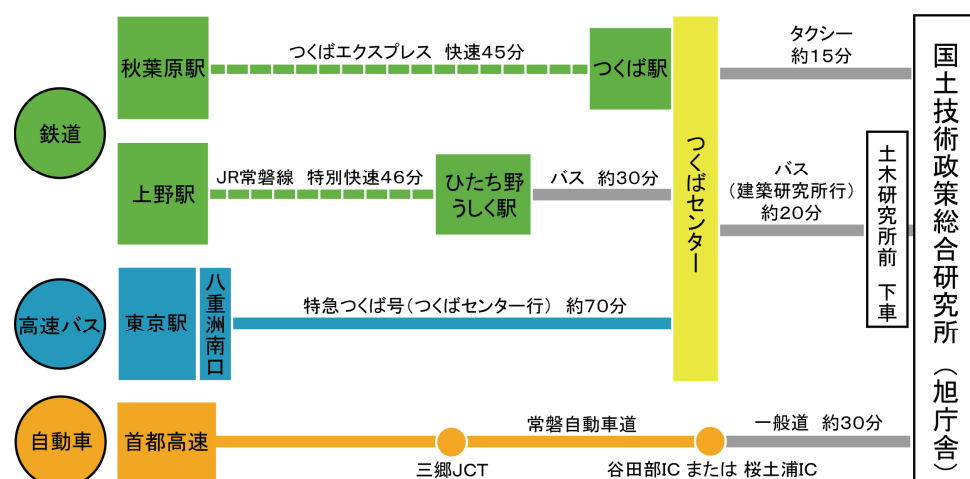


国土技術政策総合研究所までのご案内



問合せ先/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
〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地 TEL. 029-864-2742

国土技術政策総合研究所資料

No.428

国土交通省国土技術政策総合研究所

緑化生態研究室報告書

第二十二集

December 2007

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.428

December 2007

国土交通省国土技術政策総合研究所

緑化生態研究室報告書 第 22 集

緑化生態研究室

Landscape and Ecology Division, Annual Research Report (22nd)

Landscape and Ecology Division



国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

表紙写真(沖縄における台風被害と樹木根系)

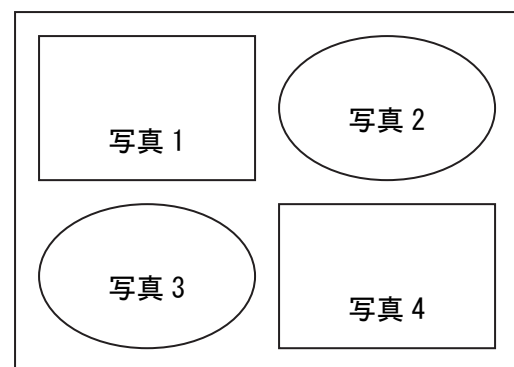


写真 1: 台風により根上りの被害を受けたガジュマル

写真4: // フクギ

写真2: オキナワキョウチクトウの根系

写真3: フクギの根系

沖縄地方は、上陸や接近する台風の数が本土に比べて多く
またその勢力も強いことから、台風が通過する度に数多くの
倒木被害が発生しています。

倒木などの被害は、周辺建物や自動車の破損、道路を遮断することによる交通障害、人的被害等を引き起こす可能性があるため、できるだけ被害を軽減させる必要があります。

そのためには、倒木被害の実態解明や根系の生育特性等を把握したうえで、効果的な被害対策を立てることが重要です。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

No. 428 December 2007

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部 研究評価・推進課 TEL 029-864-2675

緑化生態研究室報告書 第 22 集

緑化生態研究室

Landscape and Ecology Division, Annual Research Report (22nd)

Landscape and Ecology Division

概要

平成 18 年度に緑化生態研究室が実施した、以下のテーマに基づく研究の成果報告である。

- 地球温暖化対策への対応に関する研究
- 自然共生・生物多様性の確保に関する研究
- 都市公園・道路空間等の緑の確保に関する研究
- 緑豊かで良好な景観形成の支援に関する研究

キーワード：地球温暖化、自然共生、生物多様性、緑化、景観

Synopsis

The Landscape and Ecology Division conducted researches on the following technological themes, global warming, accord with nature, biodiversity, technologies for planting and landscape. This annual report is the outcome of the Landscape and Ecology Division for fiscal 2006.

Key words: global warming, accord with nature, biodiversity, technologies for planting, landscape

まえがき

本報告書は、緑化生態研究室が平成 18 年度に行った調査・研究の概要ならびに、当研究室のスタッフが平成 18 年度に学会や雑誌などで発表した論文を収録したものです。

平成 18 年度に実施した調査・研究課題は、大きく以下の 4 テーマに分類されます。

- ① 地球温暖化対策への対応に関する研究
- ② 自然共生・生物多様性の確保に関する研究
- ③ 都市公園・道路空間等の緑の確保に関する研究
- ④ 緑豊かで良好な景観形成の支援に関する研究

「① 地球温暖化対策への対応に関する研究」では、中分解能衛星データによる緑地の変遷解析手法に関する研究、都市緑化樹木の CO₂ ストック変化量把握に関する研究、道路のり面を活用した早期樹林化工法の開発を実施しました。

「② 自然共生・生物多様性の確保に関する研究」では、外来種による生態系への影響とその回避手法に関する研究、公園緑地における生態的環境評価手法に関する研究、動植物・生態系への事業影響予測と情報可視化手法の開発、動植物・生態系、自然との触れ合い分野の環境保全措置と事後調査手法に関する調査、外来種対策に対応した法面緑化工法の確立に関する調査、植生変化を考慮した効果的な植生管理手法に関する調査、特定外来生物の代替植生に関する調査、湧水池における希少生物の保全に関する調査を実施しました。

「③ 都市公園・道路空間等の緑の確保に関する研究」では、道路緑地の設計手法に関する研究、樹木の根上り対策に関する調査、台風による倒木被害対策に関する調査を実施しました。

「④ 緑豊かで良好な景観形成の支援に関する研究」では、景観デザインの規範事例集策定調査、景観重要樹木の管理指針の策定に関する研究、歴史的イメージ形成に関する景観評価手法の開発、隣接施設・街路等と連携した都市公園の整備・管理に関する研究を実施しました。

自然環境と人間生活の調和や共存が叫ばれているなか、道路、河川、公園、都市など公共事業のあらゆる場面で自然環境への配慮が求められています。また、京都議定書において、日本は二酸化炭素などの温室効果ガスの排出量を基準年から 6%削減することが定められており、都市緑化は二酸化炭素の吸収・固定源対策の一つとして期待されています。

このような時代の中、公共の緑地が持っている快適性、美しさ、自然との触れ合いに加えて、二酸化炭素の吸収・固定などの効果を正しく評価し、その効果をより発揮しやすくする技術を開発することが強く求められてきております。そこで、私たちは研究成果に対する皆様からの評価やご意見を踏まえつつ、上に示したような研究を通して、より良い政策提言の発信に向けて努力していきたいと考えています。

末尾ながらこれまでの関係の皆様のご指導、ご協力に感謝するとともに、緑化生態研究室に対する変わらぬご支援をお願いする次第です。

平成 19 年 12 月

国土交通省国土技術政策総合研究所
環境研究部 緑化生態研究室長
松江 正彦

目 次

まえがき

1. 平成 18 年度の研究成果	1
1.1 地球温暖化対策への対応に関する研究	3
1) 中分解能衛星データによる緑地の変遷解析手法に関する研究 【技術研究開発調査費】	5
2) 都市緑化樹木の CO ₂ ストック変化量把握に関する研究 【都市公園事業調査費】	11
3) 道路のり面を活用した早期樹林化工法の開発 【道路調査費】	15
1.2 自然共生・生物多様性の確保に関する研究	21
4) 外来種による生態系への影響とその回避手法に関する研究 【行政部費】	23
5) 公園緑地における生態的環境評価手法に関する研究 【都市公園事業調査費】	27
6) 動植物・生態系への事業影響予測と情報可視化手法の開発 【河川総合開発事業調査費】	31
7) 動植物・生態系、自然との触れ合い分野の環境保全措置と事後調査手法 に関する調査 【地方整備局等依頼経費】	37
8) 外来種対策に対応した法面緑化工法の確立に関する調査 【地方整備局等依頼経費】	39
9) 植生変化を考慮した効果的な植生管理手法に関する調査 【地方整備局等依頼経費】	43
10) 特定外来生物の代替植生に関する調査 【地方整備局等依頼経費】	47
11) 湧水池における希少生物の保全に関する調査 【地方整備局等依頼経費】	53
1.3 都市公園・道路空間等の緑の確保に関する研究	55
12) 道路緑地の設計手法に関する研究 【道路調査費】	57

13) 樹木の根上り対策に関する調査 【地方整備局等依頼経費】	59
14) 台風による倒木被害対策に関する調査 【地方整備局等依頼経費】	65
1.4 緑豊かで良好な景観形成の支援に関する研究	69
15) 景観デザインの規範事例集策定調査 【景観形成事業関連調査費】	71
16) 景観重要樹木の管理指針の策定に関する研究 【都市公園事業調査費】	75
17) 歴史的イメージ形成に関する景観評価手法の開発 【都市公園事業調査費】	81
18) 隣接施設・街路等と連携した都市公園の整備・管理に関する研究 【都市公園事業調査費】	83
2. 発表論文等	89
2.1 論文	91
1) <i>MARTES</i> ISSUES IN THE 21ST CENTURY: LESSONS TO LEARN FROM ASIA	93
2) ラジオテレメトリを用いた個体追跡技術とデータ解析法	99
3) 栃木県と長野県の低山帯におけるオオタカ・サシバ・ハチクマ・ノスリの 営巣環境の比較	117
4) オオタカの幼鳥の分散過程と環境利用	125
5) 木曽川の礫河原に侵入した特定外来種オオキンケイギクの生育・開花特性と 種子生産	135
2.2 学会発表要旨等	139
6) 高分解能衛星画像と航空機レーザスキャナを用いた都市内樹林 の単木情報抽出	141
7) Revegetation on an artificial cut slope using forest topsoil with growth material spraying method	143
8) A restoration experiment on forest floor vegetation at Michinoku Lakewood National Government Park in the <i>Fagetea crenatae</i> region, Tohoku district, Japan	144
9) 人工林におけるノイヌ・ノネコを含む小・中型食肉目 8 種の時空間分布	145
10) 壁面緑化植栽基盤の吸音性能評価	146
11) グレイン論に基づく街路の下町イメージに関する研究	150
12) 利用者のコメントに基づく景観整備効果の分析	156

13) 景観アセスメント試行対象事業における景観整備方針の分析	164
14) 人工林における野生哺乳類の生息状況	170
2.3 雑誌・特集記事等	171
15) 「動物」、「植物」、「生態系」における環境影響評価事例の 分析と集成	173
16) 道路事業における景観の環境影響評価手法	179
17) バイオラングにみる立体緑化としての、都市環境改善効果について	181
18) 土壌シードバンクを活用した湿地植生の再生：現状と課題	186
19) 「これからの公園・緑化技術の展望」	192
20) 景観検討・評価のための計画デザイン・システムに関する研究	195
2.4 出典	201
参考資料（既刊資料一覧）	205

1. 平成 1 8 年度の研究成果

1.1 地球温暖化対策への対応に関する研究

1) 中分解能衛星データによる緑地の変遷解析手法に関する研究	
【技術研究開発調査費】	5
2) 都市緑化樹木の CO ₂ ストック変化量把握に関する研究	
【都市公園事業調査費】	11
3) 道路のり面を活用した早期樹林化工法の開発	
【道路調査費】	15

中分解能衛星データによる緑地の変遷解析手法に関する研究

A study on the change analysis method of urban green coverage using middle-resolution satellite data

(研究期間 平成 17 年～18 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長
Head

松江 正彦
Masahiko MATSUE

In this study, we developed and arranged the technique which efficiently and effectively grasped the urban green change while accuracy and workload are confirmed. For this purpose, we used middle resolution satellite data, when the data procurement in the national scale is possible. In 2006, the study was carried out for the purpose of developing technology in order to raise the accuracy and raise the generality. As the result, it became possible that increase and decrease of urban green were grasped by detail geometric correction and removal of the shadow at the error within 30%.

【研究の目的及び経緯】

地球温暖化問題は現代社会が直面する最も深刻な環境問題の一つである。2005 年 2 月 16 日には京都議定書が発効し、第一約束期間（2008 年～2012 年）に向けて各国が温室効果ガス削減に取り組んでいる。

京都議定書では森林等の吸収源による温室効果ガスの吸収量を削減目標の達成に用いることが認められており、都市緑地にも吸収源としての期待が寄せられている。

都市緑地は、2001 年の COP7（マラケシュ）で国際的に合意された京都議定書の運用細則において、3 条 4 項に示された「追加的人為的活動」の一つの「植生回復（revegetation）」に位置づけられる。植生回復は、「0.05ha 以上の植生回復を行うことによって炭素蓄積量を増加させる直接人為的な活動。ただし当該活動は、1990 年 1 月 1 日以降に開始され、新規植林、再植林の定義に当てはまらないもののみ限定される」と定義されている。

また、第一約束期間に提出する温室効果ガス排出・吸収目録（以下、「インベントリ」）を作成するためには、IPCC ガイドライン及び「土地利用、土地利用変化及び林業に係るグッドプラクティスガイダンス」（以下、「LULUCF-GPG」）で定められた方法に従う必要があり、透明で検証性のある算定方法やデータが要求されている。また、LULUCF-GPG では、森林（Forest land）、農地（Cropland）、草地（Grassland）、湿地（Wetland）、開発地（Settlements）、その他の土地（other land）の 6 つの土地利用カテゴリーが定義されており、都市緑地は開発地に属している。

植生回復の基準年が 1990 年であること、透明で検証性のある算定方法やデータが求められていることなどを鑑みると、地球観測衛星データや各種地理情報の利用性は高いと考えられる。しかしながら、具体的な算定方法や

データの解析方法については現在検討段階であり、早急にとりまとめていく必要がある。

以上のような背景のもと、平成 17 年度には全国規模でのデータ入手が可能な中分解能衛星データに着目し、効率的・効果的に緑地の変遷を把握する技術手法を精度、作業量を確認しながら開発・整理することを目的として研究を実施した。その結果、神奈川県を調査地とした中分解能衛星データにより、期初（1990 年）、最新（2004 年）それぞれの時期の樹林地は、概ね良好な制度（95～110%程度）で抽出でき、樹林地の増減についても、増加と減少を差し引きした総量（ネット）では概ね良好な制度（100～120%程度）で把握できた。しかし、増加、減少それぞれの面積は誤差が最大で約 6 倍ときわめて大きい結果となった。

そこで 18 年度は、都市域において、緑化等により増加した個々の樹林地の変遷が確実に把握できるよう精度を高めるとともに、調査の対象とした神奈川県以外の都市域でも活用できるよう、汎用性を高めるための技術開発を行うことを目的として研究を実施した。

【研究の内容】

18 年度は、17 年度の成果を踏まえて、中分解能衛星データを用いた緑地の変遷を把握する技術の精度高めるために、①精密幾何補正の検討、②影の除去に関する検討、③樹林地増加面積把握手法の開発の 3 項目を進めた。さらにこれまでの LANDSAT と ASTER に加えて、新しく入手が可能となった④ALOS データの利用可能性の検討と、⑤構築した手法の適用性の確認を行った。

なお、本報ではこのうち①②③を中心に、その結果概要を報告することとする。

研究対象地域は、①②③④については神奈川県全域を対象とし、⑤に関しては、名古屋市、長野市、札幌市、

鹿児島市の4都市を選定し検証を行った。

【研究の成果】

1. 精密幾何補正

(1) 従来手法の整理

中分解能衛星画像には、下記の4つの要因によって幾何学的歪みが生じることが指摘されている。

- ① センサの内部歪み：センサの機構に起因する歪み。
- ② センサの外部歪み：画像の投影方式の幾何学に起因する歪み。これは、プラットフォームに起因する歪み、対象物（地球の自転など）に起因する歪みに分けられる。
- ③ 画像投影面の取り方に起因する歪み：画像投影面の取り方（画像座標系の定義の仕方）によって幾何学的な歪みの表現が異なる。
- ④ 地図投影法の幾何学に起因する歪み：利用する地図投影法によって幾何学的歪みの表現が異なる。

幾何補正 (geometric correction) とは、これらの幾何学的歪みを除去することであり、画像上のピクセルの座標（画像座標）と対象物の地理座標（地図座標など）との対応関係（座標変換式）を定量的に明確化することである。

幾何補正のうち、補正方法、補正式の決定については、下記の3とおりの方法が知られている。

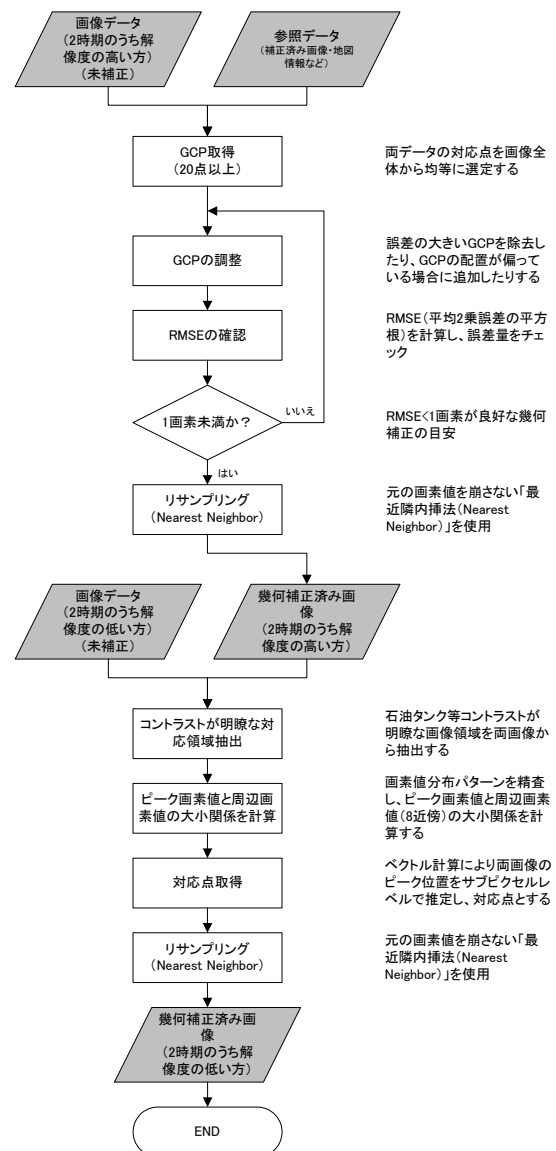
- a) 系統的補正：画像の幾何学的歪みを除去するための理論的補正式がわかっている場合に、その式に含まれるキャリブレーションデータ（焦点距離など）やセンサの位置や姿勢などの計測値を理論的な補正式に与え、幾何補正を行うもの。センサの内部歪みの多くはこの方法が有効であるが、センサ位置や姿勢の計測精度は十分でないことが多く、外部歪みの補正精度は高くない。
- b) 非系統的補正：与えられた画像座標系と出力すべき地図座標系の間の座標変換式を、基準点における画像座標と地図座標の対応関係を用いて近似的に決定する方法。座標変換式は高次多項式がよく用いられる。座標変換式の係数は、基準点の画像座標値と地図座標値から最小2乗法によって求められる。
- c) 併用補正：理論的補正式と基準点を用いて決定する補正式とを組み合わせる幾何補正。

航空機搭載センサや高分解能衛星画像の場合、系統的補正のみで十分な幾何補正精度が得られることもあるが、中分解能衛星画像の場合、センサ位置や姿勢の計測精度が十分不高いため、通常は基準点 (GCP: Ground Control Point) を取得して座標変換式を求める非系統的補正を行う。

画像座標から地図座標への変換式を構築するための参照画像（幾何補正済み画像）は、地図画像を用いることが多い。GCPは、画像全体から均質に20点以上取得することが一つの目安とされ、季節変化や経年変化が無視でき、衛星画像と地図画像で特定可能な点（橋梁、埠頭、交差点など）を取得する。幾何補正精度はGCPのRMSE*1.0画素未満が一つの目安となる。この精度は、複数の画像を重ね合わせたり他の地図データを重ね合わせたりする際に、特徴画素が二重に表れることがないことを意味している。

17年度の研究では、これらの従来手法の原則に則り、LANDSAT および ASTER 画像のRMSEが1.0画素未満になるように実施した。この誤差は、通常の中分解能衛星データ処理においては許容される誤差であるが、都市の樹林地の増減を考えた場合、1画素のずれはLANDSATで30m、ASTERで15mとなり、増加、減少それぞれの面積誤差に大きく影響しているものと考えられた。

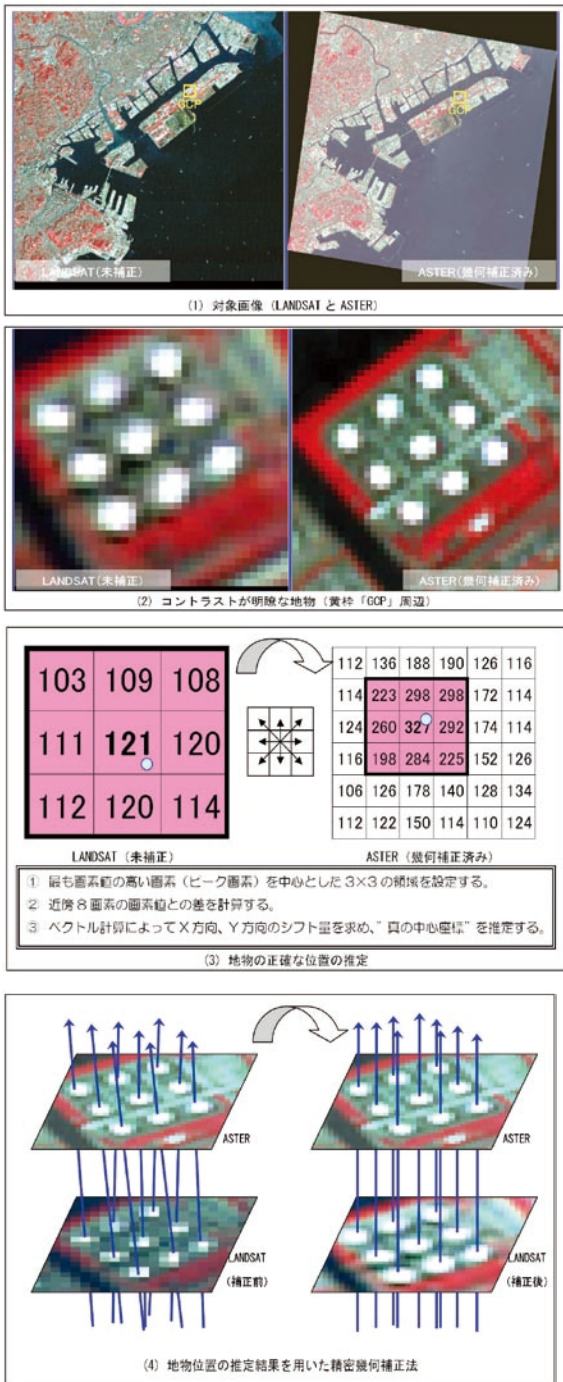
(2) 改良手法の検討



図—1 精密幾何補正手法の手順

従来の幾何補正精度を超えるためには、対象地物の画素内の位置まで踏み込んだサブピクセルレベルの幾何補正が必要となる。そこで本研究では、図－1に示す精密幾何補正手法を考案した。

このうち、2画像のずれを最小限にするための対応点の取得について、具体例を図－2に示す。ここでは、石油タンクのような小さくて周辺とのコントラストが明瞭な地物を GCP として両画像から抽出し、画素値分布パターンを精査し、ピーク画素値と周辺画素値(8近傍)の大小関係を計算し、ベクトル計算により両画像のピーク位置をサブピクセルで推定し対応点とした。



図－2 近傍画素との色調差から地物の位置をサブピクセルレベルで推定する方法

精密幾何補正による理論上の誤差と実際の誤差の比較を図－3に示す。ある地物を含む LANDSAT と ASTER の画素において真位置が画素の対局の位置関係にある場合、LANDSAT と ASTER の相対的なズレは最大 31.82m となる(理論上の誤差)。これに対し、従来の幾何補正では参照画像(幾何補正済み地図画像)に対する RMSE が LANDSAT で 0.8385 画素、ASTER で 0.7023 画素であった。LANDSAT と ASTER を重ね合わせる際に、これらの理論上の誤差が逆方向に働いた場合、想定される最大誤差は 17.85m となり ASTER の 1 画素を超えてしまう。

一方、精密幾何補正では、幾何補正済みの ASTER に対する LANDSAT の RMSE は 0.402 画素である。精密幾何補正では、幾何補正済みの ASTER 画像を参照画像とするため、LANDSAT と ASTER を重ね合わせる際に想定される最大誤差は LANDSAT の RMSE のみである。したがって、想定される最大誤差は 6.03m となり従来の幾何補正の約 1/3 に抑えることができる。

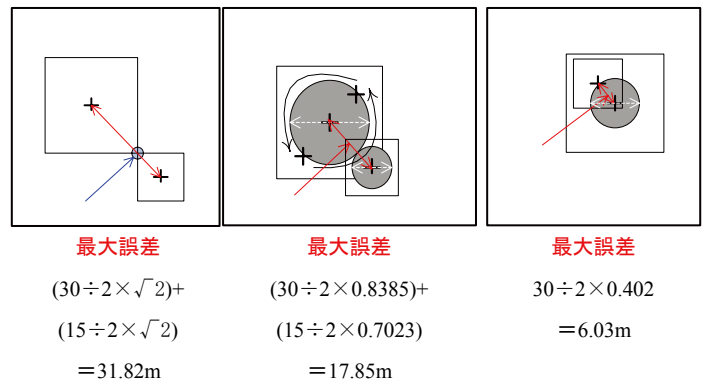
以上より、本調査で考案した精密幾何補正手法により、2 時期の中分解能衛星画像を重ね合わせるときに発生する位置ずれを軽減させることが可能となった。

従来の幾何補正

対象画像	点数	RMSE (単位: 画素)
ASTER (20050428)	22	0.7023
LANDSAT/TM (19901105)	34	0.8385

精密幾何補正

対象画像	点数	RMSE (単位: 画素)
ASTER (20050428)	基準画像	
LANDSAT/TM (19901105)	25	0.402



図－3 精密幾何補正による理論上の誤差の改善効果

*RMSE (Root Mean Square Error : RMS 誤差)

真値を x_0 、 n 回の観測値を x_i ($i=1 \sim n$) とするとき、RMSE は次式で与えられる。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - x_0)^2}$$

2. 影の除去に関する検討

(1) 従来手法の整理

LANDSAT 等の受動型光学センサで観測されたデータにおいては、対象物の斜面（傾斜角、斜面方位）と太陽（太陽高度、太陽方位）との相対的な位置関係に応じて、地形的な影が変動するため、観測値に影響を受ける。このような斜面と太陽の位置関係に由来する観測値のばらつき（「地形効果」）は、多時期の衛星データを用いた解析を行う場合には補正することが望ましいとされている。

地形効果の補正の手法は、バンド間演算による非幾何学的手法と太陽－地表面－センサの位置関係を考慮した幾何学的手法に大別されているが、17年度の研究では、実用的な地形効果補正モデルとして評価されている幾何学的手法の一つである Minnaert 法を適用して地形補正を行った。

この Minnaert 法による地形補正では、山岳部などの地形の急峻な場所では地形的な影の除去に一定の効果があることが認められたが、補正に DEM を用いているために、建物に伴う影の影響は補正できなかった。通常の中分解能衛星データの処理では、建物の影響は無視することができるが、高層建物が多く存在する場合、建物の影は画素値に影響を及ぼしており、都市の樹林地の増加、減少それぞれの面積誤差に大きく影響しているものと考えられた。

(2) 改良手法の検討

一般に非幾何学的手法は、幾何学的手法と比較して補正効果が低いとされているが、DEM データを必要とせず観測値を相対化するため理論上地形的な影と建物による影を同時に補正することができると考えられる。また、非幾何学的手法の中では、正規化法は、反射率または画素値を全バンドの相加平均で正規化することで、反射スペクトルの形状は地形や建物の影によって変化せず、ほぼ相似形と見なすことができる特性を利用しており、地形効果、大気効果、影の影響を除去することができるとされている。そこで本研究では、正規化法を適用して建物の影の除去を試みた。

※ 正規化法

… 反射率または画素値を全バンドの相加平均で正規化すること。地形効果の補正、影の抑制に効果があると報告されている。

$$R0 = \frac{n \times R}{\sum_{i=1}^n (R1 + R2 + \dots Rn)}$$

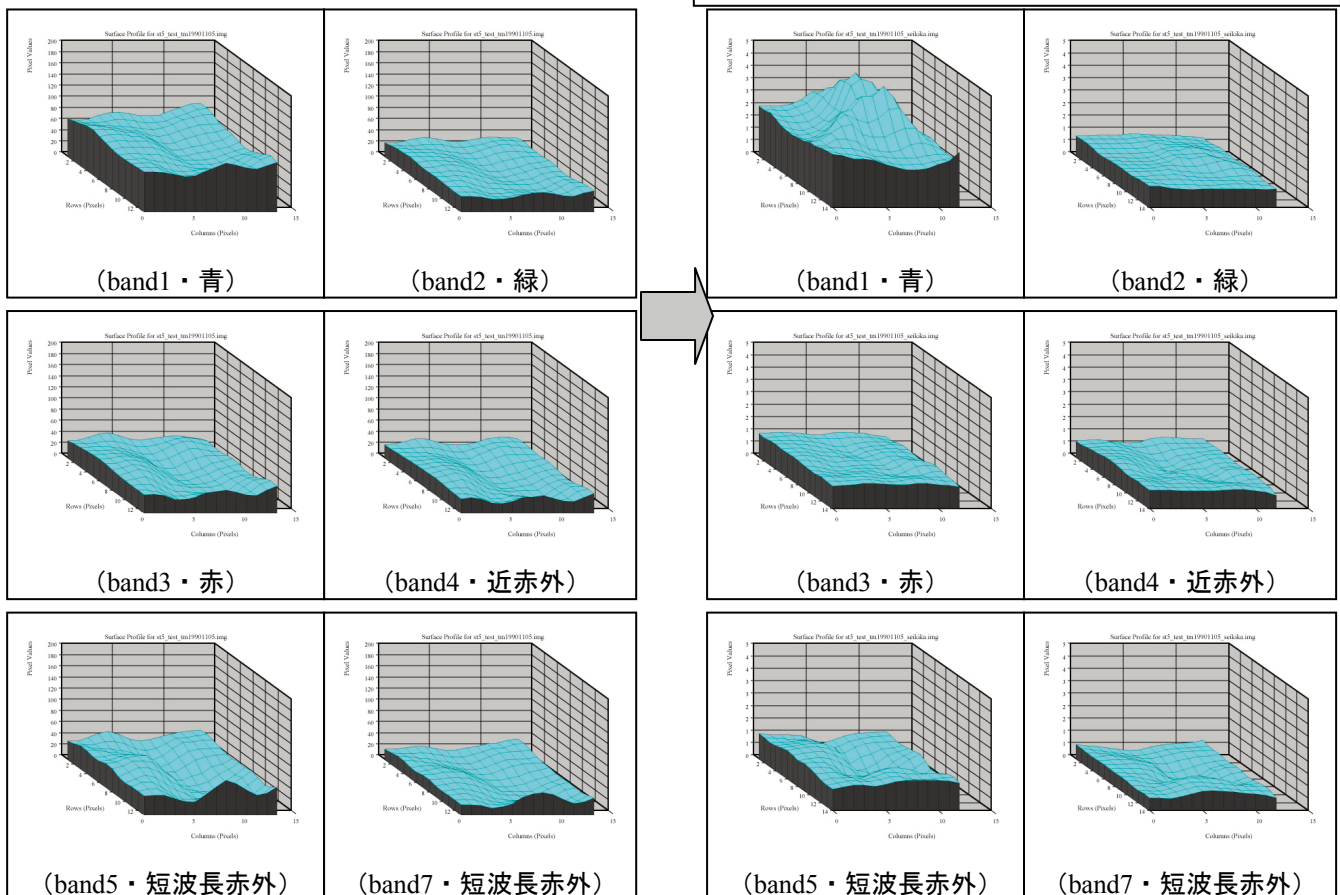
R0： 正規化後の反射率

R： 補正対象バンドの正規化前反射率

R1： band 1 の正規化前反射率

R2： band 2 の正規化前反射率

Rn： band n の正規化前反射率



図ー4 正規化法適用画像と未補正画像の比較 (LANDSAT データ) 左側が未補正、右側が補正後

神奈川県検証エリアのうち高層建築が立ち並ぶ「みなとみらい地区」にある国立横浜国際会議場周辺約 200m×200m における正規化法適用画像と未補正画像の比較した結果を図－4 に示す。

未補正の状態では、全てのバンドにおいて日向が高い画素値、日陰が低い画素値を示しており、影の影響を受けていることがわかる（図－4 の凹部が日向、凸部が日陰）。一方、正規化法適用画像の band2～band7 では、図－4 の凹凸が平滑化されており、バンド間の相対関係を保持した状態で日向と日陰の画素値の差が少なくなり、影の影響が軽減されていることがわかる。ただし、band1（青色の波長域）については、影の中が高い画素値を示しており、過剰に補正されていると解釈される。これは、影の中では band2～band7 まで一様に低い画素値を示すのに対して band1 が相対的に高い画素値を示すために、正規化によってその特徴が際立ったことによると考えられる。また、ASTER 画像は青色波長域のバンドを持たないため、全バンドで高層建物の影が正規化によって軽減された（結果は未掲載）。

以上より、正規化法の適用によって LANDSAT の band1 は海面および影領域で過剰補正される傾向があるものの、それ以外は建物等の影の影響が軽減されることが確認され、本手法が有効であることがわかった。

3. 樹林地の増加面積把握手法の開発

17 年度調査で実施した 2 時期の樹林地抽出結果に基づく樹林地の増減は、それぞれの時期の誤差が掛け合わされ「誤差の伝播」により精度が低下したと考えられた。

そこで、例えば京都議定書第一約束期間に報告する開発地内の植生回復活動のように、1990 年以降に新たに増えた樹林地のみを正確に把握することを目的とした場合を想定し、期初と最新の衛星データから樹林地の増加面積を直接把握する手法の開発を行った。

（1）17 年度手法の整理

17 年度研究では、まず、最新の LANDSAT データを用いて、最新時期の樹林地、草地を精度良く抽出する手法を検討した。この検討に先立ち、文献、書籍等を参考に代表的な画像分類手法を精査し、樹林地、草地の抽出可能性の高いと思われる 8 手法を選定した。

次に、選定された 8 手法を実画像に適用し、緑地、樹林地の抽出を行い、抽出結果は 12 箇所の検証エリアにおける最新の空中写真判読結果と比較・照合し、精度評価を行った。

精度評価の結果、効果的な手法として、ミク

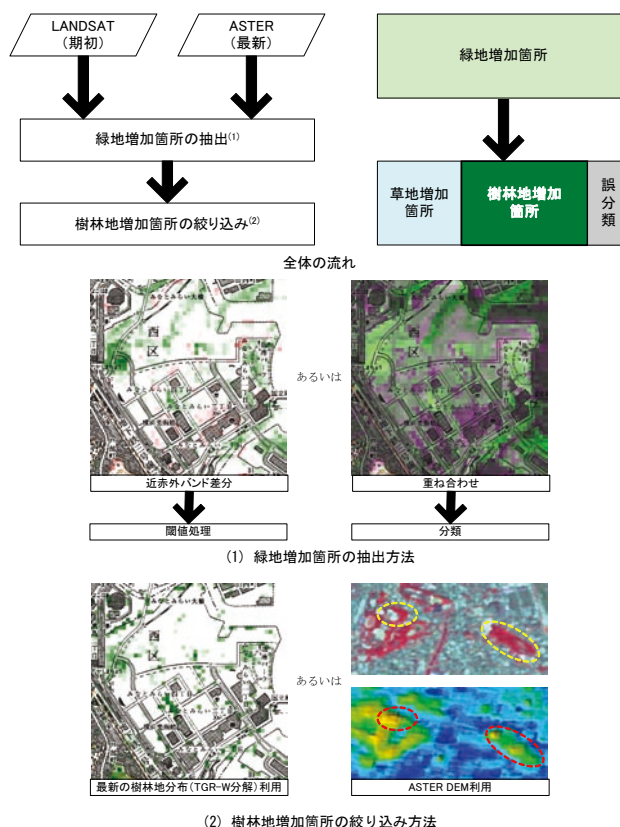
セルベースでは「TGR-W 分解」、ピクセルベースでは「NDVI+最尤法」が良好な結果を示した。「TGR-W 分解」は、樹木（T）・草地（G）・道路（R）をエンドメンバーとした線形ミクセル分解と植生（V）・道路（R）・水面（W）をエンドメンバーとした線形ミクセル分解の結果を組み合わせた手法である。「NDVI+最尤法」は、NDVI に基づく植生・非植生区分と最尤法分類を組み合わせた手法である。

次に、採用された 2 手法を期初の LANDSAT データに適用して期初の樹林地、草地を抽出した。その後、期初、最新それぞれの時期の樹林地抽出結果の差分処理によって、樹林地の増減把握を試みた。ASTER データについても同様に、期初、最新それぞれの時期の樹林地抽出結果の差分処理によって、樹林地の増減把握を試みた。

以上の 17 年度手法の結果は、以下のように要約された。

- ・ 期初（1990 年）、最新（2004 年）それぞれの時期の樹林地は、概ね良好な精度（95～110%程度）で抽出できた。
- ・ 樹林地の増減については、ネットでの増減面積は概ね良好な精度（100～120%程度）で把握できたが、増加箇所は TGR-W 分解が約 6 倍、NDVI+最尤法が約 4 倍の過大抽出、減少箇所は TGR-W 分解、NDVI+最尤法とも約 1.8 倍の過大抽出となった。
- ・ ASTER と LANDSAT の間に精度面の大きな違いは認められなかった。

（2）改良手法の検討



図－5 樹林地増加面積把握手法の流れ

18年度研究では、17年度の課題を踏まえて、以下の2点に着目し、図－5に示す流れで精度向上を図った。

- ① 緑地増加箇所を求めてから樹林地増加箇所を絞り込むアプローチで誤差の伝播を軽減する。
- ② 樹林地増加箇所を絞り込む際に、高さ情報の利用可能性を検討する。

さらに、緑地増加箇所の抽出手法として、以下の2手法を検討手法として設定した。

- ③ 近赤外バンドの差分&閾値処理
- ④ 2時期データの全バンド重ね合わせ&分類処理
また、緑地増加箇所から樹林地増加箇所を絞り込む手法として、以下の2手法を検討手法として設定した。
- ⑤ ミクセル分解（TGR-W 分解）による最新の樹林地分布の併用
- ⑥ ASTER DEM の利用

次に、③又は④と⑤又は⑥の組み合わせと、先に示した精密幾何補正と正規化手法による影の除去を含め、さらに昨年度の選定された抽出法も組み合わせた18通りの手法で検証を行った。

その結果、次の2つの手法が高い手法であると考察された。

手法 01：精密幾何補正有、影の補正有、近赤外差分+最新の樹林地抽出（TGR-W 分解）

手法 03：精密幾何補正有、影の補正有、重ね合わせ+最新の樹林地抽出（TGR-W 分解）

4. ALOS データの利用可能性

2006年1月24日に打ち上げられたALOSデータの利用可能性を検討した。ALOSデータは、本調査においてはASTERデータの代替として利用される。そこで、最新の衛星データとしてALOS/AVNIR-2を使用した場合の樹林地増加面積把握精度を確認した。なお、解析手法、精度評価の考え方は、ASTERを使用した場合の手法に準じた。その結果、ASTERとALOSは同じように扱うことができ、両者

の間はややALOSの方が高精度の成果が得られた。

また3と同様にALOSデータを用いて各種の手法を比較した結果、ASTERと同じく次の2つの手法が高い手法であると考察された。

手法 05：精密幾何補正有、影の補正有、近赤外差分+最新の樹林地抽出（TGR-W 分解）

手法 06：精密幾何補正有、影の補正有、重ね合わせ+最新の樹林地抽出（TGR-W 分解）

なお図－6はASTERとALOSのそれぞれ最適と判断された手法を適用して、樹林地の増加、減少、総量（ネット）面積を求め、航空写真より求めた検証用データとの比較を示したものである。

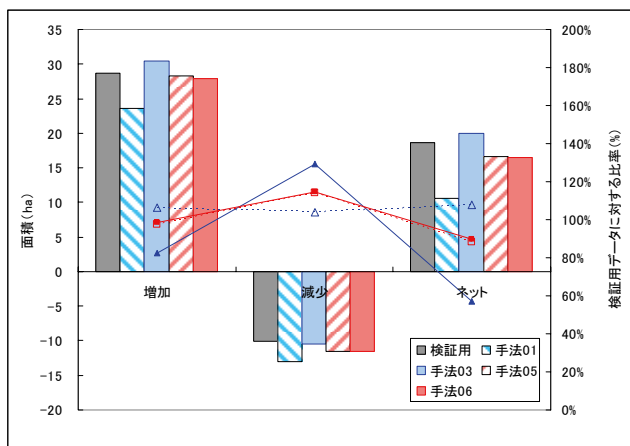
手法01が樹林を少なめに判定しているがその他は誤差が15%以内に収まっており、昨年度の最大約6倍という誤差に対して大きく改善された。

5. 構築した手法の適用性評価

本調査で最適と判断された手法を他の都市へ適用し、手法の汎用性を検討した。適用性評価の対象都市は、立地条件の観点から臨海部と内陸部、気候条件の観点から寒冷地と温暖地を想定して選定を行い、名古屋市（臨海部）、長野市（内陸部）、札幌市（寒冷地）、鹿児島市（温暖地）を対象都市として、同様の樹林地の増減の検証を行い、全国の都市域における汎用性を検討した結果、以下のように結論づけることができた。

- ①増加・減少・総量（ネット）の推定精度は、各手法とも概ね±30%以内の誤差範囲に収まる。
- ②重ね合わせ画像によって緑地増減を抽出する手法の精度が安定していた。
- ③対象都市間に特筆すべき精度差はなく、立地条件、気候条件などによる緑の性質の違いは特に考慮する必要がないと考えられる。

【成果の活用】 今回開発した手法については、全国ベースのデータ作成や、各自治体とで統一的に作業を行えるよう、作業手順を示した衛星データ処理マニュアルとして別途整理した。



図－6 神奈川県における樹林地増加・減少・総量の比較

都市緑化樹木の CO₂ ストック変化量把握に関する研究

Research on estimating the amount of CO₂ fixed by planted trees in cities

(研究期間 平成 18～20 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
主任研究官 飯塚 康雄
Senior Researcher Yasuo IIZUKA
研究官 長濱 庸介
Researcher Yosuke NAGAHAMA

We investigated the amount of growth of ten planted trees in cities using stem analysis to estimate the amount of CO₂ fixed by planted trees in cities

〔研究目的及び経緯〕

第 3 回気候変動枠組条約締約国会議で採択された京都議定書¹⁾において、CO₂ など 6 種類の温室効果ガスが削減・排出抑制の対象となった。そして、日本は 2008 年から 2012 年の期間に、温室効果ガスを基準年（1990 年）と比較して 6%削減することが定められた。

平成 17 年 2 月に京都議定書が発効したことを受け、政府は「京都議定書目標達成計画」¹⁾を策定し、温室効果ガスの排出抑制・吸収を推進する様々な対策を打ち出した。同計画では、CO₂ の吸収・固定源対策の一つとして都市緑化の推進が掲げられているが、CO₂ の吸収・固定を把握するための知見は十分ではなく、その算定方法等について精査・検討が必要とされている。

そこで本研究は、都市緑化樹木を対象とした CO₂ 固定原単位の把握を目的とする。

〔18 年度の研究内容〕

藤原ら²⁾は、樹齢 30 年程度までの都市緑化樹木を対象として、CO₂ 固定量の算定の原単位となる特定の樹高または胸高直径における年間木質部乾重成長量予測式を作成している。この予測式は比較的若齢の樹木を対象としているため、予測式の適応範囲は樹高にして 10m 程度、胸高直径にして 25cm 程度までとなり、それ以上の大きな樹木に適用することはできなかった。

そこで平成 18 年度は、上記予測式の適用範囲を広げ、樹齢 30 年以上の都市緑化樹木を

対象とした年間木質部乾重成長量予測式を作成した。なお、CO₂ 固定量の算定対象は、木質化することで長期間固定が継続する幹・枝・根（木質部）とし、葉は落葉により短期間で失われるため除外した。木質部の炭素（C）含有量は、樹種に関わらず乾燥重量比にして 50%程度であることが知られているため³⁾、木質部乾重成長量を CO₂ 固定量へ換算する場合には、木質部乾重の 50%へ CO₂ と C の分子量の比（44/12）を乗じることとした。

〔研究方法〕

本研究は、藤原ら²⁾の手法を用いた。初めに調査対象木の伐倒や根の掘取りを行い、木質部乾重を求めた。次に、幹から採取した円板を用いて樹幹解析を行い、調査対象木の成長過程（樹齢、幹材積量、樹齢毎の樹高ならびに胸高直径、木質部乾重成長量）を明らかにした。最後に、特定の樹高または胸高直径における年間木質部乾重成長量予測式を作成した。

〔研究成果〕

1. 調査対象木の選定

調査対象木を表 1 に示す。選定条件は、①藤原ら²⁾と同樹種であること、②なるべく自然樹形でかつ単木の状態で生育していること、③樹齢 30 年以上と推定されることとし、5 樹種 10 本（落葉樹 3 種、常緑樹 2 種）を選定した。

表 1 調査対象木

樹 種	ケヤキ		イチョウ		ブラタナス		クスノキ		シラカシ	
植栽地	東京都立川市		千葉県君津市		茨城県八千代町		東京都立川市		栃木県茂木町	
樹木No	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
樹 齢	52	34	52	52	39	43	64	81	30	31
樹高 m	17.6	18.6	16.5	15.1	20	20	14.8	13.2	12.05	13.1
胸高直径 cm	58	50	59.9	43.6	45	40.1	53	54	33.1	36.3

2. 地上部の伐倒・根の掘取り

調査対象木を地際で伐倒した後、幹については地上0.2mの位置から1m間隔に階層を区切り、根元側から階層毎（0.2m、1.2m、2.2m・・・）に切断した。そして枝を分離した後で、階層別の全生重を測定するとともに樹幹解析に使用する円板を採取した。枝については、葉を分離した後で全生重を測定した。なお、幹や枝の生乾重比を算出するため、各階層の幹や枝からサンプルを採取し、その生重と乾重を測定した（写真1）。

根は伸長する全範囲を掘取った。土壌の掘削には圧縮空気を噴射して土壌を除去するエアースコップを使用した。掘取った根は根株と枝根に分け、それぞれの全生重を測定した。また、根の生乾重比を算出するため根株と枝根からサンプルを採取し、その生重と乾重を測定した（写真2）。

3. 木質部乾重の算出

木質部乾重およびサンプルの生乾重比を表2に示す。調査対象木の木質部乾重は、地上部の伐倒や根の掘取りの際に測定した木質部生重へ、サンプルの生乾重比（乾重/生重）を乗じることで算出した。

4. 樹幹解析による樹木の成長過程の把握

（1）樹幹解析図の作成

幹の各階層から採取した円板の年輪幅を読み取り、樹幹解析図を作成した。例としてイチョウ（No. 3）の樹幹解析図を図1に示す。この図に記された折れ線は年輪を表しており、樹齢は52年と推定された。

（2）幹材積成長量の算出

樹幹解析図に記された折れ線と、縦軸および横軸に囲まれた部分が、各樹齢における幹の縦半分の形状を表している。そこで、樹幹解析図の縦軸を回転軸とした回転体の体積を算出することで、幹材積を求めた（図2）。

（3）形状寸法の年間成長量

樹幹解析により明らかとなった、樹齢と形状寸法（樹高や胸高直径）を用いて、樹高や胸高直径の年間成長量を求めた（図3）。その結果、樹齢と形状寸法の関係はほぼ直線で近似でき、年間成長量は、樹高が0.1～0.5m/年、胸高直径が0.6cm～1.2cm/年であった。

（4）木質部乾重成長量の算出

幹については、各樹齢における比重を一定と仮定し、幹乾重へ樹幹解析から求めた各樹齢の幹材積量の比を乗じることで、各樹齢における幹の乾重成長量を算出した。枝と根についても幹と同様の割合で成長するものと仮定して、木質部乾重を算出した（図4）。



写真1 地上部の伐倒作業

①地際で伐倒 ②幹を階層毎に切断 ③幹と枝の分離
④枝と葉の分離 ⑤幹の生重測定 ⑥枝の生重測定
⑦円板採取



写真2 根の掘取り作業

①作業状況 ②掘取った根 ③伸長状況 ④生重測定

表2 木質部乾重、サンプルの生乾重比

樹種		ケヤキ		イチョウ		ブラタナス		クスノキ		シラカシ	
No.		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	No. 10
木質部乾重 kg	幹	659.6	643.6	673.2	371.9	760.1	593.2	805.2	675.5	286.6	370.0
	枝	1466.6	878.1	1055.1	271.9	367.8	257.6	420.9	289.8	230.3	596.3
	根	602.2	364.0	917.3	428.9	534.8	416.5	526.2	391.8	141.7	334.3
	木質部合計	2728.4	1885.7	2645.6	1072.7	1662.7	1267.3	1752.3	1357.1	658.6	1300.6
生乾重比	幹	0.59	0.62	0.44	0.42	0.51	0.50	54.13	50.13	60.61	63.37
	枝	0.63	0.64	0.46	0.49	0.52	0.52	59.40	55.17	56.37	59.35
	根	0.58	0.65	0.43	0.42	0.45	0.48	47.25	50.30	56.55	58.80

