

大阪湾ベイエリアの広域大気保全のための負荷 及び大気環境の現状と将来予測 - 現状の負荷データ作成と現況再現 -

第四講座 岡崎 隆治

1 はじめに

光化学オキシダントは、工場や自動車から排出される窒素酸化物 (NO_x) 及び炭化水素類 (HC_s) を主体とする一次汚染物質が、太陽光線の照射を受けて光化学反応を起こすことにより二次的に生成されるオゾンなどのことを指し、強い酸化力を持っている。光化学オキシダントは、いわゆる光化学スモッグの原因となり、高濃度では粘膜への刺激や呼吸器へ影響を及ぼすと共に、農作物への影響も報告されている。

平成8年度の光化学オキシダントの注意報発令延べ日数¹⁾は平成7年度の139日から99日に減少し、被害者届け出日数も192人から64人となったが、首都圏や近畿圏を中心に注意報の発令が集中し、ほとんどの測定局で環境基準が達成されていないのが現状である。

そこで本研究ではこの光化学オキシダントの将来的な汚染状況の改善を目指し、高排出源の存在する大阪湾ベイエリアを対象にしこれら光化学オキシダント濃度のシミュレーションを行うため、一次汚染物質の排出量の算定を行い現況の再現を行う。

2 シミュレーションモデルの概要

本研究に用いられるシミュレーションモデルは、気象場予測モデルとそこで予測された流れ場をもとに乾性沈着・光化学反応を考慮した大気汚染物質濃度予測モデルとからなる。

2.1 気象場予測モデル

濃度計算を行うにあたり必要となる気象場の予測に用いる基礎方程式は、運動方程式、温位の保存式、比湿の保存式、連続の式、静水力学方程式であり、その解法は近藤ら²⁾と同様で行った。

2.2 大気汚染物質濃度予測モデル

大気汚染物質濃度予測モデルは、

① 移流拡散モデル

② 乾性沈着モデル

③ 光化学反応モデル

の3つのモデルを中心とする既存のモデルを用いた。なお、光化学反応モデルとして Gery et al:³⁾による CBM-IV を用いた。

3 排出量の算定

3.1 算定の概要

オキシダント濃度の予測を行ううえで一次汚染物質の排出量の把握は非常に重要である。そこで本研究では発生汚染物質として窒素酸化物と炭化水素を対象とし排出量の算定を行った。排出源は窒素酸化物については、工場・事業所、自動車、船舶、群小発生源、航空機の5種類、炭化水素については、貯蔵、出荷、給油、製造、塗装、建築塗装、印刷、金属等表面処理、クリーニング、接着剤その他の溶剤使用過程等、ばい煙発生施設、自動車の12種類の人工発生源と植物からの自然発生源の計13種類である。ここで近畿圏を含む領域について算定し、Fig-3に窒素酸化物、Fig-4に人工排出源からの炭化水素の総排出量のマップを示す。さらに実際シミュレーションを行うにあたり、これらの計算メッシュへの配分を行った。その際それぞれの排出源による経時変動を用いて時間ごとの排出量を算定し、工場、船舶の排出については有効煙突高を算出し高さ別の排出として振り分けた。また汚染物質の組成としては窒素酸化物は、一酸化窒素と二酸化窒素を9:1とし、炭化水素は各排出源ごとの種類別構成比を用いて一般化学種に配分し、それをさらに2.2で述べたCBM-IV用化学種に配分した。

3.2 窒素酸化物算定方法

工場・事業所については、環境庁から提供していただいた大気汚染物質総合調査に記載されているデータを使用した。

自動車からの排出は幹線道路と細道路の2つに分けられ、幹線道路からの排出量は窒素酸化物総量規制マニュアル⁴⁾に従い排出原単位を作成し、交通量データから算定を行った。

細道路からの排出量は大阪、京都、兵庫から提供していただいたデータを元に、各市町村ごとの排出量が人口にほぼ比例していることから排出係数を求め、その他の県については人口に排出係数を乗じて算定を行った。

