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—

藤原しのぶ・桂 きみよ・佐々木弘子

(聖徳大学)

Applications of Novel Calculation Method for Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Foods — Focusing on School Lunch and Convenience Store Lunch Boxes —

Shinobu Fujihara, Kimiyo Katsura, Hiroko Sasaki

Seitoku University, 550 Iwase, Matsudo, Chiba 271-8555

〒271-8555 千葉県松戸市岩瀬 550

The protein contents of diet meals containing various foods were calculated from the total nitrogen content using novel conversion factors that were suggested in our previous reports. Focusing on school lunch menus and convenience store lunch boxes, the total nitrogen contents in these foods were calculated by dividing the protein contents referring to the Standard Tables of Foods Composition in Japan by the traditional N:P factors. The total nitrogen content multiplied by the novel N:P factor was equal to the novel protein content.

The proportion of novel protein contents to the traditional protein contents was approximately 84%. On 11 school lunch menus, the equation between traditional protein contents and novel protein contents was the following: Novel protein contents = $0.878 \times \text{traditional protein contents} - 0.937$. The novel protein content of a convenience store lunch box could be estimated by this regression equation. The novel N:P factor, that is, the ratio of nitrogen contents to novel protein contents, for school lunch menus was 5.16 ± 0.11 (mean $\pm$ standard deviation). The N:P factors for two convenience store lunch boxes were 5.15 and 5.09. Therefore, the protein content of well-balanced meals should be calculated using the novel N:P factor of about 5.2.

The results indicated that the novel calculation method for N:P factors could be applied to not only individual foods, but also to diet menus containing various foods. We conclude that this calculation method should be practical and suitable for the evaluation of the N:P factors.

緒 言

一般に食品中のタンパク質量は、ケルダール法で定量した全窒素量に窒素-タンパク質換算係数（以下、「換算係数」とする）を乗じて算定した値で表されている。食品に含まれる種々のタンパク質を純粋に単離することは非常に難しいとされ、一方、ケルダール法による全窒素量の分析は再現性が高く、操作が簡便であるため、こ

のような方法が広く受け入れられてきたと考えられる。しかし、タンパク質量の算定に用いる換算係数の由来は古く、19世紀半ばの研究¹⁾に遡り、食品中のタンパク質量の正確な推定には限界がある。換算係数の算定法やその適用法に関する問題点^{2, 3)}が指摘されながらも、便宜上、共通の換算係数として6.25、およびいくつかの個別の換算係数^{4~7)}が適用され、現在に至っている経緯は前報⁸⁾に述べた通りである。

著者らは、これまでに、換算係数算定法の抱える問題を解消し、食品中の全窒素量からタンパク質量を正確に推定できる換算係数の新規な算定法を提案し、いくつかの食品に対してその方法を適用し、算定した新規換算係数を報告してきた⁹⁻¹²⁾。新規換算係数を算定する計算式を以下に示す；新規換算係数 (AAres/Total N) = タンパク質量 (アミノ酸残基総量) ÷ 全窒素量。新規換算係数は、ケルダール法、あるいはケルダール法に相当する方法で定量した全窒素量に対して適用することを前提としているため、タンパク質量を推定する際、全窒素中の非タンパク態窒素の存在量を配慮する必要がない。従って、新規換算係数は、これまでの換算係数と比較して、簡便で、より正確なタンパク質量の推定が可能であると考えられた。また、タンパク質量の過大算定の問題は、穀類および豆類などの非タンパク態窒素量が少ない食品についても生じており、食品全般にわたる、換算係数の見直しの必要性が示された。計算式からも明らかのように、新規換算係数は、食品中の全窒素量とアミノ酸組成から算定が可能である。そこで、アミノ酸組成表¹³⁾を活用し、収載食品のアミノ酸組成とタンパク質量の値から、

新規換算係数の概算値を試算した⁸⁾。その結果、食品ごとに算出した新規換算係数の平均値±標準偏差は4.89±4.61 (n=295) であった。また、多くの食品の新規換算係数は、4.8~5.6に分布していた。6.25を換算係数として、全窒素量に乗じてタンパク質量とみなす従来の方法でタンパク質量を推定した場合、ほとんどの食品で過剰量のタンパク質が見積もられていることが明らかとなった。

