

ひじき加工時の加熱時間の違いによる鉄含有量の変化

松本義信^{*1} 津崎智之^{*2} 奥和之^{*1} 小野章史^{*1}

要 約

日本食品標準成分表2015年版において、ひじきの項目は下処理の加熱時に用いる材質がステンレス製と鉄製に分類されて表記された。しかし、この時の加熱時間は考慮されなかった。そこで、本研究ではひじきの下処理時の加熱時間が鉄含有量に及ぼす影響について検討した。実験は鹿児島県沿岸ならびに静岡県沿岸で収穫された下処理等が行われていない未加工のひじきを用い、加熱時間を30～360分間とした。その結果、鉄含有量は両ひじきともステンレス製に比べて鉄製の鍋を用いた方が高値となった。また、鉄製の鍋を用いた場合、加熱時間が30分間に比べて360分間では30倍以上の高値となった。日本食品標準成分表2015年版の値に比べてこれらの値は加熱時間が30分間では低値を、360分間では高値を示した。以上の結果から、本研究でひじきの鉄含有量がステンレス製より鉄製の鍋で高値となったことは日本食品標準成分表2015年版と同様であったが、加熱時間によっても値が異なることが明らかになった。

1. 緒言

日本人は古来よりひじきを含め海藻を摂取する習慣があり、これらが重要なミネラル供給源となっている。現在、ひじきは国内で乾燥重量として年間約6,000 tの消費があり¹⁾、一人当たりになると約50 g/年を摂取している。ひじきは日本食品標準成分表2010では乾燥品として100gあたり55.0 mgの鉄を含む²⁾とされ、鉄の供給源となる食品の一つとして多くの献立に利用されてきた。2015年に刊行された日本食品標準成分表2015年版（以下、食品成分表2015）では、ひじきは海から収穫されたひじき（以下、未下処理ひじき）を下処理として煮熟（以下、加熱）する時に用いる釜の材質にステンレス製と鉄製のあることが考慮された。すなわち、食品成分表2015では材質別の項目に分けられ、ステンレス製の釜で6.2 mg、鉄製の釜で58.2 mgになり、9倍以上の差が生じた³⁾。しかし、これらの値は未下処理ひじきの加熱に要した時間が考慮されなかった。

そこで本研究では、未下処理ひじきの加熱時間が鉄含有量に及ぼす影響について検討した。

2. 研究方法

2.1 試料および器具

2.1.1 試料

研究に使用した未下処理ひじきは、M商店（三重県伊勢志摩市）から購入した静岡県沿岸で収穫されたひじき（以下、静岡産ひじき）、ならびに鹿児島県沿岸で収穫されたひじき（鹿児島産ひじき）で、いずれも収穫後に乾燥処理のみが施されている。なお本研究では、収穫後に乾燥処理を行ったひじきを未下処理ひじき、未下処理ひじきを水に30分間浸したものを水戻しひじき、さらに水に30分間浸漬後に加熱したものを加熱ひじきとした。

2.1.2 器具

本研究において、未下処理ひじきの加熱に用いた鍋は、ステンレス製（ピタクラフト・プロ）、ならびに鉄鍋（IK電調専科）である。

2.2 試薬の調製

2.2.1 鉄標準液

99.9 mg/L鉄標準液（和光純薬工業株式会社）を必要に応じて希釈して用いた。

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床栄養学科 *2 WDB 株式会社
（連絡先）松本義信 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学
E-mail: yosinobu@mw.kawasaki-m.ac.jp

2.2.2 試薬

- ・1% 塩酸
- ・20% 塩酸
- ・0.5%1,10- フェナントロリン水溶液
1,10- フェナントロリン塩酸塩一水和物（和光純薬工業）を蒸留水に溶解して用いた。
- ・25% クエン酸ナトリウム水溶液
クエン酸三ナトリウム二水和物（和光純薬工業）を蒸留水に溶解して用いた。
- ・1%L-アスコルビン酸水溶液
L-アスコルビン酸（和光純薬工業）を蒸留水に溶解して用いた。

