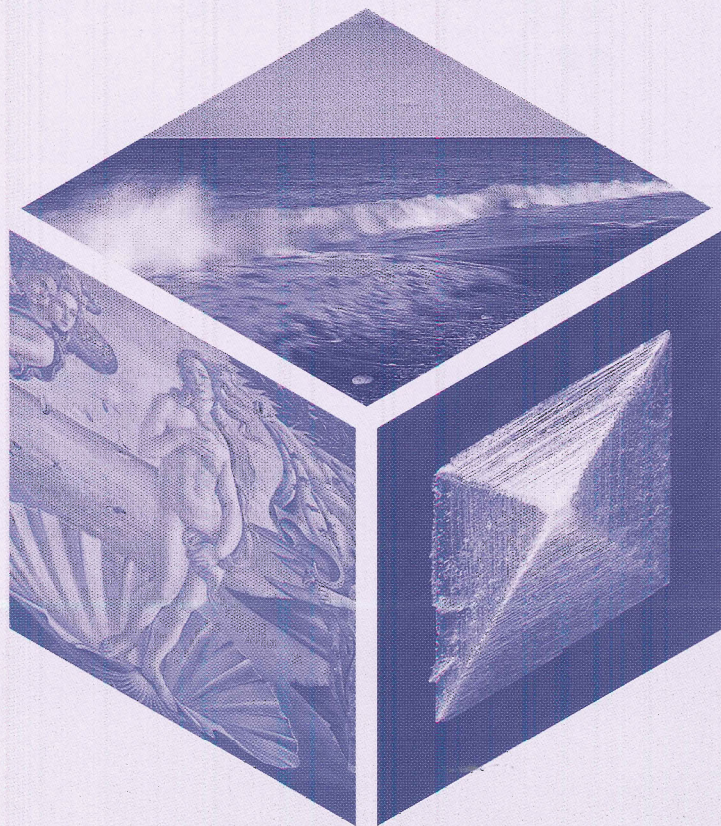


イオン交換膜製塩法 — 開発導入の経緯と現状 — 村上正祥

日本経済史講義瞥見 (その一) 落合 功

吠から紙袋へ 古山 博

見てきたオマーン国の表と裏 II — ホットな国の実験 — 齊藤 博



## 目次

巻頭言 ソーダ工業と塩 —メキシコ塩田を訪ねて—	1
北田 進一	
イオン交換膜製塩法 —開発導入の経緯と現状—	2
村上 正祥	
日本経済史講義瞥見(その一)	13
落合 功	
凧から紙袋へ	18
古山 博	
見てきたオマーン国の表と裏Ⅱ —ホットな国の実験—	22
斉藤 博	
塩漫筆 『ミネラル』	31
塩 車	
第30回評議員会・第34回理事会を開催	36
第14回助成研究発表会を7月19日に開催	38
財団だより	42
編集後記	



北田 進一

日本ソーダ工業会専務理事  
勸ソルト・サイエンス研究財団  
評議員

—メキシコ塩田を訪ねて—  
ソーダ工業と塩

ソーダ（電解）工業とは、塩を電気分解することによって、か性ソーダと塩素を製造する工業である。したがって、大量かつ良質の原料塩を安定的にかつ安いコストで調達できるか否かが、この工業の最も重要な課題のひとつとなっている。

日本のソーダ工業用塩は、すべて海外からの輸入に依存している。最近の実績では、その輸入量は、年間約700万トンにのぼっており、その大半（90%以上）をメキシコ塩とオーストラリア塩が占めている。

塩の製法にはいろいろあるが、ソーダ工業用塩は、現在では、すべて〈天日塩〉になっている。天日塩とは、〈Solar Salt〉といわれるように、太陽と風のエネルギーによって、海水から〈塩〉を採るものである。

かつて、ある大先輩から、〈世界の塩田は、南北の回帰線に沿って点在している〉と聞いたことがある。常に風が吹き、夏至と冬至に太陽が回帰するところというイメージを思い浮かべ、そこはかかないロマンを感じたものであるが、今回、はからずも、そのひとつで

あるメキシコ塩田を訪れる機会に恵まれた。

塩田に適した気象条件を纏めていえば、1年を通じて、(1)気温が高いこと、(2)雨量が少ないこと、(3)降雨日数が少ないこと（晴天の日が多いこと）、(4)風があること、ということになる。

加えて、地勢条件としては、(1)平坦で広大な土地があること、(2)塩分濃度の濃いかん水が得られること、ということになる。

そうした条件を念頭においてメキシコ塩田を見ると、そのすべての条件にかなっていることに、あらためて驚かされるのである。

メキシコ・ゲレロネグロ塩田は、日本からおよそ10,000km離れたバハ・カリフォルニア半島のほぼ中央・太平洋岸に位置し、いずれも年間平均で、気温約18℃、降雨量約75mm（ちなみに東京約1,460mm）、風速約5.5m、地形は平坦かつ広大であり、スキヤモン・ラグーン（潟）に面し、海水の塩分濃度は通常の海水の約1.5倍と、まさに理想的といってよい条件下にある。

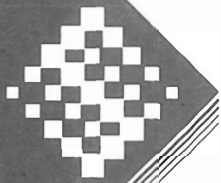
塩田総面積は、約486km<sup>2</sup>（ちなみに東京23区が約567km<sup>2</sup>）であり、その中に50を超える巨大な蒸発池と結晶池がある。

ラグーンより塩田に採り入れられた海水は、150kmほどの距離を、およそ2年の歳月をかけて巡り、年間約700万トンの良質の塩として結晶するのである。

果てしなく広がる塩田の真っ只中を貫く道を車で疾走しながら、この理想的な環境の中でつくられる塩が、日墨友好の絆のもと、日本のソーダ工業の支えとなっていることに、あらためて気づかされるのであった。

また、同様の役割を果たしているオーストラリア塩田を訪ねる機会が、いつの日か来ることをひそかに期待しつつ、次の一句を得て、メキシコに別れを告げたのである。

塩田に吹く風熱き墨西哥去る 進一



# イオン交換膜製塩法

開発導入の経緯と現状

村上 正祥

元日本専売公社塩技術担当  
調査役

## 1. イオン交換膜電気透析法

海水中のある成分をイオン交換剤に吸着させ分離抽出する研究は、すでに1945年頃から進められてきた<sup>1)</sup>。このイオン交換剤を膜状に成形したイオン交換膜には、陰イオンだけを通す陰膜と、陽イオンだけを通す陽膜がある。この特性を利用して電気透析により溶液中のイオン成分を連続的に仕分けして取り出す方式が考えられた。

専売公社の中央研究所は、オルガノ商会と協力してイオン交換膜を製作し、1952年には小田原沖の海水を使って実験を重ねた。その成果は1953年の日本塩学会（日本海水学会の前身）で「イオン交換膜による海水の電解」として発表された<sup>2)</sup>。イオン交換膜を分離濃縮に利用した最初の報文であるが、その第一の目標はカ性ソーダと塩素の製造であり、海水濃縮は二の次であった。1955年4月から海岸に近い小田原製塩試験場に試験研究の場を拡大した。

当初のイオン交換膜は不均質膜と称されるものであったが、1958年頃から均質膜に切り換えた。また、透析槽の大きさも1960年頃には76dm<sup>2</sup>×160対程度<sup>ついで</sup>のものが試験に使われていた。

イオン交換樹脂研究の先進国アメリカでは、1948年にW. JudaらがIonics社を創立し、ソーダ電解用樹脂膜を開発し、1952年のChemical and Engineering Newsには海水脱塩装置の記事が発表された。1953年には米国特許として発表され、1956年には日本でも特許公告となった。1954年の日本塩学会誌にはW. Judaの記事が紹介され、海水の新しい濃縮法「電解濃縮法」が提案された<sup>3)</sup>。塩資源に恵まれたアメリカでは、この技術は塩分を含んだ陸水から真水を採る「塩水淡水化、脱塩」に向けられ発展した。

## 2. 製塩用イオン交換膜法の開発<sup>4)~7)</sup>

塩を主原料とするソーダ工業界でも、早くからイオン交換膜法に着目し、開発研究が行われてきた。イオン交換膜の製造、透析装置の製作まで含めて工業化段階に到達したのは、徳山曹達、旭化成、旭硝子の3社であった。

### (1) 徳山曹達(株)

企業としてイオン交換膜法の研究、開発に取り組んだのは1951年からと言われ、イオン交換膜法を利用した海水の濃縮方法と透析装置を考案して特許を出願した。当社が開発したイオン交換膜はフェノール・スルホン酸、フェノール・ホルマリン等の縮合重合系樹脂であったが、その製膜設備を設置し、1956年には徳山市の自社工場内に、塩換算年産1万トンの海水濃縮設備（9複槽、18,000対）を建設し、操業を始めた。

この設備は2年間の運転後一旦中止され、重合膜の開発、新大型槽の開発へと進むが、それは後のことである。

### (2) 旭化成工業(株)

1950年頃からイオン交換膜法の研究に取り組み、スチレン、ジビニルベンゼン重合系の膜を開発。1956年頃には九州延岡工場において実海水による連続試験を行うに至った（試験用膜の大きさは60 cm角、製塩能力800トン/年）。この透析方法とその透析装置について特許出願された。

この延岡での試験成績を基にして、イオン交換膜法による海水濃縮の工業化が計画された。1957年10月4日の第26国会衆議院大蔵委員会に参考人として出席した同社常務取締役宮崎輝氏は、自社のイオン交換膜法開発の経緯と工業化計画を述べた。

### (3) 旭硝子(株)

イオン交換膜の研究を始めたのは1950年のことという<sup>8)</sup>。当社の膜は、スチレンとブタジエンを共重合させた樹脂であり、これをガラ

ス繊維布の両面に塗布し、イオン交換機能を持つ膜に仕上げた。研究は進展し、1956年12月には、千葉県大網工場内にイオン交換膜法の試験室を開設し、同所の地下かん水を使って膜面積5dm<sup>2</sup>の装置で試験運転を始めた。

この地下かん水は、地下に埋蔵されている天然ガスと一緒に汲み上げられ、海水に較べてSO<sub>4</sub>が少なく、I（ヨード）の含有量が多いという特徴を持っている。SO<sub>4</sub>が少ないため、濃縮過程においてCaSO<sub>4</sub>の析出がなく、スケール問題は生じなかった。

膜メーカー3社の開発研究は進展し、1960年には日本化学塩業（坂出市）と新日本化学工業（小名浜）の2社へイオン交換膜透析装置が導入された。日本塩学会誌に「イオン交換膜法」が初めて登場するのも1960年であり、以来、塩業界・学会挙げてこの新製塩法の工業化に取り組んだ。

### (4) 日本専売公社

公社としては、新膜の開発・製造はこれら3社に委ねることとし、その研究開発の目標は透析理論、透析装置、操作方法、スケール対策等に向けられた。

一方、1962年から64年にかけては、小田原製塩試験場において各社膜の性能テスト運転も行った。その試験装置は1965年に水槽型83dm<sup>2</sup>×100対、1967年に締付型113dm<sup>2</sup>×300対となり、1968年からは防府製塩試験場へ実用規模の装置を導入し運転を続けた。

## 3. 製塩業界にイオン交換膜法を導入

1953年以来、入浜式塩田から流下式塩田への転換と、海水直煮製塩法の発達によって国内塩生産力は拡大し、むしろ過剰生産が懸念されるに至った。そこで製塩業界の合理化と過剰生産力を削減すべく、1957年12月「国内塩生産対策」が決定された。1959年3月31日「塩業整備臨時措置法」が国会で可決され、4

月1日施行となった。いわゆる第3次塩業整備の始まりである。

前述した、旭化成のイオン交換膜法製塩工業化計画はこうした塩業情勢の中で出されたものであり、塩業整備の一環としてイオン交換膜法が導入されることとなった。

1957年当時、大型イオン交換膜装置で海水濃縮運転を行っていたのは、徳山曹達と旭化成の2社であった。両者の1958年4月から12月までの連続試験運転の結果、15から16°Bé（度ボーメ）のかん水製造に要する電力量は塩換算1トン当たり300～400 KWHであり、また濃縮に伴う膜面スケール析出の問題も一応解決されており、膜は少なくとも3年間の使用に耐え得ると判定された<sup>6)</sup>。

この段階でそれまでの試験成績をもとに新たにせんごう工場を新設して、イオン交換膜法を単独で工業化した場合、加圧法と組合

せた場合のそれぞれのコスト見通しと問題点について、総裁の諮問機関である塩業審議会の専門部会で検討が行われた。

まず、単独工業化については、イオン交換膜法によって3°Bé（約3%）の海水を20°Bé（約20%の塩水）まで濃縮し、これを新設の加圧式せんごう工場で煮詰めて製塩を行うとした場合の試算がなされた。設備規模としては、年産75,000トンと想定した場合、イオン交換膜1対の生産量を年に3.4トンとして必要交換膜枚数45,000枚（22,500対）、濃縮用電力3,640KW、結晶化用電力3,000KWと仮定した。建設費の試算は表1のようになされ、また生産費については、塩1トン当たりの電力原単位を海水濃縮で350KWH、結晶化で300KWH、電力単価は1KWH当たり2円50銭、膜の耐用年数を3年として表2のように試算された。

つぎに、既存の加圧式せんごう工場に導入をはかった場合、濃縮缶を処分して、そのかわりに結晶缶の能力に見合ったイオン交換膜の設備で20度Béのかん水をつくるとすると、処分した濃縮缶の償却を負担しても生産費は1トン当たり7～9千円となると試算された。

また、塩田製塩に導入する場合については、整備が行われた後の塩田生産力を72万5千トンと仮定し、このうちの塩田を全廃してせんごう工場だけとし、これにイオン交換膜法を導入したとすると、生産量は122万トン、生産費は廃止塩田の償却を負担して約8,500円となるが、生産量を72万5千トンのままで抑えると、工場の稼働率は70%程度となり、その生産費は約10,800円になると試算された。

表1 イオン交換膜法製塩工場の建設費試算  
(単位：千円)

区 分	年 産 塩 量 (トン)		
	30,000	75,000	300,000
工場建家倉庫等	26,967	38,900	78,935
透析等濃縮装置	89,129	171,200	545,865
蒸発缶等結晶装置	178,516	350,270	1,160,382
受配電設備	131,693	212,350	531,592
送電線分担金等	25,791	37,200	75,459
予備費	68,000	121,400	358,000
合 計	520,096	931,320	2,750,233

注) この他に膜工場の建設費が75,000トンの場合で約2億円見込まれている。

表2 イオン交換膜法の塩トン当たり生産費試算  
(単位：円)

費 目	規 模 (トン)				備 考
	30,000	75,000	100,000	300,000	
採かん費	2,305	1,740	1,620	1,388	膜工場償却を含む
せんごう費	3,070	2,598	2,510	2,350	包装費を含む
(小 計)	(5,375)	(4,338)	(4,130)	(3,738)	
管理費・収益	1,822	1,245	1,132	903	納付費を含む
合 計	7,197	5,583	5,262	4,641	

## ○ 塩業界への導入—中間工業化

### 1) 旭化成工業(株)

旭化成は、海水直煮製塩の新日本化学工業株式会社小名浜工場（新日本と略称、新日本ソルトの前身、福島県）をイオン交換膜法に

切り換えることを1960年に決定した。1961年6月にはイオン交換膜製造工場（川崎市）も完成し、12月には小名浜工場の試験運転を開始した。同工場の全設備が完成したのは翌1962年2月であった。

並型（1m<sup>2</sup>×1,500対）×12槽=18,000対  
製塩量 50,000トン／年

## 2) 旭硝子(株)

塩業整備の過程で、四国坂出市に日本化学塩業株式会社（日化塩と略称）が生まれた。香川県下の塩業組合を統合した製塩工場であり、ここに旭硝子のイオン交換膜設備（塩換算1万トン）を加えることが決まった（1960年4月）。

旭硝子の淀川イオン交換膜製造工場（大阪府、製膜能力日産500対）は同年8月に完成、1961年3月には日化塩イオン交換膜法製塩プラントが稼働を開始した。主要設備は98cm角の膜面積を有するC-1型透析槽である。

