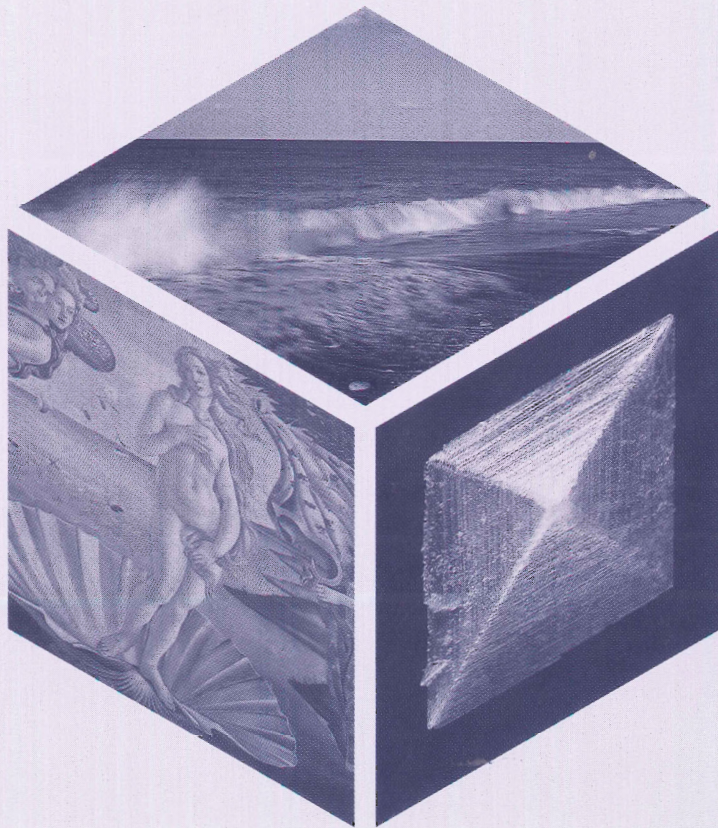


塩業完全自由化に臨んで 野崎泰彦

ソルト・サイエンス・シンポジウム2004 塩・にがりの選び方とミネラルの生理作用

— 作り方で塩・にがりの品質は変わる — 開催について



目次

巻頭言 塩業完全自由化に臨んで	1
-----------------	---

野崎 泰彦

ソルト・サイエンス・シンポジウム2004 塩・にがりの選び方とミネラルの 生理作用 — 作り方で塩・にがりの品質は変わる — 開催について	2
--	---

塩漫筆 『ミネラルたっぷりのお塩』	34
-------------------	----

塩 車

財団だより	39
-------	----

編集後記



野崎 泰彦

ナイカイ塩業株式会社代表取締役社長

(財)ソルト・サイエンス研究財団
評議員

塩業完全自由化に臨んで

日露戦争を契機として明治38年（1905）に導入された我が国の塩専売制度も幾多の星霜を経て平成9年（1997）に廃止された。激変緩和のための経過措置期間の5年間、さらには輸入精製塩に対する高関税期間の3年間も来る平成17年（2005）の3月をもって終了し、100年ぶりに完全自由化時代に再突入することとなった。

筆者は製塩5社の社長の中では未だ最若輩であるが、平成3年から現職にあるために社長としては最古参になった。社団法人日本塩工業会の理事会、社長会の様子もこの間随分と変わってきたと感じる。かつては塩専売当局と業界とのパイプとしての機関であり、主要な議題は専売塩の当局との収納価格の攻防であり、付随的には専売塩包装材料の検査や価格が議論されていた。現在では自主取引塩が圧倒的になったことから、生活用塩である食塩小袋商品の買い入れ方法のみが注目され、包材の検査も塩工業会の手を離れた。

塩工業会の理事会に初めて出席した折に、今では故人となられた最長老の理事

から、君はまだ若いから5年間は黙っていなさいよ、という忠告があつて驚いたことを思い出す。誤解のないように付言すると、口調からしてその方はお上の下、専売における製塩企業の社長としての身の処し方を親切に示されたことと思う。筆者は黙っていることが難しい性質なので、教えて下さいなどと質問の形をとることで、婉曲的に意見を申すように心がけた何年間かがあつた。

その頃、大平元会長の盟友であつた伊東正義会長が逝去されて暫時会長が不在になった。社内で相談の上、専売廃止を前にした大事な時期であり、巷間実力者で見識が高いと評判の後藤田正晴氏が適任で、お願いをしたらどうかと前園副会長に二度にわたって進言した。私自身、一面識もない方を適任と思い込んで推すのは厚かましいことであつたが、前園さんと鳴門塩業の秋本社長のお骨折りで就任を受諾していただいた。その後の変革期に後藤田前会長には大局的に業界に対して、ご指導いただき、感謝に堪えない。

最近では塩工業会の社長会の雰囲気もがらっと変わってきた。宝来副会長や植岡、能間両社長のように塩専売を経験されてない方々が増えてきたことから当然であり、自由経済の経験を大いに活かしていただき、筆者ら専売以来の人間も変わる必要があると考えている。細胞は変わっても生物が生き続けるように、構成員や手法は変わっても、国内製塩業の灯火を絶えさせてはならない。それが国の制度の恩恵や数多の先人の思いを受け継ぐ我々の責務である。有人衛星で最も危険があつて難しいのは大気圏への再突入と聞く。当社自身、文政年間以来の歴史のある唯一の製塩企業として、塩専売制度の高みから自由な制度へ再突入する時の一時的な摩擦、高熱を耐え抜き、無事帰還をめざしている。

ソルト・サイエンス・シンポジウム2004 塩・にがりの選び方とミネラルの生理作用 —作り方で塩・にがりの品質は変わる— 開催について

第二回目のソルト・サイエンス・シンポジウムを早稲田大学国際会議場で10月18日に開催した。塩専売制廃止後に海外からの輸入品も含めて海水、海洋深層水を原料とした極めて多種多様な塩商品が市場に氾濫し、表示規制がないので効果もないのに購買意欲をそそる魅力的な謳い文句が表示されている商品もある。最近では製塩からの副産物としてのにがり、消費者の健康志向に訴えて塩に輪をかけたブームとなっている。

このような状況では、消費者は何を根拠にそれらの商品から購入品を選択すれば良いか判らないのではなかろうか。そこで、今回のテーマについては、塩・にがりの選び方とミネラルの生理作用、ならびににがり成分を多くして製造した漬物の味について取り上げた。

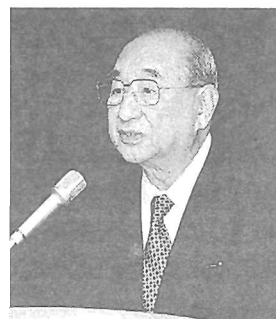
進行方法は、座長を設けず一括講演後に質問票を提出して頂き、時間をかけて、それに対する質疑応答後に参加者を含めた総合討論で総括する計画であったが、実際には多くの質問が提出され、全てに答える時間がなく、総合討論まで進めなかった。

したがって、この特集号では講演要旨を抄録し、質疑応答・総合討論の内容と未回答の質問に対する回答を講演者から頂き、それをまとめて掲載した。

(財)ソルト・サイエンス研究財団
専務理事 橋本壽夫



開催会場の早稲田大学国際会議場



藤巻正生シンポジウム企画委員長による
開会のあいさつ

塩の作り方と製品の品質

(有)サンエス研究所 代表取締役
杉田静雄 工学博士



杉田静雄 (有)サンエス研究所 代表取締役

はじめに

わが国の塩業は平成9年に塩専売制度が廃止され、5年の経過期間を経て14年に生産・輸入・販売が完全に自由化され現在に至っている。この間、塩についての情報は東京都消費生活総合センターや、(財)塩事業センターによる多数の市販食用塩についての総合的な調査結果の公表があり、その後の各種の出版物やテレビ、ホームページ、日本海水学会やソルト・サイエンス研究財団など関係団体の広報活動によって、塩についての認識はかなり広まっている。筆者も2001年初めに塩に興味をもたれる一般の方々を対象に「塩の科学」を出版したが、その後の4年間に家庭用塩の市場はかなり変化している。本稿では最近の商品情報を入れて与えられたテーマについて概要を述べる。

1. わが国の塩作りと消費

塩の用途は1万4千項目以上といわれているが、その性質から消費量が著しく増減することはなく、財務省の発表によれば平成9年度から15年度の年間消費量の変動は全体で858～948万トン、生活用で24～31万トン、業務用で834～917万トンである。これらの変動は業務用特にソーダ工業用塩の景気変動による面が大きく、生活用では自由化以後に特殊な製法による塩の増加が目立っている。これには、専売制度下ではこれらの塩は二三の例を除き専売塩を原料として作られていたが、制度廃止後は自由に海水や輸入塩から塩を作ることができ、塩事業センターが扱ういわゆる「生活用塩」が減少している面がある。

塩の供給は同じ年度間で国内塩は126～137万トン、外国塩は744～829万トンの変動である。国内塩の生産では、南は沖縄諸島から北は北海道まで全国に広く分布している。その内容は年産20万トン以上の大メーカー5社が製造するイオン交換膜電気透析法による塩（以下膜法塩と略記）と、年産8万トンの再製塩メーカーが製造する塩で全生産量の90%以上を占め、年産数トンから数万トン規模のメーカー432社（2003年9月申請登録）が、「特殊製法塩」や「特殊用塩」といわれている種々の製法や用途の塩を作っている。

「特殊製法塩」には平釜塩や添加物入りの塩など、「特殊用塩」には試薬や医薬用の塩などが分類されているが、自由化以後に塩の作り方で特記されることは、海水を原料として各種の方法で作られていることである。その詳細は次項に述べるが、万葉集や百人一首にある藤原定家の有名な次の恋歌にある

来ぬ人をまつ帆の浦の夕なぎに

焼くや藻塩の身もこがれつつ

「藻塩焼き」から現代のイオン交換膜法に至る揚浜式、入浜式、枝条架・ネット式、海水直煮式によっていろいろな塩が商品化されている。わが国の塩の種類は1,000種以上といわれており、フードジャーナリストの中にはこの状況を「塩の文化」と称しているほどである。味噌・醤油という優れた調味料がありながらこのように多種の塩が市場にあるのは、美味しい塩を求めるトレンド、地方自治体の観光・産業振興策、ベンチャー企業の台頭、マスコミによる宣伝などいろいろ考えられるが、この状況が永続するのか一過性で終わるのか注目される場所である。

2. 塩の種類と作り方

地球上の塩の資源は陸塩、海塩、副産塩に大別されるが、副産塩以外は元を辿ればすべて海水が原料である。陸塩には岩塩や湖塩など、海塩には天日塩や膜法塩などがあり、食用や工業用や道路用に使用されている。副産塩は反応工程やゴミ焼却工場の排煙処理などで生成するものである。最近では海水から作られている海水濃縮塩の種類増加が著しく、数百種類もある。

1) 岩塩

岩塩は欧州、北米、アジアなどに数億トン以上の鉱床が多数存在し無尽蔵といえる資源である。岩塩は地中にある海塩類の層から塩層部分を採掘するか、この層に淡水を圧入して溶解させてかん水として採取する。岩塩は産地や鉱床によって純度に差があり、鉱物や石膏を含む場合には黒色、青色、橙色などに呈色しているが、透明で純度が100%に近いものもあり理化学機器に利用されている。岩塩は粉砕されて各種の用途に用いられるが、溶解法によるかん水はそのままソーダ工業原料などに利用される。家庭用には透明なものが輸入されており、硬く溶けにくい特性がステーキなどの肉料理に適しているという。

2) 湖塩

湖塩は巨大なボリビヤのウユニ塩湖やイスラエルの死海のようなかん湖から、析出した塩を集塩したり固化した塩を工具で採取する。湖塩は内陸部に多く輸送の関係から岩塩や天日塩のように広く利用されていない。死海の場合は海水濃度の7倍程度のかん水であり、付近にこれを利用する海塩工業が発達している。湖塩は純度が80~90%のものが多いが、家庭用の輸入品は純度が99%のものである。

3) 天日塩

わが国では地理的条件や気象条件から天日塩田は成立しなかったが、諸外国にはそれぞれの国に適した方式の天日塩田がある。例えばフランス・ブルターニュ地方のゲラント塩田は古代からの伝統製法によっており、わが国の輸入塩の大部分を占めるメキ

シコやオーストラリアの塩田は、メキシコ塩田のように東京都23区の広さを持つ、年産数百万トンの近代的な塩田である。

塩田への海水導入から採塩までの期間は産地や気象条件により異なり、雨の多いところでは1か月程度で、少ないメキシコ塩田では2年間である。小規模塩田では採塩を人力で、大規模塩田ではハーベスターを使用している。雨期乾期がある生産地では、乾期に採塩する場合には地盤の土砂が混入しやすい。塩田地盤が粘土であるゲラントの塩は純度が85~90%程度で、地盤が塩層であるメキシコ塩田の塩は洗浄も行われ95%以上である。天日塩田は海水をそのまま導入するために海水が汚染された場合にその影響を受けやすい。

わが国では天日塩を原塩またはこれを粉砕した粒径1~3ミリの粉碎塩として使用してきたが、天日塩加工会社の中には洗浄・粉砕・異物除去などの技術を改良して、純度や粒径の異なる品質の高い粉碎塩を製造しており、天日塩を利用する分野がこれまでもりも広まっている。

4) 膜法塩

イオン交換膜法による製塩法はわが国で独自に開発されたものであり、天然資源や気象条件に恵まれないわが国が、食用塩の分野で品質はもとより価格の面でも国際競争力を持つことを可能にした方法である。この方法は発電、海水濾過、電気透析、蒸発缶による濃縮と晶析、遠心分離、乾燥などの工程からなっている。膜法塩では海水汚染物が砂濾過とイオン交換膜の透過によって除去され、さらに蒸発缶で最高120℃の高温で濃縮されて製品となるために、食品衛生的に非常に安全であること、工程と品質の管理により製品の品質が安定していることである。蒸発缶は外側加熱強制循環型が基本であるが育晶型缶を持つ工場もある。イオン交換膜法の5社は国内でもっとも消費量が多い立方晶の並塩、食塩のほかに、各種の装置と技術力によって関連企業を含めて形状、純度、粒径、添加物の異なる数十種の塩を製造している。

5) 再製塩

わが国では昭和24年から天日塩を原料とする再製

塩メーカーが1社操業しており、天日塩を溶解したかん水にアルカリ剤を添加して、共存するカルシウムやマグネシウムの塩類を除去した精製かん水から、膜法塩と同型の蒸発缶によって純度99.5%以上の精製塩や特級精製塩を製造している。この方法とはやや異なるが天日塩などを海水や膜法かん水で再溶解して作る「混和再製塩」があり特殊製法塩として販売されている。

6) 海水濃縮塩

最近わが国では古くからの独特の方法やそれを改良した方法で塩作りが行われている。

小規模のメーカーが多いため装置、燃料、方法などが多岐にわたっているが、共通して挙げていることは黒潮、親潮、対馬海流などの外洋の海水を原料としていることであり、珊瑚礁の地下水や深層海水、特殊な例では長野県の地下かん水、温泉源泉を原料としている例もある。重要な燃料は薪、流木、重油、灯油、プロパン、天然ガス、煙道熱、地熱蒸気と多彩である。また、逆浸透法や冷凍法を併用している例もある。海水濃縮塩製法の80%は枝条架・ネット式と海水直煮式である。

次に、それぞれの方法の概要を述べる。

・藻塩焼き

縄文時代からの方法で、そのやり方には二三の説があるといわれている。現在行われている方法はホンダワラを海水に浸漬し太陽熱で乾燥する操作を7、8回繰り返し、付着した塩分を海水で溶かしてかん水を作り釜で煮つめて塩を採る方法と、別の方法は約7倍に濃縮した海水にホンダワラを浸漬して、海藻の成分を含ませたかん水から塩を作る方法である。いずれの場合も製品にヨードが含まれていることが特色である。

・揚浜式

千年ほど前の方法で能登地方に観光塩田としてこれまで残されていた。海面より高い所に塩田を築き塩田の散砂に海水を散布して太陽熱で蒸発させ、塩分がついた散砂を集めて海水で溶かしたかん水を、釜で煮つめて塩を作る方法である。

・入浜式

江戸時代に始まり昭和20年代までわが国の塩のほ

ぼ全量を生産していた方法である。礫層と砂層で構成された塩田に潮の干満を利用して海水を導き、毛细管現象によって塩田の散砂に浸透した海水を太陽熱によって蒸発させ、塩分が付着した散砂を集めて揚浜式と同様にしてかん水を作り、塩を作る方法である。

