

2. 綾里, 乗鞍岳, 南鳥島, 父島における大気中の SO_2 , NO_2 , NO , CO , O_3 濃度について

川村 清*, 伏見克彦*

2.1 はじめに

都市大気中の SO_2 , NO_2 , NO , CO については数多くの研究があり, その濃度は場所によってことなるが, それぞれ $20 \sim 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $20 \sim 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $20 \sim 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $1 \sim 5 \text{ ppm}$ の範囲にある。大陸から遠く離れた海洋大気中濃度の研究例はきわめて少いが, 都市域における濃度の $1/20 \sim 1/100$ の値が報告されている (Georgii, 1970, Lodge et al., 1960, その他)。

著者らは大気中の微量 SO_2 , NO_x および CO の自動測定器を開発し (第1部第1章参照), これら測定器を用いた観測を, 1974年から1976年にかけて, 地域観測所の綾里, 日本アルプスの乗鞍岳山頂, 南方洋上の基準観測所候補地, 南鳥島, 父島において実施したので, その結果について報告する。

2.2 観測方法と観測地点

観測に使用した測定装置および測定法は次の通りである。

SO_2 自動測定器 (前述), および通常の方法 (EPA (U.S.), 1971 の変法)

NO_x 自動測定器 (前述), および通常の方法 (EPA (U.S.), 1973 の変法)

CO 自動測定器 (前述)

O_3 自動測定器 Dasibi 社製 1003-AH 型

観測場所を図 2.1 に, また各観測場所の位置, 標高, 観測期間および項目を表 2.1 にまとめた。

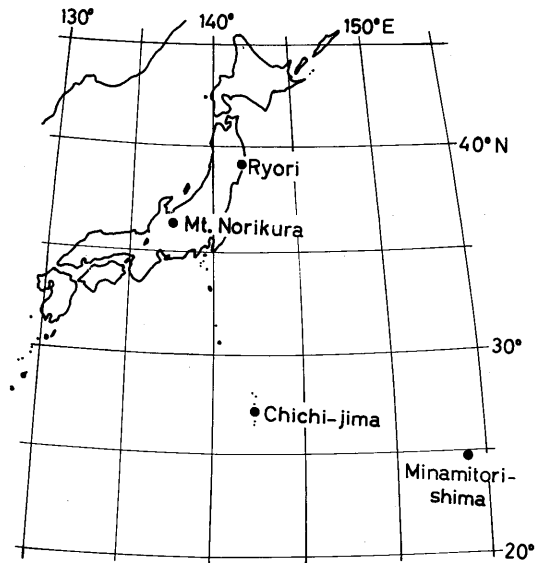


図 2.1 観 測 場 所

* 地球化学研究部

表 2.1 観測場所, 位置, 標高, 観測期間および項目

観測場所	位 置		標 高 (m)	期 間	項 目*
	N	E			
岩手県綾里	39°02'	141°50'	260	3月26日～30日 (1974)	SO ₂ , NO ₂
乗鞍岳	36°06'	137°33'	2,770	10月3日～10日 (1976)	NO _x , CO, O ₃
南鳥島	24°18'	153°58'	17	7月26日～8月9日 (1975)	SO ₂ , NO _x , NO ₂ , CO
父島	27°06'	142°11'	160	11月2日～12日 (1976)	SO ₂ , SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃

* アンダーラインした項目は自動測定器を用いずに測定したことを示す。

2.3 結 果

(1) 綾里における観測結果

1974年3月26日から30日まで, 岩手県綾里において大気SO₂とNO₂の連続観測を行った。その結果を図2.2に, そのまとめを表2.2に示す。図2.2から明らかなように, NO₂, SO₂はEおよびS-

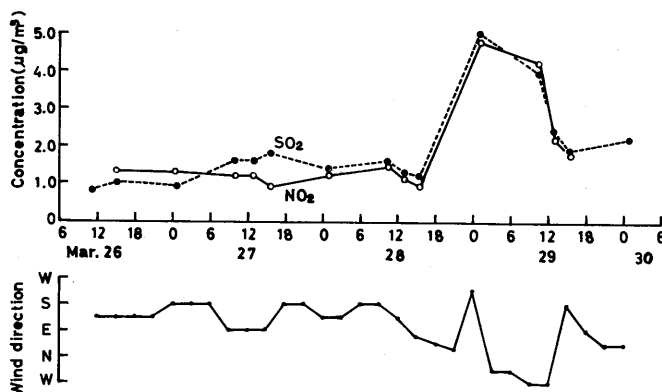


図 2.2 岩手県綾里における大気SO₂, NO₂濃度および風向の日変化(1974)

