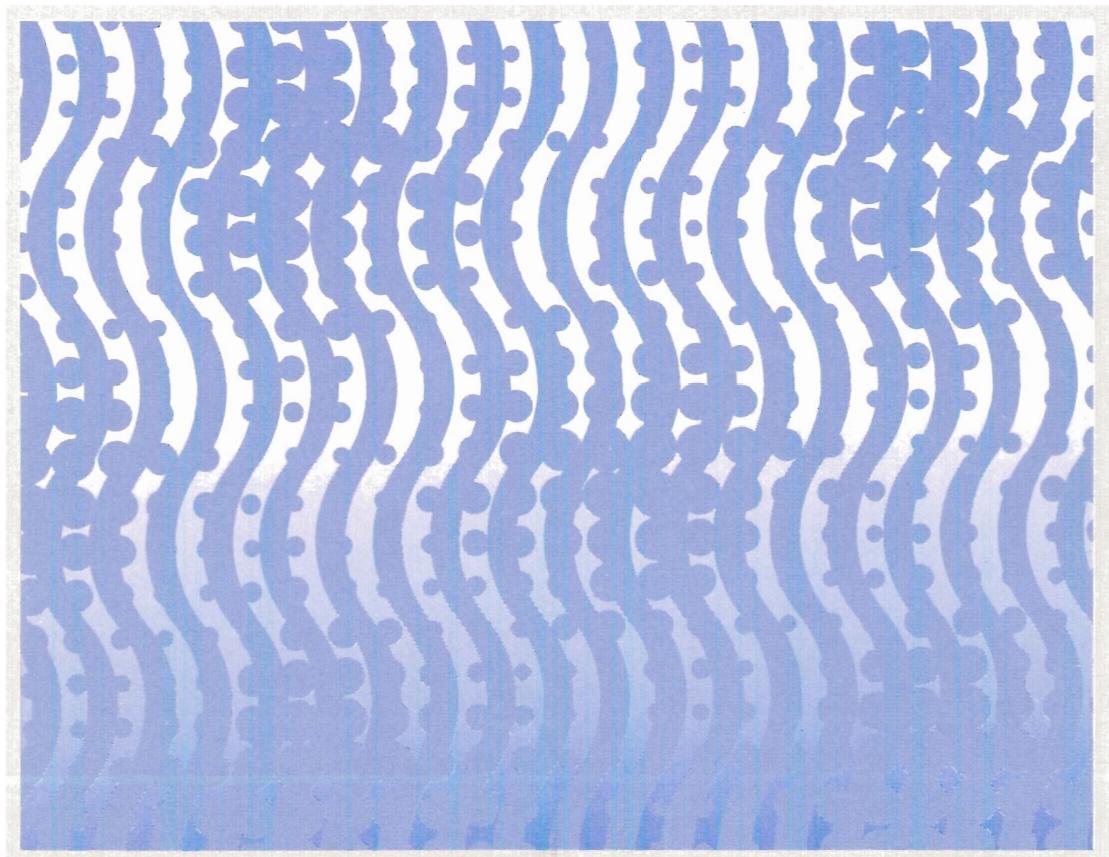


|そるえんす|



No.37

# ——目次

|   |    |
|---|----|
| 卷頭言                                       | 1  |
| 専務理事に就任して思い出すこと                           | 2  |
| 21世紀の超高齢化社会における国民的<br>健康づくり—ラジオダンベル体操に期待— | 5  |
| 統計数字は語る                                   | 15 |
| イオン交換膜製塩の開発に携わって                          | 22 |
| 塩漫筆 『タラソテラピー』                             | 30 |
| 第21回評議員会・第23回理事会を開催                       | 33 |
| 第10回助成研究発表会・財団設立10周年<br>記念交流会を 7月29日に開催   | 35 |
| 役員・評議員                                    | 39 |
| 研究運営審議会委員及び研究顧問                           | 40 |
| 財団だより                                     | 41 |
| 編集後記                                      |    |

# 大学における工学研究



豊倉 賢

早稲田大学教授

25年前、日本のある会社で、晶析装置と化学工業プロセスにおける晶析操作の状況について討議したことがあります。そのとき、会社の人から、「先生はプラントをお持ちですか?」と質問されました。

一般に大学の研究者は小型の実験装置で研究を行い、ともすれば理論的な検討や工業装置内の現象から離れた理想的なモデルを対象としたテーマを研究する傾向があります。これらの研究も極めて重要なテーマですが、その成果が工業装置・工業操作の発展に寄与するものでないと、工学研究としての評価の対象とは考えられません。

大学での工学研究は、基礎的なものですが、ここで対象となる工学研究の中には、工業装置に特有な現象やスケールアップの影響を受けるものなどがあり、そのようなテーマを対象にした工学研究の成果なしに新しい工業プロセスを開発するには困難と考えています。このような研究成果は、大学や公的研究機関の研究に期待されています。

そこで工学分野で活躍する研究者は、各自が行っている研究の成果と工業技術との接点を、よく考えながら研究活動を進めが必要です。

しかも、ここで対象となる工業技術は最先端のもの、あるいは将来の技術開発に貢献するものでなければなりません。そのため研究者は、それぞれの立場で企業の抱える問題入手する努力をしています。また企業の技術者は、どの研究者の研究が自分達の抱える技術の課題解決や発展に寄与

するかを、絶えず調査・検討しています。

そして、工学研究者のオリジナルな研究と企業技術者の検討する技術内容との間に接点が見出された時に、初めて両者が討議する機会が得られます。工学研究者は、この討議を通して工業装置内現象をよく咀嚼し、種々の課題にも適用できる共通な研究テーマを見出して、オリジナルな方法で研究し、成果を上げることが望されます。

晶析工学は、どちらかといえば理学的研究成果を基に発展してきました、二次核化現象や懸濁微小結晶の成長現象への寄与など工業的に重要な晶析工学に特有な研究は、1970年以降活発になされるようになりました。

特に後者は、有効二次核についての研究過程で1980年頃著者らが気付き、取り上げた研究課題でしたが、その頃は他の研究者はほとんど問題にしませんでした。その後1990年頃本財団のプロジェクト研究に、塩化ナトリウム結晶の晶析装置・操作設計に関する研究が取り上げられ研究されて、このテーマの重要性が広く認識され、工学分野の研究として着目されるようになりました。

この現象は現在、世界の学会の場でも話題になっており、また理学分野の研究者も関心をもっています。本財団の支援研究には、産業界の関心が高く、その研究成果発表会等で話題になる内容は、大学における工学研究の発展に大いに貢献するものと期待しています。

# 専務理事に就任して 思い出すこと

橋本 壽夫

この度、はからずもソルト・サイエンス研究財団の専務理事に就任することになりました。財団設立以来10年が経過し、4月から11年目に入ります。この間の業績を記録としてまとめた『10年のあゆみ』ならびに情報誌、季刊誌の『総目録』を見ますと、設立以来、軌道に乗せるまでのご苦労と順調な成長振りがうかがわれます。このような折りに専務理事に選任されたのも何かの因縁でしょう。

さらなる次への飛躍、発展を目指して重い責任を果たして行かなければならぬと思っております。将来において財団の成果が立派に実るかどうかは、ひとえに読者皆様のご意見、諸先生・先輩方のご支援ご鞭撻にかかるつてはいると考えております。どうかよろしくお願ひ致します。

顧みますと、この財団が誕生する以前から、いよいよ業界の期待を担って誕生し、低学年の小学生になるまでの10年間のあいだ、基本的には私は横からずっと見守って来ました。その間に行われました一大イベントである第7回国際塩シンポジウム開催につきましては、及ばずながらお手伝いもさせてもらうことができました。専務理事への

就任を機に、その辺りを回想して見たいと思います。

## 財団設立の機運と誕生

塩の専売制は財政専売として明治38年に始まりました。しかし、大正8年には公益専売として目的を変え、日本専売公社、それを引き継いだ日本たばこ産業は、良質の塩を安く安定して国民に供給する一方で、国内塩産業の育成に努めてきました。塩専売制の歴史は生産合理化の歴史で、第一次から第四次まで4回にわたって行われてきましたが、ついに国内塩産業も外国の塩産業に負けないで自立化できる見通しが得られた、として平成9年4月1日をもって92年間にわたる専売制の幕を引きました。

これまでに合理化（塩難整備とも言います）を達成できたのは、何といっても技術開発力のお陰でした。昭和35年の第三次合理化を迎えるまでは、当時の専賣公社職員として、塩の研究・技術開発に携わる研究者、技術者は100人以上もいましたし、

研究機関は少なくとも3機関あり、試験製造工場までありました。しかし、その後、次第に減って、昭和46年の第四次合理化の後では、塩の研究者はわずかに15人程度、1研究機関だけとなってしまいました。

昭和60年に、日本専売公社は日本たばこ産業(株)として民営化し、たばこの専売制は廃止されました。しかし、塩の専売制は日本たばこに引き継がれ相変わらず続けられました。しかし、それが廃止されるのは時間の問題でしたが、困ったことに研究開発力はない等しい状態でした。このままで塩の専売制がなくなれば、技術開発力のない日本の塩産業は、一時的には存続し得ても、将来的には壊滅することは目に見えております。代替えのない塩を食べる分だけでも自給する（現在の自給率は約14%）ことが戦後、政府の一貫した姿勢でした。

さて、塩の技術開発力をどのようにして再構築して持つか。それが、専売公社が民営化するまでの塩技術担当調査役（と言う妙な課名）の調査役であった私（20年間いた研究機関を離れ昭和58年4月に行政機関に転勤）に課せられた暗黙の課題でした。

塩技術の歴史を調べてみると、第四次塩業整備後、塩の技術政策と言えるほどのものはなくなっていると思いました。ここで何等かの手を打たなければ、塩産業の自立化を目指しても、海外の塩産業と戦う道具を持たないで勝てるはずがないと考え、塩技術の再建築をE上司に訴えました。当時、日本の塩業政策を審議する総裁諮問の塩業審議会が開かれており、公社民営化後に進めなければならない塩業政策の方向付けをする議論の中で、塩の技術政策を行えるように審議会の中間答申の文言中にキーワードを入れてもらいました。

民営化して塩技術調査室の室長となった私は、E上司の指導の下に日本海水学会の何人かの先生方に集まっていたので、塩の技術開発についての問題をサロン風に何回か議論を重ねました。その過程で、おぼろげながら方向付けができ、次第に具体的な絵が描けるようになりました。上司が描いた絵は、社内の小田原試験場を塩専売事業本

部所属の海水総合研究所として、製塩、海水利用、品質分析、用途開発などの開発実用化を担う役割を持たせ、その種を生み出す機関として広く学会の叡智を集められる研究助成財団を作る、と言うものでした。

財団作りには塩技術調査室のO調査役とK調査役の2名が専任となり、精力的に準備を進め、わずか1年間という短期間に昭和63年3月30日付でソルト・サイエンス研究財団を誕生させることができたわけです。

## 国際塩シンポジウム

財団設立の準備中に、日本で塩の国際シンポジウムを開催してくれないか、との話が飛び込んできました。これまで北アメリカを中心にして行われ、1回ドイツで行われたことがあります。しかし、第7回シンポジウムの引き受け手がなく、それまで3、4年ごとに開催されていたのに、その時点ですでに4年は経過していました。

私はとても出来ることではないと思っていたところ、上司は、財団を設立すれば財団の存在を示すものを何か打ち上げる必要があり、それには国内的にも国際的にも格好の行事になるのではないかと考え、私に開催を引き受ける方向で検討するように命令を下しました。私は困ったことになってしまったと思いながらも、これまで開催されたシンポジウムの準備記録を取り寄せて検討を始めました。

財団の設立とともに、それまで財団の設立準備をしてきたO調査役が室長になり、私は国際シンポジウム開催準備を進める専任調査役となりました。塩技術調査室の中に準備を進める事務局を置き、組織委員会、実行委員会、プログラム委員会を作り、各種委員会の開催準備とプロシーディングスの発行までの事務を、私を含めて5名で引き受け、主催はソルト・サイエンス研究財団とし、日本たばこは共催という立場で、財団が行う国際シンポジウムのバックアップをしました。

幸いにも天気に恵まれ、平成4年4月の桜が満開に咲き誇った京都の国立国際会議場で600名以上の参加者を得て、成功裡に終えることができました。海外の参加者からも非常な好評を得てひとまずはホッとしましたが、私には開催後1年間でプロシーディングスを発行すると言う仕事が残されておりましたので、背中の荷物が降ろされて身軽になった、と言う訳には行きませんでした。

プロシーディングスの発行については、超一流の学術誌発行会社であるオランダのエルゼビアが引き受けてくれました。担当者はイギリスの女性でしたが、非常に有能なエディターで、塩は地学、工学、理学、農学、医学、生物学と非常に多岐に

わたる分野と関連しているにもかかわらず、それらに関する知識を持っており、的確な言葉を使って英文を修正するなど、触発されることが大ありがとうございました。

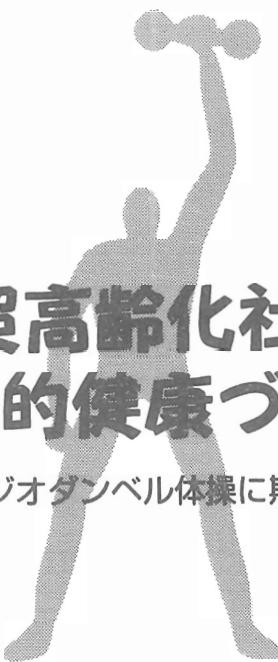
仕事は予定通り進行し、スケジュール通りに発行することができ、やっと解放されました。歳月を数えて見ると、他の仕事をするかたわら1人でぼつぼつと準備を始めてからプロシーディングスを出して完全に解放されるまで6年間が経っていました。

(財団法人ソルト・サイエンス研究財団専務理事)



# 21世紀の超高齢化社会における 国民的健康づくり

—ラジオダンベル体操に期待—



鈴木 正成

ダンベル体操が人々の健康づくり法として広く受け容れられている。それは日本国内にとどまらず隣国の韓国や中国の一部でも、それぞれの伝統的健康法を上まわる関心を呼んでいる。もともとは筆者個人が90kg余りあった体重を75kg前後に落とし、それを維持していくためと成人病予防のために考案し、1983年ころから実践してきた体操である。それが1992年にあったスポーツ栄養シンポジウムの折に、一般人の健康づくり法として実技入りで紹介を求められたのが契機となり、広く国民に知られるようになった。

とくにNHK-TV『健康スペシャル』(1994年)や『おしゃれ工房』(1995, 96年)で放送されたことが、今日のような普及をみることにつながったといえる。

ところで、健康づくりの運動法はエアロビックであるとの風潮が支配する中で、何故、ウエイトトレーニングに代表されるレジスタンス運動の流れを汲むダンベル体操なのか、という疑問がジョギングやテニス、エアロビックダンス、水泳、そしてウォーキングなどの実践者や健康づくり指導者などに抱かれている。

しかし、もともと健康づくりの土台は体づくりにあるのであって、レジスタンス運動を日常化す

るのが本来のあり方である。そして健康づくりは高齢者や身障者によってこそ実践される必要性をもっているのであり、ダンベル体操はその条件を充たしている。エアロビック運動は心肺機能を普通以上にレベルアップすることにポイントがあり、体の機能を磨き上げるという余裕のための健康づくり法である。

そして、健康づくり法は最も重要なことであるが、誰にとっても最も大切な人に積極的にすすめられるものであることが求められるが、70や80歳を超えた老母にジョギング、水泳を勧める人はまずいない。ダンベル体操は300gや500gの重量物をダンベル替りに使えば、身内の年寄りにどうぞとすすめられる健康づくり法である。

国民性のある健康づくり法は老母にもすすめられるものでなければならない、とこう大原則があることを思えば、ジョギングや水泳ではなくダンベル体操がその役割を担う資格をもっていることは間違いない。

筆者の個人的な感触にすぎないが、ダンベル体操は21世紀の超高齢化社会において、国民の健康づくり法の中心になると予想している。それは理論と実践効果の関係が明快であること、必ず効果が確認されること、お金がかからず、誰でも、い

つでも、どこででも、1日15分ほど使うだけで実践できるなどなど、あらゆる面で国民性が備わっているからだ。

## 中年から肥満と成人病が発生する背景

### —老化による体たん白質合成力の低下—

地球上の人間は民族の区別なく中年になると肥満し成人病をおこしやすくなる。その反対に中・高校生の年代にある若者たちは、運動など特に実践していなくても、自由に食べて太らず病気にもかかりにくい。

