

食品シリーズ

# 植物ポリフェノール含有素材の開発

## —その機能性と安全性—

*Development of Polyphenol-rich Functional Foods*

監修：吉田隆志，有井雅幸

*Supervisor : Takashi Yoshida, Masayuki Arai*

HIGH TECHNOLOGY  
INFORMATION

シーエムシー出版

# 植物ポリフェノール含有素材の開発

—その機能性と安全性—

---

2007年2月28日 第1刷発行

---

監修 吉田隆志, 有井雅幸 (T0544)  
発行者 島 健太郎  
発行所 株式会社シーエムシー出版  
東京都千代田区内神田1-13-1 (豊島屋ビル)  
電話 03(3293)2061  
大阪市中央区南新町1-2-4 (椿本ビル)  
電話 06(4794)8234  
<http://www.cmcbooks.co.jp/>

---

[印刷 美研プリンティング株式会社] © T. Yoshida, M. Arii, 2007

定価はカバーに表示してあります。

落丁・乱丁本はお取替えいたします。

本書の内容の一部あるいは全部を無断で複写(コピー)することは、  
法律で認められた場合を除き、著作者および出版社の権利の侵害  
になります。

ISBN978-4-88231-667-1 C3047 ¥65000E

植物ポリフェノール含有素材の開発  
ーその機能性と安全性ー

アカショウマ

ビーエイチエヌ(株)

高下 崇

## 第4章 ガロタンニン

高下 崇\*

### 1 アカショウマ

#### 1.1 概要

アカショウマ (*Astilbe thunbergii*) はユキノシタ科チダケサシ属の植物で、日本では本州、四国、九州各地の山地に自生する高さ40~80 cmの多年草である(写真1)。生薬で用いられる升麻 (*Cimicifugae rhizoma*) はキンボウゲ科でアカショウマとは別種の植物であるが、

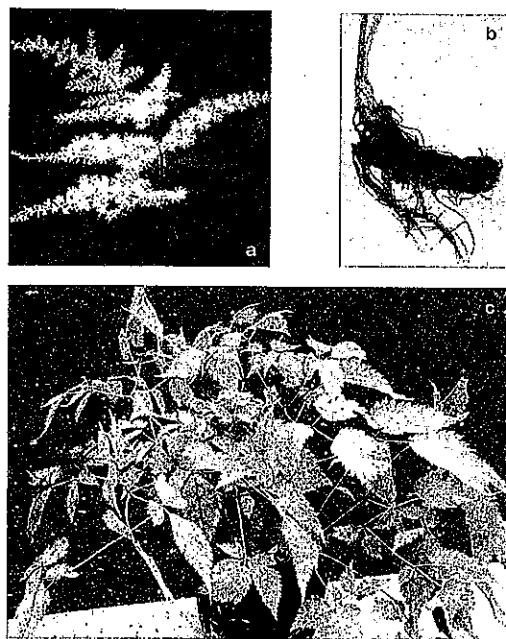


写真1 アカショウマ  
a: 花, b: 根, c: 植物体  
(原料には根を使用)

\* Takashi Kohge ビーエイチエヌ㈱ 素材開発マネージャー

## 植物ポリフェノール含有素材の開発

外観が升麻に似ていることから、升麻の代替品または類似品として、民間療法的に漢方で用いられてきた。根茎が赤味を帯びていることからアカショウマと呼ばれ、また別名、紅ショウマと呼ばれている。成分としては、根にイソクマリンのベルゲニン（図1）や、フラボノイド類を含有している。

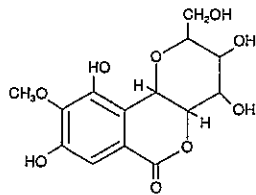


図1 ベルゲニンの構造

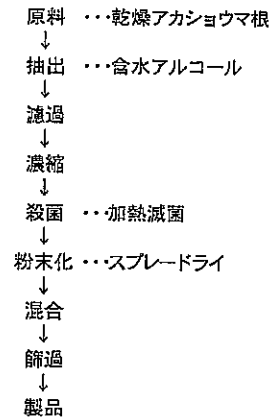


図2 アカショウマエキスの製造法

### 1.2 製造方法

アカショウマエキスの製造方法を図2に示す。乾燥したアカショウマ根から含水アルコールにて抽出した後、濾過、濃縮、滅菌の行程を経た後、スプレードライによって粉末化し、混合、篩過行程を経て製造される。

このエキス末は、ベルゲニンが15%以上、ポリフェノールが20%以上の含有を規格化している（表1）。ポリフェノールの測定方法は、酒石酸鉄比色法を用いて測定している<sup>1)</sup>。広くポリフェノールの分析で用いられるFolin-Denis法では、ベルゲニンが強く発色されてしまい、エキス末中に15%以上含有しているベルゲニンの影響を強く受けてしまう。しかしながら、酒石酸鉄比色法はこのベルゲニンの影響を受けないことを確認している。

