

鶏卵-食品栄養におけるその役割は変化しつつあるか-

(前田文子ほか3名 訳)

誌名	畜産の研究 = Animal-husbandry
ISSN	00093874
著者名	Sparks,N.H.C.
発行元	養賢堂
巻/号	62巻11号
巻号補足	
掲載ページ	p. 1163-1168
発行年月	2008年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



鶏卵—食品栄養におけるその役割は変化しつつあるか？*¹

N. H. C. Sparks*² 著

前田文子*³・福永淑子*³・戸塚耕二*³・信澤敏一*⁴ 共訳

論文の概要

本論文では鶏卵が食品として果たすことのできる役割を概観し、そして卵の栄養的なプロフィール、一とくに卵の脂質と抗酸化物質—を変更することから得られる付加価値を考察する。卵の脂質の構成要素を変えようとする試みは、卵のコレステロール量を低下させるかあるいはn-3系対n-6系多価不飽和脂肪酸（PUFA）の比率を操作する方法の開発に焦点を合わせる傾向があった。卵のコレステロール含量は全卵中の卵黄重量を低下させるか（すなわち、非特異的低下）、あるいは、卵黄のコレステロール含量に特殊な効果を及ぼすβ-シクロデキストリンのような飼料添加物を使用するかして低下させてきた。食事のn-3系/n-6系PUFAの比率は、エネルギー代謝および生体膜におけるそれらの果たす役割のみならず、エイコサノイドの代謝、遺伝子の発現および細胞間の情報交換に影響を及ぼすので重要である。慣用飼料を摂取している鶏から生産された卵は比較的n-6系PUFAに富む傾向があるが、しかし直接（魚油を用いて）n-3系PUFAの量を増加させるか、または間接的にアマニ油の給源としてのアマニかそれと同様のもののかたちでα-リノレン酸（ALA）を給与してn-3系PUFAの前駆物質の量を増加させるために飼料の操作が用いられることがある。n-3系PUFAのドコサヘキサエン酸（DHA）は特別な重要性を持っている。このPUFAは不飽和度が比較的高いので、貯蔵中や調理中に酸化されやすい。しかしこれはビタミンEのような抗酸化剤で卵黄を強化することによって少なくともある程度は解決することができる。また、PUFAの

酸化速度を減少させることは別に、卵の中の抗酸化剤の量を強化することは消費者（食べる人）における抗酸化物質のレベルを高めることもできる。栄養強化卵と通常の卵を摂取する人に及ぼす影響が検討されている。

はじめに

ヒトの健康における食品の役割は再び脚光を浴びているが、われわれが食べるものとわれわれの健康の繋がり、およそ5世紀の昔にヒポクラテスが「食物をあなたの薬にせよ、そして薬をあなたの食物にせよ」と記したときのテーマであった。食事と健康の繋がりへのわれわれの新たな興味もまた間違いなく「われわれは食べた物でできている」というフレーズ—早い時期からの誤った引用によるのであるが—の広範な広まりをもたらした。もともとの引用文は食事と社会集団の間の関係というヒトの栄養における他の側面に対してであったが、再び最近の関心のある分野となった。すなわち、元来の引用文は「あなたが食べる物をいいなさい、そうすれば、あなたが誰であるかを当てましょう」

（Brillat-Savarin, 1825）であった。健康的で添加物なしの食品を食べることに関心が高まっているときに、卵のチャンスそして挑戦する可能性にはかなりなものがある。

卵の栄養含量を操作あるいは強化することは可能であるが、慣行的な方法で生産される卵がわれわれの食事に重要な貢献をしていることを忘れてはならない。米国で行われた最近の調査（Song & Kerver, 2000）は、卵はエネルギーとビタミンB₆の1日摂取量の10%以下、葉酸の10~20%であり、総脂肪、飽和および不飽和脂肪も同様なパーセントであったことを示した。卵はもっと高いレベル（20~30%）のビタミンA、EとB₁₂を供給する。n-6系そしてとくにn-3系多価不飽和脂肪酸の両者はわれわれの食事の重要な成分であり、卵はパーセント

*¹ The hen's egg—its role in human nutrition changing?
World's Poultry Science Journal, Vol.62, June 2006

翻訳に当たっては同誌 Editor の了解を得た。

*² Avian Science Research Centre, Animal Health Group, SAC,
King Buildings, West Mains Road, Edinburgh, EH9 3JG,
Scotland E-mail:nick.SPARKS@sac.ac.uk