これまでに、個々の食品を対象として、既報⁹⁾で提案した換算係数の新規算定法が、従来の算定法と比較して、タンパク質量を簡便に、より正確に推定する算定法として、有用性が高く、また普遍性があることを示してきた。本報では、換算係数算定法および新規換算係数の有効な利用法を探ることを目的とし、複数の食品で構成される食事献立への新規換算係数の適用を試みた。現在、タンパク質量を含め、食品の栄養価は五訂増補日本食品成分表 (以下、「食品成分表」とする)¹⁴⁾に記載されている成分値に基づき評価されている。食事としてのタンパク質量を把握する際は、献立に使用されている個々の食品のタンパク質量の総和が一食当たりの給与タンパク質量と

Table 1 Proposed N:P Factors Calculated by the Novel Method

N:P Factors reported in Standard Tables of Food Composition in Japan ¹⁴⁾		Food Group		Proposed N:P factor	
Plant Origin					
5.95	Rice and rice products	Cereals	Rice and rice products	5.26	●
5.70	Wheat flour and its products		Wheat flour and its products *	5.47	●
5.83	Barley, oats, rye and whole grain of wheat		Others	5.62	●
6.25	Others	Potatoes and Starches			
6.25				4.74	○
5.71	Soybeans and its products		Pulses	5.51	●
6.25	Others	Nuts and Seeds			
5.18	Almonds			4.80	○
5.46	Brazil nuts and Peanuts		Peanuts	5.09	○
5.30	Other nuts and 9 kinds of seed *				
5.71	Edamame and soybeans sprouts	Vegetables	Edamame and soybeans sprouts	5.51	●
5.46	Peanuts (Immature beans)		Peanuts (Immature beans)	5.09	○
6.25	Others		Others	4.10	●
6.25		Fruits		4.18	○
6.25		Mushrooms		3.99	●
6.25		Algae		4.76	○
Animal Origin					
6.25		Fishes and Shellfishes	Fish	5.14	○
5.55	Dried shark fin		Shellfishes	4.61	○
			Fish paste products	5.60	○
6.25		Meats		5.13	○
6.25		Eggs		5.47	○
6.38	Milk and Milk Products	Milks		5.56	○
6.25	Others				
5.71	Soysauses and Miso		Seasonings and Spices	5.51	○
6.25	Others			4.67	○
6.25		Prepared foods		5.14	○

*Hemp seeds, Perilla seeds, Pumpkin seeds, Poppy seeds, Sesame seeds, Watermelon seeds, Lotus seeds, Water chestnuts, and sunflower seeds

● ; Novel factor based on the amino acid composition analysed in our previous reports.

○ ; Novel factor based on amino acid composition table¹³⁾

Table 2 Protein Contents on School Lunch Calculated by the Novel Method

menu	ingredient	A	B	C	D	E	F	G
		Net usage (g)	Protein ^a (g/100g)	Total protein (g)	Traditional N:P factor	Nitrogen content (g)	Novel N:P factor ^b	Recalculated protein (g)
Dish 1 (えびと青梗菜の中華丼)	Rice	60	6.1	3.66	5.95	0.62	5.26	3.24
	Oriental shrimp	20	21.7	4.34	6.25	0.69	5.14	3.57
	Swine, Boston bull	10	17.1	1.71	6.25	0.27	5.13	1.40
	Quig gin cai	40	0.6	0.24	6.25	0.04	4.10	0.16
	Garlic	5	6.0	0.30	6.25	0.05	4.10	0.20
	Oyste sauce	2.8	7.7	0.22	6.25	0.03	4.67	0.16
Dish 2 (肉団子のもち米蒸し)	Rice	15	6.1	0.92	5.95	0.15	5.26	0.81
	Swine, Ground meat	35	18.6	6.51	6.25	1.04	5.13	5.34
	Arrow head	10	6.3	0.63	6.25	0.10	4.10	0.41
	Nama - Shiitake	5	3.0	0.15	6.25	0.02	4.10	0.10
	Head Lettuce	30	0.6	0.18	6.25	0.03	4.10	0.12
	Tomatoes	30	0.7	0.21	6.25	0.03	4.10	0.14
Fruit	Apple	50	0.2	0.10	6.25	0.02	4.18	0.07
Milk	Milk	200	3.3	6.60	6.38	1.03	5.14	5.32
Total				25.76		4.14		21.03

^a Data referring to the Food Composition Tables¹⁴⁾

^b See Table 1.

