

アルギン酸エステル(PGA)の 特長と利用技術

宮島 千尋

Chihiro Miyajima

株式会社キミカ

1. はじめに

アルギン酸エステルは、海藻から抽出される「アルギン酸」にプロピレングリコールがエステル結合した形の誘導体で、食品の安定剤や糊料として利用される増粘多糖類の一種である。海外では一般に Propylene Glycol Alginate という英語名か、その略称「PGA」で呼ばれている。日本の食品添加物公定書には「アルギン酸プロピレングリコールエステル」という名称で記載されているが、一般的には別名である「アルギン酸エステル」と呼ばれることが多く、本稿でもアルギン酸エステルと記述する。

2. 製法

海藻（褐藻類）の細胞間隙に含まれるアルギン酸を抽出し、海藻成分と分離した後に沈殿させて繊維状のアルギン酸（湿体）を得る。これを十分に洗浄、脱水したものにプロピレンオキシド（酸化プロピレン）を加え、オートクレーブ中で加熱しながら攪拌してエス

テル化反応を行う。反応後に乾燥、粉碎したものがアルギン酸エステル（粉末）となる。使用するプロピレンオキシドの量や反応時間を変えることにより、製品のエステル化度を調整することができる。

3. 構造

アルギン酸エステルの構造は図1の通り。アルギン酸のカルボキシル基にプロピレングリコールがエステル結合したものだが、すべてのカルボキシル基がエステル化されているわけではなく、未反応の遊離酸の部分や、ナトリウム塩、カルシウム塩の部分も残っている。エステル化度が100に近い方が高品質とは限らず、むしろ塩として存在する部分がアルギン酸エステルの粘度や流動性に特長を与える要素となる。従って、用途によって最適なエステル化度は異なる。食品添加物公定書や米国FCCなどでは、エステル化度として40%以上という規格が定められている。

また、分子鎖の長短すなわち重合度は、アルギン酸エステルを水溶液にしたときの粘度

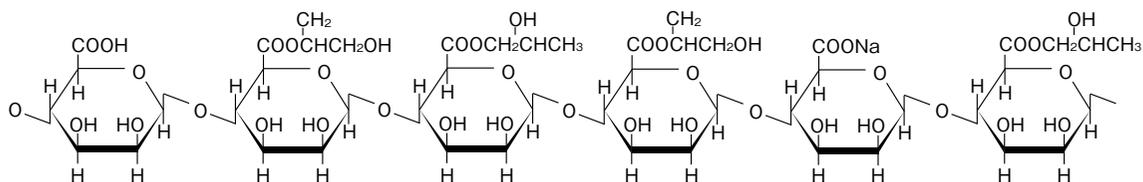


図1 PGA 構造式

に影響する。当社では、実際の用途に応じて適切な粘度、エステル化度の製品を選べるよう、多様なタイプの製品を用意している。

4. 物性

アルギン酸エステルは白～淡黄白色の粉末で、冷水、温水によく溶け、粘りのあるコロイド溶液となる。水溶液の粘性は、なめらかで高い粘性を示すものから、水のように粘度の低いもの、あるいはチクソ性のある流動性を持つものなど、さまざまなタイプが用意されている。

アルギン酸エステルの粘度は、濃度の増加に比例して対数的に増加する。例えば1%水溶液で200mPa・sの粘度をもつアルギン酸エステルを、倍の2%濃度で溶解した場合、粘度は400mPa・sでなく、およそ10倍の2000mPa・sとなる。

アルギン酸エステルは比較的安定な物質で、アルギン酸やアルギン酸塩に比べても経時変化は少ない。粉末状態で冷暗所（おおむね20℃以下）に保存していれば、1年以上は粘度、エステル化度などの品質に変化がない。一方で高温には弱く、粉末保存であっても30℃を超える環境に長期保管した場合、エステルが分解していずれは不溶化してしまう。長期在庫する際は、なるべく温度の低い場所に保管されることが望ましい。

