

資料

神奈川県上空大気中における温室効果ガスとしての二酸化炭素濃度の測定

相原敬次, 阿相敏明, 鈴木正明, 片桐佳典, 藤沼康実*
(大気環境部, *国立環境研究所)

Technical Paper

Airborne Measurement of Carbon dioxide as Greenhouse gases over Kanagawa prefecture area

Keiji AIHARA, Toshiaki ASO, Masaaki SUZUKI, Yoshinori KATAGIRI, Yasumi FUJINUMA*
(Air Quality Division, *National Institute for Environmental Studies)

キーワード：二酸化炭素、温室効果ガス、航空機観測、神奈川県

1. まえがき

温室効果ガス (GHGs) による環境問題は、現在最も関心のもたれている課題の一つである。GHGs の主役である二酸化炭素 (CO₂) に関する調査研究、議論も多くなされている。

神奈川県においても 1982 年に中沢ら¹⁾ が県内の平面分布調査を実施し、CO₂ の環境濃度に及ぼす化石燃料の影響が大きいことを指摘している。また 1990 年からは、鈴木²⁾ が県内での年間のモニタリングを実施し、川崎 (1990 年 6 月～1991 年 3 月) で年平均値 389ppm、最高値 504ppm、最低値 345ppm および平塚 (1991 年 5 月～1992 年 4 月) での年平均値 381ppm、最高値 440ppm、最低値 350ppm の結果を得ている。さらに 1992 年には航空機を用いた県内における GHGs の測定を実施し、CO₂ 濃度は直接的な地上発生源の影響があることを認めている³⁾。

1997 年の京都会議では CO₂ 削減算定方法のひとつとしてネットアプローチ方式が採用され、森林による吸収の寄与が考慮されることとなった。この課題は地球レベルであるものの、排出量抑制やモニタリングについては、人間活動が行われている地域レベルでの問題でもある。神奈川県は、都市域から海岸域、山間域までと様々な地域の特徴を備えており、局所的にみると CO₂ 濃度は、時間スケールで変動 (日変化、季節変化) している。CO₂ 発生量と環境濃度の関係を把握するためには、大気圏、植物圏、海洋等での循環について検討していく必要がある。このため神奈川県地域での立体的な GHGs の動態に関して基礎的データを取得するため、航空機による調査を実施した。

2. 方法

2.1 調査日時

平成 10 年 3 月 17 日 午後 2 時～午後 3 時 10 分

2.2 調査飛行コースおよび調査地点

調査飛行コースおよび調査地点を図 1 に示した。横浜市金沢 (ヘリポート) から横浜港、鶴見、町田、相模原、相模湖、厚木、平塚海岸、江ノ島、三浦、横浜市金沢の順に高度 300m～600m で飛行し、水平分布の測定を実施した。なお、都市域である横浜港、山間域である相模湖、海岸域である三浦の 3 地点で上昇可能な高度までスパイラル飛行による垂直分布の測定を実施した。

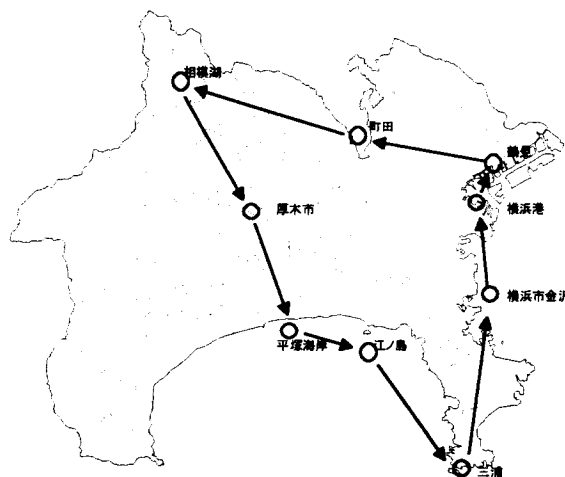


図 1 調査飛行コース

2.3 調査測定項目および方法、機種名

調査測定項目および方法、機種名を表 1 に示した。CO₂ 濃度、窒素酸化物濃度、オゾン濃度、気圧、気温、湿度とも連続測定を実施し、10 秒毎に測定値をデータロガーに記録した。測定高度については、気圧、気温の値より測高公式にしたがって求めた。

