

領域 10：自然環境、地球環境を保全する

# 実測データを活用した道路供用等に伴う自動車からの二酸化炭素排出量変化のモニタリング手法に関する検討

Examination about the monitoring technique of CO<sub>2</sub> emissions from vehicles by utilizing measured data

(研究期間 平成 26～28 年度)

道路交通研究部 道路環境研究室  
Road Traffic Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
長濱 庸介  
Yosuke NAGAHAMA

Because the speed improvement of vehicles by easing traffic congestion leads to the reduction of fuel consumption, road improvement and proper routes choice will contribute to the reduction of carbon dioxide emissions. However, a study on how to quantitatively grasp their effects is still under way.

In this research, we aims to develop methods that estimate carbon dioxide emissions from vehicles by utilizing vehicle travel data.

## [研究目的及び経緯]

2015年にパリで開催されたCOP21に向けて日本が提出した、2020年以降の二酸化炭素等温室効果ガス削減目標を含む約束草案<sup>1)</sup>や地球温暖化対策計画<sup>2)</sup>では、2030年度の温室効果ガスの削減目標を2013年度比マイナス26.0%としている。また、このうち運輸部門では、6,200万t-CO<sub>2</sub>の削減が目標とされている。

運輸部門において二酸化炭素を削減するには、自動車の燃料消費量を削減する必要がある。したがって、地球温暖化対策計画の運輸部門における主な取組みとして、燃費改善や次世代自動車の普及による削減(2,379万t-CO<sub>2</sub>)が掲げられている。一方、道路事業においても二酸化炭素排出量の定量的な把握が必要であり、道路管理者が実施する交通流対策の推進において、100万t-CO<sub>2</sub>を削減することとされている。

交通流対策とは、幹線道路の整備や、道路を賢く使う取組による渋滞解消などにより、自動車の速度を向上させ燃費を改善するものである。道路管理者は、交通流対策の実施による二酸化炭素排出量の削減効果についてモニタリングし、その結果を新たな交通流対策の検討へ反映させることが求められていると考えられる。

モニタリングでは、旅行速度や交通量等を用いて二酸化炭素排出量を推計するが、旅行速度や交通量を実測することは費用や労力の面から現実的な方法ではない。そこで、自動車の走行データ(民間プローブデータ、ETC2.0プローブデータ、トラフィックカウンターデータ等)を活用することが有効である。

そこで本研究では、ICTの進展に伴い収集が可能となった交通量及び旅行速度等の実測データを活用し、道路事業の実施による自動車からの二酸化炭素排出量変化をモニタリングする手法の開発を目指し、道路事業の実施による自動車からの二酸化炭素排出量等の可視化を実施するとともに、これをモニタリング手法(案)として整理した。

## [研究内容及び成果]

### 1. 自動車からの二酸化炭素排出量等の可視化

#### (1) 可視化に用いたデータ

自動車からの二酸化炭素排出量は、図1に示した考え方で推計した。また、推計に用いた自動車の走行データは、全国の2010年度道路交通センサス対象区間における、2013年度～2015年度の自動車走行データとした。また、二酸化炭素排出原単位は、過去に国総研がシャシダイナモ試験より作成した値<sup>3)</sup>を用いた。

#### (2) 可視化の項目

可視化する項目は、様々な条件における二酸化炭素排出量の他、その変動要因が分析できるよう、交通量や旅行速度も把握できるように設定した(表1)。

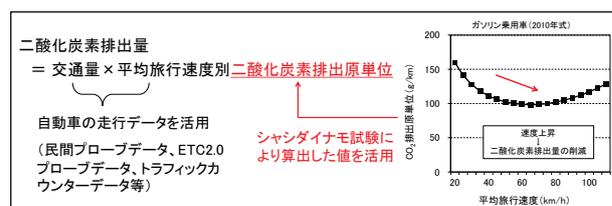


図1 自動車からの二酸化炭素排出量の推計方法

表1 可視化したデータ項目

項目	集計単位
二酸化炭素 排出量	単位道路延長当たりの年間排出量
	自動車台キロ当たりの年間排出量
	単位道路延長当たり 月別/平日休日別/時間別/ 上下線別/大型小型車別
交通量	月別/平日休日別/時間別/上下線別/大型小型車別
旅行速度	月別/平日休日別/時間別/上下線別

### (3) 可視化の方法

可視化に要する処理時間の短縮化や自動車の走行データの追加及び集計機能の追加等、システムの拡張性を考慮して、あらかじめデータベースに必要なデータを格納しておき、GISよりデータベースに格納したデータを読み込んで地図上に表示する構成とした。

### (4) 可視化の事例

図2に、単位道路延長当たりの月別/平日休日別/時間別/上下線別/大型小型車別の二酸化炭素排出量を可視化した例を示す。二酸化炭素排出量に応じた色分け表示を行うことにより、指定の時間における二酸化炭素排出量を容易に把握することが可能である。この他に、二酸化炭素排出量に変化が見られた場合にその要因が分析できるよう、二酸化炭素排出量の算出に用いた交通量及び旅行速度についても、可視化や数値の抽出が行えるように設定した。なお、メッシュ単位で道路を集約した場合における二酸化炭素排出量の可視化(図3)や、二酸化炭素排出量を過去の特定の時点と比較した場合における差分値の可視化についても実施できるように設定した。

そして、実際の道路事業での活用方策を検討するため、最近の道路供用事例について、現場の事務所の意見も聞きながら可視化の活用や効果分析を数事例実施した。なお、分析を進めるなかで、今回使用した自動車の走行データには入手可能な時期や路線に制約があること、道路事業の実施が自動車からの二酸化炭素排出量の変動に影響を及ぼす範囲を客観的に把握することは困難であることなどの課題も明らかとなった。

## 2. モニタリング手法(案)の整理

可視化の結果を踏まえ、「手法の活用シーン」、「手法の適用範囲や条件」、「準備するデータ」、「モニタリング手順」、「結果の解釈」の観点から、事例を交えつつモニタリング手法(案)を整理した。

### [まとめ]

本研究により、自動車の走行データを活用して、二酸化炭素排出量を視覚的かつ定量的に捉えることは、二酸化炭素排出量の程度や、その変化を把握する際に活用が期待できることが示唆された。

