

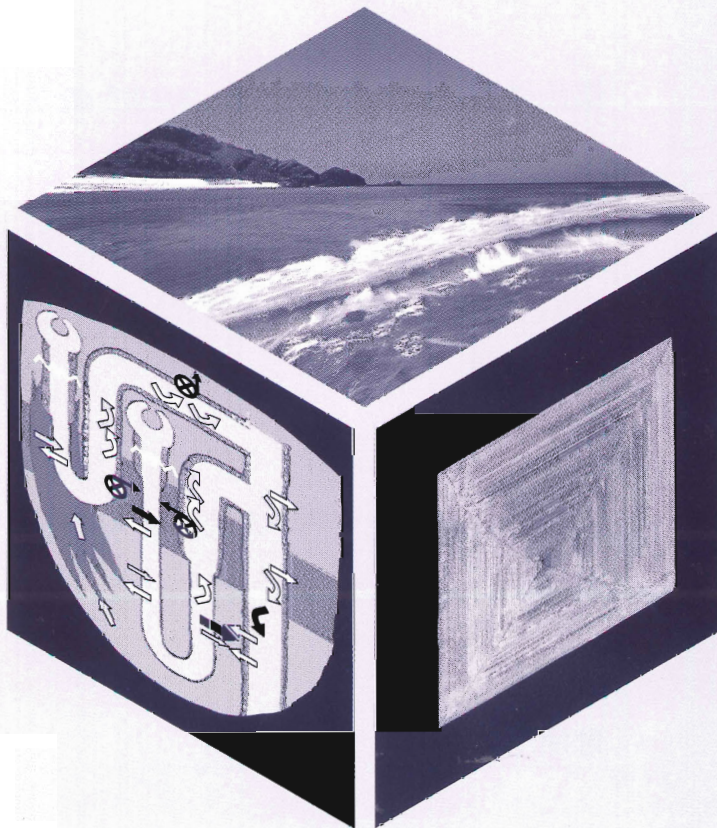
「最近の大学事情」 津田 健

第19回助成研究発表会における発表概要

日本の塩づくりを支え、未来を築くために 長谷川正巳

温故知新 —膜濃縮法製塩技術の開発創生期と現在の挑戦— 山本活也

『塩田製塩法の発達』(そのⅡ) 村上正祥



目次

巻頭言 「最近の大学事情」	1
津田 健	
第19回助成研究発表会における発表概要	2
日本の塩づくりを支え、未来を築くために	18
長谷川 正巳	
温故知新—膜濃縮法製塩技術の開発創生期と現在の挑戦—	21
山本 活也	
『塩田製塩法の発達』（そのⅡ）	24
村上 正祥	
塩漫筆 『海粘土で築いた流下式塩田』	35
塩 車	
財団だより	38
編集後記	



津田 健

東京工業大学教授
理工学研究科 化学工学専攻
(財)ソルト・サイエンス研究財団
評議員

「最近の大学事情」

1990年以降、それまでの国立大学をめぐって2つの大きな変化があった。その1つは1990年代初頭から始まった“大学院重点化”である。本来の目的は大学の教育研究組織を、従来の学部を基礎とした組織から大学院を中心とする組織に変え、研究者の数、レベルの底上げをすることにあった。具体的に目に見える変化としては、多くの大学で従来の講座制から研究分野の近いスタッフのゆるい集まりに変更したこと、大学院生を増やすために、助手の一部を助教授以上のポストに振り替えたこと、このため学部学生数を基準に計算される校費が大学院生基準に変わったために増したこと、さらに細かいことではあるが、我々教官は大学院の教官となり、学部を兼務する形になったことなどが挙げられる。すべての国立大学が重点化されたわけではなく、重点化が行われた大学でも、教官が置かれた立場や環境に変化があったが、実質的にはそれほど大きな影響はなかった。

第2の変化は平成16年4月にスタートした、いわゆる“法人化”である。こちらはすべての国立大学が対象となったことから、種々の面で非常に大きな変化があった。その目指すところは、①個性豊かな大学作りと国際競争力のある教育研究の展開、②国民や社会への説明責任の重視と競争原理の導入、③大学経営に対する責任の明確化、

であった。具体的には、それまでの「国立〇△大学」は「国立大学法人〇△大学」に移行し、我々教官は、非公務員となり、名称も教員に変わった。こちらの方は、前述の“大学院重点化”に比べ、ソルト・サイエンス研究財団とも関連のある研究助成の面から、きわめて大きな影響を受けつつある。1つは、各大学が大学の裁量でできる事柄が増え、それまでの文科省の影響を減らすことができた。といえばカッコよいが、むしろ文科省からの資金が減ったため、各大学、研究者が種々の資金集めに血眼になりつつあることは、新聞紙上等でご存知のことと思う。法人化前の研究費に比べ、法人化後の研究費は数分の1あるいは十数分の1減ったと言われており、全国の大学の状況はひどいの一言につきる。これが将来、各大学の成果によってさらに大きな差が生まれることになりそうである。2つ目は、それまでの国立の組織が1私企業と同じになったため、従来は「大学だから」と大目に見てくれ、「いいかげん？」でも良かったのが、企業と同じ種々の規制を受けることとなり、その対策に費用がかかり、最終的に末端の我々に回ってくる研究費が減ってしまった。当時の政治家はここまで考えが及んでいなかったのではないかと疑いたくなる。我々も、大学の特殊性ということで、あぐらをかいていた点を反省しなくてはいけないが……。とにかく「いごごち」の悪い環境になってしまったというのが正直なところである。法人化前も文科省からの研究費は10数年以上も同じレベルであったのに、法人化後はさらに低レベルになり、文系の大学や先生方の実情はよくわからないが、我々理系に所属するものにとっては、何らかの助成金、寄付金を得ることなしに、十分な研究、ひいては教育ができないのが現実である。科研費、NEDO等、公的な研究費は順調に増加基調にあるが、どちらかといえば“最先端”“重要分野”の採択率が高く、基礎的な分野に対する助成は必ずしも十分ではないように感じる。この面で、ソルト・サイエンス研究財団のように、ある分野に特化し、基礎から最先端まで幅広く助成対象とする機関の存在のありがたさは計り知れないものがある。今後とも、地道な助成の継続を期待したい。

第19回助成研究発表会における発表概要

平成18年度に当財団が助成した研究について、その成果を発表する「第19回助成研究発表会」が平成19年7月31日に都市センターホテルで開催された。発表会には、助成研究者、出捐団体、賛助会員、食品関連企業などから205名が参加し、合計73件の演題が3会場に分かれて発表された。

その内訳は、一般公募研究57件、農学・生物学のプロジェクト研究5件、医学のプロジェクト研究6件、食品科学のプロジェクト研究5件であった。なお、前年度発表延期した助成研究1件が含まれている。

ここに発表の概要を紹介する。個別の研究発表概要は基本的に助成研究者が作成したものであるが、部分的に事務局が補足追記し、紙面の関係で簡略化した内容もある。

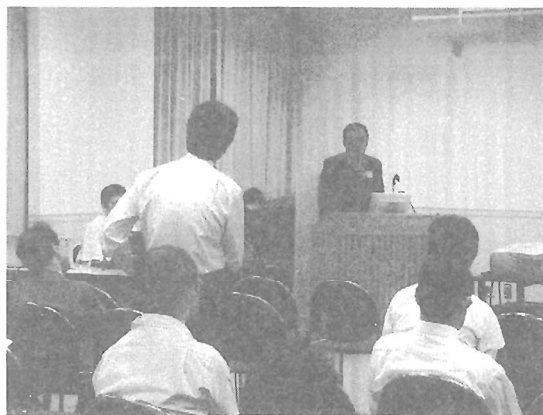
各概要末尾の（ ）内数字は助成番号であり、助成研究課題名は記事末尾の「第19回助成研究発表会発表一覧」に掲載されている。助成研究者名は敬称略とし、所属機関名は大学名までとした。詳細な研究内容は平成20年3月に発行される「平成18年度助成研究報告集」に掲載される。



第1会場（理工学，食品科学）



第2会場（農学・生物学，食品科学）



第3会場（医学）

1. 理工学関係

理工学関係では一般公募研究21件の発表が行われた。一般公募研究の内訳は、イオン交換・膜分離関係3件、蒸発・晶析関係2件、結晶関係3件、腐食関係3件、分析関係5件、環境関係2件、その他3件であった。

(1) イオン交換・膜分離

●山口大学の比嘉は、ポリビニルアルコールとポリカチオンから親水性陽イオン交換膜を作製し、この膜における膜含水率、イオン選択的透過性、膜抵抗と機械的強度を評価した。その結果、イオン選択的透過性、膜抵抗と機械的強度は膜含水率の値に依存した。本研究で作製したイオン交換膜はスチレンージビニルベンゼン系イオン交換膜と比較して高い機械的強度を有するので多孔膜支持体上に薄膜化することで、より高性能なイオン交換膜の開発が期待できる。(0612)

●東京工業大学の岡田らは、イオン交換基周辺の水と環境を制御することで、通常のイオン交換体に比べてイオンの電荷を余り識別せず、イオンの水和を強く識別するイオン交換体を開発できることを示した。この考えに沿って、電荷が集中した構造をもつ新たな界面活性剤、イオン交換樹脂を合成し、そこでのイオンの認識選択性を明らかにし、その選択性発現機構に関する議論を行った。(0603)

●広島大学の都留らは、チタニア(酸化チタン)の薄膜製膜技術および高温透過特性について研究を行ない、チタニア膜細孔径を1から4nmの範囲で精密制御可能なこと、ナノ細孔の親水性・疎水性を定量的に評価出来る可能性を明らかとした。さらに、高温操作により透過流束が大きく増加するにもかかわらず、電解質阻止率はほぼ一定であったことから、高温操作の優位性が示唆された。(0608)

(2) 蒸発・晶析

●琉球大学の野底は、初段の平板背面に設けた蒸気ジャケットの加熱面積が約2m²で、平板間隔を約5mm、効用数5段の平行平板型多重効用海水蒸発濃縮器を製作し、水平から9°傾けて設置し水道水を供給して試験運転を行った。蒸発器の構造は単純で、制作費は安価であった。また、組み立てと分解は容易である。その性能は、蒸発倍率(初段入力熱量に対する総蒸発量の割合)が3.6倍、蒸気生産速度(総蒸発量)が16.6 kg/(m²hr)であった。(0611)

●横浜国立大学の三角らは、攪拌槽を用いた溶液晶析反応の数値流動解析手法および核発生モデルの開発を目的として、結晶摩耗現象の確率論的解析法について検討した。その結果、同確率論的法を用いることで、通常の流動解析と比較して大幅に短い計算時間で、結晶摩耗現象を解析できることを明らかにした。また、一次核発生挙動の非接触レーザー計測法の構築を目指して、粒径既知のポリスチレン微粒子を用いた検討を実施し、その可能性を示した。(0617)

(3) 結晶

●信州大学の手嶋らは、環境機能材料の創成を目的に、自然界で結晶が生成するプロセスを模倣したネイチャーミメティックフラックス法により、食塩から機能性酸化物ウイスキーの育成を行った。その結果、選択的吸着特性や光触媒特性をもつ、きわめて高品質な無色透明の六チタン酸ナトリウムウイスキーの育成に成功した。本研究で提案する食塩からの結晶育成プロセスは、他の手法に比べて環境にやさしいプロセスであることを明らかにした。(0609)

●固体のもつ機能の1つとしてイオン伝導性があり、燃料電池やリチウム二次電池の固体電解質としてその開発が注目されている。日本大学の山田は、岩塩型構造をもつLiBrをInBr₃で複塩化し、315K程

度の低温で超イオン伝導相に転移する Li_3InBr_6 と LiInBr_4 を見出した。リードベンド解析の結果、これらは岩塩型構造におけるカチオンサイトを3価の In^{3+} と空孔で置換した欠陥型の岩塩型構造であることが明らかとなった。この構造上の特徴は連続固溶体 $\text{Li}_{1-x}\text{In}_{x/3}\text{Br}$ の可能性を示唆し、より低温での超イオン伝導性の発現が期待される。(0620)

●東北大学の美齊津らは、前1回の助成で塩ナノ結晶イオン $\text{Na}_n\text{In}_{n-1}^+$ への極性分子吸着反応性が、その構造と対応していることを $n=4-6$ の領域で明らかにした。引き続き質量分析法と理論計算によって、 $n=10-17$ の領域でROH型分子の吸着反応性と幾何構造を研究した。その結果、 $n=13$ に対して顕著な水分子吸着反応性が見られたが、置換基Rが大きくなるとその大きな反応性が失われる傾向が得られた。これは、 $n=13$ では内部に吸着サイトを持つかご構造の寄与が大きいためと推察された。(0616)

(4) 腐食

●広島大学の矢吹は、海水流動下におけるアルミニウム合金製熱交換器の腐食について検討するため、ペルチェ素子を用いた試験片冷却型すき間噴流法試験装置を開発し、液温、試験片冷却、液流速を変更して腐食試験および分極曲線の測定を行った。その結果、30℃の海水流動下では、流速が高くなるにつれて腐食速度が増加すること、カソード定電位分極下ではアルミニウム合金表面の不動態皮膜が溶解し、腐食が加速される場合があることが示唆された。(0619)

●大阪府立大学の井上らは、製塩環境中での各種ステンレス鋼の局部腐食感受性を迅速に評価する手法の開発を試みた。電位ノイズ法の利用により、巨視的な食孔やき裂の発生時間を測定する従来法と比較し、大幅に試験時間を短縮できる可能性が示された。実環境での局部腐食性に大きな影響を及ぼす、材料の表面仕上げや硫黄含有量の違いにより、電位ノイ

ズの発生頻度が顕著に変化することが確認された。(0601)

●青山学院大学の長らは、AE(アコースティック・エミッション)法を用いてフランジ締結部におけるすき間腐食のモニタリング法の検討を行った。フランジ/ガスケットすき間に挿入できるマイケルソン型光ファイバAE計測システムを開発し、コイル状センサファイバを用いてSUS304/アクリルすき間腐食のAEモニタリングを行った。その結果、隙間腐食によって発生した腐食生成物(錆もしくは水酸化物)の破壊によってAEが放出され、放出されるAEの頻度と腐食量を示すアノード電流量との強い相関があることを明らかにし、光ファイバAEセンサを用いれば隙間腐食の進展速度を評価できる可能性を示した。(0607)

(5) 分析

●海水中の重金属の溶存状態は、その濃度が低いために測定方法がなく、これまで計算などによってその溶存状態を推定しているにすぎなかった。東京海洋大学の高橋(田中)は水溶液中の極低濃度のアルミニウムの溶存状態をESI-MSを用いて測定した。その結果1 mmol/l程度のアルミニウムイオンに対して、溶存状態の測定を可能にした。海水中ではアルミニウムイオンに水酸化イオンが結合した正のイオンを持った錯体が主に存在していると推定した。さらに海水中の金属イオンと結合している陰イオンにシリカがあることも海水の測定から示した。(0606)

●群馬大学の森らは、塩水、食品、生理活性物質等に含まれる主要無機成分(Na^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} 等)を同時分析するシステムを構築することを目的に、1本の陽イオン交換樹脂カラムと弱酸及び両イオン性界面活性剤の溶離液によって、様々な共存物質を含む試料中の無機成分を分離定量できる方法を開発した。これにより、海水や食品のイオンバランスや喫煙・非喫煙者の指標にもなっている唾液中のチオ

シアン酸イオンの濃度等を測定できることを示した。(0618)

