

シカのフンを用いた除草剤の開発

4年C組 林 由佳里

指導教諭 櫻井 昭

1. 要約

世界遺産に指定されている、古都奈良。いにしえより神の使いとして敬われているシカが生息する飛火野には青いシバが広がっている。なぜ飛火野のシバはいつも短く青く広く保たれているのだろうか？私はこのシカとシバには何か関係性があり、その関係を媒介するのがフンではないかと考えた。シカのフンの中には *Zoysia japonica* を含む数種の植物の種子が含まれているとことが確認されている。ではシカが食している種子とはどのようなものか。これらの種子はどのような種類のものか確認するため、フンを砕いて埋めてみた。するといくつかの種類の芽が出てきたが、*Zoysia japonica* 以外のものは枯れ、*Zoysia japonica* だけ成長を続けた。牛や豚などの動物のフンを用いた肥料では *Zoysia japonica* 以外の植物も成長する。通常ならば、シカのフンは肥料になれるはずだ。だがなぜ *Zoysia japonica* だけ成長したのか？なぜ他の植物は枯れたのか？私は強い疑問を感じ、研究を始めた。まず植物を枯らすことのできる物質の特定を試みた。そして私は考えられる、菌・窒素・植物由来の化学物質であるアレロパシー物質などのすべての要因を実験した。すると観察実験を重ねるにつれ、*Zoysia japonica* 以外の植物を枯らす原因が *Zoysia japonica* から抽出される物質であると考えに至った。またこの物質を含む溶液を抽出し効果を確認できた。この現象を利用してシカのフンから天然素材の環境に優しい除草剤を作れるのではないかと着想した。

キーワード シカのフン、*Zoysia japonica*、*Poa pratensis*、アブラナ、シバ種子
アレロパシー

2. 緒言

私の学校のごく近くに奈良公園飛火野がある。そこには青いシバが生えており、数多くのシカがいる。飛火野にはシバが多く生育し、他の草の生育は殆ど見られない。だが、このシバのみが除草剤なしで、広い飛火野の敷地をカバーするのは難しいのではないかと考えた。シカが食する事による刈り込み、及びシカや人による踏みつけのみではシバは他の植物の侵入を許してしまうからだ。シバは庭やグラウンド、ゴルフ場などで見ることができる。これらのシバは奈良公園のものと同様に刈り込みや踏み

つけの作業を行っている。そして、たいいていの場合、クローバーなどの外来の植物に入りこまれないようにするため、除草剤を散布している。除草剤などの薬物は環境に悪影響を与えると考えられている。我が校もグラウンドにシバを植える事業を始めたが、環境悪化を防ぐため、除草剤の散布を控えている一方で、雑草の侵入に悩まされている。なぜ奈良公園には除草剤を散布していないにもかかわらず、シバ以外の草があまり生えていないのだろうか？私は奈良公園の生態系、特に奈良公園に落ちているフンにその答えが隠されているのではないかと

考えた。そして、それを使えば、環境に優しい除草剤を作ることができるのではと考え、私は研究に着手した。

3. 研究目的

シカのフンに含まれる発芽を抑制する物質を抽出する。

4. 研究過程

I 土に埋めたフンの観察

奈良公園においてシバ(学名 *Zoysia japonica*、以下 *Zoysia japonica*)が多く生育するのはシカのフンの影響なのではないかと考えた。常にシカのフンが落ちている奈良公園には *Zoysia japonica* が盛んに生育しているからだ。そこで奈良公園からシカのフンを採取し、バーミキュライトに埋めて観察を行った。

0) 予備実験

あらかじめ、種子の発芽する好条件を確認するため、予備実験を行った。

その結果、種子の発芽実験には温度管理と水が必要不可欠であることが分かった。又、1つの実験結果が出るまでには2週間の期間を要する為、実験期間中、条件を満たし続けなくてはならない。

乾燥気味になるインキュベータ内や真夏の温度管理は極めて困難である。インキュベータを用いず実験を行える5月～6月と9月～10月の間に実験を行った。

1) 実験方法

①牛乳パックにバーミキュライトを270cc入れた培養器を用意する。

②あらかじめ奈良公園で採取したシカのフン50粒を砕いて培養器に埋める。(H19 10/20採取。)