Calculating formula as follows; $C = A \times B / 100$, $E = C / D$, $G = C \times F / D$ ($= E \times F$)

して算定され、これは献立作成時の基準となる重要な値である。現在示されている給与タンパク質量は、従来の換算係数によって算定されており、実際量より過剰のタンパク質量が見積もられている可能性が高い。しかし、食品ごとにタンパク質量から、その窒素量を推定できるため、推定した窒素量に新規換算係数を適用すれば、同一の食品に対してタンパク質量を算定し直すことができる。従って、食事全体として供給されるタンパク質量も、より正確に算定し直すことが可能である。本報においては、以下、現在示されている食品中のタンパク質量から推定した窒素含量に新規換算係数を適用し、タンパク質量を算定し直すことを、「再算定」と称する。従来の換算係数に基づき算定された食品成分表の値に基づくタンパク質量と再算定したタンパク質量とを比較し、新規換算係数の実用性を検討した。

タンパク質量の比較には、栄養バランスを配慮した献立例として、学校給食とコンビニエンスストアで販売された弁当（以下、「コンビニ弁当」とする）を用いた。

I 学校給食献立のタンパク質量

1. 学校給食の給与タンパク質量の算定方法

(1) 算定に使用する新規換算係数の提案

前報^{8~12)}に基づき、タンパク質量の再算定を行う際に使用する新規換算係数を Table 1 に示した。表中の食品群は、食品成分表の分類に従った。表の左列には、食品成分表において現在適用されている換算係数を示した。穀類のアマランサス等の使用頻度が少ない食品については、個別の換算係数の記載を割愛した。表の右列に、新

規換算係数を示した。穀類、豆類、野菜類およびキノコ類については、実際の試料を分析した結果に、新規算定法を適用して算定した換算係数を示し（●）、実測値に基づく換算係数がない食品、あるいは食品群に対してはアミノ酸組成表の収載データを利用して算定した概算値を示した（○）。なお、「砂糖及び甘味類」および「油脂類」は、アミノ酸組成表に収載食品がないため、換算係数は算定していない。また、収載食品が1食品であった「菓子類」、および「嗜好飲料類」は食品群を代表する値として適切でないと判断し、記載しなかった。

(2) 資 料

聖徳大学付属小学校および付属中学校・高等学校で、実際に供食された給食献立を使用した。一週間分の献立を用いてタンパク質量を比較することとし、休日、行事の少ない期間を選定した。

小学校の給食献立は、平成20年10月6日（月）から11日（土）の期間とし、6日間の献立を用いた。中学校・高等学校については、同年10月20日（月）から26日（土）の期間としたが、金曜日はリクエスト献立とされており、献立表に詳細の記載がなかったため、5日間の献立を対象資料とした。

小学校および中学校・高等学校ともに、給食献立は、和食が週3回、洋食・中華食が各1回、折衷食1回（中・高はリクエスト献立）となるよう計画されていた。

(3) 計算方法

以下の手順で2つのタンパク質量を算定した。計算例を Table 2 に示した。

①「従来法によるタンパク質量 (Total protein)」の算定；

Table 3 Provided Protein in High School Lunch and Junior High School Lunch Calculated by the Novel Method

	Menu	Energy (kcal)	Fat (g)	Total protein (g)	Total nitrogen ^a (g)	Recalculated protein (g)	Novel N:P Factor on menu ^b
Mon.	菊ご飯 雷汁 豚肉のきのこあんかけ 大根サラダ	734	32.5	26.6	4.35	22.2	5.10
Tue.	ご飯 白菜と肉団子のスープ 糖鰯魚片 青菜の和えもの 杏仁豆腐	741	17.1	27.1	4.42	22.4	5.06
Wed.	ドライカレー 野菜とツナのサラダ 牛乳	772	31.2	24.9	4.00	20.9	5.22
Thr.	ご飯 (ふりかけ) のっぺい汁 鯖のみそ煮 ピーナッツ和え ポテトサラダ	734	21.8	31.5	5.11	26.2	5.14
Fri.	Requested Menu						
Sat.	里芋とじゃこのご飯 清汁 メンチカツ ピーナッツ和え	729	25.6	26.1	4.27	21.6	5.06
Average ± SD		742 15	25.6 5.8	27.2 2.2	4.43 0.37	22.7 1.9	5.12 0.06

^a Sum of nitrogen content in each foodstuff, calculated from protein content divided by the traditional N:P factor.^b Novel N:P factor on menu = Recalculated protein content ÷ Total nitrogen.

