

埼玉県における二酸化炭素濃度の推移

－WMO 標準ガスを基準とした精密観測について－

温暖化対策担当 武藤洋介

1 はじめに

大気中の二酸化炭素は、人間活動に伴い排出されるガスとしては地球温暖化に対して最も影響の大きい温室効果ガスとされており、1960年代の前半からWMO（世界気象機関）^{注1)}の主導により世界各国で大気中の二酸化炭素濃度の定点観測が継続的に実施されてきました。これらは、離島など人為影響の少ない地域における二酸化炭素のバックグラウンド汚染の観測を主な目的としており、大都市近郊において二酸化炭素濃度の高精度な観測が連続的に行われた例はありませんでした。そこで埼玉県では、人為的な汚染の影響を把握するため、都市部に位置する浦和観測所（さいたま市桜区）において二酸化炭素濃度の高精度な観測を1991年4月に開始しました。その後、山間部に位置する堂平山観測所（秩父郡東秩父村）と農村部に位置する騎西観測所（加須市）においても二酸化炭素濃度の観測を開始しましたが、旧公害センターから環境科学国際センターへの移転に伴い2002年3月で浦和観測所における観測を終了しました。

二酸化炭素濃度の観測は、世界各国の長期間にわたる観測値を相互に比較するための基準の統一が必要とされています。WMOでは世界標準スケールを定め、中央較正施設に指定されたNOAA（米国海洋大気庁）がWMO一次標準ガスの維持管理を行っています。日本国内においては、気象庁が保有する標準ガスはNOAAで定期的に較正されており、埼玉県が保有する標準ガスについても、気象庁の協力によりWMOスケールで濃度を再計算することができます。このような精密観測を行う観測所は国内に数地点しかなく、大都市近郊での観測データは世界的にもあまり例がないため貴重なものとなっています。また、県内の観測結果は、WDCGG（温室効果ガス世界資料センター）へ定期的に提供しており、特に堂平山観測所のデータについては、WMO温室効果ガス年報での世界平均濃度の算出にも利用されています。

本発表では2012年3月までの観測結果について解析を行ったので、埼玉県における濃度変化の特徴について解説します。

2 観測方法

2.1 観測地点

観測地点を図1に示しました。浦和は大規模な排出源が集中する東京湾周辺からの距離が近く、人為的な影響が大きいと考えられます。一方、堂平山は周辺に排出源がほとんど無く、人為的な影響が小さいと考えられます。

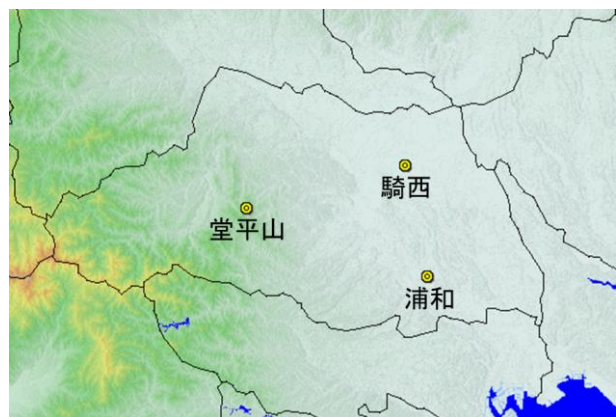


図1 観測地点

2. 2 観測装置

各観測所とも気象庁仕様の二酸化炭素濃度観測システムを使用して連続測定を行っています。装置は、地上約 20mの高さの所に設置された大気試料採取口、除塵装置、3 段階の除湿装置（最終段では露点温度で-65℃以下まで除湿）、非分散型赤外線分析計（NDIR）、データ処理装置等から構成されています。分析計からの出力電圧値は 1 秒毎にデータ処理装置に取り込まれ、30 秒間の平均値を 1 データ（30 秒平均値）とし磁気ディスクに記録します。

2. 3 二酸化炭素濃度の算出方法

観測用標準ガス 4 本を 2 時間毎に分析計に流し、このときの濃度と出力の関係を示す二次式の検量線を求めます。分析計の出力データから、この検量線を用いて大気試料の二酸化炭素濃度を計算します。二酸化炭素濃度の各平均値については、以下の手順に従い求めます。

