

## 文化財庭園における CO<sub>2</sub> 濃度分布の計測実験

○茨城大学 正会員 桑原祐史, 明石高専 正会員 石内鉄平  
福山コンサルタント 正会員 斎藤修, 茨城大学 正会員 小柳武和, 茨城大学 フェロー会員 安原一哉

### 1. はじめに

近年, 地球温暖化の原因となる温室効果ガスとして CO<sub>2</sub> 濃度の変遷が注目されている。全球を対象とした平均的な濃度値は約 380 (ppm) であることが知られており, その経年的な変遷に全世界が注目している現状にある。このような中, 著者らの研究グループは, 概ね街路樹の樹冠以下の生活環境圏を対象とした CO<sub>2</sub> 濃度に注目してきた。CO<sub>2</sub> の排出源は, 工業・農業など, 産業に由来するもの, そして我々市民の生活活動に由来するものがあるが, 拡散現象によっていずれについても全球濃度に寄与して行くことになる。現在までの研究において, 生活環境圏の CO<sub>2</sub> 濃度は, 1) 土地利用の分布 (森林, 市街地, 工場の効果), 2) 地形の効果, 3) 休日など社会活動の効果, 等によって変化することを計測してきた<sup>1), 2)</sup>。本検討では, 一連の研究の次ステージとして, 公園緑地等, 市街地内に散布する緑地と, CO<sub>2</sub> 濃度分布との関係を定量化することを試みた。最近, 様々な植物を用いたグリーンウォール設置など, 身近で簡易な緑化活動が数多く見受けられる。本検討での成果はそれらの取り組みを CO<sub>2</sub> の吸収, という観点から定量化し, 効果の計測に応用展開できる技術開発である。

### 2. リアルタイム計測方法

本検討では, 日本を代表する回遊式大名庭園である栗林公園 (香川県) を対象とした。公園の全体図は, 紙面の都合上, スライドで示す。公園の西側は紫雲山があり, 北-東-南の各面が高松市街となっている。なお, 公園の北方に瀬戸内海が位置する。公園は, 開園当初より庭園整備が進められたとされる南庭と, 元禄期に作庭が進められたとされる北庭に分けることができる<sup>3)</sup>。本検討では, 北庭の芙蓉沼周辺 (エリア 1), 桶樋滝周辺 (エリア 2), 南湖周辺 (エリア 3) および北湖周辺 (エリア 4), 合計 4 つのエリアを設定した。計測は, **表-1** に示す性能を有する株式会社ユー・ドム製 CO<sub>2</sub> デテクタシリーズ (型式 C2D-W02TR: 無線型 CO<sub>2</sub> 測定器) を使用し<sup>4)</sup>, 平成 22 年 9 月 21 日 (火) に実施した。計測は, 各エリア毎に, 湖沼を囲むように測定器を設置した。**写真-1** に測定器設置の様子を示す。設置が終了した後, 複数の CO<sub>2</sub> センサから送信されてくるデータをなるべく欠損のないように取得するため, 各エリアの中で小高い地形の地点 (香風亭, 新日暮亭裏手の丘, 飛来峰, 芙蓉峰) に無線アンテナを設置した。以上の条件で, 複数のセンサで共通してデータ観測をする時間を設けた。

公園緑地における面的な CO<sub>2</sub> 濃度分布を議論する上で, (1) 公園内の風向, (2) 回遊客の多寡, 以上が問題となる。(1) については, 公園の海側向きに開けた地形であることを考慮し, 北門近傍の芝生広場に移動型風向風速計を設置するとともに, 共同研究者がセンサ設置場所近傍で簡易型風見鳥を用いて風向を計測した。(2) については, 現時点で時間毎の公園入客数を把握していない。定性的な感覚によるが, 午前中の北庭は客数はまばらであり, 午後 13:00 以降, 南庭については回遊客がいた。但し, 庭園内の橋や高所に登る階段を待つ等, いわゆる混雑を感じる程ではなかった。

### 3. 計測データの補正

計測した CO<sub>2</sub> 濃度のデータを, より正確に比較することを目的として, 現地計測実験後にセンサのガス校正を行った。校正には, 0 (ppm) および 400 (ppm) の標準ガスを使用し, 使用したセンサの個々がどの程度のレベルシフトを示したのかを確認した。シフト量は, 0 (ppm), 400 (ppm) およびセンサ個体の各条件で微妙に異なっていた。今回は, 検討の初段階として, シフト量を直線型で仮定し, 線型変換により計測値を補正した。