### 1.3 物性および安定性

- ① 外観： 赤褐色の粉末である。
- ② 味： 苦く収斂味の強い味がする。
- ③ 溶解性： アカショウマエキス末は、水には不溶で懸濁状態になる。別途、飲料向けの水

## 第4章 ガロタンニン

表1 アカシヨウマエキス末の製品規格

項 目	規 格	分 析 方 法
外観	淡赤褐色～赤褐色の粉末	官能試験
臭い	特異な臭いを有する	官能試験
水分	7.0% 以下	105℃, 4g, 4hr 乾燥減量法
ベルゲニン	15% 以上	HPLC 法
アカシヨウマポリフェノール	20% 以上	酒石酸鉄比色法
重金属 (Pb)	20 ppm 以下	硫化ナトリウム比色法
ヒ素 (As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2 ppm 以下	DDTC-Ag 吸光度法
一般生菌数	3,000 個/g 以下	標準寒天培地法
大腸菌群	陰性	BGLB 培地法

溶性タイプも開発している。

- ④ 安定性： 密閉した室温保存において、少なくとも2年間は、エキス末中のベルゲニン、ポリフェノール含量は低下しないことを確認している。

### 1.4 生理機能と作用機序

#### 1.4.1 ラットの脂質吸収に及ぼす抑制効果

まず、脂質の吸収に及ぼすアカシヨウマエキスの影響について *in vivo* で検討した (図3)。

ラットに脂質エマルジョンを経口投与した後、経時的に血液を採取し、血漿中の中性脂肪含量を測定した。コーンオイル6ml, コール酸80mg, コレステロールオレアート2gおよび蒸留水6mlを混ぜ、脂質エマルジョンを作成した。アカシヨウマエキスは蒸留水にエキスを溶かし、脂質エマルジョンを作成した。アカシヨウマエキスは投与量が1g/kgラット体重となるように調製した。

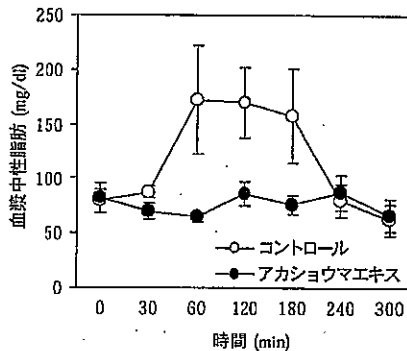


図3 脂質負荷後のラット血漿中性脂肪の変動に及ぼすアカシヨウマエキスの影響

## 植物ポリフェノール含有素材の開発

脂質エマルジョンを経口投与すると、腸管から脂質が吸収され血中に移行する。このため経口投与の一定時間後から血漿中の中性脂肪含量が一過性に上昇する (○)。しかしながら、アカシヨウマエキスを脂質エマルジョンと同時に投与すると、投与後に見られる血漿中の中性脂肪含量の上昇は認められず、投与前の水準を保った (●)。この結果は、アカシヨウマエキスを腸管からの脂質吸収を抑制する効果があることを示唆した。

この脂質の吸収抑制効果について、試験管内の試験で腸リパーゼ活性に及ぼすアカシヨウマエキス末の影響を測定したところ、アカシヨウマエキス末は腸リパーゼ活性を濃度依存的に抑制した。さらに、アカシヨウマエキス末を液-液分配、カラム分離によっていくつかのフラクションに分画し、腸リパーゼ活性抑制作用を調べたところ、腸リパーゼ活性抑制作用の強さは、分画エキス中のポリフェノール含量との間に相関が見られた。一方で、ベルゲニンには、腸リパーゼ活性を抑制する作用は認められなかった。したがって、アカシヨウマエキス末の脂肪吸収抑制効果はエキス末中のポリフェノール成分が関与し、このアカシヨウマポリフェノールが腸リパーゼ活性を阻害して、食事の脂質の吸収を抑制することが示唆された。

### 1.4.2 ヒトの脂質吸収に及ぼす抑制効果

次に、アカシヨウマエキス末の脂質吸収抑制効果について、ヒトでの効果を検討した。

試験は健康な男女 10 名 (男性 5 名, 女性 5 名) のボランティアにて行った。被験者は試験前夜 22 時以降絶食し、翌朝 9 時~10 時の間に空腹時の血中中性脂肪を測定した。測定後、直ちに脂肪食を摂取してもらい、その後経時的に採血を行い血中の中性脂肪を測定した。1 週間の期間をあけ、同様の脂肪食負荷試験を行い、脂肪食を摂取する前にアカシヨウマエキス末 (200 mg) を摂取した時と摂取しなかった時の結果を比較した。

