

環境パラメータ・シリーズ 4 増補版 (2013年)

食品の調理・加工による 放射性核種の除去率

－我が国の放射性セシウムの除去率データを中心に－

平成 25 年 9 月

平成 25 年 12 月改訂

まえがき

当センターではチェルノブイリ原子力発電所事故後に、環境パラメータ・シリーズの第4巻として、当時の国内外のデータをまとめ、「食品の調理・加工による放射性核種の除去率」を刊行した。この中で、食品に含まれる放射性核種が調理・加工により除去され、全量が体内に取り込まれることはないことを広く紹介し、ホームページにおいて、このデータ集を公開していた。東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、どのような調理・加工を行えば、食品中の放射性核種摂取量を下げることができるかについて多くの問い合わせがあり、食品中の放射性核種濃度に対する関心の高さがうかがえた。

しかし、このデータ集は主に海外のデータに基づいており、日本ではなじみが少ない食品が取り上げられている一方で、日本人が通常に食する食品が含まれていない等、いくつか改善する必要があった。本研究は、このような点を考慮して、原子力発電所事故後、様々な機関で取得されている調理や加工による放射性セシウムの除去率等のデータを収集・整理して、広く国民が最新のデータとして活用できるように整備することを目的として実施した。

検討にあたっては、下記に示す国内の関係機関の研究者で構成される「食品の調理・加工による放射性核種除去率データの整備検討委員会」(内田滋夫主査)において、データ収集等を行うとともに、データ評価等を行った。本報告書は、これらの検討結果をとりまとめたものである。報告書の作成にあたっては、上記の委員以外に、実際にデータ取得に携わられた研究者にも原稿を執筆して頂いた。

本報告書の作成にご協力をいただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター 専務理事 古賀洋一

食品の調理・加工による放射性核種除去率データの整備検討委員会 委員

(順不同、敬称略)

内田 滋夫 (主査)	独立行政法人	放射線医学総合研究所	
川本 伸一	独立行政法人	農業・食品産業技術総合研究機構	食品総合研究所 (平成25年3月まで)
濱松 潮香	独立行政法人	農業・食品産業技術総合研究機構	食品総合研究所 (平成25年4月から)
田上 恵子	独立行政法人	放射線医学総合研究所	
田野井慶太郎	東京大学大学院	農学生命科学研究科	
松田 りえ子	国立医薬品食品衛生研究所		
吉岡 邦雄	福島県農業総合センター		

委員以外の原稿執筆者

(順不同、敬称略)

等々力節子	独立行政法人	農業・食品産業技術総合研究機構	食品総合研究所
八戸 真弓	独立行政法人	農業・食品産業技術総合研究機構	食品総合研究所
中谷 操子	東京大学大学院	農学生命科学研究科	
松岡 洋子	東京大学大学院	農学生命科学研究科	
鍋師 裕美	国立医薬品食品衛生研究所		
丹治 克男	福島県農業総合センター		
関澤 春仁	福島県農業総合センター		
後藤 奈美	独立行政法人	酒類総合研究所	

目次

まえがき	i
第1章 基本情報	1
1.1 東京電力福島第一原子力発電所事故について	1
1.1.1 東京電力福島第一原子力発電所事故と食品汚染	1
1.1.2 東京電力福島第一原子力発電所事故由来の放射性核種とその物理的半減期	1
1.1.3 食品中の放射性セシウム濃度	2
1.2 放射性核種の食品への移行経路及び除去のパラメータ	3
1.2.1 放射性核種の食品への移行経路	3
1.2.2 調理・加工による放射性核種の除去におけるパラメータについて	5
1.3 食品中の放射性物質の基準値について	8
1.3.1 暫定規制値	8
1.3.2 食品中の放射性物質の基準値	10
1.4 採択したデータについて	12
1.5 食品の調理・加工方法	12
1.5.1 調理	12
1.5.2 加工	15
第2章 食品の調理・加工による放射性核種の除去率等のデータ【日本の事例】	23
2.1 米	23
2.1.1 精米	23
2.1.2 清酒醸造	26
2.2 小麦・大麦	29
2.2.1 製粉・精麦	29
2.2.2 うどん・中華めん調理	31
2.3 豆類	33
2.3.1 大豆加工（豆腐・納豆）	33
2.3.2 調理（煮豆）	35
2.3.3 子実内分布【参考】	36
2.3.4 大豆加工（みそ）	37
2.4 オイルシード類	38
2.4.1 ナタネ	38
2.4.2 エゴマ	38
2.5 野菜類	39
2.5.1 葉菜類	39
2.5.2 根菜類	44
2.5.3 その他の野菜類	45
2.5.4 むか漬（むか床の汚染による非汚染野菜への放射性セシウムの移行）	47
2.6 果実類・種実類	49
2.6.1 ウメ	49
2.6.2 モモ	54
2.6.3 リンゴ	57
2.6.4 ブドウ	62
2.6.5 イチジク	65
2.6.6 クリ	66
2.6.7 ユズ	67
2.6.8 カキ	69

2.6.9	ビワ	71
2.6.10	ブルーベリー	71
2.7	きのこ類	73
2.7.1	しいたけ	74
2.7.2	なめこ	75
2.8	魚介類	76
2.8.1	ワカサギ	77
2.8.2	かまぼこ	79
2.9	肉類	82
2.9.1	牛肉	82
2.10	飲料	88
2.10.1	緑茶	88
2.10.2	麦茶	89
第3章	食品の調理・加工による放射性核種の除去率等のデータ【外国の事例】	92
3.1	IAEAテクニカルドキュメント No.1616 「放射線被ばく評価のための地表及び淡水中の放射性核種移動の定量化」	92
3.1.1	はじめに	92
3.1.2	植物性食品における加工	92
3.1.3	動物性食品の加工	94
3.1.4	きのこ類とベリー類の加工	96
3.1.5	底生生物	98
3.2	チェルノブイリ事故後の調理・加工に関するヨーロッパの研究	98
3.2.1	ヨーロッパにおける食品加工での加工係数 (P_f) と調理法による残存割合 (F_r)	98
3.2.2	フランスの乳製品 (チーズ・ホエイ) に関する研究	101
第4章	日本食品成分表から算出した食品の調理・加工による無機元素の除去率	104
	参考資料	184
	参考1 食品摂取量について	184
	参考1.1 我が国の食品摂取量データ	184
	参考1.2 我が国の食品摂取量の特徴	186
	参考2 ゼオライト処理による積極的除去	187
	参考3 カリウムの利用について	189
	参考4 水道水からの放射性ヨウ素の除去について	191
	用語集	193
	あとがき	199

第1章 基本情報

1.1 東京電力福島第一原子力発電所事故について

1.1.1 東京電力福島第一原子力発電所事故と食品汚染

2011年3月11日14時46分、三陸沖でマグニチュード9.0の地震が発生した。福島県の東京電力福島第一原子力発電所（以下、福島第一原発と記す。）には6基の原子炉があり、地震当日、1、2、3号機が運転中であり、残りの3基（4、5、6号機）が定期検査中であった。地震により運転中であった3基の原子炉は自動停止したが、その後、発生した津波が発電所に到達し、1号機から5号機の交流電源が喪失した。これにより、原子炉の冷却機能及び水補給機能が失われ、12日15時36分には1号機で、14日11時1分には3号機で、15日6時頃には2号機と4号機で水素爆発と思われる爆発が発生した。この爆発により多量の放射性核種が環境中に放出された。（4号機の爆発は3号機で発生した水素がタービン建屋を通じて充満したためと考えられている。）

福島第一原発の事故により、比較的揮発性の高い放射性核種が大気中へ飛散し、陸域と海域に降下した。また、海には汚染水が直接漏出した。その結果、空気や土壌だけではなく、水や食品が汚染されるという事態が生じた。これまでに飲料水を始め、原乳、野菜、牛肉、魚、茶葉、玄米といった様々な食品から放射性核種（主に放射性ヨウ素と放射性セシウム）が検出されてきた。事故直後は、多くの食品で放射性核種濃度が高かったが、現在ではきわめて低い濃度となっている。

1.1.2 東京電力福島第一原子力発電所事故由来の放射性核種とその物理的半減期

福島第一原発の事故以後、土壌や植物など、環境試料中には、ヨウ素-131 (I-131)、ヨウ素-132 (I-132)、ヨウ素-133 (I-133)、セシウム-134 (Cs-134)、セシウム-136 (Cs-136)、セシウム-137 (Cs-137)、テルル-129m (Te-129m)、テルル-132 (Te-132)等、多くの放射性核種が検出されている。(Ishii, 2013 ; Tagami, 2011 ; 日本分析センター, 2011)。一方、ストロンチウム-90 (Sr-90) やプルトニウム (Pu) 等も土壌などから検出されたと報告されている(文部科学省, 2011, 2012; Zheng, 2012) がそれほど多くの量ではない。Sr-90 や Pu が微量しか検出されなかったのは、両核種とも比較的飛散しにくいいため、福島第一原発近傍に降下した可能性はあるが、大気放出の量としては極めて少ないことに因ると考えられている。

放射性核種の物理的半減期は、放射性核種の特性的の一つである。放射性核種は時間とともに放射線を出しながら壊変を起こして他の同位体が変わっていくが、1秒間あたりに壊変する数を「ベクレル」という単位で表す。また、物理学的半減期とは、ある放射性核種が100個あったら、壊変して50個、つまり半分になるのに必要な時間のことを言う。半減期が10回くると、放射能は、ほぼ千分の一になる。I-131の物理的半減期は8日であり、約80日経過すると千分の1になり、160日では百万分の1となり、環境中からは検出されなくなる。したがって、事故当初は環境中に多く放出されたI-131などの放射性核種のうち、物理的半減期が短い放射性核種は無くなり、現在環境中に残っている放射性核種は主として、Cs-134 (物理学的半減期：2.06年) と Cs-137 (物理学的半減期：30.2年)

である。Cs-134は10年で約30分の1になるが、Cs-137は2割減少するだけである。

福島第一原発の事故により環境中に放出され、土壌等に沈着した放射性核種の中で、現在ではCs-134とCs-137が最も重要な核種である。したがって、食品中の放射性核種としても、これら2つの放射性セシウムに注意が向けられている。

1.1.3 食品中の放射性セシウム濃度

「食」は、私たちが生きていく上での重要な要素であり、その安全は消費者の最大関心事項である。福島第一原発事故直後から、食品中の放射性セシウムに対する国民の不安を払拭する目的で、行政当局は食品の放射性物質検査を実施し、暫定規制値（後述）を超えるものについては出荷や摂取を制限する等の対応を行い、市場に出回っている食品の安全性確保に努めてきた。様々な食品から放射性セシウムが検出され、産地の自治体はもちろんのこと、小売業界や外食産業でも、消費者の不安を解消するため、放射性核種の独自検査等の対応を積極的に行っている。食品中の放射性セシウム濃度（Cs-134とCs-137の合計値）は、初期の頃に濃度が高かった食品でも、現在は極めて低くなっており、震災後9ヶ月経過以降は、農作物ではほとんどが検出下限値以下となった。福島第一原発事故発生から2年を経過した現在では、一部の天然食材を除き、基準値越えの報告はほとんどない。しかしながら、それでも調理・加工により、どの程度放射性核種が除去できるのか、データとして持つておくことは安心につながる。

<引用文献>

Ishii, N., Tagami, K., Takata, H., Fujita, K., Kawaguchi, I., Watanabe, Y., Uchida, S. (2013). Deposition in Chiba Prefecture, Japan, of Fukushima Daiichi nuclear power plant fallout. *Health Phys.* **104**, 189-194

Tagami, K., Uchida, S., Uchihori, Y., Ishii, N., Kitamura, H., Shirakawa Y. (2011). Specific activity and activity ratios of radionuclides in soil collected about 20 km from the Fukushima Daiichi nuclear power plant: radionuclide release to the south and southwest, *Sci. Total Environ.* **409**, 4885-4888

日本分析センター (2011). 大気浮遊じん、降下物、水道水の測定結果について (2011年3月14日～2011年6月17日). http://www.jcac.or.jp/taiki_kouka_back_list.html (2013年3月22日アクセス)

文部科学省 (2012). 都道府県別環境放射能水準調査 (月間降下物) におけるストロンチウム 90 の分析結果について. http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/6000/5808/24/194_Sr_0724.pdf

文部科学省 (2011). 文部科学省による、プルトニウム、ストロンチウムの核種分析結果について http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/6000/5048/24/5600_110930_rev130701.pdf

Zheng, J., Tagami, K., Watanabe, Y., Uchida, S., Aono, T., Ishii, N., Yoshida, S., Kubota, Y., Fuma, S., Ihara, S. (2012). Isotopic evidence of plutonium release into the environment from the Fukushima DNPP accident, *Scientific Reports* **2**, 304, DOI: 10.1038/srep00304

原子力環境整備センター (1994). 「食品の調理・加工による放射性核種の除去率」 環境パラメータ・シリーズ4. RWMC-94-P16

<参考文献>

- Wikipedia. 「福島第一原子力発電所事故」, <http://ja.wikipedia.org/wiki/福島第一原子力発電所事故>
(2013年1月28日アクセス)
- 気象庁 (2011). 「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について(第15報), 2011.3.13
- 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会 (2012). 「国会事故調 調査報告書(本編)」, 2012.6.28
- 経済産業調査室・課 (2012). 「福島第一原発事故と4つの事故調査委員会」, 調査と情報 No.756, ISSUE BRIEF 756, 国会図書館, 東京, 1-20

1.2 放射性核種の食品への移行経路及び除去のパラメータ

1.2.1 放射性核種の食品への移行経路

本節では、環境中に放出された放射性核種の農作物への移行について概説する。肉や魚介類においても環境中にある放射性核種が直接家畜や魚へ移行する経路は多くある。しかし、そのほとんどの経路は内部汚染へ繋がると考えられるもので、調理・加工による除去という観点からは、どのような経路での移行でも違いはあまりない。例えば、魚の場合、海水や河川水中の放射性核種が体表に付着する経路、呼吸や餌などにより放射性核種が取り込まれる経路がある。魚の皮は取り除くことが多く、また、後者二つの経路では魚体に吸収されるため、これらの違いは調理・加工による除去と言う点からはあまり認められない(図1.2.1-1)。農作物に関しては、後述するように表面汚染経路(直接沈着経路)と内部汚染経路(経根吸収経路と転流)の二つに大別(内田, 2008)され、その移行経路により調理・加工による除去の程度が大きく異なる。

大気中に放出された放射性核種が農作物へ移行する経路は、大きく分けて二つ考えることができる。一つは、大気中から直接、農作物の表面へ移行する経路(直接沈着経路)、もう一つは、放射性核種が土壌に降下し、それらが農作物の根から吸収される経路(経根吸収経路)である(図1.2.1-1)。福島第一原発の事故発生後、大気からの放射性核種の降下量が多い期間は、農作物表面(例えば葉や果実)への直接沈着経路が重要であり、その後の期間では、土壌中に留まった放射性核種の経根吸収経路が重要となる。すなわち、直接沈着経路による農作物の汚染は、大気からの降下量に依存するので、直接沈着を受けた農作物の収穫が終了するまでの比較的短期間であるのに対し、経根吸収経路では、ほとんどの放射性核種は土壌粒子に収着され、土壌中に長く留まることから、長半減期核種の農作物への移行は十数年から数十年以上続くことになる。実際に、福島県などで行われている農作物のモニタリングデータを見る(図1.2.1-2にキャベツのデータを示す)と、3月中旬から4月上旬にかけて、非常に高い濃度が報告されているのは、直接沈着経路の影響であり、直接沈着した農作物の収穫後は、新たに播種や植え付けなどを行った農作物への経根吸収経路による移行のみとなるため、放射性セシウム濃度は急激に減少して7月以降はほとんどが検出限界以下となっている。

なお、図1.2.1-3に示すように、直接沈着により葉や枝の部分から放射性セシウムが吸収され、枝や幹に蓄積された後に新芽、果実や子実の部分等の部分へ転流する経路が茶葉や果樹、また小麦で確認されている。その影響については、チェルノブイリ事故後の茶葉中のCs-137濃度推移をみても(図1.2.1-3)、汚染の程度にもよるが、数年程度続くと考えられる。しかし、その影響は徐々に低下しつつある。調理加工による除去という観点からは、転流により可食部に移動した放射性核種は経根吸収

により移動した放射性核種と同様、内部汚染と考えることができる。

放射性セシウムは土壌粒子に吸着されやすいことが知られている。そのため、表層にとどまっている。農水省が 2012 年に行った調査では、表面の土壌に沈着した放射性セシウムの 90 %程度が表層 3cm の深さに存在している事が分かった（農林水産省, 2013）。この様に、放射性セシウムは、事故後 1 年半以上が経過しても、ほとんど下方に移動していないことが分かる。言い換えれば、土壌粒子から脱離しにくく、したがって植物には吸収されにくい。今後は、土壌に蓄積した植物には吸収しにくい放射性セシウムの一部が、徐々に経根吸収により農作物等に移行したり、それを家畜等が摂取することにより、食品中に移行してゆくことになる。

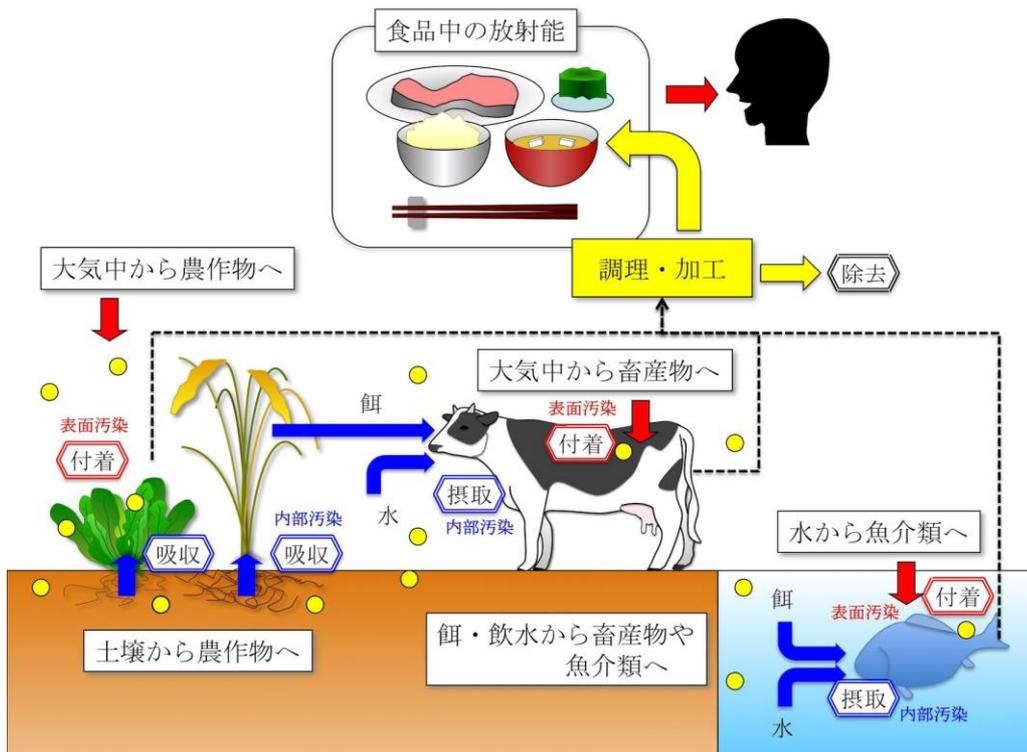


図 1.2.1-1 放射性核種の農作物等への影響及び移行経路

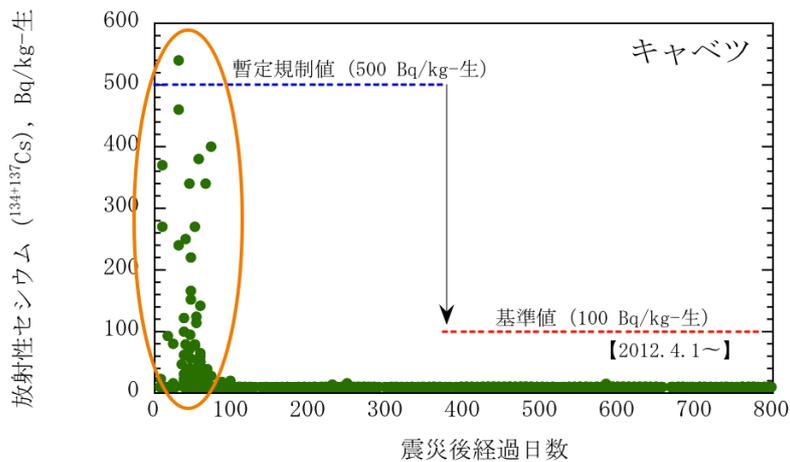
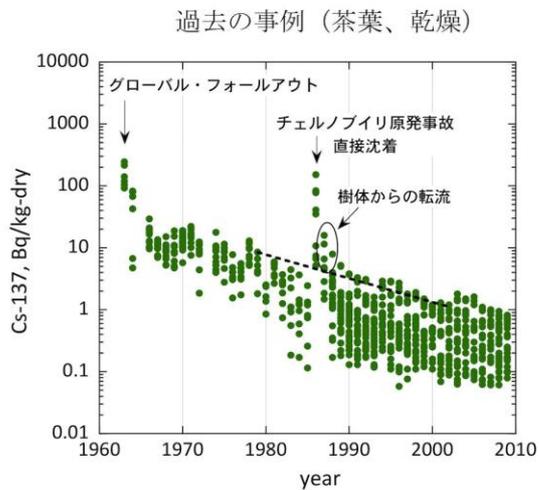
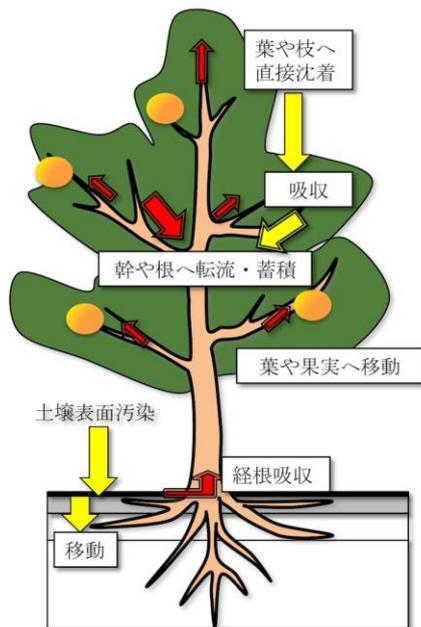


図 1.2.1-2 キャベツ中の放射性セシウム濃度の経時変化



文部科学省 環境放射線データベース : www.kankyo-hoshano.go.jp/kl_db/servlet/com_s_indexより抜粋

図 1.2.1-3 樹木への放射性核種の取り込みと茶葉中の Cs-137 濃度の推移

1.2.2 調理・加工による放射性核種の除去におけるパラメータについて

調理・加工による放射性核種の低減効果を表すパラメータを以下に示す。(IAEA, 2009)

[1] 残存割合 (food processing retention factor: F_r)

F_r で表される残存割合は、加工後に食品に残留する放射性核種の割合を示す。 F_r は、加工後の食品中放射性核種の総量を、原材料の食品中放射性核種の総量で割ったものである(図 1.2.2-1 参照)。つまり、加工食品中 Bq 割る原材料中 Bq であり、 F_r は 1 を超えることはない。

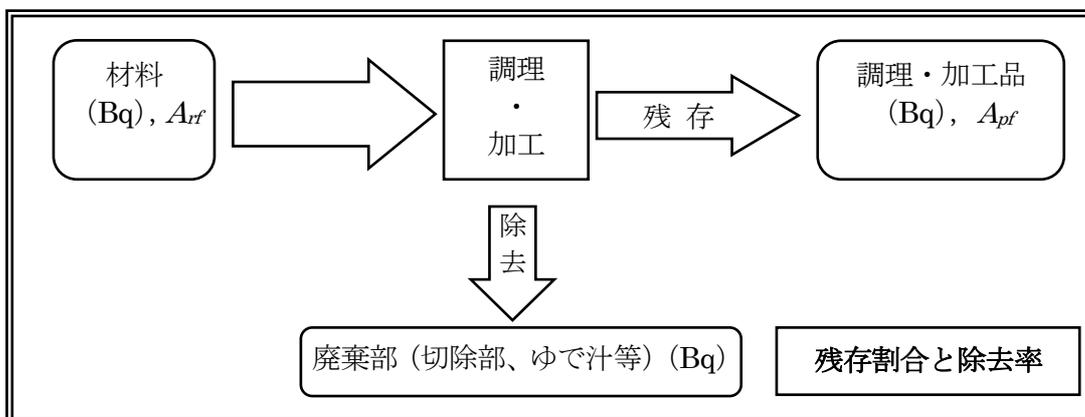


図 1.2.2-1 調理・加工による材料からの残存と除去

残存割合 F_r は次式で表される。

$$F_r = \frac{A_{pf}}{A_{rf}} \quad (1)$$

A_{pf} は加工後食品中の放射性核種の総量（単位は Bq）であり、 A_{rf} は、原材料の放射性核種の総量（Bq）である。

[2] 重量比（processing efficiency: P_e ）

P_e は、加工後の食品重量（ M_{pf} ）を原材料の食品重量（ M_{rf} ）で割ったものである。

$$P_e = \frac{M_{pf}}{M_{rf}} \quad (2)$$

[3] 濃度比（加工係数）（processing factor: P_f ）

P_f で表される濃度比（加工係数）とは、加工前後での放射性核種の濃度比である。加工後の放射性核種濃度は SA_{pf} (Bq/kg)、原材料の放射性核種濃度は SA_{rf} (Bq/kg)、それぞれ重量は生重量で計算する。

$$P_f = \frac{SA_{pf}}{SA_{rf}} \quad (3)$$

乾燥重量ベースの濃度比（加工係数）が報告されることがあるが、食品の消費量は一般に生重量で表されることから、本稿では生重量ベースの濃度比（加工係数）のみ掲載した。尚、 P_f は 1 を超える場合があるパラメータである。

F_r 、 P_f 、 P_e の 3 つのパラメータ間には、以下の関係が成り立つ。

$$F_r = P_f \cdot P_e \quad (4)$$

[4] 除去率（%）

$$\text{除去率（\%）} = (1 - F_r) \times 100$$

ここで F_r は残存割合である。例えば 100 Bq/kg の食材を 100 g 調理したときに、80 Bq/kg のものが 90 g できれば、 F_r は 0.72 となり、除去率は 28 % と導出される。洗う、ゆでる、焼く等の調理・加工による放射性核種の除去率（%）を考える場合、調理・加工後の重量まで取り込んだ形で表現することが望ましい。

上述の(4)または(1)で求められる値は、実測値の場合、除去率が 0 % より低くなる（すなわち、むしろ増加する）、または残存割合 1.0 を超えることもある。極低濃度しか放射性核種が含まれない原材

料では放射能測定のために濃縮処理が必要であり試料の形状が変化してしまう場合がある。この様なときは、実際に放射能を測定した原材料を、そのまま調理・加工に用いることができない。全く同一の原材料を調理・加工に用いることができない場合、原材料中から一部分取して原材料中濃度として測定するが、これを、実際に調理・加工した食品がもともと含んでいたと仮定するため、若干の違いが生じる可能性がある。さらに原材料中濃度が極低濃度である場合、もともと計数値が低く、濃度が高い場合よりも定量された値自身が大きい誤差を含んでいる。

このようなことが重なることにより、原材料から二つ以上の食品ができ、調理・加工後の食品すべて合算したときに 100 %とならず、例えば、95 %や 110 %となる場合がある。しかし、実際に測定した結果であることを重視して掲載することとした。また、原材料の性状やサイズ、使用する水分量の違い等により、全く同じように調理・加工を行っても、必ずしも本資料に記載されている数値と同じにはならないことに注意すべきであるが、全くかけ離れた数値が得られるというものでもない。記載された数値は、おおよその目安として理解して頂きたい。

なお、本報告書では、原材料中の放射性核種が非汚染食品へ移行する場合（図 1.2.2-2）は、残存割合という用語は理解しにくいいため、「移行率」として表した。例えば、茶葉が汚染しており、浸出し得られる飲用茶に放射性核種が移行する場合が挙げられる。移行率は百分率で表記している。

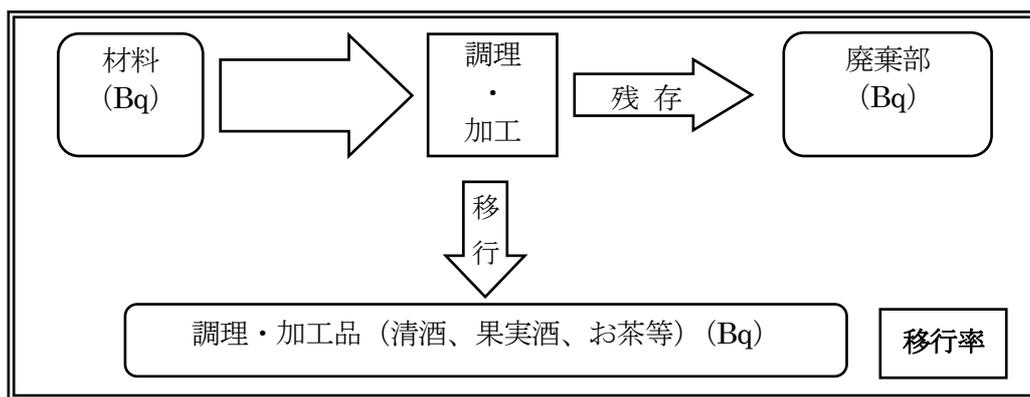


図 1.2.2-2 非汚染食品への移行

また、二つ以上の主たる食品（調理・加工品）が作られ、単純な「除去率」や「移行率」で放射性核種の移行を単純に表現できない場合には、「分布割合」を用いる（図 1.2.2-3）。例えば、果物について、全体を 1 とした場合の皮、果肉、廃棄部分中の放射性核種の分布割合を示す場合に用いられる。

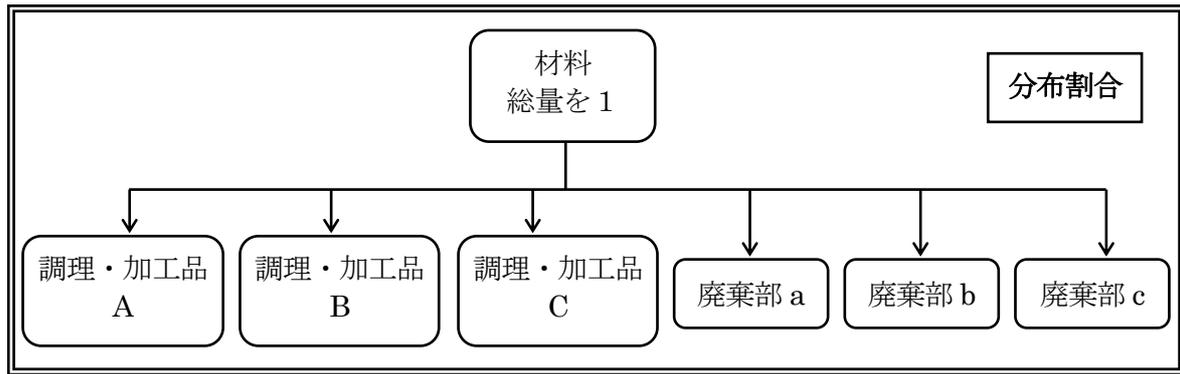


図 1.2.2-3 材料から複数の食品及び廃棄部への分布割合

<引用文献>

内田滋夫 (2008). 水, 土壌, 農作物と放射能—陸域環境放射能研究—, 放射線科学 **51**, 13-23

IAEA (2009). “Quantification of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments for Radiological Assessments”, Technical document No. 1616 (TECDOC-1616), IAEA, Vienna, pp577-580

農林水産省 (2013). 「農地除染対策の技術書」について, 農地除染対策実証事業の結果 <http://www.maff.go.jp/j/nousin/seko/josen/pdf/kekka.pdf> (2013年3月22日アクセス)

厚生労働省: 「食品中の放射性物質の検査結果 (月別)」 <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000029qee.html> (参照 2013.7.10)

1.3 食品中の放射性物質の基準値について

1.3.1 暫定規制値

平成 23 年 3 月 11 日以前は、国内の食品には放射性物質汚染はないという前提から、食品中の放射性物質規制は輸入品を対象に 370 Bq/kg が設定されていたのみであった。平成 23 年 3 月 11 日、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に係る内閣総理大臣による原子力緊急事態宣言」が発出され、次いで 3 月 17 日に厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知「放射能汚染された食品の取り扱いについて」(平成 23 年 3 月 17 日厚生労働省食安発 0317 第 3 号)が発出された。この中で、「原子力安全委員会により示された指標値を暫定規制値とし、これを上回る食品については、食品衛生法第 6 条第 2 号に当たるものとして食用に供されることがないように販売その他について十分処置されたい。」とされたことが、国内食品中の放射性物質規制の始まりとなった。

原子力安全委員会の指標値 (原子力安全委員会, 1998) は、「本指標は飲食物中の放射性物質が健康に悪影響を及ぼすか否かを示す濃度基準ではなく、緊急事態における介入のレベル、言い換えれば、防護対策の一つとして飲食物摂取制限措置を導入する際の判断の目安とする値である。」と明記されており、

- ・介入線量レベルとして年間 5 mSv を基にして飲食物摂取制限に関する指標を試算する。
- ・放射性ヨウ素による甲状腺等価線量を 50 mSv/年とする。

ことを基本として設定された。原子力発電所事故において飲食物に対する長期汚染が考えられる核種は放射性セシウム(Cs-134 及び Cs-137)と放射性ストロンチウム(Sr-89 及び Sr-90)であるが、放射性ストロンチウムの測定には時間を要し、緊急時には迅速な測定が必要とされることから、指標としては放射性セシウムを選択し、Sr-90/Cs-137 は安全側に見積もって 0.1 とされた。

放射性ヨウ素では飲料水、牛乳・乳製品、野菜の 3 カテゴリーに 50 mSv/年の 2/3 をあて、残りは他の食品のための保留分とした。従って各食品カテゴリーには $50 \text{ mSv} \times 2/3 \times 1/3$ が割り当てられた。放射性セシウム（放射性ストロンチウムを含む）では全食品に 5 mSv を割り当て、飲料水、牛乳・乳製品、野菜類、穀類、肉・卵・魚類・その他の 5 カテゴリーに 5 mSv の 1/5 である 1 mSv を割り当てた。それぞれに割り当てられた線量と食品摂取量、線量係数等から、誘導介入濃度を、成人・幼児・乳児の年代別に計算し、最も小さい値から飲食物摂取制限指標が決定された。飲食物摂取制限指標を表 1.3.1-1 に示す。

表 1.3.1-1 飲食物摂取制限に関する指標

核種	原子力施設等の防災対策に係る指針における 摂取制限に関する指標値(Bq/kg)	
放射性ヨウ素	飲料水	300
	牛乳・乳製品	
	野菜類（根菜、芋類を除く）	2000
放射性セシウム	飲料水	200
	牛乳・乳製品	
	野菜類	500
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	
ウラン	乳児用食品	20
	飲料水	
	牛乳・乳製品	
	野菜類	100
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	
プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種	乳児用食品	1
	飲料水	
	牛乳・乳製品	
	野菜類	10
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	

1.3.2 食品中の放射性物質の基準値

厚生労働大臣は食品安全委員長に対して食品健康影響評価を要請し、平成 23 年 10 月 27 日に最終報告書（内閣府食品安全委員会、2011）が取りまとめられた。その中で、「放射線による健康への影響が見出されるのは、通常の一般生活において受ける放射線量を除いた生涯における追加の累積線量として、おおよそ 100 mSv 以上と判断した。そのうち、小児の期間については、甲状腺がんや白血病といった点で感受性が成人より高い可能性があるとした。また、100 mSv 未満の健康影響について言及することは困難と判断した。」という考え方が示された。その翌日の平成 23 年 10 月 28 日の閣僚懇談会では、厚生労働大臣が「新たな基準値設定のための基本的な考え方」に関して、「暫定規制値に適合している食品は、健康への影響はないと一般的に評価され、安全は確保されているが、厚生労働省としては、より一層、食品の安全と安心を確保するため、来年 4 月を目途に、一定の経過措置を設けた上で、許容できる線量を年間 1 mSv に引き下げることが基本として、薬事・食品衛生審議会において規制値設のための検討を進めていく。」と発言した。

この新しく設定しようとする基準値は、福島第一原発事故以降の長期的状況に対応するものであるため、対象とする放射性核種は、福島第一原発事故で環境に放出された核種とされた。施行日である平成 24 年 4 月 1 日は事故後 1 年を経過していることから、半減期が 1 年以上あって長期的な影響を考慮する必要がある放射性核種が規制の対象とされた。ウランは原発敷地内においても天然の存在レベルとの変化が見られなかったことから、対象とはされなかった。

規制対象とする半減期 1 年以上の核種（Cs-134、Cs-137、Sr-90、Pu-238、Pu-239、Pu-240、Pu-241、Ru-106）全てに基準値を設定せず、食品別に放射性セシウム以外の核種と放射性セシウムとの濃度比を算出し、それらを含めた線量を考慮しても、基準値濃度レベルの食品を 1 年間食べ続けても内部被ばく線量が年間 1 mSv を超えないように、放射性セシウムの基準値を設定する方針がとられた。各核種の放射性セシウムに対する濃度比の推定には、事故発生時の濃度比、物理的壊変定数に加えて、食品への移行経路別の移行係数の比も考慮された。直接海洋に放出された放射性物質の量及び組成の情報が十分ではないため、海産物では放射性セシウムとそれ以外の核種の線量寄与は等しいという、安全側に立った仮定が置かれた。年齢及び性別により食品摂取量が異なることを考慮し、1 歳未満、1・6 歳、7・12 歳、13・18 歳、19 歳以上の年齢区分の男女及び妊婦の食品摂取量が使用された。食品は農作物、畜産物、淡水産物、海産物及びその他に分類された。これらの計算の結果、全ての年代において事故後 1 年の放射性セシウムを除く他の放射性核種への放射性セシウムの寄与率が最も小さくなるため、規制値誘導においては、最も安全側の基準値となる事故後 1 年の放射性セシウムの寄与率と線量係数を使用することとされた。基準値を設定する食品区分は、食品全体を 1 つの区分とすることを基本とした。しかし、全ての人が摂取し、代替がきかず、かつ摂取量が多いことから飲料水を独立区分とし、WHO（World Health Organization: 世界保健機関）の示した放射性セシウムガイダンスレベルである 10 Bq/kg が基準値として設定された。また、食品安全委員会が食品健康影響評価書中で、「小児の期間については、甲状腺がんや白血病といった点で感受性が成人より高い可能性がある」としたこと、乳幼児の摂取量が特に多い牛乳と乳児用食品は、別の区分とした。この結果、食品中の放射性物質基準値は、「飲料水」、「乳児用食品」、「牛乳」、「一般食品」の 4 つの区分の放射性セシウム量として設定された。

放射性セシウム基準値は、年代別に年間内部被ばく線量が 1 mSv を超えることのない濃度を計算

し、全ての年代中の最低値とした。わが国の食品の輸入状況から、流通食品の 50 %に放射性核種が含まれるという仮定のもとに計算が行われた。表 1.3.2-1 に示すように、13 - 18 歳の男性の 120 Bq/kg が最小であったため、これを安全側に切り下げた 100 Bq/kg を一般食品の基準値とした。さらに、「乳児用食品」と「牛乳」は、流通する食品の全てが汚染されていても影響のない値とされた。前述のように、一般食品では市場希釈率を考慮して、流通する食品の 50 %が汚染していることを前提としているため、「乳児用食品」と「牛乳」の基準値は「一般食品」の基準値の 1/2 である 50 Bq/kg とされた。表 1.3.2-2 に平成 24 年 4 月から施行された食品中の放射性セシウムの基準値を示す。

表 1.3.2-1 年間内部被ばく線量が 1 mSv を超えることのない濃度

年齢区分	性別	濃度 (Bq/kg)
1 歳未満	男女平均	460
1 歳～6 歳	男	310
	女	320
7 歳～12 歳	男	190
	女	210
13 歳～18 歳	男	120
	女	150
19 歳以上	男	130
	女	160
妊婦	女	160

表 1.3.2-2 食品中の放射性セシウム基準値

食品群	基準値 (Bq/kg)
飲料水	10
牛 乳	50
一般食品	100
乳児用食品	50

<引用文献>

厚生労働省(2011). 厚生労働省食安発 0317 第 3 号. 「放射能汚染された食品の取扱いについて」, <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001558e-img/2r9852000001559v.pdf> (2013 年 1 月 31 日アクセス)

原子力安全委員会 (1998). 「飲食物摂取制限に関する指標について」, <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000018iyb-att/2r98520000018k4m.pdf> (2013 年 1 月 31 日アクセス)

内閣府食品安全委員会 (2011). 府食発 862 号平成 23 年 10 月 27 日. 「食品健康影響評価の通知について」, http://www.fsc.go.jp/sonota/emerg/radio_hyoka_detail.pdf (2013 年 1 月 31 日アクセス)

1.4 採択したデータについて

本資料で取り上げたデータは、一般に公開されているデータであることを前提としている。すなわち、学術誌に投稿され論文化されたものが中心である。また、学会やそれに準ずる学術的な集会等にて発表された資料に記載されたデータについては、実験条件等を、本資料を作成している委員会が確認できることを採用の基準とした。なお、IAEA から刊行された **Technical Document No.1616** については、特に放射性セシウム及びストロンチウムのデータに着目して抜粋し、外国における調査研究によるデータとして取りまとめた。

データの記載についてであるが、データの分布が正規分布する傾向があり、したがって、算術平均を用いることとした。誤差については、ある調理・加工では3回繰り返しの誤差を伴ったり、また、回数が少ない場合には、計数誤差を伴っているが、これらについては、各説明において記載されている。

データは実測に基づいており、材料に含まれる量に対しての割合や百分率で値が示されている。新たに放射性核種を添加した食品ではなく、環境中で放射性核種を取り込んだ食品を用いてデータを収集することに努めた。前述したように、実際に入手できた食品中の放射性核種濃度は低く、測定誤差が大きくなる場合もあった。また、実際の調理・加工では多くの工程があり、それぞれの工程で誤差が生じることがある。したがって、調理加工によって得られた食品中の放射性核種の量と除去された放射性核種の量を合計したときに、材料中の量に一致しないことがある。

無機元素データについては、前回 1994 年の報告書では四訂日本食品標準成分表からデータを導出しているが、今回は文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会報告「日本食品標準成分表 2010」に記載されているデータをもとに算出した。

1.5 食品の調理・加工方法

本項では、本報告で取り上げた食品の調理・加工方法について概説する。

1.5.1 調理

1.5.1.1 洗浄

生鮮食品に何らかの調理あるいは加工を行う際には、水で洗浄することが一般的である。洗浄操作により、食品の表面に付着した砂・埃等に含まれる放射性核種が除去されると期待される。「食品中の放射性物質の試験法について」（食安発 0315 第 4 号：平成 24 年 3 月 15 日）においては、このことを踏まえて、別紙として試料洗浄（土壌除去）標準作業書が付属している。この作業書ではあらかじめ除去する部位が示され、除去後に水道水の流水下で 20 秒程度洗浄することが規定されている。

本報告では、野菜（葉菜・カブ）、果実（ウメ、リンゴ、モモ、ブドウ、ブルーベリー、イチジク、ユズ）、生うどん、大豆を洗浄した時の、放射性セシウムの除去率が示されている。洗浄方法として、水で洗うほか、洗剤あるいは超音波を使用した洗浄を行った場合、洗浄後水に浸漬する操作のデータ

も含まれている。

米を研ぐ操作は洗浄の一種であるが、物理的に力を加えて、表面を除去する点が他の食品の洗浄とは異なっている。

1.5.1.2 剥皮(はくひ)

皮をむく操作も、洗浄と同じく表面に付着した放射性核種が除去される。また、果実のヘタや種子等の非可食部の除去も、剥皮に含まれている。

1.5.1.3 ゆでる・煮る

食品を沸騰した水中で加熱する操作を「ゆでる」、塩・しょうゆ等を加えた水中で加熱する操作を「煮る」と分類した。

野菜はゆでて食べることが多く、また調理の前処理としての下ゆでも行われる。加熱時間は対象食品により異なり、加熱が容易な葉菜等は数分、根菜・タケノコはより長時間が必要である。水中で加熱するため、水溶性核種である放射性セシウムが細胞から外部の水に溶出することが期待される。肉をゆでたデータでは、加熱時間が除去率に影響することを示唆する結果が得られている。また、野菜や果実等において、外側の皮や果皮の除去の有無も除去率に影響すると考えられる。生鮮食品の他に、めんもゆでた後に食べられる。

野菜はゆでる他に、調味した煮汁中で加熱することが多い。調味料としては、塩、しょうゆ、砂糖、みりんが一般的であるが、トマトペースト、酢等も使われる。果実は砂糖を高濃度に含むシロップ中で煮る調理法がある。シロップ中の砂糖濃度は30%程度である。また、肉・魚も野菜のように塩分を含む煮汁中で煮る調理法が一般的である。煮汁中に調味料を加えることにより、浸透圧の差により食品の細胞から水及び電解質が流出するとともに、放射性セシウムも除去されることが期待される。一方、少ない煮汁中でのいわゆる「煮詰める」調理では、煮汁と食品が十分に分離されず、煮汁が食品に付着する可能性も示唆されている。

食品をゆでる場合は、一般的にゆで汁は廃棄される。一方、煮汁の場合には摂取されることもあり、摂取する場合には放射性物質の除去効果は低下する。

米の炊飯は「煮る」と類似した調理方法であるが、液体としての水が残らない状態まで加熱を続け、水の大部分は飯中の水分として残存する。従って、炊飯による放射性物質の除去の効果は大きくないと考えられる。少量の煮汁を用いて、煮汁がほとんどなくなるまで煮詰める場合も、同様と考えられる。

1.5.1.4 蒸す

高温の蒸気を用いて加熱する方法が「蒸す」である。「ゆでる」と異なり、液体の水を用いないため、細胞内の放射性物質の外液への移行効果は大きくないと考えられる。本報告では、大豆加工の前処理としての例と、クリを蒸した例が示されている。

1.5.1.5 浸漬(しんし)

食品をある程度の時間液体に浸す操作が、浸漬である。

浸漬の目的の一つは、干しシイタケのような乾燥した食品の水戻しである。加工前の操作として水に浸漬する場合もある。加熱調理を目的としていないので、水温は 40℃程度までの低温とすることが一般的である。一方、「ゆでる」調理と比較して、長い時間水と接触が続くため、細胞内物質が徐々に移行することが期待される。従って、浸漬した液を廃棄する場合には放射性物質が除去されるが、液体（戻し汁）も食品として使用する場合には、除去効果は期待できない。

食品を保存したり調味したりするために、塩分・糖分を含む液に浸しておくことは、浸漬のもう一つの目的である。漬物では、塩に漬けることもあるが、食品中からの水分により次第に塩水に浸漬した状態になる。果実の中ではウメが塩漬けされることが多く、他の果実は一般に高濃度の砂糖を含むシロップ漬けにされる。梅酒のようにアルコールと砂糖を含む液への浸漬も行われる。肉・魚は塩分を含む調味液に浸漬される場合が多い。

このような浸漬操作は、「煮る」調理と同じく、浸透圧の高い液体中に長時間置くことにより、食品の細胞から水及び電解質が流出し、それと共に放射性セシウムが除去されることが期待される。

1.5.1.6 浸出

浸出は、「ゆでる」調理と同じように、高温の水で加熱する操作であるが、原材料中の成分が移行した水が調理・加工後の食品となるところが異なっている。茶の基準値は浸出液に適用されるため、食品の放射性物質試験法通知においては、茶の浸出方法が「10 g 以上を 30 倍量の重量の熱水 (90℃) で 60 秒間浸出」すると規定されている。この規定が適用されるのは、チャノキの茶葉のみであり、他の植物を加工した茶類（麦茶等）には特に浸出方法の規定は定められていない。

1.5.1.7 焼く

「焼く」調理は、食品を水等を介さずに、直接加熱する方法である。直火による加熱、金属板等を介して加熱する、高熱の空気（熱風）により加熱する等の方法がある。「煮る」場合は温度が水の沸点以上にはならないが、「焼く」場合はより高温になる。食品からは加熱に伴い、水分等が流出あるいは蒸発するが、周囲に水がないことから外液との交換はおこらないため、食品中から放射性核種を除去する効果は大きくないと考えられる。

1.5.1.8 揚げる

「煮る」が水の中で加熱するのに対して、「揚げる」は高温の油中で加熱する調理法である。食品の周囲に小麦粉等の衣をつける場合と、何もつけない素揚げとする場合がある。「焼く」と同じく、加熱温度は「煮る」よりも高くなる。特に素揚げでは食品からの水分・脂質の流出が起こるため、食品重量は減少するが、周囲に水がないことから水溶性の放射性核種の除去効果は大きくないと考えられる。

1.5.2 加工

1.5.2.1 精米

米は基本的に生産者から消費地までは玄米で流通し、ほとんどが精米（搗精：とうせい）によりぬか（糠）層と胚芽を除去した白米で利用される。この白米が洗米・吸水・炊飯という過程を経てめしとして食用に供される。また白米を製粉した米粉としての利用も増加している。

精米は、玄米の表面のぬか層を除去して食味を向上し、また炊飯を容易にするために行われる。

精米方法には研削式・摩擦式・刮剥（かつはく）式があり、研削式は回転する砥石、摩擦式は攪拌突起の衝撃と米相互の摩擦作用、刮剥式はセラミック等の刃によるこそげ落としにより、ぬか層を除去する。精米機ではこれらの方式を単独または組み合わせで精米が行われ、一般的な精米歩合（白米重量／玄米重量。歩留まりともいう。）は90～95%程度である。

試験研究では、少量の試料は家庭用の卓上精米機、数10kg程度の試料は農家用の精米機を使用しており、これらは主に摩擦式である。

米ぬかの放射性セシウム濃度は、実際に測定した場合には当該測定値を用いるが、農林水産省(2011)では玄米と米ぬかの放射性セシウム濃度の比率（加工係数 P_f ）は「8」と設定しており、以下の式により推計できる。

$$\text{米ぬかの放射性セシウム濃度（推計値）} = \text{玄米の放射性セシウム濃度} \times \text{加工係数（} P_f = 8 \text{）}$$

米粉は、白米を洗米しないで、全粒を製粉して利用される。従来の上新粉や上用粉ではロール製粉や胴突き製粉が行われていたが、パン加工用等に微粒粉碎が求められており、第2章2.1米の表2.1.1-2では、乾式臼式製粉により製粉を行った。その他、高速の気流により鋼板に当てて粉碎する気流粉碎が多く行われている。

1.5.2.2 小麦製粉・大麦精麦

(1)小麦製粉

小麦粒は外皮が丈夫で胚乳が砕けやすい性質を持ち、外皮と胚乳の分離が米のように外側から皮を削っていく方法は難しい。そのため小麦製粉は、胚乳を粉にして皮から剥がし取る方法を用いる。基本的な製粉工程は、ロールの間に小麦を通して粉碎し、ふるいで十分に細くなった胚乳粉と大きい粒子（まだ十分に細くなっていない胚乳塊、皮、胚乳がついている皮）とに分離する。大きい粒子は、再びロールを通して粉碎する。この繰り返しにより何回にも分けて徐々に粉碎していく多段製粉方式が採られている。

小麦の製粉試験法では、ビューラー式テストミルと呼ばれる試験用製粉機が一般的に用いられる。ビューラー式テストミルはロール上が3区に分かれ、小麦粒そのロール上にそれぞれ分けて流すことによって、ブレーキロール3段、ミドリングロール3段を2組のロールにまとめた多段粉碎方式となっている（図1.4.2.2-1）。小麦はブレーキ粉3種（1B、2B、3B）、ミドリング粉3種（1M、2M、3M）、大ぶすま、小ぶすまの8フラクションに分別される。

本報告の食用小麦粉は1B、2B、1M、2M粉の4フラクションを混合したものであり、飼料として利用されるふすまは大ぶすまと小ぶすまを混合したものである。

(2)大麦精麦

大麦の外皮を削り取ることを精麦（加工）と呼ぶ。研削式搗精（とうせい）機及び摩擦式搗精機を用いて外皮を削り取り、精麦された麦を精白麦（丸麦とも呼ぶ）という。削り取られた外皮は麦ぬかと呼ばれ、飼料に利用される。

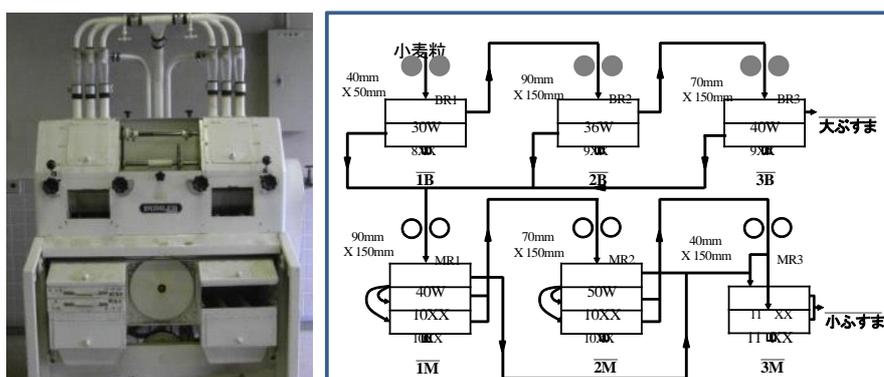


図 1.4.2.2-1 ビューラー式テストミルと製粉工程図

BR, プレーキロール; MR, ミドリリングロール; WとXX, ふりい。
 ロール左肩の数字は各ロールの長さ (mm) x 直径 (mm) である。
 ふりいの前の数字はふるい番手であり、メッシュ数を表す。

1.5.2.3 納豆、豆腐

(1)納豆製造

一般的な納豆は、①選別（大豆中の異物等の除去）、②洗浄（大豆表面の汚れの除去）、③浸漬（大豆に水を吸収させて蒸煮しやすくするため、大豆品種や水温により浸漬時間は異なる）、④蒸煮（蒸煮する時間や圧力は大豆品種により異なる）、⑤納豆菌接種（蒸煮が終了した煮豆（大豆）に納豆菌胞子を噴霧）、⑥煮豆盛込み（容器に充填）、⑦発酵の工程を経て製造される。

(2)豆腐製造

一般に食される豆腐（絹ごし豆腐、木綿豆腐、充填豆腐）は、①選別、②洗浄、③浸漬、④磨砕（加水しながらグラインダーなどを用いて大豆を磨砕、大豆の細胞を破壊してタンパク質を抽出しやすくする：磨砕したものを生呉（なまご）と呼ぶ）、⑤加熱（大豆タンパクを凝固しやすく、成分を最大に溶出させるために行い、加熱したものを煮呉と呼ぶ）⑥絞り（煮呉を「豆乳」と「おから」の分離）の工程を経て得られる「豆乳」から作られる。絞り工程で得られる「おから」も、食用や飼料として利用される。

木綿豆腐は、豆乳に凝固剤を加えて一度固めたものをくずしてから、布を敷いた穴のある型箱に入れ、重しをして、脱水成型したものである。絹ごし豆腐は、木綿豆腐より濃い豆乳を作り、直接型箱に豆乳と凝固剤を入れ、そのまま固めたものである。充填豆腐は、豆乳をいったん冷やし、直接容器に豆乳と凝固剤を入れ、直ぐに密封し容器ごと加熱した後に冷却し固めたものである。密封したあとに十分な加熱を行なうため、ほかの豆腐より保存性が高くなる。

豆腐の凝固は、大きく分けて、海水から精製した塩化マグネシウムや硫酸カルシウム等を用いた塩凝固とグルコノデルタラクトン（豆乳中で徐々にグルコン酸へ変化）を用いた酸凝固がある。

1.5.2.4 ジュース、乾燥、ジャム等(果実)

(1)ジュース

一般的には果汁を用いた飲料や炭酸飲料、乳飲料などを総称して「ジュース」と呼んでいる場合が多いが、基本的には果汁や一部の野菜を用いた飲料がジュースであり、詳細は日本農林規格（JAS規格）において分類・定義されている。

果実を搾汁する場合、最も一般的な方法が圧搾であり、原料に圧力を加えて果汁を得る方法である。ただし、圧搾のみでは搾汁率が低いこともあるため、工業的にはペクチナーゼなどの酵素を用いて搾汁率を高める方法などが用いられることが多い。ミキサーでパルプ状にした果実に酵素を添加して一定時間反応させ、その後に搾汁を行うことで搾汁率が向上する。圧搾や酵素処理されて得られた果汁は、殺菌された後に包装されて製品となる。

(2)乾燥

果実を乾燥させる目的としては水分活性を下げることによる保存性の向上が主な目的である。乾燥によって微生物が活動するために必要な水分を減少させることにより、腐敗を防ぐことができる。また、乾燥によって香りや甘味、酸味などが濃縮し、食味が向上することも重要な目的のひとつである。

果実を乾燥させる際には、果実を単純に乾燥させる以外に、シロップ等への浸漬や加熱などの前処理を行った後に乾燥させる場合も多い。加熱や抗酸化剤の前処理を行うことにより果実の変色などが抑制されるほか、シロップ浸漬で糖濃度を高めることによって水分活性が低下し、加工後の保存性が向上する。また、食味や食感の向上などの効果も期待される。

(3)ジャム・マーマレード

ジャムは果実と糖を加熱・濃縮することで加工される保存食である。果実に含まれる酸とペクチンに糖を加えて加熱・濃縮することにより、ゼリー状のジャムとなる。酸やペクチンが少ない果実においては、それらを後から添加して加工される。日本農林規格（JAS規格）ではジャムの糖度は40%以上とされており、日本ジャム工業組合によると、糖度が40・55%のものを低糖度ジャム、55・65%では中糖度ジャム、65%以上を高糖度ジャムと分類している。通常、糖度50%以上では微生物が繁殖できないため、ジャムは果実を保存するために有効な方法のひとつである。

マーマレードは柑橘類の果皮を利用したジャムであり、基本的な加工原理はジャムと同様である。ただし、加熱・濃縮を行う前に、苦味を低減するために果皮を煮たり、柑橘類の薄皮(じょうのう膜)を除去するために搾汁や裏ごししたりする点で他の果実ジャムと異なる。

(4)甘煮・甘露煮

甘煮や甘露煮は果実に糖を加えて加熱して加工する。加工方法はジャムと同様であるが、果実の形を残したまま加工を行う点においてジャムとは異なる。

甘煮や甘露煮を加工する際の水分は果実に含まれる水分のみであり、加工中に水分が浸出してく

るが、その後の加熱によって蒸発したり、果実に再吸収されたりするため、大量の果汁が外部へ流出することは無い。また、糖濃度が高くなって水分活性が低下し、保存性がよくなる。果実のおいしさを失うことなく保存性を向上させる加工方法のひとつである。

(5)コンポート・栗の渋皮煮

コンポートは果実をシロップで煮たものであり、果実の形を残したままの状態加工される。加工後はそのまま食用とするほか、殺菌した容器に包装した場合は長期保存も可能である。果実のシロップ漬けなども基本的な加工方法は同様である。

栗の渋皮煮もシロップで煮ることにより加工が行われるが、最初に渋皮に含まれる渋味を除去するために1%程度の重曹水で数回の灰汁(あく)抜きを行う。その後、シロップで煮ることで渋皮煮となる。

(6)マロングラッセ

マロングラッセは渋皮を剥いたクリをシロップで加工して乾燥させた菓子である。シロップで加工する点でコンポートに近いが、クリの果肉は硬いため、糖度が高いシロップで短時間に加工すると果肉が割れてしまう。そのため浸漬時間を長くし、シロップの濃度を徐々に上げていく方法で加工を行う。これにより果肉の割れを防ぎながら徐々に高濃度の糖を浸透させていくことができる。乾燥まで行うと加工には10日程度かかる場合が多い。

(7)果実酒(リキュール)

一般的な果実酒(リキュール)は、アルコール濃度20%以上の蒸留酒に果実と糖を一定期間浸漬して加工される。浸漬中に果汁が浸出して果実酒(リキュール)となる。果実酒(リキュール)の製造・販売は酒税法に基づいて行われるが、自家消費を目的とした場合は家庭での加工が可能であり、梅酒などはごく一般的に加工が行われている。一方、ワインなど果汁を原料とした醸造酒も果実酒であるが、ワイン醸造については「1.5.2.8 ワイン醸造」で述べる。

1.5.2.5 かまぼこ

かまぼこは現在、狭義的には蒸し板かまぼこのことを指すが、広義的には竹輪やさつま揚げなど水産練り製品すべてを総称してかまぼこと言う。これらは基本的には加熱方法を主とする工程の違いによりそれぞれ名前が異なるが、魚肉を塩ですり潰して成形して加熱する基本工程はどれも同じである。かまぼこは①魚体洗浄処理・採肉、②水晒し(みずさらし)、③脱水、④播潰(らいかい)、⑤成形・加熱の工程を経て製造される。

