

日本におけるPM2.5汚染改善による健康便益の推定

村尾直人^{*}、落合展大、山形 定

北海道大学大学院工学研究院（〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目）

^{*} E-mail: murao@eng.hokudai.ac.jp

近年、わが国のPM2.5の年平均濃度は減少傾向にあり、長期（年平均）の環境基準値15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を満たしつつある。このような状況の下、さらにアメリカの環境基準値（12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）やWHOの指針値（10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を目指して、対策を進めるべきであるかどうかを判断するため、より低い基準値を満たした場合に、どの程度の死亡回避数を得ることができるのか、またそれはどのような地域で、どのような年齢層に生じるのかなどを全死因・心疾患・肺ガンの3種に分けて検討した。

Key Words : Atmospheric aerosols, Black carbon, Dry deposition on Forest ,LAI

1. 背景・目的

環境大気中のPM2.5 が世界全体にわたって大きな健康影響を持つことが疫学研究やそれに基づく評価研究により示されてきた。例えば、Global Burden of Disease study 2010¹⁾では、PM2.5による環境大気汚染によって、毎年、世界で約320 万人の尚早死亡が生じているとされている。最近の疫学結果を用いた評価²⁾で特に注目されるのは、比較的濃度が低い先進国においても、PM2.5濃度のさらなる低減により（主に虚血性心疾患による）尚早死亡を大きく減らすことができるとされたことである（日本の死亡者数推定は毎年2 万5千人）。近年、わが国のPM2.5の年平均濃度は減少傾向にあり、長期（年平均）の環境基準値15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を満たしつつある。このような状況の下、さらにアメリカの環境基準値（12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）やWHOの指針値（10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を目指して、対策を進めるべきであるかどうかを判断するため、より低い基準値を満たした場合に、どの程度の死亡回避数を得ることができるのか、またそれはどのような地域で、どのような年齢層に生じるのかなどを全死因・心疾患・肺ガンの3種に分けて検討した。

2. 研究方法

死亡回避数推定には、US-EPAが開発したBenMAPプログラム³⁾を使用した。大気汚染物質の濃度変化に関連した死亡数の変化を以下のように推定する。

$$\text{死亡数変化} = Y_0(1 - e^{-\Delta PM}) * \text{Pop}$$

ΔPM はPM2.5の濃度変化（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）で、2014年の濃度分布

を、全国の大気汚染観測局で得たPM2.5の年平均濃度⁴⁾を内挿して得た（図1）。 β は濃度応答の係数（ $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ）で、2002年の全米がん協会の疫学結果で得られた値⁵⁾を使用した。 Y_0 は男女別年齢別死因別死亡率である。日本の死亡率データ⁶⁾を使用した。行政区域別にはなっていない。 Pop は対象地域の男女別年齢別人口で、市区町村別、男女別、五歳階級別データ⁷⁾を使用した。

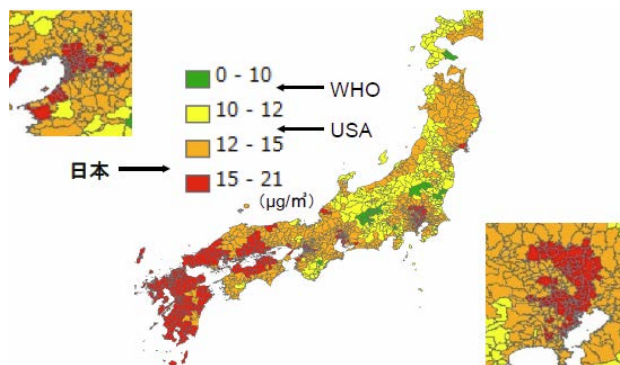


図1 PM2.5濃度分布

3. 結果・考察

死亡回避数の推定結果を表1に示す。日本の環境基準値を満たした場合の全死因の死亡回避数は 4880 人となり年間の交通事故死亡者数（2010 年：4948 人）と同程度、WHO の指針値を満たした場合の全死因の死亡回避数 28950 人は年間の自殺者数（2010 年：29,554 人）と同程度となり、より高い目標値によって、大きな健康便益を得ることができることがわかった。また、死亡回避数

における高齢者（65 歳以上）の占める割合は高く、特に心疾患では 9 割にもなった。また WHO の指針値（ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を満たした時の関東以西の死亡回避数の分布を図 2 に示す。

