

ひまわり2号

## 人工衛星と航空機観測による海風前線の 立体構造と汚染物質の立体分布

鶴田 治雄\*

### 1. はじめに

沿岸地域に発生する海陸風の調査研究は、特に最近、大気汚染との関連で数多く行われている。また、ミンガン湖岸地域に発生する湖風前線付近の上空で発生する積雲が、人工衛星の画像で撮影されている (Lyons・Cole, 1976)。

それでは、海風前線付近における汚染物質、特に汚染大気中で光化学反応により生成されたオゾン ( $O_3$ ) は、どのような立体分布をしているのだろうか。ここでは、航空機観測とほぼ同時刻に、その観測地域を撮影した LANDSAT の画像が存在している1979年8月1日の事例について、地上データを含めて述べる (鶴田, 1983 a: 鶴田, 1983 b)。なお、この航空機観測は、国立公害研究所、環境庁大気保全局を中心に、埼玉県公害センター、川崎市公害研究所、および横浜市公害研究所等が共同で実施した。

### 2. LANDSAT と航空機観測の比較

口絵第1図は、8月1日11時の地上風を示しており、海風前線は、埼玉県南部にほぼ東西に位置していた。また、海風前線付近には、 $O_x$  の高濃度の地域が存在していた。第1図の測線g上の4高度 (350, 550, 1,050, 1,450m) で8月1日の10時30分頃から11時30分にかけて航空機により、 $O_3$ 、 $NO$ 、 $NO_2$  濃度や紫外線量等の測定が実施された。それらの水平分布を口絵第2図に示したが、第1図の海風前線付近の  $O_x$  の高濃度域の上空では、900mまで  $O_3$  濃度が 150~200 ppb を示し、地上と同様に高くなっていた。紫外線量は、高度550mにおける水平分布によれば  $O_3$  濃度の高い区間でスモッグのために減少しており、さらに雲の存在によると推測され

るパルス状の鋭い減少 (第2図の矢印) がみられた。

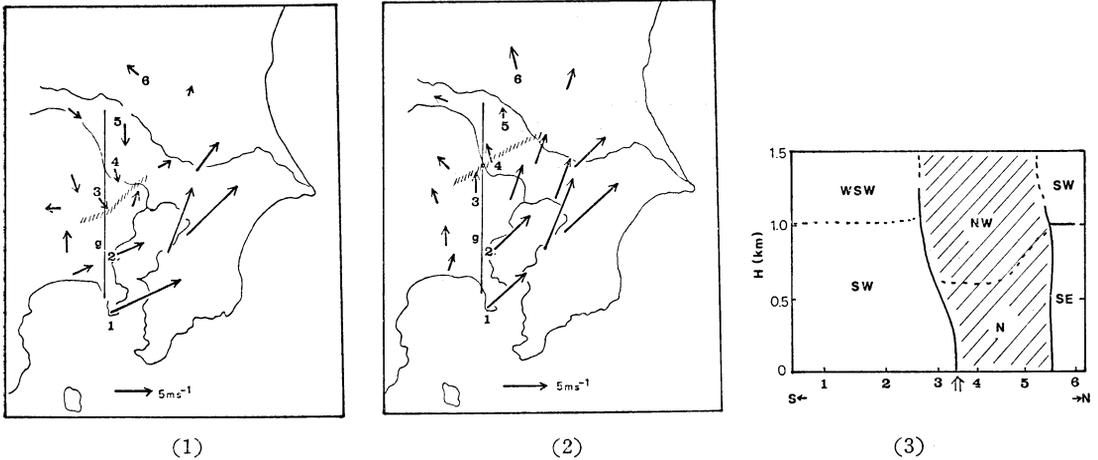
口絵写真1は、航空機観測が行われた直前の9時30分に、人工衛星の LANDSAT 2号が撮影した関東地域の画像である。写真1によれば、第1図に示した海風前線付近に東西に積雲が密集して発生しており、この雲の帯はさらに東側の霞ヶ浦から鹿島灘の方面にまで及んでいたことがわかる。第2図に示した航空機観測による  $O_3$  の水平分布は、写真1の測線g上で得られたものである。写真1と比較すると、海風前線付近の  $O_3$  濃度が高く雲が存在する区間は、その南側の海風域より白くぼやけており、光化学反応によって生成した  $O_3$  やエアロゾルを含む汚染気塊の存在を示している。

