

中学生の部

受賞者一覧

	題名	名前	学校	学年
最優秀賞 (1作品)	果物を公平に切り分ける方法の研究Ⅱ～果物の糖度の分布と生態の関係～	桑原 玄親	横浜国立大学教育学部 附属横浜中学校	3年
優秀賞 (3作品)	植物の根と共生する菌?～シロツメクサや小ネギの根を観察～	速水 紅	藤沢市立秋葉台中学校	1年
	子室組織の謎に迫る ～ナス科の野菜の発根実験～	檜森 悠杜	藤沢市立湘南台中学校	1年
	ハダニの生態学的特性とメカニズムー環境に対する行動可塑性ー ver.2	戸澤 潤	横浜国立大学教育学部 附属横浜中学校	3年
神奈川 新聞社賞 (1作品)	サボテンの粘液は土壌を乾燥から守れるか	小室 孝介	相模原市立相原中学校	1年
努力賞 (4作品)	食事、活動別血糖値上昇の違いについて	鈴木 晴	大磯町立国府中学校	2年
	水槽の水を活用した水耕栽培の実用性とはー豆苗の栽培から考えるー	遠藤 秀真	横浜国立大学教育学部 附属横浜中学校	3年
	タデアイのたたき染めでより青く染める方法	神谷 睦希	桐蔭学園中等教育学校	3年
	草むしり万歳	細野 若菜	桐蔭学園中等教育学校	3年

横浜富士見丘学園 教諭 富田 丈久

今年も、生きものの賢明な営みの不思議さ、面白さ、素晴らしさを、私たちに改めて思い出させてくれる作品に出会うことができました。すべての作品から、応募してくれた中学生の皆さんの、生きものの営みに対して次から次へとわき出る探求心とあふれる愛情、創意工夫に満ちあふれた実験・観察方法に驚き、感動しました。

これら素晴らしい作品群の中で、今年之最優秀賞に輝いた「果物を公平に切り分ける方法の研究Ⅱ～果物の糖度の分布と生態の関係～」は、「みんなが果物を同じ甘さで味わうことができるようにしたい」という、優しい気持ちを出発点としています。作品からは、まず、丁寧に仮説を組み立て、それを検証していく中で新たな課題に直面し、それを究明するために新たに検証を行うなど、試行錯誤しながら、出発点の課題の究明に向けて、粘り強く一歩ずつ進んでいく、という流れ・ストーリーがしっかりと読み取れました。様々な要素が複雑に関係するテーマであるだけに、求めていた究極の方法への到達には至らなかったものの、大きく前進したことは間違いありません。“優しさ”から出発した、大きなテーマへの丁寧に科学的な、素晴らしい挑戦の記録でした。

優秀賞は「植物の根と共生する菌?～シロツメクサや小ネギの根を観察～」 「子室組織の謎に迫る～ナス科の野菜の発根実験～」 「ハダニの生態学的特徴とメカニズム—環境に対する行動可塑性—ver. 2」、の3作品です。いずれの作品も、取り扱いに苦勞する極めて小さな生き物や組織の中で行われている生命現象のしくみを探求する取り組みでした。実験・観察方法の改良などを施し、課題の解明に取り組んでいくプロセスが、分かりやすく丁寧に記録された素晴らしい作品でした。

これからも、科学を愛する皆さんを応援していきたいと思っています。



果物を公平に切り分ける方法の研究Ⅱ

～果物の糖度の分布と生態の関係～

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校 3年 桑原 玄親

果物を公平に分ける方法の研究Ⅱ

～果物の糖度の分布と生態の関係～

桑原 玄親 横浜国立大学教育学部附属横浜中学校 3年

1. はじめに

前回の「果物を公平に切り分ける方法の研究」で、果物を食べる際に期待する「甘み」に注目して様々な果物の糖度を測定し、糖度分布に基づいて果物を切り分けることで、「家族で果物を甘味と大ききの両方で公平に分ける」ことに成功した。この時、果物の形態観察から予想した糖度分布と、実際に測定した糖度分布の結果が大きく異なる果物が多く、果物の外観を観察しただけでは糖度分布を予想する事は難しい事が分かった。

しかし、植物がわざわざ貴重な糖をつかって集める果実としている事には意味があり、その分布には何かしらの規則性が在るのではないかと考えた。もし、その果物の糖度分布の規則性が分かれば、初めて出会った果物であったとしても糖度分布を直に測る事無く、公平に切り分ける事が出来るようになる。スーパーのポッドやインターネットなどの情報が、その糖度分布の規則性に繋がっていたなら、より利便性のよい「果物を公平に分ける方法」になる。そこで、今回は、果物の糖度分布が断面上の位置やネット等で入手できる範囲の生態に基づいてなにかしらの規則性を持っているのではないかと仮説を立て、研究する事とした。

2. 目的と研究方針

2-1 目的

果物を公平に切り分ける事に役立つ、果物の糖度分布の規則性を見出す事

2-2 研究の方針

- 糖度測定部位を前回より増やして精度高く測定し、仮説の検証を行う。
- 規則性の原因を探る為に専門知識が必要な英語論文調査には翻訳サイト DeepLを使う。
- 果汁のpHを測定してpH未済の果物断片を除外し、十分に熟した果物だけを使う。

3. 仮説の設定

果物は、植物が動物捕食散のために進化させた形態であることから、そのまなうまみ成分である糖の分布は、果実が結実する高さや、その果実を食べる動物との関係に規則性があると考え、次の仮説を立てた。

- 果物料理本などで紹介されている2果物の厚縁の結実する高さ“が高いほど、果実の相対的な糖度は動物がアプローチしやすいように”“厚縁又はがく片側”(図3)の糖度が高いのではないかと。
- 動物に飲み込まれ種播される種周辺の構造を持つ果物は、皮側ではなく内側(ブドウの場合は房内の基部)の糖度が高いのではないかと、反対に、実積食痕跡が多く発生すると推測される果物(マンゴ、サク、桃など)は果皮側の糖度が高いのではないかと。
- 乳脂に強く水分を多く含み、動物が給水目的で食べる果物は、タネが飲み込まれやすい相対的な糖度は中心側が高くないのではないかと。
- 分類の位置によって果物の糖度の分布は凡そまわっているのではないかと。

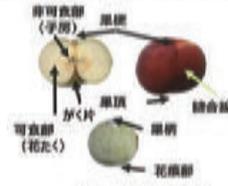


図1 果物の形と名称

4. 果物の糖度の分析方法

4-1 使用器具(図2)

ナイフ、熟秤、遠心分離機(ブナチェンジ Model1064)、マイクログラフ、マイクロピペッター(エッペンデルフ)、デジタル糖度計(DiPal4 Air)、pH試験紙(pH=140)



図2 使用した器具

4-2 研究対象に使用した果物

月光桃(山梨産)、おどろき桃(福島産)、寿桃ブドウ(長野産) アップル(山梨産)、甘柿(奈良産)、幸水梨(千葉産)、イチジク(愛知産)、ネクタリン(山梨産)、ケルル(山梨産)、洋梨(山梨産)、スイカ(神奈川県産)、シナノールドリンゴ(長野産)、温州ミカン(熊本産)、パッションフルーツ(沖縄産)、ゴールデンキウイ(ニュージーランド)、ドラゴンフルーツ(輸入品)、マンゴー(パキスタン)、レッドパルメイア(フィリピン)、パイナップル(台湾)、パイナップル(フィリピン)

4-3 測定手順

果物を上にして中心で縦割りし、方向性がある果物は糖合縁等が右にくるように割った。糖度測定溶液に片側断片を落とし、果汁を吸わせ、方向性がある場合は断面に垂直に割って同様にした(図2)。断片を、果汁を吸わせ方を上にしてマイクログラフに入れ、遠心分離機で1分遠心して果汁を得た。マイクロピペッターで採取し、デジタル糖度計で糖度を3回測定した。測定が終了したらpH試験紙を用いて果汁の糖度を測定した。



図3 果汁採取中の写真

4-4 文献調査とグラフの作成

果物の原種と性質、どういった動物に食べられているかについて、農林水産省や植物園、博物館などのデータベースと論文の調査を行った。英語の文献やデータベースには翻訳サイトの DeepL を用いた。糖度などの測定結果と調べた情報からのグラフや表、ヒートマップの作成は Microsoft Excelバージョン 2308 を用いた。

5. 結果

5-1 果物の糖度分布

実際に測定した位置(測定位置を●で示した)から Excel でヒートマップを作成し、測定した果物の形に合わせて変形させて図にした。糖度の傾向を充分に可視化する事ができた(図5)。

糖度の方向性があり、数等につながらる部位を果物の上とすると、糖度分布の特徴は“果皮側が高く上が高い”、“果皮側が高く下が高い”、“中心側が高く上が高い”、“中心側が高く下が高い”、“中心が高く上平の方向性はない”、“中心側が高いが真中心となる輪は低い”、“上が高く、果物全体としては内側が高い(ブドウ房一つの断片を見た場合)”といった7つのパターンが見られた。



図4 今回の使用した果物と果物の糖度測定結果に基づく糖度分布マップ(相対糖度)

5-2 測定結果と文献・サイト調査の結果

糖度分布と文献・データベースで調べた果物の原種の生態を一覧表にまとめた(表1)。

表1 今回の使用した果物の糖度とタネの分布特徴と推定されている原種の生態(1)

果物名	糖度	タネ	原種	生態
月光桃	高	低	Prunus mume	鳥類に食べられる
おどろき桃	高	低	Prunus mume	鳥類に食べられる
寿桃ブドウ	高	低	Vitis rotundifolia	鳥類に食べられる
アップル	中	中	Malus domestica	鳥類に食べられる
甘柿	中	中	Persea indica	鳥類に食べられる
幸水梨	中	中	Erythronium yunnanense	鳥類に食べられる
イチジク	低	高	Ficus religiosa	鳥類に食べられる
ネクタリン	中	中	Prunus nectarina	鳥類に食べられる
ケルル	中	中	Prunus cerasifera	鳥類に食べられる
洋梨	中	中	Pyrus communis	鳥類に食べられる
スイカ	低	高	Citrullus lanatus	鳥類に食べられる
シナノールドリンゴ	中	中	Malus domestica	鳥類に食べられる
温州ミカン	中	中	Citrus reticulata	鳥類に食べられる
パッションフルーツ	低	高	Passiflora ligularis	鳥類に食べられる
ゴールデンキウイ	中	中	Actinidia chinensis	鳥類に食べられる
ドラゴンフルーツ	低	高	Hylocichla selenicarpa	鳥類に食べられる
マンゴー	低	高	Mangifera indica	鳥類に食べられる
レッドパルメイア	低	高	Persea indica	鳥類に食べられる
パイナップル(台湾)	低	高	Ananas comosus	鳥類に食べられる
パイナップル(フィリピン)	低	高	Ananas comosus	鳥類に食べられる

● タネが分布している部位

表1 今回の使用した果物の糖度とタネの分布特徴と推定されている原種の生態(2)

