

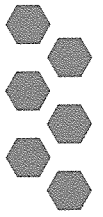
アラビアガムの特性とその利用

誌名	応用糖質科学
ISSN	21856427
著者	井戸, 隆雄 片山, 豪
巻/号	1巻3号
掲載ページ	p. 244-246
発行年月	2011年7月



アラビノガラクトランの
構造と機能および応用

アラビアガムの特性とその利用



井戸隆雄 (いど たかお)¹

片山 豪 (かたやま つよし)²

¹三栄源エフ・エフ・アイ株式会社 エマルション研究室

²三栄源エフ・エフ・アイ株式会社 エマルション研究室 課長代理

1. はじめに

アラビアガムは植物の樹液から得られる高分子多糖類であり、優れた乳化特性や皮膜性をもつことから、増粘安定剤として古くから食品、医薬品、工業製品等に利用されてきた。現在でも、食品業界を中心に非常に多くの量が消費されている。

2. 起源・製法

アラビアガムはマメ科アカシア属の植物の樹から浸出した樹液の粘質物である(図1)。アカシア属の種類は1,000種類以上のものが知られている¹⁾。その中で *Acacia senegal* (セネガル種) と *Acacia seyal* (セヤル種) の2種から採取されるガムのみが食品や医薬品に使用されている。アカシアの木は、主にアフリカ大陸を横切る北緯10~20度の間のガムベルトと称される地域で生育し、西はセネガルから東はソマリアまで広く分布している。アラビアガムの生産は主にスーダン、チャド、ナイジェリア、セネガル、マリ、ケニアなどで行われており、中でもスーダンが最大の生産国である。アラビアガムは天然物であるため、天候不順や、主産地スーダンでの民族紛争などの政情の変化により価格変動するなど、供給面での不安を抱えているが、近年はスーダン以外のチャドやナイジェリアなどからの産出量が大きく増加しており、供給面の不安要因は緩和されつつある。樹の幹や枝にタッピングと呼ばれる作業によって樹液の浸出を促し、それが乾燥した後アラビアガムは採取される。採取されたアラビアガムは大きさや選別方法等によりグレード分けされる。食品用のアラビアガムは粗砕品、粉碎品、ドラムドライ品、スプレードライ品などに加工され市場に流通している。

3. 化学構造

セネガル種およびセヤル種のアラビアガムは共にガラクトース、アラビノース、ラムノース、グルクロン酸の糖から構成され、少量のタンパク質を含んでいるが、構成糖の比率や窒素量、比旋光度が異なることが知られている²⁾(表1)。セネガル種のアラビアガムは優れた乳化特性をもつことから、その化学構造について詳しく分析されており、主鎖は β -1,3結合したガラクトース鎖で、数多くの分岐をも

ち、ガラクトース、アラビノース、ラムノース、グルクロン酸が主鎖のC6位に結合した構造と推定されている³⁾(図2)。

また、アラビアガムの分子量や分子サイズを示す回転二乗半径(Rg)はGPC-MALLS分析(ゲルろ過クロマトグラフィー(GPC)で分離し、多角度光散乱光度計(MALLS), RI, UV吸収の連続した3つの検出器を使用して検出する方法)により測定することができる。セネガル種のアラビアガムはGPC-MALLS分析の分子量分布から、分子量とタンパク質含量が異なる3つの画分:アラビノガラクトン-タンパク質, AGP;アラビノガラクトン, AG;グリコプロテイン, GPより構成されていることが示されている³⁾(図3)。このうちAGP成分はタンパク質を含む高分子画分で、全体の約10%を占め、この画分が高い乳化性を示すことが知られている。AGPはポリペプチド鎖に結合する多糖類ユニットを有する“Wattle Blossom”型の構造をもつと推定されている⁴⁾(図4)。一方, AG画分は2番目に溶出する画分で、全体の90%を占め, GP画分は最後に溶出する低分子タンパク質画分で、全体の1%程度しか存在しないことが示されている。

4. 粘性特性

セネガル種およびセヤル種のアラビアガムは共に水に容易に溶解し低粘度の溶液となるため、他の高分子多糖類と比較して粘度は低い。このようなアラビアガムの粘性は高度に分岐したコンパクトな分子構造が関係しており、分子同士の絡まりが少ないためと考えられる。そのため、アラビアガムは40%以上の高濃度の水溶液にも溶解することができる。これにより食品中の水分を減らすことができ、チューインガムなどの食品の乾燥には便利である。

5. 乳化特性

セネガル種のアラビアガムは優れた乳化特性をもち、酸性溶液でも安定なため、飲料に賦香する際の香料の乳化剤として広く使用されている。セネガル種のアラビアガムの乳化メカニズムについては古くから研究がされてきており、アラビアガムで乳化したエマルションの安定性には、アラビアガムの分子量が大きく影響し、分子量が大きいアラビアガムほど乳化安定性が高いことが知られていた⁵⁾。