③予備実験で春秋の気候に合わせるとシバの発芽率が安定すると実証済みであるため、日較差を大きくした温室に②を入れ、イオン交換水を与え、2週間観察する。

2) 仮説

①シカのフンの中には5月と10月に *Zoysia japonica* の種子が入っていると確認しているため、*Zoysia japonica* の種子が発芽する。

②*Zoysia japonica* 以外の種子もシカのフンの中に入っていると考えられるので、*Zoysia japonica* 以外の種子も発芽する。

3) 観察結果

2週間後、シカのフンから *Zoysia japonica* の種子の発芽が認められた。その後さらに2週間 *Zoysia japonica* の種子の発育を継続観察した。その時、*Zoysia japonica* 以外の種子の発芽も認められた(図1)。しかし *Zoysia japonica* 以外の植物は、発育不全となって枯れた。



図1 *Zoysia japonica* の子葉と双子葉

4) 考察

シカのフンを埋めることによって *Zoysia japonica* の発芽及び育成は認められたが、*Zoysia japonica* 以外の子葉は枯れてしまった。シカのフンには *Zoysia japonica* 以外の植物の成長を阻害する性質があると考えられる。このことを利用して、シカのフンによるシバの除草剤開発ができるのではないかと考えた。そしてまずはシカのフンが *Zoysia japonica* の成長に影響を与えず、他の種子の発芽を抑えるという現象を厳密に確認することにした。そこで土の入った牛乳パックにシカのフンと *Zoysia japonica* 種子やその他の種子植物の種子を入れ、数週間観察を行うことにした。

II 植物の発芽実験・観察

II-1 シカのフンが *Zoysia japonica* の発芽に与える影響についての実験

Iの実験の後も奈良公園の *Zoysia japonica* は生育不全にならずに成長を続けた。故に *Zoysia japonica* は奈良公園のシカのフンの影響を受けにくいと考えられる。これを確認し、*Zoysia japonica* に関する実験を行う為、私は奈良公園のシカのフンを持ち帰り、実験した。

1) 仮説

シカのフンの影響やフンに含まれる *Zoysia japonica* の種子の影響を *Zoysia japonica* の種子は受けないだろう。

2) 実験方法

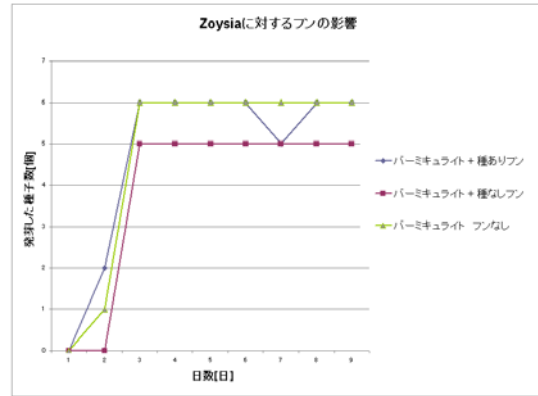
- ①牛乳パックに 270 cc のバーミキュライトを入れた培養器を三個用意する。
- ②シカのフンの中には *Zoysia japonica* が実をつける時期(5月頃と 10月頃)に種子が入っていることが確認されている。シカのフンに入っている *Zoysia japonica* の種子が与える影響を考慮するため、*Zoysia japonica* の種子が入っているシカのフン(5/17 採取)と入っていないもの(4/1 採取)とシカのフンを入れない培養器を 3 個用意して比較する。
- ③培養器にそれぞれ 100 粒ずつの種子を入れ、イオン交換水を与え、2 週間観察を行う。
- ④同じ実験を 2 週間ずらして、3 回行った。



図2 フンを入れての *Zoysia japonica* の発芽

3) 観察・実験結果

横軸に日数、縦軸にその日の発芽数をとって実験を行った。牛乳パックにバーミキュライトとシバの種の入ったシカのフン、種のないシカのフン、コントロールを作成し、観察を行った。



①どの培養器も 5 ~ 6 個の発芽で大差がみられなかった。

②9日以降も発芽は認められなかった。

4) 考察

①グラフより、どの培養器も発芽した種子数がかからないので、*Zoysia japonica* はシカのフンの影響を受けにくい。

②フンの中に *Zoysia japonica* 種子が入っていても、入ってなくても発芽した種子数が変わらない。よって、*Zoysia japonica* の発芽には、フンに入っている *Zoysia japonica* 種子の影響を受けにくい。

5) まとめ

シカのフンの影響及び、シカのフンに含まれる *Zoysia japonica* の種子の影響のどちらも *Zoysia japonica* は受けにくいことがわかった。

