

領域 9 : 沿道環境を改善し、良好な生活環境を創造する

沿道大気環境予測技術の高度化

Study to develop the advance technique of the roadside air quality prediction

(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
瀧本 真理
Masamichi TAKIMOTO

The case is increasing in which estimation and evaluation of PM_{2.5} are demanded concerning about the environmental impact assessment after the environmental standard of PM_{2.5} has been announced. In this study, the authors observed the air quality of the roadside and analysed dispersion and the source of the air pollutant.

[研究目的及び経緯]

平成 21 年 9 月に微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の環境基準が告示された後、環境影響評価において、PM_{2.5} の予測・評価が求められる事例が増えつつある。一方、中央環境審議会答申によると「その発生源は多岐にわたり大気中の挙動も複雑であることから、当面、科学的知見の集積が必要である。」とある。

本調査では、冬季及び夏季に実施した沿道における PM_{2.5} 等の大気汚染物質濃度の現地調査データを用いて沿道大気汚染物質の発生源及び拡散性状を分析するとともに、都道府県等が設置する常時監視局のデータを用いて年平均値と年間 98% 値の関係性について整理した。

[研究内容]

1. 沿道における PM_{2.5} の発生源由来解析

過年度の冬季及び夏季(平面、切土、盛土、高架、道路端から風下側 0~150m、風上側後背地)において道路沿道で調査を行った PM_{2.5} の成分含有量(炭素成分、イオン成分、元素成分)のデータを用いて、PMF (Positive Matrix Factorization) 法により PM_{2.5} の発生源由来解析を行った。さらに、CMB (Chemical Mass Balance) 法による推定も加え、発生源別寄与率を推定した。

道路沿道の大気質調査における調査地点位置の例を図 1 に、発生源由来解析に用いた成分分析の項目と方法を表 1 に示す。

2. 沿道における PM_{2.5} の拡散性状解析

拡散性状解析については、道路からの風下直角風が卓越する日を選んで、PM_{2.5} と NO_x の道路寄与濃度の距離減衰性状を比較した。道路寄与濃度は、各測定点濃度からバックグラウンド濃度 (BG 濃度)

を差し引いて求めた。

3. PM_{2.5} 濃度の年平均値と年間 98% 値の関係性の整理

平成 22 年度～平成 26 年度の一般環境大気測定局及び自動車排出ガス測定局の PM_{2.5} の年平均値と日平均値の年間 98% 値(以降、「年間 98% 値」)を用い、下記の式型による年間 98% 値換算式(以降、「換算式」)を算出した。算出にあたっては、[PM_{2.5}]_{BG}=0 のとき、一般局の換算式となることを条件として加えた。

$$[\text{年間98\%値}] = a([\text{PM}_{2.5}]_{BG} + [\text{PM}_{2.5}]_R) + b \quad \dots (1)$$

$$a = A + B \cdot \exp(-[\text{PM}_{2.5}]_R / [\text{PM}_{2.5}]_{BG})$$

$$b = C + D \cdot \exp(-[\text{PM}_{2.5}]_R / [\text{PM}_{2.5}]_{BG})$$

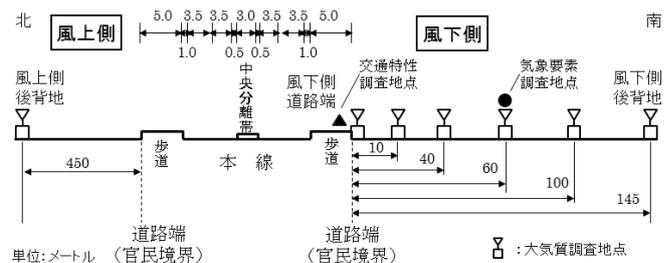


図 1 調査地点位置の例(夏季・平面)

