

◆ 生態ネットワーク特集 ◆

道路空間を活用したエコロジカルネットワークの計画手法 —構想・基本計画・整備計画—

川上篤史* 角湯克典** 並河良治***

1. はじめに

人工的な土地利用が優先され、人間活動による生物の生息域の分断・消失が進む都市環境においては、近年生態系の質の低下が懸念されている。そこでは、かつて存在した生態系を回復することが重要な課題であり、分断された生息域を有機につなぐエコロジカルネットワーク（以下、「EN」とする）を形成する必要があると考えられる。

海外、特にヨーロッパではENの計画や整備が進んでおり、オランダではこれが国の政策として位置づけられ^{1),2)}、ENの理念がインフラ整備の施策に反映されてきている³⁾。

我が国では、国や自治体レベルにおけるEN形成の試み^{4),5),6)}が行われているが、その計画プロセスに関しては、一部の提案⁷⁾がなされているものの、具体的な適用方法等については未だ検討されていない。

よって本稿では、我が国の自然環境の特徴や土地利用規制、インフラ整備の体制に即したENの計画プロセスを提案し、これについて横浜市北部地域（以下、横浜北部とよぶ）において陸生生物を対象に行ったケーススタディを例示として用いながら説明する。

2. エコロジカルネットワークの計画プロセス

ENを計画するにあたっては、まず、自然環

表-1 各検討段階のアウトプット

	策定主体	対象事業	図面の縮尺	記載事項
構想	・都市計画部局 ・環境部局	・市レベルの範囲内の全事業 (道路・河川・公園等)	1/50,000～ 1/100,000	①地域を特徴づける生態系の範囲 ②対象地域全体の目標種の設定 ③生態系毎のエコロジカルネットワークの形成方針 ④コアエリア及び生態的回廊の配置と整備方針 ⑤基本計画ブロックの設定とその優先順位 ⑥各事業者の役割分担
基本計画 (道路)	・地方整備局 ・道路事務所	・基本計画ブロック内の複数の路線	1/10,000～ 1/25,000	①コアエリア及び生態的回廊の位置 ②コアエリアにおける道路環境形成の具体的な内容 (道路空間の活用や道路による分断の除去) ③生態的回廊としての道路環境形成の具体的な内容 (道路空間の活用や道路による分断の除去) ④各道路事業における整備ガイド種
整備計画 (道路)	・道路事務所	・1路線	1/2,500～ 1/5,000	①道路施設の位置及び具体的な環境形成を図る位置 ②植栽の範囲・植栽パターン ③ガイド種に適した生息・生育空間の整備方法

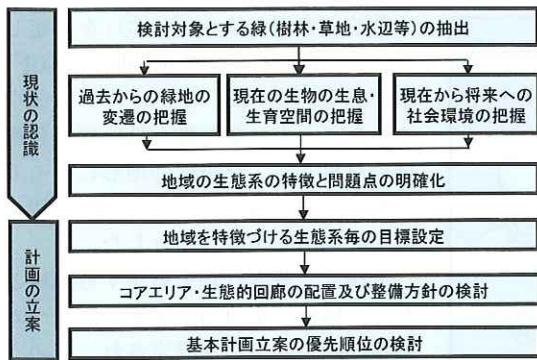


図-1 「構想」の策定手順

3.1 現状の認識 < 問題点の明確化 >

ここでは、過去・現在・将来の視点から、地域の生態系の特徴およびインフラ整備の状況を把握し、生物の多様性を維持または改善する上での問題点を明確にする。

まず、検討対象地域において 1/50,000 程度の地図で把握できる樹林や草地、水辺等を抽出し、これらに対して次の検討を行う。①過去からの土地利用の変化に伴う緑の分布や質の変遷。②地形・地質、土壤、水系および植生等を類型化^{注1)}し、これらを自然度、希少度、多様度三つの観点からランク付け(表-2)。③土地利用の法的規制、将来のインフラ整備等事業計画の二つの観点から将来に向けた緑地の存続性。

