

感染症四方山話 (1)

Various Topics concerning Infectious Disease (1)

— 子供に微生物の面白さを伝えるには：家庭でできる微生物実験 —

— To introduce scientific interest of microbiology for children: Microbiological experiments in the home —

順天堂大学医学部 感染制御科学／細菌学／総合診療科学 准教授 菊池 賢

KEN KIKUCHI, MD, PhD. (Associate Professor)

Department of Infection Control Science, Department of Bacteriology, Department of General Medicine, Faculty of Medicine, Juntendo University

1. はじめに

過日、何かの研究会で本誌編集部の方と話す機会があった。その際、私が感染症診療・研究の日常で遭遇した雑多な話に編集部で興味を持たれたようで、「これまでの本誌にない、斬新なエッセイを書いて欲しい」というご丁寧な依頼があった。「格調高いThe Chemical Timesには似つかわしくない内容」と躊躇していたが、有り難くお引き受けすることにした。若輩者の日常の診療・研究から気がついた感染症関連の四方山話をざっくばらんにとりあげてみようと思う。お時間の許す方、しばしお付き合い願いたい。

さて、子供達の理科嫌い、理科離れ、理科系志望の減少、などが指摘されて久しい。ゆとり教育による学校での授業時間の減少、理科実験予算の削減(多くの理科の先生は実験用材料を自腹で購入したことがあるという)、先生の負担増大、受験対策への偏重、などなど、様々な背景があろう。また、残念ながら、我が国は理系白書に記載されているように、理系と文系の生涯賃金差が歴然としており、理科を職業に生かす将来像が描けないうちにある。技術立国をうたいながらもその根幹である理科の初等教育はお寒い限りだ。このため、危機感を抱いた一部の学会は細々と高校生などを対象に出張授業や市民参加公開実験講座などを開いてはいるが、中々教育の現場には広まっていないのが現状である。一方で、依然として中学や小学校では理科の「夏休み自由研究」は定番であり、一部の博物館や学習塾が主催する理科実験の体験講座などは人気が高い。さるテレビの科学実験番組は深夜放送枠からゴールデンタイムに昇格するな

ど、潜在的な子供の科学好きは変わっていないようにも見える。

微生物学を生業とする研究者にとっても、この分野での優秀な研究者をひとりでも多く育てるには、この「理科好き」の目をさましてもらうことが必須であろう。かしまることなどない。そこで、考えたのが「家庭内にあるもののできる微生物実験」である。ルールは「実験室にあるものを使用してはならない」のみ。さあ、このルール内でのようなことができるであろうか。

2. テーマの選択

我が国は世界に冠たる「発酵食品王国」でもある。味噌、醤油、味醂、酢、甘酒、酒、焼酎からその地方に独自の漬物、いずしに至るまで、発酵食品なくして日本、いや、世界中の食卓は成り立たない。パスツールが低温殺菌(pasteurization)を発見する200年以上前から、日本酒造りに「火入れ」を行って腐敗を防ぐ技術を取得していたように、その高い技術は、現代のバイオ技術にも生かされている。科学立国なら「発酵技術立国」こそ、日本の目指すオンリーワンの将来像の一つに相違ない。

さて、日頃食べている食品を眺めてみよう。テーマの選択には、1) 結果観察までの時間が短い、2) 結果が容易に可視確認できる、3) 材料調達が容易かつ廉価、4) 特別な技術が不要、に基本コンセプト「家庭内で使用出来るもののみで行う」条件が課せられる。

味噌、醤油は時間がかかりすぎ、ぬか漬物は単一の微生物による発酵現象ではない上に「発酵」が関与していることを肉眼的に確認しにくい。このような条件に合い

そうなるかを考えてみると、ヨーグルト、パン、そして、納豆があげられよう。ヨーグルトも市販のものをベースに使用出来るが、培地としての牛乳は様々な環境微生物にとっても好ましい培地であることから、汚染(コンタミネーション)を防ぐレベルが納豆、パンよりは少し高い。パン酵母はドライイーストとして純培養菌を簡単に入手出来る。パンを作られたことのある方はご存知だと思うが、ドライイーストを加えた「種」の発酵、即ち「膨らむ」スピードは非常に早い。目の前でみるみるうちに膨らんでくる。ビジュアル的にはわかりやすい。納豆菌も業者から購入することも可能であるが、市販の納豆がそのまま使用できる。何よりも、納豆菌を用い比較的高温で培養することから、コンタミネーションも起こり難い。きちんとできていけば、あの匂いと粘り(糸引き)、味で嗅覚と視覚、味覚に訴えるなど、結果確認要素が多数ある。何よりもウチの子供達の大好きである(次男は納豆さえあれば生きていけると豪語している)。以上のことから、テーマを「納豆を作る」にした。作りながら、実際に行った様々な実験を紹介する。

