

なっとうはなぜなっとうなのか

37期生

I テーマ設定の理由

去年はゴムの弾性について研究した。その中で、流動学（弾性や粘性などの性質について調べる学問）を知り、興味をもったので、今年は粘性について調べてみたいと思った。そこで思い浮かんだのが、「ねばねば」した納豆である。

- ・納豆は大豆からしかつくれないのだろうか。
 - ・納豆はなぜ糸を引くのか。「ねばねば」の成分は何なのか。
- この2つの事を中心に調べていきたいと思った。

II 研究方法

1. 納豆の歴史、納豆のつくり方などを文献で調べる。
2. 納豆を実際につくる。何種類かの豆で納豆をつくり、比較する。
3. 納豆のねばねばの成分を実験して調べる。（文献を参考にする）
4. 納豆のpHを、規定液を使って変化させ、糸の引き方を比較する。
5. 納豆菌とはどういうものなのか、顕微鏡で観察する。

III 研究内容

- (1) 納豆の歴史 (私が調べたかぎりでは、次の2説がある)
1. 日本人が弥生時代から米と豆（大豆）を食べていたことは、ほぼ確実であるとされている。米と豆があったということは稻わらと大豆があったということであり、納豆づくりも可能である。だから、日本にはこのころから糸引き納豆はあったとされている。
 2. 世界で知られている、糸引き納豆は、次の三種類である。

日本 ————— 納豆 大豆の煮豆をわらで包んで納豆菌を作らせたもの
ジャワ ————— テンペ 大豆の煮豆をバナナの葉に包んで発酵させたもの
ヒマラヤ中腹 ————— キネマ

味噌、醤油、もやし、豆腐、その他発酵食品とも考えあわせると、おそらく中国の雲南あたりを中心にあった文化要素が南流して東南アジアに至り、一方西はヒマラヤ、東は日本へと伝播したのであろう。糸引納豆も、室町時代に南蛮物としてジャワから日本に入ったのだろう。