この現象は体のたん白質合成力と密接に関係しており、合成力旺盛な年代で人間は健康であり、合成力の低下をみると不健康になることによる。

それは体内で健康の維持に最も重要な役割を担っているたん白質組織である筋肉の量とエネルギー代謝活性の状態のちがいによる。

筋肉は体内最大のたん白質組織であるが、運動時にはもちろんのこと安静時にも体内で最大量のエネルギー源分解作業を営んでいる。具体的に、血中ぶどう糖の70%前後は筋肉で分解されており、血中脂肪の約70%も筋肉で処理されている。

その筋肉によるエネルギー源の分解力は安静時においても全身で分解される総量の35%前後にも及ぶ。そして、とくに早朝覚醒時の寝た状態でのエネルギー代謝を基礎代謝（主として体温生産のための代謝）と呼ぶが、これを支えている最重要組織が筋肉なのである。

ところで人間は、思春期にある13～18歳の年代で生涯最大の体たん白質合成力を持ち、全身のたん白質、とくに筋肉たん白質の量と質のいずれも

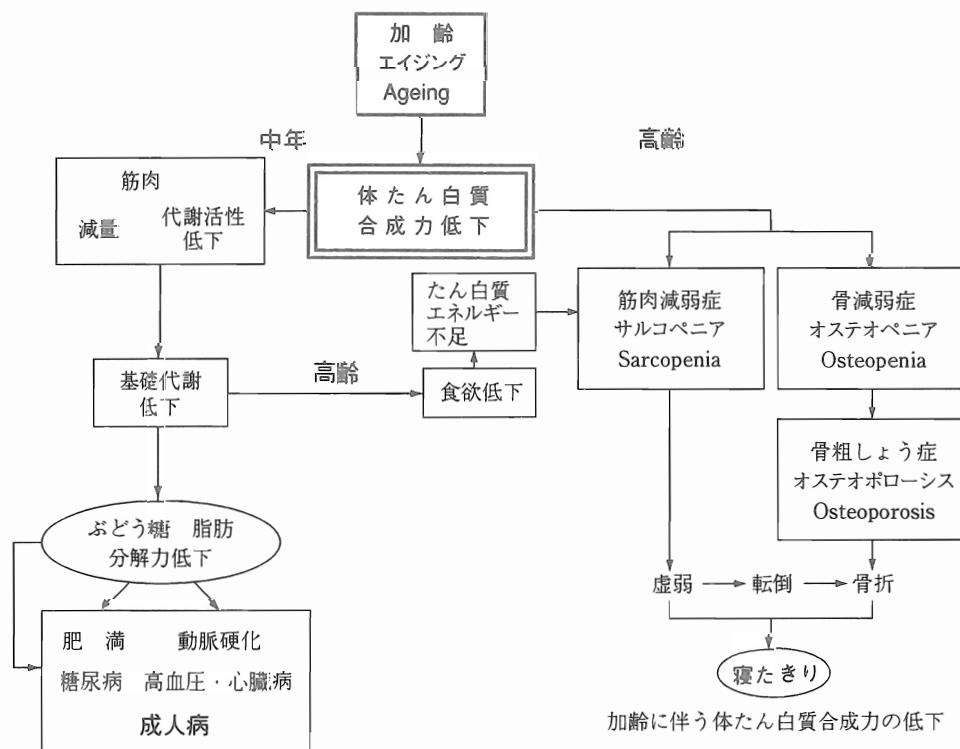


図1 肥満・成人病と虚弱・寝たきりの発生の背景

生涯の最高状態にあり、基礎代謝も最大となる。

基礎代謝が高いと、自動車でいえば3,000ccのエンジンの自動車がアイドリング中も走行中もガソリンをどんどん分解するのと同じで、夜の睡眠中も日中の安静状態や活動中も、1日を通してエネルギー消費が大きくなる。

中・高校生の年代は運動部活動をしていくても1日4食食べて太らないのは、このためである。そしてエネルギー源として血中のぶどう糖と脂肪が、夜8時間の睡眠中にもどんどん分解されるので高血糖・糖尿病や高脂血症・動脈硬化などを発生させたり進める危険性が少ない。

しかし、体のたん白質合成功はその後徐々に低下していき、40歳頃を節目に急激に弱まっていく。その結果、筋肉たん白質の合成が悪くなつて筋肉の減量が始まり、筋肉のエネルギー代謝に関連する酵素たん白質の合成も低下する。

筋肉が減量し代謝活性の低下するのに合わせて、40歳頃から基礎代謝が急降下する。体温生産力が低下するので体温が低くなる。エンジンが2,000ccの自動車がアイドリング中も走行中もガソリンをあまり燃やせないので同じように、睡眠中も活動中もエネルギー消費の悪い体となってしまう。

これが中年になると地球上の人間は誰もが肥満しやすくなる最大の理由である。合わせて、筋肉によるぶどう糖の分解が低下するため高血糖・糖尿病が発生しやすくなる。血中脂肪の分解も減ずるため高脂血症・動脈硬化をすすめやすくなる。その先に高血圧、心臓病などが待つことになる。

生物学的な健康科学に立てば、健康問題はたん白質合成功との関係を軸にして対策を立てるべきものであることは明白である。

## レジスタンス運動—ダンベル体操—が 体たん白質合成功力を活性化する

中年から始まる体たん白質合成功の低下をストップし、合成功力をアップすること。これが理論的に合理性をもつた中年からの健康づくり法である

ことに異論はなかろう。要するに顔面が垂れる、喉元にシワが走る、胸・腹・尻が垂れるという体型の崩れが自覚されるようになったら、体たん白質合成功のアップに努めなければならない。

その具体策は、たん白質組織の代表である筋肉を增量する作用をもつ運動—レジスタンス運動—を実行することである。それはウエイトトレーニングに代表される運動であり、0.5～2kg程度の軽量負荷を利用するダンベル体操はその末席を占めるレジスタンス運動の一つである。

事実、ダンベル体操を実践すると3～4カ月で筋肉の少々の増強を誰もが認識できる。そして筋肉たん白質の增量にとどまらず、全般的な体たん白質合成の増大がおきていることを間接的に推察できる。

それらは後半に示すように貧血や骨粗しょう症の改善、高血糖・糖尿病、高脂血症の改善など、貧血関連たん白質（ヘモグロビン、フェリチン、トランスフェリンなど）、骨たん白質（コラーゲン、オステオカルシンなど）、筋肉の糖代謝や脂質代謝に関連する酵素たん白質などの增量によると考えられる健康改善が確認されることから判断される。

このような体たん白質合成に対してエアロビック運動の作用はどうかということであるが、エアロビック運動は運動中にぶどう糖や脂肪などのエネルギー源を分解することに主たる作用をもっている。したがって体たん白質に対しても分解促進作用を示す。すなわちエアロビック運動は基本的に“消耗性”運動であるので、体たん白質合成功力を活性化する作用はレジスタンス運動に比べて弱い。

## ダンベル体操はエアロビック・ レジスタンス運動

### ◆ 筋肉には白筋と赤筋がある

体たん白質の中で最も大量にあって血中のぶどう糖や脂肪の大部分を分解する筋肉は、健康づくり

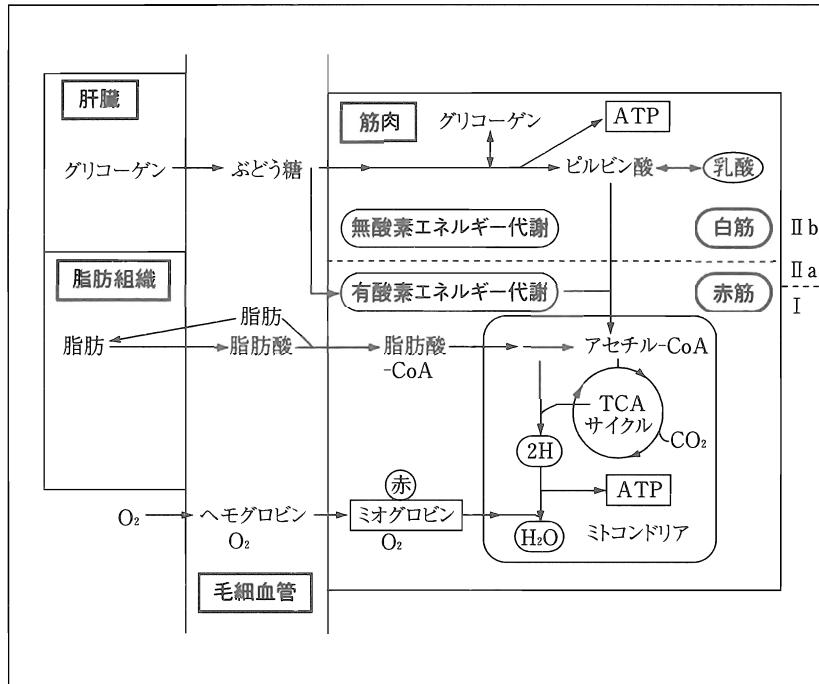


図2 筋肉のエネルギー代謝

りの基本を支える重要組織である。しかし、筋肉組織は白筋と赤筋という2つのタイプの筋線維で構成されており、エネルギー代謝に特徴的な違いをもっている。したがって単純に筋肉を増量することが健康づくりにつながるわけではない。

筋肉にはスーパーの食品売場で確認できるように鳥肉や豚肉のような白筋タイプと、牛ヒレ、馬肉、鯨肉、かつお、まぐろのような赤筋タイプがある。その色のちがいは赤色物質であるミオグロビン（肉色素）の含量の差によるが、ミオグロビン含量の高い赤筋には毛細血管網が密で血流量が大きいこと、また有酸素エネルギー代謝を受けもつ赤色糸粒体ミトコンドリア数が著しく多いことにもよる。

このように赤筋は多量の酸素を供給され、それをミオグロビンが受けとて貯蔵し、その酸素を使ってミトコンドリアがぶどう糖と脂肪を有酸素エネルギー代謝で $\text{CO}_2$ と $\text{H}_2\text{O}$ に分解し、エネルギー生産をする筋肉である。

一方の白筋は酸素をあまり供給されず、ミオグロビンが少ないので酸素の貯蔵能が低く、ミトコンドリアが少ないのでエネルギー源を有酸素エネルギー代謝で分解する能力に乏しい。そこで白筋は無酸素エネルギー代謝でエネルギー源を分解することになり、ぶどう糖を乳酸に不完全燃焼させる方式をとる。そして無酸素エネルギー代謝では脂肪を分解できないので、白筋による脂肪分解量は著しく小さい。

それでは、ぶどう糖を専門に分解する白筋が、血中ぶどう糖の多くを取り込んで分解するのかというと、そうではない。実はぶどう糖を分解するための無酸素エネルギー代謝系の酵素群は白筋よりも赤筋に多量に存在し、血中ぶどう糖の赤筋による取り込み量も白筋のそれを大きく上まわる。

そしてエネルギー分解力を反映する指標となる筋肉の重量あたりの酸素消費量も、白筋よりも赤筋で圧倒的に大きい。

したがって、赤筋は基礎代謝を支える主要な組

織であり、安静下で血中のぶどう糖や脂肪を主体的に分解する役割を果たすので、肥満、高血糖・糖尿病、そして高脂血症・動脈硬化、それに伴う高血圧や心臓病などの予防・改善に活躍する。

一方の白筋はエネルギー代謝能が小さいこと、ぶどう糖や脂肪の分解力が弱いなどのために健康づくりに貢献する程度は赤筋よりも低い。ただ白筋の長所は酸素の供給を受けなくともエネルギー生産をできるので、瞬発的な運動や労働、すなわちダッシュをしたり重量物を持ち運んだりすることに力を發揮する。しかし、筋肉の疲労素である乳酸を生産するので、飽くまでも瞬発型の運動や労働には耐えられるが持久力に乏しい。

#### ◆ ダンベル体操は筋肉の增量と赤筋化を促す

この白筋と赤筋のバランスは遺伝的に支配されている。相撲や柔道、重量挙げなどの選手は生ま

れつき白筋を多量に持っている人たちであり、マラソンやトライアスロンなどの選手は赤筋を優位に持っている。前者に肥満者が多く糖尿病が多発する傾向があるのに対して、後者には肥満や成人病の発生が少ない傾向があるのは、筋肉の組成のちがいによるところが大きい。

しかし、白筋と赤筋の比率は筋肉に対する運動刺激の与え方によって少々変わる。それは白筋(II型とも呼ばれる)の中にIIaとIIbの2つのタイプがあるためである。IIbは白筋本来の特徴をもっており、無酸素エネルギー代謝系酵素群を保持しているのに対して、IIaは有酸素エネルギー代謝系酵素群をも保持しており赤筋(I型とも呼ばれる)と同質の性格をもっている。

筋肉のI、IIa、IIbの比率は基本的に生まれつき決まっておりIからIIへの転換は不可能とされている。しかし、IIaとIIbの間では相互転換が可能とされ、老化に伴ってIIa→IIbへの転換がすす

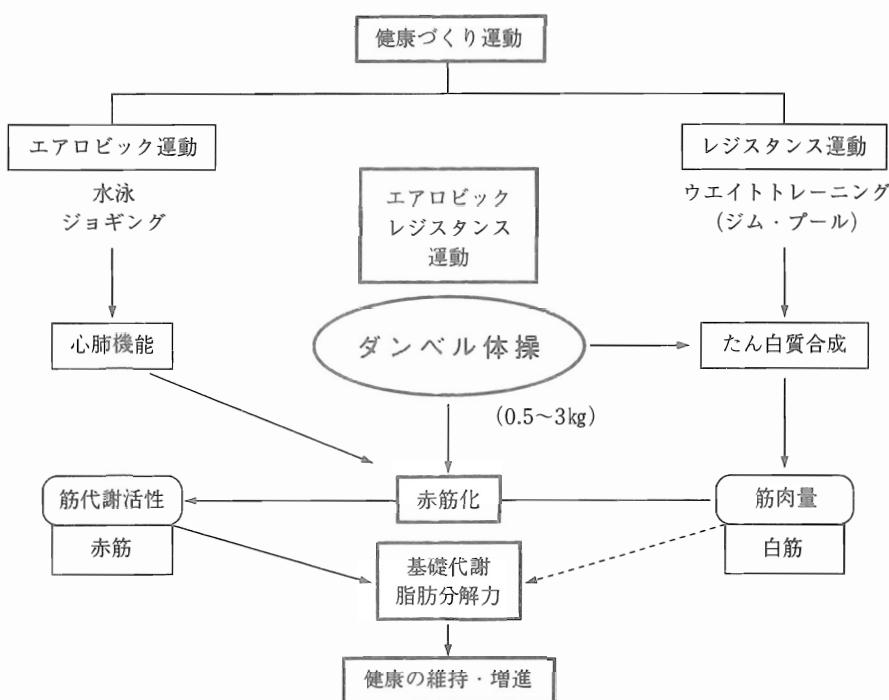


図3 健康づくり運動の分類—ダンベル体操はエアロビック効果をもつレジスタンス運動—

んで筋肉は白筋化する。これが中年から基礎代謝の低下、脂肪分解力の低下、それに伴う肥満の多発などをもたらす一つの原因であると推定されている。

それに対してエアロビック運動を習慣化すると基礎代謝の増大、脂肪分解力の増大、肥満や成人病の改善がみられるのは、筋肉のIIbがIIaに転換して赤筋化がおこるためとされている。また、エアロビック運動は筋肉全体に毛細血管網を発達させ、ミオグロビンを增量し、ミトコンドリアを增量する効果をもつて、赤筋をさらに赤筋化し白筋の赤筋化を促すことができる。

それではレジスタンス運動は筋肉に対してどのように作用するのかであるが、数十～百kg以上の重量を負荷するウエイトリフティングやボディービルなどは、筋肉を增量するがそれはほとんど白筋（IIb）の增量に終る。そのため、筋肉が増量しても基礎代謝や脂肪分解力の増大につながり難い。

