

研究テーマ	エテホン事前処理による福井県産オオムギの湿害回避栽培法の確立
研究期間	平成 28 ～ 29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】准教授・塩野克宏

○研究目的

福井県は六条オオムギ生産の全国1位の主要産地である。しかし、国内の他の地域と同様にオオムギはもともと水田として利用され、排水性が悪い水田転換畑で栽培される。そのため、長雨による湿害（根腐れや生育阻害）は深刻である（湿害被害は栽培面積の44%、被害量の82%を占める）。湿害はオオムギだけでなく、水田転換畑で栽培されるダイズ、コムギなどの畑作物でも問題となっているが、これまでのところ湿害の抜本的な解決策はない。「エチレン」は植物が元来もっている湿害の回避応答を促進する植物ホルモンである。野外環境において土壌が過湿状態となると、植物はエチレンをつくり、湿害を回避すべく適応応答を開始する（嫌氣的なエネルギー生産、根への酸素輸送）。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阻害や収量低下を招くと言われている(Malik et al., 2002)。研究の開始に先立ち、申請者は分解によりエチレンを発生する市販の植物成長調節剤「エテホン」(石原産業株式会社)を投与することでオオムギの湿害抵抗性が強化できることを実証し、エテホン事前処理法の理論的実現可能性を示した(未発表、図1)。しかし、この実証試験は実験室内で水耕栽培したオオムギを用いた結果であるため、本法のポットでの土耕や圃場における有効性は不明である。そこで、本研究課題では「エテホン事前処理がポットや圃場で栽培するオオムギにおいても効果的であるかどうか？」を検証する。これにより、湿害抵抗性を高めることで収量増加、品質改善できる新しい湿害回避栽培法の実用化を目指す。

平成28年度はエテホン事前処理法の効果をポットで土耕したオオムギで検証することを目指した。具体的には(1)再現性の高い過湿ストレス処理法を確立させた。さらに、(2)ポット栽培した幼植物に対してエテホン事前処理を行い、過湿ストレスに対する抵抗性を試験した。

(A) 従来の栽培法（エテホン事前処理 なし）



(B) エテホン事前処理法（湿害回避栽培法）



図1. エテホン事前処理法の概要。(A) 畑作物は過湿ストレスにより生育阻害を受ける(湿害)。畑作物は通常、過湿ストレスを受けてから、体内でエチレンを合成し、適応力を高める。しかし、適応応答に数日以上を要するため、その間に湿害を受け、生育の阻害、品質・収量の低下が生じる。(B) エテホン事前処理法は、分解によりエチレンに変わる「エテホン」を過湿ストレス前に投与する方法である。事前処理により発生するエチレンを介して植物の湿害抵抗性が高められる。これにより、過湿ストレスに対して素早く円滑な適応応答が可能となり、湿害被害を受けることなく成長できる可能性がある。

## ○研究成果

### (1) 再現性の高い過湿ストレス処理方法の確立

土壌の過湿ストレス強度は複数の環境要因（温度、微生物活性、土性）が相互に関係しながら、時間ともに高まる。そのため、一般に土壌を用いた実験ではストレス強度を安定的に再現することが難しい。申請者は本研究の完成のためには過湿ストレスの強度をコントロールできる実験系の確立が第一と考えた。過湿ストレス強度は土壌の酸化還元電位（Eh）と密接な関係にあるため、過湿ストレスの状態を Eh から推定することとした（Eh は値が高いほど土壌が酸化状態にあること示す。一般に土壌の Eh は400 mV 以下にはならない）。実験はポットに市販のニッピ園芸培土1号を充填し、Eh センサーにより湛水開始からの Eh の変動を測定することで実施した（20°C程度に温度調節したガラス温室内）。排水性の良い土壌（いわゆる畑状態）の Eh は期間を通じて+600~+700 mV であるのに対して、ポットを湛水することで過湿状態とした場合には数日のうちに Eh の低下が見られた。Eh +300~+400 mV というのは土壌中の酸素が消失した状態を意味するが、単純な湛水による過湿処理では3日程度で Eh +300 mV に到達し、その後の変動はなかった。一方、湛水土壌にショ糖を添加することで微生物活性を高めた処理区（還元化処理した湛水土壌）では、還元化が促進され、酸素の消失が1日目で観測された。さらに、3日目にはメタンなどの有毒物質が発生する-300 mV 程度まで Eh は急速に低下し、そのご Eh +100 mV で安定した。この還元化処理にはショ糖の他に可溶性でんぷんなどを試験したが、ショ糖の還元効果が安定して高かった。ショ糖の還元効果は再現性があり、湿害の評価に利用できる再現性のある過湿ストレス条件を見いだすことが出来た。

### (2) ポット栽培した幼植物に対してエテホン事前処理をした場合の耐湿性評価実験

まず、ポット栽培したオオムギに異なる濃度のエテホンを与え、オオムギの生育を阻害しないエテホン濃度を調べた。その結果、1/1000 エテホン溶液でも生育は阻害されないことがわかった。そこで、1/1000 エテホン溶液を与えた数日後に、オオムギを湛水させ、前述の還元化処理をおこなった。成長の様子だけでなく湿害の指標となる葉の枯れ具合について葉緑素計を使って経時的に調べた（図2）。エテホンの事前処理の有無にかかわらず、湛水開始から5日程度までは SPAD 値の低下はみられなかったが、5日から7日目にかけて急速に葉が枯れ SPAD 値が低下した。さらに、9日後には完全に枯死した。地上部の成長もおおむね SPAD での結果に一致していた。これらの結果、残念ながら、これまでのところ1回のエテホン事前処理では湿害軽減効果はみられないことがわかった。

1/1000 エテホンを（図2）オオムギに与えても生育の阻害がみられないことから、今後、エテホン事前処理回数を増やすことでオオムギの湿害抵抗性を高められないかどうか？検証する。ポット実験で最適な処理条件を見いだせた場合に備えて、圃場レベルでのオオムギの栽培、検証実験についても準備を進める。本年度は本法の有効性の実証のための基盤となるストレス処理法を確立できた。しかし、エテホン処理法については追加の条件検討が必要である。来年度、本法を確立すべくさらなる検討を多角的に進める。

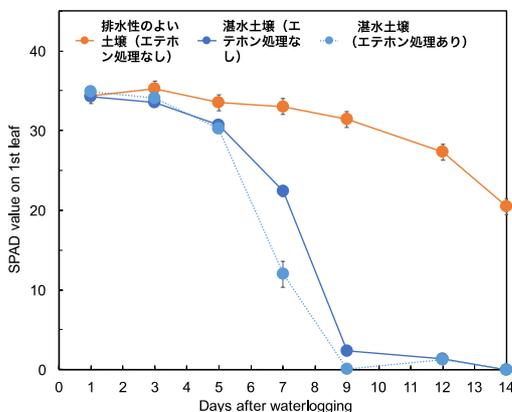


図2. エテホン事前処理をしたオオムギに過湿ストレスを与えた際の葉の枯れ具合（SPAD 値）の経時変化。一般に過湿ストレスを受けた植物は古い葉（第一葉）から、枯れるという特徴を持つ。葉の枯れ具合について葉緑素計を用いて経時的に定量した。SPAD 値が高いほど葉が緑色であること、低い場合は枯れて茶色に変色したことを示す。なお、排水性のよい土壌は畑条件。湛水土壌はポットを湛水させ、ショ糖を添加することで土壌の還元化を促進した条件である。n = 4, Mean ± SE.

※ホームページ掲載用として使用するため、A4 2枚程度で簡潔にまとめてください。  
参考資料（図、写真等）があれば添付してください。