製造工程の詳細を以下に、フローを図1.5.2.5-1に示した。

①原料魚洗浄処理・採肉—原料魚を洗浄、頭・内臓を除去し肉を取り出す。

原料魚にはスケトウダラ、グチ、エソなどが主に使われるが、各地方の製法に合わせてそれぞれ特徴のある原料が使われる。原料魚を洗浄した後、頭・内臓を除去し再度洗浄後、専用の機械(採肉機)または手作業によって肉のみを取り出す(採肉)。この肉を落とし身という。魚の放射性物質汚染は餌や泥の経口摂取によるものも多いが、内臓中の放射性物質はこの工程で除去するこ

とが可能である。

②水晒しー肉を洗浄する

落とし身を水で洗う工程。バケツ・タンク等に落とし身とともに3 - 5倍量ほどの水を加えて緩やかに攪拌後静置して洗浄する。これにより色素タンパク質や弾力形成を阻害する水溶性タンパク質及び脂質やアミンなどの臭い成分を除去する。この操作では魚肉中に溶けている成分を洗浄するため、放射性セシウムの除去も可能である。

③脱水ー余分な水を除く

水晒し水を篩いなどで切った後、スクリーンプレスを用いたり、目の粗い布に入れて油圧式プレス機を用いたりしてさらに水気を絞る工程。

脱水前または後に筋や小骨を除くために裏ごしし、脱水した身に砂糖などの凍結変性防止剤を添加し凍らせたものが冷凍すり身である。現在ではこの冷凍すり身を入手して以下の播潰以降の工程によりかまぼこを製造する工場の方が多く存在する。

④播潰（らいかい）ー塩ずりをして筋原繊維タンパク質を溶かし出した後、調味料を加える

水晒し・脱水した魚肉または冷凍すり身に塩を入れてすり潰し（塩ずり）、肉糊にした後、調味料を加える工程。塩には魚肉中に含まれるミオシンをはじめとする筋原繊維タンパク質を溶かし出す作用があり、これらのタンパク質の絡み合いが弾力形成の基礎となる。

⑤成形・加熱

以下のようにそれぞれの製品ごとに相応しい形に整え（成形）、加熱する工程。加熱工程の途中で魚肉中に含まれるタンパク質重合酵素（トランスグルタミナーゼ）が作用することにより、魚肉タンパク質中のミオシンが重合し独特の弾力が付与される。また、規定の温度まで加熱することにより殺菌する。場合によっては2種類以上の加熱方法を組み合わせて製造することもある。加熱殺菌の後、基本的には冷却、包装して出荷する。

蒸す 蒸し板かまぼこ、す巻きかまぼこ（つと巻）、昆布巻かまぼこ

焼く 竹輪、焼板かまぼこ、笹かまぼこ、なんば焼き、伊達巻き

揚げる さつま揚げ、じゃこ天、つけ揚げ、チキアーギ

ゆでる はんぺん、つみれ、なると巻き、しんじょ

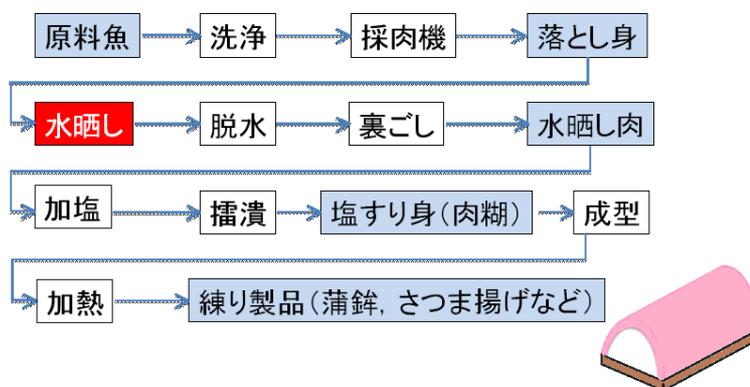


図 1.5.2.5-1 水産練り製品の製造工程

1.5.2.6 チーズ

一般に消費するチーズには、プロセスチーズとナチュラルチーズがある。プロセスチーズとは、ナチュラルチーズを細かく刻み、溶かしてブレンドし殺菌した後に成型されたものである。ナチュラルチーズは、原料乳の種類や製造方法、風土の違いによって世界中で 1,000 種類以上もあるといわれているが、どれにも共通しているのが以下の基本工程である。

①加熱殺菌

通常は、原料乳を 63 °C30 分間か 72 °C15 - 40 秒間で殺菌する。

②乳酸菌・凝乳酵素添加

スターターとして乳酸菌を加えて乳を酸性にし、凝乳酵素を加え凝固させる。この固まったものをカードと呼ぶ。

③カード切断

カードを切断することで、表面積が大きくなりカードから水分（ホエー（乳清）と呼ぶ）が出やすくなる。

④攪拌・加熱

静かに攪拌し徐々に温度を上ることにより、カードが収縮し弾力のあるカードになる。

⑤型詰・圧搾

カードの粒を型に詰め、圧搾機にかけホエーを搾り出す。

⑥加塩

風味をよくし、雑菌の繁殖をおさえ正常に発酵熟成させるために塩水に漬ける。

⑦熟成

各チーズに適した温度、湿度、期間で熟成させることで独特の風味が生まれる。

1.5.2.7 清酒醸造

清酒は、米、米麴、水を原料にアルコール発酵させ、圧搾・ろ過をして製造される。

①原料処理

原料米は、通常、精米歩合（歩留まり率）70 %程度まで精米されるが、吟醸酒と呼ばれる特殊な製品では 40 %以下にまで精米されることもある。白米は、洗米・浸漬後、蒸す。蒸し米の 2 割は麴の製造に用いられ、残りの 8 割は酒母や醪（もろみ）の仕込みに用いられる。

②製麴（せいきく）（麴の製造）

麴（こうじ）は、蒸し米にコウジカビ（*Aspergillus oryzae*）の菌糸を増殖させたもので、米のデンプンやタンパク質を分解する酵素を多く含んでいる。

③酒母

酒母は清酒酵母の前培養にあたる工程で、蒸し米、麴、水、乳酸を混合し、麴の酵素で蒸し米を溶解・糖化させ、清酒酵母を増殖させる。酒母の製造には原料米の 7・8 %に当たる蒸し米と麴が用いられる。

④醪（もろみ）

酒母に蒸し米、麴、水を加えて糖化・発酵させる。15 °C程度の低温で 3 週間ほど発酵させ、圧搾機に掛けて清酒と酒粕に漉（こ）し分ける。

得られた原酒は、澱引き、ろ過・清澄化、割水、火入れ（パスツリゼーション）などを経て製品化される。

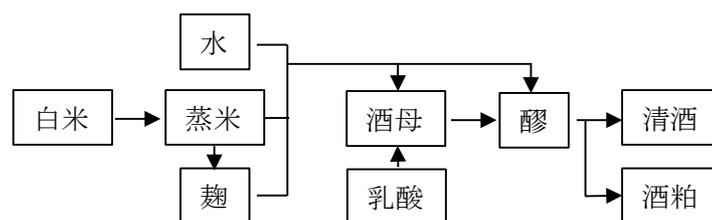


図 1.5.2.7-1 清酒の製造工程

1.5.2.8 ワイン醸造

ワインは果実（ほとんどはブドウ）をアルコール発酵させた酒類である。原料のブドウは通常水洗いせずに用いられる。

(1)赤ワイン

果皮にアントシアニン系色素を含むブドウを除梗（じょうこう：ブドウの茎（軸・梗）から果粒を外すこと）・破碎し、ワイン酵母を加えてアルコール発酵させる。果皮・種子とともに発酵させることを「醸（かも）し」と呼び、醸し中に果皮から色素や渋味が、種子から渋味が抽出される。適度な色と渋味になったところで搾汁する。

(2)白ワイン

緑色、黄色、ピンクなどの果皮を持つブドウを除梗（じょうこう）・破碎・搾汁し、ジュースの状態ですらワイン酵母を加えてアルコール発酵させる。

(3)ロゼワイン

赤ワイン用ブドウを除梗・破碎後すぐに、または短い醸しの後搾汁したり、赤ワイン用・白ワイン用のブドウを混ぜて発酵させ、途中で搾汁したり、できあがった赤ワインと白ワインをブレンドしたりして造られる。

大部分の赤ワインと一部の白ワインでは、アルコール発酵後、乳酸菌によってリンゴ酸を乳酸に変換するマロラクティック発酵を誘導する。赤、白、ロゼとも、澱引き、貯蔵・熟成、ろ過・清澄化等を経て製品化される。

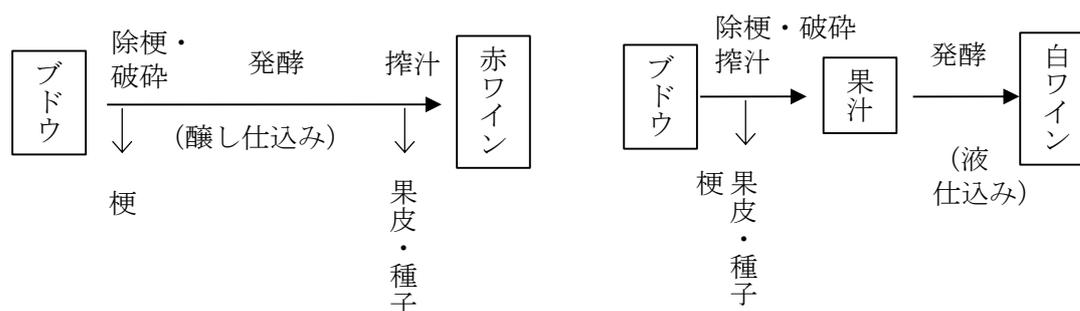


図 1.5.2.8-1 ワインの製造工程

1.5.2.9 搾油（なたね・エゴマ）

植物性原料から搾油する方法は主に圧搾法と抽出法が用いられる。圧搾法は原料に圧力を加えて油脂を採油する方法であり、なたねやゴマなどの油脂含量が多い植物に用いられる。圧搾機にはバッチ式と連続式が存在し、一般的にはエキスペラーと呼ばれる連続式の圧搾機が用いられている。しかし、原料が少ない場合はバッチ式が用いられることが多く、日本国内の小規模加工施設等で搾油を行う場合はバッチ式が主流となっている。

一方、抽出法はノルマルヘキサンなどの溶剤を用いて原料から油脂を抽出し、その後溶剤を除去して油脂を採油する方法であり、大豆など油脂含量の少ない植物や、圧搾後の粕から油脂を搾油する方法である。

圧搾法や抽出法で得られた油脂にはタンパク質や遊離脂肪酸などが含まれることから、工業的な油脂生産を行う場合は、脱ガム、脱酸、脱色、脱臭などの処理を経て製品となる。しかし、小規模加工施設等ではこれらの処理は行わず、圧搾した油脂を製品とする場合が多い。

<引用文献>

農林水産省 (2011). 「平成 23 年産米に由来する米ぬか等の取扱いについて」,
www.maff.go.jp/j/press/seisan/b_taisaku/111219.html (2011.12.19 プレスリリース)

<参考文献>

岡田稔 (2008). 「かまぼこの科学」, 成山堂書店, 東京, pp126 – 202

第2章 食品の調理・加工による放射性核種の除去率等のデータ【日本の事例】

2.1 米

2.1.1 精米

東京電力福島第一原発事故以降の米の中の放射性物質モニタリングは、基本的には玄米で行われている。しかし、一般に市販され食されているものは、ぬか（糠）を取り除いた精白米（精米歩合[†] 90 - 92%）が多い。したがって、精白米に関するデータの収集が重要であるが、食生活の多様化により、玄米や、ぬかを完全に取り除かない半つき米、七分つき米で利用されるケースもある。そこで、米の精米歩合と除去率の関係、さらには、米を研いだ際の除去率について、文献値（佐藤, 2011; 山下, 2011; 田野井, 2012; 田上, 2012）をとりまとめた。

精米歩合と精米後の放射性セシウムの残存割合の関係を図 2.1.1-1 に示した。米穀粒ではぬか中の放射性セシウム濃度が胚乳部分（白米）よりも高いため、精米歩合が下がる程、放射性セシウムの残存割合も減少することがわかる。特に精米歩合が高い方が、減少率が大きい。これについて田上ら（2012）は炭素同位体比を測定することで、胚芽の除去の程度が影響していることを示した。これは胚芽のカリウム濃度が高いことと関係があると考えられる。なお、ぬか層がほぼ取り除かれる精米歩合 90%よりもさらに精米歩合が下がると、放射性セシウムの減少率は抑制された。胚乳部分の重量減の影響が顕著ではなくなるのが要因である。

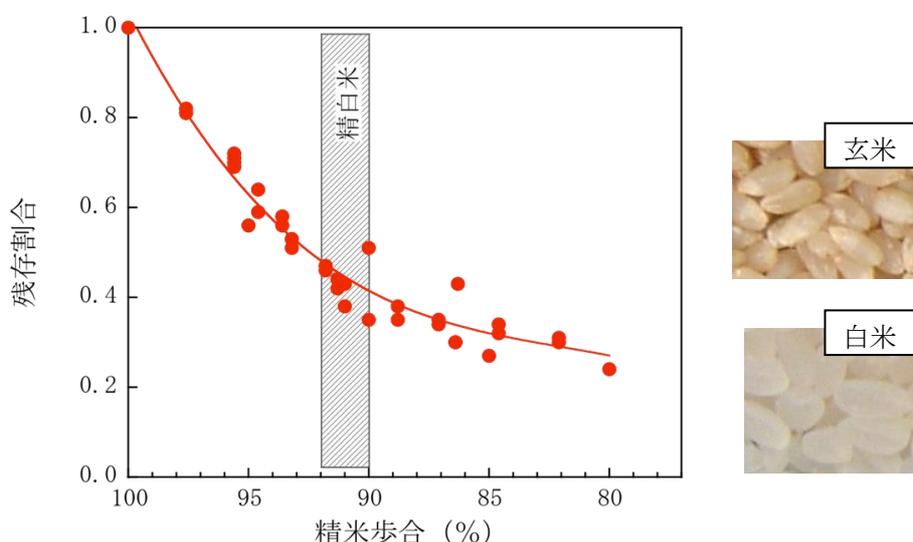


図 2.1.1-1 米の精米歩合と放射性セシウム残存割合の変化

表 2.1.1-1 には、玄米から精米加工された米における放射性セシウム除去率を示した。玄米を精白米に加工することで、重量減も含んだ除去率は約 60 %である。さらに精白米を研ぐことで約 40 %

[†] 精米歩合とは、最初の玄米の重量に対して、ある程度精米した後で得られた重量の比率を示し、歩留り率ともいう。一般に精米歩合 90 - 92 %が精白米（または単に白米と呼ばれる）、93 - 94 %が七分つき米、95 - 96 %が半つき米である。

の放射性セシウムが除去された。すなわち、玄米から精白米に加工し、研ぐことで、72 %の放射性セシウムが除去された。一方、半つき米、七分つき米、さらには精米歩合 80 %代の白米は研ぐことで、33 - 45 %の除去率が得られている。

農林水産省（2011）では、米ぬかの加工係数 P_f （玄米中の放射性セシウム濃度に対する精米後の米ぬか中の放射性セシウム濃度の比）を 8 と設定している。米穀粒の重量の約 10 %がぬか+胚芽なので、穀粒中の放射性セシウムの全量を 1 とすると、加工係数 8 の場合、0.8 がぬか+胚芽に、0.2 が白米に存在する計算になる。実測値では、放射性セシウムの玄米に対する精白米中の残存割合 R_f は 0.43 ± 0.10 （範囲：0.35 - 0.51）であった。したがって、ぬか+胚芽中の濃度は 0.49 - 0.65 であり、加工係数に変換すると、4.9 - 6.5 であった。このことは、実際の加工係数と比較して、米ぬかの加工係数はやや安全側に設定されていることがわかる。

米研ぎの回数と除去率の関係については佐藤ら（2012）が調査しており、その結果を図 2.1.1-2 に示す。研ぐ回数が増えると残存割合は減少するが、その効果は一定量に達するとほとんど増えなかったことがわかる。米研ぎによる除去効果は、精米後の米表面に付着しているぬかを除去することで得られていると考えられる。

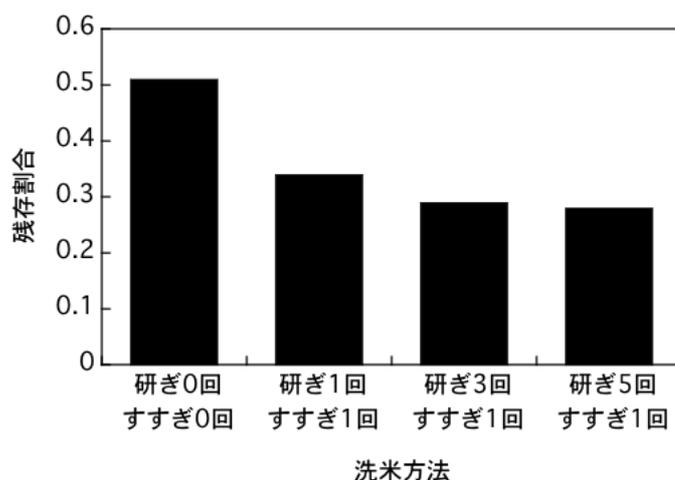


図 2.1.1-2 洗米方法（研ぎ及びすすぎ回数）と玄米に対する処理後のコメ中の残存割合

表 2.1.1-1 精米と米研ぎによる放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
玄米 研ぎ玄米	7	0.93	0.99	0.93	-	-	1
玄米 半つき米	34	0.69	0.95	0.66	0.56	0.72	4
半つき米 研ぎ半つき米	45	0.57	0.96	0.55	-	-	1
玄米 七分つき米	45	0.58	0.93	0.55	0.51	0.58	2
七分つき米 研ぎ七分つき米	44	0.58	0.96	0.56	-	-	1
玄米 精白米	57	0.48	0.91	0.43	0.38	0.51	6
精白米 研ぎ精白米	42	0.59	0.98	0.58	0.55	0.67	4
玄米 研ぎ精白米	72	0.31	0.89	0.28	0.24	0.34	4
玄米 精米歩合 87%白米	65	0.40	0.87	0.35	0.27	0.43	7
精米歩合 87%白米 研ぎ精米歩合 87%白米	33	0.70	0.95	0.67	-	-	1
玄米 研ぎ精米歩合 87%白米	78	0.27	0.81	0.22	0.21	0.23	2
玄米 精米歩合 81%白米	72	0.35	0.81	0.28	0.24	0.31	2
精米歩合 81%白米 研ぎ精米歩合 81%白米	33	0.71	0.94	0.67	-	-	1

さらに、玄米を精米し、炊飯してめしに調理する場合と、また、精米後粉碎して米粉パンに調理した場合の放射性セシウムの除去率について、表 2.1.1-2 に示す（佐藤, 2011; 山下, 2011; 佐藤, 2012）。吸水-炊飯してめしを作ることにより、玄米からの除去率は 70 %が得られた。この値は、表 2.1.1-1 の玄米-精白米-研ぎで得られた除去率 72 %とほとんど変わらない。炊飯により米の重量は約 2.3 倍に増加するので、重量増により見かけ上濃度が希釈されて濃度比は低い、放射性セシウムは炊飯が行われる程度の加熱では米から失われることはないため、精米し、研いだ後の全量がめしに移行したと考えられる。なお、本報告書の第 4 章において、玄米から精米、水研ぎを経て炊飯し、めしに調理加工する際の主要な元素の除去率も併せて報告しているが、セシウムと挙動が類似しているカリウムの除去率は 75 %であり、放射性セシウムで得られた値とほぼ同様の結果であった。

米粉パンでは、除去率は 0.58 であり、玄米・精白米に加工した値と同じである。米粉パンでも同様に、焼きあげ温度が放射性セシウムを揮散させるほどには高温ではないため、米粉中の全量がパンに残るが、米粉に粉砕する前に研ぐ作業が無いので、その分除去率が炊飯しためしよりも低くなると考えられる。

表 2.1.1-2 炊飯・パンへの調理加工による放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
玄米 (精米・研ぎ・炊飯) めし	70	0.13	2.3	0.30	0.28	0.34	3
玄米 (精米・粉砕) 米粉パン	58	0.22	2.0	0.42			1

2.1.2 清酒醸造

清酒醸造に用いる白米は、食用のものよりも高度に精米される。清酒醸造用の標準的な精米歩合(歩留り率) 70 %まで精米すると、放射性セシウム濃度は玄米の 20 %程度まで減少し、それ以降はほとんど減少しなかった(図 2.1.2-1)。精米歩合 70 %の白米を用いた小規模な試験醸造の結果(Okuda, 2013)、白米中の放射性セシウム濃度は洗米・浸漬によって 20・30 %が減少し、酒粕にも分布することから、清酒への分布割合は玄米の 0.06、白米の 0.36 であった。また、清酒醸造では仕込み水を加えることから、濃度比(P_f)としては玄米の 0.04、白米の 0.18 であった(表 2.1.2-1)。安定同位体である Cs-133 の精米、醸造過程での濃度変化や分布割合を調べた場合も、ほぼ同様の結果であった(Okuda, 2012)(表 2.1.2-2)。以上は純米原酒の場合であるが、清酒醸造にはアルコールの添加が認められていること、並びに原酒には 20 %近いアルコール分が含まれるが、市販酒は通常アルコール分 14・16 度に割水して出荷されることから、放射性セシウム濃度としてはさらに低下することが多いと考えられる。

なお、セシウム(Cs)の同族である K-40 及びカリウムの量は、米粒中で放射性及び非放射性セシウムとほぼ同じ分布を示したが、清酒醸造工程ではカリウムの方が酒粕への分布割合が大きく、これはカリウムの方が酵母による吸収が多いためと考えられる。

表 2.1.2-1 玄米から算出した清酒醸造工程での放射性セシウムとカリウムの分布割合

試料	分布割合			濃度比 P_f		
	放射性セシウム	K-40	カリウム	放射性セシウム	K-40	カリウム
精米歩合 100・90 %のぬか*	0.60	0.68	0.62	5.99	6.76	6.16
精米歩合 90・80 %のぬか	0.26	0.25	0.22	2.58	2.47	2.25
精米歩合 80・70 %のぬか	0.06	0.06	0.04	0.59	0.56	0.37
精米歩合 70 %の白米	0.17	0.13	0.12	0.24	0.19	0.17
洗米後の白米	0.09	n.d.	0.05	0.13	n.d.	0.07
洗米排水	0.05	n.d.	0.05	0.00	n.d.	0.00
清酒	0.06 (0.36)	n.d.	0.03 (0.25)	0.04 (0.18)	n.d.	0.02 (0.13)
酒粕	0.04 (0.23)	0.05 (0.40)	0.05 (0.40)	0.22 (0.89)	0.30 (1.59)	0.28 (1.59)

玄米を精米歩合 70 %まで精米し、これを洗米後、蒸して清酒を醸造し、清酒と酒粕を得た。
 同じロットの玄米を用いて、精米から2回繰り返した平均値。()内は、白米を基準とした値
 *精米歩合 100 % (玄米) から 90 %まで精米した場合に生じたぬか (米粉)、以下同様

表 2.1.2-2 玄米及び白米から算出した清酒醸造工程での安定セシウムの分布割合

材料	加工品	分布割合		濃度比 P_f	
		最小-最大	平均	最小-最大	平均
玄米	清酒	0.04 - 0.07	0.06	0.03 - 0.05	0.04
	酒粕	0.03 - 0.04	0.04	0.14 - 0.17	0.16
白米	清酒	0.37 - 0.42	0.39	0.19 - 0.23	0.21
	酒粕	0.22 - 0.33	0.26	0.63 - 1.12	0.81

n=3、分布割合の算出には仕込み水に由来する Cs (玄米の Cs の 0.5 %、白米の 3 %) を含む。

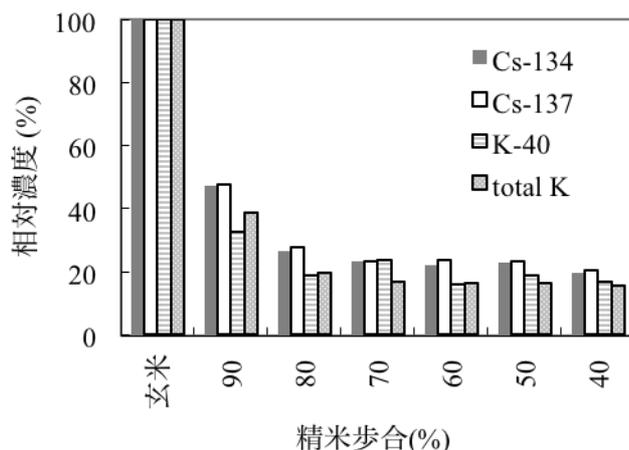


図 2.1.2-1 清酒醸造用原料米の精米中の放射性セシウム及びカリウム濃度の変化

<引用文献>

- Okuda, M., Joyo, M., Tokuoka, M., Hashiguchi, T., Goto-Yamamoto, N., Yamaoka, H., Shimoi, H. (2012). The transfer of stable ^{133}Cs from rice to Japanese sake. *J. Biosci. Bioeng.* **114**, 600-605
- Okuda, M., Hashiguchi, T., Joyo, M., Tsukamoto, K., Endo, M., Matsumaru, K., Goto-Yamamoto, N., Yamaoka, H., Suzuki, K., Shimoi, H. (2013). The transfer of radioactive cesium and potassium from rice to sake. *J. Biosci. Bioeng.* **116**, 340-346
- 佐藤誠 (2011). 放射性物質の吸収量の把握. 1 農作物の放射性物質の吸収量の解析 (1) 水稻の放射性物質の吸収量の解析、キ 精米歩合別及び飯米の放射性物質の吸収量の解析について. 平成 23 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2011-E1-3-1-1-7)
- 佐藤誠, 藤村恵人, 藤田智博, 鈴木幸雄, 佐久間祐樹, 大和田正幸 (2012). 精米歩合及び炊飯米の放射性セシウムの解析. *日本作物学会紀事* **81** (別号 2), 12-13
- 田上恵子, 内田滋夫 (2012). 精米と米研ぎによる放射性セシウム残存割合及び糠層中の濃度分布. *Radioisotopes* **61**, 223-229
- 田野井慶太郎, 中西友子 (2012). 福島第一原子力発電所事故の農業・畜産に及ぼす影響を考える (1)- 農産物汚染を中心として. *生物の科学 遺伝* **66**, 13-18
- 農林水産省 (2011). 平成 23 年産米に由来する米ぬか等の取扱いについて.
www.maff.go.jp/j/press/seisan/b_taisaku/111219.html (2011.12.19 プレスリリース)
- 山下慎司, 関澤春仁, 丹治克男 (2011). 農産物における放射性物質の除去技術の開発. イ 加工による放射性物質の動態 (ケ) 米粉パン. 平成 23 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2011-E1-6-2-9-1)

2.2 小麦・大麦

2.2.1 製粉・精麦

福島第一原発事故以降の麦類の放射性物質モニタリングは、基本的には玄麦で行われている。小麦からは製粉加工により小麦粉とふすまが、大麦からは精麦加工により精白麦と麦ぬかが得られる。小麦粉は、うどん、中華めん、パスタなどのめん類やパンなどの我が国で人気のある食品の加工原料となり、精白麦も精米に加えて炊飯され麦飯としてヒトに食される。一方、ふすまや麦ぬかは、我が国では家畜飼料として需要が高い。

そこで本節では、汚染レベルの異なる平成 23 年度（2011）産の玄麦を用いた小麦粉とふすまへの小麦製粉加工及び精白麦と麦ぬかへの大麦精麦加工における放射性セシウム（Cs-134 と Cs-137 の合計）の分配や加工係数についてとりまとめた。なお、製粉加工は、試験製粉機のビューラー式テストミルを用いて（独）農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）食品総合研究所で、精麦加工は、全国精麦工業協同組合連合会で実施した。結果を図 2.2.1-1 と表 2.2.1-1 に示す。

図 2.2.1-1 に示したように、製粉加工及び精麦加工のいずれにおいても、玄麦と加工品（小麦粉とふすま、精白麦と麦ぬか）の放射性セシウム濃度（Bq/kg 生重量）の間には高い正の相関関係が認められる。すなわち、玄麦の汚染レベルにかかわらず、加工の各画分への放射性セシウムの分配はほぼ一定となる。図の破線は、加工前後で放射性セシウム濃度に変化がない場合を表すが、食用の小麦粉と精白麦の場合は、破線の下方であり放射性セシウム濃度が玄麦に比べ低減すること、一方ふすまと麦ぬかの場合は、破線の上方であり放射性セシウム濃度が玄麦に比べ高くなることを示している。

小麦におけるふすまの加工係数(P_f)（玄麦に対するふすまの放射性セシウム濃度の比）の平均値は 2.19、小麦粉の加工係数の平均値は 0.32 である。大麦における麦ぬかの加工係数の平均値は 2.23、精白麦の加工係数の平均値 0.57 である（表 2.2.1-1）。食用の小麦粉及び精白麦に関しては、加工係数の平均値の 95 %信頼区間上限値においても 1 未満であり、玄麦の基準値でこれら加工品の安全性は確保できることがわかる。

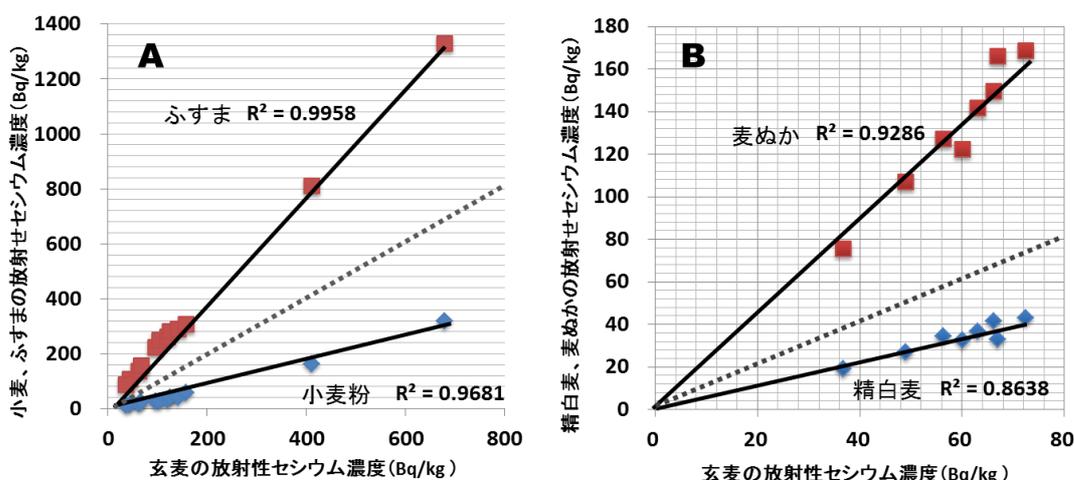


図 2.2.1-1 小麦製粉 (A) と大麦精麦 (B) における原料玄麦と加工品の放射性セシウム濃度の相関関係

破線は、加工前後で濃度変化がない場合を表す。

一方、飼料に利用されるふすまや麦ぬかは加工係数の平均値が 2 を超えており（いずれも平均値の 95 %信頼区間上限値は 3 未満）、放射性セシウム濃度が玄麦の 2 倍以上に高くなることになる。従って、原料玄麦が基準値未満でも、加工後のふすまや麦ぬかの放射性セシウム濃度は、飼料の暫定許容値【牛用、100 Bq/kg：豚用、80 Bq/kg：家禽用、160 Bq/kg：馬用、100 Bq/kg：養殖魚用、40 Bq/kg（牛は平成 24 年 2 月 3 日から他は同年 4 月 1 日から施行）】を超える場合が想定される。飼料から肉、乳、卵へ移行する放射性セシウムが基準値を超えないよう安全性を確保し、円滑な国産麦の流通や飼料への利用を行うため、麦のふすま・麦ぬかの加工係数「3」が設定された。この設定に関しては、本解析データ及びそのほかの試験結果を踏まえ、また、データのばらつきを考慮して決定されたものであり、農林水産省の平成 23 年 9 月 13 日通知「平成 23 年産麦に由来するふすま及び麦ぬかの取扱いについて」（23 消安第 3224 号、23 生産第 4499 号、23 水推第 545 号）において公表されている。

表 2.2.1-2 に、小麦と大麦における放射性セシウムの分布割合を示す。小麦と大麦のどちらも外皮に濃度比 (P_f) で 2.19、2.21 と多く含まれ、小麦においては放射性セシウムは外皮に 8 割が分布している。

表 2.2.1-1 放射性セシウムの小麦製粉及び大麦精麦での加工係数

玄麦	加工品	加工係数 P_f			試料数
		最少-最大	平均±標準偏差	95 %信頼区間上限値	
小麦	小麦粉	0.25 - 0.47	0.32±0.06	0.54	12
	ふすま	1.95 - 2.41	2.19±0.16	2.54	
大麦	精白麦	0.49 - 0.63	0.56±0.05	0.66	8
	麦ぬか	2.03 - 2.48	2.21±0.16	2.54	

表 2.2.1-2 小麦と大麦における放射性セシウムの分布割合

材料と部位	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均±標準偏差	最小	最大	
小麦 ふすま (外皮)	2.19	0.37	0.81±0.074	0.67	0.96	12
小麦 小麦粉 (胚乳粉)	0.32	0.61	0.20±0.033	0.15	0.28	12
大麦 麦ぬか (外皮)	2.21	—	—	—	—	8
大麦 精白麦 (丸麦)	0.56	—	—	—	—	8

2.2.2 うどん・中華めん調理

めん類は、基本的には小麦粉と食塩水またはかん水とによって形成される。小麦の総需要量 561 万トンのうち、外国産食料用小麦の輸入量は 483 万トンであり、国内産の小麦については、近年は約 70 万トンで安定している（農林水産省, 2013）。小麦粉の種類としては、そのタンパク質の含量によって分けられ、タンパク質の含有量の少ない薄力粉から中力粉、準強力粉、強力粉として、それぞれ菓子用、うどん用、中華めん用、パン用に主に用いられる。国内産の小麦は、うどん用として適性が高く、今でも多くがうどん等に用いられている。また、原料にアルカリ性であるかん水を用いることで、小麦粉中のグルテンがアルカリによって特有の風味と食感、色となり、日本では生中華めん、いわゆるラーメン用のめんとして、また、蒸し中華めんを使う焼きそば用のめんとして、広く親しまれている。本節では、日本の伝統食であるうどん及び日本におけるめん類の中でも人気のある中華めんの製めん・調理過程での放射性セシウムの残存割合と濃度比について示す。

うどんは、試験圃場で栽培・収穫した放射性セシウムを含むめん用小麦をビューラー式テストミルにて製粉し、「小麦の麵適正評価法（食糧庁、平成 9 年 12 月 1 日）」に従い、小麦粉 500 g に塩 10 g、水 170 mL を加え、うどん（3 mm×2.5 mm×25 cm）を調製し、調理工程での放射性セシウムの動態をまとめた（表 2.2.2-1.）。うどん生めんを 10 倍量の湯でゆでることにより、放射性セシウムの 8 割以上がゆで液に移行し、それを洗浄することによって、最終的なゆでめんでの残存割合は 0.15 となり、除去率は 85 %であった。この結果から、この調理条件では、小麦玄麦が仮に 100 Bq/kg 生重量であったとしても、2.2.1 に示したように製粉加工により小麦粉の濃度は約 30 Bq/kg 生重量程度まで低くなり（小麦粉の加工係数は 0.32）、調理後のうどんゆでめんでは 5 Bq/kg 生重量程度となることがわかった。

実際の家庭や飲食店でのうどん調理時では、ゆで液やゆで後の洗浄水は 10 倍量以上であることも多く、また洗浄の時間も長くなることが考えられることから、さらに低減されると考えられる。（Kimura, 2012）

表 2.2.2-1 うどん調理における放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r	移行率* %	試料数
生めん (うどん)	—	1.00	1.0	1.00	—	1
生めん ゆで液 (10 倍量)	—	0.14	6.4	—	85	1
ゆでめん 洗浄水 (10 倍量)	—	0.01	9.8	—	10	1
生めん ゆでめん	85	0.07	2.1	0.15	—	1

*ゆで液は温度が高いため、蒸発により測定時には濃縮された状態となり、また一方で、洗浄水にはめん表面に残ったゆで液が混入することから、移行率はそれぞれ高めの数値となる。

同じ小麦粉を原料とするめんとしては、一般によく食べられるものとして中華めんがある。中華めんは、うどんと異なり、小麦粉にかん水を加えて練り合わせた後、製めんしたものであり、うどんに比べ生地は硬く、弾力が強く、うどんに比べてめん太さが細いことからゆで時間も短い。そこで、中華めんの調理工程における放射性セシウムの動態を解析した。

中華めんは、小麦粉 100 に対し、粉末状かん水 (炭酸カルシウム 60 % (w/w)、炭酸ナトリウム 40 % (w/w)) 1.3、水 31、エタノール 2 を加えて、生めんの調製を行った。生中華めん (1.5 mm × 1.5 mm × 25 cm) は、10 倍量の沸騰水でめん重量増加から考えられる食用に適した状態となる時間 (生めん重量の約 1.8 倍) として 2 分 30 秒間ゆでた (図 2.2.2-1)。中華めんの調理工程にはうどんと異なり洗浄工程がなく、調理後の中華めんの放射性セシウムの残存割合は 0.46、ゆで液には 47 % が移行する (表 2.2.2-2) ことにより、ゆで調理によって中華めんの放射性セシウムはほぼ半減した。

また、中華めんの調製時にかん水ではなく、同質量の食塩を加えて同様に調製しためんにおいてゆで調理による放射性セシウムの移行を調べたところ、ゆで液への放射性セシウムの移行率が 67 % となり、かん水を入れた中華めんよりも有意に高かった。この結果は、かん水を加えたことによるめん物性の変化やアルカリ性となることなどが放射性セシウムの動態に影響を与えることを示唆している (八戸, 2012)。



図 2.2.2-1 中華めんの調理工程

表 2.2.2-2 中華めん調理における放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r	移行率 %	試料数
生めん (中華めん)	—	1.00	1.00	1.00	—	3
生めん ゆで液 (10 倍量)	—	—	8.82	—	47	3
生めん ゆでめん	54	0.26	1.78	0.46	—	3

*ゆで液は温度が高いため、蒸発により測定時には濃縮された状態となり、移行率は高めの数値となる。

<引用文献>

Kimura, K., Kameya, H., Nei, D., Kakihara, Y., Hagiwara, S., Okadome, H., Tanji, K., Todoriki, S., Matsukura, U., and Kawamoto S.. (2012). Dynamics of Radioactive Cesium (^{134}Cs + ^{137}Cs) during the Milling of contaminated Japanese Wheat Cultivars and during the Cooking of Udon Noodles made from the Wheat Flour. *J. Food. Prot.* **75**(10), 1823-1828.

八戸真弓, 内藤成弘, 佐々木朋子, 明石肇, 等々力節子, 松倉潮, 川本伸一, 濱松潮香 (2013). 中華麺の調理工程における放射性セシウムの動態解析. 日本食品科学工学会誌 **60**(1), 54-57

農林水産省 (2013). 麦の需給に関する見通し (平成 24 年 3 月)

http://www.maff.go.jp/j/seisan/boueki/mugi_zyukyuu/pdf/24toukei.pdf

(2013 年 2 月 14 日アクセス)

2.3 豆類

2.3.1 大豆加工 (豆腐・納豆)

大豆は、食品、油糧、飼料、種子等に利用されており、食品として消費される食用大豆の約 22 % を国産大豆が占めている (平成 22 年度)。本節では、大豆加工食品としての供給割合が高い豆腐と納豆への加工処理における放射性セシウムの残存割合と濃度比について示す。

豆腐は、大豆の搾り汁である豆乳を、凝固剤を用いて固めた加工食品である。凝固剤添加後の加工方法によって豆腐の種類が異なってくるが、今回は凝固剤 (塩化マグネシウム、0.25 % [w/w]) を添加後、容器で加熱固化 (80°C、1 時間) する充填豆腐 (図 2.3.1-1) について検討した。結果を表 2.3.1-1 に示す。



図 2.3.1-1 豆腐の加工過程

大豆の洗浄、浸漬処理によって 6 %の放射性セシウムが除去された。磨砕した大豆を搾り、豆乳（液体）とおから（固形）に分離すると、おからとして放射性セシウムが 30 %除去され、豆乳には 67 %の放射性セシウムが残存した（除去率 33 %）。豆乳から豆腐へ加工される際には、放射性セシウムの低減効果はなく、最終的に豆腐に加工されても、分布割合は豆乳と同様の 0.67（除去率 33 %）であった。濃度比は、水分含量が高い豆乳、豆腐において 0.12 - 0.13、おからでは 0.18 となった。

表 2.3.1-1 豆腐加工における放射性セシウムの分布割合と除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合	試料数
大豆	-	1.00	1.0	1.00	3
洗浄水	-	-	-	0.01	3
浸漬水	-	-	-	0.05	3
おから	-	0.18	1.7	0.30	3
豆乳	33	0.13	5.2	0.67	3
豆腐	33	0.12	5.6	0.67	3

納豆は大豆を納豆菌により発酵させた発酵食品である。一般的な糸引き納豆の加工（図 2.3.1-2）における、蒸煮排水と発酵前の蒸煮豆、及び納豆について放射性セシウムの残存割合と加工係数を検討した結果を表 2.3.1-2 に示す。

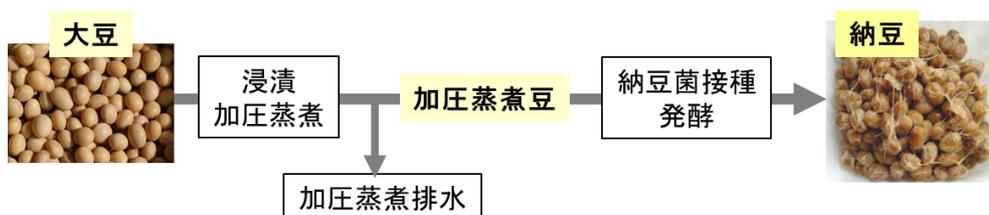


図 2.3.1-2 納豆の加工過程

20°Cの蒸留水で20時間浸漬した大豆を30分間の加圧蒸煮処理（0.18 - 0.20 MPa、131 - 133°C）を行い、納豆菌（*Bacillus subtilis* (natto)、 1×10^3 cells/g）を植菌後、発酵（39°C、18時間）させた。加圧蒸煮処理により17%の放射性セシウムが排水として除去された。発酵処理による放射性セシウムの低減効果はなく、発酵の前後における放射性セシウムの残存割合に違いはなかった。納豆の濃度比は0.40となった。

表 2.3.1-2 納豆加工における放射性セシウムの分布割合と除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合	試料数
大豆	-	1.00	1.00	1.00	3
洗浄水	-	-	-	0.09	3
浸漬水	-	-	-	0.05	3
加圧蒸煮排水	-	-	-	0.17	3
加圧蒸煮豆	-	0.40	2.2	0.87	3
納豆	15	0.40	2.1	0.85	3

2.3.2 調理（煮豆）

煮豆は、一般的な大豆の調理方法として家庭でも用いられている。本節ではしょうゆと砂糖を用いた煮豆調理時における放射性セシウム残存割合と濃度比を表 2.3.2-1 に示す。

大豆に3倍量の水、砂糖 [8.75 % (w/w)]、しょうゆ [3.75 % (v/w)]を添加し、2時間15分加熱して煮豆を調理した（図 2.3.2-1）。大豆から煮汁へ45%の放射性セシウムが移行し、煮豆へは0.45の放射性セシウムが残存した。煮豆調理における除去率は55%であり、濃度比は0.20となった。

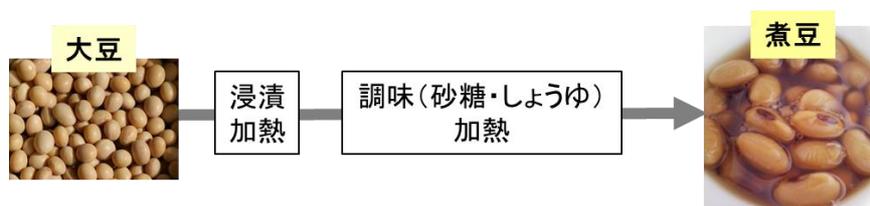


図 2.3.2-1 煮豆の調理過程

表 2.3.2-1 煮豆調理における放射性セシウムの分布割合と除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合	試料数
大豆	-	1.00	1.00	1.00	3
洗浄水	-	-	-	0.01	3
浸漬水	-	-	-	0.06	3
煮汁	-	-	-	0.45	3
煮豆	55	0.20	2.3	0.45	3

2.3.3 子実内分布【参考】

本節では、平成 23 年産の大豆子実における、胚軸、子葉、種皮（図 2.3.3-1）への放射性セシウムの分布割合とその濃度比を表 2.3.3-1 に示す。

各部位における放射性セシウムの分布割合は、種皮 0.028、胚軸 0.025、子葉 0.95 であり、大豆子実においては放射性セシウムのほとんどが種皮の内側に存在していると考えてよい。大豆の下ごしらえに洗浄・浸漬処理を行うが、この処理によっては放射性セシウムが 1・6 %程度しか除去されず、大豆は加工・調理（おからの分取、ゆでる、煮る等）されることにより放射性セシウムの除去率が向上する。

表 2.3.3-1 大豆子実内における放射性セシウムの分布割合

部位	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合	試料数
子実（全体）	1.0	1.00	1.0	3
胚軸	1.1	0.023	0.025	3
子葉	1.1	0.86	0.95	3
種皮	0.34	0.082	0.028	3



図 2.3.3-1 大豆子実 (A) と胚軸 (B)、子葉 (C)、種皮 (D)

2.3.4 大豆加工（みそ）

みそは日本食にとって重要な調味料であり、ゆでまたは蒸煮した大豆をすりつぶし、塩を加え、さらに糀を用いて発酵させて作られる。大規模な醸造メーカーから製品として供給されるほか、農家等による生産組織による直売、さらには一般家庭でも作られている。

自家用加工を想定したみそ加工時における、放射性セシウムの原料大豆に対する濃度比を表 2.3.4-1 に示した。

みそ加工時の放射性セシウム濃度は、原料大豆に対し 0.22 となり、蒸煮大豆では 0.38 であった。この要因としては、みそ加工では、納豆加工と同様に浸漬や蒸煮の時に一部が流亡するものの大半は原料に残存するため、吸水及び副材料の添加が放射性セシウム濃度低下の要因となる。

なお、この時の材料の割合は表 2.3.4-2 のとおりである。

表 2.3.4-1 みそ加工における放射性セシウムの濃度比と重量比

	濃度比 P_f	重量比 P_e
原料大豆	1.00	1.00
蒸煮大豆	0.38	2.25
みそ	0.22	3.65

表 2.3.4-2 みそ加工試験時の材料重量比

材料	重量比 P_e
蒸煮大豆	1.00
糀	0.33
塩	0.20
水	0.10
種味噌	0.08
計	1.72

<参考文献>

Hachinohe, M., Kubo, Y., Tanji, K., Hamamatsu, S., Hagiwara, S., Nei, D., Kameya, H., Nakagawa, R., Matsukura, U., Todoriki, S., and Kawamoto, S. (2013). Distribution of Radioactive Cesium (^{134}Cs plus ^{137}Cs) of the Contaminated Japanese Soybean cultivar during the preparation of Tofu, Natto, and Nimame (boiled soybean). *J. Food Prot.* **76**, 1021-1026

丹治克男, 関澤春仁 (2012). 大豆の加工に伴う放射性セシウム濃度の動態. *日本作物学会紀事* **81**(別号 2), 16-17

農林水産省 (2013). 大豆のホームページ. <http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/daizu/index.html> (2013年1月14日アクセス)

2.4 オイルシード類

2.4.1 ナタネ

ナタネは種実から搾油された油が利用される。表 2.1.4.1-1 に示したとおり、放射性セシウムを含むナタネ種実から搾油した放射性セシウムの濃度は圧搾法で原料の 0.5 %、ヘキサンによる抽出法で 0.2 % であり、原料の放射性セシウムは油へはほとんど移行しない。(平山, 2011)

表 2.4.1-1 なたね油の放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ナタネ 油 (圧搾法) 1)	99.5	0.005	-	0.005	-	-	1
ナタネ 油 (抽出法) 2)	99.8	0.002	-	0.002	-	-	1

1) 圧搾機を用いて搾油した。2) n-ヘキサンを用いて抽出した。

2.4.2 エゴマ

エゴマはシソ科の植物であり、主としてその種実が食用となる。利用方法としてはゴマと同様に種実を焙煎して食用とするほか、搾油した油が利用される。

エゴマを焙煎しても放射性セシウムが減少することは無く、焙煎によって水分が蒸発して重量が減少するため、濃度は上昇すると考えられる。ただし、エゴマに含まれる水分は 5 % 程度であり、焙煎しても放射性セシウム濃度に大きな変化は無い。

一方、焙煎したエゴマを搾油した際の分布割合を表 2.4.2-2 に示した。油の放射性セシウムの濃度比は 0.08、分布割合は 0.03、油絞り粕では濃度比が 1.48、分布割合が 0.98 となり、エゴマに含まれる放射性セシウムのほとんどが油絞り粕に残存し、油へは移行しないことが示された。(関澤, 2012) なお、本報告の放射性セシウム濃度の下限値は、検出限界値から算出しているため、油の放射性セシウム濃度はさらに低い値を示す。

表 2.4.2-2 えごま油の放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
				平均	最小	最大	
エゴマ 油 1)	97.0	0.08 ²⁾	0.34	0.03	-	-	1
エゴマ 油絞り粕 1)	-	1.48 ²⁾	0.66	0.98	-	-	1

1) エゴマを焙煎した後に圧搾機を用いて搾油した。

2) えごま油の濃度が検出限界値以下であったため、検出限界値(4.1 Bq/kg)を検出濃度とした。

<引用文献>

関澤春仁, 山下慎司 (2012). エゴマの搾油加工と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-21)

平山孝 (2011). 畑作物の放射性物質の吸収量の解明 (ナタネ). 平成 23 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2011-E1-3-1-2-4)

2.5 野菜類

野菜類については、福島第一原発事故直後に大気中に放出された放射性核種が地上部に直接沈着したため、表面汚染をしたものがあった。また、大気経由の放出が著しく減少し、その後新たに収穫されたものについては、土壌に沈着した放射性核種が根から吸収されることにより、内部に放射性核種が取り込まれた。直接沈着による表面汚染については、短半減期核種の I-131 や Te-132、また放射性セシウムの調理・加工による除去に関するデータ (日本放射線安全管理学会, 2011; 田上, 2012) が、また、内部取り込みされた放射性セシウムについてのデータも蓄積されている (山下, 2012; 丹治, 2013; Tagami, 2013; Uchida, 2013)。しかしながら、土壌から植物への放射性セシウムの移行が少ないことから、市販の農産物については、一部のタケノコやキノコ類を除いて、濃度が極めて低いのが実状である (厚生労働省, 2013)。原材料中の濃度が低いこと、また、事故直後は測定時間が短かったことは測定誤差が大きくなることにつながり、調理・加工前後の値を比較した際に、測定結果としては、残存割合が 1 を超える場合もあったが、データはそのまま記載することにした。当然、調理・加工により汚染された物質を添加しない限りは、残存割合が 1 を超えることはない。

ここでとりまとめたデータには、食用野草を多く含んでいる。原発事故直後では、農作物が入手しにくい時期があり、しかしながらデータ採取を優先するために、入手可能な食用野草を利用したことによる。事故後においては、引き続き比較のために食用野草を用いて実験が行われている。なお、市販の野菜では放射性セシウム濃度が著しく低く、現状ではデータが極めて少ない。今後、どのように必要なデータを蓄積していくのが課題となるであろう。

2.5.1 葉菜類

いろいろな植物の部位の中でも地面に対する広がり大きいのが葉面であり、したがって、葉菜類は、直接沈着による表面汚染が農作物の中で最も大きくなる食品であると言える (図 2.5.1-1)。実際、福島第一原発事故直後に摂取制限及び出荷制限の措置が取られたものの多くは葉菜類であった。表 2.5.1-1 から表 2.5.1-3 には表面汚染をした葉菜類の結果を核種ごとにまとめたデータを示す (フキの葉柄については、その他の野菜として取り扱っている)。図 2.5.1-2 には試料と調理の様子を示した。洗浄の効果について、平均ではどの核種でも除去率は 22 - 33 %程度であったが、放射性セシウムについては、貯水洗浄よりも流水洗浄で効果があったとの報告がある (日本放射線安全管理学会, 2011)。洗浄後ゆでた場合には、さらなる除去があったが、平均の除去率は 58 - 65 %であり、核種による差は顕著ではなかった。

IAEA の Technical Report Series 472 (2010) (以下、IAEA-TRS-472 と記す。) には、表面汚染し

た野菜類から調理・加工による除去に関する報告値をレビューした結果が記載されている。野菜類の値としてヨウ素及びセシウムに対する残存割合として同じ範囲を報告しており、その値は、洗浄により 0.1 - 0.9、ゆでることにより 0.1 - 0.5 であった。すなわち、除去率としては、洗浄により 10 - 90 %、ゆでることにより 50 - 90 %となる。この結果からも、核種によって残存割合に差がないと言える。むしろ、葉面の凹凸や性状、厚みなどの物理的な要因が、洗浄や調理による除去の程度の幅の広さに影響していると考えられた。また、表面汚染後の経過時間も影響すると考えられる。表面に付着してから時間が経過するとともに除去され易いものは植物体表面から取り除かれるが、表面に保持されるものもある。したがって、時間の経過とともに徐々に洗浄では落ちにくくなる可能性がある。

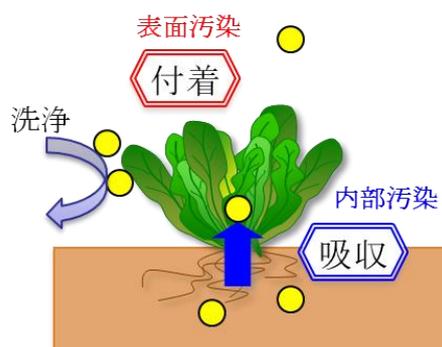


図 2.5.1-1 汚染経路



図 2.5.1-2 試料（ほうレンソウ、フキ）と調理の様子

表 2.5.1-1 表面汚染した葉菜類の調理・加工後の放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ハウレンソウ 5回貯水洗浄	72	-	1.0	0.28	-	-	1
ハウレンソウ 流水洗浄	56	-	1.0	0.44	0.29	0.68	13
ハウレンソウ 洗浄後ゆで	73	-	-	0.27	-	-	1
ヨモギ 3回貯水洗浄	37	-	1.0	0.63	-	-	1
ヨモギ 洗浄後ゆで*	63	-	1.1	0.37	-	-	1
ツクシ 3回貯水洗浄	17	-	1.0	0.83	-	-	1
ツクシ 洗浄後ゆで*	68	-	0.93	0.32	-	-	1
食用野草 (タンポポ、ギシギシ、 フキ葉、ノビル葉) 3回貯水洗浄	18	-	1.0	0.82	0.48	1.3**	4
食用野草 (タンポポ、ギシギシ、 ノビル葉) 洗浄後ゆで*	64	-	0.98	0.36	0.15	0.62	3
平均：貯水洗浄 (3-5回)	28	-	1.0	0.72	0.26	1.3	7
平均：洗浄後ゆで	65	-	-	0.35	0.15	0.62	6

*貯水洗浄を5回行った後、ゆで時間は2.5分程度。洗浄前に対する除去率。**初期濃度にバラツキがあるため、1を超える場合がある。

表 2.5.1-2 表面汚染した葉菜類の調理・加工後の放射性ヨウ素の除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ハウレンソウ 5回貯水洗浄	26	-	1.0	0.74	-	-	2
ハウレンソウ 流水洗浄	33	-	1.0	0.67	0.5	0.88	13
ハウレンソウ 洗浄後ゆで	60	-	-	0.40	-	-	1
ヨモギ 3回貯水洗浄	16	-	1.0	0.84	-	-	1
ヨモギ 洗浄後ゆで*	54	-	1.1	0.46	-	-	1
ツクシ 3回貯水洗浄	9	-	1.0	0.91	-	-	1
ツクシ 洗浄後ゆで*	72	-	0.93	0.28	-	-	1
食用野草 (タンポポ、ギシギシ、 フキ葉、ノビル葉) 3回貯水洗浄	26	-	1.0	0.74	0.54	0.91	4
食用野草 (タンポポ、ギシギシ、 ノビル葉) 洗浄後ゆで*	33	-	0.98	0.45	0.19	0.60	3
平均：貯水洗浄 (3-5回)	22	-	1.0	0.78	0.54	0.91	8
平均：洗浄後ゆで	58	-	-	0.42	0.19	0.60	6

*貯水洗浄を5回行った後、ゆで時間は2.5分程度。洗浄前に対する除去率。

表 2.5.1-3 表面汚染した葉菜類の調理・加工後の放射性テルルの除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ホウレンソウ 5回貯水洗浄	51	-	1.0	0.49	-	-	1
ホウレンソウ 洗浄後ゆで	53	-	-	0.47	-	-	1
ヨモギ 3回貯水洗浄	46	-	1.0	0.54	-	-	1
ヨモギ 洗浄後ゆで*	75	-	1.1	0.25	-	-	1
食用野草 (タンポポ、ギシギシ、 フキ葉、ノビル葉) 3回貯水洗浄	25	-	1.0	0.75	0.43	1.1**	4
食用野草 (タンポポ、ギシギシ、 ノビル葉) 洗浄後ゆで*	61	-	0.98	0.39	0.16	0.76	3
平均：貯水洗浄 (3-5回)	33	-	1.0	0.67	0.43	1.1	6
平均：洗浄後ゆで	62	-	-	0.38	0.16	0.76	5

*貯水洗浄を5回行った後、ゆで時間は2.5分程度。洗浄前に対する除去率。**初期濃度にバラツキがあるため、1を超える場合がある。

表 2.5.1-4 は、主に内部取り込みされた放射性セシウムの葉菜類の調理・加工による残存割合等のデータである。ただし、ミズナについては、植物体中の濃度が低く、洗浄により付着していた土壌の除去が効果的であったと考えられた。そこで、このデータについては、内部汚染と考えないこととする。洗浄による残存割合は 0.90 と、表面汚染の場合の 0.72 (貯水洗浄と比較) よりも大きく、洗浄ではとれにくくなっていることを示している。IAEA-TRS-472 では 0.6 - 1.0 が示されており、洗浄による効果が、本結果と同様に低くなっていることが示されている。洗浄+ゆでによる残存割合は、0.44 が得られ、表面汚染の場合の 0.35 よりも大きくなっていた。「洗浄+ゆで」における汚染経路の違い (直接沈着と経根吸収) による残存割合の差は、洗浄による効果の低下が影響しているものと考えられた。ゆでることだけによる評価をするためには、「洗浄」と「洗浄+ゆで」の残存割合の差分を、「洗浄」による残存割合で除することによって得られる。その結果、ゆでることのみによる残存割合は、内部経路の場合には 0.48 あったのに対し、表面汚染では 0.51 であったことから、洗浄後においては、ゆでることによる放射性セシウムの除去効果は、汚染の経路の影響を受けにくいといえる。IAEA-TRS-472 にはゆでることによる効果の範囲は 0.4 - 0.9 が示されている。

表 2.5.1-4 放射性セシウムを主に内部取り込みした葉菜類の調理・加工後の除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ハウレンソウ 洗浄後ゆで	53	0.47	0.99	0.47	-	-	1
ミズナ 5回貯水洗浄	73	0.27	1.0	0.27	-	-	1
ミズナ 洗浄後ゆで*	78	0.24	0.95	0.22	-	-	1
ヨモギ 5回貯水洗浄	13	-	1.0	0.87	0.84	0.89	2
ヨモギ 洗浄後ゆで*	60	-	1.0	0.40	0.34	0.45	2
ニンニク葉 洗浄後ゆで**	40	-	-	0.6	-	-	1
ツクシ 洗浄後ゆで*	42	-	0.8	0.58	0.53	0.68	3
食用野草 (ギシギシ、フキ葉) 5回貯水洗浄	8	0.92	1.0	0.92	0.79	1.1	6
食用野草 (タンポポ、ギシギシ) 洗浄後ゆで*	59	0.42	0.95	0.41	0.31	0.51	7
平均：貯水洗浄 (3 - 5回)	10	-	1.0	0.90	0.79	1.1	8
平均：洗浄後ゆで	56	(0.43)***	(0.95)***	0.44	0.22	0.68	15

