

環境と健康

リスク評価と健康増進の科学

Vol.3 No.6

December,

1990

Environment and Health
Scientific Approaches to Risk Estimation and Wellness

環境と健康
-- リスク評価と健康増進の科学 --
Vol. 3 No. 6 December 1990

目 次

【論 説】

 予防医学の立場からの食効の考え方 1

【BIO-UPDATE】

 熱ショックタンパクの機能 12

【随 想】

 トンネル顕微鏡で夢も見える 14

【EVENT】

 ◎ 液体クロマトグラフ研究発表会 15

 ◎ シンポジウム：太陽紫外線防御を考える

 I. スケジュールとプログラム 16

 II. 入会のご案内 18

 ◎ ワークショップ：ヒト細胞はなぜインビトロで発がんしにくいか
 (体質研究会・イミタスクラブ 第一回 合同ワークショップ) 21

【サロン談義】

 ごんべえ と 与作 と ハイテク と 23

<索 引> Vol.1~3. 総目次, 項目別 32

予防医学の立場からの食効の考え方

菅原 努

1. はじめに

現在は科学技術の時代と言われている。確かに科学技術は我々の生活を快適なものにし、また情報が世界を飛び交い茶の間に居ながら世界中の様子を知ることが出来るようになった。これに対してある人々は科学技術の進歩を信じ、これによって次々と我々の夢が実現されると樂觀している。しかし一部の人々は科学技術の裏側にある所謂公害などに見られる傷害を重視し、自然に還れと呼びかけている。ところが、このもとになる科学そのものの確かさが問題になって来ているのである。例えば地球の温暖化と温室効果という問題をとりあげても、科学者の間でも意見の大きな違いが見られる。しかし、ことが科学的に明確になって地球の温暖化が確実にってからでは手を打つには遅いので、不確実なまま温室効果が進行しつつあるとの仮定のもとに、CO₂の排出制限などの手が打たれようとしている。

食品についても従来の栄養としての考え方の他に、その生体機能に対する効果を科学的にとらえようとする研究が活発に進められていることは周知の通りである。しかし、ここで問題はその科学的という意味である。従来の科学は、ある仮説を立て、それを実験的に証明して見せることによって一步一步進歩してきた。しかし、先の温室効果の例に見る如く、実験は不可能だし、また現象が若し起こってしまったら困るのでそれまで待てないというのが現実である。我々科学者も従来の全ては実験室からという考えから脱皮して、新しい考え方を導入する時期に来ている。ここでも表題の問題について、以上のことを念頭におきながら議論を進めてゆきたい。

具体的に、このような状態を反映した例として表1を示す。これは米国の環境保護局(EPA)の示した環境問題の重要度を、専門家と一般人と対比して示したものである。一般人では世論調査の形で行えば、このように関心の多さに応じて順位づけをすることが出来る。ところがこれが専門家のあげた重要度と大きく違っていることが注目される。これは一般人と専門家との間のコミュニケーションの問題であり、またその間に入るジャーナリズムや人々の感じ方、受け取り方

表 - 1

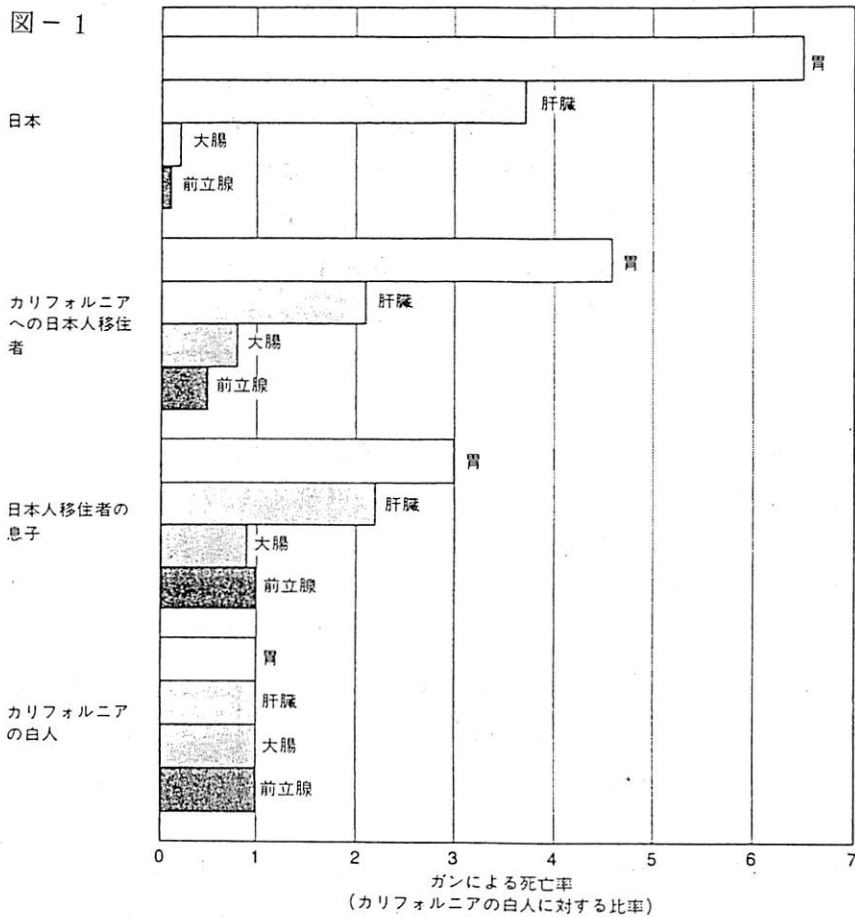
EPA's Top 11 (not in rank order)	Public Concerns (in rank order)
Ecological Risks	
Global climate change	1. Active hazardous waste sites(67%)
Toxic air pollutants(e.g. benzene)	2. Abandoned hazardous waste sites(65%)
Habitat alteration	3. Water pollution from industrial wastes(63%)
Species extinction and biodiversity loss	4. <u>Occupational exposure to toxic chemicals(63%)</u>
	5. Oil spills(60%)
Health Risks	6. <u>Destruction of the ozone layer(60%)</u>
Criteria air pollutants(e.g. smog)	7. Nuclear power plant accidents(60%)
Radon	8. Industrial accidents releasing pollutants(58%)
Indoor air pollution	9. Radiation from radioactive wastes(58%)
Drinking water contamination	10. <u>Air pollution from factories(56%)</u>
Occupational exposure to chemicals	11. Leaking underground storage tanks(55%)
Application of pesticides	12. Coastal water contamination(54%)
Stratospheric ozone depletion	13. Solid waste and litter(53%)
	14. <u>Pesticide risks to farm workers(52%)</u>
	15. Water pollution from agricultural runoff(51%)
	16. Water pollution from sewage plants(50%)
	17. <u>Air pollution from vehicles(50%)</u>
	18. Pesticide residues in foods(49%)
	19. <u>Greenhouse effect(48%)</u>
	20. <u>Drinking water contamination(46%)</u>
	21. Destruction of wetlands(42%)
	22. Acid rain(40%)
	23. Water pollution from city runoff(35%)
	24. Nonhazardous waste sites(31%)
	25. Biotechnology(30%)
	26. <u>Indoor air pollution(22%)</u>
	27. Radiation from x-rays(21%)
	28. <u>Radon in homes(17%)</u>
	29. Radiation from microwave ovens(13%)

(所謂 パーセプション) の問題でもある。これも極めて重大な問題であるがこれ以上つっこんだ議論は別の機会にゆづることにする。むしろ強調したいのは専門家の示したものには重要度の順序がついていないことである。これは正に科学における不確実性のせいなのである。半定性的にいくつかの重要な問題を選び出すことは出来てもそれ以上の細かい順序付けは、科学者自身がその不確実さの内容を知っているが故に簡単に順序づけなど出来ないということである。

2. がん予防における食品の役割

がんの原因について、一般には食品添加物や環境汚染が極端に恐れられているが、実際にはライフスタイル特に喫煙と食品とが大きな役割をしていることは多くの専門家の認めるところである。その根拠の一例として米国と日本に住む日本人の癌の違いを調べた結果を図1に示す。今迄も日本と米国とでは癌の種類も頻度も著しく違うことが知られていたが、その原因は必ずしも明確ではなかった。しかし、図1に示す疫学研究のデータは、それが人種の違いによるのではなく、ライフスタイル即ち日本の生活か、米国的生活かによることを示している。このライフスタイルの違いのうちの最大のもは食品であろうと推定される。同様な疫学データは他にもいくつもあり、疫学者のドール博士は癌の80-90%はライフ

図 - 1



移住日本人のガン発生率 日本から米国へ移住した日本人に見られる種々のガンの発生率の違いは、ガンが2国間で異なる環境中の因子によって起きることを証明している。各ガンの発生率は、問題としている人口集団中での死亡率の、同じ年齢分布をもつと仮定したカリフォルニアの白人中での死亡率に対する割合で示した。白人の死亡率を1としてある。移住者とその息子たちのガンによる死亡率は、だんだんカリフォルニアの白人型に近づいている。しかしこの変化が起こるには1世代以上が必要であり、このことは、ガンの原因はすべてのヒトが同様にさらされるものではなく、その人々の文明とが生活様式によって左右される因子であることを示す。

タイルで予防出来ると言っている。

もっと現実的な例として、発癌物質を一つ一つチェックしてそれを制限していくのと、がんの予防効果があると言われているβ-カロテンのようなものを毎日食品に加えて予防を試みた時とを比較した研究がある。その結果を予防のために要する経費とそれによって予防しうる癌の数を比較したもので、表2にその結果を示した。この試算の結果は食品による予防の方が遙かに経済効率が良いことを示している。

表-2 がん予防の便益・費用解析 (W.C.Weinstein.1983)

p-Dichlorobenzene: 曝露量制限

\$ 110,000 per year / 0.85 癌死予防 per year

= \$ 130,000 一癌死予防当たり

= \$ 110,000 一年寿命延長当たり

β -カチン: 日常摂取量を毎日 15mg 増加する

\$ 420,000 per year / 384 癌死予防 per year

= \$ 1,100 一癌死予防当たり

= \$ 91 一年寿命延長当たり

ただし、問題はこの議論のよりどころである食品の効果はすべて動物実験と人については疫学研究のデータによるというところにある。人については実験は簡単には出来ないから、疫学的方法というので集団について調査をした結果に基づかざるを得ない。しかし、この方法自体に多くの問題を含んでいて、特に関連性を示すことは出来ても科学的な意味での因果関係を示せないという弱点がある。しかし、それでもそれを根拠に対策を考えるべきかどうか、正に初めに述べた地球温暖化とよく似た状況にあるのが現実である。

