

[成果情報名]大気 CO₂ 濃度上昇によるコメの増収効果が高温で低下する要因

[要約]大気 CO₂ 濃度の上昇によりコメ品種「あきたこまち」の収量は増加するが、高温条件では生育期間が短縮し、収量の受容器官になる籾数の増加程度が小さくなる。さらに籾の充実程度を示す登熟歩合が高 CO₂ で低下することによって、増収率は低下する。

[キーワード]イネ、温暖化、開放系大気 CO₂ 増加、気候変動、CO₂ 施肥効果

[担当]東北農業研究センター・生産環境研究領域・農業気象グループ

[代表連絡先]電話 019-643-3462

[区分]東北農業・生産環境（農業気象）

[分類]研究成果情報

[背景・ねらい]

大気 CO₂ 濃度の上昇は光合成を促進して水稻の収量を増加させる。これまでに高 CO₂ 濃度（以下、高 CO₂）による増収効果は、高温条件で低下することを報告した（農環研主要成果 2012）が、そのメカニズムは十分解明されておらず、将来の収量予測の重要な不確実性要因となっている。そこで、本研究では、気象条件が大きく異なる 2 点、計 11 作期に実施した FACE 実験の結果から、CO₂ 濃度に対する収量関連形質の反応が環境条件によって変動する要因を解析し、将来の作物生産の予測精度の向上に役立てる。

[成果の内容・特徴]

1. 岩手県雫石町で 7 年、茨城県つくばみらい市で 4 年実施した FACE 実験結果のうち、全作期で共通に用いた品種「あきたこまち」の生育・収量を解析対象とする。高 CO₂ 処理の濃度は、約 50 年後を想定した現在濃度 + 200ppm（約 580ppm）である。生育期間中の平均気温は、雫石が 20.1℃、つくばみらいが 24.1℃で、4℃の差がある。
2. 移植から出穂までの日数（到穂日数）は気温に比例して短縮したが、現在の CO₂ 濃度条件では、1℃当たり 3.5 日出穂が早まったのに対し、高 CO₂ 条件では 3.9 日と早期化の程度は大きい（図 1a）。寡照年を除くと、到穂日数の短縮とともに収量も減少するが、その低下程度は高 CO₂ 条件で大きい（図 1b）。
3. 地上部全重は、高 CO₂ によって 2 地点で同程度に増加した（12～13%）のに対し、収穫指数（収量/全重）はつくばみらいでのみ有意な減少を示す（図 2）。収量は高 CO₂ により平均で 11%増加した（図 2）が、増収効果の年々の変動は 0～21%と大きい。高 CO₂ による増収は、籾数の増加に依存する（図 2）。つくばみらいでは、雫石に比べて穂数の増加率が低く、登熟歩合は高 CO₂ 区で有意に低い（図 2）。
4. 高 CO₂ に対する収量および収量構成要素の変化率と生育ステージ別の気象要素との関係を解析したところ、増収率は出穂後 30 日間の気温と最も高い相関を示し、冷害年を除くと気温の上昇とともに減少する（図 3a）。これらは、籾数の増加率が高温で低下する（図 4b）とともに、登熟歩合が減少する（図 4c）ことによる。
5. 以上から、高 CO₂ が収量に及ぼすプラスの効果は、将来の温暖化条件で低下する。その程度を的確に予測するには、高温・高 CO₂ に対する籾数獲得や登熟の反応を再現する必要がある。また、将来環境での生産性を向上させるためには、籾数確保と登熟改善が重要である。

[成果の活用面・留意点]

1. 品種「あきたこまち」を標準的な窒素水準で栽培した条件の結果で、品種や栽培条件によって他の品種や施肥条件では異なる可能性がある。
2. データの一部は、国際的な農業モデル比較・改良のためのプロジェクト（AgMIP）で作物モデルの検証と改良に活用されている。

[具体的データ]