●富山大学の加賀谷は、前1回の助成で数種の元素を同時に沈殿させることで微量元素を分離捕集するハイブリッド共沈法を提案し、塩中微量元素の分離に有用であることを明らかにした。引き続きハイブリッド共沈法について検討を行った結果、塩に含まれるマグネシウムと少量添加するイットリウムとを溶液中から同時に沈殿させることで微量元素を分離捕集可能であることを見出し、塩中微量元素の定量に有用であることを示した。(0604)

●神戸大学の福士は、船底防汚剤の一つであるピリジントリフェニルボラン(TPBP)およびその予想される分解生成物であるジフェニルボリン酸(DPB)、フェニルボリン酸(MPB)の分離定量法を開発するため、キャピラリー電気泳動法における各種分析条件について検討した。その結果、DPBとMPBとは分離できなかったが、TPBPと他の二者とは分離でき、本法はTPBPの分解挙動を調べる有用な方法になりうることが示唆された。(0614)

●九州大学の吉村らは、海水淡水化施設における管理基準項目の一つであるRO水中のホウ酸を定量できる安価な簡易分析法を開発するために、二つの方法について検討した。その結果、基準値である1.0 mg B dm⁻³の1/10以下の濃度を検出限界とするHPLCおよび電気化学的分析が可能であることを明らかにした。特に、後者は電気化学的に不活性なホウ酸の新規分析法としてさらなる発展が期待される。(0621)

(6) 環境

●奈良先端科学技術大学院大学の仲山は、中度好塩性細菌ハロモナスを用いた海水やかん水などの高塩濃度かつアルカリ性の環境における重金属浄化技術の開発を目指しているが、細胞表層工学技術を応用して重金属浄化能を高めたアーミングハロモナス細

胞を作製した。その結果、アーミングハロモナス細胞が高塩濃度かつアルカリ性の環境での重金属浄化に有用であることが示唆された。(0610)

●金沢大学の牧は、赤潮抑制剤である人工有機配位子の実用化に向け、微細藻に対する配位子の種特異性を検討し、微細藻の鉄欠乏下での生理機構を分子レベルで検討するため、有機配位子による生理実験と鉄欠乏応答型の遺伝子群のクローン化を行った。その結果、有機配位子によって特定の微細藻種の増殖が抑制され、鉄欠乏への適応に関わる遺伝子群が転写誘導されることが明らかとなり、有機配位子は特定の微細藻種の増殖を鉄欠乏によって抑制すると推察された。(0615)

(7) その他

●大阪市立大学の伊與田らは、高湿度空気や過熱水蒸気の乾燥や食品加工への利用技術の確立を目的とし、空気から過熱水蒸気に至る広範囲な温度と湿度条件下で、塩水溶液を含む多孔質材料の乾燥実験をおこなった。その結果、気流湿度が高いほど材料表面に析出する塩結晶は表面での分布が偏在化し、限界含水率が低下することから、高湿度空気利用による塩の分布制御、乾燥時間の短縮、ひいては装置の低環境負荷化の可能性が示唆された。(0602)

●広島大学の福井らは、フライアッシュのフィリップサイトへの再資源化を検討しているが、その再資源化プロセスである水熱処理にNaClとマイクロ波を利用した時の影響について検討した。その結果、NaOHの代替としてNaClを利用して水熱処理しても性能を低下させることなくフィリップサイトを合成できることを見出した。しかし、反応時間を増加させる必要があることも示唆された。さらに、マイクロ波加熱を利用することで、反応時間の増大を最小限に留めることに成功した。(0613)

●九州工業大学の清水は、環境水中のリン酸イオン

を検知するために、新規な全固体型セラミックセンサーについて検討した。固体電解質($\text{Na}_5\text{DySi}_4\text{O}_{12}$)とペロブスカイト型酸化物(LaCoO_3)を組合せたセンサーの低周波数域でのインピーダンス変化を用いればリン酸イオンセンサを構築できることを見出した。本センサーの90%応答時間は約2分で、 NO_3^- 、 Cl^- 、 ClO_4^- 等の主なアニオンにはほとんど応答を示さず、高いイオン選択性も有することが分かった。(0605)

2. 農学・生物学関係

農学・生物学関係では一般公募研究10件、プロジェクト研究5件の発表が行われた。一般公募研究の内訳は、好塩性・耐塩性関係が8件、その他2件であった。

(1) 好塩性・耐塩性

●九州大学の安東は、魚類の塩分耐性を調節する新たな分子生理学的メカニズムを明らかにするため、フグ科魚類を用いて浸透圧刺激に伴って発現量が変化する新規の遺伝子の探索を行った。海水から淡水に移行したトラフグの腎臓と視床下部からGene Fishing法により5種類の候補遺伝子を得た。視床下部から得られた新規の遺伝子は、淡水移行に伴って発現量が低下し、海水環境下で機能する好塩性遺伝子の一つであると推察された。(0622)

●東京大学の館林らは、耐塩性植物の開発などを目的として、細胞における耐塩性・耐浸透圧性の分子機構を検討した。高浸透圧ストレスへの適応に重要な出芽酵母のストレス応答MAPキナーゼ経路に注目して、その解析を行った。その結果、MAPキナーゼ経路の活性化にアダプター蛋白質を介したキナーゼと基質の間接的なドッキング機構が重要であることを明らかにした。(0626)

●塩ストレスを受けた植物において、ポリアミン合成系の酵素活性が活性化される、あるいはポリアミン合成酵素遺伝子の発現が昂進されるといった多くの報告があるにもかかわらず、ポリアミンがその際、どのような役割をしているかについては余り知られていない。東北大学の草野は、ポリアミンの一つであるスベルミンだけを合成できない植物が塩ストレスに高感受性となること、外部からスベルミンを供給すると塩感受性が正常に復することを示した。また、その他の解析結果と併せて考察し、ストレス時に合成されるスベルミンはカルシウム動態に関与するチャネルや輸送体の活性を変化させることによって、細胞内へのナトリウムの流入の抑制、液胞に隔離されたナトリウムの漏出の阻止、さらには細胞外へのナトリウムの排出の促進に寄与する可能性を示唆した。(0624)

●横浜薬科大学の山崎は、キャピラリー電気泳動法を用いてオオムギの耐塩性の品種間差を見分ける方法を開発した。耐塩性の強さが既知の14品種について主要適合溶質グリシンベタインの含量から線形判別関数を用いて耐塩性の強弱を分けることができた。この関数を用いて約300品種のオオムギについて耐塩性の強弱を判定することができた。本法はオオムギのみならずコムギやアルファルファなどベタイン誘導植物の耐塩性品種選抜にも応用可能である。(0630)

●東京大学の横田は、塩分を含む環境からマメ科植物を採取し、耐塩性根粒菌を分離することを試みてきた結果、ミヤコグサ(*Lotus japonicus*)から1Mまでの食塩(約6%)に耐性を示す耐塩性根粒菌を分離することができた。これらの分離株は*Mesorhizobium*属および*Aminobacter*属に含まれるものの、何れも新規の菌種と考えられた。通常環境に生育のミヤコグサの根粒菌は耐塩性のない*Mesorhizobium loti*であることから、ミヤコグサが高塩環境に生育可能としているものと推定された。(0631)

●東京大学の井上らは、地球温暖化により南極の氷床が融解し、海水塩濃度が低下したときに生態系がうける影響を予測するために、南極海生態系の最重要種であるナンキョクオキアミの塩濃度変化に対する適応能力を検討し、幼若期には広い塩濃度に適応できるのに対し、成体では適応できる塩濃度範囲が狭くなることや、本種が環境浸透圧に体液浸透圧を合わせる「浸透圧順応型」の体液調節を行うことを示した。(0623)

●県立広島大学の阪口は、高塩濃度やCdなどの重金属イオンの存在下においても、セレンオキサニオンを還元し、沈澱できうる微生物の分離について検討した。その結果、日本各地の海洋泥質や生物などから3%~10%のNaClにおいて生育可能なセレンオキサニオン還元性微生物株の分離が可能であった。また、微生物によるCdSe、CdTeの合成、循環型リアクターによるCd、Te両イオン種のCdTeナノ結晶微粒子への変換が可能であることを明らかにした。(0625)

●東京大学の西田は、海水サンプルからの培養細菌の検出を16S rDNA領域を増幅するPCR-DGGE(変性剤濃度勾配ゲル電気泳動)およびオリゴDNAマイクロアレイにより行った結果、海水を4℃で5ヶ月間保存している間に、*Vibrio*属細菌は“培養できる状態”から“培養できない状態”へ移行し、*Cobetia*属細菌および*Pseudoalteromonas*属細菌は塩濃度3.5%条件下において“培養できない状態”から“培養できる状態”へ移行したことを示した。(0628)

(2) その他

●京都大学の豊原は、塩湿地のセルロース分解能を明らかにするために、メイオベントスに着目し、全国5地点でサンプリングを行った。個々のメイオベントス抽出液及び各塩湿地の底泥抽出液のセルラーゼ活性を測定したところ、多くの線形動物、一部の節足動物と環形動物に活性が認められた。またメイ

オベントス及び底泥の活性バンドを比較すると、これらの塩湿地においてセルロースは、主に貧毛類などのメイオベントスによって分解されている可能性が示唆された。(0627)

●東北大学の村本は、水産生物の生石灰化(バイオミネラリゼーション)を模倣した炭酸カルシウム結晶化の制御を目指して、甲殻類フジツボの有機マトリックスと体液タンパク質(BRA)を用いて、結晶化の制御に関わる諸因子を検討した。結晶核の形成阻害活性をもつBRAは、有機マトリックス上に生成する結晶表面に結合して結晶形態を変化させた。BRAの作用には高次構造が重要な因子であり、糖やアミノ酸には活性増強作用を持つものがあつた。(0629)

(3) プロジェクト研究

農学・生物学プロジェクト研究は「好塩性生物の研究—基礎と応用」の下に5件のサブテーマを設定して3年計画で平成17年度から開始された。今回は二年度の研究助成に対する成果が発表された。

●神戸大学の村上らは、海産藻類の好塩性機構の解明のため、原始紅藻ウシケノリ属の淡水産と海産の近縁種について、塩濃度に対する生理応答性などの比較解析を行った。その結果、海産種では約50-75%の海水を含む培地での成長が最も良かった。一方、淡水産種では25%程度の海水や特定の成分を含む培地での成長が顕著であることが示された。今後、淡水産種の生育を支える要因が明らかになるものと思われる。(06B1)

●関西学院大学の松田らは、前回までの研究結果で海洋性珪藻*Phaeodactylum tricornutum*が好塩性を有することを強く示唆したことから、この分子機構を明らかにすることを目的に、cDNA-AFLP法を用いて低塩条件で発現が変動する遺伝子群の選別を行った。また、光合成器官のNa⁺依存性を調べるため

に単離チラコイド膜試料のPS II 活性を解析した。その結果、現在までに16の低塩条件で発現が変動する遺伝子を単離した。また、 Na^+ は珪藻PS II における水分解活性を促進することが示唆された。(06B2)

●鹿児島大学の徳永らは、生育に高い塩濃度を必要とする好塩性菌が生産する好塩性酵素の好塩性メカニズムを分子レベルで解明することを目的としているが、中度好塩菌由来のnucleoside diphosphate kinase (NDK) を大腸菌で大量発現させることに成功し、塩濃度と酵素活性、熱安定性、構造可逆性との関係、サブユニット構造などを明らかにした。このNDKは高い構造可逆性を示し、2量体であることが初めて示された。(06B3)

●長崎大学の下町らは、塩環境による高品位農作物創出のため、植物のストレス状態の非破壊計測とセンサー開発に取り組んできた。これまでの研究により、マイクロウェーブによる植物の置かれている塩環境の強さの非破壊的検出可能性を示した。企業と植物のストレスセンサーの共同開発を行いつつ、昨年度は、塩を用いた高品質作物の開発に取り組み、NaCl処理した土壤による高糖度メロンの栽培可能性を示した。本年度は、塩性土壤における葉菜の生産性向上の研究に取り組み、適度に塩類を残留させた干拓土壤で、ハウレンソウの生産性の向上と同時に栄養成分の増加による高品位化の可能性を示した。(06B4)

●九州大学の北野らは、海洋深層水を原料とする商品の製造過程で排出される濃縮海洋深層水を再利用する高品質トマトの多段栽培の実用化を検討するため、濃縮深層水を1週間の間隔で施用して、短期間の塩ストレス処理を繰り返した場合の効果を検証した。その結果、果実が収穫されるまでに3回以上の短期間塩ストレス処理を行うことによって、安定した明確な高付加価値化が可能であることを示唆した。(06B5)

3. 医学関係

医学関係では一般公募研究16件とプロジェクト研究6件の発表が行われた。一般公募研究の内訳は、食塩感受性関係4件、腎機能関係3件、チャネル関係5件、マグネシウム関係2件、その他2件であった。

(1) 食塩感受性

●九州大学の廣岡は、高食塩負荷によって遺伝的素因により高血圧を発症する自然発症高血圧ラット (SHR) で交感神経系の活性化による更なる血圧上昇を生じ、その機序として頭側延髄腹外側野 (RVLM) における活性酸素産生増加が関与していることを強く示唆する結果を得ている。さらにRVLMにおける活性酸素産生増加は同部位におけるATI受容体を介したNAD(P)H oxidase活性化の増加によるものと考えられた。(0643)

●名古屋市立大学の今泉は、食塩感受性高血圧症モデルラット (Dahl/S) に8%食塩食を4週間負荷したときの各種血管平滑筋(大動脈、腸間膜動脈、腎動脈、大腿動脈等)における $\text{K}_{2\text{p}}$ チャネルサブタイプ遺伝子発現変化をリアルタイムPCR法により定量解析し、腎動脈と腹部大動脈の酸感受性TASK1遺伝子発現が有意に変化することを見出した。病態生理学的意義については今後の詳細な解析が必要である。また、TASK1定常発現HEK293株を作成し、オキソノール系膜電位感受性色素を利用した高効率創薬ツール作用薬探索系を構築した。今後、TASK1作用薬を探索する上で有用なツールになると思われる。(0634)

●福岡女子大学の野口らはタンザニア青年における調査を行い、ACE遺伝子型DD型に食塩感受性が高い傾向がみられ、食塩負荷時の血圧変動が大きい食塩感受性群ではDアレルを有する頻度が高い傾向が

みられた。遺伝情報に基づくオーダーメイド医療に向けて、特異的な遺伝背景のアフリカ人を対象とした本研究は、食塩感受性遺伝子の遺伝子と環境因子、遺伝子と遺伝子の相互作用を解明する上で重要である。(0641)

●大阪大学の前田は、高食塩食負荷を行ったアディポネクチン欠損(KO)マウスは血圧上昇を呈しアディポネクチン・アデノウイルス(Ad-APN)により是正されたこと、KOマウスではeNOSおよびPGISの発現量が低下し、Ad-APNにより改善されたことから、アディポネクチン欠損マウスは食塩誘導性の高血圧を呈し、アディポネクチン補充により是正されたことを明らかにした。アディポネクチンはeNOS、PGISを介して血圧調節に重要な役割を果たしていると考えられた。(0644)

(2) 腎機能

●北里大学の河原らは、腎臓の細胞外液量調節機構を研究しているが、2005年に同教室の安岡らが樹立したマウス腎マクラデンサ細胞株(NE-MD)を使用し、神経型一酸化窒素合成酵素(nNOS)の発現調節および機能活性におけるpHの影響を調べた。その結果、L-Arg誘導NO産生量は、pH=7.1(incubation溶液)で有意に低下した。本研究は、塩分過剰摂取による心・腎・血管系の障害を未然に防ぐ対策を講じる上で、医学的に非常に重要である。(0635)

