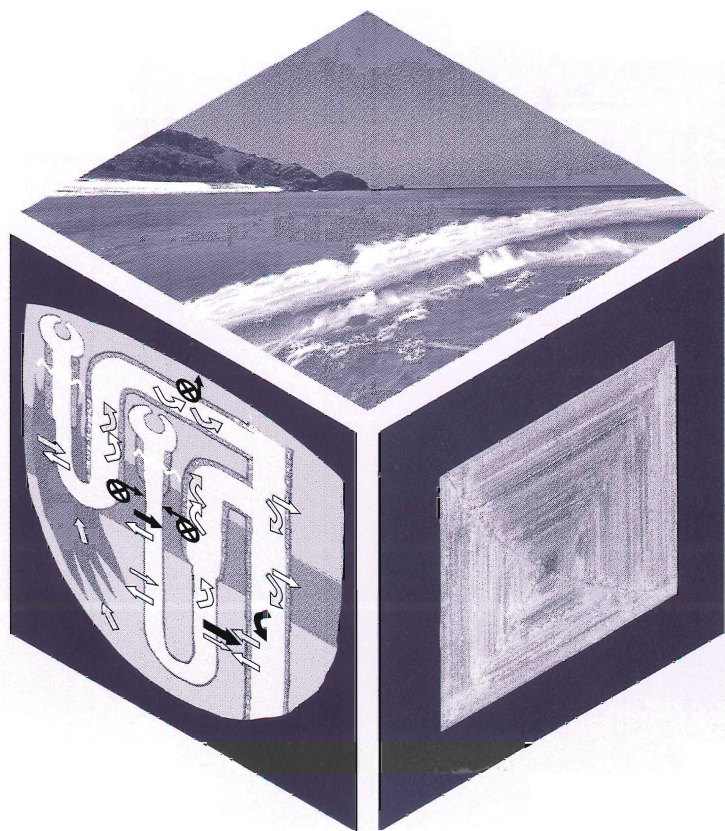


新たな出発に向けて —新公益法人への移行— 小村 武

ソルト・サイエンス・シンポジウム2009
「塩と生物」開催について

第9回国際塩シンポジウムに参加して 滝山博志



目次

巻頭言 新たな出発に向けて —新公益法人への移行— 1

小村 武

ソルト・サイエンス・シンポジウム2009
「塩と生物」開催について 2

第9回国際塩シンポジウムに参加して 27

滝山 博志

塩漫筆 シーボルト 38

塩 車

財団だより 44

編集後記



小村 武

公益財団法人ソルト・サイエンス
研究財団 理事長

— 新たな出発に向けて
新公益法人への移行 —

当財団は、平成21年12月1日に新公益法人への移行登記を行いました。かねてより平成21年度中の移行を目指しておりましたが、このほど無事に移行手続きが完了いたしましたのも、偏に関係各位によるご支援の賜物と深く感謝申し上げます。まだ若干の諸手続は残されておりますが、登記が完了したことにより、皆様とともに晴れ晴れとした気持で新年を迎えられそうです。

平成20年12月1日に制度改革3法が施行され特例民法法人に移行した後は、通常理事会において意思決定を仰ぐことを前提に移行手続を進めることとして、平成21年3月と5月の2回にわたる理事会で所要事項をご説明し、定款の変更案などについてご承認いただきました。その後、申請書類を作成し8月初旬に電子申請を行いました。それから約1か月後に内閣府のヒアリングがあり、以降何度かの調整を経て11月下旬に移行認定書を受領することができました。

今回の制度改革につきましては、『民が担う公益の実現』を旗印に100年に1度の大改革と位置付けられております。実際に施行された法律に対しては様々な評価がなされておりますが、当財団としましては、改革の基本理念を尊重し公益認定を受けるに相応しい財団と

して移行することを目標といたしました。移行作業の中では、定款の作成と併せて設立当初に作成された規程類についても整備を行いました。事業の目的や内容について再検討を行い、現状を踏まえた形に作り上げることを通じ、当財団そのものの存在意義を改めて見つめ直す良い機会ともなりました。

法律施行からちょうど1年後の移行となったわけですが、当財団では前年の平成20年3月に設立20周年を迎え、新たな10年を目指した出発を決意していたところでもあり、こうして新公益法人としての体制が整ったことにより、研究助成の実施をより充実させていかなければならないと決意を新たにしているところです。

過去を振り返りますと、当財団にも一定の間隔で危機が訪れており、10年ほど前には国内金利水準の低下に伴う損益悪化を経験しております。また、昨年のリーマンショックの際には、利息収入の減少により平成21年度の助成金を縮小せざるを得ないという不測の事態が生じ、関係者の皆様に多大なご迷惑をおかけしました。経済情勢の変動を予測することは困難ですが、現在では中期的な資金計画を中心とした運用体制の構築により、こうした事態にも慌てずに対応できるよう対策を進めております。

人間の生命維持に不可欠な「塩」に関する研究の成果は、公益財団法人に求められている「不特定多数の者の利益の増進」ということに直接応えるものであります。当財団はこうした塩の研究に対する助成を継続していくことが使命と受け止めており、決してこの研究の灯を絶やすことがあってはならないと考えております。

当財団の設立者の思いを大切に、これまで当財団にかかわりのあった方々のご努力を忘れることなく、これからも公益財団法人としての役割をしっかりと果たしていく所存でございますので、皆様方には一層の厚いご支援とご指導を賜りたく、よろしくお願い申し上げます。

ソルト・サイエンス・シンポジウム 2009 「塩と生物」開催について

第7回目となるソルト・サイエンス・シンポジウム2009を9月28日(月)に早稲田大学国際会議場で開催しました。

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

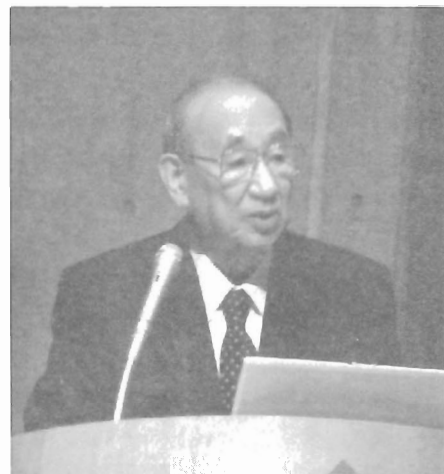
今回は、「塩と生物」をテーマとして、「生物はどのようにして海から陸へ適応したか」、「カリウムの有効性と安全性」、「海水で生育するマングローブ植物の生態と現状」、「水産発酵食品と微生物」の4題の講演により、多面にわたる最新の科学的な情報を分かりやすく解説しました。

今回のシンポジウムは201名の参加者があり、座長の先生方のご尽力により活発な質疑応答がなされ、盛会のうちに終えることができました。

本号はその質疑応答を盛り込んだシンポジウム特集号となっています。講演要旨は開催時に既に発行していますので、それを抄録として掲載し、質疑応答とつながるように編集しました。なお、本シンポジウムの講演要旨を財団のホームページで2010年1月に公開の予定です。



シンポジウム会場



藤巻正生 シンポジウム企画委員長による
開会挨拶

講演－ 1

生物はどのようにして海から陸へ 適応したか

今井 正 自治医科大学名誉教授

座長：木村修一 昭和女子大学大学院特任教授



今井 正 自治医科大学名誉教授

はじめに

46億年の歴史を持つ地球に生命が誕生したのはおよそ38億年前である。生命の誕生には、豊富なミネラルを含む溶液の安定した環境である「海」の存在が不可欠であった。この溶液の中で、たまたま生じた核酸とその鋳型による複製を手段として生命が誕生したと推測される。最初は藻や細菌類のような単細胞生物で始まり、およそ10億年前には多細胞の生物が生まれ、次第に複雑な生物となってゆく。そしていわゆるカンブリアの大爆発と呼ばれる多種多様な生物の出現に伴い、脊椎動物が出現するのはおよそ5億年前である。魚類で始まった脊椎動物は、やがて両生類、爬虫類、鳥類、哺乳類へと進化の道筋をたどり、人類の地球上での繁栄につながる。

本講演では、生き物が如何にして海から陸上の生活に適応したかについて、主として体液生理学からみた進化の道筋をたどって考えてみたい。併せて、個体の胎児から成人に至る発生の過程(個体発生)が、進化の道筋(系統発生)とどのように関係があるかについても考えてみたい。

1. 生き物の上陸作戦

原初の地球では生き物は深海で棲息していた。これは太陽から放射される電磁波や紫外線などの障害を避けるためであった。やがて、地球が磁気に取り巻かれるようになって地球に到達する電磁波が弱まり、また、藻類などから発生した酸素によって地球

の周囲にオゾン層が形成されると、地球に達する紫外線も弱まり、生き物は比較的浅い海中でも生息できるようになった。

大部分が海で覆われていた地球上に、地殻変動によっていくつかの大陸ができた。およそ5億年前、最初に上陸に成功したのは藻類を起源とする植物であった。地上での植物の繁栄によって、それまで無機物の塊であった地上に有機物が堆積された。蒸発した水蒸気は雨となり降り注ぎ、川となって地上に堆積した有機物を河口へと運ぶ。かくして、河口付近の海(汽水域)は生き物にとって豊かな栄養を含む環境となった。

5～4億年前に、植物に次いで上陸に成功したのは昆虫であった。昆虫が、水中での呼吸から陸上での空気呼吸に適応するのは、比較的容易であった。それは、水中での呼吸に使っていた気門に空気を通すだけで充分だったからである。上陸した昆虫は付属肢を脚や翅に変えて、生息地域を拡大させながら、数多くの種を生み出し、繁栄していった。現在、昆虫の種類は5,000万種以上あるといわれており、地球上で最も繁栄している生き物と言えるかもしれない。

およそ5億年前に出現した魚類は、オーム貝などの頭足類による捕食におびえながらも、ひれや筋肉を発達させて、優れた遊泳力を身につけ生きのびていた。栄養豊かな汽水域で繁栄した魚類は、やがて淡水にも適応するようになって、川を遡上した。脊椎動物が初めて上陸に成功するのは、4～3.7億年前の両生類の出現による。

2. 脊椎動物の上陸戦略

脊椎動物は、海水から淡水を経て上陸するが、この適応には多くの困難が待ち受けていた。これには、偶然の変異と環境への適応という長い進化の過程が必要だった。海から陸への環境の変化に対する適応には、①圧力、②呼吸、③浸透圧の変化に対して、いかに対処するかが重要である。

2-1 圧力の変化

脊椎動物としての魚類は、甲殻類と異なり外骨格に代わって内骨格を持つようになった。外骨格によって体を水圧や気圧から守るのは、力学的にある程度の限界がある。甲殻類や昆虫が巨大になれないのはこのためである。魚類は、軟骨魚から硬骨魚へと骨格の強度を高めてゆく。内骨格が重要なのは、圧力に抗して体を支える働きに加え、骨の組成としてリン酸カルシウムを体内に蓄えることができることにある。リンやカルシウムはいろいろな生理機能に重要であり、これらの摂取が不足した場合には、貯蔵した骨から供給することができる。

上陸に伴い、体にかかる大きな力は重力である。このためには、四肢の発達を含め骨格の発達が重要である。魚類では骨の代謝調節にカルシトニン、ビタミンDが働いていたが、上陸に伴い副甲状腺ホルモンPTHが新たに加わった。

2-2 呼吸の適応

魚類は鰓から水中に溶けている酸素を摂取して呼吸をしている。上陸の準備段階として食道の一部から肺の原基が生じるが、これを浮き袋として発達させている魚もいる。両生類では皮膚と肺の両方から酸素を取り込んでいる。肺呼吸が主体となるのは爬虫類以後である。

2-3 浸透圧の変化

魚類が海水から淡水に移るためには、大きな浸透圧の格差に適応する必要がある。海水では濃いNaCl濃度のために、体内にNa⁺が流入し、浸透圧によって水が奪われる。淡水では逆にNa⁺が体外に流出し、浸透圧によって水が体内に蓄積する危険性にさらされる。このような変化に適応するために、鰓が大き

な働きをしている。すなわち、海水中では鰓のNa⁺ポンプはNa⁺を外へ汲み出しているが、淡水ではポンプが逆転してNa⁺を体内に汲み入れるように働く。これに加えて、淡水では腎臓で希釈尿を排泄することによって、体内に貯まる水を体外に排泄する仕組みが発達する。

3. 内部環境の恒常性

生体内で細胞が正常な機能を営むためには、それを取り巻く細胞外液の組成が常に一定に保たれていなければならない。実験生理学の祖と言われるクロード・ベルナール(1813-1878)はこれを内部環境と呼び、それが一定に保たれる仕組みが発達したことによって、陸上生活が可能になったとしている。

細胞内液と外液はいずれも300mOsm/kg程度の浸透圧であるが、イオン組成は全く異なっている。すなわち、細胞外液はNaClが大部分を占めるのに対して、細胞内液はK⁺とリンが主要なイオンである。

このような組成の違いは細胞膜にあるNa⁺-K⁺ポンプによってNa⁺が細胞外に汲みだされ、K⁺が細胞内に取り込まれることによる。興味あることに、細胞外液の組成は海水をおよそ4倍に希釈した組成に近似している。このことから、太古の海は細胞外液程度に薄かったのではないかとの推測もあるが、これには確たる根拠はない。

腎臓は単に老廃物を排泄するだけではなく、排泄する水や電解質の量を調節することによって、内部環境の恒常性を保つために重要な働きをしている。

4. 腎機能の系統発生(進化)

腎臓の働きの基本単位はネフロンである。これは、血液を濾過する毛細血管網を含む糸球体とそれに続く尿細管から成る。脊椎動物の腎臓は進化の過程で次第に複雑なものになる。

4-1 魚類の海水から淡水への適応

濃いNaCl濃度の海水中では、Na⁺が体内に流入し、高い浸透圧によって水が体外に奪われる危険に曝されている。これに対処するために、鰓が重要な働きをしている。淡水中では逆にNa⁺が体外に流出し、

水が体内に流入する危険がある。これに対処するために、鰓の Na^+ ポンプを逆転させることによって、体内に Na^+ を取り込む一方、腎臓で希釈した尿を排泄する仕組みが発達した。

腎臓は老廃物を排泄するため、糸球体という毛細血管網で血液濾過するが、これによって Na^+ やブドウ糖、アミノ酸などが失われるのを防ぐため、尿細管でこれらを再吸収している。この役割を果たすのが、近位尿細管である。これはすべての脊椎動物の腎臓に共通している。海水魚では、近位尿細管からマグネシウムなどの排泄をしている。淡水魚では、希釈尿を作るために、遠位尿細管が発達した。この部位は水の透過性がなく、 NaCl を能動的に汲み出す仕組みがあるため、薄い尿を排泄できる。これは希釈セグメントと呼ばれる。

能動輸送の駆動力となるのは血管側にある Na^+ , K^+ -ATPase(いわゆる Na ポンプ)である。これによって Na^+ が細胞外に汲み出され、 K^+ が細胞内に取り込まれる。細胞内の Na^+ 濃度が低いため、管腔側膜から Na^+ が流入するが、これは Na^+ - K^+ - 2Cl^- 共輸送体という特殊な輸送体を介する。管腔側にある K^+ チャネルから K^+ が逆流したり、細胞間隙から Na^+ が逆流するため、管腔内電位はプラスになる。 Na^+ , K^+ -ATPaseはウアバインという強心薬によって、また Na^+ - K^+ - 2Cl^- 共輸送体はフロセミドという利尿薬によって特異的に抑制される。

ニジマスから尿細管を単離して灌流してみると、近位尿細管では管腔内電位がマイナスであったが、遠位尿細管ではプラスであった。遠位尿細管の電位はウアバイン、フロセミド、 NaCN により抑制され、また Na^+ や Cl^- に依存している。また、水透過性も著しく低いなど、希釈セグメントの特徴を備えている(Nishimuraら, 1983)。淡水魚はこのような希釈セグメントの発達によって、希釈尿を排泄できるようになった。

魚類に引き続いて進化した両生類と爬虫類でも、これとほとんど同じ仕組みで希釈尿が排泄される。

4-2 鳥類の尿濃縮の仕組み

水から離れて生活空間を広げた鳥類は、体から水が失われて、細胞外液の浸透圧が高くなる危険にさらされることになった。これに対処するために、濃

縮した少ない尿を排泄する仕組みが発達した。これを可能にしたのが腎髄質の発達である。

鳥の腎臓は、希釈尿を生成する爬虫類型と濃縮尿を生成できる哺乳類型の2種類のネフロンで構成されている。後者は、遠位尿細管の一部が長く延びて、ヘアピンのように折り返してループを形成している。これはHenleループと呼ばれる構造で、下行脚と上行脚が向き合って流れることから、腎髄質対向流系と呼ばれる。このような構築をしているため、上行脚で汲み上げられた Na^+ が下行脚に流入し、上行脚は希釈され、下行脚は濃縮される。このようなステップが対向流を介して次々と累積されると、ループ先端に向けて Na^+ の濃度勾配が形成され、腎髄質の浸透圧勾配ができる。このような浸透圧勾配の中を、終末の集合管が通過する間に水が再吸収され浸透圧平衡に達することによって、濃縮尿が排泄される。集合管の水透過性はバトシンによって促進される。