2.3 未下処理ひじきの下処理

ステンレス鍋あるいは鉄鍋に未下処理の静岡産ひじきあるいは鹿児島産ひじきを精秤したものに蒸留水を加え、30, 60, 90, 180, 360分間のいずれかの時間にわたりそれぞれ微沸騰が続く程度に加熱した。

2.4 鉄含有量の測定

2.4.1 サンプルの調製

加熱ひじきは加熱終了後につぼを用いて550℃で灰化後20%塩酸に溶解し、ホットプレート上で溶媒を蒸発乾固させた。次につぼへ1%塩酸溶液約20 mLを加えて残留物を溶解させてからろ過を行った。この時のろ液を100 mLにメスアップしたものをサンプルとした。

2.4.2 鉄含有量の測定：フェナントロリン吸光度法による鉄定量

ひじきの鉄含有量はフェナントロリン吸光度法に準じて行った⁴⁾。すなわち、サンプルの5 mLを25%クエン酸ナトリウム水溶液で滴定し、滴定量をA mLとした。同じく、サンプル5 mLに1%L-アスコルビン酸水溶液を1 mL、0.5%1,10-フェナントロリン溶液を2 mL添加し、続いて先程の滴定量A mLと同容量の25%クエン酸ナトリウム水溶液を加えてから蒸留水で25 mLにメスアップした。これを60分間以上放置後に510 nmで吸光度を測定した。

2.5 統計処理

測定値はMicrosoft Excel 2007を用い平均±標準偏差で示した。統計処理は、ステンレス鍋と鉄鍋の違いの比較、あるいは静岡産ひじきと鹿児島産ひじきの比較については student T-test で、加熱時間の

比較については Tukey による多群比較検定でそれぞれ行った。なお、危険率は5%未満とした。

3. 研究結果

未下処理ひじきならびに水戻しひじきの鉄含有量を表1に示した。鉄含有量は両ひじきいずれも水戻しの有無にかかわらず差を認めなかった。

加熱ひじきの鉄含有量について、静岡産ひじきを図1に、鹿児島産ひじきを図2にそれぞれ示した。ひじきの鉄含有量はいずれの産地においても、ステンレス鍋群に比べて鉄鍋群が高値を示した。静岡産ひじきでは加熱時間が90分間以上ではステンレス鍋群より鉄鍋群が有意に高値を示した（90分間では $p<0.05$, 180分間, ならびに360分間では $p<0.01$ ）。このとき、鉄鍋群において30分間, あるいは60分間の加熱に比べて180分間, あるいは360分間の加熱した群が有意に高値を示した（ $p<0.05$ ）。また、鹿児島産ひじきでは加熱時間が90分間のときを除いてステンレス鍋より鉄鍋の方が有意に高値を示した（30分間, 180分間では $p<0.05$, 60分間, 360分間では $p<0.01$ ）。また、ステンレス鍋群において30分間の加熱に比べて、360分間の加熱した群が有意に高値を示し（ $p<0.05$ ）。鉄鍋群において30分間, あるいは60分間の加熱に比べて、90分間, 180分間, あるいは360分間の加熱した群が有意に高値を示し（ $p<0.05$ ）、さらに90分間, ならびに180分間の加熱に比べて360分間の加熱で有意に高値を示した（ $p<0.05$ ）。

4. 考察

2015年に刊行された食品成分表2015は、日本食品標準成分表2010と比較した場合、掲載食品数の増加、測定法の変更等による成分値の見直し、さらには食品名として一般的に普及している名称の使用などの点において大きく改定された。その中でひじきについては項目の変更があった。日本標準食品成分表2010におけるひじきの項目は“ほしひじき”として乾燥品の一項目しかなかった²⁾。しかし、今回刊行された食品成分表2015では、項目がひじきの下処理時の加熱に用いる釜の材質によりステンレス製と鉄製に分類され、さらに、それぞれの材質に対して

表1 乾燥, ならびに水戻しひじきの鉄含有量(mg/乾燥ひじき100 g)

	静岡産ひじき		鹿児島産ひじき	
未下処理ひじき ¹⁾	9.9	± 3.9	17.2	± 1.9
水戻しひじき ²⁾	9.7	± 3.0	13.5	± 1.3

平均±標準偏差 (n=3)