果物名	果実の形状	果実の大きさ	果実の色	果実の香り	果実の味	果実の硬さ	果実の水分	果実の繊維	果実の糖度	果実の酸度	果実のpH	果実のビタミン	果実のミネラル	果実の栄養成分
リンゴ	球形	大	赤	甘い	硬	多	多	多	高	低	4.5	多	多	リンゴ酸、クエン酸、ビタミンC、カリウム
バナナ	棒状	中	黄	甘い	軟	多	多	多	高	低	5.0	多	多	糖質、ビタミンB6、カリウム
オレンジ	球形	中	橙	酸っぱい	硬	多	多	多	高	低	3.5	多	多	ビタミンC、カリウム、鉄
イチゴ	球形	小	赤	甘い	硬	多	多	多	高	低	4.0	多	多	ビタミンC、鉄、カリウム
ブルーベリー	球形	小	紫	酸っぱい	硬	多	多	多	高	低	3.0	多	多	アントシアニン、ビタミンC、カリウム
パイナップル	球形	大	黄	甘い	硬	多	多	多	高	低	4.5	多	多	ビタミンC、カリウム、鉄
マンゴー	卵形	大	黄	甘い	軟	多	多	多	高	低	5.0	多	多	糖質、ビタミンA、カリウム
イチゴ	球形	小	赤	甘い	硬	多	多	多	高	低	4.0	多	多	ビタミンC、鉄、カリウム
ブルーベリー	球形	小	紫	酸っぱい	硬	多	多	多	高	低	3.0	多	多	アントシアニン、ビタミンC、カリウム
パイナップル	球形	大	黄	甘い	硬	多	多	多	高	低	4.5	多	多	ビタミンC、カリウム、鉄
マンゴー	卵形	大	黄	甘い	軟	多	多	多	高	低	5.0	多	多	糖質、ビタミンA、カリウム

5-3 仮説の検証

仮説 a~d を検証するために、表 1 から仮説にあわせて取りおき表 2~4 を作成した。

5-3-1 仮説 a の検証

糖度分布が果樹園か果樹園外に分けて、結実高(真ん中)の散布図(図 5)を作成した。散布図の点一つ一つは果物の生る高さの範囲の中間を表している。点の分布は予想に合った分布であったが、平均値は果樹園に糖度がある果物の方が高く、仮説の正しさを確認できなかった。

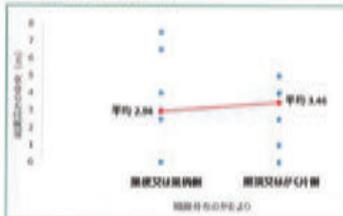


図 5 果物の縦方向の糖度分布と果樹園中央の散布図

5-3-2 仮説 b の検証

仮説 b を検証するために、表 1 から、果物の種が飲み込まれやすい構造にあるか、そうでないかと、糖度分布の高さは果実側が高いか内側が高いか、糖度分布と種の分布が一致しているかどうかを計算し、表 2 に示した。被食型種子散布型(飲み込まれやすい)種を持つ果物ほど糖度が内側にあるとの予想は、表 2(i) より正しい

と思われ、さらに表 2(ii) から、こういった果物は種と糖度の分布が一致していた。

表 2 種子飲み込みやすさと糖度分布の関係

内側側面と糖度の値	
種子飲み込み○/内側	種子飲み込み△/内側
3	7
種子飲み込み○/内側	種子飲み込み△/内側
9	1

外側側面と糖度分布との一致性	
種子飲み込み○/種と糖度分布○	種子飲み込み△/種と糖度分布○
9	3
種子飲み込み○/種と糖度分布△	種子飲み込み△/種と糖度分布△
3	5

5-3-3 仮説 c の検証

仮説 c の検証を行うために、表 1 位にある果物の原種のうち、水分を目的として動物に食べられていると報告がある種物を探すと、表 3 に示す 4 種しか見出す事ができず、糖度分布の規則性を検証する事ができなかった。

表 3 水分目的に動物に食べられる果物

水分目的に動物に食べられると報告された論文のある果物	文献
Cucumis melo (メロン)	Namot et al. (2011)
Citrullus lanatus (スイカ)	Remontane et al. (2003)
Cereus undatus (ドラゴンフルーツ)	Nobel et al. (2002)
Carica papaya (パパイヤ)	Ming et al. (2008)

5-3-4 仮説 d の検証

仮説 d を検証するために、表 1 に挙げた果物の原種の分類を調べ、軸を起点に分類に近い種別(科レベル)に並べた。さらにその果物毎の糖度分布の特徴を表 1 より抜き出して並べ、左側に記述された近種の種と糖度分布がどの程度一致しているかを○、△、×で表した。糖度分布の特徴が外側、内側、上側、下側ですべて一致している場合は○、2か所一致している場合は△、全く一致していない場合は×としたとき、○と△がそれぞれ 5 つ、×は 3 つだった。

表 4 仮説 d 検証 果物の分類と糖度分布の比較

(左の種と分布一致した場合は○、一つ一致は△、不一致は×)

果物	リンゴ	バナナ	オレンジ	イチゴ	ブルーベリー	パイナップル	マンゴー	イチゴ	ブルーベリー	パイナップル	マンゴー
種と糖度分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種と水分分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種と繊維分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種と酸度分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種とpH分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種とビタミン分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種とミネラル分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
種と栄養成分分布	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

6 考察と感想

6-1 考察

仮説 a: 文献(岡本崇治 (1992), Kanon Sato (2023))によると、結実の高さは動物による種子伝播にとても重要で、高木の果物は本降りや飛行可能な動物が、低木の果物は鳥や熊やイノシシ等の地上性動物がアクセスしやすい関係が強い。そこで、果物が動物による種子伝播に重要なものであるなら、結実の高さは果物を食べる動物にあわせて種分布に影響を与え、果實、ガタ片側(果物の先端側、下側)の糖度が高いほど結実高は低くなる予想し、図 5 の散布図を作成した。果物の結実の高さの分布を一見すると、この予想は正しいように見えたが、平均値は果樹園に糖度がある果物の方が高く、仮説は確認できなかった。

もし果物への動物のアクセスのしやすさ(取りやすさ)で糖度の位置が変わるとしたら、その関係は植物の生長環境、動物種の分布によっても変わるであろうし、果実への経管束栄養伝達ルート、熟成の時期と動物種の関係などによっても影響を受けるとも考えられ、単純な結実高さだけで済むものではないのかも知れない。果物の縦方向の糖度の規則性を見出すためには、今後、さらに他の情報を追加して検証していく必要があると考えられた。

仮説 b: 被食型種子散布型(飲み込まれやすい)種を持つ果物ほど糖度が内側にあると予想して表 2(i)を作成した結果、被食型種子散布型果物ほど糖度は内側が高かったため、この予想は正しいと思われた。さらに糖度分布と種の分布を比較すると、糖度分布と種の分布の一致性を表 2(ii)で表したところ、被食型種子散布型の果物は種と糖度の分布がよく一致していた。種を動物に効率的に飲み込ませるために、種を美味しくして活用し、種と糖度の分布をうまく一致させているため、こうした分布規則性をもったと推測される。

一方で、食べ残し散布型(タネが飲み込まれづらい)果物は果実側に糖度が高く、種と糖度の分布は一致せず、種子伝播の戦略の違いが美味しくさと糖度の分布の規則性の違いを生んでいると推測された。糖の高い位置にタネがないという事は、動物へのタネ飲み込みを拒否す上で不利であるので、わざわざ種を使って果物を作っている

にもかかわらず種を飲み込ませづも糖度分布を持つことには裏をかけた分布以外の動物散布の仕組みとして意味があるのではないかと予想される。しかし、そもそも種子付近の糖度が低いからといって、例えば野食型散布(食料貯蔵の準備められる種子散布の形)に有利に働くとは考えづらく、こうした糖度分布が持つ意味を動物散布で考察した文献も調査した範囲では見あたらなかった。今後、糖度分布の規則性を推していくうえで、非常に興味深い課題になると考えており、より多様な果物について、種の構造・分布と果物の糖度分布の関係を検証していきたい。

仮説 c: 今回の研究対象は乾燥地域や乾季に結実し、水分補給源として利用されると報告されている果物の種類が少なく、水分と糖度の関係を生態学的な情報に基づいて検証することはできなかった。しかし、例えばスイカは「発達した種管束」を持ち、中心に行くにほど高いのに高中心は低いという特徴的な分布を持つが、同じウリ科のメロンは形も糖度分布も大きく異なる事が分かっており、糖度分布の規則性を見出す上で果物水分と糖度分布の関係は興味深い課題である。水分量や生量と糖度分布の規則性を見出すために、今後の検討したい課題と考えている。

仮説 d: 果物の原種の分類を科レベルでの近さの順番にならべ、糖度分布の一致性を○、△、×で表した表 4 から、現在の果物と原種の糖度の高さ、甘さは大きく異なるにもかかわらず、糖度分布の仕方は分類に近いほど一致性は高くなる。果物の種は原種の種子伝播の戦略の性質が強く引き継がれているのではないかと推測された。今後は、種の分類に代わってさらに果物の発達、成長の仕方、可食部の由来となる組織の類似性が糖度分布に影響を及ぼすのかどうか、影響するとしたらどのような規則性を持つかなども併せて検証し、分類を基点とした場合の糖度分布の規則性を研究に見出していきたいと考えている。

まとめ

仮説検証の結果は以下の通りとなった

- 仮説 a) 更に検証が必要
- 仮説 b) 正しいと考えられる(規則性も見いだせた)
- 仮説 c) 検証できず
- 仮説 d) 正しいと考えられる

6-2 感想

果物の公平な分け方を考える為には、果物の種は動物に「美味しく」食べてもらう戦略であるという事を深く理解する事が重要と考え、今回研究を行った。仮説の正しさと糖度分布の規則性の一部を見出す事に成功したが、糖度分布パターンと分類・

生態の関係は、調べられる範囲の文献から予想したものとは必ずしも一致しておらず、果物の甘さ、美味しさの分布にはまだまだ隠された秘密が多くあると予想させるものだった。今後、生態学的な研究や化学的な検証方法を学び、果物の糖のおいしさに隠された秘密を明らかにして、より果物の持つ美味しさの本質に迫った“公平な果物の分け方”を考察していきたい。

