

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1報)

立野 英嗣 伊藤 正範* 恵花 孝昭 大谷 倫子
吉田 卓爾 菊地由生子

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3年5月から平成4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351-380 ppmの範囲に全測定数の約70%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

地球温暖化原因物質としては、二酸化炭素、メタン、フロン、亜酸化窒素等があげられるが、このうち最も大気中における濃度が高く、温暖化に寄与する割合が大きいといわれているのが二酸化炭素である。

この二酸化炭素は、生物の生育、石油等化石燃料の燃焼の結果発生する気体で、近年、社会生活の進展とともに大気中の濃度は増大の一途をたどっていると推定されている。

現在、大気中の二酸化炭素の濃度をこれ以上増加させないために、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きている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。

大気中の二酸化炭素濃度は、常に一定の濃度を示しているわけではなく、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。

このため、大気中の二酸化炭素濃度を測定するためには、連続した測定方法でかつ数ppmオーダーの濃度変化を把握できる測定方法が望ましいと考えられる。

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、札幌市⁵⁾、埼玉県浦和市⁶⁾における事例等がある。

この札幌市における調査は連続した調査ではなく、水平分布を調査したものである。

そこで、われわれは同一地点における連続測定を行うことを目的として、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し、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た。

今回、平成3年4月から平成4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320 ppm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316 ppmのものを高千穂化学工業㈱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420 ppm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416 ppmのものを高千穂化学工業㈱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320 ppm程度を含むもので濃度既知のものを使用する。

*札幌市水道局工務部

今回の調査においては、二酸化炭素濃度が310.6 ppmのものを高千穂化学工業㈱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（㈱チノー製 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50 m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。

二酸化炭素の測定方法としては、庁舎2階の窓から、ビニールチューブを屋外に30 cmほど出して大気試料を採取し、直接測定装置URA-107の試料採取口から機器内に導入し、測定を行った。試料採取場所の地上からの高さは550 cm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記録した。測定結果は連続して記録紙上に記録されるが、今回の解析におけるデータとしては1時間の測定結果の算

術平均値を使用した。

二酸化炭素測定結果は、折たたみ式記録紙上に記録される。

記録紙の0点はゼロガス濃度の316 ppm、100点はスパンガス濃度の416 ppmである。

また、測定結果の1時間ごとの算術平均値は記録紙の左側に記録される。

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3年5月から平成4年3月までに二酸化炭素測定値の1時間の平均値として、6,213個の測定結果が得られた。

この測定結果を10 ppm間隔でヒストグラムにしたものを図2に示した。351-360 ppmの範囲に1,847個(29.7%)、361-370 ppmの範囲に1,704個(27.4%)、371-380 ppmの範囲に923個(14.9%)の測定結果が該当した。

