサス及び植生調査は平成 26 年 10 月に、土壌採取は平成 26 年 10 月及び平成 27 年 2 月下旬～3 月上旬に行った。

（1）ルートセンサス調査の方法

堤防上等の見通しのよい場所から地区を見渡し、植生・地形・外来種の侵入可能性に関する状況（流路形態や堤内地側の土地利用、流入支川の状況等）などについて概略を把握した上で、調査地区ごとに設定した主たる対象種が典型的に生育する場所を含むように、河川縦断方向 200m程度の区間において、堤外地側の堤防法肩から水際まで、多様な環境を巡るように任意に踏査し､ルートの片側 2m を観察範囲として対象種の確認を行った。

（2）植生調査の方法

各地点において、ブラウンーブランケ法による植生調査を実施した。方形区の大きさは 3×3m を標準とし、水際等の狭長な群落では、3×3m相当の面積を保ちつつ、2×4m など縦横を適宜調整した。

各植生調査地点について、河川管理者より提供された河川管理計測データ等をもとに、年間の冠水日数を推計した。

（3）土壌採取の方法

植生調査を実施した 108 箇所および任意に設定した対照区 2 箇所の計 110 箇所において、以下の方法により土壌採取を行った。対照区以外ではコドラート枠内に土壌採取地点を設定した。

採取を実施する地点において､縦 30cm×横 30cm×深さ 5cm 程度の範囲で、土壌を採取した。地上部の植生は、地際から刈り取り除去した。

掘り取った土壌は目開き 11.2mm の試験用ふるいにかけ、ふるいを通過した土壌をよく撹拌し、軽量カップを用いて 1 箇所あたり 2.5 リットル分を採取した。

採取した土壌サンプルは、厚手のビニール袋に 2 重に入れて厳重に扱い、地点名を明記し、調査地区ごとに 1 つのダンボールに梱包して搬出し、国土技術政策総合研究所緑化温室倉庫内において、ダンボールに梱

包したまま常温で保管した。

1.3　秋期撒きだし実験

調査地区における秋・冬発芽の土壌中の埋土種子を確認するため、秋期撒きだし実験を行った。

1.3.1　実験区の作成

平成 26 年 10 月の現地調査で採取した土壌サンプル 110 個および資材を用いて実験区を作成した。作成は平成 26 年 11 月 6 日および 7 日に実施した。

１）実験用プランターおよび基盤材の準備

プランター（内径：縦 57cm×横 17cm×高さ 18cm 容量：約 13L）を 110 個用意した。プランターの底に、透水性能をもつ防根シートを敷設した。基盤材は、適切な土壌支持機能と保水･透水機能が発揮できるよう、バーミキュライトと川砂の混合割合を 1:1 とし、よく混合した上でプランター1 個につき 5L 分を入れ、均一な厚さに均した。採取した土壌サンプル 110 個分の実験区に加え､対照区として基盤材のみの実験区(以下、基盤材区と表記）を 2 つ設けることとし、計 112 個の実験区を作成した。

２）プランターの設置

基盤材を充填したプランターの上面縁に、各河川の植生調査・土壌採取地点の番号を記入し、緑化温室のスチール台（縦 1.3m×横 2.4m 程度；6 台）に敷き並べた。実験区の配置は、乱数に基づくランダム配置とした。対照区および基盤材区の計 4 つの実験区は、別途小さな台の上に配置した。

３）土壌サンプルの撒きだし

各土壌サンプルをプランター上に全量撒きだし、厚さにムラが出ないよう均一に敷き均した。2.5L 分の撒きだし厚さは､基盤材上面でのプランター内径(55.0cm×14.0cm）に基づく計算および、数個の実験区の実測によると、いずれも 3.2cm であった。