ウズラの腎臓から単離したHenleループの上行脚を灌流して調べてみると、ニジマスの希釈セグメントとほとんど同じ輸送システムを持つことがわかった(Nishimuraら, 1986)。すなわち、管腔内電位はプラスで、ウアバイン、フロセミド、 NaCN により抑制され、また Na^+ や Cl^- に依存している。また、水透過性も著しく低いなど、希釈セグメントの特徴を備えている。対向して流れる下行脚は水透過性は低く、 Na^+ の透過性が高い。つまり、鳥類の髄質では、すでに持っていた希釈セグメントを引き伸ばし、折り曲げて対向流系を形づくるだけで、尿の濃縮が可能になったのである。

4-3 哺乳類の尿濃縮の仕組み

哺乳類になると尿濃縮力が飛躍的に大きくなった。腎髄質の構築も複雑になり、短ループと長ループの2種類のネフロンで構成される。鳥では尿濃縮力はせいぜい400mOsm/kg程度であったが、哺乳類では最大濃縮力は1,000~2,000mOsm/kgにもなる。腎髄質の浸透圧勾配を鳥類と哺乳類で比較すると、哺乳類のほうが著しく勾配が大きいことがわかる。ここで注目すべきは、浸透圧を構成する溶質の違いである。すなわち、鳥は NaCl のみであるのに対して、哺乳類では NaCl と尿素とがほぼ同量を占める。

代謝産物として不用になった尿素を尿濃縮に利用したのである。

哺乳類では形態でも腎髄質が更に発達し、短ループネフロンに加えて長ループネフロンが出現した。Henleループの下行脚が長く伸びるとともに、細い上行脚が加わった。ここは希釈セグメントとしての太い上行脚と異なり、NaClの能動輸送がなく、細胞膜のClチャンネルと細胞間隙を經由してNaClが受動的に輸送される(Imai, Kokko 1974; 1976; Kondoら, 1987)。

糸球体で濾過された液が、尿細管の流れに従って浸透圧と組成がどのように変化するかをまとめた。糸球体濾過液は血漿と同じく約300mOsm/kgで、NaCl290に対して尿素10mOsm/kgである。Henle下行脚では水の吸収、Naの吸収、尿素の付加が起こり、浸透圧が高くなるとともに、尿素的比率が大きくなる(Imaiら, 1984)。Henle上行脚から遠位尿細管にかけては水透過性がない。Henle上行脚では大量のNaClと少量の尿素が受動的な拡散によって流出し、管腔内の浸透圧は低下する(Imai, Kokko 1974; 1976)。太いHenle上行脚から遠位尿細管にかけてNaClが能動的に輸送されるので、管腔液の浸透圧はさらに低くなる。しかし、尿素的透過性が低いため、尿素的の占める比率が相対的に多くなる。皮質部集合管ではバズプレシンにより水透過性が高くなるため、浸透圧は300mOsm/kgになる。髄質外層集合管ではさらに水が吸収され、浸透圧が高くなる。髄質内層集合管では、水透過性に加えて尿素透過性も高いから、水の吸収とともに尿素が流出し、髄質に尿素が蓄積される。

細いHenle上行脚と髄質内層集合管が対向流系を構成していると考え、ループの先端と集合管との間にNaと尿素的の比率が著しく異なっていることが、対向流増幅系の駆動力として重要な意味がある。集合管は尿素的の透過性が高く、Naの透過性が低いので、同じ浸透圧であってもNaが多い間質のほうが有効浸透圧が高いため、集合管から水が吸収され管腔内液が濃縮される。水の吸収によって間質が希釈されるため、Henle上行脚から尿素とNaが流出し、管腔内液が希釈される。このように上行脚で希釈が起こり、集合管で濃縮が起こるといふ現象が対向流の間で累積されることによって、髄質浸透圧勾配が

形成されるのと同時進行で濃縮尿ができる(Imaiら, 1988; Hamadaら, 1992)。

5. 尿濃縮機能の個体発生

新生児期は尿の尿濃縮力が低いが、乳児期に急速に濃縮力が高くなる。胎生期はHenleループの上行脚は太い上行脚しかない。ラットやヒトで、生まれた直後から日を追って、Henle上行脚の細胞がアポトーシスによって、太い分節から細い分節に形態が変化する。Liuら(2001)は、胎生期、新生児期のラット腎髄質から単離した尿細管を用いて、灌流実験と輸送体の発現を含む詳細な研究を行った。その結果、このような形態の変化が、尿濃縮力の変化とどのような関係にあるかが明らかになった。

胎生期のHenle上行脚は、成熟時の太い上行脚に相同で、正の管腔内電位があり、 $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-2Cl}^-$ 共輸送体が管腔側にある。これが新生児期に、次第に細い上行脚の機能に置き換わり、 Cl^- チャンネルが出現し、NaCl能動輸送は次第に消失する。下行脚は胎生期には Na^+ 透過性が高く、水透過性は低いが、新生児期に次第に水透過性が高くなり成熟期の値に近づく。すなわち、胎児期のHenleループは鳥類のそれとほとんどそっくりである。

髄質内層集合管は胎生期は Na^+ 能動輸送があり、管腔側膜には Na^+ チャンネルENaCがある一方、尿素的の透過性は低い。ところが、新生児期にはENaCが次第に消失し、電位も消失する。胎生期には水、尿素的透過性が低いが、新生児期に次第に高くなり、成熟期の値に近づく。

このように新生児期に、腎髄質が形態および機能的に、NaCl能動輸送によるトリ型から、 Cl^- チャンネル-尿素的輸送に依存する哺乳類型に移行することによって、高い濃縮機能を獲得するようになる。このことから、尿濃縮機構も、個体発生は系統発生を繰り返すと言える。

おわりに

生き物がどのようにして海から陸に適応していったかを、脊椎動物に焦点をあて、腎機能とりわけ尿の希釈・濃縮機構の進化を中心として取りまとめた。

さらに、個体発生における腎の形態と機能の変化が、海から陸への適応の過程をくり返すように見えることを述べた。詳細に関しては参考文献(今井 2004)を参照されたい。

質疑応答

【木村】只今のお話ですが、私もこれほどきれいに纏まったお話は初めてお聞きしました。腎臓の働きというのはこんなに凄かったのかということをつくづく感じさせられました。それでは何か質問がありましたらどうぞ。



木村修一 昭和女子大学大学院特任教授

【会場】非常に分かり易くご説明いただきましたが、一つ疑問があります。新生児の初期と後期で、内容的に劇的な変化がありますが、その変化の原因は内的な組成的なものによるのか、外的なものかということについてはいかがお考えでしょうか。

【今井】それは非常に難しく専門的な質問で、答えは分かりません。先ほどお話した根東先生は、どういふ情報でこのような変化が起こるのかということ突き止めようとして、ホルモンの因子とか組織の因子をずっと調べているのですが、なかなか捕まりません。一つネガティブデータですが、出生する時期がずれたらどうなるのか、という実験を行いました。これはラットの実験ですが、無理に出生させない、要するに胎生期を伸ばして産ませるわけですが、そうしても全く同じことが起こるわけです。胎生期が伸びたとしても、胎生期の間はトリ型のままでい

るわけです。ですから、そういう時期をキャッチして指令することではない、ということまでは分かったのですが、それでは生まれた後にどうしてあのような変化が起こるのかということに関しては、現在で言えば分子的な基盤が分れば良いのですが、それが分らないのです。その情報がどう伝わっているかが分れば、逆にその情報を使ってヒト型の腎臓を、或いは哺乳類型の腎臓を作ることができるという希望もありますし、狙いとしてはそういうこともあります。その辺を一生懸命研究していますが、今はそれは分かりません。

【木村】それでは他にありましたらどうぞ。

【会場】壮大な生命の歴史ドラマを聞かせていただいた上に、私達が子供を作った時にその歴史ドラマがまた再現しているという、かなりエキサイティングな気持ちで聞かさせていただきました。その中で私達動物という生き物の中には海を持ち込んだものと、海から出てきた植物とがあります。植物はどちらかという塩があると枯れるものが多いですね。これからの食糧の増産とかを考えた時に、なぜ植物は体の中に海を持ち込まなくて我々は海を持ち込んだのか、ということについて、何か仮説がありましたらお聞かせいただきたい。

【今井】とても難しい質問で、ちょっと考えて解決する問題ではないのですが、非常に重要で興味ある課題ですね。輸送体などは動物と植物とでは全く違うわけです。確か植物ではNa系ポンプというのはなくて、むしろプロトンポンプとかが発達しているわけです。組織の組成も、細胞内組成は似ているのでしょうか、細胞外液みたいなものもありませんし、違うことは確かですね。それから、細胞外の構造も動物と植物とでは全く違うのですが、それがどうしてなのかということについては分かりません。非常に面白い質問なのでこれから私も考えていきたいと思えます。

【木村】細胞の中は植物と動物とであまり変わらないですね。ただ外的な環境に対しては、植物にはかなり食塩の多いところでも平気な海藻や、そうではない淡水にいる藻類もいます。そういう意味では植物自体も多分同じような適応とかがあったのだと思うのです。これらはまだそれほどよく解明されていないのかもしれませんが、それではどうぞ他の方あり

ませんか。

【会場】大変に詳しいご講演をいただき感銘を受けました。発生の過程で、確か前腎、中腎、後腎があるとのことですが、トリになりますとヘンレの係蹄ができてくるという話がありました。それは発生と関係があるのかということが一つ。もう一つは人間もヘッケルの個体発生が系統発生を繰り返すという大変面白い話ですが、人間の場合もおそらく発生学的にはそういう腎臓の構造を作るとは思いますけれども、人間の場合、おなかの中で母体と血液がくっ付いている時に、腎臓というものが本当に必要なものかどうか、生まれると急速に腎臓が働くものと思いますが、そういうドラマチックな変化はどのように考えたらいいか、ということをお話ください。

【今井】まず発生途中で前腎、中腎、後腎という過程があるという話ですが、その話はそれなりの系統発生をなぞった意味があるのだと思いますが、実は長いので端折ってしまったのです。私の研究データとしてはその辺の前腎、中腎の実際の機能を調べるとはできず、想像の域を脱しませんし、またサイエンスから離れてしまうということでお話をしなかったのですが、確かにご指摘のようにそういう系統発生を繰り返すということは人間でも同じなのです。胎児も実は前腎ができて、中腎ができて、そして後腎ということで、最終的にはそういうものができてくるわけです。しかし、それがなぜそうやってきたのかということに関しては、サイエンティフィックな回答はできません。それから、胎児の場合にはほとんど母体に依存しているわけで、例えば老廃物を排泄するのも胎盤を介して母体の方に運ばれて排泄されます。それから呼吸もそうです。呼吸も肺は全く使わず、お母さんの呼吸に依存して酸素と炭酸ガスの交換が行われます。このように胎児の栄養とか老廃物は全く母体に依存していますから、胎児の腎臓はほとんど働いていないと考えて良いと思います。呼吸器については、生まれてオギャーという産声を上げた時、一瞬にして呼吸が完成するわけですね。それまでの間に肺の組織は完成しているのですが機能はしていません。産道を通るときに水がキューと肺から押し出されて、生まれた瞬間に酸素分圧や炭酸ガス分圧の刺激により呼吸がぱっと始まるわけです。それは一瞬の出来事で凄いのですが、

腎臓はそういう一瞬の対応というのがどうも間に合わないようなのです。ですから生まれた後、一か月位かかってやっと適応する。それには図でも示しましたが、形態が徐々に変わっていかないとトリ型から哺乳類型にはなれないわけです。それでは哺乳類型の完成したものを作っておいて、ぱっと生まれればどうかと、なぜそうしないかと言われると分からないのです。哺乳類型にした方が生まれてすぐ役に立つとは思いますが、それはなぜなのでしょう。ループの長さも生まれてからも少しずつ変わっていきます。下等な動物というラットの方がはるかに増えていきますが、もっと高等な動物になりますともう完成された格好で出てきます。ですから糸球体の数も、人間の場合には生まれたてとほとんど同じ数で、一旦壊れると新しい糸球体ができないため、かなり完成した格好で生まれてきます。けれども、濃縮機能としては最初は低いのが日を追うに従って段々高くなる。その時に尿素が蓄積されるということが重要な役割を果たします。ミルクを飲み始めると初めて排泄物として尿素が溜まってきますから、それを利用しようということです。ミルクを飲んで途端に濃縮力が付くということは、尿素が排泄物として出てきて、それをまた尿濃縮に利用するという二重の構造があるのではないかとこのように思います。非常に良い質問をありがとうございました。

【木村】私も一つお聞きしたいと思います。ウミガメは海水を濃縮して目から涙として出すのだ、という話をよく聞きますが、その場合、濃縮はどこで行われているのでしょうか。

【今井】ウミガメについては知りません。海域に棲むトリには実はソルトグランド、塩腺というのがありまして、そこで濃縮した塩をぱっと吐き出すわけです。

【木村】カモメのみたいにですね。

【今井】そうですね。そうした格好でナトリウムを排出するのですが、ウミガメの涙について濃縮をどうするという事は残念ながら調べたことはありません。

【木村】それではこれで先生の講演を終わりたいと思います。

【今井】どうもいろいろと楽しい質問をありがとうございました。

講演－ 2

カリウムの有効性と安全性

武藤重明 自治医科大学教授

座長：今井 正 自治医科大学名誉教授



武藤重明 自治医科大学教授

1. 体液とは？

私たちの身体の約60%は水(これを体液と呼びます)で構成されています。すなわち、体重60kgの人ではその60%、36ℓが水で、これを総体液量(または全体液量)といいます。この36ℓの水の2/3(または体重の40%)、24ℓが細胞内液として細胞の内にあり、1/3(または体重の20%)の12ℓが細胞外液として細胞を囲んでいます。この細胞外液は、細胞と直接接している組織間液と、血管内を循環している血漿に分けられ、その比率は3対1(または体重のそれぞれ15%と5%)、すなわちそれぞれ9ℓと3ℓになります。

2. 体液の組成

体液中には電解質が溶解しています。電解質には陽イオンと陰イオンがありますが、これらの総和は等しくなっています。細胞外液の血漿と組織間液のイオン組成は極めて類似しています。一方、細胞外液(血漿)と細胞内液のイオン組成は全く異なっており、この違いが細胞の機能を正常に維持するために重要です。細胞外液の陽イオンのほとんどはナトリウム(Na)で、カリウム(K)は極めて少ないのが特徴です。また、主な陰イオンはクロライド(Cl)と重炭酸です。一方、細胞内液で最も多い陽イオンはK、ついでマグネシウムで、Naは非常に少なくなっています。陰イオンで多いのがリン酸や蛋白で、細胞外液で多いClはわずかに存在する程度です。このように細胞膜を介したイオン組成の違い、特に細胞内にKが多くNaが少ないのに対し、細胞外液ではその割

合が逆になっているのは、細胞膜に存在しているNa-Kポンプ(Na-K-ATPase)がATP(アデノシン三リン酸)を消費しながら細胞内からのNaの汲み出しと、細胞外からのKの汲み入れをしているからです。

3. Kの体内分布

体内総K量は50～55mEq/kg体重、すなわち体重60kgの人では3,000～3,300mEq(117～129g)になります。上述したように、Kは細胞内液の主要な陽イオンで、体内総K量の98%以上が細胞内液(K含有量の豊富な臓器は、細胞数が多い骨格筋、赤血球、肝臓など)に、残りのわずか1～2%が細胞外液中に存在します。この細胞内外のKの濃度勾配は、上述のNa-Kポンプによって生じます。NaとKの交換比率が3対2であるため、細胞内は細胞外に比べ陰性に荷電し、-60～-90mVの細胞膜電位を形成し、神経・筋細胞では興奮・収縮に、消化管や腎臓を構成している上皮細胞では細胞膜を介したイオン輸送に重要な役割を担っています。

成人が1日に摂取するK量は50～100mEq(1,950～3,900mg)(厚生労働省日本人の食事摂取基準2010年版では、日本人成人のK摂取量の目安は年齢にかかわらず男性は1日2,500mg、女性は2,000mgとなっています)で、小腸から吸収され血管内(細胞外液)に入った後、骨格筋などの細胞膜に存在するNa-Kポンプを介して速やかに細胞内に移行しますので、高K血症が出現することなく細胞外液のK濃度は一定(3.5～5.0mEq/ℓ)に保持されています。また、細胞内のKの一部はKチャンネルを介して受動的に細胞

外液に移行します。Na-Kポンプを介して細胞内へのKの移行に関与するのが、インスリンやアルカリ血症などで、これらは腎臓からのK排泄が抑制されたときに細胞外液のK濃度の調節に重要です。一方、摂取したKの9割は腎臓から、残りは大腸より排泄されます。副腎で産生されるミネラルコルチコイドホルモンのアルドステロンは、腎臓に加え、大腸からのKの排泄を促進する作用があります。腎機能が低下すると、腎臓からのKの排泄が抑制されるため、細胞外液のK濃度が増加し、高K血症になることがあります。慢性の下痢が持続すると、大腸からのKの排泄が増加するため、細胞外液のK濃度が低下し、低K血症になることがあります。

