

# メタセコイア (Metasequoia glyptostroboides) の 化学的防衛に関する研究

静岡県立掛川西高等学校  
自然科学部 1年

## 1 研究の動機・目的

### (1) 動機と背景

私たちの在籍する掛川西高校の中庭にはクスノキやソメイヨシノに混じりメタセコイアが生えている。メタセコイアは当初化石として発見されたため生きる化石と呼ばれており<sup>1)</sup>、中国で現存しているものが発見されるまでは絶滅した種と考えられていた<sup>1)</sup>。そして私たちは、メタセコイア (ヒノキ科メタセコイア属) 付近では他の同じ日照環境の場所と比べ、生えている植物数が少ないことに気づいた。代表的なスギ科の成分はこれまでによく研究されており、葉や枝、芯材の抽出物から特徴的な成分が報告されている。<sup>2)</sup>このことから、私たちはこの成分の中に抗菌作用・抗生物作用・植物の成長抑制作用があるのではないかと仮説をたてた。そこで、伐採されたメタセコイアを利用し、メタセコイアの成分の抗菌性・植物の成長抑制効果・防虫効果の3点を明らかにしようとした。



メタセコイア

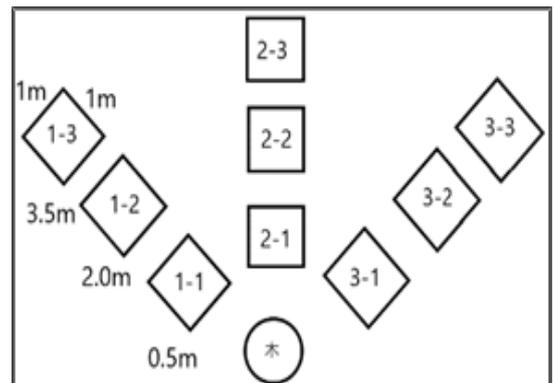


クスノキ

## 2 研究方法

### (1) 調査

メタセコイアとクロマツ・イロハモミジ周辺の植生を比較することで、メタセコイアの他の植物の成長を抑制する効果を調べた。調査地に1m×1mの正方形の枠を作り、方形区ごとの植被率 (植物が地面を覆っている割合) と植生高を測定し、植物ごとに被度 (種ごとに植物が地面を覆っている程度) を測定する。3種の木でそれぞれ3方向9ヶ所、計27ヶ所調査し、中央方向が南を向くようにした。(図1) 植被度は方形区に生息する植物の種ごとに調査し、段階分けした(図2)。植被率は方形区に生息する植物の種に関係なく、植物が地面を覆っている割合を調査した。



(図1) 木に対する方形区の配置

### (2) 実験1

メタセコイアの部位ごとの抗菌効果を調べることで抗菌効果の有無及びその強さを調べた。葉は地上より約11mの部分に生えているものを採取し、樹皮は地上より約0.3m~1.5mの範囲で採取し、幹の表面から内部に向かって約1.5cmの部分を用いたが、樹液や木内部の液体が著しく付着したものは使用しないものとした。普通ブイオン培地を用意し、何も入れない培地と葉、枝、樹皮を入れた培地の4種をそれぞれ2枚ずつ作り、本校の生物教室に1回目は43時間、2回目は

0 : なし	1 : 1/10 未満
2 : 1/10 以上 1/4 未満	4 : 1/4 以上 1/2 未満
4 : 1/2 以上 3/4 未満	5 : 3/4 以上

(図2) 被度の段階分け

## 25 時間シャーレの蓋を開けたまま放置して空中細菌

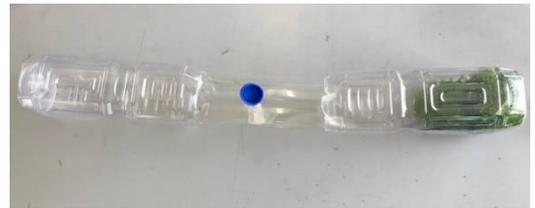
菌を採取した。その後蓋を閉め、24.8℃の恒温器で、1 回目は 98 時間、2 回目は 89 時間培養した。実験は 2 度行い、2 回目はシャーレに入れる葉・枝・樹皮をハサミで細かく切って実験を行った。

