

秋季シンポジウム「海産植物資源の活用—現状と展望—」

寒天の開発と市場動向

井上 修

伊那食品工業（株）

はじめに

最近の食品を取り巻く環境は厳しいものがあり、ISOやHACCPに、又は環境対策に日々を追われている方も多いと思われます。寒天も取り巻く環境の変化で新しい時代に入り、時代のニーズにあった変化を見せはじめています。特に最近、物の安全性が論じられるようになり、寒天の持つ乾物としての400年、とこてんととしての1000年、海藻としての2000年という歴史の長さが何よりの安全性の証明といわれるようになりました。

食の開発は、安全で、美味で、体に良いものという三原則があると聞いておりますが、最近の寒天の引き合いの多さはこんな背景があるのかもしれませんが。最近のエピソードの一つに、寒天に抗ガン作用ありというのがあります。寒天を分解したアガロオリゴ糖が、

細胞のアポトーシスを引き起こし、ガン抑制作用を示すことが発表され(1998年7月：糖質学会)反響を呼びました。従来の食物繊維としてのガン抑制効果は報告されていましたが、新しい切り口での寒天の有効性を示す貴重な資料だといえます。長い歴史の食経験に裏付けされていた寒天の安全性と有効性に科学的なデータが加わってきています。

1. 寒天の性質

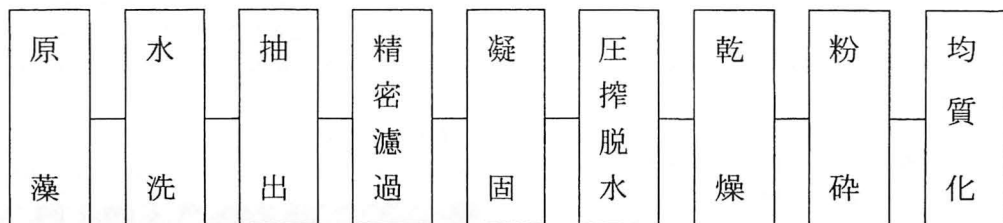
1.1 寒天の原料

寒天の原料はテングサ科(Gelidiaceae)やオゴノリ科(Gracilariaceae)などの紅藻類であり、寒天はそれらの細胞壁に存在する多糖類である。熱水により抽出され、得られた抽出物は熱可逆性で、冷やせばゲルを形成する。これらのゲルの融点は90℃前後、凝固点は40℃前後に分布しており、この大きなヒステリシス（市販の寒天では1.5%濃度の水溶液で40℃～60℃）と、強いゲル化能力(1.5%濃度 30g/cm²～2500g/cm² 日寒水式)が様々な用途に使われている大きな理由である。

1.2 寒天の製造方法

寒天の製造法は図1に示すように、寒天ゲルの脱水方法により、圧搾脱水法と冷凍法の2つに大きく分け

(圧搾脱水法)



(冷凍法)

