

厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）
分担報告書（令和2年度）

調理加工係数の問題点の把握

研究分担者 吉池 信男 青森県立保健大学大学院健康科学研究科 教授

研究要旨

近年、加工食品は多様化し、その利用も増加している。そこで、本研究では、日本食品標準成分表 2015 年版に掲載されている加工食品について、原材料配合割合を推測する方法について検討した。日本食品標準成分表に掲載されている食品は、原材料的食品と加工食品に分けられている。原材料的食品の調理食品は、重量変化率を用いて、原材料的食品の「生」や「乾」などの未調理食品の重量を決定した。加工食品は、次に示す 2 通りの方法で、原材料的食品の「生」や「乾」などの未調理食品の重量を推測した。

1 つ目は日本食品標準成分表の成分値が計算値で示されている加工食品は、日本食品標準成分表の「食品群別留意点」に原材料配合割合が記載されていたので、その値を用いた。2 つ目の日本食品標準成分表の成分値が計算値以外で示されている加工食品は、方程式により原材料配合割合を推測した。方程式による方法は、加工により着目している成分が変化しないことを前提としている等の限界があるため、加工食品の原材料配合割合を推測する方法について、方程式法の妥当性の検証や、方程式法以外に推測する方法の調査を行っていく必要がある。

研究協力者

小山達也（青森県立保健大学）

A. 研究目的

食品には残留農薬などの有害物質や食品添加物が含まれ、それらの食事からの曝露量を正確に推測することは、食の安全を確保していくうえで重要である。近年、加工食品は多様化し、その利用も増加している。そのため、原材料的食品だけでなく加工食品から、残留農薬などの有害物質や食品添加物を曝露されているかを推測することが、日本人の残留農薬などの有害物質や食品添加物の曝露量を考える上で必要である。

また、日本から海外へ加工食品を輸出する際には、食品摂取量や加工係数、調理加工係数等の科学的根拠に基づいたデータの開示が求められている。そのため、日本人が日常的に摂取している加工食品の原材料配合割合についてのデータベースを構築が求められている。

そこで、本研究では、日本食品標準成分表 2015 年版に掲載されている加工食品について、原材料配合割合を推測する方法について検討したので、報告する。なお、2020 年 12 月に日本食品標準成分表 2020 年版が公表されたが、2015 年版に基づいて行われた食事摂取量調査データへの対応が優

先されることから、2015年版について検討を行うこととした。

B. 研究方法

本研究で対象とする食品は、日本食品標準成分表 2015 年版に掲載されている食品である。その掲載されている食品は、原材料的食品と加工食品に分けられる。原材料的食品の調理食品は、日本食品標準成分表 2015 年版で示された重量変化率を用いて、原材料的食品の「生」や「乾」などの未調理食品の重量が決定できた。加工食品は、以下に示す 2 通りの方法で、原材料的食品の「生」や「乾」などの未調理食品の重量を推測した。

1) 日本食品標準成分表の成分値が、計算値で示されている加工食品

それらの食品の成分値は、日本食品標準成分表に掲載されている食品の成分値と、標準的な原材料配合割合に基づいて、計算によって求めた値となっている。原材料配合割合は、日本食品標準成分表の食品群別留意点に記載されている。

2) 日本食品標準成分表の成分値が、計算値以外の加工食品

それらの食品の成分値は、分析値(成分分析を行った結果、得られた値)、文献値(既存の文献や事業者団体から提供された資料などにある成分値を利用した値)、類推値(類似する食品の成分値、または類似する食品の乾物の成分値が同等であると推定される場合にこれを用いた値)、借用値(他国の食品成分表に掲載されている食品の成分値を利用した値)、推定値(備考欄など

に、どのような科学的根拠に基づくのか説明された値)のいずれかである。まず、加工食品の原材料を、日本食品標準成分表の食品群別留意点や関連書籍から加工食品の原材料を把握した。次に、その原材料の成分値と加工食品の成分値から方程式などを用い、加工食品 100g を作るのに必要な原材料の重量を推測した。なお、この方程式による計算では、加工によって一部の成分値は大きくは変化しないと仮定していることに留意する必要がある。

