

令和元年6月13日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06528

研究課題名(和文)生活環境圏におけるCO₂濃度の地域性に着目した新たな緑地評価指標の提案研究課題名(英文) A Proposal of Green Space Evaluation Index Focused on Regional Characteristics of CO₂ Concentration in Human Living Area

研究代表者

桑原 祐史 (Kawahara, Yuji)

茨城大学・広域水圏環境科学教育研究センター・教授

研究者番号：80272110

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：生活環境圏のCO₂濃度変動パターンが地域毎に異なること、計測地点周辺の緑量に影響されることが明らかにされた。約3年分のCO₂濃度を用い、地域におけるCO₂吸収量を月別最大濃度値で除する環境評価指標を提案・適用し、地理情報との相関を分析した。結果、夏季においては植生との間に高い正の相関、冬季は人間活動との間に正の相関がある、つまり、季節によって指標の性質が変化するという結論を得た。計測地点の代表性についてDOAS法を用いた研究を進めた。計測は大学を起点に南西3.7 km、北東2.4 kmの二方向を対象とした。DOAS法と定点観測値は±20 ppm程度の誤差となり両者は概ね一致することが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生活環境圏のCO₂濃度変化に着目し、緑地評価指標を提案した。検証を進めた結果、季節毎の特徴的な濃度変動が再現されており、「生活環境圏の緑地評価」を行う上で、緑被率を補足する新たな指標が提案されたと言える。水域の効果については議論の余地を残すが、緑化効果の評価や、ローカルな炭素取引のための前提式として利用できる可能性があり、この点に社会的意義あると考える。

研究成果の概要(英文)：In this research, we proposed an index to evaluate the level of the CO₂ absorption by green spaces. For the index, a positive correlation was found between the geographic information of the vegetation and the index value. In addition, it has been suggested that there is a positive correlation between geographical information related to human activities. However, in this fixed point observation, the data obtained at the observation point may not represent the surrounding data. The DOAS method measures the average concentration of trace components present in the optical path by propagating light through the long optical path in the atmosphere. Therefore, in this research, the following two points were aimed. First, we observed the carbon dioxide concentration over long distances by the DOAS method in February 2017. Second, we used the DOAS data to examine to what extent the data of fixed point observation of carbon dioxide concentration agree with the DOAS result.

研究分野：土木工学

キーワード：二酸化炭素濃度 緑地 地理空間情報 緑地評価指標 DOAS

様式 C-19, F-19-1, Z-19, CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1)CO₂濃度の計測は、人間生活によるガス排出の影響が直接及びにくい離島や山頂で実施されている。日本では環境省・気象庁や、県(埼玉県)等行政機関が計測を実施しているが、計測地点は南鳥島や綾里(岩手県大船渡市)など市街地から離れた地域や高所からの大気サンプル収集に基づく¹⁾。

(2) 2009年1月に世界唯一の温室効果ガス観測技術衛星であるGOSATが打ち上げられ、宇宙空間からCO₂濃度のカラム量が計測されるようになった²⁾。

(3) CO₂排出量を単位化した排出量計算が一般的に行われており、地域の大気環境の評価やCO₂排出削減効果の推定に用いられている。しかし、都市域には多くの排出源があるため、計測したCO₂の代表性が必ずしも保障されないという欠点がある。

(4)震災以来、平均的なCO₂濃度現況量が400ppmを超え、上昇傾向にあることは報道機関からも報じられている^{3),4)}。また、震災の復旧・復興や洪水氾濫等自然災害の経験を踏まえて、将来の都市の「在り方」や「価値」に対して、自然環境に代表される高質な生活空間の創造が重要であることが指摘されている。

2. 研究の目的

街路樹の樹高より低い生活環境圏(地上約16m程度)を対象として、近赤外吸光方式センサ(NDIR方式)によりCO₂濃度を計測/蓄積し、地域の土地利用現況と季節変動を反映した新たな「緑地の評価指標」を提案する。

3. 研究の方法

(1) 安定した観測データの取得方法の確立

データの校正値に基づき、線形補正による観測データの生成方法を確立する。

(2)CO₂濃度値の解釈に関する課題(気象と風向風速を総合化したデータサンプリング方法の確立)

風向・風速・日照が観測データに与える影響を整理し、地域の平均的なCO₂濃度を表現している観測データを得るためのサンプリング方法を確立する。

(3)土地利用(緑地関係)と観測値との関係

都市内を複数光路で継続的に同時計測する実験を通して被覆種と観測データとの関係を把握する。結果、計測地点が被覆的に地域の代表的なサンプルを取得しているのかについて精緻な検証を加える。最終的に、CO₂濃度の変動パターンに着目した緑地の評価指標を複数提案し、観測データおよび衛星リモートセンシングデータから計算する緑被率(%)との比較を通して、指標の良否を検証する。

