

タバコが植物に及ぼす影響についての研究

1 要約

タバコが植物にどのような影響を及ぼすのかを調べるために各種実験を行い、タバコには植物の生長を促進する成分が含まれており、その成分はタバコ特有であることが分かった。

(実験 1)

カイワレダイコンにタバコの葉、灰、煙それぞれが溶けた水を与え、発育状況を観察した。タバコの灰はカイワレダイコンの生長を促進し、タバコの葉は植物の生長を抑制することが分かった。

(実験 2)

実験 1 から、タバコの葉が植物の生長に悪影響を及ぼすことが分かったので、正常に生長するためには葉を水抽出した溶液をどこまで希釈すればよいかを探るため、溶液を希釈し、それぞれをカイワレダイコンに与えた。結果、溶液の濃度が濃いと生長を抑制するが、濃度が特定の範囲内ではカイワレダイコンの生長を促進した。

(実験 4)

これまでの実験が水抽出の溶液を使用しているため、アルコール抽出ではどのような変化があらわれるのか、生長を促進しているのはどのような成分かを知るためにアルコール抽出溶液で実験を行った。溶液の濃度が濃いと生長を抑制するが、濃度が特定の範囲内で生長を促進した。水とアルコールとで生長を促進する濃度が異なった。

(実験 5)

数日間純水で育てたカイワレダイコンに水抽出した溶液を与える場合、与える日によって生長の度合は変化するかを調べた。その結果、水で育て始めてから 5 日後～8 日後が適していることが分かった。

(実験 6)

カイワレダイコンの生長を促進している成分がタバコ特有のものであるのかを調べるために紅茶とウーロン茶を水抽出した溶液を同じように与えて観察したところ、紅茶とウーロン茶の溶液ではタバコのように生長促進作用はみられなかった。

2 材料と方法

2-1 溶液の作成

・水抽出

タバコ一本分(0.7g)を純水 20ml で 3 分間抽出した。この濃度を 1 倍とし、希釈する場合は純水で希釈した。

・アルコール抽出

タバコ一本分(0.7g)を 40ml の 50%エタノールで 3 分間抽出し、熱でエタノールを飛ばした。この濃度を 1 倍とし、希釈する場合は純水で希釈した。

紅茶とウーロン茶の実験の際には、それぞれの粉末をタバコ一本分と同じ 0.7g を同じように抽出した。なお、本研究で用いたタバコはすべてマイルドセブン 10 である。

2-2 カイワレダイコンの生育条件

500ml ビーカーの底に脱脂綿をひき、カイワレダイコンの種子をその上にまき、上記の方法で作成した溶液や純水を毎日 10ml 与え、 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ の暗所で生育した。毎日生長の様子を観察した。

2-3 実験方法

(実験 1)

- ① タバコの煙を水に溶かした。(1 本分の煙を 10ml の水に溶かした)
- ② 容器に葉、灰、煙 A、煙 B、水とラベルをつけた。
- ③ 葉の容器にはタバコの葉を 1 本分、灰の容器にはタバコの灰を 1 本分入れた。
- ④ それぞれの容器に 1 切れずつ脱脂綿を敷き、その上にカイワレダイコンの種を 30 粒ずつ入れた。
- ⑤ 葉、灰、水には蒸留水を 10ml、煙 A と煙 B には煙を溶かした水 10ml を与えた。
- ⑥ この後、葉、灰、煙 A、水には蒸留水を 10ml、煙 B には煙を溶かした水 10ml を毎日与えた。
- ⑦ 5 つの容器を上記の環境で毎日観察した。
- ⑧ 本実験は同じ条件で同時に 3 回行った。

(実験 2)

- ① 容器に 1 倍、 $\frac{1}{2}$ 倍、 $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍、水と書いたラベルをそれぞれ貼った。
- ② 水抽出の 1 倍の溶液を希釈し、 $\frac{1}{2}$ 倍、 $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍をつくった。
- ③ それぞれの容器に脱脂綿をひき、その上にカイワレダイコンの種を 30 粒ずつ入れた。
- ④ その容器に貼られたラベルと同じ濃度の溶液、あるいは純水を毎日与えた。
- ⑤ 5 つの容器を上記の環境で毎日観察した。

(実験 3)