これらの結果より、まず、地域を特徴づける生態系を設定し、その機能を明らかにする。次に生態系毎に、地域の生物多様性を確保する上での問題点を明確にする。

横浜北部の場合は、「丘陵地-低地に成立する樹林・水田の生態系」、「台地-低地に成立する畑地・水田の生態系」の二つに大別する事ができた(本稿では、前者について説明する)。樹林・水田の生態系は、主に丘陵地に残る樹林環境と河川沿いの水田環境により特徴づけられる。特に、生息・生育空間タイプ「a」及び「b」(表-2)は良好な樹林環境であり、タヌキやフクロウなどの中型の動物をはじめ、横浜北部の主だった生物の生息・生育空間として重要な機能を果たしている。一方で、樹林・水田の生態系では、郊外部における大規模な宅地開発等により、残された生物の生息・生育空間の孤立化が著しいことが問題点として挙げられた。

注 1) 本研究では、生物の生息・生育空間を「特定の生物群集が生存するために必要な環境条件を備えた均質な地域」と定義し、類型化したものを生物の生息・生育空間タイプとした。

表-2 生息・生育空間タイプのランク付けの例

生物の生息・生育空間タイプ		生物の生息・生育空間タイプのランクとその概況	
a. 大規模な落葉広葉樹林の生息・生育空間	B	まとまった二次林は多くの生物の繁殖場や餌場となりうる空間である。	
b. 谷戸の生息・生育空間	A	自然性、希少性及び多様性とも多い。	
c. スギ、ヒノキ林の生息・生育空間	C	人工林のため他の樹林に較べ質はやや劣る。しかし、緑地の減少が著しい地域においては、有効な生息・生育空間である。	
d. 畑地の生息・生育空間	D	比較的広範囲にモザイク状に分布している。よって、緑地の減少が著しい地域においては、積極的に有効活用すべき生息・生育空間である。	
e. 畑地と樹林の生息・生育空間	C	畑地と樹林が一体的に存在することによって、畑地のみの土地利用に較べたような生物に利用されている。	
f. 水田の生息・生育空間	D	河川沿いの低地などにまとまって分布する。よって、緑地の減少が著しい地域においては、積極的に有効活用すべき生息・生育空間である。	
g. 草地の生息・生育空間	C	二次草地及び人工草地のためやや劣るが、緑地の減少が著しい地域においては、積極的に有効活用すべき生息・生育空間である。	
h. 小規模な生息・生育空間	B	緑地の減少が著しい地域においては、様々な生物の移動経路や餌場、場所によっては繁殖地になる可能がある。	
i. 河川草地の生息・生育空間	A	自然性、希少性及び多様性とも高い。	
j. 河川の生息・生育空間	E	護岸などによる人工的な空間が多く、生息・生育空間としては積極的な改善が必要である。	

A: 特に質が高い B: 質が高い C: 良好 D: 質が低い E: 質が悪い

3.2 計画の立案 < 問題解決方針 >

ここでは、現状認識で明らかになった問題を解決する方法として EN 計画を立案する。

まず、計画地域全域において、維持・回復すべき生態系のレベルを検討し、保全目標とする動物種(保全目標種)を設定する。次に、生態系毎にコアエリア^{注2)}及び生態的回廊^{注2)}を配置(図-2 参照)し、保全目標種の生息に必要な環境条件を考慮に入れ、整備の方針を明らかにする。そして最後に、「基本計画」を策定する地域(これを「基本計画ブロック」と呼ぶこととした)と基本計画立案の優先順位を設定する。基本計画ブロックは、主に地形、水系等を参考として設定し、優先順位の高さは次の視点から選定する。①生息環境としての質が高く、将来に向けた緑地の存続性が低い、②幹線道路や河川等が横断・隣接しているコアエリア及び生態的回廊が多い。