表 2.2 綾里, 乗鞍岳, 南鳥島および父島における観測結果のまとめ

観測地点	成分	濃度範囲	平均濃度	文 献 値
綾 里	SO ₂	0.8 ~ 5.0 μg/m ³	1.9 ± 1.2 μg/m ³	
	NO ₂	0.9 ~ 4.8 "	1.8 ± 1.3 "	
乗鞍岳	NO ₂	0.9 ~ 7.2 "	1.8 ± 0.6 μg/m ³	1.5 ~ 3.1 μg/m ³ (Junge, 1957, Georgii, 1960) 0.18 ppm (Seiler, 1974)
	NO	0.4 ~ 2.1 "	0.8 ± 0.4 "	
	CO	0.07 ~ 0.27 ppm	0.13 ± 0.04 ppm	
南鳥島	SO ₂	0.6 ~ 0.8 μg/m ³	0.7 ± 0.1 μg/m ³	< 3 μg/m ³ (Lodge et al., 1960) < 2 μg/m ³ (Lodge et al., 1960) 1.2 μg/m ³ (川村, 1971) 0.13 ppm (Seiler, 1974)
	NO ₂	0.6 ~ 3.2 "	1.2 ± 0.5 "	
	NO	0.3 ~ 1.4 "	0.6 ± 0.2 "	
	CO	0.10 ~ 0.19 ppm	0.15 ± 0.03 ppm	
父 島	SO ₂	0.4 ~ 1.2 μg/m ³	0.6 ± 0.2 μg/m ³	
	CO	0.06 ~ 0.12 ppm	0.08 ± 0.02 ppm	

成分の風のときは濃度が低く $1 \sim 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 平均濃度はそれぞれ $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となる。これらの値は後述する南鳥島, 父島で得られた値とあまり差がない。しかし, NおよびW-成分の風が卓越すると, NO_2 , SO_2 ともに濃度は高く $4 \sim 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の値を示す。これは東に太平洋をもつ綾里の地理的, 地形的条件の影響であろう。

(2) 乗鞍岳山頂付近における観測結果

1976年10月3日から10日まで, 東京大学乗鞍岳宇宙線観測所において大気 NO_x , COおよび O_3 の連続観測を行った。その観測結果を図2.3に, またそのまとめを表2.2に示す。 NO_2 については従来の報告値の $1.5 \sim 3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Junge, 1957, Georgii, 1960), COについてはSeiler(1974)の緯度および高度分布に関する研究があり, 乗鞍岳の位置での約0.18 ppmとほぼ等しい値である。山岳大気のNO濃度については比較する観測値がない。図2.3にみられるように, 低気圧域で O_3 濃度は低く, NO_x およびCOは反対に高くなる傾向にある。しかし, 10月4日から5日にかけての NO_x のピークとCOのそれとの出現時刻に不一致があるが, 原因については不明である。

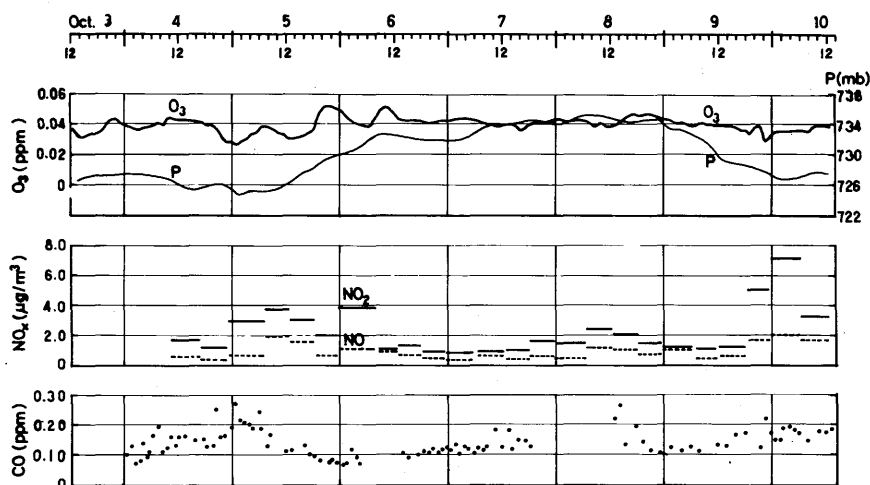


図2.3 乗鞍岳における大気 NO_x , CO および O_3 濃度の日変化(1976)