II-2 シカのフンが *Zoysia japonica* 以外の種子に与える影響

II-1 より、奈良公園の *Zoysia japonica* の種子はシカのフンの影響を受けないことがわかった。では *Zoysia japonica* 以外の種子はシカのフンの影響を受けるのだろうか。このことを確認するため、私はアブラナとシバの一種ケンタッキー・ブルーグラス(学名 *Poa pratensis*、以下 *Poa pratensis*)を使って比較対照実験を行った。

1) 仮説

①アブラナは双子葉植物で種子も大きく、発芽率も高い(ほぼ 100%)植物なので *Poa pratensis* よりも発芽する数が多いが、シカの

フンの影響を受けるだろう。シカのフンを埋めたとき、双子葉植物の子葉が枯れてしまった。故に同じ双子葉植物であるアブラナも影響を受けると考えた。

②単子葉植物は *Zoysia japonica* 以外、奈良公園であまり見かけないので *Poa pratensis* の発芽する数は多くない。

2) 実験方法

①牛乳パックにバーミキュライトを270cc入れた培養器を4つ用意する。



図3 アブラナ、*Poa pratensis* とフン

②培養器ひとつあたり、大きさをそろえたシカのフンを20粒ずつと、アブラナの種子を25粒入れたものと、*Poa pratensis* の種子50粒。さらに、それぞれのコントロールを作成した。また、シバの他に、*Poa pratensis* を用いたのは発芽率が高く安定しており、容易に大量に入手できるためである。

③イオン交換水を与えて3週間観察を行う。

④同じ実験を2週間ずらして2回行った。

【検証方法】

統計学入門([1])によると、サンプル数 n に対して実験の効果が出たとされる数は \sqrt{n} となる。故に今回、25粒(50粒)のサンプルを用いたため、5本(7本)発芽数に差が出た時、実験の効果があつたとする。

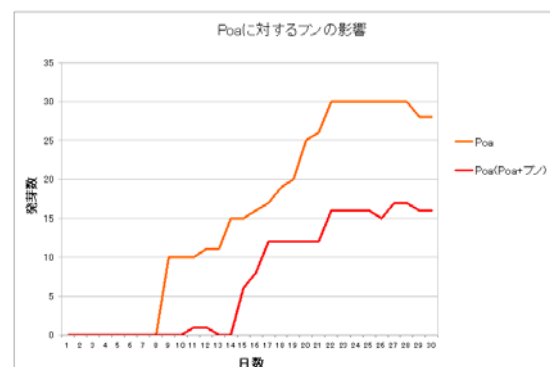
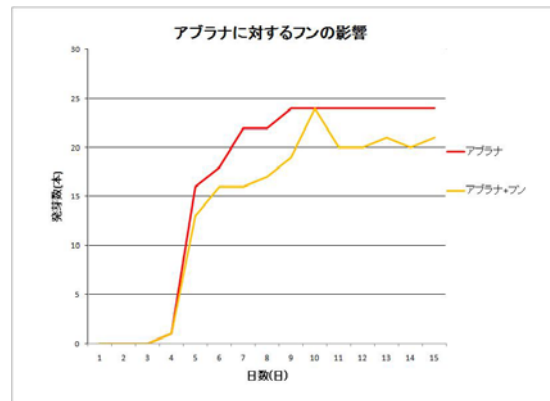
3) 観察・実験結果

培養器にシカのフンと *Poa pratensis* またはアブラナを入れて観察を行った。横軸に日数を、縦軸にその日発芽している種子数をとった。

4) 考察

①アブラナは *Poa pratensis* よりも最終的な差が小さくフンの影響を受けにくかった。だが、シカのフンにより除草効果があることがわかった。

②*Poa pratensis* はアブラナよりも上昇の仕方



が緩やかであるのでフンの影響を受けやすく、かなり発芽率が低くなったと考えられる。③*Poa pratensis* の発芽が始まった時とアブラナの発芽が始まった時には空白があった。故にシカのフンは *Poa pratensis* の発芽を一週間ほど遅らせる効果が見られたと考えられる。

