

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 4日現在

機関番号：34311

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500768

研究課題名（和文） 次世代の健康を担う女性の葉酸摂取量増大のための調理法の確立

研究課題名（英文） Establishment of a cooking method for increase in dietary folate intake of women responsible for the health of the next generation

研究代表者

村上 恵（MURAKAMI MEGUMI）

同志社女子大学・生活科学部・准教授

研究者番号：80340769

研究成果の概要（和文）：炒め調理は食品中の葉酸を保持する調理法であることが明らかとなった。葉酸たまごをほうれん草とともに調理するとほうれん草の葉酸の損失を抑制している可能性が考えられた。アスパラガスはほうれん草よりも残存率が高く、食用部位の違いが葉酸残存率に関与する可能性が考えられた。また葉酸たまご中の葉酸は葉酸結合性タンパク質と共に存在しており葉酸の加熱安定性に何らかの影響を及ぼしている可能性が考えられた。

研究成果の概要（英文）：The fried method appeared to be the cooking method to retain the folic acid in foods. It was thought the possibility to inhibit a folate loss of the spinach was thought to be cooked a folic acid egg with spinach. The asparagus has higher residual rate than the spinach, it was thought the possibility that the difference of the edible part participated in folic acid residual rate was thought about. In addition, there is the folic acid in folic acid eggs with folic acid binding protein and is possibility that it had some kind of influences on folate heating stability.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：調理科学

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：葉酸、加熱調理、残存率、加熱安定性

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 7カ国共同の大規模疫学研究の結果から、妊娠初期の積極的な葉酸摂取はNTDsの発症率を72%も低下させることが報告された（Wald N., *Lancet*, 1991）。我が国でも厚生労働省（2000年）より妊娠可能な女性は、葉酸を1日400 $\mu$ g摂取することが望ましいとす

る呼びかけがなされたが、実際のNTDs発症率は10年で約2倍に増加していた（山中、周産期学シンポジウム、2005）。この背景には女性の「やせ」願望による低栄養状態や低出生体重児の増加とのかかわりが指摘されている。葉酸は水溶性ビタミンであるため、調理操作により約50%が損失すると言われ

ている。また食品中の葉酸は、プテロイルポリグルタミン酸であり生体内での利用率が低いこと (Food and Nutrition Board, National Academy Press, 1998)、体内の貯留性が低いことから毎日摂取する必要があることが指摘されている。

(2) これまでに食品成分の混合物は加熱によって必ずしも損失しないこと (M. Murakami *et al.*, *J. Home Econ. Jpn.*, 2004, *J. Food Sci.*, 2004)、また沖縄の食材を用いて調理操作の違いにより食品成分の残存率が異なることを明らかにしている (村上, 食生活研究, 2008)。さらに最近、卵中の葉酸量を約 3 倍に増加させた葉酸高含有卵 (1 個あたり約 70  $\mu\text{g}$ ) が開発され、卵中の葉酸は加熱調理後も約 80% が保持され比較的安定なことが報告されている。

## 2. 研究の目的

本研究では女性—特に妊産婦—の栄養状態の改善や次世代 (赤ちゃん) の健康を守るために日常の食生活による葉酸摂取量の増大をめざし、日常の食生活による葉酸摂取量の増大に着目した。すなわち調理方法の違いによる葉酸の残存量の違いや加熱安定性にかかわる要因を明らかにし、葉酸を必要量摂取するための調理法を提案することを目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) ほうれん草、アスパラガス、葉酸たまごの生とゆでる、炒めるの調理条件を検討し、それぞれの調理後の葉酸量の測定を行い、まず各食材の調理法の違いによる葉酸残存量を検討した。