7 研究に使用した文献とサイト

Jordano, P. (1992). Fruits and frugivores. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23(1), 1-25.
 Fleming, T. H. (1986). The evolution of bat pollination and seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17(1), 309-339.
 Herrera, C. M. (1982). Seed dispersal by vertebrates in the Mediterranean: ecological, evolutionary, and historical perspectives. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13(1), 291-313.
 Snow, B. V. (1981). Bat pollination in the tropics: plant-animal interactions in the evolution of ecosystems. *Science*, 213(4511), 936-939.
 Namet et al. (2023) [Physicochemical characterization and antioxidant potential of melon by-products as a gold mine of bioactive compounds] *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12, 5045-50611
 Benmeziane et al. (2023) [Composition, bioactive potential and food applications of watermelon (Citrullus lanatus) seeds - a review] *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17, 5045-50612
 Nobel et al. (2002) [Cacti: Biology and Uses] University of California Press, 1-3003
 Ming et al. (2008) [The Papaya Genome] Springer, 1-1004
 Gao, C., Yang, Z., Lu, J. (2010). Seed germination and seedling development of *Prunus armeniaca* under different burial depths in soil. *Northeast Forestry University and Springer-Verlag Berlin Heidelberg*
 Wang, Z., Bai, M., Shi, X., Wu, B., Yang, Y., Han, X., Cao, X., Yao, F., Li, H., Wang, B. (2022). Characteristics of the Seed Germination and Seedlings of Six Grape Varieties (*V. vinifera*). *Plants*
 Haq, I., Ullah, S., ほか (2023). Physiological and Germination Responses of Muskmelon (*Cucumis melo* L.) Seeds to Varying Osmotic Potentials and Cardinal Temperatures via a Hydrothermal Time Model. *ACS Omega*
 Ortiz, T. A., Moritz, A., Takahashi, L. S. (2018). Physiological maturity of

pitahaya (*Hylocereus undatus*) seeds and its correlation with fruit equatorial diameter. *Australian Journal of Crop Science*
 Deb, P., Das, A., Ghosh, S. K., Suresh, C. P. (2010). Improvement of seed germination and seedling growth of papaya (*Carica papaya* L.) through different pre-sowing seed treatments. *Acta Horticulturae*
 Szyszka, M., Zarawica, ほか (2019). Stratification period combined with mechanical treatments increase *Prunus persica* and *Prunus armeniaca* seed germination. *Dendrobiology*
 Kan, J., Yuan, M., Liu, J., Li, H., Yang, Q., Wang, Z., Shen, X., Ying, Y., Li, X., Cao, F. (2023). Seed Germination and Growth Improvement For Early-Maturing Pear Breeding. *Plants*
 Verma, P., Negi, N. ほか (2023). Malus Species: Germplasm Conservation and Utilization. *Handbooks of Crop Diversity: Conservation and Use of Plant Genetic Resources*
 Wakana, A., Nao, B. X., Imamoto, H. (2004). Germinability of Embryos during Seed Development in Citrus (*Rutaceae*). *九州大学大学院農学研究院紀要*
 Paska, E., Neumüller, M., Treutter, D. (2010). In vitro germination of *Prunus domestica* seeds. *Acta Horticulturae*
 Wakana, A., Nao, B. X., Imamoto, H. (2004). Germinability of Embryos during Seed Development in Citrus (*Rutaceae*)
 Kanon Sato ほか (2023) Seed attachment by epizoochory depends on animal fur, body height, and plant phenology. *Acta Oecologica*, Volume 119, August 2023, 103914

7-2 データベース

The Plant List, <http://www.theplantlist.org/>
 日本食品標準成分表, <http://www.nri.ac.jp/>
 GBIF (Global Biodiversity Information Facility) アドレス: <https://www.gbif.org/>

7-3 参考文献

1. 農林水産省, 果実飲料の日本農林規格, 平成 27 年 3 月 27 日農林水産省告示第 714 号
 2. 杉浦明, 宇都宮直樹, 片岡雅雄, 久保田尚浩, 米森政三 編, 果実の事典, 朝倉書店 (2008), p. 466
 3. 食の衛生ナビ, <https://shoku-eisei.jp/post-40/>

4. 渡江 将司, 鳥の種まき通商! - 3 年間の大規模調査で探る、森の果実の種と鳥のゆくえ, *academic Journal* (2019) <https://academicjef.com/Journal/?p=10071>
 5. 井筒風葉村, バインアップルの歴史と研究開発の現状, <https://www.vill.higashi.okinawa.jp/sohikikarasagaru/norinuisuimoka/gyomomono/1/gyoapple/705.html>
 6. 青葉 高, 坂本 洋太郎 他 (1998-1999), 園芸植物大事典, 小学館
 7. 西川 幸三郎 (2000), 果樹園芸, プラウ栽培の実践, NIK 出版
 8. 高宮 和彦 (1993), 野菜の科学, 野菜園芸, 朝倉書店
 9. 長田 清一, 尾崎 章, 大林 修一 (2000), サボテンの図鑑, 熱帯果樹の栽培, 草土出版
 10. 川瀬 信三 (2020), 果樹園芸, ナレ栽培の実践, 朝倉書店
 11. 田中 裕, 永水 淳一 (1926), 果樹園芸, リンゴ栽培の実践, 北日本農園
 12. 三輪 正幸 (2017), 果樹園芸, 柑橘類の栽培, NIK 出版
 13. 三輪 正幸 (2020), 果樹園芸, 林栽培の実践, NIK 出版
 14. 坂本 仁巳 (2000) 農山漁村文化協会
 15. “この果物は何科の果物? 科目から探す” くどいの図鑑 Web, やさい図鑑 なにわの野菜 <https://yasai-zukan.net/kudomonno/kudomonno-nanika/>
 16. “パパイヤ” 果物ナビ <https://www.kudamonnavi.com/zukan/papaya.htm>
 17. “スイカの豆知識” あまいスイカ通販サイト <https://amaisuitika.com/blog/suitika-monetitshiki/112/>
 18. “メロンの産地動向” 農林水産省 野菜の情報 https://vegetable.slln.go.jp/yasai/joho/yasai/2407_yasai1.html
 19. “ドラゴンフルーツはどんな味?” デリッシュキッチン <https://delishkitchen.tv/articles/1303>
 20. “ももとネクタリンって何が違うの?” マルモトムラボ <https://www.marumoto-mooha.com/puchmentarimomochigai/>
 21. “ネクタリン” フルーツ大百科, 木村フルーツ https://kimura-fruit.jp/encyclopedia/8_6.html
 22. “ネクタリン” 趣味の園芸 https://www.shuminoonsei.jp/mpe/page_p_detail/target_plant_code=999/target_tab=2
 23. “もも(桃)とは? 育て方・栽培方法 | 植物図鑑” Green Love グリーンラブ <https://lovegreen.net/library/fruits-trees/p80048/>
 24. “マンゴーの樹ほどのくもいの高さ?” 農業・生物資源研究所 <https://www.jircas.go.jp/theme/custom/honga/minisynop/synopsis03-001.html>
 25. “【果樹栽培】りんごの育て方” ハイポネックスジャパン <https://www.hyponecs.co.jp/plantis/plantis-19997/>

The Harvest Home ,ケルシー <https://zenji-maru.com/jihu-kelsey/>
 26. “世界の動物の広がりとは? いろいろな環境に住む動物とは?” <https://wakariyasoku.info/> 省略
 27. 野間成彦 (1997) 霊長類研究, *Primate Res.* 15: 137-147, 1997
 28. 岡本直樹 (1992) 果実の形態にみる種子散布 (総説), 植物分類, 地理 49 (2): 155-168

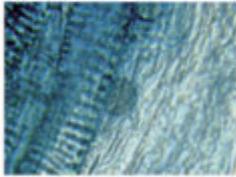
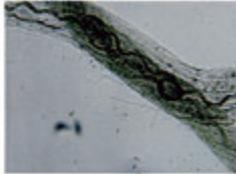


植物の根と共生する菌?～シロツメクサや小ネギの根を観察～

藤沢市立秋葉台中学校 1年 速水 紅

植物の根と共生する菌?

～シロツメクサや小ネギの根を観察～



秋葉台中学校 1年1組 速水 紅

【 研究のきっかけ 】

2021年から2023年の3年間かけて、不定根が出やすいオレンジミントなどを使い、植物の根や葉の働きを研究してきた。根の観察では、特に多く不定根について実験を繰り返した。2023年の研究では、水耕栽培と土耕栽培により根の成長の違いが出ることを実験により証明した。

2021年と2022年は水耕栽培やガラスボトルによる栽培のみだったが、2023年に土耕栽培でも土も実験に使用し、面白い結果も見られた。そこで植物の根と土壌との関係についても興味が湧き、研究の対象にしようと思った。また、公園でガラスボトルを採取した際に、根の断面に白い粒のようなものが付いていたので調べてみると、根粒菌というものと分かった。また根粒菌以外にも、菌根菌という植物と共生している菌類がいることを知り、興味を持った。

そこで今回は、植物の根と菌根菌などの菌類との関係について観察、実験することにした。まず、植物と共生する菌について調べてみた。

（ 菌根菌とは ）

菌根菌は、植物の根の中から土の中へ広く菌糸を伸ばして、土の中の養分、特にリンを吸収して、それを植物に供給する。一方、根からは植物の光合成産物である糖類などの有機化合物が菌根菌へ供給される。菌根菌と植物は、お互いに養分を供給しあっている共生関係を築く。
(引用1:土と助け合う生物「キノコキンチョーでえんどう?」)

菌根菌にはいくつかの種類があり、その代表的なものがアーバスキュラー菌根菌だということがあったので、さらにアーバスキュラー菌根菌について調べてみた。

アーバスキュラー菌根菌(あるいはVA菌根菌)と呼ばれる糸状菌の一部は、土壌中に普遍的に存在し、およそ80%の陸上植物と共生することができる。この菌は植物からエネルギー(主にブドウ糖)の供給を受ける代わりに、土壌中の希薄なリン酸を集め、宿主植物に供給する。この菌が感染すると、宿主植物の根の中に特徴的な構造 菌根(アークル)が形成される。この菌根構造を通じて菌は植物にリン酸を供給している。いくつかの属では菌根構造と呼ばれる菌根を貯蔵する器官を形成する種類も存在する(引用2:アーバスキュラー菌根とは)

よくマメ類の根に寄生して窒素を固定する「根粒菌」と混同されがちですが、それとはまったく別物です。根粒菌は根粒をつくる細菌(バクテリア)ですが、菌根菌は真菌(カビ)なのです。(引用3:「アーバスキュラー菌根菌」とは何者か?)

1

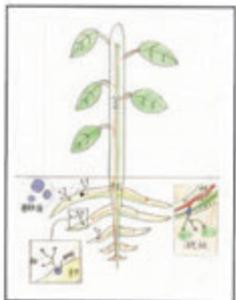


図1 根と菌根菌との共生関係のイラスト

根と菌根菌との共生関係についても調べてみた。

- ・菌根菌が根の裏に寄り添う。
- ・菌根菌が根の裏から地中に菌糸を伸ばす。
- ・植物が光合成によって生産した炭水化物などのエネルギーを提供するかわりに、菌根菌が土から吸収したリン酸などの植物の成長に必要な無機栄養を植物に渡すことで、お互いに協力、共生するという関係性を構築しているということが分かった。

また菌根菌には沢山の種類があり、その中でも代表的なアーバスキュラー菌根菌の菌糸を見て、自分の目で確認したくなった。だがアーバスキュラー菌根菌は、根の断面に付く根粒菌と違い、根の中にも入りこんでしまうので、根をそのまま観察しても確認することができない。そこで、アーバスキュラー菌根菌を観察する方法を調べてみた。すると、根を水酸化カリウム水溶液に浸して、熱を加えて根を透明化した後、トリパンプブルーなどの菌糸を染める染色液での染色作業を行うと、光学顕微鏡で根の中に入り込んだ菌糸を観察することができると書いてあった。難しい実験で、薬品も使うため筑波大学院生の方にアドバイスをいただき試してみることにした。また、実験の方法についても指導していただき、個人では入手できないトリパンプブルーという薬品を、自分でも入手できるメチレンブルー染色液に、10%水酸化カリウムは10%水酸化ナトリウムに代用、5%塩酸を5%酢酸で代用し、ラクタドリセロール溶液を26%エタノールで代用することにした。

