

C-1 東アジア地域の大气汚染物質発生・沈着マトリックス作成と国際共同観測に関する研究

(1) 中国、ロシア、日本における大气汚染物質の総合観測

①中国における上空大气中の酸性雨原因物質の測定

独立行政法人国立環境研究所

大気圏環境領域 大気反応研究室 畠山史郎
大気圏環境領域 村野健太郎

平成 11～13 年度合計予算額 50,890 千円
(うち、平成 13 年度予算額 17,900 千円)

[要旨] 東アジア地域全体をカバーするような、越境汚染・酸性雨の現象を解明するためにはリセプター地域である日本での観測とともに、ソース地域であるアジア大陸、特に大規模発生源たる中国における大气汚染物質の観測は必須である。従来政治体制などの問題から、中国における越境大気汚染に関連した観測調査は十分には行われていなかった。

本研究において我々は、平成 11 年度及び平成 12 年度には中国環境科学研究院の研究者と共同で、東シナ海・黄海を取り囲む 3 つの地点で、二酸化硫黄、窒素酸化物、オゾン、粒子状物質の測定を行った。観測サイトは遼寧省鳳凰山 (Fenghuang Mountain, N 40° 30', E 124° 高度～450m)、山東省青島市田横島 (Tianheng Island, N 36° 30', E 121°、高度～30m)、および、浙江省乗泗県泗礁島 (Shengsi Island, N 30°、E 122°、高度～200m) の 3 カ所である。平成 11 年度の観測は 2000 年 1 月 15 日～30 日にかけて行われた。上海に近い泗礁島では、観測期間中概ね SO₂ 濃度が低かった。一方、鳳凰山および田横島では SO₂ 濃度は高めで、時折両地点で同時に SO₂ や粒子濃度、硫酸塩濃度が高くなり、大規模な汚染気塊におおわれたことを示唆した。また平成 12 年度の観測は 2001 年 2 月 16 日～3 月 2 日にかけて行われた。上海に近い泗礁島では、観測期間中概ね SO₂ 濃度が低かったが、150ppb に達する高濃度が現れたこともあった。一方、鳳凰山および田横島では SO₂ 濃度は全体的に低めであった。

地上観測と並んで平成 12 年度には環境省の委託研究と提携して東シナ海上空で航空機観測を行った。2001 年 3 月 19 日～22 日に福江島南西沖の東シナ海上空で航空機観測を行い、高濃度の大气汚染や黄砂を観測した。さらに平成 13 年度には、外国との共同研究としては初めて中国国内における酸性雨原因物質の航空機観測を行った。

[キーワード] 中国、越境大気汚染、SO₂、粒子状物質、航空機観測

1. はじめに

中国における大規模な大気汚染物質の放出とその輸送は、今や中国国内の大気汚染現象にとどまらず、近隣諸国の越境大気汚染・酸性雨問題を引き起こすとともに、さらに長距離に輸送されて、エアロゾルとして地球規模の温暖化抑制効果を示したり、太平洋を越えて、北米大陸への沈着まで指摘されたりするに及んでいる。

東アジアにおける越境大気汚染は重要な国際的環境問題となっており、様々な国際的な取り組

みが行われている。我が国の主導で提唱された「東アジア酸性雨モニタリングネットワーク」はその先鞭を付けるものであり、西暦 2000 年からの正式稼働が開始された。また韓国の主導による「北東アジアにおける長距離越境大気汚染に関するワーキンググループ」が形成され、日本、中国、韓国の共同で、実質的な研究活動に入っている。

我々はこれまで、地球環境研究総合推進費に基づいた航空機観測を継続し、日本とアジア大陸との間の海洋上空の大気観測を行い、多くの成果をあげてきた。¹⁻⁶⁾ 今後はさらに広域での観測を行い、モデルを検証し、モデルの結果と組み合わせて、東アジア～北太平洋地域の広域大気汚染現象を解明していく必要がある。大陸規模の大きな広がりを持つ汚染現象の解明には、酸性雨のリセプター地域である我が国の中だけの観測では不十分であり、ソース地域としての中国国内における観測が必要である。本研究では、3年間の研究期間のうちに中国国内での酸性雨原因物質の航空機観測を行うことを目標に、中国の研究者との協力関係を築き、まず平成 11 年度より中国国内の 3 カ所において冬季の集中地上観測を開始した。中国環境科学研究院との共同研究である。この冬季集中観測を 2 年間継続するとともに、2001 年 3 月から 5 月にかけて日本周辺で行われた ACE-Asia 国際共同観測と同期して、アジア大陸から輸送されてくる大気汚染物質や黄砂の航空機による観測を行い、平成 13 年度には、中国遼寧省の大連を中心に、渤海湾の上空で、中国と外国の研究者の共同による航空機観測を初めて遂行した。

2. 研究目的

従来中国国内の政治体制等の問題から、越境大気汚染に関する研究を中国で行うことには困難があったが、最近はこのような状況にも変化が見られ、中国の首脳が中国から発生した大気汚染物質が周辺諸国に酸性雨として影響を及ぼしていることを認める発言も聞かれている。本研究では、大規模発生源である中国の上空において、酸性雨の前駆体となる種々の大気汚染物質の観測を行い、分布と輸送・変質過程を明らかにすることを目的とする。

本課題の最終年度には、中国における航空機観測を中国の研究者と共同で行うことを目指して、まず、中国における大気観測の先鞭を付け、今後の長期モニタリング等にも発展させる下地となるよう、地上観測を開始した。長年にわたる努力の積み重ねと、中国の環境保護総局並びに環境科学研究院の協力の下、中国での航空機観測に結びつけることができた。

3. 研究方法

(1) 中国における冬季集中地上観測

観測サイトは中国の東シナ海・黄海を取り囲む 3 地点、すなわち、遼寧省鳳凰山 (Fenghuang Mountain, N 40° 30', E 124° 高度～450m、図 1 A)、山東省青島市田横島 (Tianheng Island, N 36° 30', E 121°、高度～30m、図 1 B)、および、浙江省乗泗県泗礁島 (Shengsi Island, N 30°、E 122°、高度～200m、図 1 C) の 3 カ所である。

観測は天候によって 3 カ所で若干の違いはあるが、平成 11 年度は 2000 年 1 月 15 日～30 日にかけて行われた (鳳凰山：13～25 日、田横島：15～28 日、泗礁島：20～26 日)。また平成 12 年度は 2001 年 2 月 16 日～3 月 2 日にかけて行われた (鳳凰山：2/16～3/2 日、田横島：2/16～2/28 日、泗礁島：2/16～2/26 日)。

測定項目は SO₂、NO_x、オゾン、エアロゾル (PM₁₀) であり、使用した測器は鳳凰山と泗礁島

では、SO₂:TECO43C、O₃:TECO49C、NO_x:Monitor Lab 9841、田横島では SO₂:Monitor Lab 8850、O₃:TECO49、NO_x:Evn. AC30F (Made in France)を用いた。PM₁₀ の捕集には3カ所とも Beijing Geoinstrument Factory, model KB-80 を使用した。