・枝条架・ネット式

昭和20～40年代の方法で、孟宗竹の枝束や各種材質のネットで構成した立体濃縮装置の上部から、海水を滴下して太陽熱と風の力で蒸発させてかん水を作り、結晶室の天日乾燥容器でさらに濃縮して塩を作るか、あるいは釜で煮つめて塩を作る方法である。最近ではコンクリート製の建屋中で強制通風したり、海水を噴霧状にするなど改良されている例が多い。

・海水直煮式

終戦後の「自給製塩」の時代にこの方法により全国各地で塩が作られていたが、最近の方法は鉄製やステンレス製の平釜や丸釜で100～2000ℓ程度の海水を、長時間煮つめて作っている例が多い。多段平釜法によって段階的に採塩している例も二三見られる。燃料には薪を使用している場合が多い。この方法の塩には石膏が多く含まれている。

・スプレイ乾燥式

この方法には海水を逆浸透法などで濃縮し、温風で吹き流して水分を気化させる方式や、ボイラーの余熱で海水を濃縮しスプレイ乾燥装置で、瞬間的に塩分を結晶させる方式などがある。また、回転式ドラム乾燥機で塩を連続的に作る方法も行われている。これらの方法の塩には海水中の共存塩類が他の方法による塩よりも多く含まれている。

3. 塩の作り方と製品の品質

塩の品質の要素にはNaCl純度、結晶の形、粒径、共存塩類、添加物などが考えられ、工程の管理が十分でない場合には製品への異物の混入や固結現象が発生する。品質にかかわる主要な要素について作り方との関係を述べる。

1) 結晶の形と粉粒体的性質

塩は結晶になる時の条件によっていろいろな形と

なる。このような結晶の外形の変化は物理的・機械的条件や媒晶剤イオンの吸着によって、結晶の特定方向の成長が促進されるか抑制されるためである。

塩は粉粒体であり使いやすさに関係する指標として流動性（サラサラ性）、溶解性、付着性、混合性などがあるが、これらには塩の作り方による結晶の形、粒径、水分などが影響する。

流動性は4種の物性値から総合的に評価するカール法で示すが、蒸発缶塩の食塩や精製塩は立方晶で流動性が大きく、同じ立方晶でも水分が多い並塩はやや小さく微粒塩は非常に小さい。溶解性は溶けやすさの指標である。ピーカー中で攪拌溶解し一定の濃度に達する時間で示すが、表面積に影響されやすく比表面積の大きいフレーク塩や微粒塩は溶解性が非常に大きい。付着性は食品に塩を振りかける場合の付きやすさを示す指標で、傾斜したサンドペーパー板に一定量の塩が付く角度で示す。結晶の形や粒径が影響し薄片状のフレーク塩や微粒塩は付きやすい。混合性は対象となる物質との混ざりやすさを示す指標で利用されることは少ない。これらの性質を総合すると、一般的には蒸発缶で作られるサイコロ状の食塩や精製塩が使いやすい塩であり、岩塩や天日塩は流動性にやや欠けるが汎用性があり、フレーク塩や微粒塩は特殊性をもつ塩であるといえる。

2) 共存塩類とミネラル

塩に共存（夾雑）する塩類は結晶の内部に液泡として内蔵されたり、結晶の表面に付着している母液やにがりや石膏である。塩の作り方との関係では、蒸発速度が小さく液面に析出するフレーク、トレミーなどは形が不規則で母液を含みやすく、同じ塩でも粒径が小さいほど表面積が大きく付着しやすく、立方晶はこれらに比べて付着しにくい。共存塩類の成分については基本的には海水の自然蒸発や加熱蒸発で作られる天日塩や海水濃縮塩は、硫酸マグネシウムを含むいわゆる「硫マ系」であり、イオン交換膜法の場合は交換膜の選択透過性によって、塩化カルシウムを含むいわゆる「塩カル系」である。

塩の中にはいろいろなミネラルが含まれているが最も重要なものはNaとClである。また、塩に含まれるミネラルはNaとClを除くと、1日10gの摂取量で

は必要量の十分の一から千分の一程度に過ぎない。

1972年以後、国内製塩は塩田製塩法からイオン交換膜製塩法に全面的に転換した。その際に塩のミネラルに関して、盛んにマスコミに取り上げられた。その一例である塩の種類とアサリの開口実験に関する結果に疑問を持った。そこで14種類の市販食用塩について改めて実験した結果、岩塩、天日塩、膜法塩に関係なく共存塩類が多く、海水組成に近い塩でアサリは開口しやすいことを確認した。

3) 品質管理と規格

製品の品質管理はメーカーの規模により異なるが、大メーカーは関連する複数のISOの認証を取得し、近代的な装置によって品質を管理しており、再製塩メーカーは業務用塩にITを利用した2次元コードによるトレサビリティ（生産履歴の追跡確認）システムを導入して、工程管理と製造者責任の徹底を図っている。中小のメーカーもそれぞれの手法によって製品の品質を管理していると思われる。食用塩には国際規格があり海外の数か国は品質規格を定めているが、わが国の場合、食用塩はJASの対象外で、専売制度下の品質規格が残されており、2003年には日本塩工業会は諸外国に比べて厳しい内容をもつ、品質の安全衛生ガイドラインを制定し実施している。

4. 家庭用塩の価格

内外の約300種の家庭用塩の価格を製法別に整理して、包装や内容量に差がある商品をすべて1kg当たりの価格に換算すると、塩事業センターが扱う「生活用塩」の並塩、食塩、精製塩は他の塩に比較して極めて安価である。平均値で比較すると天日塩原料の混和再製塩は約6倍、各種海水濃縮塩は20～35倍で平均して25倍である。装置、方法、規模によって価格に差が出ることは当然であるが、価格差が非常に大きい。輸入塩は国内の海水濃縮塩と同等か半額程度である。また、添加物入りの塩は「生活用塩」に比べて国内塩で9倍、輸入塩は25倍程度である。価格差は別にして用途に応じた適正な品質と価格の塩を選択されることが望まれる。

塩の作り方とにがりの品質

日本塩工業会理事
尾方 昇 技術部長



尾方昇 日本塩工業会理事

「にがり」が健康に良いというので、テレビや本で取り上げられ、健康食品店だけではなくスーパーの店頭にも必ずといってよいほど置いてある。その効能を見るとガン、糖尿病、花粉症、アトピー、便秘、エステ、歯周病、脱毛等々、最近世の中で話題となる病気すべてに効くという感じの効用が述べられている。特に痩身効果については関心が高く、その過熱したブームに対して、国立健康・栄養研究所はマグネシウムの下剤としての効果であって痩身効果に根拠がないという警告を出した。にがりが急に食品になったためににがりとは何か分からないまま商売や宣伝をしている人も多いようで、にがりについての基礎的なことまで間違えている解説がたくさん出ている。

1. 「にがり」とは何か

海水を煮詰めて塩を作った後の絞り汁がにがり。塩を作っている最中の絞り汁は母液という。海水から塩を作るには塩分濃縮膜（イオン交換膜）か蒸発で濃くして、釜で煮詰めるか塩田で濃くして塩の結晶を作る。塩化ナトリウムが主成分として析出してくなくなったどろどろの状態から塩だけを濾し分けた液体を「にがり」という。漢字では「苦汁」と書く。煮詰めの限界は塩化カリウムや硫酸マグネシウムなど塩以外の塩類が析出する前までで、未だ塩化ナトリウムが主成分として析出してくる状態では「母液」という。

しかし、にがりに用語上のあるいは組成上の定義が法律などで明記されていないし、豆腐用には固体

の塩化マグネシウムをにがりということも許されている。現在では表記の基準が乱れている。大阪府消費生活センターの「にがり成分および表記のテスト結果」（2004.7.26）にも17銘柄調査で成分の大きな変動、表示の乱れが指摘されている。業界として、用語の統一、品質基準、表記ルールの確立は緊急の課題である。

「にがり」と表記されていても、基本的に食塩濃度が高いもの、希釈したもの、調合した場合にもその旨が表記されていないもの、マグネシウム、ナトリウム、カリウム、カルシウムの組成表記がないもの、健康増進法の表記ルールに適合しないもの、など多くの問題がある。食品衛生法では、「にがり」は「粗製海水塩化マグネシウム」と記載され、その組成基準案もできている。食用としての「にがり」についても早急に表記ルールが確立されなければ消費者に多大の迷惑をかけることになるし、諸官庁から警告などの処置を受けないとも限らない。

消費者としては、まず、にがりの組成は幅が広いものであることを認識して、組成表示があるものを選択することが重要になる。また、大阪府消費生活センターはあわせて使用量表示、摂取上の注意を記載するように求めている。

「天然にがり」の表示があるものがあるが、にがりとは通常化学合成で作られたものではない。豆腐凝固用の粉末にがりは合成されたものがあるが、これは原料：塩化マグネシウムと書かれているはずである。また一部カルシウム塩などを加えて調合したものの、サプリメントとして各種栄養塩などを加えたものもある。

豆腐用のにがりには食品添加物規格で「粗製海水塩化マグネシウム」と呼ばれる。また豆腐用に限って固体の塩化マグネシウムを使っても苦汁（にがり）使用と書くことが認められているから、豆腐業界では粉末の塩化マグネシウムを苦汁といっている場合もある。豆腐用の粉末塩化マグネシウムは必ずしも海水から作られたものではなく、豆腐を販売するときにながり使用と書いた方がイメージがよいので、豆腐を販売するときの表示として使うことが認められている。

2. 「にがり」はどこでできるか

海水から塩を作っているところで「にがり」ができる。岩塩や天日塩を溶解再製している加工塩の工場では「にがり」はできない。日本のにがり生産の大部分は膜濃縮法の製塩工場5社（日本海水、ナйка塩業、鳴門塩業、讃岐塩業、ダイヤソルト）でできる。製塩130万トン／年、にがり生産25万トン／年。蒸発法の製塩は約50社、製塩量約5千トン／年、にがり生産は100トン／年以下と推定される。このほか最近のにがりブームに乗って外国の天日塩田でできる蒸発法にがりがメキシコ、オーストラリア、中国、インドネシアなどから輸入されている。濃縮法の違いにより生にがりの組成は異なってくる（4節参照）。

3. にがりはマグネシウムの宝庫

にがりに共通する成分の特徴はマグネシウムが多いことである。海水の無機物は多い順では、ナトリウム、マグネシウム、カルシウム、カリウムとなり、そのほか極めて多種類の無機物が含まれている。ミネラルとは本来鉱物の総称で、無機物のことをミネラルといっているが、最近は人体に有用な無機物をいっている場合があり、ミネラルという言葉が勝手に定義されて使われている。にがりは海水ミネラルの中からナトリウム（食塩）の大部分を除いたものである。更に製塩の過程で一部のミネラルが湯垢（スケール）や膜濾過などで除かれるが、海水中の

大部分の微量成分はにがりに濃縮されてくることが分かっている。組織的分析調査結果は公表されていない。生にながり組成と食品添加物としてのにがり（粗製海水塩化マグネシウム）の基準案は幅の広い組成になっている。これは製塩の方法、濃縮のレベルによって変化するからである。

4. 製塩方法でにがりの質が変わるか

海水濃縮の仕方ではにがり成分が変わる。国内製塩の主流である膜濃縮では大部分の硫酸イオンを除去しているため、煎ごう（煮詰め）工程では硫酸カルシウムの析出がなく、にがり中にはカルシウムが多くなる。海水汚染成分も除去され、無色透明である。それに対して蒸発濃縮ではカルシウムは製塩過程で硫酸カルシウムとなって析出除去され、にがりにはカルシウムを含まず、硫酸イオンが含まれる。海水汚染成分の大部分はそのまま濃縮される。生にがりは泥や木などから抽出されたフミン酸で黄色になるが、薄めた市販品では色は分らない。ただし色が付いていても体に悪いということはない。

膜濃縮（イオン交換膜）は化学的製塩法で健康に悪いという宣伝をされたことがあったが、とんでもない間違い。膜濃縮は塩分篩い膜であり化学反応を伴う製塩法ではない。

塩田製塩にがりは濃くて膜濃縮は薄いと考えている人もいるがこれも誤り。市販品では一般に膜濃縮にがりの方が濃度は高くなっている。カルシウムとマグネシウムの含量で考えると更に高くなる。

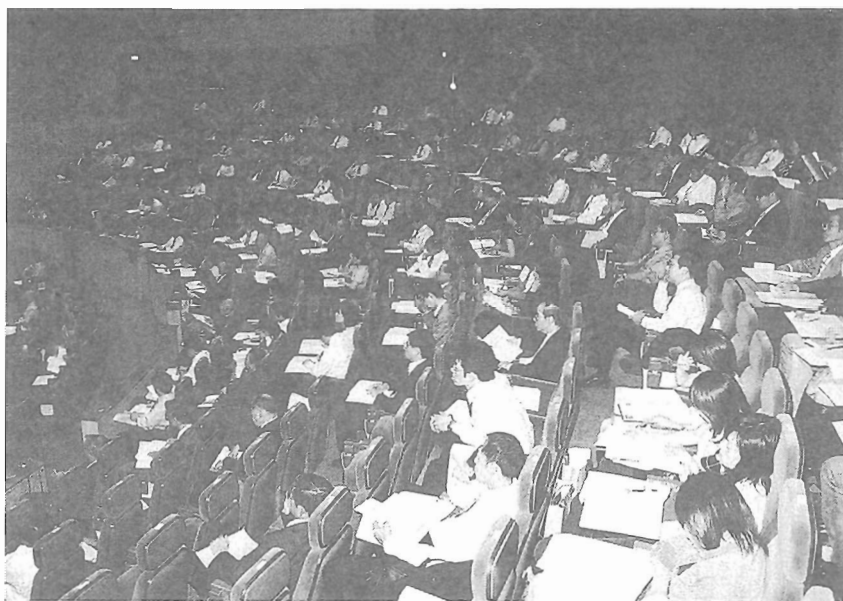
海水を単純に濃縮すると、煮詰めの終点は蒸発法では硫酸マグネシウム析出点、膜法では塩化カリウム析出点である。これらをさらに濃縮すると、蒸発法では塩化ナトリウム、硫酸マグネシウム、塩化カリウム、塩化ナトリウムを主成分とする苦汁カリ塩が析出し、膜法では塩化カリウム、塩化ナトリウムを主成分とする粗製海水塩化カリウムが析出する。放冷などで温度を下げると塩化カリウム、塩化ナトリウムが析出する。蒸発法では硫酸マグネシウムが析出する。膜法の場合は塩化カリウムを析出させた後のにがりを再度濃縮する場合が多く、その場合、マ

グネシウム、カルシウムが増加し、塩化ナトリウムの少ないにがりになる。

理論上の煮詰め終点以前の、塩化ナトリウムがマグネシウムより多い状態の分離液は通常「母液」、塩の煮詰め終点後の分離液は「生にがり」、生にがりをさらに濃縮処理し、ナトリウムが減少し、マグネシウムが増加したものを「濃厚にがり」というが、この差は工程内でどのように処理されたかであって、成分上の定義ではない。しかしMg/

Na比が0.8以上になるのが正常であり、ナトリウムの多いものは母液というべきものである。(従来にがりとして扱われた常識からはMg/Na比は少なくとも1以上、通常1.5以上である。粗製海水塩化マグネシウムの定義案では塩化カリウムおよび塩化ナトリウムを析出分離してえられたものとしているが、塩化ナトリウム析出点として考えると従来の常識から考えるとにがりとして薄い。塩化ナトリウム析出後放冷析出または加熱濃縮することで塩化カリウム、塩化ナトリウム混塩の析出がある程度進んだものをにがりと呼んできた)。このように比で整理すると、市販にがりについては母液製品が多くあることが判る。塩田製塩にがりでは冬を越して一度低温になり硫酸マグネシウムを主体とする苦汁カリ塩が析出した後のにがりは「越冬苦汁」といい、条件によっては塩化マグネシウムの濃度が高いものになる。

マグネシウムが多くナトリウムが少ない濃厚にがりは、煮詰め濃度を高くするか、苦汁カリ塩または粗製海水塩化カリウムを析出分離して濃縮する方法が採られる。煮詰め濃度を高くすると塩にカリウム塩が混ざることになり塩の品質を下げることになるため、低めの濃度で母液に近い生にがりをとるケースがでてくる。濃度を高くするには終点管理を厳格



に行うことである程度カバーできるが限界がある。さらに濃度を上げるにはいったん釜から出して放冷して析出物を取り再濃縮することで高濃度のにがりとする。

どのようなにがりでも、製塩で得られた直後は飽和溶液である。温度が下がれば塩類が析出する。市販にがりでは析出物がある場合、透明な塩類結晶ならば温度低下による析出物で何ら問題はない。市販にがりは温度低下による析出物を防ぐために、十分冷却してから、あるいは少し水を加えて瓶詰めして析出物を防止している。また、市販品にはかなり希釈水の多いものやカルシウム塩を添加して成分調整したものなどがあるから組成表示を十分確認して購入する必要がある。

にがり水は全く定義のないものであるが、通常、そのまま飲める程度、通常生にがりの50倍から200倍くらいに希釈しているものが多い。また、にがりローションなどとして販売されるものは、グリセリン、香油などを加え20倍から50倍程度に希釈したもの、あるいは通常のローション、乳液などの化粧品ににがりを加えている。キャンディー、ラムネ菓子などににがりを加えたものもある。

5. とれた場所で違うか

世界の海水の主成分は同じ。日本もメキシコもインドネシアも、深層海水も同じ。微量成分も地域別にはほとんど差がない。変わるのは都市排水や工業廃水による汚染である。汚れたところの海水をそのまま塩田で濃縮すれば汚い物ができるので、海水がきれいなところを選ばなければならない。安心なのはやはり膜濃縮のにがりである。

深層海水はミネラル豊富とされているが、主に植物の栄養源となる微量成分、例えば窒素、リン酸、ヒ素、溶解ケイ酸、のようなものが多くなる。しかし、ヒ素、リン酸などがわずかに多いことが人体で何らかの効用につながることは期待できない。

6. にがりの様々な使い道

にがりが豆腐を固めるのに使われることは広く知られているが、近年は豆腐凝固用にはあまり売れなかった。固体の塩化マグネシウムが使いやすいからで、にがりブームになって豆腐凝固用にまた使われ始めてきている。しかし国内にがりの生産量は25万トンもあるので豆腐用に使われるのはその中のごくわずかである。大部分は今まで工業用や農業用のマグネシウム、カリウム原料や臭素採取などの原料に使われていた。マグネシウムは植物葉緑素のもとで、葉物の生育を助けたり、トマトや果物を甘くするなどの働きがある。植物にとって人間以上にマグネシウムは必要である。そのほか臭素は高温ヒーターの防熱用セラミックを作ったり、カーテンや消防服など繊維の防炎加工にも広く使われる。硫酸マグネシウムにして下剤にしたり、胃薬用などに使う炭酸マグネシウムなども作られる。炭酸マグネシウムはタイヤのゴムに加えられてゴムの性質の改善にも役立っている。

7. マグネシウムはどれだけ摂ればよいか

マグネシウムは成人一人あたりの所要量（2000年厚労省）では約300mgとなっている。栄養所要量調

査でマグネシウム許容上限は700mgである。また栄養機能食品の表示基準には下限上限量を80~300mgとしている。これは補助食品（サプリメント）として摂る場合なので少なくなっていると考えられる。

白石による日本人のマグネシウム摂取量調査の集約をみると、120~360mgであり、通常は不足はしていない。マグネシウムは海草、魚介類、豆、穀類などに多く、和食系の食事では十分にマグネシウムはとれるはずである。恐らく普段から食生活が乱れていて、肉食に偏っており、ファーストフード中心になっている人にはきっと効果が顕著なのではないかと想像される。

なお、にがりの多い塩を使っているからマグネシウム摂取量は大丈夫ということはない。塩は1日10gその中で家庭で使うのはせいぜい1g、にがりが多い塩でも0.5%までであるから、塩からとれるマグネシウム量は1日5mg以下である。

8. にがりの効用

にがりにはマグネシウムの固まりのようなものである。マグネシウムは生体内酵素の円滑な働きを保つ重要な元素である、エネルギーを生み出す手助けをする、血液の循環を正常にする、など大変重要な働きを持っているから、マグネシウムが不足すると様々な病気になる。斉藤昇「マグネシウムの過不足と成人病」のマグネシウム欠乏症状から抜粋すると、高血圧、心疾患、動脈硬化、不整脈、脳梗塞、糖尿病、嘔吐、脱力、めまい、抑うつ、などなど百項目以上の症状が記載されている。

一方、最近のにがりPR本には様々な症状改善例が紹介され、例えば高血圧、高脂血症、糖尿病、痛風、がん、アトピー、リウマチ、尿路結石、二日酔い、肩こり、便秘、更年期障害、不眠、歯周病、口内炎、水虫、脱毛、ダイエット、美肌効果、そのほか数え切れないほどの効用が強調されている。マグネシウムの生理的な重要性から考えると、不足状態から生まれた症状の場合は劇的に効果が出ることは不思議ではないが、このような症状はマグネシウム不足以外で起こることは多いし、個体差があること

を考えると、あたかも万病に効くような受け取り方をすれば大変な間違いになる。マグネシウム不足の症状は医学的にも立証されているが、にがりを飲んだとき、塗ったときの効果は医学的に確証されていない。多くの改善例が報告されているので、試してみる価値はあるが、あまり過大な期待をもってはいけなと考えられる。

にがりの種類の選択では、マグネシウムはカルシウムと同時に摂ることで効果が高まることが知られており、膜濃縮法のにがりにはカルシウムを残しているので、蒸発法（塩田）にがりより優れていると考えられる。しかし蒸発法にがりでもマグネシウム塩溶液としての効用は十分あるし、生理的な意味はまだ分からないが、膜濃縮法より多い微量ミネラルもあるので一概に劣っているとも断定できない。

また、にがりには食塩が含まれている。多いものでは10%近く入っているため減塩が必要とされている人は注意しなくてはならない。しかし、にがりの苦辛味は大部分塩化マグネシウムと塩化カリウムであり、苦辛味ほど食塩は入っていない。

9. にがりは安全か

最近生にがりを飲ませて死亡させた事故があった。にがりは非常に苦く刺激があるので味覚異常がなければとても舐めることができない。ことわざの表現に「苦汁を飲まされる」というのは「ひどい目に遭う、苦難に遭う」などの意味に使われるほどである。多量ににがりを飲んだときの症状は神経異常、意識喪失、心停止とされている。健康的な許容上限はマ

グネシウム700mgで、マグネシウム5%の生にがりでは6mlに相当する。一人1日小さじ1杯が限界になる。普通の味覚の人でそれほど多量に飲むことは考えられないが、常用して苦みに鈍感になり、にがりの効用を焦りすぎて少しずついつも飲んで結果的に多量に摂ることは考えられるので注意が必要になる。

にがりには下痢を起こす、塗って肌荒れを起こす、などの副作用が知られている。まず最初は少なく、また下痢をしたり、風呂で使って肌荒れしたり、などするようならすぐに止めるなどの注意が必要。腎臓に何らかの障害がある人は特に注意が必要になる。マグネシウム排泄が円滑に行われない場合は危険であり、医師に相談してから使うようにしたい。高血圧などで減塩が必要な人は表示を見てナトリウム、または塩化ナトリウムの量が少ないものを選ぶ注意がいる。

海洋汚染の観点から安全性を考えると、膜濃縮法のにがりが安全であろう。汚染されておらず、カルシウムが入っているので飲んだときの効果も期待できる。膜濃縮法にがりにはカルシウムが入っていることを表示で確認するとよい。蒸発法にがりでもマグネシウムの生理効果は十分期待できる。なお、組成表示や原産地表示がないにがりは避けたい。透明な結晶析出は温度変化でできるもので問題はない。淡黄色も土や木の抽出物で大丈夫である。濁りや色の付いた沈殿物があるものは要注意になる。海洋汚染物質がどの程度濃縮されているか、またその影響がどのくらいあるかは現在ほとんどデータがない。今後の重要な研究課題である。

どのような品質の塩が売られているか？

財団法人塩事業センター
新野 靖 海水総合研究所主任研究員



新野靖 海水総合研究所 主任研究員

はじめに

日本国内で市販されている食用塩は、平成9年4月の塩専売制度廃止という情勢変化の中で急速に多様化し、国内の小規模生産による天日塩や輸入された天日塩、岩塩の増加、さらに輸入国は30カ国余りに達するなど、さまざまな品質の商品が流通している。特に、消費者の自然志向に合わせた商品が多く見受けられる。では、これら商品の品質は？というところ、製法はさまざまであり、精製された高純度のものからにがり成分を多く含んだものまでであるが、一部には砂や土が多いまま商品化されているものや、品質管理が十分でないと考えられる商品もある。

著者らは国内市場の商品を収集して品質調査を行って学術誌に公開しており、許可を得て当センターのホームページ (<http://www.shiojigyo.com/>) にも掲載している。これらの結果を中心に「どのような品質の塩が売られているか？」について解説する。

1. 塩の品質

塩は塩化ナトリウム (NaCl) が主成分であるが、岩塩・湖塩も含め海水を起源として作られるので、当然海水中に含まれる成分が塩にも含まれている。塩中の成分を表す場合、主成分と微量成分に分けられるが、主成分は海水中に多く含まれる成分を指し、塩化物イオン (Cl)、カルシウム (Ca)、マグネシウム (Mg)、カリウム (K)、硫酸イオン (SO_4) およびナトリウム (Na) である。これらの成分は NaCl 、 MgCl_2 、 MgSO_4 、 CaCl_2 、 CaSO_4 、 KCl 、 Na_2SO_4 として表すこ

とができる。この他、水分と不溶解分が主成分項目として扱われる。塩に含まれる NaCl 以外の成分は、主に塩に付着する母液 (濃縮されたかん水)・にがりの中に含まれるので、この濃縮度と量 (=水分量) によって増減する。この他、 K などが少量ではあるが結晶内に含まれ、また、硫酸カルシウム (CaSO_4) が固体として含まれる。微量成分にはかん水濃縮時に溶存したまま濃縮される元素と一部または大部分が析出する元素があり、塩およびにがり中の存在比は海水とは異なる。また、イオン交換膜による海水濃縮によっても存在比は変化する。さらに、塩中の微量成分含有量は原料となる海水・かん水の清澄度にも左右される。

塩の「品質」を表す場合、以上のような化学成分と物性指標 (粒径、溶解性など) を用いるが、品質の良し悪しについては、成分量を根拠にするものもあるれば、消費者の好み、価値観によるものもある。

日本では食用塩としてどのような品質が適しているかの判断基準が明確化されていないが、世界的にはFAO (国連食糧農業機構) とWHO (世界保健機構) によって設置されたCODEX (食品基準委員会) の食用塩品質規格に準拠しようとする動きがある。これには、塩化ナトリウム純度、原料起源の副成分 (カルシウム、マグネシウムなど) の他に、安全性の観点から添加物、有害元素の許容量が示されている。この規格案の中には日本で認められていない添加物もある。海外の品質規格には、CODEX と同じような規格もあれば、製品規格に似た品種・クラス別規格を規定している国もあるが、規格の対象項目は類似している。すなわち、食用塩に適した純度はどの程

度か、原料または製造工程から混入する有害元素の量はどこまで許されるか、添加物として何がどれだけ使用可能か、などが品質基準の構成要素である。これらが示されることにより品質管理は充実し、消費者に安全な食品として提供されるものと考えられる。

消費者の志向や価値観はさまざまであるが、商品を選択する際、包装表記が大きな影響を及ぼすことから、自然志向などを反映して商品表示に「自然」、「天然」、「ミネラル」という用語が多く使われている。これらの用語の使用についてはこの7月に公正取引委員会が、消費者の志向に対応してこれらを訴求する様々な表示が行われている実態に対して景品表示法上の考え方を示し、合理的な根拠に基づく適切な表示を求めている。

海水について考えてみれば「自然」・「天然」以外のものはなく、原料が海水であれば製法が大きく異ならない限り同じような品質の塩が得られる。また、「ミネラル」については如何にも多くの元素が含まれているように思わせる商品もあるが、海水にはもともとあらゆる元素が含まれているので元素数に差があるとは言えず、製塩方法と塩に含まれるにがりの量の差により、塩中の含有量に差が生じる。

消費者は、このような適切さを欠く包装表記、商品イメージの氾濫の中で自分の利用目的にあった品質の商品を自ら選択しなければならず、塩の品質そのものについての客観的なデータ・情報の不足が、塩の商品選択に混乱を招いていることは否めない。

2. 市販食用塩の品質の現状

塩の品質は原料・製塩方法によって異なる。国産品を大別すると、専売制度下において日本の気候条件等を考慮して独自に開発された方法であるイオン交換膜法により海水を濃縮したかん水をせんごう(加熱晶析)して製造した塩、海水を天日などにより濃縮して製造した塩(天日塩、せんごう塩)および輸入した天日塩を加工した製品(溶解再結晶・粉碎)である。輸入製品の主な原産国は中国、フランスおよびイタリアであり、天日塩、岩塩、湖塩、および岩塩の溶解再結晶塩である。

また、乾燥工程の有無により品質は異なり、未乾燥塩、乾燥塩(焼き塩を含む)に大別される。この分類は使い勝手(物性)に影響するものであり、その境界は水分1%程度であるが、塩に付着している塩化マグネシウムなどの塩類の状態と結晶形によっても物性は異なる。

2.1 結晶形と物性

塩の結晶形は立方体だけではなく、球状塩、凝集塩(小さな結晶が集まったもの)、粉碎塩(大きな結晶を砕いた塩)、フレーク塩(鱗片状の塩)、トレミー塩(薄いピラミッド型の塩)など、さまざまな形のものが製造販売されている。結晶形の違いは製造方法(結晶化方法)によるものである。結晶形、粒径および水分の差により、溶解性、かさ密度、流動性などに差が生じ、塩の使い勝手に大きく影響する。

2.2 化学成分

市販食用塩データブックに掲載されている化学成分データについては先に示したホームページを参照されたい。以下、主要項目について述べる。

2.2.1 主成分

国産品の特徴として、輸入製品と比較して水分とMg(にがり成分)が多く、NaCl純度が低い製品が多い。特に、海水をそのまま濃縮した製品で純度が低いものが多く、なかには70%台の製品もある。これらは、海水または濃縮海水を噴霧乾燥などにより塩類を乾燥析出させたと推測される製品であり、海水から水分を除いた時のNaCl純度とほぼ同じで、その他の成分も海水乾固時の含有量に近い値を示している。その他の国産製品のNaCl純度は、海水をイオン交換膜法で濃縮したかん水をせんごうした製品では、乾燥塩である「食塩」が99.6%と最も高く、その他はにがり分(水分、Mgなど)を加えた95%前後の製品が多い。天日塩加工製品も95%前後の製品が多く、乾燥製品では99.5%以上のものもある。

輸入製品の天日塩には純度が低い製品が多いが、なかには洗浄乾燥された純度が99.87%と高い製品もある。岩塩・湖塩については水分が少なく純度が高いものが多く、岩塩には99.92%の高純度製品もある。カリウムを多く含んだ製品の純度は70%以下と低い。国内外製品の中には、CODEX食用塩規格のNaCl純

度(添加物を除き97%—乾物基準)に満たない商品もある。

不溶解分については、国産品は清澄なかん水から製造された商品、洗浄された天日塩商品が多く、0.01%以下の商品が圧倒的に多い。国産品で不溶解分が多く認められる商品は、主にせんごうをしていない海水濃縮製品(天日塩)であり、土砂等の混入によるものである。また、焼塩と称する乾燥塩と海水を乾固した組成に近い特殊な乾燥塩に不溶解分の多いものが見られるが、これは乾燥により塩化マグネシウムが熱分解し、不溶解性の塩基性マグネシウム化合物が生成したためである。輸入品は0.02%以上含まれる商品の割合が高く、土砂が多く含まれている商品も見られるが、せんごうした中国産の商品では少ない。不溶解分が多い商品は一部の天日塩と岩塩であるが、特にフランス産天日塩に多い。不溶解分について品質規格を設けている国もあり、その規格値はさまざまであるが、中国(GB: 5461-2000食用鹽)では販売できないような商品が輸入販売されている。

2.2.2 微量成分

微量成分については、前述したように海水にはあらゆる元素が含まれているので、塩中にも必然的にあらゆる元素が含まれており、分析値が得られるかどうかは海水中に含まれる濃度と測定方法によって異なる。近年の分析技術の進歩によって、多くの元素の含有量が数値化できるようになった現在、分析データが塩の商品イメージに影響することもあるので、その数値の持つ意味を理解することが重要である。

微量成分の調査結果は、不溶解分(土砂など)の成分、製造工程管理の重要性、および製法による特徴などを示している。以下に主な元素の含有傾向について示す。

- 1) ヒ素(As)：海水中に数 $\mu\text{g}/\text{l}$ (ppb: 10億分の1)溶存する元素であるが、一部の商品から検出されている(0.02mg/kg以上)。検出された商品の殆どは、不溶解分(土砂)が多い一部の国の天日塩、岩塩および藻塩焼き法によって作られた商品であり、CODEX食用塩規格の許容値を超える商品もあった。土砂にはAsが含まれ

ることが多く、また、海藻には高濃度のAsが含まれるものも多いため、これらの混入が原因と考えられる。岩塩については含有する鉱物が原因と考えられ、産地特性と言える。Asはその含有形態によって毒性が異なり、存在形態を含めた解析が必要である。