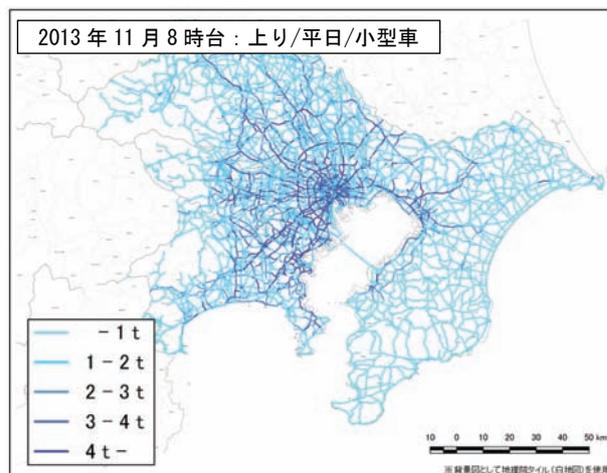


図2 単位道路延長当たりの二酸化炭素排出量の一例

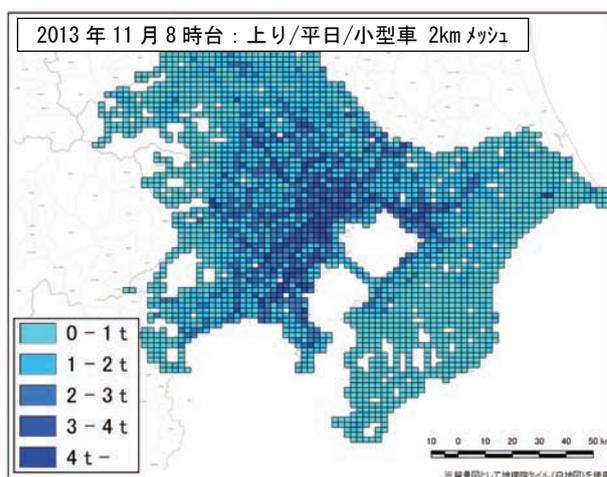


図3 メッシュ単位の二酸化炭素排出量の一例

### [成果の活用]

本研究で得た自動車からの二酸化炭素排出量の可視化や、それを踏まえて整理したモニタリング手法(案)は、ETC2.0の普及が進むことで、将来的に道路の供用による自動車からの二酸化炭素排出量の削減効果の評価に活用することが期待できると考えられる。

### [参考文献]

- 1) 環境省：「日本の約束草案」の地球温暖化対策推進本部決定について(お知らせ)、報道発表資料、2015年7月17日  
<http://www.env.go.jp/press/101241.html>
- 2) 環境省：「地球温暖化対策計画」の閣議決定について、報道発表資料、2016年5月13日  
<http://www.env.go.jp/press/102512.html>
- 3) 国土技術政策総合研究所：国総研資料第671号「道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠(平成22年度版)」、2012年2月

# 動植物の保全措置の効果把握と効率化に向けた検討

Study on Rationalization and Improvement of Wildlife Preservation Measures for Road Environmental Impact Assessment

(研究期間 平成 26～29 年度)

道路交通研究部 道路環境研究室  
Road Traffic Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
大城 温  
Nodoka OSHIRO  
長濱 庸介  
Yosuke NAGAHAMA

This study aims to rationalization and improvement of wildlife preservation measures. The study focuses on two topics. The first is transplant method for difficult-to-transplant plants. The second is collecting and analyzing cases of wildlife preservation measures in Japan.

## [研究目的及び経緯]

道路事業における動植物の保全措置は、希少種の情報を含むために詳細が公開されたり、関係者の間で共有されたりしにくい中で、保全措置の必要な範囲や効果的な手法を現場ごとに模索しているのが現状である。したがって、保全措置の必要な範囲や効果的な方法を明らかにすることで、効率化・簡素化・低コスト化を図ることが期待できる。平成 28 年度は、道路事業における自然環境分野の保全技術向上及び合理化を目的として、移植困難種等の保全技術の検討及び持続可能な自然環境保全措置に資する情報収集・分析を行った。

## [研究内容]

### 1. 移植困難種等の保全技術の検討

これまでの環境保全措置の実施結果より、環境保全措置技術の確立が喫緊の課題と考えられた、キンラン属および攪乱依存種<sup>1</sup>を対象とした環境保全措置に関する実証実験を、平成 27 年度に引き続き実施した。

### 2. 持続可能な自然環境保全措置に資する情報収集・分析

道路用地内に整備されたビオトープ等の自然環境保全措置の効果を持続させるには、継続的な維持管理が必要であるが、行政サービスが多様化・複雑化する中で、維持管理の全てを道路事業者だけで実施することは難しい。そこで、持続可能な道路事業の自然環境保全措置を検討するため、参考となる事例に関する情報収集を行うとともに、持続可能性に影響する要因の抽出・分析を行った。

## [研究成果]

### 1. 移植困難種等の保全技術の検討

#### (1) キンラン属を対象とした環境保全措置に関する実証実験

キンラン属は、菌根菌との共生関係を持ち、自ら光合成を行うものの部分的に菌根菌からの栄養を受けて生育する部分的菌従属栄養植物である。道路事業ではキンラン属の移植事例は多い一方で、活着率が低いため、効果的な保全手法を確立することが必要である。

そこで本実験では、キンラン属の移植好適箇所を選定する手法を検討するため、キンラン属が生育する箇所において、キンラン属と共生関係を結ぶための菌根菌が存在する樹木を対象とした毎木調査を実施した。調査項目は、樹種、胸高直径、樹高、樹木の活性度(樹木診断、リター・シードトラップ調査、空中写真による樹冠の広がり調査及び NDVI<sup>2</sup>値の調査)とした。

調査の結果、キンランの自生箇所周辺は、ブナ科樹木の樹高が相対的に高く、NDVI 値が高いことが確認されたことから、移植好適箇所を把握するために「ブナ科の樹高」や「NDVI 値」に着目する手法は、効果的である可能性が示唆された(図 1)。この他にも、株移植の最適な方法を検討するための株移植実験、キンラン属との共生関係を結ぶ菌の探索方法の検討や種子による保全手法を検討するための播種実験、生育環境を改善し株数を増加させる手法を検討するための林床管理実験を実施した。

なお、これらの実験はモニタリングの中間段階であり、今後も引き続き検証が必要である。

<sup>1</sup> 攪乱(自然的、人為的要因による生育地の劣悪化や破壊)条件下に適応した生存戦略をとる種。攪乱により十分な光や温度、酸素を供給され発芽する<sup>1)</sup>。

<sup>2</sup> 正規化差植生指数(normalized difference vegetation index): 光学センサを用いた植生の状態の把握において、簡便かつ一定の評価を得やすい方法の一つ。値は-1~+1で示され、植生が密であるほど、また植生の活性度が高いほど大きな値を示す<sup>2)</sup>。