横浜北部の場合、「少なくとも現況における生態系の状況を将来にわたり維持する」ことを目的とし、現在横浜北部に生息する動物のうち生息・生育空間タイプ(表-2)を代表すると考えられる

注 2) 本研究では、コアエリアを「地域の生物相の生存を確保するためには重要な、保全すべき生息・生育空間を含む地域」、生態的回廊を「コアエリア間を相互に連絡する空間」と定義して用いることとした。

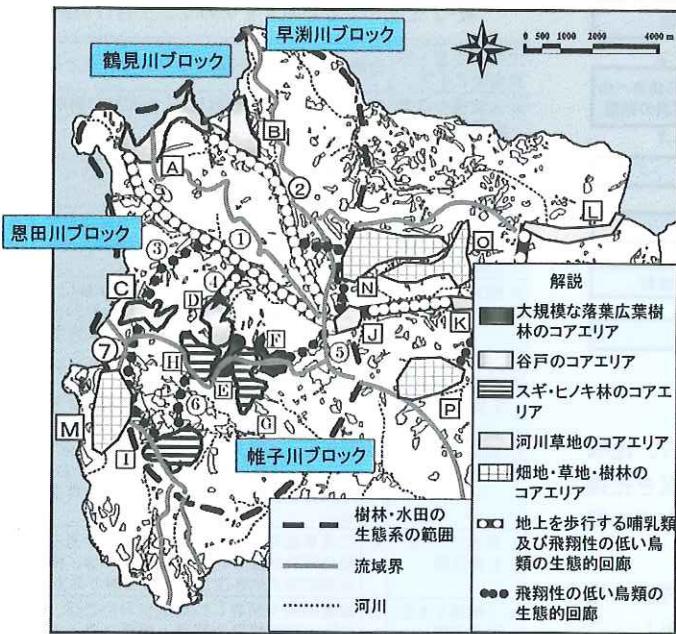


図-2 横浜北部におけるエコロジカルネットワーク構想図

70種を保全目標種として選定した。

次にコアエリアの配置に際しては、樹林・水田の生態系では、まず、生息・生育空間タイプ「a」及び「b」を保全型コアエリア(図-2中[A]~[F])とした。これらについては、タヌキ、フクロウなどの中型ほ乳類・鳥類を中心とする保全目標種を対象として他の地域への種の供給源として機能するよう、現況の良好な樹林・草地・水辺環境を保全する。しかしながら、保全型コアエリアのみでは横浜北部の保全目標種の生息が支えられないと判断し、比較的良好な環境を保つ(ランクC)、生息生育空間タイプ「c」を再生・創出型コアエリア(図-2中[G]~[I])に設定し、保全目標種の副次的な生息地として機能するよう、自然性及び多様性の高い樹林・草地・水辺環境の再生・創出を図ることとした。

生態的回廊の配置では、コアエリアを相互に連結するために、過去と現在の地形と植生の連続性を考慮し、連続型と飛び石型の2種類の回廊を設定した。まず、河川、水田、畠地などの生息・生育空間を活用し、河川に沿って生態的回廊(図-2中①~②)を設定した。この連続型の生態的回廊(以下、連続型回廊とする)では、タヌキやキツネなど主に地上を移動する保全目標種を対象とした基幹的な移動経路として機能するよう、草地・水辺環境の再生・創出を図ることとした。次に、点在する小規模な樹林、水田、畠地などを活用した

生態的回廊(図-2中③~⑦)を設定した。この飛び石型の生態的回廊(以下、飛び石型回廊)は、オナガやシジュウカラなど、主に飛翔性が低い保全目標種を対象とし、丘陵地の地形に沿って移動できるよう、樹林・草地・水辺の再生・創出を図ることとした。

最後に、基本計画を策定する地域として、樹林・水田の生態系では4つの基本計画ブロックが設定され、このうち恩田川ブロック(図-2)が基本計画立案の優先順位が一番高い結果となった。

