



# 食品中残留農薬分析に関する 夾雑成分の資料集（作成中）

株式会社アイスティサイエンス



## 食品成分について

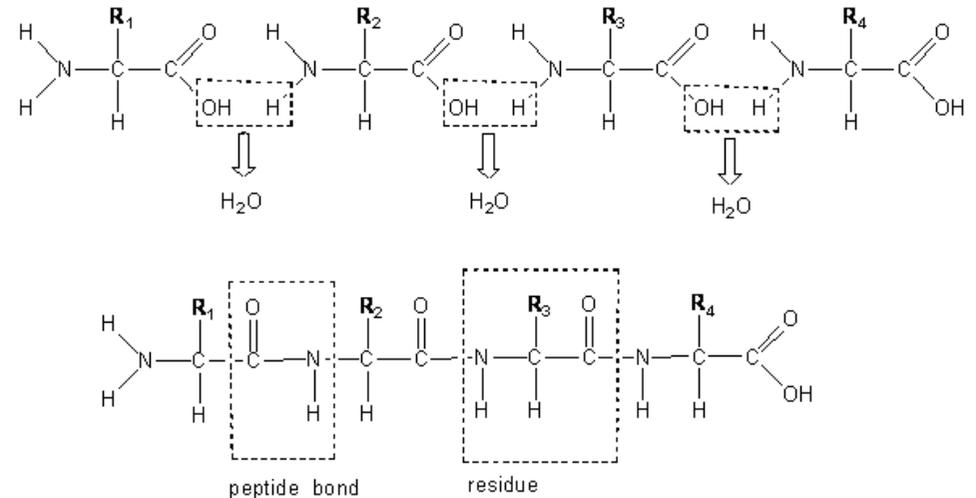
- 水分
- たんぱく質
  - ・L-アミノ酸が多数連結(重合)してできた高分子化合物であり、生物の重要な構成成分のひとつ。
- 脂質
  - ・中性脂肪、リン脂質、ステロイド、脂溶性ビタミンなど。
- 炭水化物
- 灰分
  - ・一定条件下で灰化(燃焼)して得られる残分で、食品中の無機質の総量を反映している。

# たんぱく質について

■ L-アミノ酸が多数連結(重合)してできた高分子化合物であり、生物の重要な構成成分のひとつ。連結したアミノ酸の個数が少ない場合にはペプチドもしくはポリペプチドと呼ばれることが多いが、名称の使い分けを決める明確なアミノ酸の個数が決まっているわけではないようである。

多くのタンパク質では、熱や圧力を加えたり、溶液のpH値を変える、変性剤を加えるなどの操作により二次以上の高次構造が変化し、その機能(活性)を失う。これをタンパク質の変性という。変性したタンパク質においては、疎水結合、水素結合、イオン結合の多くが破壊され、全体にランダムな構造が増加したペプチド鎖の緩んだ状態になることが知られている。

大豆、種、ナッツ類、穀類、豆類には植物性たんぱく質が含まれています。



# 炭水化物

炭水化物または糖質は、単糖を構成成分とする有機化合物の総称であり、タンパク質、脂質、核酸に並ぶ重要な生体物質である。炭水化物の多くは分子式が  $C_mH_{2n}O_n$  で表され、 $C_m(H_2O)_n$  と表すと炭素に水が結合した物質のように見えるため炭水化物と呼ばれる(かつては含水炭素とも呼ばれた)。定義としては、炭水化物は糖およびその誘導体の総称であり、分子式  $C_mH_{2n}O_n$  で表されない炭水化物もある。そのような例としてデオキシリボース  $C_5H_{10}O_4$  が挙げられる。また、分子式が  $C_mH_{2n}O_n$  ではあっても、ホルムアルデヒド ( $CH_2O$ ,  $m = n = 1$ ) は炭水化物とは呼ばれない。今日では総称として糖質ないしは糖とよばれる場面の方が多くなっている。

## 炭水化物

糖質 (食物繊維ではない炭水化物)

糖類 (単糖類又は二糖類であって、糖アルコールでないもの)

そのほか (デンプンなど)

食物繊維

# 脂質

脂質は、有機溶媒に溶ける食品中の有機化合物の総称であり、中性脂肪のほかに、リン脂質、ステロイド、ろう、脂溶性ビタミン等も含んでいる。脂質は生体内ではエネルギー源、細胞構成成分等として重要な物質である。成分値は脂質の総重量で示してある。ほとんどの食品では、脂質の大部分を中性脂肪が占める。脂質(しじつ、Lipid)は、生物から単離される水に溶けない物質を総称したものである。特定の化学的、構造的性質ではなく、溶解度によって定義される。1925年に W・R・ブローラ (W. R. Bloor) によって以下の生化学的脂質の定義がなされている。

1. 水に不溶、ただしエーテル、ベンゼンなど有機溶媒に溶ける
2. 加水分解により脂肪酸を遊離する
3. 生物体により利用される

ただし、上記の定義は現在では数多くの例外が存在し、十分な条件とは言えない。現在の生化学的定義では「長鎖脂肪酸あるいは炭化水素鎖を持つ生物体内に存在あるいは生物由来の分子」となる。

# 脂質の分類

脂質は、おおまかに単純脂質・複合脂質・誘導脂質の3種類に分けられる。ただし、これらの分類に当てはまらない物質も数多く存在するため、あまり厳密なものではない。

**単純脂質 (Simple Lipid)** – アルコールと脂肪酸のエステルをいう。アルコール部分には直鎖アルコールの他グリセリン、ステロールなどが、脂肪酸には多様な飽和脂肪酸または不飽和脂肪酸が使われる。

アシルグリセロール (acylglycerol; 別称: グリセリド、Glycerid / 中性脂肪)

蝋 (Wax)

セラミド (Ceramide)

**複合脂質 (Complex lipid / Compound lipid)** – 分子中にリン酸や糖を含む脂質で、一般にスフィンゴシンまたはグリセリンが骨格となる。

**誘導脂質 (Derived lipid)** – 単純脂質や複合脂質から、加水分解によって誘導される化合物。生体中で遊離して存在するイソプレノイドもここに含める。

脂肪酸 (Fatty acid)

テルペノイド (Terpenoid)

ステロイド (Steroid)

カロテノイド (Carotenoid)

# 脂質の分類表

単純脂質	アシルグリセロール(中性脂肪)	脂肪酸とグリセロールのエステル
	コレステロールエステル	脂肪酸とコレステロールのエステル
	ろう(ワックス)	脂肪酸と高級アルコールのエステル
リン脂質	グリセロリン脂質	脂肪酸とグリセロールにリン酸や窒素化合物が結合
	スフィンゴリン脂質	脂肪酸とスフィンゴシンにリン酸が結合
複合脂質	グリセロ糖脂質	脂肪酸とグリセロールに単糖が結合
	スフィンゴ糖脂質	脂肪酸とスフィンゴシンに単糖が結合
	糖脂質	アミノ脂質、硫化脂質
誘導脂質	脂肪酸	飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸
	イコサノイド	プロスタグランジン、トロンボキササンチン、ロイコトリエン
	ステロイド	コレステロール、胆汁酸、ステロイドホルモン
	リポたんぱく質	キロミクロン、VLDL、IDL、LDL、HDL
	脂溶性ビタミン(カロテノイド)	ビタミンA、D、E、K

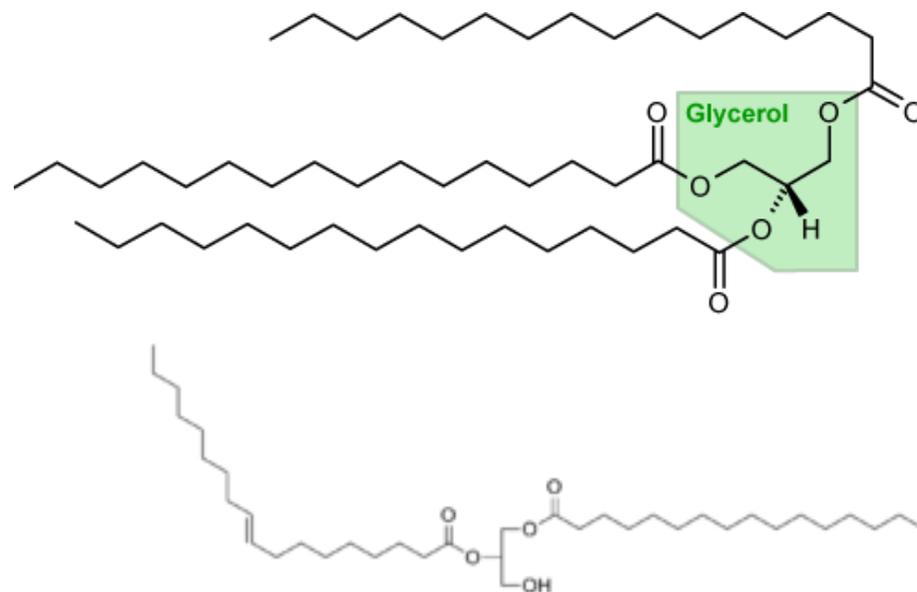
# 単純脂質

アルコールと脂肪酸のみがエステル結合してできている脂質を単純脂質という。生物では、エネルギーの貯蔵や組織の保護などに利用される。

生物中に多く見られる単純脂質は、アルコールとしてグリセリンをもつもので、これらを総称してアシルグリセロールまたはグリセリドと呼ぶ。生物学的観点からは中性脂肪と呼ばれることも多い。グリセリンには3つのヒドロキシル基があり、エステル結合した脂肪酸の数によってモノアシルグリセロール・ジアシルグリセロール・トリアシルグリセロールと分けられる。生体中では主に脂肪として蓄えられ、必要に応じてエネルギー源として使用される。

アルコールとして長鎖アルコールを持つものは蠟と呼ぶ。動物や植物表面に多く見られ、保護物質として働いている。一部の植物を除いて、エネルギー源とはならない。

グリセリンの代わりに、スフィンゴシンとアルコールがアミド結合したセラミドも単純脂質に分類される。



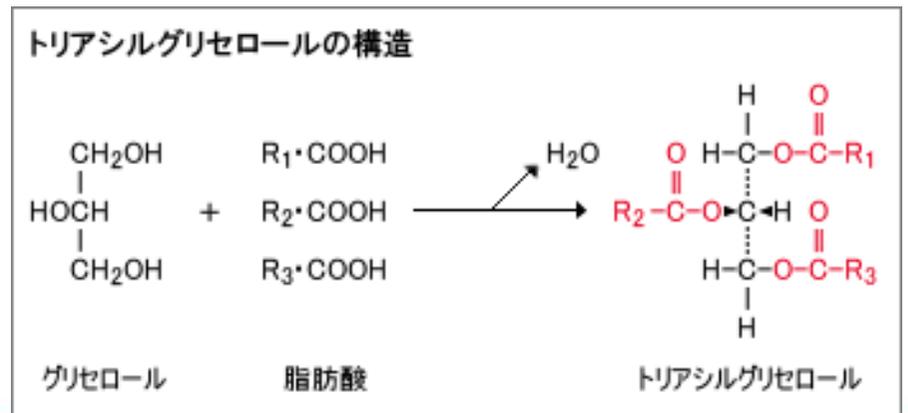
# 中性脂肪(アシルグリセロール)

中性脂肪(ちゅうせいしぼう、neutral fat)ないしは中性脂質(ちゅうせいしじつ、neutral lipid)とは、脂肪酸のグリセリンエステルを指す。狭義には常温で固体の中性脂質を中性脂肪と呼ぶ。

脂肪酸グリセリンエステルにはモノグリセリド(モノアシルグリセロール)、ジグリセリド(ジアシルグリセロール)、トリグリセリド(トリアシルグリセロール)が存在するが、血液中に含まれる中性脂肪のほとんどはトリグリセリド(Triglyceride、Triacylglycerol)である。したがって、中性脂肪はトリグリセリドと同義とする場合も多い。TG、TAGまたはTrigという略号で記されることが多い。脂肪酸とグリセリン(グリセロール)が結びついて中性を示すので「中性脂肪」と言う。

中性脂肪の成分である脂肪酸は動物においてはステアリン酸、パルミチン酸など飽和脂肪酸が主であるのに対し植物においてはオレイン酸、リノール酸、リノレン酸のような不飽和脂肪酸を多く含む。したがって、動物性の中性脂肪は室温で固体であるものが多いのに対して、植物性の中性脂肪は室温で液体の場合がほとんどである。

生体内においては、エネルギー貯蔵物質としての役割が大きい。砂漠に生息するラクダや卵殻内での鳥類では中性脂質を酸化して水分に転化する場面もある。また細胞中では部分的に脂肪酸を失った中性脂質(モノアシルグリセロール、ジアシルグリセロール)が細胞内での情報伝達物質として働くことも分かっている。



# トリアシルグリセロール

トリアシルグリセロール (triacylglycerol) とは、1分子のグリセロール(グリセリン)に3分子の脂肪酸がエステル結合したアシルグリセロール(グリセリド)で、中性脂肪の1つである。単純脂質に属する。略してTGまたはTAGと表し、別名をトリグリセリド (triglyceride) ともいう。他の中性脂肪にはジアシルグリセロール(ジグリセリド)、モノアシルグリセロール(モノグリセリド)がある。中性脂肪は動物の体内脂肪組織に蓄えられる脂肪や、食品中の油脂、植物油(種子)などを構成する脂質の8から9割を占めるが、その中ではトリアシルグリセロールが圧倒的に多く、特に動物の脂肪組織では95%を超える。このことから、単に「トリアシルグリセロール」と言うときは油脂のことを指し、グリセロールと3分子の脂肪酸が結合したひとつの分子を示すときは「トリアシルグリセロール分子種」ともいう。

- パルミチン酸が3分子結合した分子種
- パルミチン酸が1分子、オレイン酸が2分子結合した分子種
- パルミトレイン酸、ステアリン酸、リノール酸がそれぞれ1分子ずつ結合した分子種

個々の脂肪酸は二重結合の有無(不飽和度)によって融点異なるが、この不飽和度によってトリアシルグリセロールの性質が大きく異なる。不飽和脂肪酸の多いトリアシルグリセロールは室温(25℃)で油状の液体だが、飽和脂肪酸の多いトリアシルグリセロールは固体となる。オリーブ油やサフラワー油などは前者に、ココナッツ油やパーム核油は後者に当たる。またトリアシルグリセロールは一般に有機溶媒によく溶けるが、ステアリン酸のような長鎖の飽和脂肪酸が多くなると、アルコール、石油エーテル、ジエチルエーテルなどにも難溶になる。

# ろう

蠟(ろう、ワックス)は狭義に特定の一群の化学物質を指すときは高級脂肪酸と一価または二価の高級アルコールとのエステルを指す融点の高い油脂状の物質(ワックス・エステル)で、広義には実用上、これとよく似た性状を示す中性脂肪や高級脂肪酸、炭化水素なども含める。多くの場合、室温では軟らかく滑らかな固体で、水の沸点(100℃)より低い融点を持ち、気体はよく燃焼する。ワックスエステル以外の広義の蠟はこうした性質の脂肪や炭化水素などを含めるが、天然のワックス・エステルの中にはとりもちのように室温で粘質の性状を示したり、マッコウクジラ油などのように室温で液体のものもある。ワックス・エステルは一般に中性脂肪よりも比重が小さく、化学的に安定している。

広義の蠟は、主に動物の油脂、植物の油脂などから採取されるが、近年は石油の原油を分留して得られる蠟質の炭化水素であるパラフィン系のワックスが主に用いられる。狭義の蠟であるワックス・エステルは、化学的にも合成されている。

広義の蠟は室温で固体であるために扱いやすく、加熱すると比較的低い温度で融解し、気化すると容易に燃焼することから、古来蠟燭(ろうそく)として照明に用いられてきた。さらに水分を弾く事や潤滑性がある事などから、蠟燭以外にも様々な用途に用いられている。

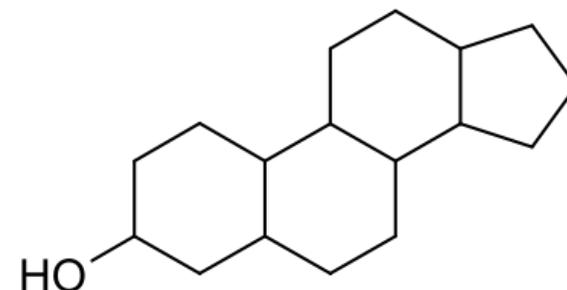
## 植物系蠟

### サトウキビロウ

サトウキビの葉や茎の表面を覆っている蠟で、砂糖の生産に際し、茎から糖분을絞った後のかすから抽出される。主成分は蜜蠟と同じパルミチン酸ミリシル  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}(\text{CH}_2)_{29}\text{CH}_3$