旭硝子はこれと併行して、日化塩と同じ設

備を北九州牧山工場内に設置し、イオン交換膜法の開発拠点とした。

## 3) 徳山曹達(株)

徳山曹達は、1956年自社工場内に1万トン規模の設備を建設し運転を続けてきたが、1958年末にこの運転を中止し、新交換膜の開発に取り掛かった。新しい重合膜が開発され、その試験装置の運転を始めたのは1962年12月のことであった。そうして同年5月には工業規模の試験設備（1m<sup>2</sup>×240対×単槽）が完成し運転を始めた。

この新設備は錦海塩業（岡山県）に導入されることになり、錦海のイオン交換膜透析工場（複槽3基）は1965年5月運転を開始した。

こうして膜メーカー3社、それぞれの製塩プラントが稼働を始めた。なお、イオン交換膜電気透析槽には締付型と水槽型があり、前者は旭化成で採用され、後者は旭硝子と徳山曹達で採用された。1965年までの各社の運転実績の概要は図1と表3に示す通りである。

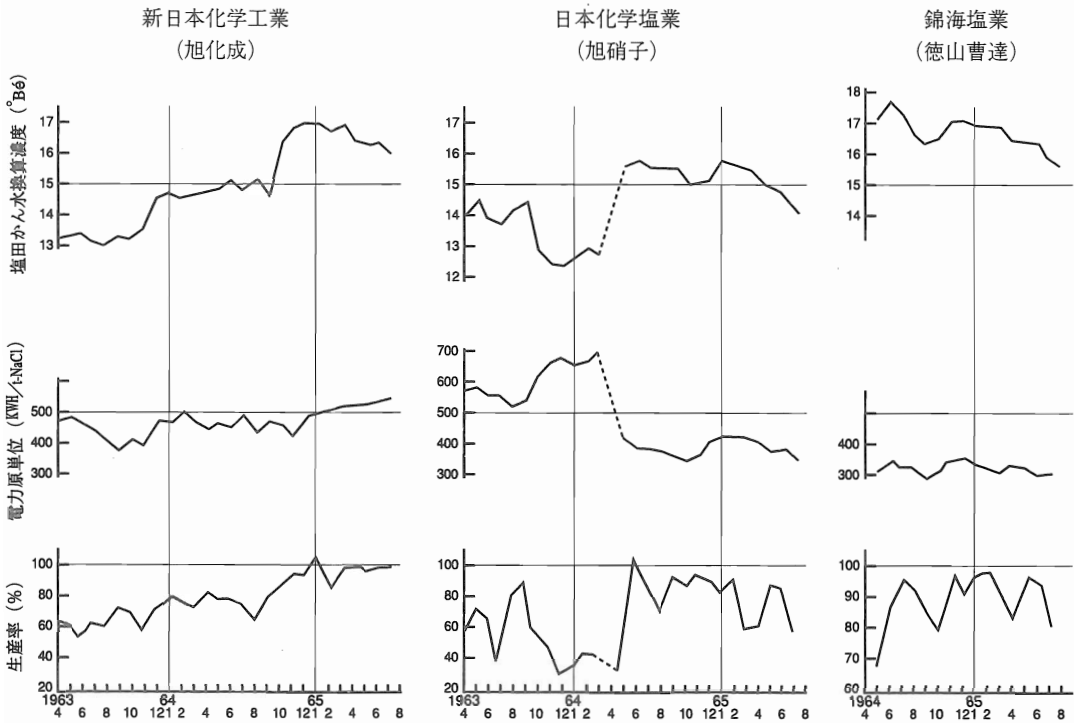


図1 各社の運転実績

表3 イオン交換膜製塩法の開発年表

年	塩業一般・その他	開 発 機 関			
		専売公社	旭硝子	旭化成	徳山曹達
1947	学術誌「塩技術研究」創刊	イオン交換剤によるNa,Clの抽出を 発表			
1948	JudaらIonics社創立				
1950	Judaらソーダ電解用樹脂膜製作(均質膜、不均質膜)		イオン交換膜研究着手	イオン交換膜法の研究開始	
1951					研究開始
1952	W.Judaら海水脱塩装置発表	オルガノ商会との協力で研究開始	研究開始		
1953	Judaら米国特許	イオン交換膜による海水成分分離法発表			
1954	岡俊平イオン交換膜による海水濃縮を提案			イオン交換膜研究	
1955		小田原製塩試験場でイオン交換膜法研究開始			特許公告、膜工場設置
1956	Juda日本特許公告		千葉分室開設、地下かん水使用、50×50cm装置		イオン交換膜法による塩製造許可申請、9複槽、18,000対、年産1万トン
1957	「国内塩生産対策」決定			特許公告、延岡で実海水使用試験、60×60cm装置、「イオン交換膜法工業化計画」公表	
1958		イオン交換膜法調査員を米国に派遣		イオン交換膜法による新日本化学工業小名浜工場建設申請	
1959	「塩業整備臨時措置法」国会可決	新日本化学工業にイオン交換膜法創業を指示	徳山曹達と技術提携	合理化計画書提出	
1960			日本化学塩業とイオン交換膜法の成約、イオン交換膜製造淀川工場稼働(日産500対)	小名浜工場建設着工(5万トン)	
1961			日化塩イオン交換膜製塩工場稼働、98×98cm装置、牧山工場にも1万トン設備	イオン交換膜製造川崎工場完成、年産7万対、小名浜工場運転開始	
1962					新開発膜により小型槽試験開始



#### 4. イオン交換膜製塩法の進展

1961年に日化塩、1962年に新日本と相次いで稼働を開始したイオン交換膜透析工場は、色々なトラブルに直面し、なかなか所期の成果が得られなかった。これに対応して膜メーカー3社とも懸命の努力を続け、

- (1) 高性能の新膜を開発
- (2) 透析装置の改良と操作法の改善
- (3) 原料海水の前処理

等の改善を進めた。イオン交換膜法の実績は図2, 3, 4に示すように年々向上し、採かん(かん水製造)コストは流下式塩田に匹敵し得

るようになった。

その頃、わが国の産業界は戦後の疲弊から立ち直り、さらに急進展の途上にあつて全国各地に工場の進出が盛んであり、いわゆる新産業都市計画が各地で進められていた。海岸部に広大な面積を占める塩田は、その格好の用地として狙われた。

赤穂海水化学工業(株)においては、1963年頃から兵庫県による塩田土地の買収計画が進められていたが、この地域が工場整備特別地域に指定された開発の拠点であったことから、1965年3月に塩田の大部分を住友セメント(株)に売却し、その代替としてイオン交換膜設備を導入することとなった。新設備は旭化成方式で、1967年2月には試運転を開始し、1969年4

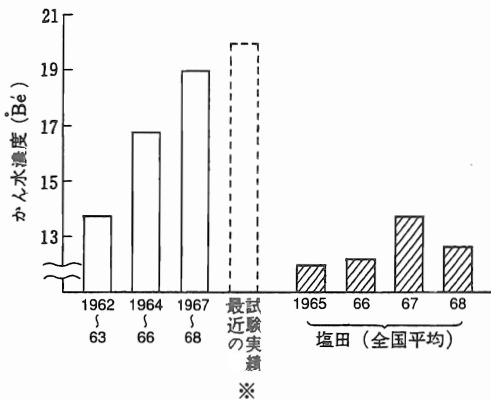


図2 イオン交換膜製塩技術進展の推移

※1968年後半

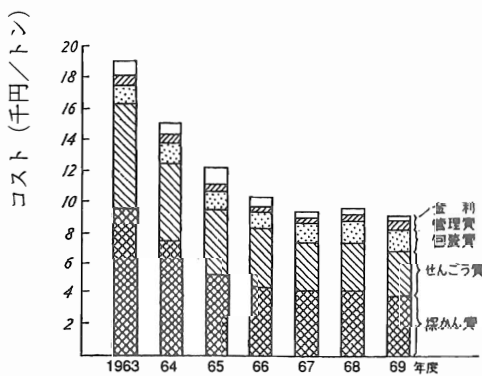


図3 イオンコストの推移

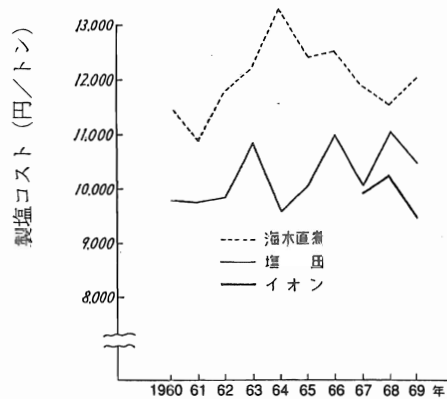


図4 方式別製塩コストの推移 (並塩ベース)

月には全設備が完成して全面的にイオン交換膜製塩工場（年産53,290トン）の稼働となった。

鳴門塩業組合も、鳴門市の都市計画によりその塩田を売却することとなり、1967年7月塩田20haを廃止し、その代替としてイオン交換膜（1万トン、旭化成・締付型2槽）を導入した。続いて1970年1月には塩田30ha、同年7月には25haを廃止し、透析槽各2槽ずつを代替とした。1971年3月には、さらに透析槽6槽を増設して、全工場の切り換えが完了した。

塩田製塩の生産量は塩田面積によって決まり、かつ気象条件によって豊凶作がある。これに対して、コンパクトな透析槽で構成されているイオン交換膜製塩法は生産規模の制約がなく、大規模化による有利性も発揮できる。

## 5. 大規模プラント、コスト試算

1961年以降相次いで塩生産業界に導入されたイオン交換膜設備は研究改善を重ねて性能を上げ、1968年には電力原単位、かん水濃度、生産塩量等は計画値を上回る好成績となり、

コストも塩田製塩より良くなった（図4参照）。

このイオン交換膜法製塩工場の実績を基に、大規模イオン交換膜製塩の試算を行い、製法転換の可能性を探った。種々検討の末、イオン交換膜法製塩プラントを次のように設定した（図5参照）。

- (1) イオン交換膜法で高濃度かん水を探る。そのかん水を真空式蒸発装置に送り製塩する
- (2) プラントのエネルギー源は高圧大型ボイラー（燃料はC重油）の高圧蒸気タービン駆動による自家発電で透析用と工場内電力をまかなう。
- (3) 発電後の低圧蒸気を真空式蒸発缶の熱源とする。
- (4) 蒸発装置のコンデンサー冷却に海水を使い、昇温した海水を透析用海水として利用する。

この設計思想で5万トンから30万トンまでの規模別プラント建設費、製塩コストを算定した（表4、図6参照）。

当時の輸入塩価格はCIF価格で塩トン当たり約3,600円（10ドル）。これに用途別の加工経費を加算すれば図7のような価格水準になる。当

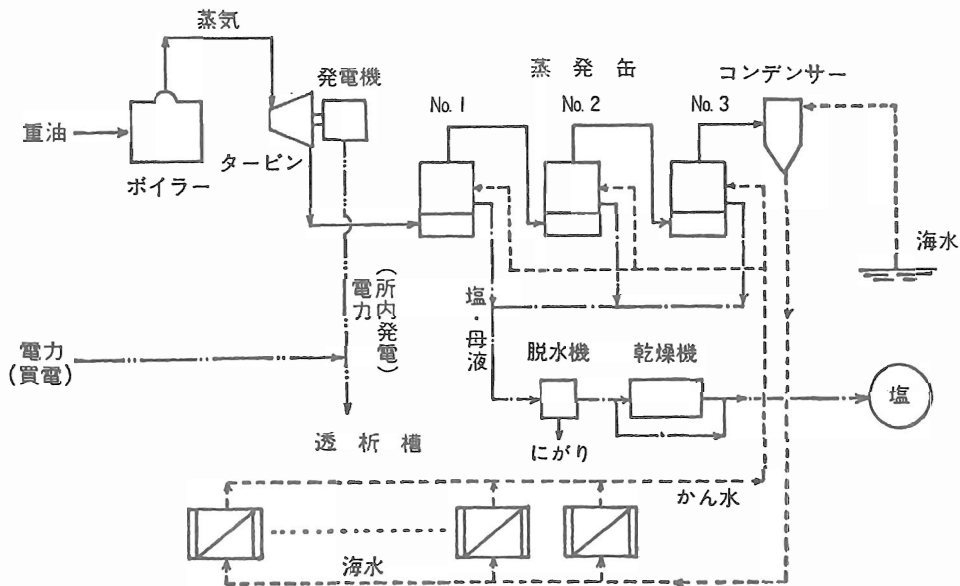


図5 イオン交換膜法製塩フローシート

表4 15万トン規模新規工場建設費（百万円）

区 分		取得原価
採 か ん	機械等	436
	電気設備	173
	イオン交換膜	294
	建物構築物	90
	技術料	60
	小 計	1,053
せ ん ご う	蒸発缶機械装置	450
	蒸発缶建物構築物	37
	ボイラー設備	72
	小 計	559
管理	倉庫事務所等	147
共 通	発電用機械等	270
	発電用建物構築物	44
	土地	141
	小 計	455
総 計		2,214

時の国内塩生産規模（約900千トン）程度の需要に見合う数量を考えれば、数年先に家庭用および漬物、味噌等の食糧用塩の分野が考えられ、この分野について輸入塩の国内想定価格を需要量で加重平均するとトン当たり約7,000円になる。この価格を実現するためには、イオン交換膜製塩工場の規模を150千トン以上にすれば可能であり、さらに今後のイオン技術の進歩も見

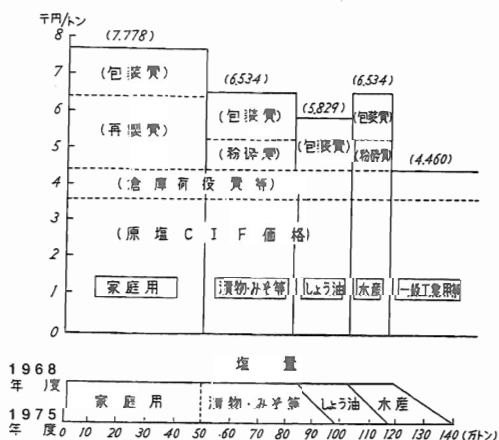


図7 輸入塩の国内想定価格と昭和50年度需要見込

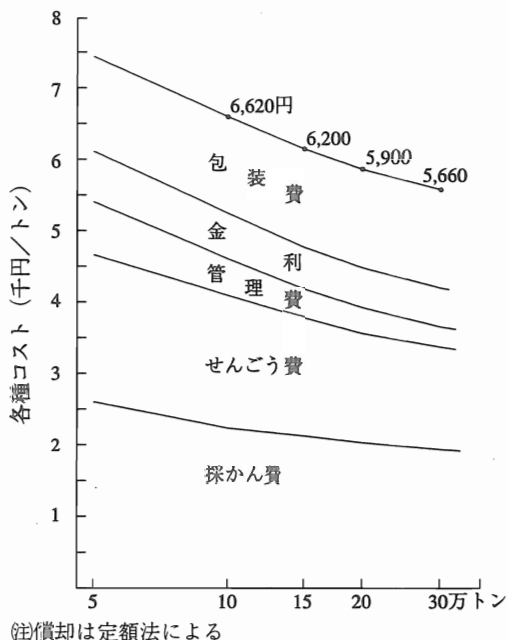


図6 規模別イオン製塩コスト

込まれるので、長期的に見れば現在の工業用塩の分野においても輸入塩と対抗できうる価格水準を実現することも決して夢ではない、と判断された。

## 6. イオン交換膜製塩法への全面転換<sup>8), 10)</sup>

1969年1月「新技術の進展に伴う塩業の合理化方策」について諮問を受けた塩業審議会は、小委員会を設けて検討することとした。小委員会は10回の審議を経て合理化方策をまとめ、中間報告の形で審議会に報告した。この報告の骨子は次の3点であった。

- (1) イオン交換膜製塩法への全面転換
- (2) 廃業する在来塩業者の補償
- (3) 3～5年程度の準備期間において、専売制度を廃止する

この合理化方策案は審議会です承され、同趣旨の会長談話が同年9月4日に発表された。ところが、世間ではこれを塩業の合理化問題として

捉えず、塩専売制度の廃止問題と受け止め、賛否両論がまき起り騒然としてきた。このような情勢の中で、1970年度予算に塩業整理交付金50億円が計上された。

1970年11月、小委員会はそれまでの審議経過をとりまとめて審議会に報告した。これを受けた審議会はさらに審議を重ね、翌1971年1月26日「塩産業近代化方策要綱」を答申した。