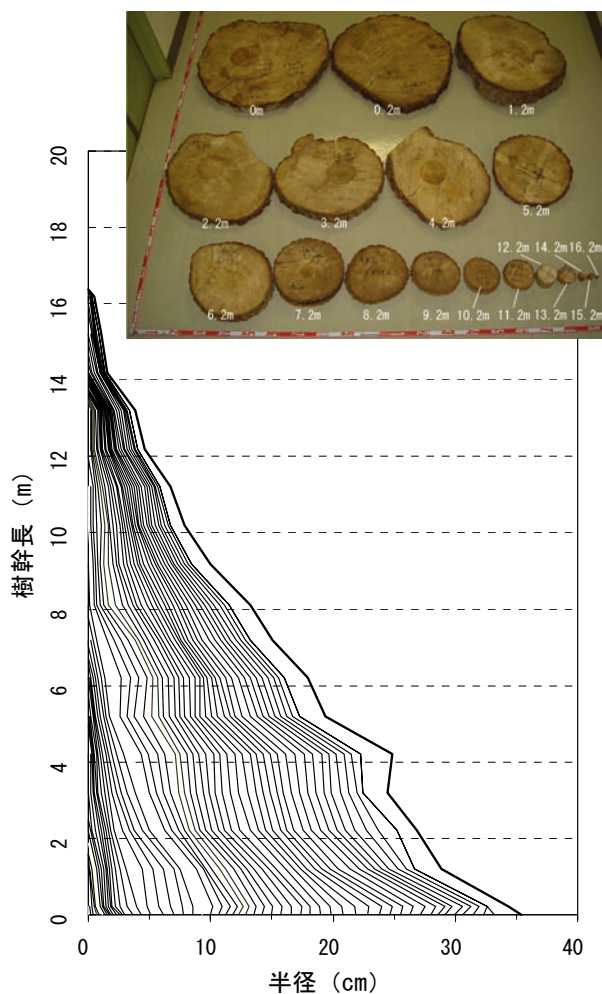


図1 イチヨウ (No. 3) の樹幹解析図
(右上の写真は、樹幹解析図の作成に用いた円板)

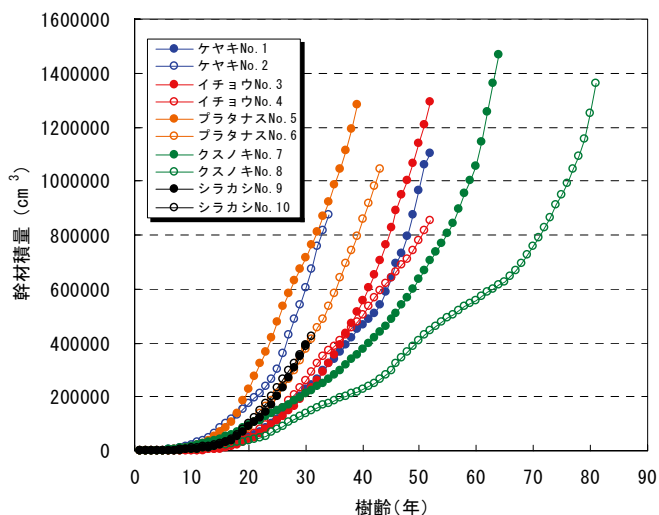


図2 幹材積

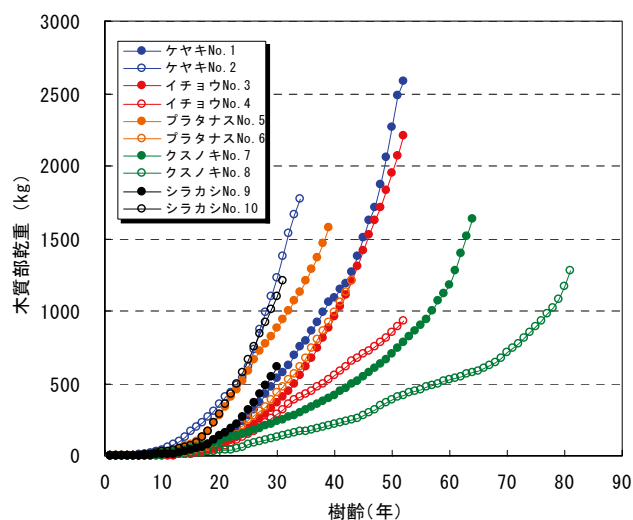


図4 木質部乾重

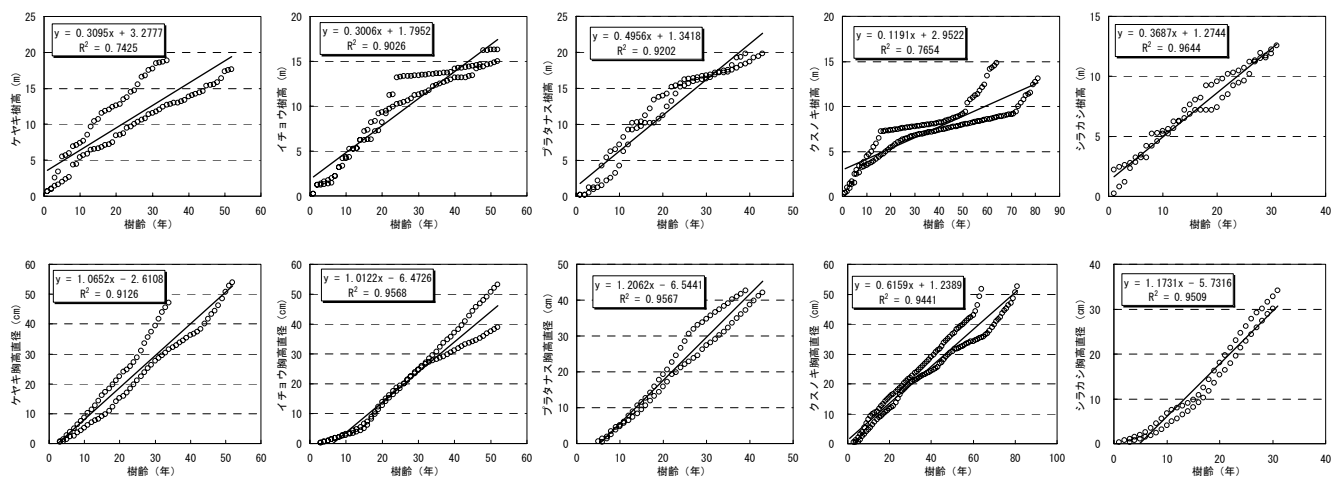


図3 樹齢と形状寸法の関係
(上段：樹齢と樹高の関係 下段：樹齢と胸高直径の関係)

5. 予測式の作成

(1) 木質部乾重成長量予測式の作成

これまでの結果より、ある特定の樹齢における木質部乾重を推定することは可能となった。しかし、実際に植栽されている樹木を伐倒し、その樹齢を判断することや成長量を計測することは現実的ではない。そこで、簡易な方法として樹木の形状寸法から木質部乾重を算出することが効率的である。

そこで先に示した樹幹解析から得られている、樹齢毎の樹高と胸高直径（図 3）を用いて木質部乾重成長量予測式を作成した。

一般に、樹木の各器官の重量等の物理量（Y）と樹木の形状寸法（X）との間には、相対成長式 $Y=aX^b$ （a、b は定数）が成り立つことが知られている⁴⁾。そこで、樹幹解析から得られた樹高や胸高直径と、木質部乾重との関係を相対成長式で求めた（表 3）。その結果、 R^2 （決定係数）はほとんどの予測式において 0.9 以上を示し、高い相関を有していた。また、樹高に比べて胸高直径の方が高い相関を有していた。

(2) 年間木質部乾重成長量予測式の作成

上記の予測式によって、樹木が伐倒されるまでにどのくらい成長したのか（CO₂を固定したのか）を算出することが可能となった。最後に、ある特定の形状寸法の樹木が、1 年間にどれだけ CO₂を固定するのかを把握するため、年間木質部乾重成長量予測式を作成した（表 4）。

年間木質部乾重成長量と、樹幹解析より得られた形状寸法の年間成長量の関係は、以下の式で表すことができる。

$$Y = a\{(X+c)^b - X^b\}$$

Y：年間木質部乾重成長量（kg/年）

X：形状寸法（樹高または胸高直径）

a, b：木質部乾重と、樹高もしくは胸高直径との相対成長式

から得られる定数（表 3）

c：樹齢と形状寸法の関係から得られる年間成長量（図 3）

上記予測式の作成過程について、イチヨウの胸高直径を例として説明する。イチヨウ 1 本の胸高直径が 1 年間に平均的な成長をすると仮定した場合、その年間成長量は、図 3 の式から 1.0122cm/年となる。胸高直径を Xcm とした場合の年間成長量は $\{(X+1.0122) - X\}$ であるため、これを表 3 の式へ代入することで、以下に示したようなイチヨウの年間木質部乾重成長量予測式を表すことができる。

$$Y = 0.2579\{(X+1.0122)^{2.2166} - X^{2.2166}\}$$

表 3 木質部乾重成長量予測式

	樹高 X (m)		胸高直径 X (cm)	
	予測式	R ²	予測式	R ²
ケヤキ	$Y=0.0887X^{3.3915}$	0.95	$Y=0.7348X^{1.9943}$	0.98
イチヨウ	$Y=0.0325X^{3.6353}$	0.93	$Y=0.2579X^{2.2166}$	0.98
ブラタナス	$Y=0.1814X^{2.7402}$	0.95	$Y=0.7005X^{1.947}$	0.95
クスノキ	$Y=0.0876X^{3.8378}$	0.97	$Y=0.3839X^{2.0261}$	0.97
シラカシ	$Y=0.0568X^{3.5901}$	0.87	$Y=0.5248X^{2.1031}$	0.99

Y：木質部乾重（kg）

表 4 年間木質部乾重成長量予測式

	形状寸法	予測式
	樹高	胸高直径
ケヤキ	$Y=0.0887\{(X+0.3095)^{3.3914}-X^{3.3914}\}$	$Y=0.7349\{(X+1.0652)^{1.9943}-X^{1.9943}\}$
	$Y=0.7349\{(X+1.0652)^{1.9943}-X^{1.9943}\}$	$Y=0.0325\{(X+0.3006)^{3.6353}-X^{3.6353}\}$
イチヨウ	$Y=0.0325\{(X+0.3006)^{3.6353}-X^{3.6353}\}$	$Y=0.2579\{(X+1.0122)^{2.2166}-X^{2.2166}\}$
	$Y=0.2579\{(X+1.0122)^{2.2166}-X^{2.2166}\}$	$Y=0.1814\{(X+0.4956)^{2.7402}-X^{2.7402}\}$
ブラタナス	$Y=0.1814\{(X+0.4956)^{2.7402}-X^{2.7402}\}$	$Y=0.7005\{(X+1.2062)^{1.947}-X^{1.947}\}$
	$Y=0.7005\{(X+1.2062)^{1.947}-X^{1.947}\}$	$Y=0.0876\{(X+0.1191)^{3.8378}-X^{3.8378}\}$
クスノキ	$Y=0.0876\{(X+0.1191)^{3.8378}-X^{3.8378}\}$	$Y=0.3839\{(X+0.6159)^{2.0261}-X^{2.0261}\}$
	$Y=0.3839\{(X+0.6159)^{2.0261}-X^{2.0261}\}$	$Y=0.0568\{(X+0.3687)^{3.5901}-X^{3.5901}\}$
シラカシ	$Y=0.0568\{(X+0.3687)^{3.5901}-X^{3.5901}\}$	$Y=0.5248\{(X+1.1731)^{2.1031}-X^{2.1031}\}$
	$Y=0.5248\{(X+1.1731)^{2.1031}-X^{2.1031}\}$	

Y：年間木質部乾重成長量（kg/年）

参考までに、この予測式より本研究で調査対象木となったイチヨウ No. 3（胸高直径：59.9cm）の年間木質部乾重成長量を算出すると 85.0kg/年となり、これを年間 CO₂ 固定量へ換算（木質部乾重×0.5×CO₂と C の分子量の比）すると、155.6kg/年となる。

【まとめ】

本研究により、樹齢 30 年以上の樹木を対象とした特定の樹高または胸高直径における年間木質部乾重成長量予測式を作成することができた。今後は、より精度の高い予測式へ改良するため、藤原ら²⁾が使用した若齢木のデータを加えるとともに、調査対象木を増やすことを検討している。

【参考文献】

- 1) 京都議定書，気象変動枠組み条約：環境省ホームページ<<http://www.biodic.go.jp/>>（平成 19 年 12 月 17 日参照）。
- 2) 藤原宣夫・山岸 裕・村中重仁（2002）都市緑化樹木による CO₂ 固定量の算定方法に関する研究，日本緑化工学会誌，28（1）：26-31。
- 3) 三浦伊八郎・西田吃二（1933）木材科学，丸善出版。
- 4) 佐藤大七郎（1973）陸上植物群落の物質生産 I a－森林一，共立出版。

道路のり面を活用した早期樹林化工法の開発

Study of methods for early revegetation by woody plant on roadside slope.

(研究期間 平成 18 年～19 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE

In this study, aiming to promote global warming gas reduction with revegetation by woody plant on roadside slope, we aimed to develop practical computation methods of the CO₂ fixed by planting trees.

【研究目的】

京都議定書における日本の CO₂ 削減目標である 1990 年時点に対する 6%削減を達成するためには、樹林による CO₂ の固定・吸収は不可欠な要素である。国土の狭い日本においては道路のり面も貴重な緑地であり、そこに成立する樹林も固定・吸収源として重要である。また、特に道路における盛土のり面の樹林化は地域景観の形成や防災の面からも重要であり、積極的な整備が望まれる。

一方、道路盛土のり面は他の緑地と異なり、その形状が細長く連続していること、また植栽基盤は路体としての造成がされているため生育条件が厳しいことなどにより、そこに生育する樹木は森林などとは異なった成長を示すと考えられる。

事業としての道路盛土のり面の樹林化については高速道路を中心に行われてきたが、人為的な樹林化だけでなく自然に形成された樹林も含めれば対象は全国各地に数多くあり、その CO₂ 固定・吸収量をつかむためには道路盛土のり面という条件に適した効率的な手法を確立することが重要である。

本研究は、まず過年度に高速道路会社（旧道路公団）によって施工、調査が行われてきた高速道路の盛土のり面の樹林化箇所において毎木調査やサンプル樹木の伐採調査を行い、のり面樹林の生育状況ならびに樹木の形状と乾燥重量の関係を求め、さらに、樹林による CO₂ 固定・吸収量の算出に関する既往研究、事例を収集・整理し、道路盛土のり面樹林に相応しい CO₂ 固定・吸収量の算出方法を検討することとしている。また、今回の調査結果を活かしながら、新たに樹木の生育状況を調査する比較試験区を設け、そこでのモニタリング調査を通して、CO₂ の効率的に固定・吸収する早期樹林化工法を検討し、とりまとめることを最終目的としている。

【研究成果】

1. CO₂ 固定・吸収量の算出手法の整理

樹林による CO₂ の固定・吸収量の算出手法としてはこれまで様々な研究が行われてきている。

算出に当たっては葉の光合成量と呼吸量から算出する方法として①密閉チャンバー内による個体の CO₂ 収支を直接測定による手法、②葉の光合成と呼吸速度および葉量の相対成長式から算出する方法がある。大気中への CO₂ の出入りから樹林地全体の CO₂ 固定・吸収量を算定する方法として③CO₂ フラックスのタワー観測による方法が行われている。

また、樹林を構成する樹木の形状から算出する方法としては④木質部の相対成長式と平均成長量による方法、⑤木質部相対成長式と期間成長差および気乾比重による方法、⑥立木幹材換算表による幹材積の推定による方法、などがあげられる。また、樹冠被覆面積や樹木本数に対するデフォルト値から広域な CO₂ 固定・吸収量を算定する⑦IPCC グッドプラクティスガイダンスに基づく方法などがある。

以降に示す調査結果を基に、いくつかの手法により試算をしたが、その結果は表 1 に示すとおり大きく異なるものとなった。

表 1 各算出手法による年間 CO₂ 固定・吸収量試算結果
(調査区：水戸調査区、面積：210 m²、本数 30 本)

算出手法		水戸調査区 当り(kg/yr)	1㎡当り (kg/yr)	1本当り (kg/yr)	
葉の光合成と呼吸速度からの算出手法 (大気浄化植樹指針)		1,667.0	7.94	55.6	
相対成長式と平均成長量による方法 (国総研)	樹高式	189.2	0.90	6.3	
	胸高直径式	311.0	1.48	10.4	
相対成長式と平均成長量による方法 (今回式・平均成長)	今回の樹高式	203.4	0.97	6.8	
	今回の胸高直径式	290.9	1.39	9.7	
相対成長式と期間成長差	今回の樹高式	100.8	0.48	3.4	
	今回の胸高直径式	1,141.3	5.43	38.0	
相対成長式と期間成長差・気乾比重反映		シラカシの基準式に気乾比重を 反映させた方法(高速道路会社)	841.2	4.01	28.0
立木幹材換算表による幹材積の推定による方法(林野)		411.9	1.96	13.7	
IPCCグッドプラクティスガイダンスに基づく方法	樹冠被覆面積法(樹冠被覆80%)	178.6	0.85	5.95	
	樹木成長量法(構成本数30本)	1,100.0	5.24	36.7	

2. のり面樹木による CO₂ 固定・吸収量の算出式の検討

樹林による CO₂ 固定・吸収量の算出の基となる樹林内の樹木の形状と乾燥重量との関係を導くため、表 2 の箇所（後述する「3. 毎木調査」の調査箇所の近隣部）でサンプルとなる樹木を伐採し、必要となるデータを求める調査を実施した。対象木は常緑広葉樹：シラカシ（20 本）、落葉広葉樹：コナラ（12 本）、常緑針葉樹：クロマツ（7 本）の 3 種に絞り、計 39 本について実施した（表 2）。

また、この内のり面の中でも根の掘取りが可能な 16 本については、根系も掘取って乾燥重量を測定した。

表 2 伐採樹木一覧

地域	調査地	樹種	本数	樹齢	樹高(m)	胸高幹周(cm)
東北	山形	コナラ	4	14~20	6.7~8.8	38~43
北陸	富山	コナラ	2	19~24	8.3~9.8	21~45
北陸	富山	クロマツ	2	15~17	4.6~4.8	44~47
関東	沼田	コナラ	4	17~22	6.5~11.0	27~45
関東	水戸	シラカシ	4	13~14	3.6~7.5	16~35
関東	横浜綾瀬	シラカシ	4	15~19	5.5~8.5	30~44
関東	横浜厚木	シラカシ	1	12~14	4.5~5.6	15~19
中部	羽島	シラカシ	4	12~14	5.3~7.0	24~36
中部	袋井	クロマツ	1	22	14.0	75.0
中部	袋井	コナラ	2	19~21	12.0~12.5	60~75
関西	福知山	シラカシ	4	18~21	5.2~8.0	23~45
四国	松山	クロマツ	1	11~12	4.5~6.0	34~44

伐採した樹木は、地際から 0.2m、1.2m、2.2m・・・と 1m ごとに階層区分し、幹、枝、葉、根に分け、全ての生重量を測定した。また、各部位からサンプルを採取し体積と生重量を測定したものを持ち帰って乾燥させ、乾燥重量を測定した。さらに、幹に



写真 1 樹木の伐採及びサンプル採取状況

左上：伐採状況

右上：分解作業

左下：根系掘取状況

右下：測定用サンプル

については年輪測定用の円盤状サンプルを採取し、年輪の測定を行った（写真 1 参照）。

これらのサンプルから伐採した樹木各部位の乾燥重量を算出し、各部の形状との関係について解析を行った。また、年輪測定データから樹幹解析を行った。

器官乾重比の平均は葉も含めた場合、幹：枝：葉：根＝42.8：25.9：10.9：20.4、葉を除いた場合には幹：枝：根＝50.2：27.5：22.4 となった。

なお根の掘取りが出来なかった樹木については、この器官乾重比を用いて根の乾重を推定して用いた。

1) 相対成長式の検討

次に、これらのサンプル樹木のデータを用いて、胸高直径、樹高と樹木の木質部乾燥重量との関係を調べた。これまでの国総研の研究や他機関の研究成果により、胸高直径、樹高と樹木の木質部乾燥重量との間には一般的に「 $y = ax^b$ 」示される相対成長式が成り立つことが知られている。

そこで、今回得られた調査結果より樹種別及び 3 樹種統合の樹高及び胸高直径から求めた相対成長式を表 3 に、樹高と木質部全乾燥重量の関係を図 1 に、胸高直径と木質部全乾燥重量との関係を図 2、図 3 に示す。なお表 3 中の上段 a 及び図 1、図 2 はサンプル樹木の伐採時の形状と木質部全乾燥重量から求めた関係を示し、表 3 下段の b 及び図 3 は樹幹解析による樹齢ごとの形状と材積から算出した木質部全乾燥重量との関係を示す。

表 3 樹高、胸高直径と木質部乾燥重量の相対成長式

対象樹種	樹高X (m)	R ²	胸高直径X (cm)	R ²
	相対成長式		相対成長式	
シラカシ a	$y = 0.1761X^{2.8256}$	0.475	$y = 0.246X^{2.3182}$	0.9082
	b $y = 0.0249X^{3.6533}$		$y = 0.6191X^{1.782}$	
コナラ a	$y = 0.0213X^{3.6056}$	0.7243	$y = 0.1632X^{2.5003}$	0.9529
	b $y = 0.021X^{3.4315}$		$y = 0.653X^{1.8154}$	
クロマツ a	$y = 5.2756X^{1.3497}$	0.862	$y = 0.3199X^{2.0786}$	0.8248
	b $y = 0.0544X^{3.3686}$		$y = 0.7598X^{1.5991}$	
全 3 種 a	$y = 0.9927X^{1.9407}$	0.4633	$y = 0.2741X^{2.2461}$	0.9064
	b $y = 0.0288X^{3.4578}$		$y = 0.6532X^{1.7602}$	

まず、樹高と木質部全乾燥重量との関係と、胸高直径と木質部全乾燥重量との関係を比較すると、胸高直径と木質部全乾燥重量との関係の方がどの場合にも決定係数は高く、胸高直径を用いる方が精度良く木質部の乾燥重量を推定することが可能であることが示された。

次に、サンプル樹木伐採時の形状と木質部全乾燥重量から導いた表 3 の a の式及び図 2 と、樹幹解析による樹齢毎の形状と木質部全乾燥重量との関係

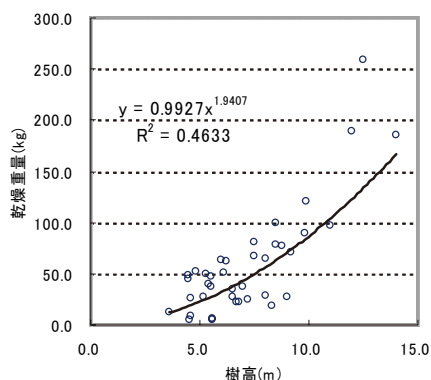


図1 樹高と木質部全乾燥重量の関係（全樹種）

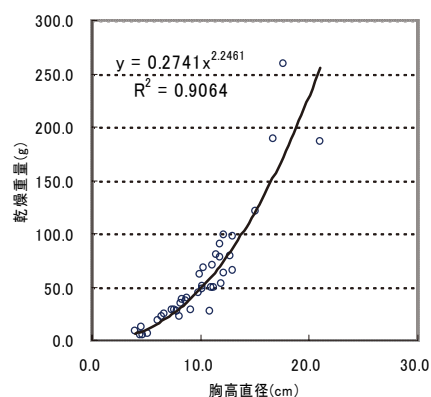


図2 胸高直径と木質部全乾燥重量の関係（全樹種）

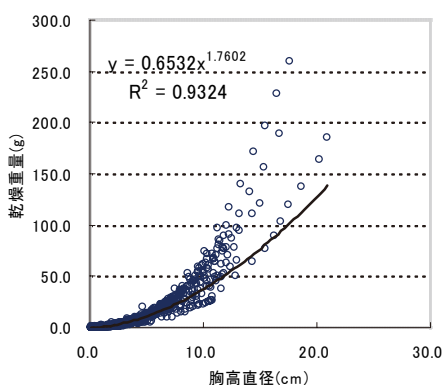


図3 胸高直径と木質部全乾燥重量の関係（全樹種）

から導いた表3のbの式及び図3を比較すると、コナラを除いては、僅かではあるが樹幹解析による樹齢毎の形状と木質部全乾燥重量との関係の方が決定係数が大きいことがわかる。しかし、樹幹解析による方法は、同じ樹木から得られた連続的データを、独立したデータとして用いているということにおいて課題を残しているため、今回のようにサンプル数が得られる場合には、サンプル樹木伐採時の形状

と木質部全乾燥重量から導いた近似式を用いる方が適していると思われる。

2) CO₂固定量の算定式の検討

次に、表3の胸高直径を基にした3樹種統合のa式を基に、樹木の木質部に蓄積されたCO₂固定量を求めることとする。植物体内のCは、そのほぼ全てが大気中のCO₂に由来し、また木質部のC含有量は、これまでの多くの分析結果から、樹種に関わらず乾燥重量比にして50%程度であることが知られている。そこでここでは、木質部乾燥重量の50%をC含有量とし、さらにC含有量に、CO₂とCの分子量比(44/12)を乗じることによりCO₂量に換算することとした。したがって、胸高直径Xとその樹木のCO₂固定量は以下の式に整理することができる。

$$Y = 0.5025X^{2.2461} \quad (1 \text{ 式})$$

Y: 累積CO₂固定量(kg) X: 胸高直径(cm)

また、樹高及び胸高直径と樹齢との関係を調べると、表4のような直線関係が得られた。今後データの積み重ねを必要とするが、2期間の調査による差によって成長量を図ることができない場合にも、今回対象とした程度の形状においては、この式を表3の式に組み込むことにより、樹齢から胸高直径、さらには木質部乾燥重量を推定することが可能となる。

表4 樹高、胸高直径と樹齢との関係

	樹高 y (m)		胸高直径 y (cm)	
樹種	相対成長式	R ²	相対成長式	R ²
シラカシ	$y = 0.3763X + 0.936$	0.7927	$y = 0.6426X - 1.3678$	0.7812
コナラ	$y = 0.4601X + 0.6912$	0.7713	$y = 0.6029X - 1.3215$	0.6313
クロマツ	$y = 0.5291X - 0.0931$	0.7397	$y = 1.0809X - 3.1675$	0.9323
3樹種統合	$y = 0.4424X + 0.5968$	0.7653	$y = 0.664X - 1.3885$	0.6827

X: 樹齢

3. 毎木調査

3社からなる高速道路会社（旧日本道路公団）では、各地の高速道路において、平成14年度から17年度にかけて、盛土のり面樹林部におけるCO₂固定量を把握するための現地調査を実施している。そこで本研究では、このときに調査を行った調査対象地のうち、図4に示す25箇所について、新たに毎木調査等を行い、その結果を過年度のデータと比較することにより、1～4年間の樹林の現存量の変化を求め、その間のCO₂固定量を把握することとした。

調査区の多くは「のり長×10m」の大きさで、過年度に行われた調査区の四隅には杭が設置されており、調査区内のそれぞれの樹木には前回の調査時に樹木番号が付けられており、比較調査が可能な状態となっている。

各調査区について毎木調査（樹種・樹高・胸高直径・枝張り・枝下高等）並びに林床植生調査（出現

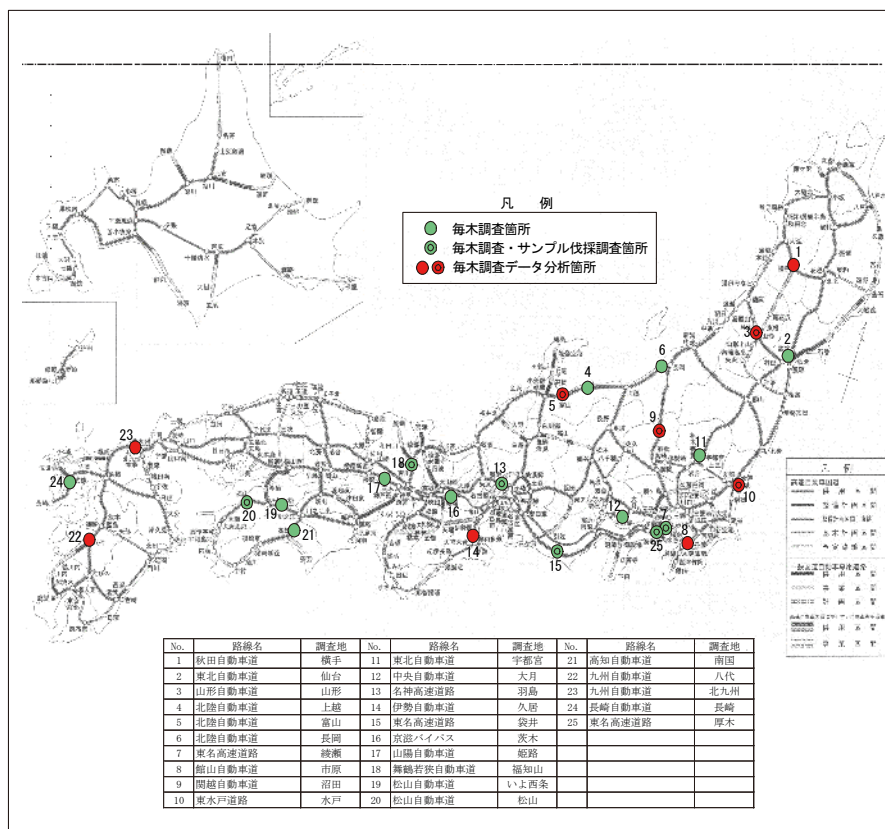


図4 調査位置図

種・被度・群度)を行なった。林床植生調査については、植物社会学的方法によった。また、植栽基盤状況を把握するため、盛土のり面の方位・傾斜角・日当り・形状・遮音壁の有無・周辺状況・検土杖による土質把握・土壌硬度・透水性・乾湿状況・pH・EC等による植栽基盤状況のチェックなどを行った。

1) 胸高直径年増加量

CO₂固定量の大小については、木質部乾燥重量の増加量に左右される。また先に示したとおり、木質部乾燥重量は胸高直径との相関が高いことより、ここでは胸高直径の年増加量に着目することとした。

なお、調査区内の樹木については前回と今回の間に胸高直径が増加した個体のグループを「成長分」、前回は確認されないか、胸高直径までの高さがなく、今回新たに確認された個体のグループを「侵入木分」、株数の減少や枯損により胸高直径が減少した個体のグループを「消失分」とし、調査区全体はそれら3グループの合計値とした。

高速道路会社による調査では、胸高直径は胸高幹周を測定し、その値を円周率(3.14)で除した値としている。また株立ち状の樹木の場合には、各々の幹周を合計した値に0.7を掛け、その値を円周率で割った値をその樹木の胸高直径としている。

そのため、株立ち本数が少ない場合には、単幹の場合の増加量とほぼ近似した値となるが、株数が多

くなるとその値は大きくなり、胸高直径の年増加量が10センチ近い値となる。そこで本研究では一旦各幹の胸高断面積を求め、その合計値から単幹とした場合の胸高直径を換算値として用いることとした。

なお、調査区の中には当初植栽時のデータがないもの、前回調査時の各幹のデータが一部しか示されておらず、合算値×0.7のみ表示されているため、胸高断面積での換算が出来ないため比較対象できないものなどが16箇所あり、以下の分析にあたっては残り9箇所のデータを使うこととする。

調査区ごとの当初あるいは現況の立木密度と1本当たりの平均年胸高直径増加量との間には、決定係数はそれほど高くないものの、

負の相関関係、つまり密度が低いほど1本当たりの年間生長量が大きいという関係が見られた(図5,6)。

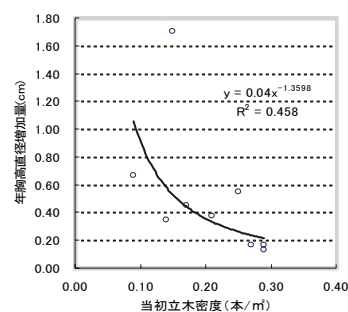


図5 当初立木密度と年胸高直径増加量 (成長分・調査区面積当り n=9)

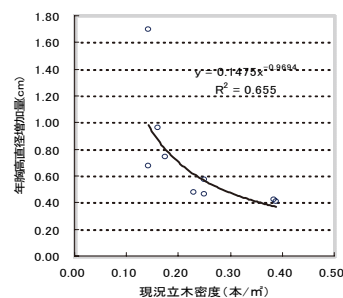


図6 現況立木密度と年胸高直径増加量 (成長分・調査区面積当り n=9)

なお、この9箇所の中には現況立木密度が同じでも植栽後の経過年数の違う箇所が含まれており、この経過年数の違いが年胸高直径増加量にも大きな影響を与えている可能性が考えられる。そこで、植栽後の年数が16～19年とほぼ同じ4調査区(横手、久居、山形、北九州)を抽出し、再度比較を行なうこととした。

この5調査区における年胸高増加量と現況立木密度との関係は、負の高い相関関係を示しており、同様の経過年数の林においては、年胸高直径増加量の違いは現況立木密度の違いに起因するものと考えられる(図7)。

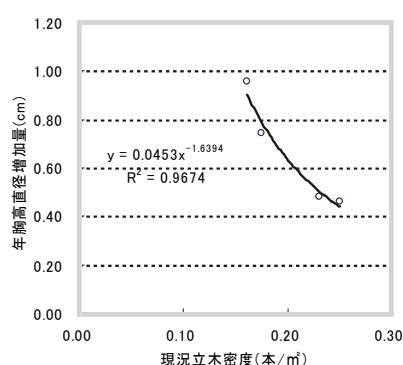


図7 現況立木密度と年胸高直径増加量
(成長分・16～19年経過調査区 n=4)

また、各樹種の胸高直径の年平均増加量は図8に示すとおりとなった。高木については、常緑広葉樹でスダジイ、シラカシ、ウバメガシ、アラカシ、クスノキなどの成長量が大きかった。落葉広葉樹ではサトザクラ、ギンドロ、コブシ、ハゼノキ、ヤマザクラなどが大きく、常緑広葉樹に較べて全体に増加量が多い傾向であった。

針葉樹についてはヒマラヤスギ、クロマツを除き、小さめの傾向であったが、常緑針葉樹については寒冷地での使用が多いため、気候の影響が大きいことも考えられる。

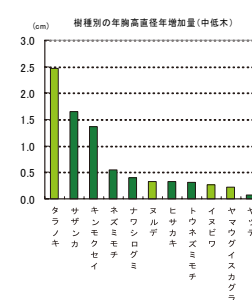
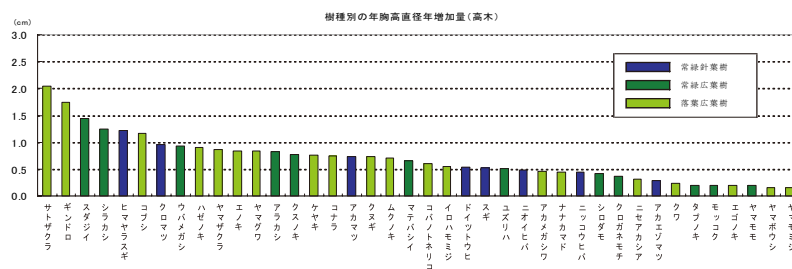


図8 樹種別の平均胸高直径増加量

2) CO₂固定量

まず、各調査区の現況におけるCO₂固定量を、毎木調査の結果より整理した(式1)を活用して求めた。さらに、これを調査区の面積で割ることにより1 m²当たりのCO₂固定量に換算し、その結果を植栽後の経過年数と比較することによりその関係を求めた(図9)。これによると決定係数は低いものの、経過年数の長い箇所ほどCO₂固定量は多くなり、ほぼ直線的に増加していくといった傾向が見られた。

このことより、条件の異なる調査地区の結果をそのまま比較することはできないが、今回調査を行った道路盛土のり面においては、直線の傾きより、10～30年くらいまでの間では経過年数に関係なく年間1 m²当たりの約2.27kgのCO₂を固定しているという状況が示唆された。

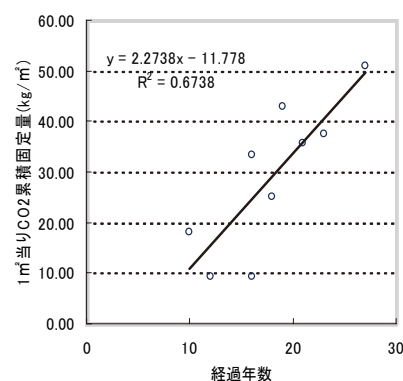


図9 経過年数と1 m²当り累積CO₂固定量
(比重未反映・調査区面積当り n=9)

次に9箇所の調査区について、2時期の毎木調査の結果を用いてその間のCO₂固定量の差を求めることにより、年間のCO₂固定量を求めるとともに、立木密度との比較を行うこととする。

そこで、同じく(1式)を用いて、過年度に高速道路会社によって実施された毎木調査データと今回の毎木調査データを用いて、それぞれの時点での

CO₂ 固定量を算出し、次に 1 m²ごとに換算したてから 2 時期の差を求め、さらにその差を前回調査と今回調査の間隔で割ることにより求めた(図 10, 11)。

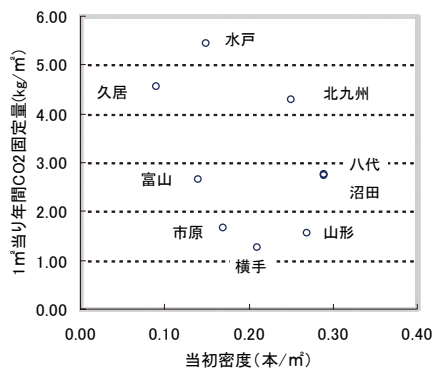


図 10 当初植栽密度と年間 CO₂ 固定量の関係

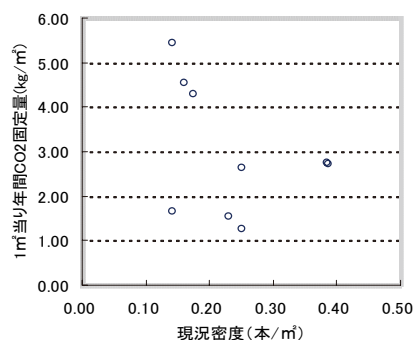


図 11 現況植栽密度と年間 CO₂ 固定量の関係

まず、分析を行った 9 の調査区では、1 m²当たりの年間 CO₂ 固定量は、先に示した約 2.27kg をはさんで最大が水戸の 5.43kg/m²、最低が横手の 1.26kg/m²といった結果を示した。また立木密度との関係では、どちらも相関はなかったが、現況密度との関係では、立木密度が高い方が年間 CO₂ 固定量は下がっている傾向が示された。これは、先に図 5, 6 に示した、現況立木密度が低い方が 1 本当たりの年間胸高直径増加量ということが、密度が高いことによる本数の増加による影響を上回って現れと思われる。

また、今回の結果には示していないが、年間 CO₂ 固定量が少ない横手、山形は平均胸高直径増加量の小さいドイツトウヒ、アカエゾマツ、ニッコウヒバ(図 9 参照)などが主体の樹林であり、逆に多い水戸や久居、北九州は平均胸高直径増加量の多いサトザクラや、シラカシ、ウバメガシなどが主体となっており、このような樹種構成の違いが大きく影響しているものと思われる。しかし、今回の調査では、他にも気象条件など、植物の生育条件に影響を与える

と思われる条件の違いが相互に影響し合っており、生育状況の違いが何によっているのかを明らかにするまでには至らなかった。

【成果の活用】

本研究は、既に樹林化が進められている箇所で、かつ過年度に高速道路会社が行った調査データを活用できる箇所に限定して行った。そのために、最後に示した調査地区間の比較などにおいては、当初植栽密度の違い、樹種構成の違い、気象条件の違いなど多くの要因の違い相互に受け、十分な比較検討が出来なかった。

そこで、当初より樹種構成や植栽密度、苗木の大きさ、気候条件など、植物の生長に与える影響の違いごとに把握できる実験区を、高速道路保有機構と 3 社の高速道路株式会社と共同して全国の高速道路盛土のり面に受験区を設けている。今後そこから得られるデータを有効に活用し、CO₂ の固定・吸収を効率的に進めることのできる樹林化工法としてとりまとめていくこととしている。

【参考文献】

- 1) 半田真理子・小澤徹三・飯塚康雄他. (1992) 道路緑化樹木の二酸化炭素固定に関する研究. 建設省土木研究所.
- 2) 日本道路公団試験研究所環境緑化センター緑化調査課. (2001) 緑地効果に関する研究 報告書. 日本道路公団試験研究所環境緑化センター.
- 3) 環境省 温室効果ガス排出量算定方法検討会. (2006) 温室効果ガス排出量算定に関する検討結果 第 5 部 森林等の吸収源分科会報告書. 環境省 温室効果ガス排出量算定方法検討会.
- 4) 松本光朗・鹿又英聡・野田巖. (2004) 森林資源量及び生産力の全国評価. 森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集 3 森林、海洋等における CO₂ 収支の評価の高度化. 森林総合研究所.
- 5) 藤原宣夫. (2005) 植栽樹木の二酸化炭素固定量からみた都市緑化施策の評価に関する研究. 千葉大学学位申請論文.
- 6) 大気浄化植樹マニュアル. (1995) 公害健康被害補償予防協会.
- 7) 小池孝良. (1993) 主要樹種の CO₂ 固定能の意義. 北方林業 Vol. 46 No. 5.
- 8) 日本道路公団東京建設局. (1999) 道路のり面樹林化手法検討報告書. 社団法人道路緑化保全協会.

1.2 自然共生・生物多様性の確保に関する研究

4) 外来種による生態系への影響とその回避手法に関する研究	
【行政部費】	23
5) 公園緑地における生態的環境評価手法に関する研究	
【都市公園事業調査費】	27
6) 動植物・生態系への事業影響予測と情報可視化手法の開発	
【河川総合開発事業調査費】	31
7) 動植物・生態系、自然との触れ合い分野の環境保全措置と事後調査手法に関する調査	
【地方整備局等依頼経費】	37
8) 外来種対策に対応した法面緑化工法の確立に関する調査	
【地方整備局等依頼経費】	39
9) 植生変化を考慮した効果的な植生管理手法に関する調査	
【地方整備局等依頼経費】	43
10) 特定外来生物の代替植生に関する調査	
【地方整備局等依頼経費】	47
11) 湧水池における希少生物の保全に関する調査	
【地方整備局等依頼経費】	53

外来種による生態系への影響とその回避手法に関する研究

Counter techniques for the adverse effects of invasive alien species on ecosystem

(研究期間 平成 17～19 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長	松江 正彦
Head	Masahiko MATSUE
研究官	細木 大輔
Researcher	Daisuke HOSOGI

We grasped of the circumstances of revegetation using alien species and investigated revegetation method using native species for conserving regional ecosystem. In this research, we conducted questionnaire survey concerning road slope revegetation and some experiments that are necessary for establishing revegetation method using native species.

