

乳酸菌が植物に与える影響

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 2年

日常生活では捨てられることの多い米のとぎ汁だが、それを数日発酵させた「発酵米とぎ汁」には植物の成長に良い影響を与えていると言われている。私たちがこれをハツカダイコンと青ネギを用いた二つの実験によって調べた結果、培養前に塩化ナトリウムを加えた場合のみ植物の成長が促進されたというデータを得た。また乳酸菌によって「発酵米とぎ汁」が植物に成長促進効果をもたらしているという考察を得た。

1. はじめに

1.1. 研究動機

米のとぎ汁にはデンプンやビタミンBなどの栄養素が多く含まれており、植物に与えると良い影響が出ると言われている。これを一定期間発酵させた発酵米とぎ汁は特に多くの家庭で実際に家庭菜園などに使われているようだが、中には米とぎ汁に糖や塩分、乳製品を加えて発酵させるものもあり、その製法は各家庭によって様々である。

そこで私たちは、この発酵米とぎ汁は科学的に植物の成長を促進する効果が期待できるのかどうかを、米のとぎ汁のみを発酵させた「発酵米とぎ汁」と、塩化ナトリウムを加えて発酵させた「塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁」の二つの製法に絞って調べることにした。

1.2. 予備実験

発酵米とぎ汁の中に乳酸菌が含まれているのかどうか調べるために、予備実験を行った。その結果、三日間 28℃で発酵させた発酵米とぎ汁には、1.0m lあたり数万から数十万個の乳酸菌が存在することが分かった。

米とぎ汁は米 2 合と天然水 500m l で作り、500m l ペットボトルに入れた。この段階で、塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁にはさらに塩化ナトリウムを 5g 加えた。これらを 72±3 時間恒温機で 28℃に保った後、無菌シャーレに入れたMR S寒天培地に 100 倍間隔で塩化ナトリウム入りとそうでない発酵米とぎ汁の希釈溶液をそれぞれ注いだ。これらを 30℃で 72±3 時間の間恒温機で一定に保ち、最適な希釈段階のコロニー数を数えた。なお、MR S寒天培地とは全ての乳酸菌の発育を促す選択性の低い培地である。

結果として、発酵米とぎ汁には 1.0 m l あたり約

5 万個の乳酸菌が存在することが確認できた。また塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁には 1.0m l あたり約 30 万個の乳酸菌が存在することが確認できた。以降の文章では、この予備実験と同じ操作をして作ったものを「プレーン発酵米とぎ汁」、「塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁」と呼び、28℃で一定に保つ段階を「培養」と呼ぶこととする。



図1 発酵米とぎ汁の培養の様子

2. 研究目的

予備実験の結果から、72 時間 28℃の環境で密閉して培養をした場合、塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁はプレーン発酵米とぎ汁に比べて約 6 倍も乳酸菌の数が多ことが分かった。

塩化ナトリウムを入れて培養した方がより乳酸菌にとって良い環境となる理由については本研究では明らかに出来なかったが、発酵米とぎ汁内にいた乳酸菌のうち、耐塩性の乳酸菌の割合が大きかったことが理由の一つとして考えられる。この結果を受けて私たちは、同じ植物に同じ条件でこの二種類の発酵米とぎ汁を与えた場合、乳酸菌数の少ないプレーン発酵米とぎ汁よりも、乳酸菌数の多い塩化ナト

リウム入り発酵米とぎ汁の方がより植物に対して成長促進の効果が大きいのではないかという仮説を立てた。

本研究では、この仮説を実験によって証明し、さらに植物に対してより大きな成長促進効果が得られる可能性のある発酵米とぎ汁の条件を探る事を目的に定めた。

私たちは土耕栽培で発酵米とぎ汁がどのように植物の成長を促進するのかを知るために、ハツカダイコンを用いて次の実験Ⅰを行った。また実験Ⅱは水耕栽培で行い、水耕栽培においても発酵米とぎ汁が植物の成長に影響を与えるのか、また実験Ⅰで発酵米とぎ汁が及ぼした影響が本当に乳酸菌によるものなのかを調べた。