### 4. 濃度分布が示す傾向

**図-1** に芙蓉沼近傍の同時計測結果を示す。図の縦軸は CO<sub>2</sub> 濃度, 横軸は計測経過 (秒) を示す。計測は約 11:00

キーワード CO<sub>2</sub>, 文化財庭園, 光合成, リアルタイム計測, 濃度補正

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学 広域水圏環境科学教育研究センター

Tel: 0294-38-5261 E-mail: kuwahara@mx.ibaraki.ac.jp

表-1 使用した CO<sub>2</sub>測定器および無線受信機の性能

1. CO <sub>2</sub> 測定器 ( 型式 : C2D-W02TR )			
測定項目	CO <sub>2</sub> 濃度、温度、湿度		
表示項目	測定器本体LCDに、CO <sub>2</sub> 濃度、温度、湿度、露点温度(測定した温度と湿度からの計算値)を選択操作により切替表示		
測定範囲	CO <sub>2</sub> 濃度	0 ~ 5000 ppm ( 5000 ~ 9999 ppm は精度外(拡張測定範囲)になります。)	
	温度	-20 ~ 80 °C	
	湿度	0 ~ 100 %RH	
測定精度	CO <sub>2</sub> 濃度	±30ppm±読み値の5%	LCD表示 分解能
	温度	±1°C (10~40°Cの範囲内) ±2°C (10~40°Cの範囲外)	
	湿度	±4.5%RH (20~80%RHの範囲内) ±7.5%RH (20~80%RHの範囲外)	
測定間隔	2分(出荷時デフォルト)、1分、30秒、20秒、10秒のいずれかを、ボタン操作により選択。		
パソコン	USB接続		
接続機能	微弱無線	周波数: 303.2MHz	アンテナ: 基板ハターン・アンテナ 通信可能距離: 約7m
ロガー機能	マイクロSDカード(最大2GBまで)に保存。(測定値は、CSV形式 64バイト/測定回で記録) 記録内容は、年・月・日 時・分・秒、CO <sub>2</sub> 濃度、温度、湿度、露点温度		
電源	パソコン接続時: USB給電、 パソコン非接続時: USBタイプACアダプタ		
測定器本体 寸法/質量	箱形: H60mm×W135mm×D22mm(突起部含まず) / 質量: 約126g		
2. 微弱無線受信機 ( 型式 : C2D-W02RE ) オプション			
パソコン通信方式及び電源	USB接続		
アンテナ	1/2λホイップアンテナ		
受信機 寸法/質量	本体 箱形: H40mm×W85mm×D60mm(突起部含まず) アンテナ長: 480mm / 質量: 約112g		



写真-1 センサ設置の様子(一例)

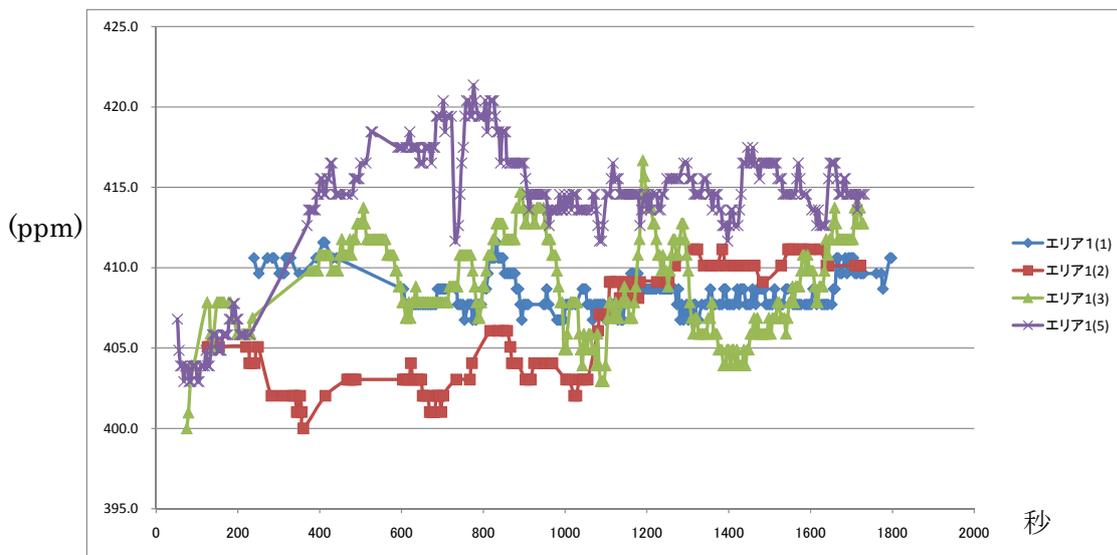


図-1 センサ設置地点毎の濃度値変動(エリア1：芙蓉沼近傍)

に開始したため、植生の寄与が大きい地域では、晴天の条件下ではCO<sub>2</sub>濃度が下がる傾向にある時間帯である。調査日当日は晴天であるため、このような条件下での比較となった。なかなか様な傾向を読み取りにくいですが、亭上に設置したエリア1(3)の濃度値のばらつきが大きく、かつ、エリア1(2)やエリア1(1)の濃度値は概ねエリア1(3)より低い傾向にあることが見て取れる。これは、北口近傍に設置した風向計が、このエリアの計測時間に東風を多く計測していたため、公園東側市街地の影響を受けた計測値であることが推測される。近傍で地形高さの低いエリア1(1)やエリア1(2)では、植生の寄与によって濃度値が低くなっていることが伺える。

### 5. おわりに

同調査で計測した他の3地点でのデータ分析を進め、CO<sub>2</sub>濃度値と公園内被覆との関係をより深く分析して行く予定である。また、公園内の微妙な高低差を反映させた地形モデルを構築し、濃度値解釈の高度化を図ること、地点毎に計測した風向と濃度値との関係について更なる分析を行う、以上が今後の予定となる。

謝辞：本研究は、茨城大学 地球変動適応科学研究機関のプロジェクトの一環として実施されたものである。記して深甚なる謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 桑原祐史・宮部紀之・斎藤修・小柳武和・安原一哉：茨城県日立市を対象としたCO<sub>2</sub>濃度計測システムの応用利用による季節変動分析, (社)土木学会 土木情報利用技術論文集, Vol. 19, pp. 261-266, 2010.
- 2) 宮部紀之・桑原祐史・斎藤修・安原一哉・小柳武和：生活環境圏を対象としたCO<sub>2</sub>濃度システムデータ利用による変動分析, (社)土木学会 土木情報利用技術論文集, Vol. 18, pp. 85-94, 2009. 11
- 3) 香川県栗林公園観光事務所刊行 栗林公園案内図, 2010.
- 4) 株式会社ユニー・ドム Web ページ 製品情報「型式C2D-W02TR:無線型CO<sub>2</sub>測定器」 <http://uodom.co.jp/> (2011. 1. 19 参照)