

## 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 5 月 28 日現在

機関番号：32517

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500791

研究課題名（和文）食品中タンパク質量を推定する窒素-タンパク質換算係数の新規算定法とその有効的利用

研究課題名（英文）Novel Method for Calculating Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Food Protein and Its Application

研究代表者

藤原 しのぶ（FUJIHARA SHINOBU）

聖徳大学・人間栄養学部・講師

研究者番号：10279672

研究成果の概要（和文）：食品中のタンパク質量の過剰算定の問題を解消し、より正確にタンパク質量を推定できる新規な窒素-タンパク質換算係数の提案とその有効利用を目的に研究を行った。タンパク質の供給源として重要な食品に対して、新規算定法（新規換算係数＝アミノ酸残基総量÷食品中の全窒素量）を適用し、換算係数を算定した。新しい換算係数を用いた栄養価計算は、実用化の段階にはないが、より正確なタンパク質量を算出することが可能となり、その結果、タンパク質量算定の精度向上が達成された。

研究成果の概要（英文）：The protein content in food is customarily estimated by multiplying the total nitrogen content by the nitrogen-to-protein (N:P) conversion factor, usually set at 6.25. The determined protein content based on this method typically overestimates the true amount of protein in food. This overestimation is mainly due to variations in the amino acid composition and to the presence of nonprotein nitrogen. In this study, we evaluated a practical method of determining more accurately conversion factors for calculating the protein content in food, the principal source of plant and animal protein for humans. We also proposed reliable conversion factors that are calculated by dividing the sum of amino acid residues, based on the amino acid composition, into the total nitrogen content. Although the application of these novel N:P factors for nutritional estimation has not yet been put into practical use, it is able to calculate an acceptable approximation for the actual protein content in food.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食と栄養・食品・蛋白質

## 1. 研究開始当初の背景

食品中のタンパク質量を正確に把握しておくことは、国の栄養政策の決定に大きな影

響を与えるだけでなく、世界的な食料需給という観点からも極めて重要である。

一般に食品中のタンパク質量は、全窒素量

に窒素-タンパク質換算係数（以下、換算係数）を乗じて算出されている。この換算係数は、現在、食品個別の値が適用されている一部の食品を除いて、多くの食品に対して共通の値 6.25 が適用されている。これらの係数は、分析法や解析技術が未熟な時代に提唱されたものであり、根拠となるデータが古く、以前からその正確性や妥当性が疑問視されてきた。これまでも新しい換算係数策定の試みは行われてきたものの、妥当な数値が提案されることなく、変更されず現在に至っている。

食品に含まれる窒素の大部分はタンパク質に由来するが、それ以外にも、多種多様な成分中に窒素が存在している。ケルダール法（食品中の窒素量の一般的な定量法）による分析で得られる全窒素量は、タンパク質を構成しているアミノ酸に由来する窒素だけでなく、タンパク質以外の窒素含有成分中の窒素量をも含む。現在適用されている換算係数は、食品中の主要タンパク質重量とタンパク質中の窒素量との比に基づき算出されたものであるが、実際に食品中のタンパク質量を算出する際には、全窒素量に対して適用されるため、非タンパク態窒素化合物を多く含む食品では、タンパク質量が過大に見積もられるという大きな問題が生じる。算定されるタンパク質量は、場合によっては、概算値としてもほとんど意味を持たない数値となっている。

精度の高い栄養素摂取量の把握や栄養管理を行うためには、できるだけ正確に食品中のタンパク質量を推定できる新しい基準を確立する必要があると考えられる。また、国民の健康志向の高まりとともに食品に関する正しい情報が求められており、この点からも食品中のタンパク質量について正確な値を提供することは社会の要請でもある。

本研究に先立ち、換算係数の算定法および適用法に関して懸案となっている問題点に焦点をあて、それらを解消するために、従来とは異なる概念を導入して、新規な換算係数算定法を提案した。アミノ酸組成より算出したアミノ酸残基総量を食品中の正確なタンパク質量として定義し、これとケルダール法で定量した全窒素量との比を換算係数とする方法である（換算係数＝アミノ酸残基総量÷全窒素量）。モデル食品として、非タンパク態窒素化合物を多量に含む食品の換算係数を算出した（キノコ類 13 種；平均 3.99、野菜類 20 種；平均 4.39）。新規算定法で得られる換算係数は、従来の換算係数の簡便さを備えながら、より正確なタンパク質量を推定できる係数としての適用の有効性が示唆された。

