

三次元流動モデルと拡散モデルを用いた環境濃度予測

片岡 毅 (株)環境総合テクノス

キーワード：環境，アセスメント，シミュレーション，大気汚染，海陸風

1. はじめに

環境アセスメント等における大気汚染物質濃度の予測及び評価は、ほぼ確立された手法である平坦地形のもとでの定常状態を仮定したモデルにより行われているが、近年、地形および特殊な気象条件を考慮した予測評価の要求が高まりつつある。このような高濃度汚染に対しては、住民の関心も高く今後ますます重要な問題となるものと考えられ、様々な大気・気象現象に対応可能な予測システムの構築が望まれている。

ここでは、日平均値等の短期予測を対象として、汎用モデルである HOTMAC/RAPTAD を用いた海陸風循環を考慮した濃度予測について検討を行った。

2. データベースの構築

近畿圏を対象に、日平均値の高濃度が生じる気象特性を把握するとともに数値シミュレーションによる拡散場の妥当性検証のための実測データのデータベースを作成した。収集したデータは図1の印に示すアメダス、自治体局等の約300地点の2001年度の気象及び大気環境濃度データである。これらのデータはパソコン上でGISにより、土地利用区分、標高データ等とともに統合されたデータベースとなっている。

これらのデータは主として地上での観測値であるが、海陸風、山谷風等の局地風は3次元構造を有するため、音波レーダを用いて高度約800mまでの上層の気象データの収集を実施した。図1に示す印の地点において、海陸風、山谷風、山越え気流を対象に2週間

～1ヶ月の連続観測を実施した。図2に観測状況を示す。

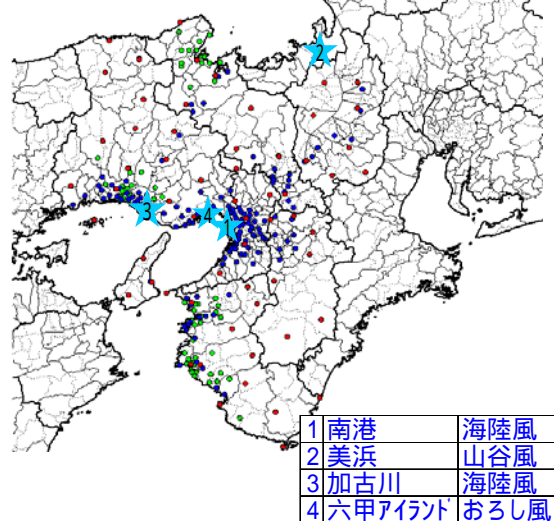


図1 データベース収録地点



図2 音波レーダ観測状況 (六甲アイランド)

3. 高濃度日の特徴

3.1 高濃度日の抽出

ここでは、収集した風の場合と濃度の実測値のデータベースを用い、高濃度時の拡散場を把握した。対象地域は、実測データが密に得られている大阪府北部地域とした。

対象地域の代表地点として大阪府北部地域のほぼ中央に位置する国設大阪局を選定し、2001年度の二酸化窒素の日平均値を算出し、各月毎に日平均濃度の最高日を抽出した。

3.2 気象場の分類

対象地域における風の場に影響を及ぼす総観スケールの気圧配置を客観的に分類するために、2001年度の浜松、潮岬、米子の高層気象観測結果より、気象場の日々のパターン分類を行った。

3地点における午前9時の850hPa面高度データ(P(m))より、大阪平野上空の気圧傾度を推定し、東西及び南北の気圧傾度($P/\Delta x$ 、 $P/\Delta y$)より気象場を5つのパターンに分類した。ここで、 x (km)は東方向に正、 y (km)は北方向に正とする。

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta P}{\Delta x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P}{\Delta y}\right)^2} < 0.1$$

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta P}{\Delta x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P}{\Delta y}\right)^2} \geq 0.1 \text{ かつ}$$

$$P/\Delta x > 0 \text{ かつ } P/\Delta y > 0$$

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta P}{\Delta x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P}{\Delta y}\right)^2} \geq 0.1 \text{ かつ}$$

$$P/\Delta x > 0 \text{ かつ } P/\Delta y < 0$$

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta P}{\Delta x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P}{\Delta y}\right)^2} \geq 0.1 \text{ かつ}$$

$$P/\Delta x < 0 \text{ かつ } P/\Delta y > 0$$

$$\sqrt{\left(\frac{\Delta P}{\Delta x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P}{\Delta y}\right)^2} \geq 0.1 \text{ かつ}$$

