
ジャガイモ由来天然毒素成分ソラニンを用いた 環境負荷低減農薬開発の検討

神奈川県立厚木高等学校 77期生 2年A組1班 α

CONTENT

1

背景

2

目的

3

実験1

4

実験2

5

実験3

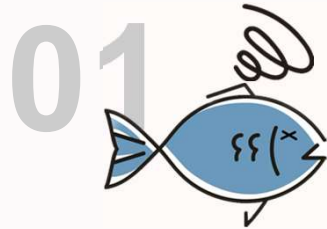
6

結論

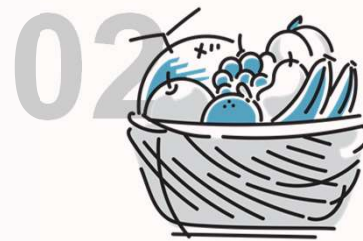
7

今後の展望

■ 農薬が抱える問題



水質汚染



残留農薬



散布者への影響

▶▶▶ 植物由来の農薬を開発することでこれらの課題を解決できる

目的

本校生徒の過去の研究より、

ジャガイモ毒素成分ソラニンに着目

食中毒症状を引き起こす

ジャガイモを害虫や病原菌から守る防御機構

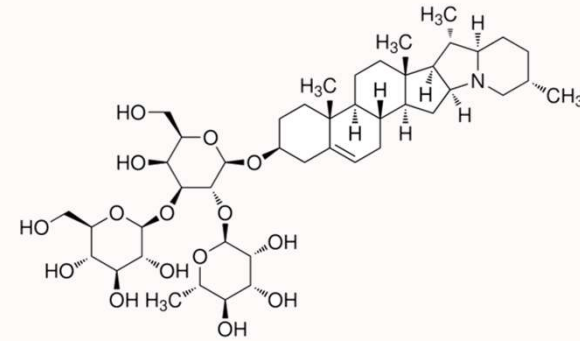
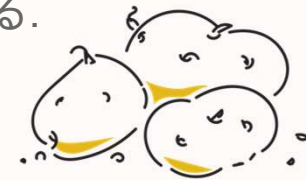


図1 α -ソラニン ($C_{45}H_{73}NO_{15}$)

出典：Sigma-Aldrich「アルファソラニン α -ソラニン S3757」
<https://www.sigmaaldrich.com/JP/ja/product/aldrich/s3757>



ソラニンに関し、**防虫効果**と**環境負荷低減**を立証し、
ソラニンの環境負荷低減農薬としての効果を明らかにする。
前述の2つを立証するための実験を行った



03

Experiment 1-1

実験1-1 アワダチソウゲンバイに対する防虫実験①



図2 アワダチソウゲンバイ
出典：成城の動植物
http://wolffia.cocolog-nifty.com/blog/2008/09/post_0d80.html

実験準備 ソラニン抽出実験

刻んだジャガイモの芽45 gを水225 mLに入れ, 沸騰後ろ過した
(以降, ソラニン抽出液と呼ぶ)

実験方法

- 1 セイタカアワダチソウ(*Solidago altissima*)の葉を5~6枚ずつそれぞれ
ソラニン抽出液と純水に5分間浸した…①
- 2 ①を図3のように設置した後, 採集したアワダチソウゲンバイ
を箱の中心に放した
- 3 数時間放置し, それぞれの葉についていた
アワダチソウゲンバイ(*Corythucha marmorata*)の数を集計した
これを10回繰り返し行った

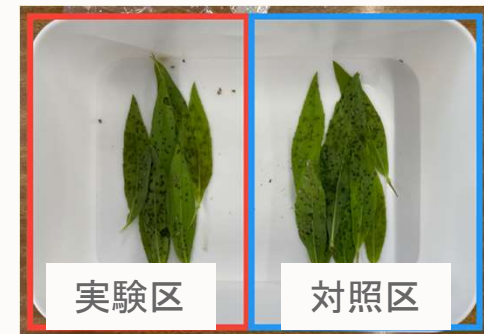


図3 防虫実験の様子 5/2

03

Experiment 1-1

実験1-1 アワダチソウゲンバイに対する防虫実験①

結果

表1 実験1-1における区ごとのアワダチソウゲンバイの数（単位:匹）

	箱1	箱2	箱3	箱4	箱5	箱6	箱7	箱8	箱9	箱10
ソラニン抽出液	79	28	41	42	27	51	38	68	45	18
純水	92	33	44	60	64	50	58	42	55	56

