

CO₂排出量と官能検査を考慮したほうレンソウのゆで水量の検討

Examination of amount of water at spinach cooking by CO₂ assessment and sensory test

楠美香穂子*¹・木村 紀子*²・日景 弥生*¹

Kahoko KUSUMI*¹・Noriko KIMURA*²・Yayoi HIKAGE*¹

要 旨

家庭科教育の学習内容の基礎資料を得るために、異なる調理用熱源を用いてほうレンソウを「ゆでる」場合に発生するCO₂排出量や食味などから、ゆで水量を決定することを目的とした。その結果、CO₂排出量は調理時間が短い方が少なく、また食味、特にえぐ味はゆで水量が多い方が少なくなった。これらを総合的に判断し、ゆで水量はほうレンソウ重量の10倍が望ましいことが示唆された。

キーワード：ほうれん草、ゆでる、水量、CO₂排出量、官能検査

Key word：spinach, boil, amount of water, CO₂ assessment, sensory test

1. はじめに

地球温暖化の要因である二酸化炭素排出量（以下、CO₂排出量）をみると、日本の総CO₂排出量のうち家庭部門のそれは約16%を占め、緩やかな増加傾向にある¹⁾。この背景には、世帯数の増加、1世帯あたりの家族数の減少（換言するならば、単身世帯、夫婦のみの世帯、夫婦と未婚の子のみの世帯の増加）、電化製品の保有台数の増加、電化製品の大型化などがあげられる。なかでも、世帯数の増加は、1人当たりのCO₂排出量を増加させている¹⁾といわれている。環境省は、2016年に閣議決定された「地球温暖化対策計画」²⁾を受け、家庭部門では2030年度には2013年度比で約4割の削減が必要なことから、住宅、電化製品、コンロ・調理等についての実態調査を計画している。

そのよう背景から、改訂された小・中・高等学校学習指導要領家庭科（家庭分野を含む。以下、家庭科）³⁻⁵⁾では、社会の変化への対応として、いずれの学校種でも「環境に配慮した生活の仕方」が内容項目に明記され、家庭科のなかでの位置づけが明確になった。

2022年から完全実施される高等学校学習指導要領家庭「家庭総合」には、「内容C 持続可能な消費生活・環境 (3) 持続可能なライフスタイルと環境」には「ア

生活と環境との関わり（略）について理解するとともに、持続可能な社会へ参画することの意義について理解を深めること」「イ 持続可能な社会を目指して主体的に行動できるよう、（略）ライフスタイルを工夫すること」とある。また、内容の取扱いにあたっては、「（略）B衣食住の生活の科学と文化の内容と相互に関連を図ること（略）」や「生活と環境との関わりを具体的に理解させることに重点を置くこと」と記載され、生活が環境に与えている影響を理解し、負荷の少ない生活行動を促している。

このようなことを踏まえ、食生活と環境を関連させる学習例としてほうレンソウをゆでる場面を取り上げることにした。家庭で多用されているほうレンソウは、「たっぷり」の湯でゆでると言われている。しかし「たっぷり」の水量は、個人差が大きいため、今までの経験に頼っていると推測される。また、小・中・高等学校で使用している教科書も同様に「たっぷり」と記載されている。教科書記載の1人分の材料は、小学校では2株くらい（50g）⁶⁾、中学校では75g（3株）⁷⁾、高等学校では50g⁸⁾と幅がある。ほうレンソウのゆで水量について、食味とシュウ酸量などからゆで水量を検討した和泉ら⁹⁾は、ゆで水量はほうレンソウ重量の5倍程度が適切であるとしている。しかし、実験条

*1 弘前大学教育学部家政教育講座
Department of Home Economics Education, Faculty of Education, Hirosaki University

*2 青森県立青森西高等学校
Aomori Prefectural Aomori Nishi High School

件には環境視点 (CO₂排出量) からの検討がないことや、ホウレンソウ 1 株 (約27g) を試料としており、1 人分の調理よりかなり少ない分量を用いている。

そこで、本研究では、家庭科教育の学習内容の基礎資料を得るために、異なる調理用熱源を用いてホウレンソウを「ゆでる」場合に調理時に発生する CO₂排出量や官能検査から、ゆで水量を決定することを目的とした。