1) または 2) により得られた加工食品を作るのに必要な原材料の重量は、加工係数表を作成し、整理する予定である。

C. 研究結果

1) 日本食品標準成分表の成分値が、計算値で示されている加工食品

「くし団子・みたらし」(食品番号 15019)を例として説明する。食品群別留意点に、「製品部分割合: 団子 9、たれ 2、原材料配合割合: 団子〔上新粉 100〕、たれ〔砂糖(上白糖) 95、こいくちしょうゆ 54、じゃがいもでん粉 14〕と示されている。製品部分割合、原材料配合割合を用いれば、くし団子・みたらし

100g を作るのに必要な上新粉は $\frac{9}{9+2} \times$

100=81.8g、砂糖(上白糖)は $\frac{2}{9+2} \times$

$\frac{100}{100+54+14} \times 100 = 10.8\text{g}$ 、こいくちしょうゆ

は $\frac{2}{9+2} \times \frac{54}{100+54+14} \times 100 = 5.8\text{g}$ 、じゃがい

もでん粉 $\frac{2}{9+2} \times \frac{14}{100+54+14} \times 100 = 1.5\text{g}$ と求

めることができる。

2) 日本食品標準成分表の成分値が、計算値で示されていない加工食品

日本食品標準成分表の成分値が、計算値で示されていない加工食品の原材料の重量は、以下の場合、方程式により推測することができる。

2-1) 加工食品の主な原材料が1つであり、加工により成分値が大きく変化しないと仮定できる成分値がある場合

たとえば、「豆乳」(食品番号 04052)の主な原材料は、大豆である。豆乳類の日本農林規格は、大豆たんぱく質含有率により定められている。そこで、豆乳 100g のたんぱく質 3.6g であり、大豆 100g のたんぱく質 33.8g であるから、豆乳 100g を作るのに必要な大豆は $3.6 \times 100 / 33.8 = 10.7\text{g}$ と推測できる。

2-2) 加工食品の主な原材料が複数の食品であり、加工により成分値が大きく変化しないと仮定できる成分値がある場合

たとえば、ぶどう豆の主な原材料は、大豆、砂糖(上白糖)、こいくちしょうゆである。ぶどう豆 100g の原材料を大豆 $x(\text{g})$ 、砂糖 $y(\text{g})$ 、しょうゆ $z(\text{g})$ とすると、ぶどう豆 100g のたんぱく質 14.1g、炭水化物 37.0g、食塩相当量 1.6g であり、大豆 100g のたんぱく質 33.8g、炭水化物 29.5g、食塩相当量 0.0g であり、砂糖 100g のたんぱく質 0.0g、炭水化物 99.3g、食塩相当量 0.0g であり、しょうゆ 100g のたんぱく質 7.7g、炭水化物 7.9g、食塩相当量 14.5g であるから

$$\frac{1}{100} \begin{bmatrix} 33.8 & 0.0 & 7.7 \\ 29.5 & 99.3 & 7.9 \\ 0.0 & 0.0 & 14.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 14.1 \\ 37.0 \\ 1.6 \end{bmatrix}$$

が成り立ち、 $x=27.1$, $y=28.6$, $z=8.3$ と求めることができる。

また、こいくちしょうゆの主な原材料は、大豆、小麦、食塩である。関連書籍より大豆と小麦・玄穀の重量比は 1:1 である。そこで、こいくちしょうゆのたんぱく質量は、製造工程でほとんど変化しないと仮定すれば、こいくちしょうゆ 100g を作るのに必要な大豆と小麦の重量を $x(\text{g})$ とし、大豆 100g のたんぱく質は 33.8g、小麦 100g のたんぱく質は 10.6g であり、こいくちしょうゆ 100g のたんぱく質は 7.7g であるから、

$$x \times \frac{33.8}{100} + x \times \frac{10.6}{100} = 7.7$$

から、 $x=17.3\text{g}$ と推測できる。こいくちしょうゆ 100g の食塩相当量から、こいくちしょうゆ 100g を作るのに必要な食塩量は 14.5g と推測できる。

