

平成22年度中学生・高校生の科学・技術研究論文
中学校共同研究の部 最優秀賞



「カビを抑制する食材に関する研究」

二本松市立小浜中学校
1年 特設科学部

I 研究動機

今年度より、私たちの小浜中学校では、食育の一環として年3回生徒が自分で弁当を作り、持参することになった。ある友達は、大好きなツナおにぎりを作ろうとしたところ、家族から「梅雨の時期はやめた方がよい。」とアドバイスされたという。その話から、僕は、おにぎりの中に入れる食材によって、おにぎりが長持ちしたり、早く悪くなったりすることに大変興味を覚えた。

温暖で湿度の高い気候の日本では、食品のカビは切実な問題である。特に、梅雨時期は、高温多湿で食物が腐りやすく、カビも発生しやすい。そのため、昔から人々は食物を腐らせないように、様々な工夫を凝らしてきたのだろう。

いつも理科を教えてくれている担任の先生に、僕の疑問をぶつけてみると、実際におにぎりに入れる食材と、カビの発生の関係を自分で調べてみるよう勧められた。そこで僕は、1年の理科好きの友達に呼びかけて特設科学部を作り、放課後などを利用して研究を開始することにした。

予備実験の段階で、食酢には著しいカビの抑制効果が認められたが、同じ食酢を原料とする寿司酢は、逆にカビの成長を促進しているような現象を発見した。同様の現象は、食塩とごま塩の間にも認められた。

また、おにぎりに入れる食材の種類によって、発生するカビの種類に明らかに違いが認められた。おにぎりに入れる食材が、カビの発生に何らかの影響を持つと考えられた。

そこで、おにぎりに入れる食材と、カビの発生との関係を調べながら、特に身近な食材の中に、カビを抑制する働きがあるかどうかを明らかにしたいと考え、この研究テーマを設定した。

II 研究仮説

おにぎりの中に入れる食材によって、おにぎりが長持ちしたり、カビの発生によって早く劣化したりする。これは、おにぎりに入れる食材に含まれる成分が、カビの発生を促進したり、抑制したりする効果を持つため、その成分の効果は、カビの種類によって異なるためであろう。

III 研究方法

- 1 身近な食材を入れたおにぎりに、カビがどのように発生するかを観察する。
- 2 タバスコや寿司酢の成分に着目し、個々の成分がおにぎりのカビの発生にどのように関係しているかを調べる。
- 3 昔から、抗菌・防腐作用があると言われていた食材の、カビの抑制効果を調べる。
- 4 カビの抑制効果があると確認された食材が、どれくらい抑制効果があるか、寒天培地を用いて調べる。
- 5 無菌寒天培地に、カビの抑制効果のある食材の抽出液を流し入れ、そこにカビの胞子を置いたとき、カビ自体を死滅させるかどうかを調べる。

IV 研究内容

1 予備実験

(1) 課題

身近な食材を用いておにぎりを作り、カビがどのように発生するかを調べる。

(2) 実験計画

- ① 1つの食材につき、おにぎりを3個ずつ作り、ラップで包む。
(ごはんの量は各100gずつとする。)
- ② 日光の当たらない、平らなところに置き、カビの発生状況を毎日観察する。
- ③ 使用する実験器具等はすべて熱湯で消毒し、滅菌に細心の注意を払う。
- ④ タバスコは、通常おにぎりには使用しないが、腐りにくいのではないかと予想した部員がいたので、実験してみる。