表 1 調査測定項目および方法

調査測定項目	方法および機種等
二酸化炭素濃度	気圧補正型CO ₂ /H ₂ Oアナライザー LI-COR社製 Model LI-6262
窒素酸化物濃度	化学発光式窒素酸化物連続測定器 ; MONITOR LABS社製 Model 8840
オゾン濃度	紫外線吸収方式オゾン濃度連続測定器 ; Dasibi社製 Model 1006-AHJ
気温・湿度	温湿度変換器; SHINYEY社製 TYPE THT-A162
気圧	圧力トランスデューサー ; Setra社製 Model 270
データロガー	デジタルレコーダー ; TEAC社製 Model DR-F2a

3. 調査結果および考察

3.1 調査日の気象の状況

調査日の気象の状況は、大陸と日本海に中心をもった移動性の高気圧があり、本州付近は全体的にはおだやかな天気ではあった。鶴見、平塚における風の状況をみると表2に示すように、夜中から朝方にかけては北西系の風が安定して吹いていた。しかし、鶴見では、11時から15時、また平塚では、10時から13時の時刻に南系の風に変化していた。神奈川県下では、北日本にあった上層の寒気の影響を受け、昼頃を中心に小さな前線が通過して大気が一時的に不安定になり雲が発生し、ところにより弱い降水が認められた。

表2 鶴見、平塚における風向、風速の時間経過

地点 時刻	鶴見*		平塚**	
	風向	風速(m/s)	風向	風速(m/s)
6:00	NNW	3.4	N	8.7
7:00	NW	4.2	N	7.5
8:00	NNW	2.9	N	4.6
9:00	NNE	1.1	NNE	1.9
10:00	ENE	1.1	SSW	4.6
11:00	SSE	4.3	S	5.4
12:00	SE	2.7	S	6.0
13:00	ESE	4.3	S	4.2
14:00	SE	0.6	ENE	3.2
15:00	SE	2.1	E	2.8
16:00	ENE	7.1	ENE	4.2
17:00	NE	8.3	N	12.5
18:00	NE	8.5	N	15.6

*鶴見：TVKタワー、標高140m

**平塚：湘南平 TVKタワー、標高237m

3.2 水平分布測定結果

水平分布によるCO₂濃度の測定結果は、図2に示すように、横浜市金沢から鶴見までが約390ppm、鶴見付近が約410ppm、町田付近が約390ppm、相模湖付近が約385ppm、平塚海岸付近が約380ppm、江ノ島付近が約385ppm、三浦付近が約375ppmであった。地域別にみると、鶴見から町田にかけての県の東北部で濃度が高い状況が認められ、県内の地域間で濃度差のある分布の特徴がとらえられた。今回の結果と1992年1月に測定した結果³⁾と比較すると、県の東北部地域ではその他の地域と比較して濃度の高い傾向は同様であった。また濃度のレベルでは今回の結果が全体的に10～30ppm程度高かった。

窒素酸化物濃度およびオゾン濃度の測定結果を図3に示した。窒素酸化物濃度の分布は、鶴見付近から町田付近までは60ppb～70ppb、町田から濃度が下がりはじめ相模湖付近で約30ppb、平塚海岸付近で約20ppb、江ノ島付近で約30ppb、三浦付近では10ppb以下となった。このように、窒素酸化物はCO₂の濃度分布とほぼ同様であり、地上発生源の影響を直接的に反映している状況が認められた。オゾン濃度については、20ppb～60ppbと測定時期が3月であったため夏季と比較して全体的に低く、濃度の変化の状況が窒素酸化物濃度やCO₂とほぼ逆の分布を示した。