献立表に記載されている、材料名と純使用量から、個々の材料食品中に含まれるタンパク質量を、食品成分表に記載されている食品100g当たりのタンパク質質量から算定した。各食品中のタンパク質量を総和し、従来法によるタンパク質量とした。

②材料食品中の窒素量および「全窒素量」の算出；個々の食品について、①で得た従来法によるタンパク質量を、現在適用されている換算係数で除して、各食品中に含まれる窒素量を算出した。また、個々の食品の窒素量を総和して、全窒素量とした。

③「再算定したタンパク質量 (Recalculated protein)」の算定；②で求めた各食品の窒素量に対し、食品に応じてTable 1に示した新規換算係数を乗じてタンパク質量を算定し直した。個々の食品に対して算定し直したタンパク質量を総和し、再算定したタンパク質量とした。

なお、調味に使用された「みそ」は計算に含めたが、「しょうゆ」は具体的な使用量の記載がなかったため、計算から除いた。また、だし汁、塩、砂糖、酒等もタンパク質量の算定はしていない。

(4) 解 析

統計解析ソフト SPSS (15.0J) を使用し、従来法によるタンパク質量と再算定したタンパク質量との相関関係を確認後、単回帰分析を行った。

2. 結果および考察

資料とした給食献立例と一食当たりの給与エネルギー、脂質、従来法によるタンパク質量、および新規換算係数を適用して再算定したタンパク質量を、Table 3 (中学校・高等学校給食) および Table 4 (小学校給食) に示した。同表に、献立ごとのデータから算出した平均値±標準偏差も示した。

中学校・高等学校の給食献立一食当たり、従来法によるタンパク質量は 27.2 ± 2.2 g ($n=5$) であり、再算定したタンパク質量は 22.7 ± 1.9 g であった。小学校の給食献立では、従来法によるタンパク質量は 26.4 ± 3.8 g ($n=6$) であり、再算定したタンパク質量は 22.3 ± 3.8 g であった。従来法によるタンパク質量に対する再算定したタンパク質量の割合は、82~88%に分布しており、平均値は84.1%であった。従って、献立全体として、約15%過剰量のタンパク質量が見積もられていることが明らかとなった。

従来法によるタンパク質量 (x) と再算定したタンパク質量 (y) の関係を Fig. に示した。両タンパク質量の相関関係を検討したところ、1%水準で有意な相関が認められた ($r=0.987$)。単回帰分析により得られた回帰式は、 $y=0.878x-0.937$ であった。

同献立を用いて、再算定したタンパク質量と全窒素量との比を献立ごとに算出し、複数の食品の組合せである

Table 4 Provided Protein in Elementary School Lunch Calculated by the Novel Method

	Menu	Energy (kcal)	Fat (g)	Total protein (g)	Total nitrogen ^a (g)	Recalculated protein (g)	Novel N:P Factor on menu ^b
Mon.	こぎつね井 豆腐と野菜のくず汁 じゃが芋とアスパラのごま酢和え フルーツ（キウイフルーツ）	633	20.7	21.9	3.65	18.8	5.14
Tue.	パン 具だくさんスープ グラタンコロッケ 人参グラッセ 白菜とみかんのサラダ ジョア	678	33.5	21.6	3.52	18.5	5.25
Wed.	ご飯 みそ汁 和風ハンバーグ ピーナッツ和え 金平ごぼう ヨーグルト	644	21.8	26.7	4.33	22.6	5.21
Thr.	ご飯 海苔入りかき玉スープ 厚揚げと野菜の中華風炒め ピーナッツ和え 大根とイカの煮物 牛乳	665	27.2	31.9	5.22	28.2	5.40
Fri.	ご飯 雷汁 ししゃもフライ イカフライ コールスロー 南瓜サラダ	655	24.9	21.1	3.48	17.6	5.04
Sat.	えびと青梗菜の中華丼 肉団子のもち米蒸し フルーツ（リンゴ） 牛乳	621	19.7	25.8	4.14	21.0	5.08
	Average ± SD	646 16	23.4 2.9	26.4 3.8	4.29 0.62	22.3 3.8	5.17 0.16

^a Sum of nitrogen content in each foodstuff, calculated from protein content divided by the traditional N:P factor.

