

環境・生命工学専攻	学籍番号	049401
申請者氏名	ASEP SOFYAN	

指導教員氏名	北田 敏廣 木曾 祥秋 金 匠 清
--------	-------------------------

論文要旨(博士)

論文題目	インドネシア国ジャカルタにおける海風と大気汚染輸送に関する研究 (Study on Sea Breeze and Air Pollution Transport in Jakarta, Indonesia)
------	--

(要旨 1, 200字程度)

MM5 を用いた数値シミュレーションにより、乾季と雨季の海風の特性を調べた。同時に NO₂ と SO₂ 濃度の野外調査を、乾季 (2004 年 8 月) と雨季 (2006 年 3 月) について行った。得られた結果は以下のようである：(1) 乾季には、海風は毎日発達する。一方、雨季については、海風の発生は約 3 分の 1 の日数にとどまる。(2) 乾季と雨季、形は違うが、いずれも海風の収束が大気汚染に影響を与える。すなわち、乾季には、ジャワ海の海岸線形状から生じる複数の海風による収束、雨季には海風と総観規模の南西風による収束である。(3) 観測により得られた SO₂ と NO₂ の水平および鉛直方向濃度分布は、乾季に海風層が薄く、かつ、海風層の上部が安定成層によってふさがれていること、雨季には、ジャカルタに南西方向から総観規模の風によって不安定な、したがって、鉛直方向によく混合された気塊が侵入すること、による特徴を反映している。

NO₂、SO₂ 等の汚染物質の観測場と排出源の関係を明らかにするために化学輸送モデルを用いて、乾季の 2004 年 8 月 6-17 日について数値シミュレーションを行った。計算濃度場と観測濃度場の一致は良好であった。NO₂ と SO₂ 濃度場は海陸風と山谷風によって主として支配されていることがわかった。この影響により、ジャワ海沿岸に立地するジャカルタから排出された汚染物質は、海風とともに 18 時頃、海岸線から約 60 km 地点まで達する。一方、陸風の風向は総観規模風の山越え気流の方向と一致しており、陸地を離れた汚染物質は、夜間に 40-60 km もの沖合いに達することが推定された。これは、日本等の中緯度に見られる陸風とは大きく異なるところである。乾季のジャカルタの海風の興味深い特徴は、海風層の厚みが約 400 ~ 500 m と薄いことである。かつ、この海風層の上部は安定成層しており、したがって、ジャカルタ市を海風前線が通過した後、排出される汚染物質は比較的薄い海風層に蓄積してゆくことが示唆された。このように海風層が薄いのは、逆風向の総観規模風の山越え気流の波動によって上層が押さえられていることによると推測された。さらに夜間には、先述の陸風によりこの汚染気塊が再び海上に出て、翌日の海風により戻ることが繰り返される。同様の現象は日本の沿岸都市でも見られるが、熱帯乾季の安定した総観規模気象場のもとで長く続き、汚染物質の蓄積も長期にわたることが大きな特徴と考えられる。

この局地風のもとで排出された汚染物質の物質収支を検討した。この情報は、域内沈着による生態系への長期影響、長距離輸送される部分を推定するのに基礎となる情報である。結果は、ジャカルタから排出された NO_x の約 60%、SO_x の約 23%が、今回対象とした領域内に乾性沈着することが推定された。

以上、赤道近くの熱帯メガシティ・ジャカルタについて、その大気汚染の動態を規定する局地風場の特性とその下での大気汚染輸送の特性を、初めて明らかにした。

環境・生命工学専攻	学籍番号	049401
申請者氏名	ASEP SOFYAN	

指導教員氏名	北田 敏廣
--------	-------

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	Study on Sea Breeze and Air Pollution Transport in Jakarta, Indonesia
------	---

(要旨 1, 200字程度)

Characteristics of sea breeze in Jakarta have been investigated in both dry and rainy seasons by numerical simulations with MM5. Field observations of NO₂ and SO₂ concentrations were also performed in August, 2004, the dry season, and March, 2006, the rainy season. Obtained results are as follows: (1) in the dry season sea breeze regularly develops, while in the rainy season it appears only on one-third of the days, (2) convergence of the sea breezes in the dry season and that of the synoptic southwesterly and the sea breeze from Java sea in the rainy season were inferred as important local flow feature on air pollution transport, (3) observed horizontal and vertical distributions of SO₂ and NO₂ indicated strong influence of the flow features in both seasons such as stable stratification formed by the sea breeze in the dry season, and unstable air mass brought in by the synoptic scale southwesterly in the rainy season.

To explain the effect of local flows on pollutant distributions of NO₂ and SO₂ in Jakarta numerical simulations were carried out on 6-17 August 2004 in dry season using chemical transport model; the numerical results show good agreement with the field observation. The NO₂ and SO₂ concentration fields are largely affected by land/sea breezes and mountain/valley winds. Pollutants discharged over Jakarta can reach, by the sea/valley wind, at about 60 km inland in the late afternoon and at night by the mountain wind/land breeze to about 40-60 km offshore. The dynamics of air pollutant's mass budget both in land and sea also were investigated. Mass of SO₂ under 0.5 km over Java Sea is about 0.5 to 1.0 times as much as that over emission area, indicating that "land breeze" combined with mountain wind is strong enough to result in large mass transport from land area to Java Sea during the nighttime and in the early morning.

An interesting feature of the sea breeze in Jakarta in the dry season is that the sea breeze layer remains always shallow at about 400 ~ 500 m, and this causes that pollutants released into the sea breeze layer over Jakarta and the other emission areas do not disperse vertically, remain in the shallow layer, and rather move back and forth with the sea and land breezes, leading to accumulation of the pollutants in the shallow local flows. The upward motion associated with sea breeze front activity seems only mechanism which lifts pollutants in lower layer to the height above 1 km.

Since the pollutants remain in the lower layer, dry deposition process can be important for the removal of pollutants; dry depositions of S- and N-compounds are also evaluated quantitatively. Because of the suppressed vertical transport of the pollutants, dry deposition of the pollutants onto the earth's surface seems effective process for their removal; it was estimated that about 60% of NO_x and 23% of SO_x discharged in one day over the greater Jakarta are removed from the atmosphere within the same day.