2

【 実験1 】

◆目的

アーバスキュラー菌根菌を観察する実験方法を試してみる。
シロツメクサとオレンジミントの根にアーバスキュラー菌根菌が感染しているか観察する。

◆使用したもの

マイクログチューブ、スポイト、プラスチックコップ、ハサミ、ビーカー、スタンレススチールマイクログチューブ置き(※)、10%水酸化ナトリウム、5%酢酸、エタノール、蒸こし3倍希釈メチレンブルー染色液、シロツメクサの根、オレンジミントの根、光学顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス
※マイクログチューブはお湯で消毒するため、水に深く染色スチロールに穴を開けて自作した。
※薬品を使用するので安全メガネ、ゴム手袋、マスクを使用し、換気のもと実験をした。

・シロツメクサとオレンジミントを使用した訳

アーバスキュラー菌根菌を観た時に、シロツメクサによく感染すると書いてあったので、空き地などでも平に入るシロツメクサを実験に使った。また、今まで研究してきたオレンジミントにもアーバスキュラー菌根菌がついているのかが気になり、オレンジミントを確保した。

(オレンジミント)

原産地:アメリカ
科/属:シソ科 ハッカ属
草丈:約30cm
入手場所:プランター

(シロツメクサ)

原産地:ヨーロッパ
科/属:マメ科 シヤクソク属
草丈:約10から30cm
入手場所:空き地

◆実験の手順

1. 根に付いた付着物をきれいに洗い流した。
2. 太さが1mm未満の根を1cm程度に何本か切った。
3. 切った根をピンセットではさみ、蒸気に付けてマイクログチューブに入れた。
4. 根を入れたマイクログチューブに10%水酸化ナトリウムを根が完全につかる程度加えた。
5. 蓋を閉め、マイクログチューブ置きに差し込み、熱湯を注いだボトルに入れ15分加熱した。
6. 15分経ったら湯から出し、マイクログチューブに5%酢酸を加え中和して、根をマイクログチューブから取り出し、蒸こしに入れ水でよく洗った。
7. マイクログチューブを水で軽く洗い、マイクログチューブに6で洗った根を入れた。

3

8. 根を入れたマイタロチューブに、3倍希釈メチレンブルー染色液を2滴ほど加え浸し2分ほどおいた。
9. マイタロチューブの中身を、蒸しを乗せたボウルの中にあけ、根だけを取り出した。
10. 根をプラスチックコップに移し、エタノールで2分ほど脱色し水で洗った。
11. 水で洗った根をスライドガラスではさみ覆してから、スライドガラスの上に根を置き、水を滴下した後カバーガラスを乗せた。
12. 余分な水分をろ紙で拭き取り、作成したプレパレートを光学顕微鏡で観察した。



図2 使用する実験器具を作成



図3 使用した薬品や器具



図4 シロフメタケ



図5 オレンジミント

4



図6 熱湯を注いだボウルで15分加熱



図7 加熱後

◆結果

アーバスキュラー菌根菌がシロフメタケの根に感染していることがわかり、菌状体も観察できた。だが、オレンジミントの根にはアーバスキュラー菌根菌の感染を確認することが出来なかった。



図8 アーバスキュラー菌根菌の菌状体1



図9 アーバスキュラー菌根菌の菌状体2



図10 アーバスキュラー菌根菌の菌状体3



図11 オレンジミントの根に検出気泡

5

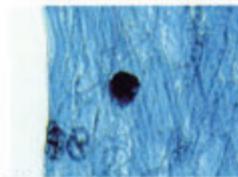


図40 アーバスキュラー菌根菌以外の菌1

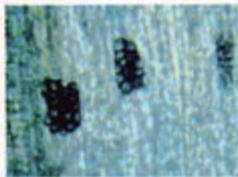


図41 アーバスキュラー菌根菌以外の菌2

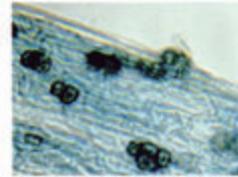


図42 アーバスキュラー菌根菌以外の菌3

【 考察 】

道南やアスファルトの隙間から生えている草もよく見られ、過酷な生育環境でも強じんに伸びていくカタバミの根は太く、組織も太かった。そのため想定より染色ができておらず、アーバスキュラー菌根菌と植物の根の組織の区別が分かりにくかった。そのため、根の中にアーバスキュラー菌根菌の、菌状体に形状が似ているものはあったが、菌状体と断定できなかった(図30、31)今回観察した根に関してはアーバスキュラー菌根菌の感染を確認できなかったとしたが、カタバミの他の根に感染している可能性があると考えた。ミドリハカタカラタケは、根は太くはなかったが根の中に黒い葉のようなものがたくさん透っていた。採取した細い根はすべて観察したが、アーバスキュラー菌根菌の感染は確認できなかった。(図32、33)ミドリハカタカラタケは、根状する茎に多数の無性芽をつけて栄養繁殖する。アーバスキュラー菌根菌の感染を確認するには、地面に倒れた茎の節から根が発根するので、その根も含めてより多くの根を観察する必要があったと考えた。

17

小ネギの根も太かったが、カタバミの根より組織は太くはなかった。そのため水酸化ナトリウムで根を煮たときに、透明化が容易にできた。このことから、小ネギの根に感染したアーバスキュラー菌根菌が多く観察できたのは、根の透明化が上手くできたことによりアーバスキュラー菌根菌が観察しやすい状態だったのではないかと考えた。(図34から36) またアーバスキュラー菌根菌以外の、別の菌らしきものも確認できた。(図40、41、42)調べてみたが何の菌なのか分からなかった。

前回までの実験では、スライドガラスにカバーガラスを乗せる時に水を滴下して観察していたが気泡が多く、アーバスキュラー菌根菌と見分けがつかなくなってしまうので、大学院生の方にその対策を質問してみたところ、カバーガラスの置き方などを指導してもらった。また水ではなくグリセリンという薬品を使うというアドバイスをもらったので、プレパレートにグリセリンを滴下して観察したところ、気泡が入りにくくなった。そして、太い根も見やすくなる為、根をなるべく広げスライドガラスにはさんで前回よりも強く押し覆した。また、前回の実験を踏まえ、根を煮る時間を20分から30分に変えた。時間を長くしたことで根の組織が崩れて透明化される効果もあった。また実験2では、エタノールで染色する工程はしなかったが、染色液により根が濃く染まりすぎてしまったので、今回はエタノールで20秒脱色させた。

【 改善点 】

- 実行手順を繰り返して、前回までと比べると明確に観察が出来るようになった。対象植物の根の性質に合わせて、煮る時間を少しずつ変えるなど、さらに工夫を続けたい。

【 全体の感想と課題 】

目の意味で、僕の自宅ではたくさんの植物を育てている。緑の大好物のいちごや、実のなる植物などもあり、季節ごとに色々な変化や収穫を家族で楽しんでいる。母はその植替えの時に、植物によって土の種類や配合を変えているのをずっと不思議に思っていた。3年間、植物の根の仕組みについて研究観察してきたが、そこから自宅ですべて見て不思議に思っていた植物と土との関係性にも興味があり、今回のテーマに選んだ。植物と共生関係である菌根菌については名前には知っていたが、菌根菌とは？から始まり、どのような働きをして植物とどのような共生関係であるのか、今回の研究実験で少し理解が深まったように思う。アーバスキュラー菌根菌は、太古の昔から植物が地面に根を張るよう進化した頃から地球上に存在していたことを知り、とても驚いた。植物と共に進化を続けてきたのか、それとも昔から変わらずこのような共生の仕方を繰り返しているのかという点が興味深い。今回の実験で、全ての植物にアーバスキュラー菌根菌を確認できたわけではないが、人間の体内と同じように、自分自身だけでは十分に取れない栄養素を吸収したり、大事な働きをしてくれたりする菌根菌との共生は、植物にとっても大切な事なのだと感じた。

18



子室組織の謎に迫る～ナス科の野菜の発根実験～

藤沢市立湘南台中学校 1年 檜森 悠杜

子室組織の謎に迫る

～ナス科の野菜の発根実験～



湘南台中学校 1年
檜森 悠杜

【 研究のきっかけ 】

2023 年の研究で(ニトマ)の種子の周りがゼリー状のものに包まれているのはなぜなのか疑問に思い、(ニトマ)の断面を観察した。(ニトマ)の各部分の呼び名が分からなかったので調べてみると種子の周りを包んでいるゼリー状のものは胎座より発達した物質で、子室組織だということが分かった。子室組織は何のために種子の周りを包んでいるのか気になり、子室組織がついたままの種子ときれいに取り除いた種子を育て観察し対照実験しようと考えた。実験の方法は(ニトマ)から種子を取り出しプラスチックの容器に子室組織がついたままの種子と子室組織を取り除いた種子を比べ、発芽の違いを観察した。

その結果、子室組織がついたままの種子は 15 個発芽し、子室組織を取り除いた種子は 24 個発芽した。このことから、子室組織が種子の発芽を抑制することが分かった。

(ニトマ)のことを調べているとナス科という分類があると知り、ナス科の野菜は(ニトマ)と同じで種子の発芽に光を必要としない嫌光性種子だということが分かった。しかし、2023 年の実験で日光を当てた(ニトマ)の種子が全て発芽しなかったわけではない。そこで、ナス科の嫌光性種子を数種類選び、日光に当てずに育てた種子と、日光に当てて育てた種子の発根の本数を比べてみることにした。

また、2023 年の研究で(ニトマ)の子室組織が種子の発芽を抑制していることが分かった。この子室組織の成分は(ニトマ)の種子にのみ影響を及ぼすのか疑問に思ったので他のナス科の野菜の種子にも付着させ発根実験をしてみることにした。

まず、同じナス科の野菜についてインターネットで種や草丈、原産地などの違いを調べた。

【ナス】

ナス科ナス属の多年草。早生品種で草丈は 50～60 cm ほどになる。原産はインドの東部。(早生・おせとは収穫期が早い植物のこと)

【ピーマン】

ナス科トウガラシ属の多年草。原産は中国東部の熱帯地方。草丈は 60～80cm ほどになる。

【パプリカ】

ナス科トウガラシ属の多年草。原産は中国東部の熱帯地方。草丈は 60～80cm ほどになる。

調べたことを下に以下のような実験を考えた。

ナス科の野菜は同じ科でも発根実験の条件を変えるとどのような結果の違いが生まれるのかを実験し調べることとした。その前に、実験する野菜や種子がどのような形状をしているか観察した。ナスのみ日数により種子が発根しない事が調べて分かったので、購入してすぐのもの(①)、10日間おいたもの(②)を使用した。

【 観察 1 】

【ナス】(1)



図1 全体の種子



図2 縦に半分にした断面



図3 実体顕微鏡で観察した種子



図4 タブレット顕微鏡で観察した種子

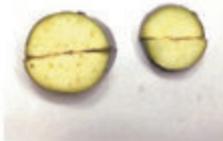


図5 輪切りにした断面

半分にしたナスの種子は横に包んでいたが、色が薄くよく見えなかった。実体顕微鏡で観察した種子は平たく厚みがなかった。種子の色は薄い茶色をしている。
(1)のナスを触った感触は硬かった。ナスは空洞でないため重かった。

【ナス】(2)



