

大気 CO₂ 濃度の上昇はコメの品質を低下させるが 高温耐性品種ではその影響が小さい

[要約]

大気 CO₂ 濃度が高い条件では、白未熟粒が多発し、品質の指標である整粒率が大幅に低下しました。その程度は高温年で大きく、将来の高 CO₂・高温環境では品質の低下が懸念されます。ただし、高温耐性品種では、品質の低下が小さいことがわかりました。

[背景と目的]

今後予測される大気 CO₂ 濃度の上昇は、光合成を高めて収量を増加させますが、高 CO₂ および温暖化条件がコメの収量・品質に及ぼす影響は、屋外条件で十分に検証されていません。そこで、開放系大気 CO₂ 増加 (FACE) と水温上昇の組み合わせが、コシヒカリの収量と品質に及ぼす影響を、屋外圃場で 3 か年調査しました。また、近年開発された高温耐性品種が、高 CO₂ 環境でも高い品質を示すかについても検証しました。

[成果の内容]

2010~2012 年に茨城県つくばみらい市において、大気 CO₂ 濃度を現在よりも 200 ppm 高めた屋外水田でイネを栽培する FACE (Free-Air CO₂ Enrichment) 実験を実施しました (図 1 左)。また、CO₂ 区内の一面には、水温を 2℃ 高める加温区も設け (図 1 右)、品種コシヒカリの収量および品質に及ぼす影響を調査しました。その結果、高 CO₂ 処理は、現在の CO₂ 濃度区に比べて平均で 14% 収量を増加させましたが、品質の重要な指標である整粒率 (未熟米、割米などを除いた、整った米粒の割合) を、11 ポイントも低下させることがわかりました (表 1)。加温処理は、整粒率を 3 ポイント程度低下させましたが、収量に対する影響は認められませんでした。高温・高 CO₂ 条件による整粒率の低下は、玄米の基部が白く濁る基部未熟粒の多発によるもので、その発生程度は、玄米タンパク質含有率の低下および登熟期間の気温の上昇によって大きくなることがわかりました (図 2)。2012 年には、近年開発された高気温で優れた品質を示す高温耐性の 7 品種と対照 5 品種に対して高 CO₂ の影響を調査しました。その結果、基部未熟粒率はいずれの品種でも高 CO₂ 処理により増加しましたが、その程度は高温耐性品種で小さく、現在の高温耐性育種は、高 CO₂ による品質低下にもある程度有効であることがわかりました (図 3)。これらの知見は、気候変動が収量・品質に及ぼす影響の予測および適応品種の育成に役立ちます。

本研究は農林水産省プロジェクト「農林水産分野における地球温暖化対策のための緩和および適応技術の開発」および文部科学省科学研究費補助金「植物生態学・分子生理学コンソーシアムによる陸上植物の高 CO₂ 応答の包括的解明」による成果です。

リサーチプロジェクト名：作物応答影響予測リサーチプロジェクト

研究担当者：大気環境研究領域 長谷川利拡、臼井靖浩 (現農研機構)、酒井英光、物質循環研究領域 常田岳志、中村浩史 (太陽計器 (株))、中川博視 (農研機構)

発表論文等：1) Usui Y, *et al.*, Rice, 7:6 (2014)

2) Usui Y, *et al.*, Global Change Biology, doi:10.1111/gcb.13128 (2015)

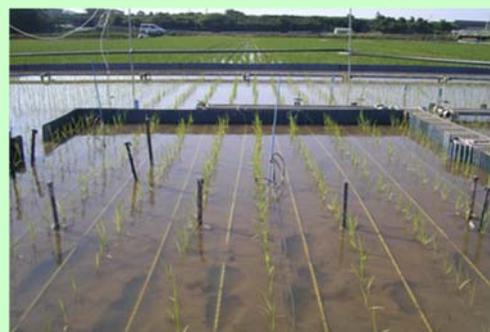


図1 つくばみらいFACE実験の様子

屋外条件で高CO₂濃度を実現するもので、この施設では、水田の一部に差し渡し17 mの正八角形状にチューブを設置し、風向きに応じてCO₂を放出します(左)。正八角形区画内のCO₂濃度は外気よりも約200 ppm高い濃度に制御しました。FACE区の一画(3 m×5.1 m)の畝間には、ケーブルヒータを設置し、周辺に比べて水温を2℃高くする加温区を設けました(右)。

