

生物

左上一箇所でもチキヌ留め

受付番号: SJ0638
エントリーID: 2080

筑波大学

朝永振一郎記念

第18回「科学の芽」賞 応募用紙

受付番号 : SJ0638

応募部門 : 中学生部門

応募区分 : 個人応募

題名 : ドクダミの独特な匂いに迫る ~テカノイルアセトアルデヒドが与えるアレロパシー効果とは~

学校名 : 茨城県 茨城県立立並木中等教育学校

学年 : 1年生

代表者名 : 廖 執泰

※ 個人情報保護のため、入力された項目から抜粋して出力しています。

1 研究の動機

小学生の時に庭の雑草拔きを頼まれたときに、植物の影に生えているドクダミを見つけた。それをただの雑草だと思って抜いてみたら鼻にツンと来る刺激的な匂いがした。その独特な匂いが他の植物に与える影響が気になったため、それについての研究を行おうと思った。

2 研究の背景

ドクダミの独特な匂いの原因物質はデカノイルアセトアルデヒドである。このデカノイルアセトアルデヒドをドクダミは体内で作っていて、常に出しているが、傷つけたときはとくにたくさん出る。デカノイルアセトアルデヒドは揮発性でペニシリンを上回る殺菌効果を持つことが証明されている。また、デカノイルアセトアルデヒドは一部の植物にアレロパシー効果を持つことも研究されている。本研究では、一般的にアレロパシーの実験によく使われていてアレロパシーの影響を受けやすいレタスの種子(被験体)を用いることで、デカノイルアセトアルデヒドがレタスにどのような影響を及ぼすかを調べる。

※アレロパシー…ある特定の植物が特定の物質(アレロケミカル)を放出することで他の植物の成長を阻害したり、促進したりすること。

3 研究の目的

ドクダミに含まれるデカノイルアセトアルデヒドがレタスの発芽率や葉緑体のクロロフィルの量にどのような影響を及ぼすかを調べる。また、自然環境での作用を考え(浸出、溶脱、揮散)、どういうふうにレタスに影響するかも調べる。

(1)ドクダミに含まれるデカノイルアセトアルデヒドが浸出・溶脱することでレタスの成長に及ぼす影響を調べる。

(2)自然環境下でデカノイルアセトアルデヒドが水に溶けて揮散することを考え、それによってレタスへ及ぼす影響を調べる。

※揮散…揮発性の成分が気化して、大気中に拡散される現象。

※溶脱：葉から雨や霧によって、アレロケミカルが放出される現象。

※浸出：植物体からアレロケミカルが滲み出す現象。

4 仮説

デカノイルアセトアルデヒドは揮散・溶脱・浸出することによってレタスの成長速度に影響を与えられ、また、揮散するときデカノイルアセトアルデヒドは発生源からの距離が遠ければ遠いほど効果が薄まると考えられる。

