

ソテツから作った木酢液によるカイワレダイコンの発芽促進に関する研究

ドルトン東京学園 中等部・高等部

原田 裕理 (中2)

1. はじめに

現在、私が所属する理化学研究会では、国境を越えて中高生がチームとなって共同で研究を行う共同研究プロジェクト TSUNAGU Research Project (つなぐリサーチプロジェクト) (株式会社リバネス主催) に参加している。SDGS の観点からパームヤシの有効活用の研究をしており、その1つの活用方法として、パームヤシの幹から木酢液を作ることを検討している。木酢液とは、木炭を作る際に発生する煙やガスを冷やして液体にしたものである。

木酢液は害虫駆除や肥料として利用することができる。木酢液に含まれる酢酸やアルコールには、殺菌と菌の成長を抑える効果があることはよく知られている。一方で、木酢液を土壤に撒くことで微生物の活動が活発になり、発芽や発根を促進させるといった効果がある。有機農法ではこの効果を利用している例がある。しかし、木酢液は強い酸性のため、原液で使用することができず、希釈することで以上のような目的を達成することができる。私は、この2つの活用方法の中から、木酢液の肥料としての役割に着目した。そして、肥料として使用するには、どのような希釈度が一番効果のあるものなのかを実験してみたいと思った。

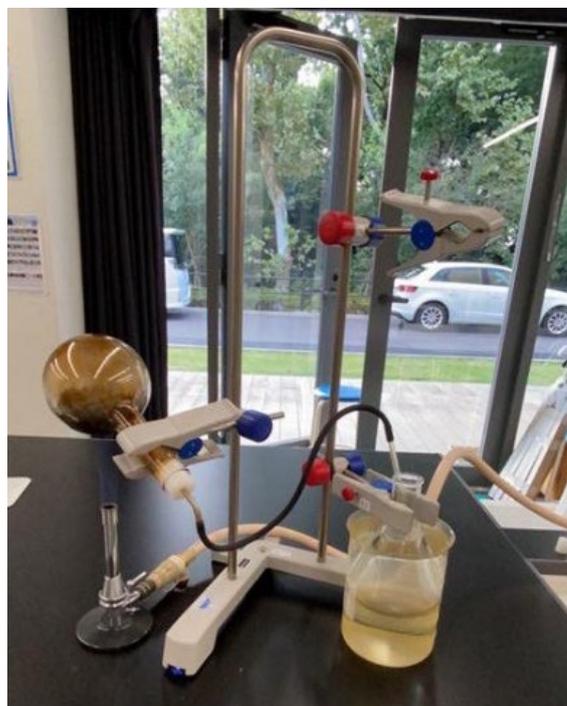
プロジェクトのテーマはパームヤシ廃材の活用方法であるが、残念ながらパームヤシは赤道近くでないと栽培ができないため、簡単に入手することができない。そこで私たちのチームでは「モデル」をつくることになった。同じヤシ科のソテツやココスヤシは日本で生育しているので、本研究ではソテツを使うことにした。木酢液の抽出は乾留で行う。乾留とは、有機固体が空気を断って高温に加熱して分解し、加熱によって気化する揮発成分とそのまま固体となって残る成分を分離回収する操作である。本研究では乾留から肥料としての効果測定までの実験方法の確立も重要なテーマである。肥料としての効果は、調製した木酢液と、広葉樹から抽出された市販の木酢液の2種類を使用し、カイワレダイコンの発芽とその後の成長への影響を比較することで行った。

2. 方法

2.1 木酢液の調製 (乾留)

丸底フラスコに、20gのソテツを入れ、ガラス管を通したゴム栓をした。スタンドで丸底フラスコを支え、フラスコの口が斜め下に向くようにセットし、ゴム栓から出ているガラス管にゴムチューブをつなげた(図1左側の様子)。ゴムチューブの反対側を三角フラスコ入れた。そして三角フラスコは水を入れたビーカーに入れ

た(図1右側の様子)。次にマッチでガスバーナーに火を点け、ソテツの入った丸底フラスコを加熱した。



1 乾留実験装置の様子

調製した木酢液を蒸留水で10倍ずつ薄めた。具体的には15mLの遠心管に蒸留水を9mL入れ、木酢液を1mL入れて10倍希釈した溶液を調製した。次に、新しい遠心管に蒸留水を9mL入れ、10倍希釈した木酢液を1mL入れて100倍希釈溶液を調製した。これを繰り返して1,000,000倍希釈溶液まで行った。

2.3 カイワレダイコンの種を撒く

カイワレダイコンは非常に成長が早く、実験結果をすぐに確認できるのでこれを使用することにした。それぞれのシャーレにはキッチンペーパーを4つに畳んだものを入れ、10粒ずつ、カイワレダイコンの種を撒き、乾燥を防ぐために蓋をした。また、一つはコントロールとして蒸留水のみとした。

