

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：14501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2013

課題番号：25660017

研究課題名(和文) 水田雑草オモダカとウリカワの塊茎萌芽期の節間伸長を促進する要因

研究課題名(英文) Factors of regulating internode elongation during sprouting of tubers in *Sagittaria trifolia* and *S. pygmaea*

研究代表者

伊藤 一幸 (Itoh, Kazuyuki)

神戸大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：80355271

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円、(間接経費) 720,000円

研究成果の概要(和文)：オモダカの節間伸長は土壌やガラスビーズによる覆土に関係なく深水環境で誘導された。一方、ウリカワの深水環境での節間伸長には、土壌やガラスビーズによる覆土が必要であった。これらの植物の深水下での節間伸長を誘導する因子を明らかにするため、水中では組織内のガスの蓄積が起きることから気体因子に着目し研究を行った。気体の植物ホルモンであるエチレンは両種の葉の伸長を促進したが、節間の伸長を促進しなかった。オモダカの節間の伸長の誘導は水中での嫌気環境あるいは低酸素環境が最初のシグナルとなっていること、ウリカワの節間伸長は水中で蓄積する二酸化炭素が促進因子であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Internode elongation of *Sagittaria trifolia* plants was induced by submergence irrespective of cover soil or glass beads. On the other hand, submergence-induced internode elongation of *S. pygmaea* plants was dependent on the presence of cover soil or glass beads. We examined gaseous factors responsible for the enhanced internode elongation in these species, because gas accumulation easily occurs in submerged plant tissues. Treatment of the plant hormone ethylene, which is known to enhance elongation growth in many aquatic plant species, indeed stimulated leaf elongation but failed to promote internode elongation in both *Sagittaria* species. We found that hypoxia or anoxia generated by submergence serves as an initial growth-promoting factor for internode elongation in *S. trifolia*, and carbon dioxide accumulated during submergence trigger internode elongation in *S. pygmaea*.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：生産環境農学・作物生産科学

キーワード：水田雑草 オモダカ ウリカワ

1. 研究開始当初の背景

水田における難防除雑草であるオモダカとウリカワは、土中の形成された塊茎が、代かき前に水田に水を張ることがシグナルとなり萌芽して土中を伸長し水面上に抽出する。これらの植物の塊茎を気中で発芽させた場合、エチレンガスを加えると伸長が促進され、さらに二酸化炭素を加えることで相乗的に促進されることにより、これら二つのガスで成長が調節されていると考えられていた。

しかし申請者が両種についてエチレンの関与を調べたところ、両種ともエチレンは葉の伸長を促進したが、節間の伸長を促進しなかった。これらのことより、水田土中の環境に、オモダカとウリカワの節間の伸長を促進するエチレン以外の因子が存在するといえる。

2. 研究の目的

水田雑草であるオモダカとウリカワは、代かきに先立ち水田に水を張ることにより、土中の塊茎が萌芽して出芽する。申請者は、湛水土中でのオモダカとウリカワの出芽器官の動態を調査したところ、オモダカは萌芽後に土中でまず節間伸長し発芽後に葉が伸長するのに対し、ウリカワでは葉が先に伸長し出芽した後に節間伸長を土中で伸長することを明らかにした。さらに、申請者はこれらの植物の節間伸長にはエチレンがほとんど関係していないことも突き止めた。萌芽期の土中での節間伸長は、成長点を土壌表面付近に持ち上げる反応であり、その後の生育を左右する重要な形質である。本研究では、オモダカとウリカワの節間伸長を調節する水田環境における因子を明らかにし、これらの植物の出芽時の効率的な除草のための基盤的研究を行う。

3. 研究の方法

(1) 出芽時の成長パターンの比較

この調査では覆土にガラスビーズを用いることにより、水田土壌で見られるウリカワとオモダカの節間伸長反応が、試験管内でのガラスビーズ覆土で再現できるかどうかを調査する。

試験管内にガラスビーズ(直径 2~3 mm)を敷き詰め、オモダカとウリカワの塊茎を表面に固定する。この区画を気中区とし、さらに 3 cm の深さでビーズを覆土した区画を気中覆土区、気中区を蒸留水で水深を 4 cm にする区画を深水区、3 cm の深さでビーズを覆土しその上の水深を 1 cm にする区画を深水覆土区とする。25℃、暗所で 14 日間培養した後に塊茎から伸長する節間の総節間長を測定し、節間伸長に及ぼす深水処理、覆土処理の影響を調査する。

(2) 節間伸長に及ぼすエチレンと低酸素の影響

エチレンガスおよび低酸素混合ガスを萌

芽塊茎に処理して節間伸長に及ぼす影響を調査する。

(3) ウリカワの節間伸長に及ぼす二酸化炭素の影響

高二酸化炭素濃度環境が節間伸長に及ぼす影響を調査する。(1)の気中区中、深水区の水中に混合ガスを通気する。混合ガスは窒素中の二酸化炭素濃度を 0~100%に段階的に変化させたものを用い、またそれらのガス処理に及ぼす酸素付加の影響も合わせて調査する