表 1 成分分析の項目と方法

分析項目	分析方法	
イオン成分	SO ₄ ²⁻ ・NO ₃ ⁻ ・Cl ⁻ ・Na ⁺ ・K ⁺ ・Ca ₂ ⁺ ・Mg ²⁺ ・NH ₄ ⁺	イオンクロマトグラフ法 (Metrohm IC 850)
元素成分【日平均値】	Al・Si・Sc・Ti・V・Cr・Mn・Fe・Ni・Cu・Zn・As・Sb・Pb	ICP-MS 法 (Agilent Technologies 7700x)
元素成分【1時間値】	主要元素 (Al・Si・Sc・Ti・Cr・Mn・Fe・Ni・Cu・Zn・Pb)	超微量成分分析用 PIXE 法
炭素成分	EC、OC、炭素成分のフラクション)	サーマルオプティカル・リフレクタンス法
	水溶性有機炭素	燃焼方式の TOC 計による分析

[研究成果]

1. 沿道におけるPM_{2.5}の発生源由来解析

発生源由来解析により得られたPM_{2.5}の発生源別寄与率を図2に示す。自動車排出ガスの寄与率はおおよそ15%、ブレーキ粉じんが1%、道路粉じん(土壌を含む)が6%と推定された。自動車排出ガスについては、既存文献におけるPMF法による推定結果と比較し、ほぼ同じ寄与率であった。

2. 沿道におけるPM_{2.5}の拡散性状解析

平面道路におけるPM_{2.5}とNO_xの道路寄与濃度の距離減衰性状を図3に示す。PM_{2.5}の道路寄与濃度は、冬季では、NO_xと同様に距離減衰の傾向を見ることができた。一方、夏季では、道路近傍では距離減衰が見られるものの、道路から離れた地点で道路寄与濃度が高くなる傾向がみられた。

そこで、夏季について、PM_{2.5}の成分毎に道路寄与濃度の距離減衰を確認した。自動車排出ガスの主成分である元素状炭素(EC)はNO_xに類似した距離減衰が見られた。道路粉じん(ブレーキ・タイヤ粉じん等)の指標成分であるFe、Cu、Zn、Sbは僅かな濃度であり、道路近傍と遠方の差も小さい。

以上のことから、PM_{2.5}の道路寄与濃度は、BG濃度に比べて低いため、他の発生源の影響も受けやすく拡散性状を把握しにくい、道路寄与のうち自動車排出ガス由来の粒子はNO_xと同様の拡散性状であるといえる。

3. PM_{2.5}濃度の年平均値と年間98%値の関係性の整理

全国データにより換算式(1)式のA、B、C、Dの各係数を算出した結果、A=3.012、B=-1.181、C=-14.626、D=24.973となった。PM_{2.5}濃度の年平均値と年間98%値((換算式により算出した計算値及び実測値)の関係を図4に示す。換算式は地域差を考慮するため道路寄与比([PM_{2.5}]_R/[PM_{2.5}]_{BG})を関数としているが、PM_{2.5}はBG濃度に比べて道路寄与濃度が小さいため、計算値はばらつきが小さく、直線回帰に近い値をとっていると考えられる。

また、PM_{2.5}濃度は「西高東低」等の地域性があることがいわれており、この違いを考慮して、地域別の換算式を算定して換算値を比較したところ、[PM_{2.5}]_R/[PM_{2.5}]_{BG}が極端に大きな場合であっても1μg/m³以下の違いしかなかった。このことから、全国データから算出した換算式を同一の式として用いることができると考えられる。

[成果の活用]