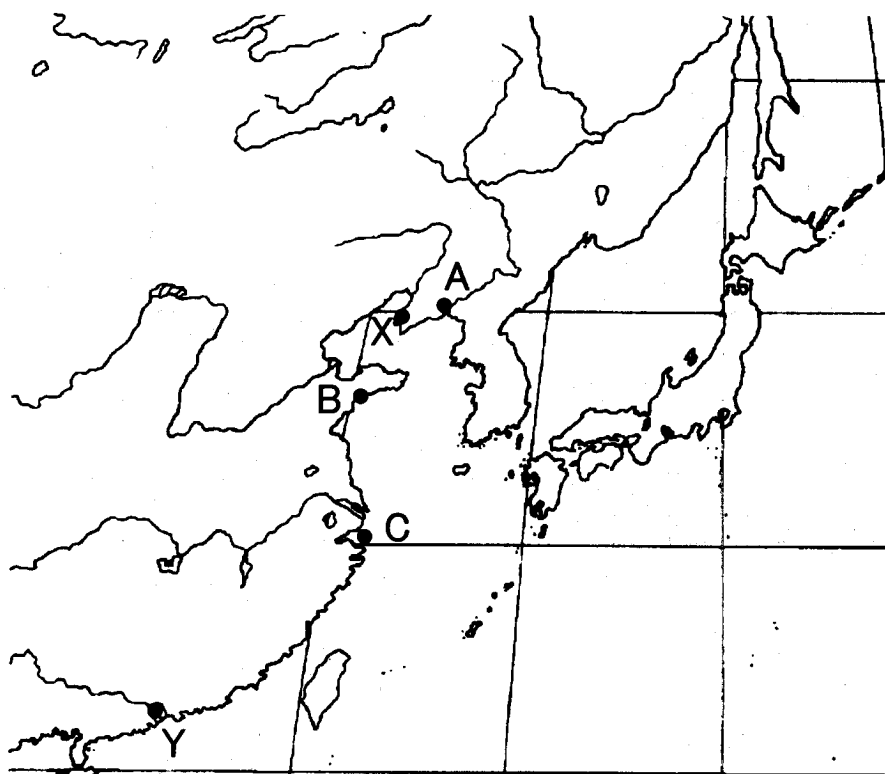


図1：観測サイトの位置

(2) 東シナ海上空航空機観測

東シナ海における航空機観測は、長崎空港を基地として、2001年3月19日～22日の4日間行われた。長崎県福江島と韓国済州島南方沖（東経126度 北緯31度）の間の東シナ海上空において観測を行った。Fairchild Swearingen Merlin IVターボプロップ双発機をもちいて、高度約3000mと約500mの2高度をそれぞれ約1時間飛行した。同機の上部よりテフロン管により外気を導入し、ガラス製のマニホールドを経由して各ガス用測器に配管した。観測した項目と観測手法は、オゾン（紫外線吸収法）、NO_y（オゾン化学発光法）、SO₂（パルス蛍光法）、PAN（低温濃縮捕集法）、炭化水素（真空容器捕集法）、エアロゾル個数濃度（光散乱法）、エアロゾル重量濃度（光散乱法）、エアロゾル化学組成（ハイボリュームサンプラー）である。

(3) 中国における航空機観測

中国における航空機観測は、GDGA（広東省通用航空）のYUN-5型飛行機（単発複葉機、図2）を用いて、2002年3月1日～4月1日に行われた。渤海湾上空の集中観測は遼寧省大連（図1 X）近くの瓦房店海軍空港を基地として、大連－丹東（2往復）、大連－青島（1往復）、大連－錦州（1往復）のコースで行われ、集中観測の前後に飛行機の基地である珠海（広東省、図1 Y）と

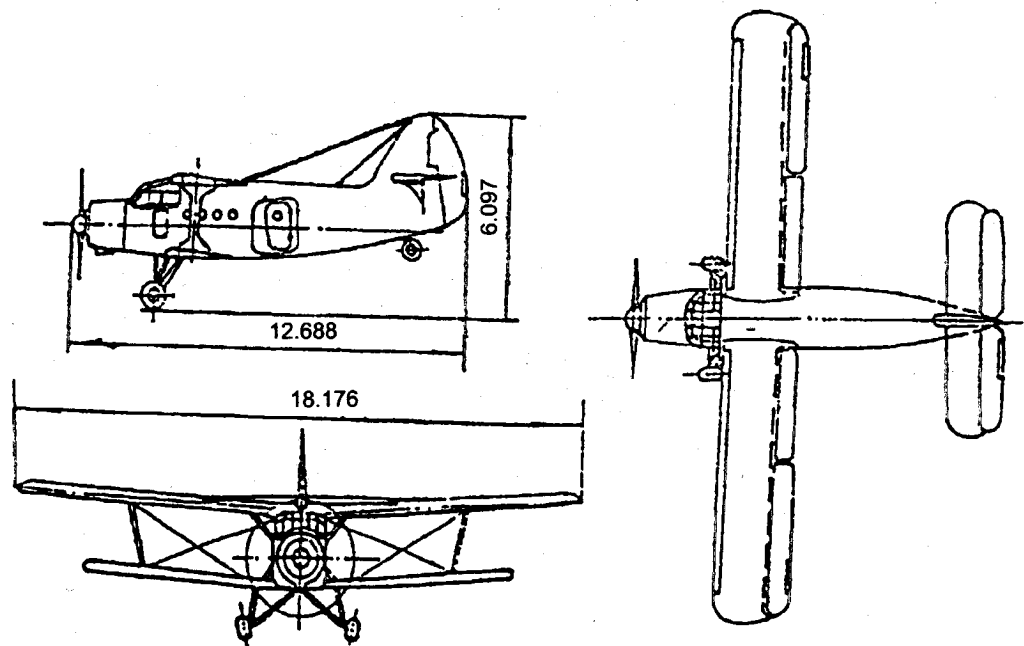


図 2 : YUN-5 型機の側面図と正面図及び平面図

観測基地の大連（遼寧省）との間の回航を海岸線沿いに行い、この際にも観測を行った。

測定項目は、オゾン（紫外線吸収法）、NO_x（オゾン化学発光法）、SO₂（パルス蛍光法）、エアロゾル化学組成（ハイボリュームサンプラー）、アンダーセンサンプラーによる粒径別エアロゾル濃度、凝結核数濃度である。

4. 結果と考察

（1）中国における冬季集中地上観測

平成 11 年度観測における 3 カ所の観測サイトでのガス状汚染質の変動は図 3～5 のグラフの通りであった。

泗礁島（図 5）へは強風のためなかなか島へわたるフェリーが出なかったため、観測のスタートが非常に遅れた。観測開始後は概ね SO₂ 濃度は低く 21 日と 23 日にやや高濃度が見られるが、オゾンと逆相関になることから、かなりローカルな汚染の影響を受けたものと考えられる。

鳳凰山（図 3）と田横島（図 4）ではオゾンの濃度に日変化が見られる点が興味深い。SO₂ の最高濃度はどちらの地点も約 90ppb であったが、いずれも 1 月 18 日に記録された。またこの日には、エアロゾル粒子濃度および粒子の硫酸塩濃度がいずれも両地点で同時に高く、大規模な汚染気塊が両地点をおおっていたのではないかと考えられる。

