

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：82107

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580464

研究課題名(和文)地球温暖化が水田の生物多様性と食物連鎖に及ぼす影響 - FACE 試験による解明 -

研究課題名(英文) Effects of global warming on biodiversity and food chain in paddy field soil, as revealed by FACE experiment

研究代表者

岡田 浩明 (Okada, Hiroaki)

独立行政法人農業環境技術研究所・生物生態機能研究領域・主任研究員

研究者番号：30355333

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000 円、(間接経費) 1,260,000 円

研究成果の概要(和文)：CO₂ガス濃度の無増加区、それより200ppm濃度を高めた増加区、また、無加温区及びそれより田面水の水温を2℃高めた加温区を入れ子とした試験区のセットにおいて、2011年と2012年の5～8月に表層土壌を採取し、水稻根、微生物(土壌の全DNA量)及び線虫の密度を推定し、CO₂濃度及び温度の影響を調べた。CO₂濃度と温度の増加により水稻根密度は増加する場合があったが、有意でない年もあった。微生物密度は2012年しか調査できなかったが、温度の増加により有意に低下した。線虫のうちイネネモグリセンチュウ及びFilenchus属線虫は温度の増加により8月の密度が両年とも有意に低下した。

研究成果の概要(英文)：We examined from May to August in 2011 and 2012, rice root, microbial and nematode densities in surface soil in paddy field, where CO₂ concentration and/or temperature were elevated to evaluate how climate change 50 years later could affect paddy soil food web. Rice root density tended to increase as CO₂ and temperature elevated, although the significance was not consistent. Microbial density (total DNA extracted from soil) was significantly reduced by elevated temperature. Densities of rice root nematodes and fungal feeding nematodes were consistently reduced by elevated temperature as well. In conclusion, elevated temperature negatively affected soil microbes and animals, whereas effect of elevated CO₂ was small or unclear.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：境界農学・環境農学

キーワード：地球温暖化 CO₂濃度 温度 水田生態系 土壌 線虫 水稻 微生物

1. 研究開始当初の背景

水田の生物多様性やその保全に対する国民の関心は非常に高く、ラムサール条約締約国 2008 年度会議や今年名古屋で開催される生物多様性条約締約国会議でも大きなテーマとなっている。一方、CO₂ ガス増加や気温上昇による地球温暖化も重要な環境問題であり、農学分野では、それが食糧生産に及ぼす影響を解明する目的で、世界各地で主要な作物に及ぼす影響を予測しようと研究が進められている。国内でも研究代表者が所属する農業環境技術研究所(以下、農環研)の連携研究者などが中心になって、水稲生育への影響を解明しつつある(農環研第 25 回気象研究会資料, 2009)。海外ではさらに、森林、草原や畑の生物多様性や生態系機能に及ぼす温暖化の影響を調べ、畑土壌の線虫は増加分の CO₂ ガスを取り込み、細菌やカビを食べる種の密度が特に増加することなどを明らかにしている(Tylianakis et al., Ecol. Lett., 2008; Sticht et al., Pedobiologia, 2009)。しかし、水田生物に対する温暖化の影響を解明しようとする研究はほとんど行われていない。

2. 研究の目的

水田の生物多様性やその保全に対する国民の関心は高いが、それを脅かしかうる地球温暖化の影響を実験的に調べた研究はほとんどない。線虫などの土壌小動物は魚類などの餌となって水田生態系を支えている。本研究では、こうした小動物を中心に、水田生物の多様性や食物連鎖に及ぼす温暖化の影響を明らかにする。具体的には、50 年後の CO₂ ガス濃度及び温度の増加を想定した FACE 装置を設置した水田で、線虫及びそれらの餌となる水稲や土壌微生物などを定期的採取し、その密度に温暖化がどの程度影響するか明らかにする。

3. 研究の方法

茨城県つくばみらい市の水田に設置した開放系 CO₂ 濃度増加装置により 50 年後の CO₂ 濃度を設定した試験区において調査、分析を行った。

(1) CO₂ 濃度と温度の増加の影響

温暖化試験区のうち、CO₂ ガス濃度の無増加区(Amb)、それより 200ppm 濃度を高めた増加区(FACE)、また、無加温区及び田面水の水温をラインヒーターにより 2 高めた加温区を入れ子とした試験区のセットを使用した。なお、水稲品種は全てコシヒカリとした。

