

果実に含まれるタンパク質分解酵素群の効果

重本美琴 高橋穂乃佳 長谷紅葉 花巻陽菜 若林里栄
指導者：大橋崇 藤井俊哉 小延靖史 Yakubu Abdallah

要旨

酢豚などの肉料理にパイナップルが使われていることから、果実に含まれるタンパク質分解酵素群が、生肉を柔らかくすることを知った。当初、生肉を用いて実験を行ったが、生肉は純粋なタンパク質ではないため、タンパク質分解酵素以外の影響が考えられる。そこでアルブミンを主成分とする卵白を用いた実験を行ったところ、単独の果実より複数の果実の果汁を混合することで、効果が大きくなるという結果が得られた。

We often use pineapples when we cook meat dishes such as “subuta”. We know that a group of Proteolytic Enzymes contained in fruits are effective in softening raw meat. So, we performed experiments using raw chicken meat, but we found that other unknown factors in addition to Proteolytic enzymes affect the softening of the raw meat. Therefore, when we did another experiments using egg albumin, we obtain results that show Proteolytic enzymes from a mixture of fruits (For example, pineapple or kiwi fruit or grape fruit and lemon, etc.) are effective in softening cooked egg albumin than using a single fruit juice.

キーワード：タンパク質分解酵素群，果実，質量変化，ビウレット反応

1. 序論

料理で生肉にパイナップルを加えると、肉が柔らかくなる効果があるのはよく知られたことである。当初、私たちは、本当に果実にそのような効果があるのか、調べようと考えた。しかし、他校の生徒の先行研究によって、既に証明されていることが分かった。そこで私たちはその先行研究の内容を自分たちで実際に確かめようと考え、生肉を使った実験を行ったが、生肉は純粋なタンパク質ではなく、タンパク質分解酵素以外の要因も考えられるため、アルブミンを主成分とする卵白を用いた実験を行った。また、レモン果汁は酸性であるので、それを加えることで、pHを変化させ、それによるタンパク質分解量の変化を調べた。

本実験では3種類の果物の果汁と精製水、さらにそれにレモン果汁を加えたものを卵白の上に乗せた、計8種類のサンプルを用いた。

2. 研究内容

予備実験

〈目的〉

先行研究において、キウイフルーツのタンパク質分解酵素の活性が最も大きいという報告があった。

さらに、素材としてゼラチンを用いている研究もあったので、それを生肉に置き換え、パイナップルがどの程度のタンパク質分解の効果を示すかを確かめる。

〈仮説〉

パイナップルに含まれるタンパク質分解酵素群の活性が最も大きい。

〈器具〉

シャーレ，解剖鋏，包丁，まな板，ビーカー(50 mL)，電子天秤，駒込ピペット(2.0 mL)，恒温槽，

精製水, 乳鉢, 乳棒

〈材料〉

生肉(鳥むね肉), パイナップル, キウイフルーツ, グレープフルーツ

〈方法〉

各果実を切ったものと、乳鉢と乳棒ですりつぶしたものを同量用意した。それらと精製水を、それぞれ解剖鋏で等分に切ってシャーレに入れた生肉の上に置き、6種類のサンプルを作成した。さらに対照実験として同量の生肉の上に精製水を二層になるよう加えたもの(コントロール)を用意した。そのサンプルを、37°Cに設定した恒温槽に入れ、2週間放置した後質量を測り、その変化量を記録した。



図1 恒温槽の様子

〈結果〉

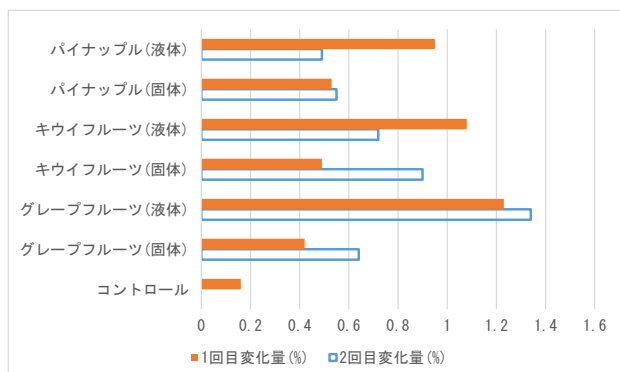


図2 質量の変化量

パイナップルが最も効果が大きくなるという結果は得られなかった。これは、タンパク質が純粋

でないという原因があると考えられる。そこで、生肉を、さらに純粋なアルブミンを主成分とする卵白に変えて本実験を行った。

本実験

〈目的〉

予備実験の結果より、生肉を卵白に変えて、どの果実が最もタンパク質分解量が大きいのかを調べる。また、他の果実を混合することで、効果に変化があるかどうかを調べる。

〈仮説〉

パイナップルが最もタンパク質分解量が大きい。また、レモン果汁を各果汁と混合することで、タンパク質分解量が大きくなる。

〈器具〉

包丁, まな板, ビーカー(50 mL, 100 mL, 200 mL), 電子天秤, メートルガラス, 遠心分離機, 遠沈管, 試験管, 駒込ピペット(2.0 mL), 恒温槽, 精製水, 保護眼鏡, 電気ポット, pHメーター

〈薬品〉(ビウレット反应用)

水酸化ナトリウム水溶液(6 mol/L), 硫酸銅(II)水溶液(0.5%)

〈材料〉

パイナップル, キウイフルーツ, グレープフルーツ, レモン, 卵(卵白)

〈方法〉

各果実を約20 mL搾り、50 mLビーカーにそれぞれ入れた。卵白を15 g測り、50 mLビーカーに入れて、約15分加熱した後、その上に20 mLの各果汁を二層になるように加えた。さらに、レモンを3.0 g加えたサンプルも作成した。サンプルは以下の通りである。

- ・パイナップル(果汁)
- ・キウイフルーツ(果汁)
- ・グレープフルーツ(果汁)

- ・精製水(コントロール)
- ・パイナップル(果汁)+レモン(果汁)
- ・キウイフルーツ(果汁)+レモン(果汁)
- ・グレープフルーツ(果汁)+レモン(果汁)
- ・精製水+レモン(果汁)

これらのサンプルを 37 °C に設定した恒温槽に入れ(図 3), 1 時間後, 1 日後, 2 日後にそれぞれ質量を測って, 変化量を百分率にして計算した(図 4, 5, 6)。また, 質量変化のみでタンパク質分解量を説明するのは不十分だと考え, 上澄み液を遠心分離しそこにアミノ酸もしくはペプチドとして溶けだしているタンパク質をビウレット反応で呈色させ, 吸光度を測定した。



図 3 恒温槽の様子

〈結果〉

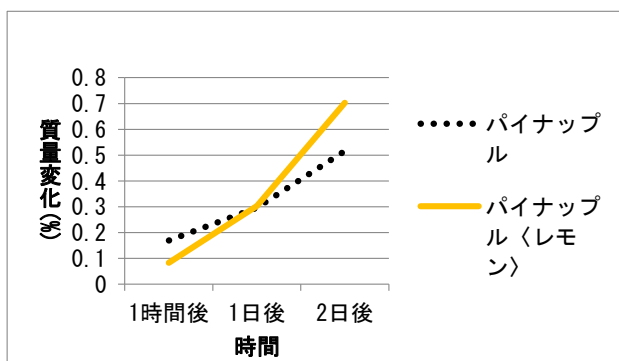


図 4 質量の変化(%)