沿道における大気汚染物質の適切な予測手法の検討に活用する。

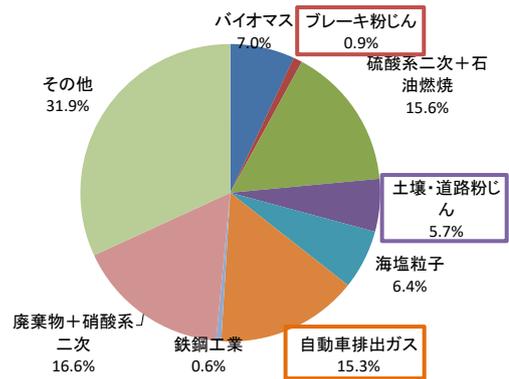


図2 PMF法による発生源寄与率の推定結果

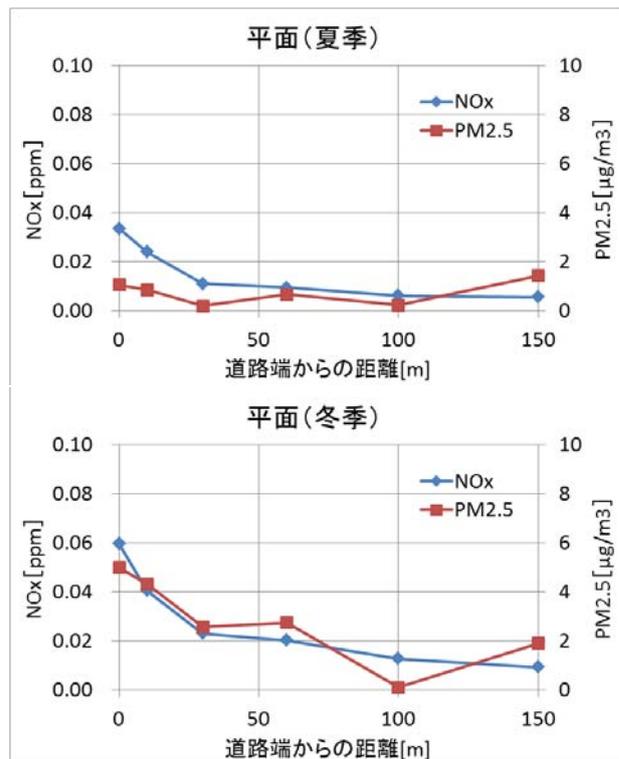


図3 道路からの距離減衰性状の比較(平面道路)

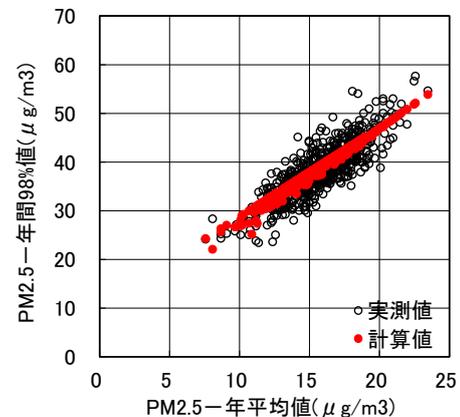


図4 PM_{2.5}濃度の年平均値と年間98%値の関係(全国)

道路交通騒音の変化を踏まえた遮音壁の更新方針等の検討

Research on update policy of noise barrier considering the change of road traffic noise

(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
研究官
Researcher

井上 隆司
Ryuji INOUE
大河内恵子
Keiko OHKOUCHI
瀧本 真理
Masamichi TAKIMOTO

This report has the purpose of clarifying the future issues about road noise barriers, summarizing the basic information on the preservation methods for making the roadside environment better by understanding current road noise barrier conditions and the opinions of scholars and experts.

〔研究目的及び経緯〕

道路交通騒音対策は、国道 43 号公害訴訟の最高裁判決(平成 7 年 7 月)を契機とし、単体規制の強化、排水性舗装の敷設、遮音壁の設置、新型遮音壁の技術開発等、多面的・総合的に進められてきた。遮音壁をはじめとする道路交通騒音対策施設は、今後、経年変化対策の必要性が高まることを想定し、維持管理・更新に関する検討を進めていく必要がある。検討にあたっては、自動車単体騒音規制の強化等により沿道騒音が変化し、騒音対策の必要性も変化することを考慮する必要がある。

そこで、平成 28 年度は、遮音壁をはじめとする道路交通騒音対策施設の現状把握、将来の沿道騒音の変化及びそれに伴う遮音壁の必要量の変化の試算を行い、今後の課題を整理した。