(3) 実験結果



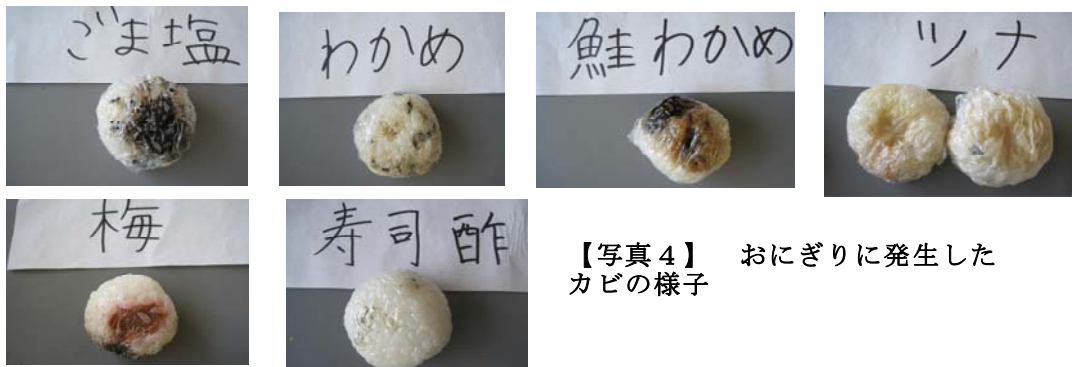
【写真1】
使用した食材



【写真2】
おにぎりの様子 1日目



【写真3】
おにぎりの様子 5日目



【写真4】 おにぎりに発生した
カビの様子

おにぎりの種類	カビが発生したおにぎりの数			備 考 (カビの発生状況)
	5日目	7日目	12日目(計)	
ごはんのみ(対照実験)	1個		2個	赤い色のカビ発生
こんぶ		2個	3個	黒いカビ発生
寿司酢	3個		3個	緑色のカビ発生
タバスコ			変化なし	カビの発生はないが、白くぬめぬめしてきた(13日目)
ごま塩		1個	1個	青いカビ発生
ツナ	2個		3個	赤い色, 茶色, 黒いカビ発生
味噌			変化なし	カビの発生なしだが腐ったにおいがした
かつお節	3個		3個	緑色, 黒いカビ発生
鮭フレークわかめ	3個		3個	茶色, 赤色, 黒いカビ発生
混ぜ混みわかめ			3個	緑色, 黒いカビ発生
食塩			変化なし	全くカビの発生なし
梅干し	1個		1個	青カビ発生
食酢			変化なし	カビは発生しなかった。

【表1】 予備実験の結果一覧<おにぎりのカビの発生状況>

(4) 考察

- ① おにぎりの中に入れる食材によって、カビの発生状況が異なっていた。また、色から判断して、発生するカビの種類も様々で、中に入れる食材によって、なぜこのようにカビの種類が違ってくるのか、大変疑問を感じた。
- ② タバスコ、味噌、食塩、食酢には、ほとんどカビが発生しなかった。これらの食材

には、カビを抑制する働きがあるようだ。

- ③ みそは、コウジカビで大豆を発酵させて作られた食品なので、コウジカビには他のカビの発生を抑制する働きがあるのではないかと考えた。
- ④ 食塩は、カビを抑制したが、同じように食塩が多く入っているごま塩の場合は、カビが発生した。ごま塩は、食塩以外に調味料（アミノ酸）やごまの油脂成分などが含まれており、カビの発生には、食塩以外の成分が関わっているのではないかと考えた。ごま塩と同様に、寿司酢には、味をよくするために、食酢以外にも砂糖や調味料などが含まれており、その成分がカビが発生する原因となっていると考えた。
- ⑤ 梅干しは、梅干しのまわりの部分にはカビが発生しなかったが、他の部分にカビが発生した。このことから、梅干しの場合は、特に梅干しのご飯に接している部分に対してカビを抑制する効果があると考えた。梅干しは、ご飯によく混ぜ込んだ方がカビを抑制する効果があると考えた。
- ⑥ 食材によるカビの抑制効果を詳しく調べていくためには、食材に含まれている様々な成分に着目する必要があると考えた。