「塩業の整備及び近代化の促進に関する臨時措置法」（塩業近代化措置法）は1971年2月5日に閣議決定され、直ちに衆議院に送付された。

塩業近代化措置法および施行令は3月30日に確定し、4月16日付で施行されることとなった。

製塩業界は流下式塩田や海水直煮工場（1965年において塩田面積3,052 ha、製塩場26工場）を廃止し、大規模イオン交換膜製塩への切り換えが始まったのである。

厳しい審査を経て、表5に示す15万トン規模のイオン交換膜製塩プラントを持つ7社が発足した。現在の製塩7社である。各社は新工場の建設を急ぎ、相次いで操業を開始したが、最終の讃岐塩業の稼働は1973年からとなった。

表5 各社のイオン交換膜透析設備

製塩会社	イオン交換膜透析設備
新日本化学工業	旭化成方式締付型
赤穂海水化学工業	同上
鳴門塩業	同上
内海塩業	旭硝子方式締付型
崎戸塩業	同上
錦海塩業	徳山曹達方式水槽型
讃岐塩業	同上

## 7. イオン交換膜製塩法の確立<sup>11)</sup>

1971年の塩業近代化によって、イオン交換膜製塩7社が発足した。各社は工場の建設を進

め相次いで操業を開始した。ところが、1972年には西日本に集中豪雨が多発して、新鋭製塩工場は被害を受けた。

さらに1973年には、いわゆる第一次石油ショックが起り、石油関連商品、燃料の価格が高騰し、また1979年にも第二次石油ショックが日本を襲った。製塩プラントのエネルギー源は重油であり、燃料費は製塩コストを大きく左右する。こうしたエネルギー事情の変革に対し、次の改善策を行った。

### (1) 省エネルギー型膜・電槽の開発

エネルギー価格の高騰に対応して、より電力原単位が少なく、かつ高濃度かん水が採れる新膜を開発し、電槽の改善を進めた。

### (2) プラント全体の燃料原単位低減

透析電力（自家発電）と蒸発缶熱源蒸気量を調整し、一次蒸気の完全利用をはかった。このため蒸発缶の増設、効用数を3効から4効に変えるなどの改造を行った。外部からの買電は最小限に抑えた。

### (3) 燃料転換

高騰する重油を止めて、安価な石炭、ピッチ・コークス等を利用することに伴いボイラーも更新した。

こういった各社の対応策は1980年頃から進められて、図8、9のような成果を上げ、燃料転換のボイラー改造も含めて1985年頃には完了した。

1971年にスタートしたイオン交換膜製塩（7社）の稼働成績を図10に示す。

透析電力原単位（図10A）は当初310～300 KWH/tであったが、新膜の導入切り換えが始まる1980年度から低減し、1984年度には230KWH/t台となっている。

また、発電用の蒸気量と蒸発缶熱源蒸気を調整して、出来るだけ買電量を減らすよう、設備の改造も行った。その成果は図10Bのごとくであり、プラントの主要設備の電力の大部分は自家発電で賄えるようになった。

かん水濃度（図10C）は、これと逆の傾向線で1980年以後濃度が上昇する。ともに新開発

膜の成果である。かん水濃度が上昇すると所要蒸発量は減少し、燃料費は少なくなる。採かん、せんごうの全工程のエネルギー（燃料）原単位の推移を図10Dに示す。

発足以来、約15年にしてイオン交換膜製塩は一応の水準に到達し、確立されたといえよう。

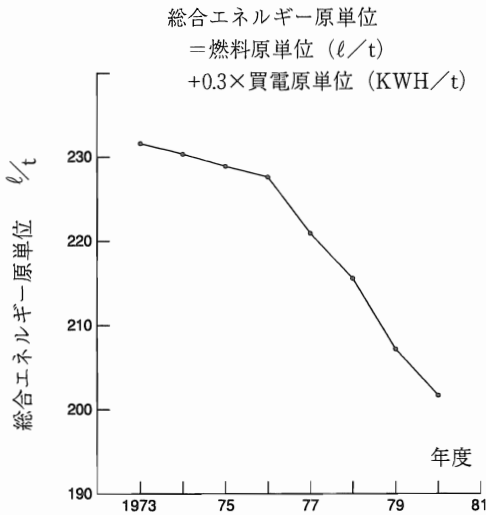


図8 エネルギー原単位の向上

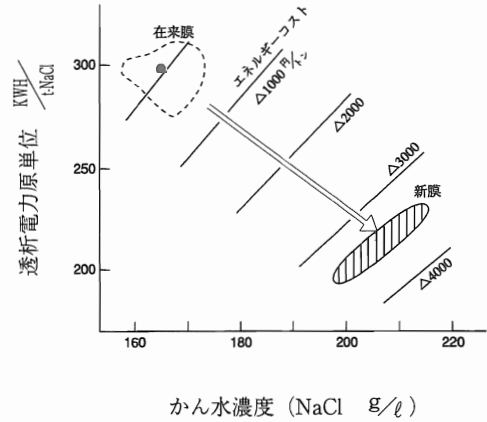


図9 イオン交換膜法の進歩 (1973年～80年)

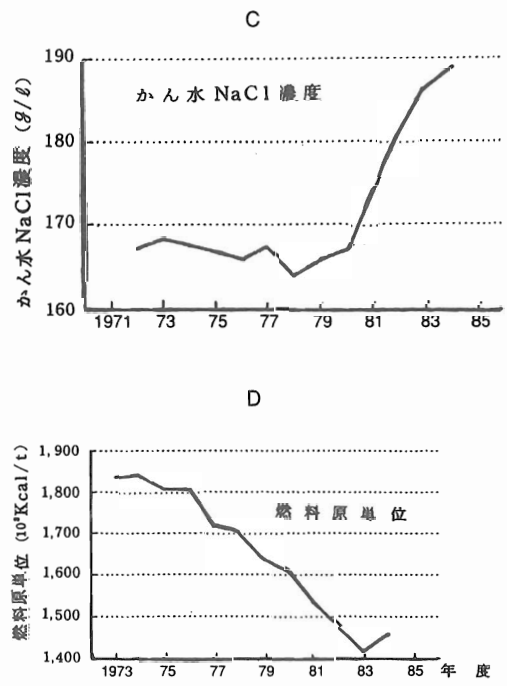
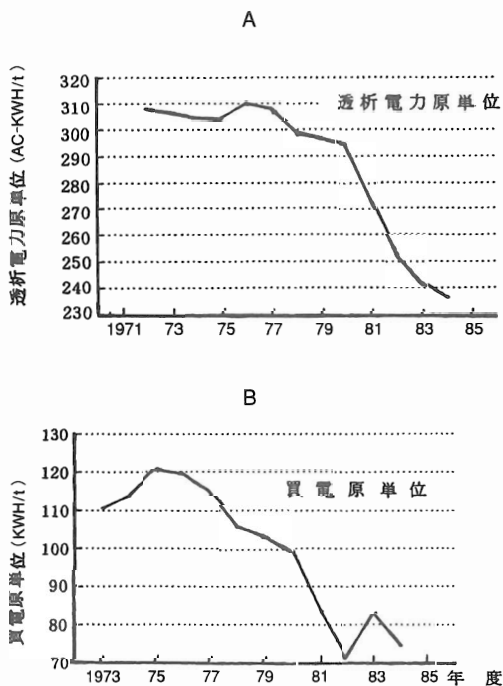
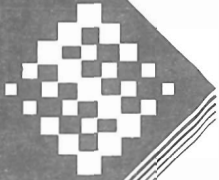


図10 イオン交換膜製塩の稼働成績

---

#### 引用文献

- 1) 『塩技術研究』1 No.1 (1947)
- 2) 杉二郎、原田武夫、他；『イオン交換膜による海水の電解』日塩誌、8 No.2 (1954)
- 3) 岡俊平；『海水の新しい濃縮法「電解濃縮法」について』日塩誌、8 No.1 (1954)
- 4) 『塩業整備報告』 第一巻、日本専売公社 (1966)
- 5) 同上 第二巻、日本専売公社 (1966)
- 6) 『日本塩業の問題点と対策』日本専売公社 (1960)
- 7) 『日本塩業の現状——昭和40年度塩業審議会資料』日本専売公社 (1966)
- 8) 『第四次塩業整備報告』日本専売公社 (1973)
- 9) 膜メーカー3社の回顧録『そるえんす』No.37, 40, 41
- 10) 『塩業近代化の背景とその方向——昭和46年度塩業審議会答申の解説』日本専売公社
- 11) 『製塩7社技術の歩み』塩専売事業本部 (1987)
- 12) 『海水資源の利用』日本海水学会 (1981)



# 日本経済史講義瞥見 (その一)

落合 功

広島修道大学助教授

## はじめに

「塩について、何か書いてほしい。」そう言われ、気軽な気持ちで引き受けた。依頼されたことは、基本的には断らない主義なので、締切などさえ調整できれば、安易に引き受けるのだが、今回においては災いしたようだ。

コラムを書く場合、なじみ易い内容を平易に紹介することが主眼となる。私も「塩」に関する小ネタは少なからず持っている。だから一般の人を対象とした話しでは、いくらでも対応可能だと思っていたのである。ところが、今回は別であった。なにせ、この『そるえんす』の読者は、「塩のプロフェッショナル集団」であるからだ。妙なことを書けば、クレームが来るだろうし、普通の読者にとって知らない話しても、本誌の読者にとっては「当然」のこととして受けとめられてしまう。「その話しは、私が言った話しだ」などと言われかねない。そんなこんなで悩んでいる間に締切が来てしまった。どうしよう。悩んだ挙げ句に今回、自分の講義風景を紹介することにした。

現在、私は日本経済史を授業科目として教えている。その素材として製塩業の歴史を紹介している。しかも、自身が執筆した『江戸内湾塩業史の研究』をモデルとしながら紹介しているのだ。同書は、史料を豊富に掲載した専門書であるが、なにせ難解だ。少しでも油断すれば、すぐに眠たくなってしまふ。「眠れない方へこの一冊」なんて、感じである。無論、自分としては苦勞して書いたつもりだが、両親などにもっこり笑顔で、それ以上語ってくれたことはない。

ところで、日本経済史の受講者は、おおよそ150名程度。単位を取得しやすいことが、履修の目的の様である。最近では、学生からの授業評価があるので、授業への反発が強いと、自分自身の評価につながる。「大学の授業は難解なものなんだ」とか「テキストを読ませておけばい

いんだ」などという半ば開き直りの発言は、もはや時代錯誤も甚だしい。幸い、自分に対する評価は悪くはないので安心だが、意見として書かれるのは、「なんだか、塩の話しばかりで…」とか「もっと、一般的な話しを……」という意見が多いのも事実である。同僚の先生からは、高校生を相手にニヤニヤしながら「あそこに居る先生は、塩の専門家で、講義では塩の話をして貰える」などと説明する。

そんな中、ほんのわずかな人数だけど、この講義にハマってくれる学生が居るのも事実である。だからこそ、このテーマを続けている。しかし、この講義も、1年間を通じて講義してきたが、本年度から前期だけに凝縮して講義することにした。早晚、こういった授業は特講として扱う形でないと許されなくなりそうだ。今回、そんな講義をかいつまんで紹介していこうと思っている。もちろん、一年かけて説明する内容を、わずかな枚数で紹介するわけにはいかない。その冒頭部分を紹介していくことにしたい。

## 第一講 日本塩業史を日本経済史として講義すること

私は、まず最初の講義のとき、日本塩業史を素材とすることで日本経済史を考えることができる理由を紹介している。「塩の話しばかり」「塩の先生」ではなく、「これは日本経済史の授業」であることを正当化しなければならないのだ。その理由について、私は以下のように説明する。

日本経済史を講義するとき、私は大きく三つの方法があると思っている。一つは、日本経済の動向を一覧（概観）する方法である。日本経済の動向を概観することで、如何なる積み重ねの上に現在が成り立っているのかを明らかにすることは大事なことである。今日、世界の経済動向を知ること大事だが、日本は日本のやり方があるのだし、「日本流」を知るというのも大事なことだ。外国でやっている経済の方法を

そのまま日本で適用してもうまくいかないことはしばしばある。「日本流」を理解した上で実行する必要があるのだ。そのためにも、日本経済の動向を概観する必要があるのである。

もう一つは、現在における一般化されたシステムや構造を展望することである。すなわち、日本経済の歴史を資金の動向や技術のあり方、設備投資と物価変動、利子率の関係、土地のあり方や所有に見られる社会的関係の変化を明らかにすることなどである。これは、学生に理解してもらうのは難解かもしれないが、日本経済史を考える上で究極の目的なのかもしれない。現在の経済のあり方を解明する上でも重要な視座を見出すことができると思われる。

そして最後は、特定の産業などを素材として歴史的に追いかけることである。特定の産業の推移を具体的に紹介する中で、その時代性を明らかにするのだ。この方法は、非常に具体的に紹介でき、教科書（テキスト）などには書かれていない、独自の内容について講義できるのだ。

私は、この最後の方法を選択し、「塩業史を素材としながら日本経済史を展望するものとして紹介する」のだ。「もちろん、塩業史を勉強しながら、一番目や二番目の課題にも迫ることができる」「こんな授業を聞けるのは、世界で唯一ここだけなんだ。」などと、理屈付けして塩業史を始めるのである。

ちなみに、講義要項には、以下の様に紹介してある。

1. 講義題目 日本経済と近世塩業
  2. 講義の概要と方針 近世塩業（特に関東）の展開について、多側面から把握し近代を展望する
    - (1) 瀬戸内塩業と江戸内湾塩業
    - (2) 江戸幕府の産業立地
    - (3) 近世的土地所有とその意義
    - (4) 近世国家における勤業政策
    - (5) 問屋制前貸しの展開
    - (6) 販売システムの変容と市場構造
    - (7) 近代における製塩業
    - (8) まとめ
- （後略）



## 第二講 塩業史を考える視点

塩業史を講義する上で、何が大事なのか？  
どういう視点が求められるのか、これを紹介することも大切だ。戦後の歴史学と言え、マルクスの発展史観に基づいて、どこの時期がマニュファクチュア段階なのかといった時代区分の問題、塩田で働く浜子について、労務者と位置付けるのか、それとも労働者としてとらえるのか、などといった議論がしばしばなされる。しかし、今は実態に基づいて紹介することが求められる時期である。これは、現在経済史を考える上で重要なポイントだと思っている。特定な尺度で進歩（発展）の度合いを押し量るのも大事なかもしれないが、それぞれの製品として固有の性格を把握することから始める必要があるだろう。

たとえば、醤油を例にすると、小麦・大豆・塩を原料とし、醸造品として一定の仕込み期間が必要な製品であること。米ならば主食となり得る食品で、基本的に日本全国で生産が行なわれていたことなどである。もちろん、醤油が全国的に生産されるのは江戸時代以降のことだし、米を作るための諸条件について、色々と考慮に入れる必要があるのだけれども……。

まず私は、「塩」を素材として考える上で、重要なポイントとして、二つの点を紹介する。一つは、塩は生活必需品であり、もう一つは日本では岩塩や天日塩が存在せず、海水から塩を採取することである。この両者の性格は、現在に至るまで変わらない性格として規定される点である。このため、日本の海岸部であればどこでも製塩業が行なわれたし、その反面、内陸部では塩の生産ができないため、そこには塩の流通が必要となる要素になるのだ。