船舶からの排出量は、西川ら⁵⁾に従いOD表を用い航路ごとの航行船舶数から算定を行った。

群小発生源、航空機からの排出量については算定していない。

3.3 炭化水素算定方法

出荷、製造、塗装、印刷、金属等表面処理、接着剤その他の溶剤使用過程等の排出量は品目別工業製造品年間出荷額や発電電力量、自動車等保有台数などのデータに排出原単位を乗じることによって求めた。

クリーニングについては人口、給油については燃料小売業販売額、建築塗装については建築物着工面積にそれぞれ排出原単位を乗じて求めた。

ばい煙発生装置は工場・事業所からのNOx排出量に排出係数を乗じて算定した。

自動車からの排出については窒素酸化物と同様に排出係数を求め、それに幹線道路及び細道路での走行量を乗じて求めた。

最後に自然発生源である植物起源については発生源である森林及び水田の面積にそれぞれからの排出係数を乗じて排出量を求めた。

3.4 算定のまとめ

窒素酸化物、炭化水素の排出源別割合をそれぞれFig-1, Fig-2に、排出量マップをそれぞれFig-3, Fig-4に示す。

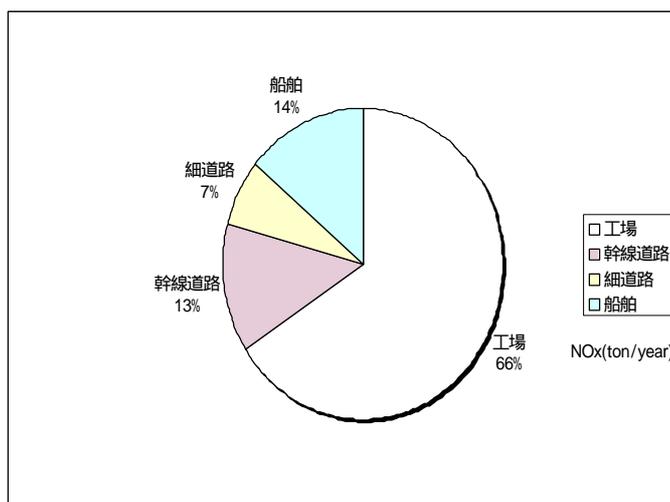


Fig-1 窒素酸化物排出割合

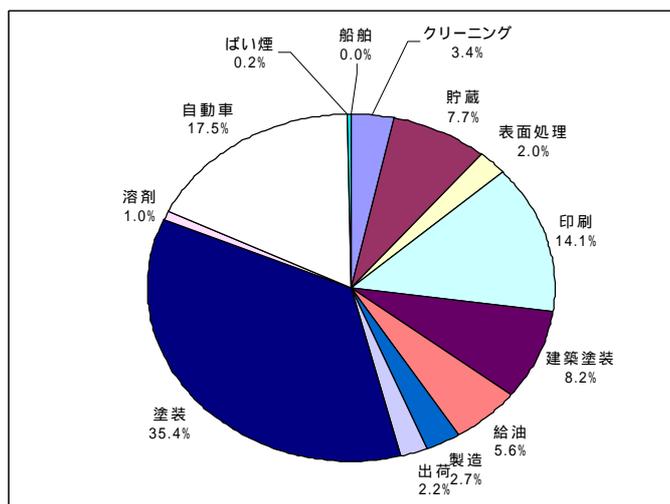


Fig-2 炭化水素排出割合

まず窒素酸化物についてであるが、工場・事業所からの排出量は県や府から提供していただいたデータと比較すると約8割と過小評価気味であるがよい算定であったといえる。自動車からの排出量は約3-5割と極端に過小評価されている。これは交通量データから算定した排出量を道路位置データに当てはめていくという作業の際に道路コードの不一致や、道路位置データが古く最近できた道路のデータがないなどの理由から過小評価されたものと思われる。また船舶からの排出は排出量マップを見ても分かる通り大阪湾の一部しか算定が行われてないが、全体の14%を占め非常に大きな排出源となっていることが分かる。高排出している地域としては阪神工業地帯や高速道路、船舶などである。

