

第176回愛知学院大学モーニングセミナー

「豆腐の不思議な世界！」

～鍋料理には、木綿豆腐それとも絹豆腐?!～

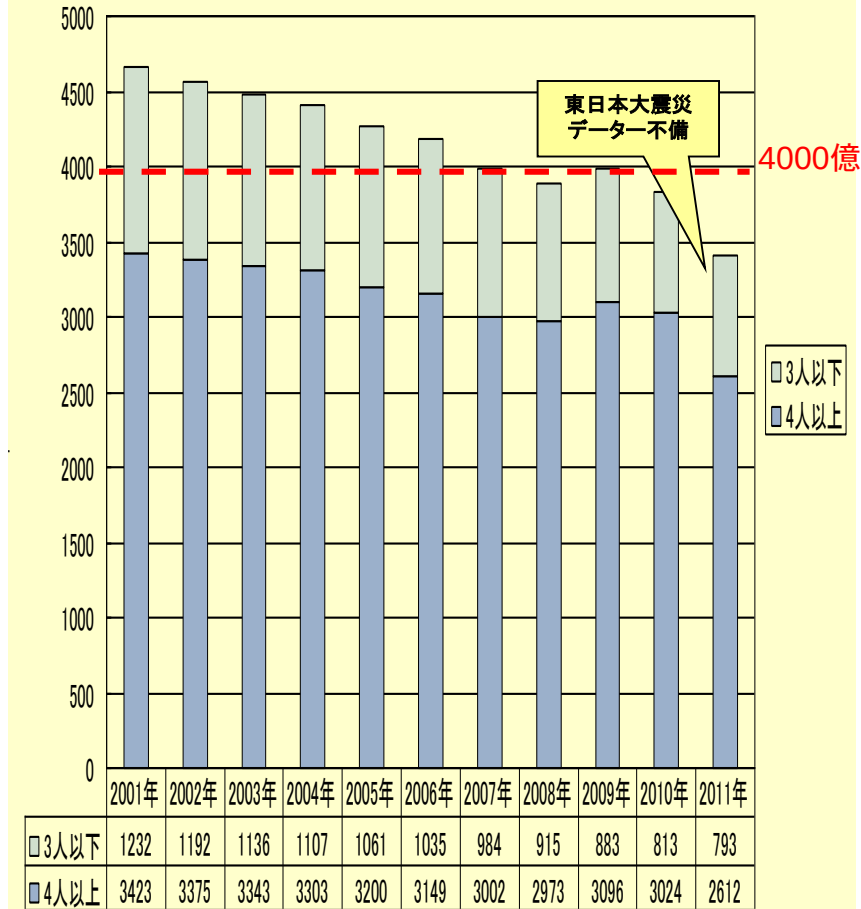
(株)おとうふ工房いしかわ
代表取締役 石川伸

2020年11月10日

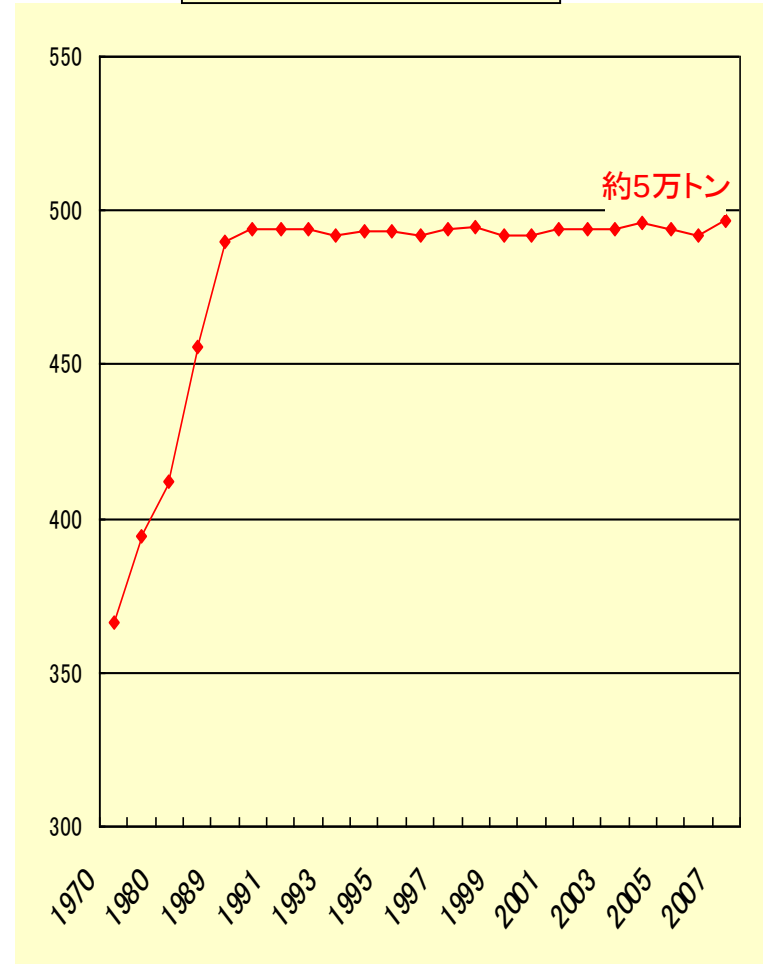
豆腐製造業界スケール

日本国内において一年間で豆腐類に支払われた金額
消費統計調査 6000億円

売上高 工業統計調査



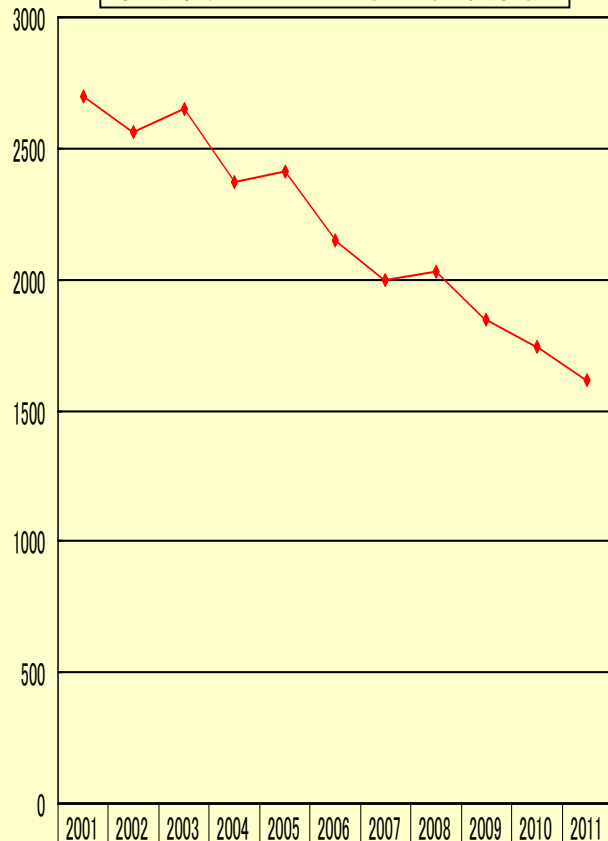
大豆使用量（百トン）



豆腐製造業界

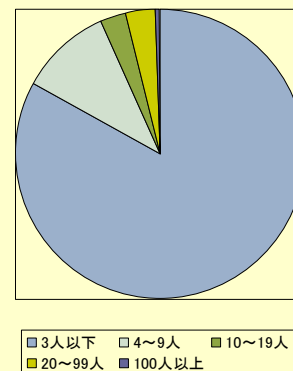
事業者数

従業員4人以上の事業者数推移



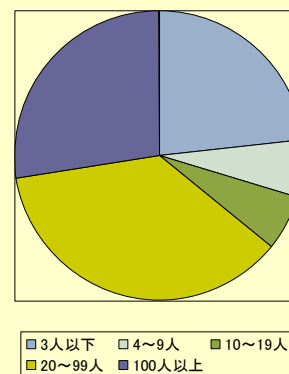
◆ 事業者数

事業所規模従業員数



家族経営(3人以下)の
事業所が 7932軒
4-3人 983社
10-19人 274社
20-99人 307社
100人以上 52社
全体の80%以上が
家族経営の形態
減少が著しい
ピーク時5万軒
現在9千軒(社)

売上高



3人以下の事業者
793億円
一事業者当たり1千万円
4-9人 216億円
(2200万円)
10-19人 213億円
(7800万円)
20-99人 1248億円
(4億700万円)
100人以上 934億円
(17億9620万円)

◆ 事業者数 2701 2563 2650 2373 2408 2145 1997 2033 1845 1742 1616

豆腐の定義

なぞなぞ

「白くて四角くて柔らかくていつも

お風呂に入っているモノは、
(答え 豆腐)