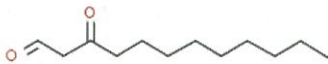


図1 デカノイルアセトアルデヒドの構造図

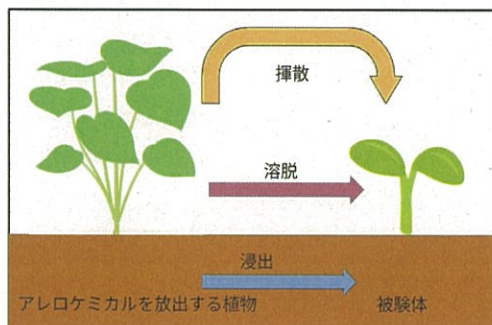


図2 揮散、溶脱、浸出の模式図

5 実験の方法・結果・考察

※遠心分離機を使うとき今後は3000rpmを10分間で成分を分離する。

※レタスの長さは発芽したものだけの根の先端から葉の先端までの距離とする。

【実験1】

(1)目的

ドクダミに含まれる物質が直接的(浸出、溶脱)にレタスの成長に与える影響を調べる。

(2)方法

サンドイッチ法(図3)を用いて10日後にレタスの発芽率や伸びた長さ、20日後にクロロフィルの量を調べる。実験は以下の手順で行う。

- ①: 濃度1%の寒天水溶液をつくり、容器に入れてオートクレーブ(図4)で滅菌・加熱する。
 - ②: クリーンベンチ(図5)で深いシャーレ(図6)に寒天水溶液を約10mlずつ流し込む(一層目)。
 - ③: 寒天が固まったら、6個のサンプルに小さく切ったドクダミの葉1gを置く。
 - ④: またすべてのシャーレに寒天水溶液を約10gずつ流し込む(二層目)。
 - ⑤: 寒天が固まったらレタスの種を1サンプル10個ずつ並べる。
 - ⑥: ふたをして、フィルムを巻く。
 - ⑦: 人工気象器に入れる。
 - ⑧: 10日後、各条件2サンプルずつレタスの長さを調べる。
 - ⑨: 20日後、残りの4サンプルのレタスの葉だけ取り、重量比1(レタスの葉):9(蒸留水)で合わせ、すりつぶす。
 - ⑩: すりつぶしたものを遠心分離し、上澄みを紫外可視分光光度計(図7)を用いて調べる。
- ※サンドイッチ法…アレロパシーの実験によく使われる方法。寒天の間にアレロケミカルを放出する植物をはさみ、寒天の上に被験体を乗せる。(図3参照)

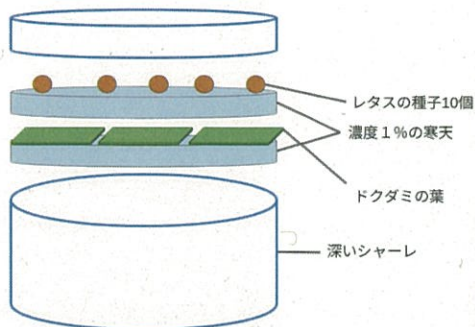


図3 サンドイッチ法の模式図



図4 オートクレーブ



図5 クリーンベンチ



図6 深いシャーレ

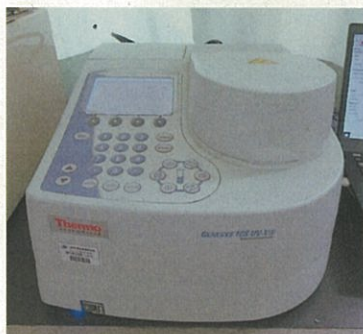


図7 紫外可視分光光度計

(3)結果

【10日後に長さを調べたもの】

最初の2、3日はドクダミの葉をおいたものはなにもないものより育っていて、著しい差が見られたが、実験開始から時間が経過するにつれて差が小さくなった。10日後には表1、2のような結果になり、最終的にドクダミの葉をおいたもののほうがドクダミの葉を置かなかったものよりも10cmほど長く伸びていることがわかる。写真からはドクダミの葉を置いたほうが葉が大きくなっていることがわかる。

表1 サンドイッチ法でそれぞれレタスが伸びた長さ
(単位はmm) (小数点第二位を四捨五入)

	サンプル1	サンプル2	平均
ドクダミの葉を置いたもの	67.4	59.7	63.5
ドクダミの葉を置かなかったもの	53.9	51.7	52.8

※発芽しなかったものを含めない

※サンプル1と2は同じ条件下で実施

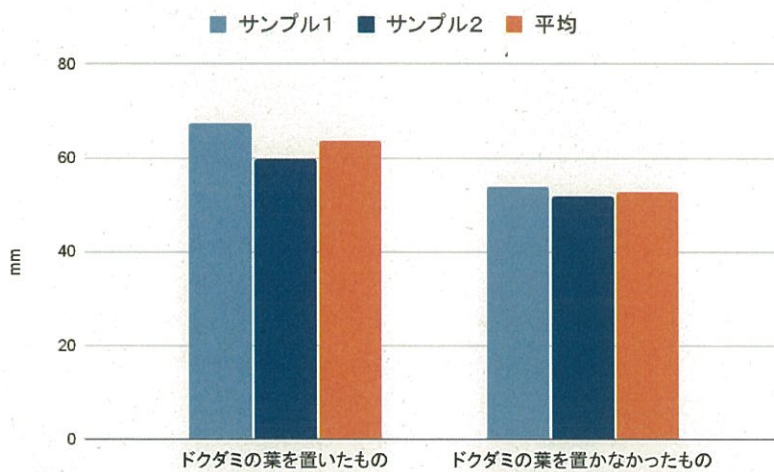


図8 表1のグラフ(単位はmm)