(2) 納豆の栄養

納豆には、アミノ酸、酵素、ビタミン類が多く含まれており、その他、リノール酸などの有効成分も含まれている。消化吸収もよい。

(3) 納豆のつくり方

1. 大豆を用意する。

大豆 100 g 用意すると、納豆 2 パック分ができる。

2. 水洗い

3. 水につける

3 倍量の水に一晩つけて十分に吸水させる。

4. 煮る

ひたした水をそのまま使用し、弱火でゆっくり煮あげる。大豆が親指と小指ではさんでつぶれるくらいまで柔らかくする。

5. 接種

煮豆に納豆菌を付着させる方法は、次の 3 通りある。

- a. 市販の納豆をタネにする方法
- b. 納豆菌（粉末）を購入して煮豆にかける方法
- c. 稲わらを用いる方法

a が一番簡単である。製造日付の新しい納豆を、煮豆約 200 g（もと 100 g）に対して大さじ 1 の割合で混ぜ入れる。煮豆が熱いうちに手早くする。

6. 保温

納豆菌を接種した煮豆を、40°C～42°C の温度の所で 10～20 時間保温する。

例：ふたつきのポリ容器の中に煮豆を入れ、それをタオルで包んで電気ごたつの中に入れる。

7. できあがり

煮豆にうっすらと白い納豆菌の膜がかかり、粘りがでてきたらできあがり。保温を中止し、室内にしばらく放置して後発酵を行う。

8. 保存

納豆が乾燥しないようにポリフィルムでパックし、冷蔵庫の上段（5°C 前後）に入れおく。こうすると、一週間は保存できる。

(4) 納豆は大豆からしかつくれないのか。

納豆は大豆からつくられている。しかし、他の豆では納豆はつくれないのだろうか。

9 種類の豆をつかって納豆をつくってみた。

＜結果＞ 大豆 —— 納豆臭がする。大豆の粒が大きかったからか、思ったより糸を引かなかった。しかし、味は一番良かった。

小豆 —— 納豆臭が少しする。豆の表面がもろくなり、糸はかすかに引いている。皮がかたいからだろう。

大福 —— 酸味の臭いがする。豆と同じ色の糸を少し引いている。試食する気がしなかった。

虎豆 —— 納豆臭がする、表面がぬるぬるして、黒っぽくなっている、糸を引いた。異様な味がした。

うずら豆 —— 納豆臭が少しする。表面がもろくなっている、ぐちゃぐちゃになっている。糸は引かない。

大正金時 —— 納豆臭と何かの臭いが混合したような臭いがする。表面がぬるぬるしているが、糸は引かない。

ピーナッツ —— 納豆臭とピーナッツの臭いがする。表面が少し粘っていて、かすかに糸を引く。味はピーナッツだった。

グリーンピース —— 納豆臭がかすかにする。豆全体がぬるぬるしていて、緑色の粘質物がある。最も糸を良く引いたが、その糸には、市販納豆のような弾性があまりなかった。

えだ豆 —— 納豆臭が少しする。豆の色が、変色していた。表面が粘っていて、細い糸をかすかに引く。

＜考察＞ どの豆にも煮豆から納豆になる時に変化がみられた。つまり、納豆菌はどの豆にも作用するという事がいえた。しかし、納豆菌は煮豆中のタンパク質に作用するので、豆類の中でもタンパク質が多く含まれている大豆が納豆に適しているのだろう。

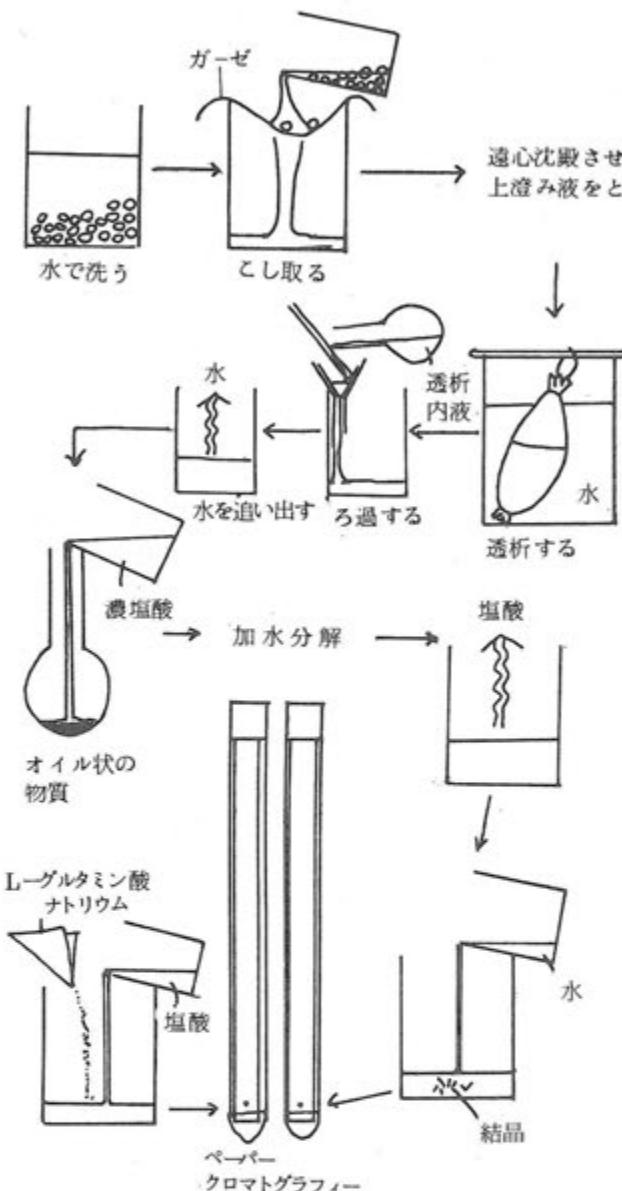
納豆は、他の煮豆に比べて腐るのが遅かった。このことから、納豆菌は他の菌の繁殖をおさえるという事がわかった。