〔研究内容及び成果〕

1. 道路交通騒音対策施設の現状把握

(1) 調査方法

遮音壁、高架裏面吸音板、吸音ルーバー等を製造・供給する企業を対象にヒアリング調査を実施し、経年劣化の現状、課題への対応状況等を整理した。

(2) 製造・供給企業への調査

道路交通騒音対策施設の製造・供給企業 8 者を対象に調査するにあたり、各社の製品情報や経年劣化の現状・問題、問題への対応等について把握することを目的に、次の 3 段階で実施した。

第 1 段階：アンケート調査（事前調査）

第 2 段階：座談会形式ヒアリング調査

第 3 段階：個別ヒアリング調査

(3) 製造・供給企業における現状・課題整理

製造・供給企業へのアンケート調査およびヒアリング調査により、以下の課題を抽出した。

① 既設の道路交通騒音対策施設について

・道路交通騒音対策施設の経年変化の問題は徐々に進んでいる。

・遮音板補修技術は、取り替えよりもコストがかかるため、普及していない。

② 更新対応の考え方について

・製品耐用年数等の基準が明確になっていない。

・仮に道路交通騒音対策施設の需要が減少すると、現況復旧時の供給に支障をきたす恐れがある。

2. 騒音低減効果を有する舗装に関する文献収集・技術情報の整理

(1) 文献の収集

騒音低減効果を有する舗装として、表 1 に示す各舗装技術について、NETIS 情報や発表論文等から過去 15 年程度の文献 33 件を収集し、騒音低減の効果、課題等について整理した。

(2) 技術情報および課題の整理

文献調査の結果、次の技術情報および課題を抽出した。

① 騒音低減の効果等

・低騒音舗装は騒音低減の要素となる空隙率、骨材粒径あるいは混合物等の配合を変え、騒音低減に有効な技術が開発されている。

② 課題等

・最も施工されているポーラスアスファルト舗装は、供用から 3 年程度で効果が低減する。その原因は、隙塵埃等による空隙の詰まりや空隙つぶれである。また、

積雪寒冷地では、タイヤチェーン等により劣化が早く、騒音低減効果の持続する期間が短い。

- ・ポーラスアスファルト舗装に代わり、小粒径 SMA 舗装や表面樹脂塗布、樹脂モルタル充填が提案されているが、試験段階であり、騒音低減効果等の経年変化が不明である。
- ・ポーラスコンクリート舗装の積雪寒冷地での適用のため、凍結融解作用を受けた後の強度・耐久性・機能性についての研究が必要である。
- ・多孔質弾性舗装の実用化の課題は、走行安全性・施工性・耐久性・コストの縮減等である。

表1 騒音低減効果を有する舗装の種類

分類		低騒音舗装
アスファルト系材料 (混合物系)	ポーラスアスファルト混合物	<ul style="list-style-type: none"> ・ポーラスアスファルト舗装(一層式) ・小粒径ポーラスアスファルト舗装 ・二層式ポーラスアスファルト舗装
セメント系材料	ポーラスコンクリート	<ul style="list-style-type: none"> ・ポーラスコンクリート舗装
樹脂系材料 (混合物系)	透水性樹脂モルタル	<ul style="list-style-type: none"> ・表面処理工法 ・透水性樹脂モルタル充填工法
	ゴム、樹脂系薄層舗装	<ul style="list-style-type: none"> ・砕石マスチック(SMA)舗装 ・小粒径 SMA 舗装 ・多孔質弾性舗装 ・マイクロサーフェンシング

3. 学識経験者への意見聴取

(1) 意見聴取対象

検討開始時およびとりまとめ時の合計2回にわたり、材料劣化に精通している黒田真一教授(群馬大学)および塚田和彦准教授(京都大学)ならびに騒音対策全般に精通している山本貢平理事長(小林理学研究所)の意見聴取を実施した。