脂肪食はコーンクリームポタージュスープ 200 ml に、バター (食塩不使用) 19 g およびラード 15 g を溶かして調製した。この脂肪食は 39.9 g の脂質を含有していた。アカシヨウマエキス末は 200 mg をハードカプセルに詰めて服用した。

脂肪食摂取後の血中中性脂肪の増加量の平均値をグラフにしたところ、脂肪食摂取前にアカシヨウマエキス末 200 mg を摂取することによって、有意差は得られなかったが脂肪食摂取後の血中中性脂肪の上昇が抑制される傾向が認められた (図 4)。この血中中性脂肪の曲線下面積 ( $h \cdot \Delta mg/dl$ ) を計算したところ、脂肪食のみを摂取した場合が  $159.4 \pm 88.7$  であったのに対し、脂肪食摂取前にアカシヨウマエキス末を摂取する事によって  $124.6 \pm 82.8$  とばらつきが大きいものの平均は 20% 程度低下していた。これらの結果から、アカシヨウマエキス末を食前に摂取することによって、食事の脂質の吸収が抑制されることが期待された。

今後、人数を増やし、さらなる検討を行いたいと考える。

#### 第4章 ガロタンニン

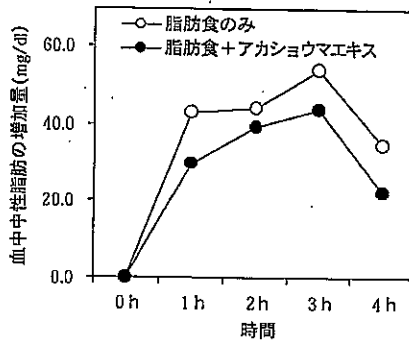


図4 脂肪食摂取後の血中中性脂肪の変化

#### 1.4.3 ヒトのエネルギー燃焼効果

ところで、これまでに *in vitro* の実験でアカショウマエキス末に含まれるベルゲニンが、脂肪細胞に作用しノルエピネフリン誘導性の脂肪分解作用を促進することが報告されている<sup>2)</sup>。この報告からは、アカショウマエキス末に脂肪細胞に蓄積した脂肪の分解を促進する効果が期待される。

そこで、安静時および運動時のエネルギー代謝に及ぼすアカショウマエキス末摂取の影響を調べるために、ヒトを用いて呼気ガスを測定して検討した。

アカショウマエキス末は200 mgを着色したハードカプセルに詰めた。また、プラセボには、難消化性デキストリン200 mgを同様に着色したハードカプセルに詰め、味・香り・色の区別がつかないように作成し、試験は二重盲験で行った。

試験は、健康な女子大学生11名に気温25℃、湿度60%の人工気候室で30分安静にしてもらい、被検物質を摂取後さらに30分安静にもらった後、20分間の自転車エルゴメーター運動を行ってもらった。最初の30分の安静時から自転車運動終了後15分まで吸気と呼気を測定し、消費した酸素量からエネルギー消費量を算出した。

その結果、運動時エネルギー消費量は安静時の約8倍に増加した。アカショウマエキス末摂取により、およそ10%エネルギー消費量の増加が認められた(図5)。アカショウマエキス末摂取後の安静時、あるいは運動後の安静時のエネルギー消費量では、アカショウマエキス末摂取による影響は見られなかった。なお、本試験のアカショウマエキス末摂取による心拍数や血液検査の変化は見られなかった。

この結果から、アカショウマエキス末は運動前に摂取することによって、運動時のエネルギー消費量を高めることが示唆された。今後、この効果の作用機序について検討をしていきたい。



植物ポリフェノール含有素材の開発

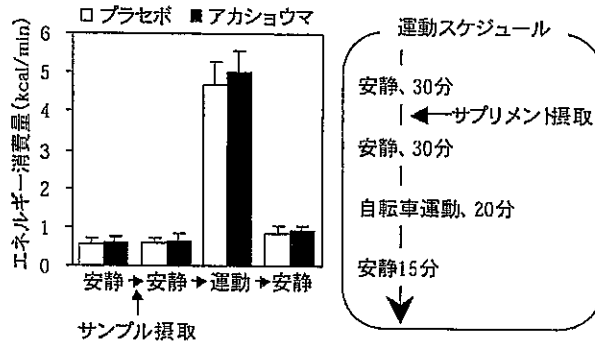


図5 アカシヨウマエキスのエネルギー燃焼亢進効果

1.4.4 体重増加軽減効果

次に、高脂肪食摂取による、体重増加に及ぼすアカシヨウマエキス末の影響をマウスを用いた試験で検討した(図6)。

マウス(雌, 4週齢)を普通食(○), 高脂肪食(●), アカシヨウマエキス末を1%配合した高脂肪食(◆)で12週間それぞれ飼育し、体重の変化を測定した。

その結果、高脂肪食群(●)は普通食群(○)と比べ体重が過剰に増加した。ところがアカシヨウマエキス末配合群(◆)で、体重の過剰な増加が有意に軽減された。

この12週間飼育したマウスの子宮周辺の脂肪組織重量を測定したところ、高脂肪食群で脂肪組織重量が増加していたのに対し、アカシヨウマエキス末配合群は脂肪組織重量の増加が軽減されていた(図7)。