III フンが植物の発芽を抑制した理由

シカのフンがアブラナと *Poa pratensis* の発芽を抑えた理由として、i) ~ iii) の様な理由が考えられる。

i) フンに含まれる菌の影響

シカの体内では、胃の中や腸内に菌を保有し、植物の栄養を吸収している。また、文献調査で放線菌がある一定の植物の成長を促進することがあるとわかった。

故にシカのフンの中にもそのような菌がいると考えた。

ii) シカのフンに含まれる窒素の影響

シカのフンなど動物のフンにはアンモニア

などの大量の窒素が含まれている。窒素は植物にとって最重要の養分だが、過多になると、植物の免疫力が衰える。シカのフンのこのような要因によって植物が枯れると考えた。

iii) シカのフンに含まれるシバ(葉)の影響
予備調査でシカのフンの中にシバの繊維を発見した。このことから、シカはシバを食してシバの成分を取り込んでいると考えた。シバの葉からアレロパシーという他の植物や他の生物に阻害的あるいは促進的な何らかの作用を及ぼす物質があると文献調査でわかった。
故にシカのフンの中の *Zoysia japonica* の成分が他の種子の発芽に何か影響を及ぼしていると考えられる。

IV 私はこれらの i) ~ iii) の影響を考慮した実験を行った。

i) フンの菌を培養する

なぜIIのような現象が起こったのだろうか。私は原因を追及するため、まず菌の培養を行った。菌の培養実験を行ったのは、文献調査で放線菌がある一定の植物の生長を促進することがあるとわかったからだ。そこで放線菌をフンから取り出すことが可能なのではと考え、培養実験を行った。

1) 実験方法

①滅菌水と砕いたフンを VORTEX で攪拌する。

②遠心機で 1000g で 3分遠心する。

③遠心した上澄みを 300 μ l 取り、LB 培地で 37 $^{\circ}$ C の状態で 3日間培養する。



図4 培養する様子

2) 実験結果

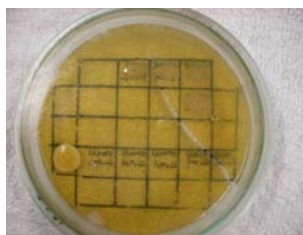


図5 二種類の菌

二種類の細菌が培養できた。一種類の菌はひどい腐乱臭を呈していた。もう一つの種類の菌は寒天培地の表面ではなく寒天培地の中にコロニーを形成していた。

このことから、嫌気性の菌でフンに含まれていても外気にさらされると死んでしまうと考えた。

3) 考察

これらの菌の特徴はシカのフンを用いた実験に全く観察されなかった。故にこれらの菌は種子の除草に関係するとは考えにくい。菌以外での除草効果を一度考えることにした。

ii) 窒素濃度の測定

IIの実験の際、発芽したアブラナの芽を一本取り出してコントロールと比較してみた。

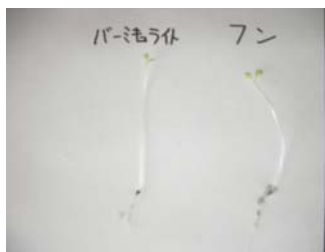


図6 コントロールとシカのフン入りの比較

シカのフンを入れた培養器で発芽させた芽はコントロールより茎が太く、根が細長かった。この症状は窒素過多の症状と酷似していた。ただ、窒素過多の最大の特徴である細胞壁の肥大は、顕微鏡で観察したものの両者にあまり変わりはない。

しかし、可能性のある要因はすべて調べようと思い、土の窒素濃度を測定した。シカのフンや奈良公園の土は窒素濃度が高い為他の種子が成長しにくいのではないかと、*Zoysia*