- (1) 30 秒平均値から観測装置故障等による明らかな異常値を取り除きます。
- (2) 毎正時から次の正時までの異常値を取り除いた 30 秒平均値を単純平均して 1 時間平均値を求めます。ただし、1 時間内の 30 秒平均値のデータ数が 40 以下の場合はその 1 時間を欠測とします。
- (3) 1 時間平均値を単純平均して日平均値を求めます。ただし、測定時間が 20 時間以上の日を有効測定日とします。
- (4) 有効測定日の日平均値を単純平均して月平均値を求めます。
- (5) 1 月から 12 月までの月平均値を単純平均して年平均値を求めます。

なお、WMO 標準ガス濃度の更新により、今後も濃度の再計算が随時行われるため、報告データは全て 2012 年 8 月現在の暫定値となっています。

3 結果と考察

3. 1 二酸化炭素濃度の推移

二酸化炭素濃度の月平均値と、これを滑らかにした 12 か月移動平均値を図 2 に示しました。各地点間の移動平均値での濃度差は、浦和と堂平山では 18.6~22.4ppm、騎西と堂平山では 12.1~

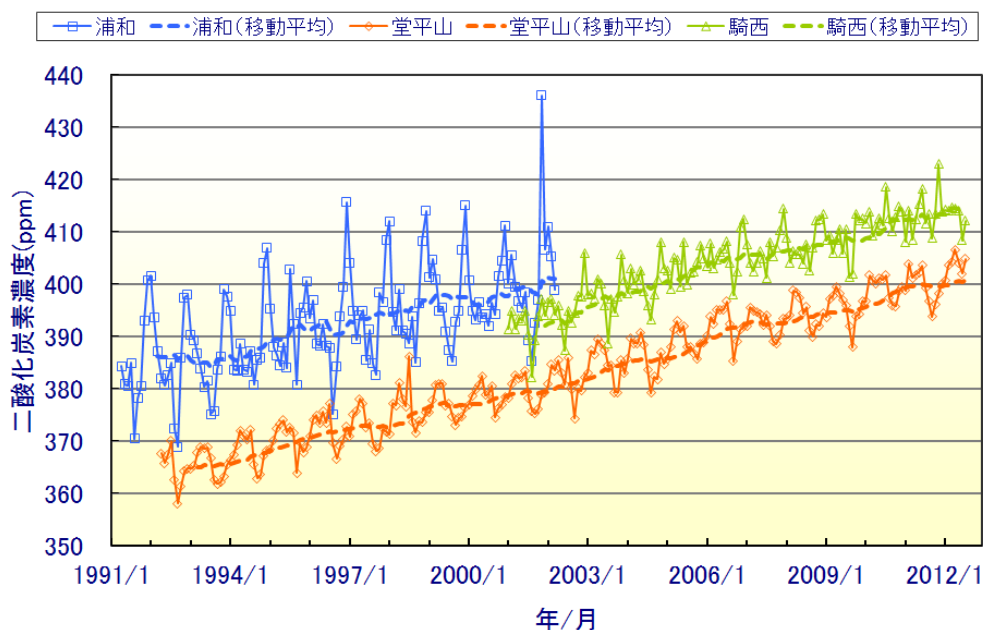


図 2 埼玉県の観測地点における二酸化炭素濃度の月平均値の推移

14.9ppm で推移しました。堂平山との濃度差が大きいことから、浦和の方が騎西よりも人為的な排出源による汚染の影響が大きいと考えられました。また、各地点とも1年周期の季節変化を示し、汚染の影響が大きい浦和で季節変化の振幅が最も大きくなっていました。