●静岡県立大学の五十里は、前1回の助成で、高血圧ラットのパラセリン-1のリン酸化量が低いことを明らかにし、引き続きリン酸化のメカニズムと役割を検討した。その結果、パラセリン-1はプロテインキナーゼAによって直接リン酸化され、マグネシウム輸送量を増加させることを明らかにした。マグネシウム再吸収の調節には、プロテインキナーゼAによるパラセリン-1のリン酸化が重要であり、この調節機構の異常が高血圧の発症や悪化に関与すると示唆された。(0633)

●京都大学の森らは、腎不全において血液中に増加するbrain natriuretic peptide(BNP)及びneutrophil gelatinase-associated lipocalin(Ngal)の役割を検討するために、BNPあるいはNgalを投与したマウスに腎障害を惹起した。その結果、BNP及びNgalの腎保護効果が明らかとなり、これらの蛋白が腎疾患の新しい治療薬となる可能性が推察された。(0645)

(3) チャネル

●Na_xチャンネルは、塩分/水分恒常性の中核とされる脳室周囲器官(CVO)に発現し、体液Naレベルセンサーとして機能する。自然科学研究機構の檜山らは、免疫二重染色と免疫電子顕微鏡解析から、グリア細胞の膜状突起にNa_xが局在することを示した。イオンイメージングにおいてCVOのNa_x陽性グリア細胞が細胞外Naレベル感受性を示したことから、グリア細胞が体液Naレベル感知に中心的役割を担うことが示唆された。(0536)

●脳は体液中のNa濃度をモニターすることによって、塩分・水分の摂取制御や利尿ホルモン等の分泌制御を行なっている。これまでの研究で、体液中のNa濃度の上昇を感知するのは、脳室周囲器官のグリア細胞に分布するNa_xチャンネルであることが判明した。自然科学研究機構の野田は今回、グリア細胞が感知した情報が、乳酸の分泌を介して神経細胞に伝えられ、脳室周囲器官の神経活動を制御しているという仕組みを明らかにした。(0642)

●熊本大学の北村らは、上皮型ナトリウムチャンネルを活性化するセリンプロテアーゼのプロスタシンを活性化するプロテアーゼが存在することを培養細胞において証明した。さらに、ラットおよびマウス腎臓組織からプロスタシンを活性化する能力を持つタンパク質を複数同定し、現在そのタンパク質の詳細な構造を研究中である。このことは将来的にプロスタシンの活性化物質の同定につながり、その物質の阻害薬が新規降圧利尿薬になる可能性を示唆してい

る。(0636)

●東北大学の種本らは、血圧制御の主要因子である循環血漿量を規定する尿細管ナトリウム再吸収に不可欠な役割を果たすカリウムリサイクリングの制御機構を解明することを目的に、リサイクリングを構築するカリウムチャネルの機能発現を制御する蛋白の同定を行った。その結果、アンカー蛋白Membrane Associate Guanylate kinase with Inverted domain structure(MAGI-1a)の新たなスプライス変異体をカリウムチャネルの機能発現を制御する蛋白として同定し、MAGI-1aを介した尿細管ナトリウム再吸収の調節が血圧制御に関与している可能性が推察された。(0639)

●CFTRは上皮膜におけるCl⁻と水輸送に重要な役割をはたしているCl⁻チャネルである。名古屋大学の成瀬は、日本人と中国人のCFTR遺伝子多型は3つ主要ハプロタイプT7-(TG)₁₁-V470、T7-(TG)₁₂-V470、T7-(TG)₁₂-M470よりなること、T7-(TG)₁₁-V470は長春(北部)に多く、T7-(TG)₁₂-M470は南京(南部)に多いこと、名古屋の住民は両市の中間であり、日本人のCFTR遺伝子は北方と南方由来の遺伝子の混血であることなどを示した。(0640)

(4) マグネシウムの作用

●国立循環器病センターの秋山らは、Mg²⁺の副腎交感神経節伝達に及ぼす影響を検討するために、麻酔下ラットの副腎髄質にmicrodialysis法を用いて、節前副腎交感神経終末からのacetylcholine分泌、および節後副腎髄質クロマフィン細胞からのcatecholamine分泌をモニターし、MgSO₄静脈内投与による影響を調べた。その結果、Mg²⁺は副腎交感神経節の節前・節後の両部位に作用して副腎髄質からのcatecholamine分泌を抑制するが、節後に比べて節前はMg²⁺の影響を受けにくいことを確認した。(0632)

●奈良県立医科大学の小林らは、妊娠高血圧症候群

に及ぼすマグネシウム摂取の影響を検討するため、高血圧自然発症ラット(SHR)を用いた実験を行った。その結果、高血圧が発症する前の若いSHRラットにおいてのみマグネシウム摂取による発症予防効果を認めた。妊娠高血圧症候群がすでに発症してからではマグネシウムの予防効果は認められない可能性があり、早期の介入が必要である。(0637)

(5) その他

●小胞型グルタミン酸トランスポーター(vesicular glutamate transporter, VGLUT)は、グルタミン酸のシナプス小胞内濃縮を司る膜分子であり、グルタミン酸化学伝達の必須因子である。岡山大学の森山らはVGLUTを精製しリポソームに埋め込みその輸送機能を測定する新しい方法を確立した。この方法によりVGLUTが低濃度の塩素イオンによって活性化されるトランスポーターであることを証明した。この結果は、塩素イオンによるグルタミン酸化学伝達制御機構が存在している可能性を示唆している。(0646)

●自然科学研究機構の高橋らは、前1回の助成でAktとASKという二つのキナーゼが高浸透圧刺激により誘導されるNaCl取込を介した調節性細胞容積増大(RVI)が重要であることを明らかにした。引き続きAktとASKのクロストークを解析するため、二次元電気泳動によるリン酸化タンパク質の解析を実施している。また薬剤によるRVIの阻害などの実験により、高浸透圧刺激で誘導されるNaCl取込を介したRVIが、高浸透圧条件下での細胞の生存に必須であることを示した。(0638)

(6) プロジェクト研究

医学プロジェクト研究は「心・血管系における食塩感受性を規定する因子の解明」の下に6件のサブテーマを設定して3年計画で平成16年度から開始された。今回は三年度目(最終年度)の研究助成に対す

る成果が発表された。

●香川大学の西山らは、食塩感受性高血圧の原因として、糸球体尿細管フィードバック(TGF)機構の制御異常に着目して研究を進めた。本研究により、食塩感受性高血圧(DS)ラットでは血圧の上昇に先立ち、腎臓間質中ATP濃度上昇にともなってTGF活性が異常に亢進しており、糸球体濾過量が減少していることが明らかとなった。また、ATPのP2受容体の障害が高血圧の進展を抑制したことから、腎臓間質ATPの変化がTGF制御異常に直結し、食塩・体液の貯留が生じて高血圧の発症・進展に関わっていると考えられた。今後はヒトでの検討が必要である。(06C2)

●東京大学の藤田らは、酸化ストレス亢進モデル動物のアドレノメデュリン欠損マウスにおける脳室内薬物投与実験にて中枢性酸化ストレス亢進による交感神経系を介した昇圧機序の存在を明らかにした。さらに、Dahl食塩感受性ラットでは視床下部でNADPH oxidase活性増強があり、抗酸化物質脳室内投与で著明な交感神経抑制・降圧を認めることから、食塩感受性高血圧においてはこの機序に基づいて高血圧が発症維持されていることが示唆された。(06C3)

●静岡大学の池谷らは、前回の助成で妊娠ホルモンとされるリラキシンの食塩感受性高血圧における降圧作用を明らかにした。引き続き腎に直接の作用があるか検討したところ、腎臓に結合することを認めた。また、リラキシンは腎内で作られることを認め、食塩抵抗性のラットのリラキシンの作用を阻害すると血圧が上昇傾向を示すことを認めた。リラキシンは腎臓内で作られ、食塩感受性高血圧の進展に拮抗していることが示唆された。(06C4)

●国立循環器病センターの岩井は、ゲノム疫学的手法を主体として、日本人に於いて、食塩感受性を規定している素因遺伝子の探求を行った。日本人では、ジテルマン症候群を引き起こすSLC12A3遺伝子の機

能喪失変異の頻度が高く、25人に1人がヘテロ保因者であることが判明した。これらの人は、食塩の喪失傾向があり、脱水に弱く、過度な減塩はかえって危険であると考えられる。アルドステロン合成酵素CYP11B2遺伝子のプロモーター領域の変異T(-344)Cは、この酵素のアンジオテンシンⅡへの反応性を規定しており、TT型の人は、高食塩下でもプロモーター活性が、十分に下がらず、相対的にアルドステロン濃度が高くなり、食塩感受性高血圧を呈することが判明した。TT型の出現頻度は約5割であり、10グラムの食塩摂取で収縮期血圧が5mmHg上昇することから、臨床的意義は大きいと考えられた。(06C5)

●福島県立医科大学の眞田らは、食塩感受性高血圧とG蛋白質共役型受容体キナーゼ4(GRK4)の遺伝子多型の3種類の変異(R65L, A142V, A486V)の関連を明らかにし、引き続き遺伝子多型を用いて食塩感受性・非感受性を推定し各群において減塩およびサイアザイド系利尿剤の反応性を検討した。その結果食塩感受性群では減塩およびサイアザイド系利尿剤の効果が顕著であり、GRK4の遺伝子多型による分類が食塩感受性高血圧のマーカーになりうると推察した。(06C6)

●自治医科大学の間野らは、本態性高血圧および心不全の発症メカニズムを解明する目的で、Dahlラットに食塩負荷を行い、心肥大・高血圧および心不全各病期の左室心筋を得た。さらにクロマチン免疫沈降産物を超高速シークエンサーにて解析する、新たな網羅的エピジェネティック解析手法ChIP-to-seq法を開発し、食塩負荷に伴う心不全発症心筋内において具体的にどのような遺伝子上にエピジェネティック異常が生じているかを世界に先駆けて明らかにすることに成功した。(06C7)

4. 食品科学関係

食品科学関係では一般公募研究10件とプロジェク

ト研究5件の発表が行われた。内訳は食品加工・調理における塩の役割関係が9件、塩の生理作用関係が1件であった。

(1) 食品加工・調理における塩の役割

●山口大学の山本は、小麦粉ドウの乾燥挙動と塩の添加による乾燥速度と乾燥表面物性への影響を調べるために、乾燥実験と水分収着等温線測定を行った。比較のために糖溶液も使用した。糖溶液に比較すると小麦粉ドウ試料は低温(303K)でも比較的早く乾燥した。塩添加小麦粉ドウは特に塩濃度が10%を越えると乾燥速度が明らかに促進された。これは塩添加によりグルテンが強固な構造になり、水とドウとの親和性が弱くなったことに起因すると考えられる。(0655)

●北海道大学の今野は、イカの価格決定に影響するイカの体色を保持することを目的に、イカを人工海水に浸漬保存する方法を検討し、表皮の色を退色させることなしに維持可能なことを示した。貯蔵したイカの色素胞はL-Gluによる発色、GABAによる抑制が認められたので、生理機能を保持していると判断された。人工海水中のCaが重要な役割を果たしており、Caを除いた人工海水に浸漬すると急激な退色が起こった。この低下が起こらないCa濃度は1mM以上であった。この見かけ上の退色は抑制であり、Caを十分含む浸漬液に移すことで可逆的に上昇した。したがって、人工海水のCa濃度を調節することによってイカ表皮の発色を制御できると判断した。(0649)

●宮崎大学の境は、水産および畜産練り製品製造過程における有毒アルデヒド、4-ヒドロキシアルケナールの生成機構を抑制している食塩の役割を検討しているが、種々の条件下のNaCl添加魚肉中の4-ヒドロキシヘキセナール(HHE)および畜肉中の4-ヒドロキシノネナール(HNE)の変動を測定した。ブリおよびブタ肉に食塩を添加後、冷凍貯蔵すると

HHEおよびHNEの生成は抑制される傾向を示した。また、合成酸化抑制剤のBHTおよび食塩を添加したブリおよびブタ肉を冷蔵貯蔵したところ、BHT添加区のHHEおよびHNEの生成は促進した。他方、ボイルしたブリ肉にNaClを添加したところ、HHEの生成は促進する傾向が認められた。(0650)

●東京海洋大学の萩原は、スクロース溶液をモデル試料に用い、凍結貯蔵中における水結晶の再結晶化におよぼす塩添加の影響を調べた。凍結試料の顕微鏡画像解析により求めた水結晶の再結晶化速度は塩添加により大きくなった。核磁気共鳴法による試料中の未凍結相の水の運動状態測定の結果から、塩添加による再結晶化速度の増大は、未凍結相の水の移動速度が大きくなったことによるものと考えられた。(0653)

●日本女子大学のNguyenは、数種のアミノ酸、ペプチドおよびタンパク質を用いて、アミノ・カルボニル反応における食塩の濃度変化が及ぼす影響について検討を行った。アミノ酸の褐変度およびタンパク質の褐変度と重合度の結果より、塩類のイオン強度の増加に伴い、アミノ・カルボニル反応の進行が抑制されることが示唆された。塩類の種類を選択し、イオン強度やpH、加熱時間などを調節することにより、アミノ・カルボニル反応を制御することは食品加工および栄養学上において極めて重要であると思われる。(0648)

●京都大学の安達らは、亜臨界水による各種食品成分の分解を検討しているが、220℃でのヘキソースの分解および170℃でのスクロースの加水分解に及ぼすNaClの影響について速度論的な検討を行った。その結果、NaClは検討した5種のヘキソースのいずれについても分解を加速するが、スクロースの加水分解には影響しないことを見出した。また、各ヘキソースの分解過程はWeibull式で、またスクロースの分解過程は自触媒型速度式で記述できることを示した。(0647)

●新潟大学の谷口は、コメに含まれるプロテアーゼインヒビターであるオリザシスタチン(OC)を、食塩を含むかまぼこの戻り防止に利用することを目的として、OCを含む米タンパク質を添加した「モデルかまぼこ」を調製し、米タンパク質添加効果に及ぼす食塩の影響を評価した。その結果、各種濃度の食塩を含むすり身に米タンパク質を添加して調製した「モデルかまぼこ」は、対照のかまぼこと比較して、その強度と白さが向上することがわかった。(0651)

●北海道大学の若松は、亜鉛プロトポルフィリンIV(ZPP)生成に及ぼす海塩中の夾雑物の影響を調べるため、精製塩と海塩を用いて乾塩漬食肉製品を製造し、ZPPの形成との関係を調べた。ZPPは製造40週目以降に著しく増加したが、精製塩および海塩の添加で大きな差はみられなかった。ヘム含量は製造中のばらつきが大きく、酸化還元電位は製造日数の経過と共に上昇する傾向がみられたが、いずれもZPPや塩との明瞭な関係はみられなかった。海塩は伝統的食肉製品の風味の形成に関与しているかもしれないが、ZPPの形成には影響していないのかもしれない。(0656)

●酪農学園大学の船津らは、塩の組成・物性の違いが発酵ソーセージの品質に与える影響を検討するため、3種類の塩(並塩、ボリビア産およびドイツ産岩塩)と4種類の菌(*Pediococcus pentosaceus*(PP)、*Staphylococcus xylosus*(SX)、PP+SX、菌無添加)を混合した試料の熟成中の性状変化を調査した。その結果、色調はボリビア産岩塩で他の塩よりも熟成中の明るさや黄色味の低下と赤味の増加が顕著にみられた。また、熟成中の脂質酸化は並塩のPP添加区が他の試料よりも著しかった。さらに、熟成21日後の菌叢や香り成分にも塩の種類による違いが示唆された。(0654)