(5) 納豆はなぜ糸をひくのか

納豆の粘質物（ねばねば）はどのような物質から構成されているのかを知るために、文献を探した。納豆の粘質物は納豆菌によって大豆成分から合成されたもので、グルタミン酸のポリペプチドと、フラクトースの重合したフラクタノンの混合物である。両者の量比は一定していないが、前者が全体の 60～80% を占めるといわれ、強い糸引きを示すのはポリペプチドのほうで、フラクタノンは粘度の安定化に役立つといわれている。これを確かめるために、納豆からグルタミン酸ポリペプチドを取り出そうと考えた。

＜方法＞ まず、納豆の表面を納豆の体積の 3 倍量の水で洗い、その水溶液を 5,000 回／分で 10 分間遠心沈殿させた。次にその上澄み液をとり、一晩セロハン膜で透析した後、透析内液より減圧下で水を追い出した。すると、オイル状の物質が得られた。このオイル状の物質が、グルタミン酸ポリペプチドであることを確かめるために、オイル状の物質と同体積の濃塩酸を加え、5 時間沸騰させ、加水分解した。次に、減圧下で塩酸を追い出すと、無色針状結晶が得られた。これを少量の水に溶かした。

これと、L-グルタミン酸ナトリウム（化学調味料）を塩酸に溶かしたものを、ベーパークロマトグラフィーで比較した。展開液はメタノール 9、水 1 の割合のものにした。ろ紙が乾いてから、ニンヒドリン溶液を霧吹きでろ紙に吹きかけ、ドライヤーで加熱し、色の様子を比較した。オイル状の物質がグルタミン酸ポリペプチドであれば、両者ともグルタミン酸の塩酸塩ができ、同じ物質になると考えられたからである。



＜結果＞ この結果は右上の図のようになった。両者のクロマトグラフィーはほぼ同じと考えられる。

＜考察＞ 納豆の粘質物（ねばねば）はグルタミン酸ポリペプチドからつくられていることがわかった。ポリペプチドは高分子なので、粘性を持っている。

タンパク質は、アミノ酸のペプチド結合であり、大豆中のタンパク質にはグルタミン酸が多く含まれている。納豆菌は、タンパク質中からグルタミン酸を取り出し、それを合成してポリペプチドをつくっているのではないだろうか。これが納豆の粘質物となっているのではないだろうか。



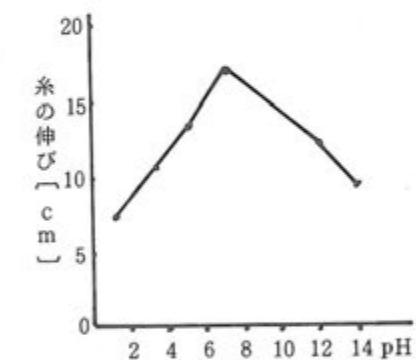
＜検証実験＞ この考察が正しいかどうかを調べるために、検証実験を行った。納豆菌にL-グルタミン酸ナトリウム（化学調味料）を与えて変化を調べた。すると、粘質物がつくられたので、考察は正しかった。つまり、納豆の粘質物は、納豆菌が、大豆タンパク質中のグルタミン酸を取り出して、それをつないだものの（ペプチド結合）である。

(6) 納豆のねばねばとpHとの関係

納豆のpHは7.2～7.6である。納豆に酢酸をかけると、納豆の粘りが急速になくなっている、糸を引かなくなつた。納豆の粘質物は、酸に弱いのだろうか。又、アルカリ性にはどうなのか。pHと引糸性との関係を実験して調べた。

＜方法＞ 納豆の粘質物を3滴ずつ7つの皿に入れた。次に、塩酸、水酸化ナトリウム、水を用い、pH 1・3・5・10・12・14の液をつくり、対応する粘質物に1滴落とした。それぞれをよくかき混ぜて、7種類のpHの粘質物の伸びを測った。