3.3 垂直分布測定結果

横浜港上空においては、視程、雲等の条件により測定高度は海面から1000mまでに限られた。図4に示すように、高度約600m以下では、CO₂濃度

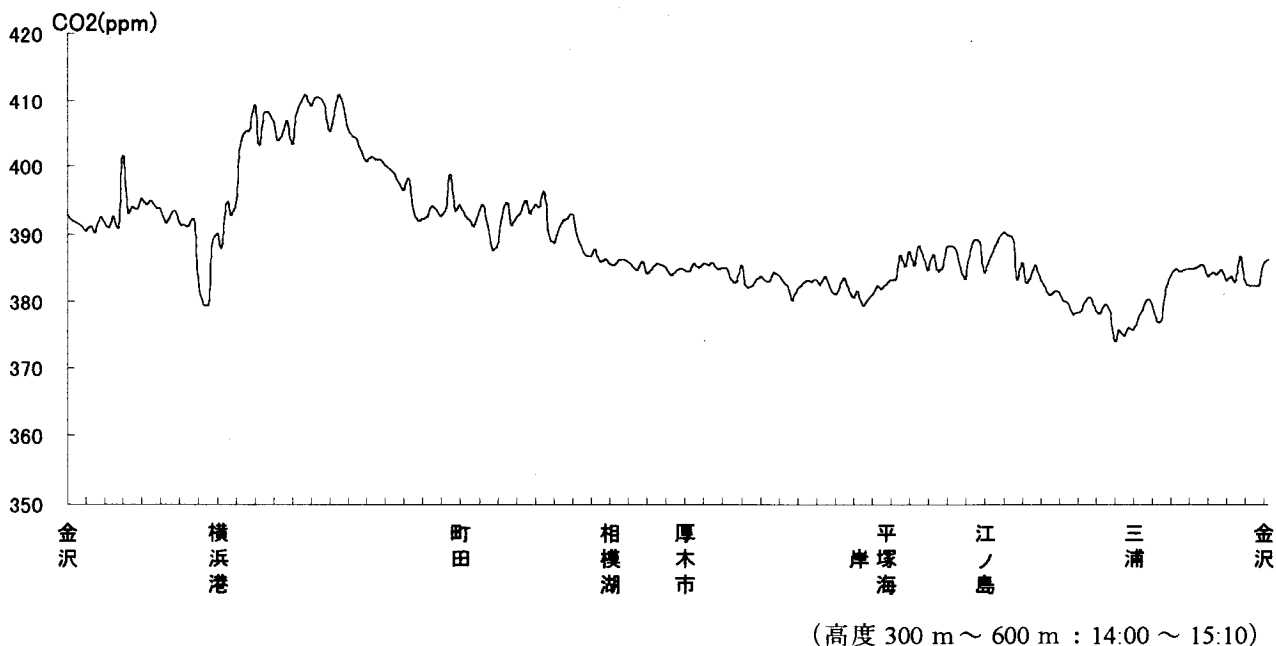


図2 二酸化炭素 (CO₂) 濃度の水平分布測定結果

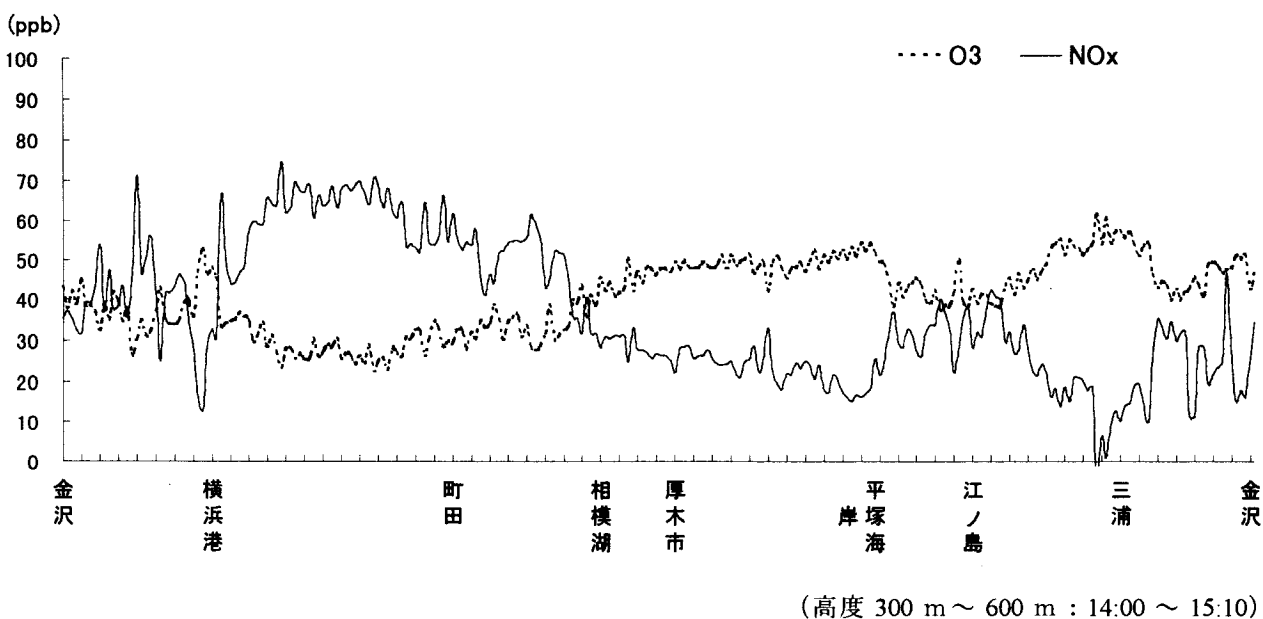


図3 窒素酸化物 (NO_x) およびオゾン (O₃) 濃度の水平分布

が約 392ppm、窒素酸化物濃度が約 40ppb、オゾン濃度が約 40ppb であった。これに対して、高度約 600m 以上では、CO₂、窒素酸化物、オゾンとも濃度の分布パターンが下層とは異なっている状況が認められた。このように都市域である横浜港上空では高度約 600m 付近を境にその上層、下層で濃度分布が異なっており、下層では上層に比較してCO₂濃度および窒素酸化物濃度が高く、オゾン濃度は低かった。なお、海面から高度 1000m までの気温の測定結果では、顕著な気温の逆転層の存在は認められなかった。

相模湖上空の測定結果を図5に示した。その結果、高度 600m から高度 1800m までは、CO₂濃度が 384 ~ 388ppm、窒素酸化物濃度が 25 ~ 30ppb とほぼ均一な濃度であり、横浜港の高度 600m 以下の下層に比較してやや濃度は低かった。しかし、高度約 1800m 以上の上層では、CO₂濃度が約 378ppm、窒素酸化物濃度が約 15ppb と下層に比較して濃度が低くなる状況が認められた。一方、オゾンについては、高度約 600m から高度約 2500m の上層まで約 45ppb のほぼ均一の濃度分布を示していた。このように、山間地である相模湖上空においては、高