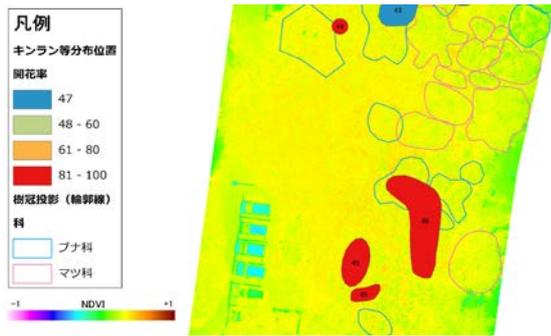


図1 キンラン自生地におけるNDVI値の調査結果  
(空撮写真から計算したNDVI値と、樹冠の広がりやキンランの分布箇所を重ねて表示している)

(2) 攪乱依存種を対象とした環境保全措置に関する実証実験  
道路事業における保全措置として移植が行われている一年草や二年草については、移植株が寿命を迎えた後の代替わりが難しいのが現状であるため、種子を含んだ表土の移植など、別の方法の活用を検討する必要がある。そこで、道路事業予定地等から表土を採取し、播きだし試験を実施して発芽状況(種名、個体数、生育状況等)をモニタリングした(写真1)。なお、採取した表土の一部は、一定期間保管(土嚢保管、沈水保管、乾燥保管の3パターン)したうえで、播きだしを行った(写真2)。

実験の結果、カワヂシャ等の希少種が確認された。また、表土の保管パターンで発芽率が異なる傾向が確認された。

なお、この実験はモニタリングの中間段階であり、今後も引き続き検証が必要である。



写真1 播きだし試験の様子

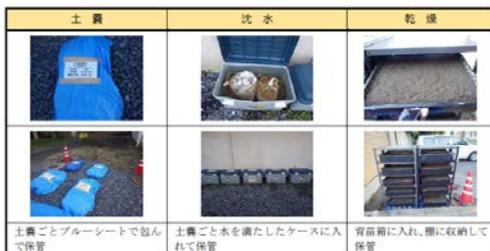


写真2 表土の保管(土嚢、沈水、乾燥)

## 2. 持続可能な自然環境保全措置に資する情報収集・分析

これまでに実施された道路事業および道路事業以外の公共事業(河川整備・面整備等)から、参考となる事例を収集し、事例の概要(事業概要・事業者および連携者・参考となる取り組みの内容・結果等)を取りまとめた。情報収集の対象は表1に示した観点に着目して情報収集を行った。そして、特に参考となる事例を選定し、実施経緯や手法等の詳細情報を入手するため、事業者に対するヒアリングを実施した。

その結果、直轄道路事業において持続可能な自然環境保全措置が実現するための要件とそれらの実現に向けた課題を抽出・整理した(図2)。

今後は、具体的な取り組み方法等について検討するため、地域・住民との協働を活用した自然環境保全に関する事例を把握・分析する必要がある。

表1 事例収集/整理の観点

分類	内容
①維持管理	維持管理の継続性
②連携と機能	地域連携
	事業者間連携
	連携による多機能性
③利益(win-win)	事業者の利益
	地域の利益
④経済活動	地域経済活動への寄与

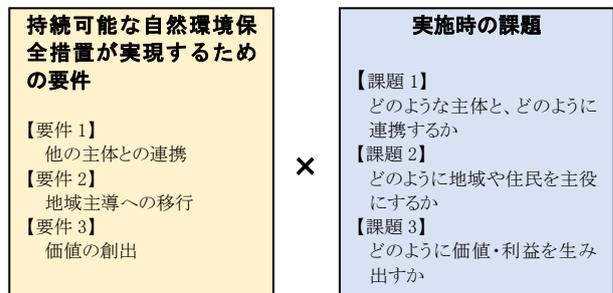


図2 持続可能な自然環境保全措置に向けた要件と課題

### [成果の活用]

キンラン属の効果的移植手法、及び希少種を含む攪乱依存種を含有する表土を効果的に移植する手法について、実証試験・モニタリングを継続し、現場での実践方法を手引きにとりまとめる予定である。また、直轄道路事業における持続可能な自然環境保全措置を実現するための方法等を取りまとめ、現場での活用を図る予定である。

### [参考文献]

- 1) 日本緑化工学会(2005):環境緑化の事典. 朝倉書店, 81pp, 88pp.
- 2) 日本緑化工学会(2005):環境緑化の事典. 朝倉書店, 435pp.

# 環境情報の共有・活用方策に関する調査

## Research on Sharing and Utilizing Information for Road Project Environmental Impact Assessment

(研究期間 平成 28～29 年度)

道路交通研究部 道路環境研究室  
Road Traffic Department  
Road Environment Division

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

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
大城 温  
Nodoka OSHIRO  
長濱 庸介  
Yosuke NAGAHAMA  
光谷 友樹  
Yuki MITSUTANI

Because of limited release period, confidentiality on rare species and so on, sharing information of road project Environmental Impact Assessment is difficult, so utilization of information and practices in other project is not sufficient. For more efficient implementation of road Environmental Impact Assessment, this research examines sharing information and effective utilization. And rationalizations of wildlife preservation measures for road environmental impact assessment are analyzed.

### [研究目的及び経緯]

道路事業における環境影響評価図書や環境保全の実施手法・実施結果は、現場で実施された保全措置等の希少種に関する情報は密猟・盗掘防止等の観点から公表されない等、地方整備局・事務所間での共有が難しく、効率的・効果的な取組みが普及しにくい状況である。そのため、希少種の保護に留意しつつ、保全措置等の検討が必要な事業者間で情報を集約・共有できる仕組みを構築することが必要である。国総研では、収集した環境影響評価図書、保全措置の情報を収集・整理・分析することにより、調査や環境保全措置の共有と効率化等の現場の支援を図っている

実施内容や効果を整理して、効率化に繋がる取り組みを抽出するとともに、標準的な調査項目を整理した。

表 1 – 分析対象事業

事業種	事業名
道路	(仮称)都市計画道路 鈴鹿亀山道路
	(仮称)福岡都市計画道路 1・4・3 号 都市高速道路 3 号線延伸
	地域高規格道路 中九州横断道路(熊本市～大津町)
	一般国道 20 号 (長野県諏訪市～下諏訪町間)
鉄道	奈良線第 2 期複線化事業
土地区画整理	川口土地区画整理事業
飛行場	成田空港の更なる機能強化
公有水面埋立	名古屋港浚渫土砂新処分場計画
風力発電所	むつ小川原港洋上風力発電事業
火力発電所	夢洲天然ガス発電所建設事業

### [研究内容]

#### 1. 環境影響評価配慮書の分析

環境影響評価配慮書について、表-1 に示す道路事業（4 事業）及び道路事業以外の事業（6 事業）における環境影響評価配慮書を対象に、「事業特性」、「把握された地域特性（自然的状況、社会的状況）」、「選定された計画段階配慮事項」、「選定された調査・予測・評価の手法」、「調査・予測・評価の結果」の記載内容の分析を行った。