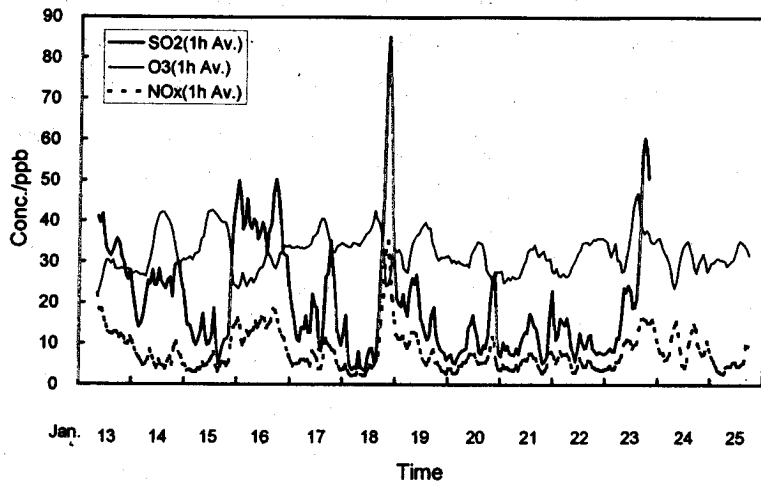


図3：平成11年度鳳凰山でのガス状汚染質濃度変化

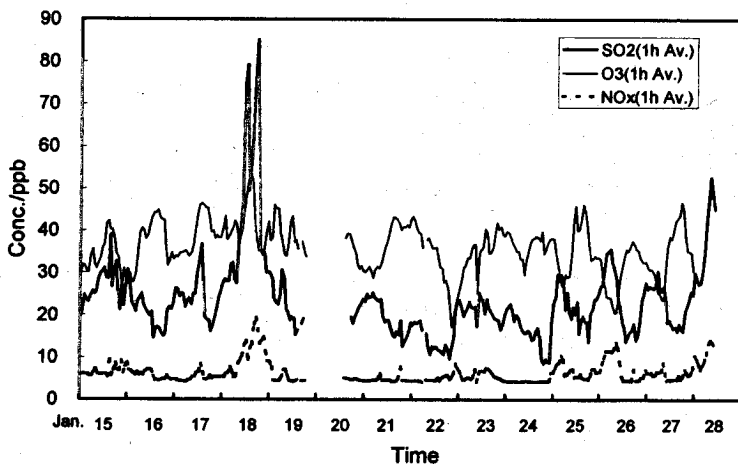


図4：平成11年度田横島でのガス状汚染質濃度変化

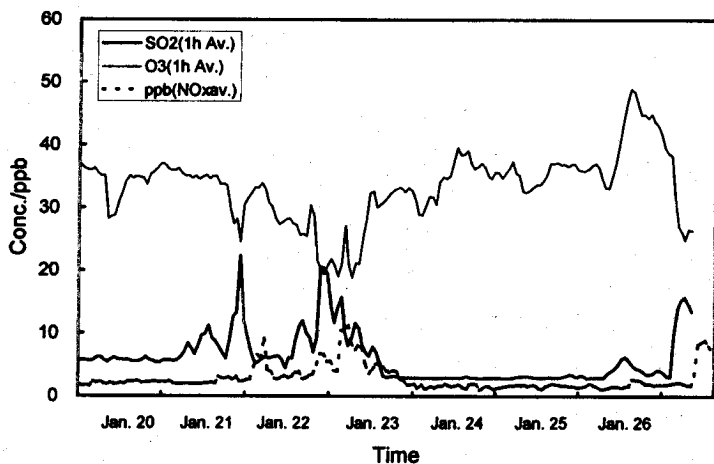


図5：平成11年度四礁島でのガス状汚染質濃度変化

図6は平成12年度観測における四礁島での汚染質濃度の変化である。SO₂濃度は概ね低いですが、2月18日～19日の深夜に150ppb程度の高濃度が現れた。NOも10ppb程度ときわめて高く近隣

の上海地域の影響を受けたものと思われる。また 21 日にはオゾンが数 ppb と非常に低くなり、NOx 濃度と逆相関を示している、かなりローカルな汚染の影響を受けたものと考えられる。この日は PM10 及び 2.5 も非常に高く、前線の通過による大規模な気塊の入れ替えがあったものと考えられる。他の 2 地点の高濃度 NOx とオゾンは割合相関が良く、ローカルな汚染よりも長距離汚染を示唆しているものと考えられる。

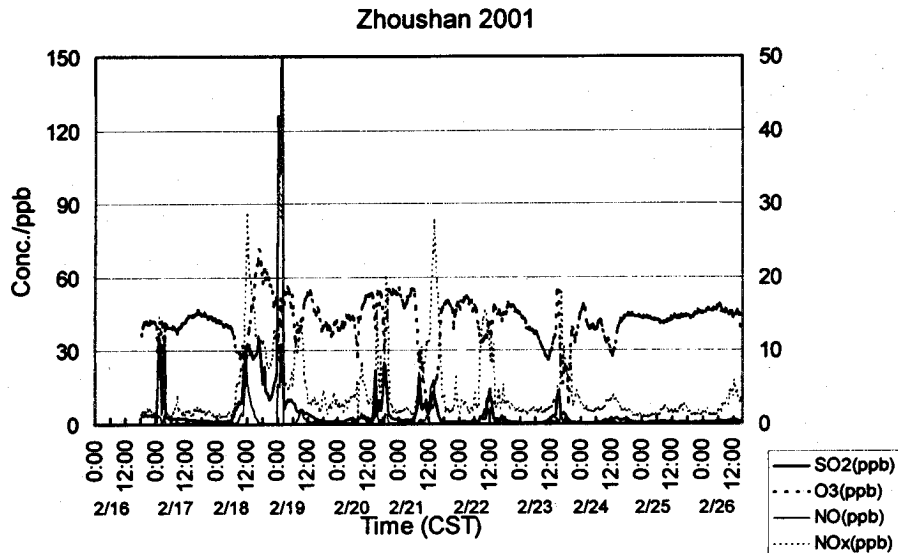


図 6 : 平成 12 年度泗礁島でのガス状汚染質濃度変化

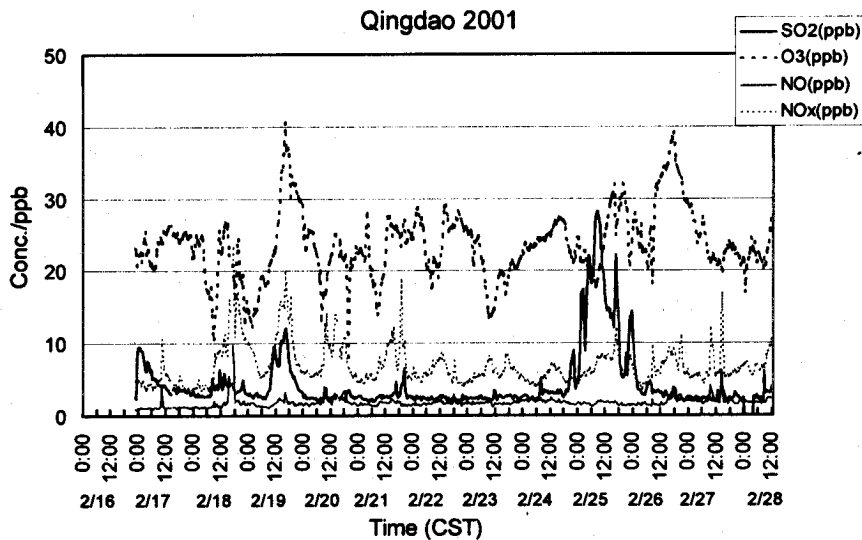


図 7 : 平成 12 年度田横島でのガス状汚染質濃度変化

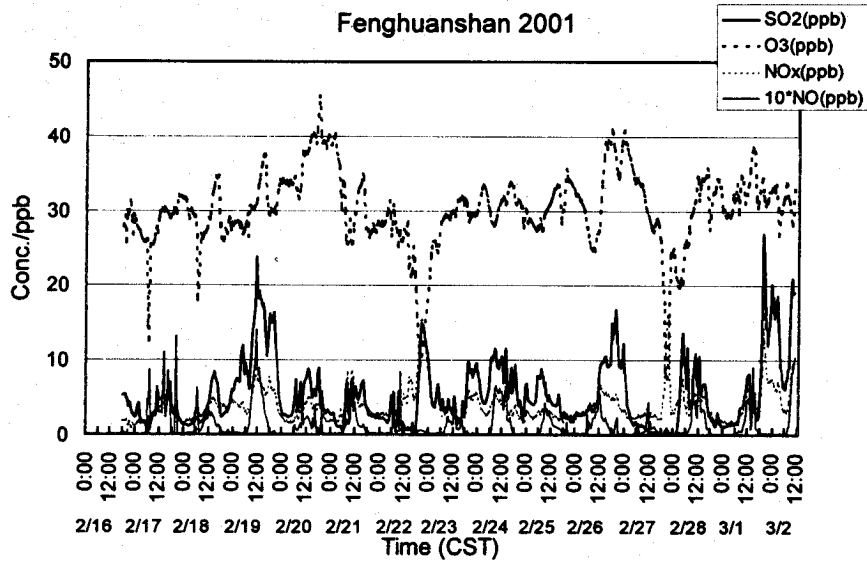


図 8 : 平成 12 年度鳳凰山でのガス状汚染質濃度変化

(2) 東シナ海上空航空機観測図 9 は 2001 年 3 月 21 日の観測におけるガス状汚染物質の濃度分布である。低空を飛行しているときに 10ppb を越える高濃度の SO₂ が観測された。オゾン、NO_y や PAN も高濃度である。しかし高高度 (~3000m) では汚染質の濃度は低い。20 日から 21 日にかけて、朝鮮半島上を寒冷前線が通過し、その後上海付近から高気圧が張り出してくるという気象状況であった (図 10)。このとき、大陸から汚染気塊が輸送されてきたものと考えられるが、前期の地球環境研究総合推進費 C-1 課題で明らかにした⁶⁾の低気圧通過の場合とことなり、