対照区のサンプルは、緑化温室の恒温器を用いて、約 80℃で約 24 時間熱処理した後に撒きだした。

４）温度計（データロガー）の設置

温度計を用いて地温及び気温を計測した。

気温を計測する温度計は、地温と同じ温度精度で比較できるよう、同一機種を使用し、温室内の北側および南側の壁面に各 1 個をフックで吊り下げた。

計測間隔は地温・気温とも 1 時間、計測期間は平成 26 年 11 月 8 日～平成 27 年 1 月末までとした。

５）寒冷紗の設置

温室の窓は冬期のため常時閉め切り、出入口以外の場所から種子が温室内に侵入する可能性はないため、寒冷紗は 2 カ所の出入口に吊り下げ、扉を開閉して出入りする際に種子の混入が生じないようにした。

1.3.2　撒きだし実験

１）調査期間

撒き出し実験は、出現実生調査法により行った。調査は実験区作成後、2014 年 11 月 17 日、27 日、12 月 8 日、12 月 18～19 日、2015 年 1 月 8～9 日、1 月 28～29 日の計 6 回、10～20 日おきに行った。

２）調査方法

実生の同定は､本葉 1～2 枚にまで成長したものを対象に行った。実験区ごとに各植物種の個体数、同定時の生育状況（生育段階）を記録した。同定済みの実生は抜き取ることとした。同定不能なものについては、発生時期や形態等から同一種とみなされるもののうち 3 本程度に、番号を記したペグを立てて残し、同定可能な生育段階まで生長させた。ペグを立てた個体以外は、個体数を計測の上、他の実生の生育の妨げにならないよう抜き取ることとした。

さらに各調査回で、新たな実生発生（子葉段階を含む）がみられた個体数を記録した。同定不能な子葉段階の個体にはペグを立てず、調査回ごとに個体数を記録し、累積の発芽個体数とみなした。そのため、調査期間中に枯死した子葉段階の個体がある場合は、実際よりも計測された個体数が少ない可能性がある。

本調査では、根茎から発芽したものは調査対象から除いた。ノビル・コモチマンネングサは無性芽からの発芽の可能性がある。

３）実生の同定根拠

実生の同定は、以下の文献およびウェブサイトを参考に行った。

・浅井元朗．2015．植調雑草大鑑．pp357．株式会社全国農村教育協会，東京
・浅井元朗．2013．身近な雑草の芽生えハンドブック．pp120．文一総合出版，東京
・浅野貞夫．1996．原色図鑑芽生えとたねー植物３態／芽ばえ・種子・成植物ー．pp280．
株式会社全国農村教育協会，東京
・大野啓一．2000．芽生えをさがそう（生態園観察ノート NO.8)､．pp14．千葉県立中央博物館，千葉
・加藤紀子．2013．実生の観察．pp268．橋本印刷，埼玉
・森田弘彦・浅井元朗．2014．原色雑草診断・防除事典．pp191．一般社団法人農山漁村文化協会，東京
・雑草生物情報データベース検索システム
(http://weeddb.narc.affrc.go.jp/DbMain/)
・芽ばえ図鑑
（http://www.ffpri-skk.affrc.go.jp/mebaezukan/）

1.4　土壌シードバンクと植生等の関係の分析

1.4.1　シードバンクと植物群落との関係の分析

1.2 および 1.3 の結果をもとに、シードバンクと植物群落との関係の分析を実施した。分析の項目は､（１）地下部のシードバンクと地上部の植物群落との関係分析、（２）近い将来に成立すると予想される地上部の植物群落と地下部のシードバンクとの関係分析、（３）地