(2) 学識経験者への意見聴取結果

意見聴取の結果、次のような意見が得られた。

- ・道路交通騒音対策施設の経年変化による第三者被害への懸念等を注意喚起した方がよい。
- ・ポリカーボネート材は紫外線により黄変し、黄変した部分は、紫外線を吸収しやすくなる。
- ・透光板等の有機材料の黄変およびヘーズ進行の要因は、車両振動、降雨、建物からの反射光、煤の付着が影響している可能性がある。
- ・点検・補修方法を検討するための根拠となるデータが少ない中で適切に維持管理するためには、耐用年数を定め、それを超えた場合は適切に点検を実施する等をルール化すると良い。
- ・一般国道と高速道路とで、アクセス道路との交差、

路肩、歩道空間の有無等の条件が異なるため、道路交通騒音対策施設の強度・安全性等を確保する上での設計・施工の要領等の考え方も異なるものと考えられる。

4. 将来の道路交通騒音等の試算と課題整理

自動車単体騒音規制の強化や次世代自動車の普及等による、沿道騒音の変化、遮音壁の必要量の変化について、計算条件を変えて16ケース試算した。その結果、2040年までに直轄国道の遮音壁延長9割以上で高さを下げる又は撤去することができる可能性があることを明らかにした。

沿道騒音の試算に必要なA特性音響パワーレベルの予測・低減にあたっては、図1のように、自動車単体規制の導入や次世代自動車の普及を踏まえ、タイヤ音とエンジン音を分けたパワーレベル式が必要で、そのための知見を積み重ねていくことが重要である。

また、遮音壁設置箇所における騒音予測においては、将来、タイヤ音とエンジン音の比率が変わることによって周波数特性がどのように変わっていくかを捉える必要がある。(図2)

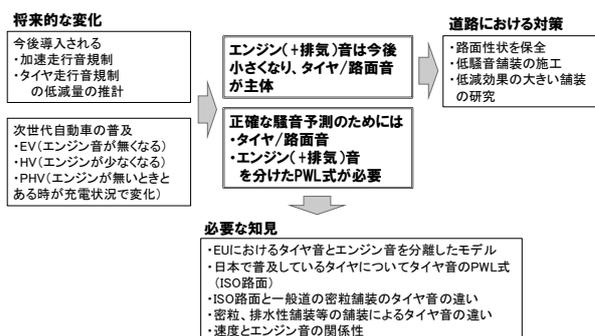


図1 A特性音響パワーレベルの予測・低減の課題

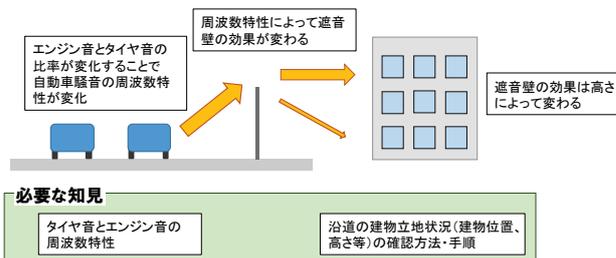


図2 遮音壁設置箇所における騒音予測の課題

[成果の活用]

抽出された課題を踏まえて、遮音壁の維持管理・更新事例・ポイント、将来の遮音壁必要量の推計方法を示す参考資料を作成・周知し、遮音壁維持管理の合理化・更新の円滑化を支援する予定である。

現場条件に応じた騒音振動の対応策調査

—今後の規制や技術開発による低減効果を考慮した騒音・大気質の適切な予測・評価手法の検討に向けて—
Study on countermeasures for road traffic noise in accordance with the site condition
(研究期間 平成 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
研究官
Researcher

井上 隆司
Ryuji INOUE
大河内 恵子
Keiko OHKOUCHI
瀧本 真理
Masamichi TAKIMOTO

It is demanded that environmental impact assessment includes the method that reflected the latest scientific knowledge. In this study, the authors investigated regulation and technology development of motor vehicle which affected the prediction of road traffic noise and problem of updating road traffic noise prediction method.

