

工業高校における発酵食品の製造

東京都立杉並工業高等学校 理工環境科
金田 耕一 菊池 直哉

1 はじめに

本校には機械科、電子科、理工環境科の3科が設置されており、理工環境科は平成18年に前身の工業化学科から科名変更し、今年で15年目をむかえた。従来の工業化学に生物や環境分野を取り入れ、進学にも対応した教育課程と、多様な社会のニーズに対応できる職業観を身に付けた教育活動を展開している。ここでは3年生で行うバイオ系の実習の1つである発酵食品の製造である味噌の製造を取り上げる。

2 教育課程

1年生で生物基礎を学び、3学期には技能スタンダードに基づいて微生物の働き、特に発酵の作用の講義を受け、2年生で生物化学2単位を修得してきた。3年生では、「生活環境化学」2単位と「食品環境化学」2単位を修得するが、1学期当初にはこの2科目を統合した内容で味噌の製造を実習形式で行っている。

3 臨時休業中の取り組み

今年は新型コロナウイルス感染症防止対策のため4月～5月まで臨時休業になり、1学期に行う予定だった味噌の製造実習が出来なくなった。そのため5月に2名の教員だけで味噌づくりを行いその際の手順やポイントを動画にまとめ、後日生徒に視聴させることで味噌づくりの模擬体験授業を実施した。

4 取り扱う微生物

本授業では、米麹をつくるカビとしてコウジカビであるアスペルギルス・オリゼー (*Aspergillus oryzae*) を扱う。

5 ねらい

以下の3点をねらいとしている。

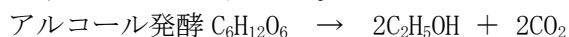
- (1) 微生物を人間が利用してきたことを学ぶ。
- (2) 微生物の生育環境を体験し学ぶ。
- (3) 微生物の力とその利用方法を学ぶ。

6 コウジカビ (*Aspergillus oryzae*) の働き

コウジカビは炭水化物、タンパク質等を栄養とし、酵素を排出することでそれらを分解し、糖やアミノ酸などの甘味や酸味や旨味を醸し出す。



その他、酵母や乳酸菌などの働きによる作用も味噌造りには重要である。



7 味噌の製造工程

製麹工程				仕込み工程	
1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目
洗米 ↓ 浸漬	水切り ↓ 蒸煮 ↓ 床もみ ↓ 保温	切り返し	出麹	大豆の洗浄 ↓ 浸漬	大豆の蒸煮 ↓ 破碎 ↓ 麹と混合 ↓ みそ玉 ↓ 容器に詰める ↓ 保管

図1 味噌の製造工程

8 授業内容 (当初の予定)

上記の製造工程を授業内ではすべて実施することが困難なため、生徒には以下の重要な工程を体験させることにしている。

- (1) 米の蒸煮と床もみ (4単位時間)
- (2) 大豆の蒸煮～保管 (4単位時間)

(1) 米の蒸煮と床もみ

米の蒸煮をどの程度まで行うかの目安として、「ひねりもち」状態を観察させる。これはコウジカビが生えるのに最適な米の状態にするためである。具体的な作業としては、蒸煮中の米一粒をつまみ取り、両手を使って親指と人指し指で両方に引っ張りながらひねると少し伸びてちぎれるかどうかを確認させる。この状態になるまでおおよそ、蒸煮鍋から湯気が出始めてから15分程度を目安にしている。しかし、この時間や「ひねりもち」の状態になるかどうかは、それまでの工程である、洗米→浸漬→水切りの時間や状態、その時の気温や湿度、さらには、最初の米の状態(新米なのか古米なのか)によって左右される。ここでは蒸煮の熱によるやけどに注意が必要である。



図2 ひねりもちの状態確認

次に種麴（コウジカビの孢子）を蒸煮米につける「床もみ」作業である。特に注意が必要なのは、蒸煮直後に番重に米を移す際、湯気の結露による水滴が蒸煮米につかないように手早くかたまりをほぐしながら、放熱させることである。

（通常は麴蓋を使用するが、学校では汎用性の高い番重を用いている。）

もし、番重の内表面に水滴がついた場合は、いったんザル等に米を引き上げて、番重についた水滴をふき取ったあと、再度米を番重に移して、ほどよく放熱させる。これらの余分な水分は雑菌が繁殖する原因になるからである。

ほどよく攪拌でき、蒸煮米の温度が 30℃～40℃くらいになったところで、種麴をつける。このとき、米 1 粒 1 粒に種がつくようなイメージでよく手でもみほぐすようにして種付けを行う。



図 3 床もみの状態

床もみが終わると、コウジカビが生育しやすい環境である気温 35℃、湿度 70～90%に保つインキュベータに入れ、2 日後（約 42 時間後）、生徒に観察させる。



図 4 出麴の状態

出麴の状態を生徒が見たときには、米に白いカビが一面に生えたような姿に一同声をあげることが多い。生徒には出来た麴をつまんでなめさせ、甘い味がすることを観察させる。これが、コウジカビの働きによるデンプンの糖化作用であり、生徒たちは米が甘くなるのを体験する。

(2) 大豆の蒸煮～保管

大豆の蒸煮の程度も米の場合と同じように、特徴がある。大豆 1 粒を取り出し、親指と薬指でつぶれるくらいのやわらかさまで蒸煮する。



図 5 大豆の蒸煮後の確認

蒸煮が終わると、番重にあげて放熱し、やけどしないように、両手でひたすら破碎する。この時大豆の粒が残らないようにすることが大事である。

次に、前段階で出来た麴に塩を混ぜ、コウジカビの生育をとめる。これを塩切り麴と言う。この塩切り麴と破碎した大豆を混ぜ、みそ玉をつくる。この時に種みそとして、昨年の 3 年生がつくった味噌の一部を混ぜ込む。

このようにして代々杉工みそが受け継がれていく。みそ玉はソフトボールくらい大きさにし、あらかじめ用意しておいた、容器の底の端に投げ入れる。これはみそ玉に含まれる空気と、容器内の空気をなるべく入れないようにするためである。空気が残っていると殺菌汚染する可能性がある。また、酵母や乳酸菌は嫌気性のため特に空気は必要ない。

9 まとめ

本授業ではねらいである、「微生物の力を利用して味噌ができる」ことを体感することである。

コウジカビの力を最大限に引き出すために必要な条件である米の状態や大豆の状態、その時の温度や湿度、水の加減や蒸煮時間などはこれまでの日本人が数百年の経験と知識によって蓄積された知恵の結晶である。

日本には納豆や醤油などの発酵食品が昔から食されてきており、その栄養価と人間の健康とのかかわりは現代において注目されている。

酵母を利用したパンづくりや乳酸発酵によるヨーグルトやチーズなどの発酵食品をテーマにした課題研究など、生徒による体験的な深い学びにつながるように継続していきたい。

10 参考文献

松本信二「食品製造」、実教出版 農業 305
中西載慶「微生物の利用」、実教出版