

Sal'ence 塩と科学

12

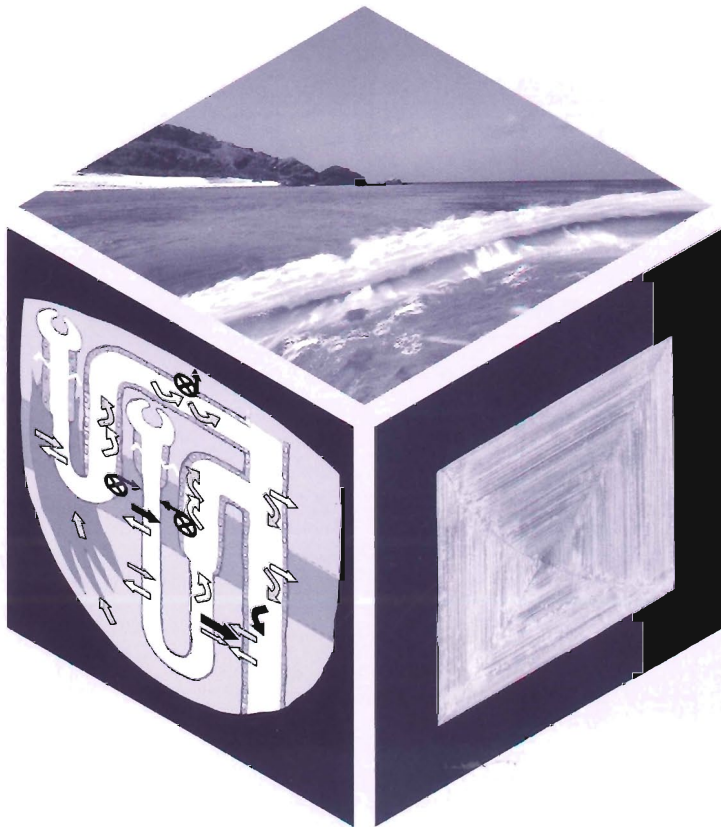
DEC. 2008 No.79

製塩技術に対する期待 豊倉 賢

ソルト・サイエンス・シンポジウム2008
「塩の利用と生活」開催について

十州塩田は石炭焚で完成した 村上正祥

賀島飛左女史の“塩吹臼” 太田健一



目次

巻頭言 製塩技術に対する期待	1
豊倉 賢	
ソルト・サイエンス・シンポジウム2008 「塩の利用と生活」開催について	2
十州塩田は石炭焚で完成した	31
村上 正祥	
賀島飛左女史の“塩吹臼”	37
太田 健一	
塩漫筆 塩焼く煙 —塩釜、塩浜絵図収録—	41
塩 車	
財団だより	48
編集後記	



豊倉 賢

早稲田大学名誉教授

(勸)ソルト・サイエンス研究財団
研究運営審議会研究顧問

製塩技術に対する期待

本邦製塩技術は、1997年6月日本海水学会発行の「製塩工業における晶析」巻頭言に当時の日本塩工業会技術部部長・ナイカイ塩業(株)副社長浅野譲氏が記述しているように著しい発展を遂げ、従来からの技術的困難は大部分解決されたようであった。しかしその頃においても、従来の化学工学晶析理論はまだ不十分で、製品に対する新しい要望となっていた製品の品質や粒径制御の問題については殆ど手のついてない状況であった。これらの問題解決のために、日本海水学会は製塩企業技術者の活動を主とした海水利用工学研究会を1988年に立ち上げ、豊倉はそのお世話をするようになった。

この問題解決に適用した化学工学分野の晶析理論は、最新の晶析装置設計理論や2次核発生に関する研究成果などをこれまでの晶析理論に加えて構築された理論で、それ

をベースにし、さらに日本の晶析装置メーカーが長年に亘って研究した種々の系のパイロット晶析装置や工業晶析装置のテスト運転等で実測した多数のデータを検討して構築した理論と工業装置への適用法を包含したものであった、この研究会の活動では、その理論を食塩生産装置、操作の改善等に適用して、近年厳しくなった製品に対する要望に応える方策を可成り提出出来るようになった。その成果の一部は、上記日本海水学会発行の海水利用工学報告書「製塩工業における晶析」に纏められている。この研究は、その後も製塩企業各社の食塩晶析装置担当技術者によって、それぞれが抱える課題を対象に続けられている。また、省エネルギー・高効率製塩プラント開発の基礎的研究は平成15~17年度のSS財団助成理工学プロジェクト研究として行われ、将来の新製塩プロセスに繋がる成果を得ている。

このような開発研究が順調に進展しているのは、それに携わる研究者・技術者の精進によるところは大であるが、それと同時に、長年に亘って続けられた工学研究と生産技術の開発を通して構築される新しい工学理論によるものである。現実の生産技術の発展に真に貢献する理論は長年に亘って進歩を続ける特定製品の生産技術と時代の変化に即応して生まれる新規物質の新しい生産技術のバランスの取れた発展を通して構築されている。製塩技術によって生産される食塩は、人類の存続する限り続けられる生産物であり、また、その生産で開発された生産技術は、常に発展を続ける新技術開発の礎となる。この永遠に存続する製塩技術は人類の必要とする固体結晶生産技術の永続的な発展に貢献するものであり、その発展は永遠に期待される。

ソルト・サイエンス・シンポジウム 2008 「塩の利用と生活」開催について

第6回目となるソルト・サイエンス・シンポジウム 2008 を9月29日（月）に早稲田大学国際会議場で開催しました。

当財団では、従来から研究助成事業の一環として毎年、助成研究発表会を開催するとともに、最近ではインターネットによる研究助成の成果の公開も進めております。また、「月刊ソルト・サイエンス情報」を毎月発行するなど、塩に関する科学的な情報の社会への提供に努めてまいりました。2003年（平成15年）からは私たちの生命を維持し現在の文明社会に不可欠な塩についての理解をより深めていただくために、助成研究の成果に加え時宜にかなった塩に関する科学的な情報を提供する本シンポジウムを開催しています。

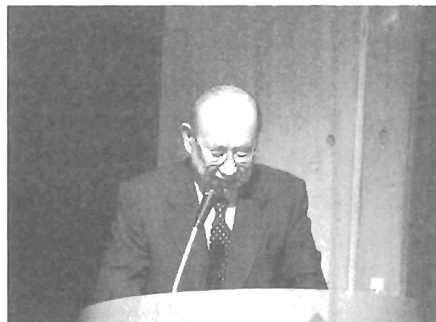
今回は、「塩の利用と生活」をテーマとして、「食用塩の製法と表示方法」、「沿岸環境と赤潮」、「ひとり、ひとりの健康を考えた食塩摂取」、「味覚と呈味成分との関係」の4題の講演により、多面にわたる最新の科学的な情報を分かりやすく解説しました。

今回のシンポジウムは131名の参加者があり、座長の先生方のご尽力により活発な質疑応答がなされ、盛会のうちに終えることができました。

本号はその質疑応答を盛り込んだシンポジウム特集号となっています。講演要旨は開催時に既に発行していますので、それを抄録として本号に掲載し、質疑応答とつながるように編集しました。なお、本シンポジウムの講演要旨を財団のホームページで2009年1月に公開の予定です。



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
開会挨拶

講演－1

食用塩の製法と表示方法

－公正競争規約の概要－

尾方 昇 食用塩公正取引協議会副会長

座長：柘植秀樹 慶應義塾大学名誉教授



尾方 昇 食用塩公正取引協議会副会長

食品の事故や偽装が相次ぎ、国全体として食の安全、安心が求められています。食用の塩は人間が生きていくうえで欠かすことができない、そして必ず一定量は取らなければならない、すなわち生きていくための必須食品ですから、その安全と安心を守っていくことは塩を業とする者にとって重要な社会的責任です。塩業界は思わせぶりであたかも特に優れた塩のように誤認させる表示をやめて、ガラス張りの正しい情報開示を目指した表示に変えていくことを決意し、業界団体もない中で有志が集まり準備会を作って5年余りの活動を続け、とうとう本年4月には官報に告示され規約を発足させることになりました。

この規約は、生産業界、流通業界、消費者、などすべての方の理解と協力があってはじめて有効に機能します。適正表示の審査に合格した商品には公正マークがつきます。この塩の公正マークをご理解いただいて、公正マークのついた商品を取り扱い、また購入していただくことが塩の安全、安心を守ることになり、また塩商品の表示の適正化を推進することになります。

1. 公正競争規約とは

公正競争規約とは、消費者の利益を守るため、業界が自主的にルールを定め、うそつき表示、大げさな表示など、消費者をだますような表示をしないようにして、消費者が商品を選んだ後でだまされたということがないようにするものです。規約は厚労省

や農水省などですでに法律で定められた規則も取り込んで、販売する業者にもこの規則を守れば表示の上でも大丈夫なように定められており、不当な表示として警告などを受けることもなく安心です。すなわち、消費者にも販売者にもこの規則を守れば安心だということです。

2. 表示方法正常化への歩み

10年前の専売制の廃止後、小売マーケットの市場環境は大きく変化し、供給も小規模の地場産業としての塩生産が多数稼働し、世界中からの珍しさを求めた塩商品が輸入されて、高価格商品が数多く販売され、商品数も激増した。このような市場の動きに伴い、市場の競争は激化し、商品の表示に対しても過激なものが現れるようになった。

平成15年には東京都から消費者意見を集約して商品表示の適正化を求める指導文書が出されることになった。塩専売制廃止に当たっては、表示や品質規格などについての全く基準がない状態で自由化され、またそれを協議すべき業界の団体もない状態であったことから、業界の有志9社が集まり「家庭用塩表示検討懇談会」を発足し、塩の表示の適正化への活動を開始した。また東京都には「食塩表示適正化連絡会」が発足して表示の適正化について検討を開始した。

平成16年には公正取引委員会から食塩の表示に関し6社を対象に警告を行い、併せて消費者意見の集約結果を整理して「家庭用塩について」の指導助

告を行い、公正競争規約作成に向けた活動を開始するように求めた。消費者意見集約の主要内容は以下のとおりである。

- ・ 思わせぶりで品質が良いと誤認させる
- ・ 過剰に体に良い、味がよいと言っている
- ・ 根拠のない自然塩、天然塩の表示で品質が良いと思わせる
- ・ 産地名が実際と異なる
- ・ 海洋深層水、無意味な無添加表示がある

同年さらに東京都は食塩表示適正化連絡会の結論を受けて「食塩の表示に関する業界自主基準策定に向けた指針」を公表して、表示規約制定に向けての活動の推進を図った。指針の内容の骨子は以下の通りである。

- ① 「自然」「天然」の表示は使用しない
- ② ミネラルによる品質等の優良性を表示しない
- ③ 「最高」「究極」などの最上級を示す表示は客観的根拠がなければ使用しない
- ④ 無意味な無添加表示はしない
- ⑤ 一括表記枠外に原材料、製法を表記する

これらの動きを受けて業界有志12社により食用塩公正競争規約作成準備会を発足させて月1回の会合を重ねて具体案の合意に向けて協議が続けられ、平成18年4月業界全体に呼びかけて、76社の会員が参加する食用塩公正取引協議会準備会を発足させ、関係省庁とも協議を重ね、また消費者団体の意見を求めて食用塩公正競争規約の成案を作成する活動をすすめ、平成20年2月公正取引委員会主催の公聴会を開催し同年4月に官報告示となった。食用塩公正取引協議会は官報告示を受けて5月21日設立総会を開催して実質的活動を開始し、入会受け付け、商品表示の審査の受付を開始した。第1回の審査結果発表は8月末日に商品数210点について合格通知を出し、さらに今後継続して審議が続けられている。

3. 食用塩公正競争規約のポイント

食用塩公正競争規約は食品に関する関係法令に従

って作られていますから、この規約を順守すれば法律にも従っていることとなります。従来は関係法令を個別に見ながらチェックしなければなりませんでしたが今後は食用塩公正競争規約をきちんと守れば法律にも準拠していることとなるため安心です。なお、食品関係の法律が改正された時、規約もそれに従って改正される場合があります。規約では消費者等から明確に表記することを求められた内容を上乘せして表記することを定めたものがあります。したがって、従来の法律に定められていない内容でも表記する必要が生じる場合があります。

1) 規約の対象になるもの

一般消費者に販売される包装した食用塩です。

次のような塩は規約の対象になりません。

- ・ 包装されていない塩、散塩
- ・ 塩化ナトリウム含有量が40%以下
- ・ 液体タイプ…水塩
- ・ 食品が混合された塩…ごましお、抹茶塩、塩こしょう
- ・ 工業用・融雪用・浄水器再生用 等

塩以外の商品の表示の内容については、それぞれの商品の品質表示基準や公正競争規約に従ってください。この規約が塩以外の商品の表示方法を規制するものではありません。

2) 表示のすべてが規約の対象になります

商品の個装表示、広告、パンフレット、ネット販売の案内、など幅広く適用されます。この点はJAS法とは違いますからご注意ください。

3) 一括表記の書き方

- ① 名称は「塩」または「食塩」と書きます。
- ② 原材料は「海水」「海塩」「岩塩」「湖塩」「天日塩」の名称のいずれかを使ってください。原材料とは生産工場の最初の状態をいいます。海塩とは海水を原料とした塩を工場の初期原料とした場合で、天日塩の溶解再製は海塩または天日塩と書いてください。天日塩の原料が海水だからと言って原材料を海水と書くことはできません。海塩と書くか天日塩と書くかは自由です。原材料名の原産国は製法表示に書く

ので一括表示には書かなくてもよい。

- ③ 賞味期限および保存方法は原則として書きません。
- ④ 原産国名：輸入品には原産国名が必要です。
- ⑤ 製造者、輸入者、販売者は加工食品表示基準(以下加工品表という)に準じて書いてください。ただし、分包だけを行う場合は加工者になります。

4) 製造方法を必ず書くことになりました

- ① 食用塩公正競争規約では製造方法を必ず書くことになりました。製造方法には原材料の説明と工程の概要が工程順に書かれます。
- ② 原材料では原材料名を書きますが、製造工場の海水100%の場合以外については原産地名を記載します。2種以上の原材料で塩を作った場合は塩化ナトリウム分のうち何%がその材料から来ているかを記載します。塩を原料とする場合(二次加工品)は原料となる塩の製造方法の概要を記載します。記載する順番は塩の原料、添加物の順番で、多い順に書く。
- ③ 工程はその工程順に定まった用語で記載します。定められた用語は現在16の用語です。これ以外の用語でなければ説明できない工程については協議会に連絡ください。用語説明は次章を参照ください。

5) 地名の付いた商品名

商品名に地名が付いている時、その地域で生産されている場合はそのまま使ってもよい。例えば、沖縄の海水を使い沖縄で作った塩に沖縄の塩という名前を付けることは何の問題もない。同様に日本の海水を使って日本で最終包装まで行った製品は国産塩、国内塩と書いても問題はない。

地名が付いた商品でその地名以外の原材料を使った場合は、その地名以外の原材料を使っている旨、商品名と同一視野内に書き加える必要がある。例えば、原材料はメキシコ産など。

6) 海洋深層水の表記上の注意

海洋深層水の使用を表記したい場合、同一視野内に採水地と使用割合を明記して記載することができ

ます。例えば、「室戸海洋深層水」。ただし、海洋深層水を使用することで何らかのメリットがあることを記載する場合はその合理的根拠を提出してください。

7) 成分表示について

ミネラル…の表現はできません。個別の成分をもって表示します。表示は分析値をそのまま表示するのではなく、栄養成分表示に従ってください。熱量、タンパク質、脂質、炭水化物、ナトリウムの順に記載し、その次に厚生省が人体に必要なミネラルとして指定した成分(Ca, Mg, K, Fe, Cu, Zn, Cr, Se, Mn, I, P)のうち表示したい成分を書き、それ以外で表示したい成分を記載する時は区分して記載します。

8) にがりの表記

にがりを含む旨はマグネシウム含量0.1%以上であれば一括表記、製法表記の枠外に記載できます。この場合の「にがり」の定義は、海水または塩湖水を濃縮して塩化ナトリウムを析出した残液であり、Na, K, Mg, Ca, Cl, SO₄, Brを主成分とし、それ以外の成分を1%以上含有しないものです。これはミネラル含有を表記するためではなく、にがりを含むことで塩の性質や味が変化するために表記するものです。

9) 低ナトリウム塩の表記

塩化ナトリウム以外の成分が25%以上の場合は低ナトリウム塩と記載してください。栄養成分表記に隣接して1%以上含まれる成分を記載してください。特別用途食品にはその指定される表記事項を記載してください。

10) 用語が定義されたもの

天日塩、焼き塩、藻塩、フレーク塩については次の定義に合致する場合表記できます。

天日塩：塩田等で海水を天日濃縮して結晶としたものに限ります。濃縮だけ行ったもの、塩湖かん水を濃縮したものは天日塩と表記しない。

焼き塩：乾燥を目的とする高温処理は焼き塩とはいわない。温度380℃以上では高温焼き塩、380℃未満では低温焼き塩という。

藻塩：海藻を浸漬した海水を原料とした塩(浸漬法)、塩に海藻抽出物を添加した塩(エキス法)、に対して藻塩と呼称することができる。海藻使用量の下限は暫定的に浸漬法では80g/kg以上、エキス法では5g/kg以上とする。

フレーク塩：顕微鏡下で鱗片状結晶が相当部分を占めるもので、平釜または天日塩で、粒径0.15mm以上、かさ密度1.05g/cm³以下の軽い塩。

国産塩：海水取水から製品まで国内で行われた製品。

国内加工：原料を輸入し国内で加工した製品。

11) 特級、特選の用語は使えます

比較対象品(並み品)がある場合、特級、特選などの用語が使えます。ただし、明確な規格の差があり明文化されていることが必要です。比較対象品の販売が極めて少なくなった場合は特級、特選などの言葉は使えません。

12) 自然、天然が塩にかかる言葉は使えません

自然塩、自然海塩、天然塩などの言葉は使えません。自然製法、自然結晶などの類似用語も使えません。

13) 不当表示として禁止されること

① 虚偽の表示、著しく優良と誤認される表示はできません。

実際と違う、あたかもよいように思わせる、という消費者をだます表示はできません。著しく優良と思わせる表記をする場合は、合理的な根拠を提出する必要があります。

② 最上級の表示は原則的にできません。

製造方法、原産地、成分、品質などについて、最上級の表現を使う場合は明確な根拠を提出してください。最高、最適、日本一、などを使う場合は根拠を明確にしてください。

③ 太古、古代、最古のなどの歴史性を表示するときは根拠が要ります。

④ ○○推薦、○○賞受賞、などは、根拠が必要です。

⑤ 健康、美容に効果がある表現はできません。「うがい」に使えますなど極めて一般的な表現で

は、その塩だけが効果があるような記載でなければ認められる場合があります。本などに塩水のうがいは風邪の予防に有効です。という特定の製品を示してない記述は違反ではありません。

⑥ 他社の製品の悪口はいけません。

14) 公正マーク

規約に合致していることが食用塩公正取引協議会の審査委員会で認められれば、公正マークを付けることができます。協議会の会費、審査料が支払われている必要があります。

15) 規約は2年間猶予期間があります

その間に新しい表示に切り替えてください。2年間は旧表示であることは小売店からの返品の原因になりません。

4. 製法とその表示方法

製 塩

イオン膜：塩分濃縮膜、イオン交換膜などの別名があるもので、海水の塩分を濃縮する操作です。

逆浸透膜：淡水化膜、ROなどと呼ばれるものです。海水を真水にするときに出てくる濃い海水を利用するものです。

溶解：天日塩、岩塩などを溶解してかん水(濃い塩水)を作る操作です。

採掘：岩塩または湖塩を掘り出すことです。

天日：塩田、流下盤、枝条架、ネットなど自然力を利用して蒸発させ、塩を結晶化したり、海水を濃縮したりする操作です。

平釜：開放釜で煮詰めて塩の結晶をつくる方法です。

立釜：真空式、加圧式など密閉釜で煮詰めて塩の結晶を作る方法です。

噴霧乾燥：海水を霧状に噴霧して塩の結晶を取る方法です。

加熱ドラム：海水を液滴にして加熱したドラム上で塩の結晶を取る方法です。

加工

乾燥：塩の結晶を加熱して水分を除く操作です。

天日乾燥は含まれません。

粉碎：塩の塊を砕く操作です。

焼成：塩の結晶を高温で焼くことです。380℃以上は高温焼成、380℃未満は低温焼成といえます。

混合：添加物を加えて混ぜる操作です。

洗浄：水や塩水で洗って砂や「にがり」分などを除く操作です。

造粒：塩を粒状などに成型する操作です。

浸漬：藻塩の製造で海藻を浸漬する操作です。

工程例示

1) 海水イオン膜立釜方式 別称：膜濃縮せんごう法

表示例 原材料 海水(日本)