^b Novel N:P factor on menu = Recalculated protein content ÷ Total nitrogen.

混合食に対する新規換算係数を算定した。Table 3 および Table 4 に示した合計11例の献立では、 5.16 ± 0.11 であった。

従って、栄養バランスを配慮した主食、汁物、主菜、副菜からなる食事献立のタンパク質量を推定する場合には、ケルダール法で得た全窒素量に5.16を換算係数として適用すればよいと考えられた。

和食献立のみの新規換算係数は 5.12 ± 0.06 ($n=6$)となった。中華献立の場合も、ほぼ同じような換算係数となったが、洋食(5.22)と折衷献立(5.40)は高い傾向にあった。しかし、資料とした学校給食献立では、洋食献立および折衷献立は一週間に一度の提供であったため、例数を増やし、洋食献立と和食献立の新規換算係数には、違いが認められるかどうかを更に検討する必要がある。

II コンビニ弁当献立のタンパク質量

1. コンビニ弁当の給与タンパク質量の算定方法

(1) 算定に使用する換算係数

Table 1 に示した換算係数を使用した。

(2) 資 料

平成21年5月から6月の期間に販売された2種類の弁当を用いた。これらは、千葉県主催のヘルシーコンビニ弁当コンテストにおいて、知事賞を受賞した聖徳大学在学生の考案した献立を基に作成され、販売された食育弁

当である。「20～40代男性のおおよそ一日にとるべき量の1/3量を基準としたヘルシー弁当」と謳われ、エネルギーが700kcal以下、塩分4g以下、脂質14～22g、野菜量120g以上の4点にこだわったお弁当として販売された。

実際に販売された弁当の原材料情報は入手できなかったため、販売された弁当とほぼ同じ献立内容となっている試作段階の献立を使用した。従って、一部、上述のこだわりと一致しない点がある。

(3) 計算方法

学校給食の給与タンパク質量の算定に用いた方法に準じて算定した。弁当献立については、調味料類もすべてタンパク質量算定の対象とした。

2. 結果および考察

2種類の弁当について、その献立とそれぞれの供給エネルギー、脂質、従来法によるタンパク質量、および新規換算係数により再算定したタンパク質量をTable 5に示した。

弁当Aでは、従来法によるタンパク質量は28.8gであり、再算定したタンパク質量は24.2gであった。弁当Bでは、それぞれ23.4gと19.5gであった。従来法によるタンパク質に対する、再算定したタンパク質量の割合は、弁当Aでは84.0%、弁当Bでは83.4%であり、2つの弁当はほぼ同じ傾向を示した。学校給食献立11例の分析に

Fig. Relationship between Protein Contents Calculated by Traditional and Novel N:P Factors

Table 5 Provided Protein in Convenience Store Lunches

	Menu	Energy (kcal)	Fat (g)	Total protein (g)	Total nitrogen ^a (g)	Recalculated Protein (g)	Novel N:P factor on menu ^b
弁当A	あさりご飯 鶏肉の黒酢和え 鯖塩焼きおろしダレ 小松菜おひたし きゃべつ 野菜の煮物	728	14.6	28.8	4.70	24.2	5.15
弁当B	発芽玄米豚ロース生姜焼きのせ 筑前煮 小松菜胡麻和え つくね(肉団子串刺し) さつまいも 野菜の煮物 ブロッコリースープ和え 玉子焼き	721	11.4	23.4	3.84	19.5	5.09

^a Sum of nitrogen content in each foodstuff, calculated from protein content divided by the traditional N:P factor.

^b Novel N:P factor on menu = Recalculated protein content ÷ Total nitrogen.