アルギン酸エステルの水溶液は酸性（濃度1%のときpH4程度）を示すので、果汁飲料や発酵食品など、pHの低い食品のなかでも不溶化することなく、増粘安定効果を発揮することができる。逆にpHの高い条件下ではエステルが鹸化し、プロピレングリコールとアルギン酸塩に分解してしまう。従って、アルギン酸エステルは酸性～中性の食品に利用するのに適している。

またアルギン酸エステルはカルシウムと接触しても、アルギン酸ナトリウムのように容易にゲル化することはない。従って、カル

シウムを豊富に含む乳製品などにも溶かすことができる。

このように、酸性の食品や乳製品など、アルギン酸ナトリウムがうまく使えない場面でも有効に利用できるのが、アルギン酸エステルの特長である。また塩濃度の高い食品やアルコール濃度の高い食品に対しても、アルギン酸ナトリウムより高い耐性を示すことが知られている。

さらに、親水性のアルギン酸分子に親油性のプロピレングリコール基を備えた構造のアルギン酸エステルには界面活性能力があり、乳化剤としての効果も併せ持つ。この性質は、サラダドレッシングの安定剤として有効に利用されている。

5. アルギン酸エステルの市場

アルギン酸エステルの市場は全世界で年間におよそ2000tといわれている。そのうち日本での使用量は200t前後であり、海外での利用度が圧倒的に高いことがわかる。

近年アルギン酸エステルのサプライヤーは再編が進み、欧米でアルギン酸エステルを製造していた工場は次々に生産をやめ、また日本にも当社以外のメーカーは残っていない。現在、世界中でアルギン酸エステルを製造しているメーカーは当社の3工場（日本、チリ、中国）と、中国の数社のみである。

6. 使い方

アルギン酸エステルは粉末状の製品で、冷水に溶けて粘ちような水溶液となる。アルギン酸エステルの機能を有効に利用するには水溶液の状態に配合するのが最良だが、あらかじめ水溶液を調整するのが難しい場合は、原料（例えば小麦粉など）に粉末配合しておくことも可能である。このとき、アルギン酸エステルは配合量が小さいので、原料の中へ均一に行き渡らせることが肝心である。例えばパンの場合、アルギン酸エステルの使用

特集1 イチからわかる増粘多糖類

量は対粉0.1～0.2%程度に過ぎない。つまり25kgの小麦粉に対してわずか25g程度のアルギン酸エステルを配合することになるので、単に投入するだけでは分布が偏りやすい。この場合、あらかじめ小麦粉の一部を分取してアルギン酸エステルとプレミックスし、それから全体へ混ぜ直すような手順を取ることによって改善できる。

水溶液を調整する場合、アルギン酸エステルも他の水溶性高分子と同じくママコ(ダマ)になりやすい性質がある。十分な攪拌能力のある溶解装置を使うか、砂糖などママコにならない成分と混ぜてから投入すれば、短時間で溶解することができる。温湯を使うことでより溶かしやすくなるが、高温で長時間置くとアルギン酸エステル自体が分解することもあるので、なるべく低温で扱うことをお勧めする。

また、溶解する濃度にも注意が必要である。上述した通り、アルギン酸エステルは濃度が上がると粘度が著しく上昇する性質がある。実際に溶解できるのは濃度2%程度までで、それを超える濃度では糊状になって扱いづらい。均一な水溶液を得る上でも、溶解する濃度は低い方が望ましい。

以下に代表的なアプリケーション例を示す。

1) 【乳酸菌飲料】

国内では、古くから乳酸菌飲料の安定剤として利用されていた。アルギン酸エステルは乳タンパク粒子の表面にとりつき、粒子同士の静電反発を補うように働くと考えられており、これによって乳タンパクの凝集を防ぎ、長期間安定な分散状態を維持する。比較試験ではペクチンのおよそ半量で乳タンパクの沈殿を防ぐという結果が得られており、ペクチンに代わる安定剤として注目されている。