- ① 容器に $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{20}$ 倍、 $\frac{1}{30}$ 倍、 $\frac{1}{40}$ 倍、 $\frac{1}{50}$ 倍、 $\frac{1}{60}$ 倍、水と書いたラベルをそれぞれ貼った。
- ② 水抽出の 1 倍の溶液を希釈し、 $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{20}$ 倍、 $\frac{1}{30}$ 倍、 $\frac{1}{40}$ 倍、 $\frac{1}{50}$ 倍、 $\frac{1}{60}$ 倍をつくった。
- ③ それぞれの容器に脱脂綿をひき、その上にカイワレダイコンの種を 10 粒ずつ入れた。
- ④ その容器に貼られたラベルと同じ濃度の溶液、あるいは純水を毎日与えた。
- ⑤ 7 つの容器を上記の環境で毎日観察した。

(実験 4)

- ① 容器に、 $\frac{1}{25}$ 倍、 $\frac{1}{50}$ 倍、 $\frac{1}{75}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍、 $\frac{1}{200}$ 倍、水と書いたラベルをそれぞれ貼った。
- ② アルコール抽出の 1 倍の溶液を希釈し、 $\frac{1}{25}$ 倍、 $\frac{1}{50}$ 倍、 $\frac{1}{75}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍、 $\frac{1}{200}$ 倍をつくった。
- ③ それぞれの容器に脱脂綿をひき、その上にカイワレダイコンの種を 10 粒ずつ入れた。
- ④ その容器に貼られたラベルと同じ濃度の溶液、あるいは純水を毎日与えた。
- ⑤ 6 つの容器を上記の環境で毎日観察した。

(実験 5)

- ① 容器に 5 日後、8 日後、11 日後、**水**と書いたラベルをそれぞれ貼った。
- ② 水抽出の 1 倍の溶液を希釈し、 $\frac{1}{5}$ 倍溶液をつくった。
- ③ それぞれの容器に脱脂綿をひき、その上にカイワレダイコンの種を 10 粒ずつ入れた。
- ④ はじめは純水で育て、その容器に貼られたラベルと同じ日から溶液を毎日与えた。
- ⑤ 4 つの容器を上記の環境で毎日観察した。

(実験 6)

- ① 容器に 1 倍、 $\frac{1}{2}$ 倍、 $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍、水と書いたラベルをそれぞれ貼った。
- ② 紅茶とウーロン茶それぞれの水抽出の 1 倍の溶液を希釈し、 $\frac{1}{2}$ 倍、 $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍をつくった。
- ③ それぞれの容器に脱脂綿をひき、その上にカイワレダイコンの種を 30 粒ずつ入れた。
- ④ その容器に貼られたラベルと同じ濃度の溶液、あるいは純水を毎日与えた。
- ⑤ 9 つの容器を上記の環境で毎日観察した。

3 結果と考察

(実験 1)