*³ 昭和学院短期大学 (Ayako Maeda, Toshiko Fukunaga, Koji Totsuka)

*⁴ 日生薬品株式会社 (Toshikazu Nobusawa)

が比較的低いが、海産食品(71%)と肉(20%)に次いで3番目の重要なn-3系PUFAの供給者(6%)にランクされるというオーストラリアの調査(Meyerら, 2003)は注目に値する。もう一つのオーストラリアの研究(McNaughton & Marks, 2002)は、卵がこれも海産食品と肉に次ぐセレンの比較的豊富な供給源(9.0-41.4 $\mu\text{g}/100\text{g}$)であると報告した。しかしながら、この文献の著者は栄養素含量に対する土地の影響を強調している。すなわち、彼らは米国の食品はオーストラリアの食品に比べて概して

セレンのレベルが高いが、一方、英国の食品は低いレベルであることを指摘した。

しかしながら、卵の栄養的価値はもしかすると土地によって影響される可能性があるだけでなく、卵重あるいは構成成分の比率に影響する要因により変化する。すなわち、たとえば卵重が雌鶏の日齢とともに増加することはよく知られている(Cook & Briggs, 1977)。そこで、卵黄の割合は大きな卵より小さな卵の方が大きい傾向があるが、卵黄の絶対量は卵重の増加とともに増加する(Cook &

Briggs, 1977)。そこで卵の栄養価を考えると、卵重が明らかになっていることが重要であろう。同様に卵のいくつかの構成成分は雌鶏の飼料を介しての操作に敏感である(Suraiら, 2000)。標準化された卵の栄養価の表が利用できる(表参照)。

卵はおおよそ74%の水分を含むが、いくつかのミネラルとビタミンだけでなく必須アミノ酸および必須脂肪酸の重要でバランスの取れた供給源であることがわかる(表)。典型的な卵は成人の平均エネルギー要求量の約3~4%、そして約6.5gのタンパク質を供給する。主要な卵白タンパク質はオボアルブミン(54%)、オボトランスフェリン(14%)、オボムコイド(11%)、オボムシン(3.5%)、リゾチーム(3.5%)およびグロブリン(8%)である(Li-Chanら, 1995)。卵のタンパク質の品質が他の食品タンパク質の品質を測定する標準として使われるために十分に高いと考えられていることは重要なことである。同様に卵は、とくにBビタミンとビタミンAの供給源である。表に示されているように、食物の観点から卵はリン、ヨウ素、セレンおよび鉄を相当量含んでいる。卵のおおよそ11%が脂質であるが、そのほとんどは卵黄に(>99%)存在する(表)。卵脂質の構成成分の詳細を考える前に、脂質がビタミンA, D, EおよびKのキャリアとして働くことを忘れてはならない。

卵の脂肪酸の多くは一価不飽和であり

表 典型的な鶏卵の成分(英国学士院化学部および英国農漁業食糧省編 食品成分表第5版(1991)より)

卵の成分	鶏卵1個 当たりの量	栄養摂取基準(RNI)に対する%	
		成人女性	成人男性
重量 ¹	51.6g	—	—
水分	38.8g	—	—
エネルギー	316KJ	4	3
タンパク質	6.5g	14	12
炭水化物	微量	—	—
脂質	5.6g	*	*
飽和脂肪酸	1.6g	*	*
1価不飽和脂肪酸	2.4g	*	*
多価不飽和脂肪酸	0.6g	*	*
<u>ミネラルおよび微量元素</u>			
ナトリウム	72mg	4.5	4.5
カリウム	67mg	3	3
カルシウム	29mg	4	4
リン	103mg	19	19
マグネシウム	6.2mg	2	2
鉄	1.0mg	7	11
亜鉛	0.7mg	10	7
銅	0.04mg	3	3
ヨウ素	27mg	19	19
塩素	83mg	3	3
硫黄	93mg	*	*
セレン	6 μg	10	8
<u>ビタミン類</u>			
ビタミンA	98 μg	16	14
ビタミンD	0.9 μg	9**	9**
ビタミンE	0.57mg	*	*
チアシン(B ₁)	0.05mg	6	5
リボフラビン(B ₂)	0.24mg	22	18
ナイアシン	1.94mg	15	11
ビタミンB ₆	0.06mg	5	4
葉酸	26 μg	13	13
ビタミンB ₁₂	1.3 μg	87	87
ビオチン	10 μg	*	*
パントテン酸	0.91 μg	*	*