なに？」
(豆腐)

現代では、色のついたものもある（黒豆、緑豆、赤
四角くないものもある（寄せ豆腐、ざる
水に入っていないものもある（充填豆腐

定義

「大豆の絞り汁（豆乳）に凝固剤
（にがり、その他）で固めたもの」



豆腐と名前が付いても豆腐でないもの

卵豆腐、ごまとうふ、ピーナツ豆腐、大豆丸ごと豆腐

豆腐のルーツ ①

- 劉安開発説の是非 (B C 300)

漢民族が、恐れた匈奴

世界最強軍団の秘密は食生活

「義」という文字に隠された羊の意味

中国思想の概念。〈義は宜(ぎ)(よろし)なり〉(《中庸》など)というのが伝統的な定義。ことがらの妥当性をいう。儒教では五常(仁義礼智信)のひとつとして重視された。

腐＝ぶよぶよしたもの、集めること

＝乳腐・酪漿

＝モンゴル人が食べた食品

広域伝播として原料調達

農民が食べていた説

8から9世紀ころの唐中期説もある

古代中国での豆腐製造方法



豆腐のルーツ ②

- 大陸から半島を渡った豆腐
奈良遣唐使時代（700年）の
最古ルート
大陸 石膏 青島から朝鮮半
島沿岸部 にがり
生しぼりの奈良男豆腐
- 台湾から琉球を渡った豆腐
臭豆腐系（醬） 豆腐ヨウ
調味料として豆腐に麴を漬け
て塩水漬け
- 秀吉と高知の豆腐

図－古代日本の対外交流地図



豆腐のルーツ

③

- 奈良男豆腐 堅い
味噌を調味料として食す
- 京都女豆腐 柔らかい
都の遷都 奈良から京都へ
夏厚く冬寒い盆地気候
豊富な地下水
日本独特の食文化
「涼味文化」
消費者ニーズによる豆腐の変化
寒天を使った絹ごし豆腐の発明

江戸に幕府を開く
世界一の都市 江戸文化
江戸時代野田の醤油の完成
冷やっこ文化

日本初のレシピ一本「豆腐百珍」



戦争が日本の豆腐を変えた

中国で生まれ日本で昇華した日式豆腐
日本に入ってきたときは、生絞り製法
そして温湯製法から煮取製法

にがりの歴史と製塩の歴史

自家製豆腐が出来た訳

日本の塩田で製塩されたものは
不純物のにがりが多く含まれており、
潮解性の特性で空気中の水分を吸って
にがり液となって抽出したものが過程
にあった

第2次世界大戦の戦闘用飛行機製造の
ためににがりが軍需物資になり統制品
に。

代用にがりとして使われたのが中国式の
石膏（硫酸カルシウム）。しかも窯業
で不用になった型を粉砕した廃型石膏。



大量に作られた軍用飛行機

木製ボディの飛行機から速度を上げる

目的で計量で強いジュラルミンが採用された。

超々ジュラルミン＝アルミ＋銅＋亜鉛＋マグネシウム

現代の豆腐

流通産業の変革

昭和40年代にスーパーマーケットによるセルフ式販売が始まり瞬く間に二本中に広がる。

バラでの販売が普通だった豆腐業界も新たな商流へ。

グルコノデルタラクトンの登場

酸凝固による遅効性凝固剤。

充填豆腐の開発。

愛知式ソフト豆腐の製造技術

包装技術の発達

塩化ビニールのパックとフィルムで
四角い豆腐を詰めて販売が可能

日持ち技術

AF-2、ホットパック、ボイルクール



日本で一番最初の
充填豆腐は、円
筒形だった。袋の
真ん中を包丁で
切って使う。
両端の止め金が
魚肉ソーセージと
同じ針金であった。
パイミート社製
(写真は違います)



今では当たり前す
ぎるパックとフィ
ルムの熱着方式で
の包装。
豆腐が四角いとい
う常識の範疇で
スーパーで売ら
れるように。
後にカット豆腐も
包装されることに。