4. 研究成果

(1) 安定した観測データの取得方法の確立

図-1に2014年から2017年の茨城県各所におけるCO₂濃度計測結果を示す。既往の研究では、採用したセンサは時間とともにCO₂濃度の平均が上昇し、かつ、ばらつきが大きくなるドリフト現象を起こしたが、日立および高萩の2地点では、最新のセンサでは濃度が低下するドリフト現象を把握した。既往の研究⁵⁾で用いたセンサではNDIR方式の反射空間のメッキに金を使用していたが、最新式はステンレス仕様に替わっている。これが濃度値の上下に影響しているものと推察する。但し、変化の傾向は一次式で近似できるような変化であったため、従来の手法を用いて濃度を補正したところ、多年度にわたるデータの連続性が確保できることが確認された。

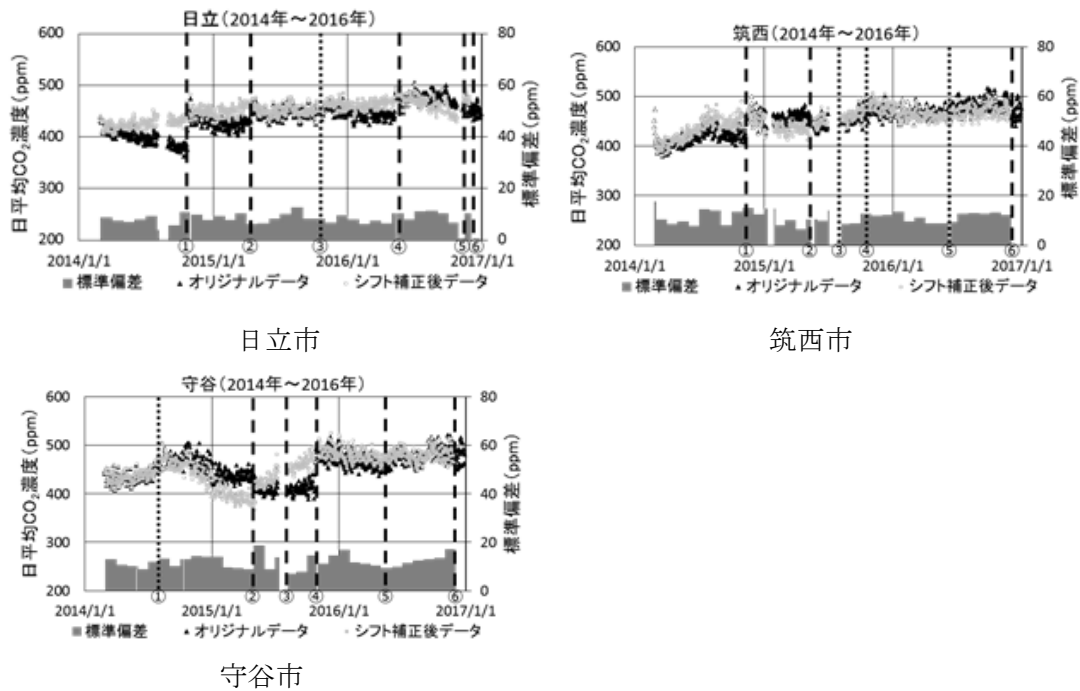


図-1 2014年から2017年の茨城県各所におけるCO₂濃度計測結果

(2)CO₂濃度値の解釈と土地利用(緑地関係)と観測値との関係

CO₂等の面的な広がりを検証する上で重要となる範囲である計測地点半径5 km 円内に注目した⁶⁾。観測地点周辺の土地利用および人口を把握するため、国土数値情報土地利用細分メッシュおよび国勢調査男女別人口総数及び世帯総数データを用いて、半径5 km 円を整備した。次に、平野ら(2002)の緑被率推定法により⁷⁾、計測地点近傍半径5 km 円内の緑被率を推定した。衛星画像は2015年5月2日、2015年8月6日、2015年12月28日、2016年10月27日撮影のLandsat8/OLI 観測データを利用した。さらに、本研究では5月、8月、10月、12月を気象庁の季節区分に従って、それぞれ春、夏、秋、冬の区分とした。式(1)に環境評価指標の計算式を示す。この式は、局所的にCO₂がどの程度吸収されたのかという点を、局所最大量を基準に表現したものである。検討の結果、図-2に示すように、各種地理情報と環境評価指標の相関を分析して、夏季においては植生との間に高い正の相関、冬季においては人間活動との間に高い正の相関というように、観測地点近傍の土地被覆と密接に関係すること、季節によって環境評価指標の性質が変化することが明らかになった。

$$\text{(環境評価指標)} = \frac{CO_{2max} - CO_{2min}}{CO_{2max}} \quad \text{式(1)}$$

CO₂ max : 時間平均 CO₂ 濃度の最大値

CO₂ min : 時間平均 CO₂ 濃度の最小値

△:正の相関 ▽:負の相関		相関係数			
地理情報		春	夏	秋	冬
植生	森林	△0.43	▲0.80	△0.28	▽0.48
	森林+田	△0.64	▲0.88	△0.33	▽0.30
	森林+田+その他農用地	▲0.81	▲0.81	△0.64	▽0.01
	緑被率	▲0.71	▲0.89	△0.66	▽0.01
人間活動	建物用地	▽0.39	▽0.68	▽0.25	△0.53
	人口	▽0.49	▽0.68	▽0.38	△0.40

