

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25340058

研究課題名(和文) 我が国における交通騒音による健康損失(DALY)算定手法の確立

研究課題名(英文) Method for estimating noise map and DALYs due to traffic noise

## 研究代表者

松井 利仁(Matsui, Toshihito)

北海道大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：00219370

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：交通騒音によって睡眠妨害以外の健康影響が生じることは必ずしも知られていない。しかし、近年の大規模な疫学調査などにより、虚血性心疾患や脳卒中の罹患率・死亡率の上昇が明らかにされてきた。欧州WHOはそれらの知見に基づいて、交通騒音による健康損失を障害調整生存年(DALY)で評価する方法を示している。本研究では、我が国にこれを適用する際の様々な課題について検討を行ない、DALY算定のための方法を確立した。

研究成果の概要(英文)：Traffic noise has been considered as just a cause of disturbances of daily life. Recent epidemiological studies, however, revealed that noise pollution cause several disease including myocardial infarction and stroke. WHO regional office in Europe proposed a method to evaluate noise effects based on disability adjusted life year (DALY). To calculate the DALYs due to traffic noise in Japan, some issues in the estimation of noise map and DALY were investigated. Finally, a method for calculating DALY due to traffic noise in Japan was developed.

研究分野：環境衛生学

キーワード：交通騒音 健康影響 DALY 騒音マップ 騒音伝搬

### 1. 研究開始当初の背景

WHO は 1999 年に環境騒音ガイドラインを示し、交通騒音によって高血圧や心疾患の有病率が上昇することを示している。これに伴い、EU は 2002 年に「環境騒音指令」を発効し、道路交通騒音、鉄道騒音、航空機騒音を対象に各国が詳細な交通騒音マップを作成することや、有効な騒音対策を行なうこと、それらの結果を EU に報告するよう求めている。

また、作成された騒音マップに基づいて、騒音による睡眠障害、心疾患などを対象に、西欧における健康損失の算定を行なっている。健康損失の指標は障害調整生存年 (DALY) であり、西欧において年間 100 万年を超える健康損失が生じていることを WHO 欧州事務局が報告している。

西欧では、騒音による健康損失が各種環境要因の中で大気汚染の粒子状物質に次いで高いと算定されており、ベンゼンやダイオキシンなどの有害化学物質と比較すれば、10～100 倍の健康損失が生じている。

これまで、騒音によって健康影響が生じ得ることは知られていたが、それが定量化され、騒音マップとともに示されたことにより、交通騒音が及ぼす住民への健康影響の危険性がようやく公衆に認識されつつある。

しかし、わが国では 40 年前の知見に基づいた騒音政策がそのまま続けられており、騒音による健康影響を対象とした基準値や騒音政策は行なわれていないのが現状である。また、騒音の予測方法に関しても、20 年前に提案された計算方法が未だに利用されており、欧州の技術的常識から大きく遅れていると言わざるを得ない。

### 2. 研究の目的

(1) 我が国で交通騒音マップを作成するために必要な、様々な課題を検討し、騒音マップ作成のための手法を確立する。具体的には、騒音伝搬予測方法とその計算条件、利用可能な地理情報とその簡略化、航空機の飛行経路の計測方法とその利用方法、等に関して検討を行ない、騒音マップ作成方法の基本的な技術仕様を確立する。

(2) 騒音マップから健康損失 (DALY) を算定する際に必要な、様々な課題を検討する。人口分布情報とその利用方法、各種騒音評価指標、我が国で利用出来る健康情報、DALY 算定の際に生じる様々な誤差要因、等に関して検討を行なう。

(3) 実際の市町村や地域を対象に、交通騒音マップの作成を行なうとともに、睡眠障害、心疾患、脳卒中などの疾患を対象に DALY の推定を行なう。騒音による健康影響を量的・視覚的に示すことが、騒音の健康影響を住民に公知する手段や、環境アセスメント手続きにおいて有効であることを示す。

### 3. 研究の方法

(1) これまでに、様々な騒音伝搬予測手法が報告されている。我が国では日本音響学会が開発した ASJ Model が広く利用されているが、この予測式は道路交通騒音を対象としており、音源の周波数特性の違いを考慮することができない。鉄道騒音や航空機騒音など各種音源を対象とした騒音マップ作成には不適當である。一方、欧米では周波数別に伝搬特性を予測する様々な方法が提案されている。その中から各種交通騒音への適用可能性、我が国での利用可能性、予測精度などを検討し、我が国での騒音マップ作成に適した手法を選定する。

また、騒音伝搬特性の予測では、家屋等による音波の反射を考慮する必要がある。反射回数を増やせば精度が向上するが、計算時間を大幅に増大させることになる。適切な反射回数の検討を行なう。