豆腐の種類

- 木綿豆腐** 一番歴史的に古いもの
豆腐をいったん崩して成型したもの
薄い豆乳でも作ることが出来る
古式製法のにがりの2段寄せ製法
- 絹豆腐** 江戸時代に珍品として始まったもの
戦後硫酸カルシウムの登場で一般化
豆乳をそのまま固めたもの
濃い豆乳でないと硬度が出ない
昭和30年代蒸気式煮釜と油圧ジャッキの登場
- 充填豆腐** 冷豆乳と凝固剤をパックに入れて加熱したもの
グルコノデルタラクトンの発明
- 寄せ豆腐** まんが美味しん坊で一般化 まかない食
- ざる豆腐** 同上
- 香り豆腐** 柚子やしそのフレーバー、枝豆や黒ゴマ入り



豆腐のフロー図 日本式煮取法

【豆乳】

大豆⇒洗浄⇒浸漬⇒摩砕⇒煮沸⇒分離⇒豆乳+おから

【絹ごし豆腐】（ホットパック式2次加熱包装品）

豆乳（B r i x 1 3 %）温度70℃⇒凝固剤混合⇒熟成⇒細断⇒包装⇒
金属探知⇒加熱⇒冷却⇒絹ごし

【木綿豆腐】

豆乳（Brix13%）温度70℃⇒凝固剤混合⇒熟成⇒箱盛、こわし⇒水き
り⇒細断⇒包装⇒金属探知⇒加熱⇒冷却⇒木綿豆腐

【充填豆腐】

豆乳⇒冷却（Brix13%）温度10℃⇒凝固剤混合⇒包装⇒加熱⇒冷却⇒
金属探知⇒充填豆腐

昭和34年厚生省告示

包装豆腐は90℃以上で40分以上の加熱を行わなければならない。もしくはそれ同等以上。

大陸式豆乳製造方法

日本式と順番が反対

生絞り法

大豆⇒洗浄⇒浸漬⇒摩砕⇒分離⇒加熱⇒豆乳（8％）

摩砕時の加水を温水にした温水生絞り法

特徴

配糖体を多く含む胚軸を早い段階で分離すること
特有の雑味がなくすっきりとした味わいがある。
濃い豆乳が得にくいので、豆腐にした際に
堅い食感になる。陸上で販売。
加熱調理用に向く、冷やっこに不向き。



豆乳飲料の製造方法は、加熱したお湯で摩砕することで、酵素を失火つする

豆腐の技術 摩砕

浸漬の目的

- ①磨り潰しやすくするため（石臼）
- ②土壌菌の洗浄

浸漬終了のポイント

吸水が一定になった時（約2，2倍）

水温20℃の場合 20時間

水質 PH7程度の軟水

（弱アルカリのほうが抽出率が上がる）

浸漬不足

摩砕が困難 歩留まりが悪い

浸漬過剰

豆腐が固まらない 腐る



摩砕の目的

- ①大豆の細胞壁を壊してたんぱくの抽出を行うため
- ②グラインダーで摩砕する際に加水するのは、
呉焼け（タンパクの熱変性）を防ぐ為

「効果を上げるために消泡剤（乳化剤）はここで添加」

「抽出効果を上げる為に粒度を下げる」

「長時間放置するとタンパク質が劣化して結着が弱くなったり酵素の反応で不快物質が多く生成されたり腐敗の要因になるために早く次工程に移るべきである」



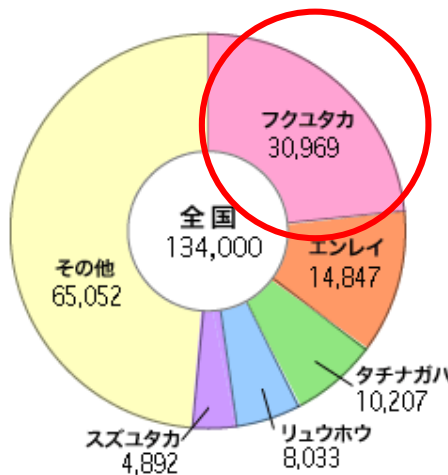
原料 大豆

- 国内で使用する食品用原料大豆

日本 75千t/年
中国・カナダ 160千t
米国 245千t (IOM バラエティー)

