

中学校理科2分野の生物教材としての カビの発生・繁殖方法

加藤 良一¹⁾ 齋藤 亜樹子²⁾ 長根 智洋³⁾ 鈴木 隆⁴⁾

ガラスシャーレ（直径：90mm，高さ：20mm）に8枚切り食パンの1/4の切片1つと蒸留水20mlを入れ，1日間その蓋を開けて理科の実験室等に放置した。その後，蓋をして約21℃で2日間培養すると，簡便にカビを発生・繁殖させることができた。この結果より，中学校理科2分野における菌類の有効な教材として提供できることを示した。

キーワード：カビ 教材 ガラスシャーレ 菌類 食パン 培養

はじめに

菌類は私たちの生活でとても身近なものではあるが，その存在を実感することはあまり無いように思われる。

中学校理科2分野（下）の教科書では，菌類について，生態系や食物連鎖の箇所で「土の中の微生物」として少し取り上げられている程度であり，その役割としては「分解者」として記載されている¹⁾²⁾。そして，菌類を観察するために，その試料発生方法やその繁殖方法については，寒天培地上の中央に少量の土を置いて2～3日培養することが紹介されている¹⁾。また，高等学校理科総合Bの教科書では生物の多様性の箇所で³⁾，高等学校生物Iの教科書では生殖の方法の箇所で⁴⁾⁵⁾，及び高等学校生物IIの教科書では生物の分類と進化の箇所で⁶⁾⁷⁾⁸⁾，菌類の記載はそれぞれ僅かであり，それらを観察するための試料発生方法やその繁殖方法については紹介されていない。

菌類を生物学の教材として取り上げている報告には，次のような例がある。吉見⁹⁾は，古畳を野外で野ざらしにしてそれが腐っていく過程で，そこに発生するカビやキノコを観察することなど，菌類の培養，栽培，及び採集を生物クラブや同好会で取り上げることを提案した。石丸¹⁰⁾は，P・S・A（ポテト・ショ糖・寒天）培地を準備し，それを室内やエアコン送風

口に置いてカビを採取し培養した。また，イチゴ，ミカン，又は食パンに付着したカビを採取しその培地で培養した。さらに，病変を起こした植物体の組織からカビを採取しその培地で培養した。このようにして，カビを教材化する基礎研究を行った。山口¹¹⁾は，シャーレに無菌培地を準備し，それを森林で30分間又は60分間その蓋を開放した後に1週間培養してカビを肉眼で観察させ，森林の地表部においてカビが落ち葉などの生物遺体を分解する役割であることを認識させる提案をした。また，森林の表層の土壌1gを滅菌水で希釈し，その0.1mlをシャーレのMYP培地に撒き1週間培養して菌のコロニーを観察させ，森林の地下部に生息する分解者の確認も提案した。小池ら¹²⁾は，枯葉や生葉をカビ培地に植えて，その培養後の変化を観察させ，枯葉や生葉は微生物が存在する場であることを認識させる提案をした。

教科書でわずかにしか記載されておらず，中学生にとってその実態を殆ど知らない菌類が，私たちになじみのある食べ物に密接に関わっていることや農作物の生育に深く関与していることを，中学生に学習させるためには，菌類を教材として観察しやすくする工夫が必要と思われる。

そこで，本研究では，中学校理科2分野において，無菌寒天培地を用いた従来の方法¹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾よりも，より簡便にカビの発生・繁殖を行える手法を開発し，それを菌類の教材として提供できることを示した。