より得た前述の回帰式に、ヘルシー弁当の従来法によるタンパク質量を代入すると、弁当Aでは24.4 g、弁当Bでは19.6 gと推定され、再算定したタンパク質量とほぼ一致した。

ヘルシー弁当では、こだわりのひとつとして野菜の使用量が120 g以上という項目があり、多くの野菜が使用されており、野菜の重量が、弁当全体の重量の約30%を占めていた。Table 1 に示した野菜類に対する新規換算係数は4.10であり、他の食品群に対する新規換算係数と比較して値が低い。このため、献立全体として算定されるタンパク質量にも影響し、従来法によるタンパク質量と再算定したタンパク質量の差が大きくなることが予想されたが、野菜類は水分含量が高く、タンパク質含量の少ない食品であるためか、異なる換算係数を適用して算定された二つのタンパク質量の割合は、学校給食献立の

場合と比較して、ほとんど違いはなかった。

全窒素量と再算定したタンパク質量との割合は、弁当Aでは5.15、弁当Bでは5.09であり、学校給食の場合とほぼ同じ新規換算係数となった。弁当は2例のみの結果であり、断定はできないが、学校給食献立の解析で得た新規換算係数も合わせ考えて、混合食の新規換算係数は5.10～5.20辺りが妥当であると推察される。

Ⅲ ま と め

本報では、これまでの研究結果に基づく、アミノ酸残基総量をタンパク質量とみなして算出した新規換算係数を利用して、複数の食品で構成される食事により給与されるタンパク質量の再算定を試みた。その結果、現在示されている従来法によるタンパク質量は、再算定したタンパク質量と比較して、約15%過剰に見積もられている

ことが明らかとなった。また、新規算定法は、個々の食品に対してのみならず、複数の食品で構成された献立に対しても適用することができ、簡便に、全窒素量よりタンパク質量を正確に算定できる方法として普遍性があり、広く活用できることが示された。

なお、本報で提案した新規換算係数は、一部アミノ酸組成表のデータを用いて算出した概算値を含むため、実際に栄養価を算定するための実用化には、更なる検討が必要である。

特に、魚介類や肉類などの動物性食品は、タンパク質源として非常に重要であるため、今後これらの食品に対しても、正確なタンパク質量と全窒素量の分析結果に基づいた新規換算係数を算定し、従来の換算係数と比較検討する必要がある。今回、動物性タンパク質源については、アミノ酸組成表を利用して算出した概算値を新規換算係数として用いた。この概算値から、魚介類に含まれる「魚類」と「甲殻類・その他の食品」は、異なった換算係数を適用すべきであること、および肉類は肉の種類に関わらず共通の新規換算係数の適用が可能であることが推察された。また、「魚類」の新規換算係数の平均値5.14と「肉類」の平均値5.13はほぼ同じ値であり、これらの食品については、共通の換算係数が適用できる可能性が示された。

また、植物性食品の中にも新規換算係数の値に近い食品群も存在する。このような食品群に対して適用する共通の新規換算係数を検討し、より単純な形に簡略化できると考えられる。例えば、野菜類の新規換算係数は4.10、果実類は4.18、キノコ類は3.99であり、値が近い。これらの食品は、食材として使用される種類は多いが、それぞれの使用量は少量である場合が多い。また、水分量が多いため、これらの食品からの給与タンパク質量は非常に少ない。従って、これら3食品群の平均値である4.09、あるいは区切りのよい値である4.10などを共通に適用しても、食事全体に含まれるタンパク質評価への影響はほとんどないと推察された。

学校給食、および弁当の献立に対して、新規換算係数を用いて再算定したタンパク質量は、従来法によるタンパク質量の約84%であった。先進国である日本では、タンパク質の摂取不足よりむしろ過剰摂取による問題が指摘されている¹⁵⁾。そのため、栄養価計算で示されるタンパク質量と比較して、実際のタンパク質摂取量は少ないという現状が、健康な成人の食生活を脅かす問題となるとは考え難い。しかし、長期的にみると何らかの問題が生じる可能性もあり、早期に正しいタンパク質量に是正されることを期待したい。

食品の厳密なタンパク質量が要求される場合は、FAO¹⁶⁾の推奨するタンパク質の定量法に従い、アミノ酸組成を基に正確なタンパク質量を得る方法が望ましい。しかし、この方法と比較して、全窒素量に換算係数を乗じて、タンパク質量を推定する方法は、食品中の全窒素

量の定量のみでタンパク質量を推定できるため、非常に簡便な方法である。新規算定法を用いて、あらかじめ正確なタンパク質量と全窒素量の比として新規換算係数を算定しておけば、この係数を全窒素量に適用することで、簡単に、アミノ酸残基総量に近似したタンパク質量の推定が可能である。厳密なタンパク質量の精度が要求されない場合には、新規換算係数を適用してタンパク質量を推定する方法は、非常に簡便であり、有用性が高いと結論される。