*貯水洗浄を5回行った後、ゆで時間は2.5分程度。洗浄前に対する除去率。**洗浄後の材料に対する除去率。

***濃度比及び重量比は、データがある9試料の平均値。

2.5.2 根菜類

根菜類については、土壌が汚染源となることから、土壌の付着とそれを洗浄することによる除去、さらにはゆでる等の調理・加工によって残存割合を求めることになるが、土壌の付着が表面汚染である一方、内部取り込みされたものもあることから、汚染経路を分類するのは難しい。ここでは汚染経路が不明瞭な点もあるが、主に内部汚染として評価することとした。

報告されているデータ数は少ないが(山下, 2012; Uchida, 2013)、結果を表 2.5.2-1 に示す。洗浄や洗浄後剥皮では、表皮付着した土壌の除去効果が得られたのではないかと考えられる。IAEA-TRS-472 には野菜の剥皮をしたときの残存割合として、Cs に対して 0.5 - 0.9 (重量比は 0.7 -

0.9) が報告されており、これは除去率にすると、10 - 50 %である。洗浄後のダイコンに対する剥皮による除去率データ(山下, 2012。ただし、皮むき後のダイコンの測定値は検出下限値以下だったので、半値として計算した場合)と同程度であった。

よく洗浄したものをベースとして、ゆでたり塩漬した場合の除去率は、やや低い値(それぞれ、18 %と 35 %)が得られた。葉菜類で導出した、ゆでることのみによる除去率は 56 %であるが、根菜類では 18 %と低い。これは試料の厚みが影響しているのではないかと考えられる。一方、塩漬は薄く切ってからつけ込むことで、ゆでることよりも内部に入っている放射性セシウムが溶出しやすくなった効果が出ていると考えられた。

なお、ダイコン、カブ及びニンジンについては、ぬか漬けも行われているが、これについては米ぬかに含まれる放射性セシウムが漬け込む野菜に移行してくることから、別途 2.5.4 に記載した。

表 2.5.2-1 放射性セシウムを主に内部取り込みした根菜類の調理・加工後の除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
カブ 5 回貯水洗浄	52	0.48	1.0	0.48	-	-	1
カブ 洗浄後剥皮*	84	0.18	0.89	0.16	-	-	1
ダイコン 洗浄したものを剥皮**	31	0.75	0.93	0.69	0.54	0.76	5
ダイコン(皮むき) 洗浄し皮むき後ゆで***	18	0.94	0.87	0.82	-	-	1
カブ(皮付き) 塩漬(14 時間)****	35	0.89	0.73	0.65	-	-	1

*洗浄前に対する除去率。**洗浄した材料に対する皮むき後のダイコンの除去率。皮むき後ダイコンの濃度が検出下限値以下であったため、検出下限値の半値とみなし、導出した。***串が通るまでゆでた。皮むきした材料に対する除去率。****洗浄した材料に対する除去率。

2.5.3 その他の野菜類

表 2.5.3-1 と表 2.5.3-2 には、放射性セシウム及びヨウ素に表面汚染をした野草類(フキ葉柄及びノビルりん茎)の調理・加工による除去率等のデータを示した。水洗浄の効果により、フキの葉柄ではヨウ素及びセシウムとも、除去率として約 60 %が得られたが、りん茎では 0 - 21 %であった。さらにゆでることによる効果は、ヨウ素では 15 - 20 %の除去率が追加されたものの、セシウムでは 0 - 10 %であった。根菜類と同様、フキ葉柄及びノビルりん茎は試料に厚みがあるため、放射性セシウムがゆで汁に溶出しにくかったことが影響しているのではないかと考えられる。

表 2.5.3-1 表面汚染したその他の野菜類の調理・加工後の放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
フキ葉柄 3回貯水洗浄	56	-	1.0	0.45	-	-	1
フキ葉柄 洗浄後ゆで*	67	-	0.77	0.34	-	-	1
ノビル球茎 3回貯水洗浄	0	-	1.0	1.0	-	-	1
ノビル球茎 洗浄後ゆで*	0	-	1.1	1.0	-	-	1

*貯水洗浄を3回行った後、ゆで時間は25分程度。洗浄前に対する除去率。

表 2.5.3-2 表面汚染したその他の野菜類の調理・加工後の放射性ヨウ素の除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
フキ葉柄 3回貯水洗浄	62	-	1.0	0.38	-	-	1
フキ葉柄 洗浄後ゆで*	77	-	0.77	0.23	-	-	1
ノビル球茎 3回貯水洗浄	21	-	1.0	0.79	-	-	1
ノビル球茎 洗浄後ゆで*	41	-	1.1	0.59	-	-	1

*貯水洗浄を3回行った後、ゆで時間は25分程度。洗浄前に対する除去率。

表 2.5.3-3 には、主に内部汚染したその他の野菜類の調理・加工による除去率、残存割合等を示している。フキの葉柄(ようへい：葉と茎をつなぐ軸)の結果でわかるように、洗浄による効果は低い。ゆでることによる除去率は、フキ葉柄及びタケノコのそれぞれの平均は、13と32%であり、葉菜類よりも除去率が低く、根菜類と同様の傾向があったことから、材料の厚みは放射性セシウムの除去に影響していることが改めて示された。なおニンニクの醤油漬は、カブの塩漬け並みの除去率が得られた。醤油にはナトリウムやカリウムが豊富に含まれており、これらが放射性セシウムとイオン交換した効果と考えられた。

なお、サクラの葉の塩漬けについては、野菜類に含めて、塩漬したときの除去効果があることが確認できるデータとしてここでは記載した。除去率は82%が得られ、塩に含まれるナトリウムと放射性セシウムのイオン交換反応により、除去できたと考えられる。しかし、大量にナトリウムがあっても、100%除去できるわけではなく、一部のセシウムは植物中で交換できない形になっている可能性が示唆された。なお、IAEA-TRS-472 では野菜を漬けることによる効果として、放射性セシウムに対し、残存割合0.1・1.0を報告しており、最大90%割程度のセシウムが除去できることを示し

ているが、この結果も、全ての放射性セシウムが除去できるわけではないことを示している。

表 2.5.3-3 主に内部汚染したその他の野菜の調理・加工後の放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
フキ葉柄 5回貯水洗浄*	0	1.0	1.0	1.0	0.92	1.2	5
フキ葉柄 洗浄後ゆで**	13	0.74	0.93	0.87	0.74	0.93	5
タケノコ ゆで***	32	0.68	1.0	0.68	0.64	0.74	4
フキノトウ 洗浄後ゆで**	46	-	-	54	-	-	2
サクラの葉 洗浄	11	-	1.0	0.89	0.85	0.93	2
サクラの葉 塩漬け	82	-	-	0.18	0.13	0.22	2
ニンニク球茎 醤油漬け(2ヶ月)	62	0.41	0.93	0.38	-	-	1

*初期濃度が低いため、1を超える場合がある。**貯水洗浄を5回行った後、ゆで時間は2.5分。洗浄前に対する除去率。***ぬかとともに10分程度ゆで。ゆでる前の材料に対する除去率。



ニンニクの醤油漬け



タケノコ

2.5.4 ぬか漬け（ぬか床の汚染による非汚染野菜への放射性セシウムの移行）

漬け物は、塩や調味液に浸漬したり、米ぬか、酒粕等による漬け床に漬け込むことにより独特の風味・食感を持つように加工した食品である。浸漬では放射性核種を含む材料からの溶出による低減がみられた。しかし、ぬか漬けの場合、ぬかに含まれる放射性セシウムがぬか床となり、そこからの非汚染食品への移行が考えられる。

ぬか床への漬け込み時におけるぬか床からの放射性セシウムの移行について検討した結果は、丹治ら（2013）により報告されており、それらを表 2.5.4-1 及び 2.5.4-2 に示す。表 2.5.4-1 では、漬け込み時間 16 時間のキュウリ、ダイコン、カブ及びニンジンについて示した。また、ぬか漬けと比較するために、キュウリについても同じ漬け込み時間でみそ漬けした結果も記載した。漬け込みによる漬

け床との放射性セシウムの濃度比は、漬ける品目により差があるが、0.2 - 0.4 となった。食塩の代わりに塩化カリウムを含む塩を使用したものやみそ漬けの場合でもぬか床からの放射性セシウムの移行率は通常のぬか床と変わらなかった。ぬか床の塩分濃度はおよそ 6 - 7 % であるため、漬け込む野菜からの水分の溶出とともに排出される放射性セシウムもあるが、一方、塩の成分であるナトリウムやカリウムと同様に、ぬか床に含まれる放射性セシウムが野菜の中にイオン交換で入ることにより材料に移行すると考えられる。

また、漬け込み時間との関係では（表 2.5.4-2）、漬け込む時間が長くなる程、ぬか床に対する濃度比が高くなり、8 日では元の漬け床の 0.87 となり、漬け込み後の漬け床の放射性セシウム濃度とほぼ同一となった。漬け物中の放射性セシウム濃度は、漬け込み後のぬか床よりも濃度が高くなることはないと考えられる。

表 2.5.4-1 16 時間漬け込み時の放射性セシウムのぬか床またはみそからの移行

材料 調理・加工品	濃度比 (対 ぬか床又はみそ)	材料の重量比 (加工後/加工前)	試料数
キュウリぬか漬け	0.33	0.87	2
キュウリぬか漬け (塩化カリウム含有塩)	0.39	0.89	2
ダイコンぬか漬け	0.20	0.81	2
カブぬか漬け*	0.21	0.81	2
ニンジンぬか漬け*	0.31	0.85	2
キュウリみそ漬け	0.37	0.74	2

*カブ及びニンジンは Cs-137 の測定値から、それ以外は Cs-134 と Cs-137 の合計値から求めた。

表 2.5.4-2 漬け込み時間とぬか床からの放射性セシウムの移行

材料 調理・加工品	加工時間	濃度比 (対 ぬか床)	材料の重量比 (加工後/加工前)	試料数
キュウリぬか漬け	16 時間	0.41	0.91	4
キュウリぬか漬け	27 時間	0.68	0.87	2
キュウリぬか漬け	8 日間	0.87	0.55	1

<引用文献>

IAEA (2010). Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. Technical Report Series No.472

- Tagami, K., Uchida, S. (2013). Comparison of food processing retention factors of ^{137}Cs and ^{40}K in vegetables. J. Radioanal. Nucl. Chem. **295**, 1627-1634
- Uchida, S., Tagami, K. (2013). Removal of radiocesium from food by processing: data collected after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. Waste Management Conference 24-28, Feb. 2013. Arizona, U.S.A.
- 厚生労働省 (2013) . 食品中の放射性物質の検査. www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001m9tl.html (2013年3月15日アクセス)
- 田上恵子, 内田滋夫 (2012). 農作物の調理・加工による放射性セシウムの除去割合. Proceedings of the 13th Workshop on Environmental Radioactivity, 154 - 159, KEK Proceedings 2012-6, 高エネルギー加速器研究機構つくば
- 丹治克男, 関澤春仁, 山下慎司 (2013). 漬物加工における米ぬかからの放射性セシウムの移行率. 日本作物学会紀事 82 (別号 1) , 244- 245
- 日本放射線安全管理学会 (2011). 福島第一原発事故によって汚染された野菜に付着した放射性物質の除去法について <http://www.jrsm.jp/shinsai/index.htm> (2013年3月15日アクセス)
- 山下慎司, 関澤春仁, 丹治克男 (2012) . ダイコンにおける放射性物質の分布. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要書 (公立編) (課題分類 12-0701-10)

2.6 果実類・種実類

2.6.1 ウメ

2.6.1.1 ウメ果実の洗浄

2011年に収穫した果実を洗浄した結果を表 2.6.1-1 に示した。水で軽くすすぐだけで 30 %の放射性セシウムが除去されたが、よく洗うことによって除去率が高くなり 48 %の放射性セシウムが除去された。中性洗剤を使用した場合は 52 %であり、中性洗剤の使用は除去率にはあまり影響しなかった。また、水に浸けておくだけではすすぎの場合とほとんど変わらず、ゼオライトを添加してもウメ果実の放射性セシウムの除去効果は期待できないことも示されている。(関澤, 2012a)

一方、洗浄後の果皮+果肉の放射性セシウム濃度と果肉のみの放射性セシウム濃度が等しかったことから、外部へ付着した放射性セシウムは水でよく洗浄することによってほぼ全て除去できると考えられる。(関澤, 2012b)

2012年に収穫した果実を洗浄した結果を表 2.6.1-2 に示した。その結果、洗浄後の放射性セシウムの除去率は平均 13 %となり、低くなる傾向があったが、ほとんどが測定誤差の範囲内である。(関澤, 2013a)

東京電力福島第一原子力発電所の事故が発生した 2011 年 3 月にはウメが開花しており、放射性降下物が将来果実となる部分の表面へ付着したと考えられる。したがって 2011 年の果実表面には放射性セシウムが付着しており、洗浄によって除去されたと考えられる。しかし、2012 年においては果実となる部分への表面汚染は無いため、洗浄による低減効果は少なかったと考えられる。

表 2.6.1-1 ウメ果実を洗浄した場合の放射性セシウムの除去率 (2011 年)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ウメ 水で軽くすすぐ	30	0.70	1.00	0.70	0.66	0.78	3
流水で 5 分間よく洗う	48	0.52	1.00	0.52	0.47	0.56	3
中性洗剤水で 5 分間よく洗う	52	0.48	1.00	0.48	0.45	0.53	3
軽くすすいだ後、水に 4 時間浸漬	34	0.66	1.00	0.66	0.52	0.78	3
軽くすすいだ後ゼオライト粉末を入れた水に 4 時間浸漬	35	0.65	1.00	0.65	0.53	0.89	3

表 2.6.1-2 ウメ果実を洗浄した場合の放射性セシウムの除去率 (2012 年)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ウメ 流水で 5 分間よく洗う	13	0.87	1.00	0.87	0.86	0.88	3

2.6.1.2 ウメの部位別の分布【参考】

ウメは通常、果皮ごと加工して利用されるが、2012 年に収穫して水でよく洗浄したウメ果実を、果皮・果肉・種子に分けた際の放射性セシウムの分布割合を表 2.6.1-3 に示した。

可食部である果皮と果肉に含まれる放射性セシウム濃度に差はないが、種子の放射性セシウム濃度は果皮や果肉の 1/2 程度であった。放射性セシウムの分布割合については、果皮が 0.12、果肉が 0.83、種子が 0.06 となり、ウメ果実に含まれる放射性セシウムの多くは可食部に含まれていることが示された。ただし、種子の重量比は品種や果実の大きさによって変化するため、種子の重量比が大きくなる小梅などでは種子の分布割合が高くなる。(関澤, 2013b)

表 2.6.1-3 ウメにおける放射性セシウムの分布割合

部位	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
果皮	0.98 ¹⁾	0.12	0.12	-	-	1
果肉	1.11 ¹⁾	0.75	0.83	-	-	1
種子	0.46	0.13	0.06	-	-	1

1)測定誤差の範囲内であり、原料と差は無い。

2.6.1.3 梅漬け・梅干し

梅漬けは通常、原料ウメを原料重量の 20 %程度の塩と一緒に漬け込んだ後、シソで着色と香り付けを行って食用とする。ウメを塩漬けにした場合、浸透圧によって果汁が漬け汁として浸出するが、その際、放射性セシウムも果汁と一緒に浸出し、果実の放射性セシウムは減少する。表 2.6.1-4 に示したとおり、塩漬けにした場合は 36 - 41 %の放射性セシウムが果実の外へと流出する。ただし、加工後の果実は重量が減少して果実に残った放射性セシウムが濃縮されるため、加工後の梅漬けの放射性セシウム濃度比は0.84 - 0.88となり、原料よりも減少する傾向はあるものの、大きく減少するとはいえない。塩の代わりに砂糖を用いた場合も同様であると考えられる。

また、梅漬けは塩水や調味液で加工される場合もある。塩水漬けのデータも表 2.6.1-4 に示したが、原料に含まれる放射性セシウムの 49 %が除去されている。塩水や調味液で加工した場合は果実から果汁が浸出する一方、塩水や調味液が果実へ浸入する。そのため果実の重量比は 0.96 と原料とほぼ同じであるにもかかわらず、放射性セシウム濃度比は 0.54 と原料の約 1/2 となる。(関澤, 2013c)

一方、梅漬けを乾燥させたものが梅干しであるが、表 2.6.1-5 に示したように、乾燥加工において放射性セシウムが外部へは移行することは無く、除去率は塩漬けで 41 - 43 %、塩水漬けで 49 %となり乾燥前の梅漬けと変わらない。しかし、乾燥後は重量が減少するため放射性セシウムは濃縮し、濃度比は塩漬けで 0.99 - 1.00、塩水漬けで 0.77 となる。(関澤, 2013d)

表 2.6.1-4 梅漬けの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ウメ 塩漬け ¹⁾	36	0.88	0.74	0.64	0.62	0.66	6
ウメ (小梅) 塩漬け ¹⁾	41	0.84	0.71	0.59	0.57	0.61	6
ウメ 塩水漬け ²⁾	49	0.54	0.96	0.52	0.49	0.54	6

1)原料+塩 20%で1ヶ月間浸漬した。 2)原料+等量の濃度 20%塩水で1ヶ月間浸漬した。

表 2.6.1-5 梅干しの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ウメ 梅干し (塩漬け) ¹⁾	41	0.99	0.62	0.60	0.59	0.60	6
ウメ (小梅) 梅干し (塩漬け) ¹⁾	43	1.00	0.58	0.57	0.56	0.58	6
ウメ 梅干し (塩水漬け) ²⁾	49	0.77	0.67	0.51	0.48	0.54	6

1)原料+塩 20%で1ヶ月浸漬した後に乾燥した。2)原料+等量の濃度 20 %塩水で1ヶ月浸漬した後に乾燥した。

2.6.1.4 梅酒

梅酒の加工は、一般的には原料重量の2倍程度のアルコール(ホワイトリカー35°)と、原料重量の半分程度の氷砂糖とともに数ヶ月間浸漬する。その間に果汁がアルコールに浸出して梅酒となる。中粒種のウメ及び小梅を梅酒加工した際の放射性セシウムの梅酒への移行率を表2.6.1-6に示した。

原料と氷砂糖の添加量が同じ場合の放射性セシウムの移行率は74%であり、氷砂糖の量が少ない場合は57%となった。これは、氷砂糖が多いと浸透圧が高くなるため、より多くの果汁が果実外へ浸出したためである。(関澤, 2012)

また、小梅を用いた際のデータについては、原料及び梅酒の放射性セシウム濃度測定時の誤差が影響したために移行率が100%を超えてしまっているが、移行率は中粒種を用いた場合よりも高くなることが示されている。これは、小さい果実は重量当たりの表面積が大きくなり、果実表面から浸出する果汁が多くなるためと考えられる。(関澤, 2013e)

梅酒加工では、梅酒への移行率は57-108%と高い値を示すが、放射性セシウムの濃度比は0.24-0.32となる。

表 2.6.1-6 梅酒への放射性セシウムの移行率

材料 調理・加工品	移行率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ウメ 梅酒 ¹⁾	74	0.24	3.12	0.26	0.13	0.34	7
ウメ 梅酒 (糖少なめ) ²⁾	57	0.23	2.46	0.43	-	-	1
ウメ (小梅) 梅酒 ¹⁾	108 ³⁾	0.32	3.39	-0.08	-0.01	-0.21	3

1)原料+等量の氷砂糖+1.8倍量のホワイトリカーで3ヶ月間浸漬した。

2)原料+0.4倍量の氷砂糖+1.8倍量のホワイトリカーで3ヶ月間浸漬した。

3)移行率が100%を超えているが、原料及び梅酒の測定誤差の影響による。

2.6.1.4 梅シロップ

梅シロップの加工方法は基本的に梅漬けと同様であり、原料に糖を添加して加工を行う。ただし、添加する糖の量が多いために浸透圧がより高くなり、梅漬けよりも果汁の浸出量が多くなる。表 2.6.1-7 に示したようにシロップの重量比は 1.71、濃度比は 0.47 となり、シロップへ流出する放射性セシウムの移行率は 80 % と高い値となる。（関澤, 2013f）

表 2.6.1-7 梅シロップの放射性セシウムの移行率

材料 調理・加工品	移行率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ウメ 梅シロップ	80	0.47	1.71	0.20	0.13	0.33	3

2.6.1.5 梅ジャム

ジャムは原料に糖を加えて加熱濃縮を行うが、この加工過程において放射性セシウムは除去されない。ジャム加工のデータを表 2.6.1-8 に示したが、原料総量の 90 % まで濃縮した際の除去率は 7 %、70 % まで濃縮した際は -5 % となり、ジャム加工によって放射性セシウムが除去されることはない。ただし、糖の添加や濃縮によって加工後の全体量は変化するため、放射性セシウム濃度は増減する。原料総量の 90 % まで濃縮した際の濃度比は 0.61、70 % まで濃縮した際は 0.88 となり、いずれも放射性セシウム濃度は原料よりも低くなる。（関澤, 2013f）

表 2.6.1-8 梅ジャムの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ウメ ジャム (90%濃縮) ¹⁾	7	0.61	1.53	0.93	0.77	1.01	3
ジャム (70%濃縮) ²⁾	-5	0.88	1.19	1.05	0.93	1.07	3

1)原料+0.7 倍量のショ糖→重量比 90%まで加熱濃縮した。

2)原料+0.7 倍量のショ糖→重量比 70%まで加熱濃縮した。

2.6.1.6 梅ジュース

通常、ウメを搾汁してジュースにすることはほとんど無いが、本報告ではペクチナーゼによる酵素処理を行って搾汁した際の放射性セシウムの分布割合を表 2.1.5.1-9 に示した。ウメのジュース加工では、ジュースの濃度比が 1.00、搾汁残さの濃度比が 0.90 となり、放射性セシウムの分布割合はジュースで 0.77、搾汁残さで 0.21 となり、重量比とほぼ同じ値を示す。（関澤, 2013f）

表 2.6.1-9 梅ジュースの放射性セシウムの分布割合

調理・加工品	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
ジュース (ペクチナーゼ処理)	1.00	0.77	0.77	0.75	0.79	3
搾汁残さ (ペクチナーゼ処理)	0.90	0.23	0.21	0.19	0.22	3

<引用文献>

- 関澤春仁, 山下慎司 (2012). ウメ酒加工と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-11)
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2012a). 果実の洗浄と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-06)
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2012b). 農産物内における放射性物質の分布 (ウメ). 平成 23 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2011-E1-6-1-1)
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013a). 加工による放射性セシウムの動態 (果実の洗浄). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-1)
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013b). 農産物内における放射性物質の分布 (果実). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-1-2)
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013c). 加工による放射性物質の動態 (梅漬け). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-2)
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013d). 加工による放射性物質の動態 (梅干し). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-3)
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013e). 加工による放射性物質の動態 (梅酒). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-4)
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013f). 加工による放射性物質の動態 (梅シロップ・梅ジャム・梅ジュース). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-5)

2.6.2 モモ

2.6.2.1 モモ果実の洗浄

2011 年に収穫したモモ果実を流水で 5 分間洗浄した際の結果を表 2.1.5.2-1 に示した。放射性セシウムの濃度比は 0.90、計算上放射性セシウムの除去率は 10 % となったが、これは測定誤差の範囲内であり、試験に用いたモモ果実においては洗浄の効果は無かった。(関澤, 2012)



表 2.6.2-1 モモ果実を洗浄した場合の放射性セシウムの除去率(2011年)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
モモ 流水で5分間よく洗う	10	0.90 ¹⁾	1.00	0.90 ¹⁾	-	-	1

1)測定誤差の範囲内であり、原料と差はない。

2.6.2.2 もも（生食）

モモを生食する場合、果皮と種子を除去する。よってそれらを除去する割合が高くなると放射性セシウムの除去率は高くなる。表 2.6.2-2 に果皮と種子を除去した場合の果肉への放射性セシウムの分布割合を示した。果肉への分布割合のデータは0.56・0.87と幅が広いが、その要因は主に除去した果皮や種子の割合による影響が大きい。（高田ら, 2012a,2012b, 2013）

表 2.6.2-2 モモにおける放射性セシウムの分布割合

部位	濃度比 ²⁾ P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
果肉 ¹⁾	0.85	0.84	0.71	0.56	0.87	11

1)果皮と種子を除去した。

2)¹³⁷Csの濃度から算出した。

2.6.2.3 ももジュース

モモをジューサー及びミキサーを用いて搾汁した結果を合わせて表 2.6.2-3 に示した。放射性セシウムの濃度比は、ジュースが0.93、搾汁残さが1.13となったが、これは測定誤差の範囲内であり、ジュースと残さに差は無い。よって放射性セシウムの分布割合は重量比とほぼ同じ値となる。（関澤, 2012a）

表 2.6.2-3 モモのジュース加工における放射性セシウムの分布割合

調理・加工品	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
ジュース ¹⁾	0.91 ²⁾	0.66	0.61	0.60	0.61	2
搾汁残さ ¹⁾	1.12 ²⁾	0.34	0.39	0.37	0.40	2

1)ジューサー及びミキサーを用いて果皮ごと搾汁した。2)測定誤差の範囲内であり、原料と差は無い。

2.6.2.4 ももコンポート

コンポート加工では、糖濃度 20・40 %程度のシロップに原料を浸して加熱を行う。モモのコンポート加工の結果を表 2.6.2-4 に示したが、加工後のコンポートの放射性セシウム除去率は 54 %となり、果実の放射性セシウムの約 1/2 がシロップ中へ流出した。表に示したデータでは等量のシロップで加工しているため、放射性セシウム濃度が概ね 1/2 となったと考えられる。この結果から、シロップ量が多いと除去率も高くなると考えられるが、果汁の流出も多くなるためモモの味も薄くなる。(関澤, 2012a)

表 2.6.2-4 ももコンポートの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r		
				平均	最小	最大
モモ コンポート ¹⁾	54	0.54	0.86	0.46	-	-

1)原料にシヨ糖濃度 35%シロップを等量加えて 5 分間加熱した。

2.6.2.5 もものドライフルーツ

乾燥加工では基本的に放射性セシウムが外部へ移行することは無く、水分が減少することによって果実中の放射性セシウム濃度は上昇する。しかし、モモの乾燥加工を行う場合、乾燥前にシロップ液へ浸漬する等の前処理を行ってから乾燥させる場合が多く、その際に放射性セシウムが果実外部へ流出する。表 2.6.2-5 に示した結果では放射性セシウムの除去率が 0.33・0.51 となっているが、これはシロップで前処理を行った際に除去されたと考えられる。(関澤, 2012b)

前処理を行ったドライフルーツの放射性セシウム濃度は原料を単純に乾燥した場合よりも低くなる。

表 2.6.2-5 ももドライフルーツの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
モモ ドライフルーツ ¹⁾	51	3.79	0.13	0.49	-	-	1
ドライフルーツ ²⁾	33	1.91	0.35	0.67	-	-	1

1)原料を糖濃度 25%のシロップに 18 時間浸漬した後に乾燥した。

2)原料を糖濃度 30%のシロップ中で加熱後に乾燥した。

<引用文献>

関澤春仁, 山下慎司 (2012). 果実の洗浄と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-06) .

関澤春仁,山下慎司,小野美代子 (2012a). モモ加工と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-14)

関澤春仁,山下慎司,小野美代子 (2012b). モモ乾燥加工と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-15)

高田大輔, 安永円理子 他(2012a), 放射性降下物に起因した果樹樹体内放射性核種の分布—放射性降下物低濃度地域における核果類に関する事例的調査—, *Radioisotopes* **61**(6), 321-326.

高田大輔, 安永円理子 他 (2012b), 放射性降下物に起因した果樹樹体内放射性核種の分布 (第 2 報) —福島第一原子力発電所事故当年における土壌からの放射性セシウムの移行について—, *Radioisotopes* **61**(10), 517-521.

高田大輔, 田野井慶太郎 他 (2013). 放射性降下物の農畜水産物等への影響 9. 果樹樹体内への放射性セシウムの移行について, *生物と化学* **51**(2), 111-116.

2.6.3 リンゴ

2.6.3.1 リンゴ果実の洗浄

リンゴ果実を流水で 5 分間洗浄した際の結果について、2011 年に収穫した果実の結果を表 2.6.3-1 に、2012 年に収穫した果実の結果を表 2.6.3-2 に示した。2011 年の結果では放射性セシウムの濃度比が 0.91、除去率が 9 %、2012 年の結果では濃度比が 1.03、除去率が -3 %となったが、いずれも放射性セシウム濃度測定誤差の範囲内であり、洗浄前後に差は無かった。これらの試験に用いたリンゴ果実においては洗浄の効果は無かった。(関澤, 2012a、関澤, 2013a)

表 2.6.3-1 リンゴ果実を洗浄した場合の放射性セシウムの除去率(2011 年)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
リンゴ 流水で 5 分間よく洗う	9	0.91 ¹⁾	1.00	0.91 ¹⁾	—	—	1

1)測定誤差の範囲内であり、原料と差はない。

表 2.6.3-2 リンゴ果実を洗浄した場合の放射性セシウムの除去率(2012 年)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
リンゴ 流水で 5 分間よく洗う	-3	1.03 ¹⁾	1.00	1.03 ¹⁾	0.98	1.11	3

1)測定誤差の範囲内であり、原料と差はない。

2.6.3.2 りんご (生食)

リンゴを生食する場合、芯や果皮を除去する。よってそれらを除去する割合に応じて放射性セシウムも除去される。

リンゴにおける放射性セシウムの分布割合を表 2.6.3-3 に示した。果肉の濃度比は 0.96、芯の濃度比が 0.95 となり、放射性セシウムの分布割合は重量比とほぼ同じ値を示す。一方、果皮の放射性セシウム濃度比は 1.32 と果肉や芯より高いが、果皮の重量比は低いために分布割合は 0.17 となり、ほぼ重量比に近い値となる。（関澤, 2012b, 2013b）

表 2.6.3-3 リンゴにおける放射性セシウムの分布割合

部位	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
果皮	1.32	0.13	0.17	0.13	0.20	5
果肉	0.96	0.78	0.75	0.70	0.89	5
芯	0.95	0.10	0.10	0.06	0.11	5

2.6.3.3 リンゴジュース

リンゴをジューサー及びペクチナーゼによる酵素処理後に搾汁した結果を表 2.6.3-4 に示した。

ジューサー搾汁ではジュースの放射性セシウムの濃度比（搾汁前のリンゴの濃度を 1.0 とする）が 0.85、搾汁残さで 1.04 となり、搾汁残さでやや高くなる。しかしその濃度差は小さいため、放射性セシウムの分布割合は、ジュースで 0.61、搾汁残さで 0.30 となり、重量比の 0.71 と 0.29 に近い値となる。また、酵素処理後に搾汁した場合、処理中に果汁と搾汁残さの放射性セシウムの濃度差は無くなる。すなわち、放射性セシウム濃度比はジュースで 1.00、搾汁残さで 1.01 となるため、放射性セシウムの分布割合は重量比と同じ値を示す。なお、酵素処理によって搾汁率が向上するため、ジューサー処理よりも酵素処理のほうがジュースへの分布割合は高くなるが、濃度はいずれも原料と大きな差は無い。（関澤, 2012c）

表 2.6.3-4 リンゴのジュース加工における放射性セシウムの分布割合

材料 調理・加工品	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
リンゴ ジュース (ジューサー処理)	0.85	0.71	0.61	0.57	0.66	3
搾汁残さ (ジューサー処理)	1.04	0.29	0.30	0.29	0.32	3
ジュース (ペクチナーゼ処理)	1.01	0.80	0.81	-	-	1
搾汁残さ (ペクチナーゼ処理)	1.00	0.20	0.20	-	-	1

2.6.3.3 りんごの甘煮・コンポート

りんご甘煮とコンポートの放射性セシウムの除去率を表 2.6.3-5 に示した。

甘煮は原料に重量比 20 - 40 %程度の糖を加えて加熱を行うが、表に示した甘煮の放射性セシウムの除去率は 1 %であり、この加工過程において放射性セシウムは除去されることは無い。ただし、糖の添加や加熱による濃縮のため加工後の全体量は変化し、それに伴って放射性セシウム濃度は増減する。表に示した甘煮のデータでは、添加した糖と蒸発した水分がほぼ同じ量であったため、重量比が 0.97 となり、濃度比も 1.02 となっている。

一方、コンポート加工では原料を糖濃度 20 - 40 %程度のシロップ中で加熱するため、放射性セシウムはシロップ中へ移行する。5 分程度の比較的短い加熱時間でも放射性セシウムはシロップへ容易に流出し、51 %の放射性セシウムが除去される。表に示したデータは原料と等量のシロップで加工しているため、加工後のコンポートの濃度比は 0.47 と原料の約 1/2 となっている。(関澤, 2012d)

また、コンポート加工時の条件の違いを調べた結果を表 2.6.3-6 に示した。シロップ量が原料と等量では除去率が 0.33 であるのに対し、4 倍量では 0.65 と、シロップ量が多くなるほど原料のリンゴからの放射性セシウムの除去率は高くなる。しかし、原料のリンゴに含まれる様々な成分も流出するため、リンゴの味も薄くなる。

一方、シロップ糖度を変えたり加工時間を延長した結果も示されているが、放射性セシウムの除去率は高くても 0.57 であり、シロップ濃度や加工時間の延長は放射性セシウムの除去率にはあまり影響しない。(関澤, 2012e)

表 2.6.3-5 りんご甘煮及びコンポートの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
りんご 甘煮 ¹⁾	1	1.02	0.97	0.99	-	-	1
コンポート ²⁾	51	0.47	1.05	0.49	-	-	1

1)原料に 30%量のシロップ糖を加えて加熱した。

2)原料にシロップ糖濃度 30%のシロップを等量加えて加熱した。

表 2.6.3-6 加工条件が異なるりんごコンポートの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
りんご コンポート (シロップ 1 倍量) ¹⁾	33	0.69	0.98	0.67	0.66	0.67	2
コンポート (シロップ 2 倍量) ¹⁾	49	0.46	1.10	0.51	0.46	0.55	2
コンポート (シロップ 4 倍量) ¹⁾	65	0.33	1.07	0.35	0.34	0.35	2
コンポート (シロップ糖度 0%) ²⁾	50	0.47	1.05	0.50	-	-	1
コンポート (シロップ糖度 10%) ²⁾	54	0.44	1.05	0.46	-	-	1
コンポート (シロップ糖度 30%) ²⁾	54	0.41	1.13	0.46	-	-	1
コンポート (シロップ糖度 50%) ²⁾	57	0.41	1.06	0.43	-	-	1
コンポート (加熱時間 5 分) ³⁾	37	0.48	0.96	0.63	-	-	1
コンポート (加熱時間 10 分) ³⁾	54	0.43	1.07	0.46	-	-	1
コンポート (加熱時間 20 分) ³⁾	57	0.40	1.08	0.43	-	-	1

1)原料にシヨ糖濃度 30%のシロップを 1~4 倍量加えて 5 分間加熱した。

2)原料にシヨ糖濃度 0~50%のシロップを等量加えて 5 分間加熱した。

3)原料にシヨ糖濃度 30%のシロップを等量加えて 5~20 分間加熱した。

2.6.3.4 りんごのシロップ漬け

シロップ漬けは、缶詰や瓶詰めのように糖度 30 %程度のシロップに浸漬して加熱殺菌し、保存して用いるほか、短期間に使い切る場合は糖度 50 %程度のシロップに数日間浸漬して用いる場合もある。表 2.6.3-7 には、加熱を行わずに糖濃度 0 - 50 %のシロップへ浸漬した場合と、加熱を行った場合の放射性セシウムの除去率について示した。

加熱せずにシロップへ浸漬した場合、糖濃度が 0 %、つまり水に浸漬した場合は外部の浸透圧が低いため、水が浸入して細胞が壊れて果汁の流出が起こり、結果として 44 %の放射性セシウムが除去された。しかし果実表面は崩れた状態となる。一方、糖濃度が 10 - 30 %の濃度であれば細胞が壊れることは無いため、果汁の流出とシロップの浸入が緩やかに進み、放射性セシウムの除去率は 20 - 27 %となった。また、糖濃度が 50 %の場合は外部の浸透圧が高いため果汁の流出が多くなり、26 %の放射性セシウムが除去された。

一方、加熱を行った場合は5分間という短時間でも61%の放射性セシウムがシロップ中に流出して除去された。(関澤, 2012f)

表 2.6.3-7 りんごのシロップ漬けの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
りんご シロップ漬け (糖度 0%) ¹⁾	44	0.51	1.10	0.56	-	-	1
シロップ漬け (糖度 10%) ¹⁾	27	0.65	1.02	0.73	-	-	1
シロップ漬け (糖度 30%) ¹⁾	20	0.81	0.99	0.80	-	-	1
シロップ漬け (糖度 50%) ¹⁾	26	0.86	0.87	0.74	-	-	1
シロップ漬け (糖度 10%+加熱) ²⁾	61	0.34	1.14	0.39	-	-	1

1)原料にシヨ糖濃度 0~50%シロップを 2 倍量加えて 24 時間浸漬した。

2)原料にシヨ糖濃度 10%のシロップを 2 倍量加えて 5 分間加熱した。

<引用文献>

- 関澤春仁, 山下慎司 (2012a). 果実の洗浄と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-06) .
- 関澤春仁, 山下慎司 (2012b). リンゴにおける放射性物質の分布. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-09) .
- 関澤春仁, 山下慎司 (2012c). リンゴジュース加工と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-16) .
- 関澤春仁, 山下慎司, 小野美代子 (2012d). リンゴ加工と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-18) .
- 関澤春仁, 山下慎司(2012e). リンゴコンポート加工と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-20) .
- 関澤春仁, 山下慎司(2012f). リンゴシロップ漬け加工と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-19) .
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013a). 加工による放射性物質の動態 (果実の洗浄) . 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-1) .
- 関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013b). 農産物内における放射性物質の分布 (果実) . 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-1-2) .

2.6.4 ブドウ

2.6.4.1 ブドウ果実の洗浄

ブドウ果実を軸から外し、流水で5分間洗浄した際の結果を表 2.6.4-1 に示した。示したデータでは洗浄後の放射性セシウム濃度比が 1.26、除去率は-26 %となっているが、これは測定誤差の範囲内である。原料果実の放射性セシウム濃度が低かったために原料間のバラツキの影響が大きく影響したと考えられる。試験に用いたブドウ果実では洗浄の効果は無かった（関澤, 2013a）。

表 2.6.4-1 ブドウ果実を洗浄した場合の放射性セシウムの除去率(2012年)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ブドウ 流水で5分間よく洗う	-26	1.26 ¹⁾	1.00	1.26 ¹⁾	1.14	1.39	3

1)測定時誤差の範囲内であり、原料と差はない。果実の放射性セシウム濃度が低いため誤差が大きくなった。(実測値は洗浄前 7.2 Bq/kg, 洗浄後 9.1 Bq/kg)

2.6.4.2 ぶどう（生食）

ブドウに含まれる放射性セシウムの分布割合を表 2.6.4-2 に示した。果皮の濃度比は 1.54、果肉の濃度比は 0.63 となり、ブドウでは果肉よりも果皮の放射性セシウム濃度が高い。しかし、重量比は果皮が 0.30、果肉が 0.70 であるため、分布割合は果皮で 0.46、果肉で 0.44 となる（関澤, 2013b）。

ブドウは品種によって果実の大きさが異なるため、果皮と果肉の重量比も異なる。したがって、ブドウに含まれる放射性セシウムの分布割合も品種によって大きく変化すると考えられる。

表 2.6.4-2 ブドウにおける放射性セシウムの分布割合

部位	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合 ¹⁾			試料数
			平均	最小	最大	
果皮	1.54	0.30	0.46	0.40	0.51	3
果肉	0.63	0.70	0.44	0.44	0.47	3

1)分布割合の合計が1以下となっているが、測定誤差の範囲内である。

2.6.4.3 ぶどうジュース

ブドウのジュース加工では、果皮ごと加熱した後に搾汁を行う場合が多い。ブドウでは果肉よりも果皮の放射性セシウム濃度が高いが、表 2.6.4-3 に示したとおり、放射性セシウムの濃度比はジュースが 0.97、搾汁残さが 0.94 となり、両者が等しくなる。これは、加熱によって果皮や果肉から放射性セシウムが流出して濃度差が無くなるためと考えられる。したがって、ブドウを加熱した後に搾汁した場合、得られるジュースの放射性セシウムの分布割合は 0.73、残さの分布割合は 0.24 となり、

重量比と同じ値を示した（関澤, 2013c）。

表 2.6.4-3 ブドウのジュース加工における放射性セシウムの分布割合

調理・加工品	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
ジュース ¹⁾	0.97	0.75	0.73	0.71	0.73	3
ジュースの搾汁残さ ¹⁾	0.94	0.25	0.24	0.21	0.26	3

1)果実を加熱した後に搾汁した。

2.6.4.4 干しぶどう

干しぶどうの加工は単純にブドウを乾燥させて行う。そのため、表 2.6.4-4 に示したように、放射性セシウムが外部へ移行することは無く、除去されない。ただし、乾燥によって重量比が 0.29 となり、濃度比は 3.61 となる。乾燥加工では放射性セシウムの濃度比は乾燥後の重量比に反比例して上昇する。（関澤, 2013c）

表 2.6.4-4 干しぶどうの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ブドウ 干しぶどう	-5	3.61	0.29	1.05 ¹⁾	0.90	1.12	3

1)測定誤差の範囲内であり、原料と差はない。

2.6.4.5 ワイン

ブドウからワインへの放射性セシウムの残存については、海外での報告が IAEA Technical Report No. 472 にまとめられているが、原報の入手が困難で詳細が不明である。そこで、微量の放射性セシウムが検出された生食・加工用品種（キャンベル・アーリー、以下キャンベル）及び生食用品種高尾（無核）（両品種とも果皮は黒）を用いて、小試験醸造を行った（Goto-Yamamoto, in press）。

2.6.4.1 ぶどう（生食）と同様、ブドウ果粒中の放射性セシウムは、果皮や種子の方が果肉よりも濃度が高かったが、果肉の重量比が大きいため果肉（果汁）にも 4-7 割が分布していた（表 2.6.4-5）。赤ワイン（醸し仕込み）及びロゼワイン（白ワイン同様、搾汁してから発酵）の試験醸造を行ったところ（表 2.6.4 -6）、残存割合（ F_r ）は重量比（ P_e 、搾汁率）に近い値で、果皮からの抽出が多い赤ワインではやや高く、抽出の少ないロゼワインではやや低くなった。Cs の同族元素である K-40 は、ブドウ果粒で放射性セシウムとほぼ同じ分布を示したが、ワインへの残存割合は放射性セシウムよりも低く、ワイン醸造中の酵母による Cs の取り込みは K よりも少ないことが示された。

今回の残存割合は IAEA Technical Report No. 472 の値よりもやや高かった。今回用いたブドウはいずれも大粒系であり、果粒の小さい醸造用品種を用いた場合は、放射性セシウム濃度の高い果皮の

割合が高くなることから、特に白ワインでは残存割合が低くなるものと推定される。

表 2.6.4-5 ブドウ果粒中の放射性セシウム及び K-40 の分布割合

部位	放射性セシウム				K-40	
	分布割合		濃度比 P_f^{**}		分布割合	
	キャンベル	高尾	キャンベル	高尾	キャンベル	高尾
果皮	0.55	0.27	2.50	1.80	0.54	0.24
種子	0.05	-	1.95	-	0.03	-
果肉*	0.40	0.73	0.53	0.86	0.43	0.76

*定量限界以下の濃度であったため、果粒全体及び果皮・種子の値から算出した。

**果粒全体を1とした比

表 2.6.4-6 ワイン醸造による放射性セシウム及び K-40 の残存割合

製品		放射性セシウム			K-40
		残存割合	濃度比	重量比 P_e	残存割合
		F_r	P_f	(搾汁率)	F_r
ロゼワイン	高尾	0.62	0.89	0.70	0.35
	キャンベル	0.51	0.83	0.62	0.23
赤ワイン	高尾	0.78	1.02	0.76	0.43
	キャンベル	0.79	1.03	0.77	0.37
(参考) IAEA Technical Reports No. 472		0.3 - 0.7		0.6 - 0.8	

果粒を基に算出した値。同じロットのブドウから N=3・4 で小試験醸造を行った平均値。

<引用文献>

Goto-Yamamoto, N., Koyama, K., Tsukamoto, K., Kamigakiuchi, H., Sumihiro, M., Okuda, M., Hashiguchi, T., Matsumaru, K., Sekizawa, H., Shimoi, H. . Transfer ratio of cesium and potassium from grapes to wine, Am. J. Enol. Vitic. (in press)

IAEA (2010). Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. Technical Report Series No.472

関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013a). 加工による放射性物質の動態 (果実の洗浄). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-1)

関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013b). 農産物内工における放射性物質の分布 (果実). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-1-2)

関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013c). 加工における放射性物質の動態 (干しぶどう・ぶどうジュース). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-7)

2.6.5 イチジク

2.6.5.1 イチジク果実の洗浄

イチジク果実を流水で5分間洗浄した際の結果を表 2.6.5-1 に示した。イチジク果実の洗浄前後で放射性セシウム濃度に差は無く、試験に用いたイチジク果実においては洗浄の効果は無かった。（関澤, 2013a）

表 2.6.5-1 イチジク果実を洗浄した場合の放射性セシウムの除去率(2012年)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
イチジク 流水で5分間よく洗う	0	1.00	1.00	1.00	0.85	1.12	3

2.6.5.2 いちじく甘露煮

いちじく甘露煮の加工は、イチジクに原料重量の20%程度の糖を加えて加熱する。糖と一緒に加熱することによって果汁が浸出し、果汁とともに放射性セシウムも流出する。表 2.6.5-2 に詳細を示した。浸出した汁を除いた場合は汁に含まれる放射性セシウムが除去される。ただし、加熱を続けて汁が蒸発したり、果実に汁を吸わせた場合は除去されない。表に示したデータでは10%の放射性セシウムが煮汁へ流出して除去されている。また、糖の添加と加熱によって果実から水分が浸出したため、重量比は0.65となり、甘露煮の濃度比は1.38と上昇している。（関澤, 2013b）

2.6.5.3 いちじくシロップ漬け

イチジクを糖濃度20-40%程度のシロップとともに瓶詰めし、90℃で30分加熱した結果を表 2.6.5-2 に示した。イチジク果実に含まれる放射性セシウムはシロップへ移行し、果実からは51%の放射性セシウムが除去された。用いたシロップ量が果実と等量であったためにシロップと果実の濃度差が無くなり、シロップ漬けの濃度比は約1/2になった。（関澤, 2013b）

表 2.6.5-2 いちじく甘露煮及びシロップ漬けの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
イチジク 甘露煮 ¹⁾	10	1.38	0.65	0.90	0.68	1.02	3
シロップ漬け ²⁾	51	0.52	0.94	0.49	0.39	0.53	3

1)原料に0.25倍量のショ糖を加えて加熱した。

2)原料にショ糖濃度35%のシロップを等量加えて瓶詰め・加熱した。

<引用文献>

関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013a). 加工における放射性物質の動態 (果実の洗浄) .平成 24 年度
福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-1)

関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013b). 加工における放射性物質の動態 (いちじくの甘露煮・いちじく
のシロップ漬け) . 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類
2012-E1-6-2-2-6)

2.6.6 クリ

2.6.6.1 ゆで栗・蒸し栗

クリをゆでた場合と蒸した場合の放射性セシウムの除去率を表 2.6.6-1 に示した。

鬼皮が付いたままゆでた場合の放射性セシウムの除去率は 3 %であり、放射性セシウムがゆで汁に流出することはほとんど無い。しかし、鬼皮を剥いてゆでた場合、放射性セシウムはゆで汁へと流出しやすくなり、その除去率は 25 %となった。一方、蒸した場合は鬼皮の有無にかかわらず、放射性セシウムは除去されなかった。(関澤, 2013)



表 2.6.6-1 ゆで栗及び蒸し栗の放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
クリ ゆで栗 (鬼皮付き) ¹⁾	3	0.96	1.01	0.97	0.92	1.00	5
ゆで栗 (渋皮まで剥皮) ²⁾	25	0.72	1.11	0.75	0.66	0.89	5
蒸し栗 (鬼皮付き) ³⁾	-1	1.01	1.00	1.01	0.91	1.03	3
蒸し栗 (渋皮まで剥皮) ⁴⁾	6	0.91	1.03	0.94	0.75	1.05	3

1) 鬼皮付きのまま 10~60 分間ゆでた。

2) 鬼皮と渋皮を除去して 5~15 分間ゆでた。

3) 鬼皮付きのまま 60 分間蒸した。

4) 鬼皮と渋皮を除去して 15 分間蒸した。

2.6.6.2 渋皮煮・マロングラッセ

クリの渋皮煮は、鬼皮を剥いた状態で灰汁（あく）抜きをし、糖濃度 20・40 %程度のシロップで煮て加工する。表 2.6.6-2 に示したように、原料に含まれる放射性セシウムは灰汁抜きとシロップで煮る際に 21 %の放射性セシウムが流出した。また、加工後はシロップを吸収しているため、重量比は 1.32 となり、濃度比は 0.6 に減少した。

マロングラッセもシロップに浸漬して加工するため、放射性セシウムはシロップへ流出する。マロングラッセは浸漬時間が長ことから放射性セシウムの流出する量も多くなり、表 2.6.6-2 に示したよう除去率は 78 %と非常に高くなり、濃度比は 0.2 と大きく下がった。（関澤, 2013）

表 2.6.6-2 栗の渋皮煮及びマロングラッセの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
クリ 渋皮煮 ¹⁾	21	0.60	1.32	0.79	0.67	0.96	3
マロングラッセ ²⁾	78	0.20	1.10	0.22	0.21	0.22	3

1)原料を等量の重曹水であく抜きを 2 回行い、等量の水と 0.25 倍量のショ糖で 30 分煮た。

2)原料に等量のショ糖と 2 倍量の水を加えて加熱し、さらに等量のショ糖を 5 日間にわたって加熱しながら添加した。

<引用文献>

関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013). 加工における放射性物質の動態 (ゆで栗・蒸し栗・栗の渋皮煮・マロングラッセ). 平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要 (課題分類 2012-E1-6-2-2-8)

2.6.7 ユズ

2.6.7.1 ユズ果実の洗浄

ユズ果実を流水で 5 分間洗浄した際の結果を表 2.6.7-1 に示した。ユズ果実の洗浄前後における放射性セシウムの濃度差は測定誤差の範囲内であり、試験に用いたユズ果実においては洗浄の効果は無かった。（関澤, 2013a）

表 2.6.7-1 ユズ果実を洗浄した場合の放射性セシウムの除去率(2012 年)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ユズ 流水で 5 分間よく洗う	5	0.95	1.00	0.95 ¹⁾	0.94	0.95	3

1)測定誤差の範囲内であり、原料と差はない。

2.6.7.2 ゆず（生食）

ユズを部位別に分けた際の分布割合を表 2.6.7-2 に示した。ユズにおいては果皮と種子の放射性セシウム濃度比が高く、それぞれ 1.20 と 1.40 であった。しかし、重量割合では果皮が 0.45 と高く、種子は 0.13 と低いため、分布割合では果皮が 0.54、種子は 0.18 と果皮に多く分布していた。一方、果肉の濃度比は 0.66 であるが、重量比が 0.42 であるため、分布割合は 0.28 となり、分布割合は果皮、果肉、種子の順であった。（関澤, 2013b）

表 2.6.7-2 ユズにおける放射性セシウムの分布割合

部位	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
果皮	1.20	0.45	0.54	0.41	0.71	3
果肉	0.66	0.42	0.28	0.26	0.32	3
種子	1.40	0.13	0.18	-	-	1

2.6.7.3 ゆずマーマレード

マーマレードは柑橘類の果皮を利用したジャムであるが、通常のジャムとは加工過程が異なる。ゆずマーマレードでは、一般的にはまず果皮と果肉に分け、果皮を水に浸漬またはゆでて苦味を抜き、果肉からは果汁を搾る。その後果皮と果汁を合わせ、糖や水を加えて加熱する。

ゆずのマーマレード加工においては、果皮の苦味抜きを行う際に放射性セシウムが流出する。また、果実もじょうのう膜（薄皮）などは利用しないため、それらが除去されることでも放射性セシウムは除去される。一般的なジャム加工では果実をそのまま煮詰めるため放射性セシウムは除去されないが、マーマレードでは上述した加工過程において放射性セシウムが除去される。その結果、表 2.6.7-3 に示したとおり、原料果実に含まれる放射性セシウムの 64 % が除去され、さらに糖や水によって重量比が 2.00 と増えたために放射性セシウムは希釈され、濃度比は 0.18 まで下がった。（関澤, 2013c）

表 2.6.7-3 ゆずマーマレードの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ユズ マーマレード	64	0.18	2.00	0.36	0.31	0.46	3

1)果皮は沸騰水で苦味抜きし、果肉は水を加えて加熱後裏ごしし、果皮と果肉を合わせて原料と等量のショ糖を加えて加熱した。

2.6.7.4 ゆず酒

ゆず酒の加工は通常、果皮と果肉に分け、原料重量の2・3倍程度のアルコール（ホワイトリカー35°）と適量の氷砂糖とともに数ヶ月間浸漬する。その間に果汁がアルコールに浸出してゆず酒となる。

原料ユズに含まれる放射性セシウムは、浸漬中に果皮や果肉からアルコールへと移行する。

表 2.6.7-4 に示したゆず酒の放射性セシウムの濃度比は 0.19、移行率は 45 %となっているが、この場合は果皮を1ヶ月間浸漬している。通常は果皮を1週間程度で引き上げる場合が多く、その場合は濃度比や移行率が本報告よりも低くなると考えられる。（関澤, 2013c）

表 2.6.7-4 ゆず酒への放射性セシウムの移行率

材料 調理・加工品	移行率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ユズ ゆず酒 ¹⁾	45	0.19	2.39	0.55	0.34	0.60	3

1)切断した原料+0.24 倍量の氷砂糖+2.4 倍量のホワイトリカーで1ヶ月間浸漬した。

<引用文献>

関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013a). 加工における放射性物質の動態（果実の洗浄）.平成 24 年度 福島県農業総合センター試験成績概要（課題分類 2012-E1-6-2-2-1）.

関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013b). 農産物内における放射性物質の分布（果実）.平成 24 年度福 島県農業総合センター試験成績概要（課題分類 2012-E1-6-1-2）.