# ステロール

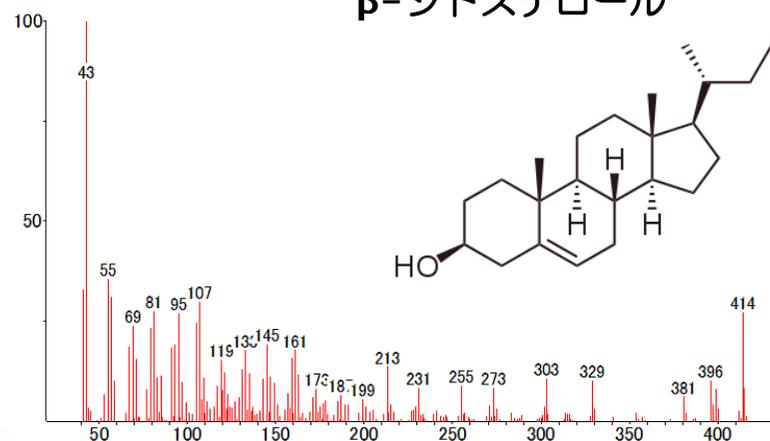
ステロール (sterol)、別名ステロイドアルコール (steroid alcohol) はステロイドのサブグループのひとつであり、A環の3位にヒドロキシ基(OH基)を持つ誘導体である。ヒドロキシ基は極性基、残りの脂肪族環部分是非極性なため、ステロールは両親媒性を持つ。アセチルCoAによって生合成される脂質である。分子全体は平面に近い構造を持つ。



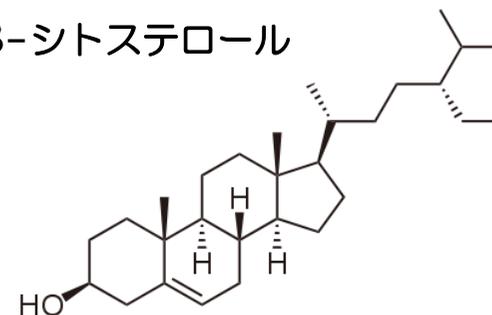
植物由来のステロールは**フィトステロール**、動物由来のものは**コレステロール**あるいは**ズーステロール** (zoosterol) と呼ばれる。重要なステロール類として動物のステロイドホルモン、植物のカンプエステロール、β-シトステロール、スチグマステロールが挙げられる。

フィトステロール (phytosterol) または植物ステロール(しょくぶつステロール、plant sterol)はステロール(ステロイドアルコール)に分類される一群の化合物で、植物に含まれるフィトケミカル的一种である。特有の臭気のある白色固体で、水に溶けないがアルコールには可溶である。食品添加物、医薬品、あるいは化粧品として多様な用途を持つ。

化合物名: Sitosterol

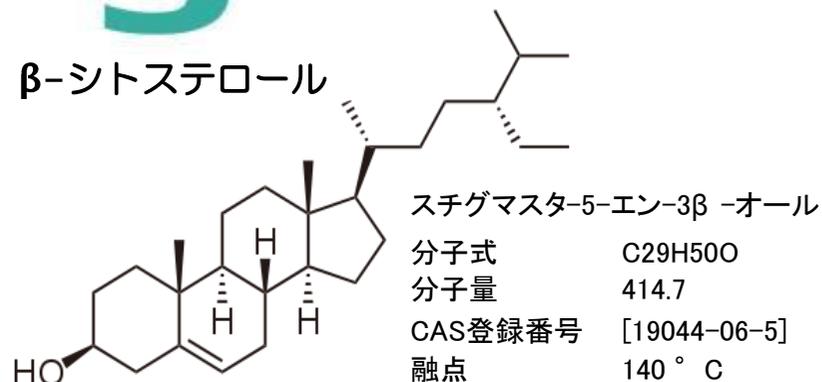


β-シトステロール



# フィトステロール

β-シトステロール

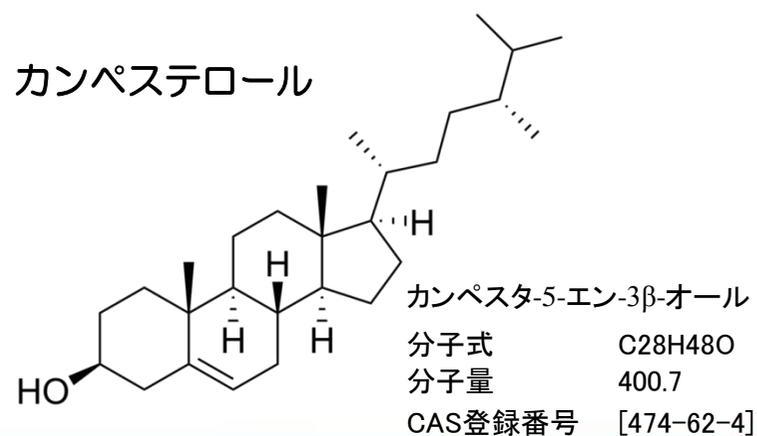


β-シトステロール (β-sitosterol) は、植物ステロール (フィトステロール) の一種で、コレステロールに類似した化学構造をもつ。室温では白色で蠟状の固体である。

幅広い陸生植物に含有されており、例えばノコギリヤシ、アボカド、カボチャ種子、カシューナッツ、大豆、米糠、小麦胚芽、コーン油、クコの実、ペカン、ピジウム、シーバックソーンなどにも含まれている。

経口摂取されると、コレステロールより先に胆汁酸と結合することによって腸でのコレステロール吸収を抑えることにより、血中のコレステロールを減少させる作用を持つことから、米国では単独でまたは他の植物ステロールと共に、脂質異常症の治療に用いられることがある。

カンペステロール



カンペステロール (Campesterol) は植物ステロール (フィトステロール) の一種であり、コレステロールと類似した化学構造を持つ。多くの野菜、果物、種実類 (ナッツ) [1]、種子が低濃度であるがカンペステロールを含んでいる。バナナ、ザクロ、コショウ、コーヒー、グレープフルーツ、キュウリ、タマネギ、エンバク、ジャガイモ、レモングラスなどが可食部100 mg当たり ~1-7 mgのカンペステロールを含む食物である。一方、キャノーラとトウモロコシは50-200 mg程度と比較的多量のカンペステロールを含んでいる。

# 脂肪酸

脂肪酸は食品中の脂質の主要な成分です。脂肪酸は、その科学的構造から二重結合の数によって大きく3つに分類でき、二重結合がない飽和脂肪酸(S)、二重結合がひとつの一価不飽和脂肪酸(M)、二重結合を2つ以上含む多価不飽和脂肪酸(P)に分けられます。これらの脂肪酸はそれぞれ体の中での生理作用が異なります。

- ・飽和脂肪酸(S)は、肉や乳製品をはじめとした動物性食品などに多く含まれている脂肪酸です。とり過ぎると、悪玉コレステロールや中性脂肪を増やし、動脈硬化をまねく原因のひとつになります。動物性脂質を摂取しすぎないことが大切です。

- ・一価不飽和脂肪酸(M)は、主に植物性の油脂であるオリーブ油やなたね油(キャノーラ油)に多く含まれるオレイン酸が代表的です。オレイン酸は、酸化されにくく、動脈硬化や心疾患をまねきにくい油の成分として知られています。

- ・多価不飽和脂肪酸(P)は、主に植物油や魚に多く含まれます。体の中で合成できないため食べ物からとらなければならない必須脂肪酸も多価不飽和脂肪酸のなかまです。必須脂肪酸のリノール酸はサフラワー油、大豆油、コーン油などに多く、 $\alpha$  (アルファ)ーリノレン酸はしそ油、えごま油などに多く含まれます。その他に、脳の発達や機能に関与したり、血液をさらさらにして動脈硬化や心疾患を予防したりするDHA、EPAなどは主に魚に含まれます。

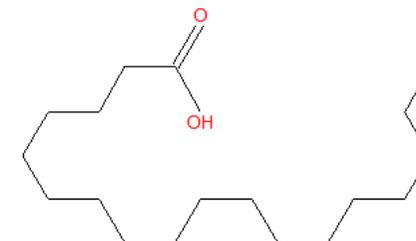
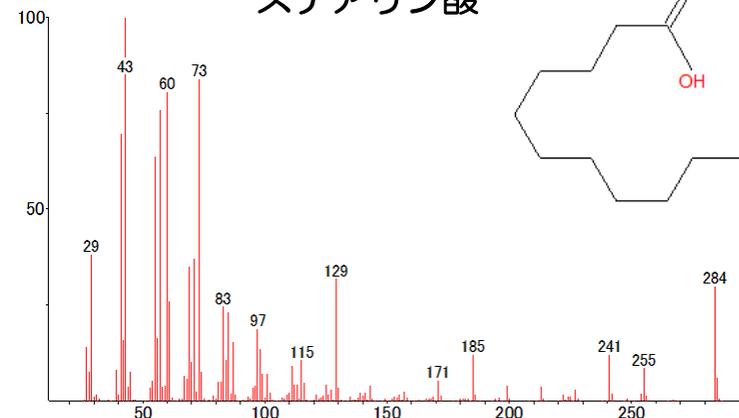
# 脂肪酸

いろいろな脂肪酸とそれらを多く含む食品

脂肪酸名	炭素数	二重結合	食品
<b>飽和脂肪酸</b>			
酪酸	4	0 4:0	バター
カプロン酸	6	0 6:0	バター
カプリル酸	8	0 8:0	やし油
カプリン酸	10	0 10:0	やし油
ラウリン酸	12	0 12:0	やし油
ミリスチン酸	14	0 14:0	バター, やし油
パルミチン酸	16	0 16:0	動物油脂
ステアリン酸	18	0 18:0	動物油脂
アラキジン酸	20	0 20:0	動物油脂
<b>不飽和脂肪酸</b>			
パルミトレイン酸	16	1 16:1 <sup>A9</sup>	ナッツ油
オレイン酸	18	1 18:1 <sup>A9</sup>	オリーブ油
リノール酸	18	2 18:2 <sup>A9,12</sup>	植物油
α-リノレン酸	18	3 18:3 <sup>A9,12,15</sup>	しそ油
γ-リノレン酸	18	3 18:3 <sup>A6,9,12</sup>	月見草油やホラージュ油
アラキドン酸	20	4 18:4 <sup>A5,8,11,14</sup>	肝油
エイコサペンタエン酸	20	5 18:5 <sup>A5,8,11,14,17</sup>	魚油
ドコサヘキサエン酸	22	6 18:6 <sup>A4,7,10,13,16,19</sup>	魚油

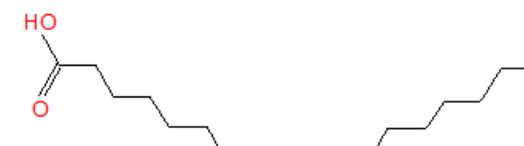
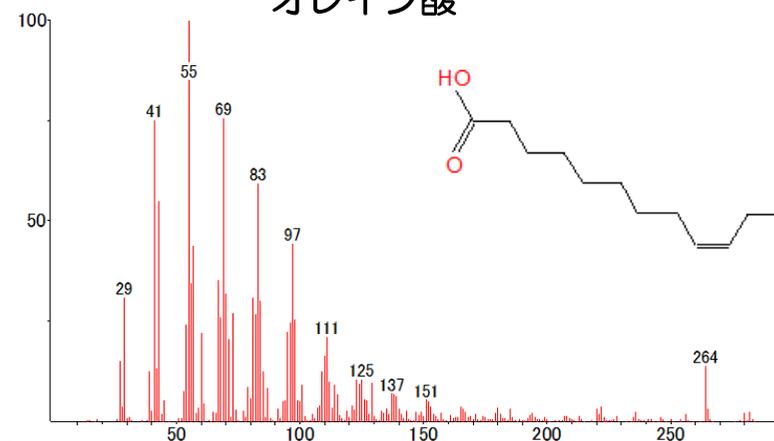
化合物名: Stearic acid

## ステアリン酸

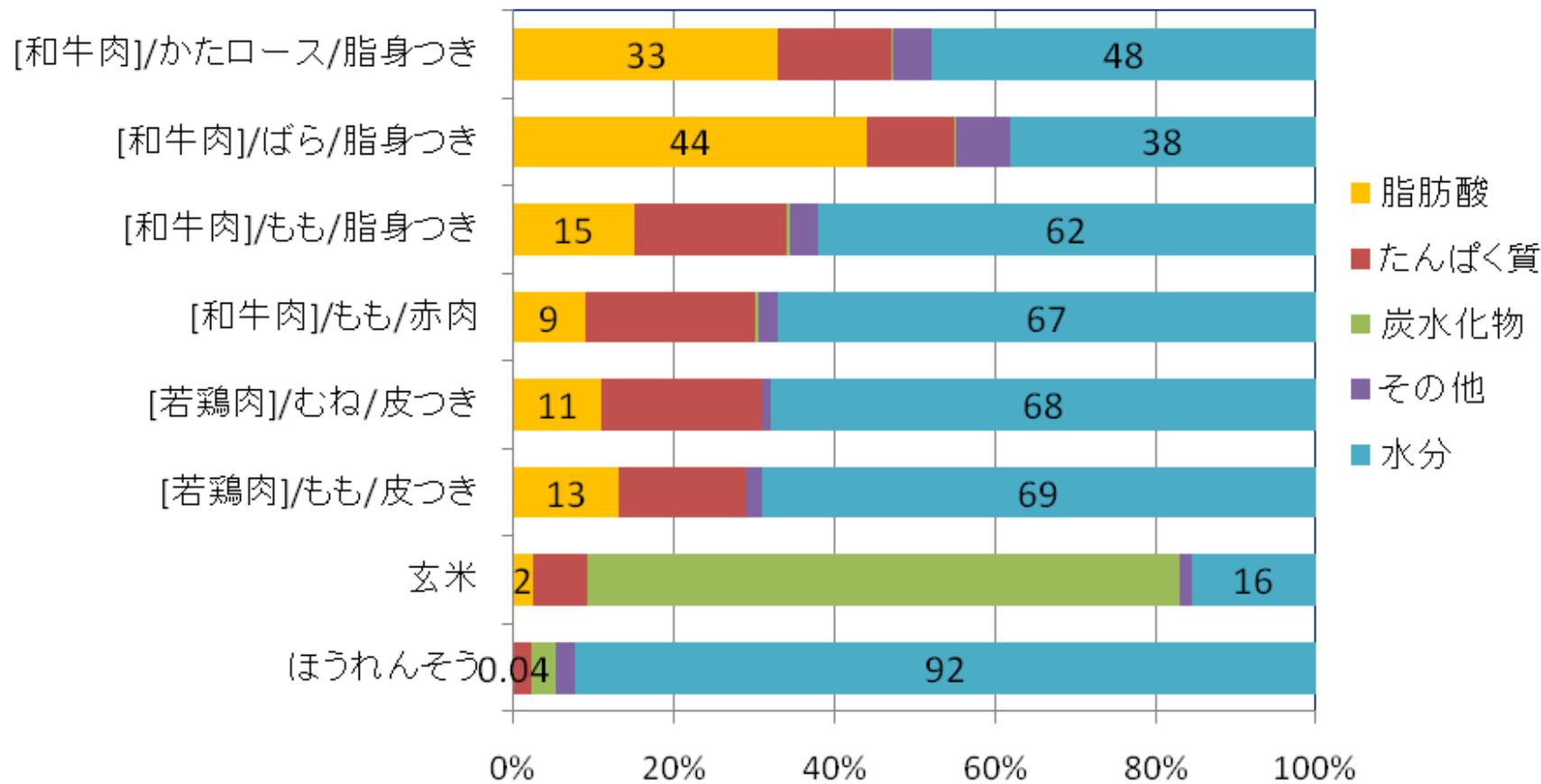


化合物名: Oleic Acid

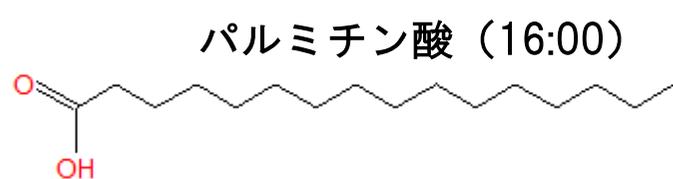
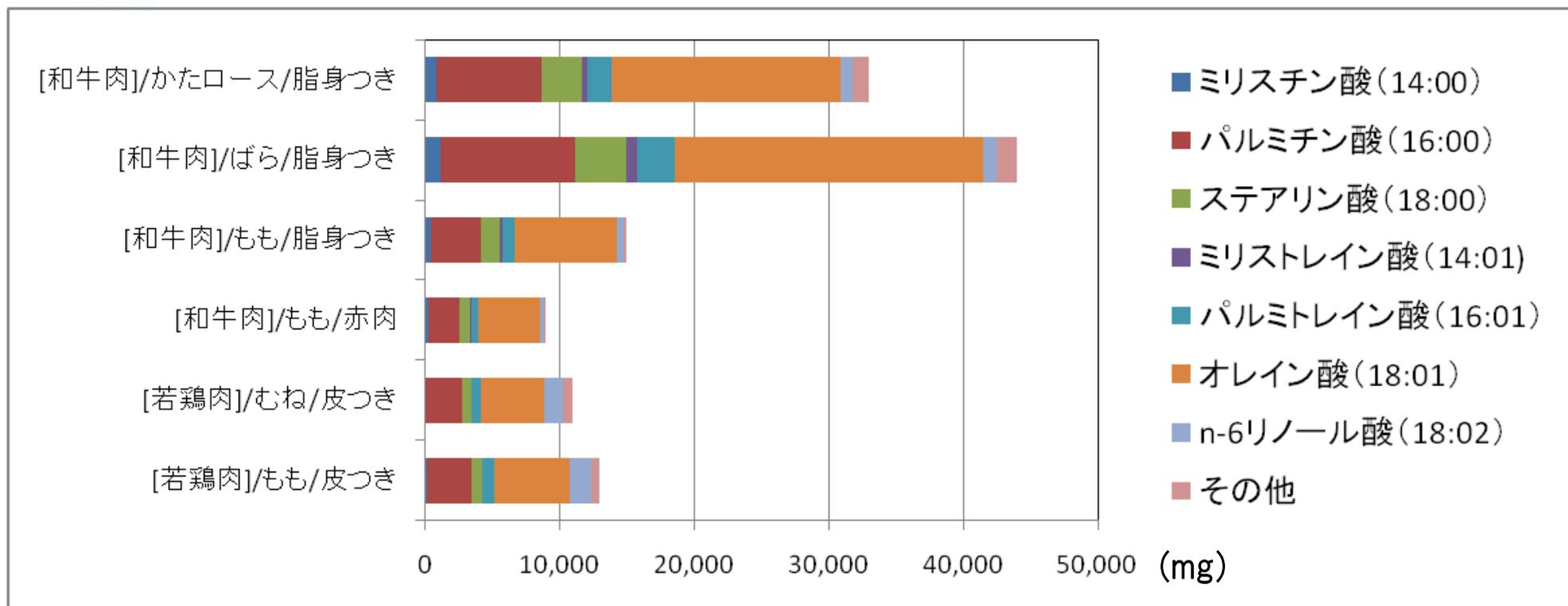
## オレイン酸



