道路交通騒音のダメージ関数の構築

パシフィックコンサルタンツ(株)環境事業本部　正会員　○井伊亮太
東京都土木技術センター　正会員　岡田　愛
武蔵工業大学環境情報学部、(独)産業技術総合研究所　伊坪徳宏
東京大学人工物工学研究センター、(独)産業技術総合研究所　稲葉　敦

1. はじめに

道路交通騒音は、全国的にみて重要であるが、LIME（日本版被害算定型環境影響評価手法）第一版[1]では影響領域として考慮されていない（ダメージ関数が構築されていない）環境問題の一つである。

Müller-Wenk[2]は、DALY（障害調整生存年。早死と障害を統合して健康負担を表す代表的な指標の一つ）による道路交通騒音ダメージ関数の枠組みを示し、スイスを対象に評価係数を算定した。本研究では、この枠組みに基づきつつ、算定手順を改良し、日本のデータ・モデルによるダメージ関数構築に取り組んでいる。LIME では保護対象間（具体的には DALY などの被害指標）の重み付け係数が提供されており、結果は外部不経済の評価金額の算定にも用いうる。

本発表では、最近国内で実施された騒音影響評価研究を反映させた結果を中心に、道路交通騒音ダメージ関数の構築状況について報告する。

2. ダメージ関数の枠組み

ダメージ関数は、次節で述べるように、運命分析、暴露分析・影響分析、被害分析から構成される。

本枠組みでは、車種別（大型車・小型車）、時間帯別（昼間・夜間）の走行台キロをインベントリのデータ項目として想定した。被害評価対象には、日本で道路交通騒音の環境基準を設定する際に考慮されたエンドポイントでもある睡眠妨害（夜間）及び会話妨害（昼間）を選定した。

3. ダメージ関数の算定

3.1 運命分析

道路交通センサスの対象となっている全国的に主要な道路を影響評価対象道路とし、道路種別・沿道状況別に区分した。影響評価対象道路の現況交通量は、平成 11 年道路交通センサスに示されている平日の上記道路区分別の集計値を用いた。増加交通量（被害係数の基準量）は、便宜的に 1000 台 km とした。そして、影響評価対象道路の現況交通量に増加交通量を増加分として配分し、道路区分ごとに交通量増加前後の（道路端に相当する位置の）等価騒音レベル（L_{Aeq}）を ASJ Model 2003[3]に示された「単純条件下での L_{Aeq} の簡易計算法」により計算し、両者の差としてマージナルに騒音レベル増加量 ΔL_{Aeq} を算定した。

Müller-Wenk[2]の手順では、同一の合計走行台キロであっても、計算上の道路区分の数が多いほど、各道路区分の ΔL_{Aeq} が低下する問題のあることが分かった。そこで、本研究では、増加交通量を各道路区分の台キロに比例させて配分し、車種別時間帯別 ΔL_{Aeq} を算出した。本計算手法では、大型車混入率の違いから各道路区間の ΔL_{Aeq} に違いが生ずる。以下の計算では ΔL_{Aeq} として、昼夜別車種別の平均値を用いた。

3.2 運命分析・影響分析

3.2.1 影響発生の量－反応関係（D-R 直線）の設定

平成 12 年度より実施されている「騒音による影響の評価に関する総合的研究」[4]の中で示されている道路騒音に関する社会調査結果（質問紙と昼間・夜間騒音レベルの推計）（573 回答）より、量－反応関係を設定した。具体的には、「会話妨害／睡眠妨害あり」かつ「非常にうるさい」とした回答を「影響あり」として、図１及び図２に示すとおり、回帰分析により線形の量－反応関係を設定した。

3.2.2 追加的な影響ケース数の算定

増加交通量により騒音レベルが ΔL_{Aeq} だけ増加することで追加的にもたらされる影響ケース数は、設定した量－反応関係で反応率が 0%となる騒音レベルが比較的低いことから、評価対象道路区間の騒音に暴露される沿道人口に ΔL_{Aeq} 及び D-R 直線の傾きを乗じることで求めた。現在の環境基準に係る中央環境審議会答申（平成 10 年）参考資料に示された沿道住戸数（4673 千戸）に、平成 7 年国勢調査全国値から求めた世帯人員数を乗じた数値を沿道人口として用いた。

3.3 被害分析

LIME における DALY を用いた被害量の評価においては、年齢重み付け及び時間割引を行っていない[1]。さらに、本検討では早死が評価対象外であることから、被害係数（被害量）を、「影響ケース数×DW（影響重篤度）×障害期間」として求めた。

ここで、DALY に基づく世界の疾病負担の研究[5]にはこれら騒音影響に対応する DW が示されていないことが騒音ダメージ関数算定の課題である。本検討では、睡眠妨害及

キーワード：道路交通騒音、DALY、不確実性評価、LCIA
東京都新宿区西新宿 2－7－1　新宿第一生命ビル
TEL：03-3344-1646　FAX：03-3344-1389　Ryouta.Ii@tk.pacific.co.jp