関澤春仁, 山下慎司, 丹治克男 (2013c). 加工における放射性物質の動態（ゆずマーマレード・ゆず酒）.平成 24 年度福島県農業総合センター試験成績概要（課題分類 2012-E1-6-2-2-9）

2.6.8 カキ

カキは甘柿を生食するほか、渋柿をアルコール等により脱渋するものや、乾燥加工を行い、干し柿・あんぼ柿として食用に供されるものがある。

2.6.8.1 甘柿・脱渋柿

甘柿を生食及び脱渋柿を摂食する場合、原料柿からの放射性核種の濃縮・流出による変化はないが、果実の部位ごとの放射性セシウム濃度の割合は表 2.1.5.8-1 のとおりで、果肉に含まれる放射性セシウムの濃度比は 0.77 であり、分布割合は 0.63 となる。また、果皮の濃度比は 1.68、へたの濃度比は 3.69 であり、可食部である果肉が最も低い。（Uchida, 2013）

表 2.6.8-1 カキにおける放射性セシウム濃度の分布割合

部位	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
果肉	0.77	0.82	0.63	0.53	0.68	3
果皮	1.68	0.11	0.18	0.15	0.24	3
へた	3.69	0.05	0.18	0.11	0.21	3
種子	—	0.03	-	-	-	3



カキの加工の様子

2.6.8.2 干し柿・あんぽ柿

原料のカキを剥皮した後に乾燥し、干し柿やあんぽ柿に加工する。あんぽ柿では乾燥前に硫黄燻蒸を行う場合も多いが、それらの加工過程で放射性セシウムが外部へ移行することは無く、除去されない。表 2.6.8-2 に示したように、剥皮後の原料果に対し、乾燥加工時の放射性セシウム濃度は水分の低下に反比例して高くなる。機械乾燥では重量比に応じて、放射性セシウムの濃度比はそれぞれ 3.1、2.0、あんぽ柿では 4.6、干し柿では 5.7 となる。(丹治, 2012a, 2012b)

表 2.6.8-2 カキの乾燥加工と放射性セシウム濃度の関係

材料 調理・加工品	濃度比 P_f	重量比 P_e	試料数
カキ 機械乾燥柿 (重量比約 1/3)	3.1	0.29	10
カキ 機械乾燥柿 (重量比約 1/2)	2.0	0.44	10
カキ あんぽ柿	4.6	0.24	4
カキ 干し柿	5.7	0.20	4

<引用文献>

Uchida, S., Tagami, K. (2013). Removal of radiocesium from food by processing: data collected after the

Fukushima daiichi nuclear power plant accident. In: Proceedings of WM2013. Phoenix, 24-28 Feb., 2013

丹治克男, 関澤春仁 (2012a). あんぽ柿加工による放射性セシウムの動態. 園芸学会東北支部平成 24 年度大会研究発表要旨, 園芸学会東北支部, 福島市, 平成 24 年 8 月 21-22 日, 25-26

丹治克男, 関澤春仁 (2012b). あんぽ柿加工時の放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-25)

2.6.9 ビワ

2.6.9.1 びわ (生食)

ビワの果実に対する果肉の放射性セシウム濃度比は表 2.6.9-1 のとおりであり、果肉の濃度比は 0.85、分布割合は 0.41 となる。(Uchida, 2013)



表 2.6.9-1 ビワにおける放射性セシウムの分布割合

部位	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
果肉	0.85	0.49	0.41	0.40	0.42	2

<引用文献>

Uchida, S., Tagami, K. (2013). Removal of radiocesium from food by processing: data collected after the

Fukushima daiichi nuclear power plant accident. In: Proceedings of WM2013. Phoenix, 24-28 Feb., 2013

2.6.10 ブルーベリー

2.6.10.1 ブルーベリー果実の洗浄

ブルーベリー果実を洗浄した際の結果を表 2.6.10-1 に示した。水でよくすすぐ、流水で 5 分間よく洗う、60 分間超音波洗浄を行った結果、放射性セシウムの濃度比は 1.02 - 1.09 で測定誤差の範囲内であり、洗浄前と差は認められなかった。試験に用いたブドウ果実では洗浄の効果は無かった。(関澤, 2012a)

表 2.6.10-1 ブルーベリー果実を洗浄した場合の放射性セシウムの除去率(2011年)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ブルーベリー 流水で軽くすすぐ	-6	1.06 ¹⁾	1.00	1.06 ¹⁾	—	—	1
ブルーベリー 流水で5分間よく洗う	-9	1.09 ¹⁾	1.00	1.09 ¹⁾	1.00	1.18	2
ブルーベリー 超音波洗浄器で60分洗う	-2	1.02 ¹⁾	1.00	1.02 ¹⁾	—	—	1

1)測定誤差の範囲内であり、原料と差はない。

2.6.10.2 ブルーベリー (生食)

ブルーベリーは果皮のまま食用とするが、ここでは果皮を除去した果肉の放射性セシウムの分布割合を表 2.6.10-2 に示した。果肉の放射性セシウム濃度は平均 0.88 であり、果皮付きよりも低くなる傾向がある。しかし、果肉の重量比は 0.88 と高いために分布割合は 0.77 となり、ブルーベリーの果皮が果実全体に及ぼす影響は少ないことが示されている。(関澤, 2012b)

表 2.6.10-2 ブルーベリーにおける放射性セシウムの分布割合

部位	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
果肉 ¹⁾	0.88 ²⁾	0.88	0.77	0.69	0.85	2

1)果皮を除去した状態。

2)2点の試料のうち、1点で原料よりも低くなる傾向があった。もう1点は測定誤差の範囲内であった。

2.6.10.3 ブルーベリージャム

ブルーベリージャムは原料に適当な量の糖を加えて加熱濃縮を行うが、この加工過程において放射性セシウムは除去されない。ただし、糖の添加や加熱による濃縮のため加工後の全体量は変化し、それに伴って放射性セシウム濃度は増減する。表 2.6.10-3 に示したデータでは、放射性セシウムの除去率は 90 %濃縮ジャムで 5 %、70 %濃縮ジャムで 15 %となっており、いずれも測定時の誤差を考慮すると原料と差は無く、放射性セシウムは除去されない。しかし濃度比では、90 %濃縮ジャムが 0.64、70 %濃縮ジャムが 0.88 となり、いずれも原料よりも放射性セシウム濃度は低くなる。(関澤, 2012c)

表 2.6.10-3 ブルーベリージャムの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
ブルーベリー ジャム (90%濃縮) 1)	5	0.64	1.48	0.95	-	-	1
ブルーベリー ジャム (70%濃縮) 2)	15	0.88	0.97	0.85	-	-	1

1)原料+0.65 倍量のショ糖→重量比 90%まで加熱濃縮した。

2)原料+0.4 倍量のショ糖→重量比 70%まで加熱濃縮した。

<引用文献>

関澤春仁, 山下慎司 (2012a). 果実の洗浄と放射性物質の分布. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (課題番号 12-0701-06)

関澤春仁, 山下慎司 (2012b). ブルーベリーにおける放射性物質の分布. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (12-0701-08)

関澤春仁, 山下慎司, 小野美代子 (2012c). ブルーベリージャム加工と放射性物質の動態. 平成 24 年度食品試験研究成績・計画概要集 (公立編) (12-0701-13)

2.7 きのご類

きのご類は、放射性セシウムの移行係数が独立栄養植物よりも高いことが知られており (Muramatsu, 1991; Yoshida, 1994a, 1994b)、森林中のきのごを採取して食用とする我が国においても、東京電力福島第一原子力発電所の事故以前から、きのご類中の放射性セシウムの移行経路や濃度分布などが注目されていた。過去の核実験やチェルノブイリ原発事故などのフォールアウトによる我が国のきのごの放射性セシウム移行係数や放射性カリウム(K-40)との吸収比率を調査した報告によると、きのごは一般的な作物よりも移行係数が 10・1000 倍高く、きのごの種類によっては土壌からセシウムを選択的に吸収することが報告されている (杉山, 1990; Muramatsu, 1991)。また、1990 年代前半の我が国において、日本産のきのご 125 種に含まれる放射性セシウムは、Cs-137 の濃度として、中央値 52、範囲は、検出限界未満 (<1.1) から 16000 Bq/kg (乾) であり、他の植物の Cs-137 よりも高い傾向にあることが報告されている (Muramatsu, 1991; Yoshida, 1994a, 1994b)。きのご中の放射性セシウム濃度は、きのごの生育土壌はもちろん、きのごの種類によっても大きく異なっており、天然の菌根性きのごで高いとされている (Yoshida, 1994b; Ban-nai, 1997)。

東京電力福島第一原子力発電所の事故以降の東日本においても、きのご類への放射性セシウム汚染が比較的高レベルにあり、平成 25 年 1 月現在、一部地域において、原木しいたけや原木なめこ、野生きのご類の出荷制限が実施されている (厚労省, 2013)。

我が国で一般的に利用されているキノコは約 120 種類程度であり (吉松, 1997)、生以外にも乾燥や粉末状に加工されて利用されている。中でもしいたけは、特に流通量が多く、菌床栽培のみならず原木栽培のものも多く摂取されている。また栽培化されているきのご類の中でも、なめこは菌ごたえの良さなどから天然ものが重宝され、収穫時期には天然ものの流通も盛んになる。そこで、本節では、

しいたけとなめこについて、調理・加工による放射性セシウムの除去に関するデータを紹介する。

2.7.1 しいたけ

しいたけは、キシメジ科シイタケ属のきのこであり、天然のものは春及び秋にミズナラやコナラの倒木や切り株の上に群生する（工藤, 2009）。うまみ成分の5'-グアニル酸が多く含まれており、日本料理から中華料理まで広く適するきのこである。生のものを食する他、乾しいたけ、しいたけ茶などの加工品も多く利用されている（吉松, 1997）。乾燥品は、水分が減少しているため、見かけ上、放射性セシウム濃度が高くなる。しかし、通常は水戻しを行った後に食されることから、乾しいたけ中の放射性セシウム濃度は水戻しした状態、あるいは乾燥状態で検査後、日本食品標準成分表等の水戻しによる重量変化率を用いて換算した結果に対して、基準値を適用することとされている（厚労省, 2012）。そこで本節では乾しいたけの水戻しによる放射性セシウムのしいたけ中の残存割合、及び戻し汁中への移行率について紹介する（鍋師, 2013）。乾しいたけの水戻し条件を表 2.7.1-1 に示す。今回の水戻し条件において、しいたけの重量は乾燥状態のおよそ6倍になり、戻し汁は元の量である200gの0.75程度に減少していた。一般的に乾物の水戻しにより、その重量は5-8倍程度に増加するとされていることから（畑江, 1997）、この重量変化は妥当な値であると考えられた。



表 2.7.1-1 乾しいたけの水戻し条件

乾しいたけ重量 (g)	水量 (g)	水温 (°C)	戻し時間 (分)
10	200	40	30

乾しいたけの水戻しによる放射性セシウムの分布割合を算出した結果を表 2.7.1-2 に示す。水戻しの過程でしいたけ重量や戻し汁重量に増減が生じるため、放射性セシウム濃度ではなく、1 試料あたりの放射性セシウム量として結果を示している。表 2.7.1-2 に示すとおり、放射性セシウムは水戻しにより、しいたけ中と戻し汁中にそれぞれ約 0.5 ずつ分布していた。放射性セシウムは水溶性の核種であることから、水戻しの過程で戻し汁中に移行したものと考えられる。

表 2.7.1-2 乾しいたけの水戻しによる放射性セシウムの分布割合

調理・加工品	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
			平均	最小	最大	
水戻しいたけ	0.08	6.2	0.47	0.46	0.49	3
戻し汁	0.03	15	0.47	0.43	0.49	3

一般に乾しいたけの戻し汁はだし汁として利用されるが、調理への利用を避けた場合には放射性セシウムを約 0.5 除去できる。また、水戻し後のしいたけはさらに煮るなどの調理を経て食される。そのため、次のなめこの項で示すように、ゆでなどのような水中での加熱調理により、さらにしいたけ

中の放射性セシウムは減少すると予想される。なお、この場合においても、煮汁中にはしいたけから移行した放射性セシウムが含まれる。

2.7.2 なめこ

なめこはモエギタケ科スギタケ属のきのこであり、かさや柄の表面は粘液でおおわれている(工藤, 2009)。独特のぬめりが日本人には好まれ、ゆでてあえ物にしたりみそ汁の具にしたりと、広く利用されている(吉松, 1997)。市場では、おが屑栽培ものがほとんどを占め、ゆでて袋詰めされたものも流通しているが、原木栽培なめこや天然なめこも市場に出回っている。なめこを含むきのこ類の調理法として、ゆでる、焼く、炒める、揚げるなど様々な加熱調理が適用されているが、本節では、最もよく用いられる加熱法であるゆでた場合のなめこ中の放射性セシウム量の変化及びゆで汁への溶出に関するデータを紹介する。

なめこの調理条件を表 2.7.2-1 に示す。今回の調理条件でなめこをゆでた場合、なめこ重量はゆでる前の 0.96 となり、微減していた。また、ゆでた後のなめこ中の放射性セシウムはゆでる前の 0.62 に減少し、除去された約 0.4 の放射性セシウムがゆで汁中に移行するという結果が得られている。結果を表 2.7.2-2 に示す。

表 2.7.2-1 なめこの調理条件

調理法	なめこ重量 (g)	ゆで湯量 (g)	加熱時間 (秒)
ゆで	約 75	約 300	90

表 2.7.2-2 なめこのゆでのによる放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
なめこ ゆでなめこ	38	0.65	0.96	0.62	0.55	0.74	3

なめこを短時間ゆでることにより、調理前に含まれる放射性セシウムの 38 %が除去された。みそ汁などのように汁ごと食する場合を除いて、ゆで汁は摂取されないことが多いため、実際の摂取においては、生のなめこ中の放射性セシウムの 0.6 程度が摂取されることになると考えられる。

<引用文献>

- Ban-nai T, Muramatsu Y, Yoshida S. (1997). Concentrations of ^{137}Cs and ^{40}K in edible mushrooms collected in Japan and radiation dose due to their consumption. *Health Phys.* **72**, 384-389
- Muramatsu, Y, Yoshida, S, Sumiya, M. (1991). Concentrations of radiocesium and potassium in basidiomycetes collected in Japan. *Sci Total Environ.* **105**, 29-39
- Yoshida, S, Muramatsu, Y, Ogawa, M. (1994). Radiocesium concentrations in mushrooms collected in Japan. *J. Environ. Radioactivity* **22**, 141-154

- Yoshida, S, Muramatsu, Y. (1994). Concentrations of radiocesium and potassium in Japanese mushrooms. *Environ. Sci.* **7**, 63-70
- 工藤伸一 (2009). 東北きのこ図鑑. (長澤栄史監修), 家の光協会, 東京, pp61-108
- 厚生労働省 (2012).. 食安基発 0705 第 1 号 食品中の放射性物質に係る基準値の設定に関する Q&A について. http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/120412_2.pdf(2013 年 1 月 17 日アクセス)
- 厚生労働省 (2013). 原子力災害対策特別措置法に基づく食品に関する出荷制限等出荷制限等 (平成 25 年 1 月 11 日 現在) . <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001a3pj-att/2r9852000001a3rg.pdf> (2013 年 1 月 17 日アクセス)
- 杉山英男, 岩島清, 柴田尚 (1990). きのこ類及びその生息基質中における放射性セシウムの分布. *Radioisotopes* **39**, 499-502
- 鍋師裕美, 堤 智昭, 蜂須賀暁子, 松田りえ子(2013). 乾しいたけの水戻し及び牛肉の加熱調理による放射性セシウム量の変化. *食品衛生学雑誌* **54**, 65-70
- 畑江敬子 (1997). 新・調理学. (松本文子編), 光生館, 東京, pp59-94
- 吉松藤子 (1997). 新・調理学. (松本文子編), 光生館, 東京, pp214-217

2.8 魚介類

東京電力の発表によると、平成 23 年 3 月 26 日から同年 9 月 30 日までの間の推定で、東京電力福島第一原子力発電所の事故により海洋に流出した放射性セシウム ($Cs-134+Cs-137$) の総量は 7.1×10^{15} Bq であり (東京電力ホームページ, 2012)、放射性物質による海洋環境と魚介類の汚染が危惧されている。生物濃縮により海産生物には放射性セシウムが蓄積する傾向にある (原子力環境整備センター, 1996; 平良, 2012)。魚種と放射性物質の濃縮の関係を調査した文献では、魚中の放射性セシウム濃度を支配する要因がいくつか挙げられているが、餌として魚を摂取している大型魚 (マダラやスズキなど) において放射性セシウム濃度が高いことが報告されている (笠松, 1999)。また、餌の影響だけではなく、生息地域の温度やカリウム濃度などの環境要因により、放射性セシウムの生物学的半減期が変動することも報告されている (笠松, 1999)。さらに、汚染されたまぐろなどの回遊魚が回遊することによって汚染された魚介類は世界中に広がることから、世界的な懸念事項になっている。事実、福島第一原子力発電所事故以降、カリフォルニアで水揚げされたまぐろに含まれる放射性セシウム濃度が上昇したことが報告されている (Madigan, 2012)。

一方で淡水魚においても、放射性物質の濃縮に関する報告がなされており、放射性セシウムや放射性ストロンチウムについては、海水魚よりも淡水魚で濃縮係数比が数倍から数十倍高いとされている (原子力環境整備センター, 1992)。このように、魚介類中の放射性物質濃度は様々な要因によって影響されるため、長期的な対策が必要不可欠である。

我が国は海に囲まれ魚介類が豊富な食環境にあるため、様々な魚介類を多種多様な調理法によって調理し、日常的に摂取している。そのため、放射性物質による魚介類の汚染状況を把握することが非常に重要である。放射性物質による魚介類の汚染状況の把握は、水産庁の主導のもと様々な魚介類における放射性物質濃度の調査が継続的に実施されており (水産庁, 2012)、必要に応じて出荷制限・自粛などの措置がとられている (厚労省, 2013)。一方で、調理・加工などによる魚介類中の放射性物質濃度の変化に関するデータは、放射性物質摂取量の推定や放射性物質除去に関する情報の提供に有

用である。そこで、本節では鍋師らが実施したワカサギを用いた一般調理による放射性セシウム量の変化に関するデータ（鍋師, 2013）と渡部らによるニベ及びタラを用いたかまぼこ加工による放射性物質の変化に関するデータを紹介する。

2.8.1 ワカサギ

ワカサギは、湖沼や河川、内湾の汽水域に生息する小型魚である。冬から春先にかけてが旬であり、近海ものが市場に流通する。骨が軟らかいため丸ごとの調理に向き、天ぷらや南蛮漬けなどに調理され食されることが多い。また、甘露煮などの加工品も多く流通している（阿部, 1997）。そこで、ワカサギの調理として一般的であるから揚げ、南蛮漬け、素焼き、甘露煮の4種類の調理を行った場合のワカサギ中の放射性セシウム量の変化についてのデータ（鍋師, 2013）をまとめる。

ワカサギの調理条件は表 2.8.1-1 に示すとおりである。また、各調理前後のワカサギ中の放射性セシウム量の変化を表 2.8.1-2 に示す。南蛮漬けにおいては、漬け汁中に溶出した放射性セシウム量についても測定され、調理前後の収支が算出されている。

表 2.8.1-1 ワカサギの調理条件

調理法	ワカサギ重量 (g)	調味料	加熱温度・時間	備考
から揚げ	100	片栗粉	170℃ 5分	衣として片栗粉を使用
南蛮漬け	100	水 100 g、酢 34 g、 砂糖 9 g、醤油 34 g (塩分濃度:3.1 %)	170℃ 5分	揚げの調理を行ったワカサギを、ひと煮立ちさせた調味料に3時間浸漬（1.5時間後に魚の上下を反転）
素焼き	100		中火 表：4分、裏：2分	フライパンにクッキングシートを敷いて加熱
甘露煮	100	水 300 g、酒 60 g、 砂糖 20 g、醤油 20 g (塩分濃度:0.8 %)	中火 表：4分、裏：2分で 焼いたワカサギを醤油以外の調味料を加えて中火で15分煮た後、醤油を加えてさらに10分煮詰める	素焼きしたワカサギに調味料を加えて煮詰めた

表 2.8.1-2 ワカサギの調理による放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工品	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
わかさぎ から揚げ	6	1.2	0.82	0.94	0.90	0.99	3
わかさぎ 南蛮漬け	28	0.49	1.5	0.72	0.68	0.78	3
わかさぎ 素焼き	-5	1.6	0.64	1.05	0.95	1.13	3
わかさぎ 甘露煮	10	1.2	0.78	0.90	0.85	0.92	3

から揚げにした場合には、放射性セシウムの残存割合は 0.94 と、6 %しか減少していない。揚げる調理の場合、衣をつけて高温で短時間加熱するため、ワカサギからの水分溶出に伴う放射性セシウムの移動が少なかったものと考えられた。また、放射性セシウムは水溶性であることから、油中には移動しにくかったと考えられる。

一方で、南蛮漬けにした場合には、ワカサギ中の放射性セシウム残存割合は 0.72 となり、28 %の放射性セシウムが除去されていた。本検討の南蛮漬けは、から揚げと同じ調理法で揚げたワカサギを漬け汁に 3 時間浸漬したものであることから、漬け汁への 3 時間の浸漬により、放射性セシウムが除去されたものと考えられる。そこで、鍋師らは漬け汁に移行した放射性セシウム量の測定を行い、調理前のワカサギに含まれていた放射性セシウムの約 0.2 が漬け汁中に移行したことを明らかにしている。この結果から、加熱後に調味液へ浸漬する調理法でも放射性セシウムの除去が可能であることが示唆された。食品中の水分移動が外液の浸透圧に影響されることやセシウムが酸性溶液中へ移行しやすいことが知られていることから、漬け汁中への放射性セシウムの溶出には、漬け汁の塩分濃度や酢酸濃度が関与していると考えられるが、本検討ではそこまでの検討は実施されていない。放射性セシウムの除去と塩分濃度や酸濃度との関係が明らかになれば、食品中からより効果的に放射性セシウムを除去することが可能になるため、今後の検討が期待される。

素焼きをした場合には、ワカサギ中の放射性セシウムは減少しないという結果が得られている。焼く調理は、高温でワカサギの表面を焼き固めてしまうため、水分の流出量も少ないと考えられる。また、調理の過程で、ワカサギからいくらかの水分は流出するものの、フライパンでの調理であるため、水分中に含まれて移動した放射性セシウムがあったとしても、ワカサギ表面に再付着してしまい、放射性セシウムの減少が認められなかった可能性もある。

甘露煮では、ワカサギ中の放射性セシウムの残存割合は 0.9 と、水煮などの調理と比べるとその減少率は少ない結果となった。これは、甘露煮が煮汁を煮詰めて食材にからめる調理法であるため、煮汁中に溶出した放射性セシウムがワカサギ表面に再付着したためであると考えられた。

以上のように、ワカサギで用いられる代表的な調理法においては、南蛮漬けでワカサギ中の放射性セシウムを約 30 %除去できるものの、から揚げや素焼き、甘露煮では除去効果はほとんど期待で

きないようである。なお、試行数が少ないため予備的な結果となるが、マガレイを姿のまま水煮した場合、及びつみれにして水煮にした場合には、マガレイ中放射性セシウム残存割合はそれぞれ約 0.65 及び約 0.45 となることが確認されている。これらの結果から、魚の調理においては、煮魚のように煮汁を煮詰めないような調理法で調理し、煮汁を除いて摂取することが、放射性セシウムの除去に効果的な方法であると考えられる。

<引用文献>

- Madigan D. J., Baumann Z., Fisher N. S. (2012). Pacific bluefin tuna transport Fukushima-derived radionuclides from Japan to California. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 109, 9483–9486
- 阿部宗明, 本間昭郎 (1997). 現代おさかな事典 漁場から食卓まで, NTS inc., 東京, pp716-718
- 笠松不二男 (1999). 海産生物と放射能 - 特に海産魚中の ^{137}Cs 濃度に影響を与える要因について - . *Rasioisotopes.* **48**, 266-282
- 原子力環境整備センター (1992). 淡水から生物への放射性物質の移行. 財団法人原子力環境整備センター. 東京, pp31-45
- 原子力環境整備センター (1996). 海洋生物への放射性物質の移行. 財団法人原子力環境整備センター. 東京, pp3-40
- 厚生労働省 (2013). 原子力災害対策特別措置法に基づく食品に関する出荷制限等出荷制限等 (平成 25 年 1 月 11 日 現在) .<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001a3pj-att/2r9852000001a3rg.pdf> (2013 年 1 月 17 日アクセス)
- 水産庁 (2012). 放射性物質影響解明調査事業報告書 平成 24 年 3 月. http://www.jfa.maff.go.jp/j/sign/housyaseibussituyousakekka/pdf/h23report_final_1.pdf(2013 年 1 月 17 日アクセス)
- 平良文亨, 中村心一, 濱野敏一, 山口仁士 (2012). ^{137}Cs が海産生物に蓄積するメカニズム (2008 年度~2010 年度) . *Rasioisotopes.* **61**, 145-152
- 東京電力株式会社. 海洋 (港湾付近) への放射性物質の放出量推定について (平成 24 年 5 月現在における評価) . http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu12_j/images/120524j0102.pdf(2013 年 1 月 17 日アクセス)
- 鍋師裕美, 堤 智昭, 蜂須賀暁子, 松田りえ子 (2013). ワカサギの調理による放射性セシウム量の変化. *食品衛生学雑誌* **54**, in press

2.8.2 かまぼこ

約千年の歴史があるとされている伝統食品のかまぼこはいつのころからか水晒 (さら) しという工程を経て作られるようになった。この水晒しはかまぼこ製造工程の 1 つで、魚から頭・内臓を除去し、さらに取り出した肉 (落とし身) を水で洗い筋原繊維を精製する工程のことを指し、現在では以下 3 つの目的のために行われる。まず、色を白くするため色素成分であるヘモグロビンやミオグロビンを除去すること。次に、生臭みの原因である余分な脂質やアミン類を除去すること。最後に、特有の弾力 (足) を強くするため、弾力形成を阻害する水溶性タンパク質を除去すること。(岡田, 2008)。江戸時代には既にかまぼこ職人が色素を除去するために行っていたといわれている (清水, 1975)。

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震により発生した津波は、福島第一原子力発電所の事故を引き起こし大量の放射性物質を放出した。水産総合研究センター (2012) によるこれまでのモニタリ

ング調査において、放出された放射性物質は沿岸の魚介類を汚染し、イカナゴ（コウナゴ）*Ammodytes personatus* など数種において放射性セシウム（Cs-134、Cs-137）が認められていた。現在は減少していることが報告されているが、かまぼこ製造工程の水晒しにより、魚肉を汚染している放射性物質をさらに除去できるのではないかと考え、本節では汚染された魚類ニベの放射性核種の取り込みを定性的に調べるとともに、筋肉の水晒しによる放射性物質の除去率を測定した（渡部, 2012, 2013）。ニベの筋肉はかまぼこの原料としても知られている。

まず、イメージングプレート（IP）を利用したオートラジオグラフィーの手法を用いて、福島県産のニベ *Nibea albiflora*（体重約 379 g、筋肉放射性セシウム濃度 441 Bq/kg）について組織別放射性核種の分布を調べた（渡部, 2012）。その結果、筋肉の他、各種内臓器官にシグナルが認められた。特に腸管が目立つが（図 2.8.2-1）、この腸管には放射性核種を含む餌あるいは底泥質が取り込まれたものと思われる。骨及び背鰭の基部の高いシグナルについては、部位別に分取する際、筋肉が付着していたためと考えられる。セシウム（Cs）はカリウム（K）を代表とするアルカリ金属に属する元素で、類似した化学的性質を持つ。カリウムはイオン化した状態で筋細胞内に多量に存在することからセシウムもカリウムと似た機構で濃縮したことが考えられる。同様のサンプルにおいて放射性カリウム（K-40）濃度は放射性セシウム濃度の約 4 倍を示したことから、IP 像で見られた筋肉中の放射能は放射性セシウムよりも K-40 の寄与が大きいものと考えられる。

次に、かまぼこの原料として用いられるニベ魚肉について、落し身と水晒し水（0.1 %食塩水）の比率の関係を調べた（表 2.8.2-1）。3 倍量より水の比率の多い場合は放射性セシウム濃度の低下が緩やかとなったため、水の比率は 3 倍量で十分であるものと考えられた。そこで 3 倍量の水晒し水（0.1 %食塩水）で 3 回水晒しを行う過程における残存放射性セシウム濃度を調べた。この試験においては同時に魚肉片のサイズの影響についても検討を行った。水晒しの回数が増えるにつれ放射性セシウムの残存割合は低下し、ホモジナイズを行って 3 回水晒しを行った試料では残存放射性セシウム量は 6 %未満となった。したがって肉片のサイズをできるだけ小さくすることによって除染の効果が高まることがわかった（表 2.8.2-2）。

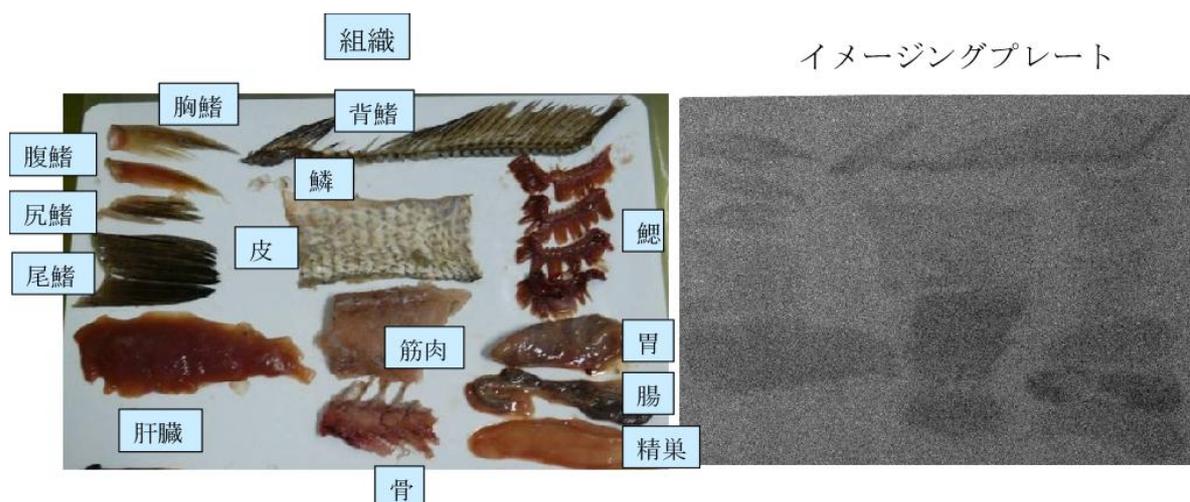


図 2.8.2-1 福島県産ニベ（370g）各種組織のイメージングプレートで調べた放射能分布
筋肉の放射性セシウム濃度は 441 Bq/kg（渡部, 2012）

表 2.8.2-1 ニベ肉を異なる比率で水晒した時の放射性セシウムの除去率 (渡部, 2013)

水比率	除去率 (%)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	放射性セシウム (Bq/kg)	残存割合 F_r
0	0	93.7	127.0	220.7	1.000
3	61.2	38.3	47.2	85.5	0.388
4	67.8	29.8	41.6	71.4	0.322
5	61.5	37.8	46.7	84.5	0.385
9	68.4	25.8	36.0	61.8	0.316

0.1 %食塩水で水晒しを行った。

表 2.8.2-2 3倍量の水晒し水 (0.1 %食塩水) で水晒しを繰り返した時のニベ筋肉の放射性セシウムの除去率 (渡部, 2013)

調理・加工	除去率 (%)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	放射性セシウム (Bq/kg)	残存割合 F_r
落とし身	0	151.0±5.2	183.0±5.9	334.0±11.1	1.000
ホモジナイズなし、水晒し 1回	76.2	32.3±3.0	44.3±3.6	76.6±6.6	0.238
2回	78.3	28.6±2.8	40.8±3.2	69.4±6.0	0.217
3回	79.7	26.1±2.7	38.8±3.2	64.9±5.9	0.203
ホモジナイズあり、水晒し 1回	72.9	38.5±3.1	47.3±3.6	85.8±6.7	0.271
2回	85.6	16.8±2.2*	24.8±2.7	41.6±4.9	0.144
3回	94.1	5.8±1.8*	12.3±2.1	18.1±3.9	0.059

* 検出限界を 3σ とした際の検出限界以下

<引用文献>

清水亘 (1975). 「かまぼこの歴史」, 日本食料新聞社, 東京, pp66-79

独立行政法人水産総合研究センター (2012). 水生生物における放射性物質の挙動について. 調査結果概要

渡部終五 (2012). 魚肉の汚染とその低減対策. 化学と生物 **50**, 752-755

渡部終五 他 (2013). すり身製造における水晒し工程を利用した魚肉放射性セシウムの低減法. *Radioisotopes* **62**, 31-38

<参考文献>

岡田稔 (2008). 「かまぼこの科学」, 成山堂書店, 東京

2.9 肉類

我が国では、おもに牛、豚、鶏肉が摂取されており、次いで羊肉やカモ肉などが摂取されている。また、イノシシ肉などの野生動物の肉も食用とされる。東京電力福島第一原子力発電所の事故後、放射性物質の飛散によって汚染された稲わらを飼料として飼育された牛に由来する食肉の汚染の事案が発生した。この事態を受けて、食品中の放射性物質測定のためのスクリーニング法の開発など検査体制の強化が行われ（厚労省, 2011a; 厚労省, 2011b）、現在、過去に出荷制限指示の対象となった自治体では、農家ごとに3か月に1回程度、生肉の状態で検査が実施されている（厚労省, 2012）。豚や鶏肉に関しては、飼料中の放射性物質の暫定許容値を設定して管理することで、汚染を防御するとともに、基準値を上回る肉が流通しないよう豚肉、鶏肉の検査も実施されている。一方で、イノシシやクマ、シカなどの野生動物の肉は、福島県を中心に一部地域で現在もなお出荷制限がなされている。

肉類は、生食されることはほとんどなく、一般に加熱して摂取される。また、下味付けや保存性の向上、加工の前処理などとして調味液への浸漬が行われている。これらの過程を経ることで、幾分か放射性セシウム量の変動が起ると予想される。そこで、本節では牛肉を一般的な加熱法で調理した際の牛肉中の放射性セシウムの変化（鍋師, 2013a）についてまとめる。さらに、3種類の調味液（食塩水、醤油調味液、味噌調味液）に浸漬した場合の変化（鍋師, 2013b）についても紹介する。

2.9.1 牛肉

牛肉の加熱調理は、部位によってさまざまな加熱法が選択されている。代表的な牛肉料理としてビーフステーキ、しゃぶしゃぶ、ビフカツ、ビーフシチューなどがあり、それぞれ焼く、ゆでる、揚げる、煮るという加熱調理が行われている。鍋師らは、これらの代表的な調理法を用いて牛肉を調理した際の牛肉中の放射性セシウム量の変化及びゆで汁、煮汁中への放射性セシウムの移行について検討している。牛肉の加熱条件を表 2.9.1-1 に示す。放射性セシウムは水溶性核種であることから、牛肉中の放射性セシウム濃度は脂肪含有量の多い部位で少なくなる傾向が認められている（菊地, 2012）。そこで試料として、脂肪含有量の少ないランプ（脂肪含有量：19%）と内モモ（脂肪含有量：12%）の2部位が選択されている。また、焼く、ゆでるの検討において、この2部位間に放射性セシウム量の変化に大きな差が認められなかったことから、揚げる、煮るの検討においては1部位のみの検討となっている。

上記の4種類の加熱法での検討結果を表 2.9.1-2 及び表 2.9.1-3 にまとめた。表 2.9.1-2 には焼く場合と揚げる場合の除去率を示した。まず、ステーキの調理方法のように牛肉を焼いた結果、牛肉重量は調理前の0.85に減少していた。これは、加熱により牛肉中の脂肪と水分が流出したためであると考えられる。加熱後の牛肉中の放射性セシウム濃度は、試料重量が減少したことから内モモ、ランプのいずれの部位でも調理前の1.1となった。1試料あたりの放射性セシウム量で考えると、どちらの部位においても放射性セシウム量はおよそ10%減少した。これは、肉中の水分流出に伴って水溶性核種である放射性セシウムも流出したためであると考えられている。しかし、焼く調理法は、短時間の高温加熱で肉汁の流出を最小限にする方法であることから、その減少率は高くなかったものと考えられる。

牛肉を揚げた際の変化を検討した場合には、衣を含む重量が調理前の約0.8に減少していた。揚げた後の衣を含む牛肉の重量から算出した1試料あたりの放射性セシウム量は調理前の約0.9となつて

おり、焼く場合と同程度の残存割合であった。一般に揚げる調理では衣とともに食品を摂取することから、本検討では衣を含む状態で1試料あたりの放射性セシウム量が算出されている。揚げる場合も焼く場合と同様に短時間の高温加熱であること、衣をつけて肉汁の流出を防ぐことなどから、放射性セシウムの除去率は低かったものと考えられている。

表 2.9.1-3 にはゆでる及び煮る調理の結果を示している。これらの調理では、調理後の肉に加えてゆで汁あるいは煮汁も摂取される可能性があるため、ゆで汁等も調理による生成物と考えて分布割合として示している。しゃぶしゃぶのように薄切り肉をゆでた場合においては、重量は調理前のおよそ0.65に減少するという結果が得られている。ステーキ状の厚い肉を焼くのと比べ、薄切り肉をゆでた場合は、効率よく加熱され、脂肪、水分が熱水中へ流出したものと考えられた。調理後の牛肉中に含まれる1試料あたりの放射性セシウム量は内モモ、ランプでそれぞれ調理前の約0.4、0.35となっており、ゆでることによって効率よく牛肉中の放射性セシウムが除去された。一方で、ゆで汁には調理前の牛肉に含まれていた放射性セシウムの約0.6が検出されており、ゆで汁と調理後の牛肉中の放射性セシウム量の合計（収支）はおよそ1であった。牛肉中の放射性セシウムの摂取をより低減させるためには、ゆで汁の摂取を避け、ゆでた牛肉のみを摂取する調理、例えば冷しゃぶなどのような調理法が有効であることが示唆されている。

シチューなどのような煮込む調理においては、20分間煮込むことにより牛肉の重量は調理前の0.4程度まで減少し、1試料あたりの放射性セシウム量に関しては、調理前の約85%の放射性セシウムが除去され、調理後の牛肉中には調理前の0.15程度しか残存していないという結果が得られている。牛肉から減少した放射性セシウムは煮汁中に含まれており、牛肉と煮汁の合計でほぼ1の収支となっている。煮込む場合、牛肉中の放射性セシウム量を多く低減させることが可能であるものの、多くの場合、煮汁を同時に摂取することになるので、摂取量の低減は困難であると考えられている。効果的に放射性セシウムの摂取量を低減させるには、煮込んだ牛肉を別の鍋に移し、新しいだし汁で調理するなどの工夫が必要となることが示唆されている。

表 2.9.1-1 牛肉の加熱調理条件

調理法	部位	牛肉重量 (g)	牛肉のサイズ (cm)	加熱温度・時間	湯量 (g)	油量 (g)
焼く	ランプ 内モモ	各 100	1×2×2	表：強火 0.5 分 裏：弱火 1.5 分	—	—
ゆでる	ランプ 内モモ	各 100	0.1・0.2×5×10	強火 1.5 分	500	—
揚げる	ランプ	100	1×2×2	180℃ 3 分	—	350
煮る	内モモ	100	1×2×2	弱火 20 分	500	—

以上の4種類の加熱調理法を用いた検討の結果、1試料あたりの放射性セシウム除去率は、焼く、揚げる、ゆでる、煮込むの順に高くなり、表 2.9.1-2 及び表 2.9.1-3 に示すとおり、それぞれおよそ9、12、59・65、84%となった。すなわち、熱水中で調理する方法が、直接高温加熱する調理法より、放射性セシウムの除去率が高い結果となった。また、ゆで汁、煮汁中には除去された分の放射性セシ

ウムが移行していることから、これらを牛肉と一緒に摂取しないようにすることが、放射性セシウムの摂取をより一層低減させるためには重要であると考えられる。

表 2.9.1-2 牛肉の加熱調理（焼く・揚げる）による放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
牛肉（内モモ） 焼く	9	1.1	0.85	0.91	0.85	0.96	3
牛肉（ランプ） 焼く	9	1.1	0.86	0.91	0.79	1.0	3
牛肉（ランプ） 揚げる	12	1.2	0.76	0.88	0.86	0.91	3

表 2.9.1-3 牛肉の加熱調理（ゆでる・煮る）による放射性セシウムの除去率と分布割合

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	分布割合			試料数
				平均	最小	最大	
牛肉（内モモ） ゆでる	59	0.64	0.64	0.41	0.37	0.45	3
牛肉（内モモ） ゆで汁	-	0.12	5.0	0.60	0.59	0.61	3
牛肉（ランプ） ゆでる	65	0.52	0.66	0.35	0.31	0.40	3
牛肉（ランプ） ゆで汁	-	0.14	5.0	0.69	0.62	0.74	3
牛肉（内モモ） 煮る	84	0.38	0.43	0.16	0.11	0.19	3
牛肉（内モモ） 煮汁	-	0.22	3.7	0.82	0.58	1.0	3

牛肉の調味液への浸漬は、下味付けや保存性の向上、加工の前段階などとして行われる。たとえば、コーンビーフは塩漬した牛肉を煮熟した後、調味されて製造される（農水省、2007）。保存性の向上と調味の点から牛肉のみそ漬けも好まれている。さらに、炒めものや揚げ物の下味付けとして醤油調味液への短時間の浸漬なども一般に行われている。このように、牛肉の調味液への浸漬は日本人の食生活に身近な調理法である。そこで、3種類の調味液（食塩水、醤油調味液、味噌調味液）に牛肉を浸漬した際の、牛肉中及び残存した調味液中の放射性セシウム量についての検討結果を紹介する。調味液の組成及び浸漬条件を表 2.9.1-4 に示した。なお、すべての条件において 4 °C の冷蔵庫内で静置して、牛肉を浸漬している。3種類の調味液に浸漬した際の放射性セシウムの除去率を表 2.9.1-5 にまとめた。

表 2.9.1-4 牛肉の調味液浸漬条件

調味液	牛肉重量 (g)	牛肉のサイズ (cm)	調味液組成	調味液量 (g)	浸漬時間 (時間)
A	100	1×2×2	10 %食塩水	50	24、48、120、144、168
B	100	1×2×2	醤油：水=1：1	50	1.5、24
C	90	1.5×3×3	味噌：醤油：みりん：酒：砂糖=10：1：1.2：1：1.2	90	168

表 2.9.1-5 牛肉の調味液浸漬による放射性セシウム除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
牛肉 (内モモ) 調味液 A への浸漬 24 時間	21	0.65	1.2	0.79	0.75	0.82	3
牛肉 (内モモ) 調味液 A への浸漬 48 時間	44	0.42	1.3	0.56	0.53	0.60	3
牛肉 (内モモ) 調味液 A への浸漬 120 時間	58	0.31	1.4	0.42	0.41	0.44	3
牛肉 (内モモ) 調味液 A への浸漬 144 時間	70	0.22	1.4	0.30	0.29	0.32	3
牛肉 (内モモ) 調味液 A への浸漬 168 時間	75	0.18	1.4	0.25	0.22	0.31	3
牛肉 (ランプ) 調味液 B への浸漬 1.5 時間	21	0.68	1.2	0.79	0.77	0.81	3
牛肉 (ランプ) 調味液 B への浸漬 24 時間	19	0.64	1.3	0.81	0.80	0.83	3
牛肉 (ランプ) 調味液 C への浸漬 168 時間	55	0.46	0.98	0.45	0.43	0.48	3

牛肉を 10 %の食塩水に浸漬し、調味液を交換しながら経時的に測定した牛肉及び調味液中の放射

性セシウム濃度を表 2.9.1-5 に示した (条件 A)。10 %食塩水に 24 時間浸漬した場合には牛肉中の放射性セシウムは浸漬前の 0.79 に減少するという結果となっている。その後、調味液を交換しながら、48 時間後、120 時間後、144 時間後と経時的に牛肉中の放射性セシウムを測定すると、それぞれ浸漬前の 0.56、0.42、0.30 と経時的に牛肉中の放射性セシウムが減少していき、168 時間後には浸漬前の 0.25 に減少している (図 2.9.1-1)。一方で、調味液中には、24 時間の浸漬後に浸漬前の牛肉中放射性セシウムの 0.22 が移行していた。また、48 時間後、120 時間後、144 時間後、168 時間後に回収した調味液中には、それぞれ浸漬前の牛肉の 0.19、0.14、0.10、0.08 の放射性セシウムが移行していた。これを調味液交換ごとの移行率 (調味液交換時に回収した調味液中の放射性セシウム量をその調味液に浸漬する前の牛肉中の放射性セシウム量で除した値) で示すと、それぞれ 0.27、0.26、0.23、0.28 となり、条件 A においては調味液を新しくするたびに浸漬した牛肉中の約 0.25 の放射性セシウムを除去したという結果が得られている。また、各浸漬時間での浸漬後の牛肉中放射性セシウム量と浸漬終了時までの調味液の累積放射性セシウム量の合計はいずれの浸漬時間においても約 1 となっていることから、牛肉から除去された放射性セシウムはすべて調味液中に溶出したと考えられる。

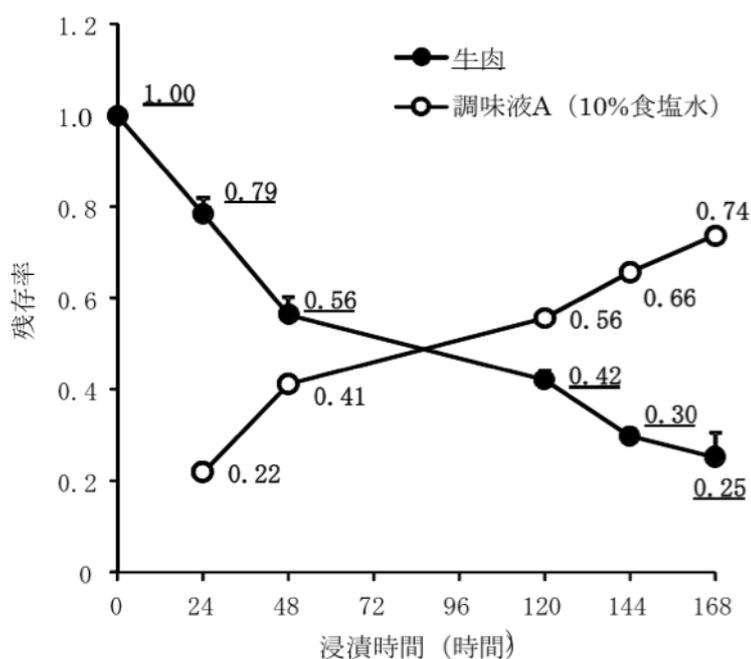


図 2.9.1-1 牛肉の調味液 A (10 %食塩水) への浸漬時の牛肉及び調味液中の放射性セシウム残存割合の経時的変化

牛肉中の放射性セシウム残存割合 (●) は、調理前の牛肉中の放射性セシウム量 (449 Bq/sample) を 1 として算出した。牛肉から調味液中へ溶出した放射性セシウムの累積量は、調理前の牛肉中の放射性セシウム量に対する割合 (○) として表記した。データは平均値 ± 標準偏差で示した (n = 3)。

また、表 2.9.1-5 には、醤油と水を 1 : 1 で混合した調味液中に牛肉を浸漬し、1.5 時間後及び 24 時間後の放射性セシウム量の変化についても示してある (条件 B)。その結果、24 時間浸漬後の牛肉中の放射性セシウム量は浸漬前の 0.81 となり、減少分に相当する 0.18 の放射性セシウムが調味液中に移行していた。これは、条件 A の 24 時間浸漬後の結果とほぼ同等の除去率である。条件 A と B で

は、調味液の塩分濃度に大きな差はなく、どちらも粘度が低いなど類似している調味液であることから、同等の結果が得られたものと考えられている。また、1.5 時間の短時間の浸漬においても牛肉中の放射性セシウムは浸漬前の 0.79 に減少しており、24 時間浸漬後と同等の除去率となっている。この結果は調味液に浸漬後、牛肉中の放射性セシウムの調味液への溶出が速やかに起こることを示しており、長時間の浸漬をせずとも下味付け程度の時間で放射性セシウムを除去し得ることが示唆されている。

条件 C では味噌をベースとした調味液に 168 時間浸漬した際の牛肉中及び調味液中の放射性セシウム量の変化が検討されている。検討の結果、168 時間の浸漬により牛肉中の放射性セシウム量は浸漬前の 0.45 に減少していた。また調味液中には浸漬前の牛肉の 0.42 の放射性セシウムが移行するという結果が得られている。調味液の粘度などが異なるため単純に比較することはできないが、調味液 A の 168 時間浸漬後の放射性セシウム除去率が 0.75 であったことを踏まえると、浸漬の途中で調味液を交換する方が効率的に放射性セシウムを除去できると考えられている。条件 C では浸漬後の牛肉中と調味液中の放射性セシウム量の合計は浸漬前の牛肉中の放射性セシウム量の 0.87 と、条件 A 及び B のそれと比較して低い値となっている。これは、条件 C の調味料が味噌ベースで粘性があり、浸漬した容器から完全に回収できなかったことによるものと考えられている。

以上の 3 種類の調味液を用いて牛肉を浸漬した場合、すべての条件、浸漬時間において、牛肉中の放射性セシウムが減少した。これは、牛肉の細胞と比較して高浸透圧である調味液中に浸漬することにより、肉の細胞が破壊され、肉中の水分と調味液が交換されるのに伴って放射性セシウムが溶出したためであると考えられている。また、同じ浸漬時間であっても調味液を交換した方が牛肉中の放射性セシウムの除去率が高いことから、牛肉細胞の外液を高浸透圧に保ち、牛肉細胞中の水分溶出を促進させることが放射性セシウムの除去に重要であることが示唆されている。調味液への浸漬は、浸漬後の調味液は廃棄し、牛肉のみを摂取することから、放射性セシウムの除去に非常に有効な方法であると考えられる。本検討は牛肉のみを用いた検討であったが、動物性食品、植物性食品ともに構成される細胞の浸透圧以上の調味液に浸漬することで細胞破壊と細胞内の水分溶出が促進されると考えられる。すなわち、調味液への浸漬は、牛肉以外の食品からの放射性セシウムの除去にも有効な方法になると期待される。

<引用文献>

- 菊地博之, 堤 智昭, 蜂須賀暁子, 松田りえ子 (2012). 牛肉部位間の放射性セシウム濃度の差について. 第 103 回日本食品衛生学会学術講演会, 講演要旨集, タワーホール船堀, 平成 24 年 5 月 10 日 ~11 日. pp50
- 厚生労働省 (2011a). 牛肉中の放射性セシウムスクリーニング法の考え方について (平成 23 年 9 月 7 日) <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001p1mi-att/2r9852000001p1r9.pdf> (2013 年 1 月 17 日アクセス)
- 厚生労働省 (2011b). 食品中の放射性セシウムスクリーニング法の一部改正について (平成 23 年 11 月 10 日) <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001uv9r-att/2r9852000001v1wc.pdf> (2013 年 1 月 17 日アクセス)
- 厚生労働省 (2012). 地方自治体の検査計画について (平成 24 年 7 月 12 日) http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/kensakeikaku.pdf (2013 年 1 月 17 日アクセス)

鍋師裕美, 堤 智昭, 蜂須賀暁子, 松田りえ子 (2013). 乾しいたけの水戻し及び牛肉の加熱調理による放射性セシウム量の変化. 食品衛生学雑誌 54, 65-70

鍋師裕美, 堤 智昭, 蜂須賀暁子, 松田りえ子 (2013). 調味液への浸漬による牛肉中放射性セシウム量の変化に関する検討. 食品衛生学雑誌 54, in press.

農林水産省 (2007). 畜産物缶詰及び畜産物瓶詰品質表示基準 (平成 19 年 11 月 6 日)

http://www.maff.go.jp/j/jas/hyoji/pdf/kijun_08.pdf (2013 年 1 月 17 日アクセス)

2.10 飲料

2.10.1 緑茶

茶については、飲む状態で飲料水の基準値、すなわち、放射性セシウム濃度として 10 Bq/L が適用されるが、製茶に含まれる全量が飲用茶（製茶の浸出液）に移行するわけではない。そこで、放射性セシウムの浸出液への移行率について、Tagami ら (2012) と日本放射線安全管理学会 (2012) の報告値からまとめた。日常的には、茶葉を急須等の容器に入れ、湯を注いで浸出させた液を飲用茶としており、「日本食品標準成分表 2010」(以下、日本食品標準成分表という。)に採用されている食品の調理条件でも、同様の方法を想定していることから、製茶を浸出する方法を用いた。結果を表 2.10.1-1 に示す。

表 2.10.1-1 製茶からの飲用茶への放射性セシウムの移行率

材料 調理・加工品	移行率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	廃棄部中の残存割合 F_f			試料数
				平均	最小	最大	
緑茶 浸出液 (60°C 1分)	56	0.013	43	0.44	0.40	0.46	2
緑茶 浸出液 (90°C 1分)	61	0.014	43	0.39	0.30	0.50	2
緑茶 浸出液 (90°C 2分)	62	0.031	20	0.31	-	-	1

茶からの浸出は、温度が低い方が浸出割合は若干減る傾向があるが、製茶に含まれる放射性セシウムのおよそ 60 % が浸出することがわかった。

また、簡単な方法で放射性セシウムを取り除く方法として、洗茶（飲用として煎じる前に、短時間浸漬して洗い流す）についても報告がある (Tagami, 2012; 日本放射線安全管理学会, 2012)。日本放射線安全管理学会のデータは荒茶を用いて求められているが、ここでは傾向をみるためにデータとして取り込んだ。実験条件は、常温の水、または煎じるときと同じ湯温を用いて 5・10 秒間洗浄し、その後 1 分間浸出したものである。結果について、表 2.1.10-2 にまとめた。浸出湯温は 60°C と 90°C のデータがあったが、表 2.10.1-1 の結果より、どちらの条件でも放射性セシウムの浸出は同程度と考えて、ひとまとまりとして処理した。

表 2.10.1-2 洗茶による放射性セシウムの除去効果

浸出条件	移行率 (%)	試料数
洗茶 1 10 g に対し、20 - 25°C の水道水 75 - 200 mL で 5 - 10 秒	11	5
飲用茶浸出 洗茶 1 後、60 - 90°C のお湯 400 - 430 mL で 1 分	49	5
洗茶 2 10 g に対し、60 - 90°C の水道水 75 - 200 mL で 5 - 10 秒	34	5
飲用茶浸出 洗茶 2 後、60 - 90°C のお湯 400 - 430 mL で 1 分	34	5

上記の結果から、常温の水で洗茶するよりも、高温のお湯で洗茶した方が3倍程度効果的に放射性セシウムを除去できている。洗茶と飲用茶浸出の割合を合計するとおよそ60%となり、表2.1.10-1で得られた結果と同じであった。このことは、60・90°Cのお湯で浸出することで、およそ6割が浸出することには変わりはないが、高温のお湯で洗茶することにより、洗茶しない場合よりも、浸出液中の放射性セシウム濃度を20・50%程度減らせることを示している。なお、日本放射線安全管理学会(2012)が洗茶による風味の変化について、タンニン及びグルタミン酸の濃度を計測することにより調査したところ、洗茶によってお茶本来の旨味成分が損なわれていないことを報告している。

なお、緑茶をティーバックに封入し、長時間浸漬することも考慮した実験結果(日本放射線安全管理学会, 2012)では、浸漬開始4分までは放射性セシウムの浸出割合は一定であったものの、その後急激に増加し、10分後に80・90%が浸出してきたことが報告されている。

<引用文献>

Tagami, K., Uchida, S. (2012). Extractability of radiocesium from processed green tea leaves with hot water: the first emergent tea leaves harvested after the TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. J. Radioanal. Nucl. Chem. **292**, 243-247

文部科学省科学技術学術審議会資源調査分科会(2010).「日本食品標準成分表 2010」

日本放射線安全管理学会 (2012). 東京電力福島第一原子力発電所の事故によって汚染された茶葉中放射性セシウムの飲用茶中への溶出特性について. 2012.10.10. 日本放射線安全管理学会 HP <http://www.jrsm.jp/shinsai/index.htm#adhoc>

2.10.2 麦茶

麦茶は焙煎した大麦の浸出液を飲用とする。食品衛生法上の放射性セシウム濃度基準は、原料である(焙煎前の)大麦に対して一般食品の基準値(100 Bq/kg)が適用される。日本食品標準成分表での「麦茶」の「浸出液」の成分値は、水1.5Lと麦茶(焙煎大麦)50gを入れて加熱(強火)し、沸騰後火を止めて5分間放置後ろ過した浸出液の分析値とされている。このように、浸出の際に約30倍の希釈がなされることから、基準値内の大麦を原料とした麦茶浸出液は飲料水や飲用茶の濃度基準(10 Bq/L)を超過することは無いと考えられる。本稿では、テスト用焙煎機により大麦原料から作成した「麦茶」から「浸出液」への放射性セシウムの移行率を検討した結果を紹介する。

大麦原料を 210 °C で 60 分間焙煎すると、放射性セシウム濃度は 119 Bq/kg から 138 Bq/kg に増加し、水分含量は 12.5 % から 0.3 % に減少した。焙煎による加工係数（濃度比 $P_f=1.16$ ）に重量比率（ $P_e=0.877$ ）を乗じて得られる放射性セシウムの残存割合（Fr）は、ほぼ 1 に等しい(1.02)ことから焙煎による放射性セシウムの揮散はないと考えられる。

日本食品標準成分表での煮出し条件に従い、焙煎麦 250 g に 7.5 L の水を加えて沸騰させたのち、火を止めて一定時間麦茶を浸出させた。この時の麦茶浸出液の可溶性固形分値（Brix %）は、表 2.10.2-1 のとおりであった。

表 2.10.2-1 麦茶の浸出時間と浸出液の可溶性固形分値

浸出条件	Brix %
250 g に対し水 7.5 L 沸騰後火を止めて 5 分浸出	0.045
250 g に対し水 7.5 L 沸騰後火を止めて 60 分浸出	0.532
250 g に対し水 7.5 L 沸騰後火を止めて 120 分浸出	0.787

また、この麦茶浸出液への放射性セシウムの浸出割合（移行率）を表 2.10.2-2 に、浸出液の Cs-134 及び Cs-137 濃度を表 2.10.2-3 に示す。また、それぞれ移行率（%）と残存割合をまとめたものを表 2.10.2-4 に示す。

表 2.10.2-2 焙煎麦から麦茶への放射性セシウムの浸出割合

浸出時間 (min)	麦茶浸出液への移行割合*	
	Cs-134	Cs-137
5	0.15 ±0.01 ^a	0.15 ±0.01 ^a
60	0.32 ±0.03 ^b	0.31 ±0.03 ^b
120	0.38 ±0.02 ^b	0.39 ±0.02 ^c

*3 試行測定の平均値 ± 標準偏差

a, b, c: 同核種における異なる記号は、Tukey の多重検定において有意差あり (P<0.01)

表 2.10.2-3 焙煎麦から麦茶への浸出した場合の放射性セシウム濃度

浸出時間 (min)	Cs-134 濃度* (Bq/kg)	Cs-137 濃度* (Bq/kg)	放射性セシウム濃度* (Bq/kg)
5	0.33 ±0.02	0.40 ±0.02	0.73 ±0.03
60	0.70 ±0.03	0.80 ±0.03	1.50 ±0.04
120	0.81 ±0.03	1.01 ±0.04	1.83 ±0.05

*総平均は各測定値(n=3)とその不確かさから加重平均±加重標準偏差を計算。

日本食品標準成分表に記載された麦茶浸出液では、5 分の浸出時間における炭水化物含量が 0.3 % となっている。一方、実験に用いた麦茶浸出液の可溶性固形分(炭水化物含量に等しいと解釈される)は、5 分浸出液では 0.045 % であり、文献中に写真で示された色調も標準的な麦茶に比べて淡いものであった。麦茶の色調は、原料の焙煎状態や麦粒の状態によって影響を受けるため、適正な色調を得

るための浸出時間は原料により変動すると考えられる。この実験では、浸出時間を 60 分に延長した場合の可溶性固形分は 0.53 % であり、食品成分表の 0.3 % に比べても大きいことから、60 分の浸出液では標準的な麦茶に比べて十分な浸出が行われていると判断された。浸出時間を 60 分及び 120 分間とした場合の麦茶浸出液の放射性セシウムの移行率は 31 % 及び 38 % であり(表 2.10.2-4)、放射性セシウムの多くが麦茶粒に残存していることが示された。表 2.1.10.2-3 に示すように、一般食品の基準値をやや上回る大麦を原料とした麦茶からの浸出液の放射性セシウム濃度は 120 分間の浸出でも 1.83 Bq/kg であった。

表 2.10.2-4 焙煎麦から麦茶への放射性セシウムの移行率と麦茶浸出残渣への残存割合

浸出時間 (min)	麦茶浸出液への移行			麦茶浸出残渣への残存		
	移行率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	廃棄部への残存割合 F_f (平均値)	重量比 P_e	試料数
5	15	0.0053	28.9	0.93	1.6	3
60	31	0.0109	28.7	0.72	1.7	3
120	38	0.0133	28.7	0.69	1.8	3

* 「日本食品標準分析表 2010」の麦茶製法に従い、全粒焙煎麦 250g と脱イオン水 7.5L の割合(30 倍量)で強火で加熱し、5 分間沸騰させた後、火を止めて 5 分、60 分及び 120 分静置し麦茶を浸出。

<参考文献>

食品成分データベース：[16055] し好飲料類/麦茶/浸出液,

http://fooddb.jp/details/details.pl?ITEM_NO=16_16055_6 (平成 25 年 2 月 11 日アクセス).