# 牛肉・鶏肉の成分について



# 牛肉・鶏肉の脂肪酸について



融点: 63°C  
 比重: 0.85  
 LogPOW = 5.3



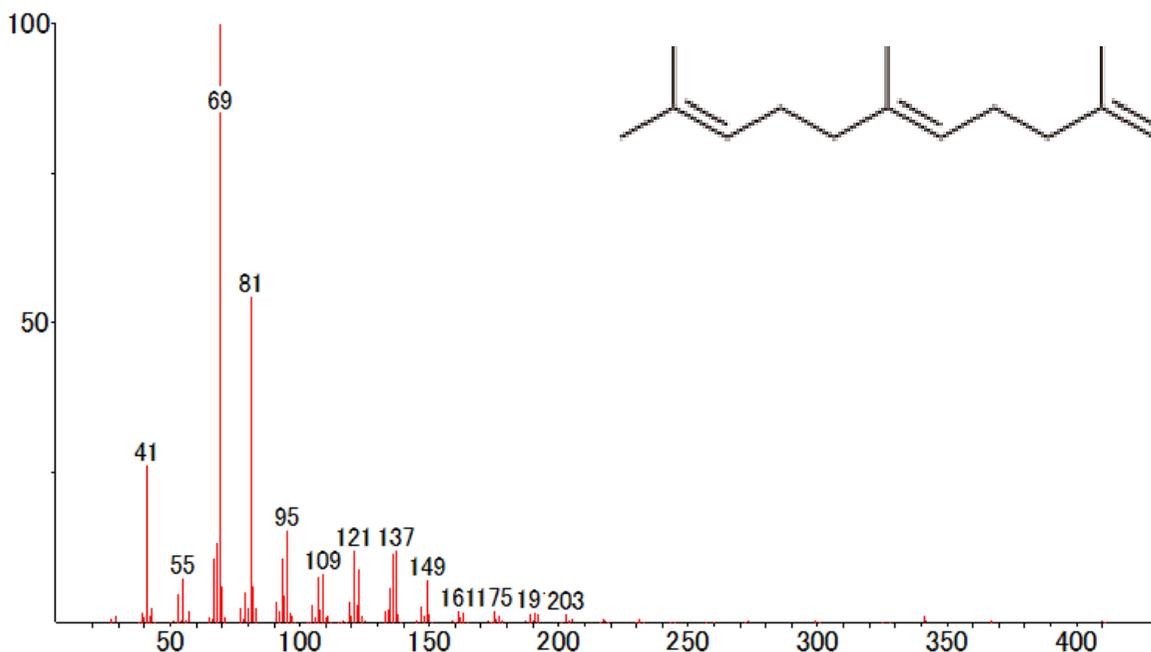
融点: 13°C  
 比重: 0.89  
 LogPOW = 7.7

# スクアレン

スクアレン (squalene) とはテルペノイドに属する油脂である。IUPAC組織名 2,6,10,15,19,23-ヘキサメチルトetraコサ-2,6,10,14,18,22-ヘキサエン、分子量 410.73、融点  $-75^{\circ}\text{C}$ 、比重 0.858。

オリーブ油や皮脂などにも含まれている。

化合物名: Squalene

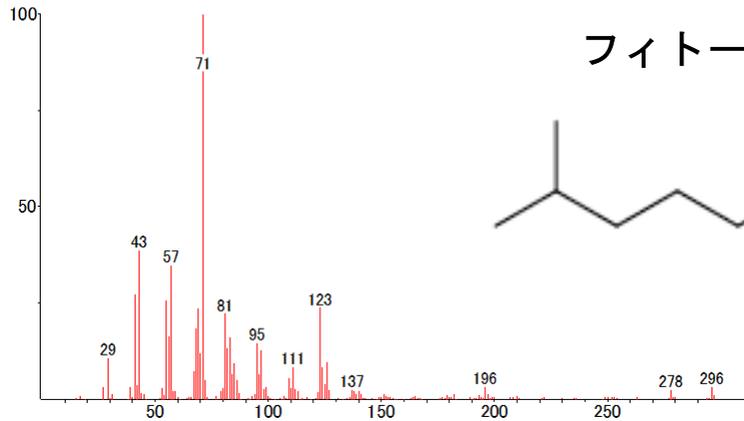


# フィトール

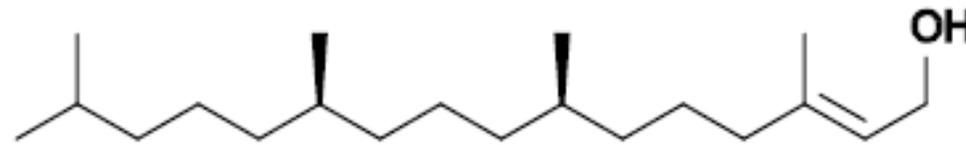
フィトール (Phytol) は天然に存在する直鎖状のジテルペンアルコールの一つで、ビタミンEやビタミンKの合成の前駆体として用いられる。またクロロフィルの分解物でもある。

ほとんど水に溶解しない油状の液体であるが、有機溶媒には溶ける。

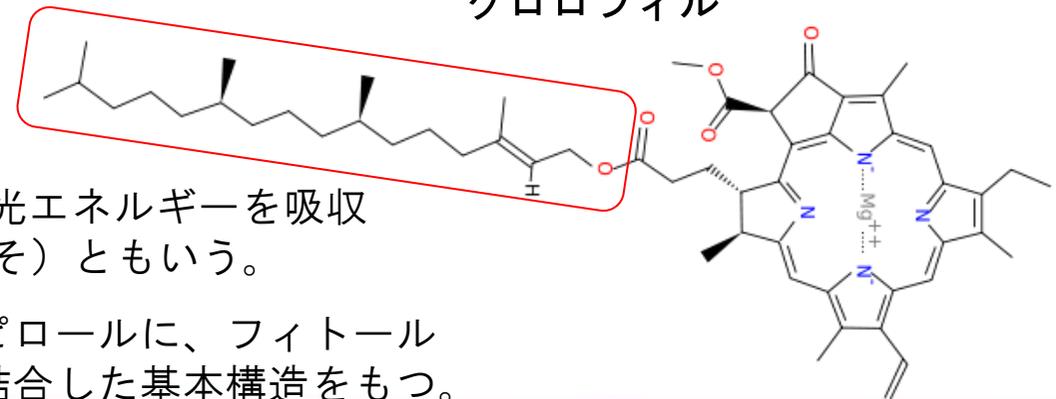
化合物名: Phytol



フィトール



クロロフィル



クロロフィル (Chlorophyll) は光合成の明反応で光エネルギーを吸収する役割をもつ化学物質。葉緑素 (ようりよくそ) ともいう。

4つのピロールが環を巻いた構造であるテトラピロールに、フィトール (phytol) と呼ばれる長鎖アルコールがエステル結合した基本構造をもつ。

# ビタミン分類

ビタミン (A11)		
脂溶性	A	レチノール・β-カロテン・トレチノイン・α-カロテン
	D	D <sub>2</sub> (エルゴステロール、エルゴカルシフェロール)・D <sub>3</sub> (7-デヒドロコレステロール、プレビタミンD <sub>3</sub> 、コレカルシフェロール、25-ヒドロキシコレカルシフェロール、カルシトリオール (1,25-ジヒドロキシコレカルシフェロール)、カルシトロン酸)
		D <sub>4</sub> (ジヒドロエルゴカルシフェロール)・D <sub>5</sub> ・Dアナログ (ジヒドロタキステロール、カルシポトリオール、タカルシトール、パリカルシトール)
	E	トコフェロール (α、β、γ、δ)・トコリエノール・トコフェルソラン
	K	ナフトキノン・フィロキノン(K <sub>1</sub> )・メナテトレノン (K <sub>2</sub> )・メナジオン (K <sub>3</sub> )
水溶性	B	B <sub>1</sub> (チアミン)・B <sub>2</sub> (リボフラビン)・B <sub>3</sub> (ナイアシン、ニコチンアミド)・B <sub>5</sub> (パントテン酸、デクспанテノール、パンテチン)・B <sub>6</sub> (ピリドキシン、ピリドキサールリン酸、ピリドキサミン)
		B <sub>7</sub> (ビオチン)・B <sub>9</sub> (葉酸、ジヒドロ葉酸、フォリン酸)・B <sub>12</sub> (シアノコバラミン、ヒドロキソコバラミン、メチルコバラミン、コバマミド)・コリン
	C	アスコルビン酸・デヒドロアスコルビン酸

# ビタミンA

ビタミンA (Vitamin A) とは、レチノール (Retinol、ビタミンAアルコールとも呼ばれる)、レチナール (Retinal、ビタミンAアルデヒドとも)、レチノイン酸 (Retinoic Acid、ビタミンA酸とも) (これらをビタミンA1と呼ぶ) およびこれらの3-デヒドロ体 (ビタミンA2と呼ぶ) と、その誘導体の総称で、ビタミンの中の脂溶性ビタミンに分類される。化学的にはレチノイドと呼ばれる。狭義にはレチノールのみを指してビタミンAと呼ぶこともある。ビタミンAは動物にのみに見られる。なお、 $\beta$ -カロテンなど、動物体内においてビタミンAに変換されるものを総称してプロビタミンAと呼ぶ。プロビタミンAは動植物ともに見られる。

分子量 286.46

紫外線吸収極大 325 nm

蛍光波長 励起 325 nm 蛍光 470 nm

水に不溶。

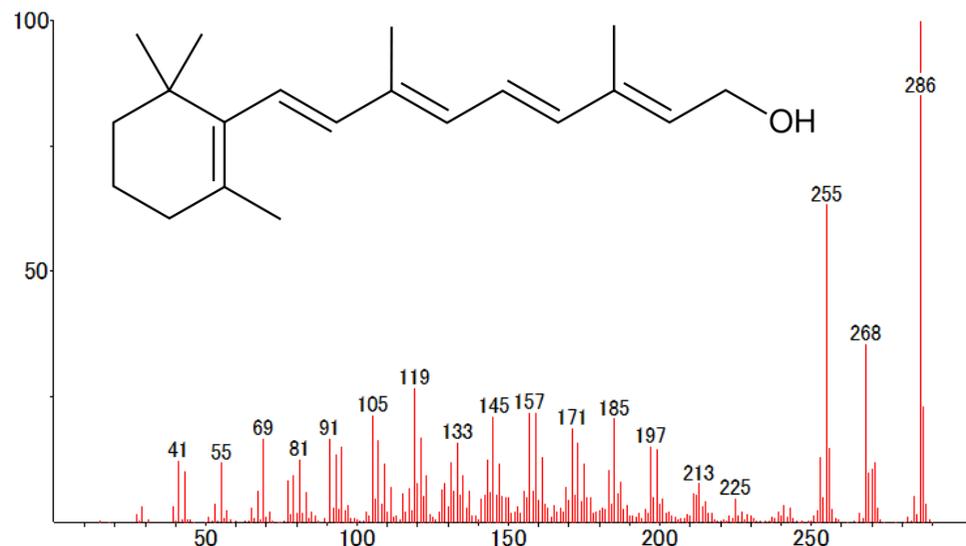
酸化を受けやすい。

乾燥、高温で壊れる。

アルカリ条件下では比較的安定

ビタミンEなどの抗酸化剤共存下では安定度を増す。

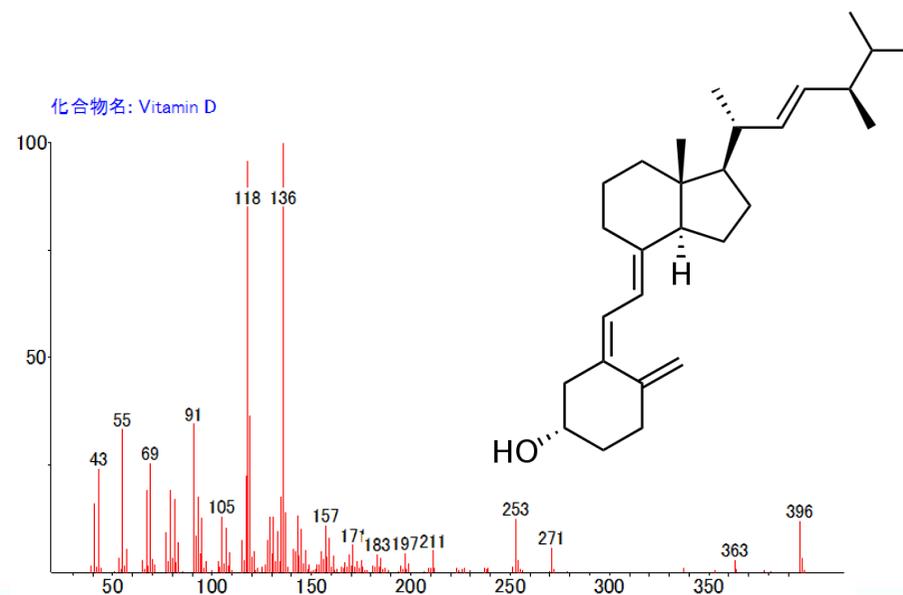
化合物名: Vitamin A



# ビタミンD

ビタミンD（カルシフェロール）は、カルシウムの吸収及び利用、骨の石灰化等に関与し、植物性食品に含まれるビタミンD2（エルゴカルシフェロール）と動物性食品に含まれるD3（コレカルシフェロール）がある。両者の分子量は異なるが、ヒトに対してほぼ同等の生理活性を示す。ビタミンDの欠乏により、小児のくる病、成人の骨軟化症等が起こることが知られている。なお、プロビタミンD2（エルゴステロール）とプロビタミンD3（7-デヒドロコレステロール）は、紫外線照射によりビタミンDに変換されるが、小腸での変換は行われぬ。ビタミンDについても、ビタミンAと同様、五訂日本食品標準成分表—新規食品編—まではビタミンD効力（国際単位：IU）の表示を行ってきたが、近年の趨勢に従い重量（ $\mu\text{g}$ ）で表示した。

ビタミンD (vitamin D) は、ビタミンの一種であり、脂溶性ビタミンに分類される。ビタミンDはさらにビタミンD2（エルゴカルシフェロール、Ergocalciferol）とビタミンD3（コレカルシフェロール、Cholecalciferol）に分けられる。ビタミンD2は植物に、ビタミンD3は動物に多く含まれ、ヒトではビタミンD3が重要な働きを果たしている。ちなみにビタミンD1はビタミンD2を主成分とする混合物に対して誤って与えられた名称であるため、現在は用いられない。

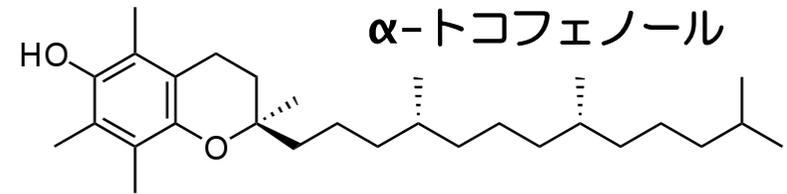
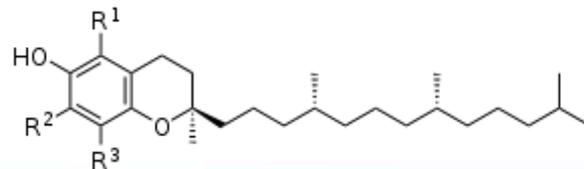