(3) 南鳥島における観測結果

南鳥島では夏のあいだE-成分の風が卓越するので, 大気 SO_2 , NO_x およびCOの観測は発電施設の風上にあたる気象観測所で実施した。自動測定器で得られた NO_x およびCOの観測結果を図2.4に示す。南鳥島では NO_x 自動測定器に使用している捕集液の NO_2 転換係数を決めるため, 7月29日から8月5日まで自動測定器を用いない方法を併用して NO_2 測定を行った。この測定値も図2.4に点線で示す。図からわかるように自動測定器による値とよく一致している。自動測定器とそれ以外の方法により同時測定した期間中のこれら平均濃度はともに $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ である。 NO_2 , NO およびCO濃度には日変化がみられ, 一般に日中12時前後に最大値をとる。南鳥島ではさらに8月6日から11日まで, 自動測定器を用いずに SO_2 の連続測定を実施した。

これら測定値の濃度範囲と平均値を表2.2に示す。NOの大気バックグラウンド値は、観測例がほとんどないが、南鳥島における濃度はRobinson and Robbins (1970)の大陸以外の地域(海洋)における推定値 $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の2倍に相当する。NO₂については、ハワイで $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Junge, 1957), 北太平洋東部海域で $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下 (Lodge et al., 1960), 北太平洋西部海域で $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (川村, 1971) の値が得られており、南鳥島での値は北太平洋西部海域でのそれとほぼ一致する。COについては、Seiler (1974) による緯度分布の研究から、南鳥島の緯度における平均濃度として 0.13ppm が得られており、南鳥島での平均濃度 0.15ppm とほぼ一致する。

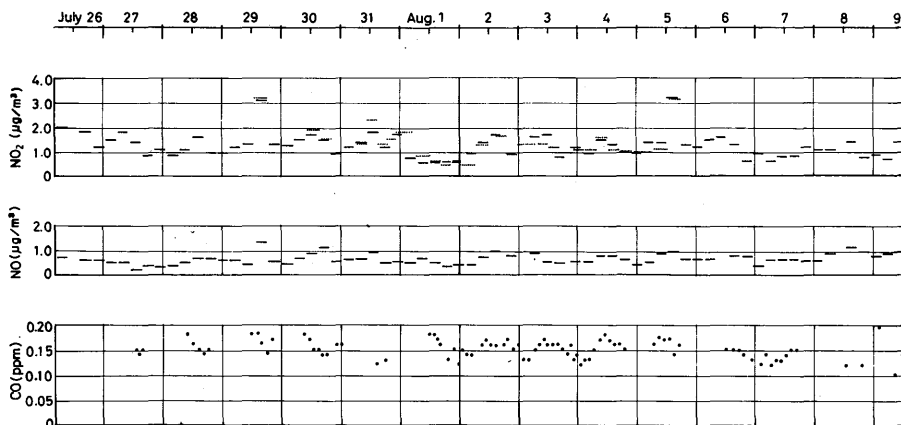


図2.4 南鳥島における大気NO_xおよびCO濃度の日変化(1975)

図中の実線および点線で示すNO₂濃度はそれぞれ自動測定器および通常の測定法による

(4) 父島における観測結果

1976年11月2日から12日まで、父島の三日月山頂でSO₂、COおよびO₃の連続観測を行った。その観測結果を図2.5に示す。またSO₂およびCOの観測値の濃度範囲と平均値を表2.2に示す。また

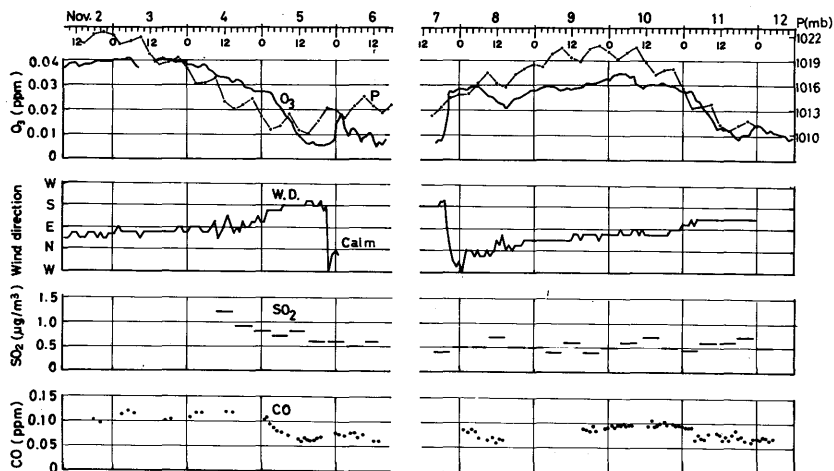


図2.5 父島固定点における大気SO₂、COおよびO₃濃度の日変化(1976)

