

アミノ酸について

はじめに

アミノ酸は3大栄養素の一つであるたんぱく質の構成成分で、およそ100個から数万個のアミノ酸が結合してたんぱく質を構成しています。

自然界には数百種類のアミノ酸があるとされていますが、そのうちヒトのたんぱく質を構成する主なアミノ酸はわずか20種類です。1806年に世界で最初に発見されたアミノ酸はアスパラギンであり¹⁾、20種類のアミノ酸のうち最後に発見されたのは1935年のスレオニンです²⁾。

多くのアミノ酸には、慣用名または一般名があり、最初に発見された食品などの名前から名づけられました。例えば、アスパラギンはアスパラガスから、グルタミン酸は小麦のグルテンから、チロシンはチーズから最初に発見されたためギリシャ語でチーズを意味する *tyros* に由来します¹⁾。

アミノ酸は、たんぱく質構成アミノ酸または遊離アミノ酸という形で自然界に広く存在しています。遊離アミノ酸は、食品の味に関与するだけでなく、近年では機能性表示食品の機能性関与成分としても注目を集めています。

本稿ではアミノ酸の構造、各種機能及び分析法についてご紹介いたします。

アミノ酸の構造

アミノ酸の基本構造は図-1のように表され、1個の炭素原子(α炭素)にアミノ基とカルボキシル基が結合しています(α-アミノ酸)。隣り合うアミノ酸の間でアミノ基とカルボキシル基がペプチド結合(脱水縮合)を繰り返すことにより、ペプチドやたんぱく質となります。

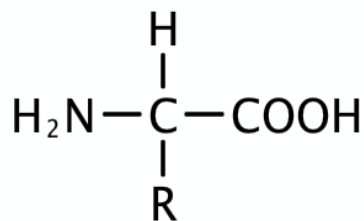


図-1 アミノ酸の基本構造

Rの部分に入る側鎖の種類によって、アミノ酸の種類、性質が決まります。アミノ酸は分子内に塩基性を示すアミノ基と酸性を示すカルボキシル基が存在し、分子内で中和しているためほぼ中性ですが、アスパラギン酸とグルタミン酸はRの部分にカルボキシル基を含むため酸性を示し、リジン、ヒスチジン、アルギニンはRの部分にアミノ基やイミノ基を含むため塩基性を示します。

Rが-H(水素)の場合はグリシンであり、-CH₃(メチル基)の場合はアラニンになります。グリシンを除くα-アミノ酸には全て光学異性体が存在し、D体とL体とに分類されます。D体とL体とは鏡に映したような構造になっています。たんぱく質中に存在するアミノ酸は全てL-アミノ酸であるため、D-アミノ酸を摂取しても栄養源とはならないと言われていましたが³⁾、その

機能性や呈味性が近年注目され、研究が進められています。

たんぱく質を構成するアミノ酸

アミノ酸がペプチド結合でつながったたんぱく質の栄養価は、構成するアミノ酸組成、特に必須(不可欠)アミノ酸のバランスにより評価されます。必須アミノ酸とは体内で生合成できないアミノ酸で、たんぱく質を構成する 20 種類のアミノ酸のうち、リジン、ヒスチジン、フェニルアラニン、ロイシン、イソロイシン、メチオニン、バリン、スレオニン、トリプトファンの 9 種類です。その他の 11 種類のアミノ酸(アルギニン、チロシン、アラニン、グリシン、プロリン、グルタミン酸、セリン、アスパラギン酸、シスチン、グルタミン、アスパラギン)は体内で生合成できる非必須アミノ酸です。栄養摂取の上でアミノ酸量を把握することは重要とされ、様々な食品中の各アミノ酸量は「日本食品標準成分表 2015 年版(七訂) アミノ酸成分表編」⁴⁾に掲載されており、参考にすることができます。

また、たんぱく質に共通して存在する 20 種類のアミノ酸の他に、特定のたんぱく質に含まれる特有用なアミノ酸があります。例えば、コラーゲン中のヒドロキシプロリン、ヒドロキシリジンや、エラスチンに含まれるデスマシン、イソデスマシンが挙げられます。コラーゲンやエラスチンそのものを定量することは困難なため、特有用なアミノ酸を定量することによって、およその含量の把握や存在の有無の指標とすることができます。

アミノ酸の味

私たちが食品を摂取する上で重要な要素の一つに味があります。昆布のうま味であるグルタミン酸は有名ですが、各アミノ酸は甘味、苦味、酸味、うま味を有し、食品の味に関与しています。例えば、エビやカニはアラニン、グリシン、プロリン、アルギニンなどのアミノ酸が組み合わさり、独特の風味を呈しています。また、熟成肉の味わいにもアミノ酸は大きくかわり、熟成により味に寄与する遊離アミノ酸が増加し、柔らかさも増すため、おいしくなると言われています。

以上より、食品中の遊離アミノ酸量を把握することは、味を知る手がかりになるとされています。各アミノ酸の味を表-1 に示しました。

表-1 アミノ酸の呈味性

| 味の種類 | アミノ酸 |
|------|--|
| 甘味 | グリシン, アラニン, スレオニン, セリン, プロリン |
| 苦味 | アルギニン, フェニルアラニン, ロイシン, イソロイシン, バリン, メチオニン, トリプトファン |
| 酸味 | グルタミン酸, アスパラギン酸 |
| うま味 | グルタミン酸ナトリウム, アスパラギン酸ナトリウム |

機能性を有するアミノ酸

2015 年 4 月の食品表示法の施行に伴い、機能性表示食品制度が創設されました。一部のアミノ酸及びペプチドは機能性関与成分として注目されています。機能性を持つ代表的なアミノ酸とペプチドを表-2 に示しました。

表-2 アミノ酸及びペプチドの機能性

| アミノ酸, ペプチド | 機能性 |
|-----------------------|---|
| テアニン | リラックス効果が期待され、茶葉に多く含まれる。 |
| γ -アミノ酪酸 | 血圧低減効果が期待され、米胚芽に多く含まれる。 |
| オルニチン | 摂取すると腸で吸収され、肝臓や腎臓、筋肉に移行することが知られており、有害なアンモニアを代謝する経路(オルニチンサイクル)に関与するほか、機能が低下した肝臓の保護、肝臓でのたんぱく質合成を高めることにより、肝臓疲労や全身疲労の回復を促進すると考えられている。 |
| シトルリン | 体内で一酸化炭素の生成を高め、血管を拡張、血流を促進することにより、冷えやむくみの改善など健康に関する作用があると考えられている。2007年8月に厚生労働省通知により医薬品としてだけでなく食品として扱うことができるようになったことから急激に健康食品素材として利用され始めた。 |
| バリン ロイシン イソロイシン | BCAA と呼ばれる分岐鎖アミノ酸であり、筋たんぱく質の合成を改善することが報告されている。医療やスポーツの分野で利用されている ²⁾ 。 |
| アンセリン* カルノシン* | 構造にイミダゾール基を持つためイミダゾールジペプチドと呼ばれ、抗酸化作用及び疲労回復作用があると言われている。 |
| バリルチロシン* | サーディンペプチドと言われ、血圧降下作用があると言われている。 |

* アミノ酸が2つ結合したジペプチド

分析法

アミノ酸の分析法は、たんぱく質及びペプチドを構成するアミノ酸を含めた総アミノ酸を分析する方法と味や機能性を有する遊離アミノ酸のみを分析する方法の2種類に大別されます。前者は「日本食品標準成分表 2015年版(七訂) アミノ酸成分表編」で用いられている方法で、アミノ酸同士の結合を切るための前処理である酸またはアルカリによる加水分解をした後に各アミノ酸を定量します。一方、後者は除たんぱく処理を実施後、各アミノ酸を定量します。

測定は最近では液体クロマトグラフ質量分析計(LC/MS)の例もありますが、通常はアミノ酸自動分析計や高速液体クロマトグラフを用いた、ポストカラム誘導体化法やプレカラム誘導体化法が用いられています。両者について概要をご紹介します。

ポストカラム誘導体化法

イオン交換クロマトグラフィー等でアミノ酸を分離した後、オンラインで反応試液と混合し誘導体化後、検出する方法です(図-2参照)。ポストカラム誘導体化法は、反応系を最適化すれば、広範囲のサンプルに適用でき、多成分を同時に分離できる定量性に優れた汎用性の高い分析法です。弊財団では、ニンヒドリン試液によるポストカラム誘導体化法であるアミノ酸自動分析計を用いた定量を行っております。

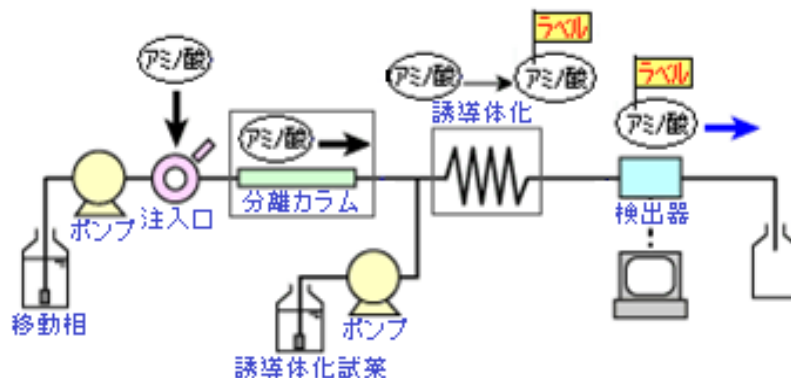


図-2 ポストカラム誘導体化法の構成

プレカラム誘導体化法

アミノ基に特異的に反応する試薬(ラベル化剤)によりアミノ酸を誘導体化した後、高速液体クロマトグラフィーにて分離・検出する方法です(図-3 参照)。精製アミノ酸などサンプルの種類を限定した上で高感度分析を目指すのに適しています。弊財団では一部のアミノ酸の分析に用いております。

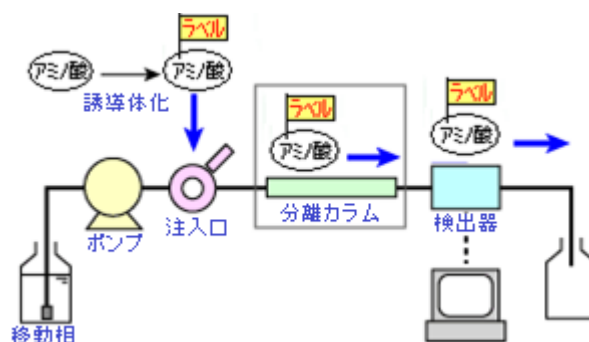


図-3 プレカラム誘導体化法の構成

おわりに

アミノ酸はたんぱく質を構成する成分としての栄養機能、味に關与する感覚機能(味覚)、さらに機能性表示食品の機能性關与成分をはじめとした生理機能を有しています。また、安全性が高い化合物であることから食品だけではなく医薬品、化粧品、飼料など様々な用途に利用されています。

弊財団では、日本食品標準成分表の方法に基づいた栄養成分としてのアミノ酸の定量及び機能性成分や呈味成分としての遊離アミノ酸の定量を行っています。分析項目の設定や注意点などを含め、お客様の目的に応じた試験のご提案を行い、お役に立てるように努めてまいります。

参考資料

- 1) David L.Nelson, Michael M.Cox: レーニンジャーの新生化学〔上〕第6版, 廣川書店(2015)
- 2) 味の素株式会社: アミノ酸ハンドブック, (株)工業調査会(2003)
- 3) 東田卓: 読むだけで力がつく 有機化学 再入門, 日刊工業新聞社(2008)
- 4) 文部科学省: 日本食品標準成分表 2015年版(七訂) アミノ酸成分表編

http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365450.htm