

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3年度）

加工食品を製造するための原材料的食品の重量の推測方法の検討

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

本研究では日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)に掲載されている加工食品について、原材料的食品の配合割合を推測する方法について整理した。日本食品標準成分表に掲載されている食品の成分値の決定根拠の一つである計算値は、日本食品標準成分表に記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であり、食品群別留意点または備考欄に原材料配合割合が記載されている。原材料配合割合が掲載されていない食品の原材料は、食品群別留意点及び関連書籍から特定した。

原材料配合割合の推測方法は、①乾燥品、②塩蔵品、③アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品、④その他の加工食品に分けられた。日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品は 168 食品であった。乾燥食品に分類される食品は 27 食品、塩蔵食品に分類される食品は 52 食品、アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品に該当する食品は 17 食品、日本食品標準成分表に掲載されている食品で(連立)方程式を用いて原材料的食品の重量が推測できた食品は 415 食品であった。

研究協力者  
小山達也（青森県立保健大学）

の加工食品の残留農薬などの有害物質の量を分析することは不可能に近い。しかし、加工食品を製造するための原材料的食品の量がわかれば、加工食品中に含まれる残留農薬などの有害物質の量も推測できる。加工食品の製造法の資料は多いが、原材料的食品の原材料的食品の配合割合について記載された資料は限られ、その原材料的食品の配合割合を推測する方法についての報告もあまりなされていない。

**A. 研究目的**

食品には残留農薬などの有害物質が含まれ、それらの食事からのばく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。原材料的食品からの残留農薬のばく露量の推測は報告されている。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ばく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のばく露量を考える上で必要である。しかし、加工食品の種類が多さから、すべて

そこで、本研究では日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)に掲載されている加工食品について、原材料的食品の配合割合を推測する方法について整理した。

**B. 研究方法**

本研究の対象とする食品は、日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)<sup>1)</sup>に掲載されている食品とした。また、日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)に調理による重量変化率が掲載されている食品を調理後の食品、それ以外の方法(物理的、化学的、生物学的な方法)で加工された食品を加工食品とし、調理後の食品、加工食品いずれでもない食品を原材料的食品(食材)とした。

日本食品標準成分表に掲載されている食品の成分値の決定根拠は、「分析値」、「文献値」、「計算値」、「類推値」、「借用値」、「推定値」のいずれかである。そのうち、計算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であり、食品群別留意点または備考欄に原材料配合割合が記載されている。

原材料配合割合が掲載されていない食品の原材料は、食品群別留意点及び関連書籍から特定した。原材料配合割合の推測は、①乾燥品、②塩蔵品、③アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品、④その他の加工食品に分け、検討した。

乾燥食品は、原材料的食品を乾燥させただけの加工食品である。そこで、原材料的食品の水分量と加工食品の水分量から、加工食品を製造するために必要な原材料的食品の重量を算出した。

塩蔵食品は、主な原材料的食品 1 つと食塩から製造される食品とした。塩蔵の過程で水分とともに多くの成分が流出したり、発酵により化学変化が起こる。そこで食塩には水分がないことから、原材料的食品の水分量と加工食品の水分量から、加工食品を得るための原材料的食品の重量を算出した。塩蔵

品に含まれる食塩の量から塩蔵品を製造するために必要な食塩の量を求めた。塩蔵品の推測法を応用できる加工食品としては、ぬかみそ漬、酢漬、粕漬、こうじ漬、甘酢漬、しょうゆ漬、みそ漬があった。

アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品は、アルコール発酵、酢酸発酵の化学反応式と量的関係を用いて、加工食品中の利用可能炭水化物、アルコール、酢酸の量から原材料的食品の重量を推測した。

料理の栄養計算は一般に次のように計算される。まず、口に入る全ての食品の重量を確認する。次に、食品ごとに、重量当たりの栄養量を計算する。そして、成分ごとに栄養量を合算する<sup>2)</sup>。その他の加工食品は一般に行われる栄養計算の方法を応用して、原材料的食品の成分値と加工食品の成分値から(連立)方程式を立て、加工食品を製造するために必要な原材料的食品の重量を算出した。

## C. 研究結果及び考察

### 1. 日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品

日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品は、穀類で 18 食品、卵類で 3 食品、菓子類で 114 食品、調味料及び香辛料類で 33 食品であった。

### 2. 乾燥食品

日本食品標準成分表に、乾燥させる前の食品、すなわち生の食品と乾燥させた後の食品の両方が掲載されている食品は、いも類で 1 食品、野菜類で 5 食品、果実類で 5 食品、きのこ類で 2 食品、藻類で 1 食品、魚介類で 13 食品であった。