なお、第2図に示した高度1,450mにおける  $O_3$  濃度は、海風前線付近の上空で激しく変動していた。11時の混合層高度は約1,000mであったと推測されるので、混合層高度より上空での  $O_3$  濃度の変動は、雲の発生によって混合層内の汚染大気が混合層を突き抜け上層の安定層へ運ばれたことを示している。なお、海風前線付近から北側の地域は、それより南側の地域とくらべて、全般に白くぼやけているが、それは、当日の汚染物質だけでなく、前日の汚染物質の一部が上空に残存していたためと考えられる。

とくに、写真1の、測線gより西側の山麓地帯に見られる白くぼやけた部分 (矢印で示してある) は、前日 (7月31日) に東京湾岸地域で生成された汚染気塊の一部が、南東風により運ばれて夜間から午前中にかけて滞留していたものと推測される。

第3図に8月1日の9時と11時の上層風を示した。第1図の地上風でみられる東京湾上を吹走する南西風は、前日の7月31日の午後から吹き続けており、その高さは、8月1日の午前中で1,500m以上にも及ぶ大規模なものであった。一方、夜中から8月1日の早朝にかけ

\* Haruo Tsuruta, 横浜市公害研究所。



第3図 1979年8月1日の9時と11時の上層風(11時には、北西風は消滅し、海風前線以北では弱い南東風であった)。

- (1) 8月1日9時の高度600mにおける風の水平分布(斜線は海風前線)。
- (2) 8月1日11時の高度600mにおける風の水平分布(斜線は海風前線)。内陸部では山岳地帯へ吹きこむ谷風のために南東～南の風が吹いている。
- (3) 8月1日9時の風向の南北鉛直断面図(矢印は海風前線の位置)。

て、埼玉や神奈川西部では、関東山塊方面から北西風が吹き始め、その高さは1,000 m、以上にも及び、早朝は東京上空にまで到達した。しかし地上では風が弱く、汚染物質濃度が高くなり、その後日射の増大とともに、大規模な海風が吹き始め、汚染物質は次第に北方に運ばれたが、前述した北西風がまだ存在していたので、海風前線付近で上昇気流とともに上層へ運ばれたことを示している。

### 3. GMS から見た海風前線の移動

LANDSAT 2号は、地上での分解能が100 m以下と非常に大きいので、海風前線による局地的な雲の存在まで明瞭に識別できた。一方、GMSは、写真1のような大きな分解能はないが、写真1を参考にしてGMSの画像をながめてみよう。

口絵写真2は、GMSが撮影した8月1日9時、12時、15時の可視画像である。9時では、写真1と同様な地域に雲の存在がみられたが、12時になるとやや北方へ移動しており、15時には北関東地域へ移動し、雲の存在はあまり明瞭ではなくなっていた。口絵第4図に8月1日15時の地上風を示したが、南寄りの風は埼玉北部に到達しており、それに伴って、 $O_x$ の高濃度域は、埼玉北部から栃木や群馬方面に移動した。第2図に示した海風前線付近の汚染気塊は、口絵第5図の $O_3$ 濃度の立体分

布からもわかるように、大規模な海風により北関東地域へ輸送され、地上でのデータによれば夕方から夜間には栃木県北部から長野県の方面へも運ばれた。

### 4. 結語

航空機による汚染物質の立体分布の測定とほぼ同時に撮影された人工衛星の画像、および地上の常時監視データをとを総合的に解析して、海風前線の存在、および、それが汚染物質、特に2次汚染物質の $O_3$ の立体分布と輸送に果たす役割を明らかにすることができた。このように、3種類の異なった手法および高度から測定されたデータを結びつけて解析を行ったのは初めてであり、これまでに実施された観測資料を含めて総合的な検討を現在実施している。

### 文献

- Lyons, W.A. and H.S. Cole, 1976: Photochemical oxidant transport; Mesoscale lake breeze and synoptic-scale aspects, J. Appl. Met., 15, 733-743.
- 鶴田治雄, 1983 a: 南関東地域における光化学大気汚染に関する総合調査報告書(公害研資料 No. 47).
- \_\_\_\_\_, 1983 b: 航空機と人工衛星の観測による海風前線の立体構造と汚染物質の立体分布, 横浜市公害研究所報, 第8号, 投稿中。

# 宇宙から見た気象

## 人工衛星と航空機観測による海風前線の立体構造と汚染物質の立体分布

(説明は517~518ページ参照)

