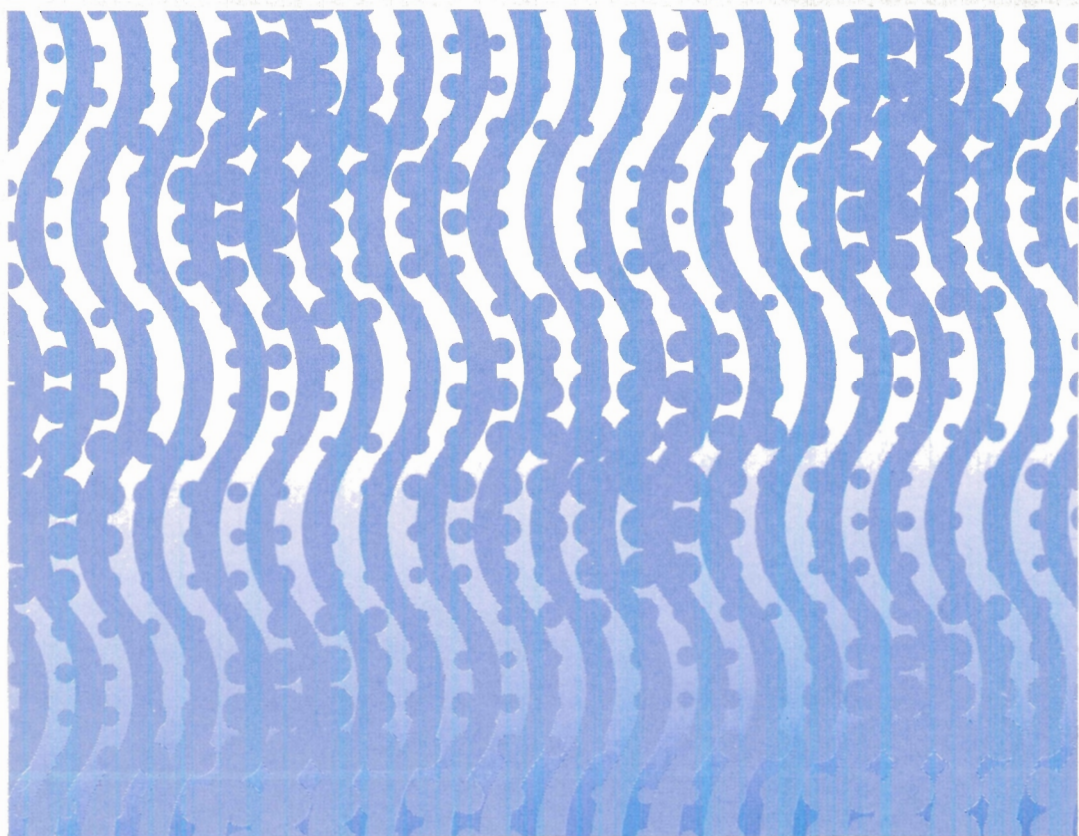


そるえんす



No.41

— 目次

巻頭言	1
イオン交換膜の研究開発にたずさわって	2
インドネシア・バリ島の天日製塩を見る	9
醤油と素麺の里を訪ねて	14
私のソルトアート	23
塩漫筆 ポリネシアのほら話	28
第23回評議員会・第25回理事会を開催	30
第11回助成研究発表会を7月19日に開催	32
財団だより	37
編集後記	

味について



柳田 藤治

東京農業大学教授
(財)ソルト・サイエンス研究財団
研究運営審議会委員

日常われわれが食物を口にすると、無意識に味を感じるわけであるが、これを意識する時に味覚が生じる。この味覚の他に種々の感覚、例えば嗅覚、視覚などが交錯し、その総合された結果が“うまい”とか“まずい”として表現される。

“うまい”とか“まずい”とかの判断を下すのは極めてデリケートなもので、この決定に関与する諸因子は視覚、嗅覚、味覚、聴覚、触覚などのほかに食習慣、嗜好、空腹度、緊張度、健康状態など種々のものがあげられる。同一の食物でも、人々の置かれた状態で味わう時にその食品の味が異なる。

ところで、食品の味とにおいては極めて関係が深い。風味という言葉はいろいろな意味に使われる。

食品の要素には、香、味と食品をそしゃくする時に嗅覚に感知されるにおいがあり、われわれはこれを一括して風味として評価している。においては鼻で嗅ぐだけでも感ずるが、口に含んだときにも感ぜられる。前者をaroma、後者をflavorと呼んで区別している。

食品を調理あるいは加工する場合には硬い、軟

い、ねばり、舌ざわりなど、口の中でうける物理的な刺激（物理的な味）と甘味、酸味、塩味など水にとけた物質が味覚神経を刺激する化学的な味について考える必要がある。

化学的な味としては、従来、甘、酸、苦、鹹の4基本味に分類するのが一般的で、これは電気生理学の面からも妥当とされている。日本では、魚類や肉類またはかつお節やコンブのだし汁に独特の旨味があり、この旨味は上記4原味の中のどれにも入れることの出来ない別種の味であるから、この4原味にこの“旨味”を加えて5原味とすべきであるという考え方もある。しかし、旨味はそれ自体の味よりも、他の味を調和させ、味全体として引き立たせる作用が強く、欧米では旨味物質が示す味を独立の味として取り扱っていない。しかし日本では食品の調理に旨味の概念は必要との考え方から独立の味として取り扱っている。

現在でも“味”については個人の官能的な判断で評価されているが、センサー等による味の“うまい”とか“まずい”とかが客観的に判断される時代が近い将来到来するであろう。

イオン交換膜の 研究開発にたずさわって

佐田 俊勝

はじめに

イオン交換膜の研究開発は1950年前後に始まっており、まもなく半世紀になろうとしている。私が企業（徳山曹達株、現株トクヤマ）に入社してイオン交換膜の研究開発に従事することになったのは昭和38年であり、企業において約30年、平成4年秋に山口大学工学部に移り退官するまでの4年半と併せて、約35年近く何らかの形でイオン交換膜に関わりを持ってきたことになる。

企業においては研究開発部門で電気透析による海水濃縮製塩用の膜、一般用途向けの膜、食塩電解用イオン交換膜、さらに新しい用途、利用方法の検索とその時代の求めるイオン交換膜の研究開発およびそれに関連する仕事に従事した。一時的には開発プロジェクトに属したこともあったが、基礎研究が中心であり、プラント建設、試運転といったことにはあまり経験がない。

大学では学生の卒業研究のテーマの関係から再びイオン交換膜の研究をしたが、企業とは違い新しい現象を見つけること、真理を追求することが

目的であり、企業での研究とは質的に異なるものである。

この度ソルト・サイエンス研究財団の橋本専務理事から同財団の機関誌『そるえんす』への寄稿の依頼を受け、書くに値するようなことはないと一旦お断りしたけれども、基礎研究とはいえ過去の研究開発を振り返ってみることは、それなりに意味があることかと思ってお受けした次第である。

徳山曹達株におけるイオン 交換膜研究開発の背景と 最初の研究テーマ

今から振り返ってみると入社したときには、既に徳山曹達株のイオン交換膜開発の基本的な方向は決まっていたといえる。従って、この方向を決めるための研究開発の苦労は多くの先輩達がしており、当時の特許や論文を見るとイオン交換膜を作るためのあらゆる試みがされていることが分かる。

これらの資料や先輩達から聞いた話をまとめる

と、まずフェノールスルホン酸-フェノール-ホルマリン系に代表される縮合系イオン交換膜の製造工場を建設し、それらの膜を用いた1万トン/年の世界最初の電気透析による工業塩製造工場を昭和31年に徳山工場内に建設している。ソーダ製造の原料塩を自給しようとした試みであった。

話は少しそれるが、海水をイオン交換膜電気透析で濃縮し、ソーダ工業の原料塩とすることが、当時はわが国のイオン交換膜研究の目的であったわけで、この技術はわが国では実現せず、30数年後エネルギーコストの安いクエートにおいて実現している。海水を電気透析濃縮して塩化ナトリウムを作り、一部を食料塩とし、残りをイオン交換膜食塩電解工場では塩素と苛性ソーダにする工場が建設され、稼働している¹⁾。

さて当時製造していた縮合系イオン交換膜では耐久性が乏しかったこと、電気透析及び電気透析槽の技術が不十分であったことなどのため、この工場の操業は中止となり、膜の開発は研究所にもどされ、あらゆるイオン交換膜の製造方法が検索されている。結局、スチレン-ジビニルベンゼンを主成分とするいわゆる、ペースト法²⁾と称されている現在のNEOSEPTA膜製造の基本的な方法が、入社する少し前に確立されたところであった。

このペースト法というのは、架橋剤を含むビニルモノマー類と重合開始剤の混合物に熱可塑性高分子の微粉末を混合して糊状にしたものを作り、織布に連続的に塗布し、その後加熱共重合させて高分子膜状物とし、これにそれぞれのイオン交換基を導入するというイオン交換膜の製造方法である。当然共重合体と添加している熱可塑性高分子は、相溶性が悪いため、両者は相分離しており、従ってイオン交換基も膜内に均一に存在しないことになる³⁾。後にパーフルオロカーボンスルホン酸膜で、スルホン酸基と四弗化エチレンの極性の違いからスルホン酸基はクラスターネットワークを形成して存在しているということが発表されて注目されたが⁴⁾、イオン交換膜の中にはイオン交換基は均一には存在していないということの最初の発見はこの頃されたのかも知れない。

電気透析による海水濃縮の一つの問題にイオン交換膜および濃縮室への石膏スケールの析出がある。縮合系陰イオン交換膜研究の経験から開発された、上に述べた重合系陰イオン交換膜の表面に芳香族アミンの縮合系ポリマーの薄層を形成した硫酸イオン難透過性陰イオン交換膜は、入社当時にパイロット電気透析槽で順調に運転されていた。従って、製塩用イオン交換膜開発の真の苦労は多くの先輩達が経験していたわけである。

当時のパイロット電槽は2mm近い厚みの縦棧のスペーサーの間に陽イオン交換膜と陰イオン交換膜を袋状に張り合わせ、中の濃縮液を抜き出す細いビニールチューブをつけた、いわゆるユニットセルを多数挟んだ水槽型電気透析槽であった。この試験電槽は昭和40年にはデモンストレーション用に実装置規模の電気透析槽となり、その後錦海塩業、讃岐塩業で稼働した水槽型電気透析槽WII-64、WIV-76の原型となるものである。

試験電槽では石膏スケールの発生はなかったが、時折CaCO₃、Mg(OH)₂のスケールが発生していた。そこで膜液界面に成長する境膜現象を解明することが、私に与えられた最初の研究テーマである。イオン交換膜系の電流-電圧曲線と膜液界面における濃度分極の結果おこる水分解で生じる溶液pH変化を関係づけること、さらに他の測定方法を用いて境膜現象を明らかにすることである。ここで理学部出身の私が化学工学を勉強する必要に迫られ、試験電槽のスペーサーの改良に結びつくことになる。私の属する研究グループは企業の研究所でありながら、アカデミックな雰囲気強いところで、この研究の成果は学会発表が許され、論文となっている。

境膜現象の解析とは直接関係ないが、ペースト法により商業化できるイオン交換膜、NEOSEPTA CL-25T、CH-4T、AVS-4Tなどが安定して製造できるようになり、基礎研究の一つとして電気透析による海水濃縮特性を調べておくことが必要となり、小型電気透析槽を連続運転してデータを取り解析した。これもその後学会発表が許され、論文となっている。

一価陽イオン選択透過性膜の研究

膜研究グループにその後何人も新入社員を迎えるようになるが、彼らが配属後数カ月たって決まって言ったことは、特定のイオンだけ選択的に透過するイオン交換膜は出来ないものかということである。先輩もそのために多くの研究をしているし、当然私も考えその関係から生体膜の文献や本を読むことになる。生体膜のSingerとNicolsonの流動モザイク膜モデルが発表されたのは1972年であるが、lipid bilayerが生体で主要な構成要素であることは当時から明らかであり、lipidを両性の界面活性剤と見れば、短絡的にイオン交換膜の表面に界面活性剤の層を形成すればイオンの透過性が変化するのではないかと想像していた。

一方イオン交換膜界面の境膜現象の研究をしているとき、イオン交換膜を輸率が1に近い一種の電極と見做すと、溶液中と膜中におけるそれぞれのイオンの移動度の違いから、混合イオン溶液で電流-電圧曲線を測定すると、ポーラログラフィーで階段状の半波電位が見られるように、階段状の電流-電圧曲線が観測されるのではないかと想像した。階段状の電流-電圧曲線が測定できたとしても、イオン交換膜、電気透析技術に何ら寄与するところはない。

最初は硫酸イオン難透過性陰イオン交換膜を用い、NaClとNa₂SO₄の混合溶液で、Cl⁻とSO₄²⁻の割合を変えて測定したが、期待するような電流-電圧曲線は観測されない。そこで大きな陰イオンとしてドデシル硫酸ソーダを用い、NaClと混合して電流-電圧曲線を測定すると、従来とは全く違う曲線が観測され、生体膜のlipid bilayerの考えとも関連して、陰イオン性界面活性剤の存在下に電気透析すると陰イオン交換膜における陰イオン間選択透過性が変わるのではないかと勝手に考えた。