$$P/\Delta x < 0 \text{ かつ } P/\Delta y < 0$$

ここで、これらの分類は以下の日に対応する。

：気圧傾度力が弱く、海陸風等の局地風が

卓越すると考えられる日

：南又は西方向が低圧部となる日であり、低気圧が近づきつつある日

：北又は西方向が低圧部となる日であり、低気圧が近づきつつある日

：南又は東方向が低圧部となる日であり、高気圧が近づきつつある日

：北又は東方向が低圧部となる日であり、高気圧が近づきつつある日

3.3 結果

得られた結果を表1に示した。また、当該日の降雨の有無についても記載した。日平均値の最大値は寒候期には気圧パターンの時に出現し、それ以外の季節は別の時に出現する傾向にあり、気圧傾度力が弱く局地風が卓越すると考えられる日に高濃度となる傾向にあった。また、高濃度は降雨が観測された日においても出現した。

表1 月別高濃度日の気象特性

季節	年月	二酸化窒素日平均値			
		日	濃度	気圧	降雨
春	2001年4月	11日	53ppb		無し
	2001年5月	18日	49ppb		無し
夏	2001年6月	5日	42ppb		有り
	2001年7月	9日	35ppb		無し
	2001年8月	24日	41ppb		無し
秋	2001年9月	27日	47ppb		無し
	2001年10月	31日	50ppb		無し
	2001年11月	29日	66ppb		有り
冬	2001年12月	3日	59ppb		無し
	2002年1月	15日	62ppb		有り
	2002年2月	26日	60ppb		無し
春	2002年3月	26日	50ppb		無し

4. ケーススタディ

ここでは、2001年4月11日を対象にHOTMAC/RAPTADを用いた海陸風日の濃度シミュレーションを実施した。

4.1 実測濃度の特徴

この日は太平洋及び朝鮮半島に低気圧があり、低気圧に挟まれた日本付近は気圧傾度が弱く、また、大阪の天気は薄曇りであった。

夜間は弱い陸風が卓越しており、対象地域の南部は南東の風、北部は北～北東の風が卓越しており、陸風が最も発達していた午前6

時において沿岸部が高濃度域となっていた(図3)。

その後、日の出とともに内陸部に海風が進入していったが、国設大阪局付近では、海岸部に滞留した汚染物質が海風に運ばれることにより、正午前に二酸化窒素濃度の最大値が出現した(図4)。最大値出現後、海風の風速が増加することによる拡散効果のため、濃度が低下するとともに高濃度域は内陸方向に移動していった。



