

## アジア地域における大気汚染の将来見通しについて

名古屋大学工学部 学生会員 屋敷 達也  
 名古屋大学大学院 学生会員 八幡 健人  
 名古屋大学工学部 正会員 松岡 譲

### 1. はじめに

近年アジア地域では、大気汚染による深刻な健康影響や被害、経済損失が報告されている。例えば、中国では都市での大気中の煤塵およびSO<sub>2</sub>濃度はWHO基準の2～5倍<sup>1)</sup>であり、世界でも最も深刻な地域となっている。アジア地域では今後いっそうの経済発展が見込まれ、エネルギー需要の増大に伴う大気汚染物質の排出増加による被害が発生する可能性が高いことを考慮すると、そうした濃度の将来推計を行うことが重要となる。そこで、本研究ではそれらの被害をもたらす汚染物質の一つであるPM<sub>10</sub>について、濃度推計計算を行い、2020年の濃度分布を1度グリッドの地図にした。

### 2. 推計方法

#### 2.1 地域別平均濃度の推計

PM<sub>10</sub>の地域別平均濃度は、Pechanら<sup>2)</sup>を参考とし、以下の式(1)をアジア地域に適用することによって推計をした。

$$C_{i,l} = \alpha_i \cdot \sum_{j,k} E_{i,j,k} \cdot CF_{i,j,k} \cdot SS_{j,k,l} \quad (1)$$

ここに、 $C$ はPM<sub>10</sub>濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、 $\alpha$ は比例定数、 $E$ はエネルギー消費量(EJ)、 $CF$ はコントロールファクター、 $SS$ はPM<sub>10</sub>の排出源強度( $(\mu\text{g}/\text{m}^3)/\text{million BTU}$ )、 $i$ は地域、 $j$ は部門、 $k$ は燃料、 $l$ は気候区である。

Pechanらによると、4部門(発電、工業、民生・商業、運輸)、3燃料(石炭、天然ガス、石油)のそれぞれに対するエネルギー消費1単位当たりのPM<sub>10</sub>排出源強度は、4つの気候区分別に表1のように示される。本研究におけるアジア地域の4気候区分は、Holdridgeの気候区分を利用して作成した。PM<sub>10</sub>の排出源強度は、燃料消費機器の技術レベルによって異なる。多くの発展途上国では、エネルギー1単位当たりの排出は先進国に比べ多い。このことを補正するために、アジア地域をCPASIA(中国、ラオス、ベトナム)、及びSEASIA(他のアジア諸国)の2地域に分け、4部門、3燃料毎に $CF$ を設定した。また、 $\alpha$ は、地域別の排出源強度を平均濃度に変換するための係数である。この係数は、地域別の排出源の密集度や拡散程度に関連する。ここではPechanらが推定した値を使用した。

将来のエネルギー消費量は、IPCCによるIS92aシナリオに基づき推計した。

#### 2.2 濃度のグリッド別の推計

式(1)から得られた濃度は地域及び気候区分毎に異なるが、より細密な地域的分布 $C_m$ を算出するために、1990年時点のPM<sub>10</sub>濃度プロファイル $S_m$ を用い、次式で補正を行った。 $S_m$ はIGACプロジェクトで準備されているものを用いた。

$$C_m = C_{i,l} \cdot \frac{S_m}{\sum_m A_i \cdot S_{i,m}} \quad (2)$$

ここに、 $S$ は重みづけ指標、 $A$ は各地域の面積、 $m$ は濃度の算定地点を示す。

### 3. 推計結果

図1は2020年におけるPM<sub>10</sub>濃度分布図である。IS92aによれば、2020年には消費エネルギーはCPASIAにて1990年の2.3倍に、SEASIAでは3.8倍となる。これにより、例えばPM<sub>10</sub>濃度 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ (中国の環境基準class1の値)に暴露される人口はそれぞれ1.99倍、及び2.01倍となる。また、その各国別の内訳は表2

