

高速道路における緑の価値の定量的評価に関する調査研究

報告書

令和4年3月

公益財団法人 高速道路調査会

高速道路における緑の価値の定量的評価に関する調査研究

1. 検討の概要	1
1-1 背景と目的	1
1-2 検討内容と手順	2
2. 高速道路緑地の成り立ち	6
2-1 高速道路緑化の歴史	6
2-2 様々な道路緑化の取り組み	7
2-3 高速道路緑化の特徴性	17
3. 環境関連の動向と高速道路緑地を取り巻く情勢	23
3-1 パリ協定と持続可能な開発目標 (SDGs)	23
3-2 カーボンニュートラル	25
3-3 NbS とグリーンインフラ	28
4. 高速道路緑地の抱える課題とその対応策	33
4-1 道路緑地の現状と課題	33
4-2 課題の要因と対応策に向けて	36
4-3 課題への対応策	37
5. グリーンインフラとしての高速道路の緑の価値	38
5-1 高速道路の緑の今日的な価値の再整理	38
5-2 高速道路の緑の価値の定量化	42
6. 高速道路の緑の価値を高める取り組みの提案	60
6-1 検討の視点	60
6-2 高速道路の緑の価値を高める新たな取り組み(案)	65
7. 今後の課題と展開	73
参考及び引用文献	75
附資料	79

1. 検討の概要

1-1. 背景と目的

高速道路の緑地は、交通安全、景観形成、環境保全など多岐にわたる機能、効果を期待して植栽され、時間の経過とともに成長し、形成されてきたものである。これらは、高速道路だけでなく地域社会にとっても生活環境の保全や都市景観の形成、あるいは防災・減災といった観点からも大きな役割を果たしているといえる。すなわち、高速道路が現代社会を支える極めて基盤的なインフラであることを踏まえれば、高速道路の緑は、まさに“グリーンインフラ”と呼べる存在であり、国民共通の資産であるといえる。

その生命の営みによって成長を持続させ、貴重な資産を形成している訳であるが、その成長を適切に支えているのが維持管理である。国民にとって貴重、かつ膨大な緑の資産を次世代に引き継ぐためには、緑という資産の重要性、それを支える維持管理の必要性を十分に共通認識としてもつことが高速道路に係わるものすべてに求められている。

換言すれば、高速道路における緑の価値が十分に認識され、必要かつ適切な維持管理が実施されるならば、緑は健全かつ生き生きとした成長を遂げ、高速道路の緑地に期待される機能、効果を持続的に発揮させることができる。それは貴重な資産であるグリーンインフラの価値を向上させることに繋がるものであり、また、とりもなおさず高速道路そのものの価値向上を意味するものとなる。

一方で、自然を象徴的に代表するものとして認識される“緑”は、いったん根付いてしまえば、いわば“自然に”成長するもので、何らかの問題が生じない限りは管理が不要と思われる風潮すら感じられる。当然、高速道路という植物にとっては厳しい生育環境の下で活着し、生育し続けるために気候風土に適合し、植栽基盤を整備し、期待する植栽機能を十分に発揮できるよう、健全な生育を見込めるよう植栽をし、また、その後の必要な育成管理が十全になされることも設計計画の前提に据えられているとあってよい。例えば、樹林を形成するために植栽される苗木は、多様な樹種を用い、植林とは異なる密度で植栽される。育成段階から更新段階へと向かって適正な樹高と密度を保ち、樹林として健全な状態を維持し、結果として地球温暖化抑制に貢献する二酸化炭素の吸収・固定量も最大化する方向で維持管理を行っていく必要がある。しかしながら、実態としては、植栽後の維持管理が適正に行われず、草本類に被圧されて植栽後間もない苗木が被圧されて枯死することや、密度管理が行われなかったために密生状態になって下枝が枯れ上がる、病虫害や倒木のリスクが増すなどの状況がみられる。

こうした状況が生まれてくる背景には、やはり緑の価値をしっかりと共有できていないという点が指摘できる。持続的に緑地、植栽の機能を発揮し続け、緑の資産をしっかりと引き継ぐためには、その価値を認め、共有し、必要な維持管理に投資するという認識に立つ必要がある。

高速道路において緑が果たす役割、機能は多岐にわたる。それら全般について、二酸化炭素の吸収・固定や生物多様性の保全などに係わる緑の価値、安らぎや癒しに繋がる生理・生体反応、あるいは休憩施設における緑の空間がもつ経済的な価値も含め、それらを把握、評価することを目的とするものである。

1-2. 検討内容と手順

(1) 検討内容

高速道路における緑の価値を取り扱うにあたり、その前段で高速道路緑化の歴史とその特徴性について振り返り、一方では高速道路緑地を取り巻く情勢として環境関連の動向について情報を整理しておく。

また、高速道路緑地の現状と課題、ならびにその課題への対応策についてとりまとめる。主題となる緑の価値の定量化に関しては、はじめに緑の今日的な価値の再整理を提起し、その上で緑の価値の定量化、そして貨幣価値への換算を試みている。とりわけ、これまで評価対象外とされることの多かった生態系保全機能について定量化を試みている。

最後に、高速道路の緑の価値を高めるための新たな取り組み(案)を検討、提起することで全体をとりまとめている。

(2) 検討の手順

緑の必要性を訴えようとするとき、その「価値」は常に問われる命題でありながら、未だに十分なエビデンスが整っているとはいえない。こうした状況を踏まえ、緑が存在することによって発揮される安らぎや癒しに繋がるとみられる無意識に現れる生理・生体反応の把握、あるいは、高速道路を走行しているときの快適性、満足度と景観要素との関係性のモデル化といったテーマで共同研究(千葉大学、及び東京農業大学)を実施し、緑の価値の定量化という観点から知見の蓄積を狙った。なお、これらの共同研究の成果は、緑の価値の貨幣価値への換算という部分に直接繋がってはいないが、現段階では最後の緑の価値を高める取り組み案に反映させている。

本調査研究は平成28年より活動を開始したものであるが、その段階で別途示す委員会を開催して議論を行い、以降の調査研究に対する指導・助言をいただいた。緑の価値の定量化、最終的な貨幣価値への換算については、既往の文献整理から定量化、評価手法を検討し、生態系保全機能についての評価を補完し、他の機能については見直しを行って全体をとりまとめた。

【参考】

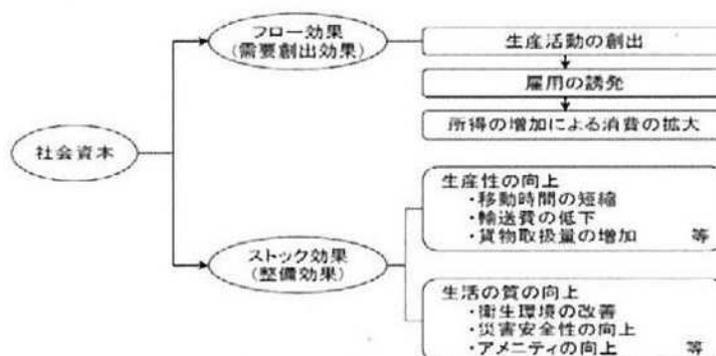


図 1-2-1 社会資本整備の効果¹

表 1-2-1 道路整備の効果²

分類	定義
フロー効果	道路の建設事業に起因して発生する効果
ストック効果	供用後に道路交通サービスが利用されることによって生じる効果
空間創出効果	道路空間が交通以外の目的に利用されることによる効果

表 1-2-2 道路整備効果の分類³

分類		効果項目
直接効果	道路利用者	道路利用 ○走行時間短縮・走行費用減少・交通事故減少 ○走行快適性の向上 ○歩行の安全性・快適性の向上
	沿道および地域社会	環境 ○大気汚染 ○騒音 ○景観 ○生態系 ○エネルギー（地球環境）
	住民生活	○道路の利用 ○災害時の代替路確保 ○生活機会・交流機会の拡大 ○公共サービスの向上 ○人口の安定化
間接効果	地域経済	○新規立地に伴う生産増加 ○雇用・所得増大 ○財・サービス価格の低下 ○資産価値の向上
	公共部門	租税収入 ○地方税・国税

¹ 内閣政策統括官(社会システム担当)：日本の社会資本 2012(平成 24 年 11 月)

² 中村英夫編，道路投資評価研究会共著，日本総合研究所：道路投資の社会経済評価(1997 年 4 月発行)

³ 道路投資の評価に関する指針検討委員会編，日本総合研究所：道路投資の評価に関する指針(案)（平成 10 年 6 月発行）

委員会名) H28年度 高速道路における緑の価値の定量評価に関する調査研究委員会

		所属機関並役職名
委員長	藤井 英二郎	千葉大学名誉教授
委員	飯島 健太郎	東京都市大学 総合研究所教授
委員	今西 純一	京都大学大学院 地球環境学堂 助教
委員	細野 哲央	千葉大学 園芸学部 特任助教
委員	狩谷 達之	一般社団法人 ランドスケープコンサルタンツ協会 事務局長
委員	加藤 修	株式会社 ヘッズ 取締役 東京支店長
委員	山田 一雄	中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 土木技術部 造園担当部長
委員	佐藤亜樹男	東日本高速道路(株) 建設・技術本部 技術・環境部 環境課長代理
委員	水島 秀二	中日本高速道路(株) 技術・建設本部 技術管理部 技術基準チームサブリーダー
委員	小林 康範	西日本高速道路(株) 技術本部 技術環境部 技術統括課長代理
委員	築瀬 知史	(株) 高速道路総合技術研究所 交通環境研究部 緑化技術センター 所長
事務局	溝江 実	公益財団法人高速道路調査会 研究部長(兼)事業部長
事務局	佐藤 將	公益財団法人高速道路調査会 研究部高速道路クオリティ担当部長
事務局	若林 美之	公益財団法人高速道路調査会 研究部主幹

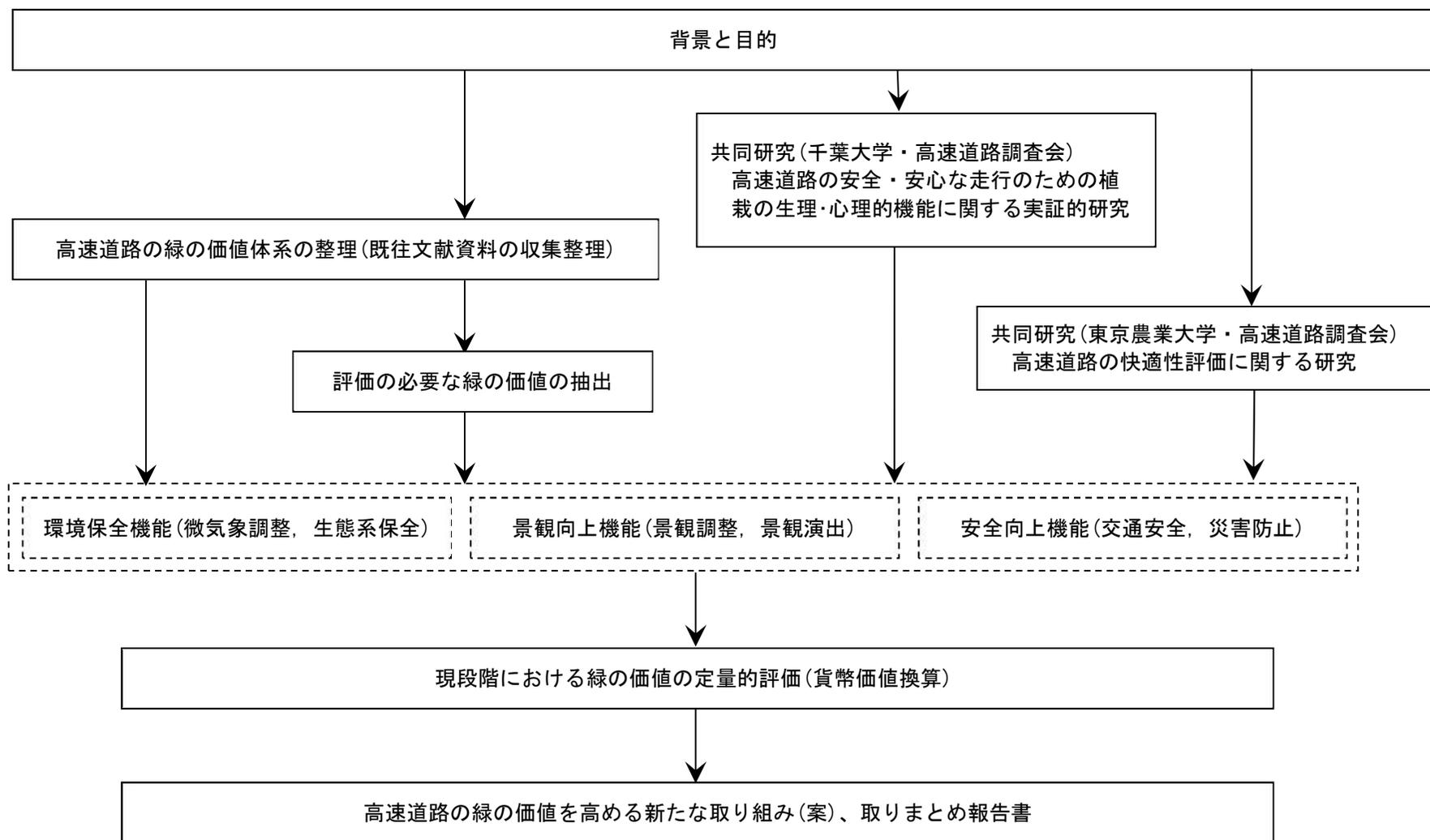


図 1-2-2 調査研究の手順

2. 高速道路緑地の成り立ち

2—1 高速道路緑化の歴史

はじめに、高速道路緑化の歴史について時代区分と共に大まかな概要を把握しておく。

1) 高速道路草創期～名神時代、昭和 30～40 年代～

日本で最初の高速道路である名神高速道路は、1957 年(昭和 32 年)に着工し、1963 年に栗東～尼崎間 71km が開通している。まさに高速道路の黎明期、緑化においては中央分離帯の緑化技術、連絡等施設の風致的緑化技術、のり面の植生工技術がトピックスとして挙げられる。

2) 東名・中央道時代～昭和 40 年代前半～

名神時代を経てこの時期に視線誘導植栽や遮光植栽といった機能植栽の考え方、高速道路における緑化技術がほぼ確立し、路傍植栽や休憩施設、連絡等施設も含めて「設計要領(造園編)」(昭和 45)が制定された。

3) 新規五道時代～昭和 40 年代後半から 50 年代初頭～

緑化技術の展開・応用という段階に入る。環境問題、すなわち公害問題という時代背景から環境施設帯(昭和 49 年建設省都市局長・道路局長通達)が生まれ、道路環境問題への対応が求められた。昭和 51 年の設計要領改訂では、生活環境保全のためののり面植栽の概念が導入された。また、この時期に日光宇都宮道路が本来の意味でのエコロードとして計画・整備されている。

4) 横断道・維持管理時代～昭和 50・60 年代～

技術の発展段階に入り、苗木植栽によるのり面の樹林化技術や防雪林の造成技術、それらとも対応するように植栽基盤の整備、改良技術なども進展していった。また、中央分離帯におけるヘデラ類による地被、トレリスの導入なども始められている。

5) ネットワーク時代～平成前半時代～

盛土のり面の樹林化が本格化し、切土のり面の樹林化(ユニット苗工法の開発)、地域性苗木の育成にも取り組むようになった。1990 年代、平成時代の初頭に地球環境問題が社会的課題として大きく認識されるようになり、こうした取り組みが始まっている。植物発生材のリサイクル技術もこの時期に始まっている。

6) NEXCO 時代～平成後半以降～

CSR ツールとしての道路緑化という位置付け、あるいは、環境保全への取り組みが主な課題となっていた。ビオトープの創造や環境教育など取り組みの幅を広げていった。他方、対症療法的な維持管理に終始してきた部分の結果として維持管理費が増大したり、倒木のリスクが顕在化するなどの問題が表面化してきている。

2-2 様々な道路緑化の取り組み

高速道路造園の取り組みは、名神高速道路の建設とともに始まった。この取り組みは、インターチェンジやサービスエリア、中央分離帯、のり面などを対象とした緑化であり、緑化を通じて生活環境の保全や良好な道路景観の形成、快適性・安全性の向上、自然環境の保全・復元を図ってきている。近年では、地球レベルでの環境問題への対応に直面しており、高速道路造園においては、のり面の樹林化などによって地球温暖化の抑制や生物多様性の保全に対応してきている。

(1) 高速道路緑化の特性

高速道路の緑化には、公園や庭園の緑化とは異なる特性がある。

1つ目は緑を見る視点で、高速道路を高速で走行されるお客様からの視点と、沿道の住民の方々などからの視点の2種類がある。

2つ目は緑のあり方であり、帯状に伸びる高速道路は周辺の多様な環境や景観を通過することになり、そうした周辺と調和した空間の形成という観点が重要となる。

このような特性を踏まえて展開される道路緑化は、大きく、1) 環境の保全・復元、2) 良好な道路景観の形成、3) 道路交通の快適性・安全性の向上、という3つの機能を目的とし、その達成のためにさらに様々な機能が求められている。そして、こうした道路植栽の多様な機能は、配置される植栽に対して単一の機能を求めているのではなく、複合的な機能の発揮を期待している。実態として、遮蔽機能を主たる目的とする植栽においても、同時にその樹木等はCO₂の吸収・固定を行って地球温暖化防止機能を発揮しているし、木陰をもたらして緑陰形成機能を発揮している場合もあるかもしれない。



図 2-2-1 道路植栽の機能⁴

⁴ 「設計要領 第一集 造園編 (平成 18 年 7 月 東日本高速道路株式会社)」

1)環境の保全・復元

地球温暖化などの地球規模の環境問題への対応や高速道路から発生する騒音などの環境圧に対する沿道の生活環境、自然環境の保全・復元といった対策により、環境への影響を最小限に抑える。

① 地球温暖化防止

樹木には光合成活動により、大気中のCO₂を植物体内に取り込み、セルロースの形で固定して、年々成長する。盛土のり面等に樹林を整備することにより、大気中のCO₂の吸収源として機能させ、地球温暖化の防止に寄与する。

② 大気浄化

樹木、樹林帯には、呼吸作用や葉面等からの吸着作用等によってNO_xやSO_x、あるいは浮遊粉塵などといった大気汚染物質を体内に取り込むことなどによって大気を浄化し、自動車交通から発生する大気汚染の影響を緩和する効果がある。

③ 騒音緩和

樹木の葉や枝が音のエネルギーを吸収・反射させることで、自動車交通によって発生する騒音を緩和する効果がある。樹林帯としては、その幅員によって距離減衰が変化するし、地表面、林床の植生状況によっても騒音緩和効果は変化する。樹木の視覚的、心理的な効果も含まれる。

④ 気象調整

道路建設によって伐開された林地内への風の吹込みや日照の入込みによる気象変化や乾燥を植栽によって緩和する。林内の気象変化を緩和することにより、動植物の生育・生息環境への影響を和らげることもつながる。

⑤ 緑陰形成

太陽光を樹木の枝葉、樹冠で遮ることにより、路面や車内の温度の上昇を抑える効果がある。庇やテントなどの構造物によってできる日陰とは異なり、樹木の蒸散作用によって気化熱が奪われることから、実際に気温を下げる効果が期待できる。

⑥ 生態系保全

まとまった面積の緑地は、多様な生物の生息空間となることが期待できる。帯状に連続する道路のり面を樹林化することにより、沿道に散在する孤立した緑地をネットワーク化する効果も期待される。

⑦ 病虫害防止

のり面の樹林化によって、あるいは周辺農地や樹園地は異なる植栽を導入することなどによって、生物の多様性が増し、特定の病虫害の蔓延を防ぐ効果が期待される。

2) 良好な道路景観の形成

地域性や季節感豊かな走行景観の創出、地域に固有の景観特性の保全など、周辺景観と調和した道路づくりを目指す。

① 遮蔽

景観上好ましくない構造物などを植栽によって覆い隠し、景観を心地よいものにする、ないしは樹木の景観に置き換えるということもできる。樹木によって完全に覆い尽くすのではなく、ある程度の割合で対象物が隠れると遮蔽効果が現れるともいわれる。

② 景観調和

構造物等と周辺自然景観との景観上の融和を、調和を図るというものである。対象とする構造物等が大規模で樹木で遮蔽による対応が困難な場合などでは、走行景観上の始端部となる部分を植栽によって遮蔽し、周辺景観に馴染ませるといった手法も用いられる。

③ 景観強調

単調な走行景観が続くと退屈になり、意識が緩慢となりがちである。リズムカルな植栽パターンを採用する、ボリュームのあるまとまった群植を要所に配置する、あるいは、花、紅葉などの植物自身の美しさを際立たせて、走行中の眠気や疲労を防止する効果を期待する。

④ 指標

特徴的な樹形をもった樹種を採用する、まとまった緑量を確保した植栽を行うことなどにより、ランドマークとなるような景観を形成し、インターチェンジや休憩施設の存在をドライバーに知らせる効果を発揮させる。

⑤ 景観統合

不揃いな形状や材質のものが無秩序にあって混乱した景観となっている場合に、同一樹種を連続して植栽することなどによって統一感の感じられる景観を形成し、心理的な安定をもたらす効果を発揮させる。

⑥ 眺望

優れた景観対象の眺望を視点場周辺の緑化によって、ひと際引き立たせる効果を演出する。額縁効果を狙って高木の樹幹で注視対象の左右を区切る、あるいは前景に低木を配してその他の景観を視野から排除して対象に集中させるなどの効果を期待する。

⑦ 観賞

植物の姿や形、新緑や花、紅葉など生き物としての植物自身の美しさ、季節の変化などを鑑賞し、安らぎを感じ楽しんでいただく効果がある。

3) 道路交通の快適性・安全性の向上

視線誘導、遮光といった走行環境の改善や地吹雪などの気象障害を防止し、交通の安全性の向上に貢献する。また、休憩施設においては高速運転の疲れを癒し、安全運転へとつなげるための園地の整備を積極的に進める。

〈交通安全〉

① 視線誘導・線形予告

これから走行していく前方の道路の線形を植栽によって知らせる効果がある。ドライバーにとってなるべく自然に予知されることが大切で、半径が小さい右カーブや上り坂の頂点の先にカーブがある場合は、特に有効である。

② 遮光

対向車のヘッドライトによる眩しさを防止し、安全運転につなげる効果がある。中央分離帯の植栽や一般道との高低差があまりない境界部分では特に有効である。

③ 立入防止

休憩施設内で管理用施設区域へのお客様の立入りを制限したい場合や、道路敷地外から本線内への人が侵入するのを防止する場合などに用いられる。また、シカなどの動物の侵入に対して、緻密な植栽、棘のある樹種を用いた植栽などによって進路を遮る効果を狙う。

④ 衝撃緩和

車が何らかの原因で車線から飛び出した場合など、衝突による衝撃を密に植栽された樹木の樹幹がクッションとなって吸収・緩和し、事故を最小規模に抑える効果がある。

〈災害防止〉

⑤ 地吹雪・飛砂防止

樹林の防風機能により、強風で舞い上げられた雪や砂の粒子が、本線内へ飛散して視界不良を起こすのを防止する効果がある。特に、地吹雪はホワイトアウトの状態となって非常に危険な状況となるため、地吹雪防止林が視線誘導の役割も果たし、有効に機能する。