(2) 塩の生理作用

●漢方では、塩はヒトに対して冷作用を持つとされ

てきた。滋賀県立大学の灘本らは、精製塩、粗塩、にがりを実際にヒトに摂取させ、その後の身体各部の体表温を測定することで、冷作用の検証を試みた。その結果、食塩は精製塩、粗塩ともにヒト体表温には顕著な影響を与えなかった。しかし、にがりは逆に、特に額や首部において、ヒトの体表温を顕著に上昇させた。これより、にがりの新たな生理作用を見いだせる可能性が示唆された。(0652)

(3) プロジェクト研究

食品科学プロジェクト研究は「『にがり』を中心としたマグネシウムの食品栄養学的研究」の下に5件のサブテーマを設定して3年計画で平成18年度から開始された。今回は初年度の研究助成に対する成果が発表された。

●昭和女子大学の池田らは、Mg欠乏群のラットの心筋細胞を超微形態学的に検討し、このときの代謝機能を明らかにする目的で、呼吸商をも測定した。その結果、Mg欠乏群の心筋細胞のミトコンドリアの変性が観察され、酸素消費量と二酸化炭素産出量は高い傾向が認められた。Mg欠乏により、ミトコンドリアの細胞内環境に変化が生じて様々な形態学的変化が現れ、またMg欠乏によるストレスにより、アドレナリン濃度が上昇してグリコーゲンを動員した可能性が推察された。(06D1)

●生体内元素は相互に影響しつつ恒常性を維持している。理化学研究所の榎本は、生活習慣病などの疾病による代謝異常が、にがり成分代謝と他の生体微量元素代謝に与える効果を調べるため、糖尿病モデル動物として1型糖尿病モデルマウスを作製し、マルチトレーサーを製造後投与し、多元素同時追跡により各臓器への取り込みの経時変化を測定した。糖尿病の発症により、正常より各微量元素の取込率は減少傾向が多く見られた。にがり投与により、投与後3、6hで集積が高くなる現象がMn、Znの肝、Seの腎などに見られた。これらの集積は、にがりを含



懇親会（柘植研究運営審議会会長）

有するMgなどが、これら必須元素と相互作用を起こした結果と考えられる。(06D2)

●東京農業大学の上原らは、マグネシウム(Mg)欠乏により、カルシウム(Ca)/Mg比を増加させた状態での生体機能に関わる様々な遺伝子発現変動を観察し、代謝調節機構の全体像を把握するため、DNAマイクロアレイを用いた網羅的解析を行った。その結果、Mg欠乏ラット肝で発現変化を示した遺伝子は様々な生体機能調節に関与することが確認され、Mg欠乏は栄養素代謝全般に多大な影響を及ぼすことが示唆された。(06D3)

●東北大学の駒井らは、「にがり」が食塩の嗜好性や味神経応答に及ぼす影響について、ラットを用いた選択行動実験や味覚電気生理学的手法、および中枢における神経伝達物質濃度の変化から科学的に明らかにしようとした。その結果、口腔内への一日1回の「にがり」刺激によって、塩味嗜好が低下することが示された。さらに、「にがり」刺激後に扁桃体中ドーパミン濃度の低下傾向が認められ、視床下部ではエピネフリン等の濃度が増加する傾向が認められた。このことから、「にがり」刺激によって、味覚シグナルの影響があるばかりでなく中枢における食塩の摂取調節変化も起きている可能性が示された。(06D4)

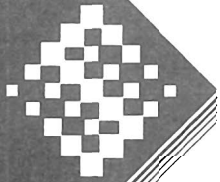
●宮城教育大学の渡辺らは、日本人のマグネシウム・カルシウム摂取量の個人別摂取量を横断的、縦断的に明らかにするため、幼稚園児、大学生、主婦を対象に陰膳実測法による食事調査を行った。その結果、両元素とも食品成分表による摂取量(推定値)と機器分析による実測摂取量(実測値)間には高い正相関関係を認めた。しかし、マグネシウム摂取量は実測値が推定値よりも有意に低く、成人のマグネシウム摂取量は食事摂取基準値よりもかなり少ないことが推察される。(06D5)

第19回助成研究発表会一覧

助成 番号	表 題	助成研究者	所 属
一般公募研究：理工学分野			
0601	製塩環境下における材料選定への電位ノイズ法の活用	井上 博之	大阪府立大学
0602	塩水溶液を含む多孔質材料の気流乾燥における水蒸気の高度利用研究	伊與田浩志	大阪市立大学
0603	水和の違いを強く認識する陰イオン交換体の開発と分離選択性発現機構	岡田 哲男	東京工業大学
0604	マグネシウム担体を用いるハイブリッド共沈法の開発とその塩製品中微量元素含有量計測への応用	加賀谷重浩	富山大学
0605	内湾域の富栄養化物質濃度検出のための全固体型環境イオンセンサの開発	清水 陽一	九州工業大学
0606	海水に溶存する重金属の存在状態に関する研究	高橋 美穂	東京海洋大学
0607	光ファイバー-AEシステムを用いた製塩装置の隙間腐食モニタリング法の開発と応用	長 秀雄	青山学院大学
0608	表面特性を制御した酸化チタン膜の創製と電解質の高温ナノ濾過特性	都留 稔了	広島大学
0609	食塩からのスマートウイスキーの創成	手嶋 勝弥	信州大学
0610	好塩性細菌ハロモナスを利用した海水・かん水・にがり中の重金属浄化	仲山 英樹	奈良先端科学技術 大学院大学
0611	簡易構造かつ高性能の多重効用・海水蒸発濃縮器の開発	野底 武浩	琉球大学
0612	親水性高分子を用いたナノ構造制御イオン交換膜の開発	比嘉 充	山口大学
0613	マイクロ波水熱処理によるフライアッシュからのフィリップサイト合成における海水の利用	福井 国博	広島大学
0614	ミセル動電クロマトグラフィーによる新規有機ホウ素系防汚剤の高感度分析法の開発	福士 恵一	神戸大学
0615	赤潮抑制型キレート剤が及ぼす微細藻の生理生態への影響の解明	牧 輝弥	金沢大学
0616	塩ナノ結晶の溶解・潮解過程の分子機構の解明	美齊津文典	東北大学
0617	攪拌槽を用いた溶液晶析反応の数値流動解析手法および核発生モデルの開発	三角 隆太	横浜国立大学
0618	塩水中の主要無機成分の同時分析法の開発	森 勝伸	群馬大学
0619	海水環境下におけるアルミニウム合金のエロージョン-コロージョン	矢吹 彰広	広島大学
0620	スピネル構造をもつリチウムイオン伝導体の探索と伝導機構	山田 康治	日本大学
0621	RO処理水中の微量ホウ素の新規モニタリング法の開発	吉村 和久	九州大学
一般公募研究：農学・生物学分野			
0622	フグ科魚類を用いた好塩性遺伝子群の探索	安東 宏徳	九州大学
0623	ナンキョクオキアミの環境塩分変動に対する適応能力に関する研究：地球温暖化の影響の予測に向けて	井上 広滋	東京大学
0624	植物の塩に対する生体防御におけるポリアミンの役割	草野 友延	東北大学
0625	バイオレメディエーションへの利用を目的とした耐塩性、及び重金属耐性を備えたセレンオキサニオン還元性微生物の分離と重金属セレン塩への微生物変換に関する研究	阪口 利文	県立広島大学

助成番号	表 題	助成研究者	所 属
0626	酵母を用いた耐塩性・耐浸透圧性の分子機構の解析 (II)	館林 和夫	東京大学
0627	塩湿地の底生生物が持つセルロース同化能力に関する研究	豊原 治彦	京都大学
0628	海洋に分布する微生物の多様性に関する研究	西田 洋巳	東京大学
0629	有機マトリックス薄膜上における炭酸カルシウムの結晶化制御	村本 光二	東北大学
0630	オオムギの耐塩性の品種間差に関する研究—耐塩性品種選抜法の開発—	山崎 素直	横浜薬科大学
0631	耐塩性根粒菌の分離と宿主マメ科植物への耐塩性の付与に関する研究	横田 明	東京大学
一般公募研究：医学分野			
0536	塩分摂取行動制御に関わる神経制御機構	檜山 武史	自然科学研究機構
0632	マグネシウム静脈内投与の副腎交感神経節伝達におよぼす影響	秋山 剛	国立循環器病センター
0633	腎尿細管における新規マグネシウム輸送体パラセリン-1の発現調節機構に関する研究(リン酸化によるパラセリン-1の細胞内分布調節)	五十里 彰	静岡県立大学
0634	食塩感受性高血圧におけるtwo-pore型カリウムチャネルの発現変化と発現調節機構の解明	今泉 祐治	名古屋市立大学
0635	腎マクラデンサ細胞による体液量調節機構	河原 克雅	北里大学
0636	プロスタシンを中心としたプロテアーゼカスケードの網羅的解析による食塩感受性高血圧発症機序の解明	北村健一郎	熊本大学
0637	マグネシウム摂取による妊娠高血圧症候群の改善と予防に関する研究	小林 浩	奈良県立医科大学
0638	高濃度NaCl高浸透圧条件下における細胞内NaCl動態変化に関与するシグナル伝達経路の網羅的解析	高橋 信之	自然科学研究機構
0639	ナトリウム出納制御機構の解明による高血圧症の新たな治療法	種本 雅之	東北大学
0640	CFTRを介するソルトバランスとCFTR遺伝子の進化：日本人と中国人の比較研究	成瀬 達	名古屋大学
0641	タンザニア青年における食塩感受性高血圧関連遺伝子の解析	野口 孝則	福岡女子大学
0642	脳内ナトリウムセンサー分子と浸透圧センサー分子の機能	野田 昌晴	自然科学研究機構
0643	食塩負荷による脳内活性酸素を介した交感神経活動亢進作用に関する検討：産生源としてのNAD(P)H oxidase及びアンジオテンシン受容体拮抗薬の効果	廣岡 良隆	九州大学
0644	食塩感受性高血圧発症における脂肪細胞特異的発現蛋白の病態的意義の解明	前田 法一	大阪大学
0645	ナトリウム利尿ペプチド及び新規内分泌因子Ngalを用いた腎疾患治療法の開発と作用機構の解明	森 潔	京都大学
0646	塩素イオンによるグルタミン酸化学伝達の機能制御機構	森山 芳則	岡山大学
一般公募研究：食品科学分野			
0647	亜臨界面による食品成分の分解に及ぼす影響に関する基礎的検討	安達 修二	京都大学
0648	異なる食塩濃度におけるアミノ酸・ペプチド・タンパク質と糖との反応の進行および生成物の生成について	Nguyen Van Chuyen	日本女子大学
0649	イオン組成を調節した人工海水浸漬によるスルメイカ表皮色素胞の発色制御と超鮮度スルメイカの保存技術に関する研究	今野久仁彦	北海道大学

助成番号	表 題	助成研究者	所 属
0650	食塩添加が魚肉および畜肉の貯蔵・加工過程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ールの生成に及ぼす影響、特に生成抑制機構	境 正	宮崎大学
0651	米由来タンパク質分解酵素阻害成分を用いたカマボコのもどり防止に及ぼす食塩の影響	谷口 正之	新潟大学
0652	漢方から見た食塩の冷作用の科学的検証	灘本 知憲	滋賀県立大学
0653	冷凍食品中の氷結晶の再結晶化挙動におよぼす添加塩の影響	萩原 知明	東京海洋大学
0654	岩塩の組成・物性が発酵ソーセージ製造工程中の品質に及ぼす影響	船津 保浩	酪農学園大学
0655	食品乾燥における塩の添加の乾燥速度と乾燥表面物性への影響	山本 修一	山口大学
0656	発色剤無添加乾塩漬ハムの亜鉛プロトポルフィリンIV(ZPP)形成における海塩の役割について	若松 純一	北海道大学
農学・生物学分野プロジェクト研究：好塩性生物の研究－基礎と応用			
06B1	海産藻類の好塩性機構の解明－原始紅藻 <i>Bangia</i> 属淡水産種の生長生理－	村上 明男	神戸大学
06B2	海洋性珪藻 <i>Phaeodactylum tricornutum</i> の好塩性機構の解明	松田 祐介	関西学院大学
06B3	好塩菌と好塩性酵素の好塩性メカニズムを産業的に利用する	徳永 正雄	鹿児島大学
06B4	塩による高品質作物の作出のための塩ストレス状態の定量的評価方法の開発－マイクロウェーブを利用した方法 干拓土壌の残存塩類がホウレンソウの成長と成分に与える影響	下町多佳志	長崎大学
06B5	海洋深層水濃縮廃液を活用した高品質高糖度トマトの多段周年栽培の実用化	北野 雅治	九州大学
医学分野プロジェクト研究：心・血管系における食塩感受性を規定する因子の解明			
06C2	食塩感受性規定因子としての腎・糸球体フィードバックの役割	西山 成	香川大学
06C3	食塩感受性高血圧の中枢性昇圧機序における酸化ストレスの役割	藤田 敏郎	東京大学
06C4	食塩感受性におけるrelaxinの関与の検討	池谷 直樹	静岡大学
06C5	食塩感受性を規定する遺伝的素因の解明	岩井 直温	国立循環器病センター
06C6	食塩感受性高血圧の遺伝子指標としてのG蛋白質共役型受容体キナーゼ4 (GRK4) 遺伝子多型の意義	眞田 寛啓	福島県立医科大学
06C7	疾患モデル動物を用いた食塩負荷に伴う心肥大・心不全発症関連遺伝子の同定	間野 博行	自治医科大学
食品科学分野プロジェクト研究：「にがり」を中心としたマグネシウムの食品栄養学的研究			
06D1	マグネシウム欠乏に関する栄養生理学的・病理組織学的検索	池田 尚子	昭和女子大学
06D2	にがり成分の生体内ダイナミクスと代謝吸収過程のイメージング(1)マルチトレーサー法による1型糖尿病モデルマウスの微量元素代謝：にがり投与による影響	榎本 秀一	理化学研究所
06D3	マグネシウムの欠乏および対カルシウム比の生体への影響に関するDNAマイクロアレイ解析	上原万里子	東京農業大学
06D4	食塩の味覚応答に及ぼす「にがり」及び各種マグネシウム塩の影響	駒井三千夫	東北大学
06D5	日本人のマグネシウム・カルシウム摂取量の実態に関する研究－陰膳実測法による個人別摂取量による評価－	渡辺 孝男	宮城教育大学



日本の塩づくりを支え、 未来を築くために

長谷川 正巳

財団法人塩事業センター
海水総合研究所 所長

はじめに

1996年7月に、財団法人塩事業センターが設立され、同時に海水総合研究所が発足してから11年が経過した。この10年余りの間に、国内の塩産業も大きく様変わりし、それに応じて当研究所の役割も変化したのである。

その一つは、中国やインドなどの急成長や中東情勢の悪化に伴う石油・石炭の価格の上昇により、一層効率的な製塩技術が求められるようになったことである。このため、当研究所では、膜メーカーや大学研究者とともに、2006年度より5年間の計画で、大幅なコスト低減を達成可能なイオン交換膜および電気透析装置の開発に着手している。

もう一つは、1997年4月に専売制度が廃止された後、市場に輸入を含め多くの塩製品が流通したことである。こうした塩製品の品質は、原料、製法などによる違いから様々であり、当研究所では、国内で市販されている塩製品の品質調査、食品としての塩の作用、安全性に対する取り組みを行ってきた。