(4) 埋土および出芽がウリカワの節間伸長に及ぼす影響

ウリカワの場合の節間の伸長には、覆土が必要である。この覆土の役割を検討するために、塊茎付近の酸素濃度、二酸化炭素濃度を、ガスクロマトグラフを用いて測定する。ガスクロマトグラフでの測定用ガスは、シリンジを培養試験管の外側から突き刺して塊茎付近から採取し、塊茎付近の水中、覆土の水相中の酸素と二酸化炭素、エチレン濃度を測定する。25℃、暗所で 14 日間培養した後に塊茎から伸長する節間の総節間長を測定し、培養中の酸素または二酸化炭素の増加あるいは減少との関係を調査する。

4. 研究成果

水田雑草オモダカ (*Sagittaria trifolia*) とウリカワ (*S. pygmaea*) は代掻き前の湛水をきっかけに土中の塊茎が萌芽し、出芽する。オモダカとウリカワは同様の生態系に生息しているものの、塊茎の埋没深は異なり、オモダカは埋没深度が深く、ウリカワは埋没深度が浅い。これらの土中からの出芽の制御機構を調査した。

(1) 出芽時の成長パターンの比較

オモダカ・ウリカワそれぞれの塊茎からの出芽を観察したところ、オモダカはまず節間(塊茎と成長点の間)が伸長し、出芽した後に葉が伸長した。一方、ウリカワは出芽に先立って葉が伸長し、出芽後に節間伸長した。これらの節間伸長を誘導する環境要因をさらに詳細に調査した。それぞれの塊茎を土のかわりとしてビーズに埋めて、深水・気中条件で生育した。オモダカは深水条件にすることで節間伸長が誘導されたが、ウリカワは深水条件に加えて覆土が節間伸長の誘導に必要であった(図 1)。

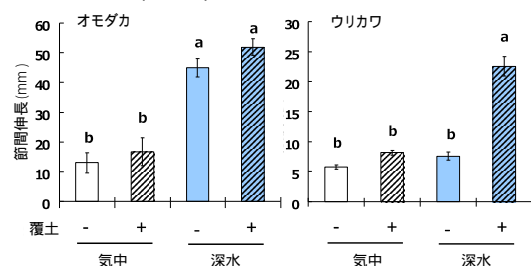


図1 オモダカとウリカワの節間伸長に及ぼす湛水とビーズ覆土の影響

(2) 節間伸長に及ぼすエチレンと低酸素の影響

水生植物の伸長を促進することで知られている植物ホルモンであるエチレンがこれらの節間伸長に及ぼす影響を調査したが、どちらの種においてもエチレン処理は節間伸長を促進せず、またエチレンの合成阻害剤である CoCl_2 で処理した場合でも節間伸長は影響を受けなかった(図2)。

次に、酸素条件がこれらの節間伸長に及ぼす影響を調査した結果、オモダカでは嫌気条件下で節間伸長が誘導された(100% N_2)。しかしながら、ウリカワでは嫌気条件によっても節間伸長は誘導されなかった(図3)。

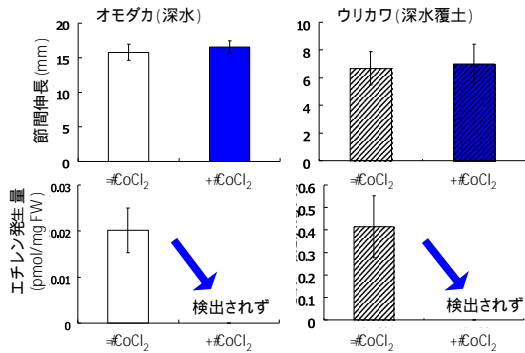


図2 節間伸長に及ぼすエチレン合成阻害剤(CoCl_2)の影響

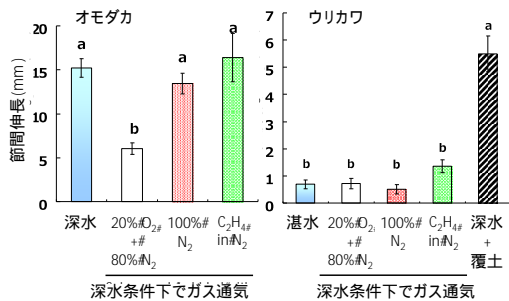


図3 湛水下での嫌気およびエチレン処理の影響

(3) ウリカワの節間伸長に及ぼす二酸化炭素の影響

ウリカワの節間伸長を誘導する環境要因として二酸化炭素の影響を調査した。深水条件でさまざまな濃度の二酸化炭素ガスを通気した環境でウリカワ塊茎を生育すると、二酸化炭素通気によってウリカワの節間伸長が促進され、深水覆土条件と同程度に達した(図4)。二酸化炭素による節間伸長の促進は、大気濃度と同程度の酸素が存在する場合でも観察された。