4. 腎臓におけるK輸送の概略

腎臓は尿をつくる臓器で、その構成単位はネフロンと呼ばれ、糸球体とそれに続く尿細管から構成されています。糸球体は毛細血管の塊で、血液を濾過し1日150ℓの濾液(原尿と呼びます)をつくります。尿細管は管状構造を持った細胞で、糸球体に続いて近位尿細管、ヘンレの係蹄(ヘンレの細い下行脚、ヘンレの細い上行脚、ヘンレの太い上行脚に分かれます)、遠位曲尿細管、接合尿細管、集合管(皮質部と髄質部に分かれます)に細分され、原尿が近位尿細管から集合管へと通過する間に再吸収や分泌を経て最終尿がつけられます。たとえば、糸球体でつくられた原尿は尿細管で99%再吸収され、1日1.5ℓの尿が産生されます。

ネフロンにおけるK輸送の概略ですが、糸球体で濾過されたKの70~80%は近位尿細管から、残りの15~20%はヘンレの係蹄(ヘンレの太い上行脚)から再吸収されます。尿中に存在するKのほとんどは、接合尿細管や皮質集合管から分泌されたもので、その機能を中心的に担っているのが主細胞(集合管細胞とも呼びます)です。主細胞のK分泌はNa再吸収と連動しているのが特徴です。管腔側膜のNaチャンネルと基底側膜のNa-Kポンプを介してNaが再吸収されると、それと連動したK分泌が基底側膜のNa-Kポンプと管腔側膜のKチャンネルを介して起こります。主細胞のK分泌調節因子のなかで、上述のアルドステロンが重要です。アルドステロンは主細胞のミネ

ラルコルチコイド受容体に結合した後、上述のNa、K輸送体を活性化しNa再吸収とK分泌を促進する働きがあります。

5. K含有量の多い食品

代表的なK含有量の多い食品を以下に示します。Kは細胞内液に多いので肉や魚、卵、大豆製品などの高蛋白食品に、また果物、野菜、芋類など蛋白質含有量の少ない食品にも多く含まれています。

6. Kの有効性

これまでの研究から、Kを多く摂取すると腎臓からのNaの排泄が増加し血圧が低下することが知られています。Wheltonら(JAMA 277:1624, 1997)は、K摂取量と血圧との関連について1981年から1995年までに発表された論文を解析し、1)K摂取量が増加すると、収縮期血圧で平均4.4mmHg、拡張期血圧で平均2.4mmHgの低下がみられたこと、2)この血圧の低下は、高血圧患者および血圧正常者に観察され、その程度は高血圧患者の方が大きいこと、3)K摂取量増加時の尿中Na排泄量が多いほど血圧低下が大きいことを報告しています。また、米国ではDASHという野菜、果物、低脂肪乳製品などを中心とした食事摂取(飽和脂肪酸とコレステロールが少なく、Ca、K、Mg、食物繊維が多い)の臨床試験が行われ、降圧効果が示されています(N Engl J Med 336:1117, 1997)。その他、Kを多く摂取する利点として、脳卒中の予防、腎血管病変、糸球体や尿細管病変の進行抑制など多くの可能性が指摘されています。

7. Kの安全性

腎臓や大腸からのKの排泄が抑制されると、細胞外液のK濃度が増加し高K血症が出現することが推測されます。事実、腎臓の機能が健康人の1/3以下に低下すると、急性、慢性を問わず、高K血症が出現します。また、腎機能の障害が軽度な場合でも、上述の腎臓や大腸からのK排泄促進作用をもったアルドステロンの産生または働きを抑制する降圧薬を

服用していると、高K血症が出現することがあります。アルドステロンの産生を抑制する降圧薬として、アンジオテンシン変換酵素阻害薬やアンジオテンシンII受容体拮抗薬、アルドステロンの作用を抑制する降圧薬として、スピロラクトンやエプレレノンがあります。

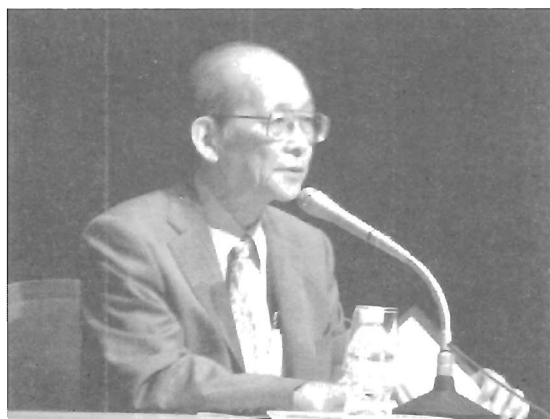
わが国の透析患者の死亡原因の大多数は感染症と心不全ですが、高K血症(K中毒)による死亡も年間約1,200人にのぼります。では、どうして血中K濃度が高くなると死亡に結びつくのでしょうか？血中K値が上昇すると心電図異常が起こり、不整脈が出やすくなります。血中のK濃度が7.0mEq/l以上になると心臓が停止してしまいます。したがって、透析患者を含む腎不全患者や、上記薬剤を服用している患者で血液中のK濃度が上昇した場合には、上述のK含有量の多い食品の摂取を制限しなければなりません。K含有量の少ない食品でも多く摂取すれば、K含有量の多い食品を摂取したのと同じになりますので注意して下さい。野菜や芋類は、ゆでるとKが溶け出しますので、30%程度減らすことができます。

私たちは塩分を長期にわたって摂り過ぎると高血圧になります。これに対し、最近の健康ブームも加わり、食塩含有量の少ない食品がたくさん出回っています。しかし、こうした食品の一部に、NaをKに置き換えたものがありますので、購入する前に食品に表示されている栄養成分や説明を注意深くチェックしてみてください。このような食品は、健康人では問題ありませんが、腎不全患者では高K血症をきたすリスクがあり、摂取すべきではありません。

質疑応答

【今井】どうもありがとうございました。まず体液のカリウムの量ということから、カリウムの代謝をコントロールする腎臓の役割、大腸の役割、それからホルモンの役割、そういう基礎的なお話をされたうえで、食事に含まれるカリウムの量がどうなっているのかについて懇切丁寧にお話いただきました。更にカリウムを摂取することはどのような意義や有効性があるのか、ということも細かく話していただきました。そして更に重要なことは、カリウムが本当に安全に使われているのかという安全性の問題につ

いても、具体的な食品、製品を含めてコメントをいただきました。非常に分かりやすいお話をありがとうございました。それでは会場の方から、塩の製造に関係している方も多分多いとは思いますが、何か質問があるでしょうか。



今井 正 自治医科大学名誉教授

【会場】 健常者はナトリウムが少なめでカリウムが多い食品を摂った方が良いわけですね。

【武藤】量にもよりますね。そうかといってカリウムばかり多く摂るのはどうかと思います。

【会場】 普通、食品から摂る場合には、ナトリウムが少なくカリウムが多い食品を多く摂った方が良いわけですね。

【武藤】日本人一般健康成人の食塩摂取推奨量は、1日10g未満〔厚生労働省の日本人の食事摂取基準(2010年版)では男性9.0g未満、女性7.5g未満が目標準になっています〕で、高血圧患者では1日6g未満となっています。もちろん、食塩摂取量は少ない程良いとされていますが、多くの食品は加工の際食塩が添加されますので、1日1gの食塩摂取は不可能に近いことになります。一方、食品加工の過程でカリウムは喪失します。従って、加工食品を多く摂取すると、食塩負荷とカリウム不足になってしまいます。

【会場】ありがとうございました。

【今井】ほかにございますか。

【会場】カリウムの特性等について、また降圧効果については本当はまだ分かっていない、ということ

などを教えていただきありがとうございました。質問の一つは、いわゆるアルドステロンの活性を下げる薬としてARB(アンジオテンシン受容体拮抗薬)なども沢山あると伺いましたが、私も弱いハイパーテンションがあり少しそれをいただいております。考えてみると腎臓機能を悪くするような薬ですが、時に腎臓機能に良いと書いてあるのもあるので、この辺を内科の立場から教えて欲しいと思います。もう一点は、特に最近の減塩といわれるものの中にカリウムを含む塩があるとのことですが、昔、実験動物を安楽死させるため、ウサギにカリウムを静注したことがあります。人間がうっかりカリウムを含む食塩を大量に食べた場合、1日に2gぐらいは食べるようですが、それが仮に10gになってしまったら心臓は止まってしまうのか、ということの2点を教えて欲しいと思います。

【武藤】まず降圧薬に関してですが、先ほど私が示したアンジオテンシン変換酵素阻害薬やアンジオテンシンII受容体拮抗薬は、糸球体輸出細動脈の収縮を解除する作用があります。そうしますと、一過性に糸球体濾過量が低下します。すなわち、一過性の腎臓機能低下が生じることになります。そのため、我々はそうした薬を投与する前と投与後で腎臓機能をチェックし、たとえば血清クレアチニン値を腎臓機能の指標に使い、投与後の値が投与前値に比べ3割を超えた場合には、薬の服用中止を指示しています。ただし、3割未満の上昇であれば、そのまま継続して服用いただいています。その際カリウムが上昇することがありますが、血中レベルが5.5mEq/lを超えるようであれば、カリウムの摂取制限をしていただきます。また、大腸でカリウムを吸着し便中への排泄を促す陽イオン交換樹脂を処方し、先程の薬を継続して服用していただきます。血中のカリウムが6.0mEq/lを超えるようであれば、先程の降圧薬は中止することにしてあります。次に、カリウムを大量に口から摂取した場合、カリウムの主要排泄臓器である腎臓の機能が正常で、かつ腎臓および大腸からのカリウム排泄に促進的に働くアルドステロンの産生または作用が障害されていなければ、高カリウム血症やそれによる致死的不整脈は出現しません。

【会場】先生は他に幾つかある別のメカニズムの降圧剤に比べて、特にARB系は悪くない薬だと思われ

ますか。特別問題がなく使われますか。

【武藤】今日お話ししたARBなどのレニン・アンジオテンシン系阻害薬は、腎保護作用、たとえば蛋白尿を減少させる作用はありますが、多くは降圧作用が弱いです。一方、カルシウム拮抗薬は、腎保護作用がないものがほとんどですが、降圧作用はレニン・アンジオテンシン系阻害薬に比べはるかに強いです。従って、降圧作用の弱いレニン・アンジオテンシン系阻害薬と、降圧作用の強いカルシウム拮抗薬を組み合わせることによって腎保護効果と、顕著な降圧効果が期待できます。

【会場】大量の経口カリウム摂取というのは本当に命が危ないのかという問題についてはどうですか。

【武藤】先程説明しましたように、腎臓機能が正常で、かつアルドステロンの産生または作用が障害されていない限り、摂取量に応じてカリウムは腎臓から排泄されます。ただし、腎臓からのカリウムの排泄には時間がかかりますので、まずは骨格筋や肝臓の構成細胞、赤血球に存在するNa-Kポンプを介してカリウムを速やかに細胞内に取り込むことによって、高カリウム血症の出現を防いでいます。

【会場】ありがとうございました。

【今井】他にございますか。

【会場】いろいろとカリウムのことにつきまして情報提供していただいたのですが、若干補足的にコメントさせていただくとともに、先生の見解をお聞きしたいと思います。最近人型マークは使えなくなったというか外されましたね。低ナトリウム食品に減塩の塩Aは含めないということになりましたので、今後はああいう表示はなくなりますが、どういう表示になるのか私は関心を持っています。厚労省の大臣から許可事項としてああいう表示をしていいよ、ということを受けて、はじめは腎臓疾患についても書かれていました。私も今井先生に、これちょっとおかしいのではないですか、という質問をしたところ、とんでもないことだというお話を先生から伺いました。それからこの商品は日本では病者用ということになっておりますが、実はB社など米国で販売されている塩には、これは健常者用の商品で病者用ではなくて健常者が使ってください、しかも医者監督の下に使ってください、と書いてあるのです。日本は全く反対の表示になっています。それからオー

オーストラリアの製品を見ますと、利尿剤を服用している人は控えてください、使わないでください、というふうにも書かれています。日本はそういう表示がなくて全く反対なので、どうかなと思います。それからカリウムの急速摂取という意味では、インターネットにはこの塩を食べると死ぬるよ、というような自殺サイトもあり、私もそれを見て非常にショックを受けました。もともと国際的には塩からカリウムを摂るべきではなく、基本的にはやはり食品から摂りなさいと。果物、DASH食もそうですね。人工的なのか強制的に食塩代替物からとるべきではないということを学術書では述べているように思います。このように日本の保健行政と外国のそれが全く違うわけです。以前、国の研究機関による発表があった時に、その辺りを聞いたり、実際にこのように表示されているのですよと物を見せたりもしましたが、問題があれば腎臓学会ででも検討してもらおう、という話はされたのですが、その後何もなくて低ナトリウム食品から外された、ということになって現在を迎えているのですが、こういったことについて先生のお考えをコメントしていただければと思います。よろしくをお願いします。

【武藤】ご指摘のとおり、正確に記載することが大事です。日本の食品の表示の中には、その記載のポイントを得ていないものがあります。しかも、使う人のことを考え、病気にならないようにしてくださいね、という配慮に欠けているものもあります。商品が世の中に出て、それを買った人が食べて病気になってしまったのでは困るわけですから、この点に関して行政が世に出る前に、複数の専門医から意見をしっかり聞いて最適な表示をするよう指導していただく必要があると思います。先ほどの特別用途食品ですが、減塩の塩Bに関しては来年の4月からはこの特別用途食品ではなくなるということです。また、減塩の塩Aのホームページを見ますと、一振りですら0.15g出ます、となっています。組成から計算しますと、一振りですら41mg、5振りすれば約200mgのカリウムを摂取することになりますので、特に調整食品に関しては、その情報を正確に記載し、病気を作らないようにすることが最も大切です。

【今井】他にありますか。

【会場】今日はありがとうございました。透析の施

設で働いている栄養士です。先生のお話の中で、細胞内にカリウムが沢山あるという話と、腎不全患者ではカリウムの排泄が低下するということですが、腎不全の給食をする場合、保存期からカリウムを制限してタンパク質は十分に摂るように、というガイドラインがありますね。標準体重当たり1から1.2と、まあ1としてもそれだけのタンパク質摂取量としますと、カリウムがなかなか下がらず、給食の献立を作っている者はとても献立に苦慮しています。現状としましては、タンパク質を制限した方がカリウムは下がるのですが、先生、このガイドラインはやはり栄養素だけを話しても難しいのではないかと栄養士になった時からずっと思っていたのですが、この辺の議論はどうなんでしょうか。

【武藤】腎不全の患者さんでは、エネルギー源であるタンパク質を多く摂取しますと尿素窒素という燃えかすが沢山できることによって、早期に尿毒症症状が出現する可能性が高く、腎機能に応じて制限をしなければなりません。一方、制限しすぎるとエネルギー不足になるため、筋肉などの体タンパク質が燃えてその不足を補うことになるわけです。従って、自分の筋肉が壊れない程度にタンパク質の摂取制限をしなければいけないことになります。一般に、タンパク質の多い食品はカリウムも多く含まれておりますので、タンパク質制限はカリウム制限につながると思います。

【会場】そうしますとその問題はどちらかというエネルギーの問題の方が重要だと思いますので、そういったことをもう少しアプローチしていただき、十分なエネルギー摂取の下でのタンパク質を前提とした上でカリウムを制限する、というような表現の方が、臨床の現場では混乱が少ないのではないかと思います。なぜならば私達は患者さんとは献立で話合わなければいけないので。この点については栄養士の中でも混乱があるように感じますので、今後のガイドライン改訂の際には、先生よろしく願いいたします。

【武藤】はい。タンパク質を制限しますと、その分エネルギー摂取量が減りますので、脂肪や炭水化物で補給しなければなりません。

【会場】ありがとうございました。

【今井】私から一つお話させてください。カリウム

を含む低ナトリウム塩の中で、B社の塩については先ほどコメントがありましたように、最初の記載というのは物凄く驚くような危険な記載でした。ナトリウムを制限する必要がある病気のとときには是非使ってください、というような表示で、その中で腎臓病が真っ先にあげられ、心臓病、妊婦、太った人などが並べてありました。その表示は非常に危険だということで苦言を呈して、私も医学雑誌にコメントリーとして二三書いたことがあります。現在ではかなり良くなっているのですが、この文章ではまだ危険だということを私はちょっと強調したいのです。カリウムの摂取を塩で摂るのは良くない、ということは大原則だと思いますので、例えば健康な人が使うのは良いけれども、病気の場合には絶対使ってはいけない、ということをもろ記載すべきです。ナトリウム摂取を制限された方、制限を指示された方、高血圧、全身性浮腫、心疾患などに限り適しています、という表示はやはりおかしいので、健康な人が使うのは良いけれども病気の人には使わないでください、というくらいの書き方をしていただきたいと思うのです。また、腎臓に関する表示が抜けたので良いだろうということですが、例えば心臓性の浮腫でも結局は腎臓からのナトリウムの排泄が落ちているわけですから、腎臓の機能もある意味では落ちているわけですね。肝臓の病気もそうです。そういう場合に、ナトリウムを制限するのにこの塩を使ったら良いのか、ということになりますので、この場合は病気の人には使わないで下さい、という積極的なアピールをしていただきたいと思うのです。健康な人がちょっと薄味で物足らないという場合に使ってください、というのは良いのですが、病気の人に使ってください、というのは書くべきではないと思います。米国ではそれで何か事故が起きた場合、訴えら