とにもかくにも、塩は生きていくために不可欠な存在である。このことを説明するのに、多くのコトワザや地名を紹介すると理解が深

まるようである。例えば、越後国（現在の新潟県）の戦国大名上杉謙信が甲斐国（現在の山梨県）の戦国大名である武田信玄に対して塩を送ったという美談を紹介し、内陸部の人々にとって塩の大切さを説明する。この「敵に塩を送る」は、実際にあったかどうかはわからない。ただ、塩留め政策は、しばしばなされた戦術の一つであり、効果的であったことは事実である。実際、塩は軍需物資であり、各地の城郭を見学すると米蔵と共に塩蔵が残されている。各地に「塩の道」という表現が使われるのも、塩が運ばれることへの重要性が知ることができるだろう。また、甲斐国には塩山という地名がある。この地名は、実際は無いのに、岩塩があるように見せたものである。また、塩尻という地名の由来も、塩が送られる最終地点を差すことなどを説明する。これらの事例を紹介することで、それぞれの地名自体の持つ重要性を紹介する。また、塩釜・塩田などといった、塩にまつわる地名が多いことを紹介し、昔の人が塩に深い思い入れを持っていたことを説明する。酒田や米沢など物資を人の名前や地名として取り入れられる場合は多いが、砂糖や醤油を地名として引用したものは、ほとんどない。こんなことを説明すると、学生は何かかわからないけど、「ふーん、そんなものか」とか「確かに、「塩」という文字が利用されているのは多いな」などと、「塩の呪文」にかかるのだ。ちなみに、本年度（2002年度）の講義で、現塩川財務大臣は、こんな景気が悪くて国民の怒りを買ってもおかしくないのに、厳しい世論があまり巻き起こらないのは、「彼のあだ名が「シオ爺」で、なんとなく「梅干し爺さん」のようなイメージを与えて、愛着を持たせているからだ」などと冗談を言ったら、レポートに「『塩』という名前を付けると、人から怨みを買わなくなる」と、書いてきた学生がいた。次回の講義で慌てて訂正した私でした。

### 第三講 塩作りの様子を 紹介する

塩業史を扱う以上、重要なポイントは、どのようにして塩を作り、どのようにして運ばれ、どのようにして販売され、そしてどのようにして消費されるかである。消費という面で述べると、現在、食用よりも、ソーダ工業用に多くの塩が使用されることを紹介すると、ほとんどの人が不思議そうな顔をする。また、冬の北海道の道路では雪を溶かすために大量に塩が使用されることを紹介すると感心される。学生にとって、塩は食用としての印象が強く、その他の用途について知られていないのが現実だ。ただ、味噌や醤油の原料としてであるとか、漬物としてとか、あるいは魚などの生鮮品を保存するため、などといった用途を紹介すると、少しだけ理解してもらえるようである。

それでは塩はどうやって作られるのだろうか？これを説明するのもひと苦勞である。特に入浜塩田・揚浜塩田は、現在まで存続しないため、理解不能が現実だ。

本書を読まれている読者からすれば、釈迦に説法だけれども、何も知らない学生諸君にそんなことは通用しない。たとえて言えば、野球のルールを知らない人に、野球をやらせるようなものである。これはなかなか難しい。それもそのはず、私も全くイメージがつかめず、「塩田で塩を作る」という言葉を鵜呑みにして、「塩田で濃い塩水を採取する」のではなく、塩田でなんらかの方法を行なうと、さらさらとした白い塩ができるものだと思っていた。塩業史をやるとうと卒業論文を書く時には、たばこと塩の博物館で何度も何度もビデオを繰り返し見て理解しようとしたものだ。

だから、たった一度の授業で話しをしたところで、理解できるとは思っていない。なるべく絵を見せたりして理解を深めるように努力しているのだが、まあ、実際問題として難しいであろう。そこで、ポイントとして、3つだけ強調

することにしている。

ポイントその1、塩田で働く浜子さんは、朝4時ごろから起床し、夕方まで作業が行なわれるという点である。これは、特に製塩業の話しをする上で考えると、本筋から外れる点である。ただ、何となく塩作りをする人の姿を知っておいて欲しいと思い、必ず紹介することにしている。実際に塩作りに携わったこともない自分が偉そうに言える立場でもないが、それでも物を生産する人の苦勞を知っておいて欲しい点である。その様な人への思いやりなくして、製塩業はわからないだろう。作業工程をそれぞれ紹介するとき、「朝も早よから浜引ひいて黒い土から塩をとる」「寄せ塩泥粗末にするな土が一升に塩八合」「浜子するものは一升飯食うが昼の持目に油汗」などと、浜子唄にからめながら紹介する。

2、3年前の講義レポートでは、浜子の作業の大変さに同情や共感する学生も多く見られたのだが、最近の学生は「私ならこんな作業をしたくない」といった冷たい反応が返ってくる。自分の講義の不徳の至りである。

ポイントその2は、製塩工程について、「塩田で鹹水（濃い塩水）を採り、釜屋で煎熬（煮焚き）する」という二つの作業工程によって行なわれているという点である。この製塩方法が、1950年代の流下式塩田への転換（あるいはイオン交換膜法による製塩方法）まで変化しないのだ。これこそが「塩田で塩を採る」といういわれであり、塩田製塩といわれる点でもある。

そして、最後のポイント（その3）は、この鹹水を採取すると、煎熬して塩を採取するという二つの作業工程は、実は古代から現代のイオン交換膜法による製塩法に至るまで変化しない。これらポイントその2とその3は、日本塩業の歴史を考える上で、極めて重要なポイントといえるのだ。

ところで、この採鹹と煎熬の2つの要素を捉えることが重要であることを指摘したのは、加茂詮先生の成果である。加茂先生は、著書『近代日本塩業の展開過程』（北泉社、1993年）の

中で、1936年の「塩廉価供給方策」に伴う「合同機械製塩計画」は、煎熬作業のみ機械化へと進展することになったことを紹介し、この2つの要素の踏行的な技術発展が、地主-小作関係に大きな影響を与えたことを明かにしている。

採鹹と煎熬、生産過程を特徴づける2つの要素は、歴史的な塩の生産性を考える上での重要なポイントであることを学生に確認すればいい。特に、授業で取り上げる江戸時代は、塩田（採鹹）と釜屋（煎熬）、この生産過程における2つの要素が重要な点であると指摘する。

私自身にとって、この講義の意図は、塩作りを紹介し、生産性を考える上で何がポイントであるのかを考えてもらうことである。ただ、残念ながら学生には理解していただけないのが現状である。学生レポートを参照すると、「塩作りって大変だ」などという内容が大半を占めてしまう。経済史の立場から外れてしまえば、塩作りは、浜子の手による汗と涙の結晶であるということで、いいのかもしれないけれど、それでは困るのも現実である。ただ逆に、浜子作業が重要であることを紹介せずに、無味乾燥に、「採鹹と煎熬」だけで述べてしまうのも、これもまたつまらない。学問の世界では、なんらかの屈辱付けをすることで、「必然」とか「法則」などといって、当然の様に述べるのだが、制度をつくるのも、技術を生み出すのも、物を生産するのも、実際に苦勞しているのは生身の人間なのだから。

## おわりに

最初は、勢いよく書いてきたが、最早紙面も尽きてしまったようだ。残念ながら、序論の箇所だけで、全然内容にまで踏み込むことができなかった。今後、機会をみて「その2」を書き

たいと思う。

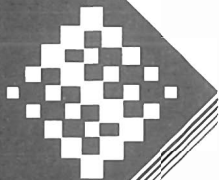
今回、講義の内容を、簡単に紹介してきたが、これらを通じて、「歴史的なものの見方とは何か」「地名のいわれを知ることで、その場の歴史を知る」「ことわざのもつ性格について」「生産工程を探り、生産性を考察する意味」「従来の研究史（研究成果）を念頭に据えること」、そして、「常に行動し、歴史を作っていくのは制度でも法則でもない。それは人間であること」など、多くの方法論を紹介できたと考えている。

最後に、日本の歴史上、塩のもつ意味は甚だ大きい。なにせ、塩は日本の「国造り神話」にまで出てくるのだから。無論、イザナギ・イザナミの「国造り神話」が真実などと言うつもりは毛頭無い。ただ、重要なのは、塩は生命の礎であるという意識を古代から持ち続けていることなのだ。清めの存在としての塩、身近な存在でありながら、常に日本人にとって塩は神秘の存在であった。

日本塩業の歴史を考えると、生活必需品である塩の製造法について、最高の技術である＝イオン交換膜法を駆使して製造し、塩化ナトリウムとしての精製度を相当高めることができた。もちろん、環境に優しく、製品の安全性にも支障はない。一方、現在においても、相撲の時には塩をまき、縁起をかつぐとき門前に盛り塩を行なう。何故かは知らないが、それでもなお塩の神秘性を無意識に抱き続けている。

これが、日本塩業の到達点と評価していいのだろうか。それでは、塩化ナトリウムとしての精製度を低くし、「ミネラル」を含ませた、自然塩の登場をどう評価すればよいのだろうか。商品の差別化という中、高価で精製度の低い塩の方が一般の人に好意をもって迎えられている。

これは、飽食日本のなせる、一時の迷いなのだろうか。それとも、生産性とは異なる、市場社会の中で見られる、新たな到達点への模索と評価されるのだろうか。



# かます 吠から紙袋へ

古山 博

元(株)日本塩工業会業務部長

## はじめに

今でこそ塩はいろいろな容器に包装して販売されているが、50年ほど前には40kgの塩が入った吠から塩を取り出し、新聞紙などで作った紙袋に入れ重さを秤って販売されていた。吠の藁クズが塩に入っているにもかかわらず、のんびりとした時代であった。やがて塩の品質向上に伴って包装もそれにふさわしい紙袋にか変わった。その変遷の話である。



吠（かます）と縄（なわ）

## 塩俵から塩吠、そして塩の紙袋包装

明治38年の塩専売制施行で塩の包装は吠に統一する方針が定められた。それまで使われてきた俵（瀬戸内、芸予諸島辺りでは吠も使われていた）を逐次吠に移行、量目はマチマチであったが吠包装の終えん頃（紙袋包装の開始時期）は40kgであった。

その吠包装時代の塩はというと、1等塩～5等塩とか規格外塩などという呼び方で品質分けをしており、1等塩でもNaCl純度が93%で何れにしても水分の多いものであった。その後

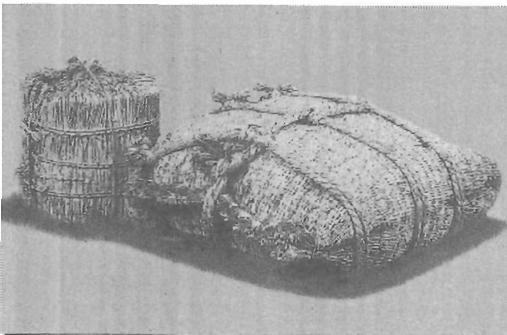
品質が向上し上質塩（純度95%以上）が生産されるようになり、それまでの品質のものを「白塩」という呼び方をするようになった。品質向上は昭和20年代のおわりに日本専売公社小名浜・防府の直轄工場で行先、他産業包装の近代化をにらんで紙袋包装の検討を開始した。

それまでの凧包装が40kgであり、セメントなども40kgであったことから、この上質塩紙袋包装の検討の際も40kg案とともに取り扱ひの容易さも併せ考えて25kg案も加わったことを記憶している。

## 紙の由来

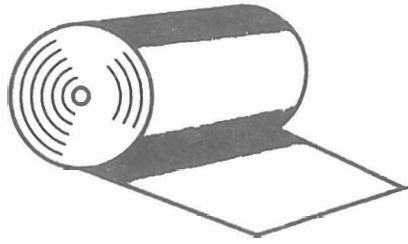
ところで紙の先進国は中国であった。古代中国の前漢に麻などの植物繊維で作られた紙（長沙の発掘で確認）を蔡倫が改良、発展させた。そのような紙が高麗経由で日本に導入（推古天皇の時）され、紙の重要性を察知した聖徳太子が製紙産業を推進して和紙の基礎を築いたとされている。一方、中国の製紙技術がシルクロードを通して西へ伝播、ヨーロッパで長い旅路の末、手漉きの紙が機械漉きに変身、地球を一周して日本に渡って来たのが明治時代ということになる。

和紙が発達していた日本であったが、機械力駆使による洋紙の大量生産が威力を発揮して、筆記用の紙と共に包装用としてのクラフ



塩俵（しおだわら）と塩凧（しおがます）

## クラフト紙巻取り



ト紙の出現をみた。

1915年（大正初期）頃、米国のウースター塩業会社にベーツ兄弟（Bates）という研究熱心な兄弟がいた。当時手作業で布袋に詰めていた塩包装の不便さに気づき、クラフト紙による紙袋包装を思い立ってベーツ式袋詰機を、さらに製袋機（チューバー）を発明した。しかし防水紙のなかった当時のこと、塩の水分で失敗し、次にセメントに挑戦して大成功を収め、忽ち全世界で紙袋が使用されることとなった。

大正中期には日本にも上陸した。この袋、口が塞がっている代りに底の方に特殊な入口（弁）がついていた。（小さい入口から吹き込みで粉粒体を充填するもので、これをベーツ式と呼んでいる）。兄ベーツ（A・M・Bates）が発明し、大正9年（1920年）、弟ベーツ（S・H・Bates）によって我が国へ初めて紹介されたのである。

現在、日本ではこの吹き込み口のことをベーツもしくは弁と呼んで（吹き込みの時弁が開き、吹き込みが終るとその弁が、戻って閉まる理屈）、包装界ではだれでも知っているが、ベーツ兄弟のことを知っている人は少ない。

## 上質塩紙袋包装の始まり

このようにして塩の品質向上を機に凧包装から脱皮して上質塩の紙袋包装が始まった。



華々しく登場した上質塩25Kg袋（中央が筆者）

日本専売公社（塩脳部）と塩業組合中央会（日本塩工業会の前身）で実行に取り組んだがそれには塩包装材料試験研究、資材取扱業務のことを説明しなければならない。

昭和30年前後の日本専売公社（JTの前身）虎ノ門本社の4階に塩脳部があり日本専売公社（以下公社という）塩脳部には三井武夫塩脳部長以下、塩業課長・大谷浩氏、課長代理・福永公一氏、塩技術課長・吉村甚吉氏、課長代理・小山義一氏、太田敏夫氏、田中秀夫氏そして直轄工場の責任者は防府工場長・福島正男氏、小名浜工場長・三代川清造氏のお歴々のほか、上記の各課、工場とも係長、次長以下にも優秀な若手が大勢おられた。

片や塩業組合中央会（以下中央会という）は港区麻布材木町の4階建塩業ビル（現塩業ビルの前方から高速道路の下辺りにあった）にあった。会長・平野亮平氏（元大蔵省専売局長官、株式会社塩業会館社長を兼務）、副会長・塩田忠左衛門氏、（仁尾塩田株式会社社長、香川県塩業組合連合会会長）、常務理事・福永範一氏（元専売局塩脳部塩技術課長）、役員室秘書課長・小沢健助氏（会長秘書、政策担当）、総務部長・花咲亮氏（業務、調査、庶務3課総括、塩業ビル担当）、業務課長・島田英通氏（塩技術担当、塩業時報担当）、調査課長・田中清明氏（調査担当、後に資材取扱担当）の陣容で、筆者は昭和30年から田中調査課長の

下に配属された。田中課長の上質塩袋取扱業務推進の意欲は凄まじいもので、取扱業務の認可が下りるまで公社塩脳部との折衝が続けられた。一方公社側は自前の直轄工場分の紙袋ならともかく、製塩企業が用いる紙袋まで斡旋や支給することには疑問がありとして、何れかの組織への代行策を考える機運にあったことが時期的に合致、双方の合意をみて中央会の資材取扱いの基礎が生まれたことを記憶している。そして紙袋の素材である原紙・加工紙の試験、紙袋の製品検査と作業が進み手始めに崎戸製塩（ダイヤソルトの前身）分の上質塩袋を中央会が調達・納入した（昭和31年）。

これより先「塩が逐次紙袋包装に切り変ってゆく」という情報が関係各方面に伝わり、ある日筆者が公社に向った所、正面玄関前広場を鉢巻姿の大集団が埋め尽くして座り込み、殺気立って奇声を上げていた。聴けば「吠業界の死活問題！紙袋包装絶対反対！」を叫んでいたのである。紙袋推進者のはしくれであった筆者は一種の危険すら感じたことをはっきりと覚えている。このあと公社塩脳部の幹部の誰がどのように対応したのか聴かずじまいである。

上質塩袋を納めたのが塩包装資材取扱いの始まりであったが、初めは中央会に紙の強度等を測る試験機も試験室もなく、公社中研・東京地方局・製紙会社・加工紙会社の試験室を渡り歩いての作業であった。この状態が塩業ビル内に自前の試験室が出来るまで続いたのである。この間に筆者は洋紙についての勉強もさせて貰った。針葉樹（強度大）からクラフトパルプを、そしてクラフト紙を抄いて包装用に用いる。原紙の強度試験項目には抗張力・伸度・破裂強度（引張強度と比例するため、現在はあまり重要視されていない）などがあるが、当時粉粒体が包装された後のいわゆる紙の強度と衝撃強度との関係は明瞭には確立されておらず、袋の強度を出すために抗張力（引張強度）増で対応する傾向にあっ