- 2) カドミウム(Cd)：海水中には極微量(数十ng/kg)溶存するが、通常の製塩では塩から容易に検出されるレベルにない。塩を結晶化させる時に塩と共に析出する元素であるが、塩に含まれる量は多くても数 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 程度である。商品分析結果で数百 $\mu\text{g}/\text{kg}$ と多い商品が1点あった。また、輸入天日塩の不溶解分からも検出されている。
- 3) 鉛(Pb)：海水中には極微量(数ng/kg)溶存する元素であるが、通常の塩から容易に検出されるレベルにない。調査試料の中で検出された商品は岩塩であるが、不溶解分の土砂から検出されている。また、天日塩中の土砂からも同様に検出されており、土砂の混入がPb混入の一因となっている。
- 4) 銅(Cu)：海水中には数百ng/kg溶存し、にがりまで濃縮される傾向がある。それを含む塩には数 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ~数十 $\mu\text{g}/\text{kg}$ のCuを含むが、一部の商品には1mg/kgを超えるものもあり、これらの商品は、製塩装置の金属材料の溶出により混入したものと考えられる。塩が金属材料と接触する場合、金属元素の混入を完全に防ぐことは難しく、それはCuに限らない。
- 5) 水銀(Hg)：海水中には極微量(1ng/kg以下)溶存するが、通常の製塩では塩から容易に検出されるレベルになく、検出された商品はなかった。
- 6) その他の元素：高濃度で検出された金属元素としてクロム(Cr)があり、一部の塩から3mg/kg以上検出された。これらの製品はニッケル(Ni)や鉄(Fe)も高濃度で含んでいたことから、製造工程で使用するステンレス類が溶出して混入したものと考えられる。なお、検出されたクロムは三価であり無害である。また、Crは不溶解分が多い商品から検出されている。

この他の金属元素では、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、アルミニウム(Al)が高濃度で検出された商品があったが、いずれも不溶解分を多く含む塩である。海水濃縮時に析出せず、海水の濃縮度と母液の含有量に比例して含まれる傾向を示す元素としてモリブデン(Mo)、ホウ素(B)が認められた。

3. 海洋深層水塩について

近年、海洋深層水を原料とした塩が生産販売され、海外からも同様の製品が輸入されている。海洋深層水の特徴は、窒素(N)、シリカ(Si)およびリン(P)が豊富であることであるが、一部の商品には一般に言われるミネラル(微量成分含む)が豊富であるような表示も見受けられる。調査した範囲では、海洋深層水の塩に微量元素が特に多いという結果は示されていない。すなわち、塩中の微量元素含有量は、原料(海水)中の懸濁物(土砂等)とにがりの含有量に依存するところが大きく、海水中溶存量に差があったとしても明確に示されることはない。塩中のP含有量については伊澤らが調査している。なお、にがりの品質調査結果においても重金属含有量に差は認められていない。

4. 焼塩について

焼塩は流動性の良いこともあり商品数が増加している。焼塩は塩に付着している吸湿性の高い塩化マグネシウムを高温加熱により熱分解させた商品である。商品調査結果では、これらの商品はpHが高く、溶解時に白濁するものが多く、不溶解分として水酸化マグネシウムや塩基性塩化マグネシウムといった難溶性アルカリ性物質が検出されている。

5. 添加物について

添加物は、1) 固結(塩が固まる)防止剤として炭酸カルシウム、炭酸マグネシウムなど、2) 成分強化剤としてクエン酸カルシウム、焼成カルシウムな

ど、3) 減塩(塩化ナトリウムの低減)効果として塩化カリウム、4) 調味効果としてグルタミン酸ナトリウム、クエン酸などが使用され、食品衛生法で認められた化合物が用いられる。しかし、日本では認可されていないが海外で認可されて使用されている添加物もあり、このまま輸入された例として固結防止剤のフェロシアン化物塩(2002年認可)があり大きな問題となった。商品調査結果(商品収集2001年以前)でも、輸入品の数点から検出されている。

おわりに

以上のように、国内で販売されている商品の中には、海外の食用塩規格やCODEX規格に照らし、規格外となる商品もある。このような商品が販売されている現状は、日本に食用塩の品質規格がないことが背景としてあるが、消費者が“塩に何を求めるか”も重要な要因のひとつである。

塩の使い勝手を求める商品選択は、商品を購入する際に目、手でおよその内容は把握できるが、“ミネラル”、“自然”、“安全”などを求めた場合、包装表示に頼らなければならない。その表示も、いまだ統一された基準がなく、消費者を惑わす原因にもなっており、公正取引委員会もこの実態に警告を発した。収集した商品の中で“自然”、“天然”、“ミネラル豊富”と表示されている商品は多いが、他と比較して成分面で品質に差がないことが多い。逆にこれらの商品には土砂の混入が目立つものもあり、土砂に重金属が多く含まれていることを考えると、塩の品質が如何にあるべきかを生産者と消費者が改めて考える必要があると思われる。この他にも、製法および産地特有の微量成分の含有や塩の製造に用いる装置管理の重要性が示されている。

現在、塩市場に出回っている商品の品質は、生産・販売者の考えと管理に任されている現状にある。このような状況の中、消費者としては、塩商品を使用目的、味覚、効果などによって選択することは重要であるが、包装表記などに惑わされず、その塩の本質についても考えて選択していくことが、塩商品全体の品質向上に繋がるものであると考える。

にがり成分の多い塩で漬物を作る

宇都宮大学名誉教授
前田安彦



前田安彦 宇都宮大学名誉教授

漬物における塩の働きは、浸透圧で細胞膜を両透過膜化し、いわゆる漬かった状態にすること、塩の持つ味覚の利用、浸透圧により保存性を持たせること、の3つである。

そして漬け物は正倉院文書に見られる古代から、この食塩により保存食品の地位を保ってきた。しかし昭和54年8月の公衆衛生審議会の栄養部会から「日本人の栄養所要量等」の改定に関する厚生大臣宛の答申で食塩過剰摂取の防止のため、食塩摂取量は1人1日あたり10g以下が望ましいとの内容が盛り込まれて以来、漬物の減塩化が進み、さらに労働量の減少から高塩食品は喉を通らない、ということがそれを完全に定着させた。漬物の保存食品から風味食品への転換である。

このため漬物における塩の考え方も変わり、浸透圧による保存という役割以外の効果を提唱した塩が数多く市販されるようになってきた。

- ①美味な機能性塩という立場でマグネシウム、カルシウム、カリウム、硫酸基といった海水の夾雑物、すなわちにがりを加えたもの、もしくは同じ理由で輸入原塩を海水に溶解、再結晶化したもの。商品名として天塩、瀬戸のはんじお、伯方の塩等。
- ②健康上は食塩のナトリウムが有害であるとの考え方から、その一部を他の鹹味を持つ物質と置き換えたもの。商品名として乳清ミネラル塩、昆布ミネラル塩、パンソルト、低のう塩等がそれである。

そしてこれらが種々の漬物に使われて、製品差別化が図られている。

このうち乳清ミネラル塩については、筆者による漬物にどう適用するかの報告があるが、夾雑成分を含んだ塩については橋本、木村、尾方の総説があるだけで、実験的考察を加えた報告は皆無である。

本報告はこの、実験の行われていない海水の夾雑物を含んだ塩の漬物への影響をみたものである。なお、海水の夾雑物を含んだ塩は市販に際して風味向上効果の他にも種々の効果を述べているが、これらについても実験的裏付けがないので合わせて検討することとした。

漬物に関係するものとして、発酵熟成の促進、クロロフィルやアントシアンなど野菜色調の保持、漬物物性の向上、すなわちカリカリ梅漬などの硬度・良好な歯切れの維持、さらに食塩の野菜漬込み時の付着性、細胞への浸透性のよさによる水揚げ時間の短縮による品質の向上、などが考えられる。

このなかから共存成分の影響として、漬物の乳酸発酵を促進するか、漬物で重要視される菜漬や胡瓜漬の緑色の保持すなわちクロロフィルのフェオフィチン化を防げるか、そして一般に言われる共存成分が味覚を向上させるということがあるのかどうか。この3点について漬物を作り、特に官能検査について訓練されたパネルがどう判定するかを検討した。この研究はソルト・サイエンス研究財団の助成により川端晶子東京農大教授を研究代表として組まれた「共存成分を異にする食塩の食品科学的研究」プロジェクトの分担として「漬物の味覚・発酵・変色に対する食塩の影響」のテーマで助成金対象となったものである。

実験に使用した塩は明治以降の塩田製造の塩、加

圧式、真空式の並塩あるいは輸入天日塩、岩塩の分析値を参考にして日本たばこ産業海水総合研究所の調製したプロジェクト研究用の基準食塩、あるいはこれに研究室でマグネシウム塩を加えたものを使った。なお味覚に対する影響の実験には輸入天日海水塩を国内の海水に溶解・濾過・再結晶して作ったいわゆる自然塩を1種選んで実験に使った。

I 漬物の乳酸発酵に与える影響

ソルト・サイエンス研究財団が海水総合研究所に基準塩を基に調製を依頼した塩を2種類、および基準とした塩にマグネシウムを1%上乗せしたもの4種を用意した。基準とした塩は市販並塩相当の成分を含む。それに海水塩を模した塩、そして高濃度にがり塩になる。マグネシウム強化塩はマグネシウム塩を塩に混ぜると相対的に塩濃度が低下し塩味が低くなるので、基準塩を決まった添加量使用しさらにマグネシウム塩を上乗せした。海水塩を模した塩のマグネシウムのおよそ4倍のマグネシウム量になる。乳酸発酵漬物には最も単純なサワークラウトを漬込み発酵させた。サワークラウトは予備実験で冬は発酵が遅く、盛夏は発酵が早すぎる事が判ったので、実験は5月に行った。

サワークラウトは順調に発酵すると乳酸換算で15%を示す。その値に達したのは海水塩を模した塩だけで、マグネシウム強化塩も1.35%を示した。それ以外は13%に到達しなかった。

今回の結果では共存成分は乳酸発酵を促進も阻害もしないと考えられる。

II 漬物のクロロフィルに与える影響

Iの実験に使用した塩は4種類とも同一のものである。クロロフィルはヘムの中心にマグネシウムを持つので、共存成分としてマグネシウムの多い食塩はクロロフィルの緑色保持に効果がある。事実、塩化マグネシウムを多用して緑色野菜ジュースを作ると美しい緑色を長く保つことができる。

クロロフィルの定量法は種々あるが、漬物の緑色

保持をみる場合は変化すればマグネシウムを失いフェオフィチンとなって黄緑色を示すので、クロロフィルのフェオフィチンへの変化に伴う可視部吸収スペクトルの変化を求める方法が分解の程度を知る最良の方法と思われた。

小松菜を材料に緑色保持の実験を行った。漬込み方法の微妙な差異がクロロフィルのフェオフィチンへの変化率に影響を及ぼさないよう、同一食塩について各3検体を漬込んだ。

現在の漬物は色調の明るさ、注入液の清澄度など外観が大切である。特にクロロフィルの保持すなわち鮮やかな緑色は消費者の嗜好を満足させるようで、冷却漬込み、冷却調味液の注入、製品の冷却槽浸漬、発送容器への蓄冷剤の密封と4回の冷蔵工程が入る野沢菜漬はその美しい緑色ゆえに年間6万トンの生産（全漬物生産量の5%）に達し、産地長野県を全国でも上位の漬物生産県にしている。また野沢菜漬と並んで日本3大菜漬といわれる広島菜漬、高菜漬は容器・小袋に充填後の冷凍によりこれも鮮やかな緑色を保って消費を伸ばしている。

共存成分を異にする食塩がクロロフィルのフェオフィチンへの変化を抑えるならば、その価値は増大し、需要も増すであろう。今回の実験は漬込み後の冷蔵庫放置を行い現在の菜漬の製造・販売条件に近づけてみたが、その効果は判然としなかった。しかし、実験結果を細かく考察すると、特にマグネシウムを多く含有させたものに若干の効果があるという一連の結果は得られた。

III 漬物の味覚に与える影響

研究室員あるいは漬物工業技術者をパネルに使って共試塩3種をそれぞれ散布した漬物の官能検査を行った結果、味覚に対する効果はあまりみられなかった。漬物は茄子、胡瓜、白菜、大根の2%程度の塩漬、その塩漬1に淡口醤油6%、グルタミン酸ナトリウム（以下グル曹またはMSGと略す）1%、食塩2%含有の調味液1を加えたもの、そしてぬかみそ漬で行った。

単塩漬では高濃度にがり塩が美味との回答が多

かったが有意差はなかった。調味液を加えたものは醤油とグル曹の旨味に影響され全く差はみられない。ぬかみそ漬はやはり高濃度にがり塩が美味、基準塩は刺激的味覚と答える者が多かったが有意差はなかった。

また自然塩およびナトリウムのかなりの部分がカリウムになっている中国の低のう塩の官能検査を行ったが、結果では味覚的差異はほとんどなかった。

そこで判然たる結果を求めて官能検査について訓練されたパネルに漬物の試食を依頼し、共存成分の異なる食塩の味覚への影響を検討してもらった。

味の素株式会社中央研究所の官能検査について訓練されたパネル20名を使い、3日間、漬物3種類についての評価を行った。

漬物の官能検査を行うには、現在の漬物がどのような塩度、味覚成分から成るかを知って試料製造を行う必要がある。この点に関しては長期にわたり市販品分析、製造方法を調べ実態は把握されている。しかし味覚試験の予備実験で醤油、グル曹を添加した調味浅漬、調味漬、調味酢漬では共存成分の多い塩、少ない塩使用の区別は全くつかなかった。そのため実験漬物の種類は大きな制限を受けた。

種々検討の結果、問題ないのは白菜漬、調味料無添加で可食性のある干たくあん、そして比較的少量の調味料で作れるしば漬風調味酢漬（以下しば漬と略す）の3種類の漬物で実験を行うことにした。白菜漬は野菜風味の強い漬物、干たくあんは野菜風味と発酵産物（アルコール発酵）の味の混ざった漬物、そしてしば漬は塩蔵原料を使って脱塩・圧搾して作る調味液の味主体の漬物という漬物の3大分類をそれぞれ代表している点も意義があろう。なお干たくあんは市販品では砂糖を15%添加して甘味を強化しているが、これも塩の味の差を消してしまうので加

えなかった。白菜漬、干たくあんは塩単用の試料となる。

識別実験では標準試料をおき、盲試料と比較させ、盲試料が標準試料と同じかどうかで識別させた。

この識別実験では、干たくあんによる基準塩と高濃度にがり塩については危険率1%で有意に識別され、白菜漬では市販自然塩と基準塩について危険率5%で有意に識別された。また同じ白菜漬の基準塩と高濃度にがり塩では有意差はなかったが、識別される傾向にあった。しば漬は3試料とも識別されなかった。

比較評価実験では、総合的な嗜好評価においては各試料間に有意な嗜好差は認められなかった。

白菜漬の色の好ましさと高濃度にがり塩＞基準塩、高濃度にがり塩＞市販自然塩の有意差が、酸味の好ましさと基準塩＞高濃度にがり塩、市販自然塩＞高濃度にがり塩の有意差が、まろやかさと高濃度にがり塩＞基準塩に有意差が認められたが、その他の項目は有意差がなかった。

干たくあんでは全ての項目に有意差が認められず、しば漬では歯切れの好ましさと高濃度にがり塩＞基準塩のみ有意差が認められた。

全体の実験を通じて基準塩、高濃度にがり塩および市販の自然塩を使って作った漬物3種について、それぞれの塩の味覚、色調、歯切れに対する影響はほとんどなく、白菜漬の一部試験を除いて全く識別が不可能であった。

共存成分を異にする塩を使って漬物を製造し、塩の差による味覚の差異をみたが、今回はほとんど差がみられなかった。現代漬物は全て調味するので、塩の違いが品質に表れることは少ないと結論づけられよう。

ミネラルの生理作用

福井県立大学看護福祉学部大学院研究科長
糸川嘉則 京都大学名誉教授



糸川嘉則 福井県立大学看護福祉学部 大学院研究科長

1. ミネラルの概要

近年の高齢化社会の到来により、国民の健康に対する不安が増大し、それによりミネラルに対する国民の関心も増加傾向にあるように思われる。現在、100種類以上のミネラルが存在する事がわかっているが、そのうちヒトに対して必須であるとされているミネラルは体内存在量の順に挙げるとカルシウム、リン、カリウム、硫黄、塩素、ナトリウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅、マンガン、ヨウ素、セレン、モリブデン、コバルト、クロムの16種類である。カルシウムからマグネシウムまでの7種類のミネラルは主要なミネラル、鉄以下の9種のミネラルは微量元素と呼ばれる。作用機序をみると概して主要なミネラル類はイオンとして作用するものが多く、微量元素類は蛋白質などの高分子と結合して作用するものが多い。