れたり大変なことになるので、米国B社本社の記載は非常に注意深く、本当に健康な人に限り使ってください、お医者さんと相談してください、という表示で、責任は一応転嫁しています。そのくらい注意をしないと何が起るかわからない。先ほどの自殺に使ってくださいみたいなことになってしまうと恐いので。まあ静注でもしなければ自殺はできないと思いますが、そういうことに使われるくらいの危険性があるのだということを、ここで私も強調したいと思います。

【会場】私はこの塩を取り扱っています。今表示の件に関していろいろご意見がございましたが、この商品は厚生労働省の特別用途食品に認定されておりまして、その文章の記載に関しましては、厚生労働省からこと細かくチェックを受けました。特に「高血圧、全身性浮腫に限り適しています」という言葉につきましては、健康増進法に書かれていて、その書類も見せられました。それで私もこの言葉で良いのですかと質問をしたのですが、厚生労働省では、現在はこれを書かないと認めませんと、私どもの言う通り書きなさい、ということでございました。そのようなわけでこの表示は、わが社が自由に書いているのではない、ということをございました。ありがとうございます。

【今井】「高血圧、全身性浮腫に適します」ということを認めているわけですか。

【会場】はい、厚生労働省ではそう書きなさいと言われたのです。

【今井】それは問題ですね。私から厚生労働省に厳重に抗議します。

【会場】お願いいたします。

【今井】それではそういうことで、どうもありがとうございました。

講演－ 3

海水で生育するマングローブ植物の生態と現状

北宅善昭 大阪府立大学大学院教授
座長：蔵田憲次 東京大学大学院教授



北宅善昭 大阪府立大学大学院教授

1. はじめに

マングローブは、熱帯から亜熱帯沿岸の河口部デルタ域で海水の干満の影響を受ける潮間帯に生育する樹木群の総称であり、塩性土壌に対して強い耐性を持つ。典型的なマングローブ(狭義のマングローブ)といわれる種はヒルギ科、クマツヅラ科、センダン科、シクンシ科、ハマザクロ科、ヤブコウジ科などに属する50～60種であり、マングローブ林の内陸側周辺で生育する塩生植物(広義のマングローブ)を含めると、約100種が世界に分布する。東南アジア沿岸に分布する種数が多いことから、マングローブはこの地域で発生して世界全体に広がっていったと考えられている。マングローブ林内での各樹種は、微地形の地面高に対応して分布する(McKee, 1995b)。0.1m程度の地面高差でも、生育する樹種が異なる場合もある。単純でなだらかな地形における自然植生では、潮位の影響を大きく受ける海側から、その影響の小さい陸側に向って、等高線に沿って特定の場所に特有の樹種が帯状に群落を形成する。このような分布特性は、地面高により異なる滞水時間、pHや塩類濃度などの土壌特性、および樹種によって異なる塩耐性の程度などに起因する。

2. マングローブの耐塩性機構

マングローブの生育する土壌は、塩分濃度が高いことに加えて、泥状で通気性が著しく悪い。しかしマングローブ樹の最大蒸散速度は熱帯樹木のそれと

同等であり(Larcher, 1995)、マングローブ林のCO₂吸収フラックスは最大30μmol CO₂ m⁻² s⁻¹になり、活発に光合成を行なっている(文字, 1996; Kitayara, 2001c)。一般の陸上植物ではとうてい生育できないような潮間帯で旺盛に生育するためには、マングローブは塩耐性に加えて嫌氣的な根圏環境に対応する嫌気耐性機能を備えなければならない。塩水を含む水ポテンシャルの低い土壌から吸水するため、マングローブは他の塩生植物同様、ポリオール化合物やアミノ酸などの有機物を体内に蓄積して細胞の浸透圧を高め、植物体の水ポテンシャルを土壌水のそれ以下に維持できる(Larcher, 1995)。しかし根圏の高濃度の塩水は、マングローブの気孔コンダクタンスを低下させ、蒸散を抑制する(例えばBall, 1996)ので、地下の淡水や降雨・河水で希釈された海水が利用できる場所では、マングローブの成長が促進されるという報告は多い(たとえばSternberg and Swart, 1987)。その他、細胞生理学的な観点からは、他の塩生植物同様、塩によって誘導・生成されるタンパク質による浸透圧調節や代謝系保護、ナトリウムイオンの細胞内への流入抑制および液胞への集積などが塩耐性に寄与する。数種のマングローブでは、塩を集積した老化葉を脱落させることにより、塩を体外に排出する。

塩耐性のための機能の一つに、過剰に吸収した塩分を葉から排泄するための塩腺と呼ばれる器官を持つ樹種(ヒルギダマシヤツノヤブコウジなど)がある。塩腺は多細胞構造であり、葉内細胞と原形質連絡でつながり、葉内細胞内のNaClを除去して葉面に

排出する。

2. マングローブ植物の耐嫌気性機構

2-1 気根のガス交換機能

一般にマングローブの生育土壌は通気性が悪いので、泥中の吸収根に O_2 を供給するため、多くの樹種では気根を地上に露出している。泥中の吸収根では塩分濃度の高い土壌から水分を吸収するために多くのエネルギーを必要とし、そのために吸収根で O_2 を消費して呼吸活性を高く維持する必要がある。このことも、マングローブが塩耐性を獲得するための重要な機能の一つである。

気根の機能については従来から、皮目と呼ばれる表面の小さな穴を通して大気中の O_2 を根に拡散させることが知られていた(Scholanderら, 1955)。気根が露出している場合、大気、気根内空隙、根内空隙の O_2 分圧の勾配に従って、大気から根へ O_2 が拡散する。また湛水時、根内の CO_2 が水に溶解するため、根内の空隙気体が減圧し、干潮時に気根が露出すると、空気が一気に根に進入する。近年、数種マングローブの気根で、日中に光合成反応が行なわれていることが実証された(矢吹ら, 1990a,b; Kitayaら, 2001d)。これは、泥中の根の呼吸で発生した CO_2 が気根で同化され、その時に発生する O_2 が再び根の呼吸に使われるというガスの循環再利用機能があることを意味している。このような気根での光合成による O_2 生成機能は、気根が水没している時でも日射があれば、泥中の吸収根に O_2 を供給でき、吸収根の呼吸に貢献している。潮位は地面高によって異なるので、樹種ごとの地面高に応じた分布特性は、気根の O_2 供給能力の程度に関連することも考えられる。一般に気根の光合成活性は、地面高の低い海側に生育するマヤブシキヤヒルギダマシの直立気根で高く、次いでフタバナヒルギやオオバヒルギの支柱根が高く、内陸側や地面高の高い場所に出現するオヒルギの屈曲根はほとんど光合成活性を示さない(矢吹ら, 1991)。

2-2 幼植物胚軸のガス交換機能

マングローブ幼植物の生存率や成長も、微地形に大きく依存する(例えば、Komiyaら, 1996)。実際、

干潟の傾斜地での数種マングローブを用いた植林実験の結果、地面高によって各樹種の生存率および成長に大きな差が生じた(Kitayaら, 2001a)。気根同様、幼植物胚軸の持つ O_2 供給機能に関連すると考えられる。

ヒルギの仲間など多くのマングローブ樹種の種子は、樹上において胚の一部を伸長させた状態で成熟する。落下後、この胚の伸長部分の上端から発芽し、下端付近から発根して、この伸長部分は幼植物の胚軸となる。このような種子は胎生種子と呼ばれ、胎生種子が落下して土壌に接すると、数日で根を伸ばし、同時に茎を伸長させる。落下時に土壌に突き刺さる胎生種子は比較的少なく、多くの胎生種子は水平に着地したり、水面を漂って干潮時に着地する。このような場合、胎生種子は発根後、胚軸を鉛直に立ち上げる。このようにして実生の初期段階で植物高を確保する戦略も、塩水に浸かるマングローブ植物の塩耐性および嫌気耐性の間接的な一手段と考えられる。胎生種子の胚軸も気根と同様に光合成機能を持っており、発根後のマングローブ幼植物の根の吸水能力を高く維持するために、根の呼吸に必要な O_2 を供給している(Kitayaら, 2001b)。

実生胚軸の水没および遮光は水上にある葉の気孔コンダクタンスを低下させ、長期の水没および遮光は、実生の生存および成長を著しく抑制する(Kitaya, 2007)。この現象は胚軸から根への O_2 供給の抑制が原因である。ヤエヤマヒルギの実生胚軸の総光合成速度は光合成有効光量子束(PPFD)の増加にともなって増大し、PPFD300~400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ で光飽和点に達した。光飽和点での胚軸の総光合成速度は、暗黒下での胚軸からの CO_2 放出速度の75%であった。オオバヒルギの胚軸および根に O_2 センサーを取り付けて、胚軸表面の遮光および水没による通気抑制が胚軸・根内 O_2 濃度におよぼす影響を調べた。その結果、胚軸内 O_2 濃度は、根に向かって低下する分布を示した。胚軸および根内 O_2 濃度は、遮光処理、水没処理それぞれによって低下した。遮光水没処理を同時に行なった場合、胚軸下部および根内の O_2 濃度は0.2%に低下した。遮光処理、水没処理および遮光水没処理2日後の葉面コンダクタンスはそれぞれ、無処理対照区の61%、54% および13%に低下した。また2週間後の実生生存率は、対照区100%、

遮光処理区100%、水没処理区80%および遮光水没処理区0%であった。

ヒルギ科マングローブのように、比較的大きな胚軸を持つ実生苗について、植林後の苗の生存率を高め、さらにその成長を促進するためには、胚軸のガス交換機能を高く維持する必要がある。そのためには、定植時に胚軸部分を土中に深く埋設しないこと、胚軸部分が長期間水没しないようにすること、および胚軸の遮光の原因となる水の汚濁、胚軸表面の汚れ、海藻やフジツボなどの付着がないようにすることが重要である。

3. マングローブ林の役割

幅数十mから数km、長さ数kmから数十kmに渡って沿岸域に広がるマングローブ林は、波による侵食から海岸線を保護する天然の防波堤の役割を担っている(例えば Mazdaら, 2007)。バングラディッシュでは毎年のように、サイクロンに伴う高波による大きな被害が報道されるが、被害を大きくする原因の一つとして、海岸線にあったマングローブ林の消失が挙げられている。

マングローブ林内あるいはその周辺の土壌にはマングローブの落葉や朽ち木、川の上流から運ばれる有機物が堆積し、その一帯は有機質に富む栄養豊富な水域になっている。したがって、藻類をはじめ、貝類、甲殻類、およびそれらを補食する魚類の採餌や特に稚魚の生育の場として、周辺海域の水産資源の保護に重要な役割を担っており、周辺住民にとっては大切な漁業の場である。またマングローブは陸と海の境界に位置するため、サル、ヘビ、トカゲなどの陸上動物および鳥類の採餌、繁殖の場でもあり、野生動物を保護する役割も持っている。また数種のマングローブは、民間薬として利用されており、今後、医薬原料としての利用が期待されるなど、有用遺伝子資源としても重要である。他方、マングローブは地域の重要な木材資源であり、土木建築資材としての利用のみならず、良質な木炭の材料として重要である。

樹高数mから数十mの樹体を柔らかな泥土上で支持するため、またO₂供給器官としての発達した気根組織を持つため、マングローブは根系が発達してい

る。そのため、マングローブ林の地下部のバイオマス量は、地上部バイオマス量と同等かそれ以上である。さらに嫌気的な土壌にはマングローブ由来の有機物が多く堆積しており、マングローブ林の地下部は地上部同様、炭素のシンクとして重要である。地球環境保全の観点において、マングローブ林の炭素固定能力や物質循環機能は、まだ十分には解明されておらず、今後、海洋生態系への物質供給や、温暖化効果ガス等の削減に対するマングローブ林の寄与を定量化する必要である。

4. マングローブ林の現状

このように多くの利点を持つマングローブが、最近、乱伐や無秩序な開発により、東南アジアをはじめ世界各地で急激に減少してきている。そのため生態系の破壊のみならず、海岸線の侵食や高潮による洪水などが発生しやすくなっており、当該地域のみならず、地球規模の環境破壊に繋がる懸念される。

タイ国では約30種のマングローブが、タイ湾およびベンガル湾に面した沿岸域に大規模な群落を形成している。しかしタイでは1960年から1990年までの30年間に、マングローブ林が半減した。マングローブ林消失の一因として、木材および木炭の材料として乱伐あるいは盗伐されることが挙げられる。タイ国のマングローブ林の大部分は王立森林局が管理しており、伐採区域や伐採方法を指定して、マングローブ林の恒常的な利用、維持を図っている。しかし現実には、それらの規定を守らない違法な伐採が行なわれている。タイ国の重要な鉱物資源である錫の鉱脈はマングローブ林の地下に多くあり、錫鉱石採掘のため広大な面積のマングローブ林が皆伐されてきた。採掘が川の上流で行われると、流出した土砂が下流域で堆積し、マングローブを枯死させる場合もある。近年マングローブ林破壊の原因として注目されているのが、水産養殖池、とくにエビ養殖池の開発である。1986年までに、タイのマングローブ林の約30%が、水産養殖池に転用されている。前述のようにマングローブ林内土壌は有機質が多いため、養殖池の管理が不十分であると水質が急激に悪化し、数年で使用できなくなる。そうになると養殖業

者はまた別の新しい池を造成する。生態系への影響としてみた場合、山間部の熱帯林における焼畑農業と同様のことがマングローブ林でも行なわれていることになる。その他、マングローブ林の内陸側では、農地への変換、宅地や道路の建設によって破壊されるマングローブ林も少なからずある。また、原油の流出や水質汚濁などの海洋汚染によって、マングローブの樹勢が弱くなり、枯死に至る場合もある。

マングローブ林が破壊されると、その土壌の化学的、物理的条件は急激に変化する。たとえば錫鉱石の採掘跡は、表土に含まれていた有機質が流亡し、栄養分の乏しい砂質土壌になる。またマングローブ伐採後に土壌が干上がり乾燥すると、その表面に塩分が集積し著しく高塩分濃度になる。またもともと嫌気条件下で存在していた硫化物が酸化されて硫酸を生成し、強い酸性を示す場合も多い。あるいはアルカリ塩の集積により、強アルカリになる場合もある。このような貧栄養、高塩分濃度、強酸性、強アルカリ性などを示す土壌がマングローブの成長を妨げ、マングローブ林の再生を困難にしている。

ベトナム戦争時に完全に破壊されたホーチミン市近郊のマングローブ林は、その後の総面積約200 km²の大規模植林活動とともに、政府による伐採規制により、現在では大面積のマングローブ林に育っている。すでに15年以上経過しているフタバナヒルギの植林地では、樹高が10~20mになっている。これらマングローブ林は、完全に破壊された跡地に再生させた事例として世界的に高く評価されており、2000年にユネスコ(UNESCO)の「人間と生物圏計画」において、生物圏保護地域に指定されている。この地域におけるマングローブの植林面積の増加は、周辺海域の漁獲量増加に顕著な影響を示した。またそれに関連して、干し魚などの水産加工工場もできている。マングローブの植林が、沿岸湿地生態系の保全を通して、地域住民に対して社会経済的に貢献することを示す事例である(Hong, 1996)。

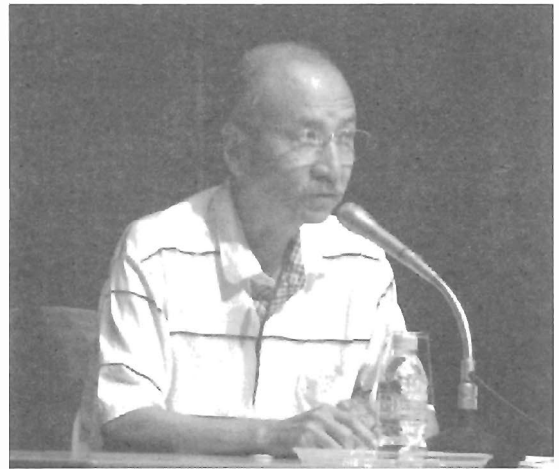
5. おわりに

マングローブ林は地球規模の環境変動を和らげる緩衝帯であり、また沿岸域における海洋生態系と陸上生態系のインターフェースとしても重要である。

人間活動によるマングローブ林生態系の劣化は現在も進行しており、さらに最近では、地球温暖化に伴う急激な海面上昇がマングローブの生育可能な干潟面積を縮小する懸念があり、海岸侵食がそれに拍車をかけている。健全な沿岸域生態系を修復するため、マングローブ林の再生は緊急の課題である。

質疑応答

【蔵田】 どうもありがとうございます。マングローブの主に生理、生態から始まり、マングローブ類が地元住民の生活のためだけではなく、地球環境にもいかに貢献しているかということ、そしてそれが現在開発によりかなり傷んでいるということ、またその再生への試み、というように非常に幅広くお話いただきました。何かご質問がありましたら、二三お受けしたいと思います。