3. 研究方法

3.1. 実験Ⅰ・土耕栽培

実験Ⅰは、ハツカダイコンを用いて、土耕栽培ではプレーン発酵米とぎ汁や塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁を与えた場合どのように成長の度合いが変化するのかを調べることを目的とした。また肥料がある状況のみでハツカダイコンが発酵米とぎ汁の影響を受けるのかということも同時に調べた。

実験期間は30日間で、屋外に栄養分の少ない基本用土を入れた6種類のプランターを並べ、ハツカダイコンを種子の状態から育て、肥大化した根の部分の質量と太さの最大値、葉も含めた全体の質量も比較した。プランターごとに発酵米とぎ汁の種類と与える頻度、肥料の条件を変え、その他の条件は可能な限り統一した。発酵米とぎ汁は各プランターあたり500ml、肥料は苦土石灰と油粕を100g/m²の割合で与えた。6種類の条件は以下の通りである。

プランターA：肥料なし・プレーン発酵米とぎ汁を
3日に一回与える

プランターB：肥料あり・プレーン発酵米とぎ汁を3
日に一回与える

プランターC：肥料なし・発酵米とぎ汁を一切与え
ない

プランターD：肥料あり・発酵米とぎ汁を一切与え
ない

プランターE：肥料あり・プレーン発酵米とぎ汁を
7日に一回与える

プランターF：肥料あり・塩化ナトリウム入り発酵
米とぎ汁を3日に一回与える。

肥料ありというのは、基本用土に苦土石灰、油粕を

混ぜて栽培したという意味で、肥料なしとは、苦土石灰と油粕を加えずに基本用土だけで栽培したという意味である。基本用土の量は一つのプランターあたり10Lで、水撒きは毎日午前9時から正午までの間に一度行った。発酵米とぎ汁を与える日には、この時同時に発酵米とぎ汁も与えた。また実験期間を通しての平均気温は22.3℃、平均湿度は39.0%だった。

種子の個体差をできる限り小さくするために、100個のハツカダイコンの種子の質量から5つの種子の質量の平均を計算し、その質量と一致する5つの種子の組を選んだ。プランターの土には深さ1センチの穴を5つあけ、1つの穴に5つの種子の組をまとめて植えた。すなわち1つのプランターに25個の種子を植えたことになる。種子を植えてから14日後に間引きを行い、5つの種子のうち最も成長している個体のみ栽培を続けた。

使用した種子の種類などは以下の通りである。基本の土(グリーンプラン株式会社)、赤丸ハツカダイコン(トーホク育成)、油粕(コーナン商事株式会社)、特選苦土石灰(矢橋商事)、プラスチック製プランター、奥大山の天然水(サントリー)、複合生産米(マルエー・宝船)、塩化ナトリウム(和光純薬工業)

3.2. 実験Ⅱ・水耕栽培

実験Ⅱは、実験期間を短縮するため、成長が早い青ネギを用いて14日間実験を行った。ただし実験Ⅱは実験Ⅰの結果を考察した後に行った。

目的は3点あり、1点目は水耕栽培においても発酵米とぎ汁は植物に対して成長促進効果があるのかを調べる事、2点目は土耕栽培において発酵米とぎ汁に成長促進効果が出た理由が乳酸菌によるものなのかを調べる事、3点目は実験Ⅱの結果を受けて、培養前の塩化ナトリウムの濃度が成長促進効果にどのように関わっているのかを調べる事とした。

水耕栽培器の大きさの制約の為、プレーン発酵米とぎ汁と塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁の成長の差は調べられなかった。実験は水耕栽培器と人工気象機を使って同時に行った。水耕栽培器は半密閉の構造で外気温が6.0℃の場所に置き、人工気象機は25℃で一定に保った。またどちらも午前6時から午後6時までの12時間はLED照明が点灯し、翌日の午前6時までは消灯している状態にした。

