

ひまわり2号

宇宙から見た気象——No. 32

ランドサットで検出された首都圏の
汚染気塊*

鶴田 治雄**

1. はじめに

衛星画像で識別されるエアロゾルの気塊 (hazy air mass) は、地上付近におけるデータ解析だけでは得られない貴重な情報——たとえば水平方向の分布や輸送過程に関するもの——を、我々に与えてくれる。

衛星画像で得られたエアロゾルの気塊に関する解析は、最近、次第に行われるようになってきた。Lyons・Pease (1973) は、ミンガン湖岸の工場の煙突からの煙流が、大気安定な湖上を 100 km 以上もほとんど拡散されずに運ばれたことを、ランドサット画像から解析した。また、Viswanadham・Torsani (1982) は、ブラジルの海岸の工場から大西洋上に輸送される煙流に関して、11組のランドサット画像を解析して、水平方向の拡散と海上の大気安定度との関係について議論している。さらに、アメリカ中部から東部にかけて、夏期の大気安定度の大きい気象条件の時に、大規模な汚染気塊が高気圧の移動とともに 500~1,000 km 以上も長距離輸送されることが、SMS/GOES 画像の解析からわかった (たとえば Barnes ら, 1979; Lyons, 1980)。この汚染気塊 (blob) のエアロゾルの主成分は、火力発電所等から排出される SO_2 が光化学反応により変質して生成された SO_4^{2-} 粒子であることが航空機観測から明らかになった (Wilson, 1978)。

一方、自然界から排出されるエアロゾル、たとえば黄砂については、ひまわり画像の解析により、その水平方向の拡がりや経日変化が、明瞭に把握されるようになった (石坂, 1979)。

さて、ランドサット画像による南関東地域の汚染気塊

については、すでに鶴田 (1983 a, 1983 b) が報告した。今回は、冬期における首都圏の汚染気塊について報告する。

2. 首都圏の汚染気塊

口絵写真1は、1980年12月17日09時30分頃の南関東地域および伊豆諸島海上のランドサット画像である。海上で相対的に白っぽく写っている A, B, B', C, D の塊が、都市や工業地帯から排出されたエアロゾルの汚染気塊である。12月17日は、弱い冬型の気圧配置であり、よく暗れていた。

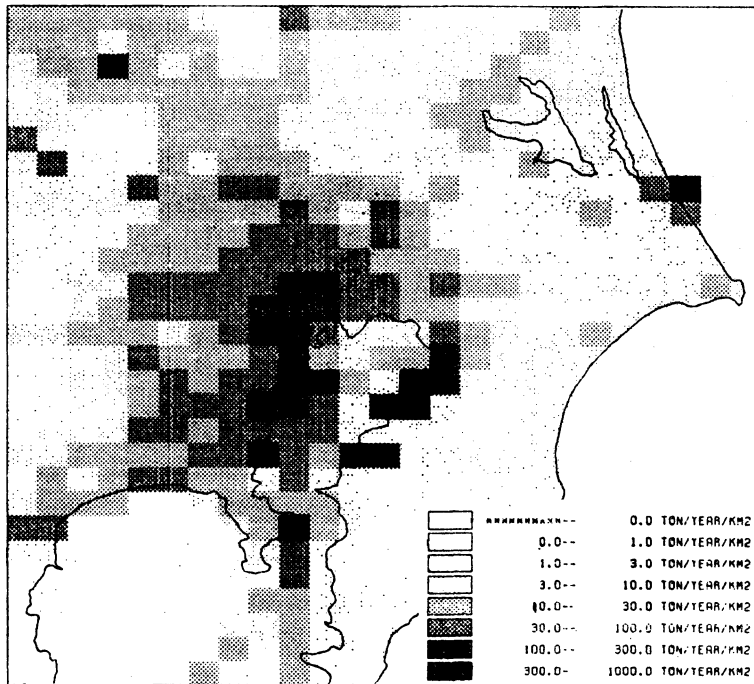
写真1に対応する時間帯の、地上におけるエアロゾル濃度と風の水平分布を、第1図に示した。エアロゾル濃度は、自治体を実施している大気環境常時測定網で光散乱法により測定された値である。陸上のエアロゾル濃度は、東京を中心とした都市域および京浜工業地帯で $80 \mu\text{g m}^{-3}$ 以上で、特に後者では $120 \sim 140 \mu\text{g m}^{-3}$ と高かった。なお、京葉工業地帯の木更津から富津にかけては $80 \sim 100 \mu\text{g m}^{-3}$ であった。