#### 2. 道路事業における自然環境分野の調査・環境保全措置の効率化に向けた分析

道路事業における自然環境保全措置の技術向上と効率化を目指して、過去の自然環境保全措置の事例（猛禽類、植物、猛禽類・植物以外）を対象として、その

### [研究成果]

#### 1. 環境影響評価配慮書の分析

記載内容を分析し、記載内容が関連する法令を満たし、道路事業の計画熟度を考慮した妥当な調査・予測・評価であることを確認した。また、道路事業において配慮書作成の際の留意点を整理した。

「選定された計画段階配慮事項」について、道路事業においては全ての事業で、大気質、騒音、動物、植

物及び生態系が選定されていた。位置・構造等が概ね決まっている他の事業に比較して、道路事業においては詳細なルート・構造等が決まっておらず、熟度と予測・評価可能な範囲に留意して選定する必要があることが確認された。

「調査・予測・評価の結果」について、重要な種の生息地等を回避しており「影響を与える可能性は小さい」との評価結果に加えて、他の案と比較して山側に回避しトンネル等の構造が可能であるため「構造形式による更なる影響低減の検討が可能」と記載されている事例がみられた。計画段階配慮事項やルート・構造等の特性を踏まえて今後の環境配慮の方向性を示すように留意する必要があることが確認された。

## 2. 道路事業における自然環境分野の調査・環境保全措置の効率化に向けた分析

### (1) 自然環境保全措置の実施内容や効果等の整理

#### ① 猛禽類

猛禽類の保全措置としては、「目視監視（異常行動の基準等を設定して工事現場へ通知する体制があるもの）」、「工事事業者への周知」、「時期の制限」、「低騒音・低振動重機」等が比較的多く実施されていた。

また、工事の有無に着目して繁殖成功率を比較したところ、オオタカ、クマタカ、サシバの3種は、繁殖成功率にほとんど差は生じておらず、環境保全措置の実施により、工事への影響が抑えられたことが示唆された。

#### ② 植物

植物移植後の維持管理に着目して整理を行った。良く実施されている維持管理の手法としては、除草、樹木伐採や剪定であり、施肥が行われている例も比較的多くみられた。

また、人間の目が届きやすい場所に移植されると、管理されやすい傾向があるものと考えられた。播種と株移植では、維持管理の有無によって結果に差が生じていた。

#### ③ 猛禽類・植物以外

猛禽類・植物以外のデータベースについては、生物間相互作用の強く働く種として、「タナゴと二枚貝」、「チョウと食草」、「ホタルとカワニナ」の保全事例を分析した。

その結果、「タナゴと二枚貝」、「ホタルとカワニナ」に関しては、双方をあわせて保全している例が少なく、今後、これらの生態を踏まえた保全手法を検討することで、より確実性が高まる可能性が確認できた。「チョウと食草」については、草丈が低い食草の場合はセットで保全される例が多いが、木本類の場合に相互作用を考慮して保全されている例が少なかった。

上記の他に、哺乳類の横断構造物の利用状況を整理した。整理の結果、ボックスカルバートを設置することで、小型獣～大型獣まで幅広く利用されていること

が確認された。

### (2) 自然環境保全措置を効率化するための標準的な調査項目の整理

道路事業において、動植物の事前調査、保全対策の実施及び保全対策効果のモニタリングが多数実施されているが、これらの調査項目や方法が事業ごとに異なる場合が多い。したがって、自然環境保全措置を効率化するためには、標準的な調査項目を整理しておくことは重要である。

そこで、自然環境調査の経験が豊富な建設コンサルタント会社を対象にアンケートやヒアリングを行い、保全措置検討段階・モニタリング段階の各段階について、調査を実施し事業者内で共有すべき項目を整理した（表-2）。

表-2 標準的な調査項目の例（猛禽類）

分類	記録項目	事業内で共有すべき事項	
		保全措置検討段階	モニタリング段階
利用個体	繁殖成否	●	●
	巣立ち雛数	●	●
	抱卵開始日	●	●
	巣立ち日	●	●
	隣接つがいの状況	●	●
	個体識別情報	●	●
	雌雄	●	●
飛翔状況	行動圏と内部構造	●	●
	とまりの状況	●	●
	餌運びの状況	●	●
営巣木情報	確認位置(図面)	●	●
	確認位置(座標)	●	●
	巣の写真	●	●
	斜度	●	○
	斜面方位	●	○
	斜面位置	●	○
	樹種	●	●
営巣林情報	樹高	●	○
	胸高直径	●	○
	林のタイプ	●	●
	階層別植生	●	○
	林内の写真	●	○
	植生被度	●	○
巣の状況	立木密度	●	○
	植生の概況(優占種程度)	●	○
	長径	●	●
	短径	●	●
	厚さ	●	●
	架巢高さ	●	●
	架巢型	●	●
保全措置	巢材	●	●
	巢の状態	●	●
	工事状況	●	●
	環境保全措置の種類	●	●
環境保全措置の効果	環境保全措置の効果	●	●
	有識者の意見	●	●

●は共有の必要性が高い項目

#### [成果の活用]

今後、整理した情報について本省・地整と共有し、より効果が高く効率的な環境保全措置が行われるよう支援していく。

# 道路事業における土壌汚染等の環境リスク低減に関する調査

Study on Risk Reduction of Land Contamination in Road Project Sites

(研究期間 平成 27～29 年度)

道路交通研究部 道路環境研究室  
Road Traffic Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
大城 温  
Nodoka OSHIRO  
光谷 友樹  
Yuki MITSUTANI

This study focuses on the risk of land contamination that causes to project delays and project cost increases. The examples of land contamination in existing national road projects are surveyed and analyzed. And, helpful information and knowledge for road project coordinator are selected from the examples.