# ビタミンE (トコフェロール)

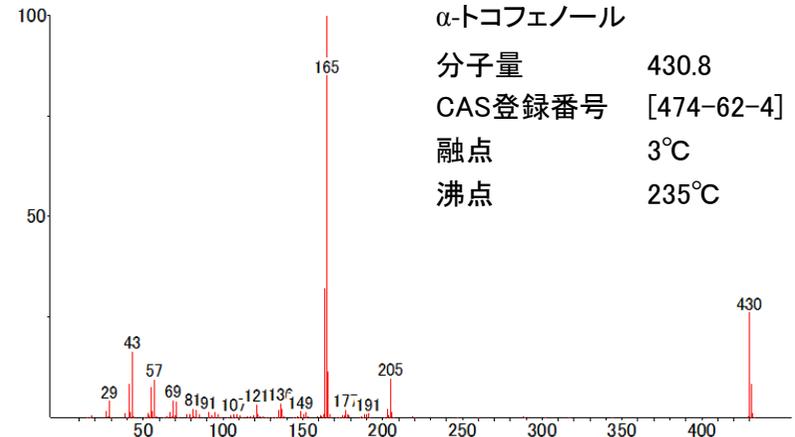
ビタミンE (vitamin E) は脂溶性ビタミンの一種。1922年にアメリカ合衆国、ハーバート・エバンス (Herbert M. Evans) とキャサリン・ビショップ (Katharine S. Bishop) によって発見された。トコフェロール (tocopherol) とも呼ばれ、特に D- $\alpha$ -トコフェロールは自然界に広く普遍的に存在し、**植物、藻類、藍藻などの光合成生物により合成される**。医薬品、食品、飼料などに疾病の治療、栄養の補給、食品添加物の酸化防止剤として広く利用されている。

メチル基の位置によって8つの異なる型があり、それぞれの生物学的機能をもつ。ヒトではD- $\alpha$ -トコフェロールがもっとも強い活性をもち、主に抗酸化物質として働くと考えられている。抗酸化物質としての役割は、代謝によって生じるフリーラジカルから細胞を守ることである。フリーラジカルはDNAやタンパク質を攻撃することでガンの原因ともなりうるし、また、脂質過酸化反応により脂質を連鎖的に酸化させる。

誘導体	R1	R2	R3	活性比
$\alpha$	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	100
$\beta$	CH <sub>3</sub>	H	CH <sub>3</sub>	40
$\gamma$	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	10
$\delta$	H	H	CH <sub>3</sub>	1



化合物名: Vitamin E



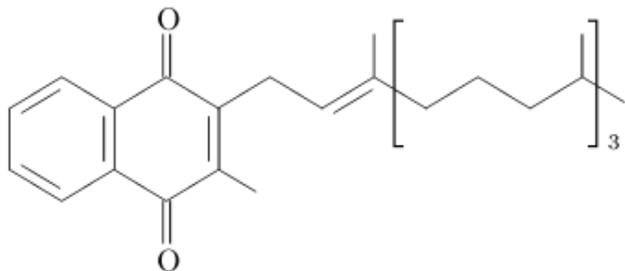
$\alpha$ -トコフェノール

分子量 430.8  
CAS登録番号 [474-62-4]  
融点 3°C  
沸点 235°C

# ビタミンK

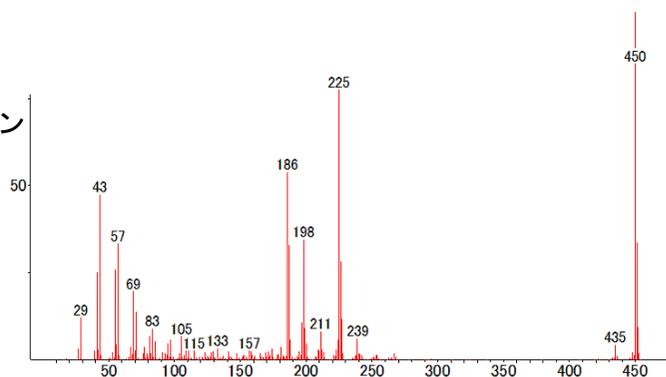
ビタミンK (Vitamin K) は、脂溶性ビタミンの一種で、天然型 (K1、K2) と人工合成型の2つに分けられる。ビタミンK1 (フィロキノン) は、主に植物に含まれ、葉菜類、植物油、豆類、海藻類、魚介類などに多く含まれる。パセリ、ほうれん草、春菊、小松菜、抹茶。ビタミンK2 (メナキノン) は、微生物が作り出すビタミンであり、人体内の腸内細菌によっても作り出される。また、チーズや納豆などに多く含まれる。側鎖部分の長さ (後述構造式中の  $n$ ) によりMK-6~MK-9が知られる。納豆には主にMK-7が含まれる。血液凝固 (止血) 作用。骨へのカルシウムの定着作用。Kはドイツ語で凝固を意味する。

## ビタミンK1 (フィロキノン)

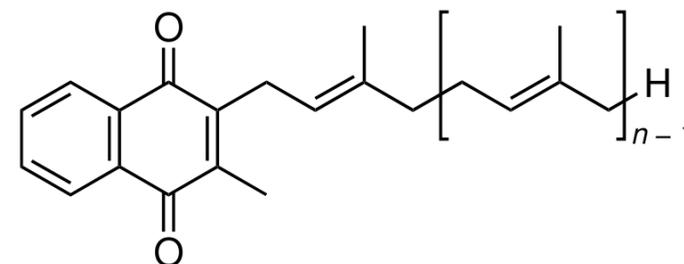


2-メチル-3-フィチル-1,4-ナフトキノ

分子量	450.7
CAS登録番号	[84-80-0]
融点	-20°C
沸点	140°C
形状	淡黄色油状



## ビタミンK2 (メナキノン)



2-ファルネシル-3-メチル-1,4-ナフトキノ

分子量	
融点	54°C
形状	淡黄色板状結晶

# カロテノイド

カロテノイド (Carotenoid) は天然に存在する色素の一つ。

化学式  $C_{40}H_{56}$  の基本構造を持つ化合物の誘導体をカロテノイドという。

カロテノイドのうち、炭素と水素のみでできているものをカロテン (carotene) 類という

カロテノイドのうち、炭素と水素以外のものを含むものをキサントフィル (xanthophyll) 類という。

## カロテン類

$\alpha$ -カロテン (alpha-Carotene)

$\beta$ -カロテン (beta-Carotene)

$\gamma$ -カロテン (gamma-Carotene)

$\delta$ -カロテン (delta-Carotene)

リコピン (リコペン、Lycopene)

## キサントフィル類

ルテイン (Lutein)

ゼアキサントフェン (Zeaxanthin)

$\beta$ -クリプトキサントフェン (beta-Cryptoxanthin)

アスタキサントフェン (Astaxanthin)

カンタキサントフェン (Canthaxanthin)

# カロテン

カロテン、カロチン（英: Carotene、独: Carotene）は、カロテノイドのうち炭素と水素とから成る化合物の総称である。植物によって生合成されるが、動物は生合成することができない。カロテンは光合成において重要な橙色光合成色素の一つである。ニンジン(carrot)の橙色の元であり、このことがカロテンの語源となっているが、ニンジンだけでなく多くの果物や野菜（例えばサツマイモやマスクメロン）に含まれている。また、枯れ葉の橙色や乳脂肪、バター、卵黄の黄色もカロテンによる着色である。ヒトやニワトリの典型的な黄色脂肪はそれら食物由来のカロテンの脂肪貯蔵の結果である。

カロテンは自ら吸収した光エネルギーをクロロフィルへ伝送することで光合成に寄与している。また、カロテンは光合成中に形成する酸素分子の活性型である一重項酸素のエネルギーを吸収するため、植物組織の保護に役立っている。

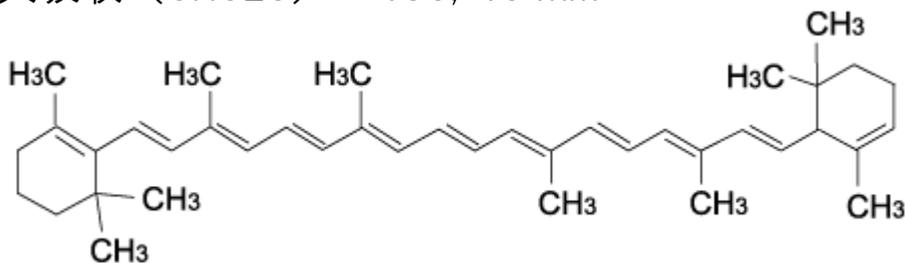
化学的にはカロテンはテルペンの一つであり、8個のイソプレレン単位から生合成される。カロテンは主に $\alpha$ -カロテンと $\beta$ -カロテンの2種からなるが、これらの他に $\gamma$ -、 $\delta$ -、 $\epsilon$ -および $\zeta$ -カロテンも存在する。酸素原子を含まない炭化水素分子であるためカロテンは脂溶性であり水には溶けない。

主なカロテンである $\alpha$ -カロテンと $\beta$ -カロテンでは、その末端の環の二重結合の位置が異なる。

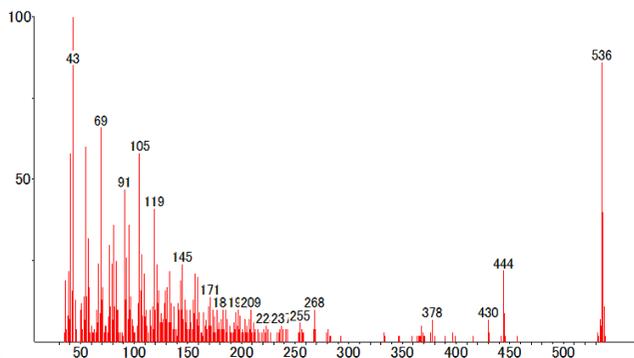
$\beta$ -カロテンの方がより一般的であり、黄色、橙色および緑葉の果物と野菜で見られる。経験的に橙色がより鮮やかな果物および野菜ほど、より多くの $\beta$ -カロテンが含まれている傾向にある。

# α-カロテン と β-カロテン

α-カロテン (alpha-Carotene) は天然に存在する色素である。カロテノイドの一種であり、カロテン (Carotene) に分類される。生物内ではγカロテンによって作られる。緑黄色野菜のみならず、多くの植物にみられる。水にはほとんど溶けない脂溶性の物質である。体内で酸化されレチノイドとなる。極大吸収 (CHCL3) : 485, 454nm

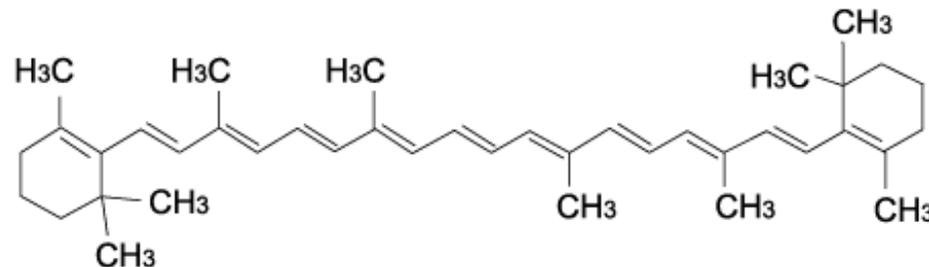


化合物名: Carotene



α-カロテン	
化学式	C40H56
分子量	536.9
CAS登録番号	[7488-99-5]
融点	186°C
沸点	°C
形状	紫色の結晶

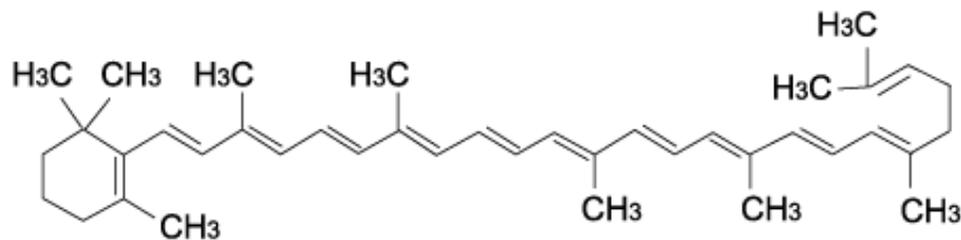
β-カロテン (beta-Carotene) は植物に豊富に存在する黄色色素である。カロテノイドの一種であり、カロテン (Carotene) に分類される。かつてはドイツ語を由来としたβ-カロチンという語でも言い表された。細胞膜の損傷を防ぐ作用を有するとされている。人体の脂肪組織に蓄えられる。体内でβ-カロテンは2分子に分かれビタミンAになるため、プロビタミンAとも呼ばれる。



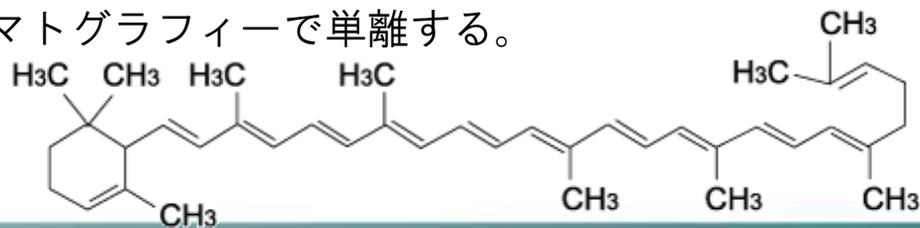
β-カロテン	
化学式	C40H56
分子量	536.9
CAS登録番号	[7235-40-7]
融点	182°C
沸点	°C
形状	赤紫色

# γ-カロテン

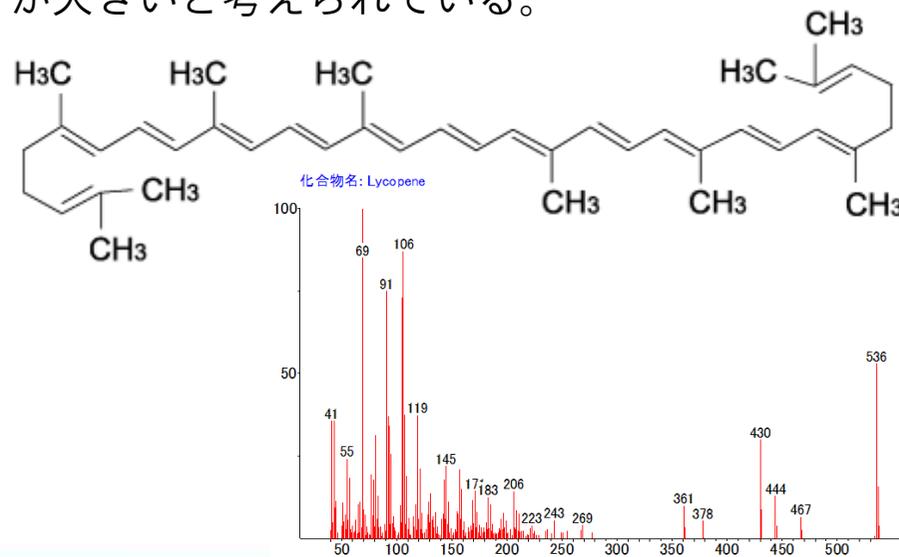
γ-カロテン (gamma-Carotene) は天然に存在する色素である。カロテノイドの一種であり、カロテン (Carotene) に分類される。生物内ではリコペンの異性化や、β-ゼアカロテンの脱水素化によって作られる。水にはほとんど溶けない脂溶性の物質。α-カロテンやβ-カロテンの前駆体として人参等に存在するが微量。



δ-カロテン (delta-Carotene) は天然に存在する色素である。カロテノイドの一種であり、カロテン (Carotene) に分類される。人参などの緑黄色野菜に含まれている。脂溶性である。有機溶媒で抽出しクロマトグラフィーで単離する。



リコピン (Lycopene) は天然に存在する赤色色素である。カロテノイドの一種であり、カロテン (Carotene) に分類される。リコピンはドイツ語読みであり、一般的にはリコペンとも呼ばれる。水にはほとんど溶けない脂溶性である。多くの植物ではβカロテンやαカロテンの前駆体としてわずかに存在するのみである。トマトや柿、グミなどに多量に存在する。抗酸化作用が大きいと考えられている。



# キサントフィル

キサントフィル（英：Xanthophyll、独：Xanthophylle）は、カロテノイド由来の黄色の色素である。分子構造はカロテンが基本であるが、カロテンとは違い水素原子のいくつかがヒドロキシル基、または同じ炭素原子に結合する水素原子のペアがオキシ基と置換した構造を持つ。キサントフィルはほとんどの植物に存在し、葉の色素体で生合成される。緑色のクロロフィルとともに光合成に関わっている。なお、クロロフィルは秋の寒さによって変性し葉は特有の色に変わる。

植物では、キサントフィルはカロテンと共に補助色素だと考えられている。葉や花などを赤色と青色、紫色にするアントシアニン類は光合成には関与しないため補助色素ではない。