地上風は、埼玉から東京東部、千葉北部にかけては北西~北北西であるが、東京湾上は北寄りの風となり、東京湾南部から三浦半島および伊豆大島付近では北東風となっており、冬期の午前中の典型的な風系とよく一致していた。また、夜間から早朝にかけて、陸上では放射冷却による接地逆転層が形成された。

これらのエアロゾル濃度と地上風とを考慮すると、写真1の海上の汚染気塊は、陸上から輸送されたものであることがわかる。Aの気塊は主に東京東部から、BおよびB'は京浜工業地帯およびその風上側の東京中西部から、Cは京葉工業地帯の木更津・君津・富津地域から、Dは湘南地域から排出された汚染物質が、風下側の海上

* Landsat imagery for hazy air masses emitted from Tokyo metropolitan area.

** Haruo Tsuruta, 横浜市公害研究所.



第2図 南関東地域におけるNOxの排出量分布(6kmメッシュ), (計量計画研究所, 1982).

へ輸送された。さらにB'やCの気塊は大島方面にまで運ばれていたと推測される。

これらの気塊中のエアロゾルは、主に工場や自動車等から排出されたものである。そこで、首都圏における汚染物質のNOxの排出量分布を、第2図に示した(エアロゾルの排出量は、まだ十分に把握されていない)。主な発生源は、東京を中心とした都市域の面源、京浜、京葉および鹿島工業地帯の立体源、および火力発電所の点源であり、前述した陸上および海上でのエアロゾルの気塊とこれらの発生源分布とがよく対応していることがわかる。

3. 京浜工業地帯の汚染気塊

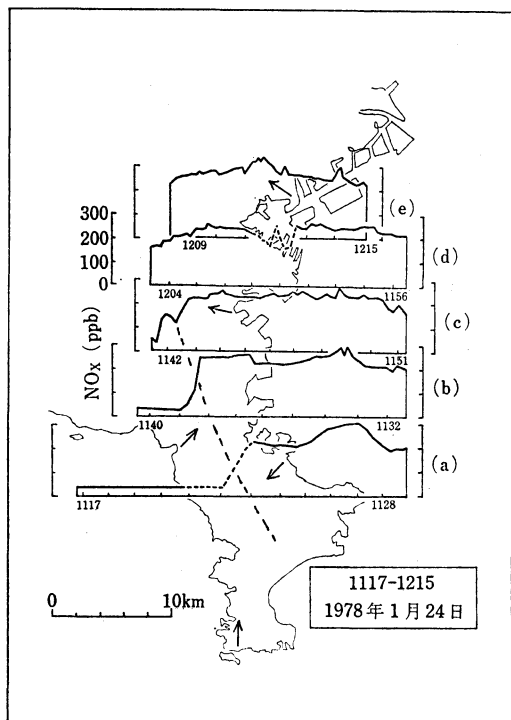
これらの汚染気塊の存在は、これまでの地上や航空機による測定から、ある程度明らかになっていた。特に京浜工業地帯の汚染気塊に関する調査研究は、筆者らがこれまでに研究船や航空機を利用して長期間実施してきた(鶴田, 1981, 1983c)。写真1のAとBとを比較すると、Bの気塊の方が、放射輝度が強いにより白っぽく写

っており、エアロゾル濃度が高いことがわかる。このことはエアロゾルだけでなく、NOx濃度についても同様で、京浜工業地帯から排出される汚染物質が大気環境に大きな影響を与えていることが推察されてきた。

