

大阪府立大学工業高等専門学校 学生会員 ○鞠川 純平
 大阪府立大学工業高等専門学校 正会員 大谷 壮介

1. はじめに

近年、ブルーカーボンやグリーンカーボンなどの二酸化炭素(CO₂)削減機能が注目されており、今後の地球温暖化対策において重要な役割を担っていると考えられる。特に都市部においてはCO₂の排出が大きく、その削減が求められており、大阪市の都市部を流れる淀川の河口干潟ではヨシが多く植生していることから、ブルーカーボンだけでなくグリーンカーボンによる炭素固定も見込まれる。しかしながら、淀川河口ヨシ帯では動植物による生産と消費、都市部の影響、潮位の変動などによって二酸化炭素(CO₂)の収支が複雑であることが予想される。そこで本研究では大気間の物質や熱の輸送量を測定する一般的な手法である渦相関法を用いて、CO₂フラックスとその補正に必要な潜熱フラックス、顕熱フラックスを同時に直接測定し、淀川河口ヨシ帯における熱収支の把握とCO₂フラックスを定量化することを目的とした。

2. 研究方法

(1) 調査方法

調査場所は大阪府を流れる淀川河口から約8 km上流に位置する右岸側のヨシ帯 (東経135.494, 北緯34.720) においてCO₂計(LI-COR製: LI-7500)と超音波風速計(SONIC製: SAT-540)を用いてCO₂濃度および3次元風速の計測を10Hzの間隔で行った。また、湿度や気温、地温についても同時に測定を行った。観測は2014年5月17日~2014年5月19日, 2014年8月5日~2014年8月8日, 2014年11月16日~2014年11月18日の3季に渡ってそれぞれ2日間の連続観測を行った。なお、調査を実施したヨシ帯の潮位変動は約10 cm程度であり、5月から11月にかけてヨシの高さは平均110 cm~170 cm, ヨシの密度は522 本/m²~607 本/m²であった。機器の設置はできるだけ平坦でヨシの高さが均一な場所を選定し、地表面から約4 mとした。

(2) CO₂フラックスの計算方法

渦相関法を用いてCO₂フラックスを算出する際、温度や水蒸気の変動に伴う空気密度変動の影響を補正する必要がある。本研究では密度変動補正(WPL補正)を含んだ式(1)を用いてCO₂フラックスFcを算出した。over lineは30分間の平均を表し、'は平均からの変動成分を表す。wは鉛直成分風速(m/s), ρ_c, ρ_a, ρ_vは、CO₂・湿潤空気・水蒸気の絶対密度(kg/m³), μは乾燥空気の平均分子量と水蒸気の分子量の比, σは空気と水蒸気密度の比である。右辺第1項は、直接求められる生のフラックスであり、右辺第2・3項はWPL補正項であり、潜熱・顕熱による補正項である。なお本研究では各フラックスの負の値を上空からの吸収、正の値を上空への放出とした。(タワーフラックス観測マニュアル, 2011)¹⁾。

$$F_c = \overline{w' \rho_c'} + \mu \frac{\overline{\rho_c}}{\overline{\rho_a}} \overline{w' \rho_v'} + (1 + \mu \sigma) \frac{\overline{\rho_c}}{\overline{T}} \overline{w' T'} \quad (1)$$

3. 結果および考察

(1) CO₂フラックス

各調査のCO₂フラックスの時間変動をそれぞれ図-1示す。図-1より、5月においてCO₂フラックスは-0.90~0.30 mg/m²/s, 8月において-0.17~0.41 mg/m²/s, 11月において-0.10~0.20 mg/m²/sで変動していた。5月のCO₂フラックスは日中に吸収を示し、両日共に8時から

