ISSN 1346-7328
国総研資料第725号
平 成 2 5 年 2 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 725 February 2013

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27集

緑化生態研究室

Landscape and Ecology Division, Annual Research Report (27th)

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

表紙の写真：樹木の測量と三次元モデル

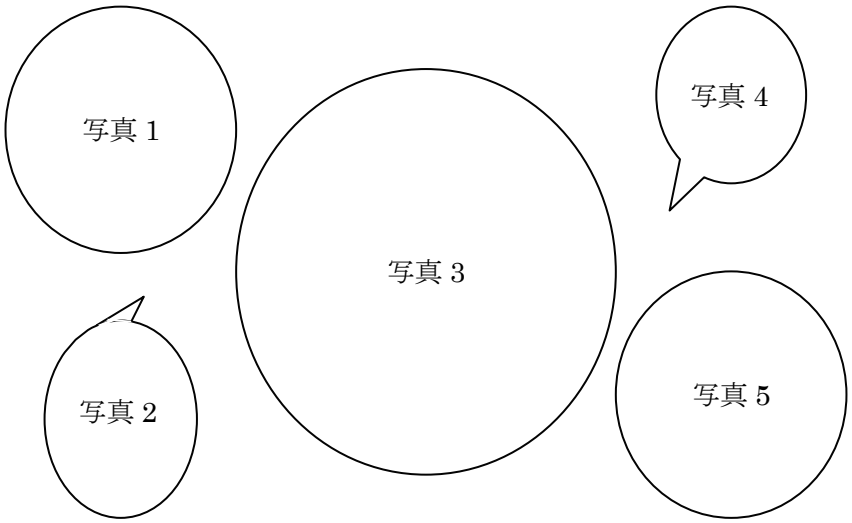


写真 1：3 次元レーザースキャナーで測量して作成した 3 次元モデル
写真 2：3 次元レーザースキャナー
写真 3：トウカエデ（測量対象木）
写真 4：トータルステーション
写真 5：トータルステーションで測量して作成した 3 次元モデル

公園や道路に植栽された樹木は、景観の向上や緑陰の形成、自然環境の保全、防災機能等の他に、地球温暖化の防止に役立つ、二酸化炭素を吸収する働きがあります。

樹木は吸収した二酸化炭素を体内に固定することで成長しているため、樹木の乾燥重量が分かれば、樹木が固定した二酸化炭素の量を推定することができます。緑化生態研究室では、樹木の形状を測量して 3 次元モデルを作成し、3 次元モデルから樹木の体積を求め、乾燥重量を算出する方法により、二酸化炭素固定量を把握しています。

国土技術政策総合研究所資料
第 725 号　　2013 年 2 月

Technical Note of NILIM
No.725　February 2013

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 27 集

緑化生態研究室

Landscape and Ecology Division, Annual Research Report (27th)

Landscape and Ecology Division

概要

平成 23 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。

・地球温暖化対策に関する研究
・環境影響評価の技術支援に関する研究
・外来生物等への的確な対応に関する研究
・景観の保全と再生に向けた技術支援に関する研究
・都市緑地の施工・管理の高度化に関する研究

キーワード：地球温暖化、生物多様性、景観、緑化

Synopsis

The Landscape and Ecology Division conducted researches on the following technological themes, global warming, environmental assessment, alien plant species, landscape and urban forest management. This annual report is the outcome of the Landscape and Ecology Division for fiscal 2011.

Key words: global warming, biodiversity, landscape, technologies for planting

まえがき

本報告書は、緑化生態研究室が平成23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23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23年度に実施した調査・研究課題は、大きく以下の5テーマに分類されます。

① 地球温暖化対策に関する研究

② 環境影響評価の技術支援に関する研究

③ 外来生物等への的確な対応に関する研究

④ 景観の保全と再生に向けた技術支援に関する研究

⑤ 都市緑地の施工・管理の高度化に関する研究

「① 地球温暖化対策に関する研究」では、緑地や樹木のCO_2固定に関する研究を実施しました。

「② 環境影響評価の技術支援に関する研究」では、樹上性哺乳類や両生爬虫類の道路横断施設の開発に関する研究を実施しました。

「③ 外来生物等への的確な対応に関する研究」では、特定外来生物に指定されているオオキンケイギクの防除手法の確立に関する研究を実施しました。

「④ 景観の保全と再生に向けた技術支援に関する研究」では、美しいまちづくりに向けた公共事業の景観創出の効果分析に関する研究や、歴史的風致を考慮した災害時の復旧に関する研究等を実施しました。

「⑤都市緑地の施工・管理の高度化に関する研究」では、公園樹木や街路樹の健全度調査方法の検討等の樹木管理の高度化、外来種を用いないのり面緑化手法の開発等に関する研究を実施しました。

平成24年12月にカタールのドーハで国連気候変動枠組み条約（UNFCCC）第18回締約会議（COP18）が開催され、京都議定書の改正については、第二約束期間の長さを8年とすることなどが決定されました。地球環境問題の解決に向け、人と自然が共生する持続可能な社会を築くためには、生物多様性の保全、公園や道路の緑地の確保、良好な景観の形成が重要であり、実現するためには、蓄積された知識や実績を踏まえた予測から計画を立て、継続的に評価、管理していくことが必要です。

国土交通省では「環境と調和した社会の実現」を技術政策課題の一つとして設定しており、豊かな生態系の維持や地域の歴史・文化を活かした社会の実現を目指しています。緑化生態研究室では、「動物」「植物」「景観」を対象とした研究テーマを設定し、国土交通省本省の技術政策の企画立案に必要な政策支援や、政策実現のために必要な技術開発並びに技術基準策定等を支援することとしています。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25年2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
栗原　正夫

目 次

まえがき

1. 研究成果 1

1.1 地球温暖化対策に関する研究.....3

1）公共緑地における土壌の CO_2 固定に関する研究

【試験研究費】 5

2）都市緑化樹木の CO_2 固定量算定における精度向上に関する研究

【国営公園等事業調査費】 9

1.2 環境影響評価の技術支援に関する研究 15

3）福島県内樹上性哺乳類及び両生爬虫類の道路横断施設の開発調査

【地方整備局等依頼経費】 17

1.3 外来生物等への的確な対応に関する研究 21

4）河川管理における外来種対策調査

【河川事業調査費】 23

1.4 景観の保全と再生に向けた技術支援に関する研究..... 29

5）公共事業の景観創出が地域のまちづくりに及ぼす効果に関する研究

【試験研究費】 31

6)災害時における歴史的風致の維持に関する研究

【国営公園等事業調査費】 41

7）公共事業における景観検討の高度化に関する調査

景観アセスメントシステムの改善に関する検討

【河川事業調査費・河川総合開発事業調査費・道路調査費】 51

1.5 都市緑地の施工・管理の高度化に関する研究 53

8）公園樹木管理の高度化に関する研究

【国営公園等事業調査費】 55

9）道路緑化における効果的・効率的な施工・管理手法に関する研究

【道路調査費】 61

2. 発表論文等※ 65

2.1 論文・技術報告等 67

1）栃木県真岡市の切土のり面における駆除処理２年後のイタチハギの再生状況 69

2）地上型レーザースキャナを用いた樹木の形状及び体積計測の試み 74

3）歴史的風致維持向上計画にみる歴史まちづくりの現状と土木史研究に期待される役割 78

4）礫河原におけるオオキンケイギク埋土種子の表土はぎとりによる除去効果 93

5）オオキンケイギクが侵入した河川敷における表土はぎとりによる
礫河原植生の再生効果 97

2.2 学会・シンポジウム要旨 103

6）公共事業の景観創出が地域のまちづくりに及ぼす効果に関する研究 105

7）公共事業における景観整備効果の経済評価手法に関する一考察 115

8）歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価システムの構築に関する報告 121

9）斜里エコロードにおける GPS 首輪を利用したエゾシカのモニタリング 131

10）Road ecology in Japan －mitigation for wildlife－ 139

2.3 雑誌・特集記事等 141

11）ゴルフ場の生物多様性保全に向けて 143

12）樹木の可視化技術の現状 146

13）地域生態系保全のための緑化技術の開発 150

14）奥多摩橋 ―住民の想いがつないだ橋― 156

15）生物多様性とのり面緑化 ―外来種を用いないのり面緑化手法の確立― 158

16）豊かでうるおいのある道路空間をめざして ～道路緑化技術基準の変遷～ 162

17）緑化のり面におけるイタチハギの駆除処理と再生 166

18）施肥量の違いが埋土種子の発芽および初期成長に及ぼす影響 169

2.4 出典 173

刊行資料（過去 5 年間） 177

※第 2 章に掲載した論文等は各団体から転載の許可を得て掲載しております。
なお、著作権は各団体に帰属するため、転載を禁じます。

1.研究成果

1.1 地球温暖化対策に関する研究

1）公共緑地における土壌の CO_2 固定に関する研究
【試験研究費】 5
2）都市緑化樹木の CO_2 固定量算定における精度向上に関する研究
【国営公園等事業調査費】 9

公共緑地における土壌の CO_2 固定に関する研究

Research on CO_2 fixation of soil in public open spaces

（研究期間　平成 23～25 年度）

環境研究部 緑化生態研究室　室長　松江　正彦
Environment Department　Head　Masahiko MATSUE
Landscape and Ecology Division　主任研究官　山岸　裕
Senior Researcher　Yutaka YAMAGISHI

In this study we try to estimate the CO_2 fixation of soil in public green spaces like city parks and revegetation slopes along a road. There are many studies on forest soil. However, there are few studies on soil in public green spaces. We made experimental grass plots in 2011 to investigate continuously.

［研究目的及び経緯］

気候変動をめぐる国際的な枠組みの中で、炭素固定量は、LULUCF-GPG[注1)]に定められた方法に基づいて算定し報告することとされており、植生回復に関わる報告対象として、①5 つの炭素プール（地上バイオマス、地下バイオマス、土壌、リター（落葉・落枝）、枯死木）に加えて、②石灰の施肥による炭素排出、③バイオマスの燃焼による炭素排出が必要とされている。しかし、LULUCF-GPG には、①の炭素プールのうち高木のバイオマスに関するデフォルト値はあるものの、土壌、リターなどのデフォルト値や、バイオマスに関しても低木や芝生地等のバイオマス量は示されていない。このため、これらの算定に必要となる係数は選択した国が独自の知見として科学的根拠に基づき作成する必要がある。注 1)「土地利用、土地利用変化及び林業に関する良好手法指針」（Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry）

これまで芝生地については、地上部が一定の高さに刈り取られ、刈草は搬出されることもあり、吸収源の対象としては扱われてこなかったが、都市・地域整備局が実施した調査[1)]により、施工後の年数の異なる芝生地の土壌中の炭素量の比較により、年数と共に増加する傾向が見られた。また、高木植栽地の土壌についても、都市公園の高木植栽地や、樹林化が行われている高速道路の盛土のり面の整備後の年数の異なる箇所の土壌中の炭素量の比較により、年数と共に炭素量が増加する傾向が見られた。しかし、このときの調査は異なる場所間のデータ比較であるために、同じ場所で実際に炭素量の増加が見られるのか、また増加する場合には、どのようなメカニズムで土壌内の炭素量が増加するのかが明らかになっておらず、メカニズムの解明と、継続調査による増加量の算定式の作成が求められている。また高木植栽の土壌中の炭素量についても、いわゆる森林土壌については計測が行われているが、都市公園や道路法面等の植栽地においては不明である。

そこで本研究では、芝生地において土壌中に蓄積される炭素量の増加は、①光合成によって空気中の二酸化炭素を取り込んだ芝が、②地上部と同様に根茎にも蓄積を続け、③地上部は刈り込まれるものの、④根系の枯死物が土壌内に還元されることによって、⑤土壌内の炭素量が増加するのではないかという仮説を立てている。

またそれを立証するために、芝生の地上部と共に生きた根の成長量や枯死量及び、土壌中の炭素量の変化を継続して正確に調査することにより、その変化量を正確に把握し、そのことにより土壌中の炭素量の増加のメカニズムを明らかにできるのではないかと予測している。またこの調査を数年間継続することにより、土壌中の炭素固定量算定式を作成することができるものと予測している。

また高木植栽地の土壌中の炭素量については、落葉落枝と合わせて、芝と同じく枯死した根が供給源となり、そこに土壌動物や、分解等の要素が絡んで土壌中の炭素量が増加することが予想され、こちらについてはその変化量を継続的に正確に把握し、土壌中の炭素固定量算定式を作成することを目的としている。

［研究内容］

対象とする公共緑地については、樹林地（高木植栽地）及び芝生地（草地）とした。平成 23 年度は、芝生地での継続調査を行うための実験区の設置を行った。

以下に、その実験の内容について記載する。

１．研究方法

研究は、ワグネルポットによる屋内試験区及び国土技術政策総合研究所構内緑化圃場に屋外試験区を設置して行った。

１．１　実験区の設定

１）　草種

草種は暖地型として、維持管理の容易な日本芝のノシバ及び西洋芝のセンチピードグラスを用いた。寒地型としては、西洋芝のケンタッキーブルーグラスを用いた。ただし、屋外試験区については、寒地芝は用いなかった。なお、屋内実験区、屋外実験区とも対象区として、無植栽区も設置した。

２）　通常刈込区・非刈込区

屋内実験区・屋外実験区とも全ての草種で、通常刈込区及び非刈込区を設置した。刈草については、屋内・屋外実験区とも除去することとした。刈込回数は、芝生の成長期に月１回程度とした。

３）　客土区・非客土区

屋内実験区・屋外実験区とも実験区設置の際の土壌は、黒土を深度 30cm の深さまで客土して用いた。なお、屋外試験区においては、緑化圃場周辺に客土していない土壌区も対象区として１箇所程度設置した。

１．２　計測対象

１）土壌分析

土壌分析の対象としては、①PH、②電気伝導度 CE、③全窒素、④全炭素、⑤CN 比とした。

２）植物成長量調査

屋内実験区においては、植物生長量調査として、①草丈、②緑被率、③刈込した場合の刈草の乾燥重量、④土壌分析を行った個体の地上部乾燥重量及び地下部乾燥重量（ただし、土壌調査のサンプルを除外した部分）を行うこととした。

３）環境要因

環境要因として、屋内・屋外実験区ともに、気温の計測を行った。屋外試験区においては、地温・体積含水率・電気伝導度を計測するセンサーを実験区に埋設した。

２．実験区の設置

２．１ 屋内実験区

１）　実験区の設定

1.1 で説明したとおり、屋内試験区については、暖地型の日本芝及び西洋芝、寒地型の西洋芝を用いて、以下のような実験区を設定した。

①　日本芝、刈込区
②　日本芝、非刈込区
③　西洋芝（暖地型）、刈込区
④　西洋芝（暖地型）、非刈込区
⑤　西洋芝（寒地型）、刈込区
⑥　西洋芝（寒地型）、非刈込区
⑦　対象区（無植栽区）

繰り返しを３とし、年２回の土壌分析を行えるように実験区を設定した。

２）　実験区の設置（図-1）

実験区は、緑化圃場内の温室に平成 24 年度２月に設置した。各実験区は、温室内の作業テーブルにランダムに配置した。ノシバは、張り芝で施工を行った。なお、センチピードグラス及びケンタッキーグルーグラスについては、播種時期ではなかったため、同年４月下旬に播種することとした。なお、周辺樹木の落葉の腐朽による影響を受けないように、周辺部及び上部は風通しのよいネットで遮断することとした。

３）　維持管理

潅水は、季節により週 1～2 回程度自動により行うこととした。温室上部の窓は一定温度以上になると開閉するように設定し、温室側面の窓も適宜開閉するなどして、温室内が高温になるのを防止することとした。また、除草については、適宜行うこととした。

２．２　屋外実験区

１）　実験区の設定

1.1 で説明したとおり、屋内試験区については、暖地型の日本芝及び西洋芝を用いて、以下のような実験区を設定した。

試験区①：(客土区、日本芝区、刈込区)、
試験区②：(客土区、日本芝区、非刈込区)、
試験区③：(客土区、西洋芝区、刈込区)、
試験区④：(客土区、西洋芝区、非刈込区)
対象区⑤：(客土区、無播種区)

繰り返しを３とし、15 区の実験区を設定した。

また、実験区以外の対象区として、対象区⑤’：(無客土区、自然草地)を緑化圃場周辺に１箇所設置した。

２）　実験区の設置（図-2、図-3）

実験区は、緑化圃場内の屋外に平成 24 年度２月に設置し、各実験区についてはランダムに配置することとした。ノシバは、張り芝で施工を行った。なお、センチピードグラスについては、播種時期ではなかったため、同年４月下旬に播種することとした。

３）　維持管理

潅水は、ノシバが成長を開始する時期及びセンチピードグラスの播種後に行うこととしたが、それ以降は行わないこととした。除草については、適宜行うこととした。

［成果の発表］

特になし

［成果の活用］

公共緑地における土壌の CO_2 固定に関する基礎データとして活用予定

図-1　屋内試験区（写真）

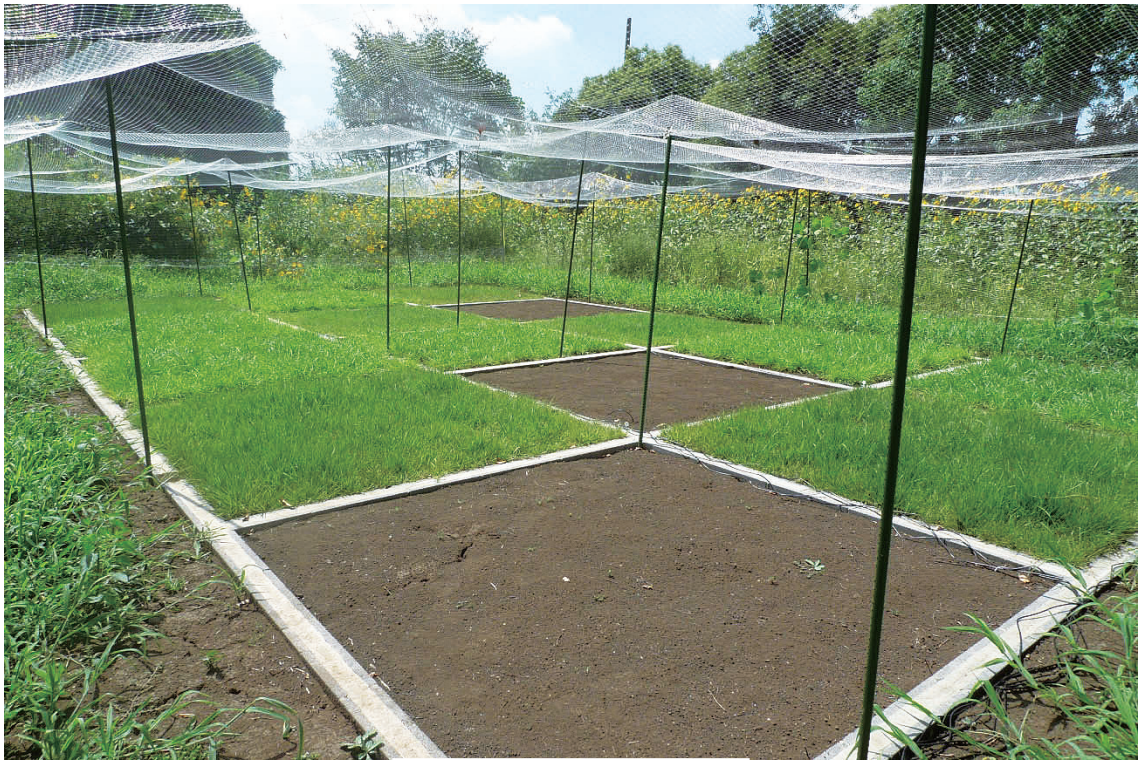


図-2　屋外試験区（写真）

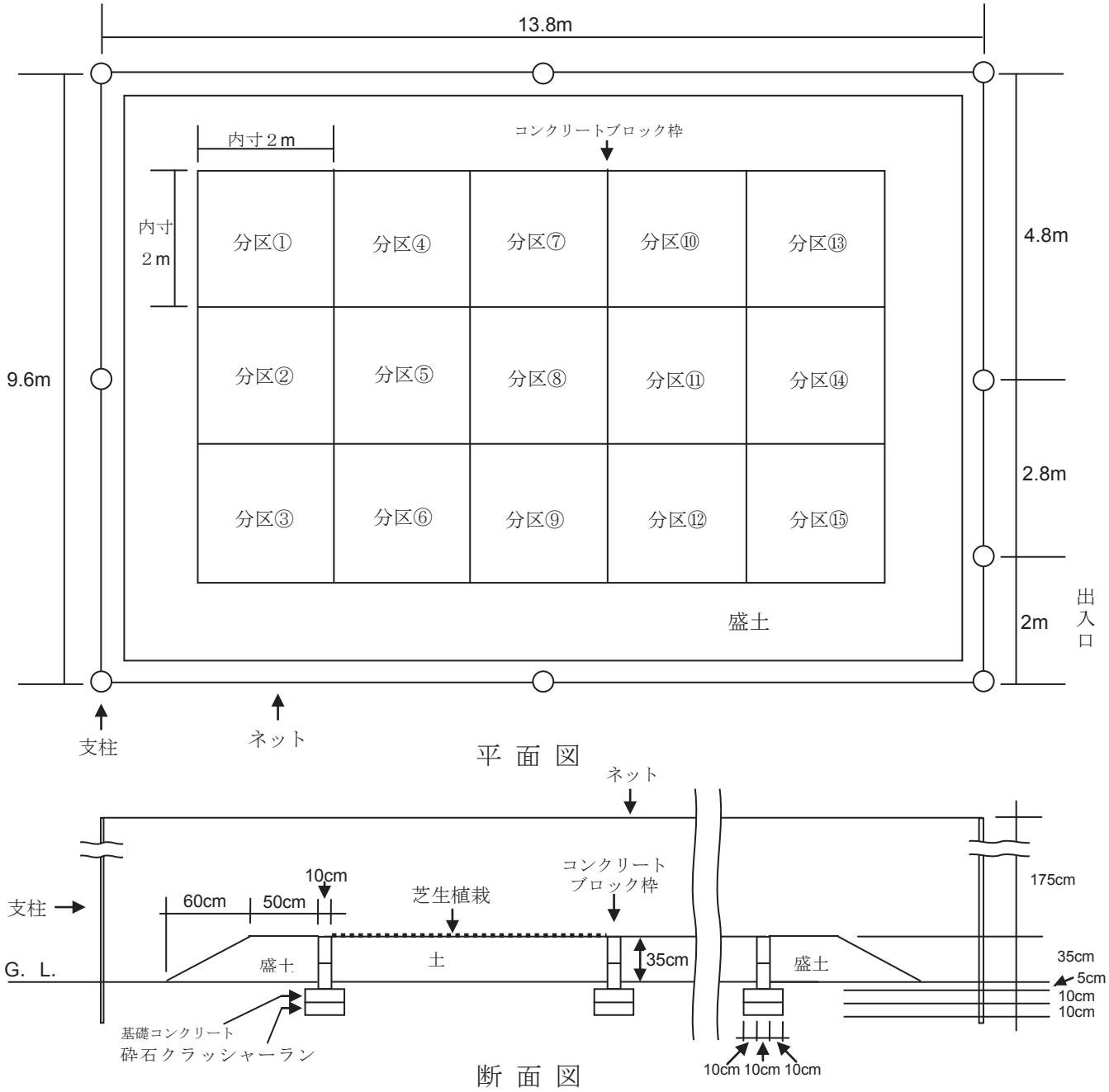


図-3　屋外試験区

［参考文献］

1) 半田真理子・外崎公知・今井一隆・後藤伸一（2003）植生回復における土壌及びリターに関する炭素固定量の把握に向けた研究について，URBAN GREEN TECH，No.69：18-22.

2) 外崎公知・鳥山貴司（2012）高速道路のり面土壌の二酸化炭素固定量調査，日本緑化工学会誌，38(1)：137-140.

3) 古澤仁美（2001）緑化工試験地における初期３年間の土壌の発達と土壌微生物バイオマスの変化，日本緑化工学会誌，26(4)：289-299.

4) 古澤仁美・金子真司（2005）緑化工試験地における施工後 8 年間の土壌の化学性と微生物バイオマスの変化，日本緑化工学会誌，30(3)：524-531.

都市緑化樹木の CO_2 固定量算定における精度向上に関する研究

Research on improvement of the method to estimate the amount of CO_2 fixed by planted trees in cities

（研究期間　平成 23～27 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
研究員　久保田　小百合
Research Engineer　Sayuri KUBOTA

We investigated the amount of growth of planted trees in cities using stem analysis to estimate the amount of CO_2 fixed by planted trees in cities.

［研究目的］

京都議定書において、日本は 2008 年から 2012 年の間に温室効果ガスを基準年（1990 年）と比較して 6%削減することが義務づけられている（最終報告は 2014 年春）。また、日本は京都議定書の第二約束期間には参加しないこととしたが、2020 年の新たな国際的枠組みを決めるまでの期間及び、新たな国際的枠組みの報告にあたっては削減量をとりまとめる必要がある。

国土交通省では都市緑化等の植生回復による CO_2 固定量を取りまとめることとしており、世界共通の 10 通りの樹種クラス別のデフォルト値を使用しているが、樹種構成が日本とは異なること、樹齢 20 年以上の樹木は固定量を“0”として扱うこととしている。これらのことから、固定量を適正に算出するためには、日本独自の係数を樹種別に設定することが必要であり、本研究は日本における代表的樹種区分別の CO_2 固定量算定式を確立することを目的とする。

［研究内容］

樹木は吸収した CO_2 を体内に固定することで成長している。一方、樹木の炭素（C）含有量は樹種に関わらず木質部の乾燥重量の 50%程度であることが知られている。このことから、樹木 1 本の木質部全体の乾燥重量が分かれば、その樹木が吸収・固定した CO_2 量を推定することができる。

国土技術政策総合研究所では、これまでにクスノキ、シラカシ、ケヤキ、イチョウ、プラタナス類を対象として、樹木を伐採し、根を掘り取る方法により年間 CO_2 固定量算出の算定式を作成してきた。

しかし、これまでの方法では、貴重な樹木資源の損失となること、伐採と掘り取りに時間と費用を要することなどから、伐採を行わずに非破壊で効率的に、樹木の乾燥重量を推定できる方法を確立する必要がある。乾燥重量推定方法の手順は図-1 に示すとおりである。

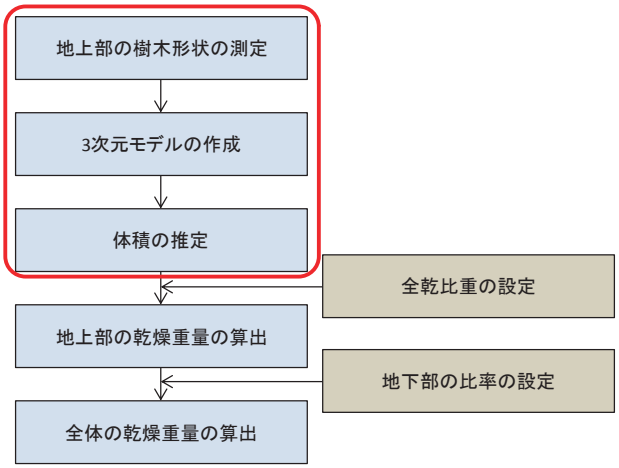


図-1　乾燥重量推定方法の手順

平成 23 年度は、重量を推定する方法として、樹木の形状を測量し、3 次元モデルを作成することにより、体積を推定する方法の適用可能性を検討することを目的として、精度の検証を行った。

［研究方法］

精度の検証を行うための対象木は、日本の都市緑化に多用されている樹木の中から、常緑樹としてマテバシイ 1 本、落葉樹としてトウカエデ 1 本とした。対象木の樹木を測量し、3 次元モデルを作成することで、樹木の乾燥重量を求めるために必要な体積を推定する方法の検証を行った（図-1 枠内）。表-1 に検証木の概要を示した。樹木の体積推定対象とした部位は、木質化することで長期間固定が継続する幹・枝とし、葉は短期間で失われるため除外した。また、非破壊で根を

掘り出すには、労力を要するため、根は本検証には含めないこととした。なお、根の CO_2 固定量は、地上部の乾燥重量に、地上部に対する地下部の比率を乗じることで、地下部の乾燥重量を推定し、把握することが可能である。

表-1　検証木の概要

樹種		マテバシイ	トウカエデ
植栽地		茨城県つくば市	茨城県つくば市
形状寸法	樹高(m)	8.2	9.7
	胸高直径(cm)	28	42
樹齢(年)		27	35

1．測量方法及びモデリング方法の選択

樹木の形状を測量する方法については、測定対象である樹木の形状が複雑であり、高さがあることを考慮し、測点の認識方法等から最適な方法を検討した。また、実際に使用する測量機器及び測量したデータを処理するデータ処理ソフトの選定条件は表-2 に示した。

表-2　測量機器及びデータ処理ソフトの選定条件

■測量機器の条件

・樹木の形状を3次元計測できること。
・測点に反射プリズムを設置する必要がないこと。

■データ処理ソフトの条件

・取得した点群データを処理できること。
・曲面が多い樹木の形状の処理に適していること。
・曲面の体積算出誤差が少ないスプラインモデラーで作成できること。

2．検証木の体積推定

1. で選択した方法により、検証木 2 本の樹木形状を測量し、3 次元モデルを作成することで、体積を推定した。

また、検証の基準値とするために、マテバシイ及びトウカエデを伐採して体積を計測した。体積計測の方法は、満水にした容器に計測対象を沈め、樹木体積分の水を溢れさせ、減少した水の深さに容器の底面積を乗じて樹木の体積を算出した（図-2)。

