

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 中浦健太郎
 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、都市部から放出される二酸化炭素(CO₂)の削減は重要な課題となっており、CO₂が地表から大気へ放出されるフラックスの定量化が進められている。

これまでCO₂フラックスを観測した研究事例は主に森林や農地などの植生地帯を対象としたものが多く、これらの研究はいずれもCO₂フラックスが吸収を示した自然の場での研究事例であり、都市部における研究事例は森脇ら(2006)が夜間に住宅街でCO₂濃度が増加するという結果が報告されている程度で、人間活動が活発な都市や住宅街などでの研究事例は少ないのが現状である。

現在、CO₂の収支が大きいと考えられるのは都市部で、都市部におけるCO₂の動態を把握することが重要であり、観測データを蓄積していくことによって、CO₂の増加を効率的に抑えられる対策を考えなければならない。

そこで本研究では東部丘陵地帯と西部都市部に挟まれた地形の特徴を有した住宅都市である寝屋川市の上空におけるCO₂フラックスの定量化を目的として、CO₂フラックスの変動に及ぼす要因に関して検討を行った。

2. 研究方法

(1) 調査方法

調査場所を図-1に示す。観測は寝屋川市に位置する大阪府立大学工業高等専門学校の屋上において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(Onset製：HOBO-U23)についても同時に測定を行った。

観測は2014年1月18日14時~1月20日14時、2014年2月18日14時~2014年2月20日14時の2回行った。得られたデータは30分ごとに平均を計算して、降雨時などによる時間帯のデータは使用しなかった。

(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。横棒は平均を表し、プライム(′)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(タワーフラックス観測マニュアル, 2011)。

$$Fc = w' \rho_c' + \mu \frac{\bar{\rho}_c}{\bar{\rho}_a} \overline{w' \rho_v'} + (1 + \mu \sigma) \frac{\bar{\rho}_c}{T} \overline{w' T'} \quad (1)$$

3. 結果および考察

(1) CO₂濃度の時間変動

CO₂濃度の時間変動を図-2に示す。図-2より、1月のCO₂濃度は779 mg/m³~893 mg/m³、2月のCO₂濃度は774 mg/m³~857 mg/m³で変動した。両月ともに観測2日目の22時~8時までにCO₂は急激に増加している共通点があった。これらのCO₂が増加している時間帯は夜間であ



図-1 調査場所

ることから人間活動が影響は小さいと考えられる。また、同時時間帯においてX、Y、W成分風速の変動が-0.1~0.1 m/sと小さかったことから空気の循環が起これずにCO₂がその場に留まったことが示唆される。

(2) W(鉛直)成分風速の時間変動

W成分風速の時間変動を図-3に示す。図-3より、1月のW成分風速の変動は-0.74~0.20 m/s、2月のW成分風速は-0.32~3.71 m/sで変動した。特に2月のW成分風速は2日目の10時頃から急激に増加し、地表から上空へ最大3.71 m/sの風速が観測された。

(3) CO₂フラックスの時間変動

CO₂フラックスの時間変動を図-4に示す。図-4より、1月のCO₂フラックスは-0.22~0.74 mg/m²/s、2月のCO₂フラックスは-0.18~0.38 mg/m²/sで変動した。小田ら(2006)は久が原の住宅街でCO₂フラックスはおおよそ0~0.6 mg/m²/sとCO₂は常に放出であったことを報告しており、本研究における寝屋川市のCO₂フラックス放出量は同程度であった。2回の観測において夜間よりも日中にCO₂フラックスの変動が大きくなっており、人間活動が影響していることが示唆される。また、2日間の観測におけるCO₂フラックスの平均値は1月において0.09 mg/m²/s、2月において0.03 mg/m²/sであり、CO₂は大気へ放出であったことを示した。CO₂フラックスが放出であった要因として、同時に計測した湿度、気温、顕熱フラックス、潜熱フラックス、CO₂濃度(図-2)、W成分風速(図-3)等の各測定項目との関連を検討した結果、CO₂フラックスと各測定項目の間には強い相関関係は認められなかった。

ここで、式(1)において補正項の寄与率を計算したところ、1月の観測では補正前CO₂フラックス(第1項)：潜熱による補正項(第2項)：顕熱による補正項(第3項)=74：2：24、2月の観測では補正前CO₂フラックス(第1項)：潜熱による補正項(第2項)：顕熱による補正項(第3項)=78：3：19であったことから顕熱による放出が約20%であり、顕熱補正項は潜熱補正項よりCO₂フラックスに寄与していた。

4. おわりに

本研究では寝屋川上空におけるCO₂フラックスの定量化を目的に渦相関法を用いた冬季の観測を行った結

果、CO₂フラックスは1月において0.09 mg/m²/s、2月においては0.03 mg/m²/sと定量化することができ、CO₂は大気に放出していることがわかった。

参考文献

- 1) 森脇亮・神田学：住宅街における冬季夜間の局所的冷気沈降とスカラー濃度プロファイルの形成機構，水工学論文集，第50巻，pp.493-498，2006。
- 2) 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。
- 3) 小田僚子・森脇亮・神田学：東京湾におけるエネルギー・H₂O・CO₂フラックスの季節変化，水工学論文集，第50巻，pp.463-468，2006。

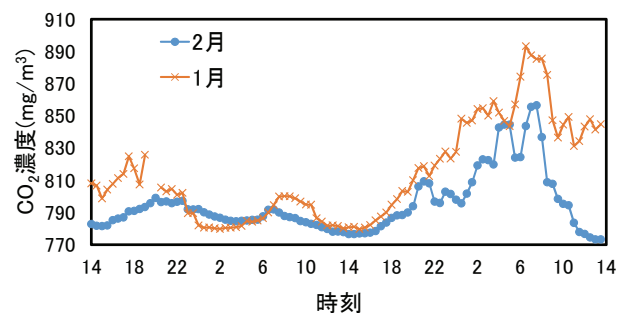


図-2 CO₂濃度の時間変動

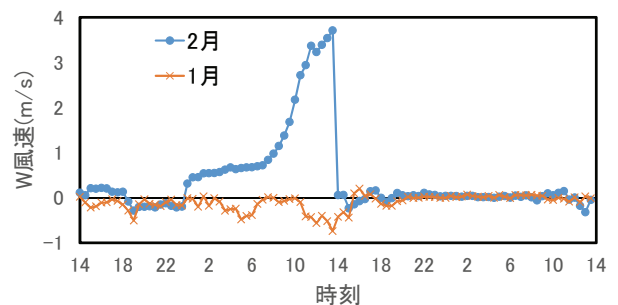


図-3 W成分風速の時間変動

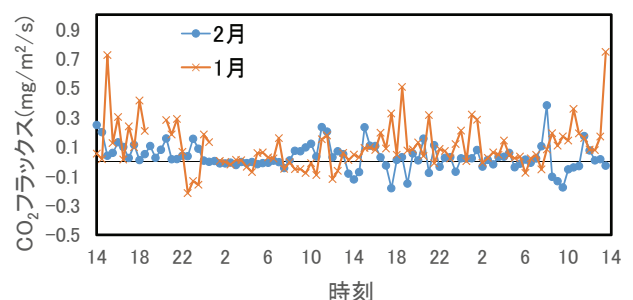


図-4 CO₂フラックスの時間変動