硫酸イオン難透過性陰イオン交換膜は試験電槽で既に順調に稼働しており、陽イオン交換膜の陽イオン間選択透過性を変えた方が面白い。CaCl₂

とNaClの混合溶液にドデシルピリジニウムクロライドを添加して二室セルで実験を始めたのが、昭和40年6月頃である。当時報告されていた陽イオン交換膜の陽イオン間選択透過性を変える方法は、通常の陽イオン交換膜の表面にフェノール含量の多いフェノール-フェノールスルホン酸-ホルマリンの低重合物を薄層状に塗布した後、加熱して縮合を完結させる方法とか、ホスホン酸基を陽イオン交換基とする膜、イミノ二酢酸のようなキレート性の官能基を陽イオン交換基とする膜などで、工業的に使用できる状態ではなかった。

陽イオン性界面活性剤をCaCl₂とNaClの混合溶液に添加して電気透析すると陽イオン交換膜の電気抵抗は上昇し、電流効率は若干低下するもののCa²⁺の膜透過量が減少し、Na⁺が選択的に膜透過する。そこで界面活性剤の正の電荷のためか、長鎖アルキル鎖の作用によるものか明らかにするため、ポリエチレンオキサイドを親水基とする非イオン性界面活性剤を用いて、同様の実験をしたが、Na⁺に対するCa²⁺の透過性の減少はなく、むしろ若干増加した。当時研究所内にエチレンイミンの研究をしているグループがあり、そのポリエチレンイミンをCaCl₂とNaClの混合塩溶液に添加して電気透析したところ、Na⁺に対してCa²⁺の透過性が著しく減少した。同様に他の陽イオン性高分子電解質を混合塩溶液中に添加して電気透析するとNa⁺に対するCa²⁺の透過性が減少することから、陽イオン交換膜の表面に正の電荷の薄層が形成され、それがCa²⁺の透過性を減少させ、Na⁺を選択的に膜透過させていることがわかることになる。電流効率の低下はなく、膜の電気抵抗の上昇も無視しうるほどであり、一般に一価陽イオンに比べて多価陽イオンは透過し難く、また水とイオン半径の大きい陽イオンに比べて小さい陽イオンの透過性は減少する。

陽イオン交換膜の表面に陽イオン性高分子電解質が単にイオン交換・吸着して薄層が形成されているだけであり、連続的な海水濃縮に耐えるのかと小型の電気透析槽で実験したところ、一カ月以

上にわたって純塩率 $[(\text{Na}^+ + \text{K}^+) / (\text{濃縮液中の全陽イオンの当量数})]$ は90%以上を維持し、電流効率の低下もなくスケールの発生もなかった。通常の陽イオン交換膜の純塩率は約70%であり著しい省エネルギーとなる。一価陽イオン選択透過性を陽イオン交換膜に賦与する方法は極めて簡単であり、ある程度の耐久性があることから実用化に向かい、昭和42年6月に錦海塩業に新設された電気透析槽から実施し、味野塩業でも実施し喜ばれた。

ポリエチレンイミンを始めとする陽イオン性高分子電解質は陰イオン性高分子電解質と水不溶の塩を形成することが知られており、陽イオン交換膜表面にイオン交換・吸着したポリエチレンイミンは実験用電槽では安定して一価陽イオン選択透過性を膜に賦与してくれる。しかし工業設備においてはその性能の経時的な低下は避けられない。特に夏の海水温度が高い時は、高分子の熱運動が激しくなるために離脱するのが性能の低下が早い。また性能が低下すれば再び高分子電解質のイオン交換・吸着処理を実施するけれども、その頻度も増えてくる。

共有結合によって陽イオン性高分子電解質を膜面に結合することが望ましいし、必要である。しかし陽イオン交換膜はスルホン化工程があるため、結合するための反応活性な官能基を膜に予め導入しておくことが難しい。酸アミド結合を利用したり、ニトロ基を導入してスルホン化後、ニトロ基をアミノ基に還元してアンカーとしたり、ビニルベンゾフェノン基を導入して、光照射によりビニルモノマーを膜表面にグラフト重合することなど数多く試みた。結局あとを引き継いでくれた若い研究者が全く違った発想によってこれを完成し、高い耐久性を有する一価陽イオン選択透過性を示す膜を完成させた⁵⁾。

◀ 耐有機汚染性イオン交換膜!

塩水溶液中に膜のイオン交換基のもつ電荷とは

反対荷電の界面活性剤が含まれていると、異常な電流・電圧曲線が観察されたけれども、実際の電気透析において、分子量の大きいイオン性有機物が溶液中に含まれていると、電槽電圧の経時的な上昇がある。昭和40年代半ばメッキ工場からの有害イオンの排出規制が厳しくなり、環境保全と資源の有効利用の観点から、メッキ体洗浄水を電気透析して重金属イオンを回収し、洗浄水を再利用するというクロズドプロセスが研究され、一部工業的に実施された。光沢ニッケルメッキ浴には光沢剤としてナフタリントリスルホン酸ソーダ、サッカリンソーダなどが添加されており、当然洗浄水中にも存在する。

これらが陰イオン交換膜にイオン交換・吸着し陰イオン交換膜の電気抵抗を上昇させ、電槽電圧の上昇を招き運転を不可能にする。これを防ぐ方法として出来るだけ膜を多孔性として巨大有機イオンが容易に膜透過できるようにする方法と陰イオン交換膜の表面に負の電荷の薄層を形成して、膜表面で排除する方法の二つを試みた。前者は膜の電気抵抗の上昇はゆるやかになるが、同時に電流効率も低下する。後の方法は陰イオン性高分子電解質を陰イオン交換膜に吸着させることに始まって、グループ内で膜表面のスルホン化処理、ピニルピリジン系の膜でピリジン環のN-oxide化、酸化剤による表面処理等々⁶⁾を試み、数件の特許も出願した。しかしイオン交換膜の用途の多様化とともに電気透析に供される溶液も多様となり、膜に有害な巨大有機イオンの種類も増え、これらに対して完璧な耐有機汚染性を示す膜は見出されていない。

大学に移ってから、陰イオン交換膜と導電性高分子の一つであるポリピロールを複合化することによって、膜の耐有機汚染性が発現することが分かったが、これは膜表面に形成された剛直で緻密なポリピロールの薄層による篩効果によるものと考えられる。大学での研究であるため実用性のテストはしていない。耐有機汚染性を有するイオン交換膜の開発は今後の一つの課題ともいえる。

食塩電解用イオン交換膜の開発

昭和48年水銀法食塩電解工場の水銀による環境汚染が新聞等で報道されてから、周南地区では地元の漁協の人々が会社に押しかけ、門の前に魚箱を積み上げるという騒ぎにまでなった。政府は水銀法電解を非水銀法に変える第一次転換を決め、昭和51年には隔膜法61.3%、水銀法38.7%となり、水銀法が圧倒的に多かったわが国の食塩電解の製法は逆転した。さらに昭和59年末を期して残りの水銀法をすべて非水銀法に変えるという第二次転換が決定された（転換が完全に終了したのは昭和61年6月）。徳山曹達(株)はイオン交換膜メーカーの1社であり、同時に大きな食塩電解工場を持っており、必然的にイオン交換膜食塩電解技術の開発に入ることになる。この技術の中心はイオン交換膜である。自社の炭化水素系陽イオン交換膜を用いて、実験室での食塩電解実験は昭和47年から始めている。

長年イオン交換膜の研究をしていると、陽イオン交換膜はスルホン化反応をするという固定観念のようなものがあり、耐酸化性は陽極と膜の間に保護隔膜を置いて耐えるとしても、苛性ソーダ取得の電流効率は低い。カルボン酸基を有する膜が高い苛性ソーダ取得の電流効率を示すことを見出すまでに相当の時間を費やしている。後に膜開発が一段落して他社の同じような膜開発の責任者と食事をする機会があり、各社の特許出願から判断して、当時わが国で食塩電解用イオン交換膜を開発していた旭化成(株)、旭硝子(株)、徳山曹達(株)は、別々に殆ど同時にカルボン酸基を有する膜が高い電流効率を示すことを見出したということで意見が一致した。昭和48年末から昭和49年の始めである。

カルボン酸基を有する膜と保護隔膜を用いた三室電解で20%苛性ソーダを94~95%の電流効率で取得できたけれども、三カ月後には膜の機械的強度はなくなり、炭化水素系イオン交換膜の限界を知らされることになる。食塩電解にはパーフルオ

ロカーボン系イオン交換膜に限られるということから、当時入手できるdu Pont社のパーフルオロスルホン酸膜(Nafion)の改質に取り組むことになる。スルホン酸基を有するNafion膜の改質については各社取り組んでいたようで、ほとんど同じような内容の特許が次々と出願されている。

一例を挙げると、炭化水素系ビニルモノマーであるジビニルベンゼン、アクリル酸、ビニルピリジン等を重合開始剤とともに膜に含浸、重合させるというもので、共有結合性の架橋構造のないNafion膜に架橋構造を導入し、またカルボン酸基を導入するというのが発想の原点と思われる。しかし高分子の相溶性から考えて期待通りになるとは考え難く、事実一時的に苛性ソーダ取得の電流効率が上がっても、すぐに膜本来の値にもどってしまう。約18カ月間数名の研究員がパーフルオロカーボンスルホン酸膜の苛性ソーダ取得の電流効率を上げるためにあらゆることを試み、万策尽きた状態になった。高分子膜上での有機反応でもするかとパーフルオロカーボンスルホン酸膜(Nafion)のスルホン酸基を $-SO_2Cl$ に変換し、アルコールとのエステル形成をしようとした。

もちろん、エステルを形成しても食塩電解に用いれば直ちに加水分解することは間違いない。 $-SO_2Cl$ 型に変換したNafion膜をn-ブチルアルコール中に入れて加熱すると、反応後膜を苛性ソーダに浸漬して未反応の $-SO_2Cl$ 基を加水分解してスルホン酸基にもどしても膜の電気抵抗は異常に高く、また通常の方法でイオン交換容量を測定してもイオン交換容量が著しく減少するという不可解な現象がおこった。分光分析に詳しい研究者がこの膜を赤外吸収スペクトルで表面分析すると $-SO_2Cl$ 基に帰属される 1430cm^{-1} の強い吸収ピークはほとんど消え、 1790cm^{-1} に新しい強い吸収が現れていた。この膜を苛性ソーダの水-メタノール混合溶液に浸漬した後、同様の測定をすると 1790cm^{-1} の吸収は消え、 1680cm^{-1} に新しい吸収が出ていた。膜の電気抵抗を塩酸溶液で測定すると著しく高いが、苛性ソーダ溶液中で測定すると低い。つまり $-SO_2Cl$ 基が酸化されて $-COOH$ 基が生成していたわけであ

る。

ちなみに、n-ブチルアルコール中への酸素溶解度は高く、また窒素雰囲気では $\text{-SO}_2\text{Cl}$ 基の -COOH 基への変換は全く生じない。この処理をした膜を食塩電解に使用すると、苛性ソーダ取得の電流効率は、28%NaOHを取得したとき、スルホン酸基のみの膜に比較して約45%上昇し、その耐久性もある。

実験室で良い結果が得られると、当時の状況では出来るだけ短時間で工業電解槽に組み込める大きさの膜を作らなければならない。実験室では、膜のスルホン酸基を $\text{-SO}_2\text{Cl}$ に変換するのに POCl_3 - PCl_5 の液相で行っていたが、反応時間が長く、膜全体に $\text{-SO}_2\text{Cl}$ 基が導入される。オートクレーブにスルホン酸基の膜を入れて、 PCl_5 の結晶を入れて150℃近くまで加熱すると、短時間でしかも膜表面の数10 μm だけに $\text{-SO}_2\text{Cl}$ 基が導入されることが分かった。

さらに食塩電解に用いるとき、膜の陰極側だけにカルボン酸基があれば良いところから、 PCl_5 蒸気によってスルホン酸基が存在する膜の片面に $\text{-SO}_2\text{Cl}$ 基を導入することになり、工業規模電解槽用のNafion膜の改質装置が建設された。 $\text{-SO}_3\text{Na}$ 型の膜を絶乾状態にして150℃前後の熱板の上で、膜の片面に PCl_5 の気化器で気化してタンクに貯めた PCl_5 蒸気を送り短時間で $\text{-SO}_3\text{Na}$ 基を $\text{-SO}_2\text{Cl}$ 基に変換し、あとは排ガスを除外塔を通してパージするだけである。膜の片面だけ10~20 μm の厚みに $\text{-SO}_2\text{Cl}$ 基が導入され、見かけ上、取り扱い上スルホン酸基の膜と変わらない。この膜をn-ブチルアルコール中にカーテンのように吊るして浸漬膨潤させた後、加熱しながら空気を吹き込むと $\text{-SO}_2\text{Cl}$ 基は -COOH 基に変わる。未反応の $\text{-SO}_2\text{Cl}$ 基を苛性ソーダの水-メタノール溶液に浸漬してスルホン酸ソーダにして改質膜が出来上がる。

自社の食塩電解試験プラント用に改質膜を製造するだけでなく、他社にも改質膜を供給する必要が生じて大量にスルホン酸型のNafion膜を改質することになる。当時の供給されるスルホン酸基の原膜は、理由ははっきりしないが、若干の目視で