(2) 道路交通騒音や鉄道騒音の騒音マップ作成では、個々の家屋形状の情報が含まれている GIS 用地図が必要となる。国土地理院から公開されている数値地図は家屋の形状が含まれているものの、家屋高さの情報が含まれていない。一方、市販の数値地図には、家屋高さや建物属性などより多くの情報が含まれている。騒音マップ作成のために必要な地理情報に関して、どの程度の情報が必要かを検討する。

(3) 道路交通騒音の曝露人口の算出する際には、公表されている各地域の字別人口分布情報をどのように字内の家屋に分配するかという課題がある。家屋面積、家屋階数の情報に基づいて、異なる分配方法による曝露人口の違いを検討する。さらに、地上からの高さにより、家屋の騒音レベルが異なる事から、高さ方向の騒音レベル分布の影響についても検討を行なう。さらに、騒音曝露人口から DALY を推定した場合についても、人口配分方法および高さ方向の騒音曝露情報の影響を検討する。

(4) 航空機騒音の騒音マップ作成方法については、離発着する全ての航空機の飛行経路の実測値が得られれば、公開されている機種別の騒音データベースを利用することで、年平均騒音レベルを指標とした騒音マップを作成できる。しかし、我が国では全ての航空機の飛行経路は捕捉されておらず、欧米のような予測が困難である。捕捉されている飛行経路のみを利用し、年間の騒音モニタリング情報と組み合わせることによって、年平均騒音指標に基づく騒音マップを作成する手法を検討する。

(5) 交通騒音による健康影響については、心疾患だけでなく、脳卒中や糖尿病との因果関係が明らかになっている。航空機騒音について

ては、Heathrow 空港での大規模な疫学調査により、脳卒中の量反応関係が得られている。睡眠障害、心疾患、脳卒中を対象に、航空機騒音マップから DALY の算定を試みる。

#### 4. 研究成果

(1) 騒音伝搬特性の予測方法として、我が国での利用実績を考慮し、ISO 9613 を採用することとした。音源の周波数特性を考慮可能であり、空気吸収の影響も考慮可能であるため、航空機騒音も含めた様々な騒音の伝搬予測に利用できる。ただし、現在 EU では、統一した騒音伝搬予測方法を検討中であり、これが利用可能になれば、我が国でも採用すべきであると考えられる。

ISO 9613 を利用した場合について、建物等による反射回数の影響を検討した。その結果、3 回の反射を考慮すれば、高層建築物に囲まれた都市域においても十分な精度で騒音を予測できると考えられた。

なお、道路交通騒音の場合、音源の周波数特性については ASJ RTN Model に含まれる情報を利用することが妥当であると考えられた。

(2) 国土地理院が無償で公開している数値地図は、住居の高さ情報が含まれていない。このため、市販の数値地図を用いて、住居の高さを考慮した場合と全てを 2 階建てと仮定した場合について騒音マップを作成し、誤差の検討を行なった。その結果、地上高さ 1.5m の面の騒音マップを作成するのであれば、家屋を一律 2 階建てとしても、十分な精度が得られることが明らかになった。高さ方向の騒音分布情報が不要なら、国土地理院の地図が利用可能である。

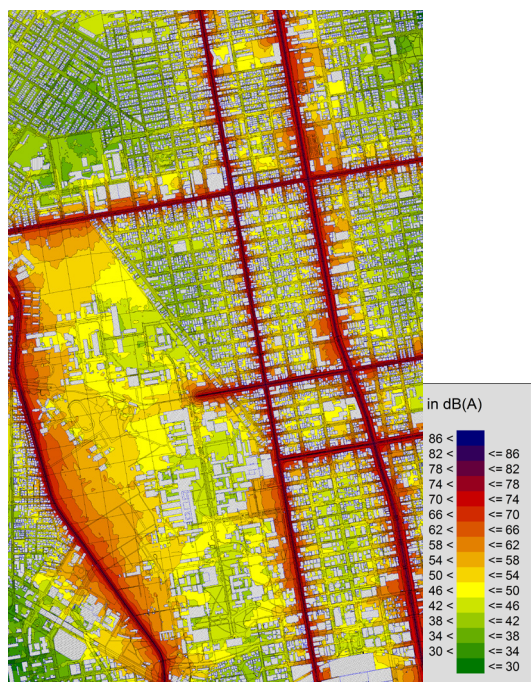


図1 道路交通騒音マップの計算例（昼間）

図 1, 2 に、札幌市北区を対象に昼夜の道路交通騒音マップを作成した例を示す。交通量の情報が得られている道路が限定されているため、それ以外の道路周辺の騒音が過小に評価されている。より正確な騒音マップを作成するには、交通量の情報の充実が望まれる。