[研究目的及び経緯]

環境影響評価は、最新の科学的知見を反映し、効果的・効率的に実施することが求められる。沿道の環境改善、自動車からの排出規制強化等の動向を踏まえ、環境影響評価の業務の軽減・迅速化に向けて、沿道環境の調査・予測・評価の最適な手法を検討する必要がある。

本調査は、今後の予測・評価手法の更新を検討するための基礎調査として、近年の環境影響評価での沿道環境の予測評価における、諸条件の設定状況・予測結果を整理するとともに、条件設定が予測結果に与える影響を試算した。また、沿道環境の予測・評価手法に影響を与えうる、発生源対策や、交通量・排出量のデータ取得方法の今後の動向を整理した。

[研究内容及び成果]

1. 環境影響評価における自動車の走行に係る騒音・大気質の予測評価手法に関する整理

(1) 近年の道路環境影響評価における騒音・大気質の予測結果の整理

近年、評価書が縦覧された 13 件の道路事業の環境影響評価について、予測評価における諸条件の設定状況・予測結果を整理した。

計画路線以外の道路の影響も考慮された予測結果であり、騒音については、13 事業中 3 事業で計画路線以外の道路からの寄与分が基準を超過する地点があるが、10 事業においては、遮音壁の設置等の環境保全措置を実施することで、環境基準との整合が図られると予測評価されている。なお、排水性舗装の

敷設は、6 事業で保全措置案として挙げられたが、そのうち 3 事業で、空隙詰まりにより減音効果が経時的に低下する傾向があることを理由に採択されなかった。

大気質（二酸化窒素、浮遊粒子状物質）については、13 事業すべてにおいて環境基準との整合が図られると予測評価されている。予測結果における道路寄与はバックグラウンドと比べて低い濃度であった。

(2) 予測における条件設定が結果に与える影響の試算

騒音及び大気質の予測に用いる諸条件が予測結果に与える影響の程度について試算を行った。試算にあたっては、交通量は約 3 万台/日（大型車混入率：約 50%）、走行速度は 60km/h と設定した。

① 自動車の走行に係る騒音

騒音の予測の参考手法である日本音響学会の道路交通騒音の予測モデル（ASJ RTN-Model）では、自動車のパワーレベルや音の伝搬を計算する際の補正係数が用意されており、これら補正の影響について、下記の 4 つの補正を考慮したケースと、補正なしの基準ケースについて試算を行った。

ケース 1 自動車走行騒音の指向性

ケース 2 空気の音響吸収による減衰

ケース 3 地表面の影響による減衰（「スポーツグラウンドなどの固い地面」を設定）

ケース 4 排水性舗装による騒音の低減効果

基準ケースと各比較ケースの道路交通騒音の予測結果の差（補正量）について図 1 に示す。

空気の音響吸収、地表面効果の補正量は、道路事業の環境影響評価における騒音の基本的な予測評価

地点（官民境界、背後地（15m 又は 20m）：図 1 の赤点線）遠方になるほど大きくなり、沿道から離れた住居を対象とする予測を行う場合に影響は大きいといえる。また、排水性舗装の効果による補正は、基本的な評価地点でも一定の影響がある。

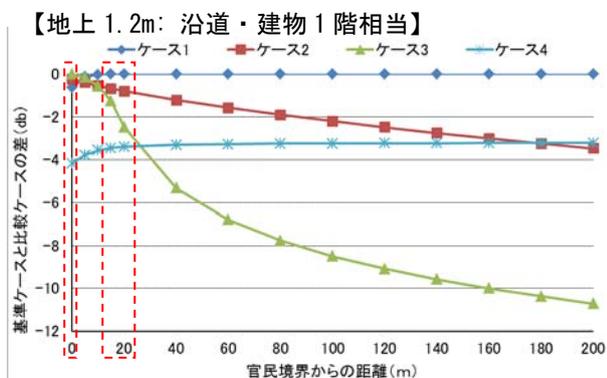


図 1 騒音の予測式の補正に関する試算結果

②自動車の走行に係る大気質

現在、大気質の予測に用いている自動車排出係数については、平成 21・22 年ポスト新長期規制、平成 28～30 年挑戦的目標といった排ガス規制導入による低減効果を考慮した係数であり、平成 22 年に更新を行ったものである。排出係数の更新が予測結果へ与える影響について試算を行った。ここでは、旧排出係数（更新前の排出係数（平成 17 年新長期規制目標値まで考慮した係数））と現行の排出係数を比較するため、二酸化窒素の年平均値を算出した。