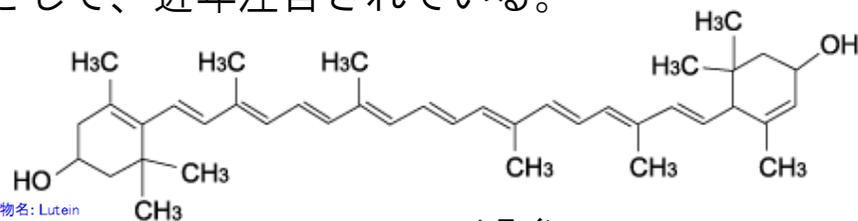
動物はキサントフィルを生合成することができないため食物から摂取する必要がある。卵黄の黄色は摂取したキサントフィルによるものである。

キサントフィルはカロテンの酸化誘導体と見なすことができる。ヒドロキシル基を含むためカロテンよりも極性が大きく、ペーパークロマトグラフィーではカロテンよりも移動する。

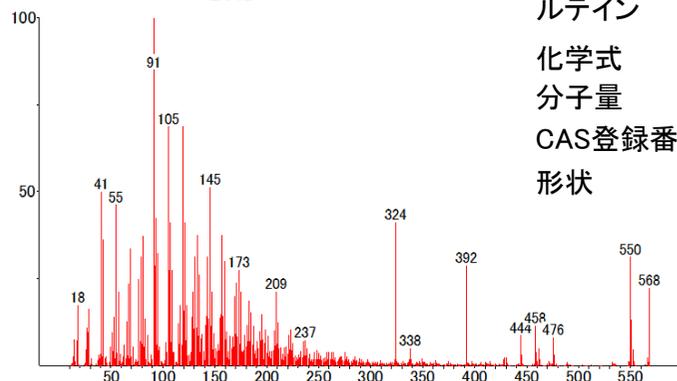
キサントフィルには、ルテイン、ゼアキサントキサンチン、ネオキサントキサンチン、ビオラキサントキサンチン、 $\alpha$ -および $\beta$ -クリプトキサントキサンチンなどがある。

# キサントフィル

ルテイン (Lutein) は天然に存在する黄色色素である。カロテノイドの一種であり、キサントフィル (xanthophyll) に分類される。狭義にはルテインを指してキサントフィルと称することもある。高い抗酸化作用を持つ。ほうれん草やケールなどの緑黄色野菜、果物に多く含まれる。目の機能強化、白内障や加齢黄斑変性などの眼病予防に役立つとして、近年注目されている。



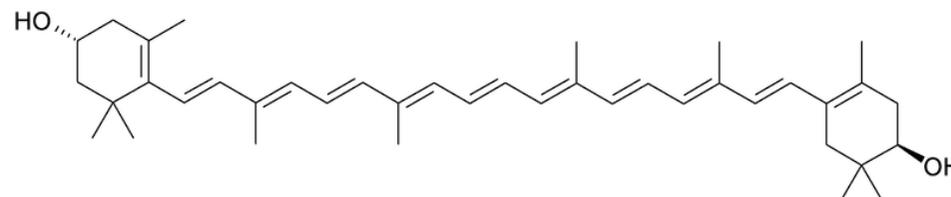
化合物名: Lutein



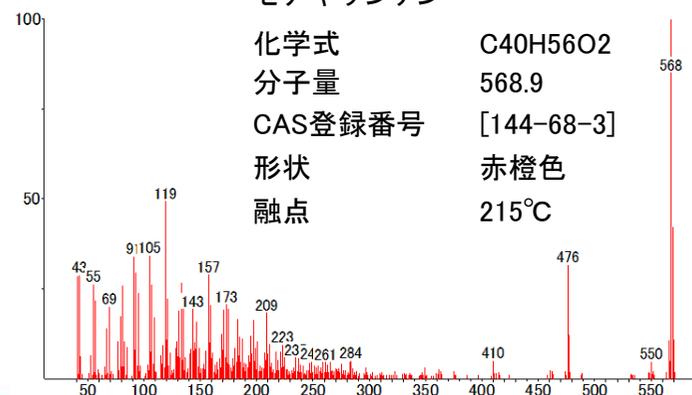
ルテイン

化学式 C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>O<sub>2</sub>  
 分子量 568.9  
 CAS登録番号 [127-40-2]  
 形状 赤橙色の結晶

ゼアキサントフェン (Zeaxanthin) は天然に存在する色素である。カロテノイドの一種であり、キサントフィル (xanthophyll) に分類される。ほうれん草やパイヤ、マンゴー、トウモロコシの種子、卵黄などに含まれる。目の網膜などに存在している。目における抗酸化作用などに注目されている。



化合物名: Zeaxanthin



ゼアキサントフェン

化学式 C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>O<sub>2</sub>  
 分子量 568.9  
 CAS登録番号 [144-68-3]  
 形状 赤橙色  
 融点 215°C

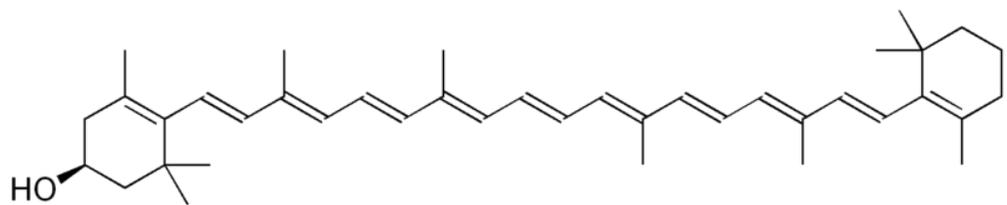
# B-クリプトキサンチン

β-クリプトキサンチンとは、ヒトの血中に高濃度で存在するカロテノイドの一つであり、キサントフィルに分類される。

β-クリプトキサンチンは、特に柑橘類の中では温州みかんに最も多く含まれる。また、果実の内果皮（アルベド）、果肉の砂のう部分に多く分布している。

β-クリプトキサンチンは2つのβ-リング（β-ヨノン環）の一方に水酸基を持つため、化学的な性質はβ-カロテンやリコペンのような炭化水素系カロテノイドと、ルテインやゼアキサンチンのような両方のβ-リングに水酸基をもつ極性の高いカロテノイドとの中間的な性質を示す。

β-クリプトキサンチン(β-cryptoxanthin)は、天然に存在するカロテノイド色素の一つである。ホオズキやオレンジの皮、パパイヤ、卵黄、バター、リンゴ、ウシの血清など多様なところから単離される。



## 食品中に含まれるβ-クリプトキサンチン量

食品名	含有量*
温州みかん	1,800
ぽんかん	1,000
いよかん	270
オレンジ	170
グレープフルーツ	2
びわ	600
柿	500
パパイヤ	820
赤ピーマン	230
唐辛子(粉末)	2,600

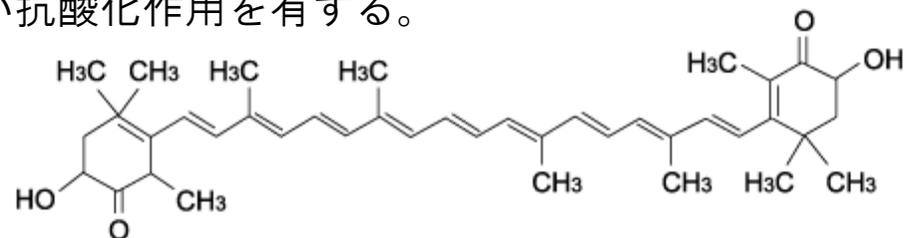
\* 可食部100gあたりの含有量(μg)

## β-クリプトキサンチン

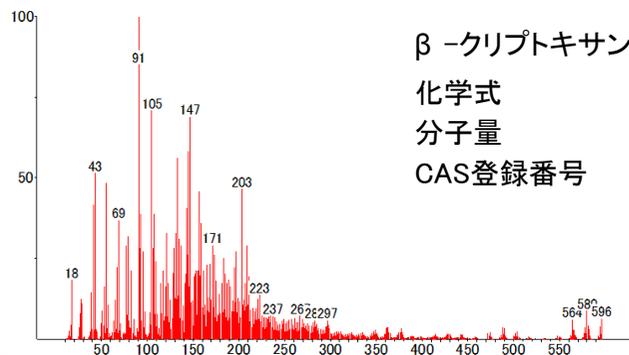
化学式	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub> O
分子量	552.9
CAS登録番号	[127-40-2]
融点	169°C

# アスタキサンチン

アスタキサンチン (Astaxanthin) は天然に存在する赤色色素である。カロテノイドの一種であり、キサントフィル (xanthophyll) に分類される。甲殻類の殻、甲殻類を餌とする真鯛の体表、そしてサケ科の魚類における筋肉の赤色部分などから検出される。多くは脂肪酸エステル型であり、血漿リポタンパク質と結合した形で存在する。アスタキサンチンは高い抗酸化作用を有する。



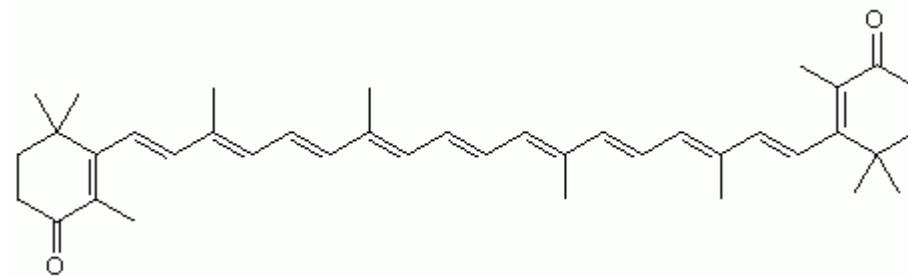
化合物名: Astaxanthin



β-クリプトキサンチン

化学式 C<sub>40</sub>H<sub>52</sub>O<sub>4</sub>  
 分子量 596.8  
 CAS登録番号 [472-61-7]

カンタキサンチン (Canthaxanthin) は天然に存在する赤色色素である。カロテノイドの一種であり、キサントフィル (xanthophyll) に分類される。フラミンゴ等の鳥類の赤色羽毛中、サケやマス肉中、伊勢海老などから検出される。高い抗酸化力があり抗腫瘍作用、免疫賦活作用等のデータが示されている。化学式 C<sub>40</sub>H<sub>52</sub>O<sub>2</sub>



カンタキサンチン

化学式 C<sub>40</sub>H<sub>52</sub>O<sub>2</sub>  
 分子量 564.8  
 CAS登録番号 [514-78-3]  
 形状 紫色の結晶  
 融点 217°C

# ビタミンB

ビタミンB<sub>1</sub>（チアミン）は、各種酵素の補酵素として糖質及び分岐鎖アミノ酸の代謝に不可欠である。欠乏により、倦怠感、食欲不振、浮腫などを伴う脚気（かっけ）、ウエルニッケ脳症、コルサコフ症候群等が起こることが知られている。成分値はチアミン塩酸塩相当量で示した。

ビタミンB<sub>2</sub>（リボフラビン）は、フラビン酵素の補酵素の構成成分として、ほとんどの栄養素の代謝にかかわっている。欠乏により、口内炎、眼球炎、脂漏性皮膚炎、成長障害等が起こることが知られている。

ナイアシンは、体内で同じ作用を持つニコチン酸、ニコチン酸アミド等の総称であり、酸化還元酵素の補酵素の構成成分として重要である。生体中に最も多量に存在するビタミンである。欠乏により、皮膚炎、下痢、精神神経障害を伴うペラグラ、成長障害等が起こることが知られている。成分値はニコチン酸相当量で示した。なお、ナイアシンは、食品からの摂取以外に、生体内でトリプトファンから一部生合成され、トリプトファンの活性はナイアシンの1/60とされている。

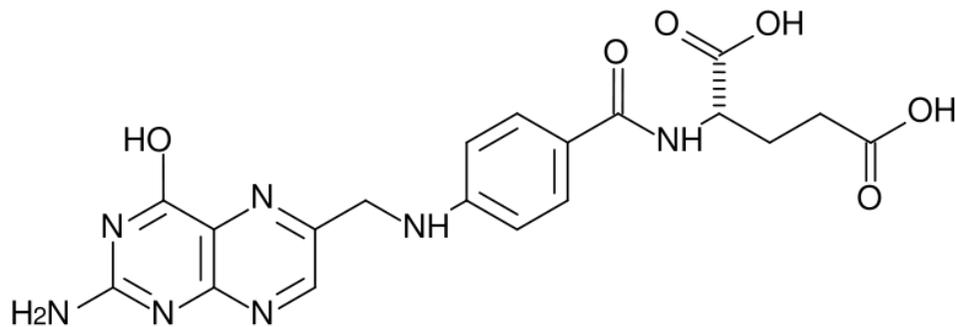
ビタミンB<sub>6</sub>は、ピリドキシン、ピリドキサール、ピリドキサミン等、同様の作用を持つ10種以上の化合物の総称で、アミノトランスフェラーゼ、デカルボキシラーゼ等の補酵素として、アミノ酸及び脂質の代謝、神経伝達物質の生成等に関与する。欠乏により、皮膚炎、動脈硬化性血管障害、食欲不振等が起こることが知られている。成分値はピリドキシン相当量で示した。

ビタミンB<sub>12</sub>は、シアノコバラミン、メチルコバラミン、アデノシルコバラミン、ヒドロキシコバラミン等、同様の作用を持つ化合物の総称である。その生理作用は、アミノ酸、奇数鎖脂肪酸、核酸等の代謝に関与する酵素の補酵素として重要であるほか、神経機能の正常化及びヘモグロビン合成にも関与する。欠乏により、悪性貧血、神経障害等が起こることが知られている。成分値はシアノコバラミン相当量で示した。

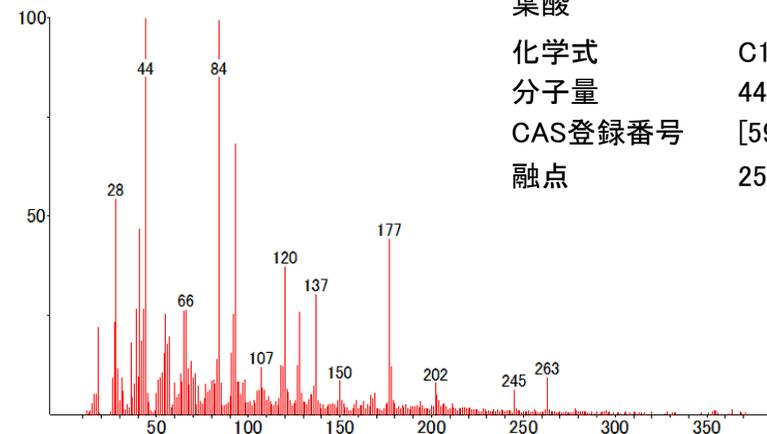
# 葉酸

葉酸は補酵素として、プリンヌクレオチドの生合成、ピリジンヌクレオチドの代謝に関与し、また、アミノ酸及びたんぱく質の代謝においてビタミンB12とともにメチオニンの生成、セリン→グリシン転換系等にも関与している。特に細胞の分化の盛んな胎児にとっては重要な栄養成分である。欠乏により、巨赤芽球性貧血、舌炎、二分脊柱を含む精神神経異常等が起こることが知られている。

葉酸はビタミンM、ビタミンB9、プテロイルグルタミン酸とも呼ばれ、水溶性ビタミンに分類される生理活性物質である。プテリジンにパラアミノ安息香酸とグルタミン酸が結合した構造を持つ。1941年に乳酸菌の増殖因子としてホウレンソウの葉から発見された。ホウレンソウの葉はラテン語で folium と呼ばれることから葉酸 (folic acid) と名付けられた。葉酸は体内で還元を受け、ジヒドロ葉酸を経てテトラヒドロ葉酸に変換された後に補酵素としてはたらく。



化合物名: Folic Acid



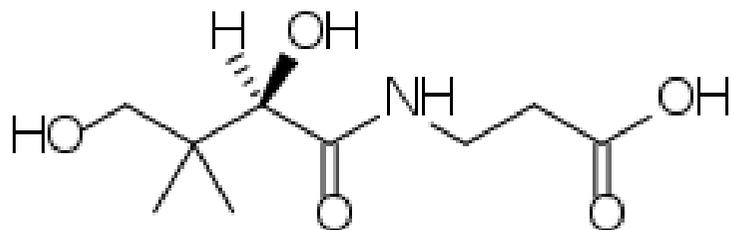
葉酸

化学式	C <sub>19</sub> H <sub>19</sub> N <sub>7</sub> O <sub>6</sub>
分子量	441.1
CAS登録番号	[59-30-3]
融点	250°C

# パントテン酸

パントテン酸は、補酵素であるコエンザイムA及びアシルキャリアータンパク質の構成成分であり、糖及び脂肪酸の代謝における酵素反応に広く関与している。欠乏により、皮膚炎、副腎障害、末梢神経障害、抗体産生障害、成長阻害等が起こることが知られている。