japonica においては長年の間にアンモニアなどの窒素過多の状態に耐性が培われたのではないかと考えたからだ。

1) 仮説

① 奈良公園とシカのフンの窒素濃度は本校の中庭などの土壌よりも高い。

② 一週間室温で放置したシカのフン、奈良公園の土、本校の中庭の土は硝酸、亜硝酸濃度が増加している。

2) 実験方法

窒素濃度が高いと考えられる奈良公園の土、シカのフン、バーミキュライト、窒素濃度が標準的と思われる学校の中庭の土、この4つを比較する事にした。

① シカのフン、バーミキュライト、奈良公園の土、学校の中庭の土を採取し、それぞれ1gずつ取り、イオン交換水で全量20mlになるように溶かす。

② シカのフン、バーミキュライト、奈良公園の土、中庭の土をそれぞれ20ml VORTEX チューブに入れ、攪拌する。

③ 攪拌したものを1mlずつ取り出し、遠心分離器で6000g 5分遠心する。

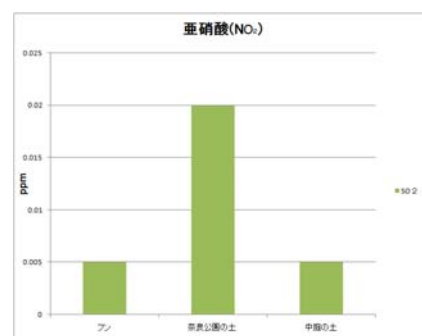
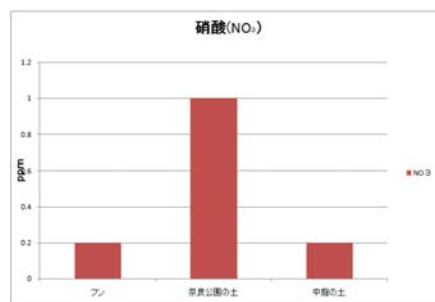
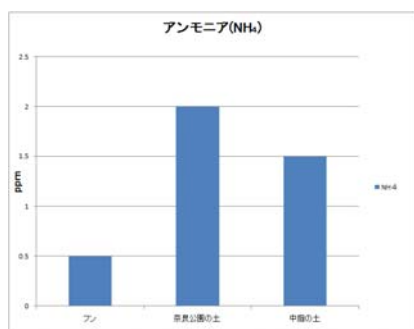
④ 分離したものを市販のパックテストで窒素濃度(アンモニア濃度、硝酸濃度、亜硝酸濃度)を測定する。

⑤ 2週間後、2週間後と室温(28℃)で放置したシカのフンの窒素濃度を測定する。

⑥ 今回パックテストを用いて窒素濃度を測定したのは、安価でかつ簡単に測定でき、今回の実験の目的は通常の土と窒素濃度を比較する為だからである。

3) 実験結果

実験結果を窒素濃度のグラフで表す。



グラフ4 窒素濃度の比較

フン、奈良公園の土、中庭の土を採取し、それぞれの態窒素濃度を測定した。縦軸に濃度をとっている。

① バーミキュライトは値がすべて0だった。

② 1週間後、2週間後と放置したシカのフンの窒素濃度もあまり変化がなかった。

4) 考察

奈良公園の土の窒素濃度・アンモニア濃度、及びシカのフンの窒素濃度・アンモニア濃度、これらは種子を窒素過多で枯らすには低すぎるため、窒素過多によって種子の発芽が抑さえられるということはないだろうと考えた。また、窒素の多い土壌に生息するはずのナンキンハゼやイラクサが奈良公園にあまり見られないことから、窒素過多による除草効果はないと考えた。

シカのフンは1週間、2週間後ぐらいでは窒素濃度に変化を起こさないため、*Zoysia japonica* やその他の種子に影響を及ぼすとは考えにくい。

iii) -1 シバのアレロパシーについて

ではなぜ奈良公園にはシバが多く生息するのだろうか。文献調査でアレロパシーというものを知った。アレロパシーとは、「植物から放出される化学物質が他の植物や微生物・昆虫に対して阻害的あるいは促進的な何らかの作用を及ぼす現象」と定義され

ている。文献調査で *Zoysia japonica* にも他の草に対するアレロパシーがあることが確認されていた。また、*Zoysia japonica* のアレロパシー物質は葉から放出されていることがわかった。シカのフンの中にはシバの葉の繊維が入っているため、シバの葉に含まれるアレロパシー物質が入っていると考えられる。しかし、アレロパシーの化学物質の特定や抽出方法については、かなり文献調査を試みたが、特許の問題もあり、極めて困難であることがわかった。文献調査には限界があるため、私は実験を行った。

1) 仮説

① *Zoysia japonica* の葉を入れた培養器の発芽数が、何も入れていない培養器(コントロール)よりも少なければ *Zoysia japonica* の葉が他の種子の発芽を抑制すると言えるだろう。