〔研究目的及び経緯〕

平成 17 年の外来生物法の施行により、外来生物が日本の生態系等に与える被害の影響は、国民に広く認識されるようになった。植物に関しては特定外来生物としてこれまで 12 種が指定され、その中にはワイルドフラワープランツとして緑化に使用されてきたオオキンケイギクやオオハンゴンソウが含まれており、これらの緑化への利用が不可能となった。法面等の早期緑化で使用されている一部の外来種についても、在来の植物相に影響を与えていることが指摘されており、その他の緑化用外来種についても自然環境等への悪影響の可能性が懸念されている。しかし、外来種利用緑化に替わる地域生態系に配慮した在来種利用型の緑化方法の開発は遅れており、外来種を用いないで緑化を行うことは現在のところ経済性等の点から困難である。また、緑化用外来種の自然環境等への影響に関しても未解明な点が多く、このような点から早期緑化に使用される外来種は特定外来生物の指定から外されている経緯がある。

以上のことから、国土交通省として外来種問題に対応して、国土の美しく良好な環境の保全と創造を図るためには、緑化における外来種利用の状況の把握と、地域生態系に配慮した在来種利用型の緑化方法の開発、および外来緑化植物が繁茂している法面の植生遷移促進手法の確立は急務であると言え、本研究ではこれらの課題について取り組むこととした。

〔研究内容〕

本年度は、以下の 3 項目について取り組んでいる。

(1) 緑化材料としての森林表土の保存実験

表土利用工法のための埋土種子の生存に配慮した表土の保存方法について、実際に表土を保存して保存後

の土壌シードバンク組成を調べることで把握することにした。表土は麻袋に入れて赤土の盛土中に保存し、表土中の土壌シードバンク組成は実生出現法で調べることにした。表土の保存期間は 6 ヶ月、1 年、2 年、3 年以上に設定した。

(2) 植生基材の耐侵食性実験

植生基材吹付工で表土や在来種の種子を使用するために必要な植生基材の耐侵食性について、野外で植生基材吹付工を施工して侵食量を測定することで把握することにした。植生基材のみを吹き付けた実験区（植生基材区）と、植生基材に表土を混入した実験区（表土利用区）、および緑化用種子を含む通常の植生基材吹付工の実験区（種子利用区）を設置した。吹付は平成 17 年 3 月に、傾き 63°（5 分勾配）と 45°（1 割勾配）に設置した木箱に厚さ 10cm で行った。測定項目は、基材の硬度、植被率、侵食量である。侵食量は、木箱内に立てた棒の露出部分を連続計測して厚みを把握し、施工 1 年後に一部の実験区に対して 100mm/h の人工降雨を 1 時間降らせて、水と共に流れ落ちた基材を回収して乾燥重量を量ることで把握した。

(3) 外来緑化用植物の植生管理技術の確立

外来緑化用植物のクロバナエンジュが繁茂する法面の植生遷移を促す植生管理手法を確立することを目的に、クロバナエンジュの効率的な除去方法について検討することにした。

〔研究成果〕

(1) 緑化材料としての森林表土の保存実験

緑化材料としての森林表土の保存に関して国総研構内で実験中であり、現在のところ、未保存の表土中に対する実生出現法による土壌シードバンク組成の測定を終了した。6 ヶ月保存した表土と 1 年間保存した表

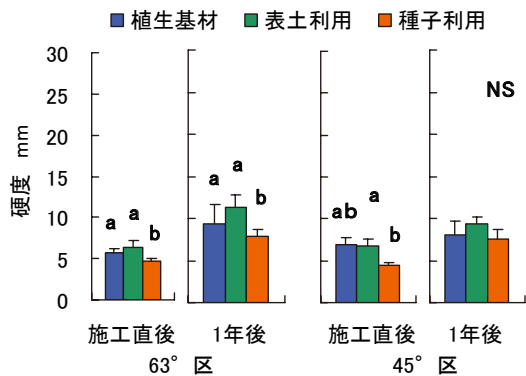


図-1 吹き付けた基材の硬度

棒グラフ上の異なる英文字は、多重比較の結果、有意差があったことを示し、NS は有意差が無かったことを示す (Scheffé の方法、 $\alpha = 0.05$)。

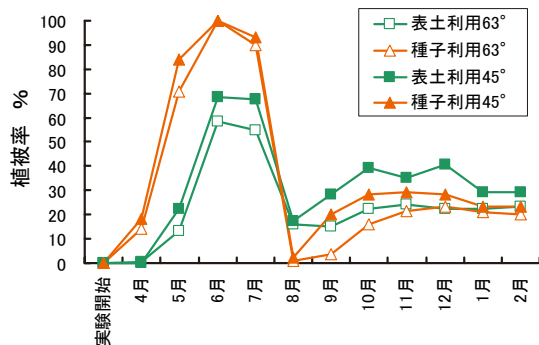


図-2 植被率の変化

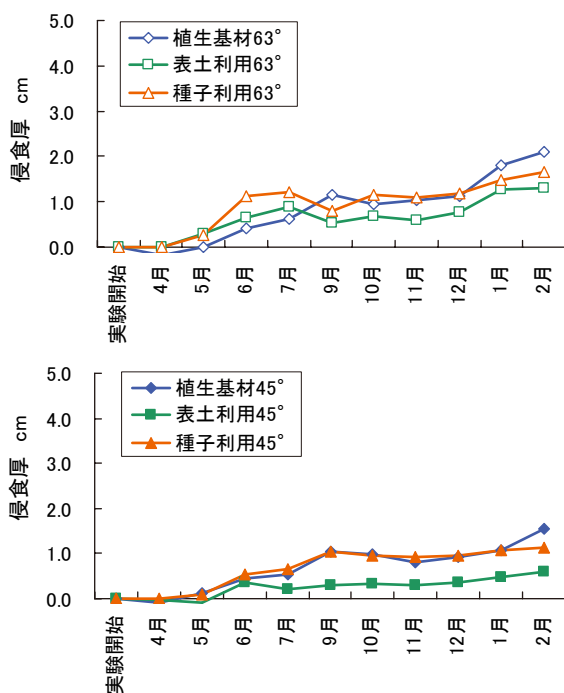


図-3 侵食厚の変化



写真-1 人工降雨実験の状況

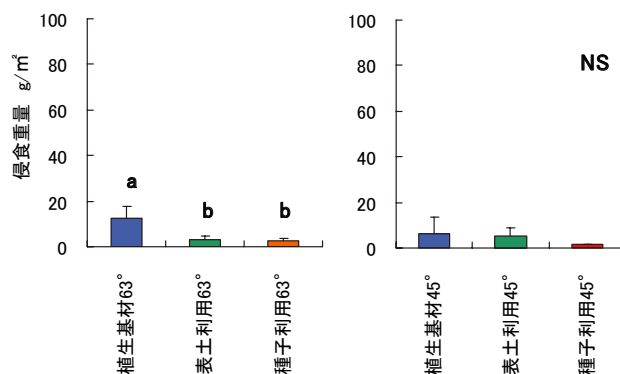


図-4 人工降雨実験後の侵食した基材の乾燥重量

棒グラフ上の異なる英文字は、多重比較の結果、有意差があったことを示し、NS は有意差が無かったことを示す (Scheffé の方法、 $\alpha = 0.05$)。

土中に関しては測定中である。今後は測定を継続すると共に、2 年間保存した表土を掘り出して測定を開始する予定である。未保存表土と保存後の表土の土壌シードバンク組成と比較することで、緑化材料としての表土の保存の影響について把握する予定である。

(2) 植生基材の耐侵食性実験

施工後 1 年後に人工降雨実験に供する実験区では、条件の違う実験区ごとの施工 1 年後の硬度は 7.5～11.3mm (山中式土壌硬度計で測定) であった (図-1)。材料毎の比較において、63° 区では表土利用が種子利用よりも有意に高く、45° 区では有意差は認められなかった (Scheffé の方法、 $\alpha = 0.05$)。また、いずれの実験区でも施工直後より値が増加する傾向が見られた。

植被率は、除草により 0% を維持した植生基材区以外では 6 月に最高値を記録し、63° 区、45° 区ともに表土利用区は約 60%、種子利用区は 100% であったが、いずれの実験区も 8 月に急激に減少して、表土利用区では 15% 程度に、種子利用区では 0% にまで減少した。

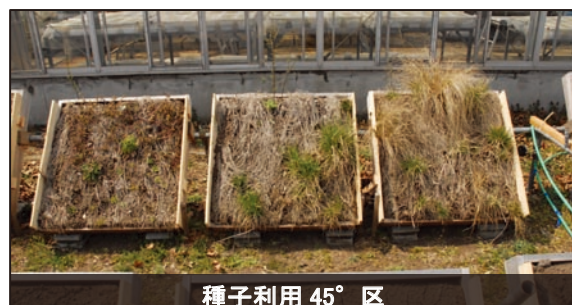
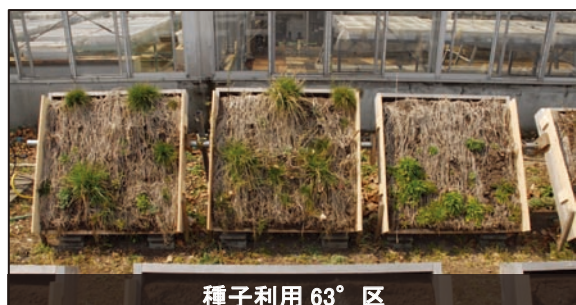
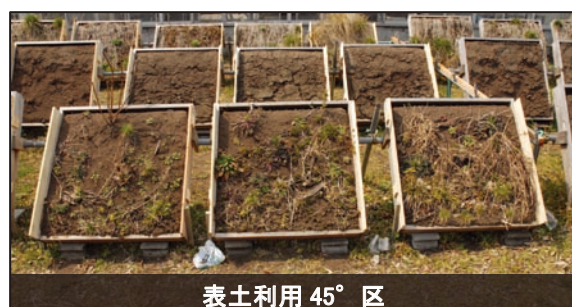
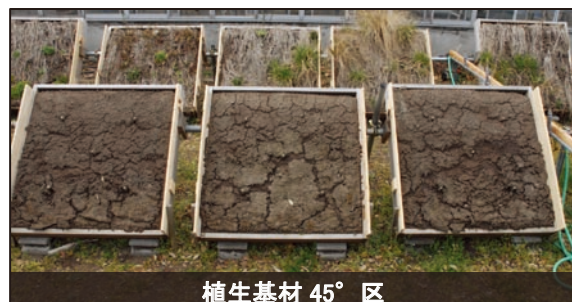
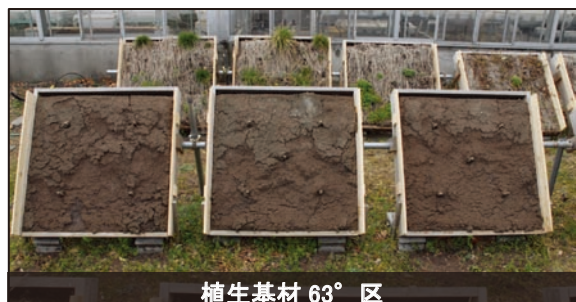


写真-2 施工 1 年後の植生基材の耐侵食性実験区（人工降雨実験前）

（図-2）。これは木箱の裏側が接地しておらず、下側からの水分の供給が無なくて著しく乾燥したためである。その後、表土利用区と種子利用区のいずれも 10～11 月まで値は上昇して、以後、表土利用 45° 区が 30% 程度で、他は 20% 程度であった。

侵食厚は、施工後から徐々に増加して、施工 1 年後の時点では、植生基材 63° 区が $2.1 \pm 0.5\text{cm}$ 、表土利用 63° 区が $1.3 \pm 0.1\text{cm}$ 、種子利用 63° 区が $1.7 \pm 0.5\text{cm}$ であり、植生基材 45° 区が $1.5 \pm 0.1\text{cm}$ 、表土利用 45° 区が $0.6 \pm 0.2\text{cm}$ 、種子利用 45° 区が $1.1 \pm 0.4\text{cm}$ であった

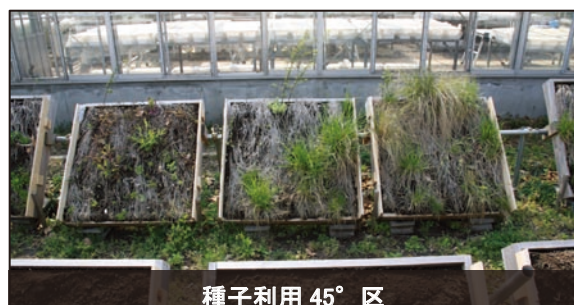
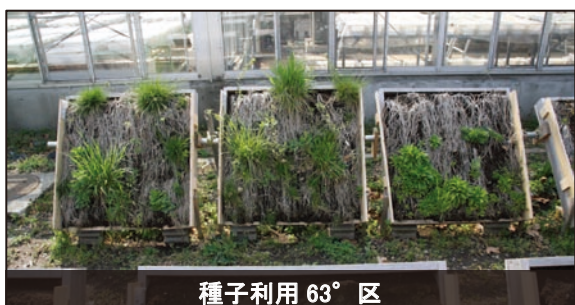
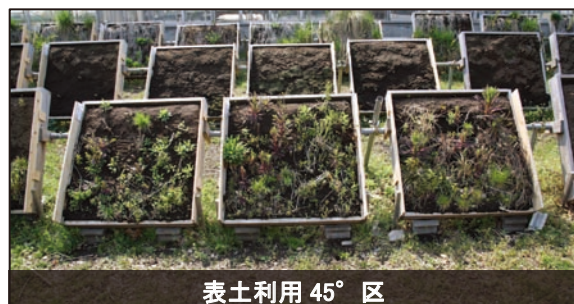
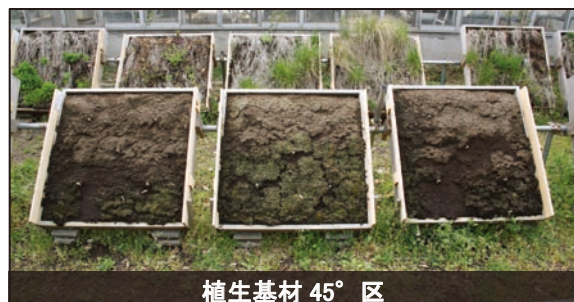
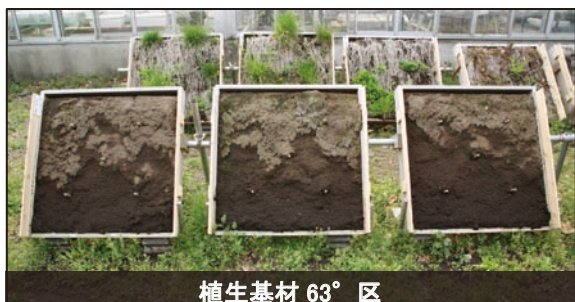
（図-3、写真-1）。同じ材料では、63° 区の方が 45° 区よりも侵食厚が有意に多かった（Mann-Whitney の U 検定、 $\alpha = 0.05$ ）。同じ勾配における材料間の比較では、63° 区においては植生基材 63° 区と表土利用 63° 区の間には有意差が認められ、植生基材 63° 区の方が侵食厚は有意に多かった（Scheffé の方法、 $\alpha = 0.05$ ）。45° 区においてはすべての実験区間で有意差が認められ、植生基材 45° 区、種子利用 45° 区、表土利用 45° 区

の順で侵食厚が有意に多かった（Scheffé の方法、 $\alpha = 0.05$ ）。

施工 1 年後に 100mm/h の人工降雨を降らせた実験（写真-2）では、基材の侵食重量は $1.4 \sim 12.7\text{g/m}^2$ 程度であった（図-4）。材料の違いごとでは植生基材 63° 区が他の 63° の実験区よりも有意に多く、45° の実験区間では有意な差は認められなかった（Scheffé の方法、 $\alpha = 0.05$ ）が、各実験区の数値は非常に小さく、いずれの区画でも目立った侵食は見られなかった（写真-3）。

（3） 外来緑化用植物の植生管理技術の確立

クロバナエンジュが優占する栃木県の道路法面において、平成 19 年 3 月に除去作業を行った（写真-4）。方法は、刈り取りのみ、刈り取って伐り口にグリホサート系枯殺剤を塗布する方法である。今後は、夏期にも同様の作業を施す試験区を設ける予定である。作業の効果については、植物群落調査とクロバナエンジュの伐り株からの萌芽の調査を行って検証する予定であ



写真－3 施工 1 年後に人工降雨実験を行った後の植生基材の耐侵食性実験区



写真－4 クロバナエンジュが優占する道路法面（左：クロバナエンジュ除去作業前、右：除去作業後）

る。

〔成果の発表〕

- 1) 細木大輔・柏木亨・松江正彦（2007）植生基材吹付工施工後 3 ヶ月間の植生基材の耐侵食性，日本緑化学会誌，33（1），9-14
- 2) 細木大輔・中村勝衛・亀山 章（2008）ネット利用

型の自然侵入促進工法による切土法面の緑化，日本緑化学会誌，33（3），印刷中。

〔成果の活用〕

今後も業務を継続して成果を得た上で、外来種の影響を回避するための緑化方法に関する参考資料を提示する予定である。

公園緑地における生態的環境評価手法に関する研究

Study on Habitat Evaluation of Parks and Open space for Wildlife

(研究期間 平成 16～19 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
主任研究官 飯塚 康雄
Senior Researcher Yasuo IIZUKA
研究官 佐伯 緑
Researcher Midori Saeki

We surveyed mammalian wildlife in parks and open spaces in Mito Area within a framework of ecological network planning. This year, we surveyed species compositions using camera-traps and two raccoon dogs were radio-tracked to detect habitat use within and around a Prefectural forest park. We found that the raccoon dogs were used green belts and bush to move and rest.

〔研究目的及び経緯〕

近年、生物の生息地の減少、生息環境の悪化、生息地の分断化・孤立化等により生物多様性の低下が問題となるなかで、生物の生息・生育空間の保全・創出を目的としたエコロジカルネットワークの創出が重要な課題となっている。このような状況において、公園緑地は、身近にある生物の生息地であり、都市の緑を恒久的に担保する貴重な空間である。特に大規模な公園緑地はエコロジカルネットワークにおける生息地としてのコアエリアに位置づけられる。そのため、公園緑地において、野生生物が共存できる環境を備えることも重要な要素となっている。そこで、本研究では、エコロジカルネットワークにおいて重要な役割を果たすと考えられる公園緑地について、野生中・小型哺乳類の利用実態とその地点及び周辺の環境を調査し、野生動物の環境選好性等を把握するとともに、公園利用者との関係を把握した上で、野生動物と共存できる公園緑地の整備手法をとりまとめることを目的とした。

〔研究内容〕

初年度である平成 16 年度は、公園緑地における生態的

環境機能を整理し対象公園の抽出及び分類を行い(図 1)、カメラトラップにより公園ごとに野生哺乳類の生息種を確認した。平成 17 年度は、食肉目を対象に捕獲を行い、捕獲されたホンダヌキをテレメトリ追跡し、公園緑地の利用と生息地環境との関係を調査した。18 年度は前年度に引き続き、公園緑地における野生動物の生息調査とタヌキの行動調査及び行動圏内の環境調査を行った。

〔研究成果〕

1. 野生動物の生息調査

生息痕跡の確認を現地踏査により 2006 年 10 月 3 日～11 月 2 日に行った。調査対象の 12 公園緑地内外を踏査し、哺乳類の生体、死体の目撃や、フン、足跡、食痕、掘り跡などの痕跡の発見により、生息の確認に努めた。また、自動撮影カメラ(麻里府商事社製 Fieldnote II)を、平成 16、17 年度業務において各公園緑地で野生動物の生息が確認されている地点や、本年度現地調査時の獣道の状況を参考に秋期に計 37 台、冬期に計 34 台設置し、生息種の写真撮影に努めた。特に県民の森(秋期)では、平成 17 年度に実施されたタヌキの行動追跡により、公園の東側部分で比較的多くの個体が捕獲されているため、この地域に重点的に自動撮影カメラを設置した。また水戸市の

表1 野生動物の生息調査の対象公園緑地における確認実績

公園緑地	キツネ	タヌキ	テン	イタチ	ハクビシン	リス	イノシシ	ムササビ	ノウサギ	ネズミ類	イヌ	ネコ	コウモリ類	アズマモグラ
水戸市森林公園	◎(写)	◎(写)	◎(写)	◎(写)	◎(写)	☆(食)	◎(掘)		◎(目)	☆(写)	◎(写)	☆(写)	※(目)	※(坑)
県民の森		◎(写)		☆(写)		◎(食)		○	○	☆(写)	◎(写)	☆(写)		
ひたち海浜公園	○	○		◎(糞)	○	◎(食)			◎(糞)					※(坑)
信楽園		○		○	○						○			※(坑)
笠間芸術の森公園		◎(糞)	○	☆(足)	○	◎(食)			◎(糞)	○	○	○		※(坑)
北山公園		◎(写)	○	○	◎(生)	☆(食)	☆(足)		○	☆(写)		◎(生)		※(坑)
釜上自然環境保全地域		○		○	○				○					※(坑)
多良崎緑地自然環境保全地域		◎(糞)				☆(食)			○	○				※(坑)
水戸市の風致地区	☆(写)	◎(写)		○	◎(写)				○	○	◎(写)	◎(写)		※(坑)
ひたちなか市の風致地区(西側)		○		○	○				○			○		※(坑)
ひたちなか市の風致地区(南側)		◎(足)		◎(糞)	○							○		
ひたちなか市の風致地区(北側)		○		○	○				○			○		※(坑)

○：平成 16 年度調査により生息が確認されたが、平成 18 年度調査では確認されなかった種。

◎：平成 16 年度調査、平成 18 年度調査ともに生息が確認された種。

☆：平成 16 年度調査では生息が確認されなかったが、平成 18 年度調査により新たに生息情報が加わった種。

※：平成 18 年度のみ対象種・種群。

()内は平成 18 年度調査における主要な確認根拠。〔生：生体捕獲、目：目視、食：食痕、掘：掘り跡、糞：フン、足：足跡、爪：爪跡、坑：坑道、写：自動写真撮影〕

風致地区（冬期）では、平成16年度にタヌキの生息情報が得られている北西側部分に重点的に設置した。12公園緑地内外の獣道等に自動撮影カメラを設置し、野生哺乳類の生息状況を確認した。

現地踏査、自動写真撮影の結果から、目視ではコウモリ類、痕跡ではイタチ、リス、イノシシ、アズマモグラが確認され、自動撮影ではキツネ、イタチ、リス、ネズミ類が確認された（表1）。

2. 野生動物の行動調査

本研究では、エコロジカルネットワークの保全、創出において重要な役割を果たすと考えられる周辺環境との連続性に着目し、平成16年度業務において周辺環境との連続性が明らかとなっている4公園緑地（水戸市森林公園、県民の森、笠間芸術の森公園、北山公園）を調査地として選定した。上記の4公園緑地においてキツネ、テン、リス等を対象とし、2006年9月25日～10月13日に箱ワナ、ソフトキャッチを用いて野生哺乳類の生体捕獲を実施した。その結果、タヌキ2個体を捕獲し、それぞれにATS社製発信機を装着した（表2）。装着した発信機は首輪型であり、電池寿命は約4年、重量は約70gである。なお、この発信機はアクティブセンサーと呼ばれる機能を有しており、発信機に内蔵された加速度センサーが標識個体の体の動きを感知し、発信音が2倍速に変化する仕組みになっている。標識個体の行動追跡は、秋期（メス：2006年10月29日～11月2日、オス2006年11

月6日～11月9日）、冬期（メス2007年1月23日～1月27日、オス2007年1月29日～2月2日）の2期実施し、各季節1個体あたり秋期は24時間と12時間の連続追跡を1回ずつ行い、冬期は4日間の連続追跡を行った。追跡は1時間インターバルで行った。

位置推定の成功率（位置推定成功数／位置推定回数）は、メス個体では秋期74%（29／39）、冬期89%（86／97）、オス個体では秋期69%（27／39）、冬期65%（63／97）であった。メス個体では秋期メス個体は水戸市森林公園の敷地境界で放獣された後、秋、冬期間とも同公園の辺縁部で主に行動しており（図2、図3、図4）、秋期の追跡中には夜間に公園敷地内の利用も見られた（図3）。一方オス個体は、メス個体と同地点で放獣されて以降同公園から北東方向へ離れ（図2）、秋期の追跡中には水戸市北部（飯富町）の緑地帯内（針葉樹人工林、畑地雑草群落）で主に行動していた（図5）。また、冬期の追跡中にはこの緑地帯から北方向に位置する藤井町の尾根との間で行動しており（図6）、秋、冬期間とも水戸市森林公園敷地内の利用は見られなかった。調査を行った10月から2月は当歳獣にとっては分散期にあたる。今回調査を行った個体が当歳獣であることを考慮すると、分散過程にあったことが推測される。そのため、オス個体は森林公園敷地境界の捕獲地点から遠く離れた緑地帯内で活動していたものと考えられる。

[今後の課題]

今後は、野生哺乳類の環境要求性と公園緑地の環境特性との関連性を分析し、生息地評価モデルを構築する。また、公園利用者と野生動物が共存し、公園利用者が野生動物とふれあえる公園緑地整備管理手法を検討する予定である。

表2 標識個体の特性

捕獲日	性	体重 (kg)	全長 (mm)	推定年齢区分*	装着発信機の周波数 (MHz)
2006/9/27	♀	3.1	655	当歳	148.024
2006/9/29	♂	3.9	701	当歳	148.242

*) 歯の磨滅状態の観察により推定

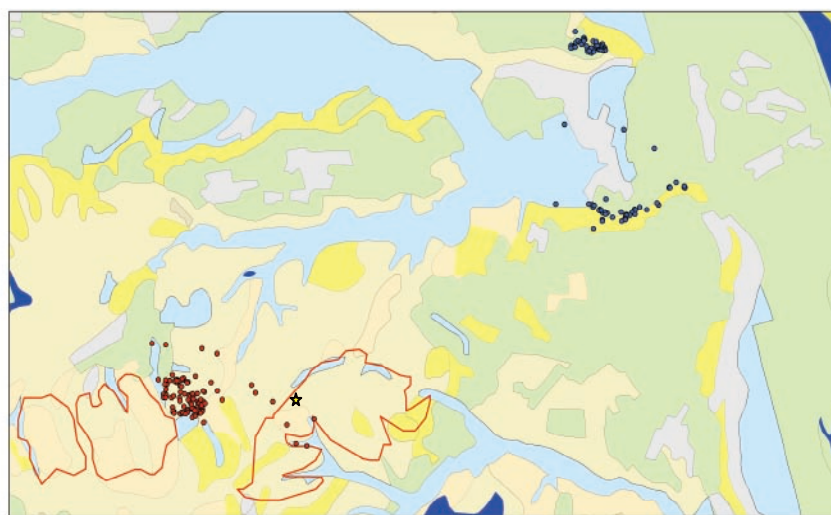


図2 標識個体の推定位置(秋、冬期)の分布



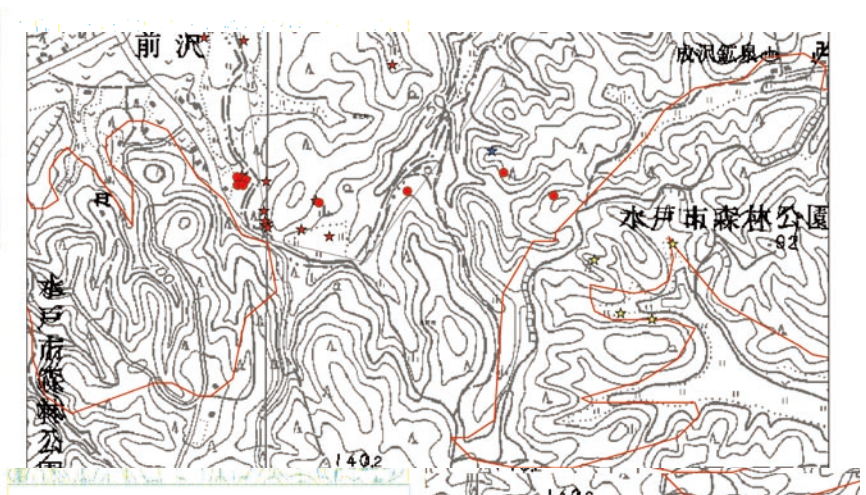
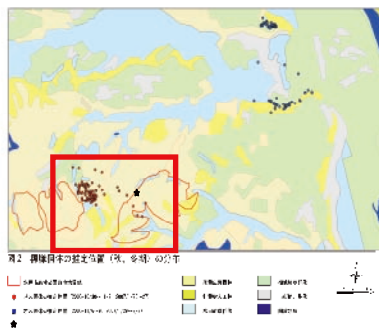


図3 標識個体（メス）の推定位置の分布（2006/10/30～11/2）

- 水戸市森林公園敷地境界線
 ★ 夜間の推定位置（10/30～31）
 ★ 夜間の推定位置（10/31～11/1）
 ★ 夜間の推定位置（11/1～2）
- 日中の推定位置（10/31）

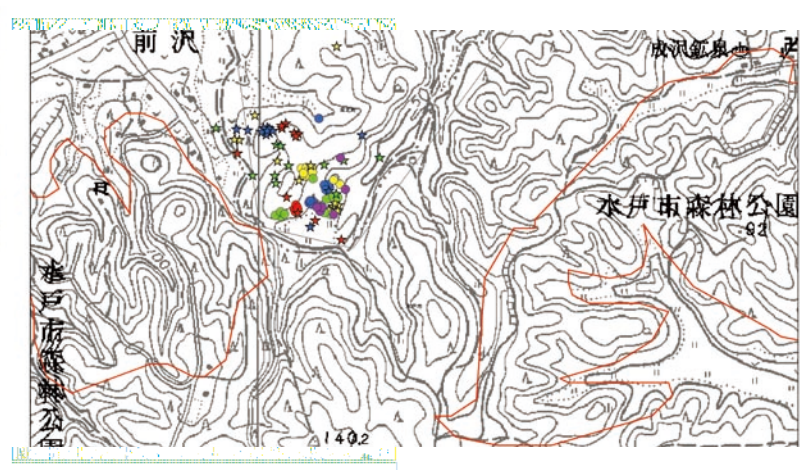
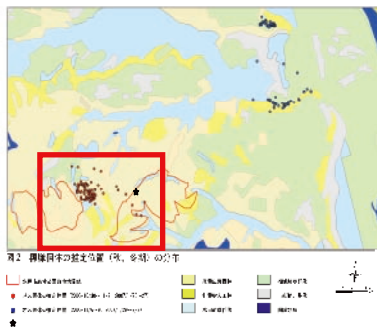


図4 標識個体（メス）の推定位置の分布（2007/1/23～27）

- 水戸市森林公園敷地境界線
 ★ 夜間の推定位置（1/23～24）
 ★ 夜間の推定位置（1/25～26）
 ★ 夜間の推定位置（1/26～27）
- 日中の推定位置（1/23）
 ● 日中の推定位置（1/24）
 ★ 夜間の推定位置（1/25～26）
 ● 日中の推定位置（1/27）
- ★ 夜間の推定位置（1/24～25）
 ● 日中の推定位置（1/26）

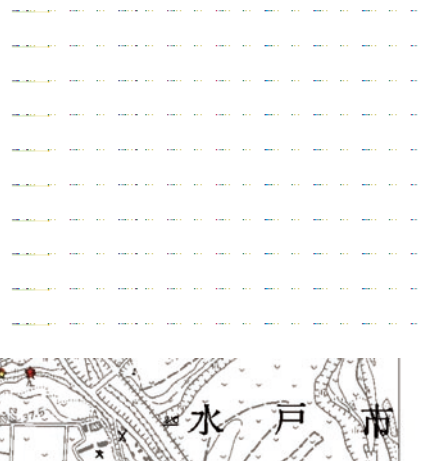
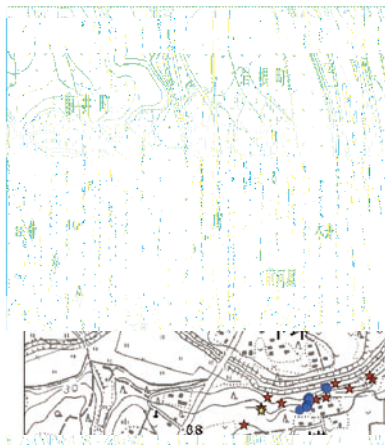
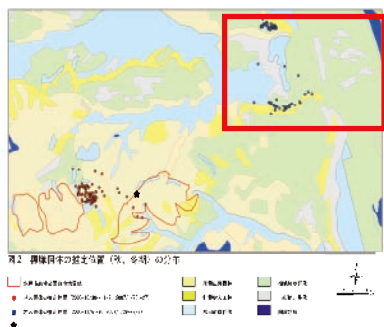


図5 標識個体（オス）の推定位置の分布（2007/11/6～9）

- 日中の推定位置（11/6）
- 日中の推定位置（11/7）
- ★ 夜間の推定位置（11/6～7）
- ★ 夜間の推定位置（11/8～9）

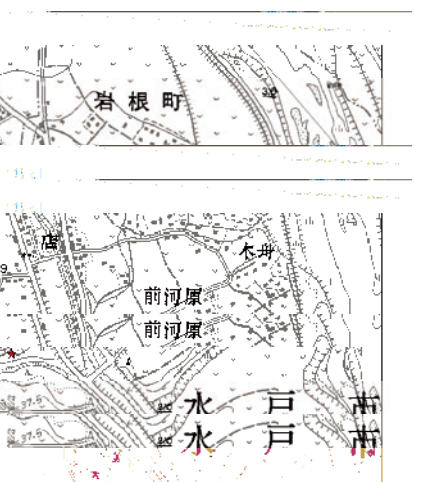
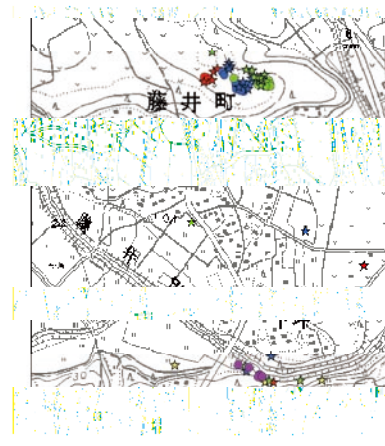
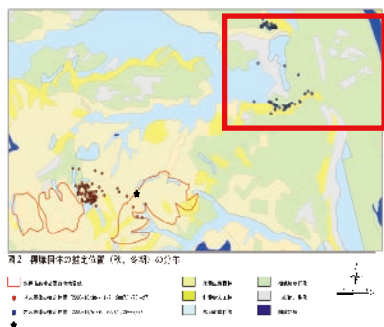


図6 標識個体（オス）の推定位置の分布（2007/1/29～2/2）

- 日中の推定位置（1/29）
- ★ 夜間の推定位置（1/29～30）
- 日中の推定位置（1/30）
- ★ 夜間の推定位置（1/30～31）
- 日中の推定位置（1/31）
- ★ 夜間の推定位置（1/31～2/1）
- 日中の推定位置（2/1）
- ★ 夜間の推定位置（2/1～2）
- 日中の推定位置（2/2）

動植物・生態系への事業影響予測と情報可視化手法の開発

Research on Predicting Ecological Impacts and Developing a Method of their Visualization

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

(研究期間 平成 17～19 年度)
室 長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
研究官 佐伯 緑
Researcher Midori SAEKI

In order to assess ecological impacts quantitatively and construct consensus smoothly with stakeholders, we have investigated an impact prediction method based on habitat evaluation and its visualization. We developed habitat evaluation models for raccoon dogs and the Japanese martens, using radio-tracking data and habitat maps.

〔研究目的および経緯〕

現在、ダム事業等の実施において、動植物・生態系への事業影響を定量的に評価する手法が十分に確立しているとは言えず、影響予測に必要な基盤の生態情報も不足している。特に哺乳類は、典型性種・上位性種についての生態データの蓄積が不十分であり、事業影響評価などでも注目されてこなかった。さらに、事業の実施と環境への影響の予測結果および対策などの情報が、分かりやすい形で提供されていない。一方、GIS（地理情報システム）技術を中心とした情報処理技術の発達とコンピュータの処理能力の増大、そして地形、植生など環境に関する各種デジタルデータの整備により、事業影響を定量的に予測し、その結果を住民に分かりやすい形で提供するシステムの開発は、十分に可能な状況となってきた。本研究では、このような背景のもと、動植物・生態系分野のうち哺乳類を対象とした、定量的な事業影響予測技術、および住民との合意形成を円滑に進めるための情報可視化技術の開発のための検討を行う。

〔研究内容〕

18年度は、調査対象となる湯西川ダム（建設中）の湛水予定区域周辺を踏査し、より詳細な調査を実施するモニタリング・サイトを選定し、モニタリング・サイトおよび湯西川湛水予定区域周辺（図1）において、生息基盤地図を作成した。また、生息地環境調査として、痕跡調査、糞分析調査、自動撮影調査、テレメトリ調査を実施した。そして、生息基盤地図および生息地環境調査から把握した定量的データを用いて、タヌキおよびテンの主要な生息要因を抽出し、その関係を整理し、ハビタット評価モデルを検討した。

〔研究成果〕

1. 生息基盤地図の作成

生息基盤地図の作成にあたっては、まず空中写真を活用し、カバータイプの抽出を行った。ただし、水際周辺部等は、現地踏査を行い、補正・補完を行った。カバータイプの分類は、哺乳類が移動やねぐらとして利用することを踏まえ、地表部の違い等から、落葉広葉樹林、針葉樹林や水辺林などの13タイプに分類した。一方、地形タイプの分類は、10mメッシュの標高データから地形の様々な特徴を表現する6つの指標（標高・標高標準偏差・傾斜角・傾斜角標準偏差・凹凸度・斜面方位多様度）を作成し、それらを変数としたクラスター分析により地形を分類した。生息基盤地図は、これら13カバータイプと、4地形タイプを重ねあわせて作成した。生息基盤地図の範囲は、湯西川ダム湛水予定区域から500mに設定した。図2に、作成した生息基盤地図の一部を示す。

2. 生息地環境調査

生息地環境調査は、痕跡調査、糞分析調査、自動撮影調査、テレメトリ調査を実施し、生息地環境調査は、タヌキ、キツネ、テン、イタチなど中型の哺乳類を主な対象として設定した。痕跡調査は、生活痕から得られる情報を収集し、生態的特徴および行動の把握、調査対象箇所の事前踏査を目的として行った。自動撮影調査は、赤外線センサー式デジタルカメラを設置し、モニタリング・サイト内の利用状況や利用頻度を把握することを目的として実施した。テレメトリ調査は、特定の個体の行動を追跡することによって、湛水予定区域が対象種の行動のなかで、どのような位置づけにあるのかを把握すること、また、主要な生息地（ねぐらや行動ルート）にど

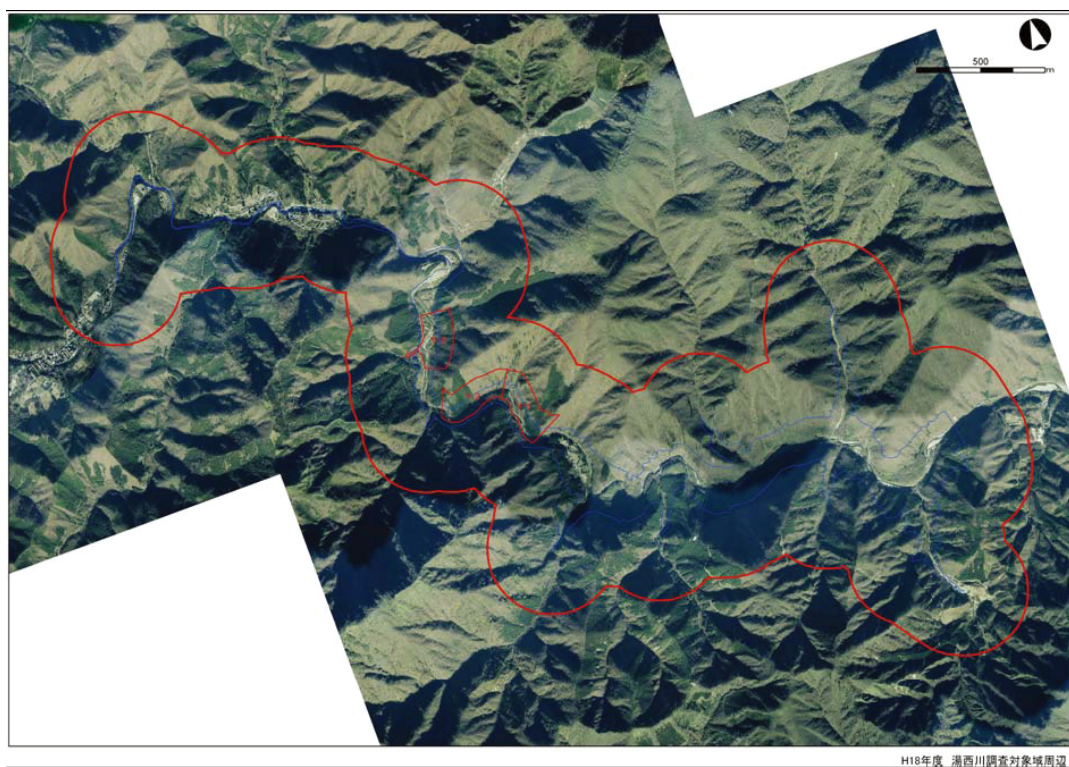


図1 湯西川調査対象域（実線は湛水域より500m）のオルソ画像

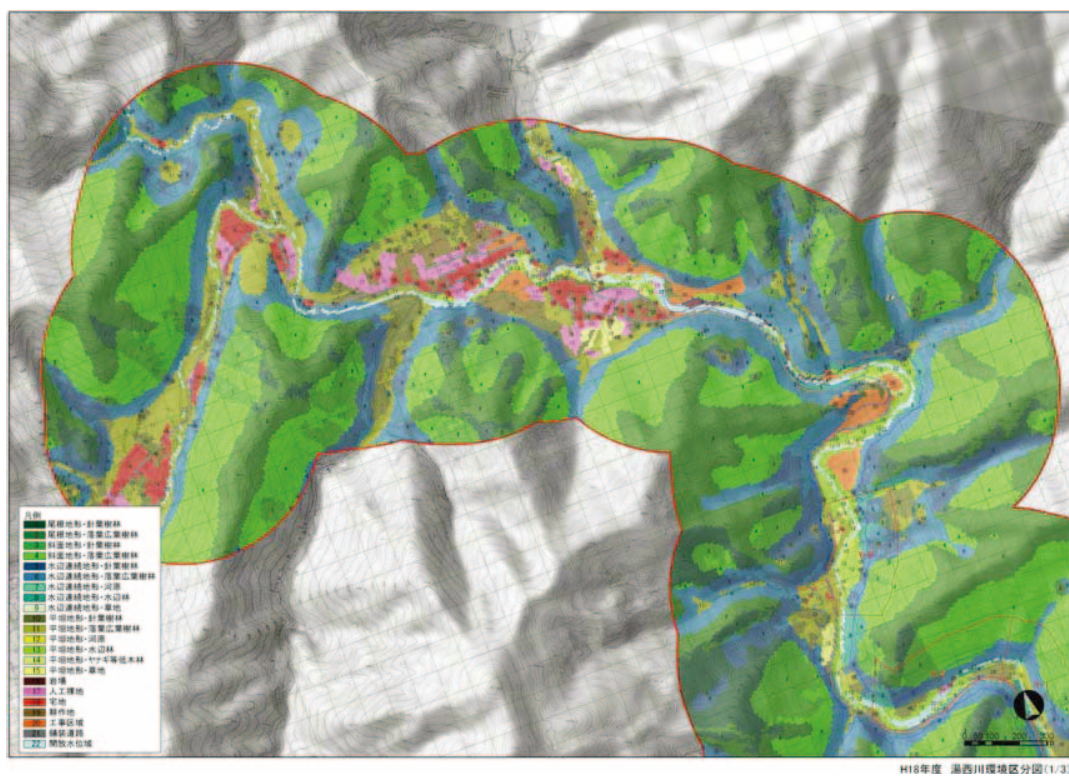


図2 生息基盤地図（上流部分）

のような特徴があるのかを把握することを目的として実施した。糞分析調査は、痕跡調査を実施する箇所を確認された糞を採取し、室内にて分析を行い、生息する個体群にとっての食物資源と採食環境を推定することを目的として行った。なお、痕跡調査や自動撮影調査など、より調査密度の高い調査サイトを湯西川ダム湛水予定区域から約100m～200m程度を目安に、2箇所設定した。痕跡調査では、既設ダムとの比較のため、近隣の五十里ダム・川治ダムを踏査し、踏査結果から、川治ダムに調査箇所を1箇所設定した。

痕跡調査の結果から、湯西川調査地において自然河川の状態に近い地域では、水際をイタチ又はテン、タヌキが利用している形跡が見られたが、ダム湖で典型的に見られる急傾斜な水辺環境をもつ川治ダムの調査結果からは、これら小・中型食肉目の痕跡は見られなかった。

自動撮影調査の結果から、タヌキとテンは水辺を広く移動し利用していること、タヌキは斜面中腹から水辺にアクセスする移動路があることが伺えた。タヌキおよびテン各1頭についてテレメトリ連続追跡を行い、移動軌跡をGIS上で整理し、ハビタット評価モデルの構築に用いた。

3. ハビタット評価モデルの構築

生息基盤地図および生息地環境調査から把握した定量的データを用いて、タヌキおよびテンの主要な生息要因を抽出し、その関係を整理した。さらに、その分析結果を踏まえてハビタット評価モデルを検討した。テレメトリ調査で把握した行動軌跡をもとに、各観測点の特徴として滞在時間、移動距離および移動速度を算出し、その結果から各観測点の行動型（滞在型：「ねぐらや餌場等、比較的狭い範囲に長時間滞在する行動タイプ」又は移動型：「短時間に比較的延長距離の長い移動を行っている行動タイプ」）を推定した。これは、10mメッシュにおいて各観測地点での滞在時間から滞在時間密度分布を生成し、滞在時間の傾向を面的に把握し、一定時間以上の滞在時間が見られるエリアを滞在型行動圏とすることで概ね正確な滞在型行動圏を推定できると考えられ、各観測点の行動型の分類を、滞在時間密度分布に基づく滞在型行動圏により分類する方法である。滞在時間密度の高いエリアに含まれる観測点は滞在型行動に分類し、それ以外は移動型行動に分類した。算出した観測点別滞在時間をもとに、GISを用いてカーネル密度法により滞在時間密度分布図および移動型行動密度分布

図を作成した。なお、カーネル密度の計算範囲は、各観測点の最短経路距離の平均から100mとした。また、密度分布図は10mメッシュ図として整理した。このように抽出した滞在型行動圏および移動型行動圏の環境特性について生息基盤地図を用いて分析・把握し、生息基盤区分毎の滞在型行動および移動型行動の利用環境としての適正度を評価するハビタットモデルを構築した。モデル構築には、滞在時間密度を目的（従属）変数に、生息環境基盤地図の区分別面積率を説明（独立）変数とする多変量解析（重回帰モデル：ステップワイズ方式による変数選択法）を用いた。表1にタヌキおよびテンの滞在時間密度評価モデルの内訳を示した。

4. ダム湛水の影響評価

影響評価は、ダム湛水予定区域より500mの範囲について、構築したハビタット評価モデルを適用し、滞在型行動圏および移動型行動圏の分布パターンを把握した。また、湛水による影響を把握するため、これらの面積を求めることとした。各評価モデルによる計算値を表2のように分類した。

滞在型行動圏の評価モデルを適用した結果を図3に示す。湛水域より500m以内の範囲では、ランクB（利用適地）以上の滞在型行動圏の面積は、テンが914ha、タヌキが581haであった（表3）。テンの滞在型行動圏における各評価ランクの面積率は、全体の約6割がランクB（利用適地）以上となっており、タヌキは全体の約4割がランクB（利用適地）以上であった（表3）。また、湛水域内の範囲では、テンおよびタヌキともに、ランクB（利用適地）以上の滞在型行動圏の面積率は6割以上となっており、両種とも湛水域内を広く利用していた（表3）。次に、移動型行動圏の評価モデルを適用した結果を図4に示す。湛水域より500m以内の範囲では、ランクB（利用適地）以上の移動型行動圏の面積は、テンが1066ha、タヌキが260haであった（表4）。テンの移動型行動圏における各評価ランクの面積率は、全体の約7割がランクB（利用適地）以上となっているのに対して、タヌキは全体のわずか2割弱しかランクB（利用適地）以上となっていなかった（表4）。タヌキはテンに比べて移動能力が低く、ダム湛水予定区域より500mの範囲において移動可能な範囲が狭いと考えられる。また、湛水域内の範囲で比較すると、テンのランクB（利用適地）以上の占める割合は約7割であり、湛水域より500m以内の範囲とほぼ同程度であるのに対して、タヌキのランクB（利用適地）

表1 構築したハビタット評価モデル
(重回帰モデル)

係数項目		滞在型行動圏 ・評価モデル		移動型行動圏 ・評価モデル	
		テン	タヌキ	テン	タヌキ
定数		0.00023	0.00017	0.00009	0.00014
半径 20m	尾根地形	針葉樹林			0.00007
		落葉広葉樹林	0.00005		0.00005
	斜面地形	針葉樹林	-0.00049		
		落葉広葉樹林		-0.00001	0.00001
	水辺連続地形	針葉樹林	-0.00013	0.00007	
		落葉広葉樹林	-0.0002	0.00002	
		河原		-0.00039	
		水辺林		-0.00008	-0.00003
		草地			
	平坦地形	針葉樹林		-0.00004	0.00003
		落葉広葉樹林			0.00004
		河原	-0.00012		
		水辺林		-0.00003	
		ヤナギ等低木林	-0.00056		0.00015
		草地		-0.00005	
	岩場		-0.00026	-0.00017	-0.00006
	人工裸地			-0.00007	0.00006
	宅地			-0.00013	-0.00004
	耕作地				
	工事区域				-0.00005
	舗装道路	-0.00025			-0.00002
	開放水面			-0.00003	
半径 50m	尾根地形	針葉樹林		0.00058	0.00005
		落葉広葉樹林			-0.00009
	斜面地形	針葉樹林			0.00001
		落葉広葉樹林	-0.00005	0.00006	-0.00004
	水辺連続地形	針葉樹林	0.00013		
		落葉広葉樹林	0.0004		0.00005
		河原		0.00389	0.00018
		水辺林	-0.00048	0.00046	0.00005
		草地			
	平坦地形	針葉樹林		-0.00018	0.00008
		落葉広葉樹林		0.00021	
		河原		0.00045	0.00068
		水辺林	0.00064		-0.00007
		ヤナギ等低木林	0.00147	-0.0004	0.00032
		草地	0.00307	0.00108	-0.00011
	岩場				
	人工裸地	-0.0004	0.00018	0.00014	-0.00024
	宅地	-0.00055	-0.00025		0.00012
	耕作地		-0.00036		
	工事区域				0.00009
	舗装道路	0.00126	-0.00059	-0.0001	
	開放水面	-0.00161		0.00024	

注1) 表中の係数項目が、生息基盤図の環境区分を示す。半径20mとは、周囲半径20mの各環境区分の面積率を指す。表中の数値が、モデルに用いた重回帰係数である。

注2) 表中の数値が空欄の行の環境区分は、重回帰分析における変数選択処理においてモデルから除外された生息環境指標である。

以上の占める割合は、約4割と大きく増加している(表4)。そのため、タヌキの方がテンよりも湛水域に依存していると考えられる。

5. まとめ

テンおよびタヌキについて、それぞれ滞在型行動圏・評価モデル、移動型行動圏・評価モデルを適用した結果、次のような結果が得られた。

- ① テンは、斜面を主な生息場としている。そのため、滞在型行動圏・移動型行動圏ともに、湛水域より

表2 評価ランクの区分

評価ランク	滞在時間密度の計算値	備考
ランクA	予測値が正の値となるメッシュを対象として、全メッシュの50パーセンタイル(中央値)以上	高利用適地
ランクB	25パーセンタイル以上で50パーセンタイル(中央値)未満のメッシュ	利用適地
ランクC	予測値が正値(0を超える値)であり、25パーセンタイル未満のメッシュ	低利用適地
ランクD	予測値が0以下のメッシュ	利用適地外

注) ランクA・ランクB・ランクCの25パーセンタイルと50パーセンタイルは、予測値が正値(0を超える値)となるメッシュを対象に算出

500m以内の範囲の6割以上が利用適地(ランクB以上)となり、周辺に広く利用適地が分布していると言える。

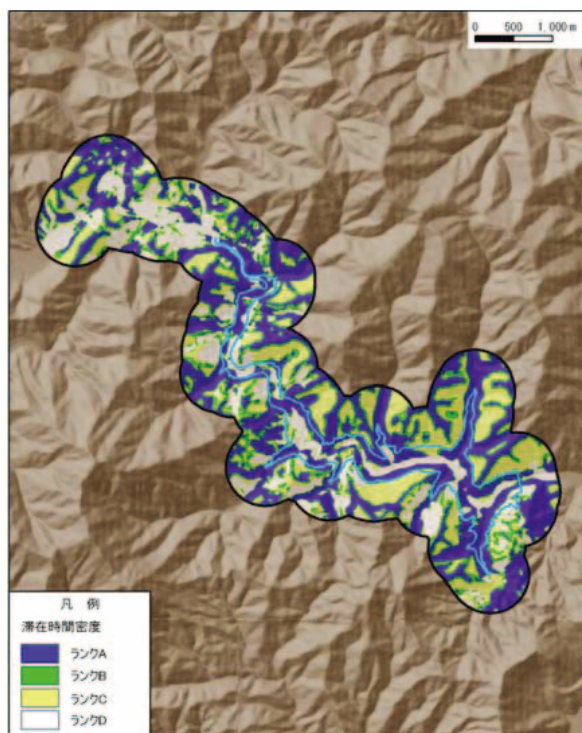
- ② タヌキは、テンより移動能力が劣っており、対象地域では、水辺や平坦な箇所が主な生息場となっている。滞在型行動圏では、湛水域より500m以内の範囲の4割程度が利用適地(ランクB以上)となっているが、移動型行動圏においては、2割未満しか利用適地(ランクB以上)が分布していない。
- ③ ダム供用に起因する湛水域の出現によって、これらの生息環境に最も影響を受けるのは、タヌキの移動型行動圏である。湛水域より500mの範囲内に約18%しか分布していない移動型行動圏利用適地のうち、湛水域によって約3割が消失する可能性があることが示された。

【今後の課題】

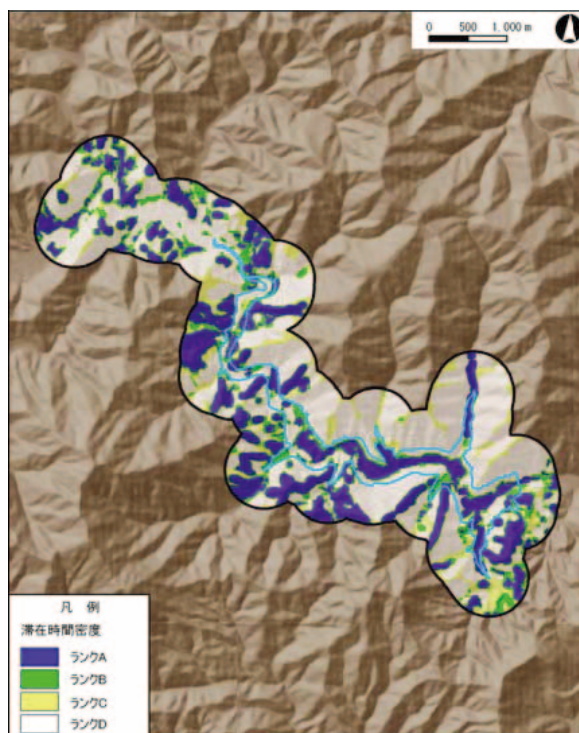
今回構築したモデルは、テンおよびタヌキ1個体ずつの予測モデルであるため、概ね実際の対象種の生息地利用を予測できるものの、まだ予測値(密度)自体の精度は低いものである。このため、現在のモデルは完全なる定量予測モデルではなく、定量値に基づき定性的な傾向を推定できるレベルのモデルであると言え、定量予測としての精度向上に向け、サンプル数を増やして定量的なモデルを構築することが必要である。

【成果の活用】

開発した生息予測モデル手法とその結果をもとにGISを活用したインタラクティブな手法を用い、定量的な事業影響の予測および合意形成の進め方において多様な要求に対応できる情報提示システムを構築し提供することが見込まれる。

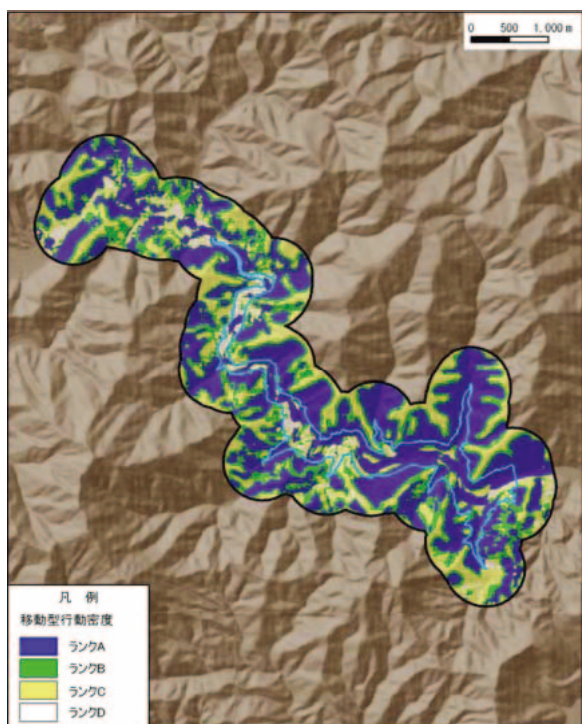


テン

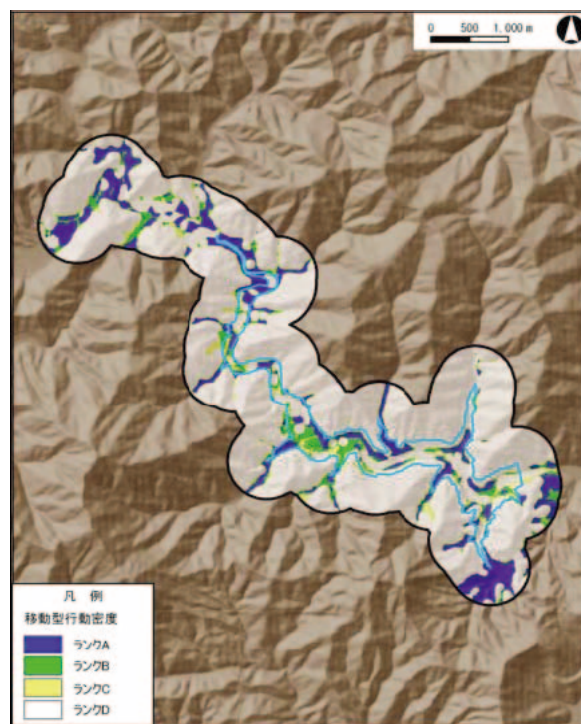


タヌキ

図3 滞在型行動圏・評価モデルによる予測結果



テン



タヌキ

図4 移動型行動圏・評価モデルによる予測結果

表 3 滞在型行動圏評価モデル適用結果

評価ランク		テ ン			タヌキ		
		湛水域より 500m以内	湛水 域内	消失 割合	湛水域より 500m以内	湛水 域内	消失 割合
ランクA+B	高利用適地	914ha	135 ha	15%	581 ha	120 ha	21%
	～利用適地	(0.62)	(0.66)		(0.39)	(0.59)	
ランクC+D	低利用適地	560 ha	68 ha	12%	893 ha	82 ha	9%
	～利用適地外	(0.38)	(0.34)		(0.61)	(0.41)	
合計		1475 ha (1.00)	203 ha (1.00)	14%	1475 ha (1.00)	203 ha (1.00)	14%

注:()内は面積率を示す

表 4 移動型行動圏評価モデル適用結果

評価ランク		テ ン			タヌキ		
		湛水域より 500m以内	湛水 域内	消失 割合	湛水域より 500m以内	湛水 域内	消失 割合
ランクA+B	高利用適地	1065 ha	146 ha	14%	260 ha	83 ha	32%
	～利用適地	(0.72)	(0.72)		(0.18)	(0.41)	
ランクC+D	低利用適地	409 ha	56 ha	14%	1215 ha	120 ha	10%
	～利用適地外	(0.28)	(0.28)		(0.82)	(0.59)	
合計		1475 ha (1.00)	203 ha (1.00)	14%	1475 ha (1.00)	203 ha (1.00)	14%

注:()内は面積率を示す

動植物・生態系、自然との触れ合い分野

の環境保全措置と事後調査手法に関する調査

Survey on the preservation measures and the monitoring methods for wildlife, ecosystem, landscape and recreation in nature during and after construction works

(研究期間 平成 15～)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長 松江 正彦
Head Masahiko Matsue
主任研究官 大塩 俊雄
Senior Researcher Toshio OSHIO
主任研究官 小栗 ひとみ
Senior Researcher Hitomi OGURI

To reduce the impact of construction, measures should be taken to protect wildlife, ecosystem, landscape and recreation in nature, but practical methods for this have not yet been established. Also, since the environmental impacts on wildlife and ecosystem are difficult to predict prior to construction, it is often important to monitor them during and after the construction works. The purpose of the present study is to collect and summarize the several methods that are currently undertaken as wildlife and ecosystem preservation measures and monitoring during and after construction works.