た。しかし、必ずしも抗張力アップが袋の強度を向上させるものでなかったため、筆者はその方面の有識者を訪ね歩き、北日本製紙（今は王子製紙）所属の学者上野桂助氏に出会い、氏の著書「紙業提要」を知った。その中に記されていた紙袋の衝撃に対するタフネス強度を「引張り×伸び」の数値で求める考え方は、当時はかなり進んだ理論であり、後の衝撃対策の大きな力となったのである。

こうして紙袋の素材である原紙・加工紙（防湿紙）の試験を行なうようになり、昭和35年に食塩600g（後の620g・1kg）、同3.2kg（後の3.3kg・5kg）が始まったことにより、それらの素材個装ポリエチレン・ポリサンド加工紙・外装段ボール箱等の試験も行なうようになり、さらに新塩種・新包装の出現に合わせて素材試験も増えていったのである。

各種素材試験のあとは当然のことながら各種製品の検査を行い、新塩種・新量目が現われると、その素材試験と製品検査を行った。こうして中央会の資材取扱い業務は確立していったのである。

昭和31年製塩企業初使用の上質塩袋仕様

寸法	長		巾		ひだ
	24	×	16 <sup>1/2</sup>	×	3吋(インチ)
	(610	×	419	×	76) $\frac{m}{m}$ 換算
	内		外		
原紙構成	WS - T - K - K - WS (5層袋)				
原紙坪量	62ポンド (現在の81g/m <sup>2</sup> 原紙相当)				
印刷色	濃紺 (ピース紺)、赤、片面2色印刷				
包装量目	25kg				
型式	口・底ミシン掛				

#### 記号の説明

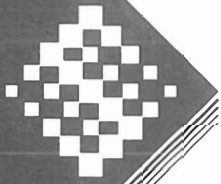
WS …湿潤強力紙 (メラミン樹脂を抄き込んだK)  
 T ……ターポリン紙 (アスファルトサンドの防湿紙)  
 K ……クラフト紙  
 K ……クラフト紙  
 WS …湿潤強力紙 (メラミン樹脂を抄き込んだK)

## 上質塩袋規格変更で 30kg袋登場

25kg包装で安定していた上質塩袋であったが、昭和33年に量目増 (25kgを30kgに) の層数減 (5層袋から4層袋へ) という理屈に逆らう公社方針が出された。量目を増加して、紙巻寸法も大きくする場合、その紙袋の耐用度を考慮して袋の層数増を図るのが本筋であるのに、この常識に反して層数を減少したのである (公社の塩収納価格対策)。そのため、当然のことながら荷扱い・船回送では破袋が多発し、包装現場と荷扱いの方から苦情が殺到した。しかし、専売といえば泣く子も黙る時代のこと、4層袋に合わせて荷扱い作業を行なうことになった。昭和33年当時の上質塩袋は図の通りで紙袋の寸法は3インチ長くなり印刷図柄も刷新、専売のシンボルマーク入りで「上質塩」「30kg入」「日本専売公社」が入ってスッキリした印象を受けた。

なおこの上質塩袋 (30kg) は、昭和40年に「並塩」と名称を変更、その後一貫パレチゼーション導入に伴い昭和51年には3層袋に、昭和62年には再び25kg包装となった。





# 見てきたオマーン国の表と裏 Ⅱ

—— ホットな国の実験 ——

齊藤 博

(財)造水促進センター茅ヶ崎  
研究所主任研究員

元日本専売公社小田原製塩  
試験場研究員

## 国際脱塩協会

映画『猿の惑星』のロケ地となったオマーン国の北東海岸一帯は月世界を思わせる標高2,500mを超える峨峨たる山に囲まれているが、その山間を切り開いてハイウェイが走っている。赤茶けた山肌とインド洋の紺碧の海との対比はまさに惑星と宇宙の世界である。首都マスカットから車でハイウェイを20分ほど行くと海岸に白亜の豪華な建物が見える。これがオマーンの世界に誇れるアルプスタンホテルであり、国際会議に使用されている。外観は多角形白色の殿堂であり、6階建ての建物である。その入り口にブーゲンビリアに囲まれた人工滝がある。ホテルの裏には芝生の庭園があり、その先にプライベートビーチが広がっている。中に入ると黒ずんだ昔の城郭の模型が展示され、上を見ると、高いドーム状の薄暗い中に夕陽の差し込む天井は金色の輝きを放っていて、荘厳なイスラムの寺院（モスク）を思わせる。客室はドームの内壁周囲にへばりついたように並んで見える。入口近くの一角で絨毯に座った老人がオマーンコーヒーだかお茶だかを立てて客を接待している。やはり、イスラムのホテルと感じさせる。

滞在中の1998年にIDA (International Desalination Association 国際脱塩協会) 理事会がアルプスタンホテルで開催され、知り合いの先生などこのホテルでお会いした。今年にはIDAの支部となるJDA (日本脱塩協会) が発足し、(財)造水促進センターの後藤常務が会長をされている。

今年のIDA会議はバハレーンで3月に開催された。ここで、オマーン人(所属は不明)が研究発表を行っていることが分った。詳細は省略するが、内容は膜間隔を調整するスペーサーの厚みを変えた時の流体の流れと濃度分極現象に関する基礎的研究であった。昔、私達が夢中でやっていた膜実験の頃を思い出し懐かしい思いがする。



## オマーンの逆浸透装置

われわれがサルタンカブース大学にやってきた目的は、本冊子No.52（前号）で述べたように1998年から、油の混入した海水の油分除去と処理海水の淡水化について大学と共同研究を実施することであった。そのため小型の浸漬型精密ろ過膜装置とパイロットプラントの浸漬型精密ろ過膜装置及び逆浸透膜法海水淡水化装置を日本から持ち込んで実験指導を行った。われわれは、この国に来てからも実機としての逆浸透装置はないと考えていた。しかし、暫くして何処かにあるらしいとの情報が入り、一年以上経ってからマスカット南東のスール地区に4500m<sup>3</sup>/日のDupont社膜逆浸透装置があることが確認された。そのプラントは中央管理室で運転制御が行われている立派な実用装置であった。建設は1992年頃とのこと。思い出してみると、二十数年前に私が英国グラスゴーのウエアエンジニアリング会社（造船会社で蒸発法海水淡水化装置の製造も行っており、当時から膜法装置の製造も開始していた）に出張した折にオマーン納入装置の写真を見たのである。この時、会社の担当者は「逆浸透装置はユニット化して空輸できるため納期が短縮されるメリットがある」と話していた。三十年前、オマーンでは首都マスカットと旧都ニズワとの内戦があり、現在のカブース王が英国軍の援助によって勝利した頃である。多分、納入した逆浸透装置は英国人のための飲料水確保が目的であったのではないだろうか。そうしてみると、この国にも膜法による海水淡水化装置の波は世界への波及時期と共に導入されていたのである。今回の出張で倉庫の一角に実験規模の逆浸透装置と前処理の砂ろ過器を発見したことも不思議ではなく、われわれの認識不足であったと言わざるを得ない。しかし、一緒に実験を行っているオマーン人は気がついていない始末で、大学の先生も理解しなかったのは単に無関心なためだったのであ

ろう。日本の家電製品は、買って据え付ければ動くのがあたりまえであり、物づくりをしない国では作るための研究は不要なのだ。

1999年に大学からもっとも近いアルヘイルの海岸に建設されたカブース大学海洋研究所裏に、南アフリカからリースした200m<sup>3</sup>/日の逆浸透装置が移動用のコンテナに入ったままの状態ですぐ屋外設置された。コンテナの中に入ってみると、前処理用の限外ろ過膜装置と逆浸透装置が連結されていて、全自動運転が可能な各種の自動計測機器も付いていた。聞くと、海洋研究所の半分を使用する予定の海水微生物研究者の研究用であるとのこと。供給する海水は以前から海岸に設置されていたWell（井戸）からの汲み上げ水である。海外の文献では逆浸透装置の前処理に限外ろ過膜装置（UF）を使用する例が多いが、Wellのろ過水を供給する低濁度海水の後には精密ろ過装置よりも限外ろ過装置を連結して逆浸透装置の洗浄間隔を長くする思想があると思う。これらの状況からみてもオマーンには中東隣国と同様に逆浸透法が定着していたのである。

ここで、今年の3月にインターネットで開いた日本政府のホームページからオマーンの淡水化政策等について紹介した記事の一部を添付する。

### 1. オマーンの現状

(1)1970年のカブース国王の即位以来、原油収入を背景として経済社会開発を進め、民生の向上に努めている。

外交面では、現国王即位後、積極的に諸外国との間に国交を開いて友好関係の促進を図り、GCC（湾岸協力理事会）諸国との協力を軸に、先進諸国との関係強化にも努めている。さらに、中東和平問題についても、湾岸諸國中初めて中東和平多国間協議の1つである水資源作業部会をホストし、「中東淡水化協力センター」を誘致する等積極的に貢献しており、イスラエルとも通商関係を有している。

(2)経済面では、インフラ整備、産業の多角化、農漁業及び中小企業の振興に努め、96年から

開始された第5次5カ年計画においては、財政均衡、民間部門の育成等を目指している。依然として石油依存の経済構造にあるものの、将来の主要外貨収入源として天然ガスに期待が寄せられ、また、製造業の拡充をはじめとする非石油産業の発展を目指している。

(3)我が国は、オマーンから原油等を輸入し(99年輸入額11億1,928万ドル)、同国に対し自動車、鉄鋼等を輸出しており(同輸出額7億8,883万ドル)、我が国は同国にとって最大の貿易相手国である。我が国にとって、同国は第6位の原油供給国であり(99年シェア6.4%)、ホルムズ海峡を経由せずに輸入できるメリットがある。90年10月には海部総理(当時)、94年11月には皇太子・同妃両殿下が同国を訪問し、97年2月にはファハド副首相が来日した。

## 2. 我が国の政府開発援助の実績とあり方

我が国は、オマーンの一人当たりGNP水準(注6,815米ドル 1996年)が高いため一般無償資金協力を実施していないが、我が国との漁業関係に鑑み、水産無償資金協力を2000年度に実施した。また、一般技術水準の向上等の援助需要が依然として大きいことから、水産業、鉱工業、運輸・交通等の分野において研修員受入、専門家派遣、開発調査等の技術協力を行っている。今後とも、同国の技術水準の向上を支援するため、技術協力の実施を検討していく方針である。

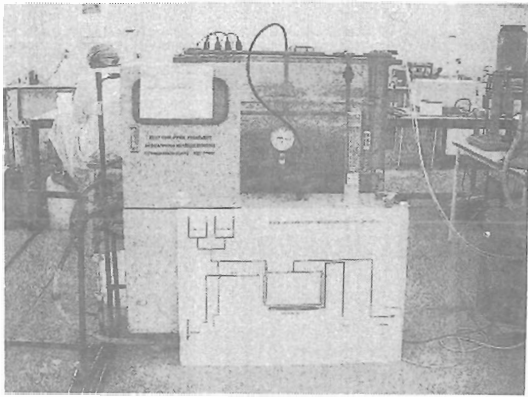
## 日本で研修

今年の2月に教え子のサイドとスレイマンが2週間の淡水化装置研修のため日本にやってきた。パイロットプラントの運転を終了し、来年から200m<sup>3</sup>/日規模の実験装置としては大型の逆浸透膜海水淡水化装置の運転を予定しており、関連する日本の膜メーカー、装置メーカーなどで一層の技術的理解を深めるための研修である。

私は、帰国前日の「ご苦労さん会」で暫く振りに彼らに会い、日本の印象を聞いた。薄手のジャンパーとスニーカーで真冬の日本を過ごした彼らにとって寒さも辛かったらしいが、何よりも電車という乗り物に初めて乗った印象は強烈だったようで、朝のラッシュ時の混雑の中で片手を挙げたまま動けなかったことを手振りで語った。静岡の会社からの帰りに雪を見るため富士山麓に出かけたが、麓まで行く時間がなく、引き返しの途中で路傍の氷結した残雪を雪と思って感激したことなど、やはり富士山は印象に残ったようである。私は江ノ島神社のお守りを英文の説明書を付けて土産に持たせたが、彼らは「お守り」という英語を知らなかった。旅行の安全のため車につり下げるようにと説明したらわかったような顔をした。帰国後、日本にきた手紙では5時までの勤務時間が気に入らなかったようで、働く時間は2時までの習慣が延長されたことに苦情をいっていたとのこと。南国の人は冷暖房設備がある近代的環境にあっても昔からの習慣で暮らしたがるらしい。日本人は酷暑のオマーンまで行って彼ら以上に長時間働いたことに対する感謝がないのにはあきれた。将来のリーダーになる人達がこれでは成金国以上の繁栄はないであろう。

## ベンチスケール実験装置の搬入

1998年11月にオマーン的首都マスカット空港に降ろされた実験装置は、3年前に茅ヶ崎研究所で私が油濁海水処理実験に使用していたベンチスケールの精密ろ過膜装置である。精密ろ過装置は海水100リットルを張り込んだ透明塩ビ製の箱に中空糸膜エレメントを浸漬して、束ねた膜の一端から吸引ポンプでろ過水を取り出す簡単なろ過方式である。この浸漬膜方式は日本では下水処理などの生物処理バッキ槽に適用されている。バッキ槽の攪拌による水流が膜面付着物の除去に効果があること、そして、



ベンチプラント膜ろ過装置

0.5kg/cm<sup>2</sup>程度の低圧運転でろ過可能な特徴を持っている。油濁海水処理実験に使用する理由は、海水中の濁質とエマルジョン油が固形物を作り、パッキにより浮上して排出されること、運転中に膜面が観察できることなどである。

装置の受け取りに大学所有のトラックを使うため事務棟に打合せに行った。事務長らしい人の個室に行くとき、オマーンコーヒーを出され世間話が始まる。やがて、資産管理担当者が呼ばれ台帳をめくり出すがオマーン先生の説明不足であつたらしく購入品と勘違いして長い時間を無駄にした。

シーブ空港の貨物保管所の前は貨物を受け取りに来た人々が順番待ちで一杯であった。われわれは特別待遇らしく、大学の資産管理者に案内されて空港の通関長の部屋に入った。部屋の壁には偉そうな金モールをぶら下げた制服の歴代通関長の写真が飾られていた。制服の通関長がやって来てまず握手から始まって挨拶が済み、航空貨物のリストと関係書類を渡し部屋の外で待つことにした。やがて保管所から出された装置をトラックに載せて持ち帰った。実験室内へは英国人のジョンさんがフォークリフトで運び入れた。ジョンさんはこの大学で工作機械の扱いを教える40代の小柄な先生で、溶接や機械加工、プラスチック加工、パネル製作、電気配線など工学部のあらゆる実験設備を設計、製作する有能で唯一の技術者である。私達も展示用のプラスチック板とかステンレス箱の製作を依頼

したが、几帳面らしく製作途中で何度もチェックの打合せをした。街に機械工作の工場がないオマーンでは、まだこのような経験豊富な技術者は育っていない。

## 海水成分の比較

実験に使用した海水はグブラ造水発電プラントから取水し、トラックで毎日運搬していた。このプラントは1977年に首都マスカットの飲料水及び電力供給を目的として建設されたオマーン最大の海水淡水化プラントである。その後、近代化に伴って需要が増大してきたため1983年、1986年、1992年、1995年と4度の拡張工事が行われ、全て日本の企業が受注している。現在、1日当たり70,000m<sup>3</sup>の造水量規模である。取水場所を決めるに当たって私達はサイドの案内で電気・水省の了解をとり、プラントの調査に出かけた。