(3) 市販の数値地図も含め、家屋別の住民の数について信頼できる地図情報は見当たらない。騒音マップから曝露人口を推定するには、字別の人口分布情報に基づいて、各家屋に人口を分配する必要がある。この際、高層マンション等の存在する都市域では、字別人口をどのように各家屋に分配するかによって、曝露人口に違いが生じると考えられた。また、高層住宅の場合、高さ方向で騒音レベルに違いが生じる。そこで、1)家屋の階数情報を利用せず家屋床面積に基づいて人口を分配する方法、2)家屋の階数情報を利用し、延べ床面積に基づいて人口を分配する方法、3)階数情報を利用して人口を分配するとともに、階数ごとの騒音曝露情報も利用する方法、の3種類の方法について、曝露人口の違いを検討した。検討対象としたのは、高層マンションが多く存在する、札幌市中央区である。

図 3 に、夜間の騒音曝露人口について、上記の3種類の方法で求めた曝露人口分布を示す。中央区全体のような広域を対象とした場合、騒音曝露人口分布に大きな違いは生じていない。高さ方向の騒音曝露レベルを考慮するには、市販の数値地図を購入する必要があること、騒音マップ作成に多くの計算時間を要することを考慮すると、高さ方向の情報を利用する必要はないと考えられた。

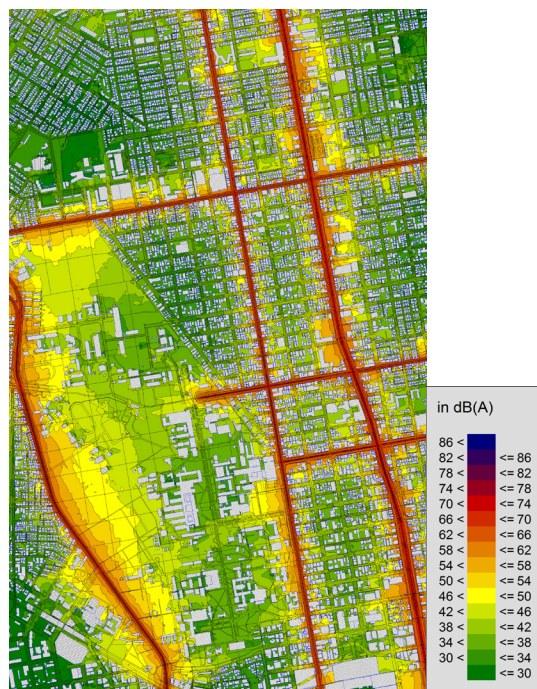


図2 道路交通騒音マップの計算例（夜間）

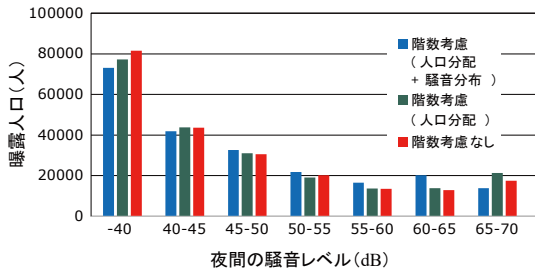


図3 人口分配方法と騒音曝露人口の関係

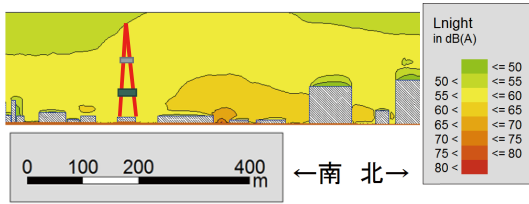


図4 高さ方向の騒音曝露レベルの違い

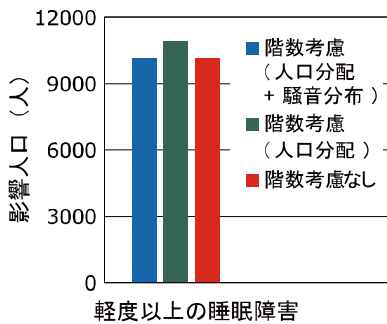


図5 札幌市中央区での睡眠影響人口

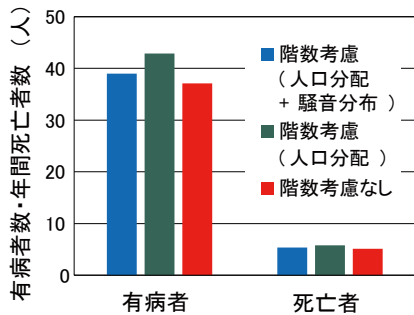


図6 札幌市中央区での心疾患有病・死亡者数

図4は、幹線道路沿いの騒音曝露レベルについて、高さ方向の違いを示した例である。この図では、高さ方向のレベル差は高々5dB程度であり、階数ごとに騒音曝露量を求めても、騒音曝露人口分布に大きな差が生じなかった理由の一端が示されている。

