

第1章 説明

1 アミノ酸成分表の目的及び性格

1) 目的

アミノ酸は、たんぱく質の主要な構成成分であり、たんぱく質の栄養価は主に構成アミノ酸の種類と量（組成）によって決まるため、たんぱく質の摂取に当たっては、アミノ酸の総摂取量（たんぱく質摂取量）のほか、アミノ酸組成のバランスが重要となる。

したがって、食品のたんぱく質を有効に利用し、健康の維持増進を図るためには、その基礎として国民が日常摂取する食品のたんぱく質含量とともにアミノ酸組成を明らかにすることが必要である。また、食料政策においてたんぱく質源等の長期的な確保方策を検討する上でも、食品のアミノ酸組成を取りまとめたアミノ酸成分表は基礎資料として重要であり、さらに、栄養学、食品学をはじめ広く医学、農学、家政学等の研究分野でも活用が期待される。

このように、アミノ酸成分表は、国民が日常摂取する食品のたんぱく質の質的評価等に活用できる基礎資料として関係方面での幅広い利用に供することを目的とするものである。

2) 性格

アミノ酸成分表は、我が国において常用される重要な食品についてアミノ酸の標準的な成分値（組成）を収載したものである。

アミノ酸の成分値は、原材料である動植物や菌類の種類、品種、生育環境、加工方法等の諸種の要因により一般にかなりの変動がある。本表においては、数値の変動要因に十分配慮しながら、幅広い利用目的に即して、日常市場で入手し得る試料についての分析値をもとに年間を通して普通に摂取する場合の全国的な平均値と考えられる成分値を求め、1食品、1成分値を収載したものである。

3) 経緯

アミノ酸成分表は、昭和41年に「日本食品アミノ酸組成表」として我が国で初めて策定、公表された。その後、食生活の多様化、分析技術の向上等を背景に、「四訂日本食品標準成分表」（昭和57年資源調査会報告第87号。以下「四訂成分表」という。）のフォローアップの一環として抜本的な改正が行われ、昭和61年に「改訂日本食品アミノ酸組成表」（資源調査会報告第102号）として公表された。

その後、四訂成分表については、平成12年に抜本的な改訂が行われて「五訂日本食品標準成分表」（資源調査会報告第124号）が公表され、また、平成17年には「五訂増補日本食品標準成分表」（科学技術・学術審議会資源調査分科会報告。以下「五訂増補成分表」と

いう。)が公表された。

一方、アミノ酸成分表については、四訂成分表に準拠した改訂日本食品アミノ酸組成表以降改訂が行われていないため、その食品の配列、名称等が五訂増補成分表と異なり、また、可食部 100 g 当たりのアミノ酸成分値を一定の計算式により換算する必要があること¹など、利用者にとって不便であるといった指摘があり、平成 18 年 3 月の「食品成分に関するデータ整備のあり方等に関する検討会」報告において、「アミノ酸成分表（昭和 61 年改訂）について、五訂増補成分表との整合性を確保するための改訂を急ぐべきこと」との指摘がなされた。

これを受けて、平成 18 年 10 月、文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会は、ヨウ素、セレン、クロム、モリブデン及びビオチンの成分表の策定等の検討と併せて、「改訂日本食品アミノ酸組成表」の見直しを行うため、食品成分委員会を設置して詳細な検討を開始し、平成 22 年 11 月、「日本食品標準成分表準拠 アミノ酸成分表 2010」を取りまとめた。

この間の経過については、表 1 に示すとおりである。

表 1 アミノ酸成分表改訂の経緯

年 月	事 項
昭和 41 年 4 月	「日本食品アミノ酸組成表」公表
57 年 10 月	「四訂日本食品標準成分表」公表
61 年 9 月	「改訂日本食品アミノ酸組成表」公表
平成 12 年 11 月	「五訂日本食品標準成分表」公表
17 年 1 月	「五訂増補日本食品標準成分表」公表
18 年 3 月	「食品成分に関するデータ整備のあり方等に関する検討会」報告
18 年 10 月	科学技術・学術審議会資源調査分科会に食品成分委員会を設置
22 年 11 月	「日本食品標準成分表準拠 アミノ酸成分表 2010」公表

4) 改訂日本食品アミノ酸組成表見直しの概要

昭和 61 年公表の改訂日本食品アミノ酸組成表から日本食品標準成分表準拠 アミノ酸成分表 2010 への見直しの概要は、以下のとおりである。

(1) 収載食品

改訂日本食品アミノ酸組成表に収載された食品の食品番号、配列、食品名等について、五訂増補成分表及びこの度同時に改訂される日本食品標準成分表 2010（以下「成分表 2010」という。）と整合するように見直しを行うとともに、利用者の便宜を図る観点から、一部の食品について原材料割合から計算で算出した成分値を新たに収載した。

¹ 五訂増補成分表の第 1 章説明の末尾の「食品可食部 100 g 当たりのアミノ酸量について」を参照。

(2) 成分項目

成分項目として、新たに「水分」、「アミノ酸組成によるたんぱく質」、「アミノ酸合計」及び「アンモニア」を追加した。このうち「アミノ酸組成によるたんぱく質」は、FAOの技術ワークショップ報告書（FAO 2003）²において、たんぱく質の好ましい算出法として個々のアミノ酸残基の総量として求める方法を推奨していることから、今回、正確なたんぱく質量を求めるために当該方法を採用し、同項目を付加的な情報として追加したものである。これに関連して、第2表（食品可食部の基準窒素³1g当たりのアミノ酸組成表）に基準窒素量とアミノ酸残基の総量として求めたたんぱく質量との関係を示す「基準窒素－たんぱく質換算係数」を追記した。

また、学術用語集の表記に合わせ、「リジン」を「リシン（リジン）」と、「スレオニン」を「トレオニン（スレオニン）」と表記した。

(3) 成分値

代表的な食品133食品についてアミノ酸組成を改めて又は新たに分析し、改訂日本食品アミノ酸組成表の信頼性を確認した上で、改めて又は新たに定量したものについてはその成分値を、それ以外のものについては同組成表の成分値をもとに、食品可食部100g当たりのアミノ酸成分値について、五訂増補成分表及び成分表2010のたんぱく質量との整合がとれるようにした。

2 日本食品標準成分表準拠 アミノ酸成分表2010

アミノ酸の成分値は、五訂増補成分表及び成分表2010に対応した食品可食部100g当たりの成分値のほか、アミノ酸組成の表示方法として従来用いられている食品可食部の基準窒素1g当たり及び食品たんぱく質1g当たりの組成値を収載し、次の3種類の表として示した。なお、アミノ酸は、アミノ酸残基の量としてではなく、アミノ酸の量として収載した。

第1表 食品可食部100g当たりのアミノ酸成分表

（第2表のアミノ酸量に基準窒素量⁴を乗じて得たものを収載）

第2表 食品可食部の基準窒素1g当たりのアミノ酸組成表

第3表 食品可食部のたんぱく質1g当たりのアミノ酸組成表

（第2表のアミノ酸量を基準窒素－たんぱく質換算係数で除して得たものを収載）

² FAO (2003) : Food energy - methods of analysis conversion factors, Report of a technical workshop, Rome, 3-6, December 2002,

FAO Food and Nutrition paper 77, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, (2003).

³ 食品可食部の基準窒素とは、改良ケルダール法によって定量された窒素量から、ココア類ではカフェイン及びテオブロミンを、野菜類では硝酸イオンを（なお、本成分表には収載されていないが、茶類及びコーヒーではカフェインを、チョコレート類ではカフェイン及びテオブロミンを）それぞれ別途定量し、これに由来する窒素量を差し引いたものである。

⁴ 第1表の作成に用いる基準窒素量は、五訂増補成分表に収載されている可食部100g当たりのたんぱく質量（収載値ではなく、丸める前の基礎データを使用）を従来の「窒素－たんぱく質換算係数」で除して得た。

1) 収載食品

(1) 食品群の分類と配列

食品群の分類及び配列は、五訂増補成分表及び成分表 2010 に従い、次のとおりとした。

1 穀類、2 いも及びでん粉類、3 砂糖及び甘味類、4 豆類、5 種実類、6 野菜類、7 果実類、8 きのこと類、9 藻類、10 魚介類、11 肉類、12 卵類、13 乳類、14 油脂類、15 菓子類、16 し好飲料類、17 調味料及び香辛料類、18 調理加工食品類

なお、3 砂糖及び甘味類、14 油脂類については、アミノ酸の成分値は収載していない。

(2) 収載食品の概要

収載食品は、改訂日本食品アミノ酸組成表策定時において、

- i) たんぱく質供給食品として、たんぱく質含量の多い食品及び摂取量の多い食品を中心として対象とする
- ii) 原材料的食品については、消費形態に近いものを対象とする
- iii) 加工食品については、日常よく摂取されるものの中から、アミノ酸組成に変化をもたらすような加工がなされているものを対象とする

との考え方にに基づき選定された。日本食品標準成分表準拠 アミノ酸成分表 2010（以下「アミノ酸成分表 2010」という。）の策定に際しては、新たに分析対象とする食品数を増やしつつ、五訂増補成分表及び成分表 2010 との整合性を確保するとともに、改訂日本食品アミノ酸組成表のデータを可能な限り活用する等、利用者の便宜を図る観点から、次のように見直しを行った。

- ① 我が国で広く消費されている主な食品について、五訂増補成分表をもとに収載食品を選定した。
- ② 五訂増補成分表に収載されていない食品は、原則として収載しなかった。ただし、五訂増補成分表に収載されていないものであっても、同成分表に類似の食品が収載されているような場合には、新たな番号を付与して収載した（例：05038 ひまわり乾；表 6 参照）。
- ③ 菓子類の食品のように五訂増補成分表において原材料割合から計算で成分値を算出している食品等で、次の条件を満たすことにより、アミノ酸成分についても同様に計算で成分値を算出することが可能と判断した 37 食品を第 1 表に収載した。
 - ア： 原材料のすべてがアミノ酸成分表 2010 に収載されていること。
 - イ： 原材料のアミノ酸成分値が収載されていなくても、当該原材料のたんぱく質が「0」又は「Tr」であり、アミノ酸量を「0」として計算できること（「0」、「Tr」の意味については後述）。

ウ： イと同様に収載がなくても、配合割合に基づいてたんぱく質を計算した値が 0.05 g/100 g 未満となり、当該原材料のアミノ酸量を「0」として計算できること。