図1. アラビアガムの樹 (*A. senegal*) から浸出したアラビアガム

表1. *A. senegal* と *A. seyal* のガムの特性値²⁾

	<i>A. senegal</i>	<i>A. seyal</i>
組成		
ガラクトース (%)	44	38
アラビノース (%)	27	46
ラムノース (%)	13	4
グルクロン酸 (%)	14.5	6.5
4-O-メチルグルクロン酸 (%)	1.5	5.5
蜜素 (%)	0.36	0.15
比旋光度 (°)	-30	51
重量平均分子質量 (<i>M_w</i>)	380 kDa	850 kDa

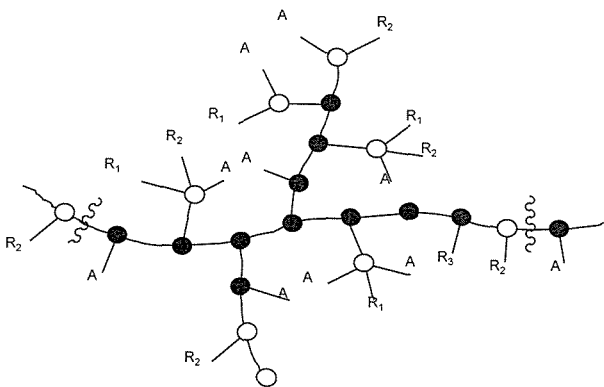


図2. *A. senegal* のガムの推定分子構造²⁾

A, アラビノース基; ●, 3位に結合したガラクトース基; ○, 6位に結合したガラクトース基 (ガラクトースまたはグルクロン酸が結合) 末端基: R1, ラムノース→4 グルクロン酸; R2, ガラクトース→3 アラビノース; R3, アラビノース→3 アラビノース。

セネガル種のアラビアガムを GPC により分画した成分のうち、タンパク質を含む最も分子量の高い AGP 成分が、ホモジナイザーなどの高圧乳化処理により油-水界面に優先的に吸着し、疎水性の高いポリペプチド鎖が油滴表面に吸着する一方、親水性の糖鎖部分が立体障害となり、油滴の凝集・合一を防止しているとする乳化機構が示されている⁶⁾(図5)。この乳化機構により、セネガル種のアラビアガムで乳化した乳化粒子同士は、加熱や攪拌により乳化粒子同士が凝集・合一しやすい条件においても、乳化粒子が劣化し難く安定である。

また、アラビアガムは水に容易に溶解し粘度が低く乳化

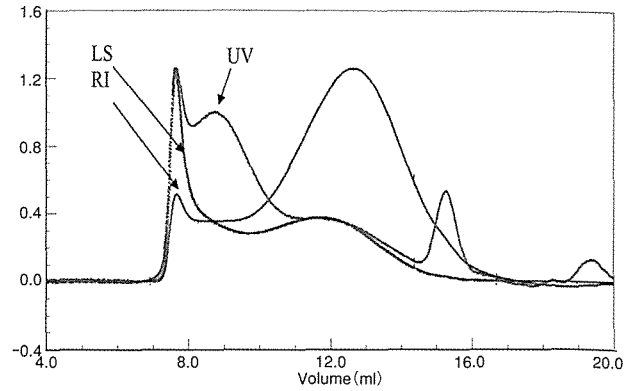


図3. 光散乱計 (LS), 屈折計 (RI) および紫外線吸光計 (UV, 214 nm) を用いて検出した *A. senegal* のガムの典型的な溶出プロファイル³⁾