2 検証実験 1

(1) 課題

タバスコや寿司酢に含まれるどの成分が、カビの発生を抑制したり、促進したりする効果があるのかを調べる。

(2) 実験計画

【タバスコに含まれる成分】

○トウガラシ ○食酢 ○食塩

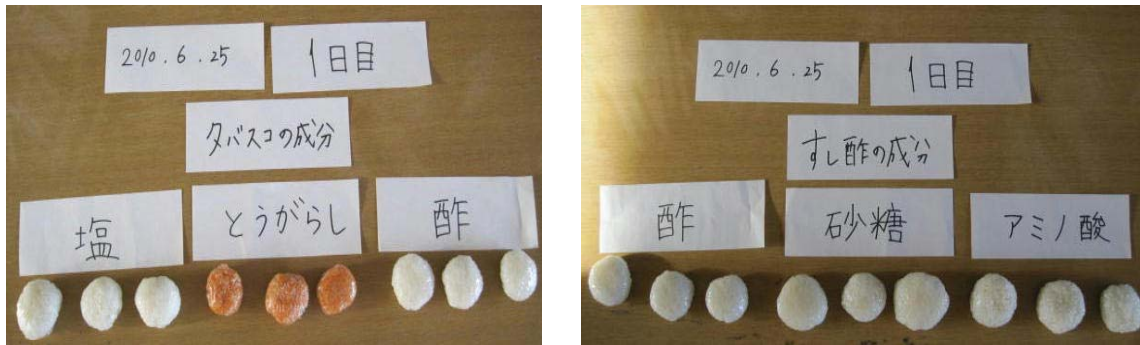
【寿司酢に含まれる成分】

○砂糖 ○食酢 ○アミノ酸（調味料）

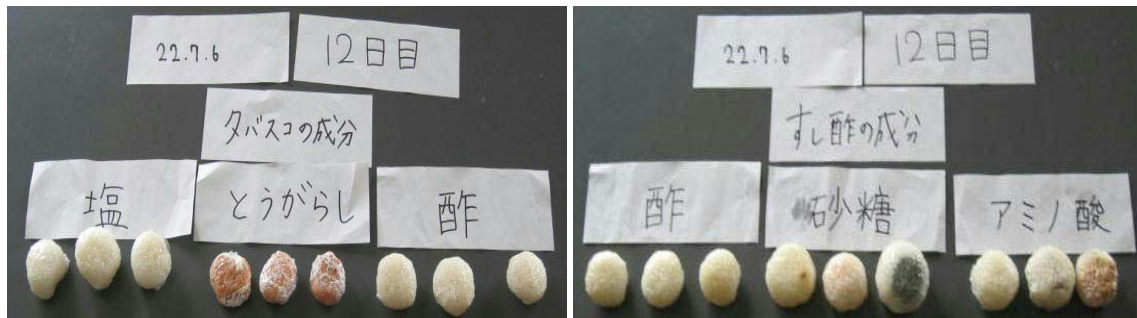
タバスコに含まれる成分と寿司酢に含まれる成分の中から、トウガラシ、食酢、食塩、砂糖、アミノ酸を取り上げ、個々の成分がカビ発生の抑制や促進にどのように作用しているかを調べるために、次の実験を行った。

- ① プラスチックカップを用意し、洗浄・滅菌し、各100gずつご飯を入れる。
- ② トウガラシは、食塩水につけ、よく洗い、乳鉢ですりつぶす。
- ③ トウガラシ、食塩、食酢、砂糖、アミノ酸をそれぞれ①に入れて、よく混ぜ込んで3個ずつおにぎりを作り、ラップで包む。
- ④ ③を日光の当たらない、平らな所に置く。毎日観察し、変化を記録する。

(3) 実験結果



【写真5】 実験開始 1日目の様子



【写真6】 カビの発生状況 12日目の様子

混ぜ込みおにぎりの種類	カビが発生したおにぎり数		備考 (カビの発生状況)
	5日目	12日目 (計)	
ごはんのみ (対照)		3個	赤カビが発生した。
トウガラシ		カビの発生なし	
食酢		カビの発生なし	
食塩		カビの発生なし	
砂糖		2個	青カビが大量に発生した。
アミノ酸	1個	3個	赤カビ, 青カビ, 黒カビなど複数のカビが大量に発生した。

【表2】 検証実験1の結果 混ぜ込みおにぎりの種類とカビの発生状況

- ① タバスコに含まれるトウガラシ、食酢、食塩を混ぜ込んだおにぎりは、実験開始12日目でもカビが発生しなかった。しかも、においもあまりしなかった。
- ② 砂糖を混ぜ込んだおにぎりは、すぐにはカビが発生しなかったが、一旦青カビが発生すると急速に増殖した。
- ③ アミノ酸（調味料）を混ぜ込んだおにぎりは、すぐに様々な種類のカビが発生した。

(4) 考察

- ① トウガラシ、食酢、食塩は、それぞれがカビの発生を抑制しているので、これらを原材料とするタバスコは、カビの発生に強い抑制効果を持つと考えられる。

- ② 寿司酢に含まれている食酢には、カビの抑制効果があるが、砂糖とアミノ酸は、ともにカビの発生を促進する働きが強いために、全体的にカビが発生してしまうのではないかと考えられる。この実験から、カビは、糖分やアミノ酸を栄養源として増殖するのではないかと考えられる。
- ③ ネギ、シソ、ニンニク、ショウガ、ワサビなどの食材は、昔からカビの発生を抑え、食品を長持ちさせる働きがあるとされている。これらの食材には、本当にカビを抑制する効果があるかどうかについて、調べてみたい。