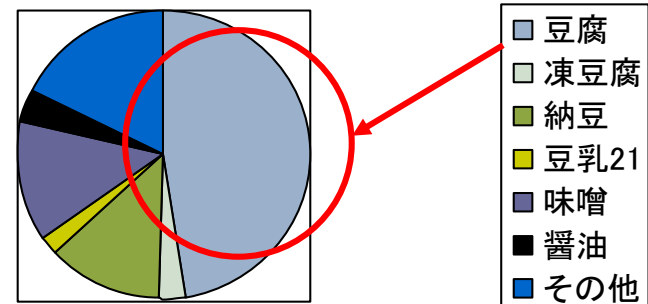
豆腐用大豆 48万t
搾油用大豆 207万t

豆腐の凝固にタンパクが必須

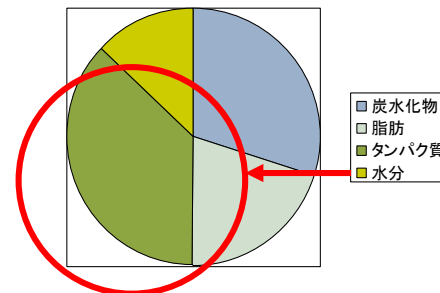


国産大豆
フクユタカ 東海 九州
(人気銘柄 タンパク多)
エンレイ 北陸
ユキホマレ 北海道
タチナガハ 関東
リュウホウ 東北
サチユタカ 中国
オオツル 近畿

加工品別



大豆の栄養素



- 畜肉に匹敵する「高タンパク(畑の肉)」
- 土中菌の根粒菌による空気中の窒素固定
- 微量成分としてイソフラボン・サポニン
- 国産大豆はたんぱく含有率が高い。40%
- 輸入大豆 35%

原料 水 その他添加物

● 製造用水

旨い水のところに旨い豆腐ありは、本当？

酒造りも同様に言われる・・・

かつての水源は、井水か湧水。

良い井戸は、飲料に適した衛生的で中性の軟水が大量に自噴するようなものを指す

使用目的 洗浄80%以上 製造水 冷却
日本国内であればほぼ問題ない水源ばかり

● うまい豆腐の条件

① 腕 ② 豆 ③ にがり

● 豆腐の3つのポイント

① 臼 ② 釜 ③ 櫂

消泡剤

グリセリン脂肪酸エステル

もっとも一般的なもの。油脂の一種。生呉に添加して使う。

乳化材として多くの食品（アイスクリームなど）に使われることが多い。

水酸化カルシウム

現在はほとんど使われない。使い古した植物油に加えて使うアルカリ製剤。

シリコーン製剤

充填豆腐などの細かい泡に有効。絹ごし豆腐などの仕上げに使う。

その他添加物

香料、着色料、 香り豆腐（ゆず、枝豆など）の調味に使用

調味料 アミノ酸等 旨味成分として

甘味料

酸味料

使われないもの

合成保存料

現在、認可のあるものはない （A F 2）

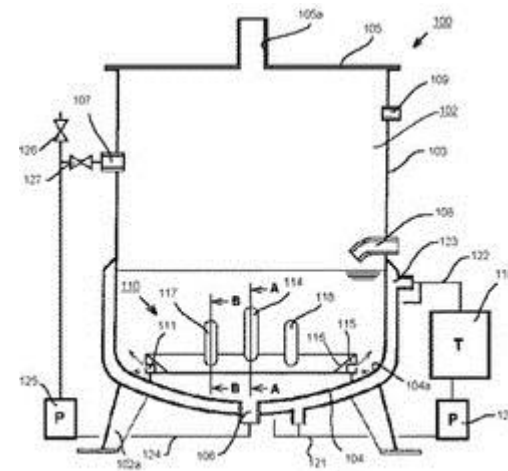
豆腐の技術 煮沸

煮沸の目的

- ①大豆タンパクのサブユニットの抽出
- ②殺菌
- ③配糖体や酵素反応した不快物質の不活性化
- ④凝固反応に必要な温度の確保

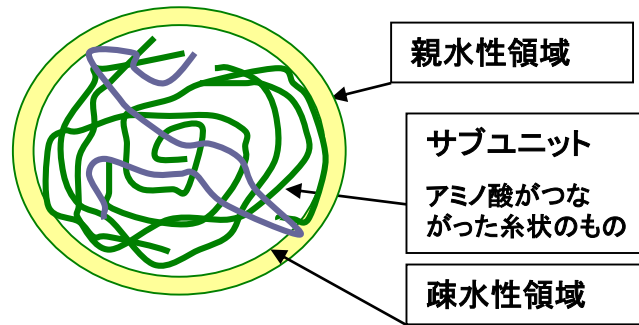
煮釜と熱源の変遷

地釜とマキの時代からボイラーによるスチーム加熱
「オコゲ」がなくなる（アミノカルボニル反応）



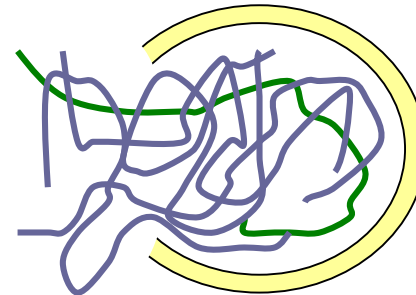
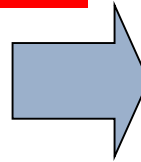
大豆たんぱく質の加熱凝固の仕組み