3．測量精度の検証

検証木について、3 次元モデルから推定した体積と、実際に伐採して計測した体積を比較し、測量による体積の精度の検証を行った。

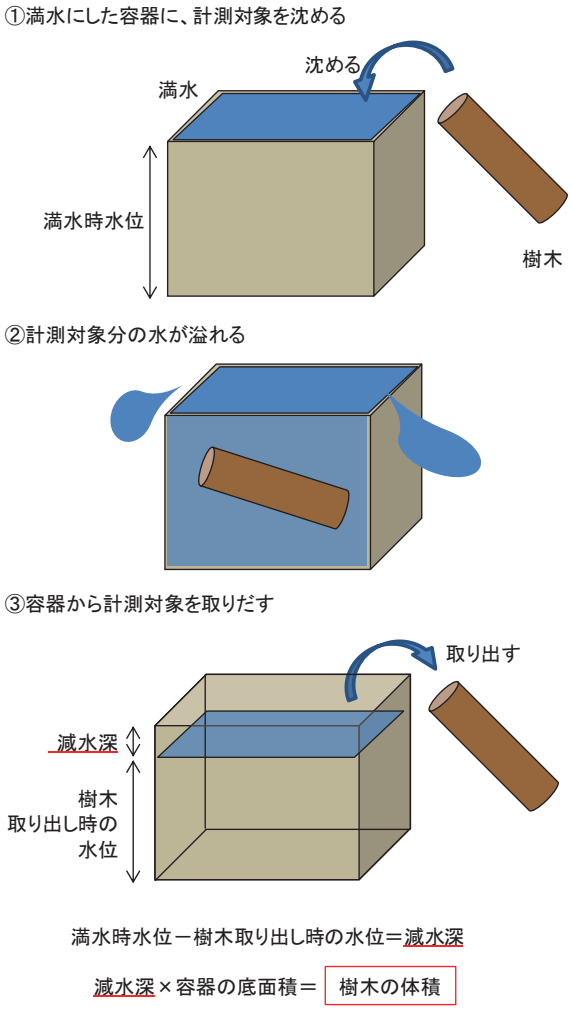


図-2　体積計測の方法

［研究結果］

1．測量方法及びモデリング方法の選択

測量方法の選択の流れを図-3 に示した。樹木の形状を測量する方法として、直接的に測量する手法を選択し、反射プリズムの設置なしで測量することができるノンプリズムタイプの条件に適合するものとして、3 次元レーザースキャナーとトータルステーションによる方法を選択した。各方法による測量及びモデル化の作業手順は図-4 に示すとおりである。

また、実際に使用する測量機器は、各機器に求められる条件から表-3 に示す機器を選択した。データ処理ソフトの条件に適合するものとしては、表-4 に示したソフトを選択した。

2．検証木の体積推定

測量作業の様子を図-5 に示した。体積の推定は、幹・枝・小枝に区分して行った。幹・枝・小枝の区分は、「幹」は高く垂直に伸長している 1 本、「小枝」は

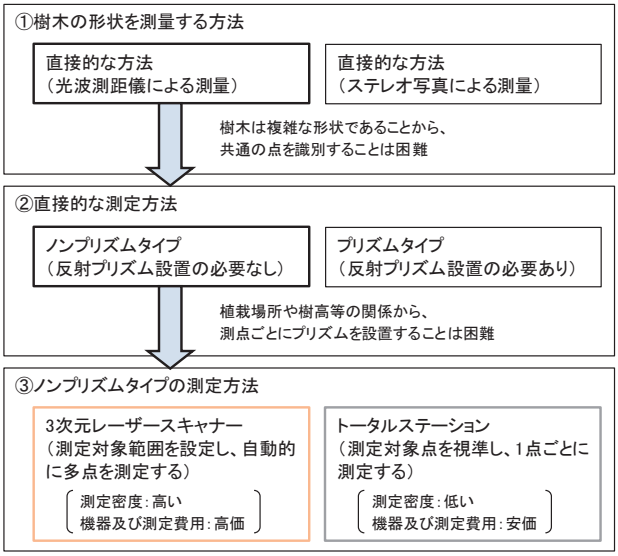


図-3　測量方法の選択の流れ

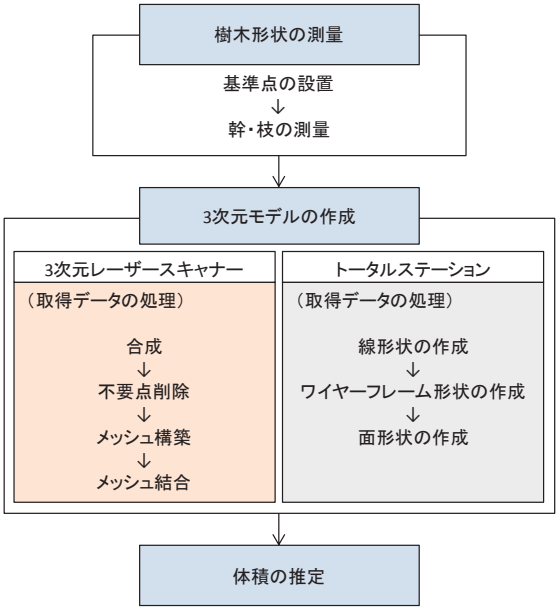


図-4　測量及びモデル化の作業手順

表-3　測量機器の要件と選択した機器

■3次元レーザースキャナーの条件	■トータルステーションの条件
・幹周囲から上向きで測定するため、鉛直方向を高角で測定できること。 ・測定時の風により枝が揺れるため、測定速度は速い方が良い。 ・樹木は近距離から測定するため、測距性能は100m範囲内程度で良い。	・間接視準方式を選択できる機種が良い。 ・表面形状の凹凸が大きい場合は、測定点密度を高くする必要があるため、簡易スキャン機能を有していると良い。 ・樹木は近距離から測定するため、測距性能は100m範囲内程度で良い。
■選択した3次元レーザースキャナー	■選択したトータルステーション
Laser Scanner Focus 3D（FARO） 視野範囲（鉛直）：305° 計測速度　：122,000点/秒～976,000点/秒 計測距離　：120m	IS-301（TOPCON） 視準方式　：直接・間接 スキャン機能　：あり 計測距離（ノンプリズム）：250m

表-4　選択したデータ処理ソフト

■3次元レーザースキャナーのデータ処理ソフト	■トータルステーションのデータ処理ソフト
FARO　SCENE（FARO） RAPIDFORM（INUS Technology）	Auto CAD（Auto desk） MOI 2.0（Triple Squid Software Design） Rhinoceros（Triple Squid Software Design）

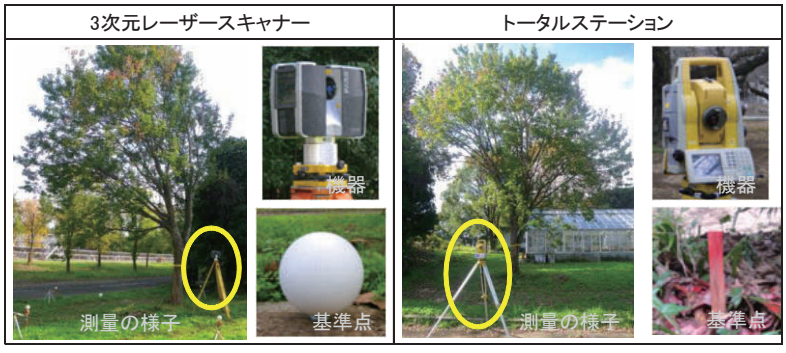


図-5　測量作業の様子

図-6　体積計測の様子

表-5　検証木の 3 次元モデル及び体積

マテバシイ				
		実測	3次元レーザースキャナー	トータルステーション
3次元モデル（実測は写真）				
体積（m^3）	幹	0.238	0.230	0.265
	枝	0.323	0.377	0.350
	小枝	0.191	0.021	0.051
	合計	0.752	0.628	0.667
トウカエデ				
		実測	3次元レーザースキャナー	トータルステーション
3次元モデル（実測は写真）				
体積（m^3）	幹	0.225	0.272	0.267
	枝	0.301	0.357	0.338
	小枝	0.140	0.062	0.071
	合計	0.666	0.692	0.676

直径 2～3 ㎝以下とし、残りの部分を全て「枝」とした。また、検証の基準値とするための体積計測の様子を図-6 に示した。

マテバシイとトウカエデの 3 次元モデルと推定した体積、及び実測値を表-5 に示した。

３．　測量精度の検証

３．１　マテバシイ

①　3 次元レーザースキャナー

伐採して計測した幹・枝・小枝の体積の合計値を 1 としたときに、3 次元レーザースキャナーによる方法で算出した体積は 0.807 で、約 19%小さく算出された（図-7）。また、幹と枝の合計を 1 としたときは 1.082 で、約 8%大きく算出された（図-8）。さらに、各部位の体積を 1 としたときは、幹は 0.967 で約 3%小さく、枝は 1.166 で約 17%大きく、小枝は 0.110 で約 89%小さく算出された（図-8）。

②トータルステーション

伐採して計測した幹・枝・小枝の体積の合計値を 1 としたときに、トータルステーションによる方法で算出した体積は 0.886 で、約 11%小さく算出された（図-7）。また、幹と枝の合計を 1 としたときは 1.096 で、約 10%大きく算出された（図-8）。さらに、各部位の体積を 1 としたときは、幹は 1.114 で約 11%大きく、枝 1.082 で約 8%大きく、小枝は 0.267 で約 73%小さく算出された（図-8）。

３．２　トウカエデ

①3 次元レーザースキャナー

伐採して計測した幹・枝・小枝の体積の合計値を 1 としたときに、3 次元レーザースキャナーによる方法で算出した体積は 1.039 で、約 4%大きく算出された（図-9）。また、幹と枝の合計を 1 としたときは 1.196 で、約 20%大きく算出された（図-10）。さらに、各部位の体積を 1 としたときは、幹は 1.209 で約 21%大き

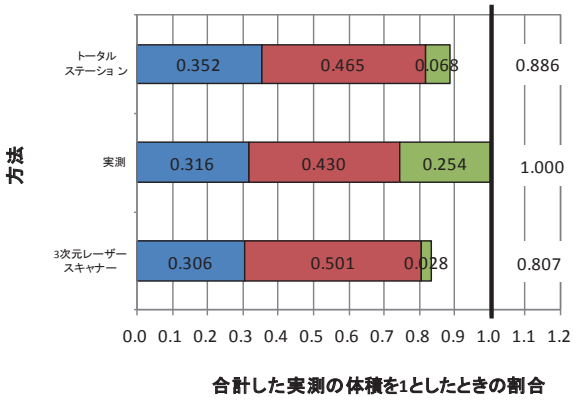


図-7　全体の実測値に対する割合
（マテバシイ）

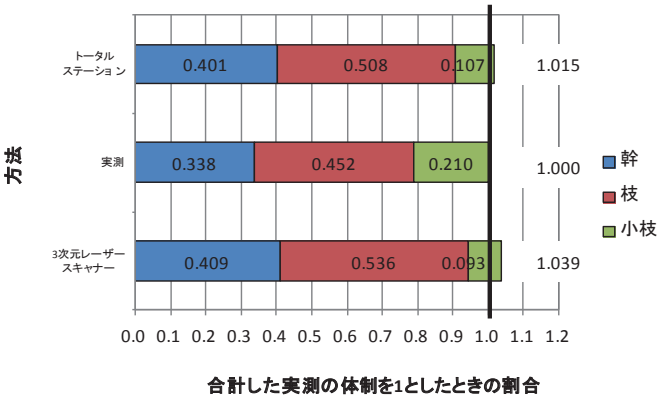


図-9　全体の実測値に対する割合
（トウカエデ）

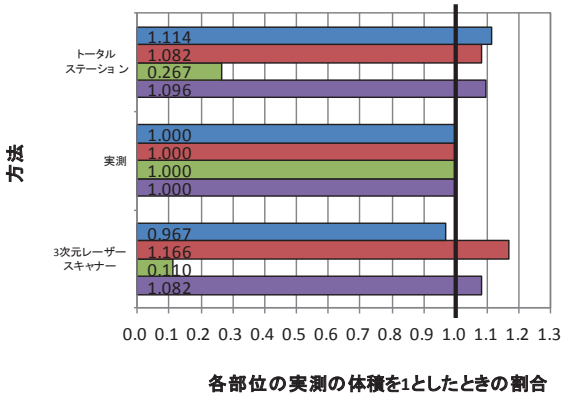


図-8　各部位の実測値に対する割合
（マテバシイ）

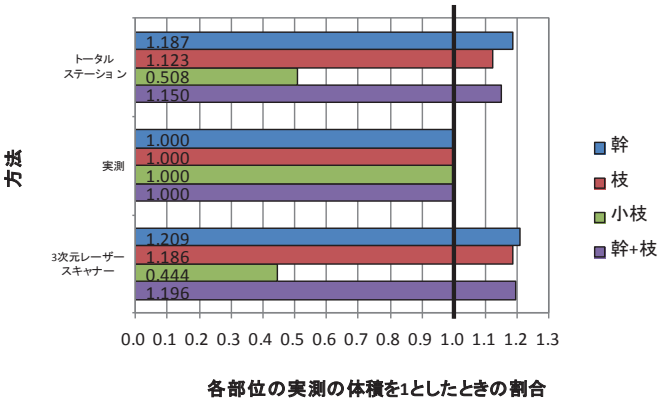


図-10　各部位の実測値に対する割合
（トウカエデ）

く、枝は1.186で約19%大きく、小枝は0.444で約56%小さく算出された（図-10）。

②トータルステーション

伐採して計測した幹・枝・小枝の体積の合計値を1としたときに、トータルステーションによる方法で算出した体積は1.015で、約2%大きく算出された（図-9）。また、幹と枝の合計を1としたときは1.150で、約15%大きく算出された（図-10）。さらに、各部位の体積を1としたときは、幹は1.187で約19%大きく、枝は1.123で約12%大きく、小枝は0.508で約49%小さく算出された（図-10）。

3．3　まとめ

①マテバシイ

伐採して計測した幹・枝・小枝の体積の合計値を1としたときの割合は、3次元レーザースキャナーは約20%小さく、トータルステーションは約10%小さかった。

また、幹と枝の合計を1としたときの割合は、3次元レーザースキャナー、トータルステーションともに約10%大きかった。

さらに、小枝の体積を1としたときの割合は、3次元レーザースキャナーは約90%小さく、トータルステーションは約70%小さかった。

②トウカエデ

伐採して計測した幹・枝・小枝の体積の合計値を1としたときの割合は、3次元レーザースキャナーは約5%大きく、トータルステーションはほぼ同じに算出された。

また、幹と枝の合計を1としたときの割合は、3次元レーザースキャナーは約20%大きく、トータルステーションは約15%大きかった。

さらに、小枝の体積を1としたときの割合は、3次元レーザースキャナーは約55%小さく、トータルステーションは約50%小さかった。

③マテバシイ（常緑樹）とトウカエデ（落葉樹）の違いによる比較

幹、枝及び小枝の合計の体積は、3次元レーザース

図-11　トウカエデの樹皮

キャナー、トータルステーションともに、マテバシイでは小さく、トウカエデでは若干大きく算出された。この原因としては、マテバシイは常緑樹であり、葉によって測量できない部分があったためと考えられる。トウカエデは落葉樹であり、落葉時期に測量を行ったことで葉の影響がなく測量できたことと、皮が短冊状に剥がれていることにより（図-11）、その表面を測量した結果、表面積が大きく算出されたためと考えられる。

④測量方法の違いによる比較

3 次元レーザースキャナーによる方法で、マテバシイとトウカエデの小枝が小さく算出されたが、この原因としては、枝の重なりや高所の枝の直径の形状データが完全な形で取得できない箇所があったこと、データ処理時にモデル作成に使用する点データと風による枝の不要な重複点に判別することが困難な箇所があったことから、3 次元モデルを作成することができない部分があったためと考えられる。また、常緑樹であるマテバシイについては、葉に隠れた部分のデータの取得が困難であったためと考えられる。

トータルステーションによる方法で、トウカエデとマテバシイの小枝が小さく算出される原因としては、ノンプリズムレーザーの反射波を特定することができず、3 次元モデルを作成することができなかったためと考えられる。

これらの課題は残っているが、体積推定の精度を高めることによって、3 次元レーザースキャナー及びトータルステーションによる方法での樹木の体積推定は可能と判断した。

［課題］

マテバシイ（常緑樹）では、3 次元レーザースキャナーで約 8 割、トータルステーションで約 9 割の測定精度であった。トウカエデ（落葉樹）では、3 次元レーザースキャナー及びトータルステーションともに約 10 割の測定精度であった。しかし部位別では、3 次元レーザースキャナー及びトータルステーションともに、幹と枝については約 1～2 割大きく（3 次元レーザースキャナーによる幹の測量を除く）、小枝については約 5 割以下の測定精度であった。今回誤差が大きかった点については、再度検証を行い誤差の要因を明確にすることで、できるだけ誤差を小さくして体積を推定する必要がある。また、全乾比重や地下部の重量推定については、検証を行い設定する必要があり、今後の課題である。

本研究により、非破壊で樹木の重量の推定が可能になり、樹木損失や費用の問題が解決され、調査対象樹種及び本数を増やして CO_2 固定量算定式を作成することが可能となる。

［参考文献］

1) 藤原宣夫・山岸裕・村中重仁(2002)都市緑化樹木による CO_2 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.

2) 三浦伊八郎・西田屹二（1933）木材科學，丸善出版，35-36pp.

3) 佐藤大七郎（1973）陸上植物群落の物質生産Ⅰa―森林―，共立出版.

4) 松江正彦・長濵庸介・飯塚康雄・村田みゆき・藤原宣夫(2009)日本における都市樹木の CO_2 固定量算定式，日本緑化工学会誌，(35)2：318-324.

1.2 環境影響評価の技術支援に関する研究

3）福島県内樹上性哺乳類及び両生爬虫類の道路横断施設の開発調査
【地方整備局等依頼経費】 17

福島県内樹上性哺乳類及び両生爬虫類の道路横断施設の開発調査

Development of road crossing structures for arboreal mammals and herptiles in Fukushima prefecture

（研究期間　平成 22～23 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　園田　陽一
Researcher　Yoichi SONODA

Arboreal mammals and Amphibians are selected to indicator species in environmental assessment and become objects of estimation and evaluation on environmental impact. Environmental protection measures are necessary as a result of evaluation and estimation. However, it is difficult that environmental protection measures are selected because scientific knowledge about salamander habitat is scarce. Therefore, material and structure were tested to develop over bridge for arboreal mammals, and habitat evaluation techniques and monitoring methodology for amphibians were identified using microchips.

［研究目的および経緯］

樹上性哺乳類や両生類の多くは、環境アセスメントにおける「重要な種」に選定され、調査、環境影響の予測の対象となり、環境保全措置が求められる。そのため、環境保全措置やその設置場所を選定する調査方法、効果検証を行う調査技術を開発する必要がある。

樹上性哺乳類のエコブリッジの検討のため、樹上性哺乳類のニホンリスが生息する公園内に構造・素材の異なるエコブリッジを設置し利用状況の比較・検討を行った。また、両生類の保全対策事例とモニタリング調査として、八箇峠道路および甲子道路の繁殖池、那須塩原の道路側溝においてマイクロチップを利用したモニタリング調査を行った。

［研究内容］

１．ニホンリス用エコブリッジの検討

（１）エコブリッジのモニタリング調査

調査対象地は、栃木県だいや川公園とし、リスの利用が確認された 3 ヵ所を選定した（図-1）。エコブリッジはロープ、ナイロン網、金網の 3 種類の素材を使用し、構造によって 9 タイプ設置した（表-1、写真-1）。また、付属として幌や床板の設置の影響を試験した。赤外線センサーカメラおよび CCD カメラ動画撮影モニタリングを実施した。

（２）エコブリッジの利用状況

エコブリッジのタイプ別に、ニホンリスの移動しやすさを評価するため、エコブリッジの行動パターンを整理した。エコブリッジを移動している部位（真中、端部又はワイヤー部）、移動方法（ギャロップ、ウォークなど）、尾の使い方（水平、上下）などの行動パターンを分類して集計した。

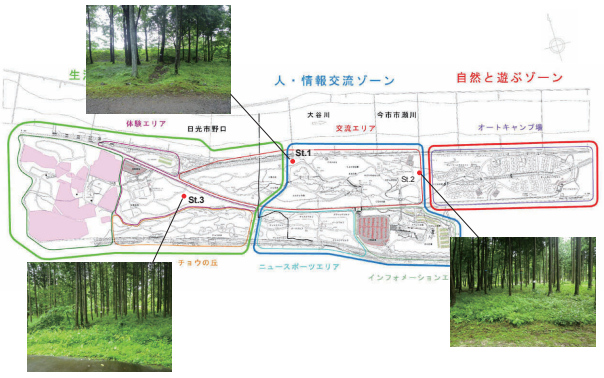


図-1　調査対象地

表-1　エコブリッジの素材と構造

素材		直径（mm）	網目径（mm）	幅（mm）	長さ（mm）	重さ（kg/m）	略称
ロープタイプ	Ⅰ	10	—	—	5000	0.5	ロープ 小
	Ⅱ	30	—	—	5000	3.0	ロープ 中
	Ⅲ	50	—	—	5000	6.0	ロープ 大
ナイロン網タイプ	Ⅰ	—	15	300	5000	5.0	ナイロン網 小
	Ⅱ	—	25	300	5000	5.0	ナイロン網 中
	Ⅲ	—	40	300	5000	5.0	ナイロン網 大
金網タイプ	Ⅰ	—	10	300	5000	8.0	金網 小
	Ⅱ	—	20	300	5000	5.0	金網 中
	Ⅲ	—	30	300	5000	4.0	金網 大
床板用樹皮		—	—	—	—	0.5	

写真-1　エコブリッジのタイプ
（左上：ロープブリッジ、左下：ナイロンブリッジ、右上：ナイロンブリッジ＋床板、右下：金網）

２．小型サンショウウオ類のマイクロチップ装着個体追跡による生息環境および道路横断施設の評価

（１）調査対象

八箇峠道路（新潟県南魚沼市）、甲子道路（福島県西白河郡西郷村）、那須塩原・塩原ダム（栃木県那須塩原市）を調査対象地域とした（図-2）。調査対象種は、成体にマイクロチップが挿入されているクロサンショウウオ及びトウホクサンショウウオとした。

（２）調査方法

サンショウウオの季節的な移動状況の実態把握のため、調査時期は夏期、秋期、積雪期前、融雪期とした。本調査では、マイクロチップリーダーを用いた小型サンショウウオ類の探索方法を検証するため、ハンディ型マイクロチップリーダーおよびポールリーダーにより探索し、その後、見つけどり法で捕獲するという手順で実施した。マイクロチップを装着した標識個体を確認した場合（再捕獲の場合）は、マイクロチップ ID、体サイズ、確認箇所の環境を記録し、確認箇所の写真撮影および GPS により位置情報を記録した。マイクロチップが未装着の個体については、マイクロチップを装着し、各種計測後に放逐した。また、サンショウウオ用の道路横断施設内の季節的な移動を調査するために、据置型のマイクロチップリーダーを設置し、道路横断施設を横断する個体のマイクロチップ ID、時間を記録した（図-3、写真-3）。

写真-2　金網を横断するニホンリス

表-2　赤外線センサーカメラによる行動パターン分類結果

エコブリッジ		移動部位		移動方法						尾の使い方			合計確認例
素材	サイズ	真中	端部ワイヤー	休息	不明	ギャロップ	ウォーク	遁足	ぶら下がり	水平	垂直	上下移動	
ナイロン網	大	13	24	1	28	3	3	2	0	27	9	1	37
	中	5	27	4	24	1	1	2	0	20	11	1	32
	小	29	47	3	54	9	7	3	0	63	12	1	76
	大+床板	6	0	0	4	2	0	0	0	4	2	0	6
	小+幌	3	16	0	18	0	1	0	0	15	4	0	19
ナイロン網計		56	114	8	128	15	12	7	0	129	38	3	170
金網	大	30	0	1	13	11	2	3	0	24	5	1	30
	中	15	2	1	13	2	0	1	0	16	1	0	17
	小	29	0	0	18	6	4	1	0	23	6	0	29
	大+床板	2	1	0	1	2	0	0	0	3	0	0	3
金網計		76	3	2	45	21	6	5	0	66	12	1	79
ロープ	中	46	0	5	33	5	2	1	0	26	20	0	46
総計		178	117	15	206	41	20	13	0	221	70	4	295

図-2　小型サンショウウオ類の調査対象地

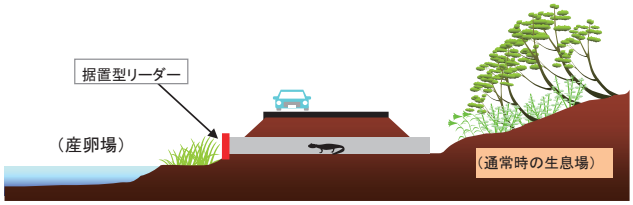


図-3　据置型リーダの設置イメージ

［研究結果］

1．ニホンリス用エコブリッジの検討

エコブリッジの撮影期間（H23.12.15～H23.12.27、H24.1.24～H24.2.8、H24.2.16～H24.3.1）のうち、ニホンリスは H24 年 1 月以降に撮影された。赤外線センサーカメラおよび CCD カメラによる結果から、ニホンリスはナイロン網の端部ワイヤーを利用し、金網の中央部を利用した（写真-2）。

移動方法について、ロープは主にギャロップで移動し、ナイロン網と金網は、ギャロップまたは速足で移動した。また、同じギャロップであっても、金網における移動速度はロープの移動速度に比べて早かった。尾の使い方は、ロープのみで垂直になっていることが多かった（表-2）。以上の結果から、ニホンリスのエコブリッジは、直径 30 ㎜程度のロープブリッジが適当

写真-3　据置型マイクロチップリーダーの概要

であると考えられた。また、積雪による加重も少なく、風の抵抗も少ないため、安全性も高いと考えられた。

2．小型サンショウウオ類のマイクロチップ装着個体追跡による生息環境および道路横断施設の評価

（1）非繁殖期における生息環境

本調査で小型サンショウウオ類を確認した地点の環境は、①樹林内の林床に見られた倒木や石の下、②林床や斜面に見られた穴の中や岩の隙間など地中の空隙（最も深い箇所で地表から約 40cm）、③斜面や側溝などで落葉落枝が厚く堆積した箇所であった（写真-4）。

（2）小型サンショウウオ類の行動圏

本調査では、甲子道路の調査地において産卵場から約 180m 離れた地点でクロサンショウウオの雌が確認された。このことから、小型サンショウウオ類の成体は最長で 200m 程度を移動すると考えられる（図-4）。

（3）道路横断施設利用状況調査

晩秋にあたる 11 月の時点で、クロサンショウウオが道路横断施設を利用している状況を据置型マイクロチップリーダーにより確認できた。本調査では、据置型マイクロチップリーダーの有効性を確認できた。今後の課題は、サンショウウオの移動方向を記録することにより、非繁殖期の生息環境と繁殖池の間の移動状況を評価することが必要である。

写真-4　小型サンショウウオ類の非繁殖期の生息環境

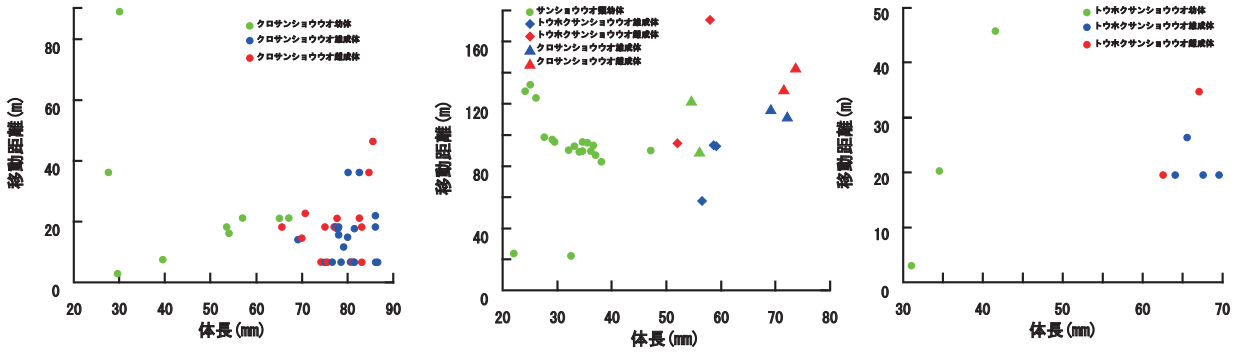


図-4　サンショウウオ 2 種の移動距離（m）
左：八箇峠道路、中：甲子道路、右、那須塩原

［成果の活用］

今後の「道路環境影響評価の技術手法」改訂時に本業務の成果を反映させる予定である。また、樹上移動性哺乳類や小型サンショウウオ類の道路横断施設の構造や設置環境を検討するための基礎資料としたい。

1.3 外来生物等への的確な対応に関する研究

4）河川管理における外来種対策調査
【河川事業調査費】 23

河川管理における外来種対策調査

Research on measures of the invasive alien species in the river management

（研究期間　平成 22～25 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

Vegetation management in the flood channel and levees, it is important to consider the indigenous ecosystem.One objective of this study is to develop a method to estimate the best time in the management of *Coreopsis lanceolata* .Another objective is to conduct a weed risk assessment of horticultural plants, is to put together a guide for management.

