

熱帯域と温帯域の水田における CO₂ フラックス長期変動
 Seasonal variation of carbon dioxide flux in rice paddy fields in temperate
 and tropical regions

國保凜* 登尾浩助** 小宮秀治郎* 中島亨* 渡部拓也** 井上真梨子**

Rin Kokubo, Kosuke Noborio, Shujiro Komiya, Toru Nakazima, Takuya Watanabe, Mariko Inoue

1. はじめに

近年の急激な大気中の温室効果ガス量の増加は、地球上の気候変動に大きく影響していると考えられている (IPCC, 2013)。主要な人為起源の温室効果ガスは二酸化炭素 (CO₂) であり、全人為起源の温室効果ガス排出量のうち 76%を占めている (IPCC, 2013)。世界の人為起源温室効果ガス排出量のうち、農林業分野から排出される温室効果ガスの割合は 24%を占めている (IPCC, 2013)。農耕地では、植物の光合成による CO₂ 吸収と植物の呼吸、土壌微生物と土壌動物が土壌有機物を分解する過程で CO₂ 排出が行われており、農耕地では CO₂ 排出と吸収の双方の動きがある。農耕地で生産される主要穀物 (稲、小麦、大豆、トウモロコシ) のうち、稲が占める割合は 49%を占めている (FAOSTAT, 2013)。稲を主食としているアジア地域では、水稻栽培が盛んに行われており、全球における水田面積の 90%がアジア地域にある (Kim et al., 2002)。アジア地域は冷温帯～熱帯と様々な気候帯が存在しており、気温、降水量などの気象条件や土壌環境が異なるため、栽培管理が異なっている。水田生態系の炭素収支は、灌漑水管理、堆肥の施用、耕起や収穫後の残渣処理に大きな影響を受けることが報告されており (Saito et al., 2005)、そのため同じアジア地域であっても CO₂ 排出・吸収量に変化が生じていると考えられる。しかし異なる気候帯水田における CO₂ フラックスの比較はほとんど行われていない。

そこで本研究は、温帯 (日本) と熱帯 (タイ) の水田における CO₂ フラックスの長期変動を調査し、また両国において栽培期と休閑期をあわせた CO₂ フラックスを評価し CO₂ 収支を評価した。

2. 実験方法

実験は東京都府中市内にある東京農工大学部付属圃場 (FM 本町) の実験水田とタイ王国カセサート大学キャンセーン校内の実験水田において行った。日本とタイ王国水田における CO₂ フラックス測定はそれぞれ、2015 年 4 月から 2015 年 12 月にかけて、2014 年 6 月から 2015 年 2 月にかけて行った。日本の水田において稚苗移植は 5 月 13 日に、収穫は 9 月 30 日に行った。タイ王国の水田において稚苗移植は 6 月 30 日に、収穫は 10 月 28 日に行った。

微気象学的手法の一つである渦相関法 (EC) を用いて、水田における CO₂ フラックスを 30 分間隔で測定した。超音波風速計を使って鉛直風速を、オープンパス CO₂ アナライザー (LI-7500) を使って CO₂ 濃度を 0.1 秒間隔で測定し、CO₂ フラックスを算出した。EC 法による CO₂ フラックスは (1) 式より得られる (斎藤, 2009)。

$$F_c = \overline{w'c'} \quad (1)$$

ここで、 F_c は CO₂ フラックス ($\text{mg m}^{-2} \text{s}^{-1}$)、 w は鉛直方向の風速 (m s^{-1})、 c は空気中における

*明治大学大学院 **明治大学農学部

CO₂ 濃度 (mg m⁻³) である。Flux Calculator (Ueyama et al., 2012) ソフトウェアを用いて CO₂ フラックスを算出した。渦相関法によって得られなかったフラックスは Gap filling 法を用いて推定した (AsiaFlux, 2007)。また環境条件として、気温、湿度、気圧、土壌温度、土壌水分量、酸化還元電位、地中熱流量、正味放射量を測定した。

3. 結果と考察

FM 本町の実験水田における 1 日の積算 CO₂ フラックス (日積算 CO₂ フラックス) の経時変化を Fig. 1 (a) に、タイ国の水田における日積算 CO₂ フラックスの経時変化を Fig. 1 (b) に、日