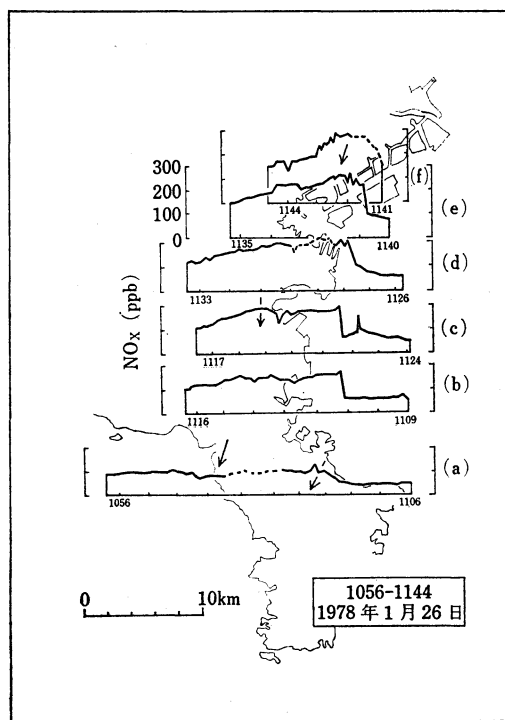
1976年5月下旬に相模湾上で研究船を利用して実施した調査において、京浜工業地帯の汚染気塊の存在が初めて明らかになった。さらに1978年1月に実施したヘリコプターによる立体調査で、その汚染気塊の全体像が、第3図および第4図に示すように、明確に把握された。第3図は、陸風で東京湾上へ運ばれた汚染気塊が海風で沿岸地域へ運ばれつつあり、第4図は、北東風により、次第に汚染気塊中のNOx濃度が減少しながら相模湾上へ輸送されているところである。写真1のBの気塊と、ヘリコプターによるNOxの水平分布とが、非常によく対応していることがわかる。

文献

Barnes, J.C., C. J. Bowley and H.K. Burke, 1979: Evaluation of the capabilities of satellite imagery



第3図 ヘリコプターの測定による高度 150 m における NOx 濃度の水平分布。東西方向の直線は飛行コースで、その下の数字は飛行時刻を表す。矢印は風向を、点線は風の収束帯を示す (1978年1月24日, 11時17分~12時15分), (鶴田, 1979)。



第4図 ヘリコプターの測定による高度 150 m における NOx 濃度の水平分布 (1978年1月26日, 10時56分~11時44分), (鶴田, 1979)。

for monitoring regional air pollution episodes, Report under Contract NAS1-15307 for NASA/Langley Research Center. ERT, Inc.

石板重次, 1979: 1979年4月中旬の黄砂, 天気, 26, 69-73.

財計量計画研究所, 1982: 光化学大気汚染に係る大気汚染物質排出量モデル作成調査 (環境庁委託).

Lyons, W.A., 1980: Evidence of transport of hazy air masses from satellite imagery, Ann. N.Y. Acad. Sci. 333, 418-433.

——— and S.R. Pease, 1973: Detection of particulate air pollution plumes from major point sources using ERTS-1 imagery, Bull. Am. Met. Soc., 54, 1163.-1170.

鶴田治雄, 1979: 京浜工業地帯より排出される窒素酸化物の輸送および変質過程に関する研究(I), 横浜市公害研究所報第4号, 35-49.

———, 1980: 大気汚染物質の輸送および変質過

程に関する調査研究 (大気汚染の機構と解析—環境科学特論一, 鈴木武夫 編, 産業図書).

———, 1983a: 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, 天気, 30, 517-518.

———, 1983b: 人工衛星と航空機の同時観測による光化学汚染気塊の空間分布と海風前線の構造に関する解析 (第1報), 横浜市公害研究所報第8号, 53-64.

———, 1983c: 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 (横浜市公害研究所).

Viswanadham, Y. and J.A. Torsani, 1982: A study of atmospheric diffusion from the Landsat imagery, J. Geophys. Res., 87, No. C12, 9621-9635.

