

〈山崎賞〉

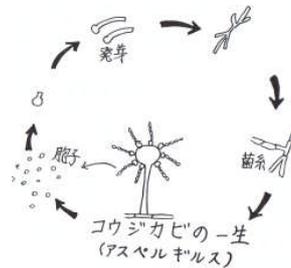
## 7 くさる！！パート3 ～コウジカビを使って～

### 1 研究の動機

一昨年、昨年と「くさる」をテーマに研究を続けてきた。その時、いろいろな場面でカビが発生した。くさるからカビが生えるのか、カビが生えるからくさるのか、くさることとカビとの間に関係があるのかが気になり、今年カビに注目して研究した。ただカビと言っても、調べてみると5万種類もあるので、その中で特に身近なカビ「コウジカビ」について研究してみた。

### 2 研究の方法

- (1) カビを生やす実験
- (2) 米を発酵させて、コウジを作る実験
- (3) コウジで甘酒を作る実験
- (4) 胞子は熱に強いかどうかの実験



コウジカビ

### 3 研究の結果

#### (1) カビを生やす実験

##### ア 方法



パンに生えたカビ

はじめに、食パンを次のa～eの5種類に加工したものを用意した。

- a そのままにしたもの
- b 砂糖水に浸したもの（コップ半分 100cc に砂糖小さじ一杯）
- c 砂糖水に浸してビニール袋に入れ、口を開けておいたもの
- d トーストしたもの
- e 保存袋に脱酸素剤を入れて密封したもの

次に、それぞれを冷蔵庫，風呂場，温かい所，涼しい所の4つの場所に置いて観察した。

##### イ 結果

カビが一番良く生えたのは、風呂場の砂糖水に浸してビニール袋に入れたものだった。

##### ウ 考察

実験結果から、カビが生えるためには温度（25～28度が最適）、湿度（80%以上）、酸素、栄養分などの条件が必要だと分かった。

#### (2) 米を発酵させてコウジを作る実験

カビを生やす実験で、分かったことを生かしパンにも生えていた黄色のカビ、コウジカビの性質を調べるため、コウジカビを使って米コウジを作ってみた。

##### ア 方法

- ① 白米1キロをよく洗い水に4～5時間つけ、ざるにあげて十分水を切る。次に米を蒸し器で10～15分蒸す。蒸した米を布に広げ、45度くらいにさめたところで種コウジを



もみ上げ作業

まんべんなくまき、手でよく混ぜる。良くもんだ米を布で包み 30 度くらいの温度の保温箱に丸 1 日置く。(もみ上げ)

- ② 2 日目 米粒が少し白っぽくなりつやがなくなってきたら、包んであった米をバットにしいた布に 2cm くらいの厚さに広げてから二つ折りにする。お湯で硬く絞った布を上にかぶせもう一度保温箱に入れて、1 日温める。(切り返し)
- ③ 仲仕事で、切り返しを行い、かたまりをほぐしながら水蒸気を飛ばす。内部だけ温度が上がるのを防ぐ為、窪みをつくったりする。これ以降は布で包まず、空気が入るようにして保温箱に入れる。
- ④ 3 日目 コウジに栗のようなにおいが出てきたら保温箱から出す。ざるにコウジを広げてほぐし、15~16 度に冷やして乾燥させる。(枯らし)

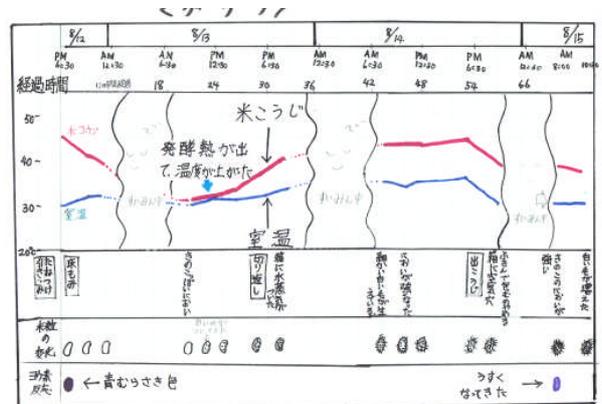
## イ 結果

- ① 実験開始から 14 時間くらいは温度が下がっていたが、それ以降からだんだんと温度が上昇、米粒に白いものが出てきた。

きのこのようなにおいがした。

- ② 24 時間を過ぎた頃から、さらに米粒が白くなり菌糸の増殖が急激になり始めた。温度も 40 度に近くなり保温箱が発酵熱の水蒸気でぬれていた。38 時間後以降になると 43 度くらいに上がり、米粒に細かい白い毛が生えてきた。においも強くなってきた。

- ③ デンプンがあるかないか、ヨードチンキを使って、ヨウ素反応を調べてみた。最初はデンプンがあり、青紫色だったが、米コウジができたころには色がうすくなった。デンプンが糖に変化していることが分かった。