こうした研究の成果については、これまでと同様に、学会や製塩業界へ発信するとともに、2005年度からは、広く消費者の皆様を対象とした公開講演会や研究所公開などのイベントを開催し、塩に関する科学的な情報を提供している。

本稿では、こうした海水総合研究所の活動を紹介することとする。

海水総合研究所における研究活動について

現在、研究所が取り組む主な研究テーマは、大きく分けて、「製塩技術」、「商品技術」、「分析技術」に関する研究であり、これに加えて「塩の品質検査」の受託業務にも携わっている。こ

ここでは、これら研究テーマの概要を述べることにする。

「製塩技術」に関する研究

イオン交換膜法による製塩工程は、さまざまな分離プロセスから構成されており、プロセス個々が効率的なことはもちろん、これらプロセスを組み合わせた製塩工程全体が効率的、かつ合理的に稼動することが必要だと考え、各プロセスの最適化に関する研究を進めている。

○海水ろ過技術

製塩工場では、原料海水の清澄化に砂ろ過が用いられることが多いが、それでも完全には懸濁物質を除去することができず、3～12ヶ月の間隔で電気透析装置の解体洗浄が行われている。そこで、解体洗浄間隔の大幅な延長を目指し、これまでに現行砂ろ過装置に比べて10倍の処理能力で、かつ濁度として1/3～1/4の清澄な海水が得られる高速ろ過装置を開発し、現在、製塩工場において検証実験を実施している。

○イオン交換膜濃縮技術

前述したように、膜メーカーおよび大学研究者とのプロジェクト研究により、従来のイオン交換膜に比べて、エネルギーコストを20%減、かん水濃度を10%増とするイオン交換膜の開発に取り組んでいる。研究開発には、新しい製膜方法として電子線グラフト重合法、細孔フィリング法を適用し、基礎研究のレベルではあるが、既に目標性能に近いイオン交換膜の合成に成功している。今後は、実用規模でのイオン交換膜の合成技術を構築することに取り組む予定である。また、同時に、電気透析装置の構造や構造物についても研究を進め、最適な電気透析装置の開発も目指している。

○結晶化技術

塩の結晶化では微結晶が付着し易いことが

知られている。一般に微結晶が付着すると、結晶は脆く、結晶内に母液を包含して純度が低下するなど、品質上好ましくないとされてきた。しかし、これまでの当研究所が行ってきた研究で、微結晶の付着を促進することによって結晶の成長時間が短縮できること、緻密な付着(凝集)をさせることによって結晶内へのにがり成分の取り込み量を低減できることが明らかになり、こうした現象を利用した新たな晶析操作や装置に関する研究を実施している。

○腐食防食技術

製塩工程は苛酷な腐食環境におかれるプロセスが多く、環境に応じた適切な材料を選定することが重要である。そのため、こうした環境条件と腐食状態との関係を定量化することによる材料選定マップの構築に取り組んでいる。また、製塩環境においてもっとも多い腐食トラブルである局部腐食について、モニタリングを含めた腐食診断技術の開発にも取り組んでいる。

○次世代製塩技術

日本の未来を展望したとき、エネルギー、食料などの資源の自給率を高める必要があると考えられる。海水を資源として考え、次世代に繋がる製塩技術を構築するとともに、製塩技術をコアとした海水資源の利用技術についても、学会での研究会活動などを通してその可能性を探っていく予定である。

「商品技術」に関する研究

「用途に応じた使いやすい塩とは何か？」を課題に、塩製品の商品性評価および商品設計技術の構築、調理や食品加工における塩の作用を解明することを目的に研究に取り組んでいる。

○商品設計技術

商品としての塩の品質評価法の一つとして、流動性や溶解性といった物性指標がある

が、これまでは商品設計に繋がるような定量的な解析ができていなかった。そこで、物性評価指標を科学的に解析し、それらに影響する因子の寄与を明らかにすることにより、体系的な商品設計法を構築することに取り組んでいる。

○加工適性技術

漬物や干物などといった塩の作用を利用した食品が数多くあるが、これら食品における塩の作用については、未だ明らかではないものが多く、古くから通説的に言われ継がれてきたものも少なくない。そこで、調理や食品加工における塩の作用を明らかにすることによって、用途に応じた使いやすい塩を開発することに取り組んでいる。

「分析技術」に関する研究

塩の品質や安全性を評価するためには、塩固有の性質を考慮し、新たな分析方法を開発する必要があった。これまで、当研究所では、微量元素、環境汚染物質、農薬などの分析方法を開発し、これらを活用して市販食用塩の品質調査、安全性の検証などへの取り組みを行っている。

○食用塩の品質調査

国内を始め、海外で販売されている塩製品を収集することにより、それらの品質を調査・解析し、市販食用塩データブックなどに取り纏めるなど、広く消費者の皆様にも塩に関する品質情報を提供している。

○安全性評価技術

食品の安全性が取りざたされている現在、

塩の安全性をより確実なものにするためには、塩製品だけでなく、製造工程の安全性を検証する必要があると考えている。そのため、当研究所では、センター販売商品の買入れに係る製造基準の策定、食品の残留農薬に係るポジティブリストへの対応などに取り組み、センターの販売商品については検証を終了し、安全性を確認した。また、当研究所が開発した分析技術は、海水環境の評価にも活用できるとして、学会などを通して情報発信を行っている。

「塩の品質検査」の受託業務

分析、試験技術に関する国際的認定制度「ISO/IEC17025」に基づく試験所認定を平成11年3月31日に取得し、年間600件程度の塩、海水、にがりに関する受託分析を行っている。

おわりに

1949年に発足した日本専売公社 小田原製塩試験場以来、50年近く蓄積したさまざまな技術を引き継ぐ形で発足した海水総合研究所は、現在、塩、海水科学分野における研究開発拠点(COE)を目指し、社会情勢の変化にも適切に対応しながら社会への貢献をはかっていくことが使命だと考えている。



温故知新

膜濃縮法製塩技術の開発創生期と現在の挑戦

山本 活也

社団法人日本塩工業会
技術部長

(1) 世古さんからの手紙

「拝啓 なつかしいお手紙拝読させて頂きました。定年でご退職とのこと先ずは御目出とうと申し上げます。

入社以来膜事業に製塩にと御盡力されたと感じています。さぞかし今は満足した人生とお考えのことと存じます。君が努力された塩事業は永遠に続く日本独特のすぐれた事業だと信じています。

それにしても君をはじめ多くの人に大変ご苦勞をかけ心苦しく思っておりますが、吾々の成した仕事は将来永劫に続くものだと確信しております。……

思えばついこの間のことの様に思います。君たちと一緒に一生懸命働いたのが、お互い甲斐ある人生であったと思います。……

どうか今後もお身体に気をつけられ御壮健に過ごされますことを心から祈っております。ご家族の皆様にもよろしくお伝え下さい。

M.M.様 平成8年6月28日 世古眞臣」

この手紙は旭化成の社長だった世古眞臣さんが昔の部下であったMさんの定年退職の挨拶状への返信として手書きされたものの抜粋です。

「若い頃、牛や馬ではありませんと嘯み付いたこともある、雲の上の存在で怖い方だったが、この様な優しい面もあったのかと驚きました」と言ってMさんからコピーを最近頂いたものです。

先人達が大変な努力と情熱を傾けて膜濃縮法の製塩技術を成し遂げたかの一端を窺い知ることができ、新しい力が湧いてくるような感覚を覚えました。

(2) 膜濃縮法製塩技術の誕生

旭化成の発祥が水力発電を利用した電気化学

工業だったこともあって、当時の会社からの若い研究者に対する指示は「電気を使って、何か新しいことをやれ」という漠としたものだったと聞いております。その若い研究者が後の社長になる東大工学部を卒業したばかりの世古眞臣さんです。

何をやったらいいのか大変苦勞し、海外の文献を調べたりしている内に、「海の魚が塩辛いのはなぜかの」のヒントをもとにして開発目標をイオン交換膜による海水の濃縮と決めました。瀬戸内海沿岸で行われていた枝条架式塩田法による製塩に代わる膜濃縮法製塩技術の開発を始めたわけです。1950年(昭和25年)のことです。

塊重合(ブロック重合)でできたポリマーを丁度、鰹節を削るようにして膜にしたのが最初でした。

10年後の1961年に川崎でイオン交換膜の工場を完成させると同時に、同年、新日本化学工業(株)小名浜工場で食塩5万トンの製塩工場を完成させ、イオン交換膜の工業規模での応用の世界第一号となりました。

当初、川崎の海水では上手くいくのですが、小名浜の海水では蒸発管へのスケールの生成が早く、頻繁に停止して掃除しなければならず、商業運転としては大問題となりました。川崎がよくてなぜ小名浜がいけないのか。現場での事実確認の末に、意外なことが判明し、その後商業運転が可能となりました。

川崎の海水の取水はお隣の日本ゼオンさんの工場排水溝出口に近く、この排水に界面活性剤が含まれており、これが、カルシウム等の2価イオンの膜透過性を低減していたのです。全く偶然の発見でした。この現象を膜に付与することで現在の膜の原型ができあがりました。「今から考えるとカルシウムイオンと硫酸根を阻止する選択透過性の問題が最もむずかしかった」と述懐されています。

旭化成(株)に加えて旭硝子(株)、トクヤマ(株)も独自に開発を行い、これに並行して専売公社の指導のもとに製塩法の転換が進められ、1971年には、当時年間100万トンの製塩が、塩田法から

膜濃縮法へ完全転換が完了するとともに、その後この技術は台湾、韓国へ輸出されています。現在では国内120万トン/年、台湾、韓国で数十万トン/年の食塩がこの方法でつくられています。

新規な発見、発明は往々にして全く異なる組織の人達が、世界でほぼ同時に同じことを考えていたということがあるようです。

日本海水学会誌第40巻第5号(1987)の巻頭言で世古眞臣旭化成社長が「海水を濃縮して食塩をつくる研究に多くの若者が青春をかけた。いまから考えると塩の研究は苦勞の連続であったようだが、よく会社が辛抱し若いわれわれの研究を支持してくれたと感謝している。また当時よくも専売公社の幹部の方々がイオン交換法を決断されたとその英断に感謝している」と書かれています。

この技術は、並行して海水や鹹水の脱塩による飲料水の製造、乳漿の脱塩、廃水処理、ウラン製錬工程における電解還元や、アクリロニトリルの電解二量化によるナイロン66の中間原料であるアジポニトリルの製造等に应用されました。

特に、1971年に稼働した5万トン/年のアジポニトリルの製造にはバイポーラ式フィルタープレス型の電解槽が採用されており、その後開発された旭化成のイオン交換膜法食塩電解槽の原型となりました。塩水を電気分解して苛性ソーダと塩素と水素をつくる製造方法はこのイオン交換膜法食塩電解技術が現在では世界の主流になっています。

その後、関連技術としてリチウムイオン電池の隔膜が大きな事業となりました。燃料電池用イオン交換膜の将来が期待されています。

(3) 現在の挑戦

膜濃縮法の製塩技術が世になかったら現在はどうなっていたのでしょうか。

少し考えるだけで大変なことだと気がつきま

す。塩産業がなくなり中国から大量に食用塩を輸入し、冗談ではなく日本は朝貢国への道を歩んでいたかも知れません。

中国では「塩は国の命脈である」と言われています。現に、塩産業は国策として非常に大切に育成されており、食用塩は今も専売制度です。現在では、地下かん水を多重効用缶で蒸発晶析する欧州から技術導入した製塩法の100万トン級最新鋭工場が数多く稼働をはじめています。塩生産量は今年5千万トンを超えて米国を抜いて世界一になると予想されています。それらの工場の中には日本へ輸出したいと考えているところが少なからずあります。

一方で、既述したように塩田法に代わって膜濃縮法が開発、実用化されたのは画期的な技術革新であり、国の産業政策でありましたが、昭46年(1971年)の実用化以来、36年の歳月が経過し、ここ15年間は膜の技術革新は皆無の状況が続いています。

最近の燃料費(石炭)高騰により、製塩メーカーにとっては海外とのコスト競争力を確保するためにさらなる電力原単位の向上、即ち膜の性能向上のニーズが高まっています。

この状況を受けて国が「最近における近隣主

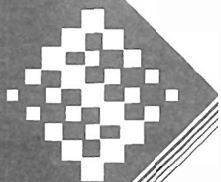
要輸出国からの精製塩の輸入増や石炭等のエネルギー価格の急騰といった厳しい状況に対処し、我が国塩製造業の国際競争力強化を図るための対策を緊急に実施する」として塩製造業国際競争力強化対策(次世代イオン交換膜の研究開発)を実施することが決まり、平成18年度より5年間の研究開発プロジェクトが走り出しました。19億円の研究費を国と(財)塩事業センターと製塩会社とが等分に負担し、(財)塩事業センター海水総合研究所が主体となって製塩膜メーカーの専門家も参画して、大学の研究者とも連携して研究が進展しています。

縄文時代の土器製塩、万葉時代の藻塩製塩、江戸時代の塩田法製塩、現在の膜濃縮法製塩と日本で連綿と続いてきた製塩法はすべて海水を濃くしてから煮詰めて塩を得る方法です。時代時代で日本民族は大変な苦勞をして知恵を出して自分たちの食する塩を輸入に頼ることなく作り続けてきました。

これからも日本人がつくった日本産の塩を日本人が食することができるよう、先人達の苦勞・努力・情熱を改めて思い起こし、国際競争に負けることのないように技術の革新を成し遂げなければなりません。

参考文献

- 1) 世古眞臣「イオン交換膜の工業化」日本海水学会誌第40巻第5号(1987)
- 2) 山本活也「旭化成に於けるイオン交換膜技術の歴史」
化学史学会夏季討論集会(東大) -環境と化学技術- 1995年9月1日
- 3) 財務省財政制度審議会資料「我が国の塩事業を巡る最近の諸情勢」
「塩製造業国際競争力強化対策」2006年3月30日



『塩田製塩法の発達』 (そのⅡ)

村上 正祥

元日本専売公社 塩技術担当
調査役

2. 入浜式塩田

1. 新形式の大型塩浜—「釜屋一軒前の塩浜」

中世以来の塩浜は、各浜士が1～3畝の浜砂面を操作して濃い塩水(鹹水)を採り、これを塩釜(釜屋)に持ち寄って塩に焚き上げた。この塩釜は塩浜1反歩程度のかん水を処理できる大きさであった。

瀬戸内の沿岸には、塩浜築造に適した干潟砂面が随所にあり、また夏季の晴天日数が多いという製塩の適地であり、昔から各地で塩づくりが行われていた。中でも、播磨は奈良、京都、浪速に近く、その塩供給地として製塩が盛んであった。

16世紀末、播州に大型塩釜が現れた。八家村高須浜(開築1581年)や荒井村長浜(同1597年)では、塩浜3反歩相当の塩釜が設けられており、その荒井村長浜の開設者指導のもとに1607年開築された阿波国撫養十二村の塩浜も、容量3反歩の塩竈が設けられた。さらに1625年開築された八家村の塩浜(前六反浜と十八反浜)では、6.5反歩容量の塩竈が築造された。こういった塩竈の大型化に伴って、各浜人の塩浜面積も拡大し、1人で1反歩から3反歩の塩浜を持つ者も現れた。

そうして正保2年(1646)赤穂に新形式の大規模塩浜が開設された。竈屋一軒前の塩浜(平均5.7反)と竈屋を合わせて一つの操業経営の単位とし、専門の作業者がこれを操作するもので、赤穂三崎にはこの大型浜52軒で構成される広大な塩浜が開設され、三崎新浜村が誕生した。家族作業でかん水を採る塩浜から、塩浜と竈屋を一体とした「製塩場」(1軒前の塩浜)の出現である。