これがヘビーウエイトトレーニングをしても健康づくりにつながらないとされてきた理由である。

それに対して同類のレジスタンス運動であるダ

ンベル体操は0.5～2kgの軽量負荷を握り締めて、基本的に12種目の運動を15～20回ずつ、筋肉をゆっくり収縮させながら進める体操である。ダンベルを握り締めて手首を少し内に傾けたまま運動するので、筋肉への血流が抑制される中で筋肉は酸素を必要とする持久性運動を強いられる。そして、次の運動に移るとき、筋肉は緊張を解かれて血流の一気の増大に見舞われる。

すなわち、ダンベル体操は筋肉に酸素を間欠的に供給することによって、筋肉の有酸素エネルギー代謝能（酸素の供給、貯蔵、利用）の増大をもたらす。これがダンベル体操を3～4カ月実践すると基礎代謝が増大し、体脂肪の減量が始まり、それまでに高血糖・糖尿病の改善や高脂血症の解消などが認められる理由だと解釈される。

ダンベル体操は、筋肉の増量をもたらす体たん白質合成力の増大をもたらすレジスタンス効果を示す一方で、筋肉の有酸素エネルギー代謝能を増大するというエアロビック効果も保持している。したがってダンベル体操をエアロビック・レジスタンス運動と位置づけることができよう。

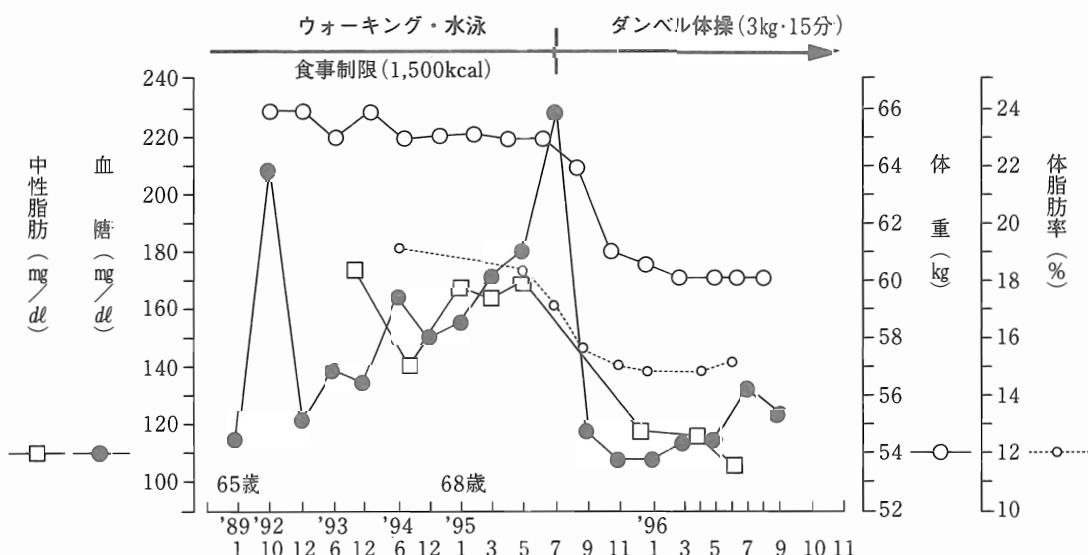


図4 ダンベル体操の糖尿病・血中脂質・体・脂肪率改善作用（高齢男性）

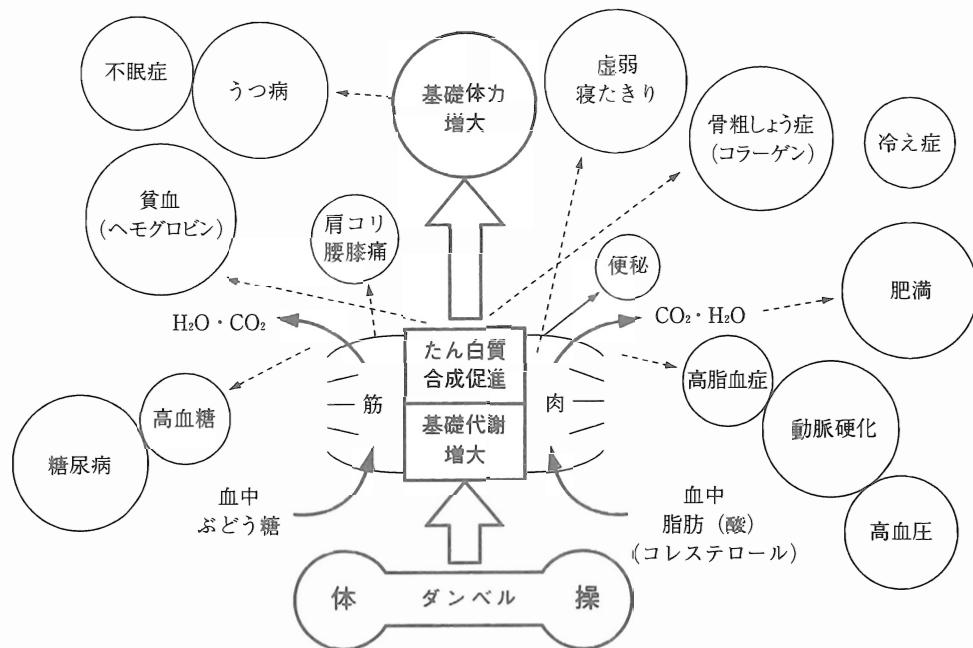


図5 ダンベル体操の健康づくり作用

## ダンベル体操による肥満や成人病、貧血、骨粗しょう症、便秘、冷え症などの改善

ダンベル体操が社会化して5年余りになるが、全国の各地で多面的な健康改善作用を發揮していることが確認されている。それらは体ががっちりとつくられながら体脂肪が減量するという、最も理想的な肥満の解消をみると、2カ月前後で、長年の糖尿病や高の中性脂肪血症、高コレステロール血症の解消を認めたなど、筋肉の增量と代謝活性の増大による健康改善である。

1～2カ月で女性の貧血が改善されたり、4～5カ月で高齢女性の骨粗しょう症の改善が認められたりするが、これは体たん白質合成の増大に伴う鉄やカルシウムのリサイクルが活発化することによると考えられる。

冷え症の改善が女性や高齢者でおこるのは、体温生産の中心的組織である筋肉のエネルギー代謝活性の増大によることは明かである。また、女性

や高齢者の慢性便秘が1～2カ月で解消するのは、大腸の筋肉が強化されて大腸の蠕動運動が活発化するためである。

高齢者に多発する不眠が改善されるのは、筋肉に疲労が与えられることや筋肉の増強に伴って身体活動量が増え全身的疲労をえられるようになるためと考えられる。

このようにダンベル体操の広汎な健康作用は、中年から始まる体たん白質合成力の低下を抑制しそれを少々回復させることに立脚しており、それに筋肉のエアロビック能の向上を付加して發揮されるものと言える。

## 高齢化社会における最大の健康課題

### —サルコペニアとオステオペニアの防止—

従来、健康づくりは肥満や成人病に焦点をあててすすめられてきた。しかし、21世紀には65歳以上の高齢者が3人に1人を占めることが確実な日

本においては、より深刻な健康問題である高齢者の虚弱・寝たきりを防止することに、より大きな関心が寄せられなければならない。

虚弱・寝たきりの原因はすでに指摘したとおり、老化に伴う体たん白質合成力の低下に起因するサルコペニア（筋肉減弱症）とオステオペニア（骨減弱症）の発症にある。

虚弱になると生活活動の基本が出来なくなり、要介護生活に陥る。入浴、移動、着替え、整容、排泄などの活動には、丈夫な脚腰と握力・腕力を保持していかなければならない。そして考えるべきことは、脚腰が不自由になっても握力・腕力があれば基本的な生活行動のほとんどをこなすことができることである。

このことを長野パラリンピックを観戦した日本人の多くが実感したはずである。従来、歳をとると脚腰が弱るから歩くのが大切と、歩け歩けが高

齢者に推奨されてきたが、握力や腕力を鍛えることがそれ以上に重要であるとの認識に欠けていた。

この現実を注視すれば、高齢者に必要な健康づくり運動は筋肉づくりを促し骨づくりも促す、体たん白質合成活性化作用をもつレジスタンス運動であり、脚腰の強化はもちろんのこと、特に握力と腕力を強化できるレジスタンス運動が望ましい。ダンベル体操はその要求に応じることのできる健康づくり運動の一つである。

われわれは現在、特別養護施設の虚弱・寝たきりの高齢者たちに、玄米をビニール袋に詰めて布袋でカバーしたソーセージ状の玄米ダンベルを「ニギニギ」する握力強化運動などをしてもらい、握力や腕力、さらには立ち上がっての脚力強化運動ができるまで回復するかどうかテスト中である。

予備テストの結果は、十分期待どおりの生活筋力回復をえられることを示唆しているが、1ヶ月

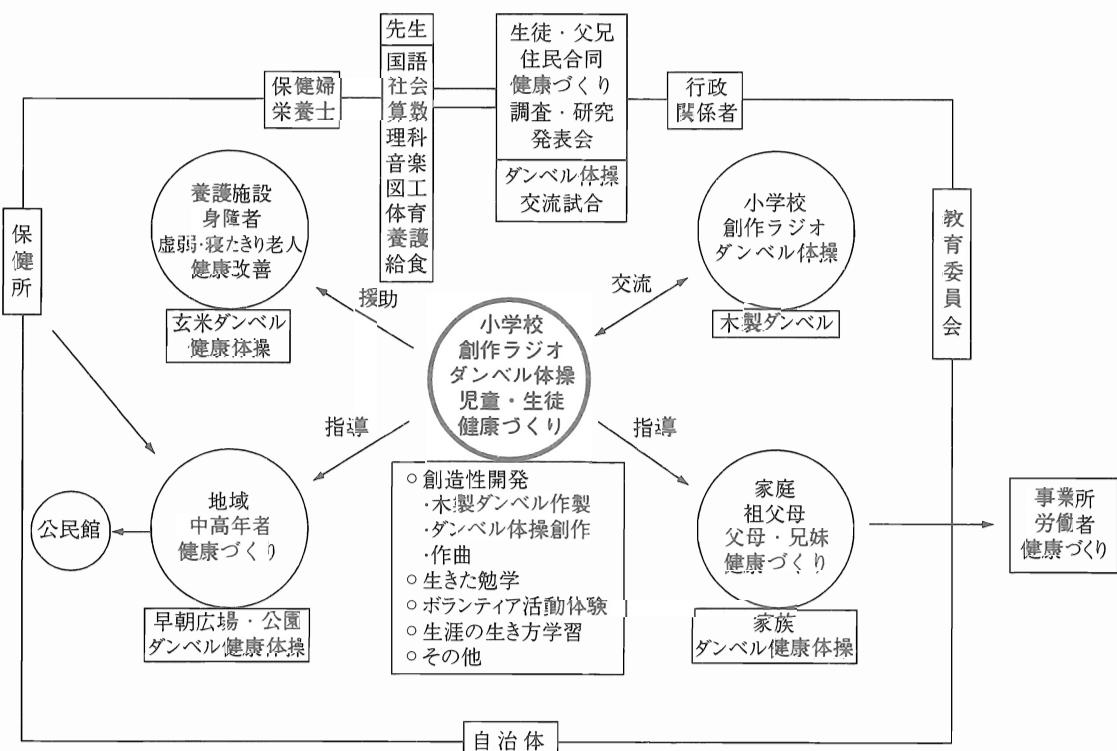


図6 ラジオダンベル体操で地域社会の健康づくり

ごとに玄米ダンベルを開封して玄米が白米になっているか、玄米のままか、七分搗き米かを確認し、ごはんに炊いて食べるのが面白いと思っている。

白米ごはんにはお刺身、玄米ごはんには漬け物だけとして、“差別”して、“来月はガンバリましょうね”というのはいかがであろうか。

## ダンベル体操の日常化 —ラジオダンベル体操の定番化に向けて—

誰もが基礎体力の向上を原点とするさまざまな健康作用を実感できるダンベル体操は、政治戯画、新聞のマンガ、TVドラマなどに登場するほど社会化しているが、歯みがきと同じように日常化されるまでには至っていない。ダンベルを用意して1ヵ月程続けてみたが、その後途切れてしまっている人々が圧倒的に多い。

ダンベル体操がたった15分で終る簡便な体操であるといつても、これを毎日生活の中に組み入れて習慣化するには、生き方哲学を改革しなければならない。わかりやすくいえばゲータラ生活にさようならをして、心身引き締めに向けて人生を毎日15分ダンベル体操のために捨ててしまう決断をしなければならない。

しかし、そんな大袈裟なことが求められるようでは、エチケットのため虫歯予防のために1日1回は歯を磨きましょう、という気楽な気持ちで歯ブラシを使うように、誰でも毎日ダンベルを握る日常化を実現することは不可能だ。

この問題をクリアするには、ラジオ体操のように毎日決まった時間帯にラジオダンベル体操がセットされるように働きかけることが必要だと思われる。この方式が有効であることは、1994年の春から町ぐみダンベル体操をスタートさせた長野県高森町で確認されている。

農協の有線放送システムを使って毎夜9時から15分間、ダンベル体操が放送され、畳の上に子ども、親、年寄りが円陣をつくってダンベル体操を日常化している。この方式を広域で展開できない

かと考えていたところに、文化放送が「浜美枝のあなたにあいたい」(土曜日朝6時30分～8時30分)の中に「ダンベルマスターを目指せ！」(7時10分～7時15分)がセットされ、夢の一部が実現した(1998年4月スタート)。

これが月～土毎日10～15分の定番放送になれば、ダンベル体操の日常化への道は大きく拓けることになる。

## ダンベル体操の国際化

1995年夏に中国吉林省長春市にある吉林体育学院の特別講義でダンベル体操を中国に初めて紹介した。その一滴は3年を経た今日、長春市内の公園や広場で大秧歌、太極拳、氣功などの伝統的健康新体操の仲間入りをして、約2万人の人々によって毎朝実践されるまでに広まっている。

9つの小・中学校では現行のラジオ体操を土台にしたラジオダンベル体操が振り付けられ、毎朝校庭に広がって生徒たちによって実践されている。従来のラジオ体操には興味を示さなかった生徒たちが、400gの木製啞鈴を拍子木のように叩き合わせたり頭上で突き合わせて音を出すダンベル体操には大関心を寄せ、クラスごとにトレーニングするほどだという。もちろん心身の健康づくりに有効だと先生方の評価もえられている。

そしてダンベル体操の小・中学校や公園での普



中国、北京・天安門(前)広場  
(1,000名の児童による基本体操“啞鈴操”)

及活動の中心になっているのは吉林体育学院である。この体育学院は全国18の体育大学・体育学院の一つであるが、政府の社会体育重視の政策に対応する教学改革を、ダンベル体操の必須科目化をもって実行中である。これは近い将来に吉林省内の体育教師によって学校・地域にダンベル体操が普及される道をつけたものとして注目される。

これらの長春市におけるダンベル体操の展開は中国体操研究会や政府の関心を呼んでいる。その一つとして1997年5月31日には天安門広場で全国から集まった児童1,000名による啞鈴体操表演があり、1998年5月31日にはこれが3,000名の大規模な表演へと発展している。

中国児童基本体操促進委員会が啞鈴体操を基本体操として選び、①子どもたちの心身の健康づくりと肥満の防止、②将来の優秀なスポーツ選手育成のための基礎体力づくりをすすめることを目的としている。

一方、韓国ではソウルYMCAが1998年3月より創立95周年記念事業としてダンベル体操の全国普及活動をスタートさせた。今後の展開に期待している。

## おわりに

自治体、団体、企業などの要請でダンベル体操

の実技指導と健康作用の原理の解説に各地を訪問してきたが、国内外を問わず中高年者が真剣に取り組む姿勢を見ることが多い。ダンベル体操は老化に伴う体たん白質合成功力低下にストップをかけ、筋肉と骨の減弱を防止し、握力と腕力を確保して、生涯を自立生活で通す人生の実現を目指している。

そのことが自然と中高年者の理解をえてダンベル体操を自分の人生の中に位置付けてもらえる背景にあると実感している。おじいさん、おばあさんと孫が向き合ってダンベル体操をする社会が実現すれば、21世紀の超高齢化社会は乗り切れるにちがいない。

(筑波大学教授)

