

非分散赤外分光光度法による都市大気中の二酸化炭素の定量 (第2報)

立野英嗣 恵花孝昭 山本 優 吉田卓爾
菊地由生子 川島清輝^{*1} 中村 晃^{*2}

要 旨

非分散赤外分光光度法による連続測定装置を用いて、平成5年4月から平成6年3月までの1年間、札幌市における大気中の二酸化炭素濃度を測定した。

この結果、大気中の二酸化炭素濃度は351-380ppmの範囲に全測定数の70%以上が該当していた。

また、各月における時間別の平均値は、1日の最大値と最小値の差が小さい春季と夏季、差が大きい秋季と冬季のおおむね2つのパターンに分けることができた。

さらに、月別の濃度の平均値は、夏季に低い値を冬季に高い値を示したが、これは夏季の光合成による二酸化炭素の吸収と冬季の暖房による二酸化炭素の発生量の増加に由来するものと考えられる。

1. 緒 言

大気中の二酸化炭素濃度は、生物の呼吸、市民の生活活動に伴う石油等化石燃料の燃焼の結果増加し、植物の光合成、海水への取り込みの結果減少するといわれているが、近年、社会生活の進展とともにこの平衡状態が破れ、大気中の濃度は増大の一途をたどっているものと推定される。¹⁾

大気中の二酸化炭素濃度の増加によって、地球上の気温が上昇し、海水面の上昇、異常気象の発生等が予想され、将来の安定した市民生活が危惧されることから、現在、二酸化炭素排出量を抑制する行動が国際的な規模で行われているところである。²⁾

大気中の二酸化炭素を測定する方法としては、検知管法³⁾、ガスクロマトグラフ法、非分散赤外

分光光度法⁴⁾等各種の方法があるが、大気中の二酸化炭素濃度は、生物の生育状況や産業活動の変化、つまり季節や人間の社会生活時間帯等により大きく変動することが予想される。

このことから、長期間にわたる測定は連続した方法でかつ数ppmオーダーの濃度変化を把握できる方法が望ましく、現在のところ非分散赤外分光光度法による連続測定装置が最も適しているものと考えられる。

また、これまで都市における大気中の二酸化炭素濃度を測定した調査としては、北海道大学で行った札幌市⁵⁾、埼玉県公害センターで行った浦和市⁶⁾、東京都環境科学研究所で行った東京都⁷⁾等における事例がある。

われわれは同一地点における連続測定を行うこ

* 1 札幌市環境局環境保全部指導課

* 2 北海道大学工学部衛生工学科

とを目的として、平成3年3月に非分散赤外分光光度法による二酸化炭素連続測定装置を導入、平成3年度から札幌市内における大気中の二酸化炭素濃度の連続測定を開始し、その調査結果の一部は既に報告したとおりである^{8)・9)・10)}。

今回、平成5年4月から平成6年3月までの調査結果を取りまとめたので、報告する。

2. 方法

2-1 標準ガス

・ゼロガス：窒素をベースガスとし、その中に二酸化炭素濃度として320ppm程度を含むもので濃度既知のものを使用する。

今回の調査においては、二酸化炭素濃度が316ppmのものを高千穂化学工業（株）から購入して使用した。

・スパンガス：窒素をベースガスとし、その中に二酸化炭素濃度として520ppm程度を含むもので濃度既知のものを使用する。

今回の調査においては、二酸化炭素濃度が520ppmのものを高千穂化学工業（株）から購入して使用した。

・比較ガス：窒素をベースガスとし、その中に二酸化炭素濃度として320ppm程度を含むもので濃度既知のものを使用する。

今回の調査においては、二酸化炭素濃度が319ppmのものを高千穂化学工業（株）から購入して使用した。

2-2 測定装置

- ・赤外線式ガス分析計（島津製作所製URA - 107型）
- ・記録計（（株）チノ - 製 ハイブリッド記録計）

2-3 測定場所及び測定方法

測定は札幌市衛生研究所庁舎で行った。当所の市内における位置関係は図1に示したとおりである。

札幌市衛生研究所は札幌市都心部から東に約2.5 km離れた地点にあり、東側50mのところを札幌市と旭川市とを結ぶ国道12号線が通っている。

付近には個人病院、事務所、倉庫、一般住宅が林立している。

付近に大量に二酸化炭素を発生させる可能性のある工場、大量に二酸化炭素を吸収させる可能性のある公園等はないことから、今回の測定結果は札幌市内の平均的な二酸化炭素濃度を示すものと考えられる。