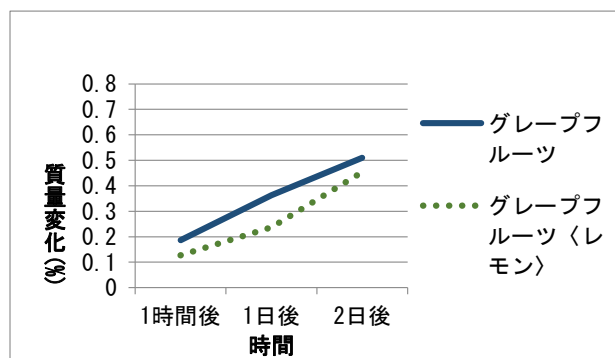


図 5 質量の変化(%)

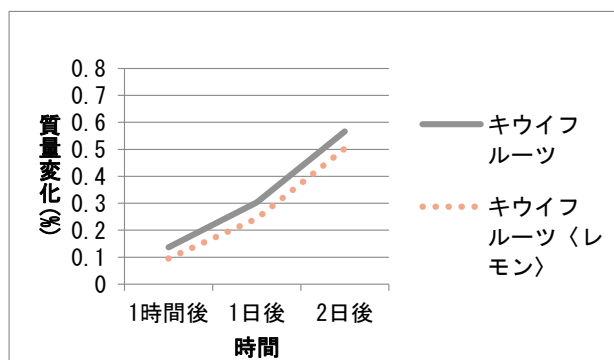


図 6 質量の変化(%)

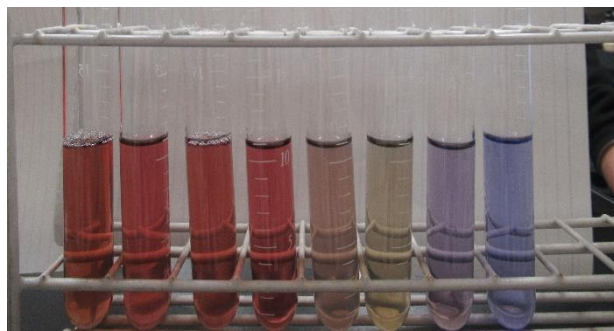


図 7 ビウレット反応の様子

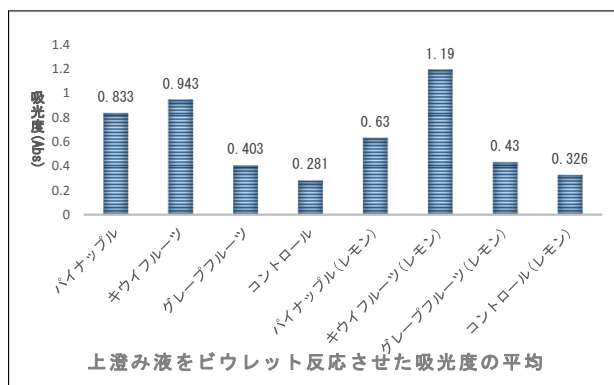


図 8 吸光度の平均(Abs)

図 8 より, キウイフルーツの果汁が最もタンパク質を分解することが分かった。また, レモン果汁を加えると, クエン酸により pH が下がります, パイナップルのタンパク質分解量は減少す

るが、キウイフルーツとグレープフルーツはタンパク質分解量が増加することが分かった。

3. 結論

仮説ではパイナップルが一番効果があると考えていたが、先ほどのグラフより、レモン果汁を入れない状態ではキウイフルーツが最も分解されるという結果となった。また、レモン果汁を入れない場合と加えた場合で比較すると、パイナップルはタンパク質分解量が減少したが、それ以外では分解量が増加した。しかし、このタンパク質分解量の差には、酸や他の酵素などの様々な要因も含まれていると考えられるので、今後も詳しく調べていく必要がある。また、分解産物がアミノ酸ま

で分解されているのか、あるいは中間産物であるペプチドで止まっているのか、その分解の程度を調べるために薄層クロマトグラフィーならびにニンヒドリン反応で確認することを考えている。

4. 参考文献

- 1) 碧南市立新川中学校 石川未紗：酵素を調べる
～酵素は生きている酵素の仕事は1つ～ (2012)
- 2) 岡山県高等学校理科協議会：生物の実習
pp. 35-38 (2008)

オオキンケイギクの繁殖原因と抑制手段

Causes of Fast-spreading and Control Method of Lance-leaved Tickseed in Japan

高瀬 大斗 高尾 肯輝 溝口 大樹 中村 真理亜 中山 愛友

指導者：浅原 芳弘 岩永 廣子 岡田 勝秀

要 旨

本研究では、特定外来生物に指定されているオオキンケイギクの国内の急激な繁殖に着目し、その原因を発芽率や受粉の仕組みなどの観点から探求した。その結果、オオキンケイギクは春や秋に発芽しやすく、自家受粉でも結実が可能であるとわかった。また、サクラの枯れ葉の抽出液によって、同植物の発芽を抑制することができることが明らかになった。

Lance-leaved Tickseed (*Coreopsis lanceolata*), which is invasive alien species of Japan, is spreading rapidly in Japan. The cause of fast-spreading was clarified and a control method was examined. As a result, Lance-leaved Tickseed is germinate well around 20°C and it can be both self-pollinated and cross-pollinated. Additionally, extraction of withered cherry leaves controlled the germination.

キーワード：オオキンケイギク、特定外来生物、発芽率、アレロパシー

1. 序論

近年、外来種が日本に入り、急激に拡大している。その一つであるオオキンケイギク (*Coreopsis lanceolata*) は、北米原産のキク科の多年草草本で、平成18年に特定外来生物に指定された外来種である¹⁾。特に、本州では驚異的な繁殖が見られ、私たちの校舎や通学路などでも多く繁殖している。

オオキンケイギクの種子の特性は、原産地の北米での研究などにより明らかになっている。同植物の種子について、結実後日を経れば経るほど、種子の生存率はより低くなるが、発芽率はより高くなる。これは、種子の後熟によって起こることだと考えられている²⁾。また、オオキンケイギクの種子の重量が重いほど、生存率はより高くなるが発芽率はより低くなり、これは種子の休眠によるものだと考えられている²⁾。

このような外来種の侵入、繁殖は、在来種の生育に大きな影響を与えており、在来種を保全するための植生管理をする上で大きな問題となっている。現在ではその対策として、刈り取り管理によ

って防除が施されているが、恒常的な除去にはつながっていない³⁾。

そこで、本研究では、オオキンケイギクがなぜ驚異的に広がるのか疑問に思い、研究することとした。また、繁殖拡大に対して抑制する方法も探求することとした。

なお、特定外来生物であるオオキンケイギクの種子保管や栽培は、中国四国地方環境事務所より許可を得ている（許可番号は、160007526）。

2. 研究内容

実験 I

〈目的〉

オオキンケイギクの驚異的な繁殖の原因を解明する

(1) オオキンケイギクの発芽における気温および光の影響

〈目的〉

オオキンケイギクの発芽に最適な環境を明らかにする

〈方法〉

オオキンケイギクの種子は、あらかじめ採取して冷蔵保存したものを使用した。

滅菌済みシャーレ内に、熱湯をかけて消毒しておいたペーパータオル「キムタオル」を敷き、その上に種子20個をのせた。それを8個用意し、10°C、15°C、20°C、25°C設定の恒温器内に入れて、それぞれ2個のうち1個は白色光を当て続け、もう1個はアルミホイルを巻いて光を遮断した。28日間後、発芽数をかぞえそれぞれの発芽率を計算した。この操作を計2回行った（このことをn=2として表す）。なお、28日間は、予備実験によりオオキンケイギクが十分に発芽できると考えられる期間である。