### 参考書ほか

- 鈴木正成：『実践的スポーツ栄養学』文光堂（1993年）
- 鈴木正成：『心とからだのダイエット』毎日新聞社（1994年）
- 鈴木正成：『ダンベルダイエット 1, 2, 3』扶桑社（1993, 1995, 1996年）
- 鈴木正成（監修）：『ダンベル体操』（別冊おしゃれ工房—ミセスのボディー改革—）NHK出版（1995年）
- 鈴木正成：ビデオ『ダンベル革命』健学社（1996年）
- 鈴木正成：『女は鍛えろ、男は太るな』講談社（1996年）
- 鈴木正成：『お腹だけのヤセ方があった』青春出版（1998年）

# 統計数字は語る

村上 正祥

## 風が吹けば、桶屋が儲かる

江戸の昔から、「風が吹けば桶屋が儲かる」という、ことわざがある。長屋のご隠居にきいてみよう。

「お前さん、それはこういうことだよ。風が吹けば土埃がたつ。これが目に入れば眼を患う者が増える。中には、とうとう目が見えなくなる人も出てくる。盲人は三味線弾きが多いから、三味線の需要が増え、その三味線の皮は猫の皮だから、猫が少なくなる。そうなるとネズミの天下、ネズミが増えて桶をかじるやつも出てくる。こうなると桶の買替えやら修理やら、桶屋は大忙しで儲かるってことよ。どうだい熊さん、わかったかい。」

この講釈、(土埃と盲人)(盲人と三味線)の釈など、現代人には今一つ注釈が要るかも知れない。それはとも角、世の中の現象、思いもかけないところに因果関係があり、影響が出てくるということだろうか。

## 現代の統計

科学の世界では、世の中の現象を数値化し、両

者の相關関係の有無、その内訳を問題にする。各分野の学者、技術者が、その研究成果を多くの論文に発表し、学説を出している。その中から、いくつかの事例を挙げてみよう。

### ◇コーヒーを飲む人に、自殺者は少ない◇

これは米国ハーバード大医学部の河内一郎博士が、米国医学誌（'96年3月11日発行）に発表したもの。博士は、心身ともに健康な看護婦約86,700人を対象に、1980年から約10年間追跡調査した結果、

|                          |      |
|--------------------------|------|
| コーヒーを飲まない人（約19,400人）の自殺者 | 21人  |
| コーヒーを飲む人（約67,300人）の自殺者   | 35人  |
| さらに、全く飲まない人の自殺率を1とした場合、  |      |
| 1日平均1杯以下の人の自殺率は          | 0.76 |
| 2、3杯飲む人                  | 0.35 |
| 4杯以上飲む人                  | 0.42 |

コーヒーを1日に2、3杯飲んでいる女性は、全く飲まない人とくらべて自殺率は約3分の1に小さくなる。<sup>1)</sup>

コーヒーと自殺率との関係、いや大変なテーマ

に着目したもの。学会でのコーヒー・ブレイクの話題となつたことは間違ひなかろう。

### ◇失業率が上がると、がん患者は減る◇

これはイギリスの権威ある科学誌『ネイチャー』(’91年3月28日号)に発表された、ロンドン大学臨床薬理学科のS. P. ウォルフ氏の論文。<sup>2)</sup>

イングランドとウェールズの22州で、1985~88年の間に発生した白血病や悪性リンパ腫などの件数を既存の統計から求め、同性で同じ年代の人の発病率を州ごとに比較した。これらの病気のかかり易さと、男性の失業率の関係をみると、図-1のように、失業率が高いほどこれらの病気にはかかり難いという傾向線がはっきり出て来た。この線を延長すると、失業率37%で白血病などの危険度は0になる。

さて、この図をどう読むか。ことが事だけに論議を呼びそうである。

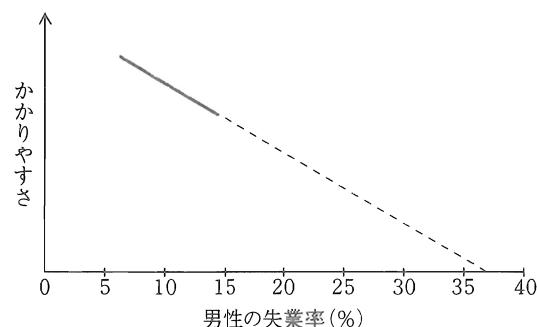


図-1 白血病、悪性リンパ腫などと失業率  
(「ネイチャー」誌上の図をもとに作成)

### ◇花粉症と寄生虫◇

近年、春先ともなると必ず話題となるのが「花粉症」。私なども毎年これに悩まされている者の一人であるが、先日耳よりな話をきいた。「体内に寄生虫をもっている人は花粉症にかかりない」と

いうのである。<sup>3) 4)</sup>

’97年3月1日のテレビによると、まず東西ドイツを比較すると寄生虫保有率が高い東ドイツには花粉症に悩む人が少なく、寄生虫が少ない西ドイツで花粉症が多発しているという。次に日本人の寄生虫保有率は、図-2のように年々急速に減少し、これに反比例して花粉症患者が急増してきている。体内に寄生虫が居ると、粘膜細胞に花粉アレルギーの抗体ができ、花粉症にかかるのだという。花粉症の横行の原因は清浄野菜の普及にあるということか。しかし、花粉症の予防策として、寄生虫の卵を服用する気にならないし、さてどうしよう。

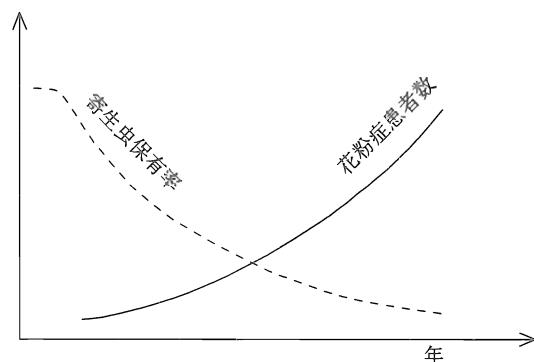


図-2 花粉症と寄生虫

### ◇塩消費量と平均寿命◇

1980年の国連統計等資料から、世界各国の国民1人当たりの年間塩消費量を算出して、その国の平均寿命との関係をプロットしたのが図-3である。この塩消費量は食用塩、家畜用の他、工業用塩まで含めた総量であるが、この図で見るかぎり「国民1人当たり塩消費量の多い国ほど、平均寿命は長い」ということになる。国民が不自由なく塩を摂り、家畜にも塩を与え、また大量の工業用塩を消費して経済活動の活発な国ほど国民は長生きをする、との解説で、皆さん方納得されるだろうか。

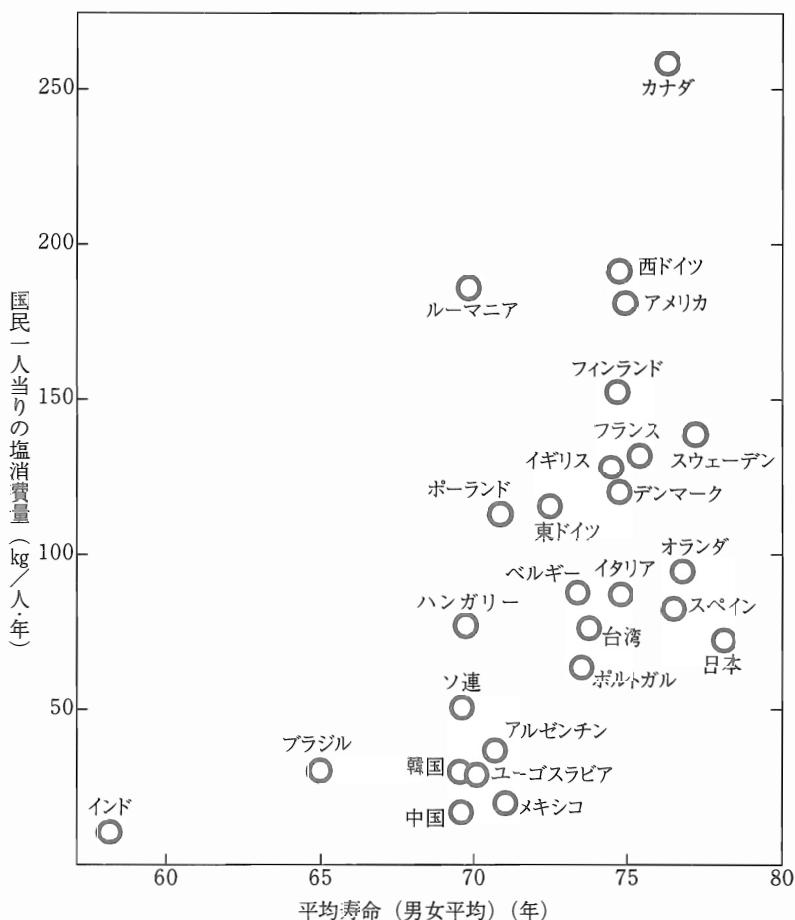


図-3 各国の塩消費量と平均寿命

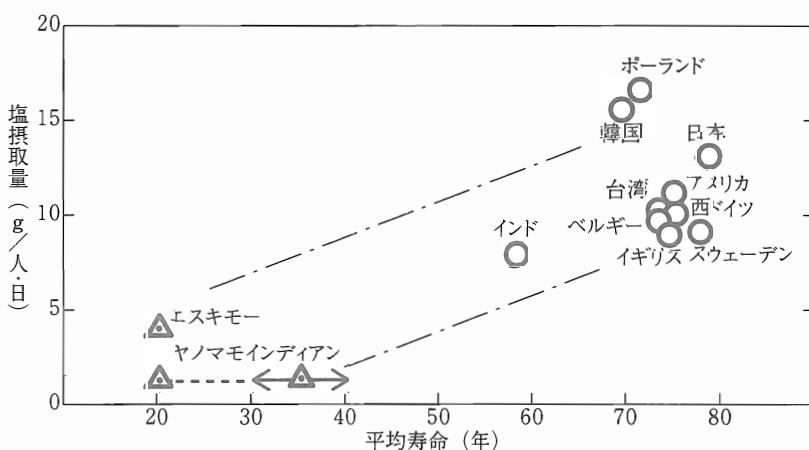


図-4 1日当たり塩摂取量と平均寿命

人間が口にいれる塩量に限って、平均寿命との関連をプロットすると図-4のようになった。1日の摂取量<sup>7)</sup>がわかっている国は少ないので、中間の測点はまばらになるが、図-3と似た傾向線となり、エキスモー、ヤノマモインディアンのデータまで含めると、「塩摂取量が多い方が平均寿命は長い」ということになる。

### 塩摂取量と平均寿命の経年変化

図-5は、日本人の平均寿命の統計である。<sup>5)</sup> 平均寿命は、戦後の1945年から急激に高くなり、その後も年々上昇を続けて、今や日本は世界一の長寿国になっている。次の図-6は食塩摂取量の年次推移である。<sup>6)</sup>

この2つのデータを使って、塩消費量と平均寿命（男女の平均値をとった）との関係を図示したのが図-7である。私がこの作業を始めた時には、食塩摂取量のデータは昭和63年までしかなかったので、図-7のA線が得られた。食塩摂取量が年々減少するのに反比例して平均寿命は年々延びるという、見事な傾向線が浮かび上がった。減塩論者は、それ見たことかと満足する図であった。

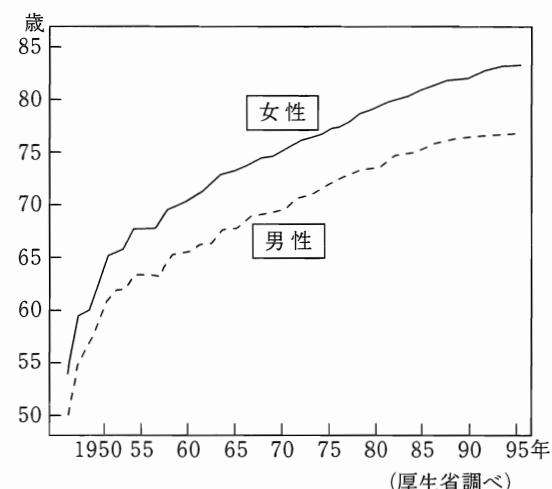


図-5 日本人の平均寿命

ところが、その後平成に入ってからの塩摂取量は、図-6のように上昇に転じ、近年の12.8～12.9g/人・日に至っている。従って、図-7ではB線となり、塩摂取量が増えると平均寿命は延びるという、従前とは全く逆のことになる。昭和と平成で、食べる塩に変りはなく、日本人の身体の機能が変るわけもない。A線あるいはB線と、一見、見事な相関を示す塩摂取量と平均寿命であるが、両

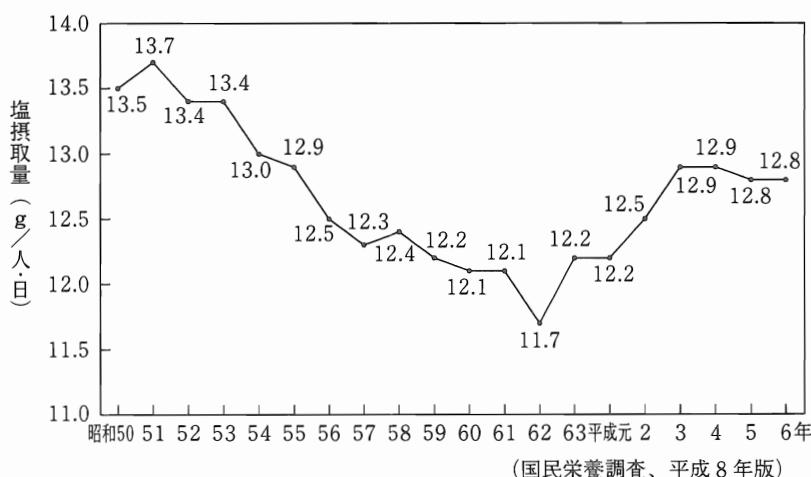


図-6 食塩摂取量の年次推移

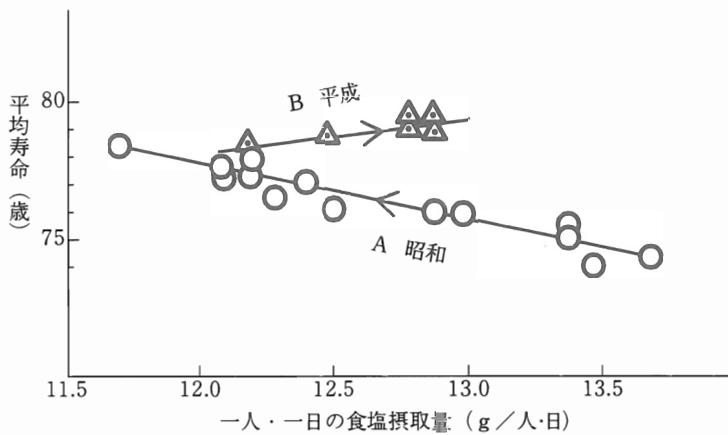


図-7 塩摂取量と平均寿命の推移（昭和50年～平成6年）

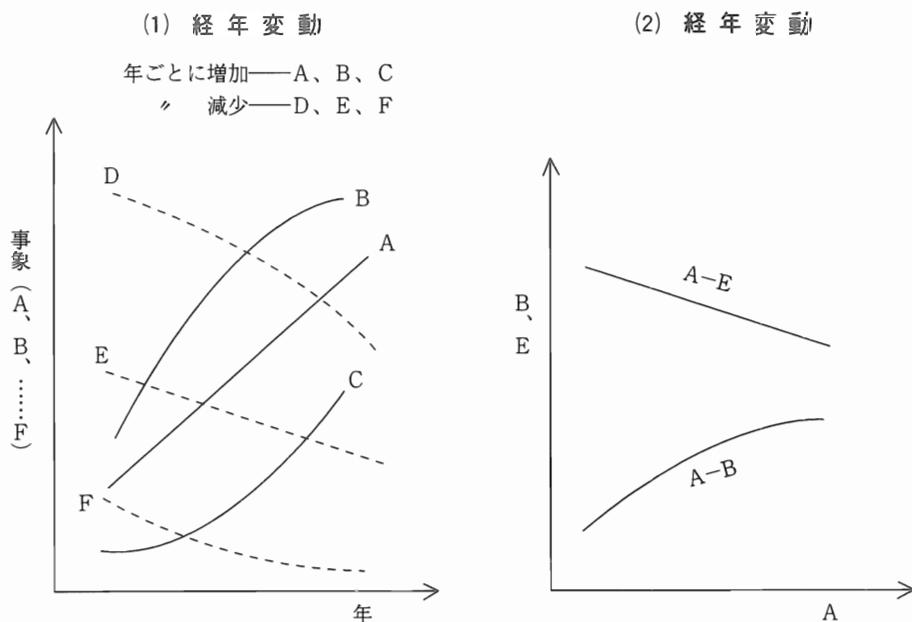


図-8

者間に因果関係がないというのが真相ではないか。平均寿命の伸びは食生活、社会環境、経済事情など、国民生活全体を総合した結果であり、塩摂取量などという一つの因子だけで左右されるものではなかろう。