〔研究目的及び経緯〕

道路事業の実施にあたっては、生物多様性の確保、多様な自然環境の体系的保全、人と自然の豊かな触れ合いの確保の観点から、動植物・生態系、自然との触れ合い分野における予測、環境保全措置の検討が重要である。

しかし、検討の際に参考となる「科学的知見や類似事例」については、全般的に不足しており、事業者は予測、保全措置の検討と、効果の不確実性の把握、さらには事後調査計画の立案に苦慮している現状がある。

本研究は、これまで実施された環境保全措置事例と事後調査事例を収集整理し、その調査・解析を通じ、対策の効果及び的確に効果を把握するための調査手法について検討を行うものである。

〔研究内容〕

今年度は、国土交通省地方整備局、道路関係特殊法人（高速道路(株)含む）等を主な対象としたアンケート調査及び既存の文献等により、道路事業における地域生態系に配慮した樹種による緑化、湿地環境の保全、自然との触れ合い分野（景観等）に関する、環境保全措置及び事後調査事例の現況を把握し、さらに代表的な事例について詳細を整理した。

環境保全措置として地域生態系に配慮した樹種による緑化は、事業による改変を受け縮小した植生を修復・復元することで生態系の基盤環境の回復を図ることであり、湿地環境の保全は、貴重な動植物の生息・

生育環境を保全することである。また、人と自然が触れあう場所を保全することは、景観資源を守り、自然環境を享受する上で重要なことといえる。

〔研究成果〕

今回収集した事例数は、地域生態系に配慮した樹種による緑化に関して 18 事例、湿地環境の保全に関して 6 事例、自然との触れ合い分野に関しては 30 事例、合わせて 54 事例であった。

（１）地域生態系に配慮した樹種による緑化

地域生態系に配慮した樹種による緑化 18 事例の対象地は、盛土のり面が 14 件、切土のり面が 12 件、平坦部が 3 件、林縁部が 2 件あり（同一事例内複数対象地有り）、盛土及び切土のり面への植栽が多いことがわかった。盛土のり面での多くは、勾配が 1:1.8（表-1）であった。導入植物は、自生種木本類が主体（表-1）であり、一部に自生種又は外来種草本類を使用しており、緑化材料は、苗木が主に使用されていた。切土のり面での多くは、勾配が 1:1.0～1.2（表-1）であった。

表-1 対象地の植栽状況

地域	保全対象地	主な導入樹種
北海道	盛土	常緑針葉樹（高木）：アカエゾマツ、トドマツ等 落葉広葉樹（高木）：イタヤカエデ、ミズナラ等
	切土	
東北	盛土	1:1.5～2.0 1:1.0
	切土	
関東	盛土	常緑広葉樹（高木類）：スダジイ、シラカシ、アラカシ、クスノキ等 常緑広葉樹（中木類）：ヤブツバキ、ヒイラギ等
	切土	
中部	盛土	常緑広葉樹（低木類）：ヒサガキ、ヒラドツツジ等 落葉広葉樹（高木類）：フナ、コナラ、シラカシ、ヤブツバキ等
	切土	
近畿	盛土	落葉広葉樹（中木類）：マンサク、アキグミ等 落葉広葉樹（低木類）：ウツギ、ムラサキシキブ等
	切土	
中国	盛土	1:1.8 1:0.8～1.2
	切土	
九州	盛土	1:1.5

導入植物は盛土のり面同様、自生種木本類が主体(表-1)であるが、切土のり面では浸食防止のための早期緑化が求められることから、自生種草本類又は外来種草本類が多く使用されていることが確認された。また、地域によって異なる傾向もみられ、北海道の事例では、アカエゾマツ、トドマツ等の常緑針葉樹及びイタヤカエデ、ミズナラ等の落葉広葉樹の高木類を用いる傾向にあった。一方東北から九州では、常緑広葉樹及び落葉広葉樹の高木類、中木類、低木類を組み合わせる傾向にあった(表-1 右欄参照)。

(2) 湿地環境の保全

湿地環境の保全 6 事例における保全方法としては、「改変面積の最小化」、「移動経路・生息場としての水路の確保」、「代償措置」等が挙げられる。表-2 に湿地環境保全事例状況を示す。

表-2 湿地環境保全事例状況

保全方法の区分	具体的方法	件数
改変面積の最小化	擁壁(補強土壁)の採用	3
	側道・工事用道路・インターチェンジの線形見直し	5
	橋梁構造の採用	3
移動経路・生息場としての水路の確保	門型カルバートの採用	1
	橋梁構造の採用	3
代償措置	水路や池の造成	4
	周辺の樹林化促進	2
その他	工事中における配慮	2
	維持管理	2

具体的な保全方法として最も多かったのは、改変面積の最小化の 11 件(「擁壁構造の採用」、「側道、工事用道路、インターチェンジの線形見直し」、「橋梁構造の採用」)であった。次に「移動経路・生息場としての水路の確保」、代償措置としての「水路や池の造成」がそれぞれ 4 件、その他の順となっている。各事例とも上記保全手法を複数取り入れながら積極的に湿地環境の保全にとりくんでいるようである。

(3) 自然との触れ合い分野

「景観」および「人と自然のふれあい活動の場」(以下「人ふれ」という)に関する保全対策を実施している事例 27 事例(「景観」26 事例、「人ふれ」6 事例)が抽出された。(表-3、表-4)

「景観」、「人ふれ」とも、対象としては道路土工、構造物に係るものが多く、また対策内容は緑化、対象物の形状・色彩・デザイン等が多いことがわかる。

表-3 景観環境保全事例状況

対象	内容	件数
構造物 (橋梁・高架部・高架道路・構造物一般)	自然との調和	2
	形式・形状(形態)・色彩・デザイン・意匠	15
道路構造 (トンネル坑口)	形状・色彩	3
	適切な処置	2
道路施設 (換気塔・換気所)	緑化	1
	形状・色彩	2
道路附属物 (遮音壁)	透過性	1
	形状・色彩	1
道路用地 (地形・植生・植栽・環境施設帯・植樹帯・街路)	植栽・緑化	5
	自然環境の保全(改変の抑制)	4
道路土工 (法面・切土・盛土・法肩)	緑化・植栽	13
	自然環境の保全(改変の抑制)	3
	ラウンディング	2
	構造・形状・色彩	1
工事用仮設道路	緑化	2
対象不明確	保全措置	1
合計		58

表-4 人と自然のふれあい活動の場保全事例

対象	内容	件数
道路附属物(道路照明)	適した照明機器・改良	2
道路土工(法面・盛土・法肩・付替道路)	緑化・植栽	5
構造物(橋梁)	ラウンディング	1
	形式・色彩・デザイン・構造形式	4
合計		12

(4) 事後調査

① 地域生態系に配慮した樹種による緑化

調査項目は、●植生断面図調査、●毎木調査(樹冠投影図作成)、●群落組成調査、●土壌調査(土壌硬度、土性、乾燥性)について行った。ただし、現場の状況等により、18 事例の内 13 事例に対し、上記調査を実施している。

各種調査の結果より、各保全対象地における高木、中木、低木等の自生種による植栽木の生育状況は、樹種や緑化方法に関わらず概ね良好であった。これは自生種を使用したことで、地域の環境に適用し、また、土壌硬度等の生育基盤が整備されていたことで、生育阻害等がなかったことによるものと推察される。



写真-1 自生種生育状況
【R3岡垣バイパス】

② 湿地環境の保全

調査項目は、●湿地状況の把握、●環境記録(気温、水温、透明度、臭気、pH 等)、●生物調査(水生植物相、両生類相等)について行った。ただし、現場の状況により、6 事例の内 4 事例に対し、上記調査を実施している。

各種調査結果より、保全対象の湿地環境は概ね良好な状況であった。これは、改変面積の最小化(構造物の採用、線形見直し)を図ったこと、水路や池の造成、移動経路・生息場の確保等を、個々の現場状況に合わせて実施したことに加えて、適正な管理を(雑草や樹木の除去等)していることによるものと推察される。



写真-2 擁壁工付近の湿地環境の状況
【R236帯広尾道路】

③ 自然との触れ合い分野

抽出された 27 事例では、事後評価を実施している事例はなかった。そこで、事業が完了している 12 事例(「景観」「人ふれ」各 6 事例)を対象として、環境保全措置に対する事後評価のケーススタディを行ったところ、事後評価に必要な評価指標が明確になっていない等の課題が明らかとなった。

【成果の活用】

今後、収集したデータを更に分析し、計画時や実施時の参考となる資料として整備し、環境保全措置及び事後調査の事例集として各関係機関へ配布する予定である。

外来種対策に対応した法面緑化工法の確立に関する調査

Research on slope revegetation method corresponding to the problem of invasive alien species

(研究期間 平成 18～22 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
研究官 細木 大輔
Researcher Daisuke HOSOGI

Artificial slope revegetation method using surface soil and using seeds invading from surrounding vegetation were ones of using native plant species. In order to establish the revegetation method as reliable technique which can be used commonly, we constructed these revegetation methods on artificial cut slope in Akashi kaikyo national government park, Sanuki mannou national government park and Bihoku hillside national government park. We plan to investigate the plant communities in the passing age.

〔研究目的及び経緯〕

外来種の問題が頻繁に取りざたされている今日において、のり面緑化の現場では、法面の立地条件に適した外来緑化用植物を用いない在来種利用型の緑化技術が求められている。本研究では、国営公園内の法面において、法面の立地条件を把握して、在来種利用型緑化工法の試験施工を行い、成立する植物群落のモニタリング調査を経年的に行うこととした。

〔研究内容〕

対象地は、国営明石海峡公園、国営讃岐まんのう公園、国営備北丘陵公園であり、各国営公園内の切土法面で試験を行った。対象とした在来種利用型緑化工法は、表土中の埋土種子を用いて緑化を行う表土利用工と、周囲の植生からの種子の飛来等によってのみ緑化を行う自然侵入促進工である。以下に各国営公園における試験区の設置について述べる。

(1) 国営明石海峡公園

国営明石海峡公園では、表土利用工の試験を行っている(写真-1)。施工は平成 19 年 2 月に行った。試験

区は、表面に粘性土が客土された切土法面に設けた。方位は西北西、勾配 34°、法長 11m、法面延長 46m、地山の硬度 11.2mm である。使用した表土は、森林、放棄水田、草地のものである。森林表土は植生基材吹付工を応用して使用し、表土の混合率は 10%、20%、30%、吹付厚さは 5cm に設定した。放棄水田と草地の表土は、粘性が高く機械施工が困難だったため、法面に簡易な柵工を施して人力で敷き均し、緩効性肥料を施肥した。

(2) 国営讃岐まんのう公園

国営讃岐まんのう公園では、表土利用工と自然侵入促進工の試験を行っている。各工法の施工は平成 19 年 2 月に行った。試験区はもろい砂岩質の切土法面に設けた。

表土利用工の試験区(写真-2)は北向きと南向きの向かい合わせの法面に造成した。北向きが勾配 32～40°、法長 8m、法面延長 26m、地山の硬度 18.2mm である。南向きが勾配 32～36°、法長 6m、法面延長 16m、地山の硬度 22mm である。表土は森林で採取し、植生

表-1 各法面の条件

		方位	勾配	法長	法面延長	硬度
明石海峡公園	表土利用工	西北西	34°	11m	46m	11.2mm
	表土利用工:北向き	北	32°～40°	8m	26m	18.2mm
讃岐まんのう公園	表土利用工:南向き	南	32°～36°	6m	16m	21.8mm
	自然侵入促進工	東北東	35°	4～11m	57m	20.0mm
備北丘陵公園	表土利用工	南東	45°	8m	63m	27.7mm
	自然侵入促進工	北東	30°	15m	5m	19.2mm



写真－1 国営明石海峡公園の表土利用工の施工直後のり面上段の左奥から水田、草地、森林の表土を用いた試験区。



写真－2 国営讃岐まんのう公園の表土利用工の施工直後左側が南向き、右側が北向きの試験区。



写真－3 国営讃岐まんのう公園の自然侵入促進工の施工直後試験区は、本文で説明した順に左から設置。

基材吹付工を応用して吹き付けた。表土の混合率は10%、20%、30%に設定し、吹付厚さは5cmに設定した。

自然侵入促進工の試験区(写真－3)は、東北東向き、勾配35°、法長4～11m、法面延長57m、地山の硬度20.0mmである。工種は3種類を採用した。ネットを2

重に張って肥料袋を縞状に設置する植生マット工と、植生基材吹付工(厚さ5cm)とネット張工の併用工、およびネットを張って上部に開口部を持つ植生基材入りの袋を縞状に設置する工法であり、いずれにもあらかじめ種子は一切使用していない。



写真-4 国営備北丘陵公園の表土利用工の施工直後



写真-5 国営備北丘陵公園の自然侵入促進工の施工直後

表-2 緑化施工後の法面の硬度（自然侵入促進工の植生マット利用型は省略）

工法		表土利用工				自然侵入促進工 (植生基材吹付 利用型)	
表土採取地		森林			放棄水田		草地
植生基材への混合率		10%	20%	30%			
明石海峡公園		13.9	13	13.6	23.8	20.6	
讃岐まんのう公園	北向き	15.7	14.7	15.1		13.9	
	南向き	14.6	17.6	18.7			
備北丘陵公園		15.4	15.2	20.4			

(3) 国営備北丘陵公園

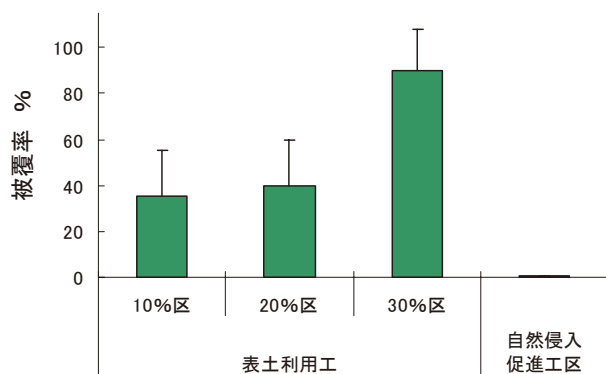
国営備北丘陵公園では、表土利用工と自然侵入促進工の試験を行っている。施工は平成18年7月に行った。試験区(写真-4)はもろい砂岩質の切土法面に設けた。表土利用工を施工した法面は南東向きで、勾配45°、形は三日月型であり法長は最大で8m、法面延長63mである。森林の表土を使用して、植生基材吹付工を応用して吹き付けた。表土の混合率は10%、20%、30%に設定し、吹付厚さは3cmに設定した。

自然侵入促進工の試験区(写真-5)を設置した法面は北東向き、勾配30°、法長15m、法面延長5m、地山の硬度19.2mmである。工法は植生マット工型で、

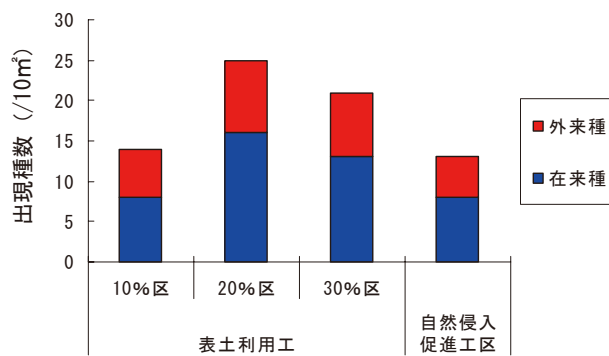
縞状に肥料袋を設置してネットは2重に張るものである。各法面の条件を表-1に示す。

植生基材吹付工を応用した試験区の、吹付後の植生基材の硬度を表-1に示す。

国営備北丘陵公園では、1m×1mの調査区画を各実験区に10区画設置して、施工後2ヵ月半が経過した9月中旬に植物群落調査を実施した。植物による被覆率(±標準偏差)は、表土利用工10%区で35.2±20.2%、20%区は40.0±19.4%、30%区は90.0±17.6%であり、混合率が高いほど被覆率の値も高く、自然侵入促進工区は0.4±0.3%と低かった(図-1)。10㎡当たりの出現種数は、表土利用工10%区で14種、20%区で25種、



図－1 国営備北丘陵公園の実験区の被覆率



図－2 国営備北丘陵公園の実験区の出現種数



写真－6 国営備北丘陵公園の施工2ヵ月半後（9月中旬）の各実験区の状態

30%区で21種であり、自然侵入促進工区は13種であった（図－2）。出現種数のうちの外来種が占める割合は、表土利用工10%区が42.9%、20%区が36.0%、30%区が38.1%、自然侵入促進工区が38.5%であり、いずれも近い値であった。施工2ヵ月半後の法面の状態を写真－6に示す。

今後は、国営明石海峡公園と国営備北丘陵公園の実

験区においても植物群落のモニタリング調査を実施する予定である。

〔成果の活用〕

経年的なモニタリング調査を実施し、成立する植物群落に関する結果をまとめて、表土利用工と自然侵入促進工の施工に関するマニュアルをとりまとめる予定である。

植生変化を考慮した効果的な植生管理手法に関する調査

Research on the effective vegetation management technique based on the relationships between vegetation change and human impacts

(研究期間 平成 18～19 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長	松江 正彦
Head	Masahiko MATSUE
主任研究官	小栗ひとみ
Senior Researcher	Hitomi OGURI
招聘研究員	畠瀬 頼子
Visiting Researcher	Yoriko HATASE

The forest parks need cost-effective management on forest-floor vegetation for conserving biodiversity. In this study we examine the effective vegetation management technique based on the research of relationships between vegetation change and human impacts in Musashi-Kyuryo National Government Park.

〔研究目的及び経緯〕

森林型の公園においては、コスト削減を図りつつ、多様な林床植物からなる林内景観を維持するための効率的、効果的な管理手法の確立が求められている。

そこで、本研究では、開園後 32 年を経過した武蔵丘陵森林公園において、過去の植生管理によって生じた植生の変化を明らかにし、目的や森林・環境の状態にあわせて将来像を設定した場合に、どのような管理手法を選択しうるのかを整理するものである。研究のフローを図-1 に示す。

〔研究内容〕

GIS を用いて、過去からの植生の変化状況を整理し、

それらと地形条件、管理履歴との関係を解析する。また、園内の 28 地点に 10m×10m 調査区を設置し、調査区におけるデータをもとに、植生管理が林床植生に及ぼす効果、影響を分析する。それらの結果から、目的や森林・環境の状態にあわせて将来像を設定した場合に、どのような管理手法を選択できるのかについて整理する。平成 18 年度においては、以下の調査を実施した。

1. 植生遷移の傾向の把握

既存文献・資料をもとに、関東近郊の雑木林における森林管理と植生の変化に関する既存の知見を整理するとともに、解析に必要な植生、地形、管理履歴に関する情報の収集および GIS データの作成を行った。

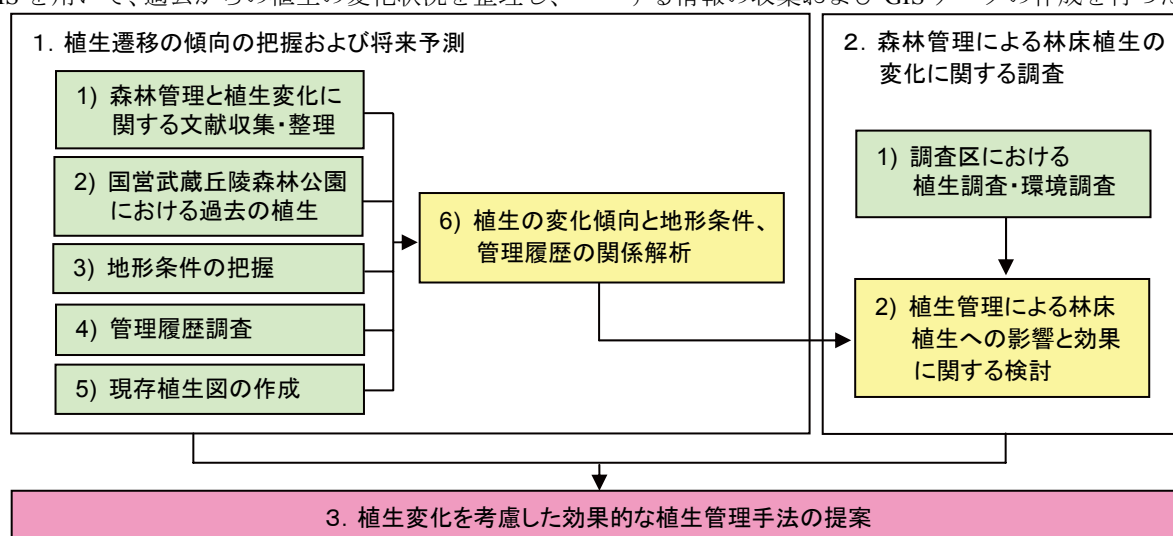


図-1 研究フロー

2. 森林管理による林床植生の変化に関する調査

園内の8地区において、小流域、植生、地形等を考慮し、10m×10m調査区を1地区あたり3～5ヶ所、計28区設置し、早春期の光環境に関する調査として、相対光量子密度および林冠開空率（全天写真）の調査を行った。

光量子密度は、LI-COR社の光量子計LI-250と計測記録計LI-1400を用いて、曇天時の午前9時～15時の間に、地表面から約10cmおよび120mの高さにおいて計測を行った。測定位置は、各調査区の四隅および中央とし、1調査地点につき4回の測定を実施し、その平均を調査区の代表値とした。同時に全天下で定点観測を行い、その相対値を相対光量子密度（%）として算出した。

また、林冠開空率については、画角180°の魚眼レンズ付きデジタルカメラで全天写真を撮影し、フリーソフトLIA32を用いて、林冠植被率、葉面積指数、光合成有効放射を算出した。

【研究成果】

1. 森林管理と植生変化の関係

既存文献・資料調査および公園管理者、研究者、NPO

を対象としたヒアリング調査により、森林管理と植生変化に関する情報（雑木林における森林管理と林内環境、森林管理と植生・植物相、伐採・更新と植生）24件、武蔵丘陵森林公園における過去の植生および植物相に関する情報（公園内の植生・植物相の状況、個別の生育種、開園以前の状況等）22件が得られた。これらの情報をもとに、国営武蔵丘陵森林公園における雑木林の森林管理と植生変化の関係を、図-2に示すような模式図に整理した。

開園以前の当該地域に分布していた森林の多くは、農用林の利用に伴う伝統的な管理作業（薪炭生産のための15年周期程度での伐採と萌芽更新、アズマネザサや常緑広葉樹等の選択的下刈り、堆肥用の落葉掻き等）の継続によって維持されていた雑木林である。潜在自然植生は常緑広葉樹林のシラカシ群集であるが、管理作業という人為的攪乱によって一定の段階までに遷移が抑えられ、アカマツ優占の樹林あるいはコナラ、クヌギ等の落葉広葉樹が広がっていた。

開園後は、農用林の利用がされなくなり、継続的管理作業が停止したことによって、大部分の樹林で植生遷移が進行し、将来的にはシラカシ群集等の常緑広葉樹林へと遷移すると考えられる。ただし、植生遷移の

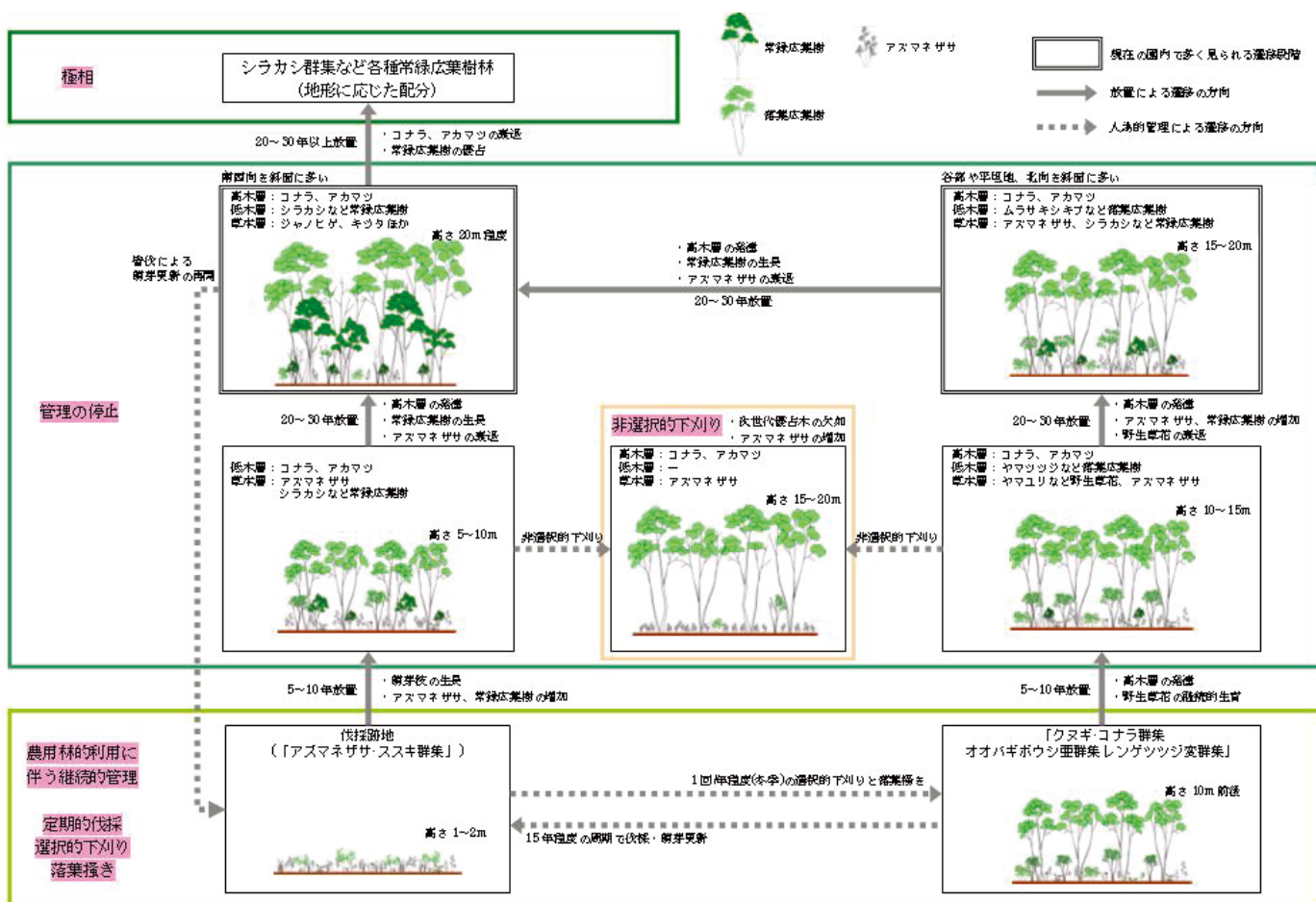


図-2 森林管理と植生変化の関係模式図（全般的な植生遷移の状況）

状況は、管理作業停止時の遷移段階や地形等によって少しずつ異なる。伐採後から開園までの経過年数が短かった林分では、まず萌芽更新あるいは実生由来のコナラ等の落葉広葉樹とともに、シラカシ等の常緑広葉樹やアズマネザサが出現するものの、常緑広葉樹の生長に伴って林内が暗くなるのにしたが、次第にアズマネザサは衰退し、亜高木～低木層に常緑広葉樹の多い遷移の進んだ状況になったと考えられる。一方、伐採後から開園までの経過年数が長く、林床管理が行き届いていた林分では、林床管理によって常緑広葉樹の稚樹が少なくなっていたため、開園後は高木層の生長により林冠が高くなることで林内は比較的明るい状態となり、次第にアズマネザサの生育量が増加し、林床を広く覆う状況になったと考えられる。また、地形との関係では、乾燥して土壌の発達が乏しい頂部や谷壁

斜面上部にはアカマツが、適湿な谷壁斜面一帯にはコナラ等の落葉広葉樹が優占していたが、管理停止後には、頂部から谷部へと漸次推移する潜在自然植生（シラカシ群集モミ亜群集→典型亜群集→ケヤキ亜群集）に応じた構成種の出現がみられた。このほか、開園後に非選択的下刈りが継続された一部の林分では、次世代の優占木となる亜高木・低木層の欠如により明るくなり、林床にアズマネザサが優占的に繁茂するといった状況も認められる。

2. 植生概況

現存植生図作成のための準備作業として、航空写真および現地調査により、樹林を中心とした植生タイプを整理し、植生概況についてとりまとめた。

現在の植生概況と昭和46年の植生図の比較により、アカマツの枯死とその後の変遷によりアカマツ林が減

表-1 調査区一覧

地区	位置づけ	調査区No.	群落	下草刈り	地形	傾斜	斜面方位	備考
C・F	同じエリアで下草刈りの有無があるアカマツ林・コナラ林	1	アカマツ林	あり	頂部平坦面	ほぼ平坦	—	高木層密
		2	アカマツ林	あり	斜面上部	約5°	西向き	高木層密
		3	アカマツ林	あり	斜面中部	約15°	西向き	
		4	アカマツ林	あり	斜面下部	約15°	西向き	高木層密
		5	アカマツ林、一部コナラ	なし(ササ繁茂)	斜面中部	約15°	西向き	
		6	コナラ林	あり	頂部平坦面	ほぼ平坦	—	高木層やや疎
		7	コナラ林	あり	斜面中部	約15°	西向き	
		8	コナラ林	なし(ササ繁茂)	斜面下部(谷部)	ほぼ平坦	—	
		9	コナラ林	あり(低木多い)	斜面下部	約15°	西向き	
		10	コナラ林	あり(低木少ない)	斜面下部	約15°	西向き	
A	下草刈りされているアカマツ林	11	アカマツ林	あり	頂部平坦面	ほぼ平坦	—	高木層疎
		12	アカマツ林	あり	頂部平坦面	ほぼ平坦	—	高木層密
		13	アカマツ林、一部コナラ	あり	頂部平坦面(やや下部)	約15°	東向き	高木層やや疎
D	現在、管理が実施されていないコナラ林	14	コナラ林	なし(ササ繁茂)	頂部平坦面	ほぼ平坦	—	
		15	コナラ林	なし(ササ繁茂)	谷上部(上部谷壁斜面)	約30°	東向き	
		16	コナラ林	なし(ササ繁茂)	谷中部	約15～20°	東向き	
B	下草刈りされているアカマツ林(やまゆりの小径)	17	アカマツ林	あり	頂部平坦面	ほぼ平坦	—	高木層疎
		18	アカマツ林	あり	頂部平坦面	ほぼ平坦	—	高木層密
		19	アカマツ林、一部コナラ	あり	頂部平坦面(やや下部)	約15～20°	東向き	高木層やや疎
E	抜海され、現在萌芽再生の途中となっているアカマツ林(彫刻広場周辺)	20	アカマツ林	あり	斜面上部	約15°	西向き	高木層きわめて疎
		21	アカマツ林	あり	斜面下部	約20°	西向き	高木層きわめて疎
		22	アカマツ林	あり	斜面中部	約5°	北向き	高木層きわめて疎
G		23	アカマツ林	なし(常緑低木繁茂)	尾根	約5°	西向き	
		24	アカマツ林	なし(常緑低木繁茂)	斜面中部	約15°	西向き	
		25	アカマツ林	なし(常緑低木繁茂)	斜面中～下部	約15°	西向き	
H	遷移が進んだアカマツ林・コナラ林	26	コナラ林(常緑高木多い)	なし(常緑低木繁茂)	頂部平坦面	ほぼ平坦	—	
		27	コナラ林	なし(常緑低木繁茂)	斜面中部	約5°	西向き	
		28	コナラ林(常緑高木多い)	なし(常緑低木繁茂)	斜面中部	約10°	西向き	

少し、コナラ林が増加していることが確認された。また、林床は管理の状況によってササが繁茂するタイプと常緑低木が繁茂するタイプが見られた。

3. 地形条件、管理履歴

地形条件の解析に十分な精度を持つ地形データ（空中レーザ計測による2mメッシュのDTMおよびDSM）を取得した。また、公園管理者へのヒアリングおよび文献調査を実施し、林地の間伐および下草刈りに関する管理履歴のうち、管理内容、時期が明記され、位置が面的にわかる図面を中心に情報の収集を行った。間伐については、昭和58年度、平成9、10、11、12、13、14、15年度の計8時期分8図面、下草刈りは昭和51～56、58、平成8、11、12、16、17年度の計7時期分13図面を収集することができ、これらの図面をもとに解析に用いるGISデータを作成した。しかし、開園から現在に至るまでの毎年の管理履歴や、特に下草刈りにおける詳細な管理情報（管理意図、実施時期、回数、

方法等）を得ることはできなかったため、ヒアリングの追加、現地における管理の痕跡の確認など補足調査を実施し、データを充実させる必要がある。

3. 調査区の設置および光環境調査

設置した10m×10m調査区は、表-1のとおりである。また、早春期の光環境調査の結果のうち、各地区の代表的なものを表-2、図-3に示す。

相対光量子密度の平均値を比較すると、早春期調査では落葉広葉樹が展葉する前であったため、コナラ林よりもアカマツ林の方が低かった。ただし、調査区No.20、21、22は、萌芽再生のために伐採されたアカマツ林の疎林であったため、きわめて高い値を示した。調査区No.25、26は、常緑広葉樹繁茂型でシラカシの亜高木が多く、林床は他の林分と比較すると暗くなっていた。調査区においては、引き続き環境調査（相対光量子密度、林間開空率（全天写真）、土壌硬度、リター層の厚さ）、毎木調査、林床植生調査を実施する。

表-2 光量子密度測定結果（一部）

	地区	調査区No.	測定高	平均値	標準偏差			調査区No.	測定高	平均値	標準偏差
コナラ林	C・F	6	120cm	51.60	1.95	アカマツ林	C・F	2	120cm	37.85	1.05
			10cm	46.34	3.14				10cm	35.34	1.48
		10	120cm	57.89	1.14		A	12	120cm	25.63	3.70
			10cm	55.29	1.77				10cm	25.05	2.90
	D	14 (ササ繁茂)	250cm	54.20	0.00		B	18	120cm	29.06	3.19
			230cm	50.50	0.00				10cm	29.89	2.29
			120cm	46.00	3.66		E	21	120cm	68.18	2.01
			10cm	26.15	2.38				10cm	77.73	3.10
	H	26 (常緑低木繁茂)	120cm	8.25	2.30		G	25 (常緑低木繁茂)	120cm	8.76	1.50
			10cm	7.60	2.23				10cm	7.71	0.50

アズマネザサの優占する階層が120cmよりも高い場合には、その層の上部での計測を追加し、測定時の高さを記録した（例：No.14で250cm、230cm高さでの測定を追加）。

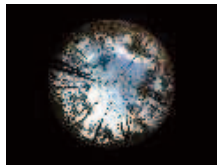
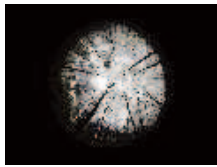
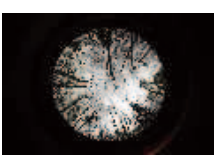
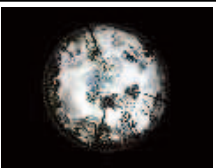
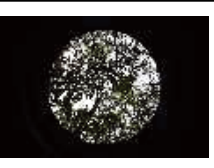
地区	C・F		D	H	
調査区	No.6	No.10	No.14	No.26 (常緑低木繁茂)	
コナラ林					
地区	C・F	A	B	E	G
調査区	No.2	No.12	No.18	No.21	No.25 (常緑低木繁茂)
アカマツ林					

図-3 全天写真（一部）

特定外来生物の代替植生に関する調査

Research on vegetation management for controlling the invasive alien species

(研究期間 平成 18～20 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
主任研究官 小栗ひとみ
Senior Researcher Hitomi OGURI
招聘研究員 畠瀬 頼子
Visiting Researcher Yoriko HATASE

Coreopsis lanceolata and *Sicyos angulatus* were added to List of Regulated Living Organisms under the Invasive Alien Species Act in February, 2006. This study is aimed for developing management techniques of those invasive alien species. This report describes those distribution characteristics and a vegetation management experiment of *C. lanceolata*.