蔵田憲次 東京大学大学院教授

【会場】 私はカラギナンという海藻抽出物を扱う商社をやっています、日本海藻協会の事務局長も務めております。実はこういうところも見に行ったことがあります。一つだけ先生にお願いしたいのは、エビの養殖場には必ずグラセラリア、オゴソウだとかキリンサイを共生して養殖する、ということを現地で教えていただきたいのです。インドネシアではエビや魚の養殖のところに海藻を植えています。またタイではエビの養殖場を実際に見たわけではないのですが、写真を見ると必ず池の底にはオゴソウが

生えています。これは寒天の原料にもなります。なぜ入れているかという、台湾で始まったブラックタイガーの養殖には必ずそれを入れていたのですが、これには理由が二つほどあります。一つは糞が出たり過剰にえさを入れた場合には、それを吸収して水質を改善する、ということ。もう一つはエビが大きくなりますと水鳥による食害が起きるわけです。ネットを張ったりして水鳥が入らないようにするのですが、実はオゴソウの生えているところには水鳥は入りません。エビは本来夜行性ですから、昼間はオゴソウの生えている水底に潜り込んでいるわけです。水鳥というのは賢いもので、オゴソウの中には絶対潜って行かないのです。なぜなら引っかけ上がれなくなってしまうからです。そういうこともありますので、ぜひエビの養殖、魚の養殖にはそういう海藻類を共生させるのだということを現地でお教えいただければありがたいと思います。

【北宅】私はタイとベトナムが主なフィールドなのですが、そういったことは見たことがないですね。ぜひ紹介したいと思います。

【蔵田】貴重なコメントをありがとうございました。そのほかご質問は。

【会場】マングローブは耐塩性の植物で、それが海岸を浸食から防ぐという効果があることは十分承知しているつもりなのですが、サゴ椰子という植物もかなり耐塩性のある植物で、しかもサゴ椰子の場合にはもっと良いことに10年もすれば十分食糧生産に寄与できるということがあります。マングローブの再生の時に、サゴ椰子との混植というようなことは試みられたことはあるのでしょうか。

【北宅】それはないですが、サゴ椰子の耐塩性はマ

ングローブに比べるとかなり弱いと思います。マングローブの生えているところでサゴ椰子を混植するのは多分無理ではないかと思いますが。実際東南アジアに行きますと、内陸の湿地帯ではサゴ椰子はよく見られるのですが、或いは人が植えているのですが、マングローブの林まで来ると皆無です。多分、耐塩性の違いがあるのではないかと思います。

【会場】そのことは存じておりますが、マングローブがある程度生育していけば、耐塩性のもう少し弱い植物が生えられるところが出てくるのではないかと思います。

【北宅】そうですね。先ほどお話しましたように、マングローブというのは基本的には海に向かって前へ前へと出ていきますので、その後背地は陸化し、淡水化してくるのです。実は熱帯にはマングローブ起源の泥炭地というのがかなりあります。そこは元々マングローブ林でしたが、マングローブが成熟しきったことにより枯れてしまい、その腐植層の上に土砂が堆積しています。そうなるともう海水が入ってこないで淡水湿地となっており、そういうところにはサゴ椰子があります。必ずしもマングローブとは無関係ではないので、おっしゃるようにマングローブ林の後方の塩分濃度が少し低いところでは、サゴ椰子の植林は多分可能だと考えます。

【会場】そういう総合的な体制というものを考えていただけたらなと思います。質問しました。

【北宅】はい、ありがとうございました。

【蔵田】ありがとうございました。それではここで終わりたいと思います。北宅先生、どうもありがとうございました。

講演－4

水産発酵食品と微生物

藤井建夫 東京家政大学特任教授
座長：藤巻正生 東京大学名誉教授



藤井建夫 東京家政大学特任教授

1. 塩が不可欠の水産発酵食品

魚介類は農産物や畜産動物のように計画的に生産することが難しく、漁獲量の変動も大きく、また死後の自己消化や腐敗が早いので、捕れるときに捕り、それを冬場や不漁の時のために貯蔵しておく必要がある。したがって、昔から水産では漁獲された魚をいかに貯蔵して品質劣化を防止するかということが最重要の問題であり、干物にしろ、塩蔵品にしろ、魚肉ソーセージや缶詰のような加工品にしろ、水産加工品はほとんどが腐敗防止のために生まれたものといえる。たとえば、缶詰や魚肉ソーセージは魚に付着している微生物を加熱殺菌し、その後の外部からの微生物の汚染を密封容器(包装)によって防いだものであり、一方塩蔵品や干物、佃煮、酢漬けなどは魚の塩分や水分、pHなどを微生物の増殖に不適当な条件にすることによって微生物の増殖を抑制したものである。

ところで、水産加工品の中には、塩辛、くさや、ふなずしのように、微生物や自己消化酵素の動きをむしろ積極的に利用して作られていると考えられる発酵食品があるが、これらの加工品も魚介類を保存するために生まれたと考えることができる。たとえば、イカを塩蔵している間に自己消化酵素や細菌の動きで独特の旨味や臭いが生じるようになったものが塩辛、塩干魚を作る際の塩水を数百年間、取り替えずに繰り返し使用してきたのがくさやの干物である。ふなずしも塩蔵しておいたフナを夏の土用の頃にご飯と一緒に漬け込み、乳酸発酵をおこさせることで保存性と風味を付与したものである。

代表的な水産発酵食品の概要を挙げておく。これらの製品はその化学的・微生物学的特徴や製造原理が解明されているものは少ないが、製造法などから考えて次の2つに整理することができる。

(1)腐りやすい原料魚を塩蔵している間に特有の風味をもつようになったもので、塩辛、くさや、魚醤油など。

(2)魚自体は糖質が少ないため、発酵基質として米飯や糠を用い、これに塩蔵しておいた魚を漬け込んだもので、馴れずし、糠漬けなど。この場合も保存性の付与が大きな目的と考えられる。発酵を促進させるために多量の麴に漬け込んだものは麴漬けといわれる。

これらのことから、水産発酵食品では、いずれも塩蔵という工程が不可欠であり、塩が重要な原料であるといえる。ここでは、くさや、塩辛、ふなずしをとり上げ、製造過程における微生物・酵素の役割を中心に述べる。本稿で取りあげなかったその他の水産発酵食品については拙著(『魚の発酵食品』)を参照されたい。

2. 発酵と腐敗は同じこと

水産発酵食品の中には、くさや、ふなずしのように、腐敗臭と似た臭気を持つものがあり、これを発酵食品と呼ぶことに疑問があるかもしれないので、まず発酵と腐敗の違いについて触れておきたい。

食品を放置しておくと、微生物の作用で分解され、次第に外観やにおい、味などが変化し、最後には食べられなくなってしまう。このような現象を腐敗と

呼んでいる。一方、発酵も食品成分が微生物の働きによって次第に分解していく現象である。

腐敗は魚や肉などタンパク質食品で顕著であるが、それだけでなく、米飯や野菜、果実類などでもふつうにみられる。また原料が同じでも、蒸した大豆に枯草菌を生やして納豆が作られる場合には発酵とよばれるが、煮豆を放っておいて枯草菌が生え、ネトやアンモニア臭がしたときは腐敗と呼ばれる。

ヨーグルトや酒のように糖類が分解されて乳酸やアルコールなどが生成されるような場合は発酵と呼ばれるが、牛乳に乳酸が蓄積して凝固したものはある時は腐敗(または変敗)と呼ばれる。乳酸菌は一般的に善玉菌としてのイメージが強いが、包装ハム・ソーセージなどでは変敗原因菌ともなる。乳酸菌が清酒中で増殖した場合は火落ちといって腐敗を意味する。

これらの例からもわかるように、腐敗と発酵の区別は、食品や微生物の種類、生成物の違いによるのではなく、人の価値観に基づいて、微生物作用のうち人間生活に有用な場合を発酵、有害な場合を腐敗と呼んでいるのである。したがって、臭いの強いくさややふなずしなども、微生物作用が認められるのであれば、それが好きな人にとっては発酵食品であり、嫌いな人にとっては腐敗品に過ぎないということになる。

3. くさや

3-1 塩の節約から生まれたくさや

くさは主に新島、大島、八丈島などの伊豆諸島で作られている魚の干物の一種で、独特の臭気と風味を持ち、普通の干物よりも腐りにくいことが特色の一風変わった食べ物であり、おもに関東地方で酒の肴として重宝されている。ただし、くさが珍味として重宝されるようになったのは比較的最近のことで、明治の末頃には築地の魚市場ではくさは普通の干物よりも安く取引されていたといわれている。

くさがなぜ生まれたかについては次のようにいわれている。伊豆諸島は江戸時代には天領として塩年貢が課せられていたが、その取り立ては厳しく、塩は貴重品であった。そのため、近海でとれた魚を

塩干魚にする際にも、やむなく同じ塩水を繰り返し使っていた。そのうち魚の成分の溶け出した塩水は微生物の作用を受け独特の臭気を持つようになり、これに漬けて作られる製品も強い臭いを持つようになったであろう。それでも島では貴重な保存食品として定着していったと思われる。

3-2 先祖伝来の汁に漬けて作られるくさや

くさやの製造法は基本的には普通の干物と同じで、異なる点はくさやでは塩水の代わりに独特のくさや汁を用いる点である。このくさや汁は同じ液が百年以上にわたって繰り返し使用されているもので、粘性を有し、強い臭いのする茶色味を帯びた液である。一般に汁のボーメ6~8度で、10~20時間ほど浸漬される。

伊豆諸島のくさや汁の成分は、pH(中性)、総窒素(0.40~0.46 g/100ml)、生菌数(107~108/ml)などには島の間大きな差異はみられないが、食塩濃度は八丈島のくさや汁では8.0~11.1%であるのに対し、他島のものでは2.7~5.5%と低い。生菌数は好気菌、嫌気菌とも1ml当たり107~108である。また、魚の代表的な腐敗臭成分であるトリメチルアミンは新島のくさや汁からは検出されないという特徴がみられる。

3-3 くさやのにおいと日持ちの良さは汁中の微生物の働き

くさや汁の微生物相は島による違いもあるが、“*Corynebacterium*”や活発に運動する螺旋菌(*Marinospirillum*)が認められることは各島のくさや汁に共通する特徴である。

くさやの臭いはくさや汁中の微生物に由来するが、そのにおいは加工場によって異なり、管理の悪い加工場のものでは刺激臭やどぶ臭が強く感じられる。くさや汁の臭気成分は、アンモニアのほか、酪酸、バレリアン酸などの有機酸や、揮発性イオウ化合物が重要である。くさやの味は格別だとよくいわれるが、その良さが何によっているのかについてはほとんどわかっていない。

島では古くからくさは腐りにくいと言われていた。このことを実験的に調べるために、同じ原料魚から、水分や塩分がほぼ同じくさやと塩干魚を試作

して比較した結果でも、不思議なことにくさやの方が倍近く日もちがよい。

その原因はくさや汁中の“*Corynebacterium*”が抗菌物質を生産しており、それに漬けて作られるくさやでは腐敗しにくいと考えられている。くさやの加工に従事している人は手に怪我をしても化膿しないと言われていることも、この考え方が正しいことを裏づけていて興味深い。

くさや汁は臭いや見かけが好ましくないため、食品衛生面での危惧がもたれるが、汁中からは大腸菌、腸炎ビブリオ、ブドウ球菌などの食品衛生細菌は検出されず、アレルギー様食中毒の原因物質であるヒスタミンのような腐敗産物もほとんど蓄積していないので、これらによる食中毒の心配はなく安全であるといえる。

くさや汁の生菌数はこれまで考えられていたより2~3桁程度高いことが最近分かってきたが、これらの細菌群もくさやの製造に何らかの役割を果たしていると考えられる。いずれのくさや汁にも存在する螺旋菌の意義についても興味をもたれるところである。

3-4 先人達の知恵によるくさや作り

くさやについて不思議に思うことは、それが微生物の存在も知られていなかった頃から引き継がれてきた技法であるにも関わらず、製造上のいろいろな言伝えや工夫が科学的にうまく説明できることである。

例えば、加工場では、くさや汁を連続して使うと良いくさやができないと言われているが、これは連続して用いると汁中の有用微生物の比率が減少するためと説明できるのである。この有用菌はくさや汁を暫く休ませると回復するため、加工場では汁を二分して一日交替で用いるようにしている。また、汁は数カ月間使わずにおくと死んでしまうといわれているが、これは長期間の放置中に他の微生物が増殖して、ふつうは中性付近にある液のpHも8.5付近にまで上昇してしまい、有用菌に不適當になるためであろう。さらに、汁を暫く使わないときにはとどき魚の切身を入れるようにしているが、これは微生物に栄養を供給しているのであろう。汁の保管についても、温度や通気などに工夫がなされているが、

このような経験的な知恵によってくさや汁の微生物管理がおこなわれてきたものと考えられる。

ある加工場で聞いた話であるが、くさや作りで最も大切なのは汁の管理であり、これは人任せにはできず、毎日赤子に産湯を使わせる時のような気持ちで行っているとのことで、そこに食べ物作りへの真心を見る思いであった。

4. 塩辛

4-1 自己消化によって味を醸成するのが本来の塩辛

塩辛は魚介類の筋肉、内臓などに高濃度(一般に10%以上)の食塩を加えて腐敗を防ぎながら、その間に自己消化酵素の作用によって原料を消化して(アミノ酸などの呈味成分を増加させて)旨みを醸成させるのが本来の製造法である。塩辛にはイカの塩辛、カツオ内臓の塩辛(酒盗)、ウニの塩辛、アユの内臓の塩辛(うるか)、ナマコの塩辛(このわた)、サケの内臓の塩辛(めふん)など多種類のものがある。ここでは、最も生産量が多く、一般的なイカの塩辛について述べる。

作り方は比較的簡単で、まず、墨袋を破らないようにして、内臓、くちばし、軟甲などを除去、頭脚肉と胴肉を分離して水洗する。十分に水切りした後、胴肉と頭脚肉を細切りして大型の樽に入れる。これに肝臓(皮を除いて破碎したもの)および食塩を加えてよく攪拌・混合する。食塩はふつう肉量の10数%である。肝臓の添加量は3~10%程度である。毎日朝夕、十分に攪拌する。

細切肉は仕込み後、だんだんと生臭みがなくなり、肉質も柔軟性を増し、元の肉とは違った塩辛い味や香り、色調が増強され、また液汁は粘稠性を増すようになる。このように食品の風味やテクスチャーなどが時間とともにできあがってくることを一般に熟成と呼んでいる。熟成の速度は食塩濃度や温度によって異なる。

塩辛の熟成中には、アミノ酸、有機酸、揮発性塩基などが増加する。遊離アミノ酸量の変化を調べた例であるが、熟成中に急増していることがわかる。とくにグルタミン酸、ロイシン、リジン、アスパラギン酸などの増加が著しく、たとえばグルタミン酸

は仕込み初期の53mg/100gから食用適期には約600~700mg/100gと10倍以上に増えており、このような変化によって風味が形成されるので、塩辛の製造には熟成期間が必要となる。10℃で熟成させた場合、食塩10%では仕込み後1~2週間で、食塩13%では、仕込み後1ヶ月くらいで、食用に最適となる。

4-2 急増している低塩分塩辛

1975年以降、食塩10%以上の伝統的塩辛は少なくなり、代わって塩分が3~7%程度の低塩分塩辛が主流となってきた。筆者が1988~89年に市販塩辛14試料の食塩濃度を調べた結果では、7試料が4%台で、10%以上のものは1試料のみであった。

十数%の食塩によって腐敗を防ぎながら、自己消化酵素の作用を積極的に活用して原料を消化し、同時に微生物の働きも利用して特有の風味を醸成させたものが伝統的塩辛である。それでは食塩3~7%程度の低塩分塩辛でもこれまでと同じように塩辛が作れるのであろうか。

低塩分塩辛の製造法が30年くらい前まで主流であった伝統的な方法と大きく異なる点をいくつか挙げると、①従来は10%以上であった用塩量が、低いものでは3~5%程度と、著しく減少したこと、②従来は筋肉に肝臓を混ぜて熟成していたが、低塩分塩辛では肝臓のみを熟成させて細切り肉に加えるか、または熟成せずに調味した肝臓を加えていること、③従来は約10~20日間であった熟成期間が数日に短縮したり、または全く熟成を行わなくなったこと、④調味や防腐、離水防止などの目的で多種類の添加物(ソルビット、グルタミン酸ソーダ、グリシン、防腐剤、甘味料、麴など)が多量に用いられていることである。

上記2種類の塩辛の特徴をまとめてみた。もともと塩辛に10%以上もの食塩を用いるのは、腐敗細菌の増殖を抑えるためであるが、低塩分塩辛では腐敗細菌の増殖を抑えきれないため、長期間の仕込みはできず、熟成(自己消化)による旨みの生成ができない。そのため、調味料で味付けし、また食塩添加以外の手段で保存性を維持する必要があるため、低温貯蔵の併用とpH・水分活性の調整、種々の添加物による保存性の付与などが行われる。製品は発酵食品というより和えものに近いといえる。