3. 食物学の歴史

このことを、食物学の歴史をたどりながら、はっきりと提示したのがトレーシー博士である。彼によると食物に関する学問は歴史的に見て3つの時代を経験した。即ち、

1) 科学時代: 有史以来 19世紀前半まで

2) 科学時代: 9世紀後半から 20世紀前半までの所謂栄養学全盛の時代

3) 科学以後(trans-scienceの時代): 現代から 21世紀へかけて

科学以後とは何を意味するのか、トレーシー博士は原子力学者のワインバーグ博士の1971年の言葉を借りて trans-science と言っている。これを私が超科学と訳して紹介したら、超能力の話と混同されたので今回はその訳語をさけた。意味は、問題は科学的な立場から提起されるが、それは従来の実証主義的な科学では証明出来ないということである。

この第3の時代であることを示す具体的な例としてトレーシー博士は、1969年の米国心臓財団の栄養と心臓病との関係を明らかにしようとした研究計画のことを紹介している。この計画は結局余りに多額の研究費が必要で実施されなかった。

彼は述べていないが、同じ様な例は、脂肪摂取の制限が本当に乳癌をへらすかという研究計画で、経費の面からだけではなく、実施した時の信頼性も問題になり、結局は採用されなかったという最近の例もある。

このような状況にかかわらず、表3に示すようながん予防の勧告が日米で夫々出されている。人々はこれを見て科学者が言ったのだから科学として確立されたことをやさしくガイドラインとかすすめとか言っているのであらうと思っているが決してそうではない。これは近代養生訓ではあり得ても、決して本来の意味の科学ではない。科学でないからどおでも良いと言うことではなく、科学的に証明されてはいないが、科学的に効果が推測されることなのでそれを守ることは意味があるだろうというものである。

表-3

日米のがん予防のガイドライン

US-NRC(1982)食事ガイドライン	杉村 隆(1982) 12項目のすすめ
<ul style="list-style-type: none"> • カリ-中の脂肪を40から30%に下げる • 日常にVC, β-カロチンを含む黄緑野菜を十分とること • 塩漬け燻製のを多くとらないこと • 過度の飲酒を避けること 	<ol style="list-style-type: none"> 1. バランスのとれた栄養を 2. 繰り返し同じものをとるな 3. 食べ過ぎるな 4. 深酒をやめよ 5. 煙草をなるべく少なくしよう 6. ビタミンA, C, Eを適当にとること 7. あまり熱いものをとるな 8. あまり焦げたものはやめよ 9. カビのはえたものはやめよう 10. 紫外線に当たるのをやめよう 11. 働き過ぎはやめよう 12. 体を清潔に保とう
Diet, Nutrition, and Cancer National Academy Press, 1982	癌の予防を考える 学術月報 35(4), 240-248, 1982

我々は既にこのようにして科学以後の時代に知らぬ間に突入しているのである。

4. Trans-science 一般論

はじめにも述べたように、これから 21世紀へかけ科学も不確実性を持たざるを得ない状況になって来た。しかし、それは何も科学が不確実であってよいという

ことではない。最近の例では常温核融合が可能かという問題がある。これに対しては多くの科学者によって徹底的に検討されて、結論が下されるであろう。従ってこれは正に科学の問題である。ではここで言う科学の持つ不確実性とは何であろうか。それは、科学技術に基づいてことを進めていく時に、個人、地域、社会、国家さらには国際間の何れであれ、意志決定を行う必要のある時に、科学的に役立つデータを求める時に生じるものである。即ち不確実なまま結論を下さねばならなくなる。即ち trans-science はこのような特別の目的に応じて立てられるべきものである。逆に言えば個人から国際間に到るまで、出来るだけ科学に基づいて意志決定をしようという傾向が最近段々と強くなり、それが必然的に trans-scienceを生んだとも言える。

従って我々の周囲にはこれに該当するものが、この食物学以外にも沢山ある。代表的なものは放射線防護の基準のための低線量放射線の影響であり、また身近なところでは大都会の林立する高層建築であり、瀬戸大橋もそれであろう。勿論“はじめに”で述べた地球温暖化もそれである。この建築や、地球の話は一般には余り身近には感じられないのか、本当にこれで大丈夫かと云ったことについて余り社会全体の議論にはならないが、こと人々の健康や病気のことになると大きく世論の対象になる。そこで、そのことを念頭において、trans-science のあり方をもう少しつっこんで考えてみよう。

1) Trans-scientific な問題提起の仕方

具体的に trans-scientific な提案をする時は、当然それは個人なり社会なりの今後を考えた勧告なり、ガイドラインであろうと考えられる。それは個人なり社会なり受け入れられて始めて意義をなすものである。その為には勿論出来る限りに科学的裏付けのあるもの（科学にもとづいて推論されたもの）でなければならないが、trans-scientific な面は直接の証明が出来ないので、社会の信用と合意が必要になる。その為には先づ科学者の中でコンセンサス作りから始めねばならない。勿論これはすべての事項について同意見であるという意味ではなく、部分承認、反対意見も含めて合意の下に作られた勧告、ガイドラインであるべきであるという意味である。

この為には課題に応じて、科学者の自主的な組織が作られ、上記の意味でのコンセンサスにもとづいた報告が作成され、その中に個人、社会あるいは国に対する勧告が含まれ、それをまた夫々の立場から必要な形に整えていくというプロセスが必要であろう。我国には元来余りこのような形の組織は作られたことがないので、具体的な形はもっとつめねばならないが、社会から受容され、本当に役立つ

つ勧告を作るための私案として提案したい。勿論私の立場は科学者としての組織を作るところであるが。

2) Trans-scientific な問題への approach の仕方

a) 有意差水準をゆるくする。

食品素材のようなものを考えると、それを薬の場合と同じような方法で臨床評価を行うが、その時に $p < 0.1$ とか 0.2 を有意差があるとするにより、必要な集団の大きさ、調査に要する時間、投与量などを節減する。ただし、それでもなお可成りの大きさ、長さの調査になりうる。ただ現実には放射線による発癌を疫学的に認めうる限界が $p < 0.05$ の時には 0.5 Gy であったものが、 $p < 0.1$ とすることによって 0.2 Gy まで下がったというように報告されている。

b) 急性反応と晩発効果との関係を生物学的考察にもとづいて前提として認める。放射線では急性効果の見られない線量でも晩発効果が認められるので、この方法は使えない。しかし新食品素材のようなもので、比較的大量を投与して人体での反応を明らかにすることが出来た場合に、その小量を長期に摂取した場合にゆるやかにその反応が起こり、その結果ある健康上の効果があると期待される場合がありうるであろう。勿論この場合ある集団について観察を続け、事後に予測の適否を判定することが出来れば理想的である。

c) 動物モデルで実験し、人に外挿する

前項より更に一步生物学的根拠を重視する考え方である。ただしこの時は動物については急性効果と共に長期の必要に応じては一生にわたる観察も可能になるので、急性効果の部分で前項 b) を適用して人体例と重ね合わせることが出来る。これには SHR のような元来慢性的な疾患を持つモデル動物の活用が考えられる。

d) in vitro と in vivo の相関を前提とする

最近の細胞生物学の進歩は多くの生体反応を特定の細胞の特性として解析、把握することを可能にした。ことに人体に関する場合には生体そのものに手を加えることは倫理上できない場合でもヒト細胞という形で研究することが可能である。これらの生体（ことに実験動物）についての実験研究と培養細胞を用いて行うことによってある程度おきかえることが可能になりつつある。この分野は動物実験代替法として急速に研究が進展しつつあるところである。これは単におきかえだけでなく、培養条件という単純化された系を用いることにより分析的なメカニズ

ム研究としても役立つものである。これを通じて前項 c) 前々項 b) と連ねることにより長期の効果を予測しうるであろう。

e) Computer simulation により実施不可能な実験を computer で行う。

これも前項で述べた動物実験代替法の一つである。生体内の細かい反応のネットワークが分かれば、それを computer で simulate することは理論的には可能である。今のところ比較的単純な殺細胞効果のある薬剤などのLD₅₀を求めるなどの試みがなされている程度であるが、今後より積極的な研究の推進が望まれる。

3) Trans-scientific な問題での結論の出し方

Trans-scientific な問題には、前述のような研究成果をつみ上げて Yes or No とか定量的な明確な解答が出せないのが本質である。従ってその解答の確かさにはある確率分布が考えられる。別の表現をすればファジイな評価(あいまい理論に基づく評価)を与えざるを得ない。あるいはもっと定性的であるが、

証拠十分あり

かなり確実

ある場合にはそのようなこともありうる

証拠不十分

といった表現も考えられる。そのどれに該当させるかは関係者の合議で決め、その結果は会議での関係者の投票数の分布によるといったことも考えられる。もっと細かく確からしさのオーダーをつけるとしても、そのオーダーにまた幅があることも考慮しなければならないであろう。

5. 食効の判定について

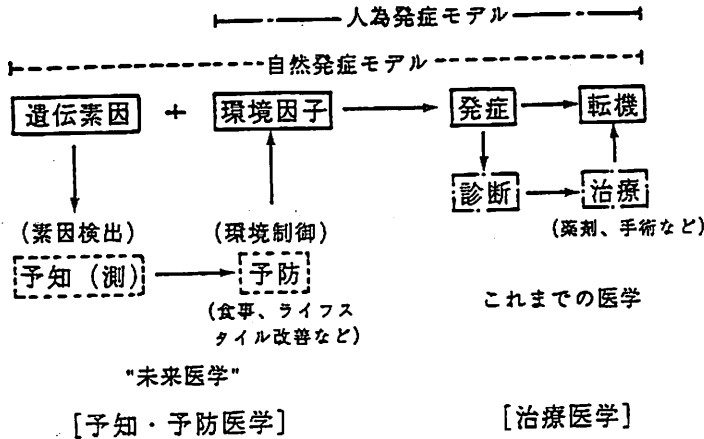
以上の議論を背景にして、本題に戻って食効のことを考えてみよう。こゝでは食品と薬品との違い、食効へのレベル論的 approach の 2つにしぼって論じることとする。

食品に何か生体機能に対する積極的な働きがあるとすれば、本来ある作用を期待して飲む薬とどこが違うのかというのが、何時も出てくる疑問である。この点を長年疾患モデル動物を使って研究し、その成果を人体の例と対比させる研究を続けてきた島根医大森教授のシェーマ(図2)で示そう。

従来の医学は治療医学であって、そこでの治療に使われるのが薬である。勿論

疾患モデル

図 - 2



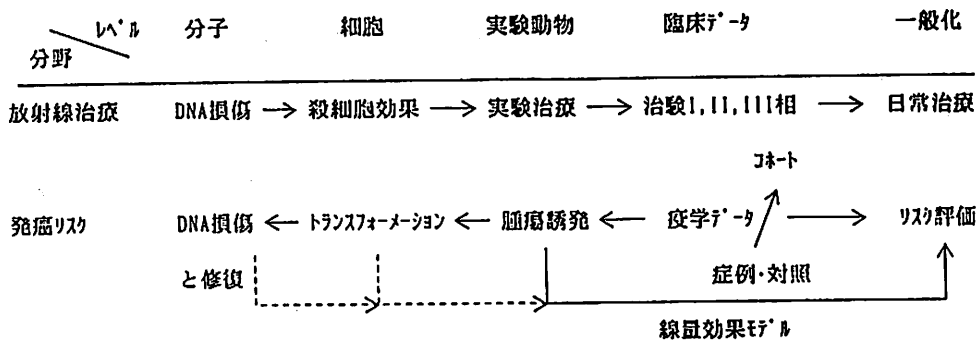
今迄も予防医学という言葉があるが、これは病原菌などの侵入を防ぎ、あるいはその体内での発病をおさえるという特定の目的のものであった。しかし、ここで言う予知・予防の医学はヒトの身体を遺伝と環境の両因子の複合体としてとらえ、

