

茨城大学工学部周辺を対象とした生活環境圏における CO₂ 計測システムの構築

茨城大学 学生会員
茨城大学 学生会員

○宮部 紀之
齊藤 修

茨城大学 正会員
茨城大学 フェロー会員 桑原 祐史
安原 一哉

1. 研究の背景

二酸化炭素(以下 CO₂)は 18 世紀末の産業革命以降の人口増加や産業発展の影響で地球上に急激な勢いで増加してきた温室効果ガスである。他の大気汚染物質に伴って排出されるケースが多く、窒素化合物濃度と正の相関性を示すというデータも報告されており¹⁾、1997 年の京都議定書で日本を含む世界各国で明確な目標が設定されるなどその排出量の削減が重要な課題となっている²⁾。世界規模での活動や呼びかけが行われており、都市計画の分野においても CO₂ 排出削減は重要な意味を持っているといえる。CO₂ 濃度には日本国内範囲においても地域によって明らかな格差や特性が生じていることが分かっており^{3,4)}、今後より環境への負担の少ない、環境に適した経済活動・都市形成を展開していくためには CO₂ 濃度観測システムを構築し、その状態を把握した上でそれぞれの地域の状態に応じて効率の良い対策をとることが望まれる。

そこで本研究では以下の 2 つの視点から CO₂ 濃度測定システムを構築しデータを蓄積・利用する手法を検討することを考えた。

- ① 定点での長期的観測による CO₂ 濃度の長期時系列変化とその要因の調査：CO₂ 濃度の経時変化をとらえ現状を把握し、天候・風向き等が CO₂ 濃度に与える影響を考察する。
- ② 複数点における観測による CO₂ 濃度の面的変化とその要因の調査：道路や都市公園など様々な都市要素や地形条件が CO₂ 濃度に与える影響を考察する。

2. 対象地域・地点

本研究の対象地域は茨城県日立市の茨城大学工学部周辺とする。この地域は計測器の設置やデータの収集が行いやすいこと以外に次のような点で本研究の対象地域として適していると考えられる。

- ① 東西を海と山に挟まれており、起伏が激しく山地や大地、海岸地形等多くの地形が入り混じった地域である。そのため、さまざまな種類の土地条件でのデータを入手しやすい。
- ② 常陸多賀工場を始めとし、工場が多く存在している。また、南北に走る国道 245 号線と国道 6 号線は特に朝夕には深刻な交通渋滞が問題視される程の交通量があり、こういった CO₂ 排出源となりうる都市要素による影響が観測しやすい。
- ③ 気象観測所(日立市天気相談所)が近所に存在しており、観測地点に近い地点における信頼性の高い気象データを入手しやすい。

3. 作業・成果報告

(1) 定点観測

計測用百葉箱を茨城大学工学部都市システム工学科西棟屋上に設置し、2007 年 9 月 3 日からの CO₂ 濃度計のデータを、2007 年 10 月 23 日からは風向風速計を併設させ同時にデータの収集を行っている(図 2)。データは気象データと共に 1 日ごとに 1 つのエクセルファイルで表とグラフにまとめており、2007 年 12 月 3 日のデータを例として図 1、表 1 に示す。表 1 中における降水量や日照時間を含んだ気象情報は気象庁のホームページに掲載されている日立市におけるデータを、日の出・南中・日の入り時刻は国立天文台天文情報センターのホームページに掲載されている水戸市におけるデータを利用した。相関係数は式(1)によって計算され、今回は CO₂ 濃度に対して気温と湿度との相関係数をそれぞれ計算した。

$$\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{— 式 (1)}$$

x_i, y_i : $x = \{x_i\}, y = \{y_i\}$ の相加平均

また、図 1 中のグラフはそれぞれ
 左上 CO₂ 濃度-気温、右上 CO₂ 濃度-湿度
 左中 CO₂ 濃度-気圧、右中 風向-風速
 左下 CO₂ 濃度-日照時間、右下 CO₂ 濃度-降水量
 の時間変化を表している。