## 2. 研究の目的

本研究では、これまで試みてきた新規な換算係数算定法を、植物性および動物性タンパク質の供給源として重要な食品に適用し、より正確なタンパク質量を推定できる新規な換算係数を提案することにより、食品全般に適用可能なタンパク質量算定の新しい基準とすることを第 1 の目的とした。

更に、本研究で新規に算定した換算係数の有効な利用法について提案することを第 2 の目的とした。

## 3. 研究の方法

以下に示す方法を用いて、新規な換算係数算定法により食品の換算係数を算出した。

### (1) 分析データに基づく換算係数の算定

食品中の正確なタンパク質量の測定、および、それを正確に推定するための新規換算係数を算定する方法の概略を図 1 に示した。食品中の全窒素量はマクロ改良ケルダール法で定量した。この値は、換算係数の算定およびタンパク質量推定の際の基準となる。食品中の窒素をタンパク態窒素(A)と非タンパク態窒素(B)に区別して、以下の分析を行った。

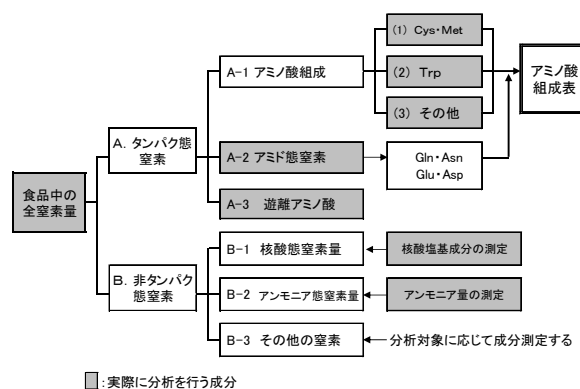


図1 新規換算係数算定のための分析手順

タンパク態窒素(A)の分析は、換算係数の算定のために必須である。本研究では、正確なタンパク質量を、食品中のアミノ酸残基総量と定義した。アミノ酸組成(A-1)の分析は、アミノ酸の種類（シスチンとメチオニン（Cys・Met）、トリプトファン（Trp）、その他）により条件を変えて行った。アミド態窒素(A-2)の定量結果から、4種類のアミノ酸量（グルタミン（Gln）、アスパラギン（Asn）、グルタミン酸（Glu）、アスパラギン酸（Asp））を決定した。これらの分析結果より、食品ごとにアミノ酸組成表を作成し、その組成に基づきタンパク質量を表すアミノ酸残基総量およびアミノ酸中の総窒素量（タンパク態窒素量）を算出した。遊離アミノ酸(A-3)は、食品を構成するアミノ酸の一部であり、A-1の分析結果に含まれる。全アミノ酸中の存在割合を把握するために定量した。

分析により得られた全窒素量とアミノ酸残基総量に新規算定法（**新規換算係数＝アミ**

ノ酸残基総量÷食品中の全窒素量)を適用し、換算係数を算定した。また、比較検討のため、タンパク態窒素量を基準窒素とする換算係数も算定した(アミノ酸残基総量÷タンパク態窒素量)。

非タンパク態窒素(B)の分析は、アミノ酸分析と同一の試料を用いて行った。核酸態窒素量(B-1)、アンモニア態窒素量(B-2)などの窒素含有化合物ごとに分析を行い、各化合物の元素構成比から、非タンパク態窒素量を算出した。その他の窒素(B-3)は、分析対象とする食品に応じて、多量に存在すると推測される窒素含有成分を測定(例:キノコ類ではキチン、野菜類では硝酸態窒素)し、その成分中の窒素量を算出した。

食品中に存在する非タンパク態窒素をその存在形態ごとに分析することにより、タンパク態窒素量のより正確な把握が可能となると考えたが、全ての非タンパク態窒素を分析により裏付けることは困難であった。