1可食部=89%と仮定。

*RNIはなし **年齢65歳以上

(約 44%)、飽和、多価不飽和脂肪酸をそれぞれ約 29%、11%をとまう。多くの要因が過去 20 年以上にわたるヨーロッパの卵消費の一般的な減少に関係しているかも知れないが、一つの解決の手がかりとなる要因は疑いもなく食事のコレステロール (約 213mg/卵) と冠状動脈性心臓病の素因との繋がりである (Kritchevsky, 2004)。その潜在的な重要性からこの繋がりについて後で詳しく議論する。

通常の卵の栄養価は長年にわたって比較的变化してこなかったが、現在、消費者により健康的でもっとバランスの取れた食事を提供するようにいくつかの食品の栄養価を操作することへの相当な関心が存在する。この概念は日本で始まり、「機能性食品」という述語は 1984 年に導入された (Harris, 2000)。今や、広範囲の機能性食品が乳製品 (Takahata ら, 1998; Van Het Hof ら, 1998)、および肉 (Surai, 2000; Van Het Hof) を含めて利用可能となっている。しかし、本総説との関連で特別に興味があるのは、操作したあるいはいわゆる強化卵の急速な成長である (Surai & Spark, 2001)。本総説は現在、生産されているか、あるいは比較的近い将来に生産されようとしている強化卵の将来のタイプについて考察する。

コレステロールと冠状動脈性心臓病

コレステロールは細胞膜の柔軟性と透過性の維持および性ホルモン、コルチゾール、ビタミン D として胆汁塩の産生を含む多くの機能のために体が必要とするステロールである。ヒトの体はコレステロールを合成できるが、いくつかの食品、とくに肉、家禽、乳製品および卵にも存在する。食事中的コレステロールは血中コレステロールのレベルを高めるが、飽和脂肪とトランス脂肪の方が、食事中コレステロールに比べて一般に血中コレステロールレベルそして LDL コレステロールを特異的に上昇させるのに影響が大きいと受け取られるようになってきた。このことは血中の高いレベルのコレステロール (とくに LDL) が心臓発作を起こす冠状動脈性心臓病 (CHD) の主要なリスク因子であるために重要である。

卵は食事コレステロールの豊富な供給源であり、実験の証拠は食事コレステロールが血漿コレステ

ロールを上昇させることを示しているもので、CHD と関連するリスクについての懸念から人々は卵を食べることについて注意をされた (Kritchevsky, 2004)。しかしながら、食事の脂肪とコレステロールおよび血漿の脂質濃度の相関は長年にわたって多くの矛盾した見解や研究のテーマであった。心臓血管の疾病に対するリスクへの卵の消費量の影響を確かめるために Hu ら (1999) により行われたような疫学的な研究は、1 日 1 個までの卵の消費は、健康な男性あるいは女性において冠状動脈性心臓病 (CHD) のリスクあるいは発作に有意の影響がないと結論づけた。しかし、著者らは当事者が糖尿病の場合、卵の消費量と CHD のリスクの増加に関連する傾向があることを指摘し、この側面についてさらに検討されるべきであることを示唆した。これに対して、1974-1999 年のデータに基づき実施された Weggemans ら (2001) のメタアナリシス^{注 1)}は、食事コレステロールが全コレステロール/HDL コレステロール比を上昇させ、その結果、「卵とその他のコレステロールの多い食品の消費を制限し、コレステロール摂取量を制限するよう」という助言は依然として妥当なものであるかもしれない」という結論を導いた。同様な知見が女性についてだけであるが (男性に対しては相関がない)、最近、Nakamura ら (2004) によって報告された。これに対して、Song と Kerver (2000) は、食事コレステロールは血漿コレステロール濃度と関連がなく、さらに週に 4 個以上の卵を消費する人は、週に 1 個ないしはそれ以下の卵を食べる人の平均血漿コレステロール濃度より有意に低いと結論づけた。