その夫々に対策を立て発病を予防し、健康を保つことを目的とするものである。食品はこの環境因子の一つとして重大な役割を担っているものである。この点を詳しく論じると健康とはさらにこの頃やかましく言われている健康増進とは何かと言ったことに言及しなければならないので、これはまた稿を新たにして論じることにする。

さて、trans-scientific な面の多いことを念頭におきながら、あくまで科学的な面を貫くことを目標としている場合と対比しながら研究開発のすじ道を追ってみることにする。ここでは発癌リスクとして問題になっているが他方放射線療法として癌の治療に使われている放射線の場合を分子からヒトさらに一般化して日常診療やリスク評価に到る道筋をレベルに分けて分析してみる。それが図3のモデル (I) である。現在、放射線治療の研究は分子、細胞を用いた基礎的な研究に

図 - 3

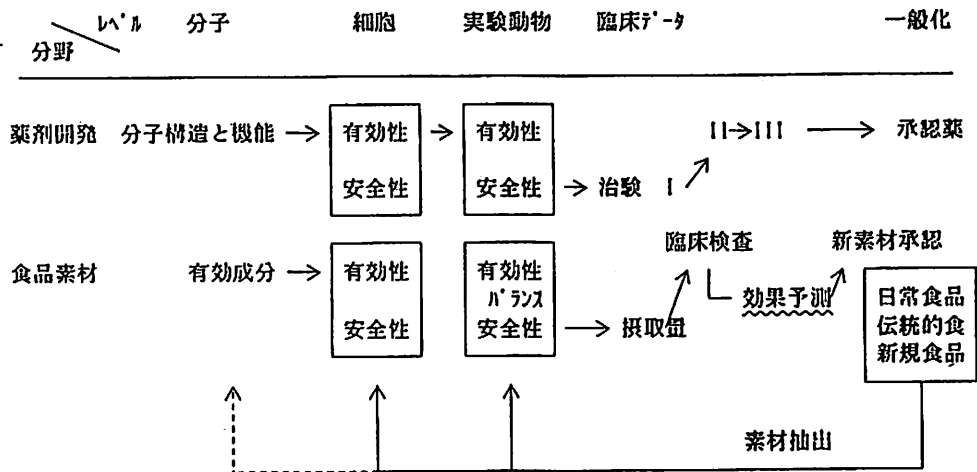
研究開発の進展形 (I)



基づいて提案され順次一般化への道を進んでいるが、発癌リスクはヒト集団についての疫学データが出発点になって、逆にそれから基礎研究に基づく線量効果のモデルが作られ、疫学データには含まれないような低線量でのリスク評価が導き出されている。

次に薬剤の開発と食品素材の開発とを対比して同様にモデル化したものが図3モデル(II)である。薬剤の場合は原則として放射線の場合と同様に現在では分

研究開発の進展モデル(II)



子のレベルから出発するのが普通である。これに対し、食品素材はその出発点があくまで食品そのものである。即ち、それは食品として十分人々になじみ一定の信頼を得ているものである。ただその中から一定の成分を抽出、濃縮などを行うと、その過程での混入の問題や、食物全体とのバランスの問題など安全性の面での検討が必要になり、またそれに家森の図で示したような意味での体質改善的意味があるかどうかのチェックをどうするかの問題がある。

そこで、この有効性、安全性の両面で、どのような判断を下すか、その為にはどんなデータが必要か、いやむしろどこまでのデータが実際上得られるかを考えるにはどこまで trans-scientific な面を認めるか、という重要な点を見捨てることは出来ない。これには前に論じたように科学者のコンセンサスと社会のそれへの信頼が前提である。現在既に多くの面で trans-scientific な判断が次々と下されている。しかし、またこの故にこそ国民の十分な信頼が得られず議論がわいている問題もある。食効の考え方をどのように提示し、どのように具体化していくかは、このような新しい考え方によるべきであるというのが私の主張したいところである。

6. 結び

我国は今や経済的には世界のトップに仲間入りした。しかし、その基本になる科学の独創性は十分かと論じられている。その為に基礎科学振興のお題目がとねえられている。しかし、食効一つとして考えても、これを考えていく新しい革袋が必要である。新しい食効を見つけるところまでは実験段階では殆ど従来の科学的方法論で出来よう。それをどのような形で一般の食卓に戻すことが出来るかには新しい考え方が必要である。その新しい物を入れる革袋は新しく作らねばならない。それは研究室でこそこそ勝手に作ることは出来ない。一応の提案をしても、それを社会があるいは国際的にどう受け取られるかわからない。しかしやはり新しい革袋は必要である。これは独創であり、また単なる智恵だけでなく勇気のいる仕事である。

岡本道雄高等研究所長は新しい研究所の一つの柱に安全の科学をと提唱しておられるが、この為には新しい発想に基づく構想という意味で独創性が必須であり、それを困難をのりこえて作りあげていく勇気と執念が必要である。これを貫いてこそ我国にも独創性があると云えるであろう。

もう一度云おう。新しい酒(食品素材)は新しい革袋に。

謝辞:本研究は一部厚生省科学研究費補助金によった。

熱ショックタンパクの機能

熱ショックタンパク質に関する研究が、めざましい発展を遂げている。熱に曝された生体はその応答として合成する一連のタンパク群を総称しているが、このタンパクは、当初熱ショック時に誘導合成されることが引き金になって発見されたので熱ショックタンパク(hsp)と呼ばれてきたが、熱に限らずアルコール、重金属や酸素欠乏などのストレスによって誘導されるので広い意味でストレスタンパクと呼ぶのが適切であろう(Milarski and Morimoto, 1986; Wu et al., 1985)。

ストレスによって誘導されるので、生体をストレスの危害から守るために働いていることが示唆されるが、多くの hsp は、広い範囲の生物の進化の過程で非常によく保存されていること (Bardwell and Craig, 1984; Hunt and Morimoto, 1985)、正常状態でも恒常的に合成されていることが知られるようになり、特に細胞の増殖に必須の機能を持っていると推測されている。

hsp は、分子量的にいくつかのファミリーを形成している。そのうち hsp70 と hsp90 ファミリーについては、比較的よく研究がされているが、それでも hsp タンパクの機能には不明な部分が多い。しかし、報告される結果は、何れも生体における発生、分化、がん化などの広くかつ重要な機能発現に絡んでおり、今までにない重要生体機能タンパクであることは容易に想像がつく。

hsp70 ファミリーには、少なくとも4つのタンパク (hsp72, 73, GRP75 および GRP80) があり、いずれも ATP 結合性をもち細胞内局在性が機能発現に密接に関係している。hsp73 は正常培養状態で構成的に合成されているが、興味あることはこのタンパク合成は、細胞周期によって調節を受けており (Milarski and Morimoto, 1986)、トランスフォームした細胞で増加することである。また、ヒト細胞ではがん遺伝子の E1A や myc 遺伝子のトランスフェクトにより合成が増強される (Nevins, 1982; Kingston et al., 1984)。hsp72 はストレスを受けた後に誘導され、特にストレスに対する抵抗性獲得に重要な働きを持つようである。このタンパクは、熱処理後細胞質から核小体へ移動することによって抵抗性を獲得する (Pelham, 1984)。最近、構成的に発現されている hsp70 の重要な働きが、細胞内におけるタンパク膜移動のサポートにあるとする見解が報告されて、このタンパクの重要性が示唆される (Chiroco et al., 1988; Deshaies et al., 1988)。

hsp90 ファミリーは、細胞質にほぼ均一に存在し熱ショックにより発現が増強

されるが、hsp72 のように細胞内の存在分布が変化することはない(Collier and Schlesinger, 1986)。hsp90 は、がん遺伝子産物 pp60^{v-src} などチロシンキナーゼ活性を持つ細胞内タンパクやある種の細胞受容体と複合体を作る特徴が見られる (Oppermann et al., 1981; Catelli et al., 1985)。hsp90 との結合によってそれぞれのタンパクの活性が抑えられていると考えられている。また、このタンパクは、細胞骨格タンパクとも相互作用をしており (Koyasu et al., 1989)、骨格タンパクが細胞内輸送と密接に係わっていることを考慮すれば興味深い。

それ以外に、低い分子量の一連の hsp のうちがん形質と絡んでいる hsp47 (Nagata et al., 1986)、高い分子量の hsp110 (Sujeck et al., 1983) など目を離せない hsp の存在が知られており、細胞の分化、機能、がん化などの分野にとどまらず意外な分野のキータンパクとなる可能性が充分期待される。 (Nabe)

参考文献

- Bardwell, J. and Craig, E., 1984, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 81; 848-852
Catelli et al., 1985, EMBO J., 4; 3131-3135
Chirico, W. J. et al., 1988, Nature, 332; 805-810
Collier, N. C. and Schlesinger, M. J., 1986, 103; 1495-1507
Deshaies R. J. et al., 1988, Nature, 332; 800-805
Hunt, C. and Morimoto, R. I., 1985, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 82; 6455-6459
Kingston et al., 1984
Koyasu, S. et al., 1989, J. Biol. Chem., 262; 8875-8883
Milarski and Morimoto, 1986
Nagata K., et al., 1986, J. Cell. Biol., 105; 517-527
Nevins, J. R., 1982, Cell, 29; 913-919
Oppermann, H. et al., 1981, 78; 1067-1071
Wu, B. J. and Morimoto, R. I., 1985, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 82; 6070-6074

随想

本稿は、体質研究会・国際解析研究所長の波多野博行先生が、京大広報 旭398 に寄稿されたものをそのまま借用いたしました。

<随想>

トンネル顕微鏡で夢も見える

(Scanning Tunnelling Microscope: STM)

名誉教授 波多野博行



「見えた!」「水の中でエイズが見える」、今年の3月23日午後2時48分、ユニソク技術研究所で、遂に“水中でウイルスを見る”念願が叶った一瞬である。水中観測用に新たに設計した水湿用走査トンネル顕微鏡を操作する長村俊彦所長、俺にやらせるとばかりに覗き込む筆者、背後にエイズの標本を作った大阪医大の中井益代教授と教職員、水中観測技術の開発に協力した神園泰比古、山野秀樹両所員らが固唾を呑んで見守る。すなわち、今や、走査トンネル顕微鏡で、水中の「ウイルス」の姿が見えるのである。