〔研究目的及び経緯〕

特定外来生物の第二次指定（平成 18 年 2 月）で、オオキンケイギクおよびアレチウリが指定され、その栽培、保管、運搬、輸入等が規制され、必要と判断される場合には防除が行われることとなった。平成 18 年国土交通省・環境省告示第一号「オオキンケイギク等の防除に関する件」では、「国土交通大臣及び環境大臣は、効果的かつ効率的な防除手法、防除用具等の開発に努め、その成果に係る情報の普及に努めるものとする」とされている。このうち、オオキンケイギクは、花が美しく群生する植物であることから、これまで景観資源として活用されてきているが、その防除については、国内での管理実験などの研究例が少なく、効果的な管理手法を検討するための情報蓄積が必要となっている。一方、アレチウリは研究実績も多く、各地で

駆除の取り組みが進められてはいるが、完全な防除は難しく十分な効果が上がっていない。

本研究は、これらの防除手法の開発の一環として実施するものであり、国営木曽三川公園かさだ広場における植生管理実験を通じて防除手法とその効果を検証し、防除による在来河原植生の再生効果を明らかにした上で、オオキンケイギクおよびアレチウリの効果的な管理手法をとりまとめるものである。研究のフローを図-1 に示す。

〔対象種の生態〕

1. オオキンケイギク (*Coreopsis lanceolata*)^{1) ~4)}

北米原産のキク科の多年生草本である。1880 年代に観賞用として導入された。近年、ワイルドフラワー緑化で多用されたことも加わり、河川敷や道路沿いなど

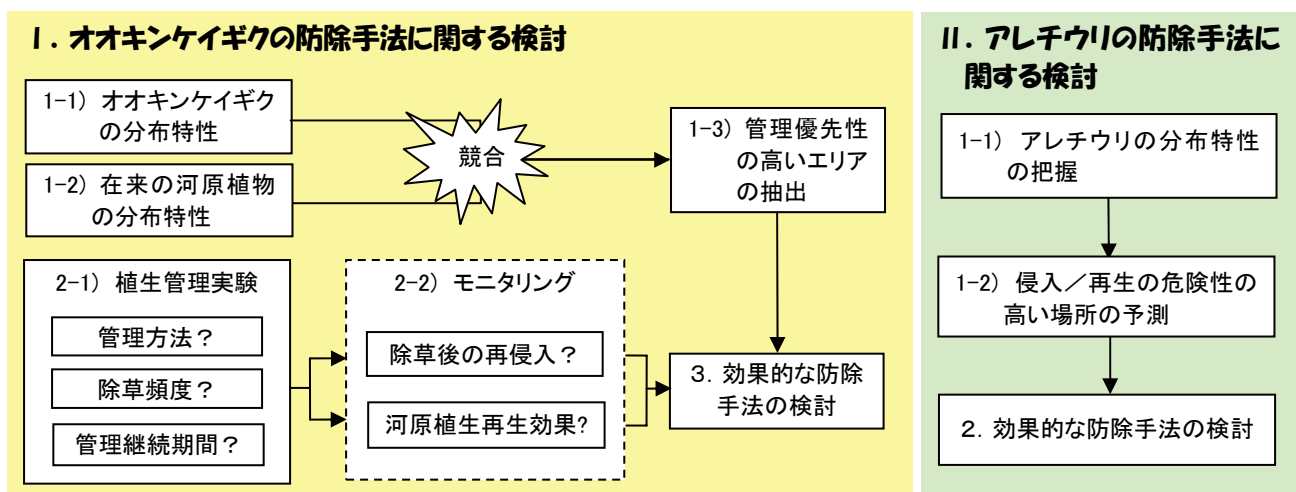


図-1 研究フロー

で大群落を形成している。高さ 30-70cm で、5～7 月に一斉に開花し、一面の黄色いお花畑を形成する(図-2)。繁殖力が強く、大量の種子を結実するほか、栄養繁殖も行。自生地 of 北米の既往研究では、土壌中の種子の寿命は小さい種子で 2 年、大きい種子で 13 年程度であり、発芽に適した環境であればすぐに発芽するという結果が得られているが、国内でのオオキンケイギクの生態については不明な点が多い。

海外ではオーストラリアや南アフリカで在来種への影響が問題になっており、日本では特に、河原に固有な在来植物への生態的影響が懸念されている(図-3)。

2. アレチウリ (*Sicyos angulatus*)¹⁾

北米原産のウリ科の 1 年生草本である。輸入大豆等に混じって日本に侵入したと考えられており、1952 年に静岡県で確認された後、現在では河川敷や飼料畑で大繁茂し問題になっている(図-4)。非常に生長速度の速いツル性植物で、4 月下旬～5 月中旬に発芽し始め、7 月から急激に伸び、よく生長した株では茎長が 10m に達する。発芽は 10 月まで長期にわたる。8 月～10 月に開花し、9 月下旬には長さ 1cm ほどの楕円形で長い刺が密生する種子を結実する。1 株あたり 400～500 個の種子をつけるが、25,000 個以上との報告もある。また、種子はシードバンクを形成し、攪乱を受けると発芽する。

千曲川の報告によれば、アレチウリが大量にある場所では、生育期にはアレチウリの被陰によって他の植物がほとんど生長しない。全国的な河川敷での大繁茂により、河川の在来種との競合や駆逐のおそれが指摘されている。

〔研究内容〕

平成 18 年度は、木曽川 23.0km～58.0km 区間を対象として、オオキンケイギクおよびアレチウリの広域的な分布状況を把握するとともに、図-5 に示す詳細調査地区を設定し、オオキンケイギクおよびアレチウリの詳細分布と生育環境との関係について分析を行った。また、オオキンケイギクについては、①除草後のオオキンケイギクの再侵入の程度、②効率的な除草頻度、③管理の効果的な継続期間、④河原植生の再生への効果についてのデータを蓄積するため、かさだ広場において植生管理実験およびモニタリングを開始した。

1. オオキンケイギクおよび在来の河原植物の分布特性の把握

広域調査では、200m 区間ごとに堤防斜面、高水敷、低水敷に分けて、オオキンケイギクの開花の有無と量を目視により記録し、広域的にどの区間に分布が集中するかを把握した。また、詳細調査によりオオキンケ



図-2 かさだ広場に広がるオオキンケイギクの群生



図-3 河原に侵入した外来種と在来河原植物



図-4 アレチウリの大群落

イギクの生育位置を確認するとともに、オオキンケイギクの分布と表層堆積物、標高データなど環境条件との対応関係の解析に必要な GIS データを作成し、それらのデータを用いてオオキンケイギクの分布可能性を予測するモデルの検討を行った。

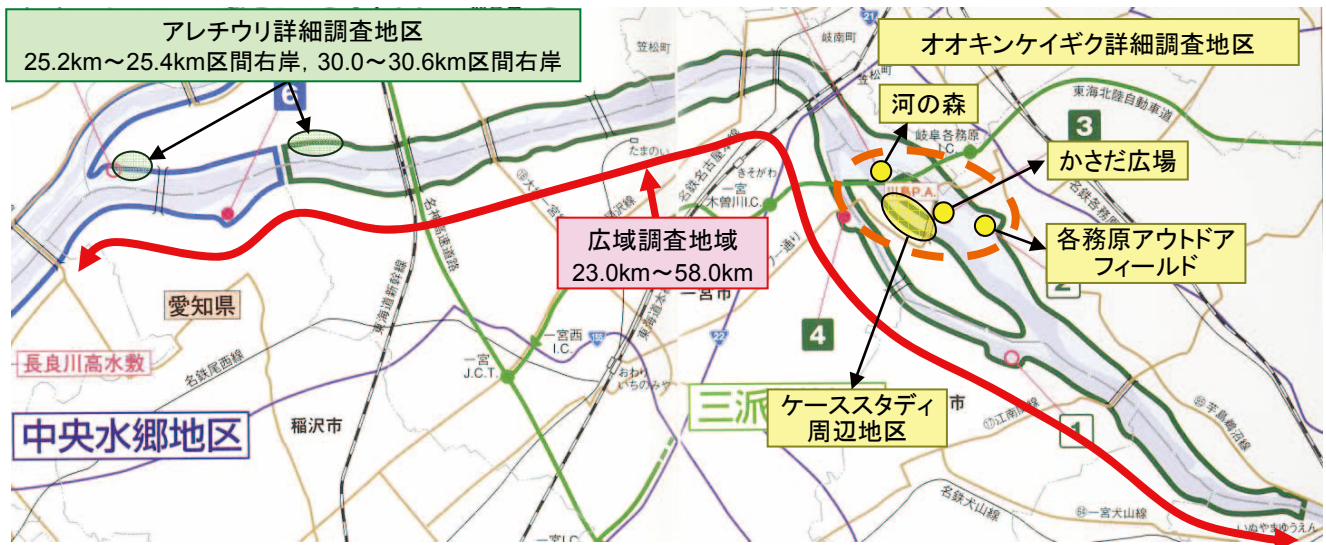


図-5 調査地域

さらに、オオキンケイギクと生育環境が競合すると考えられる在来の河原植物への影響を検討するため、詳細調査地区において現地調査を行い、河川水辺の国勢調査による植生図を在来の河原植生の分布を評価できるように修正した上で、在来の河原植物（カワラヨモギ、カワラハハコ）の分布可能性を予測するモデルを検討した。

2. オオキンケイギク植生管理実験

かさだ広場に 30m×21m の実験区を 3 区設置し、オオキンケイギクの選択的抜き取りによる管理実験を実施した。管理時期は、6 月（オオキンケイギクの結実の直前）および 10 月（除草後出現した稚苗の抜き取り）とし、実験区ごとに 1 回抜き取り（6 月）、2 回抜き取り（6 月、10 月）、抜き取りなしの管理を実施した。（図-6）。なお、オオキンケイギクの抜き取りに合わせて、シナダレスズメガヤなどの外来種の抜き取りも行った。

また、各実験区に 10m×10m の調査区を 10 箇所ずつ設け、以下のモニタリング調査を実施した。

1) 植生調査

調査区ごとの出現種の種名、高さ、被度(%)を記録した。調査時期は、6 月、10 月の管理作業前に、各 1 回とした。

2) オオキンケイギク個体数調査

調査区ごとのオオキンケイギクの株数、シュート数、シュートご

との開花・非開花、結実の有無、芽生え数を記録した。調査時期は、6 月、10 月の管理作業前に、各 1 回とした。

3) オオキンケイギク種子数調査

調査区の近傍において、まだ種子散布の始まっていない果実（結実した頭花）を 50 個採集し、そのうち種子が十分に熟していない果実を除いた 31 個を対象として、充実種子数の計測を行った。果実の採集は 7 月に 1 回行った。

なお、採集した果実は飛散防止のため二重の袋に入れて輸送し、研究室において計測作業を行った後は、焼却処分を行うこととした。

4) 土壌中のオオキンケイギク埋土種子量調査

6 月の管理作業前に図-6 に示す調査区近傍の 30 箇所から 20m×20m 方形の土壌サンプルを採取し、ふるいを用いてオオキンケイギクの埋土種子を抽出した後、実体顕微鏡下で破損状況、新鮮な胚の有無を確認し、生存種子数を計測した。

なお、採取した土壌の輸送、温室および研究室内

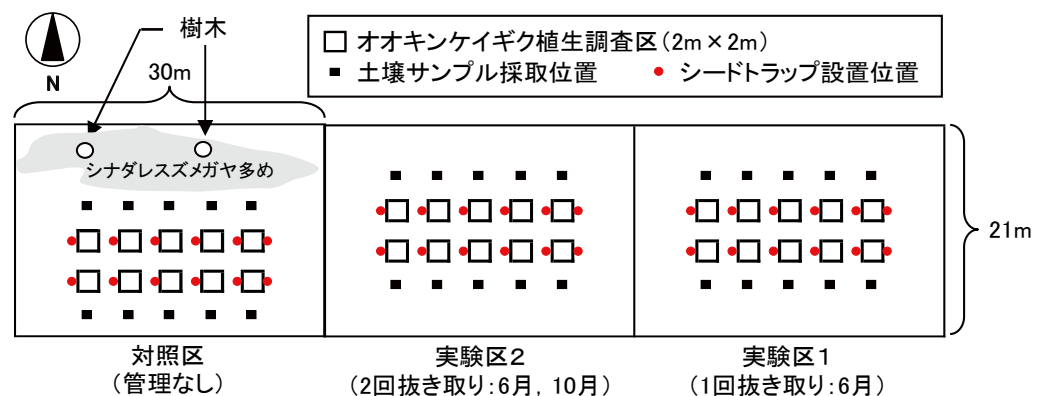


図-6 抜き取り管理区の配置

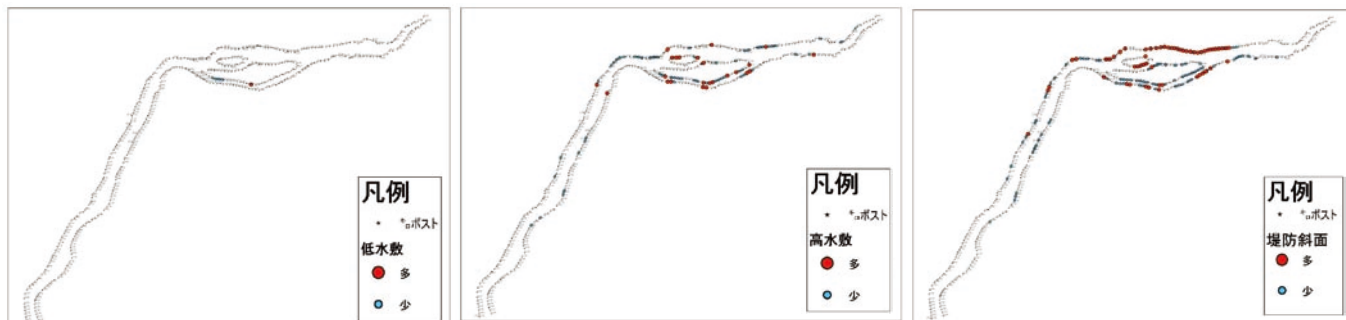


図-7 広域調査地域におけるオオキンケイギク開花個体の分布(左:低水敷、中央:高水敷、右:堤防斜面)

での種子抽出作業については、3)と同様に飛散防止には十分配慮するとともに、計測・確認の終了した種子は焼却処分を行うこととした。

5) シードトラップによるオオキンケイギク種子散布量調査

プラスチックの植木鉢にナイロンメッシュのネットを装着したシードトラップを1実験区あたり12箇所設置し(図-6)、実験区外から入ってくる種子量の計測を行った。調査は、7月~12月に月1回実施した。

3. アレチウリの分布特性の把握

オオキンケイギクと同様、広域調査地域の200m区間ごとに、堤防斜面、高水敷、低水敷に分けてアレチウリの有無と量を目視により記録し、広域的にどの区間に分布が集中するかを把握した。また、詳細調査によりアレチウリが生育・繁茂しやすい環境について把握を行うとともに、GISを用いてアレチウリの分布可能性を予測するモデルの検討を行った。

[研究成果]

1. オオキンケイギクおよび在来の河原植物の分布特性

広域調査地域では、水没や草刈り直後、高水敷の樹木に遮られるなどにより目視できなかった場所を除外した全898地点のうち227箇所でおオオキンケイギクの開花個体が確認された。低水敷、高水敷、堤防斜面の区分では堤防斜面が最も多く、また河口からの距離に着目すると、三派川地区の約40km-50km付近に生育量の多い箇所が集中していることがわかった(図-7)。

また、詳細調査地区では、かさだ広場を中心に、開けた場所や道路脇で、オオキンケイギクが多数確認された(図-8)。表層堆積物との関係を見ると、主にレキ+砂(レキの間に砂が堆積した状態)またはシルト+レキ(レキの間にシルトが堆積した状態)の場所に分布しており(図-9)、また植生との関係では、カワラヨモギーカワラハハコ群落、シバーカワラサイコ群落、



図-8 詳細調査地区におけるオオキンケイギクの分布

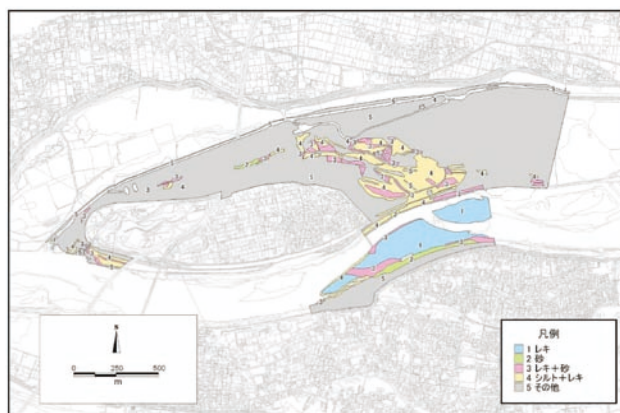


図-9 詳細調査地区における表層堆積物の分布



図-10 在来の河原植物が多く出現する群落

トダシバ群落といった在来の河原植物が出現する群落で出現割合が高いことが明らかとなった（図-10）。

2. オオキンケイギク植生管理実験

1 年目の植生管理実験およびモニタリングによって、以下の知見が得られた。

1) 調査区に出現した植物の種類

調査区では、オオキンケイギクが 20～55%と高い被度で優占していた。カワラサイコ、メドハギ、カナビキソウ、キバナノカワラマツバなどの在来河原植物も比較的多く出現しているが、外来種の占める被度合計割合は 70%以上、種数割合で 30%以上と高く、外来種の優占度の高い状態であった（表-1）。

2) オオキンケイギクの群落構造

オオキンケイギクは、在来の河原植物よりも草丈が高く、上層で優占する傾向が明瞭であった。オオキンケイギクに比べて、在来の河原植物は被度も低く、これによりオオキンケイギクのみが目立つ景観になっているものと考えられた（図-11）。

3) 開花特性と種子生産

実験区におけるオオキンケイギクの開花では、株密度にかかわらず面積あたり同程度の開花量を維持する傾向が見られた（図-12）。これにより、比較的均一な開花景観が創り出され、安定した種子供給を可能にしていると考えられた。

実験区における着花量は 30～50 個/㎡で、法面の場合の 164～572 個/㎡の数分の一以下であった。また、種子の生産量は 3000～5000 粒/㎡と推計され、原産国である北

表-1 調査区に出現した植物の種類

調査区番号	A	B	C
高さ(平均)cm	0.7	0.7	0.7
植被率(平均)%	40.6	46.2	58.2
外来種の被度平均割合(%)	89.8	84.4	87.9
外来種の種数平均割合(%)	53.4	43.0	47.5
種数(平均)	7.4	8.2	8.2
オオキンケイギク	30.9	34.7	37.4
オオフトバムグラ	0.5	0.5	0.5
シバ	2.1	3.5	3.7
カワラサイコ	1.3	1.1	1.4
ハナヌカススキ	0.4	0.5	0.5
メドハギ	0.7	1.4	1.2
シナダレスズメガヤ	5.0	3.8	12.9
カナビキソウ	0.1	0.4	0.2
アオスゲ	0.1	0.2	0.3
キバナノカワラマツバ	0.1	0.2	0.2
スズメノヤリ	-	0.1	0.2
ミノボロ	0.1	0.2	-
メリケンカルカヤ	0.2	-	-
ユリ科の一種	-	-	0.1
エノキ	0.0	-	-
スズメノヒエ	-	0.1	-
ハルジオン	-	-	0.1
ムシトリナデシコ	-	-	0.0
チガヤ	-	-	0.2
ウシケグサ属の一種	0.1	-	-

注：表中の各種の数値は平均被度%(n=10)。下線は外来種を示す。

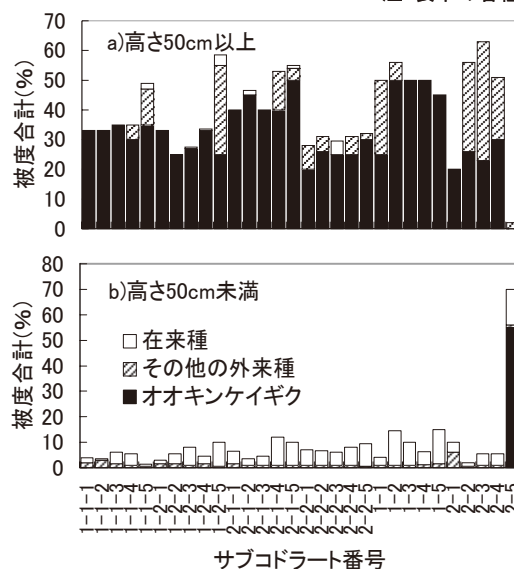


図-11 オオキンケイギクの群落構造

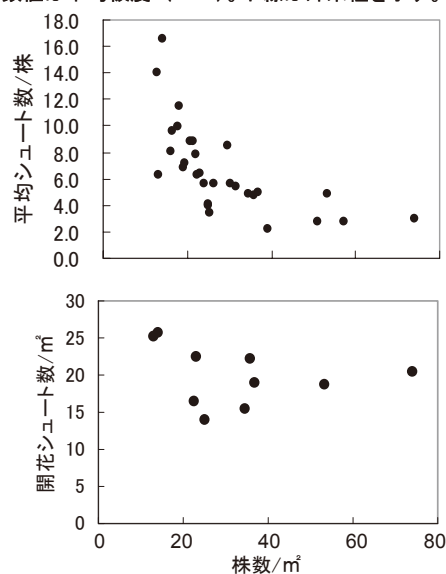


図-12 開花特性

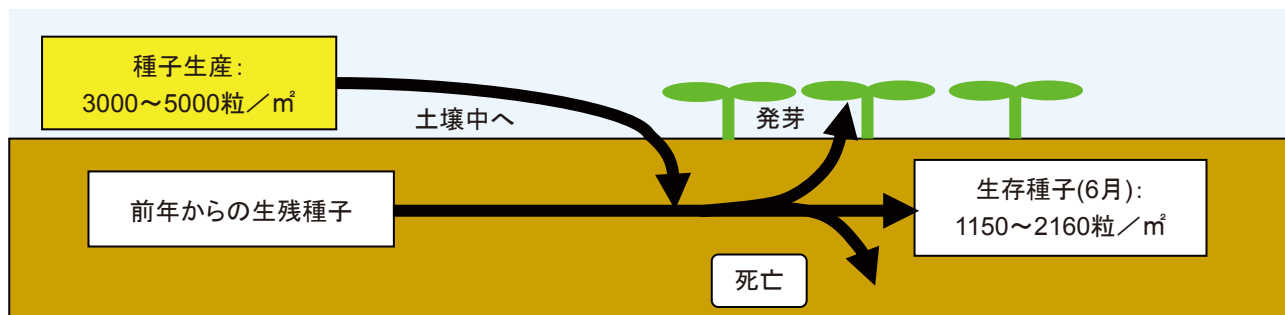


図-13 オオキンケイギクの種子生産と土壤中の生存種子の関係

米に比べると多い可能性があることがわかった。

4) シードトラップによる種子散布量

シードトラップに落下した生存種子は対照区で多く、実験区1、2ではごくわずかで、実験区では落下種子はごく少量と思われた。落下した生存種子数のピークは7月であった。

5) 土壌中の生存種子数

土壌中に残存する種子の量を測定した結果、土壌中には多くの埋土種子が存在していることが確認された。種子には翼があり、風および水、土壌の移動によって散布されることが知られているが、調査地では、水や土壌の移動により調査地外へ種子が大量に流出した可能性は低いと考えられるため、散布された種子の多くは、次の種子散布時期までに発芽もしくは死亡し、一部が群落外に風散布されたものと思われた(図-13)。

3. アレチウリの分布特性

広域調査地域では、水没や高水敷の樹木に遮られるなどにより目視できなかった場所を除外した全 1038 地点のうち 175 箇所でアレチウリが確認され、ほぼ全域にわたってアレチウリが繁茂していることが明らかとなった。また、低水敷、高水敷、堤防斜面の区分では、そのほとんどが高水敷で確認された(図-14)。詳細調査区域では、木曽川右岸 25.2-25.4km 区間が樹林や水辺草地といった環境が入り組んだ立地であるのに対し、木曽川右岸 30.0-30.6km 区間は比較的開けた草

地にヤナギ類やエノキの点在する立地となっているが、いずれも植生や立地の境界部分からアレチウリが生育・繁茂しやすいことがわかった。これらの結果から、木曽川の高水敷においてアレチウリが繁茂する環境は、図-15 に示す 3 つのタイプにまとめられた。

[成果の発表]

畠瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦, 木曽川の礫河原に侵入した特定外来種オオキンケイギクの生育・開花特性と種子生産, ランドスケープ研究 Vol.70 No.5, pp467~470, 2007.3

[参考文献]

- 1) 特定外来生物等の一覧：環境省外来生物法ホームページ
<http://www.env.go.jp/nature/intro/1outline/index.html>
- 2) Batianoff, G. N. & Halford, D. A. (2002): *Coreopsis lanceolata* L. (Asteraceae): another environmental weed for Queensland and Australia: Plant Protection Quarterly 17(4), 168-169
- 3) Banovetz, S. J. & Scheiner, S. M. (1994): The Effect of Seed Mass on the Seed Ecology of *Coreopsis lanceolata*: American Midland Naturalist 131(1), 65-74
- 4) Banovetz, S. J. & Scheiner, S. M. (1994): Secondary Seed Dormancy of *Coreopsis lanceolata*: American Midland Naturalist 131(1), 75-83

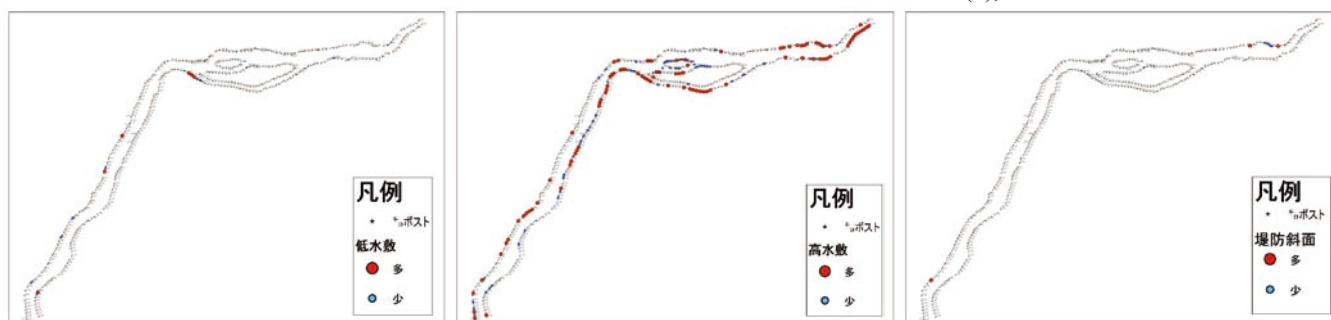


図-13 広域調査地域におけるアレチウリの分布(左:低水敷、中央:高水敷、右:堤防斜面)



図-14 アレチウリの生育環境

a)開けた広い草地に広がるアレチウリ、b)植生の境界部分から広がったアレチウリ、c)樹林のギャップに生育するアレチウリ

湧水池における希少生物の保全に関する調査

Research on conservation of a rare dragonfly species in wetland

(研究期間 平成 18 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
研究官 長濱 庸介
Researcher Yosuke NAGAHAMA

There is Sawada wetland in Hitachi Seaside Park, and a rare dragonfly species inhabits in the wetland. In recent years, as the volume of spring water as decreased, therefore habitat has decreased. In this study, we made artificial ponds in Sawada wetland in order to preserve the dragonfly, and we have been monitoring the species in the wetland.

〔研究目的及び経緯〕

国営ひたち海浜公園と茨城県常陸那珂港の境に位置する沢田湧水地は、湧水流が砂丘を開析した谷戸内に形成されている。同湧水地に生息するオゼイトンボの個体数が、1999 年以降に発生した地下水位の低下による湿地の乾燥化によって一時激減した。そこで個体数の増加対策として、2002 年に谷底面の地下水位や湧水等の条件を考慮した繁殖池の新設、2002 年と 2004 年に一部既存池の改修を行った (図-1)。

本研究は、オゼイトンボのモニタリング調査により、個体数の増加対策の効果を明らかにするとともに、その生態を把握することを目的とした。

〔オゼイトンボの生態〕

オゼイトンボは北方系の日本特産種であり、北海道の道南から道央にいたる地域と、本州の新潟、群馬、栃木、茨城県から北の地域に分布している。生息地は局地的で、主に標高の高い山岳地帯に生息する傾向がある¹⁾。沢田湧水地はオゼイトンボの南

限生息地の一つであり、さらに標高が低く海岸に近い特異な産地である。県の中央部では、台地の沼や海岸部に接する湿地帯で生息が確認される程度となっており、全ての記録地で個体数が減少していることから、茨城県版レッドデータブック²⁾で希少種に指定されている。

〔研究結果〕

1. 個体数調査

(1) 調査方法

成虫調査では、池とその周囲 1m 程度の範囲において、飛翔している個体や草本に留まっている個体の数を記録した。記録する際には成熟と未熟に分類し、さらに成熟については雌雄に分類した。なお、池以外の場所で確認した個体についても記録した。調査は、成虫の発生を確認してから終了するまでの期間 (2006 年 5 月中旬～7 月下旬) に、約 1 週間間隔で合計 11 回実施した。

幼虫調査では、池内における水生植物の生育箇所や落葉の堆積箇所等、幼虫の定位が期待される場所においてサンプリング調査を実施した。調査面積は各池 0.5m² とし、その範囲においてタモ網を用いて底質ごと採取して個体数を記録した。調査は 2006 年 12 月に 1 回実施した。

(2) 調査結果

成虫個体数は延べ 2349 個体 (成熟 1496、未熟 853) であった。このうち成熟 995 個体 (67%)、未熟 635 個体 (74%) は、新設池や改修池で確認された個体であった。また各池 0.5m² あたりの幼虫個体数の合計は 270 個体であった。このうち 190 個体 (70%) は、新設池や改修池で確認された個体であった (図-2)。

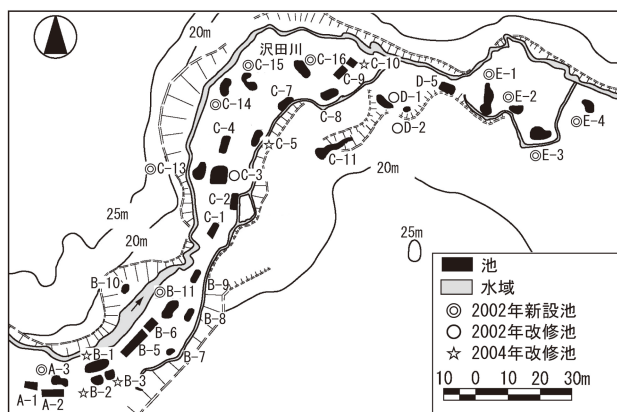


図-1 沢田湧水地における池の配置

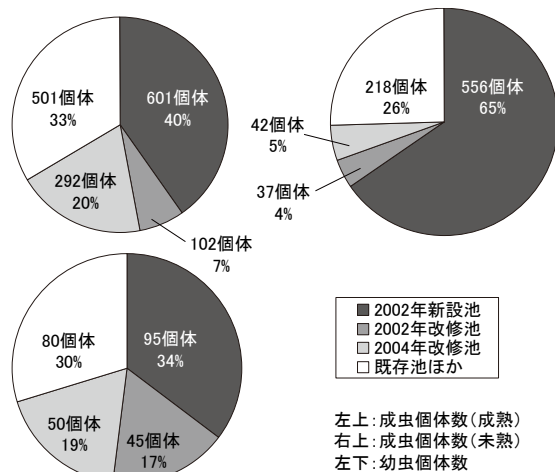
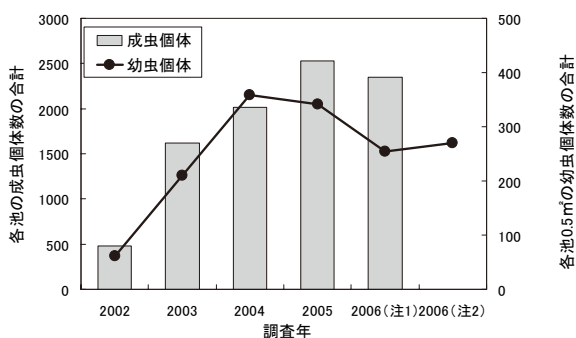


図-2 個体数調査結果

(3) 個体数の推移

図-3 に 2002 年から 2006 年までの個体数推移を示す。成虫個体数は、繁殖池の新設や既存池の改修を実施した 2002 年以降増加を続け、2005 年の調査では 2525 個体となった。しかし 2006 年には 2349 個体と若干減少した。幼虫個体数についても成虫個体数と同様に 2002 年以降増加を続け、2004 年には 358 個体を記録した。その後個体数は減少したが、2006 年 12 月の調査で再び 270 個体まで増加した。



注1：幼虫調査は 2006 年 3 月に実施
注2：幼虫調査は 2006 年 12 月に実施（2007 年に成虫となる）

図-3 成虫および幼虫の個体数推移

2. マーキング調査

(1) 調査方法

捕獲した個体が成熟の場合には翅に油性フェルトペンで番号を記入し、未熟の場合には捕獲日がわかるように不透水性マーカーで胸部を着色した。調査は 5 月下旬から 7 月下旬において、約 1 週間間隔で合計 10 回実施した。1 回目の調査では、新しくマーキングする個体の捕獲を行い、2 回目の調査以降は新しくマーキングする個体の捕獲と、既にマーキングした個体の再捕獲を行った。

(2) 調査結果

1) マーキング個体数

マーキング総個体数は、成熟 1257 個体(雄 830、雌

427)、未熟 783 個体(雄 406、雌 377)であった。未熟のうち 13 個体については、その後成熟として再捕獲されたため、改めて成熟としてマーキングした。また、成熟の再捕獲数は 128 個体であり、全成熟個体数の 1 割程度であった(図-4)。

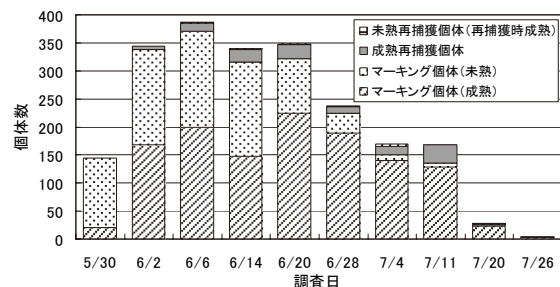


図-4 調査日別捕獲個体数

2) 性比

マーキング個体数から性比を調査したところ、池から羽化したばかりの未熟の性比はおよそ 1:1 と推定された。また、繁殖のために池を飛来していた成熟の性比はおよそ 2:1 と推定された。

3) 未熟から成熟に至るまでの日数

未熟個体は羽化水域隣の植物群落へ移ってしばらく生活する¹⁾。そこで、未熟から成熟へ至るまでの日数を推定するため、未熟個体が成熟個体として再捕獲されるまでの日数を調べた。その結果、雄は最短で 5 日、平均で 15.4 日であった。また、雌は最短で 9 日、平均で 17.3 日であった。

4) 成熟した個体の生存日数

成熟した個体の生存日数を推定するため、成熟個体が再捕獲されるまでの日数を調べた。その結果、雄が最長で 36 日、平均で 9.7 日であった。また、雌は最長で 19 日、平均で 9.6 日であった。

【まとめ】

繁殖池の新設や一部の既存池の改修は、個体数増加対策として有効であったことが明らかとなった。また、沢田湧水地に生息するオゼイトトンボの性比、成熟に至るまでの日数、成熟した個体の生存日数を推定することができた。今後、より正確にオゼイトトンボの生態を把握するためには、多くのマーキング個体を再捕獲する必要がある。そのためには、マーキング調査日の間隔を縮め、調査回数を増やすことが必要である。

【参考文献】

- 1) 杉浦光俊・石田昇三・小島圭三・石田勝義・青木典司：オゼイトトンボ，原色日本トンボ幼虫・成虫大図鑑，北海道大学図書刊行会，pp611-612，1999.
- 2) 茨城県：茨城における絶滅のおそれのある野生生物<動物編>，p131，2000.

1.3 都市公園・道路空間等の緑の確保に関する研究

12) 道路緑地の設計手法に関する研究

【道路調査費】57

13) 樹木の根上り対策に関する調査

【地方整備局等依頼経費】59

14) 台風による倒木被害対策に関する調査

【地方整備局等依頼経費】65

道路緑地の設計手法に関する研究

Study on the road greening design for improvement of landscape and environment in roads

(研究期間 平成 15 年度～)

—道路緑化技術基準の改定に向けた調査—

Study for revision of road greening technical standard and its guidance

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
主任研究官 大塩 俊雄
Senior Researcher Toshio OSHIO

Street trees are effective on improving landscape, environment, and human amenity. So far we have aimed at developing the technique to evaluate them and making it reflect on the design of street trees. We made basic schemes on road greening in the present technical standard and its guidance ('88) through evaluation of our previous results, existing policies, and opinions from the beneficiaries in order to set a prospect for revision of the standard and its guidance.

〔研究目的及び経緯〕

道路の緑化は、街路樹、環境施設帯、のり面緑化などさまざまな所で行われ、安全かつ快適な道路交通環境の整備、良好な道路景観の形成、沿道における良好な生活環境の確保、生物の生育環境の確保等、多様な機能を有し、良好な街並みの景観に寄与し、緑陰を形成し、温度の調整、CO₂削減など環境の改善に寄与している。国土交通省では、「緑陰道路プロジェクト」、「ボランティアサポートプログラム」等の緑化関連施策を策定し、また、地球温暖化に対する京都議定書への対応として、「CO₂吸収源としての都市緑化の推進」を積極的に進めることとしている。これらの施策を現実的に円滑に着実に進めるためには、道路緑地の計画・設計・施工・管理に対して効果的、効率的な指針が必要となる。しかしながら、指針となるべき現行の道路緑化技術基

準は昭和 63 年以降改正されておらず、近年の道路構造令の改正も含め、現状に即した基準の改正が求められている。

今年度は、昨年度の現行基準の改正に向けた方向性の整理を踏まえ、現行基準及び解説に対する、その改正素案を作成したものである。

〔研究内容〕

昨年度の研究成果における現行基準の改正ポイント、●道路構造令等改正との整合、●新たな緑化施策等の反映●新技術・新工法の反映、●その他の課題の反映に対して、どのような視点にたって、どのような内容で改正するのかを再整理（図-1）し、その内容に沿って具体的な基準改正の素案づくりを行った。

次項に改正ポイントに対する主な改正内容の概要を述べる。

【現行基準改正のポイント】

（１）道路構造令等改正との整合

○地域に応じて弾力的かつ効果的に道路緑化を図れるよう、地域に応じた緑化目標や緑地構造を具体的に提示。

（例）①都心部の幹線となる道路（緑陰道路）

②景勝地の幹線となる道路（歴史街道（東海道クロマツ並木））

③住宅地域の幹線となる道路（東京外かん道路（環境施設帯））

○改正に伴う「緑空間の増大」

植樹帯の設置：４種１級に加え新たに４種２級にも原則設置。

（３）新技術・新工法の反映

公的機関、民間企業等々により様々な道路緑化の新技術・新工法が開発されており、これら技術を反映。

○コスト削減技術（雑草抑制等）

○植生基盤、土壌改良技術（植生基盤の整備手法、改良方法）

○緑のリサイクル技術（剪定枝葉等のチップ化、堆肥化技術）

（２）新たな道路緑化施策等の反映

○「緑陰道路プロジェクト」の積極的な施策の展開と「緑陰道路」としての整備を図るため、緑陰道路の整備手法、管理手法等を提示。

○「ボランティアサポートプログラム」など、道路緑地の官民協働管理の手法等を提示。

○地球温暖化防止のための京都議定書への対応の一つとして、環境改善効果、とりわけ CO₂ 削減に大いに寄与する道路緑地の重要性や具体的な植栽地の配置、構造、構成等の提示。

（４）その他の課題の反映

○街路樹倒木危険度のリスク管理手法（健全度調査→危険度評価→改善の措置等）

○高木根の歩道浮き上がり対策等

○大規模地震での倒壊建築物に対する道路分断防止機能等

図-1 現行基準改正のポイント

〔研究成果〕

（１）道路構造令等改正との整合

①地域に応じて弾力的かつ効果的に緑化を図れるよう、地域に応じた緑化目標や緑地構造を具体的に提示

現行基準では、旧道路構造令の解説と運用（昭和 58 年 2 月）に準じているため、緑化目標や緑地構造を設定する際、●都市部住居系、●都市部非住居系、●地方部集落地域、●地方部一般地域、●都市を代表する道路・景勝地という区分に応じ、画一的に計画検討がなされる記述となっている。しかし、改正道路構造令の解説と運用（平成 16 年 2 月）では、地域の状況を踏まえ、弾力的な計画・設計を行うことができる柔軟性をもったものになった。このことから、今回の改正では、地域特性（沿道土地利用、地域の歴史文化、環境や福祉、景観、まちづくり）、交通特性（歩行者交通量、高齢者・身体障害者利用状況）等に応じて弾力的に緑化整備を行えるよう、基本的な考え方や整備手法等を示すこととした。また、さらに具体的な道路の緑地構造（植栽地の配置、植栽構造、樹種の構成等）を提供することとしている。例えば〈都心部の幹線となる道路〉の例として緑陰道路における緑地構造。



写真-1
仙台・定禅寺通り
（ケヤキ並木）

（住居地域の幹線道路）の例として東京外かん道路の環境施設帯における緑地構造。



写真-2
東京外かん道路
（環境施設帯）

②「緑空間の増大」

「植栽帯」の設置が、道路規格 4 種 1 級に加え、4 種 2 級まで義務化された。その対応修正。

（２）新たな道路緑化施策等の反映

地球温暖化防止のための京都議定書への対応一つとして、「都市緑化等の推進」が挙げられ、CO₂ 削減に大いに寄与する道路緑地に対して、その効果を含めた具体的な植栽地の配置、構造、構成等を提示する。例えば緑陰道路における整備手法等を示す。（写真-1）

（３）新技術・新工法の反映

コスト削減技術や植生基盤土壌改良技術、緑のリサイクル技術等について、計画から管理にいたる全ての章において、その利用の拡大を推し進めるために、その適用性及び事例等について示す。

①コスト削減では雑草抑制等の技術

現場における除草作業抑制のために開発された雑草抑止手法（マルチング型、植栽工法型、目地対応型等）の事例を含めその活用方法を具体的に示す。



写真-3 雑草抑制シート（例）

②緑のリサイクル技術

すでに一部の現場において導入され、実際の作業において実施されている剪定枝葉のチップ化、堆肥化技術について、その利用目的、利用方法等具体的に示す。



写真-4 剪定枝葉のチップ化
状況（例）

（４）その他の課題の反映

①街路樹倒木に対するリスク管理手法の導入

街路樹の倒木や幹折れ等の事故の可能性を事前に評価し、改善措置を検討する手法（街路樹リスクマネジメント）の導入を積極的に図る目的で、すでに当緑化生態研究室や一部の整備局等で構築されている手引き等を掲載し、広く緑地維持の現場において活用できるよう提示する。

②バリアフリー対策及び防災に寄与する街路樹

高木の根による舗装等の浮き上がり対策や大規模地震での沿道建築物の倒壊に対する街路樹の効果（道路分断防止効果）等について現場での対応を促すことを目的に、新たに図、写真等を入れ具体的に提示する。



写真-5
街路種による建物倒壊
防止効果

出典「街路樹剪定ハンドブック」
日本造園建設業協会

〔成果の活用〕

今回の成果（道路緑化技術基準及び解説の素案）はあくまでも改正素案であり、今後この素案を基に、委員会等において、具体的な議論・検討を行い、最終的には基準の通達及び同解説の発刊を目途に進める予定である。

樹木の根上り対策に関する調査

Research on countermeasures for infrastructure damage by tree roots

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

(研究期間 平成 18～20 年度)
室 長 松江 正彦
Head Masahiko Matsue
主任研究官 飯塚 康雄
Senior Researcher Yasuo Iizuka

In order to identify the factors of damage to infrastructures caused by the root system of trees, we investigated the root system. We find that the narrowness of planting bases and the ability of root system to grow under infrastructures were the major factors. Based on the results, we developed a plan for the countermeasure technique according to planting structures.

〔研究目的及び経緯〕

公園においては、地表面近くに伸長する樹木の根の肥大化により園路等が持ち上がる被害状況がみられ、ユニバーサルデザイン化を進めるのにあたり大きな問題となっている。この問題に対応するため、根系による被害の実態を把握して根上りの生じやすい植栽環境を抽出することにより、園路等の設計時の留意点を整理するとともに既に植栽されている樹木の根上りを工作物や管理技術で防ぐ方法を開発することが必要となっている。

〔研究内容〕

平成 18 年度は、国営海の中道海浜公園を対象として、樹木の根系が植栽地周辺の舗装等の構造物に及ぼしている実態（樹木形状、植栽環境、被害状況等）を調査するとともに、被害の顕著な樹木を抽出して根系成長調査を実施し、その発生要因を把握した。

〔研究成果〕

1. 根系による構造物被害の実態調査

（1）調査方法

実態調査の対象木を選定するために国営海の中道海浜公園全体の概要把握と公園全体を対象とした被害の概況把握を目的とした予備踏査を実施した。

予備踏査の結果から対象木を選定し、樹木根系による構造物被害の実態として、被害箇所について以下の項目に着目して被害状況を調査した。

- ①樹木：樹種、形状寸法、樹齢
- ②植栽環境：植栽基盤、周辺環境、気象状況、利用者
- ③構造物：構造、材料、位置

さらに、被害の多くあった樹種の中から同程度の樹木形状・活力の未被害の樹木を対象として、樹木、植栽環境、構造物に関する調査を行った。

（2）調査結果

予備踏査の結果では、クロマツによる被害が多く見られた。ただし、これらは、もともと根系が十分に発達していた既存木であると想定された。クロマツ以外では、

モミジバフウが多く、他にカツラ・クスノキ・クロガネモチ・サクラ・センダン・シンジュ・キョウチクトウ・ナンキンハゼで被害が見られた。



写真1 構造物被害の状況

被害は、園路端（縁石）から1 m以内に植栽された樹木で多く見られた。被害状況は、軽度なひび割れから、舗装材（インターロッキング、平板）や縁石の持ち上げ、舗装材の破壊など、様々な状況であった（写真1）。特に、舗装材の持ち上げが多く見られた。

上記の結果から、既存木として公園整備以前から植栽させているクロマツを除いた、モミジバフウ（18 本）、センダン（8 本）、クロマツ（5 本）、デイゴ（4 本）、サクラ（3 本）、サワグルミ（3 本）、クスノキ（3 本）、シンジュ（2 本）、キョウチクトウ（1 本）、クロガネモチ（1 本）、ナンキンハゼ（1 本）、カツラ（1 本）の計 12 樹種（50 本）を選定して、実態調査を行い以下の結果を得た。

①樹木

既存木のクロマツは、既に根が張っている状態の上に舗装された状況がみられたことから、構造物への被害は最も



写真2 クロマツによる被害

頻度が高かった（写真2）。それ以外の樹種では、細根が少なく直根を太く伸ばす特徴のあるセンダン、デイゴ、サワグルミ等で重度の被害が多い傾向があった。サクラ、クスノキ、キョウチクトウ、シンジュでは、構造物の被害は見られるものの、多くの場合、根が構造物の下に入るのではなく、構造物に沿って伸長している傾向が多く見られた。樹木形状は小さい樹木よりも樹高が高い樹木や枝張りが広い樹木に被害が多く見られた。サンプル数が少ないため、樹種毎にみた規格別の被害状況は解析できなかった。

②植栽環境

植栽基盤では、どの地点においても排水性が良好で、土性に砂が多く含まれているといった共通項目が多く、特徴的な結果は得られなかった。一方、土壤硬度については、全般に軟らかい傾向にあるものの、駐車場やオープンスペースで深さ40～50cmの間に5～10cmの碎石の硬い層が確認され、地盤造成時による固結化の影響が確認された。

植栽されている場所の違いとしては、方形柵といった一定の区画内で生育している樹木において被害が多く見られ、帯状の柵や背後に園地が広がる場所では構造物との距離が1m以上離れていれば被害を及ぼしていないことが確認された。特に、方形柵では、内径の規格の小さいものの方が、被害が多く確認された。

周辺環境では、日当たりや風当たりによる違いは見られなかった。独立した場所か、樹木が密に接する場所かによる違いでは、独立した場所の方が構造物に被害を及ぼす傾向が強いことが確認されたが、これは樹木の隣接度合いによるものというより、先にも述べたようにその造成方法の違いによる影響が大きいものと推察される。

③構造物

構造物と樹木との位置関係では、近いほど影響が大きかった。ただし、樹木の大きさによっては被害が生じていない状況も見られることから、構造物からの距離と樹木の形状の関係について、樹種ごとに把握する必要があると考えられる。

2. 根系調査

（1）調査方法

構造物被害の原因を推察することを目的として、「1. 根系による構造物被害の実態調査」において被害の多かった樹種について、土壤を掘削して根系の伸長状況や、土壤深さ毎の土質・土壤硬度等の調査を行った。調査対象木は、被害の有るものと被害が無いものとの比較や、被害状況・対象樹種等により選定した。

調査項目（根系以外）は、以下の項目とした。

- ①樹木：樹種、形状寸法、活力
- ②植栽環境：被害の有無と被害の対象と被害状況
- ③構造物：樹心から構造物までの方向と距離等

（2）調査結果

根系調査の結果を図1に示す。各樹種における被害の

概要とその要因については以下のとおりである。

①サクラ

サイクリングロード脇の緑地帯に植栽されている。ほとんどの根は縁石の基礎に突き当たると左右どちらかの方向に屈折するが、稀に縁石の下の方砂層に根を伸長させ、さらにサイクリングロードのアスファルトの下層に伸長したものが、アスファルトに亀裂を生じさせたものである。アスファルト下層に伸長した根（0.5～1cm程度の太さ）はある間隔をおいて、部分的に肥大し、直径3cm程度で厚さ1.5～3cm程度の円盤状ないし団子状の塊を作り、これがアスファルトを持ち上げる主要因になっていた（写真3）。

被害木と未被害木を分けたのは、「被害木は未被害木より構造物に近い」ということ、つまり構造物までの距離



（幹外から 写真3 サクラの根系（団子状の塊）縁石までは、被害木が72cm、未被害木110cm）の影響が大きいと考えられる。ただし、110cmまで離せば被害が生じないとは断定できない。また、被害木、未被害木のいずれの根も縁石の縁を横に走っているが、縁石下のわずかな隙間に根の伸長可能な軟らかい部分があれば、そこをきっかけにして路盤中に根が侵入する確率が高いと言える。

②シンジュ

サイクリングロードと園路に挟まれた植樹帯に植栽されている。根系が縁石の下に入り込み、碎石路盤層で屈曲しながら成長し、サイクリングロードのアスファルトを持ち上げて亀裂を生じさせたものである。シンジュの根は、他の樹種の状況と異なり、縦横無尽に広がり、時にはトグロを巻くような形状が確認された（写真4）。

また、縁石や硬い碎石層に突き当たった根が直角に近い角度で屈曲していた状況も見ら



れた。したがって、サクラなどより、さらに路盤への侵入成長の確率が高い可能性が考えられる。

被害の主要因としては、路盤に入った根が伸長生育できる可能性が高いことにより、縁石の下を根が通過したことによるものと考えられる。しかしながら、このよう

樹種	全景写真	植栽環境	土層	土壌硬度	構造物の被害	根の状態	掘削断面図
サクラ (被害木)		・サイクリングロードに隣接する緩衝緑地帯。 ・被害木は、南側の緑地帯樹木と僅かに樹冠が接するが、未被害木は全く接していない。被害木と未被害木とは接しない。	＜樹心から1m＞ ・上層(0～30センチ)は粘土分を含むSL(砂壤土)、下層(30～70cm)は現地の砂土。 ＜Asの下層＞ ・4cm厚のAsの下は、砂+碎石の上層路盤(10cm厚)、その下は下層路盤(碎石)。	＜樹心から1m＞ ・40～50cmにやや締まった層があるが、その下の土層は、根の伸長阻害となるような硬さではなかった。	・緑石の浮き上がりはないが、緑石の下を通した根がAsを盛り上げていた。 ・Asの亀裂幅は最大で15cm、距離はサイクリングロード(幅員2.8m)を横断する。	・緑石に突き当たった根の太さはφ12～21mmで、Asの亀裂の直接的影響を及ぼしている。 ・Asの緑石付近での太さはφ11～13mmであった。 ・Asの下に入り込んだ根には、コブ状のものが確認された。	
サクラ (未被害木)					・緑石の下を通した根が確認されたがAsと路盤の中には根が伸長していなかった。 ・サイクリングロード側へ伸びた根は緑石に沿って伸長していたが、Asを盛り上げるような被害は確認されなかった。	・緑石に突き当たった根の太さはφ17～31mmで、サイクリングロード側へも入り込んだ根の太さはφ10～13mmであった。 ・被害木に見られた「Asの下に入り込んだ根のコブ状のもの」は確認されなかった。	
シンジュ (被害木)		・サイクリングロードと園路に挟まれた1.4mの植栽帯(被害木)と1.5mの中央分離帯の植栽帯(未被害木)。 ・被害木は、低木の生垣内に取り込まれる。 ・未被害木は、低木の植込みや、ウッドチップマルチングが敷設。	＜樹心から1m＞ ・上層(0～40cm)＝粘土分を含むLS(壊質砂土)、碎石層が5cmほど介在し、その下層(50～70cm)＝現地の砂土。 ＜Asの下層＞ ・4cm厚のAsの下は、砂+碎石の上層路盤(10cm厚)、その下は下層路盤(碎石)。	＜樹心から1m＞ 40～45センチに碎石層が介在し固結となる。上層の硬度は、根の伸長阻害となる硬さではない。	・緑石の浮き上がりはないが、樹心から2.2mも離れた位置にある緑石の下を通した根がAsを大きく盛り上げていた。 ・亀裂幅は最大で3cm、距離はサイクリングロード(幅員2.8m)を横断していた。	・緑石に突き当たった根の太さはφ24～31mmと太い。 ・As亀裂させた根の緑石付近での太さはφ31mm。	
シンジュ (未被害木)					・緑石の浮き上がりはないが、根の掘削時にわずかながら確認。 ・その直下に、φ62.4mmの大径根。 ・緑石のみをわずかに押し上げているのが確認。	・緑石に突き当たった根の太さはφ22～63mmとかなり太い。 ・サイクリングロード側へ伸長した根の緑石付近での太さはφ13mm。	
セシダン (被害木)		・駐車場のアイランド(被害木:幅6m、未被害木:幅3.3m)にある植栽帯(被害木:幅3m、未被害木:幅1.5m)。 ・片側は低木の垣根。片側は通路。	＜植栽帯＞ ・上層(0～50cm)は粘土分を含むSL(砂壤土)、50～60cmに駐車場の路盤、その下層(60～80cm)は現地の砂土。	＜植栽帯＞ ・表層は非常に軟らかいが、70cm程度まで根系侵入にやや障害となる硬さが連続しているものの、根の伸長阻害にとまではならない。	・根上りが明らかで、既に数枚の平板と緑石が取り除かれていた。 ・地上根は、約3m先のU字排水溝まで達していたが、U字排水溝が破壊した箇所は確認されなかった。 ・根は90°屈折して、横方向に伸びていた根が垂直方向(下)に行き先を変えていた。	・平板に影響を及ぼした地上根の太さはφ250～450mmと非常に太い。 ・緑石に突き当たった根の太さはφ24～31mmと太い。	
セシダン (未被害木)				＜植栽帯＞ ・上層は非常に軟らかく、さらに50cm程度まで軟らかい土層が連続している。	・緑石および平板の浮き上がりなし。	・平板の下にもぐり込んだ根の太さはφ60～85mmとかなり太く、将来的には被害木と同じ被害を及ぼすものと考えられる。	
モミジバフウ (被害木)		・オープンスペースに配置された植栽帯に植栽された樹木。 ・日あたり・風通し・植栽方法は全て同じ条件にある。	＜植栽帯＞ ・植栽内の土(水湿＝半湿(潤)) 上層(0～30cm)＝粘土分をやや含むSL(砂壤土) 30～40cmに路盤の碎石層を一部介在。 下層(40～60cm)＝現地砂	＜植栽帯＞ ・碎石層以外に根の伸長阻害は見られない。	・植栽内において根上りが認められ、緑石および平板が浮き上がっていた。 ・緑石や平板の浮き上がりは、目地部分で発生していることが多い。 ・西方向への平板の浮き上がりは、8.2m先の園地まで到達し、そこでさらに緑石を持ち上げていた。	・樹内は、根が密集していた。 ・南西角の緑石を持ち上げていた根の太さは、φ45～71mmと非常に太い。	
モミジバフウ (未被害木)				・緑石および平板の浮き上がりなし。	・緑石および平板の浮き上がりなし。	・平板や緑石には影響を及ぼしていないが、緑石の下にもぐり込んだ根の太さはφ5～30mmで中径根以上が7本(1.2m幅内)確認できた。 ・これらの根が徐々に成長すれば、将来的には被害木と同じ被害を及ぼすものと考えられる。	
クロガネモチ (被害木)		・植栽内に3本の樹木が生育しており、その中で、特にクロガネモチが大きく成長している。 ・樹冠は隣接する路盤に接する手前まで日当たり・風通しは良好。	＜植栽内＞ ・上層(0～10cm)LS(壊質砂土)、下層(10～50センチ)LS(壊質砂土)、50～60cmに駐車場造成時に施工されたと思われる碎石層を介在。	＜植栽帯＞ ・碎石層以外に根の伸長阻害となる硬さは見られない。 ・目地から平板に出た根は、φ5～13mmで、南方向への平板の浮き上がりは、3m先まで到達していた。	・植栽内において根上りが認められ、緑石および平板が浮き上がっていた。 ・目地から平板に出た根は、φ5～13mmで、南方向への平板の浮き上がりは、3m先まで到達していた。	・緑石の下に侵入する根が多く見られ、根の最大太さはφ10cmであった。 ・平板下を長く伸びた根は、再びアスファルト舗装側の緑石の下に入り込み、駐車場の雨水樹の方へ伸長していた。	
クスノキ (被害木)		・サイクリングロードの植栽帯(幅3.0m)で、低木の植込みがある。 ・樹木が大きく成長し、もう少しで近隣の緑林と樹冠を接する状況である。 ・日あたり・風通しは良好。	＜植栽帯＞ ・上層(0～20cm)SL(砂壤土)、20～30cmに管理用土に施工されたと思われる路盤の碎石層を介在。 下層(30～60cm)S(砂土)。	＜植栽帯＞ ・碎石層以外に根の伸長阻害となる硬さは見られないが、30cm以下には根系侵入規制層であることが示された。	・緑石は2～3cmの高低差が見られ、平板は東西方向のスレが広範囲に確認された。 ・緑石の下に大きな影響を及ぼしていた根の太さはφ42～55mmと極めて太く、それ以外にも緑石の下へはφ7.00mmの太さの根が非常に多くもぐり込んでいた。 ・これらの根が徐々に成長すると考えれば、将来的にはさらに被害が大きくなるものと考えられる。	・植栽帯の幅は約3.0mあるが、根元周が1.95m(φ62cm)と極めて太く、樹心から南側の構造物までの距離は約1.4mであった。 ・根元が盛り上がりしているため、最も近い緑石との高低差は10cmあった。	