⑥ 雪崩・落石防止

本線近傍の地山斜面における積雪や転石の滑落を樹林により防止する効果がある。既存林を活用するケースが多く、なだれ防止柵などと併用する場合もある。

⑦ 浸食防止

のり面上に成立している樹林の林冠や地表面の植生、あるいは、網目状に張り巡らされた根系の存在により、のり面を雨水による浸食から守る効果がある。

(2) 様々な高速道路空間の緑化

1) インターチェンジ・ジャンクションの緑化

インターチェンジは高速道路の入口、始まりであると同時に地域の玄関口となる。また、本線を走行している場合にはドライブの節目となっている。高速道路を走行する人や一般道から高速道路に入る人にとって、第一に分かりやすい存在となるために、要所に緑量のある植栽、特徴的な樹形をもつ樹種を使ったによってランドマークとなるよう配植にする。樹種としては、地域の郷土性や産業をよく表しているもの、樹形や花に特徴のあるものが用いられる。

料金所周辺は、建物や周辺と調和させることを意識して植栽を計画する。また、車両が集中する場所となるため、騒音緩和や大気浄化などに配慮した植栽を行う。

インターチェンジやジャンクションのループ付近には、指標となるような植栽やランプ部を走行する際に視線を誘導するための緑化を行うとともに、視距の確保をした上で樹林化を図り、地球温暖化の防止にも対処する。こうした緑化により、地域の特徴を反映させ、周辺的生活環境や自然環境の保全に努める。

2) サービスエリア・パーキングエリアの緑化

サービスエリアやパーキングエリアは、高速道路を利用されるお客様のくつろぎのスペースであり、身動きの制限された車内から心身を解放し、高速道路の運転で疲れた体や神経を休ませ、安全運転に資することが求められる空間である。

休憩施設においては、全体として休憩空間の充実と地域性や景観特性を意識した、ヒューマンスケールのきめ細やかな緑化を展開する。緑陰樹や花木・草花などを中心に季節感のある演出を心がけるとともに、園地内においては場所の特性に応じて展望広場、ベンチ、野外卓、池、あずまや、遊具などを設け、お客様に充実した休息時間を過ごしていただけるよう工夫をこらす。

いわゆる名所といわれるような景観対象だけでなく、地域に特徴的な農耕景観や街並みといった人文社会景観などを含め、地域性の感じられる優れた眺望が得られる立地に設置されたサービスエリアやパーキングエリアにおいては、そうした眺望を最大限に活かす設えを意識し、ゾーニングや園地構成、配植を意識した緑化を行う。そのことによって、地域性が十分に感じられ、ゆっくりと休憩できる環境を提供することが可能となる。

そして、長い時間を過ごすレストランや売店などの建築物と植栽の関係性にも十分配慮し、双方の魅力を高めるような緑化を行う。レストランの窓からゆっくりと眺められる位置に庭園を設けることや、木陰でリラックスできるような園地を設けることなども大切であるし、建物前の広い舗装

空間などにおいては、その建物の修景に配慮しつつ、緑陰樹を導入して地表面温度を下げ快適なアプローチ空間を提供する。

駐車場内に設置されるアイランド部分には、駐車スペースのための広い舗装空間の中であって、マシーンスケールをヒューマンスケールに分節するための貴重なスペースであり、路面温度や車内温度の上昇を緩和するためにも、貴重な空間であることから、見通しを悪くしない配慮をした上で可能な限り高木を配し、全体として緑に覆われた心地よい潤いある空間を創造する。ただし、積雪地域では雪氷作業の支障となるといった理由からゼブラゾーンとなってしまう、植栽ができない場合もあるが、本線との間に設けられる外側分離帯や建物周りなどスペースの確保できる要所にはできるだけ緑量を確保して植栽を充当することが望まれる。

3) 道路本線の緑化

高速道路の本線路傍、のり面の緑化は大きく道路内部からみた走行景観に対応する緑化と道路外部の、地域に対応する緑化に分けることができる。

道路内部の緑化は、快適な走行景観の演出や交通安全の向上を主な目的としており、中央分離帯や路傍植栽、遮音壁前面の緑化が主なものとなる。

道路外部の緑化は、沿道地域の生活環境や自然環境の保全・復元、地球温暖化防止、地吹雪や雪崩などの気象災害からの回避を主な目的としており、盛土のり面の樹林化や環境施設帯の緑化が主なものとなる。

① 盛土のり面

高速道路においては、高規格で高速走行を可能にするために線形や縦断勾配が緩やか、一般道と立体交差する必要があるため、周辺との高低差を調整するためにのり面が生じる。一般的に切土のり面は道路内部に向けて、盛土のり面は道路外部に向けて現れる。

盛土のり面の標準勾配は1:1.8で比較的緩いといえるが、植栽基盤となる路体は基準に沿って締め固められていて、素材としてトンネルずりなど土壌とは言えないものが混じることも多く、土工が完成した後に植生工が施されてはいるが植栽環境としては非常に厳しいと言わざるを得ない。しかし、沿道の生活環境、自然環境の保全・復元等のための緑化には、厳しい植栽環境に耐え強壮な樹勢をもった樹種を選択し、環境への適応力の高い苗木を主体にした植栽が行われてきている。

また、地球温暖化防止のため、樹林によるCO₂を吸収・固定する樹林化も進められてきている。樹林化によってCO₂固定に加え、大気浄化、騒音の低減、野生生物の生息環境保全等にも貢献することになるわけであるが、樹林としての健全性を維持・向上させるための維持管理、樹林の更新などが課題として顕在化してきている。

② 切土のり面

切土のり面は一般的に土壌が劣悪で岩が露出し、標準的な勾配は1:1と急なため、植栽の条件としては大変厳しく、植穴を掘って樹木を植え込むという標準的な植栽は困難な場所といえる。

したがって、通常は植生のり面保護工が施され、導入された芝草類の草本植生から時間の経過とともに遷移が進んで木本類の侵入がみられるようになるといった経過をたどることが多い。しかし、地球温暖化防止、自然環境保全・復元、景観の向上等の観点から、ユニット苗工法などを使用して周辺の地山植生の復元を行っている例もある。ただ、復元植生の安定性や侵入してくる木本類の成長と倒木リスクの兼ね合い、場所に応じた管理目標の設定と実施可能な管理水準のバランスなど全体として持続的な植栽機能の発揮、快適な走行環境の創造といった命題を達成するための最適解を求めていく必要がある。

③ 自然環境保全

自然環境の豊かな地域に高速道路を建設する場合には、自然の改変を極力軽減するようなルートを設定することが基本となる。その上で道路構造を吟味し、止むを得ず出現する構造物やのり面の規模を小さく抑えることや表面正常の検討を行い、さらに可能な緑化によって遮蔽や修景を行うといった順を追った各段階での検討、対策が重要となる。緑化したのり面は道路交通の及ぼす影響を緩和し沿道景観との調和を果たす。さらにこれらの緑は、道路周辺の緑と一体となって多様な野生生物の生息する環境を創出し、生態的なネットワークを構成する。

④ 中央分離帯

中央分離帯は、走行中には常にドライバーの視野の中に存在する。中央分離帯をボリューム豊かな緑地にすることは、対向車のヘッドライトによる眩しさを防ぐばかりではなく、ドライバーの緊張感をほどよく和らげ、精神的な安定をもたらし、視線誘導の役割も果たして安全運転につながる心理的な効果がある。

一方、中央分離帯の植栽を管理するためには、どうしても中央寄りの車線を規制して作業をする必要がある。その車線規制によって渋滞が発生する状況が生じると、道路管理者としては問題視せざるを得ない。中央分離帯植栽の果たしている機能、一般道にはみられない格の高さ、高速道路としての象徴と意味合いまで含めて勘案すれば、是非ともその良好な走行環境を維持させるために、植栽管理の省力化、新たな緑化手法などの技術開発をさらに進め、持続可能なかたちで美しく風格ある走行空間を維持したい。

⑤ 遮音壁

遮音壁は道路交通から発生する騒音を緩和するために設けられるが、連続して立ち上がる構造で本線近傍に設置されるため、圧迫感があり、無機質で単調な走行景観になるといった問題が指摘されている。また、H鋼にパネルを落とし込むという構造自体が仮設構造物としての域を出ていない

という問題も指摘されてきた。様々な景観的な課題に対する改善、改良はなされてきており、植栽用地が確保できる場合は、樹木やつる植物による緑化を行い、場合によっては遮音壁背面にも植栽を行い、単調な走行景観を潤いのある景観に改善している。

⑥ 環境施設帯

高速道路が住居地域を通過する場合には、道路周辺に居住されている方々の生活環境を守ることが重要となる。そのための施設が環境施設帯である。

環境施設帯の幅員として、道路の構造や夜間の交通量により車道の端より 10m または 20m が確保されている。環境施設帯を緑化することにより、車道と沿道居住地域とを植樹帯で分離し、緑のすぐれた特長を活用して遮蔽、騒音低減、大気の浄化、景観の向上などを実現する。

環境施設帯の緑化は主に以下の内容に留意して実施される。

- ・ 地域の風土や景観と組み合わせ、アメニティーに富んだ地域の緑を構築する。
- ・ 花木、紅葉木、草花なども利用し、季節感や彩りと潤いのある景観を創り出す。

⑦ 植生のり面保護工

土工が完成した直後にのり面を緑で被覆するは、第一に降雨などによりのり面が浸食されたり、崩壊したりするのを防ぐためである。また、のり面の緑により道路の周辺環境との調和や道路景観を向上させる効果も期待される。

植生のり面保護工には、種散布工、種吹付工、植生基材吹付工、張芝工などの多くの種類がある。のり面の状態や目的によって工法や植物種子、補助材などが決定される。

岩盤地など緑化が困難な場所でも景観面での配慮が求められる場合には、厚い基盤を確保することが可能な植生基材吹付工を用いることにより、緑化が可能となる。

(3) 道路緑化のいろいろな取り組み

1) 地域性の演出

高速道路は、車窓から見える地域の山や川、そして海をつなぎながら全国をネットワークしている。高速道路から眺める移りゆく風景や景色は、通過する地域の特色を表す。その地域の特色を高速走行によって体験することこそが高速道路の景観の醍醐味であり、道路自体を飾り立てることではない。高速で走行すればこそ味わえる地形構造やスケール感、どこまでも続く平野、新た視点場からの名所の眺望、集落の佇まい、こうしたものが地域性、日本の国土構造の認識として景観体験の中から得られる。緑化による地域性の演出は、そうした景観体験を補完するものとして捉えることが望ましく、サービスエリア、パーキングエリアにおける園地構成や樹種の選択、ふるさと紹介などといったことによって地域らしさの演出に役立てる。

2) 沿道地域との一体化

フェンス等で閉ざされた空間であった環境施設帯やのり面などを、沿道地域とのふれあいの場とすることも行われている。ひとつの例として、ハイウェイパークは地元自治体との連携（パートナーシップ）により、地元の公園整備との一体化で生み出された地域のコミュニケーションの場でもあり、良好な沿道の緑地を提供している。

3) 草花の利用

高速道路の路肩やインターチェンジ、サービスエリアなどに咲く花は、緊張した高速走行の気持ちや疲れをそっと解きほぐすものである。草花に対するお客様からのニーズも多く、こうした声に応えるために、美しい花を咲かせる樹木や草花を数多く植栽している。

花を活用することにより、親しみや潤いをお客様に提供することが可能になるため、花木や草花の積極的な活用を進め、地域性や季節感に富んだ走行景観、沿道景観をつくっていく。草花による景観づくりを進め、良好な状態を維持しようとする、どうしても維持管理が課題となるが、草花の愛好者は多く、地域の個人、団体との連携を図る契機とすることもできる。

4) サクラ前線

春、サクラ前線は沖縄から北海道までをゆっくりと北上しながら、日本の各地で春の訪れを宣言する。日本列島を南北に結ぶ高速道路には、ソメイヨシノやオオヤマザクラを初めとした多種類のサクラが植栽されている。高木や苗木を含めて約30万本。このサクラの花をお客様に楽しんでいただけるように、また、地域の気候差も感じていただけるように、高速道路のサクラ開花案内を行っている。こうした取り組みは、花、緑を中心に据えた、全国をネットワークする高速道路ならではの企画で評価されるものだが、企画の趣旨をより明確にすることや実施状況や反応に応じた修正を加えていくなど、継続性の点で課題を解決していくことが必要である。

5) 植物資源のリサイクル

高速道路では、交通の安全確保や景観的な配慮、火災の防止などのために樹木の剪定や草刈りを実施している。その際に大量の植物資源（刈草や剪定枝）が発生するが、「道路から出たものは道路に還す」という循環系（クローズドシステム）をつくるため、植物資源を有機資源として堆肥化、チップ化、炭化し、再び道路緑化で活用する「緑のリサイクル」に取り組んできている。

しかし、リサイクル堆肥を活用する道路建設における植栽工事が減少傾向になり、堆肥のニーズが減ってきているという状況も出てきている。一方では、こうした取り組みを始めた1990年代初頭から社会情勢も変化し、国の施策としてもカーボンニュートラルが掲げられ、再生可能エネルギーの活用やそうした事業を行う民間事業者も増加してきている。こうしたことから、高速道路空間の

内部だけで循環系を形成するのではなく、地域レベルでの資源循環を指向し、地域においてリサイクル事業に取り組む様々な主体と連携することも行われている。

6) 既存樹木・樹林の活用

道路が建設される場所に生育していた樹林や樹木の中には、景観的に貴重な樹林や、道路緑化を行う上で有効に活用できる樹木がある。道路建設にあたっては、それら既存樹木・樹林の生育する環境をなるべく変えずに保存し、有効に活用することが重要である。

特に休憩施設においては、植栽木では得られない地域の風土を反映した既存林は貴重な環境、景観をもたらしてくれる。これまで、こうした貴重な既存林を保全し、利用可能な樹木を移植することなどにより、景観向上、自然環境復元などで大きな効果を発揮してきている。これからも、機会は少ないかもしれないが、可能な限り建設や改築の早い計画段階で保全、活用のための調整を始めることにより、貴重な既存樹木・樹林の保全、活用を可能にしたい。

7) 表土の活用

表土は自然の作用が生み出す貴重な“資源”である。何万年という長い時間をかけて生成される表土には、植物の生育を助ける腐植や周辺植物の種子などがたくさん含まれ、自然復元のポテンシャルが非常に大きい。そのため、のり面緑化やインターチェンジ、サービスエリアなどの植栽基盤の整備など、さまざまな場面で表土が保全、利用されている。

特に、自然公園内を通過する道路のり面では、大きな規模で表土を利用して植物の生育を促し、より早い自然環境の復元に努めている。

8) エコロード

エコロードとは、自然環境に配慮した道路、生き物にやさしい道づくりのことをいう。道路整備において、現在及び将来にわたる良好な環境を保全するため、地域の自然や貴重な動植物の保全に配慮した事業の進め方ということになる。エコロード整備の考え方は、自然環境に対するマイナス要因の軽減、保全（ミティゲーション）と、自然環境に対するプラス要因の付加、創出である。

具体的には自然環境への影響の少ない路線の選定、線形の修正・調整検討、盛土構造から橋梁・高架への変更、切土からトンネルへの変更などの自然への影響の少ない道路構造の検討、やむを得ず改変される生育・生息域の代替地の確保、および修復・再生、あるいは構造物の縮小化や素材や表面性状の検討などディテールの吟味、緑化による遮蔽や修景などの取り組み全体を指す。

道路整備の初期段階、路線選定の段階における検討が最も重要となるが、そうした段階での検討を含め、細部にわたるまで各段階で検討が行われた本来的な意味でエコロードと呼ぶことのできる事例は豊富とはいえず、改変された場所での自然復元や表土の保全、貴重種の移植による保全、あるいは構造物の塗色の検討などをもってエコロードと呼んでいる場合も少なくない。

9) ビオトープ

ビオトープとは、生物が生息・生育する空間を表す用語で、動物でいえば、食べ、休み、繁殖できるある一定程度のまとまりを持った空間がビオトープである。ビオトープの規模や範囲はターゲットとする生物種や復元しようとする環境によって異なってくるが、ビオトープという用語に対する理解、空間のイメージが定まっておらず、とりわけ維持管理段階で問題が生じる場面もみられる。道路空間においてもインターチェンジのループ内で水源が確保される立地でビオトープの創造を行い、自然環境の復元やその環境を活かした環境教育の場としての活用など効果的な展開を見せている事例もある。

2—3 高速道路緑化の特徴性

名神高速道路以来、脈々として積み重ねられてきた高速道路緑化の特徴性を、高速道路以外の造園、ランドスケープ分野との比較も念頭に置きながら、ここで整理してみると、大きくは次の3点を挙げることができる。

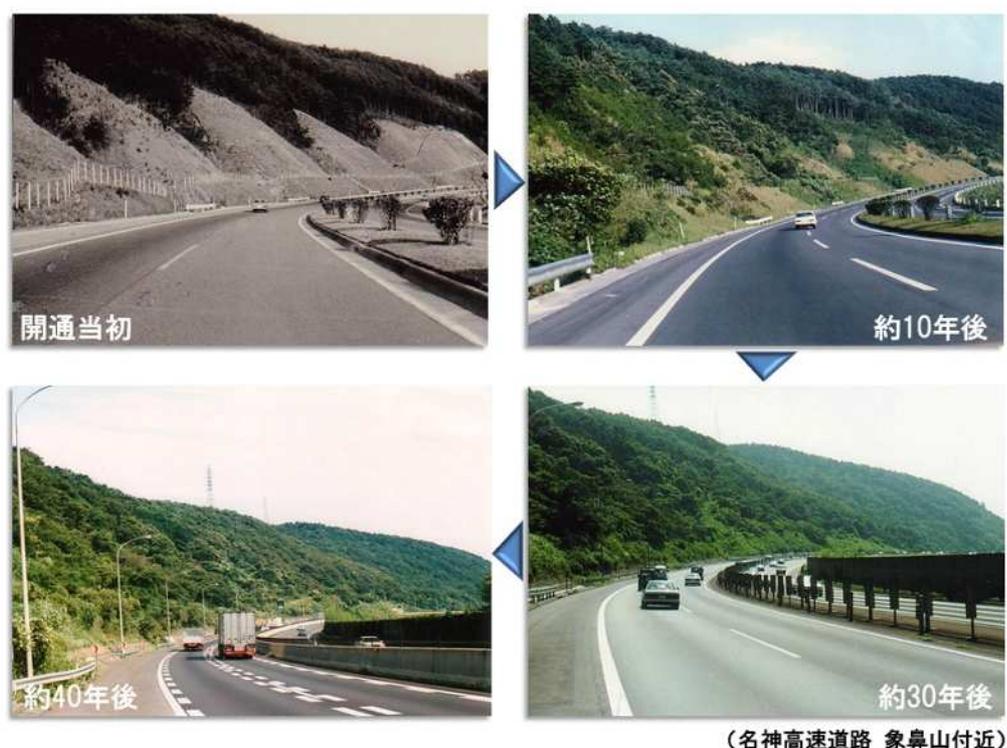
- ① 歴史性
- ② 先導性
- ③ 規模性

歴史性；“高速道路50年”



ここでいう「歴史性」とは、昭和37年の名神高速道路の開通以来、高速道路造園、高速道路の緑は50年以上にわたる歴史を積み重ねてきている、という点を第一に指摘する必要がある。いわゆる造園、緑化、ランドスケープの分野で長い歴史をもつ分野は庭園であり、造園技術、緑化技術はそこを核にして発展してきたものといえる。近現代における都市公園の整備においては、日本の気候風土に根差した庭園の技法、そして近代都市建設に適合してきたイギリス風景式庭園、フランス整形式庭園、アメリカンランドスケープなどを導入しながら展開されてきている。造園学が学際的な応用科学という言い方もされるが、緑化、植栽の計画に関わる理論的な根拠は甚だ脆弱と言わざるを得ない状況であった。特に、我が国において初の高速道路整備にあたっては、まったく実績のないところから始め、日本の地形・地質、土壌、気候、植生、人文・文化、社会環境など様々な条件に適合するよう検討、工夫を積み重ね、そして、何よりも安全快適な高速走行のための環境と景観を形成し、かつまた、自然環境、生活環境、農耕環境などとの整合性を図るための理論武装を形成してきた。日本国土を縦貫する路線から横断道、そして建設主体から維持管理の時代へと変遷しながら、積み重ねてきた、そうした歴史性をまず指摘することができる。

写真は、名神高速道路において40年以上のわたる定点観測の結果を示したものである。低山丘陵地帯をスライスカットして本線が造成されていて、連続する切土のり面には植生工による緑化がなされ、のり面の端部は縦断方向にラウンディングが施されている。これらの施工がなされたことによって10年後、30年後、40年ごと時間の経過とともに徐々に周囲の地山と区別がつかないような



(名神高速道路 象鼻山付近)

写真 2-3-1 切土のり面の植生工施工後の植生変化

植生景観が回復し、自然を傷つけることなく高規格な高速道路本線が地域の細やかな地形、植生に見事に調和し、快適で合理性の感じられる、自然な地域の風景の中を走行することができる。

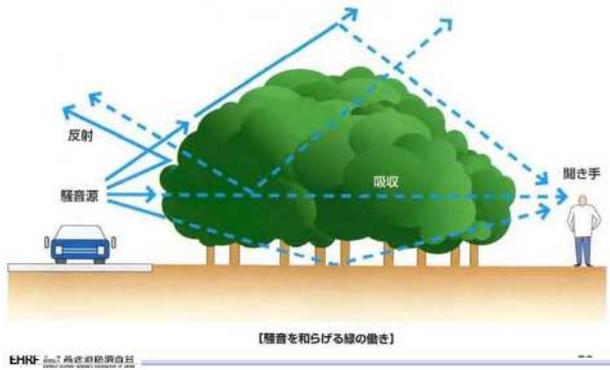
「先導性」とは、いわば高速道路造園が庭園、公園で展開されてきていた造園に係わる調査、計画、設計、施工、管理にわたる造園技術に関して、他をリードし、牽引する力をみせながら歩んできたといえることである。

すなわち、高速道路においてどの場所に、どのような内容の植栽を、どのような根拠をもって植栽するか、という理論構築をいち早く確立したとあってよく、それはいわゆる「機能植栽」という用語によって象徴的に言い表すことができる。環境保全機能、景観向上機能、そして安全向上機能という3つの機能に大別され、さらにそれらを細分化した個別の機能を期待する植栽を必要とする場所に充当することとした。同時に、生き物としての植物の特性を踏まえた時間軸をもそこに重ね合わせ、例えば、道路環境圧と保全対象との位置関係や保全の重要度などを勘案して植栽直後から機能効果の発揮を期待する完成形の植栽構成とするのか、あるいは一定期間の成長を経て将来的に機能を発揮すればよい将来完成形というものにするか、そうした考え方も取り入れて高速道路の緑を構築していった。こうした考え方、設計計画の手法は他の造園分野ではほとんど取り入れられていないもので、ランドスケープデザインの先端を行くものであったし、他に少なからず影響を与え続けてきた先導的な役割を果たしてきたものであった。