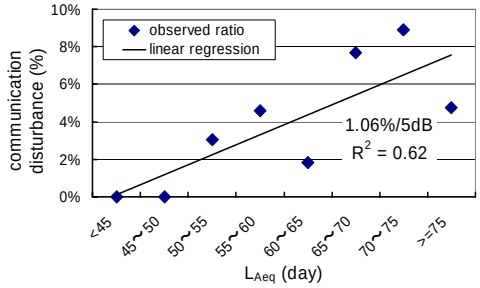

図1　会話妨害の量―反応直線の設定

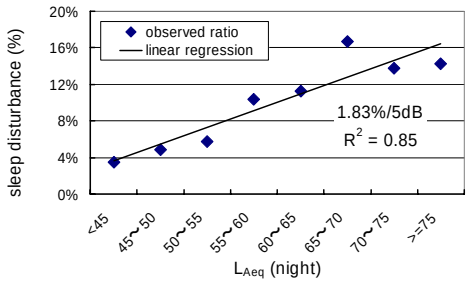

図2　睡眠妨害の量―反応直線の設定

び会話妨害に対する DW として、医師に DW の数値をアンケートで尋ねた回答結果一覧[2]に対して、F 検定（5%）を実施して外れ値として棄却された回答を除いた平均値を用いた。

4. ダメージ関数の算定結果と考察

算定結果を表 1 に示す。この結果は、Müller-Wenk[2]が示した値と比べると小さい（特に、夜間・大型車）。その理由として以下のような要素が挙げられる：①運命分析における違い（マージナル評価であるため、交通量が相対的に大きい日本のΔL_{Aeq}が小さくなる（特に夜間）。さらに、小型車に比べた大型車のパワーレベルがスイスのモデルの方が大きい。）、②量―反応直線における違い（傾きが本検討の方が緩やかである。）

②の点に関しては、睡眠妨害について、本検討で設定した結果を、久野ら[7]が名古屋市域を対象に長年にわたり実施した結果に基づく算定結果、及び、TNO[8]が世界の複数の国で実施された調査結果のアーカイブに基づき構築した睡眠妨害の量－反応関係と比較した。その結果、Müller-Wenk[2]が設定した傾きは TNO[8]による”A little Sleep disturbed”よりもかなり急である一方、本検討の傾きは TNO[8]による”Highly sleep disturbed”とかなり近い結果（ただし、60dB 以上では小さくなっている。）であった。

LIME 第二版では、評価係数の統計値や確率密度分布を提供しており（なお、LIME2 の評価係数の代表値は中央値が採用されている。）、騒音ダメージ関数についても、不確実性評価を実施した。モデル中の不確実性要因として、インベントリで示された自動車交通量が実際にはどの道路区分を走行したのかという地理的変動性、沿道人口推計値が有しうる幅、回帰分析による D-R の推計の標準誤差及び調査研究により異なる DW[9]を考慮して、モンテカルロ分析を実施したところ、地理的変動性の影響が大きいが、インベントリを昼夜や車種別に分けることも被害評価の信頼性向上のために重要であることなどが分かった。

また、環境基準の面的評価を実施しているある地方公共団体の協力を得て、詳細な道路区間ごとに騒音レベル増加量を求め、これを地理的な住居分布と重ね合わせて、詳細な評価を行い、上述の方式と比較した。その結果、大型車の場合で被害係数に 1.37 倍の違いがあったが、これは、当該地域における交通量と大型車混入率の関係、及び、大型車混入率と沿道住居数の関係に起因していた。

表1　被害係数の算定結果

時間帯	昼間		夜間	
車種	小型	大型	小型	大型
ΔL_{Aeq}(μdB)	0.018	0.073	0.067	0.23
D-R(%/5dB)	1.1		1.8	
DW	0.028		0.045	
被害係数	1.4E–5	5.7E–5	1.5E–4	4.9E–4

(被害係数の単位：DALY/1000 台 km)

5. 論点および今後の課題

睡眠妨害及び特に会話妨害を DALY により人間健康保護対象への被害として評価することの妥当性は大きな論点の一つと思われる。また、本検討では DW を海外の評価事例に依存している。ここで、騒音影響評価分野の議論においては、兜[9]は同手法の我が国への適用は可能だが、両影響をどの程度の疾病負担とみるかについて専門家会議・コンセンサス会議などが必要との考えを示している。他方、交通騒音による心疾患等の健康リスク評価も注目されており、今後の同分野の研究の発展を踏まえた評価対象の再選定の必要性も考えられる。

LCA への適用の面では、道路交通以外の主要な交通手段に対するダメージ関数構築も重要な課題である。また、インベントリを台キロでなくエネルギー量とすることなども更に検討する必要がある。

6. 引用文献

1) 伊坪徳宏, 稲葉敦, “ライフサイクル環境影響評価手法－LIME”, 産業環境管理協会 (2005)
2) Müller-Wenk R.：“Attribution to road traffic of the impact of noise on health”, BUWAL, Bern(2002)
3) 日本音響学会：日本音響学会誌, 60 (4), (2004), pp.192-241
4) 日本騒音制御工学会：“騒音による影響の評価に関する総合的研究”, 環境省委託調査（2001-2003）
5) Murray 他, “The Global Burden of Disease”, Harvard University Press, USA(1996)
6) De Hollander 他：Epidemiology 10,(1999), pp.606–617
7) 久野和宏, “騒音と日常生活”, 技報堂出版 (2003)
8) TNO：“Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance”, (2002)
9) 兜真徳：航空環境研究, 特別号, (2005), pp.3-10