

◆特集：自然と共生する国土の再構築に向けて◆

エコロジカルネットワーク計画のための 生息地予測モデルとシナリオ分析の検討

長濱庸介* 佐伯 緑** 松江正彦*** 大村 径****

1. はじめに

戦後の経済発展により、日本の都市やその近郊では、人口の集中や産業の発展による急速な市街化が進められてきた。例えば、東京都心から半径60kmの範囲では、昭和51年から平成元年までの13年間に、東京23区に匹敵する面積の森林や農耕地が、市街地やゴルフ場等へ改変された¹⁾。市街化により住宅地や道路などのインフラが充実し、人々の生活の利便性は向上したが、それと引き替えに、野生動物が生息地としていた自然林や二次林、湿地などは消失や縮小または分断化が進行していった。そのため、かつて人々の身近に暮らしていた野生動物の多くの種は次第に姿を消し、生き残った種や個体群もその生存が脅かされる状態となっている。

今後、失われた自然環境や野生動物の生息地を回復し、人間と野生動物が共存できる自然共生型の社会を築くためには、生態系の保全や創出を盛り込んだインフラ整備を実施することが重要である。それを効率的に実施する計画として、エコロジカルネットワーク計画（生態系ネットワーク計画とも言う）が挙げられ、ここでは、日置（1999）より、エコロジカルネットワーク計画を、「動植物の生育・生息環境の分断化を防ぎ、生態系の水平的なつながりを回復させて、生物多様性の保全を図るためのランドスケープ計画」と定義した²⁾。日本国内においては、先進的な一部の自治体で策定されつつあるが、まだその緒についたばかりであり、その推進が求められている³⁾。

効果的なエコロジカルネットワーク計画手法を策定するためには、開発によって自然環境や野生動物の生息地が将来どのような影響を受けるのか、また保全や創出策によってどのような効果が得られるのかを事前に把握することが重要である。そ



図-1 荒川流域（黒枠で囲まれた範囲）

ここで本報告では、エコロジカルネットワーク計画への生息地予測モデルとシナリオ分析の適用について、エコロジカルネットワーク計画の策定例を用いて紹介する。

2. 計画対象地域の検討

現在、エコロジカルネットワーク計画は、行政区域を単位として行われる例が多いが、生態系の把握単位としての生物学的な意味は希薄である⁴⁾。そこで、本研究におけるエコロジカルネットワーク計画の計画対象地域は、従来の行政区域単位ではなく、関東地方の埼玉県と東京都を流れる荒川流域とした（図-1）。荒川は埼玉県西部の秩父山地の源流から東京湾へ流れる、幹川流路延長173.0km、流域面積2,940km²の河川である⁵⁾。流域には多くの野生動物が生息する自然環境が豊かな奥山地域から、開発の進んだ都市地域まで、さまざまな特色を持った地域を含んでいる。

3. 計画策定手順

図-2にエコロジカルネットワーク計画の策定手順の概略を示す。本研究の一連の作業は全てGIS⁶⁾や統計ソフト⁷⁾を用いて実施するため、その準備段階として、計画対象地域における各種環境情報をGISデータとして整備した（表-1）。次

Ecological Modeling and Scenario Analysis for Decision Making
Applying to Ecological Network Plan

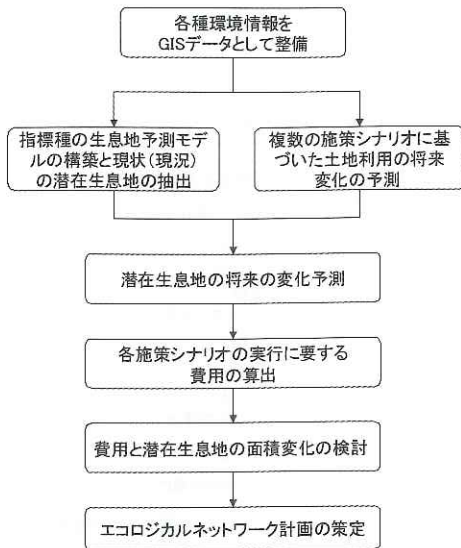


図-2 エコロジカルネットワーク計画策定手順

表-1 整備したGISデータ

	GISデータ	縮尺	整備に使用したデータ
1	植生区分図	1/50,000	環境省自然環境GIS
2	地形区分図	〃	国土庁土地分類図
3	社会条件図	〃	環境保全や農林・都市計画関係の法規制