図6 全体の種子



図7 縦に半分にした断面

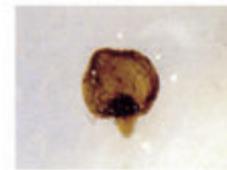


図8 実体顕微鏡で観察した種子



図9 タブレット顕微鏡で観察した種子



図10 熟したナスの種子

(1)のナスは種子がはっきり見えなかったが(2)のナスは種子がよく見えた。ナスの実から取り出して実体顕微鏡で観察した種子は厚みが少しあり、濃い茶色をしていた。
(2)のナスを触った感触は柔らかかった。ナスは空洞でないため重かった。

【パプリカ】



図11 全体の様子

図12 縦に半分にした断面



図13 縦に半分にした種子

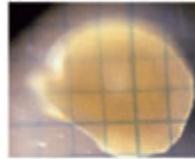


図14 マイクロ鏡で観察した種子



図15 パプリカの種子のつき方

種子は厚みがあり、薄いだい色をしていて、種子の中は筋が確認できた。図15のパプリカの種子のつき方を見ると、種子は筋面に突き刺さるようにしていた。ミニトマトの筋面にあった子室組織はパプリカにはなかった。

【ピーマン】



図16 全体の様子

図17 縦に半分にした断面

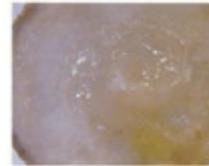


図18 縦に半分にした種子



図19 ピーマンの種子のつき方

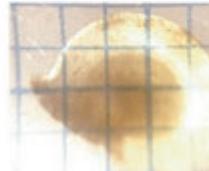


図20 マイクロ鏡で観察した種子

ピーマンの種子のつき方は、筋面に突き刺さるようにしていた。パプリカの種子のつき方に比べ、種子の密度が高かった。種子は平たく、薄いだい色をしていて、ピーマンは中が空洞なため割れていた。ミニトマトの筋面にあった子室組織はピーマンにはなかった。

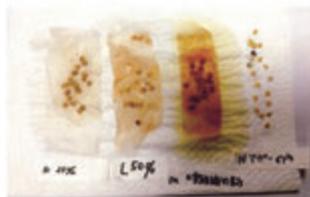


図26 実験開始から1週間後の種子K, L, M, Nを容器から取り出した時の様子

【考察】

Nのアガーのみは2個発根した。この結果は子室実験と同じ個数だったことから、アガーの影響を受けても種子は発根できると考えた。

一方、種子K, L, Mはどれも発根しなかった。子室組織のみの種子Mは2023年のミニトマトの実験と同様に発根を抑制する子室組織の影響を受けたと考えた。子室組織25%希釈液を付着させた種子Kと子室組織を付着させた種子Mの結果は同じだった。このことから、子室組織の発根を抑制させる成分は、子室組織の濃度に関係なく発根を抑制させると考えた。

実験3の結果から、子室組織の濃度は発根を抑制させる成分に影響を与えないと考えた。このことから、種子K, L, Mの子室組織はどれも同じ性質だと考えた。詳しく成分を調べることはできないが、ミニトマトを食べたときにゼリー状の部分に酸味がかったことを思い出し、pH試験紙で子室組織がアルカリ性、酸性、中性なのかを調べることが出来ると考えた。そこで、子室組織25%希釈液、子室組織50%希釈液、子室組織液をpH試験紙で測定してみた。

【実験4】

＜目的＞

子室組織はどのくらいの性質なのかpH試験紙で測定する。

＜使用したもの＞

pH試験紙、子室組織にアガーを混ぜたもの、子室組織、酢酸、キッチンペーパー、マスクングテープ、アガー

2種類の子室組織希釈液があるので、比較のための酢酸も測定した。

＜実験の手順＞

- 1 キッチンペーパーを乾かした。
- 2 pH試験紙を子室組織25%希釈液、子室組織50%希釈液、子室組織液、酢酸にアガーにつけた。
- 3 子室組織をつけたpH試験紙が他のpH試験紙と変わらないようカラーテープで印をつけた。

＜結果＞

種子K, L, MのpHは4で弱酸性、種子NのpHは7で中性、酢酸のpHは2で酸性だった。



図27 pH値の測定結果

＜考察＞

比較対象でpH値を測った酢酸のpHは2で酸性を示していた。K, L, MのpHは4で酢酸よりは強い、弱酸性を示していた。K, Lとは、濃度は違うが同方とも弱酸性だった。このことから、子室組織の成分は濃度に関係なく発根を抑制すると考えた。一方、NのpHは7で、中性を示していた。つまり、アガーには酸性やアルカリ性の要素はないと考えた。このことから、アガーが種子の発根に影響を与えるのは、付着するという物理的な面のみで、その成分が影響を及ぼしているのではないと考えた。

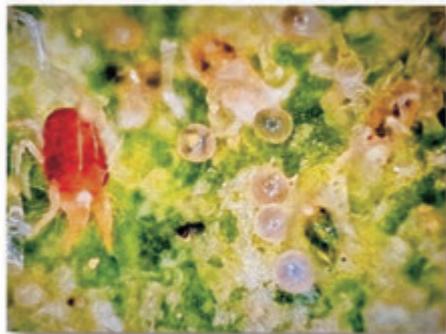


ハダニの生態学的特性とメカニズム —環境に対する行動可塑性— ver.2

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校 3年 戸澤 潤

ハダニの生態学的特性とメカニズム

-環境に対する行動可塑性- ver.2



横浜国立大学教育学部附属横浜中学校 3年
戸澤 潤

1. 研究の動機

昨年、小学校に入学した我が家の庭でアザミが育っていた際、葉に微小な生物が繁殖しているのを発見した。葉が白く変色していたため調べたところ、これらは「ハダニ」という微小なダニの一種で、葉面に寄生して葉汁を吸い取って白く変色させることが分かった。今年の夏休みにも、我が家のアザミの葉を観察を行っている際に、再びハダニの発生を確認した。この経験を通じてハダニの生態に興味を持ち、今年度も研究を続けることにした。昨年は、ハダニの特性から繁殖したハダニを減らす方法について研究したが、今年は植物にハダニが大量に発生するのを防ぐにはどのような方法があるのか、ハダニの生態学的特性と繁殖力のメカニズムに重点をおいて研究する。

2. 研究の目的

ハダニの行動可塑性に焦点を当て、ハダニに取り巻く働きを環境要因の変化に対して、どのように行動を変化させるのかを実験や文献調査で明らかにする。ハダニの生態と植物への影響や、その生態学的特性や繁殖力のメカニズムを明らかにしたい。また、その生態から有効な防除・減除方法を考え出し、効果を検証する。

① ハダニはどのようにして植物に寄生し、機能的に繁殖するのか、その寄生のメカニズムを明らかにする。
(どのようにして植物に寄生するのか) →実験Ⅰ・Ⅱ

② これまでの研究を通して明らかになったことから考案した、ハダニを防除する方法を実験を行い、効果を検証して、有効な防除方法を結論づける。 →実験Ⅲ・Ⅳ

→ 昨年の研究を通して明らかになったことに加え今回の研究の成果を基に、ハダニの生態についての理解を深め、有効な防除・減除方法を考案し、効果を検証する。

3. ハダニについて (昨年の研究から得られた知見)

3-1 ハダニの種類について

日本にはおよそ 90 種類以上のハダニ科が生息し、それぞれ独自の生態を持っていることが多い。昨年は代表的なハダニの色や大きさなどの特徴から、発生したハダニがカンザワハダニという種類であることを明らかにした。今年も昨年と同様にハダニの種類を調べると、同じカンザワハダニ (*Tetranychus kanazawai*) という種類であることが分かった。

代表的な3種類のハダニの特徴 (表1)

	クワオオハダニ	カンザワハダニ	ナメハダニ
卵	赤色	淡黄色	淡黄色
幼虫	淡赤色	ナメハダニと似る	淡黄色で肉脚が黄色
若虫	暗赤色	第1若虫：淡黄色 第2若虫：淡赤色	同上
成虫	暗赤色	鮮やかな紅色	淡黄色で肉脚に赤色部

①ハダニ1世代 卵→幼虫→第1若虫→第2若虫→成虫 (1世代約2週間)

上の写真は昨年撮影したカンザワハダニの成虫である。昨年使用した顕微鏡では、色の判別がつきにくかった。今年は、よりピンと映像を捉えられるデジタルハンドスコープを使用して撮影した。下の写真のように、より鮮明にカンザワハダニの特徴を観察することができるようになった。
→ 昨年はあまり調査できなかった幼虫や卵などについても観察し、ハダニの繁殖のプロセスを調べる。



写真1 デジタルハンドスコープ

3-2 産した温度・湿度について

カンザワハダニは湿度が高いと活動が低下し、特に高湿度下で活動が抑制されることから、湿度がカンザワハダニの行動に大きな影響を与えることが予想される。カンザワハダニは高温低湿の環境(気温は25~28℃前後、湿度は50%以下)を好む傾向があり、天敵や寄生虫の生存や繁殖が難しい環境に適応したと考えられる。
→ 気温/湿度の環境下で増殖を妨げる他、天敵が発生しやすい高湿度環境の環境にすることで抑制できる。

3-3 植物に対する寄生について

カンザワハダニは広範囲の植物種に寄生でき、寄生した植物の生育が悪化すると顕となる別の植物に寄生し、はじめに植物液が吸いやすい葉の裏側や若くばんだ部分に定着する。ハダニの口にある長い針状の組織で、葉の表面の葉緑体などの組織を破壊し葉を染色させて植物液を吸汁する。
→ 葉の裏側などを見てもハダニが発生しているかどうか確認でき、早急な対策を講じることができる。

3-4 水を嫌う性質について

ハダニは水を嫌う性質があり、降水時には生存率を上げるために葉の裏側に移動する。特に、表面張力が強い液体に強く、表面張力が強いほど窒息死するリスクが高まること。
→ 水に濡れた牛乳をかけるなど、植物や環境に被害を与えない方法でハダニを死滅させる方法が考えられる。

4. 実験Ⅰ

ハダニは、我が家で育てているアザミに寄生し始めたというが、家のマンションのベランダで育てるとハダニが発生し大量に繁殖した。なぜ、家のマンションのベランダにハダニが発生するのかを明らかにするために、ハダニはどのように繁殖域を広げるのか、そのメカニズムを明らかにする。

4-1 実験手順・材料

<実験手順>

- 卵の育てているカンザワハダニが発生しているキュウリと寄生していない同種のキュウリの株を2つ用意する。
- キュウリA(土中周辺を定期的に濡らす)とキュウリB(土を濡らさず、風の通りやすい室内)に分けて育てる。
→ ハダニは水で死滅するため、Aでの土からの発生を防ぐ。
- それぞれ3日間、葉の緑色を観察する。カンザワハダニの有無や個体数を記録し、どのように繁殖域を広げるのかを調べる。

<実験材料>

- カンザワハダニが寄生したキュウリ
- カンザワハダニが寄生していないキュウリの株2つ
- 水：キュウリAの土のハダニを死滅させるため

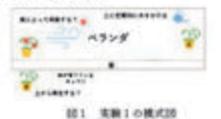


図1 実験Ⅰの模式図



写真2 培養のキュウリの株

4-2 実験結果

得られた実験結果を表にまとめた。(表2)

	キュウリA	キュウリB
条件	土や周辺を水で濡らし、風の通りやすい場所に置く	土を濡らさず、風の通りやすい室内(ベランダの近く)に置く
ハダニの有無(個体数)	ハダニが発生(53)	ハダニが発生(42)
写真(葉の裏)		