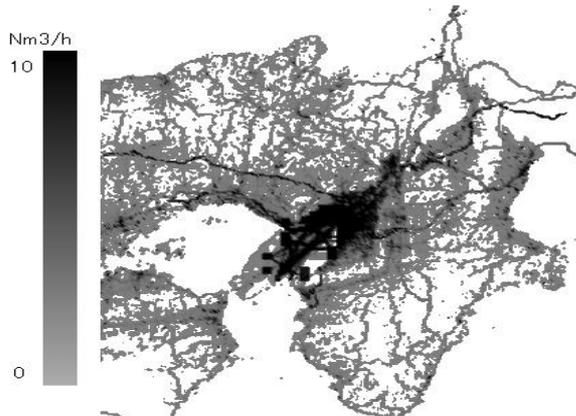


Fig-3 窒素酸化物排出量マップ

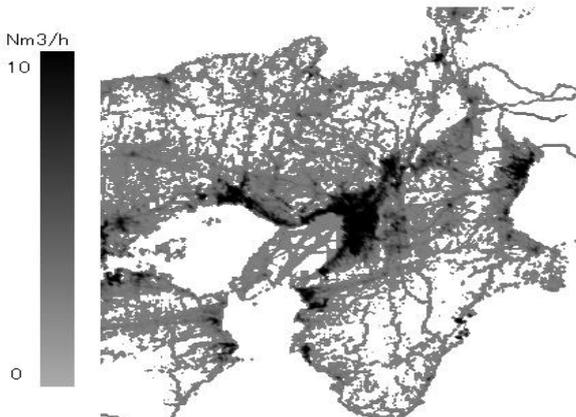


Fig-4 人工発生源からの炭化水素排出量マップ

次に炭化水素の算定についてであるが、炭化水素の排出量には Fig-4 を見ても分かるように姫路、御坊など火力発電所からの排出がもっとも効いている。また自動車からの排出も全体の 17.5% を占め高い排出量となっている。工業的な排出としては、塗装工程での排出が 35.4% となっておりもっとも大きな排出源となっている。これは塗装過程が多くの重工業で必要な過程であることが原因である。印刷工程からの排出が 14.1% となっており大阪など印刷業が盛んな地域に大きな影響を与えている。

最後に自然発生源の炭化水素についてであるが、単位面積当たりからの排出量は少ないものの兵庫県では

人工発生源からの排出の合計が 124467.50(ton/year)、自然発生源からの発生が 170305.50(ton/year) となっており、府県単位で見ると大きな排出源となっていることが分かる。大阪のような人工建造物が多く面積の小さい都道府県では影響が少ないが、内陸部や人口の少ない地域ではこの影響は大きく、人工発生源よりも自然発生源からの比率が高くシミュレーションを行う上で無視できない発生源である事が分かる。

4 計算条件

4.1 計算領域

本研究の流れ場の計算は、Fig-3,4 に示す広い領域に対して実施した。濃度計算を行った領域は Fig-5,6,7 で示すように、Fig-3,4 の一部である東経 $133^{\circ}48'$ から $136^{\circ}04'$ 、北緯 $34^{\circ}26'$ から $35^{\circ}56'$ で囲まれた東西 180km、南北 200km (1メッシュ約 3km の 60メッシュ×70メッシュ) の領域である。鉛直方向は計算領域の上面の高さを 5000m とし、地表付近でメッシュ間隔が細くなる 15 層の不均等メッシュを用いている。

4.2 計算日時

計算対象日時としては特定の日時を設定せず、南から海洋性高気圧が張り出し、海陸風が発達するよく晴れた日で、高濃度のオキシダントが発生しやすいと考えられる条件が比較的そろっている夏の平日を想定し、予想対象日時を計算開始 2 日目からの 24 時間とした。平日としたのは、平日と休日で交通状況や工場稼働状況など排出量に大きな差があるためである。

5 計算結果

3 で算定した排出量を元に 2 で示したシミュレーションモデルを用いて現況の再現を行った。NO, NO₂, O₃ の濃度の 14:00 の空間分布を Fig-5,6,7 にそれぞれ示す。