要 約

学校給食およびコンビニ弁当を使用して、複数の食品で構成される食事献立に対して、新規換算係数の適用を試みた。現在示されている食品中のタンパク質量から推定した窒素含量に対して、新規換算係数を適用し、献立ごとに新しいタンパク質量を算定した（再算定したタンパク質量）。これを、従来の換算係数に基づき算定された食品成分表に基づくタンパク質量（従来法によるタンパク質量）と比較し、新規換算係数の実用性を検討した。

学校給食献立11例について、従来法によるタンパク質量（x）と再算定したタンパク質量（y）の相関関係を検討したところ、1%水準で有意な相関（ $r=0.987$ ）が認められた。回帰分析により以下の回帰式を得た： $y=0.878x-0.937$ 。コンビニ弁当についても、この回帰式を用いてタンパク質量の推定が可能であった。

再算定したタンパク質量と全窒素量との比を献立ごとに求め、複数の食品の組合せである混合食に対する新規換算係数を算定したところ、平均値±標準偏差は 5.16 ± 0.10 であった。コンビニ弁当2例についても、同様に新規換算係数を算定したところ、5.15および5.09となった。従って、栄養バランスを配慮した食事献立のタンパク質量を推定する場合には、全窒素量に5.10～5.20を換算係数として適用すればよいと考えられた。

新規算定法は、個々の食品に対してのみならず、複数の食品で構成された献立に対しても適用が可能であり、簡便に、全窒素量よりタンパク質量を正確に推定できる方法として普遍性があり、広く活用できることが示された。

謝 辞

本研究の一部は、科研費（No.21500791）の助成を受けて行ったものである。ここに記して謝意を表する。

文 献

- 1) G. J. Mulder: Ueber die Zusammensetzung einiger thierischen Substanzen. *J. Prakt. Chem.*, 16, 129 (1839)
- 2) Boisen S., Bech-Anderson S., Eggum B.O.: A critical view on the conversion factor 6.25 from total nitrogen to protein. *Acta Agric Scand*, 37, 299 (1987)
- 3) 青柳康夫：窒素たんぱく質換算係数について、日本食生活学会誌, 9, 20 (1998)

- 4) Jones D.B.: Factors for Converting Percentages of Nitrogen in Foods and Feeds into Percentages of Proteins. Circ.No.183, U. S. Dep. of Agric., Washington, D.C. (1931)
- 5) FAO / WHO: Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO / WHO Ad Hoc Expert Committee, FAO Food and Nutrition Series No. 7, FAO Nutrition Meetings Report Series No.52, WHO Technical Report Series No.522, WHO, Geneva (1973)
- 6) Merrill A. L. and Watt B. K.: Energy value of foods – basis and derivation –, Agricultural Research Service United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook, No.74 (1955)
- 7) FAO : Amino acid content of foods and biological data on proteins. FAO Nutritional studies No.24. : Food Policy and Food Science Service, Nutrition Division, FAO, Rome (1970)
- 8) 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, 20, 220 (2009)
- 9) Fujihara S., Kasuga A., Aoyagi Y., Sugahara T.: Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Some Common Edible Mushrooms, *J. Food Sci.*, 60, 1045 (1995)
- 10) Fujihara S., Kasuga A., Aoyagi Y. : Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Common Vegetables in Japan, *J. Food Sci.*, 66, 412 (2001)
- 11) Fujihara S., Sasaki H., Aoyagi Y., Sugahara T.: Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Some Cereal Products in Japan, *J. Food Sci.*, 73, C204 (2008)
- 12) 藤原しのぶ, 佐々木弘子, 菅原龍幸: 豆類の窒素-タンパク質換算係数について, 日本食生活学会誌, 21, 60 (2010)
- 13) 科学技術庁資源調査会・資源調査所編: 改訂日本食品アミノ酸組成表, 大蔵省印刷局, 東京 (1986)
- 14) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会編: 五訂増補日本食品標準成分表, 独立行政法人国立印刷局, 東京 (2005)
- 15) 渡邊 昌: たん白質・アミノ酸の適正摂取量, 日本食生活学会誌, 20, 17 (2009)
- 16) FAO : Food energy – methods of analysis and conversion factors (FAO Food and Nutrition paper No.77) , FAO, Rome (2003)