(2) 葉酸たまごとほうれん草との共存により葉酸の残存量が上昇するかを測定した。

(3) 葉酸たまごは加熱安定性が高いことが報告されていることから、茶碗蒸しやケーキなどへの加工を想定し、卵液の希釈に対する葉酸残存量への影響を検討した。

(4) 葉酸たまごその他の食材に含まれる葉酸について、葉酸誘導体に違いがあるかどうかを検討するため HPLC による分別を試みた。

(5) 葉酸は食品中ではタンパク質と結合していると考えられることから、葉酸結合性タンパク質について、葉酸たまごでゲルろ過を行い検討した。

## 4. 研究成果

(1) 葉酸たまごについて、ゆで卵、かき卵、炒り卵を行った場合の葉酸量ならびに残存率を図 1 に示した。

葉酸はそのほとんどが卵黄中に認められ、卵白中にはほとんど存在しなかった。調理後

の葉酸残存率を卵黄で比較すると、ゆで卵では約 85%、炒り卵で約 80%、かき卵で約 50% であった。一般的に卵中の葉酸は加熱に安定であると言われているが、卵黄のみをかき卵にすると、半分が損失することがわかった。これは、水に直接触れる調理法では卵中であっても葉酸は損失しやすいことや卵白の存在が卵の加熱安定性になんらかの影響を及ぼしている可能性が考えられた。

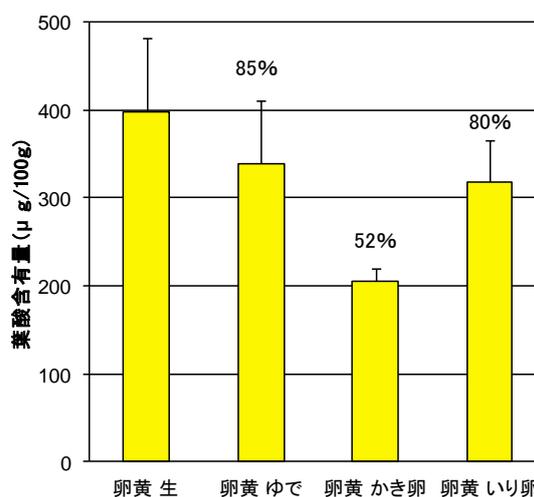


図1 葉酸たまごの調理による葉酸量の変化 (%表示は残存率)

また、ほうれん草はゆでと炒め、アスパラガスはゆで調理を行った結果を図 2、図 3 に示した。

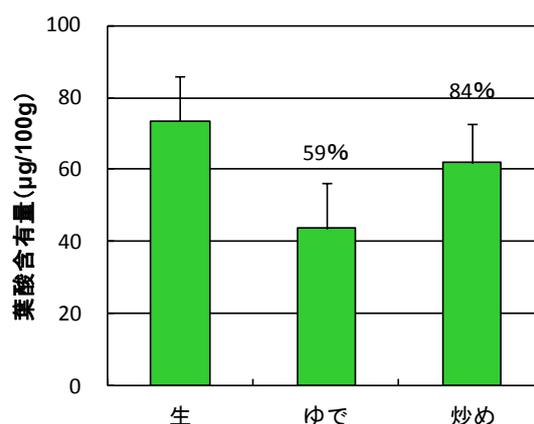


図2 ほうれん草の調理による葉酸量の変化 (%表示は残存率)

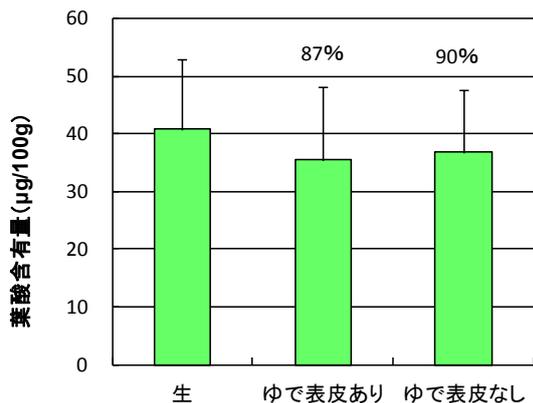


図3 アスパラガスの調理による葉酸量の変化  
(%表示は残存率)