2. 方法

1) メニューの設定

津田らの論文¹⁰⁾を参考に行った予備実験のメニューの中から、「ゆでる」工程で熱源を用いる「ホウレンソウのお浸し」を献立とした。

2) 試料

ホウレンソウは同一産地の物を使用し、一人前の分量である70gとした。

3) 使用器具

①調理用熱源

調理用熱源は、都市ガス (弘前ガス: 13A, 11,000kcal) 用のガスコンロ (RTS-1DN リンナイ株式会社) (以下、ガス) と、IH 電磁調理器 (DI-103 WT 株式会社 DRETEC) (以下、IH) を使用した。

②調理器具

鍋は、ガスと IH ともステンレス製の両手鍋 (内径 20cm×深さ 8 cm) を使用した。

③測定機器

調理用熱源のエネルギー使用量測定には、ガスには乾式ガスメータ (DC 型 乾式テストガスメータ 株式会社シナガワ) を、IH には小型電力量 (WATT-HOUR METER SHW3A) を使用した。

ホウレンソウのえぐ味の主成分であるシュウ酸濃度は、糖度計 (デジタル糖度計 (濃度計) PR-101 株式会社アタゴ) を用いて測定した。

④官能検査

調理後のホウレンソウを10人が観察・試食後、色、食感、えぐ味について評価した。色と食感は、「良い」「やや良い」「やや悪い」「悪い」、えぐ味は「ない」「あまりない」「ややある」「ある」の4段階評価とし、順に4点～1点とし、10人の平均点で比較した。

4) 実験条件

ゆで水量はホウレンソウ重量の3倍 (210ml)、5倍 (350ml)、10倍 (700ml)、15倍 (1050ml)、20倍 (1400ml)、30倍 (2100ml) の6条件とした。いずれ

のゆで水量とも、沸騰後1分間ゆでた後、ホウレンソウ重量の5倍の水量で1分間さらし、その後同量の水で4分間さらした。火力はガス・IHともに強火で加熱した。

5) 算出方法

① CO₂排出量

ガス使用の場合は、都市ガス CO₂排出係数2.21¹¹⁾を用いて (1) 式で算出した。IH の場合は、東北電力で発表した CO₂排出係数0.322¹²⁾を用いて (2) 式で算出した。

ガスの CO₂排出量 (kg-CO₂) = ガス消費量 (m³) × CO₂排出係数 (kg-CO₂/m³) … (1)

IH の CO₂排出量 (kg-CO₂) = 電力使用量 (kWh) × CO₂排出係数 (kg-CO₂/kWh) … (2)

②シュウ酸濃度

既知の各種濃度のシュウ酸水溶液から次の回帰式が求められた。

$$y = 0.46x \dots (3)$$

(3) 式にホウレンソウのゆで汁とさらし水の Brix (%) 値を挿入してシュウ酸濃度を算出した。

3. 結果及び考察

ゆで水量、調理用熱源の違いによる調理時間・エネルギー消費量・CO₂排出量を表1に示す。

1) 調理時間

調理時間は、ガスと IH とも、ゆで水量が多くなるにつれて増加した。ゆで水量3倍ではIHの方がガスより18秒短くなったが、それ以外のゆで水量ではガスの方がIHよりも短く、水量5倍では19秒、同10倍では32秒、同15倍では28秒、同20倍では54秒、同30倍では64秒となり、ゆで水量が多くなるにつれてその差は大きくなる傾向がみられた。

これには、両者の加熱方法が関係していると推察される。ガスは、炎で鍋全体を加熱させるため、鍋底と鍋肌の温度差が少ない⁵⁾。そのため、鍋底だけでなく鍋肌からも熱が伝わり、ゆで水量が多くなっても効率的に水が温められる。一方、IHは、電磁力によって鍋自体を発熱させるが、天板に接した鍋底のみが温められる⁵⁾。そのため、ゆで水量が少ない場合には熱が効率的に水に伝わるが、多い場合にはガスのような鍋肌からの加熱がないため長くなったと考えられる。