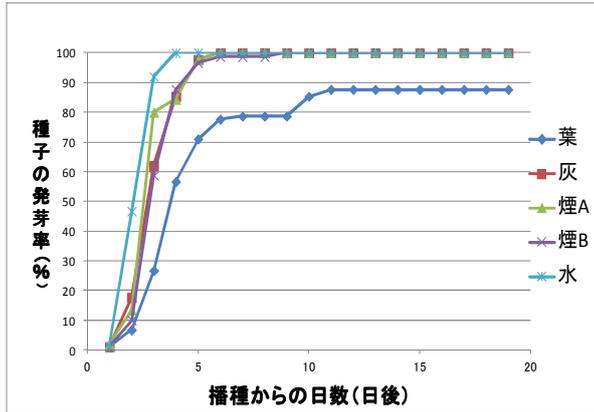


図1 各種溶液を与えたときの
カイワレダイコンの種子の発芽率

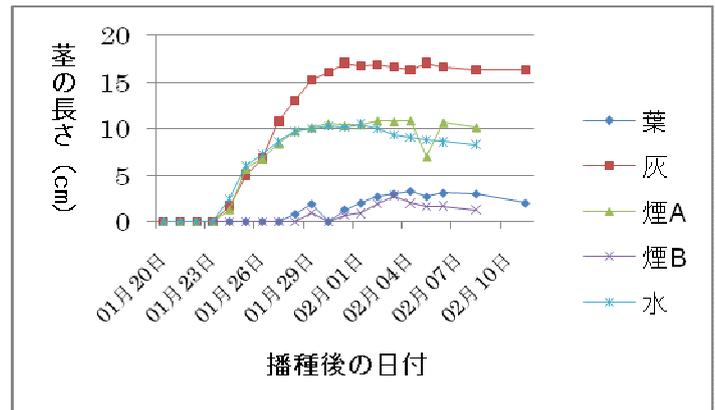


図2 各種溶液を与えたときの
カイワレダイコンの茎の長さ

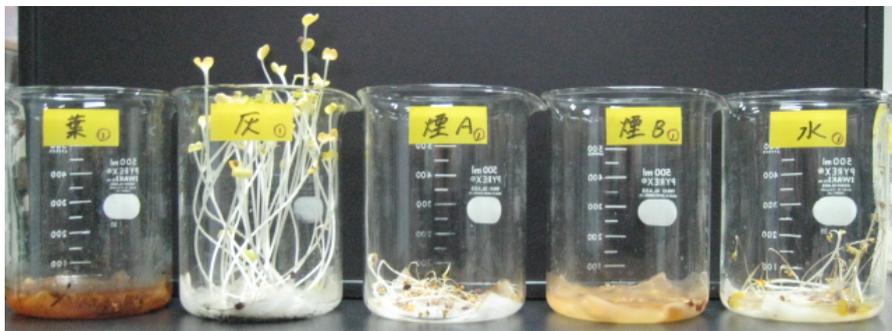


図3 実験最終日の様子 (左から葉、灰、煙A、煙B、水)

葉 生長して立ち上がったカイワレダイコンは1本だけで、茎の長さは水で育てた場合と比べ5cm~7cm短かった。また種皮が割れた後、根が出るまでに約3日、葉が出るまでに1週間ほど時間がかかった。水で育てた場合には根や葉が出るまでに1日もかからなかった。

ほとんど生長していない様子で、水もなかなか減らなかった。水は腐っていた。

灰 発芽したあと、茎が伸びて立ち上がったカイワレダイコンの茎はかなり長くなった。水で育てた場合よりも5cm~6cm長かった。茎も水と比べたく生長し、葉も広く大きく生長した。

ほかが実験開始日から約1ヶ月ですべてしおれてしまったのに比べ20日くらい長持ちした。

煙A 水で育てた場合とあまり変化はなかった。

実験開始日からはじめの3日間は発芽が遅れるなどの変化はあったが、その後生長する茎の長さや葉の大きさ、葉の色などに違いは見られなかった。

ただ、煙Aの方が水よりも少し茎が細かったのと、茎がまっすぐではなくうねるようにして伸びていた。

煙を溶かした水を与えた後ずっと純水を与え続けたので濃度が薄まってこのような結果になったと考えられる。

煙B 葉の容器と同じようにあまり生長しなかった。すべての種子は発芽したが、立ち上がって伸びることはあまりなく、そのまましおれた。

水が腐るまではいかなかったが、あまり吸収はしていなかった。

水 ほかの容器との対照実験のために行った。この結果を正常に発育したカイワレダイコンの結果として扱う。発芽するまでが最も早かった。

実験開始後8日目までは立ち上がった時の茎の長さは最も長かったがその後灰に追い越された。

タバコの葉を含んだ水ではカイワレダイコンは育たなかった。これは、葉に含まれる成分がカイワレダイコンの生長を妨げたのではないか、葉を含んだ水が高張だったため種子が水を吸うことが出来なかったのではないか、という二点が考えられた。

タバコの灰を含んだ水ではカイワレダイコンは普通の水で育てるよりも大きく育ち、茎は太く生長した。木を燃やして出来た灰を畑の肥料として扱うことがあるので、同じような役割を果たしたと推定された。

煙を溶かした水を与え続けると、カイワレダイコンは育たない。煙を溶かした水を与えたあとも、純水を与え続ければカイワレダイコンは純水で育てた時と同じくらい生長する。このことから、煙は濃度が低いほど及ぼす影響が少なくなる。濃度がより高くなるとさらに生長を妨げることが考えられた。

(実験 2)