等々力節子, 亀谷宏美, 内藤成弘, 木村啓太郎, 根井大介, 萩原昌司, 柿原芳輝, 美濃部彩子, 篠田有希, 水野亮子, 松倉潮, 川本伸一(2013). 麦原料から麦茶浸出液への放射性セシウムの移行率. 日本食品科学工学会誌 **60**(1), 25-29

文部科学省科学技術学術審議会資源調査分科会(2010).「日本食品標準成分表 2010」 pp430

第3章 食品の調理・加工による放射性核種の除去率等のデータ【外国の事例】

3.1 IAEA テクニカルドキュメント No.1616 「放射線被ばく評価のための地表及び淡水中の放射性核種移動の定量化」

3.1.1 はじめに

食品中の放射性核種は、様々な加工により低減する。よって、加工過程での低減効果を考慮しないと、内部被ばく量を過大評価してしまうことになる。また、原材料である野菜や肉を加工することは、食品中の汚染を低減させる方法としても効果的な対策である。

チェルノブイリ事故後に行われた各種調査研究結果によれば、特別な食品加工・調理でなく家庭でできる調理においても、食品中の放射性核種を低減させることができている。その結果として人々の内部被ばく線量も減少させることができた。その低減効果の度合いは様々で、放射性核種や食料品、調理加工方法の種類によって効果の度合いは大きく異なる。なお、家畜のえさ等への転用がある場合には食品加工過程で発生する食品残渣等への放射性核種の移行を考慮する必要がある。

食品加工による放射性核種の除去に関するデータの多くは、1960年代に実施されたもので、核実験により放出された放射性核種が人間の食物連鎖に入り込んだ時のデータである。その後、チェルノブイリ原子力発電所事故後に新たに多数のデータが加わった。これらの中から、IAEA(2009)を参考として、効果的であった方法に関して主なものを表で示した。

注：食品加工で用いられるパラメータ [残存割合(F_r : food processing retention factor)、重量比(P_e : processing efficiency)、濃度比(P_f : processing factor)等]については、第1章を参照

3.1.2 植物性食品における加工

植物性の食品の加工による低減効果について、表 3.1.2-1～表 3.1.2-4 に示した。加工ごとに低減効果は様々で、最大では 99%も除去できる場合がある(表 3.1.2-1)。一方で、表面洗浄の効果は低く、例として Cs-137 の洗浄による低減効果は、せいぜい 10 - 30%の低減にとどまる。より激しい加工、例えば、煮沸、加塩、浸酸、果汁搾り、ワイン醸造において Cs-137 含量は 30 - 80%減少する。また、玄麦を小麦粉にしたり、てんさいから砂糖を製造したり、ジャガイモからデンプンを取り出す加工により、Cs-137 や Sr-90 の濃度は低くなる(表 3.1.2-1)。

表 3.1.2-1 野菜や果物の残存割合と重量比

(以下のデータは、植物体内、体外ともに汚染があることを前提としたものである)

加工方法	元素	残存割合 F_r	重量比 P_e
野菜、ベリー類、果物の洗浄	Cs	0.6 - 1	1
	Sr	0.4 - 1	1
野菜の皮をむく	Cs	0.5 - 0.9	0.7 - 0.9
	Sr	0.5 - 0.9	0.7 - 0.9
野菜、ベリー類、果物の煮沸	Cs	0.4 - 0.9	0.8 - 1
	Sr	0.6 - 1	0.8 - 1
野菜の缶詰工程、漂白、塩水等への漬け工程	Cs	0.1 - 1	0.5 - 0.9
	Sr	0.3 - 1	0.5 - 0.9
テンサイからの砂糖製造	Cs	0.001 - 0.01	0.12
ジャガイモからのデンプン製造	Cs	0.02 - 0.03	0.18
オリーブ実の圧搾による油抽出	Cs	0.13	0.2
オリーブの油かす		0.43	0.5
アブラナの圧搾による油抽出	Cs	$P_f = 0.004$	
	Sr	$P_f = 0.002$	

P_f : 濃度比 (processing factor)

表 3.1.2-2 野菜や果物の残存割合と重量比

(以下のデータは、植物体外のみに汚染があることを前提としたものである)

加工方法	元素	残存割合 F_r	重量比 P_e
野菜、ベリー類、果物の洗浄	Cs	0.1 - 0.9	1.0
	Sr	0.1 - 0.5	1.0
野菜、ベリー類の煮沸	Cs	0.1 - 0.5	0.8 - 1
	Sr	0.1 - 0.2	0.8 - 1

表 3.1.2-3 穀物の残存割合と重量比

原材料	加工方法	元素	残存割合 F_r	重量比 P_e
コムギ、ライコムギ、 オオムギ、オート麦	製粉（白）	Cs	0.2 - 0.6	0.6 - 0.8
		Sr	0.1 - 0.6	0.6 - 0.8
	製粉（全粒粉）	Cs	0.05 - 0.2	0.05 - 0.1
		Sr	0.1 - 0.2	0.05 - 0.1
	製粉（セモリナ粉— 胚乳部分）	Cs	0.15 - 0.5	0.1 - 0.3
	製粉（殻）	Cs	0.4 - 0.7	0.1 - 0.4
		Sr	0.6 - 0.9	0.1 - 0.4
発芽コムギ料理	Cs	0.8 - 0.9	1.8 - 2.4	
コムギのポン菓子	Cs	0.1 - 0.15	0.9 - 0.95	
玄米	精米	Cs	0.2 - 0.4	-
		Sr	0.1 - 0.4	-
マカロニ、スパゲッ ティ、パスタ	ゆでる	Cs	0.1 - 0.4	-

表 3.1.2-4 飲料の残存割合と重量比

原材料	加工方法	元素	残存割合* F_r	重量比 P_e
茶	2 - 8 分間浸出	Cs	0.4 - 0.6	-
		Cs	0.9 (外部汚染の場合)	-
ハーブティー	浸出	Cs	0.4 - 0.6	-
ベリー類、果物	果汁抽出	Cs	0.2 - 0.9	0.3 - 0.9
ブドウ	ワイン製造	Cs	0.3 - 0.7	0.6 - 0.8
		Sr	0.2 - 0.6	0.6 - 0.8

*飲料に移行した割合を示す

3.1.3 動物性食品の加工

3.1.3.1 乳製品の加工

牛乳は、内部被ばくに最も影響を与える食品の 1 つである。その加工による低減効果を表 3.1.3-1 に示す。

放射性セシウムは乳清に濃縮される一方で、放射性ストロンチウムはカゼインやタンパク質に結合する。どちらの放射性核種も脂質に移行しないので、脂肪率の高い乳製品には濃縮されない。

加工後のクリーム、サワークリーム、バター、ナチュラルチーズ、カゼインには、生乳に含まれている Cs-137 の 1 - 30%しか移行しない。Sr-90 は、クリーム、サワークリーム、バターなどの高脂肪率の乳製品では、生乳から 1 - 30%程度しか移行しないことが報告されている。

表 3.1.3-1 乳製品の残存割合と重量比

乳製品	元素	残存割合 F_r	重量比 P_e
クリーム	Cs	0.03 - 0.16	0.03 - 0.24
	Sr	0.02 - 0.25	0.03 - 0.24
サワークリーム	Cs	0.1 - 0.2	0.1 - 0.2
	Sr	0.1 - 0.13	0.1 - 0.2
脱脂粉乳	Cs	0.85 - 0.99	0.76 - 0.97
	Sr	0.75 - 0.96	0.76 - 0.97
バター	Cs	0.003 - 0.02	0.03 - 0.05
	Sr	0.0025 - 0.012	0.03 - 0.05
バターミルク	Cs	0.02 - 0.13	0.03 - 0.14
	Sr	0.03 - 0.07	0.03 - 0.14
乳脂肪	Sr	0.001 - 0.002	
乾燥粉ミルク	Cs	1.0	0.11 - 1.2
	Sr	1.0	0.11 - 1.2
練乳	Cs	1.0	0.37
	Sr	1.0	0.37
チーズ ¹⁾			
ヤギ乳	Cs	0.07 - 0.15	0.08 - 0.17
	Sr	0.61	0.08 - 0.17
牛乳にレンネット（凝固剤）を添加して製造したもの	Cs	0.05 - 0.23	0.08 - 0.18
	Sr	0.025 - 0.8	0.08 - 0.18
牛乳に酸凝固剤を添加して製造したもの	Cs	0.01 - 0.12	0.08 - 0.12
	Sr	0.04 - 0.08	0.08 - 0.12
レンネット（凝固剤）で製造したコテージチーズ（訳注：脱脂乳から製造されるチーズ）	Cs	0.01 - 0.05	
	Sr	0.07 - 0.17	
酸凝固剤で製造したコテージチーズ	Cs	0.1	0.1 - 0.14
	Sr	0.2 - 0.7	0.1 - 0.14
ホエー（乳清） ¹⁾			
レンネット（凝固剤）使用の場合	Cs	0.73 - 0.96	0.7 - 0.94
	Sr	0.2 - 0.8	0.7 - 0.94
酸凝固剤使用の場合	Cs	0.75 - 0.9	0.82
	Sr	0.7 - 0.9	0.82
カゼイン ¹⁾			
レンネット（凝固剤）使用の場合	Cs	0.01 - 0.08	0.03 - 0.06
	Sr	0.1 - 0.85	0.03 - 0.06
酸凝固剤使用の場合	Cs	0.01 - 0.04	0.01 - 0.06
	Sr	0.05 - 0.08	0.01 - 0.06
カゼインのホエー ¹⁾			
レンネット（凝固剤）使用の場合	Cs	0.77 - 0.83	0.73 - 0.79
	Sr	0.08 - 0.16	0.73 - 0.79
酸凝固剤使用の場合	Cs	0.83 - 0.84	0.75 - 0.79
	Sr	0.67 - 0.86	0.75 - 0.79
牛乳 ²⁾			
イオン交換	Cs	0.04 - 0.06	1
	Sr		1

1)レンネット（凝固剤）及び酸凝固剤の使用を分けて記載；

2)市販牛乳を材料としてイオン交換法で除染

3.1.3.2 精肉加工

精肉の加工は Cs-137 の低減に効果的である(表 3.1.3-2)。煮沸や、塩や酸に浸けるのは、最も効果的である。骨を取り除けば、そこに集積している Sr-90 が除かれる。

表 3.1.3-2 精肉の残存割合と重量比

原材料	加工方法	元素	残存割合 F_r	重量比 P_e
動物組織 (牛、豚、羊、 鹿、ウサギ)	肉を煮沸	Cs	0.2 - 0.7	0.5 - 0.7
		Sr	0.4 - 0.9	0.5 - 0.7
	骨を煮沸	Cs	0.2 - 0.3	1.0
		Sr	0.99	1.0
	揚げた肉、焼いた肉、 グリルした肉	Cs	0.5 - 0.8	0.4 - 0.7
		Sr	0.8	0.4 - 0.7
	電子レンジで肉を焼いた	Cs	0.4 - 0.5	0.4 - 0.7
	塩漬け肉、マリネにした肉	Cs	0.1 - 0.7	0.9 - 1
ソーセージ製造	Cs	0.4 - 1.0		
鳥	ゆでた肉	Sr	0.5	
	焼いた肉	Cs	0.7 - 0.8	
魚	ゆでた肉	Cs	0.2 - 0.9	0.5 - 0.9
		Sr	0.9	0.5 - 0.9
	揚げた肉	Cs	0.8 - 0.9	0.7 - 0.8

3.1.4 きのことベリー類の加工

きのことベリー類で効果的なのは、ゆでる、漬けるといった加工である。これらの加工で、Cs-137 の含量を 1/2～1/10 にすることができる。きのこと類は洗うだけで放射性セシウムが半分になる。Cs-137 濃度は、乾燥キノコや乾燥ベリーを数時間水に浸けたり、塩漬けにしたりすることで大きく減少する。一般的なきのこと類やベリー類の低減効果を表 3.1.4-1 に、個別のキノコの種類に対する加工については表 3.1.4-2 に示す。

きのこと類中の Cs-137 濃度は、食品加工でかなり減少させることができる。例えば、キノコのかさや茎を洗うことで、*Boletus edulis* (ヤマドリタケ) は 10%、*Suillus variegatus* (キノコの種類。和名なし) は 40 - 45 % も Cs-137 濃度が減少した。漬けたり煮沸したりすると、残存割合(F_r)は 0.85 - 0.03 の範囲であり、塩漬けすると F_r 値は 0.003 - 0.005 である。乾燥キノコを煮沸すると、 F_r 値は 0.2 - 0.03 である。

表 3.1.4-1 きのことベリー類の Cs-137 及び Sr-90 の残存割合と重量比

原材料	加工方法	残存割合 F_r	重量比 P_e
ベリー類 (コケモモ、ブラックベリー)	洗浄	0.8 - 1	1
	煮沸	0.5 - 0.6	1
	乾燥	1	0.1
	乾燥ベリーの水もどし	0.8	0.1
きのこ類	洗浄	0.4	1
	キノコの乾燥	1	0.1 - 0.12
		(Sr: 1)	0.1 - 0.12
	乾燥キノコの洗浄	0.5	0.1
	乾燥キノコの水もどし	0.1 - 0.2	0.1
	加塩	0.07 - 0.1	0.6 - 0.9
	煮沸(30 - 60 分)	0.1 - 0.3	0.6 - 0.8
		Sr:0.2 - 0.9	0.6 - 0.8
	乾燥キノコの煮沸	0.1	0.15
キノコの漬け物加工	0.06 - 0.1	0.6	
	(Sr: 0.5)	0.6	

以上のデータは、植物体内、体外ともに汚染があることを前提としたものである。

表 3.1.4-2 可食キノコ種類別の Cs-137 の残存割合と重量比

キノコ種類	料理の種類	残存割合 F_r	重量比 P_e
(イグチ科ヤマドリタケ属) ヤマドリタケ (乾燥重量)	料理の工程順		
	10 分間の流水洗浄	0.9 - 0.95	1.1
	0.85%塩濃度の溶液に 10 時間漬けた後、 流水により洗浄	0.15 - 0.2	1.5 - 1.7
	5 分間煮沸の後に煮汁を廃棄	0.08 - 0.1	0.8 - 0.90.
<i>Suillus variegatus</i> (イグチ科ヌメリイグチ属) 和名なし (生重量)	料理の工程順		
	キノコのかさの付着物除去	0.8 - 0.85	1.0
	10 分間の流水洗浄	0.5 - 0.55	1.3
	20 分間煮沸の後、10 分間の流水洗浄	0.15 - 0.2	0.8
<i>Xerocomus badius</i> (イグチ科イグチ属) ニセイログワリ (生重量)	漬け物へ	0.05 - 0.1	0.5
	5 分間煮沸	0.25 - 0.3	0.9
	10 分間煮沸	0.15 - 0.2	0.8
	20 分間煮沸		0.8
	20 分間漬け置き	0.8 - 0.85	1.3
	40 分間漬け置き	0.6 - 0.7	1.3
<i>Lactarius deliciosus</i> (ベニタケ科チチタケ属) 和名なし, <i>L. necator</i> (ベニタケ科チチタケ属) 和名なし, <i>Russula delica</i> (ベニタケ科ベニタケ属) シロハツ (生重量)	料理の工程順		
	キノコのかさの付着物除去	0.7 - 0.75	1.0
	10 分間の流水洗浄	0.65 - 0.7	1.0
	24 時間漬け置き	0.25 - 0.3	1.2
	48 時間漬け置き	0.1 - 0.12	1.2
	72 時間漬け置き	0.02 - 0.03	1.2
2 - 3 %塩水に 72 時間漬け置き	0.003 - 0.005	1.0	

3.1.5 底生生物

海底にいる生物に関する食品加工における放射性核種低減効果についてはあまりデータがない（表 3.1.5-1）。今後、多くの研究が待たれる。

表 3.1.5-1 底生生物の残存割合と重量比

原材料	加工方法	元素・核種	残存割合 F_r	重量比 P_e
小エビ	水道水で洗浄	Sr-90	0.7	1
	1 - 3% NaCl 溶液で洗浄	Sr-90	0.3 - 0.4	1
カキ	1 - 3% NaCl 溶液で洗浄	Sr-90	0.7 - 0.8	1
二枚貝	水道水で洗浄	Sr-90	0.7	1
	1 - 3% NaCl 溶液で洗浄	Sr-90	0.3 - 0.6	1
藻類	アルギン酸製造	Sr-90	0.6	0.04

<参考文献>

IAEA (2009) TECDOC-1616, Quantification of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments for Radiological Assessments, pp577-580.

3.2 チェルノブイリ事故後の調理・加工に関するヨーロッパの研究

3.2.1 ヨーロッパにおける食品加工での加工係数 (P_f) と調理法による残存割合 (F_r)

1986年4月26日にソビエト連邦（現：ウクライナ）のチェルノブイリ原子力発電所の4号炉が制御不能に陥り、炉心が融解・爆発し、6.7トンの放射性物質がヨーロッパ大陸の20万km²に飛散する(Peplow, 2011)という最悪のレベル7の深刻な事故が発生した。これまでのチェルノブイリ事故による放射性物質の食品の加工・調理過程での動態に関する四半世紀の研究成果の蓄積は、今回の原発事故にとって参考となる貴重なものである。

本節では、事故から10年後 (Green, 1996) 及び20年後に (Fesenko, 2007) 発表された研究レビューから Cs-137 と Sr-90 についての各種原料を用いた食品加工での加工係数 (P_f) と調理法による残存割合 (F_r) を取りまとめ、それぞれ表 3.2.1-1 と表 3.2.1-2 に示す。

Cs-137 と Sr-90 は、水溶性であるために、菜種の加工にみられるように食用油への移行は共にほとんどなく、加工係数は極めて小さくなる。Cs-137 と Sr-90 の挙動が異なる場合もある。チーズでは、Sr-90 の加工係数は8前後と高く濃縮されるが、Cs-137 の加工係数は1未満である。チーズで Sr-90 の加工係数が高いのは、Sr-90 はカルシウムと化学的性状が似ており、牛乳の主要タンパクであるカゼインがカルシウムと塩を作って沈殿する性質があるためである。一方、チーズ加工で生じるホエーは、両各種の加工係数が1近辺（原料乳とほぼ同じ濃度）となり同じ挙動を示す。牛乳のカゼイン加工は、Cs-137は大幅低減が可能であるが、Sr-90は逆に濃縮される。一般に乾燥や濃縮すれば、加工係数は高くなる。ジャガイモのでんぷん加工やビートの砂糖加工により、Cs-137 は大幅に低減可能である。

表 3.2.1-1 各種食品原料の加工係数

原料	加工処理・加工品	加工係数 P_f	
		Cs-137	Sr-90
穀物	製粉	0.3 - 0.9	0.2 - 0.4
	ふすま	3	3
野菜・ベリー・果実	洗浄	0.8 - 0.9	0.8 - 1
	ゆでる・煮る	0.5 - 0.8	0.8
	ジュース	0.4 - 1	0.01 - 0.5
野菜・果実	酢漬け	0.2 - 0.9	—
ビート	砂糖	0.01 - 0.08	—
ジャガイモ	デンプン	0.12 - 0.17	—
キノコ	洗浄	0.4	—
	ゆでる・煮る	0.1 - 0.3	—
	浸漬	0.1	—
	酢漬け	0.1 - 0.2	—
肉	ゆでる・煮る	0.1 - 0.5	—
	浸漬	0.02 - 0.7	—
菜種	食用油	0.004	0.002
牛乳	チーズ (凝乳酵素レンネット使用)	0.5 - 0.6	6 - 8
	カテージチーズ	0.5	—
	カテージチーズのホエー (乳清)	0.9	—
	硬質チーズ (酸凝固)	0.5	7
	硬質チーズのホエー (乳清)	1	0.7
	脱塩ホエー (乳清)	< 0.02	< 0.07
	脱塩ホエー (乳清) 粉末	< 0.4	—
	ホエー (乳清) 粉末	20	—
	バター	0.2 - 0.3	0.1 - 0.5
	クリーム (10~30%脂肪分)	0.7 - 0.9	0.7 - 0.9
	コンデンスミルク	2.7	2.7
	粉乳	8	8 - 9
カゼイン	0.03	4	

加工係数 P_f = 加工品の放射能濃度 / 原料の放射能濃度

表 3.2.1-2 各種食材の放射性核種 Cs-137 及び Sr-90 の調理法による食品への残存割合

魚介類		
調理法	残存割合 F_r	
	Cs-137	Sr-90
煮る	0.2 - 0.9	0.9
焼く	0.8 - 0.9	—
揚げる	0.9 - 1	—
肉類		
調理法	残存割合 F_r	
	Cs-137	Sr-90
煮る	0.2 - 0.7	0.4 - 0.9
焼く	0.8	—
ロースト	0.7 - 0.8	—
シチュー	0.4 - 0.5	—
揚げる	0.6 - 0.8	0.8
電子レンジ	0.4	—
ポットロースト	0.5	—
蒸し煮	0.6	—
葉菜類		
調理法	残存割合 F_r	
	Cs-137	Sr-90
剥皮	0.1 - 1.0	0.1 - 0.9
洗浄	0.1 - 0.9	0.1 - 1.0
洗浄・湯がく	0.1 - 1.0	0.2 - 1.0
ゆでる	0.2 - 0.9	0.4 - 0.8
缶詰	0.1 - 0.7	0.4 - 0.5
冷凍	0.1 - 0.9	0.2 - 0.9
漬け物	0.2 - 1.0	—
根菜類		
調理法	残存割合 F_r	
	Cs-137	Sr-90
剥皮	0.01 - 0.8	0.7 - 0.9
煮る	0.08 - 1	0.2 - 0.8
剥皮せず煮る	0.5 - 0.8	0.9 - 1
缶詰	0.4 - 1	0.5 - 0.8
漬け物	1	—
乾燥	0.6	0.5
揚げる	—	0.6
ポテトチップス	0.4	0.8

<参考文献>

- Fesenko, S. V., Alexakhin, R. M., Balonov, M. I., Bogdevitch, I. M., Howard, B. J., Kashparov, V. A., Sanzharova, N. I., Panov, A. V., Voigt, G., Zhuchenka, Y. M.. (2007). An extended critical review of twenty years of countermeasures used in agriculture after the Chernobyl accident. *Sci Total Environ*, **383**, 1-24
- Green, N., Wilkins, B. T. (1996). Effect of processing on radionuclide content of food – Implications for radiological assessments. *Radiat Prot Dosim*, **67**(4), 281-286
- Peplow, M. (2011). Chernobyl's legacy. *Nature*, **471**, 562-565

3.2.2 フランスの乳製品（チーズ・ホエー）に関する研究

ヨーロッパ諸国では、1960年代の核実験やその後の1986年に発生したチェルノブイ原発事故による半減期の長い人工放射線核種 Cs-137 や Sr-90 の食品への汚染影響が今でも懸念されている。牛乳から加工されるチーズは、西欧では栄養価の高い主要な食品であり、加工過程で生じる副産物のホエー（乳清）は飼料として利用されている。本節では、Cs-137 と Sr-90 について、フランス国内の3地域における牛乳汚染レベル及び特産チーズとホエーのこれら核種の残存割合（*F*）と加工係数（*P*）を調査した最近の文献値（Besson, 2009）をとりまとめた。結果を表 3.2.2-1～表 3.2.2-3 に示す。

3地域は、シャレンテ（Charente）地方、ピ・デ・ドーム（Puy-de-Dôme）地方及びジュラ（Jura）地方であり、それぞれの地方の特産チーズはクロミエ（Coulommiers）チーズ、サン・ネクテール（St-Nectaire）チーズ及びコンテ（Comté）チーズである。クロミエチーズは、生または低温殺菌された牛乳から造られるソフトタイプのチーズで、表皮は白カビに覆われており、柔らかく、ねっとりとしたクリーム状である。サン・ネクテールチーズは、牛の生乳から造られ、湿度の高い地下倉庫の藁の上で熟成されるセミハードタイプのチーズで、よく熟成したものは全体が灰紫色で、赤、白、黄色のカビで覆われている。コンテチーズは、ジュラ山脈の Comté 村で数百年の歴史を誇るハードタイプのチーズで、1つのコンテを造るのに約 530 リットル（牛 30 頭分）もの牛乳が使われ、熟成には約 3 ヶ月かかる。



図 3.2.2-1 シャレンテ地方、ピ・デ・ドーム地方及びジュラ地方の特産チーズ

表 3.2.2-1 に示したように、2 核種の牛乳の汚染レベルは 3 地域で低いことがわかる。牛乳中のカルシウム(Ca)濃度には地域差はなく、ほとんど一定している。一方、加工後のカルシウム濃度は、原料牛乳に比べホエーでは低くなり、チーズではかなり高くなる。チーズのタイプがソフト（シャレンテ

地方)、セミハード(ピ・デ・ドーム地方)、ハード(ジュラ地方)になるに従いカルシウム濃度が高くなる傾向にある。

表 3.2.2-1 フランスの3地方の牛乳、チーズ、ホエー中の Cs-137、Sr-90 及びカルシウム濃度

核種・元素	品目	シャレンテ地方			ピ・デ・ドーム地方			ジュラ地方		
		試料数	最少-最大	平均	試料数	最少-最大	平均	試料数	最少-最大	平均
Cs-137 (Bq/kg)	牛乳	5	0.01 - 0.03	0.02	17	0.02 - 0.72	0.19	20	0.01 - 0.08	0.03
	チーズ	1		0.01	15	0.02 - 0.52	0.15	11	0.01 - 0.05	0.02
Sr-90 (Bq/kg)	牛乳	5	0.01 - 0.05	0.03	17	0.04 - 0.16	0.06	9	0.02 - 0.07	0.04
	チーズ	2	0.18 - 0.24	0.20	17	0.18 - 0.93	0.39	12	0.16 - 0.69	0.34
Ca (g/kg)	牛乳	5	0.87 - 1.02	0.96	16	0.74 - 1.02	0.89	9	0.77 - 0.97	0.89
	ホエー				9	0.20 - 0.34	0.28	3	0.25 - 0.29	0.27
	チーズ	3	2.9 - 4.17	3.73	13	4.92 - 6.59	5.55	12	6.51 - 9.46	7.74

表 3.2.2-2 3タイプのチーズ(クロミエ、サン・ネクテール、コンテ)の Cs-137 及び Sr-90 の残存割合 F_r と加工係数 P_f

核種		クロミエチーズ			サン・ネクテールチーズ			コンテチーズ		
		試料数	最少-最大	平均	試料数	最少-最大	平均	試料数	最少-最大	平均
Cs-137	F_r	2	0.10 - 0.20	0.15	12	0.06 - 0.15	0.10	4	0.02 - 0.15	0.09
	P_f	2	0.39 - 0.69	0.55	15	0.61 - 1.07	0.82	10	0.25 - 1.79	1.07
Sr-90	F_r	2	0.78 - 0.83	0.81	13	0.66 - 0.77	0.73	6	0.66 - 0.73	0.71
	P_f	2	3.95 - 4.54	4.25	17	4.30 - 8.03	6.14	6	6.43 - 12.16	9.32

表 3.2.2-3 サン・ネクテールホエー及びコンテホエーの Cs-137 及び Sr-90 の残存割合 F_r と加工係数 P_f

核種		サン・ネクテールホエー			コンテホエー		
		試料数	最少 - 最大	平均	試料数	最少 - 最大	平均
Cs-137	F_r	6	0.85 - 1.19	1.02	3	0.86 - 1.19	1.02
	P_f	9	0.86 - 1.12	1.02	3	0.95 - 1.30	1.11
Sr-90	F_r	6	0.15 - 0.24	0.20	3	0.19 - 0.19	0.19
	P_f	17	0.16 - 0.27	0.21	3	0.20 - 0.21	0.21

化学的性質が Sr とカルシウムとは類似していることから、Sr-90 のチーズ加工係数は、カルシウム濃度と同様の変動を示す。カルシウム濃度が最も高いハードタイプのコンテチーズが最も高い Sr-90 の加工係数 (P_f の平均値が 9.32、原料乳の濃度に比べて 9 倍以上高くなる) を示す (表 3.2.2-2)。一方、Sr-90 のホエー加工係数は、調査したセミハードタイプのサン・ネクテールチーズとハードタイプのコンテチーズのいずれにおいても平均値は 0.21 であり、ホエーの Sr-90 濃度は原料乳に比べて約 1/5 に低下する (表 3.2.2-3)。

Cs-137 の加工係数に関しては、ソフトタイプのクロミエチーズの平均値が 0.55 であり、Cs-137 濃度は原料牛乳の約 6 割に低下する。他のサン・ネクテールチーズとコンテチーズでは、チーズ及びホエーの加工係数は、共にほぼ 1 であり、原料乳の濃度と変わらないことがわかる。

以上のことから、放射性物質により汚染された原料乳を用いてチーズ加工を行うと、タイプにより程度は異なるが、チーズ中に Sr-90 が移行し、高濃縮されることが明らかである。事故による汚染事故が発生した場合に、製造するチーズのタイプを変更することにより食品への汚染リスクの低減が可能と考えられる。

<参考文献>

Besson, B., Pourcelot, L., Lucot, E., and Badot, P.-M.. (2009). Variations in the transfer of radiocesium (^{137}Cs) and radiostrontium (^{90}Sr) from milk to cheese. *J. Dairy Sci.*, **92**, 5363-5670

第4章 日本食品成分表から算出した食品の調理・加工による無機元素の除去率

放射性核種の代わりに、食品中の無機元素（例えば、Cs-134 や Cs-137 に対する安定セシウム Cs-133）の濃度変化割合や除去率データがあれば、調理・加工による放射性核種に適用することができるが、安定セシウム等は食品中に含まれる濃度が低く、データがないのが実情である。しかし、目的とする放射性核種と同じような挙動をする主要元素があれば、調理・加工による除去率が類似していると考えられることから、目安として代用できる可能性がある。例えばセシウム (Cs) に対してはカリウム (K) が、ストロンチウム (Sr) に対してはカルシウム (Ca) が、化学的に性質が似ている。主要であり、かつ人に必須な無機元素である、ナトリウム (Na)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、リン (P)、鉄 (Fe)、亜鉛 (Zn)、銅 (Cu) 及びマンガン (Mn) については、文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会報告「日本食品標準成分表 2010」（以下、日本食品成分表と記す。）に原材料及び調理・加工後の濃度や調理・加工による重量変化率が記載されている。そこで本章では、日本食品成分表のデータを用いて、残存割合と除去率を算出した。

日本食品成分表には、100 g 当たりの含有量が記載されているが、これを kg あたりの含有量に変換するとともに、重量比は、重量変化率 (%) から 100 で割ることにより、割合に変換して用いた。また、例えば玄米から白米へ精米することによる残存割合については、重量変化率が記載されていないが、平均精米歩合（白米重量／玄米重量）を用いて重量変化率とした。さらに、茶類は、日本食品成分表に記載されている分量による希釈割合を用いて、茶葉から飲用茶中への移行割合を求めている。重量変化率が記載されていない場合で、五訂増補調理のためのベーシックデータ (2011) に重量変化率の記載があるものについては、それを用いることとした。また、生の材料を焼きまたは乾燥により加工している場合は、水分含有率で補正することにより、除去率を求めた。

なお、前回 1994 年の報告書では、調理・加工前後の水分含有率による補正を行っていたが、必ずしも適正でない場合があることから、今回はその手法によるアプローチは行わなかった。また、アルコール類や乳製品など、加工プロセスが多岐に渡るものを評価することについても、各プロセスでの製品への分布割合が不明瞭であるため、これについても除去率等の算出を行わないこととした。結果は次ページ以降の表 4-1 に示す。

表 4-1 中の記載は以下のとおりとしている。

- ・食品番号は、食品成分表に対応している。
- ・調理前後の Tr は濃度が低く定量できなかったことを意味する。
- ・”-”は測定結果が報告されていない。
- ・濃度比は、調理後の濃度を調理前の濃度で割った値である。
- ・重量比は、調理・加工による重量変化率を 100 で割った値である。
- ・卵黄や卵白のように、全卵に対する重量比が分かっている場合には、その重量比を使用した。
- ・わかめの素干しのように、重量変化率の記載がないものについては、水分含量を用いて仮の重量比を求めた。すなわち、材料の水分含量 A% から、調理・加工後の水分含量が B% に変化したとき、材料に対して調理・加工後には $(100-B) / (100-A)$ 倍に濃縮されていることになる。したがって、重量比は、その逆数として扱うことができる。

例：うし もも 皮下脂肪なし 生の水分含量：68.2%、焼きの水分含量：56.9%

したがって、 $(100 - 56.9) / (100 - 68.2) = 1.355$

重量比は逆数なので、約 0.74（食品成分表より、重量比は 0.71）

この例で用いた肉の場合、脂肪を含む（筋間脂肪 8.5 %）。そのため、重量比には脂肪の減少も含まれるため、必ずしも一致しないが、目安程度に用いることができることがわかる。

実際の重量比が用いられていない場合には、備考欄に「水分含量で補正」と記載した。

・残存割合が 1.0 を超えたものは、塩漬け、ぬか漬け、添加物等により調理・加工後の濃度が上昇したり、また、測定値の表示桁数が少ないことが影響をしており、そのため、除去率がマイナスになることがある。そこで、除去率の記載を太字斜体で ***0*** とした。

また、カリウムに着目し、表 4-1 から抜き出してまとめた結果を表 4-2 に示した。野菜類ではゆでた場合、葉菜類の除去率が最も高く、根菜類や塊茎では約 8 割程度が残存した。魚類、貝類及び肉類では、焼くよりもゆで又は水煮のほうが、除去率が高いことがわかる。この傾向は、放射性セシウムを用いた結果と同様である。なお、他の元素についても、カリウムと同様にまとめ、Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu 及び Mn の平均除去率を表 4-3 に記載した。

<参考文献>

女子栄養大学出版部（2011）, 五訂増補 調理のためのベーシックデータ, 女子栄養大学出版部
文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会報告・, 医歯薬出版編（2011）, 最新 日本食品成分表, 医歯薬出版株式会社

表 4-1 日本食品成分表から算出した食品の調理・加工による元素の除去率一覧表

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
1	01015	軟質小麦、 薄力粉 (1等)	玄麦か ら製粉	Na	17	20	20	1.00	0.83	0.83	
				K	74	3900	1200	0.31		0.26	
				Ca	47	360	230	0.64		0.53	
				Mg	91	1100	120	0.11		0.09	
				P	80	2900	700	0.24		0.20	
				Fe	83	29	6	0.21		0.17	
				Zn	85	17	3	0.18		0.15	
				Cu	77	3.2	0.9	0.28		0.23	
				Mn	89	37.9	5	0.13		0.11	
2	01016	軟質小麦、 薄力粉 (2等)	玄麦か ら製粉	Na	17	20	20	1.00	0.83	0.83	
				K	68	3900	1500	0.38		0.32	
				Ca	38	360	270	0.75		0.62	
				Mg	77	1100	300	0.27		0.23	
				P	74	2900	900	0.31		0.26	
				Fe	69	29	11	0.38		0.31	
				Zn	66	17	7	0.41		0.34	
				Cu	53	3.2	1.8	0.56		0.47	
				Mn	83	37.9	7.7	0.20		0.17	
3	01018	国産小麦、 中力粉 (1等)	玄麦か ら製粉	Na	17	20	20	1.00	0.83	0.83	
				K	82	4700	1000	0.21		0.18	
				Ca	36	260	200	0.77		0.64	
				Mg	81	800	180	0.23		0.19	
				P	82	3500	740	0.21		0.18	
				Fe	84	32	6	0.19		0.16	
				Zn	84	26	5	0.19		0.16	
				Cu	74	3.5	1.1	0.31		0.26	
				Mn	89	39	5	0.13		0.11	
4	01019	国産小麦、 中力粉 (2等)	玄麦か ら製粉	Na	17	20	20	1.00	0.83	0.83	
				K	77	4700	1300	0.28		0.23	
				Ca	11	260	280	1.08		0.89	
				Mg	73	800	260	0.33		0.27	
				P	78	3500	930	0.27		0.22	
				Fe	66	32	13	0.41		0.34	
				Zn	81	26	6	0.23		0.19	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	67	3.5	1.4	0.40		0.33	
				Mn	84	39	7.7	0.20		0.16	
5	01020	硬質小麦、 強力粉 (1等)	玄麦か ら製粉	Na	17	20	20	1.00	0.83	0.83	
				K	80	3400	800	0.24		0.20	
				Ca	36	260	200	0.77		0.64	
				Mg	86	1400	230	0.16		0.14	
				P	81	3200	750	0.23		0.19	
				Fe	74	32	10	0.31		0.26	
				Zn	79	31	8	0.26		0.21	
				Cu	71	4.3	1.5	0.35		0.29	
				Mn	92	40.9	3.8	0.09		0.08	
6	01021	硬質小麦、 強力粉 (2等)	玄麦か ら製粉	Na	17	20	20	1.00	0.83	0.83	
				K	76	3400	1000	0.29		0.24	
				Ca	20	260	250	0.96		0.80	
				Mg	79	1400	360	0.26		0.21	
				P	74	3200	1000	0.31		0.26	
				Fe	69	32	12	0.38		0.31	
				Zn	73	31	10	0.32		0.27	
				Cu	63	4.3	1.9	0.44		0.37	
				Mn	88	40.9	5.8	0.14		0.12	
7	01023	硬質小麦、 全粒粉	玄麦か ら製粉	Na	0	20	20	1.00	1.0	1.00	
				K	3	3400	3300	0.97		0.97	
				Ca	0	260	260	1.00		1.00	
				Mg	0	1400	1400	1.00		1.00	
				P	3	3200	3100	0.97		0.97	
				Fe	3	32	31	0.97		0.97	
				Zn	3	31	30	0.97		0.97	
				Cu	2	4.3	4.2	0.98		0.98	
				Mn	2	40.9	40.2	0.98		0.98	
8	01009	大麦めん	乾めん からゆ で	Na	85	11000	640	0.06	2.6	0.15	原材料配 合割合:大 麦粉 50、 小麦粉 50
				K	89	2400	100	0.04		0.11	
				Ca	0	270	120	0.44		1.16	
				Mg	26	630	180	0.29		0.74	
				P	21	2000	610	0.31		0.79	
				Fe	0	21	9	0.43		1.11	
				Zn	0	15	6	0.40		1.04	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	3.3	1.3	0.39		1.02	
				Mn	22	9	2.7	0.30		0.78	
9	01039	うどん	生めん からゆ で	Na	78	10000	1200	0.12	1.8	0.22	きしめん、 ひもかわ を含む
				K	82	900	90	0.10		0.18	
				Ca	40	180	60	0.33		0.60	
				Mg	17	130	60	0.46		0.83	
				P	34	490	180	0.37		0.66	
				Fe	0	3	2	0.67		1.20	
				Zn	40	3	1	0.33		0.60	
				Cu	10	0.8	0.4	0.50		0.90	
				Mn	45	3.9	1.2	0.31		0.55	
10	01042	干しうどん	乾めん からゆ で	Na	70	17000	2100	0.12	2.4	0.30	
				K	74	1300	140	0.11		0.26	
				Ca	1	170	70	0.41		0.99	
				Mg	49	190	40	0.21		0.51	
				P	18	700	240	0.34		0.82	
				Fe	20	6	2	0.33		0.80	
				Zn	40	4	1	0.25		0.60	
				Cu	13	1.1	0.4	0.36		0.87	
				Mn	33	5	1.4	0.28		0.67	
11	01044	そうめん・ ひやむぎ	乾めん からゆ で	Na	85	15000	850	0.06	2.7	0.15	
				K	89	1200	50	0.04		0.11	
				Ca	5	170	60	0.35		0.95	
				Mg	39	220	50	0.23		0.61	
				P	7	700	240	0.34		0.93	
				Fe	10	6	2	0.33		0.90	
				Zn	0	4	2	0.50		1.35	
				Cu	0	1.2	0.5	0.42		1.13	
				Mn	26	4.4	1.2	0.27		0.74	
12	01046	手延そうめ ん・手延ひ やむぎ	乾めん からゆ で	Na	84	23000	1300	0.06	2.9	0.16	
				K	87	1100	50	0.05		0.13	
				Ca	13	200	60	0.30		0.87	
				Mg	50	230	40	0.17		0.50	
				P	5	700	230	0.33		0.95	
				Fe	3	6	2	0.33		0.97	
				Zn	28	4	1	0.25		0.73	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	1.4	0.5	0.36		1.04	
				Mn	19	4.3	1.2	0.28		0.81	
13	01048	中華めん	生めん からゆ で	Na	68	4100	700	0.17	1.9	0.32	
				K	67	3500	600	0.17		0.33	
				Ca	0	210	200	0.95		1.81	
				Mg	0	130	70	0.54		1.02	
				P	2	600	310	0.52		0.98	
				Fe	0	5	3	0.60		1.14	
				Zn	5	4	2	0.50		0.95	
				Cu	0	0.9	0.5	0.56		1.06	
				Mn	2	3.5	1.8	0.51		0.98	
14	01051	干し中華め ん	乾めん からゆ で	Na	63	5000	750	0.15	2.5	0.38	
				K	68	3100	400	0.13		0.32	
				Ca	0	180	100	0.56		1.39	
				Mg	6	240	90	0.38		0.94	
				P	19	1200	390	0.33		0.81	
				Fe	0	7	3	0.43		1.07	
				Zn	17	6	2	0.33		0.83	
				Cu	22	1.6	0.5	0.31		0.78	
				Mn	6	4.5	1.7	0.38		0.94	
15	01053	沖縄そば	生めん からゆ で	Na	64	8100	1700	0.21	1.7	0.36	
				K	60	3400	800	0.24		0.40	
				Ca	0	110	90	0.82		1.39	
				Mg	5	500	280	0.56		0.95	
				P	27	650	280	0.43		0.73	
				Fe	3	7	4	0.57		0.97	
				Zn	7	11	6	0.55		0.93	
				Cu	6	1.8	1	0.56		0.94	
				Mn	9	6.9	3.7	0.54		0.91	
16	01055	干し沖縄そ ば	乾めん からゆ で	Na	73	17000	2000	0.12	2.3	0.27	
				K	82	1300	100	0.08		0.18	
				Ca	0	230	110	0.48		1.10	
				Mg	16	220	80	0.36		0.84	
				P	17	1000	360	0.36		0.83	
				Fe	23	15	5	0.33		0.77	
				Zn	43	4	1	0.25		0.58	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	1.1	0.5	0.45		1.05	
				Mn	3	3.8	1.6	0.42		0.97	
17	01064	マカロニ・ スパゲッテ イ	乾めん からゆ で	Na	0	20	1700	85.0	2.4	204.00	塩ゆで
				K	86	2000	120	0.06		0.14	
				Ca	7	180	70	0.39		0.93	
				Mg	21	550	180	0.33		0.79	
				P	15	1300	460	0.35		0.85	
				Fe	0	14	6	0.43		1.03	
				Zn	4	15	6	0.40		0.96	
				Cu	0	2.8	1.2	0.43		1.03	
				Mn	-	-	-	-		-	
18	01081	水稻玄米、 半つき米	玄米か ら精米	Na	5	10	10	1.00	0.96	0.96	歩留ま り： 95-96%、 精米によ る効果
				K	38	2300	1500	0.65		0.62	
				Ca	26	90	70	0.78		0.74	
				Mg	44	1100	640	0.58		0.56	
				P	31	2900	2100	0.72		0.69	
				Fe	32	21	15	0.71		0.68	
				Zn	15	18	16	0.89		0.85	
				Cu	15	2.7	2.4	0.89		0.85	
				Mn	35	20.5	13.9	0.68	0.65		
19	01082	水稻玄米、 七分つき米	玄米か ら精米	Na	7	10	10	1.00	0.94	0.94	歩留まり 93-94%、 精米によ る効果
				K	51	2300	1200	0.52		0.49	
				Ca	38	90	60	0.67		0.62	
				Mg	62	1100	450	0.41		0.38	
				P	42	2900	1800	0.62		0.58	
				Fe	42	21	13	0.62		0.58	
				Zn	22	18	15	0.83		0.78	
				Cu	20	2.7	2.3	0.85		0.80	
				Mn	53	20.5	10.4	0.51	0.47		
20	01083	水稻玄米、 精白米	玄米か ら精米	Na	9	10	10	1.00	0.91	0.91	歩留ま り： 90-92%、 精米によ る効果
				K	65	2300	880	0.38		0.35	
				Ca	49	90	50	0.56		0.51	
				Mg	81	1100	230	0.21		0.19	
				P	71	2900	940	0.32		0.29	
				Fe	65	21	8	0.38		0.35	
				Zn	29	18	14	0.78		0.71	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	26	2.7	2.2	0.81		0.74	
				Mn	64	20.5	8	0.39		0.36	
21	01084	水稲玄米、 はいが米	玄米か ら精米	Na	8	10	10	1.00	0.92	0.92	歩留まり 91-93%、 精米によ る効果
				K	40	2300	1500	0.65		0.60	
				Ca	28	90	70	0.78		0.72	
				Mg	57	1100	510	0.46		0.43	
				P	52	2900	1500	0.52		0.48	
				Fe	61	21	9	0.43		0.39	
				Zn	18	18	16	0.89		0.82	
				Cu	25	2.7	2.2	0.81		0.75	
				Mn	31	20.5	15.3	0.75		0.69	
22	01103	陸稲玄米 半つき米	玄米か ら精米	Na	5	10	10	1.00	0.96	0.96	歩留ま り： 95-96%、 精米によ る効果
				K	38	2300	1500	0.65		0.62	
				Ca	26	90	70	0.78		0.74	
				Mg	44	1100	640	0.58		0.56	
				P	31	2900	2100	0.72		0.69	
				Fe	32	21	15	0.71		0.68	
				Zn	15	18	16	0.89		0.85	
				Cu	15	2.7	2.4	0.89		0.85	
				Mn	35	15.2	10.3	0.68		0.65	
23	01104	陸稲玄米、 七分つき米	玄米か ら精米	Na	7	10	10	1.00	0.94	0.94	歩留まり 93-94%、 精米によ る効果
				K	51	2300	1200	0.52		0.49	
				Ca	38	90	60	0.67		0.62	
				Mg	62	1100	450	0.41		0.38	
				P	42	2900	1800	0.62		0.58	
				Fe	42	21	13	0.62		0.58	
				Zn	22	18	15	0.83		0.78	
				Cu	20	2.7	2.3	0.85		0.80	
				Mn	53	15.2	7.7	0.51		0.47	
24	01105	陸稲玄米、 精白米	玄米か ら精米	Na	9	10	10	1.00	0.91	0.91	歩留ま り： 90-92%、 精米によ る効果
				K	65	2300	880	0.38		0.35	
				Ca	49	90	50	0.56		0.51	
				Mg	81	1100	230	0.21		0.19	
				P	71	2900	940	0.32		0.29	
				Fe	65	21	8	0.38		0.35	
				Zn	29	18	14	0.78		0.71	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考	
				Cu	26	2.7	2.2	0.81		0.74		
				Mn	65	15.2	5.9	0.39		0.35		
25	01085	こめ、水稲 めし、玄米	水稲穀 粒(玄 米)から 水稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.3	2.3	2.30	玄米 47g 相当量を 含む。洗米 による効 果
				K	5	2300	950	0.41			0.95	
				Ca	0	90	70	0.78			1.79	
				Mg	0	1100	490	0.45			1.02	
				P	0	2900	1300	0.45			1.03	
				Fe	34	21	6	0.29			0.66	
				Zn	0	18	8	0.44			1.02	
				Cu	0	2.7	1.2	0.44			1.02	
				Mn	0	20.5	10.4	0.51			1.17	
26	01086	こめ、水稲 めし、半つ き米	水稲穀 粒(半つ き米)か ら水稲 めし	Na	0	10	10	1.00	2.1	2.1	2.10	半つき米 47g相当 量を含む。 洗米によ る効果
				K	40	1500	430	0.29			0.60	
				Ca	0	70	40	0.57			1.20	
				Mg	28	640	220	0.34			0.72	
				P	47	2100	530	0.25			0.53	
				Fe	72	15	2	0.13			0.28	
				Zn	8	16	7	0.44			0.92	
				Cu	4	2.4	1.1	0.46			0.96	
				Mn	9	13.9	6	0.43			0.91	
27	01087	こめ、水稲 めし、七分 つき米	水稲穀 粒(七分 つき米) から水 稲めし	Na	0	10	10	1.00	2.1	2.1	2.10	七分つき 米 47g相 当量を含 む。洗米に よる効果
				K	39	1200	350	0.29			0.61	
				Ca	0	60	40	0.67			1.40	
				Mg	39	450	130	0.29			0.61	
				P	49	1800	440	0.24			0.51	
				Fe	68	13	2	0.15			0.32	
				Zn	2	15	7	0.47			0.98	
				Cu	0	2.3	1.1	0.48			1.00	
				Mn	7	10.4	4.6	0.44			0.93	
28	01088	こめ、水稲 めし、精白 米	水稲穀 粒(精白 米)から 水稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.2	2.2	2.20	精白米 47g相当 量を含む 洗米によ る効果
				K	28	880	290	0.33			0.73	
				Ca	0	50	30	0.60			1.32	
				Mg	33	230	70	0.30			0.67	
				P	20	940	340	0.36			0.80	
				Fe	73	8	1	0.13			0.28	
				Zn	6	14	6	0.43			0.94	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考	
				Cu	0	2.2	1	0.45		1.00		
				Mn	4	8	3.5	0.44		0.96		
29	01089	こめ、水稲 めし、はい が精米	水稲穀 粒(はい が米)か ら水稲 めし	Na	0	10	10	1.00	2.2	2.2	2.20	はいが精 白米 47g 相当量を 含む。除去 率は、研い だ効果
				K	25	1500	510	0.34			0.75	
				Ca	0	70	50	0.71			1.57	
				Mg	0	510	240	0.47			1.04	
				P	0	1500	680	0.45			1.00	
				Fe	51	9	2	0.22			0.49	
				Zn	4	16	7	0.44			0.96	
				Cu	0	2.2	1	0.45			1.00	
				Mn	2	15.3	6.8	0.44			0.98	
30	01086	こめ、水稲 めし、半つ き米	水稲穀 粒(玄 米)から 水稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.0	2.0	2.01	玄米 49g 相当量を 含む。精米 及び洗米 による効 果
				K	63	2300	430	0.19			0.37	
				Ca	11	90	40	0.44			0.89	
				Mg	60	1100	220	0.20			0.40	
				P	63	2900	530	0.18			0.37	
				Fe	81	21	2	0.10			0.19	
				Zn	22	18	7	0.39			0.78	
				Cu	18	2.7	1.1	0.41			0.82	
				Mn	41	20.5	6	0.29			0.59	
31	01087	こめ、水稲 めし、七分 つき米	水稲穀 粒(玄 米)から 水稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.0	2.0	1.96	玄米 50g 相当量を 含む。精米 及び洗米 による効 果
				K	70	2300	350	0.15			0.30	
				Ca	13	90	40	0.44			0.87	
				Mg	77	1100	130	0.12			0.23	
				P	70	2900	440	0.15			0.30	
				Fe	81	21	2	0.10			0.19	
				Zn	24	18	7	0.39			0.76	
				Cu	20	2.7	1.1	0.41			0.80	
				Mn	56	20.5	4.6	0.22			0.44	
32	01088	こめ、水稲 めし、精白 米	水稲穀 粒(玄 米)から 水稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.0	2.0	2.00	玄米 52g 相当量を 含む。精。米 及び洗米 による効 果
				K	75	2300	290	0.13			0.25	
				Ca	33	90	30	0.33			0.67	
				Mg	87	1100	70	0.06			0.13	
				P	77	2900	340	0.12			0.23	
				Fe	90	21	1	0.05			0.10	
				Zn	33	18	6	0.33			0.67	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考	
				Cu	26	2.7	1	0.37		0.74		
				Mn	66	20.5	3.5	0.17		0.34		
33	01089	こめ、水稲 めし、はい が精米	水稲穀 粒(玄 米)から 水稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.0	2.02	玄米 51g 相当量を 含む。精米 及び洗米 による効 果	
				K	55	2300	510	0.22				0.45
				Ca	0	90	50	0.56				1.12
				Mg	56	1100	240	0.22				0.44
				P	53	2900	680	0.23				0.47
				Fe	81	21	2	0.10				0.19
				Zn	21	18	7	0.39				0.79
				Cu	25	2.7	1	0.37				0.75
				Mn	33	20.5	6.8	0.33				0.67
34	01090	こめ、水稲 全かゆ、玄 米	水稲穀 粒(玄 米)から 水稲全 かゆ	Na	0	10	10	1.00	5	5.00	玄米 20g 相当量を 含む	
				K	11	2300	410	0.18				0.89
				Ca	0	90	30	0.33				1.67
				Mg	5	1100	210	0.19				0.95
				P	5	2900	550	0.19				0.95
				Fe	52	21	2	0.10				0.48
				Zn	17	18	3	0.17				0.83
				Cu	7	2.7	0.5	0.19				0.93
Mn	0	20.5	4.4	0.21	1.07							
35	01091	こめ、水稲 全かゆ、半 つき米	水稲穀 粒(半つ き米)か ら水稲 全かゆ	Na	-	10	Tr	-	5	-	半つき米 20g相当 量を含む	
				K	40	1500	180	0.12				0.60
				Ca	0	70	20	0.29				1.43
				Mg	30	640	90	0.14				0.70
				P	45	2100	230	0.11				0.55
				Fe	67	15	1	0.07				0.33
				Zn	6	16	3	0.19				0.94
				Cu	0	2.4	0.5	0.21				1.04
Mn	6	13.9	2.6	0.19	0.94							
36	01092	こめ、水稲 全かゆ、七 分つき米	水稲穀 粒(七分 つき米) から水 稲全か ゆ	Na	100	10	Tr	-	5	0.00	七分つき 米 20g相 当量を含 む	
				K	38	1200	150	0.13				0.63
				Ca	0	60	20	0.33				1.67
				Mg	33	450	60	0.13				0.67
				P	47	1800	190	0.11				0.53
				Fe	62	13	1	0.08				0.38
				Zn	0	15	3	0.20				1.00

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考		
				Cu	13	2.3	0.4	0.17		0.87			
				Mn	9	10.4	1.9	0.18		0.91			
37	01093	こめ、水稻 全かゆ、精 白米	水稻穀 粒(精白 米)から 水稻全 かゆ	Na	100	10	Tr	-	5	0.00	0.00	精白米 20g相当 量を含む	
				K	32	880	120	0.14					0.68
				Ca	0	50	10	0.20					1.00
				Mg	35	230	30	0.13					0.65
				P	26	940	140	0.15					0.74
				Fe	100	8	Tr	-					0.00
				Zn	0	14	3	0.21					1.07
				Cu	9	2.2	0.4	0.18					0.91
				Mn	6	8	1.5	0.19					0.94
38	01094	こめ、水稻 五分かゆ、 玄米	水稻穀 粒(玄 米)から 水稻五 分かゆ	Na	-	10	Tr	-	10	-	0.87	玄米 10g 相当量を含 む	
				K	13	2300	200	0.09					1.11
				Ca	0	90	10	0.11					0.91
				Mg	9	1100	100	0.09					0.97
				P	3	2900	280	0.10					0.48
				Fe	52	21	1	0.05					1.11
				Zn	0	18	2	0.11					1.11
				Mn	0	20.5	2.2	0.11					1.07
39	01095	こめ、水稻 五分かゆ、 半つき米	水稻穀 粒(半つ き米)か ら水稻 五分か ゆ	Na	-	10	Tr	-	10	-	0.60	半つき米 10g相当 量を含む	
				K	40	1500	90	0.06					1.43
				Ca	0	70	10	0.14					0.78
				Mg	22	640	50	0.08					0.52
				P	48	2100	110	0.05					-
				Fe	-	15	Tr	-					1.25
				Zn	0	16	2	0.13					0.83
				Mn	6	13.9	1.3	0.09					0.94
40	01096	こめ、水稻 五分かゆ、 七分つき米	水稻穀 粒(七分 つき米) から水 稻五分 かゆ	Na	-	10	Tr	-	10	-	0.67	七分つき 米 10g相 当量を含 む	
				K	33	1200	80	0.07					1.67
				Ca	0	60	10	0.17					0.67
				Mg	33	450	30	0.07					0.50
				P	50	1800	90	0.05					-
				Fe	-	13	Tr	-					0.67
				Zn	33	15	1	0.07					