度約 1800m 以下ではCO₂、窒素酸化物の濃度の状況で判断されるように、地上発生源の影響が直接的に影響している状況が認められるものの、高度約 1800m 以上の高さでは地上からの発生源の影響は直接的には及んでいないことが推測できた。なお、相模湖上空においても顕著な気温の逆転層の存在は認められなかった。

三浦上空の測定結果を図6に示した。その結果、高度 500m から高度 1800m の高さでは、CO₂濃度が約 375ppm、窒素酸化物濃度が 5～10ppb、オゾン濃度が 55～60ppb と下層から上層までほぼ一様な濃度であった。このように海岸域の三浦上空のオゾン濃度は、光化学反応による二次生成によって横浜港や相模湖上空に比較してやや濃度が高くなっていたものの、CO₂や窒素酸化物は、同じ高度で比較した場合、横浜港や相模湖と比較して濃度が低く、地上から発生源の直接的な影響が極めて少ない状況が認められた。なお、三浦の地上において連続

的に測定したCO₂濃度の測定結果（1時間値）をみると、図7に示すように、三浦の地上では午前7時頃から400ppmと高い濃度が10時頃まで続いていた。その後濃度は下がり始め、午後3時頃には376ppmまで低下した。さらに午後6時頃には再び上昇、386ppm～388ppmの濃度が午前0時まで続いたことを示していた。このことは、さきに述べたように前線の通過に伴い地上発生源の影響の少ない南風の吹き込みにより濃度が低下し、その後再び北東系の風により上昇した状況を反映していた。三浦上空での測定時にあたる15時頃は、前線通過時の最も濃度が下がった時間帯に該当していることがわかった。このことから南側に相模湾、太平洋を控えた三浦のような海岸地域では地上発生源の影響が少ない南系の風によってCO₂の濃度は顕著に低くなる状況が確認された。なお、三浦上空においても横浜港上空、相模湖上空と同様に顕著な気温の逆転層の存在は認められなかった。