下部のシードバンクに基づく、地上部の外来種に関する近い将来の侵入段階の変化予測に関する分析である。

1.4.2　河川攪乱とシードバンクとの関係の分析

1.4.1 で用いたシードバンクのデータをもとに、各植生調査地点（土壌採取地点）の冠水頻度の算出結果を踏まえ、河川攪乱とシードバンクとの関係を分析した。

2．結果と考察

2.1　外来種の分布拡大及び対策工に関する調査

2.1.1　河川における外来種の分布拡大に関する調査

表-1 に全国および地方部における対象植物の出現割合を示す。表-1 は、単に出現率を表したものであるが、植物種は全国での出現率が高い順に並べてある。必ずしも、全国域すべてが潜在的定着可能区域ではない場合もありうるが、セイタカアワダチソウ、シナダレスズメガヤ、ハリエンジュの順で出現割合が高かった。シナダレスズメガヤ、オオキンケイギクは、本調査では分布が見られなかったが、オオハンゴンソウは、北海道の全ての対象河川で分布が見られた。

2.1.2　河川における外来種対策工に関する調査

調査の結果、61 件の事例が収集された。対象種別の内訳は、オオキンケイギク 14 件、オオハンゴンソウ 5 件、ナルトサワギク 1 件、オオカワヂシャ 1 件、アレチウリ 15 件、セイタカアワダチソウ 6 件、シナダレスズメガヤ 4 件、ハリエンジュ 19 件であった（複数の種が対象とされている対策工は、それぞれの種の件数として重複計上した）。対策工の種類としては抜取、刈取、伐採、抜根、表土はぎとり、天地返し、覆土（チップ被覆、シート被覆含む）、地盤高下げ（河道掘削）などが見られた。対策工実施の理由としては、河原固有植物、在来種への悪影響、外来種駆除、さらにハリエンジュに関しては、樹林化防止、河川環境の保全（河川機能、景観含む）、洪水時の流下阻害の解消（流木の悪影響含む）、河川巡視時の支障除去、有効利用などの実施理由が見られた。

2.2　河川における外来植物等分布調査及び秋期撒きだし実験結果

表-2 は、1.2 で設定した調査対象の外来植物の分布調査の結果と秋期撒きだしの発芽調査の結果である。

事前に想定していた各河川における主たる対象種でルート調査及び植生調査で確認されなかった外来種も見られた。

発芽結果では、オオキンケイギクでは、地区による偏りはあったものの木-3 地区では 209 の発芽が見られた。アレチウリでは、発芽時期が春期からであるため、1 個体しか発芽が見られなかった。なお、発芽調査については、来年度予定している春期撒きだし調査結果も合わせて検討を行う予定である。

2.3　土壌シードバンクと植生等の関係の分析

土壌シードバンクと植生等の関係の分析についても、発芽調査結果が時期による偏りがあるため、来年度予定している春期撒きだし実験の結果も合わせて検討を行う予定である。

［成果の活用］

河川管理の現場で活用しやすい外来植物対策の解説書の作成を予定。

［参考文献］

1）環境省ホームページ
http://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/

2）西廣淳・西廣美穂（2010）「湿地の土壌シードバンク調査法」，鷲谷ほか編『保全生態学の技法』，東京大学出版会，297-313.

表-2　主たる対象種の植生調査結果及び発芽結果

		オオキンケイギク		オオハンゴンソウ		ナルトサワギク		オオブタクサ		アレチウリ		シナダレスズメガヤ		確認された対象種数	発芽総個体数	発芽種数
北上川	北-1							●		●				2	379	24
	北-2			●	5			○		●				3	736	**32**
	北-3			●	2			●	1	●				3	**959**	27
荒川	荒-1							●	3					1	715	23
	荒-2							●	8	●	1			2	1054	28
	荒-3							●		●				2	**1724**	**35**
鬼怒川	鬼-1							○		○		●	39	3	566	**29**
	鬼-2							●		○		●		3	**773**	27
	鬼-3							○				●		2	124	20
多摩川	多-1	●						●		●		●		4	764	36
	多-2	●	1					●		●		●	6	4	1434	**44**
	多-3							●	1	○				2	**1658**	31
木曽川	木-1	○						○		●		●	2	4	892	**45**
	木-2	●								●		●		3	598	34
	木-3	●	209									●		2	**1391**	28
吉野川	吉-1	○								●		●	2	3	240	21
	吉-2									●		●	2	2	523	**35**
	吉-3									●		●		2	**2309**	29
確認地区数		6		2		0		13		15		11		18		