4-3 考察

継続的な観察として個体数に違いがあるものの、キュウリAとキュウリBのどちらでもハダニが発生した。キュウリA(ベランダで育てたもの)は、成虫の個体数が53と高く、土や周辺にハダニの移動を妨げる水を十分にかけなかったため、真鍮床を通じて3m先の株に寄生した可能性は低い。ベランダは風通しの良い環境であったため、ハダニが風によって移動した可能性が指摘される。

関東東山両府会研究会によると、ニエチトハダニというハダニの一種は、平均風速 4.4m/秒の微風でも分散し、3.5m/秒付近の風速で卵までが実際に飛散したという。また、ハダニは夜よりも日中に多く飛散したことから光との関係が示されており、単に風による受動的な飛散ではなく自律的な移動であると考えられている。ハダニは非常に小さな節足動物で、体長が0.2~0.5mm程度である。これらの生物は自力で長距離を移動する能力が限られているが、風や気流に乗ることで広範囲に飛散することができる。

この風をより効果的に利用していると考えられるのが、カンザワハダニなどの網を張るハダニである。農研機構生防センターによると、ハダニの中でも *Tetranychus* 属(カンザワハダニを含む)のみに、広範囲の植物種に網を張る性質があるという。特に、湿度と比べて小さく糸を出すことができる若虫は、自分の体に糸をのびし、表面積を大きくして風を受けやすくすることで、より遠くへ移動できるようにしていると考えられる。

一方で、キュウリBは室内で育てていたにも関わらず、ハダニの発生が見られた。キュウリBの株をベランダの近くに置いて育てていたため、ベランダに存在するハダニが風に乗って室内に侵入する可能性が考えられる。また、洗濯物などの外部の物に付着したハダニが室内に持ち込まれることでキュウリBに寄生した可能性もある。



写真3 葉の裏に網を張るハダニ



写真4 葉の裏面の網(300倍)



図2 水を利用した移動のイメージ図

このように、ハダニは微小な身体を利用した風や気流による移動によって、新たな食料源や繁殖場所を求めて移動することが示される。特にコンザワハダニは糸を利用してより遠くへ移動することが示され、マンションのペランダまでの飛散が可能である理由が明らかになった。

→ 前年の研究に関連させると、ペランダの環境がハダニの好む高温で乾燥した環境（気温：25～28℃前後、湿度は50%以下）であり、雨の当たらない場所であることも繁殖の要因と考えられる。次に、コンザワハダニは発生した植物でのどにより個体数を増やすのかを明らかにする。

5. 実験II

ハダニの繁殖能力や糸の活用方法を分析し、発生を防ぐための適切な対策を考える。例えば、発生が活発な特定の段階において、何らかの物理的または化学的処置を施すことで個体数の増加を抑制できるかを検討する。

5-1 実験手順・材料

＜実験手順＞

- ① 卵の育てているキュウリからコンザワハダニが発生している葉を採取して、ハダニが付着している部分を慎重にハサキで切り取る。（ハダニの影響を受けた葉は食品と呼ぶべきではない。斑点があることが多いので、それを避ける。）
- ② デジタルハンドスコープ（300倍率）をコンピュータに接続して、ダニの移動や形状、特徴が詳細にわかるように、ズームイン・ズームアウトを使い分けて写真を撮影し、記録を残す。
- ③ 各発生段階の大きさ、形状などの特徴や繁殖能力・糸の活用について明らかにし、どの段階であればさらなる発生を妨げるのかを考える。
※ 大きさは倍率から推定



図3 実験IIの模式図



写真5 デジタルハンドスコープで拡大したハダニ

- ＜実験材料＞
- (ア) キュウリの葉：コンザワハダニが発生しているもの
 - (イ) ハサキ：葉を切り取るため
 - (ウ) デジタルハンドスコープ：300倍率
 - (エ) コンピュータ：デジタルハンドスコープと接続し、写真として記録するため

5-2 実験結果

発生段階ごとの写真と観察した結果から分かる特徴について、表にまとめた。（表3）

発生段階	特徴	写真
卵	・ 大きさ：約0.1mm ・ 形状：球形 ・ 色：透明感があり、白色から淡黄色に見える。 ・ 特徴：主に葉の裏面に着実に産卵される。（1小時間あたり10～20個程度の密度）	
幼虫	・ 大きさ：約0.2mm ・ 形状：小さな円形で、若干の突起がある。 ・ 色：淡黄色で脚端が黒色 ・ 特徴：卵から孵化後、葉の表面で移動を始め、食糧を作る。まだ足は発達していない。	

若虫	・ 大きさ：約0.3mm ・ 形状：体が膨らみ、足が明確に見えるようになる。 ・ 色：白色、淡黄色（脱皮前） 淡黄色、オレンジ色（脱皮後） ・ 特徴：葉から養分を吸汁することで成長し、より活動的になる。食糧がより大きくなる。 → 脱皮を行い、色や大きさが変化する。	
成虫	・ 大きさ：約0.5mm ・ 形状：より明確な体の構造が見える。 ※ 糸の脚にははっきりと分かれている。 ・ 特徴：繁殖を開始し、一度に多くの卵を産む。葉の表面に広く分布し、複数の食糧を作る。	

5-3 考察

それぞれの発生段階における特性を考慮すると、効果的な対策を講じるのが可能となると考えられる。

まず、卵の段階では肉眼では見えない程の大きさ（0.1mm）であり食糧もできないため、対策することは難しいと考えられる。しかし、第二世代が生まれるのを防ぐための対策が考えられる。卵の段階で対策を講じることで、ハダニの発生を根本から防ぐことができる。観察した結果、卵は葉の裏面に産卵して産卵することが示された。葉の裏面に産卵のみに注力し、卵を物理的に除去することが有効だと考えられる。

次に、幼虫や若虫の段階では、成長に伴い葉の表面で活動し始め、食糧を作るようになった。食糧を吸いつけることで、早い段階で対策を講じることができる。数が少ない場合は、葉の表面を丁寧に洗浄することで除去することが有効だと考えられる。特に幼虫はまだ足が発達していないため、葉の表面での移動が限られているため、洗浄による効果が比較的高い。効果的に除去できると考えられる。

そして、成虫は繁殖能力が高く、一度に多くの卵を産むため、成虫に対する対策が特に重要である。特に数が多ければ、葉を切り取って処分することで、成虫の数を減らすことも効果的だと考えられる。繁殖のサイクルを断ち切り、ハダニの増殖を防ぐことが重要だと考えられる。

水を十分にかける方法は、昨年の実験でも成果が出た方法であったため、今年ハダニがまた発生していることに気づいたときに、毎日の食糧に水をかけるよう試した。しかし、ハダニは減らないうえにむしろ増えて、食糧が大きくなっていき、一部の葉は枯れてしまった。なぜ、水だけでは十分ではないのか。

そこで、一般的な対策方法として挙げられる、有機的の化学物質を使用した殺虫剤を利用して、糸との効果の違いについて明らかにする。



図4 発生段階に対する効果的な対策

6. 実験III

昨年の研究では、ハダニは水分を嫌う性質があることを明らかにしたが、実際に発生した葉に対して効果・減虫効果があるのかは明らかでない。実験Iの発生初期段階のキュウリを利用して水と有機的の化学物質を使用した場合を比較して、どちらの方が有効か、なぜ有効かを明らかにする。

7-3 考察

水中殺虫剤を使用しても、ハダニの糸には変化が見られなかった。さらに、水が乾燥するように糸の表面に付着していた。右の写真のように葉の表面では、殺虫剤を使用した場合、カブリン酸グリセリンや界面活性剤により表面に水分を十分に浸透させていた。しかし、糸の中にはハダニには直接水分が浸透せず、糸からハダニを守る役割があることが示された。

ハダニの繁殖を防ぐには、ハダニの糸を除去することは重要である。糸を除去すれば、今回使用した水中殺虫剤では、ハダニの糸を除去することは出来ない。では、どのような方法でハダニの糸を除去することができるのか、ハダニの糸の成分を調べるとカブリン酸と同じようにタンパク質で出来ているという。そのため、溶解剤に溶解するにはアルカリ性の化学物質が必要だと考えられる。

なぜなら、アルカリ性の水溶液の水酸化イオンによってタンパク質の構造が変化することで、タンパク質の溶解度が向上するからだ。カブリン酸グリセリン自体はアルカリ性の界面活性剤ではなく、中性から弱酸性に近い性質があるため、ハダニの糸を溶かす目的には適さない可能性がある。アルカリ性の物質と界面活性剤を混ぜた水溶液がハダニに対する殺虫剤として適していると考えられる。



写真11 水で濡らされた葉の表面

アース製薬株式会社のホームページでは、『有効成分(カブリン酸グリセリン)はココナッツオイルなどから精製される成分で、お酢やワイン、アールグレイなどの日持ち向上剤として使われている』と書かれていた。化粧品としても使われており、成分の油質を使って皮膚を潤し、皮膚からの水分蒸発を防ぐ作用があるという。これにより、水では十分であった表面張力を増やし、油分の膜によってハダニを窒息死させる効果が高まると考えられる。カブリン酸グリセリンは、食品原料が由来となっており環境への負荷も少ないと考えられる。

一方で、3日間で1/3以下に減少させた効果はあったものの、1週間程度個体数を20倍以上に増やすハダニに対してはより高い効果が必要とされる。また、内側で見ることが出来る成虫の個体数が減少しても、卵や幼虫に他害がない可能性も考えられる。



写真9 糸を利用して移動する幼虫

さらに、ハダニを減少させるうえで重要なものはハダニの糸である。コンザワハダニのように、糸を出して網を張る性質のあるハダニは糸を嫌う傾向で繁殖や食糧に利用していると考えられる。特に、糸は降水に対する防水効果があるという指摘がある。葉の表面のトライコームと呼ばれる細かい毛糸を糸を絡ませることで、縦横無尽に網を形成していることが、観察の結果分かった。糸を除去する効果のある化学物質を含む殺虫剤がハダニに対して適していると考えられる。

7. 実験IV

ハダニの糸には水を防ぐ性質があると指摘されているため、水や殺虫剤による効果が減少する原因になっている可能性がある。そのため、実際にハダニが形成する網に防水効果があるのか、どのような方法で糸を除去できるのかを明らかにする。

7-1 実験手順・材料

＜実験手順＞

- ① ハダニの発生が確認されたキュウリから発生している葉をハサキで切り取り、ハダニの糸が絡まる部分を採取する。
- ② 採取したハダニの糸（葉）に霧吹きの水を噴射した場合と、先ほど使用したアース製薬株式会社が販売する家庭用殺虫剤を使用した場合を比較して、ハダニの糸に糸を防ぐ性質があるかを明らかにする。



図6 実験IVの模式図

- ＜実験材料＞
- (ア) コンザワハダニが発生したキュウリの葉
 - (イ) 家庭用殺虫剤の殺虫剤
 - (ウ) 霧吹きの水
 - (エ) ハサキ：葉を切り取るため
 - (オ) デジタルハンドスコープ：300倍率
 - (カ) コンピュータ：デジタルハンドスコープと接続し、写真として記録するため

