

脂質

脂質 (Lipid) とは

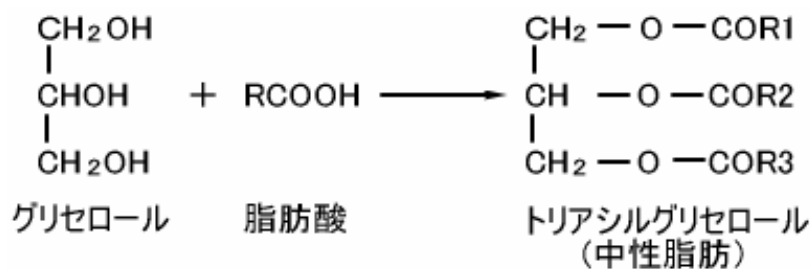
食品中の成分で、1)水に溶けず、クロロホルムやエーテルなどの有機溶媒に溶け、2)構造上、エステル結合やアミド結合の形で脂肪酸を持ち、3)生体で利用される物質を総称して脂質という。

脂質は、生体で体構成成分としてだけでなく、生理活性物質やその前駆体としても重要である。また、エネルギー源ともなり、1 g あたり 9 kcal のエネルギーとなる。

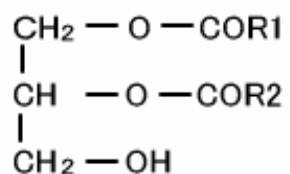
脂質の分類

1) 単純脂質

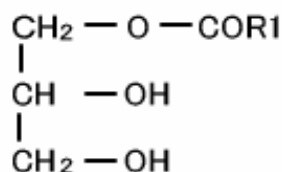
脂肪酸とアルコールやグリセロールとのエステルでその他の成分を持たない脂質で、アシルグリセロールが代表。



R: 飽和または不飽和の
長鎖アルキル基(炭化水素)



ジアシルグリセロール



モノアシルグリセロール

2) 複合脂質

アルコールや脂肪酸の他にリン酸、糖、たんぱく質などの極性基を含んでいる脂質。リン脂質、糖脂質、リポたんぱく質などがこれに分類される。

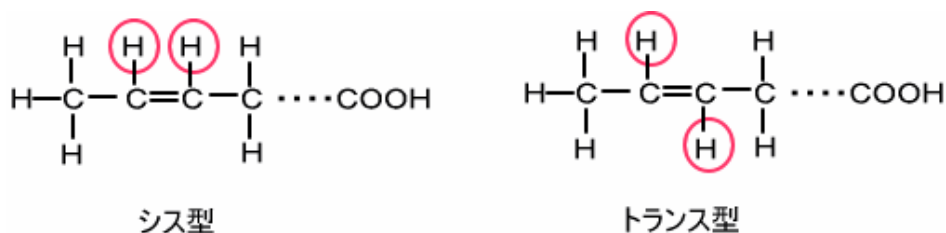
3) 誘導脂質

脂質の加水分解により生じたもの。脂肪酸、コレステロール、ビタミンDなど。

脂質

多価不飽和脂肪酸は、**血小板凝集の調節や血清コレステロール濃度の低下作用**などによって、**高脂血症や動脈硬化予防**、ひいては**心筋梗塞や脳梗塞の予防効果**が期待されている一方で、不飽和二重結合を持つことから構造上不安定であり、過酸化を受けて過酸化脂質の基になり、組織の**過酸化傷害の原因**となることが懸念される。そのため、**多価不飽和脂肪酸の摂取量に応じて、ビタミンEなどの抗酸化作用を持つ栄養素の必要量も増加**する。

また、不飽和脂肪酸は、構造上水素が不飽和状態であることからシス型とトランス型の構造異性体が存在する。



さらに、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸によって次のような違いが起こる。

	食品	融点	その他
飽和脂肪酸が多い	陸生の動物性食品に多い	高い（常温で固形）	体内で中性脂肪に再合成されて皮下脂肪となりやすいことに加えてコレステロールになりやすい。
不飽和脂肪酸が多い	植物油、魚介類、水生の動物（鯨など）	低い（常温で液体）	抗血栓、抗高脂血症・動脈硬化・心筋梗塞・脳梗塞効果 過酸化脂質を生じやすい

