

セイタカアワダチソウで自然農薬を作ろう！

担当教諭 福盛 浩一

5年 大籠 南

森田 美佳

1．はじめに

私たちは、ある一部の植物に周りの雑草の成長を抑制する作用があることを知り、その原理を利用して、自然の恵みからの天然除草剤を作れないかと考えた。そして、私たちの身近で手に入れやすいセイタカアワダチソウにも、その作用があることを知り、セイタカアワダチソウに焦点を当てて、最終的に商品化することを目標として、研究を始めた。

2．研究内容

予備知識

実験 根から cis-DME を取り出す。

実験 カイワレの発芽実験。

実験 雑草の発芽抑制実験。

3．研究方法

インターネット

文献

実験

4．内容

(1)予備知識

・セイタカアワダチソウとは

学名 *Solidago altissima* L

生育地 シイ・カシ帯とブナ帯の道端、空き地、荒地、河原。

分布 本州・九州

花期 秋

名前の由来 アワダチソウに似て、大型で、花のつき方が泡立っているようにみえることから。

特徴 北アメリカからの帰化植物。高さは1～2.5mで、長い地下茎を引いている。花部以外は一般に枝を出さず、多くは紫黒色に染まり、短毛を密集させてざらつく。葉は密生してつき、鋸歯は低くてしばしば不明。葉質は厚くて短毛があってざらつき、両へりが下面に向かい曲

がる傾向がある。花序は円錐形、高さ10～50cm。

・ cis-DMEについて

cis-DME [cis-dehydromatricaria ester] とはシスデヒドロマトリカリアエステルと呼ばれる化学物質で、**セイタカアワダチソウ**の地下茎から放出されてほかの植物の成長を阻害する性質を持つ。

・ アレロパシー作用（他感作用）について

動物は自然界で種族の生き残りをかけて、様々な器官を発達させ、多様な生物を生み出してきた。

たとえば昆虫の世界では、敵の目をごまかすための保護色を持つ者、毒を持ちピンチになった時、悪臭を放つ者もいる。このように生き物は生き延びるためにあらゆる工夫をこらし進化してきた。植物も例外ではない。

その中でも最近注目されてきたのはセイタカアワダチソウを代表する**アレロパシー作用**である。

アレロパシー作用とはある種の植物が体内で作りに出す化学物質を周りに放出してほかの植物の成長を阻害、抑制する作用のことをいう。この化学物質を、**フィトンチッド**という。アレロパシー作用は、H.モーリッシュ(1937)によると『ある種の植物が作り出す化学物質が環境に放出されることによって、ほかの植物に、直接または間接的に与える有害作用』と定義されている。

〔考察〕

天然除草剤を作るならば、まずはセイタカアワダチソウの根からでるといわれるフィトンチッド(cis-DME)を取り出したい。しかしcis-DMEについての情報を集めていたのだが資料が極端に少ないことが分かった。この時点でcis-DMEについて分かっていることは、以下の2つだけだった。

cis-DMEはセイタカアワダチソウの根から分泌される。

cis-DMEはほかの植物の成長・発芽を抑制する性質がある。

明らかにcis-DMEについての情報不足と判断した。そこで、時間の都合上、情報集めと同時進行で、cis-DMEはセイタカアワダチソウの根からとりだすことができるのか、どういう性質をもつのか、を調べるため実験をすることにした。

(2) セイタカアワダチソウから、成長抑制作用の原因物質の取り出す 実験

〔目的〕 cis-DMEをセイタカアワダチソウの根からとりだす。

〔内容〕 cis-DMEの2つの性質を考慮してセイタカアワダチソウの根からA,B,Cの3通りの方法でcis-DMEの水溶液を取り出す。とりだせたかを調べるために、