これらの必須ミネラルの大部分は健康人が1日にどれくらい栄養素を摂ればよいかという基準値である栄養所要量が策定されているが、ナトリウム、硫黄、塩素、コバルトについては所要量が策定されていない。ナトリウムの最少必要量は1g(食塩として2.6g)程度と考えられるが、日本人は平均で4.5gのナトリウムを摂っており、必要量を策定する必要があるためである。その代わり食塩の過剰摂取が高血圧を招来するおそれがあるため食塩として1日10g(ナトリウムとして4g)以下にするという目標摂取量が設定されている。硫黄についてはメチオニン、シスチンなどの含硫アミノ酸は蛋白質所要量で決められているし、アミノ酸以外の含硫物質もメ

チオニン、シスチンから生成されるものが多い。ビタミンB₁やビオチンも硫黄を含むがこれらはビタミン所要量で設定されている。アミノ酸、ビタミン以外に特に硫黄を摂取する必要はないため所要量を決める必要性はない。塩素は主としてナトリウムと結合して存在するため塩素だけの所要量を決める必要はない。コバルトはビタミンB₁₂に含まれているために必須なのであって、ビタミンB₁₂以外のコバルトの必要性は証明されていないのでビタミンB₁₂の所要量が決められていればコバルトの必要量を決める必要はない。

これらヒトにとって必須性が証明されたミネラル以外に13種類の微量元素について動物実験により必須性が証明されたという報告がある。しかし、ヒトにおいてはまだ欠乏症が発生したという報告が得られていないため今回は必須ミネラルから省いている。これらの中には鉛、カドミウム、ヒ素など従来有毒物質に分類されているミネラルも含まれている。ミネラル類の毒性は量の問題とバランスの問題に帰するので、必須ミネラル、有毒ミネラルと分けて分類する考え方は現在の知識からすると適切ではないと思われる。

2. ミネラルの作用

栄養素には生理作用があるが、最近では生理作用とは独立した薬理作用も存在することが判明してきた。実際に種々な薬理作用を有しているミネラルも存在しており、薬剤として利用されている。一つのミネラルでも幾種類かの作用を有しているものもあ

るが、それを生理作用とみるか、薬理作用とみるか
区別することが困難な場合もある。最も単純に区別
すると、必須ミネラルの場合、その欠乏症を予防す
る作用は生理作用とし、欠乏症以外の疾病を治療す
る作用は薬理作用とする考え方があるかもしれない。
我が国では国民栄養調査の結果から多くの年齢
階層でカルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛、銅に
おいて所要量に達していないから、生理作用を十分
に発揮できていない可能性がある。

また、ミネラル類の作用については個々のミネ
ラル作用を考えるよりも化学的性質が類似した他のミ
ネラルとのバランスから考えた方が良い場合がある。
その例としてナトリウムとカリウム、カルシウム
とマグネシウムがある。以下、いくつかのミネ
ラルを取り上げてその生理作用について考察を加える
ことにしたい。

(1) ナトリウムとカリウム

ナトリウムとカリウムはアルカリ金属元素に属
し、化学的性質が類似している。ナトリウムは細胞
外液に含まれる主要な陽イオンで、塩素と共同して
細胞外液の容量を規制し、体液の浸透圧を維持し、
酸・塩基平衡を正常に保つ役割をしている。一方、
カリウムは細胞内液の主要な陽イオンで細胞内液の
容量を規制し、ナトリウムと同様に体液浸透圧や
酸・塩基平衡の維持を保っている。このように細胞
内外で同じような役割をしている2種のミネラル摂
取量にアンバランスがあると健康障害が発生するこ
とになる。

日本人の食塩を過剰に摂取する食習慣は当然ナ
トリウム摂取量を増加させ、ナトリウム・カリウムの
適正な摂取比率を逸脱させ、レニン・アンジオテン
シン・アルドステロン系を介して循環血液量の増
加、末梢血管抵抗力の増加、動脈平滑筋の収縮を起
して高血圧を起すことになる。カリウムは腎臓にお
けるナトリウムの再吸収を抑制し、尿中へのナトリ
ウム排泄を促進することによりナトリウムの体内貯
留量を減少させ、細胞外液容量を減少させる。この
作用によりナトリウム過剰摂取による高血圧の発生
を抑制する。

わが国の食事摂取基準ではカリウムの所要量は決

められているが、ナトリウム所要量（食塩の適正摂
取量）は決められていない。体内から1日に失われ
る食塩量から最少必要量を推定すると1g程度とな
る。しかし、日本人に1日に食塩2~3g程度を含ん
だ食事を1週間食べさせたところナトリウムの平衡
は維持されたが、疲労感、頭痛、食欲不振などを訴
えたという報告がある。血圧上昇に対する食塩（ナ
トリウム）感受性には個人差が大きいが、感受性の
多寡を判定する指標もないことから、集団を対象と
した目標摂取量として成人では10g（ナトリウムと
して3850mg）以下にすることが設定されている。こ
のようなことを勧案するとナトリウム・カリウム摂
取比率は重量比で1:1程度にするのが適切であると
考えられる。

平成14年度の国民栄養調査におけるナトリウム・
カリウム摂取比率はナトリウムの摂取過剰が認めら
れる。特に働き盛りの年齢層でこの比率が高く、他
の年齢層よりカリウム摂取量が低い点がこの比率を
高めている。この比率を是正するには調味料を控え
ること（調味料からの摂取率：ナトリウム：66%、
カリウム：8%）と野菜類をナトリウム含有調味料
で余り加工しないで多く摂取することが推奨できる。

(2) カルシウムとマグネシウム

カルシウムとマグネシウムは共にアルカリ土類金
属に属し性質が類似している。共に骨を貯蔵組織と
しており、副甲状腺ホルモンにより調節されている。
生理的に作用する場合は酵素など高分子と結合する
のではなく、イオンの形で働く。相違点はカルシウ
ムが細胞外に多いのに対して、マグネシウムは細胞
内に多い。また生理作用は全く異なっており、カル
シウムは骨の構成成分となり身体の枠組みをつくり
支柱となる作用が最も大きく、欠乏すると骨粗鬆症
になる。一方、マグネシウムはMg-ATPとなり生
体内のエネルギー代謝に関与する。そして、欠乏症
としては循環器疾患を誘発することが最も注目され
ている。

KarppanenらはOECDの国でカルシウム摂取量を
マグネシウム摂取量で除したCa/Mg比の高いフィン
ランド、オランダ、アメリカでは虚血性心疾患の死
亡率が高く、日本、ユーゴ、ギリシアなどのCa/Mg

比の低い国では死亡率が低く、両者の間に相関関係があることを示した。このデータを参考にとすると成人のCa/Mg比は重量比として2:1が適切と考えられる。Alturaらはマグネシウム欠乏ラットでは血圧が上昇し、その際末梢血管の径が細くなっていることを見出した。Changらは実験的心筋梗塞を犬に起させる研究でマグネシウム欠乏にした犬では、対照に比較して心筋梗塞の部位が有意に増加することを示した。この時心臓のミネラルを測定したところ、マグネシウム欠乏により心筋梗塞が増悪した犬の心臓ではマグネシウム、カリウム濃度は対照と比較して有意差なく、ナトリウムとカルシウム濃度が有意に増加していることを見出した。

ヒトの細胞内外のミネラル濃度のアンバランスを維持しているのはMg-ATPを基質とするATPaseのポンプ作用による。したがって、マグネシウムが欠乏してポンプの働きが低下すると、濃度勾配によりナトリウム、カルシウムは細胞内に流入し、マグネシウム、カリウムは細胞外に脱出する。この現象が血管平滑筋細胞内に起こると、特にカルシウムの濃度の増加により平滑筋が収縮し、血管径が細くなり、血圧は上昇し、血管は詰まりやすくなる。これがミネラルバランスの異常により心筋梗塞、脳梗塞、血圧上昇など循環器疾患が発生する一つの機構と考えられる。すなわち、細胞内ミネラルバランス $[Na] \cdot [Ca] / [K] \cdot [Mg]$ の数値が上昇することが循環器疾患の危険因子になる。

平成13、14年度の国民栄養調査によるとカルシウム摂取量は概ね発育期までは所要量を満たしているが、それ以降の年齢階級では所要量に達していない。特に18歳から49歳の働き盛りの人々で摂取量は大幅に所要量を下回った。一方、マグネシウムも似たような傾向を示し、1歳から14歳までは所要量を上回り、15歳以上になると所要量に達しなくなる。高齢者では充足している場合が多い。特に働き盛りの摂取量が低い事もカルシウムと類似している。カルシウムの豊富な食品とマグネシウムの豊富な食品はかなり異なるのに類似した摂取量を示しているのは面白い現象である。国民栄養調査によるカルシウム／マグネシウム摂取比率を見ると、発育期は骨形成に

必要であるから当然この比は高いが、成人ではほぼ2の近辺で摂取比率としては適切である。しかし、これは成人以降の年齢層でカルシウムとマグネシウムの両方の摂取量が同じ程度に所要量を下回っているために起こったことで、摂取比率を変えることなく両者の摂取量を上げる努力は必要である。

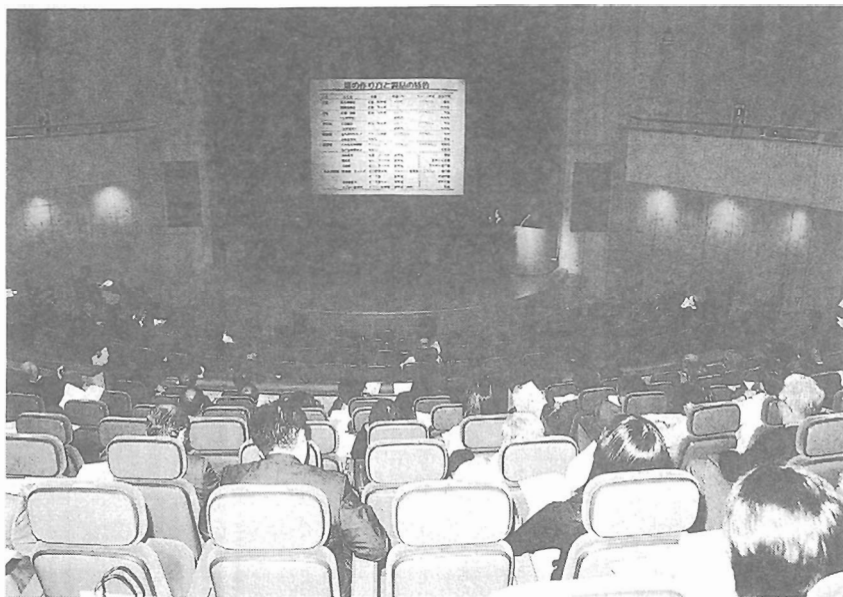
(3) リン

リンは骨の成分となる他に、核酸であるDNA、RNAや高エネルギー物質ATPをはじめ種々な生体活性物質の成分となるためその生理作用は極めて重要で多岐にわたる。しかし、通常の食生活で生理作用に影響が出るほどの欠乏になることは稀であるため、生理作用について論じる意義はそれほど大きくはない。国民栄養調査では9～17歳の女性で摂取量が所要量を下回ったが、この年代の所要量が少し高めに設定されているように思われる。リンはカルシウムとのバランスを考えて摂取する必要があり、両者の比が2:1または1:2を超えると低い方の吸収が悪くなると言われている。現在の日本人の摂取比をみるとリンがカルシウムの約2倍であるから、リンを抑える方向で食生活を考えた方が良くと考えられる。次回の栄養所要量の改定時にはカルシウムとリンの比率を考慮した所要量の策定が望まれる。

(4) 鉄

鉄の生理作用としてはヘモグロビン、ミオグロビンの構成成分となり酸素の運搬を行うこと。フラビン酵素の構成成分となり、酸化還元、電子伝達反応を触媒することが挙げられる。欠乏になると鉄欠乏性貧血を起し血液中の酸素輸送能力が低下するため疲労しやすくなり、運動能力が減退し、低温環境で体温を維持する能力が失われる。リンパ球や好中球の機能にも障害が起り、感染防御機構が弱まり、感染症に罹患しやすくなる。幼児では精神機能の発達が遅れ、泥、チョーク、灰などを食べる異食症などの異常行動を起すことがある。これは脳細胞の発育が鉄欠乏により傷害されるためと考えられている。

鉄は昭和30年代から国民栄養調査の対象として取り上げられてきたが、食品成分表が改定されるたびに数値が大きく変化する状況があり、年次推移の動向を正確に把握する事ができない。平成12年度に食



ている腸性肢端皮膚炎症患者は皮膚障害、毛髪の脱落、免疫力低下などの症状を呈する。亜鉛を添加されていない輸液で長期間経静脈栄養を受けていた患者にも同様な症状が発生している。老人を対象にした研究で褥瘡を有する寝たきり者は褥瘡のない寝たきり者に比較して血清亜鉛濃度が低いという結果が報告されている。また、味覚異常を主訴として来院した患者5000人の25年間にわたる観察で70%が亜鉛欠乏症であると

品成分表の改定があり、13年度以降の調査結果も12年度までの結果を大きく下回った。

すなわち、12年までの調査では鉄摂取量はぎりぎり所要量を充足していたのであるが、13年、14年は全年齢を通じて男女とも不足状態であるという驚くべき結果となった。これは食品成分表の変更に加えて、食品の栄養素量の算出を従来は調理前の原食品で計算していたのを13年度からできる限り調理後の状態で算出することに改められたことによる。特に摂取量の低いのは18～29歳の女性で所要量の60%しか摂っていなかった。これはわが国の男女に貧血が多い（血色素量低値の者：男性23.3%、女性18.1%）主要な原因であろう。男性は年齢が上昇するにつれて貧血の頻度が高まるが、女性は50歳を境にして若年者の貧血上昇、高齢者の貧血低下から上昇へと二相性を示す。

(5) 亜鉛

50種類以上の酵素が亜鉛を含んでいる事が判明している。これらの酵素は亜鉛を除去すると活性が低下し、亜鉛を与えると活性が取り戻されるので、酵素反応に関連した代謝に亜鉛が関与している事は明らかである。ヒトで最初に発見された亜鉛欠乏症は成長障害（小人症）と性的発育障害として報告されている。亜鉛の腸管からの吸収が先天的に障害され

という報告がある。味蕾の機能保全に亜鉛が必要であるとされている。母親が亜鉛欠乏であると奇形児出産の頻度が増加するという報告もある。発育異常、奇形児出産、皮膚の再生に関する症状は亜鉛酵素であるDNAポリメラーゼ活性の低下に関係するものと考えられる。

国民栄養調査の結果で亜鉛摂取量は若年齢では充足しているが、男性では18歳以上、女性では15歳以上で不足となった。

(6) 銅

銅は酸化ラジカルのスカベンジャー作用を有するスーパーオキシドジスムターゼやセロプラスミンに含まれており抗酸化作用を有する。これらの銅酵素は2価の鉄を3価の鉄に酸化する作用を有する。3価の鉄はアポトランスフェリンと結合しトランスフェリンとなり、各組織への鉄の供給に当たる。他の銅酵素であるリシルオキシダーゼはコラーゲンやエラスチンが作られる時の架橋構造を作る作用をしており、創傷の治癒や血管を保持する機能を有している。チロシナーゼは眼、毛髪、皮膚に含まれる色素メラニンを生成する。銅欠乏の初期症状は貧血であり、発育障害、骨の異常も報告されている。

国民栄養調査の結果で銅摂取量は全年齢の男女で所要量を下回った。前述の鉄欠乏性貧血の中に銅欠

乏も含まれている可能性がある。

(7) セレン

セレンの生理作用として重要なのはグルタチオンペルオキシダーゼ酵素群の活性中心となり酸化障害に対する生体防御反応を行うことである。酸化障害の結果、過酸化脂質が生体膜に増加すると、膜が壊れやすくなり動脈硬化、糖尿病、白内障などの老化現象と呼ばれる症状が出てくる。セレンは老化を予防する作用があると言える。

1935年ごろから中国に多発した原因不明の心筋疾患であった克山病は1979年中国の克山病検討委員会によりセレン欠乏症であるという見解が発表された。Beckらはセレン欠乏マウスに毒性のあるコクサッキーウイルスを接種するとセレン充足マウスに比較して心筋障害が重症化することを報告している。さらに無毒のコクサッキーウイルス株をセレン欠乏マウスに接種すると無毒株が有毒株に変換する事も見出している。セレン欠乏により酸化ストレスが増大し、それが免疫力を低下させると同時に、ウイルス自体の突然変異も起こすと考察されている。克山病患者の組織からコクサッキーウイルス有毒株が多数検出されていることから、克山病の発生にこのような機構が関与している可能性も考えられる。