注1）網掛セルは、事前に設定した「主たる対象種」を表す。
注2）●は植生調査箇所、○はルートセンサスのみで確認されたことを表す。
注3）同じ植物種の右側は発芽個体数。

表-1　対象植物種の全国および地方部における出現割合

植物種名	北海道		東北		関東		北陸		中部		近畿		中国		四国		九州		全国	
セイタカアワダチソウ	7	47%	17	100%	18	100%	15	100%	19	100%	15	100%	13	100%	8	100%	20	100%	132	94%
シナダレスズメガヤ	0	0%	17	100%	17	94%	15	100%	19	100%	15	100%	13	100%	8	100%	20	100%	124	89%
ハリエンジュ	13	87%	17	100%	17	94%	15	100%	16	84%	14	93%	10	77%	5	63%	8	40%	115	82%
アレチウリ	1	7%	17	100%	18	100%	7	47%	17	89%	14	93%	13	100%	6	75%	12	60%	105	75%
オオキンケイギク	0	0%	13	76%	13	72%	15	100%	16	84%	13	87%	13	100%	6	75%	16	80%	105	75%
オオハンゴンソウ	15	100%	16	94%	3	17%	8	53%	4	21%	3	20%	3	23%	0	0%	0	0%	52	37%
オオカワヂシャ	0	0%	3	18%	12	67%	5	33%	7	37%	14	93%	7	54%	3	38%	0	0%	51	36%
ナルトサワギク	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	16%	5	33%	0	0%	1	13%	0	0%	9	6%
対象河川数	15		17		18		15		19		15		13		8		20		140	

注）植物種毎の地方及び全国の数値は、左が出現河川数、右が出現割合で対象河川数は各植物とも同じ。

猛禽類等の生息環境の定量的な把握手法及び効率的な環境保全措置の検討

Research on developing technologies for habitat evaluation and a method of efficiently environmental conservation measures for rare raptors

（研究期間　平成 25～27 年度）

防災・メンテナンス基盤研究センター Research Center for Land and Construction Management 緑化生態研究室 Landscape and Ecology Division	室長 Head 研究官 Researcher	栗原　正夫 Masao KURIHARA 上野　裕介 Yusuke UENO

This study aims to make improvements to the monitoring of raptors on environmental assessment, which takes a lot of cost and time. The authors try to construct “species distribution models (SDMs)” to estimate the raptor’s habitat conditions more effectively and quantitatively. The SDMs is derived from statistical analysis of the relationship between the position of distribution of raptors and environmental factors at the landscape level (e.g., vegetation, geography). In addition, new monitoring techniques for aerial animals are rapidly developing (e.g., Radar, Full spectrum camera, bio-logging technologies). Thus, we will try to efficiently monitor raptors using these techniques and SDMs.

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所では、頻繁に環境アセスメントの対象となる猛禽類について、効果的な環境保全措置と効率的・効果的なモニタリング手法の確立を目指している。猛禽類については、生息環境を定量的・効率的に把握するための手法が確立されておらず、道路事業においてもその保護・保全のために未だ多くの人員と期間を必要としている現状がある。また、現場間で情報の蓄積・共有が十分に行われておらず、今後も調査が必要な情報と既存知見から予測可能な情報（調査の縮小が可能な項目）を峻別する必要が生じていた。これらの情勢をふまえ、H25 年度に、既存情報を用いて猛禽類の営巣環境ならびに餌場環境を定量的に評価する『生息適地モデル（Species distribution model）』を試作した。

今年度は、１）試作済みの『生息適地モデル』に新たにデータを追加し、モデルの精度検証と改良を行い、既存情報を用いた環境把握技術の向上を図った。また、２）道路事業現場における実際のモニタリングの効率化を目的に、近年発展著しい新技術を用いた猛禽類調査の可能性と技術的課題について整理した。