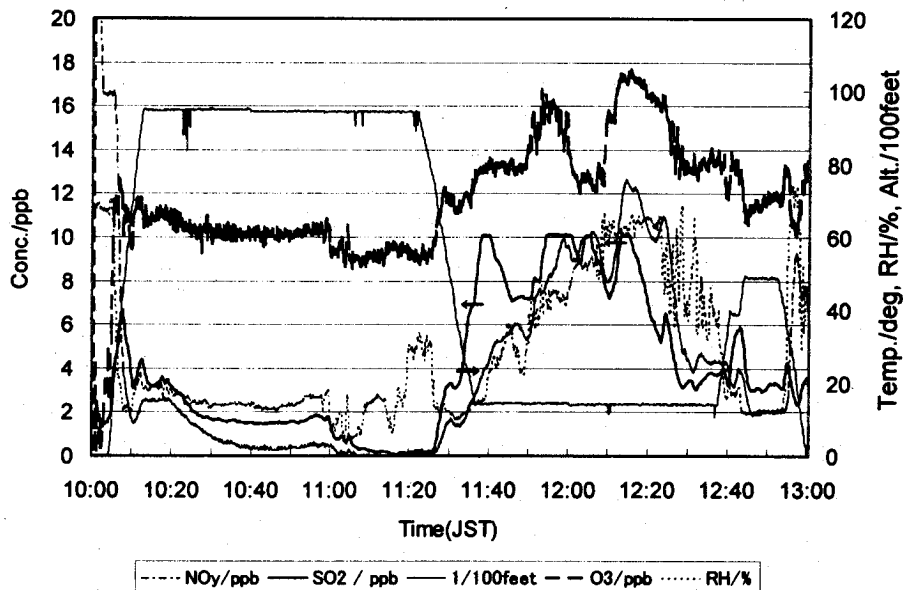


図 9 : 2001 年 3 月 21 日のガス状汚染物質分布

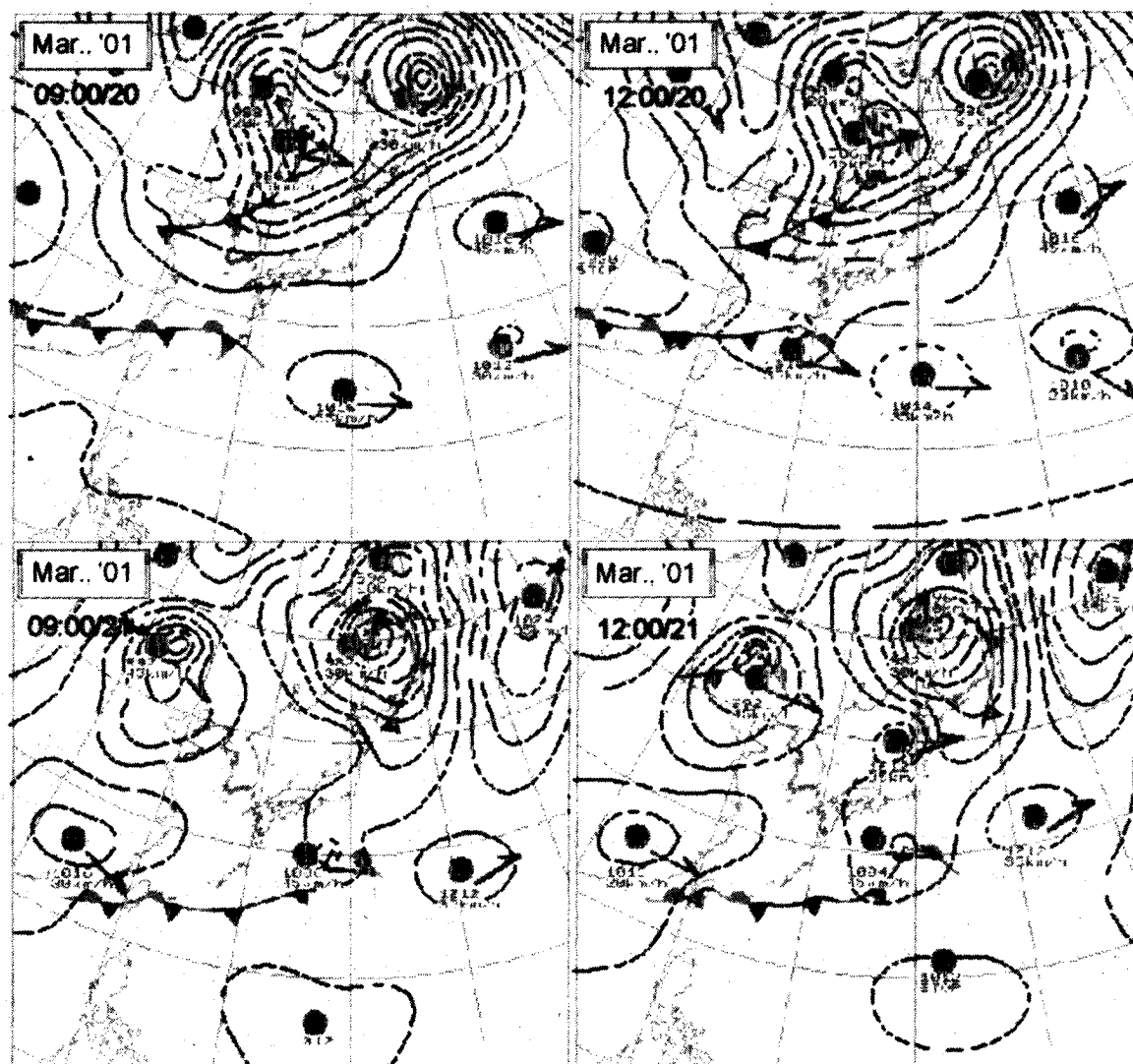


図 10 : 2001 年 3 月 20 日～21 日の気象の変化

上下の混合はあまり強くないため、低空でのみ高濃度が見られたものと考えられる。バックトラジェクトリー解析からも、低高度の 500m で捕らえられた気塊は上海付近でも非常に低い高度 (500~600m) を飛んできていることが見て取れる (図 11)。

また、このことはモデルによる計算でも裏付けられている。静岡大学の原教授らの計算によれば、当日の東シナ海には非常に低高度のところに SO_2 やオゾンに富んだ汚染気塊があり、約 3,000m の上空を飛行したときにはこの気塊に遭遇しないが、約 500m の低空を飛行したときには汚染気塊の中を通過することが示されている。

一方この日の粒子状物質の分布も興味深い。済州島の南方で大粒子の濃度が高く、九州付近では微小粒子の濃度が高い。 Ca^{2+} は前者に、 SO_4^{2-} は後者や SO_2 に一致した分布パターンを示すことから (図 12)、大粒子は主に黄砂で、微小粒子は主に人為起源の大気汚染物質からなっているものと考えられる。同一気流で輸送されると思われるが、上流 (砂漠・黄土地帯) で発生する黄砂