次に、各観測地点における二酸化炭素濃度の季節変化を見るために、月平均値と12ヶ月移動平均値との濃度差を月別に平均して図3に示しました。堂平山では同程度の緯度に位置する世界各地の清浄地域と同様に、4月頃に極大となり9月頃に極小となる季節変化を示しました。北半球中緯度では、春から夏にかけて植物の光合成により二酸化炭素が吸収されるため、地球規模で上記のような季節変化を示すとされています。一方、浦和と騎西では燃焼起源の窒素酸化物濃度の季節変化と同様に、大気が安定して上空に汚染物質が拡散しにくくなる冬季に二酸化炭素濃度が増加していました。

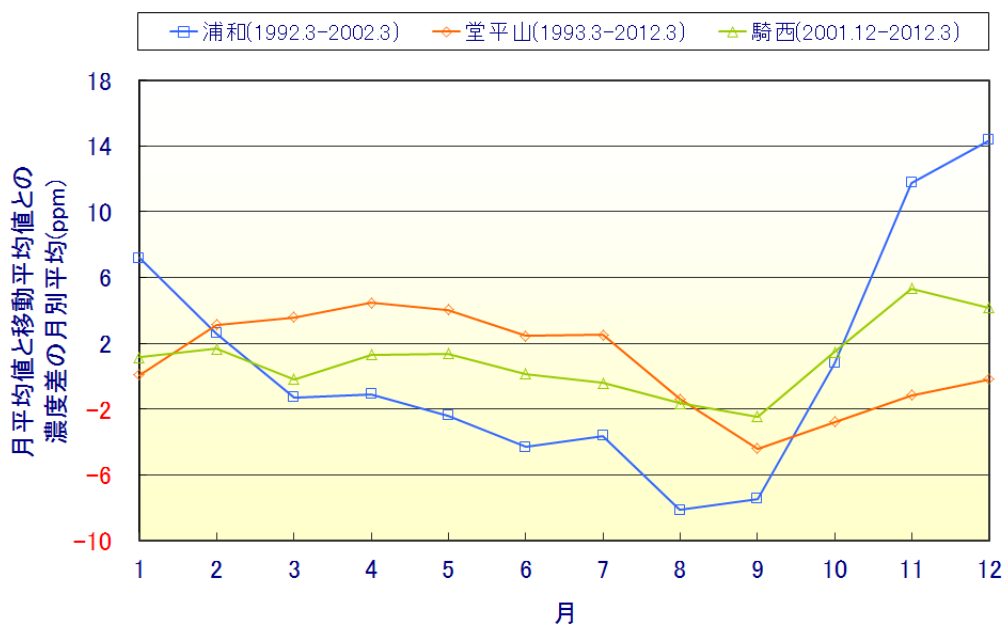


図3 埼玉県の観測地点における二酸化炭素濃度の季節変化

3.2 二酸化炭素濃度の増加率

各観測所における二酸化炭素濃度の年平均値を表1に、年平均値から求めた増加率を表2に、5年間ごとの増加率の推移を図4に示しました。参考までに二酸化炭素濃度の世界平均（清浄な地域に位置する観測所の平均）も表1と表2にあわせて示しました。2010年の年平均値は、

堂平山で約10ppm、騎西で約24ppm世界平均よりも高濃度でした。同一地点における期間別の増加率にはある程度の差がみられましたが、同一期間内で比較すると地点別の増加率の差は少なくなっていました。このことから、各地点における濃度増加の原因は、局地的な濃度増加の影響よりも、日本周辺での濃度増加の影響の方が大きいと考えられました。観測期間内では2001年から2006年頃にかけて最も濃度の増加率が大きくなっていました。

表1 二酸化炭素濃度の年平均値 (ppm)

年	堂平山	騎西	世界平均(※)
2004	385.85	400.14	377.1
2005	388.84	403.30	379.1
2006	392.30	405.58	381.2
2007	392.54	406.29	383.1
2008	394.31	407.44	385.2
2009	395.29	408.32	386.8
2010	399.12	412.62	389.0
2011	399.60	413.33	

※ WMO 温室効果ガス年報 No.1~No.7

4 おわりに

埼玉県において大気中の二酸化炭素濃度の観測を開始してから21年が経過しました。その間、長期間欠測することもなく精密観測を継続することができました。その結果、得られた観測データも貴重なだけでなく有用であると考えられます。今後も精密な観測を継続し、二酸化炭素濃度の推移を注視していきたいと思えます。なお、環境科学国際センター（騎西）における、二酸化炭素濃度のリアルタイムデータ（速報値）は、次のURLでご覧いただけます。