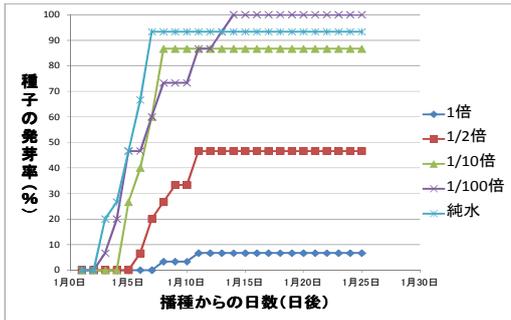


図 4 タバコの葉の成分を水抽出した溶液を希釈して与えたときの種子の発芽率

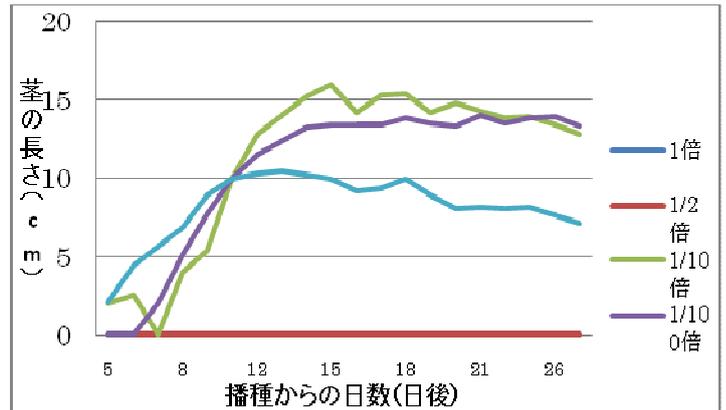


図 5 タバコの葉の成分を水抽出した溶液を希釈して与えたときの茎の長さ



図 6 実験最終日の様子 (左から 1 倍、 $\frac{1}{2}$ 倍、 $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍、水)

1 倍 まったく生長しなかった。発芽したのは二つの種子のみで、そのうちの一つは種子が割れただけ、もう一つは根が出ただけで生長がすぐに止まってしまった。また、発芽するのも最も遅い実験開始日から 9 日目であった。最も生長が抑えられている。

前回の実験と同様に水を吸わないようになり、完全に生長が停止しているように思われた。

$\frac{1}{2}$ 倍 1 倍に比べると生長した。発芽した種子は 7 粒であったが、そのうち葉まで出たのは 1 粒のみで、その他の 6 粒は根までしか出ず、種皮をかぶったまま生長が止まった。生長が止まるのも早く、実験開始から 2 週間であった。

1 倍と同様茎が立ち上がることはなく水を吸う速度が遅くなり、腐るまではいかなかったが生長が止まっていた。

$\frac{1}{10}$ 倍 純水で育てたものよりも生長した。最終的に茎が立ち上がったものは 10 粒で、合計 14 粒発芽した。1 倍、 $\frac{1}{2}$ 倍の容器と比較すると生長しているが、葉の開きが悪く、茎も弱いようで、毎回 2~5 本のカイワレダイコンが倒れていた。生長はするが、ある程度の抑制がかかっているように思われる。茎の長さにおいては純水で育てたものを超え、純水では最長 9.9cm だったのに対し、 $\frac{1}{10}$ 倍では最長 16.0cm まで生長した。しかしこれもすぐに倒れた。

$\frac{1}{100}$ 倍よりは早くしおれていったが、純水より6日遅れてしおれた。しかし発芽したのが純水より2日遅かった
ので、ほとんど変化がないように思われる。

$\frac{1}{100}$ 倍 茎の長さは最長で $\frac{1}{10}$ 倍の容器には劣るが、 $\frac{1}{10}$ 倍に比べしおれるのが遅く、長持ちしていた。実験の最終日に
当たる6月10日にはしおれているのが1本しかなく、かなりよく生長した。発芽も遅れることはなく、純水と同
じ2日目に発芽がはじまった。葉脈が茶色くなるなどの変化は多少見られたが、それ以外は純水よりよく生長し
ている。

純水 前回の実験同様、この結果を正常に発育したカイワレダイコンの結果とする。

発芽が最も早かった。実験開始後11日目までは実験に使用しているカイワレダイコンの中で最も生長してい
たが、12日目に入り $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍と茎の長さが9.9cmで並び、その後追い抜かれた。この時の9.9cmが水の茎の長
さの最長である。