2) 必須脂肪酸

リノール酸および**α-リノレン酸**は、体内で生成が行われないことから**必須脂肪酸**とされている。また、**アラキドン酸**はリノール酸から生成されるが十分な量の生成ができないため、同様に必須脂肪酸とされている。なお、魚油に含まれ、高脂血症や動脈硬化予防に効果が明らかとされている**イコサペンタエン酸（EPA）**と**ドコサヘキサエン酸（DHA）**はα-リノレン酸から生成されるが、最近では必須脂肪酸に入れることもある。

生態の全組織が正常な機能を果たす上で、必要かつ不可欠である必須脂肪酸は、生体内で合成できないあるいは合成できても十分な量で合成できないために食物から摂取する必要がある。この必須脂肪酸は、平滑筋の刺激や血圧調節に関与する**プロスタグランジン**などの生理活性物質の合成にも利用される。

3) 多価不飽和脂肪酸と生理活性物質

n-6系とn-3系多価不飽和脂肪酸は、それぞれ作用が異なる。とくにn-3系は次の表のような効果によって健康の維持・増進に対する期待が高い。

脂質

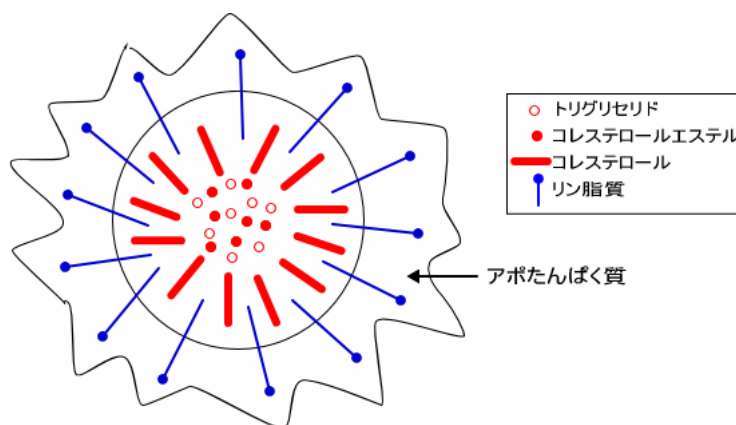
血清脂質改善効果	悪玉コレステロール (LDL) を減少させ、血中のコレステロールを肝臓へ運ぶ善玉コレステロール (HDL) を増加させたり、血中の中性脂肪を低下させる。
血栓症予防効果	血中コレステロール濃度の低下のほかに、血小板凝集抑制（血液が異常に固まらないようにする）によって、血栓症ひいては心筋梗塞や脳梗塞を予防する。
糖尿病予防効果	血糖値を低下させるインスリンの受容体感度の改善や、悪玉コレステロールの生成抑制による末梢組織でのブドウ糖利用向上などによって糖尿病予防に役立つ。
抗腫瘍（発ガン防止）効果と 抗炎症効果	生体内のある種の酵素によって免疫能を低下させたり発ガンを促進させるプロスタグランジンE2 という物質の生成抑制を行う。また、細胞性免疫として細菌やガン細胞などを攻撃して、増殖や転移を抑える働きをもつマクロファージを活性化させる。これらの働きによって、喘息やアトピー性皮膚炎のようなアレルギーに対して抗アレルギー作用も期待されている。

また、多価不飽和脂肪酸からプロスタグランジン (PG)、ロイコトリエン (LT)、トロンボキササン (TX) といったイコサノイドに属する生理活性物質が生成される。

リポたんぱく質

1) リポたんぱく質の種類

通常結晶中には、400～700mg%の脂質（トリグリド、リン脂質、コレステロール、遊離脂肪酸）が含まれているが、脂質の多くは本来水不溶性であり、**リポたんぱく質**の形でのみ血中を移行できる。すなわち、疎水性のトリグリセリドやコレステロールは、親水性のアポたんぱく質とリン脂質によって構成される膜の中に油滴（ミセル様構造）を形成して、水溶性の球状のリポたんぱく質となることで移行できるのである。



脂質

リポたんぱく質は、比重によって次の表のように分類されている。

	カイロミクロン	超低比重リポたんぱく質 (VLDL)	低比重リポたんぱく質 (LDL)	高比重リポたんぱく質 (HDL)
比重	<0.96	0.96~1.006	1.019~1.063	1.063~1.21
トリグリセリド	85%	55%	10%	4~5%
コレステロール (エステル)	5%	12%	37%	12~18%
コレステロール (遊離)	2%	7%	8%	3~6%
リン脂質	6%	18%	22%	23~29%
たんぱく質	2%	8%	23%	42~58%