## [研究目的及び経緯]

平成22年に改正土壌汚染対策法（以下、「土対法」という）が施行され、自然由来重金属等も法の規制対象とされたことにより、道路事業においても対応が必要になっている。また、土対法上の土壌に該当せず対象外の「岩石」の汚染についても、法の対象ではないものの、対応が求められるケースが多く発生している。しかし、現状では土壌や岩石等の汚染（以下「土壌汚染等」）の全国的な確認状況や対応状況は明らかでない。

本調査は、道路事業において土壌汚染等が確認された事業について、土壌汚染等の状況、事業遅延や事業費増大の状況、土壌汚染等確認後の対応（対策検討の結果、対策不要と判断することも含む）等の現状を調査・分析することにより、今後の道路事業における土壌汚染等への対応について共有化を図ることを目的としている。

27年度は、全国の地方整備局・北海道開発局・沖縄総合事務局の実施する国直轄の道路事業における土壌汚染等の遭遇状況およびその対応状況について、アンケートを実施することにより把握した。28年度は追加的な情報収集を行うとともに、収集した事例から事業者が土壌汚染対策を検討するにあたり、有益な情報を抽出し、整理した。

## [研究内容]

### 1. 道路事業で遭遇した土壌汚染等の整理・分析

過年度調査で抽出された事例に加え、他事業における情報の追加収集として、一般に公表されている事例から新たに事例を抽出した。これら計106事例に対し

て、事業への影響の低減の観点で他事業の参考になると考えられる事項を含む好事例を抽出し、事業段階ごとに整理した。

また、整理した好事例について、事例において参考となる事項、例えば実施に至った経緯や、住民とのリスクコミュニケーションの方法等について、整理し、事業者の参考になる技術情報を整理した。

### 2. 土対法の適用外となる岩石の対策事例の整理・分析

岩石については粒径が土壌と比較して大きいことから、汚染物質が溶出しにくい傾向にある。そのため、溶出特性を把握し環境リスク評価を行ったうえで、土対法にもとづく対策を簡略化したり、異なる方法を採用したりすることで、より効率的な対応が可能である。

そこで、過年度調査および今年度調査で収集した事例のうち、岩石を対象とした事例（汚染の確認契機のうち、対象が「岩石」および「岩石・土壌」と分類された事例）74事例を対象に整理・分析を行った。

整理分析にあたっては、土対法に定められた対策方法との違いに着目し、土対法と同じ方法を採用した事例、方法は同じだが基準等の緩和や対策の簡略化を行った事例、土対法に定められた方法と異なる対策方法を採用した事例に分類した。これらのうち、土対法に定められた対策方法と相違点がある事例については、その対策を採用した経緯、考え方について整理した。また、収集した既存の事例から、岩石への対策にかかる技術的課題を抽出し、整理した。

**[研究成果]**

**1. 道路事業で遭遇した土壌汚染等の整理・分析**

本調査により、事業段階ごとに以下のような参考事例が抽出された。

①事業計画段階・環境影響評価段階

- ・重金属汚染のリスク評価の結果をルート選定に反映した事例

②調査・設計段階

- ・重金属の吸着層に現地発生材を活用しコストを削減した事例
- ・地下水への影響リスク等を評価し対策を合理化した事例
- ・先進ボーリングの分析結果から要対策土発生量を予測し、対策が必要な土を絞り込んだ事例
- ・重金属汚染のリスクが高い地質分布域に対し共通対応を図るために施工管理マニュアルを作成した事例
- ・簡易試験により要対策土の判定を行い、対策に要否の判断や対策に要する時間の短縮を図った事例

③施工段階

- ・汚染岩石を判別するために試験施工を実施し、判別表を作成した事例
- ・風雨の影響が避けられる掘削岩砕の仮置き場を設けて余裕をもって要対策土の判定を実施した事例
- ・当初の管理手法について施工中のデータをフィードバックし、判定手法を適宜修正した事例

**2. 土対法の適用外となる岩石の対策事例の整理・分析**

①土対法にもとづく対策との対比

土対法と同じ方法を採用した事例が全体の約4割、土対法にもとづく方法を簡略化した事例が約2割、異なる方法が約3割を占めていた。このように、土対法対象外の岩石の対策においては、一般的に土壌より汚染物質が溶出しにくいことから、土対法にもとづく対策に依らない（簡略化あるいは異なる）事例が全体の半数近いことがわかった。（図1）

②土対法にもとづく対策と相違点がある事例の整理

土対法にもとづく方法の簡略化とは、手法としては土対法にもとづく措置と同様であるが、遮水条件等をより簡易にした事例を指す。具体的には、二重遮水構造を採用せずに一重とし、かつ遮水材料にシートまたは他の材料を用いた事例（他の遮水工封じ込め）が多く、管理型盛土として道路盛土に利用されていた事例が大半であった（表1）。

また、土対法にもとづく方法と異なる対策方法を採用した事例については、重金属等を吸着する能力のある薬剤を母材としての砂質土に混合し、重金属

等を溶出する掘削ブリの盛土底面に敷設して盛土からの浸出水に含まれる重金属等の濃度低減を図る「吸着層」工法を採用した事例が5割弱と多かった。なお、対策を行った場所をみると、吸着層を採用した事例では管理型盛土として道路盛土に利用されていた事例が大半であった（表2）。

**[成果の活用]**

調査した事例から参考となる取り組みを整理し、各事業段階で最低限実施すべき調査・配慮事項を体系的に整理することにより、効率的な土壌汚染調査・対策の参考となるよう手引きを作成する予定である。

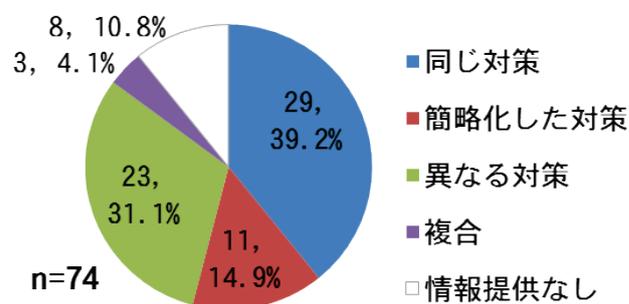


図1 岩石の対策事例における土対法にもとづく対策との対比

表1 土対法にもとづく対策を簡略化して岩石に適用した事例における対策方法の内訳

対策方法	対策を行った場所	事例数(件)	割合(%)
他の遮水工封じ込め	土捨場	1	90.9
	管理型盛土	9	
その他	管理型盛土	1	9.1
合計		11	100.0

表2 土対法にもとづく対策と異なる対策を岩石に適用した事例における対策方法の内訳

対策方法	対策を行った場所	事例数(件)	割合(%)
二重遮水工封じ込め	その他	1	4.3
他の遮水工封じ込め	その他	1	4.3
吸着層	土捨場	1	43.5
	管理型盛土	8	
	その他	1	
複数方法の組み合わせ	管理型盛土	2	17.4
	その他	2	
その他	最終処分場	1	30.4
	その他	6	
合計		23	100.0

# エネルギーの技術革新と道路の技術開発に関する検討

Research on technological innovation of energy and road technical development

(研究期間 平成 28 年度～29 年度)

道路交通研究部 道路環境研究室  
Road Traffic Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
大河内恵子  
Keiko OHKOUCHI

Energy system reform has proceeded and technological innovation has advanced rapidly in recent years in Japan. It has increased the need to consider effective utilization of energy in the field of road administration. The purpose of this study is to understand the current situation on the energy of the road facilities and to examine energy conservation of road facilities.