大気試料の捕集は、庁舎2階の窓からビニールチューブを屋外に30cmほど出して行い、捕集した試料はビニールチューブで直接測定装置URA-107の



図 1測定地点の札幌市内における位置関係

試料採取口から機器内に導入し、測定を行った。
この概略図を図2に示した。

試料採取場所の地上からの高さは550cmである。
大気試料の採取及び二酸化炭素の濃度測定は連続して行い、測定結果は折りたたみ式記録紙上に連続して記録した。

また測定結果の10分ごとの算術平均値は記録紙の左側に記録される。

しかし、今回の解析における生データとしては1時間の測定結果の算術平均値を使用した。

また、平成4年度までは、スパンガスを420ppm程度のもを使用しスパンを100ppmとしていたが、冬季にはこれを超える測定結果が観測されたことから、今年度からスパンガスを520ppm程度のものに変更し、スパンも200ppmとした。

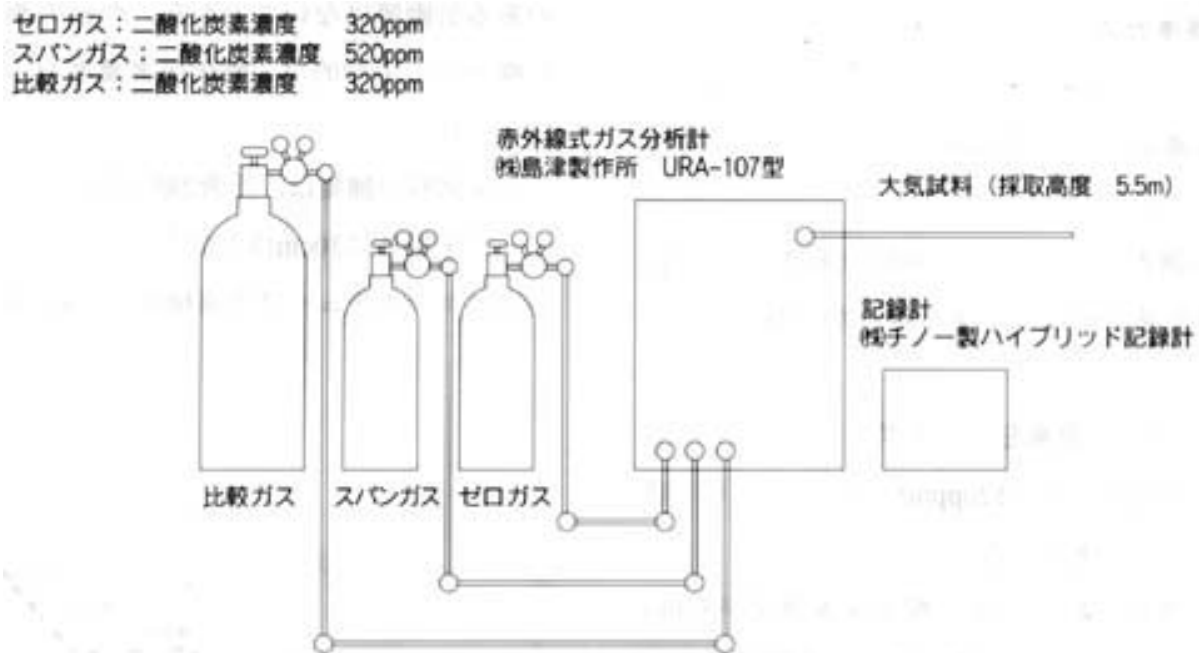


図2 二酸化炭素連続測定装置の概略

3. 結果及び考察

3-1 二酸化炭素測定結果の濃度分布

平成5年4月から平成6年3月までの1年間に二酸化炭素測定値の1時間の平均値として、8,424個の測定結果が得られた。

この測定結果を10ppm間隔でヒストグラムにしたものを図3に示した。361-370ppmの範囲に2,628個(31.2%)、351-360ppmの範囲に1,750個(20.8%)、371-380ppmの範囲に1,716個(20.4%)の測定結果が該当した。