土にその水溶液を散布し雑草の成長・発芽が遅れたり、または発芽しなかったものがあれば、その散布した水溶液の中にcis-DMEが含まれていると判断する事にする。

〔方法〕

A 根を掘りだして、水中で1週間育てる。

学校の裏の弓道場に生えているセイタカアワダチソウを根ごと抜く。

そのままセイタカアワダチソウをバケツの中に入れ1週間育てる。

B 根のまわりの土を集めて水で溶く

Aと同じ

根周辺の土を採取

バケツの中の水にその土を入れ、かき混ぜる

その水を土にまく

C 根を刻んで絞り出す。

Aと同じ。

葉・茎を切り落として根をミキサーで刻む。

綿の布でそれを包み根に含まれた養分を採取する。

A,B,Cの3つの方法でとれる量が違うので、500^{ミリ}リットルのペットボトルにそれぞれの水溶液をいれ500^{ミリ}リットル以下のものは水で希釈し、500^{ミリ}リットル以上とれたものはペットボトルに入るだけ(500^{ミリ}リットル)を実験に使用した。

そのA,B,Cの3つの水とふつうの水道水を同じ条件で、寮の菜園の土を入れた鉢に同じ量を1日に1回、1週間散布し雑草の量を比較する。

〔使用道具〕 バケツ2個 ミキサー1個 ペットボトル3個 綿布1枚

菜園の土200^{グラム}を4つ 鉢4つ

A,B,Cそれぞれの実験は以下の仮説に基づいて行う。

〔仮説〕

Aについては、根から放出されるcis-DMEが水溶液中に混じりこんでいるのではないか。

Bについては、根から放出されたcis-DMEが根の周りにまだ残っているのではないか。

Cについては、もともとcis-DMEは根に含まれているのだから、刻んだら、溶液中に染み出すのではないか。

〔予想〕

A,B,Cの3通りの方法からとりだしたすべての溶液に雑草の発芽を抑制する作用が

見られるのではないか。



〔結果〕

A,B,Cのどの方法でも雑草の成長に変化はみられなかった。

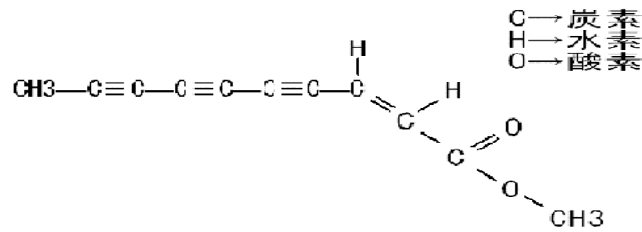
〔考察〕

A,B,Cのどの水溶液中にも cis-DME は含まれていない、もしくははっきりと観察できるほど多くは含まれていなかったと考えることができる。この実験結果より、私たちは以下のような仮説を立てた。

仮説

cis-DME は水に溶けない、もしくは溶けにくい性質を持つのではないか。

その時、実験と同時進行で行っていた情報収集で、cis-DME の化学式を発見した。cis-DME の化学式は以下の通りだ。



この化学式は炭化水素基に分類されることがわかった。炭化水素基とは炭素と水素からなる化合物のことで疎水性の性質を持つ。そしてこの化学式にはCとOの結合がみられることより、この化合物はエステルにも分類されることが分かる。エステルにもともと水に溶けにくい性質がある。この化学式より分かることをまとめると、cis-DMEは水に溶けにくい性質であることが予測される。つまり仮説は当たっていた。

そこで私たちは、cis-DMEについて分かっていることをもう一度まとめてみた。

cis-DMEはセイタカアワダチソウの根から分泌される。
 cis-DMEはほかの植物の成長・発芽を抑制する性質がある。
 cis-DMEは水に溶けにくい性質がある。

この3つのことを考慮してcis-DMEがふくまれる根自体をつかい、植物の発芽を抑制できるのか、実験してみることにした。

ただし実験 においての反省より以下の点を改善した。

<p>反省点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雑草なので成長がおそい。 ・具体的な数値化がなかった。 	<p>7日間で芽がでるカイワレダイコンの種を実験に使用。</p> <p>カイワレダイコンの発芽数を記録する。その際に種の数をもとにして発芽した割合をわかりやすくした。</p>
--	---