## 〔研究目的及び経緯〕

2016 年 11 月にパリ協定が発効し、地球の気温上昇を産業革命前に比べ 2 度未満とし、今世紀後半には温室効果ガス排出量の実質ゼロを目指すこととなった。一方、近年、エネルギー分野において制度改革・技術革新が進展している中、道路分野においては、2013 年 7 月に道路法施行令の改正に伴い、道路占用料が約 9 割減額され、道路空間への再生可能エネルギーの積極的導入が期待されており、道路空間においてもエネルギーの有効活用を検討する必要性が高まってきている。

本調査では、道路での電力使用傾向を踏まえ、道路管理者と周辺地域が連携して、道路施設および周辺地域の設備（次世代自動車を含む）がエネルギーを賢く利用する方策等を検討した。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. 道路施設および周辺地域の設備で活用できる技術動向調査

「生産・供給」・「消費・需要」の 2 つの視点から、道路施設・再生可能エネルギー技術・省エネルギー関連技術の動向の整理を行った（表 1）。

「生産・供給」については、太陽光発電の供給拡大が最も多いと予想されている。また、風力発電及び地熱発電も最大導入量と比較すると、現況では数%の導入に留まっており、環境アセスの迅速化や系統の強化などによる今後の拡大が期待されている。一方で、バイオマス発電も時間帯に依存しないため、道路管理施設との相性も良く、地産地消の観点からも適用の拡大が求められるため、安定供給に向けた課題が解決することで道路施設に大きな影響を与える要素になると想定される。

「消費・需要」については、次世代自動車（EV・PHV）

が 2015 年の約 14 万台から 2030 年には 100 万台まで増加することが予想されており、自動運転の実用化と合わせることで、エネルギーマネジメントに大きな影響を与えると想定される。また、需要家用の定置型蓄電池は 2020 年頃から普及期に入ると共に、EMS (Energy Management System) も導入・普及段階に入ることが予想されることから、地域のマイクログリッドの構築が進む中で道路管理者も含めたシステムの構築ができるように取り組みを進めることが求められる。

### 2. 道路管理者と周辺地域との連携方策案作成

道路行政が対象とする施設のエネルギー特性および国内外でのスマートコミュニティ実証事業を踏まえ、「①道の駅など道路と地域の双方のエネルギー需要が高い地区」、「②地域側のエネルギーインフラの周辺地区」、「③自動車の蓄電能力に着目した、車両単体を使った連携」の 3 つのフィールドで、道路管理者と周辺地域との連携方策案を作成し、各連携方策案の経済面・環境面・防災面に与える効果を検証した。

3 つともに経済面、環境面、防災面から一定のメリットが道路と地域の双方にあることを確認した。

また、システムの具体化にあたっては、課題や考慮すべき事項として、「①道の駅など道路と地域の双方のエネルギー需要が高い地区」では、立地条件やインフラの整備状況、道の駅の役割などにより、効果的な 1 次エネルギーが異なることから、具体化に向けては、地域特性との関係性の整理が必要となることを確認した。また、「②地域側のエネルギーインフラの周辺地区」では、既存施設を有効活用することで、熱需要の効率的なマネジメントにつながるものの、需要の多くが特定の季節及び時間帯に集中することから、季節間・昼夜間のエネルギーシフトのための空間の使い方を検討

表 1 : 技術動向まとめ

	今後の動向 ○: 技術が確立しており、普及が期待される △: 技術は確立されているが、普及に課題がある
太陽光発電 (家庭用)	○ ・普及段階にある。 ・普及に向け、高性能化、高機能化、低コスト化が必要。 ・系統制約への対応が課題。
風力発電	○ ・普及段階にある。大規模に開発が期待される。 ・環境アセスの迅速化や地域内送電線や地域間連系統線の強化が課題 ・洋上風力はポテンシャルが高いが、港湾や航行など他の海域利用者との地域協力が課題。
地熱	△ ・設備利用率、地熱資源ポテンシャルが高い。 ・ただし地熱探査技術はまだ発展途上であり、発電設備の建設には時間、コストがかかる。
バイオマス	△ ・原料収集・運搬に多額の費用を要するなど構造的にコスト高となりやすい。 ・①スケールメリット、②原料の安定的な調達、③地産地消の確立が課題。
ガスコジェネレーション	○ ・日本製ガスエンジンコジェネは、世界的にトップランナーの発電効率技術を誇っている。 ・BCPの観点からも注目されている ・低廉な天然ガス等の燃料供給体制の構築が課題
温度差熱利用 (地中熱等)	△ ・熱エネルギーは送電可能な電気と異なり、需要と供給が地理的に近接していることが必要。 ・導入のための経済性確保と評価方法確立が課題
太陽熱利用	○ ・太陽熱冷暖房システムについては 技術的にはほぼ確立されている ・太陽光発電と設置要件が重複する
雪氷熱	△ ・熱エネルギーは送電可能な電気と異なり、需要と供給が地理的に近接していることが必要。 ・導入のための経済性確保と評価方法確立が課題
次世代自動車 (EV・PHV)	○ ・普及段階にある。 ・将来的なEVの普及に向けては、時間がかかる充電インフラの整備が課題。 ・レアアースに依存しない電池の開発が必要。
蓄電池 (自動車用)	○ ・普及初期段階にあり、今後普及が拡大していくと想定される。
蓄電池 (定置用)	○ ・系統用は現在実証段階にあるが、今後普及していくと想定される。 ・需要家は普及初期段階にあり、今後普及が拡大していくと想定される。
次世代自動車 (FCV)	○ ・現在普及初期段階にあり、今後は拡大していくと想定される。 ・水素ステーションの整備や設置・運営コスト低減のための規制見直しが課題。
燃料電池コジェネ	○ ・家庭用は普及段階にあるが、コスト面で課題がある。 ・業務用は実証段階である。
水素技術	○ ・現在普及、拡大期にある。 ・FCV普及に合わせ拡大していくと想定される
非接触充電	△ ・運用が始まった段階である。2030年を目途に一般に普及が想定される。 ・走行中給電はまだ技術的に確立されていない
EMS	○ ・研究開発、実証により、基盤技術は確立されつつあり、今後普及していくと想定される。
センシング技術 (維持管理)	○ ・現在は研究開発、実証の段階である。 ・社会的要請から今後普及していくと想定される。
次世代照明	△ ・一般照明への利用と共に建材等普及が期待される。
有機EL	△ ・一般照明への利用と共に建材等普及が期待される。