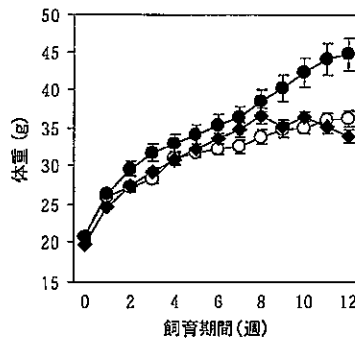


図6 マウスの体重増加に及ぼすアカシヨウマエキスの影響  
 ○—普通食, ●—高脂肪食, ◆—高脂肪食+アカシヨウマエキス1%配合

#### 第4章 ガロタンニン

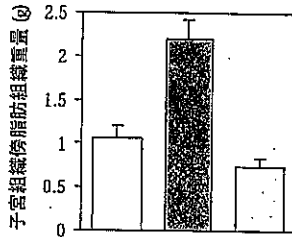


図7 マウス子宮傍脂肪組織重量に及ぼすアカシヨウマエキスの影響  
 □ 普通食群, 黒 高脂肪食群, 斜線 高脂肪食+アカシヨウマエキス1%配合群

これらの結果から、アカシヨウマエキス末は長期間摂取することにより、脂肪組織重量の増加を抑制して体重の増加を軽減する効果があることが示唆された。

#### 1.5 安全性

アカシヨウマエキス末は、変異原性試験である Ames 試験、マウスを用いた単回経口投与による急性毒性試験、ラットを用いた 90 日間の反復経口投与試験において、安全性が確認されている。

#### 1.6 用途開発・実用・研究の状況および展開

今から 50 年前の日本人の食事は、米を主体として糖質の占める割合が約 80% を占め、脂質はわずかに 8.7% に過ぎなかった (図 8)。しかし、外食産業の発展やファーストフードの利用、食事の欧米化などに伴い、脂肪エネルギーの割合は約 3 倍の 26.3% にまで増加している<sup>3)</sup>。この脂質摂取量の増加は虚血性心疾患などによる死亡率の増加の一因と考えられており、脂肪を過剰に摂取しないよう気をつけることが健康維持に重要である。

現在、糖尿病をはじめ、高血圧、高脂血症など生活習慣病と呼ばれる疾患は増加し続けており、

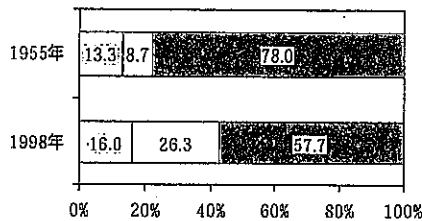


図8 食事におけるタンパク質、脂質、糖質からのエネルギー比の変遷  
 □ タンパク質, 黒 脂質, 斜線 糖質

## 植物ポリフェノール含有素材の開発

社会問題となっている。これらの疾患の発症や悪化に大きな関わりを持つ内臓脂肪の蓄積を伴う肥満状態はメタボリックシンドロームと呼ばれ、治療の対象として考えられるようになってきた。

アカショウマエキス末は膵リパーゼ活性を阻害し、腸管からの脂肪の吸収を抑制する作用が認められた。これは、日本人の食生活の変化による生活習慣病発症を予防・軽減する効果が期待される。

一方で、アカショウマエキス末によるエネルギー燃焼促進作用は、現代のように運動が不足がちな生活の中で、少ない運動量でも、若干ではあるが多めのエネルギーを消費する効果が期待できる。

したがって、アカショウマエキス末には、生活習慣病・メタボリックシンドロームといった現代の大きな問題となりつつある疾患に対して軽減・改善することが期待できる。今後、このアカショウマエキス末を様々な機能性食品へ展開していきたいと考える。

## 文 献

- 1) 韓立坤ら, 生薬学雑誌, 60 (2), 68-72 (2006)
- 2) Li-Kun Han *et al.*, *J. Nat. Prod.*, 61, 1006-1011 (1998)
- 3) 山本茂ら, 「栄養科学シリーズ NEXT 公衆栄養学」, 講談社, p. 29-31 (2001)