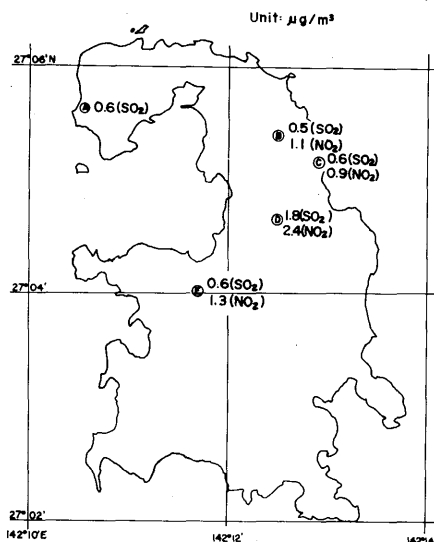


図2.6 父島島内4地点における大気SO₂およびNO₂濃度(1976年11月3日~9日)

A:三日月山頂(固定点), B:日本電信電話公社小笠原父島夜明山送信所, C:海上自衛隊父島夜明山送信所, D:宇宙開発事業団打上管制部小笠原追跡所, E:東京都小笠原支庁並熱帯農業センター

同時に、11月3日から9日まで三日月山頂以外の4地点でSO₂およびNO₂を観測した。

図2.6に示した各観測点における値は2~4回の観測の平均値であり、DにおけるSO₂およびNO₂の高い値は観測点付近の施設の排気の影響によるものと考えられる。

11月2日から4日9時まで、父島は日本本土と同じ高気圧の圏内にあった。CO濃度がこの期間中高い値を示したのは、日本本土の影響を受けたためと判断される。父島は5日から台風22号の影響を受け、中心は7日鳥島付近を東北東に向け通過した。台風通過に伴いO₃、SO₂、CO濃度はすべて低下したが、特にO₃の場合が顕著であった。7日16時に観測が再開されてから2時間後、風向がSから

NWに変化すると同時にO₃濃度は0.007 ppmから0.028 ppmに急増し、気団の交替したことを示唆する。11日~12日父島は再び低気圧圏内に入り、O₃およびCO濃度は低下した。父島のCO平均濃度0.08 ppmは南鳥島における0.15 ppm、また父島の緯度における平均濃度0.13 ppm (Seiler, 1974)よりも低い。これは観測期間中に襲来した台風や低気圧により、CO濃度の低い低緯度地帯の大気の影響を受けたために、父島の大気中のCO濃度が減少したことがその一原因として考えられる。

(5) まとめ

本研究によって観測された大気SO₂のバックグラウンド値を文献値とともに図2.7に示す。スキャンジ

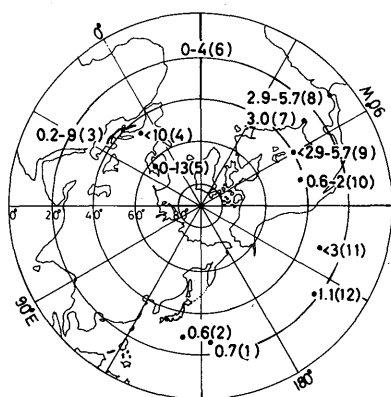


図2.7 北半球で得られた大気SO₂のバックグラウンド濃度

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| (1) Minamitori-shima | Present Work |
| (2) Chichi-jima | Present Work |
| (3) Mediterranean Sea | Cuong et al.(1974) |
| (4) St. Moritz | Georgii(1960) |
| (5) Offer | Egner and Eriksson(1955) |
| (6) Atlantic Ocean | Georgii(1970) |
| (7) Florida | Junge(1956) |
| (8) Panama | Lodge and Pate(1966) |
| (9) Illinois and Missouri | Breeding et al.(1973) |
| (10) Colorado | Georgii(1970) |
| (11) Pacific Ocean | Lodge et al.(1960) |
| (12) Hawaii | Junge(1957) |