は分からないピンホールがあり、減圧にした後 PCl_5 蒸気を導入すると、裏面に PCl_5 の蒸気がまわり、 $\text{-SO}_2\text{Cl}$ 基の酸化反応により、膜の裏面にも -COOH 基が生成するという問題も生じた。

一時的ではあったにせよ、この改質膜は食塩電解用イオン交換膜の一つとして脚光を浴びたが、企業の方針として自社でパーフルオロカーボン系イオン交換膜の開発をしなかったため、du Pont社を始め各社の相次ぐ膜の改良によって、Nafion改質膜は価格的にも、性能の点からも消滅せざるを得なかった。

食塩電解用イオン交換膜研究の終わりの頃、若干自社製のパーフルオロカーボン系イオン交換膜を新しいルートから挑戦したが、時期的にも、技術的にも困難であった。

今日、イオン交換膜食塩電解法は約4,000万トン/年に及ぶ世界の苛性ソーダの生産を隔膜法、水銀法とともに三分するまでに普及している⁷⁾。現在使用されている膜は約40万 m^2 ともいわれ⁸⁾、最も省エネルギーで無公害な食塩電解プロセスとして今後もますます普及していくと思われる。またさらに省エネルギーをはかるためガス拡散電極を利用した電解法が検討されており、さらに40%の電力消費量の低減が期待されている⁹⁾。またイオン交換膜も50%苛性ソーダを直接電解槽から取得できるものまで開発されている。

一時期にせよ、この仕事に従事した研究者の一人としてますますの普及と発展を期待したい。またこのような大規模なプロジェクトは化学の分野には二度とないだろうという人もいる。同じ苦勞をした人と企業を越えて話す機会があるけれども楽しい思い出の一つである。

大学における研究

食塩電解用イオン交換膜の開発には各企業とも多くの研究者が従事したが、開発が峠を越えるとほとんどが新しい研究分野に移られた。私もその後いろいろの研究テーマに挑戦したが、商品化ま

で達したのは、ICの製造工程に使う高純度水酸化テトラメチルアンモニウムくらいである。

その後山口大学工学部に移り、イオン交換膜の研究から離れて新しい研究テーマと考えたが、毎年4月6～7名の卒業研究の学生が教授に配属される。一年後には卒業研究成果の発表をしないとイケないし、happy endになる研究テーマを与えないと、社会に出て研究が嫌いになる可能性もある。再びイオン交換膜の研究をすることになった。

イオン交換膜本来の目的である異符号イオン間の分離は食塩電解用イオン交換膜で明らかのように完璧に近く達成されており、そこでもし同符号イオンを電気透析によって膜で分離できればいいというのが残された研究テーマの一つである。

企業では陽イオン交換膜の選択透過性を変えることを主に研究したけれども、陰イオンについては、 SO_4^{2-} と Cl^- の選択透過性を変えることくらいしかやっていない。地下水中の NO_3^- 濃度の増加が問題になっていることもあり、陰イオン交換膜の選択透過性を制御することを一つの研究テーマとして取り上げた。

大学の研究は真理を極めることが目的であり、極端な条件で膜を作り検討する。陽イオンに比較して水和エネルギーの小さい陰イオンの膜透過は、膜の高分子鎖による篩効果が強いと考えていたけれども、当然と言えば当然だが、一部篩効果はあるにしても、陰イオンの水和エネルギーと膜の陰イオン交換基周辺の親水性、疎水性の程度によって、陰イオン間の選択透過性は決まることを明らかにしたのは一つの成果だと思っている¹⁰⁾。従って NO_3^- のような水和エネルギーの小さい陰イオンは陰イオン交換基の周囲に疎水性の基、例えば長鎖アルキル基を存在させれば透過性が増大する。また SO_4^{2-} のような水和エネルギーの大きい陰イオンは陰イオン交換基の周囲を親水性にすれば透過性が増大する。これは現在の陰イオン交換膜の透過性を変えるための手段の一つであり、全く別の手段も存在するとは思う。

おわりに

イオン交換膜そのものを研究の対象として、基礎研究に従事したため、プラント建設、試運転といったときにおこる派手な話題はない。基礎研究のなかで既に時効になった事柄を若干挿入させていただき、イオン交換膜の研究のしめくりとしたい。

2002年には塩専売法は完全に撤廃され、イオン交換膜海水濃縮製塩技術は、国際競争のなかで生きていかなければならない。イオン交換膜食塩電解はますます普及し省エネルギーに寄与することは間違いないし、地下水の脱硝もイオン交換膜電気透析法は一つの有効な方法である。地球温暖化に対する CO_2 対策から水素-酸素燃料電池の電解質として、イオン交換膜が寄与することも間違いない。さらに新しいイオン交換膜及びその用途展開があることを期待したい。

(元徳山曹達(株)技術研究所主幹研究員・元山口大学工学部教授)

参考文献・資料

1. 富田篤志、日本海学会誌、44、116(1990).
2. Y. Mizutani, R. Yamane, H. Ihara and H. Motomura, Bull. Chem. Soc. Japan, 36, 361(1963).; Y. Mizutani, R. Yamane, H. Ihara and H. Motomura, Bull. Chem. Soc. Japan, 38, 689(1965).
3. Y. Mizutani, Bull. Chem. Soc. Japan, 42, 2459(1969); Y. Mizutani and M. Nishimura, J. Appl. Polymer Sci., 14, 1847(1970).
4. T. D. Gierke and W. Y. Hsu., Perfluorinated Ionomer Membranes. edited by A. Eisenberg and H. L. Yeager, ACS Symposium Series 180, p.283,(1982).
5. 花田文夫、大村信彦、鍵山安弘、水谷幸雄、日本海学会誌、44、116(1990).
6. 楠本紘士、日本海学会誌、33、143(1979).
7. 日本経済新聞、平成11年1月22日.
8. 化学新聞、平成11年2月号、p.26.
9. 日本工業新聞、昭和10年12月28日.
10. 佐田俊勝、ソーダと塩素、49、269、311(1998).

インドネシア・バリ島の 天日製塩を見る

都丸 敬一

はじめに

「1999年2月27日（土）午前6時、小鳥の囀りとともに起床。ここバリ島デンパサール、サヌールでは、毎朝きまって薄明の午前6時きっかりに、小鳥の明るい囀りの会話が始まる。まるで、さあ6時ですよ起きなさい、と言っているようだ。今日はバリ島東部海岸に沿う地域の農作物実態調査の日である。幸い、空は晴れている。」この日の筆者のバリ島滞在日誌の書き出しである。ついでにクサンバにあるという天日製塩の塩田の案内も頼んであった。

この年、筆者はバリ島デンパサールにある国立ウダヤナ大学の植物保護学科の招きによって、客員として2カ月間の滞在を予定していた。これは筆者の、過去10年近くにわたる、日本学術振興会による東南アジアとの農学学術交流プロジェクトへの参加から派生したものである。1年間滞在という要望を短縮していただいた。この学科は総勢30名に及ぶ教職員のうち、7名もの日本留学による博士号等の取得者がおり、いずれも、30～40代

の働き盛りで、能力も優れ、その内の2人は学科長と日本研究センター長などにも就任していた。これらの人達は日本語も達者で、意志疎通にはほとんど困難はなかった。なによりも、日本の大学の多くの研究室と同様に研究意欲が高く、その点で欧米留学経験者とは格段の差があった。

帰国の日も近づいたこの日、筆者にとって未踏破の、東部地域を調査することになっていたのである。案内は学科長のデワ・スプラプタ博士（鹿児島大・大学院出身）とその秘書役のワヤン・ガラ博士（岡山大・大学院出身）であった。2人とも植物病理学専攻である。また、東部の天日製塩は、ワヤン博士の郷里にあり、彼の祖母が以前にいくつかの塩田の所有者であったということはこの日はじめて知った。

筆者はといえば、旧日本専売公社に30余年在職したが、一貫してタバコ関連の試験研究に携わり、当時の公社の塩事業については、お経も読めない「門前の小僧」に過ぎなかった。天日製塩については、昭和56年頃、能登半島に残された小規模の塩田を見学し、また小田原在の製塩試験場を訪ねたことがあるだけである。

インドネシアの製塩事情

インドネシアは塩の輸入国であり、主にオーストラリアから輸入しているという。国内の製塩はジャワ島東部のスラバヤの北東に位置するマドウラ島が天日塩の主要な生産地である。バリ島は南緯7度に位置し、面積は千葉県より10%大きく、人口は千葉県の60%に当たる300万人である。このインド洋とバリ海に囲まれた熱帯の小島バリで天日製塩が行われていることには、何の不思議もない。以前には島外に移出し、また国外に輸出もしていたとのことである。

バリ島では、乾期(4~10月)はいうまでもなく、雨期(11~3月)でも、目もくらむ強烈な日照があり、気温も海岸沿いでは通年で20~30℃、日中の日向では優に30℃を超える。テレビの天気予報は毎日ほとんど変化がない。これらは太陽熱の利用には好条件であろう。製塩に不利なことは雨である。筆者の滞在したこの1~2月には、例外的に日本の梅雨を思わせるような終日、雨の日もあったが、多くは午前中、ときには午後夕刻ま

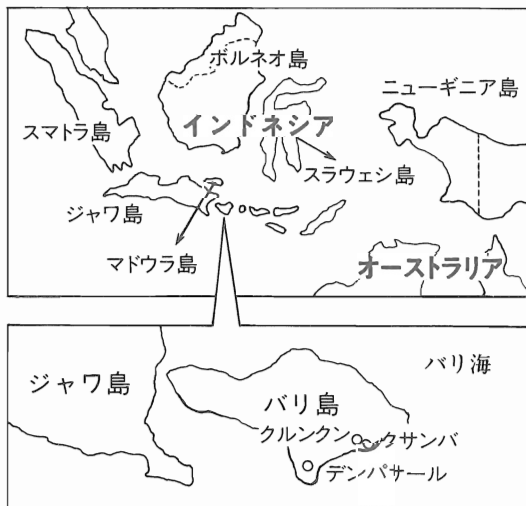
で強烈な日照と暑さが続き、午後または夕刻から夜半にかけて豪快な驟雨が短時間到来するのが通例であった。

豪雨のくる前兆は遠く空の彼方に現われた黒雲が、忽ち頭上に迫ると、俄に日が陰り、すさまじい雨が行く手を塞ぐというものである。日本の夕立に似て、ときには雷鳴を伴うこともあるが、違うのはその時間経過の速さである。道路や小径に水が溢れ、歩行を困難にするが、雨があがると、強烈な太陽に、水は忽ち蒸発し、道路もすぐ乾くのが通例である。「黒くもの耐えきれずして、驟雨くる」と筆者の滞日誌の欄外に記してあるが、周辺を取り巻く海や、陸地から強い日照で水分が蒸発して黒雲となり、雨滴を支えきれずに、雨としてぶちまけられるとの意である。驟雨がきても20~30分もすれば、再び晴れ、気温が下がってやや快適になるのが普通である。

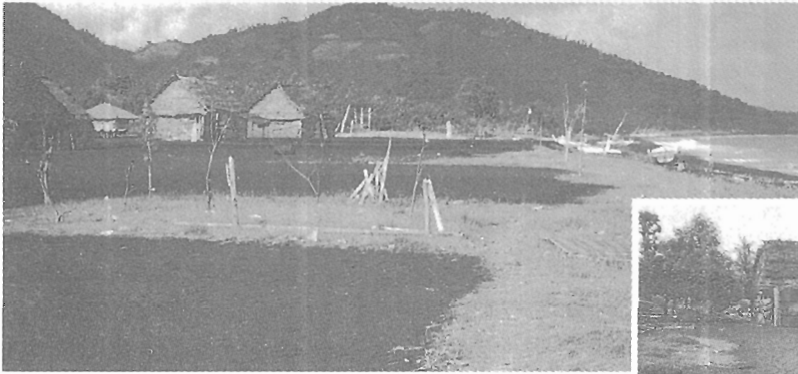
このような南方特有の雨をスコールと呼ぶことを、その昔習ったことがあるが、英語の力もしたたかな、わがバリの学友達は、スコールといっても怪訝な顔をするだけであった。いま、手もとの辞書によると、squallとは、“はやて”であって、雨を伴う風であるという。岩波国語辞典には、南方特有の風を伴うにわか雨とあるが、風と雨では主体が異なる。第2の意義として“はやて”をあげている国語辞典もある。英語の本来の意味と異なる曖昧な日本語になったのであろう。バリ島の驟雨は風が主役ではないので、英語でいうスコールではないことが解った。

ちなみにバリ島の雨期の5カ月間の総降雨量は1,498mm、乾期のそれは829mmのデータがある。雨の最も少ないのは、8、9月のそれぞれ84および58mmであり、雨の特に多いのは、1月の532mmである。年間総降雨量2,329mm、日本の高松のその約2倍である。

デンパサールの宿でワヤン博士のトヨタ・カローラに迎えられ、東北部のアンラプラに向けて出発した。



インドネシア バリ島位置図



クサンバの塩田と海



黒砂の塩田と作業小屋。後姿は案内のワヤン・ガラ博士

クサンバの塩田

往路は東部最大の都市クルンクンを通過する。この都市は、300年の歴史を持ち、その昔、近隣最強の王家が存在し、19世紀後半、オランダによるバリ島侵攻に最後まで抵抗した地域として知られている。その名の響きのように明るく、クリーンな街の印象である。ワヤン博士の出身高校もこの街にあり、当時クサンバから10kmの道を自転車で通学したという。現在はベモ（ミニバス）による定期路線がある。往路はさらに25km北方の近年リゾートとして開発されつつあるチャンディダサ、またさらに北西4kmの山地にある原バリ人の特殊部落の存在で知られるトウガナン、目的地のアンラプラに近い、王宮（水の離宮）なども、道すがら見学したが、今回はこれらには触れない。