細胞壁に包まれ絡まった糸玉状のサブユニット



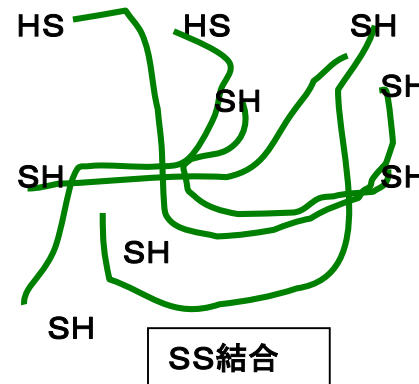
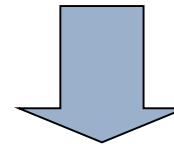
摩砕

熱



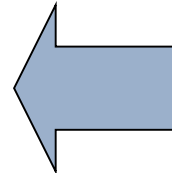
摩砕や加熱で細胞壁が壊れ放出され、絡まった状態からほぐされた状態になるサブユニット

熱



更に加熱によって徐々に解きほぐされ、末端にSH基を持ったほかのサブユニットとSS結合を起こし絡みやすい状態になる。

凝固剤添加

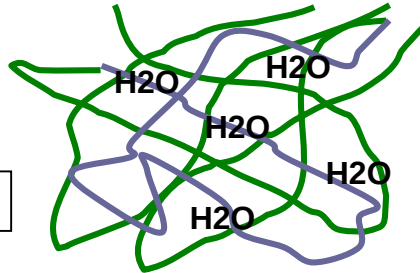


2価金属イオンを持つ凝固剤やPHの低い凝固剤を加えることで凝集し親水性を失って水を抱き込んで沈殿する。(寄る)さらに加圧等でより強い凝縮を行なう。

疎水結合

水素結合

イオン結合



豆腐の技術 凝固

凝固の目的

液体から固体になること。(沈殿反応)
その時に水の分子を抱き込んで固まる。

凝固のファクター

大豆の品種
大豆の浸漬状況
豆乳の品質 (煮沸状況)
豆乳の濃度
豆乳の温度
凝固剤の添加量
攪拌方法
熟成方法
加熱方法(充填豆腐)

塩類凝固 二価の金属塩 イオン結合
塩化マグネシウム($MgCl_2$)
硫酸カルシウム($CaSO_4$)

酸凝固 等電点 $PH4.2\sim4.5$
GDL グルコンデルタラクトン

大豆由来で凝固に影響を与えるもの

タンパク質のSS結合型
11S コングリシニンと7S グリシニン
11S 大きな沈殿物を速やかに作る
7S 細かい沈殿物でゆっくり作る

微量成分
フィチン酸 凝固点の速さ
リポキシゲナーゼ
ヘキサナールの生成



Tatihsing
大地興

凝固剤

塩化マグネシウム含有物（にがり）

粗製海水塩化マグネシウム

化学生成されたもの 塩化マグネシウム (MgCl_2)