に、エコロジカルネットワークを評価する指標種を設定し、その指標種の生息地予測モデルを構築して生息可能な環境を備えた生息適地（以下「潜在生息地」という）を抽出し、現況の潜在生息地を評価した。さらに、開発と自然環境の保全に関する施策のシナリオ（以下「施策シナリオ」という）に基づいた土地利用の将来変化から、潜在生息地の将来変化を予測した。最後に各施策シナリオの実行に要する費用と、予測後の潜在生息地の面積や分布等を比較し、費用と潜在生息地の面積変化を検討したうえでエコロジカルネットワーク計画を策定した。

4. 指標種の生息地予測モデルの構築と潜在生息地の抽出

エコロジカルネットワーク計画を策定するにあたり、初めに種の生息環境やその生息分布の現状を把握する必要がある。計画対象地域が広範囲な場合、現地調査によって種の生息分布を把握することは大変な費用と時間がかかり、現実的には困難である。そこで本研究では、生息地予測モデル

を構築し、潜在生息地を抽出する手法を用いることとした。また、生息地予測モデルを用いることで、将来の土地利用の変化予測に伴う生息地の変化を予測することが可能となり、複数の施策シナリオを比較することが可能となる。

生息地予測モデルとは、種の生息空間に関する既存知見や、植生・地形等の環境要素を組み合わせ、広範囲における種の潜在生息地を把握することを目的として構築するモデルのことである。生息地予測モデルの構築から潜在生息地の抽出・図化までの一連の作業をGIS上で行うことによって、広範囲かつ面的に潜在生息地を把握することが可能になるだけでなく、直接インフラ整備の計画に結びつけることができる。

エコロジカルネットワークを評価する指標種は、計画対象地域における生息環境を代表する種、生息環境や行動圏などの生態特性が既に把握されている種、さらに計画対象地域の大きさや、種の移動能力なども考慮し、ツキノワグマ、ニホンリス、シジュウカラ、サシバ、トウキョウサンショウウオを設定した。本報告では、ニホンリスの生息地予測モデルの構築について述べる。

日本の固有種であるニホンリスは、平地から標高2,100mの林に棲み、おもに樹上で生活する小型哺乳類である⁸⁾。本州以南に生息するが、本州の中国地方以西には少なく、九州における近年の確実な生息情報はないため、四国地方を除く中国地方以西では絶滅の恐れのある地域個体群として指定されている⁹⁾。なお、本研究の計画対象地域である埼玉県では地帯別危惧種¹⁰⁾、東京都では地域限定種（南）および希少種（西）¹¹⁾に指定され、保護の対象となっている。

図-3に本研究で構築したニホンリスの生息地予測モデルの構築手順を示す。初めに現存植生図（1/50,000）と衛星画像分類（ASTER 15m解像度）および道路データ（1/10,000）から生息評価基盤図を作成し、樹林の抽出と、ソースエリアとなる樹林（20ha以上）を抽出する。次に、村田（2001）のニホンリスの生息確率の算出方法¹²⁾から、①各樹林の面積と、②その樹林から最も近いソースエリアとなる樹林までの距離を算出し、抽出した樹林に対して①と②に関するロジスティック回帰式を適用させる。最後に、50m×50mメッシュごとの生息確率を算出し、ニホンリスの潜在

生息地となりうる樹林を抽出する手順となっている。

生息地予測モデルに基づいて抽出したニホンリスの潜在生息地を図-4に示す。計画対象地域全体で、ニホンリスの潜在生息地としての質の高い樹林面積は、計画対象地域の約半分にあたる1,477km²であった。特に、荒川の上流である計画対象地域の西側に潜在生息地としての質の高い樹林地が広く分布しており、荒川の中流から下流である計画対象地域の東側には、潜在生息地としての質の高い樹林地は少ないことがわかった。

5. 施策シナリオに基づいた潜在生息地の将来変化

開発や自然環境の保全による土地利用の転換により、ニホンリスの潜在生息地の変化が予測可能であるかを確認するため、自然環境の保全度合いの異なる3種類の土地利用計画を想定した施策シナリオを独自に作成し(表-2)、計画対象地域の土地利用の将来変化を予測した。作成した3種類の施策シナリオは、環境改善施策を盛り込まず、現行の土地利用計画のみを実施した場合(シナリオ1)、現行の土地利用計画に樹林環境に配慮した環境改善施策を盛り込んだ場合(シナリオ2)、シナリオ2よりも、樹林環境に配慮した環境保全・改善施策を盛り込む範囲を広げた場合(シナリオ