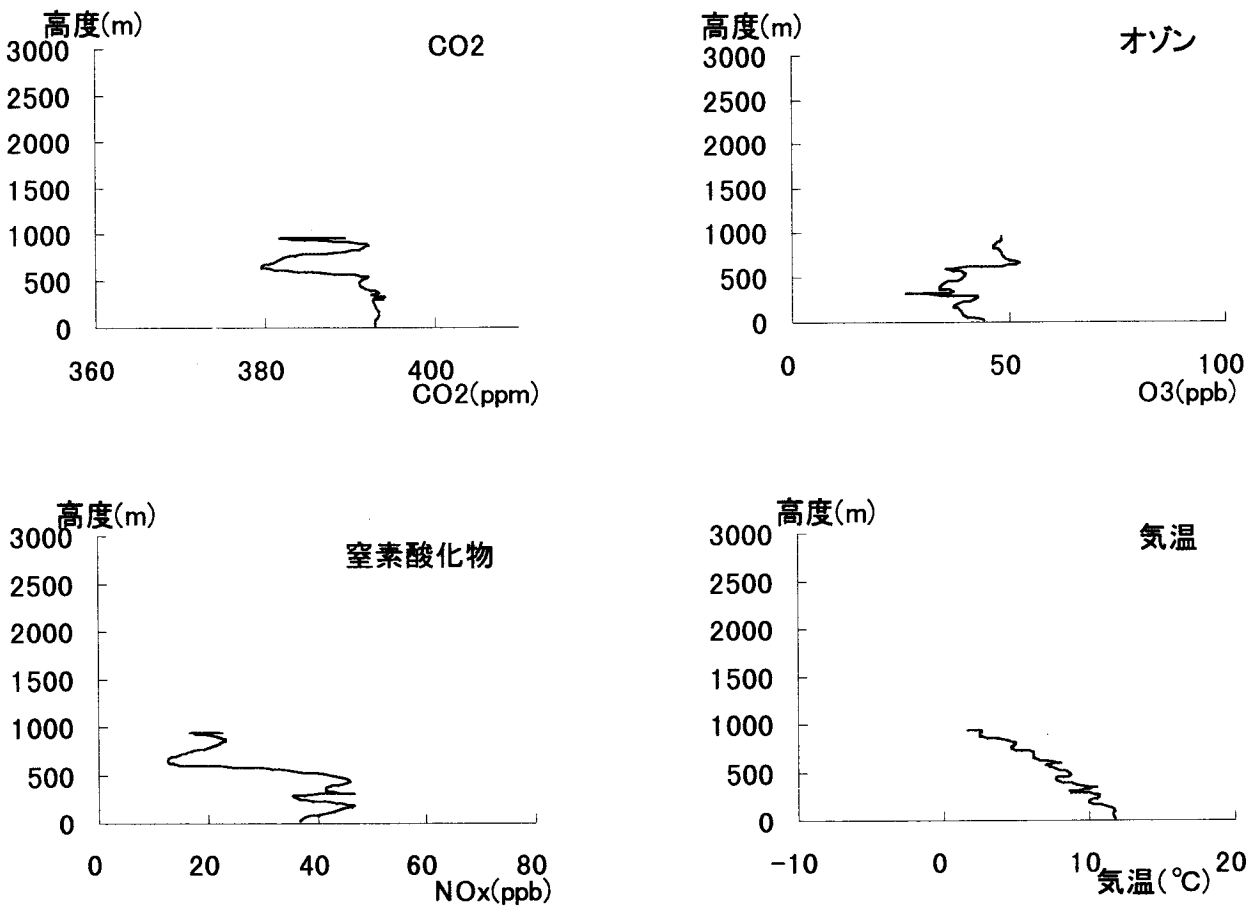


図4 横浜上空における測定結果 (14:00～14:06)