実験

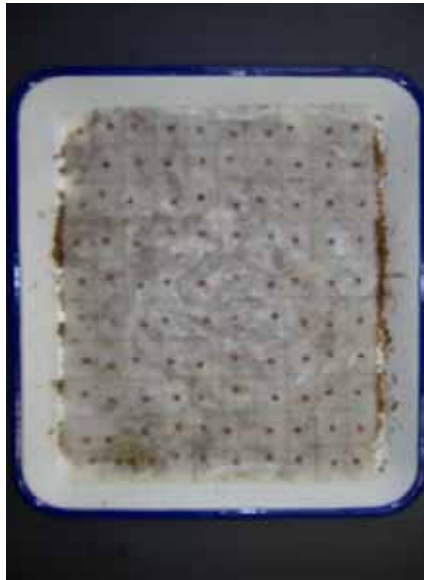
〔目的〕 cis-DMEを含むセイタカアワダチソウの根を使って、種の発芽を抑制できるか調べる。

〔内容〕 セイタカアワダチソウの根を刻んだものを入れた容器と、何も入れない容器にカイワレの種をまき、発芽する数を調べる。

〔方法〕

セイタカアワダチソウの根を採取。
 セイタカアワダチソウの根をミキサーで刻む。
 容器Aに を敷き詰める。

容器A,Bに濾紙を敷き、カイワレの種を並べる。
種が少しつかかる位水をいれる。



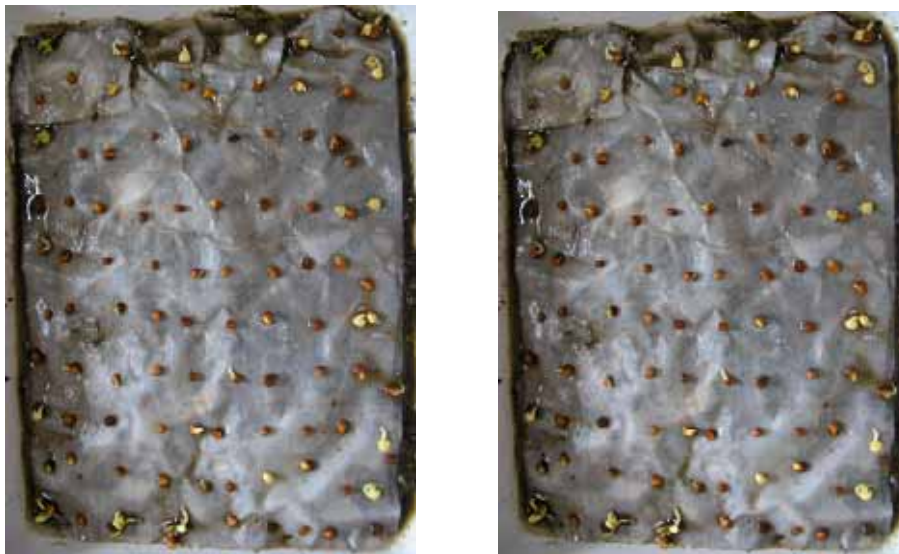
〔仮説〕 cis-DMEには、水に溶けにくい性質があるので根を種の近くに置くことで発芽の抑制作用が見られるのではないだろうか