帰路、バリ海、ロンボク海峡の海岸沿いを走り、樹林の木の間がぐれに青い海を背景に、塩田小屋の散在が望まれるクサンバ地域に入った。道路を左に入り、しばらく進むと、車では無理な海岸への小径になる。日本の幼稚園を思わせる風情のワ

ヤン博士の出身小学校の側を歩いて通り浜辺にでる。空き地に土産物や日用品を並べた小屋店が2、3軒あり、普段着姿の男女の村人が集まっている。その側には、大きな袋に詰めた椰子の実が野積みされている。ワヤン氏が2、3の村人に尋ねた上、浜辺を200mほど歩いて、黒い砂の塩田に着いた。

その途中、廃屋となった小屋の外側に、椰子の太い幹をくりぬいた船型の容器が放置されている。これが製塩に用いられる濃縮海水の容器である。別の小屋の近くに黒い粗い砂を盛った、一辺が10mほどの塩田が3枚散在しているのが見られた。黒い砂は地面の傾斜に応じて、20cmほど地面より高いか、または地面と同じ平面にあり、とくに囲いがあるわけではない。ここに海水を散布して、天日に晒し、表層の砂を集めて鹹水（かんすい）を得るものようである。

持ち主の、スラリと背の伸びた中年の女性が現われて説明をしてくれる。赤銅色に日焼けした彫りの深い、きびしい顔付きである。ツーピースのような簡単な服を付けているが、上着の前ははだけている。ワヤン氏が土地の人であるためか、親切に説明を惜しまない様子が、側にいて良く解る。

近くの作業小屋の中には、先程見た椰子の幹を削り貫いた容器が2つならび、ひとつには、琥珀色の鹹水がみたされている。そばには結晶化した白い塩のひと山が盛られた筥がある。また、これも椰子の花の苞を2、3枚繋げて作った海水の運搬用容器が置かれている（写真）。持って見るとフワッと軽い。プラスチックより余程軽く、機能的である。この容器2つを天秤棒に振り分けて海水を運ぶという。一杯で10ℓ、2杯で20ℓ、海水の塩分濃度を3%とすると、約600gの塩が採れることになる。ここでは塩1kgが1,000ルピアであるという。邦貨約15円である。安価のために廃業する塩田が多いという現実がある。小屋の外側には、砂を集めるT字型の木製の棒と天秤棒と思われる道

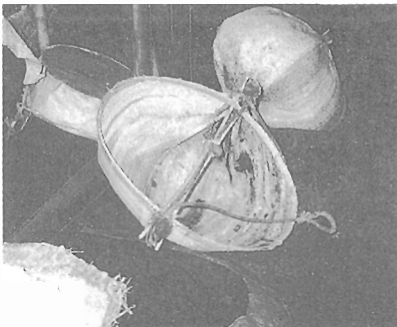
具が立てかけてあった。塩田は波打ち際から30mもあろうか。水際には難破船が打ち捨てられている（写真）。

塩田の奥には、これも長さ3mほどに切った椰子の幹を中心線で縦に半切し、その平面に幅の広い樋状の溝を彫った構造物が縦に6～7列連なり、これが横に数列並んでいる。これで濃縮した海水から塩の結晶を採るのである。雨避けの、これも椰子の葉を編んで竹で支えた三角の屋根が設けられている（写真）。ここの天日製塩ではすべて太陽エネルギーにより、日本のような火力は使われない。原始的で効率は良くないが、すべて手近の材料を用い、全く合理的で環境にもやさしい。

筆者が今回のバリ滞在の前半、1カ月を過ごし



作業小屋内部の鹹水溜め、
精製塩および運搬容器



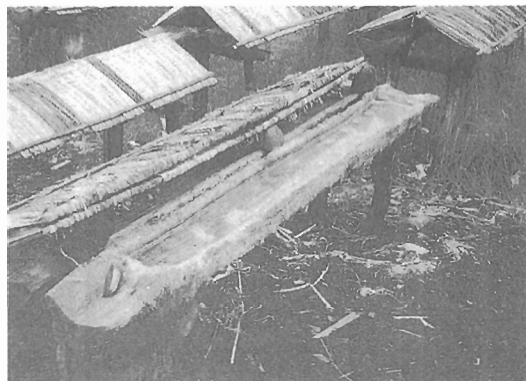
椰子の苞で作られた海水運搬容器。表側（手前）と裏側（後）が見える



作業小屋と難破船。小屋の外側に作業用具が見える。
後姿は塩田所有の女性



椰子の幹で作った塩精製の仕掛けと椰子の葉を編んだ屋根。側に立つデワ・スプラブタ博士



左写真の屋根を開いた状況

た大学宿舍も畳2枚大ほどの太陽熱利用の温水供給設備を持っていた。20室の夜間の温水利用も含めて電気を併用し、太陽熱の寄与率は60%であるとのことであった。上記の天日製塩のそれは100%である。

案内のデワ博士によると、かつて広島某氏からクサンバの塩の買い付けがあったとのことである。天然塩としての利用であったのであろう。

あとがき

帰国後、大学の学生達と話す機会があった。バリ観光の経験のある女子学生の一人は、「バリで食べた塩には黒い砂が混じっていた」とはずんだ声で言っていた。バリの天日製塩に話が及んだときである。筆者は気付かなかったが、ありそうなことである。

バリ島で出会う日本人の多くは若い女性であり、男性は稀である。女子学生は「バリの若い男性は、親切でやさしく、すばらしい」という。日本の若

い男性はどうしたのであろうか。このような先進国からの若年旅行者に、南国の解放感を楽しむばかりでなく、その母国ではもはや見ることのできなくなった自然と調和した農業や製塩などの第一次産業に触れて、人間の暮らしの原点を知って欲しいものである。

バリ島の収入の75%が観光産業であり、農業収入の比率は年々低下し、現在は15%であるという。ヒンドゥー教の葬儀をも観光化しているバリ島である。製塩を含む農業のさらなる観光資源化も可能であろう。古来「スバック」という水田灌漑の優れた水路施設と、その管理組織の存在も知る人ぞ知るである。農業あつての観光産業とも言えるであろう。バリ州知事に面会したときも、問われるままに上記のことを申し上げたところ、全く同感とのことであった。このような観点から観光バリの現在には、何か欠けているというのが筆者の印象であった。

(東京農業大学客員教授、ウダヤナ大学客員教授)

醤油と素麺の里を訪ねて

住田 哲雄

はじめに

赤穂市と姫路市との間にある龍野市は古くから醤油と素麺の生産で知られている。塩の産地のごく近くに大消費地があるので、以前から一度訪ねてみたいと思っていた。ここには以前から「うすくち醤油資料館」があり、揖保乃糸資料館「そうめんの里」もできたので行ってみることにした。

醤油と素麺は龍野周辺でとれた小麦と大豆、赤穂の塩に加えて龍野の中央を流れる揖保川の清流に支えられて来た。特に水は鉄分0.01ppm以下の軟水でないと「うすくち醤油」の色がうすく香りも高い味の良さ、素麺の鮮やかな白さが出せないという。まさに地の利を得た産業のようだ。

醤油

龍野の醤油は、安土桃山時代の1587年足利義満の四職であった赤松の家臣円尾孫右衛門・横山五郎兵衛が主家滅亡後龍野で町人となり醸造を手がけたのが始まりという。

江戸時代に入って1666年色の薄いうすくち醤油

がつくり始められ素材の味を活かすと好評を得、1672年龍野藩主脇坂安正が保護育成に乗りだし龍野の醤油はほとんど「うすくち」に切り替わった。

うすくち醤油の効用について北大路魯山人の随筆が資料館に掲示されているので紹介してみよう。

今日は簡単に薄口しょうゆの話をしてみたいと思う。なぜなら、よい料理を作ろうとするには、しょうゆは重大問題だからだ。

東京人は、主として濃口しょうゆをもって調理するが、これは深く考えて欲しいものだ。関西の料理は薄口しょうゆを用いているが、関東に昔から伝わる江戸料理は薄口しょうゆのあることさえ知らないようで、関西龍野の薄口しょうゆなどはほとんど利用されていない。東京人の口福のためにまことに惜しいことだ。全くここが大事なところなのである。

近年東京にもだんだん関西料理が侵入し、江戸前料理が次第に衰えて来た原因の一つに、調味料としての薄口しょうゆを用いなかったことがあげられよう。ひと口にいうと、薄口しょうゆはものの持ち味を殺さない特徴がある。東京のしょうゆだと、ものの持ち味を殺してしまう

危険がある。もう一つは、視覚的にも薄口しょうゆは白いので、美しく、煮たものが黒くならない。東京のしょうゆは黒いので、ものによっては見た目の美しさが失われる。味覚の優れた料理人は必ず薄口しょうゆを用いる。

以上の理由で、気の利いた料理にするには、必ず薄口しょうゆを用いなければならない。薄口しょうゆは濃口しょうゆよりずっと価が安く、味がうまい。薄口しょうゆがないのなら止むを得ないが、求めればあるのだから、その点を充分注目して、薄口しょうゆに対する認識を改めねばなるまい。

普通吸い物を作る時に、東京料理は薄口しょうゆを知らないために塩を用いる。それも一概に悪いといわないが、塩からい、味のないものになってしまう。それも一種の味には違いないが、薄口に越したことはない。ものを煮るにも濃口では味があくどく重くるしくて、サラッと気の利いた高尚なものにはなりにくい。今後料理をやるにはぜひ薄口しょうゆをご利用なさるようお勧めする。

平野雅章編「魯山人の料理」より（原文のまま）

うすくち醤油の製法が小宅小学校所蔵の「郷土

資料」から抄出した醤油醸造法として龍野市史に記載されている。

龍野醤油ノ特徴

関東醤油ハ勿論関西ニテモ小豆島・備前・紀州等ハ皆暗黒ニシテ色沢風味純正ナラズ。一種異様ノ香味ヲ有ス。而シテ龍野醤油ハ薄口トシテ全国ノ厨婦ノ知ラザルモノナク色沢風味純潔ニシテ掬スベキ香味ヲ有ス。就中原色ヲ変セズシテ煮炊スルヲ得ルハ実ニ龍野醤油ノ特徴ナリ。故ニ関東其他ヨリ斯カル佳良ノ吾ガ龍野醤油ヲ醸醸セントメ方法ヲ問ヒ合セ或ハ杜氏ヲ派遣シテ醸造ヲ研究シ製麹製成等其矩ヲ一ニスレドモ純粹ノ薄口ヲ製スル能ハズト曰フ。翻テ吾ガ龍野ニ他ノ醤油ヲ摸醸セントスルモ是レ亦能ハズ。之レ水ノ科学的成分ニヨルカ彼ノ摂州御影ノ正宗ハ西ノ宮ノ水ニヨルト同一徹ニシテ自然ノ配剤ヤ妙ト云フベシ。

製麹ノ方法

小麦ヲ炙リ一夜桶或ハ箱ニ入レ置キ炙交セシメ翌日白ニテ挽キニツ割トナシ其夜又桶或ハ箱ニ入レ置キ翌朝煮タル大豆ト混和シ、且ツ少許ノもや



うすくち醤油資料館の外観

シヲ入レ麴蓋ニ凡ソ式升量程宛盛り温室へ入レ置キ約二十四時間ヲ経テ一回手入レヲナス（攪拌）。次ニ累次五時間毎ニ二回ノ手入レヲナシ夫レヨリ温室ノ下部ニ並置シ入室後四日目ノ朝室ヨリ出シ室前ニ積ミ置キ翌日仕込ミ桶ニ移入スルナリ。

攪拌ノ方法

仕込ヲナシタル当日ヨリ一日三回攪拌スルナリ。諸味ノ発酵ハ夏時ニ最モ盛ナリ。故ニ前年ノ十一月頃ヨリ四、五月頃迄ニ仕込ヲ了リタルモノハ其年ノ盛夏ニ醗酵ヲ了ヘ九月頃ヨリ搾リ揚ゲニ着手スルヲ得ルナリ。若シ充分醗酵ヲ了ヘザル諸味ヲ搾リタル醤油ハ長日月ヲ経過スル内忽チ腐敗シテ損耗ヲ招クト同時ニ声価ヲ墜スベシ。

仕込ノ方法

仕込ノ方法モ種々アレドモ殆ンド左ノ如シ（一仕込）

- 一 大豆 壹石
- 一 小麦 壹石
- 一 塩 壹石参斗五升
- 一 汲水 壹石八斗 塩九斗混和
- 一 あめ 九斗（あめトハ大豆ノ煮汁ナリ）
塩四斗五升混和