図5、6は、札幌市中央区全体での騒音影響人口をWHO欧州事務局が示した方法によって推定した結果である。健康影響を受ける人口で比較しても、家屋階数は必ずしも考慮する必要はないと考えられた。同様な結果が北区

でも得られたが、より多様な騒音マップを利用した検証は必要があると考えられる。

なお、道路交通騒音によって、札幌市中央区だけで毎年約5人が心疾患で死亡しているという結果が得られたことになる。DALYの値は100万人あたり4,000年程度となり、極めて高い健康損失がこの地域で生じていることになる。西欧での疫学調査結果を我が国にそのまま適用するには、家屋遮音量などについて、我が国と西欧の違いを検証する必要があるものの、健康影響の視点による騒音対策が急務であることを強く示唆している。

(4) 航空機騒音の騒音マップ作成に関して、一部の航空機の飛行経路と年間の騒音モニタリング情報を組み合わせることで、年間の飛行経路情報を予測し、騒音マップを作成することを試みた。飛行経路がある程度固定されている場合、飛行経路をモデル化することで十分な精度で騒音マップが作成可能と考えられた。ただし、飛行場近傍で、タキシング音やエンジン調整音などの地上音の影響を無視できない場合、何らかの方法で地上音を含める必要がある。

図7は、嘉手納飛行場周辺の夜間の騒音マップ(地上音を含む)を推定した結果である。

(5) 表1に、騒音マップと人口分布から、高度の睡眠妨害(軽度の睡眠障害)、心疾患、脳卒中のDALYを推計した結果を示す。100万人あたり約5,000年の健康損失が生じていることになる。空港という1事業場による健康影響としては、極めて大きな健康損失が生じている。

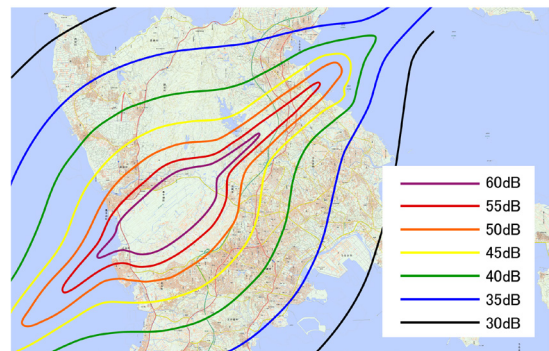


図7 嘉手納飛行場周辺の騒音マップ(夜間)

表1 嘉手納飛行場周辺でのDALY

計算方法	$L_{night}$ (dB)	35~40	55~60	60~	40~
	曝露人口	116,311	6,442	1,213	168,005
欧州 WHO	高度の睡眠妨害		63	16	798
	虚血性心疾患		11	5	27
Heathlow	冠状動脈性心疾患		13	2	30
	脳卒中		32	6	38
総計*	DALY	0	108	24	866
	DALY**	0	16,732	20,024	5,152

\*: 欧州 WHO による虚血性心疾患の DALY を

\*\* : 1,000,000 人あたりの DALY

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計5件）

①松井利仁, 嘉手納飛行場周辺における各種騒音コンターの推定, 日本音響学会騒音・振動研究会, 2015年11月27日, 石川県政しいのき迎賓館（金沢市）

②野崎裕太, 松井利仁, 夜間交通騒音による睡眠影響の評価指標に関する考察, 音響学会春期研究発表会, 2015年3月16日, 中央大学春日キャンパス（東京都）

③深澤孝一郎, 松井利仁, 広域道路交通騒音マップ作成のための試み, 北海道大学衛生工学シンポジウム, 2014年11月21日, 北大フロンティア応用科学研究棟（札幌市）

④深澤孝一郎, 松井利仁, 我が国における道路交通騒音マップ作成のための考察, 騒音制御工学会秋期研究発表会, 2014年9月18日, 明治大学中野キャンパス（東京都）

⑤松井利仁, 我が国における道路交通騒音による健康損失—DALY（障害調整生存年）による評価—, 日本衛生学総会, 2014年5月27日, 岡山コンベンションセンター（岡山市）

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

松井 利仁 (MATSUI, Toshihito)

北海道大学・工学研究院・教授

研究者番号：00219370