4. エコロジカルネットワーク「基本計画」

基本計画の策定手順を図-3に示し、以下に要点を整理する。なお、ケーススタディは恩田川ブロック(図-2)のコアエリア[C]、および生態的回廊⑦と

した。

4.1 現状の認識 < 問題点の明確化 >

ここでは計画対象地の自然環境及び社会環境の現状を現地調査等により把握し、構想の目標を具体化するまでの課題を抽出する。

まず、1/10,000程度の地図を用い、構想で見落とされた緑地等を抽出した。次に、現地調査により植生・生物相等を把握するとともに、都市計画及び法定土地利用基本計画等より、これらの存続性および整備可能性もあわせて検討する。これらの結果より、構想で決めたコアエリア及び生態的回廊の配置、整備方針に対して課題を抽出する。

コアエリア[C]では、構想において谷戸環境を保全・再生することを目的とし、多様な生物の生息空間としての機能を向上させる事を目標としている。

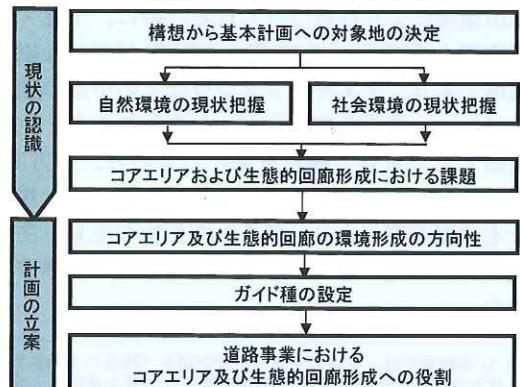


図-3 「基本計画」の策定手順

た。しかし、コアエリア[C]は現在都市計画法や農振法により担保されているが、大半は私有地であるため将来的な存続性は必ずしも高くなく、樹林地や草地等としての整備可能性が低いことが分かった。そこで、現状の限られた面積の中で種の供給源として機能するために、調査対象地全域において生物の繁殖、休息、採餌等の機能を高度に集約した環境を形成することが課題となつた。一方、生態的回廊⑦では、構想において飛び石型の回廊を形成し、飛翔性の鳥類の移動を確保することを目標としていた。しかし、生態的回廊⑦の大半は、都市計画区域の市街化区域又は市街化調整地区であり、都市施設として国有地が多く含まれていることから、将来的な存続性及び樹林地や草地等としての整備可能性が高いことがわかつた。そこで、飛び石型回廊としてだけでなく、連続型回廊として整備することが課題となつた。

4.2 計画の立案 <問題解決方針>

ここでは、先に整理された課題をうけて、コアエリア及び生態的回廊として必要とされる生物的条件および整備方針を明らかにし、道路空間が果たすべき役割、その環境形成の方針および整備内容を立案する。