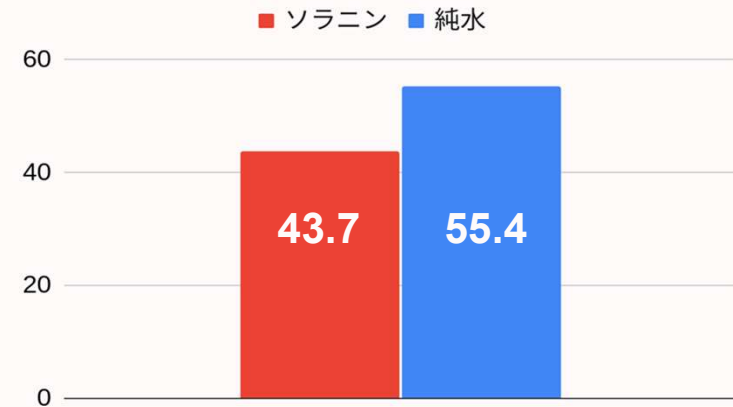


図4 2つの区における平均（単位:匹）

▶ ソラニン抽出液側（実験区）と純水側（対照区）に大きな差はなし

実験1-1 アワダチソウグンバイに対する防虫実験

考察

実験1-1 より

- 独立2群のt-検定の結果, 統計的に有意差なし ($P>0.05$)
 - ▶ 今回の実験からソラニン抽出液の防虫効果の有無は **判断できなかった**
 - HPLCによる分析の結果, 抽出液中に **ソラニンは検出されなかった**
- ▶▶▶
- ソラニンは水に難溶性を示すが, 本実験で使用した抽出液は水抽出
 - アワダチソウグンバイは吸汁性害虫であるが, 今回は葉の表面を実験液に浸しただけ

実験1-2 アワダチソウゲンバイに対する防虫実験②

- ▶ 実験1-1での課題を解消した実験を行い, ソラニンの防虫効果を明らかにする

実験1-2 実験方法

実験1-1を参照. ただし, 以下の変更点を設けた

- 実験区で使用するソラニン抽出液

実験1-1 ジャガイモの芽から水抽出



実験1-2 メタノールで抽出後, エバポレーターでメタノールを蒸発させた

- 実験に使用する茎葉

実験1-1 葉の表面を実験液に浸した



実験1-2 セイタカアワダチソウの茎葉の

根元からそれぞれの実験液を吸わせたものを実験に供した

03

Experiment 1-2

実験1-2 アワダチソウゲンバイに対する防虫実験②

結果

表2 実験1-2における区ごとのアワダチソウゲンバイの数 (単位:匹)

	箱1	箱2
ソラニン抽出液 (実験区)	28	46
純水 (対照区)	100	104

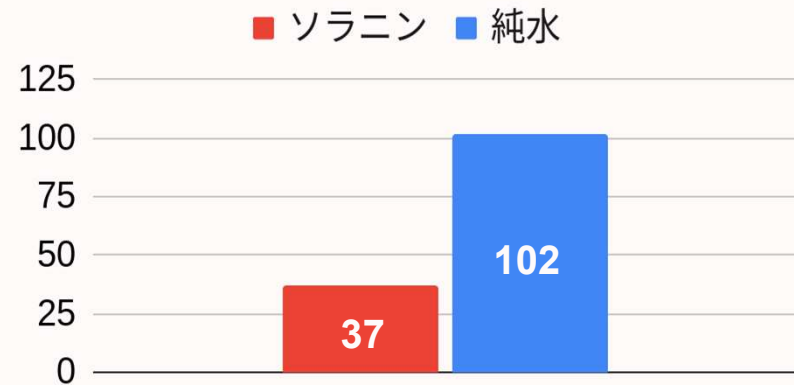


図5 2つの区における平均 (単位:匹)

▶ ソラニン抽出液側 (実験区) と純水側 (対照区) に大きな差がみられた

実験1-2 アワダチソウゲンバイに対する防虫実験②

考察

- 独立2群のt-検定の結果, 統計的に有意差あり($P < 0.05$)
- HPLCによる分析の結果,
858 $\mu\text{M}/\text{mL}$ とソラニンが検出された