1) 山形大学 地域教育文化学部 生活総合学科

2) 山形大学 実践教育研究科 学習開発コース

3) シンガポール日本人校 中学部

4) 山形大学 地域教育文化学部 地域教育学科

実験方法

1. 寒天培地

1 ㊦の蒸留水に1%寒天（和光純薬工業㈱，No：016-11875）及び2%ショ糖（和光純薬工業㈱，No：192-00017）を入れて，電子レンジで加熱しながら攪拌して寒天を溶かした。それを30枚のガラスシャーレ（直径：90mm，高さ：20mm）にほぼ均等に分注し，その培地を冷まして固めた（図1）。なお，この操作は，クリーンベンチ内で行わずに，実験室の実験台で行った。次に，そのシャーレの蓋を開けたまま，各部屋に24時間放置した（図2）。そして，そのシャーレに蓋をして約21℃の室内で9日間培養した。

2. スクリュー培養容器に入った食パン

8枚切り食パン（BESTPRICE，イオン㈱）の耳の部分を包丁で切り落とし，さらに1枚の食パンをほぼ均等に4つの四角形の切片にした。スクリュー培養容

器（直径：80mm，高さ：70mm，ポリカーボネイト製，㈱ベルディ）の中に，その食パンの切片1つと蒸留水15ml入れ，1～2分置いて蒸留水をその切片に吸収させた。そして，その容器の中にさらに蒸留水15ml入れた（図3）。次に，その容器の蓋を開けたまま，各部屋に24時間放置した（図4）。そして，その容器に蓋をして約21℃の室内で9日間培養した。

3. ガラスシャーレに入った食パン

6枚切り又は8枚切りの食パン（BESTPRICE，イオン㈱）の耳の部分を包丁で切り落とし，さらに1枚の食パンをほぼ均等に4つの四角形の切片にした。ガラスシャーレ（直径：90mm，高さ：20mm）の中に，蒸留水を5ml，10ml，又は20ml入れ，さらにその食パンの切片1つを片面が蒸留水に浸るように入れた（片面のみ浸透）。また，各ガラスシャーレの中に，蒸留水を2.5ml，5ml，又は10ml入れ，さらにその食パンの