［研究内容］

1. データ基盤の整備と予測モデルの検証・改良

『生息適地モデル』は、生物種の分布/非分布情報と環境要因との関係を、GIS（地理情報システム）と統計的手法によって分析し、予測式を構築する。そのため精度の高い予測には、十分な数の生物の分布情報（猛禽類の営巣位置や餌生物の分布）に加え、予測対象範囲の環境要素（植生、地形等）の情報が必要となる。

生物情報については、全国の直轄道路事業等における調査業務報告書（平成 21～25 年度）を収集し、生物の確認位置情報を抽出した。また生物多様性保全基礎調査の結果（環境省生物多様性センター）を入手した。

環境情報は、インターネット上で公開されている基盤地図（国土地理院）や植生図（環境省生物多様性センター）を入手した。これらを用いて、猛禽類の営巣・餌場適地の予測モデルの作成・改良に必要な全国の生物情報及び環境要因のデータセットを GIS に統合した。

猛禽類の営巣適地の予測には、確認位置情報（在情報）のみで比較的、精度の高い予測が可能な MaxEnt 法（機械学習の一種）を採用した。予測の対象は、頻繁に環境アセスメントの対象となる猛禽類 5 種（オオタカ、サシバ、ミサゴ、クマタカ、ハチクマ）とし、全国、地方、地域の 3 階層で行った。

2. 新技術等を用いた猛禽類調査手法の効率化の検討

現状の道路事業における猛禽類調査は、目視による定点観察が主体であり、調査には多くの人員と期間を必要としている。また精度の高い調査のためには、経

験豊かな調査員が必要である。これら猛禽類調査を効率化・高度化するため、まず現状の猛禽類調査において必要とされる技術（手引き等に規定されている調査項目）を整理した。次に、既に猛禽類以外の動物調査で使用中または実証段階の新技術の中から、道路事業での猛禽類調査への援用が見込まれる技術を抽出し、援用する上での技術的課題について検討した。

［研究成果］

1. データ基盤の整備と予測モデルの検証・改良

昨年度整理した全国の 1800 か所超の猛禽類の営巣位置情報に、今年度新たに収集した全国の直轄道路事業における調査業務報告書（平成 25 年度）等から、計 849 か所の営巣情報を追加し、予測の改良を図った。また、予測に使用する環境変数を増やし、より猛禽類各種の生態的特性を考慮した予測モデルへと改良した。

例えばサシバは、森林と水田・畑が細かく入り組んだ里山景観を代表する中型の猛禽類である。図-1 は、東北地方におけるサシバの営巣適地を、1×1ｋｍの範囲ごとに予測したものである。図-1 の右図は、H25 年