3 検証実験 2

(1) 課題

昔から抗菌・防腐作用があるとされているネギ、シソ、ニンニク、ショウガ、ワサビのカビの抑制効果を調べる。

(2) 実験計画

- ① ネギ、シソ、ニンニク、ショウガ、ワサビを乳鉢ですりつぶし、成分を抽出し、ご飯に混ぜ込む。
- ② ご飯を薄く広げた状態で観察できるように、ジッパー付きのビニール袋に入れ、食材 1 種類につき 3 個ずつ準備する。

(3) 実験結果

【写真7】
混ぜ込み
ご飯 8 日
目の様子



【写真8】
シソに発
生したカ
ビの様子



混ぜ込みごはんの種類	カビが発生したおにぎり数		備 考
	5日目	8日目 (計)	
ごはんのみ (対照実験)	1個	3個	赤カビ発生
トウガラシ		カビ発生なし	
ネギ		カビ発生なし	
シソ	1個	3個	黒カビ, 白カビ発生
ニンニク		カビ発生なし	
ショウガ		カビ発生なし	
ワサビ		カビ発生なし	

【表3】 検証実験2の結果 混ぜ込みおにぎりの種類とカビの発生状況

(4) 考察

- ① ネギ、ニンニク、ショウガ、ワサビは、昔から言われている通り、カビを抑制する効果があることが確認できた。
- ② シソには殺菌作用があるといわれているが、カビの抑制効果はかなり弱いと考えられる。一般にシソおにぎりにカビがはえにくいのは、シソと一緒に使用する食塩や味噌がカビを抑制する効果が高いからではないかと考える。
- ③ カビの発生を抑制する働きのある食材が明らかになったが、カビの発生を抑制する働きの強さに違いがあるのではないだろうか。この点をもっと詳しく調べてみたい。

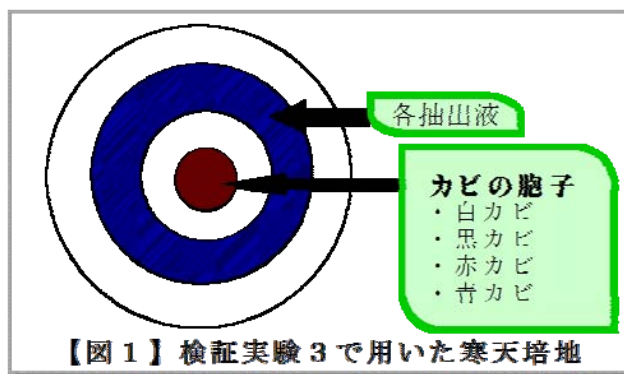
4 検証実験3

(1) 課題

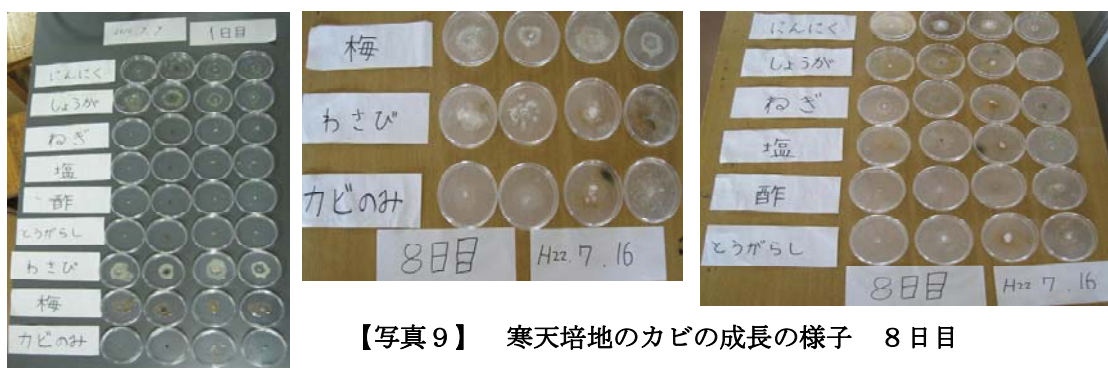
カビの発生を抑制する効果があると確認された食材が、どれくらいの抑制効果があるかを寒天培地を用いて調べる。