1) 収穫後, 乾燥処理だけを行ったひじき

2) 1) を水に30分間浸したひじき

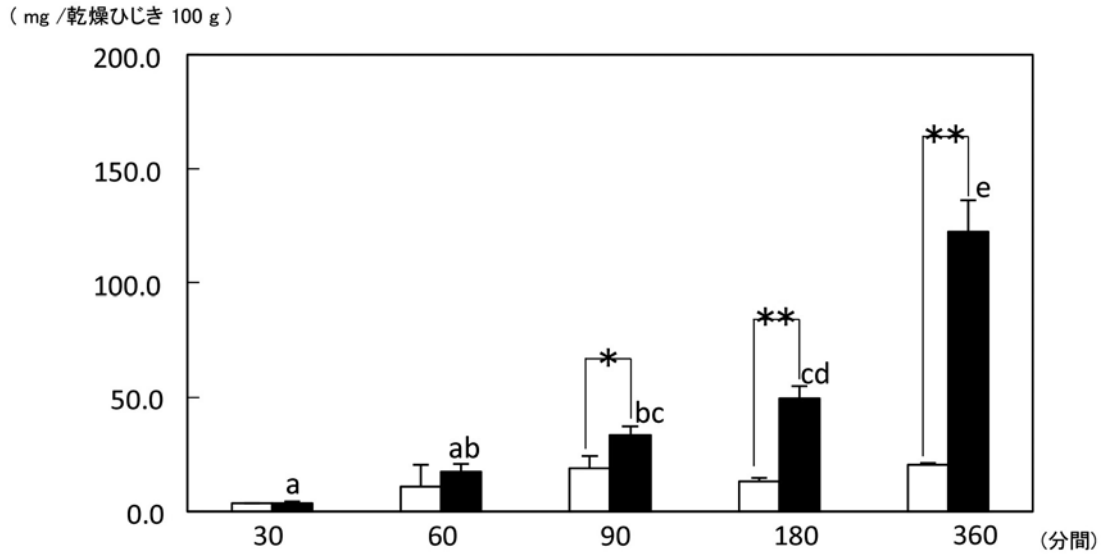


図1 ステンレス鍋あるいは鉄鍋を用いた加熱時間別の静岡産ひじきの鉄含有量
 □:ステンレス鍋群 (n=3), ■:鉄鍋群 (n=3), * $p<0.05$, ** $p<0.01$, vs ステンレス鍋群. 鉄鍋群において同一のアルファベットがない場合, 有意差あり ($p<0.05$).

