韓国麗水(ヨス)地域を対象とした 静水圧・非静水圧モデルの流れ場の比較と濃度予測

Comparison between flow fields by hydrostatic model and non-hydrostatic model and the concentration prediction in Yosu , Korea

 吉村慶一,大阪大学大学院,〒565-0871 吹田市山田丘 2-1, E-mail:yoshimura@moon.env.eng.osaka-u.ac.jp 近藤明,大阪大学大学院,〒565-0871 吹田市山田丘 2-1, E-mail:kondo@env.eng.osaka-u.ac.jp 李相得,木浦大学校工科大学,〒534-729 全南務安郡清渓面道林里 61, E-mail:leesang@chungkye.mokpo.ac.kr 山口 克人,大阪大学大学院,〒565-0871 吹田市山田丘 2-1, E-mail:yamaguti@ga.eng.osaka-u.ac.jp 加賀 昭和,大阪大学大学院,〒565-0871 吹田市山田丘 2-1, E-mail:kaga@env.eng.osaka-u.ac.jp
Keiichi YOSHIMURA, Dept. of Environmental Eng., Osaka Univ., Yamada-Oka 2-1, Suita, 565-0871, JAPAN
Akira KONDO, Dept. of Environmental Eng., Osaka Univ., Yamada-Oka 2-1, Suita, 565-0871, JAPAN
Sang Deuk LEE, Mokpo National Univ., 61 Dorim-ri,Chungkye-myun,Muan-gun,Chonnam,534-729,KOREA
Katsuhito YAMAGUCHI, Dept. of Global Archit., Osaka Univ., Yamadaoka 2-1, Suita, 565-0871, JAPAN
Akikazu KAGA, Dept. of Environmental Eng., Osaka Univ., Yamadaoka 2-1, Suita, 565-0871, JAPAN

Yosu is the industrial city in the southeast of the Republic of Korea. And, it is planned to construct a industrial complex in this city. So they will give the serious damage for air environment. Therefore, we predicted flow fields by hydrostatic model and non-hydrostatic model, and compared these results by two models. And we predicted the concentration of several chemical speices by using these flow fields. There was a little difference between two models about flow fields, but there wasn't almost about concentration. We found that the concentration was dominated by emission from factories in this area.

1. はじめに

韓国麗水市は韓国南西部の海沿いに位置する都市である(Fig. 1)。麗水市には大規模な工業団地が建設される 予定であり、この周辺の大気環境を保全するためには、大 気汚染物質の挙動を事前に評価することが必要である。 著者らは、この地域の大気汚染物質の挙動をシミュレー ションにより事前に評価するとともに、流れ場シミュレー ションに用いる静水圧モデル及び非静水圧モデルの比較 を行った。

2. 流れ場シミュレーション

2.1 計算条件

ネスティング手法により、流れ場シミュレーションを 行った。計算対象領域は $91 \text{km} \times 91 \text{km}$ の広領域をメッ シュ間隔 1 kmの 91×91 メッシュに分割し、さらにその うちの $40 \text{km} \times 40 \text{km}$ の狭領域をメッシュ間隔 500 mの 80×80 メッシュに分割した。広領域を Fig. 2 に、狭領 域を Fig. 3 にそれぞれ示す。Fig. 3 の枠線で囲まれた部 分が狭領域の部分である。広領域では静水圧モデルを用 いて計算し、狭領域について静水圧モデルを用いた場合 と非静水圧モデル⁽¹⁾を用いた場合の 2 通りのシミュレー ションを行った。

この領域の地図から標高および土地利用データを読み 込んだ。土地利用データは、森林・農地・都市・水面・裸 地の5分類とした。 シミュレーションは午前8時から開始して2日間行い、

シミュレーションは午前8時から開始して2日間行い、 初期条件の影響をなくすため2日目のデータを用いて計 算結果の評価を行い、これは汚染物質濃度シミュレーショ ンについても同様とする。