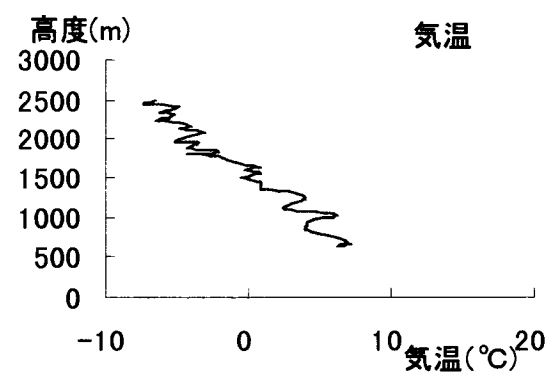
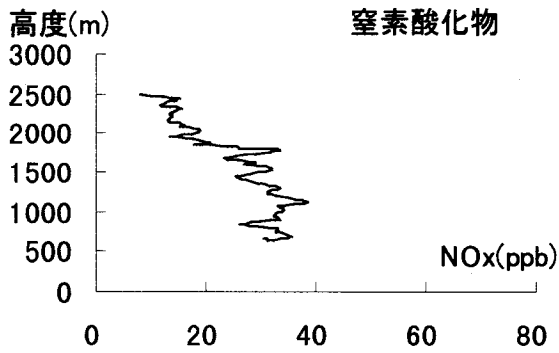
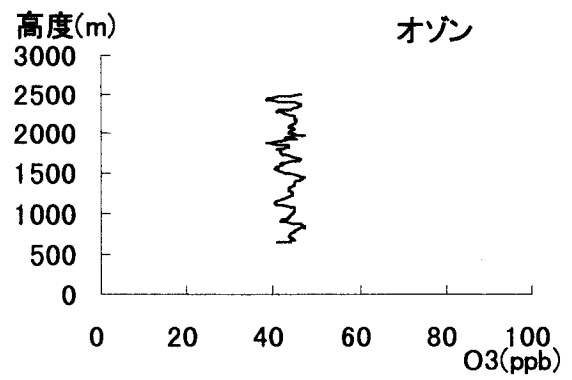
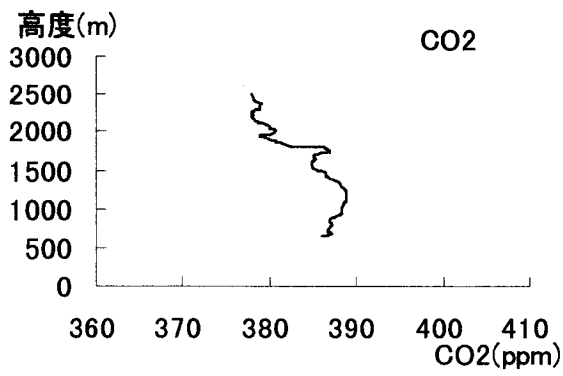


図5 相模湖上空における測定結果 (14:22 ~ 14:29)

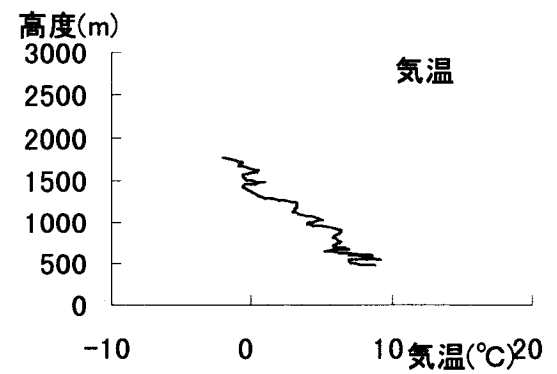
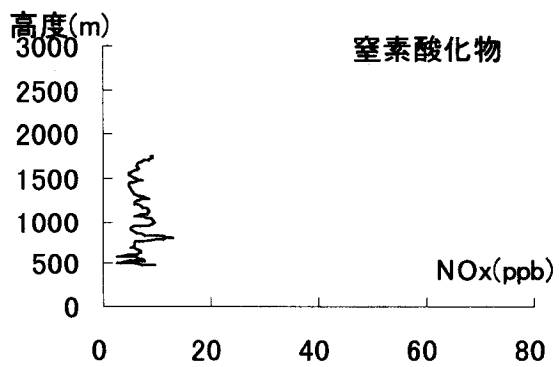
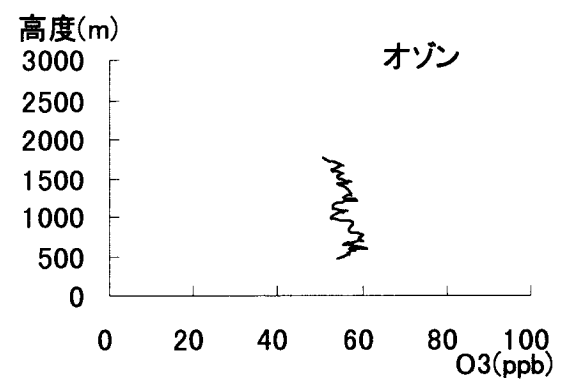
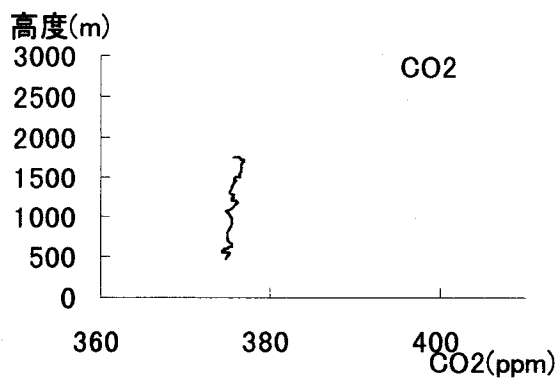