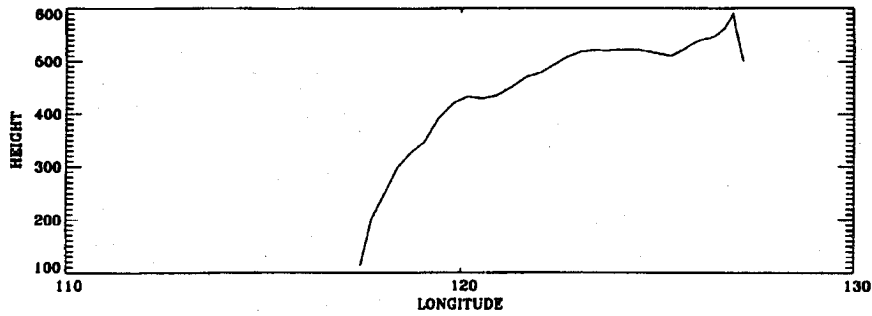


図 11 : 2001 年 3 月 21 日低空で捕らえられた気塊のバックトラジエクトリー

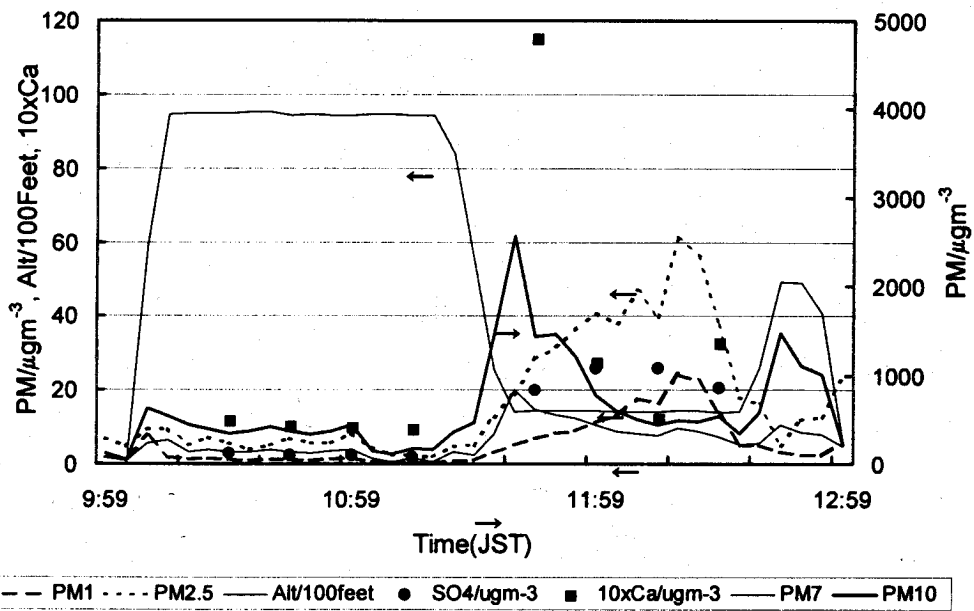
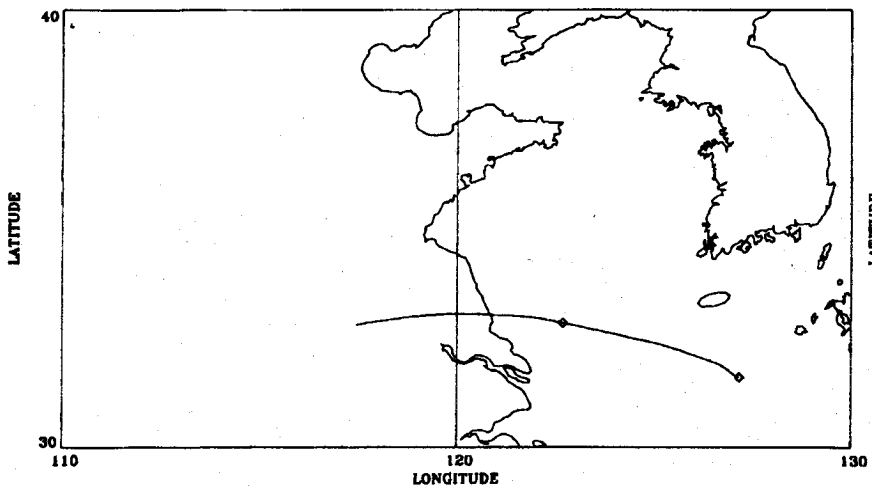


図 12 : 2001 年 3 月 21 日の粒子状汚染物質分布

と下流（上海周辺）で発生する大気汚染物質が時間差を持ってこの地域に到達したことを伺わせて興味深い。

なお、本観測は環境省地球環境局環境保全対策課の日本気象協会への委託事業として行われ、本研究グループが地球環境研究総合推進費C-1の研究の一部とすることとして観測に協力し、遂行されたものである。