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考	
				Cu	13	2.3	0.2	0.09		0.87		
				Mn	4	10.4	1	0.10		0.96		
41	01097	こめ、水稲 五分かゆ、 精白米	水稲穀 粒(精白 米)から 水稲五 分かゆ	Na	-	10	Tr	-	10	10	-	精白米 10g相当 量を含む
				K	32	880	60	0.07			0.68	
				Ca	0	50	10	0.20			2.00	
				Mg	57	230	10	0.04			0.43	
				P	26	940	70	0.07			0.74	
				Fe	-	8	Tr	-			-	
				Zn	29	14	1	0.07			0.71	
				Cu	9	2.2	0.2	0.09			0.91	
				Mn	0	8	0.8	0.10			1.00	
42	01098	こめ、水稲 おもゆ、玄 米	水稲穀 粒(玄 米)から 水稲お もゆ	Na	-	10	Tr	-	16.7	16.7	-	玄米6g相 当量を含 む
				K	13	2300	120	0.05			0.87	
				Ca	0	90	10	0.11			1.85	
				Mg	9	1100	60	0.05			0.91	
				P	8	2900	160	0.06			0.92	
				Fe	21	21	1	0.05			0.79	
				Zn	7	18	1	0.06			0.93	
				Cu	38	2.7	0.1	0.04			0.62	
Mn	0	20.5	1.3	0.06	1.06							
43	01099	こめ、水稲 おもゆ、半 つき米	水稲穀 粒(半つ き米)か ら水稲 おもゆ	Na	-	10	Tr	-	16.7	16.7	-	半つき米 6g相当量 を含む
				K	44	1500	50	0.03			0.56	
				Ca	0	70	10	0.14			2.38	
				Mg	22	640	30	0.05			0.78	
				P	44	2100	70	0.03			0.56	
				Fe	-	15	Tr	-			-	
				Zn	0	16	1	0.06			1.04	
				Cu	31	2.4	0.1	0.04			0.69	
Mn	4	13.9	0.8	0.06	0.96							
44	01100	こめ、水稲 おもゆ、七 分つき米	水稲穀 粒(七分 つき米) から水 稲おも ゆ	Na	-	10	Tr	-	16.7	16.7	-	七分つき 米6g相当 量を含む
				K	44	1200	40	0.03			0.56	
				Ca	0	60	10	0.17			2.78	
				Mg	26	450	20	0.04			0.74	
				P	54	1800	50	0.03			0.46	
				Fe	-	13	Tr	-			-	
				Zn	0	15	1	0.07			1.11	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	28	2.3	0.1	0.04		0.72	
				Mn	4	10.4	0.6	0.06		0.96	
45	01101	こめ、水稲 おもゆ、精 白米	水稲穀 粒(精白 米)から 水稲お もゆ	Na	-	10	Tr	-	16.7	-	精白米 6g 相当量を 含む
				K	24	880	40	0.05		0.76	
				Ca	-	50	Tr	-		-	
				Mg	28	230	10	0.04		0.72	
				P	29	940	40	0.04		0.71	
				Fe	-	8	Tr	-		-	
				Zn	0	14	1	0.07		1.19	
				Cu	24	2.2	0.1	0.05		0.76	
				Mn	17	8	0.4	0.05		0.83	
46	01106	こめ、陸稲 めし、玄米	水稲穀 粒から 陸稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.3	2.30	玄米 47g 相当量を 含む。洗米 による効 果
				K	5	2300	950	0.41		0.95	
				Ca	0	90	70	0.78		1.79	
				Mg	0	1100	490	0.45		1.02	
				P	0	2900	1300	0.45		1.03	
				Fe	34	21	6	0.29		0.66	
				Zn	0	18	8	0.44		1.02	
				Cu	0	2.7	1.2	0.44		1.02	
				Mn	0	15.2	7.7	0.51		1.17	
47	01107	こめ、陸稲 めし、半つ き米	水稲穀 粒から 陸稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.1	2.10	半つき米 47g相当 量を含む。 洗米によ る効果
				K	40	1500	430	0.29		0.60	
				Ca	0	70	40	0.57		1.20	
				Mg	28	640	220	0.34		0.72	
				P	47	2100	530	0.25		0.53	
				Fe	72	15	2	0.13		0.28	
				Zn	8	16	7	0.44		0.92	
				Cu	4	2.4	1.1	0.46		0.96	
				Mn	8	10.3	4.5	0.44		0.92	
48	01108	こめ、陸稲 めし、七分 つき米	水稲穀 粒から 陸稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.1	2.10	七分つき 米 47g相 当量を含 む。洗米に よる効果
				K	39	1200	350	0.29		0.61	
				Ca	0	60	40	0.67		1.40	
				Mg	39	450	130	0.29		0.61	
				P	49	1800	440	0.24		0.51	
				Fe	68	13	2	0.15		0.32	
				Zn	2	15	7	0.47		0.98	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考	
				Cu	0	2.3	1.1	0.48		1.00		
				Mn	7	7.7	3.4	0.44		0.93		
49	01109	こめ、陸稲 めし、精白 米	水稻穀 粒(精白 米)から 陸稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.2	2.2	2.20	精白米 47g相当 量を含む 洗米によ る効果
				K	28	880	290	0.33			0.73	
				Ca	0	50	30	0.60			1.32	
				Mg	33	230	70	0.30			0.67	
				P	20	940	340	0.36			0.80	
				Fe	73	8	1	0.13			0.28	
				Zn	6	14	6	0.43			0.94	
				Cu	0	2.2	1	0.45			1.00	
				Mn	3	5.9	2.6	0.44			0.97	
50	01107	こめ、陸稲 めし、半つ き米	陸稲穀 粒(玄 米)から 陸稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.0	2.0	2.01	玄米 49g 相当量を 含む。精米 及び洗米 による効 果
				K	63	2300	430	0.19			0.37	
				Ca	11	90	40	0.44			0.89	
				Mg	60	1100	220	0.20			0.40	
				P	63	2900	530	0.18			0.37	
				Fe	81	21	2	0.10			0.19	
				Zn	22	18	7	0.39			0.78	
				Cu	18	2.7	1.1	0.41			0.82	
Mn	41	15.2	4.5	0.30	0.59							
51	01108	こめ、陸稲 めし、七分 つき米	陸稲穀 粒(玄 米)から 陸稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.0	2.0	1.96	玄米 50g 相当量を 含む。精米 及び洗米 による効 果
				K	70	2300	350	0.15			0.30	
				Ca	13	90	40	0.44			0.87	
				Mg	77	1100	130	0.12			0.23	
				P	70	2900	440	0.15			0.30	
				Fe	81	21	2	0.10			0.19	
				Zn	24	18	7	0.39			0.76	
				Cu	20	2.7	1.1	0.41			0.80	
Mn	56	15.2	3.4	0.22	0.44							
52	01109	こめ、陸稲 めし、精白 米	陸稲穀 粒(玄 米)から 陸稲め し	Na	0	10	10	1.00	2.0	2.0	2.00	玄米 52g 相当量を 含む。精。米 及び洗米 による効 果
				K	75	2300	290	0.13			0.25	
				Ca	33	90	30	0.33			0.67	
				Mg	87	1100	70	0.06			0.13	
				P	77	2900	340	0.12			0.23	
				Fe	90	21	1	0.05			0.10	
				Zn	33	18	6	0.33			0.67	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	26	2.7	1	0.37		0.74	
				Mn	66	15.2	2.6	0.17		0.34	
53	01128	そば	生めん からゆ で	Na	0	10	20	2.00	1.9	3.80	原材料配 合割合：小 麦粉 65、 そば粉 35
				K	60	1600	340	0.21		0.40	
				Ca	5	180	90	0.50		0.95	
				Mg	21	650	270	0.42		0.79	
				P	11	1700	800	0.47		0.89	
				Fe	0	14	8	0.57		1.09	
				Zn	24	10	4	0.40		0.76	
				Cu	10	2.1	1	0.48		0.90	
				Mn	16	8.6	3.8	0.44		0.84	
54	01130	干しそば、 ゆで	乾めん からゆ で	Na	85	8500	500	0.06	2.600	0.15	原材料配 合割合：小 麦粉 65、 そば粉 35
				K	87	2600	130	0.05		0.13	
				Ca	0	240	120	0.50		1.30	
				Mg	14	1000	330	0.33		0.86	
				P	19	2300	720	0.31		0.81	
				Fe	10	26	9	0.35		0.90	
				Zn	31	15	4	0.27		0.69	
				Cu	24	3.4	1	0.29		0.76	
				Mn	30	11.1	3	0.27		0.70	
55	01132	とうもろこ し、コーン ミール	玄穀か ら加工	Na	48	30	20	0.67	0.775	0.52	黄色種、歩 留まり： 75-80%
				K	41	2900	2200	0.76		0.59	
				Ca	23	50	50	1.00		0.78	
				Mg	0	750	990	1.32		1.02	
				P	63	2700	1300	0.48		0.37	
				Fe	39	19	15	0.79		0.61	
				Zn	36	17	14	0.82		0.64	
				Cu	31	1.8	1.6	0.89		0.69	
				Mn	-	-	3.8	-		-	
56	01133	とうもろこ し、コーン グリッツ	玄穀か ら加工	Na	83	30	10	0.33	0.500	0.17	黄色種、歩 留まり： 44-55%
				K	72	2900	1600	0.55		0.28	
				Ca	80	50	20	0.40		0.20	
				Mg	86	750	210	0.28		0.14	
				P	91	2700	500	0.19		0.09	
				Fe	92	19	3	0.16		0.08	
				Zn	88	17	4	0.24		0.12	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	81	1.8	0.7	0.39		0.19	
				Mn	-	-	-	-		-	
57	01134	とうもろこ し、コーン フラワー	玄穀か ら加工	Na	97	30	10	0.33	0.08	0.03	黄色種。歩 留まり： 4-12%
				K	94	2900	2000	0.69		0.06	
				Ca	95	50	30	0.60		0.05	
				Mg	97	750	310	0.41		0.03	
				P	97	2700	900	0.33		0.03	
				Fe	97	19	6	0.32		0.03	
				Zn	97	17	6	0.35		0.03	
				Cu	96	1.8	0.8	0.44		0.04	
				Mn	-	-	1.3	-		-	
58	01141	ソルガム (もろこ し)	玄穀か ら精白	Na	25	20	20	1.00	0.75	0.75	こうりゃ ん、ソルガ ム、マイロ 等を含む。 歩留ま り： 70-80%
				K	48	5900	4100	0.69		0.52	
				Ca	34	160	140	0.88		0.66	
				Mg	48	1600	1100	0.69		0.52	
				P	49	4300	2900	0.67		0.51	
				Fe	45	33	24	0.73		0.55	
				Zn	64	27	13	0.48		0.36	
				Cu	64	4.4	2.1	0.48		0.36	
				Mn	48	16.3	11.2	0.69		0.52	
59	01143	ライむぎ、 ライ麦粉	玄麦か ら製粉	Na	30	10	10	1.00	0.70	0.70	歩留ま り： 65-75%
				K	76	4000	1400	0.35		0.25	
				Ca	44	310	250	0.81		0.56	
				Mg	79	1000	300	0.30		0.21	
				P	66	2900	1400	0.48		0.34	
				Fe	70	35	15	0.43		0.30	
				Zn	86	35	7	0.20		0.14	
				Cu	83	4.4	1.1	0.25		0.18	
				Mn	-	21.5	-	-		-	
60	02007	さつまい も、蒸し	塊根を 生から 蒸し	Na	2	40	40	1.00	0.98	0.98	廃棄：表皮 及び両端
				K	0	4700	4900	1.04		1.02	
				Ca	0	400	470	1.18		1.15	
				Mg	26	250	190	0.76		0.74	
				P	11	460	420	0.91		0.89	
				Fe	16	7	6	0.86		0.84	
				Zn	2	2	2	1.00		0.98	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	7	1.8	1.7	0.94		0.93	
				Mn	0	4.4	5	1.14		1.11	
61	02008	さつまい も、焼き	塊根を 生から 焼き	Na	0	40	130	3.25	0.80	2.60	重量比は 調理のた めのベー シックデ ータより
				K	8	4700	5400	1.15		0.92	
				Ca	32	400	340	0.85		0.68	
				Mg	26	250	230	0.92		0.74	
				P	4	460	550	1.20		0.96	
				Fe	20	7	7	1.00		0.80	
				Zn	20	2	2	1.00		0.80	
				Cu	11	1.8	2	1.11		0.89	
				Mn	42	4.4	3.2	0.73		0.58	
62	02011	さといも、 水煮	球茎を 生から 水煮	Na	-	Tr	10	-	0.95	-	廃棄：表皮
				K	17	6400	5600	0.88		0.83	
				Ca	0	100	140	1.40		1.33	
				Mg	15	190	170	0.89		0.85	
				P	19	550	470	0.85		0.81	
				Fe	24	5	4	0.80		0.76	
				Zn	5	3	3	1.00		0.95	
				Cu	18	1.5	1.3	0.87		0.82	
				Mn	15	1.9	1.7	0.89		0.85	
63	02014	みずいも、 水煮	球茎を 生から 水煮	Na	19	60	50	0.83	0.97	0.81	別名：田 芋。廃棄： 表層及び 両端。
				K	10	2900	2700	0.93		0.90	
				Ca	0	460	790	1.72		1.67	
				Mg	3	230	230	1.00		0.97	
				P	3	350	350	1.00		0.97	
				Fe	3	10	10	1.00		0.97	
				Zn	3	2	2	1.00		0.97	
				Cu	3	0.5	0.5	1.00		0.97	
				Mn	19	5.6	4.7	0.84		0.81	
64	02016	やつがし ら、水煮	球茎を 生から 水煮	Na	1	10	10	1.00	0.99	0.99	廃棄：表層
				K	18	6300	5200	0.83		0.82	
				Ca	14	390	340	0.87		0.86	
				Mg	8	420	390	0.93		0.92	
				P	23	720	560	0.78		0.77	
				Fe	15	7	6	0.86		0.85	
				Zn	8	14	13	0.93		0.92	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	10	2.3	2.1	0.91		0.90	
				Mn	0	9.3	13.1	1.41		1.39	
65	02018	じゃがい も、蒸し	塊茎を 生から 蒸し	Na	3	10	10	1.00	0.97	0.97	廃棄：表層
				K	22	4100	3300	0.80		0.78	
				Ca	35	30	20	0.67		0.65	
				Mg	3	200	200	1.00		0.97	
				P	44	400	230	0.58		0.56	
				Fe	27	4	3	0.75		0.73	
				Zn	3	2	2	1.00		0.97	
				Cu	22	1	0.8	0.80		0.78	
				Mn	0	1.1	1.3	1.18		1.15	
66	02019	じゃがい も、水煮	塊茎を 生から 水煮	Na	2	10	10	1.00	0.98	0.98	
				K	19	4100	3400	0.83		0.81	
				Ca	35	30	20	0.67		0.65	
				Mg	12	200	180	0.90		0.88	
				P	39	400	250	0.63	0.98	0.61	
				Fe	2	4	4	1.00		0.98	
				Zn	2	2	2	1.00		0.98	
				Cu	22	1	0.8	0.80		0.78	
				Mn	11	1.1	1	0.91		0.89	
67	02020	フライドポ テト	塊茎を 生から フライ	Na	0	10	20	2.00	0.52	1.04	
				K	16	4100	6600	1.61		0.84	
				Ca	31	30	40	1.33		0.69	
				Mg	9	200	350	1.75		0.91	
				P	38	400	480	1.20		0.62	
				Fe	0	4	8	2.00		1.04	
				Zn	0	2	4	2.00		1.04	
				Cu	22	1	1.5	1.50		0.78	
				Mn	10	1.1	1.9	1.73		0.90	
68	02024	ながいも、 水煮	塊茎を 生から 水煮	Na	19	30	30	1.00	0.81	0.81	廃棄：表 層、ひげ根 及び切り 口
				K	19	4300	4300	1.00		0.81	
				Ca	29	170	150	0.88		0.71	
				Mg	24	170	160	0.94	0.81	0.76	
				P	22	270	260	0.96		0.78	
				Fe	19	4	4	1.00		0.81	
				Zn	19	3	3	1.00		0.81	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	27	1	0.9	0.90		0.73	
				Mn	19	0.3	0.3	1.00		0.81	
69	02037	くずきり、 ゆで	乾から ゆで	Na	0	40	20	0.50	2.5	1.25	
				K	-	30	Tr	-		-	
				Ca	34	190	50	0.26		0.66	
				Mg	38	40	10	0.25		0.63	
				P	31	180	50	0.28		0.69	
				Fe	29	14	4	0.29		0.71	
				Zn	-	1	Tr	-		-	
				Cu	17	0.3	0.1	0.33		0.83	
				Mn	50	0.5	0.1	0.20		0.50	
70	04002	あずき、全 粒、ゆで	乾から ゆで	Na	0	10	10	1.00		2.3	
				K	29	15000	4600	0.31	0.71		
				Ca	8	750	300	0.40	0.92		
				Mg	18	1200	430	0.36	0.82		
				P	34	3500	1000	0.29	0.66		
				Fe	28	54	17	0.31	0.72		
				Zn	10	23	9	0.39	0.90		
				Cu	0	6.7	3	0.45	1.03		
				Mn	-	-	-	-	-		
71	04008	いんげんま め、全粒、 ゆで	乾から ゆで	Na	-	10	Tr	-	2.3	-	
				K	28	15000	4700	0.31		0.72	
				Ca	0	1300	600	0.46		1.06	
				Mg	28	1500	470	0.31		0.72	
				P	14	4000	1500	0.38		0.86	
				Fe	23	60	20	0.33		0.77	
				Zn	0	25	11	0.44		1.01	
				Cu	2	7.5	3.2	0.43		0.98	
				Mn	0	5.4	5.8	1.07		2.47	
72	04013	えんどう、 全粒、ゆで	乾から ゆで	Na	0	10	10	1.00	2.2	2.20	一晩浸水、 弱火 4-5 時間
				K	34	8700	2600	0.30		0.66	
				Ca	5	650	280	0.43		0.95	
				Mg	27	1200	400	0.33		0.73	
				P	60	3600	650	0.18		0.40	
				Fe	3	50	22	0.44		0.97	
				Zn	25	41	14	0.34		0.75	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	6	4.9	2.1	0.43		0.94	
				Mn	-	-	-	-		-	
73	04018	ささげ、全 粒、ゆで	乾から ゆで	Na	-	10	Tr	-	2.3	-	
				K	34	14000	4000	0.29		0.66	
				Ca	2	750	320	0.43		0.98	
				Mg	26	1700	550	0.32		0.74	
				P	14	4000	1500	0.38		0.86	
				Fe	0	56	26	0.46		1.07	
				Zn	30	49	15	0.31		0.70	
				Cu	25	7.1	2.3	0.32		0.75	
				Mn	-	-	-	-		-	
74	04024	だいず（国 産）、全粒、 ゆで	乾から ゆで	Na	0	10	10	1.00	2.3	2.30	一晩浸水、 弱火 3-4 時間
				K	31	19000	5700	0.30		0.69	
				Ca	33	2400	700	0.29		0.67	
				Mg	0	2200	1100	0.50		1.15	
				P	25	5800	1900	0.33		0.75	
				Fe	51	94	20	0.21		0.49	
				Zn	0	32	20	0.63		1.44	
				Cu	44	9.8	2.4	0.24		0.56	
				Mn	-	19	-	-		-	
75	04066	ひよこま め、全粒、 ゆで	乾から ゆで	Na	35	170	50	0.29	2.2	0.65	
				K	36	12000	3500	0.29		0.64	
				Ca	1	1000	450	0.45		0.99	
				Mg	20	1400	510	0.36		0.80	
				P	2	2700	1200	0.44		0.98	
				Fe	0	26	12	0.46		1.02	
				Zn	0	32	18	0.56		1.24	
				Cu	24	8.4	2.9	0.35		0.76	
				Mn	-	-	11	-		-	
76	04069	べにばない んげん、全 粒、ゆで	乾から ゆで	Na	0	10	10	1.00	2.6	2.60	
				K	33	17000	4400	0.26		0.67	
				Ca	7	780	280	0.36		0.93	
				Mg	32	1900	500	0.26	2.6	0.68	
				P	15	4300	1400	0.33		0.85	
				Fe	23	54	16	0.30		0.77	
				Zn	39	34	8	0.24		0.61	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	40	7.4	1.7	0.23		0.60	
				Mn	0	15	5.8	0.39		1.01	
77	04072	りよくと う、全粒、 ゆで	乾から ゆで	Na	-	0	10	-	2.4	-	
				K	41	13000	3200	0.25		0.59	
				Ca	23	1000	320	0.32		0.77	
				Mg	38	1500	390	0.26		0.62	
				P	44	3200	750	0.23		0.56	
				Fe	11	59	22	0.37		0.89	
				Zn	52	40	8	0.20		0.48	
				Cu	45	9.1	2.1	0.23		0.55	
				Mn	-	-	3.1	-		-	
78	05009	ぎんなん、 ゆで	生から ゆで	Na	100	10	0	0.00	1.2	0.00	廃棄：殻及 び薄皮
				K	1	7000	5800	0.83		0.99	
				Ca	0	50	80	1.60		1.92	
				Mg	5	530	420	0.79		0.95	
				P	17	1200	830	0.69		0.83	
				Fe	0	10	11	1.10		1.32	
				Zn	10	4	3	0.75		0.90	
				Cu	2	2.7	2.2	0.81		0.98	
				Mn	0	2.9	2.5	0.86		1.03	
79	05011	日本ぐり、 ゆで	生から ゆで	Na	3	10	10	1.00	0.97	0.97	廃棄：殻 (鬼皮) 及 び渋皮
				K	0	4200	4600	1.10		1.06	
				Ca	3	230	230	1.00		0.97	
				Mg	0	400	450	1.13		1.09	
				P	0	700	720	1.03		1.00	
				Fe	15	8	7	0.88		0.85	
				Zn	0	5	6	1.20		1.16	
				Cu	0	3.2	3.7	1.16		1.12	
				Mn	68	32.7	10.7	0.33		0.32	
80	06002	アーティチ ョーク、ゆ で	花らい を生か らゆで	Na	37	210	120	0.57	1.1	0.63	
				K	3	4300	3800	0.88		0.97	
				Ca	1	520	470	0.90		0.99	
				Mg	0	500	460	0.92		1.01	
				P	1	610	550	0.90		0.99	
				Fe	4	8	7	0.88		0.96	
				Zn	0	2	2	1.00		1.10	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	0.5	0.5	1.00		1.10	
				Mn	13	1.9	1.5	0.79		0.87	
81	06004	あさつき、 ゆで	葉を生 からゆ で	Na	4	40	40	1.00	0.96	0.96	
				K	4	3300	3300	1.00		0.96	
				Ca	0	200	210	1.05		1.01	
				Mg	0	160	170	1.06		1.02	
				P	5	860	850	0.99		0.95	
				Fe	4	7	7	1.00		0.96	
				Zn	4	8	8	1.00		0.96	
				Cu	4	0.9	0.9	1.00		0.96	
				Mn	0	4	4.3	1.08		1.03	
82	06006	あしたば、 ゆで	茎葉を 生から ゆで	Na	28	600	430	0.72	1.0	0.72	
				K	28	5400	3900	0.72		0.72	
				Ca	11	650	580	0.89		0.89	
				Mg	23	260	200	0.77		0.77	
				P	22	650	510	0.78		0.78	
				Fe	50	10	5	0.50		0.50	
				Zn	50	6	3	0.50		0.50	
				Cu	19	1.6	1.3	0.81		0.81	
				Mn	12	10.5	9.2	0.88		0.88	
83	06008	アスパラガ ス、ゆで	若茎を 生から ゆで	Na	4	20	20	1.00	0.96	0.96	
				K	8	2700	2600	0.96		0.92	
				Ca	4	190	190	1.00		0.96	
				Mg	0	90	120	1.33		1.28	
				P	2	600	610	1.02		0.98	
				Fe	18	7	6	0.86		0.82	
				Zn	0	5	6	1.20		1.15	
				Cu	0	1	1.3	1.30		1.25	
				Mn	0	1.9	2.3	1.21		1.16	
84	06011	さやいんげ ん、若ざや、 ゆで	生から ゆで	Na	6	10	10	1.00	0.94	0.94	廃棄:すじ 及び両端
				K	2	2600	2700	1.04		0.98	
				Ca	0	480	570	1.19		1.12	
				Mg	10	230	220	0.96	0.94	0.90	
				P	1	410	430	1.05		0.99	
				Fe	6	7	7	1.00		0.94	
				Zn	6	3	3	1.00		0.94	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	6	0.6	0.6	1.00		0.94	
				Mn	3	3.3	3.4	1.03		0.97	
85	06013	うどん、茎、 水さらし	生から 水さら し	Na	-	Tr	Tr	-	1.0	-	
				K	9	2200	2000	0.91		0.91	
				Ca	14	70	60	0.86		0.86	
				Mg	11	90	80	0.89		0.89	
				P	8	250	230	0.92		0.92	
				Fe	50	2	1	0.50		0.50	
				Zn	0	1	1	1.00		1.00	
				Cu	20	0.5	0.4	0.80		0.80	
				Mn	25	0.4	0.3	0.75		0.75	
86	06016	えだまめ、 ゆで	生から ゆで	Na	0	10	20	2.00	0.96	1.92	中火 5-15 分、塩ゆで
				K	20	5900	4900	0.83		0.80	
				Ca	0	580	760	1.31		1.26	
				Mg	0	620	720	1.16		1.11	
				P	4	1700	1700	1.00		0.96	
				Fe	11	27	25	0.93		0.89	
				Zn	11	14	13	0.93		0.89	
				Cu	16	4.1	3.6	0.88		0.84	
				Mn	0	7.1	7.4	1.04		1.00	
87	06021	さやえんど う、若ざや、 ゆで	生から ゆで	Na	2	10	10	1.00	0.98	0.98	
				K	22	2000	1600	0.80		0.78	
				Ca	0	350	360	1.03		1.01	
				Mg	6	240	230	0.96		0.94	
				P	5	630	610	0.97		0.95	
				Fe	13	9	8	0.89		0.87	
				Zn	2	6	6	1.00		0.98	
				Cu	12	1	0.9	0.90		0.88	
				Mn	4	4	3.9	0.98		0.96	
88	06024	グリーンピー ス、ゆで	生から ゆで	Na	0	10	30	3.00	0.88	2.64	さやを除 いたもの、 塩ゆで
				K	12	3400	3400	1.00		0.88	
				Ca	0	230	320	1.39		1.22	
				Mg	7	370	390	1.05		0.93	
				P	41	1200	800	0.67		0.59	
				Fe	0	17	22	1.29		1.14	
				Zn	12	12	12	1.00		0.88	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	12	1.9	1.9	1.00		0.88	
				Mn	0	4.8	6.8	1.42		1.25	
89	06028	おおさかし ろな、ゆで	葉を生 からゆ で	Na	26	220	200	0.91	0.81	0.74	
				K	51	4000	2400	0.60		0.49	
				Ca	24	1500	1400	0.93		0.76	
				Mg	42	210	150	0.71		0.58	
				P	28	520	460	0.88		0.72	
				Fe	33	12	10	0.83		0.68	
				Zn	19	5	5	1.00		0.81	
				Cu	33	0.6	0.5	0.83		0.68	
				Mn	19	2.9	2.9	1.00		0.81	
90	06029	おおさかし ろな、塩漬 け	生から 塩漬	Na	0	220	6200	28.2		0.59	16.63
				K	44	4000	3800	0.95	0.56		
				Ca	49	1500	1300	0.87	0.51		
				Mg	41	210	210	1.00	0.59		
				P	41	520	520	1.00	0.59		
				Fe	66	12	7	0.58	0.34		
				Zn	29	5	6	1.20	0.71		
				Cu	41	0.6	0.6	1.00	0.59		
				Mn	47	2.9	2.6	0.90	0.53		
91	06031	おかひじ き、ゆで	茎葉を 生から ゆで	Na	0	560	660	1.18	0.93	1.10	
				K	30	6800	5100	0.75		0.70	
				Ca	7	1500	1500	1.00		0.93	
				Mg	12	510	480	0.94		0.88	
				P	21	400	340	0.85		0.79	
				Fe	36	13	9	0.69		0.64	
				Zn	7	6	6	1.00		0.93	
				Cu	7	1	1	1.00		0.93	
				Mn	17	6.6	5.9	0.89		0.83	
92	06033	オクラ、ゆ で	果実を 生から ゆで	Na	3	40	40	1.00	0.97	0.97	
				K	0	2600	2800	1.08		1.04	
				Ca	5	920	900	0.98		0.95	
				Mg	3	510	510	1.00		0.97	
				P	6	580	560	0.97		0.94	
				Fe	3	5	5	1.00		0.97	
				Zn	19	6	5	0.83		0.81	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	18	1.3	1.1	0.85		0.82	
				Mn	3	4.8	4.8	1.00		0.97	
93	06035	かぶ、葉、 ゆで	生から ゆで	Na	0	150	430	2.87	0.93	2.67	塩ゆで
				K	49	3300	1800	0.55		0.51	
				Ca	29	2500	1900	0.76		0.71	
				Mg	48	250	140	0.56		0.52	
				P	0	420	470	1.12		1.04	
				Fe	34	21	15	0.71		0.66	
				Zn	38	3	2	0.67		0.62	
				Cu	26	1	0.8	0.80		0.74	
				Mn	40	6.4	4.1	0.64		0.60	
94	06037	かぶ、根、 皮つき、ゆ で	生から ゆで	Na	0	50	60	1.20	0.87	1.04	
				K	4	2800	3100	1.11		0.96	
				Ca	0	240	280	1.17		1.02	
				Mg	0	80	100	1.25		1.09	
				P	1	280	320	1.14		0.99	
				Fe	13	3	3	1.00		0.87	
				Zn	13	1	1	1.00		0.87	
				Cu	13	0.3	0.3	1.00		0.87	
				Mn	0	0.6	0.7	1.17		1.02	
95	06039	かぶ、根、 皮むき、ゆ で	生から ゆで	Na	29	50	40	0.80	0.89	0.71	
				K	11	2500	2500	1.00		0.89	
				Ca	0	240	280	1.17		1.04	
				Mg	0	80	90	1.13		1.00	
				P	7	250	260	1.04		0.93	
				Fe	11	2	2	1.00		0.89	
				Zn	11	1	1	1.00		0.89	
				Cu	41	0.3	0.2	0.67		0.59	
				Mn	-	0.5	-	-		-	
96	06040	かぶ、葉、 塩漬	生から 塩漬	Na	0	150	9100	60.7	0.82	49.75	
				K	28	3300	2900	0.88		0.72	
				Ca	21	2500	2400	0.96		0.79	
				Mg	0	250	320	1.28		1.05	
				P	10	420	460	1.10		0.90	
				Fe	0	21	26	1.24		1.02	
				Zn	18	3	3	1.00		0.82	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	51	1	0.6	0.60		0.49	
				Mn	58	6.4	3.3	0.52		0.42	
97	06041	かぶ、根、 皮つき、塩 漬	生から 塩漬	Na	0	50	11000	220	0.80	176.00	
				K	11	2800	3100	1.11		0.89	
				Ca	0	240	480	2.00		1.60	
				Mg	0	80	110	1.38		1.10	
				P	0	280	360	1.29		1.03	
				Fe	20	3	3	1.00		0.80	
				Zn	20	1	1	1.00		0.80	
				Cu	20	0.3	0.3	1.00		0.80	
				Mn	33	0.6	0.5	0.83		0.67	
98	06042	かぶ、根、 皮むき、塩 漬	生から 塩漬	Na	0	50	17000	340	0.70	238.00	
				K	0	2500	4000	1.60		1.12	
				Ca	4	240	330	1.38		0.96	
				Mg	0	80	140	1.75		1.23	
				P	0	250	380	1.52		1.06	
				Fe	0	2	3	1.50		1.05	
				Zn	0	1	2	2.00		1.40	
				Cu	7	0.3	0.4	1.33		0.93	
				Mn	30	0.5	0.5	1.00		0.70	
99	06043	かぶ、葉、 ぬかみそ漬	生から ぬかみ そ漬	Na	0	150	15000	100	0.74	74.00	Na, K, Mg, P が ぬかから 移行
				K	0	3300	5400	1.64		1.21	
				Ca	17	2500	2800	1.12		0.83	
				Mg	0	250	650	2.60		1.92	
				P	0	420	810	1.93		1.43	
				Fe	22	21	22	1.05		0.78	
				Zn	1	3	4	1.33		0.99	
				Cu	33	1	0.9	0.90		0.67	
				Mn	54	6.4	4	0.63		0.46	
100	06044	かぶ、根、 皮つき、ぬ かみそ漬	生から ぬかみ そ漬	Na	0	50	8600	172	0.77	132.44	Na, K, Mg, P が ぬかから 移行
				K	0	2800	5000	1.79		1.38	
				Ca	0	240	570	2.38		1.83	
				Mg	0	80	290	3.63		2.79	
				P	0	280	440	1.57		1.21	
				Fe	23	3	3	1.00		0.77	
				Zn	0	1	2	2.00		1.54	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	0.3	0.4	1.33		1.03	
				Mn	0	0.6	0.9	1.50		1.16	
101	06045	かぶ、根、 皮むき、ぬ かみそ漬	生から ぬかみ そ漬	Na	0	50	27000	540	0.71	383.40	Na, K, Mg, Pが ぬかから 移行
				K	0	2500	7400	2.96		2.10	
				Ca	23	240	260	1.08		0.77	
				Mg	0	80	680	8.50		6.04	
				P	0	250	760	3.04		2.16	
				Fe	0	2	3	1.50		1.07	
				Zn	0	1	2	2.00		1.42	
				Cu	5	0.3	0.4	1.33		0.95	
				Mn	-	0.5	-	-		-	
102	06047	日本かぼち や、ゆで	果実を 生から ゆで	Na	6	10	10	1.00	0.94	0.94	
				K	0	4000	4800	1.20		1.13	
				Ca	0	200	240	1.20		1.13	
				Mg	6	150	150	1.00		0.94	
				P	0	420	500	1.19	0.94	1.12	
				Fe	0	5	6	1.20		1.13	
				Zn	37	3	2	0.67		0.63	
				Cu	18	0.8	0.7	0.88		0.82	
				Mn	15	1	0.9	0.90		0.85	
103	06049	西洋かぼち や、ゆで	果実を 生から ゆで	Na	2	10	10	1.00	0.98	0.98	
				K	6	4500	4300	0.96		0.94	
				Ca	9	150	140	0.93		0.91	
				Mg	6	250	240	0.96		0.94	
				P	2	430	430	1.00	0.98	0.98	
				Fe	2	5	5	1.00		0.98	
				Zn	2	3	3	1.00		0.98	
				Cu	2	0.7	0.7	1.00		0.98	
				Mn	0	1.3	1.5	1.15		1.13	
104	06053	からしな、 塩漬	生から 塩漬	Na	0	600	9700	16.2	0.76	12.29	
				K	35	6200	5300	0.85		0.65	
				Ca	19	1400	1500	1.07		0.81	
				Mg	17	210	230	1.10		0.83	
				P	25	720	710	0.99		0.75	
				Fe	38	22	18	0.82		0.62	
				Zn	7	9	11	1.22		0.93	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	5	0.8	1	1.25		0.95	
				Mn	43	10.2	7.6	0.75		0.57	
105	06055	カリフラワ ー、ゆで	花序を 生から ゆで	Na	1	80	80	1.00	0.99	0.99	
				K	47	4100	2200	0.54		0.53	
				Ca	5	240	230	0.96		0.95	
				Mg	29	180	130	0.72		0.72	
				P	46	680	370	0.54		0.54	
				Fe	0	6	7	1.17		1.16	
				Zn	34	6	4	0.67		0.66	
				Cu	41	0.5	0.3	0.60		0.59	
				Mn	24	2.2	1.7	0.77		0.77	
106	06057	かんぴょう (干)、ゆ で	乾から ゆで	Na	0	30	10	0.33	5.3	1.77	
				K	71	18000	1000	0.06		0.29	
				Ca	28	2500	340	0.14		0.72	
				Mg	52	1100	100	0.09		0.48	
				P	39	1400	160	0.11		0.61	
				Fe	45	29	3	0.10		0.55	
				Zn	41	18	2	0.11		0.59	
				Cu	32	6.2	0.8	0.13		0.68	
				Mn	54	16	1.4	0.09		0.46	
107	06059	きく、花び ら、ゆで	生から ゆで	Na	52	20	10	0.50	0.96	0.48	お湯に酢 を加えて さっと火 を通し、水 にとる。
				K	52	2800	1400	0.50		0.48	
				Ca	30	220	160	0.73		0.70	
				Mg	28	120	90	0.75		0.72	
				P	31	280	200	0.71		0.69	
				Fe	31	7	5	0.71		0.69	
				Zn	36	3	2	0.67		0.64	
				Cu	4	0.4	0.4	1.00		0.96	
				Mn	36	3.6	2.4	0.67		0.64	
108	06062	キャベツ、 ゆで	生から ゆで	Na	47	50	30	0.60	0.89	0.53	
				K	59	2000	920	0.46		0.41	
				Ca	17	430	400	0.93		0.83	
				Mg	43	140	90	0.64		0.57	
				P	34	270	200	0.74		0.66	
				Fe	41	3	2	0.67		0.59	
				Zn	56	2	1	0.50		0.45	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	11	0.2	0.2	1.00		0.89	
				Mn	0	1.5	3.4	2.27		2.02	
109	06066	きゅうり、 塩漬	生から 塩漬	Na	0	10	10000	1000	0.85	850.00	
				K	7	2000	2200	1.10		0.94	
				Ca	15	260	260	1.00		0.85	
				Mg	15	150	150	1.00		0.85	
				P	10	360	380	1.06		0.90	
				Fe	43	3	2	0.67		0.57	
				Zn	15	2	2	1.00		0.85	
				Cu	46	1.1	0.7	0.64		0.54	
				Mn	15	0.7	0.7	1.00		0.85	
110	06068	きゅうり、 ぬかみそ漬	生から ぬかみ そ漬	Na	0	10	21000	2100	0.83	1743.0	Na, K, Mg, Pが ぬかから 移行
				K	0	2000	6100	3.05		2.53	
				Ca	30	260	220	0.85		0.70	
				Mg	0	150	480	3.20		2.66	
				P	0	360	880	2.44		2.03	
				Fe	17	3	3	1.00		0.83	
				Zn	17	2	2	1.00		0.83	
				Cu	17	1.1	1.1	1.00		0.83	
				Mn	0	0.7	1.4	2.00		1.66	
111	06073	きょうな、 ゆで	葉を生 からゆ で	Na	35	360	280	0.78	0.83	0.65	
				K	36	4800	3700	0.77		0.64	
				Ca	21	2100	2000	0.95		0.79	
				Mg	33	310	250	0.81		0.67	
				P	17	640	640	1.00		0.83	
				Fe	21	21	20	0.95		0.79	
				Zn	67	5	2	0.40		0.33	
				Cu	41	0.7	0.5	0.71		0.59	
				Mn	37	4.1	3.1	0.76		0.63	
112	06074	きょうな、 塩漬	生から 塩漬	Na	0	360	9000	25.0	0.85	21.25	
				K	20	4800	4500	0.94		0.80	
				Ca	19	2100	2000	0.95		0.81	
				Mg	18	310	300	0.97		0.82	
				P	20	640	600	0.94		0.80	
				Fe	47	21	13	0.62		0.53	
				Zn	49	5	3	0.60		0.51	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	27	0.7	0.6	0.86		0.73	
				Mn	48	4.1	2.5	0.61		0.52	
113	06076	キンサイ、 ゆで	茎葉を 生から ゆで	Na	16	270	270	1.00	0.84	0.84	
				K	25	3600	3200	0.89		0.75	
				Ca	16	1400	1400	1.00		0.84	
				Mg	22	260	240	0.92		0.78	
				P	16	560	560	1.00		0.84	
				Fe	16	5	5	1.00		0.84	
				Zn	16	5	5	1.00		0.84	
				Cu	16	0.2	0.2	1.00		0.84	
				Mn	32	5.2	4.2	0.81		0.68	
114	06079	くわい、ゆ で	塊茎を 生から ゆで	Na	3	30	30	1.00	0.97	0.97	廃棄:皮及 び芽
				K	11	6000	5500	0.92		0.89	
				Ca	3	50	50	1.00		0.97	
				Mg	9	340	320	0.94		0.91	
				P	9	1500	1400	0.93		0.91	
				Fe	3	8	8	1.00		0.97	
				Zn	7	22	21	0.95		0.93	
				Cu	19	7.1	5.9	0.83		0.81	
				Mn	10	1.3	1.2	0.92		0.90	
115	06082	コールラ ビ、ゆで	球茎を 生から ゆで	Na	14	70	70	1.00	0.86	0.86	
				K	25	2400	2100	0.88		0.75	
				Ca	20	290	270	0.93		0.80	
				Mg	20	150	140	0.93		0.80	
				P	17	290	280	0.97		0.83	
				Fe	14	2	2	1.00		0.86	
				Zn	14	1	1	1.00		0.86	
				Cu	14	0.2	0.2	1.00		0.86	
				Mn	14	0.7	0.7	1.00		0.86	
116	06085	ごぼう、ゆ で	根を生 からゆ で	Na	44	180	110	0.61	0.91	0.56	廃棄:皮及 び葉柄基 部
				K	40	3200	2100	0.66		0.60	
				Ca	5	460	480	1.04		0.95	
				Mg	33	540	400	0.74		0.67	
				P	32	620	460	0.74		0.68	
				Fe	9	7	7	1.00		0.91	
				Zn	20	8	7	0.88		0.80	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	31	2.1	1.6	0.76		0.69	
				Mn	19	1.8	1.6	0.89		0.81	
117	06087	こまつな、 ゆで	葉を生 からゆ で	Na	18	150	140	0.93	0.88	0.82	
				K	75	5000	1400	0.28		0.25	
				Ca	22	1700	1500	0.88		0.78	
				Mg	0	120	140	1.17		1.03	
				P	10	450	460	1.02		0.90	
				Fe	34	28	21	0.75		0.66	
				Zn	0	2	3	1.50		1.32	
				Cu	0	0.6	0.7	1.17		1.03	
				Mn	0	1.3	1.7	1.31		1.15	
				118	06090	さんとうさ い、ゆで	葉を生 からゆ で	Na		25	
K	50	3600	2400					0.67	0.50		
Ca	30	1400	1300					0.93	0.70		
Mg	30	140	130					0.93	0.70		
P	17	270	300					1.11	0.83		
Fe	36	7	6					0.86	0.64		
Zn	0	3	4					1.33	1.00		
Cu	25	0.4	0.4					1.00	0.75		
Mn	6	1.6	2					1.25	0.94		
119	06091	さんとうさ い、塩漬	生から 塩漬	Na	0	90	9100	101	0.63	63.70	
				K	27	3600	4200	1.17		0.74	
				Ca	15	1400	1900	1.36		0.86	
				Mg	24	140	170	1.21		0.77	
				P	18	270	350	1.30		0.82	
				Fe	46	7	6	0.86		0.54	
				Zn	16	3	4	1.33		0.84	
				Cu	6	0.4	0.6	1.50		0.95	
				Mn	37	1.6	1.6	1.00		0.63	
120	06094	ししとうが らし、油い ため	果実を 生から 油いた め	Na	-	10	Tr	-	0.99	-	
				K	0	3400	3800	1.12		1.11	
				Ca	0	110	150	1.36		1.35	
				Mg	1	210	210	1.00		0.99	
				P	0	340	390	1.15		1.14	
				Fe	0	5	6	1.20		1.19	
				Zn	1	3	3	1.00		0.99	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	1	1	1	1.00		0.99	
				Mn	1	1.8	1.8	1.00		0.99	
121	06098	じゅうろく ささげ、若 ぎや、ゆで	生から ゆで	Na	4	10	10	1.00	0.96	0.96	
				K	0	2500	2700	1.08		1.04	
				Ca	0	280	350	1.25		1.20	
				Mg	15	360	320	0.89		0.85	
				P	0	480	570	1.19		1.14	
				Fe	4	5	5	1.00		0.96	
				Zn	18	7	6	0.86		0.82	
				Cu	12	1.2	1.1	0.92		0.88	
				Mn	8	6.6	6.3	0.95		0.92	
				122	06100	しゅんぎ く、ゆで	葉を生 からゆ で	Na		55	
K	54	4600	2700					0.59	0.46		
Ca	21	1200	1200					1.00	0.79		
Mg	27	260	240					0.92	0.73		
P	21	440	440					1.00	0.79		
Fe	44	17	12					0.71	0.56		
Zn	21	2	2					1.00	0.79		
Cu	5	1	1.2					1.20	0.95		
Mn	3	4	4.9					1.23	0.97		
123	06107	しろうり、 塩漬	生から 塩漬	Na	0	10	7900	790	0.76	600	
				K	24	2200	2200	1.00		0.76	
				Ca	44	350	260	0.74		0.56	
				Mg	18	120	130	1.08		0.82	
				P	9	200	240	1.20		0.91	
				Fe	24	2	2	1.00		0.76	
				Zn	24	2	2	1.00		0.76	
				Cu	0	0.3	0.4	1.33		1.01	
Mn	24	0.5	0.5	1.00	0.76						
124	06110	ずいき、ゆ で	生から ゆで	Na	40	10	10	1.00	0.6	0.60	
				K	88	3900	760	0.19		0.12	
				Ca	29	800	950	1.19		0.71	
				Mg	30	60	70	1.17		0.70	
				P	58	130	90	0.69		0.42	
				Fe	40	1	1	1.00		0.60	
				Zn	46	10	9	0.90		0.54	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	60	0.3	0.2	0.67		0.40	
				Mn	55	22.4	16.9	0.75		0.45	
125	06112	ずいき (干)、ゆ で	乾から ゆで	Na	0	60	20	0.33	7.6	2.53	
				K	88	100000	1600	0.02		0.12	
				Ca	18	12000	1300	0.11		0.82	
				Mg	49	1200	80	0.07		0.51	
				P	82	2100	50	0.02		0.18	
				Fe	41	90	7	0.08		0.59	
				Zn	58	54	3	0.06		0.42	
				Cu	31	5.5	0.5	0.09		0.69	
				Mn	29	250	23.5	0.09		0.71	
				126	06118	せり、ゆで	茎葉を 生から ゆで	Na		61	
K	57	4100	1900					0.46	0.43		
Ca	0	340	380					1.12	1.03		
Mg	27	240	190					0.79	0.73		
P	28	510	400					0.78	0.72		
Fe	25	16	13					0.81	0.75		
Zn	39	3	2					0.67	0.61		
Cu	39	1.5	1					0.67	0.61		
Mn	4	12.4	13					1.05	0.96		
127	06121	ぜんまい、 ゆで	若芽を 生から ゆで	Na	0	20	20	1.00	1.0	1.00	
				K	89	3400	380	0.11		0.11	
				Ca	0	100	190	1.90		1.90	
				Mg	47	170	90	0.53		0.53	
				P	46	370	200	0.54		0.54	
				Fe	50	6	3	0.50		0.50	
				Zn	20	5	4	0.80		0.80	
				Cu	33	1.5	1	0.67		0.67	
				Mn	45	4	2.2	0.55		0.55	
128	06123	ぜんまい (干)、ゆ で	乾から ゆで	Na	50	250	20	0.08	6.3	0.50	
				K	95	22000	190	0.01		0.05	
				Ca	16	1500	200	0.13		0.84	
				Mg	60	1400	90	0.06		0.41	
				P	50	2000	160	0.08		0.50	
				Fe	67	77	4	0.05		0.33	
				Zn	59	46	3	0.07		0.41	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	27	12	1.4	0.12		0.74	
				Mn	62	33.4	2	0.06		0.38	
129	06125	そらまめ、 未熟豆、ゆ で	生から ゆで	Na	0	10	40	4.00	1.0	4.00	廃棄:種皮
				K	11	4400	3900	0.89		0.89	
				Ca	0	220	220	1.00		1.00	
				Mg	0	360	380	1.06		1.06	
				P	0	2200	2300	1.05		1.05	
				Fe	9	23	21	0.91		0.91	
				Zn	0	14	19	1.36		1.36	
				Cu	15	3.9	3.3	0.85		0.85	
				Mn	0	2.1	3.8	1.81		1.81	
130	06127	ダアサイ、 葉、ゆで	生から ゆで	Na	29	290	230	0.79	0.90	0.71	
				K	33	4300	3200	0.74		0.67	
				Ca	18	1200	1100	0.92		0.83	
				Mg	30	230	180	0.78		0.70	
				P	16	460	430	0.93		0.84	
				Fe	23	7	6	0.86		0.77	
				Zn	28	5	4	0.80		0.72	
				Cu	28	0.5	0.4	0.80		0.72	
				Mn	24	3.8	3.2	0.84		0.76	
131	06131	だいこん、 葉、ゆで	生から ゆで	Na	54	480	280	0.58	0.79	0.46	
				K	64	4000	1800	0.45		0.36	
				Ca	33	2600	2200	0.85		0.67	
				Mg	21	220	220	1.00		0.79	
				P	6	520	620	1.19		0.94	
				Fe	44	31	22	0.71		0.56	
				Zn	47	3	2	0.67		0.53	
				Cu	41	0.4	0.3	0.75		0.59	
				Mn	27	2.7	2.5	0.93		0.73	
132	06133	だいこん、 根、皮つき、 ゆで	生から ゆで	Na	37	190	140	0.74	0.86	0.63	
				K	21	2300	2100	0.91		0.79	
				Ca	14	240	240	1.00		0.86	
				Mg	23	100	90	0.90		0.77	
				P	14	180	180	1.00		0.86	
				Fe	14	2	2	1.00		0.86	
				Zn	14	2	2	1.00		0.86	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	14	0.2	0.2	1.00		0.86	
				Mn	0	0.4	0.5	1.25		1.08	
133	06135	だいこん、 根、皮むき、 ゆで	生から ゆで	Na	39	170	120	0.71	0.86	0.61	
				K	21	2300	2100	0.91		0.79	
				Ca	7	230	250	1.09		0.93	
				Mg	14	100	100	1.00		0.86	
				P	29	170	140	0.82		0.71	
				Fe	14	2	2	1.00		0.86	
				Zn	14	1	1	1.00		0.86	
				Cu	57	0.2	0.1	0.50		0.43	
				Mn	0	0.4	0.5	1.25		1.08	
134	06137	だいこん、 ぬかみそ漬	生から ぬかみ そ漬	Na	0	190	15000	79.0	0.73	57.63	
				K	0	2300	4800	2.09		1.52	
				Ca	0	240	440	1.83		1.34	
				Mg	0	100	400	4.00		2.92	
				P	0	180	440	2.44		1.78	
				Fe	0	2	3	1.50		1.10	
				Zn	64	2	1	0.50		0.37	
				Cu	27	0.2	0.2	1.00		0.73	
				Mn	0	0.4	1.3	3.25		2.37	
135	06146	たいさい、 塩漬	生から 塩漬	Na	0	380	7000	18.4	0.68	12.53	
				K	34	3400	3300	0.97		0.66	
				Ca	33	790	780	0.99		0.67	
				Mg	32	220	220	1.00		0.68	
				P	38	490	450	0.92		0.62	
				Fe	20	11	13	1.18		0.80	
				Zn	3	7	10	1.43		0.97	
				Cu	0	0.3	0.5	1.67		1.13	
				Mn	35	7.6	7.3	0.96		0.65	
136	06150	たけのこ、 ゆで	若茎を 生から ゆで	Na	-	Tr	10	-	0.90	-	ぬかを加 えてゆで る
				K	19	5200	4700	0.90		0.81	
				Ca	4	160	170	1.06		0.96	
				Mg	24	130	110	0.85		0.76	
				P	13	620	600	0.97		0.87	
				Fe	10	4	4	1.00		0.90	
				Zn	17	13	12	0.92		0.83	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	10	1.3	1.3	1.00		0.90	
				Mn	27	6.8	5.5	0.81		0.73	
137	06152	しなちく (塩蔵)、 塩抜き	塩蔵し なちく から塩 抜き	Na	-	Tr	3600	-	1.4	-	
				K	98	5200	60	0.01		0.02	
				Ca	0	160	180	1.13		1.58	
				Mg	68	130	30	0.23		0.32	
				P	75	620	110	0.18		0.25	
				Fe	30	4	2	0.50		0.70	
				Zn	-	13	Tr	-		-	
				Cu	78	1.3	0.2	0.15		0.22	
				Mn	94	6.8	0.3	0.04		0.06	
138	06154	たまねぎ、 水さらし	りん茎 を生か ら水さ らし	Na	0	20	40	2.00	1.0	2.00	
				K	41	1500	880	0.59		0.59	
				Ca	14	210	180	0.86		0.86	
				Mg	22	90	70	0.78		0.78	
				P	39	330	200	0.61		0.61	
				Fe	0	2	2	1.00		1.00	
				Zn	50	2	1	0.50		0.50	
				Cu	20	0.5	0.4	0.80		0.80	
				Mn	33	1.5	1	0.67		0.67	
139	06155	たまねぎ、 ゆで	りん茎 を生か らゆで	Na	0	20	30	1.50	0.89	1.34	
				K	35	1500	1100	0.73		0.65	
				Ca	24	210	180	0.86		0.76	
				Mg	31	90	70	0.78		0.69	
				P	33	330	250	0.76		0.67	
				Fe	11	2	2	1.00		0.89	
				Zn	56	2	1	0.50		0.45	
				Cu	11	0.5	0.5	1.00		0.89	
				Mn	29	1.5	1.2	0.80		0.71	
140	06158	たらのめ、 ゆで	若芽を 生から ゆで	Na	4	10	10	1.00	0.96	0.96	
				K	46	4600	2600	0.57		0.54	
				Ca	0	160	190	1.19		1.14	
				Mg	19	330	280	0.85	0.96	0.81	
				P	26	1200	920	0.77		0.74	
				Fe	4	9	9	1.00		0.96	
				Zn	16	8	7	0.88		0.84	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	18	3.5	3	0.86		0.82	
				Mn	10	4.7	4.4	0.94		0.90	
141	06161	チンゲンサ イ、ゆで	葉を生 からゆ で	Na	38	320	280	0.88	0.71	0.62	
				K	32	2600	2500	0.96		0.68	
				Ca	15	1000	1200	1.20		0.85	
				Mg	25	160	170	1.06		0.75	
				P	29	270	270	1.00		0.71	
				Fe	55	11	7	0.64		0.45	
				Zn	53	3	2	0.67		0.47	
				Cu	39	0.7	0.6	0.86		0.61	
				Mn	0	1.2	1.7	1.42		1.01	
142	06163	つくし、ゆ で	胞子茎 を生か らゆで	Na	43	60	40	0.67	0.86	0.57	廃棄:はか ま(葉鞘)
				K	54	6400	3400	0.53		0.46	
				Ca	0	500	580	1.16		1.00	
				Mg	32	330	260	0.79		0.68	
				P	25	940	820	0.87		0.75	
				Fe	55	21	11	0.52		0.45	
				Zn	22	11	10	0.91		0.78	
				Cu	37	2.2	1.6	0.73		0.63	
Mn	30	2.2	1.8	0.82	0.70						
143	06166	つるむらさ き、ゆで	茎葉を 生から ゆで	Na	43	90	70	0.78	0.73	0.57	
				K	48	2100	1500	0.71		0.52	
				Ca	12	1500	1800	1.20		0.88	
				Mg	55	670	410	0.61		0.45	
				P	37	280	240	0.86		0.63	
				Fe	42	5	4	0.80		0.58	
				Zn	27	4	4	1.00		0.73	
				Cu	0	0.5	0.7	1.40		1.02	
Mn	19	2.9	3.2	1.10	0.81						
144	06168	つわぶき、 葉柄、ゆで	生から ゆで	Na	58	1000	420	0.42	0.99	0.42	表皮を除 いたもの
				K	61	4100	1600	0.39		0.39	
				Ca	19	380	310	0.82		0.81	
				Mg	47	150	80	0.53		0.53	
				P	0	110	330	3.00		2.97	
				Fe	51	2	1	0.50		0.50	
				Zn	1	1	1	1.00		0.99	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	1	0.2	0.2	1.00		0.99	
				Mn	1	2.3	2.3	1.00		0.99	
145	06170	とうがら し、油いた め	葉・果実 を生か ら油い ため	Na	39	30	20	0.67	0.91	0.61	植物油 4.8g
				K	3	6500	6900	1.06		0.97	
				Ca	0	4900	5500	1.12		1.02	
				Mg	0	790	870	1.10		1.00	
				P	0	650	760	1.17		1.06	
				Fe	0	22	28	1.27		1.16	
				Zn	9	4	4	1.00		0.91	
				Cu	1	1.2	1.3	1.08		0.99	
				Mn	1	4.3	4.7	1.09		0.99	
146	06174	とうがん、 ゆで	果実を 生から ゆで	Na	9	10	10	1.00	0.91	0.91	
				K	9	2000	2000	1.00		0.91	
				Ca	0	190	220	1.16		1.05	
				Mg	9	70	70	1.00		0.91	
				P	4	180	190	1.06		0.96	
				Fe	0	2	3	1.50		1.37	
				Zn	9	1	1	1.00		0.91	
				Cu	55	0.2	0.1	0.50		0.46	
				Mn	9	0.2	0.2	1.00		0.91	
147	06176	スイートコ ーン、未熟 種子、ゆで	生から ゆで	Na	-	Tr	Tr	-	1.1	-	
				K	0	2900	2900	1.00		1.10	
				Ca	0	30	50	1.67		1.83	
				Mg	0	370	380	1.03		1.13	
				P	0	1000	1000	1.00		1.10	
				Fe	0	8	8	1.00		1.10	
				Zn	0	10	10	1.00		1.10	
				Cu	0	1	1	1.00		1.10	
				Mn	0	3.2	3.1	0.97		1.07	
148	06190	ながさきは くさい、ゆ で	葉を生 からゆ で	Na	55	210	120	0.57	0.78	0.45	別名：とう な、とうじ んな、ちり めんはく さい
				K	69	3000	1200	0.40		0.31	
				Ca	33	1400	1200	0.86		0.67	
				Mg	31	270	240	0.89		0.69	
				P	0	370	480	1.30		1.01	
				Fe	46	23	16	0.70		0.54	
				Zn	48	3	2	0.67		0.52	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	38	0.5	0.4	0.80		0.62	
				Mn	26	2.1	2	0.95		0.74	
149	06192	なす、ゆで	果実を 生から ゆで	Na	-	Tr	10	-	1.0	-	廃棄：へた
				K	18	2200	1800	0.82		0.82	
				Ca	0	180	200	1.11		1.11	
				Mg	6	170	160	0.94		0.94	
				P	10	300	270	0.90		0.90	
				Fe	0	3	3	1.00		1.00	
				Zn	0	2	2	1.00		1.00	
				Cu	17	0.6	0.5	0.83		0.83	
				Mn	6	1.6	1.5	0.94		0.94	
150	06194	べいなす、 油揚げ	果実を 生から 油揚げ	Na	7	10	10	1.00	0.93	0.93	別名：洋な す。廃棄： へた及び 果皮。植物 油 16.9g
				K	7	2200	2200	1.00		0.93	
				Ca	7	100	100	1.00		0.93	
				Mg	7	140	140	1.00		0.93	
				P	7	260	260	1.00		0.93	
				Fe	7	4	4	1.00		0.93	
				Zn	7	2	2	1.00		0.93	
				Cu	0	0.8	0.9	1.13		1.05	
				Mn	7	1.3	1.3	1.00		0.93	
151	06195	なす、塩漬	生から 塩漬	Na	-	Tr	8800	-	0.82	-	
				K	3	2200	2600	1.18		0.97	
				Ca	18	180	180	1.00		0.82	
				Mg	13	170	180	1.06		0.87	
				P	10	300	330	1.10		0.90	
				Fe	0	3	6	2.00		1.64	
				Zn	18	2	2	1.00		0.82	
				Cu	0	0.6	0.9	1.50		1.23	
				Mn	8	1.6	1.8	1.13		0.92	
152	06196	なす、ぬか みそ漬	生から ぬかみ そ漬	Na	-	Tr	9900	-	0.84	-	Na, K, Mg, Pが ぬかから 移行
				K	0	2200	4300	1.95		1.64	
				Ca	2	180	210	1.17		0.98	
				Mg	0	170	330	1.94		1.63	
				P	0	300	440	1.47		1.23	
				Fe	0	3	5	1.67		1.40	
				Zn	16	2	2	1.00		0.84	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	0.6	0.9	1.50		1.26	
				Mn	0	1.6	1.9	1.19		1.00	
153	06202	和種なば な、花ら い・茎、ゆ で	生から ゆで	Na	57	160	70	0.44	0.98	0.43	
				K	57	3900	1700	0.44		0.43	
				Ca	14	1600	1400	0.88		0.86	
				Mg	36	290	190	0.66		0.64	
				P	2	860	860	1.00		0.98	
				Fe	43	29	17	0.59		0.57	
				Zn	44	7	4	0.57		0.56	
				Cu	24	0.9	0.7	0.78		0.76	
				Mn	23	3.2	2.5	0.78		0.77	
154	06204	洋種なば な、ゆで	茎葉を 生から ゆで	Na	20	120	100	0.83	0.96	0.80	
				K	51	4100	2100	0.51		0.49	
				Ca	6	970	950	0.98		0.94	
				Mg	35	280	190	0.68		0.65	
				P	13	780	710	0.91		0.87	
				Fe	25	9	7	0.78		0.75	
				Zn	36	6	4	0.67		0.64	
				Cu	25	0.9	0.7	0.78		0.75	
				Mn	13	6.7	6.1	0.91		0.87	
155	06206	にがうり、 油いため	果実を 生から 油いた め	Na	9	10	10	1.00	0.91	0.91	植物油 3.2g
				K	9	2600	2600	1.00		0.91	
				Ca	9	140	140	1.00		0.91	
				Mg	3	140	150	1.07		0.98	
				P	3	310	330	1.06		0.97	
				Fe	0	4	5	1.25		1.14	
				Zn	9	2	2	1.00		0.91	
				Cu	9	0.5	0.5	1.00		0.91	
				Mn	0	1	1.1	1.10		1.00	
156	06208	にら、ゆで	葉を生 からゆ で	Na	37	10	10	1.00	0.63	0.63	
				K	51	5100	4000	0.78		0.49	
				Ca	33	480	510	1.06		0.67	
				Mg	30	180	200	1.11		0.70	
				P	47	310	260	0.84		0.53	
				Fe	37	7	7	1.00		0.63	
				Zn	37	3	3	1.00		0.63	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	19	0.7	0.9	1.29		0.81	
				Mn	21	3.9	4.9	1.26		0.79	
157	06213	にんじん、 根、皮つき、 ゆで	生から ゆで	Na	25	240	200	0.83	0.90	0.75	
				K	16	2800	2600	0.93		0.84	
				Ca	0	280	310	1.11		1.00	
				Mg	1	100	110	1.10		0.99	
				P	3	250	270	1.08		0.97	
				Fe	10	2	2	1.00		0.90	
				Zn	10	2	2	1.00		0.90	
				Cu	10	0.4	0.4	1.00		0.90	
				Mn	0	1	1.3	1.30		1.17	
158	06215	にんじん、 根、皮むき、 ゆで	生から ゆで	Na	27	250	210	0.84		0.87	0.73
				K	23	2700	2400	0.89	0.77		
				Ca	3	270	300	1.11	0.97		
				Mg	13	90	90	1.00	0.87		
				P	9	240	250	1.04	0.91		
				Fe	13	2	2	1.00	0.87		
				Zn	13	2	2	1.00	0.87		
				Cu	13	0.4	0.4	1.00	0.87		
				Mn	0	1	2.2	2.20	1.91		
159	06219	きんとき、 根、皮つき、 ゆで	生から ゆで	Na	20	110	100	0.91	0.88	0.80	別名:きよ うにんじ ん
				K	23	5400	4700	0.87		0.77	
				Ca	7	370	390	1.05		0.93	
				Mg	20	110	100	0.91		0.80	
				P	9	640	660	1.03		0.91	
				Fe	0	4	5	1.25		1.10	
				Zn	2	9	10	1.11		0.98	
				Cu	22	0.9	0.8	0.89		0.78	
				Mn	24	1.5	1.3	0.87		0.76	
160	06221	きんとき、 根、皮むき、 ゆで	生から ゆで	Na	34	120	90	0.75	0.88	0.66	
				K	19	5200	4800	0.92		0.81	
				Ca	2	340	380	1.12		0.98	
				Mg	21	100	90	0.90		0.79	
				P	5	670	720	1.07		0.95	
				Fe	12	4	4	1.00		0.88	
				Zn	2	9	10	1.11		0.98	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	12	0.8	0.8	1.00		0.88	
				Mn	34	1.6	1.2	0.75		0.66	
161	06225	茎にんに く、花茎、 ゆで	生から ゆで	Na	34	90	60	0.67	0.99	0.66	
				K	1	1600	1600	1.00		0.99	
				Ca	12	450	400	0.89		0.88	
				Mg	1	150	150	1.00		0.99	
				P	1	330	330	1.00		0.99	
				Fe	1	5	5	1.00		0.99	
				Zn	1	3	3	1.00		0.99	
				Cu	1	0.6	0.6	1.00		0.99	
				Mn	0	2	3.5	1.75		1.73	
162	06234	はくさい、 ゆで	結球葉 を生か らゆで	Na	40	60	50	0.83	0.72	0.60	
				K	48	2200	1600	0.73		0.52	
				Ca	28	430	430	1.00		0.72	
				Mg	35	100	90	0.90		0.65	
				P	28	330	330	1.00		0.72	
				Fe	28	3	3	1.00		0.72	
				Zn	28	2	2	1.00		0.72	
				Cu	28	0.3	0.3	1.00		0.72	
				Mn	21	1.1	1.2	1.09		0.79	
163	06235	はくさい、 塩漬	生から 塩漬	Na	0	60	9000	150	0.73	109.50	
				K	24	2200	2300	1.05		0.76	
				Ca	20	430	470	1.09		0.80	
				Mg	0	100	150	1.50		1.10	
				P	14	330	390	1.18		0.86	
				Fe	3	3	4	1.33		0.97	
				Zn	0	2	3	1.50		1.10	
				Cu	3	0.3	0.4	1.33		0.97	
				Mn	54	1.1	0.7	0.64		0.46	
164	06242	はやとう り、塩漬	生から 塩漬	Na	-	Tr	14000	-	0.89	-	廃棄:種子
				K	42	1700	1100	0.65		0.58	
				Ca	41	120	80	0.67		0.59	
				Mg	11	100	100	1.00		0.89	
				P	41	210	140	0.67		0.59	
				Fe	41	3	2	0.67		0.59	
				Zn	11	1	1	1.00		0.89	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	0.3	0.4	1.33		1.19	
				Mn	0	1.5	1.7	1.13		1.01	
165	06244	ビート、ゆ で	根を生 からゆ で	Na	0	300	380	1.27	0.94	1.19	廃棄：皮
				K	14	4600	4200	0.91		0.86	
				Ca	0	120	150	1.25		1.18	
				Mg	0	180	220	1.22		1.15	
				P	0	230	290	1.26		1.19	
				Fe	6	4	4	1.00		0.94	
				Zn	6	3	3	1.00		0.94	
				Cu	6	0.9	0.9	1.00		0.94	
				Mn	0	1.5	1.7	1.13		1.07	
166	06246	青ピーマ ン、油いた め	果実を 生から 油いた め	Na	4	10	10	1.00		0.96	
				K	0	1900	2000	1.05	1.01		
				Ca	4	110	110	1.00	0.96		
				Mg	4	110	110	1.00	0.96		
				P	0	220	240	1.09	1.05		
				Fe	0	4	7	1.75	1.68		
				Zn	4	2	2	1.00	0.96		
				Cu	4	0.6	0.6	1.00	0.96		
				Mn	4	1	1	1.00	0.96		
167	06248	赤ピーマ ン、油いた め	果実を 生から 油いた め	Na	-	Tr	Tr	-	0.96	-	廃棄：へ た、しん及 び種子。植 物油 4.1g
				K	0	2100	2200	1.05		1.01	
				Ca	4	70	70	1.00		0.96	
				Mg	4	100	100	1.00		0.96	
				P	0	220	240	1.09		1.05	
				Fe	0	4	7	1.75		1.68	
				Zn	4	2	2	1.00		0.96	
				Cu	4	0.3	0.3	1.00		0.96	
				Mn	0	1.3	1.4	1.08		1.03	
168	06250	黄ピーマ ン、油いた め	果実を 生から 油いた め	Na	-	Tr	Tr	-	0.96	-	廃棄：へ た、しん及 び種子。植 物油 4.1g
				K	0	2000	2100	1.05		1.01	
				Ca	4	80	80	1.00		0.96	
				Mg	4	100	100	1.00		0.96	
				P	0	210	230	1.10		1.05	
				Fe	0	3	5	1.67		1.60	
				Zn	4	2	2	1.00		0.96	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	4	0.4	0.4	1.00		0.96	
				Mn	0	1.5	1.6	1.07		1.02	
169	06257	ふき、葉柄、 ゆで	生から ゆで	Na	38	350	220	0.63	0.98	0.62	廃棄：表 皮。3-5分 ゆで
				K	32	3300	2300	0.70		0.68	
				Ca	17	400	340	0.85		0.83	
				Mg	18	60	50	0.83		0.82	
				P	18	180	150	0.83		0.82	
				Fe	2	1	1	1.00		0.98	
				Zn	2	2	2	1.00		0.98	
				Cu	2	0.5	0.5	1.00		0.98	
				Mn	0	3.6	3.7	1.03		1.01	
170	06259	ふきのと う、ゆで	花序を 生から ゆで	Na	0	40	30	0.75		1.4	
				K	17	7400	4400	0.59	0.83		
				Ca	0	610	460	0.75	1.06		
				Mg	6	490	330	0.67	0.94		
				P	15	890	540	0.61	0.85		
				Fe	25	13	7	0.54	0.75		
				Zn	13	8	5	0.63	0.88		
				Cu	22	3.6	2	0.56	0.78		
				Mn	0	2.3	1.7	0.74	1.03		
171	06262	ふだんそ う、ゆで	葉を生 からゆ で	Na	34	710	610	0.86	0.77	0.66	
				K	51	12000	7600	0.63		0.49	
				Ca	0	750	1300	1.73		1.33	
				Mg	18	740	790	1.07		0.82	
				P	21	330	340	1.03		0.79	
				Fe	55	36	21	0.58		0.45	
				Zn	0	3	4	1.33		1.03	
				Cu	23	0.6	0.6	1.00		0.77	
				Mn	0	36	48.5	1.35		1.04	
172	06264	ブロッコリ ー、ゆで	花序を 生から ゆで	Na	23	200	140	0.70	1.1	0.77	
				K	45	3600	1800	0.50		0.55	
				Ca	4	380	330	0.87		0.96	
				Mg	28	260	170	0.65		0.72	
				P	18	890	660	0.74		0.82	
				Fe	23	10	7	0.70		0.77	
				Zn	53	7	3	0.43		0.47	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	18	0.8	0.6	0.75		0.83	
				Mn	15	2.2	1.7	0.77		0.85	
173	06266	へちま、ゆ で	果実を 生から ゆで	Na	46	10	10	1.00	0.54	0.54	廃棄：両端 及び皮
				K	50	1500	1400	0.93		0.50	
				Ca	0	120	240	2.00		1.08	
				Mg	42	120	130	1.08		0.59	
				P	27	250	340	1.36		0.73	
				Fe	0	3	7	2.33		1.26	
				Zn	46	2	2	1.00		0.54	
				Cu	37	0.6	0.7	1.17		0.63	
				Mn	31	0.7	0.9	1.29		0.69	
174	06268	ほうれんそ う、ゆで	葉を生 からゆ で	Na	56	160	100	0.63	0.70	0.44	
				K	50	6900	4900	0.71		0.50	
				Ca	1	490	690	1.41		0.99	
				Mg	59	690	400	0.58		0.41	
				P	36	470	430	0.91		0.64	
				Fe	69	20	9	0.45		0.32	
				Zn	30	7	7	1.00		0.70	
				Cu	30	1.1	1.1	1.00		0.70	
				Mn	28	3.2	3.3	1.03		0.72	
175	06275	切りみつ ば、ゆで	生から ゆで	Na	60	80	40	0.50	0.81	0.41	
				K	63	6400	2900	0.45		0.37	
				Ca	22	250	240	0.96		0.78	
				Mg	38	170	130	0.76		0.62	
				P	50	500	310	0.62		0.50	
				Fe	46	3	2	0.67		0.54	
				Zn	19	1	1	1.00		0.81	
				Cu	42	0.7	0.5	0.71		0.58	
				Mn	13	1.4	1.5	1.07		0.87	
176	06277	根みつば、 ゆで	葉を生 からゆ で	Na	34	50	40	0.80	0.82	0.66	
				K	56	5000	2700	0.54		0.44	
				Ca	0	520	640	1.23		1.01	
				Mg	30	210	180	0.86		0.70	
				P	31	640	540	0.84		0.69	
				Fe	45	18	12	0.67		0.55	
				Zn	18	2	2	1.00		0.82	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	18	0.7	0.7	1.00		0.82	
				Mn	32	4.2	3.5	0.83		0.68	
177	06279	糸みつば、 ゆで	葉を生 からゆ で	Na	28	30	30	1.00	0.72	0.72	
				K	48	5000	3600	0.72		0.52	
				Ca	14	470	560	1.19		0.86	
				Mg	38	210	180	0.86		0.62	
				P	40	470	390	0.83		0.60	
				Fe	52	9	6	0.67		0.48	
				Zn	28	1	1	1.00		0.72	
				Cu	28	0.2	0.2	1.00		0.72	
				Mn	18	4.2	4.8	1.14		0.82	
178	06284	めキャベ ツ、ゆで	結球葉 を生か らゆで	Na	0	50	50	1.00	1.0	1.00	
				K	21	6100	4800	0.79		0.79	
				Ca	3	370	360	0.97		0.97	
				Mg	12	250	220	0.88		0.88	
				P	0	730	750	1.03		1.03	
				Fe	0	10	10	1.00		1.00	
				Zn	17	6	5	0.83		0.83	
				Cu	0	0.7	0.7	1.00		1.00	
				Mn	14	2.9	2.5	0.86		0.86	
179	06288	だいずもや し、ゆで	生から ゆで	Na	72	30	10	0.33	0.85	0.28	
				K	73	1600	500	0.31		0.27	
				Ca	11	230	240	1.04		0.89	
				Mg	30	230	190	0.83		0.70	
				P	28	510	430	0.84		0.72	
				Fe	32	5	4	0.80		0.68	
				Zn	36	4	3	0.75		0.64	
				Cu	43	1.2	0.8	0.67		0.57	
				Mn	1	3	3.5	1.17		0.99	
180	06290	ブラックマ ツペもや し、ゆで	生から ゆで	Na	72	60	20	0.33	0.83	0.28	
				K	86	710	120	0.17		0.14	
				Ca	0	150	240	1.60		1.33	
				Mg	25	110	100	0.91		0.75	
				P	50	280	170	0.61		0.50	
				Fe	17	4	4	1.00		0.83	
				Zn	38	4	3	0.75		0.62	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	41	0.7	0.5	0.71		0.59	
				Mn	7	0.8	0.9	1.13		0.93	
181	06292	りょくとう もやし、ゆ で	生から ゆで	Na	16	20	20	1.00	0.84	0.84	
				K	71	690	240	0.35		0.29	
				Ca	0	90	180	2.00		1.68	
				Mg	27	80	70	0.88		0.74	
				P	19	250	240	0.96		0.81	
				Fe	0	3	6	2.00		1.68	
				Zn	44	3	2	0.67		0.56	
				Cu	37	0.8	0.6	0.75		0.63	
				Mn	16	0.6	0.6	1.00		0.84	
182	06294	モロヘイ ヤ、ゆで	茎葉を 生から ゆで	Na	0	10	40	4.00	1.5	6.00	
				K	55	5300	1600	0.30		0.45	
				Ca	2	2600	1700	0.65		0.98	
				Mg	15	460	260	0.57		0.85	
				P	28	1100	530	0.48		0.72	
				Fe	10	10	6	0.60		0.90	
				Zn	0	6	4	0.67		1.00	
				Cu	9	3.3	2	0.61		0.91	
				Mn	0	13.2	10.2	0.77		1.16	
183	06297	ゆりね、ゆ で	りん茎 を生か らゆで	Na	4	10	10	1.00	0.96	0.96	
				K	10	7400	6900	0.93		0.90	
				Ca	4	100	100	1.00		0.96	
				Mg	8	250	240	0.96		0.92	
				P	12	710	650	0.92		0.88	
				Fe	14	10	9	0.90		0.86	
				Zn	4	7	7	1.00		0.96	
				Cu	16	1.6	1.4	0.88		0.84	
				Mn	25	9.6	7.5	0.78		0.75	
184	06299	ようさい、 ゆで	茎葉を 生から ゆで	Na	44	260	160	0.62	0.91	0.56	別名:あさ がおな、え んさい、く うしんさ い
				K	35	3800	2700	0.71		0.65	
				Ca	0	740	900	1.22		1.11	
				Mg	35	280	200	0.71		0.65	
				P	17	440	400	0.91		0.83	
				Fe	39	15	10	0.67		0.61	
				Zn	45	5	3	0.60		0.55	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考	
				Cu	32	2	1.5	0.75		0.68		
				Mn	35	10.7	7.7	0.72		0.65		
185	06302	よもぎ、ゆ で	葉を生 からゆ で	Na	73	100	30	0.30	0.89	0.27		
				K	75	8900	2500	0.28		0.25		
				Ca	31	1800	1400	0.78		0.69		
				Mg	26	290	240	0.83		0.74		
				P	22	1000	880	0.88		0.78		
				Fe	38	43	30	0.70		0.62		
				Zn	41	6	4	0.67		0.59		
				Cu	14	2.9	2.8	0.97		0.86		
				Mn	21	8.4	7.5	0.89		0.79		
186	06304	らっかせ い、未熟豆、 ゆで	殻ごと 生から ゆで	Na	0	10	20	2.00		0.97	1.94	
				K	37	4500	2900	0.64	0.63			
				Ca	0	150	240	1.60	1.55			
				Mg	17	1000	860	0.86	0.83			
				P	18	2000	1700	0.85	0.82			
				Fe	3	9	9	1.00	0.97			
				Zn	11	12	11	0.92	0.89			
				Cu	30	5	3.6	0.72	0.70			
				Mn	35	7.5	5	0.67	0.65			
187	06309	リーキ、ゆ で	リン莖 葉を生 からゆ で	Na	2	20	20	1.00	0.98	0.98		
				K	23	2300	1800	0.78		0.77		
				Ca	18	310	260	0.84		0.82		
				Mg	20	110	90	0.82		0.80		
				P	6	270	260	0.96		0.94		
				Fe	16	7	6	0.86		0.84		
				Zn	2	3	3	1.00		0.98		
				Cu	0	0.3	0.4	1.33		1.31		
				Mn	22	2.5	2	0.80		0.78		
188	06311	ルバーブ、 葉柄、ゆで	生から ゆで	Na	22	10	10	1.00	0.78	0.78	廃棄:表皮 及び両端	
				K	61	4000	2000	0.50		0.39		
				Ca	33	740	640	0.86		0.67		
				Mg	43	190	140	0.74		0.57		
				P	58	370	200	0.54		0.42		
				Fe	22	2	2	1.00		0.78		
				Zn	22	1	1	1.00		0.78		