一昨年、広領域走査型が、続いて今年やっと、高分解能水湿用 STM が完成し、半導体や光ディスク用シリコンウエハー、高性能クロマトグラフ用多孔性シリカ微粒子など、新機性能性材料の開発に応用してきた。STM では CD に録音した音楽が見える。曲目はベートーベンの第5「運命」、演奏は、ロリンマーゼル指揮のウィーンフィル、CBS ソニー版で、ダダダーンと迫力ある音がよく見える。

このように録音すれば、電話で脅迫してくる誘拐犯人はすぐ捕まるだろう。すなわち、今や、「音」も「声」も STM で視ることができるようになった。

STM は、高電圧も高真空も必要とせず、常温常圧で、空気中でも水中でも、簡単に操作できる点が優れているので、化学や医学・生物学実験室で、誰でもオンダストロームの超微小の世界を覗くことができる。

炭素原子がきれいに配列したグラファイト(石墨)結晶の原子間距離が、三次元的に、 1.42\AA 、 2.13\AA 、 2.46\AA であるのも観測できるし、硫化モリブデン MoS_2 分子の結晶の美しい姿も眺めることができる。すなわち、今や、STM で、原子も分子も見ることができ、 \AA のスケールで測ることができる。

ウイルスが見えて、原子や分子が見えるのなら、高分子も見える筈だ。牛の膀胱のカタラーゼの結晶や、核酸の DNA の螺旋(ヘリックス)構造の STM 像を載せた報告がある。蛋白質や核酸や酵素が見えるのだから、エイズウイルスが T-4 淋球に感染して RNA が逆転写酵素で転写され、DNA ヘリックスが宿主ゲノムに入って再生する過程を見たいものだ。このために、STM と並んで、今、新たにオプティカルトラッピングというレーザー技術で、細胞微粒子の選択分離を試みている。

それでは、細胞や組織は STM でどのように見えるのか? 歯の硬組織の微細構造を解析してみると、臼歯の表面のエナメル質では、魚の鱗のようなエナメル小柱と呼ぶ組織が、まるで北山杉を見るように美しく並んでいる。歯の内部の象牙質と呼ぶ組織には、象牙細管に神経や髄質が埋っていて、これがまるで蓮根の穴のように並んでいる様子が STM のトポグラフ(地形形状図)として得られる。これらの組織にコバルト-60 の γ 線を照射すると、エナメル小柱や象牙細管が壊れる様子が STM トポグラフでははっきり見えるから、虫歯でエナメル質が侵され、象牙質まで進んで歯が痛むのが見えてくるだろう。すなわち、今や、STM で細胞も組織も見え、歯の「痛み」や病気の症状まで見えるようになるだろう。口の中、咽喉、食道の癌組織を見て、STM で早期診断、癌の進行、治療の経過を見ることができるようになりたいものである。

耳で聴く「音」「声」が見え、虫歯の「痛み」が見えそうだから、舌で感じる「味」は見えるか? 鼻で嗅ぐ「匂い」「香」はどうか? 今、9月27日午前2時31分。鎌倉由比ヶ浜の寓居で、ちょうど、66歳の誕生日を迎えたところである。法師嬢の声も消え、静まり返った深夜に淡く流れるシャンソンを聴きながら、ブランデーをチビチビ舐めなめ、その香りと味に酔いながら、STM で何が見えるか? という「夢」をみている。

『表面』28巻5号360~374頁(1990) 広信社: *Anal. Letters*. 23(1) 47-55頁(1990): *Pittsburgh Conferece*. 1991 March, Chicago 参照(はたのひろゆき 元理学部教授 昭和63年退官 専門は解析化学)

EVENT

第34回液体クロマトグラフ研究発表会

主催 液体クロマトグラフ研究会

共催 日本化学会 日本分析化学会 日本薬学会 日本農芸化学会 日本生化学会

協催 高分子学会

日時：平成3年1月30・31日

場所：かんぼうる京都（簡易保険会館） 京都市左京区松ヶ崎修理式町12

TEL 075-721-3111 FAX 075-721-3120

発表申込×切：平成2年12月15日・要旨原稿×切：平成3年1月10日

参加費： 会員 5,000円（要旨集代を含む）
当日より入会の会員 7,000円（要旨集代、本年度分会費を含む）
当日のみの参加 8,000円（要旨集代、臨時会費を含む）

演題：高速液体クロマトグラフィー、キャピラリークロマトグラフィー、
LC, SFC, GCのユニファイドクロマトグラフィー、動電クロ
マトグラフィー、キャピラリー電気泳動ならびに関連分離技術を含む

討論主題：Ⅰ. ノンポーラス充填剤はポーラスポリマーより優れているか？
Ⅱ. 高性能、超微量、超高感度検出用及び分取用溶媒として特級
が必要か？ 一級で充分か
Ⅲ. 分離能、再現性及び回収率の関係は？
Ⅳ. CZEはCLCを越えるか？
Ⅴ. 臨床検査に必要なHPLCは何か？

特別講演、招待講演は交渉中です。一般の参加を歓迎します。

問い合わせ・連絡先：液体クロマトグラフ研究会(直通TEL 075-712-4158)
京都市左京区百万遍田中門前町 パストゥールビル5F
(財)体質研究会内 TEL 075-201-1141 FAX 075-201-2141

シンポジウム「太陽紫外線防御を考える」

と き：平成 2 年 12 月 13 日(木) 9:00 ~ 17:20

ところ：資生堂 別館(東京都中央区銀座 3-9-7, Tel:03-543-2005)

(銀座松屋の裏四筋目)

参加費：5000円

9:00-9:15 開会挨拶：菅原 努(太陽紫外線防御研究委員会長、京大名誉教授)

セッション I：記念講演 (座長：京大名誉教授 菅原 努)

9:15-10:00 記念講演 I. 「地域気象と光線皮膚症」

信州大学名誉教授 高瀬吉雄

(座長：京大医学部教授 武部 啓)

10:00 - 10:45 記念講演 II. 「光線による皮膚障害とその対策」

東京大学医学部教授 石橋康正

休憩 (10:45 - 11:00)

セッション II：太陽紫外線と皮膚細胞－皮膚細胞の損傷は回復できるか？

(座長：京大放生研教授 池永満生)

11:00-11:30 「分子生物学的にみた損傷と修復」 金沢大薬学部教授 二階堂 修

11:30-12:00 「日光の功罪－皮膚とビタミンD」 大阪大医学部教授 吉川 邦彦

休憩 (12:00 - 13:00)

セッション III：太陽紫外線の生物作用

(座長：資生堂研究開発本部 取締役副本部長 尾沢達也)

13:00-13:30 「太陽紫外線と皮膚色素沈着症」－ 発生の原因と病理を探る

神戸大学医学部助教授 市橋 正光

10:30-14:00 「太陽紫外線と活性酸素」－ 活性酸素の功罪とは？

天理よろつ 相談所病院皮膚科部長 宮地 良樹

14:00-14:30 「人種と皮膚癌」－ 人類は皮膚癌の脅威から逃れられるか？

京都大医学部教授 武部 啓

休 憩 (14:30 - 14:45)

セッション IV：パネル討論 「太陽紫外線防御研究を考える」

(司会：東北大医学部教授 田上八朗

嵯花王，研究・技術開発部門統轄取締役 岡本暉公彦)

14:45-17:15

①問題提起(15分)： 奈良県立医大名誉教授 野津敬一

②大気環境の立場より(15分)：大気環境の現状と将来

国立環境研大気環境部長 秋元 肇

③線量測定の立場より(15分)：紫外線線量測定の問題点

東海大開発技術研究所教授 佐々木政子

④皮膚免疫系の立場より(15分)：

皮膚免疫研究からみた太陽紫外線の有害性と防御の可能性は？

京都大放射線生物研究センター教授 内田 温士

⑤皮膚老化の立場より(15分)：

東海大学医学部助教授 松尾聿朗

⑥防護剤の立場より(15分)：現状と将来の可能性を探る

協賛生堂 研究開発本部基礎科学研究所 副主幹研究員 福田 実

コメンテータ：(各5分) 日本メナード、研究技術部門取締役 小西 宏明

奈良県立医科大学教授 大西 武雄

京都大学放射線生物研究センター教授 池永 満生

総合討論(45分)

閉会挨拶： 野津敬一

主催：太陽紫外線防御研究委員会

協賛：資生堂；鐘紡；大塚製薬；ポーラ；花王；ノエビア；コーセー；メナード
ヤクルト；

(順不同、敬称略)

……… ご参加歓迎！ ………

問合せ先：太陽紫外線防御研究委員会 事務局 世話人：野津敬一

〒606 京都市左京区田中門前町 103-5, パストゥールビル 5F

イメリタスクラブ内 Tel:075-702-1141, FAX:075-702-2141

太陽紫外線防御研究委員会入会のご案内

私たち人類は、太陽から多大な恵みを受けています。食物といい、大気といい、私たちの生命活動は太陽光線の恵みの上に成り立っていると言っても過言ではありません。その反面、太陽光線は人体、特に皮膚に多大な影響を与えています。中でも紫外線は日焼けを起し、紅斑や色素沈着、シミ、ソバカスの生成、さらには皺や弛みの発生等、皮膚の老化を加速促進し、さらには皮膚癌の誘発要因となっていることは広く知られています。これら太陽紫外線の引き起こす皮膚障害は軽度から重度まで、現象的にも、単なる皮膚色の変化から複雑な細胞遺伝子の損傷まで多岐にわたっています。また太陽紫外線の影響は近年の地球環境の破壊に伴うオゾン層の減少で、地域、民族を問わずますます深刻な問題になってきております。

太陽紫外線の皮膚に及ぼす影響については、多くの研究者等が精力的に研究を進めており、数多くの発見が報告されています。しかしながら、現在においても紫外線の作用機序や有効な防御方法について未知、未開発な問題が多く残されていますし、また、最先端の研究成果が一般社会に十分に伝達されているとは言い難いことも事実です。太陽紫外線が地球上に生活する全ての人類に対して広範かつ強力な影響を及ぼしていることを考えると、大学、企業を問わず科学者が一致協力して、この問題に積極的に取り組み、その作用を解明し、防御方法を開発することは人類にとって重要な意義があります。

そこで私達はこの分野に関心を持つ生理学、皮膚科学、生物学、環境科学、放射線医学等の幅広い分野の科学者の強力を得て、より有効な太陽紫外線防御法の探索、ヒトへの紫外線の作用機序の究明、そして研究成果の社会への還元を目的とした組織的活動を行うために「太陽紫外線防御研究委員会」を設立しました。紫外線による皮膚障害を受けることなく、太陽の恵みを受けることができる。私達はそんな世界の実現に向けて努力を重ねていきたいと考えています。具体的には日本の第一線で活躍されている科学者による研究会活動、その成果を背景とするシンポジウムやセミナーの開催、さらには成果の刊行等を通じて、広く社会に貢献できるものを計画しています。その成果が期待されるものに、太陽紫外線から皮膚を守るより効果的な防御のシステムと、受けてしまった皮膚障害の緩和、改善のシステムがあります。