［研究目的及び経緯］

平成 19 年度河川水辺の国勢調査において、特定外来生物のオオキンケイギクが北海道を除く広範囲の河川に定着し、拡大の傾向にあることが明らかとなり、これ以上分布が拡大しないよう対策が必要となっている。また、同調査で新たに確認された外来種 17 種のうち 12 種が園芸植物であったことから、人為的な影響による地域固有の生態系への配慮についても注意が必要である。そこで、本研究では、生態系に配慮した効率的な河川管理を支援するため、オオキンケイギクの開花、結実等の時期と気温や降水量との関係を明らかにし、管理に適切な時期を推定する手法を検討するとともに、全国の河川敷に栽培・播種されている主な園芸植物、緑化植物を対象として侵略性リスクの検討を行い、導入にあたっての影響を事前に評価し、これらに基づく外来種の適切な管理方法を提案するものである。

［研究内容］

１．オオキンケイギクに関する調査

平成 23 年度は、前年度に引き続き、気温条件の異なる全国 4 箇所（岩木川、鬼怒川、木曽川、重信川）の河川敷において、オオキンケイギクの開花結実調査を実施するとともに、渡良瀬川の堤防法面において刈り取りによる植生管理実験を実施した。調査対象河川を図-1 に示す。

１）オオキンケイギク開花結実調査

各河川のオオキンケイギク生育地に、1m×1m 調査区 5 区（生育数が少なかった岩木川は 2 区）およびインターバルカメラ 2 台（Brinno 社製 Garden Watch Cam）を設置し（図-2）、以下の調査を行った。

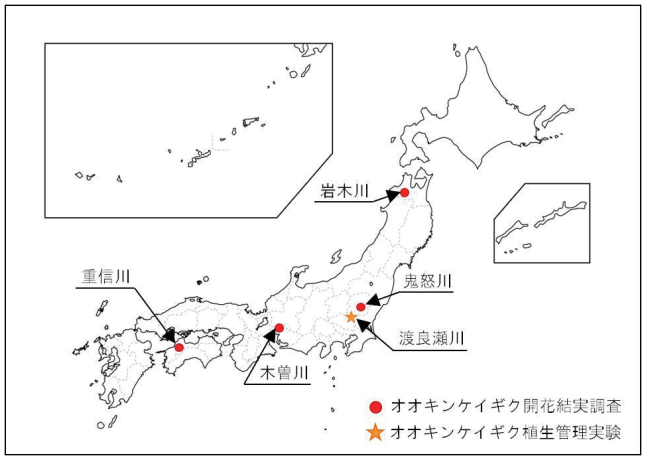


図-1　オオキンケイギク調査地点

（１）頭花の連続撮影

インターバルカメラを用いて、頭花の連続撮影を行った。撮影間隔は 2 時間とし、前年度の結果を踏まえて、開花の開始から終了までを追跡できるよう、岩木川は 6/10～8/19、鬼怒川は 5/18～8/19、木曽川は 5/13～8/15、重信川は 4/26～8/16 の間、撮影を行った。

（２）頭花数の計測

調査区において、未開花、開花、開花終了（初期）、花弁なしの分類により、頭花数を計測した。調査は、1 週間に 1 回の割合で、計 10 回実施した（表-1）。

（３）充実種子数の計測

調査区近傍において、その時期の標準的な大きさの

画素数	1.3メガピクセル
焦点距離	マクロモード：約50cm、通常モード：約1.0m～
水平画角	49°
動画フォーマット	AVI（JPEG切出し可能）
撮影間隔	プリセット：1分、5分、30分、1時間、4時間、24時間 カスタム：5秒～11時間59分
記録画素数	1,280×1,024画素
記憶媒体	USBフラッシュドライブ（8GBまで対応）
電源	単三乾電池×4本
電源持続時間	4～6ヶ月（撮影頻度により異なる）
大きさ	（幅）9.3×（高さ）19.2×（奥行き）5.3cm
質量	約260g（本体のみ）
その他	飛沫防水

図-2　インターバルカメラの諸元および設置状況

表-1　現地調査実施日

河川名	現地調査実施日
岩木川	6/17、6/24、7/1、7/8、7/15、7/22、7/29、8/5、8/12、8/19
鬼怒川	6/2、6/9、6/17、6/22、6/28、7/7、7/13、7/19、7/28、8/4
木曽川	6/1、6/8、6/15、6/22、6/29、7/6、7/13、7/21、7/27、8/3
重信川	5/31、6/7、6/13、6/19、6/26、7/4、7/10、7/17、7/25、8/1

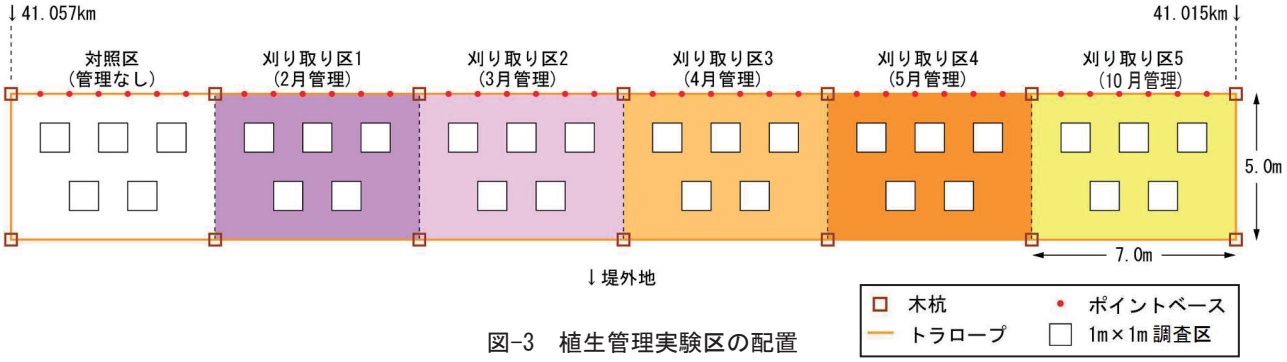


図-3　植生管理実験区の配置

頭花を採取し、充実種子数を計測した。1 回あたりの採取数は 10 個とし、頭花数の計測と同時に 1 週間に 1 回の割合で、計 10 回の調査を行った。

（4）気象データの収集

調査地近傍の気象台の計測データから、平成 22 年 9 月～平成 23 年 8 月における気温（日最高、日最低、日平均）および降水量（日積算降水量）に関するデータを収集した。

2）オオキンケイギク植生管理実験

渡良瀬川左岸堤防（堤外地側）に設置した 7m×5m の実験区において、4 月、5 月、10 月、2 月および 3 月に、肩掛式草刈り機を用いた地表面付近での刈り取りを行った（図-3）。また、モニタリング調査として、各実験区に 5 区ずつ設置した 1m×1m 調査区計 30 区において、植生調査およびオオキンケイギクの個体数調査を 6 月に 1 回実施した。

2．園芸植物・緑化植物の侵略性リスク評価に関する調査

前年度の調査結果を踏まえ、逸出の可能性が考えられる園芸植物として、表-2 に示す 22 種を調査対象種に選定し、「FAO 方式」および「Pheloung らによるモデル」のリスク評価項目に対応した情報・データを国内外の文献資料から収集・整理した（表-3、4）。また、河川水辺の国勢調査における 1～3 巡目のデータを用いて、これら 22 種の経年的な分布状況の変化を分析整理した。さらに、そのうち夏・秋に生育状況が確認可能な 10 種（ハナニラ、マツバギク、マツバボタン、ケイトウ、オキザリス、マメアサガオ、ワスレナグサ、サルビア、セイヨウノコギリソウ、ハルシャギク）について、分布状況を把握するための現地調査を行った。現地調査は、利根川水系 5 地区、多摩川水系 3 地区、鶴見川水系 1 地区、富士川水系 5 地区の合計 14 地区で実施した。

表-2　調査対象種

科名	種名	科名	種名
イネ	シロガネヨシ	アカバナ	ヒルザキツキミソウ
ユリ	ハナニラ	ヒルガオ	マメアサガオ
ハマミズナ	マツバギク	キョウチクトウ	ニチニチソウ
スベリヒユ	マツバボタン	ムラサキ	ワスレナグサ
ヒユ	ケイトウ	クマツヅラ	シュッコンバーベナ
キンポウゲ	シュウメイギク	シソ	サルビア
ケシ	ヒナゲシ	ナス	ペチュニア
アブラナ	セイヨウアブラナ	ゴマノハグサ	キンギョソウ
マメ	ルピナス	キク	セイヨウノコギリソウ
カタバミ	オキザリス	キク	メランポディウム
ツリフネソウ	インパチェンス	キク	ハルシャギク

［研究成果］

１．オオキンケイギク開花結実調査

インターバルカメラで連続撮影された画像（図-4）から、開花色面積率（各画像の全ピクセル数に占める開花色エリアのピクセル数の割合）を算出し、河川ごとに最大値を 100 とした場合の各日の値の比数を求め、開花の推移を整理した（図-5）。平成 23 年度は、4 河川とも開花前にカメラを設置することができたため、地域による開花時期の違いを捉えることができた。これら画像解析の結果は、頭花数の推移ともよく合致していた。充実種子数については、岩木川は低い値で推移したものの、鬼怒川、木曽川、重信川では、開花のピークとなる時期には最大となっていた（図-6）。以上の結果から、各河川の開花結実特性は、次のように整理された。

１）岩木川

オオキンケイギクの個体数が少ないためバラツキが大きいものの、概ね 6 月 16 日頃に開花が始まり、6 月 27 日～7 月 17 日にピークを迎えたが、8 月に入っても開花は継続した。種子生産は 6 月下旬から始まり、調査期間内では 8 月中旬に最大となり、1 頭花あたり約 40 個を計測した。

２）鬼怒川

5 月 27 日頃から開花が始まり、6 月 9 日～10 日に開花のピークを迎えた。6 月下旬には概ね収束するが、8 月下旬まで僅かの開花が継続した。開花のピークとなった 6 月 9 日には、既に 1 頭花あたり 100 個程度の種子を生産しており、7 月上旬まで同程度で推移した。その後漸減し、7 月中旬には半減するものの、8 月に入っても種子の生産は続き、8 月 4 日には約 10 個の種子が確認された。

３）木曽川

5 月 23 日頃に開花が始まり、6 月 3 日～4 日に開花のピークを迎えた後、6 月下旬には概ね収束した。6 月 1 日には、既に 1 頭花あたり 100 個程度の種子を生産しており、6 月下旬まで同程度で推移した後、7 月に入ると急速に減少するものの、8 月に入っても種子の生産は続き、8 月 3 日には約 26 個の種子が確認された。

４）重信川

5 月 14 日頃に開花が始まり、5 月 22～27 日に開花のピークを迎えた後徐々に減少するものの、6 月 23 日～24 日頃に開花量は少ないが 2 度目のピークを迎えた。6 月末～7 月初めにはほぼ開花は終了するが、7 月末～8 月初めまで僅かの開花が継続する。5 月 31 日には、既に 1 頭花あたり約 92 個の種子を生産しており、開花のピークから概ね 2 週間程度で種子量は半減するが、8 月に入っても種子の生産は続き、8 月 1 日には約 31 個の種子が確認された。

表-3　FAO 方式によるリスク評価項目
（国際連合食糧農業機構、2005 年）

1. 水生植物である
2. 同じ属に雑草がある
3. 意図的・非意図的を問わず人間活動で広がる
4. とげや針をもつ
5. 寄生植物である
6. 草食動物に対して有毒か忌避される
7. 病害虫の宿主となる
8. 人間に対してアレルギーや皮膚炎を起こす
9. 蔓性であったり、他の植物を窒息させるほど繁殖する
10. 種子が多産である
11. 種子の寿命が1年以上ある
12. 無性生殖により再生する
13. 切断・耕耘・火入れに耐えるか、むしろ広がる

表-4　Pheloung らによるモデルの評価項目（1999 年）

1. 栽培種化	1.01	栽培種化が高度に進んでいるか
	1.02	栽培された場所で定着したことがあるか
	1.03	種内に雑草系統があるか
2. 気候と分布	2.01 ※	国内の気候に適しているか
	2.02	気候への適合性に関するデータの質
	2.03	気候への適応性が広い（環境適応性が広い）
	2.04 ※	乾季が長い地域に自生もしくは野生化しているか
	2.05	自然分布域外に繰り返し導入された歴史を持つか
3. 他地域での雑草化	3.01	自然分布域外で野生化した
	3.02	庭／行楽施設／撹乱地における雑草である
	3.03	農地／園芸地／林地における雑草である
	3.04	自然環境における雑草である
	3.05	同属に雑草がある
4. 好ましくない特質	4.01	棘、針、節を持っている
	4.02	アレロパシー作用を持つ
	4.03	寄生植物である
	4.04	草食動物に解する不嗜好性がある
	4.05	動物に対する毒性がある
	4.06	病害虫や病原体の宿主である
	4.07	人体へのアレルギーまたは毒性の原因となる
	4.08	自然生態系中で火災の危険をもたらす
	4.09	生活史において耐陰性を持つ植物である
	4.10 ※	貧栄養の土壌で生長する
	4.11	巻き付いたり被覆して生長する性質を持つ
	4.12	密生した藪を形成する
5. 植物のタイプ	5.01	水生植物である
	5.02	禾本類である
	5.03	窒素固定を行う木本植物である
	5.04	地中植物である
6. 繁殖	6.01	自生地で繁殖に失敗した確たる証拠がある
	6.02	発芽能力のある種子を生産する
	6.03	自然環境で交雑する
	6.04	自家受粉する
	6.05	特定の花粉媒介者を必要とする
	6.06	栄養繁殖により増殖する
	6.07	生殖開始までの最短時間（年）
7. 散布の仕組み	7.01	繁殖体は非意図的に散布されるか
	7.02	繁殖体は人間によって意図的に散布される
	7.03	繁殖体は生産物の混入物として散布される
	7.04	繁殖体は風散布に適応している
	7.05	繁殖体は水流で散布される
	7.06	繁殖体は鳥に散布される
	7.07	繁殖体はその他の動物によって散布される（体外）
	7.08	繁殖体はその他の動物によって散布される（体内）
8. 持続性に関する属性	8.01	種子生産量が多い
	8.02	シードバンク等が形成される証拠がある（1年以上）
	8.03	除草剤で管理できる
	8.04	切断、耕起または火入れに対し、耐性があるか促進される
	8.05 ※	オーストラリア／NZに効果的な天敵が存在する

※日本用に項目を変更し、2.01 は「日本の気候に適しているか」、2.04 は②として「雨季に長い地域に自生もしくは野生化しているか」を追加、4.10 は「砂礫地など貧栄養の土壌で生育する」、8.05 は「日本に効果的な天敵が存在する」として情報収集を行った。

５）まとめ

前年度において、開花開始前からのデータを収集できたのは木曽川だけであったが、今年度の木曽川の調査結果はそれらと概ね一致していた。図-5 に示す結果からは、重信川、木曽川、鬼怒川、岩木川と南から北に向かって順に開花のピークを迎え、四国地方の重信川と東北地方の岩木川では、約２ヶ月程度の時間差が生じていることが読み取れる。また、現地調査では、開花のピークは概ね開花開始から１週間～10 日程度であり、開花がピークとなる時期には種子生産量も最大となることが観察された。

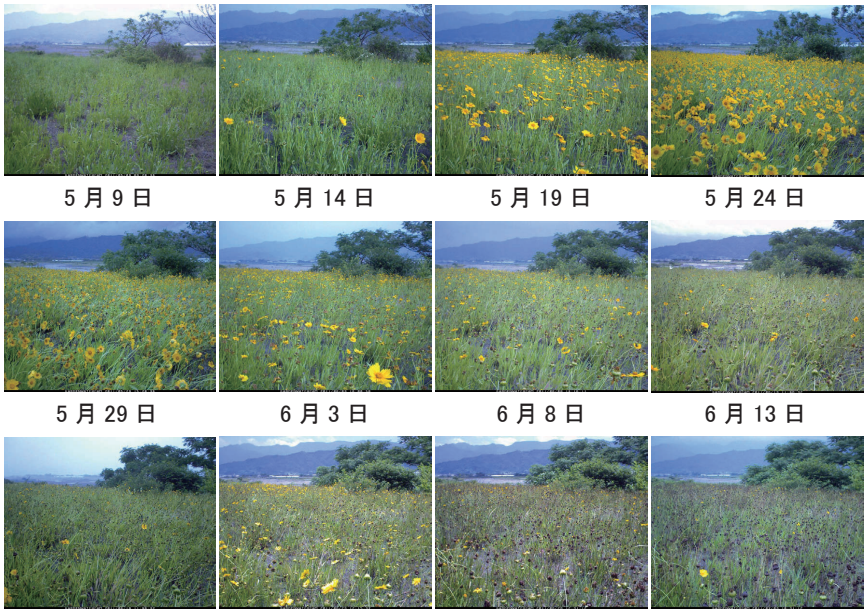


図-4　インターバルカメラで撮影された画像
重信川で 5 月 9 日～7 月 3 日に撮影された画像を 5 日間隔で並べたもの

２．オオキンケイギク植生管理実験

平成 23 年 2 月より刈り取りを開始したが、3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響により 3 月の管理作業が中止となった。そのため、平成 23 年 6 月 16～17 日に実施した管理1年目のモニタリング時においては、2 月、4 月および 5 月管理区は 1 回の刈り取りを実施済みとなっていたが、3 月および 10 月管理区では刈り取りは未実施であった。

１）植生調査

調査区全体で合計 16 科 32 種の生育が確認された。いずれの調査区も、オオキンケイギクをはじめ、スイバ、ネコハギ、ヘラオオバコ、シバ等、開けた場所に成立する草地を特徴づける種が生育する点で共通しており、種組成において大きな差異は見られなかった。5 月管理区を除く実験区では、調査区における植被率は 65～90%、群落高は 40～100cm 程度であったが、刈り取り直後の 5 月管理区では、それぞれ 60～70%、15～20cm 程度とやや低い値となった。

植生調査により得られた被度と植生高のデータから積算優占度（SDR：群落内の構成種の量的優劣関係を総合的に示す指数）を算出したところ、オオキンケイギクがいずれの調査区でも高い値を示し、次いで在来種のシバ、外来種のシナダレスズメガヤ、オニウシノケグサ、在来種のアオカモジグサ、スイバの順で、積算優占度が高い結果となった。これらの結果は、概ね前年度と同様の傾向を示した。

２）オオキンケイギク個体数調査

オオキンケイギクの株数は、1m^2 あたり 20～25 株程度で、管理時期による大きな違いは見られなかった。平成 22 年度から平成 23 年度の経年変化率を見ると、

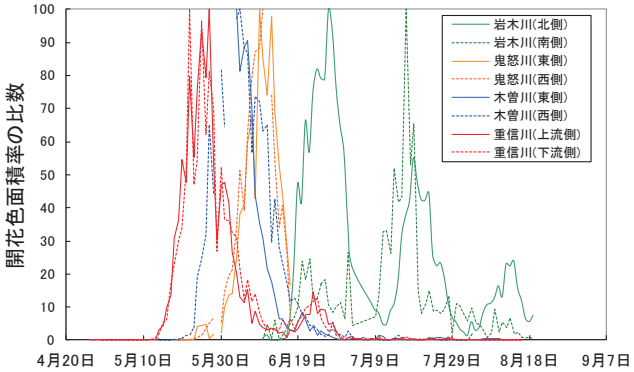


図-5　開花色面積率の最大日の値を 100 とする比数の推

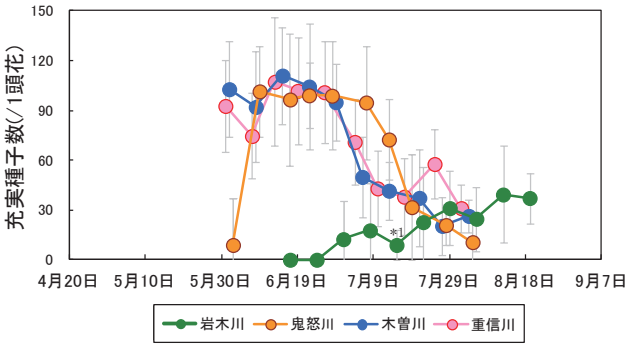


図-6　１頭花あたりの充実種子数の推移
値は平均値、エラーバーは標準偏差、　*1 のみサンプル数 9

バラツキは大きいものの全体として株数は減少傾向にある（図-7）。一方、シュート数は、対照区、2 月管理区、3 月管理区が 1m^2 あたり 200～217 本であったのに対し、4 月管理区は 154 本、5 月管理区は 74 本、10 月

管理区は 120 本と低い値を示した。平成 22 年度から平成 23 年度の経年変化率を見ると、1 株あたりのシュート数は、5 月除草区を除き、増加傾向となっている（図-8）。以上のことから、5 月管理区を除く実験区では、シュート数の少ない小さな株が減少し、シュート数が多い株が残ったものと考えられた。

また、1 m^2 あたりの開花シュート数は、対照区、3 月管理区、10 月管理区が 0.5～0.7 本に対し、刈り取りを実施した 2 月管理区、4 月管理区は 0.3 本と低く抑えられ、刈り取り直後の 5 月管理区では開花シュートはなかった。平成 22 年度から平成 23 年度の経年変化率を見ると、刈り取りを実施した管理区は減少傾向、未実施の管理区は増加傾向を示しており、中でも 10 月管理区は増加幅が最も大きい結果となった（図-9）。

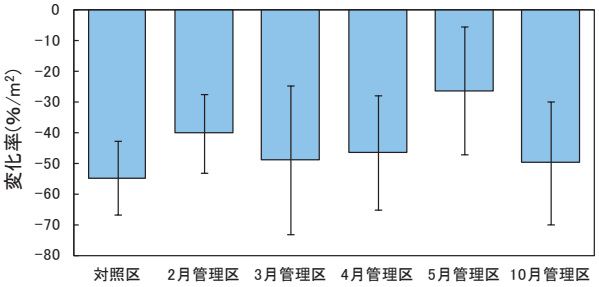


図-7　株数の経年変化　値は平均値、エラーバーは標準偏

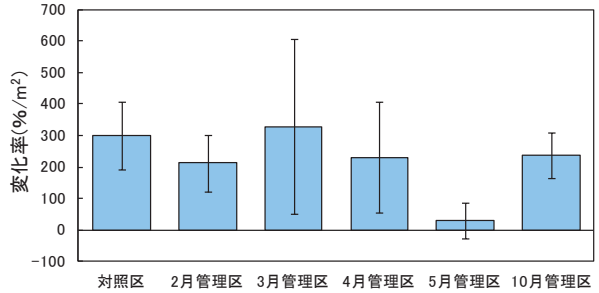


図-8　シュート数の経年変化
値は平均値、エラーバーは標準偏差

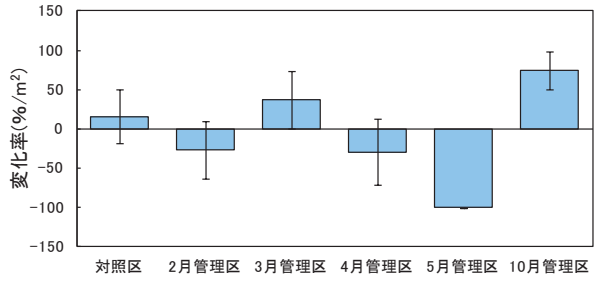


図-9　開花シュート数の経年変化
値は平均値、エラーバーは標準偏差

３．園芸植物・緑化植物の侵略性リスク評価に関する調査

１）侵略性リスク評価のための情報収集

FAO 方式における 13 の評価項目のうち、「6. 草食動物に対して有害か忌避される」、「7. 病害虫の宿主となる」、「8. 人間に対してアレルギーや皮膚炎を起こす」、「10. 種子が多産である」、「11. 種子の寿命が 1 年以上ある」、「13. 切断・耕転・火入れに耐えるか、むしろ広がる」の 6 項目については、対象種のうち 5～7 割が文献等において該当する報告がなかった。FAO 方式では、不明の項目はリスクありと評価されるため、このように十分な情報が取得できない場合には、リスクは高く評価される結果となる。

一方、Pheloung らのモデルでは、対象種の 5 割以上について報告がなかった項目は、49 の評価項目のうち 16 項目であった。ただし、FAO 方式とは異なり、報告がない場合の評価は加点なしまたは-1 のスコアとなるため、Pheloung らのモデルの方がより実態に即した的確な評価が可能になるものと考えられる。ただし、評価項目が専門的であり、詳細な情報を得ることが困難な項目が少なくないことから、評価項目の精査を行い、河川管理者が使いやすい評価モデルに改良する必要がある。

２）河川水辺の国勢調査データによる経年的な分布状況の変化

（１）　対象種の分布傾向

河川水辺の国勢調査データからは、メランポディウムは確認されなかった。また、ルピナスはタヨウハウチワマメ、オキザリスは、イモカタバミ、ベニカタバミ、ムラサキカタバミ、ハナカタバミの 4 種、インパチェンスはアフリカホウセンカ、サルビアはベニサルビア、ペチュニアはツクバネアサガオがそれぞれ確認されたことから、これらの種を対象として集計を行った。

対象種ごとに出現河川数を見ると、セイヨウアブラナ（96 河川）、ムラサキカタバミ（95 河川）、マメアサガオ（76 河川）、ハルシャギク（72 河川）、ケイトウ（70 河川）の順に多くなっていた。また、出現地点数が 500 以上あった種は、セイヨウアブラナ(1018 地点)、マメアサガオ（849 地点)、ムラサキカタバミ（826 地点)、ハルシャギク（565 地点）であった。

地域による分布の違いでは、セイヨウアブラナ、セイヨウノコギリソウ（9 地方整備局)、ケイトウ、ヒナゲシ、イモカタバミ、ムラサキカタバミ、ハルシャギク（北海道を除く 8 地方整備局)、マツバボタン（北海道と東北を除く 7 地方整備局)、ハナニラ、マメアサガオ、ツクバネアサガオ（北海道と東北を除く 7 地方整備局）が広範囲に確認されたのに対し、シロガネヨシ（九州)、タヨウハウチワマメ（北海道)、アフリカホウセンカ（九州)、ベニカタバミ（中部、近畿)、シュッコンバーベナ（中部、九州)、ベニサルビア（東北）は分布に偏りがあった。また、セイヨウノコギリソウ

とワスレナグサは、北海道、東北、北陸に出現数が多く、タヨウハウチワマメは北海道のみで確認されたことから、寒冷な地域に分布していると考えられた。

（２） 種ごとの経年変化傾向

次式を用いて種ごとの出現率を算出し、経年的な変化傾向をみた。

$$出現率(\%)=\frac{同巡・同地方整備局における種ごとの出現地点数の和}{同巡・同地方整備局における調査地点数の和}$$

3 巡目までのデータにおいて、いずれかの地域で出現率が 10%を超えている種は、ケイトウ、セイヨウアブラナ、イモカタバミ、ムラサキカタバミ、マメアサガオ、ワスレナグサ、セイヨウノコギリソウ、ハルシャギクの８種であった。

全国的な傾向を見ると、セイヨウアブラナ、イモカタバミ、ムラサキカタバミ、マメアサガオ、セイヨウノコギリソウの５種は、巡数が進むにつれて出現率が増加する傾向が見られた。中でも、セイヨウアブラナは 8.1%→15.9%→30.2%と、最も伸び率が大きかった。また、ケイトウおよびハルシャギクは横ばい、ワスレナグサは減少傾向を示した。

種ごとの地域別傾向（ワスレナグサを除く）では、ケイトウは中部、セイヨウアブラナは関東、イモカタバミは近畿、中部、ムラサキカタバミは四国、マメアサガオでは中部、九州、セイヨウノコギリソウは北海道、ハルシャギクは北陸、九州が、それぞれ比較的出現率が高く、また伸び率も大きかった（図-10）。

３）河川における園芸植物の分布調査

対象種の確認箇所数は全体で 112 地点、植生調査実施箇所数は全体で 61 地点となった。調査対象種のうち、特に多くの地点で確認された種は、ハルシャギク（7 地区 39 地点）、マメアサガオ（6 地区 44 地点）であった。この２種は、広範囲で分布が確認されたものの、いずれの調査地区においても周囲に供給源となり得る栽培地は見られなかった。次いで確認地点数が多かったのは、オキザリス（3 地区 14 地点）、マツバギク（3 地区 6 地点）、サルビア（2 地区 5 地点）であった。これらの種では、多くの地点で周囲に民家や花壇などの栽培地が存在していた。ケイトウ、マツバボタン、セイヨウノコギリソウについては、いずれも 1 地区 1 地点のみの確認となった。ワスレナグサ、ハナニラは、花期を終えていたため確認されなかった。

調査対象地区の植生を見ると、利根川、渡良瀬川、多摩川、鶴見川、綾瀬川の調査地区では、堤防や高水敷が公園・グラウンドなどとして利用されており、人工草地、人工裸地、コンクリート構造物や道路などの人為的影響の強い植生凡例が広い面積を占めていた。常陸利根川（西浦）では、高水敷の全域にヨシ群落、オギ群落などの湿生の高茎草地が広がっており、堤防

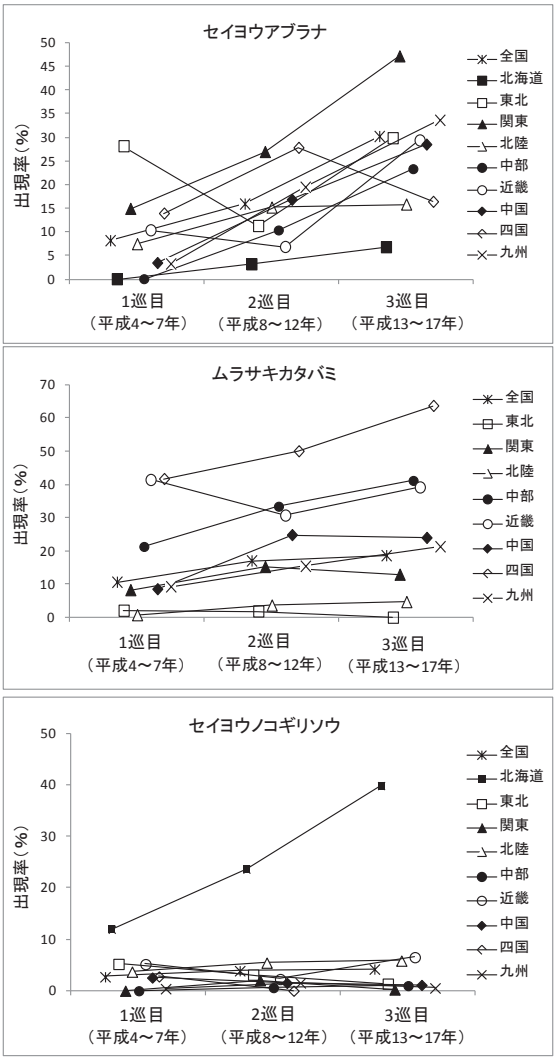


図-10 出現率の経年変化

にチガヤ群落などの低茎草地がみられた。富士川では、河川敷の幅が広く、河川流路際は礫河原が広くみられ、高水敷はヒメムカシヨモギーオオアレチノギク群落などの１年生草本群落、オギ群落やシナダレスズメガヤ群落などの多年生草本群落が広い面積を占めていた。鬼怒川ではコナラ群落、マダケ植林、スギ・ヒノキ植林などの樹林が広くみられたほか、ススキ群落、オギ群落、シナダレスズメガヤ群落などの多年生草本群落が目立った。

［成果の活用］

本研究の成果は、オオキンケイギクの管理に最適な時期の推定手法および「河川における導入植物の侵略性に関する評価の手引き（案）」（仮称）としてとりまとめ、河川管理における外来種対策の参考資料として活用を図る予定である。

1.4 景観の保全と再生に向けた技術支援に関する研究

5）公共事業の景観創出が地域のまちづくりに及ぼす効果に関する研究
【試験研究費】 31
6）災害時における歴史的風致の維持に関する研究
【国営公園等事業調査費】 41
7）公共事業における景観検討の高度化に関する調査
景観アセスメントシステムの改善に関する検討
【河川事業調査費・河川総合開発事業調査費・道路調査費】 51

公共事業の景観創出が地域のまちづくりに及ぼす効果に関する研究

Research on the effects of public works projects on city planning and community development from the viewpoint of landscape

（研究期間　平成 22～24 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　阿部　貴弘
Researcher　Takahiro ABE