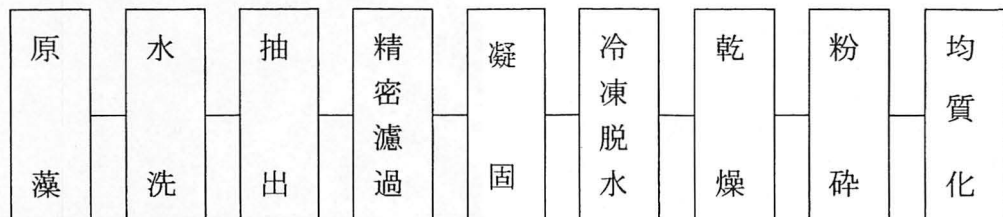


図1. 寒天の製造工程

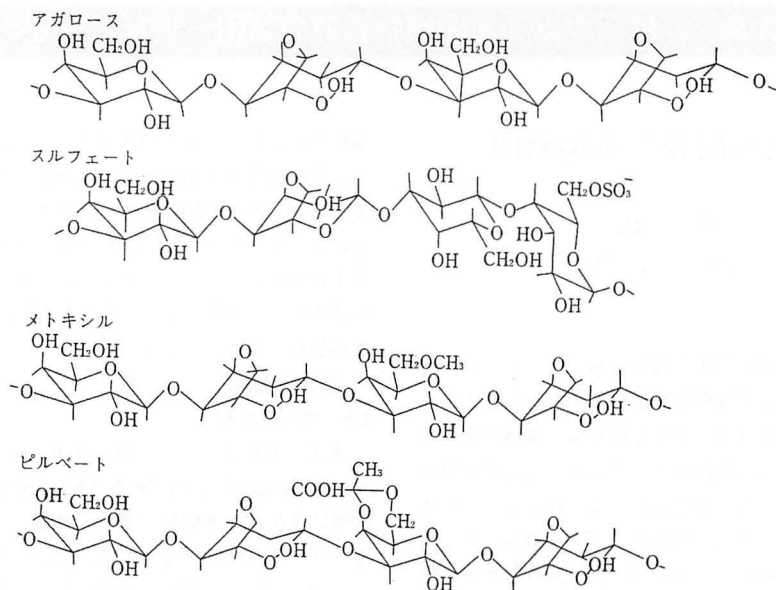


図2. アガロースとアガロペクチンの構造

ることが出来る。この2つの方法は、原料海藻や製造条件などにより使い分けられている。また寒天製造では、天然物である海藻から一定の品質の寒天を得るために、海藻のブレンド(草割という)が行われる。これらの草割や製造方法が、それぞれのメーカーが長年培ってきた技術やノウハウの積み重ねであることは言うまでもない。特に最近製造方法に長足の進歩があり、今までの常識を越える新しい寒天が生まれ出されている。

- I: ゲルの融点が高い(沸騰 20分)高融点寒天
- II: 低分子で曳糸性がなく、チキントロビックなウルトラ寒天
- III: 70℃～90℃で完全溶解する即溶性寒天
- IV: 低強度で高粘性を持つ超高粘性寒天

最近開発されたこれらの寒天で更に用途が拡大しつつある。

1.3 寒天の組成

寒天の構成成分は図2に示すように、ガラクトースを基本骨格とする多糖類である。その主成分は「アガロース」と呼ばれる中性でゲル化力の強い部分と、「アガロペクチン」と呼ばれイオン性でゲル化力の弱い部分に分けられる。アガロースの骨格構造を利用した、DNA鑑定は良く知られるところであり、遺伝子組み替え、遺伝子治療へと、伝統食品の用途は益々広がっている。

1.4 寒天のゲル強度と分子量

寒天ゲルは、日寒水式と呼ばれる方法で測定される。これは寒天濃度1.5%の水ゲルの強度を測定したもので、「ゼリー強度」として表される。一般に市販されている粉末寒天は、ゼリー強度400～900g/cm²、角寒天は250～350g/cm²、糸寒天は350～550g/cm²である。弊社では特殊な製造方法により、ゼリー強度30～2500g/cm²という幅広い範囲で多種多様なタイプの寒天を作ることが可能になった。写真1はゲル強度の異なる寒天の電子顕微鏡写真であるが、ゼリー強度の高低と、分子の長短と絡み合いが、関連している事が良く分かる。