干物では、製造過程でたんぱく質や脂質が

変化することが知られている<sup>3)</sup>。そこで、乾燥食品と原材料的食品の水分に着目して、乾燥食品を製造するのに必要な原材料的食品の重量を推測した。水分  $a(\%)$  の原材料的食品が  $w(\text{g})$  脱水し、水分  $b(\%)$  の乾燥食品  $100 \text{ g}$  になったとすると

$$\frac{a}{100} = \frac{b + w}{100 + w}$$

から

$$w = \frac{100(a - b)}{100 - a}$$

となり、乾燥食品  $100 \text{ g}$  を製造するのに必要な原材料的食品は

$$100 + w = \frac{100(100 - b)}{100 - a} (\text{g})$$

と求まる。

### 3. 塩蔵食品

塩蔵食品の計算手順は以下のようになる。水分  $a(\%)$  の原材料的食品が、 $w(\text{g})$  脱水し、食塩  $s(\text{g})$  移行し、水分  $b(\%)$  の塩蔵食品  $100 \text{ g}$  になったとすると

$$\frac{a}{100} = \frac{b + w}{100 + w - s}$$

から

$$w = \frac{100(a - b) - as}{100 - a}$$

となり、塩蔵食品  $100 \text{ g}$  を製造するのに必要な原材料的食品は

$$100 + w - s = \frac{100(100 - s - b)}{100 - a} (\text{g})$$

と求まる。

日本食品標準成分表に掲載されている食品で、塩蔵食品に該当する食品は、野菜類で 16 食品、果実類で 3 食品、魚介類で 29 食品、肉類で 4 食品であった。

塩蔵食品の推測法を応用できる、ぬかみ

そ漬は 7 食品、酢漬は 1 食品、粕漬は 2 食品、こうじ漬は 2 食品、甘酢漬は 4 食品、しょうゆ漬は 1 食品、みそ漬は 1 食品があり、いずれも野菜類であった。

ぬかみそ漬の主な原材料は野菜、食塩、米ぬかであり、酢漬は主な原材料は野菜、食塩、酢であり、粕漬の主な原材料は野菜、食塩、酒かすであり、こうじ漬は主な原材料は野菜、食塩、米こうじである。ぬかみそ漬の野菜と食塩の重量は塩蔵食品と同様に計算し、米ぬかの重量は増加したビタミン  $B_1$  の量、酢漬、粕漬、こうじ漬の野菜と食塩量は塩蔵食品と同様に計算し、酢、酒かす、米こうじの重量は増加した炭水化物の量から推測した。

甘酢漬の主な原材料は野菜、食塩、食酢、砂糖である。甘酢漬の野菜と食塩量は塩蔵食品と同様に計算し、砂糖の重量は増加したしよ糖の量<sup>4)</sup>から推測し、食酢の重量は増加した炭水化物が食酢と砂糖に由来すると仮定の下、推測した。

しょうゆ漬の主な原材料は野菜、食塩、しょうゆ、砂糖であり、みそ漬の主な原材料は野菜、食塩、みそ、砂糖である。しょうゆ漬、みそ漬の野菜の重量は塩蔵食品と同様に計算し、しょうゆ、みその重量は増加したたんぱく質の量から推測し、食塩の重量は増加した食塩相当量がしょうゆまたはみそと食塩に由来するとして推測し、砂糖の重量は増加した炭水化物がしょうゆまたはみそと砂糖に由来するとして推測した。

### 4. アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品

日本食品標準成分表に掲載されている食品で、アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品に該当する食品は、し好飲料

類で 11 食品、調味料及び香辛料類で 6 食品であった。

アルコール発酵の主反応は  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ 、酢酸発酵の主反応は  $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$  であり、ブドウ糖、エタノール、酢酸の分子量はそれぞれ 180、46、60 であるので、加工食品 100g に含まれるエタノールが  $a(g)$  のとき、原材料的食品に由来するブドウ糖は  $a/46 \times 1/2 \times 180 = 45/23 a(g)$  となる。また、加工食品 100 g に含まれる酢酸が  $b(g)$  のとき、原材料的食品に由来するブドウ糖は  $b/60 \times 1/2 \times 180 = 3/2 b(g)$  となる。その後の計算は、5. その他の加工食品と同様である。