In this study, the effects of public works on city planning and community development have been extracted from the thirteen cases, which affected the landscape of surrounding area. After that, the effects have been broken down into patterns in order to better understand. Based on such a classification of effects, the interrelationships between effects and the landscape creation methods which contribute to the manifestation of effects have been analyzed to clarify the effects manifestation process. And based on the results of such analysis, the guideline for use by field technologists implementing public works projects will be prepared.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、2003（平成 15）年の「美しい国づくり政策大綱」公表以降、事業分野別「景観形成ガイドライン」（2004（平成 16）年～）や「景観デザイン規範事例集」（2008（平成 20）年）、さらに「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）」（2004（平成 16）年、2007（平成 19）年に「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）」に改正）、「公共事業における景観整備に関する事後評価の手引き（案）」（2009（平成 21）年）（以下、「事後評価の手引き」）など、公共事業における景観整備に関わる施策を拡充してきた。

一方、地域においては、2004（平成 16）年に制定された「景観法」に基づき、地方公共団体が主体となった景観形成の取組みが進められており、さらに、景観法で用意された「景観重要公共施設制度」を活用し、公共施設とその周辺の建築物等が一体となった景観形成の取組みも進められている。また、社団法人土木学会は、2009（平成 21）年に「景観政策に関する提言 ～戦略的地域づくり推進のために～ 」を取りまとめ、戦略的な地域づくりの推進に向けて、公共事業と地域が連携した一貫性のある景観形成を要請している。このように、地域においては、地域の景観形成やまちづくりに効果を及ぼすことを意識した、公共事業の景観整備に対する要請が強まっているといえよう。

ところが、これまでの景観施策においては、公共事業の景観創出がまちづくりに及ぼす効果が、どのような取組みやプロセスを経て発現するのか、十分な知見は蓄積されておらず、公共事業担当者が活用できる情報が整えられているとは言い難い。

こうした背景から、国土技術政策総合研究所では、主に公共事業の実務の現場の技術者に向けて、地域のまちづくりに効果を及ぼすことを意識した景観整備を進めるための知見や情報を取りまとめた『（仮称）美しい国づくりのためのみちしるべ』（以下、『みちしるべ』）を作成するため、公共事業の景観創出がまちづくりに及ぼす効果に関する研究を進めている。その際、i）公共事業における景観整備が地域のまちづくりに及ぼす効果の類型化、ii）効果の相互関係及び効果と景観整備手法との関係の分析・把握、iii）効果の発現プロセスの分析・整理を行い、これらの研究成果を踏まえ、『みちしるべ』を取りまとめることとしている。

本論では、『みちしるべ』の作成に向けたこれら一連の研究の中間報告を行い、効果の発現を意識した景観整備の推進に資する知見を提示することを目的とする。

［研究内容］

本研究では、まず、事後評価の手引きを踏まえ、公共事業における景観創出事例 18 事例について事例調査を行い、事例ごとに景観創出効果及び景観創出の取組み手法等を把握・整理した。さらに、事例調査結果に基づき、公共事業における景観創出効果の類型化を行った。こうした類型化を踏まえ、効果と効果がどのような関係にあるのか、効果の相互関係を分析・把握

するとともに、効果と景観創出の取組み手法との関係を分析・把握した。

これらの研究成果を踏まえ、平成 24 年度に効果の発現プロセスを分析・整理し、そのうえで、主に公共事業の実務の現場の技術者に向けて、地域のまちづくりに効果を及ぼすことを意識した景観創出を進めるための知見や情報を取りまとめた『みちしるべ』を作成する。

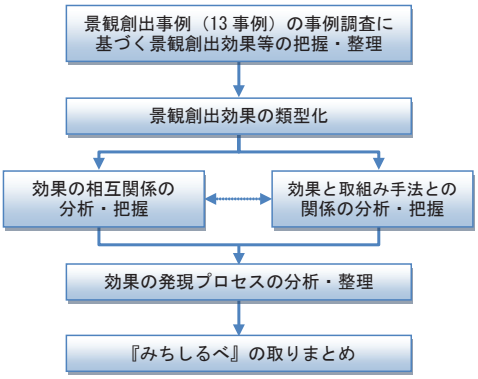


図-1　研究の全体フロー

［研究成果］

１．事例調査

（１）調査対象事例の選定

事例調査は、効果や取組み手法をより明確に把握することができるよう、土木学会景観デザイン賞をはじめとする受賞事例や、景観デザイン規範事例集などの文献・資料に掲載されている事例、さらに景観重要公共施設制度を活用している事例など、景観創出の取組みが行われ、周辺地域のまちづくりに効果が発現していると考えられる 18 の事例（表-1）を選定した。

（２）調査方法

事例調査にあたっては、事前に文献・資料等の調査に基づき、事業及び景観創出の概要、想定される効果等を把握したうえで、基本的に「事後評価の手引き」の効果の考え方及び調査手法を踏まえ、現地観測調査及び関係者ヒアリングを実施した。その際、特に公共事業における景観創出が地域のまちづくりにどのような効果を及ぼしたかに着目して効果を把握するとともに、景観創出の取組み手法についても幅広く把握するよう配慮した。

ヒアリングにあたっては、事前に事業者に問い合わせるなどして、事業に主体的に携わり、事業や景観創出の内容を知悉する関係者を抽出し、ヒアリング対象者とした。

（３）調査結果

事例調査結果は、景観創出の内容及び取組み手法、景観創出効果の発現状況を事例横断的に把握しやすいよう各事例共通の様式で取りまとめることとした。まず、事例概要として、事業概要、事業経緯（年表形式）、組織体制、景観創出の内容等を整理し、さらに景観創出の取組み内容、把握した景観創出効果、効果の発現状況図、景観創出にあたっての課題等を整理した。

２．景観創出効果の類型化

（１）効果の項目の抽出・整理

効果の類型化に先立ち、まず、事例調査に基づき把握した景観創出効果について、同様の内容を示す効果を集約し、表-2 に示す 31 の効果の項目を抽出・整理した。こうした整理を踏まえ、『みちしるべ』の作成を視野に入れ、景観創出効果の類型化を行う。

（２）効果の類型化

抽出・整理した効果について、「効果の種類」と「効果の範囲」の 2 つの軸に基づき類型化を行った（図-2）。2 つの軸に基づく効果の類型の考え方は、以下のとおりである。

(a) 効果の種類

効果の種類については、「人々の意識として発現する効果」、「人々の行動として発現する効果」、「組織・制度として発現する効果」、「空間・都市構造として発現する効果」、「経済として発現する効果」、「外部評価として発現する効果」の 6 つに分けて整理した。

(b) 効果の範囲

効果の範囲については、「当該事業において発現する効果」、「持続的なまちづくりに向けて当該事業が地域に及ぼす効果」の 2 つに分けて整理した。

「当該事業において発現する効果」は、対象とする公共事業においてその担当者が発現をめざすべき効果である。これらの効果の発現は、当該事業において創出される空間の質も含めた、当該事業の進め方に大きく影響される。しかし、逆に言えば、当該事業の進め方次第で効果の発現が期待できる、直接的で分かりやすい効果でもある。

「持続的なまちづくりに向けて当該事業が地域に及ぼす効果」は、対象とする公共事業においてめざす効果のひとつの到達点として位置付けることのできる効果である。ただし、公共事業と連携した地域の景観形成の全体像を考えた場合には、これらの効果は通過点としても位置付けることができる。

「持続的なまちづくりに向けて当該事業が地域に及ぼす効果」としてあげた景観創出効果（たとえば、景観形成推進のための体制の構築）は、地域の景観形成を持続・発展的に推進していくための非常に重要な効果である。しかし、構築された体制が有効に機能するためには、その仕組みをうまく活用するための相応の知恵や工夫が必要である。体制ができたことだけで満

足していてはいけないが、そのための知恵や工夫は、公共事業における景観創出とは異なる次元のものとして考えられる。そのため、ここでは、これらの効果を「持続的なまちづくりに向けて当該事業が地域に与える効果」として類型化する。

３．景観創出効果の相互関係の分析・整理

効果の相互関係分析あたっては、Dematel（Decision Making Trial and Evaluation Laboratory）法、及び、ISM（Interpretive Structural Modeling）法を併用した統計的分析を行った。Dematel 法及び ISM 法を併用する理由は、Dematel 法は要素間の関係の強度の把握に優れ、ISM 法は要素間の階層構造の把握に優れた分析方法であることから、両者の併用により、効果間の関係の強度と階層構造をあわせて把握することが可能であると考えたことによる。

さらに、これらの統計的分析結果を踏まえ、『みちしるべ』としての取りまとめを視野に入れ、分析結果を整理した。

『みちしるべ』としての取りまとめを視野に入れた場合、まず、それぞれの景観創出効果が独立的なものではなく、相互に関連しあっていることを読み手に正しく認識してもらうことが重要である。また、景観創出効果の相互関係は、時間軸に対応した関係として認識されやすいが、効果の相互関係にはスパイラルアップ的な関係もあるため、時間軸との対応で示さないほうが良い面もある。

そこで、景観創出効果の相互関係については、時間軸との対応イメージが強くなる発現プロセスとしての表現は避け、景観創出効果の相互関係図として表現することを基本とした。その上で、相互関係に係る効果の考え方として、「当該事業において発現する効果」は、良好な景観整備の成果に係る効果の関係と、事業の進め方に係る効果の関係の 2 つに大きく区分してとらえることができること、さらに、これらの効果の関係が総合的に作用し、ひとつの到達点である「持続的なまちづくりに向けて当該事業が地域に及ぼす効果」が発現することを相互関係図において表現することとした（図-3）。

４．景観創出効果と取組み手法との関係の分析・整理

（１）効果の発現に資する取組み手法の抽出

事例分析結果をもとに、効果の発現に資する 17 の取組み手法を抽出した（表-3）。

（２）効果と取組み手法との関係の分析・整理

『みちしるべ』としての取りまとめを視野に入れると、取組み手法については、事業段階との対応で示されていることが有効である。しかし、取組み手法と事業段階との対応関係は、ある段階での取組み手法が他の段階では必要が無いといった誤解を生じないように配慮する必要があることから、固有の事業段階に限定的なものではないことに注意して表現する必要がある。そのため、取組み手法と発現効果との関係についてもその対応関係を示すことは有効と考えられるが、その場合にも、取組み手法と発現効果との関係が 1 対 1 的に限定的なものではないことに注意して表現する必要がある。また、取組み手法については、公共事業の実施にあたっての取組みのポイントとなる事項の全体像を把握したうえで、それぞれの事業担当者が自ら考え、それぞれの段階に相応しいと考える取組みを実施することができるよう、『みちしるべ』において表現する必要がある。

そこで、取組み手法については、まず、各取組み手法と事業段階との対応を示すこととした。また、その表現についても、事業段階との対応を星取表的に示し、取組み手法と事業段階との関係が限定的な関係であるとの誤解が生じないよう配慮した(表-4)。そのうえで、取組み手法と発現効果との関係についても星取表的に示すこととした（表-5)。

［成果の活用］

本論では、『みちしるべ』の作成に向けた一連の研究のうち、事例調査により抽出された景観創出効果の類型化と、類型化を踏まえた効果と効果の相互関係、さらに、効果と景観創出の取組み手法との関係をについて報告した。

今後、これらの研究成果を踏まえ、効果の発現プロセスを明らかにしたうえで、各分析結果を踏まえ、地域のまちづくりに効果を及ぼすことを意識した景観創出を進めるための知見や情報を取りまとめた『みちしるべ』を作成する。

表-1　調査対象事例の概要

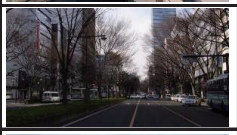
記号	事業分野	景観創出事例名	所在地	竣工年	写真	事業及び景観創出の概要
イ	道路	夢京橋キャッスルロード	滋賀県彦根市	1999年3月		【市事業】 城下町に相応しい街路整備(街路拡幅)と沿道建物修景
		四番町スクエア		2007年3月		【民間事業(土地区画整理組合)】 土地区画整理事業による,「大正ロマン」をコンセプトとした賑わい空間・交流施設の整備
ロ	道路	馬堀海岸 (うみかぜの路)	神奈川県横須賀市	2006年10月		【国事業】 護岸(高潮対策事業)と国道(緑陰道路事業)の一体整備
ハ	道路	青葉通・定禅寺通	宮城県仙台市	青葉通:1951年 定禅寺通:1957年		【市事業】 戦災復興事業を契機とした,継続的な街路整備(広幅員街路,ケヤキ並木,景観形成地区指定等)
ニ	橋梁	萬代橋	新潟県新潟市	2004年10月		【国事業】 75周年記念事業(改修事業)の一環として環境整備を実施(橋梁本体,橋詰を建設当時に近い形で復元)
ホ	橋梁	大瀬橋	宮崎県延岡市	2008年		【市事業】 景観に配慮した橋梁整備(橋梁本体デザインの洗練,橋上施設のデザインの高質化等)
ヘ	河川	水都大阪 (道頓堀川リバーウォーク)	大阪府大阪市	2001年		【市事業】 とんぼりリバーウォーク等の各種親水設備の整備等の河川環境整備
ト	河川	新町川	徳島県徳島市	1997年7月		【ボードウォーク:民間事業(商店街振興組合),公園・護岸:市・県事業】 ボードウォーク整備,河畔公園整備を中心とする河川環境整備
チ	河川	遠賀川 (直方の水辺)	福岡県直方市	2006年7月		【国事業】 市民参画による河川環境整備(緩傾斜護岸,プロムナード,カヌー乗り場等
リ	公園・緑地	富岩運河環水公園	富山県富山市	1997年7月(部分共用開始)		【県事業】 自然と人が調和した親水公園整備(天門橋,芝生広場,バードサンクチュアリ等)
ヌ	公園・緑地	首里城公園	沖縄県那覇市	1992年(部分共用開始)		【県事業,国事業】 地場材,伝統工法を活用した首里城の復元整備
ル	港湾・海岸	鹿児島港本港区	鹿児島県鹿児島市	2002年		【県事業】 薩摩藩時代に築造された石積み防波堤の保存・再生と周辺環境・施設整備(フェリーターミナル,水族館等)
ヲ	港湾・海岸	鳥羽プロムナード	三重県鳥羽市	2005年		【県事業】 市民参画による海辺のプロムナード整備
ワ	交通・建物	鹿児島市電軌道敷緑化	鹿児島県鹿児島市	2007年(一部竣工)		【市事業】 緑化技術の開発による市電軌道の緑化整備

表-1　調査対象事例の概要（つづき）

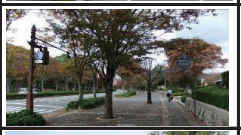
記号	事業分野	景観創出事例名	所在地	竣工年	写真	事業及び景観創出の概要
カ	道路	お城通り景観整備	兵庫県 赤穂市	2004年		【市事業】 街路拡幅を契機とした沿道街並み整備
ヨ	道路	パークロード	山口県 山口市	1980年		【県事業】 沿道空間と一体となった広幅員の植樹帯および歩道空間を確保した道路整備
タ	河川	子吉川癒しの川整備	秋田県 本荘市	2002年		【国事業】 地域の医療・福祉関係との連携に基づく癒しの空間としての河川整備
レ	河川	和泉川ふるさとの川整備	神奈川県 横浜市	1996・ 1997年		【市事業】 関連部局との連携等によって創出された沿川空間を一体的に捉えた川・まち空間の整備
ソ	公園・緑地	西川緑道公園	岡山県 岡山市	1976年		【市事業】 沿川の車道縮小によって生み出された用水路沿いの緑道公園の整備

表-2　景観創出効果一覧

	景観創出効果
1	地域景観の向上
2	景観と生活環境との密接な結びつきに関する住民の理解の深まり
3	住民のまちづくりへの参画
4	官民の間での役割分担の重要性の認知
5	まちづくり団体(NPO，協議会など)の発足
6	住民のまちづくりに対する参画意識の高まり
7	地域住民の利用の増加
8	地域活動（イベント等）の増加
9	まちづくりに対する官民それぞれの理解の深まり
10	街のブランド力の向上
11	来訪者の増加
12	商業・産業活動の活性化
13	まちの回遊性の向上（新たな動線の創出）
14	マスコミ・マスメディア掲載の増加
15	外の目に対する住民の意識の萌芽
16	デザイン賞など各種賞の受賞
17	官民それぞれの景観形成の機運の高まり
18	まちづくりの方向性・具体イメージの住民の共有
19	良好な景観の具体像に対する住民の理解の深まり
20	行政計画の拡充（景観計画など）
21	関係者間（行政機関，地元組織）の連携促進
22	景観形成推進のための体制構築
23	景観整備の周辺への広がり
24	景観創出事業の他地区，他都市への展開
25	「まち」に対する住民の関心の高まり
26	都市構造の景観的顕在化
27	地域シンボルの保全・創出
28	地域資源（歴史・文化）の発掘・保全
29	伝統技術の復元・活用
30	開発した技術の他事業への波及
31	地域の知恵を結集した新しい技術の開発

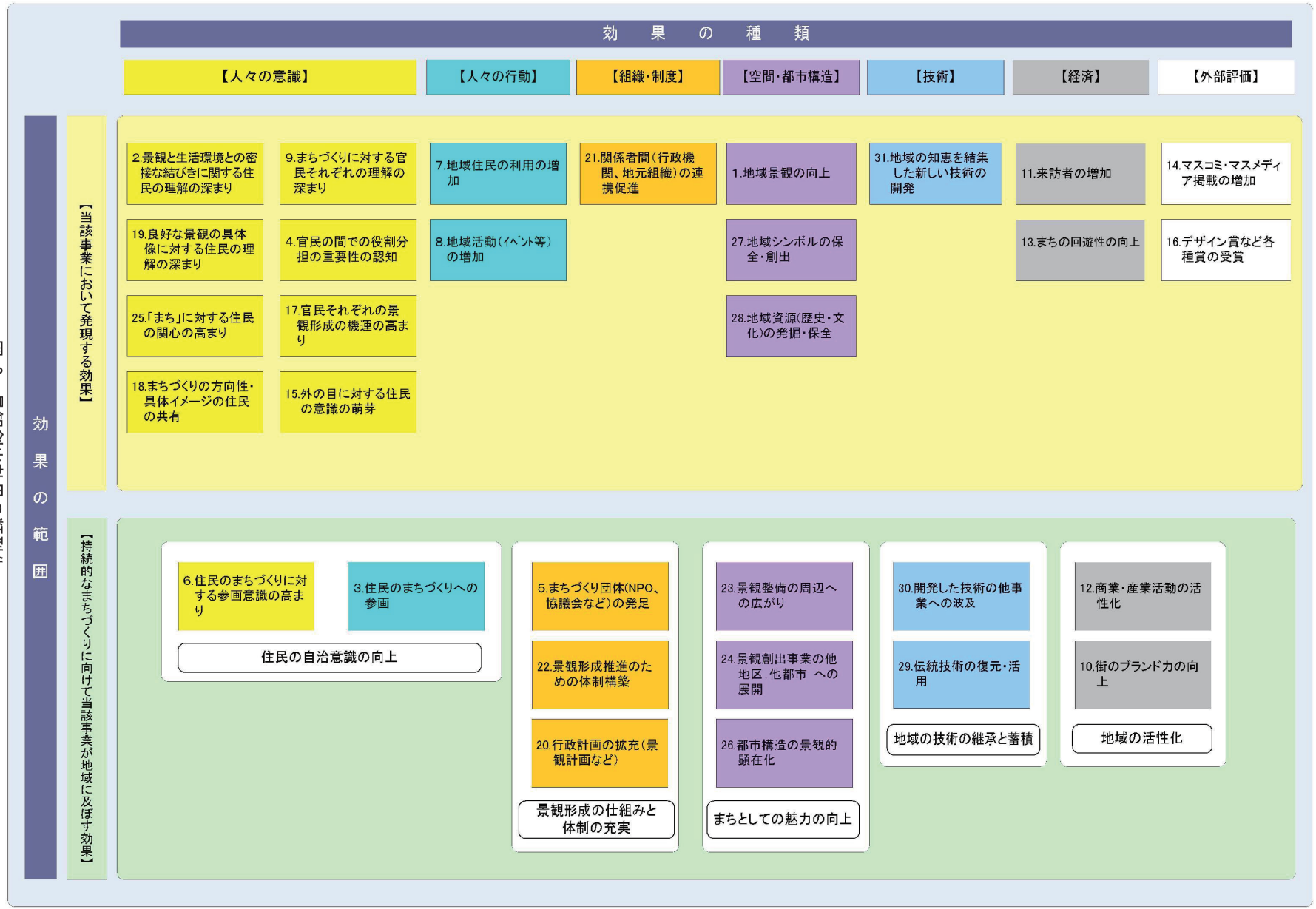


図-2　景観創出効果の類型化

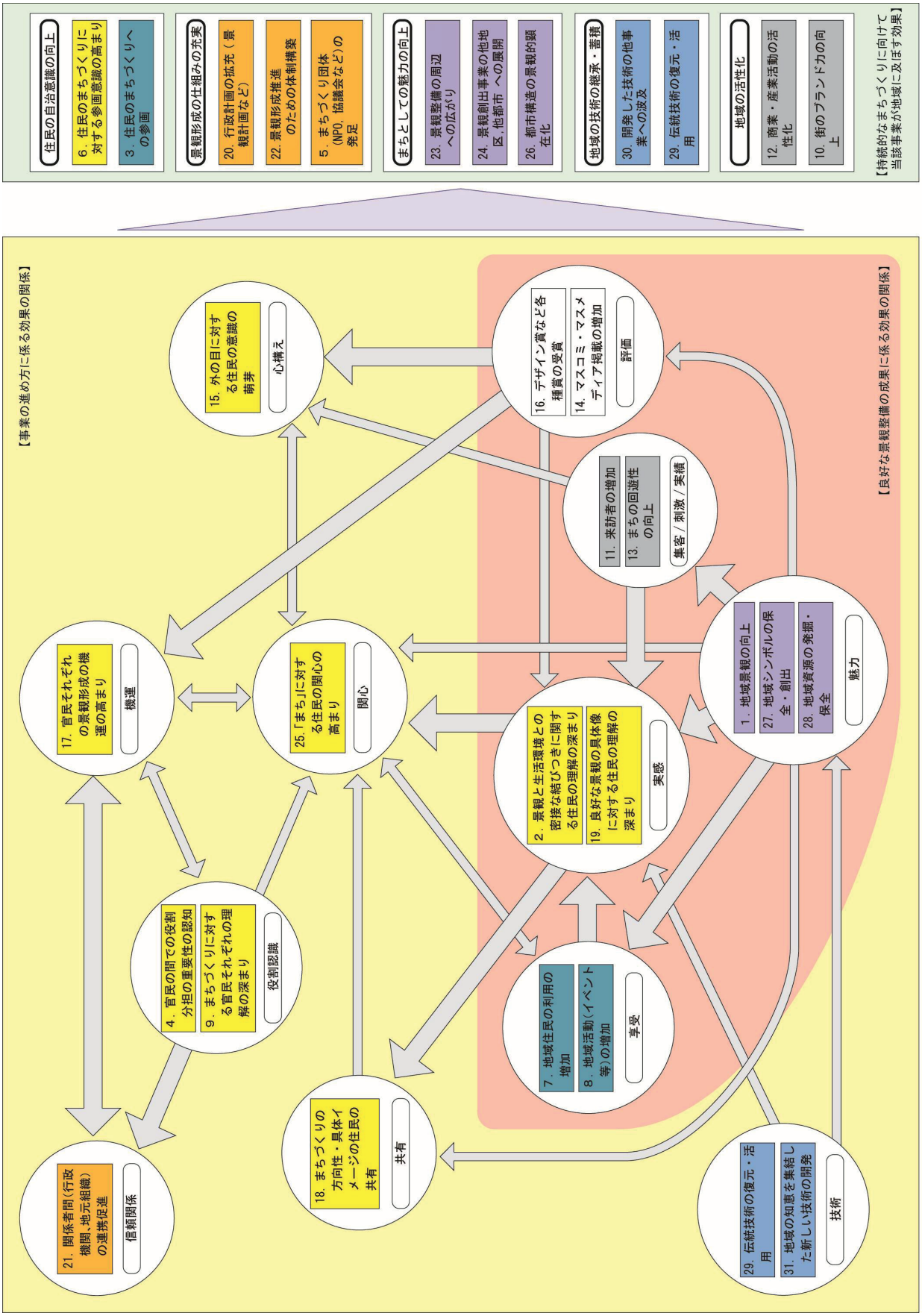


図-3　景観創出効果の相互関係図

表-3　効果の発現に資する取組み手法一覧

取組み手法			取組み手法の概要
事業の枠組み設定に係りの深い【取組み手法】	A	事業のまちづくりにおける意味を考える	● 地域の歴史・文化・自然や、地域社会の情勢、社会的要請等を考慮して事業実施にあたっての基本的方向性を検討・設定する。
	B	事業の検討体制を整える	● 学識経験者等の委員会、事業関係者を含む協議会、地域住民を含む検討会・ワークショップを設置・開催する等、事業の検討体制を整える。 ● 設計競技(コンペティション)やプロポーザル方式により、計画・設計者を選定する。
	C	事業推進の全体シナリオを描く	● 構想、計画・設計、運営の各段階での検討体制・内容や調整事項等をあらかじめ検討する。
	D	事業の位置づけを明確にする	● 事業の基本的な方向性や方針を行政等の計画に位置づける(明文化する)
事業の進め方に係りの深い【取組み手法】	E	既成の枠組みを外して考える	● 行政の部署や組織の枠組みを越えて、他部署・他組織と連携して事業を実施する。(例:海岸事業と道路事業の一体整備、行政と民間の連携整備等)
	F	まちに対する関心を育む	● まちづくりや当該事業への関心を喚起するイベント(シンポジウム、フォーラム等)の開催や、地域住民の関心の高い方法での事業の実施、意識調査の実施等を行う。
	G	整備された空間の活用方法を考える	● ハード面での整備内容に加えて、空間や施設の利用方法、管理方法をあらかじめ検討する。
	H	整備・利活用にあたっての役割分担を考える	● 地域住民や地域団体・事業者といった事業主体以外の役割を含め、事業に係る役割分担を検討する。
	I	整備範囲の中だけで考えない	● 周辺に位置する空間や施設との一体性や連携、調和に配慮した整備を考える。
	J	専門家の知恵を加える	● 学識経験者や建築家、デザイナー、プランナー等の専門家をアドバイザー等にむかえる。
	K	施設や空間をイメージしやすい方法で考える	● 先進事例視察の実施や、現地での検討会の開催、模型等によるデザイン検討等、分かりやすく、リアリティのある方法で整備内容や利活用方法等を検討する。
	L	整備のメリハリを考える	● 現地の空間的特性や社会的要請、住民ニーズ等を考慮し、重点的に整備すべき区間や箇所を検討する。
	M	整備の「何故」を伝える	● 会議やワークショップ等を通じて、計画・設計の意図を住民等に分かりやすく伝える。
	N	検討内容を広く周知する	● 広報誌・瓦版の発行や、アンケート調査等を通じて、検討内容を広く一般に周知する。
事業の完了後のフォローアップに係りの深い【取組み手法】	O	完成した施設・空間を体験する機会を設ける	● 整備した施設や空間を地域内外に広くアピールすることを目的としたイベント(完成記念式典等)を開催するなど、事業実施によって完成した施設や空間を体験するきっかけの場、機会を設ける。
	P	整備完了後の姿を確認し、知らせる	● 整備した施設や空間の利用状況調査や事後評価、各賞の受賞の広報等を行う。
	Q	継続的に話し合う場を設ける	● 整備した施設や空間の運営や利活用、維持管理等について、関係者間で継続的に話し合う機会や組織を設ける。

表-4　取組み手法と事業段階との関係

効果発現のための取組みの手法	事業の段階			
	事業の枠組み設定	計画・設計段階	施工段階	維持・管理段階（事業完了後）
取組み手法A 事業のまちづくりにおける意味を考える	●	●	●	
取組み手法B 事業の検討体制を整える	●	●		
取組み手法C 事業推進の全体シナリオを描く	●	●		
取組み手法D 事業の位置づけを明確にする	●	●		●
取組み手法E 既成の枠組みを外して考える	●	●		
取組み手法F まちに対する関心を育む	●	●	●	●
取組み手法G 整備された空間の活用方法を考える	●	●	●	●
取組み手法H 整備・利活用にあたっての役割分担を考える	●	●	●	●
取組み手法Ⅰ 整備範囲の中だけで考えない	●	●	●	
取組み手法J 専門家の知恵を加える	●	●	●	●
取組み手法K 施設や空間をイメージしやすい方法で考える		●	●	
取組み手法L 整備のメリハリを考える	●	●	●	
取組み手法M 整備の「何故」を伝える		●	●	●
取組み手法N 検討内容を広く周知する		●	●	●
取組み手法O 完成した施設・空間を体験する機会を設ける			●	●
取組み手法P 整備完了後の姿を確認し、知らせる			●	●
取組み手法Q 継続的に話し合う場を設ける		●	●	●

表-5　取組み手法と発現効果との関係

取組み手法	【事業の枠組みの設定に関係する手法】				【事業の進め方に関係する手法】										【事業完了後のフォローアップに関係する手法】		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
景観創出効果	事業のまちづくりにおける意味を考える	事業の検討体制を整える	事業推進の全体シナリオを描く	事業の位置づけを明確にする	既成の枠組みを外して考える	まちに対する関心を育む	整備された空間の活用方法を考える	整備・利活用にあたっての役割分担を考える	整備範囲の中だけで考えない	専門家の知恵を加える	施設や空間をイメージしやすい方法で考える	整備のメリハリを考える	整備の「何故」を伝える	検討内容を広く周知する	完成した施設・空間を体験する機会を設ける	整備完了後の姿を確認し、知らせる	継続的に話し合う場を設ける
1 地域景観の向上	●	●	●	●	●		・	・	●	・	・	●	●		・		・
2 景観と生活環境との密接な結びつきに関する住民の理解の深まり	・				・	・	●	・		●	●		●	・	●	●	・
3 住民のまちづくりへの参画	・	・	・			●	●	・	・	●	●		●	●	●	●	●
4 官民の間での役割分担の重要性の認知	・	●		●	・	●	●	●	●	・	●			・	●	●	・
5 まちづくり団体（NPO、協議会など）の発足	・	・	・			●	●	●	・	●	・		・	●	●	●	●
6 住民のまちづくりに対する参画意識の高まり	・	・		・	●	●	●	・	・	●	●		●	●	●	●	●
7 地域住民の利用の増加	・		・			●	●	・	●	・	●		・	●	●	●	・
8 地域活動（イベント等）の増加	・		・	・		・	●	・	・	・	●		・	●	●	●	・
9 まちづくりに対する官民それぞれの理解の深まり	●	●		●	・	●	・	・	●	●	●		●	・	●	●	●
10 街のブランド力の向上	・		●	・	・		・		・	・		●		・			●
11 来訪者の増加			・	・	・		●		●	・		●		・	●	●	●
12 商業・産業活動の活性化	・	・	●	・	・	・	●		●	●		●		・	・	●	●
13 まちの回遊性の向上	●	・	●	・	・	・	●	・	●	●	・	●		・	●	●	●
14 マスコミ・マスメディア掲載の増加														・	・	・	
15 外の目に対する住民の意識の萌芽						●		・		●			●	・	●	●	●
16 デザイン賞など各種賞の受賞														・		・	
17 官民それぞれの景観形成の機運の高まり	・	●	・	・		●	・	●	・	●	・		●	●	●	●	●
18 まちづくりの方向性・具体イメージの住民の共有	・			・		・	・			●	●	・	●	●	●	●	●
19 良好な景観の具体像に対する住民の理解の深まり	・			・		・	・			●	●	・	●	●	●	●	・
20 行政計画の拡充（景観計画など）	●	●	●	●	・		・	・	・	・			・	・			●
21 関係者間（行政機関、地元組織）の連携促進	●	●	・	・	●	・	●	●	●	●			●	●	・	●	●
22 景観形成推進のための体制構築	●	●	●	●	●		・	●	●	・			・	・		・	●
23 景観整備の周辺への広がり	●	・	・	・	●	・		・	●	●	・	●	●	●	●	●	・
24 景観創出事業の他地区、他都市への展開	・		・	・	●	・			・	・		・	・	●	・	●	・
25 「まち」に対する住民の関心の高まり	・	・	●	・	●	●	●	●	・	●	●		●	●	●	●	●
26 都市構造の景観的顕在化	・	・	●	・	・	・			●	●		●	・	・	・		●
27 地域シンボルの保全・創出	●		・	・	・	・	・		・	●	・	・	●	・	・	・	・
28 地域資源（歴史・文化）の発掘・保全	●		・	・	・	・	・		・	●	・	・	●	・	・	・	●
29 伝統技術の復元・活用	・		・	・	●	・	・		・	●	・	・	●	・	・	・	・
30 開発した技術の他事業への波及			・		・				・	・			・				・
31 地域の知恵を結集した新しい技術の開発			・	・	●	・	・	・	・	●		・	●				・

災害時における歴史的風致の維持に関する研究

A Study on the Maintenance of Historic Landscapes in the Event of a Disaster

（研究期間　平成 23～24 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　阿部　貴弘
Researcher　Takahiro ABE

The Law on the Maintenance and Improvement of Historic Landscapes in a Community (also, “Historic Preservation Law”) was enacted in May, 2008, to promote historic preservation linked with city planning administration and cultural properties administration. As of March 5, 2012, 31 cities throughout Japan had received approval for historic preservation plans based on the Historic Preservation Law, and have begun historic preservation projects taking advantage of their own region’s history and culture. In this paper, based on case studies, appropriate measures to recover from disaster have been revealed in order to maintain historic landscapes in the event of a disaster.