2-3) 加工により成分が化学変化するが、その化学変化が化学反応式として表される場合

たとえば米酢の主な原材料は水稻穀粒・精白米・うるち米である。
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (分子量 180) $\rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$,
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ (分子量 60) $+ \text{H}_2\text{O}$
 から、酢酸 60g を作るのに必要なブドウ糖は $180 \div 2 = 90\text{g}$ であるから、米酢 100g 中の米に由来する炭水化物は

$$7.4 + 4.4 \times \frac{90}{60} = 14.0\text{g}$$

となる。米 100g の利用可能炭水化物は 83.1g であるので、米酢 100g を作るのに必要な米は

$$14.0 \times \frac{100}{83.1} = 16.8\text{g}$$

と推測できる。

D. 考察

日本食品標準成分表 2015 年版に掲載されている加工食品について、原材料的食品の未調理食品の配合割合を推測する方法を探索した。原材料配合割合から計算によって求められた成分値が掲載されている加工食品と分析値などのそれ以外の方法で求められた成分値が掲載されている食品に分けることができる。

原材料配合割合が日本食品標準成分表 2015 年版の食品群別留意点に記載されている食品は、穀類の多くのパン、菓子類に分類される多くの食品、調味料・香辛料類の一部の調味料であった。ただし、C. 結果の「くし団子・みたらし」で示したように、日本食品標準成分表 2015 年版の原材料配合割合で示された原材料は中間原材料に留まり、最終原材料の段階まで示されていないことが多い。すなわち、くし団子・みたらし 100g を作るのに必要な上新粉、こいくちしょうゆ、砂糖(上白糖)、じゃがいもでん粉の重量は食品群別留意点で示された製造部分割合と原材料配合割合を用いれば求めることができる。しかし、上新粉はうるち米、こいくちしょうゆは大豆、小麦および食塩、じゃがいもでん粉はじゃがいもを最終原材料とすると考えられるため、それら中間原材料の分解について、さらなる検討が必要である。

本研究を進める中で、日本食品標準成分表 2015 年版の食品群別留意点や関連書籍の記載内容だけでは、加工食品の原材料の量を推定するには、限界があることが分かった。たとえば、「上新粉は、うるち米を精白し、水洗、水きり、乾燥し、適度に給水した状態で加熱せずに粉碎、乾燥したもの¹⁾」と定性的な記載しかなく、原材料の重量と加工食品の重量関係を示す収率などの定量的

な記載が書かれていないことが多い。また、こいくちしょうゆのこうじは、大豆にほぼ当量の麦とあり²⁾、こいくちしょうゆの原材料である大豆と小麦の比は 1 対 1 であることは把握できるものの、こいくちしょうゆのもうひとつの原材料である食塩との関係が記載されておらず、こいくちしょうゆを作るのに必要な原材料の割合を決定することができなかった。

日本食品標準成分表 2015 年版や関連書籍に原材料配合割合が記載されていない加工食品については、方程式を用いて原材料の配合割合を推測することにした。しかし、方程式を用いた推測には、いくつか限外がある。まず、着目している成分が加工によって大きく変化していないことを前提としている点である。ただし、原材料に含まれる成分が、加工食品にどれだけ残存しているかについて定量的に記述された文献は限られている。また、加工により成分が化学変化し、その化学変化が化学反応式で表される場合であっても、それ以外の化学反応が起こっている可能性はある。

方程式を用いて加工食品の原材料の重量を推定する方法は、平成 22 年国民健康・栄養調査のデータを用いた残留農薬などの有害物質や食品添加物の曝露量の推定でも用いられた。ただし、本研究では日本食品標準成分表の更新にあわせた成分値の変更に伴い、原材料の重量推定の計算について見直しを行った。また、加工食品の原材料は、なるべく最新の資料を用いて検討した。

今後は、加工食品の原材料配合割合を推測する方法について、方程式法の妥当性についての検証や、方程式法以外に推測する方法についての調査を行っていく必要がある。

る。

加工手順の整理は現在進行中である。大豆の加工食品の概略を図 1 に示す。また大豆の加工食品の中で主だったものとして、豆乳、各種豆腐製品、凍り豆腐、こいくちしょうゆ、米みそ・麦みそ、豆みそ、納豆、豆腐よう、テンペの詳細な製造工程を図 2~10 に示す³⁾。