右熟成諸味参石九斗五升

製成ノ方法 附番醤油

熟成シタ諸味ヲ搾リ揚ゲンニハ予メ稅務官吏ノ査定ヲ受ケ而シテ一仕込ノ諸味ヲ桶ヘ汲ミ出シあまざげ五斗ヲ混和シ猶番醤油モ適宜ニ入レヨク攪拌シテ後搾ル

番醤油トハ一番醤油ヲ搾リタル粕ヲ桶ヘ移シ適度ニ水ヲ入レ次ニ塩ヲ入レ（塩ハ、三ノ割合ニ）夫レヲ搾リ亦一番ノ中ヘ入レテ搾ル斯クスルコト四、五回之レヲ番ト云フ上下醤油ノ別ハ番混和ノ多少ニヨル

煮込並ニ樽詰ノ方法

搾リ揚ゲタル醤油ハ之レヲ或ル桶ニ入レ置キ不純物ヲ沈殿セシメ、次ニ二重釜ニテ攝氏ノ七、八十度ニ煮之レヲ煮込桶ニ移シ込ム斯クテ四、五日ヲ経バ不純物ハ沈殿シテ色沢風味純潔ノ薄口ガ出来ルナリ之ヲ大樽ヘ三斗四升宛詰メ組合ノ「レットル」（検査証貼付）ト自家ノ商標トヲ貼付シ菰巻キトシテ需要地ヘ輸出スルナリ

この製法の前書きに

「当龍野ニ於ケル明治三十四年度搾製高ハ検査証貼付ノ樽数拾六万七千余挺、若シ之レニ検査証貼付セザルモノト地売ノモノトヲ合算スレバ優ニ貳拾万挺ニ上ルベシ。」

とあるので一挺三斗四升（61.2ℓ）と置けば当時の生産量は約12,000ℓと推察される。

ここで、うすくち醤油の特徴は熟成後諸味に甘酒を添加してから搾る秘伝があるらしく興味深いやりとりがなされている。

大正五年二月十六日付けで龍野稅務署長から醤油製造業者に対して「査定済み諸味に塩水、甘粥、酒粕等を混和すべからず、若し混和したるときは



仕込み樽と麦煎り場（右の煉瓦造り）

混和後査定を受くべし」という通達があり醤油組合代表六名から同年五月大蔵大臣に対してこの通達に反対する陳情がなされている。通達の背景はよく分からないが陳情書の内容から「うすくち醤油」製造の特徴が読み取れるのでその部分を抜粋した。

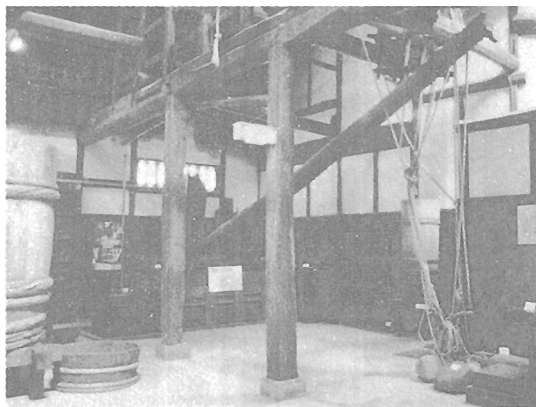
陳情書（前段省略）

龍野醤油が他地方製品に見る能わざる芳香及透明なる色沢を有するは水質又は酵母の作用等其原因多々ならんも就中調味料たる醴（註レイ：あまざけ）の製造方法及混和方法宜しきを得るに因るは明らかなる事実にして、醴は淡口の調味料として最適當にして砂糖及味醂又は鉛等を以て代用するを得ず、先年米価が一石式拾五円以上暴騰せる際に於ても当業者は採算上非常なる不利を忍びて醴を使用せり、蓋し醴は龍野醤油の生命とも云うべく現今の技術を以てしては淡口醤油は醴を混和するにあらざれば製造するを得ざるなり而して製造方法及其混和手続は米麴に湯又は粥を混和し適度の熱を与えて攪拌し、十二時間乃至一昼夜を経て十分糖化したる後、熱湯中に投入して沸騰せしめ冷却するを待て諸味に混和し、直に压榨製成するものなり、然るに醴は冷却後極めて酸味を生じ易く、又諸

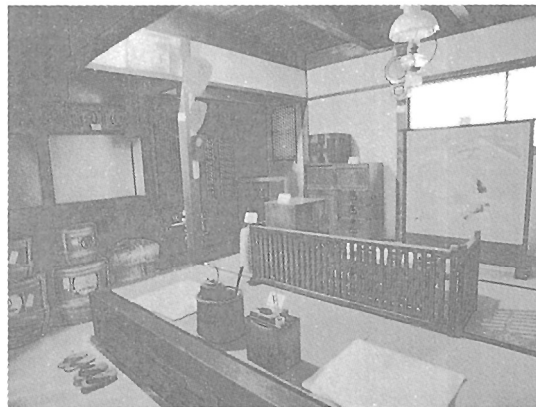
味混和後は短時間に搾汁せざれば醱酵を起し製成後に於て醤油の腐敗を招く恐れあり、夏期は勿論少しく温暖なる候に於ては其糖化の最好時期及冷却混和後に適當なる時期は瞬時を争うと云うも過言にあらず、又冬期に於ては醤油製成最も繁忙にして大醸造家は一日数回醴を混和搾汁せり、然るに混和後一々査定を受けざれば搾汁することを得ざるときは各製造場毎に終日稅務官吏の出張を請ふにあらざれば混和及压榨に適當なる時期を失し、醴は酸廢して用ゆべからざるに至り、又は諸味の醱酵せるを袖手傍觀せざるべからず（以下省略）

この文章から醸造上の秘伝が各醸造家ごとにあり部外に洩れるのを避けたい意向が伺われ、査定そのものに対しても醸造家が神経を尖らせていたようである。

諸味に対する課税は1888年（明治21年）には一石（180ℓ）一円、翌年には二円に倍増し、日露戦争中は二円五拾錢に上げられ戦後一円七拾五錢に引き下げられた。少し時代は違うが明治13年の龍野醤油組合設立計画書に京阪地区に販売する総高は七～八万樽代価貳拾万円との記述があり、出荷価格を石当たりに換算すると約九円となるのでかなり高率の課税のようである。



絞り用具 斜めの柱の右に石をぶら下げ奥の基部で絞る（てこの応用）



醤油醸造家の店構え 江戸時代の店舗の特徴がでている

販売先は京阪地区がその9割を占めそのうち1900年には京都・大阪がほぼ同率であったものが1911年には京都向けが3分の2を占めたと記録に残っている。「うすくち醤油」の大半は京大阪で使われていた。

京都への輸送は高瀬船で龍野から揖保川を下って網干港に出、大形船に積み替え大阪河口で30石船に移して淀川を上り宇治で再び高瀬船に積み替え京都に入っていた。このルートでは約2週間を要したが、1891年7月1日山陽鉄道が開通し2～3日で鉄道輸送ができるようになった。

「うすくち醤油資料館」に展示されている道具類を見ると、製造設備が近代化される以前の醸造家ごとに使用されていたもので、

- (1) 原料倉庫
- (2) 原料処理場
- (3) 麦炒場
- (4) 麴室
- (5) 仕込蔵
- (6) 压榨場（槽場）
- (7) 製樽場

に分類されていた。

特に目立つものとしては、仕込み用の大型の樽があった。現在ではコンクリート製の大型タンク

に変わっているが当時としては樽以外に方法がなかったであろう。諸味の压榨には幾多の変遷があったようで、梘の原理を応用した京都の漬物に使われる重石と同じ形のものがあり、醤油の販路に京都が大きな役割を示していることからこの辺の技術と結びついたのであるかも知れない。時代が下って、ネジを応用した压榨機も展示されていた。醤油の輸送には樽が容器として使用され、現在では見られなくなった歴史上の遺産であろう。

「うすくち醤油資料館」は昭和54年11月1日ヒガシマル醤油株式会社によって設立され、19世紀中ごろに建てられた仕込み蔵と昭和7年に築造された醤油会社本社跡の洋館部分を接合している。

素 麵

揖保乃糸資料館は、兵庫県手延素麵共同組合の創立110周年記念事業として、姫新線東薮崎駅の東方歩いて10分位の県道沿いに建設された。

ここには素麵の由来から製造方法の変遷が展示され、素麵の製造も行われている。

見学中に実演のアナウンスがあったので行ってみると「小引」と「さばき」の技を見せてもらっ



揖保乃糸資料館全景 建物の右側が県道



板切 (素麺製造作業を示す人形、素麺資料館の展示場に置いてある。以下4点)



小均 (こなし) 手前の鉄鍋に食用油がはいっている

た。

「小引」とは麺を糸状にして棒に掛けたものを手で引き伸ばす作業で、「さばき」とは手で引き伸ばしたものを乾燥用の木枠に掛け、糸が絡みつかないようにさばく作業である。「やってみませんか」との誘いに実際に小引をしてみるとかなり力のいる作業で且つ左右均等に引かないと糸が切れそうになる。「これは製品にしませんから思い切って引いてみてください」との声に安心して引くとかなりうまく引くことができた。引いた長さは人の背丈くらい。「さばき」の方法を教わりながら、糸の端と中央との太さの違いがわかりますかという。触ってみると引き棒に近い部分は幾分細く、中央部は太めになっていることが分かった。この違いが出ないように引くのがコツのようだ。

素麺は飛鳥・奈良時代の遣唐使が中国から持ち帰った唐菓子の索餅が元祖で、小麦粉に塩水を加えて練り、より合わせて縄のように引き伸ばして乾燥させたもの。これを茹でて酢・味噌などをつけて食べたのが原形とされている。鎌倉時代の僧栄西・道元が宗で学んだころ索餅を素麺(スウオミエン)と呼び、現在の素麺に近い形で造っていた。素麺の製造技術は京都の寺院系、奈良の寺院系と中国福建省系の3系統に大別される。京都の

寺院系は鎌倉時代に菅西が中国から持ち帰った素麺製造技術が起源で、揖保乃糸、岡山、小豆島、淡路島などが代表的な京都系である。奈良の寺院系は、飛鳥・奈良時代に遣唐使が索餅が起源で歴史は古く代表的な産地は奈良・三輪と三重・大矢知である。京都系との違いは乾燥作業の一部だけで大きな差はない。

中国福建省系は、僧侶や交易船を通じて九州に伝わった。福建省では「線麪」と書き「そうめん」と呼んだ。江戸時代には西日本の備前まで広まり、池田藩が編纂した「備陽国誌」に「線麪」の記述がある。江戸時代末期から明治時代初期に備前や小豆島は京都系に移った。現在の福建省系の代表的な産地は長崎・島原である。

素麺の製造は今でも家内工業が中心で農閑期の12～3月に行われる。素麺製造の一工程は一日半なので休む暇がなく十日も続けると体がつっぱって動けなくなるほどの重労働であった。ただ、素麺製造には天日乾燥が必要なので、雨の日は休みという入浜塩田の作業形態と同じであった。現在では四カ月製造する家と、7～8月だけ休み十カ月間製造する家とに分かれている。

製造の中心地は古くは太子町(山陽本線網干駅の北)と龍野市の南部であったが、時代とともに



掛巻



捌き (左側)、小引 (右側)

龍野市北部の神岡町に移り、現在ではさらに北側の新宮町・山崎町が主産地になっている。これは山陽本線周辺に大工場が進出し、そこに人々が働きに出て労働力不足になったのが原因である。

製造工程は昭和20年頃までは人手に頼っていたが、その後機械化され作業時間も大きく変わっている。寝る暇もないとされた頃の作業工程を見ると、

- | | | | |
|----------|-------------|---|-------|
| 1. 捏前作業 | 7:00～ 9:00 | } | (翌日分) |
| 2. 板切作業 | | | |
| 3. 油返作業 | | | |
| 4. 細目作業 | 15:00～17:30 | | |
| 5. 小均作業 | | | |
| 6. 掛巻作業 | | | |
| 夕食・就寝 | 17:30～21:00 | | |
| 7. 小引作業 | 21:00～ 3:30 | | |
| 就寝 | 3:30～ 6:30 | | |
| 8. 乾燥作業 | 9:00～12:00 | | |
| 9. 昼食 | 12:00～13:00 | | |
| 10. 切断作業 | 13:00～15:00 | | |