工程 イオン膜、立釜、乾燥

2) 天日塩溶解平釜方式

別称：天日塩溶解再製(平釜)

表示例 原材料 天日塩(メキシコ)

工程 溶解、平釜

3) 天日塩溶解立釜方式

別称：天日塩溶解再製(真空式)

表示例 原材料 天日塩(メキシコ)、炭酸マグネシウム

工程 溶解、立釜、乾燥、混合

4) 海水天日平釜方式

表示例 原材料 海水(日本)

工程 天日、平釜

5) 噴霧乾燥または加熱ドラム方式

別称：全乾燥タイプ

表示例 原材料 海水(日本)

工程 噴霧乾燥

6) 天日塩

表示例 原材料 海水

工程 天日

7) 採掘岩塩

表示例 原材料 岩塩

工程 採掘、粉碎

8) 岩塩溶解立釜方式 別称：岩塩溶解再製

表示例 原材料 岩塩

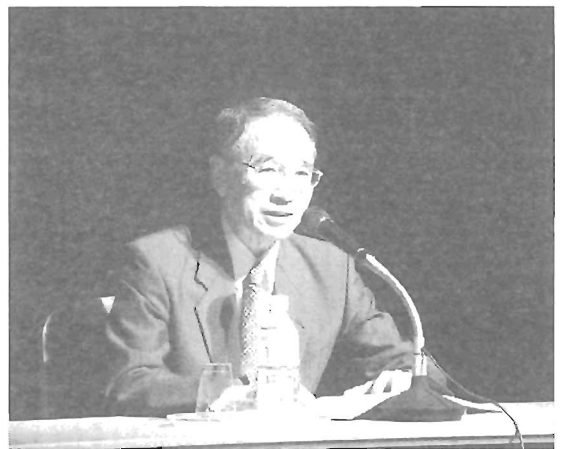
工程 溶解、立釜

5. 食用塩公正取引協議会

食用塩公正競争規約の運営、相談、周知活動、違反防止活動、表示の審査、などの活動は、食用塩公正取引協議会で行います。本年5月21日に発足しました。会長は丸本北方塩業社長が選任されました。事務局は六本木の塩業会館9Fにおきます。運営は日本塩工業会から尾方が副会長兼事務局長、塩事業センターから新野が事務局次長、が専任して活動しています。また、塩を横断する業界団体が不在中で、「にがり」規格の問題、塩の安全性や品質の基準に関する問題など、表示以外の塩業に共通する問題の検討も活動の中で要請されています。

質疑応答

【柘植】尾方先生、どうもありがとうございます。今まではバラバラの表示で、自然塩というような言葉が大手を振って通っていて、我々消費者が随分惑わされたということもありますが、こういう公正取引規約というものができて、かなりのパーセントの企業が参加することになると、非常に効果も大きいと思います。とりまとめに当たっては、随分ご苦労されたのだらうと思います。実際のマーケットにはまだ公正マークの表示は出ていないのですが、コンセプトや具体的な表示方法等についてお話をいただきましたので、ご質問があればお受けしたいと思います。



座長 柘植秀樹 慶應義塾大学名誉教授

【会場】品質についての色々なご説明がありまして、その辺は大変良く分かりました。実は私、中国の塩にリケッチア、微生物が入っていて、それがいわゆる感染症の原因になるのではないかとということを一度調べたことがあるのですが、そういった衛生的な問題について、今回のこの基準の中ではどういう具合に取り扱っているのか教えていただきたい。

【尾方】食品衛生上の問題については、この表示の中では一切扱っておりません。基本的には食品の安全性をどう表現するかということは非常に難しい問題があります。公正取引規約でやっているのは、その商品の由緒、来歴です。今、多くの消費者から求められているのは、どこから来た塩なのか、どういう作り方をした塩なのかということで、安全性に対するデータについては今のところ求められていません。

現在、栄養成分表示に関することについては、健康増進法でルールが決まっていますので、その書き方を具体的にどうしようかということを検討しました。その中で、低ナトリウム塩については決めましたが、微生物についての表示をどうしようかということは、いまのところ全くやっていません。

協議会でやることは表示の仕方だけで安全性に関する表示をどうしていくのかということは協議会の問題ではないと、公正取引委員会等のお役所から言われています。だけど、実際問題として、表示に公正マークがついたら、安全性もちゃんとしているはずだ、と消費者は受け取るに違いありません。ですから、安全性について協議会は知らないというわけにはいきません。それはこれから組織を別にしてもきちんとルールを決めていくような努力をしてください、という注文を受けていますが今のところ何の活動も始っていません。

【会場】ということは公正マークがあっても、微生物的な問題とか、そういうことについて保証は何もできません、という立場でいらっしゃるわけですね。

【尾方】はい、そうです。

【会場】それは今後の問題として考えねばならない、というお考えですね。

【尾方】やらなきゃいかんとは言われていますが、公正取引協議会自体は法律で活動の範囲というのが決められています。安全性の問題に我々が公式では

立ち入ることができません。それはそれで非常に大事な問題ですから、これからやっていかなきゃならない。どういう形でやるかということは業界内で相談しながら進めていこう、というふうに思っています。

【会場】塩というのは天然物ですから、産地によっては色々な微生物などが混入してくるという危険性が十分あるわけですね。そういう意味では、こういったことについてまで、広く表示ができるようにご尽力をお願いします。

【尾方】ありがとうございます。

【柘植】微生物など安全に関する問題については、皆さん大変ご関心があることだと思いますので、今後、ご検討いただきたいと思います。

尾方先生、賞味期限は特に表示の必要が無いというお話でしたが、これは塩が非常に長期間保存できるというバックグラウンドがあるということでしょうか。

【尾方】基本的にここでルールを決めたのは食品などが入っていない塩です。今の賞味期限というのは何らかの形で主として細菌類をベースにした変敗が起るかどうかということを中心としてものを考えています。塩というのは基本的には腐らないものですから、その対象にはどうしてもならない。従って賞味期限を書かない。要するに、特別に汚染させなければ、どんな保存方法でも普通に保存していればずっともちますよということです。

また、賞味期限というのは包装を開けるまでの話で、開けてからの話ではないのです。包装をしてある状態では、基本的には他からあまり汚染されないのである、ということを見ると、今の塩の表示では、保存方法とか賞味期限を書かなくとも、岩塩は2億年、3億年の安定性を持っているわけですから、そういう点では大丈夫ですね、という考え方に立っています。

【柘植】ありがとうございます。ほかに如何でしょうか。

【会場】大変苦勞されまして大変良い表示方法が工夫されてきたと思いますが、今、塩の原料は海水だけでなく、ヤマジオ(山塩)とか温泉とかというものも出てきています。10月にホームページができて、細かいことが提示されるということでしたが、今日

の話では海水だけが食塩の原料だということになっています。それ以外の塩のもとについてはどのようにお考えでしょうか。

【尾方】 原材料は四つの種類を認めているわけですね。一つは海水、海塩というのは海水から作った塩、それと岩塩、それから湖塩、湖から来た塩です。

今、温泉というのが出ましたが、物事には何でも例外というものがありまして、温泉だけはどこにも入らないねということで、とりあえず現在は特例として、温泉だけは温泉水と書くようにしています。

【会場】 分かりました。そういう特例措置として考えていくということですね。

【尾方】 実態に合わせねばどうにもならない、ということもありますので。

【会場】 分かりました。混ぜ塩とか、ゴマ塩とか抹茶塩とか、そういう食品を混ぜたものは対象外であることは分かったのですが、混ぜたのか混ぜないのか分からない、たとえば、私も少し関わっているのですが、燻製塩というのがあります。海塩を燻製するという方法があって、これは混ぜたのか、その後の加工なのか非常に難しいところがあるのですが、まさに加工なのですね。塩が出来てからの処理になっているわけです。これについてもまた例外措置のようなものについて、今後いろいろ協議会の方で検討していただければ幸いかなと思います。

【尾方】 どこまで塩にするかは、むしろメーカーなりユーザーなりの考え方に従うということです。と言いますのは、例えば藻塩というのが塩に入っています。藻塩は海藻のエキスが入っているのであるから有機物ではないか、という考えもありますよね。だけど、これは塩の領域である、とメーカーさん方が



それを主張し、また消費者方もやはりあれは塩だと。であるから塩に入ってきたのです。ですから、どこまで塩にするかというのは、協議会が法律みたいに決めるのではなくて、皆さん方がこれはやはり塩なのだからちゃんとルールの中に入っていなければおかしいよと、というご意見が出てくればそれを受けて中に入れていく、ということになると思います。

【会場】 分かりました。2年後にはこのマークが付いていないと、何か正しい表示でない商品であるみたいなことが世の中に受け入れられるとすると、マークが付けられないようなものがあると製造元としては非常に困るので、ぜひ特殊な例も検討の対象にしていただければ良いと思いますのでよろしくお願い致します。

【柘植】 はい、どうもありがとうございます。まだご質問があるとは思いますが定刻を過ぎてしまいました。尾方先生、大変ホットな話題をご提供いただきましてありがとうございました。

講演-2

沿岸環境と赤潮

今井・一郎 京都大学大学院准教授

座長：蔵田憲次 東京大学大学院教授



今井一郎 京都大学大学院准教授

1. はじめに

海は生命の故郷である。海は地球表面の約7割を覆っており、そして100万種を優に超える多種多様な生物が生息している。潮が満ち引きする潮間帯から沖合にかけての水深200m程度までの浅海域は沿岸域と呼ばれるが、そこは生物の宝庫であり生物相は豊かで生物生産量も大きい。我々人類はこの豊かな海、特に沿岸域から多くの恵みを受けている。中でも魚介類は重要な蛋白資源であるのみならず、日本人にとっては伝統的な食文化の中心とも言える。このような背景から沿岸域においては漁業が活発に営まれ、特に中高級魚介類を対象に西日本各地の沿岸域を中心として養殖業が盛んである。このように海からの多くの恩恵に浴しながら、一方で人間は海に様々な影響を及ぼしている。特に沿岸域の富栄養化は、光合成生物である微細藻類の大量増殖を引き起こし、原因種によっては魚介類の斃死や毒化を招くことから大きな環境問題となっている。この問題は世界中の沿岸域で発生が増大傾向にあり、また人間活動が原因となっていることから、海の地球環境問題として認識されている。ここでは沿岸域、特に瀬戸内海を主対象として、これら微細藻類に起因する赤潮や貝毒の問題の状況と防除対策の可能性について紹介する。

2. 有害有毒赤潮

沿岸水域において頻繁に発生する赤潮は、水中の

微小生物、特に微細藻類の大量増殖や集積の結果生ずる海水の着色現象のことを指す。光合成能力を持つ微細藻類は、基礎生産者として海洋生態系の生物生産において根幹をなす重要な生物群である。しかし前述のように種類によっては、増殖や集積の結果赤潮を形成し、人や海洋生物に悪影響を与えるものが存在する。そのような微細藻は、国際的には"Harmful Algae"(有害有毒藻類)と称され、それらが個体群を増加させる現象は"Harmful Algal Bloom = HAB"(有害有毒藻類ブルーム)と呼ばれる。現在HABは四つに類型化されている(Hallegraeff 1993, 今井 2000)。

通常、1)の大量増殖赤潮の原因生物は無害であるが、大量に増殖・集積した場合、赤潮発生後の死滅・分解の過程において、水中の酸素が急激に消費され魚介類を斃死させてしまうことがある。2)の有毒ブルームでは、原因生物自身が細胞内に強力な毒を保有しており、二枚貝やホヤ類等が餌として有毒微細藻類を摂食することによって、それらの体内に毒が蓄積され、人間がこれらを食べて中毒するという事件が生じる。このような事例は世界中でしばしば発生しており、関心が高い。また海洋の食物連鎖を介して毒が転送され、トドやベリカン等が弱った魚介類を摂取して斃死したという事件も報じられている。注意すべき点として、有毒ブルームは海水が着色するまでに原因生物が増殖しなくても、貝類による毒の蓄積は普通に起こる事が挙げられる。3)に属する有害赤潮は、主に生け簀で飼育されているブリ、カンパチ、マダイ、ヒラメ、トラフグ等の大量斃死

を引き起こすことから、養殖漁業者にとって大きな脅威となっている。また、珪藻類は海域の一次生産者として本来は重要な生物群であるが、4)の珪藻赤潮は、ノリの養殖が行われている時期にその養殖海域で、ノリの必要とする栄養塩(特に窒素)を珪藻類が消費し尽くした場合に「ノリの色落ち」を引き起こす。その場合に珪藻類は有害な赤潮生物とされる。珪藻赤潮は魚介類を斃死させるわけではないので、他の鞭毛藻等による魚介類の斃死を伴う有害赤潮と区別する必要がある。一般に漁業被害額は、ノリ養殖の方が魚類養殖よりも大きい場合が多い。

2.1. 有害赤潮生物

我が国沿岸域において発生する代表的な赤潮生物を示した。

養殖魚介類を中心として斃死被害を与える微細藻類は、その多くがラフィド藻と渦鞭毛藻に属する種である。これらの赤潮生物の中で最も大きい漁業被害を引き起こしてきたのはシャットネラ(*C. antiqua*と*C. marina*の総称)であり、続いて渦鞭毛藻のカレニア(*K. mikimotoi*)とヘテロカプサ(*H. circularisquama*)が挙げられる。

我が国における最大の赤潮被害は1972年夏季の播磨灘で発生し、1,420万尾もの養殖ハマチがシャットネラ(*C. antiqua*)によって斃死させられた。斃死の要因は窒息死である。被害金額は71億円にも上り(1尾500円と計算)、漁業者によって1975年に国や沿岸の工場を相手取り 総額約19億円の損害賠償と、有害排水の差し止めを請求する訴訟が起こされたことは「播磨灘赤潮訴訟」として、あまりにも有名である。*C. ovata*については、生息は確認されていたが、赤潮を起こして魚類を斃死させるようになったのは21世紀になって以降である(Yamaguchi et al. 2008)。カレニアは古来より赤潮を形成し、コンスタントに被害を及ぼしてきた。近年は豊後水道を中心として、養殖魚介類の斃死が数億円規模で与えられ続けている。ヘテロカプサは東南アジア起源の生物であり、アサリ、カキ、真珠貝等の二枚貝類のみを死滅させるユニークな生物である。本種は1988年以降我が国沿岸域で赤潮を起こしており、1998年に広島湾でカキ養殖に約40億円もの壊滅的な被害をもたらした(Imai et al. 2006)。コクロディニウム

(*C. polykrikoides*)は、九州西岸の八代海で限定的に小規模な赤潮を起こしていたが、2000年以降被害が大型化する傾向にある。隣国の韓国では1995年に世界最大級の巨額の赤潮被害が発生し、それ以後特別な赤潮生物として監視と防除(後述)の体制が強化されている(金ら 2002)。その他には、珪藻類が秋季～春季に海苔の養殖海域において発生した場合には、やはり有害赤潮藻として認識される。

2.2. 有毒生物

我が国沿岸域に出現する代表的な有毒微細藻類を示した。

有毒藻類ブルームのうち、我が国沿岸において発生が確認されているのは麻痺性貝毒と下痢性貝毒の2種類である(今井ら 2007)。

麻痺性貝毒はフグ毒に似た強力な神経毒であり、この毒を生産・保有する微細藻類をカキ、ホタテガイ、ヒオウギガイ、アサリ等の有用二枚貝類やホヤ類が摂食すると、これらの体内に蓄積される。毒化した貝類をヒトが摂食した場合に、麻痺性貝毒中毒に罹患する。原因生物としては、渦鞭毛藻の*Alexandrium catenella*, *A. tamarense*, *Gymnodinium catenatum*が代表として挙げられる。

下痢性貝毒は、脂溶性の毒が原因となる下痢性食中毒である。麻痺性貝毒と同様に、二枚貝類等が有毒な微細藻類を摂食して毒化し、それをヒトが摂食すると発症する。原因生物としては、渦鞭毛藻の*Dinophysis fortii*, *D. acuminata*、および海藻等に付着する渦鞭毛藻*Prorocentrum lima*等が報告されている。

麻痺性貝毒は可食部1g当たり4MU(マウスユニット)が、下痢性貝毒は同じく0.05MUが規制値であり、これを超えると出荷の自主規制が行われる。貝毒による出荷の自主規制は、毒化した貝が斃死するわけではないので、被害額の算定がきわめて難しいのが大きな問題点である。

その他の貝毒としては記憶喪失性貝毒が要注意である。この貝毒は、珪藻*Pseudo-nitzschia*属のかなりの種で毒(ドーモイ酸)生産と保有が知られている。我が国沿岸域にも有毒種が生息しているが、まだこの毒が規制値を超えるまでに貝類に蓄積されたことはない。しかしながら、分離培養された培養細

胞からはドーモイ酸が検出されており、これからも監視が必要であろう。

3. 瀬戸内海における有害有毒赤潮の発生

我が国沿岸域における赤潮の発生件数は、高度経済成長を始めた1960年代より海域の著しい富栄養化が進行するのに伴って急激に増加した。養殖業を含む沿岸漁業の盛んな瀬戸内海の赤潮発生件数の経年的な変化を示した(瀬戸内海環境保全協会 2006)。

当初1960年頃は、瀬戸内海全域において、年間50件以下の発生件数であったのが、1970年代に急激に増加し1976年に最高値の299件を記録した。前述した1972年のシャットネラ赤潮による史上最大の養殖ハマチの斃死被害を背景として、1973年に「瀬戸内海環境保全臨時措置法」が制定され、1978年には特別措置法として恒久法化された。このような法的整備と1973年末に始まったオイルショックの影響により、その後赤潮の発生件数は減少傾向に転じ、1980年代の後半には年間約100件程度にまでに低下した。しかしながら、この「年間約100件」のレベルは以後維持された状態で現在に至っている。瀬戸内海の赤潮で漁業被害を伴った発生件数は、以前は年間30件を越えることもあったが、近年は年間10件前後で推移している。また赤潮による漁業被害額は、瀬戸内海全体で年平均20億円弱と言われている。

瀬戸内海において赤潮の発生している海域を示す(瀬戸内海環境保全協会 2006)。基本的には大河川の流入する沿岸域、大都市を抱えた内湾(大阪湾、広島湾等)で赤潮の発生が著しい。豊後水道では近年、漁業被害を伴う赤潮がほぼ毎年発生している。赤潮の発生が最盛期であった時代(1970～1980年代)には、大阪湾、播磨灘、燧灘、あるいは周防灘のような海域全体を占めてしまう大規模な赤潮の発生も希ではなかったが、近年では赤潮発生の規模と期間が縮小傾向にある。

瀬戸内海において貝毒の問題は、以前は小規模で件数も少なかったのですほど問題になってはいなかった。1970年代と1980年代には、アサリに麻痺性貝毒が時折検出される程度であり、その原因生物は渦鞭毛藻のアレキサンドリウム属の一種

*Alexandrium catenella*であった。もともと貝毒の問題は、東北や北海道の東北日本沿岸で重要な問題であった。しかし1990年代以降、有毒藻類のブルーム発生と麻痺性貝毒の検出件数は、瀬戸内海や九州、四国の西日本沿岸域において著しく増加し、現在に至っている。この増加に貢献した主要な原因生物は*A. tamarense*である。アレキサンドリウム属はシスト(耐久性を持つタネ様の細胞)を生活史の中に持っており(Anderson et al. 1983)、瀬戸内海や九州、四国の沿岸水域の海底泥からシストが大量に検出されていることから、二枚貝類における麻痺性貝毒の問題は現時点ですっかり定着してしまったと結論できる。その他の麻痺性貝毒原因生物として渦鞭毛藻の*Gymnodinium catenatum*や*Alexandrium tamiyavanichii*, *A. minutum*による毒化も近年報告されており、警戒が必要である。