寒天の分子量を測定すると、図3の様な分布を示す。弊社の低強度寒天であるウルトラ寒天「AX-100」(ゼ

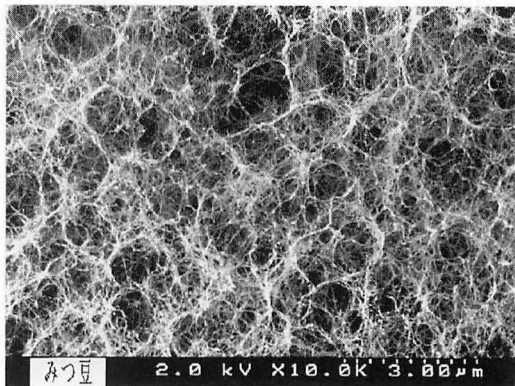


写真1. 寒天の電子顕微鏡写真

表1. 寒天の用途と使用濃度

用途	濃度(%)
餡	0.07 - 0.2
水羊羹	0.3 - 0.5
練り羊羹	1.0 - 1.2
アイシング	0.2 - 0.4
デザートゼリー	0.2 - 0.5
ドリンクゼリー	0.1 - 0.3
プリン	0.1 - 0.3
アイスクリーム	0.05 - 0.2
ヨーグルト	0.05 - 0.3
ところてん	0.8 - 1.0
みつ豆	0.8 - 1.2
杏仁豆腐	0.8 - 1.2
佃煮	0.1 - 0.3

ゼリー強度 $100\text{g}/\text{cm}^2$) は約 8 万、一般グレードの「S-7」(ゼリー強度 $750\text{g}/\text{cm}^2$) は約 30 万、みつ豆用の「M-10」(ゼリー強度 $1000\text{g}/\text{cm}^2$) は約 40 万の分子量を持ち、ゼリー強度と分子量がほぼ比例関係にあるのが良く分かる。また、同じゼリー強度 ($1000\text{g}/\text{cm}^2$) でもトコロテン用の「T-1」とみつ豆用の「M-10」では分子量に大きな差がある。これは同じゼリー強度でも粘弾性がある方が、分子量が大きくなる傾向にあることを示している。

ところが、最近開発された伊那寒天「大和」は、トコロテン用の「T-1」より大きな分子量を持ちながら、ゼリー強度は半分以下である。この性質により伊那寒天「大和」は今までに無い大変特徴のある食感を有する。

2. 寒天の用途

多様化している寒天の用途の中でも、その安全性より、薬の嚥下補助の基材とか、DDS用のカプセルとか、保水力を活かした化粧品とか、従来無かった分野での利用・検討が始まっている。フレーバーリリースを活かした高齢者用介護食、ゲルの可逆性と精密な印象能力を活かした歯科印象剤は更に浸透しつつある。

以下、最近開発された特殊な寒天の用途について論じてみたい(寒天の用途と使用濃度に関しては表1を参照のこと)。

2.1 超高粘弾性寒天「大和」

伊那寒天「大和」は、従来の寒天のみずみずしくて味立ちの良い特徴を生かしながら、非常にソフトで滑

かな、例えるならゼラチンの様な食感となる。先にも述べたが、これは低ゼリー強度でかつ高い粘弾性を有するために可能になった。この特徴を生かした、いくつかの用途を紹介する。

○プリン

市販されているプリン、カスタードプリン等は別にしても通常ゼラチン、デンプンなどを主体に増粘多糖類が配合されている。ところが最近、店頭で見られるあっさりとした口溶けの良いプリンには寒天が配合されていることがある。これは寒天がもつフレーバーリリースの良さで、あっさりとしていながらもリッチな風味を演出することができるためである。また、寒天を使用した時にはゼラチン、デンプンのべたつきが抑えられる。

伊那寒天「大和」は粘弾性があり低濃度で使用できるため、あっさりとしていて風味が良く、更に大変口溶けの良いプリンができる。

○ゼリー

フルーツゼリーに代表されるゼリー類には通常カラギナンを中心とした増粘多糖類が使われることが多い。普通の寒天を使用すると、味立ちは大変良いが、テクスチャーの面で好みが変わるところがあった。ところが伊那寒天「大和」を使用してゼリーを作ると味立ちは良いのに、ソフトで滑らかな、さっぱりとしたテクスチャーとなる。そして果汁やコーヒー、紅茶に含まれる塩類によって食感が変化しないというのも寒天の利点である。

○水羊羹

夏の風物詩とも言える水羊羹には、寒天が無くてはならない存在であるが、さっぱりとした食べ口ゆえに、製造時に餡が沈殿してしまうという問題もある。通常、沈殿を防止するためにデンプンや増粘剤を使うこともあるが、かえって寒天の持つみずみずしさが損なわれてしまう。しかし、伊那寒天「大和」を使用するとその適度な粘性のために餡の沈殿を防止することが可能である。