本とタイの日平均気温を Fig. 1 (c) に示した。移植から 20 日までは両国とも CO₂ フラックスは正の値 (CO₂ 放出) を示し、その後は負の値 (CO₂ 吸収) を示した。これは稲による光合成量が呼吸を上回ったためだと考えられた。その後両国において水田は CO₂ 吸収を示し、出穂期直前に CO₂ 吸収が最大になった (日本は約 70 日、タイでは約 80 日)。日本の水田において移植後 50 日付近で CO₂ 発生が確認された。これは、中干しにより多くの CO₂ が放出されたと考えられた。出穂期以降、両国とも CO₂ 吸収量が小さくなっており、日本では移植後 100 日以降に、CO₂ 放出を示し始めた、タイでは収穫直前 (収穫日移植後 120 日) で CO₂ 放出が確認された。移植後 90 日以降、日本での水管理は不安定であった。これは、今年の府中水田において夏場の天気が良く、降水量も少なかったために、水不足が生じ田面中に灌漑水が行き渡らなかったため、水田はこの期間中湛水と落水を繰り返した。落水期間中、土壌は酸化状態となりそれにより多くの CO₂ が放出されたと考えられた。休閑期 (日本では移植後 140 日以降、タイでは移植後 120 日以降) では、両国とも CO₂ 放出を示した。

4. 参考文献

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 編, 気象庁訳 (2013) : 第 5 次評価報告書 第 1 作業部会報告書 政策決定者向け要約 気象庁訳,

http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc_ar_5_wg1_spm_jpn.pdf

: Seasonal variation of carbon dioxide exchange in rice paddy field in Japan. Agric. For. Meteorol., 135, 93-109.

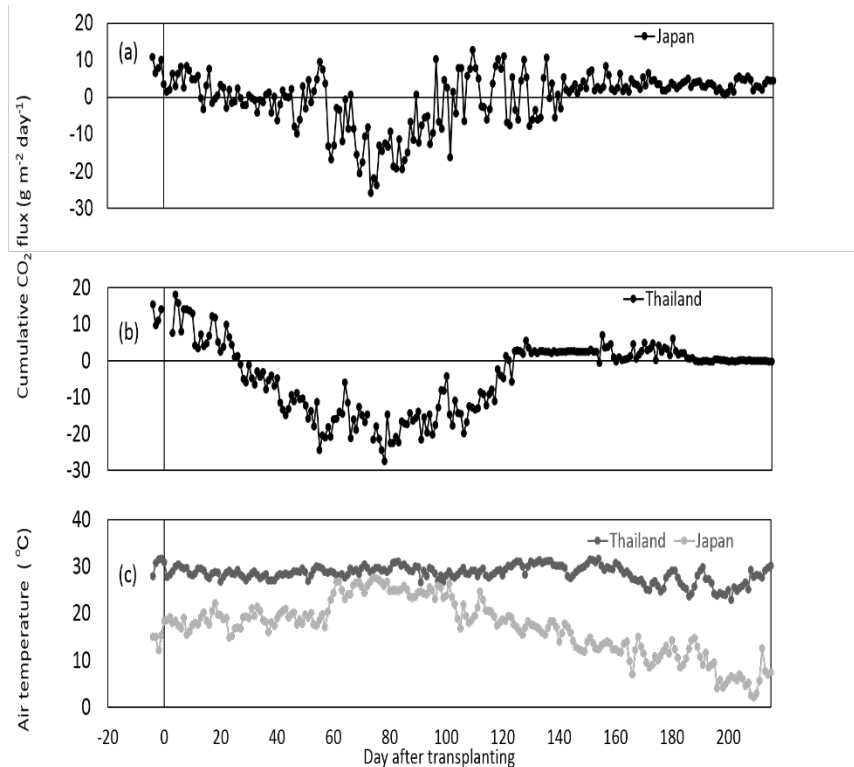


Fig.1 (a) FM 本町水田における日積算 CO₂ フラックス、(b) タイ水田における日積算 CO₂ フラックス、(c) FM 本町水田とタイ水田における日平均気温