### (3) 実験 2

抗菌効果において、メタセコイアと他の針葉樹を比較するためにこの実験を行った。普通ブイヨン培地を 8 枚用意し、何も入れない培地とクロマツの葉、枝、樹皮を入れた培地の 4 種をそれぞれ 2 枚ずつ作る。それらを本校の生物室内に 20 時間シャーレの蓋を開けたまま放置し空中細菌を採取した。その後蓋を閉め、24.8℃の恒温器で 48 時間培養した。

### (4) 実験 3

メタセコイアの防虫効果の有無を調べるために次の実験を行った。本研究では人家の近くでもよく見られ、殺虫剤の試験等に使われることも多いヒトスジシマカを本校の敷地内で捕獲して用いた。また、実験の装置は 2L のペットボトル 2 本をキャップの上面から約 7 cm の部分を水平に切断し、切断面が向かい合うように筒状にした (写真 1) プラスチックフ



(写真 1) 実験 3 で使用した装置

ィルムで連結、連結部中央に直径約 3.5 cm のヒトスジシマカを入れる穴をあけたものを用いた。本装置は 2 セット製作した。装置の片側に葉 10 g を入れ、もう一方を空の状態にした。連結部中央の穴からヒトスジシマカを複数匹入れ、3 分後にそれぞれのペットボトルにいるヒトスジシマカを数えた。樹皮でも同様の方法で実験を行い、比較できるようにした。なお、ヒトスジシマカは毎回取り替えて新しい個体で研究を行った。

### (5) 精油の抽出

メタセコイアが持つと期待される、抗菌効果や他の植物への成長抑制効果を成分として抽出できないかと考え精油の抽出を行った。メタセコイアから樹皮を採取し、樹皮 100g と水 500mL から水蒸気蒸という手法を用いて精油を抽出した。この実験では、加熱された水のうち、蒸留しきらなかった液体を残り水と定義した。本研究では、残り水を 200ml 残して止め、300mL の精油と芳香水 (精油を除いた液体) の混合液を入手した。(写真 2)



(写真 2) 水蒸気蒸留器

### (6) 実験 4

方向水を用いてまたセコイアの防虫効果について検証した。水槽内に複数匹のヒトスジシマカを入れた状態にした。両腕を洗って乾かした後、右腕のみ芳香水を霧吹きでかけ、装置の蓋にあけ、穴から水槽内に入れた。一定時間おき、ヒトスジシマカがどちらの腕にとまるかを確かめた。(写真 3)

### (7) 実験 5

真菌以外の菌が生育しにくいポテトデキストロース培地を使用した。表面に滅菌蒸留水と精油、芳香水、残り水をそれぞれ塗り広げた培地を 5 枚ずつ用意して、1 時間生物室で空中細菌を採取した。その後、蓋を閉め、24.5℃の恒温器の中で 49 時間培養した。

### (8) 実験 6

普通ブイヨン培地を使用した。表面に滅菌蒸留水と精油、芳香水、残り水をそれぞれ塗り広げた培地を 5 枚ずつ用意し、1 時間放置して空中細菌を採取した。その後蓋を閉め、35℃の恒温器の中で 49 時間培養した。

### (9) 実験 7

シャーレを芳香水、残り水、純水のそれぞれに対し 5 個ずつ、計 15 個準備した。シャーレにはキッチン

ペーパーを2重になるように折ったものを敷き、40ml ずつそれぞれの液体を与えた。各シャーレにエン麦の種子を20粒ずつまき、発芽数を比較した。また実験開始から6日間は毎日各シャーレにそれぞれの液体を与えた