表 1 死亡回避数（人）と 65 歳以上の割合

		全死因	心疾患	肺ガン
日本	死亡回避数	4880	1168	643
USA	死亡回避数	17160	4081	2268
WHO	死亡回避数	28950	6870	3806
	95%CI	8050-49487	2171-11455	1404-6125
	高齢者割合	0.86	0.9	0.84

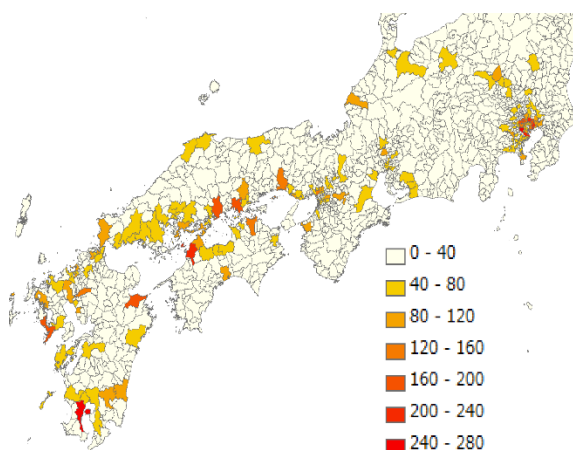


図 2 WHO の指針値（ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を満たした時の関東以西の死亡回避数の分布（人）

図 1 より、人口の多い大阪よりも姫路、倉敷、福山、松山、大分などの工業地帯と、首都圏で多くの死亡回避数が高いことがわかる。首都圏については人口が多く且つ PM2.5 濃度が高いことが高い死亡回避数の理由として挙げられる。また関西において高い死亡数が見られる場所が局地的で且つ工業地帯に多いことから、そのような地域では、越境汚染よりも地域由来の汚染が重要であり、国内において PM2.5 対策の余地があることを示唆する。

図 2 に年間の死亡リスクを示す。死亡リスクは PM2.5 濃度分布に対応し、山間部を除き、 10^{-4} レベルとなっており、中国、四国、九州では 10^{-3} に達する地域があることもわかる。

以上のように、今後、環境基準達成率が向上したとしても、環境基準値の改定によって、大きな健康便益が期

待できる。中国でも PM2.5 に対する対策が徐々にではあるが進んできており、濃度は減少し始めている。環境基準を改定したとしても、将来的にその達成は可能と思われる。また、西日本の工業地域において、ばい塵の上乗せ基準を設定することも有効な対策となると考えられる。

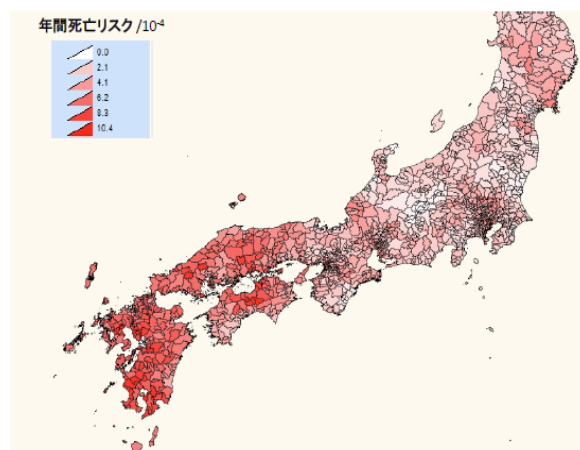


図 3 WHO の指針値（ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を満たした時の関東以西の死亡回避数に基づく年間死亡リスク

謝辞：本論文をまとめるにあたり、科学研究費（16K06551）の助成を受けました。

参考文献

- 1) Lim et al.(2012), Lancet, 380, 2224-2260.
- 2) Lelieveld et al.(2015), Nature 525, 367-371, doi:10.1038/nature15371
- 3) Environmental Benefits Mapping and Analysis Program - Community Edition (BenMAP-CE), <https://www.epa.gov/benmap>
- 4) 国立環境研究所数値データベース, <http://www.nies.go.jp/igreen/>
- 5) C. Arden Pope III, PhD, Richard T. Burnett, PhD, Michael J. Thun, MD, Eugenia E. Calle, PhD, Daniel Krewski, PhD, Kazuhiko Ito, PhD, George D. Thurston, ScD 「Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution」 (2002)
- 6) 性・年齢別にみた死因単分類別死亡率, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001108740>
- 7) 住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数, http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01gyosei02_03000062.html