▶▶▶ ソラニンに防虫効果があると考えられる
今後, 試行回数を増やす必要あり

実験 2 ツヤアオカメムシに対する防虫実験

実験方法

1

ミカンを薄く切り, それぞれソラニン抽出液 (メタノール) と純水に浸したものをシャーレの底に設置した

2

1のシャーレ内に20時間以上絶食させた3匹のツヤアオカメムシを投入した

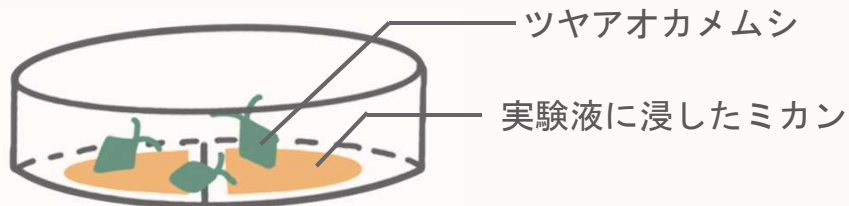


図6 実験 2 の様子

3

シャーレを段ボール箱で覆い, 遮光した

4

ソラニン側と純水側にいる個体数をそれぞれ観察し, 開始後47時間までで21回のデータを得た

以上の作業を2つのシャーレで同時に行った

04

Experiment 2

実験2 ツヤアオカメムシに対する防虫実験

結果

表3 それぞれの区のカメムシの平均の数（単位:匹）

	シャーレ1	シャーレ2
ソラニン抽出液 （実験区）	0.9	1.2
純水（対照区）	1.8	1.5

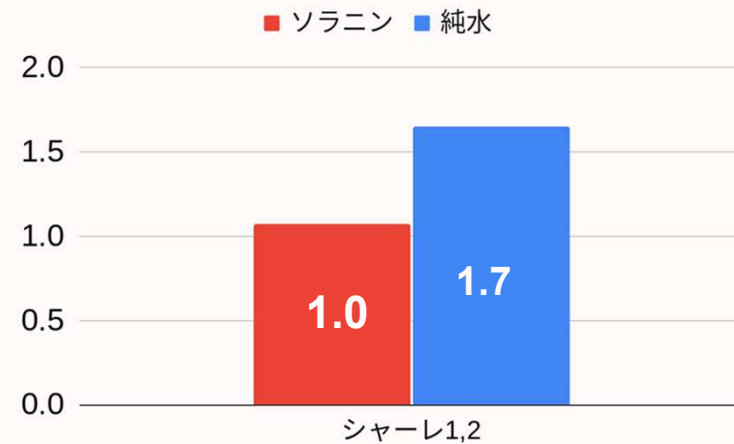


図7 2つの区における平均（単位:匹）

▶▶▶ 2つのシャーレを合わせた1群 t-検定の結果
統計的に有意差あり (P<0.05)

実験2 ツヤアオカメムシに対する防虫実験

考察

ツヤアオカメムシ

- ▶ ソラニン抽出液（メタノール）に対し、忌避性をもつことが示唆される
- ▶ しかし、シャーレ②大きな差がみられなかった

● 今回、実験に使用したカメムシは学校周辺の公園などで捕獲したもの

- ▶ 異なった系統のカメムシで実験を行ったことにより、2つのシャーレで結果が異なった可能性あり

▶▶▶ 累代飼育したカメムシの使用

実験3 水環境への影響に関する実験

▶ ソラニン抽出液が市販の農薬と比べて **環境負荷を低減する** ことを立証するため検証

実験方法

1 ゾウリムシ(*Paramecium*)を滴下したプレパラートを3つ用意した

2 市販の農薬(カダンプラスDX)^(※1), ソラニン抽出液(メタノール),
ミネラルウォーターをそれぞれのゾウリムシに供した
(※1)エマメクチン安息香酸塩を有効成分とした農薬

3 ゾウリムシの行動を観察し, その後の平均移動速度を測定した

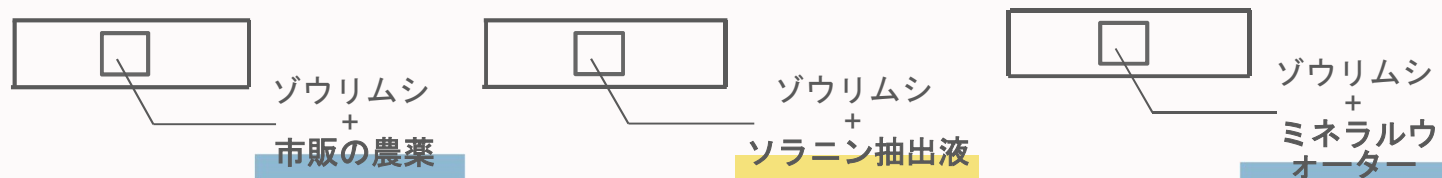


図9 実験3の様子

実験3 水環境への影響に関する実験

結果

表4 実験3におけるゾウリムシの移動速度の結果

	農薬	ソラニン抽出液	ミネラルウォーター
平均移動速度 (μm/s)	107.8	485.0	1,685

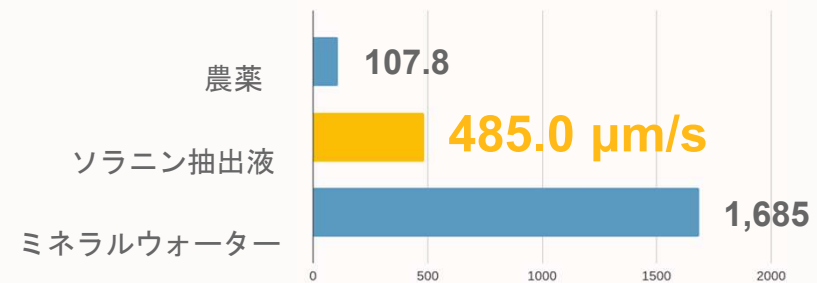


図10 実験3におけるゾウリムシの移動速度の結果 (μm/s)

