

## MF3 大気質モデルを用いたインドシナ諸国における PM<sub>2.5</sub> 濃度に対する発生源部門別寄与及びエネルギー構造調整による削減効果の評価

Evaluation of the contributions of emission sectors to PM<sub>2.5</sub> concentration and the effect of energy structure adjustment on PM<sub>2.5</sub> reduction with an air quality model

指導教員 嶋寺光准教授・共生環境評価領域

28H21085 李安琪 (Anqi LI)

**Abstract:** In Indochina countries, not only air pollutant emissions from open biomass burning, but also emissions from anthropogenic fuel consumptions have significant contribution to PM<sub>2.5</sub> pollution. Fuel conversion is a promising PM<sub>2.5</sub> pollution control measure, and its effectiveness is needed to be quantitatively evaluated. Therefore, this study uses an air quality model to evaluate the effectiveness. Two energy structure adjustment scenarios were designed: one is to convert all coal used in industrial, power generation and domestic sectors to gas; and the other is to convert all biomass fuels used in those three sectors to gas. It can be concluded that under the two scenarios, the population exposed to PM<sub>2.5</sub> concentrations below 10 µg/m<sup>3</sup> could increase by several million and the population exposed to levels above 35 µg/m<sup>3</sup> could decrease by at least 8 million, the biofuels-to-gas conversion has better effects on reducing PM<sub>2.5</sub> concentration than the coal-to-gas conversion.

**Keywords:** Source apportionment, Energy structure adjustment, PM<sub>2.5</sub>, Air quality simulation

### 1. はじめに

インドシナ諸国では、屋外バイオマス燃焼は PM<sub>2.5</sub> 汚染の主要因であるが、経済発展に伴って増大している燃料消費も PM<sub>2.5</sub> 汚染に対する影響が大きい。特に、工業部門における石炭の燃焼、家庭部門における生物燃料の燃焼は PM<sub>2.5</sub> 濃度に対する寄与率が高いとされる<sup>1)</sup>。現在、大気汚染物質の排出が少ない燃料への転換は有力な PM<sub>2.5</sub> 汚染対策のひとつであり、その効果を定量的に評価する必要がある。そこで本研究では、大気質モデルを用いて、まず、インドシナ諸国における PM<sub>2.5</sub> 汚染の現況把握のために、PM<sub>2.5</sub> 濃度に対する発生源部門別寄与を解析した。さらに、エネルギー構造調整に伴う排出量削減による PM<sub>2.5</sub> 汚染の低減効果を評価した。

### 2. 解析方法

#### 2. 1 計算条件

気象モデルとして WRFv4.3、大気質モデルとして CMAQv5.3.3 を用い、計算期間は 2019 年とした。計算領域は水平解像度 45km のアジア広域および水平解像度 15km のインドシナ域とし、インドシナ域内のタイ、ベトナム、カンボジア、ラオスを解析対象国とした。排出インベントリとして、人為起源は REASv3.2、屋外バイオマス燃焼起源は FINNv1.5 を用いた。

#### 2. 2 計算ケース

本研究は再現計算ケース(Base)、発生源部門別寄与推計ケース(解析対象国で工業、発電、家庭、交通、屋外バイオマス燃焼の排出量をそれぞれゼロとする計 5 ケース)、エネルギー構成調整ケース(解析対象国で工業、発電、家庭の 3 部門に使用する石炭をガスに置き換えるシナリオ S<sub>coal-gas</sub> 及び工業、発電、家庭の 3 部門に使用する生物燃料をガスに置き換えるシナリオ S<sub>Biofuel-gas</sub> の 2 ケース)の計 8 ケースを設定した。

### 3. 結果と考察

対象4ヶ国における人口加重平均での年平均PM<sub>2.5</sub>濃度に対する部門別寄与率を図1に示す。ラオスとカンボジアでは、屋外バイオマス燃焼の寄与率が顕著であり、それは幅広い野焼きによるものだと考えられる。ベトナムでは屋外バイオマス燃焼の寄与率が対象4ヶ国のうち最も低い、家庭の寄与率が最も高い。タイでは、屋外バイオマス燃焼の寄与率が5部門のうち最も高く、それは北部地域に行う野焼きによるだと考えられる。工業の寄与率も比較に高く、それは首都圏に集中する工場における工業活動によると考えられる。また、対象4ヶ国ではその他の寄与率が高く、それは非燃焼発生源、越境汚染の影響が大きいからだと考えられる。

