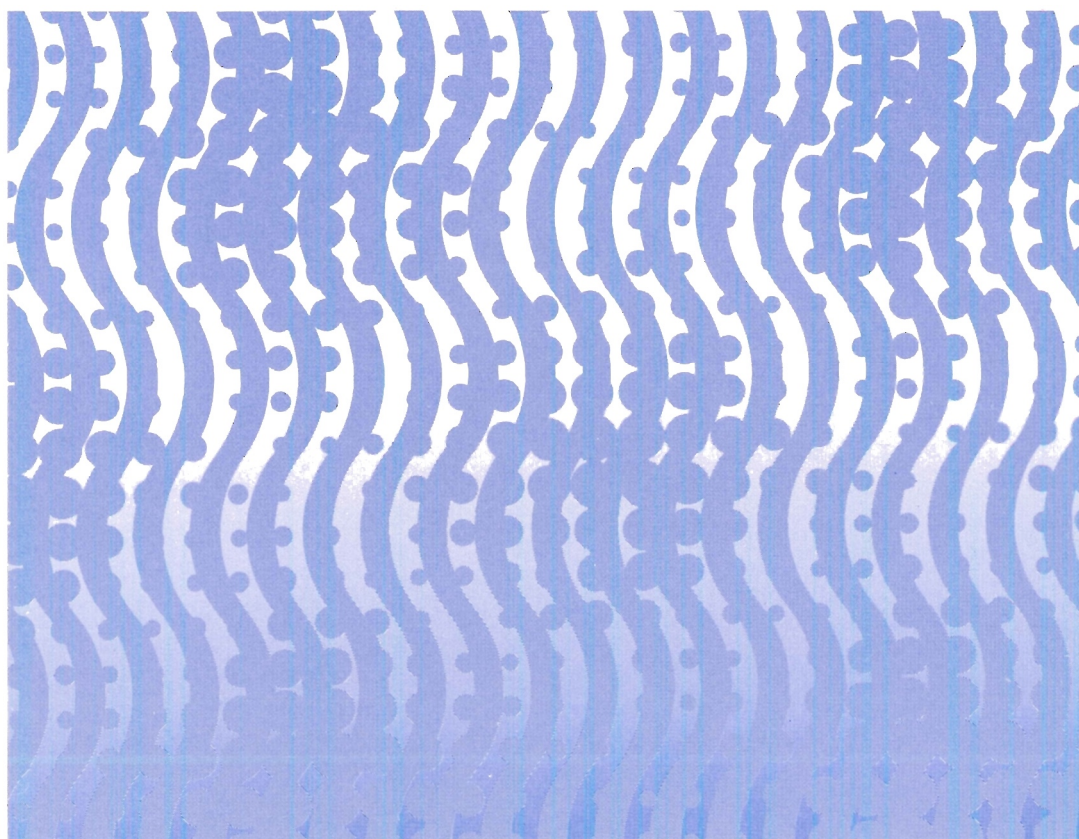


そるえんす



No. 42

— 目次

巻頭言	1
第11回助成研究発表会における発表概要	2
幻の製塩地、象潟	13
中国の塩都・自貢を訪ねて	16
塩漫筆 海水淡水化・事始め	22
第11回助成研究発表会終わる	25
第23回研究運営審議会を開催	
平成12年度研究助成を公募	26
財団だより	27
編集後記	

塩とエネルギー



楠目 齊

財塩事業センター常務理事

(財)ソルト・サイエンス研究財団評議員

塩とエネルギーは人類と共にあり、塩作りにも塩の工業にもエネルギーが欠かせないが、両者の縁はさらに深い。例えば、①「岩塩と石油は一緒にある」と古代から指摘されてきた、②中国四川省で「塩の井戸」から出るガスを製塩用燃料としていた、③米国での油田開発に際し塩が石油の副産物となった、④中東の油田は「塩のドーム」を手掛かりに開発された、等々が伝えられている。

また、油田では普通油層の上にガス層があり、その上に堆積する帽岩が石油やガスの散逸を防いでいるが、この帽岩に岩塩が適しているという。そして岩塩等の塩の資源が無く自然力による天日製塩も成立しない日本は、塩の自給率が低く世界一の塩輸入国であるが、エネルギーの自給率はさらに低い。

この場合、石炭と石油・天然ガスとでは事情が異なる。すなわち、日本の石炭生産は18世紀末に燃費低減を図る製塩との結合により確立したが、現在の世界一の石炭輸入国も今世紀初頭には英国等を押え、産出高の半ば近くを輸出していたのである。そして、石炭と鉄の傾斜生産により戦後の復興が進むが、生産回復は輸出競争力を求め高炭価・高鉄価問題、産業合理化へと導く。

しかし、高鉄価は解消したが、高炭価はエネルギー革命（石油への転換）によって迂回され、製塩への参入等の対策を講じつつ石炭生産は縮小の一途を辿ることとなった。その後二度の石油危機を経て石炭が見直され需要が伸び、石炭輸入は年々拡大してきている。

さて過日、石炭鉱業審議会は「現行の石炭政策の円滑な完了に向けての進め方について」答申した。すなわち、現行政策は平成13年度末で完了するが、「炭鉱技術移転5カ年計画」の下で、引き続き電気事業者に国内炭の引取協力を求めることとなる。

現在約3倍の内外価格差を平成18年度末にゼロとする目標は厳しいが、とりあえず、250年もの採年数を残す日本の石炭生産が存続する方向は評価したい。何故なら、石油需要が伸びるなかで、オベックの生産シェアは低下したが、埋蔵量シェアは逆に上昇しており、今後は備蓄をはじめ超重質油・原子力・自然力等の利用を進める傍ら、世界的に採炭環境が悪化しつつある石炭に依存せざるを得ないからである。

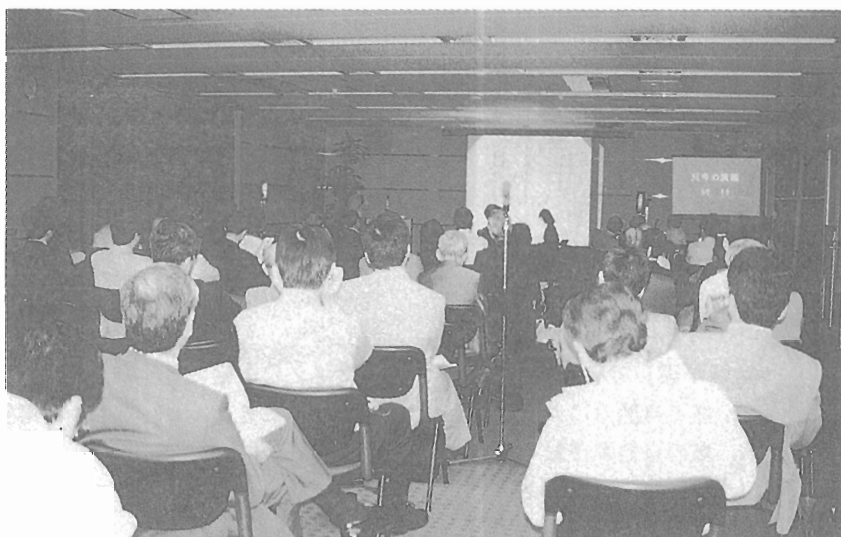
塩も平成13年度末に経過期間が終り、自由市場へと突入するが、時間は少なく、課題は多い。備蓄・輸入・関税、内外価格差、生産体制、流通組織、等々である。しかも、塩は今、順風満帆ではなく、自らが濁した海に漂っている面もあり、ともかくも進まなければならない。ただその前に、エネルギー革命によって高度経済成長を遂げたという（堺屋太一）宋の三大発明の一つ、羅針盤で針路を確認しておく必要がある。

このため、情報や判断力が求められ、主体性の確立こそ急がれる。この際、文天祥の詩「忙裏、山我ヲ看ル。閑中、我山ヲ看ル。相似テ相似ズ。忙ハ総テ閑ニ及バズ。」を脳裏に刻み直しておこう。重大な時こそ、自分が山を見ていたいと思うから。

第11回助成研究発表会における発表概要

平成10年度に当財団が助成した研究（平成9年度助成分2件を含む）について、その成果を発表する「第11回助成研究発表会」が平成11年7月19日に全共連ビルで開催されました。参加者約240名で3会場に別れ、合計63件（末尾一覧表参照）の発表がありました。今回はプロジェクト研究がなく、一般公募研究のみの発表となりました。

発表の概要をお伝えするため、報告書の要旨に基づいてこの記事を生財団で作りました。詳細な研究内容については、平成12年3月に発行されます『助成研究報告集』をご覧ください。各要旨末尾の（ ）内数字は記事末尾の「助成研究発表一覧」の「助成番号」です。



1. 理学・工学関係

理学・工学関係では、15件の発表が行われた。内訳は、分析関係が7件と一番多く、次に成分回収が6件、腐食、その他1件ずつであった。

(1) 分析

イオン性物質の分析として、キャピラリー電気泳動法、フローインジェクション法、イオン選択

性電極法、イオン選択性オプトード、その他を利用して海水中の微量陰イオン、アルカリ金属イオン、菌体濃度などの分析について発表された。キャピラリー電気泳動法を用いた遺伝子分離もこの項に含めた。

キャピラリー電気泳動法を用いて海水・濃厚塩溶液中の微量イオン性物質の高感度定量法の開発を目指した岡山大学理学部の本水教授らは、泳動液の工夫その他により各種陰イオンをsub-ppbレベルで分析した。タングステン酸イオンでも 10^{-5} Mレベルで定量でき、海水中の微量陰イオン成分の分

離性能向上を図った。(9811)

DNAネットワーク層を固定層として遺伝子のキャピラリー電気泳動分析により精密な遺伝子分離法を検討した九州大学大学院工学研究科の前田教授らは、微量マグネシウムイオンの共存下で異常遺伝子を分離し、遺伝子診断法の可能性を示した。(9812)

高機能性色素分子を用いた検出波長可変型イオン選択性オプトードの開発を行った慶応義塾大学理工学部の久本助手は、検出波長可変型オプトードの応答特性を検討した。本法によりオプトードの感度を最適化でき、ナトリウムなどのイオンセンシングへ応用した。(9814)

アルカリ・アルカリ土類金属イオンを特異的に捕捉・モニターできる化合物の開発を目指した奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科の小夫家教授は、擬クラウン環ビス大環状配位子7他を合成し、 Sr^{2+} イオンの特異的センサーとして機能するものを明らかにした。(9804)