つきましては本研究委員会の設立の趣旨に理解、ご賛同を頂き、個人会員または賛助会員としてご入会賜りたくお願い申し上げます。なお、会員は研究会でのご聴講、シンポジウムやセミナーへの参加は勿論、当研究委員会の報告刊行物の無料配布が受けられます。別添として会員入会申込書を添えましたので、下記の要領で企業または個人としてご入会をお願い申し上げます。

以 上

平成2年10月吉日

記

会員種別：個人会員および賛助会員

会 費：個人会員年会費（入会金不要） ￥10,000.-

賛助会員年会費（入会金5万円）一口 ￥150,000.-

申込要領：同封申込書に必要事項をご記入の上、申込先へお送り下さい。会費等は銀行振込または郵便振替にてお振込下さい。

申込先：〒606 京都市左京区田中門前町130-5, パスツールビル 5F

イメリタスクラブ

「太陽紫外線防御研究委員会・事務局」 世話人：野津敬一

Tel:057-702-1141, FAX:075-702-2141

会費等振込先：

第一勧業銀行 百万遍支店 普通預金 1678219

口座名義： 太陽紫外線防御研究委員会

または

郵便振替 京都 3-62266

太陽紫外線防御研究委員会

太陽紫外線防御研究委員会

世話人代表 菅原 努 (京都大学名誉教授)

幹事世話人 石橋 康正 (東京大学医学部教授)
高瀬 吉雄 (信州大学名誉教授)
田上 八朗 (東北大学医学部教授)
吉川 邦彦 (大阪大学医学部教授)
市橋 正光 (神戸大学医学部助教授)
野津 敬一 (奈良県立医科大学名誉教授)
武部 啓 (京都大学医学部教授)
大津 吉朗 (株式会社大塚製薬)
岡本 暉公彦 (株式会社花王)
鈴木 一成 (株式会社ノエビア)
中井 昭夫 (株式会社小林コーセー)
小西 宏明 (株式会社メナード化粧品)
尾沢 達也 (株式会社資生堂)

(順不同敬称略)

世話人 池永 満生 (京都大学放生研教授)
内田 温士 (京都大学放生研教授)
大西 武雄 (奈良県立医科大学教授)
佐々木 政子 (東海大学開発技術研教授)
佐渡 敏彦 (放医研生理病理部長)
鈴木 之 (東海大医学部教授)
武田 幸作 (東京学芸大教授)
二階堂 修 (金沢大薬学部教授)
早川 律子 (名古屋大医学部分院皮膚科)
古沢 佳也 (東海大医学部)
宮地 良樹 (天理よろづ相談所病院皮膚科部長)
宗像 信生 (国立がんセンター研究所)
村松 勉 (奈良県立医科大講師)

(順不同敬称略)

「ヒト細胞はなぜイン・ピトロで発がんしにくいのか？」

主催者と趣旨

(財)体質研究会は、その設立目的である体質に関する研究を現代的な眼で広く捉え、体質、すなわち“身体の性質”を人体の特性として追求している。また、イメリタスクラブは、名誉教授またはこれに相当するものが、退職後、従来所属、専門分野にとらわれず協同し学問の発展に尽くすとともに、いままで蓄積した学術を社会に還元する場として設立されたものである。

本ワークショップは、この両者が協力して、広く関係分野の研究者の協力を得て、もしブレークスルーができれば人類の健康に大きく貢献できると考えられる医学生物学分野のテーマを取り上げ実施するもので、そこで選ばれた研究プロジェクトを一緒になって推進することを目的とする。

第1回ワークショップの趣旨

現在、発がんの仕組みについては、世界をあげて研究が推進され、日々成果があらがりつつあることは周知の通りである。また、ヒトの発がん因子も放射線を始めとして多くのものが知られるようになってきている。しかし、実験動物由来の培養細胞では、いくつかの試験管内トランスフォーメーション系が開発されているにもかかわらず、放射線や化学物質によってはがん化せず、ヒト細胞の発がんメカニズム研究の点からも、またリスク評価のうえからも大きな障壁となっている。今回のワークショップは、この原因について何人かの研究者から作業仮説とその根拠を提出してもらい、討論し、一二のプロジェクトにまとめあげようとするものである。

生物学的な問題の重要性は今更強調する必要はないであろうが、発がんリスク評価の立場からの意義について言及しておきたい。すなわち、このヒト細胞がイン・ピトロで発がんしにくいという事実は、動物実験（その細胞がイン・ピトロで発がんしやすいもの）とその成績のヒトへの外挿を考えるうえで極めて重大な点である。また、同じヒトについても末梢リンパ球などにみられる染色体異常と発がんとの関係を考察する際に、注目すべき点でもある。例えば、中国の高自然放射線地域で見られる染色体異常頻度と発がん率の相反する関係は、細胞レベルでも説明がつくか、複雑なヒトでの発がんプロセスまでを考えなければならないのか、大きな鍵を握っている問題である。

プログラム

13:00-13:10	開会の挨拶と趣旨説明	体質研究会	菅原 努
I. ヒト細胞のがん化はどこまで成功しているか		座長	丹羽
13:10-13:50	1. ヒト細胞の不死化	岡山大	難波 正義
13:50-14:30	2. ヒト細胞がん化における 染色体異常の役割	京都大	佐々木正夫
II. 遺伝子		座長	二階堂
14:30-15:10	3. 発がんにおける遺伝子の 役割-マウスとヒトの比較	広島大	丹羽 太貫
15:10-15:30	(コ-ヒ-ブ*レク)	-	-
III. 動物におけるがん化メカニズム		座長	伴
15:30-16:10	4. 動物細胞における細胞 がん化メカニズム	横市大	渡辺 正己
16:10-16:50	5. マウス個体における発がん	金沢大	二階堂 進
IV. ヒト細胞のトランスフォーメーション実験系の問題点		座長	渡辺
16:50-17:10	6. ヒト細胞の培養技術	山形バ*イ研	星 宏良
17:10-17:30	7. ヒト集団の不均一性	放影研	伴 貞行
17:30-19:30	(夕 食)		
19:30-22:00	総合討論とフ*ロシ*ェクト	総合司会	菅原 努

開催日時：1990年12月 7日(金)午後 1時より12月 8日(土)朝まで (1泊2日)

開催地：湯河原研修センター JR湯河原駅下車 タクシ-5分

〒413 熱海市泉45番16 TEL:0465-63-2095 FAX:0465-62-4255

参加費：¥10,000 (宿泊料等込み)

参加問い合わせ先 横浜市立大学医学部ラジ*オアイソト*プ研究センター 渡辺 正己

TEL 045-787-2760 FAX 045-787-2761

サロン談議

ごんべえと与作とハイテクと

こっちの米は甘いぞ…と、農薬の使用を控えて作った米を売りものにしたり、村おこしはここからと、堆厩肥の見直しによって農業活性を図る運動が起こるなど、ハイテク農法から自然農法へ転換しようとする動きが活発化したのは昭和60年頃であった。戦後の積極的な化学農法で、増産体制の整備と省力化を果たした一方、農薬被害・残留農薬・地力の低下などの問題が指摘され、“反現代農法”への動きが、徐々に進んできたのである。

化学肥料と農薬漬けの現状に抗して有機農業・自然農法など「生態系農法」が各地で試みられ、昭和46年には日本有機農業研究会が結成される。こうした農法による産物が、安全食品を求める都市住民の関心と消費者運動に支えられて各地に出回り始めた。政府も61年夏には実態調査を開始することとし、農水省が運用農家の実態や低収量、手間、病虫害発生など生態系農業の欠点にどう対処しているか、またその供給ルート、などについて調査を行うことになった。

〈注〉自然そのままの土で作物を育てることを「自然農法」、農薬・化学肥料を使わず、堆厩肥を使用する農法を「有機農業」という。このほか、生物系の天敵などを利用した新しい農薬などを使う農法も現れ、農水省はこれらをまとめて「生態系農法」と一応、定義している。

本稿ではこの定義によっているが表現は一定しない。非生態系に関しても化学農法あるいはハイテク農業と使い方はマチマチであるが意味は同じである。

一年後の昭和62年夏には「農薬づけの農業をこれ以上放置できない」と与党内にこの年4月発足した「有機農業研究議員連盟」のメンバーが100名に達し、思いがけない関心の高さは、増産一本やり農政に軌道修正を求めるものとして有機農業関係者を喜ばせたという。

欧州共同体（EC）では62年3月から健康と環境を守るため、化学肥料を減らすよう奨励し、それによって生じる2割以上の減収分には補償する制度までスタートさせている。

日本政府は、昭和64年度から有機農業対策室を新設し、4年計画事業として収穫や労力・病虫害・コストなどを考えた実用的な技術をつくり上げようということになった。

この年(昭63)には、生産者グループが会員制による有機野菜の宅配を消費者に呼びかけたり、無農薬野菜の直売青空市場が各地で開かれ、有機栽培米を産地から直送するべく特別栽培を契約する生協が現れるなどの動きが見られる。またこの年の冷害に有機農業米が強かったといわれ、10年以上前から有機農法を行って来た水田では農薬や肥料を大量に使う一般田に比べ、平年は1割前後低いが、冷害の63年は周辺一般田の10アール当たり平均389キロに対し、有機田は385キロとほぼ同じだったという。昨年比の減収率でも一般田約26%減に対し、有機田は約19%減で、「有機農業は冷害に対して安定」と評価している。他方、新規有機田では被害が大きかったこともあり、有機農業が冷害に強いとは必ずしも言えないとする見方も半数を占めた。

平成に入ると、ブームの有機農産品に規格基準を求める声が挙がり、有機農業の原点を問い直す生産者と消費者との交流集会・討論集会が各地で持たれ、国民生活センターの調査でも有機栽培野菜の表示基準があいまいであることが指摘される。「無農薬」「低農薬」の表示が無秩序に殖え、農薬使用を「減」や「省」と表示した野菜は簡単に手に入るようになったが、有機農業運動の農産物は大型店、量販店のものと同じなのか、という疑問が出る。岡山県や宮崎県など「低・無農薬」産品に認証制度を設けて自治体として“高付加価値商品”を売り込む動きも出始めた。また参院選挙を控えて、野党が自由化と減反政策など日本の農業の危機を強調し、「新農業基本法案」(仮称)を選挙後、国会に提案する考えを公にし、穀物自給の問題や減反中止などと併せて有機農業の推進をアピールするなど集票にも一役買わされている。