選定収載した食品数は、337 食品（第 1 表）であり、食品群別には表 2 に示すとおりである。

表 2 食品群別収載食品数

食 品 群		アミノ酸成分表 2010 収載食品数(第1表)
1	穀類	43
2	いも及びでん粉類	4
3	砂糖及び甘味類	0
4	豆類	21
5	種実類	12
6	野菜類	44
7	果実類	21
8	きのこ類	5
9	藻類	5
10	魚介類	87
11	肉類	41
12	卵類	4
13	乳類	12
14	油脂類	0
15	菓子類	25
16	嗜好飲料類	1
17	調味料及び香辛料類	8
18	調理加工食品類	4
合計		337

(3) 収載食品の留意点

改訂に当たっての食品ごとの留意点は、以下のとおりである。なお、各食品についての詳細な説明については、成分表 2010 の食品群別留意点を参照されたい。

- ① 今回、表 3 に掲げる 13 食品を新たに収載した。また、表 4 に掲げる 120 食品については、従来の収載値はあるものの、日本人にとって主要な食品であることや流通している品種が変遷したこと等から、改めて分析した。

表 3 新たに収載した食品

食品番号	食 品 名
01088	こめ [水稻めし] 精白米
05008	ぎんなん 生
06268	ほうれんそう 葉、ゆで
06269	ほうれんそう 葉、冷凍
07006	アボカド 生
08013	しいたけ 乾しいたけ 乾
08031	マッシュルーム 生
09038	もずく類 もずく 塩蔵、塩抜き
11041	うし [乳用肥育牛肉] リブロース 赤肉、生
11042	うし [乳用肥育牛肉] リブロース 脂身、生
11127	ぶた [大型種肉] ロース 赤肉、生
11235	にわとり [副生物] 皮 もも、生
18013	ハンバーグ 冷凍

表 4 改めて分析した食品

食 品 群		食 品 番 号
1	穀類	01006, 01015, 01016, 01018~01021, 01026, 01028, 01031, 01032, 01038, 01041, 01043, 01045, 01047, 01049, 01144, 01145, 01063, 01083, 01088, 01115, 01127, 01129, 01142
4	豆類	04001, 04012, 04019, 04023, 04025, 04026, 04029, 04030, 04032, 04040, 04051, 04052, 04057, 04060, 04071
5	種実類	05010
6	野菜類	06268 及び 06269 を除く全収載食品
7	果実類	07030, 07031
8	きのこ類	08001, 08011, 08020
10	魚介類	10021, 10025, 10055, 10056, 10067, 10086, 10087, 10091, 10092, 10116, 10119, 10148, 10173, 10199, 10202, 10205, 10344, 10352
11	肉類	11044, 11128, 11198, 11245, 11246, 11224
12	卵類	12010, 12014
13	乳類	13014, 13020
16	嗜好飲料類	16048
17	調味料及び香辛料類	17008, 17044, 17048

- ② 表5のアミノ酸成分表2010の欄に掲げる食品は、改訂日本食品アミノ酸組成表収載の食品との照合が必ずしも明確にはできないものであり、このため、当該食品の基準窒素1g当たりのアミノ酸組成（第2表）は、試料来歴等から判断して、改訂日本食品アミノ酸組成表の欄に掲げる食品のアミノ酸組成を収載した。これをもとに、五訂増補成分表及び成分表2010から得られた基準窒素量及び基準窒素一たんぱく質換算係数を用いて、第1表及び第3表のアミノ酸の成分値を算出した。

表5 アミノ酸成分表2010及び改訂日本食品アミノ酸組成表における食品の対応表 I

アミノ酸成分表 2010		改訂日本食品アミノ酸組成表	
食品番号	食品名	食品番号	食品名
04050	だいず [その他] おから 旧来製法	07-038	だいず(その他) おから
10100	(かれい類) まがれい 生	08-060	かれい 生
10154	(さば類) まさば 生	08-084-a	さば 生
10192	(たい類) まだい 天然、生	08-110-a	たい まだい、生
10235	ひらめ 養殖、生	08-137	ひらめ 生
10237	(ふぐ類) まふぐ 生	08-138	ふぐ 生
10241	ぶり 成魚 生	08-141-a	ぶり 天然、成魚 生
10292	かき 養殖、生	08-179-a	かき 生
10321	(えび類) くるまえび 養殖、生	08-219-a	えび くるまえび 生
11003	うさぎ 肉、赤肉、生	09-004	うさぎ 肉
11109	うま 肉、赤肉、生	09-034	うま 肉
11150	ぶた [中型種肉] ロース 皮下脂肪なし、生	09-068	ぶた ロース 脂身なし
11204	やぎ 肉、赤肉、生	09-095	やぎ 肉
11240	ほろほろちょう 肉、皮なし、生	09-090	ほろほろちょう 肉

- ③ 表6のアミノ酸成分表2010の欄に掲げる食品は、五訂増補成分表及び成分表2010に収載されていない食品であるため、新たに食品番号を付した。その食品の基準窒素1g当たりのアミノ酸組成（第2表）は、改訂日本食品アミノ酸組成表の欄に掲げる食品のアミノ酸組成を収載した（ただし、めんよう [マトン] ロース 皮下脂肪なし、生（11245）及びめんよう [ラム] ロース 皮下脂肪なし、生（11246）は、改めて分析して得た成分値を収載）。これをもとに、基準窒素一たんぱく質換算係数を用いて第3表のアミノ酸の成分値を算出した。

第1表のアミノ酸の成分値は、

ア イ又はウに掲げる食品以外の食品については、改訂日本食品アミノ酸組成表第1表に掲げるたんぱく質量と表6に掲げる窒素一たんぱく質換算係数を用いて基準窒素量を求め、算出した。

イ ひまわり 乾 (05038) は、五訂増補成分表で窒素－たんぱく質換算係数が改定されたため、改定前の窒素－たんぱく質換算係数を用いて基準窒素量を求め、算出した。

ウ めんよう [マトン] ロース 皮下脂肪なし、生 (11245) 及びめんよう [ラム] ロース 皮下脂肪なし、生 (11246) は改めて分析して得た基準窒素量を用いて、また、あひる 肉、皮なし、生 (11247) は改訂日本食品アミノ酸組成表を策定する際に分析して得た基準窒素量を用いて算出した。

表6 アミノ酸成分表 2010 及び改訂日本食品アミノ酸組成表における食品の対応表 II

アミノ酸成分表 2010			改訂日本食品アミノ酸組成表	
食品番号	食品名	窒素－たんぱく質換算係数	食品番号	食品名
01144	こむぎ [即席めん類] 即席中華めん 油揚げ乾燥めん	5.70	01-031-a	こむぎ(即席めん類) 即席中華めん 油揚げ乾燥めん
01145	こむぎ [即席めん類] 即席中華めん 加熱乾燥めん	5.70	01-031-c	こむぎ(即席めん類) 即席中華めん 加熱乾燥めん
05038	ひまわり 乾	※ 5.30	06-019	ひまわりの種 乾
05039	ヘーゼルナッツ いり	5.30	06-021	ヘーゼルナッツ いり
09045a	わかめ 湯通し塩蔵わかめ 塩蔵	6.25	15-036-a	わかめ 湯通し塩蔵わかめ 塩蔵
11245	めんよう [マトン] ロース 皮下脂肪なし、生	6.25	09-092-a	めんよう 脂身なし ロース マトン
11246	めんよう [ラム] ロース 皮下脂肪なし、生	6.25	09-092-b	めんよう 脂身なし ロース ラム
11247	あひる 肉、皮なし、生	6.25	09-001	あひる 肉

※ 五訂増補成分表で 5.40 から変更になった。

- ④ 菓子類 (ハードビスケット (15097) を除く。) 等の成分値は、五訂増補成分表及び成分表 2010 等に記載した原材料の成分値及び基本的な原材料の配合割合から算出した。製造工程中の成分変化等を考慮していないので注意を要する。

(4) 食品の配列等

食品の分類、配列、名称及び番号については、五訂増補成分表及び成分表 2010 に準じた。

2) 収載成分項目等

(1) 項目及びその配列

利用者の便宜を図る観点から、今回の改訂に当たり、第1表に「水分」及び「アミノ酸組成によるたんぱく質」を、第2表に「基準窒素-たんぱく質換算係数」を収載したほか、すべての表にアミドであるアスパラギン及びグルタミンの含量を推定するための「アンモニア」の成分値を収載するとともに、各アミノ酸（備考欄のヒドロキシプロリンを含む。）の合計を「アミノ酸合計」として示した。項目の配列は、次のとおりとした。

第1表：水分、たんぱく質、アミノ酸組成によるたんぱく質、各アミノ酸、アミノ酸合計、アンモニア

第2表：各アミノ酸、アミノ酸合計、アンモニア、基準窒素-たんぱく質換算係数

第3表：各アミノ酸、アミノ酸合計、アンモニア

(2) アミノ酸⁵

① アミノ酸は、18種を収載した。その内訳は、体内で合成されないか又は十分に合成されない必須アミノ酸として、イソロイシン、ロイシン、リシン（リジン）、含硫アミノ酸（メチオニン、シスチン）、芳香族アミノ酸（フェニルアラニン、チロシン）、トレオニン（スレオニン）、トリプトファン、バリン、ヒスチジン、その他のアミノ酸としてアルギニン、アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸、グリシン、プロリン、セリンである。このほか、魚介類、肉類については、備考欄にヒドロキシプロリンを収載しているものがある。

アスパラギン及びグルタミンは、アミノ酸分析の前処理におけるたんぱく質の加水分解で、それぞれアスパラギン酸、グルタミン酸に変化し、測定の際には、たんぱく質中のアスパラギンとアスパラギン酸あるいはグルタミンとグルタミン酸は区別できないので、それぞれアスパラギン酸、グルタミン酸に含めた。また、シスチンの成分値は、システインとシスチン（2分子のシステインが結合したもの）の合計で、1/2シスチン量として表した。

収載した各アミノ酸の和名、英名及び第1表から第3表に用いた記号は、表7のとおりである。

⁵ アミノ酸の解説（p.32）参照。

表 7 収載したアミノ酸

和名	英名	記号
イソロイシン	Isoleucine	Ile
ロイシン	Leucine	Leu
リシン(リジン)	Lysine	Lys
メチオニン	Methionine	Met
シスチン	Cystine	Cys
フェニルアラニン	Phenylalanine	Phe
チロシン	Tyrosine	Tyr
トレオニン(スレオニン)	Threonine	Thr
トリプトファン	Tryptophan	Trp
バリン	Valine	Val
ヒスチジン	Histidine	His
アルギニン	Arginine	Arg
アラニン	Alanine	Ala
アスパラギン酸	Aspartic acid	Asp
グルタミン酸	Glutamic acid	Glu
グリシン	Glycine	Gly
プロリン	Proline	Pro
セリン	Serine	Ser
ヒドロキシプロリン	Hydroxyproline	Hyp
(参考)		
含硫アミノ酸	sulfur-containing amino acids	SAA
芳香族アミノ酸	aromatic amino acids	AAA