クラウンエーテル型のイオノファーを合成してイオン選択性の高いイオンセンサーの開発を目指している九州工業大学工学部の荒木助教授らは、ホモオキサリックス [3] アーレンを基本骨格とする種々のイオノファーを合成し、イオン電極用イオノファーとしての選択性を評価した。アルカリ金属イオン濃度に対する電位応答は、 $10^{-1} \sim 10^{-5}$ のイオン濃度範囲でネルンストの式にしたがった。(9708)

フローインジェクションによる自動化学分析システムを検討している山梨大学教育人間科学部の山根教授らは、海水中の NO_2^- を対象にして行った結果、検量線は0~120ppbの範囲で直線であり、検出限界は0.3ppbであった。50ppbの NO_2^- を含む試料分析では、0.9%の相対標準誤差で、1試料当たり90秒程度の分析時間であった。(9810)

メディエーターを介して菌体内の酸化還元酵素—電極間の電子移動を行い、菌体濃度と電極応答電流値との関係が比例関係にあることを利用し海水中の脱窒細菌の計測を目指した福井工業高等専門学校の高山講師らは、メディエーターとして

デュロヒドロキノンの有効性を示し、pH8、30℃で最大応答を示し、検出限界は膜中の菌体数が 10^6 個のときであった。(9813)

(2) 成分回収

膜、樹脂、クラウン化合物、晶析沈殿を用いて、海水中のアルカリ金属イオン、タンパク質、ホウ素、炭酸カルシウムを回収する方法について発表された。

タンパク質の精製法を検討するため、千葉大学工学部の齊藤助教授はポリエチレン製多孔性中空糸膜を放射性グラフト重合により機能性を持たせて、卵白タンパク質のリゾチームを機能膜に多層吸着させ、NaCl水溶液で溶出させ、高能率で回収できることを示した。(9806)

海水中のカルシウムを反応晶析により炭酸カルシウムとして回収することを目的に、千葉工業大学工学部の尾上助教授らは、尿素の加水分解により炭酸イオンを供給して塩化カルシウムと反応させ、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Sr^{2+} の影響を検討した。イオン種により尿素転換率が影響を受け、生成する炭酸カルシウムの結晶構造の結晶系が変わり、複合塩も生成することを明らかにした。(9807)

九州大学大学院工学研究科の後藤助教授らは、特定のイオンを選択的に抽出する包接化合物カリックスアーレンを用い、アルカリ金属イオンの抽出特性を検討した。抽出には環構造を有することが必要で、抽出特性は環員数で異なり、カリックスの空孔径とイオンサイズはよく一致しており、コンピュータ計算で分子設計できる可能性を示唆した。(9809)

海水を8-9倍に濃縮するイオン交換膜の開発を目指して基礎研究を続けている東京工業大学大学院理工学研究科の谷岡助教授らは、低水分率下においてイオン交換容量と誘電率の関係を実験的に求め、理論的予測と関係を明らかにし、膜中への水酸基の導入がイオン交換容量を下げないことを示唆した。(9802)

チタニアを膜材料として分画分子量500-1000のチタニアナノ濾過膜の製作に成功した広島大学工学部の都留助教授は、pHを変えてそれによる電解質の阻止性能を評価し、電解質分離性能と表面電位との関連性を検討し、電解質は阻止され、その阻止率と透過流束は電解質の種類、pHに依存することを示した。(9803)

海水中のホウ素回収を目的に吸着剤として種々の糖修飾キトサン樹脂を合成した同志社大学工学部の近藤教授らはホウ素の吸着機構を調べ、提案した吸着モデルによりホウ素吸着のpH依存性を説明した。吸着等温線はラングミュア式に従い、飽和吸着容量はキトサンへの糖置換度に対応した。GalMC樹脂が優れた吸着樹脂であった。(9805)

(3) 腐食その他

ガルバニック腐食の実態調査を行うとともに、実験室試験で有害度を評価し、溶接時の注意事項を提案した研究や新しい半導体光触媒の開発を目指した研究の発表があった。

製塩装置のガルバニック腐食実態調査を行った青山学院大学理工学部の竹本教授は、プラント操作条件を反映する電気化学測定装置を開発し、実験室試験でガルバニック腐食に関する有害条件の基礎情報を得て、クラッド鋼溶接時にクラッド相の希釈を押さえる溶接施工法を提案した。(9801)

宮崎大学工学部の町田助教授は、新しい半導体光触媒の開発手段として有望な層状結晶構造を有する複合酸化物である層状チタン酸塩と層状タンタル酸塩を合成し、層間イオン組成と結晶構造、光吸収特性さらに光触媒特性との関係を調べた。(9808)

2. 農学・生物学関係

農学・生物学関係では18件の発表があった。植物、微生物への耐塩性の付与、機構、耐塩性生物

の利用に関する研究が8件と一番多く、次に生態系に関する研究や環境、塩性土壌の改良、その他で4件の研究発表があった。

(1) 耐塩性付与・機構の研究と耐塩性植物その他の利用

植物に耐塩性を付与して、塩性土壌からの生産性を向上させることを目的とした研究や耐塩性機構、あるいは耐塩性を持った藻類、細菌を利用して環境浄化を図る研究や有効成分の生産・回収に関する研究が発表された。

遺伝子操作によりNa⁺排出機能を強化させた植物に耐塩性を持たせることを研究した岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所の坂本助手らは、野生型植物と形質転換植物との間で耐塩性に有意な差はなかったが、耐塩性の遺伝子工学的増強の可能性を追求する有用な研究材料を作出した。(9819)

植物の耐塩性機構を解明するために東京農工大学農学部の福原助教授らは、NaCl添加が海草アマモの細胞膜ATPase活性に及ぼす影響を調べ、その活性は海水程度の塩に対して抵抗性があることを示した。(9822)

耐塩性を持つ高等植物の耐塩性機構を研究しているお茶の水女子大学理学部の芦原教授らは、ヒルギダマシの葉において塩ストレスに伴う無機イオンの取り込み、その結果変動する浸透圧調節物質の同定、この物質の生合成と前駆物質の代謝変動について報告した。(9823)

ユーグレナの塩ストレス情報伝達経路を研究した大阪府立大学農学部の宮武教授らは、ユーグレナを種々のプロテインキナーゼインヒビター、その他で処理し、塩ストレスを付加してトレハロース蓄積阻害の影響を調べた。また、数種類のクロシンリン酸化タンパク質の存在を明らかにした。(9829)

シカクマメに耐塩性を持たせることにより亜熱帯地方で食糧資源を確保しようと広島大学生物生産学部の江坂助教授らは、耐塩性シカクマメ培養

細胞で特異的に生産される6つのタンパク質を明らかにし、耐塩性獲得に細胞壁の構造が関与していることを示唆した。(9821)

海産微細藍藻の一つである *Oscillatoria* 属を膜面液体培養法により培養して、空気中の二酸化炭素を吸収させようと岡山大学工学部の中西教授らは、培養基材の多孔性膜選定項目の一つとして膜内拡散係数を測定し、それは膜の種類と膜孔径に依存するが、 $0.2\mu\text{m}$ 前後の孔径では膜内物質移動抵抗の影響を無視できることを明らかにした。(9826)

海洋性細菌の耐塩性を利用し雑菌の混入を防止しながらアンモニアを除去することを考えた東京工業大学資源化学研究所の菅野助手らは、*Vibrio alginolyticus* Oiso-1を用いてアンモニア除去実験を行い、除去が可能であることを示唆した。(9831)

有用微細藻類の効率的な野外大量培養技術を検討している国際農業教育研究開発協会の平林研究員らは、新型のフォトバイオリアクターを試作し培養試験をした結果、淡水性緑藻を約4-5g/Lの高濃度で培養し、アラキドン酸を約4.0-6.0%含有させることができた。海洋性藻類については冬期でも安定培養できる可能性を示した。(9825)

硫化水素を硫黄に変換できる光合成硫黄細菌を用い硫黄回収型光バイオリアクター開発を検討している大阪府立大学工学部の小西助教授らは、*Chlorobium limicola*を培養し、増殖速度式と増殖パラメーターの推定値を用いて反応器内の硫化水素濃度と転換速度を計算し、計算値と実測値が良好に一致することを示した。(9830)

(2) 生態系

陸地と海を結ぶ河川を介した生態系の動態、植物プランクトンの増殖や沿岸にある海草の形態モニター、褐藻の抗菌性物質、防汚塗料の生態系に及ぼす影響に関する研究が発表された。

森林-河川-沿岸海岸の複合生態系連鎖を解明するため北海道大学水産学部の後藤助教授らは物

質循環と食物網の動態、生物群集の動態、遡河回遊魚による物質輸送機能の調査を行い、3地域間の生態系相互作用の重要性、回遊魚による物質循環の役割を発表した。(9729)

植物プランクトンの増殖をモニターし、沿岸海域の基礎生産力を評価するために東京大学大学院農学生命科学研究科の古谷助教授らは、時間分解能の高い光学的測定法を検討し、基礎生産力の長期モニターが可能であることを発表した。(9817)

藻場を形成する大型褐藻が生態系へ及ぼす生理的機構を明らかにしようと九州大学生物資源環境科学研究科の中村教授らは、5種の褐藻から抗菌性物質を探索、分離、精製、同定を行った。抗菌活性の一番強いアラメから6種類のフロロタンニンを同定し抗菌性を確認した。(9824)

小型精密音響測深機により海草群落の探査と形態的な特徴をとらえようと東京大学海洋研究所の川口教授らは、3カ所の異なる生息環境の海草分布を探査し、計測可能性を示し、タチアママ群落の生育要因を推定した。(9827)

新しい防汚塗料であるIrgarol 1051について瀬戸内海港湾海水の汚染を調査した岡山大学資源生物科学研究所の岡村助手らは、マリーナよりも漁港が汚染されていることを示し、この物質とその分解産物が生態系に及ぼす影響を評価し、毒性の弱い場合と強い場合を明らかにした。(9816)

(3) 土壌改良その他

塩類添加により土壌の浸食防止や灌漑による塩類集積土壌の改良に関する研究、およびその他として胡楊鱖の成分分析、弾性線維蛋白質の自己集合組織化に関する研究が発表された。

寒冷地における土壌浸食の大きな原因として土壌の凍結融解があり、特に火山灰土壌の浸食防止を研究した東京農工大学農学部の高橋教授らは、カルシウム・イオン添加による耐浸食性の増加を試みた。 CaCl_2 と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ では、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を予め混合した土壌を法面に用いる方が効果的であった。