(4) 覆土および出芽がウリカワの節間伸長に及ぼす影響

ウリカワ塊茎では覆土しなければ節間伸長が誘導されなかった。ウリカワの節間伸長は二酸化炭素によって誘導されたことから、覆土がウリカワの塊茎周辺に二酸化炭素を蓄積させる役割を担っているのではないかと考え、それを検証した。深水条件および深水覆土条件でウリカワ塊茎を生育させ、その水面付近および塊茎周辺の二酸化炭素量を測定した。その結果、深水覆土条件において、特に塊茎周辺に二酸化炭素の蓄積がみられた(図5)。

また、前述したように、ウリカワ塊茎の出芽に際する成長では、まず葉が先立って伸長し、出芽した後に節間伸長が促進されるという特徴がみられた。このときの塊茎周辺の二酸化炭素量の変化を調査した。その結果、葉が水面上に達した後に塊茎周辺の二酸化炭素量が増大することが明らかとなり(図6)、この増大は出芽後の呼吸に由来することが示唆される。

また、前述したように、ウリカワ塊茎の出芽に際する成長では、まず葉が先立って伸長し、出芽した後に節間伸長が促進されるという特徴がみられた。このときの塊茎周辺の二酸化炭素量の変化を調査した。その結果、葉が水面上に達した後に塊茎周辺の二酸化炭素量が増大することが明らかとなり(図6)、この増大は出芽後の呼吸に由来することが示唆される。

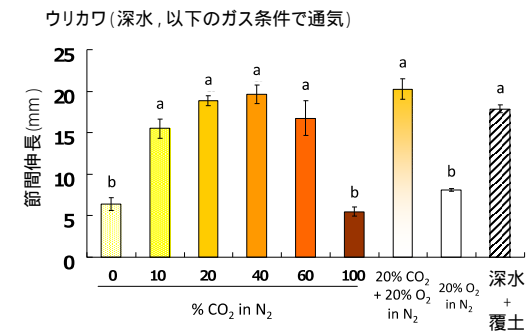


図4 ウリカワの節間伸長に及ぼす二酸化炭素の影響

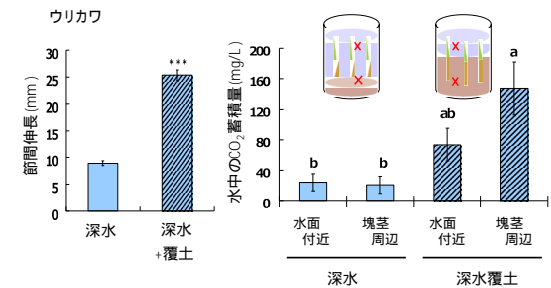


図5 ウリカワ節間伸長における覆土と二酸化炭素蓄積の関係

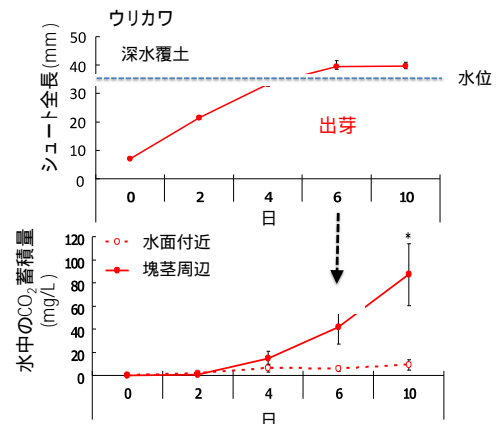


図6 ウリカワの出芽と二酸化炭素蓄積の関係

本研究の結果をまとめると、水田雑草のオモダカとウリカワの初期生育に重要である塊茎からの節間伸長はそれぞれ、低酸素条件および二酸化炭素がその促進因子であることが明らかとなった。どのように水田雑草の出芽に際する成長制御に関する生理学的な知見は不足しており、本研究成果は、それに大きく貢献するものと考えられる。今後の展望としては、これらの成長制御のメカニズムをさらに詳細に明らかにし、これらの水田雑草の防除を模索したいと考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計1件)

発表者 : Daisuke Sasayama, Kenta Ikemachi, Hisateru Sakai, Kazuyuki Itoh, Tetsushi Azuma

発表標題 : Tuber sprouting and emergence of *Sagittaria trifolia* and *S. pygmaea*: their physiological traits and regulatory mechanisms

学会名 : 11th Conference of the International Society for Plant Anaerobiosis.

発表年月日 : 2013年10月8日

発表場所 : 国際イネ研究所, Los Banos, Laguna, Philippines.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

取得状況(計0件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ

<http://www.edu.kobe-u.ac.jp/ans-tropical/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 一幸 (ITO, Kazuyuki)

神戸大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号 : 80355271

(2) 研究分担者

東 哲司 (AZUMA, Tetsushi)

神戸大学・大学院農学研究科・准教授

研究者番号 : 30231913

笹山 大輔 (SASAYAMA, Daisuke)

神戸大学・自然科学系先端融合研究環・特命助教

研究者番号 : 20554249

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :