

第 3 章 用語解説

1. アミノ・カルボニル反応に関連した用語

1.1. アミノ・カルボニル反応

食品の色や風味の形成に寄与する反応の一つ。アミノ酸などのアミノ基をもつ化合物と、還元糖などのカルボニル基をもつ化合物を一緒に加熱等すると反応が進み、褐色の色素（メラノイジン）や香気成分が生成する（食品の色が褐色に変化する原因の一つ）。

例えば、パンをトーストしたり、クッキーを焼いたりすると、アミノ・カルボニル反応によって、生地が表面が黄褐色に変化し、香ばしい風味がつく。

1.2. 前駆体

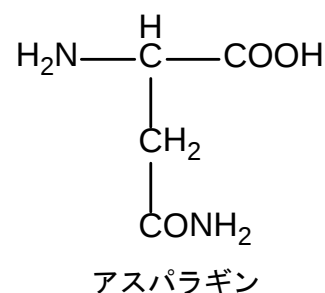
一連の化学反応によってある化学物質が生成するとき、その化学物質が生成する前の段階の物質のこと。食品中のアクリルアミドの場合、主な前駆体は、アミノ酸の一種であるアスパラギンと還元糖に分類されているぶどう糖や果糖である。

1.2.1. アスパラギン

タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸の一種。アスパラギンという名称は、アスパラガスの芽の抽出液から単離されたことに由来する。

食品中のアミノ酸には、タンパク質の一部として存在しているものと、単体で存在しているもの（遊離アミノ酸）がある。食品中のアスパラギンのうち、アクリルアミドの生成に寄与するのは、遊離アスパラギンである。

なお、アスパラギンは生体内ではアスパラギン酸から生合成されるので、必須アミノ酸ではない。また、アスパラギンは、アスパラギン酸とは異なるアミノ酸である。



1.2.2. 還元糖

他の物質を還元する（他の物質に電子を与える）性質を持つ糖類のこと。ぶどう糖や果糖を含む全ての単糖類や、麦芽糖などの一部の少糖類が還元糖に分類される。

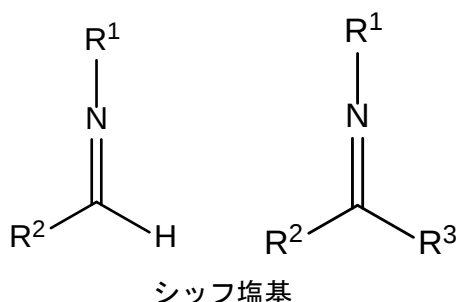
なお、ショ糖（砂糖の主成分）は、還元糖であるぶどう糖と果糖が結合したものであるが、ぶどう糖の還元性を示す部位と果糖の還元性を示す部位が結合し、分子中に還元性を示す化学構造を持たないため、還元糖ではない。

1.2.3. カルボニル化合物

分子中に、カルボニル基（ $-(\text{C}=\text{O})-$ ）と呼ばれる部分構造を持つ有機化合物の総称。代表的なカルボニル化合物には、酢酸（ CH_3COOH ）がある。還元糖もカルボニル基を持つので、カルボニル化合物の一種である。

1.2.4. シッフ塩基

第1級アミン (R^1NH_2) とアルデヒド (R^2CHO) 又はケトン (R^2COR^3) が反応して生成する $R^1N=CHR^2$ 又は $R^1N=CR^2R^3$ という構造の化合物の総称。遊離アスパラギンと還元糖によるアミノ・カルボニル反応の途中で生成する化合物である。



2. 国際機関に関連した用語

2.1. FAO/WHO 合同食品添加物専門家会合 (JECFA)

国連食糧農業機関 (FAO) と世界保健機構 (WHO) が合同で開催する専門家会合の一つ。FAO と WHO の加盟国及びコーデックス委員会に対する科学的な助言機関として、食品添加物、食品汚染物質、動物用医薬品のリスク評価を行っている。

(参考)

- ・ JECFA のウェブサイト

(<http://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/en/>)

- ・ アクリルアミドの評価書 (JECFA)

第72回 JECFA (2010年)

WHO Technical Report Series, No. 959, Evaluation of certain contaminants in food (Seventy-second report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives).