(9818)

乾燥地・半乾燥地の塩類集積土壌の適切な灌漑法を検討している東京農業大学農学部の藍教授らは、灌漑用多孔管の通水孔構造の拡大効果と拡大方向を検討し、通水機能を維持する上で有効な方法を発表した。(9815)

胡楊が作る胡楊鹼の生成機構を研究している理化学研究所の矢吹先任研究員らは、樹液、葉の搾汁の主要な陰イオン成分、有機酸成分を分析し明らかにした。(9820)

原始生命組織体から動脈硬化に至る多様な機能を有するエラスチンコアセルバートの特性を研究している九州大学理学部の甲斐原助手は、ウシ項韌帯由来 α -エラスチン-水系について検討し、弾性線維蛋白質の自己集合組織化過程、その他について検討した。(9828)

3. 医学関係

食塩を対象にした食塩嗜好、食塩負荷、食塩感受性等に関する研究が一番多く8件あり、次に腎機能やホメオスタシスに関する研究が6件あり、ナトリウムやリンの輸送系その他について6件の研究が発表された。

(1) 食塩嗜好、食塩負荷、食塩感受性に関する研究

食塩嗜好の増大機構や年齢、血圧との関係、食塩負荷が細胞膜脂質成分や血管の修復、動脈硬化に及ぼす影響、食塩感受性の指標、昇圧機構に関与する因子、循環器病発症率に及ぼす影響に関する研究が発表された。

亜鉛欠乏食摂取による急激な食塩嗜好の増大機構を検討した東北大学大学院農学研究科の駒井助教授らは、低亜鉛食または亜鉛欠乏食を与えてすぐに現れる食塩嗜好の増大は味受容サイトの異常や食塩排泄量の増大によって起きているわけでは

ないことを示唆した。(9845)

個人の食塩嗜好と年齢、血圧の関係を明らかにしようと秋田県立脳血管研究センターの鈴木部長らは、大阪、東京、秋田、北海道を観察地域に選んで調査し、個人の味覚は年齢と性が関係するが、血圧とは無関係であり、食塩嗜好や食塩摂取量を増加する習慣と血圧値には従来考えられていた傾向を見出せなかった。(9849)

哺乳類細胞で高塩ストレスに対して細胞膜脂質成分の変化を研究したお茶の水女子大学理学部の小林助教教授は、ヒト由来の正常繊維芽細胞に高塩ストレスを与えると、細胞膜中で糖脂質が増加し、それはコレステリルグルコシドでありストレスタンパク質を誘導することを示唆した。(9840)

食塩負荷によって血管リモデリング過程が受ける影響を研究した東京医科歯科大学生体材料工学研究所の東助教教授らは、ウサギ総頸動脈内剥離後に食塩負荷することにより内膜肥厚は有意に抑制されることを示した。(9842)

自然発症高血圧ラット (SHR) に高食塩を摂取させて動脈硬化発症を検討した武庫川女子大学薬学部の国友教授らは、SHRに高食塩食を負荷しても抗動脈硬化作用の強いNO産生が低下しないため、高コレステロール食を追加重荷しても動脈硬化の発症にはつながらないことを示唆した。(9833)

食塩感受性の人種的特異性に焦点を絞り成因への関与を調べている帝京大学医学部の加藤助手らは、食塩感受性の病態を反映する指標の検索、循環系ホルモンの血中濃度分布調査、心房性利尿ペプチドの遺伝子多型のスクリーニングを行ったが、血行動態モニターの有用性が示唆された以外は、有用な結果が得られなかった。(9850)

食塩感受性高血圧における脳内 Na^+ チャンネルの役割を明らかにしようと京都府立医科大学の西村講師らは、脳内アミロライド感受性 Na^+ チャンネルが脳内の Na^+ 受容体の一つとして機能し、脳内レニン-アンジオテンシン系の遺伝子発現に関与して食塩感受性高血圧モデルの中樞性昇圧機構の一つとして重要な役割を果たしていることを示した。

(9847)

血圧の食塩感受性亢進状態では循環器病発症率が高いのではないかと仮説を立てた国立循環器病センターの木村主任医長らは、156名の本態性高血圧患者を平均7.3年間追跡調査した結果、仮説は正しいことを実証した。(9832)

(2) 腎機能とホメオスタシス

腎機能に関与するメサングウム細胞、遺伝子、病態形成に関する研究やホメオスタシス機構の解明に関する研究が発表された。

高血圧性腎障害におけるメサングウム細胞の役割を明らかにしようと京都大学大学院人間・環境学研究科の家森教授らは、遺伝的に重症高血圧や高度腎合併症を起こすSHRSP/Izm、および遺伝的背景の近い正常血圧のWKY/Izmより単離したメサングウム細胞で細胞内 Ca^{2+} 濃度変化による膜電位と膜イオン電導度に対する影響を検討した。(9844)

腎臓におけるNaClと水の排泄を制御していると考えられる遺伝子を発現させる研究を行っている大阪大学大学院医学研究科の今井助手らは、腎尿細管における遺伝子発現データベースを構築することにより腎臓機能の解析に有用であることを示した。(9837)

腎臓において食塩代謝や循環調節に関わるプロスタノイドの作用を動物モデルで検討している京都大学大学院医学研究科の田中助教授らは、高血圧や糖尿病状態において、腎でのPGE受容体サブタイプのバランス異常が病態形成に関与する可能性を示唆した。(9841)

下垂体後葉ホルモンは体液の塩濃度（浸透圧）上昇に応答して血中に放出され、腎臓で水分の再吸収を促進させるホメオスタシス機構の一端を研究している京都工芸繊維大学の宮田助手らは、下垂体後葉グリア細胞が可塑的に微細構造レベルで形態変化を起こす理由を証明した。(9846)

水チャンネル機能を有する一群の蛋白であるア

クアポリンの2 (AQP2) のアミノ酸配列を検討している東京医科歯科大学の桑原講師らは、AQP2の水チャンネル機能発現に必要なアミノ酸配列がどこにあるかを明らかにした。(9835)

ペプチドホルモンであるアドレノメデュリン (AM) の視床下部一下垂体系における存在様式やオキシトシン分泌に対する作用その他を検討した産業医科大学医学部の山下教授らは、AMが生体内のナトリウム維持機構に関与している可能性を示唆した。(9848)

(3) Na、リン輸送系その他

ナトリウムやリンの輸送、Na/H交換輸送に関する研究やウログアニリンの役割、生物時計、身体に及ぼす温海水の影響に関する研究が発表された。

血中リン酸の恒常性を維持するNa/Pi輸送担体の発現制御機構の解明を検討している金沢大学がん研究所の大野助教授らは、マウスNa/Pi輸送担体NaPi-7で輸送シグナルの存在を調べて、C4領域にエンドサイトーシス・シグナルが存在することを示唆した。(9843)

破骨細胞誘導因子を用いてATP合成に必要なナトリウム依存性無機リンの輸送担体を検索した徳島大学医学部の宮本助教授らは、破骨細胞には腎における中心的なリン輸送担体であるII型輸送担体に類似の蛋白が細胞内へのリン輸送に関与していることを示唆した。(9838)

血管平滑筋細胞を用いてアルドステロンの短期および長期負荷がNa/H交換輸送体活性に与える影響を検討した自治医科大学の武藤講師らは、アルドステロンは核を介さない作用と核を介した作用により血管平滑筋細胞のNa/H交換輸送体活性を調節していることを明らかにした。(9836)

ウログアニリンに特異的な抗体を作製し、その構造解析・定量法ならびに免疫組織化学的手法を確立した研究で宮崎医科大学の中里講師は、ウログアニリンの発現が胃、上部小腸に加え腎臓、肺、脾臓でもあり、その血漿濃度は心不全患者で重症

度に従い増加することを示し、NaCl代謝調節に関し腸管-腎臓関連を結びつける内分泌性因子である可能性を示した。(9834)

生物の概日リズムに関連するメラトニンの挙動を研究した岡山大学薬学部の森山教授は、松果体にはグルタミン酸を伝達物質とするシグナル伝達系が存在し、この伝達系がメラトニンの合成を負に制御していることを明らかにし、時計情報を正確に制御するために重要な負制御であることを示唆した。(9839)

海水が身体に及ぼす影響について柔軟性、血流動態、荷重負荷の軽減の面から検討した国際武道大学体育学部の山本講師らは、温海水によるジェット水流浴の柔軟性、血流動態に及ぼす効果と海水中における荷重負荷軽減レベルを明らかにし、海水中での運動処方に役立てる可能性を示した。(9851)

4. 食品系関係

食品系関係では、タンパク質の利用、その他に関する研究が5件と一番多く、次に酵素関係、味覚関係が2件ずつで、食塩摂取量の調査に関する研究が1件であった。

(1) タンパク質利用

卵白を素材にして卵白リゾチームの部分変性リゾチームによる食品保存剤の開発、卵白アルブミンのゲル化による食物の二次機能向上の研究があり、酵素分解によるタンパク質利用効率の向上やミルクタンパク質の消化性に及ぼす食塩の影響や、カルシウム吸収に及ぼすタンパク質分解物によるカルシウム塩結晶化の影響に関する研究が発表された。

天然物由来の抗菌剤開発を目指す鹿児島大学農学部のイブラヒム講師らは、リゾチームを部分変性させることにより、グラム陽性菌だけでなく陰

性菌にも殺菌作用を持たせ、低濃度のNaCl添加の検討から、グリシン併用により食品保存剤として利用できる可能性を示した。(9857)

食品タンパク質の保水性や透明感の向上について、卵白アルブミンの加熱ゲル形成時における脂肪酸塩の添加が有効であることを示してきた日本大学短期大学部の太田専任講師は、加熱処理することなく脂肪酸塩の添加だけでゲル化が起こることを見出し、ゲルの形成機構を推定した。(9861)

大豆油粕や醤油粕に含まれるタンパク質を好熱性プロテアーゼであるサーモライシンで可溶化する時の塩の添加効果を検討している京都大学大学院農学研究科の井上教授は、塩の添加によりサーモライシンの工業的応用における反応時間の短縮、運転コストの低減を示唆すると共に、高濃度の塩の存在がペプチド合成に有用であることを示した。(9856)