☆ ☆ ☆

この数年間の世の動きをザッと振り返ると、有機農業に対する関心と生産者活動や消費者ニーズの高まりは、環境汚染や生態系に様々な影響を及ぼしてきた近代農法に対する反省と不安感・近い将来への危機感などに比例している様に思われる。こうした感覚が食糧生産・環境保全にとって無農薬・無化学肥料がよりよい方法であるという考えに到らせたものであろうが、一方では「農薬や化学肥料を一切使わないで食料需要に対応出来るのか」という疑問が出る。単に自然に帰

と言うだけでは済まされない問題が含まれている。

有機農業への回帰願望は科学的な検証に基づいてのものではなく、情緒的要素も多く無農薬が野生生命に有益であると言う主張さえ疑わしいとする意見もあるのだ。有機農業の基本となる前提の一つは、天然有機物のみを用いてケミカルを使わぬことにある。

ドイツの化学者フリードリッヒ・ヴェーラーが無機物であるシアン酸アンモニウムが加熱により天然有機物の尿素に変換する事を発見したのは1828年のことである。有機・無機を隔てる壁が崩壊し工場で作られた尿素と、牧場育ちの牛の尿から得た尿素は同じものであった。有機物なら天然で安全、合成物は人工で危険という図式が通用しなくなったのはこの時点からであろう。

《ハイテク農業の功罪》

化学肥料の使用は農業生産の効率を上げた。表にみるように同じ生産量をあげるために必要な面積は 2/3で済む。一方で大量の窒素肥料の使用は、過剰の硝酸塩の流出によって河川、湖沼を汚染し、深く地下水にまで及ぶと指摘された。飲水中の過剰の硝酸塩は三ヶ月以前の乳児にブルーベビー症状を引き起こす。硝酸塩が腸内細菌によって亜硝酸塩になり、血中ヘモグロビンの酸素にとって替わるために重症の呼吸不全を招き唇や体がブルーになる。また胃や呼吸器のガンの原因となるなど様々な問題が指摘されている。しかしこの様にハイテク農業の欠陥の一つとされる硝酸塩による水の汚染が全て窒素肥料によるものかどうか、その経路はクリアカットには説明できていない。

農法別・収量／必要面積 比較

	有機農業		ハイテク農業		
	収量	必要面積	収量	必要面積	
小麦	100トン	4トン/ヘクタール	25	6トン/ヘクタール	16.66
牛乳	250,000リットル	10,000リットル/ヘクタール	25	15,000リットル/ヘクタール	16.66
		計	50	計	33.33

Norman Adams: New Scientist 15 September 1990

国連食料農業機構FAOの肥料年鑑 1987年版によると主要国の10アール当り肥料消費の窒素換算比較は、オランダの55kgが目立つがベルギー24.8kg・イギリス23.8kg・西ドイツ21.2kgが使用され、韓国19.5kg・スイス17.3kg・デンマークの14.6kgに次いで日本は14.5kgと8番目で、地域別に見ると世界平均は4.

9kg、欧州 11.3kg、アジア 6.3kg、ソ連 4.9kg、北中米 4.6kg、南米 1.3kg、アフリカ 1.1kg、オセアニア 0.8kgである。先進諸国の中でもヨーロッパの消費が大きい。全体として北半球での消費が目立つ。

ECでは62年から化学肥料の使用減を勧奨しているのも、このような背景のもとに域内の飲水中の硝酸塩汚染が目立ち始めたからに他ならない。ECでは1975年に硝酸塩の飲料水中の許容上限を50ppmと定め、1985年から実施されたが加盟各国の殆どが自国内のどこかの地区でこの基準を達成していないと言われる。英国では特に主な農産地域における基準未達が多いらしい。英仏と同じく飲用水源を鑿井により多く依存するドイツでは、飲み水の5~10%が基準を超えている。フランスでは少数とはいえ、EC基準の倍に達する上水の供給を受けていた人達のいることが1987年の調査で判明した。肥沃な土地と言われる北フランスでは、硝酸塩の高値を示す場合が多いらしい。(日本における水質基準は、水道法により各種の定めがあり、硝酸塩については、亜硝酸性及び硝酸性窒素として10ppm以下と定められている。)

作物が必要とする以上の窒素肥料の投与、或いは与えるのが適当でない時期に行う施肥などが水質汚染の原因であろうと指摘される。適正でない肥料の使用は地下水脈へ硝酸塩の移行となり、河川湖沼の富栄養化を促進する。この現象は我国においても集水域の広い琵琶湖や諏訪湖などで、窒素・磷による富栄養化が進行し藻類の異常繁殖となって魚介類の生存を脅かしている。窒素の10~30%、磷の5~10%が農地由来とされる。水の有機物汚染指標であるCODについても、環境基準を達成して居らず、湖沼の中で住宅地に近いものでは生活排水からの窒素・磷が主であるといわれる。

化学肥料がどのように変化して環境に移行して行くかについて様々な研究が為されている。硝酸塩の足跡を辿り科学的な解明が得られれば、出来るだけその根元に近いところで然るべき策を用いることによって迂遠なようでもより確かな効果が期待出来よう。ここでは硝酸塩の放出源として最も疑いを持たれるに到った化学肥料中の窒素についてなされた科学的検証の一端を紹介する。これが半世紀に亘って食料生産へ貢献した化学肥料の今後の役割を考える一助となることを期待している。

《窒素の出どころ》

化学肥料を使用しなくても毎年20kg/haの窒素が土壌から出ていくという。ある実験農場で80kg/haと120kg/haの窒素を毎年施肥し、その排出経過を追跡し

たところ、それぞれの場合土壌から出た窒素の内、僅か 7%が肥料に由来するものであったという。アイソトープ標識をして肥料中の窒素を追跡した結果によると、水源に出現する硝酸塩は土壌に天然に保有されていたもので、施肥の有無に係わらないことが判明している。適正な窒素肥料の使用は硝酸塩による水質汚染の主役ではないのである。別の実験によれば、麦畑の冬季の標準的な施肥量 190kgN/ヘクタールの収穫後の残留は 1-5kgN/ヘクタールであり、過剰に施肥をしても 10kgN/ヘクタールの残留に過ぎなかったという。収穫期の土壌には、肥料に由来する窒素は僅かしかなかった。土壌中の窒素はおおよそ 5,000kg/ヘクタールが有機体として表層部約 25 cmに保有されており、これらは直接には植物の利用対象にならず、同時に秋の適当な温度と湿気で活発になった微生物によって分解されぬ限り、雨水にも容易に流し出されることはない。

英国の数カ所の実験有機農場では窒素源として豆科の植物が、リン酸塩と加里は輸入した飼料に依っていた。豆科植物は窒素源としては申し分ないが収穫量では合成肥料栽培に及ばない。

植物はその栄養を腐植土ではなくアンモニア・硝酸塩など無機イオンに依存している。有機物が少なくても肥沃な土地があるのだ。アンモニアは土壌表面粒子と強くひっついていて、硝酸塩は土壌の水分中に溶け込んでいるから雨で溶出され易い。しかしアンモニアも土壌中の微生物により硝酸塩に変えられるので結果的には全ての窒素は土壌から雨で溶出する事となり、ケミカルであれ天然の有機物であれ違いはないのだ。行き着く先は河川および地下水脈である。水脈の深さによっては、硝酸塩濃度は半世紀位昔の地表での出来事を反映するともいわれる。河川湖沼を飲用水源としていれば硝酸塩がそこに反映されるまでの時間はうんと短い。有機体の窒素は耕すことによって、微生物による分解が促進される。クローバなどを鋤込めば更に量が増えることが判っている。

施肥後の窒素は、植物が吸収する以前に雨が洗い流すか、作物が吸収を終えた後に土中に残る、の二つの経路を辿る。英国での研究によると、春の間に 30%が雨によって流出するといわれる。この期間には微生物により窒素を含むガス体になるが、冬季の変化が問題とされる。降雨量が蒸発量を上回り、秋蒔き植物の窒素要求がまだ少ないからだ。

《開発途上で…》

有機農産品には風味がある或いは化学農業による産物より健康によいというのはどうだろう？風味については聞き酒のようなやり方で評価はできても、再現性

のある手法を文献に見つけるのは困難で、健康に関しても、1940年代に先進国で広く応用され始めた化学農業の普及と共に平均寿命が伸びていることから、化学農産品の有害性の証明がこれ又困難である。

野生動物に対する便益も、収量が低いからより広い土地を必要とし、原野・森林の開墾で野生の棲息環境を圧迫することになる。環境保全に当たっては、低生産性農法のこうした側面にも配慮が必要であろう。ハイテク農業による食糧生産用に、土地の 2/3を使い、残りが森や湿地のまま野生用として確保され、全体として適正な環境があると仮定する。この環境に有機農業を導入してみると、100%の面積を食料生産のために当て、なおその土地はハイテク農場のそれに較べて野生にとって棲息条件は劣る、という結果になるらしい。低生産性農業による野生の棲息地破壊は第三世界にとり大きな問題で、1950年にハイチの 50%は森であったがいまや 2%以下に減少しているといわれる。

アマゾンの森林 rain forest は 400年にわたり、食料生産や牧場作りのために破壊されてきた。この破壊はブラジル南部の人口増に対応する移植計画や、最近では森林を貫いてペルーに到る道路建設に大きく影響され、結果として悪い面ばかりが出ている。アマゾンから得られる生命科学に関する豊富な資料は図書館にも擬せられ、未確認とはいえ植物群の持つ成分には、医薬品素材として大きな期待が寄せられている。生物学者によれば森が伐採されると、樹葉によって陽光や激しい風から守られてきた百万種に及ぶ植生が消滅するという。全地球に及ぼす気候の影響も甚大である。アマゾンの開発は移住者にとっても厳しく、肥料を使わぬ農地は痩せるのも早い。再び森を破壊して奥地へと進まねばならぬ。結果は植生のみでなく先住民族にもおよび、Nambiquara という部族は土地を追われ、更に風疹などの外来疾患が持ち込まれて半減するに到った。鉱物資源についても、鉄・マンガン・ボーキサイト・銅・ニッケルなど世界最大の埋蔵量といわれる。鉄鋼を銑鉄にするのに木炭が要り、木炭を造るのに森が破壊される。負債 1.110 億ドルを抱えたブラジルが、独自でこの保護対策を立てるのはどうやら無理らしい。負債を抱えた森林を持つ開発途上国は、増加する人口対策に森を切り開いて耕地を確保し、伐採した木を輸出して債務を弁済する。インドネシアの雨林も同様の経過を辿り、その木を輸入するわが国は資源を侵奪すると非難を受けているが、いわゆる先進国は似たような過程で今日の発展を遂げて来たと言えよう。

《農地と肥料とNO_xと》

農耕・草・林地は洪水の防止、水量・水質・土壌の保全、気象緩和、大気環境の保全等の役割を持ち、野生生命の生活の場としても又景観の保全にと、緑のも

たらず効用は極めて大きい。水田は上流の畠や果樹園から排出された窒素を受け入れ吸収再利用していることが窒素収支を測定した結果判明しており、トータルな農業構造の中ではビルトインされた水処理機構としての役割を持っている。