これらの図の通り、加工食品ごとに特有の表現がなされていることが多い。その加工手順をどのように整理していくかについても検討が必要である。また、原材料と最終的な加工食品の重量変化は上述の方法などで推測することができるが、加工食品を製造する個々の加工手順での重量変化などは把握する方法はないと思われる。

日本食品標準成分表が 2020 年 12 月に日本食品標準成分表 2020 年版が公表された⁴⁾。それに伴い、掲載食品が 2,191 食品から 2,478 食品に 287 食品増加した。追加された食品は新たな食品番号が振られていて、日本食品標準成分表 2015 年までに掲載されていた食品は従来の食品番号が振られている。しかし、一部の食品については、細分化されたり削除されたりした。そのため、今後は、日本食品標準成分表 2020 年版の変更点等を整理していく必要がある。

E. 結論

日本食品標準成分表 2015 年版に掲載されている加工食品について、原材料の配合割合の検討を行った。日本食品標準成分表の成分値が計算値により求められている食品は、食品群別留意点に原材料配合割合が記載されているため、原材料の配合割合

を決定することができた。ただし、食品群別留意点に示されている原材料配合割合の原材料は、中間原材料に留まっていることが多かった。原材料配合割合が示されていない加工食品は、方程式法により、原材料配合割合を推測した。今後は、方程式法による推測の妥当性を検証する必要がある。

参考文献

- 1) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会編：日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)(2016) 全国官報販売協同組合、東京
- 2) 千葉秀雄：しょうゆ醸造における原料配合と小麦の問題点。日本醸造協会雑誌, 1981, 76, 18-21.
- 3) 山内文男、大久保一良(編)：シリーズ <食品の科学>大豆の科学(2004) 朝倉書店、東京
- 4) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会編：日本食品標準成分表 2020 年版(八訂)(2021) 全国官報販売協同組合、東京