もともと*A. tamarense*は西日本には生息しておらず、1990年代以降、本種は西日本の海域に普通に検出されるようになった。本種が普通に生息している北日本の水域から西日本の水域へ有用二枚貝類(特にカキ)が人為的に導入されており、この際に本種のシストが付着して付随的に分布を拡大した可能性が指摘されている。

4. 赤潮生物シャットネラの生活様式

シャットネラは、前述のように養殖漁業に大きな脅威となっている赤潮生物である。本種は瀬戸内海等の大部分の西日本沿岸域において、シストによって越冬し、これらのシストが赤潮の発生源となっている(Imai et al. 1998)。瀬戸内海におけるシストを含めたシャットネラの年間の生活様式(Imai and Itoh, 1987)を模式的に示した。水中においてシャットネラの栄養細胞は概ね6～9月に観察され、7～8月に赤潮を形成することが多い。これらの栄養細胞は、海底のシストが発芽適温(20℃付近)になって発芽したものに由来する。夏の間、栄養細胞は無性生殖によって分裂増殖する。海水中の栄養塩が枯渇すると、それが引き金となってシスト形成小型細胞になり、海底へと沈降して行き、珪藻の被殻や砂粒等の固体粒子表面に付着し低照度下でシスト形成が完了する。新しく形成されたシストは、海底で遺伝的

に制御された自発的休眠の期間を翌春まで過ごす。従って秋季には、海底の温度がシストの発芽に好適な条件になってもシストは決して発芽しない。シストの成熟(休眠の解除、発芽能の獲得)は、冬季の低温条件下で進行する。春を迎えるとシストは自発的休眠期を完了し、生理的には発芽可能な状態になっている。しかしながら、春～初夏の間は海底の温度が低くシストは発芽困難であり、「後休眠」(低温による一種の強制休眠)の期間を過ごす。その後、海底の温度が発芽好適範囲になるとシストは発芽を開始し、その結果として栄養細胞が水中に遊泳するようになる。

シャットネラの年間の生活様式は、温帯の沿岸域における環境変化に対応しての適応という点で理にかなったものである。すなわち、栄養細胞として生活しやすい夏だけを栄養細胞として過ごし、他の不適な大部分の期間はシストとして海底で過ごすことになる。これにより捕食者や競争者からの脅威が回避されるので、種の存続という観点から、この様式は優れた生態戦略といえる。また、冬の間の自発的休眠と春以降の後休眠という生理的性質により、発芽の時期が初夏に巧妙に調節されている。これは、四季のある温帯水域において夏季に増殖する生物として、シャットネラが優れた適応的生活史戦略を持っている事を示している。さらに、瀬戸内海のような浅い内湾水域においては、生活の場の交替(夏は栄養細胞として水中、他はシストとして海底)が極めて容易であり、同一の場で何故毎年のように赤潮を形成できるのかが容易に理解できよう。以上からシャットネラは、我が国沿岸の浅海域の環境条件に大変良く適応した赤潮生物と結論できる(Imai et al, 1998)。

5. 赤潮の防除対策

5.1. 赤潮防除対策の現状

赤潮対策は、予知、予防、駆除の三つに整理できる。予知に関しては、赤潮生物の生理生態学的知見に基づく科学的な発生機構の解明と、現場における綿密なモニタリングを通じて、現在かなり進歩した状況にあると言える。

赤潮の発生を未然に防止するためには、栄養塩類

(窒素やリン)の流入を抑えるか富栄養化している水域から栄養塩を除去する必要がある。前者に関しては、法的規制と廃水の浄化処理が一定の効果を持っている。漁場環境の改善についても種々試行されている。養殖場においては、漁場を汚染しにくい餌料の使用や投餌量の管理、適正放養密度の遵守が有効である。特に、法的な規制が富栄養化の歯止めとして、長期的には良い効果を及ぼしてきたといえよう。

赤潮の直接的な防除対策に関しては、これまでに様々な物理化学的な方法が試みられてきたが、殆ど実用に耐えるものはないのが現状である(代田 1992)。しかしこれらの中で、粘土散布が八代海においては赤潮が発生した際の緊急的な対策として施行されており、特に隣国の韓国においては有効な緊急対策として用いられている(金ら 2002)。共に主たる対象赤潮生物はコクロディニウムである。更に近年、水酸化マグネシウムが粘土散布の代替法として検討されている(前田・程川 2008)。しかしながら現在わが国では、いったん有害赤潮が発生すると、餌止めや生け簀の移動が魚介類の斃死を軽減する目的で実施されているケースが多く、決定的な対策は無いのが現状である。以上のような背景を踏まえ、有効かつ安全な赤潮防除対策の検討確立が望まれている。特に、予防的な対策が有効と想定される。

5.2. 沿岸域における殺藻細菌の存在

我が国沿岸域においては赤潮の被害が大きいことから、1990年頃より、水産庁の赤潮対策事業において赤潮の発生や消滅に関与する微生物の探索、ならびに赤潮の発生あるいは消滅と細菌相との関係解明等に関する研究が実施された。その結果、西日本を中心とする沿岸域から、数多くの殺藻細菌が種々の赤潮鞭毛藻を宿主として分離された。これらの殺藻細菌の大部分は、 γ -プロテオバクテリアに属するものと滑走細菌に属するものの2タイプに分けられた。また、赤潮の末期～消滅過程において殺藻細菌が増殖する事が見出され、赤潮の消滅において殺藻細菌が重要な役割を演じている事が示された(今井 2007)。

広島湾から分離された殺藻細菌 *Alteromonas* sp. S株(γ -プロテオバクテリアの1種)が3種の微細藻類に対して発揮する殺藻作用の例を示した。赤潮ラ

フィド藻シャットネラ、赤潮渦鞭毛藻カレニア、ならびに通常の珪藻 *Ditylum brightwellii* の3種共に、2者培養の結果2~3日の間に、本殺藻細菌によって完全に殺滅させられた。このように強力な活性を持つ殺藻細菌が、沿岸域には普通に生息していることが明らかとなった。このような海産殺藻細菌の研究は、世界に先駆けて我が国で手掛けられ推進されたものである。

5.3. 海藻に付着する殺藻細菌の発見

糸状褐藻のかなりの種において、溶原化したウイルスの存在が知られている。我々は、これらのウイルスの中で糸状褐藻から放出された際に赤潮藻類にも感染するものが存在しないか、藻場において探索研究を実施した。現時点で残念ながらそのようなウイルスは検出されていないが、該当の赤潮藻が藻場で発生していないにもかかわらず、福井県小浜湾の藻場海水中の0.2~0.8 μm 画分(細菌の大きさ)に、赤潮ラフィド藻を殺滅する因子が多数存在するという現象を副次的に発見した。

この事実を基に、大阪湾岬公園の海岸において実際にマクサ (*Gelidium* sp.) やアオサ (*Ulva* sp.) 等の海藻を採集し、その表面から細菌を剥離させて赤潮藻類に対する殺藻作用を調べたところ、赤潮藻を強力に殺滅してしまう殺藻細菌が海藻の表面に無数に付着している事実(紅藻マクサで *Fibrocapsa japonica* を対象に最大 $1.3 \times 10^6/\text{g}$ 、K. mikimotoui を対象に $4.9 \times 10^5/\text{g}$)を見出した。また、その藻場海水中に高密度で殺藻細菌が生息している事も確認できた (Imai et al. 2002)。このような海藻への殺藻細菌の大量付着現象は、和歌山県田辺市の旧和歌山県水産試験場増養殖研究所地先の養殖生け簀において養成されたアナアオサ (*Ulva pertusa*) においても見出された。

この場合、湿重量1g当たり104~105のオーダーの密度でアオサ表面から殺藻細菌が検出計数されている。そして大変興味深い事に、コロニーを形成するアオサ由来の細菌のうち、33%~80%が、実験に供した赤潮生物のうちの何れかを殺滅する殺藻細菌であることが判った (今井 2007)。

海藻表面から分離された殺藻細菌の同定を行った結果、海水の場合と同様に海産の *Cytophaga*/*Flavobacterium*/*Bacteroides* グループと γ -プロテ

オバクテリアが優占していたが、新たに α -プロテオバクテリアに属するものも発見された。また、殺藻の対象赤潮生物の範囲を見ると、1種あるいは2種のみ赤潮藻種を殺滅する細菌も認められ、特異的にある種の赤潮生物を殺藻するものも珍しくないことが判明した。このように海藻の表面には、質的に多様で量的に膨大な殺藻細菌が付着生息している事が明らかにされた。

上述のように、海藻の表面には無数の殺藻細菌が随伴付着しており、藻場海水中には高密度の殺藻細菌が浮遊生息していることが明らかとなった。この新しい発見から、赤潮の予防的な防除策として、魚介類とアオサやマクサ等の海藻との混合養殖が提案される。

魚介類と混養繁茂している海藻の表面からは、多くの殺藻細菌が継続的に周囲の海水に剥離浮遊し、赤潮原因藻類を含む植物プランクトンに攻撃を加え、特定の有害種の大発生(大量増殖)を未然に防止するものと期待される。混合養殖される海藻は、殺藻細菌の大量供給源として機能することになり、対象とする水域の殺藻細菌の密度を高め維持する事で赤潮の発生する確率の引き下げに貢献するであろう。このような目的に適う海藻としては、赤潮の発生盛期である夏季にも消失しない、或いは逆に盛んに繁茂するような特性を備えているものが望ましい。市場価値を有する有用藻類であればさらに好都合であろう。例えば、ヒジキ (*Sargassum fusiforme*) や熱帯性のキリンサイ (*Eucheuma denticulatum*)、ウミブドウ (*Caulerpa lentillifera*) 等が、有望な候補として挙げられよう。これらの海藻については、殺藻細菌がどの程度付着・随伴するのか確認する必要がある。

因みにアオサに関しては、混合養殖を行うことにより給餌養殖で現場海域に負荷されたNやPを吸収浄化させようという提案がなされている (Hirata 2002)。またアオサは、養殖魚介類の餌料としても検討されており、アワビのみならずマダイやブリの餌料としても混合養殖が試みられ、これら魚類で成長と健康に良い結果が得られているという。成長繁茂した余剰の海藻は、それを餌とする藻食性の貝類やエビ類を混合して養殖すれば処理可能であり、経済的にも有益と考えられる。このような魚・介・藻

の複合的養殖は、将来的に検討の価値があると思われる。アオサ以外では、アラメ(*Eisenia bicyclis*)やカジメ(*Ecklonia cava*)、クロメ(*Ecklonia kurome*)も有望かもしれない。複合養殖に関しては、これまで赤潮の予防という観点での評価がなされていないので、現場海域において赤潮の予防という観点から殺藻細菌を主眼として研究を進める事は意義が大きいと考えられる。いずれにしても、海藻はもともと海に生息しているものであり、将来的に赤潮予防が実現した場合、環境に極めてやさしいだけでなく、食糧生産の観点で消費者や漁業者にとって海藻は感覚的にもプラスのイメージが持たれており、究極的な赤潮予防対策になりうるものと期待される(今井 2007)。

海藻類は、海水中のNやPを吸収すると同時に酸素を供給するので、水質浄化や漁場環境の保全に重要な役割を演じていると言える。このような利点があることから、積極的にコストをかけて藻場の造成(修復或いは創生)が近年は人為的に成されている。離岸堤や防波堤、人工リーフといった海岸構造物の設置と藻場造成を組み合わせれば、大きな事業となり、経済的な波及効果も大きい。

先に、魚介類と海藻の混合養殖が、赤潮の発生予防対策になる可能性を論じた。この考えを敷衍するならば、藻場の造成を行うことは、沿岸域における赤潮の発生予防機能を増大させることに貢献するものと期待される。人為的に造成される藻場が、赤潮の発生予防にどの程度役に立ち得るのか、現場調査を通じて評価してみるのには意義が大きいであろう。また、赤潮の予防に好ましい藻場の構成種も明らかにしていく必要がある。さらに対象となる現場海域において、赤潮の発生予防効果が実効的に現れる藻場の必要規模を評価する事も将来の検討課題と言える。

沿岸域において浄化に係わる重要な生態系としては干潟域があり、干潟付近の浅海域にはアマモ場が分布する。これまで、アマモと殺藻微生物に関しては殆ど検討されていなかったが、アマモの葉体からラビリンチュラ、アメーバ、糸状細菌に属する殺藻微生物の存在が確認されている。さらにアマモ葉体表面には、海藻表面に匹敵するかそれ以上の殺藻細菌が付着している事実が新たに発見されたことか

ら、アマモ場も赤潮発生予防の場として大変に重要と言える(今井 2008)。従って、これまで全く論じられていなかったが、アマモ場造成の価値を赤潮予防の観点から評価する必要がある。それゆえアマモ場の造成も、単に自然回復の旗印というだけでなく実際に有害赤潮の発生予防対策としても重要であることが主張できよう。

このような藻場やアマモ場の造成は、バイオレメディエーションを考える際に最も理想的なやり方と考えられる。すなわち、活性の主体となる微生物(殺藻細菌)のための環境を整え(バイオスティミュレーション)、且つ海藻表面から殺藻細菌が海水中に人為的な補助なしに継続的に供給される(バイオオーグメンテーション)システムとも言えよう。

かつて護岸工事や埋め立てによって藻場やアマモ場が多く失われてきた。このことは、赤潮の発生を抑える海の力を失わせて来たことを意味する。また近年は磯焼けによる藻場消失の問題も深刻であり、これも赤潮の発生抑制にマイナスの材料といえる。沿岸域において、藻場やアマモ場を回復あるいは造成し、有害赤潮の発生予防を目指す例を示した。沿岸の湾全体に、殺藻細菌が供給され赤潮の発生が予防されることが期待される。流況を考慮し、藻場やアマモ場を通過した海水が養殖水域や他の主要な水域に影響するように配慮することが、最も効果的と考えられる(今井 2008)。

6. おわりに

赤潮の発生を促進する要因が海域の富栄養化であることは論を俟たない。高度経済成長時代に大量の汚濁物質が海域に負荷され、富栄養化が進行し、それに伴って赤潮の発生件数は劇的に増加した。瀬戸内海における赤潮発生の歴史を示した通りである。

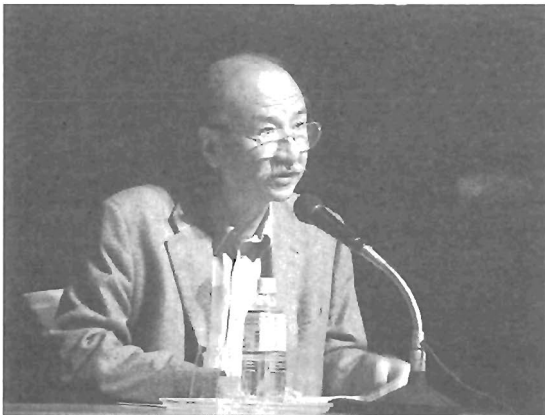
高度経済成長時代は、浅海域の大規模な埋め立てや鉛直護岸の造成によって、藻場や干潟、自然海岸が大規模に失われた時代でもある。藻場やアマモ場の喪失は、赤潮発生予防機能の喪失を意味しており、海の持つ「恒常性」維持機能が小さくなった結果、特定の有害種が大増殖するようになって赤潮の発生頻度が上昇した可能性が考えられる。すなわち、富栄養化によって赤潮発生に促進的な力が働き、一方

で藻場やアマモ場の喪失によって赤潮に対する抑制力が失われ、両者の相乗効果で赤潮の発生が当時劇的に増加したという可能性である(今井 2007)。

藻場の造成による赤潮予防の可能性を論じたが、近年は藻場が消失する磯焼けの現象が問題となっている。特に夏季に藻場が減少し、あるいは消失する場合には、赤潮の発生要因として重要な意味を持つ可能性がある。今後はこのような観点から、夏季における藻場の消失状況と赤潮発生の関係を検討してみる必要がある。さらに、地球温暖化と藻場やアマモ場の消長、そして赤潮発生の関係についても今後検討の余地があると考えられる。

質疑応答

【蔵田】今井先生、どうもありがとうございました。海とは何かという一般的な話から、国際学会で発表する前のことまでご紹介いただき、幅広い内容であったと思います。日本の赤潮というと必ず瀬戸内海だと思いますが、瀬戸内海以外では発生していないということでしょうか。



座長 蔵田憲次 東京大学大学院教授

【今井】赤潮は実は瀬戸内海だけではなく九州沿岸でも大変多く発生していますし、世界的にも途上国、先進国を問わずに、大都会の近辺の海ではよく発生します。有毒なものは水のきれいなところでもよく出ています。有毒な生物はあまり増えなくても貝がその毒を選択的に溜めますので、そんなに汚くない所でも貝の毒化は起こります。

【蔵田】ありがとうございました。その他よろしいでしょうか。

【会場】大変面白いお話をお聞かせいただきありがとうございました。一つ質問は、なぜ藻場だとかアマモの場がそういう殺藻細菌を含んでいるのか。いったいどういう関係がそこにあるのですか、ということが一つ。もう一つは最後のスライドでそういう藻場を作れば良いのではないかとご提案だと思いのですけれども、現実には瀬戸内海で、今そういう藻場を作れる場所というのはどれくらいあるものかという、その二つを教えてください。

【今井】まず第1点目の海藻の場合ですが、実は赤潮の原因となっているプランクトンの種類と海藻というのは、分類学的に非常に近い場合が多いのです。また、バクテリアは海藻の表面でホジホジと、一部分を痛めて食っているような活動をしています。大型の海藻は大きいので、一部分を小さいバクテリアに食われてもちょっと痒いだけみたいな状態ですが、赤潮プランクトンの方は単細胞で小さいですから、そのバクテリアが大型海藻への作用と同じようにちょっと溶かすようなことを行った場合に、単細胞の生物にとっては、それは致命的なものになってしまうであろうと考えます。海藻の場合はそういう理解をしています。

アマモの場合は、アマモの表面にやはり微細藻類、とくに珪藻類などがいっぱい付いていますので、珪藻類などを食べるバクテリア、襲うようなバクテリアが浮いているやつ(赤潮の原因となっているプランクトン)に対しても同じ効果がありうると思っています。ただこれについては、そういう実験系を組み実証する必要があるかと思っています。

それから、アマモ場や藻場の候補地が瀬戸内海にそんなにあるのかということは、非常に根源的なご質問だと思います。

藻場に関しては、今まであった藻が枯れて無くなってしまっている磯焼けという現象があります。この磯焼けという問題を意図的に解決することにより、藻場がかなり増えてくると思います。また色々なところで人工的に、ガラモ場というのですが、海藻を回復させようという試みは水産庁の研究所などでもかなりやられています。

問題はアマモ場なのです。瀬戸内海ではなくて申

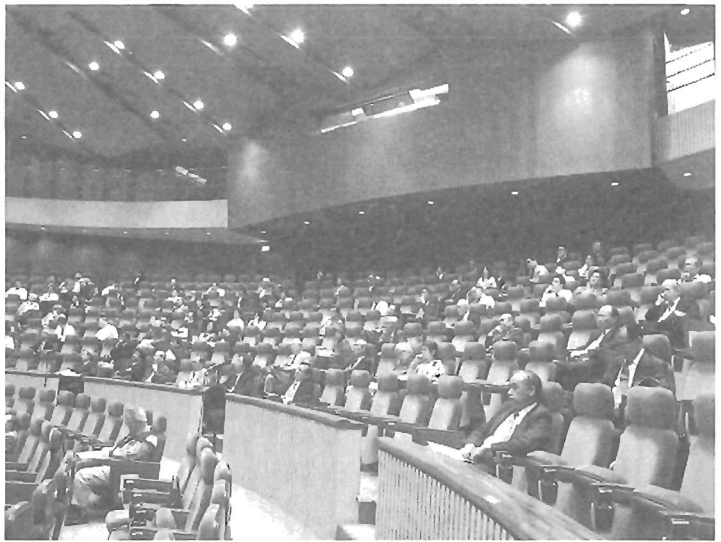
し訳ないのですが、アマモ場はたとえば八代海では、1970年代の中頃までに八代海の北半分の沿岸域では殆ど完全に消え失せた、という報告があります。それまでは、アマモは1960年代、1950年代には何処にいてもなんでこんなに生えているのだろうか、というほど生えていたらしいのですが、それが消えて無くなった。その無くなった原因というのはよく分かっていないのですが、農薬が怪しいのではないかという話など、色々な説があります。そういったところで、現在復活させるための試みを熊本県立大の大和田先生が頑張っておられます。今までに無くなった場所で環境が良くなったら復活してくるはずですが中々アマモが復活してこなかった、ということもあります。一方で意図的にアマモを植えていったら少し増えてきた、ということもありますので、断定的なことを未だ申しあげられる段階ではありませんが、意図的に適地を探し流れや砂の状況などのアセスメントをよくやっていけば、(殺藻細菌を含んだ)アマモ場を作ることはそれなりにできるのではないかと私は思っています。