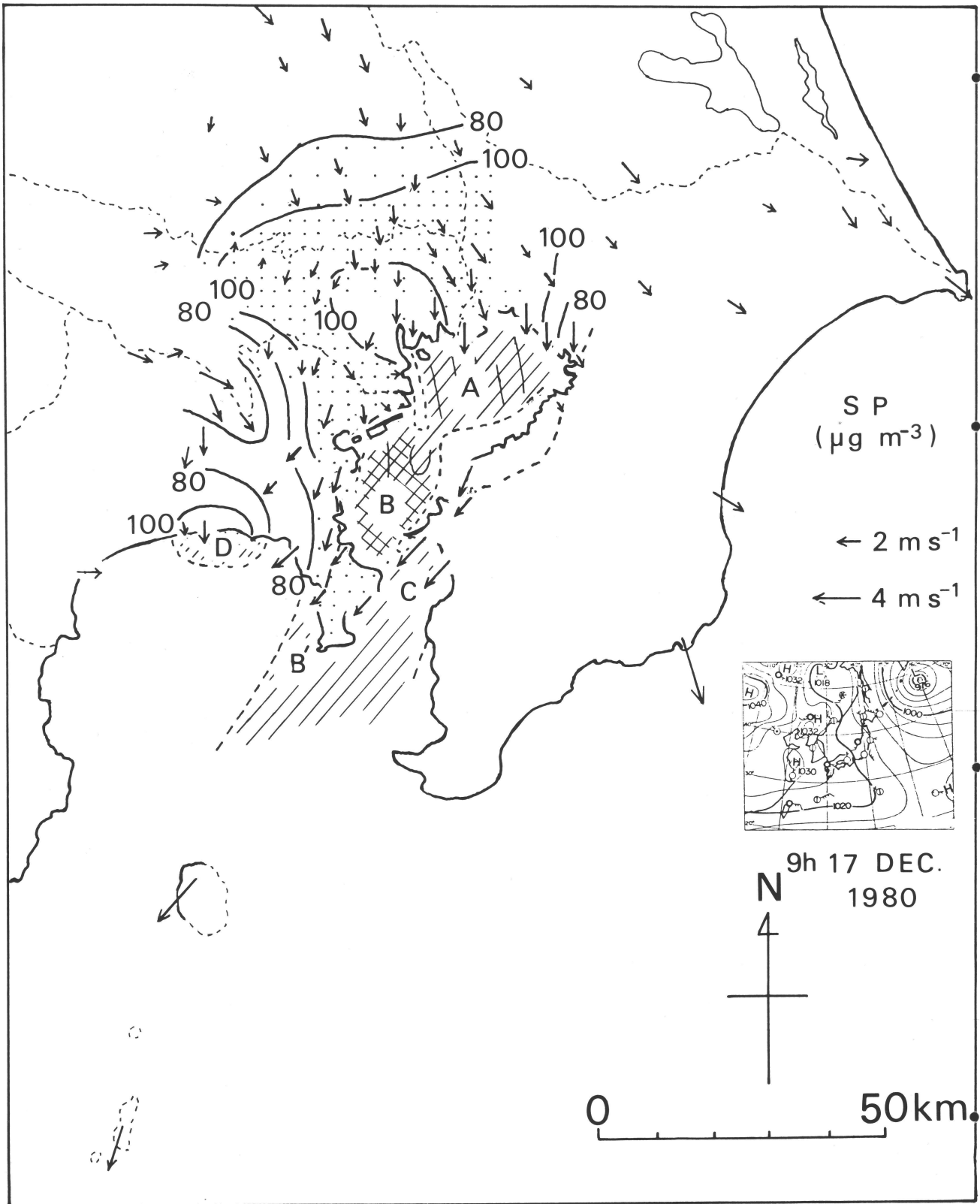
Wilson, W.E., 1978: Sulfates in the atmosphere; A progress report on project MISTT, Atmos. Environ., 12, 537-547.

宇宙から見た気象 ランドサットで検出された首都圏の汚染気塊

(説明は 513 ~ 515 ページ参照)



写真1 南関東地域および伊豆諸島海上のランドサット画像 (1980年12月17日09時30分頃, 測定波長は $0.5 \sim 0.6 \mu\text{m}$). A, B, B', C, D は汚染気塊.



第1図 南関東地域における地上のエアロゾル濃度と地上風 (エアロゾル濃度は09~10時の
 の平均値, 地上風は09時の値). なお, 09時の地上天気図も示した.