### 年統計、経年変動

世の中の事象、自然現象であります経済活動であります、各年ごとに調査集計され、数値化されて年統計、

年表として整理されることが多い。そして、これら数値の年々の増加とか減少とか、その経年変動を問題にすることが多い（図-8 (1)参照）。さらに、一定の経年変動がある2つの事象（例えばAとB）を取り上げて、Aが増加するのに対応してBが増加、あるいは減少するので、AとBとは因果関係があると主張する論文も多々ある。

前述した事例のうちでも、「花粉症と寄生虫」、「塩摂取量と平均寿命」などがこのタイプである。さらに2、3の事例をあげてみよう。

#### ●事例1 国民医療費、宝くじ販売額と平均寿命

図-9(1)は国民医療費、(2)は宝くじ総販売額の統計である。両者とも年々増加している。これらの数字と図-5平均寿命の延びとのグラフをかくと、図-10(1)、(2)のキレイな線ができた。国民の寿命が延びるのに対応して、国民医療費は増加し、宝くじ販売額も上昇する。医療費の増加はもっとものようであるが、次の宝くじはどう解釈したものか？ 寿命が延びて高齢化社会となり、経済的

に恵まれない中高年の者が、夢を求めて宝くじでも買うということだろうか。

#### ●事例2 肺がんとGNP

日本が高度成長期で好景気にわいた1980年代の頃、車の保有台数は年々増加し国民総生産GNPも上昇した。一方、医療統計によれば肺がんの患者数は増加した。そして肺がん患者の増加は、車の排気ガスによる空気汚染が原因といわれた。一方、自動車の生産、輸出がGNP上昇に大きく寄与したことにも間違いない。そこで肺がんとGNPとの相関図をかくと、GNPが上昇するに伴って肺がん患者数が増えるという傾向線が描ける。この傾向線を逆方向に戻すと、世の中が不景気になってGNPが低下すれば肺がんも少なくなるということになり、前に紹介したイギリスの「失業率と白血病・血液がん」の説と似たような論説になる。

#### ●事例3 円が強くなると寿命は延びる

戦後、日本人の平均寿命は年々延びてきた。

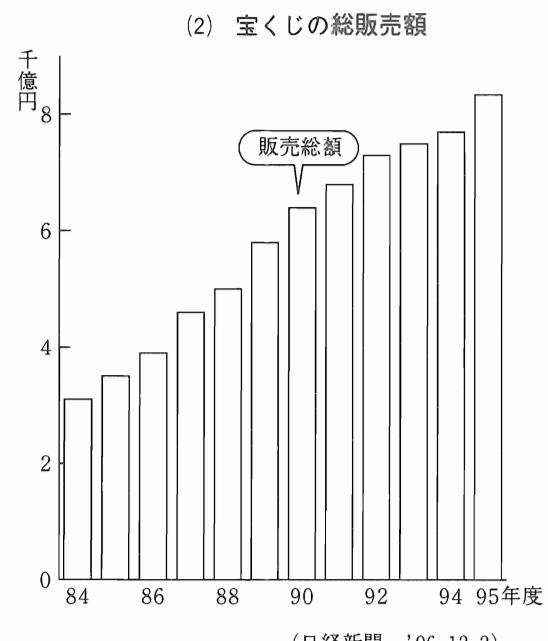
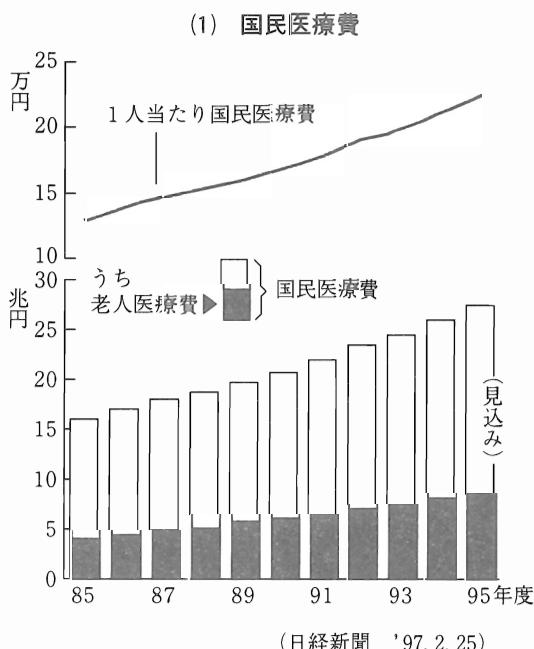


図-9 年次統計の例

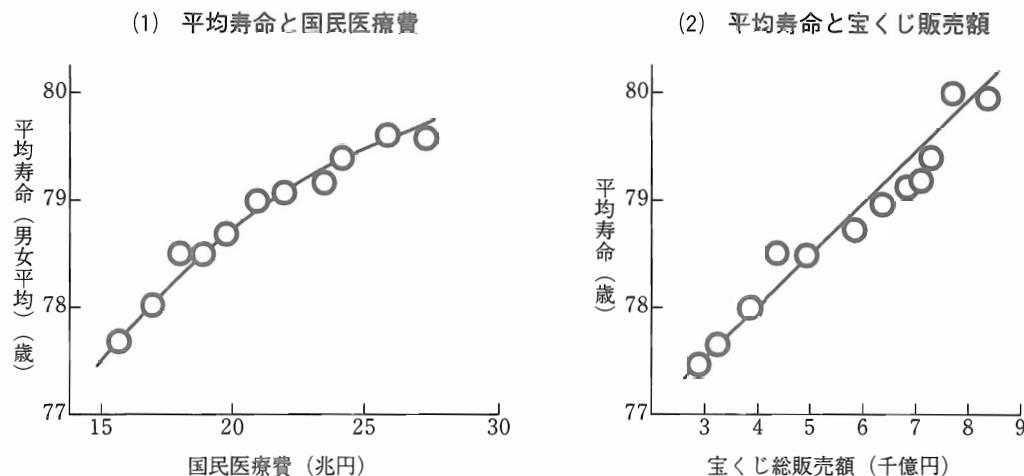


図-10

図-5のこの曲線と似た動きをする事象は他にもある。例えば、通貨の円レート、戦後は1ドル360円と定められたが、変動相場制になると急速に強くなり、1975年頃は240円、一時は80円前後まで行ったが、このところは少し戻して135円あたり。この経年変動は、平均寿命と対応した曲線となる。円が強くなると平均寿命は伸びるというわけである。

### 実体のない相関線

図-8(1)はいろいろな事象の経年変動を表している。次にAをX軸にとってBあるいはEをプロットすると、図-8(2)のようにA-BあるいはA-Eの相関線が現れてくる。これはAとB、あるいはAとEとの間に因果関係があろうとなかろうと、(1)の経年変動線から機械的に描くことができる線である。図(2)のような、キレイな相関線がひけるからといって、AとBは必ずしも因果関係があるとは限らない。AとBとの因果関係の内容、相関のメカニズムを究明し実証した後に、その結果としてA-B線が出て来るのが筋道であろう。

図-8(1)はX軸に時間(年)をとって経年変動を示したが、図-8(2)はAをX軸にとってBとEの変動線を示している。(2)図のA-BとA-E線から、同様にしてB-E相関線をかくことができる。この相関線にしても、B-E間に相関関係があることの証明にはならない。

2つの事象の相関線は、調査・研究のヒントであり、テーマである。両者間の因果関係の糸筋をたどり、相関のメカニズムを明らかにするのが科学であり、研究ではなかろうか。

(元日本専売公社本社塩技術担当調査役)

#### [参考資料]

- 1) 朝日新聞 '96年(平成8年)3月18日夕刊
- 2) 朝日新聞 '91年4月23日版
- 3) '97年3月1日 フジテレビ THE WEEK  
(花粉症に寄生虫が!?)
- 4) 日本経済新聞 '97年3月5日 「寄生虫は死なず」
- 5) 日本経済新聞 '96年8月11日 「'95年簡易生命表」
- 6) 平成6年国民栄養調査実績、厚生省(平成8年版)
- 7) 橋本壽夫; 塩と健康を考える、「たばこ産業塩専売」新聞連載('90年2月25日版ほか)

# イオン交換膜製塩の開発に携わって

川手 英男

岸から取水されていた。時として怒涛が押し寄せる海岸からの取水であったので、取水配管を海中に敷設することはできなかつたのであつう、諸線に取水配管を埋め込む集水理渠方式で取水されていた。諸の砂の層を通して自然に濾過をされて取り入れられた海水は、簡単なストレーナーを装備するだけで電気透析槽に供給することができ安定に運転できた。

1960年に新日本化学・小名浜製塩工場がイオン交換膜法に転換する際に、海水取水の方法としてこの方式の現地実験が行われた。しかし小名浜の諸線は位置変化が激しく成功しなかつた。海水の砂濾過が研究され、バルブレスフィルターが採用され今日に至っている。

イオン交換膜電気透析槽の運転では、赤潮対策を充分にしておかなければならぬ。海岸線で自然の砂の層を通して取水することによって、赤潮の被害をなくすことができないだらうか。製塩工場は海岸の側に立地している、集水理渠方式を考えるとよいと思う。

1995年8月の新聞に、運輸省第三港湾建設局高松港工事事務所が高松港内の岸壁で進めている、特殊ケーソンを用いた海水浄化実験の中間報告が報道された。高松港内の海水の汚濁を半減できる

ソルト・サイエンス研究財団の大野専務理事（当時）さんから『そるえんす』への投稿依頼をお受けし、私がかかわってきた仕事のなかから、いくつかの話題について記述したいと思います。私は1954年12月に、旭化成工業株式会社のイオン交換膜研究陣の一員となりました。爾来イオン交換膜とその応用技術の領域、大半は製塩技術の領域の技術者として過ごしてきました。旭化成、新日本化学、赤穂海水と同一の技術領域で過ごしてきた者の経験談ですから、かなりの遅りがあるかもしれませんし、内輪話的なことになるかもしれませんのが何かのご参考になれば幸いです。

## 1. 海水の問題

1957年には実海水を使用して、イオン交換膜電気透析槽の運転が、旭化成・延岡工場ではじまつた。膜面積は $36\text{dm}^2$  ( $60\text{cm} \times 60\text{cm}$ )、膜間隔は $2.5\text{mm}$ 、50枚／スタック、6スタック／槽であった。海水は延岡工場の冷却用水として、日向灘に面した海

という。人工の岸壁や防波堤に、渚に代わる浄化機能を持たせることを狙った実験である。集水理渠方式の応用であろう。成果が期待される。渚の砂層に一次濾過の役割を担わせて取水し、二次濾過で電気透析用の海水品質を確保すればよいと考えるのだが。

## 2. 陰イオン交換膜への石膏の析出防止

陰イオン交換膜への石膏の析出防止技術の確立が、イオン交換膜製塩法を広め、新しい塩産業の時代を招来した技術的要因の一つであると考えている。この技術の完成がなかつたら、電気透析槽を採用できなかつたであろうと考えるからである。

1957年頃に使用していたイオン交換膜の選択透過性は、陽イオン膜で $F_{Ca}=1.6$ 、 $F_{Mg}=1.2$ 、陰イオン膜で $F_{SO_4}=0.5$ であった。このかん水では、かん水の塩化物イオン濃度が3.0N近くになると濃縮室内と陰イオン膜内に石膏が析出した。石膏の析出防止は、最終的にはイオン交換膜の選択透過性の画期的な改善によって達成されるのだが、それまでには多くの技術的挑戦がなされたのである。

旭化成の電気透析槽は、開発当初からフィルタープレスタイプで希釀室も濃縮室も強制液循環方式であった。このために、濃縮室流に手を加えることによって、石膏析出防止技術を開発することができたのである。

### (1) 石膏の温度による溶解度の差を利用すること

濃縮室出口液を高温にして、種晶の石膏と接触させて液中の $Ca^{++}$ と $SO_4^{--}$ 濃度を低下させ、それを再度濃縮室流に戻して濃縮室内 $CaSO_4$ の溶解積を低く保ち、室内及び膜内への石膏析出を防止する方策であった。種晶と液の接触を良くするために装置としてアクセレーターを用いた。パイロットを経て実用化をしたのであったが、濃縮室内の

石膏析出は防止できても、陰イオン交換膜内への石膏析出を完全に防止することはできなかった。

この研究開発並びに実用化の過程で、濃縮室および膜への石膏析出について興味ある現象が見出された。濃縮液の $Ca$ 、 $SO_4$ 濃度が、 $Ca^{++} < SO_4^{--}$ の場合には陽イオン交換膜に、 $Ca^{++} > SO_4^{--}$ の場合には陰イオン交換膜に、 $Ca^{++} \approx SO_4^{--}$ の場合には濃縮室内に $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ が析出するということである。さらに陽イオン交換膜の場合には $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ は膜の表面に存在していて、膜内には根をはやさない。手でぬぐい去ができるし、また水を流しても簡単に取り除かれる。

しかし陰イオン交換膜の場合にはそうではない。膜表面に析出するのではなく膜内に析出する。火傷をした時に皮膚の表面に水ぶくれができるが、皮膚には変化がないと同様に、膜の表面は全く変化がなく膜の内部に石膏層が形成されるのである。陽イオン交換膜は $SO_4^{--}$ を吸着しないが、陰イオン交換膜は $Ca^{++}$ を吸着するからである。これらの現象は、濃縮室内液の石膏溶解積が未飽和の状態でも起こっている。

陽イオン交換膜では膜表面での $SO_4^{--}$ の濃度上昇、陰イオン交換膜では $Ca^{++}$ の膜内濃縮によるものである。ドンナン滲透以上の $Ca^{++}$ が膜内に吸着された。濃縮室内液の石膏溶解積が未飽和の状態でも、陰イオン交換膜内に石膏が析出するということ、イオン交換膜の表面ではなく内部に析出するということは、最終的に石膏析出フリーの電気透析技術が陰、陽イオン交換膜の改質によって確立されるためのヒントとなったと思われる。

アクセレーターでの経験を少し。アクセレーターの材質は、SUS27 (SUS304) の無垢材であった。沸点に近い状態で運転をしたために、溶接部にクラックがはいって漏れが頻発した。製塩設備にSUS27の無垢材を使うべきではないとの経験となつた。種晶の石膏は接触面を増すために粉碎して、いが栗状にして使用したが時間が経つと、いが栗状から磨き上げられた小石のようになって行った。そうすると種晶としての機能を失つた。種晶の性能を維持するために、粉碎の技術の開発も必要で

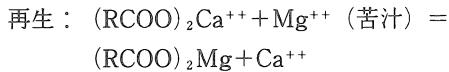
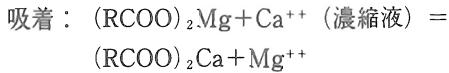
あった。このことは、後々製品粒径の調節に粉碎機を、蒸発結晶缶の循環ラインに装備するという発想の出発点となったと思う。アクセレーターによる石膏濃度低下プロセスは、次の技術へとバトンタッチすることになった。

## (2) カルボン酸型粒状イオン交換樹脂による濃縮液の脱Ca<sup>++</sup>

陰イオン交換膜内への石膏析出を防止するには、濃縮液のCa<sup>++</sup>濃度を下げれば良いことがわかった。カルボン酸型粒状イオン交換樹脂には、アンバーライトIRC-50を使用した。かん水のCl<sup>-</sup>濃度は約3Nであったので、そのような高濃度の溶液でもCa<sup>++</sup>を吸着するかという問題、再生剤に何を使用するかという問題を解決する必要があった。