〈結果と考察〉

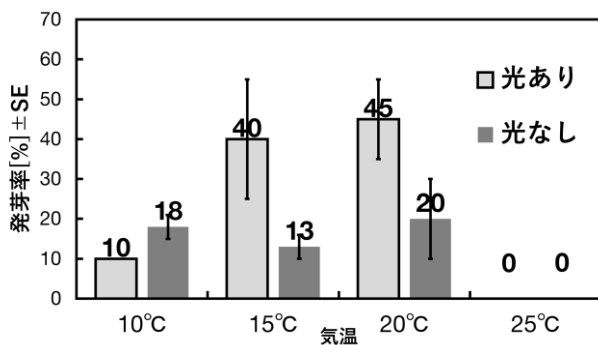


図1 オオキンケイギクの発芽率と気温および光の有無の関係 (n=2)

図1よりオオキンケイギクの発芽率は、光ありと光なしを比較すると、10°Cでは光なし、15°Cと20°Cでは光ありの発芽率が高くなり、25°Cでは光あり、なしの両方で全く発芽しなかった。気温で比較すると、いずれも20°Cで高い値を示した。光ありで20°C環境下にて45%と最も高くなったことから、誤差の範囲も考慮して15°C~20°Cの光照射ありの環境で発芽しやすいと考えられる。したがって、自然環境下では春・秋ごろにオオキンケイギクが発芽しやすいと推測される。

先行研究でも同様な結果が得られており、さらに、オオキンケイギクの種子に一定時間光を照射した後一定時間光のない場所に種子を置くと、

発芽率が高くなることがわかっている。このことから、オオキンケイギクの種子が主に春から初夏にかけて、場合によっては秋に発芽しやすいと考えられている²⁾。

また、結実後に種子が風や雨水等で流されてたどり着いたときには、土壌の表面に種子が存在し、土壌中ではなく表面なので光が入り込みやすい。よって、本研究で種子の発芽率は光ありの方が高い値を示したことから、たとえ種子が土壌の中に入り込まなくても発芽できるため、オオキンケイギクが繁殖しやすい性質を持っていると推測できる。さらに、かく乱された川の土手のような、障害物が少なく光が入りやすい場所でも、容易に発芽するということが推察できる。

(2) オオキンケイギクが自殖可能か

〈目的〉

オオキンケイギクが自殖可能かどうかを明らかにする

〈方法〉

自然環境下で繁殖しているオオキンケイギクの個体を用いた。まず、開花前の頭花を覆うようにネットをかぶせた。次に、開花したのち、一時的にネットを取り除き、管状花にある雄ずいと雌ずいの部分を筆の毛先を上下させることにより、人工自家受粉させ、再びネットをかぶせた。花卉が散り十分に結実したと考えられた後、ネットを取り除き、頭花あたりの結実した種子と結実していない種子数をかぞえ、結実率を求めた。

また、コントロールとして、自然環境下で生育した袋かけしていないオオキンケイギクの種子の結実率も求めた。



図2 オオキンケイギクの頭花と管状花

〈結果と考察〉

表1 袋かけ人工自家受粉と結実率の関係

サンプル	頭花数	結実率の平均値[%] ±SE	1頭花あたりの結実種子数の平均値 [個] ±SE
袋かけなし	10	51 ± 5	87 ± 13
袋かけ+人工自家受粉	5	42 ± 8	59 ± 12

人工受粉をした場合の結実率は、自然状態より約10%低くなったが、有意な差は検出できなかった ($P > 0.05$ t検定)。

この原因として、サンプル頭花数が少ない影響で有意な差を検出できなかったと考えられる。結実率の低下はあったが、自家受粉でも結実は可能で、オオキンケイギクには強力な自家不和合性が存在しないと考えられる。このことから、1個の種子から生じた1個体でも繁殖し、群落を形成できると示唆された。なお、キク科のなかでは自家受粉も可能な植物は少数であり⁴⁾、したがって、オオキンケイギクの繁殖力が他の植物のそれよりも強いと考えられる。

(3) オオキンケイギクの種子の形状と驚異的な繁殖の関係

〈目的〉

オオキンケイギクの種子や植物の形状から驚異的な繁殖の原因を考察する

〈観察〉

電子顕微鏡（日立製TM3030）を用いて、オオキンケイギクの種子や植物、花粉を観察した。また、種子を水に浮かばせて、28日間浮き続けるかどうかを観察した。

〈結果と考察〉

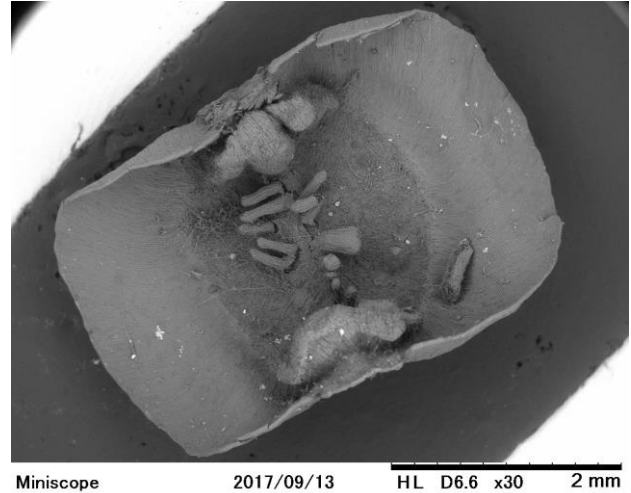


図3 オオキンケイギクの種子(電子顕微鏡写真)

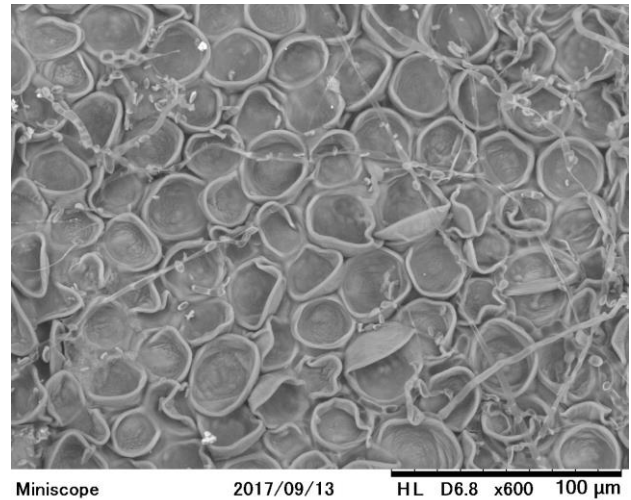


図4 オオキンケイギクの種子の表面(電子顕微鏡写真)

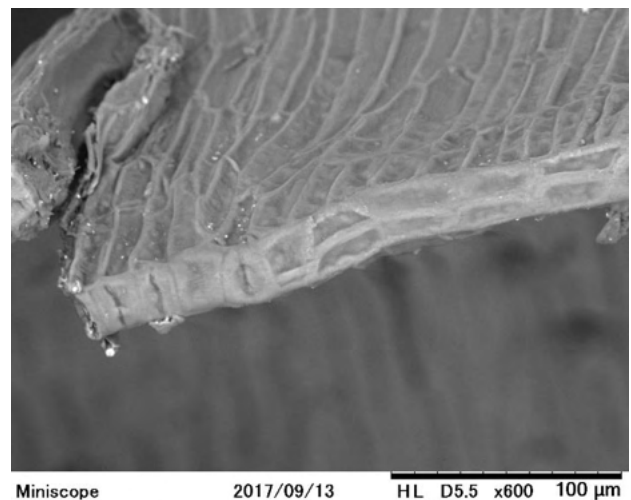


図5 オオキンケイギクの種子の翼(電子顕微鏡写真)