図-2(1) 地理情報と環境評価指標の相関
(2014年)

△:正の相関 ▽:負の相関		相関係数			
地理情報		春	夏	秋	冬
植生	森林	△0.17	△0.57	△0.20	▽0.48
	森林+田	△0.33	▲0.75	△0.52	▽0.30
	森林+田+その他農用地	△0.52	▲0.89	▲0.79	▽0.01
	緑被率	△0.44	▲0.89	▲0.72	▽0.01
人間活動	建物用地	▽0.05	▼0.76	▽0.32	△0.53
	人口	▽0.06	▼0.91	▽0.48	△0.40

図-2(2) 地理情報と環境評価指標の相関
(2016年)

(3) DOAS 法による観測地点代表性の課題

定点観測で得られたデータは、茨城県内のどの程度の空間を代表する計測値であるか、その解釈について言及してこなかった。そこで、本論では、研究の第1ステップとしてパス間の大気成分の計測・分析が可能である DOAS 法により、方位の異なる2地点間の平均的な CO₂ 濃度の計測を行い、定点観測による計測値との比較を行うことにした。計測は定点観測地点である茨城大学を起点に南西 3.7 km, 北東 2.4 km の二方向を対象とした。検討の結果(図-3 に計測データの一例を示す), DOAS 法と定点観測値は±20 ppm 程度の誤差となり両者は概ね同一地域を代表する CO₂ 濃度を示していることが確認された。

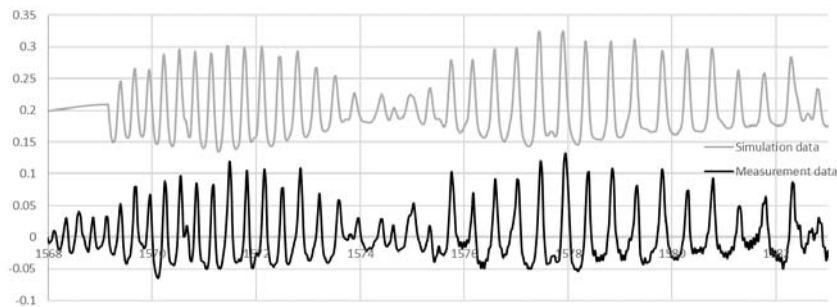


図-3 計測データ(光学的厚さ)とシミュレーションデータの比較

<引用文献>

- 1) 地球温暖化観測推進事務局/環境省・気象庁: CO₂ 観測のあゆみ
http://occo.nies.go.jp/ondanka/nenpyo_2.html
- 2) JAXA 人工衛星・探査機 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)
<http://jaxa.jp/projects/sat/gosat/>
- 3) 朝日新聞 2012 年 5 月 17 日(木)38 面[大気中 CO₂ 初の 400ppm 超]
- 4) 朝日新聞 2012 年 10 月 5 日(金)7 面[温室ガス減 1%に悪化]
- 5) 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.
- 6) 河村武, 橋本道夫: 環境科学Ⅲ - 測定と評価, 朝倉書店, pp. 7-8, 1990.
- 7) 平野勇二郎, 安岡善文, 柴崎亮介: 都市域を対象とした NDVI による実用的な緑被率推定, 日本リモートセンシング学会誌, Vol. 22, No. 2, pp. 163-174, 2002.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

- (1) 飯田大貴・奥出信一郎・久世宏明・桑原祐史: DOAS 法による生活環境圏における CO₂ 濃度の計測と検証, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol. 73, No. 2, pp. II_33-II_40, 2017.
(査読あり)
- (2) 加瀬秀征・飯田大貴・桑原祐史: 茨城県の生活環境圏における CO₂ 濃度変動に着目した環境評価指標の検証, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol. 73, No. 2, pp. I_164-I_172, 2017.
(査読あり)

[学会発表] (計1件)

Hiroataka Iida, Shinichirou Okude, Naohiro Manago, Yuji Kuwahara and Hiroaki Kuze:
Measurement of carbon dioxide concentration using DOAS method in the human activity area in
Ibaraki, Japan, International Symposium on Remote Sensing 2017, pp. 885-886, 2017.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

[その他]

<http://landinfo.civil.ibaraki.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：久世 宏明

ローマ字氏名：KUZE, Hiroaki

所属研究機関名：千葉大学

部局名：環境リモートセンシング研究センター

職名：教授

研究者番号 (8桁)：00169997

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。