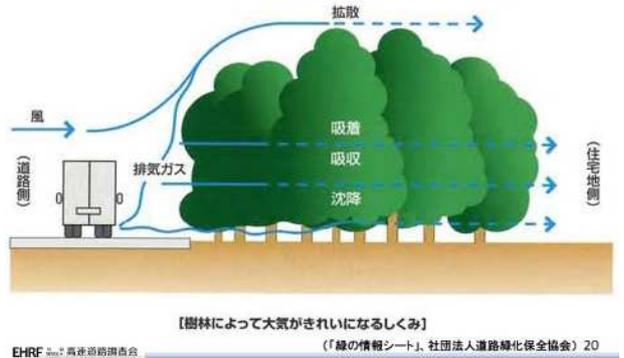
先導性; “機能植栽”



“騒音緩和”



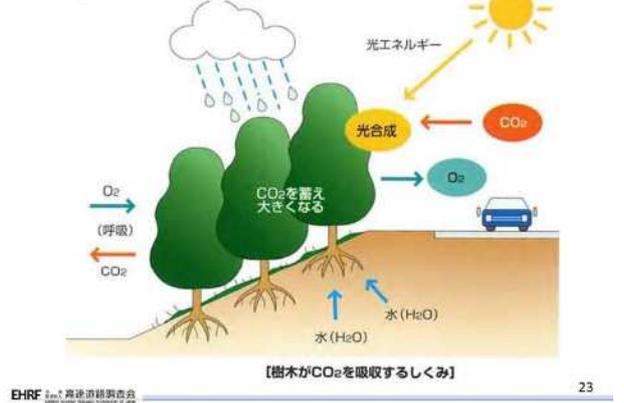
“大気浄化”



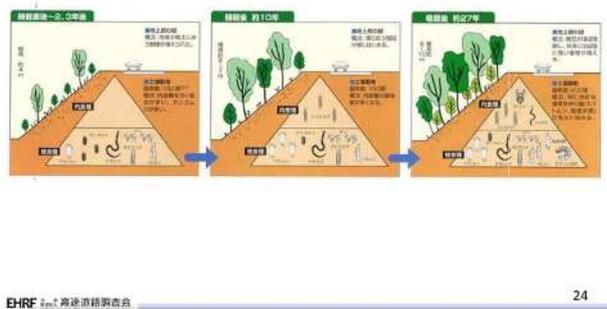
“緑陰形成”



“地球温暖化抑制”



“生態系保全”



“安らぎ、疲労回復”

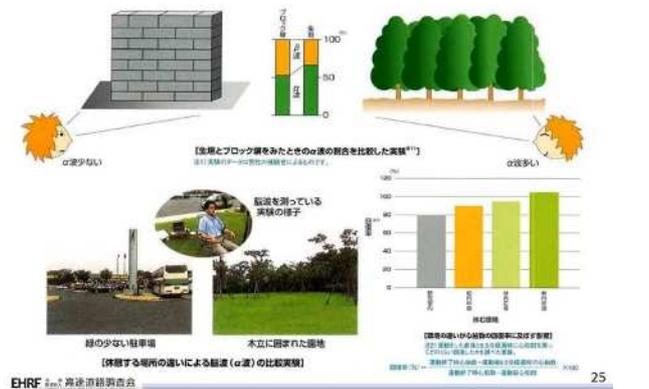


図 2-3-1 道路植栽の機能の図解(“緑の情報シート”より)

3番目の「規模性」とは、高速道路緑地の面積、規模を指している。NEXCO3社のCSRレポートによれば、全国の高速道路における樹林化面積は約9,100haに及ぶ。その主体は盛土のり面となるが、車両が100km/hで走行する舗装空間に沿って幅10m以上の緑の帯が続くイメージである。地域レベルで見れば、都市域においては貴重な樹林地、樹林帯であり、点在する公園緑地を繋ぎ、自然環境が卓越するようなエリアにおいては、周辺緑地や農耕地、地山の植生などと一体となって生態系ネットワークを形成するといった役割を果たしている。

こうした全国規模のグリーンインフラを維持、管理する主体は他にあまり例がなく、かつ、公の主体、ないしはそれに準ずる主体とあってよい。高速道路が現代社会を支える極めて基盤的なインフラであることを踏まえれば、高速道路の緑は、まさに“グリーンインフラ”と呼べる存在であり、国民共通の資産であるといえる。その生命の営みによって成長を持続させ、貴重な資産を形成し、増やしている。そのグリーンインフラを良好な状態に保ち、価値を向上させることは、とりもなおさず高速道路そのものの価値向上を意味するものとなる。国民にとって貴重、かつ膨大な緑の資産を次世代に引き継ぐ役割と責任を緑地の維持管理を担う高速道路会社は負っているといえる。

規模性; “道路緑地9,000ha”



【参考】

※道路林によるCO₂の吸収・固定量とその便益試算例を以下に示す。

■NEXCO3会社の道路林面積とCO₂吸収固定量

	道路林面積	CO ₂ 吸収固定量
NEXCO東日本	3,700ha	38,850t-CO ₂
NEXCO中日本	1,600	16,800
NEXCO西日本	3,800	39,900
	<small>(樹林化面積×10.5t-CO₂/haで試算した場合)</small>	
計	9,100ha	95,550t-CO ₂

CO₂の削減による便益の評価(例)

削減されるCO₂量: 82,800t-CO₂/yr(試算値)



C(炭素)に換算した量: 22,582t-C/yr



CO₂削減効果

22,582t-C/yr × 10,600yen/t-C = 2.3億円



*CO₂貨幣価値原単位: 10,600円/t-C

「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)」
平成21年6月、国土交通省

40年間の単純合計: 93.3億円

割引率(4%)を用いた現在価値: 46.9億円

(高速道路調査会試算)

3. 環境関連の動向と高速道路緑地を取り巻く情勢

3—1 パリ協定と持続可能な開発目標（SDGs）⁵

（1）パリ協定

パリ協定⁶とは、2015年パリで開かれたCOP21で合意された協定で、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をする」という目的で全世界に共通する国際的な取り組みのことをいう。このパリ協定は先進国・途上国の別なく、すべての国に共通する目標であり、地球温暖化対策における基本となる方針である。

近年、気候変動が一因と考えられる異常気象が世界各地で発生している⁷。これは、人間活動の規模が拡大し、地球の限界を超えようとしているためであると評価している研究もあり、世界全体で気候変動対策を進めることは喫緊の課題となっている。我が国においても、気候変動が一因と考えられる災害によって、政府、地方公共団体等に大きな経済的負担が生じている。

パリ協定は、世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも2℃高い水準を十分に下回るものに抑えるとともに、1.5℃高い水準までのものに制限するための努力を継続すること、このために、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡（世界全体でのカーボンニュートラル）を達成することを目指すこと等を定めている。

（2）持続可能な開発目標（SDGs）

人間活動に起因する諸問題を喫緊の課題として認識し、国際社会が協働して解決に取り組んでいくため、2015年9月の国際連合総会において「持続可能な開発のための2030アジェンダ」（2030アジェンダ）が採択された。2030アジェンダは、平成28(2016)年から令和12(2030)年までの国際社会全体の目標として採択され、その中に、「持続可能な開発目標（SDGs；Sustainable Development Goals）」として、17のゴールと169のターゲットが設定されている。先進国を含むすべての国に適用される普遍性が最大の特徴である。また、2030アジェンダでは目標達成に向けて、地球上の「誰一人取り残さない」ことを明確に掲げている。気候変動は、他のSDGsの達成を左右し得る要素であるとも言える。SDGs全体の達成に向けて、我が国として、気候変動以外のSDGsの要素とも整合的に気候変動対策を進めていく必要がある。

⁵ 「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（令和元年6月11閣議決日定）

⁶ 「パリ協定」国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）、2015年12月採択（2016年4月署名）

⁷ 「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次評価報告書」2014年；地球規模で観測されている極端な日別気温の頻度と極端さの度合いの変化に人為起源の強制力が寄与した可能性は非常に高い、人為的影響が一部の場所における熱波の発生確率を有意に引き上げた可能性は高い、温暖化とともに極端な降水現象の強度が平均降水量を十分に上回る率で増加することに高い確信度がある、等と示されている。

【持続可能な開発目標 (SDGs) 17 ゴール】

1. 貧困の撲滅
2. 飢餓撲滅、食料安全保障
3. 健康・福祉
4. 万人への質の高い教育、生涯学習
5. ジェンダー平等
6. 水・衛生の利用可能性
7. エネルギーへのアクセス
8. 包摂的で持続可能な経済成長、雇用
9. 強靭なインフラ、工業化・イノベーション
10. 国内と国家間の不平等の是正
11. 持続可能な都市
12. 持続可能な消費と生産
13. 気候変動への対処
14. 海洋と海洋資源の保全・持続可能な利用
15. 陸域生態系、森林管理、砂漠化への対処、生物多様性
16. 平和で包摂的な社会の促進
17. 実施手段の強化と持続可能な開発のためのグローバル・パートナーシップの活性化



図 3-1-1 持続可能な開発目標 (SDGs) 17 ゴール

3-2 カーボンニュートラル

(1) カーボンニュートラル

2020年10月、政府は2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラルを目指すことを宣言した。「排出を全体としてゼロ」というのは、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの「排出量」から、植林、森林管理などによる「吸収量」を差し引いて、合計を実質的にゼロにすることを意味している。カーボンニュートラルの達成のためには、温室効果ガスの排出量の削減、並びに吸収作用の保全及び強化をする必要がある。

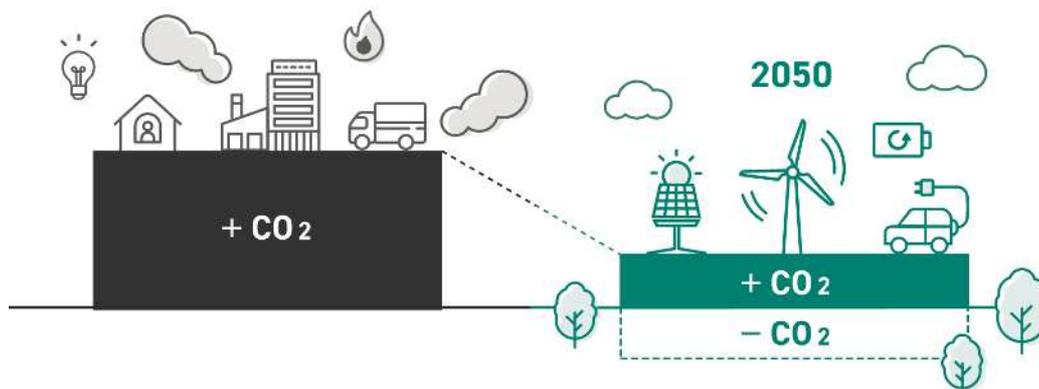


図 3-2-1 カーボンニュートラル⁸

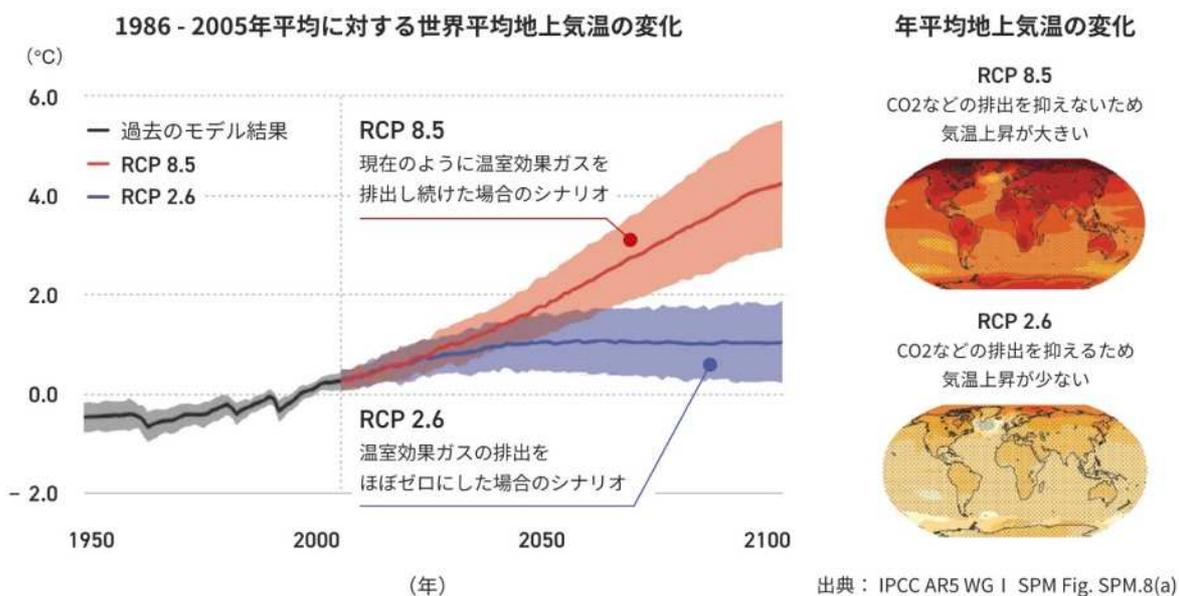


図 3-2-2 世界平均地上気温の変化

⁸ 環境省資料より (https://ondankataisaku.env.go.jp/carbon_neutral/about/)

（２）基本的な考え方（将来に希望の持てる明るい社会に向けて⁹⁾

この戦略が目指す脱炭素社会は、将来に希望の持てる明るい社会でもあるべきである。このような社会の姿をできるだけ多くのステークホルダーと共有し、自主的かつ積極的に取り組む環境を創出することが重要である。将来に希望の持てる明るい社会は、世代、立場、地域等により異なる可能性がある。そのため、それぞれのステークホルダーが以下のような要素を踏まえ、それぞれの目指す社会の姿を描き、それに向かって行動を起こすことが重要である。

①SDGs の達成

脱炭素社会への移行において他の SDGs とのコベネフィット(共通便益)の最大化を目指す。

②イノベーションを継続させる基盤としての「共創」

長期的な社会変革に向けたニーズを共有し、多様な知がぶつかり合うことを繰り返すことにより、「共創」的にイノベーションを生み出し続ける。

③Society5.0 との連携

「デジタル革命と多様な人々の想像・創造力の融合によって社会の課題を解決し、価値を創造する社会」としての「Society5.0」により、エネルギー、モビリティ、デジタル化等における分野を超えた相互作用を通じて気候変動対策に貢献する。

④地域循環共生圏

人口減少・少子高齢化が進む我が国においては、特に地域の活力を高める成長戦略が重要である。このため、それぞれの地域が地域資源を持続可能な形で最大限活用して自立・分散型の社会を形成しつつ、より広域的なネットワークを構築し、地域における脱炭素化と環境・経済・社会の統合的向上による SDGs の達成を図る「地域循環共生圏」の創造を目指す。同時に、この持続可能な地域のあり方を世界に提示することにより、国際社会のロールモデルとなることを目指す。

⑤課題解決先進国

国内の都市や農山漁村を含む地域での成功モデルを発信・横展開し、「課題解決先進国」となることを目指す。

以上の中で、「地域循環共生圏」の創造を目指すにあたり、地域と地域とを繋ぐより広域的なネットワークを構築することを謳っており、それはとりもなおさず都市間ネットワークそのものである高速道路ネットワークが非常に重要な意味をもつことに注目すべきであろう。

（３）吸収源対策

吸収源対策の現状認識としては、京都議定書第3条3及び4に基づいた我が国の土地利用、土地利用変化及び林業活動による2017年度の吸収量は、森林吸収源が4,760万トン、農地管理・牧草

⁹⁾ 「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（令和3年10月22日閣議決定）より

地管理・都市緑化等が 810 万トンである。人口減少・少子高齢化、気候変動の影響の顕在化、エネルギー問題、グローバル競争の激化、インフラの老朽化、適切な管理を続けることが困難な土地の増大などの諸課題を踏まえると、持続可能な国土管理に向けた諸施策を推進することが重要である。特に、我が国の国土の約 7 割を占める森林は、木材などの林産物を供給するとともに、国土保全などの公益的機能を有しており、吸収源としても重要な役割を果たしている。また、農地・草地土壌については、森林等とともに炭素吸収源の一つとして国際的に認められており、温室効果ガス吸収量の確保に貢献している。

具体的な対策、施策の方向性は、森林・都市緑化など以下のように示されている。

①森林・都市緑化

森林吸収源対策の推進に向けて、林業活動を通じた間伐、再造林などの適切な森林整備等を推進する。その際、成長等に優れた品種や早生樹等の普及・利用拡大を図る。国民にとって、最も日常生活に身近な吸収源対策である都市緑化等を推進し、実際の吸収源対策としての効果はもとより、気候変動対策の趣旨の普及啓発を図る。

②農地

堆肥、緑肥などの有機物の施用による土づくりの推進を通じて、農地などの土壌への炭素貯留を推進する。また、土壌改良資材としての炭（バイオチャー）について生育影響等の効果検証を進める。

③自然環境

多くの炭素を固定している森林、草原、泥炭湿地などの湿原や土壌、沿岸域などの生態系の保全・再生を進めることにより、健全な生態系による CO₂ の吸収能力を高める。また、森林等の生態系に大きな影響を与える鳥獣被害を軽減し、健全な生態系による吸収量を確保していくことに資するよう、被害防除や個体群管理などの適正な鳥獣管理を推進する。さらに、生態系の気候変動への順応力を高めるために、生物が移動・分散する経路である生態系ネットワークの形成と合わせて、気候変動以外のストレス（開発、環境汚染、過剰利用、外来種の侵入等）を低減することを推進する。「ブルーカーボン」、すなわち沿岸域や海洋生態系に貯留される炭素について、全国での有用水生植物を用いた藻場の保全・回復等の CO₂ の吸収源としての可能性を追求する。あわせて、水生生物を原料とした機能性食品、バイオマスプラスチックなどの新素材開発・イノベーションによる海洋資源による新産業の創出を進める。

④木材をはじめとしたバイオマス製品による貯留・化石燃料の代替

低層非住宅や中層建築物について木材利用の推進に必要な技術の開発及び普及に取り組みつつ、都市の高層建築物等についても、更なる木材利用の拡大が図られるようイノベーションを創出する。また、木質バイオマス由来のマテリアルについて、自動車部材等への用途の拡大を推進する。

さらには、部門横断的な施策の方向性のひとつとして、気候変動適応によるレジリエントな社会づくりとの一体的な推進が述べられている。気候変動対策の緩和策と適応策の双方に効果をもたらす施策を推進するが、温室効果ガス削減と同時にレジリエンスの向上につながり、地域社会の健全な発展や人々の健康等に多くの便益をもたらす。

例えば、再生可能エネルギーをはじめとする自立・分散型エネルギーの導入は、緩和策であり、また、地域経済の活性化にもつながると同時に、災害時のエネルギー確保という観点において適応にも資する。あるいは、グリーンインフラや森林をはじめとした生態系を基盤とするアプローチ（EbA¹⁰ 及び Eco-DRR¹¹、次項で詳述）は、防災・減災といった気候変動への適応に加え、炭素貯蔵を通じた気候変動の緩和、地域社会における多様な社会・経済・文化の互惠関係の創出、生物多様性の保全と持続可能な利用への貢献など様々な効果が期待できる、としている。

3—3 NbS¹²とグリーンインフラ

(1) NbS（自然を活用した解決策）

2021年5月に開催されたG7気候・環境大臣会合において、気候変動適応と防災・減災だけでなく、気候変動の緩和策や貧困地域での持続可能な社会の構築など、さまざまな課題に対してNbS（Nature-based Solutions、「自然を活用した解決策」）を推進することの重要性が強調された¹³。

¹⁰ EbA ; Ecosystem-based Adaptation、Ecosystem-based Approach for Climate Change Adaptation

「生態系を活かした気候変動適応」 生物多様性条約では「気候変動による悪影響への対処に生物多様性と生態系サービスを組み込み、気候変動に適応すること」と定義している。森林、草原、湿地などの生態系がもつさまざまな機能やそこに存在する生物を持続的に活用し、気候変動によるリスクや損失を軽減するアプローチを指す。

¹¹ Eco-DRR ; Ecosystem-based Disaster Risk Reduction 「生態系を活かした防災・減災」 EbA と Eco-DRR は関連が深い、同一ではない。Eco-DRR は災害への対策であり、その中には地震や噴火など気候変動と直接は関係しないものも含まれる。環境省の報告書(2016年)で詳しく解説している。

(<https://www.env.go.jp/nature/biodic/eco-drr.html>)

※国立研究開発法人国立環境研究所気候変動適応センター 気候変動影響観測研究室 室長 西廣 淳
(<https://www.nies.go.jp/kanko/news/40/40-3/40-3-04.html>)

¹² NbS ; Nature-based Solutions 「自然を基盤とした解決策」 IUCN（国際自然保護連合）によって約10年前に作られた概念。「社会的な課題に順応性高く効果的に対処し、人間の幸福と生物多様性に恩恵をもたらす、自然あるいは改変された生態系の保護、管理、再生のための行動」と定義されたもの。

※大正大学地域構想研究所大正大学地域構想研究所 古田尚也教授

(https://chikouken.org/activity/activity_cat05/)より

¹³ <https://www.env.go.jp/pres/109603.html>

NbSは、近年日本でも注目されている「グリーンインフラ」や自然を活用した防災・減災アプローチであるEco-DRR、生態系を基盤とした気候変動適応策のEbAなどといった類似のアプローチを包含する意味の広いコンセプトとされている。2019年に欧州委員会が発表した気候変動対策を軸とした成長戦略である「欧州グリーン・ディール」やCOVID-19からの経済回復策「グリーンリカバリー」において重要な課題として位置付けられている。また、欧州投資銀行は、NbSプロジェクトにおける資金メカニズムやビジネスモデルをまとめた手引き¹⁴を発行している。

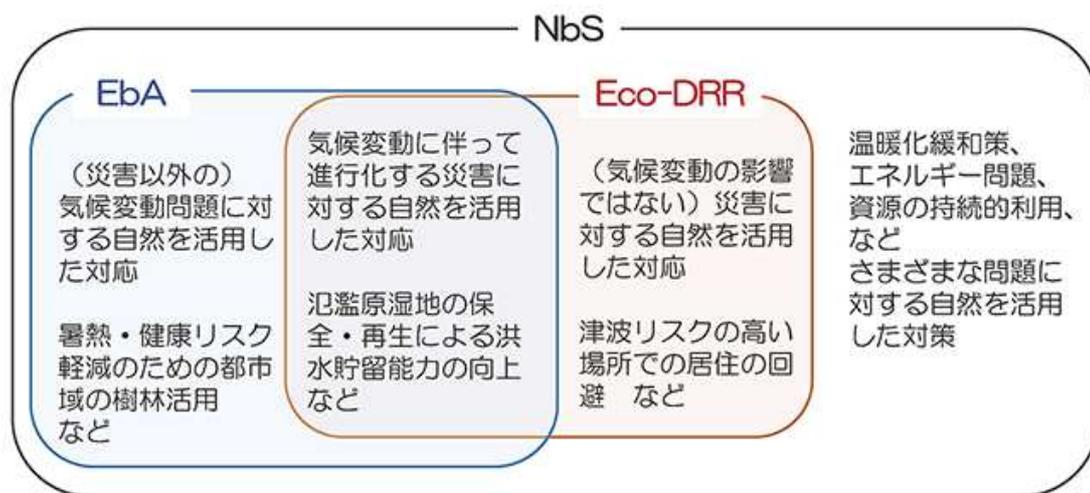


図 3-3-1 NbS(自然を活用した解決策)、EbA(生態系を活かした気候変動適応)、Eco-DRR(生態系を活かした防災・減災)の概念の相互関係

NbSは社会課題の解決を第一義の目的とし、その結果として人々の幸福や生物多様性保全向上を目指している。ここで、社会課題の例としてIUCNが挙げているのは、①気候変動、②食料安全保障、③水の安全保障、④人間の健康、⑤自然災害、⑥社会と経済の発展、⑦環境劣化と生物多様性喪失の7つの領域である。