つまり、351-380ppmまでの30ppmの範囲に測定

結果全数の72.4%にあたる6,094個が該当していた。

この結果から、351-380ppmが測定地点における平均的な二酸化炭素濃度を示しているものと考えられる。

3-2 二酸化炭素濃度の月別の時間別平均値

二酸化炭素濃度の月別の時間別平均値を表1及び図4-1～図4-3に示した。

春季(平成5年5月)から初夏(平成5年6月)にかけては、1日の最大値と最小値との差は約10ppmであり、その特徴としては昼間は濃度が低く、夜間に高くなる傾向を示していた。

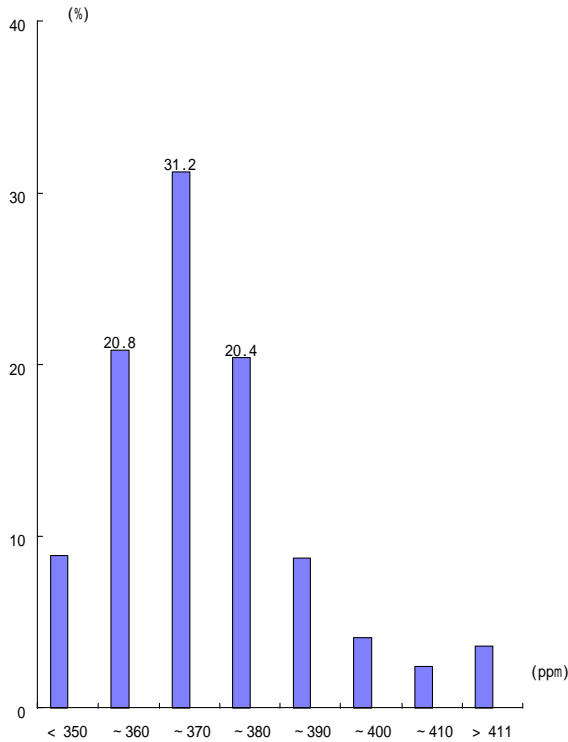


図3 二酸化炭素の濃度別出現割合

夏季（平成5年7月）から秋季（平成5年10月）にかけては1日の最大値と最小値との差は約20ppmであ

り、その特徴として春季から初夏の傾向と同様に昼間は濃度が低く、夜間には高くなった。

一方、初春季（平成5年4月、平成6年3月）及び冬季（平成5年11月～平成6年2月）には、1日の最大値と最小値との差は20～30ppmであり、7時から10時にかけてと19時～23時にかけての2つのピークが認められるという特徴があった。

つまり、1日の濃度の最大値と最小値の差は冬季に大きく、夏季に小さい傾向を示していた。

この結果から、都市における1日の二酸化炭素濃度は、社会活動のピークと多少ずれた濃度パターンを示すことがわかった。また、濃度のパターンとしては春季と夏季、秋季と冬季の2種類のパターンに分けられることがわかった。