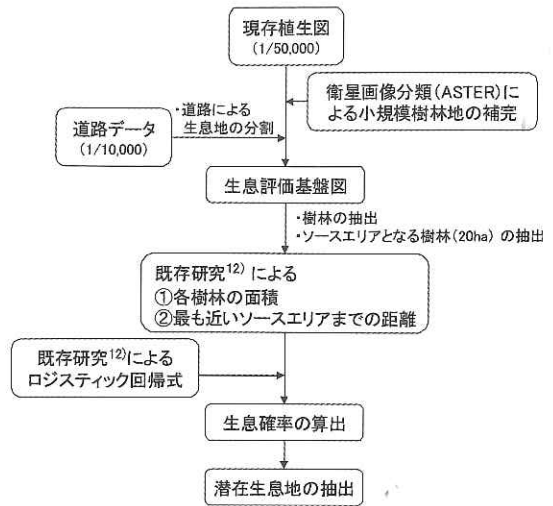


図-3 ニホンリスの生息地予測モデル構築手順

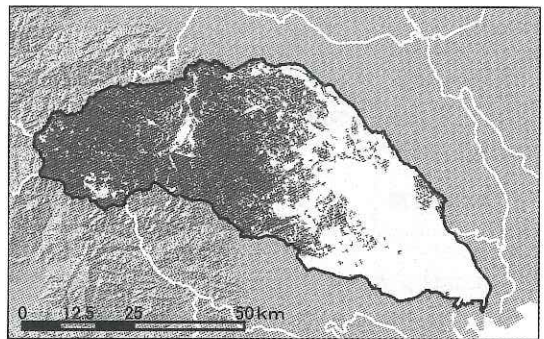


図-4 ニホンリスの潜在生息地

表-2 施策シナリオ (シナリオの具体的な内容は独自に設定)

	【シナリオ1】	【シナリオ2】	【シナリオ3】
	樹林環境に配慮した環境改善施策を盛り込まず、現行の土地利用計画のみを実施した場合	現行の土地利用計画に樹林環境に配慮した環境改善施策を盛り込んだ場合 (シナリオ1+シナリオ2)	シナリオ2に加え、さらに高い環境改善施策を盛り込んだ場合 (シナリオ1+シナリオ2+シナリオ3)
①公園の整備	現状のまま	計画公園を含めた公園敷地の緑化(樹林地化)	構想段階の公園敷地の緑化 ※今回の作業では扱わない
②道路の整備	通常の道路整備	(1) 新規に整備する高規格道路や一般国道沿いにエコブリッジを設置 (2) 新規に整備する高規格道路や一定以上の幅員の一般国道沿いに樹林帯を設置	(1) 既設の高規格道路や一般国道沿いにエコブリッジを設置 (2) 既設の一定以上の幅員の一般国道等に樹冠の連続した街路樹や樹林帯を設置 (3) 市街地等で主要な箇所の高規格道路、一般国道を地下化
③河川沿いの整備	現状のまま	堤外地を緑化(自然に近い河川管理の実施)	河川区域 ^{注)} の緑化(自然に近い河川管理の実施)
④大規模民有地の利用	現状のまま	10ha以上の工場等の民有地の敷地を対象に敷地の20%を緑化(樹林地化)	1ha以上の工場等の民有地の敷地を対象に敷地の20%を緑化(樹林地化)
⑤緑地の担保性	現状のまま	担保性の弱い地域の法規制	緑地をすべて法規制して保全
⑥市街地の開発	担保性の強いエリア以外は、開発される可能性あり	スプロール禁止(市街化調整区域内等の開発は禁止)	新たな市街地の拡大を禁止

注：河川区域とは、河川法が適用または準用される土地区域のこと¹³⁾

3) の3種類とし、施策シナリオを構成する具体的な施策項目として、①公園の整備、②道路の整備、③河川沿いの整備、④大規模民有地の利用、⑤緑地の担保性、⑥市街地の開発を挙げ、施策シナリオの具体的な内容を設定した。そして、30年後の土地利用の変化を予測した結果、緑地の面積（現状の樹林地や環境改善施策により増加した樹林地、草地・水田などの合計）が計画対象地域全体の面積に占める割合は、現況に比べてシナリオ1で0.5%減少したが、シナリオ2で0.2%増加、シナリオ3で2.8%増加した（図-5）。