成長の度合いは、実験初日から最終日までに伸びた長さの差によって比較した。この実験では青d fsネギを種子から栽培したのではなく、根の付いた茎

を切断したものをを用いた。個体差を極力小さくするために、全ての個体の根を茎の下端から 1mm の位置で切断し、全体の質量を統一した。水耕栽培器に入れる個体は 12.0 g に、人工気象機に入れる個体は 8.5 g にそれぞれ統一した。また肥料としてすべての区画で微粉ハイポネックスが 0.1% 濃度になるようにした。

与える液体の種類は水耕栽培で 5 種類、人工気象機では 3 種類で、その内訳を以下に示す。

<水耕栽培器>

区画 G：脱塩素水のみ

区画 H：1.0% 塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁

区画 I：0.5% 塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁

区画 J：H を加熱殺菌したもの

区画 K：I を加熱殺菌したもの

<人工気象機>

区画 L：脱塩素水のみ

区画 M：プレーン発酵米とぎ汁

区画 N：M を加熱殺菌したもの

加熱殺菌では、一度培養まで終えた発酵米とぎ汁をオートクレーブにかけて殺菌した。実験Ⅱを行う前にこの手順によって乳酸菌がどの程度死滅するのか確認する予備実験を行ったところ、加熱殺菌した液体中に存在する乳酸菌の数は、加熱殺菌していない発酵米とぎ汁に含まれる数の約 400 分の 1 であった。

なお、発酵米とぎ汁は実験Ⅰと同じ方法で作リ、水を替える頻度は 3 日に 1 回にした。



図 2 水耕栽培器で栽培中の青ネギ

4. 結果

4.1. 実験Ⅰ

図 3 のグラフに示す通り、プレーン発酵米とぎ汁を与えた A・B・E は、肥料のみで育てた D よりも成長が遅かった。しかし 1.0% 塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁を与えた F は、肥料のみで育てた D と比べて

3 つの項目全てにおいてより成長が早かった。また、肥料があるという条件が同じでプレーン発酵米とぎ汁を与える頻度のみを変えた B と E では、頻度の少ない E の方がより成長が早かった。

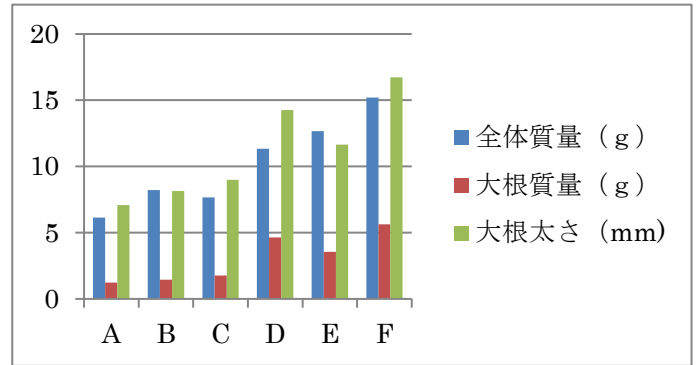


図 3 実験Ⅰ 結果



図 4 F のプランターで育てたハツカダイコン

4.2. 実験Ⅱ

水耕栽培器で栽培した 5 種類の区画を比較すると、1.0% 塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁を与えた H の成長が最も早く、脱塩素水のみ G と 0.5% 塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁を与えた I が次に成長が早いという結果となった。発酵米とぎ汁を加熱殺菌した液体を与えた J・K はどちらも他のものに比べて明らかに成長が遅かった。