となっていた。一見して相当な重労働であることが分かる。

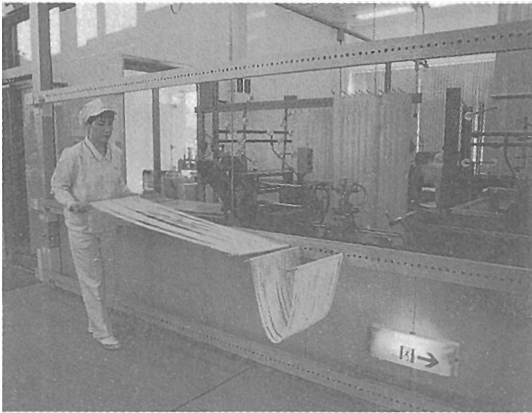
工程に機械設備を取り入れ時間短縮が図られた

結果、現在では夕方5時で作業を終える。

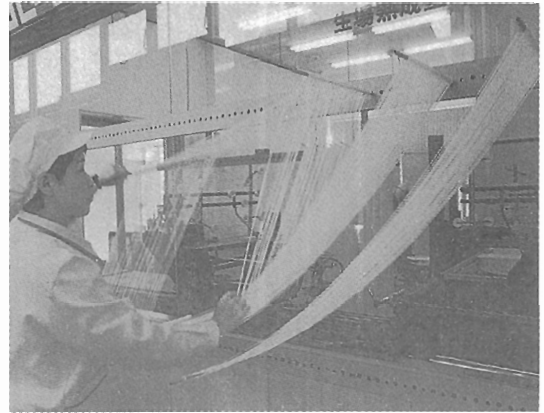
作業内容は、

- | | |
|-------|--------------------------------------|
| 捏前作業 | 粉に塩水を加えて押し練り適当の硬さの塊をつくる。 |
| 板切作業 | 円盤状に伸ばし外側から帯状に切る。 |
| 油返作業 | 麺紐に塗油(麺の付着と乾燥防止)しながら採桶(さいとう)に巻き込む。 |
| 細目作業 | 5時間ほど寝かしたのち約1cmφの麺紐に伸ばす。 |
| 小均作業 | さらに0.5cmφの麺紐にし塗油しながら採桶に巻込む。 |
| 掛巻作業 | 加熱しておいた麺紐を2本の竹管にS字形に掛け、室箱(おも)に入れる。 |
| 小引作業 | 竹管に掛けた紐麺を約50cmに引延ばし室箱に入れ、こもで覆い熟しておく。 |
| 乾燥作業 | 翌朝9時室箱から取り出しハタに掛け、引き延ばしながら乾燥。 |
| 切断作業* | 午後乾燥した麺紐線を取り入れ約20cmの長さに裁断。 |

であるから、作業と熟成とが連続しているのが最



小引の実演 資料館内製造場の外側で実演があった



捌きの実演 乾燥時に素麺同士がくっつかないように棒で開く

後まで手が抜けない。現在では★印の作業以外が機械化され作業量は軽減されている。

小麦粉に塩水を加えるときの塩の量は天候に左右されるので親方の経験とカンに頼っている。小宅小学校所蔵の「郷土資料」に素麺の製法として、

分量

小麦粉一石につき塩一斗を清水三斗五升到溶解したる塩水

但し漬物の多少、粉の良否、天候の寒暖によりて塩の量は一定せず、前期の分量は大體のみ。

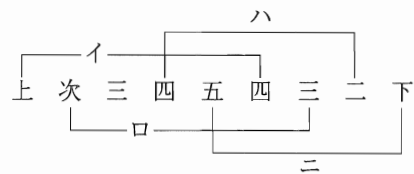
塩の多き場合 天候の暖

同 少き場合 粉の不良、漬物の多きとき、及び同一の原料を以て一段階上の物を製せんとするき。

と説明している。

ここで、漬物とは毎日管の上に残ったふし及び素麺を干すとき切れて落ちたものを水に浸してもどしたものだ。

素麺を引き伸ばす体験をしたとき、管に近い部分が細く中央部が太いことを教えられたが、文献の中にも乾燥した素麺を九ツに裁断し、



イ(図の「上」と右側の「四」とロを上(カミ)の素麺といい、ハ・ニを下(シモ)の素麺と呼び、束を製するとき下の素麺を芯とし、上の素麺を皮として束ねる。

三の糸は最も細く、これのみを束ねて箱詰めするとき上積みとする。

五の糸は最も太い。

と述べている。

工程上避けられないバラツキを商品として見栄えのする形にするための工夫が伺われる。

JAS規格では素麺の太さは1.3mmφ以下とし「ひやむぎ」は1.3~1.7mmφと区別している。

ブランド名「揖保乃糸三神」は0.5~0.6mmφとされている。素麺を裁断したとき最も細い部分を集めたものであろう。

素麺を製造する組織は次ぎの人たちによって支えられている。

親方（オヤカタ）

素麺屋の経営者。頭が兼ねていることもある。

頭（カシラ）

素麺の出来具合を左右する捏前（コネマエ）は親方の仕事。十年以上の経験がないとできない。

代り（カワリ）

親方の代わりという意味。平人を7～9年経験し特に技術が優れた人になる。

平人（ヒラビト）

見習いを3年、平人を3年経験すると一人前の素麺師となる。その後礼奉公をした。

見習い（チョンベ）

新米の呼び名。

素麺製造の作業は重労働なので歌を歌って気を紛らせながら仕事をしているという。

播州名物数ある中で
赤穂浪士と揖保乃糸
わしが在所を誇るでないが
手延素麺揖保乃糸

とあるのは塩が当時赤穂から来ていたからであろうか。重労働と小唄は塩田小唄にも見られ共通点があるようだ。

素麺を製造する原料の小麦粉は製粉業者が揖保側水系の農業用水で水車を回し、石臼で小麦を挽いて供給してきた。両者は車の両輪と同じ関係にあったが時には軋轢も生じたようである。明治23年12月25日付「大阪朝日新聞」に当時小麦一石二十銭の挽き賃を十二銭に引き下げる要求を製粉業

者が拒否、村長等が調停に乗りだし地区別に一石十八銭五厘～十七銭五厘とすることで決着したと報じている。

生産と販売の安定を目的に明治20年に発足した播磨国揖東西両郡素麺営業組合は幾多の変遷を経ながら、戦後の混乱を乗り切るために昭和22年兵庫県手延素麺製粉工業組合を結成し両者が手を結んでいる。昭和24年には中小企業協同組合法にもとづいて兵庫県手延素麺製粉協同組合となる。その後、世の中が落ち着きを取り戻し技術革新が進むとともに水車製粉は時代後れとなり、品質統一に難が生じた。昭和37年8月組合は品質統一に優れた技術を持つ大手メーカーの粉の買付けを決め、11月末から始まる37年度産から導入した。水車製粉業者の退出にともない組合の名称も兵庫県手延素麺協同組合となった。

組合は「伝統産業を守って行くためにも、組合員や従業員に国家検定の資格が与えられれば意欲がわき品質の向上・統一にも役立ち、伝統の製法を後世に伝えることができる」そして労働省に手延素麺製造技能士の新設を陳情、平成5年度から検定が実施されている。学科と実技の技能士検定合格者は現在296名に及んでいる。

素麺の生産統計（単位箱18kg入り）を見ると、

明治20年	116,120	昭和21年	23,354
明治43年	432,662	昭和36年	326,921
大正12年	654,891	昭和59年	1,050,462
昭和14年	914,262	平成8年	1,278,896

と社会経済の変転とともに盛衰を繰り返しながら今日に至っている。

（元日本専売公社本社塩技術担当調査役）

私のソルトアート

星加 曜子

「これは、立派な芸術作品じゃないか」

「まさにソルトアートだよ」

ここ三年ほど密かに一人で取り組んできた塩を素材にした作品が、狭いわが家では、収納できなくなり、小品2～3点を会社に持っていったところ、上司からのお褒めの言葉でした。

＊塩との出会い

私は、20年ほど前に縁あって、旭塩業株式会社に就職しました。これが塩との直接的な出会いです。

その頃の私は、調味料としての塩の認識しなかったもので、塩の種類の多いことや、用途の広いことに驚きました。また、塩が世の中にこんなにも大切なものであり、その仕事に携わることができることを喜びました。

当時は、専売制度に、ガッチリと守られ、ちょうどさざ波に身を任せているような塩の世界のようでした。当然のように私もそんな中で年を重ねてまいりました。

近頃は、いろいろの国から、いろいろな人や、

物や、文化が入ってきて、日本からも海外に多くの人が出かけていくようになり、あらゆる分野で変化が目についてきました。

数年ほど前に、急激に塩マッサージ健康法が拡がり塩ブームが起きました。何事にも好奇心の強い私も一生懸命に取り入れました。その頃は、毎日のバスタイムが楽しくて仕方ありませんでした。洗髪、洗顔も塩を使っており、今でも続けております。

＊ソルトアートへの動機

塩マッサージを続けているうち、塩に対するイメージが、私の中で変わり、異なった視点から塩について考えるようになりました。

貴重な塩、尊い塩とかでなく、遊び心というか、塩を材料にして、目で楽しめたり、心を豊かにする。そんなものを作ってみたい思いにかられました。

その日からというものは、会社にあった塩の効用などに関する専売の印刷物や、本を読んだり、お客様や職場の人達の話しを熱心に聞いたりして、

暗中模索の日が続きました。

何かを、何かをと毎日苦しんでいたとき、ふと、「白い塩だから色がつけられるのではないか」とひらめきました。

*素材づくり

よし。塩を染めてみよう。といっても相手さんは水分を嫌うもの、どうしたものかと考えぬいたが答えがでない。「案ずるより生むが易し」とか早速小皿、絵筆、絵の具を探し出しました。少々の水で絵の具を小皿に溶き、用意した新聞紙の上のカップ一杯くらいの塩に、右手で絵筆につけた色を振り掛けながら、左手で塩をまぶすようにして、何回も何回も根気よく、繰り返して色染めをしました。

手始めに染めた色はブルーでした。染め上がった塩は、心配していたほどベトつかず、そのまま、約一日自然乾燥させました。

乾燥しても重みを感じ、サラサラした感触がありませんでした。私がイメージしている作品の素材としては、指の間から流れるくらいの塩でないと思えば、数日かけて数種類の塩の色染めを試みました。結論的には、水分の少ないドライな塩を使うことが適していることが判りました。

望みどおりの塩の色染めもでき、次々と色の種類を増やしていきました。同じブルー系でも濃淡により、何色にもなり、染めることの楽しさを覚え夢中になりました。塩染めが思いどおりにできると共に、私の手も染まり、七色の手型ができる始末でした。

そのうち、絵の具だけでは面白くなく、コーヒー、紅茶、ワイン、お茶と、つぎは、パセリ、紅花、ニンジン、墨など家にあるもので手当たり次第染めていきました。そうしたなかで、一回染めて淡ければ、一度乾燥させて、再び染めると濃くなり、ベトつかず、溶けもしないことを発見しました。

*作品づくりに挑戦

素材ができたので、いよいよ作品づくりに挑戦しました。

手始めとして考えていたとおり、塩絵の年賀状を作ることにしました。

まず、画用紙をハガキの大きさに切り、花の下絵を描き、その上に染め塩を糊づけします。ここで、糊の問題にぶつかってしまいました。木工用ボンド、マニキュア、ヤマト糊を、使ってみました。ヤマト糊は、軟らかすぎて乾燥に時間がかかり、染め塩にも好ましくありません。マニキュアは、絵の細かい表現部分を出すのに筆が適当ではありません。結果、速乾性の木工用ボンドを使い、つまようじや細筆で、花びらに丹念に繰り返しながら糊づけをしていき、その糊の上に、指先で染め塩を、少しずつちらしていき、やっとのことで一枚の塩絵ができました。

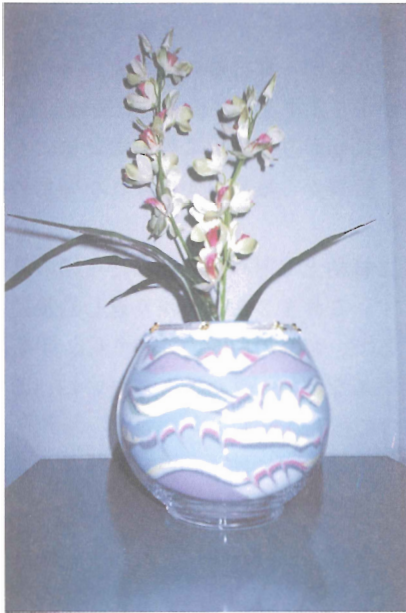
しかし、このままでは、せっかくの染め塩がバラバラとこぼれ落ちてしまうと思い、ヘアースプレーや、デザインコートのスプレーを2~3回繰り返して吹きつけました。

やっと思いどおりの塩絵ができあがりしました。早速、本人宛名にしてポストに投函しました。翌日の配達を心待ちにしていたところ、配達された物を見てがっかりしました。コーティングが弱かったためか、塩絵が薄くなり、悲しそうな顔で生みの親のところに戻ってきたように感じ、私も悲しくなり、一挙に疲れが出てしまいました。

ボンドと塩の重ねでハガキの厚さが増したため、切手スタンプの機械で削り取られてしまったことに気がつきました。

今度は、ハガキ全面に幅広の両面テープを張り、絵型はカッターで、一絵一絵切り取り、その中を染め塩で埋めていく方法を考え、コーティングも、より強度なグレースコートを用いて仕上げました。今度こそは、と願いをこめてポストへ投函しました。旅の疲れもみせず、元気に戻ってきました。やっとな塩絵の年賀状が成功しました。

あけましておめでとうの年賀状

一九九九年
元旦

今年制作した染め塩の年賀状

余談ですが、数枚の年賀状ならいいのですが、制作に時間がかかりますので、今年の正月は作品を写真にして使いました。

次に、塩絵を額に入れて飾りものにと思い、ハガキと同じ手法で幾つか作ってみました。立体感があり、自分では面白いと思っています。また、絵も枚数を重ねるごとに、^{厚み}しを入れてみたり、チョットの工夫で単なる塩絵とは、悪えないくらいの表情の豊かなものができて、製作していて大変楽しいです。

＊いよいよ本番

小さな空ビン（透明なもの）を使用して、念願

のソルトアートに取りかかりました。

まず、どのようにしてビンやグラス中に、デザインを表現したらよいか、全く見当が付きません。とにかくやってみようと思い、スプーンで一色の染め塩をビンの中に5ミリほどの厚さまで入れました。その際、紙で作った熨斗が、大変役に立ちました。後で判ったことですが、デザインの変化をつけるときに、なくてはならない道具です。

そして、色を変え、5～7ミリの厚さを見当に染め塩を次々に入れていき、横縞模様のビンに変身。このままでは、動かすと模様が崩れてしまいますので、暫く考えた末、テーブルの上で、優しく優しくトントンと軽い音をさせながら染め塩詰めをしました。続いて、ビンの上（口）の少し空いているところにも詰めて塩の動きがなくなるまで、この作業を続けました。

詰め込み作業は、とても大切なことで、ビンを逆さまにして中の模様が崩れないようにするのがコツです。

ビンの口一杯に塩を入れてみましたが、このままでは動かすと、こぼれてしまうし、また湿気も呼ぶのではないかと思い、いろいろの方法を考えてみました。コルクでフタをしてみたり、布とリボンでフタをしてみたりしましたが、面白くありません。次に、紙粘土をビンの口に埋め、その中心に、ストローを短く切って埋め込みました。紙粘土が見える部分に、香りの良いビーズ状の粒々を飾りつけて、ストローの口に造花を入れてみました。作品として、生き生きしてきました。

それからは、手当たり次第の空ビンや、グラス類に、さまざまな染め塩の色を使いながらさらに工夫していきました。毎日熱中して、ふと、気がつくと、狭い部屋が、大きな顔をした空ビンや、染め塩、造花、作品、いろいろな材料達に占領されていきました。

今では、街を歩いている、旅をしている、透明なグラス、ビン、食器に目が行き、次々に買い求めたりしています。

こんな日々を繰り返してから3年を過ごしてしまいました。会社に勤め、休日に帰るので、なか



ビンやグラスなどで作った塩絵の作品の数々

なか思うように制作することができないのが残念ですが、最近では、直径20cmくらいの円形のガラス器を使って大きな作品作りに挑戦していますので、ますますソルトアートに魅せられております。

これからは、飾りものだけでなく、さまざまな使い方ができ、より楽しめるものも作っていきます。例えば、ナプキン立て、ペン立て、キャンドル立て、小物アクセサリ入れ、造花はもちろん、生花も生けられるように、いろいろと工夫した作品作りを心がけています。

それでは、いろいろと使用できる作り方を紹介します。口広のガラス容器の中心に、容器の高さに合った中ビンを入れます。中ビンの底が固定するくらい塩を少し使用します。

中ビンと外容器の空間に、紙で作った熨斗を使いながらスプーンで染め塩を入れていきます。デ

ザインをイメージしながら、ストローの先を斜めに切ったものや、竹くし等の小道具を使いながら、容器の中のデザインを表現していきます。

容器の大きさや、デザインなどによってもちがいますが、容器一杯に染め塩を入れる作業は2～3時間かかります。入れ終って最後の仕上げまで、2～3日はかかります。この作業は前にも述べましたが、容器から染め塩がこぼれないためにするものです。

口元を紙粘土で埋め、乾燥したら絵の具で色づけします。これを2～3回繰り返し最後にコーティングをして、容器の口元の外回りに、手芸用リボン、ビーズなどで、見た目もきれいに、おしゃれを心がけて仕上げます。

今、私の頭の中にはいろいろの作品のアイデアが浮かんできて出番を待っています。

*失敗からの発見

ここに至るまで、さまざまな失敗をしました。ほぼ作品ができあがった頃、デザインが気に入らず、全部引っ繰り返してしまいました。何色もの染め塩がミックスされ、一味ちがった染め塩に変身しています。このまま捨てるのは可愛そうになり、いろいろ考えた末、現在は作品作りの仲間入りをして生かされております。

*私の使っている道具の一例

染め塩、ビン、グラス（透明なもの）。

画用紙、ハサミ、セロテープ、両面テープ、スプーン（小）、竹くし、ストロー、竹べら、紙粘土、絵の具、絵筆、リボン（細）、ビーズ、コーティング用スプレー、カッター、その他。

作品の大きさにより、身近かなものが、道具類として使われます。例えば、塩のかたまりを崩すには、すり鉢とすり棒、ステンレスのザルなども出番となるときもあります。



金魚鉢、食器と作品はアイデア次第

✳️最後に

まるで白いドレスを着た花嫁さんが話しかけるような言葉で、白い白いお塩が、私に話しかけます。

あなたの好きな色に染まりたい。そして、もっと、もっと、おしゃれをして、目で楽しめて、心豊かになるものを作ってね……と。

何も塩のことを知らなかった私が、塩の会社に入社できたおかげで、私の人生に夢をもたせてもらえるものと出会えました。

塩の新しい分野に目を向けたことを、喜んで下さった上司のご好意により、会社の応接間に、飾ってくれました。

いらっしゃるお客様の目にふれ、大方の方に、おほめいただいてうれしく思います。そのお一人で、前日本塩工業会専務理事川村學さんのご紹介により、書かせていただきました。

これからも私はソルトアートの夢を大きく育てていきたいと思っています。

(関東塩業株式会社板橋営業所課長)



ポリネシアのほら話

先だって、ある事柄の調査にからんでポリネシア語が必要となり、その辞書を求めて図書館に出かけた。辞書のページのページをめくり始めると、次の活字が目飛びこんできた。

nei (ナイ) —— (地震などが) 重々しい振動音をたてる。地ひびき。

ちょうどその日の朝、かなりの震度の地震があったせいもあるが、一瞬目が点になったような気がした。『記・紀』に「地震ナイフルウ」とあるように、地震の古語は、「ない」という。

さらにページをめくると、いやあるわ、あるわ。日常何気なく使っている日本語と、そっくりの言語(発音)が次々と目につく。現代ポリネシア語もさることながら、とくにその古代語(ほぼわが国の縄文晩期から弥生時代あたりの古語)に、そっくりな言語がある。その中のいくつかを紹介してみよう。

右と左

“めて右手に血刀 ゆんで左手に手綱

馬上たばるざかゆたかに 美少年”

御存知、熊本民謡「田原坂」である。西南の役の激戦地、田原坂を唱ったもので、官軍側の熊本と敗れた薩軍側とで二つのメロディーがある。ところが、この歌詞のめて右手とゆんで左手、何でだろう。昔、左手は弓を持つから「ゆみて弓手」と教わったことがあるが、それなら右手は「めて矢手」でないと辻褄が合わない。ところが、例のポリネシア辞典に、

matau (マタウ、メテウ) —— 右

とあるではないか。右が(めて)なら左はどうかとみると、

hema (ヘマ) —— 左(古語はh→f)

左手→ヘマ手→フェムて→(ゆんで)
めて右手とゆんで左手、私はこのように考えたが、如何。

「へま」「へぼ」

(matau) は右の他に《北、勝れたもの、良》の意味があり、これに対する左(hema)は《南、劣ったもの、不良》を表わす言葉とある。

昔から「へまをした」とか「うめえことやりおって」とかいうが、この「へま」と「うめえ」は(hema)と(matau)からきたと考えると納得できる。

川柳に「へぼ将棋 王より飛車を 可愛がり」とある。この「へぼ」も、源は「へま」と同じ(hema)からきている。(hema)が(hebo)に転じたのであろう。

「へぼ」な手筋に対する「みょうしゅ妙手」は、古語の(matau)よりも近代ポリネシア語の、

mea'è (メアエ) — 尋常でない、並み並みならぬの方が、よりピッタリの言葉であろう。

ほら貝(法螺貝)

ólè (オレエ) —— 大型の貝、ほら貝

ポリネシアでは、昔から大型の巻貝を用いて図一1のような楽器をつくり、船戦の合図に使用した²⁾。これは日本の法螺貝以外の何物でもない。ほら貝は山伏の愛用品であり、源平から戦国時代にかけては戦陣の必需品であった。(図一2)

今でも「ホラをふく」とか「オダをあげる」等という。このオダもホラと同様、(ólè)からきている。

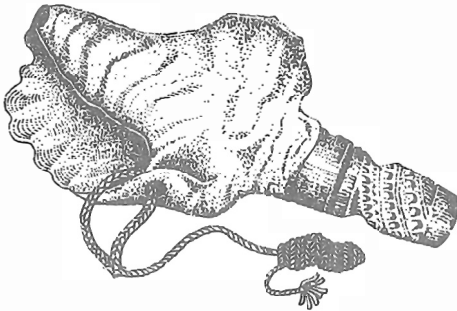


図-1 ポリネシアの貝楽器「プ」

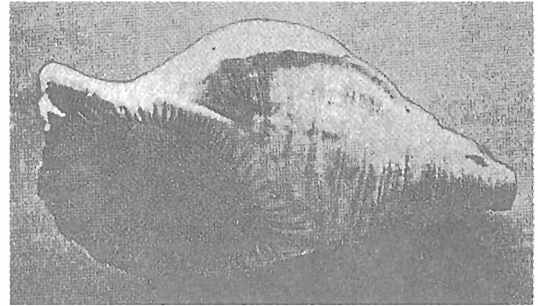


図-2 日本水軍のほら貝
(水軍大将、村上景親愛用のもの)

これらの他にも、日本語と共通するポリネシア語は沢山ある。いくつかあげてみると、

ana (アナ) —ほら穴、洞穴

uka (ウカ) —おか、陸地

wali (ワリ) —(木や石を) 割る。水で割る……
水割り

tuú (ツウ) —津、港

mahi (マフィ) —まき、牧、農耕

malo (マロ) —ふんどし、褌……日本ではその
中にあるものを「まら」という。
オット、これは放送禁止用語かな。

ポリネシア語の「オダ話」はこの辺でお仕舞いにして、取ってつけたような塩の話。

近代ハワイ語で、wai (ワイ) は水、kai (カイ) は海、海水を表わす言葉である。そうして、食塩はpaá kaiという。ここで、

paá (ペア) —しっかり固まった、固着した、
仕上げた……であるから、

paá kai (ペアカイ) —海水から固まった (つ
くった) 結晶、食塩……となる。

まことに科学的な、論理的な言葉というべきであらう。

ちなみに、マオリ語³⁾では海をtai、塩はtoteとなっており、同じポリネシア語でもハワイ語より古代の形を残している。(ポリネシア語ではtがkに変化する)

あとがき

ポリネシア人の原郷は、われわれ日本列島の住人と同じく、中国南部、東南アジアであり、人種としては共にモンゴロイド大人種に属する。その人類の大移動は6,000年前から始まったが、とくに3,000年から2,000年前にかけて、南方ルートを通じて広大な大太平洋の島々へ進展したのがポリネシアの人々である。

一方、中国南岸沿いの一番北のルートを取り黒潮にのって日本列島へ移住したのが日本人の先祖であり、年代としては縄文晩期から弥生時代に当り、いわゆる倭人である。

同じ源から変化、発達してきた日本語とポリネシア語。「ありあ」※ と驚くほど似た言葉があるのも当然のことであろう(※ 注; ポリネシア語ではaia)。

〔参考文献〕

- 1) 西沢 佑訳; 『ハワイ語-日本語辞典』
千倉書房 (平成2)
原典: S. H. Elbert; 『The Pocket Hawaiian Dictionary』
(1975)
- 2) ミロスラフ・ステインゲル著、坂本明美訳;
『ポリネシアン・トライアングル』——古代南太平洋の
文化と伝統 佑学社 (1998)
- 3) 戸部美之; 『ポリネシア語入門』泰流社 (1992)

第23回評議員会・第25回理事会を開催

去る5月21日、東京・港区の東京プリンスホテルにおいて第23回評議員会および第25回理事会が開催されました。

当日は、平成10年度の事業報告、収支決算報告などを審議、それぞれ原案どおり承認されました。平成10年度事業報告（概要）は次のとおりです。



第25回理事会

平成10年度事業報告（概要）

1. 塩および海水に関する科学的調査・研究の助成

(1) 平成10年度分研究助成の実施

平成10年度は、一般公募研究61件に対して、総額83,000千円の助成を計画どおり行った。研究助成の成果については、現在取りまとめを行っている。

(2) 平成11年度分研究助成の選定

平成10年11月1日から平成11年1月10日まで一般公募を行い、応募159件から59件を選定した。また、プロジェクト研究1件を行うこととする。
(助成件数合計60件、助成金額合計93,000千円)

2. 機関誌等の発行

月刊の情報誌『月刊ソルト・サイエンス情報』を12号、季刊の機関誌『そるえんす』を4号、いずれも計画どおり発行した。両誌共、引き続き内容の改善・充実に努めた。

3. 助成研究発表会の開催

平成10年7月29日に全共連ビルにおいて、平成9年度の助成研究54件についての助成研究発表会（第10回）を開催した。約280名の参加者があり、盛会であった。

4. 助成研究報告集等の発行

平成9年度の助成研究の成果をまとめた『助成研究報告集』と、その概要をまとめた『助成研究概要』および平成7年度から平成9年度までに実施したプロジェクト研究の成果をまとめた『助成研究報告書』（2件）を編集・発行した。また、平成9年度の事業実施状況、会計報告等をまとめた『事業概要』を発行した。

5. 情報の収集および調査・研究

塩および海水に関する情報収集については、内外のデータベースを活用して、効率的な収集を行うとともに、海外の関係機関からの情報収集に努めた。

6. 講演会、シンポジウムの開催

(1) 研修会の共催

平成11年2月18日に小田原市民会館（小田原市）において、日本海水学会等との共催で「海水技術研修会」を開催した。

(2) 国際塩シンポジウムへの協力

平成12年5月7日から11日までオランダ（ハーグ市）において開催される第8回国際塩シンポジウムについて、当財団は諮問委員会メンバー、科学プログラム諮問委員会メンバーとして協力している。