次に、施策シナリオで予測した30年後の土地利用の結果に生息地予測モデルを組み込み、30年後の潜在生息地を予測した。この方法により、開発によって消失する可能性の高い潜在生息地や、分断や孤立が進み、潜在生息地としての質が低下する樹林を予測することが可能となる。また、保全や創出策による潜在生息地の増加も予測可能となり、生息地の保全や創出計画を策定する際の有効な情報を得ることができる。予測の結果、現況の潜在生息地と予測後の潜在生息地の面積を比較したところ、シナリオ1で1.1%減少、シナリオ2で2.6%増加、シナリオ3では7.9%増加となった（図-6）。さらに、緑地面積の増加による潜在生息地面積の増加については、シナリオ2に比べて、シナリオ3のほうが潜在生息地を増加させる効果が高いことが明らかとなった。

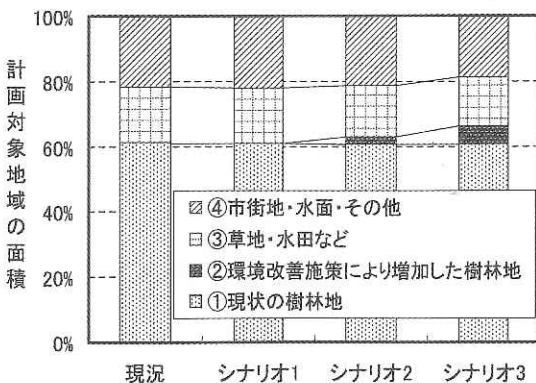


図-5 30年後の土地利用の予測結果

- 凡例①…自然林・二次林、植林地・果樹地、ASTER 樹林、公園・緑地の多い住宅地
- 凡例②…公園の整備、道路の整備、河川沿いの整備、大規模民有地の緑化により増加した樹林地
- 凡例③…乾性の自然草地、湿性の自然草地、二次草地、畑地

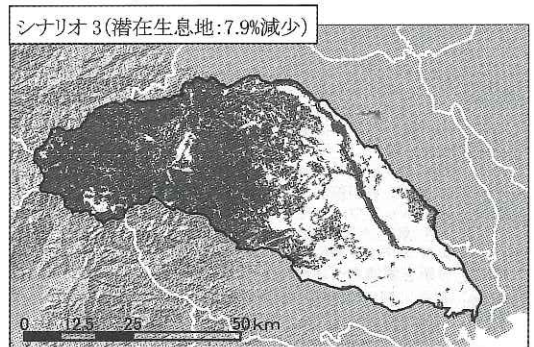
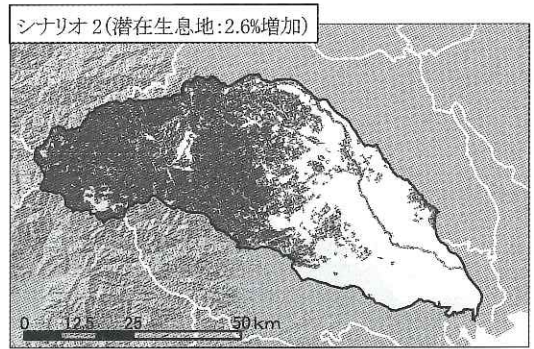
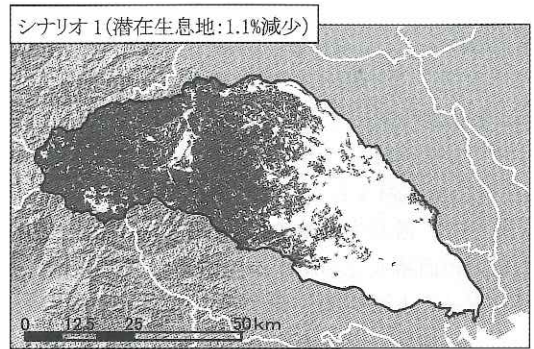
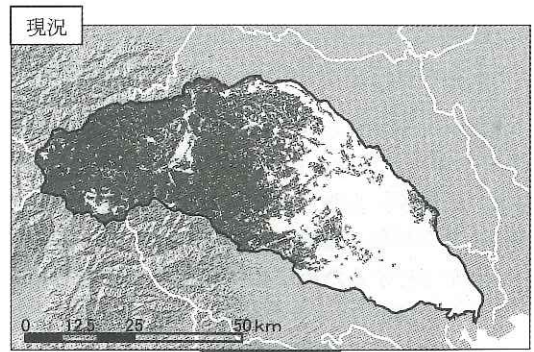