4-3 塩辛中における食中毒・腐敗菌の挙動

食中毒菌や腐敗菌の多くは伝統的塩辛の中では高い塩分のために増殖することができない。腸炎ビブリオは、2~3%程度の食塩存在下でよく増殖する好塩菌であるが、塩分が高くなると増殖が遅くなり、10%以上では増殖できない。本菌をイカ塩辛(食塩濃度10%, 20℃)に106/g接種した実験でも、10日以内に102g以下に減少した。その他の食中毒菌や腐敗細菌も塩辛のような高い塩分ではほとんど生えない。

食中毒菌のうち黄色ブドウ球菌(*Staphylococcus aureus*)は比較的塩分に強く、食塩10%以上でも増殖できる。しかし興味あることに、塩辛中では*Staphylococcus*属の細菌が多く存在するにもかかわらず、これと同属の黄色ブドウ球菌は全く検出されない。この原因にはイカ肝臓成分やトリメチルアミンオキシドが関与していると考えられている。イカ塩辛に黄色ブドウ球菌を 10^5 /gになるように接種しても、黄色ブドウ球菌は増殖せず、エンテロトキシンの産生も認められなかったという。

4-4 塩辛で発生した腸炎ビブリオ食中毒

2007年9月に、宮城県内で製造された「いかの塩辛」で腸炎ビブリオによる食中毒が発生し、発症者合計は620名に達した。塩辛は昔は常温保存されていたにもかかわらず、食中毒が起こることはなかった。それではなぜ今回、塩辛で食中毒が発生したのであろうか。

結論から言うと、今回の塩辛の食塩濃度は約2%であったという。これでは微生物の増殖抑制にはならない。食中毒の原因としてはさまざまな「一般衛生管理事項」の不徹底が指摘されるが、最も重要な要因は塩辛の低塩化に伴う危害についての理解・問題意識が欠落していたことであろう。

腸炎ビブリオは夏の沿岸海水に広く分布するので、原料イカには直接または間接的に(魚槽内での汚染、水揚げ時の洗浄、凍結原料では解凍時に海水を用いること、加工工程での二次汚染などによる)腸炎ビブリオ汚染の可能性がある。また加工工程の温度が高かったり、放置時間が長いとその間に増殖する。腸炎ビブリオはとくに増殖速度が速いため、その後、低温保持を怠ると、比較的短時間でも菌数

は急増することになる。従来の塩辛では、たとえ原料や加工工程で腸炎ビブリオの汚染や増殖があっても、仕込み後は食塩濃度が高いため増殖できず、逆に死滅することになる。しかし、低塩分塩辛では、塩辛自体の塩分濃度が増殖に好適であるため、要冷蔵で流通販売する必要があるが、数時間でも室温放置されると食中毒発症菌量(10g食べる場合で $10^5 \sim 10^6$ /g)に達することになる。

従来の塩辛と低塩分塩辛では製法や品質がまったくと言っていいほど異なるのに、このような質的な違いについて、消費者や流通段階の人たちが承知しているかという疑問である。事実、10年余り前に都内の小売店を覗いてみたところ、さすがに大手のスーパーでは低温の陳列棚におかれていたが、町の食料品店では常温の棚に「要冷蔵」の塩辛を並べているところが何軒かあった。伝統的塩辛と低塩分塩辛を共に同じく「塩辛」と呼んでいる点もメーカー・消費者・小売段階などでの混乱の原因となっているように思われる。したがって、低塩分塩辛は伝統塩辛と区別するために「調味塩辛」「低塩分塩辛」などと呼ぶようにしてはどうであろうか。

5. ふなずし

塩蔵した魚介類を米飯に漬け込み、その自然発酵によって生じた乳酸などの作用で保存性や酸味を付与した製品を馴れずしと総称しており、ふなずし、さば馴れずし、はたはたずし(いずし)など多種類の製品が知られている。

これらのうち、ふなずしはわが国に現存する馴れずしの中では最も古い形態を残していると考えられている。滋賀県の特産品で、独特の強い臭いと酸味を持っている。東南アジア雲南地方の山岳盆地で魚の貯蔵法として生まれたものが、稲作とともにわが国に伝来したものといわれ、今も琵琶湖周辺では自家で作っているところや、魚店や漁師に漬け込んでもらったものを貯蔵している家庭も多い。県下には専門の加工業者も10軒近くある。

製造法の一例を示す。原料魚にはニゴロブナが用いられる。まず、包丁で鱗を取り除いたのち、えらを取り、そこから内臓を除去する。魚卵は体内に残したまま腹腔へ食塩を詰め込み、それを桶中に並べ

て食塩をかぶせ、何層にも重ねた状態で重石をして塩漬けする。約1年してから取り出し、塩を全部洗い出す。次に米飯に塩を混ぜ、子を潰さないように注意して、えら穴から魚の内部へ詰めたのち、桶に米飯と魚を交互に漬け込む。重石をして2日後ぐらゐに塩水を張り、この状態で約1年間発酵・熟成させる。

ふなずしの特徴は独特の風味にある。製品の分析例を示すと、pH4.0~4.5、水分64%、食塩2.3%、粗脂肪4.5%、粗タンパク25%、有機酸は乳酸(1.1%)のほか、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸などが検出される。

ふなずしの発酵・熟成過程における微生物の役割についてはまだ充分解明されていないが、最も重要な工程は米飯漬けであり、このあいだに風味と保存性が付与される。この工程における生菌数とpHの変化を示す。この風味づけは主として、魚肉の自己消化によって生成される種々のエキス成分や、乳酸菌、嫌気性細菌、酵母などが生産する有機酸やアルコールなどによるもので、また生成された有機酸などの影響でpHが低下することにより、腐敗細菌やボツリヌス菌などの食中毒菌の増殖が抑制されるため、同時に保存性も付与されることになる。従ってよい製品を作るためには、漬け込み後に急速かつ十分に発酵を行わせることが重要であるので、漬け込みは通常夏の土用に行われ、盛夏を越すようにしている。また、この発酵過程は嫌気性であるので、重石をして、さらに押し板の上を水で満たして気密を保つようにしている。ふなずしの熟成に関与する微生物として、*Lactobacillus plantarum*、*L. alimentarius*、*L. pentoaceticus*、*L. kefir*、*Streptococcus faecium*、*Pediococcus parvulus*などが知られている。

6. おわりに

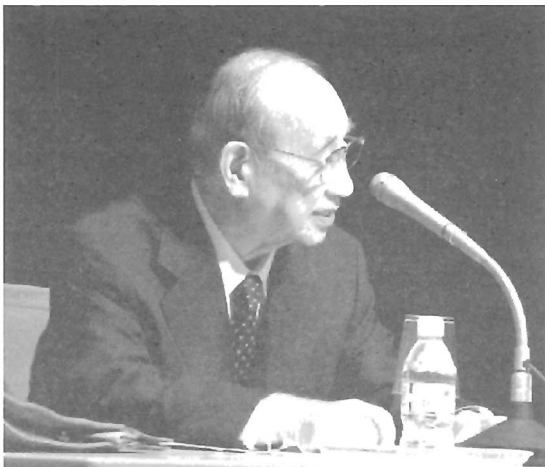
上のいくつかの例でみてきたように、水産発酵食品でも巧みに微生物・酵素を利用していることがうかがえる。近年これらの中にも、塩辛の例のように、嗜好の変化や製法の簡略化、量産化などのために改変されつつあるものもある。その発酵食品の品質上の特色や発酵の機構などが明らかなる場合にはある程

度の品質改良や省力化は可能であろうが、それらがよく解明されていないものを改変することは無理であり、それをしようとする、見かけだけ似ている中身は別のものを作ることになりかねず、結果的に昔からの伝統的な技法が失われることになる。

伝統食品は人間の英知の結晶であるといわれるように、そこには科学的で合理的な知恵や工夫が潜んでいることが多い。水産発酵食品の場合も、上に述べた以外にも、様々な微生物・酵素利用の知恵が含まれていることは充分期待される。その保持・継承のためにも、早急にそれらの調査・研究を進め、そこに含まれる科学的意義を明らかにしていく必要がある。

質疑応答

【藤巻】 先生、どうもありがとうございました。質問がございましたら、どうぞ。



藤巻正生 東京大学名誉教授

【会場】 大変面白いお話を承りまして、感動いたしました。私も水産加工というか水産製造の出身ですが、永年の疑問がありまして良いチャンスでございますので、ちょっと今日のご講演とは違う質問をさせていただきます。農学には発酵学というのがございまして、陸上の植物、つまりでんぷんだとかサトウキビだとかを発酵する学問が成り立ちますし、そういう加工食品も沢山売られています、水産植物

である海藻の発酵学というのは無い。またそれを使った食品が無いように思うのですが、これはどういう理由によるのか。あるいは、どこかにそういう食品や研究は既にある、というようなお話があるのでしょうか。

【藤井】 そもそも農産と水産とでは研究者人口が全く違います。また、産業規模が、醤油とか味噌は100万トンレベルですが、水産の発酵食品というのはそれより二桁から四桁ほど少ないレベルの産業なので、研究を支える企業も無い。それから農産ですと食総研が筑波にありまして、今はちょっと組織が変わっていますが、味噌、醤油、納豆、それぞれに研究者がいました。ところが水産の場合には食品微生物の専門家が少なく、しかも腐敗もやらないといけません。発酵といっても非常に微々たるもので、せいぜい数人。そういうバックグラウンドです。ですから、まず消費、産業規模が全く違うということと、それに対応する大学なり研究所の体制が無いということです。私も若干やっていますが、これは趣味的と言われるですね。産業的にはあまり貢献度が無いわけですね。塩辛でも年間数万トンです。それを5年も6年もかけて研究してもですね。そして学生達もそれほど関心を持たない、そんなことが一つあります。それから確かに海藻に限らず水産物では発酵学を利用した産業が無いもう一つの理由は、農産物は糖質のものが多く、これはいわゆる正統な発酵の基質になりやすいのですが、水産物では、魚には糖がほとんど無いのですね。いわゆる本当の意味でのファermenテーションがあまり起こりにくい。そういう意味でも発酵に対する興味があまり湧かないということがあります。あと、海藻については、確かに研究者は少ないのですが、最近、海藻を発酵させて餌に使う研究をやっている人が水産庁系の研究所には若干おられます。ただ食用として現在ないものを急に作り出すということはあまり興味が湧かないのか、食用として考えている方はあまり知りません。

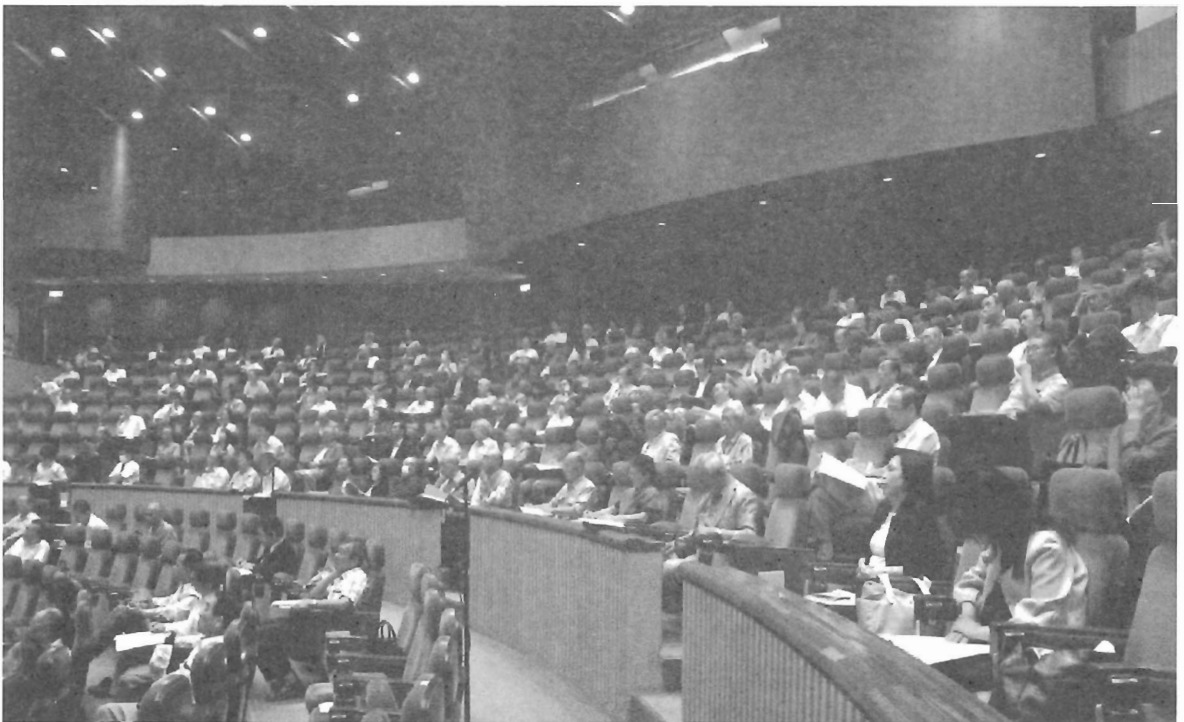
【藤巻】 最近では海藻の機能性成分を研究されている向きもありますね。まあ新しい分野かもしれませんが。

【藤井】 はい、そういうことはありますね。

【藤巻】 はい、どうもありがとうございました。



小村 武 ソルト・サイエンス研究財団理事長による閉会挨拶





第9回国際塩シンポジウムに 参加して

滝山 博志

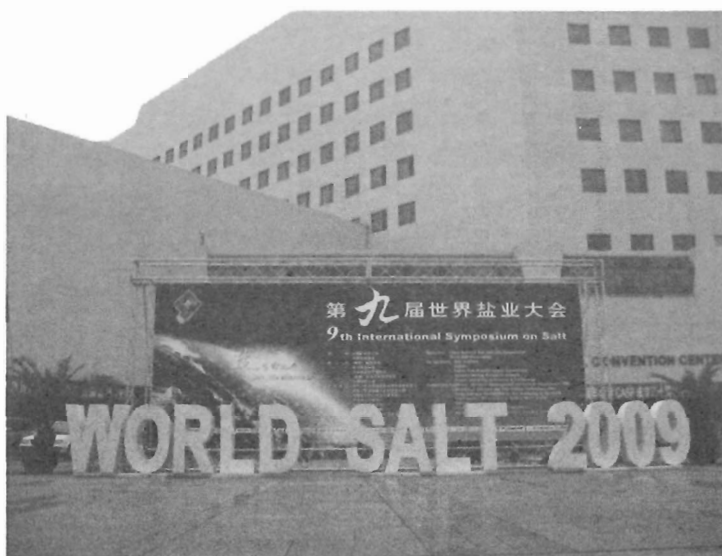
東京農工大学 大学院

第9回国際塩シンポジウム(9th International Symposium on Salt)が、2009年9月4日から6日まで中国北京で開催された。前回2000年5月にオランダで開催されて以来9年目となる。1000人を超える参加者があり、盛況の国際会議であった。その様子を報告したい。

参加準備

第9回国際塩シンポジウム(9th International Symposium on Salt)の案内は2008年3月25日からWEB上で始まった。シンポジウムのテーマは“塩：生命の源(Salt, the essence of life)”で、次の16のトピックと1つのポスターセッションの募集があった。

1. 塩製造での省エネルギー(Reduction of Energy Consumption in Salt Production)
2. 塩製造の安全性(Salt Production Safety)
3. 塩の源と産出(Salt Sources and Occurrences)
4. 塩の採取(Salt Extraction)
5. 岩塩(Rock Salt)
6. 煎ごう塩(Evaporated Salt)



写真一1 会場となった北京国際会議センター

7. 海水/湖水/天日塩(Sea/lake/Solar Salt)
8. 塩の副産物(Salt Byproducts)
9. 塩製造、分析と品質保証(Salt Processing, Analysis and Quality Assurance)
10. 塩の市場と有用性(Salt Markets and Applications)
11. 新たな利用(New Applications)
12. 新技術と装置の応用(Applications of New Technologies and Equipments)
13. 塩と環境(Salt and the Environment)
14. 塩と健康(Salt and Health)
15. ヨウ素欠乏症のためのヨウ素添加塩(Iodized Salt for IDD Elimination)
16. 塩と歴史(Salt and History)
17. ポスター：塩と文化(Salt and Culture)

2000年第8回の際のテーマは“塩：生命の基(Salt, Life depends on it)”でヨウ素欠乏症対策がメインピックの一つであったが、今回は昨今のエネルギー問題などから、環境や省エネルギーに関するセッションが多いと感じた。

発表の要旨締切は当初2008年12月15日であったが、最終的には4月30日となり、余裕があった。参加費は5月7日までは事前登録となっていて600ドルであった。日本からは約30名が参加したが、ほとんどはJTBのツアーを利用したので、ホテルの事前予約などは個人で行う必要がなく、事務局はご苦労されたと思うが、参加者にとっては非常に便利であった。

2009年の7月16日にはセカンドアナウンスメントがあり、プログラムの概要が発表となった。ただ、各セッションの発表時間については個々の発表者に電子メールの連絡があったのみで、全体の進行表は9月1日の開催直前まで分からず、発表内容のチェックは事前に充分行うことができなかった。

今回の国際会議の主催は中国国家塩産業(China National Salt Industry Corporation)と中国製塩業協会(Salt Industry Association)であった。共催は主に次の共催団体であった。