7. 財団設立10周年記念事業の実施

平成10年7月29日に全共連ビルにおいて、平成9年度助成研究発表会に併せて「財団設立10

周年記念事業」の一環として「財団設立10周年記念交流会」を開催した。

交流会の冒頭で、これまでに助成した研究の中から優秀な研究4件5名の方々に「10周年記念財団賞」の贈呈式を行った。

8. 広報活動の充実

インターネットのホームページを通じて、財団活動の周知を図るとともに、研究助成の公募を行った。

9. 関係学会等との関係強化

日本海水学会、日本家政学会、日本薬理学会、日本学術会議海水科学研究連絡委員会等との関係強化に努めた。



第11回助成研究発表会を7月19日に開催

当財団の第11回助成研究発表会を、来る7月19日（月）に東京・平河町の全共連ビルで開催いたします。

当日は平成10年度の助成研究63件について、3会場で各助成研究者から発表されます。同発表会のプログラムは次のとおりです。

第11回助成研究発表会プログラム

第1会場

番号	表 題	発表者	所 属
座長：柘植 秀樹（慶應義塾大学教授）（10:00～11:15）			
1	多孔性膜に多層吸着させた食品タンパク質をNaCl水溶液を使って高濃縮率かつ高速で溶出させる手法の開発	斎藤 恭一	千葉大学
2	尿素を用いた均一沈澱法による海水中の含有成分の回収および高付加価値化に関する研究	尾上 薫	千葉工業大学
3	計算機化学を駆使した海水中の有価金属を選択的に抽出する新しい包接試薬の開発	後藤 雅宏	九州大学
4	キャピラリー電気泳動法による海水・濃厚塩溶液中の微量イオン性物質の溶存状態解明と分離・定量に関する研究	本水 昌二	岡山大学
5	DNA二重らせんを利用した高選択的マグネシウムイオン応答システムの研究	前田 瑞夫	九州大学
座長：大矢 晴彦（横浜国立大学教授）（11:15～12:00）			
6	イオン交換膜における水移動と高度塩濃縮に関する研究（Ⅱ）	谷岡 明彦	東京工業大学
7	イオン交換性層状無機固体のナノ層空間アルカリ金属イオン濃度と構造・物性相関	町田 正人	宮崎大学
8	耐熱性・耐薬品性を有するセラミック逆浸透膜およびナノ濾過の開発とイオンの選択分離への応用	都留 稔了	広島大学
座長：大矢 晴彦（横浜国立大学教授）（13:00～13:45）			
9	高性能ナトリウム及び塩化物イオン選択性オプトードデバイスの開発	久本 秀明	慶應義塾大学
10	金属イオンの特異的センサーとしての自己組織化ホストの開発	小夫家芳明	静岡大学
11	高選択的イオンセンサー用新規イオノファーの合成	荒木 孝司	九州工業大学

番号	表 題	発表者	所 属
座長：藤田 武志（日本塩工業会技術部会委員）（13:45～14:45）			
12	海水中溶存成分のオンサイト分析および自動モニタリングシステムに関する研究	山根 兵	山梨大学
13	海水からのホウ素回収のための新規キトサン樹脂の開発	近藤 和生	同志社大学
14	海洋性硝化及び脱窒細菌の電気化学的計数法の開発	高山 勝己	福井工業高等専門学校
15	製塩装置におけるガルバニック腐食の実体調査と実験室試験に基づいた有害度の評価	竹本 幹男	青山学院大学
座長：島田 淳子（昭和女子大学教授）（15:00～16:00）			
16	部分変性リゾチームの抗菌作用に及ぼす食塩の影響	ヒッシヤムR イブラヒム	鹿児島大学
17	食塩水によるカット野菜の褐変抑制機構の解析	村田 容常	お茶の水女子大学
18	食用魚卵の物性に及ぼす塩の影響	土屋 隆英	上智大学
19	卵白アルブミンに脂肪酸塩を添加しただけでなぜゲル化するのか—その機構と応用的側面—	太田 尚子	日本大学
座長：荒井 綜一（東京農業大学教授）（16:00～16:45）			
20	調味濃度の調理科学的意義—塩味噌好と激しい運動	倉田 澄子	武蔵丘短期大学
21	加齢により塩味（味覚）閾値は低下するか？ 塩味閾値と食塩摂取量に関する研究	水沼 俊美	佐賀大学
22	食品タンパク質分解物のカルシウム塩結晶化阻害作用に対する食塩の増強効果	村本 光二	東北大学
懇 親 会 17:00～19:00			

第2会場

番号	表 題	発表者	所 属
座長：長野 敏英（東京農業大学教授）（10:00～11:15）			
23	塩類を用いた侵食土壌流亡防止システムに関する研究	渡辺 兼五	東京農工大学
24	塩類集積地帯における灌漑方法と塩分濃度管理に関する研究	藍 房和	東京農業大学
25	森林—河川—沿岸海洋の複合生態系連鎖、および遡河回遊魚による栄養塩類の輸送機能	後藤 晃	北海道大学
26	Na ⁺ /H ⁺ アンチポーター遺伝子を導入した形質転換植物の耐塩性	坂本 敦	岡崎国立共同研究機構

番号	表 題	発表者	所 属
27	中国、新疆ウイグル自治区の砂漠域に自生する胡楊の切り口に見られる生物起源の塩類鉱物、胡楊鹼の生成機構と好塩性植物の耐塩生理特性	矢吹 貞代	理化学研究所
座長：柳田 藤治（東京農業大学教授）（11:15～12:00）			
28	牛乳と鶏卵の主要アレルゲンタンパク質の消化性とアレルゲン性に及ぼす食塩の影響	坂井堅太郎	徳島大学
29	濃厚塩類溶液中での未利用蛋白質資源の酵素分解とペプチド合成	井上 國世	京都大学
30	東南アジア地域住民の食塩摂取状況と微量元素の栄養に関する国際比較	渡辺 孝男	宮城教育大学
座長：有賀 祐勝（東京農業大学教授）（13:00～14:30）			
31	新規防汚剤とその分解産物が海洋生態系に及ぼす影響評価に関する研究	岡村 秀雄	岡山大学
32	内湾水域における基礎生産力および環境収容力の評価	古谷 研	東京大学
33	海草アマモの海水環境適応機構に関する細胞分子生物学的研究	福原 敏行	東京農工大学
34	海藻が放出するポリフェノール類と環境生理活性機能	中村 孝	九州大学
35	三陸における海草の多様性と海草藻場生態系の発達過程	川口 弘一	東京大学
36	遷移金属に富む原始海洋中で生命組織体が如何に形成されたかを探る—遷移金属塩化物による蛋白質の自己集合組織化のメカニズム—	甲斐原 梢	九州大学
座長：林 良博（東京大学教授）（14:30～15:00）			
37	マングローブ植物の代謝生理学的研究	芦原 坦	お茶の水女子大学
38	原生動物における塩ストレス情報伝達機構に関する研究	宮武 和孝	大阪府立大学
座長：林 良博（東京大学教授）（15:15～16:30）			
39	耐塩性シカクマメ培養細胞の耐塩性獲得機構の解明	江坂 宗春	広島大学
40	有用微細藻類のフォトバイオリクターによる大量培養に関する研究	平林征四郎	(社)国際農業教育研究開発協会
41	膜面液体培養法を用いた海洋植物プランクトン <i>Oscillatoria</i> の培養と特性解明	中西 一弘	岡山大学
42	高濃度アンモニアを除去できる海洋性細菌を利用した新しい微生物脱臭法の開発	菅野 靖史	東京工業大学
43	光合成硫黄細菌を利用した青潮発生レベル底層海水からの硫化水素の除去に関する研究	小西 康裕	大阪府立大学
懇 親 会 17:00～19:00			

第3会場

番号	表 題	発表者	所 属
座長：越川 昭三（昭和大学藤が丘病院教授）（10:00～11:30）			
44	高塩ストレスによって誘導される新規脂質性メディエーターの解析	小林 哲幸	お茶の水女子大学
45	食塩による血管リモデリングの修飾機構	東 洋	東京医科歯科大学
46	食塩代謝調節に作用する新たな消化管一腎連関ペプチドグアニリンファミリーの機能解析と臨床医学的意義の解明	中里 雅光	宮崎医科大学
47	骨形成に関与するナトリウム依存性リン輸送担体遺伝子の同定	宮本 賢一	徳島大学
48	生体時計ホルモン・メラトニンの分泌制御因子としてのNaCl依存性興奮性アミノ酸輸送系に関する研究	森山 芳則	大阪大学
49	体液塩濃度変化による下垂体後葉神経系の形態的变化	宮田 清司	京都工芸繊維大学
座長：今井 正（自治医科大学教授）（11:30～12:00）			
50	血圧の食塩感受性：腎および心血管系に対する新しい危険因子	木村玄次郎	国立循環器センター
51	腎ナトリウム／リン輸送担体の発現制御による血中無機リン濃度調節機構	大野 博司	千葉大学
座長：今井 正（自治医科大学教授）（13:00～14:15）			
52	細胞内Ca ²⁺ 濃度増加に伴う膜電位及び膜イオン電導度変化のSHRSP由来メサンギウム細胞による検討	家森 幸男	京都大学
53	腎ネフロンセグメント発現遺伝子データベースを用いた腎臓における塩排泄・再吸収の分子機構の検討	今井 圓裕	大阪大学
54	腎における食塩代謝および微小循環調節に関与する血管作動性因子の臨床的意義に関する分子医学的検討	田中 一成	京都大学
55	水チャネルのチャネル孔部位の同定	桑原 道雄	東京医科歯科大学
56	ステロイドホルモンによるNa/H交換輸送体の制御	武藤 重明	自治医科大学
座長：森本 武利（神戸女子短期大学教授）（14:15～15:00）			
57	食塩感受性高血圧モデルの昇圧機序における脳内Na ⁺ チャネルの役割	西村 真人	京都府立医科大学
58	食塩は動脈硬化発症を促進させるか？	国友 勝	武庫川女子大学
59	海水を用いた健康増進・疫病予防を目的とした療法の効果に関する研究	山本 利春	国際武道大学
座長：森本 武利（神戸女子短期大学教授）（15:15～16:15）			
60	食塩感受性の人種的特異性及び遺伝的素因に関する研究	加藤 規弘	京都大学
61	亜鉛欠乏時の食塩嗜好の増大に関する生理学的研究	駒井三千夫	東北大学

番号	表 題	発表者	所 属
62	塩分嗜好性に関与する新たなペプチドであるアドレノメデイユリンとその関連ペプチドの視床下部神経分泌ニューロンに対する作用の分子生理学的検討	山下 博	産業医科大学
63	多地域における個人の塩分味覚と血圧上昇要因の解析	鈴木 一夫	秋田県立脳血管研究センター
懇 親 会 17:00～19:00			

全共連ビルへの交通のご案内		
地 下 鉄		
有楽町線・半蔵門線	永田町駅下車（出口No.4）	徒歩 2分
丸の内線・銀座線	赤坂見附駅下車	徒歩 5分
J R 線		
中央線・総武線	四谷駅下車	徒歩15分
都 バ ス		
新橋・新大久保駅より	平河町2丁目都市センター前下車	徒歩 1分
タ ク シ ー		
四谷駅から5分、東京駅・新橋駅から10分		

The map illustrates the location of the building '全共連ビル' (All-Union Building) in the Akasaka area of Tokyo. It shows the building's proximity to the Yamanote Line and the Chiyoda Line. Key landmarks and transportation points are marked, including the Urban Center, Tominaka Middle School, Akasaka Prince Hotel, Akasaka East Hotel, and the Akasaka Annex Station. The building is situated near the intersection of the Yamanote Line and the Chiyoda Line, with the Akasaka Annex Station and the Akasaka East Hotel located nearby.

財団だより

(予定)

- ・ 第23回研究運営審議会 (平成11年9月1日 (水) 虎ノ門パストラル)
平成12年度の研究助成の方針および助成研究公募の方針などが審議される予定です。

編集後記

★佐田俊勝氏 (元徳山曹達(株)) の「イオン交換膜の研究開発にたずさわって」と既刊40号にご寄稿の野見山芳徳氏 (元旭硝子(株)) 及び同37号にご寄稿の川手英男氏 (元旭化成工業(株)) から、イオン交換膜開発にたずさわっておられた当時を回顧していただきました。

イオン交換膜製塩法の研究・開発にともなうご苦労は3社3様で、それぞれの特徴が浮き彫りにされております。

★インドネシア・バリ島の天日製塩を見聞された都丸敬一氏から、小さな塩田で太陽熱と椰子を利用した大変珍しい製塩を紹介していただきました。

★「ソルトアート」という独自の芸術の世界を創り出された星加隆子さん。塩のもつ可能性や魅力を「遊び心」に求めた発想の転換が、塩を芸術作品へと変身させました。

皆様からのご意見・ご要望と積極的なご投稿をお待ちしております。

|そるえんす|

(SAL'ENCE)

第 41 号

発行日 平成11年 6月30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

F A X 03-3497-5712