図3 2001年4月11日6時の実測値

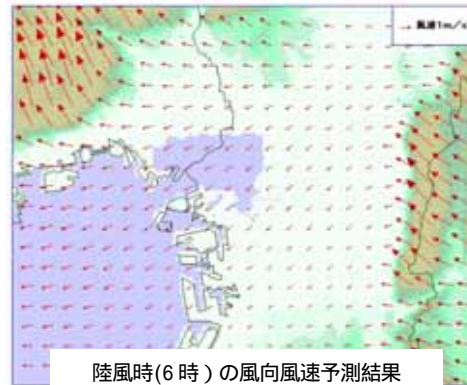


図4 2001年4月11日12時の実測値

4.2 シミュレーション結果

図5, 6にHOTMAC/RAPTADを用いた予測結果を示す。

窒素酸化物排出量は公表されている「大気環境に係る固定発生源状況調査(環境省)」、

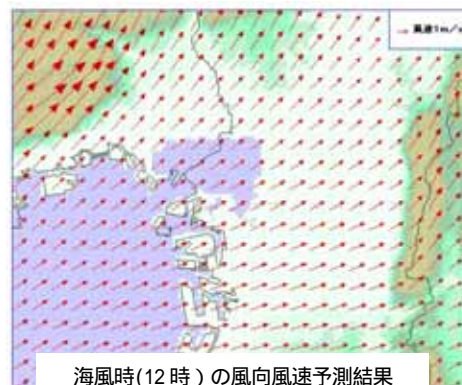


陸風時(6時)の風向風速予測結果

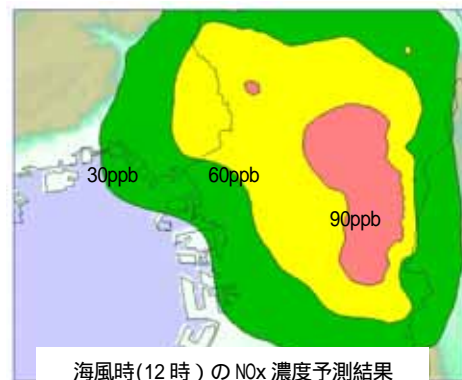


陸風時(6時)のNOx濃度予測結果

図5 2001年4月11日6時の予測値



海風時(12時)の風向風速予測結果



海風時(12時)のNOx濃度予測結果

図6 2001年4月11日12時の予測値

各自治体の環境白書等に基づき、市町村別に設定した。対象は固定発生源及び自動車とした。

気象状況の再現に当っては気象庁が提供するメソ客観解析データ (GPV データ) をナッジング手法により取り込むこととした。

図より、早朝の北東系の陸風とそれに伴う沿岸部の高濃度域及び昼間の南西系の海風の進入に伴う高濃度域の内陸部への移動が再現されており、HOTMAC/RAPTAD を用いて海陸風循環に伴う大気環境濃度の予測が可能であるものと考えられた。

5. 今後の展開

今後の拡散モデルに関連した大気環境問題としては、以下に示す項目に対応可能なモデルの開発が望まれるものと予想される。

都市スケールにおけるヒートアイランド緩和施策、CO₂発生負荷の少ない冷暖房施策の検討等、都市計画に資するモデル

様々な化学物質のリスク管理に対応可能な拡散モデル

浮遊粒子状物質・光化学オキシダント等、大気中での化学変化を伴う二次生成物質の濃度変化を予測しうる拡散モデル

今後はこれらの諸点への HOTMAC/RAPTAD の適用可能性について検討を進める予定である。

また、PRTR データ等各種データが公開されており、それらのデータと本モデルを GIS 上で統合することにより、より容易に大気環境問題に対応することが可能なシステムの構築を目指している。図7～図9に現在構築中のシステムの出力例を示す。

さらに、都市環境の視点に立てば、大気・気象と地下水・河川・海域とのリンクが必要であり、今後これらを統合した都市環境予測システムの構築が課題と考えられる。

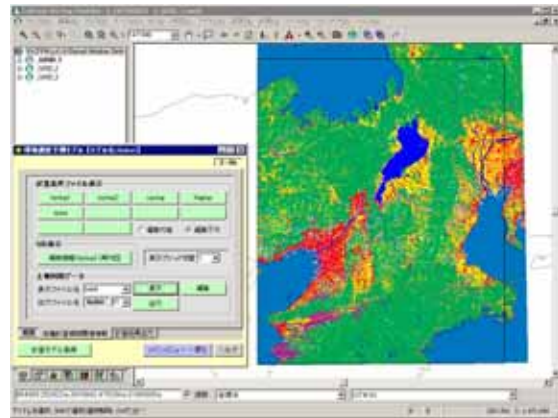


図7 HOTMAC で用いた土地利用データ表示例

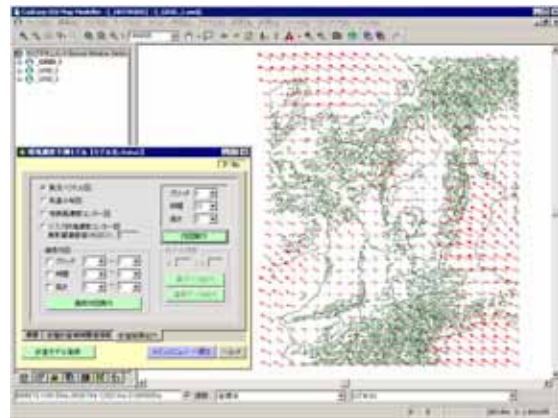


図8 風ベクトル図と標高データ (50m メッシュ) とのオーバーレイ

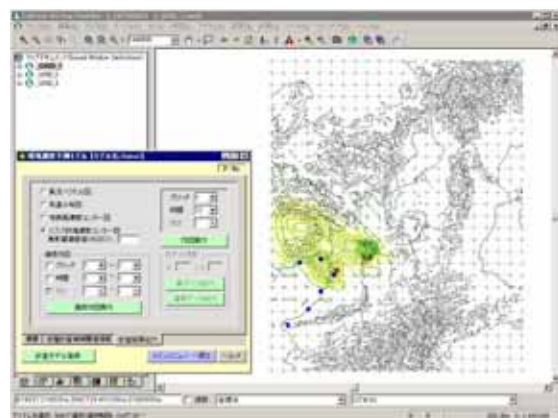


図9 リスク評価、無影響濃度 (NOEC) 値の入力と MOE 分布表示例

引用文献

大気環境に係る固定発生源状況調査 (環境省)
化学物質の初期リスク評価指針 (NEDO)