図1 無菌操作を伴わずに作製された2%ショ糖を含む寒天培地



図2 蓋を開けたまま、各部屋に24時間放置した寒天培地



図3 スクリュー培養容器に入った食パン



図4 蓋を開けたまま、各部屋に24時間放置したスクリュー培養容器に入った食パン

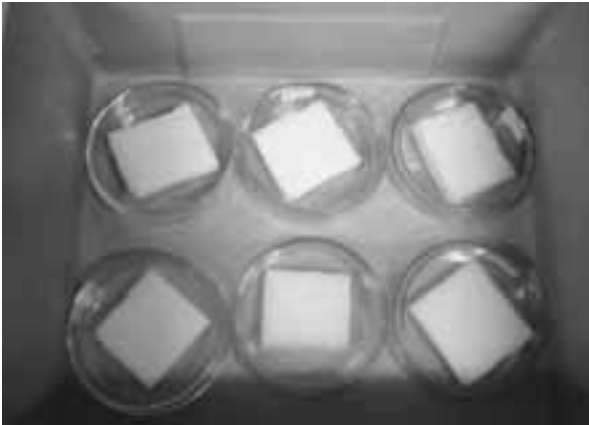


図5 蓋を開けたまま、実験室に24時間放置したガラスシャーレに入った食パン

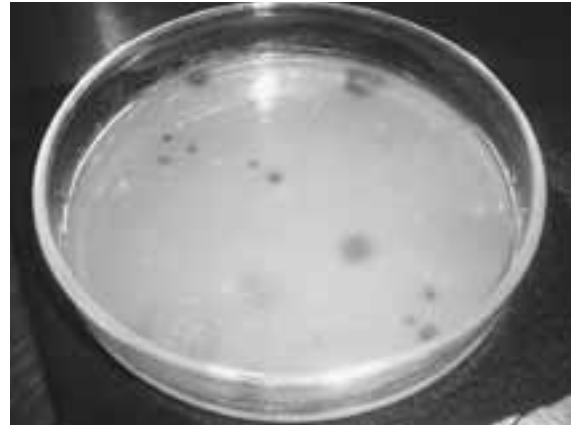


図6 寒天培地で発生・繁殖したカビ

切片1つを片面がそれに浸るように入れた。その切片が蒸留水を完全に吸収した後に、その切片を裏返して、さらに蒸留水を2.5ml, 5ml, 又は10mlそれらのシャーレの底に入れた(両面から浸透)。シャーレの蓋を開けたまま、部屋に24時間放置した後、それらのシャーレに蓋をして約21℃の室内で2日間培養した(1日間蓋を開けて)(図5)。また、そのシャーレに直ぐに蓋をして、約21℃の室内で3日間培養した(蓋を開けないで)。

実験結果及び考察

中学生に対して菌類を教材として提供する時に、今までは無菌寒天培地を用いてカビを発生・繁殖させる方法¹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾が示されてきた。しかし、実際に中学校ではオートクレーブやクリーンベンチ等の機材を備えていないので、無菌寒天培地を作製できなかった。高橋ら¹³⁾は、食パンを培地の代わりに用いて、食品の持つ抗菌性を調べる実験を報告した。そこで、この報告を参考にして、本研究では、無菌操作を行わなくても(オートクレーブやクリーンベンチが無くても)菌類を教材として提供できる方法を以下のように工夫した。

1. 寒天培地

無菌操作を伴わずに、2%ショ糖を含む寒天培地をガラスシャーレ中に固めて準備した。次に、それらのシャーレの蓋を開けたまま、実験の授業を行う実験室、理科教員の実験室、大学院学生の控え室、又は廊下に24時間放置して空気中のカビの胞子をその培地表面に付着させた。この時の対照区は、シャーレの蓋を開けないで24時間放置した。そして、それらのシャー

レに蓋をして9日間培養した。なお、各実験区では、6個の寒天培地を使用した。結果は、対照区の6個の培地の中でカビが発生・繁殖したものは1個も無かったが、シャーレの蓋を開けてその4箇所放置した各6個の培地で全てカビの発生・繁殖が確認された(図6)。また、実験の授業を行う実験室、理科教員の実験室、大学院学生の控え室、又は廊下に放置した培地で、カビの発生・増殖量に顕著な差は生じなかった。しかし、このカビの増殖量は、次に示す食パンの切片を用いた結果と比較して、かなり少なかった。

2. スクリュー培養容器に入った食パン

スクリュー培養容器に8枚切り食パンの1/4の切片1つと蒸留水30mlを入れ、蓋を開けたまま、実験の授業を行う実験室、理科教員の実験室、大学院学生の控え室、又は廊下に24時間放置して空気中のカビの胞子をその切片表面に付着させた。この時の対照区は、その蓋を開けないで24時間放置した。そして、蓋をして9日間培養した。なお、各実験区では、6個の食パン切片を使用した。結果は、対照区及びその4箇所に放置した各6個の切片で全てカビの発生・繁殖が確認された(図7)。また、その4箇所に放置した切片で、カビの発生・増殖量に顕著な差は生じなかった。以上のことから、無菌操作を伴わずに、培地の代わりに食パンの切片を用いて、カビの発生・繁殖を簡単に誘導できることが分かった。

3. ガラスシャーレに入った食パン

2に記載したような特殊なスクリュー培養容器を用いずに、一般的なガラスシャーレを用いて、さらに培養期間を短くしても、カビの発生・繁殖を効果的に行

4 加藤・齋藤・長根・鈴木：中学校理科2分野の生物教材としてのカビの発生・繁殖方法

える条件を次のように調べた。ガラスシャーレに6枚切り又は8枚切り食パンの1/4の切片1つと蒸留水5ml, 10ml, 又は20mlを入れ、蒸留水をその切片の片面のみ浸透又はそれをその両面から浸透させた。次に、それらの蓋を開けたまま、理科教員の実験室に24時間放置して空気中のカビの胞子をその切片表面に付