窒素肥料中の硝酸塩は、主にアンモニアとなって揮散するが、脱窒により窒素(N_2)、酸化窒素(NO)、二酸化窒素(NO_2)、亜酸化窒素(N_2O)ができる。水田では還元的条件のために、大部分が N_2 であるから大気環境への影響はないと言える。一方畠土壌では通気性や含水量、微生物の数、有機物の量などで各種の酸化物に変化する。とくに N_2O がアミンと結合して生成するニトロソアミンには、強い発ガン性がある。

大気の 4/5近くは窒素である。創世紀の星の激しい爆発、稲妻によって窒素からアンモニアや酸化窒素が作られ、雨となって地球に注いだ。時の経過と気候の変化が原始の土壌を作り窒素がそれを強化する。後になって窒素は複雑な化合物となって生命誕生に関与する。現代では工場や自動車から窒素・硫黄の酸化物が大気に拡散し雨となり地球に還流してくる。農場、畜舎からもアンモニア、メタンが拡散する。肥料、農産廃棄物、家庭ゴミ、朽ちた動植物体、植物による窒素の固定等により地中に窒素が還流する。一部は地下水に到る。

化学肥料の製造過程で見た場合、日本では発生する硫黄酸化物、窒素酸化物、弗素化合物、アンモニア、粉塵などによる汚染対策はほぼ解決されており、窒素酸化物に多少の問題が残るが直接には自動車の排気によるものが主で、肥料に由来するものは微少とされる。施肥に伴う環境汚染は、窒素と燐の流出による河川湖沼の富栄養化、亜酸化窒素などの揮散で起きるオゾン層への影響があり、その発生源は散在的、放出は慢性的で広範囲におよんでいる。温室効果についても二酸化炭素の他にもメタン・フロン・亜酸化窒素が関係する。メタンの発生源は、農業に限れば家畜(14-25%)、水田・湿地(14-39%)といわれる。極く最近にゴミの埋め立て地にオープンしたゴルフ場は、発生するメタンの故に全面禁煙だと言うから、発生源は将来的に増えこそすれ減ることは無さそうだ。

東欧圏の工業レベルが先進国に較べて一昔位遅れている実態がより明らかになり、排出される酸化窒素・酸化硫黄もそれなりに多いことは、東独国民車トラバントのエンジン排気一つを見ても明かである。水の汚染も可なりなものらしく、ヴォルガはキャビア産業にとって破滅の様相を示し、ポーランドの河川の 1/3は使用に耐えぬ水質だといわれる。生産計画を達成できなくて責任を問われること

があっても、水や大気を汚すことに対する罰も規制もない、という状態が過去十何年続いたためだという。東西の壁がなくなった統一ドイツでは、エルベ川の東部（旧東独領）を浄化する方がハンブルグ港内のヘドロを浚うより安上がりだと計算されている。勿論西欧の河川にしてもクリーンアップに50年かかるという専門家がいう程の汚れぶりだから、偉そうなことは言えないのだ。

施肥による窒素の未利用分は有機肥料や腐葉土中の窒素と行方を共にし、河川湖沼・地下水脈にいたり、一部は工場・自動車などの排ガスと共に空中に揮散する。揮散したものは西風に流され、国境を越え雨霧雲雪となりそれぞれの影響は相乗され、増幅されて間もなく何らかの形で人類を含む植生と再会することになる。とりわけ極点や積雪地帯に運ばれると、天然の貯蔵庫として蓄積されて行く。グリーンランドや南極の氷芯 ice-core を分析すれば、十万年以上も昔の気象条件や大気の変化の記録が得られるという。新しい雪や出来掛けの穴の多い氷、硬い氷からは汚染による大気化学の最近の傾向について貴重な情報が得られるのだ。過去一世紀の汚染の傾向が北極の雪に集積されている。蓄積中には1950、1960各年代の大気核実験後の雪層もあるという。一方、南極の雪には世界各地の汚染の結果としての化学変化は見られないという。

北極の動物、アザラシや白熊にPCBの蓄積が目立つといい、カナダや北欧の湖沼では酸性化が進み融雪時期に魚群死 fish killと呼ぶ現象がしばしば起きるといふ。真冬には北半球の40%、第四氷河期にほぼ同じ広さの土地が年間120日程雪で覆われる。そこに抱え込まれた大気中の汚染物質、酸を含んだガスやエアゾール状の酸や塵の微粒子は、春になると融水は酸流 acid flush となって山林、平野、河川、湖沼に貯蔵物をほんの数日の間に流し込む。当然湖や流れの生態系に危険が及ぶ。通常、酸の出どころは土壌であり、これも一緒に流れ出る。雪のすぐ下の土壌では微生物は酸流で痛められる。森林帯より上部域の土壌の上層のバクテリア数が酸性融水に因って通常数の1/30に減ったという調査がある。この時下層のバクテリア数が10倍に増えており、栄養分が土壌下層へ移送された結果と推測される。バクテリアの分布にも変化が起き、例えばマイクロコッカスが減り緑膿菌が増える。

カラスに手を焼きながら励んだごんべゑの畑仕事、与作の斧が木々にこだました山仕事、あの頃は良かったナァ。耕運機やチェーンソウを手にした彼らが協力していわゆる効率が挙がるようになり、それに連れて環境への影響連鎖は今、次々と形を変えて還流している。環境が持ちこたえる能力をオーバーしかけている人類の営みに対するツケを回しているのだろうか。何処まで自然に帰るのが良いの

だろうか？ 汚染源を追跡すれば国境が邪魔になり、さらに大気と気象の影響が加わると様相は一層複雑になる。肥料中の窒素一つを取ってもその連鎖は多岐に及ぶ。専門領域での追求と、その成果を踏まえた対策の有機的展開が期待される。ハイテクを謳歌する人類が、その技術の故に自滅への道を歩まぬように…。(Yo)

参考：朝日新聞；肥料年鑑 37版 1990，肥料協会新聞部；NEW SCIENTIST 8.Oct. '88;29. Apr.'89;15. Sep.'90；TIME 5.NOV.'90;18. Sep.'89

[追記]

国内でも化学肥料による酸化窒素で地下水が汚染されていることが、12月4日朝のNHK-TVで報じられた。地下水の広範な調査を行う必要があると言う。

農業用水として使用されている井戸について、62年から3年に亘る調査によれば、硝酸性窒素の水質基準(現行基準は10 ppm以下)を超えるところが可なり見られ、最高は香川県観音寺町の74.4 ppmであった。ここはセロリの栽培が盛んな地方である。茶所、静岡県磐田市は上水道の水源の半分は井戸水に依存し、茶畑に施した窒素肥料からと見られる汚染が進んでいると言う。また岐阜県各務原町では特産の人参畑の肥料を減らすことに町ぐるみで取り組み、化学肥料の30%削減を図っていると伝えている。インタビューに応じた農家の一人が、化学肥料を減らしても収穫はそんなに変わらぬように思う…と答えていたのがこの稿を書き終えた筆者には印象に残った。

また2日のアジア特集では、発展を続けている台湾を紹介し、工業の中心としてめざましい高雄市が登場する。その工場群の煙突からの排煙は、戦前の煙の都大阪、戦後の四日市を思い出させる。これらの排煙中のNO_x・SO_xは何処へ移動していくのだろうか？

…… ☆ ……

前号では花粉の不都合な面だけが強調された。しかし悪い話ばかりではない。もし花粉が花粉症のもととなる蛋白を、呼吸器を通して人体に送り込むのなら、同じようにして有用な蛋白を送り込む手段として使えるだろうと考える人が出てきておかしくない。花粉の表面にある小さな刺が気管内に微少な切り創を作り、そこを通して花粉蛋白が血中に送り込まれる。そこでアメリカの或企業がブタから花粉のこの刺を精製処理し、インシュリンにくっつけ糖尿病のサルに口内噴霧して成功、更に人での試験を行うまでに漕ぎつけた。この方法で嘔や涙垂れは起きないそうだ。(BUSINESS WEEK OCT.8.1990)

..... [目次]

【発刊の辞】	菅原 努	1-1-01
【論説と解説】		
社会環境—もう一つの環境	菅原 努	1-5-01
疫学研究の落とし穴	菅原 努	2-1-01
～コーヒーと膀胱癌、アルコールと乳癌をめぐって～		
紫外線の話 ～重要な環境因子として～	野津 敬一	2-2-01
UVA, UVB, 太陽光線と皮膚障害	野津 敬一	2-4-01
第17回米国光生物学会の要旨より		
メラノーマ・この不可解な皮膚がん	野津 敬一	3-3-01
放射線の健康影響のグレイゾーン	中井 斌	3-4-01
UVB紫外線と免疫系	野津 敬一	3-4-10
癌の治療と体質の改善 (その1)	鍵谷 勤	3-5-01
日本の癌と治療法		
自然放射線と健康	菅原 努	3-5-07
予防医学の立場からの食効の考え方	菅原 努	3-6-01
【健康リスクの予知・予防】		
インターフェロン不全とその対策	岸田 網太郎	1-1-16
定期健康診断の効用…原爆被曝者について	岡島 俊三ほか	1-2-42
【老化防御】		
老化防御:その原理と方法	菅原 努	1-4-01
アルツハイマー型痴呆と二次性痴呆の画像解析	松澤 大樹	1-3-32
知的健康度評価のための血清・		
髄液神経伝達物質関連酵素活性の測定	中村 重信	1-3-33
脳老化の制御	松沢 大樹	1-6-01
【調査報告】		
放射線リスクとその認知 (リスク検討班)		
1. はじめに		1-1-02
2. リスクの定義		1-1-03
3. 新技術の導入とリスク		1-1-05
4. 米英におけるリスク研究の現状		
1. アメリカ:環境問題を中心に		1-1-06
2. アメリカ:エネルギー政策を中心に		1-1-07
3. イギリス:王立協会リスク研究班報告		1-1-08
5. リスクをめぐる話題		
1. リスクの取り上げ方		1-1-10
2. リスクの今昔		1-1-12
3. 人生はリスクの連続だ		1-1-14
6. 一般産業と日常生活のリスク		
1. 日本における死亡のリスク		1-2-34
2. 通勤災害のリスク		1-2-35
3. ラドン問題		1-2-35
4. Amesの言うこと		1-2-35
5. ライフスタイルと癌		1-2-41
7. 放射線リスク評価の現状と見通し		
1. 原爆線量再評価		1-3-20
2. 一回照射と分割照射		1-3-23
3. 遺伝リスクの取り上げ方		1-3-25
4. 速中性子の線質係数について		1-3-27
5. 医療被曝の取り扱い		1-3-28
6. 生物学的考察		1-3-29
7. ICRPの考え方		1-3-30
英国ロイヤルソサエティ報告		
「Risk Assessment」1983 概要	青山 喬	1-4-14
放射線防護から見たリスクの評価とその知覚に関する調査		
(2年間の調査のまとめ)		
1) ハイテク時代における自然環境の問題とリスク		
a. 我国に於ける室内ラドン測定の実況		