#### (2) 既存データを活用した換算係数の算定

「改訂日本食品アミノ酸組成表(科学技術庁資源調査会資源調査所編,1986)」を利用し、収載食品(295食品)の新規換算係数を試算した。

各食品のアミノ酸組成データよりアミノ酸量を残基量に換算し、それらを総和してタンパク質量(アミノ酸残基総量)とした。全窒素量は、アミノ酸組成表に記載されているタンパク質量をタンパク質の算定時に使用された換算係数で除することにより算出した。計算により得られたアミノ酸残基総量および全窒素量に新規算定法を適用し、換算係数を算出した。

#### 4. 研究成果

3年間の基盤研究の経過と得られた成果は以下の通りである。

#### (1) 植物性および動物性のタンパク質供給源となる食品の新規換算係数の算定

##### ① 豆類およびダイズ製品

豆粒 22 試料およびダイズ製品 3 種の分析を行った。アミノ酸組成から算出したアミノ酸残基総量と全窒素量より新規換算係数を算定した。その結果、ダイズおよびダイズ製品の全窒素量に基づき、そのタンパク質量をより正確に推定できる換算係数として5.51を得た。また、この換算係数をその他の豆類にも共通に適用できる可能性が示唆された。

##### ② 肉類

分析試料の前処理法の検討および予備実験を経て、牛肉・豚肉・鶏肉を試料として分析を実施した。肉の種類その他、調理加熱による変化についても検討した(n=18)。分析データに新規算定法を適用し、得られた換算係数の平均値(±SD)は5.27(±0.14)であった。非タンパク態窒素含量が少ないとみ

なされてきた肉類についても、従来の換算係数である6.25と比較して低値となった。

##### ③ 魚介類

現在、分析中であり、換算係数を提案するに至っていない。日本では、諸外国と比較して、食用とする魚介の種類が豊富である。換算係数の算定には、多くの分析例が必要と考えられ、分析に基づくデータの収集には更なる時間を要する。

#### (2) アミノ酸組成表収載食品の新規換算係数

「日本食品アミノ酸組成表」を利用し、収載食品に新規算定法を適用し、各食品の換算係数を試算した。これにより本研究では実際に分析を行わなかった食品に対しても、新規算定法による換算係数の概算値を得ることができた。

295食品の新規換算係数の平均値(±SD)は4.89(±0.61)であり、ほぼ全ての食品に対して、6.25と比較して低い値であった。現在、個別の換算係数が適用されている食品についても、同様の傾向が認められた。食品群別に比較したところ、食品群により特徴のある分布が得られた。また平均値、分布が類似している食品群もあるため、いくつかの食品群に対して共通の値を係数として適用できる可能性も示された。

肉類(41食品)の換算係数の平均値(±SD)は5.13(±0.28)であり、(1)に示した分析データから算定した値5.27と近い値が得られた。このことから、魚介類(84食品)の換算係数の平均値である5.00(±0.40)を概算値として利用することは妥当であると判断した。

#### (3) 新規換算係数の実用性について

これまでに算定した新規換算係数を食事献立に適用し、タンパク質量の推定を試みた。

##### ① 食事から得られるタンパク質量の推定

献立表(学校給食およびコンビニ弁当)を用いて、給与タンパク質量を従来の換算係数および新規換算係数を使用して試算し、比較した。従来法によるタンパク質量(x)と新規係数により算定したタンパク質量(y)との間には相関関係が認められ( $r=0.987, p<0.01$ )、回帰分析により回帰式  $y=0.878x-0.937$  を得た。

アミノ酸組成に基づくアミノ酸残基総量と全窒素量に従来の換算係数を乗じて得られるタンパク質量を比較すると、アミノ酸残基総量は従来の方法によるタンパク質の80~90%であるという報告(野口、アミノ酸分析表の改訂と食品タンパク質量の新規算出法の提案、平成22年食品分析研究会講演会、2010)と一致する結果であった。