(2) グリーンインフラ

「グリーンインフラ」という言葉が、近年様々な政策の中に取り入れられるようになってきた。このグリーンインフラは、2015年に閣議決定された国土形成計画や国土利用計画、社会資本整備重点計画に盛り込まれたが、2019年7月に国土交通省が「グリーンインフラ推進戦略」を策定したことをきっかけに様々な取り組みが進み始めている。国土交通省では、地方自治体や民間企業、市民などあらゆる主体による取り組みを進めるために、多様な関係者が参加する「グリーンインフラ官民連携プラットフォーム」も立ち上げるなど、グリーンインフラの普及に向けて官民学の各階層で機運が急速に盛り上がっている。

¹⁴ <https://www.eib.org/attachments/pj/ncff-invest-nature-report-en.pdf>

グリーンインフラは、自然環境が有する機能を社会における様々な課題解決に活用しようとする考え方で、海外を中心に取り組みが進められ、日本でもその概念が導入されつつある。ただ、グリーンインフラの概念には様々な学説や考え方があり、既往の取り組みの中にはグリーンインフラと称さないものの、自然環境の機能を活用した取り組み、ないしはグリーンインフラの要素を兼ね備えたものが相当みられる。こうしたことから、国土交通省としてはグリーンインフラの当面の考え方、を示している。

7. グリーンインフラとは(当面)

国土交通省

○グリーンインフラの定義は様々な議論があるが、国土交通行政分野が培ってきた河川、海岸、みどり行政等既往の事例を踏まえ、国土交通分野におけるグリーンインフラについて、当面、以下の通り整理

グリーンインフラとは

○「グリーンインフラ」とは、社会資本整備や土地利用等のハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能(生物の生息の場の提供、良好な景観形成、気温上昇の抑制等)を活用し、持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進めるもの。

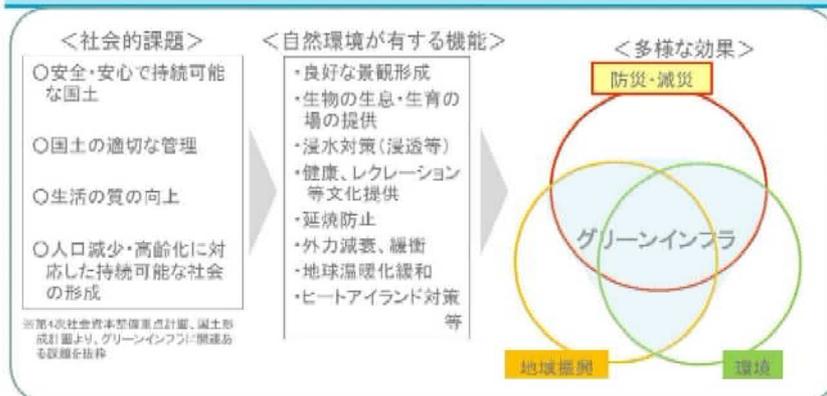
(※現行の国土形成計画における定義と同様)

○従って、自然環境への配慮を行いつつ、自然環境に巧みに関与、デザインすることで、自然環境が有する機能を引き出し、地域課題に対応することを目的とした社会資本整備や土地利用は、概ね、グリーンインフラの趣旨に合致する。

○これらの取組は、河川、海岸、都市、雨水貯留浸透、道路、国土管理等既往の社会資本整備や土地利用に多く見られることから、こういった取組を「グリーンインフラ」と呼称するか否かは、当面重要ではなく、かかる取組の推進により自然環境が有する機能を引き出し、地域課題に対応していくことを通して、持続可能な社会や自然共生社会の実現、国土の適切な管理、質の高いインフラ投資に貢献するという考え方が重要。

7. グリーンインフラとは(当面)(イメージ)

国土交通省



○防災・減災や地域振興、生物生息空間の場の提供への貢献等、地域課題への対応

○持続可能な社会、自然共生社会、国土の適切な管理、質の高いインフラ投資への貢献

16

図 3-3-2 「グリーンインフラ」の当面のイメージ¹⁵

¹⁵ 「グリーンインフラストラクチャー～人と自然環境のより良い関係を目指して～」国土交通省総合政策局環境政策課、平成29年3月

ここで、グリーンインフラのNbS(自然を活用した解決策)における位置づけについて触れておきたい。

2020年、NbSを具体的にプロジェクトとして実施していくうえでのガイドラインとなるNbSグローバルスタンダードがIUCNから公表された。そこでは、NbSアプローチに含まれる様々なアプローチについて整理されており、グリーンインフラは、NbSというコンセプトの中において、インフラに関するカテゴリーという位置付けがなされている。

表 3-3-1 NbS（自然に根ざした解決策）に含まれる様々なアプローチ¹⁶

NbSアプローチのカテゴリー	例
生態系回復アプローチ	<ul style="list-style-type: none"> • 生態系回復 (Ecological restoration) • 生態工学 (Ecological engineering) • 森林景観回復 (Forest landscape Restoration)
問題別のアプローチ	<ul style="list-style-type: none"> • 生態系を基盤とした気候変動適応 (Ecosystem-based adaptation) • 生態系を基盤とした気候変動緩和 (Ecosystem-based mitigation) • 気候適応サービス (Climate adaptation services) • 生態系を基盤とした防災・減災 (Ecosystem-based disaster risk reduction)
インフラに関連するアプローチ	<ul style="list-style-type: none"> • 自然インフラストラクチャー (Natural infrastructure) • グリーンインフラストラクチャー (Green infrastructure)
生態系を基盤とした管理アプローチ	<ul style="list-style-type: none"> • 統合的な沿岸管理 (Integrated coastal zone management) • 統合的な水資源管理 (Integrated water resources management)
生態系保全アプローチ	<ul style="list-style-type: none"> • 保護地域管理を含むエリアベースの保全アプローチ

このように生態系を活用したアプローチが注目されるのは、そこにメリットがあるからであり、そのひとつが「多機能性」である。例えば、都市内の樹林には、暑熱リスクの軽減だけでなく雨水浸透の促進や景観の改善などの効果が期待できる。河川周辺の氾濫原湿地には、水害リスクの軽減だけでなく、水質浄化や生物多様性保全などの効果が期待できる。このような「一石二鳥」の特徴

¹⁶ 大正大学地域構想研究所 NbS/グリーンインフラプロジェクト

(https://chikouken.org/activity/activity_cat05/)より

は、環境対策の間でのコンフリクトを回避し、効果的・効率的な取り組みを可能にするだろう。他にも、比較的安価に導入できる場合が多いことや状況の変化に柔軟に対応しやすいことなどもメリットとして挙げられる。

一方では、NbS全般にわたっていえることだが、導入にあたっての課題も存在する。すなわち、機能の定量的評価が十分ではないこともそのひとつである。その課題を解決するアプローチのひとつとして、例えば、マングローブの消波機能の研究が進められている(国立環境研究所)。マングローブの形態と気温など環境条件との関係、波浪軽減などの工学的な特性との関係を分析している。これらの研究を通して、マングローブの働きがより明確になり、保全や再生が進めば、防災だけでなく生物多様性保全、漁業資源や観光資源の保全、炭素蓄積など多くの課題の解決に繋がるとみられている。

グリーンインフラとしての高速道路の緑についても、このこととまったく同様のことがいえると思われる。どうしても定性的な評価に陥りやすく、定量的な評価に馴染まない側面をもっている。しかも多機能性を有していることから、その定量的な評価を更に困難にしているといってもよい。本業務の背景のひとつになっている点でもある。

4. 高速道路緑地の抱える課題とその対応策

4-1 道路緑地の現状と課題

既往の樹林管理に関する資料や高速道路会社の関係者へのヒアリング、そして提供された資料などから、現在の高速道路の緑の現状と抱える課題の概要は、以下のように整理される。

- ・管理対象樹木の約4割以上が植栽後から30年以上経過しており、植物の管理ステージからすると抑制管理段階の状況にある。また、日常的に草刈、害虫等苦情対応におられることも多く、何らかの問題が発生する前に対応する予防保全（計画）に取り組む時間的、経済的、人的余裕を確保することが困難な状況も見受けられる。

- ・のり面に侵入して植栽した苗木のみならず高木類までも被圧して枯死させたり、場合によってはのり面全体を被覆し、高い被度で優占することによって遷移の進行を妨げ、数年以上にわたって一面にクズが広がる景観を形成、継続させてしまうなど、各地でクズは大きな課題となっている。対処方法等についてはNEXCO 総研でも研究中であるが、決め手になるような効果的、効率的な対処方法はまだ確立されていない。

- ・樹林、樹木の高木化、大木化が進んできたことによって、倒木リスクが高まってきていることや日照障害などの問題が発生することが多くなってきており、重点的な対応が必要となっている。

- ・樹木に対する誤った剪定作業がなされたことによる樹形の著しい乱れや樹勢を弱め、腐朽の誘因となって倒木リスクを高めているなど、樹木管理、樹林管理に関する知識の不足部分的に部見受けられた。こうした状況を踏まえ、樹林、樹木の健全な生育を期待するため、植栽管理に係わる役割分担のグリーゾーンをなくすことや、適切な情報共有を進めるためメンテ会社・エンジ会社合同で点検を試行している。

- ・休憩施設などにおいてはエリア区分を行い、エリアごとに作業頻度・内容を変えるなど管理方針案を作成し、効率的、効果的な管理が達成できるように工夫している。

- ・民営化時のコスト削減で、維持管理費（清掃・植栽・小補修）は実質的に約5割の削減という状況であったが、民営化後は、環境重視（地球・地域貢献）という考え方が定着している。

- ・高速道路資産を商品と考え、改めて景観理念を整理し、反映させることにより商品価値を高める取り組みを行っている。

- ・費用に関しては、1規制で複数の作業を行うなど極力コスト削減に努めている。また、管理作業については性能規定を導入するなど効率化を図っている。

- ・COP10などでこれら会社の取り組みについて発表するなど積極的な広報に努めた。生物多様性、環境、緑化などあわせて広報するなど効率的な広報に努めている。

- ・樹林管理などは大木になるとクレーンが必要となり費用が掛かるなど、早めの段階で適正な処置を行う必要性について現地説明を行っている。

- ・樹林管理であれば10～20年スパンで費用を掛ければ十分管理できる、などを認知してもらえば過剰な負担感は無くなる。

- ・樹林管理は苦情対応が主で、予防・定期保全などの管理ができていなかった。作業の平準化を目的に盛土のり面樹林の生育不良（約3割）の原因であるクズ、ササ、タケなどの強雑草の除去を当面の課題として対策していくこととした。また、今年からは優先的に樹林管理していく場所を選定して対応していく予定で技術的ノウハウもあわせて整理している。

- ・地域との更なる連携強化として、高速道路に隣接する荒れた植林地などお互い協力して作業していくことを考えている。それによってより良い作業方法が見つかるのではないかと、それらを行うことにより土砂崩壊等による高速道路への被害が防げるのではないかと考えている。

次に、道路緑地そのものの課題、管理上の課題を整理するにあたり、高速道路における樹林化の取り組みについて振り返っておきたい。

盛土のり面植栽の考え方を振り返ると、昭和45年の設計要領造園編の制定によって、視線誘導や遮光、景観調和等の機能を備えた路傍植栽が計画されるようになったが、のり面全体に植栽を施すという概念はなかった。しかし、昭和40年代における環境問題は、いわゆる公害問題であり、生活環境保全のための環境保全林の必要性がいわれ、高速道路の盛土のり面においても樹林の形成による環境保全林の形成を目指すようになった。さらには、1990年代初頭において地球温暖化、地球環境問題が社会的課題として広く認識されるに至り、盛土のり面においては生活地域のみならず、あらゆる場所において原則的に樹林化を指向し、二酸化炭素の吸収源対策としての意義を持たせるようへと変遷してきた。

苗木植栽による盛土のり面の樹林化、という技術的な命題に対して当時の道路技術者は、いわゆる生産林、用材を生産するためのスギ・ヒノキ植林のための林学、林業技術や防風・防雪のための鉄道林、防風・防砂・防潮のための海岸防風林といった人工林造成のための技術に加え、鎮守の森などと呼ばれる寺社の境内林、また既に取り組みの始まっていた工場緑化での実績など、多方面にわたる技術、知見、実態を踏まえ、「道路林」の造成技術の確立を目指した。その段階の苗木植栽の密度は3,300本/haを標準としていた。これは、全国をネットワークする高速道路という特性に対応し、地域の気候風土に適合する樹種構成とし、必要十分な植栽基盤の整備を前提とし、苗木が生育して樹冠が接し始め、林床にあたる地表面の植生、草本層の生育が抑制されてくるまでの間、苗木の生育が下草によって抑制されるのを防ぐため下草刈りを継続すること、クズなどの繁茂によって苗木が被圧されることを避けるために蔓切りも必要に応じて実施する、という苗木の保育、育成管理がなされることを前提としていた。そして、さらに苗木の生育が進展した段階では、1本1本

の樹木が十分にその樹冠を広げて生育し、CO₂の吸収固定量が単位面積当たりで最大となるように密生状態となる前に除間伐を実施する、そうした樹林管理も樹林の成立、維持にとっては前提条件として織り込まれていたものであった。

しかし、苗木植栽直後から数年間にわたって継続的に実施する必要がある下草刈りや、その後苗木の生育状況に応じた除間伐といった維持管理作業は、実態として計画段階で構想したように現場で実践することは非常に難しかったと言わざるを得ない状況である。昭和51年の設計要領改訂で盛土のり面に苗木植栽が導入されるようになって約50年が経過し、各地で様々な問題が生じるようになってきている。2,3年生の苗木を植栽したとしても、50年を経過すれば相当程度に成長することが見込まれる。仮に除間伐が実施されずに樹高が20mにも達するような高木に成長したとすると、1段の盛土のり面であれば、住宅地や農耕地に対する日照障害、本線側や側道に対する建築限界の問題、走行景観の悪化、景観的な圧迫感、側道の視距確保に弊害、倒木リスク、密生することによる樹勢の劣化、枯損の増大などといった問題が各地で顕在化するようになってきている。

盛土のり面に苗木を植栽するという点に関しては、当然植栽する地域の気候風土に適合することが前提であるが、さらに、土工の基準に合致するように締め固められた路体に植穴を掘って植栽する訳であり、より強壮な樹勢を維持できる見込みのある樹種を選抜し、可能か限り良好な植栽基盤を整備、確保して活着は勿論のこと、その後の順調な生育を期待した。一般論として、地上部の生育状況は、地下部の、植栽基盤のポテンシャルによって大きく左右される、端的に言えば、植栽基盤の状況によって地上部の生育、樹高は定まってくる、と言われていたわけであり、高速道路の盛土のり面という植栽環境であれば、植栽基盤整備を行ったとしてもそれほど高木化するほど成長はしないだろうという見方もあった。その点からすれば、盛土のり面に植栽された苗木の生育は、概して当初の期待を上回る成長を見せたといってもいいかもしれない。

他方、維持管理費縮減という方針の中で緑地管理への割り当てが少なくなっていくという状況にも増して、樹木は放っておいても育つから何か問題があるまで、苦情が来るまでは放置しておいて構わない、といった認識に近いものがあり、樹林として健全に生育させるための管理、というところまでは至らなかったということではなかったかと推察される。

結果として高木林化、樹林の密生化、あるいはクズの繁茂といった状況がみられるようになり、二酸化炭素の吸収固定、景観の悪化など期待する植栽機能が十分に発揮されない、という状況に陥ってしまう。そのことで苦情を受け、あるいは、倒木によって本線交通や側道の交通安全に支障が発生し、厳しい対応を迫られる事態を招く結果となる。

そうした場合においても対症療法的な対応に終始すると、毎年同じような対応を繰り返すことになる、あるいは、高木になってしまったがゆえに高所作業車が必要になって管理費用がかえって嵩んでしまう結果となっている。

4—2 課題の要因と対応策に向けて

ここでは、前項における「現状の課題」について、その要因となるものを整理してみる。現在、盛土のり面の樹林管理を行うにあたっては、樹林の成長に応じた標準的な管理手順の設定がなされてはいるものの、実際には健全な樹林を育成するために必要なきめ細かな植栽管理を実施するための費用が不足していること、樹林管理に携わる人員に対して緑地管理の目的の理解と現状の課題やその解決方法に関する認識、その周知が不足していること、そして、現状の樹林の状態を的確に判断して適切な緑地管理を指導、監督できる人材が不足しているという3点の要因を挙げることができるのではないだろうか。

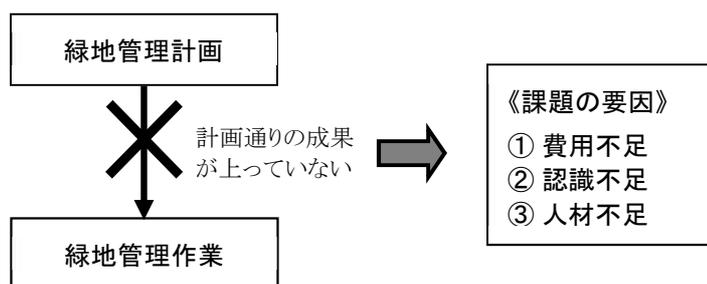


図 4-2-1 課題の要因

表 4-2-1 課題の要因と対応策

課題の要因	摘 要	対 応 策
きめ細かな緑地管理を実施するための費用が不足	民営化時のコスト縮減以来、緑地点検、緑地管理にかけられる費用も縮減し、必要十分な管理が実施できていない。その背景には緑地の価値に対する評価、認識の不足があるとみられる。	緑の価値の共通認識、ボトムアップ、トップダウン
樹林管理に携わる人員に植栽管理の目的の理解と現状の課題、その解決方法に関する認識が不足	道路林の維持管理については、短期間での作業効果や評価等の判断が困難なため、課題の認識やその解決策に対する認識が不足、情報共有、周知が十分とは言えない。	要領、マニュアルの整備
現状の樹林の状態を的確に判断し緑地管理を適切に指導、監督できる人材が不足	現場で発生している課題を収集し、解決策をとまとめ、発信する仕組みの整備が不十分であり、そうした役割を担うことのできる人材を育成、配置することが求められている。	キーマンの育成、配置、人材育成の枠組み

4—3 課題への対応策

前項の表 に示したように、道路緑地の課題、その管理上の課題を考えたとき、おおよそ3つの要因が考えられ、その対応策の方向として緑の価値の共通認識、要領・マニュアルの整備、キーマンの配置という方向性が考えられる。

このうち、緑の価値の共通認識をもつための基本的な情報として、次章で緑の価値の定量化を試みている。そして、要領、マニュアルの整備に関しては、令和4年4月に「緑地管理要領」、ならびに「保全点検要領(緑地編)」がリリース予定となっている。現行の「道路保全要領(植栽作業編)」(H18.4)には各植栽作業の手順について記載されているが、道路緑地の機能に対応した目標とする形態や管理目標、あるいは管理計画に関する考え方などに言及されていない。持続的に植栽機能を発揮させるために、緑地管理の目的やその目標とする形態を明確にし、どのような考え方の下にどのような緑地管理を実施すればよいかを明確にすることが必要であり、令和4年に改訂される要領においては、そうした点が反映されてものになっている。

さらに、その情報が共有できたとしても、実際に様々な緑地、機能、管理段階等に応じて計画的、かつ適切に、効率的に緑地管理作業を実施するためのスキームを構築するためには、キーマンとなる人材が必要となるのではないだろうか。

高速道路を維持管理する上では、NEXCOグループが一丸となって取り組んでいる訳であるが、役割分担はあるものの、同じ目標に向かって必要な作業を適切な時期に実施するために、現場の状況を熟知していることは勿論のこと、道路事業に関する理解も十分にあり、NEXCO本体、エンジニアリング会社、メンテナンス会社、その協力会社等の状況も踏まえ、現場の作業員からも信頼される形で指導、監督ができる人材が望まれる。現場の状況も分からずに理想的な話ばかりだと受け取られるようであると現場は機能しないであろうし、現場の作業効率だけを追い求めていると持続的な植栽機能の発揮という本来の目的を達成できない可能性も出てくる。緑地管理に携わるあらゆる立場の人から信頼され、耳を傾けて貰えるという状況が成り立つような、そうしたキーマンが求められる。理想論に過ぎるかもしれないが、緑地管理、造園に携わる技術者の数が限られている中で成果を求めるためには、この人材育成のためのスキームをどうしても構築する必要があると考えられる。

5. グリーンインフラとしての高速道路の緑の価値

5-1 高速道路の緑の今日的な価値の整理

高速道路における緑の意味は、1964(昭和39)年に開通した名神高速道路の建設当時から、「高速道路交通の安全性の確保」と「自然環境の復元による高速道路建設によって改変された国土の回復」であった。この二つの大きな、そして、本来的な意味は、新規路線の拡充や時代の変遷と共に発生してきた様々な環境問題に対して、植栽技術の発展によって対応してきた中においても、不変の根幹をなすものであり続けている。

ここで、高速道路の緑がたどってきた緑化技術の内容について、その変遷の概要をまとめると、下表のように整理される。

表 5-1-1 高速道路の緑の変遷¹⁷

時 代 区 分	高 速 道 路 緑 化 技 術 の 内 容
○名神時代～昭和40年代・黎明期～	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 中央分離帯の緑化技術 ◆ 連絡等施設の風致的緑化技術 ◆ 植生工技術
○東名・中央道時代～昭和40年代前半～	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 技術の確立
○新規五道時代～昭和40年代後半～昭和50年代初頭～	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 技術の展開・応用 ◆ 道路環境問題・維持管理への対応
○横断道・維持管理時代～昭和50・60年代～	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 技術の発展 ◆ のり面樹林化技術 ◆ 防雪林の造成技術 <ul style="list-style-type: none"> ・雪崩防止林 ・吹雪防止林 ◆ 植栽基盤の造成技術
○ネットワーク時代～平成時代～	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 盛土のり面の樹林化 <ul style="list-style-type: none"> ・CO₂の吸収・固定 ・大気浄化 ・騒音の緩和 ・生物の生息空間の形成 ・防災 ・その他 ◆ 切土のり面の樹林化—ユニット苗工法の開発 ◆ 地域性苗木の育成 ◆ 植栽管理技術 ◆ 植物発生材のリサイクル技術
○NEXCO 草創時代～平成17年10月以降～	<ul style="list-style-type: none"> ◆ CSR ツールとしての道路緑化 ◆ CSR 推進・環境保全への取組み <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化の抑制 ・循環型社会の形成 ・生物多様性の保全 ・サービスの向上 ・地域等との連携

¹⁷ 「道路緑化保全協会 37年の歩み」P28～37. 平成21年5月より引用

このように様々な時代の要請を受けて発展、展開してきた高速道路の緑がもつ今日的な価値は、単に本線を走行するドライバーが安全、快適に通行することができるための空間、環境形成、あるいは、その走行からもたらされる環境圧を緩和するためのバッファーという道路側からの論理だけでなく、道路が存在する地域にとっても大きな意味、価値を有するものとみることができる。

地域にとっての緑の意味、価値を考えたとき、これからの都市に求められる緑地の役割として、都市計画の観点から整理された例として下表が挙げられる。基本的に、緑の価値は存在価値と利用価値に分けられ、存在価値とは人の利活用を前提としなくても一定の機能を発揮するもの、利用価値とは人の利活用を前提として機能を発揮するものといわれている。