図9 10日後の何も置かなかったもの(左)とドクダミの葉を置いたもの(右)

【20日後にクロロフィルの量を調べたもの】

波長450nmあたりではドクダミの葉を置いたもののほうが吸光度が高く大きな差があるが、クロロフィル測定波長の650nmあたりでは差が450nmあたりと比べると、小さくなっていることが分かる。また、写真からは二つのサンプルのレタスの色がほぼ同じであることが分かる。

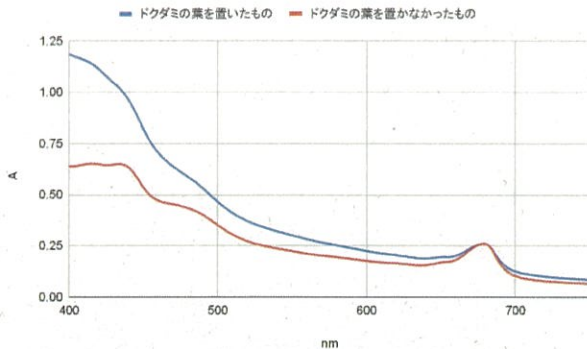


図10 分光光度計で20日後のクロロフィルを調べた結果(波長400nmから750nm)

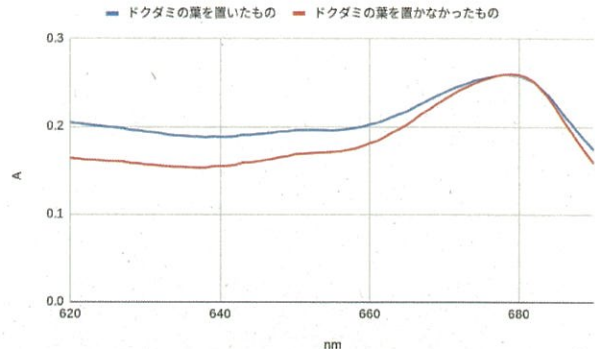


図11 分光光度計で20日後のクロロフィルを調べた結果(波長650nmあたり)

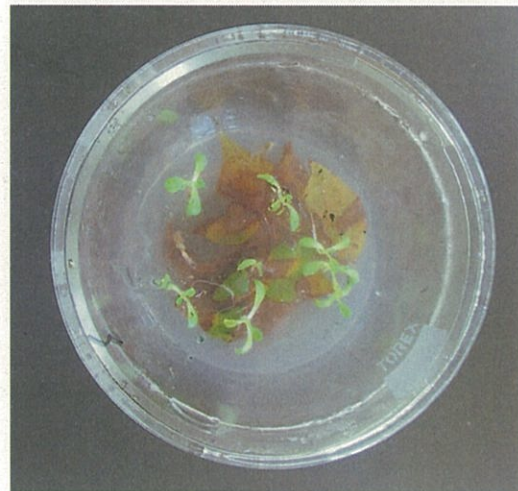


図12 20日後の何も置かなかったもの(左)とドクダミの葉を置いたもの(右)

(4) 考察

【10日後に長さを調べたもの】

ドクダミの葉を置いたほうが置かなかったほうより伸びた長さが長いことから、ドクダミはレタスに対して成長を促進する作用があることが考えられる。また、ドクダミの葉を置いたほうが最初の2、3日に成長が強く促進されたことから、ドクダミの葉に含まれるデカノイルアセトアルデヒドは葉を取ってから時間が立つと、揮発して空気中に出ていき、ドクダミの葉が植物に対する影響が弱くなることが考えられる。

【20日後にクロロフィルの量を調べたもの】

20日後のレタスの吸光度はクロロフィルの測定波長のあたりだと、吸光度の差は450nmあたりと比べて差が小さいため、20日後だとドクダミに含まれるデカノイルアセトアルデヒドが揮発し、ドクダミはレタスのクロロフィルの量にあまり影響を与えないことが考えられる。しかし、10日後のクロロフィルの量を調べていないため、本当に影響があまりないのかはまだわからない。