造水発電プラントを管理する電気・水省は、この国の主要な路線であるサルタンカブス通りにあり、石油省、農業省、通信省、内務省、法務省、社会業務省などと並んであった。サイドが連絡に行っている間、こちらは炎天下で車を降り、建家の影で1時間も待たされたが、そのわけは事前に連絡を受けた担当者が席にいないので帰るまで待たされていたのである。業務は個人単位のシステムになっていて組織で業務処理をしていないようである。役所ビル群の近くにあるプラントの門前では、パスポートを持参していた私とサイドだけが入門を許可された。現場事務所でパスポートを預け、プラント担当者と海水の水質について打ち合わせの際、私は殺菌用塩素の入らない海水を要求したが、生海水は取水出来ないとの返事、塩素分析値もなく困惑したが現場で判断することにして取水可能な場所を探した。案内された場所は海岸堤防からプラント入口まで長さ50m、幅10m、深さ3m程の導水路で、かなり早い流速で海水

が流れていた。導水路から沖合300mまで突き出した橋があり、橋の上に固定された2、3本の太い海水管から導水路に海水が流れ落ちていた。300mの橋の先端にポンプ小屋があって汲み上げている。よく見ると取水管の脇に細い塩素注入管が2本あり、パイプに書かれたマークから次亜塩素ナトリウム溶液を取水管の先端まで送るパイプであることがわかった。この塩素の作用はポンプ入口のストレーナーや取水管に貝殻、海藻類が付着するのを防止するためである。日本の発電所の場合は、添加塩素濃度が冷却用海水の海水導水路末端で0.1ppm以下になるよう調整している。茅ヶ崎研究所では塩素送分量貯槽入り口で測定濃度を調整しているので、このプラントでも装置の腐蝕を考慮して塩素フリーの海水になるよう調整していると考え、導水路からの取水を決めた。取水した海水を茅ヶ崎研究所に持ち帰り、成分分析した結果は表の通りであった。表中の年間平均値はグブラの淡水化プラントで分析された平成9年6月から10年5月までの平均値である。茅ヶ崎研究所の平成10年のEC（電気伝導率）変動は4.6～5.2S/mである。

海水分析表

採取日	SQU実験供給海水		茅ヶ崎沿岸海水
	平成11年3月1日	年間平均	平成11年3月8日
EC (S/m)	5.36	5.96	5.03
pH (—)	8.16	8.05	8.13
Cl (g/l)	20.76	21.54	19.57
SO <sub>4</sub> (g/l)	2.84	2.92	2.59
Ca (g/l)	0.411	0.461	0.398
Mg (g/l)	1.42	1.38	1.326
TDS	40.0	39.0	37.6

※TDS：全溶解固形分

SQU：サルタンカブース大学

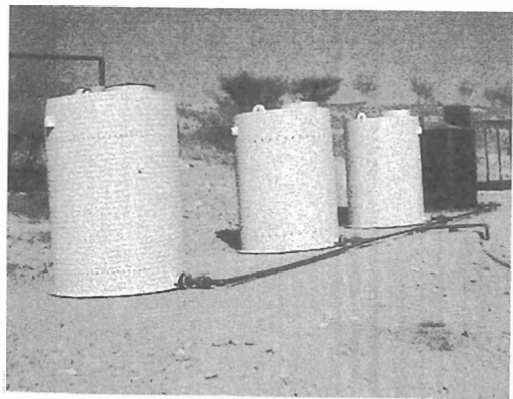
各成分濃度について平成11年3月の実験海水と茅ヶ崎沿岸海水を比較するとオマーン実験海水の方が全体にやや高い程度である。はじめの予想ではかなりの差を想定していたが、考えてみると、オマーンのマスカット地区はサウジアラビアやアラブ首長国連邦（UAE）のように

海流が停滞する閉鎖系海域とは異なり、オマーン湾入口に位置するため、ほとんどインド洋沿岸といってもよい海域である。

## 高温におけるSDI濁度測定

5月になり気温が次第に高くなるとベンチスケールの実験は高温対策で四苦八苦した。屋外に設置した4基の海水タンクは滞留時間が60時間以上になるため気温と同温まで上昇する。タンクの構造は二層構造で外層は空気断熱層になり、水槽の温度上昇を防ぐようになっている。家庭の屋上に乗っている貯水槽と同じものである。学生実験としてこのタンク外面の温度上昇を測定させていたが、学生達が温度センサーを外面に貼り付けて測定した結果の詳細は見えていないが、45℃に上昇していたと聞いた。熱風の温度が高すぎて大した効果はないようだ。

濁度指標の1方法であるSDI〔Silt Density Index値（逆浸透装置供給海水の濁度指標）〕は15分間のろ過後に測定するが、ろ過速度が速くて20リットル入り検水タンクが空になり、測定不能になった。仕方なく参考値として10分間のろ過でSDI値を測定することにした。その後、この海水を室内にしばらく置いて温度を下げ、よく攪拌して沈殿物を浮上させた後



ベンチプラント用海水貯槽

測定し、10分と15分での程度変化するか調べてみた結果、7~8分経過後からろ過速度は減少しなくなった。ということはろ過初期にフィルターに付着した付着物の粒子径が比較的大きく、細かい粒子が少ないために粒子が膜内には入らないのでろ過抵抗が増加しないと判断した。最近、茅ヶ崎研究所においてもSDI値の測定法について解析しているなかで面白いことがわかった。標準的SDI測定方法について簡単に説明すると、約20リットルの検水タンクを2.1kg/cm<sup>2</sup>の定圧にして15分間、孔径0.45ミクロンの標準フィルターで連続ろ過する。ろ過の最初と最後に500mlのろ過時間(T<sub>0</sub>とT<sub>15</sub>)を測定してSDI値を計算する。計算式はSDI=(100/15) × (1 - (T<sub>0</sub>/T<sub>15</sub>))であり、検水に濁質があればT<sub>0</sub><T<sub>15</sub>である。

通常、海水でのT<sub>0</sub>は瞬時で秒の範囲であるが、15分ろ過した後のT<sub>15</sub>は分の範囲である。現象としては、ろ過開始直後はフィルター上に大きい粒子が沈着し、その後小さい粒子が大きい粒子の間隙に入り込むといわれている。したがって、ろ過直後はろ過抵抗が小さいが、時間経過とともにろ過抵抗は増大する。茅ヶ崎研究所ではSDIの他にMF(メンブラン・フィルター)濁度測定法(海水1リットルをフィルターで吸引ろ過する時間を測定)を行っているが、T<sub>0</sub>に近い方法であるためT<sub>0</sub>との相関が示される。これは微粒子が膜表面に付着したろ過抵抗を示すと考えられる。T<sub>15</sub>は微粒子や例えば蛋白質などが膜内にも入り込むために増加する膜内抵抗の影響が加算されると考えられる。T<sub>15</sub>は海水中の有機物を示すE260(紫外線吸光度)の値と相関があることが分かった。海水中の有機物量は微生物の代謝物も含めてかなり多く、フィルターに入りやすいのである。さて、オマーンにおける15分間のろ過実験では10分以内で透過量が一定になったことはE260が少なかったと言えるのではないのか。あるいはフィルターに入るようなサブミクロンの微粒子が少なかったと言えるのではないのか。10分以内でタンクが空になった

現象を単に温度の影響のみとするのは間違いであると考えた。温度に無関係という意見も出た。そこで、SDI測定時における温度とろ過量の関係を計算した結果、次のようなことが分かった。検水に1ミクロンの微粒子が存在するとき、20℃でSDI=3程度の海水は15分間に22リットルろ過され、40℃では25リットルろ過される。このため検水約20リットルでは不足する。20℃でSDI=5程度の高SDIの検水は10リットルろ過され、40℃では13リットルろ過されるため20リットルで充分足りる。したがって、検水量の過不足は海水の汚染程度と温度に関係することが分り、SDIが高い場合は高温でもT<sub>15</sub>は測定できるが、SDI=3のように低い場合は20℃以上でT<sub>15</sub>は測定不可能になる。オマーン海水は20℃程度に冷却したときSDI=3程度であり、やはり温度の影響があったのである。

トラック輸送した海水を屋外貯槽にポンプで送水した際、固形物を除去するため日本から手拭いで作った袋を持参しパイプに取り付けた。しかし、10m<sup>3</sup>も送水すると詰まってしまい、洗浄しながら使ったが数回で海水が通過しなくなってしまった。固形物の正体は、日本大使館の話では、取水場近くの小島周辺にあるサンゴ礁の欠けらが微粒化したもので、茅ヶ崎研究所に持ち帰って分析した結果、80%以上が炭酸カルシウムの珊瑚であった。

オマーン人は暑い屋外になれていると思ったが彼らは屋外に出たがらず、屋外作業はもっぱらわれわれの役目であった。トラックで運んだ海水を貯槽に移送するためトラック上のタンクとポンプをホースで接続後、移送配管のバルブを開放して海水を送る作業をトラックが到着する度に行うが、これはハードな作業であった。特に休日は近くに住むサイド君が行っているが、嫌気が分かったため実験室内にいて遠隔操作でポンプを運転出来るよう私は100m程の長い配線工事をしてやった。暑い中苦勞でした。

## 教科書の作成

膜分離機構を説明する目的で自分なりの絵を描いたので一部を紹介する。図1の表題は「MF膜面モデル」であり、中空糸型の精密ろ過膜に海水中の汚染物質が付着した模式図である。図は中空糸膜を縦割りにした断面図で、膜の外側にバクテリアのゲル層と微粒子層、さらにその外側にオイル層が重層することを説明している。ろ過された清澄海水は中空糸内から外部に出て逆浸透装置（RO）に入ることを示している。実際に中空糸膜は外径が細いため理解し難いが、糸の集合部からろ過水が出るので理解できる。

図2の表題は「逆浸透法に何故MF膜が必要か」としている。この図は従来から知られているRO（逆浸透）膜の濃度分極モデルである。左が清澄海水の場合の膜界面における濃度勾配を示し、右が汚染海水の場合の膜界面であり、汚染海水では濃度勾配が大きいことを示している。原図はカラーで描いたので汚染物質の上に描いた細かな線が見えている。膜透過水量は簡単な式で示した。また、膜定数の説明も加え、汚染海水は膜面で清澄海水より浸透圧が高くなるとした。この図は浸透圧と塩分濃度の関係について説明せねばならないので容易に理解されなかった。

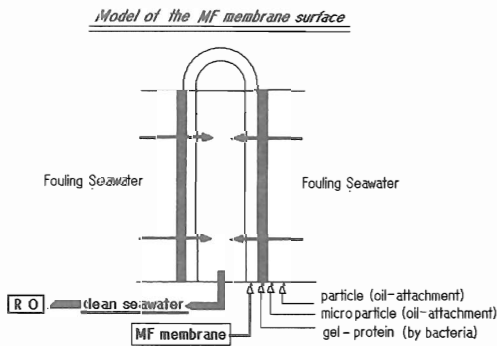


図1

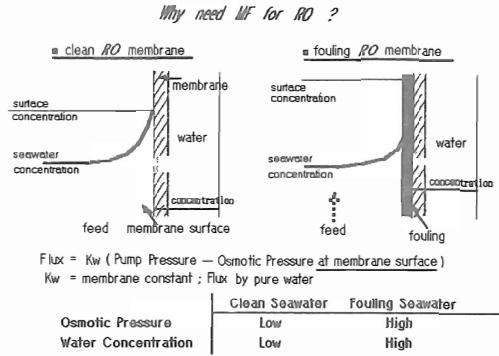


図2

図3は「MFろ過の機構」であり、ろ過抵抗を示した図である。粒子層とゲル層、それに膜の孔の関係についてカラーではもう少しハッキリしていた。この中空糸膜の断面図は図1の膜の内面をモデル化したもので、膜外面に粒子が付着し、膜内孔に向かってゲルが入り込んでいる様子を説明したものである。抵抗は膜自身とゲル層、粒子層の合計であるとした。その外にも、槽内にある浸漬膜の位置と槽外にあるポンプの位置の高さ関係から差圧（ろ過抵抗）測定値の違いを計算させるなど装置上の問題を出したり、また、浸漬槽の水面を変動させて差圧の変化を測定させたりした。日本では馬鹿げたことでもオマーンでは必要な勉強であった。

### Mechanism of MF filtration

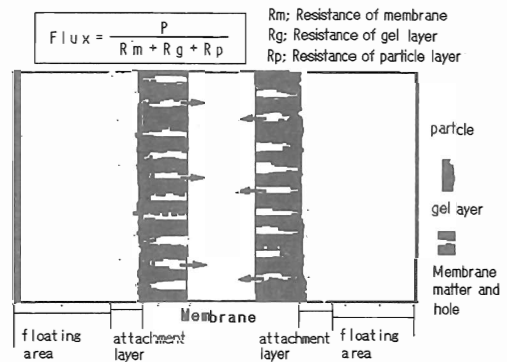


図3

## アルヘイルの海洋研究所

大学で行ってきたベンチスケールの実験はパイロットプラントの予備実験であり、本実験は新しく建設される海洋研究所において実施されることになっている精密ろ過膜装置と逆浸透装置を連結した油濁海水の淡水化実験である。私がオマーンに到着した1998年10月末からしばらくして建設予定地に行ってみたが、そこは、長い海岸線に沿って広い砂丘があり、歩くと靴が砂にめり込むような深い砂原が続く場所であった。少し離れた所にバラックの漁師小屋があり周囲の砂上に小魚が直接ばら撒かれたように干してあった。海岸線に沿って約10m間隔で柵が10本程立っていたが、予定地の一辺はこの辺だろうと見当をつけて奥行の方向に100m程歩くと井戸のような直径1m程のコンクリート製の円筒が見つかった。そこで、多分この当たり一帯に建設されるだろうとして最初の調査を終えた。周囲を見渡すとかなり遠くに民家が見えたが、車道から車で入るには道路建設工事が必要であると思った。

この年の12月中旬に海水取水工事の調査のため日本から工事会社の技術者が到着した。彼は設計と工事監督を行い、実際の工事はオマーンの工事会社が行う事になっている。入札参加業者を数社選定するのであるが、国内には経験のある会社が少なく彼は毎日駆けずり回っていた。この国では資材のほとんどが輸入品のため、通常は工事期間が9ヶ月かかることから工期短縮も選定条件に加わり、苦勞していた。一方、研究所の建設は大学側が担当していて数ヶ月で完成すると言われていたが、砂上での建設でもあり、われわれはその速さを疑っていた。しかし、1999年5月下旬に建設現場を調査したところ建家の外壁はほぼ完成していた。6月、7月はベンチスケールの実験に追われていたが、9月になると、完成し

た海洋研究所へパイロットプラントの逆浸透装置及び前処理の精密ろ過装置を大学から引越すことになり配置計画書作成などであわただしい日々を過ごした。

## パイロットプラントのトラブル

東京から送ったパイロットプラント実験装置のうち精密ろ過装置は高さ3m、幅2m、横4m程で厚いベニヤ板に梱包され、その上から梱包用ビニールシートに包まれていた。この装置は約半年後に建設を予定している海洋研究所に設置することになっているが、それまで大学内に保管しておくのである。保管場所は事前に検討してカブース大学の建家内のどこか程度に決めていたが、現実に大学まで運ばれてくると重量物の建家内への移動手段がないとか、場所の制限とかで結局、建家に入れることが出来なくなり屋外に置くことになってしまった。逆浸透装置は高さ1.5m、幅1.5m、長さ3.5mでベニヤ板で梱包してあったが建家裏の回廊の隅に入れることが出来た。

その頃、大学の実験室ではベンチスケール装置の立ち上げ、それに引き続いて運転開始などあわただしく、屋外の装置はほったらかしにされた。雨の降る様子もなく、冬季から春季になってようやく強い日差しが乾燥しきった赤い土を熱していた。ベンチスケール装置は土の上に敷かれた熱い砂利層に置かれ、熱風に晒されていた。やがて、5月を過ぎ酷暑の6月に入ると人間も屋外に出にくくなるが、装置のビニールシートはビニールと繊維がバラバラに解れて熱風の渦に舞うようになり、ゴミ置き場に置かれた巨大な箱のようなみすぼらしい状態になっていた。しかし、頑丈な板に囲まれた装置は一見何事もないように次の出番を待っていた。MF及びRO膜モジュールは当然ながら実験室内に保管してあった。

