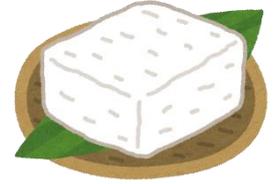


## コラム 豆腐の化学

暑い日が続きますが、この時期の栄養価の高い冷たい食べ物に「豆腐」があります。豆腐はタンパク質を多く含む食べ物で、最近は低カロリーで低脂質な食品「Tofu」として海外でも見直されている食品のひとつです。今回は、豆腐を化学の目で見てみます。



### ○大豆、豆腐の歴史

豆腐の原料である大豆は、東アジアが原産のツルマメを起源に品種改良された穀物です。日本も原産地のひとつで、縄文時代に穀物として栽培されていたという記録があります。中国、韓国など複数の地域で栽培が始まっています。一方、大豆の栽培は 20 世紀初頭までは、東アジアに限られた穀物でした。現在(2021 年)の産地は、ブラジルが 13,493 千 t で 1 位、アメリカが 12,070 千 t で 2 位です。大豆からは、搾油された大豆油と良質なタンパク質の大豆粕が得られ、さまざまな食品や飼料に使用されています。

古くからある加工食品についてその起源がわからない場合が多いのですが、豆腐は、紀元前 2 世紀頃に淮南王劉安が考案したとの言い伝えが、後の 1578 年頃に明で編纂された「本草綱目」に記載されています。劉安は前漢の開祖である劉邦(高祖)の孫に当たります。当時は、中国でも一般的な食品ではなく特定の地域(現在の安徽省周辺)における食べ物であったようです。

僧侶への精進料理のひとつとして日本に伝わるのは 10 世紀頃です。庶民に豆腐を食べる習慣が広まるのは 12 世紀で南北朝の時代です。但し、日常食べる食品ではなく、慶弔時のみに食べる特別な食材として豆腐は位置づけられていました。



それが江戸時代になると穀物を挽く石臼の発展とともに、粉ものの食品が一般庶民の間にも広がり、大豆から豆腐を作ることも簡単になりました。そこで登場するのが、豆腐に限った料理 100 種を集め、1782 年(天明 2 年)に出された「豆腐百珍」でした。地方では天明大飢饉となった時期でもありましたが、「豆腐百珍続編」も翌年に出されるなど料理本として大成功となりました。豆腐屋が街中にできて、豆腐売りが売り歩くことが、日本国内の一般的な風景となりました。

### ○大豆から豆乳へ

豆腐を作るには、まず豆乳を作ることが必要です。次のような工程で豆乳が得られます。

精選：割れ豆、虫食い豆、他の夾雑物を取り除く。

洗浄：表面に付着している土やほこりなどを十分に洗い流す。

浸漬：3~4 倍量の水に浸し続ける。気候により水温や時間が異なるが均一に吸水させる。

磨砕：吸水した大豆を細かく砕きます。昔は石臼で挽きましたが、現在はグラインダーを使います。

大豆の細胞を破りタンパク質等の成分を抽出します。加水しながら濃度を調整します。

加熱：凝固しやすい成分を最大に溶出させるために 100℃前後まで加熱します。

この状態は「呉(ゴ)」と呼ばれています。

絞り：「呉」から布を使い、オカラを濾し取ることで、濃度 6~8%の豆乳が得られます。

### ○豆乳から豆腐の化学

日本食品標準成分表（八訂）による 100g 当たりの食品成分は下記になります。

大豆には他の食品と比べてタンパク質の割合が高い食品のひとつでタンパク質が、33.8g 含まれています。脂質も 19.7g 含まれており、磨砕して得られた豆乳は、水の中に脂質とタンパク質が球状に分散した状態になっています。これは、牛乳も同じ構造で化学的にはコロイドと呼ばれる状態です。

食品	エネルギー (kcal)	水分 (g)	タンパク質 (g)	脂質 (g)	炭水化物 (g)	灰分 (g)
大豆	372	12.4	33.8	19.7	29.5	4.7
こめ	342	14.9	6.1	0.9	77.6	0.4
豚肉	366	49.4	14.4	35.4	2.2	0.7
魚肉春かつお	108	72.2	25.8	0.5	0.1	1.4
豆乳	43	90.8	3.6	2.8	2.3	0.5
牛乳	61	87.4	3.3	3.8	4.8	0.7
木綿豆腐	73	85.9	7.0	4.9	1.5	0.7
絹ごし豆腐	56	88.5	5.3	3.5	2.0	0.7
充填豆腐	56	88.6	5.0	3.1	2.5	0.8

水に分散したコロイド状態の表面は水となじみやすい性質でマイナスの電荷を帯びています。そのため、コロイド粒子同士は反発しあって白濁した状態を保っています。この状態を化学的な処理を加えることで、豆乳からタンパク質と脂質成分を集めることで豆腐ができることとなります。現在、豆腐は、「凝固剤に「にがり」を使う」、「水に溶かすと酸性になる成分を使う」のふたつの方法で作られます。

#### にがり (塩化マグネシウム:MgCl<sub>2</sub>)

塩化マグネシウムを溶かすと、プラスの電荷を 2 価持つマグネシウム : Mg<sup>2+</sup>とマイナスの電荷を持つコロイド粒子の表面の電荷が中和されてコロイド粒子を凝集させます。塩析と呼ばれます。

**木綿豆腐**：豆乳に「にがり」を入れると、凝固しますがこれを型に入れて押し固めて脱水したものです。

脱水の際に木綿の布を型に敷くので模様が付いていることがあります。

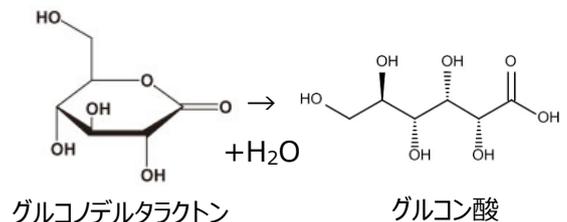
**絹ごし豆腐**：濃い目に調整した豆乳を型に流し込み、「にがり」を加えて凝固させたものです。

水分を抜かずに整形するので、きめ細かく滑らかな食感になり絹ごしと言われます。

#### 酸性になる成分 (グルコノデルタラクトン)

マイナスの電荷を持つコロイド粒子の表面を酸成分を使い中和してコロイド粒子を凝集させます。

**充填豆腐**：容器に凝固剤であるグルコノデルタラクトンと豆乳を同時に流し込み密封をします。その後、容器ごと加熱をすることで加水分解してグルコン酸になり、タンパク質と脂質のコロイド粒子を凝固させます。加熱による殺菌効果もあり賞味期限が長くなりました。



厳しい夏の暑さを乗り越えるのに、冷たい豆腐はいかがですか。

#### 【参考にした情報】

- 1) 豆腐の文化史 原田信男：岩波新書（新赤版）1999