(3) 中国における航空機観測

2002年3月の中国における航空機観測は数のルートに沿って行われた。

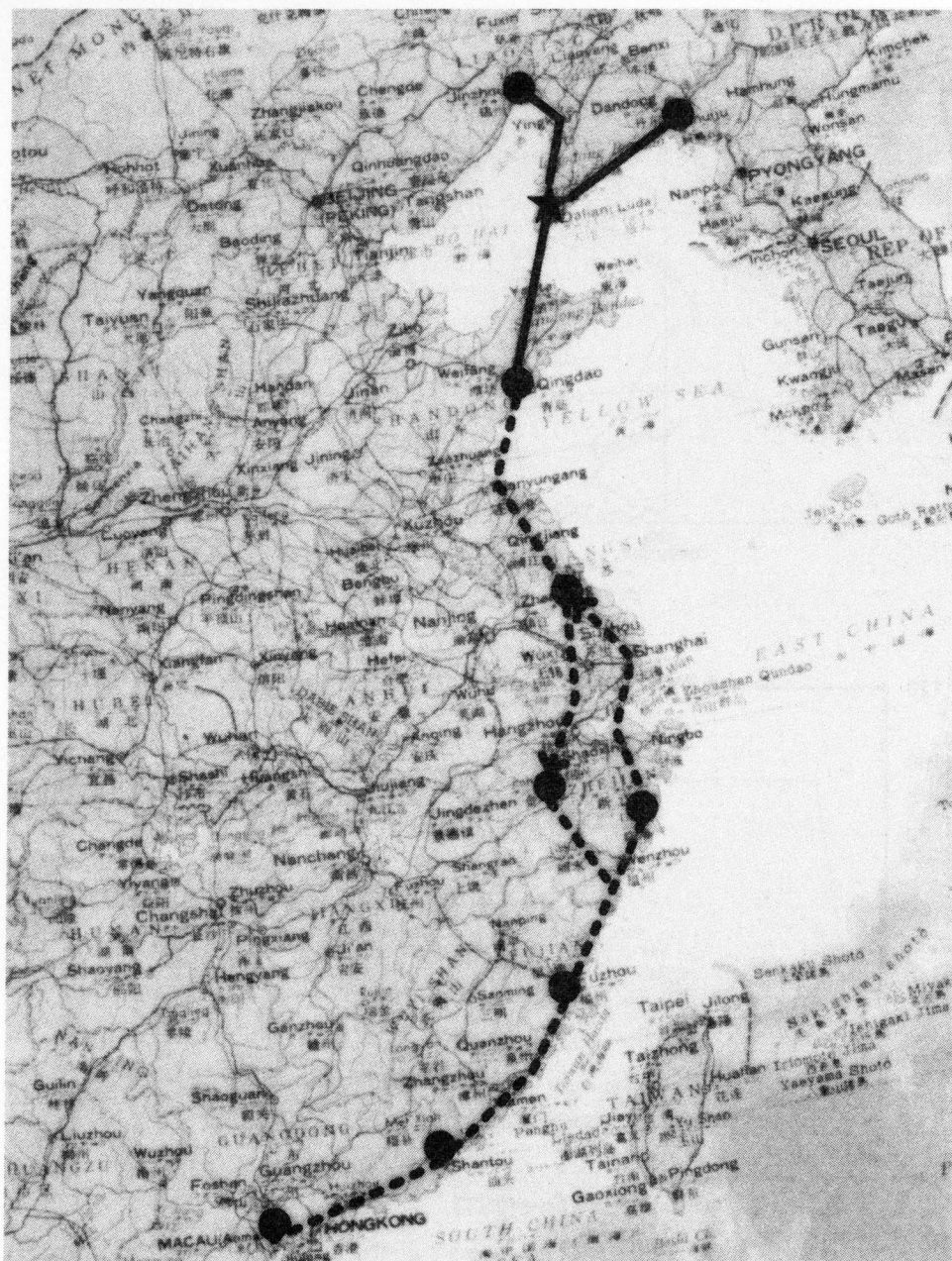


図 13 : 2002 年 3 月の航空機観測ルート。点線 : 回航、実線 : 主観測

2月上旬に飛行機の基地である珠海において測器の搭載を行い、中国の旧正月の期間を避け、3月1日に珠海を発って、中国の海岸線に沿ってフェリーフライトし、3月8日に大連瓦房店空港に到着した。ここを観測飛行の基地として、丹東へ2往復、青島に1往復、錦州に1往復の観測を行った。詳細な解析は現在も遂行中である。いくつか測定結果を示す。

図14は3月11日の丹東への2往復の観測で得られたガス状汚染質の濃度変化である。

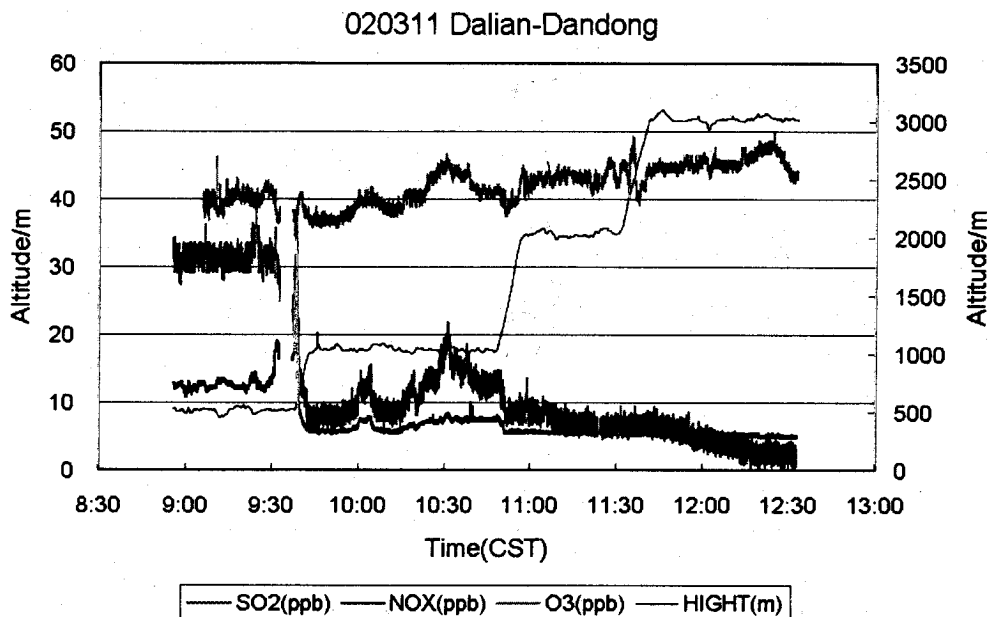


図14：2002年3月11日の航空機観測ルート。大連-丹東、2往復。

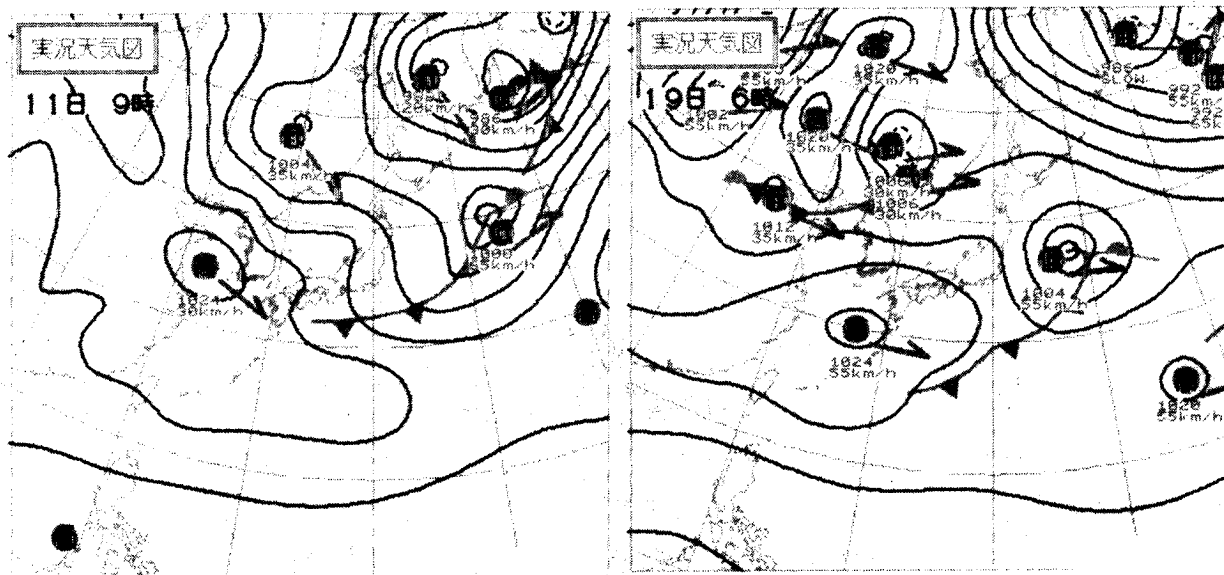


図15：2002年3月11日および19日の天気図。

この日は15図に示したように、観測領域は高気圧に覆われていたため、汚染気塊は低空に閉じこめられていたものと考えられる。実際 500m の飛行高度においては SO₂ が 30ppb 以上、NO_x も 10ppb 以上と高いが、上空では比較的低めになっている

