

研究テーマ	福井県産オオムギの増収を目指して：植物の適応力を生かした水田転換畑での湿害回避栽培法の確立
研究期間	平成23～24年度
主たる研究者	【学部・学科】生物資源学部・生物資源学科 【職・氏名】助教・塩野克宏

### ○研究目的

県内および国内の水田転換畑では排水性の悪さから、ムギ（オオムギ、コムギ）やダイズ栽培の湿害（根腐れや生育障害）が深刻な問題となっている。植物ホルモンのエチレンは、根への酸素供給を高め、湿害抵抗性に中心的な役割を果たしている。畑作物が植物体内でエチレンを増やして適応力を高めるのには数日以上かかるが、その間にうける傷害により成長障害や収量低下を招くと言われている(Malik et al., 2002, *New Phytologist* **153**: 225-236)。また、植物が合成するエチレンだけでなく、植物に吸収され分解されることでエチレンに変わる性質を持っているエテホン（Ethephon）を外部投与することで、畑作物の通気組織を促進する効果があることも知られている(Drew et al., *Planta* **147**: 83-88, 1979)。エテホンは農薬・成長調整剤として市販されており、農業使用に問題はない。このようにエテホンの外部投与が畑作物の耐湿性を向上させる可能性は高いものの、これまでにエテホン処理が畑作物の耐湿性に与える影響は調べられていなかった。本研究課題では「エテホンの外部投与により植物の根の湿害抵抗性を高められるか?」を実験室レベルの小規模実験で検証することを目的とした。なお、本研究では耐湿性の低い畑作物の代表として、福井県の水田転換畑への作付けが最も多いオオムギを研究材料とした。本法の効果が検証されると、オオムギの湿害抵抗性を高め、収量増加、品質改善に繋がる可能性がある。また、オオムギでの実証を足がかりに他の畑作物など、水田転換畑の効果的な利用に役立つことが期待される。

### ○研究成果

平成23年～24年度の2年間の研究を通じ、当初の研究目標であった「実験室レベルでのエテホン処理による耐湿性付与の可能性の検証」を完了した。本研究課題を通じて、過湿ストレスを受ける前にエテホン処理を実施したオオムギは1週間程度の短期間の過湿ストレスに対する湿害抵抗性が高まることが分かった(図1)。しかし、過湿ストレスが長期間継続(2週間)すると、エテホン処理の有無に関わらず、いずれの場合も生育が阻害された。本研究課題の開始当初は、エテホン処理により湿害抵抗性に関わる形態的变化(通気組織形成や不定根の発根)が誘導されることで抵抗性が高まると予想していた。しかし、エテホン処理による湿害抵抗性に関わる形態変化を確認できなかった。エチレンによって初期の湿害回避応答に重要な役割を果たす嫌気応答性蛋白質が増加し、酸素を使わない嫌気代謝経路が活性化する。しかし、この代謝経路の変更だけでは長期の過湿ストレスには適応できないことが知られている。今回のエテホン処理では短期間の抵抗性の向上が確認できたが、長期の過湿ストレスには効果がなかった。これらのことから、耐湿性強化の主要因はエチレンによって活性化された嫌気応答性蛋白質が、過湿ストレス条件への円滑な適応を助けたことであると考えられる(図2)。本研究課題を通じ、エテホンの投与によりオオムギの耐湿性が向上することを確認した。これは、植物ホルモンによって農作物の耐湿性を強化した世界で初めての実施例であり、研究成果は特許化を検討の上、原著論文として公表を予定している。ただし、実際の土壌で栽培したオオムギにエテホン処理した場合では湿害抵抗性の効果を確認できておらず、実用化には課題が残っている。以上のように、本研究課題では当初の研究目的を達成したものの、本技術の実用化に向けては更なるポットレベル、圃場レベルでの検証、検討が必要である。

