

簡易センシングを用いた内モンゴル自治区における長期 CO₂ 濃度計測の試み

茨城大学 学生会員 秦 冉

茨城大学 正会員 桑原 祐史

1. はじめに

IPCC（国連気候変動に関する政府パネル）第5次評価報告書によると、「人為起源の温室効果ガスは20世紀半以降の地球温暖化の主な原因である可能性が95%であり、世界平均気温は世紀末までに0.3~1.8℃上昇すると予測されている」と報告された。地球温暖化の影響は世界平均気温の上昇だけでなく、全球降水量の増加、海面上昇、氷床融解と極端気象の増加等でもある¹⁾。2019年にWMO（世界気象機関）スイス・ジュネーブで発表され、CO₂濃度に代表として温室ガスは2018年の世界平均濃度は407.8ppm、観測歴史上最高に達した²⁾。

日本国内では、気象庁が1987年綾里からはじめて、南鳥島、与那国島の3地点において、CO₂濃度を観測している。しかし、地域の多様性により、CO₂濃度変動にも違うと考えられるために、茨城大学は県内の生活環境圏におけるCO₂濃度観測の研究は2007年から行ってきた。既往研究による2008年齋藤らはCO₂濃度観測における電子百葉箱の有効性を確認され³⁾、2014年桑原らはCO₂濃度と観測地点近傍の土地利用との関係を検証された⁴⁾。これまで、茨城県内山間部、臨海部、湖沼沿岸、内陸を代表として8箇所を観測してきた⁵⁾。

そこで、中国の内モンゴル自治区の包頭市を新しい観測地点をとして追加された。包頭市の平均海拔は茨城県より高く、人口密度は茨城県より約3倍低く、平均湿度は非常に低いという乾燥地帯である。地形の異なるにより、CO₂濃度のレベルが、日本のどのような地域の類似について検討することを目的とした。

2. 測定装置

対象領域は、内モンゴル自治区包頭市の住宅街を対象とした。図-1にCO₂濃度観測地点を示す。内モンゴル自治区包頭市では外気温が最低-30℃程度になることがあり、センサが正常に動くことを保つために、自作の保温箱を用いた。

ここでは、保温箱の構造について説明する。図-2のように、保温箱は内壁に保温シートを貼り付けた箱によって作られている。保温シートによって、Raspberrypi 3とセンサなどの機器が低温から守られる。そして、図-2（左）の赤い丸に示しているように、箱には穴が空いており、換気ファンがつけられている。常に空気を入れ替えることができ、保温箱の内外におけるCO₂濃度が一致していることを保つことができる。また、保温箱の底を底上することにより、箱の中に水が貯まっても、電子機器への影響を防ぐことができる。さらに、保温箱の中の温度が保たれているため、室外温度を正確に測定するために、箱の外側に低温に強い温度センサを取り付ける。図-2（右）に示す。

次に、観測装置に関する説明である。Pythonが利用でき、データを読み込むことで基本情報の表示が可能になるRaspberrypi 3を用いる。センサとしては、SCD30とSHT31-DISが使用されている。

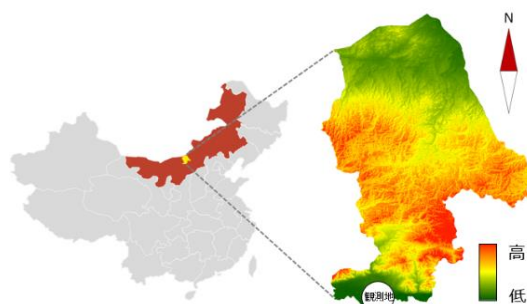


図-1 内モンゴル自治区の観測地点

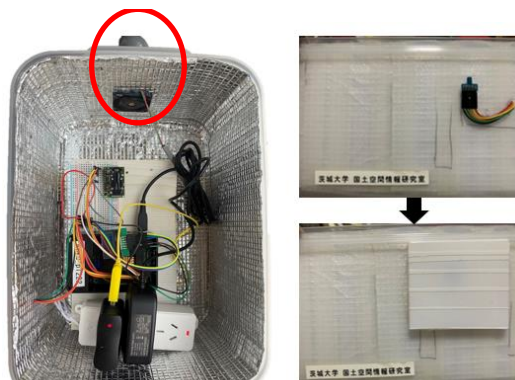


図-2 自作保温箱

キーワード：CO₂、センサ、Raspberrypi 3、計測

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 都市システム工学専攻

SCD30 は、NDIR 方式（Non Dispersive Infrared）で、CO₂ が赤外線を選択的に吸収する性質を利用して CO₂ 濃度を計測する。SHT31-DIS は I²C 通信方式を利用し、高精度で温度と湿度を同時測定できる。

3. 精度検証実験

今回開発した測定装置は、2019 年 9 月に内モンゴル自治区に設置し、一年間のデータを記録し、2020 年 9 月に回収する予定である。回収後、本研究の目的に沿って、類似性を検討することを予定とする。内モンゴル自治区での測定と同時に、測定装置の精度についての検証を行なった。検証した結果が以下になる。