米コウジができる過程

## ウ 考察

実験を始めてしばらくは温度が下がりカビがつかなかったのではないかと心配したが、温度が上がり、米の表面が白く変化し、においも出てきたことに驚きをもって観察した。コウジカビの繁殖に適した条件がそろって発酵が始まるのが良く分かった。適温は 25~30 度であった。

## (3) コウジで甘酒を作る実験

砂糖を使わなくて本当に甘い甘酒ができるのか実験をした。

糖分の有無を調べるため、ヨードチンキと尿糖検査用紙を使って調べた。

### ア 方法

- ① もち米 200g をよく洗い米の 3 倍の水を入れて柔らかいおかゆを炊く。
- ② 炊きあがったおかゆをしゃもじで切るようにしてかき混ぜ、80 度位にさます。
- ③ コウジ 400g をよく揉み解し、おかゆの中に入れて、手早くかき混ぜる。温度を 55~60 度くらいで半日から 1 日保温プレートで保温してつくる。



手作りの甘酒

## イ 結果

おかゆ状から次第に滑らか感じになり、甘みもどんどん増し匂いも甘酒らしくなった。

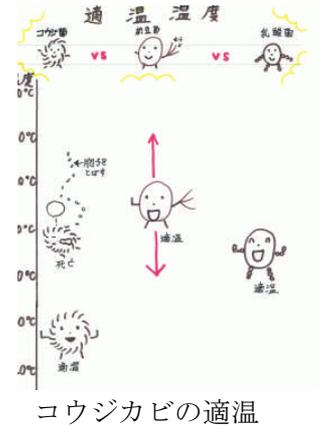
- ① ヨウ素反応は、最初こい青紫だったが、糖化が進んでデンプンが少なくなったらしく、色が薄くなってきた。
- ② 反対に尿糖検査用紙の反応は、白米と甘酒を比べると甘酒の方が糖分が多く、糖化が進んだことが分かった。

## ウ 考察

デンプンを糖化させる酵素をコウジカビがだしたため、砂糖を使わなくても甘くなることが分かった。この酵素をアミラーゼといい、甘酒を作る時 55 度から 60 度の温度を保つのは、アミラーゼが 1 番働きやすい温度であるためのようだ。やはりここでも、温度管理が大切であることが分かった。

<追加実験>

できた甘酒をそのまま放置してみた。さらに甘くなったが、5 日目位から納豆くさく鼻につんとくるにおいがした。どろどろになり色は肌色に変化した。温度が高くなると納豆菌や乳酸菌の繁殖を招くためらしいことが分かった。



コウジカビの適温

## (4) 胞子は熱に強いかどうかの実験

### ア 方法

(2)で作ったコウジを使い、40 度、60 度、80 度のお湯にそれぞれ 5~6 秒入れ、それをご飯の上ののせコウジカビの繁殖を観察する。温度の違いによってコウジカビの繁殖に差があるかどうかを調べた。

### イ 結果 (右図)

### ウ 考察

最初、40 度のものが、コウジから白米に白い毛のようなものが広がっていた。白い毛の先が黄色っぽくなって胞子が分かるようになった。1 日遅れて 60 度のもの、80 度のものも同じようになった。その後は 60 度、80 度の方がカビの繁殖がさかんになり、全体が黄色→黄緑色→抹茶色に変化した。予想でコウジ菌は、温度が高すぎると死んでしまうと思ったが、意外に温度が高くても少しくらいのことでは死なないということが分かった。コウジ菌は温度が低いところで生き延びたり、空気中に胞子を飛ばすなどの工夫をしているようだ。

日	40℃	60℃	80℃
1/6	入れたコウジ(20g)に白い毛が繁殖	変化なし	
1/7	全体に白い毛が繁殖して広がった	入れたコウジに白い毛が繁殖	入れたコウジに白い毛が繁殖
1/8	白い毛の先が黄色っぽくなってきた	全体に白い毛が繁殖して広がった	全体に白い毛が繁殖して広がった
1/9	繁殖してきた白い毛が少し減っている	白い毛の先が黄色っぽくなってきた	白い毛の先が黄色っぽくなってきた
1/20		全体が黄色	全体が黄色

コウジカビの繁殖と温度の関係

## 4 感想

私は、この3年間「くさる」をテーマに研究を行ってきた。始めは、もののくさり方を研究し、「くさる」にも「良くさる」があることを知った。それが「発酵」だ。目に見えない微生物によって化学変化が起き、違った成分ができることを知った。そして、これまでカビはいやなものだと思っていたので、人間が食べている身近な食品を作り出し役立っていることに大変驚いた。昔の人たちは失敗を繰り返しながら、微生物を上手に利用してたくさんの食品を今に伝えている。日本の湿度が高くて蒸し暑いという環境も条件に合っている。私が知ることができたのはほんの一部だが、これからも目には見えない不思議な世界を機会があったら知りたいと思う。