② アミノ酸の配列は、はじめに必須アミノ酸、次に非必須アミノ酸とし、それぞれ原則として英名によるアルファベット順とした。なお、メチオニンとフェニルアラニンは、栄養的にはその一部をそれぞれシスチンとチロシンで置き替えることができるので、メチオニンの次にシスチン、フェニルアラニンの次にチロシンとした。また、アルギニンは、動物の種類によっては必須アミノ酸であったり、必須アミノ酸に準ずるものであったりするので、他の非必須アミノ酸と対照できるよう、必須アミノ酸と非必須アミノ酸の間に配列した。

また、メチオニン及びシスチンを含硫アミノ酸として、フェニルアラニン及びチロシンを芳香族アミノ酸として、それぞれ小計欄を設けるとともに、各アミノ酸の合計を「アミノ酸合計」として示した。

③ 各アミノ酸の測定方法の概要は表 8 のとおりである。

- ④ 改めて又は新たに分析した食品（表 3 及び表 4）に適用した測定の手順は、分析マニュアルとして p.15 以降に示した。

表 8 アミノ酸の測定方法の概要

対象アミノ酸	項目	概要
一般のアミノ酸* ヒドロキシプロリン アンモニア	定量法	カラムクロマトグラフ法(アミノ酸自動分析計使用)
	加水分解条件	6 mol/L 塩酸(0.04 % 2-メルカプトエタノール含有) 100 °C, 24 時間 【改めて又は新たに分析した食品(表 3 及び表 4)の測定方法】 6 mol/L 塩酸(0.04 % 2-メルカプトエタノール含有) 110 °C, 24 時間
シスチン メチオニン	定量法	カラムクロマトグラフ法(アミノ酸自動分析計使用)
	加水分解条件	過ギ酸酸化後 6 mol/L 塩酸(0.04 % 2-メルカプトエタノール含有) 150 °C, 20 時間 【改めて又は新たに分析した食品(表 3 及び表 4)の測定方法】 過ギ酸酸化後 6 mol/L 塩酸 130~140 °C, 20 時間
トリプトファン	定量法	高速液体クロマトグラフ法
	加水分解条件	水酸化バリウム(チオジエチレングリコール含有) 110 °C, 12 時間

*イソロイシン、ロイシン、リジン(リジン)、フェニルアラニン、チロシン、トレオニン(スレオニン)、バリン、ヒスチジン、アルギニン、アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸、グリシン、プロリン、セリン

(3) 水分及びたんぱく質

水分及びたんぱく質の成分値は、表6に掲げる食品を除き、五訂増補成分表及び成分表2010による。表6に掲げる食品の成分値は、次のアからウまでに掲げるところによる。

ア イ又はウに掲げるもの以外は、四訂成分表による。

イ ひまわり 乾(05038)は、五訂増補成分表で窒素-たんぱく質換算係数が改定されたため、その値を基にたんぱく質の成分値を算出した。

ウ めんよう [マトン] ロース 皮下脂肪なし、生(11245)及びめんよう [ラム] ロース 皮下脂肪なし、生(11246)の水分及びたんぱく質の成分値は改めて分析して得た成分値、あひる 肉、皮なし、生(11247)の両成分の成分値は改訂日本食品ア

ミノ酸組成表を策定する際に分析して得た成分値による。

なお、本成分表収載の食品に係る五訂増補成分表及び成分表 2010 の測定方法の概要は、表 9 のとおりである。

表 9 水分及びたんぱく質の測定方法の概要

成分	測定法
水分	常圧加熱乾燥法、減圧加熱乾燥法又はカールフィッシャー法
たんぱく質	改良ケルダール法によって定量した窒素量に、「窒素－たんぱく質換算係数」(表 10)を乗じて算出。なお、ココア類はカフェイン及びテオブロミンを別に定量し、これら由来の窒素を差し引いてから算出。また、野菜類はサリチル酸添加改良ケルダール法で硝酸態窒素を含む全窒素量を定量し、別に定量した硝酸態窒素を差し引いてから算出。

表 10 窒素－たんぱく質換算係数

食品群	食品名	換算係数
1 穀類	えんぱく	
	オートミール ¹⁾	5.83
	おおむぎ ¹⁾	5.83
	こむぎ	
	玄穀	5.83
	小麦粉 ¹⁾ 、フランスパン、うどん・そうめん類、中華めん類、マカロニ・スパゲッティ類 ¹⁾ 、ふ類、小麦たんぱく	5.70
	小麦はいが ²⁾	5.80
	こめ ¹⁾ 、こめ製品	5.95
	ライ麦 ¹⁾	5.83
4 豆類	だいず ¹⁾ 、だいず製品	5.71
5 種実類	アーモンド ¹⁾	5.18
	らっかせい	5.46
	その他のナッツ類 ¹⁾	5.30
	ごま ¹⁾ 、ひまわり	5.30
6 野菜類	えだまめ、だいずもやし	5.71
11 肉類	ゼラチン ³⁾	5.55
13 乳類	乳 ¹⁾ 、チーズを含む乳製品、その他	6.38
17 調味料及び香辛料類	しょうゆ類、みそ類	5.71
	上記以外の食品	6.25

- 1) FAO/WHO: Energy and protein requirements, Report of a Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee. WHO Technical Report Series, No.522; FAO Nutrition Meetings Report Series, No.52 (1973)
- 2) FAO: Amino acid content of foods and biological data on proteins. Nutritional Studies, No.24 (1970)
- 3) 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)

(4) アミノ酸組成によるたんぱく質

アミノ酸組成によるたんぱく質は、アミノ酸組成に基づいて、アミノ酸の脱水縮合物の量、すなわちアミノ酸残基の総量として求めた値である。

(5) 基準窒素－たんぱく質換算係数

基準窒素－たんぱく質換算係数は、基準窒素 1 g 当たりの個々のアミノ酸残基の総量として求めた値である。

個々の食品のたんぱく質量を求める場合は、その食品の基準窒素量に基準窒素－たんぱく質換算係数を乗ずることにより、従来の方法に従い窒素量に従来の窒素－たんぱく質換算係数を乗じたたんぱく質量よりも、より正確なたんぱく質量を求めることができる。

(6) アンモニア

アンモニアは、食品中に少量含まれているものを除き、その大部分がたんぱく質の加水分解の過程で生じるものであり、グルタミンや、アスパラギンに含まれるアミド基由来のものが主体であると考えられることから、アミド態のアミノ酸量の推定に有益な情報として、この値を収載した。

このアンモニア量をこれらのアミノ酸のアミド態窒素としてたんぱく質量に算入することも検討したが、現時点では、アミド基に由来するものの割合についての十分な情報がないこと及びアミド態とみなしてもたんぱく質の計算値はほぼ同一であることから、アンモニアの量を別欄に示して参考として供することとした。なおグルタミン酸、アスパラギン酸として定量されるアミノ酸がすべてアミド態と仮定して、そのためのアンモニアを差し引いてもなおアンモニアが残る場合、その量を備考欄に「剰余アンモニア」として示した。この「剰余アンモニア」は、非たんぱく態の含窒素化合物に由来するものと考えられる。また、特に野菜類においては、硝酸態窒素の一部がアミノ酸の定量操作の過程でアンモニアに変換されることが認められたので、硝酸態窒素に由来するものが多いと考えられる。

(7) 備考欄

既に述べたもののほか、食品の別名、加工食品の原材料名、主原料配合割合等を記載した。

3) 数値の検討と表示

前述の測定方法によって得られた測定値をもとに、アミノ酸成分の基礎数値を検討、確定した。検討に当たっては、18種（食品によっては、ヒドロキシプロリンを含む19種）のアミノ酸成分値の合計、窒素の回収率などを検討したほか、類縁の食品にあつては相互のアミノ酸量の比較、加工食品にあつては原料と製品との関連に基づく数値の検討を行った。さらに、国内及び国外（FAOアミノ酸組成表1970年、英国食品成分表1976年、米国成分表1976～1982年）の文献値等を検討の参考とした。

このようにして、まず、可食部100g当たりの測定値から第2表の基準窒素1g当たりの数値を定め、次いで、基準窒素－たんぱく質換算係数で除して第3表の数値を算出した。第1表の数値は、第2表の数値に基準窒素量を乗じて算出した（なお、これらの計算に当たっては、収載値ではなく、丸める前の基礎データを使用）。

数値の表示方法は、以下による（表11参照）。

水分、たんぱく質及びアミノ酸組成によるたんぱく質の単位はgとし、小数第1位まで表示した。

各アミノ酸、アミノ酸合計及びアンモニアの単位はmgとし、整数表示（ただし、10未満は小数第1位まで表示）とした。

数値の丸め方は、最小表示桁の一つ下の桁を四捨五入したが、整数で表示するものについては、大きい位から3桁目を四捨五入して有効数字2桁で示した。

各成分において、「0」は最小記載量の1/10未満又は検出されなかったことを、「Tr（微量、トレース）」は最小記載量の1/10以上含まれているが5/10未満であること（原材料の配合計算等で収載値を求めた食品にあつては、計算に用いた食品に含有量が記載され、計算値が最小記載量の5/10未満であること）をそれぞれ示す。

表11 数値の表示方法

項目	単位	最小表示の位	数値の丸め方
水分	g	小数第1位	小数第2位を四捨五入した。
たんぱく質			
アミノ酸組成によるたんぱく質			
各アミノ酸	mg	整数表示 (ただし10未満 は小数第1位)	整数表示では、大きい位から3桁目を四捨五入して有効数字2桁にした。 小数第1位表示では、小数第2位を四捨五入した。
アミノ酸合計			
アンモニア			

アミノ酸分析マニュアル

1. 一般のアミノ酸*、ヒドロキシプロリン及びアンモニア

*イソロイシン、ロイシン、リシン（リジン）、フェニルアラニン、チロシン、トレオニン（スレオニン）、バリン、ヒスチジン、アルギニン、アラニン、アスパラギン酸（注 1）、グルタミン酸（注 1）、グリシン、プロリン、セリン

