

## 植物ステロールについて

はじめに

様々な食品(または食品中の特定成分)が持つ栄養素としての機能(一次機能),おいしさとしての機能(二次機能)に加えて,近年,生体調節機能(三次機能)に対する関心が高まっています。特に腸内細菌叢(ミクロフコ-ラ)の調節,肥満予防,血圧上昇抑制,血中コレステロール低減等については広く研究されており,特定の保健が期待できる成分を含む食品は,特定保健用食品として許可されています。油脂関連物質でもジアシルグリセロール,中鎖脂肪酸とともに植物ステロールを含む食品が特定保健用食品として許可されています。

今回は,血中コレステロール低減作用が期待できる食品成分である植物ステロールについて,その構造や機能などを紹介させていただきます。

植物ステロールとは

植物ステロールはフィトステロール(phytosterol)とも呼ばれ,動物ステロールであるコレステロールと非常に似通った構造をしています。代表的な植物ステロールとコレステロールの化学構造を図-1に示しました。動物にはほとんどコレステロールしか存在していないのに対し,植物には図-1に示した $\Delta^5$ -シトステロール,スチグマステロール,カンペステロール,ブラシカステロールをはじめとした種々の植物ステロールが存在し,それらは単独で存在することは少なく,共存しています。また,キノコに含まれるエルゴステロールや海藻に多いフコステロールなど特定の植物(または菌類)に特徴的に含まれるものもあります。植物ステロールは植物の種子に多く存在し,遊離型,脂肪酸エステル型あるいは配糖体として存在します。

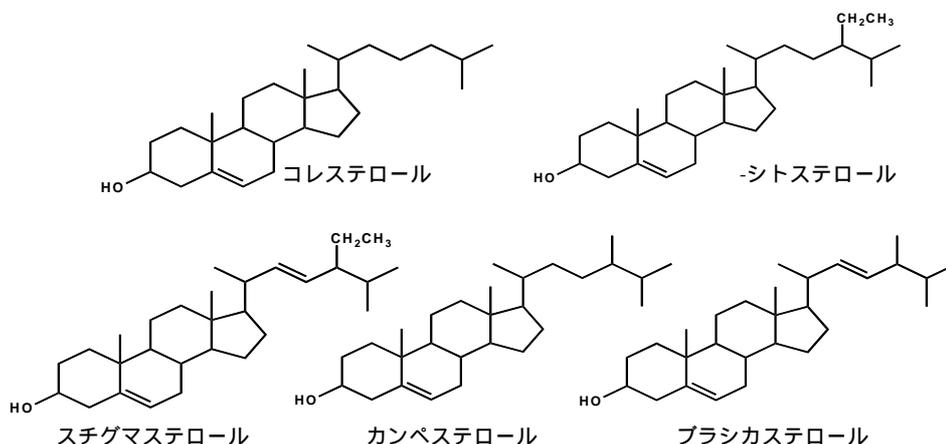


図-1 コレステロール及び代表的な植物ステロールの化学構造

血中コレステロール濃度低下機能

植物ステロールは小腸内腔でコレステロールの吸収を阻害し,血中コレステロール濃度低下作用を示すことが知られています。

経口摂取されたコレステロールはその他の脂質と同様に胆汁酸とミセルを形成し可溶化した後,小腸上皮細胞から吸収されます。ミセルとは分子内の水に溶け難い部分を水に溶けやすい部分が包み込

むことにより、水に溶けやすくなった微細粒子のことを言います。植物ステロールもコレステロールとほぼ同程度に胆汁酸ミセルを形成します。またステロールのミセルへの溶解は限界があるため、コレステロールと植物ステロールが共存すると植物ステロールがコレステロールのミセル形成を競合的に阻害することになります。つまり植物ステロールに争い負けてミセルを形成できなかったコレステロールは小腸から吸収されなくなり、その結果として体内のコレステロール濃度が低下します。一方で、植物ステロールは胆汁酸ミセルに溶解するものの、小腸へは非常に吸収され難く、ほとんどが取り込まれずに排泄されてしまいます。コレステロールと植物ステロールは非常に類似した構造をもっているにもかかわらず、小腸上皮細胞へのステロールの取り込みには何らかの識別機能が働いていると考えられています。

簡単な例え話にすると以下ようになります。コレステロールが小腸から吸収されるためには、まず胆汁酸ミセルという船に乗り込み、船に乗った状態で初めて小腸から体内へ入ることができます。しかし、船には定員があるため乗ることができる数は決まっています。乗船時に植物ステロールが共存すると、コレステロールと植物ステロールが争って船に乗るため、船に乗れないコレステロールができます。船に乗れなかったコレステロールは体内に入ることができないため、結果として体内のコレステロール濃度が低下するわけです。