セレンは栄養所要量、許容上限摂取量が策定されているが、食品成分表に記載は無く、国民栄養調査の対象にはなっていない。

(8) リチウム

リチウムは動物実験では必須であると考えられているが、栄養所要量などは策定されていない。

SchrauzerらはアメリカTexas州で飲料水中のリチウム濃度が低い地域と高い地域において10年間にわたり殺人、強盗、窃盗などの犯罪行為や自殺の発生率を調べたところ自殺や犯罪行為の大部分が低リチウム地域で有意に高い事を見出した。また、彼らは犯罪者の頭髮中のリチウム濃度を測定すると対照に比較して有意に低い事も報告している。小野らは低リチウム食で飼育したラットやマウスが異常行動を示し、リチウムを添加すると解消すること、日本人のリチウム摂取量を推定すると低いレベルにあることを報告している。リチウムは50年以上も前から躁病の治療薬として利用されていることを考えると、犯罪が増加している現在のわが国において必要量や摂取量等の検討を始めても良いように思われる。

3. ミネラル栄養の現状

平成13年、14年の国民栄養調査により食塩を含めて8種類のミネラルの日本人の充足状況が初めて明らかになった。その結果は個々のミネラルの項目でも触れたように大変問題があるという結論になる。この国民栄養調査で明らかになった重要な問題は、働き盛りの男女が特にミネラルの栄養状態が悪かった事である。現在の日本の活力を支えている働き盛りの人々の健康を保つために現在のミネラルの摂取状況を改善する必要がある。食生活だけではどうしても充足できない状況であれば、適切な栄養補助食品やサプリメントの利用も考慮する必要があると思われる。

質疑応答・総合討論

木村 これから質疑応答・総合討論に入ります。コーディネーターを務めます昭和女子大学の木村でございます。前半では塩やにがりの作り方とそれらの製品の品質には今、如何にいろいろなものがあるかが分かりました。話を聞いていますと、あまりにも規格がないままに進んできたという感じがします。それによって今の混乱した状況があるのではなからうかと思えます。そのことを反映して、それに関連する質問が多くありました。

後半では、漬物の味といろいろな塩との問題を聞き、塩とのかかわり方をいろいろ考えなければいけないと感じました。そして糸川先生のお話では、全般を通して今、日本人はミネラルが非常に足りないということでした。ではそれをどうやって摂ったらいいいのか、塩がそれに係われるのかどうか、という大きな疑問が残ると思います。そういう点も含めまして、短い時間ですが、まず先生方に対する質問への答えから始めたいと思います。

それでは最初に杉田先生に対する質問がいくつかありますが、「にがり成分を多くする製塩法について」ご質問がございました。

杉田 基本的には塩の結晶をなるべくにがり成分を多くするような方法で製造することが一つと、最終煮詰め濃度、要するに塩を採る最後の濃度をどうするかということがあります。この濃度を高めると、当然母液の中の共存塩類の濃度が上がりますから、出てくる塩に付着するにがり成分が多くなりますし、結晶の中に入る液胞（母液）も多くなるわけです。したがって、結晶の作り方で、なるべく表面積の大きい塩を作ればにがり付着しやすいということと、最終煮詰め濃度を上げればいいということです。

ただ、煮詰め濃度を上げると熱効率が落ちるものですから、どの辺のところを最終煮詰め濃度にするかということが、実際の製塩工業においては重要な問題になっております。

木村 それから「塩の粒径と味覚に関連性がありますか」という質問があります。後の方にも少し粒径に関する質問があります。

杉田 塩の粒径と味覚の関連性ですが、これには塩を直接舌に乗せる場合と、食材に振りかけたりして料理に使う場合が考えられます。この問題は基本

的には塩の溶解速度に関係があり、結晶の形と粒径および固さが関連します。粒径が小さいほど溶けやすく、結晶が固いほど溶けにくいことが味覚に影響を及ぼし、結晶の形については例えば、フレーク塩のように非常に薄くかさ密度の小さい塩ですと、舌に乗せても味覚的にはまろやかな感じになります。サイコロ状の塩とそうでない塩では味覚に微妙な差を感じるという人がいますが、この問題については振り掛



ける場合や料理の場合にも科学的なデータがなく、官能に関する問題で個人差があります。以上のことはあくまでも成分的に同じ塩という前提です。

木村 あとで時間がありましたら、また戻りたいと思います。

それでは次に尾方先生に対する質問の中で、「生にがりの使い方にはカテゴリーがあるのでしょうか」ということがありました。

尾方 市販のにがりの中で「生にがり」と書いてあるものが非常に沢山あります。生にがりとは何を称するか、という定義はまだ出来ておりませんが、私なりの考え方を述べさせていただきます。

硫酸マグネシウムが出始める前、いわゆる母液から脱却して、にがりに移行した状態で分離されたものを生にがりと言うと思います。それをさらに何らかの形で濃縮した場合、それは冷却の場合もありますし加熱濃縮する場合もありますが、それを濃厚にがりという言い方をしていると思います。

ただ、塩がかなり多い母液の状態で生にがりとして販売されているものを、果たしてにがりと言っていいかどうか。商品名としては出てきておりますが、正しい使い方だとは私は思っておりません。

木村 それでは、「例えば粗製海水塩化マグネシウムという言葉がありますが、これは食品衛生法とか何か組成基準のようなものがあるのでしょうか」という質問があります。先生のお話ですと、それはまだはっきりしていないということでしたが、その辺のことがいくつか質問として出てまいりました。

尾方 粗製海水塩化マグネシウムについては食品添加物の中に名前だけは登録されていますが、規格がないわけです。先ほどのお話の中で規格案が出ております。それは現在、日本食品添加物協会の中の13部会、いわゆる加工品グループの中で検討が続けられており、現在の段階では、順調にいけば食品添加物に関する第8改正は来年4月以降になると思いますが、その時点で公式なものになるだろうと予測されております。

木村 それから、これはちょっと私にもわからないのですが、「国立健康・栄養研究所のWebサイトを見ると、マグネシウムを含む食品はすべて危険と

の誤解を与えかねません」というコメントがあります。

尾方 おそらくマグネシウム塩類を摂ると下痢をする。それによってダイエット効果というか痩せる効果が得られるというけれども、それはにがりそのものの効用とは違うので、少し用心して使いなさい、というのが国立栄研の言い分だったと思います。この表現からすると恐らく、マグネシウム塩類が入っているものを食べると、みんな下痢をするイメージを与えるのではないか、ということと言われたのだと思います。

もちろん多くの食品の中にはマグネシウムが入っていますから、それを食べて全部下痢をするわけではありません。マグネシウム塩類を摂ったら下痢をするというのは、サプリメントとしてマグネシウムをたくさん取り過ぎた時の話だだと思いますので、それは正しく読まなければいけないということに尽きると私は思います。

木村 わかりました。マグネシウムにつきまして、例えば「塩化マグネシウムを結晶化する適当な方法がありますか」とか「食塩に対してカルシウム、マグネシウムを補強する考え方を認めてもよいのではないですか」と言うように、マグネシウムがもう少し入る方にまで認めたらどうかという意見があるのですが、その辺につきましてはどうでしょうか。

尾方 ちょっと意味がよく解らないのですが。

木村 「食塩に対してカルシウム、マグネシウムを補強する考え方を認めてもよいのではないですか」という意見です。

尾方 これは基本的には食品添加物をカルシウム、マグネシウムの形で、例えば塩の中に加えたらどうか、それを添加した食塩を販売してもいいのではないか、という意味かと思います。現在、塩ににがりを添加して売っているものは沢山ありますし、にがりを残存させて含ませた製品も沢山あります。カルシウムを加えたものはあまりないと思います。

そういう意味でマグネシウムを加えることによって、ミネラルリッチな考え方を取ることは今までもありました。一方、厚労省等の現在の考え方では、家庭で使う塩の量（調味料などを除いて塩として使

う量)を考えると、成人1人1日当たり大体1~1.5gが平均値です。その中でマグネシウムを加えるといっても、マグネシウムが入っている量は現在0.7%ぐらいまでが限界です。そうすると1gの中の0.7%ですから、所要量300mgに対して7mg位しかないと考えなければなりません。これでは、マグネシウムのミネラル補強という意味ではあまりにも量的に少ない。したがって、塩の中にマグネシウムをにがりという形で添加して「ミネラルたっぷり」という言い方はできません。

最も多いもので、例えば「雪塩」とか「ぬちマース」というスプレー乾燥方式で製造された塩がありますが、この場合でも3%位です。3%まで入っておれば30mgですが、その程度で価値があるかどうかについては、まだこれから議論すべき問題であろうと思います。そういう塩も現在すでに販売されているという意味では、認めてもよいというか、現実にありますという言い方はできると思います。

木村 むしろ今、そういう塩が沢山販売されているように私には見えます。私は栄養学の立場で言いますと、いろいろな微量元素を食塩だけから取ろうという考え方については、少し疑問に思っています。塩以外にいろいろなものを食べているのですから、そういうものを選んでいけば微量元素は摂れるわけです。食塩だけにすべて任せてしまうというのは、塩を取り過ぎてしまうことになるかもしれません。

次は新野先生に対する質問です。今いちばん問題になりそうなのは「食用塩の品質の規格、CODEXの動向は今どうなっているのか」ということです。この辺は先ほども少しお聞きしましたが。

新野 この食用塩品質規格は1985年に採択され、これまでに3回修正されております。現在はFAO/WHOの加盟国に受諾要請がされております。日本では認められていない食品添加物も盛り込まれておりますので、日本が受諾するかどうかは分かりません。先ほど品質規格をお見せしましたが、それ以外にサンプリング法や分析法と、いろいろな項目があります。

日本の品質規格はいつ頃できるのかという話もあるのですが、この辺は各製塩関係者が納得の上で、

ある程度の規格は必要だと考えております。

木村 それから「にがり中のホウ素の分離およびその除去について何か方法があれば」ということです。

新野 専門でないのでよく分かりません。おそらくホウ素を分離するには固相吸着剤で除去する方法になると思いますが、まだ完成していないと思います。ホウ素を気にされるのは、水道法でホウ素の含有濃度が1ppm以下(16年度より)の規制があるからだと思いますが、にがり中からの分離となると、可能かどうか分かりません。

木村 これは糸川先生に対してでしょうか。「ミネラルウォーターあるいはにがりを飲んでいれば、ミネラル欠乏症は予防できるでしょうか」という質問があります。

糸川 ミネラルウォーターにはいろいろなものが出ております。水道水にも随分ミネラルが入っています。ですからミネラルウォーターと冠するからには、水道水よりある程度多くのミネラルが入っていなければいけません。それを摂ってどのぐらいの補強になりますか。水道水を飲んでいても、30mgほどのカルシウムと十何mgかのマグネシウムが入ってきます。それを計算すると少しは補強になるということだろうかと思えます。

木村 それでは前田先生に対する質問です。「市販商品にマグネシウムの少ないものを選んだ理由は」という質問が出ていますが?

前田 ちょっと意味が取りにくいです。

木村 どなたか質問された方、いないでしょうか。ちょっとわからないですね。

前田 漬物でマグネシウムを重要視するという例は今まであまりありません。カルシウムですと、カリカリ梅は必ずクエン酸カルシウムで硬くするのに使いますが、マグネシウムは発色するときに足すと良くなることはありますが、それ以外に使用した例はおそらくないと思います。

木村 それでは新野先生に対して「海水中におけるダイオキシンが塩にも入り込むのでしょうか」という質問ですが、もしそういった不純物があつた場合にはどうしますか?

新野 ダイオキシンのについてはいろいろ話題にはなっておりますが、今のところ塩中のダイオキシンを量った例はありません。非常に分析が難しいこともありますし、実際に環境中のダイオキシンのデータもまちまちです。ダイオキシン以外にもPCBとかいろいろ問題はありますが、沿岸環境の汚染が塩にどのように影響するかについては、センターでも検討を進めたいと思っております。

木村 ところで「食品関連法とかでにがりの定義が検討されているということですが、いつ頃それが決まるのか」という辺りは尾方先生どうでしょうか。

尾方 にがりの定義そのものは、今のところ全然前に進んでおりません。粗製海水塩化マグネシウムという添加物としての定義は進んでおりますが、にがりとなるともっと幅が広いわけです。それを食品に表示する場合、例えばにがりを添加したというときには、現在では「粗製海水塩化マグネシウム」という表示しか許されていないわけです。「にがり」という表示をきちんと定義づけをして、食品の中の表示にも使えるようにしたいという要望はたくさんあります。ですからおそらく、今後検討しなければいけないということにはなるでしょう。

しかし今のところはまだ決まっていませんし、すぐに決めようという動きが出ているわけではありません。現在、塩に関する公正競争規約の検討を続けておりますが、そういう中でにがりの定義もきちんとしてほしいという要望は出ております。したがって将来的には検討することになるでしょう。今のところは、見通しが立たないと言っておくしかないと思います。

木村 前田先生の話で非常におもしろかったのは、フェオフィチンの生成がマグネシウム添加で簡単に防げるということです。野沢菜漬などはずいぶんフェオフィチンが多いと思うのですが、フェオフィチンが押さえられても味にはあまり関係がないということになりますか。

前田 野沢菜漬の場合には、高菜などに比べると味覚ではあまりよくない感じがします。結局水もちとその色彩で今の人は食べているような感じがしま

す。長さを4cmぐらいに切れば水がよく出てきますから、高菜のようにたたくように切ってしまうとおいしくない。要するに、今の野沢菜は野沢温泉の人達に言わせると駄目だということですが、現実売れているものはほとんどフェオフィチンがゼロに近い作り方をします。

つまり、畑から採ってすぐに零℃の冷却循環水で塩漬けた後によく洗って袋に詰めて、冷却した調味液を入れて封をした後、零℃の水を流して冷やします。それを発泡スチロールの箱に入れた後、蓄冷剤を上に乗せて出荷しますから、今はほとんどフェオフィチン化する余地がないような作り方です。それは必ずしも良いとは言えないと思うのですが、そうすると消費者が買ってくれます。少しべっ甲色になったものを作ると買ってくれないというのが、いま漬物業者の一つの悩みになっています。

木村 糸川先生に対して「リチウムとか亜鉛はどの食品に多く含まれているのですか」という質問です。

糸川 亜鉛が多く含まれているのはカキです。動物性食品にはわりに入っています。ですから肉を食べればかなり充足するはずですが。リチウムにつきましては、確かイワシとか魚介類に多かったように思います。

木村 杉田先生に対してです。「加熱濃縮時に攪拌した場合としない場合では、析出する塩の粒径に変化がありますか」ということです。

杉田 結論を申しますと、非常に関係があります。例えばイオン交換膜法の製塩工場では、蒸発缶の伝熱管の中の液を流速1秒間に1mか2mぐらいで回していますが、枝条架やネット式の場合には採れたかん水を濃縮するときに、釜でそれほど速いスピードでは回していませんし、循環の方法も形態も違ってきます。このような枝条架の場合にはわりと大きな結晶になりますが、イオン交換膜法の大きな蒸発缶の場合には、ご存じのように500~600ミクロン(0.5~0.6cm)のサイコロ状の結晶になります。

また、攪拌の速度は結晶の種の発生にも関係が出ます。結晶種がたくさん出ると、出てくる塩の粒径がわりと小さくなります。攪拌が少ないと種が少な

いということがありますから、出てくる結晶は大きくなるという傾向があります。したがって結論としては、した場合としない場合では非常に大きな変化があり、攪拌速度が大きいと小さくなるということが答えです。

木村 尾方先生に対してです。「海水淡水化施設からの濃縮海水の利用ということについて伺いたい」ということです。

尾方 何をお答えしたらいいのかよくわかりませんが、海水淡水化で出てくるかん水はだいたい2倍ぐらいの濃度です。沖縄で平釜の製塩、あるいはスプレードライの方法で製塩をする場合にそれを使っている例はありますが、今それ以外にかん水利用ということは聞いておりません。福岡辺りでも最近始まりましたが、まだ具体的な利用はなされていないと思います。

木村 時間があと5分ぐらいしかないので、各先生からここだけは言っておきたいということがありましたらお願いします。

杉田 私に五つの質問がありました。先ほどの橋本専務のお話で『そるえんす』に未回答の答えを掲載するということですので特にありません。

尾方 特別に追加することはありませんが、にがり急にブームになってきて、マスコミはセンセーショナルなことにはすぐに飛びつきます。例えば頭に塗ったら髪の毛が生えるという、すぐにテレビで取り上げてくれますが、それが正しいか正しくないかをあまり実証しないまま話をされることが多いようです。