パントテン酸(pantothenic acid)とは、ビタミンB群に含まれる物質で、D(+)-N-(2,4-ジヒドロキシ-3,3-ジメチルブチリル)-β-アラニンのこと。かつて、ビタミンB5とも呼ばれていた。CoA（補酵素A）の構成成分として、糖代謝や脂肪酸代謝において重要な反応に関わる物質。語源は'どこにでもある酸'という意味。水溶性のビタミンで、食品中に広く存在し、通常の食生活を送る上で不足になることはあまりない。



パントテン酸

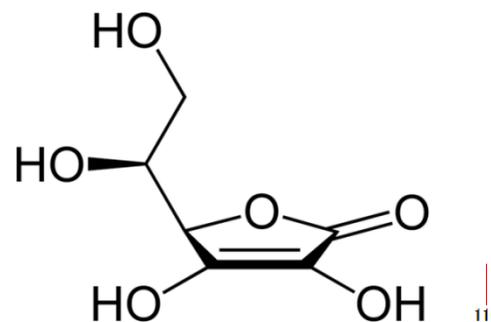
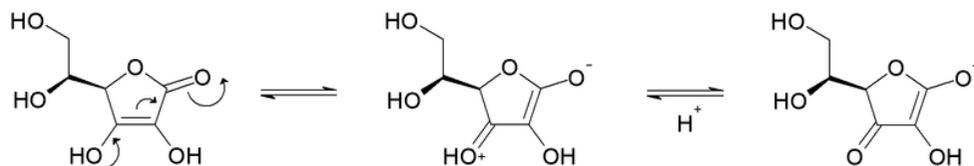
化学式	C <sub>9</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>5</sub>
分子量	219.2
CAS登録番号	[137-08-6]

# ビタミンC

ビタミンC (Vitamin C、VC) は、水溶性ビタミンの1種。生体の活動においてさまざまな局面で重要な役割を果たしている。化学的にはアスコルビン酸のL体のみをさす。レモン・ライム・オレンジ・グレープフルーツなどの柑橘類のほか、柿、アセロラ、キウイフルーツ、トマトはビタミンCの含有量が非常に多い。その他にビタミンCの多く含まれる食品としては、グアバ、パパイア、ブロッコリー、芽キャベツ、ブラックベリー、イチゴ、カリフラワー、ほうれん草、マスクメロン、ブルーベリー、パセリがある。

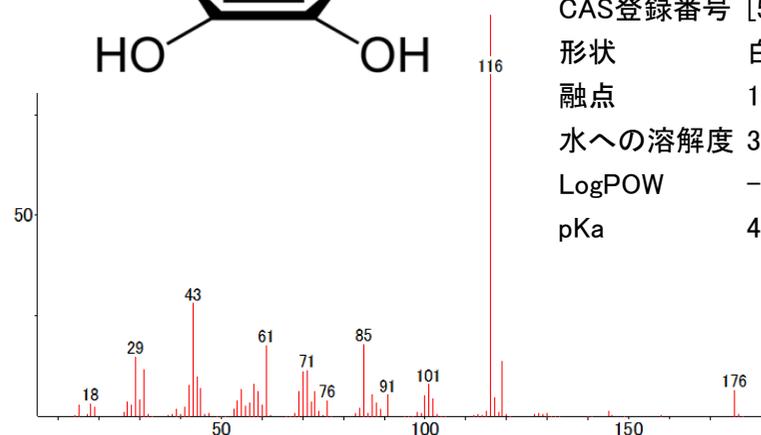
ビタミンCは強い癖のある味覚で、実際柑橘類でもすっぱい物のほうが含有量が多い。そのため「酸味の強い果物ほどビタミンCが豊富だ」と思われがちだが、根菜類のジャガイモやサツマイモは酸味がまったくないにも関わらず豊富なビタミンCを有している。

アスコルビン酸はビニル性カルボン酸のように振る舞い、二重結合の $\pi$ 電子がヒドロキシ基とカルボニル基の間に伝わることにより高い酸性を示す ( $pK_{a1}=4.17$ 、 $pH=2$  (50mg/mL))。



ビタミンC

化学式	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>
分子量	176.1
CAS登録番号	[50-81-7]
形状	白・淡黄色の固体
融点	190°C
水への溶解度	33g/100mL
LogPOW	-2.15
pKa	4.17, 11.6



# ポリフェノール

ポリフェノール (polyphenol) とは、ポリ (たくさんの) フェノールという意味で、分子内に複数のフェノール性ヒドロキシ基 (ベンゼン環、ナフタレン環などの芳香環に結合したヒドロキシ基) を持つ植物成分の総称。ほとんどの植物に含有され、その数は5,000種以上に及ぶ。光合成によってできる植物の色素や苦味の成分であり、植物細胞の生成、活性化などを助ける働きを持つ。

ポリフェノールは熱に強く、壊れにくいので調理する際に気をつけることは特にありません。ポリフェノールは皮の部分に多く含まれています。

## フラボノイド

- カテキン (緑茶、ワイン)
- アントシアニン (ブドウ、ブルーベリー、ナス、黒豆)
- イソフラボン (大豆、豆腐や納豆などの加工品も含みます)
- フラボノール (タマネギ、緑茶)
- フラバノン (ミカンやレモンなどの果物)
  
- リグナン (ごま)
- クルクミン (ウコン、ショウガ)
- フェノール酸 (コーヒー、ジャガイモ、ゴボウ)
- タンニン (紅茶、ウーロン茶、柿)

# ポリフェノール

ポリフェノールの摂食量とポリフェノールが多い食品

ポリフェノールの中でも最も一般的なフラボノイドの摂食量は、平均的な人で200-300 mg、多い人で800-1000mgと言われ、血中への吸収率が高いことが特徴です。

ポリフェノールは、チョコレートやココア（カカオ豆）には非常に多く含まれ、3000mg/100g を超える製菓ブランドもあります。

野菜や果物の総ポリフェノール量は平均で100g 当り50mg、緑茶（煎茶）では205mg/100ml 位が含まれています。通称カカオポリフェノール（クロバミド類及びケルセチン類）、緑茶ポリフェノール（カテキン類）、ブドウポリフェノール（アントシアニン類）などと呼ばれる成分は、含有する食品の名前をそのまま付けた商用名であり、正式な名称ではありません。

	野菜の部	果物の部	加工品の部
1	春菊	バナナ	赤ワイン
2	れんこん	マンゴー	納豆
3	ししとう	ブルーベリー	ミルクチョコレート
4	さつまいも	ぶどう	日本茶
5	ブロッコリー	りんご	コーヒー

# ポリフェノール

## フラボノイド

**カテキン** - ワイン、茶、リンゴ、ブルーベリーに多く含まれる。殺菌作用を始め、血中コレステロールを低下させたり、高血圧を予防したりといった効果がある。

**アントシアニン** - ブドウの実皮やムラサキイモ、ブルーベリー、などの赤紫色をした植物体に多く含まれている色素成分。肝機能の向上を助け、疲れ目の解消などにも効果的といわれる。

**タンニン** - 茶、赤ワイン、柿、バナナなどに含まれる渋味成分。カテキン同様、殺菌効果がある。

**ルチン** - ビタミンPの一種で、ソバに含まれる。

**イソフラボン** - 大豆や大豆加工商品（豆腐、納豆など）、葛、葛粉などに含まれる。エストロゲンと同様の働きをするため、アンチエイジングなどの視点から着目されている。

## フェノール酸

**クロロゲン酸** - コーヒーに多く含まれる。消化器、代謝性疾患を改善する作用がある。

**エラグ酸** - イチゴなどに含まれるポリフェノール。美白効果があり、化粧品に多用されている。

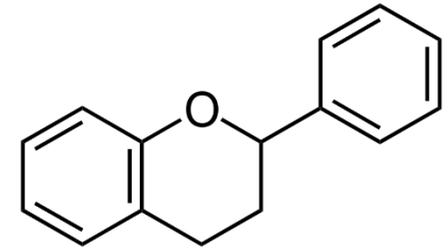
**リグナン** - ゴマに多く含まれる。セサミンもこの一種。

**クルクミン** - ウコンに多く含まれる。

**クマリン** - サクラの葉、パセリ、モモ、柑橘類に多く含まれる。甘い香りのもと。

# フラボノイド

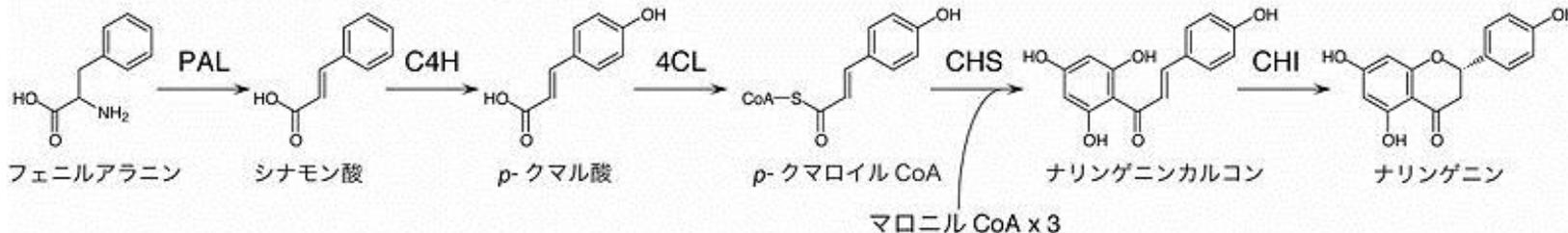
フラボノイド (flavonoid) は天然に存在する有機化合物群で、クマル酸CoAとマロニルCoAが重合してできるカルコンから派生する植物二次代謝物の総称。いわゆるポリフェノールと呼ばれる、より大きな化合物グループの代表例。その中にアントシアニン、カテキンやフラバンを含む広い概念で、付着する糖のバリエーションを考慮すると7,000以上の構造が知られている。フラボンやアントシアニンは天然色素として用いられる。また花の色素として知られるアントシアニンは紅葉（赤色）の原因でもある。フラボノイドのうち、クエルセチン、ヘスペリジンなどをあわせてビタミンPと呼ぶこともある。しかし、日本ビタミン学会はビタミンPをビタミン様物質として規定している。つまり、ビタミンPはビタミンではない。



フラボノイドの基礎骨格となるフラバンの構造式

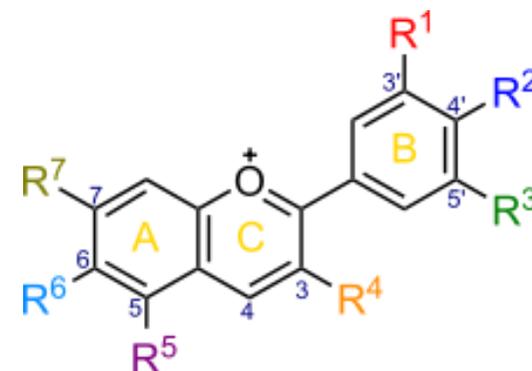
フラボノイドはフラボノイドの一種であるフラバノンが様々な修飾をうけることで生合成される。代表的なフラバノンであるナリンゲニン (naringenin) はアミノ酸であるフェニルアラニンから以下の経路で生合成される。

## ナリンゲニン (フラバノン) の生合成経路



# アントシアニン

アントシアニン (anthocyanin) は、植物界において広く存在する色素、アントシアン (anthocyan (果実や花の赤、青、紫を示す水溶性色素の総称)) のうち、アントシアニジン (anthocyanidin) がアグリコンとして糖や糖鎖と結びついた配糖体成分のこと。高等植物では普遍的な物質であり、花や果実の色の表現に役立っている。フラボノイドの一種で、抗酸化物質として知られる。



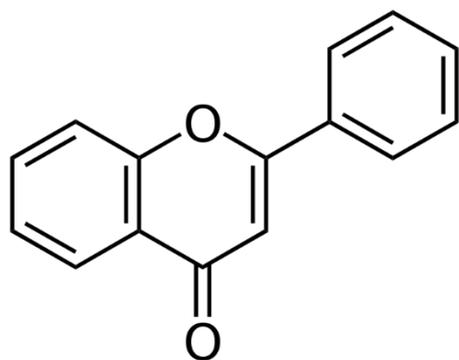
クワ クランベリー (苔桃) ボイセンベリー スグリ (ベリーの一種、別名カシス) ハスカップ  
 ブルーベリー ブラックベリー プルーン ビルベリー アサイー ブドウ ラズベリー イチゴ  
 赤キャベツ ナス 黒米 黒大豆 (黒豆) 黒ゴマ有色サツマイモ (特にムラサキイモ) ダイショ  
 (ベニイモ) アナスタシアブラック (ピーマンの一種) ツバキ 小豆 赤たまねぎ 紅蓼 赤シソ  
 イワキベリー

# フラボン

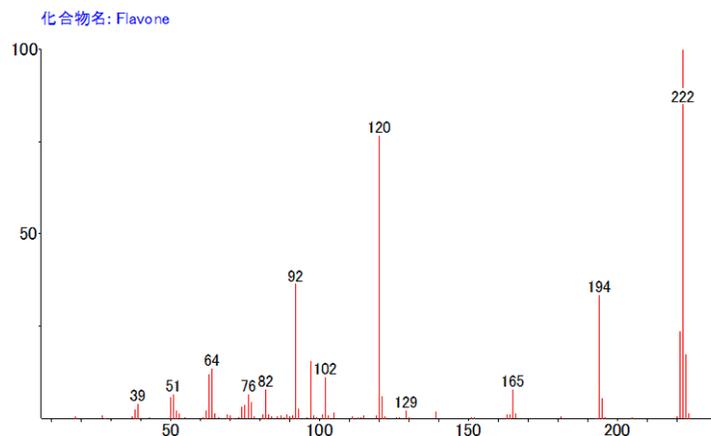
フラボン (flavone) は有機化合物の一種で、フラバン誘導体の環状ケトン。狭義には化学式  $C_{15}H_{10}O_2$ 、分子量 222.24 g/mol の化合物、2,3-ジデヒドロフラバン-4-オン (2,3-didehydroflavan-4-one) を指す。植物体内においてフラバノンからの脱水素によって生合成されると考えられている。

広義のフラボン (フラボン類) はフラボノイドのカテゴリのひとつである。フラボノイドの中でフラボン構造を基本骨格とし、さらに3位にヒドロキシ基 (OH) を持たないものがフラボンに分類される。

黄色～白色が特徴の植物色素であり、植物体を太陽の紫外線から守る役割をしている。自然界には主としてヒドロキシ化体あるいは配糖体として存在し、特にさまざまな植物からフラボンが見つかった。野菜やハーブなどの食品にも多く含まれ、その抗酸化作用が注目を集めている。



2,3-ジデヒドロフラバン-4-オン  
 化学式  $C_{15}H_{10}O_2$   
 分子量 222.2  
 CAS登録番号 [525-82-6]  
 融点  $100^{\circ}C$

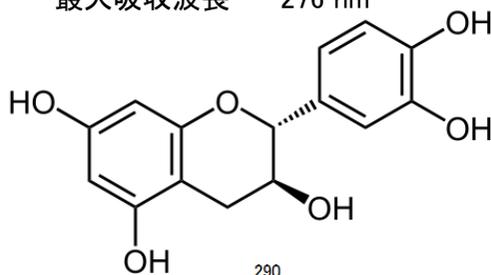


# カテキン

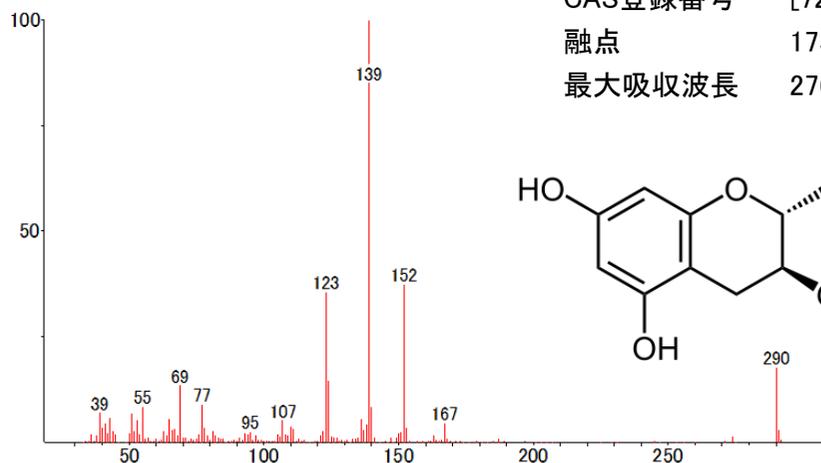
カテキン (catechin) は、狭義には化学式C<sub>15</sub>H<sub>14</sub>O<sub>6</sub>で表されるフラボノイドの一種をさす。広義にはその誘導体となる一連のポリフェノールも含み、この意味での使用例の方が多い。広義のカテキンは茶の渋み成分である。これらは酸化によって重合しタンニンとなる。ワイン、茶、リンゴ、ブルーベリーに多く含まれる。

カテキン

化学式	C <sub>15</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>
分子量	290.3
CAS登録番号	[7295-85-4]
融点	175°C
最大吸収波長	276 nm