2.2 計算結果

Fig. 7 ~ Fig. 10 に静水圧モデル及び非静水圧モデル を用いた狭領域の流れ場計算結果の下から3 層目 (*z** = 20*m*)の2日目の8時から6時間ごとの風場を示す。両 モデルの結果ともに、風向が時間を追うごとに右にそれ、 元に戻るという傾向は一致している。しかし、日中は両 モデルの風場にあまり差は認められないが、夜間や早朝 は非静水圧モデルの方が風速が強く、また風向も異なっ ている。

また、Fig. 3 に気象観測所の位置を、各観測所での風ベ クトルの比較を Fig. 4、Fig. 5 に、温度の比較を Fig. 6 にそれぞれ示す。Obs.は観測値を、Hydro.は静水圧モデ ルを用いたときの計算値をそれぞれ示し、以下の図につ いても同様とする。観測値は 8 月のデータのうち雲量の多 い日を除外し、風向については最頻度風向を求め、風速に ついては平均し、ベクトルで表示したものである。Yosu 観測局の温度の観測値は 3 時間ごと、その他の観測値は 1 時間ごととなっている。また、計算値は (z* = 20m)の もので、1 時間ごとの値を示している。

1時間こととなっている。また、副昇唱は(2 = 20m)の もので、1時間ごとの値を示している。 Yosu 観測局では、静水圧モデル・非静水圧モデルと もに観測値に比べて計算値の方が風速が小さくなってい るが、風向についてはほぼ合致している。これに対して Yosu Airport 観測局では、風速については Yosu 観測局 よりも合致しているが、非静水圧モデルでは風向の転換 を再現することができなかった。また、温度については Yosu 観測局では静水圧モデル・非静水圧モデルともに観 測値と良く合致したが、Yosu Airport 観測局ではピーク 時の観測値と計算値の間に 1[K] 以上の差が生じた。

以上の観測値と計算値との比較において、静水圧モデル と非静水圧モデルの相違点が最も顕著に現れたのは Yosu Airport 観測局における風向の違いであった。この点に関 しては、静水圧モデルの方が非静水圧モデルよりも観測 値と良く合致しているといえる。しかし、今回の計算結 果では静水圧モデルの方が観測値と良く合致したが、観 測局が少ないため、必ずしも静水圧モデルが優れている との結論は得られず、両モデルの優劣を評価することは できなかった。



Fig. 1: Yosu City



Fig. 2: Large area







hydro. 8:00 8:00

Fig. 4: Diurnal variations of winds at Yosu



8:00

Fig. 5: Diurnal variations of winds at Yosu Airport



Fig. 6: Diurnal variations of temperature at observato- ries



Fig. 7: Flow fields by hydrostatic and non-hydrostatic model at 8JST



Fig. 8: Flow fields by hydrostatic and non-hydrostatic model at 14JST



Fig. 9: Flow fields by hydrostatic and non-hydrostatic model at 20JST



Fig. 10: Flow fields by hydrostatic and non-hydrostatic model at 2JST

3. 大気汚染物質濃度シミュレーション

3.1 計算条件

流れ場シミュレーションの静水圧モデル・非静水圧モ デルそれぞれの狭領域の計算結果をもとにして、大気汚 染物質濃度シミュレーション $^{(2)}$ を行った。工場・船舶か らの排出は点源とし、それ以外は面源排出とした。ただ し、排出量は排出源ごとに経時変動を設定した。領域全 体の排出量を Tab. 1 に示す。 NO_x,SO_x,HC のいずれに ついても、他の発生源と比較して工場からの排出割合が 最も多く、特に NO_x,SO_x は全排出量の 85 %を占めた。 また、Fig. 11 ~ 13 に NO_x,SO_x,HC の排出量の時間平 均値を示す。赤色の部分で示す工場からの排出量が大き い。また NO_x,HC では道路からの、 SO_x では船舶から の排出が多いことが確認できる。