② イオン交換水のみを与えているため、効果が出ればアレロパシー物質は水溶性であると言えるだろう。

2) 実験方法

まず、アレロパシー物質が油性か水溶性かを確認する為に、次のような実験を行った。

① 牛乳パックにパーミキュライト 270cc を入れた培養器を 4 個用意する。

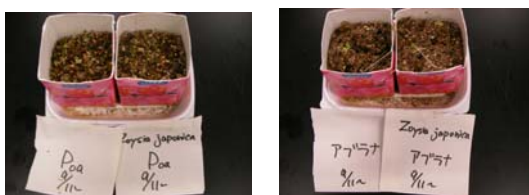


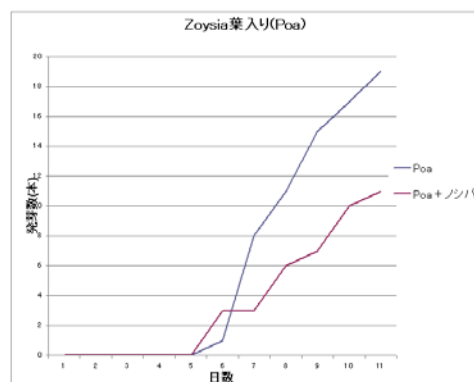
図7 アブラナ、*Poa* と *Zoysia japonica* の葉

② アブラナ 25 粒と *Poa pratensis* 25 粒、奈良公園から採取した *Zoysia japonica* の葉を細かく (2 mm から 5 mm) 剃刀で刻んだものをそれぞれ 0.5g ずつ培養器に入れていく。

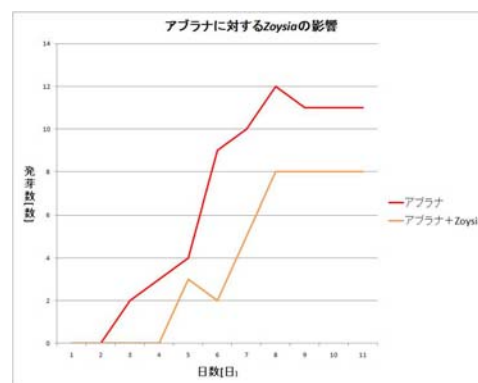
③ それぞれのコントロールを作る。

④ イオン交換水を与えて 2 週間観察を行う。

3) 実験結果



グラフ5 *Zoysia japonica* を入れた発芽率



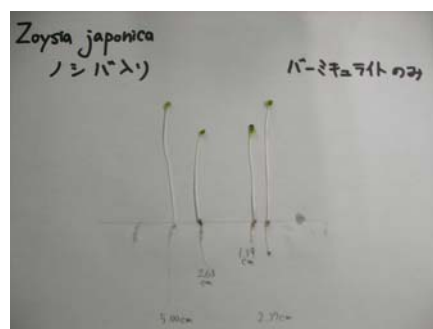
グラフ6 *Zoysia japonica* を入れた発芽率

① *Zoysia japonica* を入れた培養器の発芽率が何も入れないものよりも発芽率が低いことがわかる。

② *Zoysia japonica* の葉を入れた培養器はアブラナ、*Poa pratensis* 共に発芽が遅れ、さらに発芽率も低くなった。

4) 観察

では *Zoysia japonica* の葉を土にいたアブラナの状態はどのようなのだろうか。私はアブラナを取り出して観察した。



茎の長さがほとんど等しいアブラナを抜き、根の長さを観察した。*Zoysia japonica* を入れないアブラナの根の方が短く、*Zoysia japonica* を入れたアブラナの根が細長かった。この症状はシカのフンを入れたときのものと一致していた。このことからシバのアレロパシー物質はシカのフンにも入っていると考えられる。

5) 考察

① *Zoysia japonica* の葉にはアレロパシーがあり、水溶性ではあるが、ゆっくりと流れ出す為、シカの体内ですべて流れ出してしまうことはない。

② シカのフンの中には *Zoysia japonica* の残留アレロパシーがある。これが作用して、*Zoysia japonica* 以外の植物の育成を排除していたと考えられる。

iii) -2 アレロパシー物質が水溶性であることを確認する

さらに、*Zoysia japonica* のアレロパシー物質が水溶性であることを確認する為、*Zoysia japonica* の葉を湯で抽出した抽出液、つまり“お茶”を作り、実験した。クローバーはアレロパシーの強い植物である。今回、*Zoysia japonica* のアレロパシー物質の強さを確認する為、イオン交換水を入れる培養器の他に、クローバーの抽出液を入れる培養器を作った。

1) 仮説

Zoysia japonica の抽出液を入れる培養器の発芽数はイオン交換水を入れる培養器よりも少ない。

2) 実験方法

① *Zoysia japonica* の葉、クローバーの葉を採取し、乾燥させる。

② 乾燥させた *Zoysia japonica*、クローバーの葉を 2g 取り、それらを切らずに 40℃の湯で 60 時間抽出する。それぞれの葉の出回りは腐敗しやすくなるので、捨てることにした。