牛乳アレルギー患者のアルゲンを検討している徳島大学医学部の坂井助手らは、育児用ミルクのタンパク質成分のペプシンによる消化性に及ぼすpHや食塩濃度の影響を検討した。カゼインのペプシン消化には食塩濃度の影響はほとんどなかったが、 β -ラクトグロブリンと α -ラクトアルブミンのペプシン消化は食塩濃度上昇に伴って未消化タンパク質が残存した。(9855)

カルシウムの生体吸収効率を検討している東北大学大学院農学研究科の村本教授らは、食物からの各種プロテアーゼ分解物のカルシウム塩結晶化阻害作用とその機構、阻害作用に対する食塩、その他の増強効果を調べ、プロテアーゼの基質特異性に基づく構造的要因の強い影響を明らかにし、タンパク質分解物はカルシウム塩の結晶核の生成だけでなく結晶成長も阻止していることを明らかにした。(9854)

(2) 酵 素

カット野菜の褐変に関与する酵素に及ぼす食塩の影響と、魚卵の卵膜硬化に関与する酵素の活性に及ぼす食塩の影響に関する研究が発表された。

カット野菜の褐変防止を検討しているお茶の水女子大学大学院人間文化研究科の村田助教授らは、食塩によるカットレタスの褐変抑制を検討したが、食塩によるレタスのポリフェノールオキシダーゼ阻害は弱く褐変防止できなかった。(9858)

塩漬処理による魚卵の食感を生み出す物性変化機構を研究している上智大学理工学部の土屋教授らは、塩漬により魚卵に存在するトランスグルタミナーゼの活性化によるグルタミンとリジンの架橋反応が促進され、卵膜が硬化することが要因の一つであることを示した。(9860)

(3) 味覚と食塩摂取量

幼児期に形成された味覚による食嗜好が、その後の塩分を要求する特殊な生理状態の継続により変化するかどうか、加齢によって味覚感度に変化するかどうか、食塩摂取量と健康状態についての研究が発表された。

重労働者やスポーツ選手のような特殊な生理状

態を継続すると、幼児期に形成された食嗜好が変化するかどうかを調べている武蔵丘短期大学の倉田助教授らは、激しい運動により運動直後は喉の渇きを癒すためにうす味嗜好となるが、エネルギー摂取量を増加させることにより食塩摂取量が増加し、濃い味嗜好となることを示した。(9852)

加齢による味覚感度の変化を明らかにしようと佐賀大学文化教育学部の水沼教授らは、20-70歳代までを対象に味覚感度を調べ、4基本味に対する味覚感度は男女とも加齢に伴い低下したが、尿中食塩濃度は年齢別に有意差を示すほど変化しないことを示した。(9859)

アジア諸国の食塩摂取量と健康状態を調査した宮城教育大学教育学部の渡辺教授らは、国内とアジア地域の食塩摂取量状況を示し、尿中排泄量は摂取量にほぼ比例するが1-2g高く、摂取量の高い中国農村では高血圧者出現率が高く、タンパク質摂取量と食塩摂取量は正相関を示すことを発表した。(9853)



平成10年度助成研究発表一覧

助成 番号	表 題	氏 名	所 属
9801	製塩装置におけるガルバニック腐食の実体調査と実験室試験に基づいた有害度の評価	竹本 幹男	青山学院大学
9802	イオン交換膜における水移動と高度塩濃縮に関する研究（Ⅱ）	谷岡 明彦	東京工業大学
9803	耐熱性・耐薬品性を有するセラミック逆浸透膜およびナノ濾過膜の開発とイオンの選択分離への応用	都留 稔了	広島大学
9804	金属イオンの特異的センサーとしての自己組織化ホストの開発	小夫家芳明	奈良先端科学技術 大学院大学
9805	海水からのホウ素回収のための新規キトサン樹脂の開発	近藤 和生	同志社大学
9806	多孔性膜に多層吸着させた食品タンパク質をNaCl水溶液を使って高濃縮率かつ高速で溶出させる手法の開発	斎藤 恭一	千葉大学
9807	尿素を用いた均一沈澱法による海水中の含有成分の回収および高付加価値化に関する研究	尾上 薫	千葉工業大学
9808	イオン交換性層状無機固体のナノ層空間アルカリ金属イオン濃度と構造・物性相関	町田 正人	宮崎大学
9809	計算機化学を駆使した海水中の有価金属を選択的に抽出する新しい包接試薬の開発	後藤 雅宏	九州大学
9810	海水中溶存成分のオンサイト分析および自動モニタリングシステムに関する研究	山根 兵	山梨大学
9811	キャピラリー電気泳動法による海水・濃厚塩溶液中の微量イオン性物質の溶存状態解明と分離・定量に関する研究	本水 昌二	岡山大学
9812	DNA二重らせんを利用した高選択的マグネシウムイオン応答システムの研究	前田 瑞夫	九州大学
9813	海洋性硝化及び脱窒細菌の電気化学的計数法の開発	高山 勝己	福井工業高等専門 学校
9814	高性能ナトリウム及び塩化物イオン選択性オプトードデバイスの開発	久本 秀明	慶應義塾大学
9815	塩類集積地帯における灌漑方法と塩分濃度管理に関する研究	藍 房和	東京農業大学
9816	新規防汚剤とその分解産物が海洋生態系に及ぼす影響評価に関する研究	岡村 秀雄	岡山大学
9817	内湾水域における基礎生産力および環境収容力の評価	古谷 研	東京大学
9818	塩類を用いた侵食土壌流亡防止システムに関する研究	渡辺 兼五	東京農工大学
9819	Na ⁺ /H ⁺ アンチポーター遺伝子を導入した形質転換植物の耐塩性	坂本 敦	岡崎国立共同研究 機構基礎生物学研 究所
9820	中国、新疆ウイグル自治区の砂漠域に自生する胡楊の切り口に見られる生物起源の塩類鉱物、胡楊鹼の生成機構と好塩性植物の耐塩生理特性	矢吹 貞代	理化学研究所

助成 番号	表 題	氏 名	所 属
9821	耐塩性シカクマメ培養細胞の耐塩性獲得機構の解明	江坂 宗春	広島大学
9822	海草アマモの海水環境適応機構に関する細胞分子生物学的研究	福原 敏行	東京農工大学
9823	マングローブ植物の代謝生理学的研究	芦原 坦	お茶の水女子大学
9824	海藻が放出するポリフェノール類と環境生理活性機能	中村 孝	九州大学
9825	有用微細藻類のフォトバイオリアクターによる大量培養に関する研究	平林征四郎	(社)国際農業教育研究開発協会
9826	膜面液体培養法を用いた海洋植物プランクトン <i>Oscillatoria</i> の培養と特性解明	中西 一弘	岡山大学
9827	三陸における海草の多様性と海草藻場生態系の発達過程	川口 弘一	東京大学
9828	遷移金属に富む原始海洋中で生命組織体が如何に形成されたかを探索—遷移金属塩化物による蛋白質の自己集合組織化のメカニズム—	甲斐原 梢	九州大学
9829	原生動物における塩ストレス情報伝達機構に関する研究	宮武 和孝	大阪府立大学
9830	光合成硫黄細菌を利用した青潮発生レベル底層海水からの硫化水素の除去に関する研究	小西 康裕	大阪府立大学
9831	高濃度アンモニアを除去できる海洋性細菌を利用した新しい微生物脱臭法の開発	菅野 靖史	東京工業大学資源化学研究所
9832	血圧の食塩感受性：腎および心血管系に対する新しい危険因子	木村玄次郎	国立循環器病センター
9833	食塩は動脈硬化発症を促進させるか？	国友 勝	武庫川女子大学
9834	食塩代謝調節に作用する新たな消化管-腎連関ペプチドグアニリンファミリーの機能解析と臨床医学的意義の解明	中里 雅光	宮崎医科大学
9835	水チャネルのチャネル孔部位の同定	桑原 道雄	東京医科歯科大学
9836	ステロイドホルモンによるNa ⁺ /H交換輸送体の制御	武藤 重明	自治医科大学
9837	腎ネフロンセグメント発現遺伝子データベースを用いた腎臓における塩排泄・再吸収の分子機構の検討	今井 圓裕	大阪大学
9838	骨形成に関与するナトリウム依存性リン輸送担体遺伝子の同定	宮本 賢一	徳島大学
9839	生体時計ホルモン・メラトニンの分泌制御因子としてのNaCl依存性興奮性アミノ酸輸送系に関する研究	森山 芳則	大阪大学
9840	高塩ストレスによって誘導される新規脂質性メディエーターの解析	小林 哲幸	お茶の水女子大学
9841	腎における食塩代謝および微小循環調節に関与する血管作動性因子の臨床的意義に関する分子医学的検討	田中 一成	京都大学
9842	食塩による血管リモデリングの修飾機構	東 洋	東京医科歯科大学 医用器材研究所
9843	腎ナトリウム／リン輸送担体の発現制御による血中無機リン濃度調節機構	大野 博司	千葉大学
9844	細胞内Ca ²⁺ 濃度増加に伴う膜電位及び膜イオン電導度変化のSHRSP由来メサングウム細胞による検討	家森 幸男	京都大学

助成 番号	表 題	氏 名	所 属
9845	亜鉛欠乏時の食塩嗜好の増大に関する生理学的研究	駒井三千夫	東北大学
9846	体液塩濃度変化による下垂体後葉神経系の形態的变化	宮田 清司	京都工芸繊維大学
9847	食塩感受性高血圧モデルの昇圧機序における脳内Na ⁺ チャネルの役割	西村 真人	京都府立医科大学
9848	塩分嗜好性に関与する新たなペプチドであるアドレノメデイユリンとその関連ペプチドの視床下部神経分泌ニューロンに対する作用の分子生理学的検討	山下 博	産業医科大学
9849	多地域における個人の塩分味覚と血圧上昇要因の解析	鈴木 一夫	秋田県立脳血管研究センター
9850	食塩感受性の人種的特異性及び遺伝的素因に関する研究	加藤 規弘	京都大学
9851	海水を用いた健康増進・疫病予防を目的とした療法の効果に関する研究	山本 利春	国際武道大学
9852	調味濃度の調理科学的意義—塩味嗜好と激しい運動	倉田 澄子	武蔵丘短期大学
9853	東南アジア地域住民の食塩摂取状況と微量元素の栄養に関する国際比較	渡辺 孝男	宮城教育大学
9854	食品タンパク質分解物のカルシウム塩結晶化阻害作用に対する食塩の増強効果	村本 光二	東北大学
9855	牛乳と鶏卵の主要アレルゲンタンパク質の消化性とアレルゲン性に及ぼす食塩の影響	坂井堅太郎	徳島大学
9856	濃厚塩類溶液中での未利用蛋白質資源の酵素分解とペプチド合成	井上 國世	京都大学
9857	部分変性リゾチームの抗菌作用に及ぼす食塩の影響	ヒッシャムR イブラヒム	鹿児島大学
9858	食塩水によるカット野菜の褐変抑制機構の解析	村田 容常	お茶の水女子大学
9859	加齢により塩味（味覚）閾値は低下するか？ 塩味閾値と食塩摂取量に関する研究	水沼 俊美	佐賀大学
9860	食用魚卵の物性に及ぼす塩の影響	土屋 隆英	上智大学
9861	卵白アルブミンに脂肪酸塩を添加しただけでなぜゲル化するのか—その機構と応用的側面—	太田 尚子	日本大学
9708	高選択性イオンセンサー用新規イオノファーの合成	荒木 孝司	九州工業大学
9729	森林—河川—沿岸海洋の複合生態系連鎖、及び遡河回遊魚による栄養塩類の輸送機能	後藤 晃	北海道大学