研究開発の結果、再生剤に製塩苦汁を使用することで実用化となった。

1961年に新日本化学小名浜製塩工場（現在の新日本ソルト）がスタートした時には、このイオン交換脱カルプロセスが採用された。



このプロセスは順調に運転することができた。製塩苦汁を再生剤に使用したこと、再生後の苦汁を蒸発缶へ戻すことなどから、Ca<sup>++</sup>とSO<sub>4</sub><sup>--</sup>のバランスを探ることに一工夫したが、詳細は省略する。循環濃縮液のCa<sup>++</sup>濃度を下げるることはできたが、陰イオン交換膜への石膏の析出は解消できなかった。陰イオン交換膜内への石膏の析出は、濃縮液のCa<sup>++</sup>濃度と、陰イオン交換膜の滲透SO<sub>4</sub><sup>--</sup>濃度の積によって支配される。

電流密度を上げて生産性を上げようすると、イオン交換膜内石膏の析出はますます激しくなった。このプロセスではCa<sup>++</sup>濃度を下げるには限界があった。石膏の膜内析出を軽減するためには、濃縮室液のCa<sup>++</sup>濃度を下げるだけではなく、陰イオン交換膜のSO<sub>4</sub><sup>--</sup>滲透濃度を下げなければなら

い。そのために、電流密度を下げねばならず生産性を著しく阻害した。年産5万トンの製塩量を達成することが困難で、まさに苦難の時代であった。しかし陰イオン交換膜のSO<sub>4</sub><sup>--</sup>滲透濃度が下がりさえすれば、膜内石膏の析出は解決できるという強いシグナルとなって、膜開発研究グループの研究開発が加速されて行った。

このプロセスは思わぬ影響をもたらした。イオン交換塔内で濃淡電池が発生したことである。かん水で満たされたイオン交換樹脂層へ再生のために苦汁を供給する。かん水層と苦汁層が境界面では、拡散し合いながらも濃度差ができる。そこで濃淡電池ができる。

それが迷走電流となって製塩設備を腐食した。原因不明の腐食の発生であったが、電気の専門家に診断を仰ぎ迷走電流の地図書きがなされた。予防の手段がなく、このプロセスがなくなるまで心配のしどおりであった。製塩工程では、海水とかん水、かん水と苦汁、苦汁と塩スラリーなど濃・淡の境界液面ができるところには、必ず濃淡電池が生じる。腐食防止の観点から注意が必要であると思う。

陰イオン交換膜内への石膏の析出をなくさなければ、イオン交換膜製塩技術は実用化できなくなるとの危機感で、電気透析技術面であらゆる技術的可能性に挑戦したのが、この時代であった。大変酷しい体験であった。（1962年当時は新日本化学小名浜製塩工場は、試験設備としての許可といわれていた。商業化プラントとして認められたのは1967年の赤穂海水化学工業株式会社が第1号である。）

## (3) 極性転換電気透析の開発実施

イオン交換脱カルプロセスではCa<sup>++</sup>濃度の低減には限界がある。陰イオン交換膜内の石膏析出は、Ca<sup>++</sup>が膜内に入り込むことによる。膜内に入り込んだCa<sup>++</sup>を取り除くことができれば、膜内石膏析出を軽減できるのではというのが、この技術の発想の原点である。

電気透析槽の液流は希釈室も濃縮室も変えないでおく。電気の方向を一定時間間隔で逆転させ、陰イオン交換膜内に入り込んだ $\text{Ca}^{++}$ を、濃縮液側に取り出そうとしたのである。電気透析槽には、直流電圧が約800V印加されていて約300Aの直流電流が流れている。40秒間正通電し直流遮断器(ACB)を開く。1秒間で極性を変換して、1秒間逆通電しACBを開く。1秒間で極性を再変換して、40秒の正通電をする。 $40/1/1/1/40$ の繰り返しを自動的に行うのである。

当時12槽の電気透析槽が稼働していたが、この切り替えのために、ACBが発する轟音はものすごいものであった。40秒の正通電は120秒まで延長はしたが、電流効率の低下は避けられず、加えてかん水濃度の低下を起こした。しかしこの方法はイオン交換脱カルプロセスとの併用で、膜内石膏析出の進行を止めるのに効果があった。

次の技術—イオン交換膜の改質—ができるまでの繋ぎとなって、イオン交換膜製塩の火を燃やし続けることができたのである。この極性転換電気透析法は、Ionics社の化石水脱塩の標準プロセスとしても知られている。(電流と液流を同時変換)

次々に新しいプロセスを工場運転に採用して来たが、これらの技術開発は同時併行的に進められていたのである。濃縮液の $\text{Ca}^{++}$ 濃度を下げること、膜内の $\text{Ca}^{++}$ を薄めることのために、常にあらゆる技術的可能性を考えて、技術開発テーマが設定され複数のグループが編成され、若き技術者達が従事したのであった。その結果の採用、即ち技術転換には、その時点での最適技術の採用という勇気ある決断がなされたのであった。常に幾つかの選択肢を設定して仕事を進めることが大切であることを学び、爾後仕事に対する私の考え方を創りあげたと考えている。

#### (4) 雲量 陰イオン交換膜内の石膏析出の定量的表現

気象用語に雲量というのである。雲一つない青空から、今にも雨が降り出そうというような曇り

空の状態を表したものである。全く雲がないのを零(0)とし、全空を覆ったのを10として目測観測し、その値が決められている。膜解体洗浄のたびごとに、一枚一枚観察して石膏の析出している面積割合で雲量をつける。運転条件と雲量変化の関係等多くのデータが得られ、操業の安定化に寄与した。

この雲量による陰イオン交換膜内石膏析出の定量的表現は、陰イオン交換膜内石膏の析出を膜の改質によって達成しようとして行われた技術開発の成果を、評価するのに大いに貢献した。新開発膜の電気透析をして、石膏の析出具合を雲量でフィードバックした。そしていよいよ濃縮液の脱カルでは成し得なかった雲量=零の陰イオン交換膜が開発されたのである。

### 3. 選択透過性イオン交換膜の登場

#### (1) 陰イオン交換膜の交換基の変更 CA-1膜からCA-2膜への転換

電気透析槽のいかなる部位にも石膏の析出は皆無であるという電気透析技術は、陽イオン交換膜、陰イオン交換膜の選択透過性の画期的改善によって達成された。しかしその一つ前に、陰イオン交換膜の交換基の変更という陰イオン交換膜の大転換が行われたのである。即ち、アシプレックスCA-1からCA-2膜への転換である。これで殆ど雲量零の陰イオン交換膜が出現していたのである。CA-2膜系が、今日も旭化成の製塩用陰イオン交換膜として使用し続けられている。

CA-1膜もCA-2膜も交換基は第四級アンモニウム基である。前者は、スチレンとジビニルベンゼンの共重合体をクロロメチルエーテルでクロロメチル化し、トリメチルアミンで四級化した膜。後者はスチレン、ジビニジベンゼンおよびビニルピリジンの共重合体をハロゲン化メチルで四級化した膜である。 $\text{SO}_4^{--}$ の選択透過性 $F_{\text{SO}_4}$ は、それぞ

れ0.5と0.25であった。

この膜の試作品を電気透析すると、雲量がほぼ零に近い成果が得られるようになってきた。 $F_{SO_4}$ から計算した陰イオン交換膜内の石膏溶解積は、いまだ危険水準にあった。それにも拘わらず、膜内石膏の析出が激減したのであった。CA-1膜とCA-2膜とでは、 $Ca^{++}$ の膜内へのドンナン滲透の仕組みが変わったと考えられた。膜の性状も明らかに変わっていた。CA-1膜は白濁状態であるのに、CA-2膜は透明であるといったように。石膏の膜内析出と蓄積には膜母体の構造—緻密さ、表面の平滑度等—も影響していたようだ。多数の開発試作膜を電気透析評価する際に発見したことであった。

雲量零に近い膜が開発されたことは、電気透析の将来にとって極めて明るい見通しが立ったことであったが、CA-1膜からCA-2膜への大転換の決断も極めてすばらしいことであった。膜の開発研究の初期の段階から、異なるイオン交換基を持つ膜の開発が進行していたのである。CA-1膜が標準品として生産されている時、既にCA-2膜の生産手段は標準化され、出番を持っていたといえるであろう。自社技術で開発を進める時、常に変わり得る技術が用意されていることは、開発実用化的加速のために必須のことであると考える。

## (2) 選択透過性膜の開発成功と実用化

CK-1膜からCK-2膜へ、

CA-2膜からCA-3膜へ

イオン交換脱カルプロセスに、極性転換電気透析といった重装備の電気透析プロセスにもCK-2膜、CA-2膜が導入されてきて、石膏の析出もみるみる懸念されてきて、5万トン／年の生産計画も実行できるという段階までになった。旭化成の膜研究陣は、選択透過性の改善を目指して必死の努力を続けていた。

私は小名浜にて開発された膜の性能評価をした。もはや雲量で表現する必要もないように、石膏の析出は軽微となっていた。選択透過性の飛躍

的改善については、研究開発の蓄積が一挙に花開いたといって良いであろう。この辺の事情について記すと長くなってしまうので先を急ぐことにしたい。 $F_{Ca}=0.4$ 、 $F_{Mg}=0.2$ 、 $F_{SO_4}=0.02$ のかん水が得られた時の感激は、はじめて電気透析をしてかん水を得た時に勝るものであった。忘れられない。

このときからさらに改良がなされ、陽イオン交換膜K-192、陰イオン交換膜A-192として旭化成の製塩用イオン交換膜として使用されている。 $F_{SO_4} < 0.01$ となっている。今はもう陰イオン交換膜に石膏が析出するということはない。

小名浜工場では、改良膜に転換を進めていったのであるが、その過程でかん水の蒸発結晶工程で思わぬ事態が発生したこと、それが現在の粒径調整技術開発の端緒の一つとなったと思うので記しておきたい。

## 4. かん水組成の変化と蒸発結晶缶の挙動

小名浜工場の蒸発結晶工程は、外側加熱缶、強制逆循環方式蒸発結晶缶、軸流蒸気圧縮機からなる単効用缶であった。後ほど製塩歩留向上のためと、苦汁濃度アップのためにフラッシュ母液濃縮缶を併設していた。当初のかん水は、 $F_{Ca}=1.6$ 、 $F_{Mg}=1.2$ 、 $F_{SO_4}=0.5$ で塩田かん水よりも、 $Ca^{++}$ 、 $Mg^{++}$ の多いかん水であった。母液濃縮缶で得られた結晶塩は、一部の母液とともに蒸発結晶缶へ戻していた。安定運転で洗缶周期（蒸発結晶缶や加熱缶を洗浄する）は6カ月～8カ月であった。

選択透過性膜へは一挙に転換したのではなく、膜製造にあわせて徐々に転換していった。従ってかん水組成も徐々に変化し $Mg^{++}$ 、 $Ca^{++}$ 濃度が低下していった。洗缶作業は蒸発結晶缶の運転を停止して行う。

缶内液をブロータンクに回収する。缶に海水を循環して洗浄する。復旧はブロータンクから缶内液を缶に戻す。そして運転を再開する。異様な事態はこの時に起こった。

軸流圧縮機も正常運転状態になり、運転再起時の監視状態を解こうとした途端、加熱缶のワンパス温度上昇の警報とともに、軸流圧縮機が停止してしまった。また、先述の洗缶作業を行う。そして再起動、再停止、原因が全く掴めない。当時上司であった江原 亮さんと原因の解明に努めた。

### (1) 缶液に酸を添加するとアルカリ性となる

まず、缶内液に何か変化が起こっているのではとの仮定で、缶内液のpHを測ることにした。pHは8.0~8.2で正常と判断したが、念の為に塩酸を添加して酸性にすることにした。塩酸は中和に必要な計算量を添加していくのであるが、一向にpHは下がらず却ってアルカリ性になっていった。水を加えるとpHが10ぐらいまで上昇した。

この原因は、缶内液が高濃度であるためにアルカリ性成分が未解離の状態で存在していて、水が加えられると解離するのであろうと推理した。これが異常事態の原因とは考えられないとしたが、酸を添加してpHを8.0にして、再起動を行つた。結果は全く同じこと。すぐに停止してしまった。洗缶をしてしまった加熱缶の内部を観察しても、何の手掛かりも掴めなかった。

### (2) 加熱缶を洗缶せずに内部観察、巨大塩結晶発見

加熱缶の異常で運転の継続ができないのであるから、異常の原因は加熱缶にありと考えるのが普通である。しかし洗缶をせずに、加熱缶内部を観察するということは、安全確保の点からも無謀なことであった。しかし原因究明を急がなければ工場の運転が再開できない。

最後の手段として、運転停止直後の加熱缶を内部点検することとした。加熱缶のマンホールを開けた途端、管板の上に1ミリから2ミリぐらいた大きさのきれいな立方体の塩結晶が堆積しているのを発見。加熱缶のチューブにも大きな塩の結晶

が詰まっているのを発見。異常の原因を遂に発見。何らかの原因で塩の結晶が成長して、粒子が巨大化しているのであった。これ等を発見したのは、異常事態が発生してから3日後であったと思う。

その間不眠不休で再起動、洗缶、再起動を繰り返して原因追及をしたのであった。生産に携わる技術者は、常に現場に出て観察をしなければならない、ということを自らの行動指針として再確認したのであった。

選択透過性膜の導入によって、かん水のMg<sup>+</sup>濃度が低下してきた。生成苦汁の量も低下した。母液濃縮缶に供給する苦汁量も減少してきたため、そこで生成する結晶塩（微粒子の塩）の量も減少した。缶に返送する微粒結晶塩（種晶）の量が、減少して粒径調節ができなくなり、巨大粒子となつた。これが原因であった。母液濃縮缶で得られる微粒塩を可能な限り回収して缶に戻す運転方式とした。安定運転を続けられるようになった。

しかし選択透過性膜の導入は、着々と進んでいくのでかん水組成はますます良くなっていく。膜の全量転換に備えて種晶を添加するための技術開発を開始したのであった。缶内の限界粒子径の測定、それを種晶とするための一連の製造プロセスの開発を行つた。蒸発結晶缶の循環配管の途中に粉碎機を設置してラインのなかで、循環スラリー中の塩粒子を粉碎できないかと種々の粉碎機の調査試験をした結果が、マイクロイダー（商品名）の採用であった。循環配管ラインへの装備はできなかつたが、塩の粒径調整に大いに貢献し今も蒸発結晶工程の主要機器として活用されている。

このときに確立した粒径調節の方法は、塩業近代化による特例塩の製造へと応用されていくのであった。イオン交換膜の改質が蒸発結晶工程にまで影響したことを記述した。1965年小名浜工場の生産も、膜の転換によって年間6万トン体制が整つた。

イオン交換膜製塩工場が試験工場的性格の域を脱して、いよいよ商業化プラントとして塩専売当局に認知されていくのであった。1965年から66年にかけて多数の塩業者の方々が、工場見学に来ら

れた。そのなかでも圧巻は、赤穂海水化学工業株式会社（当時）の全従業員による見学であった。恒例の社内旅行を、小名浜工場見学に設定されたのであった。皆さんの関心は膜、電気透析槽に向けられ活発に質疑応答をしたことを思い出す。そして商業化プラント第1号として、イオン交換膜電気透析槽の導入が行われた。1967年のことであった。

次いで、鳴門塩業株式会社、ナイカイ塩業株式会社、中華民国・台湾製塩総廠が旭化成の技術を導入された。1972年に塩業近代化法が施行され、日本の製塩法として定着していくことになった。さらに韓国への製塩プラント輸出ということとなつた。そのことを最後に記述したい。

## 5. 韓国製塩プラント

1968年9月に、日本専売公社の諏訪小一郎さんがUNIDOの会議（Modernization and Mechanization of Salt Industries Based on Sea Water in Developing Countries）で、日本の製塩法の進歩について講演をされた。そこで、イオン交換膜製塩について詳しく紹介（The Present Situation in the Modernization and Mechanization of Salt Industries Based on Sea Water Japan）がなされた。

1973年12月に、韓国科学技術研究所（現在の韓国科学技術研究院）の技術者達が旭化成を訪ねてこられた。イオン交換膜製塩についての技術調査が行われた。本件は更に上級の機関である内閣情報調査室が取り上げ、長期資源対策委員長、情報室長、大韓塩業組合副理事長等の要人の訪問を受けた。

これから私は韓国製塩プラントの輸出に全面的にかかわることとなった。技術説明を頻繁に行い、いよいよ本件は、あの漢江の奇跡を導いた朴正熙大統領の国家プロジェクトに決定された。蔚山石油化学工業団地で、電力と蒸気のアンバランスがあって、蒸気を有効に使用したい、既存の塩田地帯

