

令和元年6月20日現在

機関番号：32661

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K14672

研究課題名(和文) 外来植物ナガエツルノゲイトウの茎断片化増殖様式の研究と効果的駆除・肥料化法の開発

研究課題名(英文) A study of the regeneration from stem fragments of an invasive species, *Alternanthera philoxeroides*, development of its extermination methods, and utilization as a fertilizer

研究代表者

高橋 秀典 (TAKAHASHI, Hidenori)

東邦大学・理学部・准教授

研究者番号：70318210

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：ナガエツルノゲイトウは茎断片からだけでなく、根の断片からでも芽と根を発生させることがわかった。茎断片からの芽の発生では、植物個体での発生と同様のホルモン制御機構の関与が示唆された。芽の発生には光も必要であり、ナガエツルノゲイトウの駆除に遮光シート法は有効であることも示された。さらに、N-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamineは光合成活性、クロロフィル含量を低下させ、茎断片からの個体再生も抑制した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

特定外来生物のナガエツルノゲイトウは回収駆除の過程で断片化して流失し、芽・根を発生させ、漂着先で個体群を形成する。こうして河川や水田等で繁殖域を広げ、世界中で生態系・農水産業に悪影響を与えている。茎断片からの個体再生の仕組みの一端を解明し、遮光シート法とN-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamineの効果も証明できたことは、効果的駆除方法の普及と開発につながり、社会的意義が大きい。一方、茎断片からの個体再生は栄養繁殖の一例でもあり、その仕組みの解明には学術的意義もある。

研究成果の概要(英文)： *Alternanthera philoxeroides* regenerated shoots and roots from not only its stem fragments but also its root fragments. Hormonal control of shoot development from stem fragments resembles that from normal plant bodies. Regeneration of shoot needed light, indicating that sheet-shading is useful for the extermination of *A. philoxeroides*. Furthermore, N-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamine lowered the photosynthesis activity and chlorophyll content, and suppressed the shoot regeneration from stem fragments.

研究分野：植物生理学

キーワード：ナガエツルノゲイトウ 特定外来生物

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

特定外来生物に指定されている南米原産の水生植物、ナガエツルノゲイトウは現在、日本では少なくとも13の府県に侵入し、そこでの繁殖が確認されている¹⁾。繁殖の過程で河川・湖沼・水田などの水面や川岸・湖岸に広大なパッチ（局所的集団；右写真中の矢印で示された部分）を形成するが、このパッチは他植物を駆逐するだけでなく、水流の停滞、照度・溶存酸素の低下を引き起こし、水底の環境も悪化させる。



このような強害性のナガエツルノゲイトウの駆除・回収は各地で盛んに行われているが、依然として駆除しきれいていないのが現状である。効果的な駆除を困難にしているのは、回収時に茎が容易に断片化するため、植物体を取り残しやすくなることも理由の1つである。しかしそれよりも大きな問題は、回収過程で断片化して流出した茎から芽や根が発生し、漂着先で再び新たなパッチを形成して繁殖してしまうことである。

研究代表者が所属する研究機関は、千葉県におけるナガエツルノゲイトウの主な繁殖地の1つである印旛沼水系に近く、ナガエツルノゲイトウが引き起こしている問題は新聞や関係者などから知る機会が多かった。そこで、ナガエツルノゲイトウの駆除を困難なものにしている茎断片からの個体再生が、そもそもどのような仕組みで起きるのかを明らかにすることで、将来的にはより効果的な駆除方法、あるいは駆除効果のある薬剤の開発につながる基礎を作りたいと考えたのが、本研究のきっかけである。

[参考文献]

- 1) 国立環境研究所、進入生物データベース

2. 研究の目的

本研究の対象は、特定外来生物に指定されている南米原産の強害水生植物、ナガエツルノゲイトウである。ナガエツルノゲイトウは一般的な植物とは異なり、茎断片から容易に個体再生して繁殖することもできる。現在の一般的な駆除法は植物体の回収であるが、水中での重労働である上に、回収中に茎が断片化してやがて新個体が再生するため、なかなか駆除しきれいていない。遮光シートで植物体を覆って光合成を阻害し、植物体の枯死を待つ手法も注目されているが、その学術的な裏付けは見受けられない。