カラムクロマトグラフ法

[適用]

食品全般に用いる。

[測定方法]

(1) 装置及び器具

アミノ酸自動分析計
恒温乾燥器
ガラス細工用バーナー
封管用試験管
真空ポンプ

(2) 試薬

アミノ酸混合標準溶液：アミノ酸混合標準液（和光純薬 Type H）及びヒドロキシプロリン標準原液をクエン酸ナトリウム緩衝液（0.067 mol/L、pH 2.2）で希釈して各アミノ酸濃度が 0.1 $\mu\text{mol/mL}$ となるようにする。

ヒドロキシプロリン標準原液：ヒドロキシプロリン標準品（和光純薬）81.95 mg を 0.01 mol/L 塩酸で 250 mL に定容する。

12 mol/L 塩酸：アミノ酸自動分析用 36 %塩酸を使用する。

6 mol/L 塩酸：精密分析用 20 %塩酸を使用する。

2-メルカプトエタノール：1 級

6 mol/L 塩酸 (0.04 % (v/v) 2-メルカプトエタノール含有)：20 %塩酸（精密分析用）500 mL に 2-メルカプトエタノール 0.2 mL を加えて混合する。

クエン酸ナトリウム緩衝液 (0.067 mol/L、pH 2.2)：クエン酸三ナトリウム二水和物（アミノ酸自動分析用）980 g に水約 3.5 L を加えて溶かし、12 mol/L 塩酸約 700 mL 及びオクタン酸（アミノ酸自動分析用）5 mL を加え、6 mol/L 塩酸で pH 2.2 に調整した後、

水で 5 L に定容し、クエン酸ナトリウム緩衝液原液とする。

クエン酸ナトリウム緩衝液原液 500 mL にチオジエチレングリコール（アミノ酸自動分析用）100 mL 及び水 4 L を加え、6 mol/L 塩酸で pH 2.2 に調整した後、水で 5 L に定容する。

3 mol/L 水酸化ナトリウム溶液：水酸化ナトリウム（特級）120 g を水に溶解し、1 L に定容する。

(3) 操作

1) 試料溶液の調製

試料 0.3～1.5 g (W) を封管用試験管に精秤し、6 mol/L 塩酸（0.04 % (v/v) 2-メルカプトエタノール含有）20 mL を加える。この試験管を減圧下（2.0 kPa(15 mmHg)以下）で 15 分間脱気後、封管し、110 °C（恒温乾燥器）で 24 時間加水分解を行う。加水分解後、冷却、開管し、加水分解液を 100 mL 容全量フラスコに移し水で定容 (V) する。定容した加水分解液の適当量を取り、3 mol/L 水酸化ナトリウム溶液で pH を 2.2 に調整後、クエン酸ナトリウム緩衝液（0.067 mol/L、pH 2.2）で定容し 0.45 µm のフィルターでろ過したものを試料溶液（注 2）とする。

2) 測定

試料溶液 30 µL をアミノ酸自動分析計に注入し、各アミノ酸のピーク面積又は高さを測定し、あらかじめ標準溶液 30 µL をアミノ酸自動分析計に注入して得られたピーク面積又は高さから、試料中の各アミノ酸含量及びアンモニア含量を求める。

アミノ酸自動分析計（注 3）の操作条件例

カラム：強酸性陽イオン交換樹脂、内径 4 mm、長さ 120 mm、ステンレス製（注 4）

移動相：クエン酸ナトリウム緩衝液（注 5）

反応液：ニンヒドリン試薬（注 6）

波長：440 nm 又は 570 nm

本条件によるアミノ酸混合標準溶液のクロマトグラム例を図-1 に示した。

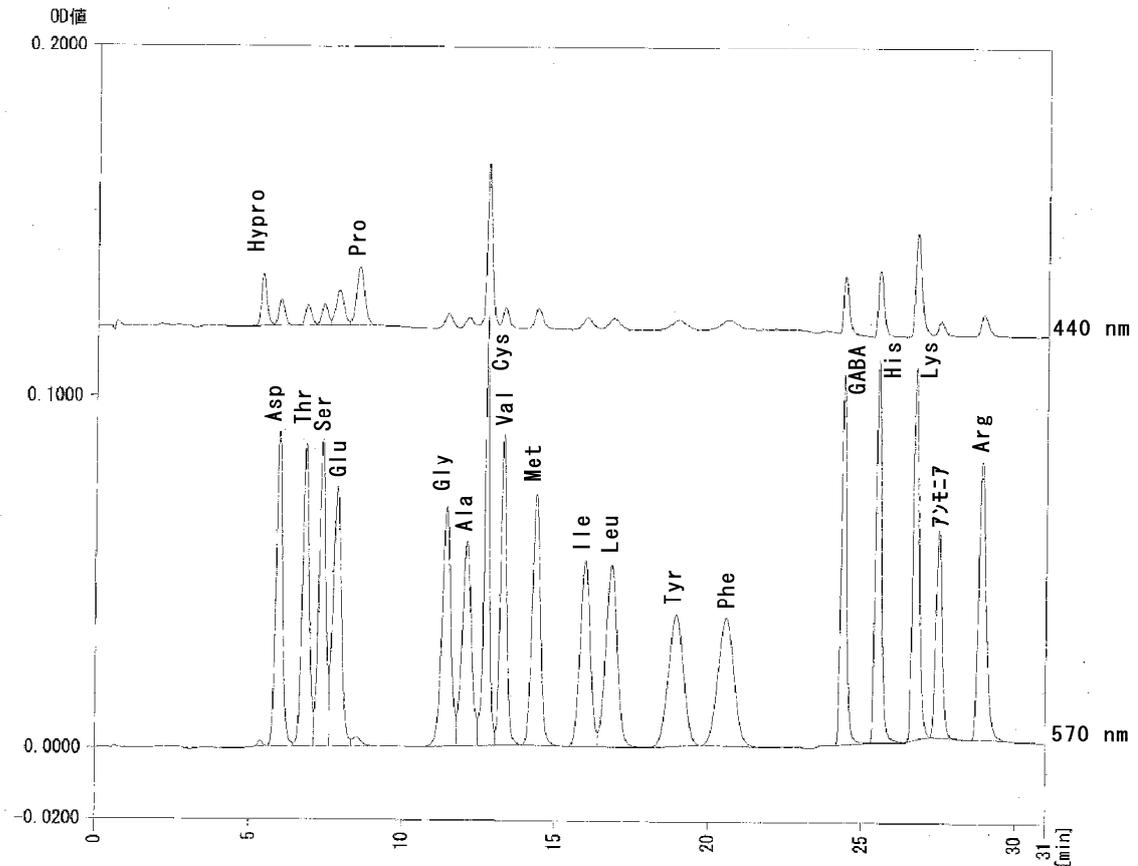


図-1 アミノ酸混合標準溶液のクロマトグラム例

Asp:アスパラギン酸、Thr:トレオニン (スレオニン)、Ser:セリン、Glu:グルタミン酸、Pro:プロリン、Gly:グリシン、Ala:アラニン、Cys:シスチン*、Val:バリン、Met:メチオニン、Ile:イソロイシン、Leu:ロイシン、Tyr:チロシン、Phe:フェニルアラニン、His:ヒスチジン、Lys:リシン (リジン)、Arg:アルギニン、Hypro:ヒドロキシプロリン、GABA:γ-アミノ酪酸*

※Cys、GABA は定量には使用せず。

3) 計算

アミノ酸自動分析計によって得られたクロマトグラムから積分計でピーク面積又は高さを求め、以下の式により試料中のアミノ酸含量及びアンモニア含量を計算する。

アミノ酸含量及びアンモニア含量 (g/100 g)

$$= 0.1 \times MW \times \frac{A}{B} \times V \times N \times \frac{10^{-6}}{W} \times 100$$

0.1 : 標準溶液の濃度 ($\mu\text{mol/mL}$)

A : 試験溶液のピーク面積又は高さ

B : 標準溶液のピーク面積又は高さ

MW : 各アミノ酸及びアンモニアの分子量

V : 定容量 (mL)

N : 希釈倍数

W : 試料採取量 (g)

計算に使用した各アミノ酸及びアンモニアの分子量

アスパラギン酸 133.1、トレオニン (スレオニン) 119.1、

セリン 105.1、グルタミン酸 147.1、プロリン 115.1、

グリシン 75.1、アラニン 89.1、バリン 117.2、

イソロイシン 131.2、ロイシン 131.2、チロシン 181.2、

フェニルアラニン 165.2、ヒスチジン 155.2、

リシン (リジン) 146.2、アルギニン 174.2、

ヒドロキシプロリン 131.1、アンモニア 17.0

[注解]

(注 1) アスパラギン、グルタミンは加水分解の際にそれぞれアスパラギン酸、グルタミン酸になるため、アスパラギン酸はアスパラギンを、グルタミン酸はグルタミンを含んだ量となる。

(注 2) 標準溶液と比較してピークが小さい場合は、濃縮してもよい。加水分解液の適当量を取り、減圧濃縮乾固後、内容物をクエン酸ナトリウム緩衝液 (0.067 mol/L、pH 2.2) で溶解する。