【会場】 沿岸が随分埋め立てられてしまいましたから、アマモに適する水深の場所というのは瀬戸内海では非常に少なくなってしまうと思うのですね。

それから、藻場に関しても同じように、藻場というのはいずれにしても太陽光が到達する底までの範囲しかできないわけですから、そう考えると、ご提案は非常に面白いと思うのですけれども、非常に難しいお話ではないかなという気がします。

また、アサリは急激に生産量が落ちていますが、アサリもそういった微細藻類を利用するということでは非常に大きな役割をしているということで、逆にアサリが役に立たないのかな、ということも思ったのですが如何でしょうか。

【今井】 アサリに関しては例えば有明海では非常に重要であろうということで、アサリが増えたら冬場の珪藻赤潮も減るのではないかと真面目に考えておられる方も居るようです。



アサリが減った原因は色々諸説紛々ですが、おそらくダム等の建設で砂が海に供給されなくなったのが大きい要因であろう、というようなことが言われています。というのは、外から砂を持ってきて入れてやればその部分だけ何故かアサリが増えたことが実験的には確認されています。それから三河湾ではそういったことが人口干潟などで実証されていて、砂を何とかすればよいのではないかとされています。ですから、アサリを回復させることは、赤潮の予防目的的な観点で私も生態学的に非常に重要であると考えています。そして、アサリを生産する人にとっても経済的なメリットがあるのではないかと思います。

それからガラモ場に関して藻場を作る候補地が無いのではないかとということですが、これは夢物語かもしれませんが、例えば空港を作るのも埋め立てして作るのではなく、ギガフロートのように浮島みたいなものを作って、その縁辺部に100 mくらいの棒をたくさん出して、横にロープを張って、人工的に光が当たる浅場をいっぱい作れば、海藻の場合はそれに根を張りくっついて成長してくれると予想します。このように発想を変えてゆくことにより、割り方いけるのではないかと密かに考えています。

【会場】 ありがとうございます。

【蔵田】 まだご質問があるかと思いますが、時間も押していますのでこの辺で終わりたいと思います。今井先生、ありがとうございます。

講演－3

ひとり、ひとりの健康を考えた 食塩摂取

菱田 明 浜松医科大学教授

座長：今井 正 自治医科大学名誉教授



菱田 明 浜松医科大学教授

1. 循環 ー生きていくために必須のシステムー

私たちがこの世で生きていくためには、「生きていくためのエネルギーのもととなる食物や酸素が常に得ることができるシステム」と、「私たちの生命活動が生み出す老廃物や炭酸ガスを細胞周辺から取り除くシステム」が必要になります。また、生活環境がそうした供給と除去のシステムを持つと共に、気圧や酸素、温度、などが大きく変化せずある一定の範囲内にあることが必要です。同様のことが私たちの身体を作っている細胞についてもあてあてはまります。

この地上に生命が誕生したのは海の中であったと考えられています。一つの細胞でできた生命が海水中に生まれたとき、細胞(生命体)は生きていく上で必要な栄養分や酸素を周辺の海水中から得ていましたし、生命活動の結果生じた老廃物や炭酸ガスを周辺の海水中に排出していました。多量の海水に囲まれている限り、細胞は常に栄養分や酸素を得、一方で細胞が排泄する老廃物や炭酸ガスが大量の海水中に拡散していくことによって除去されることは可能でした。また、多量の海水であることによって、生命活動の影響を少なく、その温度や、酸性度、浸透圧、ミネラル濃度などが比較的安定した環境で維持されたと思います。

生命の進化に伴い、複数の細胞が集まる生命体ができるとき、多数の細胞は機能分化し、消化管や肺、さらには腎臓などの臓器をつくりました。これによって、体外から栄養分や酸素を摂取するための器官、

排泄を担う器官として、消化器や呼吸器、泌尿器などが誕生しました。ヒトの身体の中には60兆個の細胞があるとされています。細胞の密集状態にあるといえますが、これら全ての細胞は太古の海に生まれたときと同じく、栄養や酸素を必要とし、細胞周囲にそれらが配達されてくるシステムが必要になります。また、またこうした密集状態になるとそれぞれの細胞が出す老廃物や炭酸ガスを効率よく細胞周辺から除去してくれるシステムが必要となります。

進化の過程で、ヒトは細胞周辺に海水と同じような液体(細胞外液)が存在する状態を作り出し、その液体を循環させるシステムを作り出しました。その細胞外液に包まれた細胞群を皮膚で包んで身体ができていると考えれば分かりやすいでしょう。こうした進化の過程を経てきたことは、ヒトの細胞周辺にある細胞外液の組成が海水と似た組成であることから推察できます。私たちの身体の60%は水分であるといいますが、そのうちの3分の2は細胞の中(細胞内液といえます)にあり、3分の1が細胞の周辺(細胞外液)にあり、身体中を循環して流れています。従って体重60Kgの人では、細胞外液は体重の20%、約12リットルある計算になります。もちろん純粋な水ではなく、海水に近い組成であり、ミネラルとしては食塩が中心になります。

細胞が生きていく上で、細胞外液の循環は大変重要です。この循環システムとして働いているのが心臓と身体の隅々まで配置されている血管系のシステムです。肺で取り込まれた酸素、消化管で吸収された栄養分は血液の流れに乗って身体の隅々まで運ば

れますし、細胞が排出する炭酸ガスと老廃物は細胞外液の流れに乗って細胞周辺から運び去られ、血管の中を通過して炭酸ガスは肺から、老廃物は腎臓から尿中に排泄されることとなります。心臓が拍動を停止すると短い時間で身体の至る所での細胞の死が始まり、結果として人の死に繋がることは、この循環システムのおかげで我々が生きていることを明確に示しています。

2. 体液の浸透圧と食塩

細胞の周辺を流れる細胞外液の組成が一定であることは細胞が生きていく上で重要です。細胞外液は海水の組成と似た組成となっています。ナメクジに塩を振りかけるとナメクジは小さくなってしまいますが、これはナメクジの細胞から水が塩の方に移動してしまうために細胞内の水分が失われナメクジの細胞一つ一つが小さくなってしまうからです。この水を移動させる力はナメクジの身体を覆う水の浸透圧がナメクジの細胞の中の浸透圧よりも高いことによって生じます。振りかけられた塩がナメクジを覆う水分の浸透圧をあげ、ナメクジの身体から水を奪うこととなります。ヒトの細胞の場合も同じで、細胞外液の浸透圧が大きく変化すると、細胞内液と細胞外液の間を浸透圧によって引っ張られる水が移動するため、細胞は縮んだり、場合によっては膨らんだりします。こうしたことが起こらないよう、細胞外液と細胞内液の浸透圧はほぼ一定になるように調節されています。細胞外液の浸透圧を決めている主な因子は食塩の濃度で、ヒトでは細胞外液1リットル中に食塩が9g含まれる(食塩濃度として約0.9%)ことで細胞内液とほぼ同じ浸透圧になっています(細胞内液の主な浸透圧物質は食塩ではなく、リン酸カリウムです)。体重60Kgの人では細胞外液(12リットル)の中に、約110gの食塩が含まれることとなります。細胞外液以外の中にも含まれる食塩は少ないため、身体の中には約90g(体重50Kgの場合)から160g(体重90Kgの場合)存在するという計算になります。

日本人は平均して一日11~13gの食塩を摂っています。摂取した食塩とほぼ同量の食塩を尿中に排泄して体内の食塩量が一定になるように調節されま

す。もし毎日食べた食塩より1gづつ少なくしか排泄しないとすると、毎日1gづつ体内に残り一ヶ月で30g残る計算になります。食塩の固まりで体内に残るものではなく、約0.9%の食塩水に近い細胞外液として残ることとなりますので、細胞外液が3.3L増加(結果として体重が3.3Kg増加)することとなります。しかし実際には、私たちの体重はそれほど大きくは変化しません。つまり数日以上以上の範囲で見ると、摂取した食塩はほぼ同じ量が排泄されている(ほとんどが尿中に排泄)こととなります。

3. 体内食塩量の調節

血圧は心臓から送り出される血液量と血管の太さで決まります。血圧の調節は身体の隅々まで血液を送る上で重要ですので大きくは変動しないように調節されています。血圧の調節は、血管の太さを変えることと血液量(血液は細胞外液の一部であり、血液量の変化は細胞外液量の変化と平行して動きます)を変化させることで行います。出血など血圧が下がる方向のできごとが起きると、血管を収縮させるとともに細胞外液量を増加させて血圧を元に戻そうとします。また逆に、血圧が上昇するような出来事が起きると血管を拡張させるとともに細胞外液量を減らす方向の調節が働き血圧を下げて元に戻そうとします。

細胞外液量の調節は尿中食塩排泄量を調節することで行われます。例えば細胞外液量が増加した場合には、腎臓での食塩排泄を減らす方向で働くレニン、アンジオテンシン、アルドステロンなどのホルモンの分泌が抑制され、尿中への食塩排泄を促進する作用を持つ心房性Na利尿ホルモンの分泌が刺激されます。それらの結果、尿中に排泄される食塩が増加します。また、血圧の上昇そのものも、直接腎臓に作用して食塩と水の排泄を増加させます。逆に、私たちが食塩の摂取量を減らして細胞外液量が減る方向になりますと、細胞外液量(血液量)の減少を感知して、レニン、アンジオテンシン、アルドステロンなどの分泌が増加するとともに心房性Na利尿ホルモンの分泌が抑制され、腎臓での食塩排泄量が減少します。また、血圧の低下は直接、尿中食塩排泄を抑制します。こうした調節の結果、少ない食塩摂取

量に見合った尿中食塩排泄となり、少し体重が減少し、血圧も下がり気味のところでバランスがとれるようになります。逆に食塩を多く摂れば細胞外液量がやや増加したところで、血圧が上昇気味になったところで摂取される食塩量と同じ程度の食塩排泄に増加し、バランスがとれることになります。

4. 食塩に対する感受性

一般に、「食塩摂取量が多い人たちの中には高血圧患者が多い」と言われています。実際、多数の人を対象とした調査で、食塩摂取量と血圧の高さは相関するとする報告があります。しかし、一般住民を対象とした検討では食塩摂取量と血圧の間に正の相関を認めないとする報告もあります。一方、高血圧の患者さんでは、食塩摂取量を減らすことで血圧が下がったという報告や、高血圧の患者さんで食塩摂取量を減らすことで降圧薬の量を減らすことができるという報告も数多くあります。そうしたことから、日本を始め、米国やヨーロッパの「高血圧診療ガイドライン」では一日食塩摂取量を6g未満に減らすことを勧めています。

一般住民の調査で、食塩摂取量が血圧に及ぼす影響について異なった結果が報告されている理由については必ずしも明らかではありませんが、食塩摂取量の程度、高食塩食を摂取した期間、対象とした人種や年齢などが異なっていることによると考えられます。

食塩を多く食べることによって血圧が上がりやすい人の代表に、腎臓の機能が低下した人たちがいます。血圧調節システムの中で、尿中への食塩排泄が重要であることを考えますと、尿中食塩排泄の予備能が低下している患者さんでは食塩摂取量が増加すれば高血圧になりやすいことは容易に想像できます。実際、慢性腎不全の患者さんでは高率に高血圧が出現すること、慢性腎不全患者さんの高血圧の90%は食塩の体内貯留の増加によるもの(摂取食塩量を減らすか、利尿剤で体内食塩を減らすことで血圧が下がる)ことが知られています。同様に、高齢者では食塩摂取量が増加したときの血圧上昇が強いことが知られていますが、この理由の一つは、加齢に伴う腎機能低下が原因と考えられています。

また、人種によって食塩摂取量の影響が異なり、白人と比べると黒人では食塩摂取量の血圧への影響が強くと報告されています。同じように同じ人種の中でも食塩摂取を増加させたときに血圧が高くなりやすい人と血圧があがりにくい人があることが知られています。本態性高血圧(高血圧の患者さんの約90%を占める)の人の中には、食塩摂取量を大きく変えたときに血圧が大きく変動する人(食塩感受性高血圧)と血圧の変動が少ない人(食塩非感受性高血圧)がいることが知られています。一般に「高血圧の発症には遺伝因子と環境因子とが関係する」と言われますが、食塩感受性高血圧の患者さんでは、食塩摂取の過剰が環境因子であり、その結果血圧が上昇するのは遺伝性の因子によると言えます。

食塩感受性になる原因は遺伝性因子のほか、腎機能障害、加齢など、後天的な要因も原因となります。また、糖尿病、肥満、メタボリック症候群の人では食塩摂取によって血圧が上がりやすいことが知られています。

食塩感受性の人では減塩をすることにより高血圧の危険を減らすことができますし、食塩非感受性の人では厳しい食塩制限をしなくて良いこととなりますので、食塩感受性であるかどうかを簡単に知ることができるようになれば、大変助かります。そうしたことから、ソルト・サイエンス研究財団では2004年から2006年にかけて医学プロジェクト研究「心・血管系における食塩感受性を規定する因子の解明」を行いました。その中で、食塩排泄調節機構の変化や、遺伝子を調べることで食塩感受性の人と食塩非感受性の人を区別できるかどうかなどが検討されました。今後こうした研究が発展し、簡単で、確実に判断できる検査法が開発されることが期待されます。

5. 高齢者では食塩制限が危険を招くこともある

人が生きていく上で、「細胞外液が全身を循環するシステム」が必要であることを考えますと、細胞外液の主たる構成成分である食塩が一定量身体の中にあることの大切さがよく分かります。もし体内の食塩が減少し細胞外液が減少しますと、血圧は下が

り、身体の隅々に栄養分や酸素を送ることが難しくなりますし、老廃物や炭酸ガスの除去ができなくなります。我々の身体には体内食塩量(細胞外液量)を一定に保つように尿中食塩排泄を減少させる仕組みが存在しますので、一般の人が食塩摂取量を減らしても問題は起こりません。しかし、尿中に食塩が失われるのを防ぐ能力が低下している人が極端な食塩制限をしますと、体内の食塩が減少し、脱水になり、低血圧や腎機能低下を来すことは珍しくありません。腎臓の病気を持つ人や高齢者では体内の食塩が減少したときに尿中食塩量を減らす能力が落ちていくことが知られています。

実際、高齢者では食塩欠乏による脱水(細胞外液量の減少した状態)で血圧が低下したり、元気がなくなることがしばしば見られます。高齢者ではちょっとした下痢・発熱などで食欲が簡単に低下するため食塩摂取量も減少します。こうした事態で体内の食塩が減少しても、尿中への食塩喪失を防ぐ機能が低下しているため、尿中への食塩喪失が減少せず、体内の食塩は容易に不足すること(脱水)になります。高齢者で食塩不足になりやすい事情には他の事情も加わります。一つは高齢者では高血圧患者が多いため、普段から減塩食を心がけている人が多くなりますし、高齢者は若年者に比べ食塩制限を律儀に行います。従って日常的に食塩摂取が少ない状況にあります。こうした方は「健康のためには減塩が重要」という考えがしっかりしているため、風邪などで食欲が低下している時でも薄味な食事を守ることが多く、食塩摂取量が極端に低下します。摂取する食塩は食事の食塩の濃さと、食べる量の二つで決まるため、食事量が減ったときに必要な食塩量(食欲が落ちる前に摂っていた食塩量)を摂るためには、食塩が多く入った濃い味のものを摂る必要があります。身体の中の食塩量が少なくなることが予測される状況(下痢、嘔吐、食欲低下など)では食塩摂取に努めることを理解しておくことが重要です。また、高齢者では高血圧や心臓疾患などのためにレニン、アンジオテンシン、アルドステロンなどのホルモンを阻害する薬剤を服用する機会が多くなります。これらのホルモンは尿中食塩排泄を減少させ体内に食塩を維持する上で重要なホルモンなのですが、その作用がこれらの薬で抑えられているので、下痢や食

欲低下で体内の食塩が減少する事態になったときには、簡単に脱水になることとなります。

6. 高血圧になって困ること

健康ブームの中で「減塩の必要性」を意識する人が増えています。その理由は、日本人の死亡原因として脳卒中や心不全、心筋梗塞などの心血管系疾患が多くを占めていること、高血圧が心血管系疾患の危険を増すからです。実際、血圧が高くなるにつれてこうした疾患の発症率が高くなることが知られています。

こうした報告からは、収縮期血圧が140mmHg以上であると脳卒中や心筋梗塞の危険が増すことは明らかですが、この程度の高血圧では無症状のことが多いため、見逃されたり、血圧が高いと指摘されても「症状がないから」という理由で放置されていることが少なくありません。高血圧は長く続くことで徐々に血管を傷め、最後になってポロポロになった血管が詰まる(脳梗塞や心筋梗塞)か、破れる(脳出血)ことになるわけですから、早期に高血圧を発見し治療することが重要です。高血圧の中で食塩感受性高血圧がどの程度の割合であるかについては十分にはわかっていませんが、50%以上は食塩感受性とされています。高血圧の人は50%以上の確率で食塩を減らすことで血圧が下がることが期待できるわけですから、高血圧と診断された人は減塩食を試してみる価値は十分あると思います。

最近「慢性腎臓病」が話題になっています。日本人の成人の1300万人が慢性腎臓病といわれていますが、慢性腎臓病のひとは食塩感受性になっている可能性が高いため食塩摂取量には注意を払うことが大切です。また食塩感受性の高い高齢者、メタボリックシンドロームの人では特にその重要性は高いと考えられます。

7. ひとり、ひとりの健康を考えた食塩摂取

食塩は身体にとって必要不可欠のものであるため、人類の祖先は海から陸(食塩がとれない環境)に上がる過程で、簡単に食塩不足にならないように食塩を保持するためのシステムを備えるようになりま

した。食塩の欠乏に備えて発達したシステムを持つようになった人類は、皮肉にも食塩を過剰に摂取したときのトラブルを抱え込むことになりました。輸送手段などの進歩により、どこでも食塩確保ができる時代になってきましたが、さらにグルメブームによって、より美味なものを求める傾向が強まり食事の食塩は大幅に増え、現代人は「体内の細胞外液量を維持するのに必要量を遙かに超える食塩摂取」を行うことになってきました。外食産業の成長(薄味のものよりも味の濃いものの方が良く売れる)、保存食品(食塩で日持ちを良くしている)の拡大はこの傾向に拍車をかけることになりました。また、肥満者が増大してきましたが、肥満に代表されるメタボリック症候群では食塩感受性に傾く(食塩摂取に伴う血圧上昇が強い)ため食塩の過剰摂取がより問題となってきました。食塩の過剰摂取によって生じる高血圧は、高血圧になることでより多くの食塩の尿中排泄をしようとする代償作用なのですが、高血圧が続く結果、脳や心臓、腎臓などの血管の動脈硬化を生じ、脳卒中や心筋梗塞、腎不全になりやすくなり、生命の危険と身体機能の低下による生活のQOLを落とす危険にさらされることとなります。

「我々が生きていく上では食塩は必須である。しかし食塩の過剰は脳卒中や心筋梗塞、腎不全を招く」という状況に置かれ、私たちは適度な食塩を摂ることが求められる時代に生きています。では適度な食塩とはどの程度のものでしょうか。既に述べてきたように食塩摂取量が身体に与える影響は、遺伝的な素因、後天的に得た病気、肥満度など多くの因子によって異なりますし、また若年者と高齢者によって影響は異なります。従って「全ての人に共通の適度な食塩量」というものはありません。また、「高齢者では強い食塩制限は脱水の危険がある」というところでも述べましたが、風邪や下痢といった急性の疾患に罹ったときにも食塩の取り方を変える必要があります。同じ一人の人にとっても食塩の摂取の方法を変えることが求められます。