幻の製塩地、象潟

村上 正祥

❖ 秋田城跡、漆紙文書 ❖

ある時、新聞をめくっていたら「製塩用の釜……」という活字が目にとびこんできた。学芸欄の『象潟発、古代の便り』¹⁾という一文である。8世紀の秋田城跡から出土した漆紙文書の中から発見された一葉の文書があり、それは秋田城に勤める役人が、象潟（当時は「蚶形」と記す）へ出張して塩釜を検収し、そのことを象潟の駅家から出羽国の介の許へ報告した書状である。発信の日付は5月6日となっている。

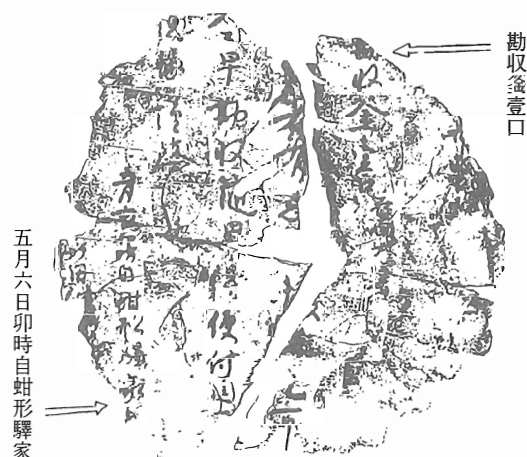
古代東国の日本海沿岸は、製塩に関する情報の空白地帯であった。そこへ、この秋田城跡の漆紙文書であり「蚶形の塩釜」の文字の発見であるから、私は嬉しかった。早速、筆者の平川南先生（国立歴史民俗博物館教授）に照会したところ、ご丁寧なご教示をいただき、元資料²⁾を見ることができた。

❖ 古代象潟の製塩 ❖

西日本を掌握した大和王権が、その勢力を東方

へ進展し始めるのは4世紀末からであり、5世紀にはほぼ今の関東地方一円にまで及んでいた。さらに鹿嶋を基地として、太平洋岸を北上して常陸から松島湾に達し、そこが東北経営の根拠地となり、724年には多賀城が造営され東北全域の鎮台となった。（表－1参照）

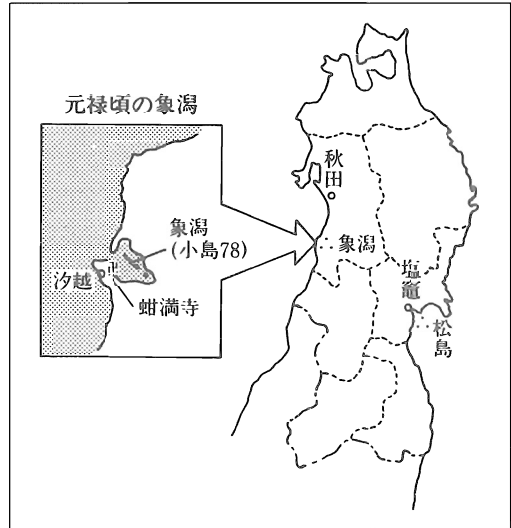
日本海側では7世紀半ば、今の新潟辺りに淳足棚が設けられ、8世紀に入ると北方に出羽国を置くに至った。733年出羽の棚を秋田に遷し、秋田が



図－1 秋田城跡漆紙文書〔書状〕…（部分）

表－1 東北地方歴史年表

大化3	647	淳足櫛
	658	安倍比羅夫、蝦夷を討つ
	708	出羽郡をたつ。 712、出羽国をおく
	724	多賀城を築く
	733	出羽の櫛を秋田村に遷す
	758	陸奥桃生城、出羽雄勝櫛を築く
	759	出羽に雄勝、平賀二郡をたつ
宝亀11	780	覚繁城、多賀城、秋田城、由利櫛……（『続日本記』）
	801	坂上田村麿呂、蝦夷を平定



図－2 松島と象潟

出羽経営の中心地となった。出羽の櫛は、780年には秋田城と記されている。（『続日本記』）

こうした駐留軍の生活に欠かせないのが食料や塩であり、その必需物資の確保に努めたのは当然のことである。太平洋側の多賀城では、松島湾の奥の干潟で塩生産が盛んに行われ、塩竈を築いた所が塩竈の地名で呼ばれるようになった。また、その地の社に祀られていたのが塩竈の大神であり、現在の陸奥一の宮、塩竈神社である。

出羽、秋田城の塩生産場が象潟ということになる。東北地方の日本海側は潮汐の干満差がわずかであり、また海岸線が単調なため、海面近くの砂浜は稀である。陸地に入り込んだ湾や潟といえば、北方の八郎潟と象潟しかなかった。この象潟に製塩場が設けられたのは当然のこととはいえ、見事な選択である。波静かな潟の中であれば、海水の汀に平坦な砂面を整えれば立派な製塩場になる。

冒頭の漆紙文書の年代を8世紀末頃と想定して、その頃の象潟の塩生産を考えてみたい。まず、かん水を取る工程であるが、当時西日本では塩砂を利用する方法が普遍的であり、塩浜の発達過程にあった。東国では、8世紀初めに撰上された『常

陸風土記』にも記すように、霞ヶ浦南部ではなお藻塩焼法が行われており、塩竈神社の藻塩焼神事にもそれが残されている。

しかしながら8世紀も末頃となると、松島湾の塩生産はすでに塩砂法に移行していたと考えられる。象潟が水深の浅い内潟であり、その汀線砂面での採かん作業となると、藻塩焼法ではなく塩砂法が行われていたとみるのが妥当であろう。

次に塩釜であるが、8世紀において正倉院文書等に鉄製の塩釜が筑前、長門、周防などに存在していたとの記録がある。これらは中国から到来した貴重な資財であって、一般の庶民が使用した塩釜ではない。一般の製塩場では土釜、網代釜など、粘土や貝灰を練り、その場で築造し塗り上げた塩釜が使われていた。

象潟の塩釜は、その場所から考えて、南方系の網代釜でなく土釜であったと推定される。鉄釜でなく土釜であったから、毎年夏場の製塩作業が始まる前に、塩釜を築き直し塗り上げる作業がある。こうして築き上げた塩釜を検収したのが、冒頭の役人の文書であり、発信の日付5月6日も納得できる時期である。

表-2 東北地方、日本海側の地震災害

天長 7	830	出羽；秋田城地割れ
天安 1	857	出羽；大館
応永30	1423	羽後
元禄 2	1689	(芭蕉『奥の細道』紀行、象潟を訪れる)
元禄 7	1694	能代地方；岩木山崩落
宝永 1	1704	羽後・津軽；能代で被害最大 山くずれ多く十二湖を生じた。 岩館付近の海岸で最大1.9m隆起
明和 3	1766	津軽；弘前城破損
寛永 5	1793	「西津軽地震」、大戸瀬を中心に 海岸12km、最高3.5m隆起
享和 1	1800	鳥海山大噴火、酒田に津波、象 潟辺りの隆起6尺 ⁴⁾
文化 1	1804	羽前・羽後；「象潟地震」象潟 湖隆起し陸および沼となる
文化 7	1810	羽後；男鹿半島・八郎潟西岸1 m隆起、津波
天保 4	1833	羽前・羽後・越後・佐渡；地 震、津波

(注)『理科年表』(昭和60)³⁾より抜粋

❖ 象潟の変貌 ❖

酒田から羽越本線に乗り秋田へと向かう。左側に日本海を見下ろしながら列車は秋田県に入り、しばらく走ると象潟。右側の車窓には、平坦な田畑と、そのあちこちに木が生えた小丘が点在する象潟独特の風景が展開する。平坦な田畑の面は、左側の日本海よりかなりの高さであるが、昔の象潟の水底であり、点在する小丘は往古の島々である。現代のこの景観から、水を湛えた昔の象潟を想い浮かべることもなく、ましてこの地で塩がつくられたとは思いつかなかった。今、一片の漆

紙文書によって、古代塩生産の一端が明らかになったのである。

先年の奥尻島地震のように、日本列島東北部の日本海側は表-2のごとく、幾度もの大地震があり被害を出している。地盤の変動もかなり記録されており、そのほとんどが海岸線陸地の隆起を伴ったものが多い。³⁾ 古代の象潟は、名の如く陸地に入りこんだ潟であり、多数の小島が点在して、太平洋側の松島と並び称される風光明媚な名勝であった。

元禄2年(1689)松尾芭蕉が『奥の細道』紀行でこの地を訪れ、「象潟」の名文をものしている。¹⁾ ⁵⁾

江の縦横一里ばかり倭松嶋にかよいて又異なり
松嶋は笑ふが如く 象潟はうらむがごとし
象潟や 雨に西施が ねぶの花

芭蕉は、縦横一里の平潟に船を出して風光を愛でたという。(図-2)

その後、宝永元年(1704)、寛政5年(1793)と、土地の隆起を伴う大地震がこの地域を襲い、象潟と海との連がり部が細くなった。さらには文化元年(1804)の象潟地震によって、象潟は隆起して完全に陸地となり、池沼の点在する原野と化した。かくして古代からの製塩は終りを告げ、人々の記憶からも消えさって、現代に至ったのである。

[参考文献]

- 1) 平川 南；(象潟発、古代の便り) 朝日新聞
平成5年4月16日夕刊
- 2) 『秋田城跡出土文字資料集 II』 秋田城を語る友
の会(平成3)
- 3) 東京天文台編；『理科年表』 昭和60年版
(地学p.174~) 丸善発行
- 4) 萩原井泉水；『奥の細道ノート』 新潮文庫
(昭和31)
- 5) 『おくのほそ道』；岩波文庫