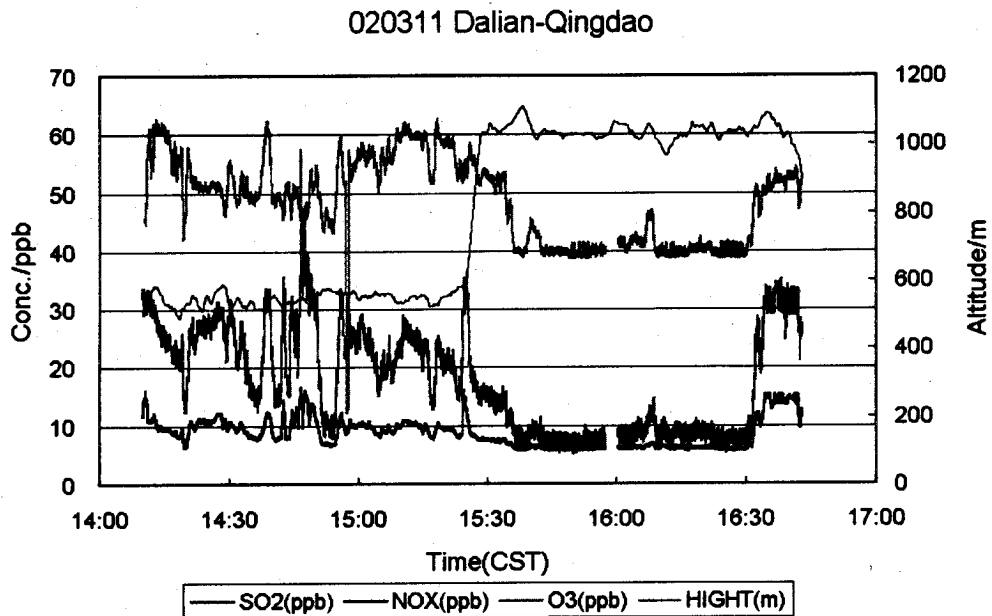


図 16 : 2002 年 3 月 11 日の航空機観測ルート。大連-青島、1 往復。

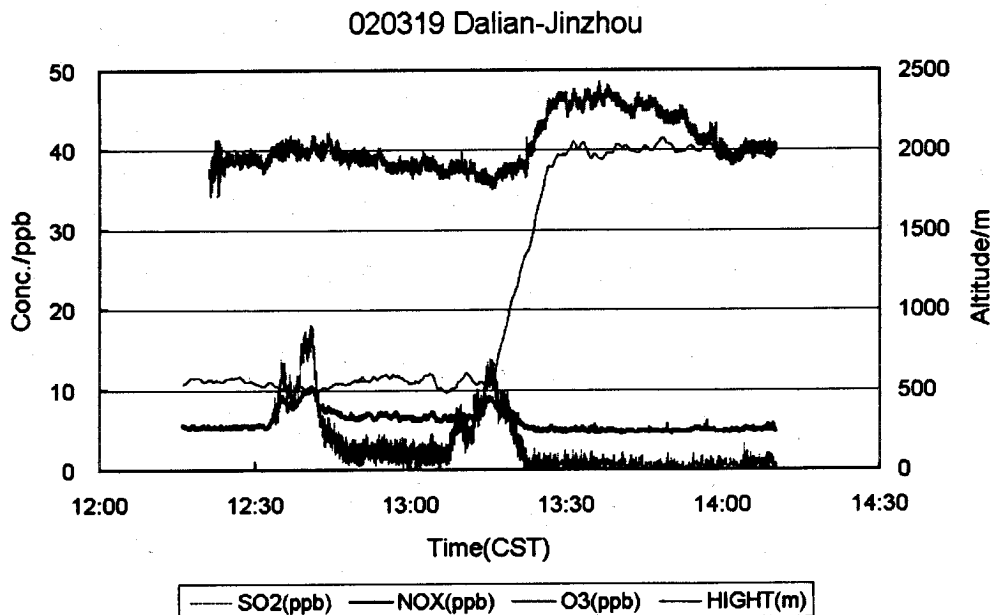


図 17 : 2002 年 3 月 19 日の航空機観測ルート。大連-錦州、1 往復。

この状況は同じ日の青島への観測飛行でも見られ、500m の高度では最高 60ppb に至る SO₂ が見られ NO_x も 10ppb 以上と高かったが、1000m ではいずれも比較的低い。

一方、錦州へのフライトのときは天気図も非常に複雑であり、より詳細な解析を必要とする。最高濃度は他の2回のフライトの時に比べると低い。

今後エアロゾルのデータ等を入手した上で、詳細に検討する予定である。

5. 本研究により得られた成果

酸性雨原因物質の大規模発生源である中国の東シナ海・黄海を取り囲む3地点で大気汚染物質の地上観測が行われた。その結果、広い地域をカバーする大規模な汚染気塊の移動が確認された。また東シナ海上空における観測で黄砂と大気汚染物質を同時に捉えその移動を明らかにできた。黄土地帯を発した黄砂と華中地域を発した人為起源の硫酸塩粒子は同じ気流に乗って、時間差を持って輸送されてきていたことが明らかになった。また、高気圧の下で汚染気塊が低空に閉じこめられていることが明らかとなった。

中国国内において国際共同研究として、初めて航空機観測を行った。大連を中心とした観測では、これまでの我が国周辺の観測では見られなかった高い濃度の SO₂ (最高 60ppb) が観測された。また高気圧の下では汚染気塊が低空に閉じこめられている状況が、前年度の東シナ海上空の観測と同様に観測された。

6. 参考文献

- 1) S. Hatakeyama, K. Murano, H. Bandow, F. Sakamaki, M. Yamato, S. Tanaka, and H. Akimoto: *J. Geophys. Res.*, **100**, 23143-23151 (1995).
" '91 PEACAMPOT Aircraft Observation of Ozone, NO_x, and SO₂ over the East China Sea, the Yellow Sea, and the Sea of Japan."
- 2) S. Hatakeyama, K. Murano, H. Mukai, F. Sakamaki, H. Bandow, I. Watanabe, M. Yamato, S. Tanaka, and H. Akimoto: *J. Aerosol Res. Jpn.*, **12**, 91-95 (1997).
"SO₂ and Sulfate Aerosols over the Seas between Japan and the Asian Continent."
- 3) Shiro Hatakeyama Eds.(CD-ROM): Data of IGAC/ APARE/PEACAMPOT Aircraft and Ground-based Observations ' 91-' 95 Collective Volume, CGER-D014(CD)-' 98, Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, 1998.
- 4) Shiro Hatakeyama Eds.(CD-ROM): Data of IGAC/APARE/PEACAMPOT II Aircraft and Ground-based Observations ' 96-' 98 Collective Volume, CGER-D026(CD)-2000, Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, 2000.
- 5) S. Hatakeyama, K. Murano, F. Sakamaki, H. Mukai, H. Bandow, and Y. Komazaki: *Water, Air, and Soil Pollution*, **130**, 373-378 (2001).
"Transport of Atmospheric Pollutants from East Asia"
- 6) S. Hatakeyama, I. Uno, K. Murano, H. Mukai, and H. Bandow: *J. Aerosol Res. Jpn.*, **17**, 39-42 (2002).
"Analysis of the Plume from Mt. Sakurajima and Kagoshima City by Aerial Observations of Atmospheric Pollutants and Model Studies -- The IGAC/APARE/PEACAMPOT Campaign over the East China Sea --"

[国際共同研究等の状況]

(1) IGAC/APARE プログラム

本研究は IGAC/APARE に認定された研究として IGAC/APARE 傘下に大規模な観測を行っている。平成 11 年 6 月にハワイ、平成 13 年 8 月には中国西寧において会合を開き、米国、韓国、中国、台湾、香港等の研究者と情報を交換した。

(2) 日中韓 3 カ国による長距離越境大気汚染 (LTP) に係るワーキンググループ

日中韓 3 カ国により長距離越境大気汚染に係るワーキンググループが作られ、モニタリングとモデリングのサブワーキンググループがその中に作られた。本研究は、このモニタリングサブワーキンググループの活動として、本研究と中国環境科学研究院との共同研究として進められた。また、平成 11 年 8 月 16 日～18 日、平成 12 年 8 月 22 日～24 日、平成 13 年 8 月 22 日～24 日にはソウルにおいて中国、韓国の研究者とワーキンググループおよびサブワーキンググループ会合を開いた。

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表 (学術誌・書籍)

① Shiro Hatakeyama: *IGACtivities*, No.20, 11-14 (2000)

"PEACAMPOT and PEACAMPOT II campaigns"

② Shiro Hatakeyama Eds.(CD-ROM): Data of IGAC/APARE/PEACAMPOT II Aircraft and Ground-based Observations '96-'98 Collective Volume, CGER-D026(CD)-2000, Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, 2000.

③ 畠山史郎: 日本の地球大気化学研究 1989-1999、地球科学技術フォーラム (2000)

「東アジアにおける酸性物質の輸送と分布」

④ 畠山史郎: 日本の地球大気化学研究 1989-1999、地球科学技術フォーラム (2000)

「アジアに発して世界に広がる大気汚染物質の動きをとらえる」

⑤ I. Uno, E.-S. Jang, T. Shimohara, O. Oishi, A. Utsunomiya, S. Hatakeyama, K. Murano, X. Tang, and Y. P. Kim: *Global Environ. Res.*, 4, 3-12 (2000).

"Wintertime Intermittent Transboundary Air Pollution over East Asia Simulated by a Long-Range Transport Model"

⑥ K. Murano, H. Mukai, S. Hatakeyama, E.S. Jang, and I. Uno: *Atmos. Environ.*, 34, 5139-5149 (2000).