着させた(1日間蓋を開けて)。そして、蓋をして2日間培養した。なお、各実験区では、4個の食パン切片を使用した。結果は、6枚切り又は8枚切りの食パン、及び食パン切片の片面のみ浸透又はその両面から浸透に関わらず、蒸留水を5ml加えた実験区では、カビの発生・繁殖はほぼなかった(表1)。さらに、6枚切りの食パン切片の片面のみ浸透又はその両面から浸透に関わらず、蒸留水を10ml加えた実験区では、カビの発生・繁殖は全くなかった(表1)。また、6枚切りの食パン切片の両面から蒸留水20ml浸透させた実験区、及び8枚切りの食パン切片の片面及び両面から蒸留水20ml浸透させた実験区で、カビの発生・繁殖は盛んだった(表1, 図8)。

24時間放置して空気中のカビの胞子をその食パン切片表面に付着させないで(蓋を開けないで)、同様な次の実験を行った。ガラスシャーレに6枚切り又は8枚切り食パン切片1つと蒸留水5ml, 10ml, 又は20mlを入れ、蒸留水をその切片の片面のみ浸透又はそれをその両面から浸透させた。次に、蓋をして3日間培養した。結果は、6枚切り又は8枚切りの食パン、及び食

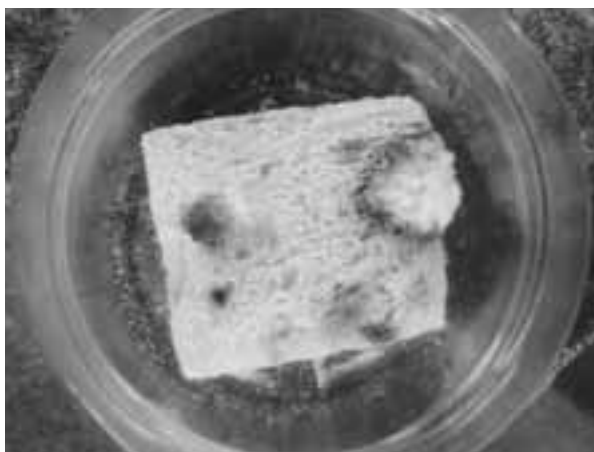


図7 スクリュー培養容器に入った食パンで発生・繁殖したカビ

表1 1日間蓋を開けた後、ガラスシャーレに入った食パンに入った食パンで発生・繁殖したカビ

6枚切り食パン	片面のみ浸透	両面から浸透
蒸留水 5ml	0/4	0/4
蒸留水10ml	0/4	0/4
蒸留水20ml	3/4 +	4/4 +++
8枚切り食パン		
蒸留水 5ml	1/4 +	0/4
蒸留水10ml	2/4 +++	3/4 ++
蒸留水20ml	4/4 +++++	4/4 ++++

ガラスシャーレに6枚切り又は8枚切り食パンの1/4の切片1つと蒸留水5ml, 10ml, 又は20mlを入れ、蒸留水をその切片の片面のみ浸透又はそれをその両面から浸透させた。次に、その蓋を開けたまま、理科教員の実験室に24時間放置して空気中のカビの胞子をその切片表面に付着させた(1日間蓋を開けて)。そして、その蓋をして約21℃で2日間培養した。なお、各実験区では、4個の食パン切片を使用した。□/4は、「カビが発生した切片の数/4個の全切片」を示している。+は、カビの発生・繁殖の程度を示している。

表2 蓋を開けないで、ガラスシャーレに入った食パンに入った食パンで発生・繁殖したカビ

6枚切り食パン	片面のみ浸透	両面から浸透
蒸留水 5ml	0/4	0/4
蒸留水10ml	1/4 ++	1/4 ++
蒸留水20ml	3/4 +++	3/4 +++
8枚切り食パン		
蒸留水 5ml	0/4	0/4
蒸留水10ml	2/4 +++	1/4 ++
蒸留水20ml	3/4 ++	4/4 +++++