このように述べてきますと、適度な量の食塩を取ることは大変難しいことのように思われます。しかし、いくつかのことを理解しておくことで、「一人一人にあった適度な量の食塩の取り方」はそれほど難しくないと思われます。以下、個人的な見解を中心

に述べることをご了承ください。

まず、血圧が正常で慢性腎臓病などの疾患を持っていない人について、大雑把に適度な食塩量、特にその変動範囲を考えてみます。今日本人の平均的食塩摂取量は11~13gの中で変動しています。50年近く昔の日本人では20gを超す食塩を摂取していた地域もありますが、日本人の平均的な摂取量を超えて食塩摂取を必要とされることは通常はありません。従って、上限は11~13g以下と考えて良いと思います。一方、日本人の置かれた生活条件下では、1日6g以下の食塩にすることは食事を美味しく食べることが難しいのが現状です。将来的に食塩を含まない美味しい食事ができる環境、また外食産業や保存食品に使われる食塩量に変化したときにはさらに低下することがあり得るかと思いますが、3~4g程度が下限であろうと思います。また、一日食塩摂取量を6g程度に減らしても食塩不足になることは少ないと思います。高齢者などでは6g以下に減らした場合、食塩欠乏になる危険があることも理解しておく必要があります。従って、後に述べる「高血圧や慢性腎臓病」の無い人では、一日6gから11gの間で、適切な食塩摂取量を求めることとなります。

次に考えることは、個人個人にとっての食塩制限の必要度の違いです。血圧は低ければ低いほど心血管疾患の発症を減少させるという報告もありますが、下げて得られる心血管疾患の危険度の低下はそれほど大きなものではありません。従って、血圧の低めの方は食塩11gと6gの間で、食事を美味しく食べるように好みによって食塩を摂られることで良いように思います。

血圧が正常(例えば収縮期血圧130mmHg)の範囲内である人にとって、食塩の摂取量が血圧に影響するかについては議論のあるところですが、血圧に影響するという報告もあります。従って、少しでも心血管疾患の危険を減らしたく、血圧を下げるための食塩摂取量を減らしたい人は6g程度までの範囲内で減塩を考えることは一つの選択です。この際にも、減塩によって得られる血圧の低下の程度(3g減少させて5mmHg程度の降圧)と、その程度の降圧で得られる心血管疾患の危険度の低下、を理解しておくことは大切でしょう。

一方、明らかな高血圧の患者さんでは6g程度に

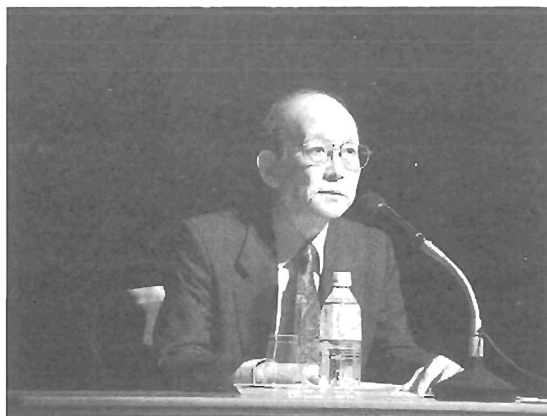
減らす努力が必要でしょう。日本での高血圧診療ガイドラインでは6g未満への減量を推奨しています。特に、糖尿病や高脂血症、慢性腎臓病、喫煙習慣、肥満など、心血管イベントの危険因子を持つ患者さんでは、その危険因子の強い人ほどその重要性が増します。血圧を低下させる目的が心血管疾患の発症予防にあるわけですから、高血圧以外に心血管イベントの危険因子を持つ人はその可能性が大きくなることを自覚し、他の危険因子の是正とともに降圧のための減塩に努力する必要があります。

高血圧が無くても、将来高血圧が発症する危険をもっている人は減塩に心がけ高血圧の発症を予防することは大切であると思います。例えば糖尿病や慢性腎臓病を持っている人、肥満のある人、そして親や兄弟に高血圧の家族歴を有する方などが該当します。

高血圧(約3,500万人)、糖尿病(700~800万人)、慢性腎臓病(1,300万人)の頻度を考えますと、日本人の平均的食塩摂取量を11~13gからもう少し低めにするにも必要と考えます。また、運動、肥満の是正、ストレスを避けることなどが減塩以上に降圧効果を得られる方も少なくないと思われます。高血圧である方、高血圧が発症する危険を持つ方、心血管疾患の他の危険因子を持つ方は、減塩で血圧を下げようとする努力以外にこうした生活習慣の是正に心がけることも大切だと思われます。

最後に、減塩の副作用についても個人差があることを理解しておくことが大切です。腎臓は体内の水分や食塩量を調節していますので、腎臓が悪くなるとその調節範囲が減少します。一般に「腎臓の悪い人は食塩制限が必要」ということよく知られています。これは食塩を排泄する予備能力が低下するので、その能力の範囲内に摂取量を減らして、体内に食塩が蓄積(その結果としての高血圧や浮腫)するのを避けようとするものです。気をつけておきたいことは、こうした患者さんは「尿中への食塩喪失を防ぐための調節能力」も低下していることです。

腎機能が低下している人が極端な食塩制限をすると低血圧になったり、腎機能の急激な悪化を招くこととなります。同様なことが高齢者にも起きてきます。強い減塩をするときは血圧や腎機能の変化に注意を払う必要があります。



座長 今井 正 自治医科大学名誉教授

強い減塩をしている場合や、利尿薬やアンジオテンシン作用の阻害作用を持つ降圧薬(アンジオテンシン変換酵素阻害薬やアンジオテンシン受容体拮抗薬)を服用している場合には、「食事摂取量が減少したり、下痢などで食塩喪失量が増加したときの対応」を十分に理解しておく必要があります。このような薬を服用している人は、食事摂取量が低下すると容易に脱水に陥ります。こうした場合、味の濃いもの、もしくは別に食塩を摂取する努力をして食塩の摂取量が減少しないように努力する必要があります。昔から、食欲が低下したときには「お粥に梅干し」などの食事を摂ってきましたが、こうした食事は口当たりが良いと言うことのみでなく、「お粥で水分」を、「梅干しで食塩」を摂る知恵が込められています。

「ひとり、ひとりの健康を考えた食塩摂取」を行う上では、「食塩の摂りすぎで困ること」と「食塩の不足で困ること」を理解することが役に立ちます。一人一人細かいところは異なりますので、医師に相談されることが必要ですが、大雑把には、「食塩過剰で困ることは血圧が高くなったり心臓や腎臓に負担をかけること」であり、「食塩不足で困ることは脱水になること」です。過剰になれば体重が増え、血圧が高くなりますし、脱水になれば体重が減り、血圧が下がります。適正な食塩摂取かどうかを判断する上で、体重と血圧の状況は重要です。食塩過剰になりやすい心臓や腎臓に病気のある人について、医師が体重と血圧の変化を気にしていることはこうした理由によります。

質疑応答

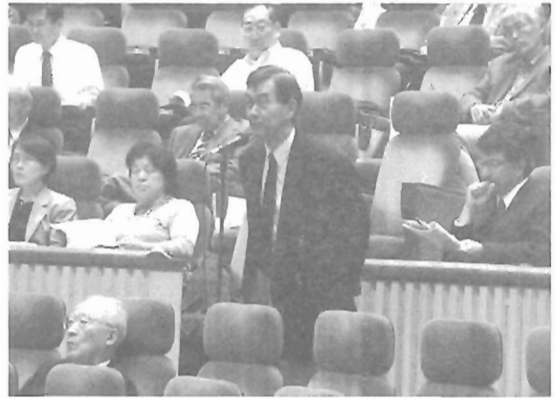
【今井】 菱田先生、どうもありがとうございました。体液、特に細胞外液を一定に保つ上で非常に腎臓が重要であり、その場合に食塩の摂取の問題が非常に重要であるということでした。食塩を摂ると高血圧になる場合があるというようなことで、食塩の摂取量をどうすれば良いかということは皆さんの健康を考える上でとても重要なのですが、一方、食塩を制限するとまた怖いということもあります。そこで、それぞれ一人一人の体質に合わせて食塩を摂取するのが良いだろう、という菱田先生のお話でした。只今の講演に対しましてご質問がありましたらどうぞ。

【会場】 非常に分かりやすい説明を聞かしていただいて、頭がすっきりとした気がするのですが、一つだけ、極端な例を考えてみた時の先生のご見解をお伺いしたいのです。人工腎臓をされると殆ど本来の自分の体の機能が回復しなくなると。それとの対比です。ずっとお話を伺っていたのですが、12gとか6gとか減らしていくと本来の腎機能が働かなくて済むから段々腎臓がおかしくなってくる、ということと関係があるのかどうかということ。何かイメージがあればお教えいただくとありがたいと思います。

【菱田】 人工透析の話を持ち出されたのは、透析をしている患者さんは透析によって濾過されているので、腎臓の機能が段々悪くなっていく。それを比喩にされて我々が食塩を摂らないということをするれば、腎臓は働かなくても良いから、サボって段々腎臓の機能が悪くなるのか、というご質問ですね。

まず、最初の人工透析、血液透析をやられている方が段々と尿量が出なくなり、そして腎臓の機能が落ちていく、というのは現象として事実です。これは透析をしていることが腎臓に影響を与えているというよりは、元々の病気の進行によって(腎臓の機能が)段々と落ちてきて、その途中で、もうこれ以上は生命の危険があるのでそこで(透析を)スタートした、ということで、たまたま時期が一致している、と理解していただいた方が良くと思います。

それから食塩を排泄するというのが腎臓の一つの機能なので、食塩の排泄をしなくてすむようにしたら腎臓はサボるかどうか、ということに関しては、「腎臓は働く必要がなければ、その分働きをする」



可能性はあると思います。例えば、タンパク質を食べた後の老廃物を尿中に出すのが腎臓の機能なのですが、タンパクを制限して食べないようにしてやりますと、腎臓の機能は下がります。しかし、どんどん食べなくしてやるとどこまでも下がる、ということはありません。沢山食べているよりも少なく食べている時の方が、腎臓の機能、糸球体で濾過されている量が少なくなります。でこれは、それがサボっていると考ええるのか、我々が元々タンパクはそんなに要らないにもかかわらず、50gで十分なところを100g食べるために実力以上に機能を発揮していると考えerのかと言うと、今の腎臓の専門家は、後者だろうと思っています。従って、腎臓の病気になった時にタンパク制限をしましょう、という考え方の一つは、腎臓をあまり働かせないで少し休ませて腎臓を長生きさせましょう、という考え方があり、私もそれは動物実験その他で正しい、と思っています。

しかしながら極端にそれを減らしていったら、腎臓の機能が本当に無くなってしまふのかどうかということに関しては、それは無いというふうに一応考えています。要するに負荷を、仕事量を増やしてやれば働かなくてはいけなから一生懸命頑張る。でもその状態は実は長く続かなくて、我々があまり頑張りすぎると倒れてしまうという意味で、倒れてしまうことが起こります。休ませたら徹底して休んで腎臓の機能がゼロになってしまうかということ、そういうことはないと思います。

【今井】 他にございますか。

【会場】 食塩と健康ということで、私たち業界でもナトリウムが少ない方が良いということがあるのか、ナトリウムを他のもので置き換えたような塩味

のもの、多くの場合はカリウムで置き換えたものが市販されてきているのですが、こういったものに対して先生はどういうふうに評価をなされますか。

【菱田】食塩が高血圧を起こす機序がナトリウムなのか、それとももう一つの陰イオンのクロールであるかということについては色々な議論がなされ、色々な実験がなされていて、ナトリウム単独だけではないというふうになっていると思います。この辺は、大先輩である今井先生がご専門なので、先生の前でお話をするのは非常に恐縮ですが。

たとえば重曹、これもナトリウムと HCO_3^- 、炭酸からなっているものですが、これは食塩とは違って沢山摂ってもそんなに体の中に溜まって高血圧をきたすことはない、と言われています。そういったことから、ナトリウムだけではなくてクロールイオンも重要だ、とされていると思います。一方、今ご質問の話は、ナトリウムに代えてカリウムにしたらどうだ、という話だと思います。

カリウムは、カリウムそのものがナトリウムを尿中に排泄する作用があると言われていて、カリウムを摂取することが高血圧をきたすということは、どちらかというとな否定的で、むしろ下げるかもしれない、と考えられると思います。ただ、食塩をKClだとかカリウムに置き換えるということの安全性という問題はあります。今、食塩を摂って悪くなる人たちというのは、基本的に食塩を排泄する能力が落ちている人たち、というふうに考えていただくと、そのとき腎臓は実はカリウムを排泄する能力も落ちている人が多いと思います。食塩は高血圧をきたして悪くします。カリウムは血液中のカリウムを増やして、腎不全の人ですと不整脈で突然死ということを起こしてきます。従って腎臓の機能の悪い人たちが、食塩をカリウム塩に置き換えることというのは極めて危険なことだ、と思いますので、そのような人たちに対して食塩の代わりにカリウム塩にするということは、私は腎臓の立場からは是非避けていた

だきたいと思っています。

【会場】ありがとうございました。

【今井】他にありますか。

【会場】私、血圧が高かったものですから大体3.5 g プラマイ標準偏差0.7で、9年続けています。脳梗塞を3回やったのですが、その後1回も出ないということをやっているのです。クレアチニンの量は10年間の平均で1.03くらいです。最近お医者さんがカリウムはいけないと、今おっしゃったように危ないと言われたのですが増やしているのです。それは重曹で300から500~600増やしているのですが、その結果精神安定の方でちょっと効いているような気がします。そういうことで、今お話しされた中では食塩だけの話がありましたが3.5gにしてみると確かに(脳梗塞は)再発はしてこないのですが、精神安定の要素の方が非常に重要ではないか、というふうに思っているのですが、その辺、如何でしょうか。

【菱田】食塩の摂取量とその精神安定の問題に関しては、私の不勉強なのかもしれませんが、少なくとも食塩の害というようなもので医学の論文を読ましていただくときに、あまりそれはメジャーな、中心的課題として殆ど取り上げられていない、というのが現状だと思います。それは医者がそこに興味がなく研究されていないのか、直接関係しないのか、そこは分かりません。今、私がお答えできるのは、医学的な論文の中で研究された過去のエビデンスに基づいてお答えするとしたら、申し訳ありませんが私は分かりません。そういうことについて積極的なデータは無い、というふうに考えていただいたほうがよいかと思います。

【会場】はい。どうもありがとうございました。

【今井】はい、どうもありがとうございました。時間も少し過ぎましたのでこの辺で打ち切りたいと思います。菱田先生には、非常に難しい問題を分かりやすく解説していただきました。どうもありがとうございました。

講演－4

味覚と呈味成分との関係 －塩味効率と調理における 塩味の感じ方－

畑江敬子 和洋女子大学教授

座長：木村修一 昭和女子大学大学院特任教授



畑江敬子 和洋女子大学教授

食塩は料理に塩味を与える調味料として欠くことのできないものである。「味気ない」という言葉があるように、塩味がないと料理は物足りない印象をあたえる。しかし、場合によっては高血圧を始めとする生活習慣病の原因の一つとなるため、厚生労働省では、1日当たりの食塩摂取量を、男は10g以下に、女は8g以下にという目標を設定している。

食塩は調味料として、食品の保存の手段として、食品加工に必要なものとしてなど、様々な役割を持っている。ここでは、その中でも調味のために加えられた食塩量と塩味の間を説明する。

1. 調味料としての食塩

通常、汁物に加えられる食塩濃度は0.8%前後である。醤油や味噌で調味する場合はそれぞれ食塩濃度が約15%、約10%であることを考慮して、塩分濃度が0.8%になるよう加える。具の多い味噌汁では具の調味も考えてこれよりやや多くしている。

よく、関西は薄味であるといわれるが、東海道線にそって、いくつかの駅の周辺のうどんのつゆの塩分濃度を測った研究がある。それによると、やはり、このことはほぼあっているようである。

ところが、味噌汁に0.8%程度の味になるよう味噌を加えたつもりでも、他の人が味わうと塩味が濃すぎることがある。高齢者は一般に味の感度が低下している場合が多い。自分でちょうど良いと思って味を付けても、若い年代には塩味が強すぎると感じられることがある。高齢者男女および若年者男女の

食塩、蔗糖、クエン酸の検知閾値と認知閾値の測定結果である。いずれについても、高齢者の方が若年者より閾値が高い、つまり濃度を上げなければ味がわからないということがいえる。

2. 味の相互作用

料理の味付けは塩味だけではない。食塩と同時に砂糖や酢が加えられたり、うま味調味料が加えられることもある。

汁粉に極く少量の食塩を加えると甘みが強められることはよく知られている。2種類の呈味物質を同時にあるいは連続して味わったときに一方がもう一方を強める、このような効果を味の増強作用という。砂糖溶液の濃度とそれにどのぐらいの食塩を加えると甘みが最も強く感じられるか調べた研究がある。単純に汁粉の砂糖濃度が20～25%とすると、最も甘みを強く感じさせるには、食塩を0.15%加えた場合である。汁粉が小さいお碗にもし100ml入っているなら、食塩の量は0.15gつまり、ほんのひとつまみとなる。

だしに少量の食塩を加えようまみがひきたつこと、甘い物を味わった後の酸味は特に強く感じることもなども同様の例である。

なお、食塩に検知閾値の1/2という非常に薄い濃度の食酢を添加すると、食塩の検知閾値も認知閾値も低下することが認められている。

逆に、一方の味がもう一方の味を弱めることもある。このような効果を抑制効果という。

コーヒーに砂糖をいれると苦味が緩和される、レモンスカッシュなどの酸味は砂糖で抑制される、などはこの例である。塩味は砂糖、酢、うま味の添加によって抑制される。また、すし酢や酢の物の酸味は食塩、砂糖、うま味の添加で抑制される。

食塩では見られていないが、うま味では相乗効果があり、グルタミン酸ナトリウムとイノシン酸ナトリウムあるいはグアニル酸ナトリウムを混合するとうま味の強さが飛躍的に増強されることが認められている。

2種類の呈味物質を経時的に味わったときに、最初の味によって次の味が変化することがある。これを味覚変調効果という。例えば塩味の強いものを味わった後に水を飲むと水が甘く感じられるような場合である。

その他、味覚修飾効果といって、ミラクルフルーツや、ギムネマ茶をのむと、味質を変えることができる。

いくつかの飲み物を味わうと、次に飲むうすい濃度の蔗糖、食塩、酒石酸、グルタミン酸ナトリウムの味が増強されるかあるいは抑制されるかを調べた結果である。この研究は、まず4種の薄い水溶液すなわち、0.6%蔗糖、0.15% 食塩、0.01% 酒石酸、0.07% グルタミン酸ナトリウムを味わったのちに、各種飲料を飲み、再び4種の各種溶液を味わったときの味の強さを最初の味と比較したものである。濃い砂糖液を味わうと、甘みは抑制され、塩味、酸味、うま味は増強されることがわかる。

3. 呈味成分の分布

人間が味を感じるのは食物の呈味成分が唾液に溶け出して、舌の味蕾にある味細胞の味神経を刺激するからである。ところで、調味料は食物の中に均一に分布しているとは限らない。もし、食物の表面に食塩がついていたら、口に入れたときに直ちに唾液に溶けて強い塩味を感じるし、食物の中心部だけに塩味がついていたら、そこに到達するまで咀嚼してその食品と加えられた塩味を合わせた塩味を感じることになる。食物の中に調味料がどの程度均一に、あるいは不均一に分布しているかは塩味の強さの感じ方に影響を与える可能性がある。

いろいろな食物に対して、食物と調味料(食塩)の距離をアンケートによって求めた結果である。食物と調味料の距離が近いことは食物中に調味料が均一に分布していること、食物と調味料の距離が遠いことは、調味料は食卓で口に入れる直前に食物とあわせられること、つまり食べる直前に部分的に、非常に不均一に調味がなされることを表している。

食物と調味料の距離が近い物と遠い物を比べると、どちらが最終的に摂取する食塩量が多いだろうか。ためしに握り飯で外側だけ塩をまぶした場合と、塩を全体に混ぜ込んでから握り飯にした場合の塩分を比較すると、手に塩水をつけて握り飯にすると外側の塩分は1.05%、内側の塩分は0.48%であった。外側が仮に握り飯全体の10%で、内側は90%とすると、全体の塩分は0.54%となる。一方混ぜ込みの握り飯は0.79%であった(松元、1987)。外側に強く味を付けた方が、食塩は少ない。通常、炊き込み飯の塩分は飯の0.7%とする。赤飯でも塩味をつけるとすると、この程度にする。しかし、塩味をつけずに赤飯を作り、自分の好みで食塩をふって食べ、自分がどのぐらい食塩を使用したか測定したところ、平均0.5%であった。