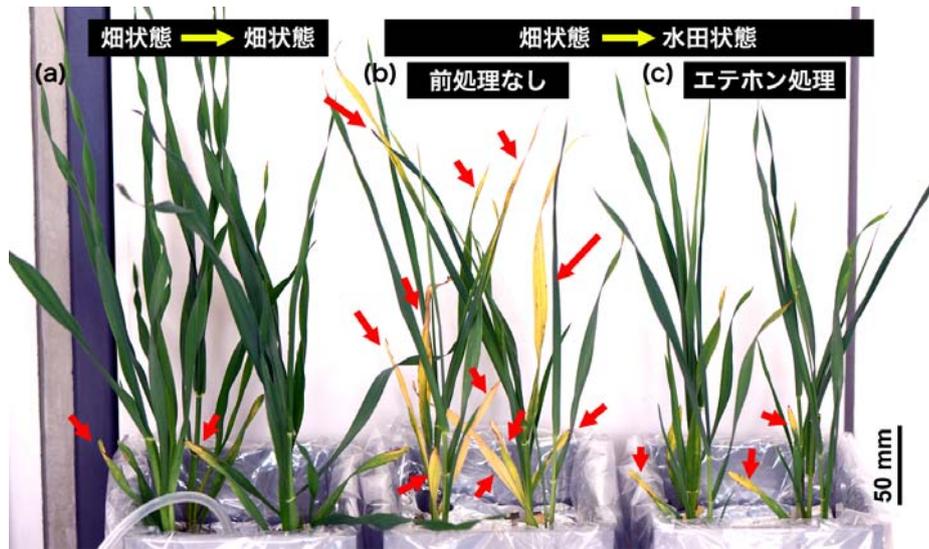


図 1. 前処理の有無による地上部の生育の違い（過湿ストレス処理 6 日目、26-d-old）。畑状態で栽培したオオムギ（Morex 品種）では枯れた葉は見られず、旺盛な生育を示した(a)。これに対して、畑状態から水田状態に移した場合には短期間のストレスにも関わらず、第 3 葉まで枯れた葉がみられ、生育が阻害された(b)。一方、畑状態にあるときに、エテホン処理をした場合には、過湿ストレスを受けても枯れた葉の出現は抑えられていた(c)。このようにエテホンの前処理により湿害抵抗性が強化された。赤矢印: 枯れた葉。

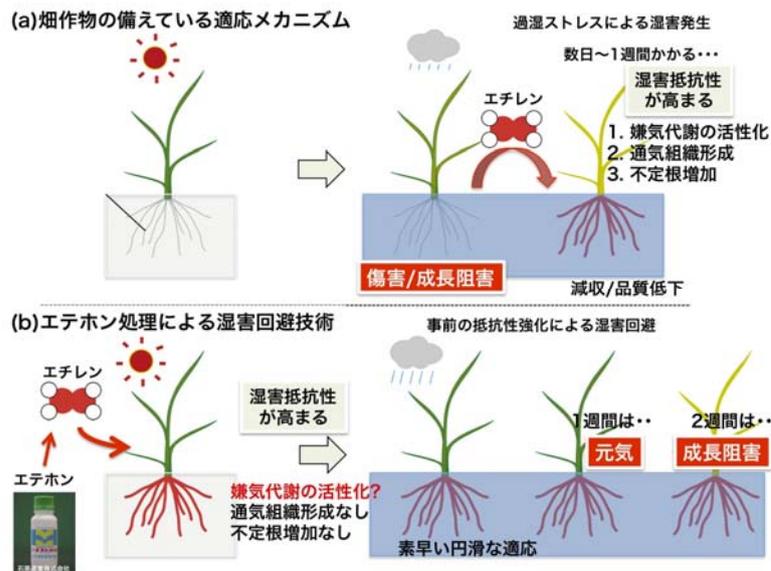


図 2. 植物ホルモンを利用した新しい湿害回避栽培法概念図。(a) 長雨などにより過湿ストレスにさらされると、オオムギやほとんどの畑作物は、植物ホルモンであるエチレンを増やす。このエチレンによって嫌気代謝が活性化だけでなく、根に酸素を運ぶ通気組織を形成し根の呼吸を助けることで湿害抵抗性が高まる。しかし、長期の耐湿性には通気組織の形成が重要であるが、その形成には数日以上を要するため、その間の傷害や成長阻害が収量を低下要因となっている(乾物量ベースで 30~50%減少)。(b) 本研究課題ではエチレンを利用して湿害抵抗性を強化する、新しい湿害回避技術の確立を目指した。オオムギに分解されてエチレンとなるエテホンを処理することで 1 週間の間、湿害抵抗性が高まることが分かった(図 1)。しかし、2 週間にわたる長期間の過湿ストレスでは成長阻害がみられた。結果として湿害抵抗性は高まったものの、1 週間のエテホン処理後の根には発達した通気組織はみられなかった。ことから、湿害抵抗性の主要因はエチレンによって嫌気代謝経路が活性化され、過湿ストレス条件への円滑な適応ができたためと考えられる。本研究課題を通じて、過湿ストレスを受ける前にエテホン処理を施したオオムギは 1 週間程度の短期間の過湿ストレスに対する抵抗性が高まることが分かった。このように、当初の目的であった、エテホン処理法の妥当性と効果の評価を達成した。