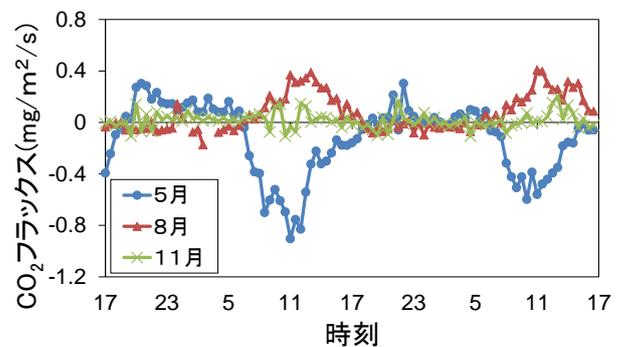


図-1 CO₂フラックスの時間変動

12時にかけて吸収を示した。また、夜間は若干の放出であった。一方で8月のCO₂フラックスは、日中に放出を示し、5月とは逆の変動を示した。主に10時から14時にかけて連続して0.30 mg/m²/sを超える放出となり、夜間は-0.07~-0.01 mg/m²/sと微量ではあるが18時から翌朝5時まで連続して吸収を示した。11月のCO₂フラックスの変動は他の2回の月と比べて小さく、収支も不連続的であった。ここで、CO₂フラックスの測定結果から算出した各観測の一日当たりのCO₂フラックスの積算値は5月において-4097 mgC/m²/day、8月において657 mgC/m²/day、11月において238 mgC/m²/dayであった。これらの結果から5月のCO₂フラックスは他の観測と比べると吸収が非常に卓越しており、日中に吸収を示した要因としてヨシの植生による光合成が活発に行われていると考えられる。5月のCO₂フラックス吸収量は有明海の干潟で報告されている吸収量の0.8~4倍であり(田中ら, 2006)²⁾、また5月のCO₂フラックスの吸収量は8月と11月の放出量の6~20倍であった。

(2) 熱フラックス

各調査の潜熱フラックスと顕熱フラックスの時間変動を図-2、図-3に示す。5月の潜熱フラックスは-9.1~273 W/m²で変動しており、日中の8時から13時に連続的に100 W/m²を超える放出であった。一方で顕熱フラックスは-81.2~32.7 W/m²で変動しており、収支の時間変動に傾向はみられなかった。以上のことより5月において淀川河口ヨシ帯は潜熱の放出源であることがわかった。また、5月のCO₂フラックスは吸収を示していた(図-1)ことから、光合成による蒸散の影響が潜熱フラックスの放出に関与したことが考えられる。8月の潜熱フラックスは-80.3~45.6 W/m²で変動しており、顕熱フラックスは-60.3~56.3 W/m²で変動していた。8月は他の調査月と比べて熱収支は非常に小さく、顕熱、潜熱ともに時間変動は小さかった。この要因として8月は地温と気温の差が平均1.3℃と他の観測に比べて1/2~3/4倍小さいことが要因となり、熱エネルギーが移動しにくい状況であったと考えられる。11月の潜熱フラックスは-5.5~55.4 W/m²で変動しており、顕熱フラックスは-43.6~171 W/m²で変動していた。11月は5月と対照的に顕熱フラックスが潜熱フラックスを上回り、顕熱フラックスは日中に放出していた。顕熱フラックスは最大で潜熱フラックスの約80倍の値を示し

ており、日中に顕熱フラックスが顕著に放出を示したのは11月のみであった。この要因として11月において日中に地温が気温より高くなることが顕熱フラックスの放出に影響したと考えられる。

4. おわりに

淀川河口ヨシ帯でのCO₂フラックスは5月において-0.90~0.30 mg/m²/s、8月において-0.17~0.41 mg/m²/s、11月において-0.10~0.20 mg/m²/sで変動しており、5月の吸収が他の月を大きく上回っていた。また、5月において潜熱フラックスは日中に平均105 W/m²と大きな放出を示し、8月において熱フラックスの時間変動は小さかった。11月において顕熱フラックスは日中に平均21.0 W/m²と放出を示して、それぞれの季節において異なった熱収支をしていることがわかった。

参考文献

- 1) タワーフラックス観測マニュアル編集委員会：タワーフラックス観測マニュアル，pp.1-169，2011.
- 2) 田中健路・滝川清：有明海干潟上における二酸化炭素フラックス観測，海岸工学論文集，第53巻，pp.1136-1140，2006.

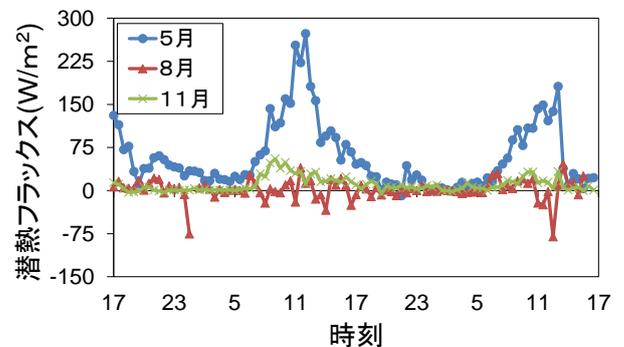


図-2 潜熱フラックスの時間変動

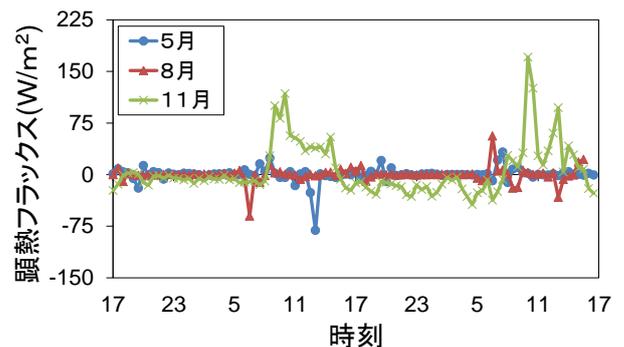


図-3 顕熱フラックスの時間変動