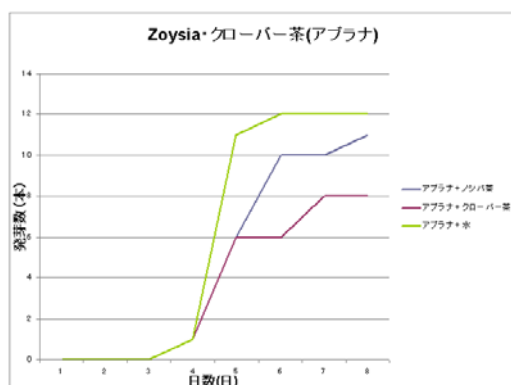
③ 3つの培養器にアブラナの種子を 25 粒ずつ入れ、それぞれの容器にイオン交換水、*Zoysia japonica* の抽出液、クローバーの抽出液を毎日 30cc ずつ与えて観察を行う。



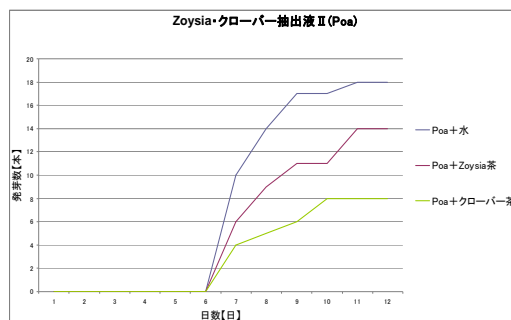
図9 *Zoysia japonica* 茶とクローバー茶を入れた実験

3) 実験結果

牛乳パックに *Zoysia japonica* 茶、クローバー茶、水を入れ、それぞれを観察した。



グラフ7 アブラナとアレロパシー



グラフ8 *Poa* とアレロパシー

横軸に日数、縦軸にその日の発芽数をとった。

① *Zoysia japonica* 抽出液、クローバー抽出液を与えた培養器は水のみを与えたものより共に低い発芽率となった。

② *Zoysia japonica* の抽出液よりもクローバーの抽出液の方が除草効果は高い。

4)考察

今回、シバの葉からアレロパシー物質を抽出しようと試みた。結果、ある程度アブラナや *Poa pratensis* の発芽は遅くなり、発芽率も低くなったが、シカのフンよりは除草効果は劣った。次回からどのように抽出すればよりアレロパシー物質が多く抽出できるか、なぜアレロパシー物質が他の植物の成長を阻害するのか、また *Zoysia japonica* のアレロパシー物質とシカのフンに含まれる除草効果を持つ物質は同一のものかどうかなどの疑問を解決したい。

iii)-3 *Zoysia japonica* のアレロパシー物質の特性

Zoysia japonica はアレロパシー作用を持ち、アレロパシー物質は水に溶けることができることがわかった。ではアレロパシー物質は他にどのような特性があるのだろうか。私は抽出した後の植物の葉も用いて実験した。

1)仮説

抽出した後の植物(お茶の出涸らし)には水溶性のアレロパシー物質が水中に溶け出す為、お茶よりもアレロパシー効果は低く、除草効果は殆どない。

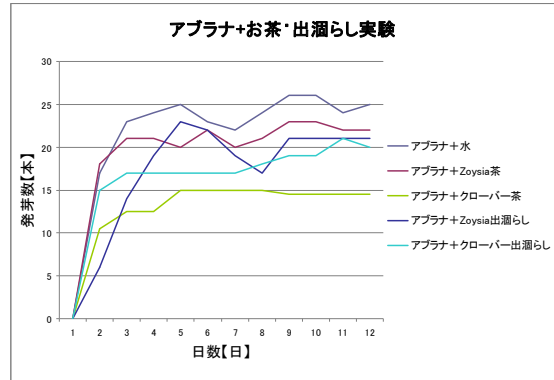
2)実験方法

① *Zoysia japonica* を細かく刻み、2g を 40℃～50℃で 88 時間抽出する。(今回の実験では、シバのアレロパシー物質がより早く、濃度を上げて抽出をし、出涸らしの不活性を示す為前回よりも抽出温度をあげた)