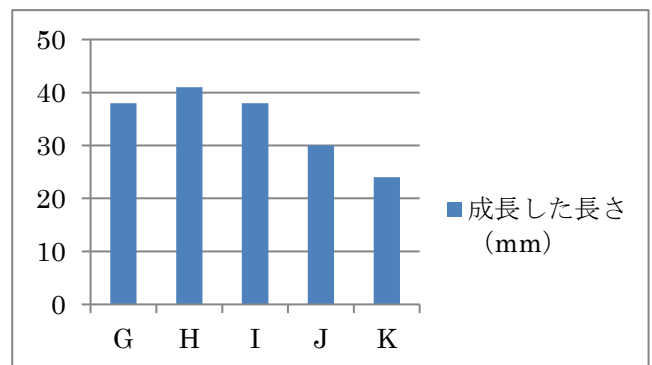


図 5 実験Ⅱの結果 水耕栽培器で栽培したもの人工気象機で育てた 3 種類の区画では、脱塩素水のみで栽培した L で最も成長が早く、プレーン発酵米

とぎ汁を加熱殺菌した液体を与えた N は次に成長が早かった。

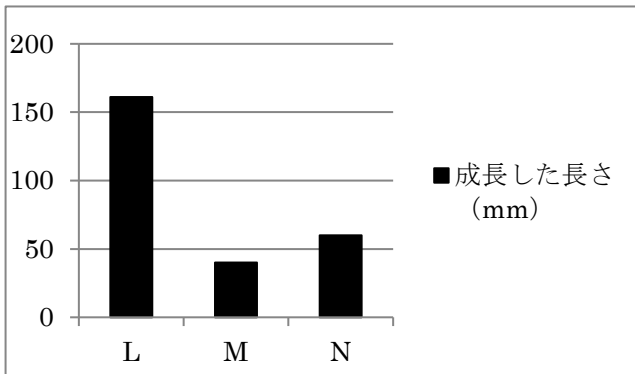


図6 実験Ⅱの結果 人工気象機で栽培したもの

5. 考察

実験Ⅰの結果から、肥料に加えて 1.0%塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁にも成長促進効果があることが分かった。またプレーン発酵米とぎ汁は肥料がある状態であっても成長を阻害させ、与える頻度を多くするほどその阻害の効果が大きくなる可能性が高いことも分かった。

実験Ⅱの結果からは 1.0%塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁の成長促進効果は水耕栽培においてもみられ、プレーン発酵米とぎ汁の成長阻害効果も同様に水耕栽培においてもみられることが分かった。発酵米とぎ汁の培養時の塩分濃度による影響は 1.0%と 0.5%の二種類でしか実験を行っていないため最も良い塩分濃度は分からなかったが、この濃度の近くでは培養前の塩分濃度が大きいものほどより大きな成長促進効果が期待できるといえる。

二つの実験をまとめると、土耕栽培と水耕栽培のどちらにおいてもプレーン発酵米とぎ汁は植物の成長を阻害し、1.0%塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁は植物の成長を促進させるといえる。そして 1.0%塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁の成長促進効果は、実験Ⅱの結果から乳酸菌による影響である可能性が高い。

6. おわりに・謝辞

本研究を通じて、最も良い発酵米とぎ汁の条件を探し出すことは出来なかったが、より乳酸菌数の多い塩化ナトリウム入り発酵米とぎ汁の方がプレーン発酵米とぎ汁よりも植物の成長促進効果が大きいという仮説を実験によって証明できたことが良かった。

データ数が少ないことや、実験Ⅱで個体差による部分が残ってしまったことが本研究を通しての反省点である。

この研究を行うにあたって、多くの方々に協力していただきました。研究を指導していただいた片山貴夫先生は研究の環境を整えて下さり、また私たちが行き詰った時に沢山のアドバイスをいただきました。中間発表会では他の高校や大学の先生方やサイエンスアドバイザーの先生方にも様々な点を指摘していただきました。私たちの研究に協力していただき本当にありがとうございました。

[参考文献・参考URL]

http://www.geocities.jp/t_hashimotoodawara/salt6/salt6-07-03.html

<http://www.biomerieux-jp.net/product/pdf/42602B.pdf#search=%27mrs%E5%AF%92%E5%A4%A9%E5%9F%B9%E5%9C%B0%27>

<http://kotomono.hatenablog.com/entry/2016/07/15/%E5%AE%B6%E5%BA%AD%E8%8F%9C%E5%9C%92%E3%81%AE%E6%B6%B2%E8%82%A5%E5%88%A9%E7%94%A8%E3%81%AE%E3%81%9F%E3%82%81%E3%80%81%E3%81%8A%E7%B1%B3%E3%81%AE%E3%81%A8%E3%81%8E%E6%B1%81%E4%B9%B3%E9%85%B8%E8%8F%8C>

<http://grnba.secret.jp/news/lactb/index.html>

<https://style-knowledge.com/komenotogijiru/>