【実験2】

(1)目的

ドクダミの葉っぱから揮散したデカノイルアセトアルデヒドが他の植物に与える影響を調べる。

(2)方法

正方形のトレーの上にキッチンペーパーを置く。その上にキッチンペーパーの真ん中から放射状に1.5cmおきに中心から6cmまでレタスの種を合計32個並べ(図3)、真ん中に1cm²の正方形のドクダミの葉を置く。実験開始から10日たったあとのレタスの長さを測る。葉を置くものは2つのサンプル、蒸留水を染み込ませたディスク(図4)を置くものは1つのサンプルで比較する。

※ディスク…ろ紙を小さく丸く切ったもの

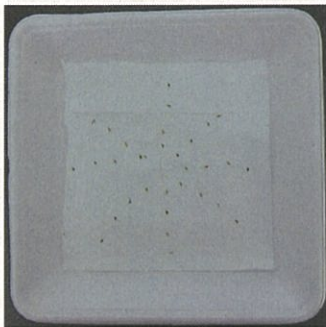


図13 中心から放射状に並んだ種子(左)とその模式図(右)

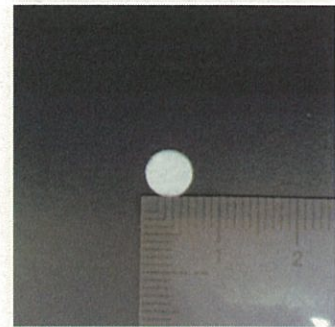
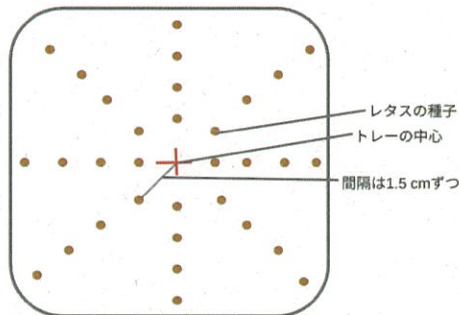


図14 ディスク

(3) 結果

ドクダミの葉を置いた方が何も置いていない方より成長していて、差が見られた。特に、ドクダミの葉をおいた方は、葉が長く伸びていた。また、ドクダミの葉を置いた方は中心から近いほど成長している傾向がある。

表2 中心にドクダミの葉を置いたものの結果

(単位はmm) (小数点二位を四捨五入)

中心からの長さ	1.5cm	3.0cm	4.5cm	6.0cm
各距離の平均値(サンプル1)	45.6	45.8	38.8	39.4
各距離の平均値(サンプル2)	49.6	42.3	43.6	42.1
二つの平均値(四捨五入する前)	47.6	44.1	41.2	40.8

※発芽しなかったものを含まない

表3 蒸留水を染み込ませたディスクを置いたものの結果

(単位はmm) (小数点第二位を四捨五入)

中心からの長さ	1.5cm	3.0cm	4.5cm	6.0cm
各距離の平均値	18.0	16.3	16.4	19.3

※発芽しなかったものを含まない

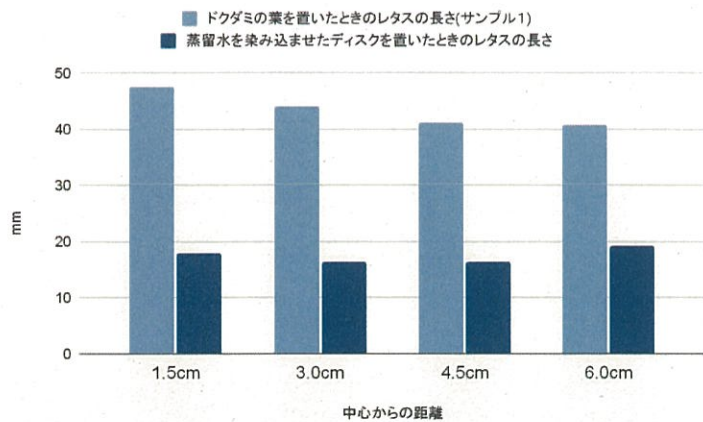


図15 実験2の結果のグラフ(単位はmm)