表 5-1-2 新たな社会的ニーズと対応する緑の機能・役割¹⁸

分類	社会的ニーズ	緑の価値	緑地に求められる機能の例	
環境面	環境共生社会	存在	温室効果ガスの吸収	
		存在	ヒートアイランド現象の緩和	
		存在	都市における生物多様性の確保	
		利用	環境教育、自然とのふれあいの場	
		利用	再生可能エネルギーの活用	
社会面	安全・安心の確保 (防災・減災)	存在	大規模火災発生時における延焼防止	
		存在	都市水害の軽減	
		存在	津波被害の軽減	
		利用	避難地・復旧活動拠点・帰宅困難者支援の場	
		利用	災害伝承・防災教育の場	
	健康・福祉の向上	利用	散歩、健康運動の場、介護予防	
		利用	子どもの遊び場、子育て支援	
		利用	緑の景観形成によるストレス軽減、森林セラピー	
		地域コミュニティの醸成	利用	人の集う場、地域の活動の場(祭りなど)
			利用	コミュニティ(ソーシャルキャピタル)の醸成
利用	地域の自然観・郷土愛の醸成			
経済面	経済・活力の維持	存在	良好な環境・景観形成による不動産価値の向上	
		存在	良好な環境・景観形成による都市の魅力・競争力向上	
		利用	都市農業の振興(生物資源の生産の場)	
		利用	観光振興	

これをみると、環境面、社会面、そして経済面と大きく3つに分類され、されにそれぞれが存在価値と利用価値とに分けられて緑に求められる機能の例が示されている。

一方、設計要領(第一集造園編)に示されている道路植栽の機能としては、環境保全機能、景観向上機能、安全向上機能の3つに分類され、さらにそれぞれ7つに区分されている。道路植栽の設計においては、これらの機能が総合的に発揮されるように行うこととなっている。

¹⁸ 「これからの社会を支える都市緑地計画の展望 人口減少や都市の縮退等に対応した緑の基本計画の方法論に関する研究報告書、国総研資料第914号、平成28年6月

こうした道路植栽の地域にとっての意味、価値を考えると、その存在価値は地域にとっても非常に大きなものがあるといえるし、利用価値についても休憩施設という空間にあてはめて考えれば、その大部分の価値を認めることができる。

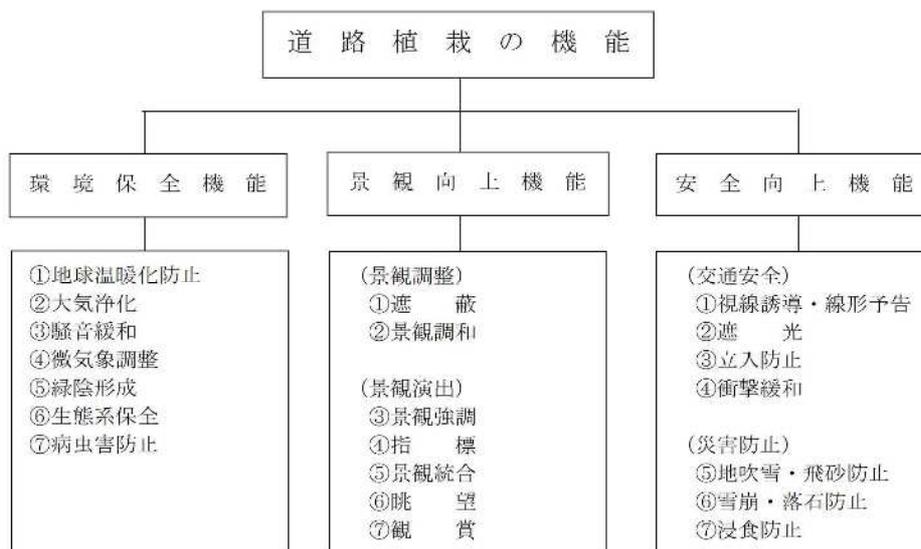


図 5-1-1 道路植栽の機能

すなわち、設計要領で示されている環境保全機能、景観向上機能、安全向上機能それぞれが道路利用者（高速道路会社）にとっての価値と地域（社会）にとっての価値という二つの側面から評価することができる。さらに、地域に、街に存在する緑としての価値により注目すれば、全国をネットワークする高速道路として国土レベルでの景観形成という視点も生まれるし、地域レベルでの防災、減災機能という観点からも評価することができる。

こうした点を踏まえ、高速道路の緑の今日的な価値については、下に示す5項目に大きく分類し、かつ、それぞれを道路側と地域側の二つの側面から整理を行うと次表のように整理される。

- 1) 安全・快適な走行環境の提供
- 2) 地域・地球環境保全への貢献（地球温暖化抑制、循環型社会形成、生物多様性保全）
- 3) まちの緑やCSを高め心を癒す緑としての役割（地域貢献、サービスの向上）
- 4) 国の顔を形成し、日本の景観をつなぐ緑としての役割（観光）
- 5) 国民の資産を災害から守る役割（防災）

表 5-1-3 高速道路の緑の今日的な価値

	道路利用者(高速道路会社) にとっての価値	地域(社会) にとっての価値
安全・快適な走行環境の提供	高速道路の緑は、視線誘導や遮光、地吹雪防止等の機能によって安全な走行に寄与し、遮蔽や景観調和、指標等の機能によって快適な走行環境を創り出している。	沿道の生活環境や野生動物の生息環境を乱すおそれがあるヘッドライトを遮る役割や周辺樹林に風や光が入って林内が乾燥するのを緩和する働きがある。
環境保全への貢献 (地球温暖化抑制、循環型社会形成、生物多様性保全)	高速道路の緑が果たす環境保全機能は、道路空間内部だけにとどまらず、地域レベルでの環境保全に貢献しており、道路管理者のCSRとして評価される。	排気ガスや騒音等の影響を緩和し、CO ₂ を吸収・固定して地球温暖化の抑制に貢献し、地域の緑とつながることによって地域生態系の保全に役立っている。
まちの緑やCSを高め心を癒す緑としての役割(地域貢献、サービスの向上)	高速道路の緑は、様々な機能効果を発揮すると同時に、生き物としての生命感、四季の変化によって、全体として景観の向上に役立っている。	高速道路の緑は道路と地域を結び、道の緑であると同時に街の緑として機能し、地域に親しみと潤いをもたらす。
	高速道路の緑がもつ価値を道路と地域とが共有し、協働してその維持・管理に取り組む、また、地域住民や企業などと道路管理者が共に環境保全活動や環境学習等を展開する場として活用できる。	
国の顔を形成し、日本の景観をつなぐ緑としての役割(景観形成、観光)	高速道路ならではの景観体験から得られる国土像が高速道路の景観であり、高速道路の緑は、周辺景観との調和を図り、走行景観を美しく整える役割を担っています。高速道路の景観の充実によってシーニックバイウェイ(日本風景街道)などと有機的な連携が図れ、観光道路としての利用促進と地域経済に貢献する。	
国民の資産を災害から守る役割(防災、減災)	高速道路の緑は、主に都市部において近隣の火災時の延焼防止効果や、沿岸部等では盛土構造と一体となって津波を抑制する効果などが期待でき、災害の拡大抑止に貢献する。	

5—2 高速道路の緑の価値の定量化

高速道路における植栽木や保存緑地を含め、それらの緑、緑地が発揮する様々な機能に着目し、全体としてどれほどの価値を有するのか、その価値を評価するための資料を収集、整理、検討し、可能な限り定量化して、最終的には貨幣価値に換算することを試みた。

(1) 評価対象とする緑の機能

前項では高速道路の緑の今日的な価値という整理を提起したが、定量化を目指した評価を試みる上では、設計要領に示されている個別機能に分解して考えざるを得ない。

道路植栽の機能に対して、維持管理計画の戦略的立案のため定量的評価の対象とした例を表 5-2-1 に示す。この研究では、道路林の大部分が盛土のり面であることから、盛土のり面の樹林に求められる機能の評価対象としているが、微気象調整機能については関連する情報が確認されなかったこと、また、生態系保全機能については生態系現段階では未解明な部分が多く、定量評価が困難なことから対象外としている。

表 5-2-1 評価対象とする樹林機能¹⁹

道路植栽の機能		評価対象
環境保全機能	①地球温暖化防止	○
	②大気浄化	○
	③騒音緩和	○
	④微気象調整	—
	⑤緑陰形成	○
	⑥生態系保全	—
	⑦病虫害防止	○
景観向上機能		○
安全向上機能	①視線誘導・線形予告	—
	②遮光	—
	③立入防止	○
	④衝撃緩和	—
	⑤地吹雪・飛砂防止	—
	⑥雪崩・落石防止	—
	⑦浸食防止	○

ここで、評価対象外とされた機能のうち、近年の地球温暖化や生物多様性といった環境問題全般に対する市民の関心の高さ、社会的な課題としての重要性の高まりに鑑み、本検討において生態系保全機能にも注目し、以下、定量化を試みることにする。

¹⁹ 「道路樹林が有する機能の定量的評価に関する研究」(NEXCO 総研資料)

(2) 道路林の生態系保全機能の評価

一般的に云われている森林の機能一覧を表 5-2-2²⁰⁾に示す。日本学術会議の答申において、森林が有する多面的機能は、以下の8種類があるとされている。

表 5-2-2 森林の機能一覧

森林の機能一覧	
生物多様性保全 <ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子保全 ・生物種保全 <ul style="list-style-type: none"> 植物種保全 動物種保全（鳥獣保護） 菌類保全 ・生態系保全 <ul style="list-style-type: none"> 河川生態系保全 沿岸生態系保全（魚つき） 	保健・レクリエーション機能 <ul style="list-style-type: none"> ・療養 <ul style="list-style-type: none"> リハビリテーション ・保養 <ul style="list-style-type: none"> 休養（休息・リフレッシュ） 散策 森林浴 ・レクリエーション <ul style="list-style-type: none"> 行楽 スポーツ つり
地球環境保全 <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化の緩和 <ul style="list-style-type: none"> 二酸化炭素吸収 化石燃料代替エネルギー ・地球気候システムの安定化 	快適環境形成機能 <ul style="list-style-type: none"> ・気候緩和 <ul style="list-style-type: none"> 夏の気温低下（と冬の気温上昇） 木陰 ・大気浄化 <ul style="list-style-type: none"> 塵埃吸着 汚染物質吸収 ・快適生活環境形成 <ul style="list-style-type: none"> 騒音防止 アメニティ
土砂災害防止機能／土壌保全機能 <ul style="list-style-type: none"> ・表面侵食防止 ・表層崩壊防止 ・その他の土砂災害防止 <ul style="list-style-type: none"> 落石防止 土石流発生防止・停止促進 飛砂防止 ・土砂流出防止 ・土壌保全（森林の生産力維持） ・その他の自然災害防止機能 <ul style="list-style-type: none"> 雪崩防止 防風 防雪 防潮など 	文化機能 <ul style="list-style-type: none"> ・景観（ランドスケープ）・風致 ・学習・教育 <ul style="list-style-type: none"> 生産・労働体験の場 自然認識・自然とのふれあいの場 ・芸術 ・宗教・祭礼 ・伝統文化 ・地域の多様性維持（風土形成）
水源涵養機能 <ul style="list-style-type: none"> ・洪水緩和 ・水資源貯留 ・水量調節 ・水質浄化 	物質生産機能 <ul style="list-style-type: none"> ・木材 <ul style="list-style-type: none"> 燃料材 建築材 木製品原料 パルプ原料 ・食糧 ・肥料 ・飼料 ・薬品その他の工業原料 ・緑化材料 ・観賞用植物 ・工芸材料

20 林野庁 HP (https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/tamenteki/con_1.html)

また、樹林のもつ生態系保全機能に関する知見のひとつとして、日本学術会議の答申²¹を引用すると、下記のとおり示されている。

【答申内容抜粋】

生物の多様性は、地球上に生命が誕生してから生物が進化して多くの種に分化し、それらが複雑な相互関係を持ちながら生きている様子を実際に示しているものである。そして、その価値には、現在その価値が認められていない種であっても将来人類に必要と認識されるようになる可能性が含まれている。また、森林は長い地球の歴史を通して形成されたものであって、その存在そのものが、人類が歴史的な存在であることの証となっている「かけがえのない存在」である。

したがって、森林の生物多様性保全機能の全体は、生物進化や人類生存の意味、さらには現自然環境の意味にもかかわる根源的な機能である点も含めて、特に現在という時点で貨幣評価を行うことは不可能であるといえる。

この答申から既に約 20 年が経過している訳であるが、その中で生態系保全機能に関して経済評価を行った事例を収集し、その結果を用いて、対象機能の貨幣価値換算を行うこととした。

なお、全国の高速道路盛土のり面等に整備された樹林（以下、道路林という。）の面積を表 5-2-1 に示す。高速道路会社（以下、NEXCO3 社とする）がこれまで整備してきた道路林は、9,100ha となっている。これは、東京ドーム（グラウンド面積 1.3ha）7,000 個分に相当する。

表 5-2-3 NEXCO3 会社の道路林の面積²²

	樹林面積 (ha)	比率 (樹林面積／総面積)
NEXCO 東日本	3,700	41%
NEXCO 東日本	2,100	23%
NEXCO 東日本	3,300	36%
合計	9,100	100%

²¹ 「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について（答申）」（平成 13 年 11 月 日本学術会議）

²² 「高速道路の緑地資産保全の取り組み～自然も、われらのステークホルダー～」（ネクスコ東日本関東支社、(株)ネクスコ東日本エンジニアリング）

(3) 設計要領における生態系保全機能の定義

設計要領（第一集造園編）における道路植栽の生態系保全機能の定義、解説を図5-2-1に示す。設計要領では、道路林が本線に沿って整備された一定規模を有する樹林であることを前提として、以下のように位置付けている。

- ・生物の生息空間（ビオトープ）の創出
- ・動物の生息環境、植物の生育環境保全
- ・沿道に散在する孤立樹林を連結するビオトープネットワーク機能の発揮

⑥生態系保全

樹林を形成することにより、生物の生息空間（ビオトープ）を創出するとともに、道路と周辺の生息空間との間の緩衝樹林とすることで、沿道の動物の生息環境や植物の生育環境の保全を図るものであり、「大気浄化」「騒音低減」「微気象調整」等の諸機能が総合的に作用して生じる機能である。

また、道路のり面は帯状に連続しているため、そこに生物の生息空間を確保することによって、沿道に散在する孤立した樹林を連結するビオトープネットワーク機能が発揮できる。

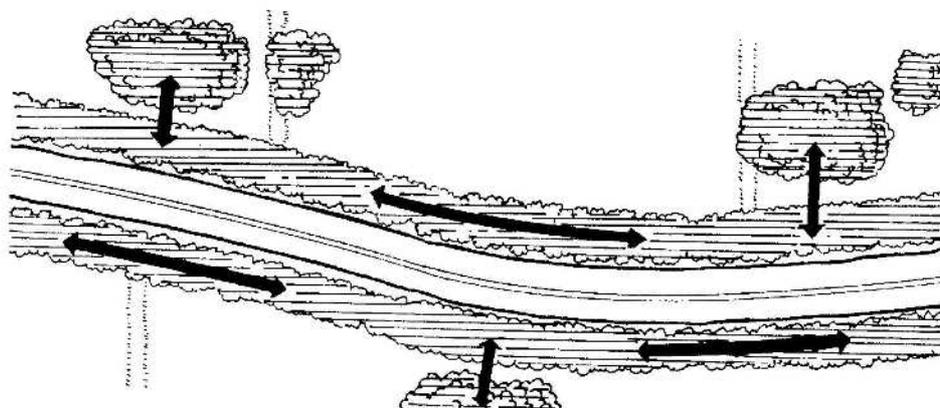


図5-2-1 道路樹林の生態系保全機能の定義づけ（ビオトープネットワーク機能）⁴⁾

すなわち、道路林は動植物の生息・生育の場であり、その機能が発揮されるように設計・施工し、維持管理されることにより、道路周辺の樹林帯とも連結されて一定の集合体として生態系保全機能を有する樹林帯を形成している。このことから、道路林の生態系保全機能は、高速道路沿道、及びその周辺地域の生物多様性を保全する機能をもつものであり、道路林の維持管理活動は、生物多様性を保全する活動となる。

(4) 経済的な価値評価の方法

「生物多様性」には市場価格が存在しないことから、その価値を金銭単位で評価することは容易ではない。そのため、「環境経済学」の分野においては、環境価値を評価する数種類の方法が開発されている。

生物多様性保全活動の経済的価値を評価する主な方法を表 5-2-4 に示す。これらの方法は大きく①実際の支払額や行動から支払意思額を類推する方法、②アンケート等に支払意思額を直接類推する方法の2分類になる。表 5-2-4 のうち、上段3つが前者、下段2つが後者となる。

このうち、前者にあたる3つの方法については、生物多様性保全活動に対する支払意思額を、市場で実際に取引されている何らかの製品やサービスなどで評価する手法であることから、評価できる対象が限定される。一方で、後者にあたる2つの方法については、支払意思額を直接質問して評価するものであるため、どのようなものに対しても評価することができる。このうち、価値評価手法としては、「仮想評価法（CVM）」が注目されている。

表 5-2-4(1) 主な経済的価値の評価手法一覧²³

名称	内容	特徴
1) 費用弁済法	生物多様性保全活動に要する直接的な費用で評価する方法	<ul style="list-style-type: none"> 活動にかかる費用から、最低限この水準の支払意思額はあると想定するものであり、多くの場合過小な評価となる。 多くの活動に対する支援がこの水準で決められている。 本手法で算定される値は、最低限の額であり、国民や住民が支払っても良いと考えている真の支払意思額を大きく下回るものであることに留意する必要あり
2) 代替法	生物多様性保全活動を代替できる別の取組にかかる費用で評価する方法	<ul style="list-style-type: none"> 代替する施設や活動等が無ければ評価できない。 代替するための機能量を定量化する必要があること、代替する施設や活動がどの程度の機能を有しており、技術的・経済的に代替可能かを検証する必要があることなどの技術的な問題がある。 生物多様性については、代替施設や活動がないこと、その機能を定量化することが非常に難しい場合が多いことから、適用に際しては十分留意する必要あり

²³ 「自然資本を活かした農林水産業の手引き－生物多様性保全の経済的連携に向けて－」（平成 26 年 3 月 農林水産省）より抜粋、加工

表 5-2-4(2) 主な経済的価値の評価手法一覧

名称	内容	特徴
3) トラベルコスト法	生物多様性保全活動を通じて、自然体験、農林水産業体験などを行い、都市からの観光客入り込みを得ている場合に有効な方法	<ul style="list-style-type: none"> ・観光地やレクリエーション等を行っている地域までの移動にかかる旅行費用を支払意思額とし、観光地やレクリエーション施設の訪問者にアンケート調査等を行い、旅行費用を調査して算定 ・旅行費用という明確な支出を元に効果を算定する手法であり、理論的にも手法としても非常にシンプルで理解がしやすく、加えて算定も比較的容易 ・レクリエーションの場として、その場を訪れる場合でないとは推計できない。 ・レクリエーション等でその場を訪れていない人が、その地域の生物多様性にどの程度の金額を支払っても良いと考えているかどうかを類推できない。 ・技術的な面からは、レクリエーションの場合、この地域以外の地域も含めて観光する事が多く、それらを明確に区分しないと過大評価になる可能性あり
4) 仮想評価法 (CVM)	生物多様性保全活動に対する支払意思額を、アンケート等により直接質問して評価する方法	<ul style="list-style-type: none"> ・アンケート内容により、様々な効果が評価可能となる。 ・支払意思額をアンケート調査に基づいて評価するため、その作り方、質問内容によって大きな影響を受ける。
5) コンジョイント法	生物多様性保全活動に対する支払意思額を、アンケート等により直接質問して評価する方法	<ul style="list-style-type: none"> ・商品マーケティングで用いられる手法であり、ある財の価値を形成する複数の属性について定量化することが可能 ・活動に伴って生じる様々な効果について、各効果別の定量化したり、生物多様性保全活動に伴って生じた商品の販売戦略を立案したりする際に利用する。 ・算定手法は複雑で、統計的な分析を行う必要があるため、専門家からの助言を受けながら進めることが必要

(5) 生態系保全機能の評価

道路林の生態系保全（生物多様性保全）機能を評価するため、CVM を用いた既往の文献資料を調査し、最近の事例の中から参考になるものを表 5-2-5 に示す。それぞれの文献の主要な内容、及び結論部分を表 5-2-6 に示す。

表 5-2-5 比較検討する文献

番号	研究文献名	著者	掲載元
1	日本における森林生態系サービスの経済評価	佐藤真行 栗山浩一 藤井秀道 馬奈木俊介	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 統計数理研究所 統計数理 (2019) 第67巻, 第1号 3-20
2	緑地の多面的機能に対する住民お支払い意思額に個人属性の違いが及ぼす影響	上野裕介 長谷川啓一	公益社団法人日本造園学会 ランドスケープ研究 83巻, 5号, 2020
3	COVID-19 影響下における港北ニュータウンの緑道機能に対する社会的便益の評価	金井優人 丹羽由佳理 横山樹広	公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集 Vol. 56 No. 3, 2021年10月

表 5-2-6 各事例の主要項目比較

項目	文献 1	文献 2	文献 3
評価方法	CVM/コンジョイント分析	CVM	CVM
評価対象	日本の森林資源	守谷市内の公園緑地	港北ニュータウンの緑道 (横浜市都筑区)
単位	円/ha/家計	円	円
支払意思額	92 円/ha/家計	1,543 円	1,093 円
単位統一	43.2 円/ha/人	26.6 円/ha/人	48.6 円/ha/人
備考(単位統一について)	日本の世帯人数は 2.13 人/世帯(2021) ²⁴ を採用	守谷市内の都市公園面積(57.87ha) ²⁵ を対象と想定*	緑道延長 15km について、緑道幅を約 15m とすると 0.225km ² (22.5ha)

※市内の都市公園の敷地全体が樹林とは想定されない。よって、樹林の価値に適用すると過小評価する可能性があるが、本調査での支払意思額を評価すると公園面積全体を対象とするのが妥当と判断。

文献 1 は日本の森林資源を対象に、文献 2 は都市内の都市公園の緑を対象に、そして文献 3 はニュータウンの緑道をそれぞれ評価対象にした研究であるが、一人当たり、単位面積当たりの支払い意志額は 26～48 円とほぼ同程度の金額になっている。

²⁴ 「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数 (令和 3 年 1 月 1 日現在)」総務省 HP

https://www.soumu.go.jp/main_content/000762475.pdf

²⁵ 「茨城県の都市公園面積整備状況 (平成 28 年 3 月末現在)」茨城県 HP

https://www.pref.ibaraki.jp/doboku/kogai/kikaku/documents/park_seibi.pdf

ここで、道路林の価値評価を行う上でポイントとなる道路林の特性を確認してみる。

【多様な樹種構成】

道路林は、高速道路沿道に対する環境保全機能（視覚的遮蔽、騒音・煤塵の負荷軽減）を目的として常緑広葉樹を主体として植栽するもの、地吹雪防止を目的した防雪林、飛砂防止林として針葉樹を植栽するもの、あるいは、自然環境保全として周辺植生の例えば二次林に近い樹種構成で常落混交林とするものなど、地域の気候風土に適した樹種であることを前提に多様な樹種構成、樹林を形成していることがひとつの特徴といえる。