1つのシャーレに入れるカイワレダイコンの種10粒の平均重量は、0.21gであった。

2.4 カイワレダイコンの成長記録方法

種をまいてから発芽の状態を毎日観察し、大きな差が現れた4日目まで24時間おきにスマートフォンで写真を撮影した。96時間後のカイワレダイコンは、一つのシャーレごとにピンセットで採取し、それぞれ電子測りで重さを量り記録した。

3. 結果

3.1 乾留によって回収できたもの

丸底フラスコを熱すると、発生した気体はゴムチューブを通して三角フラスコに放出される。丸底フラスコの丸底側に茶色の濃い液体がたまり始めた。これは木タールと考えられた。一方、丸底フラスコの出口付近には色の薄い液体がたまり始めた。この実験では、比較的量が多くとれた出口付近の液体を使うことにした(図2)。三角フラスコにも同様の液体がたまったが、量が少ないので実験には使えなかった。



2 丸底フラスコの出口付近に集まった液体

3.2 時間ごとの発芽の変化

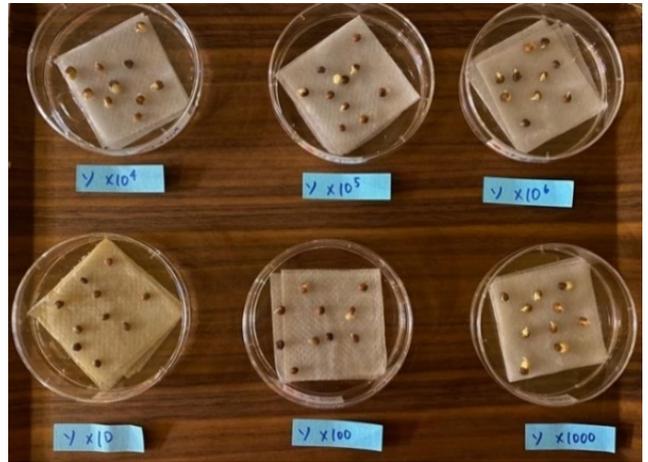
24時間後では10倍希釈では、ソテツ木酢液は、1つだけ芽が見えるが、あまり元気なようだった(図3)。市販木酢液では4つの種が発芽していた。100倍はソテツ9つ、市販10つから発芽が見られた(図4)。1000倍、10,000倍、100,000倍、1,000,000倍希釈では、両方の木酢液でほぼすべての種が発芽している様子が見られた。48時間後では10倍希釈のソテツ木酢液に入れたカイワレダイコンに変化なく1つだけわずかな発芽が見られた。市販木酢液では8つの種から発芽が認められた。希釈率が100倍以上では、ソテツ木酢液において少しずつ茎が伸び始めた。市販木酢液では1000倍以上から茎が伸びていた。72時間後の市販木酢液100倍希釈溶液では、カイワレダイコンはシャーレの蓋にぶつかるほど伸びていた。96時間後の10倍希釈液では、両方の木酢液で、最後まで一つの種も発芽しなかった。100倍以上はどちらもほとんど全ての種から成長が見られた(図5, 図6)。市販木酢液の1000倍と、10,000倍、ソテツ木酢液の100,000倍、1,000,000倍では1つの種が発芽しなかったが、これは発芽しない種が混じていたものと思われる。これらを発芽数でみると、100倍以上希釈したものでは蒸留水だけのもの(コントロール)と同じであることが言えた(表1, 表2)

3.3 成長の状況

48時間までは両方の木酢液の発芽状況に特に大きな差が見られなかったが、72時間後からはソテツ木酢液の

方が茎の伸びが良く、元気に育っている様子が見られた。特に、100,000倍、1,000,000倍では目視で分かるほど太く長い茎に成長した。

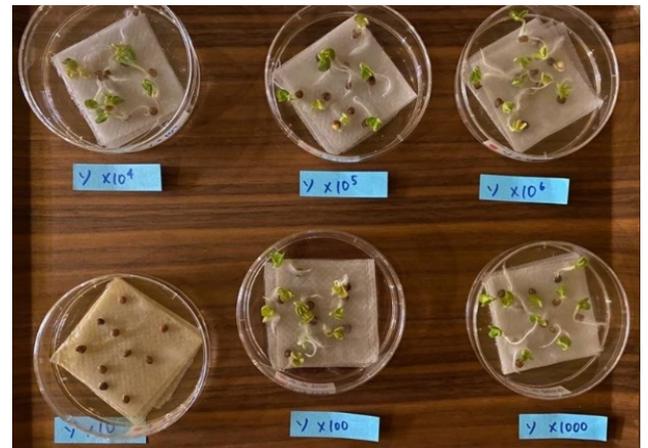
96時間後では、市販木酢液の1000倍以上で茎が長く成長していたが、全体的にはソテツ木酢液の方がより太い茎となっていた。