"Trans-boundary air pollution over remote islands in Japan: observed data and estimates from a numerical model"

⑦ 前田淳, 坂東博, 渡辺征夫, 駒崎雄一, 村野健太郎, 畠山史郎: 大気環境学会誌, 36, 22-28 (2001).

「冬季の東シナ海上空大気中の peroxyacetyl nitrate (PAN) および全窒素酸化物濃度」

⑧ 畠山史郎: エアロゾル研究, 16, 5-7 (2001).

「東アジアにおける大気エアロゾル国際共同研究の展望」

⑨ S. Hatakeyama, K. Murano, F. Sakamaki, H. Mukai, H. Bandow, and Y. Komazaki: *Water, Air, and Soil Pollution*, 130, 373-378 (2001).

"Transport of Atmospheric Pollutants from East Asia"

- ⑩S. Hatakeyama, I. Uno, K. Murano, H. Mukai, and H. Bandow: *J. Aerosol Res. Jpn.*, **17**, 39-42 (2002).
"Analysis of the Plume from Mt. Sakurajima and Kagoshima City by Aerial Observations of Atmospheric Pollutants and Model Studies -- The IGAC/APARE/PEACAMPOT Campaign over the East China Sea --"

(2) 口頭発表

- ① 畠山史郎：地球科学技術フォーラム大気組成変動グループワークショップ(1999)
「東アジア地域からの大気汚染物質の輸送と変質」
- ② 畠山史郎、村野健太郎、酒巻史郎、向井人史、坂東博、駒崎雄一、下原孝章、大石興弘、釜谷剛：第40回大気環境学会(1999)、「IGAC 調査(1) ——1998年度調査の概要」
- ③ 畠山史郎、村野健太郎、酒巻史郎、向井人史、坂東博、駒崎雄一：第40回大気環境学会(1999)、「IGAC 調査(2) ——1998年度の観測におけるSO₂およびエアロゾル」
- ④ 坂東博、前田淳、渡辺征夫、駒崎雄一、酒巻史郎、村野健太郎、畠山史郎：第40回大気環境学会(1999)、「IGAC 調査(3) ——窒素酸化物、PAN濃度からみた東シナ海海洋上の高濃度汚染大気の特徴」
- ⑤ 酒巻史郎、畠山史郎、村野健太郎：第40回大気環境学会(1999)、「IGAC 調査(4) 1999年2月時の長崎県福江島及びその周辺海上での軽炭化水素」
- ⑥ 畠山史郎、村野健太郎、唐孝炎：第40回大気環境学会(1999)、「IGAC 調査(6) ——1997年1月の中国青島におけるガス、およびエアロゾル観測データ」
- ⑦ 北田敏広、西沢匡人、畠山史郎：第40回大気環境学会(1999)、「東アジアにおける酸性物質広域沈着量の春季/秋季シミュレーションー国立環境研究所説大気測定網データとの比較ー」
- ⑧ Shiro Hatakeyama: The Joint Workshop of the 9th APARE / ACE-Asia SSC in Tokyo (2000)
"Ground-base observations operated by NIES in Japan"
- ⑨ Shiro Hatakeyama, K. Murano, F. Sakamaki, H. Mukai, H. Bandow, Y. Komazaki: 2000 Western Pacific Geophysics Meeting (2000)
"Aerial observation of air pollutants transported from East Asia"
- ⑩ 畠山史郎、王偉、湯大綱：第41回大気環境学会 (2000)
「黄海・東シナ海を囲む中国の3地点における大気汚染物質の地上観測」
- ⑪ 大石興弘、下原孝章、鶴野伊津志、畠山史郎、村野健太郎：第41回大気環境学会 (2000)
「エアロゾル中の硫酸イオン濃度と気圧配置ー季節変動及び高濃度時の解析ー」
- ⑫ S. Hatakeyama, K. Murano, F. Sakamaki, H. Mukai, H. Bandow, and Y. Komazaki: Acid rain 2000 (6th International Conference on Acidic Deposition) (2000)
"Transport of Atmospheric Pollutants from East Asia"
- ⑬ T. Shimohara, O. Oishi, T. Sakurai, S. Niiya, T. Kamaya, H. Mukai, S. Hatakeyama, I. Uno, and K. Murano: Acid rain 2000 (6th International Conference on Acidic Deposition) (2000)
"Properties of Gaseous and Particulate Matters at Two Sites of Northern Kyushu in Japan - Origin of Acidic Substances in Summer and Winter -"

- ⑭ 畠山史郎：第2回大気放射セミナー (2001)
「領域スケールのエアロゾルの輸送と変質」
- ⑮ Shiro Hatakeyama：2nd APEX International Workshop (2001)
"Long range transport of gas and aerosol in Asia"
- ⑯ 畠山史郎：東アジアにおけるオゾン・酸性物質汚染シンポジウム－最先端技術による大気化学観測と解析－ (2001)
「航空機観測でとらえた東アジアからの長距離越境大気汚染」
- ⑰ 畠山史郎、高見昭憲、酒巻史郎、菅田誠治、坂東博、大和政彦：第7回大気化学討論会 (2001)
「2001年3月東シナ海上空における航空機観測によるSO₂とエアロゾル (速報)」
- ⑱ 高見昭憲、菅田誠治、酒巻史郎、大和政彦、坂東博、畠山史郎：第18回エアロゾル科学・技術研究討論会 (2001)
「東シナ海上空でのガスとエアロゾルの航空機観測」
- ⑲ Shiro Hatakeyama: The 10th IGAC-APARE Workshop (2001)
Aerial observations of highly polluted air mass transported from the East Asia following a high/low pressure system
- ⑳ S. Hatakeyama, A. Takami, F. Sakamaki, H. Mukai, S. Sugata, H. Bandow, and M. Yamato: The 1st Joint Workshop on the Long-range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia (2001).
Aerial observatin of air pollutants and yellow sand dust during March 19-22 over the Yellow Sea
- 21) S. Hatakeyama: APEX Workshop (2001)
"Distribution and transport of SO₂ and aerosols over the East China Sea in the period of 19-22 March 2001
- 22) 畠山史郎：第11回全国酸性雨調査研究連絡会議 (2001)
「航空機による東アジアからの酸性雨原因物質の移流」
- 23) 畠山史郎、高見昭憲、酒巻史郎、向井人史、菅田誠治、坂東博、大和政彦：第42回大気環境学会(2001)
「東シナ海上空での黄砂と大規模大気汚染の観測」
- 24) 畠山史郎：第42回大気環境学会 (2001)
「東アジアにおける酸性化・広域大気汚染」
- 25) Shiro Hatakeyama: Symposium on Atmospheric Composition Change (2001).
"Transport of air pollutants from East Asia -- results of aircraft observations"
- 25) 畠山史郎、高見昭憲、王偉：日本化学会第81春季年会 (2002)
「中国沿岸3地点における大気汚染物質の冬季地上観測」
- 27) 畠山史郎、高見昭憲、王偉：第19回エアロゾル科学・技術研究討論会 (2002) (発表予定)
「中国における大気汚染物質・エアロゾルの航空機観測」
- 28) 畠山史郎、高見昭憲、若松伸司、王瑋：第43回大気環境学会 (2002) (発表予定)
「中国における大気汚染物質の航空機観測」
- 29) 畠山史郎：平成14年度国立環境研究所公開シンポジウム (2002) (発表予定)
「東アジアからの越境大気汚染－2つの大規模汚染パターン－」

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

環境 goo、環境ナビゲーター、第 2 回「酸性雨と越境大気汚染」

http://eco.goo.ne.jp/bn/index_navi.html

(6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について

日中韓 3 カ国長距離越境大気汚染に関するワーキンググループの活動の一環として、本研究の成果が我が国におけるモニタリングアクティビティーの一部として報告され、Annual Report (韓国環境科学研究院 LTP 事務局発行、平成 14 年 2 月) の 22~24 ページに観測結果が報告されている。