3. 材料と方法

3.1 材料(図1)

納豆: おかめ納豆 極小粒(タカノフーズ、茨城)

大豆: 北海道産大豆(ダイヤスター、北海道)、

あけぼのドライパック大豆(あけぼの食品、北海道)

小豆: 井村屋赤飯用小豆水煮:(井村屋、東京)

レッドキドニービーンズ: レッドキドニービーンズドライパック
(中島薫商店、東京)

容器: 密閉容器(納豆作製用の小さいもの、シャーレ代用のプラスチック製で平たいもの、100円ショップで購入)

簡易培養器: 発泡スチロール製保冷コンテナ
(魚などを入れる保冷箱である)

圧力釜、台所用秤、コップ、大きめのマグカップ(培地作製用)、計量カップ、2Lのペットボトル(注ぎ口が白い、耐熱性のもの)、温度計、塩、酢(千鳥酢、村山造酢、京都)、ニンニク、砂糖、重曹、寒天、チキンコンソメの素(マギーブイヨン)、スポイト(これも文房具店や百円ショップで売っている。我が家では鶏の丸焼きの時、皮をぱりりとさせるため、表面に水をかけるのに使用している。)、綿棒、消毒用アルコール(消毒用エタノールは簡単に薬局

などで購入でき、家庭でも普通に使用しているので、これはルール違反にならないとした。)など。

ニンニクなどの香辛料の抗カビ作用を以前に子供と調べたので、今回も一般的に防腐効果があるといわれている塩、酢、ニンニクの発酵に対する影響を観察してみた。また、酸とアルカリの影響をみるため、酢、重曹を添加して、酸性、アルカリ性の条件下での発酵も調べてみた。



図1 実験に用いた材料 - 豆類と納豆
材料はすべて近くのスーパーマーケットで購入。「おかめ納豆」を使用したのは、この日の特売で最も値段は安かったからで、格別の他の理由は無い。缶詰を使用したのは、煮る手間が要らず、すぐに実験を開始出来るため。袋から出して水に浸けている大豆は以前、購入して台所にあったもの。

3.2 方法

1. 簡易培養器の作製: 保冷コンテナの蓋に錐で穴をあけ、温度計をさして、培養器とした(図2)。保温材としては使い捨てカイロも使用してみたが、温度を長時間保つのは難しく、お湯を入れたペットボトルが最も適していた。
2. 発酵させる容器の密閉容器は洗って、消毒用アルコールでよく拭いた。
3. 大豆は洗って、一晩水に浸しておく。浸した豆は圧力釜で5分間茹でた。
4. 耐熱性のもので変形する恐れがあるので、必ず先に半分まで水道水を注いだペットボトルに、沸騰させたお湯をいっぱいに入れる。これを培養器に移した。温度計をみると47℃になった(図2)。
5. おかめ納豆1パックをコップに入れ、水100mlを加えて、よく混ぜる。上澄みを納豆菌液とした。
6. 材料の豆は50gずつ量り、密閉容器に入れた。添加物を追加するものは加え、以下の10個の組み合わせを作った。納豆菌液はスポイトで2mlずつ加えた。
 - 1) コントロール(大豆のみ)
 - 2) 大豆+納豆菌
 - 3) 大豆+納豆菌+塩5g

- 4) 大豆+納豆菌+酢5ml
- 5) 大豆+納豆菌+すりおろしたニンニク5g
- 6) 大豆+納豆菌+砂糖5g
- 7) 大豆+納豆菌+重曹5g
- 8) 小豆+納豆菌
- 9) ドライパック大豆+納豆菌
- 10) レッドキドニービーンズ+納豆菌

- 7. 密閉容器は蓋を軽く開けて、培養器に入れた。
- 8. 温度計を見て、温度が41℃以下にならないように、お湯を時々交換した(1回の交換で8時間位、温度を保つことができた)。
- 9. 納豆菌を確認するために、チキンコンソメ寒天培地を作った。チキンコンソメの素1個をお湯300mlに入れ、寒天4.5gを加えて、電子レンジで溶かし、平型の密閉容器に流し込んで固めた。
- 10. 24時間後に取り出した。評価は見た目、匂い、糸の引き具合を各4段階(0,1,2,3)で行い、添加物を加えないものは試食してみて、味も評価した。
- 11. 各密閉容器に綿棒を入れ、チキンコンソメ寒天培地に塗りつけ、培養器に入れて、24時間、41-47℃で培養した。