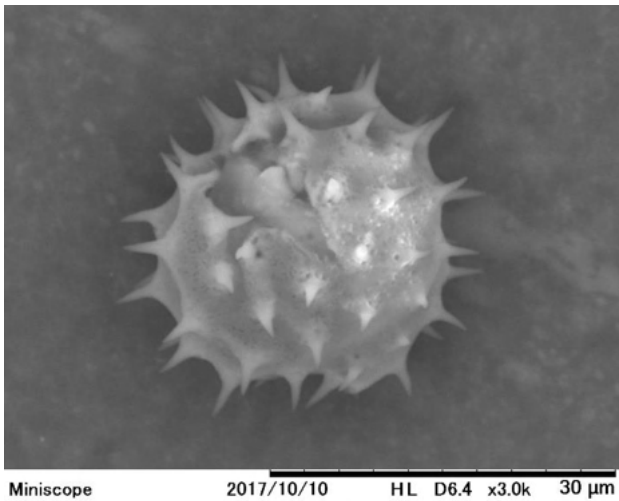


図6 オオキンケイギクの花粉(電子顕微鏡写真)

オオキンケイギクの子は、翼を持つ瘦果である(図3)。翼でない部分の表面は、多数のひだでできていると観察できた(図4)。さらに、図5より、オオキンケイギクの子が1~2の細胞の層からできた薄いものであることが確認できた。

オオキンケイギクの子は、図6のような棘のようなものがついた、直径約30 μmの球形をしていることが確認できた。この子の形態は、キク科植物で多く見られる⁵⁾。棘のようなものは、子がさまざまな物質に付着しやすくするためのもので、オオキンケイギクの子は虫媒に適した形をもっていると考えられる。

また、子は28日間水に浮いていた。以上のことから、オオキンケイギクの子は風散布と水散布に適した形をもっていると考えられる。

実験II

〈目的〉

オオキンケイギクの子を、アレロパシーによって阻害する

〈方法〉

実験IIにおいて、オオキンケイギクの子は、実験日の数か月前にあらかじめ採取し、天日干しにより十分に乾燥をさせておいたものを使用した。

他感作用(アレロパシー)をもつ植物として、サクラ(*Prunus*)の枯れ葉⁶⁾とオニグルミ(*Juglans mandshurica var. sachalinensis*)の根⁷⁾を用いた。抽

出液として、実験日の約一年前に採取したサクラの枯れ葉30gと水道水170mLをミキサーに入れて粉碎し、得られた混合物をろ過したもの(サクラ抽出液とする)と、実験当日にオニグルミの個体から切り取って十分に乾燥させたオニグルミの根15gと精製水85mLをミキサーに入れて粉碎し、得られた混合物をろ過したもの(オニグルミ抽出液とする)を用いた。

実験I(1)と同様に滅菌をしてペーパータオルを敷いたシャーレ内にオオキンケイギクの子20個を置いた。このシャーレ5個用意し、それぞれに抽出液AまたはBの原液、10倍希釈、50倍希釈、100倍希釈、水道水を注いだ(図7)。コントロールとして、コマツナの子においても同様の実験を行った。5日経過後にコマツナの、28日経過後にオオキンケイギクの子、それぞれの発芽数をかぞえ、発芽率を計算した。

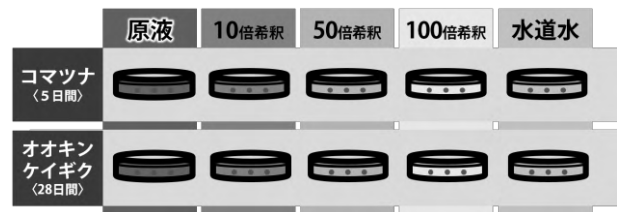


図7 実験IIIの手段

〈結果と考察〉

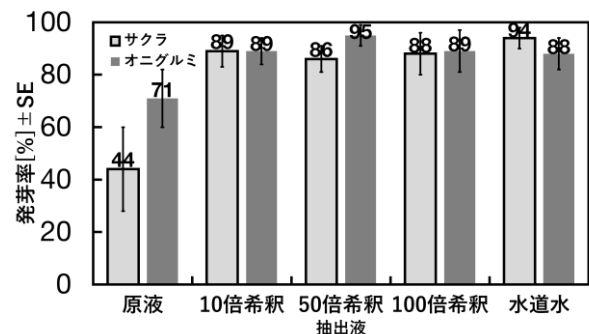


図8 抽出液の種類とコマツナの子の発芽率の関係 (n=4)

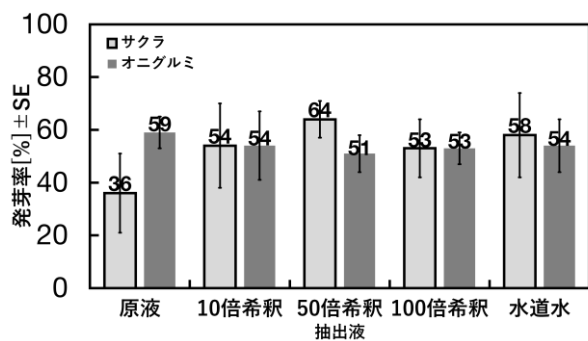


図9 抽出液の種類とオオキンケイギクの発芽率の関係 (n=4)

図8より、水道水の発芽率94%に対してサクラの抽出液原液の発芽率は44%と低くなっていることから、コマツナに対する阻害作用があると考えられる。図9より、水道水の発芽率58%に対してサクラ抽出液原液の発芽率は36%と低くなっていることから、オオキンケイギクに対する阻害作用があると考えられる。一方、オニグルミ抽出液は有意な阻害作用が見られなかった。

このことから、オオキンケイギクの発芽はサクラの枯れ葉によって阻害できることが示唆された。また、オニグルミに、オオキンケイギクを阻害する作用はないと考えられる。

また、先行研究のサクラ抽出液によるコマツナの阻害実験では、抽出時に使用したサクラの乾燥質量が本研究よりも軽いものにもかかわらず、発芽率が1%と0%であった⁶⁾。この大きな差の原因として、抽出液作成の際に使用したサクラの枯れ葉が採取から1年経過し、含まれる成分が変化してしまったことが考えられる。

そこで、効果があると考えられるサクラの枯れ葉の抽出液において追実験を行った。採取して間もないサクラの枯れ葉を用いて抽出液を得た。その結果が図10・図11である。

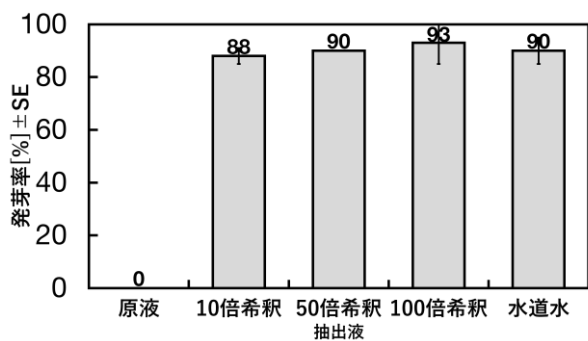


図10 サクラ抽出液とコマツナの発芽率の関係 (追実験, n=2)

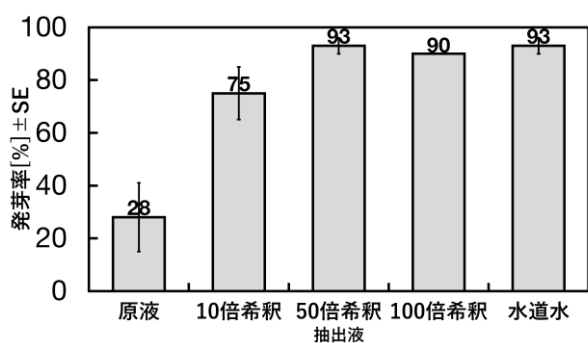


図11 サクラ抽出液とオオキンケイギクの発芽率の関係 (追実験, n=2)

図10より、コマツナの発芽率は原液で0%、図11よりオオキンケイギクの発芽率は原液で28%となった。コマツナの原液の結果は先行研究とほぼ等しい発芽率となり、十分な阻害の効果を得ることができた。また、この抽出液によってオオキンケイギクも阻害できると考えられる。