このテーマに対するいくつかの報告された矛盾した結果は、部分的には Kritchevsky と Kritchevsky (2000) により強調された問題と関係する; すなわち、多くの研究が卵の摂取量と CHD の関係を調べたが、その多くはもしかすると混乱させる食事因子 (たとえば、飽和脂肪の摂取) の影響を考慮していない。恐らく、多くの食事と健康の相互作用の複雑な性質は取られるべき全体論的アプローチのための議論を必要とし、このことは 2000 年の米国心臓協会の食事ガイドライン、とくに卵消費に対する勧告の改訂に反映されているかもしれない。そこで、もはや週に消費する卵黄の数を 3 個から 4 個に制限

するというのではなく、むしろ平均1日当たりのコレステロール摂取量を300mg/日以下に制限するという勧告となる(Anon, 2002)。

操作あるいは強化した卵

利用可能な広範囲の製品によって立証されたように、機能性食品は世界の多くの国の消費者により直ちに受け入れられた。このことは米国栄養協会のような多くの組織と健康関連団体による前向きの見解によって支持されてきており、同協会は「機能性食品の利用は…より健康な集団の保証に役立つ可能性がある」と言明した(Anon, 2004)。両方の機能性食品(卵中のコレステロールも)に関して、1998年の頃、Gilbert(2000)の調査が卵は多くの消費者にとって適量の卵を摂取している限り健康食品と考えられ、そして、卵の消費が知られたリスクに逆らい卵の健康上の利益と折り合いをつけて増加すると示したことは興味深いことである。確かに、今や卵は他の栄養素、ヨウ素、フッ素、マンガン、セレン、Bビタミン、ビタミンE、チオセニンジンそして共役リノール酸(CLA)を強化して生産される。しかしながら、卵中の多くの栄養素の濃度は産卵鶏飼料の操作により影響されるが、栄養素が卵へ移行する効率、そして卵の栄養素レベルの操作による消費者の利益についても注意が払われるべきである。

多価不飽和脂肪酸

初期世代の多くの操作した卵はn-3 PUFAとビタミンEで強化された(後者はPUFAを酸化から守るために加えられた)。このタイプの卵は今やヨーロッパ、米国、アジアそしてオーストラリアで広く入手でき、もっとも普通に利用可能なタイプの強化卵である。市場におけるこれらの卵の優勢は恐らく二つの重要な特性によるだろう。第1に、一般大衆はより少ない飽和脂肪そしてより多い多価不飽和脂肪を摂取することの健康上の利益に敏感であり、そしてこれより程度は低いが、リノール酸(LA, 18:2n-6)と α -リノレン酸(ALA, 18:3n-3)の比を5:1-10:1とするように脂肪酸のバランスを調整する必要性に関心がある(私信, 1998)。第2に、好都合な脂肪酸組成を有する卵を生産することは生物学的にそして経済的に可能なことである。

n-3脂肪酸の濃度は通常、二つの給与方式の一つで卵の中で増加する(このトピックに対するLeskanichとNoble(1997)の詳細な総説を参照)。1番目は、雌鶏に適量のアマニあるいはその種子から得られた油を含む飼料を給与する—このことは卵黄中のALA濃度そしてそれより程度が少ないが、DHA濃度を上昇させる。2番目の給与方式は産卵鶏飼料に魚油(藻類のある種類も利用できるが、しばしばメンハーデン、マグロ類あるいはニシンからの油)を加えることである。これは卵中のDHAをかなり高める。この2番目の経路による潜在的な利点は、n-3PUFAの多くの有益な健康上の特性がDHAと関連していて、またALAのDHAへの転換が、とくにn-6PUFAの高い食事を摂取している幼児と高齢者の場合、必ずしも常に効率的でないということにある。

PUFAで強化した卵は異臭、とりわけ魚臭と関連するかもしれない。しかしながら、雌鶏に高品質の魚油を1.5%以下、あるいはアマニを5%以下給与し、またPUFAが飼料中そして卵中の両方で酸化から守られれば、これを最小化できる(このトピックに対するSuraiとSparks(2001)の総説を参照)。