表1 高CO₂・水温上昇がコシヒカリの玄米収量と整粒率に及ぼした影響

3か年の平均。***は、処理の効果が0.1%水準で有意であることを示します。処理効果が有意な場合、玄米収量については対照区に対する比率、整粒率については対照区との差を示しました。

処理区	玄米収量 (g/m ²)		整粒率 (%)	
	対照CO ₂ 区	高CO ₂ 区	対照CO ₂ 区	高CO ₂ 区
対照温度区	587	673	59.2	47.5
加温区	604	683	55.9	45.5
高CO ₂ 効果 (%)		13.9		-11.0
加温効果 (%)		-		-2.6
有意性				
CO ₂ 処理		***		***
温度処理		ns		***
CO ₂ ×温度		ns		ns

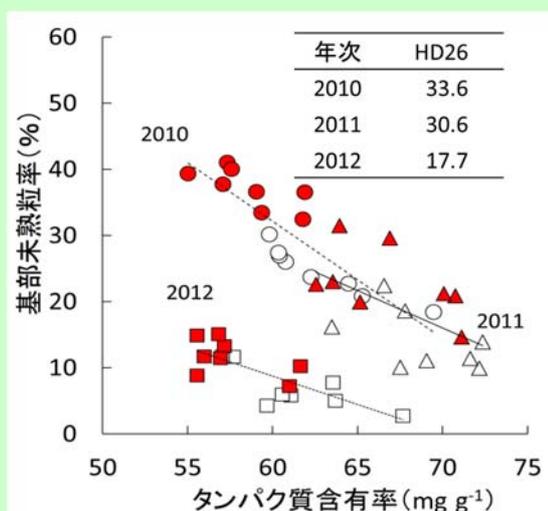


図2 3か年のFACE実験におけるコシヒカリの整粒率と玄米タンパク質含有率との関係

赤は高CO₂区、白は対照CO₂区で、丸は2010年、三角は2011年、四角は2012年を示します。加温区は対照温度区と同様の傾向にあったために同じシンボルで示しました。HD26は出穂後20日間の26℃以上の積算気温(℃日)で、高温(HD26が大きい)年の方が、低温年に比べて同じタンパク質含有率でも基部未熟粒率が高くなることがわかりました。

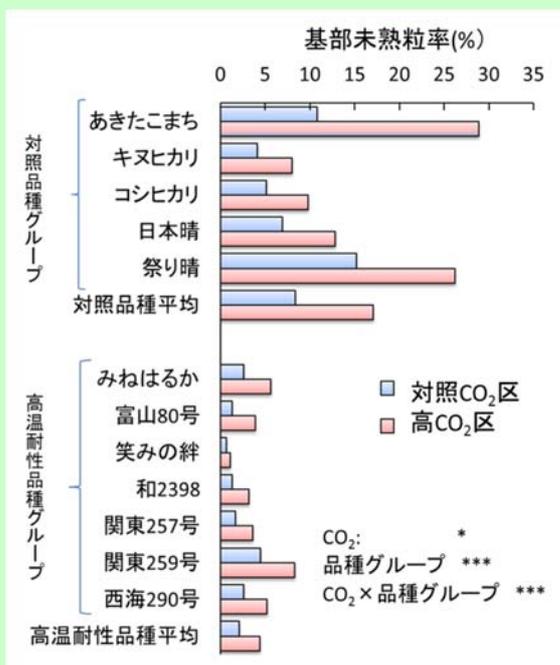


図3 高CO₂が高温耐性の異なる品種の基部未熟粒率に及ぼす影響の比較(2012年)

高温耐性品種は、対照品種と比べて全般的に基部未熟粒率が小さく、かつ高CO₂による増加程度も小さいことがわかりました。*および***は、処理の効果あるいは品種間グループの差が5%、0.1%水準で有意であることを示します。