図-6 30年後のニホンリスの潜在生息地

6. 費用と潜在生息地の面積変化の検討によるエコロジカルネットワーク計画の策定

施策シナリオにおける公園の整備、道路の整備(エコブリッジ設置、樹林帯の設置)、河川沿いの整備、大規模民有地の利用の各項目を実行するために必要な単価を独自に設定し(表-3)、施策シナリオを実行するために必要な30年間の総費用を算出した。(図-7)。その結果、シナリオ1を実行するために必要な費用を0とした場合、シナリオ2では面積が2.6%(5,400ha)増加し、費用は1,044億円/30年(34.8億円/年)、シナリオ3では面積が8%(13,214ha)増加し、費用は3,450億円/30年(115億円/年)となり、潜在生息地1haを保全や創出するために必要な費用は、シナリオ2で0.2億円/ha/30年、シナリオ3で0.26億円/ha/30年となった。

そして、潜在生息地の将来予測や、費用と潜在生息地の面積変化の結果を踏まえ、コアエリアやコリドーとして保全、創出すべき場所を検討し、計画対象地域におけるエコロジカルネットワーク計画を策定した(図-8)。

表-3 施策シナリオを実行するために必要な単価の設定(単価は独自に算出)

シナリオの項目	単価
公園の整備	342千円/100m ²
道路の整備(エコブリッジ設置)	21,750千円/箇所
道路の整備(樹林帯設置)	375千円/100m
河川沿いの整備	0円(自然な樹林化)
大規模民有地の利用	342千円/100m ²