地元の赤穂では、この新形式の塩浜を「新浜」と呼び在来のものを「古浜」と称した。周防ではこの新浜を「大浜」と称し、在来塩浜を「(百姓)小浜」といった。今われわれが「入浜式塩田」と呼んでいるのがこの塩浜である。

2. 瀬戸内十ヶ国塩浜の発達

操業を始めた赤穂三崎新浜は目覚ましい業績をあげ、これに習って安芸・竹原浜(1650)、備後・松永浜(1662)、伊予・波止浜(1668)、周防・小松浜(1693)、三田尻浜(1699)と、瀬戸内沿岸の各地に塩浜開築が続いた。(表-2, 図-6 参照)

「一軒前塩浜」は年代を追って拡大し、周坊では1町浜、伊予波止浜で1町2反、伊予・多喜浜(1725)では1町5反となった。この大型浜には、「石釜」の竈屋が造設された。

塩浜の大型化は、在来浜の改築によっても進められた。1607年開設された阿波の撫養塩浜は3反歩浜であったが、大型浜への改造が進められ、1770年頃の文書には「阿波塩浜331軒」と

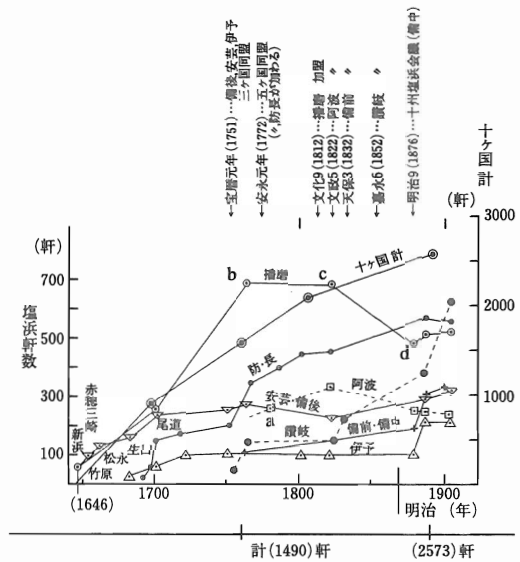


図-6 瀬戸内十ヶ国塩浜

表-2 「釜屋一軒前塩浜」(新浜)の発展

開築年代	塩 浜	1 軒前塩浜
(1646)	赤穂、三崎新浜	(52 ^軒) 5 ^反 7
(1650)	安芸、竹原浜	(31 ^軒) 6 7
(1662)	備後、松永浜	(30) 7 8
(1664)	安芸、竹原浜増設	(54 ^軒)
(1668)	赤穂、(唐船、大廓、沖新浜)	(70)
(1683)	伊予、波止浜	(33 ^軒) 1町2 ^反 2
(1691)	伊予、波止浜	(44 ^軒) 1 3 5
(1692)	備後、向島、下浜、天女浜	(19 ^軒)
(1693)	周防、大島、小松浜	(21 ^反) 1 3 3
(1698)	平生、堅ヶ浜	36枚、35 ^町 4 ^反 (1町浜)
(1699)	周防、三田尻古浜	(87 ^町) (1町浜)
(1717)	三田尻、中浜	20 ^町
(1725)	伊予、多喜浜	1町5 ^反 1
(1752)	三田尻、鶴浜	25 ^町 高潮被災
(1764)	三田尻、鶴浜 (再開発)	22 ^軒 33 ^町 、(1町5 ^反 /枚)
(1767)	三田尻、江泊浜	27町改築
(1767)	三田尻、大浜	(80) 127 ^町
(1780)	大島、小松新浜	
(1787)	三田尻、西浦	35 ^軒 55 ^町 、(1町6 ^反 /軒)
(1788)	平生、御開作浜	21.7 ^町
(1818)	平生、沖浜	21 ^軒

(1810) 年頃、周防443軒、長門12軒……「塩製秘録」

瀬戸内十ヶ国塩浜

(1771)頃 1711軒 「経廻録」 田中藤六
 (1810)頃 2095 「塩製秘録」 三浦源蔵
 (1軒平均1町6反6畝)

表記されている(図-6. a)。また頭初6反浜で始まった播磨も、大型浜への改築を進め、塩浜件数は700軒をピークに500軒と改良された。(図-6. b, c, d)

3. 塩浜の改革—「入浜式塩田」

明治38年塩専売法が施行され、塩業の改革が始まった。当時、瀬戸内十州塩田の他に1万3千もの塩浜(竈)があり、3千町歩の塩浜が全国各地で稼働していた。(表-3)

明治44年、全国の零細塩浜、旧式製塩場が整理された。〔製塩地整理〕(第1次)

明治42年三田尻試験場が開設され、瀬戸内十州塩田の改革が始まった。塩浜の操業単位は「竈屋一軒前塩浜」であり、塩釜の容量で決まる。在来の石釜、土釜を廃して、高性能の洋式鉄製塩釜(「平釜」)とし、これに見合

表一 3 製塩概況(明治37)

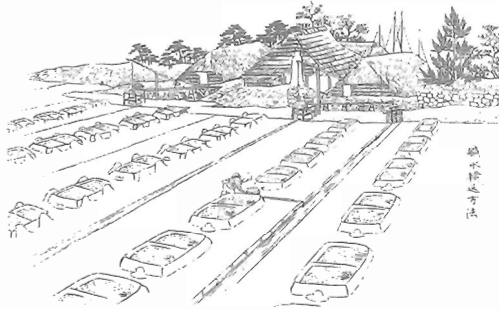
		全 國	瀬戸内十州	その他
塩浜面積	ha	8,125	5,000	3,125
塩浜(竈)数		15,807	2,800	13,007
製 塩 量	万トン	60	45	15
(1竈当り) (軒)	浜 面 積	ha/竈	1.43	0.24
	製 塩 量	t/竈	161t/軒	11.5

った大区画の浜地盤を整備し、改良沼井を配置する。沼井のかん水は埋設管(竹管)でかん溜に導かれる。塩浜や釜屋のかん水移送には小型電

動ポンプが、塩釜の脇には電動式遠心脱水機が設けられた。(図一7、写真一1)

この新鋭塩浜を「入浜式塩田^{いりばしきんよんでん}」という。三田尻試験場でこの新方式の塩浜が完成したのは大正年代始めであり、以後各地の塩

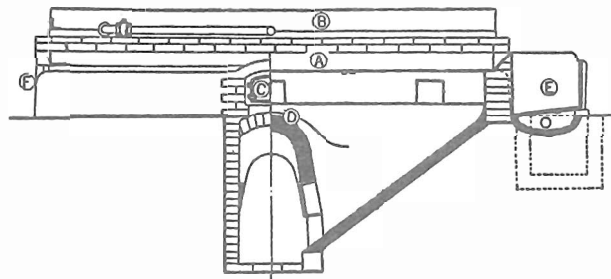
浜へ導入改築が相次いだ。各地の製塩技術者を集めての講習会は大正11年以來続けられた。こうして昭和初期には瀬戸内の全域に「入浜式塩



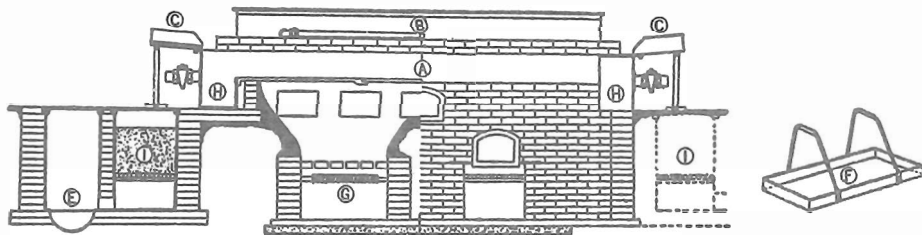
図一7 坂出大浜(明治末)



写真一1 入浜式塩田



(1) 普通型



(2) ST式

図一8 平釜

表-4 入浜式塩田の発達

年度	製塩方式	製造人員 人	製塩場数	塩浜塩田 ha	塩 釜				製塩高 (千 t)	一釜当り		塩 田 生産力 (t/ha)		
					石釜	鉄釜	その他	計		塩田面積 (ha/釜)	製塩量 (t/釜)			
明治40 (1907)	入浜	13,012	8,350	7,368	1,082	6,529	51	7,662	561.2	0.96	73.2	76.2		
	揚浜	10,225	5,721	641	6	6,113	96	6,215	20.7	0.10	3.3	32.3		
	計	23,237	14,071	8,009										
-----※-----)														
大正1 (1912)	入浜	6,511	5,213	5,733	257	5,111	10	5,378	604.6	1.07	112.4	105.5		
	揚浜	1,514	1,131	169	—	1,332	4	1,336	8.3	0.13	6.2	49.1		
	計	8,025	6,344	5,902										
-----※ ※-----)														
大正10 (1921)	入浜	5,157	4,176	5,688	74	4,221	4	4,299	501.5	1.32	116.6	88.2		
	揚浜	1,279	943	141	—	895	1	896	4.5	0.16	5.0	31.9		
	計	6,436	5,119	5,829										
-----※ ※-----)														
昭和5 (1930)	入浜	2,968	3,164	4,502	(平釜)		9	3,236	8	3,253	622.7	1.39	191.4	138.3
	揚浜	311	219	28	—	259	—	259	2.0	0.11	7.7	71.4		
	計	3,279	3,383	4,530										
-----※ ※-----)														
昭和10 (1935)	入浜	2,874	2,967	4,509	(平釜)		5	3,077	—	3,082	595.1	1.46	193.1	132.0
	揚浜	315	220	27.8	—	262	1	263	2.1	0.08	8.0	75.5		
	計	3,189	3,187	4,537										

註) ---※--- 明治43, 44 製塩地整理 (第1次)
 ---※ --- 昭和 4年 第2次製塩地整理

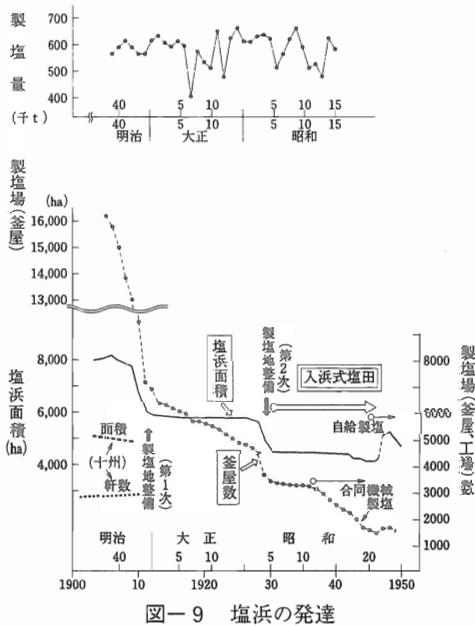


図-9 塩浜の発達

田」が成立した。(昭和4年第2次「製塩地整理」が行われた)

十州塩田近代化の原動力となったのは、洋式鉄釜(ex. 「平釜」, 図-8)の普及であった。「入浜式塩田」は、この洋式塩釜を基軸として成立した。

入浜式塩田の発達経過を表-4, 図-9に示す。明治末の十州塩田では石釜と鉄釜が稼働していた。ここに大型の洋式鉄釜が導入され、塩浜の大型化、生産性の向上が進展し、昭和初期には「十州入浜式塩田」が形成された。

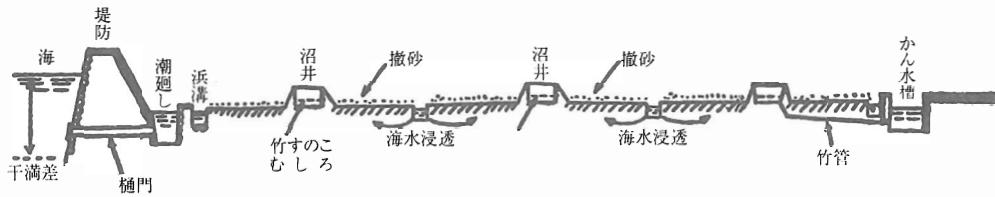


図-10 入浜式塩田

4. 洋式製塩技法の導入・開発

明治32年、松永、津田沼の両試験場で始った洋式製塩技法の研究開発は、明治42年以降三田尻試験場が中核となって進められ、その成果は各地の入浜式塩田に導入された。

1) 塩田かん水濃縮装置^{9) 10)}

枝条架や、シラキウス式、傾斜塩田等の天日蒸発方式は、塩田かん水の濃縮装置として開発され、塩田堤防の内側、かん水槽上屋等に造設された。

○枝条架 → 立体蒸発「枝条架」

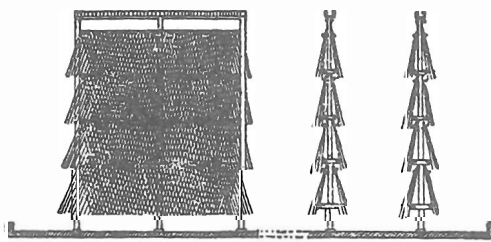
○天日蒸発

シラキウス式 → 平面「てらし」
(天日結晶法)

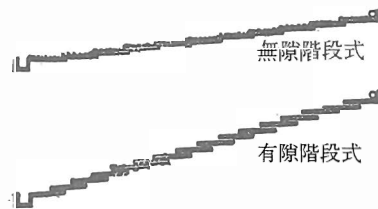
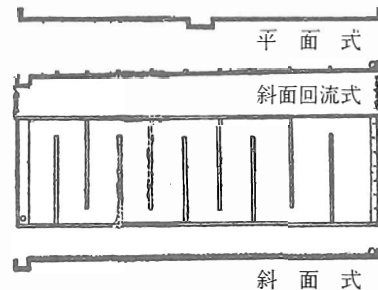
傾斜塩田 → 斜面、流下「てらし」

↓

砂層貫流式、流下式塩田



(1) 枝条架



(2) 天日蒸発「てらし」

「傾斜塩田」は、昭和10年代「砂層貫流式」塩田として開発され、後の「流下式塩田」へと発展する。(これについては、次章3. で述べる)

2) 大型製塩釜、蒸発缶⁹⁾

入浜式塩田は、洋式鉄釜(「平釜」)を基軸として成立した。その塩田かん水用の大型製塩釜、蒸発缶の成否は、スケール対策に懸っている。

(a)「改良カナワ式」

明治32年以来、開発を進めてきた「カナワ式塩釜」は、大正2年(1913)伝熱面にスクレーパーを設けた「元缶」を完成、「改良カナワ式」の始まりである。

(b)「真空式 蒸発缶」

明治38年以来、蒸発缶の開発はスケール対策で難行していた。大正5年、カナワ式の「元缶」で処理したかん水を蒸発缶へ給水する、「元缶」併用真空式蒸発缶の連続運転に成功した。そう

図-9 入浜式塩田のかん水濃縮装置¹⁰⁾

表一5 合同・機械製塩

昭和	塩浜、塩田	釜屋・製塩工場			
	入浜面積 (ha)	平釜	蒸気 利用式	真空式	
8	4,539	3,351	2	1	合同機械製塩
10	4,537	3,299	5	3	
11	4,534	3,247	9	5	
14	4,481	2,631	40	12	
15	4,478	2,414	55	12	
18	4,293	1,926	89	12	自給製塩
20	4,199				◀終戦
23	3,929	1,293	151	29	建設再開
25	4,235	1,006	171	28	