2) エネルギー消費量および CO₂排出量

表1より、エネルギー消費量と CO₂排出量は、ガスと IH とも、ゆで水量が多くなるにつれて増加した。エネルギー消費量と CO₂排出量は密に関連し同一傾

表1 各ゆで水量における調理時間、エネルギー消費量、CO₂排出量

ほうれん草重量との比率 (水量)	調理工程	調理時間		エネルギー消費量		CO ₂ 排出量 (g-CO ₂)	
		ガス	IH	ガス [ガス消費量(ℓ)]	IH [使用電力量(Wh)]	ガス	IH
X3 (210ml)	沸かす	1'24"	1'06"	7.00	25.57	15.47	8.23
	ゆでる	1'00"	1'00"	6.20	23.29	13.70	7.41
	計	2'24"	2'06"	13.20	48.86	29.17	15.64
X5 (350ml)	沸かす	1'59"	2'18"	8.30	52.52	18.34	16.91
	ゆでる	1'00"	1'00"	6.20	23.29	13.70	7.41
	計	2'59"	3'18"	14.50	75.81	32.04	24.32
X10 (700ml)	沸かす	3'35"	4'07"	14.70	94.07	32.49	30.29
	ゆでる	1'00"	1'00"	6.20	23.29	13.70	7.41
	計	4'35"	5'07"	20.90	117.36	46.19	37.70
X15 (1,050ml)	沸かす	5'31"	5'59"	21.30	136.09	47.07	43.82
	ゆでる	1'00"	1'00"	6.20	23.29	13.70	7.41
	計	6'31"	6'59"	27.50	159.38	60.77	51.23
X20 (1,400ml)	沸かす	7'00"	7'54"	26.50	180.38	58.57	58.08
	ゆでる	1'00"	1'00"	6.20	23.29	13.70	7.41
	計	8'00"	8'54"	32.70	203.67	72.27	65.49
X30 (2,100ml)	沸かす	9'48"	10'52"	37.60	247.97	83.10	79.85
	ゆでる	1'00"	1'00"	6.20	23.29	13.70	7.41
	計	10'48"	11'52"	43.80	271.26	96.80	87.26

向を示すため、本論文の目的から、以下ではCO₂排出量について記述する。

CO₂排出量は、すべてのゆで水量においてIHの方がガスよりも少なかった。両者のCO₂排出量を比較すると、ゆで水量3倍ではIHはガスの53.6%、同5倍では75.9%、同10倍では81.6%、同15倍では84.3%、同20倍では90.6%、同30倍では90.1%となり、ゆで水量が多い方が両者の差が小さくなった。種々の献立の調理時における消費電力量や消費ガス量から消費熱量を測定した杉山¹³⁾は、ホウレンソウ(重量は明記されていないが1人分と推察された)をゆでた場合、IHはガスの概ね50%の消費熱量だったと報告している。これは、本実験のゆで水量3倍と同様な値であり、CO₂排出量はIHの方がガスより少ないことが確認できた。

これらのことから、今回のような少ない材料でゆで水量もそれほど多くない調理では、ガスよりもIHを用いる方がCO₂排出量を削減できることが分かった。

3) ゆで汁およびさらし水のシュウ酸濃度

①ゆで汁のシュウ酸濃度

図1にゆで水量とゆで汁中におけるシュウ酸濃度との関係を示す。

図1より、ガスとIHともゆで水量が多くなるとともに、ゆで汁のシュウ酸濃度は高くなった。また、シュウ酸濃度は、ゆで水量5倍まではガスの方が、同10倍では同濃度、同15倍以上はIHの方が高くなった。

このことから、ホウレンソウに含まれるシュウ酸は、ゆで水量が多いほど多量に溶出することが分かった。

②さらし水中のシュウ酸濃度

図2にゆで水量とさらし水中におけるシュウ酸濃度の関係を示す。

図2より、ゆでた直後に1分間さらした場合には、さらし水にもシュウ酸が溶出した。また、ゆで水量20倍と同30倍では、他の水量に比べシュウ酸濃度が低くなった。ゆで水量が多い場合は、ゆで汁に多量のシュウ酸が溶出したため、その後のさらし水への溶出は少なくなったと考えられる。また、1分間さらした後に再び4分間さらしたホウレンソウからは、いずれのゆで水量ともシュウ酸は検出されなかった。

