

学校給食における鉄釜を使用する料理の鉄含有量

－鉄釜からの移行率－

東京栄養食糧専門学校

加藤 亮

他 5 名

1. はじめに

日本人の食事摂取基準の指標に対し、日本人が日常的に摂取できにくい栄養素はいくつかあるが、その中に鉄があげられる¹⁾²⁾。令和元年の国民健康・栄養調査をみると、鉄の摂取量は成人男性 8.3 mg、成人女性 7.5 mg となっており、日本人の食事摂取基準（2020 年版）の推奨量 7.5 mg を上回っているが、成人女性の 20% 近くに鉄欠乏性貧血が認められている³⁾。また、14～18 歳の女性では、10% 前後が鉄の欠乏状態になっているとの報告もある⁴⁾。

鉄が摂取できにくい理由は、日常的に摂取している食品に鉄含有量が少ないことである。さらに、日常的に摂取する食品は非ヘム鉄を含む食品が中心となっているため、実際の鉄の摂取量はさらに少ないと考えられる。

一方、学校給食など大量調理の現場では鉄製の回転釜が利用されている場合も多く、鉄製回転釜で料理することで料理への鉄の溶出による付着（付加）が期待されている。しかし、栄養計算のデータベースである日本食品標準成分表には、この調理法における鉄の付加量についての記載はない。ただし、鉄以外の調理器具による調理操作では、野菜類では 5%（果菜類）～40%（りん茎類）程度の鉄が減少することが読み取れる⁵⁾。

そこで、本研究では学校給食を対象とした鉄鍋（鉄製回転釜）の料理を試料とし、調理前の材料の鉄含有量と調理後の料理の鉄含有量とを分析する実態調査を行い、両者の鉄含有量の相違から、料理への鉄移行率を明らかにすることを目的とした。また、栄養計算結果の相違や鉄の移行率を考慮した栄養計算方法の検討も行った。

2. 研究方法

（1）試料

試料は、東京都小平市の教育委員会（管理栄養士）および小平市立 A 小学校の管理栄養士とで検討し、A 小学校で実施する給食のうち鉄製回転釜で調理する代表的な料理 6 品とし（表 1）、通常の給食として調理した料理を採取した。また、調理前後の鉄含有量の相違を比較するために、料理別にレシピを揃えて原材料を料理別に実験試料とした。したがって、料理の試料数と調理前の試料数は同数であり、試料の総量は 12 試料である。

各試料は、袋（ジップロック フリーザーパック、旭化成ホームプロダクツ(株)製）に入

れて冷凍し、宅配便（冷凍便）で実験室に運んだ。

表1. 料理（1名分）のレシピ（原材料食品と質量、鉄含有量）

献立名	原材料	質量 (g)	鉄含有量 (mg)
ゆでパスタ	ハーフスパゲティ(卵抜き)	60.5	0.8
	伯方の塩（茹で塩）	2.0	0.0
	オリーブ油	1.5	0.0
冬瓜入り 豚汁	米サラダ油	0.8	0.0
	豚ももこま肉	11.7	0.1
	ごぼう	6.7	0.0
	にんじん	9.1	0.0
	だいこん	15.6	0.0
	とうがん	29.5	0.1
	板こんにゃく	9.4	0.0
	じゃがいも	20.0	0.1
	木綿豆腐	14.0	0.2
	油揚げ	4.7	0.1
	長ねぎ	8.4	0.0
	赤みそ	4.7	0.2
	白みそ	3.5	0.1
	薄けずり節 さば	1.9	0.0
水（だし）	100.0	0.0	
トマトと 卵のスープ	手忙白いんげん	4.7	0.3
	ベーコンせん切り	2.3	0.0
	玉葱	37.4	0.1
	えのきたけ	6.0	0.1
	トマト	20.4	0.0
	こまつな	10.9	0.3
	伯方の塩	0.6	0.0
	こしょう混合	0.02	0.0
	うすくちしょうゆ	1.0	0.0
	でんぷん	1.5	0.0
	たまごL	19.9	0.3
	豚骨	4.7	0.0
	鶏骨	4.7	0.0
	伯方の塩	0.2	0.0
	ロリエ葉	0.03	0.0
	水 野菜くず	120.0	0.1