3) 合同機械製塩

真空式、蒸気利用式等の大型製塩装置を、「平釜」に対して、「機械製塩」と称した。

昭和11年、政府は「合同機械製塩」政策を打出した。地域ごとに塩田を合同させ、個々の塩釜を廃して機械製塩工場とする。年産1千～5千トンには蒸気利用式を、1万トン級には真空式とする。全国の塩田にこれを適用すると、蒸気利用式35工場、真空式25工場となり、製塩コストは25%切下げられると見込まれ、8ヶ年計画で達成とした。(詳しくは前報¹²⁾を参照されたい)

こうして、蒸気利用式、真空式製塩工場の建設が相次いだ。(表一5, 6)

表一6 煎熬方式と生産性

年度 (昭和)	方式	工場数	1工場当 り生産量 (10 ³ トン)	年間 稼働日数 (日)	塩1t当り燃料・電力			従事人数* (人/10 ³ トン)	製品純度 (NaCl%)
					燃 料 (石炭 t 重油 ℓ)	熱 量* (10 ³ kcal)	電 力* (kWh)		
26, 27	平釜式	52	0.15	70	石炭2.15	10,750 (100)	1.38 (1)	111 (100)	84.4
	蒸気利用式	60	2.1	213	石炭1.15	5,750 (53)	13.5 (10)	8.8 (8)	84.3
	真空式	36	8.2	221	石炭0.51	2,550 (24)	109 (79)	6.7 (6)	91.8

* () は平釜式に対する比率

して大正8年、「元缶」併設の「真空式蒸発缶(3効)」が完成した。

塩業界での真空式製塩工場は、昭和6年中央開墾(株)、昭和10年仁尾塩田(株)(ともに香川)が建設された。

(c)「蒸気利用式」

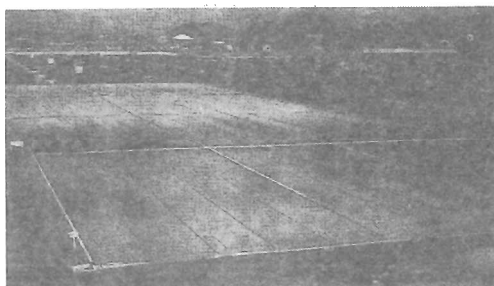
「改良カナワ式」は入浜式塩田10軒前以上の規模である。三田尻(試)は真空式蒸発法の開発を進める一方、塩田数軒前に適合するや、小規模な蒸気利用式の研究を進めた。そうして大正14年「蒸気利用ST式」が完成した。

「蒸気利用式」は昭和10年、坂出、味野地区に5工場が建設された。

3. 流下式塩田

1. 砂層貫流式

明治以来「傾斜塩田」の研究を進めてきた三



写真一2 砂層貫流式 (防府試験場 昭和16)

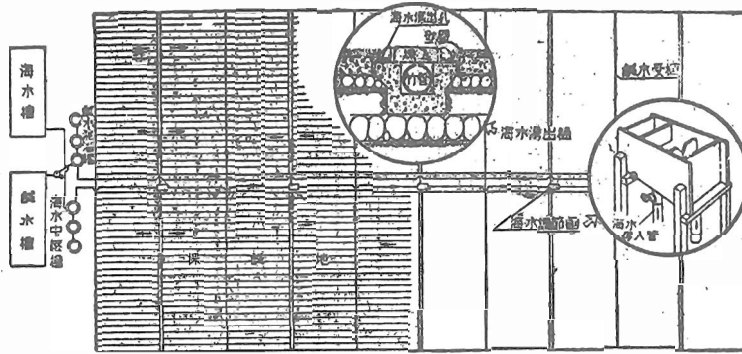


図-11 砂層貫流式塩田

田尻試験場は、昭和7年その試験塩田(「三試式塩田」)を造設し、改良試験を累ねた。こうして昭和15年開発されたのが「砂層貫流式」流動濃縮法(「流線式塩田」ともいう)であり、昭和16年防府(昭和13, 三田尻改め)試験場に築造された。(写真-2, 図-11)

2) 自給製塩

昭和17年5月、「自家用塩制度」が発令され、各地で新塩浜の開築が勧められた。海辺の平地に築造する塩浜、これには「砂層貫流式」が最適であった。

2. 十州塩田の低迷と自給製塩

1) 十州塩田の台風災害

昭和5~15年の頃、十州入浜式塩田は塩田面積4500ha、生産高55~60万tと安定した操業を続けてきた。ところが昭和16年、8月と10月の2度にわたる台風災害に製塩量は39万tと急落した。

懸命の災害復旧に努めて、操業を続ける翌17年の8月、又しても大型台風が襲来、被災塩田1000haに及んだ。こうして生産高は、(昭和17年度)47.5万t、(18年)41万t、(19年)35万tと低迷した。

さらに敗戦後の昭和20年9月17日には枕崎台風が十州塩田を直撃、1828haが被災した。続いて21年11月21日には南海大地震、瀬戸内塩田(堤防)の地盤沈下(数十cm)は全域に及んだ。(表-5)

表-5 十州塩田の低迷と自給製塩

			製塩高 (千トン)
昭 16		8月と10月、台風災害 12/8 太平洋戦争突入	389
17	5月 8	自家用塩制度発足(許可制) 台風、塩田1000ha被災	476
18	10	山口、愛媛県下で「砂貫式」工事進む	415
19	4	自家用塩、届出制に改正	351
20	3 8/15 9/17 11	自給製塩の普及推進に関する閣議決定 (自家用塩を自給製塩と改称) (終戦) 枕崎台風一 塩田被災1828ha 飛行場、52ヶ所の塩田転用(G,H,Q許可)	182 自給製塩 (40)
21	11/21	南海地震、瀬戸内塩田災害	202 (153)
22			103 (189)
23			302 (40)
24	6 10	日本専売公社発足、塩業審議会設置 自給製塩制度廃止、塩業一本化	412 (7)
25	9	ジェーン・キジア台風	431

表一 6—(1) 自給製塩…(昭和23)

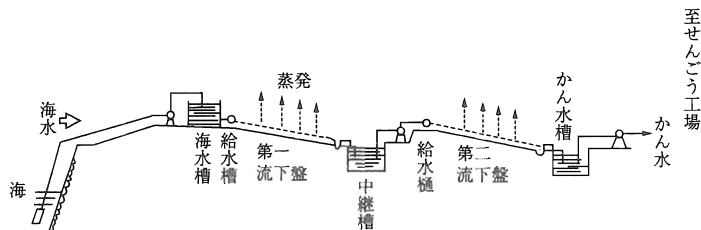
	塩田法	電気製塩(直煮)		温泉熱利用	天然ガス その他	製塩量 (千t)
		真空式、他	加圧式			
製塩場(ヶ所)	23	118	12	45	2	(昭.21) 実生産高 152.9 計305.4 (許可高)
塩田面積(ha)	986	11.7	0.9	1.7	17.6	
製塩量(千t) (許可高)	155	123.8	4.0	11.4	11.2	

↓ ↓
 「流下式塩田」 「海水直煮」
 (加圧式)

表一 6—(2) 「自給製塩」の主要塩田製塩場

県	企業	塩田面積	製塩場
千葉	東産業	25 ^(ha)	真空式
山口	防府、妙高	20 ^(ha)	〃
宮城	東邦塩業	36 ^(ha)	蒸気利用式
福島	国土計画	16 ^(ha)	
愛媛	東北電化(小松)	12 ^(ha)	
〃	桜井塩業	10 ^(ha)	
〃	燧灘塩業	11 ^(ha)	
		169 ^(ha)	7工場

「全国塩田地図」日本専売公社(昭.29)



図一12 「砂層貫流式」
(自給製塩で築造)

昭和18年には、山口県・愛媛県の各地に「砂貫式」塩田が開設された。

塩業不況の続く昭和20年3月、「自給製塩」の普及推進に関する閣議決定がなされ、国を挙げての製塩場建設が始まった。

8月15日終戦。その後は全国の軍用飛行場52ヶ所に塩田築造を進めた。

「自給製塩」の主流は「砂層貫流式」塩田であるが、東北・北陸など電力事情の良い地域で

は「電気製塩」(電気ボイラー、加圧式蒸発缶…)が計画され、温泉熱や天然ガスを利用する製塩場も出現した。(表一6)

3. 流下式塩田

1) 十州塩田の復興

戦後の塩業復興は、「真空式」工場の建設で始まった。先行した「自給製塩」の大規模塩田には真空式製塩場が設けられ、十州塩田では昭

和22～23年、4工場が建設された。真空式製塩場は入浜1軒前の区分は薄れ、より大形操業の「砂貫式」塩田の方が適している。

相次ぐ台風災害の修復に当り、「砂貫式」に改造する製塩企業も現れた。(赤穂、児島、波止浜)。

陸に開設する「砂貫式」の床盤は、山土と山粘土で築造されている。これを塩浜地盤に造成すると、山土・山粘土は海水に馴じみが悪く、十分な成果はあげられなかった。そこで研究、

改良を重ねて海粘土を主材とした流下盤が築造され、成果をあげたのは昭和26年のことであり、さらに研究開発を進めて昭和27年、「流下式塩田」法が完成した。

この塩田に設置する「枝条架」は、昭和25年、防府試験場で完成している。

2) 流下式轉換

昭和27年、十州塩田の流下式轉換が始まった。同年7月、製塩施設法を制定して、その建設資

表-7 流下式轉換

	採かん地 (塩田)			(その他)		計	
	入 浜	流下式	計	枝条架	濃縮盤		
			(ha)			(ha)	
昭和10	4,537	—				4,537	
16	4,441	—				4,441	「砂層貫流式」
21	4,214	—				4,214	昭20、自給製塩 (山粘土)
23			4,642			5,696	
24			4,607			5,340	
25			4,235			5,087	
26	4,693.08	178.84 (3.7)	4,871.92	—	—	4,871.92	
27	4,245.96	425.82 (9.1)	4,671.78	—	—	4,671.78	(海粘土)
28	4,313.31	591.17 (12.1)	4,904.48	8.48	89.68	5,002.65	「流下式轉換」
29	3,838.58	1,019.89 (21.0)	4,858.47	3.59	115.93	4,978.00	
30	2,661.05	1,981.80 (42.7)	4,642.85	130.75	67.00	4,840.62	
31	1,224.51	3,248.07 (72.6)	4,472.58	251.28	62.15	4,786.00	
32	476.54	4,220.72 (89.9)	4,697.26	390.12	71.09	5,158.51	
33	41.66	4,268.50 (91.1)	4,685.09	397.47	72.02	5,154.61	
34	2.94	2,713.60 (99.9)	2,716.54	264.11 [9.7%]	42.16	3,022.82	
40		2,588		289 [11.2%]		2,879	(真空式22工場)

() = 流下式轉換率(%)

[] = 枝条架/流下式(%), 枝条架比率

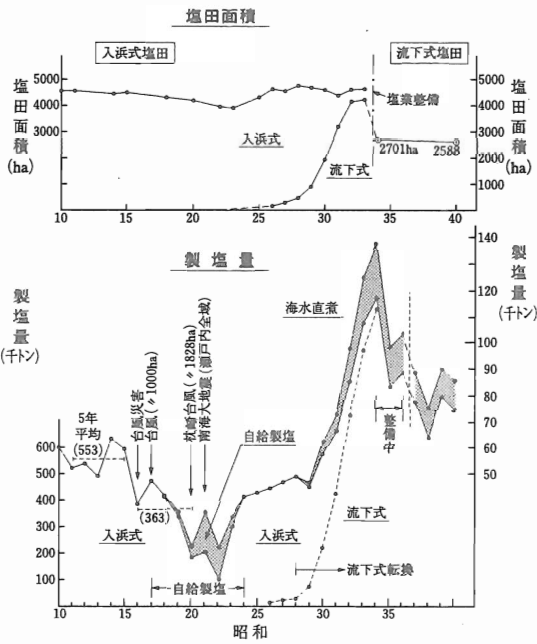


図-12 塩田製塩の進展

表-8 入浜式と流下式

		入浜式 (昭和10)	流下式 (昭和35)	
塩田面積	(ha)	4509	2716	(入浜85軒前)
製塩場数	(茶屋)	2967	真空式 22	
製塩量	(千t)	595	750	
塩田生産力	(t/ha)	132	277	
製塩場 規模	浜面積 (ha)	1.46 (1軒前)	123	
	製塩量 (t)	193	34,000	

表-9 入浜式と流下式との比較 (1960年頃)

区 分	入 浜 式		流 下 式		比 較	
	1ha当り	塩トン当り	1ha当り	塩トン当り		
採かん量	18°Be 623kg	—	15°Be 1,964kg	—		
生産塩量	100トン	—	250トン	—		
労務者	2.2人	0.022人	0.5人	0.0025人		
電力	600KWH	6KWH	21,000KWH	100KWH		
建設費	—	—	3,500千円	16.6千円		
生 産 費	労務費	396.0千円	3,960円	120.0千円	480円	△3,480円
	電力料	7.2	72	90.0	360	288
	償却費	—	—	261.0	1,044	1,044
	金利	—	—	246.3	985	985
	地代	35.0	350	35.0	140	△ 210
煎 熬 費	燃料費	—	1,494	—	2,000	506
	償却費	—	840	—	696	△ 144
	金利	—	1,155	—	957	△ 198
計						△1,209

金を手当し、28年4月「流下式転換」を発表。7月に塩業組合法を制定して塩業界の体勢を整え、流下式転換工事を進めた。

流下式転換の進行につれて、十州塩田の製塩高も増加し、昭和30年には戦前の水準60万トンを達成、さらに32年には90万トン、33年には110万トンと急増した。

流下式転換によって塩田生産力は倍増し、同時に進展した「加圧式海水直煮製塩」と併せて、国内塩の過剰生産が問題となった。

昭和34年、(第3次)塩業整備が断行され、〔流下式塩田=真空式〕の製塩企業、22社に整備・集約された。(表-7, 図-13参照)

3) 流下式塩田¹³⁾

在来の入浜式塩田は、塩砂の操作、移動、運搬に多大の労力を要する。浜作業は大変な技能を要する重労働である。

流下式塩田では、入浜式のような塩砂の操作や移動の作業はなく、海水や鹹水は塩田面を流下する間に蒸発・濃縮する。海水・かん水の操作は

全てポンプで行われるので人手は要しない。

塩田面での蒸発は、入浜式と同じく太陽の日射量に左右されるが、併設した枝条架は風力が支配的であり、曇天、夜間でも蒸発は進行する。両者を組合せた



写真-3 流下式塩田(三田尻塩田)



写真-4 流下式塩田扶桑塩業, (宇多津浜)

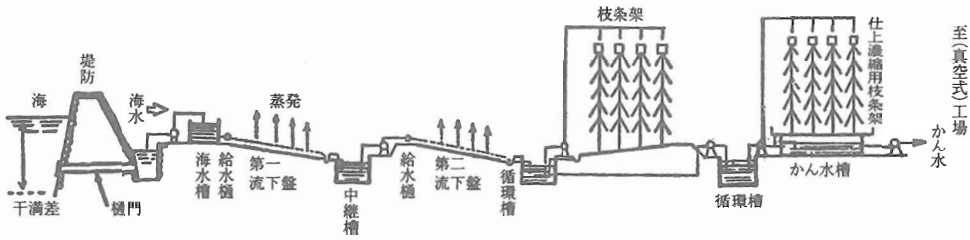


図-7 流下式塩田 入浜式塩田に築造された流下式
⇨流下式転換

「流下式塩田」は年間を通して能力を発揮し、また降水被害も最小限に抑えられる構造となっているので、塩田生産力は入浜式塩田の2.5～3

倍(250～300 t/ha)となり、塩田労働量は1/10となった。(表-8, 9 参照)