さしみを食べるときに醤油をつける方が、煮込みおでんの塩分濃度より少ないと考えられる。このように、食塩が食品の中に不均一に分布し、表面に強い味を付けた方が塩味を強く感じる。あんかけ料理は材料には薄い味をつけ、食塩濃度の高い「あん」を表面にからませることによって塩味を強く感じさせ、食塩が少なくても満足感を与えることができる。

4. テクスチャーと味の強さの感じ方

味の強さの感じ方は上で述べたようにいろいろな条件で変わってくるが、さらに、食塩が食品中の成分たとえばタンパク質に吸着するなどの反応を起こし、唾液に溶けなくなると、味を感じることはできない。

これについては、オボアルブミン水溶液、 β -ラクトグロブリン水溶液、および豆乳を用いて、食塩がこれらのタンパク質に吸着するか調べた研究がある。これらのタンパク質と食塩を透析チューブに入れ、0℃、1夜、水に対して透析した後、透析内液

と透析外液の食塩濃度を測定した。もし、食塩がタンパク質に吸着していたら、透析内液と透析外液の濃度が異なるはずである。しかし、呈味に影響を与えるほどの、食塩の吸着は見られなかった。従って、これら3種のタンパク質では食塩の食品成分への吸着は考える必要はないといえる。

それでは、つぎに食物の物性が味の強さに影響を与えることについて、話を進める。

寒天の濃度と砂糖の濃度を変えて硬さと甘さの異なる寒天ゼリーを作りそれらを硬さをもとに3グループに分け、各グループの中ではどの甘さが最も適当か尋ねた結果である。硬さの小さい、つまり軟らかいゼリーのグループでは、砂糖濃度30%のゼリーの甘さが最も適当な甘味であった。硬さの中程度のグループの中では砂糖濃度40%のゼリーが選ばれ、硬いグループでは砂糖濃度50~60%のゼリーが選ばれた。

日本標準食品成分表から和菓子をえらび、水分と砂糖濃度をグラフにプロットすると、水分と砂糖量はほぼ逆の関係にある。水分が多い物すなわち軟らかいものは砂糖が少なく、水分の少ない物は砂糖が多い傾向にあった。市販の食物の甘さはちょうど良いと思われる甘さになっている筈であるから、硬いものも軟らかい物もそれぞれの砂糖の量がちょうど良い甘さになっているといつてよい。つまり、食物に含まれる砂糖量と甘さとして感じられる砂糖量は必ずしも同じではないらしい。

5. 呈味効率

そこで、人間が食べて感じる食塩や砂糖の濃度と、実際に食物に含まれる食塩や砂糖の濃度の割合を呈味効率と考えることにする。試料と何段階かに濃度を変えた水溶液を用意して、試料と同じ濃度と思われる水溶液を選ぶ。その水溶液の濃度と実際に試料に含まれている濃度の比が呈味効率である。何人かでテストし、プロビット法で等価濃度を求め、実際に含まれている濃度で割って呈味効率とする。

寒天ゼリー(食塩1, 1.5%, 砂糖10, 20%), こんにゃく(食塩1.1, 1.6%), クラッカーで塩味効率、甘味効率を求めた結果を示した。

呈味効率は物性の影響を受けている可能性が高い

ので、物性測定によって呈味効率を予測出来ないか試みた。

いくつかの食物で呈味効率を測ろうとする場合、食塩あるいは砂糖濃度の異なる試料を調製しなければならないが、食塩あるいは砂糖を多くすると全体の配合割合が変わり、物性も変わるので、どうしても測定出来る食物に限られる。ところで、蒲鉾などの加工において魚肉すりみは「すわり」という過程を経て独特の弾力を形成させる。つまり、すり身は材料配合を変えること無く、「すわり」の操作によって物性を変えることができる。そこで、魚肉すりみに「すわり」の時間を0, 30, 60分間としてゲルを調製し、呈味効率を測定した。

このゲルの塩味効率を予測するために物性測定(水分、破断荷重、歪み率、硬さ、凝集性、保水性、貯蔵弾性率、損失弾性率)を行った。これらの測定値の中では保水性が最も相関が高く($r: 0.9$)、すり身ゲルの塩味効率は保水性で予測出来ることがわかった。しかし、これはすり身ゲルの塩味効率に限ったことで、すり身ゲルの甘味効率や、他の食品ではうまくいかなかった。

いくつかのタンパク質食品の塩味効率を求め、塩味効率を共通の物性測定値から予測することを試みた研究を紹介する。

タンパク質食品は、豆腐、分離ダイズタンパク質ゲル、卵白ゲルである。まず、塩味効率を求め、共通して測定可能な物性測定値として破断応力、破断歪み、破断エネルギー、離水率を選んだ。

各試料の塩味効率の測定結果を示した。

塩味効率と相関の高かった物性測定値は破断歪みであった。目的変数を塩味効率、説明変数を各物性測定値として重回帰式を求めたところ、

$$Y(\text{塩味効率}) = 2.21 \times 10^{-5}(\text{破断応力}) - 0.014(\text{破断歪み}) + 0.001(1000 \times g \text{ における 離水率}) - 0.054(\text{食塩濃度}) + 1.363$$

が得られた($r^2: 0.89$)。

さらに、ステップワイズ法で得られた塩味効率の予測式は、

$$Y(\text{塩味効率}) = -61.75(\text{破断歪み}) + 87.58$$

であった($r^2: 0.83$)。

本研究で用いたタンパク質食品の塩味効率は破断歪みである程度予測出来ることが分かった。

各タンパク質それぞれを見ると、破断歪と予測式の関係は一定していない。しかし、全体としてみると予測式で説明できるといってよい。つまり、タンパク質食品内の塩味効率の違いよりも、タンパク質食品間の塩味効率の差の方が大きいと言える。

このように、食塩は調味料として塩味を与えるが、料理の塩味の強さの感じ方は、必ずしも加えられた食塩量に対応しているとは限らない。場合によっては、実際に含まれている食塩量より少なく感じられることもあるし、逆に少ない食塩量でも満足感を与えることもある。

いいかえれば、自分が思っている以上に食塩や砂糖を食べていることがある。逆にこれを利用して減塩あるいは砂糖摂取量を少なくすることが可能である。全体を通して物性測定値から呈味効率を予測することは現在のところ成功していない。

6. 食塩と食中毒

6-1. 伝統的塩蔵食品の減塩

現在のように一年中食物が入手出来るわけではなく、収穫された食物を次の収穫まで保存することは人類の歴史の中で非常に重要なことであった。食塩を加えると食品の水分活性を下げることができるので微生物の繁殖を抑制することができる。このことを利用して多くの塩蔵食品や発酵食品があり、それらは単に保存にとどまらず新しい食味を持つ食物として多くの伝統食品が現在まで伝えられている。

ところが、近年、減塩を志向するあまり、伝統食品に用いられていた食塩量を少なくする傾向がある。伝統食品はそれなりの目的にかなう食塩が加えられていたのであるが、食塩を少なくすると、常温保存が可能であった伝統食品とは異なったものになっている。このような極端な例が、平成19年9月に海上自衛隊横須賀基地で発生したイカ塩辛による集団食中毒である。

伝統的塩辛は食塩を10%~15%添加し、10~20日間仕込みを行い、自己消化によるアミノ酸の生成によりうま味が増す食物である。塩分が10%以上では腸炎ビブリオは増殖することはできない。また、黄色ブドウ球菌も見られず、常温で長期保存が可能である。しかし、食中毒を起こした塩辛は、食塩は約4%で仕込み期間も0~4日、調味料で味付けをした、いわば和え物で、伝統的塩辛とは異なり、低温で保存しなければならない。このような注意を怠ったことから食中毒が発生したのである。

6-2. 電子レンジ加熱による殺菌

食中毒を防止するための一つの方法として、加熱して微生物を殺滅する方法がある。加熱の手段として電子レンジ加熱は便利であるが、電磁波ムラがあり、食品が均一に加熱されるとは限らない。また、食塩があると電磁波は食塩に強く吸収され、他の部分の温度が上がりにくいことがある。食塩水をガラスのカップに入れて電子レンジで加熱すると、上面や周囲で電磁波が吸収されてその部分だけ温度が高くなる。鶏もも肉をそのまま、あるいは食塩を表面にふってから加熱すると、同じ時間加熱しても食塩をふったもも肉の内部は温度が低い。表面が加熱されたと思っても、中心部はまだ加熱不足となり食中毒の防止にはならないので、注意が必要である。

以上、食塩は調味料としてのみならず、いろいろな面で食生活と係っていることから、いくつかの話題を提供した。

質疑応答

【木村】畑江先生どうもありがとうございました。先生は今、食品安全委員会の委員をやっておられまして、色々な情報を持っておられます。調理というものが如何に我々の味を誤魔化すか、というか、感じ方を左右するというのを、色々な材料を使って解き明かしていただきました。それでは皆さんの方から質問がございましたらどうぞ。

先ほど中毒の話をお伺いして思い出したのですが、今から20~30年ほど前でしょうか、減塩味噌というのが流行りました。東北地方では自分で味噌を作る家が多かったのですね。味噌には大体12~

13%の食塩が入っているのですが、何とか減塩しようということで、塩分をぐっと落としたために、実はとても食べられないような味噌ができてしまいました。どんなものかという、血圧を上げるアミン類(チラミンなど)のような物質が出てきたのです。減塩によってむしろ血圧を上げるような物質が出てきてしまったということで、あわてて止めたということがありました。伝統的な食塩濃度というのはそれをちゃんと知っていて、味噌の塩分が12%になると悪い菌がでず、良い菌は繁殖するということを出しました。

やはり伝統的な食品の塩の濃度というのは、我々祖先の知恵が入っているということを感じたのですが、先ほど自衛隊の話聞いてそれをちょっと思い出しました。



座長 木村修一 昭和女子大学大学院特任教授

【畑江】味噌の菌というのは麹菌ですよ。麹菌の中にはアフラトキシン生産菌というのがありますが、アフラトキシンというのは強い発がん性を持っています。今から何年前に、日本の味噌、醤油について、もしもアフラトキシン生産菌が入っていたら大変だということで、市販品をかなり沢山集めてきて調べたのだそうです。そうすると日本では経験的に昔から選抜していたらしくて、アフラトキシン生

産菌はなかったという、そういう研究もあります。

【木村】食塩にしても砂糖にしても、物性と非常に関係するということを始めて明らかにした非常に面白い研究だと思っていますが、我々の感じ方で、なるべく砂糖を少なくしようという場合に、例えば水分を多くするとか、あるいは物性をどちらかに変えるとかで随分変わるわけですね。先ほどの和菓子で随分はっきりしたデータが出ていますが、例えばどんなものが砂糖の甘さを上げて砂糖の甘さを抑えているかという例が、具体的なお菓子で何かありますか。

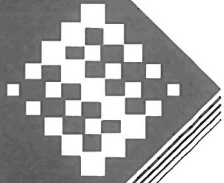
【畑江】一番分かりやすいのが水羊羹と練り羊羹だと思うのです。私は、甘いものを食べるなどか塩辛いものを食べるな、ということは決して思わないのです。その時に知識として、今日のこれは砂糖が沢山入っていると、塩が沢山入っていると、という知識を持っていて、一日トータルとして食塩をこの位にすれば良いという、そういう知識が必要じゃないかなと思います。

【木村】お菓子にしても砂糖をたくさん使わなくても甘いものができるということですね。塩の場合にもどうもそういうことができるということが今分かりました。

皆さん方からのご意見ご質問がないようですので、畑江先生、どうもありがとうございました。



小村 武 ソルト・サイエンス研究財団理事長
による閉会の挨拶



十州塩田は石炭焚で完成した

村上 正祥

元日本専売公社塩技術担当
調査役

正保2年(1646)、播州赤穂に新形式の大規模塩浜が開設された。赤穂三崎新浜である。これに続いて瀬戸内沿岸の各地で塩浜開作が始った。中でも、

(安芸) … 竹原, 瀬戸田(生口島), 大崎
(備後) … 松永, 尾道(向島, 吉和), 三原
(伊予) … 波止浜, 津倉(大島), 多喜浜
と、中央部の3国が先行した。

地元(播磨)でも、

赤穂(唐船浜, 大墩, 沖新浜, 塩屋村)
的形(新浜, 七軒筋)
大塩(八反, 内六反, 外六反, 十三反)
曾根(七軒浜, 八軒浜)

と新浜開発が進められたが、いづれも享保年代(1716~35)で頭打ちとなる。

(表-1 十州塩浜開発年表¹⁾ 参照)

1. 塩甕の焚木(薪)

塩浜には大量の焚木が必要である。昔の塩荘園では広大な塩(木)山から自給されたのであるが、専門の「塩浜」となると、薪業者から購入することになる。

「塩浜」の開設によって、その地の薪需給は逼迫し、薪代は高騰した。

塩浜不況の始まりである。

竹原浜の「塩浜覚書」²⁾によると、

宝永4年(1707) … 薪も不自由に、値段も高値
… 塩値段、下値ニ…

享保11年(1720) … 薪買い六ヶ敷なり
薪値段高値となる

享保19年(1734) … 「当初塩浜之儀辰年(1724)
より拾壹年以来、
打続風儀悪敷、
浜師共至極困窮申候」

◎ 塩浜の薪

薪数量—製塩量の約2倍
薪代—製塩コストの45%~50%

十州塩浜開発年表

	塩竈の石炭焚(九州)	長門 周防	伊 予	安 芸	備 後
1650	(1608)唐津 加布里				
1668	(1668)勝浦浜		(1683)波止浜 33軒	(1652)竹原浜 31軒 (1664)竹原増築 85 (1676)大崎・唐之浜 2 (1672) ↳ 生口浜 37軒 (1696)(瀬戸田)	(1660)松永浜 (39町6段) (1660)神村柳津浜 (1689)向島・干浜 8軒 (1692)向島天女浜 11 (1696)吉和・八軒島 8
1700	(1703)奈多浜	(1692)大島小松浜 21戸 (1698)平生・堅ヶ浜 36枚 (1699)三田尻・古浜 87町	(1700)津倉・前堀 5 (1723)多喜浜 11浜 (1732)多喜浜東浜 17浜 (1748)津倉・向堀 4	(1710)大崎・和田浜 6 (1713)大崎・唐ノ浜 3 (1725)竹原浜 → 72軒 (8.5町/軒)	(1703)吉和・九軒島 9 (1700)三原浜 15 (1715)吉和・正徳浜 4 (1730)向島・小干浜 2
1743	(1743)津屋崎	[170]	[81]	[120]	[99]
1750		(1752)三田尻・鶴浜 25町 (1756)三田尻江泊 27 (1767)三田尻大浜 127	(1768)津倉・後堀 4	三国計(300)	(1759)三ヶ国協定
1781	(1781)三田尻大浜	[349] (1780)大島・小松新浜		瀬戸田浜(混焼)	(1772)五ヶ国同盟
1800		(1787)三田尻・西浦 55 (1788)平生・御開作浜 22		(石炭焼き転換)	
1804		(1818)平生・沖浜 21軒	(1804)多喜浜 (1819)伯方・瀬戸浜 (1823)伯方・北浦 (1823)多喜浜・北浜 17 多喜浜(計50) (1832~43)生名浜 5 (1832~43)岩城浜 4	(1805)竹原 (1833)竹原・新浜 7軒 (1834)生口・佐木浜 (1839)大崎・長島 3	(1804)松永 (1830)百島・東浜・中浜 5 (1848)因島・重井浜 3
1850			(1860)伯方・古江浜 (1864)伯方・北浦浜 (計82町)		
1900		明治19年(1886) [53] [226]	[220]	[122]	[174]

「十州塩田」

備中 備前	讃 岐	阿 波	播 磨	十カ国 計
		(1644) 撫養十二村成立	(1646) 赤穂三崎新浜	1650
(1666) 勇崎浜 (1675) 備中・松山藩塩浜 13.3町 (1683) 味野・赤崎	(1688) 高松古浜 18町	(大型浜改造) ↓	(1668) 赤穂・唐船浜 沖新浜・大墩 (1672) 的形新浜 大塩八反内六反	
(1712) 岡山藩・塩浜 25浜 62町歩 (1743) 田井浜13.5町	(1720) 柏納屋浜 12町 (1750) 牟礼南浜 13町	(1735) 山城屋浜 ↓	(1710) 赤穂塩屋村 68軒 (1716) 的形・七軒筋 曾根┌七軒浜 ├八軒浜 (1735) 大塩└外六反 └十三反	1700 瀬戸内諸国塩浜集會 1750
(1763) 勇崎浜 30軒	(1756) 渦元 40町 (1758) 高屋浜 11町 (1768) 木沢浜 20 (1774) 宇多津浜 9 (1789) 御供所浜 7	(1789) 那賀郡塩浜 63軒 ┆ (1800) 南財田新浜		(1771) (1711) 軒 [塩浜同盟]
(1831) 野崎浜 24軒, 49町 (1832) 日比・小川 13	(1829) 板出六浜 101町 (1837) 御恵浜 14 (1840) 与島浜 11 (1842) 渦元新浜 25	(1807) 本育田 ↓	(1823) 赤穂浜 (1829) 相生浜	(1812) 播磨加盟 (1822) 阿波加盟 (1832) 備後加盟 (備中)
(1836) 見能渦 17 (1840) 田井・広渦 77 (1841) 東野崎 74	↓			1850
(1863) 野崎北 20 [38] [272]	(1866) 高松新浜 ┆ 宮脇・久通浜 (1877) 弦打浜 70町 (1886) 宇多津・陸拵 ┆ [385] (1891) 宇多津・仲拵 ┆ 宇多津・安達浜 (1908) 角ノ浜 139町	[260]	(1857) 赤穂東浜 122町 (1865) 赤穂西浜 174	(1852) 讃岐加盟 (1876) 「十州塩浜会議」 (1886) (2573) 軒
	(1924) 仁尾新浜 60町 (1925) 丸亀蓮葉塩田 83町			1900