【斜面地の帯状敷地】

道路林は、高速道路の建設で造成された盛土のり面を主な対象として、樹林の形成を目指した苗木植栽によって整備したものである。盛土のり面の標準的な勾配は1:1.8であり、のり長は数mから数十mとなるが、総じて帯状の敷地に成立する樹林である。ただ、盛土のり面が連続する区間であっても、カルバートボックスや高架橋梁が介在し、厳密には帯状の樹林が連続していない。しかし、地域レベル、国土レベルでは、高速道路側の斜面地に帯状の樹林が連続する、とみることができよう。

【地域性の担保】

高速道路は、北海道から九州、沖縄まで全国をネットワーク整備（高速自動車国道の供用総延長、約9,200km（平成31年3月31日現在））されており、その盛土のり面に樹林化のために植栽される樹種は、基本的に地域に自生する、地域の気候風土に適合した、健全な生育が期待できるもので構成されている。すなわち、地域の自然、植生景観を反映した地域性が道路林には担保されているといつてよい。

先に挙げた3つ文献との対応で見ると、多様な樹種構成という点については、いずれの文献における評価対象も多様な樹種で構成されているといえる。また、帯状敷地という点では、緑道を対象としている文献3が類似例として挙げられるが、樹林帯の幅員は明確とはなっていない。そして、地域性についていえば、文献2、3が特定の地域における評価であるが、文献1は全国の樹林資源を対象としており、各地の地域性が担保されているといえよう。ただ、山地、里山に成立している森林資源と盛土のり面に整備された道路林との間に類似性を求めるのはかなり無理があるともいえるが、文献2、3の都市公園、緑道を対象とした例との相対的な比較から、ここでは道路林の評価における参考例として、文献1を採用することとする。

道路林の生態系保全機能を評価するにあたり、樹林とその影響範囲という観点から以下のように模式化した。道路林の幅を一律15mとし、その影響が及ぶ範囲、背後地の幅を250mと設定した。これは、「道路環境影響評価の技術手法（平成24年度版）」において「動物種の分布、重要種の生息状況調査等を行う範囲」として示されている目安（250m）を採用したものである。

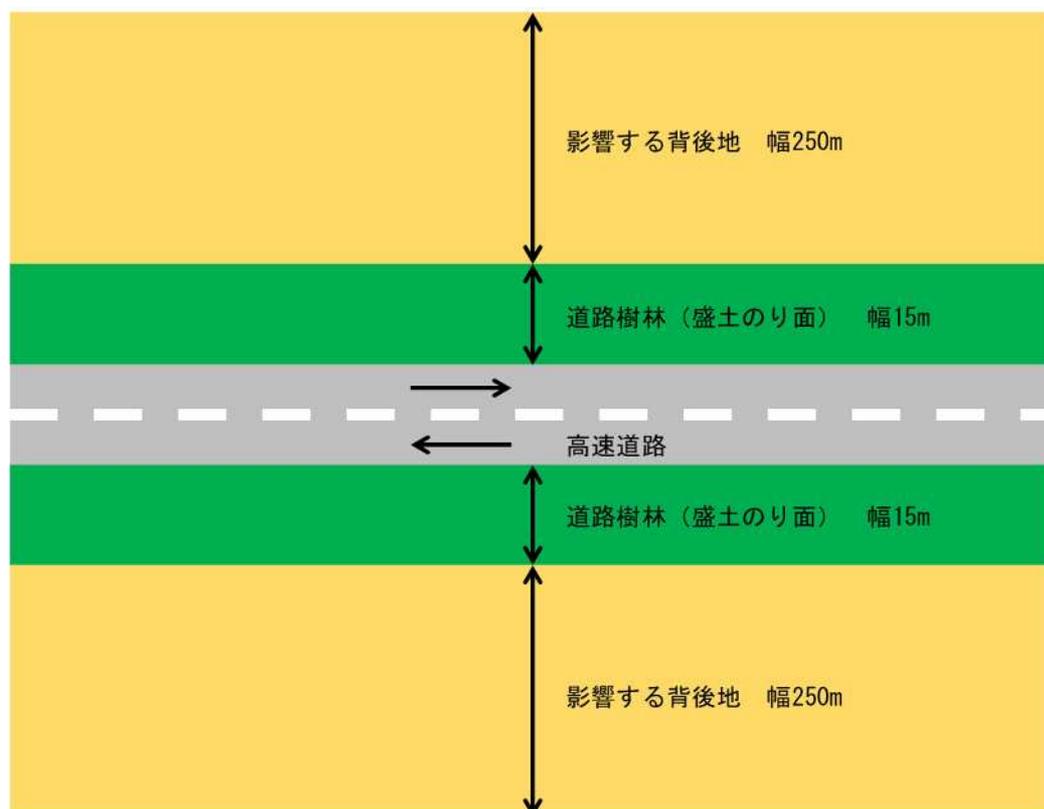


図 5-2-2 道路林とその影響範囲の模式図²⁶

この模式図に基づき、樹林化面積から道路林の延長、また、影響の及ぶ背後地の面積を算出すると、以下のとおりとなる。

<道路林面積>

- ・道路林面積(樹林化面積) : 9,100ha (= 91,110,000 m²)
- ・道路林幅 : 15m (設定値)

これらから、道路林(のり面)延長は、

$$91,110,000 \text{ m}^2 / 15\text{m} = 6,066,666.67\text{m}$$

$$\doteq \underline{\underline{6,100\text{km}}}$$

²⁶ 「道路環境影響評価の技術手法（平成24年度版）」(国土交通省 国土技術政策総合研究所、独立行政法人 土木研究所)

<影響する背後地の面積>

道路樹林が接する「影響する背後地」の面積は、

$$6,100\text{km} \times 0.25\text{km} = \underline{1,525\text{km}^2}$$

次に、先に示した文献1の支払意思額を用いて、道路林の生態系保全機能の価値評価を行う。

<対象人口の試算>

樹林の影響、いわば生態系保全機能の便益を受益する背後地内の人口は、日本の人口密度（338人/km²）²⁷より

$$338\text{人/km}^2 \times 1,525\text{km}^2 = \underline{515,450\text{人}}$$

<単位面積当たりの貨幣価値>

上記の人々が支払いの対象者とする、樹林の単位面積当たりの価値は、

$$515,450\text{人} \times 43.2\text{円/ha/人} = \underline{22,267,440\text{円/ha}}$$

(約2,227万円/ha, 約2,227円/m²)

<道路林の貨幣価値>

仮に、すべての道路林に対してこの価値が適用できるとした場合、貨幣価値は道路林の総面積より、

$$22,267,440\text{円/ha} \times 9,100\text{ha} = 202,633,704,000\text{円}$$

$$\div \underline{2,026\text{億円}}$$

という結果が得られた。すべての道路林に対して文献1の支払い意思額が適用できると仮定すると、その価値の総額は2,026億円となる。ここで注意しておく必要があるのは、すべての道路林に対して適用できるかどうかという点、すなわち、道路周辺の環境や樹林機能の違いによる適用の可否を吟味しなくてはならないだろうし、また、樹林以外の植栽や保存緑地等については考慮していない、評価の対象としていないということが挙げられる。

ここで、改めて道路林が有する機能全体の評価について検証しておきたい。既往の研究では対象外とされた生態系保全機能について追加するとともに、その他の機能については定量評価の方法や原単位、単価等の見直しを行って機能全体を評価しておくこととする。

²⁷ 「令和2年度国勢調査 人口速報集計結果」（令和3年6月25日 総務省統計局）の日本の人口密度（2020年）

表 5-2-7 樹林機能の評価方法

樹林機能		評価項目	評価方法	
			定量評価	貨幣価値換算
環境保全機能	地球温暖化防止	CO ₂ 吸収	年間 CO ₂ 固定量算定式 ⁵⁾ $Y=0.111\{(X+1.1)^{2.6173}-X^{2.6173}\}$ Y : 年間 CO ₂ 吸収量(kg/年), X : 胸高直径(cm)	公共事業における CO ₂ の削減便益 (貨幣価値原単位) : 10,600 円/t-C ⁶⁾ CO ₂ 固定の貨幣価値 (円/年) = 年間 CO ₂ 固定量 (t/年) × 12/44 × 10,600 (円/t-C)
	大気浄化	ガス状物質吸収	年間木質部乾重量生長量算定式及び年間 SO ₂ , NO ₂ 吸収量 ⁷⁾ $PG=0.0604\{(X+1.1)^{2.6173}-X^{2.6173}\}$ PG : 年間木質部乾重量生長量(kg/年) X : 胸高直径(cm) $U_{SO_2}(kg/y)=18.6 \times C_{SO_2} \times PG$ U _{SO₂} : 単木あたりの年間 SO ₂ 吸収量(kg/年), C _{SO₂} : 大気中の SO ₂ 濃度 (μg/cm ³) $U_{NO_2}(kg/y)=13.9 \times C_{NO_2} \times PG$ U _{NO₂} : 単木あたりの年間 NO ₂ 吸収量(kg/年), C _{NO₂} : 大気中の NO ₂ 濃度 (μg/cm ³)	SO ₂ : 排煙脱硫装置の減価償却・維持費 26,800 円/t ⁸⁾ SO ₂ 吸収の貨幣価値 (円/年) = 年間 SO ₂ 吸収量 (t/年) × 26,800 (円/t) NO ₂ : 排煙脱硝装置の減価償却・維持費 124,400 円/t ⁸⁾ NO ₂ 吸収の貨幣価値 (円/年) = 年間 NO ₂ 吸収量 (t/年) × 124,400 (円/t)
		粉じん等吸着・沈降	樹林帯による粉塵等の濃度減少率近似式 ⁹⁾ $y=0.1432 \times X \cdot 0.9664$ X : 樹林帯幅(m), y : 濃度減少 (%) 年間粉じん吸着量(kg/年) = y (%) × 7.69 (kg/%・年) 濃度減少 1% あたり粉塵吸着量 (樹林延長 500m)	トンネル集塵機の年間総費用※ : 121,229 円/kg・年 ⁹⁾ 粉じん吸着の貨幣価値 (円/年) = 年間粉塵吸着量 (kg/年) × 121,229 (円/kg・年) ※ : 工事費や耐用年数等を考慮した費用 ⁹⁾
		拡散	— (拡散は空気の流れが道路樹林等の構造物に沿って上空へ流動することで生じる。高速道路を通過する車両から発生した大気汚染物質が、構造物に沿って上空へ拡散し、その間に濃度を低下させながら道路の隣接環境へ到達する。高さ 5m の構造物で約 40% の濃度拡散効果を有す ⁹⁾ 。)	高さ 5m の高速道路沿線にある構造物押し、遮音壁 (5m) を代替物として用いた。 拡散の貨幣価値 (円/年) = 遮音壁 (5m) の年間総費用 (円/年)
	騒音緩和	— (道路樹林騒音減衰図 (現地調査より算出) より、樹林帯に応じた騒音減衰量を算出。高さ 3m の遮音壁による減衰効果と同等の効果が見込めるとの記述あり ⁹⁾ 。)	遮音壁 (3m) の代替物として用いた ⁹⁾ 。 騒音緩和の貨幣価値 (円/年) = 遮音壁 (3m) の年間総費用 (円/年) × 便益圏の差異補正 0.667	
	緑陰形成	冷氣浸出効果 樹林地面積の有する昼間・夜間の冷却能力 (人口排熱量) 算出 ^{10),11)} $X_{2昼} = (0.0001/0.0033) X_1$ $X_{2夜} = (0.00003/0.00091) X_1$ X ₁ : 樹林地面積 (m ²), X ₂ : 人口排熱量 (GJ/日) $X_2 = (X_{2昼} + X_{2夜}) / 2$	効果発揮を冷房機器の主な使用期間である 6~9 月 (121 日) として、その間の消費電力の削減に貢献。 消費電力料金 1GJ/日 = 277.778kWh/日, 1kWh = 27 円 ¹²⁾ 冷氣浸出効果の貨幣価値 (円/年) = X ₂ (GJ/日) × 277.778 (kWh/日) × 27 (円/kWh) × 121 (日/年)	
	病虫害防止	— (既存報告書に「植生 (草本) のり面は稲の病害虫のカメムシ類の生息が確認されたが、樹林化したのり面では、生息が確認されず。」との記述あり。植生 (草本) のり面の場合、害虫駆除のため殺虫剤を散布する必要が示唆 ¹³⁾ 。)	薬剤散布と代替した。殺虫剤 (スミチオン)、散布量及び回数は一般的な使用規定による。 年間薬剤散布量 (kℓ/年) = 樹林地面積 (m ²) × 単位あたり薬剤散布量 (0.00006kℓ/m ²) × 2 (回/年) 病虫害防止の貨幣価値 (円/年) = 年間薬剤散布量 (kℓ/年) × 薬剤散布に係る費用 (10,659 円/kℓ)	
景観向上機能	—	道路樹林を沿道から見た景観写真を用いてアンケートを実施し、個人が景観維持のために支払える年管理費費用額 (支払意思額/WTP) を算出 ^{14),15)} 。		
安全向上機能	立入防止	— (人及び動物の立入防止は、一般の立入防止柵等の構造物での対応が原則。鳥類は、立入防止柵の上空を飛翔可能なため効果が小さく、盗塁移動経路の確保のために道路脇に高木を植栽する方法がある。その場合、車両高さ (4.1m) より高い飛翔高度が必要であり、樹高 4.1m 以上の樹林帯で立入防止効果が発揮される。) ¹⁶⁾	道路樹林と同じ機能を持つ対策として使用される橋梁上に設置する鳥の衝撃防止ボールを代替物として用いた ¹⁷⁾ 。 立入防止の貨幣価値 (円/年) = 衝突防止ボールの年間総費用 (円/年)	
	浸食防止	根系による土壌緊縛効果 — (すべり面に直径 1cm 以上の根が 1m ² あたり 1 本以上あれば斜面安定率 (FS) > 1 となる ¹⁸⁾ 。既存調査結果から、道路のり面においても深度 1m 付近までは、太さ 0.5cm 以上尾根茎 1 本以上の分布は想定できる ¹⁹⁾ ことから、浸食防止機能を有する。)	斜面深さ 3m までロックボルトを施工するユニットネット工法に類似 ²⁰⁾ 。のり面での樹木根系の到達深度は 1m 程度のため、1/3 を乗じた。 浸食防止の貨幣価値 (円/年) = ユニットネット工法の年間総費用 (円/年) × 1/3	

表 5-2-7 (p42 文献 19) に樹林機能の評価方法を示す。まず、環境保全機能のうち、地球温暖化防止機能としての「CO₂吸収」については、公共事業における削減便益として、10,600 (円/t-C) (2,890 円/t-CO₂) が使われている。これは、2006 年に設定された原単位であるが、近年の道路事業における費用便益評価の手引きなどにも依然として採用されている単位である。

他方、世界的な CO₂ 削減の取り組みの一環として、排出権取引価格でみると、CO₂ 削減に積極的な西欧では現状で価格が高騰しており、評価方法によっては、貨幣価値が高くなる可能性がある (図 5-2-3 参照)。また、日本におけるカーボンプライシング (炭素税)、エネルギーコストでみると、総収は、約 4.3 兆円 (4,057 円/t-CO₂) となり、これに FIT (固定買取価格制度) 賦課金の総額約 2.4 兆円を加えると約 6.7 兆円 (6,301 円/t-CO₂) となっている (図 5-2-4 参照)。

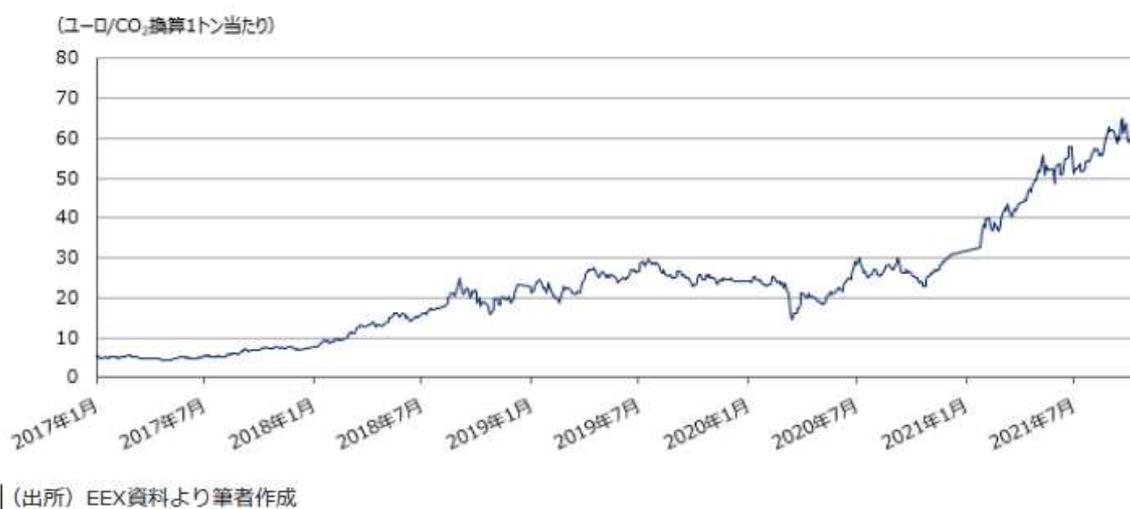


図 5-2-3 EUETS[※]における排出権取引価格の推移²⁸

※EUETS: European Union Emission Trading Scheme 欧州連合域内排出量取引制度

	税率等	2018年度実績	
石油石炭税 (温対税を含む)	原油・石油製品: 2,800円/kl (うち温対税分: 760円/kl) 天然ガス (LNG)・LPG: 1,860円/t (うち温対税分: 780円/t) 石炭: 1,370円/t (うち温対税分: 670円/t)	約7010億円	
揮発油税・地方揮発油税 (ガリン税)	揮発油税: 48,600円/kl 地方揮発油税: 5,200円/kl	約2兆6000億円	
石油ガス税	9,800円/kl	約150億円	
航空機燃料税	18,000円/kl	約680億円	
軽油引取税	32,100円/kl	約9580億円	
小計		約4兆3420億円	➤ CO ₂ 1トンあたり : 4,057円
FIT 賦課金	賦課金単価: 2.90円/kWh	約2兆4000億円	➤ 日本の人口 1人あたり : 34,337円
合計		約6兆7420億円	➤ CO ₂ 1トンあたり : 6,301円 ➤ 日本の人口 1人あたり : 53,318円

図 5-2-4 日本の化石燃料諸税等の負担水準²⁹

²⁸ 「カーボンプライシング: 各国で進む炭素排出の見える化 日本では炭素税の導入で攻防続く」 (みずほリサーチ&テクノロジーHP) <https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/contribution/2021/economist211123.html>
注) 「1ユーロ=130円」とすると、「60ユーロ/t-CO₂=約7800円/t-CO₂」となる。

²⁹ 「世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会 中間整理 (案)

次に、大気浄化機能としての「ガス状物質吸収」については、都市樹木のCO₂固定量の算出モデル式を用いて得られた各汚染ガス吸収能の算定式に対して、SO₂は排煙脱硫装置、NO₂は排煙脱硝装置の減価償却費・維持費（26,800円/t、124,400円/t）が原単位として使われている。この原単位については、20年以上前に設定されたものである。さらにNO_x、PMの移動排出源である自動車、NO_x、SO_x、ばいじん等の固定排出源である工場等においては、厳しい総量規制（排出量削減）と合わせて、自動車本体の性能や排出抑制技術が著しく進化している（図5-2-5参照）。それにより大気中の汚染ガス濃度が改善されていることから、排煙脱硫、脱硝装置の維持費による価値換算は、現状にそぐわない可能性があり、樹木の機能価値を過大評価する可能性がある。この傾向は、「粉塵等吸着・沈降」にも同様と言える。

図4-7-7 ガソリン・LPG乗用車規制強化の推移



注1：等価性重量とは排出ガス試験時の車両重量のこと。
 2：1973年～2000年までは暖機状態のみにおいて測定した値に適用。
 3：2005年は冷機状態において測定した値に0.25を乗じた値と暖機状態において測定した値に0.75を乗じた値との和で算出される値に適用。
 4：2018年は冷機状態のみにおいて測定した値に適用。
 資料：環境省

図4-7-8 ディーゼル重量車（車両総重量3.5トン超）規制強化の推移



注1：2004年まで重量車の区分は車両総重量2.5トン超。
 2：NO_xに係る規制は1974年から実施。図4-7-8は濃度規制から現在の質量規制に変更した1994年を基準として記載。
 資料：環境省

図5-2-5 汚染ガス規制強化の推移³⁰

(上段：ガソリン・LPG乗用車、下段：ディーゼル重量車)

(令和3年8月 世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会)

³⁰ 令和3年版 環境・循環型社会・生物多様性白書（環境省）

大気浄化機能としての「拡散」及び騒音緩和機能については、樹林が存在することにより得られる効果であるが、いずれも遮音壁の整備費用で代替している。この点については、一方の機能についてのみ計上することで足りるのではないかと考えられる。病虫害防止機能については、薬剤、および薬剤散布費用で代替している。

また、安全向上機能のうち、立入防止機能については、橋梁上に設置される鳥の衝突防止ポールを設置費用で代替しているが、盛土のり面樹林を想定すれば、常に立入防止柵が存在すると考えてよく、衝突防止ポール費用で代替するのは過剰ではないかと考えられる。浸食防止機能については、ユニットネット工法の整備費で換算している。

最後に、環境保全機能のうち、緑陰形成機能としての「冷氣浸出効果」については、夏季における冷房機器の使用削減効果をその使用に係る消費電力の削減効果に代替えて試算している。

これらの機能評価においては、換算式や原単位の適否について検討の余地の可能性はある。しかし、これらは、現状において評価可能な手法を道路に類するものから適切に選定し、算出されたものであり、機能評価そのものを削減するほどの根拠はないと考えられる。

次に、樹林区分と樹林機能の対応関係、そして、現地調査および表 に基づいて算出された樹林区分ごとの評価(貨幣価値換算)を表 5-2-10 に示す。この樹林区分と樹林機能の対応についても若干の見直しを加える。

既往研究においては、環境保全機能における緑陰形成機能(冷氣浸出効果)については、生活環境保全植栽においては○：主目的機能、農耕環境保全植栽及び自然環境保全植栽において△：副次的機能としている。しかし、この効果については、夏季の冷房消費電力で代替していることもあり、周辺が生活環境以外の場合に効果は極めて小さいとみられる。したがって、農耕環境及び自然環境への適用は妥当ではないと判断し、×：対応しない機能とした。

また、立入防止機能については、上に述べたように立入防止柵が常に存在することを前提にその機能は計上しないこととした。さらに、拡散機能、騒音緩和機能については遮音壁設置費用の重複を避けた。なお、本稿で試算した生態系保全機能(生物多様性保全)については、農耕環境及び自然環境において○とし、生活環境保全植栽には適用しないこととした。

表 5-2-8 樹林区分に応じた樹林機能^{※1}

樹林機能		樹林区分		
		生活環境 保全植栽	農耕環境 保全植栽	自然環境 保全植栽
環境保全機能	地球温暖化防止	○	○	○
	大気浄化	○	○	○
	騒音緩和	○	×	×
	緑陰形成(冷氣浸出効果)	○	△→×	△→×
	生態系保全 ^{※2}	×	○	○
	病虫害防止	○	○	×
景観向上機能		○	○	○
安全向上機能	立入防止	△→×	○→×	○→×
	浸食防止	△	△	△