[参考資料・文献]・・・前号の続き

- 7) 村上正祥；十州塩田の成立, 「日本塩業の研究(第30集)」(平成19)
- 8) 「製塩技術の歩み」 防府製塩試験場, (昭和47)
- 9) 村上正祥；わが国における製塩法の発達, 海水誌, Vol. 36 No. 2 (1982)
- 10) 福永範一；「製塩及苦汁工業」 恒星社, (昭和25)
- 11) 「塩業整備報告」(第2巻), 日本専売公社, (昭和41)
- 12) 村上正祥；製塩技術の発達とそのスケール対策(そのⅡ), 「そるえんす」 No. 69(2006)
- 13) 村上正祥；製塩技術の近代化, 「日本技術の社会史, (第二巻塩業・漁業)」 日本評論社(1985)

塩漫筆

塩車

「海粘土で築いた流下式塩田」

昭和初期の瀬戸内十州塩田は、全て近代的「入浜式」に改修整備された。さらに昭和10年、「合同機械製塩」が始まり、各地域ごとに真空式、蒸汽利用式の大製塩場が建設されて、順調な稼働・製塩を続けていた。

ところが、昭和16年の8月と10月、2度の台風災害に製塩量は急落。更なる災害復旧に努めて操業を続ける翌17年の8月、亦しても大型台風が襲来し被災塩田1000haに及んだ。十州塩田不況の始まりである。

折しも太平洋戦争の真只中、外地塩の移入もま、ならず国内塩需要は逼迫した。この不況対策として「自給製塩」が布告され、全国各地で塩浜開作が始まった。

1) 陸に築かれた「流下式」塩田

海辺の平地に築造する塩浜、これは「砂層貫流式」(略称「砂貫式」)以外にはない。

「砂貫式」の流下盤は、山土と山粘土を主材として築造され、その表面に薄い砂層を設ける。海水・かん水はこの砂層を流下しつゝ、蒸発、濃縮する塩田である。

全国の各地で、この「砂層貫流式」の築造が進展する一方、その呼称も様々。そこで昭和26年、「流下式」塩田に統一した。

昭和26年 流下式塩田面積180ha, 5工場(社)

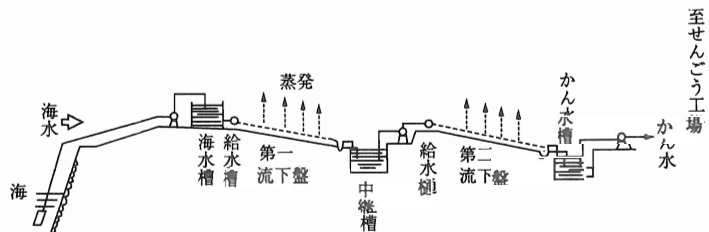
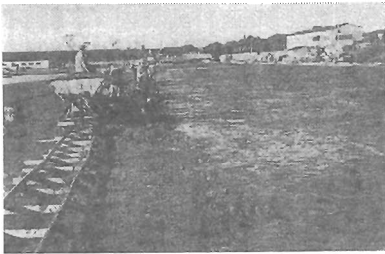


図-1 陸に築かれた「流下式」

2) 入浜式塩田の浜地盤に造設された「流下式」→「流下式転換」

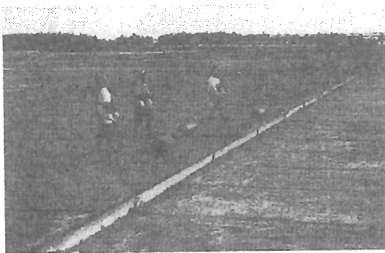
山土・山粘土の流下盤は、入浜の地盤に馴ま^{いりばま}ない。昭和26年 海粘土の流下盤が開発されて成果をあげ、昭和28年 十州入浜塩田の「流下式転換」が始まった。浜地盤を流下式に改造し、表層の流下盤は海粘土で築造する。



① 流下式転換工事（粘土搬入）



② 粘土展圧（1）



③ 粘土展圧（2）



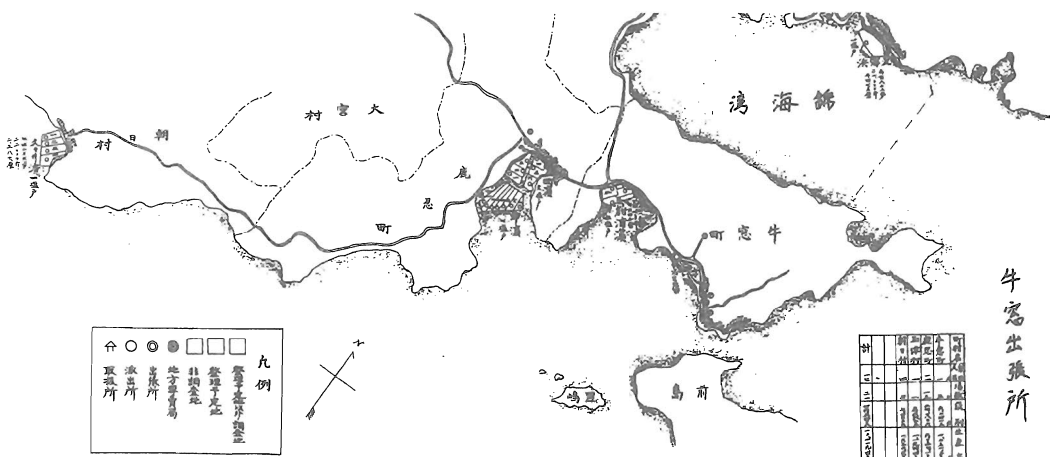
④ 完成した流下式塩田

3) 海底地盤に造設された「流下式」塩田

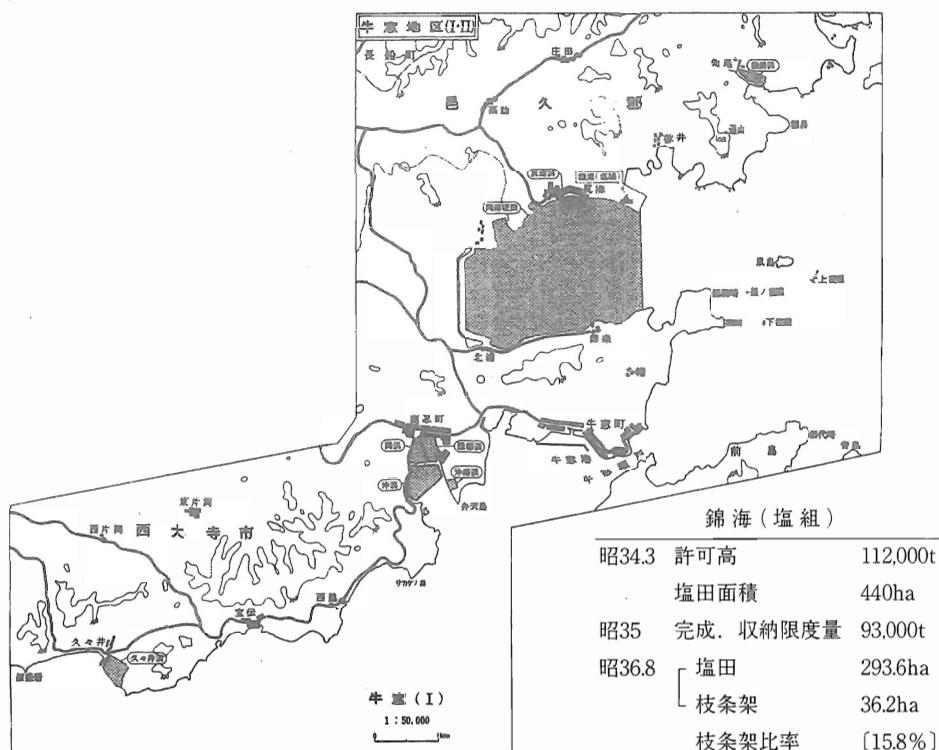
岡山県東部の港町・牛窓の背面（北側）に、

東から大きく入込んだ錦海湾がある。（地図－1 参照）

昭和31年、この錦海湾を丸ごと締切って干拓地とし、そこに流下式塩田を築造する「錦海湾塩田開発」計画が承認され、締切堤防の築造工



地図－1 昭和初期の牛窓周辺－錦海湾 [昭和3年 製塩地地図]



地図-2 牛窓地区、錦海（塩組）

事が始まった。昭和34年の計画書では、塩田面積440ha、製塩（許可高）112,000tとなっている。

塩田は海底地盤に造成され、表層は粘土質の海底土で仕上げる。こうして昭和36年、塩田294ha、枝条架36haの錦海塩田が完成した。（地図-2 参照）

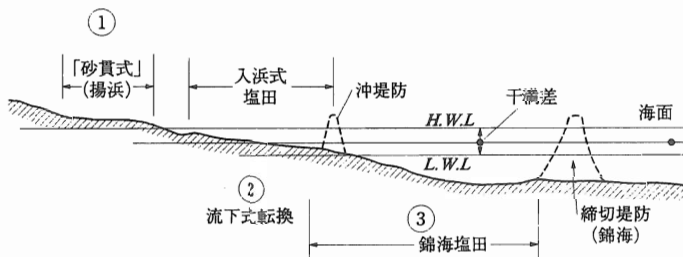


図-2 流下式塩田

4) 流下式塩田

「流下式」開発の先頭に立ったのは、陸につくられた塩浜「砂貫式」であった。（図-2の①）。これは揚げ浜方式の「流下式」であり、

海水取入動力は多大となり、入浜系「流下式」（図-2-②）よりそれだけコスト高となる。

昭和34年の塩業整備で、この方式の5社は全て廃止され、流下式転換企業の内から22社が選定された。

「流下式塩田」時代の幕開けである。

【参考資料・文献】

- 1) 「塩業整備報告」（第2巻）日本専売公社（昭和41）
- 2) 「昭和3年製塩地地図」

1. 平成20年度研究助成を募集

(財)ソルト・サイエンス研究財団は、平成20年度の研究助成を下記により募集します。

1) 助成の対象

一般公募研究とプロジェクト研究の各募集区分により助成を行います。

財団設立20周年を迎える平成20年度は、一般公募研究とプロジェクト研究に加え、財団設立20周年記念助成を行います。

なお、複数の募集区分への応募も可能です。その場合、応募申請書は各募集区分の助成期間、研究助成金額を勘案して、区分・分野毎にそれぞれ作成して下さい。

従来の助成の実績については財団のホームページで公表しています。

1) 一般公募研究

助成期間：平成20年4月1日から平成21年3月31日（1年間）

理工学、農学・生物学、医学及び食品科学の4分野で塩の科学に関する研究を募集します。

2) プロジェクト研究

助成期間：平成20年4月1日から平成23年3月31日（3年間）

平成20年度は医学分野でプロジェクト研究を募集します。

プロジェクト研究課題名を「生体内におけるカリウムイオン輸送とその制御機構」とします。

3) 財団設立20周年記念助成

助成期間：平成20年4月1日から平成22年3月31日（2年間）

研究課題名を「今後10年を見据えた多面的総合的研究－海水・海洋資源の有効利用－」とし、理工学、農学・生物学、医学及び食品科学の4分野で募集します。

2) 募集件数および研究助成金額

1) 一般公募研究

理工学、農学・生物学、医学及び食品科学の4分野合計でA区分14件程度、B区分31件程度を募集します。

A・B区分とは、研究助成金額100～200万円をA区分、研究助成金額100万円以下をB区分と区分し、各区分で募集します。

2) プロジェクト研究

5件程度、1件150～200万円(平成20年度、1年度目)を募集します。

3) 財団設立20周年記念助成

4件程度、1件300万円(平成20年度、1年度目)を募集します。

3) 応募資格

・日本国内の大学、公的研究機関等で研究に携わる人(学生・研究生等を除きます)。

若手研究者の積極的な応募を期待します。

・一般公募研究は年度毎に申請・選考・助成決定としておりますが、連続して3年間まで助成を受けることができます。3年間連続して助成を受けた場合、4年目は応募をご遠慮下さい。ただし、プロジェクト研究および財団設立20周年記念助成への応募は4年目でも可能です。

4) 応募方法

財団のホームページから平成20年度研究助成募集要領(Microsoft Word)をダウンロードし、募集要領に基づいて所定の書式に記入のうえ、応募期間内に書面(正本及びその写し4部)により提出してください。

5) 応募期間

平成19年11月1日～平成19年12月20日(申請書類必着)

財団からの応募の受領確認は行いません。提出書類に不備がある場合のみ、修正・再提出を連絡・依頼します。

6) 提出先

財団法人ソルト・サイエンス研究財団

〒106-0032 東京都港区六本木7-15-14塩業ビル3階

Tel: 03-3497-5711 Fax: 03-3497-5712

URL: <http://www.saltscience.or.jp> E-mail: saltscience@mve.biglobe.ne.jp

7) 選考結果の通知・公表

3月に開催する理事会で決定後、選考結果を申請者に文書により通知します。また、決定した助成研究については、財団のホームページで公表します。

8) その他の留意事項

1) 助成研究者の義務

助成研究の結果(助成研究報告書)と研究助成金の使途明細(助成研究会計報告)の提出のほか、財団が開催する助成研究発表会(平成21年8月4日、東京)での発表、投稿論文への財団助成の明記等があります。

2) 研究助成金の交付方法及び交付期間

原則として、助成研究者が所属する機関への平成20年度の寄附金として交付します。

3) 個人情報の取り扱いについて

申請書に記入された個人情報は選考及び選考結果の通知のために使用します。

決定した助成研究を財団のホームページで公表する際には、助成研究者の氏名、所属、および助成研究課題を公表します。

2. 第19回助成研究発表会終わる

去る7月31日(火)に東京・千代田区の都市センターホテルにおいて、第19回助成研究発表会を開催しました。

発表会は、当財団が平成18年度に助成した研究の成果を各研究者が発表するもので、平成18年度の助成研究73件(うち1件は前年度発表延期された助成研究)の発表があり、205名参加して活発な意見交換、質疑応答が行われました。

また、発表会終了後懇親会を開催し盛会のうちに終了しました。

3. 第39回研究運営審議会を開催

去る9月7日(金)に東京・千代田区のKKRホテル東京において、第39回研究運営審議会を開催しました。

審議会では、去る7月31日開催の第19回助成研究発表会の総括と平成20年度の研究助成の方針などについて審議が行われました。



4. 平成18年度ソルト・サイエンス研究財団事業概要の発行

(平成19年7月15日)

助成研究をはじめとする、当財団が平成18年度に実施した事業などを周知するために、標記の事業概要を発行しました。

編集後記

今年の第19回助成研究発表会も盛況のうちに終わることができました。座長をお願いした研究運営審議会の委員の先生方、ご発表いただいた研究者の方々、ご参加いただいた皆様に御礼申し上げます。今回は発表件数が73件と多かったことから、プログラム編成で制約があり、休憩時間が取れない部分があったこと、昼食時間が短かったことなど、ご迷惑をおかけいたしました。また、従来からできるだけ発表者に負担のかからないように、遠方の発表者は遅い時間帯に、近郊の発表者は早い時間帯にするなどの工夫をしてきましたが、今回は十分な配慮ができませんでした。次回は発表件数が65件なので、幾分ゆとりのあるプログラム編成ができそうです。また、来年の研究発表会の懇親会は「財団設立20周年記念交流会」として実施する予定です。皆様のご参加をお願い申し上げます。

(池)

SEPTEMBER/2007/No.74

発行日

平成19年9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>