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

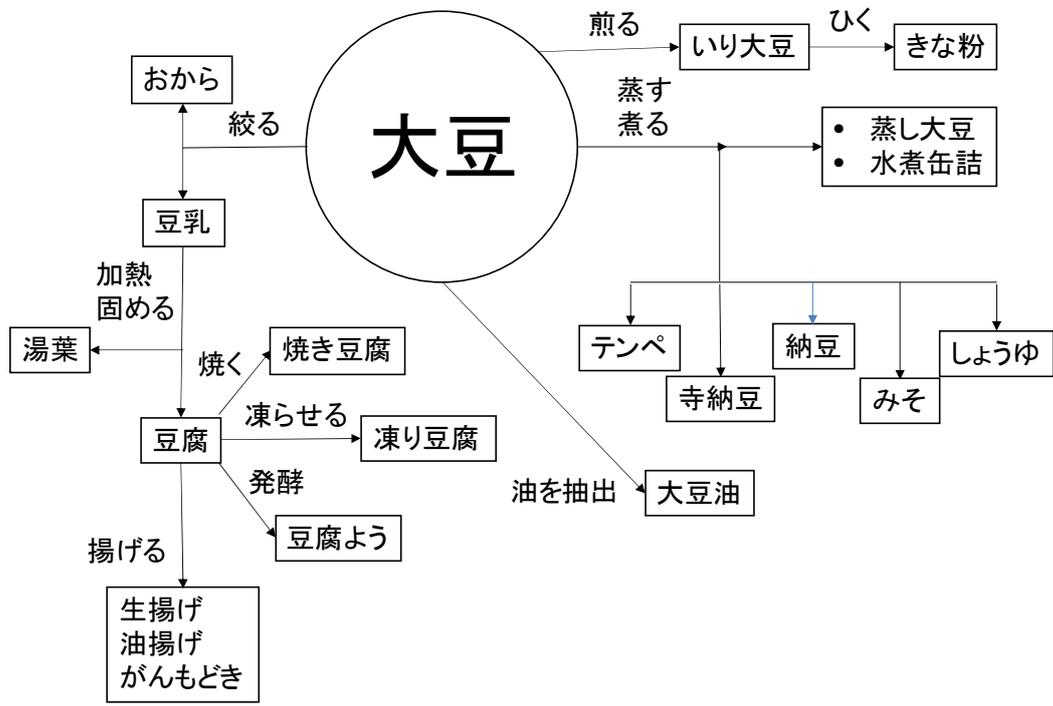


図1 大豆の加工食品の製造工程の概略図

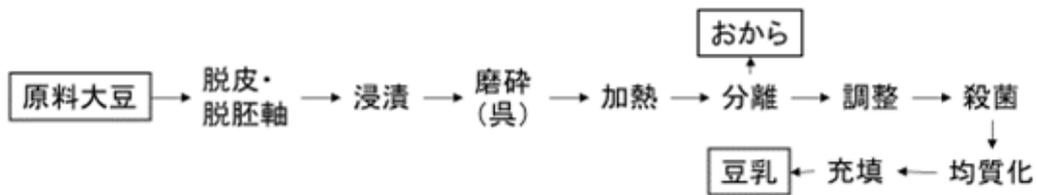


図2 豆乳の製造工程³⁾

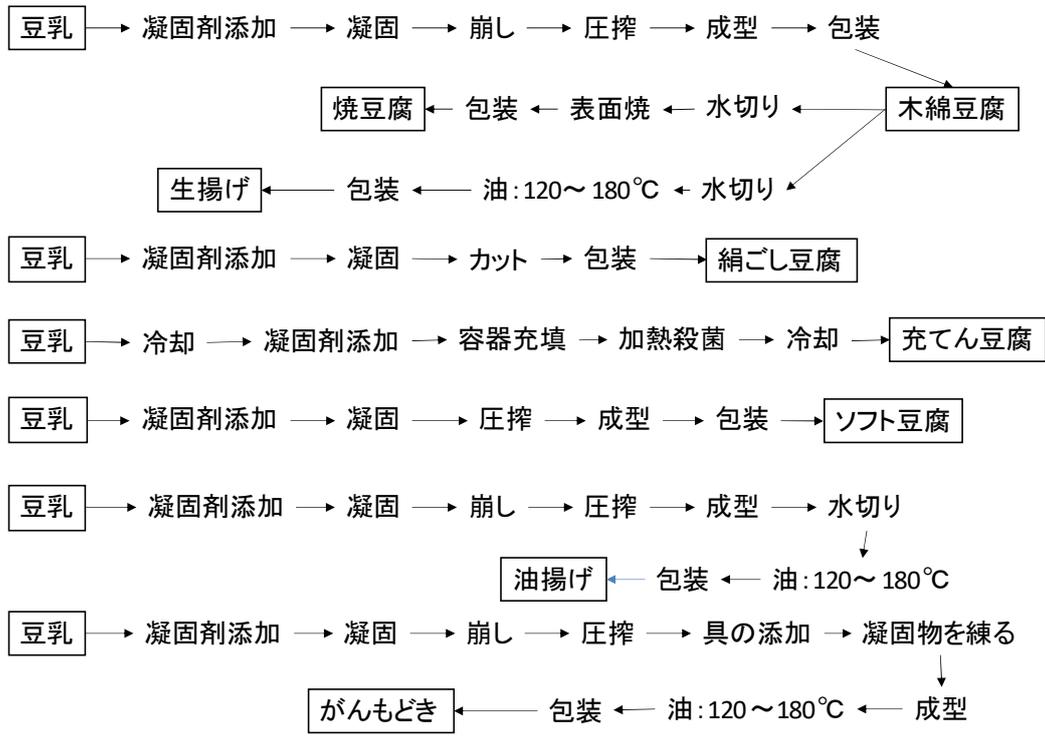