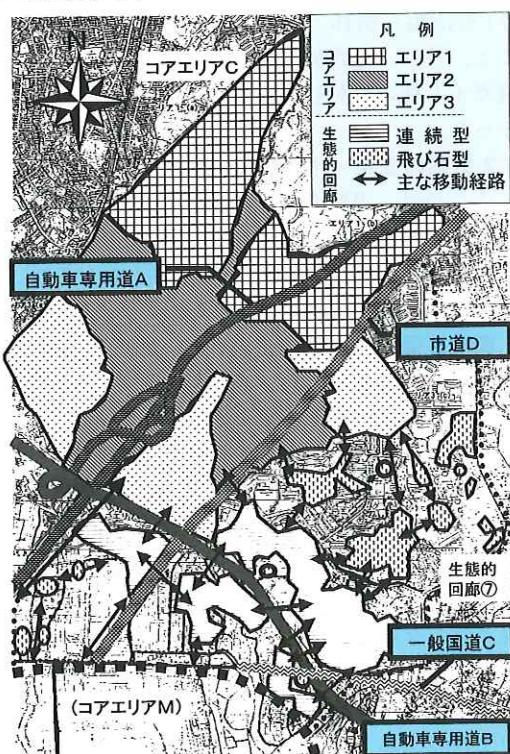


図-4 コアエリア[C]及び生態的回廊⑦における環境整備の区分と道路事業

表-3 コアエリア及び生態的回廊の整備方針

コアエリアC	整備方針	谷戸の典型的な環境の復元
	形成環境	樹林性、疎林性、草地性、水辺・湿地性
	構造	水域から高木の樹幹部まで多層構造をもつ
	目標種	ホンドキツネ、ノウサギ、ハタネズミ、オオタカ、オオガラ、バン等
エリア2	整備方針	エリア1と3を連続させる環境の復元
	形成環境	樹林性、疎林性、草地性、水辺・湿地性
	構造	草地・低木・高木の階層構造をもつ
	目標種	ハタネズミ、オオバズク、シジュウカラ、キジ、モズ、カワセミ等
エリア3	整備方針	樹林と畑地が混在する環境の復元
	形成環境	疎林性、草地性
	構造	草地・低木の階層構造
	目標種	モズ、ヒバリ等
生態的回廊⑦	整備方針	樹林と畑地が混在する環境の復元
	環境形成	樹林性、疎林性
	機能	基幹的な回廊
	目標種	タヌキ、ノウサギ等
飛び石型	整備方針	多様な自然環境の復元・創出
	環境形成	樹林性、疎林性、草地性
	目標種	コジュケイ、キジ、ヒバリ等

まず、過去の土地利用や自然環境特性(連続性等)を考慮に入れて計画対象地を区分し(図-4)、この区分毎に環境整備方針を決める(表-3)。次に保全目標種の代表としての整備ガイド種^{注3)}を選定し、この整備ガイド種に対して道路事業が与える影響を低減し、道路空間を活用することにより整備ガイド種の生息・生育空間を保全・再生・創出する対策案を検討する(表-4, 5)。

その結果、コアエリア[C]では、エリア1~3(コアエリアの区分をエリアと呼ぶこととした)、生表-4 コアエリア[C]における各道路事業の環境形成方針とガイド種

	コアエリア C		
	エリア1	エリア2	エリア3
自動車専用道A	タヌキ、ノウサギ、ホオジロ	タヌキ、ホオジロ、モズ	ホオジロ、ウグイス、モズ
	・樹林環境の分断防止 ・地上歩行性哺乳類の道路横断経路の確保 ・切土区間の落葉広葉樹林化	・樹林環境の分断防止 ・地上歩行性哺乳類の道路横断経路の確保 ・切土区間・ICの落葉広葉樹林・草地環境の形成	
基本計画対策路線			・疎林環境の分断防止 ・地上歩行性哺乳類の道路横断施設の確保
	市道D		

注3) 本研究では、この整備ガイド種に適した環境を整備することによって、類似した環境に生息する保全目標種をも保全できると考えた。なお、保全目標種とは構想で指定した対象地域全体で保全することを目標とした動物種のことである。

表-5 生態的回廊⑦における各道路事業の環境形成方針とガイド種

生態的回廊 ⑦	路線名	ガイド種と整備内容
	自動車専用道 A	タヌキ ・のり面での移動経路の創出
	自動車専用道 B	タヌキ、シジュウカラ、コゲラ ・道路横断経路の確保
	一般道 C	タヌキ、シジュウカラ、コゲラ ・道路横断経路の確保
	市道 D	シジュウカラ、コゲラ ・道路横断経路の確保 ・植樹帯での移動経路の創出