3-3 二酸化炭素濃度の月別平均値の推移

大気中の二酸化炭素濃度の平成5年4月から平成6年3月までの月別平均値を図5に示した。

冬季（平成6年1月）に大気中の二酸化炭素濃度は最大値の387ppmを示し、夏季（平成5年7月）に

表1 二酸化炭素の時間別平均値

月/時	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	平均値
4	378	377	373	371	371	371	374	378	378	372	370	369	368	365	366	367	368	368	370	373	376	378	385	385	373
5	374	373	371	369	368	369	369	370	371	366	365	365	363	364	364	365	365	367	369	373	374	375	377	377	369
6	365	364	363	364	365	365	364	364	363	359	358	356	355	355	356	356	357	359	362	363	363	366	367	366	361
7	363	362	363	364	362	361	359	356	355	351	348	347	345	346	347	348	349	351	353	354	357	360	363	363	355
8	361	362	362	363	365	365	364	361	358	355	351	348	347	347	349	350	351	352	355	356	358	359	360	360	357
9	367	367	366	365	366	370	368	366	362	357	353	352	350	350	351	352	354	356	359	362	365	367	369	369	361
10	374	372	371	367	365	369	375	381	379	372	368	363	359	358	359	360	363	368	376	376	375	374	379	375	370
11	372	371	366	366	367	368	376	390	391	382	373	367	365	364	366	369	373	379	381	381	378	379	379	377	374
12	367	366	367	367	368	369	374	388	393	389	377	374	373	372	373	375	378	382	381	379	379	378	375	371	376
1	388	387	378	377	378	380	382	392	404	395	387	380	374	374	375	378	383	388	395	399	404	394	394	391	387
2	381	377	376	373	374	375	382	391	390	385	381	376	373	374	373	374	377	379	384	385	381	380	386	383	380
3	379	379	377	375	374	376	382	388	387	383	377	375	375	376	372	372	377	380	383	385	386	389	388	384	380

最小値の 355ppmを示し、最大値と最小値との差は32ppmであった。

また年平均値は370ppmであった。

年平均値を東京都で同時期に測定した結果⁷⁾と比較すると新宿測定局373.8ppm,町田市測定室380.6ppm,江東測定室383.5ppmであり、当所の測定結果の方が3ppmから13ppm低い値が観測された。

二酸化炭素の月別平均値で冬季に高い値を示し、夏季に低い値を示したことは、都市における二酸化炭素の発生量が冬季の寒冷地における暖房に依存するものであることを示唆しているとともに、冬季には植物による光合成が停止しているため大気中の二酸化炭素が吸収されにくいいため、高い濃度を示すものと考えられる。

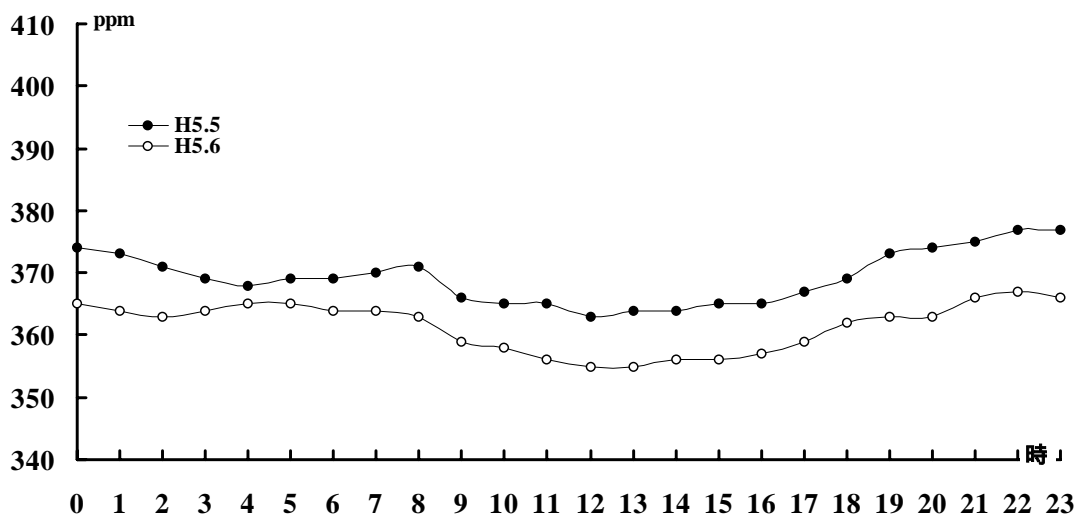


図4-1 二酸化炭素の時間別平均値(5～6月)