図3 各種豆腐製品の製造工程³⁾

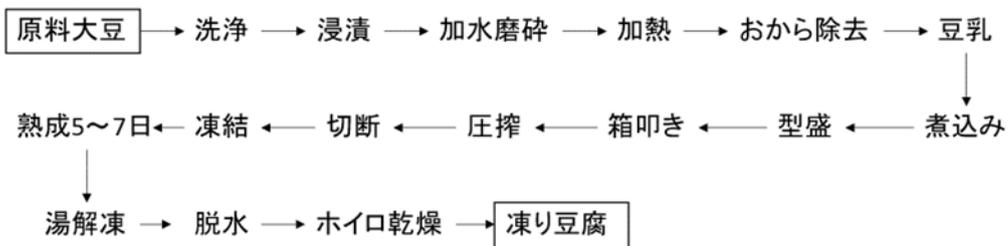


図4 凍り豆腐の製造工程³⁾

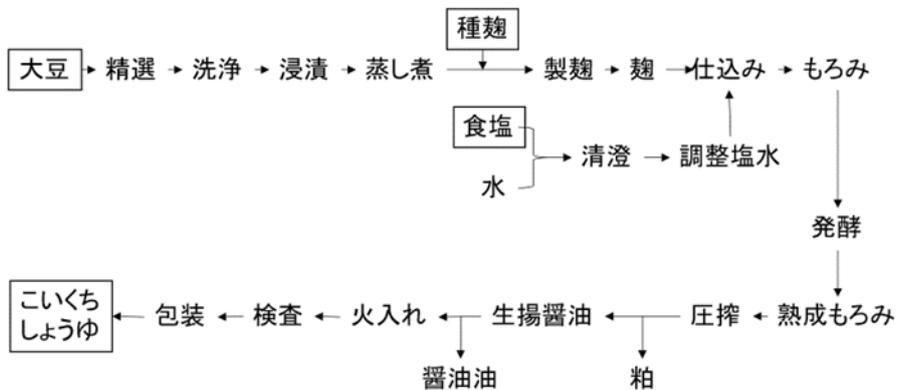


図5 本醸造方式によるこいくちしょうゆの製造工程³⁾

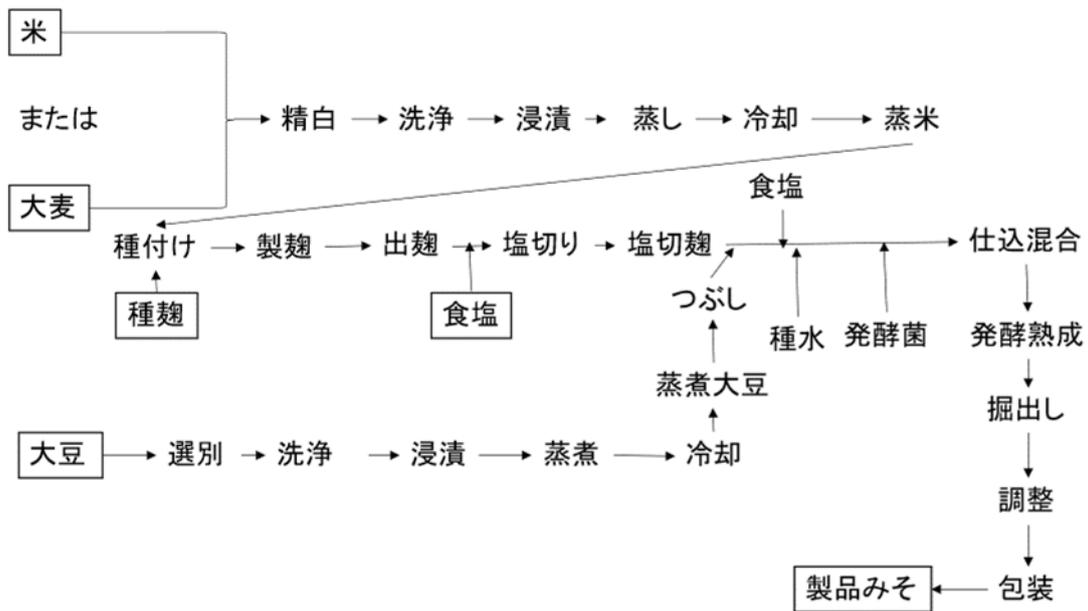


図 6 米みそ・麦みその製造工程³⁾