第2次世界大戦までは日本の豆腐製造の主力凝固剤として使用され、味覚としての官能試験が良好。

製造は海水から塩を精製した際に析出したもので海洋国の日本では調達が容易。

にがりを含む塩であれば潮解性で溶出するので自家使用

【短所】凝固反応 3 秒 凝固温度 $6\text{--}8^\circ\text{C}$ 以上

絹ごし豆腐を作るのが技術的に難しい

ブランピング法、ジュール加熱電子凝固法などがある

過剰添加で苦みと黄色の湯を抽出

【乳化にがり】

にがりに油脂を加えてW/O型に乳化させたもの。
にがりの面に油膜ができ、それが解ける時間差を利用した遅行性（30秒以上）で使いやすく平成以降急速に広がった。

塩化カルシウム（ CaCl_2 ）

価格が安く、凝固速度が速い。

油揚げ用としてかつて使用されたが、現在では使われない。

硫酸カルシウム（石膏）

（ CaSO_4 ）

大陸で古くから使われた最初

の凝固剤

水に溶けないので拡販して分散状態で使用

凝固反応10秒後 80°C 以上での使用

過剰の添加で嫌な渋みを感じる

過剰に添加しても反応が止まる

グルコノデルタラクトン（GDL）

加水分解後 グルコン酸（1）、ラクトース（4）になり酸凝固を起こす

使用直前に水溶しないと遅効性がなくなる

凝固反応30秒後 80°C 以上での使用

。過剰の添加で嫌な渋みを感じる

果汁（青汁、トマト果汁など）

青汁のカルシウムや酸性を利用

増粘多糖類（寒天）

海水（沖縄などごく一部の地域）

凝固補助剤 プロテイン結着酵素

凝固剤とは異なる方法でたんぱくを結合させる。

60°C 以下でないと失活してしまう。

豆腐の加工品 油揚げ



地域性のある「あげ」

関西地方 三角型

新潟地方 厚い生地 栃尾揚げ

名古屋 8 × 8 センチ 4 × 8 センチ

関東 8 × 16 センチ

調理用途

煮物のだし、稲荷寿司、焼いて食べる

油揚げの生地は、木綿豆腐と似て異なるもの

【工程の違い】

豆乳⇒凝固（豆腐）

豆乳⇒加水⇒凝固（生地）

（豆乳を急速に温度を下げ、粗い凝固状態）

豆腐生地を低温（100℃）の油中で内部に水蒸気を発生させて、その力で伸ばして高温（170℃）の油中で揚げ固める」

松山上げ
日持ちできる油揚げ
通常より長く揚げる
ことで水分を減らして
日持ち特製を出す



豆腐の加工品 生揚げ がんもどき



木綿豆腐を半丁切りして高温（180℃）で一度揚げした物。

中身が豆腐のまま（生）から名前が由来

薄揚げの対象物として生地の高さから由来

当日作った豆腐を一晩置いて翌日揚げ加工

近年、ソフトな食感の絹ごしとうふやそれにデンプンを加えたものが人気

使用用途 おでん、焼いて食べる

【製造工程】

木綿⇒脱水⇒混練⇒成型⇒低温油調⇒高温油調⇒冷却
精進料理として伝来し、後に豆腐屋の製造品になる。

かつては、残りや壊れ豆腐の有効利用

名前の由来、雁の肉 こんにゃくの素揚げの間違い

ポルトガル語 ヒロスウ ひろうす（飛龍頭）