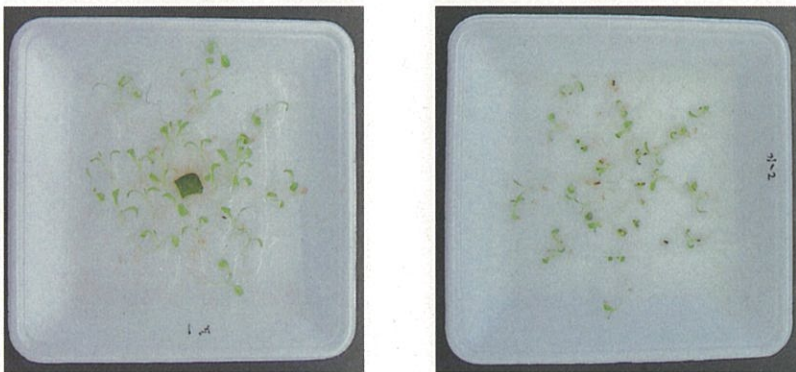


図16 中心にドクダミの葉1 cm²(左)とドクダミの葉を置かなかったもの(右)

(4) 考察

- ・ドクダミの葉を置いたほうがレタスの長さが長いことから、ドクダミに含まれるデカノイルアセトアルデヒドは揮散することにもよって、レタスの成長を促進すると考えられる。
- ・実験1より実験2のほうが促進した割合が大きいため、日光や温度または別の化学物質などの条件による葉を置いたサンプルの成長の促進または蒸留水を染み込ませたディスクのサンプルの成長の抑制が考えられる。
- ・蒸留水を染み込ませたディスクを置いた方のレタスの葉が大きくカールしていたため、ドクダミ以外の何らかの原因によってカールしたと考えられる。

【実験3】

(1)目的

自然中でドクダミの成分が水に溶け、揮散することでレタスの成長に与える影響を調べる。

(2)方法

実験2で用いた方法でレタスの種子を並べ、真ん中にドクダミの成分の抽出液をディスクに染み込ませたものを置き、10日後に長さを調べる。抽出液はドクダミの葉1gに水9mlを乳鉢に入れ、すりつぶしたあと、遠心分離機にかけることで作る。抽出液を染み込ませたディスクを置くものは2つのサンプル、蒸留水を染み込ませたディスクを置くものは1つのサンプルで比較する。

※蒸留水を染み込ませたディスクを置くサンプルは実験2と蒸留水を染み込ませたディスクを置くことは条件は同じだが、温度などの条件が違う時があるため、違うため、もう一回データを取った。

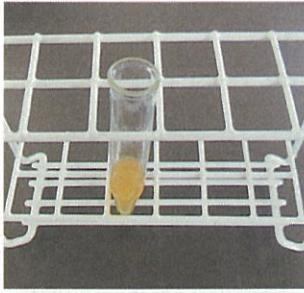


図17 ドクダミの抽出液

(3)結果

ドクダミの抽出液を染み込ませたディスクを置いたものは置いたところ(中心)から近いほど成長している傾向がある。また、実験2で葉を置いたものよりドクダミの抽出液を置いたもののほうが成長した長さが短いことがわかった。さらに、蒸留水のディスクをおいたものは実験2のサンプルより10mm以上長いことが分かる。

表4 中心に抽出液のディスクを置いたものの結果
(単位はmm) (小数点第二位を四捨五入)

中心からの長さ	1.5cm	3.0cm	4.5cm	6.0cm
各距離の平均値 (サンプル1)	39.3	35.0	39.0	31.6
各距離の平均値 (サンプル2)	39.4	38.8	31.6	34.7
二つの平均値 (四捨五入する前)	39.3	36.9	35.3	33.1

※発芽しなかったものを含めない

表5 中心に蒸留水のディスクを置いたものの結果
(単位はmm) (小数点第二位を四捨五入)

中心からの長さ	1.5cm	3.0cm	4.5cm	6.0cm
各距離の平均値	32.8	33.7	32.9	32.4

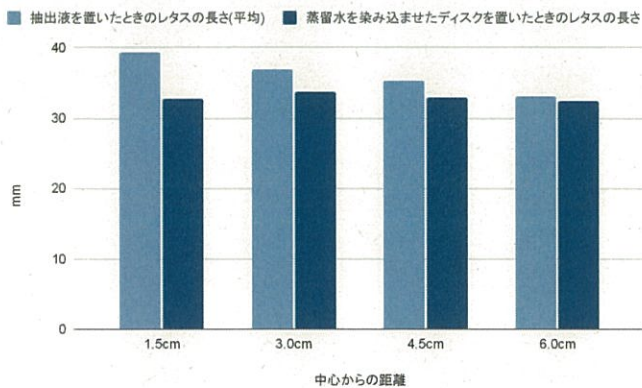


図18 実験3の結果のグラフ(単位はmm)