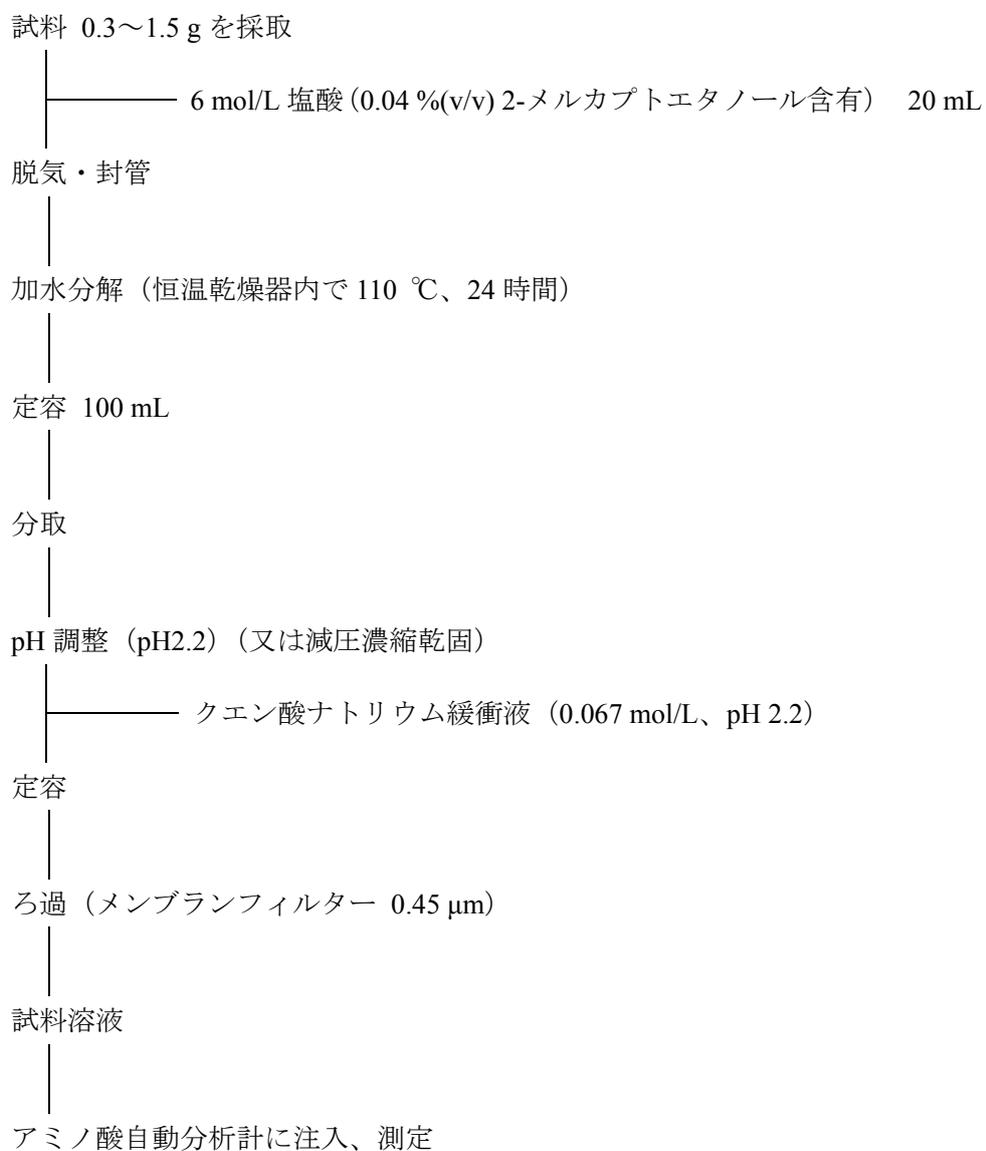
(注 3) アミノ酸自動分析計は JLC-500/V (日本電子株式会社)、L-8800 (株式会社日立製作所) あるいは相当品を用いる。

(注 4) LCR-6 (日本電子株式会社) あるいは相当品を用いる。

(注 5) クエン酸ナトリウム緩衝液 (H-01、H-02、H-03、H-04) (日本電子株式会社) あるいは相当品を用いる。

(注 6) 日本電子 200A 型アミノ酸分析機用 (和光純薬工業株式会社) あるいは相当品を用いる。

一般のアミノ酸、ヒドロキシプロリン及びアンモニア定量法・フローシート



2. シスチン及びメチオニン

カラムクロマトグラフ法（過ギ酸酸化法）

[適用]

食品全般に用いる。

[測定方法]

(1) 装置及び器具

アミノ酸自動分析計

油浴

冷蔵庫

200 mL 容ナス形フラスコ

ロータリーエバポレーター

(2) 試薬

標準溶液：L-システイン酸標準品 84.58 mg 及び DL-メチオニンスルホン標準品 90.60 mg を精秤する。0.01 mol/L 塩酸に溶解後、200 mL に定容し、クエン酸ナトリウム緩衝液 (0.067 mol/L、pH 2.2) で 25 倍希釈する。（シスチン 0.05 $\mu\text{mol/mL}$ 、メチオニン 0.1 $\mu\text{mol/mL}$ 相当）

過ギ酸溶液：ギ酸（特級）と過酸化水素水（特級）を 9：1 の容量割合で混合し、室温で 1 時間放置後使用する。

12 mol/L 塩酸：アミノ酸自動分析用 36 %塩酸を使用する。

6 mol/L 塩酸：精密分析用 20 %塩酸を使用する。

クエン酸ナトリウム緩衝液 (0.067 mol/L、pH 2.2)：クエン酸三ナトリウム二水和物（アミノ酸自動分析用）980 g に水約 3.5 L を加えて溶かし、12 mol/L 塩酸約 700 mL 及びオクタン酸（アミノ酸自動分析用）5 mL を加え、6 mol/L 塩酸で pH 2.2 に調整した後、水で 5 L に定容し、クエン酸ナトリウム緩衝液原液とする。

クエン酸ナトリウム緩衝液原液 500 mL にチオジエチレングリコール（アミノ酸自動分析用）100 mL 及び水 4 L を加え、6 mol/L 塩酸で pH 2.2 に調整した後、水で 5 L に定容する。

(3) 操作

1) 試料溶液の調製

試料 0.3～1.5 g (W) を 200 mL 容ナス形フラスコに精秤し、過ギ酸溶液 25 mL を加え、冷蔵庫で 16 時間過ギ酸酸化を行う（注 1）。酸化処理後、減圧濃縮乾固し、6 mol/L 塩酸

50 mL を加え、130～140 °C 油浴中で 20 時間加水分解する。冷却後、加水分解液を 100 mL 容全量フラスコに移し定容 (V) する。定容した加水分解液の適当量を取り、減圧濃縮乾固し、内容物をクエン酸ナトリウム緩衝液 (0.067 mol/L、pH 2.2) で溶解し 0.45 μm のフィルターでろ過したものを試料溶液とする。

2) 測定

試料溶液 100 μL をアミノ酸自動分析計に注入し、システイン酸及びメチオニンスルホンのピーク面積又は高さを測定し、あらかじめ標準溶液 100 μL をアミノ酸自動分析計に注入して得られたピーク面積又は高さから、試料中のシスチン含量及びメチオニン含量を求める。

アミノ酸自動分析計 (注 2) の操作条件例

カラム：強酸性陽イオン交換樹脂、内径 4 mm、長さ 120 mm、ステンレス製 (注 3)

移動相：クエン酸リチウム緩衝液 (注 4)

反応液：ニンヒドリン試薬 (注 5)

波長：570 nm

本条件による混合標準溶液のクロマトグラム例を図-2 に示した。

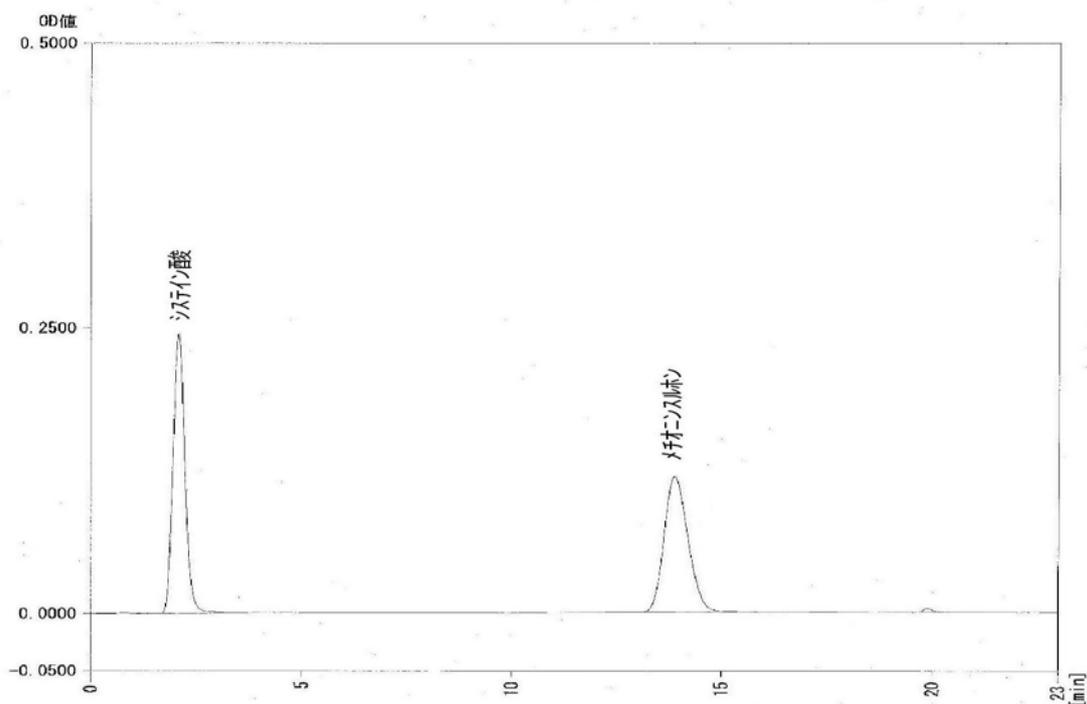


図-2 混合標準溶液のクロマトグラム例

3) 計算

アミノ酸自動分析計によって得られたクロマトグラムから積分計でピーク面積又は高さを求め、以下の式により試料中のシスチン含量又はメチオニン含量を計算する。

$$\begin{aligned} & \text{シスチン含量又はメチオニン含量 (g/100 g)} \\ = & 0.1 \times MW \times \frac{A}{B} \times V \times N \times \frac{10^{-6}}{W} \times 100 \end{aligned}$$

0.1 : 標準溶液の濃度 ($\mu\text{mol/mL}$)

A : 試験溶液のピーク面積又は高さ

B : 標準溶液のピーク面積又は高さ

MW : 各アミノ酸の分子量

V : 定容量 (mL)

N : 希釈倍数

W : 試料採取量 (g)

計算に使用した各アミノ酸の分子量

1/2 シスチン 240.3/2、メチオニン 149.2

[注解]

(注 1) シスチンはシステインが酸化されて 2 分子結合したものの。シスチン (システインを含む。) 及びメチオニンは塩酸による加水分解では破壊されるため、加水分解前に過ギ酸酸化を行い、それぞれ安定なシステイン酸及びメチオニンスルホンとする。