タバコの葉の成分を水抽出した溶液を与えると、カイワレダイコンの生長は抑制された。前回の実験では溶液が
高張のために種子が水を吸うことができなかつたからではないかとも考えていたが、実験1、実験2でともに種皮
の色が変化していたことや、葉脈の色が変化していたことから、その可能性は低いと考えられる。よって、タバコ
の葉に含まれる成分がカイワレダイコンの生長に影響を与えているのではないかと思う。

その濃度は薄くなれば薄くなるほど悪影響が小さくなっていく。

はじめは純水で育てたものが大きく生長したが、途中で生長が止まり、タバコの葉が微量に溶けている溶液の方
が立ち上がった茎の長さ、長持ちの点でカイワレダイコンの生長を促進した。かなり微量に溶けた溶液であれば生
長は促進される。ただし、今回は濃度に間があいていたので確かな濃度は分からない。また、この実験において、
カイワレダイコンに影響する成分は水溶性の成分である。このことからタバコの葉に含まれる水溶性の成分を探り、
実際にカイワレダイコンに影響していた成分は何か解明したい。この成分が分かれば、悪影響を及ぼすと考えられ
ているタバコから栄養剤に似たものを作ることも可能かもしれない。

(実験3)

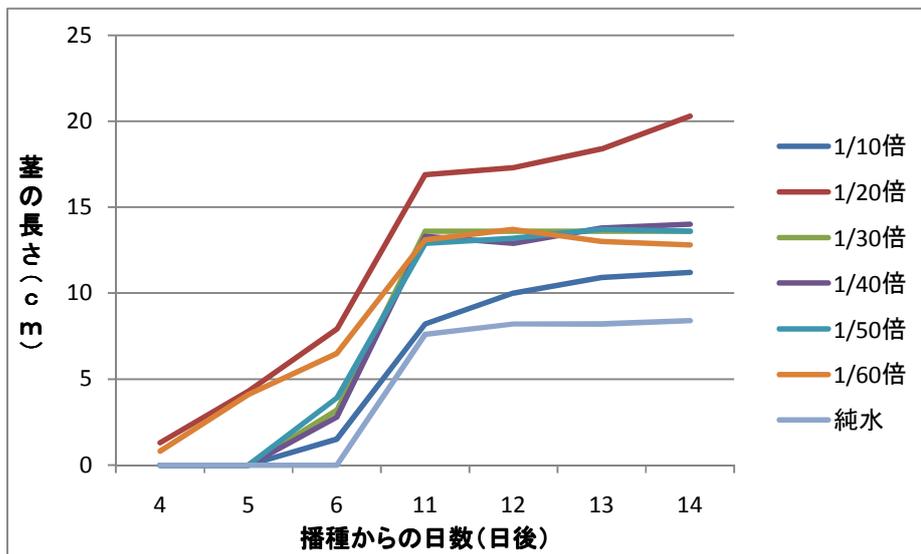


図9 タバコの葉の成分を水抽出した溶液を希釈して与えたときの茎の長さ



図10 実験最終日の様子（左から $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{20}$ 倍、 $\frac{1}{30}$ 倍、 $\frac{1}{40}$ 倍、 $\frac{1}{50}$ 倍、 $\frac{1}{60}$ 倍、水）
最も生長した濃度は $\frac{1}{10}$ 倍～ $\frac{1}{40}$ 倍であった。

- $\frac{1}{10}$ 倍 10粒全てが立ち上がった。どのカイワレダイコンも同じように生長し、茎の太さもしっかりしていた。
- $\frac{1}{20}$ 倍 $\frac{1}{10}$ 倍と同じように10本全てが立ち上がり、どのカイワレダイコンも大きく生長した。
- $\frac{1}{30}$ 倍 これも10本全てが立ち上がった。どのカイワレダイコンも大きくなり、茎もしっかりしていた。
- $\frac{1}{40}$ 倍 10本全て立ち上がった。 $\frac{1}{10}$ 倍～ $\frac{1}{30}$ 倍にくらべて長さはあまり生長していないがどの茎も同じように大きくなった。
- $\frac{1}{50}$ 倍 4本しか立ち上がらなかった。途中から12cmのまま伸びなくなった。
- $\frac{1}{60}$ 倍 実験4日目までは後れていたが、5日目から大きく生長した。立ち上がった本数は8本であった。
- 純水 立ち上がった数は5本であった。その5本は同じように生長した。