3. 結論

実験 I より、オオキンケイギクは光があり約20°C環境下で発芽率が最も高いことが分かった。つまり、春と秋に発芽しやすく、さらにかく乱された土地や開けた土地で発芽しやすいことが推測される。また種子は、風や流水などで遠くまで運ばれやすい構造になっていると考えられる。

実験 II より、オオキンケイギクの発芽は、サクラの枯れ葉の抽出液によって阻害できると考えられる。落葉したばかりの葉を用いればより高い抑制効果が期待できるとわかった。

4. 参考文献

- 1) 環境省「特定外来生物の解説：オオキンケイギク」,
〈<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list/L-syo-01.html>〉 2017年09月25日アクセス.
- 2) Steven J. Banovetz and Samuel M. Scheiner, The Effects of Seed Mass on the Seed Ecology of *Coreopsis lanceolata*, *American Midland Naturalist* 131(1) pp.65-74 (1994).
- 3) 畠瀬 頼子・小栗 ひとみ・松江 正彦「刈り取り管理の時期および回数が特定外来生物オオキンケイギクに及ぼす影響と防除効果」, 『ランドスケープ研究』 Vol.73, No.5, pp.421-426 (2011).
- 4) Miriam M. Ferrer and Sara V. Good-Avila, Macrophylogenetic analyses of the gain and loss of self-incompatibility in the Asteraceae, *View issue TOC Vol.173, issue 2, pp.401-414* (2007).
- 5) 福岡忠彦「続・花粉を観る」, 『共生のひろば』 5号, pp.101-106 (2010).
- 6) 矢尾 帆花「アレロパシー作用が発芽に与える影響」岡山県立倉敷天城中学校発行『「課題研究2015」論文集』 B3801-3804 (2016).
- 7) 鄭 矩・藤井 義晴・吉崎 真司・小堀 洋美「オニグルミのアレロパシー活性がニセアカシアの実生の初期生長に及ぼす効果」, 『日本緑化工学会誌』 Vol.36, No.4, pp.475-479 (2011).

線虫に対する対抗植物の誘引作用および殺虫作用の定量法

Quantitative method of attracting or killing nematodes by using antagonistic plant

魚住 颯 増成 悠政 山下 臣人 草野 遥香

指導者：浅原芳弘 岩永廣子 岡田勝秀

要 旨

私たちは、農作物に被害を起す線虫という微生物に着目して、それを農薬を用いずに忌避できないかと考えた。そこで、モデル生物である線虫 *C.elegans* と対抗植物であるマリーゴールドを用いて、植物の誘引・忌避作用や殺虫作用を定量する方法を確立した。その結果、マリーゴールドには線虫を誘引して殺す作用があるということが結論づけられた。

We paid our attention to the microbe which is called the nematode caused damage to farm products and we came up with how to kill them without using agrochemicals. Therefore we established the method of Quantitative attracting or killing nematodes by using antagonistic plant, Marigold and *C.elegans* which are model creatures nematode. As a result, we induced a nematode in Marigold, and it was concluded that we were able to kill them.

キーワード:線虫(Nematode), 対抗植物(Antagonistic Plant), 化学走性(Chemotaxis)

1. 序論

線虫は植物に寄生して、根にこぶを作り、農作物に甚大な障害を引き起こすことで問題になっている。

線虫は動物界で独立した線形動物門を構成する大きなグループで、地球上の多細胞動物の中で最大の種数をもつと推定されている。その大半は海棲種であるが、地上にも莫大な種数が棲息している。

農作物の有害線虫はネコブセンチュウ (*Meloidogyne* 属), ネグサレセンチュウ (*Pratylenchus* 属) およびシストセンチュウ (*Heterodera* 属と *Globodera* 属) に代表される。本研究では、モデル生物として莫大な実験データが蓄積されていることや入手しやすく飼育しやすいことから、*C.elegance* (*Caenorhabditis elegans*) を使用した。

現在わが国ではその駆除は主に農薬を使って行われている。しかし、農薬を使用することで農作物の安全性や生態系に影響を与える。そこで我々は農薬を使用せずに線虫を駆除するために有害線虫を減

らす効果をもつ植物に着目した。その多くはイネ科、マメ科、キク科の植物であり、対抗植物といわれている。

そして、対抗植物の一つであるマリーゴールドを用い、線虫に対する誘引・忌避作用や殺虫作用を定量的に測定する方法を確立し、より効率の良い駆除方法を提案することを目的とした。



図1 線虫(*C.elegans*)

2017/02/17 撮影 40倍



図2 対抗植物 - マリーゴールド

2. 研究内容

<試料>

線虫：N2 系統

(2017/01/31に東京大学理学部教授 飯野 雄一教授から購入した)

マリーゴールド；フレンチ系(赤)

培地：線虫を育てるためのもので同日に飯野教授から購入した(大腸菌散布済み)

標準寒天大地(寒天1.5%)線虫の行動を測定するためのもので本実験では(株)日本製菓ダイゴを使用した。(Casein Peptone ,Yeast ,Extract ,Glucoseを含む)

<器具>

ピック：パスツールピペットの先に白金線を付けた自作機器

恒温槽：温度を一定にする。今回は線虫培養のために20℃，大腸菌培養のために4℃にして使用した。

ピペットマン

イエローチップ

遠心分離機

光学顕微鏡

実体顕微鏡

先行研究¹⁾では、マリーゴールド、えん麦といった数種類の植物が植物寄生線虫を忌避する効果があると示されているが、実験方法、変数や線虫をどのようなメカニズムで忌避するのかが詳しく示されて

いない。そのため開発に生かすことが困難である。本実験では、寒天培地上で線虫の対抗植物による行動の変化を調べ、化学走性指数(Chemotaxis index)という値を用いて対抗植物の誘引・忌避作用を定量した。

実験1

[1]研究対象の植物から成分を抽出する

(マリーゴールド抽出液の作成について)

1. マリーゴールドの葉と根を濾紙に別々に挟んで重りを乗せた状態で電子レンジに入れ、600Wでおよそ1分30秒加熱する。これを便宜上非加熱100%抽出液とする。
2. 乾燥させた葉と根を別々にすり鉢ですりつぶす。
3. 乾燥質量での質量パーセント濃度が10%になるように水を加え、これを非加熱10%抽出液とする。これをさらに沸騰し液体が蒸発しないようにして5分間加熱し、これを加熱10%抽出液とする。



図3 非加熱10%抽出溶液



図4 非加熱100%抽出溶液

[2]化学走性実験

半径7センチの標準寒天培地のシャーレに手順1の成分を加え、シャーレの中心半径1cmの同心円内に線虫を移したのち15分おきに行動域,非行動域それぞれでの線虫の総数,死亡数を計測する。

寒天プレート上に誘引物質を滴下した領域を行動域とし、反対側を非行動域とする(図5)。一般的には化学走性指数(CI)は行動域にいる線虫の個体数(#A)数から非行動域の個体数(#C)を引き、実験プレート内の全個体数で割ることによって求められる。

一般的な化学走性指数 (CI)=(#A-#C)/#total
 本実験での化学走性指数 (CI)=#A/(#A+#C)