○みつ豆、杏仁豆腐

通常、みつ豆や杏仁豆腐には寒天が使われる。最近、これらの食感も、柔らかく滑らかなテクスチャーが好まれるようになった。そのような場合に伊那寒天「大和」を使用すると、あっさりとした食べ口はそのままに、大変柔らかくソフトなテクスチャーに仕上がる。また、殺菌などを考慮した場合に、従来の寒天と変わらない融点を示すことも大きな特徴となっている。

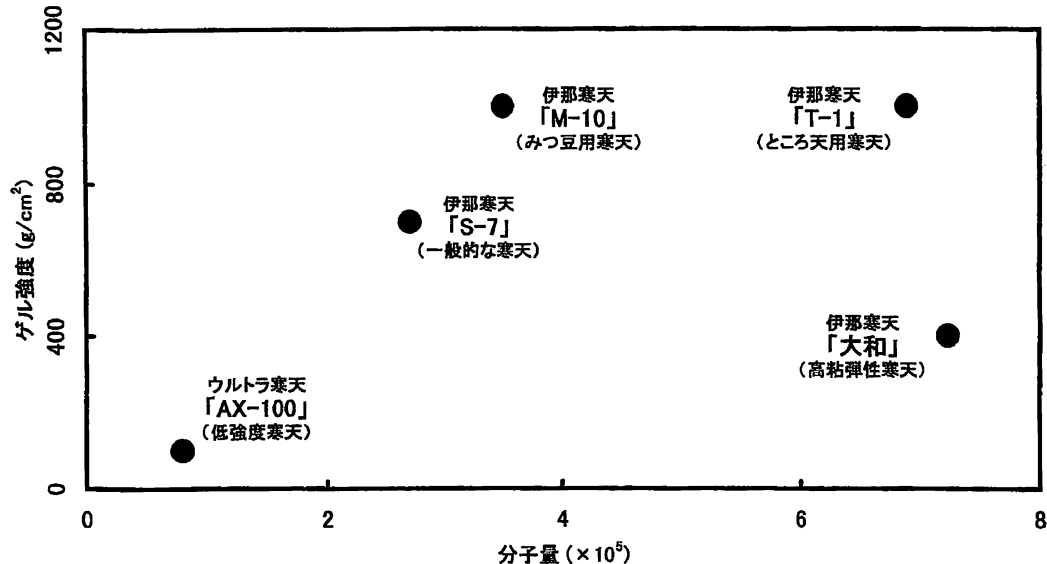


図3. 寒天の分子量とゲル強度

2.2 低強度寒天「ウルトラ寒天」

従来の寒天は、水や食品を“強く凝固させる”という目的で使われることが多かった。しかし、最近の消費者の嗜好はソフトなテクスチャーを好む傾向にある。そこで開発されたのが「ウルトラ寒天」である。先に述べた日寒水式でも測定できない低強度の寒天である。物をしっかりと固めることは寒天にとっては重要な役割であるが、逆にこの「固まらない寒天」が開発されたことにより、既存の寒天では得られなかったさまざまな特性が、より多くの加工食品に利用できるようになった。以下、いくつかの用途を紹介する。

○ペースト状食品

「ウルトラ寒天」は、一度固めたゲルをミキサー等の攪拌により容易にペースト状にすることが出来る。このペーストは特有のボディ感を持ち、ドレッシング等の脂肪代替品としても検討されている。また、蜂蜜など垂れやすく扱いにくい物を、「ウルトラ寒天」を使って固めることにより、スムーズに塗り伸ばせるようになる。こうして出来た蜂蜜のペーストは、曳糸性が無く、大変味立ちが良い。「固まらない寒天」となってもフレーバリーリースの良さは従来の寒天と全く変わらない。

○ヨーグルト

普通市販されているハードタイプのヨーグルトには、寒天とゼラチンが併用されている。最近ヨーグルトも多様化してきて、スタードタイプのヨーグルトも増えてきた。通常、スタードタイプのヨーグルトの安