タバコの葉を水抽出して、濃度を $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{20}$ 倍、 $\frac{1}{30}$ 倍、 $\frac{1}{40}$ 倍、 $\frac{1}{50}$ 倍、 $\frac{1}{60}$ 倍にしたとき、その溶液を与えたカイワレダイコンは生長が促進される。特に、 $\frac{1}{10}$ 倍～ $\frac{1}{40}$ 倍の効果がより高い。タバコの葉に含まれる水溶性の成分が影響を及ぼしていると考えられるが、それがタバコの葉自体が持つ生長促進のホルモンである、とも考えられる。

グラフから分かるようにだいたいこの濃度であればほとんど同じように生長を促進させることができる。つまり、これを実際に栄養剤、肥料として使おうとした時に目分量で薄めたとしても十分に生長促進の手助けになるということである。そうすると、かなり実用性の高い栄養剤ができる。

今までずっと水で抽出してきたのでアルコールでも抽出をし、カイワレダイコンの生長に関わっている成分が何かに迫りたいと思う。

(実験4)

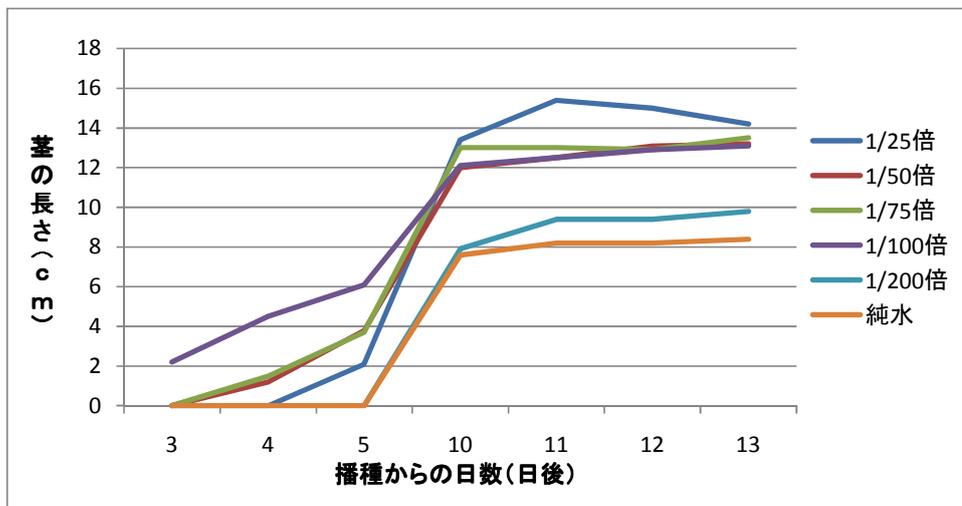


図11 タバコの葉の成分をアルコール抽出した溶液を希釈して与えたときの茎の長さ



図 12 実験最終日の様子（左から $\frac{1}{25}$ 倍、 $\frac{1}{50}$ 倍、 $\frac{1}{75}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍、 $\frac{1}{200}$ 倍、水）

全体的に同じように生長促進がなされた。 $\frac{1}{200}$ 倍は薄すぎたようで、純水と大きな差が見られなかった。

$\frac{1}{25}$ 倍 立ち上がった数は5本であった。他の濃度と比べると少し生長が後れているが、純水で育てたカイワレダイコンより6cm大きく生長した。良く伸びたが3本のみだった。

$\frac{1}{50}$ 倍 立ち上がった数は7本だった。5cmほどの短いものが2本あったので、平均すると茎の長さは7cm前後である。

$\frac{1}{75}$ 倍 立ち上がった数は8本で、総じてよく生長した。ほとんど同じではあるが、今回の実験ではこの濃度が最もよく生長していた。

$\frac{1}{100}$ 倍 一番始めに立ち上がったのがこの濃度であった。はじめは他の濃度よりも3cmほど大きく生長していたが、実験8日目には追い抜かれてしまった。