中国の塩都・自貢を訪ねて

川床 邦夫

はじめに

中国のアグリ事情とその研究について調査するため、筆者（以下、私）は、1987年9月から1990年1月まで、東京丸一商事株式会社の北京事務所に駐在しました。1989年6月の“天安門事件”を挟んだ時期で、家族で北京に住んでいました。

「中国の農業事情を知りたかったら四川省を見なきゃ」と、多くの人に言われていました。そこで、四川省出身の若い友人の汪浩くん（当時、中国農業科学院蔬菜花卉研究所温室管理处長、以下、小汪）と一緒に、1988年10月21日から11月11日まで、四川省の“成都”、“峨眉”、“自貢”、“重慶”、および湖北省の“武漢”と廻りました（図-1参照）。大きな成果があった、有意義な調査でした。

その折に自貢市では、塩業関係についても興味深く見聞しましたので、旧聞ではありますが、また、私は塩については素人ですが、本誌面でご紹介させていただくこととしました。

四川省の概要

四川省は、“熊貓（パンダ）”の故郷の地、稲と

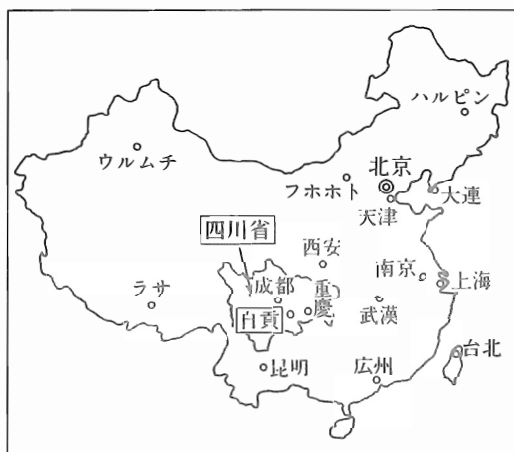
竹の文化の地、辛い“麻婆豆腐”や“担担麵”などの四川料理の地、短気で江戸っ子に似た四川気質の人々の地などとして、有名です。また、詩聖の杜甫や詩仙の李白ゆかりの地、三国時代の蜀の国、劉備・関羽・張飛や諸葛孔明らの地、革命の志士の鄧小平・朱徳・陳毅らの出身地としても、知られています。

この四川省は、中国西南部にある内陸の大きな省です。面積は約56万km²で、日本よりもずっと大きく、人口も1億人を越えて、中国の省区で最も多いそうです。しかし、沿岸地方と比べると後進の省だと言われています。

四川省の作物栽培面積は1,185万haと広く、河南省や山東省を上廻って、中国最大です。主な作物はイネ、コムギ、サツマイモ、トウモロコシ、マメ類、ワタ、ナタネ、サトウキビ、タバコなどです。

主要な都市は、歴史が深い新興工業都市で省都の成都市、西南部最大の商工業都市で“山城”との異名をもつ重慶市、および、“塩都”と呼ばれる自貢市で、四川省の三大都市と呼ばれます。

北京駐在中、私は中国のすべての省区を調査しましたが、四川省はわれわれ日本人にとって、昔の日本のよき田舎を思い出させるような、佳いところだとの印象を強く受けました。



四川省と自貢の位置

※“塩都”・自貢市の概要※

“塩都”と称される自貢市については、『世界大百科事典』（1972、平凡社）に、次のようにあります。

「中国四川省中南部にある都市。人口約40万。もとの自流井と貢井とを合併して市制を施行した。古くから中国第1の岩塩産地として知られ、当地産の食塩は四川、雲南、貴州、湖北、湖南などの諸地方におくられる。この地の岩塩採掘法は深さ1,000m以上の井戸を掘って地上から清水を注入し、地下の岩塩の塩分をとかして塩水として、これをくみ上げるのである。この塩水はパイプで自流井と貢井の煮塩場まで運ばれ、当地一帯で多量に産出する天然ガスを主燃料として煮つめて製塩する。このような井戸による採掘法は4世紀半ばから行われていたが、唐代にかなりの規模に拡張された。1953年人民政府の手で解放され、ただちに国営塩務局が設置され、同局の手で近代化された^{こうしん}精塩工^{せいしん}廠が新設された。また大小の塩井場は全部合併されて、建華および久大の両会社に組織替えされた。食塩の年生産量は1960年に解放

前の最高生産量の4倍余になり、120万t以上と推定される。製塩とともに、最近では化学工業が飛躍的に発展し、そのほか電気器材、耐火材料、セメントなどの工場もある（宇佐美和彦）。

なお、中国の塩には、“海塩”（海水を煮て製した塩、天日塩），“湖塩”（塩湖の天日結晶塩）、そして、“井塩”（塩分を含む地下水を汲み上げて製成した塩、地下の岩塩資源による）と、3種類があるそうです。

※自貢の塩の歴史※

さて、10月29日、小汪と共に、峨眉から内江へ出て汽車に乗るため自貢市に寄って、ここで2泊しました。そして、この周辺の農業地帯を調査して廻り、また、“自貢市塩業歴史博物館”と“^{しんかい}桑海井”を見学しました。

以下の引用文は、同博物館のパフレットのの一部を拙訳したもので、まずは、自貢の“井塩”の歴史についてです。

「早くも東漢の章帝の時期（紀元76～88年）、自貢地区では“井塩（well salt）”の生産が始まった。“井塩”生産が初めてある程度の規模になったのは晋時代で、唐・宋時代には四川中に知れわたり、明・清時代には盛んになって、清の雍正・乾隆の年間には四川の主要産地のひとつとなった。咸豊・同治の頃は最も繁栄した時期で、四川省全体の半分以上の塩を生産した。こうして自貢は四川省の塩業生産の中心地となり、四川省、雲南省、貴州省、湖南省、湖北省などに出荷された。

長期にわたる生産活動の中で、自貢の歴代の職人たちは、他に類がない完全なひと揃いの生産工程と生産技術を確立した。北宋の慶曆・皇祐年間（紀元1041～1053年）、四川省の塩産地では“卓筒井（drilling tube）”技術が実現されたが、自貢はその発祥の地のひとつであった。“卓筒井”では“衝撃式頓鑽法”を用いているが、これは井戸を掘



写真－1 豪壮な塩業歴史博物館の玄関

る技術としては画期的なものであって、機械による井戸掘り技術を生出し、現代の塩、ガス、石油の井戸掘りの母体となった。当時、自貢地区の井戸は数十丈（丈＝3.33m）の深さにまで及んで、詩人の陸遊は「眞二海ノ眼ナリ」と称えた。英国のJoseph Needham教授の“Chinese History of Science and Technology”によって、この深い井戸を掘る技術は11世紀以降、ヨーロッパに紹介され、世界の井戸掘り技術の発展を強く促進させた。

明・清時代以降も井戸を掘る技術は進歩を続け、さらに完成された。1835年、“桑海井”は1,001.43mの深さまで掘られ、中国はもとより世界で初めての1,000m以上の深さの井戸となった。これは中国古代の井戸掘り技術が世界の最先端にあったことを雄弁に物語っている。塩業の職人たちは、“鑽井（well drilling）”、“固井（well cementation）”、“修治井（well repairing）”、“汲鹵（brine extracting）”、“輸鹵（brine transporting）”、“開採天然気煎鹽（natural gas tapping and salt making）”のための合計百種類を数える各種の工

具を創り出した。かれらの技術水準と創造力は今でも国内外の専門家や学者に賞賛されている。

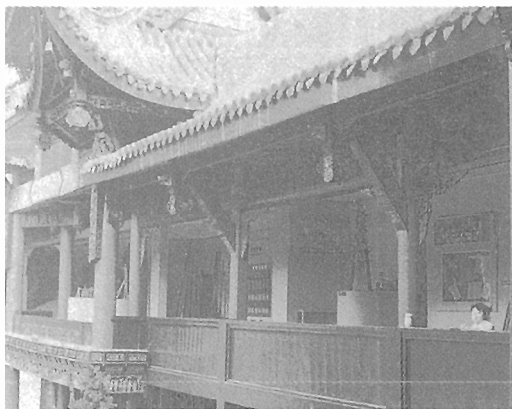
新中国の建設後、自貢の塩業はさらに長足の発展を遂げて、“機械化鑽井（mechanical well drilling）”、“自動化開採（automatic tapping）”、“真空化製鹽（vacuum salt making）”など、自貢の塩産業の輝かしい未来を示している」。

＊塩業歴史博物館＊

10月30日は日曜日、小汪とふたりで、自貢市内のあちこちを見学しました。

まず、塩業歴史博物館を訪ねると、博物館は市街の大通りに面していて、清時代のいかにも中国風の豪勢な建物です（写真－1）。

「自貢市塩業歴史博物館（Zigong Salt Industry Museum）は、“西秦会館”（西の塩商人らによって、清の乾隆元年に起工し16年かかって建てられた、芸術的価値の高い建造物）の中にある。これは、自貢地区を中心とする四川省の“井塩”の歴史を示す文物、実物、資料を収集、陳列、研究するため、1959年、中国共産党の指導者の鄧小平らによって提案されたもので、館名は郭沫若の筆で書かれている」。



写真－2 塩業歴史博物館の内庭側



写真-3 自貢で製造された各種の塩のサンプル

広い中庭をもつ博物館は、非常にゆったりとしていて、塩業に関する展示物が悠然と置かれているといった感じです(写真-2)。ひとつのパネルには、現在における自貢からの塩の供給先として、北は黒竜江、吉林、遼寧から、西藏(チベット)、雲南、貴州、甘肅、陝西、湖南、江西、安徽、浙江、広西、広東に至る各省区、および、香港が、記されておりました。

「この博物館の主な陳列は、“鑽井”、“採鹵”、“製鹽”、“天然気開採”など、“井塩生産技術発展史”で、四川省塩業の2,000年以上の生産技術の発展と進歩を展示している。

当博物館は1980年、ユネスコ出版の季刊誌である『MUSEUM』に“Salt City Technique Museum”と題して世界に紹介された。1982年には『中国名勝辞典』に載せられ、1983年にはロンドンで開かれた“INTERNATIONAL MUSEUM ASSOCIATION”の第13回大会の会議で、中国の代表的な7つの博物館のひとつにあげられた」。

