

茨城県内を対象とした生活環境圏における CO₂ 濃度の時系列変化に関する研究

茨城大学大学院 学生会員 ○小澤花音

茨城大学大学院 学生会員 飯田大貴

茨城大学大学院 学生会員 加瀬秀征

茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター 正会員 桑原祐史

1. はじめに

地球温暖化の要因となる温室効果ガスのひとつである CO₂ は、地球規模で濃度の観測・分析が行われている¹⁾。この地球規模での観測の多くは、人為的な影響がなるべく及ばない離島や山頂で行われており、定常流によって拡散された、全球の平均的な CO₂ 濃度の傾向を捉えることを目的としている。一方、定常流より低い、街路樹程度の高度の生活環境圏の観測では、市民の生活シナリオ・地域による排出量の経年傾向をモニタリングすることが可能である。最終的には、全球に拡散して環境への影響を及ぼすであろう CO₂ 排出の現況量を把握することができれば、より有効な都市レベルでの CO₂ 低減対策を検討することが可能になると考えられる。生活環境圏を対象とした CO₂ 濃度の動態に関する、既往の研究では、桑原ら（2014）が都市近傍での特性や季節的な特徴を分析しており²⁾、今井ら（2014）は植生が地域の CO₂ 濃度の増減に影響を与えていることを示した³⁾。また、高木ら（2017）は風速・風向が CO₂ 濃度に及ぼす影響を検証しており⁴⁾、生活環境圏における CO₂ 濃度の動態は少しずつ明らかになりつつある。

しかし、既往の研究では1～3年程度の短期のデータを用いて解析していることが多く、得られた結果が一時的な傾向を捉えたものである可能性も否めない。そのため、CO₂ 濃度に及ぼす、地域的・人為的な影響を捉えるには、CO₂ 濃度の時系列変化を検証する必要がある。そこで、本研究では、変動の傾向や周期性、地域特性を捉えることを目的とし、CO₂ 濃度データの時系列解析を行った。具体的には、月平均の CO₂ 濃度のデータセットを作成し、時系列データの成分分解をすることで、トレンドを抽出した。成分分解を行ったデータと地理情報を比較することで CO₂ 濃度変化の地域性の考察をした。

表-1 解析対象期間

観測地点	解析対象期間		
大子	2012年12月1日	—	2017年8月8日
高萩	2012年9月1日	—	2017年8月8日
日立	2013年9月1日	—	2017年8月8日
筑西	2014年3月1日	—	2017年7月31日
石岡	2014年3月1日	—	2017年7月25日
守谷	2012年7月25日	—	2017年7月25日

2. 研究の方法

本研究では、表-1に示す茨城県内の計6地点で設置型 CO₂ 測定器により計測された CO₂ 濃度データを補正後、CO₂ 濃度の月平均のデータセットを作成し、解析に用いた。CO₂ 濃度の時系列データに対して loess（局所回帰平滑化）アルゴリズムを用いて2回の平滑化を行い、式(1)に示す成分分解をした。

$$Z_i(t) = L_i(t) + S_i(t) + I_i(t), \quad t=1, \dots, n \quad \cdots \text{式(4)}$$

$L_i(t)$: 観測開始～現在までの長期トレンド系列

$S_i(t)$: 平滑化によって自然に抽出された1年レベルの短期トレンド系列

$I_i(t)$: イレギュラー系列

地域性の検証には、本研究で使用した2012年～2017年の5年間の CO₂ 濃度のデータと対応させ、平成21年(2009年)、平成26年度(2014年)に作成された国土数値情報土地利用細分メッシュから求めた土地利用割合を使用した。

3. 地域性の分析

図-1は大子、図-2は石岡の分解結果である。図-1および図-2の長期トレンドより、CO₂ 濃度の上昇は右肩上がりになっており、大子では4年半で約60ppm、石岡では3年半で約50ppmの上昇が見られ、他の地点でも同様に CO₂ 濃度の上昇は右肩上がりとなっており、約40～60ppmの上昇が見られた。これは全球平均の5倍程度の上昇値であるが、人為の影響を直接的に受けている