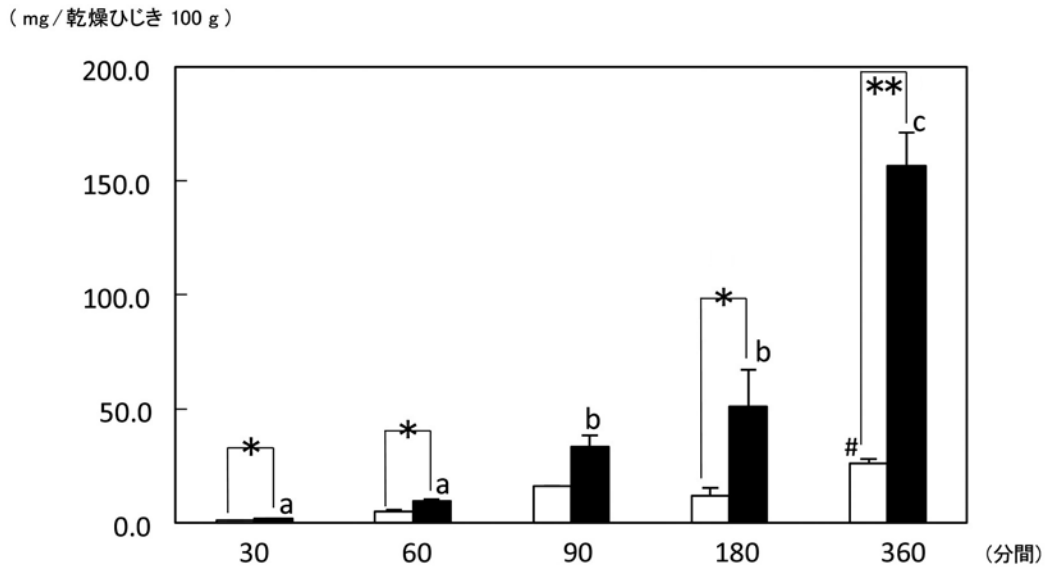


図2 ステンレス鍋あるいは鉄鍋を用いた加熱時間別の鹿児島産ひじきの鉄含有量
 □:ステンレス鍋群 (n=3), ■:鉄鍋群 (n=3). * $p<0.05$, ** $p<0.01$, vs ステンレス鍋群. # $p<0.05$, vs 30分間群. 鉄鍋群において同一のアルファベットがない場合, 有意差あり ($p<0.05$).

乾燥, ゆで, 油いために細分化された³⁾(以下, 食品成分表2015のひじきの鉄成分値は乾燥のもの値を示す). 乾燥ひじき100 g当たりの鉄成分値は日本食品標準成分表2010で55.0 mgであった. これが, 食品成分表2015で鉄釜の場合では58.2 mgとなり3.2 mgの差であったものの, ステンレス釜の場合では6.2 mgとなり9分の1程度の低値になった. しかし, 食品成分表2015に記載されているひじき, ならびに

それ以前に刊行されていた日本食品標準成分表の鉄成分値はひじきの下処理加熱をするときの加熱時間が考慮されておらず, 実際には30分間から6時間と12倍の差があったものの一括して表示されていた. そこで, 本研究ではひじき下処理時の加熱時間が鉄量に及ぼす影響を検討した. なお, 本研究は実験室による検討のため, 下処理に用いる釜の材質の違いを同様の材質である鍋を用いて行った.

その結果、ひじきの鉄含有量は収穫された産地に関わらずステンレス鍋より鉄鍋を用いた方が高値になり、鍋の材質の違いによって鉄含有量に差が生じることを確認した。特に本研究における最長の360分間加熱を行ったひじきの鉄含有量は静岡産、鹿児島産のいずれのひじきもステンレス鍋に比べて鉄鍋で約6倍の高値になった。つまり、ひじきの下処理時の加熱で用いる釜の材質の違いは、ひじきの鉄含有量に影響することが確認された。また、加熱時間が鉄成分値に与える影響を検討するため30～360分間において加熱を行った。その結果、加熱時間が長くなるに従ってステンレス鍋ならびに鉄鍋ともに鉄含有量が高値になり、特に鉄鍋でその度合いが大きく、180分間に比べて360分間加熱した場合、静岡産ひじきで2.4倍以上、鹿児島産ひじきで3.0倍以上の高値を認めた。このことから下処理の加熱時に用いる鍋の材質だけではなく、加熱時間もひじきの鉄含有量に影響することが明らかとなった。今回新たに刊行された食品成分表2015ではひじきの下処理時の加熱時間は考慮されていなかったが、本研究の結果をふまえると加熱時間についても考慮する必要性が示唆された。定量的評価は行われていないものの鉄製の調理器具類の使用による器具から食品への鉄の移行についてはその有無の双方が報告されている⁵⁻⁷⁾。鉄の移行があるとすると、加熱時間を長くすることは調理器具から鉄を溶出させ、その鉄が食品に吸着したと考えることができる。ただし、未下処理ひじきならびに水戻しひじきに比べて、静岡産ひじきで30分間加熱の方が、鹿児島産ひじきで30分間と60分間加熱の方が低値になった。このことは、この程度の加熱時間では逆にひじきから煮汁の方へ鉄が溶出する可能性も示唆された。

なお、本研究の鉄含有量測定法の妥当性について鹿児島産の未下処理ひじきを用いて確認した。その結果、乾燥ひじき100 g当たりの鉄含有量は、フェナントロリン吸光度法で測定した本研究(表1)では17.2 mgであったが、同法で内部標準を添加した場合で7.4 mgとなり、またICP発光分析法(日本食品分析センター、東京)では33.1 mgとなった。