を工業用地にしたい、国民に衛生的できれいな塩を供給したいというのが目的であった。1976年に韓国側の担当会社が蔚山石油化学支援工団、工場立地は蔚山石油化学工業団地に決定、直ちに建設に着手、1979年12月に完工という工程で、15万トン／年の製塩工場が建設された。

この団地は開発前は蔚山塩田で南部の主要な塩生産地であった。建設期間中韓国の技術者達、建設労働者達の働きぶりは目を見張るものがあった。イオン交換膜関係設備以外はすべて韓国で調達するという意気込みであった。

私は、建設期間中可能な限り現地に出張して建設、試運転の指揮をとった。工場の建設期間の後半には韓国は政情不安定となり、蔚山市内でも労働者のデモ行進、警官隊との衝突が頻発した。催涙ガスによる目の痛み、戒厳令による21時から4時までの通行禁止等酷しい体験をした。いよいよ工場も完成に近づき各工程の試運転を始めていた時、突如、朴大統領が視察に来られるので3日後に塩を出すようとの要請。

われわれには要請だが、韓国会社側にとっては絶対命令。戒厳令下であることを活用、夜間は工場の外には殆ど出ないでとにかく塩を出せるように、少々の設備の不備には目をつぶってプラントを立ち上げた。準備も整い明日10時に来場という前夜、不幸にも大統領は亡くなってしまった。早朝大統領の視察は中止、プラントは止めるようにと韓国の社長から私に直接伝えられた。韓国内では報道管制が敷かれ、大統領が亡くなったことなど誰も知らされていなかった。私は日本からのラジオ放送で既に状況を把握していたが、それを発言できる雰囲気ではなかった。

韓国会社の経営陣の落胆はひどく、工場の建設もここで頓挫してしまった。再開の指示が出るまでの間試運転と教育の連続で、主として煎熬工程で運転条件変更に伴う製品品質の変化等多くのデータを収集することができた。12月末に実証運転を完了し引きあげる時に、全斗煥大統領による政変に遭遇した。政変で騒然たるなかでの業務であったが、危機管理の重要性を身をもって体験した。

全員無事に任務を完了したのが何よりであった。

余った蒸気の利用という問題提起から始まったこのプロジェクトも、国営会社から民営の会社へと引き継がれ今も快調に製塩を続けている。さらに旭硝子技術の導入も行われて年間30万トンの製塩会社となっている。韓国の人々に塩を供給し続けている。

イオン交換膜製塩工場については日本7、台湾1、韓国2、ケエート1の11工場が稼働している。成約には至らなかったが、幾つかの海外製塩プラント輸出の商談を担当した。その時に客先から提案されるのが製品の引き取りであった。塩専売法をよりどころに断念してもらった。しかし将来実力をつけた韓国や台湾から、イオン交換膜製塩の製品がはいってくることがあるかもしれない。



塩事業法では『塩が国民生活に不可欠な代替性のない物質であることにかんがみ、塩事業の適切な運営による良質な塩の安定的な供給の確保——』とその目的に『良質な塩』と明記して『安定供給』を求めています。技術者の役割は品質を良くし、コストを引き下げるにあります。イオン交換膜製塩は、成熟した技術で革新の余地はもうないと考えることなく、技術の向上に精を出して、人類の生存に欠くべからざる『良質の塩』を作り続けようではありませんか。製塩技術者の皆さん頑張りましょう。

(前赤穂海水株式会社常務取締役)



# 塩漫筆

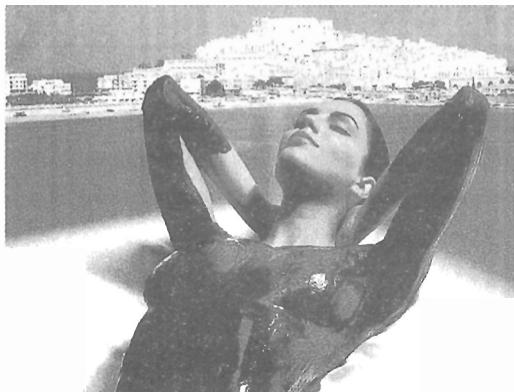
塩車

## 『タラソテラピー』

### タラソテラピー（海水療法）

フランスはブルターニュ半島の南岸、ビスケー湾に突き出した細長い岬の突端に、リゾート地キブロンがある。その長い海岸線に沿ってホテル、療養美容施設、アスレチック、レストラン等を設えた白亜の豪華リラクセーションセンターが建っている。タラソテラピーの中心設備は、種々さまざまな海水プール、浴槽であり、それに海泥パックの施設があり、専門医の診察をうけた後、その処方に従って療養を行う。一日の療養コースが終れば、海岸を散歩し、夜はレストランでエビやカニなど新鮮な海の幸のフランス料理とくれば、いやでも応でもリフレッシュすること間違いない。これで料金は1日440フラン（約1万円）という<sup>1)</sup>。

タラソテラピーは、ギリシャ語のThalassa（海）とフランス語のTherapie（治療）を組み合わせた語であり、日本では「海洋療法」とした例が多いが<sup>1) 3)</sup>、その主体は海水を利用した潮浴であり、



海泥パック（フランス）

「海水療法」の方が適切ではなかろうか。

この海水浴の効能を最初に唱えたのは、医学の祖と言われるギリシャのヒポクラテス（BC 5～4世紀）である。

1578年フランスのアンリ三世が、ノルマンジー地方のディエップで海水を使って皮膚病を治療した記録があり、1754年には英国の医師リチャード・ラッセルが海水療法を本格的に採用した。さらに1778年、ディエップに初の海水療法センターが開設された<sup>4)</sup>。19世紀に入ってフランスのルネ・カルトンがこの療法の効用を推奨し、各地に広まった。20世紀になると薬剤療法の進展におされて、やや影が薄くなっていた。ところが1959年フランスのロスコフで第1回タラソテラピー会議が開催されたのを機に、再び盛んになり、現在に及んでいる。フランスではブルターニュ半島を中心に40以上の施設があり、ドイツ、イタリア、スペインなどの海岸にも數十カ所の施設があるという盛況である。日本でも平成4年に「タラサ志摩」（三重県鳥羽市）がオープンした<sup>1) 3)</sup>。

地球上で最初の生物、生命は、35億年以上も前の太古の海水中で誕生したといわれている。それに由来して、現代人類の体内にはNa、Mg、K、Ca、Cl、SO<sub>4</sub>など、海水の成分と共に通するミネラルが含まれているのは事実である。人類は海水に対して本能的な郷愁にも似た想いがあり、海水の効能を信じてこれに浸り切っているのである。

### 死海の塩浴、泥塗り療法

イスラエルとヨルダンとの境に、東西15km、南北80kmの細長い塩湖がある。湖面は地中海より約400mも低く、塩分濃度は約30%、魚も他の生物も

住めないので、死せる海 dead sea、「死海」と呼ばれている。死海は、地殻変動によって地中海の東部が切り離され、高温乾燥気候のため海水の水分が蒸発して次第に濃縮され、やがて塩 (NaCl) の大部分が析出し、その後に残った苦汁 (にがり) の状態の塩湖である。その主成分はMgCl<sub>2</sub>であり、とくに臭素 (Br) 含有量が高いことで知られている。死海の南端にイスラエルの工場があつてカリウムや臭素を製造しており、その副産品として塩 (NaCl) もつくっている。

南部沿岸のエンボケとエンゲジにリゾート用ホテルが立ち並び、死海で海水浴をするというが、余りにも濃度が高く、しかも苦汁とては、効能の方はどうだろうか。

ここの売りものは、むしろ水底の黒い泥であり、これを全身に塗りたくって、日光浴をするエステの方が人気があるようだ<sup>2)</sup>。

塩湖の底の泥パックはイタリアやルーマニアでも行われており、前述したタラソピラティーの海泥パックも同じ手法であろう。海泥は肌触りが良いように、粗粒を除いて微粒・コロイドとし、さらに海塩や海藻の成分を調合したものが使われている。

## 塩揉み、塩マッサージ

人間、誰しも健康で長生きしたいと思う。さらに女性ともなれば、美しくスマートになりたいと願うのは当然のこと。「健康のためにわが家で温泉気分を」と、温泉成分などの浴剤が発売されたのは、十数年も前のことと思う。各地の有名温泉の成分と並んで、塩をベースにした浴剤も発売された。薬湯、塩風呂の家庭版である。

こうした塩風呂に続いて、肌に直接塩をすり込む塩揉み、塩マッサージの効能がうたわれるようになった。塩の粒 (といっても微粒塩) を肌にすりこむと、肌がしっとり、すべすべになる。腕のヒヂなどの固くなった皮膚も塩でこすると角質がとれて柔肌になる。また、塩マッサージで肩凝りも解消と効果は絶大。さらに頭髪の薄さが気にな

り始めた人は、頭を塩マッサージすると育毛効果もあるといい、洗髪もしつと仕上がるとして愛用する美容院もあった。

塩風呂や塩揉み用には、いわゆる「自然塩」\*系列の食用塩が使われることが多かったが、平成の初年頃から塩マッサージ専用の商品が現れだし、平成6年になると大手の化粧品会社W社とP社までが、塩を主剤にした洗顔剤やボディマッサージ用の商品を大々的に売り出した。

この頃になると、塩マッサージの効能はさらにエスカレートし、下腹や脚のぜい肉をとり、「キュッと締ったウエスト、カモシカのような脚線美」ときたので、女性の間に大ブームを巻き起こした。町の女湯で、洗い場の排水口が塩で塞がるので、[塩の持ち込み使用お断り] の張紙を出したお風呂屋もあったとか……。

(※注——わが国、いや世界中で、真正の「自然塩」なるものは塩市場に出ていない。日光や風などの自然力を利用して海水を蒸発させた天日塩田産塩、あるいはこれこそ天然の岩塩などは、そのままでは一般的の用途には使えないでの、これらを原料として加工・再生した塩が店頭にでているものである)。

平成6年の夏頃から、海藻エキス、蜂蜜、カルシウム微粉、ハーブ等を配合した塩揉み、エステ



死海のリゾート地、エンボケ  
黒い泥エステが大人気  
(イスラエル観光局パンフレット)

用の商品が続出した。街の、こういった店頭には、数種類のマッサージ用塩が並び、それがまたよく売れた。商品は国内産に限らず、例のイスラエル死海の塩や泥、中国・韓国製のものもあった。中でも、中国製の海藻入石鹼は「やせる、せっけん」として女性の間で大人気となり、中国土産のトップ・ブランドとなった。

ところが個人の国内持ち込みは1人24個までという税関の規制があり、空港税關では押収した中国石鹼の山ができ、一方では「まがいもの」まで現れたのに対抗してメーカーが正規表示のレットルまで貼るようになった。これらの騒動は平成7

年8月のことであった。塩揉み、エステ用塩のブームはこの頃が絶頂期であり、年明けの年度末には鎮静化したようであり、今は市況が安定している。塩消費の一分野として、口に入れない食塩、食べない塩のマーケットも市民権を得て定着したようである。

[参考文献]

- 1) 神奈川新聞、平成4年3月11日版
- 2) 神奈川新聞、平成8年11月29日版「世界湯あみ紀行」
- 3) 日本経済新聞、平成4年10月3日版
- 4) 日本経済新聞、昭和63年10月15日版



# 第21回評議員会・第23回理事会を開催

去る5月20日、東京・港区の東京プリンスホテルにおいて第21回評議員会および第23回理事会が、開催されました。

当日は、平成9年度の事業報告、収支決算報告、などを審議、それぞれ原案どおり承認されました。平成9年度事業報告（概要）は次のとおりです。



第23回理事会

## 平成9年度事業報告（概要）

### 1. 塩および海水に関する科学的調査・研究の助成

#### (1) 平成9年度分研究助成の実施

平成9年度は、プロジェクト研究2件および一般公募研究52件、合計54件に対して、総額1億円の助成を計画どおり行った。研究助成の成果については、現在取りまとめを行っている。

#### (2) 平成10年度分研究助成の選定

平成9年11月1日から平成10年1月10日まで一般公募を行い、応募136件から61件を選定した。（助成件数合計61件、助成金額合計83,000千円）

### 2. 機関誌等の発行

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

### 3. 助成研究発表会の開催

平成9年7月29日に全共連ビル（東京都）に

おいて、平成8年度の助成研究54件についての助成研究発表会（第9回）を開催した。約230名の参加者があり、盛会であった。

### 4. 助成研究報告集等の発行

平成8年度の助成研究の成果をまとめた『助成研究報告集』と、その概要をまとめた『助成研究概要』を編集・発行した。また平成8年度の事業実施状況、会計報告等をまとめた『事業概要』を発行した。

### 5. 財団設立10周年記念事業の実施

記念刊行物『10年のあゆみ』および別冊『機関誌・情報誌総目録』の編集発行、ならびに「記念テレホンカード」の作成、および「記念財団賞」の選考を行った。

### 6. 資料および情報の収集

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

## 7. 研究会の開催

日本学術会議海水科学研究連絡委員会と連携して、第9回沿岸海水環境研究会を平成9年9月18日に塩事業センター海水総合研究所（小田原市）において開催し、プロジェクト研究の経過と進め方を検討した。

## 8. 講演会、シンポジウムの開催

### (1)研修会の共催

平成10年2月19日に小田原市民会館（小田原市）において、日本海水学会等との共催で「海水技術研修会」を開催した。

### (2)講演会の後援

平成9年11月8日にアクロス福岡（福岡市）において、日本海水学会の主催で開催された講演会「塩の機能とその科学－食と健康を考

える－」（第4回）を後援した。

### (3)国際塩シンポジウムへの協力

平成12年5月7～11日にオランダ、ハーグのコングレス・センターにおいて開催される予定の第8回国際塩シンポジウムについて、シンポジウム組織委員会から参加者募集委員会メンバーに要請され、協力している。

## 9. 関係学会等との関係強化

日本海水学会、日本栄養士会、日本家政学会、日本膜学会、日本学術会議海水科学研究連絡委員会等とは、講演会、研修会、研究会等を共同で企画・実施することにより、また公益法人協会とは、同協会主催の研修会等への参加を通じて、それぞれ関係強化に努めた。



# 第10回助成研究発表会・財団設立10周年記念交流会 を7月29日に開催（参加費無料）

当財団の第10回助成研究発表会を、来る7月29日（水）に東京・平河町の全共連ビルで開催いたします。

当日は午前10時から平成9年度の助成研究（プロジェクト研究および一般公募研究）55件について、3会場で各助成研究者から発表されます。同

発表会のプログラムは次のとおりです。

また発表会終了後、午後5時から財団設立10周年記念交流会を開催いたします。なお交流会の冒頭で優秀研究に対し、“10周年記念財団賞”の贈呈式を行います。

## 第10回助成研究発表会プログラム

### 第1会場

| 番号  | 講演テーマ   | 発表者   | 所属        |
|---|---|-------|-----------|
| 一般公募研究発表【座長：藤田 武志（日本塩工業会技術部会委員）】(10:00～12:00) |   |       |           |
| 1   | 製塩装置用クラッド材の溶接部腐食損傷の調査・解明と防止対策に対する提言                 | 竹本 幹男 | 青山学院大学    |
| 2   | 塩水環境用FRPの耐熱性向上に関する研究                                | 津田 健  | 東京工業大学    |
| 3   | 食塩結晶の表面自由エネルギー                                      | 新藤 真  | 中央大学      |
| 4   | 塩化ナトリウム結晶表面のミクロ構造とその制御                              | 横田 政晶 | 岩手大学      |
| 5   | 不純物を添加した塩結晶の成長と光学活性媒体への応用に関する研究                     | 馬場 守  | 岩手大学      |
| 6   | イオン交換膜における水移動と高度塩濃縮に関する研究                           | 谷岡 明彦 | 東京工業大学    |
| 7   | 陽イオン交換膜によるナトリウムイオンの上り坂輸送の促進                         | 浦上 忠  | 関西大学      |
| 8   | バイポーラ膜の水分解特性を利用した塩水（海水）からの酸・アルカリ製造の研究（2）            | 山内 昭  | 九州大学      |
| 一般公募研究発表【座長：柘植 秀樹（慶應義塾大学教授）】(13:00～15:00)     |   |       |           |
| 9   | 製塩法（土器製塩・塩田法・イオン交換膜法等）の比較研究および塩に関する総合的教材開発の試み       | 山本 勝博 | 大阪府教育センター |
| 10  | キャピラリー電気泳導法による海水・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      |
| 11  | 塩化ナトリウムの水への高圧溶解度                                    | 澤村 清治 | 立命館大学     |
| 12  | 海水中に含まれるミネラル成分の析出過程に関する研究                           | 北村 光孝 | 広島大学      |
| 13  | 海水に対する炭酸ガスの吸収速度は真水に比べてなぜ大幅に減少するのか？                  | 小森 悟  | 九州大学      |
| 14  | 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      |

| 番号  | 講演テーマ  | 発表者   | 所属         |
|---|--|-------|------------|
| 15  | 海水処理用高圧系逆浸透濾過膜による微生物等の濾過能に関する研究                                | 脇山 博之 | 防衛医科大学校    |
| 16  | 塩化ナトリウムを利用した微粒子懸濁液の高速脱水法の開発                                    | 入谷 英司 | 名古屋大学      |
| 一般公募研究発表【座長：長野 敏英（東京農業大学教授）】(15:30～16:45)       |  |       |            |
| 17  | 中国、新疆ウイグル自治区の砂漠域に自生する胡楊の切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     |
| 18  | ナトリウム排出機能の増強による耐塩性植物の作出  | 坂本 敦  | 岡崎国立共同研究機構 |
| 19  | 耐塩性カンキツ台木の育種と早期評価のためのセラミック灌水装置の開発                              | 仁藤 伸晶 | 佐賀大学       |
| 20  | 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     |
| 21  | 塩類添加による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     |
| 財団設立10周年記念交流会（財団賞贈呈式） 17:00～19:00<br>6階マツヤサロンにて |  |       |            |