※樹木の活力、植栽基盤の排水性はすべてで良好であった。また、土壌の化学性にも障害となる値はみられなかった。

図1 根系調査の結果

な軟らかく屈曲しやすい特徴は、縁石までの距離が近いにもかかわらず縁石を持ち上げるまでの被害はほとんど確認されなかった。このことから、縁石下へ入ってもそこで強引に成長・肥大化して縁石を持ち上げるなどをせず、それを巧みに避けて、条件のよいところで肥大化するような器用で軟らかい根であると考えられる。そのため、縁石下に根が侵入できないようにさえしておけば問題はないと考えられる。

③センダン

被害木と未被害木は、ともに広い駐車場の歩行者用通路中央部に植栽されているが、未被害木（幹周＝67 cm）と比較して被害木（幹周＝127 cm）は、大きく成長している。さらに、被害木は何らかの理由で太根が表面近く伸長し、肥大化し平板を押し上げて舗装破壊に至っていた（写真5）。

被害木と未被害木を分けた原因として考えられる第一は、被害木の方が成長が著しく、根もそれに



写真5 センダン根系による被害

比例して肥大していることがあげられる。そのため、未被害木も将来的には被害木になりうる可能性が高い。また、センダン特有の根の特性である「ゴボウ根」（太根を主体とし、細根が極端に少ない）が、構造物へ大きな被害を及ぼした要因と考えられる。

④モミジバフウ

被害木と未被害木は、子供の広場管理棟前のオープンスペースの植栽枠（1.5×1.5m）の中心に植栽され、周辺はすべて洗い出し平板舗装である。肥大したモミジバフウの根が植枠内で過密となり、そこから溢れ出すように縁石下から舗装下へ入り、それらの一部が成長によって縁石や平板を持ち上げたものである。植栽枠と平板の高低差は無く、根で平板が浮き上がっているにもかかわらず平板の視覚性で浮き上がりが目立ちにくいいため、歩行する人がつまずき易い状態になっている。

被害木も未被害木も共に同じ大きさの植栽枠中心に植栽され、構造物までの距離に差異はないが、被害木の方が大きい。



写真6 モミジバフウの根系

幹周 85 cmの被害木には幅 1.5mの植枠が狭すぎ、根が過密となって溢れたことが原因と考えられる（写真6）。したがって、未被害木（幹周 58 cm）も将来的には確実に被害を生じさせることは疑いがない。また、舗装が歩道用であるため、平板を敷き均す路盤（20～40 cmのうち 10 cmの層厚）が軟らかいことが副次的に構造物被害を助長した可能性もある。

⑤クロガネモチ

サイクルセンター脇の管理用駐車場の植枠に植栽されている。植枠から縁石下部を通して出た根が路盤に入り表層に浮き上がるように成長したため、縁石や平板をずらしたものである（写真7）。

植枠内の下層部（20～30 cmの砕石層）は、強い締め固めを受けているため根が表層に偏っている。逆に、舗装下の路盤は



写真7 クロガネモチの根系

（歩道用の舗装であるためか）表層から 30 cmまでは礫を含みながらも根の侵入がギリギリ可能な程度の軟らかさとなっていたため、路盤に侵入した根が十分に成長して舗装に被害を与えたものと考えられる。

⑥クスノキ

サイクリングロードと駐車場外周にある平板舗装の歩道の間に位置する植栽帯に植栽されている。平板舗装部へ続く縁石の下に根が侵入して縁石を押し上げ、路盤に入り成長して平板もずらして被害を与えている。植栽帯には非常に多くの根が発達しており、縁石の下や縁石と縁石の間を通過する根は太くはないものの、多くの本数が確認された（写真8）。

被害の主要因は、樹木の大きさ（根元周 1.95 m）に比較して植枠（幅 3m）が狭すぎることに加えて、土壌の 30 cm以下が



写真8 クスノキの根系

極めて硬いため、縁石下に根が入り、舗装下の路盤（路盤に侵入した根は十分に成長できる）に侵入したことであると考えられる。

3. 被害要因と対応策の検討

(1) 被害要因

調査結果から得られた知見をまとめると、以下のとおりである。

- ①樹木は大きく成長することにより、根の伸長範囲は広がり、侵入できる隙間があればどこへでも根を伸長させる。植栽基盤が狭くて構造物に樹木が近い、また、樹木は大きいほど被害が顕著である傾向がみられた。
- ②調査地の縁石においては、例外なくその下部に根系が侵入する隙間があった。平板舗装の下路盤では、根は十分に伸長生育できていた。
- ③アスファルト舗装下では、条件（樹種、舗装厚、路盤の軟らかさ）によって樹木は（串団子のような瘤を作ったり、異常に屈曲を繰り返すなど）樹種による伸長特性を示しながら根を適応させていた。

(2) 被害防止の対応策

被害を防ぐための対応は、以下のような比較的単純な方策になると考えられる。設計段階からの対応は、植栽樹木の根系伸長範囲を予測して植栽基盤を整備するとともに、構造物下に根系が伸長できない対策を施すという本質的解決策以外には考えられない。また、管理段階での対応としてあげた策は、実施困難である場合や美観を大きく損ねること、樹木成長に悪影響を及ぼすなど実施に当たっては大きな課題を有している。

①設計段階からの対応

- ・植栽場所に適した樹種を選定するとともに、樹木の成長に見合う十分な広さの植樹・植樹帯幅及び有効基盤の深さを確保する。
- ・縁石の手前には、根の広がりを防止する堅固なガードを設けるとともに、根系による圧力に耐える縁石構造とする。
- ・十分な広さの植栽基盤を設けられない場合は、根系誘導耐圧基盤のような手法で舗装下の路床に根系成長範囲を確保し、根を誘導させる。

【根系誘導耐圧基盤】

踏圧等による変形を受けずに空隙を確保するため、砕石（火山砂利等の粗骨材）等の骨組みに、養分等を含む細粒質の骨材を隙間に詰め、構造を確保（耐圧性）しながら、根の伸張性をも満足するような土壌構造。

②管理段階での対応

- ・被害を受けた構造物を移動させるとともに、植栽基盤を拡幅する、あるいは根系誘導耐圧基盤のような手法で路床へ根を誘導する。
- ・日常的に剪定や根切りを実施し、根系伸長を抑制する。
- ・被害を与えている根を強制的に切断する（腐朽菌の侵入を誘引したり、支持力低下による風倒被害を誘引したりする可能性があるため注意が必要）。

4. 被害対策の具体案

公園内の現状被害に対する具体的な改良方法について、以下のとおり立案した。

(1) 園地等に植栽されている樹木による被害

①舗装構造物からある程度(1m以上)の距離がある場合

他の園地部分への根系の発達が十分望めることから、改良工法としては、舗装構造物脇で根切り+切断面の養生を施し、併せて舗装脇に根系遮断シートを入れ、舗装下の根の侵入を防止する（図2）。

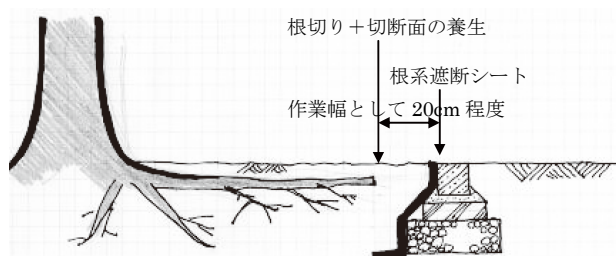


図2 構造物から1m以上の距離がある場合の対策

②舗装構造物に近接している場合

現状で根元付近の根上りが顕著に認められる場合は、この部分を切断してしまうと樹勢に影響を与える恐れがあり、簡単に根切りを行えない。このため、最も有効な方法は、園路を回避（迂回する、あるいは園路縦断を改良する）する方法である（図3）。ただし、現場の状態

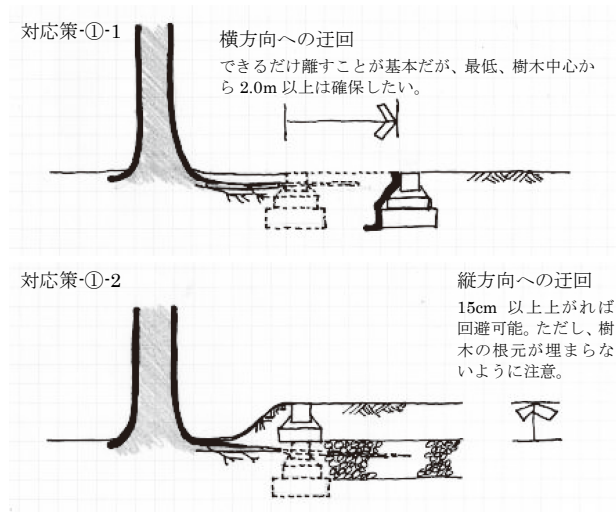


図3 園路を回避する対策

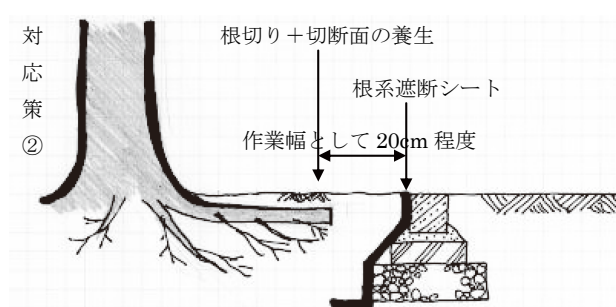


図4 構造物に近接している場合から容易でない場合は、少しずつ根切りを施しつつ、樹木の様子を伺い、最終的に根切り+切断面の養生+根系遮断シートの設置を行なう方法が考えられる（図4）。

(2) 園地舗装内の小さい植樹樹に植栽されている場合
基本的に根の伸長に対して土壌量が足りない状態にあ

るため、現状で被害が無くても、やがて顕在化することは明らかで、根本的な対策の実施が望まれる。

対策の第一は、植樹柵を拡大する方法が考えられる。利用者への多少の不便はあるものの、周囲にも十分な余裕がある場合には、周囲の平板を数枚取り除き、根切り＋切断面の養生＋根系遮断シートの設置という対策が望まれる。あるいは、植樹柵と植樹柵との間に、幅 60cm 程度の根系空間を整備し、ここに将来的な根系を誘導する方法も考えられる。現状の平板を一次撤去し、その下に根系誘導耐圧基盤等による根系誘導空間を設置し、その後平板を復旧して利用する方法が考えられる（図 5）。

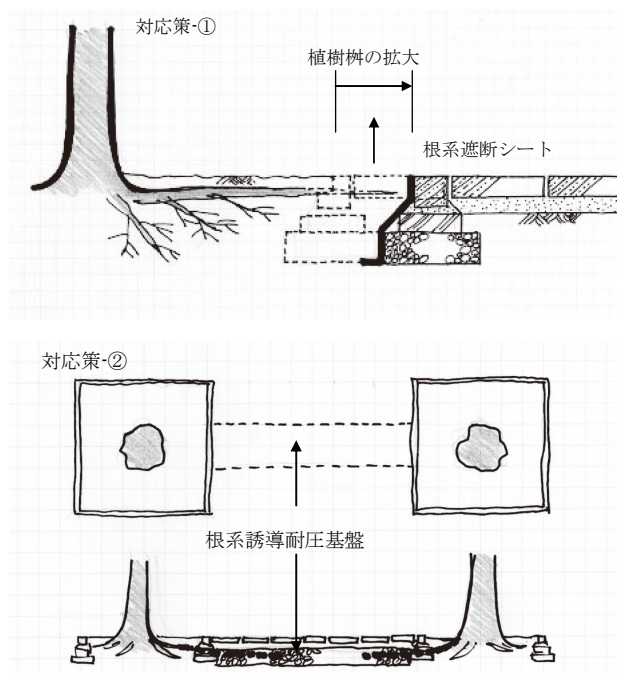


図 5 園地舗装内の植樹柵に植栽されている場合の対策
(3) 歩道内に植樹柵でパンチング植栽されている場合
基本的に根の伸長に対して土壌量が足りない状態にあるため、現状で被害が無い樹木でも、やがて被害が顕在化することは明らかで、根本的な対策の実施が望まれる。対策工法は、上記の舗装内の樹木に対するものとはほぼ同様であるが、被害が出ている部分は根切り＋切断面の養生＋根系遮断シートの設置で対処し、合わせて植樹柵と植樹柵との間に、幅 60cm 程度の根系空間を整備し、こ

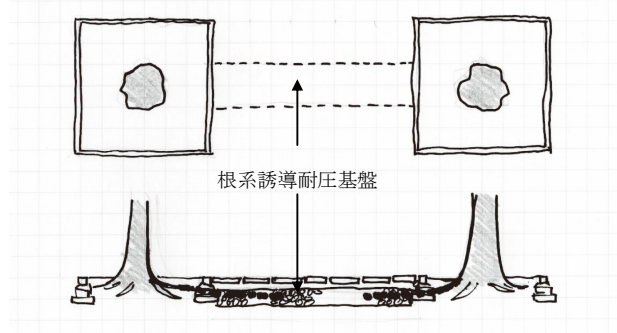


図 6 歩道内の植樹柵に植栽されている場合の対策

こに将来的な根系を誘導する方法が望ましい。現状の平板を一次撤去し、その下に根系誘導耐圧基盤等による根系誘導空間を設置し、その後平板を復旧して利用する方法が考えられる（図 6）。

(4) 処置における留意点

上記の対策により処置を行う場合には、次の点に留意する。

根切りをした切断面は、その部分から幹への腐朽菌などの侵入を防ぐため、ケアヘルス（切口癒合助成塗布剤）等の殺菌剤を塗布しておくことが必要である。また、縁石部は改良工事に合わせて、再度確実に設置されているかを確認し、モルタルや基礎コンクリートとの接着等を確実にする。合わせて、植栽基盤内の土壌改良（根が下方や構造物とは別の方向に伸長し易いようにするための物理的な改良＝耕耘＋物理性を保持する改良材（パーライト等）の混入）を実施することにより、より長期の改良効果を期待することができる。

また、植栽木の根系範囲と構造物との位置関係から、樹高成長が旺盛な樹種や将来大高木と成るような樹種が不適合と考えられる場合には、機会を見つけて樹種転換していくことも一考である。

5. 今後の課題

本調査により、樹木根系の根上りによる園路等の構造物に対する被害の状態やその要因が明らかになった。しかし、その対策や予防策については、十分な検討が出来ていない。そのため、本調査での検討を踏まえた今後の課題としては、以下のとおりである。

①根切りによる効果検証調査

公園内で既に行われている根切りに対して、樹木成長調査により効果、樹木に与える影響を把握する。

②対策工法のモデル施工試験

今回提案した工法についてモデル施工を行ない、効果や実現性などについて検討する。

③新規植栽における対策工法の検討

新規に植栽する場合として適切な「樹種選定」、「植栽基盤整備」を提案し、モデル施工を行ってその効果を検証する。

参考文献

- (1) 荏住昇、樹木根系図説、誠文堂新光社、1979.6

台風による倒木被害対策に関する調査

Research on countermeasures for damages by tree failure in typhoons

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

(研究期間 平成 17～21 年度)
室 長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
主任研究官 飯塚 康雄
Senior Researcher Yasuo IIZUKA
研究官 長濱 庸介
Researcher Yosuke NAGAHAMA

Typhoons often hit Okinawa, and a lot of trees in Okinawa are damaged by typhoons. In this study, we investigated the causes why those trees had been damaged by the typhoons, and the growth of root system of planted trees in Okinawa.

〔研究目的及び経緯〕

沖縄地方は、接近や上陸する台風の数が本土に比べて多くまた勢力も強いことから、台風が通過する度に倒木などの被害が数多く発生している。倒木被害は、周辺建物や自動車の破損、道路を遮断することによる交通障害、人的被害等を引き起こす可能性があるため、できるだけ被害を軽減させる必要がある。そのためには、倒木被害の実態解明や根系の生育特性等を把握したうえで、有効な被害対策を立てることが重要である。

本研究は、倒木被害を軽減することを目的として実施している。平成 18 年度は、国営沖縄記念公園海洋博覧会地区（以下「海洋博公園」という）を対象として台風による倒木被害の実態を調査した。さらに、沖縄地方で多用されている緑化樹木を対象とした樹木根系調査を実施し、その形態や伸長状態を把握した。

〔研究内容及び成果〕

1. 海洋博公園における倒木被害の実態調査

(1) 調査概要

過去 10 年間（平成 8 年から平成 17 年の期間）における、海洋博公園で発生した倒木被害の実態を調査した。調査対象とする被害の形態は、根返り、傾斜、幹折れとした（表 1）。調査には、海洋博公園で発生した倒木被害記録や被害状況の写真を使用し、「被害の多い樹種」「被害の形態」「被害樹木の規格（幹周）」を整理した。なお本調査では、被害を受けなかった樹木については把握できなかった。

(2) 調査対象台風

過去 10 年間に沖縄地方へ接近、上陸した台風のうち海洋博公園内の植栽樹木に多くの被害を発生させた台風を調査対象とした（表 2）。

(3) 調査結果

①被害の多い樹種

被害を受けた樹木は 47 種 246 本であった。これらの樹木から植栽本数の少ない樹種を除いたうえで、被害本数と被害率が両方とも高い樹種を 10 種抽出し、これを被害の多い樹種とした（表 3）。この中には、浅根性と考えられているオオハマボウ、ココヤシ、コバテイシだけでなく、深根性と考えられているセンダン、ソウジジュ、ヒカンザクラ、フクギ、モクマオウも挙げられた¹⁾。（表 3、写真 1）。

表 1 本調査で対象とした被害の形態

形態	形態の内容	被害例
根返り	樹木の根株が地面から完全に抜けて、立木が転倒・倒伏する現象	
傾斜	樹木の根系の一部が切断することなどにより、樹木が傾斜する現象	
幹折れ	樹木の主幹が立木のまま折れる現象	

表 2 調査対象とした台風

年	台風	通過経路	最大瞬間風速（名護）	被害本数
H8	12号	本島横断	43.2 m/s	99本（19種）
H9	13号	本島南海上	43.4 m/s	25本（10種）
H11	18号	本島西側	49.5 m/s	74本（17種）
H15	10号	本島東側	48.7 m/s	48本（28種）
合計被害本数				246本（47種）

最大瞬間風速値：気象庁HPの気象統計情報より

表 3 被害の多い樹種

被害樹種	被害本数 (A)	植栽本数 (B)	被害率 % (A/B) × 100
オオハマボウ	43	281	15.3
フクギ	29	1963	1.5
モクマオウ	24	1620	1.5
アメリカデイゴ	13	191	6.8
コバテイシ	12	255	4.7
ソウシジュ	12	303	4.0
ココヤシ	11	95	11.6
センダン	10	108	9.3
ヒカンザクラ	10	188	5.3
シロガジュマル	4	49	8.2

注) 植栽本数は平成18年時点の数量

②被害の形態

傾斜が 44%、幹折れが 43%とほぼ同じ割合で発生し、根返りは 13%であった (図 1)。

幹折れ被害のうち、幹や根の腐朽が確認されていた樹木が 25%、根張りの悪さが確認されていた樹木が 0.9%であった。また、根返り被害のうち、根の腐朽が確認されていた樹木が 3%、根張りの悪さが確認された樹木が 6%であった (図 2)。これ以外の樹木は異常が無いか、もしくは不明であった。

③被害樹木の幹周

幹周 30～90cm の範囲にある樹木が 68%を占めていた。一方、幹周 90cm 以上の樹木では被害が少なかった (図 3)。しかし全植栽樹木の幹周が明らかでないため、規格別による被害の多少を判断することはできなかった。

(4) まとめ

被害の多い樹種の中には、深根性と考えられている樹種¹⁾が確認された。これは、植栽時の根切りの影響や、薄い客土層ために垂直方向の直根の伸長が抑えられ、十分な支持力が得られずに根返りや傾斜に至ったものと推測されたが、明確な理由は明らかにできなかった。また、幹や根の腐朽、根張りの悪さが被害の一因として推測された。

本調査では、被害を受けなかった樹木との比較が出来ていないので不明確な部分が多い。そのため、今後より詳細な調査が必要である。

2. 樹木根系調査

(1) 調査概要

沖縄における主要な緑化樹木の根系調査を実施し、その形態や伸長状態を把握した。調査対象木は海洋博公園の植栽木 20 種各 1 本と、今帰仁村にある圃場 (以下「圃場」という) に生育している実生木 5 種各 1 本とした (表 4)。なお、海洋博公園の調査対象木は、前年度に根系の水平方向分布を確認するために実施した根系調査木 19 種とオオバアカテツの合計 20 種とした。



写真 1 被害例

写真左上: 傾斜したオオハマボウ (H8 台風 12 号)
写真右上: 傾斜したココヤシ (H8 台風 12 号)
写真左下: 根返りしたヒカンザクラ (H15 台風 10 号)
写真右下: 幹折れしたソウシジュ (H11 台風 18 号)

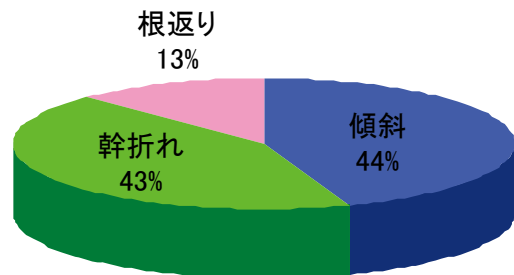


図 1 被害の形態 (n=246)

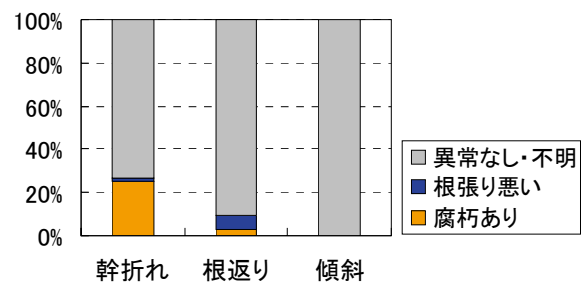


図 2 幹や根の腐朽、根張りの悪い樹木の割合 (n=246)

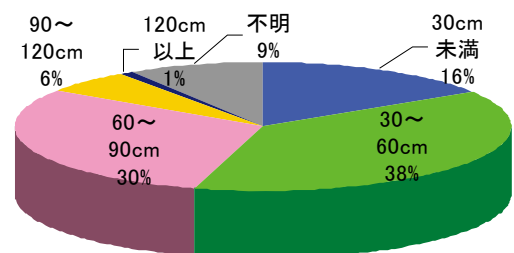


図 3 被害樹木の幹周 (n=246)

(2) 海洋博公園における根系調査

①調査方法

トレンチ法³⁾による根系調査を実施した。掘削位置は前年度に実施した根系調査²⁾と同じ掘削範囲内とし掘削にはバックホウを使用した。掘削する深さは、根系の出現が確認されなくなるまで、もしくは琉球石灰岩の岩盤に到達して、それ以上の掘削が不可能と判断されるまでの深さとした(写真2)。掘削後、土壌断面に出現した根系の太さや分布位置を記録するとともに、周辺土壌の土壌分類や土壌硬度等を記録した。

②調査結果

調査結果例を図5に示す。ほとんどの樹種において太さ0.2cm以上となる小根や太根は、深さ60cm程度までの位置に分布していた。また、50cm程度よりも深い位置では土壌が固結しており、根の伸長は困難であると考えられた。

(3) 圃場における根系調査

①調査方法

バックホウやエアースコップを使用して、根系の分布する範囲を、できるだけ根を切断することなく掘削した。掘削後樹木全体をクレーンで吊上げ(写真3)、根系の縦断面と横断面を写真撮影して根系図を作成した。また、周辺土壌の土壌分類や土壌硬度等を記録した。

②調査結果

調査結果例を図6に示す。根系の伸長が十分に可能となる有効土層厚は、リュウキュウマツを除いて1m程度以上であった。また、すべての調査対象木について根の伸長は良好であることが確認された。特に、海洋博公園のフクギは植栽時の根切りによって根鉢部の周囲から発生させた側根や細根を面的に伸長させているのに対して、圃場のフクギは根鉢部分から発生させた根を深さ150cmまで垂直に伸長させており、顕著に深根性の特徴がみられた。また、オキナワキョウチクトウは浅根性と考えられているが¹⁾、圃場では深さ120cmの琉球石灰岩の岩盤に達するまで直根を伸長させており、水平方向よりも垂直方向への伸長が大きいことが確認された(写真4)。

(4) まとめ

海洋博公園と圃場で実施した根系調査により、植栽基盤の土壌条件や根切りの有無は、直根の伸長形態に影響を与えているものと考えられた。今後は、移植時の根切りで直根を切断されても側根を伸長させることにより支持力を得られる樹種、逆に直根を失うことによって倒木しやすくなる樹種等の根系特性も含めて把握することが重要であり、より多くの緑化樹種の根系調査を行う必要がある。

[参考文献]

- 1) 社団法人沖縄建設弘済会(1996) 沖縄・緑化樹木図鑑～道が拓く地域文化～。
- 2) 松江正彦・飯塚康雄・長濱庸介(2006) 台風による倒木被害対策に関する調査, 国土技術政策総合研究所資料第355号 国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室報告書第21集, 15-16。
- 3) 苅住昇(1979) 樹木根系図説, 誠文堂新光社

表4 調査対象木

樹種	形状	
	樹高(m)	幹周(cm)
1 リュウキュウマツ	7.5	118.0
2 フクギ	4.5	69.0
3 ガジュマル	5.5	95.0
4 アカギ	5.0	135.0
5 モクマオウ	10.5	83.0
6 オオバアカテツ	5.0	60.0
7 コバテイシ	6.0	92.0
8 デイゴ	7.5	231.0
9 ヒカンザクラ	4.5	70.0
10 トックリキワタ	6.0	127.0
11 テリハボク	5.0	74.0
12 ソウシジュ	6.0	132.0
13 クロヨナ	4.5	57.0
14 リュウキュウコクタン	5.0	68.0
15 オキナワキョウチクトウ	5.5	71.0

樹種	形状	
	樹高(m)	幹周(cm)
16 アコウ	5.5	140.0
17 ヤエヤマヤシ	4.8	69.0
18 ホウオウボク	6.5	116.0
19 ヨウテイボク	7.0	98.0
20 ビロウ	4.0	72.0

樹種	形状	
	樹高(m)	幹周(cm)
1 リュウキュウマツ	4.7	33.0
2 フクギ	4.0	42.0
3 アカギ	3.7	33.0
4 コバテイシ	4.0	44.0
5 オキナワキョウチクトウ	3.0	37.5



写真2 海洋博公園における根系調査の状況

写真左: 掘削位置(扇状に土壌が露出している範囲は前年度根系調査における掘削範囲。赤線で示した箇所が今年度根系調査における掘削位置)

写真右: 掘削後の土壌断面の様子(土壌断面に出現した根系に白色液剤を噴霧し、視覚的にわかりやすくしてある)



写真3 圃場における根系調査の状況



写真4 フクギとオキナワキョウチクトウの根系

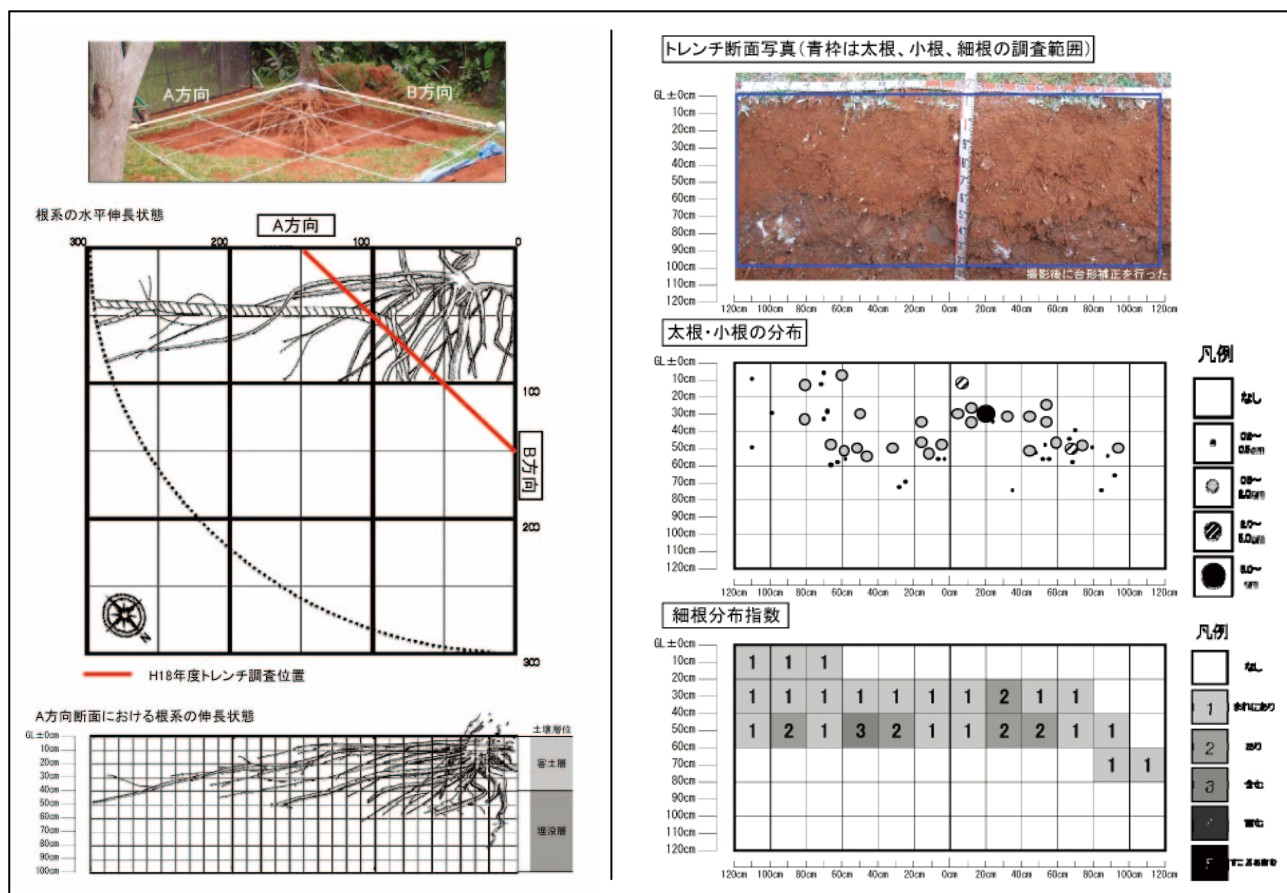


図5 海洋博公園におけるフクギの根系調査結果（左図は前年度における根系調査結果）

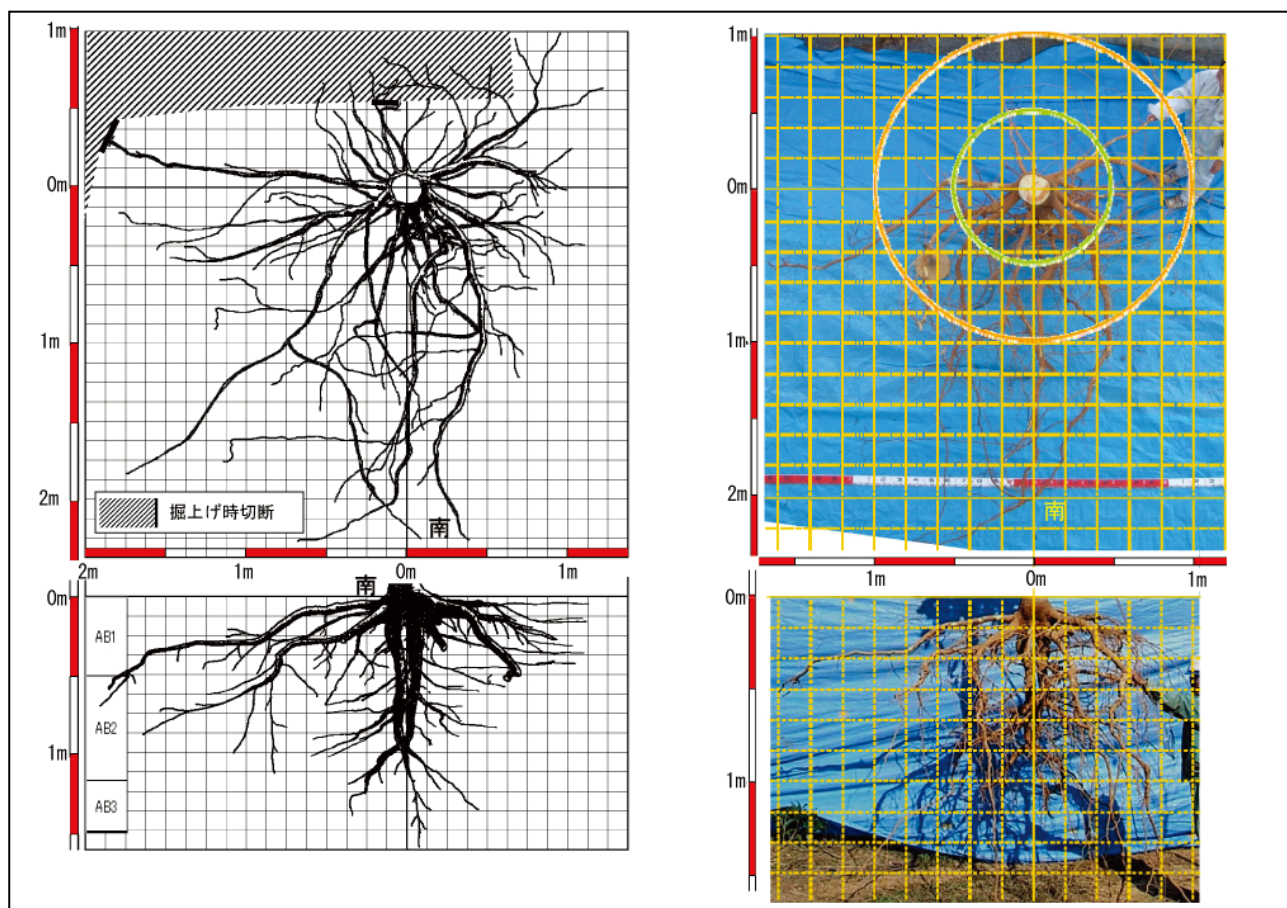


図6 園場におけるフクギの根系調査結果

1.4 緑豊かで良好な景観形成の支援に関する研究

15) 景観デザインの規範事例集策定調査	
【景観形成事業関連調査費】	71
16) 景観重要樹木の管理指針の策定に関する研究	
【都市公園事業調査費】	75
17) 歴史的イメージ形成に関する景観評価手法の開発	
【都市公園事業調査費】	81
18) 隣接施設・街路等と連携した都市公園の整備・管理に関する研究	
【都市公園事業調査費】	83

景観デザインの規範事例集策定調査

Research on best practice case studies in infrastructure design

(研究期間 平成 18 年度)

環境研究部緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
主任研究官
Senior Researcher

松江 正彦
Masahiko MATSUE
小栗ひとみ
Hitomi OGURI
福井 恒明
Tsuneaki FUKUI

It is necessary to share the best practice case studies from the viewpoints of landscape, aesthetics, structure and sustainability to spread the philosophy of the Landscape Act over public works. In this research, the projects which have been thought as highly evaluated design are selected, and the technical ideas and methodologies are introduced.

〔研究目的及び経緯〕

美しい国づくり政策大綱及び景観法を踏まえ、公共事業の実施に際して景観・デザインに配慮することが求められている。平成 16 年 6 月に「国土交通省所管公共事業における景観評価の基本方針(案)」が策定され、44 の直轄事業を対象として試行したのち、平成 19 年 4 月「国土交通省所管公共事業における景観検討の基本方針(案)」として改定され、全ての直轄公共事業を対象に各地整等で運用を始めている。また平成 18 年度末までに各分野の景観形成ガイドラインが出揃った。

こうした体制や方針の整備が整う一方、土木分野では景観・デザインに配慮した設計を行う際に参考となるような規範的事例を集めた資料集がなく(建築の分野では戦前から建築設計資料集成が整備されており、教育及び実務で一般的に参照されている)、これを整備することによって景観・デザインの理解や合意形成に資するものと考えられる。本調査は土木構造物の規範的設計事例を示し、公共事業における景観形成の方向性を示すとともに、景観、デザインに配慮した設計の際の参考となる情報を整理するものである。具体的には道路・橋梁・街路・公園・河川・海岸・港湾の各分野について規範的事例を抽出し、設計意図や技術的情報等を調査した上で、景観デザイン規範事例集としてとりまとめた。

〔研究方法〕

上記 7 分野を対象として、全国的に標準設計が普及せず、地域ごとあるいは施設ごとにデザインが工夫された近世・近代(戦前、戦後初期)の構造物と、それ以降の構造物で一定期間人々の目に触れ、デザインと

して評価が定まったものをリストアップし、規範となりうる景観デザインの事例候補を選定した。次にこれら候補事例に関する図面や設計意図等の資料を現地調査および資料調査により収集し、各分野における景観デザインの規範事例集としてとりまとめた。

検討にあたっては、(社)土木学会景観・デザイン委員会内に、景観デザインおよび各分野の専門家からなる「土木デザイン集成編集小委員会(委員長:篠原修政策研究大学院大学教授)」を設け、規範となる事例の選定および事例集編集に関する議論を進めた。

〔研究成果〕

1. 選定された事例

分野について、数百事例の候補から委員会での検討を経て下記の事例を選定した(事例中*のついたものは複数の事例をひとつの項目として紹介するもの)。

(道路)

①東海、②日光御成街道・日光例幣使街道・会津西街道、③やまなみハイウェイ、④芦ノ湖スカイライン・箱根スカイライン、⑤二十間道路、⑥定山渓道路、⑦日光宇都宮道路、⑧千葉東金道路、⑨道央自動車道(和寒一土別・釧路 IC)、⑩休憩施設*

(橋梁)

①錦帯橋、②永代橋・清洲橋、③武蔵大橋、④天神橋、⑤西海橋、⑥十王川橋、⑦横兵ペブリッジ、⑧横向大橋、⑨鶴見橋、⑩牛深・ハイヤ大橋、⑪苦田大橋、⑫歩行者専用の橋*

(街路)

①知覚武家屋敷通り、②中山道 奈良井宿、③銀座中央通り、④御堂筋、⑤青葉通・定禅寺通、⑥絵画館前通り・表参道・内外苑連絡路、⑦大通・大通公園、⑧元町通り(横浜)、⑨皇居周辺街路、⑩水辺の街路*、⑪坂道*、⑫歩行者系街路*、⑬オープンカフェ*

(公園)

①西都原古墳群、②上野公園、③砦公園、④アルテピアッツァ美唄、⑤古河総合公園、⑥モエレ沼公園、⑦長崎水辺の森公園、⑧震災復興小公園、⑨多摩ニュータウン・港北ニュータウン、⑩越前勝山・大清水空間、⑪見ノロ公園

(河川)

①富士川水系・信玄堤、②巴川・香嵐溪、③大沼川・城崎温泉街地先護岸、④夙川・河川敷緑地、⑤鴨川・京都市街地可道、⑥一の坂川・石蔵護岸、⑦太田川・基町護岸、⑧八束川・多自然型川づくり、⑨津和野川・景観整備、⑩阿武隈川・渡利地区水辺空間整備、⑪子吉川・二十六木地区多自然型川づくり、⑫和泉川・東山の水辺と関ヶ原の水辺、⑬木曽川・船頭平閘門、⑭荒川・岩淵水門、⑮旧北上川分流施設群・脇谷水門と鍋皮水門、⑯嘉瀬川・石井樋、⑰筑後川・山田堰、⑱隅田川・隅田公園、⑲牛伏川・フランス式階段工、⑳木曽川水系・羽根谷砂防第一堰堤、㉑雲原川・砂防施設群、㉒布引ダム(五本松堰堤)、㉓立ヶ畑ダム(鳥居堰堤)、㉔小牧ダム、㉕白水ダム、㉖水門の開閉装置の変化とデザイン※、㉗護岸端部のデザイン※、㉘伝統治水に学ぶしなやかなデザイン※、㉙流れのデザイン※

(海岸)

①虹の松原、②上人ヶ浜、③包ヶ浦、④白砂青松の役割※、⑤海岸工学と砂浜のデザイン※、⑥海岸の空間構成とアースデザイン※、⑦住民参加による海岸づくりの新たな動き※

(港湾)

①帆の浦、②三角西港、③横浜港日港地区、④山下公園、⑤自動車道、⑥鹿児島港本港西港緑地、⑦門司港レトロ、⑧港の魅力と景観整備※、⑨港とまちの眺望※、⑩居心地の良い水域の形成※、⑪海辺のプロムナードのデザイン※、⑫潮入のデザイン※

2. 規範事例選定の観点

委員会では次のような点が規範事例選定の観点として挙げられた。ただし事例選定の際には、例えば道路分野においては歴史的街道（東海道）、参道（日光御成街道）、パークウェイ（やまなみハイウェイ）、観光道路（芦ノ湖スカイライン）、植栽修景（二十間道路）、景観・環境保全（定山溪国道）といったように、ひとつの分野の中でもそれぞれ規範として別の方向性を持つものが選ばれている。

(道路)

① 歴史資源を保全・活用した道路
② 明確な意図・目的により良好な景観が形成された道路

(橋梁)

① 周辺地形・風景と調和した橋梁
② 形そのものが美しく、構造体そのものがデザインされた橋梁
③ 設計者のコンセプトを読み取れる橋梁
④ 橋梁群（ネットワーク）

(街路)

① 歴史・風土的な空間を保全活用した街路

② 沿道との良好な関係を構築する大通り（目抜き通り等）

③ 心地よいスケール感を持った路地・界限

(公園)

① 歴史資源を保全・活用した公園
② 空間・施設を転用した公園
③ 新たな風景的価値を創出した公園
④ 臨水部（川・港）における公園
⑤ 公園群（ネットワーク）

(河川)

① 自然の営みへの対応が工夫されている
② 周辺の地形・景観との関わりが考慮されている
③ 地域社会との関わりが考慮されている
④ 空間・構造物の全体の姿が優れている
⑤ 要素間の関係がうまく考えられている
⑥ 質の高い、丁寧な設計・施工が行われている

(港湾)

① 地形との関わりが考慮されている
② 水際と街がよく関係付けられている
③ 水辺の空間構成が優れている
④ 優れた設計・施工がなされている

(海岸)

① 地形を活かした汀線形状となっている
② 背後地や植栽帯との関係が優れている
③ 水辺の断面構成が優れている

3. 景観デザイン規範事例集の作成

選定された規範事例を実際の事業における計画・設計の参考とするために、以下のような項目を整理した。その上で事例ごとに4ページ前後にレイアウトし、景観デザイン規範事例集としてとりまとめた。

- ① 設計図：平面図、断面図、立面図、詳細図等
- ② 位置図：周辺地形や背後地との関係がわかるもの
- ③ 写真：空間全体の構成やスケール感、部分詳細のイメージがわかるもの
- ④ 諸元：所在地、管理者、設計者、施工者、建設年、主な構造など。
- ⑤ 設置の経緯とデザイン的特徴、設計意図：形状の必然性や根拠など

[成果の発表]

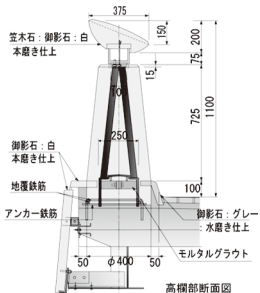
本調査の成果は、国総研資料 No. 433「景観デザイン規範事例集（道路・橋梁・街路・公園編）」、No. 434「景観デザイン規範事例集（河川・海岸・港湾編）」として発行し、地方整備局等に広く配布する予定である。

[成果の活用]

本調査の成果は、各分野における景観ガイドラインと合わせ、公共事業の計画・設計の際に景観に配慮する際の技術資料および関係者の合意形成のための参考資料として参照されることが望まれる。

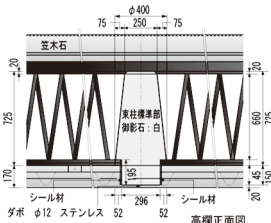
【構造デザイン】

規模・構造的には鉄桁構造が合理的な支間割りであるが、全ての桁を鉄桁で構成することなく、両外桁のみを逆台形断面の箱桁構造として、歩道部をブラケットで支えている。これによる景観的な陰影効果は絶大であり、橋全体の存在感を控えめに、かつスレンダーに見せている。



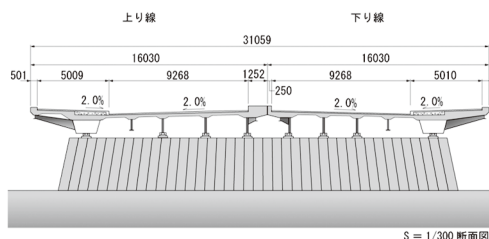
【高欄のデザイン】

安定感のある石材と繊細な鋼棒の巧みな組み合わせは、橋上空間の開放感と恐怖心を事実に解決している。シンプルで洗練された造形は、視覚的にも触覚的にも人への配慮に満ちている。

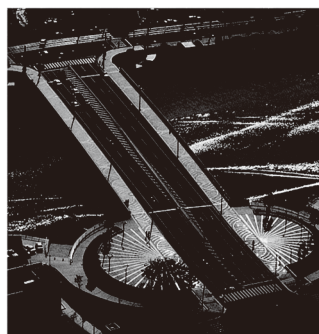


【橋詰広場のデザイン】

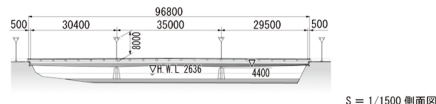
平和大通り（総幅員100m）の東端部分で、大通りの植栽帯部分を陸と河川の遷移区間を兼ねて橋詰広場として整備している。