凡例 ○：主目的となる機能、△：副次的な機能、×：対応しない機能
 大気浄化機能のうち「拡散」については、計上しない。

※1 文献 17)を一部加工
 ※2 本検討で評価した項目

表 5-2-9 樹林区分を考慮した道路樹林の評価（貨幣価値換算）※1

単位：円/m²・年

樹林タイプ		農耕環境 保全植栽	生活環境 保全植栽	農耕環境 保全植栽	農耕環境 保全植栽	生活環境 保全植栽	農耕環境 保全植栽	生活環境 保全植栽	農耕環境 保全植栽	自然環境 保全植栽
樹林機能	調査地 評価項目	会津若松	多治見	京都丹波	千葉	富山	香川	緑化技術 センター		
環境 保全 機能	地球温暖化 防止	CO ₂ 吸収	○ 14	○ 9	○ 17	○ 14	○ 26	○ 11	○ 13	
	大気浄化	ガス状物質 吸収-SO ₂	○ 0.056	○ 0.011	○ 0.008	○ 0.003	○ 0.013	○ 0.005	○ 0.006	
		ガス状物質 吸収-NO ₂	○ 0.061	○ 0.054	○ 0.084	○ 0.052	○ 0.126	○ 0.059	○ 0.100	
		粉塵等吸着沈降	○ 243	○ 246	○ 246	○ 241	○ 246	○ 239	○ 247	
		拡散	○ 9,676 ↓ × 0							
	騒音緩和	—	× 0	○ 2,950	× 0	○ 2,950	× 0	× 0		
	緑陰形成	冷気浸出効果	△ 14,355	○ 28,709	△ 14,355	△ 14,355	○ 28,709	△ 14,355	△ 14,355	
	生態系保全※2	生物多様性保全	○ 2,227	× 0	○ 2,227	○ 2,227	× 0	○ 2,227	○ 2,227	
	病虫害防止		○ 1.3	× 0	○ 1.3	○ 1.3	× 0	○ 1.3	× 0.0	
景観向上機能		○ 46	○ 841	○ 129	○ 110	○ 110	○ 109	○ 439		
安全 向上 機能	立入防止	—	○ 4,849 ↓ × 0	△ 2,425 ↓ × 0	○ 4,849 ↓ × 0	○ 4,849 ↓ × 0	△ 2,425 ↓ × 0	○ 4,849 ↓ × 0	○ 4,849 ↓ × 0	
	浸食防止	根系による 土壌緊縛効果	△ 165	△ 165	△ 165	△ 165	△ 165	△ 165	△ 165	
合計		14,824.4	32,920.1	14,913.4	14,886.4	32,206.1	14,880.4	15,219.1		

※表中の記号 ○：主目的となる機能（100%）、△：副次的な機能（50%）、×：対応しない機能（0%）として換算値を割り当て

※1 文献 17) を一部加工
 ※2 本検討で評価した項目

(6) 樹林区分ごとの樹林評価及び道路樹林の貨幣価値概算

先の表 5-2-11 において試算した貨幣価値について、樹林区分ごとに平均した結果を表 5-2-12 に示す。これをみると、生活環境保全植栽では 3.26 億円/ha・年、農耕環境保全植栽では 1.49 億円/ha・年、自然環境保全植栽では 1.52 億円/ha・年の価値を有すると算出された。

この値を用いて全国の道路林の貨幣価値を試算すると表 5-2-13 のような結果となった。すなわち、NEXCO 東日本は約 6,796 億円、NEXCO 中日本は約 4,077 億円、NEXCO 西日本は約 6,208 億円、そして全国では約 1 兆 7 千億円余の価値を有していると算出された。

表 5-2-10 樹林区分による樹林機能の貨幣価値

樹林区分	樹林機能の貨幣価値 (億円/ha・年)	算出元
生活環境保全植栽	3.26	多治見・富山の平均値
農耕環境保全植栽	1.49	会津若松・京都丹波・千葉・香川の平均値
自然環境保全植栽	1.52	緑化保全センター

表 5-2-11 NEXCO3 社の全国の道路樹林の貨幣価値の試算

	樹林区分	路線に占める割合 (%)	樹林面積※ (ha)	樹林機能の 貨幣価値(億円/年)
NEXCO 東日本	生活環境保全植栽	19	703	2,292
	農耕環境保全植栽	46	1,702	2,536
	自然環境保全植栽	35	1,295	1,968
	合計	100	3,700	6,796
NEXCO 中日本	生活環境保全植栽	21	441	1,438
	農耕環境保全植栽	27	567	979
	自然環境保全植栽	52	1,092	1,660
	合計	35	2,100	4,077
NEXCO 西日本	生活環境保全植栽	21	693	2,259
	農耕環境保全植栽	24	792	1,180
	自然環境保全植栽	55	1,815	2,759
	合計	35	3,300	6,208
NEXCO3 社会計				17,081

※ 各社の樹林面積は、表 を用いた。

表 5-2-11,12 ; 文献 17) を表 5-2-11, 12 の結果に基づいて一部加工して作成

本検討では、評価が困難とされていた道路林における生態系保全（生物多様性保全）機能の貨幣価値換算を試みた。試算においては、生態系保全（生物多様性保全）機能について、その受益者である人の生物多様性保全活動に関する支払意思額の結果に基づいて評価したものである。

生態系保全機能の価値は、農耕環境保全植栽、自然環境保全植栽においては全体の貨幣価値の約15%となっており、決して少なくない割合を占めているといえる。そして、緑の貨幣価値全体をみるとNEXCO 東日本の場合は約6,800億円となったが、例えば、2019年度における料金収入8,574億円³¹、管理費用等2,400億円、休憩施設における店舗総売上高1,563億円³²などといった額と比較したとき、やや過大な評価ではないかとも考えられる。試算においては、いくつかの論文等を根拠にして、また、いくつかの仮定を含んだ結果ではあるが、それぞれ一定程度の妥当性が認められてきているものである。試算結果が現段階でやや過大な評価を含んでいたとしても、緑の価値そのものを大きく毀損するものではなく、その重要性を改めて認識することになったのではないかと考えられる。

当然、この大きな価値に対して、より正確な機能評価や貨幣価値換算をするため、道路林の特性や評価目的にあった試算方法の検討が必要であり、また、その他の機能評価についても同様に、評価方法の適否も含めて現状把握や代替価値の時点修正を行うことがもとめられるであろう。

³¹ 「令和元年度決算の概要」東日本高速道路株式会社、令和2年6月9日

³² E-NEXCO Report 2021

6. 高速道路の緑の価値を高める取り組みの提案

6-1 検討の視点

前章では、これまで対象外とされていた生態系保全機能も含めて高速道路における緑の価値について定量化を行い、貨幣価値への換算を試みた。この結果については、いくつかの仮定や推計を含んだものであり、確定的なものではない。しかしながら、この緑の価値を常に高めていく努力をしていくことが、高速道路の価値そのものを高めていくことに繋がるということを共通認識として持つことが非常に重要であると考え、ここでは緑の価値を高める取り組みについて、できるだけ具体的な案を提起したい。

当然、植物、樹木、樹林の健全な生育を期待するために必要十分な管理を行うことによって緑地の健全性が担保され、そのことによって期待する機能効果も持続的に発揮されることになり、まさに緑の価値を高めることになるといえる。ただ、そのことだけでは従前と変わりなく、緑地管理への投資に繋がるモチベーションにはなりにくい。

すなわち、緑の利用価値を高める、共通認識として緑をうまく使うことが高速道路の価値をも高めることに繋がっている、という理解をもつことができるかどうかにかかっている。

社会情勢の変化や環境や自然に対する価値観の変化なども踏まえつつ、高速道路の緑の価値をできるだけ高めるような使い方、緑があつてよかった、緑の管理に投資してよかった、といった理解ができるような取り組みを検討し、提案したい。

(1) 一般的に期待される緑の機能効果

一般的に「緑」がもつ機能効果として広く認識されているものには、心理的機能、防災機能、環境保全機能などが挙げられ、さらにその詳細は下表のように示すことができる。これらのうち、環境保全機能としては、CO₂の吸収固定、吸収源としての地球温暖化抑制効果が都市緑化、緑化樹木にも期待されているし、生物多様性という観点からも、緑は様々な生物の生息環境となったり、遺伝子プールとして機能することなどから評価される。あるいは、単に修景的な意味合いでの花、緑、という位置付けに留まらず、そうした環境保全機能、生物多様性保全機能といった緑の多面的な機能効果の発揮を期待して商業施設や集合住宅の価値を高めているとの評価も注目されている。

高速道路において緑がどのような価値を持っているのか、できるだけ分かりやすい形で理解できるような方策を考えたい。

表 6-1-1 緑の機能

区 分	内 容
環境保全機能	<ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化防止 ・生物多様性の保全 ・微気象調整 ・大気浄化 ・騒音緩和
心理的機能	<ul style="list-style-type: none"> ・癒し、安らぎの提供 ・景観向上 ・遮蔽 ・施設や地域の魅力向上
防災機能	<ul style="list-style-type: none"> ・延焼防止機能 ・流出防止機能

【参考】不動産や民間商業施設における緑の経済価値

1) 地価形成に係わる効用調査

平成20年3月にまとめられた国土交通省による「低・未利用地の有効活用における緑地等の効用と情報提供のあり方に関する調査」において、緑が不動産価格を高める効果を有していることが示されている。(以下、国土交通省資料より抜粋。)

①景観価値の計量化(東京都区部西部と北九州市を対象にした研究)

金額は異なるものの、「緑の連続性と視覚的な広がり」「生垣や植樹等による街路景観」「空地と歩行者空間の緑化」の評価項目は他の評価項目より地価の上昇分がかなり高くなっている。

②景観が優れた集合住宅地が中古価格に及ぼす影響に関する影響

中層～超高層の複数棟から構成される大規模団地であり、緑豊かなオープンスペースを有する際、景観の優れたマンションは、近傍の一般のマンションより中古価格が高額であることが確認された。

③住宅地の緑地等が土地価格に及ぼす影響に関する研究

環境施設(高園、緑道に接する)の効用は、創出された環境の質と量、販売企業の考え方により幅があるが、概ね+1%～+10%程度地価が高いことが認められる。

④都市における公園・緑地が有する環境改善効果の経済評価

ボストンを対象としたヘドニック価格の検証によると、公園に近いほど地価が上昇することがわかった。

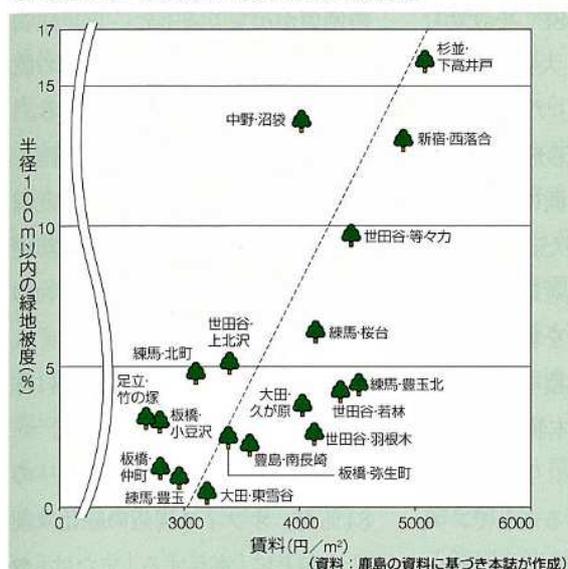
⑤緑地等が地価への及ぼす影響評価研究

東京都の市街地を対象とした緑被率と地価の関係に関する研究によると、緑被率が高いと家賃、地価が上昇する。

2) 賃貸住宅賃料での緑の経済効果

鹿島建設が東京23区内の賃貸住宅について、周辺の緑化度合いを示す緑地被度と賃料の相関関係を分析しており、間取りや駅までの距離、築年数といった要因を排して評価した結果、緑地が賃料を高める効果が確認できている。

● 東京23区内の緑地被度と賃料の関係



※日経アーキテクチャ 2010-10-11より。

3) 民間商業施設における緑の考え方と経済価値

近年、商業施設における緑化の取り組み（ハード、ソフト）は、企業のイメージアップやCSRの視点での地域貢献を目的としたものばかりでなく、宣伝・集客など経済的な効用のあるものへと進化している。これは、2000年代に入ってから新しくできた都市型の商業施設群を見ても明らかであり、なんばパークスにおいては具体的な緑の経済価値が明らかになっている。（年間92億円の緑による売り上げ/約2億円の緑による利益。）

①地域への貢献(イメージアップ・CSR)

●ハードでの取り組み

東京ミッドタウンでは、緑化空間の地域への開放にあわせて公園と一体となった外構空間を整備し、地域への貢



●ソフトでの取り組み

六本木ヒルズやアークヒルズでは、ヒルズガーデニングクラブを通じて地域住民との交流を図ると共に、集客に結びつく「ファン」づくりを行っている。



杉井明美氏の指導による
ヒルズガーデニング倶楽部の活動

●ハードでの取り組み

なんばパークスでの緑化の取り組みは、年間約92億円の売り上げと約2億円の営業利益をもたらしていると試算されている。（日経アーキテクチュア 2010 10-11より）



②宣伝・集客(経済的な効用)

●都市型の商業施設における緑の活用例

◇玉川高島屋屋上(2003年)



◇六本木ヒルズ(2003年)



◇なんばパークス(2003年)



◇新宿伊勢丹本店本館屋上庭園(2006年)



◇東京ミッドタウン(2007年)



◇阪急西宮ガーデンズ(2008年)



◇新宿マルイ屋上庭園(2009年)



◇三越銀座店「銀座テラス」(2010年)



◇東急プラザ表参道原宿(2012年)



(2) 検討の視点

一般的に期待されている緑の機能効果を踏まえながら、高速道路における緑の価値を高める方策を提起するに当たり、以下の視点で検討を進めるものとする。

- ・「高速道路の緑」がコストセンターではなく、新たな価値を生み出す存在であり、その維持管理のために投資する意味がある、という認識を共有するための方策を検討する。
- ・「高速道路の緑」がもつ機能効果を発揮させることにより、国にとって、地域にとって意味のある「緑」とする方策を検討する。
- ・良好に整備し、維持管理する「高速道路の緑」によって、高速道路会社が社会からより高い評価がなされるような方策を検討する。

6—2 高速道路の緑の価値を高める新たな取り組み（案）

高速道路に緑豊かな空間があつてよかった、と思えるためにはその存在を身近に感じることできる休憩施設における取り組みが効果的であるとみられる。そうした観点から、新たな取り組み案として、休憩施設における飲食物販等の民間事業者との連携、あるいは教育機関等との連携が考えられる。また、ドライブ自体の楽しみと関連する快適ドライブマップの作成、展開、あるいは地域とのタイアップといった方策が考えられる。

(1) 休憩施設における民間事業者との連携

- ・休憩施設における園地、緑空間と相性のよい業態の企業（物販飲食屋外出店）との連携により、緑によるCSの向上を図る。
- ・出店場所、施設周辺の園地、緑地の維持管理も含めて出店企業と連携することにより、緑空間の質的な向上とメンテナンスコストの低減を図る。
- ・物販飲食業だけでなく、道路関連施設や屋外用ファニチャーのメーカーなどとタイアップし、それら企業の環境対応製品展示やモデル空間として園地空間を活用し、維持管理も含めた連携を図る。

近年、各地の商業施設における緑の積極的な整備は、度重なる気象災害等が身近に感じられるような状況となり、気候変動リスクへの関心、地球温暖化というグローバルな問題への意識の高まりから、環境問題全般に対する一般消費者の意識の変化がその背景にみとれる。緑、そして緑に溢



屋内の店舗と屋外の園地をつなぐ自由度の高い快適な半屋外空間
ラリック美術館カフェ(箱根)



商業施設と一体的に利用される花と緑に溢れた屋外空間
ユニバーシティヴィレッジ(シアトル)

写真 6-2-1 快適で長時間の休憩を促す緑溢れる空間造り

ているといえる。

一方、高速道路の休憩施設は、元来、高速走行で疲れた運転者の緊張をほぐすための空間として緑豊かな空間構成を基本とした整備がなされ、売店やレストランと一体となって緑豊かな商業施設を形成することとされている。しかしながら、設計要領に記載された基本的な考え方としては上記の通りではあるが、実態として商業施設の建築計画においては、その周辺の園地部分との一体的な整備や双方の特徴や魅力を高め合うような、そうした具体的な連携は極めて乏しいと言わざるを得ない。例えば、よく手入れされた庭園を眺めながらゆっくりと食事を楽しむことができる、涼しい木陰の下で寛いだ雰囲気では話を楽しめるテーブルベンチ、明るい木立の広がりを感じながらアウトダイニングを楽しめる広々としたテラス、こうした快適な休憩環境の設えは決して多いとは言えない。

しかし、冒頭に述べたように緑に溢れた空間を魅力にした商業施設は各地にみられ、そうしたコンセプトを掲げて開発を進める企業も少なくない。そうした民間企業と連携することによって、より魅力的な休憩環境の形成は可能といえる。この休憩施設の緑の魅力は今以上に発揮することができれば、CSの向上と休憩施設の利用促進による売り上げの向上を図ることが可能となるため、屋外の緑と飲食物販店舗が一体となった、アウトドアリビングといえる環境を形成することを目指したい。

さらに、この飲食物販店舗はネクスコが整備主体となるのではなく、緑と一体となることで商品の魅力が高まると考える企業が園地内の一定規模を整備、そして維持管理も担うこととすることで、ネクスコにとっては収益の向上、民間企業にとっては、年間を通じて多くの人々が訪れる休憩施設に出展することで企業価値の向上が見込め、両者にとって利益のある取り組みとできる。

こうすることで、緑溢れる、質の高い空間でゆったりと時間を過ごし、それだけ消費の増大にも繋がる仕組みとすることで、緑の存在価値、利用価値を実感していくことのできる取り組みとなるであろう。

(2) 休憩施設における教育機関等との連携

- ・ランドスケープデザインや建築系の講座に学ぶ学生のフィールドとして休憩施設の園地空間を活用し、そこでの造形実習や維持管理作業が単位として認定されるような枠組みをつくる。
- ・あるいは農業高校の実習地として、あるいは学習用にビオトープや地域に特徴的な植生を再現することなどによって小中学生の総合学習、環境教育の場として活用することなども想定される。
- ・恒常的に維持管理作業が実施されることにより、快適で質の高い緑地空間が維持され、利用客がゆっくりと寛ぐことができる。
- ・地域の教育機関と連携することにより、地域との関係性、学生やその家族などとのコミュニケーションの場として休憩施設が活用される。

休憩施設における緑地空間は、高速走行を支える本線の走行環境とは異なり、ヒューマンスケールで鑑賞し、親しみをもって触れ合う場となっていることから、より稠密な維持管理が求められていると言えよう。そうした維持管理の課題を解決し、同時に地域とのコミュニケーションを深めるという観点からも可能性のある取り組みではないかと考えられる。

休憩施設近傍に造園系のコースをもつ高校や大学が立地していれば、よりその可能性は高まり、教育機関との1対1の関係ではなく、そこに地域の花や緑を楽しむサークルや環境保護団体、NPOの活動の一環として、あるいは造園の施工会社が施工や管理技術の講師役で加わるなどの関係が築ければ継続性が担保されるであろう。

冒頭に述べたように、学生にとっては緑地、園地のプランニング、設計、施工、管理実習の場として活用し、その定期的な実習が単位として認められるスキームが成り立てば、継続的な参加が見込める。NEXCOにとっては、このことによって一定の管理水準が担保され、上質な緑地空間が維持されることになる。また、こうした取り組みをPRする案内板があれば、管理作業をしている学生と高速道路を利用するお客様との間にコミュニケーションも生まれることが容易に想像できる。あるいは、地域の緑を愛する団体などにとっても高速道路を使って地域を訪れる人々を美しい環境で迎えるというモチベーションはあるし、地域の観光協会なども同様の趣旨を理解するであろう。

こうした取り組みを立ち上げ、継続していくためには、どうしても中心になって先導する人材がポイントとなるが、誰かに何かを依頼するというスタンスではなく、関係するそれぞれの立場でメリットが感じられ、同じ方向を向いて進んでいけるような仕組みが重要となってくる。

(3) 快適ドライブマップの展開

- ・研究段階ではあるが、高速道路の走行景観と路面の平坦性というふたつの観点からドライブの快適性を評価できる、ということが確認されている。
- ・そのデータを用いて、「快適ドライブマップ」といったツールを開発、提供し、たくさんの人々に素晴らしい景観の高速道路ドライブを味わってもらい取り組みも考えられる。
- ・緑豊かな走行景観が快適なドライブをもたらしてくれることを理解することに繋がる。

いわゆる走行の「快適性」は非常に総合的、概念的な評価と考えられ、単に路面に凸凹がなければよいということではなく、自動車そのものの性能も当然関係してくるし、天候にも左右されるであろうし、走行しているときの交通流、そして、見えている景観なども大きな要因になってくるであろう。そうした中で、道路管理者、道路利用者双方にとって意味のある快適性を、路面の平坦性と走行空間の景観という二つの観点から評価する試み³³がある。

道路管理者の視点から見れば、快適性を維持、向上させるための指標として従来はIRIといった路面の平坦性のみを注目していたが、景観性を補修する(例えば区画線を鮮明にする)ことも選択肢になってくるし、道路利用者からすると、快適性の高い路線、区間をドライブしてみたいという動機付けが鮮明になるということがいえる。この研究の中で、これまで優れた景観であると定性的に評価されていた景観ポイント、例えば、高速道路百景³⁴に取り上げられているような名所が統計的にも他より有意に優れているということが確認されている。

こうして、実際の走行データを基にした“快適性マップ”を作成することにより、景観に優れ、気持ちよくドライブを楽しむことのできる区間、路線の情報をオープンにして、たくさんの人々に道路を走って貰えるようにする。道路管理者は快適性をモニタリングすることが可能となり、快適性を可視化した効率的な維持管理に繋がられる。例えば、切土のり面という道路構造は、快適性を低下させる方向に働いていることが研究から明らかになっているが、そのり面を構造物から草本に置き換えることで快適性が向上するであろう、ということが事前にシミュレーションできる。こうした研究の精度を上げ、シミュレーションの事例を増やしていくことで、快適な環境、走行景観がより明確になっていき、道路利用者の満足度も上がっていくことが期待される。

³³ 「高速道路の快適性評価に関する研究」東京農業大学、高速道路調査会共同研究、令和3年6月

³⁴ 「高速道路百景 ～高速道路で巡る心に残る日本～」財団法人高速道路調査会、日本道路公団監修、2005.9.