$\frac{1}{200}$ 倍 最長の茎の長さは純水を上回ったが、平均的にみると純水とほとんど変わらない。

純水 立ち上がった数は7本で、どの個体も同じように生長した。

タバコの葉をアルコールで抽出し、その濃度が $\frac{1}{50}$ 倍、 $\frac{1}{75}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍のとき生長が促進される。薄すぎると純水と同じ働きになってしまうため、促進はしない。

今回の実験でも、ほとんど同じように生長を促進するということが分かった。これも実験4・5と同様に目分量でも効果のある実用性の高い栄養剤が出来る可能性を示唆している。また、アルコールで抽出しているため、水に不溶の成分がカイワレダイコンの生長に影響を及ぼしていると考えられる。タバコの中に含まれるもので代表的なニコチンは水に不溶である。もしも今回の実験で影響を与えた成分がニコチンである場合、ニコチンは防虫剤に使用されているので防虫の効果もある栄養剤を作ることが可能であると推定される。

(実験 5)

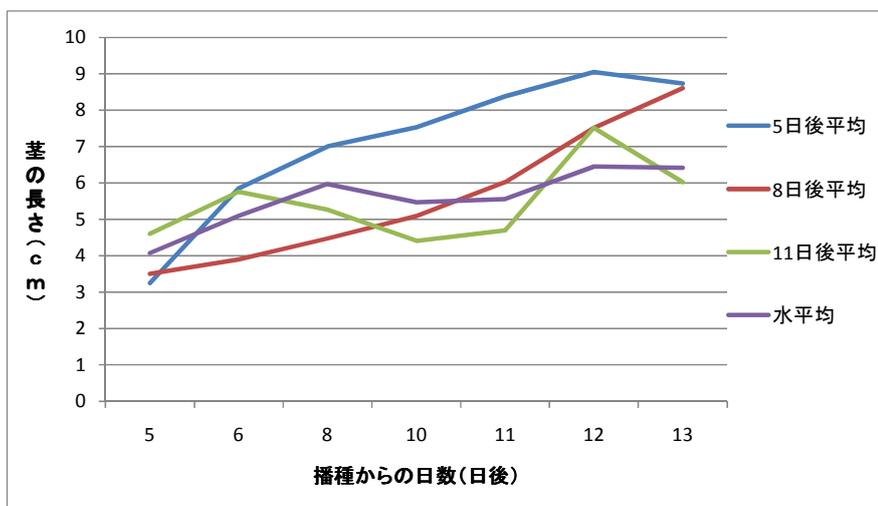


図 13 数日間成長させたカイワレダイコンにタバコの成分を水抽出した溶液を与えたときの茎の長さ

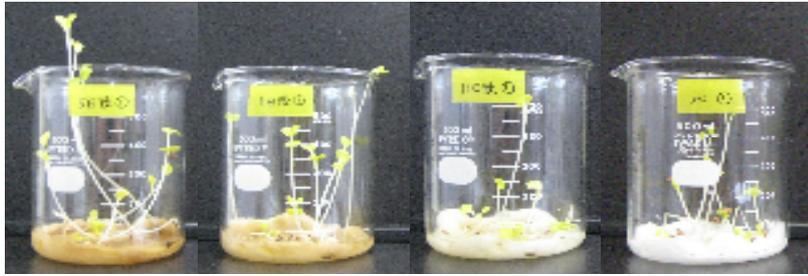


図 14 実験最終日の様子（左から 5 日後、8 日後、11 日後、水）

種をまいてから 5 日後～8 日後に溶液を与える方がより生長促進作用があることが分かった。実カイワレダイコンは 10 日前後で食べられるようになり、10 日を過ぎると生長があまり進まなくなるとも言われているため、11 日後に与え始めても効果がなかったと考えられる。今回の実験では 5 日後以降からしか行っていないため、それより早い段階に与えたらどのように変化があるか分からない。しかしこれまでの実験からカイワレダイコンが種子の状態から育てたときの方がより茎の長さが長いので、より早い段階から溶液を与えるにより生長促進作用が大きいと考えられる。

アルコール抽出溶液で同様の実験をしたところ、アルコール抽出溶液でも 5 日後に与えるのが最も生長を促進した。

この実験から、水抽出、アルコール抽出共に数日間純水で育てたカイワレダイコンに対しても生長促進作用があることが分かった。このことから、栄養剤としての利用性が大きいことが分かった。