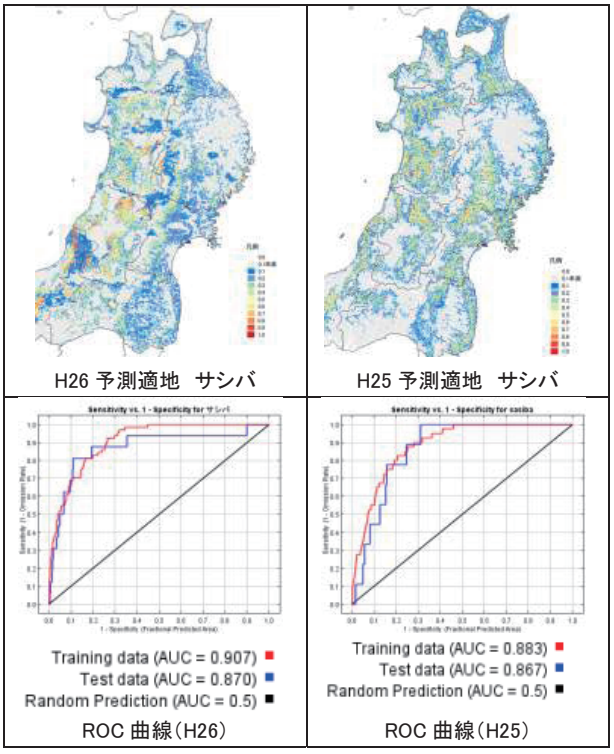

図-1　東北地方のサシバを対象とした予測結果の比較

右図は H25 年度の予測結果、左図は H26 年度の改良後の予測結果。営巣適地図は、赤いほど営巣のポテンシャルが高く、青や白に近づくほど低い。データの当てはまりを示す ROC 曲線（赤線：予測モデルの作成用データ、青線：検証用データ）から求めた AUC 値は、H25 年に比べ H26 年の予測モデルで高く、推定精度が向上したことがわかる。

図-2　新技術の特徴を整理した表（例）

猛禽類調査における実用化の段階、技術の長所・短所、必要な準備、制約などについて整理した。

度に試作した予測モデルによる結果であり、左図は H26 年度に改良した予測モデルによる結果である。H25 年度の予測適地図では、全体的に似た色合い（いずれの場所も似たようなポテンシャル値）であったのに対し、H26 年度の改良モデルでは、ポテンシャルの高い場所（赤色）と低い場所（青色・白色）が明瞭に区別され、予測の判別性能が上がっていることが示された。このことは、予測の当てはまりを定量的に示す、ROC 曲線と AUC 値からも示された。同様の分析、改良は、東北以外のサシバや他種（オオタカ、ミサゴ、クマタカ、ハチクマ）についても実施し、いずれも予測モデルの改良ができた。

2. 新技術等を用いた猛禽類調査手法の効率化の検討

整理の結果、現状の猛禽類調査では、(1)個体の位置を確認する技術、(2)繁殖状況を確認する技術、(3)個体の生息を確認する技術、(4)個体を識別する技術、が求められていることがわかった。これらの整理に基づき、レーダーやマルチスペクトルカメラ、位置追跡装置など 23 種類の新技術等を取り上げ、個々について、猛禽類調査における実用化の段階（研究・開発段階～実用化済）、技術の長所・短所、使用にあたっての必要な準備、制約などの技術的課題を明らかにした（図-2）。

［成果の活用］

予測モデルと新技術によるモニタリングを併用することにより、環境アセスメントにおける猛禽類調査の効率化（調査地点の絞り込みや、モニタリング機器の使用等）や環境保全対象地域の優先順位付けを定量的評価基準により行うことが可能になる。今後も本業務の成果をブラッシュアップし、次回改訂の「道路環境影響評価の技術手法」に反映するとともに、事業現場に広く情報提供していきたい。

自然共生型社会の実現に向けた生物多様性の評価・予測モデルの開発と国土政策への反映

Research on the development of evaluative and predictive models of biodiversity and the application to national land policy for the realization of society co-existing with nature

（研究期間　平成 26～27 年度）

防災・メンテナンス基盤研究センター　研究官　上野　裕介
Research Center for　Researcher　Yusuke UENO
Land and Construction Management
緑化生態研究室
Landscape and Ecology Division

This study aims to make improvements to the evaluation and prediction of the potential of biodiversity and key sites for conservation using statistical models. The author tries to construct “species distribution models (SDMs)” to estimate the habitat conditions and biodiversity more effectively and quantitatively. The SDMs is derived from statistical analysis of the relationship between the position of distribution of organisms and environmental factors at the landscape level (e.g., vegetation, geography). In addition, the author tests new surveying techniques of environmental factors (i.e., aerial photograph using UAV, and air-photo interpretation using SfM analysis).