2) リポたんぱく質の機能

【カイロミクロン】

消化管から吸収されたトリグリセリド (外因性トリグリセリド) を末梢の脂肪組織や筋肉へ運ぶ。外因性コレステロールを肝臓へ運び、体内コレステロールの合成の調節に関与する。

【VLDL : 超低比重リポたんぱく質】

主に糖やアルコールから合成された脂肪酸を材料として肝臓、腸で直接作られた内因性トリグリセリドと内因性コレステロールを脂肪組織や筋肉に運ぶ。

【LDL : 低比重リポたんぱく質】

肝臓や腸からのコレステロールを末梢組織へ運ぶ。また、リン脂質の転送を行う。一般に悪玉コレステロールともいわれる。

【HDL : 高比重リポたんぱく質】

コレステロールを末梢組織から肝臓へ転送する。コレステロールエステルを生成し、トリグリセリドの異化に関与する。血清中の HDL 濃度が低いほど心筋梗塞になりやすいという疫学調査からも、善玉コレステロールといわれている。

脂質の消化・吸収

1) トリグリセリドの消化・吸収

脂質の消化はほとんど小腸十二指腸に分泌される膵液中のリパーゼによって加水分解され、トリグリセリドから脂肪酸が分離されて吸収される。

脂質は、胆嚢から十二指腸に分泌される胆汁酸塩によって乳化されてミセルを形成し、膵液から分泌されたリパーゼの作用を受けやすくなり、リパーゼによって大部分がモノグリセリドに、一部が脂肪酸とグリセロールに分離される。

その後、モノグリセリドや脂肪酸と胆汁酸の結合ミセルとなって吸収される。グリセロールは水溶性なのでそのまま小腸から毛細血管に吸収されやすく、脂肪酸は腸管壁でトリグリセリドに再合成された後、リポたんぱく質中のカイロミクロンとしてリンパ管から胸管に入り、鎖骨下静脈から大静脈系に入って全身に運ばれる。なお、短鎖脂肪酸は分子が小さいことから腸管で毛細血管に吸収され、門脈を経て肝臓へ運ばれる。

脂質

2) コレステロールの消化・吸収

食品中のコレステロールはエステル型が多いが、これも胆汁酸塩によって可溶化されてミセルとなり、膵液中の**コレステロールエステラーゼ**によってコレステロールと脂肪酸に分解される。

3) 胆汁酸の腸肝循環

胆汁酸は、構造に-OH や-COOH をもつため親水性に富み、脂肪の可溶化に重要であるが、役割を果たした後は、腸管（回腸）で再吸収された後、門脈を経て肝臓に戻る。これを胆汁酸の**腸肝循環**という。

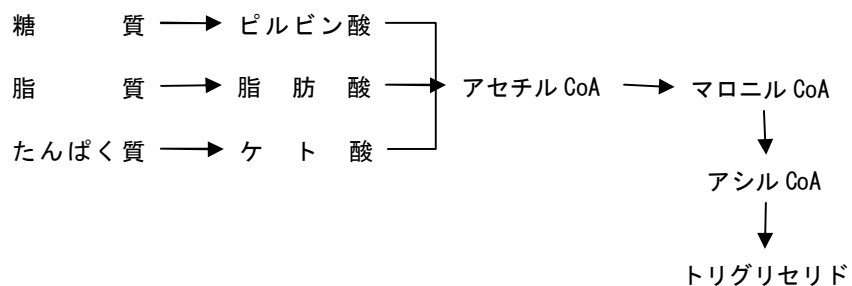
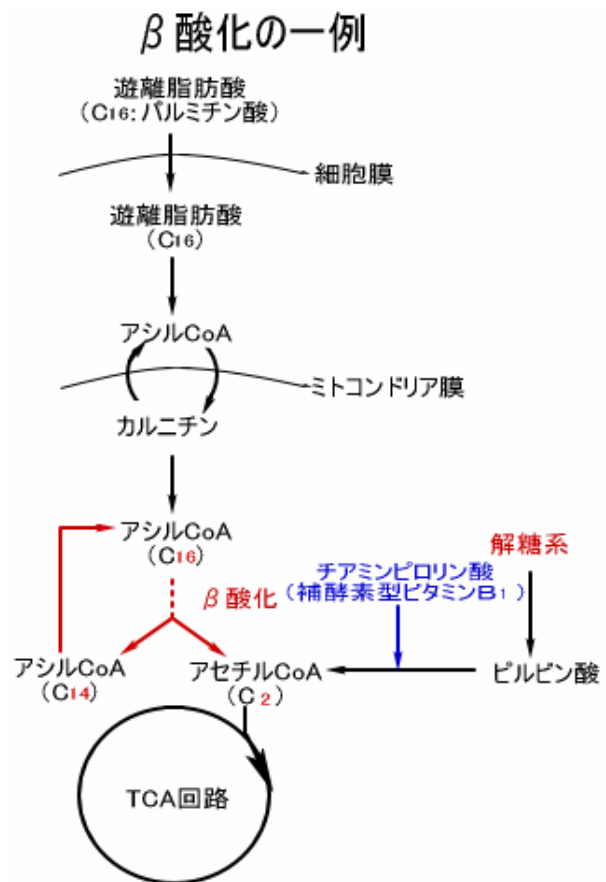
脂質の代謝