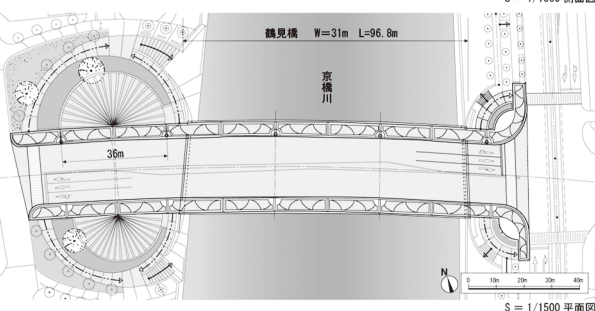
すっきりとした桁下と安定感のある橋脚



北西上空より本橋を眺める



S = 1/1500 側面図



031

規範事例集の内容例（橋梁編）

【全体計画】

車は一方通行として車両通行幅は1台分だけを確保し、残りは駐車帯、あるいは歩行空間の拡幅に利用している。

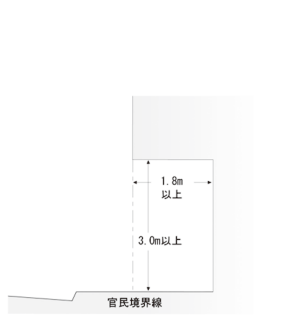
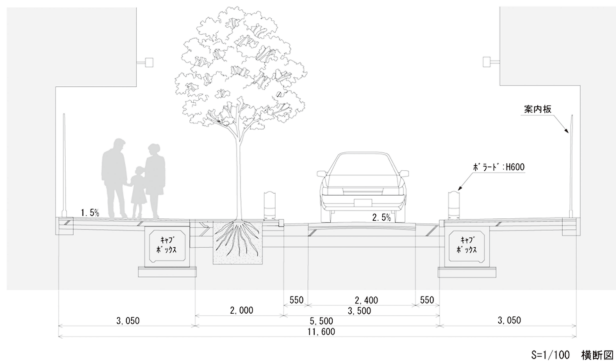
元町通りには5つの交差点があり、それらとその中間地点には舗装パターンや植栽、ベンチなどが配置され、歩車共存の工夫を兼ねた街路空間としてのアクセントがデザインされており、歩く楽しさが演出されている。また、直行する幅員3～6m程度の細街路からもガラスのキャノピーが張り出され、壁面線後退により出現した（雨に濡れない）軒下歩行空間を連続させて、利便性にも配慮している。

【基本断面】

昭和30年頃から受け継がれてきた、歩行者空間創出のための1階部分における1.8mの壁面線後退がこの街路の特徴づけている。沿道建物は「青空の快適さとチャタリングでかわいらしい店舗がつらなる街並空間を維持していくため、元町通りの天空を確保した建物形態とする」と街づくり協定細目に明記されており、街路延長方向に空が広がる空間が住民の意思により確保されている。また、看板や、商品を並べるワゴンの大きさなどにも協定が結ばれて、街路景観の維持と歩行者空間の確保に配慮がなされている。



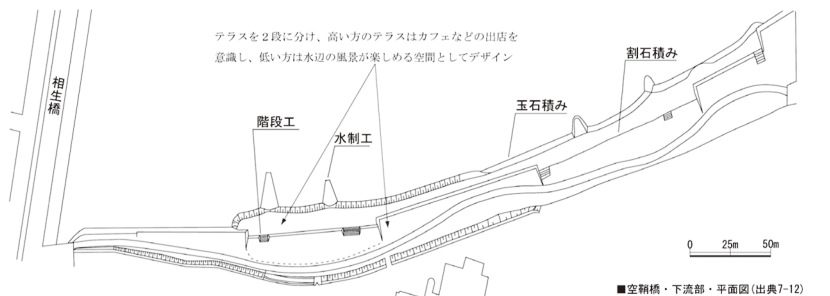
ライプツタウン事業基本設計



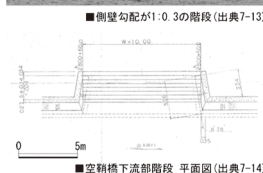
元町商店街の街づくり協定（昭和60年施行）による壁面後退線

023

規範事例集の内容例（街路編）

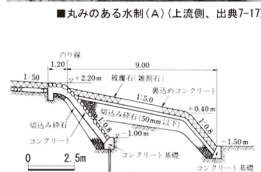
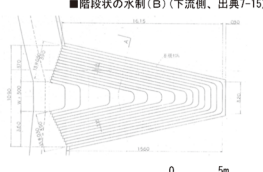


■空鞆橋・下流部・平面図(出典7-12)



【水制デザインの違い】

水制のデザインは当初は(A)のような丸みのあるものであったが、転落事故があったため、下流側の水制は(B)のような階段状のデザインとして変更された。



【テラスと護岸をつなぐエッジライン】

玉石護岸と割石テラスとの界を際立たせ、異なる素材の違和感を感じさせないデザインとしている。

【階段】

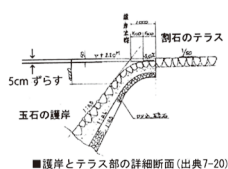
空鞆橋下流側の階段工は、直線的に水辺にアプローチできるデザインで、階段の側壁を1:0.3の法勾配で処理している。当初は、もう少し緩い法勾配(1:0.6)で設計されたが、側壁の法勾配を絞ることにより、護岸全体のデザインが引き締まったものになった。

【水制】

空鞆橋下流は、以前から設置されていた水制工を景観上のアクセントとして位置づけ、再整備を行っている。その際、上流部の2基は石積水制、下流部の2基は階段型水制としている。

【護岸】

護岸部は、二段構えの構造で、下部は玉石の練積、上部は勾配もやや急な割石の練積とし、両者の対比を強調するデザインとなっている。なお、上部の石積からの転落防止として柵の代わりに植栽を配置することで対応している。



規範事例集の内容例(河川編)

②棧橋型構造(ボードウォーク)

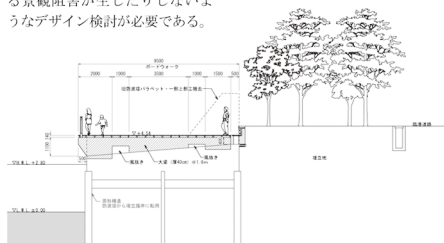
棧橋型のプロムナードは、ボードウォークとして整備されることが多い。海上を歩き、足下の波音を楽しむ体験ができる。

また、板張りの弾性と歩行時の反響音が、ボードウォーク独特の歩行感を味わわせてくれる。

棧橋構造では、波浪によるアップリフトに対応した床版の強度や桁高、使用木材の耐久性、将来の改修についても留意しておく必要がある。また、アップリフトの影響を避けるため、床版や桁高を高くすると水面との距離も広がる。そのため親水性が低下したり、転落防止柵による景観阻害が生じたりしないようなデザイン検討が必要である。



門司港との連絡船が発着する唐戸棧橋では、棧橋構造のボードウォークと護岸構造上のボードウォークが連続して整備されている。このため、同一構造のボードウォークが広がり連続性をもって来訪者に認識され、唐戸地区一帯をまとまりのある空間としている。



北小頭の板島フェリー航路の正面にボードウォークが整備されている。ここは、防波堤を転用した理定護岸上、大梁を配しボードが張り付けられている。これは、鹿児島特有の防災対策として、排水不良や火山灰の舞い上がりを防ぐ工夫である。また、大梁を標準部でも50cm海面に張り出すことにより、海上を歩いているかのように思わせる演出もしている。



③緩傾斜型階段護岸

海岸で整備されることが多い、水に触れることも可能な護岸形状。直立護岸よりも波の表情が豊かになり、視覚的にも聴覚的にも親水性が高い。しかし、波が打ち上がり必要天端高が高くなる傾向がある。さらに、法尻の基礎が海域に大きく前出しされるため、海城環境への影響が大きく、水深の深い場所では適さない。また、海中に立ち入ることも可能なため、安全利用の面で注意する必要がある。



門司港を望み、ノブオーク広場から和布神社を結ぶ潮騒遊歩道は、自然石の階段護岸で整備されている。海峡を流れる潮流のエネルギーを間近に体験できるプロムナードである。天端には、4段の横ビーム型の転落防止柵が設けられ、海面への透過性が高い。

④複断面構造

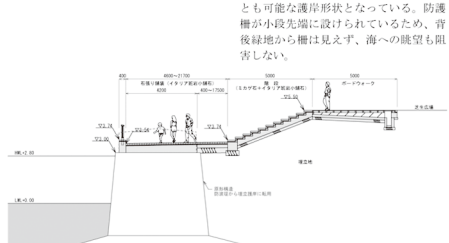
直立型や階段型を組み合わせた複断面構造は、一般にバラベット後退型護岸と呼ばれ、低天端化を図れる構造であり、海象条件の厳しい地域での防波護岸に設けられる。

また、実用面で船舶の接岸や荷役のために、護岸天端と水面の間に小段を設けるような運河や船溜まり等でも多く見られる。

この護岸形状では、水際部の小段が波に洗われやすく、海藻が打ち上げられたり、生物が付着したりする場合もあり、安全管理に留意する必要がある。



潮間帯に小段が設けられ、海に触れることも可能な護岸形状となっている。防護柵が小段先端に設けられているため、背後緑地から柵は見えず、海への眺望も阻害しない。



鹿児島港本港区の港湾緑地では、旧防波堤の上部工を撤去し、直立壁や階段構造を背後に設けることで防護高を確保している。海面に近い高さに小段を設けることで、複断面のプロムナード化を図り、歩行者の見る・見られる関係を演出している。また、階段部では、背後緑地から防護柵が隠されるため、海への開放的な眺望を見せる工夫がされている。



規範事例集の内容例(港湾編)

景観重要樹木の管理指針の策定に関する研究

Planning of the management guideline of important trees for landscape

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

(研究期間 平成 17～20 年度)
室 長 松江 正彦
Head Masahiko Matsue
主任研究官 飯塚 康雄
Senior Researcher Yasuo Iizuka

We chosen the typical preservation practices of giant and old trees in the questionnaire conducted last fiscal year and clarified the effects of those practices based on growth condition of trees after thoroughly checking the preservation measures *in situ*. We summarized the results as the effective preservation measures. We also surveyed new technology for preservation of giant old trees and found some examples.

〔研究目的及び経緯〕

我が国の都市等における良好な景観の形成を促進するために制定された景観法においては、対象地域の景観を象徴するものとして「景観重要樹木」（景観重要樹木は、地域の自然、歴史、文化等からみて、樹容が景観上の特徴を有し、景観計画区域内の良好な景観の形成に重要なものであり、道路その他の公共の場所から公衆によって容易に望見できる樹木であることが指定基準となっている）の指定が可能となり、指定された樹木についてはその良好な景観が損なわれないよう適切に管理することとなっている。

しかしながら、公園緑地等における景観面から重要となる樹木は、巨樹・老樹であることが多く樹勢の衰退や木材腐朽等の進行が懸念されるため、これらの樹木の維持管理は慎重を期することが重要となる。

そのため、本研究は公園緑地に存在する「景観重要樹木」に対して樹木活力と景観を重要視した維持管理手法の確立を目的としている。

〔研究内容〕

平成 18 年度は、前年度に実施したアンケート調査結果から代表的な事例を抽出し、現地での詳細な保全対策方法を確認するとともに、保全対策の効果を樹木成長状況等により明らかにし、適切な保全対策技術と考えられる手法を整理した。

〔研究成果〕

1. 巨樹・老樹における保全対策手法の整理

1. 1 調査方法

平成 17 年度調査の「巨樹・老樹の保全対策実態調査」結果の中から保全対策を実施して効果が認められている樹木（50 事例程度）を選択し、その保全対策状況を現地において確認し検証した。また、保全する際の留意事項、実施体制、モニタリング、今後の保全計画、景観上の配慮などについて担当する樹木医などにヒアリング調査を行った上で、現状での巨樹・老樹の保全対策手法として整理を行った。

1. 2 調査結果

現状において効果的であった保全対策手法、その保全対策を実施するに当たっての留意事項等を整理すると以下のとおりである。

（1）周辺環境の整備

周辺環境の整備と外周柵・デッキなど総合的な環境整備は、植物の生育環境を改善することであり、きわめて重要な保全対策である（写真 1）。都市における既存樹木の場合、何らかの樹勢衰退の原因は、ほとんどの場合が周辺環境の悪化や根元の締固めなど総合的な生育環境の変化と考えられる。具体的な環境整備の細目は以下のとおりである。

- ・舗装、盛土、ベンチ、石碑、ベンチ等の除去
- ・近接した生育競合樹木の除去、剪定
- ・外周柵、デッキ、サイン等の設置

（2）病虫害の防除、活力向上のための薬剤使用

薬剤使用は、植物の病虫害等の原因を直接的に除去する、不足養分等を直接的に投与する事であり、きわめて重要な治療対策である（写真 2）。しかし、腐朽部への殺菌



写真 1 外周柵の設置



写真 2 薬剤使用

（写真 2）。しかし、腐朽部への殺菌

剤等では効果があまり明確ではないものもあるため、使用するに当たっては注意が必要である。具体的な薬剤使用の細目は以下のとおりである。

・殺菌剤、殺虫剤、活力剤の散布、注入、土壌散布等

(3) 土壌改良、施肥、客土

土壌改良、施肥、客土は、植物の生育基盤である土壌の物理性や化学性の不良や養分不足等を改善することで樹



写真3 土壌改良

木活力を向上させるものである(写真3)。また、樹木活力の向上は、樹体の腐朽対策等の他の治療に対しても根本と位置づけられ、きわめて重要な保全対策である。具体的な土壌改良・施肥・客土の細目は以下のとおりである。

・物理性改良：耕耘・透水・保水改良材の混入、良質土壌の客土等

・化学性改良：酸性矯正材の混入、有害物質の除去、良質土壌の客土等

・養分不良：化学肥料、有機質肥料等の施用、保肥性改良材の混入、客土等

(4) 外科手術

樹木の外科手術は、ここでは腐朽した患部を除去して防腐処理等を行うことにより新たな腐朽の進入から防ぐ治療のことを示す(写真4)。外科手術によって腐朽部の傷口を巻き込むことを促進させることで、力学的に不安定となった樹体の安定を向上させることにも繋がる。巨樹・老樹においては、ほとんどの樹木が腐朽により空洞化しており、外科手術は重要な保全対策であると考えられる。外科手術の主な手順は以下のとおりである。

1) 腐朽部切除、除去、清掃

ウォータージェット、チェーンソー、ノミ等を用いて腐朽部を切除した後、腐朽材を除去してきれいに清掃する。

2) 殺菌・防腐処理

腐朽患部が乾燥したら、腐朽の進行を防ぐ防腐剤や腐朽菌の侵入を防ぐ殺菌剤を塗布する。

3) 空洞の処置

空洞部の処置は、2)までの処置だけで肥大成長を期待するもの、木材や鉄筋で枠組みをして内部充填なしで表面をウレタンなどで整形するもの、ウレタンや防腐木材、コンクリート等を充填して表面を整形するもの、防腐木材やコンクリートなどを空洞内部に詰め隙間にウレタンを注入して表面を整形するものなど、様々な方法が行われている。これらの方法の適用に当たっては明確な

基準はないため、治療担当者が対象木の状態から判断して選択している。



写真4 外科手術(右：治療中、中：5年後、左：15年後)

(5) 不定根誘導による樹勢回復

樹幹の腐朽部等から発生した不定根(写真5)を地上に誘導することで地中からの養水分の吸収を活発化させ、樹勢の回復を図るものである。そのため、誘導する場所の土壌改良を行うとともに、誘導のための植栽基盤を不定根の高さまで設置し、不定根の伸長成長とともに植栽基盤を地上高に徐々に近づける。



写真5 不定根

なお、外科手術の際の空洞部の処置として不定根を肥大化させて空洞の内部充填とすることも行われているが、腐朽進展の危険性などに配慮する必要がある。

(6) 剪定、枯枝の除去

枯枝の除去は、放置した際に折れて落下することで樹体を傷つけることや人間に及ぼす危険性をとりのぞくために行うものである。生きている枝の剪定は、風圧を軽減して安全性を高めることや枝葉の徒長、更新により活力を向上させるために行う。

(7) 支柱、ブレイシングの設置

支柱、ブレイシングは、力学的な樹体維持を目的として、倒れそうな樹木や落下しそうな枝などに支えとして設置するも



写真6 支柱の設置

のである(写真6)。これらを設置することが活力を向上することに繋がるのかは明確ではないが、樹体の崩壊による樹勢悪化を未然に防ぐとともに樹姿の美観を維持することに対しては有効な対策である。

- ・樹体の維持
- ・落下枝の防止

(8) 住民や行政との連携、教育啓発

住民との協働、行政との連携や教育啓発については、実態としてはあまり行われていなかったが、



写真7 根元部の花壇利用

数事例において明らかに住民参加による維持管理が樹勢回復につながっていた(写真7)。具体的な内容としては以下のとおりである。

- ・行政から花壇材料や肥料等の提供
- ・住民参加による草刈、施肥、花壇づくり、清掃等のボランティア
- ・樹木治療の公開

(9) 後継樹の育成

後継樹の育成は、巨樹や老樹の貴重な遺伝資源を保存し、次世代に継承していくことである(写真8)。



写真8 後継樹の育成

今回の調査では、一部の事例で後継樹の育成が見られ、環境教育の一環として行われていたが、住民との協働で教育啓発指導などともあわせて、里親制度等の育成管理を含めて推進していくことが望まれる。具体的な内容としては以下のとおりである。

- ・環境教育の一環としての後継樹の育成
- ・里親制度による後継樹の育成
- ・後継樹を育成、配布して緑化推進

(10) 景観上の配慮

景観上の配慮は、今回の調査で明らかな事例は見当たらなかった。これまでは治療に集中していて景観まで考える余裕がなかったことが考えられるが、今後は景観の専門家による意見を取り入れることにより個性の強調や周辺景観との調和を図っていく必要がある(写真9)。景観に配慮すべき事項としては以下のことが考えられる。



写真9 景観に配慮した樹木保全

- ・整姿のための剪定
- ・腐朽、空洞箇所修復
- ・支柱、外周柵、デッキ等の景観的デザイン処理
- ・解説版、名称版などの整備

(11) 保全対策後のモニタリング

モニタリングは、治療した樹木を継続して観察することにより治療の効果や問題に対して新たな対策を施すことであるが、今回の調査ではあまり行われていない状況であった。しかし、保全対策として成功している事例においては、治療を担当した樹木医が個人的にモニタリングしている場合が多かった。治療はその後のモニタリングも含めて実施することが重要であると考えられ、行政や専門家としての樹木医だけではなく、日常的な点検や観察は維持管理と合わせて地域の住民らの参加、これらの連携で行われることが望まれる。

(12) 保全対策における課題

保全対策の事例調査により抽出された課題として以下のことがあげられた。

1) 保全対策技術の向上

保全対策技術は、まだ発展途上の技術であり確立されたものではない。しかし、今回調査した事例では同じような手法で診断治療されていることが多く、今後のモニタリングや追跡調査により長期的にデータを蓄積した上で効果検証を行い技術の確立を図ることが重要である。また、新たな試みを行っている事例もいくつか見られ、今後の保全技術の向上が期待される。

2) モニタリングを含めた保全対策

今回の調査の中で、腐朽部の外科手術での回復が良好であった事例に共通する点としては、基本的にとっても丁

寧かつきめ細かく作業が行われていることであり、さらに、治療後のモニタリングやフォローにも気配りがされていた。生き物である樹木は治療後の生育が気象状況等にも作用されて活力状況も経時的に変化するため、それに対応することが必要不可欠である。

3) 保全目標達成期の設定

現在行われている保全対策は、何時の時期までに回復させるのが明確でないままに実施されることが多く、保全対策の結果が評価されることがほとんどない状況であった。そのため、保全対策を実施した段階で作業が終了して、その後のモニタリングやアフターフォローに繋がらない事例が多いことに問題がある。

各種の保全対策は、その効果を発揮できる達成時期から分類できるものと考えられ、短期的保全策（緊急に解決すべき問題や生涯を除去する対策）、中期的保全策（生育基盤となる土壌を根本的に改良するなどの対策）、長期的保全策（外科手術などの樹木成長に伴って回復させる治療や植栽環境整備、後継樹の育成などの対策）に整理する必要がある。さらに、この保全策に対応した保全結果の評価方法やモニタリング方法を確立することにより、保全対策の向上が可能となる。

4) 地域住民との協働

住民参加や行政との協働による保全対策は、今回の調査ではあまりみられなかった。しかし、樹木の保全対策後の状況は、周辺に生活する住民であれば容易に確認でき、樹勢の変化も速やかに捉えることが可能である。そのため、その場を地域住民に開放して花壇の整備を行うことや環境教育や総合学習に樹木を活用していくことなどで、日常的な維持管理も協働でできるような体制をつくることが重要である。

5) 景観への配慮

景観への配慮という視点から今回の事例をみると、ほとんど行われていない状況であり、景観に配慮した保全対策についての検討が必要である。

6) 薬剤の使用法

今回の調査の中で、農薬や活力剤、防腐剤、殺菌剤などの樹木の治療に必要な薬剤の効果は検証できなかった。様々な薬剤が使用されている状況において、それらの効果的な使用方法や効果検証等について、データを蓄積して明確にしていく必要がある。

2. 保全対策の新技术調査

2. 1 調査方法

巨樹・老樹の保全するにあたって最近実施されている新技术、手法等について、文献調査や樹木医等の有識者へのヒアリング調査により実施した。

2. 2 調査結果

(1) 新たな保全対策技術

1) 不定根による樹皮回復技術

幹全体から不定根を出させ、細根が樹皮のように傷口を覆い樹皮として再生させる技術である。不定根を地上

に誘導して活力向上させる手法は以前からあるが、発根した細根をそのまま充填材や樹皮にみたくて使う手法は新しい技術である。同時に行う土壌改良も形成層の発達に寄与していると考えられる。具体的な作業手順（事例より）は以下のとおりである（写真 10）。

- ①腐朽部付近の健全な樹皮を削り、形成層を露出させる。
- ②空洞や腐朽開口部のエッジは健全な形成層が出るまで削る。
- ③水に浸したピートモスを 3～4cm 厚さで巻きつける。
- ④空洞部分はピートモスを詰める。
- ⑤ピートモス上にビニールフィルムを巻きつけ、シュロ縄で絞め、次に布テープ巻き、その上から防水保護テープを巻く。
- ⑥その後、4 年間養生する（途中、観察に解いても良いが必ず復旧する）。
- ⑦4 年後治療完了。細根が樹皮のように傷口を覆う。空洞内は細根が充満し幹と一体になる。



写真 10 不定根による樹皮回復技術

2) 若木寄せぎによる樹勢回復技術

巨樹の根元に活力のある若木（幹周 10 cm 程度）を植え、若木の幹上部を巨樹の幹に寄せ接ぎし、樹勢回復する方法である（写真 11）。根元周りは、根株の肥大成長のため固結しており、そこを土壌改良などで環境改善することで新たな生育域として若木を育成し、寄せ接ぎすることが樹勢回復に繋がっていると考えられる。具体的な作業手順（事例より）は以下のとおりである。

- ①衰退木の根元のすぐ近くを土壌改良する。
- ②幹周 10cm 程度の若木を根元に接するように植える。

③十分に活着するまで養生する。

④活着後、若木の幹を高さ 1.0 ～ 1.5 m 程度の位置で切断し、衰退木側の形成層を露出させ、下からの挿し穂にする。

⑤同時に衰退木の樹皮を削り、形成



写真 11 若木寄接ぎ樹勢回復技術

層を露出させ若木の挿し穂と形成層を合わせ、寄せ接ぎする。

⑥雨が入らないように接ぎロウなどで処理し、ビニールフィルムを巻きつけシュロ縄で絞め、次に布テープ巻き、その上から防水保護テープを巻く。

⑦その後、数年間養生する。

⑧接木の状態を確認し、良好であれば保護材を撤去する。

3) 樹体内部支柱

樹体内部の空洞化した部分に基礎を設け、鉄骨の支柱を立て込むことで支柱を隠し、景観に配慮した樹体内部支柱である。この方法は、景観上は良くても樹勢回復としての効果や樹体の支持強度については不明であり、今後の検討が必要である。具体的な作業手順（事例より）は以下のとおりである（写真 12）。

①空洞内腐朽部「軟化部」を切削し除去、清掃して乾燥させる。

②木質強化剤をスプレーガンで吹きつける。

③根元地下部を掘削し、コンクリートの基礎を打設する。

④コンクリート基礎にH鋼柱を 3 本立てる。

⑤鉄骨上部は防腐加工丸太を多数立て込み鉄骨と接続する。

⑥縦に開口した空洞は樹皮表面（想定した）をラス網でつくり、硬質発泡ウレタンを吹きつけ、表面パテ材等で仕上げる。ウレタン充填は表面のみで、樹幹内部は鉄骨と木材以外は空洞。

4) 折損幹接合技術

僅かな樹皮を残して折れた幹をつなぎ合わせ再生させる技術である（写真 13）。一部の樹皮を残して完全に折れた幹を元に戻す手術をし、1 年後に回復を見たもの。今後とも長期的に経過を観察して効果を確認する必要がある。具体的な作業手順（事例より）は以下のとおりである。

①樹体全体を荷重軽減のために強剪定する。



写真 12 樹体内部支柱

②折れた幹

上部をレッカーで吊りながら、もとの状況に立て直し、八掛け支柱を設置する。また、折れて裂けてささくれた木部や樹皮などの患部をもとの位置に戻す。



写真 13 折損幹接合技術

③裂けた部分を 3 本のボルトで締め固定する。

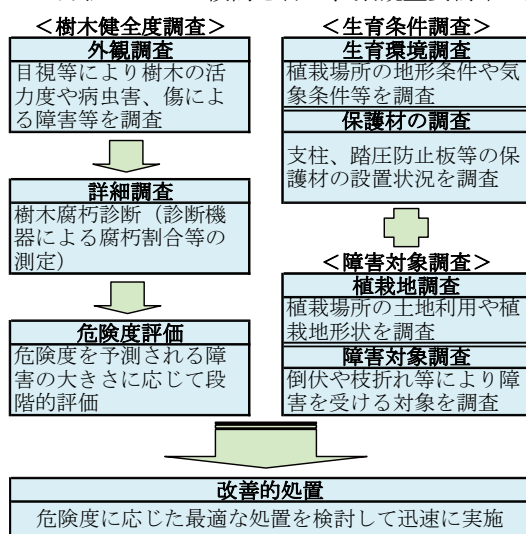
④を樹体表面や樹皮のささくれた細かい部分を整形し、アルミのフラットバーを釘付けして圧着する。

⑤緑化テープで傷口全体を巻きつけ固定する。

5) 樹木の危険度診断

樹木の危険度診断は、樹木の倒木や枝折れ等によって人間に及ぼす危険を、樹木の外観に現れる兆候を観察することにより推測するものである。さらに、腐朽が認められる場合には定量的に機器によって測定して、その結

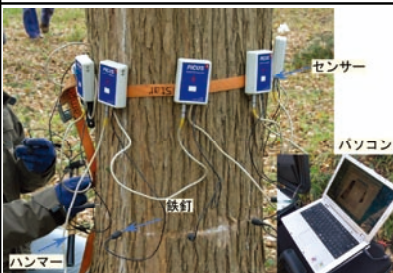
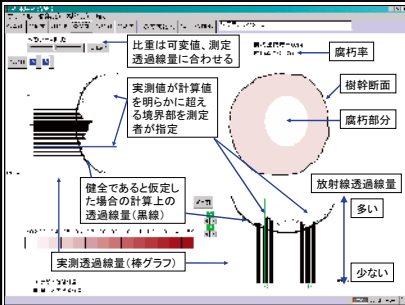
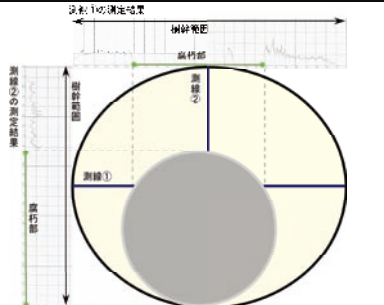
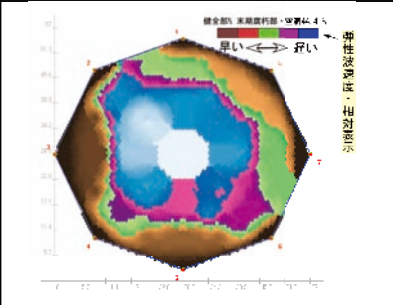
次年度は、樹木診断及びその結果から保全対策を立案する方法、さらに、保全対策実施後の効率的なモニタリング方法について検討を行い、景観重要樹木の維持管理



- (1) (財)日本緑化センター、平成 8 年度巨樹・古木診断治療木追跡調査報告書、平成 9 年 3 月
- (2) (財)日本緑化センター、平成 9 年度巨樹・古木診断治療木追跡調査報告書(Ⅱ)、平成 10 年 3 月
- (3) (財)日本緑化センター、平成 10 年度巨樹・古木診断治療木追跡調査報告書(Ⅲ)、平成 11 年 3 月
- (4) (財)日本緑化センター、最新・樹木匠の手引き—改訂 3 版、平成 18 年 6 月
- (5) 藤井英二郎／宮越リカ・共訳、樹木からのメッセージ、平成 10 年 3 月、(株)誠文堂新光社
- (6) 飯塚康雄、機器による樹木腐朽診断、樹木医学研究第 11 巻 3 号、平成 19 年 7 月、樹木医学会



図2 外観調査における欠陥の指標

	γ線透過量測定機	貫入抵抗値測定機	弾性波速度測定機
機器の外観			
データ出力	 パソコン上に測定断面の予測図と腐朽割合が表示される。	 専用の記録用紙（パソコンにも抵抗値を出力可）に、錐が貫入した部分の健全材の厚さ、腐朽部の長さが表示される。	 パソコン画面に相対速度の違いから樹幹断面を5段階程度で色分けて表示される。
概要	γ線を樹木に透過させ、その際の透過線量の違いにより、腐朽状況を面的に予測する。	直径3mmの錐を電動で幹に貫入させ、その際の貫入抵抗値の違いにより腐朽部を線的に予測する。	樹木に数カ所打ち付けた釘をたたき、その釘の間の弾性波速度を測定し、速度の違いにより腐朽状況を面的に予測する。

歴史的イメージ形成に関する景観評価手法の開発

A Study on the Evaluation of Historical Landscape

(研究期間 平成 18～19 年度)

環境研究部緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher

松江 正彦
Masahiko MATSUE
福井 恒明
Tsuneaki FUKUI

Trees or plants are often introduced on streets when the streetscape is to be improved, but sometimes it spoils the historical impression of the street because of the lack of know-how to emphasize the feature of the street. In this study, the tendency of the historical impression of street by introducing plants was analyzed.

〔研究目的及び経緯〕

「観光立国行動計画」、景観法に基づき、我が国の歴史的景観を保全、整備し、地域の魅力向上と活性化を実現することが課題となっており、景観形成に関わる規制誘導や指針の検討に用いるための景観の定量的な評価手法が求められている。しかしこれまでの景観評価に関する研究は貨幣価値換算か評価構造分析のどちらかに偏っており、公共空間や街並みの要素（公園、樹木、建物等）の誘導基準策定に資するものはほとんどない。そのため景観整備の効果を事前に予測し、計画を検討する際の知見が求められている。また、近年の景観形成では歴史性が重視されることが多く、公共事業の実施において、周辺の歴史的建造物等の存在を踏まえた計画・設計が必要となる場合が増えている。しかしこれに資する基本的知見が共有されていない。

そこで本研究では、歴史的建造物を含む空間を対象に、沿道要素の構成・配置と公共空間の要素、特に樹木等の配置や質について、歴史的印象評価との関係を定量的に分析する。

〔研究方法〕

平成 18 年度は、代表的公共空間として街路を対象とし、樹木等の導入と歴史的印象の関係について、その枠組みを設定するための分析を行った。具体的には次の手順で行った。

①伝統的街路空間における緑のあり方の確認

伝統的建造物群保存地区や古写真に対する考察より、我が国の伝統的空間においては、道路敷地などの公共空間内にはほとんど緑が存在しないが、例外的に要所を印象づける単木や、到達点を印象づける並木があることを確認した。

②歴史的街路に関する分類

どのような街路に樹木を導入することが効果的なのかを論ずるため、街路の歴史的印象を規定する要素と歴史的街並みの状態に着目して街路の分類を行った。前者では武家・寺町タイプ、町家・商家タイプ、城下町タイプ、参道タイプ、到達点タイプの 5 類型、後者では、伝統的街並みの残る「原型型」と伝統的街並みの一部または全部が改変された「改変型」の 2 類型を示した。

③樹木等の導入による歴史的印象の変化に関する仮説構築

街路空間における緑の導入効果として、以下の 2 つの仮説を設定した。

仮説 1：伝統的街並みの原型を留めている街路では、道路敷地内への緑の導入によって街路の歴史的印象に対する評価は高まることはない。

仮説 2：歴史的街並みが改変されている街路では、道路敷地内への緑の導入に対する歴史的印象の評価には差がある。すなわち街路の状況に応じた適切な方法で緑を導入すれば歴史的印象を高めることができるが、方法によっては歴史的印象を損なう可能性もある。

④実験

仮説を踏まえ、歴史的街路において、道路敷地内への緑の導入が人々に評価されるのかどうか、また評価される歴史的街路や緑の条件はどのようなものかを明らかにするために評価実験を実施した。実験では、②で検討した街路分類を基に実験対象とする街路を複数選定し、それらの道路敷地内にタイプの異なるいくつかの緑を導入した静止画フォトモンタージュを作成し、被験者による評価を行った。評価は緑のない街路空間画像との相対評価とし、評価項目として歴史的印象評価と街路景観としての評価の両方を 5 段階評価で尋ね

た。被験者は専門家でない一般的な人々で20～50歳代の男女32名とした。

実験対象とする街路は②のうち武家・寺町タイプの原型型と改変型、町家・商家タイプの原型型と改変型、参道タイプの改変型の5タイプ10街路とした。導入する緑は高木、低木、草花の3種類とし、それぞれ連続的に導入した場合と要所に導入した場合の2パターンを設定した。

⑤樹木が歴史的印象に与える効果の考察と仮説検証

実験結果に基づいて、評価の傾向について考察を行い、仮説の妥当性を検証した。

【研究成果】

本研究の成果として次のような点が明らかとなった。

1. 緑の導入に対する評価の全体的傾向の分析

a) 歴史的印象評価の傾向

- i) 「連続高木」「連続低木」の導入による歴史的印象評価の変化は街路によって異なる。
- ii) 一般的なプランター植えの「草花」の導入は街路の歴史的印象を低める。
- iii) 「要所高木」「要所低木」の導入では、歴史的印象はあまり変わらない。

b) 歴史的印象評価と街路景観評価との関係

- i) 歴史的印象評価を高める緑は、それ以上に街路景観評価を高める。
- ii) 歴史的印象評価が相対的に低い街路では、「連続高木」「連続低木」の導入が街路景観評価を高める。

2. 仮説の検証

仮説1について、原型型の2街路12サンプルのうち10サンプルで歴史的印象評価が低下した。武家・寺町タイプへの「要所低木」導入については、改変型に対する緑導入による評価向上と比較して顕著な向上とは言い難い(+0.1)。武家・寺町タイプへの「連続低木」のみ評価が高まった(+0.3)が、これは官民境への植栽であることから、低木が民地側の要素と捉えられた可能性が高い。これらから仮説1は概ね妥当であったと考えられる。

仮説2についてはより具体的に次のような傾向が明らかとなった(下図参照)。

i) 到達点に歴史的建造物が存在するが沿道の街並みの歴史的印象が弱い場合には、「連続高木」導入は歴史的印象評価を高める。

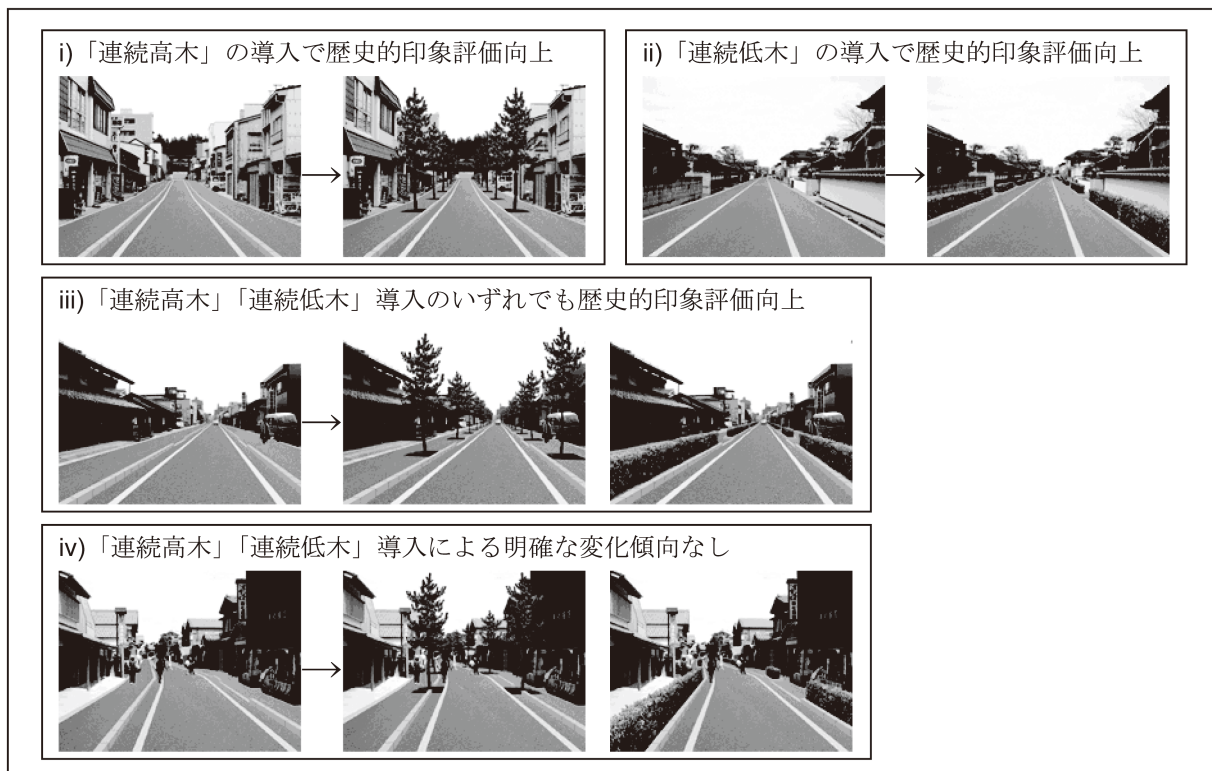
ii) 武家・寺町タイプでブロック塀等が導入されている場合の「連続低木」導入は歴史的印象評価を高める。

iii) 町家・商家タイプで街並みの多くが現代的な建物に改変されている場合には、「連続高木」の導入による歴史的建造物への誘目、「連続低木」の導入による街並みの統一感向上が、歴史的印象評価を高める。

iv) 沿道に歴史的印象を演出する看板・のれん等の小物類や店舗の商品が多く存在する街路では、「連続高木」「連続低木」の導入による明確な変化傾向はない。

【成果の活用】

本研究の成果を踏まえ、導入樹種や配置などについて具体的な分析を行い、街路等の歴史的印象を定量的に予測する手法をとりまとめる予定である。



連続高木・連続低木の導入による歴史的印象評価の変化傾向

隣接施設・街路等と連携した都市公園の整備・管理に関する研究

Research on city parks design and management in harmony with adjacent facilities or streets

(研究期間 平成 18～20 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室 長	松江 正彦
Head	Masahiko MATSUE
主任研究官	影本 信明
Senior Researcher	Nobuaki KAGEMOTO

In this study, we collected both domestic and foreign examples of parks which contribute to the city landscape in harmony with the neighboring district or adjacent facilities. Some examples were selected as models, and more information on them was gathered. Then, we discussed the outline of city parks design and management policy which shall be developed in the coming year.

〔研究目的及び経緯〕

美しく風格のある国土の形成、潤いのある豊かな生活環境の創造及び個性的で活力のある地域社会の実現を目指して、平成 16 年 7 月に景観緑三法が制定された。緑豊かな美しい景観には、緑とオープンスペースは不可欠であり、都市公園は良好な都市景観を形成する核として緑と潤いのある都市づくりにとって無くてはならない施設である。

良好な都市景観は、関連する事業が相互に連携することにより形成されるものである。また、都市公園は景観法により、景観重要公共施設として位置づけることができ、都市景観を構成する重要な要素としての役割が期待されている。このため、今後は、都市公園にも周辺の施設や街路等と連携した一体的な景観の形成が求められると考えられる。都市公園は良好な景観の形成以外にも多様な機能を有しており、これら機能と調和を図りつつ、この要請に応えるには、整備の考え方や管理の方法に関して検討する必要がある。

そこで、国内外の公園の事例調査を行い、事例集を作成し、それに基づいて、良好な都市景観の形成に寄与するために周辺との連携や一体的な整備を意図した都市公園の整備と管理の方針について検討するものである。

〔研究内容〕

以下の手順で、実施した。

- (1) 事例収集における視点の設定
- (2) 国内外事例の収集方法の設定及び事例の収集
- (3) 事例の整理及び事例集掲載候補の抽出
- (4) 調査項目の設定及び資料の収集
- (5) 事例集(案)の作成
- (6) 都市公園の整備・管理方針の作成方法の検討

〔研究成果〕

(1) 事例収集における視点の設定

都市公園は、緑のオープンスペースとして修景機能や緑地の保全機能等を有する永続的な公共施設として、体系的に確保されているものであるが、さらに景観法によって、道路や河川等とともに景観重要公共施設として位置づけることができ、都市における景観を構成する重要な要素としての役割を果たすことへの期待が高まっている。都市公園が都市の景観形成に寄与している効果としては①親しみやすい景観の形成②景観資源の保護・活用(緩衝効果)③周辺への景観づくりの波及(周辺の景観誘導)④ネットワーク化による地域イメージや都市イメージの形成⑤仲間づくりや活動の連携による地域文化と一体となった景観の維持・向上、があげられる。

これら都市公園が都市景観に寄与する効果をふまえ、①骨格形成レベル②空間確保レベル③境界処理レベル④波及効果レベルの連携レベルを設定し、各々に該当する事例を収集した。

(2) 国内外事例の収集方法の設定及び事例の収集

事例収集の視点として設定した4つの連携レベルをもとに、各々代表的、優良な事例を収集した。

収集の方法としては、公園・景観関連表彰制度による受賞事例、主な公園・景観関連雑誌等の掲載事例などにより行った。

そして、主として市街地において、都市公園が隣接施設や周辺と一体となって「開かれた」「美しい境界性をもつ」、良好な都市景観を呈している事例を収集し、国内事例 82 箇所、国外事例 20 箇所を収集した。

表 1 収集した国内事例（都市公園以外を含む）

所在地		No.	都市公園名
都道府県	市町村		
北海道	札幌市	1	札幌大通り公園
		2	宮部記念公園
	恵庭市	3	恵み野中央公園 （恵み野地区）
	帯広市	4	南公園
宮城県	仙台市	5	定禅寺通緑地
		6	勾当台公園
山形県	山形市	7	霞城公園
栃木県	壬生町	8	東雲緑地
埼玉県	さいたま市	9	きたまちしましま公園
	川口市	10	川口西口公園
	川越市	11	御野立の森公園
		12	札の辻広場ほか （川越歴史的町並地区）
	ふじみ野市	13	西中央公園
	狭山市	14	狭山稲荷山公園
千葉県	千葉市	15	おゆみ野モデル街区 コモンスペース
	松戸市	16	戸定が丘歴史公園
東京都	千代田区	17	日比谷公園 （緑化道路）
		18	千鳥ヶ淵緑道
	中央区	19	晴海第三公園 （晴海トリトンスクエア）
		19	晴海第二公園
		19	ふれあいの森（晴海第一公園）

凡 例

連携による効果レベルの類型
 骨格形成レベル
 空間確保レベル
 境界処理レベル

所在地		No.	都市公園名
都道府県	市町村		
東京都	中央区	20	石川島公園
	港区	21	明治公園 （明治神宮外苑）
		22	愛宕地区協定公園 （愛宕グリーンヒルズ）
		23	芝公園
		24	さくら坂公園（ロボロボ園）
		25	檜町公園
		26	新芝浦運河沿緑地
		27	汐の公園 （品川セントラルガーデン）
		27	杜の公園
	品川区	27	杜の公園 （品川セントラルガーデン）
		28	しながわ中央公園
	葛飾区	29	曳舟川親水公園
	文京区	30	元町公園
	豊島区	31	池袋西口公園
	世田谷区	32	いらか道・壁画の道
	杉並区	33	蚕糸の森公園
	西東京市 武蔵野市	34	東伏見公園
		35	桜堤公園・仙川緑地
		36	井の頭恩賜公園（緑化道路）
	立川市	37	立川公園
	八王子市	38	長池公園 （多摩NTライプ長池地区）

 波及効果レベル
 都市公園以外

※「都市公園名」欄に色のある公園は、事例として取り上げたもの。

所在地		No.	都市公園名
都道府県	市町村		
神奈川県	横浜市	39	アメリカ山公園
		40	元町公園
		41	山手イタリア山庭園
		42	山手公園
		43	港の見える丘公園
		44	横浜開港広場
		45	グランモール公園 (みなとみらい21地区)
		46	港北NTグリーンマトリックス
	横須賀市	47	うみかぜの路(海と緑の1万mプロムナード)三笠公園他
	葉山町	48	はやま三ヶ岡山緑地
新潟県	長岡市	49	長岡平和の森公園
石川県	金沢市	50	金沢城公園
		51	瑞樹団地地区親水緑地
富山県	富山市	52	富岩運河環水公園
愛知県	名古屋市中区	53	久屋大通り公園
		54	オアシス21(久屋大通公園栄公園地区広場ゾーン)
	刈谷市	55	岩ヶ池公園
岐阜県	岐阜市	56	清水緑地
	各務原市	57	学びの森ほか
滋賀県	大津市	58	大津湖岸なぎさ公園 (おまつり広場)
		58	(打出の浜)
		58	(なぎさのプロムナード)

所在地		No.	都市公園名
都道府県	市町村		
大阪府	大阪市	59	中之島公園
		60	京橋公園
		61	毛馬桜之宮公園
	門真市	62	末広町西公園
	堺市	63	大仙公園
兵庫県	神戸市	64	六甲道南公園
		65	松本地区「せせらぎ歩道」
広島県	広島市	66	平和記念公園(原爆ドーム)
		67	東部河岸緑地 (猿猴川アートプロムナード)
		68	東部河岸緑地 (京橋川右岸河岸緑地)
	廿日市市	69	宮島公園
島根県	松江市	70	岸公園
山口県	山口市	71	亀山公園 (パークロード周辺地区)
香川県	坂出市	72	瀬戸大橋記念公園
	琴平町	73	琴平公園
徳島県	徳島市	74	新町川水際公園
福岡県	福岡市	75	天神中央公園
		76	照葉の森公園
	北九州市	77	門司港レトロ地区
長崎県	長崎市	78	長崎水辺の森公園
熊本県	熊本市	79	水前寺江津湖公園
		80	熊本城公園
鹿児島県	鹿児島市	81	鹿児島中央公園
沖縄県	那覇市	82	県営首里城公園

表2 収集した国外事例

所在地	No.	公園名等
アメリカ	ニューヨーク	1 セントラルパーク
		2 ロックフェラーセンター・プラザほか
		3 ガントリー・プラザ州立公園
	サンフランシスコ	4 エンバカデロセンター・プラザほか
	シアトル	5 フリーウェイ・パーク
	ワシントンDC	6 大統領公園
		7 ナショナル・モール
	シアトル	8 ガス・ワークス・パーク
	ミネアポリス	9 ニコレット・モール
	ボストン	10 ビッグ・ディッグ
		11 サウンド・グリーンウェイ（シーニック・バイウェイ・プログラム）
	テキサス	12 サンアントニオ・リバー・ウォーク
イギリス	ロンドン	13 レッチワース
フランス	パリ	14 ブローニュの森
		15 ベルシー公園
		16 アンドレ・シトロエン公園
		17 バスチーユ公園
	トゥールーズ	18 ミディ運河
ドイツ	エッセン	19 エムシャーパーク
ニュージーランド	クライストチャーチ	20 ハグレーパーク

<凡例>

	骨格構造レベル
	空間確保レベル
	境界処理レベル

連携レベルごとに収集した事例をあげると、骨格形成レベルでは、海と緑の1万メートルプロムナード（横

須賀市）、エルムシャーパーク（ドイツ）等が、空間確保レベルでは、富岩運河環水公園（富山市）、ガス・ワークス・パーク（アメリカ）等が、境界処理レベルでは、定禅寺通緑地（仙台市）、サンアントニオ・リバーウォーク（アメリカ）等が、波及効果レベルでは、港北NTグリーンマトリックス等が収集された。

（3）事例の整理及び事例集掲載候補の抽出

収集した事例の中から、都市公園と隣接施設等が連携して良好な景観を形成していくための手法として参考となる事例を抽出するにあたり、国内の都市公園事例について特性を整理した。事例は、都市公園の種別・規模、連携レベル、立地する地区の特性及び連携施設の種類によって整理した。

事例候補は、これらの整理のもとに、各連携レベルの中からできるだけ多様な事例を紹介できるよう、条件の異なるもの、国内22事例、国外10事例を抽出した。

表3 事例集掲載候補＜国内事例＞

①骨格形成レベル

	都市公園等の名称	所在地
広域的ネットワーク	港北ニュータウン・グリーンマトリックス（ささぶねのみちほか）	横浜市
	海を緑の1万mプロムナード「うみかぜの路」（ベルニー公園、三笠公園、観音崎公園）	神奈川県横須賀市
地域内ネットワーク	山手風致地区西洋館公園群（港の見える丘公園、元町公園、山手公園、山手イタリア山庭園）	横浜市