［研究目的及び経緯］

本研究は、自然環境をはじめ国土に関する基盤情報（ビッグデータ）を共有し、それらを活用した効率の良い国土管理や環境保全計画の策定を目指す「課題解決型」の研究である。特に、道路などのインフラ整備計画や都市計画策定の際に、生物多様性や希少種の保全上重要な地域を回避できるような計画手法や行政的なしくみを担保する学術的基盤の構築を目的に、統計的手法により全国、地方、地域などの様々な規模で保全上重要な場所を予測・評価する数理モデルを開発する。あわせて、予測の精度・頑健性・汎用性の検証、重要地域の明示、現実的なロールモデルの提案を行うことを目的としている。

本年度は、これまでに収集した希少生物種（動植物）の分布位置情報を GIS に入力するとともに、解析に必要な全国の植生等の環境情報を整備した。あわせて既存の生物分布情報を用いて対象種の生息環境を定量的に評価する『生息適地モデル（Species distribution model)』を構築し、試行した。また、小型 UAV（ドローン)を用いた環境調査についても取組みを開始した。

［研究内容］

1. 環境データベースの整備と数理モデルの開発・検証

『生息適地モデル』は、生物種の分布/非分布情報と環境要因との関係を、GIS（地理情報システム）と統計的手法あるいは数理モデルによって分析し、予測式を構築する手法である。そのため精度の高い予測には、十分な数の生物の分布情報に加え、予測対象範囲の環境要素（植生、地形等）の情報が必要となる。

生物情報については、全国の直轄道路事業において平成 21～25 年度に実施された環境調査業務の報告書や、環境省が実施した生物多様性保全基礎調査の結果、地方自治体による生物調査結果（出版物）などを収集し、生物の確認位置情報を整理した。環境情報は、インターネット上で公開されている基盤地図（国土地理院）や植生図（環境省生物多様性センター）などを入手した。これらを用いて、全国の生物および環境のデータセットを GIS に統合し、データベースを整備した。

2. 小型 UAV を用いた環境調査手法の開発

上記、予測モデルの精度の向上には、詳細な環境情報の取得が欠かせない。この点で、近年の急速な小型 UAV（Unmanned Aerial Vehicle，別名：ドローン、マルチコプター）の進歩と普及は、実務や研究の現場を変えつつある。特に防災分野での導入が先行しているが、自然環境分野においても、空撮写真を利用した河川や湿地の環境把握や、森林の植生判読に UAV を用いた例が出てきた。そこで本研究では、最新の UAV を用いた空撮と写真測量技術を組み合わせた地形や植生の立体計測を試行している。

［研究成果］

1. 環境データベースの整備と数理モデルの開発・検証

現在進行中の研究であるため、一部を紹介する。

その一つは、東京都における過去 40 年間の鳥類の分布変遷予測である。これは東京都が 1970 年代と 1990 年代に行った鳥類の繁殖分布調査の結果と、当時および現在の土地利用情報を基に、都内全域の生息ポテンシャルを 1×1ｋｍの範囲ごとに予測した。予測には、一般化線形モデルを用い、クロスバリデーションによる精度検証を行った。その結果、生息適地の分布傾向は、種の生態的特性に応じて変化していた（例：森林性鳥類であるウグイスと草地・農耕地性鳥類のヒバリ、農耕地・住宅地性のスズメ：図-1)。特にヒバリは、経年的に分布域が大幅に減少していることがわかった。

現在、より過去の土地利用情報を用い、長期間の土地利用変化が鳥類相に及ぼす影響を解析している。また、鳥以外の分類群や他地域についても解析を進め、生物多様性の評価・予測モデルの開発と、予測を実務に活用する上での課題検討を行っている。

今後は予測精度の向上を目指し、各種の統計解析手法（例：データの確率分布型を考慮した手法（GLM：一般化線形モデル）や非線形モデル（GAM：一般化加法モデル)、ベイズ推定、機械学習（マシンラーニング）を活用した予測手法）の数学的特性を精査し、最適な予測手法を検討する。