［研究目的及び経緯］

平成 23 年 3 月 11 日に、宮城県牡鹿半島の東南東沖 130㎞ の海底を震源として発生した東北地方太平洋沖地震では、日本における観測史上最大規模のマグニチュード 9.0 を記録し、震源域は岩手県沖から茨城県沖までの南北約 500㎞、東西約 200㎞の広範囲に及んだ。この地震により、場所によっては波高 10m 以上、最大遡上高 40.5m にも上る大津波が発生し、東北地方と関東地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害をもたらした。また津波以外にも、地震の揺れや液状化現象等により、東北と関東の広大な範囲で被害が発生し、建造物では全壊が 126,315 戸、半壊が 227,339 戸（平成 23 年 12 月 12 日現在）に上った。

こうした中、平成 20 年 11 月に施行された「地域における歴史的風致の維持及び向上に関する法律」に基づく、歴史的風致維持向上計画の認定を受けている茨城県桜川市や福島県白河市、また計画認定の意向を有する複数の都市においても、石垣の崩落や土蔵・家屋の損壊など、歴史的風致の構成要素である建造物等が大きな被害を受けた。そうした被害を受けた建造物等の復旧にあたり、地域の歴史的風致に対する配慮が十分に行き届かないまま建造物等の更新が進んだ場合には、歴史的風致を維持することが困難な状況も想定される。

そこで研究においては、災害時における歴史的風致の維持に係る取組みの適切な実施に資するよう、歴史的風致維持向上計画の認定都市等において、歴史的風致の構成要素に係る地震被害の概況を把握するとともに、歴史的風致の維持向上の観点からそれらの復旧にあたっての課題を把握し、過去の被災事例分析等を踏まえ、現行の歴史的風致維持向上計画に基づく取組みに関して、災害時の復旧等にあたり改善すべき課題等を明らかにすることを目的とする。

［研究内容］

本研究では、まず、歴史的風致維持向上計画の認定都市及び認定意向を有する都市等のうち、東北地方太平洋沖地震で被害のあった 5 都市を選定し、これらの 5 都市に対してヒアリング調査および現地調査を実施し、被害の概況を把握するとともに、復旧の過程に応じた取組みの実施状況、および歴史的風致を考慮した復旧にあたっての課題等を把握・整理した。

次に、歴史的風致の主要な構成要素である歴史的町並み等を有する都市等において、過去に地震や風水害、火災で被害のあった地域の復旧事例を 7 事例抽出し、これらの 7 都市に関する文献調査、ヒアリング調査および現地調査を実施し、被害概況、歴史的風致を考慮した復旧にあたっての取組み内容、および復旧にあたってのポイントや課題等を把握・整理した。

以上の調査結果を踏まえ、復旧の過程（時間軸）に着目した取組みのポイントや課題を整理するとともに、各復旧段階における効果的な取組みの分析を踏まえ、現行の歴史的風致維持向上計画に基づく取組みに関して、災害時の復旧等にあたり有効な点及び改善すべき課題等を明らかにした。

［研究成果］

１．歴史的風致の構成要素に係る被災状況及び復旧等にあたっての課題等の把握

（１）調査対象都市の選定と調査の内容・方法

(a)調査対象都市の選定

調査対象とする都市については、歴史的風致維持向上計画の認定都市で、歴史的町並みを構成する土蔵・家屋の損壊、城跡の石垣の崩落等の被害があった茨城県桜川市真壁地区と福島県白河市、および計画認定の意向を有し（平成 23 年 12 月 6 日に認定）、貞山堀等に被害のあった宮城県多賀城市を対象として選定した。

さらに、重要伝統的建造物群保存地区で、町家や土蔵の損壊、町の中心を流れる小野川の護岸崩壊等の被害があった千葉県香取市佐原地区、奥州街道の宿場町で、特にまち中に点在する土蔵に大きな被害のあった福島県桑折町の計 5 都市を調査対象として選定した（表-1）。

表-1　調査対象都市

調査対象都市	被害の概要	重伝建地区	歴史的風致維持向上計画
①茨城県 桜川市 真壁地区	重伝建地区の特定物件の約 7 割に瓦の落下やズレ、外壁の崩壊・剥落・亀裂等の被害が発生。	H22. 4.16 選定	H21. 3.11 認定
②宮城県 多賀城市	津波被害もあり、貞山運河や市指定文化財の沖の井に被害が発生。市内に点在する蔵にも被害あり。	—	H23.12. 6 認定
③千葉県 香取市 佐原地区	重伝建地区の特定物件の 6 割以上に被害あり。まち中を流れる小野川の護岸の崩落、孕み等の被害が発生。	H8.12.10 選定	—
④福島県 白河市	国指定史跡である小峰城の石垣が崩落。蔵等の歴史的風致形成建造物候補物件の 6 割以上に被害あり。	—	H23. 2.23 認定
⑤福島県 桑折町	国指定重要文化財の伊達群役所で壁のクラック等の被害が発生。奥州街道沿いに点在する蔵も外壁の崩壊等の被害あり。	—	—

(b)調査の内容・方法

本研究における被災地の現状調査は、震災による被害状況はもとより、震災発生から調査実施時点までの行政や民間による復旧対応の状況やその過程を把握・分析することが重要となる。そこで、調査対象都市の被災状況調査にあたっては、物理的な被害状況に加え、復旧対応の“過程（時間軸）”に着目した取組み状況について把握した。

調査方法については、行政担当者へのヒアリング調査により、復旧対応の時系列的な流れや復旧に関する取組み状況、円滑な復旧を妨げている課題等について把握した。さらに、歴史的風致維持向上計画の認定都市や認定意向を有する都市については、復旧にあたって歴史的風致維持向上計画が果たし得る役割や、災害復旧の観点からみた歴史的風致維持向上計画に基づく取組みの課題等についてもあわせて把握した。

（２）調査結果

(a)復旧に関する取組み状況

調査結果として、調査対象 5 都市における歴史的建造物等の復旧に関する取組み状況について、表-2 に整理した。あわせて、これらの取組みに係わる復旧対応の時系列的流れについても、表-3 に取りまとめた。

(b)歴史的建造物等の復旧にあたっての課題

さらに、調査対象都市において、復旧にあたっての課題として、以下の 8 つの項目を抽出した。

①歴史的建造物の文化財等としての価値付けと周知
②支援制度運用のマニュアルづくり
③文化財等の調査・復旧に関する災害派遣協定
④公費による被災建物の解体処理
⑤被災状況の確認活動に対する支援
⑥職人不足と工事単価の高騰
⑦伝統工法での修復の難しさ（工事期間、費用等）
⑧制度的課題

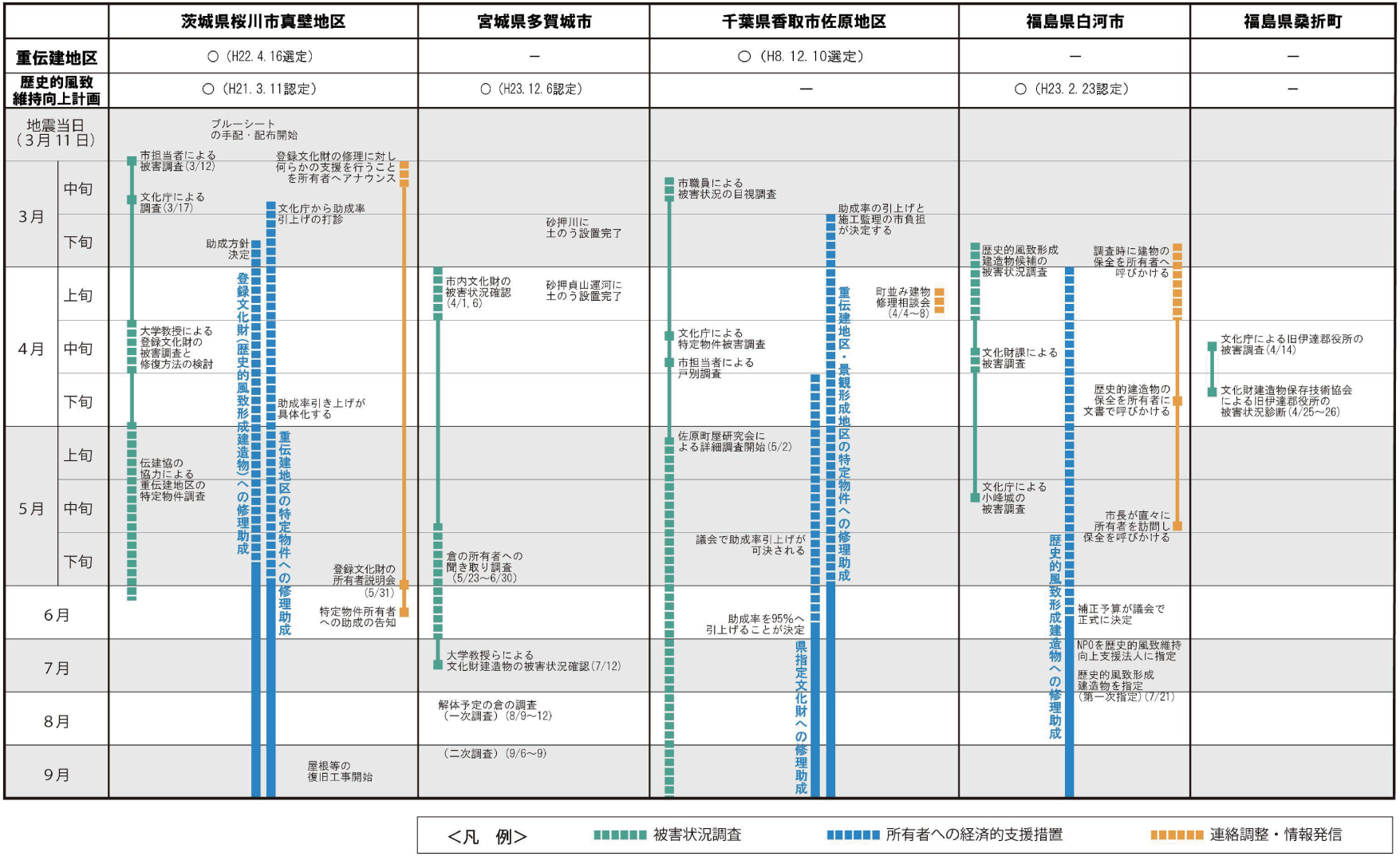
(c)災害復旧の観点から見た歴史的風致維持向上計画の課題

以上に加え、災害復旧の観点から見た、歴史的風致維持向上計画に基づく取組みの課題として、以下の点を把握した。

土葺きの屋根がずれて落下する被害が多く見られた桜川市真壁地区では、歴史的建造物の保存状態に関する調査を歴史的風致維持向上計画に基づく取組みとして実施すべきという意見があった。その他、未指定の文化財や登録有形文化財の修理に対する支援メニューの必要性や、計画認定期間後（10 年後）の歴史的風致形成建造物に対する支援措置に関する課題の指摘も見られた。

表-2　歴史的建造物等の復旧に関する取組み状況

		茨城県桜川市真壁地区	宮城県多賀城市	千葉県香取市佐原地区	福島県白河市	福島県桑折町
重伝建地区		○（H22.4.16選定）	－	○（H8.12.10選定）	－	－
歴史的風致維持向上計画		○（H21.3.11認定）	○（H23.12.6認定）	－	○（H23.2.23認定）	－
被害状況調査	震災前からの歴史的資源のリスト化・基礎資料整理	● ・伝統的建造物群保存地区 ・登録有形文化財の指定（104棟）	● ・歴史的風致維持向上計画の策定を機とした蔵等の歴史的建造物調査	● ・伝統的建造物群保存地区	● ・歴史的風致維持向上計画の策定を機とした蔵等の歴史的建造物調査	
	文化財等の被害状況調査	●	●	●	●	●
	被害状況調査とあわせた図面作成等、歴史的資源のデータ収集・整理		●	●	●	
調査の実施体制（人的支援の状況）	他の自治体からの支援	●	●			
	有識者等の専門家の支援	●	●		●	
	地元組織・団体による調査協力			● 佐原町屋研究会	● ＮＰＯ法人しらかわ建築サポートセンター（歴史的風致維持向上支援法人）	
所有者への経済的支援措置	重伝建地区の指定物件に対する復旧支援	● ・所有者負担率の軽減（20%→10%） ・県の「文化財等災害復旧補助事業」による所有者負担の3/4の助成 ・助成上限額の撤廃		● ・助成上限額の上乗せ（700万円→1,000万円） ・市の直接事業としての施工監理（施工監理の個人負担の軽減）		
	指定文化財に対する復旧支援	● ・県の「文化財等災害復旧補助事業」による所有者負担の3/4の助成		● ・所有者負担率の軽減（1/3→5%）		
	登録有形文化財を含む未指定文化財に対する復旧支援	● ・歴史的風致形成建造物（重伝建地区外の登録有形文化財）に対する修理助成（助成率2/3,上限300万円） ・県の「文化財等災害復旧補助事業」による所有者負担の3/4の助成	○（予定） ・歴史的風致維持向上計画に基づく「板倉、石倉、土倉等の歴史的建造物活用事業」による修理助成	● ・景観形成地区内の指定物件に対する修理助成（助成率2/3,上限500万円）	● ・歴史的風致形成建造物に対する修理助成（助成率1/2,上限300万円）	
連絡調整・情報発信	復旧支援等に関する早期の情報発信	●		●	●	
	住民相談会・説明会の開催	●		●		


茨城県桜川市真壁地区
宮城県多賀城市
千葉県香取市佐原地区
福島県白河市
福島県桑折町
重伝建地区
○（H22.4.16選定）
－
○（H8.12.10選定）
－
－
歴史的風致維持向上計画
○（H21.3.11認定）
○（H23.12.6認定）
－
○（H23.2.23認定）
－
地震当日（3月11日）
3月 中旬
3月 下旬
4月 上旬
4月 中旬
4月 下旬
5月 上旬
5月 中旬
5月 下旬
6月
7月
8月
9月
ブルーシートの手配・配布開始
市担当者による被害調査(3/12)
文化庁による調査(3/17)
登録文化財の修理に対し何らかの支援を行うことを所有者へアナウンス
文化庁から助成率引上げの打診
助成方針決定
登録文化財（歴史的風致形成建造物）への修理助成
大学教授による登録文化財の被害調査と修復方法の検討
助成率引き上げが具体化する
重伝建地区の特定物件への修理助成
伝建協の協力による重伝建地区の特定物件調査
登録文化財の所有者説明会(5/31)
特定物件所有者への助成の告知
屋根等の復旧工事開始
砂押川に土のう設置完了
市内文化財の被害状況確認(4/1,6)
砂押貞山運河に土のう設置完了
倉の所有者への聞き取り調査(5/23～6/30)
大学教授らによる文化財建造物の被害状況確認(7/12)
解体予定の倉の調査（一次調査）(8/9～12)
（二次調査）(9/6～9)
市職員による被害状況の目視調査
助成率の引上げと施工監理の市負担が決定する
重伝建地区・景観形成地区の特定物件への修理助成
町並み建物修理相談会(4/4～8)
文化庁による特定物件被害調査
市担当者による戸別調査
佐原町屋研究会による詳細調査開始(5/2)
議会で助成率引上げが可決される
助成率を95%へ引上げることが決定
県指定文化財への修理助成
歴史的風致形成建造物候補の被害状況調査
文化財課による被害調査
文化庁による小峰城の被害調査
歴史的風致形成建造物への修理助成
調査時に建物の保全を所有者へ呼びかける
歴史的建造物の保全を所有者に文書で呼びかける
市長が直々に所有者を訪問し保全を呼びかける
補正予算が議会で正式に決定
NPOを歴史的風致維持向上支援法人に指定
歴史的風致形成建造物を指定（第一次指定）(7/21)
文化庁による旧伊達郡役所の被害調査(4/14)
文化財建造物保存技術協会による旧伊達郡役所の被害状況診断(4/25～26)
＜凡　例＞
被害状況調査
所有者への経済的支援措置
連絡調整・情報発信

２．災害時の復旧に係る事例調査

（１）調査対象都市の選定と調査の内容・方法

(a)調査対象都市の選定

復旧に係る事例調査の対象については、地震被害に限定するのではなく、風水害や火災における復旧事例も含め、それぞれの復旧にあたっての課題や効果的な取組みを抽出・整理することとした。

また、対象とする災害の年代については、ヒアリング等で得られる情報の精度、また歴史的環境の保全等に対する時代的要請等を踏まえ、伝統的建造物群保存地区制度が創設された 1975 年以降を対象とし、以下の 7 事例を調査対象として選定した（表-4）。

表-4　調査対象都市

調査対象事例	災害の種類	被害の状況・取組みの概要
①兵庫県神戸市 北野・山本地区	兵庫県南部 地震 (H7. 1.17)	**重伝建地区の指定物件の全てに被害が発生** →復興基金による未指定文化財も含めた復旧支援 →市の直接事業としの設計監理の実施や助成対象としての壁の構造補強の実施等による所有者負担の軽減　等
②兵庫県神戸市 灘酒蔵地区	兵庫県南部 地震 (H7. 1.17)	**約50件あった古酒蔵の全てに被害があり、大部分が全壊** →酒蔵資料館・記念館の再建、酒蔵地区のイメージを踏まえた新築建物のデザイン的配慮　等
③鳥取県日野町 根雨地区／ 黒坂地区	鳥取県西部 地震 (H12.10. 6)	**宿場町の歴史的町並に大きな被害** →県による「住宅復興支援制度」の創設と所有者負担ゼロの住宅復興支援　等
④石川県輪島市 黒島地区／ 總持寺周辺地区	能登半島 地震 (H19. 3.25)	**門前、船主集落の歴史的町並みに大きな被害** →復興基金「能登ふるさと住まい・まちづくり支援事業による景観に配慮した町並み再建支援 →被災後の重伝建地区選定（黒島地区）　等
⑤広島県呉市 御手洗地区	風水害 (H3. 9.27)	**高潮による港湾施設の損壊、床上浸水等の建物被害** →歴史的景観に配慮した港湾災害復旧事業 →被災後の重伝建地区選定　等
⑥兵庫県佐用町 平福地区	風水害 (H21. 8. 9)	**台風による佐用川の氾濫、宿場町の歴史的町並みに大きな被害** →景観形成地区の前倒し適用と、景観形成支援事業による復旧支援 →景観に配慮した佐用川の復旧　等
⑦岐阜県高山市 三町地区	火災 (H8. 4. 4)	**酒蔵場の火災、焼失面積約 2,000 ㎡** →自衛消防隊による初期消火や救助活動による被害の最小化 →伝建地区拡大による防火帯としての土蔵群の改修・活用　等

(b)調査の内容・方法

調査にあたっては、各調査対象事例について、文献調査、現地調査、および復旧に関わった行政の担当者や民間の活動団体の代表者等へのヒアリング調査を実施し、被害概況や歴史的風致を考慮した復旧にあたっての取組み内容について把握した。

調査の内容については、被災状況調査と同様、復旧対応の“過程（時間軸）”に着目し、どのような取組みをどのような段階で実施したのか、各取組みについて上手くいった点と課題が残った点、また「こうすればもっとスムーズに復旧が進んだ」といった改善提案について把握した。

（２）調査結果

(a)歴史的風致を考慮した復旧にあたってのポイント

事例調査結果を踏まえ、歴史的風致を考慮した復旧にあたっての取組みについて、災害時に対する備えとしての［調査・計画・制度］、被災時の調査・復旧に関わる［体制・人的支援］、住民に向けた［情報発信］、歴史的建造物等の復旧に関わる［経済的支援措置］の 4 つの視点から整理するとともに、そのポイントとして、以下の図-1 に示す 10 の事項を抽出した。

【調査・計画・制度】

①歴史まちづくりに関する計画等の策定、修理・修景基準等の設定

【体制・人的支援】

②行政と地域のまちづくり団体等との、平常時からの連携体制の構築

③被害状況調査やその後の復旧対応における専門家等の人的支援

→被害状況調査における支援

→歴史的風致を考慮した復旧対応における支援

④都道府県による被災自治体（市区町村）のバックアップ

⑤地元の伝統工法を熟知した業者（大工等）による修理

【情報発信】

⑥被災建物が安易に解体処理されないようにするための早期からの情報発信

→建物の被害状況に関する正確な情報提供

→早期における復旧に関する支援枠組みづくりとその情報発信

→町並み復興等に対する地域住民の理解醸成

【経済的支援措置】

⑦復旧・復興に関する財源の確保

⑧所有者負担の軽減による文化財等の歴史的建造物の修理・復旧の促進

→指定文化財等に対する復旧支援

→未指定文化財に対する復旧支援

⑨被災建物の復旧支援（修理助成）による解体処理の抑制

⑩景観配慮に対する助成の実施による歴史的風致を考慮した復旧に対する動機付け

図-1　歴史的風致を考慮した復旧にあたってのポイント

(b) 歴史的風致を考慮した復旧にあたっての課題

歴史的風致を考慮した復旧にあたっての課題として、以下の図-2 に示す 7 つの事項を抽出した。

【調査・計画・制度】
- ①歴史的まちづくり等に関する長期的視点に基づく目標や方向性の設定・共有化
- ②歴史的建造物の文化財等としての価値付け
- ③全額公費による被災建物の解体処理

【情報発信】
- ④建物の被害状況に関する正確な情報提供
- ⑤被災直後からの住宅復旧等に関する相談窓口の設置

【経済的支援措置】
- ⑥早期の段階における未指定文化財等に対する支援措置の設定
- ⑦復旧に関する経済的支援制度の効果的な運用
  - →復旧工事の期限設定
  - →支援対象の設定
  - →その他制度運用面での課題

図-2　歴史的風致を考慮した復旧にあたっての課題

3．復旧の時間軸に着目した取組みのポイント

以上の調査結果を踏まえ、復旧の過程（時間軸）に着目し、「平常時」「災害時」「復旧時」の各段階における取組みのポイントを整理した（図-3）。

＜「平常時」の取組みのポイント＞
- ①歴史的建造物のリスト化と文化財等としての価値付け／図面などの基礎資料の収集・整理
- ②歴史まちづくり計画等の策定／修理・修景基準等の策定
- ③歴史的建造物の定期的メンテナンスと事前診断・補強対策等の実施
- ④行政と地域のまちづくり団体等との連携体制の構築
- ⑤文化財等の調査・復旧に関する自治体間の支援体制づくり（支援協定の締結等）

＜「災害時」の取組みのポイント＞
- ①都道府県による被災自治体（市区町村）のバックアップ
- ②文化財等の被害状況調査に対する他自治体や専門家等からの支援
- ③建物等の被害状況に関する所有者への正確な情報提供と、修理等に関する所有者の意向把握
- ④復旧・復興に関する財源の確保（復興基金の創設等）
- ⑤早期における復旧に関する支援枠組みづくりとその情報発信
- ⑥町並み復興等に対する地域住民の理解醸成

＜「復旧時」の取組みのポイント＞
- ①所有者負担の軽減による文化財等の歴史的建造物の修理・復旧の促進
- ②被災建物の復旧支援（修理助成）による解体処理の抑制
- ③景観配慮に対する助成の実施による歴史的風致を考慮した復旧に対する動機付け
- ④復旧対応における専門家等の人的支援
- ⑤地元の伝統工法を熟知した業者（大工等）による修理

図-3　復旧過程（時間軸）に着目した取組みのポイント

さらに、各取組みのポイントを災害時に対する備えとしての［調査・計画・制度］、被災時の調査・復旧に関わる［体制・人的支援］、住民に向けた［情報発信］、歴史的建造物等の復旧に関わる［経済的支援措置］の 4 つに分け、「復旧の過程」×「取組み内容（種類）」のマトリクスで整理した（図-4）。

また、以上に整理した各取組みは、例えば、平常時に策定されていた歴史まちづくり計画等の存在が、復旧・復興に関わるスムーズな財源確保につながり、それが早期における支援枠組みづくりと町並み復興等に対する住民理解の醸成につながるといったように、相互に効果の関連性が存在する。そこで、このような取組みと効果との関係性について、フロー図として整理した（図-5）。

4．歴史的風致維持向上計画に基づく取組みの有効な点と課題

ここでは、歴史的風致を考慮した復旧にあたっての効果的な取組み事項および課題等を踏まえ、現行の歴史的風致維持向上計画に基づく取組みに関して、災害時の復旧等にあたり有効な点及び改善すべき課題等について検討を行う。

（1）歴史的風致維持向上計画に基づく取組みの有効な点

①歴史まちづくりに関する目標や課題の整理・設定

歴史的風致を考慮した復旧にあたって、平常時に取組むことが効果的な事項として「歴史まちづくり計画等の策定」を挙げたが、地域の歴史まちづくりに関する目標や課題が整理され、庁内および地域内で共有される歴史的風致維持向上計画の策定は、まさにこの事項に該当する。「歴史的風致維持向上計画を策定することにより、歴史的資源を群として、人の活動と絡めて見る視点が持てるようになった。このような視点がなければ、個人所有の未指定の文化財にはアクションを起こしにくかったと考える。」（多賀城市）という指摘もあるように、歴史的風致維持向上計画の策定が、歴史的風致を考慮した復旧に対しても一定の役割を果たしている。

災害が発生してから、歴史まちづくりの方針等を設定し、それに基づく復旧を行うことは実質的に困難であることから、復旧対応のあり方や方法を検討する上での拠り所、あるいは根拠となる計画が存在することは、歴史的風致を考慮した復旧にあたってきわめて重要である。