しかし実際には、アルコール発酵中に酵母菌が増殖するためにブドウ糖が約 20%消費され、ブドウ糖 1 kg から得られるエタノールは約 0.42 kg であるとされる<sup>5)</sup>。また、酢酸発酵でも、発酵中に酢酸菌が消費する他エタノールとして残存する分もあり、1 kg のエタノールから約 1 kg の酢酸が生成されるとされる<sup>5)</sup>(食物と健康の科学シリーズ 酢の機能と科学 p93-94)。加工食品 100 g に含まれるエタノールが  $a(g)$  のとき、原材料的食品に含まれるブドウ糖は  $2.38a(g)$  となる。また、加工食品 100 g に含まれる酢酸が  $b(g)$  のとき、原材料的食品に含まれるブドウ糖は  $2.38b(g)$  となる。

##### 5. その他の加工食品

その他の加工食品の計算手順の例は以下のようなになる。たとえば、うどんの原材料は、中力粉と食塩である。うどん 100 g の中力粉、食塩の重量をそれぞれ  $x(g)$ 、 $y(g)$  とすると、うどん 100 g の炭水化物は 56.8 g、食塩相当量 2.5 g であり、中力粉 100 g の炭水化物 75.1g、食塩相当量 0.0g であり、食塩 100 g

の炭水化物は 0.0 g、食塩相当量 99.5 g であるから、連立方程式として

$$\frac{1}{100} \begin{bmatrix} 75.1 & 0.0 \\ 0.0 & 99.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 56.8 \\ 2.5 \end{bmatrix}$$

が成り立つ。これを解くと  $x=75.6$  g、 $y=2.5$  g と求まる。この方法では、原材料の数と同じ数だけ栄養素等の成分値が必要となる。

日本食品標準成分表に掲載されている食品で、(連立)方程式を用いて原材料的食品の重量が推測できた食品は、穀類で 47 食品、いも及びでん粉類 18 食品、豆類で 46 食品、種実類で 5 食品、野菜類で 9 食品、果実類で 54 食品、きのこ類で 3 食品、藻類で 12 食品、魚介類で 81 食品、肉類で 26 食品、乳類で 47 食品、油脂類で 6 食品、菓子類で 17 食品、嗜好飲料類で 6 食品、調味料及び香辛料類で 38 食品であった。ただし、推測の方法の都合上、原材料的食品も日本食品標準成分表に掲載されている食品に限られた。そのため、砂糖及び甘味料類の全食品、油脂類の多くの食品は、原材料的食品の重量が推測できなかった。

この方法では、加工に伴う栄養成分の変化がないと仮定している。実際には、加工に伴い栄養成分の損失があるため、この方法で推測した重量は、実際の現在の重量より小さいと考えられる。しかし、加工に伴う栄養成分の変化についての資料は限られている。

加工食品の原材料の推測が困難な食品としては、原材料が日本食品標準成分表に掲載されている食品以外に、複雑な発酵を伴う食品、日本食品標準成分表に掲載されている原材料的食品の数が多く、連立方程式を用いても求めることが困難な食品に分けることができた。

## D. 結論

本研究では、日本食品標準成分表 2015 年版(八訂)に掲載されている加工食品の原材料的食品の配合割合を推測する方法を整理した。まず、加工食品の原材料的食品の配合割合を推測する方法として、日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品と掲載されていない食品に大きく分けることができる。原材料配合割合が記載されていない食品の原材料配合割合を推測する方法には、原材料と加工食品の水分量に着目する方法(乾燥食品と塩蔵食品)、アルコール発酵、酢酸発酵の反応式に着目する方法、原材料と加工食品の成分値から(連立)方程式を用いる方法に分けることができた。

日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品は 168 食品であった。乾燥食品に分類される食品は 27 食品、塩蔵食品に分類される食品は 52 食品、アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品に該当する食品は 17 食品、日本食品標準成分表に掲載されている食品で(連立)方程式を用いて原材料的食品の重量が推測できた食品は 415 食品であった。

## 参考文献

- 1) 文部科学省. 日本食品標準成分表 2015 年版(七訂). 東京:全国官報販売協同組合:2015
- 2) 坂本裕子. バランスのよい献立を作るために食品を知ろう. 坂本裕子、森美奈子編. 栄養士・管理栄養士をめざす人の調理・献立の基礎. 京都:化学同人: 2019. p43-44.
- 3) 大泉徹、滝口明秀、大迫一史. 干物の

科学. 滝口明秀、川崎賢一編. 干物の機能と科学. 東京:朝倉書店:2014. p40-73.

- 4) 高田祐里、小林実夏. 日本人の糖質摂取量評価方法の開発. 人間生活文化研究. 2013;23:47-76.
- 5) 外内尚人. 酢製造の一般技術. 酢酸菌研究会編. 酢の機能と科学. 東京:朝倉書店:2012:92-96.

## E. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

なし

## F. 知的所有権の出願・登録状況

なし