ガラスシャーレに6枚切り又は8枚切り食パンの1/4の切片1つと蒸留水5ml, 10ml, 又は20mlを入れ、蒸留水をその切片の片面のみ浸透又はそれをその両面から浸透させた。次に、その蓋をして約21℃で3日間培養した。なお、各実験区では、4個の食パン切片を使用した。□/4は、「カビが発生した切片の数/4個の全切片」を示している。+は、カビの発生・繁殖の程度を示している。

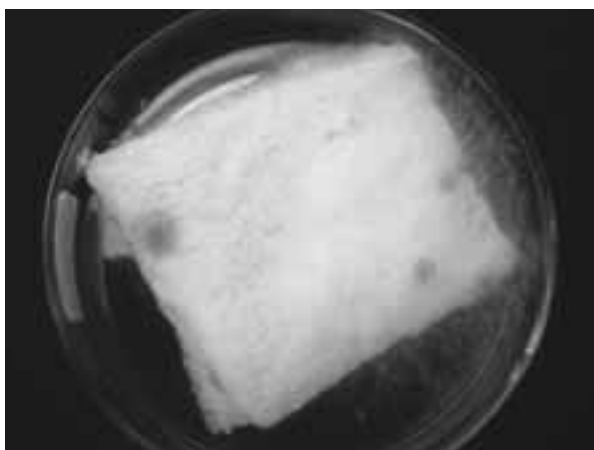


図8 ガラスシャーレに入った食パンで発生・繁殖したカビ

パン切片の片面のみ浸透又はその両面から浸透に関わらず、蒸留水を5ml加えた実験区では、カビの発生・繁殖は全くなかった(表2)。また、8枚切の食パン切片の両面から蒸留水20mlを浸透させた実験区で、カビの発生・繁殖は盛んだった(表2)。しかし、24時間放置して空気中のカビの孢子等をその食パン切片表面に付着させた(1日間蓋を開けて)上記の実験結果と比較して、全体的にカビの発生・繁殖は少なかった(表1, 表2)。

4. まとめと教材化

無菌操作を伴わずに、2%ショ糖を含む寒天培地をガラスシャーレ中に固めて準備した。そのシャーレの蓋を開けたまま、4箇所の各部屋等に24時間放置して空気中のカビの孢子をその培地表面に付着させた後、その蓋をして約21℃で9日間培養した。カビの増殖量の結果は、次に示す食パンの切片を用いた結果と比較して、かなり少なかった。

スクリー培養容器(直径:80mm, 高さ:70mm, ポリカーボネイト製)に8枚切り食パンの1/4の切片1つと蒸留水30mlを入れ、その蓋を開けたまま、4箇所の各部屋等に24時間放置して空気中のカビの孢子をその切片表面に付着させた後、その蓋をして約21℃で9日間培養した。結果は、4箇所に放置したその全切片でカビの発生・繁殖が確認された。

ガラスシャーレ(直径:90mm, 高さ:20mm)に6枚切り又は8枚切り食パンの1/4の切片1つと蒸留水5ml, 10ml, 又は20mlを入れ、蒸留水をその切片の片面のみ浸透又はそれをその両面から浸透させた。次に、その蓋を開けたまま、実験室に24時間放置して

空気中のカビの孢子をその切片表面に付着させた後、そのシャーレに蓋をして約21℃で2日間培養した(1日間蓋を開けて)。また、そのシャーレに直ぐに蓋をして、約21℃で3日間培養した(蓋を開けないで)。結果は、シャーレに8枚切り食パンの切片1つと蒸留水20mlを入れ、1日間その蓋を開けて実験室等に放置した後、その蓋をして2日間培養すると、カビの発生・増殖量は最大となった。