することにより、双方のメリットを明確にすることができると確認した。そして、「③自動車の蓄電能力に着目した、車両単体を使った連携」では、全体の需要マネジメントにおける需給効果だけでなく、ピークカットとしての効果を適切に評価することで、システ

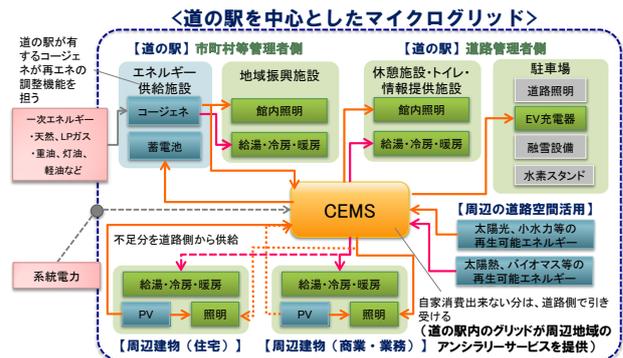


図 1 「①道の駅など道路と地域の双方のエネルギー需要が高い地区」の連携方策案 (平時：昼間)

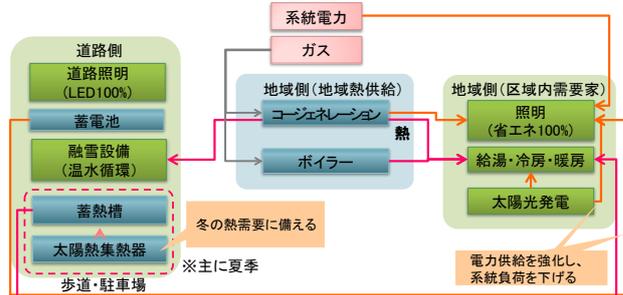


図 2 「②地域側のエネルギーインフラの周辺地区」の連携方策案 (平時：昼間)

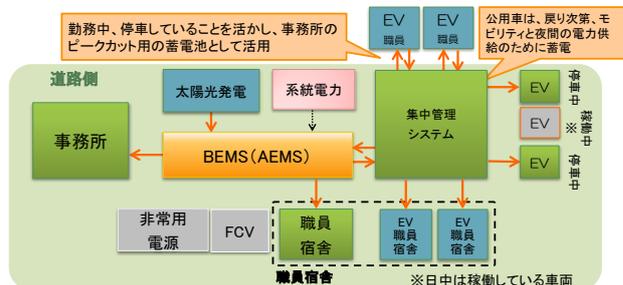


図 3 「③自動車の蓄電能力に着目した、車両単体を使った連携」の連携方策案 (平時：昼間)

ムとしての実現可能性を引き続き検討する必要があることを確認した。

### 【成果の活用】

平常時及び非常時における道路と道路周辺地域のエネルギー連携・有効利用に関する技術資料を作成・周知し、将来の技術革新や災害時を見据えたシステム導入を支援する予定である。

これらの取組により、地域全体の低炭素化が進むことを期待している。その際、エネルギー需要の高い地域で、それぞれの地域性を考慮して実施することで、より高いエネルギー削減効果が得られることを期待している。

# 街路樹の安全性向上に関する研究

## Study on maintenance method of street trees

(研究期間 平成 27～28 年度)

社会資本マネジメント研究センター 緑化生態研究室  
Research Center for Land and Construction Management  
Landscape and Ecology Division

室長 舟久保 敏  
Head Satoshi Funakubo  
主任研究官 飯塚 康雄  
Senior Researcher Yasuo Iizuka

In this study, after grasping the status of the fallen roadside street trees and branches, along with their growth status, the authors attempted to clarify why they fell. There are examined an effective way for road administrators to maintain street trees, along with a maintenance method to reduce the occurrence of falling street trees and branches.

### [研究目的及び経緯]

街路樹は、植栽後から長期間経過したことにより大径木化・衰弱化が見られるものが増加し、台風等の強風時には一部に倒伏や落枝による交通障害等が発生している。このような状況の中で、街路樹の点検により危険性が高い樹木を抽出し、剪定や伐採等の対策を行うことが着手され始められてはいるものの、今後は通常の維持管理時での対応策や再整備にあたっての倒伏しにくい植栽方法等の確立が求められている。

本研究は、街路樹の倒伏・落枝の実態と不健全性（生育不良、樹体の構造上の異常等）の現状を把握し、それらの発生要因を明らかにすることで、道路管理者による街路樹の効率的な維持管理方法や倒伏・落枝を発生しにくい整備方法等について検討を行うことを目的とした。

### [研究内容]

#### 1. 街路樹の倒伏等の実態調査

街路樹の倒伏・落枝に関する過去の新聞報道検索や道路管理者へのヒアリング等により、倒伏・落枝の発生状況と発生形態（樹種や被害形態等）について特徴を整理した。

#### 2. 街路樹の健全性に関する調査

関東地方整備局が過去に実施した街路樹点検データを収集し、街路樹の不健全性（樹勢不良、樹体の構造上の異常等）の現況を把握した。

#### 3. 街路樹の倒伏・落枝の発生要因の検討

1. 及び 2. の調査結果を照合することにより、街路樹の倒伏・落枝の発生に繋がる素因や誘因等について推測を行った。

#### 4. 街路樹の倒伏・落枝に配慮した緑化方法の検討

3. の調査結果から街路樹の倒伏・落枝に配慮した緑化方法について、設計段階・施工段階・維持段階毎にとりまとめた。

### [研究成果]

#### 1. 街路樹の倒伏等の実態調査

街路樹の倒伏等に関する報道件数は、過去 10 年間で増加傾向にあったが、台風の襲来数との連動がみられないことから、被害の増加とともに発生する障害の重大さにも影響されていると考えられた（図-1）。

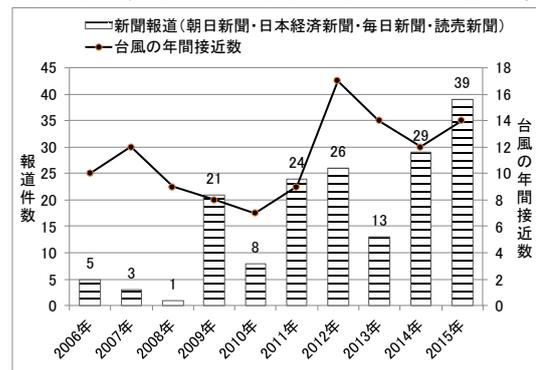


図-1 新聞報道件数<sup>1)</sup>と台風の年間接近数<sup>2)</sup>

1) 国立国会図書館蔵書検索・申込システム (NDL-OPAC)

2) 気象庁 HP (<http://www.data.jma.go.jp>)