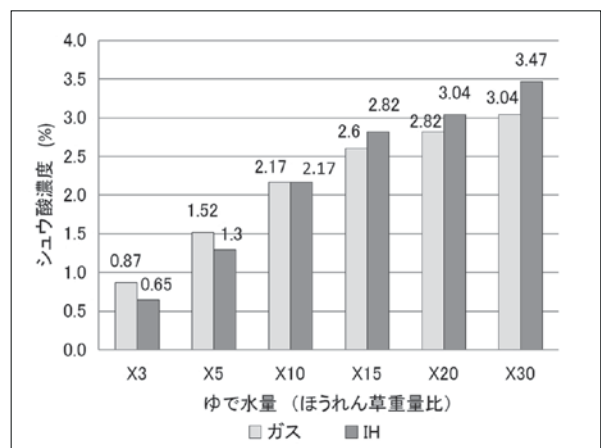


図1 ゆで水量とゆで汁中のシュウ酸濃度との関係

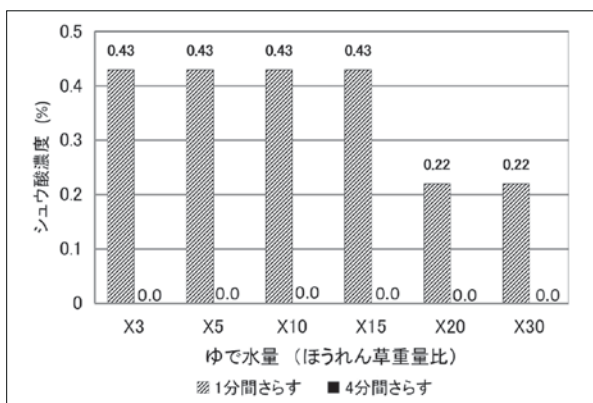


図2 ゆで水量とさらし水中のシュウ酸濃度との関係

4) 官能検査

表2に、ゆでた後のほうれん草の官能検査を行った結果を示す。なお、ガスとIHとも同じ結果を示したため、両者の結果をまとめて示す。

ほうれん草の色は、ゆで水量による違いは見られず、いずれのゆで水量とも4点(良い)となった。食感では、ゆで水量3倍が最も歯ごたえが良く、同15倍からはやや軟らかさと水っぽさを感じられた。えぐ味は、ゆで水量3倍では食べた後に“ギシギシ”という感覚が口の中に残るほど強く、同5倍でも同3倍ほどではないが強く、同10倍でもややえぐ味が感じられたが不快に思うほどではなかった。しかし、同15倍からはえぐ味は全く感じられなかった。各項目の合計点は、ゆで水量10倍が10.0点と最も高くなった。

表2 各ゆで水量における官能検査(色、食感、えぐ味)結果

評価項目	ほうれん草重量比 (ゆで水量)					
	X3 (210ml)	X5 (350ml)	X10 (700ml)	X15 (1,050ml)	X20 (1,400ml)	X30 (2,100ml)
色	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
食感	4.0	4.0	3.5	1.5	1.0	1.0
えぐ味	1.0	1.0	2.5	4.0	4.0	4.0
計	9.0	9.0	10.0	9.5	9.0	9.0

以上のことから、調理時間はゆで水量が多い方が長くなること、CO₂排出量は調理時間が短い方が少ないこと、官能検査からはゆで水量10倍が最も良いことから、ゆで水量はほうれん草重量の10倍が望ましいことが示唆された。

学校の調理室にはガスコンロが多く整備されているが、家庭ではIH調理器の使用も増えている。そこで、この結果の活用例として、次のような課題解決学習が考えられる。高等学校家庭科の授業等で、本研究

結果、つまり調理時間が短い方が、またCO₂排出量はIHの方が少ないことを提示するとともに、いくつか異なる水量でほうれん草をゆで、官能検査からシュウ酸によるえぐ味の残存量に気づかせる。次に、ホームプロジェクト^{注)}のなかで、得られた知識をもとに、家庭の実態(使用している調理器具の違いなど)を踏まえたほうれん草の調理実験を行い、家族の好みに応じた調理法を見いだす。