多くの卵の構成成分について飼料が操作された場合、交互作用が起こることを指摘することは価値あることである。この例として食事CLAの影響を確認する目的でなされた研究で食事へのCLAの添加によりコレステロール濃度は変わらなかったが、リノール酸とリノレン酸の濃度は有意に低下した(Szymczyk & Pisulewski, 2003)。

n-3強化卵摂取の効果は、健康な成人、乳幼児そして高齢者において多くの研究のテーマであった。典型的には、最近、Sindelarら(2004)が示したように、1個のn-3強化卵の摂取はALAとトリグリセリドの血漿レベルを上昇させる。トリグリセロールとして供給された食事DHAについての研究は、血漿DHAに正の効果を示したが、アラキドン酸(AA)には負の影響を示し、Payetら(2004)の高齢者へのDHA強化卵黄給与の血液脂質状態への影響の研究へと発展した。その研究のデータ、すなわち9カ月継続して研究への参加者が卵製品の一部として150mg/日のDHAを摂取したデータは、9カ月までに血漿と赤血球膜のPUFA含量をそれぞれ14.5%と25.3%増加させたことを示した。とくに上

昇した PUFA レベルは DHA と AA 濃度の増加の結果であったが、DHA 強化卵を使った非常に若いヒトへの給与の研究もまた正の利益を示した。まず、高齢者と同じく、赤血球の DHA 濃度は n-3 強化卵の給与により高める (30~40%) ことができる (Makrides ら, 2002)。これらの著者も週当たり (6 から 12 カ月) 4 個の卵黄 (通常のものあるいは n-3 強化したもの) の給与は血漿コレステロールのレベルには影響がないが、血漿の鉄およびトランスフェリン飽和度^{注 2)} の上昇をもたらした。同様な研究 (Hoffman ら, 2004) は、乳児への DHA 強化卵黄の給与が視力の発達を促進することを示した。

ビ タ ミ ン

卵のビタミンレベルの上昇を目論んだ研究 (雌鶏の飼料中の濃度を通常の 3 倍から 10 倍まで高めた) は、先に示唆されたいくつかの結果を強調するものであった。調べた 12 種類のビタミン (A, D₃, E, K, B₁, B₂, B₆, ビオチン, 葉酸, ナイアシン, パントテン酸, ビタミン B₁₂) のうち、わずか 5 種類 (ビタミン E, 25%; ビタミン K, 108%; ビオチン, 60%; パントテン酸, 24%; ビタミン B₁₂, 139%) だけが卵の中に推奨一日摂取量の 20% を超える十分な量を蓄積した。しかしながら、対照となる卵と比較するとビタミン K とビオチンの増加には違いがなかった。著者らは、卵はビタミン E と B₁₂ を強化することができるが、他のビタミンについては卵を強化する正当性はほとんどないと結論した。

セ レ ン

多くの国でセレン摂取量は推奨一日許容量 (RDA) 以下であり、たとえば、英国では RDA のわずか 50% である (Yaroshenko ら, 2003)。セレンは産卵鶏飼料にセレナイトあるいはセレネイト (無機態) あるいはセレンメチオニン (しばしば有機態として言及される) として添加される。セレンでの卵の強化は、Yaroshenko ら (2003) による総説があり、Surai (2000) が報告したように産卵鶏飼料への 0.4 ppm のセレンをセレンメチオニンの形で添加することにより一個の卵でセレンの RDA の 50% を供給することができる。

カ ロ テ ノ イ ド

家禽の栄養学者はカロテノイドがビタミン A の前駆体あるいは色素の役割のほかに重要な役割を果たしていることを認識するようになり、フリーラジカルの除去や生来の液性そして細胞媒介の免疫反応に影響するカロテノイドの作用は急速に発展しつつある研究分野である。産卵鶏飼料に一般的に使われているカロテノイドはカンタキサンチンであり、飼料中のレベルに直線的に比例して卵黄中に蓄積する (Grashorn & Steinberg, 2002)。卵への含有が考慮されるもう一つのカロテノイドはリコペンである (Kardas, 未発表; Kang ら, 2003)。Kang ら (2003) は、飼料 1g 当たり 4μg 以上、リコペンを含有すると卵黄色に有意な効果をもたらすが、リコペン含有の潜在的な栄養学的利益を考慮すると、卵黄への蓄積率が 2% であることに注意しなければならない。

低 コ レ ス テ ロ ー ル 卵

いわゆる低コレステロール卵を生産するために通常、2 つの方策が採用される。第 1 は卵 1 個当たりのコレステロールの量を減少させる。たとえば卵黄のサイズを減少させることによるもので、2 番目は卵黄の脂質の組成を変更させることによる。この総説の目的から、後者の方策に焦点を絞り卵黄のコレステロール組成に対して有意の効果があると報告されているいくつかの方法をとくに取り上げた。