やがて海洋研究所が海岸に建設され、9月6

日に大学内の実験室を他の実験設備に明渡すことになっていたので、5日にベンチスケールの実験装置を海洋研究所に移動した。研究所の実験室にはパイロットプラントとベンチスケール実験装置を配置し、両装置を並列に運転することになった。まだこの時点では水道配管がなく、分析用とトイレ用に屋外のヘッドタンクに貯水した水を使った。水がなくなると配水業者から購入した。業者の配水トラックがやってきて貯水タンクの高架下にある配管に接続してポンプアップした。計画通りに設置したが床面にかなりの凹凸があり水平調整に時間がかかった。設置が終了した頃、環境担当の役人がやってきて提出した書類に基づいてチェックを行った。彼らの重要チェック項目は装置から発生する音であった。約300m離れた近所の民家への影響を考慮していることに感心した。幸い高圧ポンプはダイヤモンド型の低音ポンプであるため問題はなかった。

毎日、装置の組み立て、配管、配線作業が続いた。以前から彼らの衣服の裾がポンプなどに巻き込まれる危険があり作業に適しないと考えて、イスラム服から洋式の労働服に変えるよう指示していたが、さすがにパイロットプラントの大型装置になって着替えてきた。

アルヘイルの海面は通常、湖水のような漣波であるが、荒れるときは沖合1kmの海中で視界50cm程度に濁るといふ。さて、トラブルの発端は海水の取水設備であった。沿岸は遠浅で取水管は渚線から沖合に330m出しても水深3mであり、この地点から水中ポンプで陸上のタンクに取水したが、装置の運転を開始して間もなく取水できなくなった。取水管先端

への塩素注入をしないためポンプのストレーナーに貝類が付着したので予備のポンプに交換した。貯水タンクから実験室までの配管と装置から屋外への排水管工事が役所の調査から一ヶ月も経って始まったが、この国では5万円か10万円の工事でも入札制のため、公示から入札までの期間が長くかかるのである。

この国特有の最大のトラブルはこの後にやってきた。試運転では手動で行い完了したが、自動運転に切り替えた後に作動しなくなった。日本のメーカーを呼んだ結果、問題はシーケンス用コンピューターの故障にあった。そこで、故障の原因を調べたところ、前述したように半年以上の屋外放置で鋼板製の操作盤内温度が50度以上に上昇したと思われる、この熱でコンピューターの基盤を損傷させたためとわかった。この国の気温を甘く見たわれわれのミスである。

## おわりに

前号にはオマーン滞在中に見た事柄を見聞記風に書いたが、編集者からの要請もあって今回は研究中に起こったトラブルや苦労話を中心に記述した。海水淡水化技術は今や完成された技術であるが、酷暑の地域ではプラント建設やその運転に際して日本では気がつかない困難が伴うため、臨機応変に対応できる卓越した技術を持つことが必要であることが分かり、あらためて中東に働く技術者に尊敬の念を抱いた。



# 塩漫筆

塩車

## 『ミネラル』

### ミネラル

英語でミネラル (mineral) といえば、鉄や銅などの(鉱物、鉱石)のことであるが、化学用語としては(無機物、無機性の…)を意味する。

動物、植物などの生物体を構成するのが有機物であり、生物に関与しない物質を無機物と大別する。水と空気はその存在があまりにも広範、普遍なので、特に無機物とは言わない。水は $H_2O$ で示される如くHとOで構成され、空気は主成分 $N_2$ と $O_2$ のほかに少量のAr、 $CO_2$ 、Ne等を含み、これに湿度で表される水蒸気を含んでいる。

生物体を構成する炭水化物、糖類、蛋白質などの有機物は、C、H、N、Oを主体とする高分子構造体であり、これに特有の元素が組み込まれている物質もある。木材を燻焼きすれば黒い木炭(その主体はC)となり、その木炭を燃せば気化する成分は焼失して白い灰が残る。

魚を焼く時の黒焦げ部はCのせいであり、食べた後に白っぽい骨が残る。この骨の主成分はCaである。

このように、有機質で構成された生物体内に、多種多様な無機質が含まれ、生体機能が成り立っている。

### 生物体内のミネラル

人体に含まれている無機質(ミネラル)の主なものを表-1に示す<sup>2)</sup>。体重の4%弱がミネラルであるが、Ca、P、Mgはその大部分が骨の構成成分として存在し、K、Na、Cl、Pは広く身体組織に分布して細胞機能の維持に主要な

役割をもっている。またSは主として筋肉蛋白質中に、Feは赤血球ヘモグロビンの成分である。

図-1に体液の組成を示す。血漿の主成分はNaClであり、濃度は0.7%。細胞内の主成分はK・PO<sub>4</sub>溶液ということになる。出血多量時、輸血の代わりに使われる生理食塩水のNaCl濃度は0.9%である。

Na、K、Ca、Mg、ClおよびSは海洋海水の主要塩類成分であり、Pは生物栄養塩(PO<sub>4</sub>、NO<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、炭酸)の一成分として海水中に含まれている。

人体の機能に関与する必須微量ミネラルとして、Fe、Zn、Cr、I、Si …等があげられている(表-2)<sup>2)</sup>。

人に限らず、すべての生物体にはミネラルが含まれており、その生育にミネラルの摂取は欠かせない。このため農作業にN、P、K、Mg、Ca等を含む肥料が大量に使われている。植物の葉緑素、クロロフィルにはMgが組み込まれており、人間の血はFeを含むヘモグロビンの赤色である。またエビ、カニや貝類の体液にはCuが含まれているため、その臓器は青緑色を呈している。

表-1 人体内に存在する無機質(体重に対する%)

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

\*日本海水学会編、“海塩の科学”、P.380

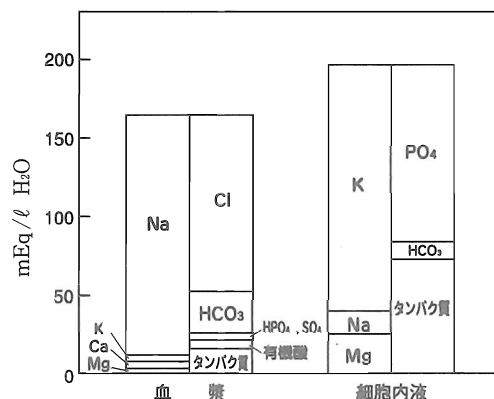


図-1 体液の電解質組成 (Newburgh, 1950より作成)

表-2 微量ミネラルの概要

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

\*海水誌、47、157 (1993)

## 人類と塩 …… 食塩の成立

人間は食べるものをたべて成長し生活している。身体を構成する成分は全て日々の飲食物から摂取し身につけている。食物は動物性と植物性に大別される。動物性食材に含まれる無機質は人体と似た様なものであるが、植物性食材にはNaが欠乏している。

そこで草食動物である牛馬や羊はNa欠乏となり、これを補うため本能的に塩分を求め、好んでなめる。肉食獣のライオンが塩をなめることはない。万物の霊長を自認する人類とて同じこと、原始時代から塩を好み、ついに塩を調味料とする食文化を生み出した。

食塩は、食品の中で唯一の無機物、ミネラルである。NaCl以外のミネラル分は、本来日常の食材から摂取され身につくものである。人が摂取するミネラルの筆頭は塩であり、その他の諸成分は一般の食材から取りこむのが常態である。

## 海水からの製塩

岩塩や地下かん水等の塩資源に恵まれないわが国では、太古の昔から塩は海水からつくられてきた。海水の塩分濃度は約3.5%であり、その塩分の約80%をNaClが占め、残りの20%がCa、Mg、Kなどの塩類である。

海水の水分を蒸発させ濃縮してゆくと、塩分濃度10%過ぎからCaSO<sub>4</sub>の析出が始まり、さらに濃度25%を過ぎると主成分のNaClが析出する。大量の塩が析出し終える段階で母液塩分濃度は31%に達し、CaSO<sub>4</sub>とNaCl以外の塩類は母液側に含まれている。母液の主成分はMgCl<sub>2</sub>であり、それが強烈な苦味を呈することから、製

ことから、製塩業界ではこの母液を「<sup>にがり</sup>苦汁」と称した。

塩釜から掻揚げた塩（結晶）には、CaSO<sub>4</sub>の微結晶や母液が付着している。母液分を切ると湿った粗塩が得られる。NaCl以外の塩類は製塩からみれば夾雑分であり、塩の品質はこれらの夾雑分をいかに取除くかによって決まる。

近代における塩の品質向上の概要を図-2に示す。

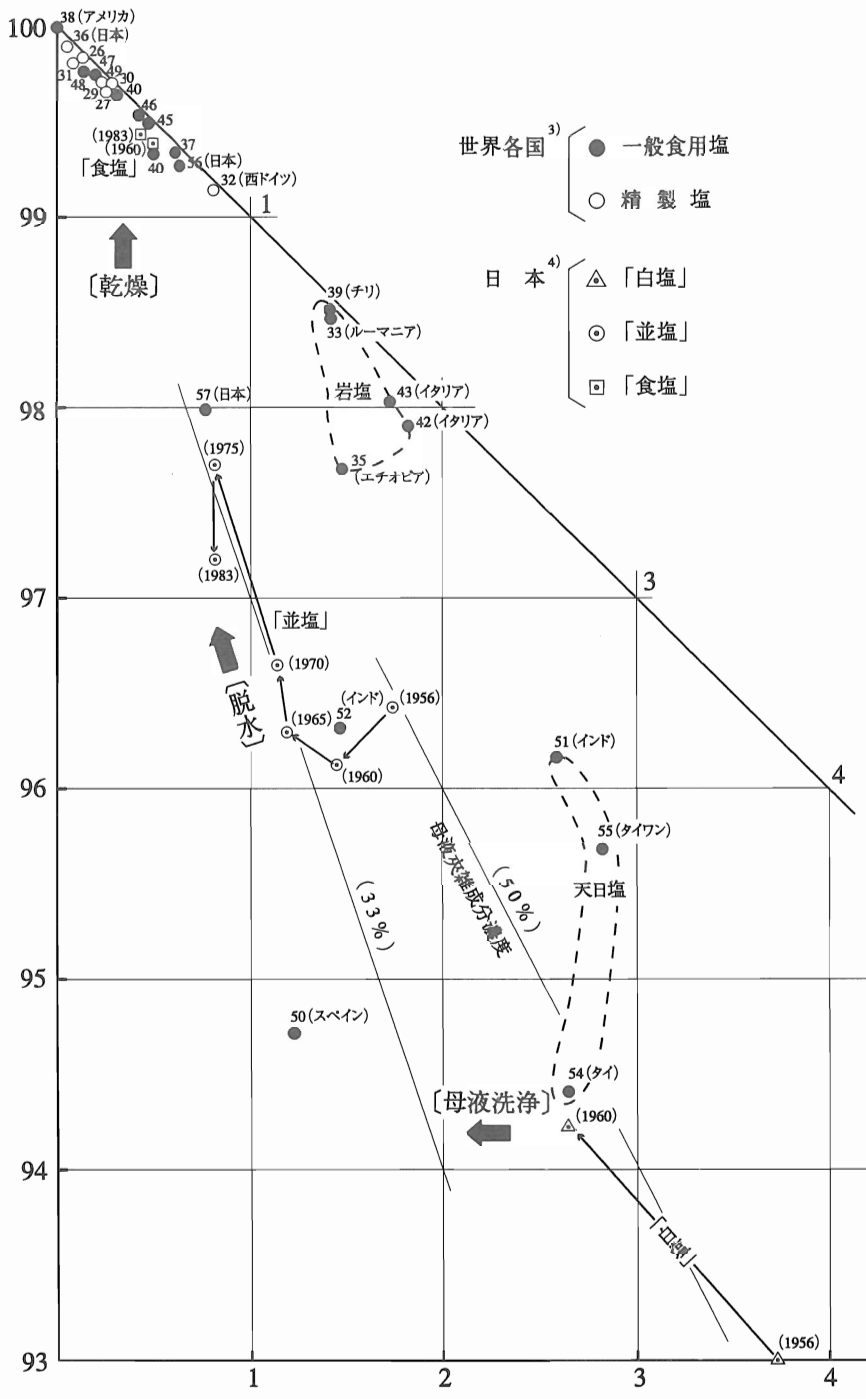
## 塩のミネラル

近頃、食塩に含まれている夾雑塩類を「塩のミネラル」と称し、その効用を説く人々がいる。各種ミネラルの必要性は認めるが、1日10g程度摂取する食塩に、これを求めるのは全くの筋違いであろう。人体が塩に求めているミネラルは、塩NaClそのものである。

世界的にみると、<sup>にがり</sup>苦汁分混じりの塩を食べてきたのは、日本を始めとする海沿いの民であり、少数派である。欧米各国の内陸部の人々は、昔から岩塩坑を掘削し、塩泉や塩井の地下かん水を塩釜で煮て製塩してきた。こういった岩塩由来の塩は、他の夾雑塩類がほとんどなく純度100%近いものが多い。

現代の製塩は、地下の岩塩床に水を圧入し濃い塩水として汲揚げ、これを蒸発缶で煮て採塩する。缶中から取り出した塩スラリーを遠心分離機で脱水し、さらに乾燥機を通したものが製品である。従って生産塩の純度は99%以上、わが国の「精製塩」「食塩」クラスのものが一般的である。天日塩生産国でも、その塩を水で溶かし製塩工場で再製したものが食用塩に当てられている（図-2参照）。

「ミネラルたっぷりの岩塩」など食品マーケットには存在しない。店頭にあるのは純度100%の精製塩である。



- 26 メキシコ
- 27 ブラジル
- 28 ブラジル
- 29 イタリア
- 30 イギリス
- 31 オランダ
- 32 西ドイツ
- 33 ルーマニア
- 34 オーストラリア
- 35 エチオピア
- 36 日本
- 37 アメリカ
- 38 アメリカ
- 39 チリー
- 40 メキシコ
- 41 ブラジル
- 42 イタリア
- 43 イタリア
- 44 ソ連
- 45 イギリス
- 46 イギリス
- 47 イギリス
- 48 ルーマニア
- 49 スペイン
- 50 スペイン
- 51 インド
- 52 インド
- 53 タイ
- 54 タイ
- 55 台湾
- 56 日本
- 57 日本

※塩の組成 (NaCl) (%) + (夾雑成分) (%) + (水分) (%) = 100 (%)  
 (付着母液)

図-2 世界の塩 品質向上の推移



## 塩に微量ミネラル

人体の必須微量ミネラルの一つにI（沃素）がある。（表-2参照）。Iは海藻に多く含まれているので、昔から海藻を多食する日本では、I欠乏はあまり問題にならないが、内陸部の各国ではI欠乏症が多発しており、その対策

としてI添加食用塩がつけられている。Iの所要量はごく微量であるが、これを塩に調合しておけば確実に一定量のIが摂取される。食用塩にI添加を義務づけている国もある。また、所要の微量ミネラルを塩に配合し圧縮成型した家畜用固形塩も多く利用されている。

微量ミネラルを塩に調合して摂取させる、これ程有効確実な方法はあるまい。「塩のミネラル」は筋違いであるが、「塩に微量ミネラル」は良策である。

---

### 文献・資料

- 1) 村上正祥；『人はなぜ塩を欲するのか』海水誌、Vol.42, No.3, p.131~142 (1988)
- 2) 杉田静雄；『塩の科学』p.77 海游舎 (2001)
- 3) 『塩利用の現状』p.176, 日本専売公社 (昭和54)
- 4) 『塩技術資料』日本専売公社

# 第30回評議員会・第34回理事会を開催

去る5月23日、東京・港区の東京プリンスホテルにおいて第30回評議員会及び第34回理事会が開催されました。

評議員会では、理事山本一元氏の辞任にともなう後任理事として河野満男氏が選任されました。

また平成13年度の事業報告、収支決算報告などが、了承されました。

引き続き、理事会では、平成13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13年度の事業報告（概要）は次のとおりです。



## 平成13年度事業報告（概要）

### 1. 塩及び海水に関する科学的調査・研究の助成

#### (1) 平成13年度分研究助成の実施

平成13年度は、プロジェクト研究1テーマ〔医学分野（助成件数6件）〕、一般公募研究63件に対して総額83,000千円の助成を計画どおり行なった。研究助成の成果については、現在取りまとめを行なっている。

#### (2) 平成14年度分研究助成の選定

平成13年11月1日から平成14年1月10日まで公募を行ない、応募151件から55件を選定した。医学分野のプロジェクト研究については引き続き6件の研究助成を行なうこととし、本年度から3年計画で助成する食品科学プロジェクトについては6件のテーマ応募にたいし6件を採択した。