定点観測の機器として、CO₂ 濃度の測定範囲が大きく、測定誤差が小さい設置型である CO₂ 測定器の C2D-E01⁶⁾を使用する。条件を一致するために、Raspberrypi 3 を使った自作測定機器と C2D-E01 を同一となる百葉箱に設置し、同時に観測を行なう。両者で測定したデータを比較することによって、自作の測定器の精度を把握することができる。今回比較とするデータは図-3 で示した日立市と潮来市の両方のデータである。

自作の測定機器が様々な環境に対応するために、水域によって影響される潮来市とほぼ環境に影響されない日立市を選定した。

比較結果は以下の図-4、図-5 によって表示する。図-4 によると、両センサで測定した CO₂ 濃度は変動がおおよそ一致していることがわかった。また、自作測定器で測定したデータの上下が激しいと見られるのは、自作測定器に用いるセンサに安定性が欠けていると考えられる。次に、図-5 の黒い線で囲まれている部分に注目すると、CO₂ 濃度が低くなるのはおおよそ晴れの日 7 時～14 時の間となる。雨天などの雲が多い天候にはその変化が現れなかった。これは植物の光合成によって影響されるからである。しかし、自作測定器によって測定したデータには、その変化を読み取ることができなかった。水域環境により自作測定装置の精度が影響されてしまい、定点観測との差が日立市での比較より大きくなったことが原因だと思われる。

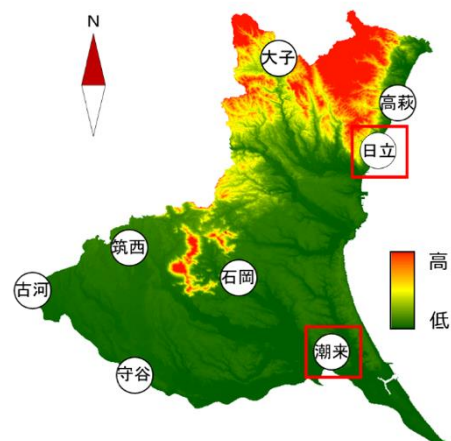


図-3 日本の観測地点

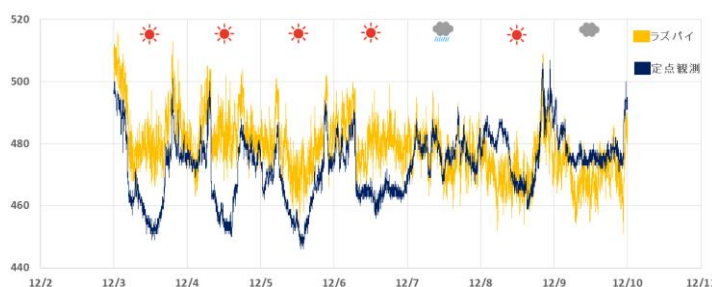


図-4 日立市両測定器の CO₂ 濃度変動

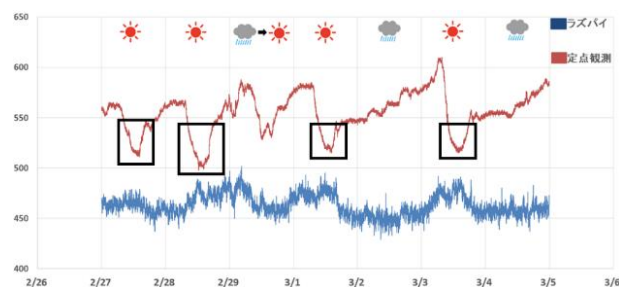


図-5 潮来市による両測定器の CO₂ 濃度変動

4. おわりに

まず、本研究の目的である内モンゴル自治区と日本の地域の類似性の比較を実現するために、現在内モンゴル自治区において測定中の保温箱を回収し、日本で測定したデータとの比較を行なう。また、日立市や潮来市以外の場所でのデータを比較することによって、精度の向上を図ることができる。最後に、潮来市における定点観測と自作測定器との差が何故水域環境による影響されるのかも今後の課題となる。

参考文献

- 1) 気象庁： <http://www.jma.go.jp/jma/press/1605/31b/2016co2.pdf>（参照 2020.3.05）
- 2) WMO<<https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-concentrations-atmosphere-reach-yet-another-high>>（参照 2020.3.05）。
- 3) 齋藤修，桑原祐史，安原一哉，宮部紀之：茨城県における CO₂ グリッド構想に関する検討，土木情報利用技術論文集，Vol.17，pp.219-224，2008。
- 4) 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。
- 5) 加瀬秀征：CO₂ 濃度変動に着目した緑地環境評価指標の提案，茨城大学修士学位論文，2019。（未公開）。
- 6) 株式会社ユードム：設置型 CO₂ 測定器，<<https://www.udom.co.jp/products/co2/c2d-e01.html>>（参照 2020.3.05）。