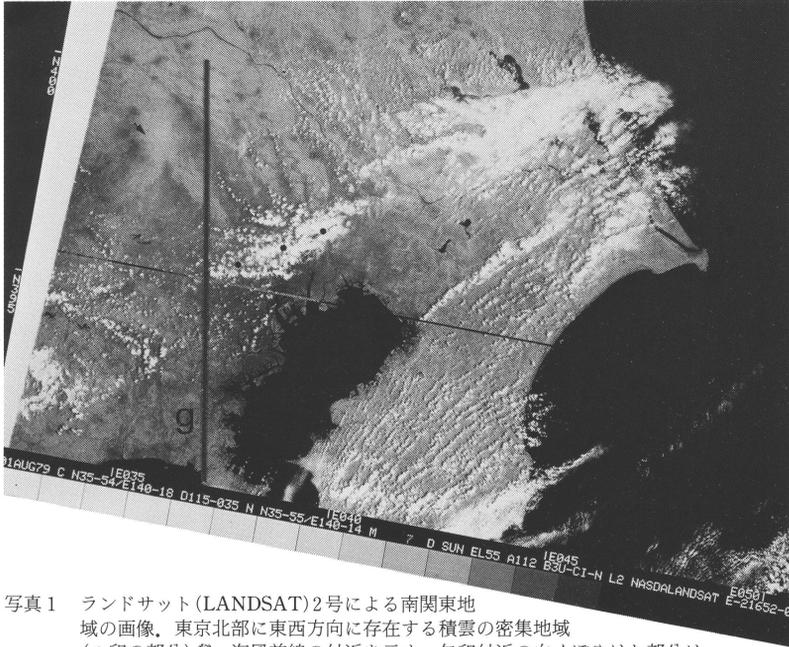
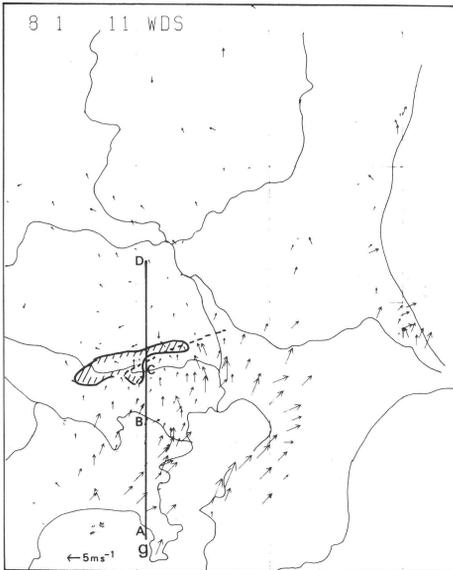
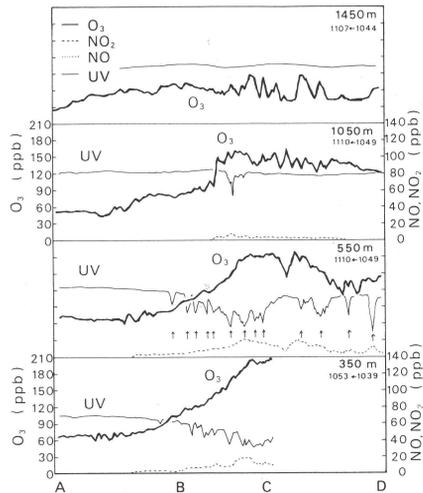


写真1 ランドサット(LANDSAT)2号による南関東地域の画像、東京北部に東西方向に存在する積雲の密集地域(●印の部分)が、海風前線の付近を示す。矢印付近の白くぼやけた部分は、前日の汚染気塊が滞留していたものと推測される。また、南北の測線gは航空機の飛行コース(1979年8月1日9時30分)。



第1図 1979年8月1日11時における地上風、南北の測線gは、航空機の飛行コース、---は地上における海風前線の位置、斜線部分はO<sub>3</sub>濃度が100ppb以上の地域。



第2図 第1図に示した測線g上の4高度(350, 550, 1,050, 1,450m)におけるO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>濃度と紫外線量(UV)の水平分布(1979年8月1日11時前後)。なお、高度550mの紫外線量に示した矢印は、雲の存在によると推測されるパルス状の減少部分を表す。また、各高度の下に示した数字は飛行時刻を表す。