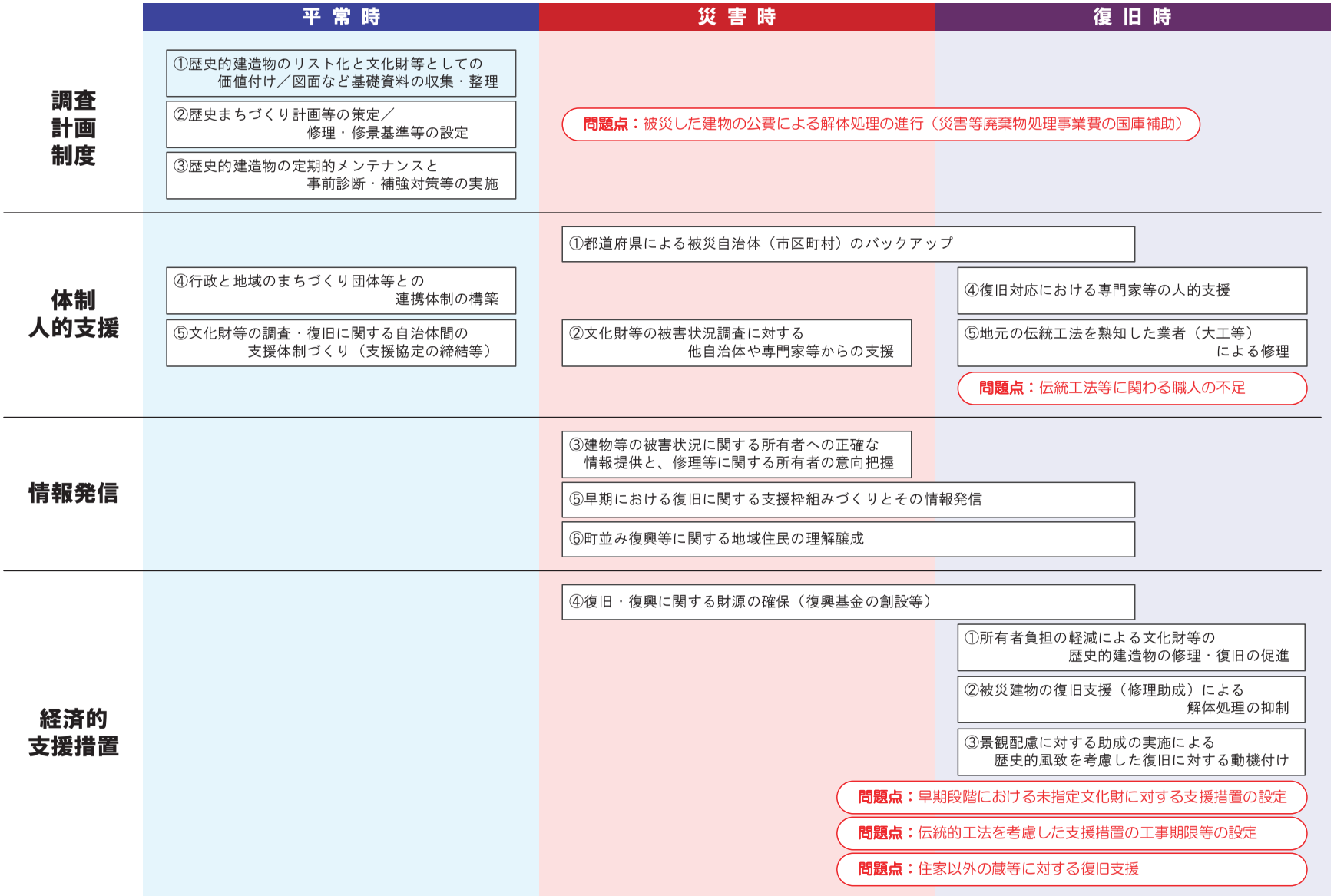


図-4　「復旧の過程（時間軸）」及び「取組み内容（種類）」に着目した取組みのポイント

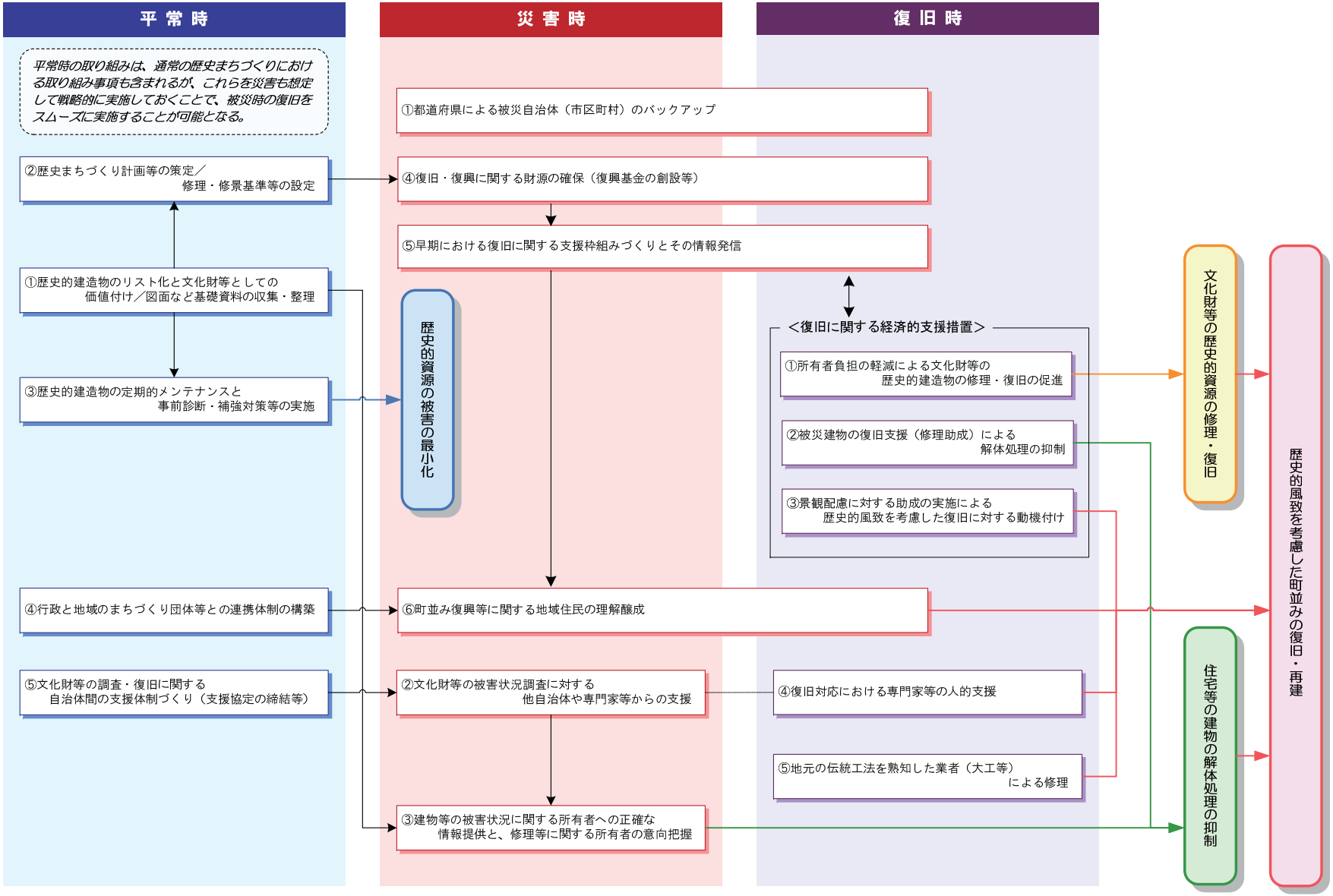


図-5　歴史的風致に配慮した復旧の取組みと効果との関係図

②計画策定の際に実施する歴史的資源の把握・資料整理

歴史的風致維持向上計画の策定にあたり、歴史的風致を構成する要素（歴史的建造物等）の総合把握は必須事項とはなっていないが、地域の「維持及び向上すべき歴史的風致」の整理、取りまとめにあたっては、一定程度の歴史的資源の把握調査が行われる場合が多い。今回の被災都市である白河市と多賀城市において、歴史的風致維持向上計画の策定を機に歴史的建造物（蔵等）の分布等の調査を実施していたことが、震災後の被害状況調査の実施（調査すべき物件の速やかな抽出）や復旧対応の検討に役立てられている。このような歴史的資源の把握・資料整理も、災害時の復旧にあたり、歴史的風致維持向上計画に基づく取組みの有効な点として指摘することができる。

なお、地域の文化財をその周辺環境も含め総合的に保存・活用していくことが目指されている「歴史文化基本構想」では、未指定を含む全ての文化財のリストアップを行うことが基本となっている。そのため、歴史的風致維持向上計画とともに、歴史文化基本構想を策定することが、災害時の復旧を想定した場合、より効果的なものと考えられる。

③歴史的風致維持向上計画における歴史的資源の明確な位置づけ

今回の被災都市である白河市では、「震災前に歴史的風致維持向上計画の認定を受けていたことで、歴史的建造物やインフラ施設を価値づけるための仕組みが出来上がっていたため、本計画に位置づけることで国庫補助の交付対象とすることができた。これにより、歴史的建造物の修復に街なみ環境整備事業を活用したり、小南湖を都市災害復旧事業により復旧したりすることが可能となった。」との指摘がある。法律等で特に明文化されているわけではないが、国が認定を行う歴史的風致維持向上計画に、地域の歴史的風致を構成する重要な要素を明確に位置づけておくことで、災害復旧の優先実施に対する説明根拠になり得るという指摘であり、災害時の復旧にあたっての、歴史的風致維持向上計画の有効な点の一つといえる。

④歴史的風致形成建造物の指定による未指定文化財に対する修理助成の実施

桜川市真壁地区および白河市では、被害のあった登録有形文化財等の歴史的建造物を震災後に「歴史的風致形成建造物」に指定（追加指定）することで、修理に対する助成を行っている。登録有形文化財を含む未指定の文化財に対しては、一般に修理に対する支援措置がないため、被災した建造物は一般の住宅等と同様、解体処理されてしまう恐れがある。そのため、このように未指定の文化財に対し、修理に対するインセンティブを付与するような措置は、歴史的風致を考慮した復旧に有効である。

なお、歴史的風致維持向上計画の認定期間は、認定後 10 年間であるため、今回の事例はたまたまこの認定期間内であったため講ずることができた措置という面はあるが、歴史的風致維持向上計画の枠組みを活用した、災害時の復旧にあたっての特徴的な取組みとして挙げられる。

⑤歴史的風致維持向上支援法人による被害状況調査等の実施

白河市では、歴史的風致維持向上支援法人に指定されている「NPO 法人しらかわ建築サポートセンター」の協力のもと、歴史的建造物の被害状況調査やその後の復旧支援が行われている。歴史的風致を考慮した復旧にあたり、災害時に取組むことが効果的な事項として「文化財等の被害状況調査に対する他自治体や専門家からの支援」を挙げたが、このような歴史的建造物の調査・保全を目的とした団体が被災前に組織化されていると、被災後の迅速かつ詳細な調査、およびその後の復旧支援を行う上で有効といえる。

⑥計画策定を通じた庁内・市民の歴史的風致に対する意識向上と庁内の連携体制の構築

多賀城市では、災害復旧にあたっての歴史的風致維持向上計画の有効な点として、「歴史的風致維持向上計画を策定することで庁内や市民の意識も向上した。また、都市計画担当者と文化財担当者の協力体制・情報共有の意識が向上し、お互いの分野を考慮しながら業務を進めていけるようになった。」という指摘がある。これは、災害時に限らず、歴史まちづくりを進める上での効果であるが、特に災害時には、このような市民の意識向上や庁内の連携体制の構築が、歴史的風致を考慮した復旧にあたって有効であると指摘できる。

（２）歴史的風致維持向上計画に基づく取組みの改善すべき課題等

①認定都市間における災害時も含めた技術支援に関する協力体制の確認

災害時においては、避難所対応等で行政職員が文化財等の被害状況調査に時間を割きにくいことを踏まえると、他自治体の専門職員や専門家等の人的支援がきわめて重要となる。このような人的支援を迅速かつ円滑に確保する上では、平常時に、文化財等の調査・復旧に関する自治体間の支援体制づくりを行っておくことが効果的となる。今回の被災都市である桜川市真壁地区では、全国伝統的建造物群保存地区協議会に技術協力を要請し、亀山市や金沢市など 5 市から、約 1 週間ごとのリレー形式での調査協力を得ている。

歴史的風致維持向上計画の認定都市でも、平時に歴史まちづくりに関する技術相談を行えるような体制の延長として、認定都市間で災害時の協力体制の確認を行っておくことが効果的である。また、必要に応じて災害時の支援協定を締結することも考えられる。

②地域防災計画の上位・関連計画としての位置づけと連携

都道府県および市町村が定める防災に関わる計画には、災害対策基本法第 42 条の規定に基づき定められる地域防災計画がある。また重伝建地区では、国庫補助事業として「重要伝統的建造物群保存地区防災計画策定調査」が位置づけられており、地区の防災計画が定められるケースもある。文化財等の歴史的建造物を災害から守っていくためには、このような地域防災計画等に、事前・事後の対応が明記される必要があり、例えば京都府の地域防災計画では、文化財災害予防計画、文化財等の応急対策、文化財等の復旧計画が位置づけられている。

一方、歴史的風致維持向上計画では、歴史的風致の維持及び向上に関する方針の作成にあたり、総合計画や都市計画マスタープラン、景観計画等における目標像や方針、さらに取組みの方向性との整合性の確保が求められる。歴史的風致を考慮した復旧を考えた場合、地域防災計画等において、文化財等の歴史的建造物の防災および復旧対応を明記するとともに、歴史的風致維持向上計画の中でも、上位・関連計画として地域防災計画を位置づけ、災害時の対応において連携を図ることができるよう配慮することが求められる。

③災害を想定した復旧体制や対策の検討

歴史的風致維持向上計画では、文化財に対する防災の体制や防災設備の現状を把握した上で、消防局等をはじめとした関係部局、地域の防災組織等各種団体と連携した体制の構築、防災訓練等の予防措置等に関する課題と対策を明記することとなっている。

一方、歴史的風致を考慮した復旧を考えた場合、このように被害を未然に防ぐまたは最小化するための「防災」に関する事項とともに、一定の災害を想定した復旧対応の体制や緊急時の対策マニュアルを検討、準備しておくことが重要であり、必要に応じて、歴史的風致維持向上計画の中にも位置づけておくことも考えられる。

④計画認定期間後も見据えた継続的な取組み

歴史的風致を考慮した復旧にあたっては、それを支援する様々な手立てがあることが望ましい。今回被災した桜川市真壁地区および白河市では、被害のあった歴史的建造物を震災後に「歴史的風致形成建造物」に指定（追加指定）することで、修理に対する助成が行われ、未指定の文化財の復旧に効果を挙げている。

なお、歴史的風致維持向上計画の計画期間は認定後概ね 10 年間であるが、計画認定期間後も計画を更新して継続的な取組みを進めていくことが、災害復旧という観点からも重要である。また、歴史的風致形成建造物等については、計画期間内に必要な補強対策等を実施した上で、可能なものについては、災害時にも修復に対する支援措置を講ずることができる文化財等に指定していくことが望まれる。

⑤災害を想定した効果的な取組みメニュー

歴史的風致維持向上計画の認定都市では、計画に位置づけられたハード・ソフトの様々な事業が実施される。このような歴史的風致維持向上計画に基づく取組みとして、災害時の復旧を円滑に進める上で効果的と考えられる取組みとしては、例えば以下が挙げられる。

〇歴史的建造物の総合把握・リスト化

歴史的風致維持向上計画の策定にあたり、地域の歴史的風致を構成する要素（歴史的建造物等）に関する一定程度の調査は実施されるが、計画策定前（認定前）にこれらの網羅的な調査が行われるケースは少ない。今回の被災都市である多賀城市でも、計画策定にあたり、板倉等の歴史的建造物の調査は行われていたが、網羅的には実施されていなかったため、震災後にあらためて調査が行われている。

災害時の復旧対応を迅速かつ円滑に進める上でも、歴史的建造物の総合把握・リスト化を歴史的風致維持向上計画に基づく取組みとして実施しておくことが有効である。

〇歴史的建造物の保存状態に関する調査

災害時における歴史的建造物の被害を最小限にとどめる上では、平常時における文化財も含めた歴史的建造物の事前診断と適切な補強対策の実施も重要な取組みとなる。今回被災した桜川市真壁地区では、土葺きの屋根瓦がずれて落下する被害が多く見られたが、これらは長年修理をせずに土が乾いていたために起きたものであり、屋根の調査を事前実施して対応を行っておけば被害を最小限に抑えられたとの指摘があった。

歴史的風致維持向上計画に基づく取組みとして、このような歴史的建造物の保存状態に関する調査を実施するとともに、必要に応じて歴史的風致形成建造物に指定し、必要な補強対策等を実施することも効果的である。

［成果の活用］

本研究の成果を踏まえ、今後、災害時の歴史的風致の維持に資する取組みについて、「歴史的風致を考慮した災害復旧の手引き（仮称）」として取りまとめる予定である。

公共事業における景観検討の高度化に関する調査
景観アセスメントシステムの改善に関する検討

Research on sophistication of landscape assessment system of the public works

（研究期間　平成 22～23 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
研究官　阿部　貴弘
Researcher　Takahiro ABE

The purpose of this investigation is to evaluate the effect of the landscape assessment system, and to propose an improvement plan. This report is a summary of the effectiveness of the landscape assessment system by the analysis of 34 cases.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、「平成 22 年度国土交通省事後評価実施計画」（平成 21 年 8 月）に基づき、平成 22～23 年度にかけて「美しい国づくり政策大綱」に関する政策レビューを実施することから、同大綱の施策として位置づけられている景観アセスメントシステムについて、その導入効果を検証し、より効果的・効率的なシステムへと高度化を図っていくことが必要となっている。そこで、本調査では、地方整備局等における景観アセスメントシステムの取り組み実績について、実務上の課題を抽出するとともに、システムの導入効果の検証を行い、高度化に向けた方策を検討する。また、地方整備局等における景観アセスメントシステムの運用を支援するため、地方整備局等の担当者向けデータベースを構築し、本システムに基づく取り組みの情報の共有・活用化を図るものである。

［研究内容］

平成 23 年度は、景観検討の取り組み内容と効果との関係をより具体的に整理するために、個別の事例に着目した詳細分析を行った。調査対象事業は、平成 23 年 3 月 31 日現在の事業一覧から、①丁寧な（あるいは特徴的な）取り組みが行われていること、②できるだけ多くの効果が現れている（あるいは期待できる）こと、③一般検討事業を多く取り扱うことを条件として 34 事業を選定した。選定した事例の内訳を表-1 に示す。

表-1　分析対象事例の内訳

検討区分＼事業分野	官庁営繕	都市公園	河川	ダム	砂防	海岸	道路	港湾整備	計
重点検討事業	1	1	4	1	1	1	3	3	15
一般検討事業	1	0	5	4	1	1	6	1	19
計	2	1	9	5	2	2	9	4	34

表-2 ヒアリング項目

ヒアリング項目	内　　容
1. 景観検討の取り組み内容について	・取り組みの具体的な内容や経緯（どのような背景のもとに、どのような取り組みを、どのようなタイミングで行ったか）について、予め既存資料から整理した事業ごとの個票を用いて確認。 ・一般検討事業において、必須とされていない「検討体制の構築」や「予測・評価」を取り入れることになった理由や重点検討事業との違いについて確認。
2. 景観予測・評価の実施について	・景観予測・評価の具体的な方法とその選定理由、実施時の課題およびその解決方法、評価結果の妥当性の判断方法、予測・評価を実施したことによる効果や影響などについて、具体的な内容を確認。
3. 検討体制の構築、合意形成について	・住民意見の聴取および地方公共団体等との連携の経緯とその具体的な方法、実施上の課題およびその解決方法、意見聴取および連携による直接的・間接的な効果や影響、多事業間での合意形成の方法などについて、具体的な内容を確認。
4. 取り組みによる効果について	・取り組みによる効果の全体像を把握するため、景観検討に取り組んだことによって、事業関係者、地域住民、周辺地域等にどのような変化や影響があったかについて、取り組みの経緯を追いながら具体的な内容を確認。
5. その他	・景観検討の運用を踏まえたシステム全般に関する意見（運用上の工夫、改善が望まれる点など）を確認。

景観アセスメントシステムでは、すべての直轄事業を、重点検討事業、一般検討事業、検討対象外事業に区分し、区分に応じた景観検討を行うこととしており、重点検討事業では、学識経験者等を含めた検討体制の構築、CG等を用いた予測評価の実施および事業評価の実施を必須としている。一般検討事業では、これらの項目は必須とはなっていないが、重点検討事業と同様に実施している事業もあることから、それらを分析対象とすることで、システムの導入が景観検討のレベルアップに寄与した効果についても検証することを狙いとした。

これら事例について、既存文献・資料調査および事業担当者へのヒアリング調査を実施し、具体的な取り組み内容の把握ならびに取り組みによって発現した効果の抽出を行った。ヒアリング項目は表-2のとおりである。

［研究成果］

1．分析事例における取り組みの特徴（表-3）

事務所においては、職員で構成される景観検討委員会の設置や、独自に策定した景観整備指針等の運用など、それぞれの特性に応じた景観への取り組みが行われている。また、ワークショップ、調整会議、協議会、検討会、懇談会など、情報の共有・相互理解のための様々な意見交換の場を設け、地方公共団体との連携や地域住民等の意見の聴取とその反映を丁寧に進めている様子が伺える。景観予測・評価にあたっては、事業の段階や対象に応じて手法・ツールを使い分け、多面的な検討が実施されている。作成された視覚化資料は合意形成において有効に活用され、広報誌やホームページでの景観検討過程の公表も積極的に行われている。

一般検討事業においても、完成後の利活用や維持管理の主体は地域となることを踏まえて、重点検討と同様の取り組みが行われており、地方公共団体の景観計画等との整合を図りながら、住民等との協働による景観検討が進められている。

景観アセスメントシステムの運用開始以降に完了した事業はまだ少数であるが、景観カルテ等の作成により履歴を残す取り組みが進められており、それらの継承により維持管理段階までの景観検討の一貫性が担保されている。

2．事例分析によって捉えられた効果（表-3）

景観検討の取り組みを通じて、職員の景観に対する考え方や技術的な知見が深まり、景観検討の全体的なレベルアップに繋がっていることが確認された。また、地方公共団体との連携が深まることや、地域住民等からの意見を反映できたことにより、事業の円滑な推進が図られるのみならず、完成後の利用の増加や愛着の醸成、地域協働型の維持管理体制の確立、良好な広域景観形成へと波及していくことが想定された。

［おわりに］

景観アセスメントシステムの導入は、景観検討の水準を引き上げる効果があった。しかし、構想から維持管理までのすべての段階の効果を検証できる時期に至っていないため、今後も事後評価も含めて景観検討の実績を積み重ねて行くことが重要である。

表-3　ヒアリング結果例

項目＼事例名	吉野川加茂第二箇所築堤事業	吉井地区電線共同溝
1. 景観検討の取り組み内容	・地域の文化や自然景観への配慮が求められる地域での堤防整備を行うにあたり、地元との連携により、「地域の歴史を学ぶ」、「現地を見て考える」、「堤防整備について考える」という手順で、景観整備方針を策定した。	・伝統的建造物群保存地区に位置するため、うきは市の要望に基づき、市が展開している「伝統的な街並みを活かしたまちづくり」と一体となった整備を実施した。
2. 景観予測・評価の実施	・CG動画の作成（景観をリアルタイムに確認）、スケッチの多用（イメージの共有）、河川景観特性図（鳥瞰絵図）の利用（対象地域全体の景観的特徴の把握）、現地視察会の実施。	・フォトモンタージュの作成。 ・カラー舗装等のサンプルを用いた現地確認を実施。
3. 検討体制の構築、合意形成	・「吉野川中流域　地域文化・景観懇話会」の開催 （学識経験者、NPO、住民代表、東みよし町、事務所で構成、計3回）。 ・地域住民によるワークショップの開催（計5回）。 ・ワークショップの開催に先立ち、地域住民へのヒアリングを行い、対象地域の文化・景観特性の把握を行った。 ・懇話会からワークショップへのアドバイスを行うなど、両者の関係を密にする工夫を行った。 ・子どもの目線で考えることが重要であることから、小学5年生を対象とした子どもワークショップを開催した（計1回）。	・事務所内景観委員会の開催。 ・「吉井地区景観委員会」の開催（住民代表、九州電力、うきは市、事務所で構成、計3回）。 ・ふくおか国道色彩・デザイン指針の適用。
4. 取り組みによる効果	・ワークショップへの参加を通して、堤防ありきから、どのような堤防が良いのか、さらにどのような河川が良いのかというように、参加者の視野が広がった。 ・ワークショップ参加者に対する事後評価では、総じて高い満足が得られている。 ・事務所内の関係部署間で情報がリアルタイムに共有され、相互の役割分担が円滑に行われている。 ・景観整備方針の策定後に、東みよし市が景観行政団体となり、景観懇話会の取り組みが組み込まれている。	・完成後、地元有志による記念祝賀パレードが行われ、感謝状が贈呈されるなど、地元から高い評価を得た。
5. その他	・景観アセスメントシステムの実施要領である「四国地方整備局景観検討の手引き（案）」は、担当職員の心構えの段階から非常に参考にできるものであり、住民等関係者向けに表現を工夫したものがあれば、より効率的に検討が進むと考える。	・維持管理に向けて、事務所独自のカルテを策定し、実施の履歴を残すようなシートを作成している。

1.5 都市緑地の施工・管理の高度化に関する研究

8）公園樹木管理の高度化に関する研究
【国営公園等事業調査費】 55
9）道路緑化における効果的・効率的な施工・管理手法に関する研究
【道路調査費】 61

公園樹木管理の高度化に関する研究

Research on the improvement of the urban forest management

（研究期間　平成 21～25 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
研究員　久保田　小百合
Research Engineer　Sayuri KUBOTA

We grasped the danger of toppling of and the poor growth of the park trees by investigating the actual situation, and put together how to investigate of the healthiness of the trees for proper management. Moreover, we systemize the conservation measures in accordance with our results of the investigation of tree health.

［研究目的］

公園緑地においては、取り巻く環境の変化や経年変化など様々な要因から、樹木の成長に伴う巨木化や過密化、土壌の貧困化、病虫害による樹木の生育不良等が発生しており、根上りや倒木による障害にまで繋がることも少なくない。今後、安全で安心した公園緑地の利用を促進するためには、樹木の適正確実な維持管理が重要である。さらに、樹木が巨木化、過密化することに伴って増加していく管理コストについては、明確な管理目標を設定した上での効率的な維持管理を実施することにより、低減化を図る必要がある。

［研究内容］

平成 23 年度は、公園に植栽されている樹木を対象とした健全度調査方法を検討するとともに、その調査結果に応じた樹木保全対策について整理した。

［研究成果］

１．調査方法

１．１　健全度調査方法の検討

樹木の生育不良、枝折れ及び倒伏する危険性について、実際に公園に植栽されている樹木を対象とした実態調査を行い、その要因を把握した。さらに、各要因を診断するための健全度調査方法について、文献等を参考にしながら検討し、樹木診断カルテを含めてとりまとめた。

１．２　樹木保全対策の整理

樹木保全対策は、樹木診断カルテに基づく健全度調査結果の評価に対応できるよう、現状の緑化技術から最適と考えられる改善的処置を整理した。

２．　調査結果

２．１　健全度調査方法の検討

（１）樹木の健全度実態調査

樹木の健全度調査結果について、生育状況を表-1 に、危険度状況を表-2 に示す。

樹木の生育不良と危険性についての主な要因は、以下の項目があげられた。

＜樹木の生育不良要因＞

①植栽基盤の整備不良
②植栽基盤の踏圧による土壌固結
③強剪定等の不良な維持管理
④過密化による生育被圧
⑤木材腐朽菌による樹体の腐朽

表-1　公園樹木の健全度実態調査結果（生育状況）

分類	場所	機能	衰退状況	衰退要因	写真
生育状況	施設周辺	・シンボル ・修景	・枝の枯損による樹形崩壊 ・枝葉の生育不良	・強剪定 ・狭小な植栽基盤	
	園路沿い	・修景 ・視線誘導	・過密化による被圧、成長不良	・過密化	
	広場	・シンボル ・修景 ・緑陰	・葉の矮小化 ・根系の踏圧傷害	・植栽基盤土壌の固結	
		・シンボル ・修景	・土壌流出による露出根	・土壌の踏圧	
		・シンボル ・修景	・老化による樹勢衰退、腐朽の進行	・老化	
	樹林地	・環境保全等	・樹林過密化による植栽木同士の被圧 ・被圧木の折損	・放置（間伐の未実施）	
	全体	－	・境界地の侵入木 ・景観の悪化	・植栽木への生育被圧	

＜樹木の危険性＞

①強剪定等の不良な維持管理（不安定な樹体）
②木材腐朽菌による樹体の腐朽

表-2　公園樹木の健全度実態調査結果（危険度状況）

分類	場所	機能	外観等による危険状況	予測される障害	状況写真
危険度状況	建物周辺	・修景	・ゲート脇に植栽された樹木の根株腐朽、フェンスとの競合	・倒木、フェンスの破壊	
		・修景 ・遮蔽	・トイレ横に植栽された樹木の枝のライオンテイル（細長く伸長した枝の先端部分に密集している枝葉）	・枝折れ、トイレの破損	
		・修景	・水栓近くの樹木根系が伸長して、水栓基礎に侵入	・水栓の破壊	
		・修景	・塀に隣接した樹木	・塀の破壊	
		・修景	・池の畔に植栽された樹木の根系伸長阻害	・倒木による擁壁、舗装の破壊	
		・修景	・売店に隣接した樹木の過大成長 ・建物横に隣接した樹木の腐朽	・建物の破壊	
	園路・サイクリングロード等	・視線誘導 ・遮蔽	・園路横に植栽された樹木のライオンテイル	・枝葉が強風等により途中で折損し、落下枝となった際の通行者への障害	
		・視線誘導 ・遮蔽	・園路横に植栽された樹木の腐朽	・強風等で倒伏することによる通行者への障害	
		・視線誘導 ・遮蔽	・園路横に植栽された樹木の根系の伸長不良	・強風等で倒伏することによる通行者への障害	
		・視線誘導 ・遮蔽	・園路横に植栽された樹木の支柱の腐朽	・支柱が倒れることによる通行者への障害	
		・視線誘導 ・遮蔽	・園路横に植栽された樹木の繁茂による照明の影響	・照明不良	
		・緑陰 ・修景	・園路横に植栽された樹木の根上り	・縁石の破壊、歩行障害	
		・視線誘導 ・遮蔽	・園路横に植栽された樹木の傾斜	・強風等による倒伏	
		・視線誘導 ・遮蔽	・園路横に植栽された樹木の枝の腐朽、枯損	・強風等による枝折れ	
		・視線誘導 ・遮蔽	・園路横に植栽された樹木の傾斜、キノコ（コフキタケ）、土壌の盛り上がり	・倒木	
		・修景	・ガードパイプに隣接した樹木の巻き込み	・ガードパイプの破損	
危険度状況	外周境界地	・遮蔽 ・修景	・歩車道へ張り出した幹、枝の幹との付け根に腐朽がみられる	・隣接した歩車道へ張りだした枝葉や幹が折損し、落下した際の通行者への障害	
		・遮蔽 ・修景	・歩道へ張り出した枝のライオンテイル	・隣接歩道への張りだし枝葉が強風等により途中で折損し、落下枝となった際の通行者への障害	
		・遮蔽 ・修景	・境界地に植栽された樹木の根系が舗装工事等により切断されている	・根系伸長不良による倒伏、それによる障害	
		・遮蔽 ・修景	・境界地に植栽された樹木の支柱が不安定	・根系伸長不良による倒伏、それによる障害	
		・遮蔽 ・修景	・歩道との間に植栽された樹木の地下支柱の食い込み	・根系切断による倒伏、それによる障害	
	広場	・修景	・植栽された樹木の腐朽	・強風等で倒伏することによる利用者への障害	
		・修景	・植栽された樹木の根系の伸長不良	・強風等で倒伏することによる利用者への障害	
		・修景 ・緑陰	・植栽された樹木の根上り	・歩行障害	
		・修景	・植栽された樹木のガードリングルート	・強風等で倒伏することによる利用者への障害	
		・修景	・ベンチ上に張り出した枝のライオンテイル、腐朽	・強風等で枝折れすることによる利用者への障害	
		・修景	・支柱の放置	・公園利用者への接触等による人的障害	
	遊具周辺	・修景	・遊具に隣接した植栽木のライオンテイル	・枝折れすることによる利用者への障害	
		・修景	・遊具に隣接した植栽木の腐朽	・倒木による人的障害、遊具の破損	
		・修景	・遊具に隣接した植栽木の幹折れ	・幹折れによる人的障害、遊具の破損	
	樹林地	・修景 ・遮蔽	・植栽木の根系伸長不良（植栽基盤の不良、支柱の不良）	・強風等で倒伏することによる利用者への障害	
		・緩衝	・樹木の腐朽による幹折れ	・幹折れによる人的障害	