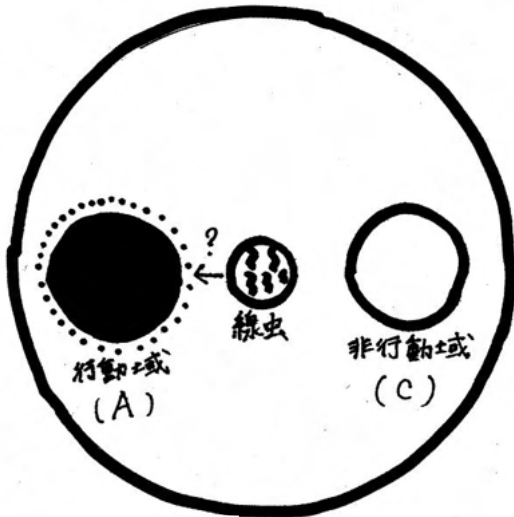


図5 化学走性実験の模式図

しかし、私たちの実験では全個体数を数えるのが難しかった為、行動域の個体数(#A)を、行動域の個体数(#A)と非行動域の個体数(#C)の和で割ることで求めた。線虫が化学物質に対して誘引反応を示した場合、この値は50以上になる。忌避反応を示した場合は50以下の値を示す。

[3]化学走性指数、死亡率を計算して値を求める。

この実験における変数は、抽出液の加熱,非加熱,抽出液の濃度,成分を抽出した部位である。この実験を行うことによって、線虫に効果のある成分が、熱によって溶け出すのか否かが分かる。

抽出液の濃度は10%、100%で比較する。抽出液の部位は、成分をそれぞれ、根、葉で抽出してどの部位から主に線虫を忌避する物質が出ているのかを調べる。それぞれ10回ずつ試行した。

抽出方法	抽出した部分	成分の質量%濃度	実験回数
加熱	葉	10%	10回
加熱	葉	100%	10回
加熱	根	10%	10回
非加熱	葉	10%	10回
非加熱	葉	100%	10回
非加熱	根	10%	10回
水による対照実験			10回

図6 行った実験と回数

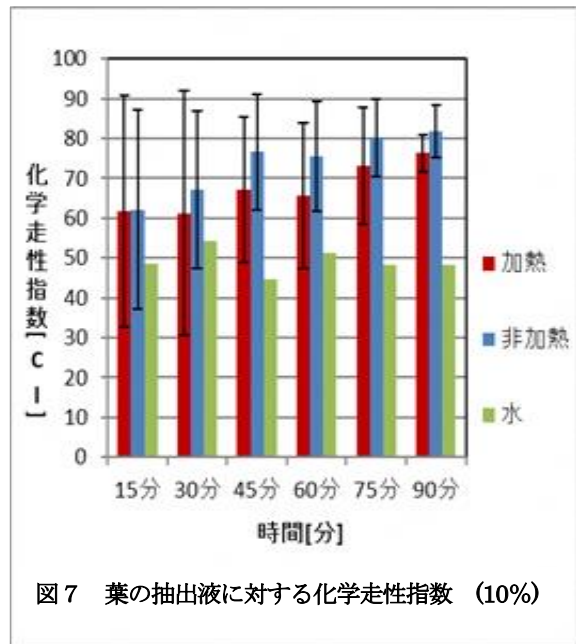


図7 葉の抽出液に対する化学走性指数 (10%)

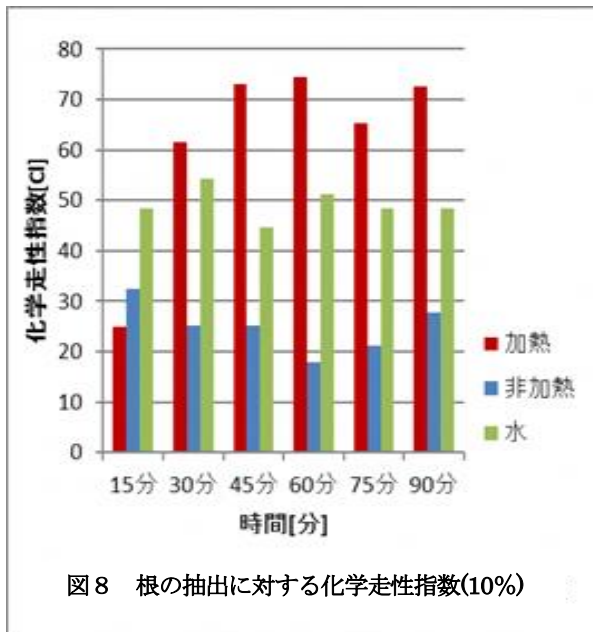


図8 根の抽出に対する化学走性指数(10%)

まず、葉と根の10%抽出液による化学走性実験では、水での化学走性指数(CI)が50前後であり、水は線虫を誘引する作用も忌避する作用もないことが示された。葉の抽出液では加熱も非加熱も15分経ってからは化学走性指数が50を超えており、加熱の有無に関係なく線虫を誘引することが示された(図7)。根の抽出液では、非加熱で異なる結果になり忌避性を示し、加熱で誘引性を示した(図8)。

葉の抽出液について殺虫作用を評価するため、死亡率を求めた。葉、根の加熱、非加熱ともに死亡率は何も乗せていない寒天培地上の非行動域を上回りなどの実験でも成分が線虫を殺す働きを持っていることが分かった。90分経過後、葉では加熱が非行動域のおよそ2倍、非加熱が非行動域の1.2倍、線虫が死亡していることがグラフからわかる(図9)。また、非行動域より、水のほうが線虫の死亡率が低かったことから非行動域での線虫の死亡は乾燥によるものだといえる。根では、加熱、非加熱ともに非行動域のおよそ2倍線虫が死亡した(図10)。

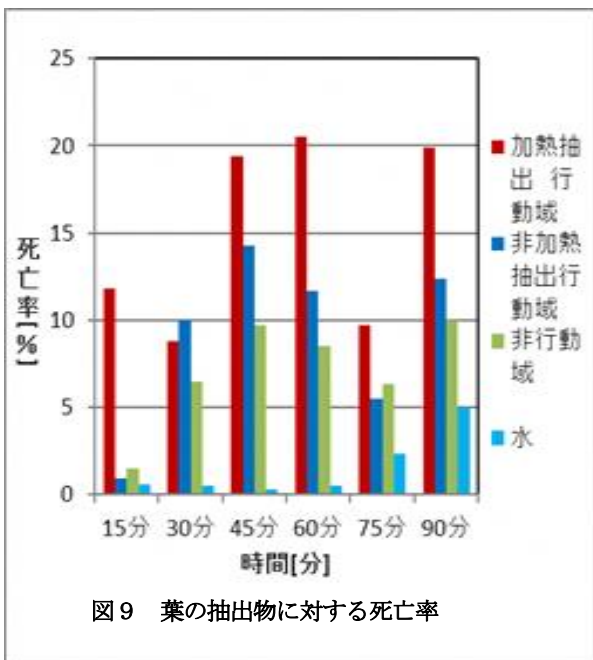


図9 葉の抽出物に対する死亡率

3. 結論

非加熱の方が加熱より若干ほど誘引性が高いことから、誘因作用を持つ物質は熱に弱いことが分かる。また、殺虫作用について加熱したことで死亡率が高くなったことから、葉に含まれる殺虫成分は熱に強く、加熱することで効果を発揮する物質だと考えられる。その一方、根では加熱抽出液で忌避作用が示されたことから、葉と根で忌避作用のある物質が異なることが示唆される。そして、加熱抽出液、非加熱抽出液ともに非行動域、対照実験のときより化学走性指数、死亡率が高くなっていることから、マリーゴールドの葉は線虫を誘引しそして殺虫する働きがあるといえる。

葉と根の両方の加熱抽出液でCIの値が70以上を示し、なおかつコントロールより高い死亡率を示したことから、マリーゴールドの葉と根には線虫を誘引し、そして殺虫する働きがあるといえる。これは線虫防除に適した性質であり、加熱したときにより大きくその効果が発揮されることが示唆された。