（助成件数合計67件、助成金額合計83,000千円）

#### (3) 助成研究発表会の開催と成果のまとめ

平成13年7月25日（水）に日本都市センターホテル（東京）において、平成12年度の助成研究74件（プロジェクトテーマを含む）の発表があり、約260名が参加して活発な意見交換、質疑応答が行なわれ盛会であった。

また助成研究の成果をまとめた『平成12年度助成研究報告書』を発行した。

### 2. 情報誌等の編集・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、いずれも計画通り発行した。両誌とも、編集に一層の工夫と内容の改善充実に努めた。また、平成12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。

### 3. 情報の収集及び調査・研究

塩および海水に関する情報の収集については、

内外のデータベースを活用して、効率的な収集を行なうと共に、海外の関係機関からの情報収集に努めた。さらに、学会シンポジウム等に出席し、情報を収集した。

#### 4. 研究会、講演会、シンポジウムの開催・後援

##### (1) 研修会の共催

平成14年2月21日（木）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) 学会等への参加

・平成13年6月6～7日に福岡市において開催された、「日本海水学会52年会」に参加した。

・平成13年6月13～15日に大阪市において開催された、「日本老年医学会」に参加した。

・平成13年9月27～30日に札幌市において開催された、「化学工学会秋期大会」に参加した。

・平成13年10月3～5日に高知県民文化センター（高知市）において開催された「日本味と匂学会」に参加した。

・平成13年10月23～24日に小田原市中央公民館（小田原市）において開催された「海洋深層水利用研究会」に参加した。

##### (3) シンポジウムへの参加

平成14年1月28～31日に札幌で開催された、「冬期国際道路管理会議」に状況調査と情報収集のために参加した。

#### 5. 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、研究助成のきめ細かい公募を行なうとともにホームページ掲載内容を更に充実させ、財団活動の周知を図った。また、「インターネットによる公益法人のディスクロージャーについて」（関係閣僚会議幹事会申合せ）に基づき、最新の業務及び財務等に関する資料の公開を行なった。

#### 6. 関係学会等との関係強化

日本海水学会、日本学術会議海水科学研究連絡委員会等とは、講演会、研修会、研究会等を共同で企画・実施することにより関係強化に努めた。

#### 7. 効率的業務遂行体制の構築

財団内コンピューターのネットワーク化を図り、情報を共有することにより、効率的な業務遂行体制を構築するとともに、セキュリティ対策の強化を図った。

# 第14回助成研究発表会を7月19日に開催

当財団では、平成13年度助成研究の成果を発表する第14回助成研究発表会を下記のとおり開催いたします。当日は、助成研究69件の成果が発表されますので、研究者の方々のご参加をお待ちしております。同発表会のプログラムは次のとおりです。なお研究発表会終了後、懇親会を行います。

17:00 (懇親会：17:00～19:00)

2. 場 所 日本都市センターホテル  
6F・7F (受付: 6F)  
(東京都千代田区平河町2-4-1  
Tel. 03-3265-8211)  
(懇親会：同ビル5F・オリオン)

1. 日 時 平成14年7月19日(金) 9:30～

3. 参加費 無 料

## 第14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
一般公募研究 座長 柘植 秀樹 (慶應義塾大学教授) (9:30～11:00)			
1	貧溶媒添加法における新規な過飽和度概念に基づく結晶の創製	平沢 泉	早稲田大学
2	高濃度塩濃縮による製塩システムの開発	吉田章一郎	東京大学
3	高分子ゲルの相転移を利用した選択的脱塩・濃縮と生体高分子精製法の開発	安中 雅彦	千葉大学
4	ナトリウムイオン伝導性セラミックスの最適配向性	岸本 昭	東京大学
5	逆浸透性能の迅速評価法に関する研究	溝口 健作	静岡大学
6	食塩フラックスからの機能性酸化物単結晶の育成	大石 修治	信州大学
休 憩 (11:00～11:15)			
一般公募研究 座長 藤田 武志 (日本塩工業会技術部会委員) (11:15～12:30)			
7	食塩結晶表面の物理・化学特性	新藤 斎	中央大学
8	化学濃縮及びマイクロPIXE法による深層海水及び塩製品中セレン及びその他微量元素の分布パターン解析及び化学的スペシエーション法の開発に関する研究	辻 正道	東京工業大学
9	味覚センサーを用いた食塩の呈味の定量化に関する研究	都甲 潔	九州大学
10	モザイク荷電膜の膜性能評価の研究	山内 昭	九州大学
11	海水・塩試料中微量元素の多元素迅速定量法の開発	藪谷 智規	徳島大学



番号	表	題	発表者	所 属
昼 食 (12:30~13:30)				
一般公募研究 座長 川端 晶子 (東京農業大学名誉教授) (13:30~14:45)				
12	食品加工における海洋深層水および深層水塩が食品の品質に及ぼす影響(2)		沢村 正義	高知大学
13	ヒトと微生物の金属プロテイナーゼの活性発現機構に対する塩効果の比較および食品科学への応用		井上 國世	京都大学
14	かまぼこの食感に重要な網目構造形成への海洋深層水塩添加の影響		久保田 賢	高知大学
15	塩味の識別能に及ぼす調理済み食品摂取状況の影響		中村 恵子	福島大学
16	食物の味形成における食塩の重要性：アミノ酸及びうま味物質の味に対する食塩の増強効果		栗原 堅三	青森大学
休 憩 (14:45~15:00)				
一般公募研究 座長 豊倉 賢 (早稲田大学名誉教授) (15:00~16:45)				
17	放射性ヨウ素廃液処理用陰イオン交換濾紙膜の調製およびその性能評価		井上 浩義	久留米大学
18	海水中のリチウムイオンに対する高選択的吸着特性を有する新規ポリマー吸着剤の界面鋳型重合法による創製		迫口 明浩	崇城大学
19	リン酸修飾チタニア多孔性膜の開発および電解質透過特性		都留 稔了	広島大学
20	キャピラリーゾーン電気泳動法による海水中の亜硝酸および硝酸イオンの高感度定量法の開発		福士 恵一	神戸商船大学
21	化石海水成分の有機合成化学への有効利用法の開発研究		落合 正仁	徳島大学
22	イオン交換樹脂廃棄物からの炭素光触媒の創製と応用プロセスの開発		武藤 明德	岡山大学
23	電気再生式脱塩法における脱塩機構の研究		岩元 和敏	東海大学
懇 親 会 17:00~19:00				

## 第2会場

番号	表	題	発表者	所 属
一般公募研究 座長 蔵田 憲次 (東京大学大学院教授) (9:30~11:00)				
24	耐塩性マングローブ培養細胞の耐塩性とエネルギー代謝に関する研究		芦原 坦	お茶の水女子大学
25	タイ国東北部塩類集積地における地下灌漑システムの導入に関する研究		三原真智人	東京農業大学
26	マングローブから単離された新規耐塩性因子「マングリン」の機能強化		山田 晃世	東京農工大学
27	耐塩性維持に寄与するマンニトール-1-リン酸還元酵素の精製とクローニング		岩本 浩二	筑波大学
28	海水中の高塩分ブラインに生息するアイス・アルジー群集の生理活性		田口 哲	創価大学
29	エコシステムを利用した瀬戸内海沿岸の海洋環境汚染物質の除去・回収法の開発～環境ホルモン関連物質を中心として～		石原 浩二	京都教育大学

番号	表 題	発表者	所 属
休 憩 (11:00~11:15)			
一般公募研究 座長 柳田 藤治 (元東京農業大学大学院教授) (11:15~12:30)			
30	経腸栄養剤のナトリウム含有量に関する研究	平出 敦	大阪大学
31	アカパンカビを利用した超低塩味噌の開発とその活用法	松尾真砂子	岐阜女子大学
32	食塩による食物アレルギーの抗原活性抑制効果	豊崎 俊幸	香蘭女子短期大学
33	沖縄県産スクガラス (アイゴ塩蔵製品) 中の高塩性細菌に関する研究	久田 孝	石川県農業短期大学
34	魚肉および畜肉貯蔵中における脂質過酸化由来有毒アルデヒド、4-ヒドロキシアルケナル生成の食塩添加による抑制	境 正	宮崎大学
昼 食 (12:30~13:30)			
一般公募研究 座長 蔵田 憲次 (東京大学大学院教授) (13:30~14:15)			
35	高機能付加遺伝子組換え植物を用いた塩類蓄積土壌のファイトレメデーション	佐藤 茂	東北大学
36	磯焼け診断指針の開発に関する生態学的研究	吾妻 行雄	東北大学
37	塩生植物アイズプラントの耐塩性機構ならびに塩集積メカニズムの解明	東江 栄	佐賀大学
一般公募研究 座長 林 良博 (東京大学大学院教授) (14:15~15:00)			
38	ハウレンソウのNaCl添加水耕栽培における光合成能の解析	荊木 康臣	山口大学
39	好塩性光合成細菌による水素発生とその応用	片岡 幹雄	奈良先端科学技術大学院大学
40	好塩性細菌からの好塩性 且つ 耐熱性酵素の高効率分離と産業的利用	徳永 正雄	鹿児島大学
休 憩 (15:00~15:15)			
一般公募研究 座長 林 良博 (東京大学大学院教授) (15:15~16:45)			
41	円石藻の栄養成分強化に関する研究	渡辺 文雄	高知女子大学
42	海産微細藻のCO <sub>2</sub> 利用による栄養機能強化とそれに伴う海洋環境保全効果	幡手 英雄	宮崎大学
43	海洋性藻類由来血管新生抑制多糖の探索及び作用解析に関する研究	松原 主典	岡山県立大学
44	高塩分濃度環境における微生物酵素の塩適応現象に関するタンパク質構造学的研究	藤原 健智	静岡大学
45	海水中内分泌攪乱物質のパーベパレーション法を用いた濃縮分離とモニタリングシステムの開発—ダイオキシンと農薬の濃縮分離—	樋口 亜紺	成蹊大学
46	中国、新疆ボステン湖の水利用と塩性化に関する研究	長島 秀樹	東京水産大学
懇 親 会 17:00~19:00			

第3会場

番号	表 題	発表者	所 属
一般公募研究 座長 荒井 綜一（東京農業大学教授）（9:30～10:45）			
47	食品の高塩濃度下でのプロテアーゼ加工をモジュレートするシスタチンの効果の検証	阿部 啓子	東京大学
48	海洋深層水を用いたカット野菜の保存法に関する研究—特に腐敗防止について—	永井 毅	国立水産大学校
49	食品加工中のメイラード反応初期段階に対する塩類の影響	渡辺 寛人	明治大学
50	食品の脂質酸化に由来するにおいと味の発生における食塩の役割	大島 敏明	東京水産大学
51	塩類によるアスコルビン酸オキシダーゼの阻害メカニズムの解明	大羽 和子	名古屋女子大学
休 憩（10:45～11:00）			
一般公募研究 座長 菱田 明（浜松医科大学教授）（11:00～12:30）			
52	塩分感受性高血圧に伴うインスリン抵抗性の機序と治療法の開発	浅野知一郎	東京大学
53	コレシストキニンA受容体を欠損し、肥満、糖尿病を自然発症するラットにおける、運動と食餌制限の改善効果と、その効果に対する食塩摂取量増減の影響	宮坂 京子	東京都老人総合研究所
54	高齢エリートアスリートの栄養摂取、とくに食塩摂取量を中心として	勝田 茂	東亜大学
55	胎児肺腔内液除去および肺水腫からの回復過程におけるナトリウムイオンの役割とその輸送制御機構の解明	丸中 良典	京都府立医科大学
56	腎集合管におけるNa <sup>+</sup> 再吸収とK <sup>+</sup> 分泌制御の独立性	鈴木 善郎	東京工業大学
57	プロスタシンの分泌調節および高血圧における動態の検討	富田 公夫	熊本大学
昼 食（12:30～13:30）			
一般公募研究 座長 森本 武利（神戸女子短期大学教授）（13:30～15:00）			
58	原核、真核生物に共通した浸透圧センサー遺伝子の同定と機能解析	隠木 達也	新潟大学
59	食塩感受性高血圧に強く見られる脳内nNOS性交換神経抑制機構の作動機序と意義	西田 育弘	防衛医科大学校
60	P-糖蛋白質による腎近位尿細管細胞の細胞容積調節とイオン輸送体の同定	武藤 重明	自治医科大学
61	口腔～門脈肝臓に至るNa <sup>+</sup> 受容器の中樞投射：Mn <sup>2+</sup> 造影f-MR Iを用いた研究	森田 啓之	岐阜大学
62	Na <sup>+</sup> ポンプ阻害剤、ウェアインは強力な概日リズム制御薬である：その分子機構の解析	森山 芳則	岡山大学
63	血圧調節機序における神経伝達物質、GABAの役割の解明（遺伝子改変マウスを用いた解析）	柳川右千夫	岡崎国立共同研究機構
休 憩（15:00～15:15）			

番号	表 題	発表者	所 属
プロジェクト研究 座長：今井 正（自治医科大学教授）（15:15～16:45）			
64	神経系の興奮抑制制御におけるクロールの役割	稲垣千代子	関西医科大学
65	心・血管系におけるクロールの役割	穎原 嗣尚	佐賀医科大学
66	新生児早期の尿濃縮機構形質転換における腎髄質尿細管クロールイオン輸送機序の解析	根東 義明	東北大学
67	腎におけるクロールの役割。CLCクロライドチャンネルの生理的役割とその制御	内田 信一	東京医科歯科大学
68	細胞容積調節におけるクロールの役割	岡田 泰伸	岡崎国立共同研究機構
69	腸管・分泌細胞におけるクロールの役割	桑原 厚和	静岡県立大学
懇 親 会 17:00～19:00			

日本都市センターへの交通のご案内		
<b>地 下 鉄</b>		
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
<b>J R 線</b>		
中央線・総武線	四谷駅下車	徒歩15分
<b>都 バ ス</b>		
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
<b>タ ク シ ー</b>		
四谷駅から5分、東京駅・新橋駅から10分		

The map illustrates the location of the Japan City Center Hotel (日本都市センターホテル) in the Yamanote Line area. Key landmarks include the hotel, Yamanote Line station, JR station, and various buildings like the Mitsunaka School (麴町中学校), Mitsunaka Fire Station (砂防会館), and Mitsunaka Station (永田町駅 4番出口). The map also shows the location of the Mitsunaka Prince Hotel (赤坂プリンスホテル) and Mitsunaka East Hotel (赤坂東急ホテル) near the intersection of National Route 246 (国道246号) and the Yamanote Line. The map is oriented with the Yamanote Line running vertically, with the hotel located between the Yamanote Line and the JR line.

## 財団だより

### 第29回研究運営審議会（平成14年9月2日（月）KKRホテル東京）

平成15年度の研究助成方針及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

サッカーの第17回ワールドカップは、ブラジルが優勝を飾り、日本代表は惜しくもベスト8に残れなかったが、多くの国民に夢と感動を与えてくれたトルシエ監督、選手の皆さんに感謝したい。

日韓とも共催国の大躍進は、お雇外国人の存在が大きい。「しがらみ」を無視して、“成果”を最優先に考え実行出来るからであろう。企業経営では、日産自動車(株)カルロス・ゴーン社長しかり！

\*「イオン交換膜製塩法」の開発については、これまで膜メーカー3社の方々に苦勞話を寄稿していただいた。この度はこの技術を全面的に導入する決定をした専売公社の立場で村上正祥氏に寄稿していただいた。厳しい局面を向かえた塩業を発展させる次の技術の出現を期待したい。

\*日本塩業史を素材として経済史を講義している広島修道大学の落合先生から教育の現場をユーモラスに紹介していただいた。

\*昔は塩を俵や吠に入れて運んでいた。今やその様子が分からない世代が多くなってきた。かって日本塩工業会で塩包装を担当していた古山博氏に塩包装変遷の一コマを記していただいた。

\*齊藤博氏には前号に引き続きオマーン国での出来事を寄稿していただいた。極暑のなかで発生する思いもよらぬトラブル、生活習慣、文化の違う中で技術指導する難かしさを感じました。

本号から表紙・掲載内容のレイアウトを変えました。皆様からのご意見・ご感想と楽しい記事のご投稿をお待ちしております。

JUNE/2002/No.53

発行日

平成14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

FAX 03-3497-5712

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