7-2 実験結果（写真10）

- 左：家庭用殺虫剤の殺虫剤
- 右：家庭用殺虫剤の殺虫剤



写真10 殺虫後の糸の様子

8. まとめ・感想・参考文献

8-1 得られた知見とその活用方法

① 実験I：

ハダニは微小な身体を利用した風や気流による移動によって、新たな食料源や繁殖場所を求めて移動することが示される。特にコンザワハダニは糸を利用してより遠くへ移動することが示され、マンションのペランダまでの飛散が可能になることが示される。前年の研究に関連させると、ペランダの環境がハダニの好む高温で乾燥した環境であることも、繁殖が盛んだった原因だと考えられる。

② 実験II：

卵、小さく対策が難しいが、葉の裏面に産卵のみに注力して物理的に除去することで予防可能。幼虫・若虫：葉の表面で活動し、食糧を作る。葉を丁寧に洗浄することで除去可能。成虫：繁殖能力が高く、一度に多くの卵を産むため、成虫に対する対策が重要。葉を切り取って処分することで成虫の数を減少させる。一方で、水だけでは十分ではない可能性がある。水はハダニの糸を減らすには限界があり、特に繁殖が速むと効果が薄れる。

③ 実験III：

家庭用殺虫剤利用は、ハダニの個体数を顕著に減少させ、葉への影響を減らす効果があると示された。殺虫剤の有効成分(カブリン酸グリセリン)は皮膚の水分蒸発を防ぐ油膜を形成し、ハダニを窒息させることで高い防水効果を示した。一方で、水霧吹きでは、ハダニの数は減少したが、葉の状態は悪化し、変色や斑点が広がった。水だけではハダニの網には十分でなく、特に繁殖能力が高いハダニには効果が限られていた。さらに、ハダニの糸は降水に対する防水効果があり、葉の表面に網を張ることで繁殖や食糧に利用されている。糸を除去する効果のある化学物質が含まれる殺虫剤がハダニには適していると考えられる。

サボテンの粘液は土壌を乾燥から守れるか

相模原市立相原中学校 1年 小室 孝介

サボテンの粘液は土壌を乾燥から守れるか

神奈川県相模原市立相原中学校 1年
 コース 小室 孝介

1. 目的

サボテンの粘液は土壌を乾燥から守れるか調べる。

2. 動機

以前から祖父の家にはサボテンがたくさんあり、今年、祖父の家を訪問した時、祖父が少しサボテンを整理したいと聞き、調べてみようと思った。そこで、近年問題になっている地球温暖化の影響の一つの砂漠化に着目した。

【参考】 砂漠化する地球 - その現状と日本の役割 -

環境省自然環境局 自然環境計画課

地球温暖化の対策として、「CO2を減らす」というものがある。その一つの方法が植物の光合成だ。それならば、「砂漠を緑化させればよいのではなかろうか」と考えた。砂漠の土は植物に必要な水分が蓄えられないが、サボテンには保水力がある。その原因となっているものを取り出し、土に混ぜることで土の保水力が上がり、乾燥した土壌でも緑化することが出来るかと考えた。

しかし、サボテンがなぜ乾燥に強いのかを知らなかったため調べてみた。そして、以下のことが分かった。サボテンの乾燥への耐性には、主に以下の4つが関わっていた。今回は④の粘液に焦点を当てる。

- ① トゲ : 砂漠の暑さと夜の寒さで生じる齧り損傷をトゲの根本から取り入れる。
- ② 葉 : 葉を分厚く肥大化させ、細胞の貯水機能を発達させている。
- ③ 光合成 : 夜だけに気孔を開き、昼には気孔を閉ざすことで光合成を抑制する。
- ④ 粘液 : サボテンの粘液を構成する多糖類が水を引き付けることで細胞の貯水機能を上げている。

【参考】 中野大学 環境研究室 (園芸学研究室) サボテンの粘液 (形態・生理的特徴)

https://jfu.chubu.ac.jp/taichu/taichu_sakumoni/sakumoni/



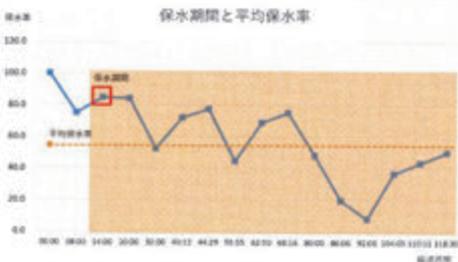
祖父の家のサボテン (昨年が咲いた時の様子)

5-2. 保水率の検証【屋内】 40%

(4) 保水期間と平均保水率の算出

経過日数	測定日時	経過時間	天気	気温	空気中の湿度	土の保水率 - 前日との数		保水率の平均値(%)
						保水率	前日との差(絶対値)	
0日	08/12 22:30	00:00				100.0 %	- %	
1日	08/13 06:30	08:00	晴れ	27.4 °C	87.0 %	75.0 %	25.0 %	
	08/13 12:30	14:00	晴れ	33.5 °C	54.0 %	84.1 %	9.8 %	★
	08/13 18:30	20:00	晴れ	32.3 °C	62.0 %	84.1 %	0.8 %	★
2日	08/14 06:30	32:00	晴れ	29.3 °C	64.0 %	82.4 %	32.7 %	★
	08/14 14:42	49:12	晴れ	33.0 °C	53.0 %	72.0 %	19.6 %	★
	08/14 18:58	44:29	曇り	31.6 °C	58.0 %	77.4 %	5.5 %	★
3日	08/15 06:25	55:55	晴れ	28.4 °C	75.0 %	44.5 %	32.9 %	★
	08/15 13:20	52:50	晴れ	32.0 °C	53.0 %	68.9 %	34.4 %	★
	08/15 18:46	48:16	曇り	32.0 °C	56.0 %	75.0 %	6.1 %	★
4日	08/16 06:30	80:00	晴	26.6 °C	68.0 %	48.2 %	26.8 %	★
	08/16 12:38	86:08	晴	28.0 °C	68.0 %	38.9 %	28.7 %	★
	08/16 18:30	92:08	曇り	27.0 °C	71.0 %	7.9 %	13.8 %	★
5日	08/17 06:30	104:00	晴れ	27.2 °C	70.0 %	38.6 %	28.7 %	★
	08/17 12:41	110:11	晴れ	34.4 °C	52.0 %	43.3 %	6.7 %	★
	08/17 21:00	118:30	晴れ	31.5 °C	58.0 %	58.9 %	6.7 %	★

※1 保水期間 : 前日の数値 + 15%以内が2点以上続く最初の点 - 経過まで



5-2. 実験結果まとめ

実験1では粘液が直射日光に強く、自然で乾燥している地域の土壌を乾燥から守るという目的を達成できなかった。しかし、一部のケースで空気中の湿度を下げようとする実験を確認したので、実験2で空気中の水分を吸収することが出来るのか実験した。しかし、予想の「粘液の働きで空気中の水分を吸収する」とは違い、「土の湿度が高いほど空気中の湿度を吸収する」と考えられるようになった。実験3では、すべてのケースを乾燥させ、水を蒸発させてから粘液の多量類が水を吸収するかどうか実験したところ、粘液の割合が高いほど水を吸収するという結果になった。しかし、一番水分を吸わなかったケースと吸ったケースの差は約2%と想定していたほどの大差はなかった。また、実験1、2では粘液を混ぜたケースから酸っぱい臭いがし、実験3の実験前に比べるとその臭いが落ちなかった。このことから、今回のような粘液の抽出方法では腐ってしまう可能性があると考えられる。これらの結果から、今回の実験方法では目的を達成できなかった。

5-3. 今後の課題

- 多量類だけを取り出す : 今回の実験では、サボテンの粘液を取り出して使用したが、多糖類だけを抽出することが出来たら結果が変わったのか。また、どうやって多糖類だけを抽出することができたのか。
- 土の湿度によって違うか : 今回の実験では水はけがよく、なるべく保水をしたくないとしてサボテンの土を使用した。他の種類の土で実験したらどうなるのか。
- 土はけはどうか : 今回の実験は、主に保水力について検証したが、根腐れという現象もある。保水力の向上だけでは植物を育てることはできないと思われるので水はけの実験も行った。
- 実際に植物を育てたらどうか : 植物よりも土の水分の必要量は異なるので、サボテンの多糖類の性質がうまく発揮できるような方法を発見したら、色々な種類の植物を育て、生育状況、実のなり方、味等に違いがあるかを調べたい。
- 水田等に使えるか : サボテンの多糖類の性質が発揮でき、水はけがあまりよくなかったら、水田等で水を溜めることなく稲を育てられるのではないか。

5-4. 感想

- 近辺の園芸、対話など、検証で使えるものを探してみたいが自分で使えるまでの経験が出来なかった。測定結果を確認するのにもっと幅広く数学的に知っていれば、より的確な検証結果が出せていたのではないかな。
- 自分か、理科への興味だけでなく、数学にも興味をもち、知識をつけていきたい。
- 自分のやりたい実験の実験方法が分からず、自分の理解できる範囲でしか実験できなかった。

5-5. 参考文献

・ 中野大学 環境研究室 (園芸学研究室) サボテンの粘液 (形態・生理的特徴)

https://jfu.chubu.ac.jp/taichu/taichu_sakumoni/sakumoni/

・ 砂漠化する地球 - その現状と日本の役割 -

環境省自然環境局 自然環境計画課

https://www.env.go.jp/taichu/2010/taichu/index_1_2.html



食事、活動別血糖値上昇の違いについて

大磯町立国府中学校 2年 鈴木 晴

食事、活動別血糖値上昇の違いについて

食べた食品の原材料や食前食後の血糖値の上昇の違いを調べる

鈴木 晴

2年3組

○目的

私はⅠ型糖尿病で食前にその食事の糖質量やそのときの血糖値に合わせてインスリンを注射する必要がある。その中で同じ糖質量でも小麦と米で血糖値の上昇の具合が違ったりそのとき行っていた活動で血糖値が横ばいだったり下がりがやすかったりする。そのことからどのようなものを食べると血糖値が上がりがやすくなるような活動を行うと下がりがやすいのかの違いを調べるため。

○必要なもの

- ・食事 ・Free style リブレ ・採血用穿刺器具 ・パソコン
- ・自己検査用グルコース測定器 ・インスリン(刺)

その他食前、食後の活動に使用するもの

○Free style リブレについて

Free style リブレ(以下リブレ)は、アボット社が開発した使い捨てセンサーとスマートフォン又は専用スキャナーを使用して血糖値の変動を見える化し糖尿病の自己管理をサポートする機械である。リブレは指先を穿刺して採血し血糖値を測定しなくても上腕部のセンサーを読み取ることでおおよその血糖値が分かる。また、専用アプリをダウンロードしたパソコン等に専用コードで接続すると選択した日付ごとにレポートを作成することができる。

実験①

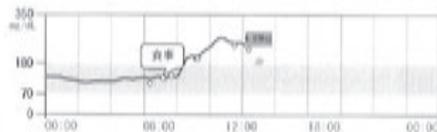
主食を小麦製品であるパンにした場合と米飯にした場合での食後の血糖値の上昇の仕方、そして次の食前血糖値の違いを調べる。