以上の実験結果から、中学校理科2分野(下)の生態系や食物連鎖の箇所、又は高等学校生物IIの生物の分類と進化の箇所において、ガラスシャーレ(直径:90mm, 高さ:20mm)に8枚切り食パンの1/4の切片1つと蒸留水20mlを入れ、1日間その蓋を開けて理科の実験室等に放置した後、その蓋をして約21℃で2日間培養して、カビの発生・繁殖を誘導し、それを菌類の教材として生徒に顕微鏡で観察させる(図9)ことが提起できる。

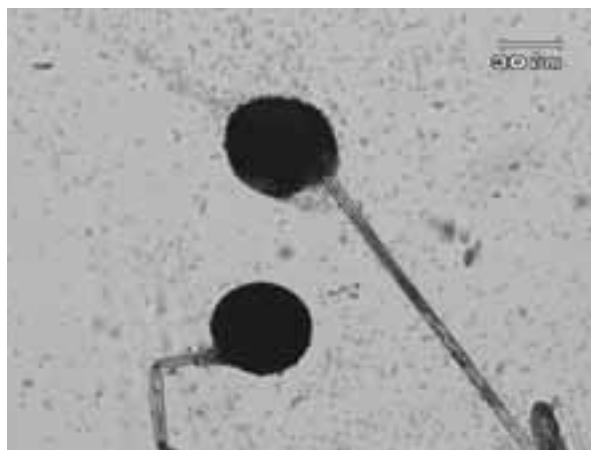


図9 光学顕微鏡で観察したカビの孢子のう

なお、本研究は、山形大学大学院教育実践研究科の大学院生を対象とした授業科目「教材開発のための教科内容研究(生物学)」の中で、生物教育の教材開発研究として行ったものである。

引用文献

- 1) 戸田盛和 ほか49名 文部科学省検定教科書「中学校理科2分野(下)」pp98-101, 大日本図書(2006)
- 2) 三浦登, 岡村定矩 ほか44名 文部科学省検定教科書「中学校理科2分野(下)」pp107-108, 東京書籍(株)(2006)
- 3) 堀田凱樹 ほか9名 文部科学省検定教科書「理

6 加藤・齋藤・長根・鈴木：中学校理科2分野の生物教材としてのカビの発生・繁殖方法

科総合B」 pp28-29, 教育出版 (2006)

- 4) 石川統 ほか12名 文部科学省検定教科書「高等学校 生物 I」 pp63, 東京書籍(株) (2006)
- 5) 田中隆荘, 田中昭男 ほか21名 文部科学省検定教科書「高等学校 生物 I」 pp67, 第一学習社 (2006)
- 6) 堀田凱樹 ほか9名 文部科学省検定教科書「高等学校 生物 II」 pp140-141, 教育出版 (2006)
- 7) 石川統 ほか12名 文部科学省検定教科書「高等学校 生物 II」 pp134-135, 東京書籍(株) (2006)
- 8) 田中隆荘, 田中昭男 ほか21名 文部科学省検定教科書「高等学校 生物 II」 pp190-192, pp199-200, 第一学習社 (2006)
- 9) 吉見昭一「特集 キノコ・カビ 生物学教材・生物クラブ・同好会の対象になる菌類」李刊 自然科学と博物館48(3): 98-103 (1981)
- 10) 石丸純子「カビの研究 I ~教材化のための基礎研究~日本私学教育研究所紀要 24(2): 401-420 (1994)
- 11) 山口修「森林における分解者を主とする環境教育教材の開発」学校教育学研究 15: 95-102 (2003)
- 12) 小池修司, 村上忠幸, 広木正紀「微生物に着目した教材の開発 -カビ・酵母を生き物として捉える視点を探る-」日本理科教育学会全国大会要項 pp92 (2005)
- 13) 高橋大輔, 鈴木隆, 加藤良一「食品の持つ抗菌性を調べる実験の教材化」山形大学紀要 (教育科学) 15(1): 1-20 (2010)