2. 塩浜操業法の改良

塩浜作業はお天気次第である。各地の在来塩浜(「百姓小浜」, 古浜)の操業は、春の浜起しに始まり、夏季が最盛期、秋の浜作業で終り、冬は休止となる。

これに対して、専業の塩浜(新浜, 大浜)は周年操業で発足し、浜作業の「工夫改良を進めた。

享保10年(1725)、芸州竹原浜で作業員(「浜子」)の「月切雇傭」(「月切浜子」)が行われ

ていた。「年中雇」の浜子の他に、「八月(者)」、六月、四月、三月」の「月切浜子」がおり、年間の浜作業に応じて浜子が配置されていた。

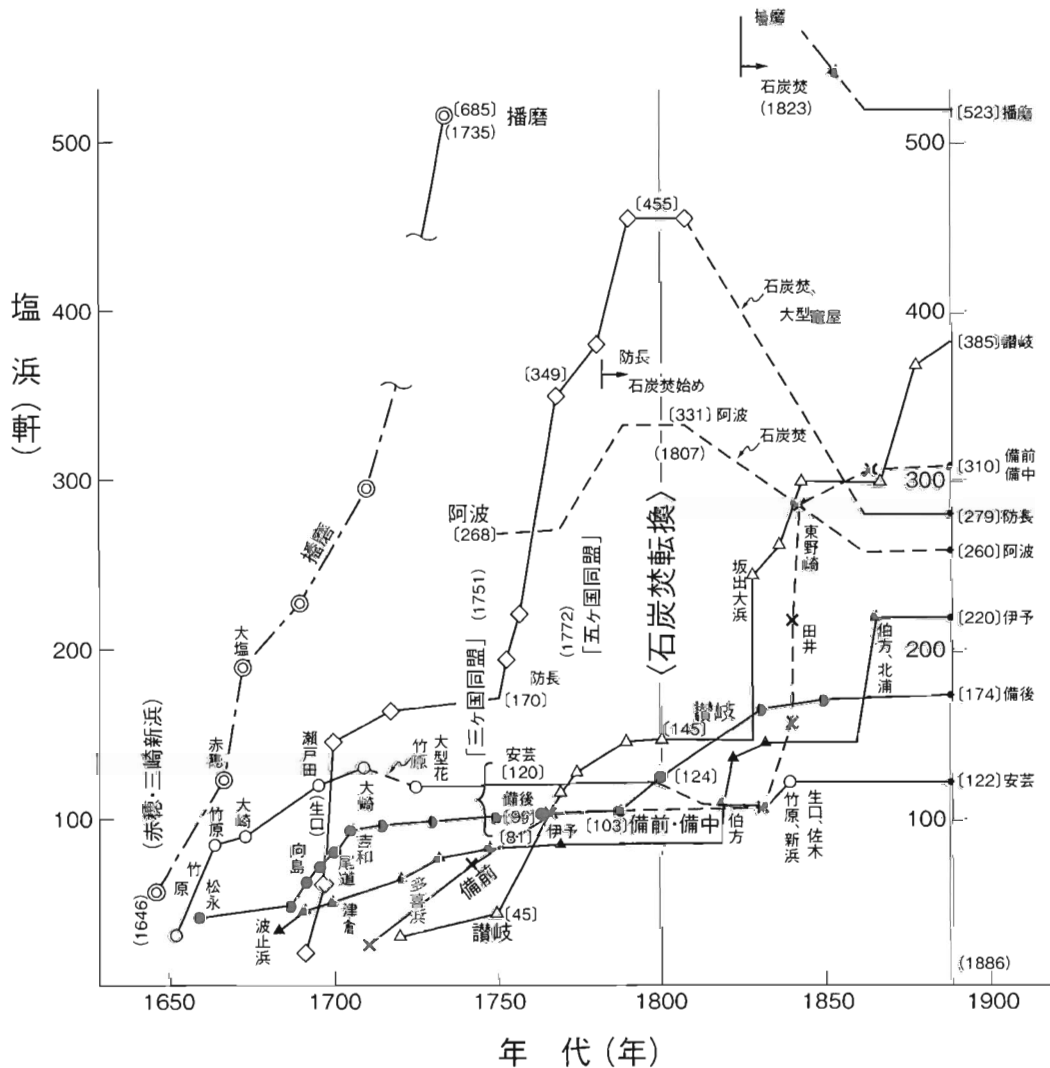
そうして享保11年(1726)冬季の浜作業を削減し、浜子も減らした。

(1)「二・九法」

各國(藩)の塩浜開作は相次ぎ、製塩量も増大して生産過剰となった。塩価は低迷し休浜に迫られる塩浜も現れた。

この塩業不況を打開すべく、宝暦九年(1759)安芸・瀬戸田浜の三原屋貞右衛門は、塩浜の操

図-1 瀬戸内・十州塩浜の開設



業を二月から九月までとする「二・九法」を提唱して各浜を廻り、宝暦10年(1760)安芸・備後・伊予の塩業者が安芸・厳島に会合して、「三ヶ國盟約」が成立した。

(2)「三・八替持法」

その頃、周防・三田尻では(1752)鶴浜、(1756)江泊浜、(1767)大浜と開築され、薪需要は逼迫、塩浜不況が始った。

明和8年(1771)、三田尻大浜の田中藤六は「三・八替持法」を提唱して諸浜を遊説し、安永元年(1772)、尾道・海蔵寺の塩浜集会にて、防・長・芸・備・予の五ヶ國同盟を締結した。

※「三・八替持法」

塩浜の操業を三月から八月までとし、替持法で操作する。「替持法」とは、各塩浜(1軒前)を2分し、交互に「二日持」の浜作業をする。日々の浜作業は半減し、浜子も少なくてすむ。「替持法」は大浜の定法として各地に普及した。

3. 石炭焚の導入

1)周防・三田尻浜

(1)安永七年(1778)三月、周防三田尻浜は東須賀忠左衛門を筑前曾根浜へ遣して、石炭焚塩竈を伝習させ、吉敷郡青江浜で試行させた。さらに、同年9月、三田尻大浜の吉賀屋浜と橋本屋浜の2軒を石炭焚に切換えた。

石炭は地元の宇部・有帆炭を当てた。筑前曾根浜(開設は1770年)は萩藩毛利氏の所領であり、有帆炭が使われていたと思われる。

(2)天明元年(1781)、青江浜の釜焚頭梁、江村忠左衛門は津屋崎浜に習って、三田尻大浜の石炭焚転換を進めた。

(3)これに続いて周防諸浜が石炭焚に転換した。

2)芸・備・予の三ヶ國

周防諸浜の石炭焚転換に続いて、芸・備・予三ヶ國の石炭焚転換が、瀬戸田浜に習って進められた。

芸州・瀬戸田浜では(1760)年頃から、石炭焚(併用)が盛んになり、(1800)年頃は過半に達していた。この瀬戸田浜指導の元に

文化元年(1804)伊予・多喜浜、備後・松永浜文化2年(1805)安芸・竹原浜と、石炭焚塩竈への改築が始った。

こうして、五ヶ國の塩浜は、全て石炭焚となった。

3)阿波・本齊田浜は文化4年(1807)、石炭焚転換をはじめ、文政4年(1821)完了した。播州・赤穂の諸浜は、これに習って(1823)年転換が始った。

石炭焚転換にあたって、1軒前塩浜は1町2反から1町5反と大型化された。

4. 十州塩田

1)石炭焚転換と炭鉱開発³⁾

天明元年(1781)、周防三田尻大浜の石炭焚転換が始まり、これに続いて瀬戸内諸浜の石炭焚転換が進められた。これに応じて九州各地の炭坑開発が進められ、石炭船で瀬戸内の諸浜へ送られた。

天明8年(1788)福岡藩、焚石の領外販売を直営とす(「石炭仕組」)

寛政2年(1790)大村藩、松島炭坑を直営とす(「内用方仕込」)

文化13年(1816)福岡藩は若松に「焚石会所」を置き、瀬田内諸浜への積出港とした。

文化14年(1817)佐賀藩、高島の塩焚用を直営とす

文政9年(1826)佐賀藩、焚石を積極的に採掘、販売に乗出す。

2)石炭焚きの塩浜開設³⁾

周防では、三田尻浜の石炭焚転換に続いて、

天明7年(1787)	三田尻・西浦浜	55軒
天明8年(1788)	平生・御開作浜	22軒
文政元年(1818)	平生・沖浜	21軒

と、塩浜が開設された。これに続いて、

[伊予]文政2年(1819)	伯方・瀬戸浜	
文政6年(1823)	多喜浜・北浜, 伯方・北浦	
天保3年(1832)	生名浜, 岩城浜	
[安芸]天保4年(1833)	竹原・新浜	
天保5年(1834)	生口・佐木浜	
天保10年(1839)	大崎・長島	
[備後]天保元年(1830)	百島・東浜, 中浜	
嘉永元年(1848)	因島・重井浜	

(1)備前、児島の塩浜開設

文政12年(1829)	野崎浜	24軒	49町
天保3年(1832)	日比・小川浜	13	
天保7年(1836)	見能潟	17	

天保11年(1840) 田井・広潟 77

天保12年(1841) 東野崎 74

天保3年(1832), 備前は塩浜集会に加盟した。

(2)讃岐

文政12年(1829) 坂出大浜 101町

天保8年(1837) 御恵浜 14

天保11年(1840) 与島浜 11

天保13年(1842) 渦元新浜 25

慶応2年(1866) 高松新浜

宮脇・久通浜

明治10年(1877) 弦打浜 70町

明治19年(1886) 宇多津、陸耕

※ 嘉永5年(1852)、讃岐が塩浜集会に加盟。

(十州塩浜集会となる)

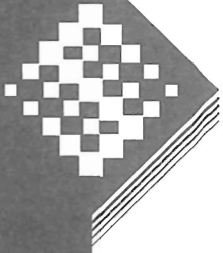


明治9年(1876)「十州塩田」会議

「十州塩田」は石炭焚で完成した。

[文献・資料]

- 1) 「十州塩田」, そるえんす, No.76(2008)
- 2) 渡辺則文: 「広島県塩業史」(昭和35)
- 3) 村上正祥: 塩竈の石炭焚, そるえんす, No.78(2008)



賀島飛左女史の塩吹白

太田 健一

山陽学園大学特任教授

去る11月6日、テレビで放映された「BBC制作・地球伝説“地中海の塩”」を見た。古代フェニキヤ文明やベネチア人の活躍が「塩」によって支えられていることを1時間に亘ってくり広げたが、「地中海の海水がなぜ塩分を含んでいるか」という発問が出され、登場した地質学者によって科学的な説明がなされた。縷々歴史的説明がなされたが、要はNaとCLが結合したという解釈であった。

◇ ◇

このテレビをきっかけに思い出したことがあったので、図書館に向向き、日本経済新聞をめくった。10月8日付の同紙文化欄に「日本の昔話、ロシアにも」と題した斎藤君子氏のエッセイが掲載されている。斎藤女史はロシア民話研究家で、「塩ひき臼」をはじめとして、日本とロシアにはよく似た昔話が多いという。現地を足運び昔話を採集する中で、民話を語り伝えてきた人々の思いに接し胸が熱くなるという率直な感想に胸がうたれた。

◇ ◇

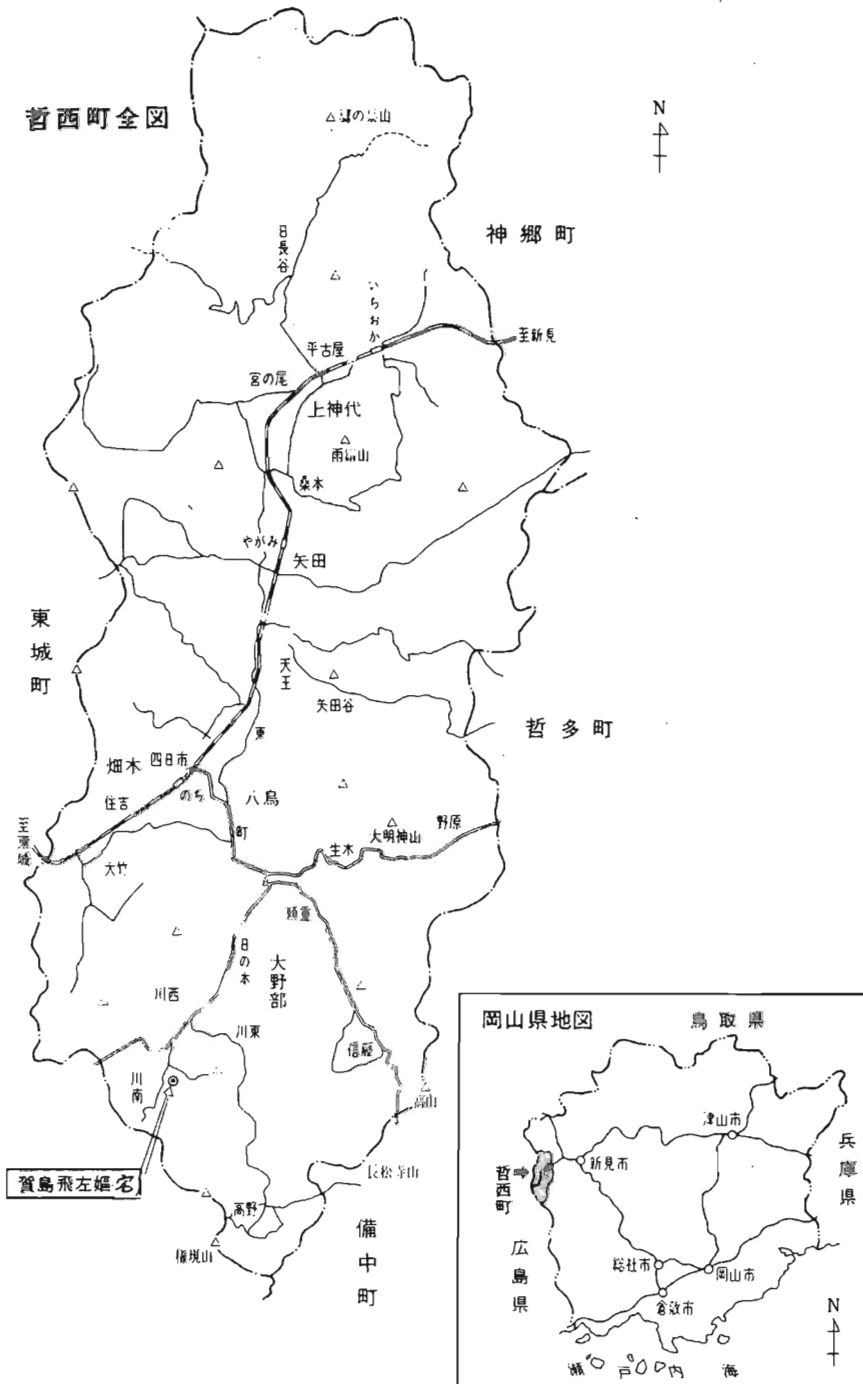
その後、歴史に興味を持つ人に会う度毎に、「塩ひき臼」「塩吹き臼」の話をしていると2つの情報を得ることができた。1つは倉敷市児島にある野崎家塩業歴史館からの情報で、『わたくしたちと塩』という冊子の提供をうけた。昭和56年財団法人専売弘済会が発行した44頁の小冊子で、冒頭の部分に出雲(島根県)の安来に伝えられている「塩吹き臼」の話が紹介され、また表紙には転覆寸前の舟中の様子を描いた面白い絵が掲載されている。

第2の情報は岡山県北の新見市哲西町に住む加藤英郎氏からのものであった。氏とは数年前『哲西町史』の編さんのお手伝いをして以来の付き合いである。氏の情報によると、同町にはかつて、著名な語りべがいたという。名前は賀島飛左(かしま・ひさ)と言ひ、彼女の心中に蔵する411話が昭和44年から同49年にかけて民俗学者によって採集され、その成果が『中国山地の昔話 — 賀島飛左嬢伝承四百余話』(稲田浩二・立石憲利編、昭和49年三省堂刊)として公刊されていると云う。加藤氏の父君は郷土史家

として活躍されており、この採集にも立ち会われたようである。したがって、何枚かの興味深い写真も撮影されており、その提供をうけたのでここに紹介する次第である。

賀島飛左は明治29年(1896)生まれという。彼女の「心一つ」にしまわれていた411の「むかし」話は、彼女の祖父母から聞いた話が60、父母か

地図-1 哲西町全図



らが24、舅・姑から33、夫から16、姉妹から26、親類の人から13、寺の和尚から41、近所・村人から59、来訪者から19、旅先で聞いた話が24、伝承者が明白でないものが96話である(稲田・立石前掲書)。

飛左女史の「塩吹白」は、彼女の夫から聞いた16話の中の1つである。以下は、彼女が語った方言による「塩吹白」である(稲田・立石前掲書による)。

昔、あるところに、男が兄弟おつて、兄さんは、身も面もなあ、欲で欲で、欲で欲で、わが食べるもんも欲で欲で、人に嫌われもんじゃった。

へえから、弟あ、まあ、後生で後生で、のうのうさん(仏様)げたもんがおつてなら、石のかやった(倒れた)んがおつてでも、手よう会わせて拝むような、人に親切な親切な、ほんに、とってもええ男じゃった。へえから、そりゃあ毎日、毎日、まあ自分は難儀でもええ、人のためならせにゃあならん、神さんのためならせにゃあならん思うて、汗水うたらあて働さようた。そがあしたら、ある時に、どっから持って来たか分からん、その、白があつたいう。せえからまあ、うちにゃあ何が無あとも思わんが、塩に不自由しようたが『塩吹白』いうことを書あてあるが、こりゃ塩が出る白に相違(そうや)あなかるう。塩に何十年も不自由したねえ塩が出てくれりゃあ、うちにゃあ長者みとようなもんじゃ思うて、弟が喜んで、さて、どがあすりゃあ塩が出るかしらん思うて、ゴロリ、ゴロリ回わあたたら、そんなら左い回わあたたら塩が出たいうて。へえから、こりゃあありがたいことじゃ、もったいないことじゃ、こりゃあみんなの情けのおかげじゃ思うて、喜んで、こりゃあどっこいも、やりゃあせん思うて、倉あ入れて隠いとえた。

へえから兄さんが、毎日、毎日、
「お前方にゃあ塩の出るものを持つとるげなが塩をくれえ。塩をくれえ」いうて、毎日来る。
「塩の出るもなあ、ありゃあせん。塩の出るもなあ、ありゃあせん」

「お前、しわばらいで(けちらないで)くれえ。塩の出るものがあるげなけえ、塩をくれえ。う

ちにゃあ塩が無あんじゃけえ」

「ありゃあせん」

どがあにもくれん。ようし、夜昼付いて番をして、あるところを見て取っちゃろう思うて、へえから兄さんは、毎晩毎晩、忍んで来ようたら、「きょうは、あしこのお寺に塩が無あ言ようちゃったけえ、塩をちいと出あて持って行ってあげにゃあいけん」思うて、その弟が倉あ入あて、そろろうと白う左に回あし、「右い戻る」いうて、三回唱えりゃあ塩が出るいうて。へえから、回わあたたら塩が出て、塩を紙袋へ入れて、寺あ持って、晩に持って行ってあげるほうがあええ思うて、晩に持って行ってあげたら、和尚さんが喜んで、とっても喜んで、「ありがたい、ありがたい」いうて喜んで、へえから戻つてみたら、その白が無あ。さて、どうしたじゃろうか思うて、見たら、「晩方におじさんが来とっちゃった」いうて子どもが言う。おじさん来とつたら、あれが取つたに相違あない思うて、へえから、兄さん船へ乗って去ぬるとこじゃけえ、船へ乗って去にようるんじゃろうけえ思うて、沖い出てみたら、船へ乗って去にようた。

「兄さん、そがあなことをせえでも塩を分けてやるけえ、その白う返あせえ」いうたら、

「返あすもんか」いうて、白から、その出るようにしとつたふうじゃ。だあだあ、だあだあ、だあだあ塩が出て、とうとう海にかやっしてもうて、底へ沈んでしもうて、兄さんも沈んでしもうて、死んでしもうた。そこでいよいよ塩と兄さんは、生涯底に沈んどるいう昔話。せえで塩辛い海いなった。



哲西町と安来の「塩吹白」の昔話は微妙なちがいがみられるようである。安来が「おじさんとおばあさん」で、どちらも正直者であるのに対し、哲西町は「兄弟」で、しかも弟が信心深くて勤勉であるのに対し、兄は、強欲な人間として設定されている。白の入手の経緯は、出雲が一宿一飯の恩義を感じた旅人が御札に石白を差し出し、「欲しい物があつたら、その名を言つて右に回せば出て来ます」としているのに

対し、哲西は「どっから持って来たか分からん」形で出現し、「何十年も不自由したねえ塩が出てくれりゃあ」と思って左へ回したところ塩が出てきたとなっている。「ねえ塩」とは「無い塩」という方言である。

次に、石臼を盗み出す人物については、安来が「隣のおじいさん」であるのに対し、哲西では強欲な兄の方が設定されている。

最後は、船に乗って逃げ出した時に塩臼が回り続けて、その重さで沈没し「塩辛い海」「海の水は塩辛い」ものになったという。この部分で

は、安来が海の底で石臼が回り続けているためとするのに対し、哲西は「塩と兄さんは、生涯底に沈んだ」という説明で、微妙なニュアンスのちがいがあがる。

全体を通して、両者とも海水の塩辛さを説明し、勸善懲悪を説いている点は共通していると思う。哲西町も東城町に近いところにあり、その昔は同じ出雲文化圏に属していたとも考えられるが、同じ文化圏にこのような微妙な差異をもって伝えられているところに民話の持つ不思議な魅力があるとも思えるのである。

(2008.11.30記)



写真1 石臼で大豆を引く飛左女史
— 加藤英郎氏提供 —



写真2 農作業中の飛左女史 — 加藤英郎氏提供 —



写真3 子供に語る飛左女史 — 加藤英郎氏提供 —

塩焼く煙

— 塩釜、塩浜絵図収録 —

①〔富士山の気色〕 北川豊章 明和年代(1764～71)



