

浮遊粒子状物質の発生源別影響割合推定手法について

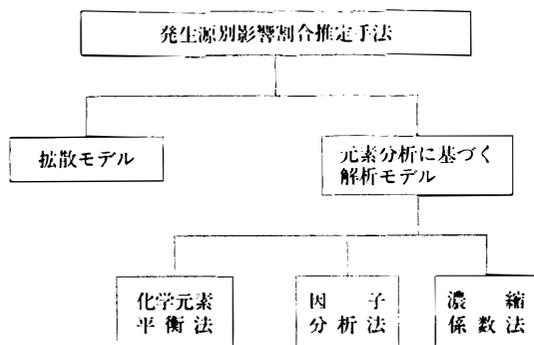
— 元素分析に基づく新しい推定手法 —

総合技術研究所

＜要旨＞ 浮遊粒子状物質の構成元素が発生源ごとに特徴的であることを利用した発生源別影響割合の推定手法がいくつか提案されている。これらの手法は今後の環境モニタリングに活用されていく機運にあり、当社ではフィールドでの実測データの解析に適用して、火力排煙の影響が小さいという結果を得た。ここでは内外の研究動向、ならびに当社の解析事例を紹介する。

1 発生源別影響割合推定手法について

大気中浮遊粒子状物質の発生源別影響割合推定に関する研究は十数年前から行われており、これまでにいくつかの手法が提案されている。これらの手法を分類すると第1図のようになる。



第1図 発生源別影響割合推定手法の分類

(1) 拡散モデル

一般的にはトレーサ手法と呼ばれ、特定発生源にトレーサ物質を注入して、その拡散状況から当該発生源の影響割合を算出する。この手法の場合、トレーサ物質の選定、注入に注意を要するほか、トレーサを注入した特定の発生源の影響割合しか求めることができないという制約がある。

(2) 元素分析に基づく解析モデル

トレーサを用いず、大気中浮遊粒子状物質の組成分析データと発生源はいじんの組成分析データから、各発生源の影響割合を算出するものである。この手法には、化学元素平衡法 (Chemical element balance, 以下CEB法と称す)、因子分析法 (Factor analysis)、濃縮係数法 (Enrichment factor)、などがあるが、複数の発生源について、ある程度定量的な影響割合の

算出ができる点で、当社ではCEB法が最も優れていると判断した。

2 CEB法の原理と特徴

(1) CEB法の原理

ある地域の浮遊粒子状物質中の元素*i*の量は次式で表わされる。

$$C_i = \sum_j m_j x_{ij}$$

C_i : 浮遊粒子状物質中の元素*i*の量 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 m_j : 特定発生源*j*からの寄与濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 x_{ij} : 特定発生源*j*中の元素*i*の含有率

上式から C_i と x_{ij} が既知であれば、いくつかの元素を選んで連立方程式を立て、これを解くことによって m_j を求めることができる。

この手法は十数年前に米国で提案されたものであるが、近年ではわが国においても発生源別影響割合推定手法として評価される機運にある。

(2) CEB法の特徴

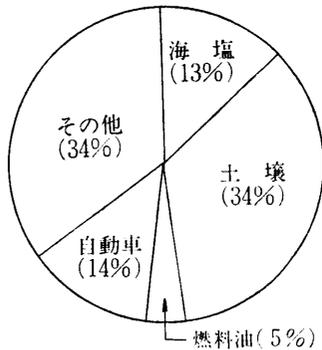
CEB法には、①特定の発生源だけでなく、複数の発生源の影響割合について定量的表現を行うことが可能である、②トレーサ物質を発生源に注入する必要がない、などの利点がある。

一方、この手法の問題点として、①各発生源の元素組成 (x_{ij} の値) には幅があるので、計算結果はある程度の誤差を含んだ推測にとどまる、②大気中でガス状物質から粒子に転換するような二次粒子の影響については、直接的に定量的な評価を行うことができない、などがある。

3 浮遊粒子状物質の分析データへの適用例

当社管内のある地域で、55年3月にサンプリングした浮遊粒子状物質の分析結果にCEB法を適用して発生源別影響割合の推定を行った結果を第2図に示す。今回の解析では、主要発生源とし

て、海塩粒子、土壌粒子、燃料油燃焼起因粒子、自動車起因粒子の4つを選び、各発生源の組成分析データは、第1表にあるものを用いた。



第2図 発生源別影響割合解析結果

第1表 各発生源中の各元素の含有率 (x_{ij})

単位 (%)

| 発生源 元素 | 海塩粒子 | 土壌粒子 | 燃料油燃焼 起因粒子 | 自動車 起因粒子 |
|-----------|--------|-------|---------------|-------------|
| Na | 30.6 | 2.5 | 0.98 | 0.373 |
| Al | 0.0055 | 8.2 | 0.11 | 0.627 |
| V | — | 0.006 | 0.39 | 0.0094 |
| Pb | — | 0.02 | 0.0053 | 0.52 |

海塩粒子：標準海水の組成

土壌粒子：文献値

燃料油燃焼：当該地域に近い火力発電所のE P灰の起因粒子析値

自動車：文献値（東名高速道路のトンネル出口付近でサンプリングした粉じんの分析値）

最大の影響割合を示す発生源は土壌粒子で、全体の約1/3を占めている。また土壌粒子と海塩粒子を合わせた自然発生源の影響割合は50%近くに達している。

ディーゼル車およびガソリン車を含む自動車起因粒子の影響割合は14%程度あり、かなり有力な発生源であることがわかる。それに対して燃料油燃焼起因粒子の影響割合は約5%で他に比べて相対的に低い数値となっている。

全体から4つの発生源を差し引いた残りが約34%程度あるが、これは検討した4つ以外の発生源および二次粒子によると考えられる。

4 国内外の文献に見られる解析例との比較

国内外でいくつか報告されているCEB法を用いた発生源別影響割合解析例のうち、大阪府立放射線中央研究所が堺市で行った例とメリーランド大学その他がワシントンD.C.で行った例を第2表に示す。

いずれの例でも、土壌粒子が約1/3を占め、自動車起因粒子もかなり大きな影響割合を示しているのに対して燃料油燃焼起因粒子の影響割合は相対的に低いレベルにある。

第2表 国内外の文献にみられる解析例との比較

単位：μg/m³

| 発生源 | 総量 | 海塩 粒子 | 土壌 粒子 | 燃料 油燃 焼 | 自動 車 | 廃棄 物焼 却 | 製鉄 | 石炭 燃焼 |
|---------------|---------------|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|------------|------------|
| 当 社 | 63.5 (100) | 8.3 (13) | 21.4 (34) | 3.3 (5) | 8.8 (14) | — | — | — |
| 堺 市 | 79.0 (100) | 1.5 (2) | 26.1 (33) | 1.9 (2) | 17.0 (22) | 2.4 (3) | 4.3 (5) | — |
| ワシント ンD.C. | 69.0 (100) | 0.9 (1) | 21.4 (31) | 0.7 (1) | 8.7 (13) | 1.3 (2) | — | 5.5 (8) |

() 内は影響割合 (%)

5 あとがき

大気中浮遊粒子状物質の組成分析データにCEB法を適用して検討を行った結果、大気中浮遊粒子状物質に占める燃料油燃焼起因の一次粒子の影響は他発生源に比較して相対的に小さいという結果を得た。今後は今回検討した4つ以外の発生源や二次粒子の影響などについても検討していく必要があると考える。

(化学研究室)