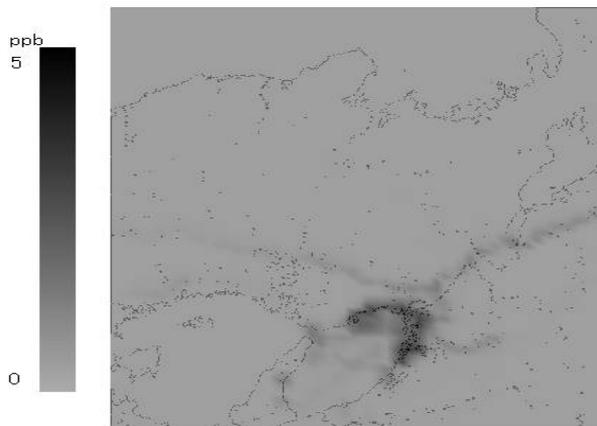


Fig-5 NOの空間分布

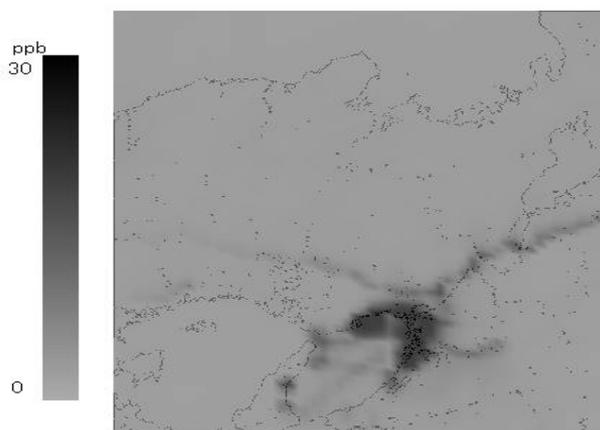


Fig-6 NO₂の空間分布

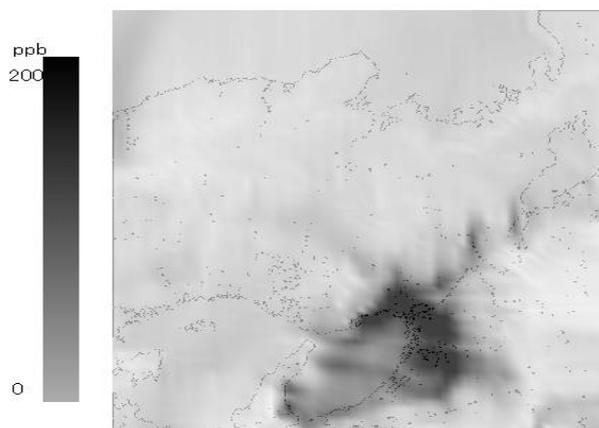


Fig-7 O₃の空間分布

6 まとめ

現況再現の結果に不具合があるため計算結果と実測値の比較は難しいが、本研究の中心である一次汚染物の算定では、広い領域の算定が行え、HCの算定や工場・事業所NO_xの算定などについてはよい結果が得られた。今後は今回算定を行っていない航空機などのデータや過小評価されている自動車からの排出の見直しなどが課題である。また排出量の算定を行った広い領域について現況の再現を行い将来的なシミュレーションを行うことが必要である。

参考文献

- [1] 環境庁編：環境白書 総説 平成9年度版，大蔵省印刷局，364-367
- [2] Akira Kondo, Katsuhito Yamaguchi and Hee Kwan Ahn : Simulation of Climatic Effects by construction of Reclaimed Island in Pusan, Korea, Atmos. Environ., Vol.30, No.13, 2437-2448 (1996)
- [3] Michael W.Gery, Gary Z.Whitten, James P.Killus and Marcia C.dodge : A photochemical kinetics mechanism for urban and regional scale computer modeling, J. Geophys. Res., Vol.94, No.D10, 12925-12956 (1989)
- [4] 環境庁大気保全局大気規制課編 (1993) : 窒素酸化物総量規制マニュアル [改訂版]、公害対策研究センター,188-195
- [5] 西川栄一, 大阪湾を航行する船舶からの大気汚染物質排出量の推定, 日本船舶機関学会誌 第29巻 第6号 (1994-6),412-421