ですからあまりマスコミの宣伝にそのまま踊らされずに、客観的によくものを見ながら、周りの情報を見ながらにがりを摂ることです。サプリメントで摂るのであればそれなりの注意をしながら、情報をきちんと見て使ってほしいということだけはお願いしたい、というのが私のコメントです。

新野 私の方からの補足としては、塩のブームでいろいろ新製品が出てきたことは、塩の選択肢を広げたいと言う思いがあるのでしょうか、その品質データや客観的な判断材料が非常に不足している現状があると思います。

それを解消するために商品を買集めて分析データを公開しております。しかしそれでもまだ不足の点もあり、先ほど質問にもあったように海水の環境汚染がどう影響するとか、その辺の課題も解明して行きたいと思っております。

前田 あまり申し上げることもないのですが、いろいろ調べてみますと、漬物に関して共存成分を持っている食塩や砂糖を使っても、味覚に影響することは意外にないような感じがいたします。今度JAS法が改正になりますが、砂糖を含まないくあんJASを検討中ですから、今回の実験に使ったような砂糖のないくあんも出てくることはあります。

糸川 いま食事摂取基準すなわち栄養所要量の第7次改訂が始まっているはずですが。私は第6次のときに入っておりそこで決めたのですが、いろいろ問題点が残っています。一つはマグネシウム、カルシウム、リンはそれぞれ個別の委員が決まっており、個別に全部決めてしまいます。つまり、お互いのバランスをあまり考えないで決めてしまった点があります。

それから許容上限摂取量を決めました。それは非常に良いことだと思います。ところが日本におけるデータがほとんどないということで、すべてアメリカのデータに基づいて出しているという点があります。これにもいろいろ問題があります。例えばマグネシウムはもう少し取ってもいい、許容上限摂取量は少し低すぎると思います。今後だんだんと改定していくべき点がかなりあると思っております。

それからもう1点、今日も有害金属として話がありました。私どもは今16種類の必須ミネラルを挙げましたが、動物実験ではもっともつとついろいろなものが必須元素になっています。例えば鉛とかヒ素でも、欠乏すると動物は欠乏症を起こします。ですから多くなると悪いけれども、少なくとも欠乏が起こるかもしれない。カドミウムもそうです。今のところ人間で日本人にそういうものが欠乏することはないと思いますが、将来必須元素として決めることがあるかもしれません。したがってバランスのほうがいいであり、これからは有害元素と必須元素という

分け方はだんだんなくなってくるのではないかと考えております。

木村 ずいぶんいろいろと食塩の問題は奥が深いなという感じがいたします。私自身も食塩の嗜好ということで研究してまいりましたが、食塩のことでずっと以前から一つ疑問に思っていたことがありました。それが国立栄養研究所の井上先生と大坂先生たちとの共同研究で、数年前にやっと解けたのです。

私が学生時代に読んだ文献で、熊本大学・体質医学研究所の先生の報告でしたが、昔、満州に移住していた日本人の食塩摂取を調査したもので、冬の食塩摂取量は夏のそれの2倍にもなるということです。被験者は「濃い食塩水を飲むと体が温まる感じがする」といっていることが記録されていました。中国人もおなじような傾向でしたが、ロシア人にはそのようなことがないので、食べている食事の内容と関係があると推論していました。私にとってはとても印象が強く、忘れることが出来なかったのです。上

に述べたように、私たちのラットを用いた実験で、濃い食塩水を与えると酵素消費が増えることが確かめられたのです。つまり、濃い食塩水は身体を温めることが確認されたのです。生理食塩水くらいの薄い食塩水ではこのようなことは認められないのです。食塩については、まだわからないことが非常にたくさんあるのだなと思いました。

今日、食塩を作る側のいろいろな問題点を聞いてみますと、やはりまだまだ日本では規格が出来ていませんし、むしろ規格を作るのが遅れています。どんどんいろいろなものが沢山できていますが、規格が追いつかないという状況であることがつくづくわかりました。今後そういうことについてももう少し皆さんに知っていただいて、国もきちんと整理していくような提案を、むしろこういうところでしていきたいと思います。

今日のシンポジストの方に最後に拍手を送りたいと思います。どうもありがとうございました。(拍手)

会場で取り上げられなかった質疑応答

杉田先生への質問と回答

質問

塩の微量元素組成と、NaCl、MgCl₂以外の分別方法と有効活用法

回答

塩の中の微量元素の含有量は新野講師の資料を参考にして下さい。何れの元素も微量で分別も有効利用も実用上は問題外ですが、海水やかん水やにがりからは現在すでに分別法や有効利用が確立されている元素があります。すなわち、ヨウ素（天然かん水から）、臭素（海水やにがりから）があり、ウランとリチウムは海水から無機や有機のイオン交換体に吸着して採取する方法が、わが国の経済産業省の研究機関で試験されかなり良い結果を得ていますが、いずれも生産コストその他の問題があり実用に至っていません。

質問

私自身は料理、酒のおいしさは分からない味音痴

ですが、お話しの中で、おいしい塩を求めて特殊製法塩の生産が伸びているとのことでした。安全な塩については話されていましたが、どの講師もおいしい塩については話されなかったように思います。おいしさと成分の関係で明らかになっている点があれば教えて下さい。新野講師、尾方講師にもお伺いしたい。

回答

ソルト・サイエンス研究財団の助成研究の中に、「食塩の純度に関する狭雑塩類の種類と量」について実施されたプロジェクト研究があります。その結果は、1) 市販食用塩については「食塩」にはまろやかさが感じられ、「天塩」はまろやかさが強いがくどさがあり、「瀬戸のほんじお」には苦みがある。2) 塩類を加えて成分を調整した塩についての呈味テストによって、Mgイオンは単独で塩味、苦味を緩和してまろやかさを与え、Caイオンはまろやかさを与え、Kイオンは少量では顕著な効果を示さな

いが、これらのイオンを混合した場合には配合割合によって複雑な呈味性を示す。3)「食塩」と「天塩」について女子大学生20名の塩味の官能検査結果では、「食塩」はすっきりした塩味、「天塩」はまろやかで生臭味を持つ塩味と判定し、それぞれに対する好みは10名対10名と伯仲した。以上のような点が明らかになっていますが、塩味には性別、年齢、加齢が関与して複雑なものと思います。

新野先生の回答

塩は直接舐める時に結晶形・大きさによって味覚が異なり、成分的には塩中のNaCl以外の成分量によって味覚に差があると言われていますが、味覚は濃度、使う対象（食材）、人の好みもあり、「おいしい」という基準を客観的な尺度で決められないものと思います。東京都消費者生活総合センターの調査結果やソルト・サイエンス研究財団の研究報告で、塩の品質（成分量）の違いと味覚について行われた例がありますが、明らかに嗜好が偏るような結果は見当たりません。

尾方先生の回答

料理の基本は火加減、水加減、塩加減です。塩味のおいしさはそのほとんどが塩味の加減すなわち塩の量で決められます。それを前提にして塩加減が完全であって初めて塩の種類が生きてきます。通常の味見などで厳密に行っても特定の食材以外で塩の種類による味の識別はできないのが普通です。非常に淡泊な食材例えば豆腐、刺身、胡瓜、おむすび、などに塩をつけて食べる場合には敏感な人にはその差が判ります。それでも差が大きい塩で5人か10人に一人くらいしか判別できません。

さらに高度になると、料理に使っての塩の使い分けがあります。これは料理に対する使い勝手や素材のなじみ易さなど、物性例えば粒の大きさ、溶け易さ、サラサラ性、などが大きく左右します。そのような条件を考えながら素材との相性、料理との相性、個人の好みなどによって「おいしさ」が決められてきます。

しばしば「にがり分」の多さが味に影響するといわれます。分析値からするとマグネシウム量、カリウム量などになります。これは結晶表面の味ですか

ら淡泊な食材に塩をつけて食べるケースで味の差が判りやすいものです。このような場合にも個人差が大きく、にがりが少ない方がさっぱりした味でよい、素材が生きる、という人と、にがり分が多い方が丸みを感じる、旨味が出る、という人に分かれます。ステーキなどのような単純な料理でも、溶解速度の違い岩塩がよいという人と、精製塩系がよい人に別れます。

結局、これなら万人においしいといえる塩はありません。結局自分でおいしいといえる塩が何かを見つけるしかないのです。家庭ではせいぜい2、3種類の塩で全ての料理に対応することになりますから、何にでも使える単純な味を求めるのが無難といえます。そういう点では塩事業センターの食塩ということになりましょう。それで自分の食生活の中で特にこだわる好みの料理があればそれに適した塩を選ぶのが利口な選択と思います。

尾方先生への質問と回答

質問

わが国の昔の塩はその製法上、にがり成分を含んでいました。にがりを塩の成分と考えますか？または異物と？

回答

現在の製塩法でもにがり成分は含まれております。その量が多いか、少ないかだけの問題です。大雑把に言って、昔の製塩法では、3～5%入っており、現在の塩では1ヶタ少ない0.3～0.4%です。この違いは遠心脱水法によってにがり成分を含む母液を約1.5%まで脱水できるようになりましたが、平釜で煮詰めた塩を積み上げて重力で母液がたれ落ちる状態では5～10%も母液が含まれておりました。通常の製塩法ではにがりを完全に取り除くことはできません。したがって、にがりの中に含まれている成分も塩の成分と考えます。食用塩の国際規格ではそれらの成分が3%まで含まれても良いように決められています。

質問

MgCl₂を結晶化する適当な方法がありますか。

回答

塩化マグネシウム製造はにがり起源のもの、マグネサイト起源のもの、水酸化マグネシウムなどのマグネシウム化合物から合成するもの、などがあります。にがり起源のものは通常マグネシウム以外のもの、カリウム、カルシウム、硫酸を除き（通常は副産物として製品化される）、加熱濃縮します。

新野先生への質問と回答

質問

食塩中の不純物の多少は、調理したあとの味にどのように影響しますか。

回答

塩でもNaCl以外の成分の量が多ければ感じる味覚が異なるので、この量によって調理品の味にも差が生じることがあると思いますが、塩の使用量にもよるので一概にはそうなのとは言えません。調理後の官能検査結果で差が生じた例はありますが、これらの成分が食材中の味覚成分に与える影響については明らかになっていないのが現状です。

質問

各商品の臭素の含有量について教えてください。

回答

臭化物イオンは海水中濃度が高く、また、Clと同じハロゲン化物で結晶に取り込まれやすいので、塩には多く含まれる微量成分です。大半の商品の臭化物イオン量は600mg/kg以下ですが、海水の噴霧乾燥品や一部のイオン交換膜製法塩に1000mg/kg以上含まれるものもあります。また、岩塩・湖塩では検出されない商品（20mg/kg未満）もあります。各商品の臭化物イオン量については、塩事業センターのホームページ「市販食塩の品質調査」で確認することができます。

質問

Caが栄養機能食品の成分として承認されましたが、塩への添加は考えられますか。

回答

すでにCaは市販されている商品に添加されているものがあり、Ca強化というキャッチフレーズで

販売されているものもあります。添加物で強化剤として認められている焼成カルシウム（貝殻、サンゴなど）、乳酸カルシウム、リン酸カルシウムなどが使用されています。

質問

また、ダイオキシン濃度は地区やエリアにより違いがあるが、作られた塩の中での含有量にも変化は出るのか？

回答

ダイオキシンが海水に含まれていた場合、塩の製造過程でどのような挙動を示すか明確になっていないので、塩にどう影響するかは分かりません。講演資料にも示しましたが、塩中の微量成分量は、不溶解分、母液・にがり量に大きく左右されるので、この場合でも製造法によって差が生じると考えられますし、海水中濃度に差があれば当然塩中の量にも差が生じると考えられます。

質問

中国産天日塩は何故不溶解分が少ないのか？

回答

調査した中国産天日塩製品は、おそらく同じ産地で製造された塩で取り扱い業者が異なるだけと思われますが、包装表示をそのまま読むと塩を結晶させる塩田地盤に陶磁器を使用しており、採塩時に土砂が巻き込まれないことや、原料海水からの土砂の混入が少ないことも考えられます。中国産の天日塩でも通常の塩田法で製造されたものには不溶解分が多いものもあります。

質問

塩の品名で「あら塩」、「いそ塩」などの名前がつけられている商品がありますが、そういった名前をつけるための定められた製法又は成分規格や法律等は、あるのでしょうか？

回答

塩の商品名をつけるための規格や法律はありません。塩の品質（結晶形など）や製法から商品名をつけることはよくあり、「あらしお」「藻塩」「天日塩」などがそれにあたります。商品名を含めた用語の定義・ルールは、現在検討が行われている状況です。

質問

テキストにない資料、データが発表されていたがインターネット経由で別途入手できますか。

回答

使用した塩の品質データの大部分は、塩事業センターのホームページの「市販食塩の品質調査」からダウンロードできます。にがりのデータについては掲載予定はなく、調理科学会誌に投稿中です。

質問

現在、私は食品の原産地を微量ミネラルバランスで判別する研究をしている。私は漬物を担当している。その国の土壌成分のため生ではSrやBaの濃度の違いで原産国が判定できる例があるか。

回答

これまで元素量の比で塩の原産国を判別した例はなく、各産地の検出元素、量の特徴である程度の判別は可能と思います。各国の生産塩の詳細データが揃えられていない現状もあり、トレーサビリティの観点からも、今後地球化学的研究を含めた解析が必要であると考えています。

質問

塩（特に岩塩）についてはこれらのミネラルは測定されたことはないか？

回答

岩塩を含めてSrは測定していますが、市販塩中のBaは測定していません。微量元素の含有比は塩の製造方法の判別に有効であると考えられ、岩塩を含め微量元素の含有量、挙動についての詳細な解析が必要と考えています。

質問

NaClの濃度が高いときに微量成分を測定する方法、問題点は？

回答

NaCl濃度が10%程度までならICP-AES法の直接分析でmg/kgオーダーの分析は可能です。金属元素をμg/kgオーダーで求める場合、キレート樹脂等での濃縮操作を行う必要があります。塩の微量成分の分析は、NaClから目的成分を如何に効率よく分離して測定できるかが常に課題となり、元素・成分によっては塩分の影響が避けられないため、測定が困難

なものもあります。

質問

中国などから輸入塩蔵漬物が増えているが、その塩の品質はどうか？

回答

海外で塩蔵用に使用されている塩の品質は把握していません。食用塩品質規格がある国でも低い純度の塩まで食用としても認められている現状もあり、品質の幅はかなり広いと思われます。

前田先生への質問と回答

質問

白菜は葉とくきの部分では塩のつかり具合が違うと思いますが、官能検査でパネルに出すときは塩を白菜にまぶすには、部位によって差が生じることはないか？食塩水溶液で漬込をしようと考えているが、NaCl濃度は何%くらいがよいのでしょうか？2.5%でしょうか？どのような提示方法をとった方がよいのでしょうか？くきだけとか、葉だけとか統一するのでしょうか？全部をまぜた方がよいのでしょうか？

回答

白菜は葉と茎の部分では塩の漬かり具合が異なります。そこが漬物業者の悩みで、大抵のキムチ製品が刻み白菜漬を使っている理由です。二つ割り、四つ割りの場合は食塩2.2%を切り口を上にして、茎の部分にはすり込むようにして漬けてゆき、漬物業者の場合は70kg当たり7リットルの2.2%食塩水を差水します。重石は強く50kgを乗せて冷蔵庫中で漬けます。実験室的には漬けた翌日、茎もみをしながら上下入れ換えしてやれば茎も良く漬かります。差水は同じく10%重とします。今回の実験では葉の部分だけを使っています。これは食塩の浸透だけでなく葉と茎では(TN)も違うからです。

糸川先生への質問と回答

質問

Ca摂取量1200mgで亜鉛吸収阻害が知られ亜鉛摂取

で銅鉄Caの吸収阻害が知られている。①何故起こるのか。②疾病の原因に過剰摂取はないのか。③対策はどうするのか。

回答

①銅の腸管吸収には銅と結合して輸送する役割を有するたんぱく質が必要であり、これに亜鉛も結合するため競合阻害による吸収阻害が発生する。②亜鉛も銅も比較的毒性の弱いミネラルであるが、あまりにも過剰に摂取すると過剰症という病気になる。症状は様々である。③適正な量を摂取することにつ

きる。

質問

リンとカルシウム摂取量について、両者のバランスが良くないという現状を示されたのか？リン過剰、カルシウム不足と判断された理由をもう少し詳しく知りたい。

回答

リン：カルシウムの摂取比率が2：1以上になるとカルシウムの腸管吸収が低下するという研究結果がある。現在日本人の摂取量はちょうど2：1程度である。したがって、リンを減らし、カルシウムを増やす食生活が望ましい。

質問

リチウムの多い食品はありますか。

回答

海藻類、調味料、嗜好飲料などに比較的多く、魚類は種類により差が大きい。穀物類、肉類、野菜類にはほとんど含まれていない。個人の好みにより摂取量が変動するミネラルと言える。