文 献

- 1) 日本ひじき協議会：《参考》ひじき Q&A. <http://www.hijiki.org>, [2005]. (2016.12.21確認)
- 2) 香川芳子：新しい「日本食品標準成分表2010」による食品成分表。初版、東京、2011。
- 3) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会：日本食品標準成分表2015年版(七訂)、初版、東京、2015。
- 4) 飯淵貞明、渡邊悟編著：新しい食品学実験、第2版、三共出版、東京、2009。
- 5) 日笠志津：栄養素実験室第9回鉄びんと「鉄玉子」で沸かした湯の鉄。栄養と料理, **81**, 66-67, 2015。
- 6) 糸川嘉則、朝倉邦造：ミネラルの事典。初版、朝倉書店、東京、2003。
- 7) 鈴木継美、和田攻、栗田元：ミネラル・微量元素の栄養学、初版、第一出版、東京、1994。

このように測定法により最大差が25.7 mg/100 gであったが、内部標準物質のみの回収率も95.6%であったことから本研究の鉄含有量測定法は妥当であったと考えた。

平成27年国民健康・栄養調査において、日本人の一日の鉄摂取量の平均値は成人男性7.9 mg、成人女性7.2 mgであった⁸⁾。一方、日本人の食事摂取基準(2015年版)における鉄の推定平均必要量は18～29歳の男性で6.0 mg、女性18～29歳の“月経なし”で5.0 mg、同じく“月経あり”で8.5 mgである⁹⁾。日本人の鉄摂取量は女性の“月経あり”を除いて、推定平均必要量を充足していた。鉄は推定平均必要量を満たすことが難しい栄養素といわれており¹⁰⁾、単位重量当たりで見ると他の食品より鉄を多く含むとされたひじきは鉄供給源の主要食品の一つであった。そのため、鉄供給の献立に頻繁に用いられてきたが、今回の食品成分表2015の改訂によりひじきの下処理の加熱時に用いる容器の材質が鉄含有量に影響すると思われた。そのため、今後は調理で用いるひじきがどのように下処理されているかを確認する必要があるかもしれない。しかし、日本人の鉄の供給源となる食品群は割合の多い順に肉類、卵類、野菜類・果実類、穀類であり、摂取全体に対するひじきが含まれる海藻類の割合は4%程度である⁸⁾ことを考慮すると、下処理にステンレス釜を使用したとしても、鉄摂取不足が生じることは考えにくく、肉、卵、魚、野菜の摂取で鉄摂取量を充足させることができると考えられた。

現在ひじきの下処理時の加熱方法は蒸煮が主流である¹⁰⁾。そのため、蒸煮と煮熟では鉄成分値が異なることも考えられる。今後、ひじきの鉄成分値は加熱時の釜の材質に加えて、加熱時間だけではなく加熱方法についても考慮しなければいけないことが示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり協力いただいた卒論生である川崎医療福祉大学医療技術学部臨床栄養学科23期生の伊賀春香さん、成貞翔平さんに感謝申し上げます。

- 8) 厚生労働省：平成27年国民健康・栄養調査報告，〈参考〉栄養素・食品群別摂取量等に関する状況. <http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushinka/kekagaiyou.pdf>, 2016. (2016.12.21確認)
- 9) 厚生労働省：日本人の食事摂取基準（2015年版）. 初版，第一出版，東京，2014.
- 10) 渡邊智子：食品成分表2「鉄充分」がむずかしくなった!?. 栄養と料理4月号，82，118-120，2016.

(平成29年5月8日受理)

Effect of Boiling Time to Iron Content in Hijiki

Yoshinobu MATSUMOTO, Tomoyuki TSUZAKI, Kazuyuki OKU and Akifumi ONO

(Accepted May 8, 2017)

Key words : hijiki, iron content, boiling time

Correspondence to : Yoshinobu MATSUMOTO Department of Clinical Nutrition
Faculty of Health Science and Technology
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan
E-mail : yosinobu@mw.kawasaki-m.ac.jp
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.27, No.1, 2017 147 – 152)