## 第2会場

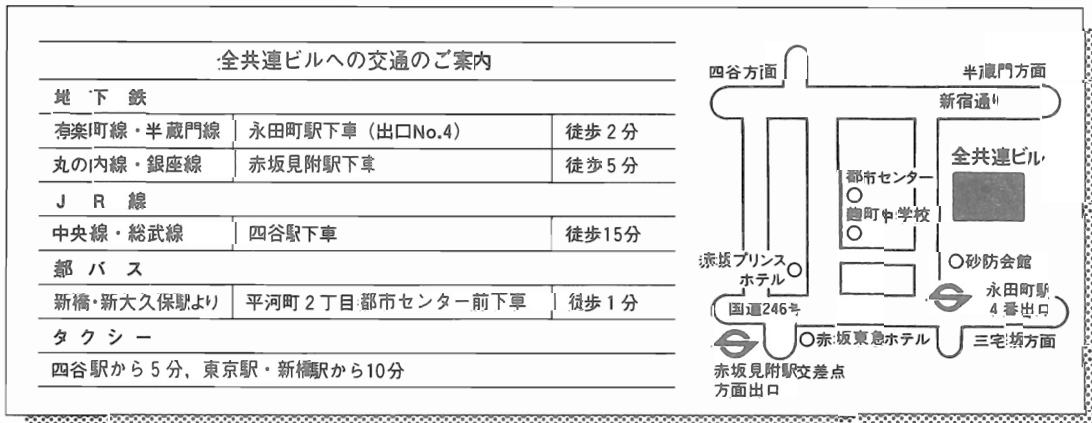
| 番号  | 講演テーマ   | 発表者                                      | 所属   |
|---|---|--|--|
| プロジェクト研究発表【座長：大矢 晴彦（横浜国立大学教授）】(10:00～11:30) |   |  |  |
| 22  | 沿岸海水環境の変化と生態系への影響                                       | 堀部 純男<br>石原 邦<br>木村 真人<br>柴山 知也<br>松永 勝彦 | 東京大学<br>東京農工大学<br>名古屋大学<br>横浜国立大学<br>北海道大学 |
| 一般公募研究発表【座長：有賀 裕勝（東京水産大学教授）】(11:30～12:00)   |   |  |  |
| 23  | 海草の耐塩性と北西太平洋沿岸生態系における海草藻場の発達過程                          | 川口 弘一                                    | 東京大学                                       |
| 24  | 内湾水域の栄養塩環境特性と環境収容力の評価                                   | 古谷 研                                     | 東京大学                                       |
| 一般公募研究発表【座長：有賀 裕勝（東京水産大学教授）】(13:00～13:30)   |   |  |  |
| 25  | 森林－河川－沿岸海洋の複合生態系連鎖、および遡河回遊魚による栄養塩類の輸送機能                 | 後藤 晃                                     | 北海道大学                                      |
| 26  | 異なる塩成分環境における鉢水母類の適応形態の変化                                | 柿沼 好子                                    | 鹿児島大学                                      |
| 一般公募研究発表【座長：荒井 総一（東京農業大学教授）】(13:30～14:15)   |   |  |  |
| 27  | タンパク質物性のモジュレーターとしてのシスティンプロテアーゼ・シスタチン系に関する酵素化学的・食品加工学的研究 | 阿部 啓子                                    | 東京大学                                       |

| 番号  | 講演テーマ                                | 発表者                                      | 所属   |
|---|--------------------------------------|--|--|
| 28  | 大豆タンパク質分解物のカルシウム塩結晶化阻害作用とカルシウム吸収促進作用 | 村本 光二                                    | 東北大学                                       |
| 29  | 高食塩難凍結性素材の凍結現象を利用した新しい食品の開発          | 渡辺 道子                                    | 東京学芸大学                                     |
| 一般公募研究発表【座長：島田 淳子（お茶の水女子大学教授）】(14:15～15:00)     |                                      |  |  |
| 30  | 蛋白質の多糖修飾による耐塩性乳化剤の開発                 | 加藤 昭夫                                    | 山口大学                                       |
| 31  | 水産練り製品の品質に及ぼす塩の種類の影響                 | 田中 宗彦                                    | 東京水産大学                                     |
| 32  | 魚介類における好塩性の無芽胞グラム陰性嫌気性桿菌の研究          | 小林とよ子                                    | 東海学園女子短期大学                                 |
| プロジェクト研究発表【座長：柳田 藤治（東京農業大学教授）】(15:15～16:45)     |                                      |  |  |
| 33  | 食塩選択行動と環境要因の構造に関する食生態学的研究            | 足立 己幸<br>柏崎 浩<br>今田 純雄<br>長谷川恭子<br>針谷 順子 | 女子栄養大学<br>東京大学<br>広島修道大学<br>女子栄養大学<br>高知大学 |
| 財団設立10周年記念交流会（財団賞贈呈式） 17:00～19:00<br>6階マツヤサロンにて |                                      |  |  |

## 第3会場

| 番号   | 講演テーマ  | 発表者   | 所属       |
|--|--|-------|----------|
| 一般公募研究発表【座長：林 良博（東京大学教授）】(10:00～11:00)           |  |       |          |
| 34   | 塩ストレスによって誘導されるアクチン調節タンパク質（P66）の生理的役割とその発現調節          | 室伏きみ子 | お茶の水女子大学 |
| 35   | 高度好塩性細菌の遺伝子防御機構に関する研究                                | 井出 博  | 広島大学     |
| 36   | 高度好塩菌の水溶性タンパク質と膜タンパク質の好塩性の比較                         | 杉山 康雄 | 名古屋大学    |
| 37   | 植物の高親和性Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup> トランスポーターの実体の解明 | 魚住 信之 | 名古屋大学    |
| 一般公募研究発表【座長：森本 武利（京都府立医科大学教授）】(11:00～12:00)      |  |       |          |
| 38   | 皮膚上皮細胞の食塩受容作用の生理学的研究                                 | 長井 孝紀 | 帝京大学     |
| 39   | 唾液分泌の塩類浸透圧負荷による変化とその中枢性調節                            | 稻永 清敏 | 九州歯科大学   |
| 40   | 食塩に含まれるうま味情報の味細胞による抽出機構                              | 宮本 武典 | 長崎大学     |
| 41   | 海水含有成分が温浴時の体温変動に及ぼす影響                                | 清水 富弘 | 上越教育大学   |
| 一般公募研究発表【座長：越川 昭三（昭和大学藤が丘病院内科客員教授）】(13:00～14:45) |  |       |          |
| 42   | SODのユビキノール酸化抑制作用に及ぼす塩類とミネラルの影響                       | 中山 勉  | 静岡県立大学   |

| 番号   | 講演テーマ  | 発表者   | 所属         |
|--|--|-------|------------|
| 43   | モーター蛋白質のエネルギー変換機構に対する塩濃度の影響  | 岩本 裕之 | 帝京大学       |
| 44   | 液胞型ナトリウムポンプの耐塩性における生理作用とその遺伝子発現制御                                  | 柿沼 喜己 | 千葉大学       |
| 45   | 食塩代謝調節に作用する新たな生理活性ペプチドグアニルヌクレオチドファミリーの細胞生理・分子生物学的研究                | 中里 雅光 | 宮崎医科大学     |
| 46   | 発生工学的手法によるナトリウム利尿ペプチド過剰発現及び欠損マウスの開発と食塩代謝におけるナトリウム利尿ペプチドファミリーの意義の検討 | 中尾 一和 | 京都大学       |
| 47   | シスプラチン誘発急性腎不全に対する食塩水負荷の効果  | 菱田 明  | 浜松医科大学     |
| 48   | 食塩過剰負荷による腎への浸透圧ストレスの病態生理的意義  | 山内 淳  | 大阪大学       |
| 一般公募研究発表 [座長:今井 正(自治医科大学教授)] (15:00~16:45)       |  |       |            |
| 49   | 水チャネルの構造および機能の解明   | 桑原 道雄 | 東京医科歯科大学   |
| 50   | 腎隨質内層ヘンレの細い上行脚におけるクロライド輸送調節機序の解析                                   | 根東 義明 | 東北大学       |
| 51   | 新しい塩素イオンポンプのイオン構造  | 稻垣千代子 | 関西医科大学     |
| 52   | 腎尿細管K <sup>+</sup> チャネルのNaClセンサー機能の解明                              | 岡田 泰伸 | 岡崎国立共同研究機構 |
| 53   | 腎集合管におけるカリウム輸送機序の解明  | 武藤 重明 | 自治医科大学     |
| 54   | ナトリウムチャネル及びカリウムチャネルの開閉機構における溶媒環境の影響                                | 久木田文夫 | 岡崎国立共同研究機構 |
| 55   | 小腸のナトリウム依存性リン輸送担体の同定とビタミンDによる活性化の解明                                | 武田 英二 | 徳島大学       |
| 財団設立10周年記念交流会 (財団賞贈呈式) 17:00~19:00<br>6階マツヤサロンにて |  |       |            |



## 役 員

平成10年4月1日現在

|       |       |                       |
|-------|-------|-----------------------|
| 理 事 長 | 枝吉 清種 |                       |
| 専務理事  | 橋本 壽夫 |                       |
| 理 事   | 垣花 秀武 | 財団法人若狭湾エネルギー研究センター理事長 |
| 理 事   | 正田 宏二 | 日本醤油協会副会長             |
| 理 事   | 鈴木 幸夫 | 福澤大学国際経済学部長           |
| 理 事   | 瀬谷 博道 | 旭硝子株式会社代表取締役社長        |
| 理 事   | 端田 泰三 | 株式会社富士銀行相談役           |
| 理 事   | 前園 利治 | 社団法人日本塩工業会副会長         |
| 理 事   | 松本 成夫 | 塩元壳協同組合副理事長           |
| 理 事   | 武藤 義一 | 東京大学名誉教授              |
| 監 事   | 石原 民樹 | 株式会社第一勧業銀行副頭取         |
| 監 事   | 関口 二郎 | 財団法人たばこ総合研究センター所長     |

(注)理事長、専務理事を除き五十音順。

## 評 議 員

平成10年4月1日現在

|     |       |                   |
|-----|-------|-------------------|
| 評議員 | 沖 仁   | 日本塩回送株式会社代表取締役社長  |
| 評議員 | 木村 尚史 | 工学院大学教授           |
| 評議員 | 楠目 齊  | 財団法人塩事業センター常務理事   |
| 評議員 | 堺 嘉之  | 日本食塩製造株式会社代表取締役会長 |
| 評議員 | 塩田 雄一 | 讀崎塩業株式会社代表取締役会長   |
| 評議員 | 春藤 康二 | ナイカイ塩業株式会社相談役     |
| 評議員 | 城 喜久夫 | 社団法人日本塩工業会副会長     |
| 評議員 | 鈴木 康之 | 新日本ソルト株式会社代表取締役社長 |
| 評議員 | 高橋 良一 | 日本ソーダ工業会専務理事      |
| 評議員 | 田村 哲朗 | 財団法人塩事業センター副理事長   |
| 評議員 | 中山 了  | 全日本塩販売協会会长        |
| 評議員 | 野々山陽明 | 塩元壳協同組合副理事長       |

(注)五十音順。

## 研究運営審議会委員及び研究顧問

平成10年4月1日現在

|      |       |                  |
|------|-------|------------------|
| 会長   | 大矢 晴彦 | 横浜国立大学教授         |
| 委員   | 荒井 総一 | 東京農業大学教授         |
| 委員   | 有賀 祐勝 | 前東京水産大学教授        |
| 委員   | 今井 正  | 自治医科大学副学長        |
| 委員   | 越川 昭三 | 昭和大学藤が丘病院内科客員教授  |
| 委員   | 島田 淳子 | お茶の水女子大学教授       |
| 委員   | 柘植 秀樹 | 慶應義塾大学教授         |
| 委員   | 長野 敏英 | 東京農業大学教授         |
| 委員   | 林 良博  | 東京大学教授           |
| 委員   | 藤田 武志 | 社団法人日本塩工業会技術部会委員 |
| 委員   | 森本 武利 | 京都府立医科大学教授       |
| 委員   | 柳田 藤治 | 東京農業大学教授         |
| 研究顧問 | 杉 二郎  | 東京農業大学名誉教授       |
| 研究顧問 | 藤巻 正生 | 東京大学名誉教授         |
| 研究顧問 | 星 猛   | 静岡県立大学学長         |
| 研究顧問 | 堀部 純男 | 東京大学名誉教授         |

(注)会長を除き五十音順。

## 財団だより

### 1. 記念刊行物の発行（平成10年3月30日）

財団設立10周年記念刊行物として、財団史『10年のあゆみ』および別冊『機関誌・情報誌総目録』を発行しました。

### 2. 第22回理事会（平成10年4月1日（水）当財団）

理事の互選により、理事長には枝吉清種理事、専務理事には橋本壽夫理事が選任されました。

### 3. 第21回評議員会・第23回理事会（平成10年5月20日（水）東京プリンスホテル）

平成9年度の事業報告および収支決算などを審議、承認しました。

#### （今後の予定）

### 1. 第10回助成研究発表会・財団設立10周年記念交流会（平成10年7月29日（水）全共連ビル）

平成9年度の助成研究（55件）の成果が発表されます。発表会終了後、財団設立10周年記念交流会（冒頭に財団賞贈呈式）が行われます。

### 2. 第21回研究運営審議会（平成10年9月10日（木）虎ノ門パストラル）

平成11年度の研究助成の方針および助成研究公募の方針などが審議される予定です。

## 編集後記

サッカーのワールドカップ（W杯）フランス大会に初参加の日本チームが、6月14日に優勝経験をもつアルゼンチンと、また20日に東欧のブラジルと言われるクロアチアと対戦したのをテレビで観戦しました。

日本はゴールキーパーらの好守で幾度も危機を阻みましたが、相手のエースに一瞬の隙を突かれて得点されてしまいました。攻撃に転じては積極的に攻めて、得点のチャンスがあったものの決定力の不足により、善戦及ばずそれぞれ0対1で惜敗しました。

観戦を通じて、外国チームのパワー、スピード、そして個人の高度なテクニックなどレベルの高さを改めて認識し、世界の壁が厚いのを感じました。

その後の報道によると、後日対戦するジャマイカがアルゼンチンに破れたため、日本が目標とする決勝トーナメントへの進出は断たれたとのことでした。勝敗は時の運、悔いの残らないようベストを尽くして勝ってもらいたいものです。

再びテレビ中継の前で、全国のサポーターとともに惜しみない声援を送りたいと考えています。

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 37 号

発行日 平成10年6月30日

発行

財団法人ソルト・サイエンス研究財団

(The Salt Science  
Research Foundation)

〒106-0032

東京都港区六本木7-15-14 嘉業ビル

電話 03-3497-5711

FAX 03-3497-5712