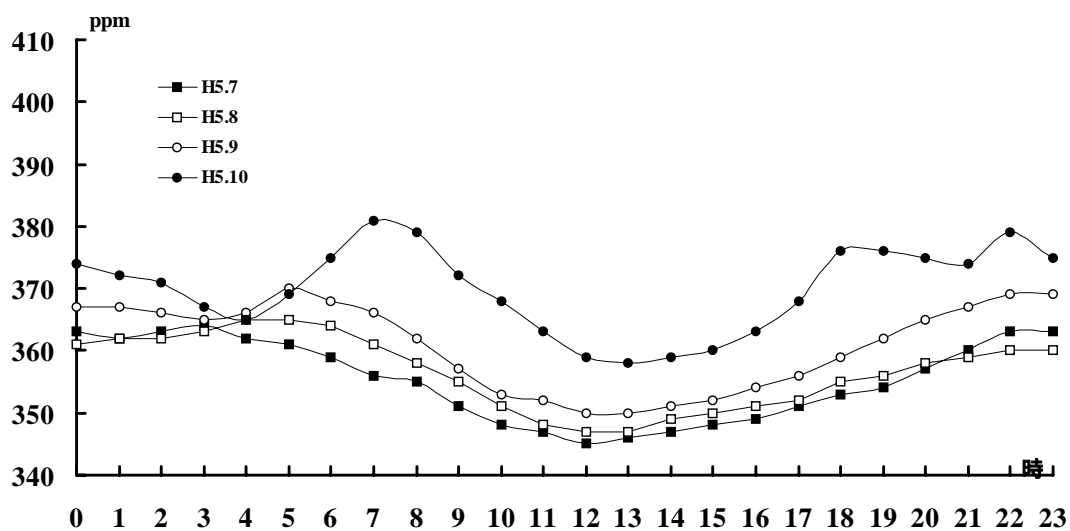


図4-2 二酸化炭素の時間別平均値(7～10月)

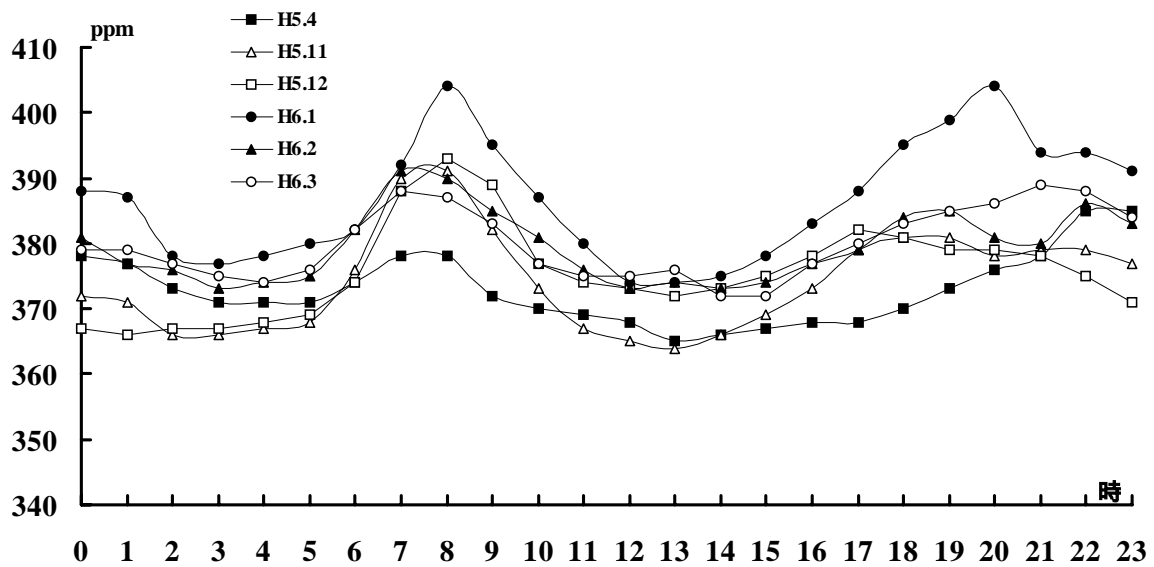


図4-3 二酸化炭素の時間別平均値(4,11～3月)