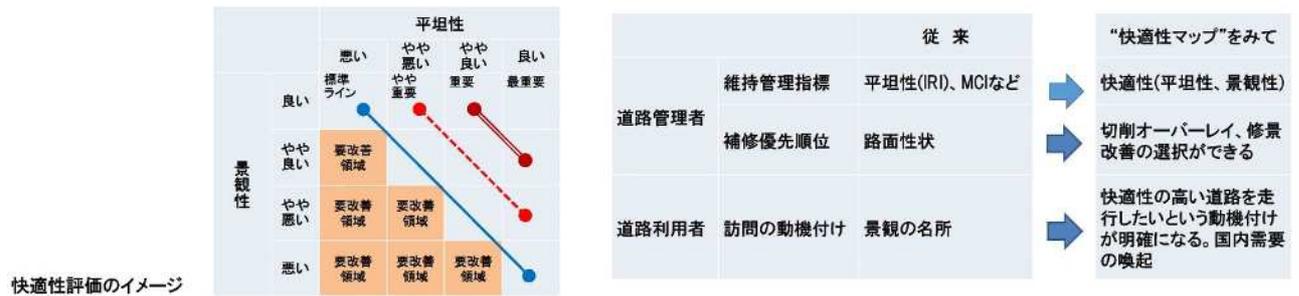


鹿名子山(山形自動車道)

写真 6-2-2 優れた景観として評価されている地点例

快適性の評価 $C=f(T,L)$

C:快適性指標、T:路面の平坦性、L:走行空間の景観性



快適性評価のイメージ

道路管理者の視点と道路利用者の視点



図 6-2-1 快適性評価のイメージと“快適性マップ”の例³⁵

(4) 地域の自治体等と広域的に連携した取り組み

「高速道路が周辺地域のために実施すること」と「周辺地域が高速道路を見据えて実施すること」が相乗効果を発揮する、「高速道路の緑」の整備・管理手法を確立する。

やや抽象的ではあるが、例えば、高速道路沿線自治体の実施するシーニックバイウェイの取り組みと、「高速道路の緑」の一体的整備・維持管理により、高速道路の地域観光促進への貢献が考えられる。

³⁵ 「高速道路の快適性評価に関する研究」東京農業大学、高速道路調査会共同研究より

【参考】シーニックバイウエイの概要

1) シーニックバイウエイとは

シーニックバイウエイ (Scenic Byway) とは、景観・シーン (Scene) の形容詞シーニック (Scenic) と、わき道より道を意味するバイウエイ (Byway) を組み合わせた言葉で、地域と行政が連携し、景観や自然環境に配慮し、地域の魅力を道でつなぎながら個性的な地域、美しい環境づくりを目指す施策である。

2) シーニックバイウエイの現状

2003年に国土交通省が観光振興などを目的に施策として取り組むこととし、レンタカーを利用した観光形態が増加している北海道で先行的に取り組むため、「北海道におけるシーニックバイウエイ制度導入検討委員会（委員長：石田東生筑波大学教授）」を設置し、支笏洞爺ニセコルートと大雪・富良野ルートの2つのモデルルートを設定し試行を始めた。

2011年(平成23年)7月現在、北海道では11つのルートが指定されており、九州でも、国土交通省九州地方整備局と、任意団体道守九州会議が中心となりシーニックバイウエイの導入についてケーススタディなどを重ねて検討している。

2012年8月31日現在、全国で合計128ルートが登録されている。

3) シーニックバイウエイの取り組み

指定されたルートの地域と行政が連携し、景観その他の地域資源の保全・改善等に資する活動を円滑に実施する。具体的には、地元の活動団体が、植栽による花ロードづくりや沿道の清掃活動、地域を紹介する各種ツアーやイベントなどを行っている。

4) シーニックバイウエイの効果

シーニックバイウエイの実施においては、「地域への愛着・誇りの醸成」や「旅の快適性の向上、ストレスの少ないツーリング環境の形成」、「地域ブランドの形成」、「交流人口の拡大」、「地域産業の振興」、「地域における雇用の拡大」などが効果として見込まれている。



※シーニックバイウエイ北海道推進協議会HPより。

7. 今後の課題と展開

(1) 今後の課題

本検討では高速道路の緑（道路林）の今日的な価値を整理し、その価値を定量化、貨幣価値換算を試みた。そして、その価値を維持、発揮させていく方策の検討、提案を行ったが、最後に今後の課題と展開についてとりまとめておきたい。

建設段階においては先人たちの築き上げた設計要領に則って、緑の空間を形成してきたが、高速道路半世紀以上にわたる歴史と民営化という変化を経て、管理する緑の取り扱いに苦慮しているのが実態ではないだろうか。無駄を省き、経費を縮減し、効率化を図る、そのこと自体なら問題のないことではあるが、いわば短絡的に緑が削ぎ落とすべき対象として認識されてしまい、必要な管理が行き届かず、緑としての健全性を失い、期待した植栽機能の発揮もままならず、結果として長く放置された後に対応するために妥当性を欠いた過剰な作業方法を取らざるを得ない、倒木のリスクが増す、作業量、作業費用がかさむといったことなどに繋がっているといった現状がみられる。

こうした状況下で緑の重要性を説いても、なかなか理解を得にくいのではないだろうか。十分に大きく育ち、現状は苦情の対象や倒木リスクとしかみられていない。休憩施設においてもレストランや売店を訪れる人の動線の障害物、管理に経費が掛かるものといった認識であろう。緑の重要性は、それを理解し推進する立場の者からすると常に訴え続けてきているという認識と思われるが、その提案が実現することは稀ではなかっただろうか。データを積み上げ、ボトムアップによって提案を実現させていくことは非常に困難を伴う。確実な成果を望むのであれば、トップダウン方式によるのがなんと言っても効果的である。経営層への働きかけがやはり重要となる。

また、環境、緑、造園に携わる技術者の数が十分ではないとすれば、情報を一元化して効率的、効果的に発信する仕組みを是非構築したい。高速道路会社社内や一般社会への情報発信、高速道路にとって緑のもつ価値を発信し、共感して貰い、それをよりよい管理へと反映させ、良質な緑空間の形成、維持に繋げていく必要がある。

以上のことから、グリーンインフラとして重要な資産である高速道路の緑を、良好な状態で次の世代に引き継ぐために、これから解決していくべき課題として次の3点を挙げる。

●今後の課題

- ・ NEXCO3 社の経営層への提案。（環境経営、グリーンエコノミー等）
- ・ 様々な取り組みの情報一元化を効率的に実施し、社会に向けて発信。
- ・ 沿線自治体、観光協会等との連携による休憩施設の地域のショールーム化。

(2) 今後の展開

今回の検討の成果を活かし、高速道路の緑の本来の価値の再評価と今日的な価値の周知、普及を目指し、そのために必要と思われる検討や取り組みを進めていくことが望まれる。

●今後の展開①：これからの休憩機能向上を目指した休憩施設の屋内外環境のあり方

- ・自動運転が主流の時代を見据えれば、ドライバーのストレスを緩和する休憩環境というよりは、いかに上質で快適に過ごすことができるか、地域の風土に触れ、また訪れたい、走ってみたい道路とすることができるか、そうした空間、環境づくりに資する緑のあり方。
- ・緑の価値を体感し、共有していくためには、休憩施設における実践が効果的と考えられ、緑の価値を高める提案にも示したような取り組みを積み重ねていき、その効果等を検証していくことが望まれる。

●今後の展開②：これからの快適な走行に寄与する走行環境形成のあり方

- ・交通安全、安全運転に係わる課題が自動車側、道路側双方の技術革新で今後は解決されていく方向にあるとすると、ドライバー、そして、同乗者にとって快適な走行景観はどのようなもので、そうした空間形成に資する緑のあり方。
- ・同時に、その環境、景観を支える維持管理のあり方、現実的で実践可能な手法を理想論だけでなく見出していく必要がある。

●今後の展開③：上記の展開における緑の役割に関するエビデンスの蓄積

- ・本線の走行景観形成、あるいは、休憩施設における空間形成に果たす緑の役割に関して、具体的にどの程度の貢献を果たしているのか検証をしていくことが求められる。緑に溢れた、よく管理された空間の存在によって、例えば滞在時間や売上高どれだけ伸びたか、快適性がどれだけ向上したのか、丹念にエビデンスを積み重ね、良好な維持管理に反映させることが重要。
- ・緑の価値についてボトムアップしていくためには、欠かせない取り組みといえる。一方では、トップダウンを可能にする経営層への働きかけも模索していく必要がある。

謝 辞

本研究は平成 28 年(2016 年)に開始し、このとりまとめは令和 3 年度末(2022 年 3 月)に完了した。調査研究を開始する時点では、冒頭で触れたように委員会において検討に関する指導、助言をいただいた。他方、関連する研究として千葉大学、ならびに東京農業大学との共同研究にも取り組み、その成果も反映させて独自に本報告書を取りまとめた。

その間、上記の共同研究を主体に進めた期間を含むことなどから、とりまとめに長期間を要する結果となった。藤井委員長を始めとする委員各位にお詫び申し上げるとともに、ここで改めて御礼を申し上げたい。また、共同研究においては細野哲央氏(元千葉大学特任助教、現地域緑花技術普及協会代表理事)、並びに山崎元也氏(東京農業大学教授)には多大なるご指導をいただいた。ここに深甚なる謝意を表する次第である。

【参考及び引用文献】

※下線を引いた文献は資料編に掲載したもの。

- 1) 「日本の社会資本 2012」内閣政策統括官(社会システム担当)、平成 24 年 11 月
- 2) 「道路投資の社会経済評価」中村英夫編、道路投資評価研究会共著、日本総合研究所、1997 年 4 月
- 3) 「道路投資の評価に関する指針(案)」道路投資の評価に関する指針検討委員会編、日本総合研究所、平成 10 年 6 月
- 4) 「設計要領第一集 造園編」東日本高速道路株式会社、平成 18 年 7 月
- 5) 「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」令和元年 6 月 11 日、閣議決定
- 6) 「パリ協定」国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議(COP21)、2015 年 12 月採択 (2016 年 4 月署名)
- 7) 「気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 5 次評価報告書」2014 年
- 8) EbA ; Ecosystem-based Adaptation 、Ecosystem-based Approach for Climate Change Adaptation
- 9) Eco-DRR ; Ecosystem-based Disaster Risk Reduction (<https://www.env.go.jp/nature/biodic/eco-drr.html>) ※国立研究開発法人国立環境研究所気候変動適応センター 気候変動影響観測研究室 室長 西廣 淳(<https://www.nies.go.jp/kanko/news/40/40-3/40-3-04.html>)
- 10) NbS ; Nature-based Solutions ※大正大学地域構想研究所大正大学地域構想研究所 古田尚也教授(https://chikouken.org/activity/activity_cat05/)
- 11) <https://www.env.go.jp/pres/109603.html>
- 12) <https://www.eib.org/attachments/pi/ncff-invest-nature-report-en.pdf>
- 13) 「グリーンインフラストラクチャー～人と自然環境のより良い関係を目指して～」国土交通省総合政策局環境政策課、平成 29 年 3 月
- 14) 大正大学地域構想研究所 NbS/グリーンインフラプロジェクト (https://chikouken.org/activity/activity_cat05/)
- 15) 「道路緑化保全協会 37 年の歩み」P28～37. 平成 21 年 5 月
- 16) 「これからの社会を支える都市緑地計画の展望 人口減少や都市の縮退等に対応した緑の基本計画の方法論に関する研究報告書、国総研資料第 914 号、平成 28 年 6 月
- 17) 「道路樹林が有する機能の定量的評価に関する研究」(NEXCO 総研資料)
- 18) 林野庁 HP (https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/tamenteki/con_1.html)
- 19) 「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について (答申)」日本学術会議、平成 13 年 11 月

- 20) 「高速道路の緑地資産保全の取り組み～自然も、われらのステークホルダー～」 ネクスコ東日本関東支社、(株) ネクスコ東日本エンジニアリング
- 21) 「自然資本を活かした農林水産業の手引きー生物多様性保全の経済的連携に向けてー」 農林水産省、平成 26 年 3 月
- 22) 「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数（令和 3 年 1 月 1 日現在）」 総務省
HPhttps://www.soumu.go.jp/main_content/000762475.pdf
- 23) 「茨城県の都市公園面積整備状況（平成 28 年 3 月末現在）」 茨城県 HP
https://www.pref.ibaraki.jp/doboku/kogai/kikaku/documents/park_seibi.pdf
- 24) 「道路環境影響評価の技術手法（平成 24 年度版）」 国土交通省国土技術政策総合研究所,独立行政法人土木研究所、国土技術政策総合研究所資料 No.714,土木研究所資料 No.4254、平成 25 年 3 月
- 25) 「令和 2 年度国勢調査 人口速報集計結果」 総務省統計局、令和 3 年 6 月 25 日
- 26) 「カーボンプライシング：各国で進む炭素排出の見える化 日本では炭素税の導入で攻防続く」 みずほリサーチ&テクノロジーHP
<https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/contribution/2021/economist211123.html>
- 27) 「世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会 世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会 中間整理（案）」 令和 3 年 8 月)
- 28) 「令和 3 年度版 環境・循環型社会・生物多様性白書」 環境省（令和 3 年 6 月 8 日閣議決定 第 204 回国会提出)
- 29) 「令和元年度決算の概要」 東日本高速道路株式会社、令和 2 年 6 月 9 日
- 30) E-NEXCO Report 2021
- 31) 「高速道路の快適性評価に関する研究」 東京農業大学、高速道路調査会共同研究、令和 3 年 6 月
- 32) 「高速道路百景 ～高速道路で巡る心に残る日本～」 財団法人高速道路調査会、日本道路公団監修、2005.9.
- 33) 「長期低炭素ビジョン」 中央環境審議会地球環境部会、平成 29 年 3 月
- 34) 「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」 令和 2 年 12 月
- 35) 「農林水産分野における今後の地球温暖化対策について」 農林水産省、平成 27 年 2 月 9 日
- 36) 「都市の骨格を創りかえるグリーンインフラー緑地への投資効果を探るー」 株式会社日本政策投資銀行地域企画部、2017 年 4 月
- 37) 「GREEN CITY,CLEAN WATERS Green Infrastructure-The Philadelphia Story」 AMERICAN SOCIETY OF LANDSCAPE ARCHTECTS

- 38) 「都市基盤インフラに対するグリーン・インフラストラクチャーの機能の可能性と限界に関する予備的検討」 稲田紗和子、植村哲士、小林庸至
- 39) 「緑の情報シート ビオトープ、涼しい木陰をつくるみどり、地球の温暖化をふせぐみどり、安らぎを与えるみどり、地域をエコアップするみどり」 JHLA(社)道路緑化保全協会
- 40) 「新たなステージに向けた緑とオープンスペース政策の展開について（新たな時代の都市マネジメントに対応した都市公園等のあり方検討会最終とりまとめ）」 平成 28 年 5 月
- 41) 「都市における「みどり」の価値」 輿水肇、日緑工誌、44(3),465-468(2019)
- 42) 「農地の緑地的価値と都市農業の役割」 武内和彦、松木洋一、昭和 62 年 4 月、都市計画
- 43) 「高速道路の安全・安心な走行のための植栽の生理・心理的機能に関する実証的研究」 細野哲央、平成 28 年 4 月
- 44) 「高速道路休憩施設におけるアプローチ広場の植栽がもつ生理・心理的効果」 細野哲央、佐藤將、若林美之、松本脩、ランドスケープ研究(オンライン論文集)Vol.10(2017)
- 45) 「高速道路における道路景観要素が走行時の快適性に与える影響」 令和 3 年 9 月 7 日、佐藤將
- 46) 「(技術資料) 外部経済評価の解説(案) 第 1 編外部経済・不経済の評価手法の解説」 国総研総合技術政策研究センター建設マネジメント技術研究室、平成 16 年 6 月
- 47) 「環境の経済評価手法」 JICA 資料
- 48) 「環境価値の評価方法」 岡山大学環境デザイン工学科環境計画学 (担当: 阿部宏史)
- 49) 「都心の緑地が有する夏季における冷却能力に関する研究」 外崎公知、川合史朗、所功治、ランドスケープ研究 73(5),2010
- 50) 「選択実験による郷土種に配慮した森林公園整備の経済的評価」 吉田謙太郎、中西智紀、農村計画学会誌 28 巻論文特集号、2010 年 2 月
- 51) 「道路環境施設整備の定量的評価のための基礎的分析」 周藤浩司、杉惠頼寧、藤原章正、黒田英伸、上田隆博、土木計画学研究・講演集、No.21(1)、1998 年 11 月
- 52) 「表明選好法による都市基幹公園の防災機能の便益評価に関する検討」 内田倫彦、湯沢昭、塚田伸也、公益社団法人日本都市計画学会都市計画論文集 Vol.50No.3,2015 年 10 月
- 53) 「線形緑地の存在が住宅地の地価に与える影響」 渡部昌之、輿水肇、ランドスケープ研究 75(5),2012
- 54) 「公園緑地の経済評価に関する研究」 環境研究部緑化生態研究室
- 55) 「広範な環境価値評価の事例」 国土交通省
- 56) 「住環境から見た都市緑地の経済価値」 浅見泰司、不動産調査月報、2007
- 57) 「上海市における緑地価値の経済的分析」

- 58) 「都心の商業施設に創出された屋上緑地での利用者の行動と生活における効果」 那須守、岩崎寛、高岡由紀子、林豊、金侑映、石田都、日緑工誌、39(1)、62-67、(2013)
- 59) 「視界に入る「みどり」が住宅賃料に及ぼす影響」 吉田資。遠藤圭介、NI Research Institute REPORT November 2020
- 60) 佐藤真行，栗山浩一，藤井秀道，馬奈木俊介 日本における森林生態系サービスの経済評価 統計数理 (2019) 第 67 巻第 1 号 3-20
- 61) 「緑地の多面的機能に対する住民の支払い意思額に個人属性の違いが及ぼす影響」 上野裕介，長谷川啓一、ランドスケープ研究、83 (5) p591-596 (2020)
- 62) 「COVID-19 影響下における港北ニュータウンの緑道機能に対する社会的便益の評価」 金井優人，丹羽由佳理，横田樹広、公益社団法人日本都市計画学会、都市計画論文集 Vol.56 No.3p1107-1112、2021 年 10 月

■ 参考：文献 17)で引用されている文献

- 1) 松江正彦，長濱康介，飯塚康雄，村田みゆき，藤原宣夫 日本における都市樹木の CO2 固定量算定式 日本緑化工学会誌 35 (2) p318-324 (2009)
- 2) 国土交通省 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針 (共通編) (2009)
- 3) 環境再生保全機構 大気浄化植樹マニュアル 2014 年度改訂版 (2015)
- 4) 小川和雄，三輪誠，嶋田知英，小川進 日本における緑地の大気浄化機能とその経済的評価 埼玉県環境科学国際センター報 (1) p1-12 (2000)
- 5) 三澤彰，沿道空間における環境緑地帯の構造に関する基礎的研究 千葉大学園芸学部学術報告 30p87-174 (1982)
- 6) 外崎公知，川合史朗，所功治 都心の緑地が有する夏季における冷却能力に関する研究 ランドスケープ研究 73 (5) p828-833 (2010)
- 7) 外崎公知，川合史朗，所功治 都心の緑地が有する夏季における夜間の冷却能力に関する研究 ランドスケープ研究 (オンライン論文集) (5) p1-4 (2012)
- 8) 「社団法人全国家庭電気製品公正取引協議会」より家庭品全般の「電器料金の目安単価」(平成 26 年 4 月 28 日～)(参照 2016 年 4 月 19 日)
- 9) 日本道路公団，道路緑化保全協会，北陸自動車道稲作地域ののり面緑化管理に関する調査研究報告書 (1998)
- 10) 周藤浩司，杉恵頼寧，藤原章正，黒田英伸，上田隆博 道路環境施設整備の定量的評価のための基礎的分析 土木計画研究・講演集 21 (1) p17-20 (1998)

- 11) 福本大輔, 千葉尚, 平見憲司, 高橋勝美 札幌都市部における道路空間再配分の効果分析 IBS Annual Report 研究活動報告 2005 p36-45 (2005)
- 12) 亀山章 エコロード-生き物にやさしい道づくり- ソフトサイエンス社 (1997)
- 13) 自然環境保全の合理的なモニタリングに関する研究 株式会社高速道路総合技術研究所 (2013)
- 14) 日本道路公団試験研究所 平成 8 年度 道路防災林の根系実態調査報告書 (1997)
- 15) 塚本良則 斜面プロセスにおける森林の役割 地形 12 (3) p243-257 (1991)
- 16) 高速道路総合技術研究所 環境保全に貢献する樹林機能に関する研究 (報告書) (2013)

附 資料

■資料編目次

文献名	頁
5)「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」	資-1
13)「グリーンインフラストラクチャー～人と自然環境のより良い関係を目指して～」	資-84
16)「これからの社会を支える都市緑地計画の展望」	資-106
17)「道路樹林が有する機能の定量的評価に関する研究」	資-195
19)「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について（答申）」	資-201
20)「高速道路の緑地資産保全の取り組み～自然も、われらのステークホルダー～」	資-313
21)「自然資本を活かした農林水産業の手引きー生物多様性保全の経済的連携に向けてー」	資-321
22)「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数（令和3年1月1日現在）」	資-418
24)「道路環境影響評価の技術手法（平成24年度版）」	資-486
25)「令和2年度国勢調査 人口速報集計結果」	資-629
26)「カーボンプライシング：各国で進む炭素排出の見える化 日本では炭素税の導入で攻防続く」	資-654
27)「世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会中間整理（案）」	資-657
28)「令和3年度版 環境・循環型社会・生物多様性白書」	資-695
33)「長期低炭素ビジョン」	資-750
34)「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」	資-843
35)「農林水産分野における今後の地球温暖化対策について」	資-875
36)「都市の骨格を創りかえるグリーンインフラー緑地への投資効果を探るー」	資-883
37)「GREEN CITY,CLEAN WATERS Green Infrastructure-The Philadelphia Story」	資-967
38)「都市基盤インフラに対するグリーン・インフラストラクチャーの機能の可能性と限界に関する予備的検討」	資-986
39)「緑の情報シート ビオトープ、涼しい木陰をつくるみどり、地球の温暖化をふせぐみどり他」	資-992
40)「新たなステージに向けた緑とオープンスペース政策の展開について」	資-997
41)「都市における「みどり」の価値」	資-1033
42)「農地の緑地的価値と都市農業の役割」	資-1037
43)「高速道路の安全・安心な走行のための植栽の生理・心理的機能に関する実証的研究」	資-1043
44)「高速道路休憩施設におけるアプローチ広場の植栽がもつ生理・心理的効果」	資-1078
45)「高速道路における道路景観要素が走行時の快適性に与える影響」	資-1084
46)「〈技術資料〉外部経済評価の解説(案) 第1編外部経済・不経済の評価手法の解説」	資-1110
47)「環境の経済評価手法」	資-1142
48)「環境価値の評価方法」	資-1171
49)「都心の緑地が有する夏季における冷却能力に関する研究」	資-1186
50)「選択実験による郷土種に配慮した森林公園整備の経済的評価」	資-1193
51)「道路環境施設整備の定量的評価のための基礎的分析」	資-1199
52)「表明選好法による都市基幹公園の防災機能の便益評価に関する検討」	資-1203
53)「線形緑地の存在が住宅地の地価に与える影響」	資-1210
54)「公園緑地の経済評価に関する研究」	資-1214
55)「広範な環境価値評価の事例」	資-1219
56)「住環境から見た都市緑地の経済価値」	資-1222
57)「上海市における緑地価値の経済的分析」	資-1234
58)「都心の商業施設に創出された屋上緑地での利用者の行動と生活における効果」	資-1283
59)「視界に入る「みどり」が住宅賃料に及ぼす影響」	資-1289
60)「日本における森林生態系サービスの経済評価」	資-1291
61)「緑地の多面的機能に対する住民の支払い意思額に個人属性の違いが及ぼす影響」	資-1309
62)「COVID-19影響下における港北ニュータウンの緑道機能に対する社会的便益の評価」	資-1315

(附資料・省略)