表1. 続き

献立名	原材料	質量 (g)	鉄含有量 (mg)
ポテトスープ	鶏肉 皮なし せん切り	4.7	0.0
	ベーコンせん切り	4.7	0.0
	玉葱	28.4	0.1
	にんじん	18.1	0.0
	じゃがいも	39.8	0.2
	生マッシュルーム スライス	9.3	0.0
	キャベツ	30.0	0.1
	パセリ	0.1	0.0
	米サラダ油	0.5	0.0
	伯方の塩	0.7	0.0
	こしょう混合	0.03	0.0
	うすくちしょうゆ	0.5	0.0
	豚骨	7.0	0.0
	鶏骨	7.0	0.0
	伯方の塩	0.2	0.0
水 野菜くず	110.0	0.1	
畑からまっしぐら スープ	米サラダ油	0.5	0.0
	豚もも千切り肉	11.2	0.1
	にんじん	12.6	0.0
	玉葱	23.8	0.1
	とうがん	15.7	0.0
	じゃがいも	21.3	0.1
	トマト	13.6	0.0
	こまつな	7.8	0.2
	にんにく	0.4	0.0
	伯方の塩	0.7	0.0
	こしょう混合	0.03	0.0
	うすくちしょうゆ	2.0	0.0
	豚骨	5.6	0.0
	鶏骨	5.6	0.0
	伯方の塩	0.2	0.0
	水 野菜くず	110.0	0.1
ロリエ葉	0.03	0.0	
ゆでやさい	キャベツ	21.0	0.1
	きゅうり	11.0	0.0
	にんじん	9.0	0.0
	もやし	18.0	0.0

(2) 分析用試料の調製

冷凍した試料を冷蔵で解凍後にミキサー（ミル&ミキサー TML161、㈱テスコム製）で均一化し、鉄の測定用試料とした。

(3) 鉄含有量の測定

鉄含有量の測定は、日本食品標準成分表 2020 年版（八訂）分析マニュアル⁶⁾に従い、湿式分解した後、1,10-オルトフェナントロリン法を用いた。

(4) 水分の測定

水分の測定は、日本食品標準成分表 2020 年版（八訂）分析マニュアル⁶⁾に従い、常圧加熱乾燥法を用いた。

(5) 鉄の栄養計算

分析用試料について、栄養計算ソフト「栄養 Pro」⁷⁾を用い、栄養計算による鉄含有量を算出した。

3. 研究結果

(1) 栄養計算結果

分析用試料（料理）1 食分の栄養計算による鉄含有量を表 2 に示した。最小値（畑からまっしぐらスープ）0.6 mg～最大値（トマトと卵スープ）1.2 mg、平均値 0.68 mg であった。

表 2. 各料理の鉄含有量

献立名	鉄含有量 (mg)
ゆでパスタ	0.8
冬瓜入り豚汁	0.9
トマトと卵のスープ	1.2
ポテトスープ	0.5
畑からまっしぐらスープ	0.6
ゆでやさい	0.1

(2) 各料理の鉄含有量

各料理と原材料の鉄含有量 (mg/100 g) を表 3 に示した。パスタは、原材料で 1.85 mg/100 g、調理後では 0.86 mg/100 g であった。豚汁は原材料で 0.69 mg/100 g に対して調理後では 0.65 mg/100 g であり、原材料と調理後での 100 g あたりの鉄含有量は、各料理で原

材料が高い傾向を示した。

表 3. 各料理と原材料の鉄含有量

ゆでパスタ	原材料	1.85±0.07	ポテトスープ	原材料	0.36±0.05
	調理後	0.86±0.01		調理後	0.46±0.08
冬瓜入り豚汁	原材料	0.69±0.05	畑からまっしぐらスープ	原材料	0.43±0.10
	調理後	0.65±0.04		調理後	0.29±0.04
トマトと卵スープ	原材料	0.99±0.05	ゆで野菜	原材料	0.25±0.00
	調理後	0.73±0.06		調理後	0.24±0.00

* 平均 (mg/100 g) ±標準誤差 (n=3) で値を示している

(3) 各料理の水分量

各料理の水分量を表 4 に示した。パスタの乾燥での水分量は 7.76%、ゆででは 63.50% であった。その他の料理では、スープ料理が多かったため、85~95% と高い水分量となっていた。また、原材料も野菜をしっかりと摂取してもらう献立構成となっているため、原材料に野菜が多く、水分量が高くなった。

表 4. 各料理と原材料の水分量

ゆでパスタ	原材料	7.76±0.04	ポテトスープ	原材料	86.63±0.23
	調理後	63.50±0.43		調理後	91.95±0.03
冬瓜入り豚汁	原材料	87.8±0.01	畑からまっしぐらスープ	原材料	88.69±0.41
	調理後	92.17±0.15		調理後	95.20±0.01
トマトと卵スープ	原材料	87.55±0.00	ゆで野菜	原材料	95.43±0.11
	調理後	92.95±0.11		調理後	96.52±0.04

* 平均 (%) ±標準誤差 (n=3) で値を示している

(4) 固形分あたりの鉄含有量

分析用試料は、A 小学校の給食 (大量調理) における料理のため、調理前の総食品質量と出来上がった料理 (調理後) の全質量を計量できなかった。そのため、調理による重量化率を計算できず、調理前後の鉄の増減を調理前後で検討できなかった。そこで、水分量を測定し、固形分 (乾物) あたりの鉄含有量を求め、成分変化率を算出することとした。各料理と原材料の固形分 (%) と固形分あたりの鉄含有量を表 5 に示した。さらに調理による鉄分変化率 (%) を次式で算出して示した。