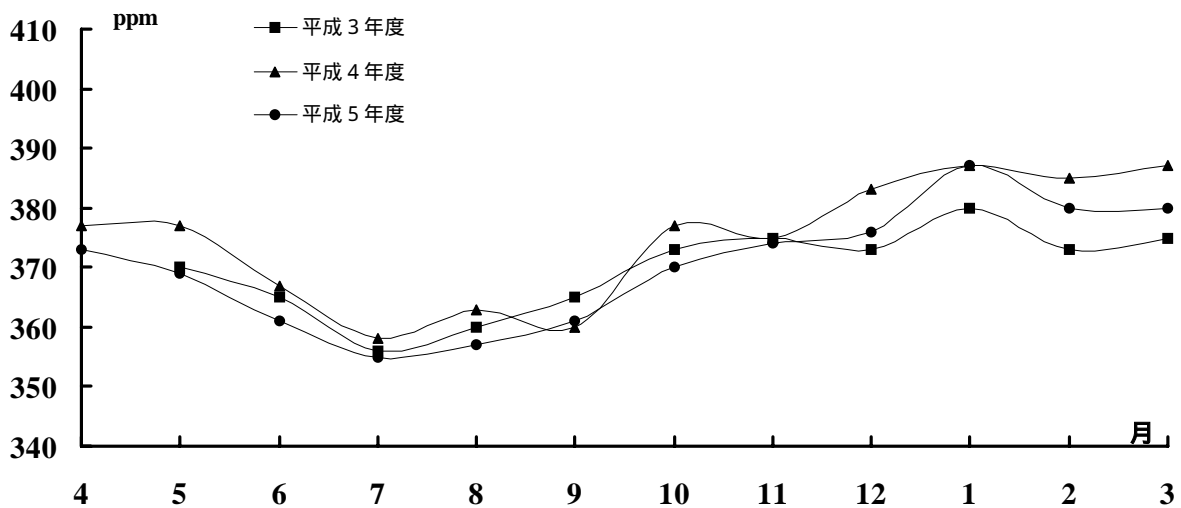


図5 二酸化炭素の月別平均値

4. 結語

- 1) 札幌市内における二酸化炭素濃度は、351 - 380ppmの出現度が最も多く、全体の70%以上を占めていた。
- 2) 1日における時間別平均値は、春季と夏季は最大値と最小値の差が小さく、秋季と冬季は差が大きかった。

- 3) 月別平均値は、夏季に低く、冬季に高い濃度を示し、年間の最大値と最小値との差は32ppm、また年間の平均値は370ppmであった。

本調査の要旨は、平成6年11月東京都で開催された第31回全国衛生化学技術協議会年会で発表された。

5. 参考文献

- 1) 田中正之：環境技術，20,No.10,52-56,1991
- 2) 第2回世界気候会議閣僚宣言ほか
- 3) 日本薬学会編：衛生試験法・注解,1388 - 1390 ,
金原出版，1990
- 4) 環境庁大気保全局：大気汚染物質測定法指針，
311-314，昭和63年3月
- 5) 青木正敏他：平成元年度文部省科学研究課題
- 6) 町田 茂他：全国公害研会誌,17,No3,2～71992
- 7) 泉川碩雄ら：東京都環境科学研究所年報，185
-192,1994
- 8) 立野英嗣ら：第29回全国衛生化学協議会年会
講演集
- 9) 立野英嗣ら：札幌市衛生研究所年報20,137-140,
1993
- 10) 立野英嗣ら：第30回全国衛生化学協議講演集

Determination of Atmospheric Carbon Dioxide in Urban Areas by NDIR (2nd Report)

Hidetsugu Tateno, Takaaki Ebana, Masaru Yamamoto, Takuji Yoshida,
Yuko Kikuchi, Seiki Kawashima^{*1} and Akira Nakamura^{*2}

Abstract

Using a continuous measuring device based on nondispersive infrared analyser (NDIR) the concentration of atmospheric carbon dioxide in Sapporo was measured for a year from April 1993 to March 1994. As a result, it was found that more than 70% of the all carbon dioxide measuring data within the range of 351 to 380ppm. There were roughly two patterns in the average hourly values measured for each month: One occurred in spring and summer where the difference between the maximum and the minimum concentration in a day was small. In the other, autumn and winter, the difference was greater. Furthermore, the average monthly concentrations showed lower values during summer and higher values in winter. These differences can be attributed to absorption of carbon dioxide through photosynthesis during summer and in creased amount of carbon dioxide generated by heating during winter.

*1 Environmental Preservation Department, Environment Bureau, Sapporo City

*2 Department of Sanitary Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University