生態的回廊⑪では連続型回廊と飛び石型回廊に区分し(図-4)、それぞれに対して樹林と畠地が混在する環境の復元等の環境整備方針を決めた(表-3)。そして、これらを分断または隣接している道路施設として自動車専用道A・B、一般国道C、市道Dの4路線を抽出し、各路線がコアエリア及び生態的回廊において道路横断経路の確保等の整備ガイド種に対する影響の回避及び活用の方針を決めた(表-4、5)。

5. エコロジカルネットワーク「整備計画」

整備計画の策定手順を図-5に示し、以下に要点を整理する。なお、ケーススタディはコアエリアCを横断している複数路線の中で緑地の活用の可能性および分断の影響とともに大きいと考えられる自動車専用道A(図-4)を対象とした。

5.1 現状の認識 <問題点の明確化>

ここでは、基本計画に位置づけられた対象路線において、1/2,500程度の地形図を用い、生物及び環境基盤等の現状を把握し、基本計画で策定した道路空間の環境形成方針及び整備内容に即した生息空間の整備を行う上での課題および問題点の明確化を図る。

まず、対象路線の周辺における整備ガイド種の生息状況(確認位置等)および道路施設内および

周辺の植生(水平分布、垂直分布)や地形・水象を現地において調査する。次に、対象路線の道路構造、道路施設の位置等を把握し、基本計画で策定した道路空間の環境形成方針及び整備内容に即した生息空間を形成するまでの課題を整理する。

自動車専用道 A の周辺では、現地調査の結果、エリア 1 区間ではノウサギ、キジ、モズの生息が確認され、エリア 2 区間においては哺乳類とみられるけもの道を確認できた。一方、自動車専用道 A は、エリア 1 区間はほとんどが切土構造であるが、のり面は最大幅 30~40m 程度でその規模は上下線あわせて約 3~4ha 程度であり、ススキ等の高茎草地が優先していた。一方、エリア 2 区間は IC を有し、ほとんどが盛土構造となっているが、のり面は最大幅 10~25m 程度でその規模は上下線あわせて約 1~2ha 程度であり、ススキ等の高茎草地が優先していた。また、活用性の高い IC のループ内が資材置き場になっており、現在は荒れ地になっている状況であった。これらのことから、基本計画で策定した道路空間の環境形成方針及び整備内容に即した生息空間を整備するためには、エリア 1、2 区間ともに、限られたオープンスペース（のり面や IC のループ内等）を活用し樹林・疎林・草地環境等を整備すること、及び、道路施設内における地上歩行性の整備ガイド種の移動経路を確保すること等が課題となつた。

5.2 計画の立案 < 問題解決方針 >

ここでは、課題の整理で明らかになった問題点に対する解決方針として道路環境形成の具体的整備方針および整備内容を立案する(エリア1について説明する)。

環境整備方針の検討にあたっては、整備ガイド種の生態を考慮に入れ、道路空間において整備する生物の生息・生育空間（植栽パターン等）を決める。最後に、生息・生育空間の位置や範囲、移動空間の位置等整備内容をエリア毎に整理し、実際の図面上に示す。

エリア1では、整備ガイド種の生態を考慮に入れると、その生息条件として密生した樹林地を必要とはしないものと考えられる。このため、整備内容としては実行可能な範囲で広葉樹林及び低茎草地を整備することとした。また、道路施設内外の生物の生息・生育空間の連続性も強化するため既存および新設の道路横断施設を整備することとした(図-6)。