図6 三浦上空における測定結果 (14:54 ~ 15:00)

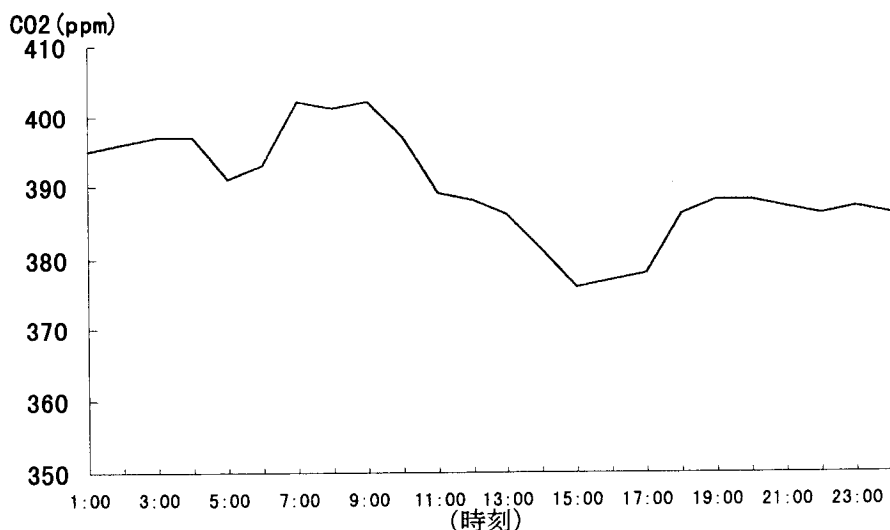


図7 三浦（地上）における二酸化炭素（CO₂）濃度の時間経過

4. まとめ

神奈川県地域の上空大気での立体的な温室効果ガス（GHGs）としての二酸化炭素（CO₂）の動態に関して基礎的データを得るため、航空機による測定を実施した結果、以下のことがわかった。

(1) 県内を横浜、鶴見、町田、相模湖、平塚、江ノ島、三浦の順に高度 300m ~ 600m で飛行し測定した結果、鶴見から町田にかけての県の東北部で CO₂ 濃度が相対的に高く、県内の地域間で濃度に差が認められる状況がとらえられた。また窒素酸化物濃度の測定結果は、CO₂ の濃度分布とほぼ同様であり、地上発生源の影響を直接的に反映していた。

(2) 都市域である横浜港、山間域である相模湖、海岸域である三浦の3地点で垂直分布の測定を実施した。その結果、横浜港上空では、高度約 600m

以下の下層でCO₂、窒素酸化物とも濃度の高い状況が、また相模湖上空では高度約 1800m まで、それぞれ地上からの発生源の影響が認められた。一方、三浦上空においては、高度約 500m から 1800m まで CO₂、窒素酸化物とも濃度が均一で低かった。これは、地上での測定結果から一時的に県下を通過した前線に吹き込んだ発生源の影響の少ない南系の風によるものと考えられた。

参考文献

- 1) 中澤 誠、牧野 宏、才木義夫：神奈川県試験連絡協議会共同研究報告、第17号、11～17（1985）
- 2) 鈴木正明：神奈川県環境科学センター研究報告、第16号、8～13、（1993）
- 3) 鈴木正明、中澤 誠、阿相敏明、牧野 宏、金子幹宏：第33回大気汚染学会講演要旨集、252、（1992）