※ 太字は、既設公園を示す。

②空間確保レベル・境界処理レベル

隣接施設	都市公園名称	所在地
道路・駅前・交通施設	定禅寺通緑地	仙台市
	きたまちしましま公園	さいたま市
	西中央公園	埼玉県ふじみ野市
	井の頭恩賜公園（緑化道路）	東京都武蔵野市
	久屋大通公園（オアシス21）	名古屋市
	亀山公園	山口市
河川・水辺	鹿児島中央公園	鹿児島市
	石川島公園	東京都中央区
	曳舟川親水公園	東京都葛飾区
	桜堤公園・仙川緑地	東京都武蔵野市
	長岡平和の森公園	新潟県長岡市
	新町川水際公園	徳島市

	岸公園	松江市
建築物	天神中央公園	福岡市
文化財等 歴史文化 資源	玉川上水緑道	東京都昭島市ほか
	富岩運河環水公園	富山市
	平和記念公園	広島市
面開発地 区内	品川セントラルガ ーデン（汐の公園、 杜の公園）	東京都港区、品川 区
周辺市街 地など	はやま三ヶ岡山緑 地	神奈川県葉山町

※太字は、既設公園を示す。

表 4 事例集掲載候補＜国外事例＞

連携レ ベル	連携施設	公園名等
骨格形成 レベル	エムシャー川沿い	エムシャープーク
	エイボン川沿い	ハグレー・パーク
空間確保 レベル	湖岸、近代遺産（工場 施設跡）	ガス・ワークス・ パーク
	セーヌ川（船着場、対 岸）、スポーツセンタ ー、ショッピングセン ター	ベルシー公園
境界処理 レベル	高速道路	フリーウェイ・パ ーク
	地下高速道路上部	ビッグ・ディッグ
	河川	ガントリー・プラ ザ州立公園
	運河、ショッピングモ ール	サンアントニオ・ リバー・ウォーク
	セーヌ川（船着場）、 高架鉄道・道路	アンドレ・シトロ エン公園
	高架鉄道廃線敷（高架 下店舗との立体利用）	バスチーユ公園

（４）調査項目の設定及び資料の収集

都市公園を活用して連携を工夫することにより、良好な景観を形成することができることを広く行政担当者等に普及するためには、都市公園や一体的に整備・管理する隣接施設等の概要とともに、一体的整備・手法等について写真や図面等の資料を添付し、わかりやすく、簡潔に示した事例集とすることが必要である。

そのため、事例集において各事例について提示する事項を下記のとおり設定し、これらの事項を調査項目として事例集に掲載する情報を収集した。

表 5 事例集作成のための調査項目

①都市公園の概要
・名称、種別、所在地 ・供用開始年月日、供用面積 ・都市計画上の位置づけ（都市計画決定

年月日、都市計画決定面積） ・設置主体、管理主体
②隣接施設の概要
・隣接施設の種類、管理者（事業者）
③立地特性
・周辺の市街化状況 ・土地利用状況、面開発の状況（事業手法、事業者）
④都市公園と隣接施設や周辺が一体となった景観的特徴
・景観の状況 ・景観写真
⑤実現のための手法的特色とその具体的手法
・事業の経緯、調整ためのしくみや方法、苦労した点・工夫した点等 ・活用した法令・事業手法等 ・位置図 ・区域図・平面図（都市公園区域、隣接施設等の区域・指定範囲等都市公園と隣接施設との関連を示す平面図）、断面図・立面図（一体的な関係や事業区分等を示す概念図）等

なお、国外事例の場合は国内と法体系等が異なるため、上記の調査項目を標準として収集可能な範囲とした。

（５）事例集（案）の作成

抽出した国内外の事例候補について、調査項目にもとづいて情報の収集を行い、シート状にとりまとめた。

（６）都市公園の整備・管理方針の作成方法の検討

抽出した国内 22 事例及び国内 10 事例をもとに、都市公園の整理・管理方針の作成方法の検討を行った。

景観法の施行により、各地で景観計画も策定されるようになり、景観重要公共施設としての都市公園の役割も大きくなってきている。このような景観形成の動向に合わせて、隣接施設等と連携した良好な景観形成に効果的な都市公園の整備・管理を推進していくためには、従来の都市公園の整備・管理における事業の流れや体制のみでは難しい面もあり、各種の事例では、うまく課題を克服して効果をあげている。

事例集（案）作成を通じて得た、都市公園と隣接する施設等との連携による景観向上の特徴をふまえると、都市公園の整備・管理方針では、次のような点に留意して整理し作成することが望ましいと考えられる。

1) 連携による都市・地区全体の景観形成への効果の提示

様々なレベルに応じた連携を進めることで、地区全

体や都市全体の景観が形成される効果を有していることを事例を紹介しながら示し、そのような景観をめざすことの必要性を説くことが重要と考えられる。

2) 担当する位置づけが理解できるような流れの提示

それぞれが受け持つ業務が全体の流れのどの段階にあたるのかが理解できる提示が必要である。

3) 新規整備・既設による手続きの違いに応じた手法の提示

新規整備では、特に大規模開発に伴う手続きがあり、手続きをもとにした連携のしくみを示すことが必要であり、既設の公園の場合は明確な事業の流れは整っておらず、その都度、対応している場合が多く、事業手法による手続きの違いを考慮した提示が必要である。

4) 景観資源や連携する対象の提示

連携による良好な景観形成の第一歩は、地区内の良好な景観資源の発見や良好な景観を形成するポテンシャル有する場所の選定、あるいはそれを阻害している要因の抽出であるといえ、これらの資源や対象を提示することも重要と考えられる。

5) 景観法や関連の各種制度の活用やしくみづくりの提示

景観法や関連の法制度や方策等が活用されるよう、具体的な制度や方策とともに活用方法を提示することが必要である。

また、関係機関との連携のしくみづくりが鍵となり、継続される仕掛けも含めたしくみづくりを提示することが重要と考えられる。

6) 景観維持継承の担い手となる市民との協働のしくみの提示

都市公園を拠点として活動をしている市民団体等と協働する方向のしくみづくりを示し、また、地区全体の文化とともに景観を継承するしくみづくりを提示することも重要である。

〔成果の活用〕

事例集及び整備・管理の方針をガイドラインとしてとりまとめ、配布する予定である。

2. 発表論文等

2.1 論文

1) <i>MARTES</i> ISSUES IN THE 21ST CENTURY: LESSONS TO LEARN FROM ASIA	93
2) ラジオテレメトリを用いた個体追跡技術とデータ解析法	99
3) 栃木県と長野県の低山帯におけるオオタカ・サシバ・ハチクマ・ノスリの 営巣環境の比較	117
4) オオタカの幼鳥の分散過程と環境利用	125
5) 木曽川の礫河原に侵入した特定外来種オオキンケイギクの生育・開花特性と 種子生産	135

2.2 学会発表要旨等

6) 高分解能衛星画像と航空機レーザスキャナを用いた都市内樹林の単木情報抽出	141
7) Revegetation on an artificial cut slope using forest topsoil with growth material spraying method	143
8) A restoration experiment on forest floor vegetation at Michinoku Lakewood National Government Park in the Fagetea crenatae region, Tohoku district, Japan	144
9) 人工林におけるノイヌ・ノネコを含む小・中型食肉目 8 種の時空間分布	145
10) 壁面緑化植栽基盤の吸音性能評価	146
11) グレイン論に基づく街路の下町イメージに関する研究	150
12) 利用者のコメントに基づく景観整備効果の分析	156
13) 景観アセスメント試行対象事業における景観整備方針の分析	164
14) 人工林における野生哺乳類の生息状況	170

2.3 雑誌・特集記事等

15) 「動物」、「植物」、「生態系」における環境影響評価事例の分析と集成	173
16) 道路事業における景観の環境影響評価手法	179
17) バイオラングにみる立体緑化としての、都市環境改善効果について	181
18) 土壌シードバンクを活用した湿地植生の再生：現状と課題	186
19) 「これからの公園・緑化技術の展望」	192
20) 景観検討・評価のための計画デザイン・システムに関する研究	195

2.4 出典

2.1 ～ 2.3 に掲載した文献の出典は以下のとおりである。（掲載順に列挙）

2.1 論文

- 1) Saeki, M. (2006) *MARTES* ISSUES IN THE 21ST CENTURY: LESSONS TO LEARN FROM ASIA. *Martes in Carnivore Communities.*, 21-26.
- 2) 佐伯 緑・早稲田宏一 (2006) ラジオテレメトリを用いた個体追跡技術とデータ解析法, 哺乳類科学, 46 (2) :193-210.
- 3) 植田睦之・百瀬 浩・中村浩志・松江正彦 (2006) 栃木県と長野県の低山帯におけるオオタカ・サシバ・ハチクマ・ノスリの営巣環境の比較, 日本鳥学会誌, 55 (2) :48-55.
- 4) 植田睦之・百瀬 浩・山田泰広・田中啓太・松江正彦 (2006) オオタカの幼鳥の分散過程と環境利用, Bird Research, 2:A1-A10.
- 5) 畠瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦 (2007) 木曽川の礫河原に侵入した特定外来種オオキンケイギクの生育・開花特性と種子生産, ランドスケープ研究, 70 (5) :467-470.

2.2 学会発表要旨等

- 6) 今井靖晃・瀬戸島政博・船橋 学・松江正彦・影本信明・山岸 裕・藤原宣夫 (2006) 高分解能衛星画像と航空機レーザスキャナを用いた都市内樹林の単木情報抽出, (社)日本リモートセンシング学会第40回学術講演会論文集, 187-188.
- 7) Hosogi, D., Nakamura, K. and Kameyama, A. (2006) Revegetation on an artificial cut slope using forest topsoil with growth material spraying method., Proceedings of the International Conference on Ecological Restoration in East Asia 2006, Osaka., 104.
- 8) Hatase, Y., Oguri, H., Matsue, M., Utsugi, E. and Imoto, I. (2006) A restoration experiment on forest floor vegetation at Michinoku Lakewood National Government Park in the Fagetea crenatae region, Tohoku district, Japan., Proceedings of the International Conference on Ecological Restoration in East Asia 2006, Osaka, 127.
- 9) 佐伯 緑・平野辰典 (2006) 人工林におけるノイヌ・ノネコを含む小・中型食肉目8種の時空間分布, 哺乳類学会 2006 年度大会発表要旨, 25.
- 10) 長濱庸介・松江正彦・木村和則 (2006) 壁面緑化植栽基盤の吸音性能評価, (社)日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集, 29-32.
- 11) 田中秀岳・福井恒明・篠原 修 (2006) グレイン論に基づく街路の下町イメージに関する研究, 景観・デザイン研究講演集, 2:91-96.
- 12) 福井恒明・安藤義宗・兼子和彦 (2006) 利用者のコメントに基づく景観整備効果の分析, 景観・デザイン研究講演集, 2:147-154.

- 13) 山田圭二郎・工藤 誠・福井恒明・小栗ひとみ・香田晃宏 (2006) 景観アセスメント試
行対象事業における景観整備方針の分析, 景観・デザイン研究講演集, 2:206-211.
- 14) 平野辰典・佐伯 緑 (2007) 人工林における野生哺乳類の生息状況, 平成 18 年度業務・
林業技術等発表要旨, 8.

2.3 雑誌・特集記事等

- 15) 大塩俊雄・松江正彦 (2006) 「動物」、「植物」、「生態系」における環境影響評価事
例の分析と集成, 土木技術資料, 48 (9) :42-47.
- 16) 小栗ひとみ・松江正彦 (2006) 道路事業における景観の環境影響評価手法, 土木技術資
料, 48 (9) :48-49.
- 17) 松江正彦 (2006) バイオラングにみる立体緑化としての、都市環境改善効果について、
都市緑化技術, 62:10-14.
- 18) 西廣 淳・松江正彦 (2006) 土壌シードバンクを活用した湿地植生の再生：現状と課題、
土木技術資料, 48 (12) :24-29.
- 19) 松江正彦 (2007) 「これからの公園・緑化技術の展望」, 公園緑地, 67 (5) :15-17.
- 20) 大臣官房技術調査課・大臣官房公共事業調査室・国土技術政策総合研究所「美しい国土
の創造」WG・東北地方整備局企画部企画課・九州地方整備局企画部企画課 (文責) 福井
恒明 (2007) 景観検討・評価のための計画デザイン・システムに関する研究, 土木技術
資料, 49 (3) :22-27.

参考資料

既刊資料一覽

国土技術政策総合研究所資料

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
355	国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室報告書第21集	緑化生態研究室が平成17年度に行った調査・研究の概要ならびに、当研究室のスタッフが平成17年度に学会や雑誌などで発表した論文を収録したものである。	緑 化 生 態 研 究 室	緑化技術 公園緑地計画 生態系の保全 環境アセスメント 景観	2006.12
354	コウモリ類の調査の手引き(案)	哺乳類の中で特にその生態、生息分布について未解明の部分の多いコウモリ類を対象とした道路環境影響評価を実施する場合における、効果的な調査手法を提案すべく、平成15年度～18年度に、コウモリ類の生態調査方法や保全措置に関する文献調査及び現場保全事例の収集等を行うとともに、併せてコウモリ類専門家に対して最新知見の聞き取り調査等を実施した。本資料は、その結果を踏まえ「コウモリ類の調査の手引き(案)」としてとりまとめたものである。	松江 正彦 藤原 宣夫 大塩 俊雄 飯塚 康雄 内山 拓也	環境影響評価 コウモリ類 哺乳類 生態 調査方法	2006.12
276	国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室報告書第20集	平成16年度に緑化生態研究室が実施した調査・研究の概要および当研究室員が学会や雑誌等に発表した論文を収録・編集したものである。	緑 化 生 態 研 究 室	緑化技術 公園緑地計画 環境アセスメント ミティゲーション 生態系の保全 生態系ネットワーク計画 生物生息空間の創出	2005.12
221	国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室報告書第19集	平成15年度に緑化生態研究室が実施した調査・研究の概要および当研究室員が学会や雑誌等に発表した論文を収録・編集したものである。	緑 化 生 態 研 究 室	緑化技術 公園緑地計画 環境アセスメント ミティゲーション 生態系の保全 生態系ネットワーク計画 生物生息空間の創出	2004.12
207	希少猛禽類の効率的な調査手法に関する研究	道路事業等で猛禽類を対象とした影響評価を実施するにあたって必要な効率的な調査手法を開発することを目的に、平成10年度～平成14年度に栃木県と長野県で実施したオオタカ、サシバを主とした希少猛禽類の繁殖状況、行動圏、利用環境等の調査で得られた生態情報、及びその結果の分析・解析により得られた、調査に必要な範囲、時期、方法についてまとめたものである。	松江 正彦 藤原 宣夫 内山 拓也 植田 睦之 百瀬 浩 石坂 健彦 森崎 耕一	環境影響評価 オオタカ サシバ 猛禽類 生態 調査方法	2004.12
206	道路緑地の設計手法に関する研究 ～良好な街路樹の事例集～	良好な道路緑地を整備していくための基礎資料として、既存の良好な道路緑地の街路樹の状況、道路の構造、隣接地の状況等について調査を行い、その結果をまとめたものである。	松江 正彦 藤原 宣夫 内山 拓也	道路緑地 街路樹	2004.12
149	わが国の街路樹Ⅴ	わが国の道路緑化現況を把握することを目的として、道路緑化率、道路緑化樹木本数、樹種等について調査を行ったものである。	藤原 宣夫 武田 ゆうこ 米澤 直樹	街路樹 並木 道路緑化 緑化率 統計	2004.3

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
147	国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室報告書第18集	平成14年度に緑化生態研究室が実施した調査・研究の概要および当研究室員が学会や雑誌等に発表した論文を収録・編集したものである。	緑化生態研究室	緑化技術 公園緑地計画 環境アセスメント ミティゲーション 生態系の保全 生態系ネットワーク計画 生物生息空間の創出	2004.1
139	-MBR方式による－ 住民参加の生きもの調査ガイドブック	より効果的な住民参加の生きもの調査の手法を開発するため、武蔵野市の協力のもと、武蔵野市民による「むさしの自然指標調査会」を組織した。そして、新たな生き物調査手法としてMBR（Musashino Bio-index Research）方式を提案し、ケーススタディを1999年度から2000年度にかけて実施した。このガイドブックは、その成果をもとに他の自治体でも同様の調査ができるように、MBR方式による住民参加の生きもの調査の実施手法をまとめたものである。	藤原 宣夫 日置 佳之 須田 真一	生物調査 住民参加 武蔵野市 ガイドブック	2003.12
136	霞ヶ浦湖岸植生帯の変遷とその地点間変動要因	本資料は、霞ヶ浦における過去約30年間の湖岸植生帯の変遷とその地点間変動要因の解析結果をまとめたものである。	藤原 宣夫 西廣 淳 中村 圭吾 宮脇 成生	霞ヶ浦 湖岸植生 沈水植物帯 浮葉植物帯 抽水植物帯 湖岸勾配 波浪 湖岸堤	2003.11
74	昔日の霞ヶ浦 ～昭和40年以前の霞ヶ浦画像集～	本資料は、霞ヶ浦の環境復元に際し、目標とする景観の検討資料とすることを目的とし、急速な開発が進展する以前の年代である、昭和40年以前の霞ヶ浦の景観について、写真、絵画などの画像資料を収集し、収録したものである。	藤原 宣夫 小栗 ひとみ	霞ヶ浦 昔日 景観 写真 画像	2003.3
68	都市緑地調査における人工衛星技術の活用に関する調査	本調査では、人工衛星を利用した都市における緑地の調査手法を開発することを目的とし、従来型人工衛星LANDSAT画像と高分解能人工衛星IKONOS画像を用いて、練馬区において、都市内各種緑地の抽出・分類と精度検証を行うとともに、IKONOS画像及びデジタルマップを用いてGISを利用することにより小樹林地の抽出、緑被分布図の作成を行った。	藤原 宣夫 山岸 裕	LANDSAT IKONOS 都市緑地 土地被覆分類 常緑・落葉の区分	2003.3
67	里山保全制度への取り組み状況 ～全国自治体アンケートより～	里山保全制度・事業の実施状況を把握するため、平成14年3月に、全国140都市（人工15万人以上）を対象にアンケート調査を実施した。その結果、105自治体から回答があり、内7自治体において里山保全を目的とした独自の制度・事業が実施されており、6自治体からは検討中との回答があった。また、29の自治体では、既存の緑地保全制度の活用により、里山保全に取り組みがなされていた。本資料には、これらの全ての回答を収録した。	藤原 宣夫 山岸 裕	里山保全 行政制度 全国自治体 アンケート調査	2003.3

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
65	国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室報告書第17集	平成13年度に緑化生態研究室が実施した調査・研究の概要および当研究室員が学会や雑誌等に発表した論文を収録・編集したものである。	緑 化 生 態 研 究 室	緑化技術 公園緑地計画 環境アセスメント ミティゲーション 生態系の保全 生物生息空間の創出 生態系ネットワーク計画	2003.1
22	国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室報告書第16集	平成12年度に緑化生態研究室が実施した調査・研究の概要および当研究室員が学会や雑誌等に発表した論文を収録・編集したものである。	緑 化 生 態 研 究 室	緑化技術 公園緑地計画 ビオトープ創出 生態系保全 生態系ネットワーク計画	2002.1

土木研究所資料

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
3829	建設事業における環境保全技術 ～ミティゲーション事例集～	ミティゲーションとは英語で緩和を意味する言葉であるが、最近では「建設事業等の人為行為が自然環境に与える影響を緩和する様々な措置」の意として用いられ、我が国でも公共事業に伴うミティゲーションが広く行われるようになっている。本資料では、ミティゲーションの社会的背景、技術を概説するとともに、我が国における、道路、河川、ダムなどの各種の事業での実施例を紹介する。	環境部	ミティゲーション 釧路湿原 エゾジカ エコロード トダスゲ ヒヌマイトトンボ ケショウヤナギ アカウミガメ ヨシ原 塩生植物 ダム湖	2001.3
3826	国土交通省土木研究所 緑化生態研究室報告書 ～第15集～	平成11年度に緑化生態研究室が実施した調査・研究の概要および当研究室員が学会や雑誌等に発表した論文を収録・編集したものである。	緑 化 生 態 研 究 室	緑化技術 公園緑地計画 ビオトープ ミティゲーション 自然環境アセスメント 生態系ネットワーク計画	2001.3
3820	日蘭ワークショップ 「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワーク形成に向けて」	本報告書は、日蘭科学技術協定に基づき実施されている共同研究「道路による生息域の分断化防止対策に関する研究(担当:道路環境研究室)」および「生態系ネットワーク計画に関する研究(担当:緑化生態研究室)」の一環として実施した日蘭ワークショップ「道路による生息域の分断防止と生態系ネットワーク形成に向けて」の報告である。	大西 博文 川上 篤史 今堀 るみ子 藤原 宣夫 日置 佳之 金子 弥生	日蘭ワークショップ 生息域の分断防止 生態ネットワーク 道路	2001.3
3708	下水汚泥と剪定枝葉を混合した堆肥の製造方法に関する検討	従来、廃棄処分されていた下水汚泥や剪定枝葉についても、リサイクルの必要が問われるようになった。しかし、これらの堆肥化を行う場合、下水汚泥では臭気や粘性などの取り扱い性の悪さ、剪定枝葉ではC/N比が高く、堆肥化しづらいという問題を有する。そこで、これらを混合して堆肥を製造する方法について検討を行った。	藤原 宣夫 石坂 健彦 石曾根敦子 森崎 耕一 飯塚 康雄	リサイクル 下水汚泥 剪定枝葉 堆肥化	2000.3

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
3706	阪神・淡路大震災時の避難行動と公園利用状況に関するアンケート調査	阪神淡路大震災での避難行動において、都市公園が市民の緊急避難の場、避難生活の場としてどのように利用されたのかを明らかにするため、地震直後の行動、避難場所の選択理由、避難場所と自宅との往復行動、避難時の自動車利用、地震前後の公園利用などについてアンケート調査を行い、被災者の具体的な避難行動および都市公園等の避難施設の利用実態を把握した。	田中 隆 藤原 宣夫 松江 正彦 山岸 裕 岡田 潤 野島 義照	阪神・淡路大震災 都市公園 避難場所 アンケート調査 公園施設	2000.3
3666	わが国の街路樹IV	わが国の道路緑化現況を把握することを目的として、道路緑化率及び道路緑化樹木本数、樹種について調査を行ったものである。	藤原 宣夫 田中 隆 木部 直美	街路樹 並木 道路緑化 緑化率 統計	1999.9
3663	防災公園計画・設計に関する技術資料-防災公園の計画・設計に関するガイドライン(案)	大地震時に、避難地・復旧活動拠点として機能する防災公園の整備促進のため、防災公園の具体的な計画、設計手法について、「防災公園の計画・設計ガイドライン(案)」として、行政機関の公園担当者に利用されることを念頭に取りまとめたものである。	新田 敬師 松本 浩 篠宮 章浩 藤原 宣夫 山岸 裕	防災公園 公園計画 公園設計 地震	1999.7
3520	地方公共団体における民有地緑化及び緑地保全制度の現状	地方公共団体が整備している民有地の緑化および緑地保全を推進するための条例、要綱等を全国的に収集し、それらの内容を事例シートに整理するとともに、それらの制度が目的としている緑化・緑地保全の年代的な動向、制度の目的とそれを実現するための手法との関係などを明らかにした。	田中 隆 秋山 千秋	民有地 緑化 緑地保全 地方公共団体 制度	1997.4
3416	公共空間における花卉修景手法に関する研究	公共空間における花卉を用いた修景に関して、その計画・設計・施工・管理及び材料について、アンケート調査並びに事例の分析を通して要点を整理し、花卉修景手法として取りまとめたものである。	半田真理子 田中 隆 日置 佳之 飯塚 康雄 播本 武史	花卉 修景 公共空間 緑化 アメニティ	1996.1
3413	下水汚泥と剪定枝葉の堆肥化に関する調査	下水汚泥と剪定残渣を用いて堆肥を試作するとともに、その堆肥を用いた植栽試験を実施し、試作堆肥の性状や肥効力を把握し、それらを用いた堆肥製作の手法等について取りまとめたものである。	田中 隆 藤原 宣夫 桃井 信行 飯塚 康雄 半田真理子 小澤 徹三 石坂 健彦 吉永 裕康	下水汚泥 有効利用 剪定残渣	1996.1
3334	木本植物によるのり面緑化工法に関する研究 Study on Slope Planting Methods using Trees	のり面の侵食防止と周辺環境との調和等のために施工されるのり面緑化に関して、より景観面や安定性を考慮した施工技術の向上を図ることを目的に、木本植物導入技術について現状の把握及び苗木設置と厚層基材吹付工を併用した木本植物導入工法(苗木設置吹付工法)の開発に係る検討結果を取りまとめた。	半田真理子 飯塚 康雄 前田 博 有村 恒夫 藤崎健一郎	のり面 緑化 のり面緑化 苗木設置吹付工法 環境	1995.1

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
3324	廃棄物処分地の緑化技術に関する調査	廃棄物処分地における全国10箇所の緑化事例について調査を行い、緑化上の問題点とその対策についての技術的解説書となることを目途に、とりまとめを行った。	半田真理子 藤原 宣夫 飯塚 康雄 播本 武史	一般廃棄物 ごみ 廃棄物最終処分地 緑化 植栽基盤	1994.12
3253	都市林の機能に関する研究 Study on Functions of the Urban Forest	今後の都市緑地政策における都市林の果たすべき役割とその機能の活用を検討するために、都市林の概念の提示、即地的分析、緑被の水位と関連法制度及び機能発揮条件を整理し、住民及び学識経験者等による評価の比較検証等を行い、都市林の機能及び施設等について提言を行ったものである。	半田真理子 秋山 千秋 田畑 正敏 前田 博 播本 武史 佐藤 隆幸	都市林 機能評価 近郊緑地 緑地保全地区 風致地区	1994.1
3252	塩生生物の生育基盤に関する研究 Study on Basements for Halophilous Plants	亜熱帯海岸地帯における緑化手法の向上を図ることを目的に、沖縄の岩礁地帯、海浜地帯を対象とした植生実態調査、生育基盤調査および人工基盤での生育試験等を実施し、緑化に有望な植物の選定と、その生理・生態的特性の解明並びに人工生育基盤の基礎的条件の検討を行い取りまとめた。	半田真理子 藤原 宣夫 吉永 裕康 中島 均 播本 武史	亜熱帯 海岸地帯 塩生植物 耐塩性 生育基盤 人工基盤	1994.1
3239	わが国の街路樹III The Road side Trees in Japan 3	建設省道路局が実施した全国道路情勢調査(道路交通センサス)の一般交通量調査個所別基本表を用いて道路緑化率(緑化済道路延長/道路延長)を算出した。また、平成4年3月31日現在共用済となる道路を対象にアンケート調査を実施し、樹木本数、樹種、樹木タイプ等について調べた結果をとりまとめた。	半田真理子 飯塚 康雄 藤崎健一郎	街路樹 並木 道路緑化 緑化率 樹木 樹種 樹木タイプ 環境 現況	1994.1
3231	都市内日陰空間における緑化樹木の耐陰性に関する研究 Study on Shade Tolerance of Greening Plants in Urban Spaces	公共緑化用樹木のうち陰樹と考えられている樹種を対象とした耐陰性試験及び都市内日陰空間での緑化樹木の生育調査を行い、生育環境条件、とりわけ日照条件に対する緑化樹木の生育適性を検討し、日陰地での植栽設計・施工に関する基礎的な知見をとりまとめた。	半田真理子 藤原 宣夫 吉永 裕康	都市緑化 陰樹 耐陰性試験 日陰地 相対照度条件	1994.1
3212	広場の特性及びその画・設計への応用に関する研究 Study on the Application of Plaza's Characteristics to Planning and Design	広場の設置及び管理に関するアンケートによる実態調査、広場の利用実態調査、広場的行動の特性に関する調査の結果から導き出された広場の計画・設計上の要点を整理し取りまとめた。	半田真理子 秋山 千秋	広場 設置および管理状況 利用実態 広場的行動 計画・設計上の要点	1993.9
3189	海浜地における樹木の育成環境に関する研究 The Study on Environments of Rearing for Trees on The Seashore	海浜地における潮風、植栽基盤の特徴を把握したほか、風と植物の生育との関係を海の中道海浜公園及び国営常陸海浜公園において測定し、防風林と植栽木の位置及び高さの関係について検討を行い取りまとめた。	半田真理子 藤原 宣夫 吉永 裕康 井上 忠佳 前田 博 田代 順孝 末永 錬司 播本 武史 古関 堅治 武田 裕 佐藤 隆幸	海浜地 防風林 潮風害 環境圧レベル クロマツ	1993.5

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
3180	道路内の芝生、草地の 管理技術に関する調査 Studies on the Management of roadside turfgrass	一般国道および高速道路の芝生・草地の面積、植物の種類、管理内容等を明らかにした。また、10都市において道路内の植生の現況について現地調査をし、草高、雑草の種類等を明らかにした。さらに、専門家に対するヒアリング等を行い、芝生・草地の管理の基本的考え方と技術の要点について取りまとめた。	半田真理子 藤崎健一郎 吉永 裕康	道路 草本植生 芝生 草地 刈込み 施肥 雑草防除	1993.3
3160	ジョギング走路の特性に 関する研究 Study on Characteristics of Jogging Courses	都市公園等におけるジョギング走路の設置状況に関する実態調査、ジョギング走路の舗装材の粘弾性特性の測定及び解析並びに着地衝撃に関する被験者実験を行い、その結果を取りまとめた。	半田真理子 秋山 千秋 吉永 裕康	都市公園 ジョギング走路 設置状況 粘弾性特性 衝撃力減衰度 舗装材 着地衝撃	1993.1
3126	公園林の造成及び管理 技術に関する研究(その 2)-公園林の利用と樹 林状態- Research on Techniques for creating and Maintaining Park Forests No.2 -Activity and Forest Configurations of Park Forests-	レクリエーション活動別の樹林適性モデルに検討するとともに、国営公園を事例として、造成および管理計画の進め方について事例検討を行った。さらに、公園林管理の技術手法についても検討し、特に間伐については試験植栽を実施し、その効果分析を行い取りまとめた。	半田真理子 播本 武史 吉永 裕康 前田 博 古関 堅治 佐藤 隆幸 山岸 裕	公園林 造成・管理技術 樹林利用 試験植栽 間伐	1992.7
3115	道路の外部景観に関する 研究 A Study of Road Landscape Seen from the Outside	道路景観調査手法体系化の一環として、道路の外部景観に関する調査手法及び景観に関連する用語の意味等について取りまとめた。	半田真理子 小澤 徹三	道路景観 外部景観 調査手法 道路緑化 景観関連用語	1992.5
3059	道路緑化樹木の二酸化 炭素固定に関する研究 A Study on Fixing Carbon Dioxide Capacity with Photosynthesis of Roadside Trees	道路緑化樹木に関し、成長量が二酸化炭素固定量に等しいことを利用して道路緑化樹木の二酸化炭素固定機能について整理し、詳細な全国のかつ基礎的データを提示し、樹種的な特徴や簡単に二酸化炭素固定量を測定する方法等についてとりまとめた。	半田真理子 小澤 徹二 飯塚 康雄 井上 忠佳 前田 博 田代 順孝 有村 恒夫 武田 裕	成長量 二酸化炭素固定 道路緑化	1992.3
3037	公共緑化用コンテナ栽 培樹木の栽培樹木の植 栽技術等の開発 Technique of planting Using Container-grown Trees for Public Spaces	コンテナ栽培樹木に関して公共緑化への導入をめぐる問題点と課題を整理し、コンテナ栽培樹木の利点や施工上の留意点について試験等により把握した上で、「公共緑化用コンテナ栽培樹木の植栽施工技術指針(案)」と「品質・寸法規格基準(案)」を作成し、また、コンテナ栽培樹木による大型樹木の育成・植栽施工に係る技術を開発し取りまとめた。	半田真理子 飯塚 康雄 井上 忠佳 前田 博 末永 錬司 古関 堅治 佐藤 隆幸	コンテナ コンテナ栽培樹木 公共緑化 植栽	1991.11

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
2938	都市緑化における下水汚泥の利用 Utilization of Sludge for Garden Plants	消化脱水汚泥やコンポスト化汚泥についての各種植栽試験や造園施工業者を対象としたアンケート調査等を行って、利用する側からの使用時等の注意事項等を「都市緑化における下水汚泥の施用指針(案)」(昭和62年3月、建設省都市局)に説明や新しいデータ等を加えるとともに、施工手順などについてとりまとめた。	半田真理子 小澤 徹三 飯塚 康雄 吉永 裕康 井上 忠佳 前田 博 田代 順孝 有村 恒夫	下水汚泥 有効利用 都市緑化	1991.3
2816	景勝地の道路景観評価に関する研究 A Study on assessment of modification of road structure in areas of scenic beauty	東京湾環状道路等、大規模特殊道路沿線周辺の景勝地について、景勝地の分布状況、景勝地としての価値水準および景観特性等に関する一般的傾向を把握するとともに、河川部および海岸部の一般的景勝地について構図特性により類型化し、類型別の景観特性を取りまとめた。	半田真理子 山岸 裕 井上 忠佳 前田 博 有村 恒夫	景勝地 景観 道路景観 大規模特殊道路	1990.1
2733	公園林の造成及び管理技術に関する研究その1-公園林の定義及び造成・管理技術の体系的手順- A Study on Techniques of Alfore-station in Parks (1)	公園林の定義づけを行い、公園林の範囲、公園林計画の手順と方法について検討するとともに造成・管理に関する技術検討を行った。また、アカマツ優先林を事例として計画モデルの利用について考察し、具体的な適用手法へと検討を進め取りまとめた。	前田 博 武田 裕 山岸 裕	公園林 造成管理技術 新規樹林 既存樹林 計画	1989.3
2726	寒冷地樹木特性調査 A Research on the Plants Properties in the Cold District in Japan	寒冷地における公共緑化を進める際の適性樹種選択の基礎的な判断材料を得るため、緑化行政担当者に対し植栽実績、被害対策等の聴取調査を行い、市街地内の植栽実績とその地域分布、植栽樹木の生育状況、植栽樹木に対する気象害対策の実態、寒冷地樹木の特性について検討した結果をとりまとめた。	前田 博 佐藤 隆幸	寒冷地樹木 植栽分布 耐寒性 耐雪性 耐潮風性 生育適性	1989.3
2725	厚層基材吹付工法に関する調査研究報告書-開発の経緯、普及、植生の生育状況- Survey and Analysis of Soil Dressing Method on Slope-Detail of Development, Spread, Growing Process of Vegetation-	軟岩、硬岩等はもちろん、土壌硬度が高い土砂のり面でも広く使われるようになった厚層基材吹付工法の開発と普及過程を調査するとともに、施工後の経過年数が長いり面を選定して現地調査を実施し、生育基盤の安定性、植生の生育状況等を観察・評価し取りまとめた。	前田 博 古関 堅治 飯塚 康雄	厚層基材吹付工 岩盤緑化工 無土壌のり面 植生回復	1989.3
2693	わが国の街路樹II The Road side Trees in Japan 2	全国の昭和62年3月31日現在共用済みとなる道路を対象にして、高木、中低木別の本数や樹種など道路緑化樹木の実態調査を実施するとともに、今回の調査結果と過去に行われた調査結果(昭和42年度、昭和57年度)の全国主要150都市(高木のみ)についての比較を行い、考察を加え取りまとめた。	前田 博 有村 恒夫 飯塚 康雄	道路緑化 道路植栽 道路環境 街路樹 並木 環境保全 景観	1988.12

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
2686	道路緑化等における保水剤の活用技術に関する研究 Studies in Planting Technology with Super Absorbent Polymer	建設省が財団法人日本造園修景協会との共同研究で実施した「道路緑化等における保水剤の活用に関する研究」の成果をとりまとめたもので、土壌改良剤、植栽直後の水分補給剤、移植時の根系養生剤などの保水剤の保水効果や土壌の通気透水性阻害、植物の発根障害の弊害についての調査結果を取りまとめた。	前田 博 井上 忠佳 有村 恒夫 田代 順孝 飯塚 康雄	道路緑化 土壌改良 土壌改良剤(材) 植栽工法 新素材 保水剤 高吸水性ポリマー	1988.10
2617	大規模公園利用者分析調査 -国営武蔵丘陵森林公園を事例として- User Analysis of the Large Scale Park -In Case of Musashi-Kyuryo National Government Park-	公園利用者分析を大規模公園で実施し、大規模公園での利用者分析法の実施方法、国営武蔵丘陵森林公園の利用実態、今後の大規模公園計画への提案などについて、調査研究の内容をもとに解析した。	前田 博 古関 堅治 井上 忠佳	利用者分析 利用実態 大規模公園 施設配置 事例解析	1988.3
2572	街路樹の生育特性 Growth characteristics of Road side Trees	街路樹の植栽時における計画目標の設定あるいは管理計画の策定に資するため、筑波研究学園都市に植栽されたケヤキを対象に生育特性の検討を行った。まず、生長量について調べ、次に、植栽条件、土壌条件といった環境条件と生育状況との関連性を検討した。さらに、生長量の変遷状況を類型化し、生長タイプ、その評価方法、景観形成との係わりについても整理し取りまとめたものである。	前田 博 武田 裕	街路樹 道路植栽 環境状況 生育特性 生長量 予測 評価景観	1988.3
2483	亜熱帯地域における海浜地植物の管理指針(案) Landscape Management Guideline for Subtropical plants of Seashore	海浜地に立地し台風や冬期の季節風による潮風被害を受けやすい環境条件下にある国営沖縄記念公園に植栽された熱帯・亜熱帯植物の潮風被害の発生状況とその回復過程を調査したうえで、被害の回避策を年間の管理作業計画に盛り込む等、特に景観面に配慮した形で植物管理指針(案)としてまとめた。	井上 忠佳 古関 堅司 芹沢 誠 藤原 宣夫	海浜地植物 熱帯・亜熱帯植物 潮風被害 植物管理	1987.2
2413	河川公園景観計画調査(その1) -河川の地形および植生の位置の特徴と景観設計への反映- An Investigation on landscape planning for riverbed park	河川公園における景観形成に焦点をあて、河川空間の特性を生かした河川構造物の景観設計を行う際に参考とするための資料を作成し、比較的自然性の残されている河川の地形の形態的特徴および植生の位置の特徴をとりあげて設計対象物のモデルタイプの提案を行い取りまとめたものである。	井上 忠佳 篠原 修 武田 裕 伊藤 登	河川公園 河川景観 地形 植生 計画 景観設計	1986.10
2341	公共緑化のための下水汚泥の施用指針(案) Application standard of Sewage sludge for greening	下水道汚泥(脱水汚泥、コンポスト化汚泥、乾燥汚泥)を公共緑化において施用する場合の技術的事項について、昭和55より59年度まで実施した調査研究の成果を踏まえて、技術指針(案)として取りまとめたものである。	井上 忠佳 田代 順孝 藤原 宣夫	公共緑化 下水汚泥	1986.3

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
2318	わが国の街路樹 The Road side Trees in Japan	今後の街路樹整備に際しての参考資料とするため、わが国の街路樹の現状を調査するとともに、代表的な街路樹景観を掲載し、また街路樹の有効な管理方法について提案を行い取りまとめたものである。	井上 忠佳 二上 克次 芹沢 誠 藤原 宣夫	街路樹 国道 景観	1986.3
2314	道路・街路景観計画体系に関する研究 その3 (国道バイパス景観の変遷) A Transition of Bypass Road-scape	バイパスにおける道路景観が供用当初からどのように変遷したかを分析し、景観変遷パターンの類型化、変遷期の位置づけ、景観保全要因の抽出を行い取りまとめたものである。	篠原 修 二上 克次 芹沢 誠	バイパス 景観の変遷	1986.3
2330	緑化による機能効果の評価に関する研究 -環境緩和・都市景観-	緑化による様々な機能、効果について本資料では物理的効果と心理的効果を取りあげ、主として道路植栽を対象に実証的検証を行った結果を取りまとめた。	井上 忠佳 田代 順孝 芹沢 誠 藤原 宣夫	緑化 物理的効果 心理的効果 防音 粉塵捕捉 微気象緩和 好ましさ 快適感 騒音感	1986.3
2256	植物の大気浄化機能に関する調査	従来の研究事例を総合的に整理することにより、大気環境と植物の相互関係、大気物質の吸収・希釈機能、群体としての緑地帯の効果についてとりまとめたものである。	中山 隆 阪井 清志 日名子信広 井上 忠佳 田代 順孝	植物 自動車排出ガス 吸収 浄化機能 大気汚染	1985.9
2173	山岳道路の環境影響評価手法その2 -仕切り面の予測、植生回復判別、景観評価- Environmental Impact Assessment Method of Mountain-Road Part2 -Forecasting Technique, Vegetation Recovery and Landscape, Evaluation of Cutting-Slope-	山岳道路の環境影響評価手法確率の一環として、切土のり面を対象に、発生予測手法、植生回復の判別、景観評価に関する検討結果を取りまとめたものである。	芹沢 誠 篠原 修 二上 克次	山岳道路 切土のり面 発生予測手法 植生回復 景観評価	1985.3
2033	公園における二次処理水の利用-主として砂質土地について- Utilization of treated-sewage-water at planting area of a park -Case study at sandy area-	海の中道海浜公園における、植栽樹木および芝生への二次処理水の灌漑試験の結果に基づき、公園における二次処理水の利用について、水質・土壌・植栽生育・灌水方法の観点から検討し、その結果を取りまとめたものである。	芹沢 誠 田代 順孝 古関 堅治 藤原 宣夫	二次処理水 再利用 灌水試験 国営公園 砂質土地	1983.12
2007	山岳道路の環境影響評価手法その1 〔既存調査事例の整理〕	昭和55年度から調査してきた「山岳道路の環境影響評価手法」の成果の一部を、「既存調査事例」としてとりまとめたものである。	芹沢 誠 篠原 修 二上 克次		1983.6

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
1966	道路植栽の生長度合判定法に関する研究その1 -生長度合判定のための有効指標の選定- Study on Estimation for Growth of Growth of Road-side Vegetation (1) -Choice of Appropriate Indication for Estimation of Growth-	道路植栽の成長度合を現場で簡便に判定するための資料作成のため、生育実態調査の結果から成長度合判定の有効指標を選定し、判定基準値(分級値)設定のための方針を整理した。また、慣行活力評価値と有効指標との関連を分析し、活力評価法の簡便化を検討し取りまとめたものである。	芹沢 誠 田代 順孝 古関 堅治 藤原 宣夫	道路植栽の生育 成長量 成長度合判定法 有効指標 活力評価 判定基準値 分級値	1983.3
1910	道路・街路景観計画体系に関する研究 その2 バイパス景観のタイプ分類と評価 Study on Landscape Planning Systems of Roads and Streets (2) Classification and Estimation of By-pass Landscape	関東地建管内の国道バイパスを対象に、道路内部景観をあらわす写真66葉を用いて、景観のタイプ分類と評価規程要因に関する分析を行い、自然風景型、田園型、混在型など7タイプを抽出するとともに、評価には景観タイプ、沿道建物、道路緑地が効いていることを明らかにし取りまとめたものである。	芹沢 誠 篠原 修 二上 克次	バイパス 道路景観 景観のタイプ分類 景観の評価	1983.3
1755	道路・街路景観計画体系に関する研究(その1) -計画・設計体系の枠組- Study on Landscape Planning Systems of Roads and Streets (1) -Frames of Planning and Design Systems-	道路をそのスケールおよび位置によって景観的に性格分類し、都心部幹線街路、市街部一般街路、郊外部幹線道路について、計画・設計のプロセスと操作対象の種類を軸に景観計画の枠組を設定し、その結果を取りまとめたものである。	芹沢 誠 篠原 修 二上 克次	道路景観計画体系 景観計画上の道路分類 都心部幹線街路 市街部一般街路 郊外部幹線道路	1982.1

官民連帯共同研究

表 題	概 要	発行年月
緑化空間創出のための基盤技術の開発報告書 (第一分冊) 概要 (第二分冊) 特殊空間緑化技術マニュアル(案) 【総論】【技術編】 (第三分冊) 特殊空間緑化技術マニュアル(案) 【資料編】	これまで緑化が困難とされていた建築物、構造物等に係わる空間の緑化を推進するために必要な技術開発を行うことを目的とし、「①緑化空間創出のための基礎的検討」、「②創出対象となる緑化空間の検討」、「③緑化に関する基盤技術の検討」の3つの項目について検討を行った。また、本研究の具体的成果として、「特殊空間緑化技術マニュアル(案)」を取りまとめたものである。 本研究は、建設省土木研究所が(財)都市緑化技術開発機構との官民連帯共同研究により、双方の相互関係のもと、総合的に、また事業的な観点も入れながら平成3年度より5年度まで、3箇年にわたり実施してきたものである。	1995.1

共同研究報告書

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
218	大型街路樹の維持管理 手法に関する共同研究 報告書 (第1分冊) 調査・実験報告書 (第2分冊) 街路樹剪定の手引き	街路樹の肥大成長に起因する問題の実態把握を行うために、①街路樹の成長大型化による支障実態調査として、自治体等からアンケートおよびヒアリング調査を行った。また、大型化した街路樹の問題対処方法として、②剪定方法による樹冠抑制技術および樹形構成技術の検討、③根系切断による樹冠抑制技術の検討を行った。	半田真理子 田中 隆 石坂 健彦 藤原 宣夫 桃井 信行 飯塚 康雄 秋山 千秋 石曾根敦子 黒沼 茂治 佐藤 四郎 三村 欣司 成家 次男 田中 誠爾 権蛇 次夫 立山富士彦 高橋 一輔 佐藤 岳三 松田 武彦 小泉 直介 西 秀甫 笠野 茂夫	大型街路樹 維持管理 支障実態調査 剪定 根系切断 樹冠抑制	1999.3
110	植栽基盤造成技術の開発に関する共同研究報告書	緑化工事において植栽基盤の概念の確立や普及とともに植栽基盤造成技術の開発が必要とされている現状を踏まえ、植栽基盤の成立条件、備えるべき物理性、工法と使用機器等の検討及び調査と設計についての考え方について検討し、その結果を取りまとめたものである。	半田真理子 藤崎健一郎 藤原 宣夫 飯塚 康雄	植栽基盤 植栽基盤整備工法 土壌改良 有効土層 排水工 緑化 植栽 環境	1995.1

緑化生態研究室資料

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
1	都市の樹木	ジャン・シャスロー著「都市の樹木」(原題：L'ARBRE DANS LA VILLE)を抄訳し、主にパリにおいて植栽されている樹木に関するデータを取りまとめたものである。	半田真理子 秋山 千秋	パリ 樹木 樹木数 樹種 使用状況 注目すべき樹木	1995.3

緑化研究室、緑化生態研究室報告書

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
—	建設省土木研究所緑化生態研究室報告書～第14集～	平成10年度に緑化生態研究室が実施した調査・研究の概要を報告するとともに、当研究室のスタッフが平成10年度の1年間に学会や雑誌などに発表した論文を収録・編集したものである。	緑化生態研究室	—	2000.3
—	建設省土木研究所緑化生態研究室報告書～第13集～	平成9年度に緑化生態研究室が実施した調査・研究の概要を報告するとともに、当研究室のスタッフが平成9年度の1年間に学会や雑誌などに発表した論文を収録・編集したものである。	緑化生態研究室	—	1999.3
—	建設省土木研究所緑化生態研究室報告書第12集	平成8年度に緑化生態研究室が行った調査、研究の概要を報告するものである。	緑化生態研究室	—	1998.3
—	建設省土木研究所緑化生態研究室報告書第11集	平成7年度に緑化生態研究室が行った調査、研究の概要を報告するものである。	緑化生態研究室	—	1997.3
—	建設省土木研究所緑化生態研究室報告書第10集	平成6年度に緑化生態研究室が行った調査、研究の概要を報告するものである。	緑化生態研究室	—	1996.3

巻号	表 題	概 要	著者名	キーワード	発行年月
—	建設省土木研究所緑化生態研究室報告書第9集	平成5年度に緑化生態研究室が行った調査、研究の概要を報告するものである。	緑化生態研究室	—	1994.5
—	建設省土木研究所緑化生態研究室報告書第8集	平成4年度に緑化研究室(現・緑化生態研究室)が実施した研究成果の概要を報告するものである。	緑化生態研究室	—	1993.5
—	建設省土木研究所緑化研究室第7集	平成3年度に緑化研究室が実施した研究成果の概要を報告するものである。	緑化研究室	—	1992.5
—	建設省土木研究所緑化研究室報告書第6集	平成2年度に緑化研究室が実施した研究成果の概要を報告するものである。	緑化研究室	—	1991.5
—	建設省土木研究所緑化研究室報告書第5集	平成元年度に緑化研究室が実施した研究成果の概要を報告するとともに、元年度が研究室発足10周年に当たることから、過去の研究の足跡をとりまとめたものである。	緑化研究室	—	1990.5
—	建設省土木研究所緑化研究室報告書第4集	昭和62年度、63年度に緑化研究室が実施した研究成果の概要を報告するものである。	緑化研究室	—	1989.5
—	建設省土木研究所緑化研究室報告書第3集	昭和61年度において緑化研究室が実施した研究成果の概要を報告するものである。	緑化研究室	—	1988.3
—	建設省土木研究所緑化研究室報告書第2集	昭和60年度の研究成果等を中心に収録したものである。	緑化研究室	—	1987.3
—	建設省土木研究所緑化研究室報告書第1集	地方建設局依頼調査の結果をとりまとめたものを中心に、その他最近の研究室における調査概要等を加えて紹介したものである。	緑化研究室	—	1986.4