### 3 研究結果

#### (1) 調査

それぞれの木の距離ごとの植被率の平均を出しグラフにまとめた。(グラフ1) また、それぞれの木周辺に生息している植物の被度を距離ごとに合計し、点数化した。(グラフ2) 2つのグラフから、メタセコイアに近くなるほど、被植率・合計被度の数値が小さかったことがわかる。また、メタセコイアとクロマツ、イロハモミジ周辺の方形区を比較すると、メタセコイア周辺の方が、植被率・合計被度ともに低かったため、クロマツ、イロハモミジ周辺では、木からの距離と被植率は関係していないと考えられる。この調査結果から、メタセコイアにアレロパシーがある可能性が高いと考えられる。

#### (2) 実験1

抗菌効果があるとする基準を、何も入れなかった培地と比べて発生したコロニーの全体に対する割合が低いものと定めた。グラフ3は菌がどれほどの割合で培地を覆ったかを表したものである。グラフ3より、1回目と2回目ともに何も入れない培地に比べ、葉や樹皮、枝を入れた培地の菌を覆う割合が低かった。その中で最も樹皮の培地が菌を覆っている割合が最も低かった。メタセコイアの3つの部位に関して樹皮の部分が最も強い抗菌効果を示した。

#### (3) 実験2

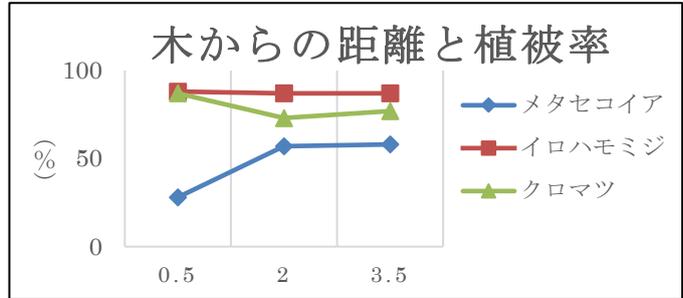
他の針葉樹にも同じような抗菌効果があるのかを調べた。実験にはメタセコイアと同じく中庭に生えていたクロマツを使用した。グラフ4においてメタセコイアと同様にクロマツも菌が覆った割合が低かったため、クロマツにもメタセコイア同様に抗菌性があるといえる。