定剤にはLMペクチンやデンプンが使用されるが、ウルトラ寒天を併用することにより、糊状感の少ないクリーミーなテクスチャーをもつヨーグルトを作ることが出来る。

○パン

パンに「ウルトラ寒天」を添加すると、加水量を増やすことが可能となりさらに歩留まりが向上する。また、しっとりとしたパンに焼き上がり、老化も遅くなる。これは「ウルトラ寒天」が固まらない特性を持っているために、そのゲル化力がパン生地に影響を及ぼさない事と、従来の寒天同様に大きな保水力を有しているためである。

○澱粉の老化防止

寒天を酵素処理し、低分子化してオリゴ糖レベルまで分解⁴⁾するとデンプンの老化防止に効果があるという報告⁵⁾がある。「ウルトラ寒天」はそこまで低分子化されていないが、蒸し物や焼き物又は、蜜漬けした道明寺に添加するとデンプンの老化が抑制される傾向にある。

○たれ類

「ウルトラ寒天」は中性域での耐熱性、耐酸性に優れ、そしてデンプン老化がないためにレトルト食品の増粘剤にデンプンと併用して利用されている。また従来の、たれの増粘剤でよく使われるキサンタンガムやグァーガムの食感改良や、曳糸性の防止にも使われている。

2.3 即溶性寒天

これまで寒天は、溶解するとき必ず沸騰が必要であった。ところがこの「即溶性寒天」⁶⁾は溶解性に優れ、加熱沸騰させずに80℃までの加温で溶解可能である。この「即溶性寒天」は、ゾル状態から直接脱水されることにより分子上ランダムコイルのまま粉末化された寒天であり、分子配交してダブルヘリックス鎖の複雑な絡み合いをしている^{7),8)}。従来の寒天とは溶解性の面で大きく異なる。

○餅

餅粉を使い、餅や求肥を作るときには、機械へ付着しやすいなど作業性の面が問題となることがある。また求肥では、そのボディーの弱さから作業効率が悪くなる可能性がある。そのような時に餅粉に「即溶性寒天」を混合してから使用すると、剥離性が向上し、さらに、食感に影響を与えない程度のボディーを付与することが可能である。これは「即溶性寒天」が、餅粉との共存下でも溶解可能なためである。また、寒天のもつゲル化力、保水力が餅粉のボディー形成に関与しているためである。

○冷菓

「即溶性寒天」の中で「UP-6」というタイプがある。これは乳蛋白安定機能を持った特殊な寒天で、アイスクリームやラクトアイスの安定剤として他の増粘剤と併用して使用される。この寒天を使うことによりメルト

ダウン耐性に優れ、ヒートショックに強い冷菓を作ることが出来る。

おわりに

従来、寒天はその“強いゲル化力”による独特の食感ばかりが強調されてきた。しかし、新しい食感や機能を持った寒天が開発されたことにより、食品素材としてこれまで思いもよらなかった用途での利用が増えている。“寒天は固めるためだけの素材”という既成概念にとらわれず、これらの寒天を新たな商品の開発にお役立て戴ければと考えている。

引用文献

- 1)徳田廣,大野正夫,小河久郎 1987. 海洋資源養殖学, 緑書房 P55
- 2)中野愛子 1944. 寒天・アルジネート連合印象法, クインテッセンス出版
- 3)伊那食品工業株式会社, 寒天の知識 No.4.
- 4)Araki, C. 1953. Bull.Chem.Soc.Japan, 29: 534.
- 5)高橋武雄 1951 海藻工業, 産業図, p. 50.
- 6)Guiseley, K. B. 1970. Carbohydr.Res. 13: 247.
- 7)小島正明 1992. New Food Industry, 34: 17-18.
- 8)Hayashi, A., Kinoshita, K.and M.Kuwano 1977. Polymer J. 9: 219.
- 9)Tako, M.1992. New Food Industry 34: 71.
(162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町 574)