(http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_959_eng.pdf)

WHO Food Additives Series No. 63, Safety evaluation of certain contaminants in food.

(http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241660631_eng.pdf)

第64回 JECFA (2005年)

WHO Technical Report Series, No. 930, Evaluation of certain food contaminants (Sixty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives).

(http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_930_eng.pdf)

WHO Food Additives Series No. 55, Safety evaluation of certain contaminants in food.

(http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241660554_eng.pdf)

2.2. コーデックス委員会（Codex 委員会）

消費者の健康の保護、食品の公正な貿易の確保等を目的として、1963年にFAO及びWHOにより設置された国際的な政府間機関。国際食品規格の作成等を行っている。日本は1966年からCodex委員会に参加している。

WTO加盟国は、WTO/SPS協定によって、自国の衛生植物検疫措置をCodex委員会が制定した基準、指針又は勧告に調和するように努める必要がある。

（参考）

- ・ Codex 委員会のウェブサイト

(<http://www.codexalimentarius.org/>)

- ・ 食品中のアクリルアミド低減に関する実施規範（Codex 委員会）

Code of Practice for the Reduction of Acrylamide in Foods

(http://www.codexalimentarius.net/download/standards/11258/CXP_067e.pdf)

2.3. 国際がん研究機関（IARC）

発がん状況の監視、発がん原因の特定、発がん性物質のメカニズムの解明、発がん制御の科学的戦略の確立を目的として活動しているWHOの一機関。IARCは発がん性が疑われている物質や要因を発がん性の証拠の強さ（注：発がんリスクの大きさではない）から5段階に分類している。各グループの説明は下表のとおりである。

なお、IARCは、アクリルアミドを、グループ2A（ヒトに対しておそらく発がん性がある）に分類している。

グループ	グループの説明
1	ヒトに対して発がん性がある Carcinogenic to humans
2A	ヒトに対しておそらく発がん性がある Probably carcinogenic to humans
2B	ヒトに対して発がん性があるかもしれない Possibly carcinogenic to humans
3	ヒトに対する発がん性について分類できない Not classifiable as to its carcinogenicity to humans
4	ヒトに対しておそらく発がん性はない Probably not carcinogenic to humans

（参考）

- ・ IARC のウェブサイト

(<http://www.iarc.fr/>)

3. 食品汚染物質に関連した用語

3.1. 食品汚染物質

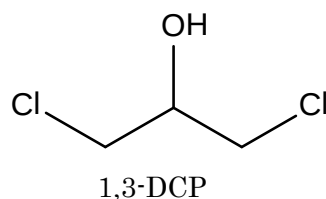
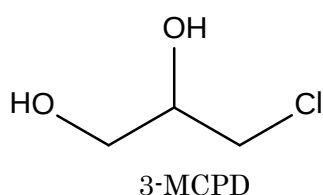
食品の生産、製造、加工、調理、流通、消費の過程で、意図せず食品を汚染する有害物質。

食品を加熱することによって生成する食品汚染物質には、アクリルアミドの他、クロロプロパノール類、多環芳香族炭化水素（PAH）、フラン、ヘテロサイクリックアミン（HCA）などがある。

3.1.1. クロロプロパノール類

プロパノール（分子内に炭素原子を 3 個含むアルコール）に塩素が結合した化合物の総称。医薬品等の原料として利用されているが、酸加水分解植物性たんぱく（アミノ酸液）の製造の過程で意図せずに生成し、アミノ酸液を含む食品に含まれる場合がある。

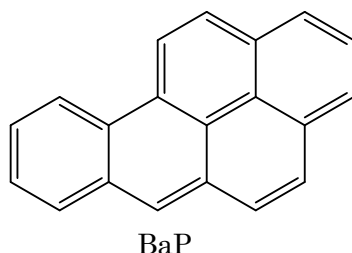
動物実験で、クロロプロパノールの一種である 3-クロロプロパン-1,2-ジオール（3-MCPD）を長期間大量に摂取し続けると、腎臓に悪影響があることや発がん性があることが確認されている。また、別のクロロプロパノールである 1,3-ジクロロ-2-プロパノール（1,3-DCP）には、遺伝毒性発がん性があると考えられている。国際がん研究機関は、3-MCPD と 1,3-DCP をグループ 2B（ヒトに対して発がん性があるかもしれない）に分類している。



3.1.2. 多環芳香族炭化水素（PAH）

有機物の不完全燃焼や熱分解などで生成する化学物質。食品の加工・調理（特に直火加熱や燻製）の過程や、環境由来の汚染によって、意図せずに食品に含まれる場合がある。

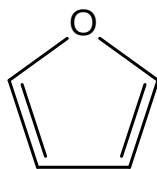
PAH として数百種類以上の物質があり、まとめて多環芳香族炭化水素類（PAHs）と呼ぶ。このうち食品に含まれる代表的な PAH としてベンゾ[a]ピレン（BaP）がある。人が職業上の理由などで BaP を大量に呼吸から吸収したり、皮膚から吸収したりした場合に発がんが増えるため、国際がん研究機関は、BaP をグループ 1 に分類している。その他の多くの種類の PAH についても、動物実験の結果などから、人への発がん性が疑われている。



3.1.3. フラン

食品中の不飽和脂肪酸、アスコルビン酸、アミノ酸、還元糖又はカロテノイドが、高温での加熱により変化し、意図せず生成する化学物質。フランは気体になりやすいため、缶詰、瓶詰、レトルトパウチ食品のような密閉容器中に含有しやすい。

フランは、動物実験で発がん性が確認されており、国際がん研究機関はフランをグループ 2B（ヒトに対して発がん性があるかもしれない）に分類している。



フラン

4. 毒性評価に関連した用語

4.1. 遺伝毒性

遺伝子の DNA の配列を壊したり、DNA の構造を変化させたりすることで、遺伝情報に異常を引き起こす性質のこと。遺伝毒性がある化学物質は、直接的または間接的に遺伝子の DNA の配列や構造に変化を与える。DNA が損傷し、自己修復が追いつかなくなった細胞は通常死滅するが、まれに死滅せず、がん細胞になることがある。

4.1.1. 染色体異常誘発性

染色体の形態や数に異常を引き起こす性質のこと。染色体は DNA とタンパク質で構成されており、DNA やタンパク質が有害物質による悪影響を受けると、染色体に異常が現れる。染色体異常は、さまざまな障害や疾患を引き起こす。

4.1.2. 変異原性

遺伝子の DNA に直接作用して DNA を損傷し、遺伝子の突然変異を誘発する性質のこと。

4.1.3. DNA

デオキシリボ核酸（deoxyribonucleic acid）のことであり、生物の遺伝情報を担う物質。細胞核の中に存在する。染色体の構成要素のひとつである。

4.1.4. 染色体

DNA とタンパク質から構成される生物の遺伝情報を担う構造体。細胞核の中に存在する。染色体という名称は、塩基性色素によって染色されることに由来する。

4.2. 生殖毒性

性機能や生殖能力に悪影響を及ぼす性質のこと。性機能への悪影響として、生殖器官や生殖周期の異常など、生殖能力への悪影響として、受精や受胎がしにくくなることなどが例に挙げられる。

4.3. 発達毒性

胎児期や生後の発達期に身体の構造や機能に悪影響を及ぼす性質のこと。妊娠期や授乳期の母体が有害物質に暴露された場合、胎盤や母乳を介して間接的に胎児や乳児も有害物質に暴露され、奇形、発達障害などが見られることがある。

4.4. NOAEL

No observed adverse effect level（無毒性量）の略称であり、ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて毒性試験を行ったとき、有害影響が認められなかった最大の投与量のこと。通常、NOAELは用量を変えた複数の試験群を用いた動物実験によって求められる。

4.5. NOEL

No observed effect level（無影響量）の略称であり、ある物質について何段階かの異なる投与量を用いて毒性試験を行ったとき、投与群が対照群と比べて、毒性学的にみて有害な影響であるかどうかにかかわらず、生物学上何の影響もないといえる最大の投与量のこと。通常、NOELは用量を変えた複数の試験群を用いた動物実験によって求められる。一般的に、NOELはNOAELより小さい。

4.6. 遺伝子多型

通常、同じ生物種の集団の中でも、個体によって遺伝子型（遺伝子の構成）は少しずつ異なり、異なった遺伝子型を持つ個体グループが一定割合以上存在する場合、遺伝的多型という。人の場合、人口の1%以上の頻度で存在する遺伝子の変異をいう。遺伝子型が異なると、同じ生物種であっても、体内で合成されるタンパク質に違いが見られることがある。例えば、代謝酵素の遺伝子型が異なると、個体間で、代謝酵素の活性の違いや機能の異常が見られることがある。

4.7. 疫学調査

病気の発症等とその原因と考えられる要因（生活習慣や有害化学物質の摂取など）との間に、統計学的に意味のある関連があるかどうかを証明するため、ヒトの特定の集団を対象として行う統計学的調査のこと。

4.7.1. 食物頻度アンケート

習慣的な食品の摂取頻度や摂取量、摂取品目などを調査するためのアンケート。疫学調査では、特定の食事習慣と疾病との間に、統計学的に意味のある関連があるかどうかを調べるために、行われる。

食物頻度アンケートによって得られた情報は、被験者の食事の実態と一致しているとは限らない。したがって、どれぐらい被験者の食事の実態と一致しているのかを検証することが重要である。

5. 品質管理に関連した用語

5.1. アグトロン値

物質の色調の程度を示す指標。アグトロンカラーメーター（食品用分光光度計）を用いて測定できる。色調が薄い（明るい）と、アグトロン値が高い。

アグトロン値は、ポテトチップスの揚げ具合やコーヒー豆の焙煎度合いなど、食品の色調を示す指標として食品業界で用いられている。

なお、同様の指標に、色差計（色彩を数値化し、対象とする物質の色と基準となる色との差を測定する機器）によって測定される L^* 値や a^* 値がある。

5.1.1. L^* 値

物質の色の明るさを示す指標。色差計を用いて測定できる。物質の色が明るいとき L^* 値が高い。

国際照明委員会（CIE）が 1976 年に推奨した CIE1976 ($L^*a^*b^*$) 表色系における単位の一つ。

5.1.2. a^* 値

物質の色あいを示す指標。色差計を用いて測定できる。物質の色が赤いと、 a^* 値が高い。

国際照明委員会（CIE）が 1976 年に推奨した CIE1976 ($L^*a^*b^*$) 表色系における単位の一つ。

5.2. リコンディショニング

低温糖化が生じたばれいしょを 15℃程度で数週間保管することによって、ばれいしょの還元糖濃度を低くする処理のこと。

5.2.1. 低温糖化

低温下で、植物中のでん粉等の多糖類が、少糖類や単糖類に分解すること。ばれいしょの場合、およそ 6℃を下回ると、低温糖化が進む。

5.3. キュアリング処理

収穫した作物を貯蔵前の一定期間（3～4 日間）、高温多湿（温度 30～33℃、湿度 90～95%）の条件下に置くことで、作物のコルク層（傷を治す組織）を発達させ、収穫時等にできた傷口をふさぐ処理のこと。

6. その他の用語

6.1. 異性化液糖

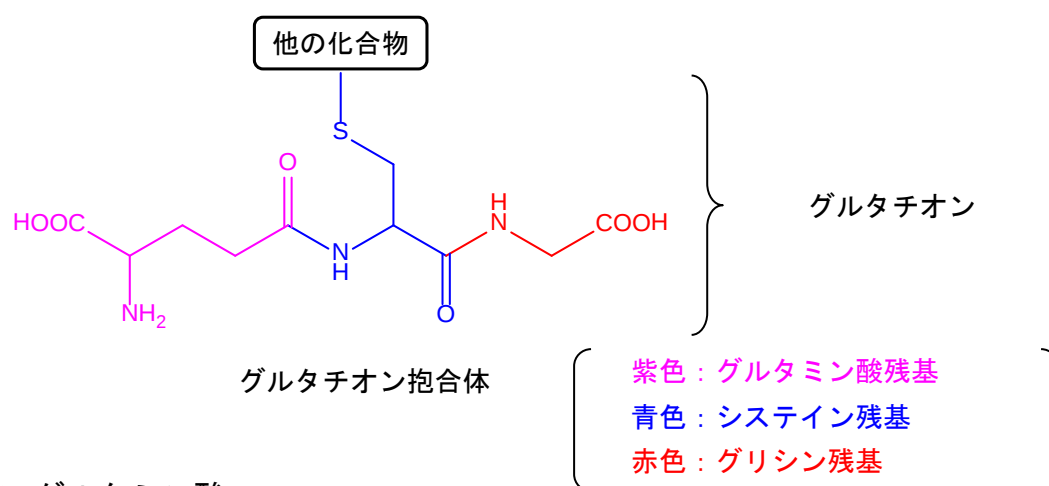
でん粉を加水分解して得られる糖液中のぶどう糖の一部を、酵素処理等によって果糖に変化（異性化）させた液状の糖のこと。日本農林規格（JAS）は、果糖の含有率等に応じて、異性化液糖を次の4つに分類している。

異性化液糖の種類	定義
ぶどう糖果糖液糖	果糖含有率（糖のうちの果糖の割合）が 50%未満のもの
果糖ぶどう糖液糖	果糖含有率が 50%以上 90%未満のもの
高果糖液糖	果糖含有率が 90%以上のもの
砂糖混合異性化液糖	上記の液糖に、糖のうちの砂糖の割合が 10%以上となるよう砂糖を加えたもの（その液糖がぶどう糖果糖液糖なら「砂糖混合ぶどう糖果糖液糖」とする。）

6.2. グルタチオン抱合体

ある化合物とグルタチオンが結合してできる化合物のこと。グルタチオンとは、グルタミン酸、システイン、グリシンがこの順番でペプチド結合したものであり、システイン残基のチオール基（-SH）が、様々な物質と結合する。

ほ乳類の場合、グルタチオン抱合体は細胞外に排出され、血中を移動し腎臓まで運ばれる。その後、腎臓でグルタチオン抱合体はメルカプトツール酸やそのスルホキシドに変換され、胆汁中や尿中に排出される。



6.2.1. グルタミン酸

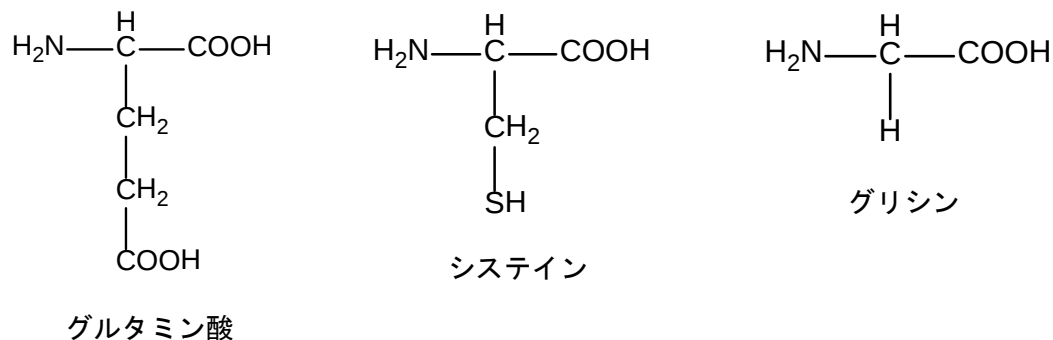
タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸の一種。グルタミン酸という名称は、小麦グルテンの加水分解物から発見されたことに由来する。生体内で生合成されるので、必須アミノ酸ではない。

6.2.2. システイン

タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸の一種であり、分子内に硫黄 (S) を含む含硫アミノ酸の一種である。システインという名称は、腎臓結石から発見されたことにちなんで、ギリシャ語で「膀胱」を意味する *kustis* に由来する。生体内で生合成されるので、必須アミノ酸ではない。

6.2.3. グリシン

タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸の一種。グリシンという名称は、グリシンが甘かったことにちなんで、ギリシャ語で「甘い」を意味する *glykys* に由来する。生体内で生合成されるので、必須アミノ酸ではない。

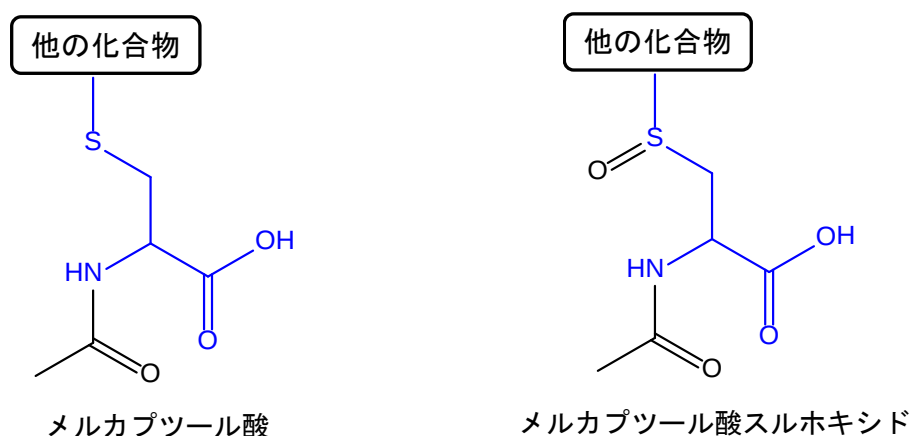


6.2.4. メルカプツール酸

グルタチオン抱合体から、グルタミン酸とグリシンが脱離したものが、アセチル化を受けることによってできる化合物。

6.2.5. スルホキシド

スルホキシドは、スルフィニル基 ($-(\text{S}=\text{O})-$) に 2 つのアルキル基 (炭化水素基の一種) が結合している有機化合物のこと。メルカプツール酸のスルフィド結合部位 ($-\text{S}-$) が酸化すると、メルカプツール酸スルホキシドになる。



6.3. 毒物及び劇物取締法

毒物及び劇物について、保健衛生上の見地から必要な取締りを行うことを目的として昭和 25 年につくられた法律である。ある化学物質が毒物や劇物であるかを判定する際、動物における急性毒性や皮膚等への刺激性に関する知見の他、ヒトにおける中毒事故などの知見を基礎にして検討される。毒物として判定する際の基準は、成人の致死量に換算すると 2 g 程度以下であること、劇物として判定する際の基準は、成人の致死量に換算すると 2～20 g 程度であることなどである。ある化学物質が毒物や劇物に指定されると、その製造、輸入、販売、取扱い等が規制される。

なお、アクリルアミドは毒物及び劇物取締法で劇物に指定されている。

食品中のアクリルアミドを低減するための指針 第1版

2013年11月27日 発行

編集・発行：農林水産省消費・安全局 食料産業局 生産局

〒100-8950

東京都千代田区霞が関 1-2-1

TEL：03-3502-8111（代表）