図2 自家製簡易培養器
中央に温度計を差してある。保温材として、ペットボトルにお湯を入れて使用した。

4. 結果

表に結果のまとめを、図3,4に培養後の様子を示す。納豆の発酵が進むと大豆の粒が縮んで表面が白くなり、市販の納豆そっくりになってきた。砂糖添加大豆が一番早く、納豆らしくなった。酢、ニンニク、塩、重曹添加大豆では、大豆の縮みや表面の変化は観察されなかった。小豆、レッドキドニービーンズも豆が縮み、表面が白くなり、納豆のような様子が観察された。

表 結果のまとめ

番号	1	2	3	4	5
項目	大豆のみ	大豆+納豆菌	大豆+納豆菌+塩	大豆+納豆菌+酢	大豆+納豆菌+ニンニク
匂い	0	3	3	1	0
糸引き	0	3	2	1	1
味	0	3	-	-	-
培養	-	+	+	+	+

番号	6	7	8	9	10
項目	大豆+納豆菌+砂糖	大豆+納豆菌+重曹	小豆+納豆菌	ドライパック大豆+納豆菌	レッドキドニービーンズ+納豆菌
匂い	3	0	0	3	0
糸引き	3	1	3	3	3
味	3	-	0	3	0
培養	+	+	+	+	+

匂い:大豆、ドライパック大豆、砂糖添加大豆は元の納豆と同じ匂いだった。ニンニク、重曹を入れたものでは、納豆の匂いはしなかった。小豆、レッドキドニービーンズも納豆らしい匂いは感じられなかった(評価:0, 1, 2, 3)。

糸引き(ムコイド様物質産生):大豆、ドライパック大豆、砂糖添加大豆、小豆、レッドキドニービーンズは元の納豆と同じ位の粘りがあり、混ぜることでよく糸を引いた(図4)。酢、ニンニク、重曹添加大豆では、ほとんど糸を引かなかった(評価:0, 1, 2, 3)。

味:大豆、ドライパック大豆、砂糖添加大豆は市販納豆と同じ味がした。小豆とレッドキドニービーンズでは渋くて、苦かった。小豆とレッドキドニービーンズは納豆には向いていないと思った(評価:-, 0, 1, 2, 3)。

培養成績:コントロール以外の全ての密閉容器から、元の菌液と同じ形状の菌が純培養状に生えた(評価:-, +)。



図3 培養後の様子。



図4 培養後の様子、No.2の大豆の表面(左上)と産生されたムコイド物質(左下)、No.10のレッドキドニービーンズに生じたムコイド物質(右)。

5. おわりに

今回、作製した発泡スチロール容器とペットボトルによる簡易培養器は簡便さ、定温性などにおいて非常に優れており、様々な培養に応用可能であろう。納豆はごらんのような簡単な道具で市販のものと同じようなものを作ることができた。納豆菌は大豆以外の豆も納豆のように発酵することが出来るけれども、食品としてはいまひとつであった。その理由としては、タンパク質が豊富な大豆とでんぷん質が多い小豆、レッドキドニービーンズとの違いが影響しているように思えた。納豆が古来より大豆で作られている理由が理解出来た。酸、アルカリなどはpHをチェックしていないなど、改良の余地はあるが、本課題のテーマは「家庭内にあるもののみで行うこと」。研究室での実験とは目的が異なる故、細かい齟齬はご容赦の程を。(ご家庭で実験される際は、錐や熱湯、圧力釜の扱いは、十分な注意を払ってください。

また、添加物を加えたものの試食は控えてください。)

〈納豆 豆知識〉

○納豆の日：

7月10日

(1981年、関西納豆工業協同組合が制定)

1992年、全国納豆工業協同組合連合会が改めて制定)

○納豆の生産量：

平成15年 24万7千トン

平成16年 25万トン

平成17年 23万6千トン

〔農林水産省総合食料局 豆腐・納豆の現状(平成18年3月)〕

○納豆の都市別購入金額(年間)ランキング

上位3都市

福島市 6,742円

水戸市 5,852円

前橋市 5,833円

下位3都市

和歌山市 1,812円

大阪市 2,077円

徳島市 2,208円

〔総務省統計局 家計調査 都道府県庁所在市別ランキング

(平成19～21年平均)〕