(注 2) アミノ酸自動分析計は JLC-500/V (日本電子株式会社)、L-8800 (株式会社日立製作所) あるいは相当品を用いる。

(注 3) LCR-6 (日本電子株式会社) あるいは相当品を用いる。

(注 4) クエン酸リチウム緩衝液 (P-11、P-12) (日本電子株式会社) あるいは相当品を用いる。

ただし、P-11 は 6 mol/L 塩酸で pH を 2.83 に調整後使用する。

(注 5) 日本電子 200A 型アミノ酸分析機用 (和光純薬工業株式会社) あるいは相当品を用いる。

シスチン及びメチオニン定量法・フローシート

試料 0.3~1.5 g を採取

——— 過ギ酸溶液 25 mL

過ギ酸酸化処理（冷蔵庫内に 16 時間静置）

↓

減圧濃縮乾固

——— 6 mol/L 塩酸 50 mL

加水分解（130~140 °C油浴中、20 時間）

↓

定容 100 mL

↓

分取、減圧濃縮乾固

——— クエン酸ナトリウム緩衝液（0.067 mol/L、pH 2.2）

ろ過（メンブランフィルター 0.45 μm）

↓

試料溶液

↓

アミノ酸自動分析計に注入、測定

3. メチオニン

カラムクロマトグラフ法

[適用]

食品全般に用いる。ただし、前項2. シスチン及びメチオニンの方法に従って分析を行ったとき、メチオニンが妨害ピークの影響により分離できない場合に限る。

[測定方法]

(1) 装置及び器具

アミノ酸自動分析計

油浴

100 mL 容ナス形フラスコ

(2) 試薬

アミノ酸混合標準溶液：アミノ酸混合標準液（和光純薬 Type H）をクエン酸ナトリウム緩衝液（0.067 mol/L、pH 2.2）で希釈して各アミノ酸濃度が 0.1 $\mu\text{mol/mL}$ となるようにする。

12 mol/L 塩酸：アミノ酸自動分析用 36 %塩酸を使用する。

6 mol/L 塩酸：精密分析用 20 %塩酸を使用する。

2-メルカプトエタノール：1 級

6 mol/L 塩酸（0.1%(v/v) 2-メルカプトエタノール含有）：20 %塩酸（精密分析用） 500 mL に 2-メルカプトエタノール 0.5 mL を加えて混合する。

クエン酸ナトリウム緩衝液（0.067 mol/L、pH 2.2）：クエン酸三ナトリウム二水和物（アミノ酸自動分析用）980 g に水約 3.5 L を加えて溶かし、12 mol/L 塩酸約 700 mL 及びオクタン酸（アミノ酸自動分析用）5 mL を加え、6 mol/L 塩酸で pH 2.2 に調整した後、水で 5 L に定容し、クエン酸ナトリウム緩衝液原液とする。

クエン酸ナトリウム緩衝液原液 500 mL にチオジエチレングリコール（アミノ酸自動分析用）100 mL 及び水 4 L を加え、6 mol/L 塩酸で pH 2.2 に調整した後、水で 5 L に定容する。

3 mol/L 水酸化ナトリウム溶液：水酸化ナトリウム（特級）120 g を水に溶解し、1 L に定容する。

(3) 操作

1) 試料溶液の調製

試料 0.3~2.5 g (*W*) を 100 mL 容ナス形フラスコに精秤し、6 mol/L 塩酸 (0.1 % (v/v) 2-メルカプトエタノール含有) 50 mL を加え、窒素ガスを吹き込みながら、130~140 °C 油浴中で 20~24 時間加水分解する。冷却後、加水分解液を 100 mL 容全量フラスコに移し定容 (*V*) する。定容した加水分解液の適量を取り、3 mol/L 水酸化ナトリウム溶液で pH を 2.2 に調整後、クエン酸ナトリウム緩衝液 (0.067 mol/L、pH 2.2) で定容し 0.45 μm のフィルターでろ過したものを試料溶液 (注 1) とする。

2) 測定

試料溶液 30 μL をアミノ酸自動分析計に注入し、メチオニンのピーク面積又は高さを測定し、あらかじめ標準溶液 30 μL をアミノ酸自動分析計に注入して得られたピーク面積又は高さから、試料中のメチオニン含量を求める。

アミノ酸自動分析計 (注 2) の操作条件例

カラム：強酸性陽イオン交換樹脂、内径 4 mm、長さ 120 mm、ステンレス製 (注 3)

移動相：クエン酸リチウム緩衝液 (注 4)

反応液：ニンヒドリン試薬 (注 5)

波長：440 nm 又は 570 nm

本条件による標準溶液のクロマトグラム例は図-1 を参照。

3) 計算

アミノ酸自動分析計によって得られたクロマトグラムから積分計でピーク面積又は高さを求め、以下の式により試料中のメチオニン含量を計算する。

メチオニン含量 (g/100 g)

$$= 0.1 \times MW \times \frac{A}{B} \times V \times N \times \frac{10^{-6}}{W} \times 100$$

0.1 : 標準溶液の濃度 (μmol/L)

A : 試験溶液のピーク面積又は高さ

B : 標準溶液のピーク面積又は高さ

MW : メチオニンの分子量 (149.2)

V : 定容量 (mL)

N : 希釈倍数

W : 試料採取量 (g)

[注解]

(注 1) 標準溶液と比較してピークが小さい場合は、濃縮してもよい。加水分解液の適当量を取り、減圧濃縮乾固後、内容物をクエン酸ナトリウム緩衝液 (0.067 mol/L、pH 2.2) で溶解する。

(注 2) アミノ酸自動分析計は JLC-500/V (日本電子株式会社)、L-8800 (株式会社日立製作所) あるいは相当品を用いる。

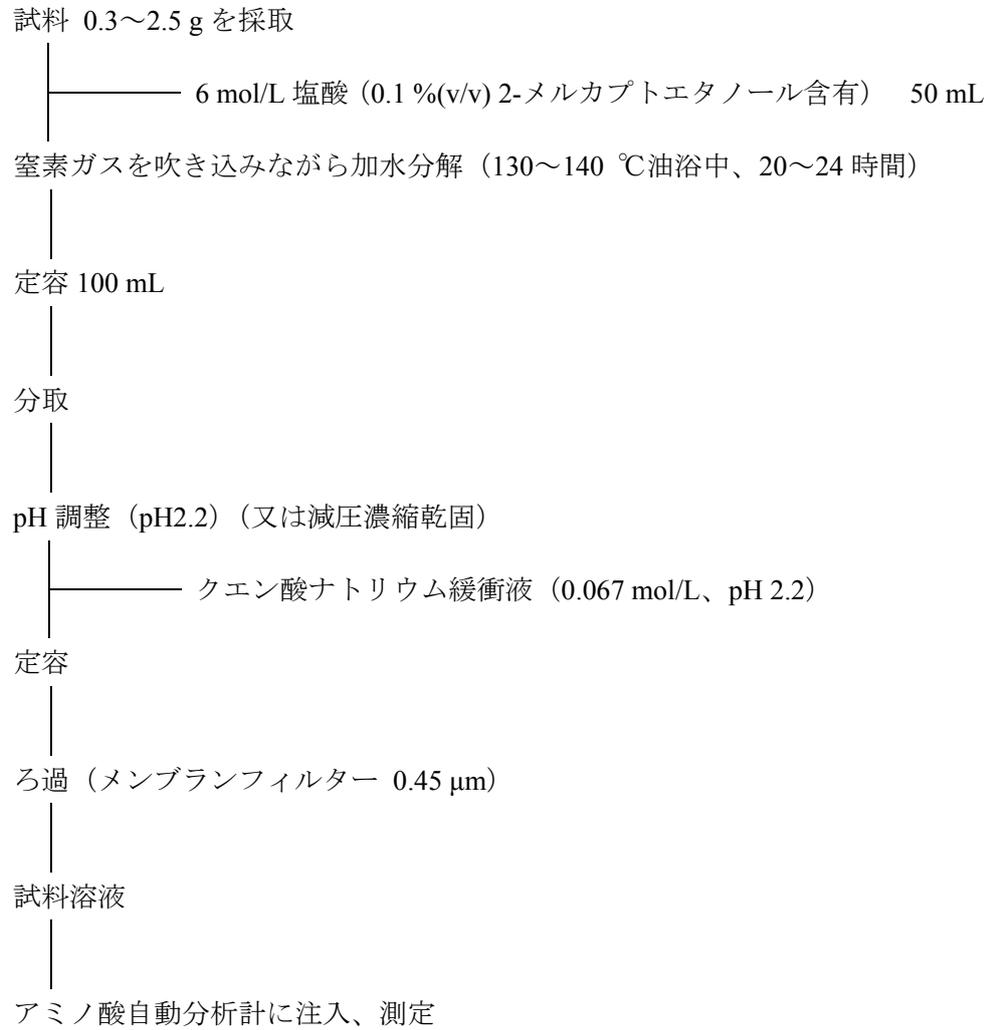
(注 3) LCR-6 (日本電子株式会社製) あるいは相当品を用いる。

(注 4) クエン酸リチウム緩衝液 (P-11、P-12) (日本電子株式会社) あるいは相当品を用いる。

ただし、P-11 は 6 mol/L 塩酸で pH を 2.83 に調整後使用する。

(注 5) 日本電子 200A 型アミノ酸分析機用 (和光純薬工業株式会社) あるいは相当品を用いる。

メチオニン定量法・フローシート



4. トリプトファン

高速液体クロマトグラフ法

[適用]

食品全般に用いる。

[測定方法]

(1) 装置及び器具

高速液体クロマトグラフ（蛍光検出器付）

恒温乾燥器

水浴

ガラス細工用バーナー

封管用試験管

真空ポンプ

(2) 試薬

標準溶液：トリプトファン標準品 50 mg を精秤する。0.1 mol/L 水酸化ナトリウム溶液に溶解後、100 mL に定容し、水で 50 倍希釈する。(10 µg/mL)

水酸化バリウム：特級

0.1 mol/L 水酸化ナトリウム溶液：水酸化ナトリウム（特級）40 g を水に溶解し、1 L に定容する。これを 100 mL 分取し、水で 1 L に定容する。

6 mol/L 塩酸：精密分析用 20 %塩酸を使用する。

60%(v/v)チオジエチレングリコール：チオジエチレングリコール（アミノ酸自動分析用）120 mL に水 80 mL を加えて混合する。

3 mol/L 水酸化ナトリウム溶液：水酸化ナトリウム（特級）120 g を水に溶解し、1 L に定容する。

1%(w/v)フェノールフタレイン：フェノールフタレイン（特級）1 g をエタノール（特級）に溶解する。

過塩素酸（60%）：特級

メタノール：高速液体クロマトグラフ用

(3) 操作

1) 試料溶液の調製

試料 0.2～2 g (W) 及び水酸化バリウム 7.8 g を封管用試験管に精秤し、水 4.5 mL 及び 60%(v/v)チオジエチレングリコール 0.5 mL を加え、沸騰水浴中で水酸化バリウムを加熱