(実験 6)

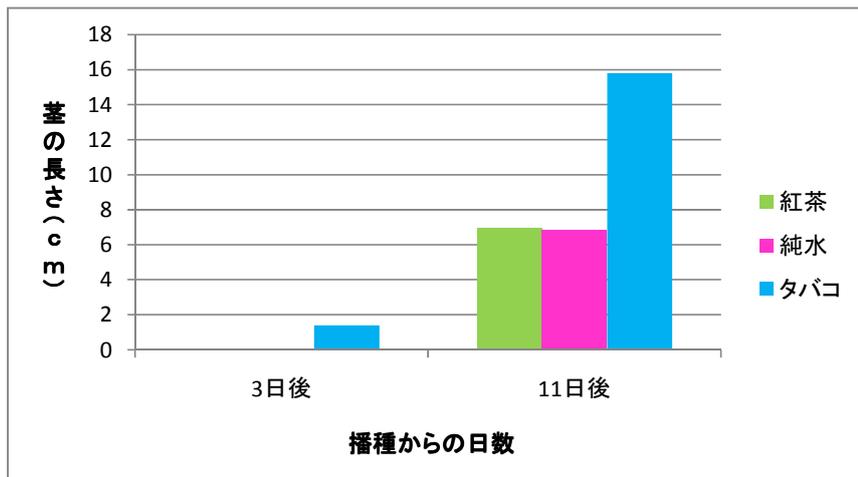


図 15 紅茶を水抽出した溶液を与えたときの茎の長さ

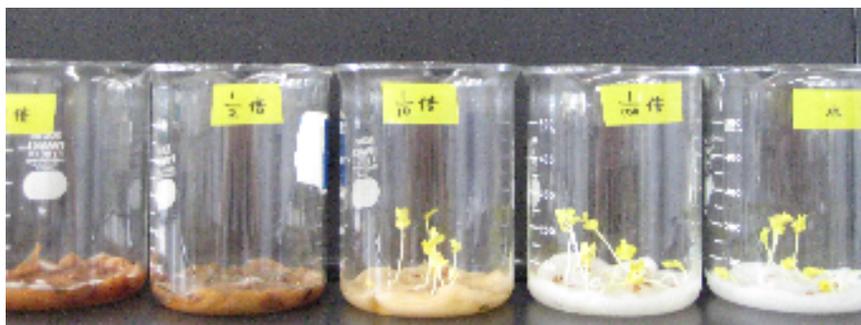


図 16 最終日の様子（左から 1 倍、 $\frac{1}{2}$ 倍、 $\frac{1}{10}$ 倍、 $\frac{1}{100}$ 倍、水）

紅茶がカイワレダイコンに生長促進作用をもたらすことはなかった。ここで、高濃度の溶液で生長を抑制したのは、液が高張であるためにカイワレダイコンの種子が溶液を吸収することが出来ず生長が止まってしまったからであると考えられる。なお、ウーロン茶で同様の実験を行ったところ、データには示していないが、水や紅茶とほぼ同じ結果を得ることができた。

紅茶、ウーロン茶はタバコと同じように発酵させ温風乾燥がなされている。似た工程を追っているがタバコのように生長促進作用をもたらすことはなかった。このことから、タバコの葉の溶液で育てたカイワレダイコンに見られる生長の促進はタバコ特有の成分によると考えられる。タバコの一つの成分が直接カイワレダイコンに作用していることや複数の成分が相互作用で影響をおよぼしていることなどが考えられ、その成分を特定することは難しい。この生長促進にはオーキシンやサイトカイニン等の生長に関わるホルモンが作用していると考えられるので、タバコの葉の溶液で育てたカイワレダイコンの細胞を顕微鏡で確認し、どのような変化が細胞に起きているのかを確認したい。そこでどのような生長ホルモンが影響しているのか見当がつけられると、より実用的な栄養剤に近づく。

4 結論

タバコの葉には、特定の濃度の範囲内でカイワレダイコンの生長を促進する成分が含まれていることが示唆された。その成分は、種子の段階からでも数日間純水で育ったカイワレダイコンにでも生長促進作用をもたらす。また、その成分はタバコ特有の成分であると推定される。

5 参考文献

増補四訂版サイエンスビュー生物総合資料 実教出版