ナビア半島では多くの観測点で月間のイオウ酸化物試料の測定が長いあいだ実施された(Egner and Eriksson, 1955)。図 2.7 には観測点の一つ, Offer での値を示した。SO₂は一般に天然および人為的発生源を持つ大陸上で高く、海洋上で低い。南鳥島および父島における値は、北大西洋上の値 (Georgii, 1970) とよく一致している。

本研究ならびに他の研究者により北半球で観測された大気NO₂ のバックグラウンド濃度を図 2.8 に示す。南鳥島および父島でえた値 1.1~1.2 μg/m³ は北太平洋西部海域の値 1.2 μg/m³ (川村, 1971) と一致するが、ハワイでの測定値 2.9 μg/m³ (Junge, 1957) より低い。

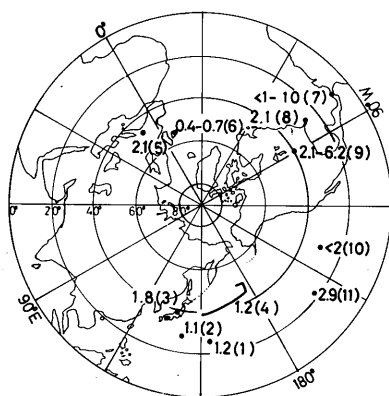


図 2.8 北半球で得られた大気NO₂ のバックグラウンド濃度

(1) Minamitori-shima	Present work
(2) Chichi-Jima	Present work
(3) Mt. Norikura	Present work
(4) Pacific Ocean	川 村(1971)
(5) St. Moritz	Georgii(1960)
(6) Ireland	O'Connor(1962)
(7) Panama	Lodge and Pate(1966)
(8) Florida	Junge(1956)
(9) Illinois and Missouri	Breeding et al.(1973)
(10) Pacific Ocean	Lodge et al.(1960)
(11) Hawaii	Junge(1957)

参 考 文 献

- Breeding, R.J., J.P. Lodge, Jr., J.B. Pate, D.C. Sheesley, H.B. Klonis, B. Fogle, J.A. Anderson, T.R. Englert, P.L. Haagenson, R.B. McBeth, A.L. Morris, R. Pogue and A.F. Wartburg, 1973: Background trace gas concentrations in the central United States. *J. Geophys. Res.*, 78, 7057-7064.
- Cuong, N.B., B. Bonsang and G. Lambert, 1974: The atmospheric concentration of sulfur dioxide and sulfate aerosols over antarctic, subantarctic areas and oceans. *Tellus*, 26, 241-248.
- Egner, H. and E. Eriksson, 1955: Current data on the chemical composition of air and precipitation. *Tellus*, 7, 134-139.
- E.P.A. (U.S.), 1971: Reference method for the determination of sulfur dioxide in the atmosphere (Pararosaniline method). *Federal Register (U.S.)*, 36, No.84, Pt. II, 8187.

- E.P.A. (U.S.), 1973: Tentative candidate method for the determination of nitrogen dioxide in the atmosphere. Federal Register (U.S.), 38, 15175.
- Georgii, H.W., 1960: Untersuchungen über atmosphärische Spurenstoffe und ihre Bedeutung für die Chemie der Niederschläge. Geofis. pura e appl., 47, 155-171.
- Georgii, H.W., 1970: Contribution to the atmospheric sulfur budget. J. Geophys. Res., 75, 2365-3271.
- Junge, C.E., 1956: Recent investigations in air chemistry. Tellus, 8, 127-139.
- Junge, C.E., 1957: Chemical analysis of aerosol particles and of gas traces on the island of Hawaii. Tellus, 9, 528-537.
- Lodge, J.P., Jr., A.J. MacDonald and E. Vihman, 1960: A study of the composition of marine atmosphere. Tellus, 12, 184-187.
- Lodge, J.P., Jr., and J.B. Pate, 1966: Atmospheric gases and particulates in Panama. Science, 153, 408-410.
- O'Connor, T.C., 1962: Atmospheric condensation nuclei and trace gases, final report, contract DA-91-591-EUC-2126, Dep. of Phys., Univ. College, Galway, Ireland.
- Robinson, E. and R.C. Robbins, 1970: Gaseous nitrogen compound pollutants from urban and natural sources. J. Air Pollut. Contr. Assoc., 20, 303-306.
- Seiler, W., 1974: The cycle of atmospheric CO. Tellus, 26, 116-134.
- 川村 清, 1971: 対流圏の汚染. 気象研究ノート, No.107, 220-237.