

12 主要研究成果

大気 CO₂ 濃度の上昇は水田の水需要を減らす

[要約]

世界で初めて水田を対象に実施された開放系大気 CO₂ 増加 (FACE) 実験の結果、大気 CO₂ 濃度が現在より約 200ppm 上昇すると、田植えから収穫までの水稻群落の水需要が 16% 程度減ることがわかりました。これは将来の水田の水需要を推定するために重要な指標となります。

[背景と目的]

現在約 380ppm の大気 CO₂ 濃度は今世紀末には 540~970ppm に達するとされ、それに伴い温暖化や降雨パターンの変化が予測されています。そのような将来の温度・水資源環境下で、高 CO₂ 濃度により水稻の生育環境や水消費量がどう変化するかを、早急に予測する必要があります。当研究所ではこれまでに、世界で初めて水田を対象に行われた岩手県雫石町の開放系大気 CO₂ 濃度増加 (FACE) 実験で、高 CO₂ 濃度条件下でコメの収量が増加することを明らかにしています (平成 15 年度成果情報)。今回は、大気 CO₂ 濃度増加時の水田の水需要を推定するため、FACE 条件下の水田の温度環境や水消費量の変化を調べました。

[成果の内容]

開放系大気 CO₂ 増加 (FACE) 実験は、水田に設置した FACE リングから純 CO₂ ガスを放出し、リング内の CO₂ 濃度を周囲より約 200ppm 増加させます (図 1)。これにより、自然状態での水田生態系の高 CO₂ 濃度に対する応答を調べることができます。

大気 CO₂ 濃度が上昇すると生育が促進されるので収量は増加し、高 CO₂ 濃度区の乾物重は現 CO₂ 濃度区より約 9%大きくなりました。一方で、高 CO₂ 濃度により、葉の気孔が閉じ気味となって蒸散が抑制されるため、高 CO₂ 濃度区の葉温は現 CO₂ 濃度区より期間平均で約 0.3℃高くなり、田植えから収穫までの水稻群落の蒸散量 (水消費量) は、高 CO₂ 濃度により約 8% (22mm) 減少しました (表 1)。

全生育期間を通して 1g の乾物重を得るために植物が必要とする水需要量は、高 CO₂ 濃度によって約 16%減少することがわかりました (表 1)。他の主要な作物での高 CO₂ 濃度による水需要量の減少率は 7~41%と幅広いことが知られています。水稻の高 CO₂ 濃度による水節約の効果は世界の主要作物の中ではそれほど顕著でないことがわかりました (図 2)。

このように、実際の農家水田において困いのない条件で実施した CO₂ 増加実験から、将来のコメ生産における水需要を推定する上で重要な指標が得られました。

リサーチプロジェクト名：作物生産変動要因リサーチプロジェクト

研究担当者：大気環境研究領域 吉本真由美、大上博基 (愛媛大学)、小林和彦 (現：東京大学)、長谷川利拡
発表論文等：Yoshimoto et al., Agric. For. Meteorol., 133: 226-246 (2005)

図1 開放系大気 CO₂ 増加 (FACE) 実験による水田微気象の変化の測定 (岩手県栗石町)

FACE リングの細孔から純 CO₂ ガスを吹き出し、リングに囲まれた直径約 12m の円内の CO₂ 濃度を、水稻の生育期間を通して、周囲より常に約 200ppm 増加させます。



表1 大気 CO₂ 濃度上昇による変化

大気 CO₂ 濃度上昇により、乾物重は約 9%増大し、水稻群落の蒸散量 (水消費量) は生育期間全体で約 8% (22mm) 減少しました。これらより、大気 CO₂ 濃度上昇時の、1g の乾物重を生成するために必要な水需要量は、現在より 16%少なくてすむことがわかりました。

要素	高CO ₂ 濃度による変化
日中の平均葉温	+ 0.27°C ± 0.14°C
収穫時の乾物重	+ 9.1%
積算蒸散量	- 8.2%
乾物重1g生成に要する水需要量	- 16%

(葉温データは、平均値±標準誤差)

高CO₂濃度による水需要量の減少率(%)

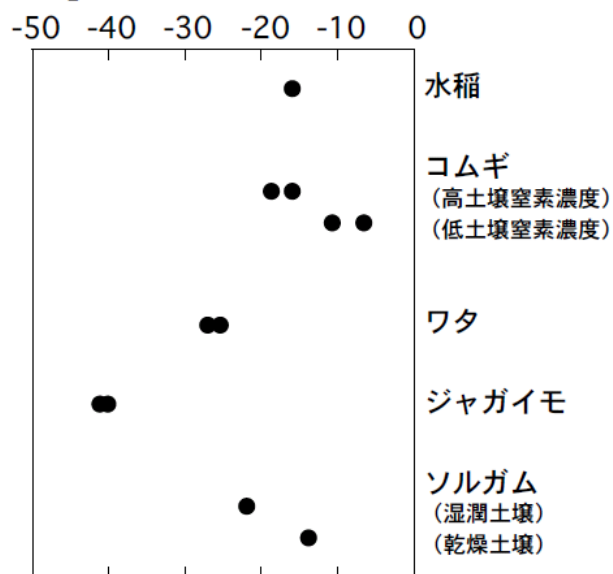


図2 大気 CO₂ 濃度上昇による主要作物の水需要量の減少率

世界で実施された FACE 実験結果をまとめると、様々な作物での高 CO₂ 濃度による水需要量の減少率は 7~41%と非常に幅広いことがわかります。水稻の水需要量の節約の効果 (16%の減少) は、世界の主要作物の中ではそれほど顕著でないことがわかりました。