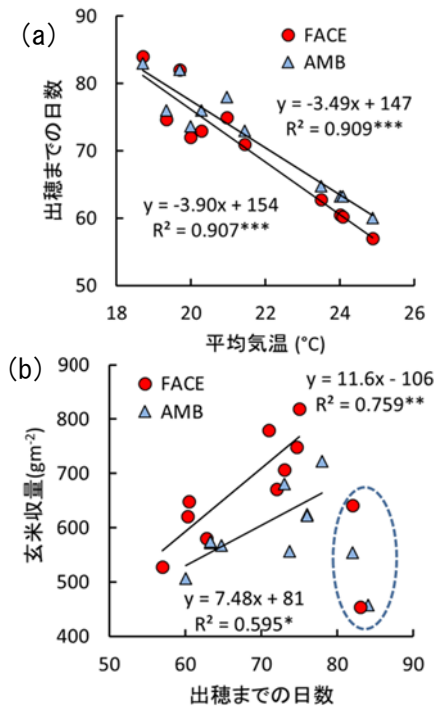


図1 2地点の11作期のFACE実験における出穂までの日数と平均気温(a)および玄米収量(b)との関係

*, **, ***は回帰直線が5、1、0.1%で有意であることを示す。(b)の破線丸で囲まれた年次は、平均日射量が14MJ/m²/日以下の寡照年。

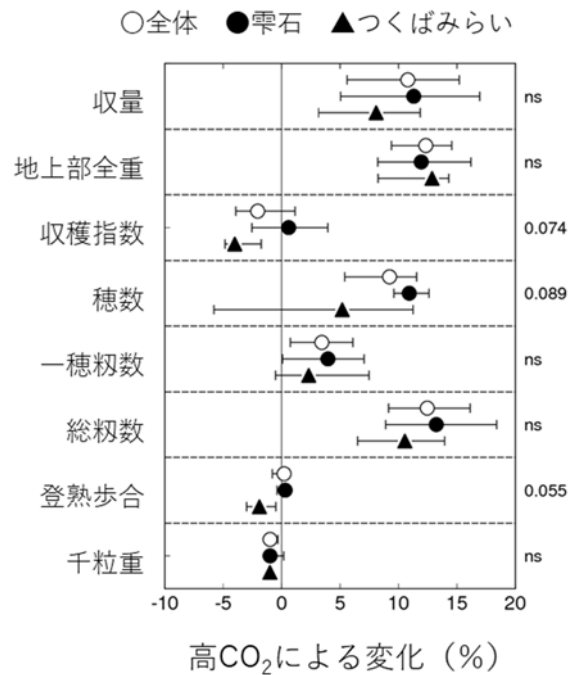


図2 高CO₂が収量、収量構成要素に及ぼす影響

2地点のFACE実験に高CO₂処理による変化率±95%信頼区間。右の数値は地点間の差の有意性。nsは有意差なし。

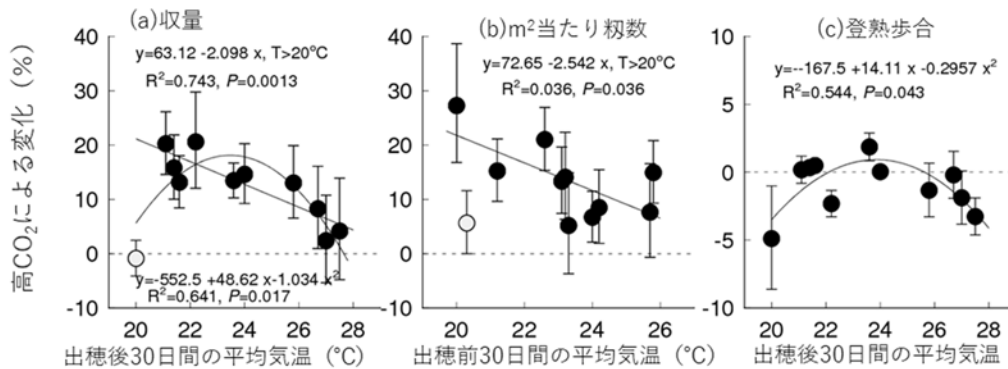


図3 高CO₂による収量、収量構成要素の変化率と気象要因の関係

収量および登熟歩合は出穂後30日間の平均気温が、m²当たり籾数は出穂前の平均気温が最も高い相関を示した。○は2003年の冷害年。

(長谷川利拡、酒井英光、常田岳志、臼井靖浩、吉本真由美、福岡峰彦)

[その他]

研究担当者：長谷川利拡、酒井英光、常田岳志、臼井靖浩、吉本真由美、福岡峰彦、中村浩史（太陽計器（株））、下野裕之（岩手大農）、岡田益己（岩手大農）
 発表論文等：Hasegawa T. et al. (2016) Adv. Agric. Syst. Model. 7: 45-68