つまり、351-380 ppmまでの30 ppmの範囲に測定結果全数の72%にあたる4,474個が該当していた。

この結果から、351-380 ppmが平均的な二酸化炭素濃度を示していることが示唆された。

3-2 二酸化炭素濃度の季節ごとの時間別平均値

春季（平成3年5月）、夏季（平成3年7月）、秋季

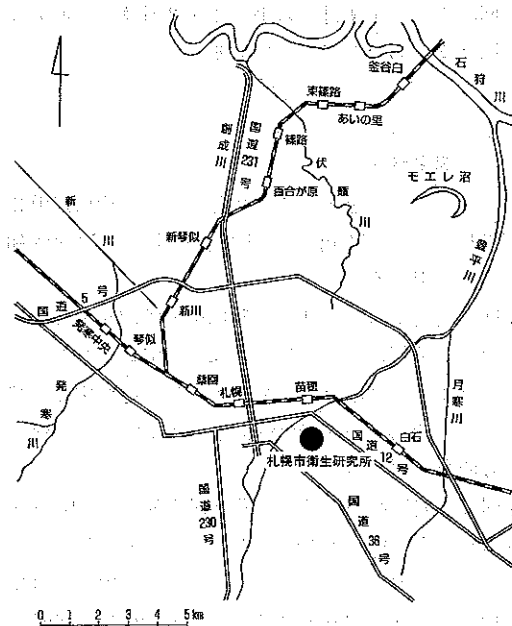


図1 札幌市衛生研究所の札幌市内における位置関係

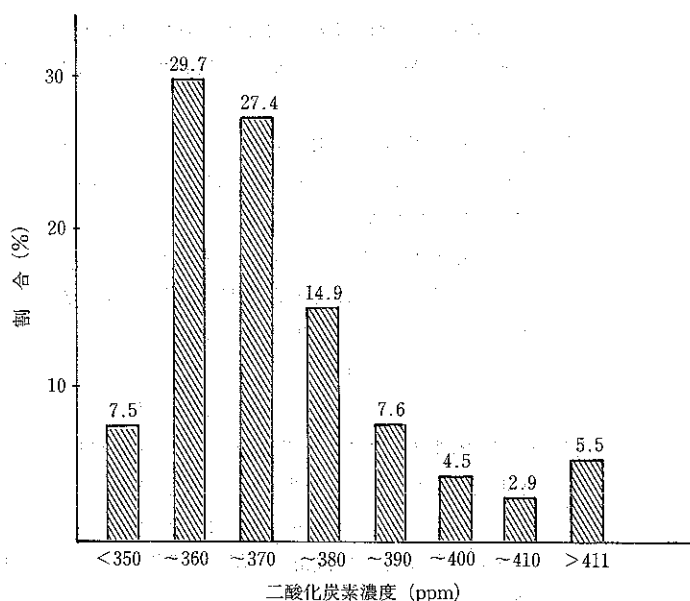


図2 二酸化炭素濃度のヒストグラム

(平成3年10月)、冬季(平成4年1月)の各々1月間における二酸化炭素濃度の時間別の平均値を図3-1および図3-2に示した。

この結果から、春季における大気中の二酸化炭素濃度は夜間に高い値を示し、昼間は低い値を示す傾向が認められた。また1日の二酸化炭素濃度の最大値と最小値との差は約20ppmであった。

夏季における二酸化炭素濃度も、春季と同様に夜間に高い値を、昼間に低い値を示す傾向が認められた。

しかし、1日の最大値と最小値との差は、約10ppmと春季の1/2であった。

秋季における二酸化炭素濃度は1日に2回、6時から8時と18時から22時に高い値を示し、昼間は低い値を示す傾向が認められた。また1日の最大値と最小値との差は約25ppmであった。

冬季の二酸化炭素濃度も秋季と同様に1日2回、7時から10時と17時から23時に高い値を示す傾向が認められた。また1日の最大値と最小値との差は四季のうち最大の約30ppmであった。

一方、1日の濃度の最大値と最小値の差は冬季に最も

も大きく、夏季に最も小さかった。

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。

3-2 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3年5月から平成4年3月までの月別平均値を図4に示した。

冬季(平成4年1月)に大気中の二酸化炭素濃度は最大値の380ppmを示し、夏季(平成3年7月)に最小値の356ppmを示し、最大値と最小値との差は34ppmであった。

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。

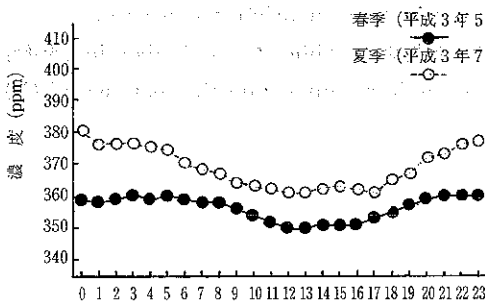


図3-1 二酸化炭素濃度の季節ごとの時間別平均値(1)

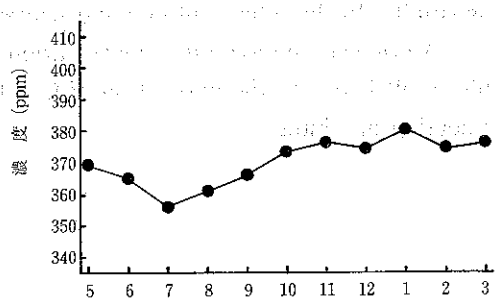


図4 二酸化炭素濃度の月別平均値(平成3年5月~平成4年3月)

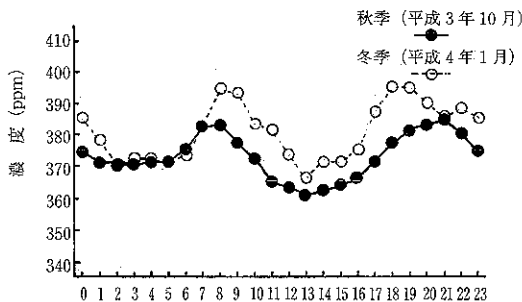


図3-2 二酸化炭素濃度の季節ごとの時間別平均値(2)

4. 結 語

- 1) 札幌市内における二酸化炭素濃度は、351-380ppmの出現度が最も多かった。
- 2) 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た。

本調査の要旨は、平成4年9月石川県金沢市で開催された第29回全国衛生化学技術協議会年会で発表した。

5. 参考文献

- 1) 田中正之：環境技術, 20, No. 10, 52-56, 1991.
- 2) 第2回全世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, No 3, 2-7, 1992.

Concentration of Atmospheric Carbon Dioxide in Urban Areas (Part I)

Hidetsugu Tateno, Masanori Ito*, Takaaki Ebana, Tomoko Otani,
Takuji Yoshida and Yuko Kikuchi

The concentration of atmospheric carbon dioxide in Sapporo was measured continuously by NDIR from May 1991 to March 1992

The following results were obtained;

70% of the concentration of atmospheric CO₂ was in the range of 351 to 380ppm. The average hourly concentration of CO₂ in every month yielded two patterns. 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 in concentration was greater.

Moreover, the average concentration in summer was lower, while it was higher in winter. This result is due to the absorption of CO₂ by photosynthesis in summer, and the increase of CO₂ by heating in winter.

*Construction and Maintenance Department Sapporo Waterworks Bureau