1) エネルギー利用（脂肪酸のβ酸化）

脂質が燃焼するときには、まず加水分解を受けてグリセロールと脂肪酸部なる。**グリセロールはリン酸エステルとなって解糖系**に入っていくが（授業資料：糖質を参照）、脂肪酸は、その中の炭素分子が1つおきに酸化されるβ酸化という過程に入って、CoA の仲介を経た後、アセチル CoA を生じて TCA 回路に入って代謝される。なお、この代謝経路ではビタミンB₁を必要としないため、脂質をエネルギーとして利用することは、ビタミンB₁の節約となる。

2) トリグリセリドの合成

体内脂質のほとんどはトリグリセリドであり、摂取脂肪の消化による脂肪酸や、代謝されてできたアセチル CoA から脂肪酸が合成された後、トリグリセリドが合成される。なお、アセチル CoA は、**脂肪酸代謝からできるほか、解糖系で糖質から生成したピルビン酸や、たんぱく質代謝から生成したアミノ酸から脱アミノを受けた物質からも作られる。**



脂質

3) ケトン体

糖尿病や飢餓時には糖利用が低下し、ミトコンドリアでのオキサロ酢酸量の不足が起こるため、脂肪酸から生成されたアセチル CoA が肝臓で完全に酸化されにくくなり、アセチル CoA からアセトアセチル CoA が発生する。このアセトアセチル CoA からアセト酢酸、β-ヒドロキシ酢酸、アセトンなどの**ケトン体**が生じる。**ケトン体は脳や筋肉ではエネルギー源に利用される**が、肝臓では酵素がないために代謝されない。そのため、ケトン体の濃度が高くなると、中枢神経の嘔吐中枢を刺激するだけでなく、ケトン体が蓄積されて、血中ケトン体や尿中ケトン体が増加する。この状態を**ケトン症（ケトーシス）**という。また、ケトン体は酸性であることから体液の pH が低下して**アシドーシス**となり、ケトン尿や呼気へのアセトン排出がみられる。このようにケトーシスによって生じた**代謝性のアシドーシス**を**ケトアシドーシス**ともいう。

脂質栄養学的意義

1) エネルギー源

三大栄養素（糖質、脂質、たんぱく質）がヒトにおけるエネルギー源であるが、これらのうち、脂肪は最も効率が良い。すなわち、**アットウォーター係数（生理的燃焼値）**で、糖質とたんぱく質は生体内でそれぞれ 1 g あたり 4 kcal のエネルギーを発生するが、脂質は 1 g あたり 9 kcal と効率が良い。

2) 細胞構造と膜の機能

脂質の大部分はそのほかの物質と結合して細胞内や組織内にある。特に細胞の膜はリン脂質の二重層とたんぱく質から構成され、**物質に対して選択透過性を示している**。リン脂質や投資質はコレステロールやたんぱく質とともに細胞膜に存在し、膜のイオン輸送や選択透過性などの重要な機能を果たしている。また、脳神経細胞を構成し（**スフィンゴミエリン**）、神経機能を正常に保っている。

3) 貯蔵脂肪

皮下脂肪などの脂肪組織で代表される貯蔵脂肪はほとんどがトリグリセリドであり、クッションのように各臓器を保護し、身体の内外の温度差からも保護している（保温）。また、血中脂質を調整しながら、エネルギー代謝の面で糖質、たんぱく質などのエネルギー源とバランスを保っている重要な部分でもある。

4) 脂溶性ビタミンの担体

ビタミン A, D, E などの脂溶性ビタミンは、脂肪とともに混合ミセルに溶解して吸収・宇野案される。また、脂溶性ビタミンは脂質の存在下で吸収が促進される。