キーワード：生活環境圏、CO₂、地域特性

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 茨城大学大学院理工学研究科 国土空間情報研究室

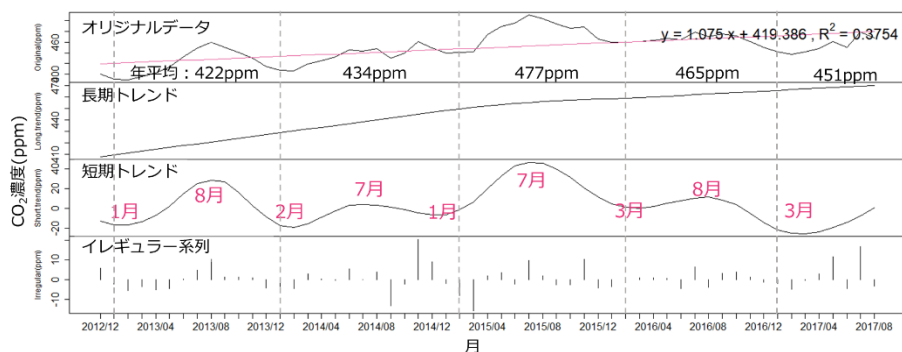


図-1 時系列の分解 大子 2012年12月-2017年8月

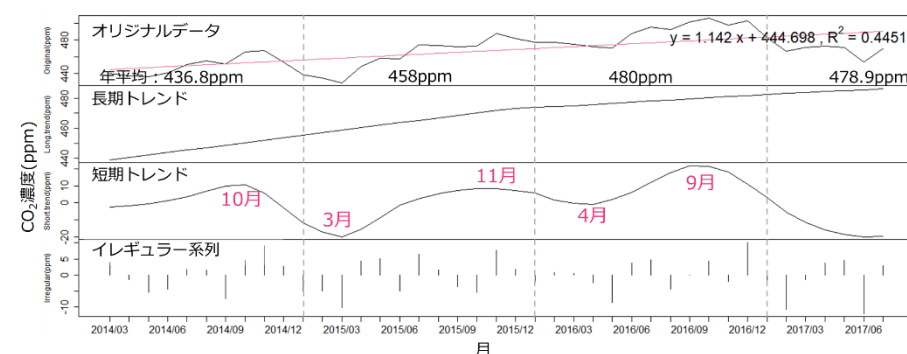


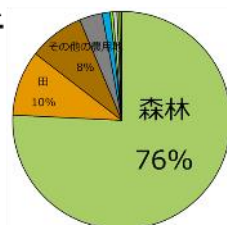
図-2 時系列の分解 石岡 2014年3月-2017年7月

生活環境圏における CO₂ 濃度であるため、妥当な値と考えられる。

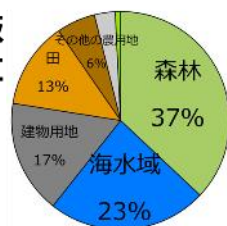
図-1の短期トレンドより、約1年周期で変動していることが分かる。変動のレベルは年によって異なるが、夏季に最大となり、冬～春頃に最小となる。気象庁が管理している綾里観測場のデータとは正反対の季節性となっており、高萩、日立でも同様の変動が見られた。観測を行った周辺の土地被覆は主に森林であり、植生の影響を受けやすい場所である。夏季は光合成による CO₂ 濃度の吸収が多いとされているが、日射量によっては CO₂ が放出される場合もある。また、大子の地形はくぼ地になっていることや、森林に囲まれていることから、風通しが悪く、放出された CO₂ が溜まりやすい場所となり、濃度値が高く観測された可能性がある。また、高萩、日立は、海水域を多く含んでいる。日本の太平洋側での CO₂ 収支は夏季は放出し、冬季には吸収することが報告されており⁵⁾、今回の高萩、日立の CO₂ 濃度の周期性は、これと一致している。

図-2から、石岡の濃度値が最も低くなるのは春頃、最も高くなるのは秋頃である。観測地点の周辺の土地被覆の約50%が水田、農用地であり、CO₂ 濃度に土壌呼吸による影響を受けていると考えられる。秋は米やそばの収穫の時期であり、収穫後の耕耘、すき入れによる土壌攪乱のため、CO₂ の流出があることや、気温が上がりだす春から、土壌温度の上昇による微生物活性の上昇によって

大子



高萩 日立



石岡 筑西 守谷

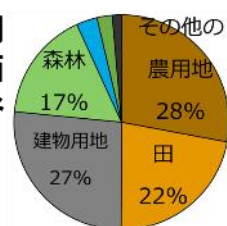


図-3 土地利用割合

CO₂ の放出があったのではないと思われる。土地利用状況が類似する、筑西、守谷でも同様の結果が得られた。

4. まとめ

時系列データの成分分解をした結果、全ての地点で右肩上がりの傾向にあり、1年に約10～15ppm上昇していた。また、約1年周期での季節性が確認でき、土地利用が類似する地点では季節性（周期性）が概ね同様になることを示した。今後は、得られた地域特性をより明確なものにするためにセンサ自体の性能の検証、高精度の CO₂ 濃度測定器で観測したデータとの比較や、海水域や森林など単一の土地被覆に囲まれている場所での CO₂ 濃度観測などが課題となる。

参考文献

- 1) 気象庁：温室効果ガスの観測、
http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p05.html
 (参照2018年2月10日)
- 2) 桑原祐史，山田貴弘，今井友桂子，神澤雅典：茨城県を対象とした生活環境圏におけるCO₂濃度観測データの補正方法と地域性の検討，応用測量論文集 vol.25, pp.15-23, 2014.
- 3) 今井友桂子，石井鉄平，桑原祐史：都市域を対象としたCO₂濃度の計測とその変動要因の分析，応用測量論文集，vol.25, pp.3-14, 2014.
- 4) 高木祥太，伊藤雅一，岡村聖，鄭敏学：生活環境圏におけるCO₂濃度の分布パターン～地球環境評価の基礎となるCO₂濃度の動態に着目して，環境情報科学学術研究論文集，vol.31, pp.311-316, 2017.
- 5) 気象庁：北西太平洋における大気-海洋間の二酸化炭素分圧差，
<http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/co2/results/dpco2/win.html>
 (参照2018年2月10日)