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	22	0.2	0.2	1.00		0.78	
				Mn	22	0.5	0.5	1.00		0.78	
189	06318	れんこん、 ゆで	塊茎を 生から ゆで	Na	43	240	150	0.63	0.91	0.57	廃棄:節部 及び皮
				K	50	4400	2400	0.55		0.50	
				Ca	9	200	200	1.00		0.91	
				Mg	26	160	130	0.81		0.74	
				P	4	740	780	1.05		0.96	
				Fe	27	5	4	0.80		0.73	
				Zn	9	3	3	1.00		0.91	
				Cu	49	0.9	0.5	0.56		0.51	
				Mn	7	7.8	8	1.03		0.93	
190	06321	わけぎ、ゆ で	葉を生 からゆ で	Na	9	10	10	1.00	0.91	0.91	
				K	25	2300	1900	0.83		0.75	
				Ca	21	590	510	0.86		0.79	
				Mg	9	230	230	1.00		0.91	
				P	9	250	250	1.00		0.91	
				Fe	9	4	4	1.00		0.91	
				Zn	9	2	2	1.00		0.91	
				Cu	9	0.4	0.4	1.00		0.91	
				Mn	0	2.3	2.8	1.22		1.11	
191	06325	わらび、ゆ で	生から ゆで	Na	0	10	30	3.00	1.1	3.30	木灰もし くはジュ ウソウを 加えた熱 湯をかけ る
				K	97	3700	100	0.03		0.03	
				Ca	0	160	310	1.94		2.13	
				Mg	56	250	100	0.40		0.44	
				P	44	470	240	0.51		0.56	
				Fe	6	7	6	0.86		0.94	
				Zn	8	6	5	0.83		0.92	
				Cu	49	1.3	0.6	0.46		0.51	
Mn	37	1.4	0.8	0.57	0.63						
192	07028	うんしゅう みかん、砂 じょう、早 生	じょう のうか らじよ うのう 膜をと り、砂じ ょうと	Na	18	10	10	1.00	0.82	0.82	じょうの う:果皮を 取り除い たもの
				K	18	1300	1300	1.00		0.82	
				Ca	47	170	110	0.65		0.53	
				Mg	25	110	100	0.91		0.75	
				P	18	120	120	1.00		0.82	
				Fe	18	1	1	1.00		0.82	
				Zn	18	1	1	1.00		0.82	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
			したも の	Cu	34	0.5	0.4	0.80		0.66	
				Mn	39	0.8	0.6	0.75		0.62	
193	07029	うんしゅう みかん、砂 じょう、普 通	じょう のうか らじょ うのう 膜をと り、砂じ ょうと したも の	Na	15	10	10	1.00	0.85	0.85	じょうの うに対す る値
				K	15	1500	1500	1.00		0.85	
				Ca	39	210	150	0.71		0.61	
				Mg	23	110	100	0.91		0.77	
				P	15	150	150	1.00		0.85	
				Fe	58	2	1	0.50		0.43	
				Zn	15	1	1	1.00		0.85	
				Cu	15	0.3	0.3	1.00		0.85	
				Mn	39	0.7	0.5	0.71		0.61	
194	07072	さくらん ぼ、果肉、 ヘビーシラ ップ漬（液 汁を除く）	生の果 肉をヘ ビーシ ラップ 漬	Na	0	10	30	3.00	0.98	2.94	酸化防止 用として 添加物あ り。
				K	53	2100	1000	0.48		0.47	
				Ca	25	130	100	0.77		0.75	
				Mg	18	60	50	0.83		0.82	
				P	31	170	120	0.71		0.69	
				Fe	0	3	4	1.33		1.31	
				Zn	0	1	5	5.00		4.90	
				Cu	0	0.5	0.6	1.20		1.18	
Mn	-	-	0.8	-	-						
195	07082	乾燥プルー ン	生から 乾燥	Na	79	10	10	1.00	0.21	0.21	水分含量 で補正
				K	55	2200	4800	2.18		0.45	
				Ca	0	60	390	6.50		1.34	
				Mg	0	70	400	5.71		1.18	
				P	33	140	450	3.21		0.67	
				Fe	0	2	10	5.00		1.03	
				Zn	0	1	5	5.00		1.03	
				Cu	0	0.6	3	5.00		1.03	
Mn	17	0.9	3.6	4.00	0.83						
196	07138	もも、ヘビ ーシラップ 漬（液汁を 除く）	生の果 肉をヘ ビーシ ラップ 漬	Na	0	10	40	4.00	0.89	3.54	酸化防止 用として 添加物あ り。
				K	61	1800	800	0.44		0.39	
				Ca	34	40	30	0.75		0.66	
				Mg	49	70	40	0.57		0.51	
				P	56	180	90	0.50		0.44	
				Fe	0	1	2	2.00		1.77	
				Zn	0	1	2	2.00		1.77	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	29	0.5	0.4	0.80		0.71	
				Mn	34	0.4	0.3	0.75		0.66	
197	07156	レモン果汁	生から 搾汁	Na	85	40	20	0.50	0.30	0.15	
				K	77	1300	1000	0.77		0.23	
				Ca	97	670	70	0.10		0.03	
				Mg	78	110	80	0.73		0.22	
				P	82	150	90	0.60		0.18	
				Fe	85	2	1	0.50		0.15	
				Zn	70	1	1	1.00		0.30	
				Cu	93	0.8	0.2	0.25		0.08	
				Mn	82	0.5	0.3	0.60		0.18	
198	08002	えのきた け、ゆで	生から ゆで	Na	0	10	20	2.00	0.86	1.72	栽培品。い しづきを 除いたも の
				K	32	3400	2700	0.79		0.68	
				Ca	-	Tr	Tr	-		-	
				Mg	37	150	110	0.73		0.63	
				P	14	1100	1100	1.00		0.86	
				Fe	22	11	10	0.91		0.78	
				Zn	14	6	6	1.00		0.86	
				Cu	48	1	0.6	0.60		0.52	
				Mn	39	0.7	0.5	0.71		0.61	
199	08005	あらげきく らげ(乾)、 ゆで	乾から ゆで	Na	0	460	100	0.22	4.9	1.07	輸入栽培 品
				K	92	6300	100	0.02		0.08	
				Ca	0	820	350	0.43		2.09	
				Mg	0	1100	240	0.22		1.07	
				P	51	1100	110	0.10		0.49	
				Fe	20	104	17	0.16		0.80	
				Zn	39	8	1	0.13		0.61	
				Cu	0	1.8	0.4	0.22		1.09	
				Mn	15	11.5	2	0.17		0.85	
200	08007	きくらげ (乾)、ゆ で	乾から ゆで	Na	0	590	90	0.15	10	1.53	輸入栽培 品
				K	63	10000	370	0.04		0.37	
				Ca	19	3100	250	0.08		0.81	
				Mg	0	2100	270	0.13		1.29	
				P	57	2300	100	0.04		0.43	
				Fe	80	352	7	0.02		0.20	
				Zn	5	21	2	0.10		0.95	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	3	3.1	0.3	0.10		0.97	
				Mn	14	61.8	5.3	0.09		0.86	
201	08009	しろきくら げ(乾)、 ゆで	乾から ゆで	Na	0	280	20	0.07	15	1.07	輸入栽培 品
				K	15	14000	790	0.06		0.85	
				Ca	0	2400	270	0.11		1.69	
				Mg	0	670	80	0.12		1.79	
				P	37	2600	110	0.04		0.63	
				Fe	32	44	2	0.05		0.68	
				Zn	0	36	3	0.08		1.25	
				Cu	0	1	0.1	0.10		1.50	
				Mn	0	3.5	1.2	0.34		5.14	
202	08012	しいたけ、 ゆで	生から ゆで	Na	11	20	20	1.00	0.89	0.89	
				K	21	2800	2500	0.89		0.79	
				Ca	11	30	30	1.00		0.89	
				Mg	24	140	120	0.86		0.76	
				P	18	730	670	0.92		0.82	
				Fe	11	3	3	1.00		0.89	
				Zn	0	4	5	1.25		1.11	
				Cu	0	0.5	0.7	1.40		1.25	
				Mn	7	2.3	2.4	1.04		0.93	
203	08014	しいたけ (乾)、ゆ で	乾から ゆで	Na	0	60	20	0.33	5.7	1.90	栽培品
				K	40	21000	2200	0.10		0.60	
				Ca	0	100	30	0.30		1.71	
				Mg	33	1100	130	0.12		0.67	
				P	21	3100	430	0.14		0.79	
				Fe	0	17	3	0.18		1.01	
				Zn	1	23	4	0.17		0.99	
				Cu	0	5	0.9	0.18		1.03	
				Mn	28	8.7	1.1	0.13		0.72	
204	08017	ぶなしめ じ、ゆで	生から ゆで	Na	12	30	30	1.00	0.88	0.88	栽培品。い しづきを 除いたも の
				K	21	3800	3400	0.89		0.79	
				Ca	0	10	20	2.00		1.76	
				Mg	12	110	110	1.00		0.88	
				P	3	1000	1100	1.10		0.97	
				Fe	0	4	5	1.25		1.10	
				Zn	12	5	5	1.00		0.88	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	12	0.6	0.6	1.00		0.88	
				Mn	5	1.2	1.3	1.08		0.95	
205	08021	なめこ、ゆ で	生から ゆで	Na	0	30	30	1.00	1.0	1.00	栽培品。い しづきを 除いたも の
				K	9	2300	2100	0.91		0.91	
				Ca	0	40	40	1.00		1.00	
				Mg	10	100	90	0.90		0.90	
				P	15	660	560	0.85		0.85	
				Fe	14	7	6	0.86		0.86	
				Zn	20	5	4	0.80		0.80	
				Cu	0	1.1	1.2	1.09		1.09	
				Mn	17	0.6	0.5	0.83		0.83	
206	08027	ひらたけ、 ゆで	生から ゆで	Na	6	20	20	1.00	0.94	0.94	
				K	28	3400	2600	0.76		0.72	
				Ca	6	10	10	1.00		0.94	
				Mg	37	150	100	0.67		0.63	
				P	19	1000	860	0.86		0.81	
				Fe	6	7	7	1.00		0.94	
				Zn	0	10	14	1.40		1.32	
				Cu	31	1.5	1.1	0.73		0.69	
				Mn	12	1.6	1.5	0.94		0.88	
207	08029	まいたけ、 ゆで	生から ゆで	Na	16	10	10	1.00	0.84	0.84	栽培品。い しづきを 除いたも の
				K	59	3300	1600	0.48		0.41	
				Ca	0	10	50	5.00		4.20	
				Mg	37	120	90	0.75		0.63	
				P	42	1300	890	0.68		0.58	
				Fe	33	5	4	0.80		0.67	
				Zn	27	8	7	0.88		0.74	
				Cu	47	2.7	1.7	0.63		0.53	
				Mn	33	0.5	0.4	0.80		0.67	
208	08032	マッシュル ーム、ゆで	生から ゆで	Na	31	60	60	1.00	0.69	0.69	栽培品。い しづきを 除いたも の
				K	39	3500	3100	0.89		0.61	
				Ca	8	30	40	1.33		0.92	
				Mg	24	100	110	1.10	0.69	0.76	
				P	32	1000	990	0.99		0.68	
				Fe	31	3	3	1.00		0.69	
				Zn	0	4	6	1.50		1.04	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	22	3.2	3.6	1.13		0.78	
				Mn	14	0.4	0.5	1.25		0.86	
209	08035	まつたけ、 水煮缶詰	水煮	Na	0	20	1300	65.0	1.05	68.02	液汁を除 いたもの。 水分補正。 酸化防止 用として 添加品あ り。
				K	99	4100	20	0.00		0.01	
				Ca	30	60	40	0.67		0.70	
				Mg	74	80	20	0.25		0.26	
				P	6	400	360	0.90		0.94	
				Fe	0	13	33	2.54		2.66	
				Zn	8	8	7	0.88		0.92	
				Cu	0	2.4	3.1	1.29		1.35	
				Mn	0	1.2	1.2	1.00		1.05	
210	09028	てんぐさ、 角寒天	素干し から角 寒天	Na	94	19000	1300	0.07	0.94	0.06	
				K	98	31000	520	0.02		0.02	
				Ca	0	2300	6600	2.87		2.69	
				Mg	91	11000	1000	0.09		0.09	
				P	82	1800	340	0.19		0.18	
				Fe	30	60	45	0.75		0.70	
				Zn	53	30	15	0.50		0.47	
				Cu	92	2.4	0.2	0.08		0.08	
				Mn	0	6.3	31.9	5.06		4.75	
211	09040	わかめ、乾 燥	原藻か ら素干 し	Na	0	6100	66000	10.8	0.13	1.36	水分含量 で補正
				K	10	7300	52000	7.12		0.90	
				Ca	2	1000	7800	7.80		0.98	
				Mg	0	1100	11000	10.0		1.26	
				P	0	360	3500	9.72		1.23	
				Fe	53	7	26	3.71		0.47	
				Zn	62	3	9	3.00		0.38	
				Cu	50	0.2	0.8	4.00		0.50	
				Mn	19	0.5	3.2	6.40		0.81	
212	09041	わかめ (乾)、水 戻し	素干し から水 戻し	Na	74	66000	2900	0.04	5.9	0.26	
				K	71	52000	2600	0.05		0.30	
				Ca	2	7800	1300	0.17		0.98	
				Mg	30	11000	1300	0.12		0.70	
				P	21	3500	470	0.13		0.79	
				Fe	0	26	5	0.19		1.13	
				Zn	34	9	1	0.11		0.66	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	0.8	0.2	0.25		1.48	
				Mn	0	3.2	0.6	0.19		1.11	
213	10004	まあじ	生から 水煮	Na	13	1200	1200	1.00	0.87	0.87	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	13	3700	3700	1.00		0.87	
				Ca	0	270	330	1.22		1.06	
				Mg	8	340	360	1.06		0.92	
				P	5	2300	2500	1.09		0.95	
				Fe	1	7	8	1.14		0.99	
				Zn	0	7	9	1.29		1.12	
				Cu	13	0.8	0.8	1.00		0.87	
				Mn	13	0.1	0.1	1.00		0.87	
214	10005	まあじ、焼 き	生から 焼き	Na	0	1200	1700	1.42	0.72	1.02	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	5	3700	4900	1.32		0.95	
				Ca	0	270	650	2.41		1.73	
				Mg	7	340	440	1.29		0.93	
				P	0	2300	3200	1.39		1.00	
				Fe	7	7	9	1.29		0.93	
				Zn	0	7	10	1.43		1.03	
				Cu	10	0.8	1	1.25		0.90	
				Mn	0	0.1	0.2	2.00		1.44	
215	10007	まあじ（開 き干し）、 焼き	開き干 しから 焼き	Na	8	6700	7700	1.15	0.8	0.92	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	10	3100	3500	1.13		0.90	
				Ca	0	360	570	1.58		1.27	
				Mg	0	270	380	1.41		1.13	
				P	2	2200	2700	1.23		0.98	
				Fe	10	8	9	1.13		0.90	
				Zn	0	7	9	1.29		1.03	
				Cu	11	0.9	1	1.11		0.89	
				Mn	20	0.1	0.1	1.00		0.80	
216	10009	たいせいよ うあじ、水 煮	生から 水煮	Na	0	1600	1800	1.13	0.90	1.01	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	13	3600	3500	0.97		0.88	
				Ca	0	260	300	1.15		1.04	
				Mg	3	370	400	1.08		0.97	
				P	10	2300	2300	1.00		0.90	
				Fe	1	10	11	1.10		0.99	
				Zn	10	9	9	1.00		0.90	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	10	0.8	0.8	1.00		0.90	
				Mn	10	0.1	0.1	1.00		0.90	
217	10010	たいせいよ うあじ、焼 き	生から 焼き	Na	0	1600	2200	1.38	0.78	1.07	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	5	3600	4400	1.22		0.95	
				Ca	0	260	580	2.23		1.74	
				Mg	7	370	440	1.19		0.93	
				P	0	2300	3000	1.30		1.02	
				Fe	6	10	12	1.20		0.94	
				Zn	0	9	12	1.33		1.04	
				Cu	2	0.8	1	1.25		0.98	
				Mn	0	0.1	0.2	2.00		1.56	
				218	10012	むろあじ、 焼き	生から 焼き	Na		4	
K	17	4200	4800					1.14	0.83		
Ca	0	190	280					1.47	1.08		
Mg	17	350	400					1.14	0.83		
P	14	2800	3300					1.18	0.86		
Fe	18	16	18					1.13	0.82		
Zn	12	10	12					1.20	0.88		
Cu	16	1.3	1.5					1.15	0.84		
Mn	0	0.2	0.3					1.50	1.10		
219	10016	あなご、蒸 し	生から 蒸し	Na	30	1500	1200	0.80	0.87	0.70	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	34	3700	2800	0.76		0.66	
				Ca	26	750	640	0.85		0.74	
				Mg	2	230	260	1.13		0.98	
				P	25	2100	1800	0.86		0.75	
				Fe	2	8	9	1.13		0.98	
				Zn	1	7	8	1.14		0.99	
				Cu	13	0.4	0.4	1.00		0.87	
				Mn	4	2	2.2	1.10		0.96	
220	10019	あまだい、 水煮	生から 水煮(切 り身)	Na	0	730	910	1.25	0.80	1.00	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	22	3600	3500	0.97		0.78	
				Ca	53	580	340	0.59		0.47	
				Mg	17	290	300	1.03		0.83	
				P	33	1900	1600	0.84		0.67	
				Fe	0	3	4	1.33		1.07	
				Zn	0	3	4	1.33		1.07	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	0.2	0.3	1.50		1.20	
				Mn	-	Tr	Tr	-		-	
221	10020	あまだい、 焼き	生から 焼き(切 り身)	Na	0	730	1100	1.51	0.74	1.12	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	16	3600	4100	1.14		0.84	
				Ca	31	580	540	0.93		0.69	
				Mg	16	290	330	1.14		0.84	
				P	14	1900	2200	1.16		0.86	
				Fe	0	3	5	1.67		1.23	
				Zn	0	3	5	1.67		1.23	
				Cu	0	0.2	0.4	2.00		1.48	
				Mn	-	Tr	Tr	-		-	
222	10022	あゆ、天然、 焼き	生から 焼き	Na	0	700	1100	1.57	0.67	1.05	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	8	3700	5100	1.38		0.92	
				Ca	0	2700	4800	1.78		1.19	
				Mg	2	240	350	1.46		0.98	
				P	1	3100	4600	1.48		0.99	
				Fe	0	9	55	6.11		4.09	
				Zn	0	8	12	1.50		1.01	
				Cu	33	0.6	0.6	1.00		0.67	
				Mn	0	1.6	4.1	2.56		1.72	
223	10024	あゆ、天然、 内臓、焼き	生から 焼き	Na	0	900	1700	1.89	0.73	1.38	魚全体を 焼いてか ら取り出 したもの
				K	0	2100	5200	2.48		1.81	
				Ca	0	430	1400	3.26		2.38	
				Mg	0	440	760	1.73		1.26	
				P	0	1800	4700	2.61		1.91	
				Fe	0	240	632	2.63		1.92	
				Zn	1	20	27	1.35		0.99	
				Cu	6	3.4	4.4	1.29		0.94	
				Mn	0	30.3	61.9	2.04		1.49	
224	10026	あゆ、養殖、 焼き	生から 焼き	Na	0	550	790	1.44	0.71	1.02	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	15	3600	4300	1.19		0.85	
				Ca	0	2500	4500	1.80		1.28	
				Mg	8	240	310	1.29		0.92	
				P	5	3200	4300	1.34		0.95	
				Fe	0	8	20	2.50		1.78	
				Zn	0	9	13	1.44		1.03	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	1	0.5	0.7	1.40		0.99	
				Mn	-	Tr	Tr	-		-	
225	10028	あゆ、養殖、 内臓、焼き	生から 焼き	Na	0	750	1000	1.33	0.76	1.01	魚全体を 焼いてか ら取り出 したもの
				K	0	1600	2700	1.69		1.28	
				Ca	0	550	1300	2.36		1.80	
				Mg	38	110	90	0.82		0.62	
				P	0	1200	1900	1.58		1.20	
				Fe	0	80	190	2.38		1.81	
				Zn	0	13	18	1.38		1.05	
				Cu	19	1.4	1.5	1.07		0.81	
				Mn	0	1.3	3.1	2.38		1.81	
226	10048	まいわし、 水煮	生から 水煮	Na	19	1200	1200	1.00	0.81	0.81	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	16	3100	3200	1.03		0.84	
				Ca	2	700	850	1.21		0.98	
				Mg	17	340	350	1.03		0.83	
				P	12	2300	2500	1.09		0.88	
				Fe	15	18	19	1.06		0.86	
				Zn	12	11	12	1.09		0.88	
				Cu	7	1.4	1.6	1.14		0.93	
				Mn	3	0.5	0.6	1.20		0.97	
227	10049	まいわし、 焼き	生から 焼き	Na	6	1200	1500	1.25	0.75	0.94	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	3	3100	4000	1.29		0.97	
				Ca	0	700	1300	1.86		1.39	
				Mg	12	340	400	1.18		0.88	
				P	2	2300	3000	1.30		0.98	
				Fe	13	18	21	1.17		0.88	
				Zn	0	11	16	1.45		1.09	
				Cu	9	1.4	1.7	1.21		0.91	
				Mn	0	0.5	0.8	1.60		1.20	
228	10054	めざし、焼 き	生から 焼き	Na	5	11000	14000	1.27	0.75	0.95	廃棄：頭 部、ひれ等
				K	3	1700	2200	1.29		0.97	
				Ca	0	1800	3200	1.78		1.33	
				Mg	0	310	500	1.61		1.21	
				P	0	1900	2900	1.53		1.14	
				Fe	0	26	42	1.62		1.21	
				Zn	6	12	15	1.25		0.94	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	2	1	1.3	1.30		0.98	
				Mn	9	10.4	12.6	1.21		0.91	
229	10069	うなぎ、白 焼き	生から 白焼き	Na	0	740	1000	1.35	0.79	1.07	水分含量 から補正。 廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	0	2300	3000	1.30		1.03	
				Ca	15	1300	1400	1.08		0.85	
				Mg	29	200	180	0.90		0.71	
				P	15	2600	2800	1.08		0.85	
				Fe	0	5	10	2.00		1.58	
				Zn	0	14	19	1.36		1.07	
				Cu	21	0.4	0.4	1.00		0.79	
				Mn	21	0.4	0.4	1.00		0.79	
230	10081	かじか、水 煮	生から 水煮	Na	32	1100	900	0.82	0.83	0.68	
				K	33	2600	2100	0.81		0.67	
				Ca	0	5200	6300	1.21		1.01	
				Mg	0	310	400	1.29		1.07	
				P	9	4000	4400	1.10		0.91	
				Fe	23	28	26	0.93		0.77	
				Zn	0	17	23	1.35		1.12	
				Cu	0	1.5	2.4	1.60		1.33	
				Mn	1	3.1	3.7	1.19		0.99	
231	10099	かます、焼 き	生から 焼き	Na	2	1200	1500	1.25	0.78	0.98	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	12	3200	3600	1.13		0.88	
				Ca	0	410	590	1.44		1.12	
				Mg	4	340	420	1.24		0.96	
				P	0	1400	1900	1.36		1.06	
				Fe	0	3	5	1.67		1.30	
				Zn	6	5	6	1.20		0.94	
				Cu	2	0.4	0.5	1.25		0.98	
				Mn	22	0.1	0.1	1.00		0.78	
232	10101	まがれい、 水煮	生から 水煮	Na	17	1100	1000	0.91	0.91	0.83	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	12	3300	3200	0.97		0.88	
				Ca	0	430	560	1.30		1.19	
				Mg	6	280	290	1.04		0.94	
				P	9	2000	2000	1.00		0.91	
				Fe	0	2	3	1.50		1.37	
				Zn	0	8	9	1.13		1.02	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	9	0.3	0.3	1.00		0.91	
				Mn	0	0.1	0.2	2.00		1.82	
233	10102	まがれい、 焼き	生から 焼き	Na	4	1100	1300	1.18	0.81	0.96	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	9	3300	3700	1.12		0.91	
				Ca	0	430	700	1.63		1.32	
				Mg	7	280	320	1.14		0.93	
				P	3	2000	2400	1.20		0.97	
				Fe	0	2	3	1.50		1.22	
				Zn	0	8	10	1.25		1.01	
				Cu	0	0.3	0.4	1.33		1.08	
				Mn	0	0.1	0.2	2.00		1.62	
234	10105	子持ちがれ い、水煮	生から 水煮	Na	11	770	830	1.08	0.83	0.89	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	23	2900	2700	0.93		0.77	
				Ca	0	200	400	2.00		1.66	
				Mg	14	270	280	1.04		0.86	
				P	13	2000	2100	1.05		0.87	
				Fe	0	2	3	1.50		1.25	
				Zn	0	8	10	1.25		1.04	
				Cu	0	0.3	0.4	1.33		1.11	
				Mn	17	0.4	0.4	1.00		0.83	
235	10118	ぐち、焼き	生から 焼き	Na	0	950	1400	1.47	0.77	1.13	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	2	2600	3300	1.27		0.98	
				Ca	0	370	510	1.38		1.06	
				Mg	7	280	340	1.21		0.94	
				P	1	1400	1800	1.29		0.99	
				Fe	0	4	6	1.50		1.16	
				Zn	0	6	8	1.33		1.03	
				Cu	23	0.3	0.3	1.00		0.77	
				Mn	0	0.1	0.3	3.00		2.31	
236	10120	こい、養殖、 水煮	生から 水煮	Na	14	490	470	0.96	0.90	0.86	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	13	3400	3300	0.97		0.87	
				Ca	0	90	130	1.44		1.30	
				Mg	10	220	220	1.00		0.90	
				P	10	1800	1800	1.00		0.90	
				Fe	0	5	6	1.20		1.08	
				Zn	0	12	18	1.50		1.35	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	0.5	0.6	1.20		1.08	
				Mn	10	0.1	0.1	1.00		0.90	
237	10127	からふとま す、焼き	生から 焼き	Na	0	640	850	1.33	0.76	1.01	切り身
				K	1	4000	5200	1.30		0.99	
				Ca	0	130	200	1.54		1.17	
				Mg	0	290	410	1.41		1.07	
				P	0	2600	3700	1.42		1.08	
				Fe	0	4	6	1.50		1.14	
				Zn	11	6	7	1.17		0.89	
				Cu	2	0.7	0.9	1.29		0.98	
				Mn	24	0.1	0.1	1.00		0.76	
238	10131	ぎんざけ、 養殖、焼き	生から 焼き	Na	1	480	610	1.27		0.78	
				K	0	3500	4600	1.31	1.03		
				Ca	0	120	160	1.33	1.04		
				Mg	0	250	340	1.36	1.06		
				P	14	2900	3200	1.10	0.86		
				Fe	0	3	4	1.33	1.04		
				Zn	0	6	8	1.33	1.04		
				Cu	0	0.5	0.7	1.40	1.09		
				Mn	22	0.1	0.1	1.00	0.78		
239	10133	さくらま す、焼き	生から 焼き	Na	5	530	710	1.34	0.71	0.95	切り身
				K	5	3900	5200	1.33		0.95	
				Ca	0	150	260	1.73		1.23	
				Mg	4	280	380	1.36		0.96	
				P	0	2600	3700	1.42		1.01	
				Fe	11	4	5	1.25		0.89	
				Zn	1	5	7	1.40		0.99	
				Cu	5	0.6	0.8	1.33		0.95	
				Mn	29	0.1	0.1	1.00		0.71	
240	10135	しろさけ、 水煮	生から 水煮	Na	21	660	630	0.95	0.83	0.79	切り身
				K	19	3500	3400	0.97		0.81	
				Ca	0	140	190	1.36		1.13	
				Mg	14	280	290	1.04		0.86	
				P	14	2400	2500	1.04		0.86	
				Fe	0	5	6	1.20		1.00	
				Zn	0	5	6	1.20		1.00	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	5	0.7	0.8	1.14		0.95	
				Mn	17	0.1	0.1	1.00		0.83	
241	10136	しろさけ、 焼き	生から 焼き	Na	8	660	820	1.24	0.74	0.92	切り身
				K	7	3500	4400	1.26		0.93	
				Ca	0	140	190	1.36		1.00	
				Mg	8	280	350	1.25		0.93	
				P	4	2400	3100	1.29		0.96	
				Fe	11	5	6	1.20		0.89	
				Zn	0	5	7	1.40		1.04	
				Cu	15	0.7	0.8	1.14		0.85	
				Mn	26	0.1	0.1	1.00		0.74	
				242	10138	しろさけ、 新巻き、焼 き	生から 焼き	Na		45	
K	0	3800	4800					1.26	1.00		
Ca	0	280	440					1.57	1.24		
Mg	2	290	360					1.24	0.98		
P	0	2300	3000					1.30	1.03		
Fe	0	10	17					1.70	1.34		
Zn	0	4	6					1.50	1.19		
Cu	10	0.7	0.8					1.14	0.90		
Mn	0	0.2	0.3					1.50	1.19		
243	10145	たいせいよ うさけ、養 殖、焼き	生から 焼き	Na	0	390	540	1.38	0.76	1.05	切り身
				K	0	3600	4800	1.33		1.01	
				Ca	0	80	130	1.63		1.24	
				Mg	2	280	360	1.29		0.98	
				P	0	2500	3400	1.36		1.03	
				Fe	0	3	4	1.33		1.01	
				Zn	5	4	5	1.25		0.95	
				Cu	24	0.5	0.5	1.00		0.76	
Mn	24	0.1	0.1	1.00	0.76						
244	10147	にじます、 海面養殖、 焼き	生から 焼き	Na	21	450	480	1.07	0.74	0.79	切り身
				K	6	3700	4700	1.27		0.94	
				Ca	0	120	200	1.67		1.23	
				Mg	0	270	530	1.96		1.45	
				P	0	2400	3400	1.42		1.05	
				Fe	26	2	2	1.00		0.74	
				Zn	11	5	6	1.20		0.89	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	8	0.4	0.5	1.25		0.93	
				Mn	26	0.1	0.1	1.00		0.74	
245	10150	べにざげ、 焼き	生から 焼き	Na	1	570	720	1.26	0.78	0.99	切り身
				K	0	3800	4900	1.29		1.01	
				Ca	0	100	160	1.60		1.25	
				Mg	2	310	390	1.26		0.98	
				P	0	2600	3400	1.31		1.02	
				Fe	2	4	5	1.25		0.98	
				Zn	0	5	7	1.40		1.09	
				Cu	11	0.7	0.8	1.14		0.89	
				Mn	22	0.1	0.1	1.00		0.78	
246	10153	ますのす け、焼き	生から 焼き	Na	8	380	480	1.26	0.73	0.92	
				K	0	3800	5200	1.37		1.00	
				Ca	0	180	300	1.67		1.22	
				Mg	14	280	330	1.18		0.86	
				P	4	2500	3300	1.32		0.96	
				Fe	3	3	4	1.33		0.97	
				Zn	0	4	6	1.50		1.10	
				Cu	39	0.6	0.5	0.83		0.61	
				Mn	27	0.1	0.1	1.00		0.73	
247	10155	まさば、水 煮	生から 水煮	Na	28	1400	1200	0.86	0.84	0.72	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	29	3200	2700	0.84		0.71	
				Ca	7	90	100	1.11		0.93	
				Mg	16	320	320	1.00		0.84	
				P	16	2300	2300	1.00		0.84	
				Fe	8	11	12	1.09		0.92	
				Zn	16	10	10	1.00		0.84	
				Cu	0	1	1.2	1.20		1.01	
				Mn	16	0.1	0.1	1.00		0.84	
248	10156	まさば、焼 き	生から 焼き	Na	18	1400	1500	1.07	0.77	0.83	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	13	3200	3600	1.13		0.87	
				Ca	0	90	140	1.56		1.20	
				Mg	13	320	360	1.13		0.87	
				P	3	2300	2900	1.26		0.97	
				Fe	0	11	15	1.36		1.05	
				Zn	0	10	14	1.40		1.08	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	1	1.4	1.40		1.08	
				Mn	0	0.1	0.2	2.00		1.54	
249	10159	たいせいよ うさば、水 煮	生から 水煮	Na	13	990	960	0.97	0.90	0.87	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	21	3200	2800	0.88		0.79	
				Ca	0	70	90	1.29		1.16	
				Mg	13	280	270	0.96		0.87	
				P	10	2100	2100	1.00		0.90	
				Fe	0	9	10	1.11		1.00	
				Zn	0	9	10	1.11		1.00	
				Cu	0	0.6	0.7	1.17		1.05	
				Mn	10	0.1	0.1	1.00		0.90	
250	10160	たいせいよ うさば、焼 き	生から 焼き	Na	7	990	1200	1.21	0.77	0.93	
				K	6	3200	3900	1.22		0.94	
				Ca	0	70	120	1.71		1.32	
				Mg	9	280	330	1.18		0.91	
				P	5	2100	2600	1.24		0.95	
				Fe	0	9	12	1.33		1.03	
				Zn	6	9	11	1.22		0.94	
				Cu	0	0.6	0.9	1.50		1.16	
				Mn	23	0.1	0.1	1.00		0.77	
251	10172	さわら、焼 き	生から 焼き	Na	0	650	900	1.38	0.79	1.09	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	2	4900	6100	1.24		0.98	
				Ca	0	130	220	1.69		1.34	
				Mg	11	320	360	1.13		0.89	
				P	0	2200	3100	1.41		1.11	
				Fe	11	8	9	1.13		0.89	
				Zn	13	10	11	1.10		0.87	
				Cu	0	0.3	0.5	1.67		1.32	
				Mn	21	0.1	0.1	1.00		0.79	
252	10174	さんま、焼 き	生から 焼き	Na	46	1300	890	0.68	0.79	0.54	魚体全体 を焼いた もの。廃棄 部：頭部、 内臓、骨、 ひれ等
				K	0	2000	2900	1.45		1.15	
				Ca	11	320	360	1.13		0.89	
				Mg	21	280	280	1.00		0.79	
				P	0	1800	2300	1.28		1.01	
				Fe	0	14	20	1.43		1.13	
				Zn	11	8	9	1.13		0.89	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	1.1	1.5	1.36		1.08	
				Mn	0	0.2	0.5	2.50		1.98	
253	10181	ししゃも (生干し)、 焼き	生干し から焼 き	Na	0	4900	6400	1.31	0.81	1.06	ひと塩品。 廃棄部：頭 部及び尾
				K	15	3800	4000	1.05		0.85	
				Ca	12	3300	3600	1.09		0.88	
				Mg	4	480	570	1.19		0.96	
				P	0	4300	5400	1.26		1.02	
				Fe	14	16	17	1.06		0.86	
				Zn	5	18	21	1.17		0.95	
				Cu	11	1	1.1	1.10		0.89	
				Mn	0	1.1	1.8	1.64		1.33	
				254	10183	からふとし しゃも(生 干し)、焼 き	生干し から焼 き	Na		0	
K	15	2000	2100					1.05	0.85		
Ca	12	3500	3800					1.09	0.88		
Mg	4	550	650					1.18	0.96		
P	0	3600	4500					1.25	1.01		
Fe	7	14	16					1.14	0.93		
Zn	3	20	24					1.20	0.97		
Cu	5	0.6	0.7					1.17	0.95		
Mn	0	0.4	0.6					1.50	1.22		
255	10194	まだい、養 殖、水煮	生から 水煮	Na	18	560	540	0.96	0.85	0.82	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	19	4700	4500	0.96		0.81	
				Ca	0	110	180	1.64		1.39	
				Mg	25	340	300	0.88		0.75	
				P	22	2400	2200	0.92		0.78	
				Fe	15	2	2	1.00		0.85	
				Zn	15	5	5	1.00		0.85	
				Cu	0	0.2	0.3	1.50		1.28	
Mn	15	0.1	0.1	1.00	0.85						
256	10195	まだい、養 殖、焼き	生から 焼き	Na	13	560	590	1.05	0.83	0.87	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	12	4700	5000	1.06		0.88	
				Ca	0	110	220	2.00		1.66	
				Mg	19	340	330	0.97		0.81	
				P	10	2400	2600	1.08		0.90	
				Fe	17	2	2	1.00		0.83	
				Zn	17	5	5	1.00		0.83	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	0.2	0.3	1.50		1.25	
				Mn	17	0.1	0.1	1.00		0.83	
257	10203	すけとうだ ら、たらこ、 焼き	生から 焼き	Na	0	18000	21000	1.17	0.86	1.00	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	3	3000	3400	1.13		0.97	
				Ca	3	240	270	1.13		0.97	
				Mg	1	130	150	1.15		0.99	
				P	0	3900	4700	1.21		1.04	
				Fe	0	6	7	1.17		1.00	
				Zn	0	31	38	1.23		1.05	
				Cu	0	0.8	1	1.25		1.08	
				Mn	0	0.4	0.5	1.25		1.08	
258	10206	まだら、焼 き	生から 焼き	Na	17	1100	1400	1.27	0.65	0.83	
				K	11	3500	4800	1.37		0.89	
				Ca	2	320	480	1.50		0.98	
				Mg	11	240	330	1.38		0.89	
				P	21	2300	2800	1.22		0.79	
				Fe	0	2	4	2.00		1.30	
				Zn	0	5	9	1.80		1.17	
				Cu	19	0.4	0.5	1.25		0.81	
				Mn	0	0.1	0.4	4.00		2.60	
259	10214	どじょう、 水煮	生から 水煮	Na	6	960	1000	1.04	0.90	0.94	魚体全体
				K	0	2900	3300	1.14		1.02	
				Ca	2	11000	12000	1.09		0.98	
				Mg	0	420	470	1.12		1.01	
				P	2	6900	7500	1.09		0.98	
				Fe	0	56	64	1.14		1.03	
				Zn	4	29	31	1.07		0.96	
				Cu	33	0.8	0.6	0.75		0.68	
				Mn	0	3.8	4.3	1.13		1.02	
260	10239	ふな、水煮	生から 水煮	Na	0	300	460	1.53	0.83	1.27	廃棄：頭 部、内臓、 骨、ひれ等
				K	24	3400	3100	0.91		0.76	
				Ca	0	1000	1400	1.40		1.16	
				Mg	13	230	240	1.04		0.87	
				P	0	1600	2300	1.44		1.19	
				Fe	17	15	15	1.00		0.83	
				Zn	8	19	21	1.11		0.92	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	17	0.4	0.4	1.00		0.83	
				Mn	17	0.2	0.2	1.00		0.83	
261	10242	ぶり、成魚、 焼き	生から 焼き	Na	0	320	400	1.25	0.82	1.03	切り身
				K	5	3800	4400	1.16		0.95	
				Ca	2	50	60	1.20		0.98	
				Mg	12	260	280	1.08		0.88	
				P	0	1300	1700	1.31		1.07	
				Fe	0	13	23	1.77		1.45	
				Zn	0	7	9	1.29		1.05	
				Cu	0	0.8	1	1.25		1.03	
				Mn	18	0.1	0.1	1.00		0.82	
262	10269	むつ、水煮	生から 水煮	Na	28	850	800	0.94	0.77	0.72	
				K	19	3900	4100	1.05		0.81	
				Ca	0	250	490	1.96		1.51	
				Mg	11	200	230	1.15		0.89	
				P	2	1800	2300	1.28		0.98	
				Fe	8	5	6	1.20		0.92	
				Zn	23	4	4	1.00		0.77	
				Cu	23	0.3	0.3	1.00		0.77	
				Mn	23	0.1	0.1	1.00		0.77	
263	10293	あわび、干 し	生から 蒸し干し	Na	0	3300	29000	8.79	0.26	2.25	廃棄: 貝殻 及び内臓
				K	37	2000	4900	2.45		0.63	
				Ca	50	200	390	1.95		0.50	
				Mg	48	540	1100	2.04		0.52	
				P	23	1000	3000	3.00		0.77	
				Fe	66	15	20	1.33		0.34	
				Zn	41	7	16	2.29		0.59	
				Cu	67	3.6	4.7	1.31		0.33	
				Mn	36	0.2	0.5	2.50		0.64	
264	10293	かき、養殖、 水煮	生から 水煮	Na	48	5200	4200	0.81	0.64	0.52	廃棄: 貝殻
				K	43	1900	1700	0.89		0.57	
				Ca	58	880	580	0.66		0.42	
				Mg	71	740	330	0.45		0.29	
				P	10	1000	1400	1.40		0.90	
				Fe	12	19	26	1.37		0.88	
				Zn	30	132	145	1.10		0.70	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	16	8.9	11.7	1.31		0.84	
				Mn	48	3.8	3.1	0.82		0.52	
265	10296	さざえ、焼 き	生から 焼き	Na	0	2400	2800	1.17	0.88	1.03	廃棄:貝殻 及び内臓
				K	23	2500	2200	0.88		0.77	
				Ca	0	220	290	1.32		1.16	
				Mg	0	540	670	1.24		1.09	
				P	25	1400	1200	0.86		0.75	
				Fe	1	8	9	1.13		0.99	
				Zn	0	22	25	1.14		1.00	
				Cu	0	3.9	7.3	1.87		1.65	
				Mn	0	0.2	0.3	1.50		1.32	
266	10307	はまぐり、 水煮	生から 水煮	Na	60	7800	4900	0.63	0.64	0.40	
				K	28	1600	1800	1.13		0.72	
				Ca	36	1300	1300	1.00		0.64	
				Mg	45	810	690	0.85		0.55	
				P	0	960	1900	1.98		1.27	
				Fe	0	21	39	1.86		1.19	
				Zn	6	17	25	1.47		0.94	
				Cu	0	1	2.3	2.30		1.47	
				Mn	0	1.4	3	2.14		1.37	
267	10308	はまぐり、 焼き	生から 焼き	Na	36	7800	7700	0.99	0.65	0.64	廃棄:貝殻
				K	7	1600	2300	1.44		0.93	
				Ca	30	1300	1400	1.08		0.70	
				Mg	30	810	870	1.07		0.70	
				P	5	960	1400	1.46		0.95	
				Fe	0	21	33	1.57		1.02	
				Zn	8	17	24	1.41		0.92	
				Cu	0	1	2	2.00		1.30	
				Mn	0	1.4	3	2.14		1.39	
268	10312	ほたてが い、水煮	生から 水煮	Na	36	3200	2500	0.78	0.82	0.64	廃棄:貝殻
				K	13	3100	3300	1.06		0.87	
				Ca	11	220	240	1.09		0.89	
				Mg	21	590	570	0.97		0.79	
				P	2	2100	2500	1.19		0.98	
				Fe	0	22	28	1.27		1.04	
				Zn	6	27	31	1.15		0.94	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	1.3	1.7	1.31		1.07	
				Mn	18	1.2	1.2	1.00		0.82	
269	10322	くるまえ び、養殖、 ゆで	生から ゆで	Na	0	1700	2000	1.18	0.95	1.12	廃棄：頭 部、殻、内 臓、尾部等
				K	0	4300	5000	1.16		1.10	
				Ca	0	410	610	1.49		1.41	
				Mg	0	460	570	1.24		1.18	
				P	0	3100	3900	1.26		1.20	
				Fe	0	5	11	2.20		2.09	
				Zn	0	14	18	1.29		1.22	
				Cu	0	4.2	6.2	1.48		1.40	
				Mn	0	0.2	0.3	1.50		1.43	
270	10323	くるまえ び、養殖、 焼き	生から 焼き	Na	23	1700	1800	1.06	0.73	0.77	
				K	32	4300	4000	0.93		0.68	
				Ca	2	410	550	1.34		0.98	
				Mg	22	460	490	1.07		0.78	
				P	22	3100	3300	1.06		0.78	
				Fe	0	5	10	2.00		1.46	
				Zn	17	14	16	1.14		0.83	
				Cu	0	4.2	5.8	1.38		1.01	
				Mn	27	0.2	0.2	1.00		0.73	
271	10334	毛がに、ゆ で	生から ゆで	Na	11	2200	2400	1.09	0.82	0.89	殻つきで ゆでたも の。廃棄： 殻、内臓等
				K	32	3400	2800	0.82		0.68	
				Ca	11	610	660	1.08		0.89	
				Mg	16	380	390	1.03		0.84	
				P	37	2600	2000	0.77		0.63	
				Fe	2	5	6	1.20		0.98	
				Zn	6	33	38	1.15		0.94	
				Cu	20	4.7	4.6	0.98		0.80	
				Mn	45	0.3	0.2	0.67		0.55	
272	10336	ずわいが に、ゆで	生から ゆで	Na	43	3100	2400	0.77	0.74	0.57	殻つきで ゆでたも の。廃棄： 殻、内臓等
				K	43	3100	2400	0.77		0.57	
				Ca	1	900	1200	1.33		0.99	
				Mg	3	420	550	1.31		0.97	
				P	35	1700	1500	0.88		0.65	
				Fe	0	5	7	1.40		1.04	
				Zn	12	26	31	1.19		0.88	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	3.5	5.6	1.60		1.18	
				Mn	26	0.2	0.2	1.00		0.74	
273	10339	たらばが に、ゆで	生から ゆで	Na	33	3400	3100	0.91	0.74	0.67	殻つきで ゆでたも の。廃棄： 殻、内臓等
				K	39	2800	2300	0.82		0.61	
				Ca	30	510	480	0.94		0.70	
				Mg	8	410	510	1.24		0.92	
				P	36	2200	1900	0.86		0.64	
				Fe	51	3	2	0.67		0.49	
				Zn	3	32	42	1.31		0.97	
				Cu	29	4.3	4.1	0.95		0.71	
				Mn	1	0.3	0.4	1.33		0.99	
274	10346	するめい か、水煮	生から 水煮	Na	18	3000	3100	1.03		0.79	
				K	24	2700	2600	0.96	0.76		
				Ca	4	140	170	1.21	0.96		
				Mg	14	540	590	1.09	0.86		
				P	15	2500	2700	1.08	0.85		
				Fe	21	1	1	1.00	0.79		
				Zn	10	15	17	1.13	0.90		
				Cu	0	3.4	4.5	1.32	1.05		
				Mn	0	0.1	0.2	2.00	1.58		
275	10347	するめい か、焼き	生から 焼き	Na	0	3000	4700	1.57	0.70	1.10	内臓等除 き焼いた もの
				K	17	2700	3200	1.19		0.83	
				Ca	10	140	180	1.29		0.90	
				Mg	13	540	670	1.24		0.87	
				P	13	2500	3100	1.24		0.87	
				Fe	30	1	1	1.00		0.70	
				Zn	11	15	19	1.27		0.89	
				Cu	0	3.4	4.9	1.44		1.01	
				Mn	0	0.1	0.2	2.00		1.40	
276	10349	ほたるい か、ゆで	生から ゆで	Na	59	2700	2400	0.89	0.46	0.41	内臓等を 含んだも の
				K	62	2900	2400	0.83		0.38	
				Ca	28	140	220	1.57		0.72	
				Mg	62	390	320	0.82		0.38	
				P	46	1700	2000	1.18		0.54	
				Fe	37	8	11	1.38		0.63	
				Zn	33	13	19	1.46		0.67	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	60	34.2	29.7	0.87		0.40	
				Mn	26	0.5	0.8	1.60		0.74	
277	10362	まだこ、ゆ で	生から ゆで	Na	33	2800	2300	0.82	0.81	0.67	内臓等除 きゆでた もの
				K	33	2900	2400	0.83		0.67	
				Ca	4	160	190	1.19		0.96	
				Mg	23	550	520	0.95		0.77	
				P	39	1600	1200	0.75		0.61	
				Fe	73	6	2	0.33		0.27	
				Zn	9	16	18	1.13		0.91	
				Cu	0	3	4.3	1.43		1.16	
				Mn	0	0.3	0.4	1.33		1.08	
278	10369	おきあみ、 海水ゆで	生から ゆで	Na	0	4200	6200	1.48	1.0	1.48	
				K	38	3200	2000	0.63		0.63	
				Ca	3	3600	3500	0.97		0.97	
				Mg	0	850	1100	1.29		1.29	
				P	0	3100	3100	1.00		1.00	
				Fe	25	8	6	0.75		0.75	
				Zn	10	10	9	0.90		0.90	
				Cu	20	23	18.3	0.80		0.80	
				Mn	27	1.5	1.1	0.73		0.73	
279	11038	うし、リブ ロース、脂 身つき、焼 き	生から 焼き	Na	7	400	530	1.33	0.70	0.93	皮下脂肪 7.7%、筋 間脂肪 23.1%
				K	12	2300	2900	1.26		0.88	
				Ca	30	40	40	1.00		0.70	
				Mg	10	140	180	1.29		0.90	
				P	7	1200	1600	1.33		0.93	
				Fe	2	10	14	1.40		0.98	
				Zn	0	37	53	1.43		1.00	
				Cu	16	0.5	0.6	1.20		0.84	
				Mn	30	0.1	0.1	1.00		0.70	
280	11039	うし、リブ ロース、脂 身つき、ゆ で	生から ゆで	Na	49	400	260	0.65	0.78	0.51	皮下脂肪 7.7%、筋 間脂肪 23.1%
				K	56	2300	1300	0.57		0.44	
				Ca	2	40	50	1.25		0.98	
				Mg	33	140	120	0.86		0.67	
				P	38	1200	960	0.80		0.62	
				Fe	6	10	12	1.20		0.94	
				Zn	0	37	49	1.32		1.03	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	38	0.5	0.4	0.80		0.62	
				Mn	100	0.1	0	0.00		0.00	
281	11049	うし、もも、 皮下脂肪なし、焼き	生から 焼き	Na	8	500	650	1.30	0.71	0.92	筋間脂肪 8.5%
				K	10	3400	4300	1.26		0.90	
				Ca	11	40	50	1.25		0.89	
				Mg	14	230	280	1.22		0.86	
				P	14	1900	2300	1.21		0.86	
				Fe	7	13	17	1.31		0.93	
				Zn	3	47	64	1.36		0.97	
				Cu	2	0.8	1.1	1.38		0.98	
				Mn	0	0.1	0.2	2.00		1.42	
282	11050	うし、もも、 皮下脂肪なし、ゆで	生から ゆで	Na	54	500	350	0.70	0.66	0.46	筋間脂肪 8.5%
				K	57	3400	2200	0.65		0.43	
				Ca	18	40	50	1.25		0.83	
				Mg	43	230	200	0.87		0.57	
				P	44	1900	1600	0.84		0.56	
				Fe	14	13	17	1.31		0.86	
				Zn	7	47	66	1.40		0.93	
				Cu	9	0.8	1.1	1.38		0.91	
				Mn	34	0.1	0.1	1.00		0.66	
283	11124	ぶた、ロー ス、脂身つ き、焼き	生から 焼き	Na	11	420	520	1.24	0.72	0.89	皮下脂肪 11.4%、筋 間脂肪 7.9%
				K	7	3100	4000	1.29		0.93	
				Ca	0	40	60	1.50		1.08	
				Mg	5	220	290	1.32		0.95	
				P	0	1800	2500	1.39		1.00	
				Fe	4	3	4	1.33		0.96	
				Zn	1	16	22	1.38		0.99	
				Cu	0	0.5	0.7	1.40		1.01	
				Mn	28	0.1	0.1	1.00		0.72	
284	11125	ぶた、ロー ス、脂身つ き、ゆで	生から ゆで	Na	54	420	250	0.60	0.77	0.46	皮下脂肪 11.4%、筋 間脂肪 7.9%
				K	55	3100	1800	0.58		0.45	
				Ca	4	40	50	1.25		0.96	
				Mg	34	220	190	0.86		0.67	
				P	40	1800	1400	0.78		0.60	
				Fe	0	3	4	1.33		1.03	
				Zn	0	16	22	1.38		1.06	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	8	0.5	0.6	1.20		0.92	
				Mn	23	0.1	0.1	1.00		0.77	
285	11132	ぶた、もも、 皮下脂肪なし、焼き	生から 焼き	Na	16	490	580	1.18	0.71	0.84	筋間脂肪 3.7%
				K	11	3600	4500	1.25		0.89	
				Ca	11	40	50	1.25		0.89	
				Mg	6	250	330	1.32		0.94	
				P	9	2100	2700	1.29		0.91	
				Fe	0	7	10	1.43		1.01	
				Zn	0	21	31	1.48		1.05	
				Cu	2	0.8	1.1	1.38		0.98	
				Mn	0	0.1	0.2	2.00		1.42	
286	11133	ぶた、もも、 皮下脂肪なし、ゆで	生から ゆで	Na	61	490	270	0.55		0.71	
				K	61	3600	2000	0.56	0.39		
				Ca	11	40	50	1.25	0.89		
				Mg	32	250	240	0.96	0.68		
				P	36	2100	1900	0.90	0.64		
				Fe	9	7	9	1.29	0.91		
				Zn	0	21	30	1.43	1.01		
				Cu	0	0.8	1.2	1.50	1.07		
				Mn	29	0.1	0.1	1.00	0.71		
287	11222	にわとり、 もも、皮つき、焼き	生から 焼き	Na	8	590	860	1.46	0.63	0.92	皮及び皮下 脂肪 21.5%
				K	16	2700	3600	1.33		0.84	
				Ca	12	50	70	1.40		0.88	
				Mg	7	190	280	1.47		0.93	
				P	13	1600	2200	1.38		0.87	
				Fe	0	4	10	2.50		1.58	
				Zn	9	16	23	1.44		0.91	
				Cu	0	0.4	0.8	2.00		1.26	
				Mn	37	0.2	0.2	1.00		0.63	
288	11223	にわとり、 もも、皮つき、ゆで	生から ゆで	Na	45	590	460	0.78	0.71	0.55	皮及び皮下 脂肪 21.5%
				K	45	2700	2100	0.78		0.55	
				Ca	0	50	90	1.80		1.28	
				Mg	14	190	230	1.21		0.86	
				P	29	1600	1600	1.00		0.71	
				Fe	0	4	10	2.50		1.78	
				Zn	11	16	20	1.25		0.89	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	0	0.4	0.6	1.50		1.07	
				Mn	29	0.2	0.2	1.00		0.71	
289	11225	にわとり、 もも、皮な し、焼き	生から 焼き	Na	15	690	810	1.17	0.72	0.85	皮下脂肪 を除いた もの
				K	15	3400	4000	1.18		0.85	
				Ca	0	50	70	1.40		1.01	
				Mg	12	230	280	1.22		0.88	
				P	20	1900	2100	1.11		0.80	
				Fe	0	7	10	1.43		1.03	
				Zn	0	20	29	1.45		1.04	
				Cu	14	0.5	0.6	1.20		0.86	
				Mn	28	0.2	0.2	1.00		0.72	
290	11226	にわとり、 もも、皮な し、ゆで	生から ゆで	Na	44	690	550	0.80		0.70	
				K	44	3400	2700	0.79	0.56		
				Ca	0	50	100	2.00	1.40		
				Mg	24	230	250	1.09	0.76		
				P	34	1900	1800	0.95	0.66		
				Fe	10	7	9	1.29	0.90		
				Zn	13	20	25	1.25	0.88		
				Cu	16	0.5	0.6	1.20	0.84		
				Mn	30	0.2	0.2	1.00	0.70		
291	11228	にわとり、 ささ身、焼 き	生から 焼き	Na	6	330	380	1.15	0.82	0.94	
				K	6	4200	4800	1.14		0.94	
				Ca	0	30	40	1.33		1.09	
				Mg	5	310	360	1.16		0.95	
				P	3	2200	2600	1.18		0.97	
				Fe	0	2	3	1.50		1.23	
				Zn	4	6	7	1.17		0.96	
				Cu	18	0.3	0.3	1.00		0.82	
				Mn	0	0.1	0.2	2.00		1.64	
292	11229	にわとり、 ささ身、ゆ で	生から ゆで	Na	30	330	290	0.88	0.80	0.70	
				K	33	4200	3500	0.83		0.67	
				Ca	0	30	40	1.33		1.07	
				Mg	17	310	320	1.03		0.83	
				P	20	2200	2200	1.00		0.80	
				Fe	0	2	3	1.50		1.20	
				Zn	7	6	7	1.17		0.93	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	20	0.3	0.3	1.00		0.80	
				Mn	20	0.1	0.1	1.00		0.80	
293	12005	全卵、ゆで	生から ゆで	Na	7	1400	1300	0.93	1.0	0.93	卵黄:卵白 =31:69
				K	0	1300	1300	1.00		1.00	
				Ca	0	510	510	1.00		1.00	
				Mg	0	110	110	1.00		1.00	
				P	0	1800	1800	1.00		1.00	
				Fe	0	18	18	1.00		1.00	
				Zn	0	13	13	1.00		1.00	
				Cu	0	0.8	0.8	1.00		1.00	
				Mn	0	0.2	0.2	1.00		1.00	
294	12006	ポーチドエ ッグ	生から ポーチ ドエッ グ	Na	25	1400	1100	0.79	0.95	0.75	
				K	27	1300	1000	0.77		0.73	
				Ca	0	510	550	1.08		1.02	
				Mg	5	110	110	1.00		0.95	
				P	0	1800	2000	1.11		1.06	
				Fe	0	18	22	1.22		1.16	
				Zn	0	13	15	1.15		1.10	
				Cu	0	0.8	0.9	1.13		1.07	
				Mn	0	0.2	0.3	1.50		1.43	
295	12010	卵黄	全卵か ら分離	Na	89	1400	480	0.34	0.31	0.11	
				K	79	1300	870	0.67		0.21	
				Ca	9	510	1500	2.94		0.91	
				Mg	66	110	120	1.09		0.34	
				P	2	1800	5700	3.17		0.98	
				Fe	0	18	60	3.33		1.03	
				Zn	0	13	42	3.23		1.00	
				Cu	23	0.8	2	2.50		0.78	
				Mn	0	0.2	0.7	3.50		1.09	
296	12014	卵白	全卵か ら分離	Na	11	1400	1800	1.29	0.69	0.89	
				K	26	1300	1400	1.08		0.74	
				Ca	92	510	60	0.12		0.08	
				Mg	31	110	110	1.00		0.69	
				P	96	1800	110	0.06		0.04	
				Fe	100	18	0	0.00		0.00	
				Zn	-	13	Tr	-		-	