(2) 実験計画

- ① 水1,000gに、ブドウ糖0.8g、寒天8gを混ぜ、2分間沸騰させる。
- ② 滅菌されたプラスチックシャーレに①を流し込み、寒天培地を作る。
- ③ ②の寒天培地の中央付近に白カビ、黒カビ、赤カビ、青カビの胞子を置く。
- ④ ニンニク、ショウガ、ネギ、トウガラシ、ワサビ、梅干しを乳鉢ですりつぶして抽出液を作る。これらの抽出液と食塩水、食酢をスポイトでとり、図1のようにドーナツ状にスポイトで垂らす。
- ⑤ 試料1種類につき、2セットずつ作る。



(3) 実験結果



【写真9】 寒天培地のカビの成長の様子 8日目

抽出液の種類	白カビ	黒カビ	赤カビ	青カビ
ニンニク	カビの範囲は広がらない	カビの範囲は広がらない	カビの範囲は広がらないが、その場で大きく増殖した	カビは広がらない
ショウガ	カビの範囲は広がらない	カビの範囲は広がらない	カビの範囲は広がらないが、その場で大きく増殖した	カビは広がらない
ネギ	カビの範囲は少し広がっている	カビの範囲は広がらない	カビの範囲は広がらないが、その場で大きく増殖した	カビは広がらない
食塩水	カビの範囲は広がらない	カビの範囲は広がらない	カビの範囲が少し広がり、大きく増殖した	食塩水を塗った部分を除き、全体的に広がった
食酢	カビの範囲は広がらないが、少しカビが増殖している	カビの範囲は広がらない	カビの範囲は広がらず、増殖も抑制されている	食酢を塗った部分を除き、全体的に広がった
トウガラシ	カビの範囲は広がらない	カビの範囲は少し広がっている	カビの範囲は広がらないが、その場で大きく増殖した	カビの範囲は広がっていないが、その場で大きく増殖した
ワサビ	カビの範囲は広がり、大量に発生・増殖	カビの範囲は広がり、大量に発生・増殖	カビの範囲は広がり、大量に発生・増殖	カビの範囲は広がり、大量に発生・増殖
梅干し	カビの範囲は広がり、大量に発生・増殖	カビの範囲は広がり、大量に発生・増殖	カビの範囲は広がり、大量に発生・増殖	カビの範囲が広がり、大量に発生・増殖
カビのみ	全体的にカビが広がる	全体的にカビが広がる	全体的にカビが広がる	青カビの範囲の広がりが大きく、全体で発生・増殖

【表4】 検証実験3の結果 寒天培地8日目の様子

(4) 考察

- ① この実験においては、中央に置いたカビの胞子が増殖する場合があった。しかし、ドーナツ状に塗ったニンニク、ショウガ、ネギ、トウガラシの抽出液を超えることはなかった。それぞれの抽出液がカビの増殖を食い止めていると言ってよいと思う。
- ② どの実験でも赤カビが増殖し、大きなコロニーを形成していた。赤カビの増殖力が強いことが分かった。
- ③ この実験で、ワサビや梅干しは、抽出液を超えて、様々なカビが全体に広がった。最初からカビの胞子があると、ほとんどカビを抑制することができないようだ。梅干しを入れたおにぎりは、安心せず早めに食べることが大切だということが分かった。
- ④ 今後、抽出液の効果をさらに詳しく調べるために、カビの胞子を抽出液に直接触れるような環境を作り、カビがどのように増殖するかを調べてみたいと考えた。この実験によって、カビが死滅するような結果が出れば、面白いと思う。

5 検証実験 4

(1) 課題

カビの抑制効果のある抽出液と、カビの胞子をいっしょに置いた場合、カビ自体を死滅させる効果があるかどうかを調べる。

(2) 実験計画

- ① 4 検証実験 3 と同様に滅菌寒天培地を作る。
- ② カビの抑制効果が認められたニンニク、ショウガ、ネギ、トウガラシの抽出液をつくり、5 ml ずつ①の寒天培地に流し込む。
- ③ カビへの影響を比較するために、殺菌効果のある手指消毒剤（塩化ベンザルコニウム0.05%）とエタノールについても、同時に調べる。
- ④ カビ以外に、病原体から生体を守る有益菌と言われる乳酸菌（市販ヨーグルト）納豆菌に対する抑制効果についても同時に調べる。
- ⑤ 1種類につき2セットずつ作り、カビの発生状況を確認する。