		T · · ·	C 1
' l'o b		Himiggio	n toctore
ran.	1.	LIIIISSIO	n raciors

Tub. I. Emission factors					
	NOx	SOx	HC		
Airport	50	0	121		
Factory	31445	69054	2648		
Pop.	801	2693	22		
Railroad	274	42	68		
Road	3475	226	951		
Small Road	467	30	128		
Ship	826	10237	94		
Gasoline			15		
Paint			2		
Dry Cleaning			238		
Construction			766		
Sum	37338	82283	5054		
			[+ /]		

[t∕year]

3.2 計算結果

Fig.15 ~ Fig.18 に下から 3 層目 $(z^* = 20m)$ の 6 時間 ごとの NO_{NO_2} , O_3 , SO_2 の濃度計算結果を示す。工 場からの汚染物質の排出量が他の排出源と比較して圧倒 的に多いので、工場群の風下域が高濃度となった。この ため、工場を中心にして右回りに NO_{NO_2} , SO_2 に関し ては高濃度域が、 O_3 に関しては低濃度域がそれぞれ移動 するという結果が得られた。_

Fig.14 に濃度観測局の位置を、Fig.19 ~ Fig.22 に観 測局における NO, NO_2, O_3, SO_2 の濃度をそれぞれ示す。 観測値は流れ場と同様の日において平均したものであり、 計算値は下から 3 層目 ($z^* = 20m$)のものである。上述 のことから、静水圧モデル・非静水圧モデル双方ともに、 観測局における濃度は急激な時間変化を示した。

しかし、観測地において急激な変動は認められるものの、全体的に観測値と良く合致しており、特に O3 については良く合致した。

いては良く合致した。 また、両モデルを比較すると、風場に違いが認められ たため、高濃度域が移動する方向が異なった。観測局に おける濃度のピークの時刻や値にも差が見られた。しか し、工場からの汚染物質の排出の影響を受け元に戻るた め、時間による平均的な値は両モデルにおいて変わらな いために、変化の傾向はあまり変わらなかった。

4. まとめ

静水圧モデル・非静水圧モデルを用いて流れ場シミュ レーションを行い、この結果を用いて汚染物質濃度シミュ レーションを行った。この地域の汚染物質の主な原因は 工場から排出される汚染物質であり、このため工場周辺 の地域の大気が汚染されており、また、この地域の汚染 には風向が大きく影響することが明らかとなった。流れ 場シミュレーションにおいて静水圧モデルと非静水圧 デルとの計算結果が異なり、したがって、汚染物質濃し シミュレーションにおいても計算結果なった。しか し、工場からの排出の影響をあまり受けない時間帯にお いては、観測地における両モデルの計算値の差異は少な く、このため両モデルによる計算値の変化の傾向は変わ らなかった。 参考文献

- 1. 呉銀珠,近藤明,山口克人,水間健二,"地域開発ス ケールの流れ場の日変動シミュレーション",空気調 和衛生工学会論文集,76(2000), pp. 29-39
- 近藤明,山口克人,西川栄一,"大阪湾岸域の大気汚 染濃度に与える船舶からの排出影響の検討",関西造 船協会誌,231(1999), pp. 101-109





Fig. 11: NO_x emission fields

[10m³/m³s]





Fig. 12: SO_x emission fields



Л



Fig. 13: HC emission fields



Fig. 14: Positions of concentration observatories



Fig. 15: NO, NO_2 , O_3 and SO_2 fields by hydrostatic model at 8JST



Fig. 16: NO, NO_2 , O_3 and SO_2 fields by hydrostatic model at 14JST



Fig. 17: NO, NO_2 , O_3 and SO_2 fields by hydrostatic model at 20JST



Fig. 18: NO, NO_2 , O_3 and SO_2 fields by hydrostatic model at 2JST



Fig. 22: Diurnal variation of SO_2 concentration