卵黄のコレステロール含量は、この総説の他の個所で言及したいくつかのほかの卵の構成成分と異なり、比較的操作するのが難しい。たとえば、飼料中のタマリンド^{注 3)}の影響を調べた最近の Chowdhury ら (2005) の研究は、タマリンドの飼料中レベルを高めると血漿コレステロール濃度は二次関数的に低下するが、卵黄のコレステロール濃度はそれらの処理によって変化しない。しかしながら、Kim ら (2004) は 0.06% のプラバスタチン^{注 4)}を投与して、血漿ではなく卵のコレステロールレベルをほとんど 20% 低下させた。ラバスタチンとシンバスタチンは血漿コレステロールを低下させたが、この効果はプラバスタチン (3-ヒドロキシ-3-メチルグルタリル-CoA還元酵素 (HMG-CoA還元酵素) 阻害剤) に特異的であった。Park ら (2005)

は β -シクロデキストリン^{注5)}6%の給与で、対照に比べて卵黄のコレステロール含量を有意に低下(4mg/gまで)させた。

鶏卵の将来展望

英国における鶏卵の生産量は過去5年間に58万9,200トンから2004年の70万トンまで徐々に増してきた。したがって、今ではヨーロッパにおける第3番目(フランス、ドイツに次いで)の卵生産大国である(私信,2005)。現在のヨーロッパ首位の生産国(ドイツ,101万トン)は世界市場では第8位に過ぎず、中国(2,400万トン)、米国(525万2,300トン)および日本(250万5,000トン)が上から3番目までを占めている。そこで、卵の世界市場は重要である。しかしながら、ケーススタディとして英国を取り上げると、とくに先進国のこの市場は「もろい」のがみられる。1988年、サルモネラによる食中毒の衝撃およびこれに関連するマイナスの宣伝から、卵の生産量は縮小した。すなわち、1987年の71万7,855トンから1989年の59万2,900トンまで低下した(私信,2005)。もし、卵が通常の卵であろうと、栄養強化卵であろうと、引き続き消費者の食事の重要な部分を担うとみなされるためには、その製品が安全であり、そしてある一部の人々は主張するだろうが、「健康で快適な生活へと導くものである」と理解されることが重要である。栄養強化卵または機能性卵に対してさらにもう一つ必要なものは、保証された一定の品質の製品である。すなわ

ち、殻付卵で購入したとしてもあるいは加工卵で購入したとしても、消費者が包装上に表示されたものが卵の中に入っていることを確信しなければならない。栄養強化卵あるいは操作した卵は市場のすき間商品、すなわち、既存の製品・サービスが対応してこなかったすき間的な小規模で専門的な収益性の高い分野を占めている。しかしながら、もし消費者が製品および製品に記載されている主張に信頼を維持し続けるとすれば、その「市場のすき間商品」は明らかに増加するであろう。

謝 辞：ご校閲いただいた(社団法人)日本科学飼料協会・理事長の石橋晃博士に感謝の意を表します。

訳者注

- 注1) メタアナリシス (meta-analysis) : メタアナリシスとは、ある課題に関する過去の研究結果を系統的に収集し、それらの質的評価ならびに数量的合成・評価を行う手法である。
- 注2) トランスフェリン飽和度 (transferrin saturation) : 血清中の鉄はトランスフェリンと結合して存在しており、これが血清鉄である。残りの鉄と結合できる予備力を不飽和鉄結合能 (UIBC) といい、血清鉄と UIBC を合わせた鉄と結合できる能力を総鉄結合能 (TIBC) という。血清鉄と TIBC の比率をトランスフェリン飽和度と呼ぶ。
- 注3) タマリンド (tamarind) : アフリカ原産の常緑高木で、その果肉は柔らかく酸味があり、料理の調味料など食用とされる。
- 注4) プロバスタチン (provastatin) : プロバスタチン、ロバスタチン (lovastatin)、シンバスタチン (simvastatin) はスタチン系薬剤で、高脂血症の治療に使われる。生体内のコレステロール合成系の律速酵素である HMG-CoA 還元酵素を阻害することにより薬効を発現する。
- 注5) β -シクロデキストリン (β -cyclodextrin) : シクロデキストリンは6個以上(β -シクロデキストリンは7個)のグルコースが環状につながったオリゴ糖で、ドーナツ状の穴(空洞)の中に有機化合物などを取り込む包接作用が知られている。