また、発生形態等について以下の傾向が把握できた。

- ①樹種：全国的にはケヤキ、ニセアカシア、シダレヤナギ、プラタナス類、ハナミズキ等において被害が多発し、地域別では北海道、東北のナナカマド、関東、北陸のエンジュ、中部、近畿、九州のナンキンハゼ、沖縄のフクギ等が特徴的な種としてあげられた。
- ②被害形態：被害形態では、傾斜が最も多く、次いで根返り（根ごと倒れた状態）、幹折れの順となっていた。さらに、被害が多発している樹種をみると、傾斜ではハナミズキ、根返りではニセアカシア、幹折れではプラタナス類、枝折れではナンキンハゼ等、種によって違いがあることが認められた。

## 2. 街路樹の健全性に関する調査

街路樹（本数：7,868本）の点検データから、健全性について以下の傾向が把握できた。

- ①樹木形状別：大径木になるにしたがって不健全な状況を示す街路樹が増加する傾向がみられ、特に幹周30cm以上では「植替が必要」、「大きな異常・被害がある」の割合が約20%程度となった（図-2）。
- ②樹種別：「植替が必要」の割合が高い（10%以上）樹種としては、ニセアカシア、シダレヤナギがあげられ、「植替が必要」、「大きな異常・被害がある」の割合が30%以上としては、ニセアカシア、トウカエデ、ハナミズキ、カツラ、エンジュがあげられた。

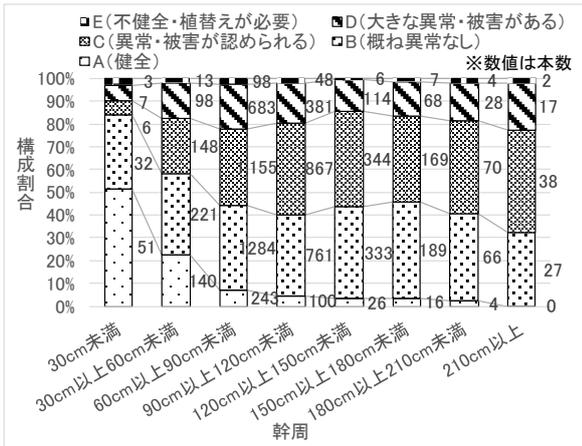


図-2 樹木形状（幹周）別の健全度

## 3. 街路樹の倒伏・落枝の発生要因の検討

街路樹の倒伏・落枝は強風・豪雪等の気象害が直接の要因となっているが、樹木の幹・枝の材や分枝部の強度の低下、根系の支持力の低下などを含めた複合的な要因が重なり発生するケースが多いと考えられた（図-3）。

発生要因	樹木の被害		
	枝折れ	幹折れ	根返り
気象害			
強風	○	○	○
着雪	○	○	○
雷	○	○	○
豪雨(滞水)			○
樹木生理・特性			
地上部の樹種特性	○		
不完全結合(入皮)	○		
枝枯れ	○		
病虫害	○	○	○
不完全結合(双幹・入皮)		○	
傾斜		○	○
樹形異常(形状比)		○	
根系の樹種特性			○
外力・人的影響			
ライオンテイル(枝葉の偏り)	○		
剪定不良	○		
車による接触傷害	○	○	
ガードリングルート(根株に巻き付いた根)		○	
支柱不良		○	○
植栽基盤の不良			○
根元の地下工事			○

図-3 倒伏・落枝における主な発生要因と被害の関係

## 4. 街路樹の倒伏・落枝に配慮した緑化方法の検討

倒伏・落枝の発生を未然に防止することを目的として、樹種選定や植栽地構造の適切な設計方法及び施工・維持管理段階での樹木への傷害を最低限とする緑

化技術について整理した（図-4）。また、樹体の弱点を定期的かつ的確に点検・診断する方法についてとりまとめた（図-5）。

事業段階	項目	関連する倒伏・落枝の発生要因		緑化方法(留意点)
		主要因	副要因(作用する条件)	
設計	(1) 植栽樹種の選定	幹・枝の樹種特性と植栽地の条件との不適合	狭い歩道幅員に大径木となる樹種を植栽した場合 材が脆いなど、折れやすい腐朽が入りやすい樹種	成長後の樹形を想定し、植栽地の条件に適した樹種を選定 植栽環境や管理内容に適した樹種を選定
	(2) 植栽配置の検討	根に障害が出やすい樹種	大径木となる樹種や根の垂直分布が浅い樹種、根の密度が粗い樹種	成長後の根系の伸長を想定し、植栽地の条件に適した樹種を選定
	(3) 植栽地構造の検討	狭小な幅員の植栽地 狭い植栽間隔 周辺施設との競合	狭小な幅員・規模の植栽地に高木を植栽する場合 隣接する高木との間隔が枝張り 비해狭い場合 標識や道路照明等との隣接、地下構造物等で植栽基盤に制約が生じる場合	道路幅員に応じた植栽地の配置 キャノピー率から植栽間隔を算出し、適切に設定 周辺施設の位置を変更するか、変更できない場合は、樹木を隔離して配置
	(4) 樹木保護材の検討	根系特性と植栽地構造の不適合 周辺施設との競合 不良な土壌	狭小な植栽地で外側に根が伸長できない場合 地下構造物等で植栽基盤に制約が生じた場合 植栽基盤の土壌として透水性や硬度、酸度等が不適な層が分布した場合	「道路構造令・同基準」等に示された植栽幅員以上の根の伸長空間を確保 競合しない方向に植栽基盤を確保、根系誘導を図る 土壌調査を確実にし、必要に応じて客土や土壌改良材等の植栽基盤改良を検討・実施

図-4 倒伏・落枝に配慮した緑化方法（設計段階）

点検：定期巡回	街路樹の主な点検・診断の着眼点						
	①亀裂	②腐朽・空洞(兆候を示すキノコ)		③樹体の著しい揺れ	④土壌の隙間	⑤舗装の不陸・段差	
診断：樹木の健全度調査	⑥防護柵の変形等		⑦支柱や路圧防止板の設置不良等				
	①定期巡回時における確認項目の補完(不自然な傾斜、キノコの有無等)						
	②点検器具(木づち、鋼棒等)による異常確認		③幹・枝の不完全結合				
	④ガードリングルート		⑤幹に棲息する昆虫等		⑥腐朽・空洞割合の測定		
	⑦道路隣接地の樹木状態(倒伏等で道路交通に支障が発生する危険性)						

図-5 街路樹の点検・診断における着目点（一例）

### [成果の活用]

本研究成果は、図表や写真での解説を加えて現場道路管理者が活用できる「街路樹の倒伏・落枝対策に関する技術資料」としてとりまとめる予定である。