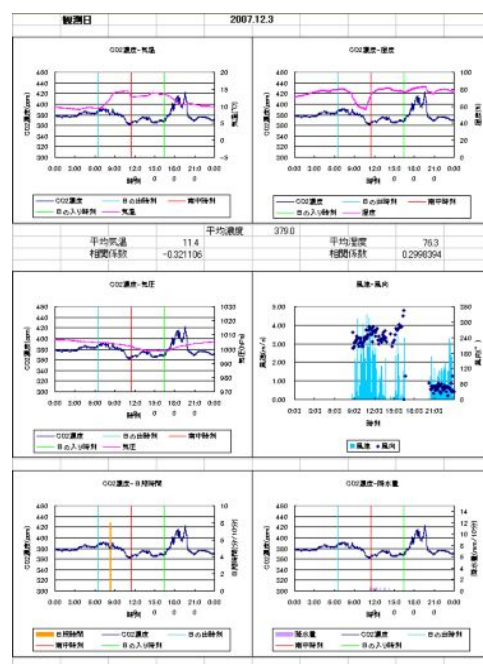


図-1 CO₂ 濃度と気象状況の関係

キーワード 環境計測, 二酸化炭素, 地形特徴量, 土地利用図, 日立市

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部 TEL 0294-38-5004 E-mail : t54062f@hcs.ibaraki.ac.jp

表 1 定点観測データベース

2007/12/03 00:00 START																			
時刻	CO2濃度	湿度	気温	気圧											時刻	風速	風向	時刻	風向
0:00:01	380	9.8	71.4	1006.8											12:03 AM	0	300	0:03	1000
0:00:04	380	9.8	71.4	1006.8											12:06 AM	0	295	0:06	1000
0:00:07	379	9.8	71.4	1006.8											12:13 AM	0	295	0:13	1000
0:00:10	380	9.8	71.3	1006.8											12:18 AM	0	295	0:18	1000
0:00:13	380	9.8	71.1	1006.8											12:23 AM	0	295	0:23	1000
0:00:16	379	9.8	71.1	1006.8											12:28 AM	0	295	0:28	1000
0:00:19	380	9.8	71.2	1006.8											12:33 AM	0	305	0:33	1000
0:00:22	380	9.8	71.3	1006.8											12:38 AM	0	300	0:38	1000
0:00:25	379	9.8	71.2	1006.8											12:43 AM	0	295	0:43	1000

x	y	Xi-x	Yi-y	(Xi-x) ²	(Yi-y) ²					x	y	Xi-x	Yi-y	(Xi-x) ²	(Yi-y) ²				
378.9551	11.39723	1.04492	-1.59723	1.091858	2.551128	-1.66897	3227337	93775.12	-1.75734	378.9551	76.26855	1.04492	-4.86865	1.091858	23.70376	-5.08735	3227579	1003113	539525.1
		1.04492	-1.59723	1.091858	2.551128	-1.66897	1796.479	306.2272	-0.32126			1.04492	-4.86865	1.091858	23.70376	-5.08735	1796.546	1001.556	0.29846
		0.04492	-1.59723	0.002018	2.551128	-0.07175						0.04492	-4.86865	0.002018	23.70376	-0.2187			
		1.04492	-1.59723	1.091858	2.551128	-1.66897						1.04492	-4.86865	1.091858	24.68749	-5.19184			
		1.04492	-1.59723	1.091858	2.551128	-1.66897						1.04492	-5.16865	1.091858	26.71495	-5.40063			
		0.04492	-1.59723	0.002018	2.551128	-0.07175						0.04492	-5.16865	0.002018	26.71495	-0.23218			
		1.04492	-1.59723	1.091858	2.551128	-1.66897						1.04492	-5.06865	1.091858	25.69122	-5.29633			
		1.04492	-1.59723	1.091858	2.551128	-1.66897						1.04492	-4.96865	1.091858	24.68749	-5.19184			
		0.04492	-1.59723	0.002018	2.551128	-0.07175						0.04492	-5.06865	0.002018	25.69122	-0.22768			

(2)断面観測

CO₂ 濃度計とハンディ GPS を持って都市内を移動することで都市要素がそれぞれ CO₂ 濃度に与える影響について観測し、計測断面における濃度分布マップを作成する。

GPS のアクティブログ(軌跡データと時間を共に保存したデータ)は濃度計と違い衛星との通信状態等の理由から保存される時間間隔が一定でないため C 言語プログラムを用いて GPS の時刻データに近い濃度計のデータを取り出してデータ化するという作業を行った。また、同時に GPS の時刻データの変換およびデータの座標単位の統一を施した。