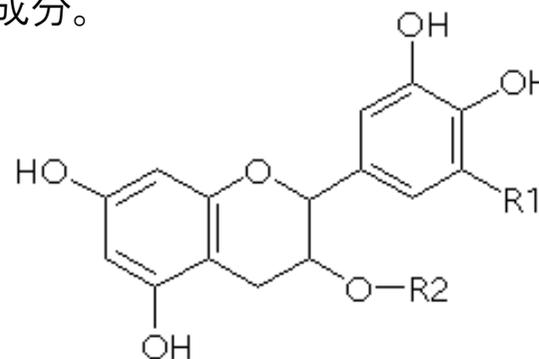


化合物名: Catechin



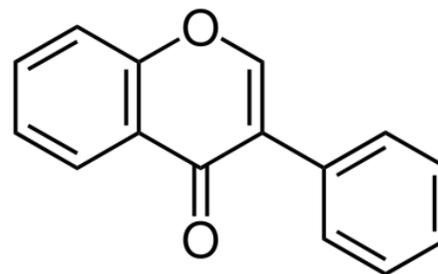
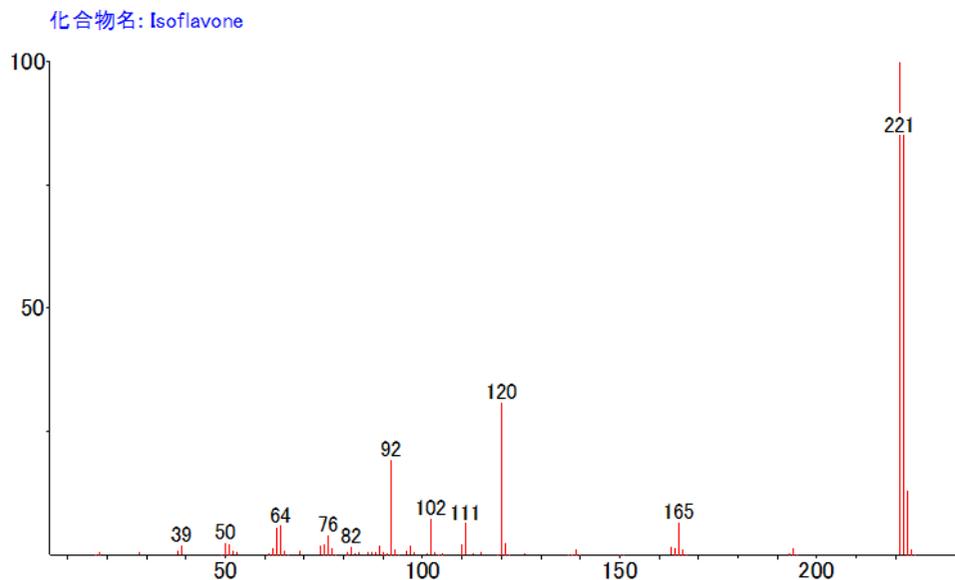
タンニン (tannin) とは植物に由来し、タンパク質、アルカロイド、金属イオンと反応し強く結合して難溶性の塩を形成する水溶性化合物の総称であり、植物界に普遍的に存在している。多数のフェノール性ヒドロキシ基を持つ複雑な芳香族化合物で、タンパク質や他の巨大分子と強固に結合し、複合体を形成しているものもある。分子量としては 500程度の低分子化合物から 20,000 に達する巨大な物までである。

茶、赤ワイン、柿、バナナなどに含まれる渋み成分。



# イソフラボン

イソフラボン (isoflavone) はフラボノイドの一種。狭義では分子式  $C_{15}H_{10}O_2$ 、分子量 222.24 の有機化合物のひとつ、3-フェニルクロモン (3-phenylchromone) を指し、広義には後述のイソフラボン類に属する誘導体をイソフラボンと称する。狭義のイソフラボンは生物では検出されない。生物ではフラバノンの異性化反応によって 5,7,3'-トリヒドロキシフラボンが作られ、多くは配糖体として蓄えられる。大豆や大豆加工商品（豆腐、納豆など）、葛、葛粉などに含まれる。



## イソフラボン

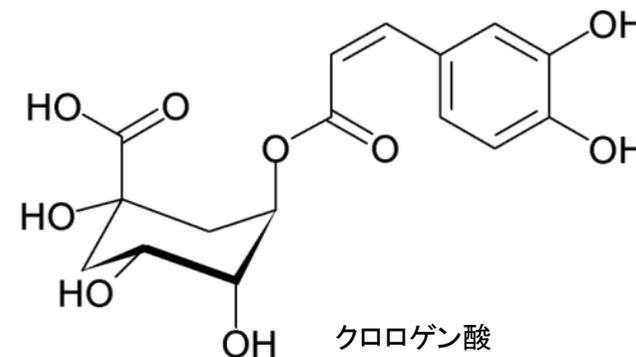
化学式	$C_{18}H_{14}O_2$
分子量	272.4
CAS登録番号	[574-12-9]
融点	148°C

# クロロゲン酸

クロロゲン酸 (chlorogenic acid) は 5-カフェオイルキナ酸 (5-caffeoylquinic acid) と呼ばれ、コーヒー酸のカルボキシル基がキナ酸5位のヒドロキシ基と脱水縮合した構造を持つ化合物である。コーヒー豆から初めて単離され、現在では多くの双子葉植物の種子や葉から見いだされている。熱に不安定で容易にコーヒー酸とキナ酸に分解する。カフェタンニン的一种とされたこともあるが、タンニンとしての活性が低く、現在ではタンニン的一种としては見なされていない。

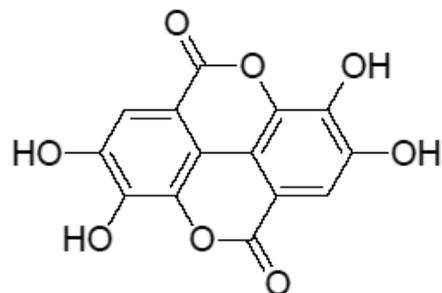
コーヒー豆中に 5%-10% 近く含まれ、含有量はカフェイン (1%-2%) よりも多い。

**エラグ酸** - イチゴなどに含まれるポリフェノール。美白効果があり、化粧品に多用されている。



クロロゲン酸

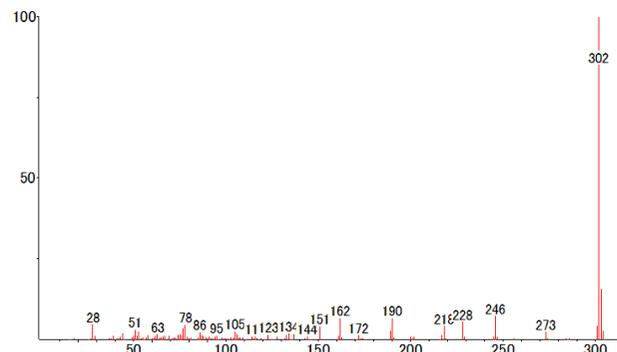
化学式	C16H18O9
分子量	354.3
CAS登録番号	[327-97-9]
融点	208°C



エラグ酸

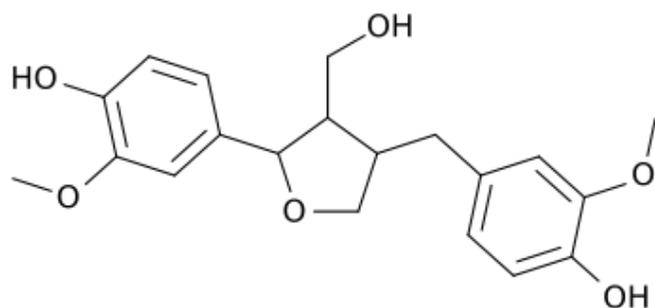
化学式	C14H6O8
分子量	302.2
CAS登録番号	[476-66-4]

化合物名: Elagostasine

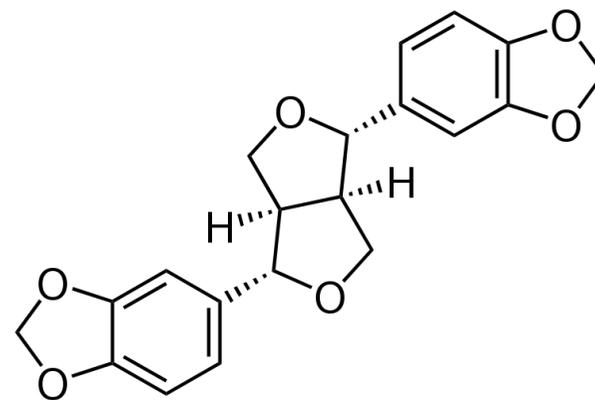


# リグナン

リグナン (lignan) は植物に含まれている化合物群の一種である。リグナンは、エストロゲン様作用を示したり抗酸化物質として働く植物エストロゲン (phytoestrogens) の主要な分類の一つである。



セサミン (sesamin) はゴマリグナンに含まれる成分の一つ。肝臓の活性酸素を低減する作用がある。ごま油やサンショウから分離する技術がサントリーによって開発されている。

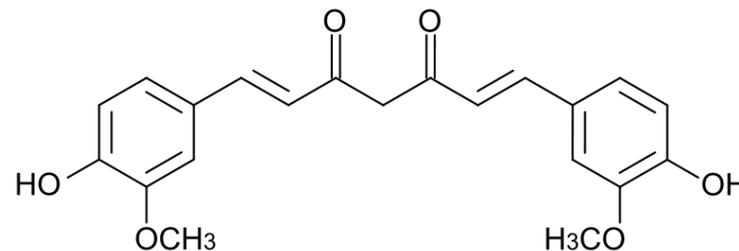
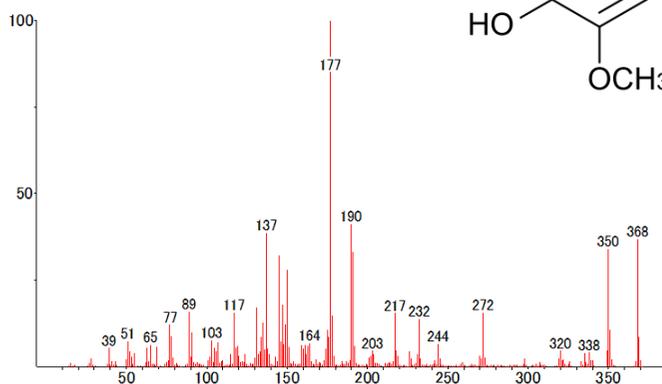


# クルクミン・クマリン

クルクミン (curcumin) はカレーのスパイスであるウコン (ターメリック、学名 *Curcuma longa*) の黄色色素。ポリフェノール的一种であるクルクミノイドに分類される。ケト型とエノール型の2つの互変異性体が存在し、固体および溶液中においては後者の方がエネルギー的に安定である。ウコンに多く含まれる。

クマリン (cumarin) は化学式  $C_9H_6O_2$  で表される有機化合物。ラク톤の一種。常温では無色の結晶または薄片状の固体。サクラの葉、パセリ、モモ、柑橘類に多く含まれる。

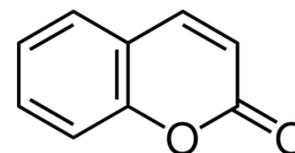
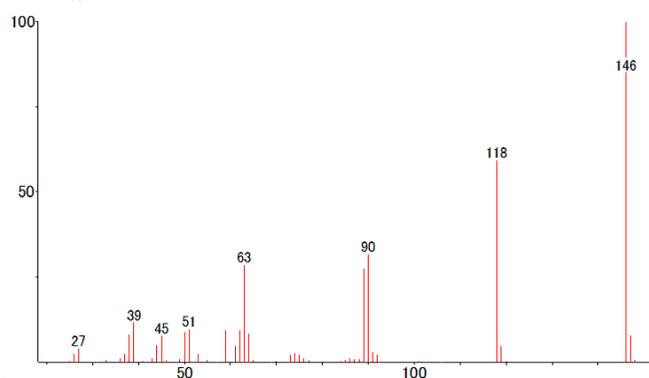
化合物名: Curcumin



クルクミン

化学式	$C_{21}H_{20}O_6$
分子量	354.3
CAS登録番号	[458-37-7]
融点	183°C

化合物名: Cumarin



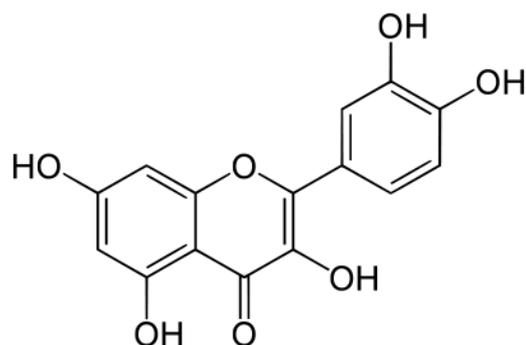
クマリン

化学式	$C_9H_6O_2$
分子量	146.1
CAS登録番号	[91-64-5]
融点	68°C
沸点	298

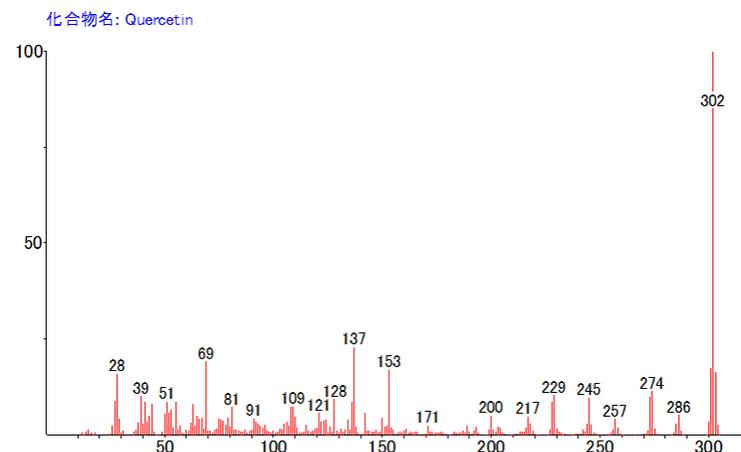
# ケルセチン

ケルセチン（またはクエルセチン、ケルセチン、英: quercetin）は、フラボノイドの一種で、配糖体（ルチン、クエルシトリンなど）または遊離した形で柑橘類、タマネギやソバをはじめ多くの植物に含まれる。黄色い色素で、古くから染料としても用いられてきた。

ケルセチンを多く含む物は、ケッパー（1800mg/kg）、リンゴ、お茶（チャノキ）、タマネギ、ブドウ、ブロッコリー、モロヘイヤ、ラズベリー、コケモモ、クランベリー、オープンティア、その他、葉菜類、柑橘類など。

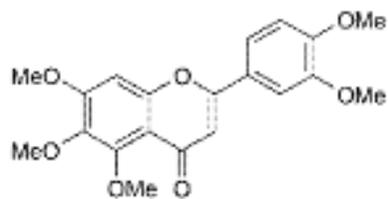


ケルセチン  
 化学式 C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>  
 分子量 302.2  
 CAS登録番号 [117-39-5]  
 融点 316°C

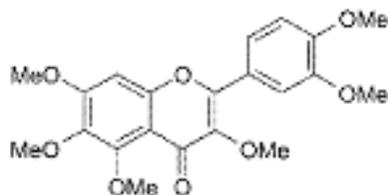


# 柑橘類

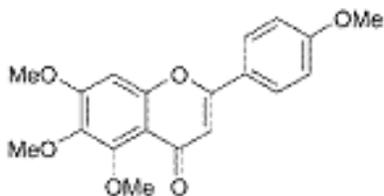
フラボノイド類は多様であり、ルチンやケルセチンなどの野菜や果実一般にみられるもの、ヘスペリジンやナリンギンといった柑橘特有のフラバノン類、ロイフォリン、ディオスミンなどのフラボン類、ノビレチン、タンゲレチンなどのポリメトキシフラボノイドに分類できます。