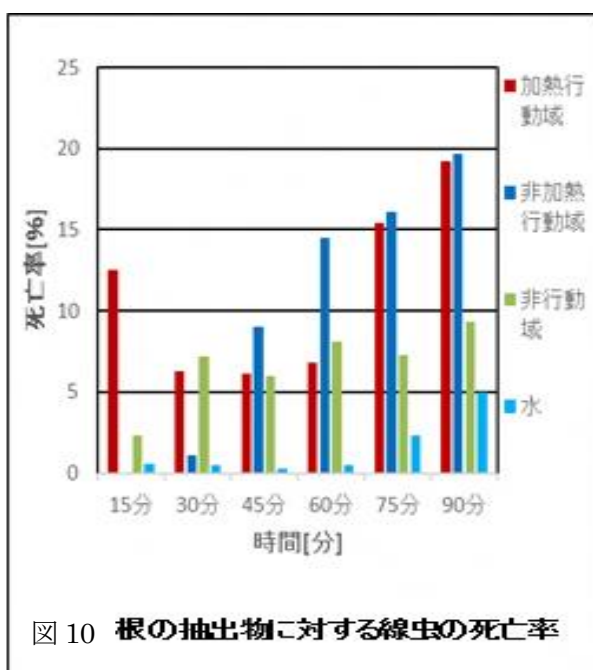


図10 根の抽出物に対する線虫の死亡率

本研究で確立された寒天培地を利用した定量法により、ほかの対抗植物の誘引・忌避作用および殺虫作用の評価が可能である。これは新規の対抗植物の探索にも応用できる。

・謝辞

東京大学、飯野雄一教授から線虫を提供していただき、法政女子高校、鈴木恵子先生から貴重なアドバイスをいただきました。
ここに感謝の意を記します。

4. 参考文献

1)

https://www.naro.affrc.go.jp/training/files/2005_1-06.pdf

2)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/hikakuseiriseika/23/1/23_1_10/_pdf

3)

<https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/tea/kou/jissen/seibutsu/201411/index.html>

4)

水久保隆之：線虫学実験. 京都大学学術出版社(2014)

5)

三谷昌平：線虫ラボマニュアル. シュプリンガーフェアラーク東京(2003)

6)

<http://molecular-ethology.bs.s.u-tokyo.ac.jp/labHP/J/JTop.html>

7)

<http://www.wormjp.umin.jp/jp/index-j.html>.

災害時における高校生の心理と行動の特性尺度の作成

Development of a Characteristic Scale of Mental States and Behaviors of High School Students at the Time of Disaster

藤井昂 三宅俊輔 村原大樹 山口晃弘

指導者：高島定幸 守安貴史

要旨

倉敷天城高校の生徒に災害時における避難に関するアンケートを行い、それを統計解析ソフト SPSS を用いて因子分析を行った結果、3つの因子に分けられ、それぞれの因子名を「社交性」因子、「悲観性」因子、「自立性」因子と命名した。「社交性」因子と「悲観性」因子に関しては一定基準の信頼性が得られたと考えられる。また、「社交性」因子と「悲観性」因子に有意な負の相関が確認された。

We carried out questionnaire about escape from disasters for students of Kurashiki Amaki high school, and factor analysis was down with statistical analysis software SPSS. From the result, three factors were identified and categorized as “sociality”, “pessimism”, and “autonomy” factors. The sociality and pessimism factors were able to obtain reliability certain standard. In addition, autonomy and pessimism factor were checked significant negative correlation.

キーワード：因子分析, 性格特性, 災害, 統計

1. 序論

他の都道府県と比べて岡山県は災害の少ない県であり、そのため岡山県民は防災意識が低いと言われている。しかし南海トラフ地震といった大地震が起こる可能性が考えられている。また、それ以外でも土砂災害や洪水といった自然災害はいつ起きてもおかしくないものである。そこで本研究では、倉敷天城高校の生徒に災害時にどのような心理と行動の側面が出やすいのかについてアンケートを行い、因子分析を用いてその特性を明らかにしていく。因子分析とは、変数の多い多変量データを分析する手法の一つで、ある観測された変数が、どのような潜在的な変数から影響を受けているかを探る方法である。本研究では災害時における避難に関するアンケートを通じて生徒の災害時の潜在的な心理と行動特性を探ることを目的としている。

2. 研究内容

実験

<調査対象>

平成 29 年度倉敷天城高等学校普通科 2 年の 176 名。調査日時は平成 29 年 9 月 14 日。

<実験方法と結果>

まず、Excel でアンケートデータを集計し、心理と行動特性の尺度 26 項目の平均値、標準偏差を算出した。天井効果およびフロア効果の見られた項目は無かった。

次に統計解析ソフト SPSS を用いて 26 項目に対して主因子法による因子分析を行った。固有値の変化は 3.47, 2.30, 2.00, 1.69, 1.42, …というものであり、因子の解釈のしやすさから 3 因子構造が妥当であると考えられた。そこで再 3 因子を仮定した最尤法・Promax 回転による因子分析を行った。因子負荷量が 0.35 に満たない 12 項目を削除した。14 項目からなる最終的な Promax 回転後の因子負

荷量と因子間相関を表1に示す。回転前の3因子により説明された分散の割合は、47.60%であった。

第1因子は6項目で構成されており、「人と話をするのが好きだ」、「初めて会った人とも会話が弾む」、「逃げ遅れた人を見たら助けたくなる」、「流行に敏感な方だ」という項目に正の負荷量を示し、「集団行動は苦手だ」、「一人が好きだ」という項目に負の負荷量を示しており、社交性の高さに関わる内容が見受けられたため、「社交性」因子と命名した。

第2因子は3項目で構成されており、「不安になることがよくある」、「一人で悩んでしまうことが多い」、「物事を悲観的に考えることが多い」など悲観性の高さに関わる内容の項目に高い負荷を示したため、「悲観性」因子と命名した。

第3因子は5項目で構成されており、「とっさに正しい判断が行える方だ」、「自分は周りの意見に左右されない方だ」、「几帳面である」、「自分は真面目だと思う」という項目に正の負荷量を示し、「些細な事で驚きやすい」という項目に負の負荷量を示しており、自立性に関わる内容が見受けられたため、「自立性」因子と命名した。

各因子を構成する下位尺度得点の平均値を求め、それぞれ「社交性」得点、「悲観性」得点、「自立性」得点とした。各下位尺度の信頼性を確認するためにCronbachの α 係数を算出したところ、「社交性」が $\alpha=0.705$ 、「悲観性」が $\alpha=0.720$ 、「自立性」が $\alpha=0.581$ であった。このとき第3因子に関しては、信頼性に欠けると言える。各因子の下位尺度の相関を表2に示した。下位尺度間相関から、「社交性」因子と「悲観性」因子に有意な負の相関が確認された。また、他の因子間には有意な相関は確認できなかった。

表1 災害時の避難訓練における心理と行動特性尺度の探索的因子分析の結果(最尤法, Promax 回転)と因子間相関

	社交性	悲観性	自立性
集団行動は苦手だ	-.64	.00	.02
人と話をするのが好きだ	.57	-.01	-.01
一人が好きだ	-.57	-.02	.18
初めて会った人とも話が弾む	.56	-.09	.10
逃げ遅れた人を見つけたら助けた	.48	.15	.16
流行に敏感なほうだ	.39	-.12	-.04
不安になることがよくある	.13	.99	.08
一人で悩んでしまうことが多い	-.07	.57	.28
物事を悲観的に考えることが多い	-.11	.54	.07
とっさに正しい判断が行えるほう	.20	-.21	.52
几帳面である	-.01	.14	.51
自分は周りの意見に左右されない	-.12	-.05	.50
些細なことで驚きやすい	.31	.16	-.41
自分は真面目だと思う	.06	.05	.41
因子間相関			
因子	社交性	悲観性	自立性
社交性	-	-.117	.208
悲観性	-.117	-	-.102
自立性	.208	-.102	-