③過密化による生育不良（アンバランスな形状比）
④構造物等に隣接した樹木の巨木化、腐朽
⑤樹木保護材の不適切な管理（支柱等の破損）
⑥植栽基盤の整備不良（根上りによる舗装の凹凸）
⑦周辺工事による樹体損傷（腐朽）
⑧維持管理不良による通行障害、照明阻害（未剪定による枝葉の繁茂）

（２）樹木の健全度調査方法

樹木の診断手順を明確に示した上で、必要となる診断項目を網羅できるように樹木診断カルテを作成し、とりまとめた。

健全度調査は、まず、対象樹木が植栽されている場所において、現時点で樹木が存在する必要性があるのか（求められる機能を発揮しているのか）の確認を行い、その

必要性を大・小で判断する（診断後に変更する可能性を有する）。

次に、必要性が小さい樹木に対しては、簡易診断により樹勢の衰弱や樹体の欠陥を把握して、残存か伐採かを検討する。一方、必要性の大きな樹木に対しては、健全度診断（腐朽診断機器による診断も含む）と植栽環境調査により樹勢や樹体の詳細な欠陥を把握して評価を行い、その結果に応じた改善的処置を提案する（図-1）。

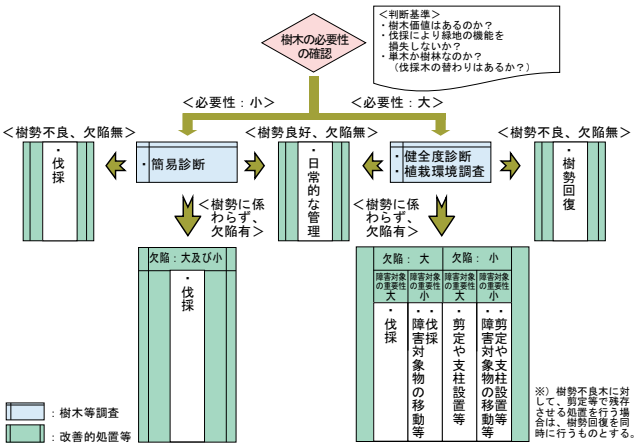


図-1　樹木健全度調査の手順

健全度調査の詳細は、以下のとおりである。

①簡易診断

簡易診断は、「基本情報」、「樹木形状」、「活力状況」、「欠陥」を調査し、その結果に合わせて樹木の必要性を再確認した上で、改善的処置を提案する（図-2）。

②健全度診断

樹木の健全度診断は、「基本情報」、「生育状況」、「地上部の欠陥」、「地下部の欠陥」、「野生動物の利用」を把握した上で、必要により機器による腐朽調査等の「詳細診断」を実施し、総合的に危険度を評価する（図-3）。

「詳細診断」は樹木の欠陥として大きな空洞や腐朽が疑われた場合に、必要により樹木腐朽診断を行うものである。具体的には、「γ線樹木腐朽診断機」や「レジストグラフ」等から測定条件に適した機器を選択して実施する（表-3、図-4）。

その評価結果に対して、次項にある「植栽環境調査」の結果を含めて改善的処置を提案する。

③植栽環境調査

植栽環境調査は、樹木の「生育条件」と樹木が倒伏等した際に障害を及ぼすと考えられる「障害対象」について把握し、その重要性について評価するものである（図-5）。

④診断結果の評価基準

①及び②における診断結果の評価基準は、「生育状況評価基準」、「樹木欠陥評価基準」、「詳細診断評価基準」、「総合評価基準」に基づいて、実施する（表-4～7）。

簡 易 診 断 票

診断年月日：平成　年　月　日　　診断者：

基本情報	公園名	○○公園		全景写真
	樹木番号	1-8		
	樹種名	シデ		
	植栽場所			
	植栽形態	単木	寄せ植え	(単)木
樹木形状	幹形状	(単)	双幹	複幹（　本）
	樹高	9 m		
	幹周（幹径）	0.6 m		
	枝張り	5.4 m		
	枝下高	1.5 m		
	不自然な傾斜	無	(有)（危険・安全）	
	樹高／幹径			
	枝長／枝径			
活力状況	樹勢	A・B・(C)・D・E		
	病虫害	無	(有) 病虫名：　）	
	枯れ枝	(無)	有（太さ・数：　）	

欠陥	空洞	無	(有) 部位：大枝　）	大きさ	(大)	小
	腐朽	無	(有) 部位：幹・大枝　）	大きさ	(大)	小
	キノコ	(無)	有（部位：　）	種類		
	打音異常	(無)	有（部位：　）	大きさ	大	小
	鋼棒貫入異常	(無)	有	貫入深	cm（貫入部幹径：　cm）	
	亀裂	(無)	有（部位：　）	大きさ	大	小
	不完全結合	(無)	有（部位：　）	状態		
	隆起	(無)	有（部位：　）	大きさ	大	小
	樹体の揺らぎ	(無)	有	大きさ	大	小

欠陥等の写真スケッチ

樹木の機能と必要性	樹木の機能	
	必要性の有無	なし

簡易診断の評価結果				
改善的処置の必要性	(不要)	不要	処置内容理由	伐採（林内のため）

図-2　樹木診断カルテ（簡易診断）の例

樹木カルテ （樹木健全度）

調査年月日：平成　年　月　日　　調査者：

基本情報	公園名	○○公園	植栽場所		全景写真
	樹種名	サクラ	樹木番号	3-7	
	植栽年（樹齢）	（　年）	前回調査年		
	樹木価値	シンボル・(主)・緑陰・遮蔽・指標・その他（　）			
	植栽形態	(単)・寄せ植え・樹林・その他（　）			
	管理履歴				
生育状況 樹木形状	幹形状	(単)・双幹・複幹（　本）			
	樹高	7 m			
	幹周（幹径）	1.89 m			
	枝張り	1.4 m			
	枝下高	1.6 m			
	不自然な傾斜	(無)	有（危険・安全）		
	樹高／幹径				
	枝長／枝径				
	樹冠形状				
活力状況	樹勢	(良い)・B（普通）・C（少し悪い）・D（悪い）・E（枯死）			
	葉の生育状況	A（良い）・B（普通）・C（少し悪い）・D（悪い）・E（枯死）			
	傷口材の成長	A（良い）・(B)（普通）・C（少し悪い）・D（悪い）・E（枯死）			
	病害	(無)	有	病名	
	虫害	(無)	有	虫名	

地上部の欠陥 枝	結合部	①幹との結合部の腐朽（キノコ）	(無)	有[　]	（キノコ：－）	地上部の欠陥写真（イラスト）
		②樹皮を巻き込んだ結合	(無)	有[　]		
		③穿孔害虫	(無)	有[　]	（虫名：　）	
	本体	④枯れ枝	(無)	有[　]		
		⑤ぶら下がり枝	(無)	有[　]		
		⑥腐朽・空洞・樹皮の枯死等	(無)	有[　]	（キノコ：　）	
		⑦亀裂	(無)	有[　]		
	バランス	⑧枝葉の偏り（ライオンテイル）	(無)	有[　]		
	頂上枝	⑨主幹切断部の腐朽	(無)	有[　]		
地上部の欠陥 幹	本体	①開口空洞	無	(小)	（大きさ：75×40cm）	
		②腐朽	無	(0.4m)	（キノコ：コフキタケ）	
		③亀裂	(無)	有[　]		
		④樹皮枯死・欠損	(無)	有[　]		
		⑤膨起	(無)	有[　]		
		⑥打診音	(無)	有[　]		
	結合	⑦不完全な結合	(無)	有[　]		
	昆虫	⑧昆虫	(無)	有[　]	（虫名：　）	
地上部の欠陥 根株	本体	①腐朽（キノコ）	無	(無)	[　]（キノコ：コフキタケ）	地下部の欠陥写真（イラスト）
		②鋼棒貫入	(無)	有[　]	（貫入深：　）	
		③根株の切断	(無)	有[　]		
		④ガードリングルート	無	(無)	[　]	
		⑤縫い石の巻き込み	(無)	有[　]		
	基盤	⑥樹体の揺れ	(無)	有[　]		
		⑦土壌との隙間	(無)	有[　]		
	昆虫	⑧昆虫	(無)	有[　]	（虫名：　）	
地下部の欠陥 根系	露出根	①露出根の切断痕	(無)	有[　]		
		②露出根の腐朽	(無)	有[　]		
		③露出根根皮の枯死・欠損	(無)	有[　]		
	地中根	④土壌の盛り上がり	(無)	有[　]		
		⑤特殊な植栽基盤	(無)	有[　]		
		⑥土壌の流出	(無)	有[　]		
		⑦土壌の固結	(無)	有[　]		
		⑧周辺工事の影響	(無)	有[　]		
野生動物の利用						

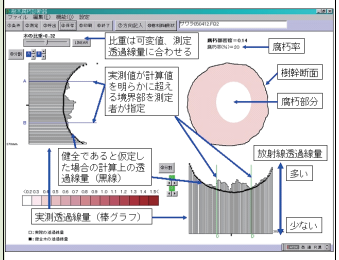
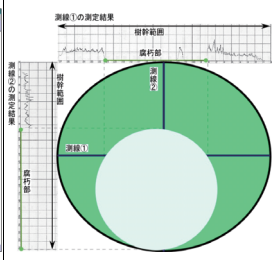
外観判定	生育	良好	所見（詳細診断の必要性）	あり（幹部にコフキタケ発生のため）
	危険度	中		

詳細診断	地上部	腐朽割合（%）	40%	次回の診断時期
		健全材厚の割合（%）		
	地下部	根系の腐朽割合（%）		

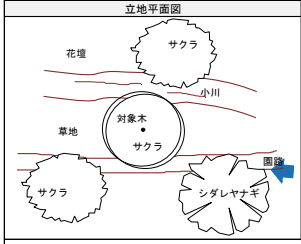
総合評価		所見	樹勢良好、今後腐朽の拡大など観察要
改善的処置	支柱の設置	所見	

図-3　樹木診断カルテ（健全度診断）の例

表-3　樹木腐朽診断機の例

	γ線透過量測定機（γ線樹木腐朽診断機）	貫入抵抗値測定機（レジストグラフ）
外観		
出力		
概要	○放射線が物質を透過する際に、物質の厚さや密度によって透過線量が変化する特性を利用して、簡易に非破壊で腐朽割合を予測するものである。	○物質に錐などで穴をあける際には、物質の硬さにより貫入の抵抗が変化する。そのため、樹木に錐を貫入させた際の抵抗が小さければ腐朽により強度低下が起こっていると予測するものである。
測定方法	①樹幹を挟んで放射線源と放射線検出器が水平にスライドできるように駆動治具を設置する。 ②モーターにより線源と検出器を同スピードで樹幹の端から端まで作動させる。 ③この間の透過線量を、設定した積算時間（5～10秒程度）毎にパソコンに取り込みグラフで表示させる。 ④測定値と、樹木が健全である場合の透過線量推定値（計算値）とを比較を行い、これを明らかに超える透過線量が確認できた場合にはその範囲を把握する。 ⑤これを樹幹に対して直交する2方向で行い、内部の腐朽状況を楕円形で推測する。 ⑥測定結果は、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。	①機器本体に記録紙を挿入して材の硬さに適したギアを組み込む。 ②本体の先端を測定部に密着させて、ドリルを電動で駆動させ、錐を材内に貫入する。 ③測定部位の貫入が終了したら、ギアを反転させて錐を引き抜き、記録紙を外す。 ④同じ幹断面の複数の方向から、①～③の作業を、測定数分繰り返し行う。 ⑤記録はデジタルデータとしても保存できる機器もあり、この場合はパソコンで処理することが可能である。 ⑥測定結果は、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。 ⑦測定結果から、健全材の厚さを確認するとともに、幹断面における腐朽の大きさを予測する。
利点	①完全な非破壊機器である。 ②樹木断面に対して面的な測定が可能である。 ③結果は測定直後に表示できる。 ④国産品のため故障等の対応が迅速である。	①貫入抵抗値を迅速に表示できる。 ②測定箇所にあまり縛られない機動性を有する。 ③測定時間が短い。
欠点	①微弱なγ線を使用する場合測定可能樹木の直径は1.5m程度に制限される。 ②心材と辺材の密度が大きく異なる樹種の場合、その違いを考慮して腐朽の判定を行わなければならない。 ③対象樹木の周りに障害物があると測定できない場合がある。 ④予測できる腐朽の形状が楕円形であり複雑な形状では誤差が生じる。	①樹木に傷を付けてしまう。 ②錐を貫入させた部分の測定であり、錐が腐朽部をはずれると腐朽を検出できない。 ③錐が曲がること（測定位置が不明確）がある。 ④貫入深さが進むにつれて切り屑が孔道にたまり腐朽部の抵抗値に影響を及ぼすことがある。 ⑤出力された抵抗値波形の判読が難しい。 ⑥測定可能樹木の直径は1m程度までである。 ⑦外国製品のため故障等の対応に時間を要する。

樹木カルテ（植栽環境調査）

立地平面図	周辺環境写真
	

生育条件	生育環境・保護材	気象による影響	小		
		支柱の損傷・食い込み	有		
		支柱の結束不良	有		
		踏圧防止板の損傷・食い込み	有		
		縁石の損傷・食い込み	有		
		舗装の損傷	有		
障害対象（樹高の2倍の範囲）	植栽地	周辺の土地利用	散策		
		植栽地基盤の形状	平坦		
	障害対象	利用者	無	低	利用頻度（ 高 ・ 中 ・ 低 ）
		建築物	有		利用頻度（ 高 ・ 中 ・ 低 ）
		ベンチ	有		利用頻度（ 高 ・ 中 ・ 低 ）
		駐車・駐輪	有		利用頻度（ 高 ・ 中 ・ 低 ）
		標識 ・ 照明 ・ サイン	有		利用頻度（ 高 ・ 中 ・ 低 ）
		その他施設（ 流れ ）	無	低	利用頻度（ 高 ・ 中 ・ 低 ）
		視距	無		
		その他	無		

写真（イラスト）

図-5　樹木診断カルテ（植栽環境調査）の例

樹 木 腐 朽 割 合 調 査 票

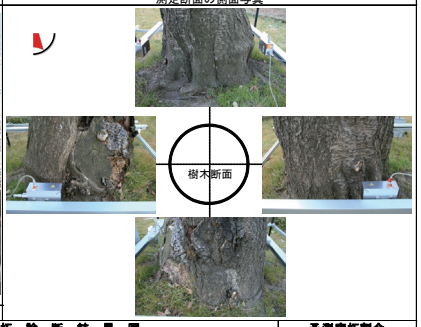
測定年月日：平成　　年　　月　　日

場　所	○○公園			樹　種	サクラ				
樹木 No.	3-7			樹　高		m	幹　周		cm
使用機器	γ線腐朽診断機（150cm）	使用線源	Cs^{137}（3.7MBq）		3	ST（秒）	10	枝張り	m
測 定 者		（所属）						SP（mm/秒）	1

樹　木　写　真

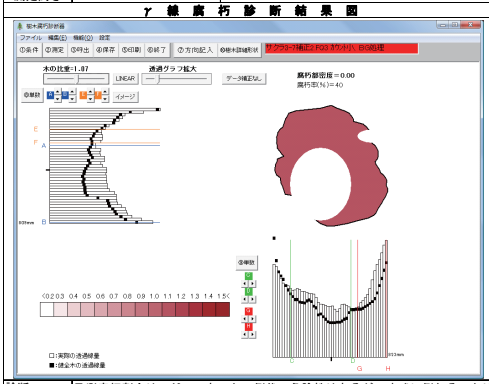
全景

測定断面の側面写真

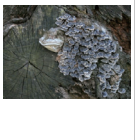


測定高さ	GL+25cm

γ 線 腐 朽 診 断 結 果 図



予測腐朽割合
40%
特記事項
視元で伐採された大枝の切り口にコフキタケ、カワラタケが着生している。



診断	予測腐朽割合は、40%であった。倒伏の危険性はあるが、すぐに倒れることは無いと考えられる。今後のモニタリングは必要である。

図-4　精密診断（樹木腐朽診断票）の例

表-4　生育状況評価基準の例

		評価基準				
		A	B	C	D	E
		旺盛な生育を示し、被害が全く見られない	普通の生育を示し、被害があまり目立たない	被害が明らかに認められる	生育状態が劣悪で回復が見込めない	枯死している
樹木形状	枝下高	車道＞4.5m 歩道＞2.5m	－	車道≦4.5m 歩道≦2.5m	－	－
	傾斜	無	有（安全）	有（危険）	－	－
	H／D比	≦50	－	＞50	－	－
	L／D比	≦40	－	＞40	－	－
活力状況	樹勢	a（良い）	b（普通）	c（少し悪い）	d（悪い）	e（枯死）
	葉	a（良い）	b（普通）	c（少し悪い）	d（悪い）	e（枯死）
	傷口材	a（良い）・b（普通）	c（少し悪い）	d（悪い）・e（なし）	－	－
	病虫害	－（病虫害が確認された場合は個別に被害を予測）				

表-5　樹木欠陥評価基準の例

診断項目				評価基準				
				A	B	C	D	E
地上部の欠陥	枝	結合部	①幹との結合部の腐 朽（子実体）	無				有
			②樹皮を巻き込んだ結合	無			有（小）	有（大）
			③穿孔害虫	無		有（小）		有（大）
		本体	④枯れ枝	無				有
			⑤ぶら下がり枝	無				有
			⑥腐朽・空洞・樹皮の枯死等	無		有（樹皮の枯死等）	有（空洞・腐朽が小）	有（空洞・腐朽が大）
			⑦亀裂	無				有
		バランス	⑧枝葉の偏り（ライオンテイル）	無			有	
		頂上枝	⑨主幹切断部（トッピング）の腐朽	無				有
	幹	本体	①開口空洞	無	芯に達しない周囲長比率：1/3未満	芯に達しない周囲長比率：1/3以上	芯に達する周囲長比率：1/3未満	芯に達する周囲長比率：1/3以上
			②腐朽（子実体）	無			有（小）	有（大）
			③亀裂	無			有（小）	有（大）
			④樹皮枯死・欠損	無		周囲長比率：1/3未満	周囲長比率：1/3以上	
			⑤隆起	無			有（小）	有（大）
			⑥打診音異常	無			有（小）	有（大）
		結合	⑦不完全な結合	無			有（小）	有（大）
		昆虫	⑧昆虫	無			有（小）	有（大）
	根株	本体	①腐朽（子実体）	無			有（小）	有（大）
			②銅棒貫入異常	無			有（小）	有（大）
			③根株の切断	無	有（小）	有（大）		
			④ガードリングルート	無		有（小）	有（大）	
			⑤縁石の巻き込み	無	有（小）	有（大）		
		基盤	⑥樹体の揺れ	無			有（小）	有（大）
			⑦土壌との隙間	無			有（小）	有（大）
		昆虫	⑧昆虫	無			有（小）	有（大）
地下部の欠陥	根系	露出根	①露出根の切断	無		有（小）	有（大）	
			②露出根の腐朽	無			有（小）	有（大）
			③露出根皮の枯死・ 欠損	無	有（小）	有（大）		
		地中根	④土壌の盛り上がり	無			有（小）	有（大）
			⑤特殊な植栽基盤	無	有（小）	有（大）		
			⑥土壌の流出	無	有（小）	有（大）		
			⑦土壌の固結	無	有（小）	有（大）		
			⑧周辺工事の影響	無	有（小）	有（大）		

表-6　詳細診断評価基準の例

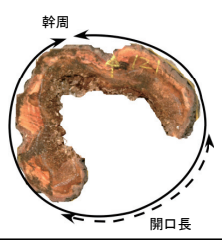
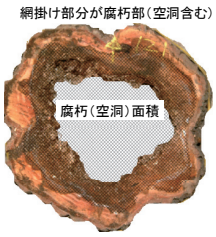
		開口空洞	腐朽・空洞割合
判定指標		開口空洞部の周囲長比率 （開口長／幹周）	幹の断面積に対する腐朽・空洞部の割合 （腐朽面積／幹断面積）
			
評価基準	A	0	0
	B	中心に連していない周囲長比率が33%未満、かつ活力度が普通以上	1%以上20%未満
	C	中心に連していない周囲長比率が33%未満、かつ活力度が少し悪い以下	20%以上40%未満
	D	中心に連している周囲長比率が33%未満、あるいは中心に連していない周囲長比率が33%以上	40%以上50%未満
	E	中心に連している周囲長比率が33%以上	50%以上

表-7　総合評価基準の例

総合評価		樹木健全度の総合評価基準
A	健全	生育状況、外観診断で全ての項目が「A」
B	僅かな異常がある	生育状況、外観診断で全ての項目が[B]以上
C	欠陥が認められるが、危険性はない	生育状況、外観診断で全ての項目が[C]以上
D	危険性を有しているが、すぐには倒伏、枝折れはしない	生育状況、外観診断で全ての項目が[D]以上
E	非常に高い危険性があり、すぐに倒伏、枝折れする恐れがある	生育状況、外観診断でいずれかの項目に「E」があるが、腐朽部や亀裂、不完全結合等の欠陥が「E」の場合では、精密診断の結果を含め総合的な観点から再判定

2．2　樹木保全対策の整理

（1）日常管理

樹木倒伏の危険性がない、あるいは低い場合には、日常管理における点検や定期的な剪定等で樹木の健全性を維持する（表-8）。

（2）剪定

樹木倒伏の危険性は高いものの、樹冠の縮小あるいは枝を間引く（枝透かし剪定）ことにより、風による圧力に抵抗することが可能であり、かつ求められる緑化機能がほとんど低下しない、あるいは低下しても数年で回復できると見込まれる場合には、剪定により危険性を低減する（写真-1）。また、枝枯れやぶら下がり枝、ライオンテイル（偏っている枝葉）も剪定により除去する（写真-2）。

剪定にあたっては、樹齢や活力状況から剪定後の成長を見込めることを確認しておくとともに、対象樹種における萌芽力や傷に関連する腐朽病の抵抗性、傷口材の成長による切断面の閉塞速度などについても考慮する。また、剪定する位置は、剪定後の腐朽や傷口材の形成に大きく影響するため、正しい位置を理解しておく必要がある。枝と幹は樹体の構造が分かれていることから、その境界部分、枝の付け根（幹との結合部）で切断する。逆に、枝を少し残したり、結合部の幹に傷をつけると、そこから腐朽菌に侵されやすくなる。また、枝の途中で剪定を行うと、そこから腐朽菌が侵入して枝枯れに繋がることが多くなる（図-6）。

切断時には、残された樹体の皮が剥がれないよう配慮する（図-6）。

表-8　日常点検の例

点検項目		点検の着眼点
樹木の生育状況	幹	著しい傾き、損傷や亀裂、空洞部・腐朽部、キノコの発生等
	枝	枯れ枝・折れ枝、損傷部、空洞・腐朽部、キノコの発生等
	葉	葉色、葉の大きさ、斑点、虫こぶ、枯れている葉等
	根株	根系の露出、根系の切断・損傷、キノコの発生等
保護材の状況	支柱	劣化・損傷、大きさの不適合、幹への食い込み等の影響
	踏圧防止板	
	保護柵	
	気象害対策	
周辺環境	被圧植生	雑草・近接樹木からの被圧、周辺樹木の伐採等による環境変化等
	近接物（建物等）	建物等の施設への接触、損傷等
	舗装	舗装や縁石の浮き上がり等
	照明・標識	照明不良、標識等の視認阻害等

写真-1　一般的な剪定例

写真-2　危険枝の剪定例

（幹と大枝の分岐部腐朽、ライオンテイルの危険性）

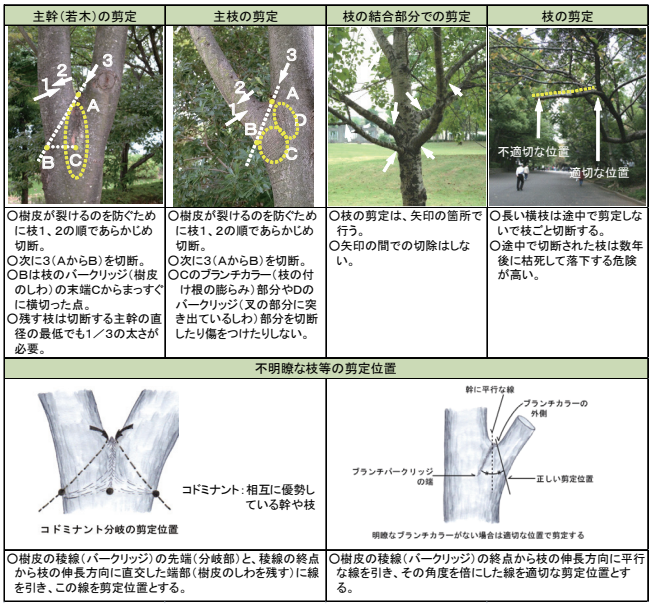


図-6　腐朽に配慮した剪定方法

（３）支柱設置

大枝等が折損する危険性が高いが、剪定により求められる緑化機能が大きく低下してしまう場合（サクラ等の花観賞において、枝葉も密度が下がると花の見映えが悪くなる等）には、支柱を設置し危険性を低減する。また、樹木全体が傾斜しているなどの危険性を有していて、支柱により倒伏を低減することができると考えられる場合には支柱を設置する（写真-3）。

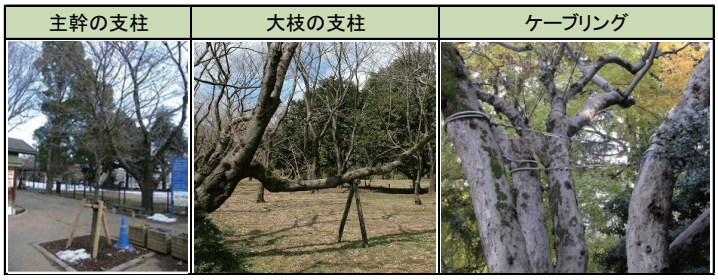


写真-3　支柱設置の例

（４）樹勢回復

樹勢不良の樹木や剪定等の改善的処置により危険性を解消あるいは低減した樹木については、(1) ～ (2) の処置と同時に活力向上のための樹勢回復を行うことで、相乗的に健全度を向上することができる。

樹勢回復の方法としては、以下の方法がある（写真-4）。

・植栽基盤の改善（植栽空間の拡大、土壌改良、施肥等）
・病害虫の防除（薬剤散布、捕虫器設置）
・踏圧防止板の設置
・マルチング　　等

写真-4　樹勢回復の例

（５）伐採・更新

樹木倒伏の危険性が高く、剪定等の処置では危険を解消できない場合や、強度の剪定により危険を解消できても樹木としての機能を将来的に維持できない場合には、伐採して必要に応じて健全な樹木を植栽する（写真-5）。

写真-5　危険木伐採の例

［今後の課題］

今後は、根上り対策方法、植栽樹木を周辺工事等の人為的な影響から保護する方法等について検討を行うことが課題である。

［引用文献］

国土技術政策総合研究所：国土技術政策総合研究所資料第 669 号 街路樹の倒伏対策の手引き

道路緑化における効果的・効率的な施工・管理手法に関する研究

Research on effective, efficient management method in road trees planting

（研究期間　平成 22～24 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	久保　満佐子
Researcher	Masako KUBO
研究員	久保田　小百合
Research Engineer	Sayuri KUBOTA

We collected the case studies of good and/or no-good pruning to the street trees and clarified the appropriate methods of pruning, and we organized the required items to assess the functions of the street trees. We, moreover, clarified the vegetation in the heavy snow area to establish the revegetation method using forest topsoil.