#### 植物ステロールの食品への利用

植物ステロールは、これまでの長年の研究により血中コレステロール濃度低下作用があることは知られていたものの、水にも油にも溶け難いという性質のため、機能性成分としての食品への利用は限られていました。しかし近年、植物ステロールエステルの開発により油への親和性がよくなったことで盛んに利用されるようになってきました。一方で、エマルジョン化技術の進歩により飲料への添加技術も開発されています。

日本では植物ステロールを添加した食用油などが特定保健用食品として許可されていて、また米国FDA(食品医薬品局)は植物ステロールを含む食品に対して虚血性心疾患の低減に係るヘルスクレーム(健康強調表示)を認めています。

前述のように植物ステロールはほとんど体内に吸収されないという性質から安全性は高いと考えられています。現在までに行われた植物ステロールエステルを用いたヒトに対する試験においては、明確な副作用は報告されていません。

#### 植物ステロールの分析と食品中の含有量

植物ステロールはコレステロールと同様に試料をアルカリ分解し、不けん化物を抽出した後にガスクロマトグラフィで分析します。

試料によってはガスクロマトグラム上で夾雑物の妨害ピークの影響で分析が困難なことがありますが、そのような場合はシリカゲルカラムによる精製操作を加えます。また穀類を多く含む試料ではステロールの回収率が低下することがあります。そのような場合は、アルカリ分解の前に塩酸による酸分解を行うことにより回収率を改善することができます。

弊財団では、表-1に示した8種類の植物ステロール類が分析可能です。これらの個々の含量だけでなく、コレステロール含量をあわせた合計値を総ステロールとしてご提出することも可能です。

各種食品中の代表的な植物ステロール含量と組成を表-2に示しました。様々な食品に植物ステロールが含まれていることがわかります。

表 - 1 受託可能な植物ステロール

ブラシカステロール	7-エルゴステノール	カンペステロール
イソフコステロール	スチグマステロール	7-スチグマステノール
-シトステロール	アベナステロール	

表 - 2 各種食品中の植物ステロール含有量とその主な組成

植物名	植物ステロール含有量 (mg/100g可食部)	組成 (%)		
		-シトステロール	スチグマステロール	カンペステロール
ブロッコリー	49.63	79.4	-	20.6
サラダ菜	37.56	61.9	33.5	4.6
ピーマン	9.08	77.6	6.6	15.8
枝豆	49.67	60.5	22.4	17.1
カンピョウ	118.71	98.0	-	2.0
キャベツ	10.67	75.1	-	24.9
ダイコン	3.68	76.9	-	23.1
タマネギ	14.96	91.8	47.8	8.2
トマト	6.77	44.8	-	7.4
ハクサイ	5.19	80.0	-	20.0
パセリ	4.88	49.3	50.7	-
タケノコ	19.42	75.7	11.0	13.3
トウモロコシ	177.6	69.3	12.1	18.6
ゴマ	714.0	72.4	12.7	14.9
大豆	160.7	59.0	26.0	15.0
アズキ	76.2	49.9	48.7	1.4
インゲン	127.3	72.8	25.1	2.1
イチジク	31.29	86.3	8.8	4.9

吉村寛幸, 角田光治: 食品と開発, **35**(8), 11-13(2000) から抜粋

#### まとめ

植物ステロールについては、今回ご紹介したコレステロール低減作用のほかにも、大腸癌抑制作用や前立腺肥大抑制作用などについての研究も進んでおり、今後の研究成果を期待したいところです。

植物ステロールは血中コレステロールを低減させる魅力的な素材ではあるものの、それを添加した植物油は「油脂」であることに違いはなく、効果を期待して摂取量を増やすことは油の摂りすぎにつながるため注意が必要です。また植物ステロールに限ったことではありませんが、まずは日常生活においてバランスのよい食生活を心がけることが重要なことは言うまでもありません。

#### 参考文献

- 菅野道廣: Foods Food Ingredient J. Jpn., **210**(6), 490 (2005)
- 池田郁男ら: Foods Food Ingredient J. Jpn., **210**(6), 504 (2005)
- 佐藤斉: オレオサイエンス, **3**(8), 395 (2003)
- 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会食品成分委員会: 五訂増補 日本食品標準成分表 分析マニュアル, p.111(2005)
- 栄養表示基準における栄養成分等の分析方法等について, 平成 11 年衛新第 13 号
- 杉江めぐみら: 第 42 回日本油化学会年会講演要旨集, p.161(2003)
- 吉村寛幸ら: 食品と開発, **35**(8), 11 (2000)