表2 各因子の下位尺度の相関

	社交性	悲観性	自立性	M	SD
社交性	—	-.16 ***	.11	3.06	0.67
悲観性		—	-.01	3.43	0.94
自立性			—	2.84	0.64

*** $p < .05$

3. 結論と考察

「自立性」因子は $\alpha=.581$ であったため下位尺度の信頼性に欠けるものの、「社交性」因子と「悲観性」因子ではある一定基準の信頼性が得られた。「自立性」因子が信頼性に欠けていた原因は他の因子の質問項目と比べて内容にばらつきのある質問項目であったことにあると考えられる。また、第2因子はある一定基準の信頼性が得られたと考えられる。「社交性」因子と「悲観性」因子から、災害時の性格として大まかに二つに分けられる。そして「社交性」のある人は災害時に他人と助け合い、コミュニケーションをとりながら災害を乗り越えられる人であると考えられる。「悲観性」の傾向にある人は災害時に不安に感じやすく物事に悩んでしまうことがあると

考えられる。今後の課題としては、この結果を実際の個人や自治体でどう活用していくか、質問項目の再考、実際にシミュレーションを行ってみる、アンケートデータと Big Five との関連付け、アンケートの対象の拡大(男女差や学年差、年齢差や地域差等)などが挙げられる。

4. 参考文献

- 1) 大沢正子：五因子論と Big Five 尺度の検討 (2002)
- 2) 早坂昌子, 向後千春：教えることについての態度尺度作成と Big Five 性格特性との関連 (2016)
- 3) 小塩真司：研究事例で学ぶ SPSS と Amos による心理・調査データ解析 東京図書 (2005)
- 4) 押野麻由子：「マルチエージェントモデルを用いた避難行動のシミュレーション」中央大学工学部情報工学科卒業研究論文 (2005)

平成29年度2年次生課題研究発表会について

1 課題研究成果発表会（校内）

SSH研究開発プログラムの中で最も大きな位置付けをもつ「課題研究」において、2年次生が1年間にわたって取り組んできた研究の成果を発表する研究成果発表会を開催した。発展研究，論文研究について次の日程で3回の発表会を本校の第2生物教室及びコンベンションホール，サイエンス館にて行った。

1回 10月4日(水) 13:50～15:30(6限～7限)(第2生物教室)

発展研究の研究成果を評価：8グループ全て口頭発表

2回 12月20日(水) 13:50～15:30(6限～7限)(コンベンションホール)

発展研究の研究成果を評価：8グループ全て口頭発表

※岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会のステージ発表選考会を兼ねて実施した。

3回 1月24日(水) 12:55～15:30(5限～7限)(本校サイエンス館)

発展研究，論文研究の論文を評価：4グループ口頭発表，8グループ全てポスター発表

口頭発表テーマ ①どこでも発電

②デンプンに含まれるアミロペクチンの含有率の比較法

③オオキンケイギクの繁殖原因と抑制手段

④空気中での2球の落下運動

口頭発表は，スライドによるプレゼンテーションを行い，各グループ7分程度の発表を行った。



第2回研究発表(口頭発表)



第3回研究発表(ポスター発表)

2 第15回高大連携理数科教育研究会・第18回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会

県内の理数科設置4校では、「課題研究」を開講し，各校が独自に実施する校内での発表会で，研究成果が報告されている。しかし，発表会を校内のみで終わらせることなく，理数系教育の共通理解と更なる充実・発展を目指して，合同の発表会が企画され，「第1回理数科課題研究合同発表会」が平成13年3月，岡山理科大学を会場に開かれた。18回目となる本年度は，平成30年2月3日(土)に岡山大学を会場に開催された。以下，この発表会の概略を示す。なお，ステージ発表では，「オオキンケイギクの繁殖原因と抑制手段」のグループが優秀賞を獲得した。



ステージ発表

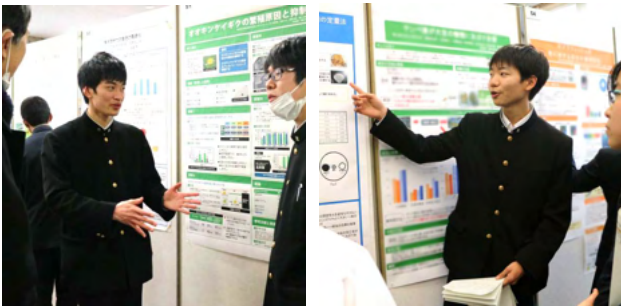
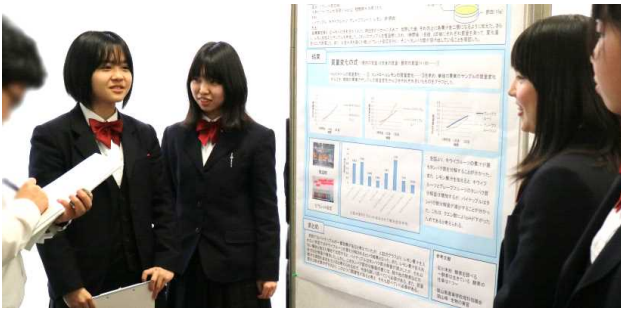
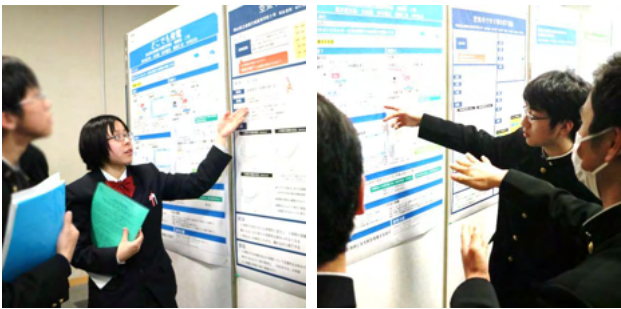
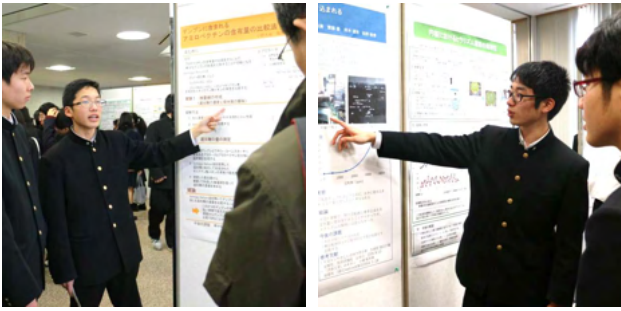
平成 29 年度 第 15 回高大連携理数科教育研究会
第 18 回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会

■発表会の概要

日時	平成 30 年 2 月 3 日 (土)	
会場	岡山大学創立五十周年記念館	
日 程	(1) 開会のあいさつ	9:50 ~ 10:00
	(2) 発表 (入退場・質疑を含めて 10 分以内)	10:10 ~ 14:50
	ポスターセッション (57 組)	13:30 ~ 14:50
	(3) 指導講評	15:00 ~ 15:50
	(4) 閉会のあいさつ	15:50 ~ 16:00

■研究テーマ(ステージ)発表校

分野	テ ー マ	発 表 校
物理	どこでも発電	倉敷天城
	ビー玉の水面落下～一瞬の出来事の解明～	岡山一宮
	煙が高く上がるための条件	玉 島
	円盤におけるヒラリズム運動の周期性	津 山
数学	正星形 n/m 角形の基礎的考察	岡山一宮
化学	コーヒー豆殻炭を用いた 持続可能な溜川の水質改善	玉 島
	界面活性剤と大きな泡の関係性	津 山
	環境からの放射性 Sr 除去	岡山一宮
生物	オオキンケイギクの繁殖原因と抑制手段	倉敷天城
	身の周りの植物を用いた除草剤への利用	岡山一宮



ポスター発表



ステージ発表表彰式



発表を終えて集合写真