〔予想〕 水だけ（B）のもの比べると、セイタカアワダチソウの根が入っているもの（A）は発芽する種が少ないだろう。

この実験において、発芽の抑制をわかりやすく数値化するために以下の式を使って発芽抑制率を出すことにする。

$$\left(1 - \frac{\text{根いりの容器の種の発芽数}}{\text{水だけの容器の種の発芽数}} \right) \times 100$$

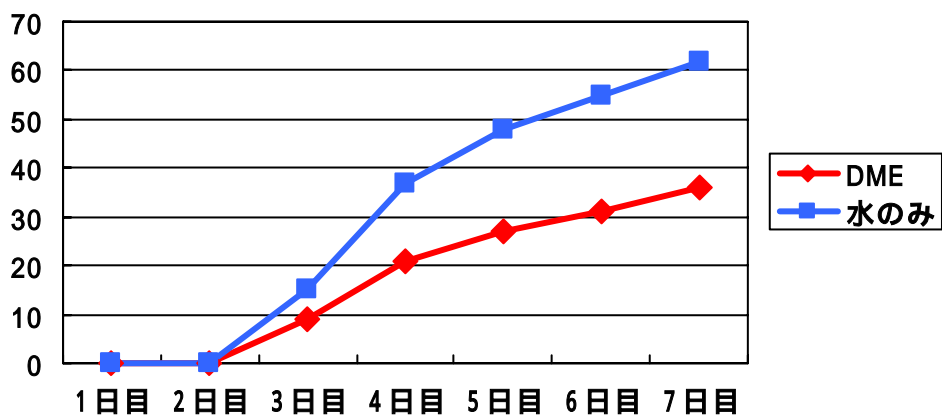
〔結果〕



	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	計
A根いり	0	0	0	4	7	6	2	19
B水のみ	0	0	0	14	20	16	4	54

7日以降ほとんど変化が見られなかった。この結果をグラフにまとめた。

発芽した種の数グラフ



発芽抑制率... 約47%

〔考察〕 予想通り、A（根入り）は発芽した数がB（水のみ）より少なかった。
しかし、実験中の問題点に気がついた。

問題点

- ・使用した容器の底が平らではなく、水が偏っていて水が多いところがたくさん発芽していた。
- ・種の使用期限が切れていた。
- ・発芽しているかわかりにくい種を数えるかの判断に迷った。

以上の問題点からこの実験結果は正確ではなかったと判断して、もう一度同じ実験をやり直すことにした。

実験（再）

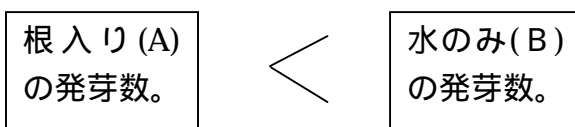
〔目的〕 セイタカアワダチソウの根を使って種の発芽を抑制できるか調べる。

〔内容〕 刻んだセイタカアワダチソウの根を入れた容器と、何も入れていない容器にカイワレの種をまき、発芽する数の違いを調べる。

〔方法〕

セイタカアワダチソウの根をミキサーで細かく刻む。
片方の容器(A)に を敷き詰める。もう片方の容器(B)は何も入れない。
両方の容器にろ紙を敷き、カイワレの種を 100 個ずつ並べる。
種が少し浸る位水を入れる。

〔仮説〕 cis-DMEには、水に溶けにくい性質があるので根を種の近くに置くことで発芽の抑制作用が見られるのではないだろうか



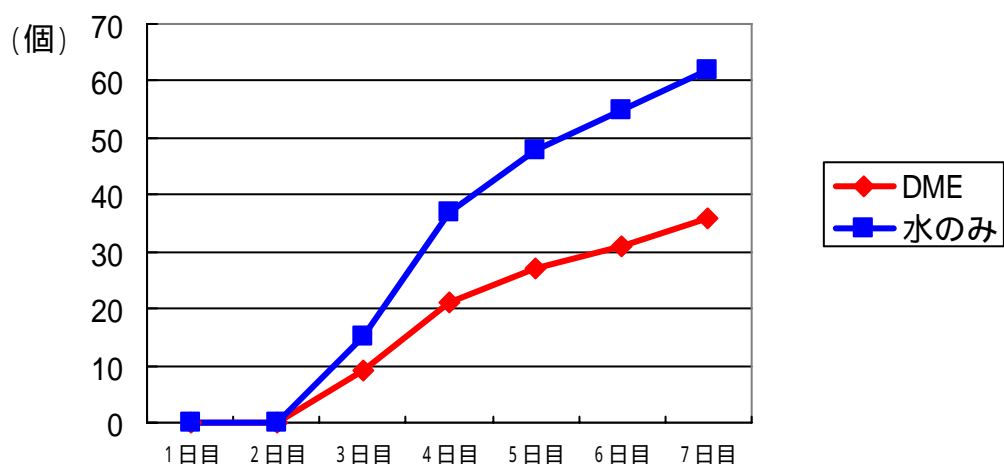
〔予想〕 水だけの B に比べてセイタカアワダチソウの根が入った A は発芽する数が少なくなるだろう。