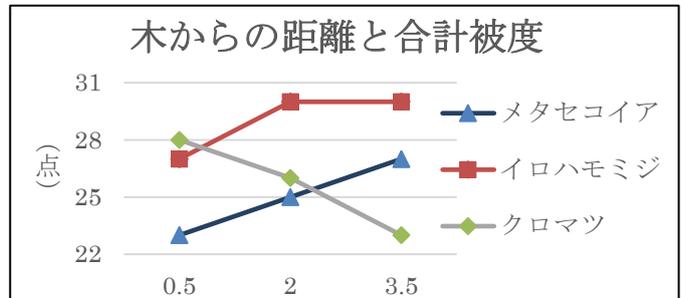
(写真4) 実験1 1回目



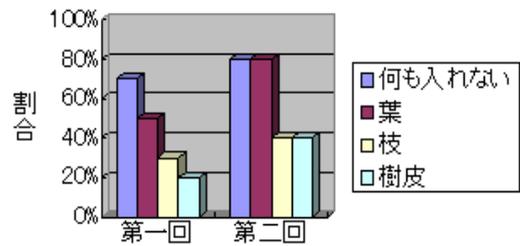
(写真3) 実験4で使用した水槽



グラフ1

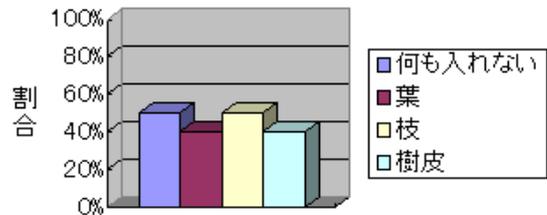


グラフ2



(グラフ3) 実験1の結果

※ 縦軸の“割合”は培地を覆った菌の占める割合を目視により算出したものである



(グラフ4) 実験2の結果

※ 縦軸の“割合”は培地を覆った菌の占める割合を目視により算出したものである

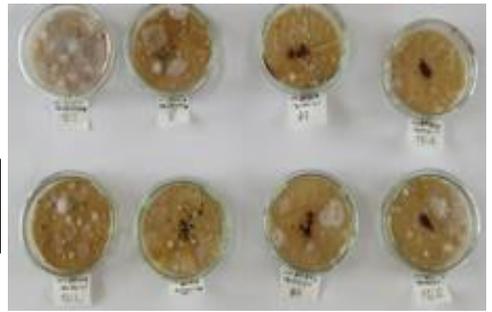
(4) 実験3

複数匹のヒトスジシマカを用いた実験では、総数をもとに2つのデータを比較する、走性指数で結果を示した。本実験では以下の式で表される値を用いた。

$$\text{走性指数} = \frac{\text{葉・樹皮あり (匹)} - \text{葉・樹皮なし (匹)}}{\text{ヒトスジシマカの合計数 (匹)}}$$

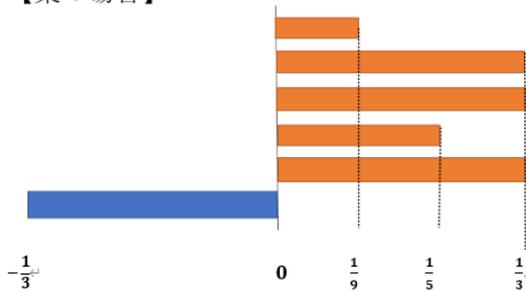
よって、走性指数が正の値になれば防虫性を示したと判断できる。

グラフ5・6のように葉の実験からは防虫効果を示す結果を得られたが、樹皮の防虫効果を証明することはできなかった。



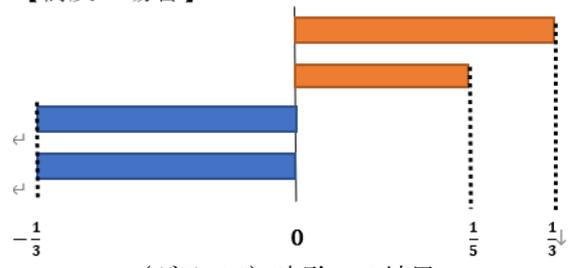
(写真5) 実験1 2回目

【葉の場合】



(グラフ5) 実験3の結果

【樹皮の場合】



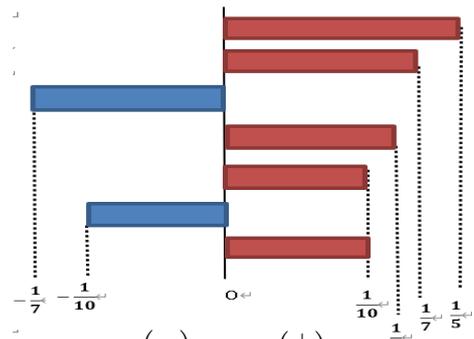
(グラフ6) 実験4の結果

(5) 精油の抽出について

水蒸気蒸留法という手法を用いてメタセコイアに含まれる成分を精油として抽出した。このとき、芳香水、残り水も同時に採取した。この実験によって今後の実験で用いる精油や芳香水、残り水を手に入れた。

(6) 実験4

手に入れた芳香水を用いて防虫効果を検証した結果を走性指数を用いて表した。本実験では左腕にとまったヒトスジシマカの合計から、芳香水を霧吹きでかけた右腕にとまったヒトスジシマカの合計を引き、それを各実験で用いたヒトスジシマカの総数で割ったものを用いた。よって、走性指数が正の値になれば防虫性を示す結果を得られたことになる。グラフ7より走性指数より防虫性を示す結果を得ることができた。また、ヒトスジシマカが芳香水を避ける傾向がみられた。