生活を学習の対象としている家庭科は、これからを生きる生活者育成の教科でもある。新たな生活課題に対応するためには、エビデンスを踏まえた知識等の習得が不可欠¹⁴⁾であり、本論文のような研究結果を活かした授業構築と実生活への活用が望まれる。

4. まとめ

家庭科教育の学習内容の基礎資料を得るために、異なる調理用熱源を用いてほうれん草を「ゆでる」場合に発生するCO₂排出量や食味などから、以下のことが明らかになった。

- ①調理時間は、ゆで水量が少ない方が短くなった。またゆで水量3倍ではIH<ガスとなったが、それ以外の水量ではIH>ガスとなった。
- ②CO₂排出量は、調理時間に関連し、ゆで水量が少ない方がCO₂排出量も少なくなった。また、CO₂排出量は、ゆで水量3倍ではIH<ガスとなったが、それ以外の水量ではIH>ガスとなった。
- ③ゆで汁のシュウ酸濃度は、ゆで水量が多い方が高くなった。1回目のさらし水のシュウ酸濃度は、ゆで水量が少ない方が高くなったが、2回目のさらし水からはシュウ酸は検出されなかった。
- ④ゆでた後のほうれん草の官能検査では、熱源(IH、ガス)による違いはみられなかった。ほうれん草の色はゆで水量による違いはみられず、食感は両者ともゆで水量3倍が最も歯ごたえが良く、えぐ味はゆで水量10倍以上では食するには問題がなかった。

以上のことをCO₂排出量や食味などから総合的に評価し、ほうれん草の重量の10倍(700ml)の水量でゆでることが望ましいことが示唆された。

注) プロジェクト・メソッド(project method)による家庭科教授法。学校で学習したことを身につけるために、生徒に一定の計画のもとに家庭内で実践させること。高等学校家庭科では、ホームプロジェクトは必修の項目である。

引用・参考文献

- 4) JCCA 全国地球温暖化防止活動推進センター HP
http://www.jcca.org/home_section/homesection01.html (2018年7月28日閲覧)
- 5) 環境省. 地球温暖化対策計画.
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/taisaku.html> (2018年7月28日閲覧)
- 1) 文部科学省. (2017). 小学校学習指導要領解説家庭編. 東京: 東洋館, 9
- 2) 文部科学省. (2017). 中学校学習指導要領解説技術・家庭編. 東京: 開隆堂, 14
- 3) 文部科学省. (2018). 高等学校学習指導要領解説.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/07/11/1384661_6_1_2.pdf. (2018年7月28日閲覧)
- 6) 小学校教科書. (2015). わたしたちの家庭科. 東京: 開隆堂, 13
- 7) 中学校教科書. (2016). 技術・家庭 家庭分野. 東京: 開隆堂, 120
- 8) 高等学校教科書. (2017). 家庭総合 明日の生活を築く. 東京: 開隆堂, 139
- 9) 和泉眞喜子ほか. (2005). ゆで水量の違いがハウレンソウの食味やシュウ酸ならびにカリウム含量に及ぼす影響, 日本調理科学学会誌, 38 (5), 343-349
- 10) 津田淑江ほか. (2007). モデルメニューによる日本の食事の LC-CO₂ 評価. 日本 LCA 学会誌, 3 (3), 157-167
- 11) 東京ガス. <http://www.tokyo-gas.co.jp> (2012年12月20日閲覧)
- 12) 東北電力. <http://www.tohoku-epco.co.jp> (2012年12月20日閲覧)
- 13) 杉山久仁子. (2007). 家庭用こんろの消費熱量に関する研究－IH クッキングヒーターとガスこんろの比較－, 横浜国立大学教育人間科学部紀要, IV, 自然科学 9, 31-42
- 14) 例えば, 前田雄也ほか. (2009). 小・中・大学生を対象とした被服製作用語の知識の実態. 東北家庭科教育研究8, 9-16

(2018. 8. 7 受理)