＜結果＞

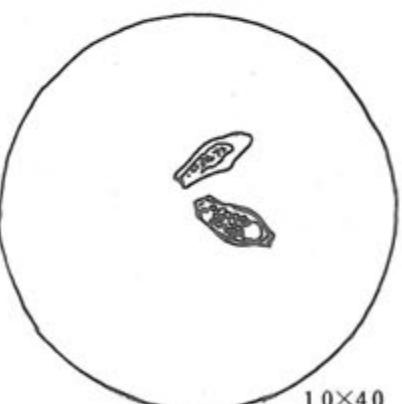
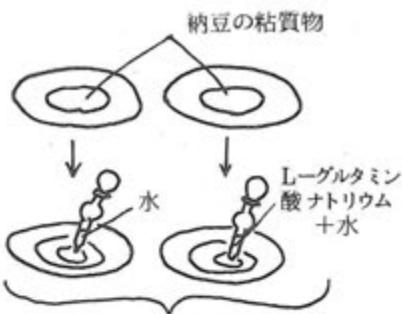


＜考察＞ 納豆の粘質物は、pH 7前後（文献によると7.2～7.4）のときに一番良く糸を引き、それより酸性でもアルカリ性でもあまり糸を引かなくなる。これは、グルタミン酸ポリペプチドがpH 7.2～7.4ぐらいで最も安定し、それより酸性でもアルカリ性でもペプチド結合がこわれてしまうからだと思う。

(7) 納豆菌

稻わらにびっしりとついていて、「煮豆」を「納豆」に変える納豆菌とはどんなものなのか、調べてみようと思った。文献を捜したが載っていなかったので、納豆のねばねばの部分を顕微鏡でのぞいてみた。右図のようなものが見えた。

たぶん胞子のうではないかと思われるが、それが正しいか確かめる事ができなかった。



V 結論

納豆とは、煮た大豆に納豆菌を作用させてつくった食品である。粘り気が強いので、糸引き納豆と呼ばれるが、この粘質物は主に、納豆菌がタンパク質中のグルタミン酸を合成してつくった、グルタミン酸ポリペプチドより構成されている。この粘質物は、pH 7.2～7.4のときに最もよく糸を引き、それより酸性でもアルカリ性でも引糸性は弱くなる。

納豆菌はタンパク質に作用する。動物性タンパク質にも作用するが、どちらかといえば、植物性タンパク質の方に良く作用する。

納豆のつくり方は、大豆をよく水洗いし、充分に吸水させてから、柔らかくなるまで煮る。できた煮豆が熱いうちに納豆菌を接種し、湿気と通気性のある40℃前後の温度のところに10時間置く。それから常温でしばらく放置するとできあがる。

V 総括

11種類の豆で納豆をつくるために、真夏の暑い日にもまる2昼夜も豆をたき続け、電気あんかを持ち出して40℃の温度を保ち……。汗を流してつくった納豆は、誰もが顔をそむける出来でした。関西の人々の多くは、「納豆」と聞くといやそうな顔をします。

今、私は、納豆の成分はグルタミン酸であり、おいしいのだとその人達に言えるような結果を得ることができたのですが、私の、食品としての納豆に対する興味は、「納豆づくり」の時点でかなり失われたようなのです。けれども、納豆は良い食品です。

調べてみたいと思った事や、やってみたいと思った事はほとんどできたので、自分としては満足のいく研究だったと思います。ただ、内容が難しく、自分で実験方法などが考えられなかった事が残念でした。

—参考文献—

大豆食品	渡辺篤二 海老根英雄 太田輝夫	光琳出版
タンパク質化学	赤堀四郎 金子武夫 成田耕造	共立出版
健康食 なっとう 料理の起源	永山久夫 中尾佐助	農山漁村文化協会 NHKブックス