3 ソテツ木酢液 24 時間後の様子



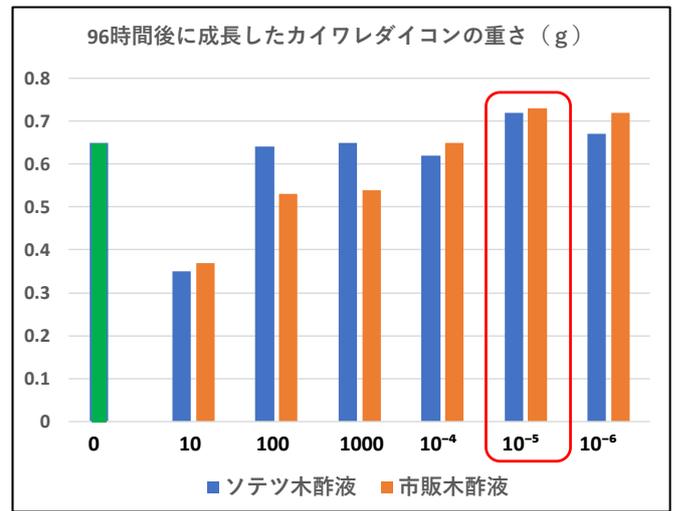
4 市販木酢液 24 時間後の様子



5 ソテツ木酢液 96 時間後の様子



6 市販木酢液 96 時間後の様子



7 96 時間後のカイワレダイコンの重さ

表1 ソテツ木酢液でのカイワレダイコンの発芽数

時間	ソテツ木酢液のカイワレダイコン発芽状況						
	濃度						
	0	10	100	1000	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
24	7	1	9	10	10	9	9
48	10	1	10	10	10	9	9
72	10	1	10	10	10	9	9
96	10	1	10	10	10	9	9

0は蒸留水のみ

表2 市販木酢液でのカイワレダイコンの発芽数

時間	市販木酢液のカイワレダイコン発芽状況					
	濃度					
	10	100	1000	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
24	4	10	9	9	9	9
48	8	10	9	9	9	10
72	8	10	9	9	9	10
96	9	10	9	9	10	10

3.4 カイワレダイコンの重量の違い

96時間後には、それぞれの成長を重量で比較した(図7)。蒸留水では、0.65gだったが、これと比べて、一番重量が増えたのは、ソテツ木酢液では100,000倍で、0.72g、市販木酢液でも100,000倍で0.73gだった。特にソテツ木酢液は種が1つ発芽しなかったが、市販木酢液の結果とほぼ同等の値となった。種全体の初期質量が2.1gだったのに対し、それぞれの全体重量は、市販木酢液では3.54g、ソテツ木酢液では3.65gとなった。すなわち市販木酢液1.44g、ソテツ木酢液1.55gの成長が確認できた。このことから、ソテツ木酢液の方がより成長が良いと考えられる。また、どちらも木酢液で100,000倍希釈したものが成長に良いことが分かった。

4. 考察

今回の実験では、広葉樹を原料にした木酢液とソテツを原料にした木酢液がカイワレダイコンの成長にどのような影響を及ぼすのか調べた。木酢液は肥料として使えることが分かっているが、本研究ではソテツを原料にしたものでも可能であることが分かった。また、その成長を促す効果は市販のものよりもやや高いこと

がわかった。ソテツはパームヤシと同じヤシ科である。そしてパームヤシは、パーム油の原料である「ヤシノミ」になる木である。このような生態もあり、パームヤシは実以外の木部にも脂質が含まれている。脂質は生物の栄養素であることや、乾留によってこれが抽出されうることを考えると、パームヤシの木酢液はソテツよりもカイワレダイコンの成長を促すことが予想される。現在、パームヤシを入手することは難しいが、ココスヤシなどで同様の実験を行い、パームヤシ廃材の有効活用方法のモデルを作りたい。

5. 今後の課題

今回の実験では、種によっては発芽しないものもあったことから、あと数回の実験が必要だと思われる。また、使用した種の数はいずれに10粒ずつであったが、もう少し種を増やして実験することで、真実の値に近づくと考えられる。一般的の木酢液の成分は、水分が約90%で、残りの約10%が有機化合物である。この有機化合物のうち5%が酢酸(食酢の成分)で、残りの5%にフェノール類、アルコール類等の約200種類の成分が含まれる。今回の実験結果からソテツの優位性がみられたので、植物の成長に役立つ脂質などの量の分析を行いたい。また、伊豆高原で、ココスヤシの茎を入手したのでこれをつかって木酢液を調整し、同様にカイワレダイコンの発芽率及び成長への影響を調べようと思う。また、カイワレダイコンだけではなくトマトやナス、ホウレンソウといった野菜などを育てるときに使ってみて、その成長が促されるかどうかを検証したい。

6. 参考文献

- ・日本木酢液協会 (2021年10月7日アクセス)
<https://www.nihonmokusaku.jp/>
- ・日本国語大辞典 小学館