のように増加した。

表1 気候区別のPM<sub>10</sub>排出源強度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )/million BTU)

| 部門    | 燃料種  | 気候区分     |          |          |          |
|-------|------|----------|----------|----------|----------|
|       |      | Cold/Dry | Cold/Wet | Hot/Dry  | Hot/Wet  |
| 発電    | 石炭   | 0.001089 | 0.000597 | 0.000370 | 0.000842 |
|       | 天然ガス | 0.002473 | 0.000043 | 0.000027 | 0.000031 |
|       | 石油   | 0.002382 | 0.000106 | 0.000206 | 0.000216 |
| 工業    | 石炭   | 0.001212 | 0.000436 | 0.000666 | 0.000917 |
|       | 天然ガス | 0.000892 | 0.000065 | 0.000082 | 0.000070 |
|       | 石油   | 0.000316 | 0.000108 | 0.000065 | 0.000191 |
| 民生・商業 | 石炭   | 0.001308 | 0.000525 | 0.000880 | 0.001287 |
|       | 天然ガス | 0.000069 | 0.000009 | 0.000016 | 0.000019 |
|       | 石油   | 0.000428 | 0.000085 | 0.000195 | 0.000369 |
| 運輸    | 石油   | 0.000681 | 0.000140 | 0.000183 | 0.000199 |

表2 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上のPM<sub>10</sub>の暴露人口(万人)

| 年       | 1990  | 2020  |
|---------|-------|-------|
| 中国      | 13879 | 27574 |
| インド     | 7028  | 19436 |
| インドネシア  | 3464  | 5344  |
| フィリピン   | 1898  | 3302  |
| 韓国      | 1943  | 2442  |
| 台湾      | 1267  | 1571  |
| タイ      | 927   | 1171  |
| マレーシア   | 553   | 934   |
| ネパール    | 0     | 412   |
| シンガポール  | 153   | 218   |
| バングラデシュ | 142   | 215   |
| 北朝鮮     | 81    | 116   |
| ブータン    | 0     | 91    |
| モンゴル    | 0     | 12    |

note: 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ は、中国の環境基準class1の値である

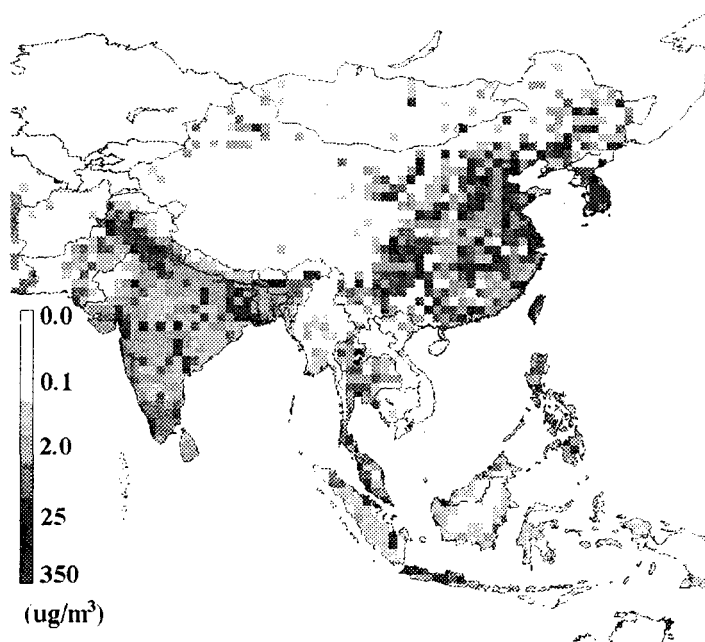


図1 2020年のPM<sub>10</sub>の濃度分布

#### 参考文献

- 1) World Bank, 1997, Clear Water, Blue Skies : China's Environment in the New Century
- 2) E. H. Pechan & Associates, Inc., 1997, Estimating Global Energy Policy Effects on Ambient Particulate Matter Concentrations, Pechan Report No.97.10.001/2116(Rev.)