質問

Mg含有量食品、または食物は何ですか？

回答

海藻類、ナッツ類に特に多く、魚介類、豆類にも豊富である。穀物類、野菜類は中程度。肉類、乳類、卵類の含有量は低い。

質問

牛乳、すなわちCaを多く取れば、それにとともなうMgを取らなければミネラルバランスは悪くなるのか？

回答

その通りである。カルシウム：マグネシウム＝2：1が望ましい。

質問

Mg欠乏による不整脈はどのようなメカニズムで起こるのでしょうか。

回答

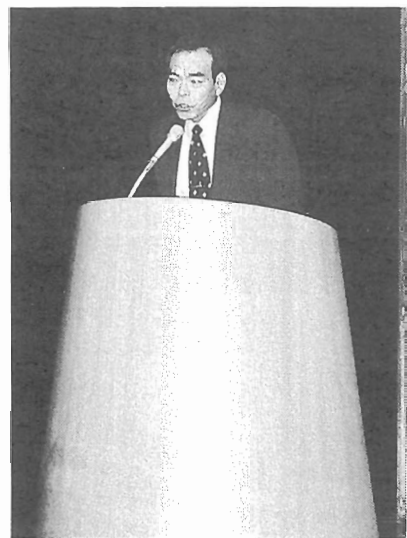
メカニズムははっきりとわかっていない。活動電位など電氣的現象によるもの、エネルギー源となるATPaseにマグネシウムが必要でありその作用によるもの、等の説がある。

質問

厚生省、栄養機能成分表示のCuに骨を強くする作用があるとありますがCuのこの作用は栄養生理学上重要なものなのでしょうか。

回答

骨はコラーゲンなどでできている結合組織（骨基質）にカルシウムが沈着することにより作られます。この結合組織を作るのに必要なリシルオキシダーゼという酵素は銅酵素で、銅が欠乏すると結合組織の生成が不十分となり、骨の異常が起こるのです。したがって、銅が不足すると骨粗鬆症や骨塩（カルシウム）沈着不全症などの病気が起こります。



楠目齊ソルト・サイエンス研究財団理事長による
開会のあいさつ

塩漫筆

塩車

『ミネラルたっぷりのお塩』

このところ家庭用塩の売り場が賑わっている。店頭には30種類以上の塩商品の他に、「にがり」まで並べられている。これら塩商品の謳い文句は、自然、天然から始まって、昔ながらの…、藻塩、にがり入り、深層海水から造った塩、天日結晶塩…。外国産では、古式天日塩田の塩、塩湖の塩、岩塩等、誠に多種多彩である。

これらの謳い文句のキー・ワードが「ミネラル」（無機質）である。それも塩の本体NaCl以外の成分を「塩のミネラル」と称し、これを多く含むのがよい塩と喧伝して、それらしき商品名をつけている。近代工場製品ではなく、昔ながらの塩竈で焚いた粗塩^{あらじお}と思わせる商品名が表記されている。

1) 海水の成分

海は地球表面の約3/4を占め、その平均深さは3800mといわれているので、海水量は莫大である。水はよく物を溶かす性質があるので、海水には多種多様な成分が含まれている。しかし、ある量以上に含まれる成分となると数種類の塩類に限られる。その塩類成分は世界中どこかの海水でも変ることなく、表-1および表-2に示す通りである¹⁾。主成分（表-1）につぐ溶存量の元素を表-3に示す。海水には、地球表層にある元素のほとんど全てが溶存しており、分析定量値が報告されている²⁾。

2) 人体のミネラル³⁾

地球上の最初の生物は35億年前の原始海水中に発生し、次第に種を増やして動物と植物の2

表－1 海水の主成分

成 分	陰 イ オ ン				陽 イ オ ン			
	Cl	SO ₄	HCO ₃	Br	Na	Mg	Ca	K
濃 度 (g/kg)	18.980	2.649	0.140	0.065	10.556	1.272	0.400	0.380

*Fleming (1940)

表－2 海水中の塩類

	塩 類	濃 度 (g/kg)	固 形 物 (g/100g) (%)
最初に析出………	CaSO ₄	1.38	4.03
にがり成分………	MgSO ₄	2.10	6.12
	MgBr ₂	0.08	0.22
	MgCl ₂	3.28	9.59
	KCl	0.72	2.11
塩………	NaCl	26.69	77.93
	計	34.25	100.00

表－3 海水中の元素－(1968) 年

1) 主成分(表－1)以外の溶存元素
2) 0.01以上の元素 (mg/l)

Sr	8.0	P	0.07
B	4.6	I	0.06
Si	3.0	Ba	0.03
F	1.3	Al	0.01
Ar	0.6	Mo	0.01
N	0.5	Fe	0.01
Li	0.17	Zn	0.01
Rb	0.12	Mo	0.01
※ (その他)	ウラン U	0.003	
	銀 Ag	0.00004	
	金 Au	0.000004	

表－4 人体に存在する無機質(体重に対する%)

Ca	カルシウム	1.5	Cl	塩素	0.15
P	リン	1.0	Mg	マグネシウム	0.05
K	カリウム	0.35	Fe	鉄	0.004
S	イオウ	0.25	Mn	マンガン	0.0003
Na	ナトリウム	0.15	Cu	銅	0.0002

*日本海水学会編、“海塩の科学”、P. 380

群を形成し、5億年前頃から陸上に進出する生物が増え、多種多様に進化して現在に至っている。

これに由来して、現代の生物体内に海水成分と共通する元素が含まれている。近代の医学、生理学の研究によって、人体に含まれている海水との共通成分(Na、K、Mg、Ca、Cl…)、またその機能、効用等が明らかになってきている。生理・栄養学では、これらの無機成分を「ミネラル」と称し、人体に必須の栄養素としている。

人体に含まれている無機質(ミネラル)の主なものを表－4に示す⁴⁾。体重の4%弱がミネラルであるが、Ca、P、Mgはその大部分が骨の構成成分とし

て存在し、K、Na、Cl、Pは広く身体組織に含まれて細胞機能の維持に主要な役割を果たしている。またSは主として筋肉蛋白質中に、Feは赤血球ヘモグロビンの成分である。

血漿の主成分は濃度0.7%の

表ー5 微量ミネラルの概要

元 素	主 な 生 理 機 能	所 要 量	主 な 欠 乏 症	主 な 供 給 源
鉄 (Fe)	血液の酸素運搬、造血	10～20mg	貧血、体力減退	肉類、野菜
亜鉛 (Zn)	酵素活性の発現	10～15mg	発育不良、味覚障害	肉類、卵、貝類
クロム (Cr)	インスリン作用増強	50～200 μ g	糖尿病、コレステロール上昇	酵母、きのこ、ビール
ヨウ素 (I)	甲状腺ホルモン合成	50～70 μ g	甲状腺腫、発育不全	海藻、肉類、牛乳
セレン (Se)	酸化障害防御	40～70 μ g	心筋症、関節炎	魚類、肉類、穀類
モリブデン (Mo)	アルデヒド酸化反応	120～180 μ g	尿酸代謝不良、発癌促進	乳製品、臓物、穀類
ニッケル (Ni)	リン脂質の合成	30～500 μ g	未確認	ナッツ、貝類、穀類
ケイ素 (Si)	骨組織形成	50～150 μ g	動脈硬化、発癌促進	穀類、豆類、ビール
ヒ素 (As)	タウリン合成の調節	12～25 μ g	心筋障害、発育不全	魚介類、飲料水

*海水誌、47、157 (1993)

NaCl溶液であり、細胞内の主成分はKPO₄溶液であり、浸透圧のバランスを保って機能している。出血多量時、輸血の代わりに使われる生理食塩水のNaCl濃度は0.9%である。

人体機能に關与する必須微量ミネラルの概要を表ー5に示す⁵⁾。

3) にがりー塩のミネラル

海水の水分を蒸発させると塩分濃度は上昇し、濃度10%過ぎるとCaSO₄の析出が始まる。さらに濃縮を進め25%過ぎになると、NaClの析出が始まり、蒸発水分に比例して主成分のNaCl(塩)が析出する。

NaClの大半が析出すると、次にMgSO₄の析出が始まるので、製塩工程はここで打切りとする。その他の塩類は母液中に残っており、塩分濃度は32～3%に達している。その主成分はMgCl₂であり、これが強烈な苦味を呈するので、製塩業界では「^{にがり}苦汁」と称してきた。(表ー2参照)。

塩釜から掻出した生産塩には、CaSO₄の微結晶や苦汁が塩粒(結晶)の表面に付着介在している。製塩の側からみればこれらの塩類は夾雑成分であり、これらをいかに分離除去して良質な塩に仕上げるか、これが塩屋の仕事であった。

人体に必要なミネラルの筆頭は塩(NaCl)そのものである。ところが食用塩の業界では、NaCl以外の成分をミネラルと称し、「ミネラルたっぷりの塩」を売り物にする人々もいる。

4) 塩の品質向上(組成の変遷)⁶⁾

塩に含まれる各元素、成分を分析定量し、塩類結合して組成を算定する。

$$[\text{NaCl}] + [\text{それ以外の成分}] + [\text{H}_2\text{O}] = 100(\%)$$

(純度) (夾雑成分) (水)

夾雑成分をY軸に、水分をX軸にとって図示したのが図ー1の塩組成図である^{6) 7)}。図のB線は付着母液の塩分濃度33%(すなわち「にがり」)を示し、L線は濃度50%を示す。塩には「にがり」の他に、CaSO₄などの固形夾雑分も介在しているので、その分だけ夾雑成分は多くなり、B線とL線との間にプロットされる。

図中の「^{ましお}真塩」と「^{さしお}差塩」は明治35年(1902)十州塩田の産塩である。差塩は塩釜でにがり成分まで煮つめたもので、L線上にあり、純度70%代のものが多かった。当時、全国へ出荷されたのは、この差塩だった。

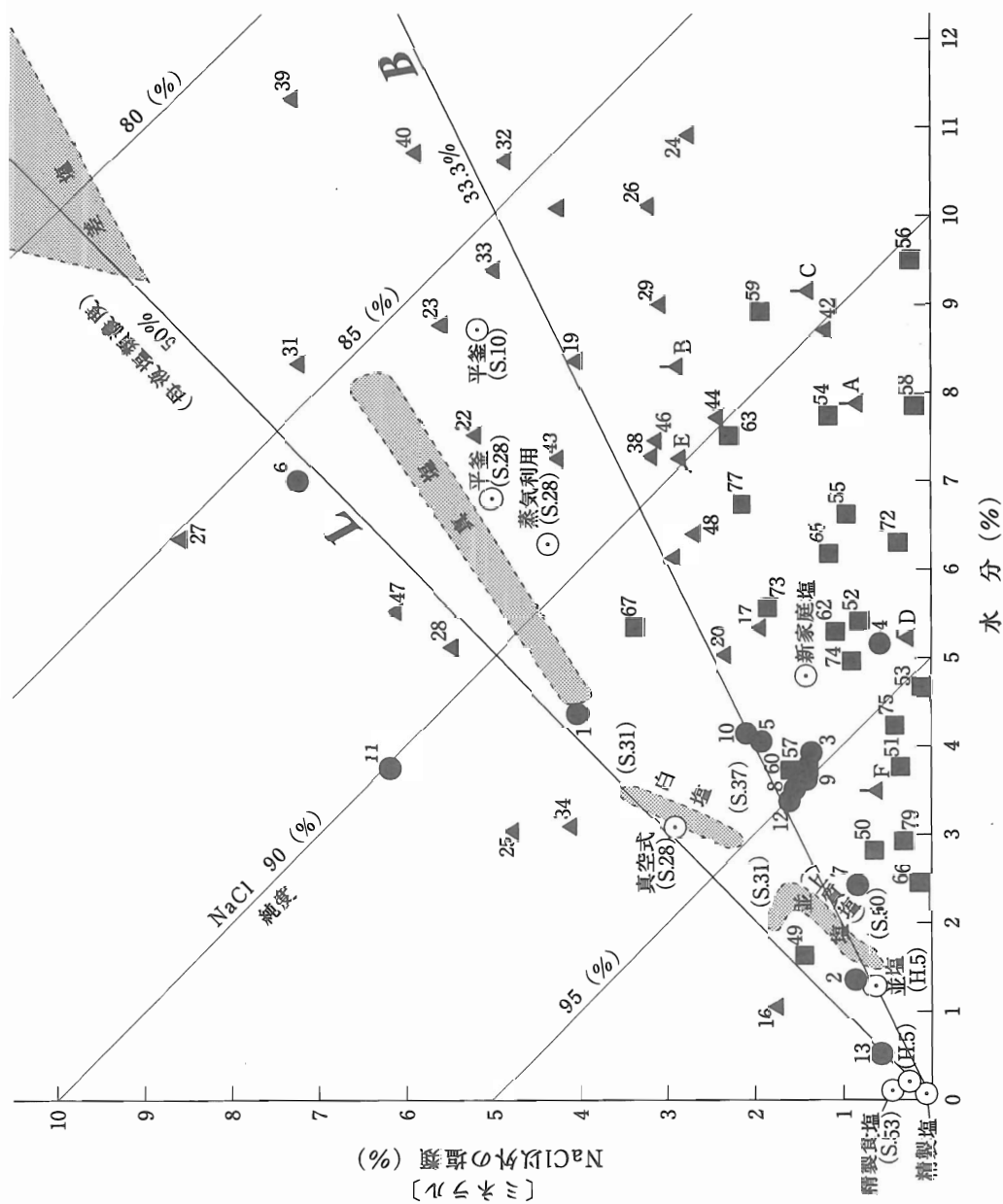


図-1 塩の組成

1905年塩専売法が施行され、塩業振興政策が進められた。まず塩の品質等級に応じた買入価格を設定して品質の向上を計ると共に、設備、操作の改良を進めた。その結果、十州塩の大方は純度85%以上の二等塩となった。往年の差塩がすたれ、真塩が主流となったのである。

塩釜は蒸発缶へと進展し、洗塩、脱水、乾燥などの操作技法も開発されて、産塩の品質は向上した。そうして1960年には、海水から直ちに精製食塩（純度99%以上、今の「食塩」）が製造されるようになった。

5) 塩のミネラル

この図に、近年店頭を賑わしている塩商品の組成⁷⁾をプロットしてみると、その大半はB線より下にある。これは、塩に含まれているのは「にがり」ではなく、その水割り母液ということである。

「ミネラルたっぷりのお塩」を標榜するこれらの塩商品、私にはひと昔前の白塩、平釜塩、あらじお粗塩の仲間としか思えないのだが…。

参考資料、文献

- 1) 「海水利用ハンドブック」日本海水学会（昭和49）
- 2) 重松恒信、海水誌、21、P. 221（1968）
- 3) そるえんす、No. 53（2002）
- 4) 「海塩の科学」日本海水学会
- 5) 海水誌 47、157（1993）
- 6) 村上；特殊用塩市場レポート、海水誌、Vol. 52、No. 6（1998）
- 7) 新野、西村ほか；市販食塩の品質（Ⅱ）

日本調理科学会誌、Vol. 36、No. 3（2003）

財団だより

1. 第34回研究運営審議会（平成17年3月4日（金）KKRホテル東京）

平成17年度の研究助成の選考が行われる予定です。

2. 第35回評議員会・第39回理事会（平成17年3月17日（木）KKRホテル東京）

平成17年度の事業計画及び収支予算などが審議される予定です。

編集後記

今年もカレンダーが12月の冬景色になりました。あっという間の1年でした。年齢をかさねると「今まで生きてきた年数から相対的に時間を短く感じる」、「代謝速度が低下すると時間を短く感じる」からだそうです。確かに1年がとても長く感じられた子供のころは、1年が人生の数分の1であり、新陳代謝も今より随分活発だったはずですが。また、世の中のすべてのことが、今よりもっとゆっくりと進んでいたように思います。段々と時代のスピードについていけなくなっている自分を振り返りここ数年この時期に思うこと：「来年こそは、1日1日を大切にしよう」。

*シンポジウム2004が開催されました。講演の内容を掲載しております。また、当日多くの質問が寄せられ、時間の都合で講演者が回答できなかった質問と回答も掲載しました。ご都合で参加されなかった方はご一読下さい。

皆様からのご意見、ご要望と楽しい記事のご投稿をお待ちしております。

どうぞ、よいお年をお迎え下さい。

(池)

DECEMBER/2004/No.63

発行日

平成16年12月31日

発行

財団法人ソルト・サイエンス研究財団
The Salt Science Research Foundation

〒106-0032
東京都港区六本木7-15-14 塩業ビル

電話 03-3497-5711

FAX 03-3497-5712

URL <http://www.saltscience.or.jp>