<http://www.kankyuu.pref.saitama.lg.jp/CO2/co2data.html>

表2 二酸化炭素濃度の増加率 (ppm/年)

	浦和	堂平山	騎西
1993～2001	1.70	1.74	
2001～2011		2.03	2.03

	堂平山	世界平均(※)
1995～2004	1.71	1.9
1996～2005	1.81	1.9
1997～2006	2.00	1.93
1998～2007	1.99	2.00
1999～2008	2.07	1.93
2000～2009	2.03	1.88
2001～2010	2.09	1.97
2002～2011	1.97	

※ WMO 温室効果ガス年報 No.1～No.7

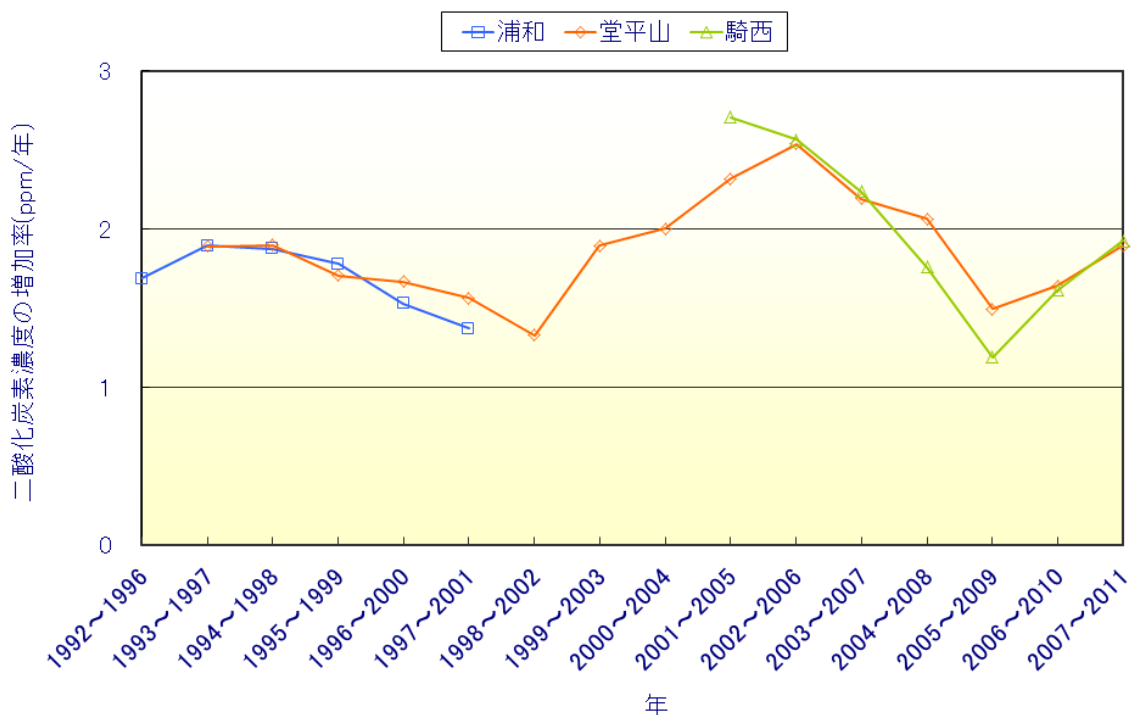


図4 埼玉県の観測地点における二酸化炭素濃度の増加率の推移

用語解説

注1) WMO (世界気象機関) : 国際連合の専門機関の一つで、1950年に世界気象機関条約により設立。本部は、スイスのジュネーブ。2012年11月現在、184か国がWMOに加盟しています。日本は1953年に加盟しました。

文献

WMO(2007) WMO 全球大気監視(GAW)戦略計画: 2008-2015, GAW 報告書, No.172.