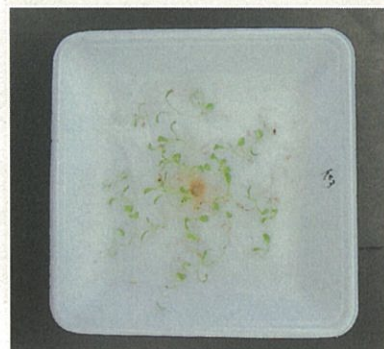


図19 ドクダミの抽出液を染み込ませたディスクを置いたサンプル

(4)考察

- ・ドクダミの成分を水の中に溶かしても、その成分が揮散し、そのことでレタスの成長を促進する事が考えられる。
- ・ドクダミの抽出液も葉のように距離が遠ければ遠いほど揮散した成分が空气中で薄まり、作用が弱くなることが考えられる。
- ・蒸留水を染み込ませたディスクを置いたものは実験2より大きく伸びていたため、実験2のサンプルが過度に成長が抑制されていたか、この実験で成長が促成されていたかの2つの可能性が考えられる。

【実験4】

(1)目的

自然中でドクダミの成分が水に溶け、濃度が低くなって、揮散するときにレタスの成長に与える影響を調べる。

(2)方法

実験2で用いた方法でレタスの種子を並べ、真ん中にドクダミの成分の抽出液をディスクに染み込ませたものを置き、10日後に長さを調べる。抽出液はドクダミの葉1gに水9mlを乳鉢に入れ、すりつぶしたあと、遠心分離機にかけることで作る。また、抽出液の濃度を100%、80%、60%、40%、20%、0%と変えて、各濃度2個ずつサンプルを作って比較する。

※100と0%の濃度のものは、実験2、3でも実施しているが、温度の条件などが違う場合があるため、もう一回データを取った。

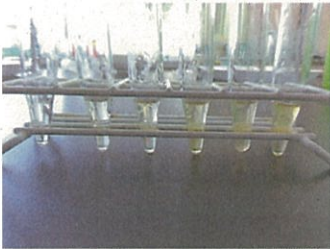


図20 左から0%、20%、40%、60%、80%、100%にしたドクダミの抽出液

(3)結果

抽出液の濃度が薄くなればなるほど、中心から同距離にてのレタスの長さが短いことが分かる。また、濃度0%以外のサンプルは中心から離れれば離れるほどレタスの長さが短くなる傾向があることが分かる。

表6 濃度を変えたドクダミの抽出液を染み込ませたディスクを置いたものの結果

(単位はmm) (小数点第二位を四捨五入)

中心からの長さ	1.5cm	3.0cm	4.5cm	6.0cm
濃度100%	50.9	44.3	42.3	41.2
濃度80%	44.5	41.1	39.0	38.5
濃度60%	41.9	39.6	39.1	37.1
濃度40%	39.7	37.5	36.1	35.3
濃度20%	39.1	36.5	37.3	35.1
濃度0%	35.2	35.3	35.0	34.8