Y軸は光散乱計の値を示す。他の検出器のクロマトグラムはY軸を100%に設定しているため、ピークの高さは実測値ではない。

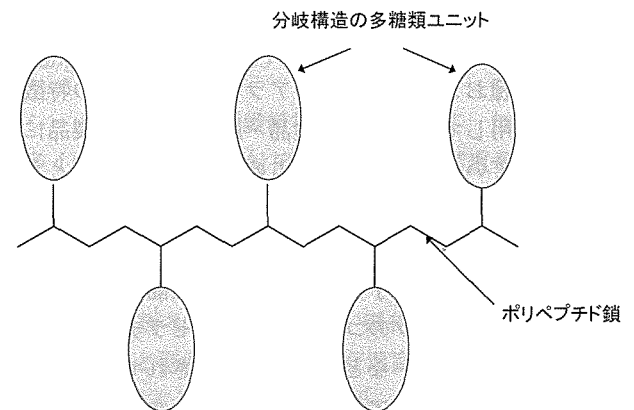


図4. アラビノガラクトタンタンパク質の“Wattle Blossom”モデル⁴⁾

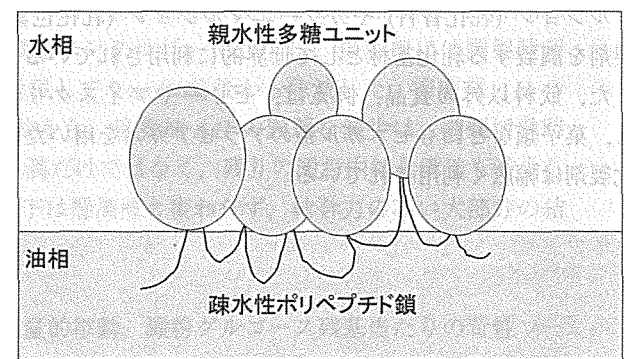


図5. アラビアガムによる油滴の乳化安定化⁶⁾

製剤に大量に添加できることや、乳化製剤において酸性下でも乳化性に影響を受けないこと、各種の飲料成分に対しても比較的安定であること、飲料中で不溶化せず沈澱を起こさないこともセネガル種のアラビアガムを使用した乳化製剤の利点と考えられる。

セネガル種のアラビアガムは優れた乳化性をもつことから飲料用の乳化製剤に多く利用されているが、産地、品種、樹齢、加工方法等によって品質が異なり、厳しい品質管理が必要である。現在、セネガル種のアラビアガムの分子量や界面粘弾性を測定する品質管理方法⁷⁾の利用が進んできている。

表2. アラビアガムの主な用途と必要とされる機能

分野	主な用途	必要とされる機能
食品	菓子	砂糖結晶化防止, フィルム形成, 結着性, 気泡安定化
	冷菓	乳化性, 氷晶防止
	飲料	乳化性, 気泡安定化
	乳化香料	乳化性
	粉末香料	乳化性, カプセル化
	機能性食品	食物繊維
医薬品	錠剤	フィルム形成, 結着性
	接着剤	結着性
工業用品	インク・絵の具	保護コロイド性, フィルム形成

6. 応用

セネガル種およびセヤル種のアラビアガムはその特徴的な機能を利用して、古くから食品・医薬品・工業製品に広く使用されている。アラビアガムの主な用途と必要とされる機能をまとめた(表2)。セネガル種およびセヤル種のアラビアガムは共に他の増粘安定剤に比べてフィルム形成能に優れているため、菓子分野では砂糖の結晶化防止やチョコレート菓子やナッツのコーティング、ゼラチン等と併用してグミキャンディーなどに幅広く利用されている。

また、セネガル種のアラビアガムは優れた乳化特性をもつことから、飲料分野において柑橘由来の油溶性香料やカロテノイド色素などの油溶性色素を乳化し、フレーバーエマルション(乳化香料)やカラーエマルション(乳化色素)製剤を調製する乳化基材として世界的に利用されている。また、飲料以外の食品、例えば、ゼリーやアイスクリーム、菓子類などにもセネガル種のアラビアガムを用いた乳化製剤は幅広く利用されている。

その他にもセネガル種のアラビアガムはゼラチン等のタンパク質とのコアセルベートを形成するため、マイクロカプセルの基材としても利用されている。

7. おわりに

アラビアガムはそのコンパクトな分子構造とタンパク質を含有し、優れた被膜性、乳化特性を有する天然素材として、古くから世界各地でチューインガムなどの表面コーティングやソフトドリンク用の乳化製剤用途に使用されてきた。

近年、これらのアラビアガムは難消化性食物繊維としての機能や歯の再石灰化効果などが明らかにされてきており、機能性素材としての利用も期待されている。

文献

- 1) G. Dondain and G.O. Phillips: The regulatory journey of gum Arabic. *Food Food Ingredients J. Jpn.*, No. 179, 38-56 (1999).
- 2) P.A. Williams and G.O. Phillips: *Handbook of hydrocolloids*, Woodhead Publishing, Cambridge, p. 155 (2000).
- 3) S. Al-Assaf and G.O. Phillips: Characterisation of AGPs in Acacia gums. *Food Food Ingredients J. Jpn.*, No. 211, 189-197 (2006).
- 4) S. Connolly, J.C. Fenyo and M.C. Vandeveld: Heterogeneity and homogeneity of an arabinogalactane-protein: Acacia Senegal gum. *Food Hydrocolloids*, **1**, 477-480 (1987).
- 5) 中村幹雄, 中山陽二郎, 吉倉正博, 井川喜富, 小畑繁雄: エマルションの安定性におよぼすアラビアゴムの分子量の影響. *薬剤学*, **42**, 25-29(1982).
- 6) R.C. Randall, G.O. Phillips and P.A. Williams: Fractionation and characterization of gum from *Acacia senegal*. *Food Hydrocolloids*, **3**, 65-75 (1992).
- 7) S. Al-Assaf, G.O. Phillips, Hiromitsu Aoki and Yasushi Sasaki: Characterisation and properties of *Acacia senegal* (L.) Willd. var. *senegal* with enhanced properties (*Acacia (sen) SUPER GUM™*): Part 1-Controlled maturation of *Acacia senegal* var. *senegal* to increase viscoelasticity, a hydrogel form and convert a poor into a good emulsifier. *Food Hydrocolloids*, **21**, 319-328 (2007).