［研究目的］

街路樹は生き物であり、美しい景観を形成・維持していくには、樹種ごとの生育特性を十分に把握しながら、適切な管理を続けていくことが必要である。しかし、植栽されている街路樹の中には、樹形を維持するのに必要な管理が行われていなかったり、狭いスペースにもかかわらず大きく成長する特性の樹種を植栽してしまい、その結果、強剪定により街路樹の持つ機能を全く発揮せずに見苦しい景観を呈しているものなどが見られる。これは、街路樹の管理とその効果の関係が明確に把握されていないことと、街路樹の生育特性、特に現場条件や管理作業の違いによる生育特性が十分に解明されていないためであると考えられる。

また、のり面緑化で利用されている外来種については、生態系に影響を与えていることが指摘されている種が多く、これらの種を使用しない地域生態系の保全に配慮した緑化工法として、森林の表土を利用した緑化工法（森林表土利用工）等の確立が必要とされている。地域の環境によって成立する植生が異なることが予想されるが全国的な比較は行われておらず、成立する植生については不明な点が多い。

本研究は、街路樹の健全な育成を図るため、機能評価及び管理コストを含めた適正な施工・維持管理技術を確立することを目的としている。また、森林表土利用工により成立する植生の予測を目的として、本研究は、過年度までの全国的な調査地に加え、積雪地域における成立植生を明らかにする。

［研究内容］

平成 23 年度は、街路樹の適正な剪定技術を整理するために良好・不良な剪定事例を収集するとともに、街路樹の機能等を評価するための項目を抽出して整理した。また、森林表土利用工で成立する植生事例として、積雪地のり面を対象とした植生調査を行った。

［研究成果］

１．街路樹の剪定技術に関する実態把握

１．１　調査方法

街路樹として多用されている 20 樹種について、道路空間に対して樹種の特性を維持しながら良好に剪定管理されている事例（良好事例）と、不適切な剪定を行ったことにより樹形が乱れている事例（不良事例）について、樹木管理者や作業者へのヒアリング等により管理実態を含めて把握した。

１．２　調査結果

調査対象樹種を表-1 に、代表的な事例として落葉樹のイチョウとプラタナス、常緑樹のヤマモモを図-1 に示した。

事例調査結果から、街路樹の樹形を良好・不良とする外観状態として、以下の項目があげられた。

表-1　調査対象樹種

樹種名	全国本数（本）	構成比（%）	順位
イチョウ	571,688	8.6	1
サクラ類	494,284	7.4	2
ケヤキ	478,470	7.2	3
ハナミズキ	332,718	5.0	4
トウカエデ	317,051	4.7	5
クスノキ	271,428	4.1	6
モミジバフウ	195,819	2.9	7
ナナカマド	195,577	2.9	8
プラタナス類	163,489	2.4	9
マテバシイ	145,626	2.2	11
クロガネモチ	133,600	2.0	12
シラカシ	132,511	2.0	13
ナンキンハゼ	121,275	1.8	15
ユリノキ	116,990	1.8	16
ヤマモモ	113,094	1.7	17
アカマツ・クロマツ	110,099	1.6	18
コブシ	102,648	1.5	19
エンジュ	85,024	1.3	20
サルスベリ	74,116	1.1	21
トチノキ	66,555	1.0	22
合計	6,674,902	100.0	

<table>
<tr><th>樹種</th><th colspan="3">良好事例</th><th colspan="3">不良事例</th></tr>
<tr><td rowspan="11">イチョウ</td><td colspan="2">＜道路規格＞</td><td rowspan="6"> </td><td colspan="2">＜道路規格＞</td><td rowspan="6"> </td></tr>
<tr><td>車道幅員</td><td>9.0m</td><td>車道幅員</td><td>9.0m</td></tr>
<tr><td>歩道幅員</td><td>12.5m</td><td>歩道幅員</td><td>4.5m</td></tr>
<tr><td>植栽地幅</td><td>3.0m</td><td>植栽地幅</td><td>1.0m</td></tr>
<tr><td>植栽間隔</td><td>5.0m</td><td>植栽間隔</td><td>12.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">＜樹木形状＞</td><td colspan="2">＜樹木形状＞</td></tr>
<tr><td>樹高</td><td>14.0m</td><td>樹高</td><td>8.0m</td></tr>
<tr><td>枝張り</td><td>10.0m</td><td>枝張り</td><td>2.5m</td></tr>
<tr><td>枝下高</td><td>3.5m</td><td>枝下高</td><td>2.5m</td></tr>
<tr><td>幹周</td><td>1.3m</td><td>幹周</td><td>1.0m</td></tr>
<tr><td>剪定状況</td><td colspan="3">目標樹形は設定していないが、樹高と枝張りの目安等の樹形は設定している。剪定頻度は複数年に1回、冬季に実施している。</td><td>剪定状況</td><td colspan="2">目標樹形は設定していないが、歩道幅員に合わせた樹高と枝張りの目安等の樹形は設定している。剪定頻度は1年に1回、秋～冬季に実施している。</td></tr>
<tr><td>樹形の成形要因</td><td colspan="3">1本1本の樹冠が大きく確保され、樹高に対する樹冠のバランスが良好である。また、樹高が統一され美しいビスタを形成するとともに、枝下高も揃えられている。さらに、個々の樹形が自然相似樹形で維持され樹種特性が現れている。剪定によるコブの発生やぶつ切り剪定もされていない。</td><td>樹形の成形要因</td><td colspan="2">強剪定により枝数が少なくなっており、樹冠の緑量が不足している。さらに、歩道が広いにも係わらず、樹冠を小さく縮小していることに加え、植栽間隔も広いため、縦断方向への樹冠の繋がりがなく、街路樹としての修景効果が感じられない。年1回の剪定を行うのであれば、剪定量を減らして樹冠をもう少し大きくすることで良好な樹形をつくることが可能である。</td></tr>
<tr><td rowspan="11">プラタナス</td><td colspan="2">＜道路規格＞</td><td rowspan="6"> </td><td colspan="2">＜道路規格＞</td><td rowspan="6"> </td></tr>
<tr><td>車道幅員</td><td>20.0m</td><td>車道幅員</td><td>16.0m</td></tr>
<tr><td>歩道幅員</td><td>3.0m</td><td>歩道幅員</td><td>3.5m</td></tr>
<tr><td>植栽地幅</td><td>1.0m</td><td>植栽地幅</td><td>0.9m</td></tr>
<tr><td>植栽間隔</td><td>8.0m</td><td>植栽間隔</td><td>10.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">＜樹木形状＞</td><td colspan="2">＜樹木形状＞</td></tr>
<tr><td>樹高</td><td>10.0m</td><td>樹高</td><td>8.0m</td></tr>
<tr><td>枝張り</td><td>3.5m</td><td>枝張り</td><td>4.0m</td></tr>
<tr><td>枝下高</td><td>3.5m</td><td>枝下高</td><td>3.0m</td></tr>
<tr><td>幹周</td><td>1.0m</td><td>幹周</td><td>0.95m</td></tr>
<tr><td>剪定状況</td><td colspan="3">剪定内容等は、街路樹の維持に係わる標準仕様書に基づく。剪定頻度は、基本的に1年に2回行っている。</td><td>剪定状況</td><td colspan="2">目標樹形は設定していないが、歩道幅員に合わせた樹高と枝張りの目安等の樹形は設定している。剪定頻度は1年に1回、秋もしくは冬季に実施している。</td></tr>
<tr><td>樹形の成形要因</td><td colspan="3">成長が速い樹種であるため、1年に2回の頻度の高い剪定により、樹冠が枝葉密度が確保された状態で円錐形に整えられている。樹高、樹冠の大きさが統一され、枝下高も揃っていて、街路樹としての連続性がある。</td><td>樹形の成形要因</td><td colspan="2">成長が速い樹種であるために強剪定がされ、枝葉の密度が低く緑量が著しく少ない。また、強剪定により大枝の剪定箇所にコブが発生し見苦しい。ただし、1年に1回の剪定が行われているので、剪定量を減らして緑量を維持した樹冠をつくることが可能である。</td></tr>
<tr><td rowspan="11">ヤマモモ</td><td colspan="2">＜道路規格＞</td><td rowspan="6"> </td><td colspan="2">＜道路規格＞</td><td rowspan="6"> </td></tr>
<tr><td>車道幅員</td><td>20.0m</td><td>車道幅員</td><td>7.0m</td></tr>
<tr><td>歩道幅員</td><td>5.0m</td><td>歩道幅員</td><td>4.0m</td></tr>
<tr><td>植栽地幅</td><td>2.0m</td><td>植栽地幅</td><td>1.2m</td></tr>
<tr><td>植栽間隔</td><td>5.0m</td><td>植栽間隔</td><td>5.0m</td></tr>
<tr><td colspan="2">＜樹木形状＞</td><td colspan="2">＜樹木形状＞</td></tr>
<tr><td>樹高</td><td>7.0m</td><td>樹高</td><td>4.5m</td></tr>
<tr><td>枝張り</td><td>4.0m</td><td>枝張り</td><td>2.0m</td></tr>
<tr><td>枝下高</td><td>2.5m</td><td>枝下高</td><td>2.0m</td></tr>
<tr><td>幹周</td><td>0.5m</td><td>幹周</td><td>0.7m</td></tr>
<tr><td>剪定状況</td><td colspan="3">目標相似樹形を基本としている。剪定は秋季に実施している。</td><td>剪定状況</td><td colspan="2">剪定内容等は、街路樹の維持に係わる標準仕様書に基づく。剪定頻度は、基本的に1年に1回、秋季に行っている。</td></tr>
<tr><td>樹形の成形要因</td><td colspan="3">卵形で枝葉の密度が高い樹冠を維持した剪定が行われ、樹形の乱れがもなく、樹種特性を醸し出している。樹高と樹冠のバランスも良好である。</td><td>樹形の成形要因</td><td colspan="2">樹種の特性である、卵形で枝葉密度の高い樹冠を、強剪定により大きく壊している。樹高も低い位置で主幹が切断され、高木としての機能を失っている。枝の本数を増やして樹冠の再生を図る必要がある。</td></tr>
</table>

図-1　街路樹剪定の良好・不良事例

＜良好・不良な外観状態＞

①樹冠：樹種特性の維持、統一性、連続性（植栽間隔とのバランス）、枝葉密度

②幹：樹高の統一性、主幹の維持、幹の健全性

③枝：樹種特性の維持、枝下高の統一、骨格枝の密度剪定痕のコブ、大枝切断、ひこばえ等の発生

さらに、これらに関連する不適切な剪定要因としては、以下のことが考えられた。

①目標樹形の未設定

街路樹の路線を通した目標樹形が適切に設定されていないために、樹冠や樹高の統一性や連続性等が確保されない。特に剪定業者が変わると、剪定後の樹形が異なる場合がある。

②育成管理の未計画

植栽時の若木から成木に成長するまでの剪定計画がなく、枝下高を統一する時機を逸することが多く見られる。成木となってからの枝下高の統一は大枝を切断することになり、傷や腐朽に繋がり幹の健全性を失う。

③剪定頻度の不適正

樹種の成長特性で剪定後に樹冠が再生される時間は異なるが、剪定頻度に合わせた剪定量（次回の剪定時期までに成長すると想定される枝長）によって、剪定されることがあり、樹種特性を確保するための最低限の樹冠の大きさが維持されない。

④強剪定

剪定間隔が長い場合には強剪定が行われていることがあり、これにより樹形は大きく崩壊する。また、強剪定の影響により剪定後の萌芽枝が大量に発生するため、徒長枝やひこばえ等により樹冠が乱れる。さらに、大枝剪定による大きな傷が発生し、腐朽の侵入に繋がるなど樹木の健全性を失うことで樹形の崩壊に繋がる。

⑤植栽空間との不均衡

植栽空間（歩道等）が広いにもかかわらず、樹冠が縮小されている剪定がある。このような必要のない剪定が行われるとともに、必要な枝葉が多く失われることで樹勢が衰退し、樹形を崩している。また、樹冠が小さくなり縦断方向への連続性が確保できない。

⑥剪定技術の低下

樹形が乱れている樹木の剪定や同じ位置で剪定を繰り返すことで発生したコブ等は、剪定技術により再生することが可能である。しかし、現状では剪定作業者の全てが技術を保有しているとは言えない。

２．街路樹の評価手法に関する検討

２．１　調査方法

街路樹の現状評価を行うための評価項目を抽出した上で、その中から定量的に評価することが可能となる評価項目を抽出し、有効な便益算定方法を検討して整理した。

２．２　調査結果

街路樹の現状評価を行うために関連する項目を表-2に示した。

表-2　街路樹の現状評価に関連する項目

評価対象	評価項目
樹木	樹木特性、地域性、歴史・文化的価値、健全度（樹木生育状況、危険度）等
植栽形式	植栽地形状、植栽配列、植栽位置、植栽バランス、保護材、植栽基盤等
維持管理	剪定頻度・内容、除草・清掃、病虫害の防除、根上り対策等
周辺施設との競合	架空線、信号、標識、看板、照明、地下埋設管、自転車、ゴミ等
街路樹の機能	景観向上、大気浄化、温暖化対策、騒音低減、ヒートアイランド緩和、雨水流防止、防災、交通安全、生物多様性、不動産価値、観光誘致等
住民参加	保護団体等の設立、除草・清掃、花壇等の利用、環境教育、連絡体制等
要望・苦情	植栽樹種、剪定や清掃の管理頻度等

さらに、街路樹の機能について、定量的に評価することができると考えられる便益評価対象項目について、既存文献等を基に抽出した（表-3）。

評価手法の区分は以下のとおりで、区分Ⅰに示した「二酸化炭素の固定」、「ガス状大気汚染物質の吸収」、「騒音の低減」が、便益算定に使用できると評価項目としてあげられた。

区分Ⅰの手法は、街路樹の機能・効果を比較的容易に定量的に評価でき、様々なケースに運用できる手法であり、評価に用いるデータも樹種、胸高直径、樹林帯幅等の比較的容易な樹木調査で入手が可能なデータである。

区分Ⅱの手法は、街路樹の機能・効果を定量的に評価でき、様々なケースに運用できる手法であるが、評価にシミュレーション等の高度な計算手法を用いる必要がある。また、評価に用いるデータ取得のために街区状況把握のための調査等が必要となる。

区分Ⅲの手法は、街路樹の機能・効果を定量的に評価できるが、特定のケースにおける評価のため、様々なケースへの運用へは、さらなる知見の収集が必要な手法である。

区分Ⅳの手法は、街路樹の機能・効果を定性的に評価する手法である。

３．地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工法の確立

３．１　調査方法

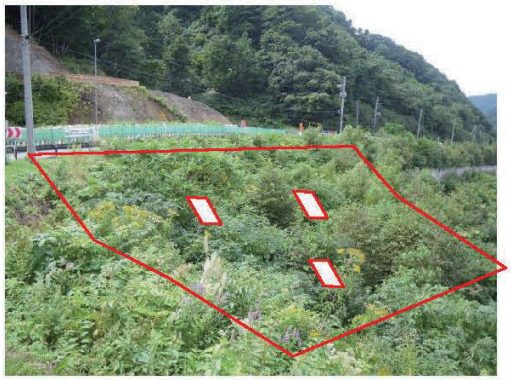
積雪地域の森林表土利用工の施工地として、青森県の津軽地域が確認された（図-2）。そこで、緑化施工後に成立する植生を把握することを目的として、植生調査を行った。

３．２　調査結果

植生調査により、施工後約５年で在来の木本群落になっていることが確認された（図-3）。最も優占していたのはタニウツギであった。本種は埋土種子としても確認される種であり、積雪地域では低木群落を形成する種であることから、地域の特性にみあった植生が成立していることが確認された。

表-3　街路樹の機能評価項目と評価手法

区分	手法の概要	評価項目		評価手法
Ⅰ	街路樹の機能・効果が定量的に評価でき、様々なケースへの運用が可能であり、評価に用いるデータの入手及び評価（計算）手法が比較的容易な手法。	二酸化炭素の固定量		樹木の光合成能から二酸化炭素固定量を推定する方法
				樹木の現存量（乾燥重量）及び成長量から二酸化炭素固定量を推定する方法
		ガス状大気汚物質の吸収量		光合成能から算定した二酸化炭素固定量より推定する方法
		騒音の物理的減音量		樹林帯の幅から物理的な減音効果を評価する方法
Ⅱ	街路樹の機能・効果が定量的に評価でき、様々なケースへの運用が可能な手法であるが、評価に用いるデータ入手の難易度及び評価（計算）手法の難易度が高い手法。	樹木の生育状況		目視と簡易な道具によって、樹木の外観を診断する方法
		倒木等の危険度		精密診断機器を使用し、腐朽状況や腐朽量を測定し評価する方法
		ガス状大気汚物質の吸収（除去）量		現地調査により樹林による大気汚染物質除去量を評価する方法
		粒子状大気汚染物質吸着量		実験により樹種毎の固定・吸収能を測定し、原単位を決定する方法
		暑熱緩和効果（気温や温熱環境指標の緩和の程度）		現地調査による気温低減効果の評価する方法
		快適性の向上	気温や地表面温度等の測定による物理的な快適性向上効果	物理的な指標を用いて樹木による快適性の向上機能を評価する方法
			温熱環境指標による快適性向上効果	温熱環境指標を用いて樹木による快適性の向上機能を評価する方法
		地価上昇	単位面積あたりの地価上昇金額	住宅地の緑による地価の上昇効果を評価する方法
			緑地の地価上昇への寄与率	公園緑地の存在による地価の上昇効果を評価する方法
Ⅲ	街路樹の機能・効果が定量的に評価できるが、評価は現地調査等による特定のケースにおける評価であるため、様々なケースへの運用には、さらなる知見の収集が必要な手法。	暑熱緩和効果	街区における風速及び気温の緩和効果	緑化による風向きや風速の変更による空気の輸送効果の評価する方法
			日射遮蔽量、表面温度低下量	緑陰による表面温度低減などの効果の評価する方法
		防火効果（街区における延焼遮断効果）		シミュレーションを用いて街区における樹木の延焼遮蔽効果を評価する方法
		騒音の低減	調査地区における心理的な減音量	被験者を用いた実験
			調査地区における物理的な減音量	現地測定に寄る方法
Ⅳ	街路樹の機能・効果を定性的に評価する手法。	暑熱緩和効果（心理的な暑熱緩和効果）		緑化による心理的な側面での暑熱環境緩和効果の評価
		防火効果	樹種、樹高毎の相対的な防火能の大小	樹木の耐火実験（及び既往文献）により樹木の耐火能を評価する方法
			樹種の含水率の違いによる相対的な防火能の大小	樹木の含水率から樹木の耐火能を評価する方法
		視線誘導効果	運転者及び歩行者の視線の安定の程度	注視点分布調査により視線誘導効果を評価する方法
			調査地区の交通事故減少量	植栽後の交通事故発生数の比較により視線誘導効果を評価する方法
		快適性の向上	SD法などのアンケートを用いた心理的な快適性向上効果	心理的な指標を用いて樹木による快適性の向上機能を評価する方法
			ストレスホルモン等の測定による生理的な快適性向上効果	生理的な指標を用いて樹木による快適性の向上機能を評価する方法
		景観向上	樹冠の立面投影面積の大小により景観向上への寄与を評価	街並みを構成する複数の要素により評価する方法
			樹木形状と車道幅員比より街路樹形状の良不良を評価	樹木形状と車道幅員により評価する方法
		生物多様性保全機能（生態系ネットワークとしての役割を評価）		生態系ネットワークとしての役割を評価する方法



H23. 9. 8

※赤枠は対象法面とコドラート設置イメージ（法面の上段に 2 箇所、下段に 1 箇所設置した）

図-2　調査地

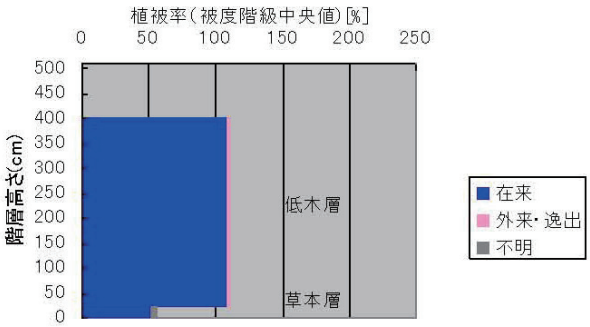


図-3 調査のり面の植被率と群落高

4．今後の課題

今後は、街路樹の現況評価方法を構築し、その評価結果に対応する効果的・効率的な維持管理手法と、森林表土利用工の手引きをとりまとめることが課題である。

2. 発表論文等

第 2 章に掲載した論文等は各団体から転載の許可を得て掲載しております。
なお、著作権は各団体に帰属するため、転載を禁じます。

2.1 論文・技術報告等

1）栃木県真岡市の切土のり面における駆除処理２年後のイタチハギの再生状況 69
2）地上型レーザースキャナを用いた樹木の形状及び体積計測の試み 74
3）歴史的風致維持向上計画にみる歴史まちづくりの現状と土木史研究に期待される役割 78
4）礫河原におけるオオキンケイギク埋土種子の表土はぎとりによる除去効果 93
5）オオキンケイギクが侵入した河川敷における表土はぎとりによる
礫河原植生の再生効果 97

2.2 学会・シンポジウム要旨

6）公共事業の景観創出が地域のまちづくりに及ぼす効果に関する研究 105
7）公共事業における景観整備効果の経済評価手法に関する一考察 115
8）歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価システムの構築に関する報告 121
9）斜里エコロードにおける GPS 首輪を利用したエゾシカのモニタリング 131
10）Road ecology in Japan －mitigation for wildlife－ 139

2.3 雑誌・特集記事等

11）ゴルフ場の生物多様性保全に向けて 143
12）樹木の可視化技術の現状 146
13）地域生態系保全のための緑化技術の開発 150
14）奥多摩橋 ―住民の想いがつないだ橋― 156
15）生物多様性とのり面緑化 ―外来種を用いないのり面緑化手法の確立― 158
16）豊かでうるおいのある道路空間をめざして ～道路緑化技術基準の変遷～ 162
17）緑化のり面におけるイタチハギの駆除処理と再生 166
18）施肥量の違いが埋土種子の発芽および初期成長に及ぼす影響 169

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・技術報告等

1) 久保満佐子・柏木亨・松江正彦（2011）栃木県真岡市の切土のり面における駆除処理２年後のイタチハギの再生状況，日本緑化工学会誌，36（4）：490-494.

2) 山岸裕・松江正彦（2011）地上型レーザースキャナを用いた樹木の形状及び体積計測の試み，日本緑化工学会誌，37（1）：241-244

3) 阿部貴弘・北河大次郎・脇坂隆一（2011）歴史的風致維持向上計画にみる歴史まちづくりの現状と土木史研究に期待される役割，土木学会論文集 D2（土木史）,67（1）：49-63.

4) 小栗ひとみ・畠瀬頼子・松江正彦（2012）礫河原におけるオオキンケイギク埋土種子の表土はぎとりによる除去効果，ランドスケープ研究，75（5）：441-444.

5) 畠瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦（2012）オオキンケイギクが侵入した河川敷における表土はぎとりによる礫河原植生の再生効果，ランドスケープ研究，75（5）：445-450.

2.2 学会・シンポジウム要旨

6) 阿部貴弘・松江正彦・福島秀哉（2011）公共事業の景観創出が地域のまちづくりに及ぼす効果に関する研究，景観・デザイン研究講演集，7：191-200.

7) 福島秀哉・松田泰明・阿部貴弘（2011）公共事業における景観整備効果の経済評価手法に関する一考察，景観・デザイン研究講演集，7：201-206.

8) 阿部貴弘・脇坂隆一（2011）歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価システムの構築に関する報告，景観・デザイン研究講演集，7：230-239.

9) 園田陽一・松江正彦（2012）斜里エコロードにおける GPS 首輪を利用したエゾシカのモニタリング，「野生生物と交通」研究発表会講演論文集，11：79-86.

10) Sonoda, Y.・Matsue, M.（2012）Road ecology in Japan －mitigation for wildlife－, The 5th East Asian Federation of Ecological Societies International Congress,Proceedings, P1-269A.

2.3 雑誌・特集記事等

11) 園田陽一（2011）ゴルフ場の生物多様性保全に向けて，ランドスケープ研究，75（1）：48-50.

12）飯塚康雄（2011）樹木の可視化技術の現状，グリーン・エージ，448：36-39.

13) 松江正彦（2011）地域生態系保全のための緑化技術の開発，日本緑化工学会誌，36（4）：456-461.

14）阿部貴弘（2011）奥多摩橋 ―住民の想いがつないだ橋―，土木学会誌，96（8）：38-39.

15) 松江正彦(2011)生物多様性とのり面緑化 ―外来種を用いないのり面緑化手法の確立―，ベース設計資料，150：49-52.

16) 松江正彦（2011）豊かでうるおいのある道路空間をめざして ～道路緑化技術基準の変遷～，道路，848：62-65.

17）久保満佐子（2012）緑化のり面におけるイタチハギの駆除処理と再生，日本緑化工学会誌，37（3）：386-388.

18）久保満佐子・松江正彦（2012）施肥量の違いが埋土種子の発芽および初期成長に及ぼす影響，日本緑化工学会誌，37（3）：429-432.

刊行資料（過去５年間）

緑化生態研究室で行った技術開発・調査研究の成果をまとめた資料の内、過去 5 年間分を掲載しております。

※2000 年度からの緑化生態研究室刊行の資料一覧と 2005 年度からの「国土技術政策総合研究所資料」（2004 年度以前については一部）を、以下に掲載しております。

緑化生態研究室ホームページ「研究成果」（http://www.nilim.go.jp/lab/ddg/seika.html）

各施策・事業実施の基礎資料として、またその他研究の参考として活用していただければ幸いです。

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
669	街路樹の倒伏対策の手引き Manual of the countermeasures for tree failure of street trees	台風等の強風により倒伏する街路樹は、交通障害や人的障害を引き起こす危険性を有している。 本手引きは、街路樹の倒伏等に繋がる危険性を最小のものとするため，樹体の構造的な欠陥等を把握する診断方法と危険性を改善する処置方法を提案したものである。	飯塚　康雄 松江　正彦	街路樹 危険度 診断 維持管理 倒木	2012.1
663	緑化生態研究室報告書 第 26 集 Landscape and Ecology Division, Annual Research Report (26th)	平成22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。 ・地球温暖化対策に関する研究 ・環境影響評価の技術支援に関する研究 ・外来生物等への的確な対応に関する研究 ・景観の保全と再生に向けた技術支援に関する研究 ・樹木管理の高度化に関する研究	緑化生態研究室	地球温暖化 生物多様性 景観 緑化	2012.1
623	緑化生態研究室報告書 第 25 集 Landscape and Ecology Division, Annual Research Report (25th)	平成21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。 ・地球温暖化対策の技術支援 ・環境影響評価の技術支援 ・外来生物等への適切な対応 ・樹木管理の高度化 ・景観の保全と再生に向けた技術支援	緑化生態研究室	地球温暖化 生物多様性 緑化 景観	2011.1
621	沖縄における都市緑化樹木の台風被害対策の手引き Manual of countermeasures against typhoon damage on urban planting trees in Okinawa	台風の襲来を受けることが多い沖縄地方においては、倒木等による都市緑化樹木の被害が多く発生し、周辺施設の破損や道路交通の遮断などのほか、人的被害にまで至る可能性もある。 本手引きは、沖縄における都市緑化樹木の台風被害を軽減させることを目的として、台風被害の実態調査結果から被害要因を明らかにした上で、台風被害に強い樹木を育成するための緑化手法をとりまとめたものである。	飯塚　康雄 松江　正彦 長濱　庸介	沖縄 都市緑化樹木 台風被害 緑化手法 維持管理	2011.1
567	緑化生態研究室報告書 第 24 集 Landscape and Ecology Division, Annual Research Report (24th)	平成20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。 ・地球温暖化対策に関する研究 ・環境影響評価の技術支援に関する研究 ・外来生物等への的確な対応に関する研究 ・景観の保全と再生に関する研究 ・美しい街路景観の形成に関する研究	緑化生態研究室	地球温暖化 生物多様性 景観 緑化	2010.1
566	巨樹・老樹の保全対策事例集 Preservation measures case collection of giant and old trees	本資料は、過去に行われた代表的な巨樹・老樹の保存対策事例を抽出して、現地で詳細な保全対策方法を確認した上で、その効果を樹木成長状況により明らかにしたものである。	松江　正彦 飯塚　康雄	巨樹 老樹 保全対策 維持管理 対策効果	2010.1

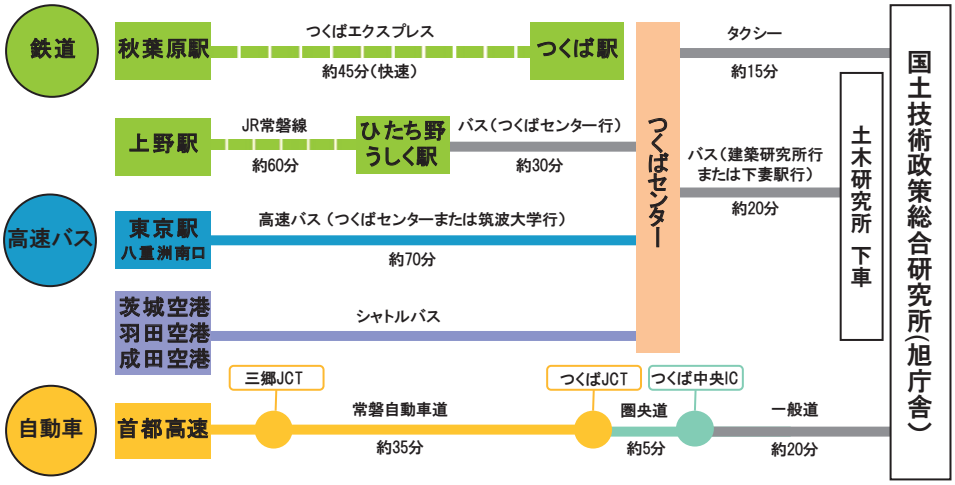
巻号	表　題	概　　要	著者名	キーワード	発行年月
565	景観重要樹木の保全対策の手引き Manual of preservation measures for important trees for landscape	景観重要樹木の管理指針策定のための基礎資料として、樹木の診断とその結果から立案する保全対策方法、さらに保全対策後の維持管理方法について、「景観重要樹木の保全対策の手引き」としてとりまとめた。	松江 正彦 飯塚 康雄	景観重要樹木 巨樹 景観 保全対策 樹木診断 維持管理	2010.1
542	隣接施設・街路等と連携した都市公園の整備・管理ガイドライン(案) －都市公園から発信するまちの景観形成－ Draft Guidelines for the Construction and Management of City Parks in Cooperation with Adjacent Facilities and Neighboring Streets and Space -Urban Landscape Development Evolving from City Parks-	都市公園は、それ自体が緑とオープンスペースとして良好な都市景観を形成するだけでなく、隣接する河川、道路等施設や再開発事業等と一体となって、周辺一帯の良好な景観形成に寄与するものであり、都市公園がより良好な景観を形成・誘導していくことが期待されている。このことをふまえ、都市公園と周辺地区や隣接施設とが連携して良好な景観を形成している事例を収集し、今後の連携に役立つよう事例集として整理した。また、事例を参考として、自治体の都市公園整備・管理担当者を対象に、段階ごとの連携の留意点や隣接施設等の特性に応じた連携手法等をとりまとめたガイドライン案を作成した。	松江 正彦 影本 信明	都市公園 都市景観 景観法 景観重要公共施設 公共施設 公園整備 公園管理 ガイドライン 事例集	2009.8
506	わが国の街路樹Ⅵ The Street tree of Japan Ⅵ	本資料は、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。 道路緑化率については、国土交通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:平成17年4月1日時点)の一般交通量調査個所別基本表を用いて算出した。この調査対象道路は、一般国道、主要地方道、一般地方道である。また、道路緑化樹木本数等については、平成19年3月31日現在供用済みの道路を対象にアンケート調査を実施した。この調査対象道路は、国土交通省、都道府県、市町村、地方道路公社、高速道路会社(東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社、首都高速道路株式会社、阪神高速道路株式会社、本州四国連絡高速道路株式会社)が管理する道路である。	松江 正彦 武田 ゆうこ	街路樹 並木 道路緑化 緑化率 統計	2009.1
489	緑化生態研究室報告書 第 23 集 Landscape and Ecology Division, Annual Research Report(23rd)	平成19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	緑化生態研究室	地球温暖化 自然共生 生物多様性 緑化 景観	2008.12

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of ＮＩＬＩＭ
Ｎｏ．７２５　　February 2013

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

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