水稲栽培の 1 シーズン内での温暖化の影響を調べるため、2011 年と 2012 年の 5 月下旬(田植え前) 6,7 月(湛水期)及び 8 月(落水期前後)に表層土壌を採取し、水稲、土壌微生物(土壌から抽出した全 DNA 量)、各種線虫の密度を推定した。各試験区の 5 月のデータを基準とし、それからの増減程度に試験区間で差があるか分析した。

(2) CO₂ 濃度と窒素肥料施肥量の増加の影響

土壌生物の CO₂ 増加に対する反応は土壌中の窒素濃度に依存する場合がある。そこで、FACE 及び Amb 試験区内で窒素の施肥量を異にする試験区において(1)と同様の調査、分析を行った。

4. 研究成果

(1) CO₂ 濃度と温度の増加の影響

CO₂ 濃度と温度の増加により水稲根密度は増加する場合があったが、有意でない年もあった(図 1)。微生物密度は 2012 年しか調査できなかったが、温度の増加により有意に低下した(図 2)。線虫のうちイネネモグリセンチュウ及び Filenchus 属線虫は温度の増加により 8 月の密度が両年とも有意に低下した(図 3)。

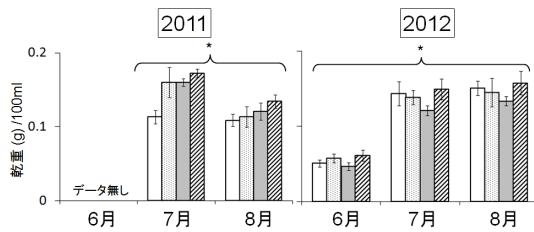


図1、水稻根密度へのCO2濃度と温度の増加の影響
*は有意な影響を示す。詳細は「雑誌論文」①を参照。

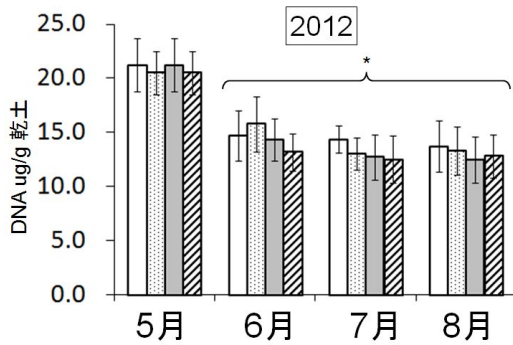


図2、微生物密度へのCO2濃度と温度の増加の影響
*は有意な影響を示す。詳細は「雑誌論文」①を参照。

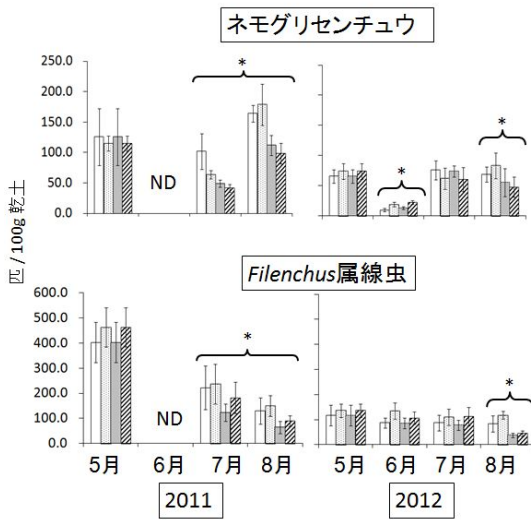


図3、線虫密度へのCO2濃度と温度の増加の影響
*は有意な影響を示す。詳細は「雑誌論文」①を参照。

以上のように、微生物や線虫に対してはCO2増加の影響はわずかだが、昇温による直接的な密度の減少が認められた。CO2の影響がわずかであった原因は、生産者である水稻（コシヒカリの根）が、もともとCO2増加に対して明瞭には増加しなかったためと推察される。