この博物館で私は、『自貢市塩業歴史博物館』(案内パンフレット)と『自貢概勝』、また、『鹽業研究・第1輯』(1986、自貢市塩業歴史博物館主編)、および、『自貢文史資料選輯』(中国人民政府協商会議四川省自貢市委員会・文史資料研究委員会編)の「第11輯(1981)」、「第12輯(1981)」、「第13輯

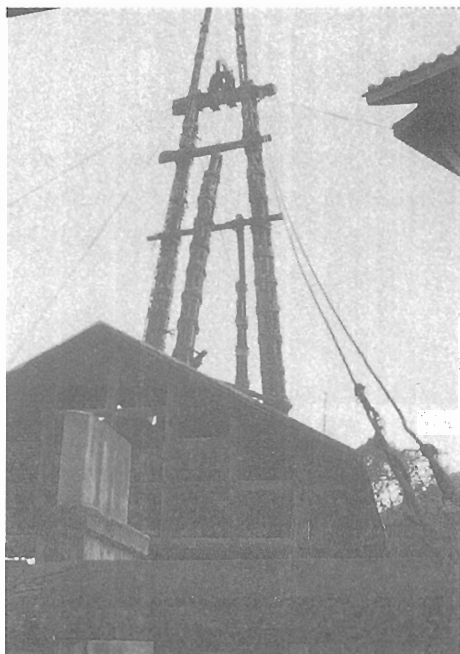


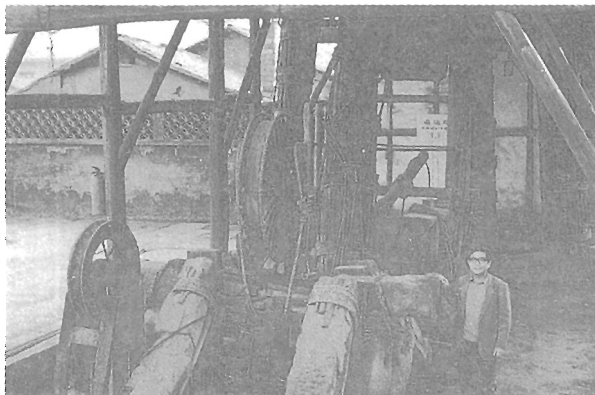
写真-4 “燊海井”の入り口から見たやぐら

(1983)」、「第16輯(1986)」を、参考文献として購入しました。これらは、その後、JT(日本たばこ産業株式会社)塩専売事業本部(当時)に寄贈しました。

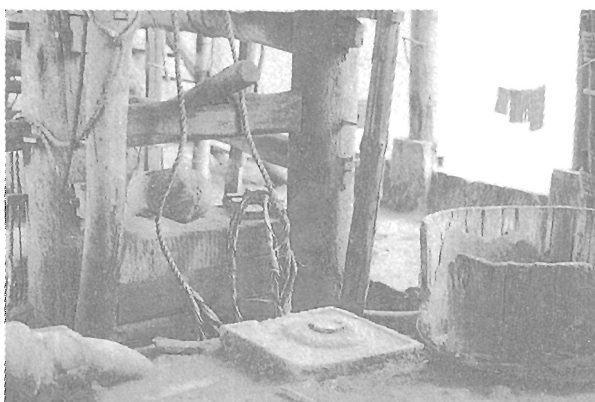
さらに、塩のサンプルとして、“自貢市軽工業設計研究院”製造の“麻辣鹽”、“調味鹽”、“湯用鹽・海味”、“磨姑鹽”、および、“自貢市鹽業公司大安鹽廠”製造の“鹽都特産・麻辣鹽”も買いました(写真-3)。これらは、その後、東京の“たばこ塩の博物館”へ寄贈しました。

※重文の燊海井※

博物館には、深い井戸を掘った道具やその技術の説明などが展示されていましたが、素人の私には実感が沸きません。そこで、小汪とふたりで、現場を見ることにしました。博物館から少し離れた所に、“燊海井”がありました(写真-4)。写真の石碑には、「全国重要文物保護單位(国指定重



写真一五 “桑海井”の採塩装置と筆者

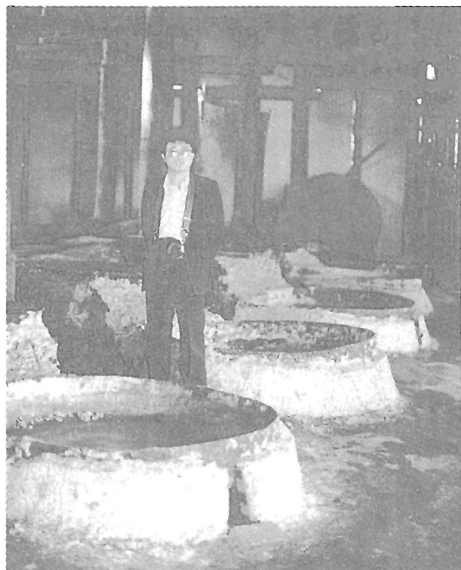


写真一六 “桑海井”の井戸の口

要文化財)」と刻まれており、入場券には、「世界第一口超千米深井（世界で初めて1,000mを越えた深い井戸）」とあります。

「博物館の外には、世界で初めて1,000mの深さを越えた井戸である“桑海井”、および、1772年に掘られた井戸の口の直径が僅かに7.26cmの“小橋井”が、昔のとおりに復元され保存されている。これらは、清代の井塩生産の現場を反映するために陳列されている」。

“井塩”を汲み出すためのやぐら（写真一四）と装置（写真一五）には、大木が組み合わされて



写真一七 “桑海井”の塩水を煮る釜と
汪浩くん

います。井戸の口には、栓がしてあります（写真一六）。この小さな穴を1,000m以上も掘り下げた清代の中国の技術を思っ、私はただただ驚嘆するばかりでした。そばの木造の作業場内には、汲み上げた塩水を煮詰めるための大きな釜がいくつも並んでいました（写真一七）。

自貢市は恐竜の町としても知られ、私たちは“長山嶺硅化木現場”と“自貢恐竜博物館”も見学しました。後者には、巨大な恐竜の骨が発掘された現場が、そのまま展示の一部となっていて豪快です（写真一八）。四川省出身ながら初めてこれらを見た小汪（写真一七）は、驚きながらも、とても得意気な様子でした。

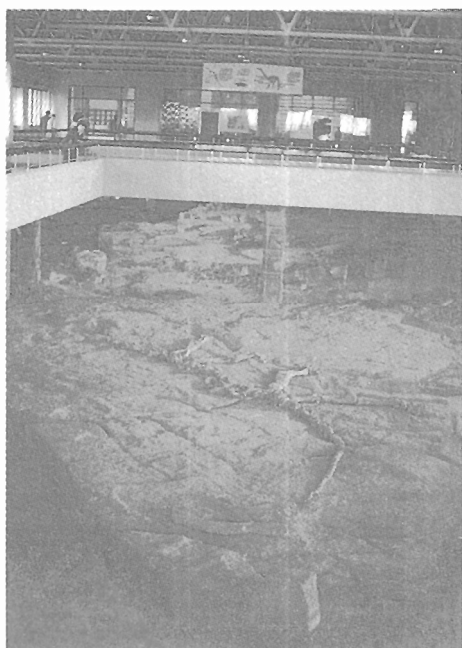


写真-8 自贡恐龙博物館の内部

写真-9 林立する自贡市の採塩場のやぐら
(『四川』より転載)

＊おわりに＊

その後、自贡市内を廻った折、写真-4のような高いやぐらが林立しているのが見られました。さすが、“塩都”の名に恥じない風景だと思いました。この眺めは『四川』（1985、四川人民出版社編輯）にも載せられており（写真-9）、自贡市の風物ともなっているようです。

中国では、前漢の武帝以来、塩は専売制とされ、清代に至っても、その利益は財政収入の中で重要な位置を占めていたといわれています。

また、中国では、1956年に塩の生産の切手が発行されていて、「画像磚・井鹽生産・東漢（公元二五～二二〇）」とあります（写真-10）。東漢時代のレンガに描かれた四川省の“井鹽”生産の画です。左下には塩水を汲み上げる様子、右下には塩水を煮詰める様子が見えます。昔の自贡の情景ではないかと、みとれている次第です。



写真-10 四川省の“井鹽”生産の画像の切手

最後ながら、中国の塩および塩の歴史に興味がある方々にとって、自贡市は是非とも一見しておくべき所だというのが、私の印象でした。そして、もうひとつ、かつて私は、『塩Salt』誌（No.13）に「インドの塩事情調査顛末記」という拙文を書かせていただきましたが、両国の塩の一端を知ただけでも、大国であるだけに、その塩の歴史は長久で多様性に富んでいることが分かり、非常に興味深いことを学びました。

（たばこと塩の博物館調査役）

塩漫筆

塩 車

海水淡水化・事始め

海水は塩分約3%の水溶液であり、その主体97%は水である。一方、水はあらゆる生物にとって絶対的に必要なもので、人は水なくしては生きてゆけない。水不足に悩む海辺の人々にとって、海水から真水を取り出すことは古代からの夢であった。現在では海水淡水化技術が確立され、日本はこの分野では世界でもトップクラスの実績をもっている。

この「海水から真水をとる」ことは、意外と古い時代から考えられていたことで、以下これを拾ってみよう。

プリニウスの『博物誌』¹⁾

プリニウスはローマの人、彼の該博な知識、研究に基づいて著述された『博物誌』は西暦77年に完成されたという。誠に多岐多様な事項が記載されているが、その中に「海水から真水を得る方法」という項目がある。

海上の船に乗っている人々が真水の欠乏に難儀することはよくあるが、その時は次の方法がある。

- ① 船の周りに羊毛を拵けておくと海面の蒸発気を吸収して湿ってくる。これを絞ると真水が得られる
- ② 中空の蠟ろうの球、あるいは口を塞いだ中空容器を網に入れて海中に垂らしておく。そうすると、それらの中に真水が溜る
- ③ 陸上では、粘土で濾すことによって真水が得られる

と、具体的に自信をもって記述されているので、架空の方法ではなさそうである。

①は得られる真水の量のことは別として現実的な手法であり、とくに濃霧の時などには有効な方法と思われる。②は現代のRO逆浸透膜法に通じる手法であり、古代において動植物の細胞膜、組織、あるいは陶器（セラミックス）などで、塩類選別機能を呈する素材がなかったとはいえない。③もイオン吸着性をもった粘土とすれば、頭から否定しきれない。