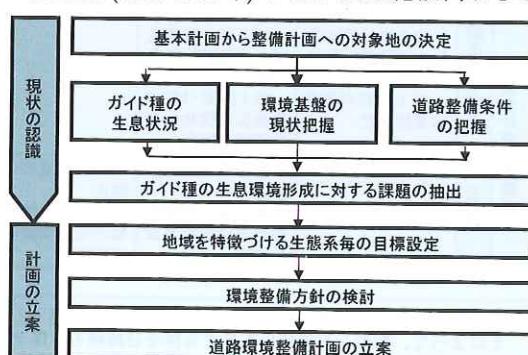


図-5 「整備計画」の策定手順

参考文献

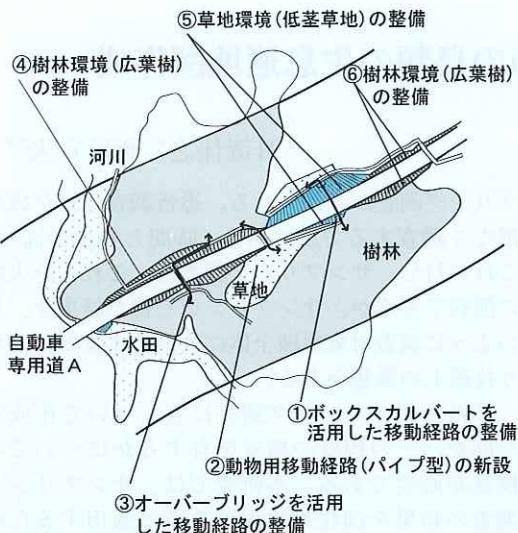


図-6 自動車専用道 A (エリア 1 区間) での整備計画

6. まとめ

本稿では EN の形成にあたり、その計画プロセスと検討内容を説明し、その各段階における計画手順を提案したが、残された課題として次のようなものがある。

構想段階：①生息・生育空間タイプの客観的なランク付けの方法、②基本計画ブロックやその優先順位の具体的な設定方法。基本計画段階：①生物種の必要生息面積や移動距離に応じたエリア設定や環境整備方法、②効果的な整備ガイド種の設定方法。整備計画段階：①道路環境形成の具体的な整備内容に対する代替案作成とその評価方法の明確化。

- 1) Paul Aukes : The Ecological Network as part of the Dutch policy on nature conservation, 日蘭ワークショップ, 土木研究所資料, 第 3820 号, pp.86-92, 2001.
- 2) 日置佳之、井手佳季子：オランダの 3 つの生態ネットワーク計画の比較による計画プロセスの研究, ランドスケープ研究, Vol.60-No.5
- 3) Hans Bekker : Habitat fragmentation and habitat de-fragmentation, 日蘭ワークショップ, 土木研究所資料, 第 3820 号, pp.128-140, 2001.
- 4) 中島慶二：環境庁における生物多様性保全の取り組み, 日蘭ワークショップ, 土木研究所資料, 第 3820 号, pp.93-104, 2001.
- 5) 帯広市都市環境計画「森をつくり、まちをつくり、人をつくる」, 帯広市, 1995.
- 6) 江田敏幸：県土レベルのエコロジカル・ネットワーク計画の策定（埼玉県自然ネットワークの考え方）, 日本造園学会全国大会シンポジウム・分科会講演集, pp.103-108, 1999.
- 7) 財団法人都市緑化技術開発機構編集：都市のエコロジカルネットワーク, ぎょうせい, 2000.
- 8) 大西博文、上坂克巳、小根山裕之、川上篤史、小菅敏裕：生態系ネットワークの計画手順に関する一考察 特に道路整備の視点から-, 土木技術資料, 40-5, pp.32-37, 1998.
- 9) 川上篤史、上坂克巳、大西博文、竹井穂、小菅敏裕：道路空間を活用したエコロジカルネットワークの計画手法に関する研究-その 1 計画プロセスと構想-, 土木計画学研究・講演集, 23(2), pp.113-116, 2000.
- 10) 川上篤史、角湯克典、並河良治、竹井穂、小菅敏裕：道路空間を活用したエコロジカルネットワークの計画手法に関する研究-その 2 基本計画-, 土木計画学研究発表会発表予定, 2001.

川上篤史*



国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部道路環境研究室
研究官
Atsushi KAWAKAMI

角湯克典**



同 道路環境研究室主任研究官
Katsunori KADOYU

並河良治***



同 道路環境研究室長
Yoshiharu NAMIKAWA