▶▶▶ ゾウリムシの移動速度は
ミネラルウォーター, ソラニン抽出液, 市販農薬 の順に遅くなっている

実験3 水環境への影響に関する実験

考察

▶▶▶ 市販の農薬と比較し、ソラニン抽出液のほうが水環境への影響が少ないと考えられる

実験1, 2 ー防虫実験ー

▶▶▶ 結果より, ソラニンには**防虫効果がある**ことが示唆される

実験3 ー水環境への影響に関する実験ー

▶▶▶ 結果より, ソラニン抽出液の方が農薬よりも**環境へ与える負荷が小さい**と考えられる

▶▶▶ ソラニンを環境負荷低減農薬として利用できる可能性あり

今後の展望

- 実験の試行回数増加
- 累代飼育した個体を用いた防虫実験
- ソラニン抽出液にチャコニンが含有されている可能性
 - ▶ HPLCによる分析

▶▶▶ より精密な実験を行い, ソラニンについて
農薬の有効成分として実用化を目指す

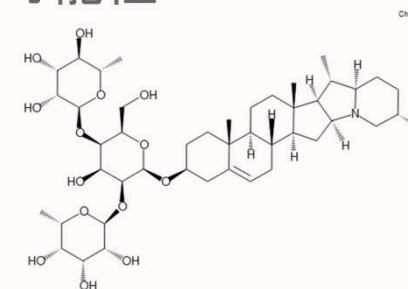


図11 α-チャコニン (C₄₅H₇₃NO₁₄)

出典：富士フイルム「20562 - 03-2・CHACONINE, ALPHA-」

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/product/detail/W01CHDASB-00003371.html>

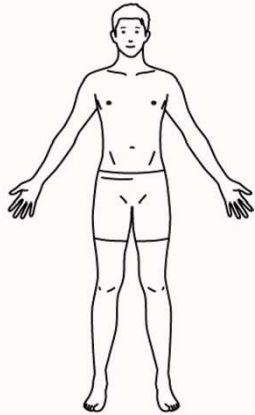
謝辞

本研究を遂行するにあたり、多くのご教示を
いただいた東京農業大学農学部農学科農業環境学
研究室 野口有里紗先生に深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1)神奈川県立厚木高等学校SSH研究開発資料75期2年G組9班(2021)
<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2greport.pdf>
- 2)神奈川県立厚木高等学校 SSH研究開発資料 76期 2年A組11班 (2022)
<https://www.pen-kanagawa.ed.jp/atsugi-h/tokushoku/documents/2a.pdf>
- 3)農林水産省「ソラニンやチャコニンとは」
<https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/solanine/solanine/solanine.html>
- 4)安田哲也「カメムシ類のフェロモン--集合をめぐる」(2004)
<https://cir.nii.ac.jp/crid/1522825130159664000>

■ 人体への影響について



体重50 kgのヒトの場合

ソラニン・チャコニンの摂取

■ 50 mg (0.05 g) ▶▶▶ 食中毒症状

■ 150 mg~300 mg (0.15 g~ 0.30 g) ▶▶▶ 死亡の可能性

▶▶▶ 今回のソラニン抽出液（メタノール）から得られたソラニンは0.7~0.8 mg/mL
また、ソラニンは体内に蓄積するとの報告はなし

▶▶▶ 農薬として利用する際には用量を制限する必要があるのではないか

■ 効果の作用メカニズム

①神経伝達系の阻害

生命維持に必要な情報を伝達する電気信号である神経系を阻害する方法。

②エネルギー代謝阻害

酸素をエネルギーに代える生化学的過程を阻害する方法。

③生合成系の阻害

幼虫の脱皮を阻害する方法。

④昆虫ホルモンの制御

ホルモンバランスを崩し、形態の変化を抑制する方法。

▶▶▶人間が摂取した際にでる症状は神経毒症状がほとんど。

①神経伝達系の阻害か？ 検討の余地あり

■ メタノールでの抽出とその実験について①

手順

① ジャガイモの芽 100 gを
すり潰した



② 400 mLのメタノール
と混合し、攪拌後、ろ過した



③ エバポレーターで限りなく
メタノールを蒸発させた



■ メタノールでの抽出とその実験について②

■ 一緒に実験に使用する“純水”について

ソラニン抽出液（メタノール）から、
メタノールが蒸発しきっていないことを考慮

▶▶▶ 純水とメタノールを混合したものを、
エバポレーターにかけ、純水側試験液とした