〔結果〕



	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目
A.根いり	0	0	9	12	6	4	5
B.水のみ	0	0	15	22	11	7	7

実験 と揃えて7日で実験を終了した。この結果をグラフにまとめた。



発芽抑制率...約 42%

〔考察〕 AとBの発芽した数の差は、1回目の実験結果より小さくなったが、確かに発芽の抑制効果があった。

これらの実験結果から、セイタカアワダチソウの根をそのまま使っても cis DME の効果を得られることが分かった。そこで次は実際に土にセイタカアワダチソウの根を混ぜて雑草の発生を抑制できるか調べた。

実験

〔目的〕 セイタカアワダチソウの根は、実際に土に生えてくる雑草に対しても、実験と同じように効果があるのか。またその効果はどの程度なのかを調べる。

〔内容〕 刻んだセイタカアワダチソウの根を混ぜた土とそのままでの土にそれぞれ雑草を生やし、生え方の違いを調べる。

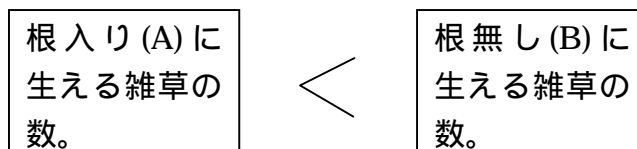
〔方法〕

セイタカアワダチソウの根をミキサーで細かく刻む。

2つの鉢を用意し、片方の容器(A)には刻んだセイタカアワダチソウの根を混ぜた土を入れ、もう片方の容器(B)には何も混ぜていない土を入れます。

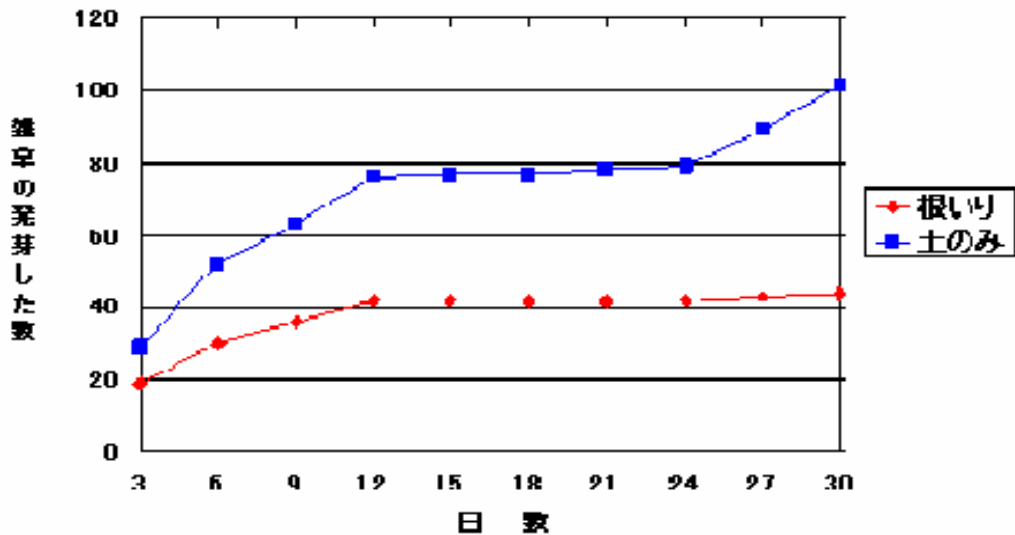
1ヶ月間同じ分量の水を与え続ける。

〔予想〕 少なくとも根入りの(A)に、何も入れていない(B)よりも多くの雑草が生えることはなく、実験と同じ位の効果があるのではないかと予想した。



〔結果〕 結果は次のとおりだ。

日数	3日	6日	9日	12	15	18	21	24	27	30	計
根入り	19	11	6	6	0	0	0	0	1	1	44
土のみ	29	23	11	13	1	0	1	1	10	13	102