溶解する（注 1）。溶解後、減圧下（5.0 kPa(38 mmHg)以下）で脱気し、封管後、110 °C（恒温乾燥器）で 12 時間加水分解する。冷却後、開管し、加水分解液を 50 mL 又は 100 mL 容全量フラスコ（1%(w/v)フェノールフタレイン溶液を数滴加えておく。）に移した後、6 mol/L 塩酸で中和し、3 mol/L 水酸化ナトリウム溶液で微アルカリに調整後、定容（V）し、0.45 μm のフィルターでろ過したものを試験溶液とする。

2) 測定

試料溶液 20 μL を高速液体クロマトグラフに注入し、トリプトファンのピーク面積又は高さを測定し、あらかじめ高速液体クロマトグラフ用標準溶液 20 μL を高速液体クロマトグラフに注入して得られたピーク面積又は高さから、試料中のトリプトファン含量を求める。

高速液体クロマトグラフ操作条件例

カラム：内径 4.6 mm、長さ 250 mm、ステンレス製（注 2）

移動相：10 mol/L 過塩素酸－メタノール（95：5 v/v）

検出器：蛍光分光光度計

測定波長：励起波長 285 nm、蛍光波長 348 nm

流量：1.0 mL/分

温度：50 °C

本条件による標準溶液のクロマトグラム例を図-3 に示した。

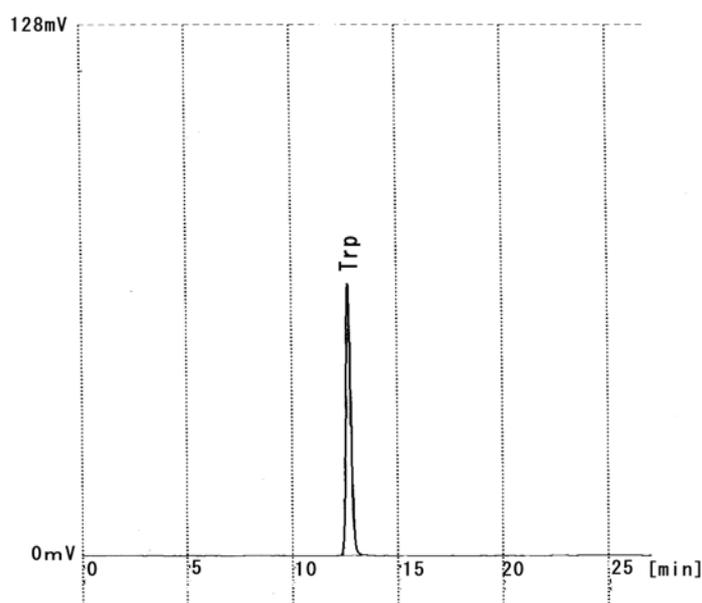


図-3 標準溶液のクロマトグラム例

Trp:トリプトファン

3) 計算

高速液体クロマトグラフによって得られたクロマトグラムから積分計でピーク面積又は高さを求め、以下の式により試料中のトリプトファン含量を計算する。

$$\text{トリプトファン含量 (g/100 g)} \\ = 10 \times \frac{A}{B} \times V \times N \times \frac{10^{-6}}{W} \times 100$$

10 : 標準溶液の濃度 (μg/mL)

A : 試験溶液のピーク面積又は高さ

B : 標準溶液のピーク面積又は高さ

V : 定容量 (mL)

N : 希釈倍数

W : 試料採取量 (g)

[注解]

(注 1) トリプトファンは塩酸加水分解では破壊されるため、アルカリを用いた加水分解を行う。

(注 2) Inertsil ODS-2 (ジーエルサイエンス製) あるいは相当品を用いる。

トリプトファン定量法・フローシート

試料 0.2~2 g を採取

- 水酸化バリウム 7.8 g
- 精製水 4.5 mL
- 60%(v/v)チオジエチレングリコール 0.5 mL

加熱・溶解

脱気・封管

加水分解 (恒温乾燥器内で 110 °C、12 時間)

開管

- 6 mol/L 塩酸

中和

- 3 mol/L 水酸化ナトリウム溶液 (微アルカリ性)

定容 50 mL 又は 100 mL

ろ過 (メンブランフィルター 0.45 µm)

試料溶液

高速液体クロマトグラフに注入、測定

参考 解説

1 アミノ酸

アミノ酸とは、一般には、1分子中にアミノ基とカルボキシル基をもつ化合物の総称として用いられるが、アミノ酸の種類によっては、アミノ基はイミノ基である場合もあり、また、カルボキシル基でなく、スルフォ基、ホスホ基である場合もある。以下では、特にこれを断らず、アミノ酸、アミノ基、カルボキシル基と記述する。

アミノ酸は、自然界に遊離の形でも存在するほか、他のアミノ酸と結合してペプチドを形成している場合もある。しかし、大部分のアミノ酸は、生物のからだを構成するたんぱく質（ポリペプチド）の構成成分として存在している。

食品も、大部分は生物体やその代謝産物であるので、食品に含まれるアミノ酸も、大部分はたんぱく質を構成するアミノ酸である。

2 ペプチド、たんぱく質

アミノ酸は、1分子の中に、アミノ基とカルボキシル基をもつので、あるアミノ酸のアミノ基と他のアミノ酸のカルボキシル基が脱水縮合して共有結合を形成する。この結合をペプチド結合と呼ぶ。ペプチド結合を酸やアルカリなどの存在下で加水分解するとアミノ酸を生成する。

アミノ酸2つ以上がペプチド結合で結合した化合物はペプチドと呼ばれる。2つのアミノ酸がペプチド結合で結合したペプチドをジペプチドと呼び、数にしたがってトリペプチド、テトラペプチド、ペンタペプチドなどと呼ばれるが、2から20程度のアミノ酸が結合したペプチドをオリゴペプチドと総称する⁶。さらに多数のアミノ酸が結合した物質をポリペプチドと呼ぶ。たんぱく質はポリペプチドで、天然に存在するアミノ酸の大部分は、たんぱく質の形で存在する。

3 天然に存在するアミノ酸

天然に存在する大部分の遊離アミノ酸並びにペプチド及びポリペプチド（たんぱく質）を構成するアミノ酸は、 α -アミノ酸で、これは、カルボキシル基と結合した炭素原子（有機化合物の命名法における2（又は α ）の位置の炭素原子）にアミノ基が結合しているアミノ酸である。そのほか、3（又は β ）の位置の炭素原子にアミノ基が結合した β -アミノ酸なども天然に存在するが、大部分のたんぱく質の構成アミノ酸ではない。以下 α -アミノ酸を単にアミノ酸と呼ぶ。

⁶ IUPAC&IUBMB1983、Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology Second Edition 2006等による。

4 たんぱく質を構成するアミノ酸

筋肉、内臓、血液、骨格、皮膚等の組織や酵素、ホルモン、免疫抗体の生理機能を維持、調節する物質の基本的構成成分であるたんぱく質は、通常 20 種類のアミノ酸で構成されている。それらは、五十音順に、アスパラギン、アスパラギン酸、アラニン、アルギニン、イソロイシン、グリシン、グルタミン、グルタミン酸、システイン（システインは、スルフヒドリル基を持っているので、2 分子のシステインの間で酸化によりジスルフィド結合が形成される。このシステイン 2 分子で構成されるアミノ酸をシスチンという。天然のたんぱく質には、ジスルフィド結合をしているシスチンが多いが、システインも存在する。）、セリン、チロシン、トリプトファン、トレオニン（スレオニン）、バリン、ヒスチジン、フェニルアラニン、プロリン、メチオニン、リシン（リジン）、ロイシンである。生体にはさまざまな種類のたんぱく質が含まれているが、特定のたんぱく質を考えると、いずれも、そのたんぱく質に特有の配列でアミノ酸がペプチド結合で結合している。すなわち、あるたんぱく質のアミノ酸の配列は一定であり（同一種内で、ある特定のたんぱく質のアミノ酸の配列に遺伝的な違いがある場合は、遺伝的多型と呼ばれる）、これは遺伝情報として世代を超えて伝達される。

5 天然のアミノ酸の立体異性体

アミノ酸は、2 (α) の位置の炭素原子に水素とアミノ基が結合し、また側鎖と呼ばれる原子団が結合している。したがって、側鎖が水素であるグリシンを除いて、2 の位置の炭素原子が不斉炭素原子となるため、立体異性体が存在し、光学活性を有する。IUPAC 及び IUBMB が勧告している命名法（1983）では、アミノ酸の立体異性体は D、L で表示することができ、たんぱく質を構成するアミノ酸は、立体異性体のないグリシンを除いて、すべて L 形である。また、より一般的に、キラル中心に付いた置換基の立体配置を R、S で表示することができる。たんぱく質を構成する大部分のアミノ酸のキラル中心である 2 位不斉炭素に関する立体配置は S で、システインのそれは R である。アラニンを例に、2 位不斉炭素に関する共有結合を破線とくさび型で表記した構造式を末尾の図に示した。図の中心の炭素は紙面上にあり、カルボキシル基とメチル基は紙面奥にあり、アミノ基と水素は紙面手前であることを示している。

イソロイシン及びトレオニンは、3 (β) 位にもう一つの不斉炭素原子をもっているため、その不斉炭素原子についても立体異性体が存在する。

6 アミノ酸の表示

アミノ酸は、一般に慣用名が広く使用されており、系統名が使われる場合は少ない。記号として 3 文字記号が用いられるが、生化学の分野では、たんぱく質やペプチドのアミノ酸配列を示す場合に、1 文字記号が広く使用されている。末尾の表を参照されたい。

7 アミノ酸の側鎖

アミノ酸の化学的性質の違いは側鎖によって決まる。側鎖の性質によってアミノ酸が分類されることがある。

分枝（分岐鎖）アミノ酸（側鎖のアルキル基に分枝があるもの）：イソロイシン、ロイシン、バリン

酸性アミノ酸（側鎖にカルボキシル基があり、溶液とした際に酸性を示すもの）：アスパラギン酸、グルタミン酸

中性アミノ酸（溶液とした際にほぼ中性を示すもの）：アスパラギン、アラニン、イソロイシン、グリシン、グルタミン、システイン、セリン、チロシン、トレオニン（スレオニン）、フェニルアラニン、プロリン、バリン、メチオニン、ロイシン、トリプトファン