(2) CO2濃度と窒素肥料施肥量の増加の影響

2011年のデータを分析した結果、水稻については、CO2濃度及び窒素肥料の増加により、根重が増加する傾向があった（図4）。

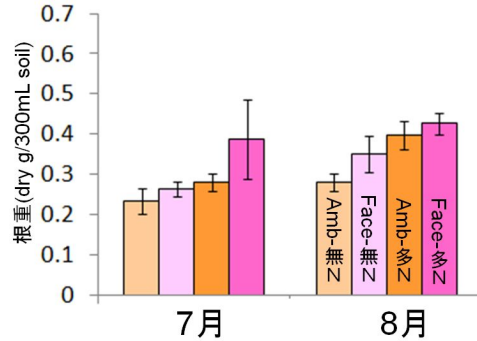


図4、CO2濃度とN肥料を変えた試験区における水稻根重、2011年

一方、主要な線虫6種の中では、ネモグリセンチュウの密度について、CO2濃度及び窒素肥料の増加により増加する傾向があった（図5）。

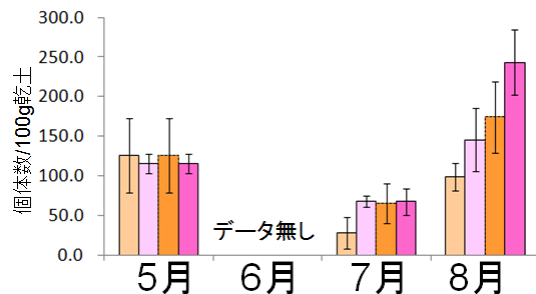


図5、CO2濃度とN肥料を変えた試験区におけるネモグリセンチュウの密度、2011年

本研究のうち、(1)CO2濃度と温度の増加の影響については、将来の地球温暖化要因のうち、温度の増加に対して水田土壌の生物相がより強く反応（減少）することを示す世界初の成果であり、土壤生物学の国際誌に原著論文として掲載された（「雑誌論文」）。この知見は、将来の地球温暖化の下での水田生物多様性や水田害虫の反応を予測する上で重要である。

また、(2)CO2濃度と窒素肥料の複合影響についても、データが揃い次第、詳細な分析を行う予定である。

C02 濃度の土壌生物相への影響は、生産者である植物種にも依存する。そこで、コシヒカリ以外の水稻品種を栽培した試験区でも調査を行っている。データが出揃い次第、C02 濃度の影響を検討する予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

Okada, H., H. Sakai., T. Tokida., Y. Usui., H. Nakamura. and T. Hasegawa. (2014) Elevated temperature has stronger effects on the soil food web of a flooded paddy than does CO₂. Soil Biology & Biochemistry, 査読あり, 70:166-175.

[学会発表](計8件)

Okada, H., H. Sakai, T. Tokida, Y. Usui, H. Nakamura and T. Hasegawa (2013) Impacts of global warming on soil food web in rice paddy field. Society of Nematologists 52nd Annual Meeting Abstracts, 85-86.

岡田浩明、酒井英光、常田岳志、臼井靖浩、中村浩史、長谷川利拡 (2013) 地球温暖化が水田の水稻、土壌微生物及び線虫に及ぼす影響. 日本土壌動物学会第36回大会講演要旨集, 33.

岡田浩明、酒井英光、常田岳志、臼井靖浩、中村浩史、長谷川利拡 (2013) CO₂ 濃度と窒素肥料が水田の線虫群集に及ぼす影響. 日本線虫学会第21回大会講演予稿集, 26.

岡田浩明 (2014) 農耕地の土壌線虫群集の環境応答, 日本生態学会第61回全国大会, T0-1

岡田浩明、酒井英光、常田岳志、中村浩史、長谷川利拡 (2013) 地球温暖化が水田の土壌生物に及ぼす影響. 日本生態学会第60回大

会講演要旨集, 305.

Okada, H. (2012) Nematode community as an environmental indicator, Korea-Japan Joint Symposium on Nematology Abstract, 47-48.

岡田浩明、朱春梧、酒井英光、常田岳志、中村浩史、長谷川利拡 (2012) 地球温暖化が水田の土壌生物群集に及ぼす影響の解明 - ネモグリセンチュウ密度への影響 - . 日本線虫学会第20回大会講演要旨集, 47.

岡田浩明、浦田悦子、長谷川利拡、常田岳志 (2011) 地球温暖化が水田の土壌小動物群集に及ぼす影響 FACE 試験による解明 (予報). 第58回日本生態学会講演要旨集, 2207.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡田 浩明 (OKADA, Hiroaki)

農業環境技術研究所・生物生態機能研究領域・主任研究員

研究者番号: 30355333

(3) 連携研究者

長谷川 利拡 (HASEGAWA, Toshihiro)

農業環境技術研究所・生物生態機能研究領域・上席研究員

研究者番号: 10228455

研究者番号:

常田 岳志 (TOKIDA, Takeshi)

農業環境技術研究所・物質循環研究領域・任期付研究員

研究者番号: 20585856

松島 未和 (MATUSHIMA, Miwa)

千葉大学・園芸学研究科・助教

研究者番号: 60527927