##### ② 新規換算係数の試算

新規換算係数を使用して算出したタンパク質量と全窒素量から換算係数を算出した。栄養バランスを配慮した食事献立の給与タンパク質量を推定する場合には、換算係数は

5.10~5.20 が妥当であると推察された。現在、複数の食品で構成される食事献立に対する換算係数として6.25が適用されている。摂取量を正確に把握するためには、換算係数の変更の必要性が示唆された。仮に5.20を全窒素量に適用してタンパク質量を算定すると、従来の方法で算出したタンパク質量の約83%となる。6.25に代わる値については、5.6あるいは5.7が妥当とする文献もあるため、適用に当たっては更なる検討が必要である。

国連食糧農業機構（FAO）は、技術ワークショップ報告書（2003）において、食品のエネルギー計算の基礎となるタンパク質、脂質および炭水化物の成分量の分析・算出について推奨法を示している。タンパク質は、アミノ酸分析により得られる個々のアミノ酸残基の総量として算出する方法が「好ましい方法」として推奨されている。これに対応して、日本における最新の食品成分表である「日本食品標準成分表2010（文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会, 2010）」には、『アミノ酸組成によるたんぱく質』が新たに収載された。しかし、この値は、現在のところ、付加情報として位置づけられている。食品成分表は、国の政策や経済分野にまで広く活用され、食料需給表や食事摂取基準などの基盤となっている。従って、仮に分析方法が変更された場合、相当する栄養素の成分値はもとより、エネルギー値も再評価され、食品の栄養価は大きく変更されることになる。それが影響する範囲は広く、見直しは慎重に進める必要がある。このような状況を背景に、FAOの推奨するタンパク質の分析・算出法が、国際的また施策的に統一して採択されるまでには、しばらく時間を要すると判断される。従って、これまで用いられてきた分析法も、暫くは必要とされ、利用され続けると考えられる。なお、従来の分析法は、FAOの推奨法では「許容し得る方法」という位置づけになる。

本研究と併行して、文部科学省による日本食品標準成分表の改訂等に関する検討が進められており、「日本食品標準成分表準拠アミノ酸成分表2010（文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会, 2010）」には『基準窒素-たんぱく質換算係数』が掲載されている。これは、基準窒素1g当たりのアミノ酸残基の総量として求めた値であり、新規な換算係数算定法と同じ概念に基づき算出されている。『基準窒素-たんぱく質換算係数』は、個々の食品について正確なタンパク質量を求める場合に適用するため、食品個別に算定されている。本研究では、簡便性および実用性に配慮し、成分の類似した食品群ごとに適用する係数として、また、複数の食品で構成される食事献立に適用する係数として『新

規換算係数』を算定し、提案した。

これらの換算係数の適用は、従来の換算係数を全窒素量に乗じた際に生じるタンパク質量の過剰算定の問題を解消し、タンパク質量推定の精度向上が期待できる。新しい換算係数を用いた栄養価計算は、実務としては実用化される段階にはないが、より正確なタンパク質量を算出するための新しい基準となるものと推察される。

## 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）

〔雑誌論文〕（計4件）

- ① 藤原しのぶ、桂きみよ、佐々木弘子、新規に算定した全窒素-タンパク質換算係数の食事献立への適用 - 学校給食およびコンビニ弁当について -、日本食生活学会誌、査読有、21巻、2010、115-122
- ② 藤原しのぶ、佐々木弘子、菅原龍幸、豆類およびダイズ製品の窒素-タンパク質換算係数について、日本食生活学会誌、査読有、21巻、2010、60-66
- ③ 藤原しのぶ、佐々木弘子、菅原龍幸、日本食品アミノ酸組成表から算出した新規窒素-タンパク質換算係数、日本食生活学会誌、査読有、20巻、2009、220-225

〔学会発表〕（計2件）

- ① 藤原しのぶ、食品の窒素-タンパク質換算係数に関する研究、日本食生活学会第40回大会、2010年6月12日、大妻女子大学
- ② 藤原しのぶ、日本食品アミノ酸組成表から算出した新規窒素-タンパク質換算係数、日本食生活学会第39回大会、2009年11月20日、日本教育会館

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤原 しのぶ (FUJIHARA SHINOBU)  
聖徳大学・人間栄養学部・講師  
研究者番号：10279672

(2)研究分担者

佐々木 弘子 (SASAKI HIROKO)  
聖徳大学・人間栄養学部・教授  
研究者番号：40196176

(3)連携研究者 なし