ほうれん草では、残存率はゆで調理で約59%、炒め調理で約84%、アスパラガスではゆで調理で約90%であった。アスパラガスでは表皮の有無による差は認められず、アスパラガス中の葉酸はほうれん草よりも損失しにくいことが確認された。

また、これらの実験を踏まえ、卵白の有無が葉酸残存量に及ぼす影響を検討を行い、結果を表1に示した。全卵・いり卵では、残存率95%となり、卵黄・いり卵よりも残存率が高くなった。

表1 全卵および卵黄中の葉酸量の変化

試料	葉酸含有量 (µg/100g)	残存率 (%)
卵黄 生	399±84	100
卵黄 いり卵	319±47	80
全卵 生	97±15	100
全卵 いり卵	93±8	95

これらの結果より、食品中の葉酸は水中で容易に溶出すると考えられた。水と直接接することのないゆで卵や炒め調理の残存率は80-90%と高い値を示した。全卵と卵黄の炒めの結果より、卵白が加熱安定性に関わっている可能性が考えられた。さらに、アスパラガスは表皮の有無にかかわらず、ゆで後の残存率は約90%であった。同じ野菜類でも残存率が異なることから食用部位の違い(葉菜類・茎菜類)などが損失に関わっていると考えられた。

(2) 葉酸たまごとほうれん草を2:1の割合で混合し、炒め調理を行ったところ、別々に炒め調理をした場合、残存率は89%であったが、混合した後、炒め調理を行うと、残存率は99%となり、ほとんど損失していなかった。したがって、葉酸卵がほうれん草の葉酸の損失を抑制したと考えられた。

これまでの成果をまとめると、一般的に葉酸は加熱により50%が損失すると言われているが、葉酸卵やアスパラガスは比較的加熱に安定な食材であることが確認できた。それらには卵白の存在や野菜の形態的な違いが関与している可能性が考えられた。

また、調理法では炒め調理が損失を抑え、さらに単独で調理をするよりも食材を合わせることで、葉酸量が保持される可能性が考えられた。これまで、単一の食材での調理による変化は報告がみられたが、複合した食材での検討ははじめてであり、日常の食生活における摂取量の増大に寄与できるデータが得られた。

(3) これまでの成果により葉酸たまご中の葉酸は加熱に安定であると考えられた。そこで、たまごは希釈し加熱調理を行うことから、茶碗蒸しを想定し、希釈卵液の蒸し調理を行った。その結果を図4に示した。

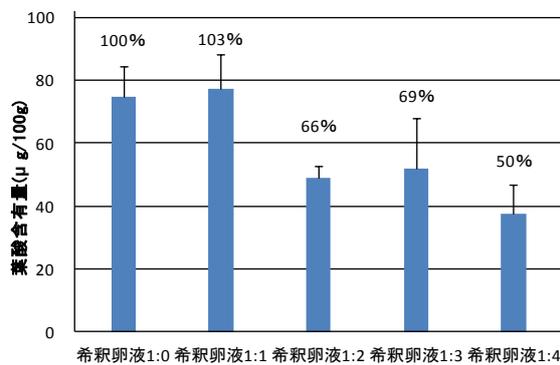


図4 葉酸たまごの希釈による葉酸量の変化  
(%表示は1:0を100%とした時の残存率)

葉酸含有量は希釈卵液1:0と比較して1:1では保持されたが、1:2、1:3、1:4では有意に減少した。希釈卵液1:1において葉酸が保持された要因として、卵黄や卵白の割合が多く含まれることによって葉酸の減少を抑制していることが考えられる。希釈卵液1:2、1:3、1:4では葉酸含有量が減少したが、ビタミンの熱による損耗はビタミン濃度が低い場合において大きくなることが報告されていることから、希釈割合が大きくなると葉酸の損失が多くなると考えられた。また、葉酸量に及ぼす卵白の影響を検討するために、卵白と同濃度のオボアルブミン溶液に葉酸を添加し、蒸し調理を行ったところ、葉酸は損