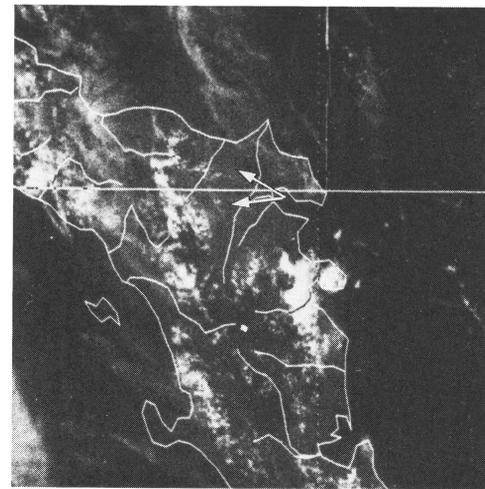
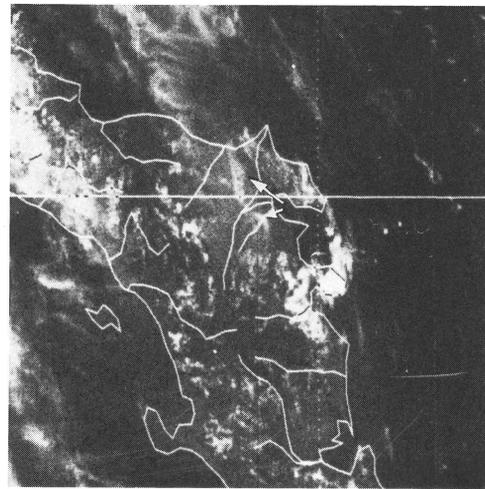
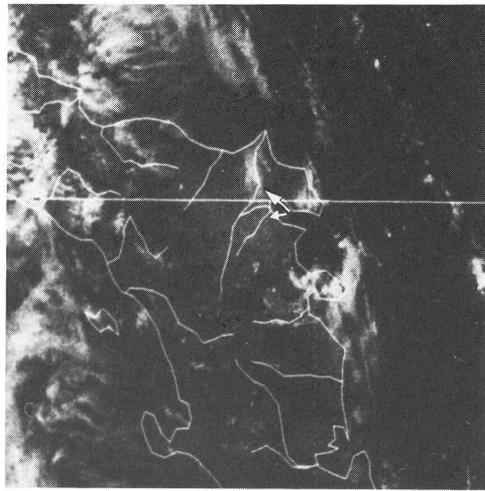
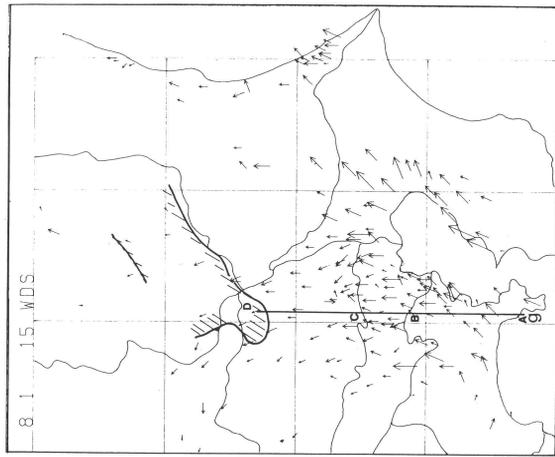
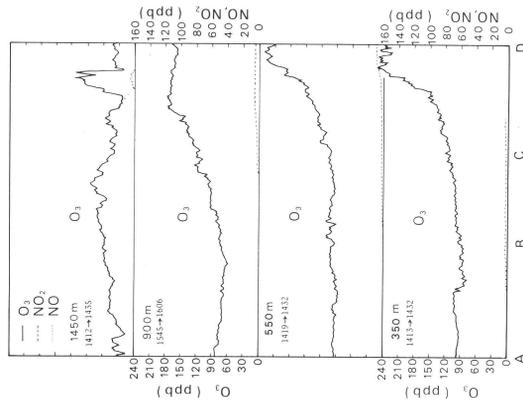


写真2 GMS可視画像による海風前線の移動状況。矢印は海風で、その先端の白い部分が海風前線付近の雲を表す(1979年8月1日、左から9時、12時、15時)。



第4図 8月1日15時の地上風(斜線内部は100ppb以上のO<sub>3</sub>の高濃度域を示す)。



第5図 8月1日午後の潮線g上における4高度でのNO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>濃度の水平分布。