アメリカ塩協会(Salt Institute)

水溶資源研究学会(Solution Mining Research Institute)

インド塩生産者協会(Indian Salt Manufacturers Association)

ヨーロッパ塩製造者協会(Eu Salt)

天津工科大学

UNICEF

当日と受付開始

当日2009年9月4日は、JAL781便で現地時間の14:00到北京国際空港に到着後、直ちに国際会議場に向かった。会議は前述の北京国際会議センター(Beijing International Convention Center: BICC)で開催された(写真-1)。このセンターは2008年のオリンピック会場(北京国家体育場(鳥の巣))のすぐ近くで、選手村として使われていたアパートやホテルの建ち並ぶ一角に位置していた。空港からは20km、天安門からは9kmの位置でアクセスに不便は感じなかった。

1日目は受付(写真-2)と、発表者によるスライドチェックがあった(写真-3)。受付は、あらかじめ電子メールで送られてきた受付票を提示すれば、名札と要旨集などが受け取れる方式であった。

プログラムを見ると、一般講演の会場は6会場あり、それぞれの会場にプレゼンテーションがスムーズに行えるように、スタッフが2名ずつ配置され、発表時間や質問時間などの詳しい



写真-2 受付の様子



写真—3 発表者によるスライドの事前チェック

説明があった。事前の案内で同時通訳が必要な発表者は200円を用意するように案内されていた。英語であれば同時通訳は必要ないと思っていたが、事前チェックを受けているときに、スタッフから会議の公用語は英語と中国語である旨説明があり、もし、中国語で質問された場合どうするかと尋ねられた。電子メールで何度も同時通訳の案内があった理由がここでよく分かった。

さて、受付票と交換で受け取ったのは要旨集の他、数々の付録であった(写真—4)。

布製の鞆の中には、要旨集(2冊)、参加手帳、塩の写真集、中国語-英語会話集、第9回塩シンポジウム特製トランプ、巾着(2日目に配布)であった。かなりの量でしかも重さがあったので、参加者は皆どのように持ち帰るのかを話題にしていた。さらに、発表者には2日目に発表の証明証があるとのアナウンスもあった。



写真—4 要旨集と付録の数々

1日目の夕食は会場に隣接した北京コンチネンタルグランドホテルでとり、明日からの会議に備えた。

開会式と各セッション

会議の2日目は開会式から始まり、午前中は基調講演があった。

会場には写真—5のような大きなプログラムボードがあり、どの会場で、誰がどんなタイトルで発表を行うかがすぐに分かるようになっていた。プログラムが急に変更になった会場もあったようだが、このボードを見ればその変更にも対応できるようになっていた。



写真—5 会場の特大プログラムボード

5日午前中のプログラムは次の通りである。

8:30 - 9:10 開会セレモニー

9:10 - 9:45 開会宣言

Mao Qingguo氏挨拶(大会委員長：中国
国家塩産業、会長)

Saad Houry氏挨拶(UNICEF 事務局長代理)

Walter Becky氏挨拶(アメリカ塩協会議長)

Wouter Lox氏挨拶(ヨーロッパ塩製造者協会
経営責任者)

Richard Hanneman氏(アメリカ塩協会会長)

10:20 - 12:00 基調講演(1件15分)

Wan Jianjun氏(Hyfluxによるかん水の精製技

中国盐业总公司
CHINA NATIONAL SALT INDUSTRY CORPORATION

第九届世界盐业大会
9th International Symposium on Salt

中国盐业协会
CHINA SALT ASSOCIATION

第九届世界盐业大会简报

Bulletin of 9th International Symposium on Salt

第九届世界盐业大会组委会 主办
The Organizing Committee of 9th International Symposium on Salt

第2期

2009年09月06日 星期日



全国人大常委会副委员长
周铁农开启大会主题 盐与生命之门

中国盐业总公司总经理茹庆国与
中国盐业协会理事长王华宣布大会开幕

Mao Qingguo
大会委員長

写真一6 開会式の様子(会場配布のチラシ引用)

2 2009年09月06日 星期日



主旨讲话

Saad Houry
UNICEF 事務局長代理

Walter Becky
アメリカ塩協会 議長

Wouter Lox
ヨーロッパ塩製造者協会
経営責任者

Richard Hanneman
アメリカ塩協会 会長

写真一7 開会宣言と主な来賓挨拶(会場配布のチラシ引用)

術に関する研究)

John Voigt氏(水溶資源に関わる問題)

Sha Zuoliang氏(蒸発食塩晶析プロセスの解析)

Frans Gotzfried氏(岩塩と天日塩の再結晶プロセス)

Chen Zupei氏(ヨウ素欠乏症の持続的対策)

S.Sundaresan氏(インド塩工業の紹介)

基調講演の発表時間は15分と短かったが、塩に関してさらに研究は続いていることを印象づけ、大会の概要の紹介には充分であったのではないだろうか。

この国際会議では速報のチラシが印刷され、開会式や会場の様子が紹介された(写真—6と7)。ただし、中国語のみであったのが残念である。開会式の様子はこのチラシの写真を引用させて頂いた。

さて、午後は複数のセッションが同時進行するプログラムである。最終的には全部で次の9つのセッションで合計181件の発表が用意され、表—1に示す順番で口頭発表が行われた。括弧内にはそれぞれの口頭発表の数を記してある。また、国内からの参加発表数を [] 内に示した。

1. 煎ごう塩(31件[3])
2. 岩塩(31件)
3. 海水・湖水・天日塩の生産と利用(31件[1])
4. 塩工業生産(22件)
5. 塩と健康(10件)
6. ヨウ素欠乏症のためのヨウ素添加塩(16件)
7. 塩の生産と測定(20件[7])
8. 塩の販売と市場調査(15件)
9. 塩の歴史と教育(5件)

表—1 第9回国際塩シンポジウムプログラム

1日目(9月4日(金))

時 間	プログラム	会 場
08:00~18:00	受付	北京国際会議センター(BICC)
18:30~20:00	夕食	北京コンチネンタルグランドホテル

2日目(9月5日(土))

時 間	プログラム	会 場
08:00~15:00	受付	北京国際会議センター(BICC)
09:00~10:00	開会式	BICC ホール1
10:00~10:20	休憩	2階ロビー
10:20~12:00	基調講演	BICC ホール1
12:00~13:20	昼食	北京コンチネンタルグランドホテル
13:30~15:00	煎ごう塩(5件)	201A 会議室
	岩塩(5件)	201B 会議室
	海水・湖水・天日塩の生産と利用(5件)	307 会議室
	塩工業生産(5件)	308 会議室
	塩と健康(5件)	201C 会議室
	ヨウ素欠乏症のためのヨウ素添加塩(5件)	303 会議室
15:00~15:20	休憩	北京国際会議センター(BICC) 2F, 3F
15:20~17:00	煎ごう塩(6件)	201A 会議室
	岩塩(6件)	201B 会議室
	海水・湖水・天日塩の生産と利用(6件)	307 会議室
	塩工業生産(6件)	308 会議室
	塩と健康(5件)	201C 会議室
	ヨウ素欠乏症のためのヨウ素添加塩(6件)	303 会議室
18:00~19:00	中国民芸展示	北京国際会議センター(BICC) 2F
19:00~21:00	晩餐会	BICC ホール No1

3日目(9月5日(土))

時 間	プログラム	会 場
08:30~10:00	煎ごう塩(5件)	201A 会議室
	岩塩(5件)	201B 会議室
	海水・湖水・天日塩の生産と利用(5件)	307 会議室
	塩工業生産(5件)	308 会議室
	塩の生産と測定(5件)	201C 会議室
	ヨウ素欠乏症のためのヨウ素添加塩(5件)	303 会議室
10:00~10:20	休憩	北京国際会議センター(BICC) 2F, 3F
10:20~12:00	煎ごう塩(6件)	201A 会議室
	岩塩(6件)	201B 会議室
	海水・湖水・天日塩の生産と利用(6件)	307 会議室
	塩工業生産(6件)	308 会議室
	塩の生産と測定(6件)	201C 会議室
	塩の販売と市場調査(6件)	303 会議室
12:00~13:20	昼食	北京コンチネンタルグランドホテル
13:30~15:00	煎ごう塩(5件)	201A 会議室
	岩塩(5件)	201B 会議室
	海水・湖水・天日塩の生産と利用(5件)	307 会議室
	塩の歴史と教育(5件)	308 会議室
	塩の生産と測定(5件)	201C 会議室
	塩の販売と市場調査(5件)	303 会議室
15:00~15:20	休憩	北京国際会議センター(BICC) 2F, 3F
15:20~16:30	煎ごう塩(4件)	201A 会議室
	岩塩(4件)	201B 会議室
	海水・湖水・天日塩の生産と利用(4件)	307 会議室
	塩の生産と測定(4件)	201C 会議室
	塩の販売と市場調査(4件)	303 会議室
16:30~16:50	閉会式	北京国際会議センター(BICC) 2F
17:00~17:45	夕食	北京コンチネンタルグランドホテル
19:00~21:00	中国演芸鑑賞	北京円形劇場

公用語が英語と中国語であるので、座長が中国人の場合、中国語で進行される場合もあり、日本人はどうしても同時通訳のイヤフォンが必要であった。また、中国側からの発表の多くも中国語で、しかもスライドも中国語であったため、内容に興味があっても詳細が分からなかった。それでも各会場には同時通訳のブースがあり、2名の同時通訳者が常駐し、イヤフォンを借りれば、英語の訳を聞くことはできた。

スライド原稿はあらかじめ送信しておくように指示があり、しかも前日にスライドのチェック(文字化けなど)があったので、国内の学会で見られるようなパソコンの切り替えによるトラブルはなかった。

会場で要旨を広げて講演を聴く参加者はいな

かったが、要旨は全て英語で書かれており、要旨は前回の会議同様、非常に充実していると思う。要旨は写真—8のような体裁で、1巻848頁、2巻932頁の合計1780頁の内容であった。

この要旨には次の内容の合計223件の論文が掲載されていた。

第1巻

1. 煎ごう塩生産と塩製造での省エネルギー(44件)
2. 岩塩の採掘と岩塩資源(50件)
3. 海水/湖水塩と生態(20件)

第2巻

3. 海水/湖水塩と生態(続)(28件)
4. 塩の化学産業(28件)
5. 塩と文化そして歴史と教育(5件)



写真—8 1780頁の要旨集

6. 塩と健康(13件)
7. 塩製造、分析と品質保証(25件)
8. ヨウ素欠乏症のためのヨウ素添加塩(19件)
9. 塩の市場(19件)

日本からは合計11件の口頭発表があった。特に塩に関わる測定技術については貢献度が高かった。発表時間は質疑を合わせて18分(発表者には15分の発表と案内)であったので、会場からの質問は少なかったが、発表後に個別に質問している風景が多く見られた。

発表会場には2つのスクリーンが用意され、左のスクリーンには講演タイトルが映し出される形式で発表が行われた(写真—9)。1000人程度の参加者数を考えると、口頭発表の会場は少し手狭で、何人かは入口付近で立ち見をしている風景が見られた。



写真—9 発表会場の様子

初日の夕食と2日目、3日目の昼食は北京コンチネンタルグランドホテルでのビュッフェスタイルの食事であった(写真—10)。

昼食時間は参加者が集中するので、写真のホールだけではなく、バーや喫茶店でも同じビュッフェができるように手配され、行列が長くなるようなことは無かった。

国際会議は会議場の2階と3階で開催されていたが、会議場の1階では塩に関する中国の企業が展示会を催していた(写真—11)。特に、中国国家塩産業は展示に力をいれており、展示会の入口には写真のような大きなモニュメントが置いてあった。合計10件程度の企業が展示会に参加していたが、多くは塩包装の企業であった。



写真—10 北京コンチネンタルグランドホテルでのビュッフェ



写真—11 展示会の様子

民芸展示と晩餐会

1日目の会議は17:00に全て終了し、その後中国の民芸展示の企画が催された。これは参加者主体のイベントで、プログラムを見ただけでは内容が把握できなかったが、スライド準備で世話になった、会場担当のスタッフが手順を教えてくれた。まず、イベント会場の入口で巾着を受け取り(写真-12)その中のコインで好きな民芸品を購入するというという今までに経験したことのない興味深い企画であった。写真-4の巾着が財布代わりで、その中に古い硬貨が5枚入っていた。



写真-12 巾着の配布

民芸品は全部で5種類あり、硬貨2枚と交換の飴細工、硬貨5枚と交換のガラス細工(写真-13)などがあつた。この企画は大成功で、例えば私が日本人と分かる、日本の文化と中国の文化の違いについて尋ねられ、意外にもこの企画で分野の異なる海外の研究者と知り合いになれた。また、同伴者と一緒に買い物を楽しんでいる研究者も多かった。

19:00からは晩餐会が開催された。基調講演が行われた会議場の大ホールで、20名程度のテーブルが50近く用意され、料理を楽しんだ。料



写真-13 中国民芸展示の様子

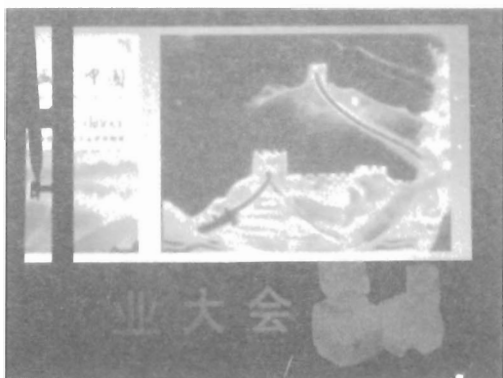
理はデザートを含め15種類の中華料理であつた。どのテーブルでも丸テーブルを囲んで会話を弾ませていた。



写真-14 塩の像と会議オリジナルワイン

驚かされたのは、各テーブルに用意されていた塩の像とワインである(写真-14)。塩の像は非常に緻密で、晩餐会の後で持ち帰ってもよいことになっており、何名かの参加者が持ち帰った。また、ワインのラベルには第9回国際塩シンポジウムのマークが入っている会議オリジナルの製品であつた。

晩餐会のステージでは、中国民族舞踊の他に写真-15のようなイベントも披露された。塩で次から次へと様々な絵を描いてゆく、砂絵ならぬ塩絵である。万里の長城から北京オリンピ



写真—15 晩餐会の様子

ツクの象徴である北京国家体育場(別称：鳥の巢)まで実に匠に描いていたのが印象的である。多くの研究者にとって忘れられない一晩になったと思う。



写真—16 最終日の閉会イベント

りの他に、ギネス記録を持ったフラフープの使い手や世界マジック祭典のメダリストによる中国伝統手品など全12の催しがあった(写真—16)。

2日目の発表と閉会式

2日目のプログラムは少し変則的で、塩の生産と測定、塩の販売と市場調査、塩の歴史と教育のセッションがあった。国内の参加者も7名が口頭発表を行った。

閉会式は201の会議室を3つつなげて大きな会場にしたのちに、開催された。Richard Hanneman氏(アメリカ塩協会会長)の挨拶とDong Zhihua氏(中国国家塩産業会長)の閉会宣言があった。このときは同時通訳がなく、残念ながらZhihua氏の話の内容は分からなかった。

最終日の夕方には別のイベントが用意されていた。北京円形劇場での中国演芸鑑賞である。2日目の会議終了、各自夕食を済ませた後に、バスで移動した。当初は会場近くの会場が準備されていた様だが、中国建国60周年記念式典の予行が9月6日に開催されるとのことで、このときは天安門広場周辺が大規模に交通規制される関係で、会場が変更になったようだ。

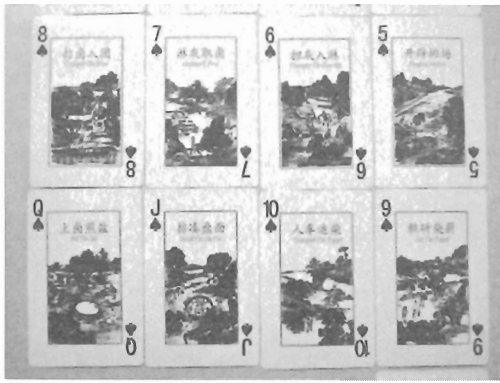
最終イベントも参加者を満足させた。歌や踊

参加者への土産

写真—4で、大会参加者の配布物を紹介したが、その他にもいくつかの土産が用意されていた。まず、お茶入れ(写真—17)である。これは中国を代表する伝統的なやきもの青花磁器で、その認定書がついていた。しかも「第9回



写真—17 土産の青花磁器



写真—18 土産のトランプに印刷された中世の塩製造法



写真—19 発表者に配布された証明証

国際塩シンポジウム」の名前入である。これは参加者全員に配布された。何気なく見ていたトランプであるが、これにも面白い工夫がしてあった。トランプの表面には中国中世の塩の製造法が描いてある(写真—18)。海水を引いて、木を切って薪にし、そして海水を煮詰めるその順番が絵になっているのである。