- ・主食の糖質量は同じものとする

結果①

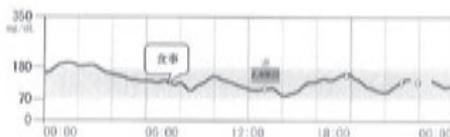
- ・主食がパンの場合

食前血糖値 130mg/d 次食前血糖値 235mg/d



- ・主食が米飯の場合

食前血糖値 132mg/d 次食前血糖値 103mg/d



○最後に

ここまで、私の病気についてや血糖値の食事や活動の違いによる血糖値の変化をまとめてきたが、ここまでの結果は前述の通り鈴木晴個人の体起こる変化をまとめたものであくまでデータの1つとして見てほしい。

そして、糖尿病という病気は誤解されやすくⅠ型糖尿病とⅡ型糖尿病の違いや2つの型があることを知らない人も少なくはないと思う。そのため糖尿病と聞いただけで決めつけずにしっかり話を聞いて欲しいと思う。

最後に、ここでは調べきれなかった血糖値の上昇の条件や違いもあったのでまた、機会があれば今度は同じメニューでも食べる順番や食べる速さで血糖値の変化が出るのかやパンはパンでもフランスパンや食パン、クロワッサンなどでどのような血糖値の違いが出るのかを調べてみたい。



水槽の水を活用した水耕栽培の実用性とは —豆苗の栽培から考える—

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校 3年 遠藤 秀真

水槽の水を活用した水耕栽培の 実用性とは —豆苗の栽培から考える—

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校
3年 研究者 遠藤秀真

Fy夏の探究

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校

Fy夏の探究 研究作品概要

Fuzoku Yokohama Summer Research : Research abstract

分野	生物
研究作品タイトル	水槽の水を活用した水耕栽培の実用性とは—SDGsから考える—
研究者氏名	遠藤秀真

【動機】

チョウザメのフンを栄養にしてレタスを育て、レタスが浄化した水がチョウザメに戻るという循環型農法をニュースで知った。ポンプなどが必要のため水を循環させるのは難しいが、魚のフンを栄養にして野菜を育てることが自分の家の水槽でも十分に可能であれば、夏は枯れてしまう水槽の水を再利用でき、無駄を減らすことでSDGsにもつながると考え、この研究を始めた。

【方法】

①豆苗の苗を根の一番下の部分から7cmの高さを切り、7cmの幅に切って包丁で豆苗を切る。
目的: 成長で種子の栄養を使い切った後に豆苗を短くすることで、外部からの栄養のみで成長する状態を再現する。

【図1】赤線の部分で包丁で切り、切った葉の部分は取り除く



②幅15cmの豆苗の苗を1つあたり1.2cmの幅に分割する

③水のみを入れた容器、肥料を混ぜた水を入れた容器、水槽の水を入れた容器の3種類の容器をそれぞれ3つずつ、合計9個用意する。容器は豆苗が入る大きさのものにし、水を入れる高さは容器の高さから2cmに統一する。

④6個のうち3個(水のみ、肥料と水、水槽の水)の容器は屋内の直射日光が当たる場所に置く。残りの3個は直射日光が当たらない棚の中に置く。棚では植物用のLEDライトを実験終了まで一日中点灯させる。

⑤毎日1回、水が溢るのを防止するために容器の水替えを行う。また、LEDと日光の容器ごとで写真を撮影し、豆苗の成長の様子を記録する。

⑥これを5日目まで繰り返す

1

Fy夏の探究

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校

1. 研究の動機

ある日、チョウザメのフンを栄養にしてレタスを育て、レタスが浄化した水がチョウザメに戻るという循環型農法のニュースを見た。ポンプなどが必要のため水を循環させることは難しいが、水槽の魚のフンを栄養にして野菜を育てる有機栽培が自分の家の水槽でも実現できれば、夏は枯れてしまう水槽の水を再利用でき、肥料を使う量が減らせるためSDGsにもつながるのではないかと考え、この研究を始めた。

2. 研究の目的と方法

(ア) 研究の目的

水替えで排水される水槽の水が、実際に野菜を育てる際に、水や肥料に比べて成長の速さなどの程度の効果が発揮するのかわかり、最終的に水槽の水が水耕栽培に適しているのかわかりたい。

(イ) 研究の方法

実験:

中学校での学習をもとに実験計画を独自に立案し、植物が成長する上で必要な日光や栄養などの条件を制御して、複数の条件に分けて豆苗を育てる。

①幅15cmの豆苗の苗を1つあたり1.2cmの幅に分割する

②水のみを入れた容器、肥料を混ぜた水を入れた容器、水槽の水を入れた容器の3種類の容器をそれぞれ3つずつ、合計9個用意する。容器は豆苗が入る大きさのものにし、水を入れる高さは容器の高さから2cmに統一する。

③6個のうち3個(水のみ、肥料と水、水槽の水)の容器は屋内の直射日光が当たる場所に置く。残りの3個は直射日光が当たらない棚の中に置く。棚では植物用のLEDライトを実験終了まで一日中点灯させる。

④毎日1回、水が溢るのを防止するために容器の水替えを行う。また、LEDと日光の容器ごとで写真を撮影し、豆苗の成長の様子を記録する。

⑤これを5日目まで繰り返す

⑥5日目になったら、それぞれの容器に入っている豆苗の苗を取り出して1本1本に分離する。

そして種子からまたは葉の先端までの長さを測定し、平均値を出す。

3. 実験結果

【図1】

	日光	LED
水	16.7cm A	11.3cm D
肥料+水	11.4cm B	13.5cm E
水槽の水	13.4cm C	11.7cm F

【図2】日光で育てた豆苗(最終日)



5

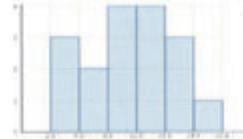
Fy夏の探究

横浜国立大学教育学部附属横浜中学校

【図3】LEDで育てた豆苗(最終日)



【図5】豆苗のヒストグラム



4. 考察

①日光を当てた B よりも LED を当てた D の方が長く伸びた。

②日光を当てた図4のCは箱ひげ図の中央値と第一四分位数の差が2番目に小さく、平均値よりも中央値の値が大きかった。LEDを当てた図5のFは箱ひげ図の中央値と平均値がともにCよりも小さかった。

③の結果になった要因として太陽に含まれる紫外線がLEDには含まれないことが挙げられる。農業環境研究所によると、日光に含まれる紫外線は微生物の分解を進める効果があり、紫外線の有無で最大で33%分解速度が異なることが検証されている。水槽の水に含まれているアンモニアは、微生物がアンモニアイオンに分解することで栄養として植物に吸収される。そのため豆苗Fが日頃よりも平均の長さが短くなったのは、紫外線の不足によって微生物の分解速度が遅くなり、十分な栄養が得られなかったからだと考えられる。Cの箱ひげ図は中央値と第一四分位数までの差が小さいことから、長く伸びた個体が多かったと分かる。また中央値よりも平均値の値が小さかったことから、あまり成長しなかった個体が少数あると分かる。以上のことから、水槽の水を当てて日光を当てた場合、豆苗はバクテリアが活性化するため同条件の肥料よりも多少の差はあるものの全体的に

6



タデアイのたたき染めでより青く染める方法

桐蔭学園中等教育学校 3年 神谷 睦希

タデアイのたたき染めで より青く染める方法

桐蔭学園中等教育学校 3年
神谷睦希

1. 動機

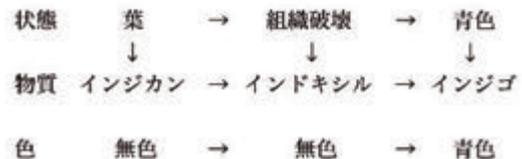
親族が行っているタデアイの生葉染に興味があり、観察していたところ、染まり方に差があることに気づいた。そこで、使用する葉や作業方法を変えることで、より青く染めることができるのではないかと思ったから。

2. 目的

葉の育て方や形質、作業方法に注目して、最も青く染めることができる方法を発見する。

3. 物質の変化について

タデアイの葉には、インジカンという物質が含まれており、力加わることによって組織が破壊されると、インドキシルという物質に変化する。インドキシルを酸化させるとインジゴになる。これが、青い色素の元となっている。



1-3 実験方法

1. 摘み取った葉を布に置き、布ごとクリアファイルで挟む。



2. 水の入ったペットボトルで、葉をすりつぶす。



3. 3分ほど葉をうちわで扇ぎ、酸化させる。



4. 布を洗剤でよく洗い、葉緑体を洗い流す。

5. 布を乾燥させ、完成。

4-4 結果

上:小さい葉 下:大きい葉



仮説通り、大きい葉の方が、濃く染めることができました。

4-5 考察

大きい葉には、インジカンが多く含まれているため、濃く染めることができると考えられる。



草むしり万歳

桐蔭学園中等教育学校 3年 細野 若菜

② 動機

- ▶ 普段お手伝いとしてやっている草抜き。草抜きは簡単にみえるが、重労働である。腰は痛くなるし、手は汚れてしまう。しかもきれいに抜いたのに、何日かするとまた草が生えてきてしまう。すごい成長力である。
- ▶ 草抜きの際、根っこがきれいに抜けていくものと途中で切れてしまうものがある。
- ▶ 力加減によりや根っこがきれいに抜けるのか、それとも雑草の種類により抜ける方が違うのか、土の状態で抜ける方が違うのか、今回実験して、なぜ雑草により力加減等が違うのか調べようと思った。

④ 感想

- ▶ 普段草抜きをしているときにドクダミは何でしっかり根まで抜けないんだろう、抜いたのにまた生えてきたかと思っていたが、本で調べたり実際に掘って根の形状を見てみることで、横に根を張っているのだと新しいことをたくさん知ることが出来た。ドクダミを根絶させるためには横には根を全部取り除くことが必要なので、私の草むしりはまだまだ続くであろう。しかしその根を枯らす方法を今後は考えてみたいと思う。光合成をさせないようにすれば強い根を張ることができないかと思う。また、熱湯をかければ根自体を枯らすことが出来るのではないかと考える。
- ▶ 草抜きをする時、雨が降った後いつも抜きやすいなと思っていたが、実験して実際にぬきやすくなったことを数値で表せた。今後は地面が柔らかくなっている雨が降った翌日もしくは水を撒いて湿らせて後草抜きをやろうと思った。効率的に終わらすためのタイミングやコツを生かしたい。

草むしり万歳

桐蔭学園中等教育学校 3年
細野若菜

③ 実験方法 1

【方法】

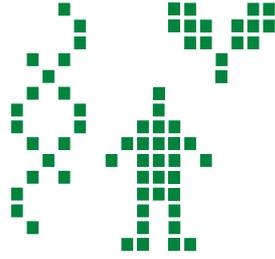
- ▶ 本で植物の名前と一年草か多年草か調べる。
- ▶ 雑草の根元部分に万力をつけバケツに重りを入れていき、どれくらい重いのか(力加減)で抜けるのかを実験する。

【実験器具】

- ▶ バケツ 突っ張り棒 コロコロ 万力 ビニール紐
- ▶ レモン (100グラム) オレンジ (200グラム)
- ▶ ペットボトル等に水を入れ重さを調節したもの(300グラム1本、500グラム2本、750グラム1本、1キログラム1本)



実験イメージ



■■■■■■■■■■ 自分のアイデアをらくがきしてみよう！ ■■■■■■■■■■



第32回 木原記念こども科学賞