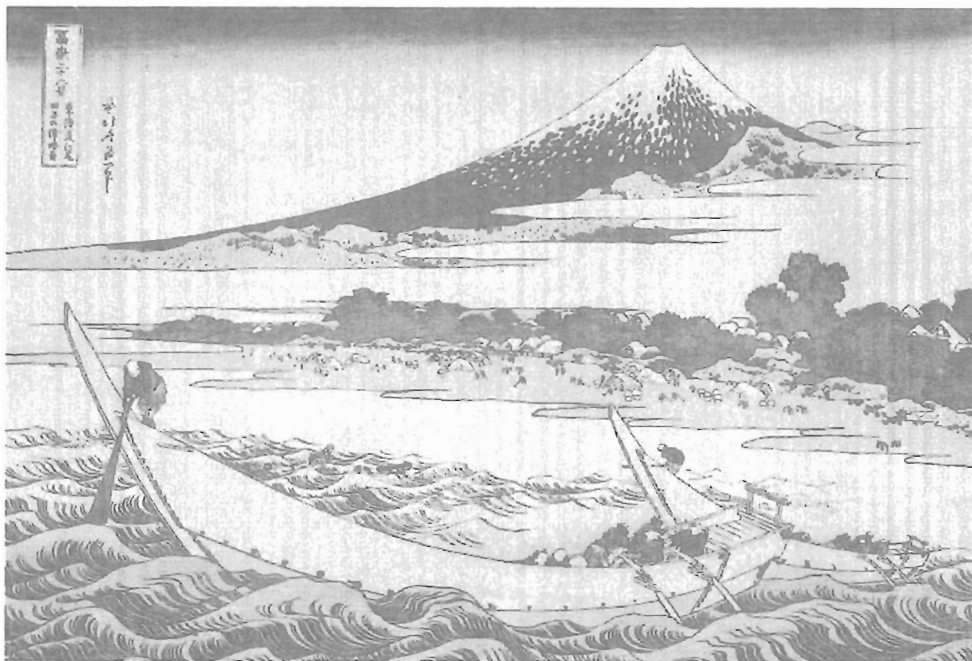
「風月往来」の表紙裏に見開きで「富士山^{けしき}の気色」が描かれ、北川豊章の署名があり、彼の明和年代(1764～71)の作品と判定された。*)

北川豊章は安永年間(1772～80)に活躍し幾つかの作品を残したが、天明元年(1781)喜多川歌麿と改名し、美人画「大首絵」の開祖となる。

この絵の中心は、海辺に展開する塩浜であり、その塩焼く煙である。

*)朝日新聞 H15.4.14(夕刊)「歌麿初作の挿絵か」

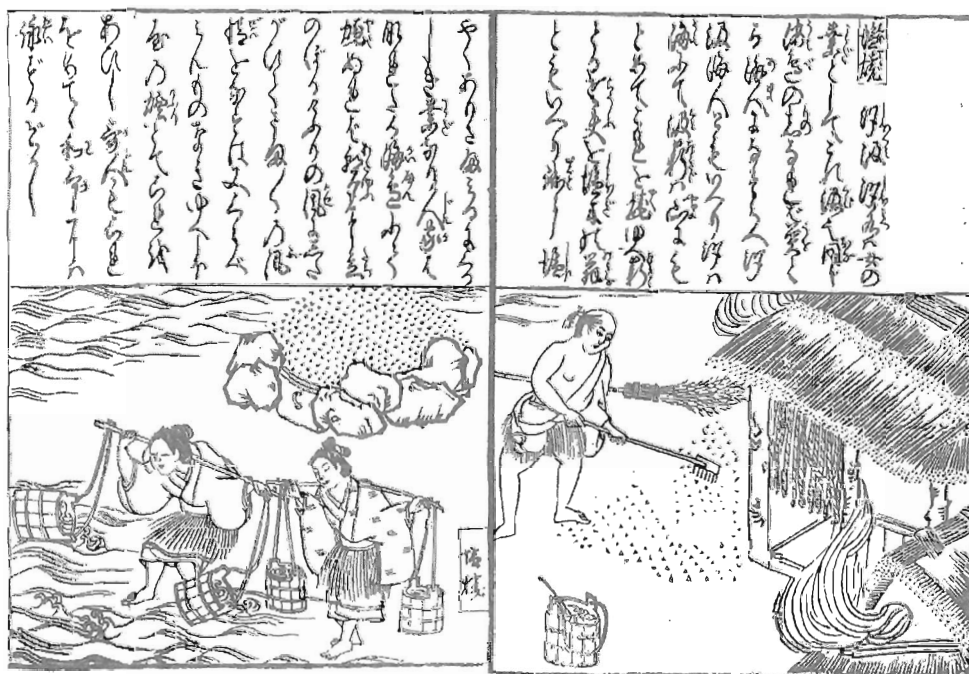
② 「富嶽三十六景」(田子の浦) 葛飾北齋 天保2年(1831)刊



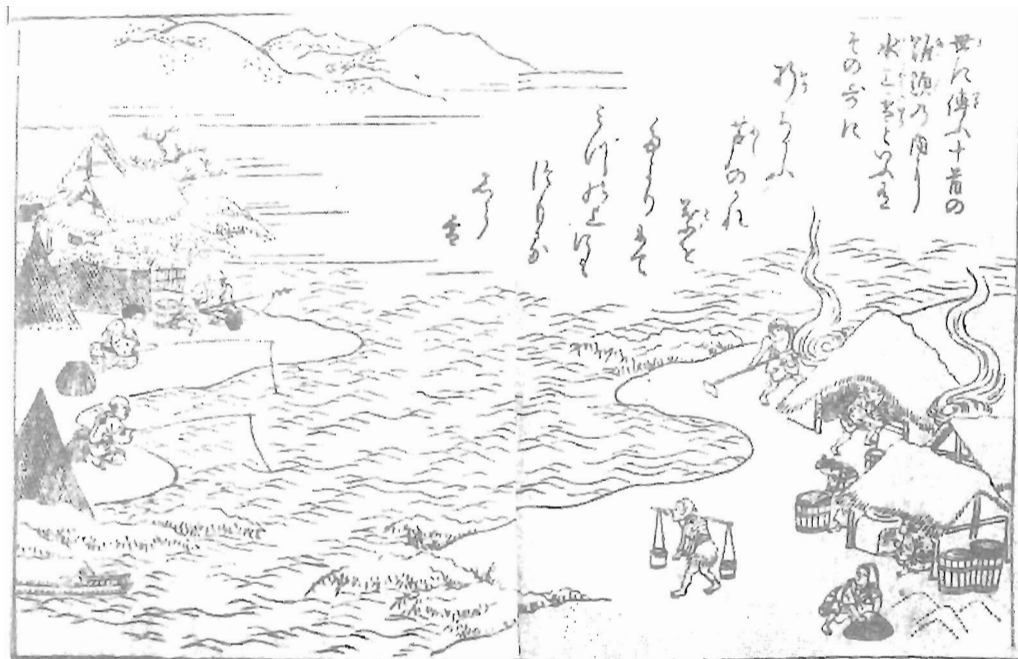
最盛季の塩浜作業の状景が、克明に描かれており、見事なものである。

③ 「塩焼」

「人倫訓蒙圖彙」 蒔絵師 源三郎 元禄3年(1690)

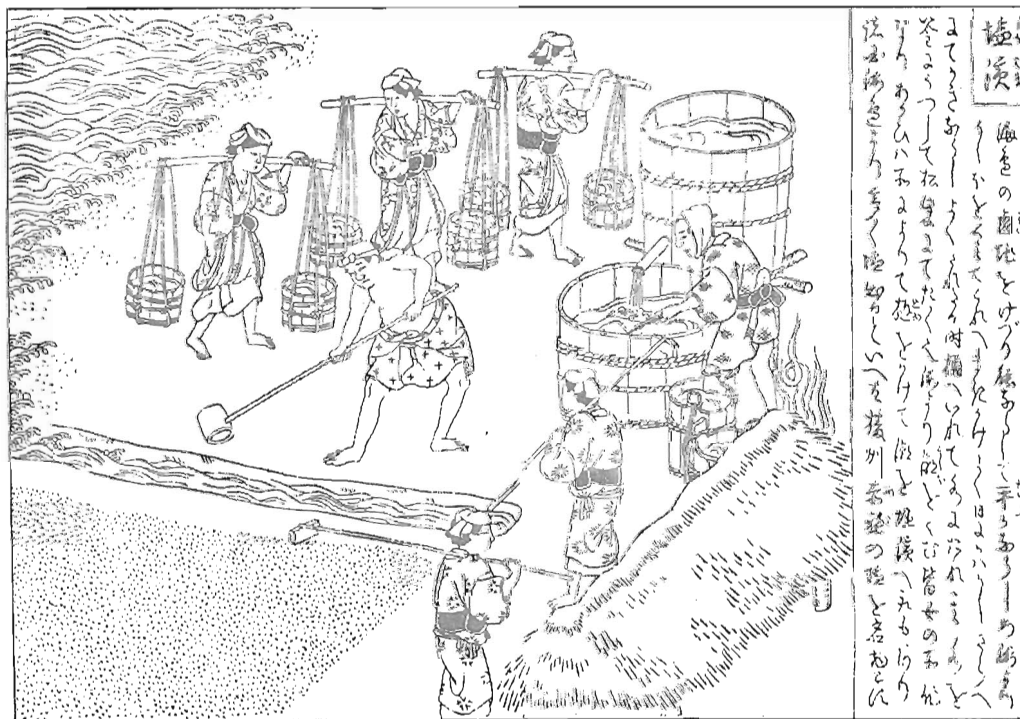


④ 絵本「雪月花」 西川祐信 享保18年(1733)



⑤ 「塩浜」

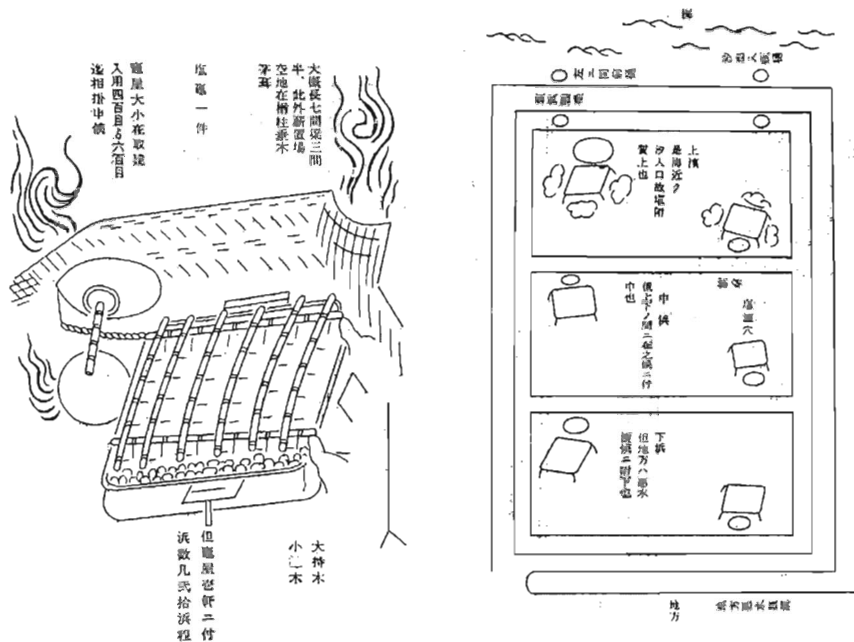
「日本山海名物圖會」 宝暦4年(1754)



◎ 瀬戸内・十州塩浜

⑥ 讃岐・小豆島草加部村

「塩浜稼方書上帳」 延享3年(1746)



⑦ 赤穂・塩浜

「播州名所巡覧図絵」 絵師 中井監江 享和3年(1803)



塩釜は薪焚き、竈屋1軒前の塩浜は7、8反。

⑧ 「赤穂千軒塩屋」 歌川貞秀図 慶応元年(1865)



赤穂塩浜は、文政12年(1829)石炭焚転換を始め、大型塩浜(1町2反~1町5反)に改築された。その「大型竈屋と、塩焼く煙」がこの絵である。

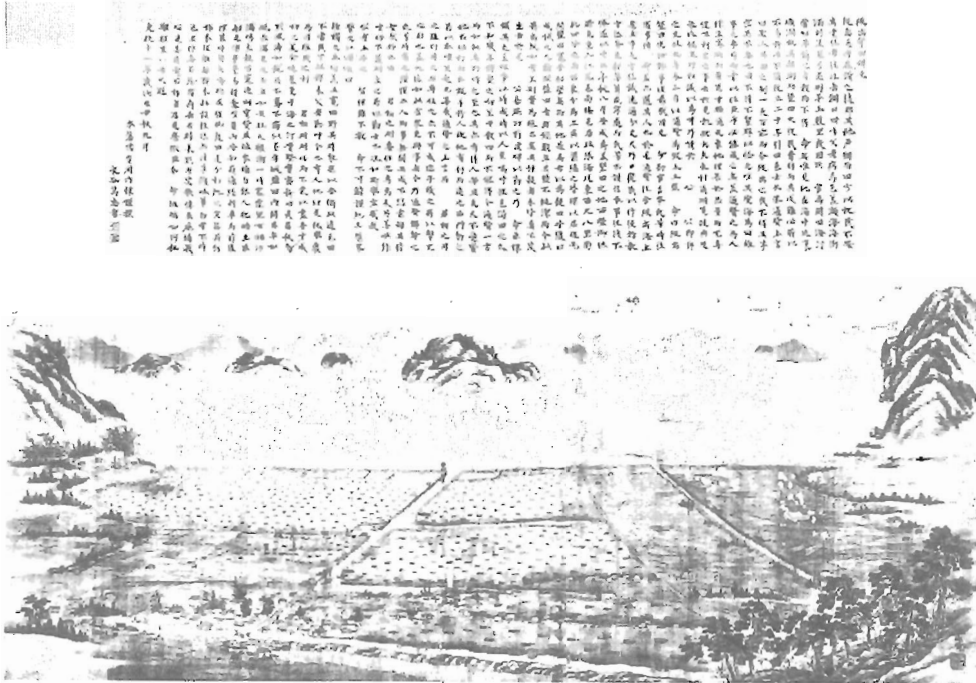
⑨ 「赤穂塩浜の図」 安藤広重(三代) 明治10年(1877)



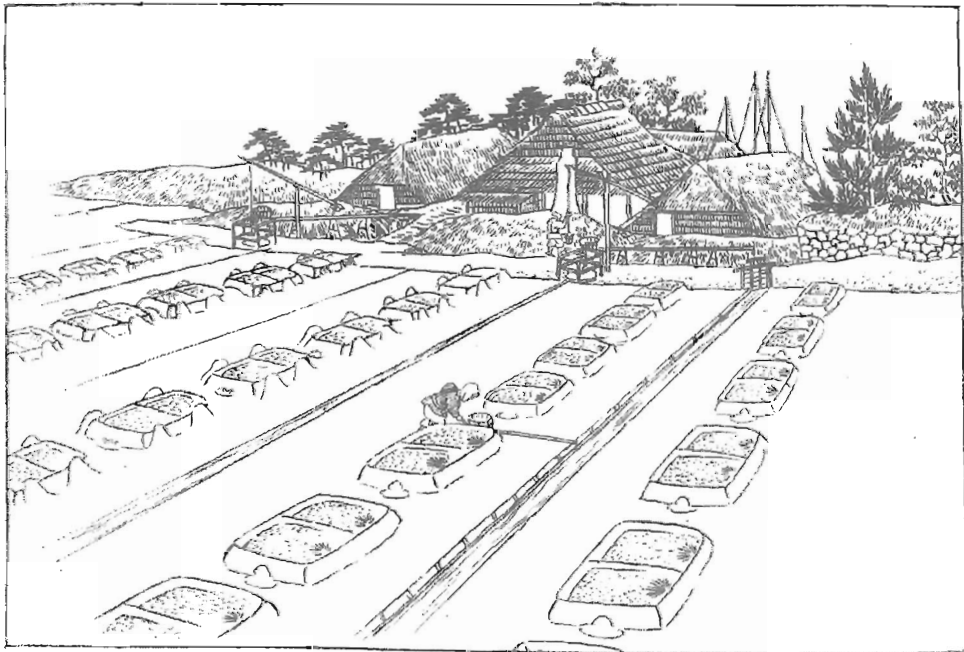
⑩ 讃岐・坂出大浜

文政12年(1829)坂出大浜が開築された。石炭焚で成立した大型塩浜である。

(1) 坂出大浜

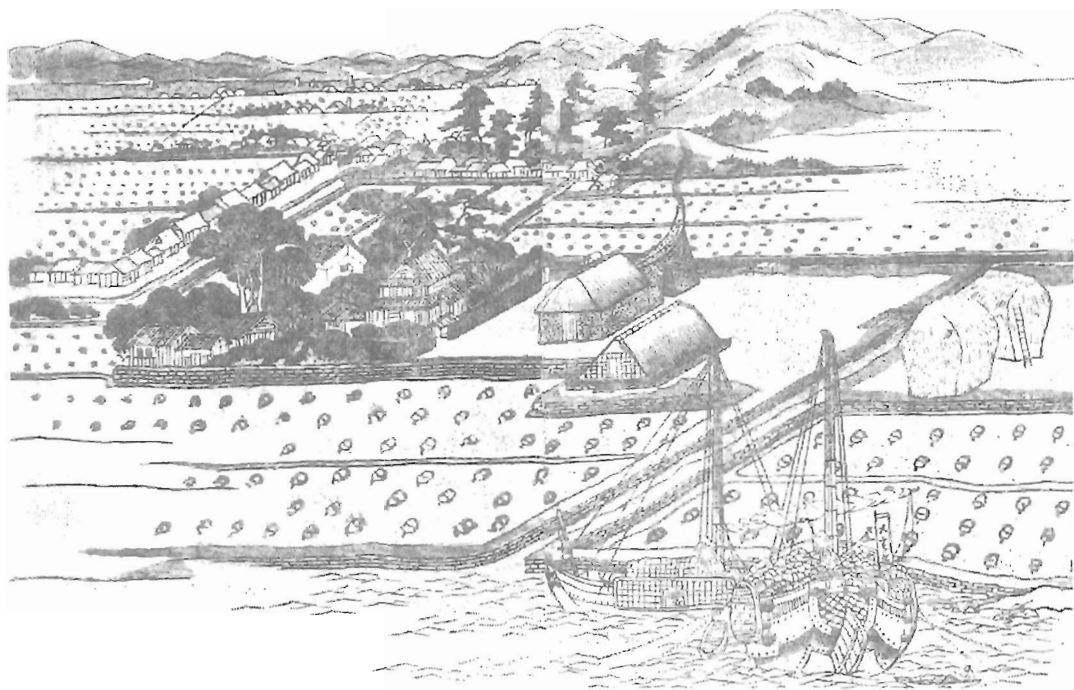


(2) 塩浜と蔵屋



⑪ 撫養高島塩浜之図

「日本製塩図説、食塩」 高鋭一編輯、内務省 明治10年(1879)



財団だより

1. 第42回研究運営審議会

平成21年2月27日(金) KKRホテル東京

平成21年度の研究助成について選考が行われる予定です。

2. 第43回評議員会・第47回理事会

平成21年3月13日(金) KKRホテル東京

平成21年度の事業計画及び収支予算、次期評議員の選任等が審議される予定です。

3. 公益法人制度改革3法及び関連法が施行

平成20年12月1日(月)

明治29年以来続いた民法による公益法人制度が終わり、民間の自発的な公益活動を前提とした新制度が発足しました。法律に定められた5年間の移行期間内に、新しい公益法人としての認定を受けるため、当財団においても現在準備を進めております。

編集後記

2008年は財団にとって設立20周年の記念すべき節目の年でありました。皆様のお陰で予定しておりました行事はすべて無事に終えることができました。一方、12月1日に公益法人制度改革3法及び関連法が施行されましたが、明治以来100年に一度の大改革と言われており、今後、財団は新公益法人への移行の手続きを進めなければなりません。また、米国発の世界的な金融の危機も100年に一度と言われており、それに伴う景気の悪化、為替レートの激変など波乱の多い年でもありました。財団は運営資金をすべて基金の果実で補っておりますので大きな影響を受けざるを得ません。今後は厳しい運営の続くことが予想されます。世紀に一度の出来事を二つも受け止める2009年が良い年でありますように。皆様のご支援とご理解をお願い申し上げます。

(池)

DECEMBER / 2008 / No.79

発行日

平成20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>