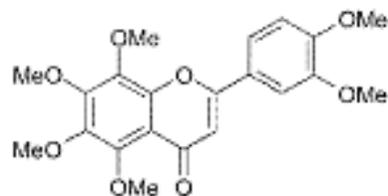
Sinensetin



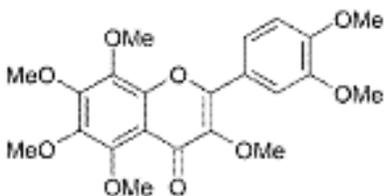
3,5,6,7,3',4'-Hexamethoxyflavone



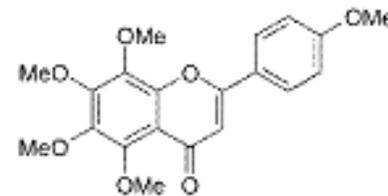
5,6,7,4'-Tetramethoxyflavone



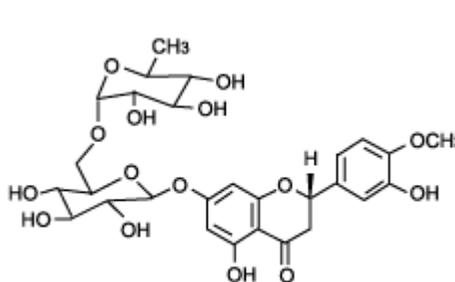
Nobiletin



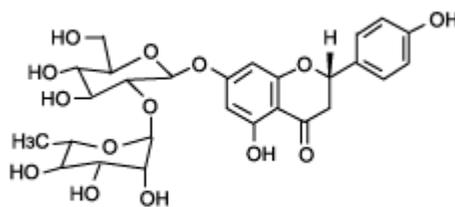
3,5,6,7,8,3',4'-Heptamethoxyflavone



Tangeretin

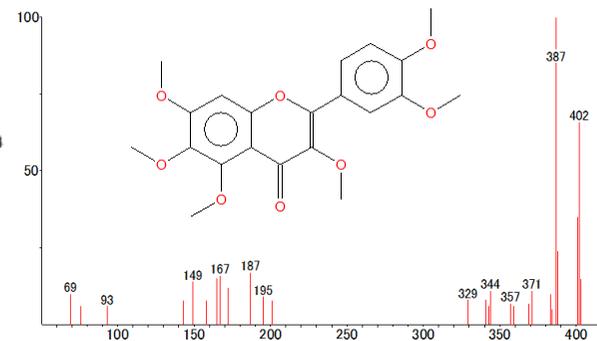


ヘスペリジン

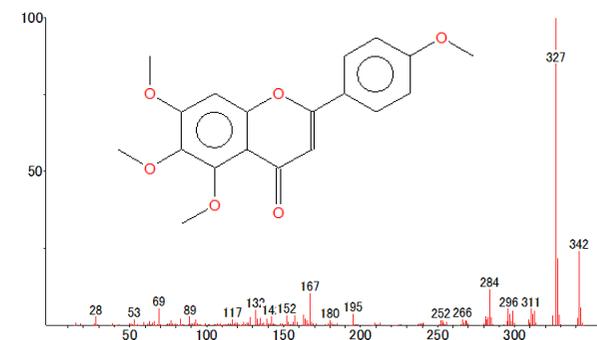


ナリンギン

化合物名: Flavone, 3,3',4',5,6,7-hexamethoxy-

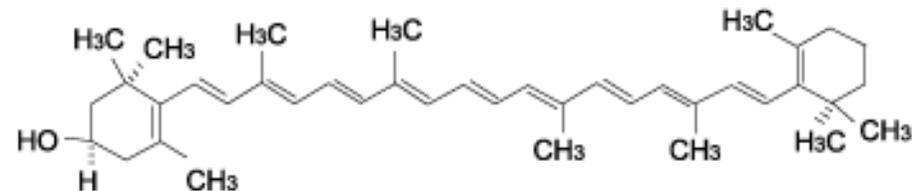


化合物名: Flavone, 4',5,6,7-tetramethoxy-



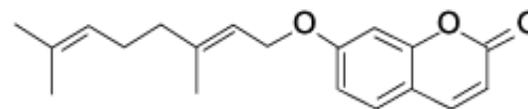
# 柑橘類

カロテノイドはプロビタミンA活性、抗酸化作用、発ガン抑制作用など各種の生理機能を有しています。柑橘類に特徴的に含まれるものとしては、代表的なものにうんしゅうみかんに多く含まれるβ-クリプトキサンチンがあります。



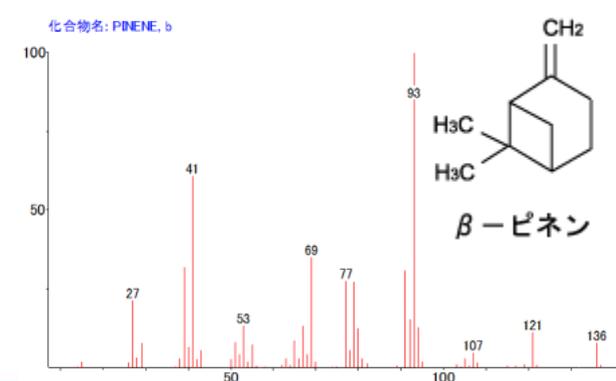
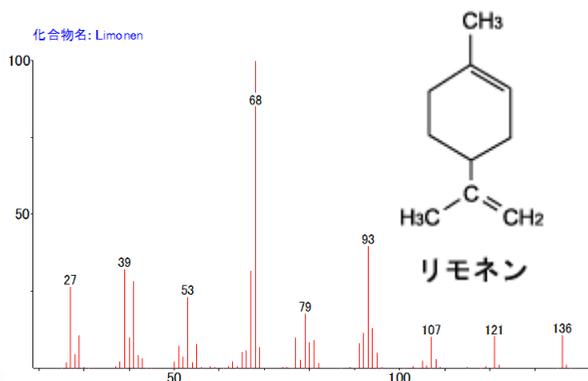
β-クリプトキサンチン

クマリンはフラボノイドと同様、カンキツでは他の植物由来のものとは異なる構造のものが含まれています。側鎖に多様な炭化水素鎖を有するクマリン類ですが、その代表的なものとしてオーラプテンがあります。



オーラプテン

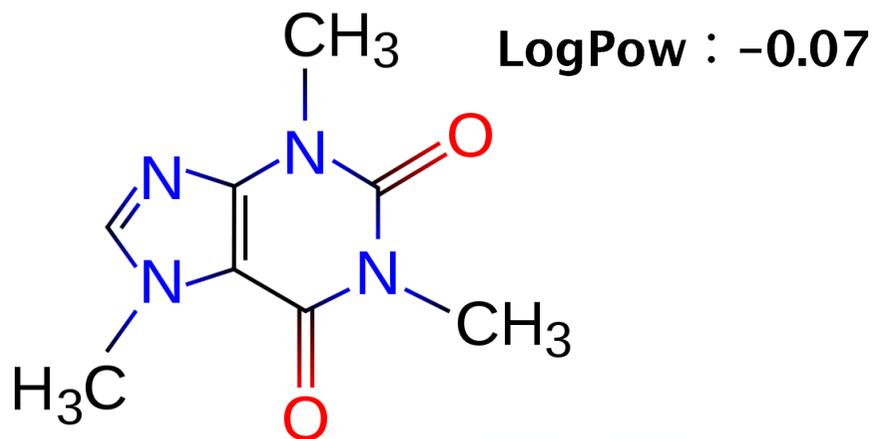
テルペンは柑橘中に含まれる精油成分で、表皮のプツプツとした油胞とよばれる細胞の中に含まれています。テルペンの仲間には、オレンジ臭をもつリモネン、パイン臭をもつピネンなど、さまざまな香りをもった化合物が含まれています。



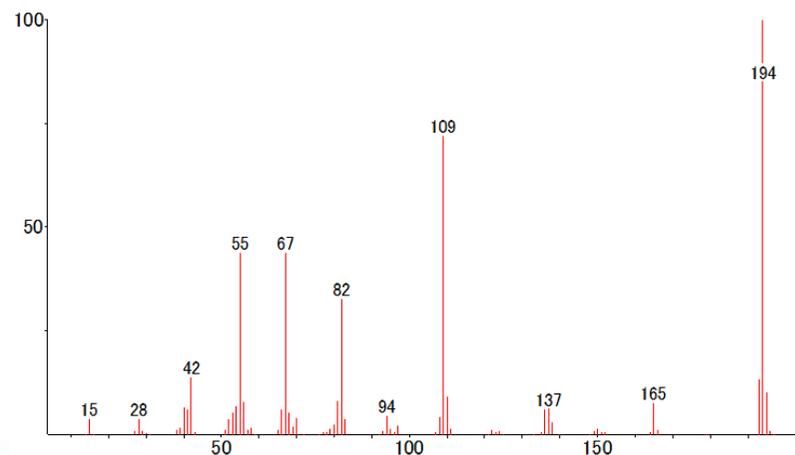
# カフェイン

カフェイン（英: caffeine）は、アルカロイドの一種。プリン環を持つプリンアルカロイドの一種で、コーヒー類に含まれることからこの名がある[1]。また、安息香酸ナトリウムカフェイン剤などは強心・興奮作用を期待して使われる。IUPAC名は 1,3,7-トリメチルキサンチン。さらに、抗がん剤が破壊したがん細胞のDNAの修復を阻害する作用があるとされる（抗がん剤などの効果を高める）。

コーヒー、コーラ、緑茶、紅茶、ウーロン茶、ココア、チョコレート、栄養ドリンクなどに含まれる。また、一部の医薬品にも含まれる。なお、茶に含まれるカフェインはタンニンと結びつくためにその効果が抑制されることから、コーヒーのような興奮作用は弱く緩やかに作用する。結晶は一水和物（ $C_8H_{10}N_4O_2 \cdot H_2O$ ）もしくは無水物（無水カフェイン、 $C_8H_{10}N_4O_2$ ）として得られる。白色の針状または六角柱状結晶で匂いはなく、味は苦い。昇華性がある。

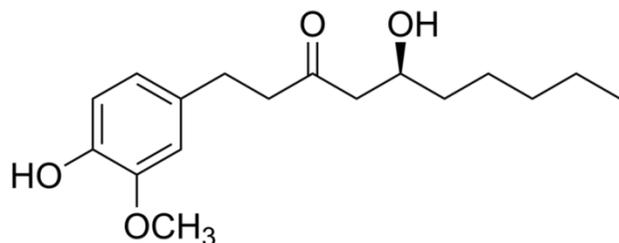


化合物名: Caffein



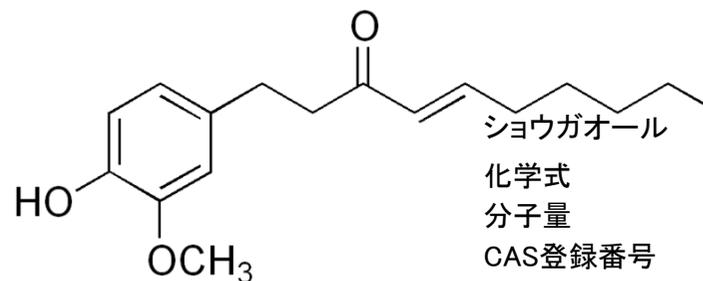
# 生姜

ジンゲロール（英: Gingerol、ギンゲロール）は、化学式C<sub>17</sub>H<sub>26</sub>O<sub>4</sub> で表される有機化合物の一種。[6]-ジンゲロールとも表記される。新鮮なショウガに含まれ、唐辛子やコショウの辛み成分としても重要である[2]。化学的にはカプサイシンやピペリンに近く、バリノイド受容体アゴニストである。融点は室温よりやや高く、黄色の油状の液体または結晶性の固体を形成する。調理によりジンゲロンに変化し、独特の刺激のある甘い香りを持つ。乾燥するとヒドロキシル基を失い（脱水反応）、より強い刺激を持つショウガオールとなることから、一般に生のものより乾燥ショウガの方が辛みが強い。



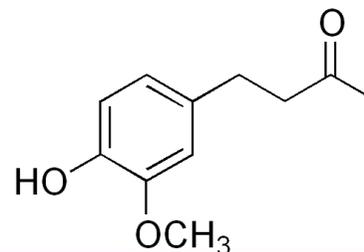
ジンゲロール	
化学式	C <sub>17</sub> H <sub>26</sub> O <sub>4</sub>
分子量	294.4
CAS登録番号	[23513-14-6]
形状	黄色の油状
融点	30°C
Log POW	3.1

ショウガオールは貯蔵や過度の熱を加えられた際に、おそらくジンゲロールが脱水されることで生成する。ショウガオールとジンゲロールの存在比は、商品の品質の指標とされることもある。



ショウガオール	
化学式	C <sub>17</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub>
分子量	276.4
CAS登録番号	[555-66-8]
融点	30°C

ジンゲロン（英: Zingerone）天然にはショウガの根や茎に存在し、ショウガの主要な香り成分の一つである。辛みは有さない。



ジンゲロン	
化学式	C <sub>11</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>
分子量	194.2
CAS登録番号	[122-48-5]
融点	40°C

# 茶

各種茶の成分分析表(図説食品成分表新訂版)

茶種	タンニン	カフェイン	タンパク質 アミノ酸	脂質	糖質	繊維	灰分
煎茶	13	2.3	24	4.6	35.2	10.6	5.4
玉露	10	3.5	29.1	4.1	32.7	11.1	6.4
番茶	11	2	19.7	4.4	33.5	19.5	5.5
ほうじ茶	9.5	1.9	18.2	4.8	39.2	18.7	5.5
抹茶	10	3.2	30.7	5.3	28.6	10	7.4
釜炒り茶	13	2.5	24.2	3.5	35.6	10.7	5.5
ウーロン茶	12.5	2.4	19.4	2.8	39.8	12.4	5.3
紅茶	20	2.7	20.6	2.5	32.1	10.9	5.2

(茶100g当たり%)

各種茶のビタミン含量(図説食品成分表新訂版)

茶種	A(IU)	B1(mg)	B2(mg)	ナイアシン (mg)	C(mg)	E(mg)
煎茶	7,200	0.35	1.4	4	250	65.4
玉露	12,000	0.3	1.16	6	110	*
番茶	7,800	0.25	1.4	5.4	150	*
ほうじ茶	6,700	0.1	0.82	5.6	44	*
抹茶	16,000	0.6	1.35	4	60	28.2
釜炒り茶	7,200	0.35	1.8	7	200	*
ウーロン茶	8,300	0.13	0.86	5.7	8	*
紅茶	500	0.1	0.8	10	0	0

(茶100g当たり)

# 夾雑成分について

なぜ夾雑成分を知る必要があるのか？

夾雑成分の構造式や物性からその夾雑成分を前処理で取り除くためのヒントとなる。

なぜ夾雑成分を取り除く必要があるのか？

1. 大量の夾雑成分は測定において対象農薬のリテンションタイムが大きすぎてしまう要因となったり、マトリックス効果を引き起こしたりするため。
2. 少量の夾雑成分でも対象農薬と同じ定量イオンを持っている場合、定量解析が困難になるため。

# デンプン

緑色植物に存在する多糖で、エネルギーを貯蔵する役割をもつ。構成する単糖はグルコースである。デンプンは高等動物にとっても、炭水化物の栄養源として重要な役割を果たす。デンプンは白色の粉末で、無味、無臭。冷水には溶けない。比重は1.65程度で、水中で沈殿するところから澱粉と名づけられた。

デンプンは光合成の結果、葉の葉緑体中に生ずる。この光合成されたデンプンを同化デンプンとよぶ。同化デンプンは夜間に低分子化され、ショ糖(スクロース)の形となって根、茎、種子などの貯蔵場所に運ばれ、そこでふたたびデンプンに合成される。この貯蔵されているデンプンは貯蔵デンプンとよばれ、デンプン分子が多数集合したデンプン粒という粒状構造をとっている。デンプン粒を顕微鏡で見ると、同心円の縞(しま)状の層が見える。デンプンが植物体内で生合成されるとき原料は、グルコースが活性化されたもので、アデノシン二リン酸(ADP)グルコースである。貯蔵デンプンの生合成の際には、ショ糖から直接に合成が進むという考えもある。

デンプンはアミロースとアミロペクチンの二つの成分からなる。アミロースはグルコースが $\alpha$ (アルファ)-1・4結合で重合した直鎖の多糖で、分子量は数千から数十万である。アミロペクチンは $\alpha$ -1・4結合のグルコース鎖が、さらに $\alpha$ -1・6結合で分岐構造を形成した高分子化合物である。ヨウ素デンプン反応において、アミロースは深青色、アミロペクチンは赤褐色を呈する。アミロースとアミロペクチンの比率はデンプンの種類によって異なるが、ジャガイモの場合は20%がアミロースであり、また、糯米(もちごめ)や糯トウモロコシのようにアミロペクチンのみを含むものや、高アミロースのトウモロコシ・オオムギ・米や豆類のようにアミロースを30~70%も含むものもある。デンプン粒を約70°Cの温水で処理すると、粒は破れずに膨潤して内部からアミロースが溶出されてくる。

# デンプン

## 糊化デンプン

デンプン粒を水の存在下で加熱するか、アルカリ水溶液などの水素結合を破壊する媒体中に置くと、粒は不可逆的に膨潤(または溶解)して糊化(こか)する。糊化とともに粒は微結晶性、複屈折性を失い、粘度が上昇し、酵素(アミラーゼ)や酸など化学薬品に対する反応性が急激に大きくなる。糊化は $\alpha$ 化ともいい、糊化デンプンを $\alpha$ -デンプン、元のデンプン粒を $\beta$ (ベータ)-デンプンとよぶこともある。

## 2. 生産

同化デンプンを多量に蓄えている穀類、いも類、豆類からデンプン粒が工業的に製造されている。日本で製造されるデンプンはトウモロコシ、ジャガイモ、サツマイモ、コムギがおもなもので、2006年度の生産額282万トン程度である。このほか、少量のコメやクズのデンプンが生産され、古くはカタクリやワラビのデンプンもつくられていた。外国ではトウモロコシ、ジャガイモ、コムギのほかに、タピオカ、サゴヤシ、アロールートアロールートのデンプンが製造されている。日本に輸入されているのはタピオカとサゴヤシのデンプンで、2006年度の輸入額は15万トンを超えている。