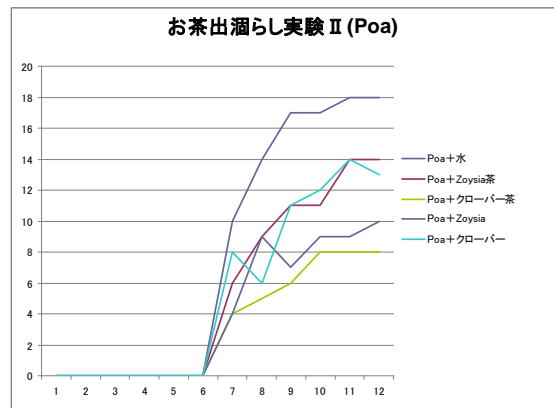
② *Zoysia japonica* の出涸らしを 2g 取り、乾かす。

③ *Zoysia japonica* の抽出液を一日に 50cc 与える条件、出涸らしを土に混ぜた条件、コントロールの条件を作り、*Poa pratensis* とアブラナの発芽率を観察する。

3)実験結果



グラフ 9 アブラナ+お茶・出涸らし実験



グラフ 10 *Poa*+お茶・出涸らし実験

4)考察

- ① *Zoysia japonica* 茶、*Zoysia japonica* 茶出涸らしは共にアブラナ、*Poa* を除草する。
- ② クローバー茶、クローバー茶出涸らしは共にアブラナ、*Poa* を除草する。
- ③ クローバー茶は *Poa* を強く除草することが示されたが、クローバー茶の出涸らしにはクローバー茶ほど大きな効果が出なかった。
- ④ *Zoysia japonica* 茶出涸らしは強く *Poa* の除草をするが、アブラナにはあまり効果がない。
- ⑤ *Zoysia japonica* のアレロパシー物質はゆっくりと水に溶け出すがクローバーのアレロパシー物質は比較的短時間で水に溶け出す。このことにより、*Zoysia japonica* のアレロパシーはシカの体内にあるあいだでは、十分に放出しないで、フンのなかに他の植

物を除草する効果のあるアレロパシーを残していると考えられる。

5. まとめ

なぜシカのフンを入れた容器には *Zoysia japonica* 以外の植物が成長しないのだろうか？この疑問を解決するため、研究に挑んだ。そして、シカのフンを入れることによって植物が成長しなくなるという現象を私が初めて確認した。

紆余曲折した結果、シカのフンによる除草効果はシカのフンの中にある葉から放出しているアレロパシー物質だという結果を導き出した。*Zoysia japonica* の葉から放出しているアレロパシー物質は水溶性で、ゆっくりと水に溶け出すためシカの体内にある間では、十分に放出せずフンとなって、シカが排出する。この天然物質であるアレロパシー物質を利用してシカのフンから除草剤を作り出すことは可能だと思う。これには利点が2つある。第1には自然に優しい有機除草剤であること。第2にはフン中の種子による発芽により相乗効果があり、より遠く、より広くシバをグラウンド・カバーすることができる。

6. 展望

*色々な種類の *Zoysia japonica* のアレロパシー物質を特定したいと思う。また、校庭のシバであるバミューダ・グラスの除草剤も開発したいと思う。

*植物のアレロパシーと動物のフン中の種を利用して、放牧により砂漠化している地域の飼料革命ができると思う。

*これから、安芸の宮島もシカの為に芝生を植えようとしている。奈良公園の様に美しいシカとシバの実現を、この研究を利用して遂行して欲しいと思う。

*決められた期間と空間においての動物と植物を食料として生成していくことにも利用できるのではないかと考えられるので、宇宙農業開発などにも役立つと考えている。

7. 参考文献

- [1]「統計学入門」、平林宏朗
- [2]「シカが育てるシバ草原」、高槻 成紀
- [3]「植物とアレロパシー」
<http://www.pref.nara.jp/nogyous/nousou/midori-min>
- [4]「暖地型芝草におけるアレロパシーと雑草の抑制'99」、伊藤健一、浅野義人、千葉大学園芸学部、千葉大学大学院自然科学研究科
- [5]「火星居住のための昆虫を考慮した宇宙食の構想」、片山直美、山下雅道、和田秀徳、三橋淳、宇宙農業サロン
- [6]「鹿愛護会 HP」www.naradeer.com

8. 謝辞

この研究を進めるにあたり、奈良女子大学生生活環境学部植野洋志教授にご助言を頂きました。この場を借りてお礼申し上げます。