銀杏を入れるのが正統派で一説

龍の玉ゆり根や野菜、昆布、ひじきなども



豆腐の加工品

焼き豆腐

凍り豆腐



豆腐田楽

堅い(水きり処理) 木綿豆腐を竹串を打って炭火で焼く。
「神事田楽の舞に由来」

加工の目的は表面を焼くことで日持ち処理が可能
煮崩れにくいことですき焼きなどの鍋用途（明治以降のすき焼き文化）
豆腐屋の製造品目に加わる

晩秋に収穫される大豆は、五穀豊穡のひとつとしておせち料理の煮しめ
にも使用され、かつては豆腐がハレの食事の一品であった。



高野豆腐とも書く

高野山詣のお土産使われて地名を書けたもの

長野県を中心に製造されている凍り豆腐

堅く作った木綿豆腐を藁で結んで軒先に干して凍結解凍を繰り返す
ことで水分を抜く保存食
冬季の保存食、水戻しをして調理

岩手県に伝わる保存食として、凍ったままの豆腐のものもある
寒すぎて溶けないため

豆腐の加工品

こも豆腐

六條豆腐



長野県地方に残る豆腐加工品

木綿豆腐を水切り加工して冬野菜の根菜を混ぜて竹簾で巻いてゆでた物。

冬の冷水の中で長期保存ができた。

保存食としての豆腐

豆腐の燻製、

豆腐の味噌漬け



山形県で作られる豆腐の干物

木綿豆腐に塩を塗って干して乾燥した飴色のもの

カンナで削って椀だねや

珍味、和え物に



沖縄の豆腐 島豆腐 ゆしとうふ



生絞り製法

地釜煮沸 わざと焦がして香り付け

海水凝固

日本で唯一、温かい豆腐の販売が認められている地域

塩味が強いのでチャンプルー向き

ゆし豆腐は、スープに



豆腐よう

豆腐の伝播の台湾ルートの証拠

中国の腐乳と同様

違いが、塩水の替わりに泡盛に漬け込んだもの調味料から嗜好品（珍味）に変遷

中国の豆腐 干豆腐



豆乳濃度の低い木綿豆腐を高圧のプレス機で十分に絞りシート状になった豆腐
中国では白くて四角いうふと同じくらい多く食べられる豆腐

炒め物や和え物に

これに調味料で味付けされたものが、珍味として販売

日本のさきいかみたいなもの



写真左 腐乳

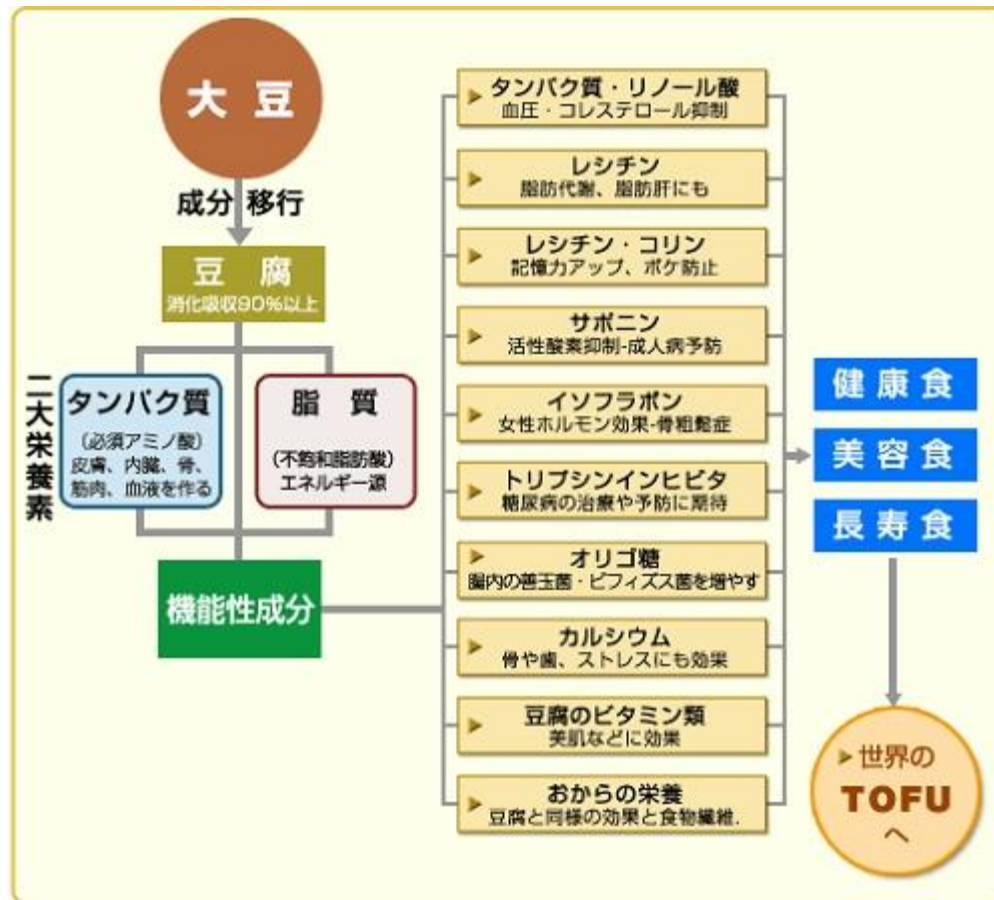
豆腐に麴をつけて塩水のなかで発酵した調味料。紅麴のものもある

中国北部の腐文化に対して発酵した醤文化の代表格。ベトナムのナンプラーや魚醤

写真右 臭豆腐

字のごとく臭い豆腐 あげたり焼いて食べる

豆腐の栄養的価値



高品質なたんぱく質
有効な脂質
微量成分
レシチン
サポニン
イソフラボン
オリゴ糖
カルシウム

未来の豆腐を考えましょう。

加工原料として大豆の可能性

高品質のたんぱくを動物性でなく
補える植物は大豆のみ。

空気中の窒素を固定できるのは、
地中の根粒菌と共生する大豆のみ。
有効な食物繊維を含むおからや
豆乳といったものが、他の食品と
コラボして新たな製品へ。

世界中で作られている豆腐。

微量成分イソフラボンの研究は
女性ホルモンと同じ効果であることが
解明されて新たな利用法が考えられる。