2. 小型 UAV を用いた環境調査手法の開発

実機を用いた試験の結果、これまでに UAV を用いることの 2 つの利点が明らかになった。

第 1 の利点は、高精細な空撮が、安価で繰り返し撮影可能なことである。従来の航空機や衛星による空撮では、撮りためてあるアーカイブ画像を購入、もしくはその都度、空撮を依頼する必要があった。前者は必要な時期の情報が得られず、後者は費用が高額になる。この点、UAV では、撮影範囲は限られるものの、必要な時期に必要な範囲を自分で撮影することができた。

図-2　空撮に使用している小型 UAV

4 枚羽式の機体。カメラは機体下部に装着されている。

第 2 の利点は、回転翼式の UAV（マルチコプター）を用いることで、低空でのホバリング（空中静止）や上下前後左右への自由な移動が可能となるため、複雑な形状をした対象物であっても様々な角度から撮影を行うことが可能な点である。樹林に覆われた小河川や水平方向からの樹木撮影など、これまでに得られなかった空撮画像を手に入れることができるようになった。

今後は、空撮と写真測量技術を組み合わせた SfM 技術（Structure from Motion：対象物の 3 次元構造を異なる方向から撮影した複数の写真から復元する手法）を活用し、既存の GIS 情報と、人の手による詳細計測の間にあった壁、すなわち景観レベルでの効率的な環境計測技術の開発と計測精度の向上を図る予定である。

［成果の活用］

これらの研究を通じ、効率の良い国土管理や環境保全計画の策定を支援する学術的基盤を構築し、産官民の各分野で現実的なロールモデルの提案につなげたい。

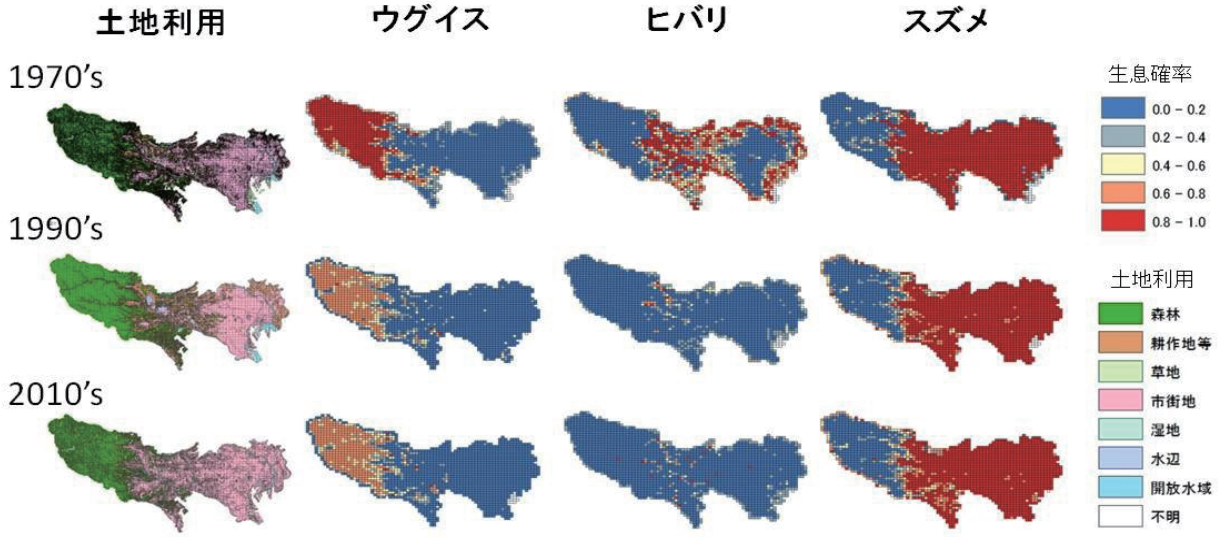

図-1　1970 年代、90 年代、2010 年代の東京の土地利用と予測された鳥類 3 種の生息ポテンシャル（未発表）