2) 【ビール】

アルギン酸エステルはビールの泡沫安定剤として高い効果があり、欧州、南米を中心に広く利用されている。アルギン酸エステルは

ビールを泡立てる起泡タンパクに働きかけて泡の膜を補強し、液体の流下速度を遅くすることで泡の保持時間を延ばす。

ビールへの添加量は数十ppm程度と極めて少量であるが、この分野でのアルギン酸エステル消費量は年間数百tに上る。残念ながら、日本国内で使用できるのはビール以外の飲料に限られる(酒税法)。

3) 【パン】

パン生地に対粉0.1%程度のアルギン酸エステルを加えることで、生地への加水量を増やせると同時に、焼成後の容積が増し、さらに弾力性、復元性が向上して潰れにくいパンとなる。

パンにとって冷蔵保存が大敵であることはよく知られているが、CVSなどで流通するサンドイッチは新鮮な具材を保存する上で冷蔵が避けられず、パンにとっては非常に過酷な保管条件となる。冷蔵保存するパンを柔らかく維持するためにさまざまな工夫がなされているが、柔らかくなったパンは逆に潰れやすくなり、口中でクチャつく食感の悪化にもつながってしまう。アルギン酸エステルはサンドイッチ用のパンの柔らかさを維持しながらも適度な復元性を与え、歯切れを改善することができる。

4) 【めん】

アルギン酸エステルはめん類に対しても顕著な食感改良効果をもたらす。これまで、即席めんやカップめんの改良剤としてアルギン酸やアルギン酸ナトリウムが長年利用されているが、アルギン酸エステルの効果は一層顕著で、特に茹で上げ後の食感を維持する効果が高いことから、チルドめんでも活発に利用されている。最近ではそうめんや日本そばなど、伝統的な乾めんにも利用の幅が広がっている。

5) 【低糖質、グルテンフリー】

昨今は低糖質やグルテンフリーの加工食品に人気があり、市場が拡大している。本来

小麦粉で作るはずのめんやパンの原料をほかの穀物に変え、糖質やグルテンを除けば当然加工は難しくなり、本来の外観や味、食感とはどんどん乖離してしまう。こうした食品にもアルギン酸エステルの品質改良効果は有効で、本来膨らまないはずのパンが膨らみ、つながらないはずのめんが見事に製めんできるようになる。

7. 使用基準

食品添加物公定書に定められたアルギン酸エステルの使用基準は「食品の1.0%以下」である。これはアルギン酸というよりも構造中のプロピレングリコールを基準に設けられたものである（他のアルギン酸類には使用基準が設定されていない）。一般的にアルギン酸エステルが利用される濃度はこの基準よりもはるかに低く、実用上は影響ない。

8. おわりに

近年利用度の高まってきたアルギン酸エステルであるが、その知名度はまだまだ高いとはいえない。利用される食品によって適するアルギン酸エステルの品質も異なるので、最適な製品の選定については遠慮なく当社営業部までご相談いただきたい。

みやじま・ちひろ

株式会社キミカ 技術開発本部

1965年生まれ、神奈川県出身。1990年、君津化学工業株式会社（現 株式会社キミカ）入社。アルギン酸の製造、品質管理、品質保証、商品開発などを担当。2011年、取締役就任、現在に至る。

発酵食品をテーマに講演会開催 日本伝統食品研究会

日本伝統食品研究会は4月25日、学習院女子大学にて「第72回伝統食品に関する講演会」を開催する。テーマは「日本の発酵食品」について。詳細は以下の通り。

主催 日本伝統食品研究会

共催 学習院女子大学

日程 4月25日（土）13：00～16：00

場所 学習院女子大学（東京都新宿区）

会場整理費 1000円（当日受付、学生無料）

内容 ①「日本と中国に見る発酵漬物」宮雄茂雄氏（東京家政大学）／②「たかが醤油、されど醤油」館博氏（東京農業大学）／③「和食を世界に——発酵食品の魅力——」柳原尚之氏（江戸懐石近茶流）

問い合わせ先 学習院女子大学国際文化交流学部日本文化学科 宇都宮由佳

☎ 03-3203-7253

✉ yuka.utsunomiya@gakushuin.ac.jp