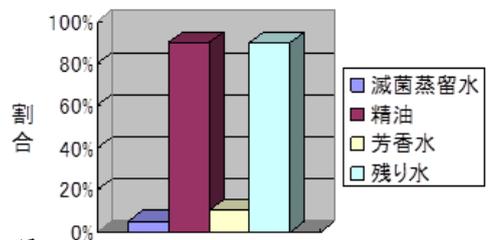
(グラフ7) 実験4の結果

(7) 実験5

グラフ8が示すとおり、精油、芳香水、残り水のいずれにも抗菌効果は見られなかった。

※ 縦軸の“割合”は培地を覆った菌の占める割合を目視により算出したものである。

※ 10%未満はすべて5%と、90%以上はすべて90%と表記している



(グラフ8) 実験5の結果

(8) 実験6

グラフ9が示すとおり精油、芳香水、残り水のいずれにも抗菌効果は見られなかった。

※ 縦軸の“割合”は培地を覆った菌の占める割合を目視により算出したものである

※ 10%未満はすべて5%と、90%以上はすべて90%と表記している



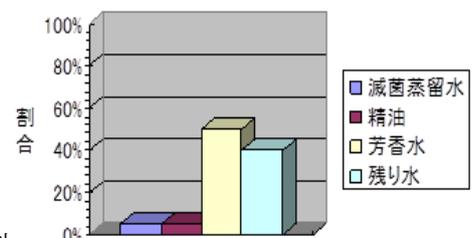
(写真6) 実験5の写真

(9) 実験7

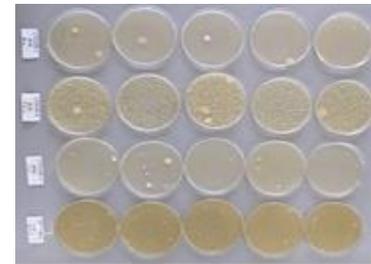
水蒸気蒸留によって得た芳香水、残り水、純水にエン麦の発芽を抑制する効果は見られなかった。

#### 4 考察

調査1よりイネ科植物の距離によつての被度、植生高の変化が大きかったため、メタセコイアのアレロパシーはイネ科に対し特に影響するものと考えた。実験2から、メタセコイアの葉・枝・樹皮には抗菌効果を持つ成分が含まれていると推測できるが、実験6・7では抗菌効果が見られなかった。この原因としては、抗菌効果を持つ成分が水蒸気蒸留では抽出しにくい沸点の高い高分子化合物である可能性もあるが、滅菌蒸留水を表面に塗り広げた培地に着目すると、実験を行う最中にコンタミネーションが発生し、実験の結果に影響を与えた可能性が高い。また、残り水に種子の発芽を抑制する効果が確認できたことから、蒸留によっては得られない高分子化合物などに抑制効果があると考えられる。



(グラフ9) 実験6の結果



(写真7) 実験6の写真

#### 5 今後の展望

上記の考察にも記したとおり、コンタミネーションが発生した可能性が高いのだが、抗菌効果を持つ成分が水蒸気蒸留では抽出しにくい物質である可能性もあるため、水蒸気蒸留で蒸留しにくい物質も抽出することのできるアルコール抽出法で成分を抽出し、その抗菌効果等を調べていきたい。

#### 6 謝辞

今回この研究にご協力してくださった株式会社エコライフラボさん、静岡県工業技術研究所食品科の山下里恵さん、静岡県立農林環境専門職大学生産科学科講師の池ヶ谷篤先生に、この場を借りてお礼申し上げます。ありがとうございました。

#### 7 参考文献

- 1)塚腰実,メタセコイアの発見と普及 —三木茂博士の発見から75年—,
- 2)楠本倫久:ヒノキ科球果に含まれる生物活性成分,木材保存,38(5),198-209,(2012).
- 3)西岡舜,文谷有里:わさびの抗菌効果
- 4)岩手大学大学院:現生する化石針葉樹 *Taxodium distichum* Rich. 球果の化学防御に関する研究
- 5)日本雑草学会2001 雑草科学実験法,全国農村教育協会 沼田真
- 6)1978 草地調査法ハンドブック,東京大学出版会 生態学実習懇談会1976 生態学実用書,朝倉書店