No.	食品 番号	食品名	調理・加 工方法	元素	除去率 %	調理前 mg/kg	調理後 mg/kg	濃度 比	重量 比	残存 割合	備考
				Cu	83	0.8	0.2	0.25		0.17	
				Mn	-	0.2	Tr	-		-	
297	16034	玉露	茶葉か ら浸出 液	Na	0	110	20	0.18	6	1.09	60℃2.5分
				K	27	28000	3400	0.12		0.73	
				Ca	94	3900	40	0.01		0.06	
				Mg	57	2100	150	0.07		0.43	
				P	56	4100	300	0.07		0.44	
				Fe	88	100	2	0.02		0.12	
				Zn	58	43	3	0.07		0.42	
				Cu	86	8.4	0.2	0.02		0.14	
				Mn	61	710	46	0.06		0.39	
298	16037	せん茶	茶葉か ら浸出 液	Na	0	30	30	1.00	43	43.00	90℃1分
				K	47	22000	270	0.01		0.53	
				Ca	71	4500	30	0.01		0.29	
				Mg	57	2000	20	0.01		0.43	
				P	70	2900	20	0.01		0.30	
				Fe	57	200	2	0.01		0.43	
				Zn	-	32	Tr	-		-	
				Cu	67	13	0.1	0.01		0.33	
				Mn	76	550	3.1	0.01		0.24	
299	16034	紅茶	茶葉か ら浸出 液	Na	0	30	10	0.33	72	24.00	熱湯1.5分 ～4分
				K	71	20000	80	0.00		0.29	
				Ca	85	4700	10	0.00		0.15	
				Mg	67	2200	10	0.00		0.33	
				P	55	3200	20	0.01		0.45	
				Fe	100	170	0	0.00		0.00	
				Zn	-	40	Tr	-		-	
				Cu	66	21	0.1	0.00		0.34	
				Mn	25	210	2.2	0.01		0.75	

表 4-2 食品の調理・加工後のカリウムの残存割合（まとめ）

分類	種類	材料	調理・加工(品)	除去率 (%)	残存割合 F_r		
					平均値	最小	最大
穀類	コメ	玄米	精白米	65	0.35	-	-
		精白米	研ぎ-炊飯	30	0.70	0.68	0.73
		玄米	精白米-炊飯	75	0.25	-	-
	コムギ	玄麦	製粉	76	0.24	0.18	0.32
		乾めん	ゆで	82	0.18	0.11	0.32
		生めん	ゆで	70	0.30	0.18	0.40
豆類	豆類	乾燥（ダイズ、エンドウ、インゲン）	ゆで	34	0.66	0.59	0.72
		生（さやつき含む：エダマメ、サヤエンドウ、ソラマメ、グリーンピース）	ゆで	11	0.89	0.78	1.00
		もやし	ゆで	77	0.23	0.14	0.29
野菜類	葉茎菜類	ホウレンソウ、キャベツ、ハクサイ、セリ等	ゆで	46	0.54	0.25	0.96
	葉茎菜類(花蕾等)	ブロッコリー、カリフラワー、フキノトウ等	ゆで	34	0.66	0.43	0.97
	葉茎菜類(茎/葉柄)	フキ、茎ニンニク、タケノコ等	ゆで	46	0.54	0.11	0.99
	果菜類	ナス、トウガン、オクラ等	ゆで	14	0.86	0.50	1.00
	根菜類	ダイコン等	ゆで	19	0.81	0.60	0.96
	根菜類(塊茎/塊根)	ジャガイモ、ナガイモ等	ゆで	15	0.85	0.81	0.89
	葉茎菜類(球茎/鱗茎)	タマネギ、ユリネ等	ゆで	24	0.76	0.50	0.9
	根菜類(塊茎/塊根)	ジャガイモ、サツマイモ等	蒸し	11	0.89	0.78	1.00
	葉茎菜類	ホウレンソウ等	塩漬け	30	0.70	0.56	0.80
	果菜類	キュウリ、ナス等	塩漬け	19	0.81	0.58	0.97
	根菜類	ダイコン、カブ等	塩漬け	6	0.94	0.89	1.00
	果菜類	キュウリ、ナス等	ぬかみそ漬け	0	1.00	-	-
	根菜類	ダイコン、カブ等	ぬかみそ漬け	0	1.00	-	-
	果菜類	ナス、ピーマン、シシトウ等	油炒め	3	0.97	0.91	1.00
	果実類	果実	サクランボ、モモ	ヘビーシラップ漬	57	0.43	0.39
キノコ類	キノコ類	エノキダケ、マイタケ、なめこ、マッシュルーム(生)等	ゆで	30	0.70	0.41	0.91
	キノコ類	しいたけ、キクラゲ(乾)等	ゆで	53	0.47	0.08	0.85
魚介類	魚	カレイ、アジ、タイ等	ゆで	18	0.82	0.67	1.00
	貝類	ハマグリ、カキ、ホタテ等	ゆで	30	0.70	0.57	0.87
	甲殻類	カニ、エビ等	ゆで	29	0.71	0.57	1.00
	頭足類	タコ、イカ等	ゆで	40	0.60	0.38	0.76

分類	種類	材料	調理・加工(品)	除去率 (%)	残存割合 F_r		
					平均値	最小	最大
	魚	カレイ、メザシ、サケ、サンマ、ブリ、サバ、アマダイ、アユ、アジ等	焼き	6	0.94	0.84	1.00
	貝類	ハマグリ、サザエ等	焼き	15	0.85	0.77	0.93
畜産物	牛肉	リブロース、もも	ゆで	57	0.43	0.43	0.44
	豚肉	ロース、もも	ゆで	58	0.42	0.39	0.45
	鶏肉	もも、ささみ	ゆで	41	0.59	0.55	0.67
	牛肉	リブロース、もも	焼き	11	0.89	0.88	0.90
	豚肉	ロース、もも	焼き	9	0.91	0.89	0.93
	鶏肉	もも、ささみ	焼き	13	0.87	0.84	0.94
飲料	茶	紅茶、緑茶	浸出液	49	0.51	0.29	0.73

表 4-3 食品の調理・加工後の安定元素の平均除去率（まとめ）

材料	調理・加工	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	Mn
コメ（玄米）	精白米	49	81	71	65	29	26	65
コメ（精白米）	研ぎ-炊飯	0	39	23	73	10	5	3
コメ（玄米）	精白米-炊飯	33	87	77	90	33	26	66
コムギ（玄麦）	製粉	31	81	78	74	78	68	88
コムギ（乾めん）	ゆで	4	30	15	8	19	5	18
コムギ（生めん）	ゆで	13	7	21	1	17	5	19
豆類（乾）	ゆで	9	23	25	16	18	24	12
豆類（生）	ゆで	0	6	9	7	8	12	3
もやし	ゆで	4	27	32	16	39	40	8
葉菜類	ゆで	15	28	21	33	26	21	16
花野菜	ゆで	5	20	16	19	29	21	15
茎／葉柄	ゆで	13	27	25	28	15	19	20
果菜類	ゆで	2	12	8	1	19	24	11
根菜類	ゆで	4	12	11	10	11	22	9
塊茎／塊根／球茎 ／鱗茎	ゆで	14	15	18	13	13	19	15
塊茎／塊根	蒸し	18	14	27	22	2	15	0
葉菜類	塩漬け	25	19	24	31	17	19	46
果菜類	塩漬け	29	14	17	27	17	11	12
根菜類	塩漬け	2	0	0	10	10	13	32
果菜類	ぬかみそ漬け	16	0	0	9	17	9	0
根菜類	ぬかみそ漬け	8	0	0	8	21	11	0
果菜類	油炒め	4	3	1	1	5	3	2
果実	ヘビーシラップ漬	29	34	43	0	0	15	34
キノコ類（生）	ゆで	4	26	21	17	10	23	18
キノコ類（乾）	ゆで	5	8	41	33	11	1	14
魚	ゆで	4	11	11	7	6	8	10
貝類	ゆで	27	34	3	9	13	9	23
甲殻類	ゆで	11	7	27	13	5	12	18
頭足類	ゆで	12	33	33	44	17	20	9
魚	焼き	2	9	4	4	3	9	13
貝類	焼き	15	15	15	1	4	0	0
牛肉	ゆで	10	38	41	10	4	23	67
豚肉	ゆで	8	33	38	4	0	4	26
鶏肉	ゆで	0	18	28	3	10	12	26
牛肉	焼き	21	12	10	5	2	9	15
豚肉	焼き	6	6	4	2	1	1	14
鶏肉	焼き	4	8	12	0	5	11	22
茶	浸出液	83	60	60	82	58	73	54

参考資料

参考 1 食品摂取量について

参考 1.1 我が国の食品摂取量データ

食品の摂取量は、ヒトが栄養素あるいは有害物質を、どの程度摂取しているかを知る基礎となるデータである。それぞれの食品の栄養素あるいは有害物質の含有量は測定によって得られるが、実際にヒトの体内に入る量は食品の摂取量を考えて推定する必要がある。1.3 に示した基準値の設定においても、各年代の食品摂取量に基づいた議論が行われた。

我が国で実施されている食品の摂取量に関わるデータとしては、農林水産省大臣官房食料安全保障課が作成した食料需給表と、厚生労働省健康局による国民健康・栄養調査中の食品群別摂取量がある。

食料需給表は食料自給率算出を目的として、我が国で供給される食料の生産から最終消費に至るまでの総量を明らかにしたデータである。種々の統計から得られた、国内生産量+輸入量-輸出量-在庫増加量を国内消費仕向量とし、国内消費仕向量から飼料用・種子用・加工用・減耗量の和を差し引いて粗食料の量を求める。粗食料を加食形態に換算する係数である歩留まりを粗食料量に乗じて、純食料とする。純食料を総人口で割って、一人あたりの食料供給量が算出される。

一方、国民健康・栄養調査は国民の身体の状況、栄養素摂取量、及び生活習慣を明らかにし、国民の健康の増進の総合的な推進のための基礎資料を作るために行われている。この調査では、無作為抽出した世帯に、身体状況調査票、栄養摂取状況調査票、生活習慣調査票の記入を依頼してデータを収集している。栄養摂取状況調査票中に世帯員の食品摂取量の記入欄があり、これを集計して食品の平均的摂取量を求めている。

食料需給表データは全国ベース年単位で集計されており、個人の年齢・性別や地域の要因は入らない平均値として求められるが、国民健康・栄養調査では、対象となった個人の特性や調査時期の影響が現れる。また、食料需給表データは、消費者に到達した（と思われる）量を表しているが、国民健康・栄養調査の食品摂取量は消費者が実際に摂取した量となっている等、2つのデータには違いがある。表参 1-1 に平成 23 年食料需給表の一日当たり数量、及び平成 23 年度国民健康・栄養調査結果（概要）による食品群別摂取量（総数）を示す。2つの調査では、食品目の設定も少しずつ違っており、また国民健康・栄養調査では穀類中の米は飯として、めん類はゆでた状態で、乾物は水戻した状態で計量している等、食品量の求め方が異なっているため、2つの値は一致していない。しかし、このような計量方法に違いのない、いも類、野菜類、果実類、肉類、卵類、魚介類等は、2つのデータ間で比較的一致した値となっている。

また、国民健康・栄養調査では個人の年齢・性別・居住地等のデータもあるので、これらを区別した集計が可能である。第 1 章 3 節に示した、年間内部被ばく線量が 1 mSv を超えることのない放射性セシウム濃度の計算では、このような年齢・性別による食品摂取量の集計を行った結果が使用された。この結果、13 - 18 歳の男性で最も低い濃度が得られた（表 1.3.2-1 参照）。これは、この区分の食品の摂取量が他の区分よりも多いことによっている。

表参 1-1 平成 23 年度食品摂取量データの比較

平成 23 年度食料需給表による一日量 ¹⁾		平成 23 年度国民健康・栄養調査による一日摂取量 ²⁾	
品目	数量 (g)	品目	数量 (g)
穀類	251.2	穀類	439.7
いも類	51.8	いも類	53.3
でんぷん	45.8		
豆類	22.6	豆類	55.3
野菜類	248.9	野菜類	268.1
果実類	102.0	果実類	101.7
肉類	80.8	肉類	82.5
卵類	45.3	卵類	34.8
牛乳及び乳製品	241.9	乳類	117.3
魚介類	78.3	魚介類	72.5
海藻類	2.5	海藻類	11.0
砂糖類	51.6	砂糖・甘味料	6.7
		菓子類	25.1
油脂類	37.0	油脂類	10.1
みそ	9.8	調味料・香辛料	87.0
しょうゆ	17.2		
その他食料計	12.3		
うちきのご類	9.2	きのご類	16.8
		種実類	2.1
		嗜好飲料類	598.8

1) 平成 23 年度食料需給表（概算値）から抜粋した（農林水産省, 2012）

2) 国民健康・栄養調査（平成 23 年）結果の概要から抜粋した（厚生労働省, 2012）

集計前の国民健康・栄養調査データは、実際に食した食品名が記載されており、表参 1-1 に示したよりも詳細な食品目別の集計もできる。堤らは、福島第一原子力発電所事故後半年の平成 23 年 9 月～11 月に、東京都、福島県、宮城県において、マーケットバスケット方式によるトータルダイエット試料を作成し、放射性物質の 1 日摂取量を推定した(堤, 2013)。この試料の作成には、国民健康・栄養調査結果の地域別集計による食品の摂取量を用いられたが、100 項目程度の食品区分を用い、地域による食習慣の違いも考慮した試料が作成された。この研究の結果、平均的な食事を 1 年間摂ったときの放射性セシウムによる実効線量は、東京都が年間 0.0021 mSv、宮城県が年間 0.017 mSv、福島県が年間 0.019 mSv と推定されており、事故地に近い福島県及び宮城県の線量が、距離の離れた東京都の 8 倍程度となる結論が得られている。一方、放射性カリウムによる実効線量は年間 0.17～0.20 mSv であり、地域間で大きな差は見られていない。この結果から、事故に近接した地域においても、放射性セシウムによる線量が年間 1 mSv よりもかなり低いことが示され、厚生労働省が作成した資料「食品中の放射性物質の新たな基準値について」（厚生労働省）及びリーフレット「食品中の放射性物質の新たな基準値」（厚生労働省）にも収載されている。

参考 1.2 我が国の食品摂取量の特徴

食料需給表には、諸外国と日本における、1人・1年あたりの供給食料(2009)の試算結果が表として掲載されている。このデータは FAO(Food and Agriculture Organization、国際連合食糧農業機関)“Food Balance Sheets”を基に農林水産省が試算した値である。表参 1-1 は1日当たり1人のgとして示されているのに対し、国際比較1年あたり1人のkgとして計算されていること、粗食料として示されている等の違いがある。この表の内容をグラフ化し、図参 1-1 に示す。これから見てとれる日本の食品摂取の特徴は、第一に食品供給総量が少ないことである。総量が最も大きいのはスウェーデンの1022.9 kg、次いでイタリアの1019 kgであり、日本の総量535 kgはこれらの半分程度である。一方、日本の穀類の供給量は107.5 kgで、他の国と同程度である。つまり、日本では総量に対する穀類の割合が際立って高いことが特徴である。その他に、日本において供給食料に占める割合が他の国に比較して高い食品グループは、野菜類と魚介類である。日本における魚介類の割合は10.1%、他の国は1.7%~5.3%であり、日本における野菜類の割合は19.6%、他の国は8.6%~19.2%であることから、特に食料全体に占める魚介類の割合が高いことが日本の特徴と言える。また、全体に対する割合は小さいが、豆類及び卵類の割合は他の国よりも高い。逆に日本において供給割合の低い食品群の第一は牛乳・乳製品であり、15.8%にすぎない。最も牛乳・乳製品の割合が高いスウェーデンの45.7%の1/3程度である。また、肉類の割合も低く、魚介類より肉類の割合が低くなっている。肉類と魚介類の割合がこのような関係となっている国は、図参 1-1 中に示された中には見られない。その他、いも類及び果実類の供給割合も低い。

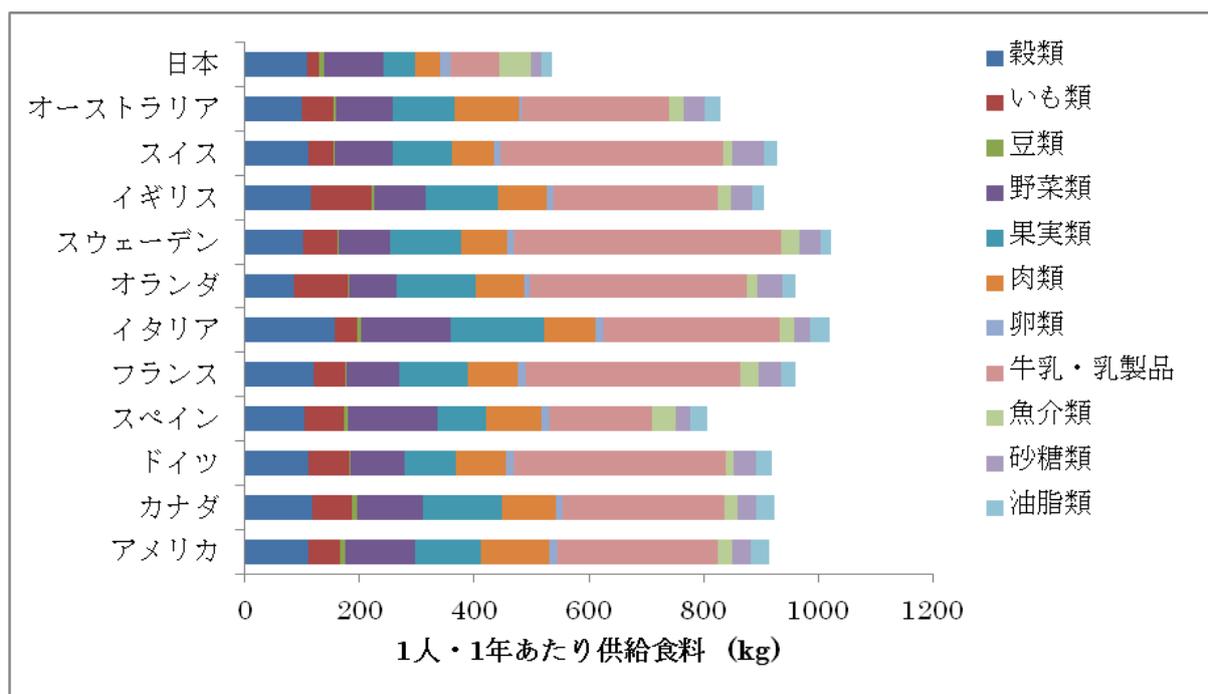
食品を介した放射性物質の摂取と内部被ばくを考えると、このような知見は重要である。欧米では肉類・牛乳からの摂取が重要視されているが、日本においては、穀類・野菜類・魚類からの摂取が相対的に多いことを踏まえ、これらに対する対策を取っていくことが必要と考えられる。また、欧米では寄与が低いと考えられる魚介類中の放射性物質の研究も少ないことから、我が国において積極的に取り組むべき分野である。

<引用文献>

堤 智昭, 鍋師裕美, 五十嵐敦子, 蜂須賀暁子, 松田りえ子(2013). マーケットバスケット方式による放射性セシウムおよびカリウム-40の預託実効線量推定. 食品衛生学雑誌, in press.

農林水産省, 2012. 食量需給表平成23年度概算値. <http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/index.html> (2013年1月31日アクセス)

厚生労働省, 2012. 平成23年国民健康・栄養調査結果の概要 <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002q1st.html> (2013年1月31日アクセス)



図参 1-1 食品群別供給食料の国際比較

(平成 23 年度食料需給表 (参考 6)諸外国の食料自給率等から計算した。)

参考 2 ゼオライト処理による積極的除去

ゼオライトは多孔質の骨格を持つ鉱物の一種で、陽イオン交換作用を持つことから、放射性物質に汚染された水からの放射性セシウム除去などに用いられている。一方、食品に対しては厚生労働省の既存添加物名簿に製造用剤として記載されており、食品添加物のひとつとして位置づけられている。(厚生省 1959)

放射性セシウムを含んだりんごジュースにゼオライトを添加すると、ゼオライトの陽イオン吸着作用により、りんごジュースから放射性セシウムを除去することができる。詳細を表参 2-1、2-2、2-3、2-4 に示した。処理条件によって放射性セシウムの除去率は異なり、検討を行った中では最大で 73 %の放射性セシウムがジュースから除去された。

ゼオライトの処理方法については、ゼオライトの粒子は小さいほど放射性セシウムの除去率が高く、粒子径 1 mm 程度のゼオライトと 8 mm 程度のゼオライトでは除去率に 3 倍以上の差があった。また、ゼオライトの添加量については、添加量が多くなるほど除去率は高くなり、添加量 1 %と添加量 20 %では除去率に 6~7 倍程度の差があった。さらに、処理時間を比較すると、処理時間が長くなるほど除去率が高くなり、処理時間 1 分と処理時間 60 分では 3 倍以上の差があった。一方、処理する際の温度については低温だと除去率が低くなり、0 °C処理と 40 °C処理では 1.5 倍の差があった。(関澤, 山下, 丹治, 2013)

ただし、ゼオライトを放射性セシウムの除去を目的として使用された例は無く、使用する場合には、一般食品に対し最大残存量が 0.5 %以下で、食品製造または加工上必要不可欠な場合に限るという使用基準を満たした上で、さらに、使用前に関係機関の確認を得る必要がある。(厚生労働省 1996)

表 参 2-1 各種ゼオライトによるりんごジュースからの放射性セシウムの除去率

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
2mm 程度に破碎した ゼオライト	37	0.63	1.00	63	-	-	1
1mm 程度に造粒した ゼオライト	39	0.61	1.00	61	-	-	1
4mm 程度に造粒した ゼオライト	14	0.86	1.00	86	-	-	1
8mm 程度に造粒した ゼオライト	11	0.89	1.00	89	-	-	1

※各種ゼオライトを 5%添加し、20℃で 5 分間攪拌した。

表 参 2-2 ゼオライトによるりんごジュースからの放射性セシウムの除去率 (添加量の比較)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
添加量 1%	11	0.89	1.00	89	-	-	1
添加量 5%	23	0.63	1.00	77	-	-	1
添加量 10%	54	0.46	1.00	46	-	-	1
添加量 20%	73	0.27	1.00	27	-	-	1

※2mm 程度に破碎したゼオライトを 1~20%添加し、20℃で 5 分間攪拌した。

表 参 2-3 ゼオライトによるりんごジュースからの放射性セシウムの除去率 (処理時間の比較)

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
1 分間攪拌	23	0.77	1.00	77	-	-	1
5 分間攪拌	37	0.63	1.00	63	-	-	1
10 分間攪拌	48	0.52	1.00	52	-	-	1
30 分間攪拌	63	0.37	1.00	37	-	-	1
60 分間攪拌	72	0.28	1.00	28	-	-	1

※2mm 程度に破碎したゼオライトを 5%添加し、20℃で 1~60 分間攪拌した。

表 参 2-4 ゼオライトによるりんごジュースからの放射性セシウムの除去率（処理温度の比較）

材料 調理・加工	除去率 (%)	濃度比 P_f	重量比 P_e	残存割合 F_r			試料数
				平均	最小	最大	
0°C	31	0.69	-	69	-	-	1
20°C	37	0.63	-	63	-	-	1
40°C	46	0.54	-	54	-	-	1
80°C	46	0.54	-	54	-	-	1

※2mm 程度に破碎したゼオライトを 5%添加し、0~40°Cで 5 分間攪拌した。

<引用文献>

食品、添加物等の規格基準（昭和 34 年厚生省告示第 370 号）

関澤春仁、山下慎司、丹治克男、大越聡、吉岡邦雄. リンゴジュースに含まれる放射性セシウムのゼオライトによる低減. (2013). 日本食品科学工学会誌、60(5). 212-217

食品衛生法及び栄養改善法の一部を改正する法律（平成 7 年法律第 101 号）附則第 2 条第 4 項に規定する既存添加物名簿(平成 8 年 4 月 16 日厚生省告示第 120 号)

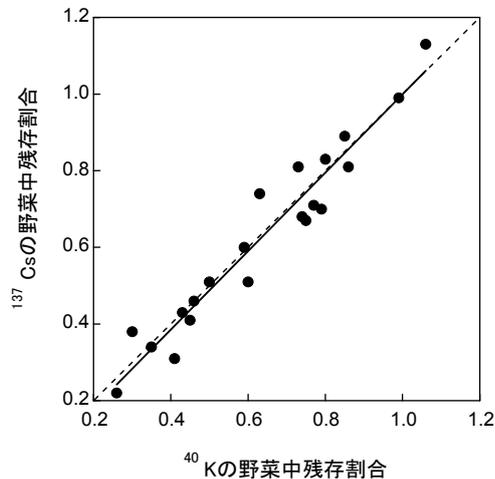
参考 3 カリウムの利用について

放射性セシウムの調理加工後の残存割合を実際に求めようとしても、事故後 2 年を経過して各種食品については厳しい生産管理が行われており、いくつかの野生から採取される食品を除いて、放射性セシウム濃度が著しく低くなっていることから、精度良く求めることは困難である。そこで、除去割合に関するデータをさらに蓄積しておくために、放射性セシウムの代わりにカリウム (K) の除去割合を当てることについて検討が行われた。いくつかの野菜について、主にゆでるという調理加工について、その前後の放射性セシウム及び K-40 (天然存在度：0.0117 %、半減期 12.5 億年) の測定を行っている (Tagami, 2013)。その結果、図参 3-1 に示したように、K-40 と Cs-137 の調理後の残存割合は 1 : 1 のライン上ほぼ一致したことから、K を放射性セシウムの除去割合を求める際の代替として利用できることがわかる。

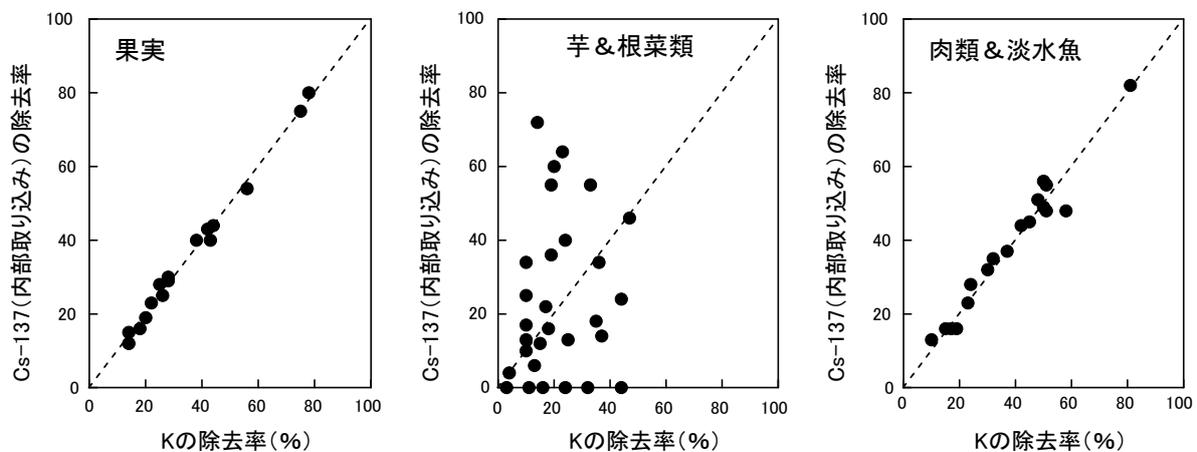
また、原環センター (1994) がとりまとめた「食品の調理・加工による放射性核種の除去率」の中に記載の、果実、芋及び根菜類、肉類及び淡水魚について、Cs-137 と K の両方の除去率が記載されている。そこでこれらを用いて同様の図を作成し、結果を図参 3-2 に示す。得られた図から、果実（主に果汁の搾取に関わる加工）、肉類及び淡水魚（主にボイル、オーブン加熱、及び酢漬け）のデータも図参 3-1 のように一致していることがわかった。また、記載していないが、キノコの水戻しについても値が一致している。したがって、多くの食品について放射性セシウムの除去割合については、K を指標としても良いことがわかる。

一方、図参 3-2 に示した芋及び根菜類（主に皮むきとゆで）では、値が一致していない。同族元素であるとはいえ、K と Cs の植物中分布が異なることが原因であると考えられる。特に根菜類について着目すると、K の方が Cs よりも皮の部分に多く存在すると言われている。したがって、皮を取り除かない状態で調理加工を行った場合、K と Cs の除去割合は若干異なる可能性がある。また、放射

性セシウムが直接表面に付着している場合には、もともと内部に含まれる K とは存在形態が異なるので、値が一致しないことがあることに注意しなければならない。したがって、事故直後の直接沈着が主な移行経路であるケースなど、状況に応じて K が Cs の除去割合の指標の代替として使えない場合があることに注意しなければならない。



図参 3-1 放射性セシウムと K の調理加工後の野菜中の残存割合の比較



図参 3-2 放射性セシウムと K の調理加工後の果実(左)、芋及び根菜類(中央)、肉類及び淡水魚(右)の除去率の比較

<引用文献>

Tagami, K., Uchida, S. (2013). Comparison of food processing retention factors of ^{137}Cs and ^{40}K in vegetables. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* DOI 10.1007/s10967-012-2169-0

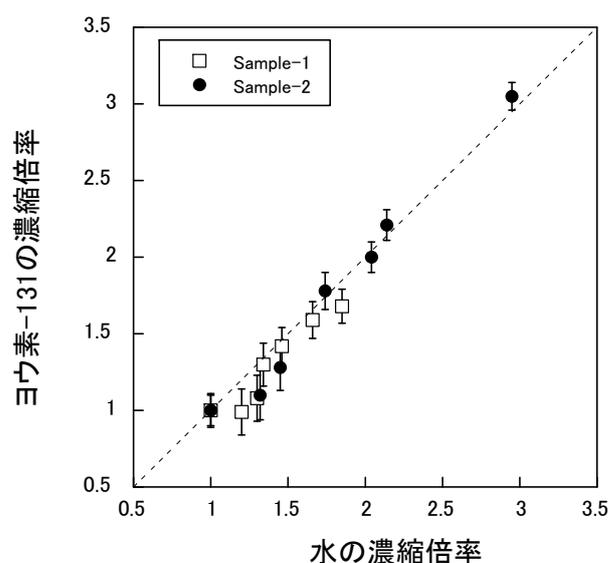
原子力環境整備センター (1994) 食品の調理・加工による放射性核種の除去率. 環境パラメータ・シリーズ 4. RWMC-94-P16. pp. 19-32

参考4 水道水からの放射性ヨウ素の除去について

原子力発電所の事故等によって水源に放出された放射性ヨウ素は、浄水システムでは除去されにくいために、水道水に残留する可能性がある。水道水は浄水場において塩素処理されるため、化学形は IO_3^- になっていると推測される。ここでは、実際に水道水中に含まれている I-131 を用いて、一般に家庭で使用されている浄水器や調理などにおける煮沸等による除去試験（①煮沸、②木炭や竹炭の投入、③活性炭通過、④家庭用浄水カートリッジ通過、⑤RO 膜処理）を行った結果をまとめた（Tagami, 2011; 田上, 2011）。なお、雨水を用いた除去試験結果も報告があるが、通常は飲用ではないことから、本稿では取り上げない。

（試験①煮沸）

ビーカーに水道水を入れて煮沸を 0・30 分程度行い、溶液を最大 1/3 にまで濃縮した場合の濃度変化を求めた。その結果、図参 4-1 に示すように、水の蒸発・濃縮に伴って I-131 濃度も高まり、損失は認められなかった。従って、煮沸ではヨウ素を除去することができず、逆に濃度が高まる事が明らかとなった。また、ビーカーではなく一般家庭で用いられている鍋を使った実験でも同様の結果が得られた。



図参 4-1 水道水の煮沸・減容による濃縮割合に対する放射性ヨウ素の濃度変化

（試験②木炭や竹炭の投入）

木炭約 10 g に対し水を 200 g、竹炭 6 g に対し 240 g 入れ、30 分おきに攪拌しながら 2、4、8 時間後に試料水の測定を行い経時変化を求めたが、時間が経過しても水道水中の放射性ヨウ素濃度は減少しなかった。さらに、竹炭を細かく粉砕して接触面積を大きくして同様の実験を行ったが結果は同じであった。これらの結果から、炭による除去はできないことが明らかになった。

（試験③活性炭通過）

約 3 g の活性炭をカラムに詰めて 200 mL の水道水を通水し、通水前後での変化を調べた。濃度変

化がほとんど見られず、最大でも 10 %程度の除去しか確認されなかったため、効果的な除去は認められなかった。この結果は「環境パラメータシリーズ 4」に記載のデータとも矛盾しない。

(試験④家庭用浄水カートリッジ通過)

蛇口取り付け型（耐用 900 L、粒状活性炭＋イオン交換体＋中空糸膜フィルター）とポット型（耐用 200 L、活性炭＋セラミック＋中空糸膜フィルター）を用いて実験を行った。ポット型浄水器では、2 L までであれば 50 %除去できたが、10 L を超えると除去できなくなった。特に活性炭の部分でトラップされたが、その効果は限定的であった。蛇口取り付け型では 100 L までは 20 %除去できたが、その後徐々に能力が低下し、285 L の時には 5 %程度除去できたが、400 L を超えると除去できなかった。

(試験⑤RO 膜処理)

実験室用の逆浸透 (RO) 膜による処理前後での放射性ヨウ素濃度を測定した。その結果、95 %以上の放射性ヨウ素が除去できた。

上記の試験結果をまとめて表参 4-1 に示す。なお、粘土をスラリー状にして攪拌する実験結果 (Lacy, 1954) についても併記した。それによると放射性ヨウ素は 3 - 5 %しか除去できなかったが、放射性ストロンチウムについては除去率が 83.3 - 95 %であった。

表参 4-1 水道水中ヨウ素除去効果試験の結果 (まとめ)

処理方法	効果	引用文献
煮沸	×	Tagami, 2011
木炭・竹炭	×	田上, 2011
活性炭	<10 %	田上, 2011
浄水器	0-50 %	田上, 2011
RO 膜	>95 %	田上, 2011
スラリー状粘土	3-5 %	Lacy, 1954

<引用文献>

Tagami, K., Uchida, S. (2011). Can we remove iodine-131 from tap water in Japan by boiling? -Experimental testing in response to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident-. Chemosphere 84, 1282-1284

田上恵子、内田滋夫 (2011). 水道水中の放射性ヨウ素除去に関する検討. 日本放射化学会 2011 年会, 長野, 9 月 20-21 日 J. Nucl. Radiochem. Sci. 12. Suppl. p.118

Lacy, W.J. (1954). Decontamination of radioactively contaminated water by slurring with clay

用語集

用語	ふりがな	解説
IAEA	あい・えー・い ー・えー	<u>I</u> nternational <u>A</u> tom <u>e</u> n <u>e</u> r <u>y</u> <u>A</u> g <u>e</u> n <u>c</u> y オーストリアのウィーンに本部がある国際原子力機関
あんぼ柿	あんぼがき	干し柿の一種。通常の干し柿ほど乾燥させないため、水分が多く、柔らかい食感が特徴。
イオン交換	いおんこうかん	物質の表面にある陽イオン（または陰イオン）が、他の陽イオン（または陰イオン）に交換（置換）されること。
移行係数	いこうけいすう	放射性核種が物質間を移動する際、濃度に依存せずある一定の割合で移行するときの係数。本書で移行係数と単純に使う時には、土壌から農作物の可食部（または植物）への移行を示している。
移行率	いこうりつ	ある材料中の放射性物質が、調理・加工後の食品にどの程度移行したのかを示す率（パーセント）。残存割合を100%表示したものの。
イメージングプレート	いめーじんぐぷ れーと	英語では、 imaging plate (IP) 。 支持体であるフィルムの上に輝尽性蛍光体を塗布した板。輝尽性蛍光体は放射線を受けると励起され、レーザー光照射で発光する。その性質を利用して放射線の分布を画像化する検出器である。
飲食物摂取制限	いんしょくぶつ せっしゅせいげ ん	放射性物質に汚染された飲食物を経口摂取することによる内部被ばくを低減するために、食品モニタリングを行って、必要に応じてこれらの飲食物を口にしないように、特定の飲料水や農畜産物の飲食や集出荷を制限したりする措置のこと。（原子力施設等の防災対策について（原子力安全委員会）「表3 飲食物摂取制限に関する指標」参照）
F_r	えふあーる	調理・加工後に食品に残留する放射性核種の、加工前の量に対する比。残存割合。Food processing retention factor. (IAEA Technical Report series No. 472 より作成)
オートラジオグラフィ	おーとらじおぐ らふいー	英語では、 autoradiography 。 サンプル中の放射性物質から放出される放射線を何らかの放射線感光体（X線フィルムやイメージングプレートなど）を使うことで画像化する手法をいう。
介入（線量）レベル	かいにゅうレベ ル	放射線防護上、被ばくの制限や低減のために何らかの介入措置を必要とする放射線レベルのこと。介入とは、放射線被ばくを全体的に低減させる人間活動のこと。
壊変	かいへん	放射性核種は不安定なため、放射線を出してより安定なものへ

		変化していく。このように放射線を出して変わって行くことを放射壊変と呼び、単に壊変もしくは崩壊とも記述される。
可溶性固形分 (Brix)	かようせいこけいぶん (ぶりっくす)	Brix 値 (%) は 20℃のショ糖 1g のみを含む水溶液を Brix 屈折計で測定したときの値が 1% である。糖度を示すことが一般的だが、測定値は、糖のほかにも塩類、蛋白質、酸など水に溶ける物質すべてを合算した値である。
K-40	かりうむーよんじゅう	放射性のカリウム。天然カリウム中に 0.0117% の割合で存在し、半減期は 12.48 億年である。
かんすい	かんすい	日本で作られる中華めんにおいて、加えられるアルカリ塩(水溶液)のこと。めんのコシを強くし、独特の色調(黄色)と臭気を与える。沖縄そばでは、かん水ではなく灰汁(炭酸カリウム主体)、長崎ちゃんぽんでは唐灰汁(炭酸ナトリウム主体)などが加えられる。
乾燥重量	かんそうじゅうりょう	水分を含む試料を乾燥させたときの重量。乾燥温度は、60℃、80℃、105℃ (絶乾) 等があり、目的に応じて使用される。
揮散	きさん	元々の媒体から対象物が気化/蒸発して大気中に放出されること。
95%信頼区間	きゅうじゅうごぱーせんとしんらいいくかん	統計学で、母数がどのような数値の範囲にあるのかを確率的に示す方法であり、その母数集団の 95% が含まれる範囲を 95% 信頼区間と呼ぶ。
凝固剤	ぎょうこざい	凝固を促進する物質で、この場合、豆腐を製造する際に、豆乳を固める作用のあるもの。塩化マグネシウム (にがり) や、硫酸カルシウム、グルコノラクトンなどが風味や製造法の目的によって使われている。
菌床栽培	きんしょうさいばい	キノコ (菌類) を施設等で栽培するときに、切り出した木そのものを使わず、おがくずなどに米ぬか等を混ぜて作った人工の培地に菌類を繁殖させ、キノコを作る栽培方法。腐生菌のうち、植物遺体を分解する菌がこの栽培でつくることができる。
経根吸収	けいこんきゅうしゅう	植物の根を介した元素等の吸収
搾汁	さくじゅう	水分の多い果実等から果汁を搾ること
暫定規制値	ざんていきせいち	飲食物摂取制限に関する指標として、原子力安全委員会が示した上限値 (放射性ヨウ素、放射性セシウム、ウラン、プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種に対し、飲料水、牛乳・乳製品、野菜類、穀類、肉・卵・魚・その他の各区分への指標値) を食品安全委員会が暫定的に流通規制のために用いた値。
暫定許容値	ざんていきょようち	放射性セシウムによる農地土壌の汚染拡大を防止するとともに、食品衛生法上問題のない農畜水産物の生産を確保する観点から、肥料・土壌改良資材・培土及び飼料 (粗飼料及び濃厚飼

		料を含む) において許容できる最大値として、農林水産省が定めた放射性セシウムの指標値。23 消安第 2444 号、23 生産第 3442 号、23 林政産第 99 号、23 水推第 418 号、制定平成 23 年 8 月 1 日。一部改正平成 24 年 2 月 3 日。一部改正平成 24 年 3 月 23 日。 (農林水産省
実効線量	じっこうせんりょう	人体のすべての特定された組織及び臓器における等価線量の組織加重合計である。
充填豆腐	じゅうてんどうふ	冷めた豆乳に凝固剤を加えてから加熱し、凝固させる豆腐の作り方。【1-15】参照。
(チーズの) 熟成	じゅくせい	生乳に乳酸菌や凝乳酵素(レンネット)を加えて、牛乳を固めたものがナチュラルチーズであり、加えられた乳酸菌や酵素と、適度な温度や湿度の中で、生乳のタンパク質や脂質が分解され、チーズそれぞれの個性や風味などが作られるが、この工程を熟成という。【1-19】参照。
種実類	しゅじつるい	果実・種子のうち、食用部が皮や殻が堅いものに包まれたもの。クリ、ナッツ、ゴマ等が含まれる。
じょうのう膜	じょうのうまく	柑橘類の果肉を包む小袋の薄皮の部分。
食品群	しょくひんぐん	色々な食品を、成分や使用目的の似たものを群として分類したもの。栄養バランスを考慮した場合には、6つの食品群が使われるが、日本食品成分表(5訂)では、18の食品群を採用している。
食品健康影響評価	しょくひんけんこうえいきょうひょうか	食品に含まれる可能性のある危害要因が人の健康に与える影響について評価を行うこと。食品中の危害要因を摂取することによってどの位の確率でどの程度の健康への悪影響が起きるかを科学的に評価する。
食品の放射性物質測定のためのスクリーニング法	しょくひんのほうしゃせいぶつしつそくていのためのすくりーにんぐほう	放射性セシウム濃度が基準値よりも確実に低い試料を判別するための方法。
浸透圧	しんとうあつ	半透膜を挟んだ二つの液体の違いが溶質の濃度だけであった場合、濃度の濃い方から薄い方へ溶質が膜を通して移動するが、このとき、薄い方に圧力をかけると、移動が阻止される。この圧を浸透圧という。
生物学的半減期	せいぶつがくてきはんげんき	生物がある元素を取り込んでから体外に排出するとき、体内中の濃度が半分になるまでにかかる時間を生物学的半減期と呼ぶ。物理学的半減期が短い放射性核種を体内に取り込んだ場合、

		体外に排出される間には物理学的半減期も影響することから、この場合には実効半減期と呼び、生物学的半減期とは区別する。物理学的半減期を参照。
生物濃縮	せいぶつのうしゆく	生物が、餌や水を通して、ある物質を体内に周辺環境よりも高いレベルに蓄積・濃縮すること。食物連鎖により濃縮される場合にも用いられることがあるが、生態系を通じる場合には生態濃縮と呼ぶことが多い。
線量 (換算) 係数	せんりょう (かんざん) けいすう	ベクレルからシーベルトに換算するための係数。ICRP Publication 72 “Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients”に記載されている換算係数が、公衆が放射性核種を経口または呼吸によって取り込んだ場合に用いられる。年齢の幅ごとに係数値が異なる。ICRP Publication 72 より
直接沈着	ちよくせつちん ちゃく	大気中の物質が降下した際、直接ある物体の表面に付くこと。例えば、放射性核種の葉面沈着は、直接沈着の一例である。
転流	てんりゅう	植物中において、元素が吸収された部位から別の部位に移動すること。例えば、根から吸収されたカリウムの一部は葉に転流する。カリウムは、古い葉からさらに新しい組織に移動することがあり、これを再転流と呼ぶ。
等価線量	とうかせんりょう	ある組織が放射線から受ける平均吸収線量に放射線加重係数を乗じた値。単位：シーベルト (Sv)。ミリシーベルトの欄を参照のこと。
トータルダイエツト試料	とーたるだいえつと しりょう	一人の人が一日摂取する食品を代表する試料。マーケットバスケット方式、陰膳方式がある。
独立栄養植物	どくりつえいようしよくぶつ	無機化合物 (例えば大気中の二酸化炭素) だけを炭素源とし、光や無機化合物をエネルギー源として同化作用を行い、他の有機物 (生物を含む) に依存しないで独立で生育する植物。
内部汚染	ないぶおせん	食品の内部に汚染物質 (ここでは放射性物質) が取り込まれていることによる汚染。
濃縮係数	のうしゆくけいすう	生物がその周辺環境媒体からある元素または物質を吸収・蓄積する場合の、周辺環境媒体と生物体内の濃度比。
P_e	ぴーいー	調理・加工後の食品の、加工前の重量に対する比。重量比。Processing efficiency。(IAEA TRS 472 より)
P_f	ぴーえふ	調理・加工後の食品の、加工前の濃度に対する比。濃度比または加工係数。Processing factor。(IAEA TRS 472 より)
表面汚染	ひょうめんおせん	食品の表面に汚染物質 (ここでは放射性物質) が付着していることによる汚染。外部汚染ともいう。

フォールアウト	ふおーるあうと	放射性物質発生源から大気に放出され、その後地表に降下してきた物質。1960年代の大気圏内核実験により大気圏に放出された核分裂物質は、地球全体を覆い、徐々に地表に降下してきたことから、グローバル・フォールアウトと呼ばれる。
物理学的半減期	ぶつりがくてきはんげんき	放射性核種1個の壊変事象はランダムに起るが、ある程度多くの数の種類の放射性核種に着目すると、それを密閉した状態にしておくと、ある一定の経過時間ごとに放射能が半減していく様子が観察される。このように放射能が半分になるまでの経過時間を物理学的半減期 (T) と呼ぶ。 物理学的半減期 T (秒) と放射性物質の数 N (個) 及び放射能 A (Bq) には次の関係が成り立つ。 $A = \ln 2 / T \times N \quad (\ln 2 \approx 0.693)$ なお、 $\ln 2 / T$ は物理的壊変定数 λ で置き換えられる。
物理的壊変定数	ぶつりてきかいへんていすう	放射性核種の単位時間あたりの壊変数 (Bq) は、そのときの原子数に比例し、それぞれ固有の壊変定数 λ を比例定数として表すことができる。 $\lambda = \ln 2 / T$ (T は物理学的半減期)。物理学的半減期を参照。
分布割合	ぶんぷわりあい	ある食品中の放射性物質が、調理・加工する過程で作られるいろいろなもの (2種類以上) に、それぞれ全体のどの割合で分配されたのかを示す。
ベクレル (Bq)	べくれる	放射能の量を表す SI ユニットであり、放射性核種が1秒間に1個壊変 (崩壊) すると、1ベクレル (Bq) である。
放射性核種	ほうしゃせいかくしゅ	放射線を出す能力のある同位体 (注) のこと。放射性同位体とも呼ばれる。英語では radionuclide。なお、放射性核種を含む物質を放射性物質と呼ぶ。 (注) 同位体とは、同じ元素であっても、中性子の数が異なる核種。物理学的半減期が30年の放射性セシウム-137 と天然に存在する安定のセシウム-133 は、化学的に同じ性質を有する同位体である。
放射性セシウム	ほうしゃせいせしうむ	セシウム (Cs) 同位体のうち、放射性の同位体。東電福島第一原発事故では、Cs-134, Cs-136, Cs-137 が放出されたが、短半減期の Cs-136 は短期間で環境中から測定できないレベルに減衰したため、放射性セシウムという場合には、通常 Cs-134 と Cs-137 を示す場合が多い。
ホモジナイズ	ほもじないず	英語では、homogenize。 粉碎や攪拌などの操作により均質化すること。
マーケットバスケット方式	まーけっとばすけっとほうしき	トータルダイエット試料作製方式の一つ。個々の食品を、一日摂取量の平均値に従って混合して調製する。
磨砕	まさい	細かく砕き、すりつぶすこと。

ミリシーベルト (mSv)	ミリシーベルト	<p>シーベルト（注）の千分の1。食品による内部被ばくについては、体内に摂取した後からある程度長期（成人は50年、子どもは70歳まで）において、ある組織又は臓器が受ける等価線量を預託等価線量と呼び、さらに組織加重係数（同じ線量でも組織ごとに影響が異なることから、それを補正するための係数）を乗ずることで得られる、全身の預託実効線量（単位：シーベルト）を考慮している。</p> <p>（注）生体の被ばくによる生物学的影響の大きさを表す単位。線量当量及び等価線量はどちらもシーベルト（Sv）を用いる。線量当量は「グレイ（Gy）で表した組織又は臓器の吸収線量の値に放射線の線質係数を乗じた値」であり、等価線量は「ある組織が放射線から受ける平均吸収線量に放射線加重係数を乗じた値」である。ICRP Publication 103 より作成。</p>
（食品の）モニタリング	もにたりんぐ	監視あるいは観察。食品中に含まれる放射性物質の量について、基本は抽出サンプリングを行い、濃度を測定することで、流通可能かどうかを判断するための監視を行うこと。
油糧	ゆりょう	油脂・油脂原料・油かすなどの総称。種子や果肉に含まれる油脂を利用するために栽培される作物を油糧作物といい、油脂を種子から取るものにはなたね、ゴマ、エゴマ、ダイズ等があり、果肉から取るものにはヤシやオリーブがある。
りん茎	りんけい	葉を起源とし、葉の下部がでんぷんを蓄えて肥大化し球茎になったものの呼称。
累積線量	るいせきせんりょう	外部被ばくや内部被ばくにより加えられる線量のある期間における合計値。

あとがき

東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、どのような調理・加工を行えば、食品中の放射性核種摂取量を下げることができるかに多くの関心が寄せられ、問い合わせがあった。本研究はこの関心に応えるため、環境パラメータ・シリーズ 4「食品の調理・加工による放射性核種の除去率」の改訂を狙ったものである。

本報告書は、以下に示す分担により、日本人が通常に食する食品について、事故以来、様々な機関で取得されている調理や加工による放射性セシウムの除去率等のデータをできるだけ多く収集・整理して、最新のデータとして活用できるよう作成したものである。

事故後 2 年以上が経過し、食品モニタリングの体制が次第に整備されてきており、100 Bq/kg（生重量）を超える食品が市場に出ることは無いと思われるが、実際に食べている食品中の放射性核種が調理・加工によりどの程度除去されているのかは、多くの国民が安心・安全のために知りたい情報であることに変わりはない。

このデータ集が、多くの人に読まれ、少しでも安心・安全に貢献することができれば幸いである。

執筆分担

(敬称略)

第 1 章 基本情報

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1.1 東京電力福島第一原子力発電所事故について | 内田滋夫 |
| 1.2 放射性核種の食品への移行経路及び除去のパラメータ | 内田滋夫、田上恵子 |
| 1.3 食品中の放射性物質の基準値について | 松田りえ子 |
| 1.4 採択したデータについて | 内田滋夫、田上恵子 |
| 1.5 食品の調理・加工方法 | 松田りえ子、川本伸一、丹治克男、八戸真弓、
関澤春仁、後藤奈美 |

第 2 章 食品の調理・加工による放射性核種の除去率等のデータ【日本の事例】

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 2.1 米 | |
| 2.1.1 精米 | 田上恵子、田野井慶太郎、丹治克男、吉岡邦雄 |
| 2.1.2 清酒醸造 | 後藤奈美 |
| 2.2 小麦・大麦 | |
| 2.2.1 製粉・精麦 | 川本伸一 |
| 2.2.2 うどん・中華めん調理 | 濱松潮香、川本伸一 |
| 2.3 豆類 | |
| 2.3.1 大豆加工（豆腐・納豆） | 八戸真弓、川本伸一 |
| 2.3.2 調理（煮豆） | 八戸真弓、川本伸一 |
| 2.3.3 子実内分布【参考】 | 八戸真弓、川本伸一 |
| 2.3.4 大豆加工（みそ） | 丹治克男、吉岡邦雄 |
| 2.4 オイルシード類 | 関澤春仁、吉岡邦雄 |

2.5 野菜類

- | | |
|---------------|-----------|
| 2.5.1 葉菜類 | 田上恵子 |
| 2.5.2 根菜類 | 田上恵子 |
| 2.5.3 その他の野菜類 | 田上恵子 |
| 2.5.4 むか漬け | 丹治克男、吉岡邦雄 |

2.6 果実類・種実類

- | | |
|---------------|----------------|
| 2.6.1 ウメ | 関澤春仁、吉岡邦雄 |
| 2.6.2 モモ | 関澤春仁、吉岡邦雄 |
| 2.6.3 リンゴ | 関澤春仁、吉岡邦雄 |
| 2.6.4 ブドウ | 関澤春仁、吉岡邦雄、後藤奈美 |
| 2.6.5 イチジク | 関澤春仁、吉岡邦雄 |
| 2.6.6 クリ | 関澤春仁、吉岡邦雄 |
| 2.6.7 ユズ | 関澤春仁、吉岡邦雄 |
| 2.6.8 カキ | 丹治克男、吉岡邦雄 |
| 2.6.9 ビワ | 丹治克男、吉岡邦雄 |
| 2.6.10 ブルーベリー | 関澤春仁、吉岡邦雄 |

2.7 きのこと類

鍋師裕美、松田りえ子

2.8 魚介類

- | | |
|------------|------------------|
| 2.8.1 ワカサギ | 鍋師裕美、松田りえ子 |
| 2.8.2 かまぼこ | 松岡洋子、中谷操子、田野井慶太郎 |

2.9 肉類

鍋師裕美、松田りえ子

2.10 飲料

- | | |
|-----------|------------|
| 2.10.1 緑茶 | 田上恵子 |
| 2.10.2 麦茶 | 等々力節子、川本伸一 |

第3章 食品の調理・加工による放射性核種の除去率等のデータ【外国の事例】

- | | |
|---|-------------|
| 3.1 IAEAテクニカルドキュメント No.1616 「放射線被ばく線量評価のための地表及び淡水中の放射性核種移動の定量化」 | 内田滋夫、田野井慶太郎 |
|---|-------------|

- | | |
|----------------------------------|------|
| 3.2 チェルノブイリ事故後の調理・加工に関するヨーロッパの研究 | 川本伸一 |
|----------------------------------|------|

第4章 日本食品成分表から算出した食品の調理・加工による無機元素の除去率

田上恵子、事務局

参考資料

- | | |
|-------------------------|-----------|
| 参考1 食品摂取量について | 松田りえ子 |
| 参考2 ゼオライト処理による積極的除去 | 関澤春仁、吉岡邦雄 |
| 参考3 カリウムの利用について | 田上恵子 |
| 参考4 水道水からの放射性ヨウ素の除去について | 田上恵子 |

事務局

- | | | |
|-------------------------|------|------|
| (公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター | 専務理事 | 古賀洋一 |
| (公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター | 企画部 | 藤原愛 |

平成 25 年 9 月
平成 25 年 12 月改訂

公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター（原環センター）
Radioactive Waste Management Funding and Research Center

〒104-0052 東京都中央区月島 1 丁目 15 番 7 号 パシフィックマークス月島 8 階
TEL : 03(3534)4511 (代表) FAX : 03(3534)4567 <http://www.rwmc.or.jp/>

本書の複写・転載などの問い合わせは、企画部 kikaku@rwmc.or.jp までお願いします。