さらに、発表者にはクリスタルガラスの認定証(写真—19)が配布された。発表者個別名が入った立派な置物であった。

おわりに

第9回の国際塩シンポジウムの内容を紹介してきたが、すこしでも雰囲気伝わったなら幸いである。日本の塩専売法が廃止され、国内塩の国際競争力をさらに付けなければならない実状があるが、塩に関わる研究はまだまだ続く印象を受けた。特に、省エネルギーや塩製造プラントの副生成物の製品化などは、古くから煎ごう塩の技術開発と研究をおこなっている日本に



写真—20 日本からの参加メンバー

強みがあるのではないだろうか。幸い2000年の国際塩シンポジウムにも参加させて頂いたが、海外は生産規模が大きいので、生産量では勝負できないが、ユーザーの細かな品質の要求に答えられる面で、国内規模程度が適当なのではないかと印象を受けた。

日本からの参加者は30名程度(写真-20)で1ヵ国当たりの参加者では多い方だと思う。隣

国での開催という理由もあるだろうが、日本からの情報発信に世界は注目していることに間違いはないと感じた。

謝 辞

筆者が今回国際塩シンポジウムに参加するにあたり、(財)ソルト・サイエンス研究財団の支援を多大に頂いた。ここに記して感謝したい。

塩漫筆

塩車

『シーボルト』

1. 長崎のオランダ商館¹⁾

17世紀の初期(1616)、海外交易を平戸と長崎の2港に限り、ポルトガル、スペイン、オランダ、イギリスの交易船が、来航していた。

慶長1(1612) 幕府、イエズス教の禁教令を出し、宣教師の追放、教会堂の取壊、信者の改宗を迫る。

寛永元(1624) イエズス教と最も関係の深い、イスパニヤ人の来日と交易を禁ず。

寛永12(1635) 全ての日本船、日本人の海外渡航と、海外に住む日本人の帰國を禁ず。

寛永14(1637) 「島原の乱」起る。～(1638)鎮圧。

寛永16(1639) 長崎・出島のポルトガル交易を禁ず。

寛永18(1641) オランダ人を長崎出島に移す。
…「長崎のオランダ商館」始る。

オランダ船は、ジャワのバタビア(開設は(1619))を基地として運航していた。

(1)イギリスの東洋進出と、清の鎖國

(1686) イギリス、東インドのベンガルにカルカッタを建設。
東洋進出の拠地とす。

(1699) 清、イギリスの広東貿易を許す。

(1702) 清、アモイの交易を定む。(イギリス、オランダ、スペイン)

(1757) イギリス、ベンガルを制す。(インド支配の基礎)

(1759) 清、イギリスとの交易を広州一港とする。…清の「鎖國」

(2) ナポレオン戦争…(1805)～(1815)²⁾

(1804) フランス皇帝となったナポレオンは、さらに領域の拡大を図った。これに対

- 抗して、イギリス、オーストリア、プロシヤ、スエーデンは「第3次大同盟」を組み、対戦した。
- (1805) アウステリッツの戦は、ナポレオンの勝利となり、ライン連邦(フランス領)成立。
- (1808) ナポレオン、スペイン進攻。
- (1810) オランダはフランスに併合され、その東南アジアの植民地はイギリスに占拠される。
- (1811) イギリス、マドラスとバタビアを占領、植民地とす。
- (1813) イギリス、長崎のオランダ商館の乗取りを迫るが拒絶される。
- (1813) ナポレオン、ライプチヒの戦に敗れエルバ島に流配。
ウィーン会議始る。
- (1815) 6月、ワーテロの戦。ナポレオン敗れ、セントヘレナ島に流さる。
ナポレオン戦争終る。
- (1816) [ウィーン体制]
 - ・オランダネーデルランド王国
 - ・ドイツ連邦
 - ・イギリス—セイロン島領有
- (1818) イギリス・東インド会社のゴルドン、「長崎オランダ商館」長となる。
- (1819) イギリス、シンガポール占領。
- (1823) シーボルト(ドイツ人)長崎オランダ商館に着任。



2. シーボルト³⁾

(1) 長崎の鳴滝塾

- シーボルト(Siebold, Philipp Franz von)は、
- (1796)年 ドイツ、バイエルン州ヴェルツブルグの医師の家に生れた。
- (1815)年 ヴェルツブルグ大学に入学し医学を専攻。

自然科学、地理、民俗学にも関心をもつ。

- (1820)年 ヴェルツブルグ大学を卒業。医師となる。

文政5(1822) イギリス、東インド社の医師として、9月23日ロッテルダムを発ち、バタビアへ向かう。

文政6(1823) 4月バタビアに着任。6月バタビアを出発し、8月11日、長崎に到着した。

はじめ商館の内部で、やがて市内の吉雄幸載の私塾などで診察と抗議を行っていたが、

文政7(1824) 長崎奉行から許されて、長崎近郊の鳴滝に学舎を造った。学生の宿舎や診療室、さらには薬草園まで備えた鳴滝塾である。シーボルトはここで実地の診療や、医学の臨床講義のみならず、様々な分野の学問の講義を行い、小関三英^{こせきさんえい}、高野長英、伊東玄朴^{いとうげんぼく}、美馬順三^{みまのりぞう}、二宮敬作らの蘭学の逸材を育てた。

文政8(1825) シーボルト、日本茶の種をジャワ島に送り、発芽、栽培に成功。また、楠本其扇(お滝)と結婚。

文政9(1826) 1月9日、商館長と共に江戸に出発。3月4日江戸到着。下旬には將軍家齊に謁見。

4月12日に江戸を発ち、6月3日長崎帰着。

江戸滞在中、高橋景保、大槻玄沢、宇田川榕庵らの蘭学者とも親しくなった。

文政10(1827) 娘いね生まれる。

(2) シーボルト事件

文政11年(1828)、シーボルトは任期が満ちて帰国することとなった。彼の帰国荷物を積んで、バタビアへ向った船が、大時化によって長崎に吹戻された。この時、荷物の中に『大日本沿海

輿地全図』等が見付かり、國禁違反事件へと進展した。

「大日本沿海輿地全図」⁴⁾は幕府天文方・高橋景保が制作を担当し、文政4年(1821)完成。(図-1参照)

高橋景保が、シーボルトの『フォン・クルーゼンシュテルン世界周航記』と『オランダ領のアジア地図』などと引換えに、この『日本沿海地図』をシーボルトに渡していたこと、その他に「葵の紋服」などをシーボルトが持出そうとしていたことが明らかになった。高橋は裁判の途中で獄(牢)中で死亡、シーボルトは國外追放となり文政12年(1829)12月、日本を去った。

3. 「日本学」の大家、シーボルト

國外追放となったシーボルトは、バタヴィアを経て、オランダに戻った。そうして(1831)年植民省の日本問題担当の顧問となった。

彼は、日本から持帰った資料、収集品を一堂に整理・展示し、「日本誌」の著述、刊行を進めた。

- (1)『日本誌』:「日本とその周辺地域(蝦夷、南千島、樺太、朝鮮、琉球)についての記述」
(1832)初刊~(1854)完
- (2)『日本動物誌』: (1833)~(1850)
- (3)『日本植物誌』: (1835)~(1850)

こうして、彼はヨーロッパ随一の「日本学」の大家となった。彼の「日本資料展示場」は、そのままライデン(Leiden)国立民族資料館に引継がれ現代に到っている。

彼は、天保14(1843)、フランスのパリ国立図書館に「民族学博物館」の構想を提案している。

4. 日本開國に向けて³⁾

(1)清の開國

- (1839) 清國の林則徐、広州イギリス商社の密輸阿片を没収焼捨て。
- (1840) 6月、イギリス海軍、広州・廈門を襲い、林則徐の防衛軍と戦う。(阿片戦争の始まり)
- (1842) イギリスは寧波、上海、鎮海を奪い、南京攻略をはかる。ついに清朝屈服。
- (1842) 8月、南京条約に調印(香港割譲、五港開港)これに便乗して、フランス、アメリカも清國と通商・開港条約を結ぶ…… 清の開國

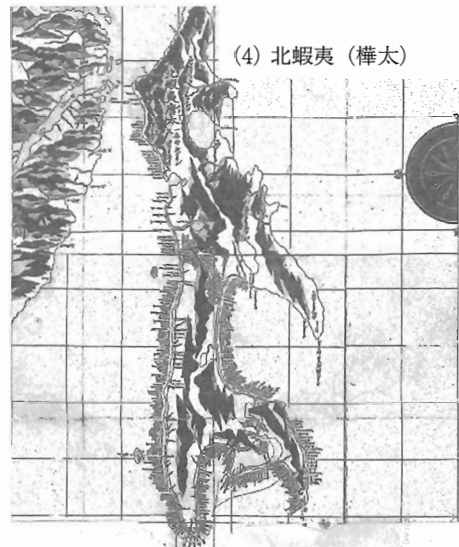
(2)日本の開國とシーボルト

- 弘化元(1844) オランダ國王の「日本の開國を勧める親書」(シーボルト執筆)が幕府に届けられた。
- 弘化3(1846) 米使ビッドル浦賀に来り通商要求、拒絶。
- 嘉永5(1852) オランダ國王の「日本開國条約(案)」(シーボルト起草)が完成し、長崎商館長クルティウスが幕府に呈上した。この時、条約締結となれば、シーボルトの追放解除を幕府に要請した。
- 嘉永6(1853) 米使ペリー浦賀来航。ロシア使プッチャーチン長崎来航。
- 安政元(1854) 日米和親条約(神奈川条約)。日英、日露和親条約。
- 安政3(1856) 米総領事ハリス下田駐在。
- 安政5(1858) 五國(米、蘭、露、英、佛)と通商条約。
シーボルト追放解除。
- 安政6(1859) 6月、神奈川・長崎・箱館の三港を開き、貿易開始。
シーボルト再来日。江戸真福寺

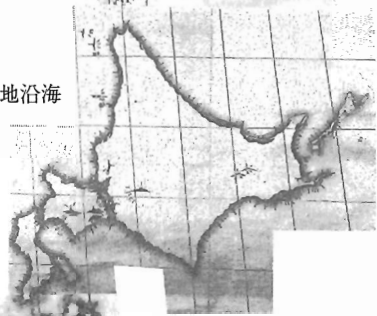
図一 日本沿海地図

伊能忠敬：「大日本沿海輿地全図」(小図)

- (1) 日本本州東部
 - (2) 日本本州西南部
 - (3) 日本蝦夷地沿海
 - (4) 北蝦夷(樺太)
- } 伊能忠敬
- } 間宮林蔵



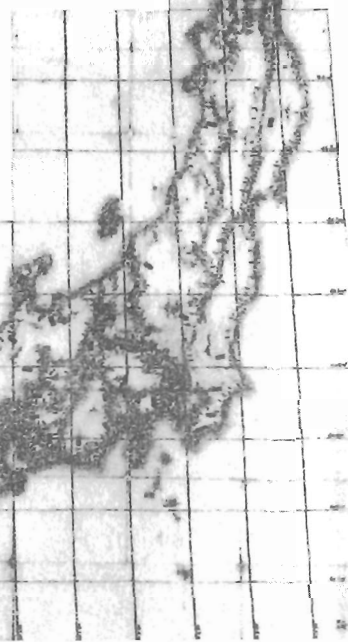
(3) 日本蝦夷地沿海



(2) 日本本州西南部



(1) 日本本州東部



のオランダ館に入る。⁵⁾

文久元(1861) 5月12日、シーボルト赤羽接遇所に移居。
10月16日、シーボルト江戸から横浜に移る。

安政6(1859) シーボルトは長男のアレクサンダー(当時14歳)を伴って、再来日した。国外追放から丁度30年振りの来日である。

シーボルトは江戸・真福寺のオランダ館で業務を再開した。長男のアレクサンダーは日本語を学び、(1862)在日、イギリス公使館の職員となる。(※ 後述)

文久2(1862) シーボルトは職を辞して独り帰国し、(1866)ドイツのミュンヘンで亡くなった。(享年71歳)

5. シーボルト(Philipp Franz von Siebold)の子供たち

(1) Alexander Georg Gustav von Siebold

(1846) オランダ、ライデンで生まれた。(長男)

安政6(1859) 父に連れられて来日。日本語を習い

文久2(1862) 在日イギリス公使館員となる。

慶応2(1866) パリ万国博覧会参加の徳川昭武一行の案内役として同行した。

明治3(1870) 日本・民部省雇となり、外債切替え交渉のための特例弁務使、上野景範に従ってロンドンへ出張。

明治6(1873) 太政官正院翻訳局に配属され、ウィーン万国博覧会副総裁佐野常民に随行。

明治8(1875) 大蔵省雇。

明治11(1878) 外務省雇に転じ、パリ万国博覧

会副総裁松方正義に随行。万博後在独公使館付となる。

明治15(1882) 15年条約改正予議会、19、20年条約改正会議で東京へ呼ばれ、
)
明治20(1887) 通訳官を務める。会議は無期延期となり、その了解工作の内命を受け各國を歴訪。

明治27(1894) 日英条約改正交渉のため、特命全権公使青木周蔵について、ロンドンへ出張。
)

明治38(1905) 日清戦争、日露戦争の際は、ヨーロッパ各國の世論工作にも従事した。

明治43(1910) 勲1等瑞宝章、受賞。

明治44(1911) 逝去(65歳)

(2) Heinrich Philipp von Siebold

(1852) ライン河畔ボツパルトに生る(次男)

明治2(1869) 兄に連れられて日本に来る。

明治5(1872) 1月、オーストリア日本代表部の臨時通訳練習生となる。
10月、ウィーン万国博覧会の日本万博委員会の連絡係となる。

明治6(1873) 1月、陳列準備のためウィーンに行く。
3月、名誉通訳官に昇任。

明治7(1874) 6月、再来日。

明治12(1879) 『日本考古学覚書』

明治14(1881) 『アイヌ民族研究』

明治16(1883) 2月、オーストリア領事館、官房書記となる。
代理公使、横浜代理領事、一等官房書記官、上海総領事代理…を歴任。

明治29(1896) 7月離日。

(1908) 逝去(56歳)

(3) 楠本いね

文政10(1827)～明治36(1903)

シーボルトは鳴滝塾の門人、高良齋、二宮敬作らに、娘いねの教育を依頼した。長崎養生所雇教師ボンベ、ボードイン、マンスフェルトに医学診療を学んで、明治3(1870)年、長崎銅座町に開業、日本で最初の洋方産科女医となった。明治15(1882)年上京し、宮中産科医となる。

いねは一時、父の姓に漢字を当て^{しもと}矢本稻と名乗っている。

シーボルトの子供たちは、夫々に父〔シーボルト〕の跡継となった。

[参考文献・資料]

- 1) 「鎖國」から「開國」へ, そるえんすNo.82(2009)
- 2) 「玉川児童百科大辞典」: 玉川大学出版部編集 誠文堂新光社発行(昭53)
15.日本歴史 16.世界歴史
- 3) 「日本歴史人物事典」 朝日新聞社(1994)
シーボルト, 高橋景保, 楠本其扇(お滝) …
- 4) 伊能忠敬の「大日本沿海輿地全図」, そるえんすNo.80(2009)
- 5) 「江戸の外國公使館」東京都港区立・港郷土資料館発行(2005)

財団だより

1. 公益財団法人への移行が完了

当財団では、公益法人制度改革3法の施行(平成20年12月1日)に伴い、平成21年8月6日(木)に内閣府公益認定委員会に対し移行認定申請を行いました。その後、同年11月19日(木)に公益財団法人として認定を受けましたので、12月1日に移行登記を行い、公益財団法人への移行を完了いたしました。

皆様のご指導ご支援に改めて御礼申し上げます。

2. 第44回研究運営審議会

平成22年2月23日(火) KKRホテル東京

平成22年度の研究助成について選考が行われる予定です。

3. 評議員会・理事会

平成22年3月16日(火) KKRホテル東京

平成22年度の事業計画・予算等の審議が行われる予定です。

編集後記

7回目となるソルト・サイエンス・シンポジウム2009は、ここ4年間では最も多い200名以上のご参加をいただき、盛況のうちに終えることができました。今回は4件の講演をお願いいたしましたので、時間的には少し窮屈でしたが、活発なご質疑・ご討論ありがとうございました。ご講演いただいた先生方、座長をお願いした研究運営審議会の委員・顧問の先生方、ご参加いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

第9回国際塩シンポジウムが2009年9月4日から6日まで北京で開催されました。財団では、研究助成の成果を広く世界に紹介し、また研究者育成のよい機会として、4名の助成研究者のシンポジウムでの発表をご支援いたしました。ご執筆いただいた滝山先生は、オランダのハーグで開催された第8回にも参加されており、臨場感あふれるご報告をいただきました。

2010年度研究助成の募集は12月20日に締め切りました。これから研究運営審議会の委員の先生方に選考をお願いいたしますが、2010年度は募集いたしました件数を助成できる見込みです。

平成21年も瞬くうちに過ぎて1年が終わろうとしています。今年はリーマンショック後の混乱の中での予算策定における研究助成金の減額にはじまり、12月1日の新公益法人への移行登記と本当にあわただしい1年でした。お蔭さまでなんとか年内に新公益法人へ移行することができました。これも皆様のご支援の賜物と厚く御礼申し上げます。どうか来年も変わらぬご支援の程、お願い申し上げます。

(池)

DECEMBER / 2009 / No.83

発行日

平成21年12月31日

発行

公益財団法人ソルト・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>