発芽抑制率... 約 57%

〔考察〕 予想通り、セイタカアワダチソウの根は土に生える雑草に対しても効果的だと分かった。

まとめ

実験 根からを取り出す。 結果：取り出せなかった。

3通りの方法で、が入っていると思われる水溶液を作りそれを土にまいて雑草が発芽する様子を見つけた。雑草の生え方から、どの水溶液にも含まれていないと分かった。

原因 は水に溶けにくいせいだった。

実験 カイワレの発芽実験。 結果：42%発芽を抑制。

を取り出すことは難しいと判断し、セイタカアワダチソウの根そのものを使って発芽を抑制できるか調べることにした。刻んだセイタカアワダチソウの根を入れた容器と、何も入れていない容器で、それぞれカイワレを育てて発芽した数を数えた。

実験 雑草の発芽抑制実験。 結果：57%発芽を抑制。

実験の結果から、セイタカアワダチソウの根で発芽を抑制できることがわかったので、実際に雑草の発芽を抑制できるか調べることにした。刻んだセイタカアワダチソウの根を混ぜた土と、何も混ぜていない土にそれぞれ雑草を生やし、生えてきた雑草の本数を数える。

〔商品化への問題点〕

除草剤にするには発芽を抑制する効果が小さい。

混ぜ込みタイプしか売り出せない。

〔今後の課題〕

発芽を抑制する効果を高くする。

効果の持続期間を明確にする。

作物への影響を調べる。

5 . 感想

私たちは最初、セイタカアワダチソウのアレロパシー作用を知ったときに、今流行のベンチャービジネスや、特許取得で大もうけしたいと考え、研究を始めることにした。きっかけは、金儲けという、不純な理由だったが、研究を進めるごとに、セイタカアワダチソウや、植物の不思議に直面し、いつのまにか、研究自体を楽しんでいたような気がする。何度もセイタカアワダチソウの根を掘りに行ったし、細かくて、面倒な作業も多くて苦労したのですが、実際に発芽が抑制されているのを見たときは本当に嬉しかった。この研究を通して、問題を考えて解いていく楽しさや、植物の意外な性質を知ることができた。最初の目的だった商品化は実現できなかったが、今後も研究を続けて除草剤の完成を目指したい。

6 . 参考文献

<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kankoubutsu/clean/2-12.htm>

III アレロパシーとその活用

<http://www.asahi-net.or.jp/~af8m-smgm/biotop/016.htm>

小金ビオトープ通信 No. 16 小金高校生物科 1996 . 10 . 09

<http://homepage2.nifty.com/kssm/syokubutu/husigi/seitaka.html> 植物の不思議

<http://www.geocities.jp/aoiyamanonaka/farm/allelopathy.htm>

アレロパシー (Allelopathy) 植物の他感作用

<http://www.tcp-ip.or.jp/~jswc3242/mame32dme.html>

植物豆知識の頁 32

セイタカアワダチソウのアレロパシー (他感作用)

<http://had0.big.ous.ac.jp/~hada/plantsdic/angiospermae/dicotyledoneae/sympetalae/compositae/seitakaawadachi/seitakaawadachi.htm>

岡山理科大学 総合情報学部 生物地球システム学科

Department of Biosphere-Geosphere System Science, Faculty of Informatics, Okayama University of Science

植物生態研究室 (波田研) のホームページ

<http://www.kankyo.ac.jp/awadatiso.htm>

学校法人専修学校 国際環境専門学校

<http://www.phyton-cide.org/info.what.htm> 1

フィトンチッドってなんだろう?

<http://www.syngenta.co.jp/index.htm>

雑草の話

<http://homepage1.nifty.com/shirai/wadai.htm>

セイタカアワダチソウの科学 (化学・生物化学)

<http://www.sky.sannet.ne.jp/kyoshio/DW/Ryaku/RyakuC.htm>

略語辞典 C

http://www.keirinkan.com/kori/kori_biology/kori_biology_2/contents/bi-2/5-bu/5-2-2-2.htm

啓林館

他の植物の成長を調節する物質

<http://www.agri.zenoh.or.jp/visitor/new/?apNow=10&cd1=&cd2=&cd3=&Show=>

グリーンレポート