フランシスコ・ザビエルの奇蹟

1549年、日本に渡来し天主教を伝えた一人のイエズス会宣教師、フランシスコ・ザビエル。今年はその450周年を記念して、大ザビエル展が川崎市市民ミュージアムで開催された。その図録²⁾をみていて目に止ったのが「海水を真水に変える聖フランシスコ・ザビエル」の絵。16～17世紀に描かれた原画は現在リスボンの海事博物館に収まっているが、ザビエルが日本に向かう航海の途中、飲料水が底をつき一同が渇きに苦しんだ時、彼が両足を海面に浸して海水を真水に変え、同行者たちを渇死から救ったという奇蹟が描かれている。船上の水夫などに両腕を支えられて船外に身を吊るされ海面に足を浸した状景の油彩画である。

これがどのような仕組みになっているのか科学的に探求するのは野暮なこと、まさに“奇蹟”ということでもいいではないか。



写真-1 潮を淡水になす法

潮を淡水にする法³⁾

写真-1は弘化4年(1847)北村穀実なる人が書いたものである。蒸留器は九州の焼酎や琉球の泡盛などの製造に以前から用いられていた手法であるが、潮から真水を採るために使われていたとは驚きである。写真の蒸留器は架空のものではな

く実際に使われていたものであり、海水1斗から淡水5升を得ると記してある。この収率は現代の海水淡水化とほぼ同じであり、妥当な値である。ただ、こうまでして潮から淡水を求めたのは、どこの人々だったのか、この資料ではわからない。資料の原本を見たいものである。

造水工場の第一号⁴⁾

東北地方の三陸海岸は山が海に迫り、塩浜を拓く砂面が得られないので、海水を直接大きな釜で煮て塩をつくる「素水製塩」が江戸時代から行われていた。生産塩の30倍余の水分が大気中に放散されていた計算になる。

明治になると欧米の科学技術が伝えられ、塩釜で蒸発させた水蒸気を集めて次の塩釜の熱源にする蒸気利用式塩釜(図-1)が、わが国でも使われるようになった。この場合、蒸気は潜熱を放出して温水となって排出される。すなわち海水から真水(蒸留水)が得られたことになり、製塩工場ではこの真水をボイラー用水、その他に利用できる。

高島は長崎港の南方約7海里に浮かぶ周囲1里5町余の小島、明治14年より三菱合資の高島炭坑^{5) 6)}が開発された。水資源に乏しく住民の飲料水は対岸、野母半島の水場から購入して賄っていた。炭坑の捲揚機、排水ポンプ、送風機等の動力は蒸気駆動であったが、そのための汽缶(ランカシヤ

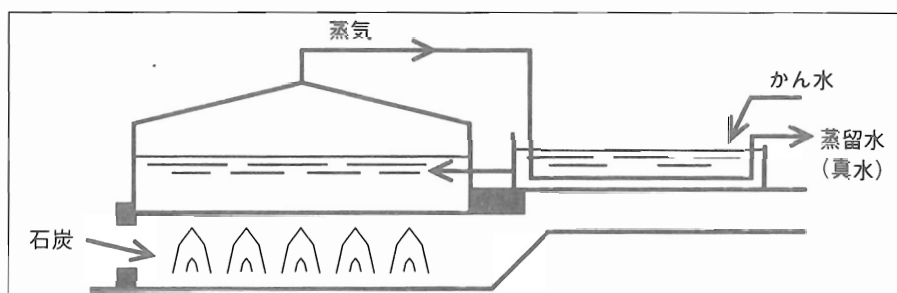
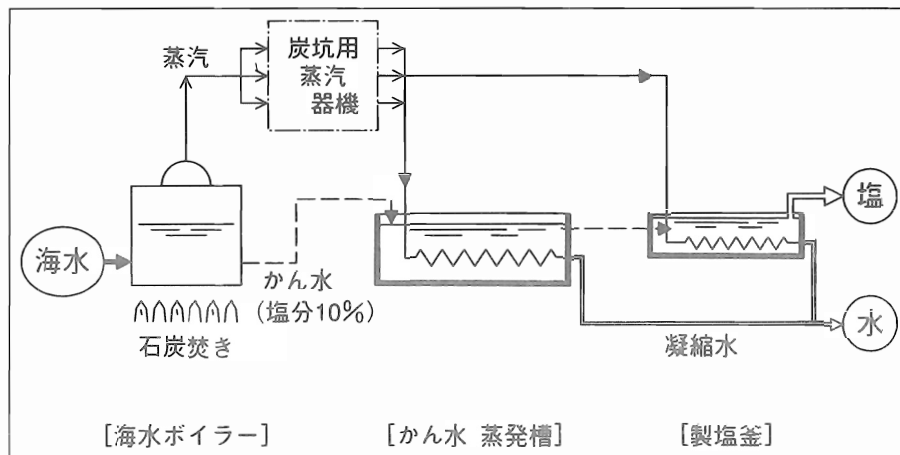


図-1 蒸気利用式



図－2 造水・製塩工場（三菱・高島炭坑）

表－1 造水・製塩設備（三菱・高島炭坑）

区分	ランカシー・ボイラー 海水、 石炭焚	製塩場	蒸発池(槽) (ft) L=90 B=10 D=10	煎熬釜 (ft) L=29 B=6.5 D=(2~3)
高島	18台	2	3	10
端島	20	1	9	9
計	38	3	12	19

製塩量 2,000石（明治40）

労働者（住民） 男 2,493人、女 182人、幼 18人

計 2,693人（明治41）

ー・ボイラー）用水には、何と海水を用いた。如何に低圧とはいえ、現在では考えられない海水ボイラーが使われていたのである。これらの排蒸気の一部は凝縮水となり、住民の用水として利用されていた（明治33年には炭坑付属浴場が開設された）。

やがて、これらの蒸気をすべて蒸留水として回収し住民の用水として利用することが企画され、その蒸気排熱を利用して海水ボイラーの排かん水（塩分濃度約10%）を加熱濃縮し製塩するという一

連の事業が進められた。明治36年高島で造水・製塩事業がスタートし、翌37年10月には本格稼働を開始した。設備の概要は表－1のごとく、塩として年産2千石（約200トン）。造水量としては20トン／日、程度と推定される。当時としては大掛りな造水・製塩場であった。海水からの造水場としては日本はおろか、世界でも最初のものではなかろうか。

造水と製塩の併用は、その後も海水直煮製塩法に受けつがれ、昭和31年に完成した三菱鉱業の崎戸製塩場（長崎県）は製塩量29,500トン／年、というから、造水量は約2,400トン／日、毎時100トンという大造水場であった。

【参考文献】

- 1) 中野定雄ほか訳；『プリニウスの博物誌』3、雄山閣（昭和61）
- 2) 『来日450周年 大ザビエル展図録』編集、発行：東武美術館、朝日新聞社（1999）
- 3) 『塩学会誌』第9巻第5号、p.47（昭和30年）
- 4) 村上正祥；海水直煮製塩法、『そるえんす』No30（1996）
- 5) 前川雅夫編；『炭坑誌－長崎県石炭史年表』葦書房（1990）
- 6) 『日本鉱業誌』上、下 東京鉱山監督署編 明治100年史叢書、原書房（1992）

第11回助成研究発表会終わる

去る7月19日（月）に東京・千代田区の全共連ビルにおいて、第11回助成研究発表会を開催しました。

発表会では、当財団が平成10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、一般公募

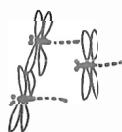
研究63件（うち2件は平成9年度助成分）の発表があり、約240名が参加して活発な意見交換、質疑応答が行われました。

また、発表会終了後、同ビルの平河町マツヤサロンで懇親会を開催し盛会のうちに終了しました。

第23回研究運営審議会を開催

去る9月1日（水）に東京・港区の虎ノ門パストラルにおいて、第23回研究運営審議会を開催しました。

審議会では、去る7月19日開催の第11回助成研究発表会の総括と平成12年度の研究助成の方針などについて審議を行いました。



平成12年度研究助成を公募

(財)ソルト・サイエンス研究財団では、平成12年度研究助成の公募を行います。公募の要領などは以下のとおりです。

[助成の対象] 一般助成研究

海水濃縮技術、塩の製造及び加工技術、海水資源の利用、沿岸環境、塩類の生理作用、及び食品加工・調理における塩の用法や役割などに関連する研究に対し助成します。特に若手研究者の積極的な応募を期待します。

プロジェクト助成研究

クロールイオンの輸送とその生理的役割

詳しくはソルト・サイエンス研究財団のホームページを見て下さい。

<http://www.mesh.ne.jp/saltscience/>

[助成件数] 50～60件程度

[助成金額] 一般助成研究

A区分：100万円から200万円までの研究規模の研究

B区分：100万円までの研究規模の研究

プロジェクト研究

1件当たり上限200万円、3年間継続

[応募の方法] 当財団の応募要領による。

申請書類については、当財団のホームページ

<http://www.mesh.ne.jp/saltscience/>からダウンロードするか、
またはFAXで当財団に請求して下さい。

[受付期間] 平成11年11月1日～平成12年1月10日（申請書類必着）

[申込先] 〒106-0032 東京都港区六本木7-15-14 塩業ビル3F

(財)ソルト・サイエンス研究財団

TEL：03-3497-5711 FAX：03-3497-5712

財団だより

1. 平成10年度『ソルト・サイエンス研究財団事業概要』の発行（平成11年7月13日）

研究助成をはじめとする、当財団が平成10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

★7月に開催された第11回助成研究発表会における発表概要をまとめ掲載しました。構成は、①理学・工学関係、②農学・生物学関係、③医学関係、④食品系関係に区分しました。読者の皆様の一助になればと思います。当日発表された先生方、ご参加の皆様には暑い折からご苦勞様でした。

★中国の塩都・自貢を訪ねられた川床邦夫氏から、自貢市塩業歴史博物館などにおいて、四川省塩業の井塩生産技術発展史の見聞を紹介していただきました。2000年の歴史を持つ中国内陸部における独特の製塩法がありありと伺えます。

★村上正祥氏ご寄稿の「幻の製塩地、象潟」、8世紀の秋田城跡から出土した一片の漆紙文書から古代塩生産の一端が明らかにされたとのこと、考証の魅力に惹かれました。

皆様からのご意見・ご要望と積極的なご投稿をお待ちしております。

|そるえんす|

(SAL'ENCE)

第 42 号

発行日 平成11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

F A X 03-3497-5712