失しなかったことから、卵白が卵黄中の葉酸の加熱安定性に関わっている可能性が考えられた。

(4) 葉酸たまごとほうれん草に配合されている葉酸誘導体について HPLC を用いて分析を試みた。それぞれの試料溶液のピーク測定では、ほうれん草の方が全卵よりも多数のピークが検出されたことから、ほうれん草中には多種類の葉酸誘導体が存在していることが推察された。このことは卵中よりもほうれん草中のほうが多種類の葉酸誘導体が配合されているという報告と一致していた。しかし本研究において各葉酸標準物質のリテンションタイムが確定しなかったため、ホルミルテトラヒドロ葉酸の存在は確認されたものの、試料中のすべての葉酸誘導体の同定はできなかった。

(5) 葉酸の加熱安定性に関わる卵黄中のタンパク質の分離をゲルろ過により試みた。そのタンパク質のピークを分取し、加圧抽出した後に葉酸含有量を葉酸キットで測定し、葉酸の存在の有無を確認した結果を、図5に示した。

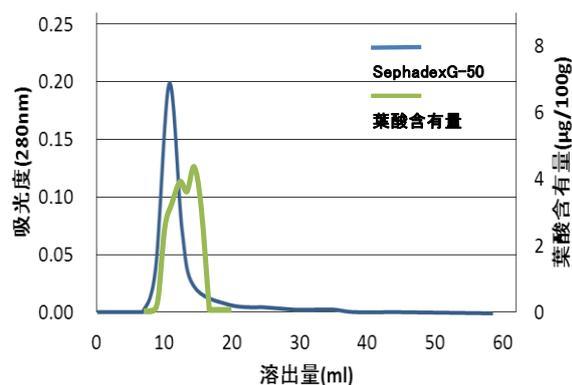


図5 ゲルろ過によるたんぱく質の分離

SephadexG-50 を用いて、葉酸の加熱安定性に関わる卵黄中のタンパク質の分離を試みたが、void volume よりも前にタンパク質のピークが検出され、分離ができなかった。しかし、タンパク質のピークに葉酸が検出されたことから、このピークに存在するタンパク質と葉酸が結合している可能性が考えられた。今回、試料を前処理は硫酸沈殿のみであったことから、試料が十分に精製されていなかった可能性が考えられ、今後アフィニティークロマトグラフィーを行うことなどの検討が必要である。

これまで葉酸たまご中の葉酸の加熱安定性については、含有している葉酸の誘導体の

形が他と違うことがあげられていたが、今回の成果により、卵白との関係や葉酸結合性たんぱく質の存在の可能性について示唆できたことは、意義深いと考える。

以上のように、本研究では葉酸たまご、ほうれん草、アスパラガスの調理法と葉酸残存率および卵中の葉酸の加熱安定性に関与する要因の2つの観点から検討を行った。その結果、ゆで調理では葉酸たまご、アスパラガス、炒め調理では葉酸たまご、ほうれん草の葉酸は80%以上残存したが、ほうれん草のゆで調理では約50%が損失した。葉酸たまごとほうれん草とを混合し、炒め調理をすると、葉酸たまごがほうれん草の葉酸の損失を抑制している可能性が考えられた。これらのことから炒め調理は食品中の葉酸を保持する調理法であることが明らかとなった。また葉酸たまごの加熱安定性には卵白の存在が、ほうれん草とアスパラガスの結果から、食用部位(葉菜類・茎菜類)の違いが葉酸残存率に関わっている可能性が示唆された。葉酸たまご中の葉酸については葉酸結合性タンパク質と共に存在しており、卵中の葉酸の加熱安定性に何らかの影響を及ぼしている可能性が考えられた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計1件)  
村上 恵、原田清佑、渡部和哉、葉酸卵、ほうれん草およびアスパラガスの葉酸量に及ぼす加熱調理操作の影響、(社)日本家政学会第64回大会(大阪市立大学)、2012.05.13

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

村上 恵 (MURAKAMI MEGUMI)  
同志社女子大学・生活科学部・准教授  
研究者番号：80340769