図-2 に 2007 年 12 月 5 日および 6 日に行った観測を基に作成した濃度分布マップを示す。それぞれのポイントには座標以外に CO₂ 濃度や測定時刻のデータが付随されており、いくつかのポイントにおいて GPS カメラを用いて撮影された現地写真がリンクされている。また、風による影響を考慮するために測定時の平均風速と濃度計の測定間隔時間から測定空気の状態と考えられるエリアを円によって示す方法を検討している。

5. 考察・今後の課題

考察として国土数値情報の細密土地利用図(平成 9 年版)に濃度分布を追加したものを図-3 に示す。しかしメッシュサイズが 100m であることもあり、本研究で特に重要と思われる工業用地や幹線交通用地が建物用地としてまとめられてしまっている部分が多い。

更なる計測データ収集と同時にこういった要素に重点を置いた土地利用図整備が重要な課題になると考えられる。その際、過去の(明治期)地形図からの土地利用図の整備も行い、現土地利用図と比較することによって定点観測の時間スケール面からの考察を行いたい。また、現段階では計測方法やデータの扱い方についての検討が不十分ではあるが、断面計測の発展として複数台の計測器を用いての同時観測によるデータ収集を行うことも考えている。

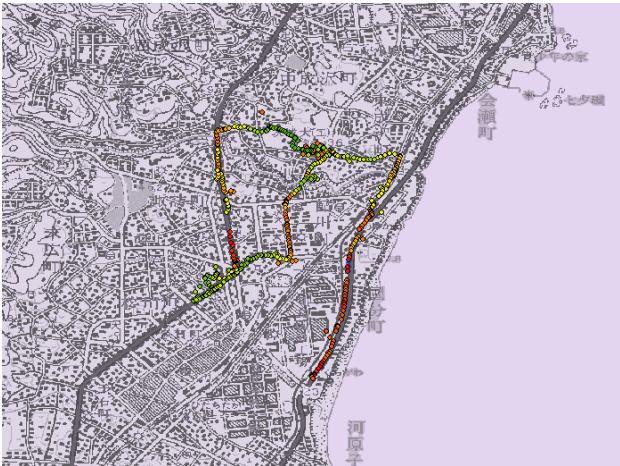


図-2 濃度分布マップ

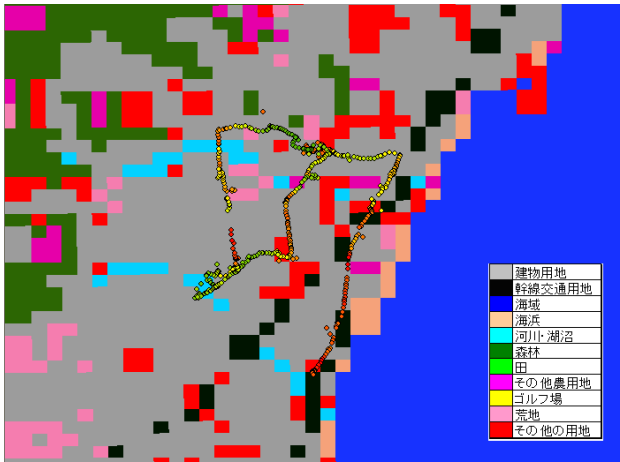


図-3 土地利用図への濃度分布オーバーレイ

参考・引用文献

1)立野英嗣・恵花孝昭・山本優・吉田卓爾・菊地由生子：都市大気中の二酸化炭素濃度について-二酸化炭素濃度と窒素化合物濃度の関連性について-,札幌市衛研年報 23 pp.84-87,1996.

2)岡村聖・伊藤雅一・龍崎忠・坂本剛：地球温暖化防止のための環境教育に関する研究(2)-CO₂ 濃度常時測定ネットワークシステム-,環境経営研究所年報,pp.38-47,2006.

3)早福正孝・古明地哲人・岩崎好陽・小峰美奈子：二酸化炭素濃度の地域格差に関する検討,東京環境科学研究年報, pp.231-236,2002.

4)坂本友子・由比顕之介：北部九州の都市における道路沿い大気中二酸化炭素濃度の分布と要因,九州女子大学紀要第 33 巻 4 号, pp. 31-40, 1997.