そこで本研究ではナガエツルノゲイトウにおいて、茎断片からの個体再生がそもそもどのような仕組みにより引き起こされているのかという疑問を解決するため、植物において形態形成や発生、環境応答、遺伝子発現など様々な現象に関わる重要な内部調節因子である植物ホルモンと、重要な外部環境因子の1つである光の関与に注目した。そして、回収駆除という大きな肉体労働を伴う駆除方法に代わりうる手法として、薬剤による駆除効果の調査も含めて、以下の4点を調べることを目的とした。

- (1) 茎以外にも葉や根からも個体再生が見られるか。
- (2) 茎断片からの個体再生に光は必要か。
- (3) 茎断片からの個体再生にはどのような植物ホルモンが関与しているか。
- (4) 強繁殖性を薬剤で抑えることができるか。

3. 研究の方法

上記「研究の目的」に記載した4項目に関し、それぞれ以下の方法で研究を行った。なお、本研究は国が定める「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」、通称「特定外来生物法」に則し、環境省から特定外来生物の飼養等の許可を受けて行った。

- (1) 茎以外にも葉や根からも個体再生が見られるか。
ナガエツルノゲイトウの植物体から茎、葉、根の断片を作製し、これらを連続明所・25の条件下で培養した。
- (2) 茎断片からの個体再生に光は必要か。
茎断片の長さが一定になるように定規で測りながら、ナガエツルノゲイトウの茎断片を植物個体から切り出した。これらを連続明所・25、あるいは連続暗所・25の条件下で培養した。
- (3) 茎断片からの個体再生にはどのような植物ホルモンが関与しているか。

様々な形態の茎断片をナガエツルノゲイトウの植物個体から切り出した。その後、各種植物ホルモンを添加、あるいは、コントロールとしてそれらの植物ホルモンを添加しないで、連続明所・25 の条件下で培養した。

(4) 強繁殖性を薬剤で抑えることができるか。

薬剤処理として、N-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamine を標準(1x)濃度で含む処理区その他、10x、3x、0.3x、0.1x濃度の処理区と、コントロールとしてN-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamine を含まない処理区、合計6つの処理区を設けた。処理する茎断片は一定の長さのものを植物個体から切り出し、これを各処理区において連続明所・25 の条件下で培養した。

また、培養前後のそれぞれにおいて、葉の光合成活性とクロロフィル含量を測定した。光合成活性の測定には、PAM(Pulse Amplitude Modulation)クロロフィル蛍光計を用いた。クロロフィル含量の測定では、まず各処理区の葉をそれぞれN、N-ジメチルホルムアミドに浸し、暗所・4で一晩静置した。その後、クロロフィルが抽出されたDMF溶液の吸光度を分光光度計を使って測定し、各葉に含まれるクロロフィル量を算出した。

なお、PAMクロロフィル蛍光計では葉を生きたまま計測可能なため、培養前後における同一の葉の光合成活性の経時変化を調べることができる。しかし、クロロフィル含量の測定では測定時にN、N-ジメチルホルムアミドで葉のクロロフィルを抽出してしまうため、同一の葉の経時変化を調べることができない。そこでクロロフィル含量の測定では、培養開始時に各処理区の茎断片を切り出した部分に近い部分の葉も採取してクロロフィル含量を測定し、その値を各処理区の培養開始前のクロロフィル含量値として代用した。

4. 研究成果

前述の「研究の目的」に記載した4項目に関して得られた研究成果は、それぞれ以下の通りである。

(1) 茎以外にも葉や根からも個体再生が見られるか。

ナガエツルノゲイトウの茎断片からは、その断片が節を含む場合に限り節の部分から芽・根が発生して、新たな植物体が形成された。これに対して葉を培養した場合は、茎断片の場合とは異なり、そこから芽・根のいずれも発生することはなかった。

一方、根の断片を作製して同様に培養したところ、茎断片を培養した場合の発生に比べると成長が遅いものの、芽・根の発生が観察された。このことは、これまではナガエツルノゲイトウの植物体を回収・駆除する際には茎断片の流出とそこからの個体再生を懸念していたが、茎断片はもちろんのこと、根に対しても、断片化や取り残しがないように注意を払う必要があることを意味している。

(2) 茎断片からの個体再生に光は必要か。

茎断片を連続明所で培養した場合、茎断片は培養開始時と同じ緑色あるいは赤味がかかった緑色を維持するのに対し、連続暗所で培養した場合は光合成ができなくなるためか、やがて茎断片は褐変した。この褐変した茎断片を暗所に放置し続けても、そこからの芽や根の発生は見られなかった。