注) 用地取得費用は考慮しない

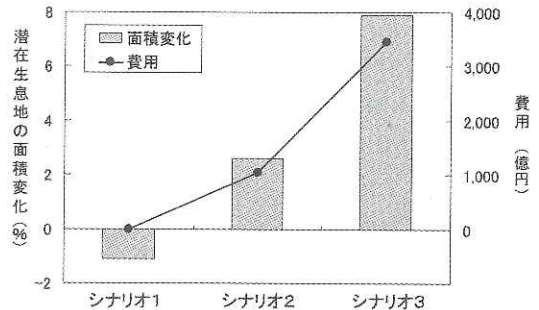


図-7 施策シナリオ別の30年間の費用と潜在生息地の面積変化

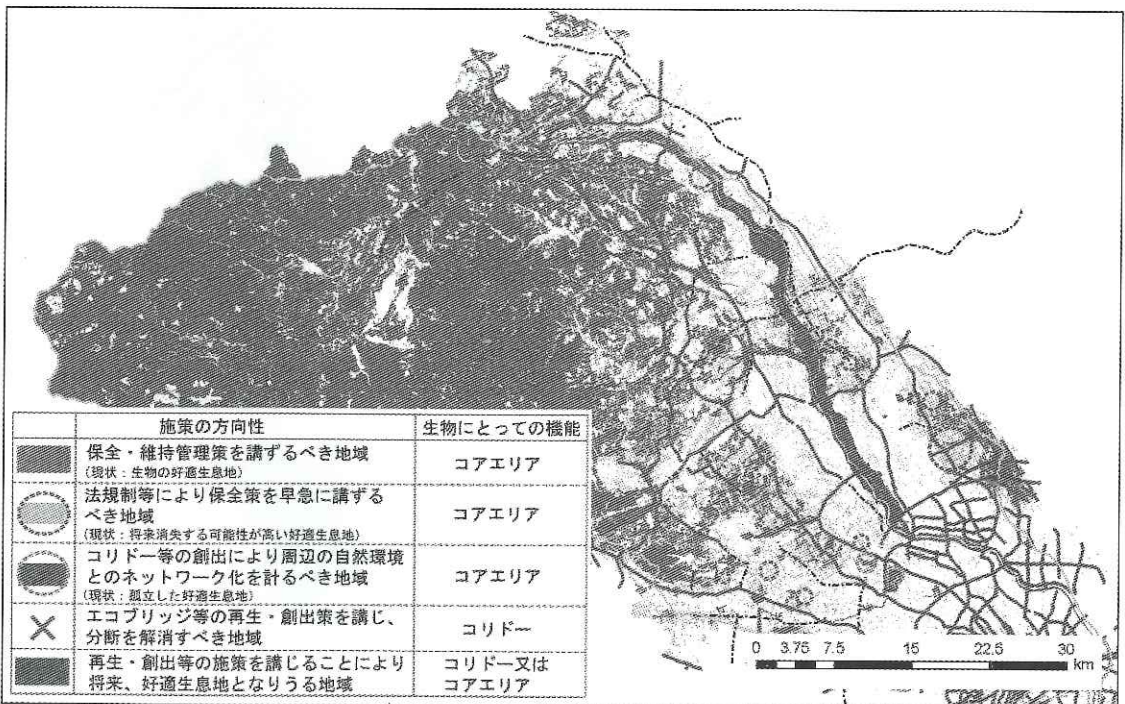


図-8 エコロジカルネットワーク計画図

7. まとめ

本研究により、生息予測モデルと施策シナリオを用いたエコロジカルネットワーク計画の策定手法を示すことができた。この手法で用いている生息地予測モデルは、種の生息空間に関する既存知見や、植生・地形等の環境要素を組み合わせて構築しているため、今後、種の生息空間に関する新たな知見が得られた場合には、その知見をモデルへ組み込むことによって、より精度の高い潜在生息地の抽出や将来予測、エコロジカルネットワーク計画の策定が可能になると考えられる。また、エコロジカルネットワーク計画を策定するにあたり、開発による自然環境や野生動物の生息地への影響、保全や創出策による効果を定量的に予測するため、計画対象地域の実情に合わせた施策内容や費用を設定することで、行政関係者や地域住民がエコロジカルネットワーク計画の策定イメージについて議論し、合意形成を図ることが可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 環境庁編：平成5年版環境白書総説、大蔵省印刷局、平成5年6月
- 2) 日置佳之：オランダの生態系ネットワーク、社団法人日本造園学会編ランドスケープ体系第5巻ランドスケープエコロジー、pp.211～237、平成11年2月
- 3) 国土交通省：国土交通省総合技術開発プロジェクト、生態系の保全・生息空間の創造技術の開発報告書、平成14年1月
- 4) 石曾根敦子・百瀬浩・藤原宣夫：流域におけるエコロジカルネットワークの保全・回復技術の開発、土木技術資料、Vol45 (5)、pp.50～51、平成15年5月
- 5) 国土交通省河川局：日本の川、(<http://www.mlit.go.jp/>) (平成17年11月現在)
- 6) ESRI ArcView3.2, 8.3 (Spatial Analyst)
- 7) (株) エスミ EXCEL多変量解析 Ver4.0

- 8) 西垣正男・川道武男：ニホンリス、日本動物大百科第1巻哺乳類I、株式会社平凡社、pp.70～73、平成8年2月
- 9) 環境省自然環境局生物多様性センター：生物多様性情報システム、(<http://www.biodic.go.jp/>) (平成17年11月現在)
- 10) 埼玉県：改訂・埼玉県レッドデータブック2002 (動物編)、(<http://www.pref.saitama.lg.jp/>) (平成17年11月現在)
- 11) 東京都環境局：都版レッドデータブック (東京都の保護上重要な野生生物種—1998年版—)、(<http://www.metro.tokyo.jp/>) (平成17年11月現在)
- 12) 村田晴子：水戸市周辺域の孤立した森林におけるニホンリス *Sciurus lis* の生息分布、東京農工大学2000年度修士論文
- 13) 社団法人土木学会編：土木用語大辞典、技報堂出版株式会社、183pp、平成11年2月

長濱庸介*



国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部緑化生態研究室研究員
Yosuke NAGAHAMA

佐伯 緑**



国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部緑化生態研究室研究員、学術博士
Dr. Midori SAEKI

松江正彦***



国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部緑化生態研究室室長
Masahiko MATSUE

大村 径****



国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部緑化生態研究室招聘研究員
Kei OMURA