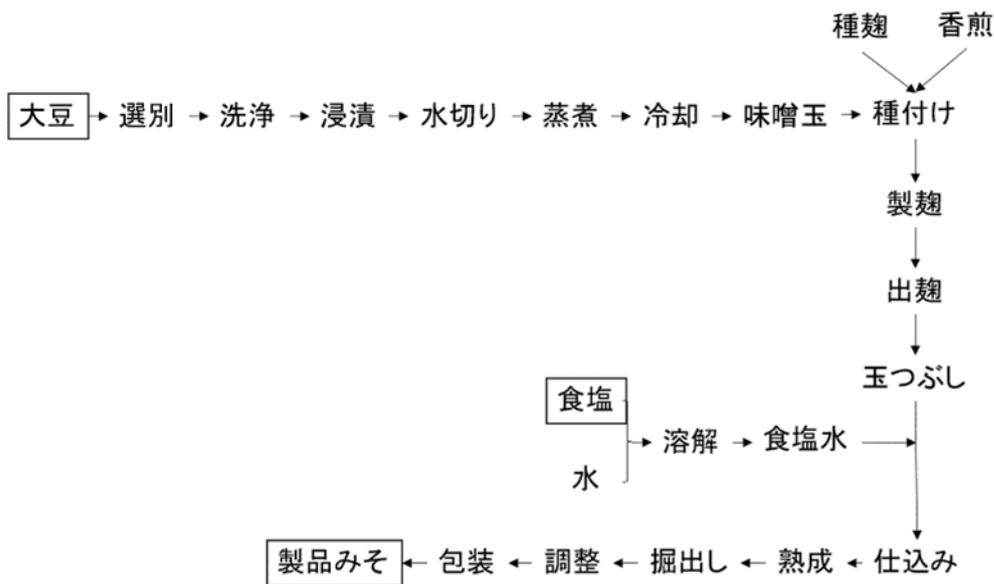


図 7 豆みその製造工程³⁾

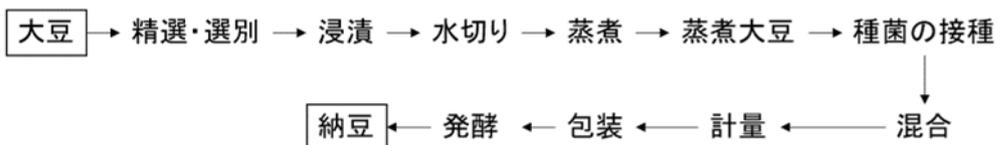


図 8 納豆の製造工程³⁾

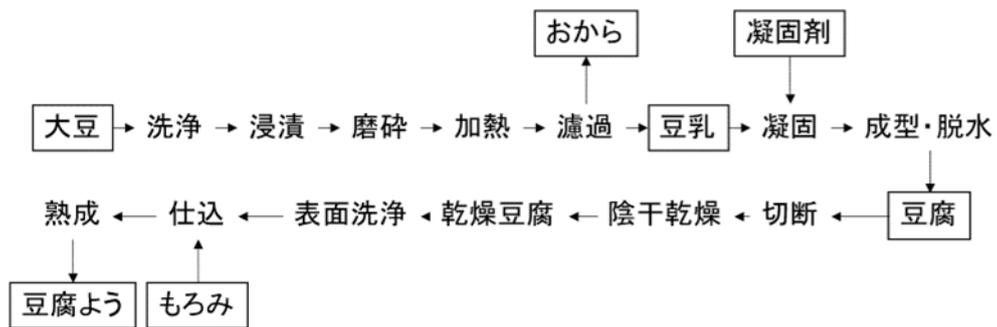


図9 豆腐よりの製造工程³⁾

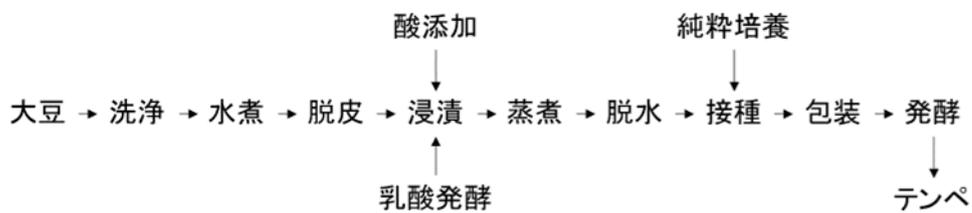


図10 テンペの製造工程³⁾