※値はすべて2つのサンプルの平均値から求めた。

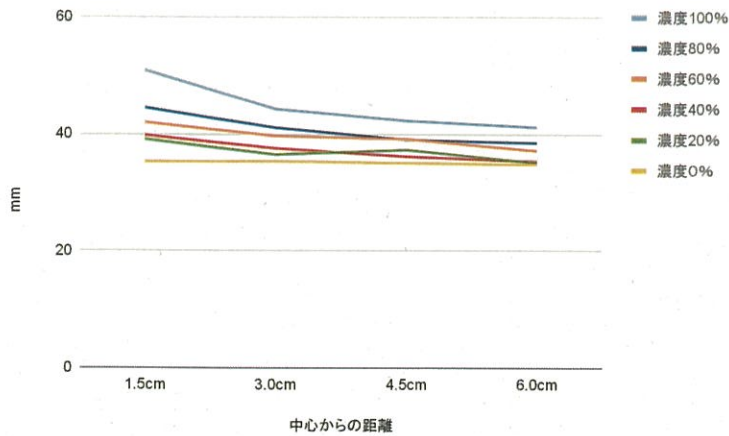


図21 実験4の結果のグラフ

(4) 考察

- ・ 同距離にて抽出液の濃度が低いほどレタスの伸びる長さが短くなっていることから、ドクダミに含まれる成分は、水によって希釈されると、他の植物に与える影響が小さくなることが分かる。
- ・ また、ドクダミの成分が希釈されても、離れば他の植物に与える影響が小さくなり、濃度が薄いものでは距離が短くても影響はドクダミの成分がないものと同様になってしまうことが考えられる。
- ・ 実験2において蒸留水を染み込ませたディスクを置いたサンプルは成長が悪いか実験3での同条件のサンプルの成長がいいかという二つの可能性が考えられたが、本実験で蒸留水を染み込ませたディスクを置いたサンプルが実験3と同程度に伸びたため、実験2に置いて何らかの他の作用があったことが考えられる。(図22参照)

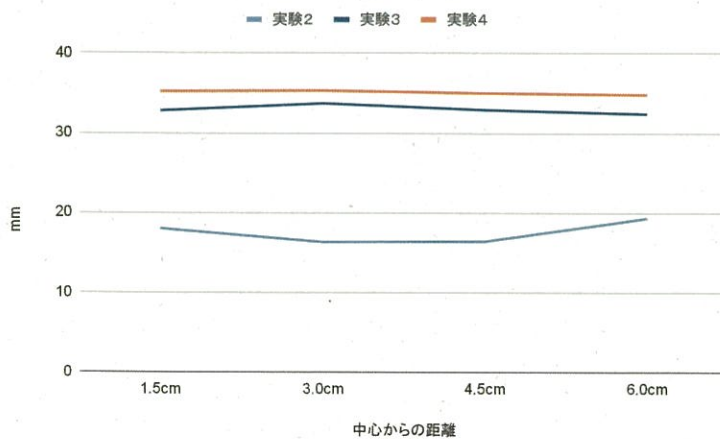


図22 実験2～4の蒸留水を染み込ませたディスクを置いたサンプル

6 まとめ

- ・ドクダミに含まれる揮発性の物質デカノイルアセトアルデヒドは揮散・溶脱・浸出の3つのルートいずれもを通じてレタスの成長を促進する効果があることが分かった。
- ・デカノイルアセトアルデヒドはレタスの葉に含まれるクロロフィルの量をあまり変化させないことが分かった。
- ・デカノイルアセトアルデヒドは水に溶けて希釈したり、空气中に揮散して濃度が低くなったりすると、アレロパシー効果が弱まることが分かった。

7 今後の課題

- ・本研究ではドクダミの葉は取ってから当日のものを使用した。取ってからの日数を変えて実験することによってデカノイルアセトアルデヒドのアレロパシー効果になにかしらの影響が出るのかを調べたい。
- ・実験2の蒸留水を染み込ませたディスクを置いたサンプルではレタスの葉がカールしていたものの、それについての原因がまだ不明であったため、カールした葉を顕微鏡でみることでその原因について究明したい。
- ・本研究ではドクダミの葉だけで抽出液を作ったり、実験を行っていたりしていたがドクダミの根などの部分については実験を行っていなかった。そのため、プラントボックス法を用いて、ドクダミの根にも葉と同じようにデカノイルアセトアルデヒドによるアレロパシー効果を引き起こすのかを調べたい。

※プラントボックス法：アレロパシー検定法の一つ。植物の根から滲出する化学物質の作用を検定できる。

8 謝辞

本研究にて沢山のアドバイスをしてくださった並木中等教育学校の先生方、先輩方に感謝をします。

9 参考文献

サンドイッチ法

藤井義晴. アレロパシー 他感物質の作用と利用. 農文協, 2000年, 230p.
ISBN4540922254.

ドクダミが他の一部の植物の成長に与える影響

https://f.osaka-kyoiku.ac.jp/tennoji-j/wp-content/uploads/sites/4/2020/08/2002_27_13-18_dokudami_.pdf

アレロパシーについて

<https://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/techdoc/inovlec2004/1-3.pdf>

プラントボックス法

https://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/sinfo/result/result08/result08_16.pdf