試算結果を図 2 に示す。現行排出係数で算出した濃度は、旧排出係数で算出した濃度より、3 分の 1 程度であった。これは旧排出係数と現行排出係数で考慮している規制目標値の差が大きい（例.ディーゼル重量車:新長期規制 1.69g/kWh→挑戦目標 0.4g/kwh）ためである。現時点では、これほど大きな規制値の変更は見込まれていないこと、現行排出係数での予測値は十分小さいことから、今後の排出係数更新が予測値に与える影響は大きくないと考えられる。

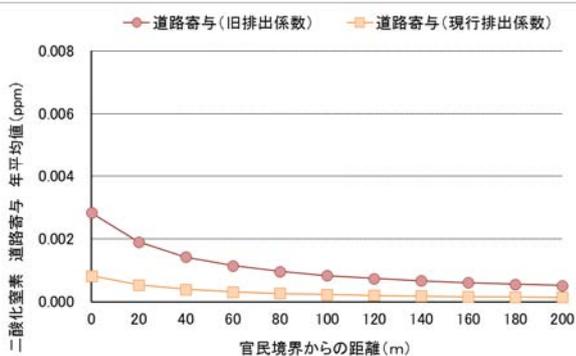


図 2 自動車排出係数の更新の影響に関する試算結果

2. 騒音の予測・評価手法に影響を与えうる社会情勢、技術の動向の整理

沿道を取り巻く社会情勢の変化や技術開発により、自動車の環境性能は向上している。騒音・大気質の予測・評価手法に影響を与えうる、発生源対策や、交通量・排出量のデータ取得方法の今後の動向を整理した。

(1) 発生源対策

単体規制は自動車走行騒音のパワーレベルや自動車排出ガスの係数に直接影響するものである。騒音では、加速走行騒音規制の強化、タイヤ騒音規制の導入等が進められている。大気質では、排出ガスの世界統一試験法の導入とそれに伴う新たな排出ガス許容限度目標値の設定等が進められている。

また、次世代自動車は、自動車排出ガスの低減のみならず、エンジン音や駆動音の減少により低速度域のパワーレベルの低減が見込まれることから、普及状況を把握することが必要である。道路側の対策としては、通常の排水性舗装をコーティングし騒音低減効果を持続させる技術などの動向に着目する必要がある。

(2) データ取得方法

現在、騒音及び大気質の予測に用いる車種別時間別交通量は、全国道路交通情勢調査（道路交通センサス）や現地調査の結果を用いているが、今後、ETC2.0 等の普及に伴い、プローブデータの収集・分析によって、最新の交通量・車種構成等を容易に取得できる可能性がある。

3. 予測・評価手法の更新に向けた留意点の整理

以上を踏まえ、今後の予測・評価手法の更新を検討する際に留意すべき点を整理した。

- ・環境影響評価の基本的事項では「環境への影響の程度が極めて小さいことが明らかな場合」には、簡略化された調査・予測手法を選択することができるとされている。今後、単体規制等に伴う自動車走行騒音・自動車排出ガス量の低減の動向を把握しながら、周辺の道路と比べて交通量が少ないような場合は、簡略した手法で予測できることを検討することが考えられる。
- ・騒音予測式の補正は、道路遠方の地点に影響が見られることから、活用の省略を含めた保全対象の位置に応じた活用法を検討することが考えられる。

【成果の活用】

沿道環境の予測・評価手法に影響を与えうる要因、更新に向けた留意点等は、将来の予測・評価手法の妥当性の検証、適切な更新への活用が期待される。