現在、ナガエツルノゲイトウの駆除法の1つとして、植物体を遮光シートで覆う方法(以下、「遮光シート法」)が一部で採用されているが、上記の結果を考え合わせると、この遮光シート法はナガエツルノゲイトウの駆除において確かに有効な手段になりうるということが証明された。これまで遮光シート法の有効性に対する学術的裏付けは見られなかったが、本研究の成果は、その学術的裏付けとなるものである。

(3) 茎断片からの個体再生にはどのような植物ホルモンが関与しているか。

様々な形態のナガエツルノゲイトウの茎断片を用意し、まず、植物ホルモンを添加しない状態で連続明所において培養し、芽や根の発生の様子を茎断片の形態ごとに比較した。その結果、ナガエツルノゲイトウの茎断片からの芽の発生には、断片にはなっていない一般の植物個体でみられるような芽の発生と似た仕組みが関与している可能性が高いことがわかった。

そこで次に各種植物ホルモンを添加した状態で、同様にナガエツルノゲイトウの茎断片を培養し、芽や根の発生の様子を観察した。その結果は、ナガエツルノゲイトウの茎断片からの芽の発生には一般的な植物個体と同様の機構が関与している可能性が高いという、前述の考えを支持するものであった。

(4) 強繁殖性を薬剤で抑えることができるか。

N-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamine を標準(1x)濃度で含む処理区その他、10x、3x、0.3x、0.1x濃度の処理区と、コントロールとしてN-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamine を含まない処理区、合計6つの処理区を設けた。各処理区でナガエツルノゲイトウの茎断片を連続明所・25 の条件下で培養したところ、2週間後のコントロール茎

断片では培養開始時の緑色あるいは赤味がかかった緑色からの色の変化はあまりなく、節からは芽と根の発生が観察された。これに対し、N-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamineを含む処理区では、いずれも培養開始1週間後には茎断片の白色化、あるいは褐変が見られた。また、芽・根の発生は2週間たっても確認できなかった。

光合成活性に関しては、茎を断片化して植物個体から切り離した影響があるためか、コントロール処理区においても少し数値の低下が見られた。一方、N-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamine 処理区では、その濃度によらずいずれの処理区においても2週間後には光合成活性は大きく低下し、ほぼ活性は見られなくなった。

クロロフィル含量に関しても、やはり茎を断片化して植物個体から切り離した影響があるためか、前述の光合成活性同様に、コントロール処理区においても多少の数値の低下が見られた。これに対し、N-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamine 処理区では、その濃度によらずいずれの処理区においても2週間後にはクロロフィル含量は大きく低下し、ほぼゼロの状態となった。

従って、ナガエツルノゲイトウは茎断片からの芽・根の発生といった旺盛な再生能力を持つために容易に分布域を拡大しているが、茎断片からの芽・根の発生は薬剤（少なくとも、N-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamine）で抑制可能であることがわかった。しかも抑制に必要な薬剤の濃度は、N-(Phosphonomethyl)glycine 2-propylamine の場合は特に高濃度が必要とされるわけではなく、一般的な濃度、あるいはそれよりも低濃度で十分抑制効果があることがわかった。

(5) その他：耐乾燥性について

ナガエツルノゲイトウは水生植物として知られているが、河川・湖沼・水田などの水面はもちろんのこと、通常の陸生植物のように土壌でも生育することができる。実際、自然界から採取してきたナガエツルノゲイトウの植物体は、研究代表者が所属する研究機関では、水耕栽培ではなく培養土にて栽培・維持できている。

上記(1)～(4)の実験とその結果は、ナガエツルノゲイトウの茎断片を水に浮かべて行ったものであるが、茎断片を水の入っていない空の容器、つまり大気中で培養した場合には、そこからの根・茎の発生はみられなかった。従って、ナガエツルノゲイトウは極度の耐乾燥性を有しているわけではなさそうであるが、通常程度の水分を含む土壌では生育して植物体を空中に展開できる程度には耐乾燥性は有していることになる。このことは自然界にて回収駆除を行う際は、回収を行った河川・湖沼・水田などの周辺の土壌に植物体あるいは茎断片が散逸しないように注意を払う必要があることを示唆している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 1件)

佐藤準也、高橋秀典

ナガエツルノゲイトウの茎断片からの個体再生における光合成の役割解析

日本植物細胞分子生物学会第34回大会

2016年9月2日 信州大学(長野県上田市)

〔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：

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：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。