塩基性アミノ酸（溶液とした際に塩基性を示すもの）：アルギニン、ヒスチジン、リジン（リジン）

含硫アミノ酸（側鎖に硫黄があるもの）：システイン、メチオニン

芳香族アミノ酸（側鎖にベンゼン核をもつもの）：チロシン、トリプトファン、フェニルアラニン

ヒドロキシアミノ酸（側鎖にヒドロキシル基があるもの）：トレオニン（スレオニン）、セリン、チロシン、ヒドロキシプロリン

酸アミドアミノ酸（側鎖が酸アミドになっているもの）：アスパラギン、グルタミン

8 必須アミノ酸

アミノ酸には、体内で合成できるアミノ酸とできないアミノ酸がある。後者を必須アミノ酸又は不可欠アミノ酸といい、これらのアミノ酸は、食事から摂取しなければならない。ヒトでは9種類が必須アミノ酸である。すなわち、イソロイシン、トリプトファン、トレオニン（スレオニン）、バリン、ヒスチジン、フェニルアラニン、メチオニン、リジン（リジン）及びロイシンである。必須アミノ酸以外のアミノ酸は、非必須アミノ酸又は可欠アミノ酸といい、体内で合成できるアミノ酸である。体内で合成できるが、生理的条件、遺伝的要因などによって、からだが必要とする量に見合う量を合成できないアミノ酸がある。これらを条件必須アミノ酸ということがある。アルギニン、システイン（シスチン）、チロシンなどは、条件必須アミノ酸である。

9 アミノ酸の分析

本成分表に述べられているように、食品中のアミノ酸は、大部分がたんぱく質の形で存在しているので、アミノ酸の分析を行う場合は、あらかじめたんぱく質やペプチドを加水分解しておく必要がある。大部分のアミノ酸は、酸による加水分解によって定量できる遊離のアミノ酸となるが、トリプトファンは、酸による加水分解では破壊されてしまうので、アルカリで加水分解して定量される。また、酸によって完全に破壊されなく

でも、酸による加水分解によって一部が破壊されるシステインなどは、あらかじめ酸化してシステイン酸に変換し、それを定量して求める。メチオニンも酸化してメチオニンスルホンの形で定量される。グルタミンやアスパラギンのような酸アミドは、酸による加水分解によってグルタミン酸、アスパラギン酸へと変化するので、本成分表では、グルタミンとグルタミン酸の合計量をグルタミン酸として、アスパラギンとアスパラギン酸の合計量をアスパラギン酸として示している。

10 たんぱく質の栄養価の判定

我々は、必須アミノ酸を摂取しなければならないが、我々が通常摂取するアミノ酸は、たんぱく質の構成成分としてのアミノ酸である。たんぱく質は、消化過程で加水分解されて、遊離のアミノ酸の形で血液中へと達し、体内で代謝され、またたんぱく質などの合成に利用される。我々は必須アミノ酸を必要とするが、9種類の必須アミノ酸それぞれについて、どの程度の量を必要とするかは、栄養学の研究によって明らかにされている。摂取するたんぱく質が、どれだけ量のアミノ酸を含んでいるかを知ることによって、アミノ酸が摂取されている量を知ることができることは、栄養学上重要である。しかし実際は、たんぱく質を摂取するので、しばしばたんぱく質の栄養価が問題となる。たんぱく質の栄養価とは、ほとんどの場合、たんぱく質のアミノ酸組成で決定される。特に消化率の低いたんぱく質の場合、分析値は高くても栄養価が低い場合があるが、大きな問題になるケースは少ない。

我々が必要とするアミノ酸の量に関する知見を基礎に、その量を充足するだけの必須アミノ酸が食事のたんぱく質に含まれているかが問題にされることがある。歴史的には、栄養価の高いたんぱく質の必須アミノ酸組成と、問題にするたんぱく質や食事のアミノ酸組成の比較が行われた時代があるが、現在では、我々の必須アミノ酸必要量に関する知見を基礎に、食事のたんぱく質に含まれていることが望ましい、又は含まれているべきアミノ酸の量を求め、その量と、実際に摂取するたんぱく質のアミノ酸組成を比較してたんぱく質の栄養価を判定する場合がある。この標準となるアミノ酸組成を、通常「評点パターン」と呼ぶ。食事摂取基準（厚生労働省策定「日本人の食事摂取基準（2010年版）」）の策定に際して、我が国では、「評点パターン」による摂取たんぱく質の栄養価の評価法を使わず、食事調査などをもとに、日本人が食べているたんぱく質については、評点パターンを充足しないものはないとし、消化率のみを良質なたんぱく質の90%であると判断して、たんぱく質の推定平均必要量及び推奨量を求める場合の補正項としている。

11 アミノ酸成分表について

このアミノ酸成分表を用いることによって、摂取している食品の種類と量がわかれば、食事からどれだけのアミノ酸が摂取されているかを求めることができる。その結果は、

集団間のアミノ酸摂取量の比較などに用いることができ、また、全国又はある地域のアミノ酸の需給状況の判断に使うこともできる。

また、アミノ酸の摂取量に配慮すべき疾病に罹患した場合の患者が、食事からどれだけのアミノ酸を摂取しているかを知るためにも使うことができ、それらの患者の食事設計のための資料として使うこともできる。

現在、健常人の各必須アミノ酸の食事摂取基準は決められていないが、将来それが策定された場合には、本表は、個人や集団のアミノ酸摂取量の適否を判断するための基礎資料として用いることができよう。

表 たんぱく質を構成するアミノ酸の慣用名、記号、系統名(*は必須アミノ酸)

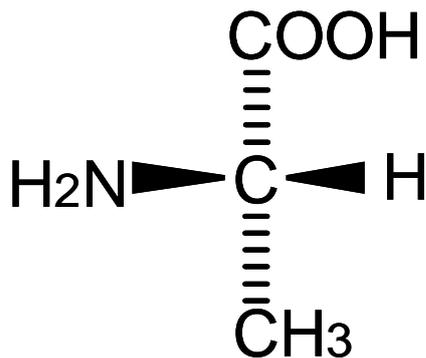
慣用名		3文字 記号	1文字 記号	系統名
イソロイシン*	Isoleucine	Ile	I	2-Amino-3-methylpentanoic acid 2-アミノ-3-メチルペンタン酸
ロイシン*	Leucine	Leu	L	2-Amino-4-methylpentanoic acid 2-アミノ-4-メチルペンタン酸
リシン(リジン)*	Lysine	Lys	K	2,6-Diaminohexanoic acid 2,6-ジアミノヘキサン酸
メチオニン*	Methionine	Met	M	2-Amino-4-(methylthio)butanoic acid 2-アミノ-4-(メチルチオ)ブタン酸
システイン	Cysteine	Cys	C	2-Amino-3-mercaptopropanoic acid 2-アミノ-3-メルカプトプロパン酸
フェニルアラニン*	Phenylalanine	Phe	F	2-Amino-3-phenylpropanoic acid 2-アミノ-3-フェニルプロパン酸
チロシン	Tyrosine	Tyr	Y	2-Amino-3-(4-hydroxyphenyl) propanoic acid 2-アミノ-3-(4-ヒドロキシフェニル)プロパン酸
トレオニン* (スレオニン)	Threonine	Thr	T	2-Amino-3-hydroxybutanoic acid 2-アミノ-3-ヒドロキシブタン酸
トリプトファン*	Tryptophan	Trp	W	2-Amino-3-(1 <i>H</i> -indol-3-yl)-propanoic acid 2-アミノ-3-(1 <i>H</i> -インドル-3-イル)-プロパン酸
バリン*	Valine	Val	V	2-Amino-3-methylbutanoic acid 2-アミノ-3-メチルブタン酸
ヒスチジン*	Histidine	His	H	2-Amino-3-(1 <i>H</i> -imidazol-4-yl)-propanoic acid 2-アミノ-3-(1 <i>H</i> -イミダゾル-4-イル)-プロパン酸
アルギニン	Arginine	Arg	R	2-Amino-5-guanidinopentanoic acid 2-アミノ-5-グアニジノペンタン酸
アラニン	Alanine	Ala	A	2-Aminopropanoic acid 2-アミノプロパン酸
アスパラギン酸	Aspartic acid	Asp	D	2-Aminobutanedioic acid 2-アミノブタンジオン酸
アスパラギン	Asparagine	Asn	N	2-Amino-3-carbamoylpropanoic acid 2-アミノ-3-カルバモイルプロパン酸

表 つづき

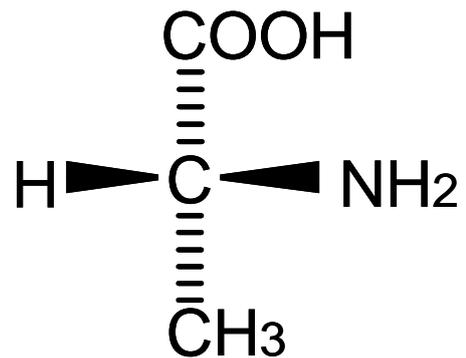
慣用名		3文字記号	1文字記号	系統名
グルタミン酸	Glutamic acid	Glu	E	2-Aminopentanedioic acid 2-アミノペンタンジオン酸
グルタミン	Glutamine	Gln	Q	2-Amino-4-carbamoylbutanoic acid 2-アミノ-4-カルバモイルブタン酸
グリシン	Glycine	Gly	G	Aminoethanoic acid アミノエタン酸
プロリン	Proline	Pro	P	Pyrrolidine-2-carboxylic acid ピロリジン-2-カルボン酸
セリン	Serine	Ser	S	2-Amino-3-hydroxypropanoic acid 2-アミノ-3-ヒドロキシプロパン酸
ヒドロキシプロリン	Hydroxyproline	Hyp	-	4-Hydroxypyrrolidine-2-carboxylic acid 4-ヒドロキシピロリジン-2-カルボン酸

¹⁾ International Union of Pure and Applied Chemistry and International Union of Biochemistry and Molecular Biology - IUPAC-IUB Joint Commission on Biochemical Nomenclature (JCBN):
Nomenclature and Symbolism for Amino Acids and Peptides (Recommendations 1983).
(<http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/AminoAcid/>, World Wide Web version prepared by G. P. Moss.)

²⁾ ヒドロキシプロリンには、3位に水酸基が付いた異性体も存在するが、その量は少ない。



L-アラニン



D-アラニン

図 アラニンの立体異性体