鉄の調理による成分変化率 (%)

$$= \text{調理後の鉄 (固形分 100 g あたり)} \div \text{調理前の鉄 (固形分 100 g あたり)} \times 100$$

固形分 100 g あたりでの原材料と調理後の比較では、すべての料理で調理後の鉄含有量が増加していた。鉄の調理による分変化率では、最小値（ゆでパスタ）117%～最大値（ポテトスープ）212%となった。中央値 139%，平均値 149%，変動係数 23%である。

表 5. 固形分 100 g あたりの鉄含有量(mg)と鉄の調理による成分変化率 (%)

分析用試料名	調理前後	固形分 (%)	固形分100 gあたりの鉄含有量 (mg)	鉄の調理による成分変化率 (%)
ゆでパスタ	原材料	92.24	2.01	117
	調理後	36.50	2.36	
冬瓜入り豚汁	原材料	12.20	5.66	147
	調理後	7.83	8.31	
トマトと卵スープ	原材料	12.45	7.95	130
	調理後	7.05	10.35	
ポテトスープ	原材料	13.37	2.69	212
	調理後	8.05	5.71	
畑からまっしぐらスープ	原材料	11.31	3.80	159
	調理後	4.80	6.04	
ゆで野菜	原材料	4.57	5.47	126
	調理後	3.48	6.89	

4. 考察

学校給食における鉄鍋（鉄製回転釜）を利用した調理による料理の鉄含有量について小平市の A 小学校で通常出されている献立から鉄製回転釜を使う代表的な料理を試料とし、鉄含有量の実態調査を行った。

献立の鉄の量は、一人分の栄養計算結果である。この値を測定した鉄量の結果と比較するために、固形分 100 g あたり材料および料理の鉄含有量、および献立に対する充足率を算出し、表 6 に示した。

ゆでパスタとゆでやさいでは、献立値よりも原材料、料理（出来上がり）で固形分あたりの鉄含有量が多かった。冬瓜入り豚汁など汁物では、献立値の方が高くなっていた。固形分あたりの献立値と調理後の比較では、ゆでパスタ 265%、冬瓜入り豚汁 98%、トマトと卵のスープ 58%、ポテトスープ 96%、畑からまっしぐらスープ 72%、ゆでやさいが 469%であった。汁物料理では、献立値よりも減少していた。これらの結果は、日本食品標準成分表が食品の標準的な成分値であるため、今回使用した原材料との違いがあったと考えられる。また、この結果から、鉄の給与目標量に対する充足率は、献立により相違することが推察される。

表6. 固形分 100 g あたりの鉄含有量 (mg) と献立に対する比較

	献立	原材料	料理	充足率* ¹	充足率* ²
ゆでパスタ	89	185	236	208	265
豚汁	849	566	831	67	98
トマトスープ	1791	795	1035	44	58
ポテトスープ	595	269	571	45	96
畑から	843	380	604	45	72
ゆで野菜	147	547	689	372	469

充足率*¹ : 原材料 ÷ 献立 × 100

充足率*² : 料理 ÷ 献立 × 100

一方、表5の結果から、鉄製回転釜を用いた料理では、調理中に鉄製回転釜から鉄の溶出が起これ、出来上がりの料理に鉄が付着（付加）し、調理前に対して117～212%鉄量が増加することが明らかとなった。今野らによる報告⁸⁾では、ビーフシチューや野菜炒めなどで鉄鍋の調理による増加が確認されている。今回の研究では、小平市の学校給食の料理を試料としており、大量調理においても鉄製回転釜を使用することで鉄が増加することが確認できた。これは、鉄鍋からの溶出による増加と考えられる。また、今野ら⁸⁾は、食酢やトマトケチャップなどの酸性調味料や食塩によって鉄鍋からの鉄溶出量が増加する、さらに加熱時間が長い方がより増加することを報告している。今回の小平市A小学校の料理では、食酢やトマトケチャップなどを使用していないが、鉄含有量が増加していた。そのため、酸性の調味料の利用を増やすことでさらに鉄含有量を増やすことができると考えられる。

今回の研究の結果から、標準的な食品を給食に用いると仮定した場合、鉄釜を使う調理を行う料理では、栄養計算から得た鉄量に調理による鉄の成分変化率（表5）を加味すると実摂取栄養量に近似できる（1式：献立から計算した鉄量×鉄の調理による成分変化率÷100＝実摂取量に近似した鉄量）ことを明らかにした。すなわち、献立の鉄量に、ゆでパスタは1.17を、冬瓜入り豚汁は1.47を、トマトと卵スープは1.30を、ポテトスープは2.12、畑からまっしぐらスープは1.59、ゆで野菜は1.26を乗ざると実摂取鉄量に近似する。今回、実験を行っていない料理については、鉄の調理による成分変化率の中央値139÷100＝1.39を乗じることが可能である。したがって、学校給食の調理に鉄製回転釜を用いることは、鉄の摂取量の増加に寄与できることがわかった。

また、これらの結果を、鉄の体内での役割とともに給食時間に子どもたち伝える食育を行い、摂取しにくい鉄が鉄製回転釜を使う調理方法により増加することも周知したい。

今後は、鉄製回転釜で調理した様々な料理の原材料と料理（出来上がり）について、今