再現計算ケースおよびエネルギー構成調整ケースでの対象4ヶ国全体における年平均PM<sub>2.5</sub>濃度へ暴露人口を図2に示す。2つのシナリオでは、PM<sub>2.5</sub>濃度は健康被害が最小限である10μg/m<sup>3</sup>以下レベルの暴露人口は数百万人が増え、健康被害が大きいと考えられる35μg/m<sup>3</sup>以上レベルの暴露人口は800万人以上が減少できる。S<sub>Biofuel-gas</sub>におけるPM<sub>2.5</sub>濃度はS<sub>coal-gas</sub>より低く、S<sub>Biofuel-gas</sub>による10μg/m<sup>3</sup>以下レベルの暴露人口の増加数及び35μg/m<sup>3</sup>以上レベルの暴露人口の減少数はS<sub>coal-gas</sub>より多いため、S<sub>Biofuel-gas</sub>の方がPM<sub>2.5</sub>濃度の削減に対する効果が良いと推測できる。

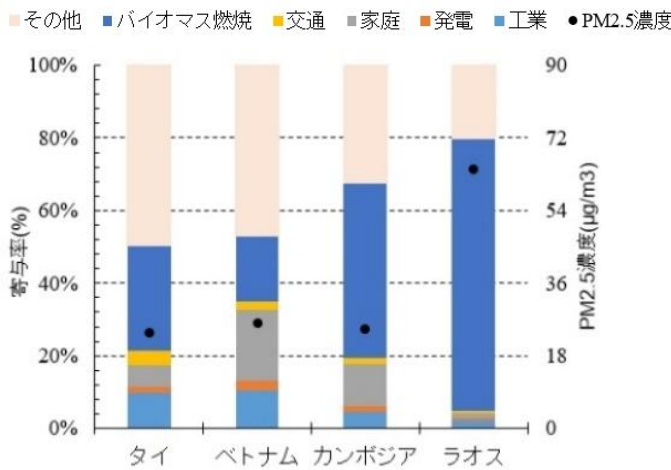


図1 対象4ヶ国における人口加重平均での年平均PM<sub>2.5</sub>濃度に対する部門別寄与率

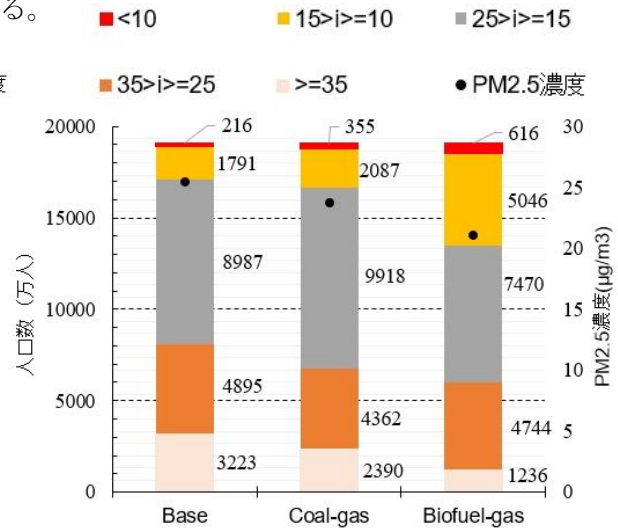


図2 シナリオによる対象4ヶ国全体における年平均PM<sub>2.5</sub>濃度へ暴露人口変化

### 4. 結論

本研究の結論を以下にまとめる。

- カンボジアとラオスでは、屋外バイオマス燃焼の寄与率が高く、タイとベトナムでは工業と家庭の寄与率が比較に高い。また、対象4ヶ国ともその他の寄与率も高い。
- 2つのシナリオでは、PM<sub>2.5</sub>濃度は10μg/m<sup>3</sup>以下レベルの暴露人口は数百万人が増え、35μg/m<sup>3</sup>以上レベルの暴露人口は800万人以上が減少できる。
- 生物燃料をガスに置き換えることは石炭をガスに置き換えることより、対象4ヶ国におけるPM<sub>2.5</sub>濃度の削減に対する効果が良い。

### 参考文献

1) Erin E. McDuffie, Randal V. Martin, Joseph V. Spadaro, Richard Burnett, Steven J. Smith, Patrick O'Rourke: Source sector and fuel contributions to ambient PM<sub>2.5</sub> and attributable mortality across multiple spatial scales, Nature Communications, 12, 3594(2021)