(3) 実験結果

抽出液等	納豆菌	乳酸菌	白カビ	黒カビ	赤カビ	青カビ
ニンニク	大量発生・増殖	増殖が抑制	少し増殖	カビがその場で大きく増殖	増殖が抑制	全体にカビが少し広がる
ショウガ	大量発生・増殖	大量発生・増殖	少し増殖	カビが大きく増殖	増殖が抑制	増殖が抑制
ネギ	大量発生・増殖	大量発生・増殖	少し増殖	少し増殖	カビがその場で増殖	カビが少しだけ増殖
食塩	少し増殖が抑制	大量発生・増殖	少し増殖	カビの範囲が広がっている	増殖が抑制	増殖が抑制
食酢	増殖が抑制	少し増殖	増殖が抑制	増殖が抑制	増殖が抑制	増殖が抑制
トウガラシ	少し増殖	大量発生・増殖	全体にカビが広がっている	少しカビの範囲が広がる	増殖が抑制	全体に少しカビが広がる
消毒剤	大量発生・増殖	増殖が抑制	増殖が抑制	全体にカビの範囲が広がる	カビの範囲が広がる	大きくカビが増殖
エタノール	少し増殖	大量発生・増殖	増殖が抑制	少しカビの範囲が広がる	増殖が抑制	増殖が抑制
何もなし	大量発生・増殖	大量発生・増殖	全体にカビが広がっている	カビの範囲が広がる	カビがその場で大きく増殖	全体にカビの範囲が広がる

【表5】検証実験4の結果 納豆菌、乳酸菌、各カビの発生状況

(4) 考察

- ① 残念ながら、この実験ではカビを死滅させるような抽出液は、確認できなかった。
- ② 手指消毒液、エタノールもカビの種類によっては増殖を抑えるもののカビを死滅させることは、できなかった。カビは、本当に手ごわいと感じた。
- ③ 抽出液をまったく入れない培地では、納豆菌、乳酸菌、カビ類が大量に増殖したが、抽出液を浸した培地では、全体として増殖が押さえられている様子をはっきりと確認できた。カビの胞子の付着があっても、カビの抑制効果がある食材と接するとカビの生育条件が整わず、菌糸も伸ばせず、増殖が抑制されると考えられる。
- ④ 比較のために実験した、乳酸菌と納豆菌の増殖力の強さには、本当に驚いた。抽出液によって若干抑制させるケースがあったが、ほとんどの場合、活発に増殖した。



【写真10】
寒天培地の様子 6日目

V 結論

- 1 本研究において、ニンニク、ショウガ、ネギ、食塩、食酢、トウガラシのカビの抑制効果が確認された。これまでの結果を総合すると、抑制効果が一番強いのは、食酢であった。
- 2 これらの食材は、納豆菌や乳酸菌などの病原体から生体を守る有益菌よりも、人体に有害な菌である黒カビや青カビ等に対し、その抑制効果が高いことが分かった。

- 3 カビは、アミノ酸や糖分の多い環境で活発に増殖することが分かった。カビは、アミノ酸や糖分を養分として成長すると考えられる。
- 4 カビを抑制する働きのある食材を上手に取り入れれば、添加物に頼りすぎずに食品を長持ちさせることが可能である。

VI 今後の課題

- 1 本研究では、カビを抑制する成分に着目して研究を進めてきたが、カビの生育には、温度、湿度、酸素等の条件も関わりが深いことが予想される。今後は、どのような条件でカビの抑制効果が十分発揮できるかを調べていきたい。
- 2 地球上に存在するカビは、数万種類あると聞いている。本研究では、カビを青カビ、白カビのように色で区別したが、例えば青カビとしてグループ化した中にもたくさんの種類のカビが存在するはずである。この研究を発展させるには、カビのそのものについてもっと深く知る必要がある。
- 3 学校という限られた実験設備・器具の中で、滅菌・消毒等を十分行い、精度を高めるように努力したが、湿度、温度、抽出液の濃度などの条件について、十分に吟味することができなかった。今後、実験結果の精度を高めたり、顕微鏡によるカビの詳しい観察を行ったりして、正確なデータの収集に努力していきたい。
- 4 ニンニク、ネギにはアリニン、ショウガにはシオネトール、トウガラシにはカプサイシンという物質が含まれていると聞いている。これらの物質を使って、カビの生育との関係を明らかにしていけば、食材とカビの関係をもっとはっきりさせることができるはずだと考えている。



小浜中特設科学部

石川 祐也 吉田 裕真
西澤 和弥 伊東ひかる
内池 未来 菅野 芽依
大内 喬介 前田かやの
以上 8 名》

〔指導者 教諭 宮本美幸〕