- 放医研屋内ラドン濃度全国調査プログラム……小林 定喜・3-1-01
- b. 室内ラドン測定における問題・トロンの寄与? ……米原英典・3-1-07
- c. 太陽紫外線によるヒト皮膚障害と環境問題……野津敬一・3-1-14
- d. 温室効果とオゾンホール……秋葉澄伯・3-1-17
- e. ハイテク時代の倫理などをめぐって……阪上正信・3-1-22
- 2) 反原発における一般大衆の態度構造の実態
- a. 公開パネル討論開催の趣旨……青山 喬・3-2-01
- b. 原子力のPA (パブリック・アセプション) の立場から……浅井信雄・3-2-02
- c. 反原発における一般大衆の態度……岩崎民子・3-2-08
- d. 反原発の現状とそれにおけるすり替え論……武田篤彦・3-2-12
- e. 原子力行政について……土屋武彦・3-2-18
- f. 自由討論の記録……3-2-22
- 3) 原子力技術に対する態度の構造解析と
リスクコミュニケーションの方策……木下富雄・3-3-06
- 4) ミニシンポジウム:
リスク評価における直線仮説をめぐって……菅原 努・3-3-19
- 5) リスク評価とリスク管理における今後の課題 (総括)
～一般大衆の正しい理解を得るために～……菅原 努・3-3-24
- 6) 結び……3-3-27

【ミニシンポジウム】

- 「リスク・パーセプションの時代的・文化的背景」……1-2-01
- 新技術の導入とリスク・パーセプション……城阪 俊吉・1-2-02
- リスク・パーセプションの時代史学……阪上 正信・1-2-23
- リスク評価・リスク認識とコンピューター……小林 定喜・1-3-01
- ハイパーサーミア・代替法をめぐって……菅原 努・1-3-13

【国際会議】

- 「エネルギー生産における放射線リスクと先端技術の
リスク評価に関する国際会議」に参加して……池淵 誠……1-4-41
- 「エネルギー生産における放射線リスクと先端技術のリスク評価」……2-5,6-01
- 第1セッション 放射線リスク査定の実況……藤田正一郎……2-5,6-02
- 第2セッション 広島・長崎の線量とリスクの再評価……岩崎民子……2-5,6-06
- 第3セッション リスク評価における最近の進歩……二階堂修……2-5,6-12
- 第4セッション エネルギー開発と新技術のリスク……秋田康一……2-5,6-14
- 第5セッション エネルギー生産の発展におけるリスクの解析・阪上正信・2-5,6-17

【連載講座】

放射線リスク論

- まえがき 一講座を始めるに当たって……菅原 努……1-5-05
1. 放射線についてリスクとは……菅原 努……1-5-07
2. リスクはどのようにして求めるか……松平 寛通……1-5-14
3. 放射線疫学とは何か、それで何が判るか……加藤 寛夫……1-6-16
- 4-A. 放射線の身体的リスク……青山 喬……1-6-30
- 4-B. 放射線の遺伝的リスク……中井 斌……1-6-38
5. ヒトの受ける放射線の種類と量……阪上 正信……2-1-05
- A 自然放射線……阪上 正信……2-1-06
- B 医療放射線……土屋 武彦……2-1-17
- C 人工放射線……小林 定善……2-1-26
6. 公害物質などをリスクの眼で見れば……松平 寛通……2-2-21
7. 種々のエネルギー源のリスクを比べると……秋田康一・青山喬……2-2-26
8. 一般産業や日常生活にどんなリスクがあるのか……武田篤彦……2-3-01
9. 医学生物学の進歩とリスク
- A. 発癌のメカニズム……横路謙次郎……2-3-28
- B. 癌のリスクと放射線生物学……二階堂進・達家雅明……2-3-35
10. 最終講 まとめと今後への展望……菅原 努……2-4-09

【Bio-update】

- 癌細胞を自殺させる……Tom……2-5,6-21
- オゾン減少と皮膚DNAの損傷……Kei……2-5,6-24
- ストレスを解消するメカニズム……Nabe……2-5,6-30
- 癌細胞はひがみっ子……Ochan……2-5,6-34
- 高等植物の研究に関する話題……Ichiro……2-5,6-37
- 食後の満腹感は何によって決まるか……Tom……3-1-34

ノルウェーでの緯度依存、		
太陽誘発 Nonmelanoma皮膚癌の発生率	Kei	3-1-36
激動の1989年 -central dogmaの崩壊-	Ochan	3-1-41
細胞の分化と癌化を支配するタンパク	Nabe	3-2-2f
老化と発生初期の胚細胞	Ochan	3-2-30
植物を使って抗体を作る	Tom	3-3-28
初期胚細胞と遺伝子操作動物	Ochan	3-3-30
皮膚老化の大敵 UVA	Kei	3-4-18
遺伝子の筋注 新しい遺伝子療法?	Tom	3-4-21
X線誘発皮膚がん		
太陽紫外線はX線の皮膚発がんを助長する	Kei	3-5-17
遺伝子治療と人工器官	Ochan	3-5-22
熱ショックタンパクの機能	Nabe	3-6-12
【新開発品紹介】		
新しいBRMとしての新漢方生薬912 資料<第1集>	鍵谷 勤	2-4-15
高齢化社会と体力問題	万井 正人	3-1-27
-3分間体力測定装置(健康くらぶ)の開発-		
ブルガリス-E25の研究	大垣 昌弘	3-4-23
【随想】		
トンネル顕微鏡で夢も見える	波多野 博行	3-6-14
【書評】		
「長寿の科学-過去・現在・未来」	野津 敬一	2-4-30
「どの宗教が役に立つか」	菅原 努	3-5-25
「武器としてのことば-茶の間の国際情報学」	菅原 努	3-5-25
【サロン談議】		
文明よ驕るなかれ		2-1-35
アルミのお鍋はボケを招くか?		2-2-42
聖堂・スパコン・おねえさん		2-3-43
人が殖えるとミミズが殖える?		2-4-24
食品適合不全という奇病		2-5,6-39
糖 <small>まん</small> 原 <small>じゅう</small> 励 <small>く</small> い食 <small>す</small> 鮮 <small>み</small> の観 <small>かん</small>		3-1-44
ラドン てんや & わんや		3-2-33
卵と虫とT・P・O		3-3-34
せきめん対策ではセキメンの至り・・・?		3-4-27
おとめとバラと凍垂れと		3-5-29
ごんべえと与作とハイテクと		3-6-23
【Event】		
International Conference on Risk Assessment and Perception of Energy Development and Modern High Technology		1-1-19
エネルギー産生における放射線リスクと先端技術のリスク評価		1-2-52
キュリー祭:フランスフェスタ		3-4-17
シンポジウム:太陽紫外線防御を考える		3-5-28
研究会:液体クロマトグラフ研究発表会		3-6-15
シンポジウム:太陽紫外線防御を考える(2)		
I. スケジュールとプログラム		3-6-16
II. 入会のご案内		3-6-18
ワークショップ:ヒト細胞はなぜインビトロで発がんしにくいのか...		3-6-21
(体質研究会・イメリタスクラブ 第一回 合同ワークショップ)		
【お知らせ】		
イメリタスクラブ		2-1-37
【索引】		3-6-34

..... [項 目]

Vol.1. No.①～⑥(1988)

ICRP	②35, 37, 38 ; ③28, 30, 31 ; ④21
アルツハイマー型痴呆	③32, 33, 35
アルミ	④5
インターフェロン	①16, 17, 18 ; ④10, 13
ストレス	①12 ; ⑤1
ハイパーサーミア	③13
ライフスタイル	①9 ; ②41
ラドン	②38, 40 ; ③28 ; ④42, 43
リスク・パーセプション	①2, 15 ; ②1, 2, 8, 20, 23, 28 ; ③1, 13
医療被曝	③28・⑥19
原爆	①2, 15 ; ②28, 42, 43, 48 ; ③20, 23, 24, 27, 28 ; ④1, 21, 41, 42 ⑤9, 25 ; ⑥16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 32, 33, 41, 45
公害物質	⑤6, 7 ; 47
紫外線	②39
自然放射線	②38 ; ③28 ; ④42 ; ⑤24 ; ⑥46, 47
人工放射線	⑥46, 47
速中性子	③27
代替法	③13, 14
通勤災害	②35, 36, 37
放射線疫学	⑤5
放射線疫学	⑥16, 19
老化	①17・②39・③32・④1, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 13・⑥1, 3, 4, 15, 24

Vol.2. No.①～⑤/⑥ (1989)

BRM	④15
UVA	④1
UVB	④1
アルツハイマー型痴呆	②43, 44 ; ④31, 32
アルミ	②42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 ; ③45 ; ④30, 31, 32
オゾン	①36 ; ②17, 18 ; ③43, 47 ; ④4, 5, 13 ; ⑤24, 26, 27, 28
ストレス	④6 ; ⑤30, 31, 34, 35, 39, 50
ハイパーサーミア	①38 ; ④7
メラノーマ	④2, 13 ; ⑤27, 31
ラドン	①10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 31 ; ②34 ; ④12, 13 ; ⑤3, 4, 18, 19
リスク・パーセプション	④10, 12
医療被曝	①17, 20, 24, 25, 33 ; ③29
医療放射線	①17, 19, 20 ; ④9
原爆	②21 ; ③28, 29, 44 ; ④11 ; ⑤2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13
公害物質	②21 ; ④9
紫外線	②1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18 ; ③29, 37, 38, 39, 44, 45 ; ④1, 4, 7, 13, 14
自然放射線	①5, 6, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34 ; ②31 ; ④9, 13
人工放射線	①17, 26, 33 ; ④9, 13
太陽光線	③29, 38 ; ④1
太陽紫外線	②17 ; ④4, 7, 14 ; ⑤24, 26, 27, 28
放射線疫学	④9
医療被曝	⑤18
紫外線	⑤19, 24, 25, 26, 27, 28, 30
老化	②42, 43, 44 ; ④3, 4, 30, 31, 32, 33 ; ⑤24

Vol.3. No.①～⑥ (1990)

ICRP	①25
PA	②1, 2 ; ③6, 7, 9, 10, 25 ; ④29, 31, 33, 35
UVA	④18
UVB	④10
アルコール	⑥12
オゾン	①15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 40 ; ③1, 3 ; ④15 ; ⑥18, 29
ストレス	②37 ; ③23, 25, 30 ; ④ ; ⑤34 ; ⑥12

メラノーマ	.....①14, 15, 16 ; ③1, 2, 3
ライフスタイル	.....②3 ; ④8 ; ⑥2
ラドン	...①1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18 ; ②6, 14, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 ; ④35, 36 ; ⑤9
リスク・パーセプション	.....③24
せきめん	.....④27
医療被曝	.....②6, 9
原爆	.....①1, 6, 24 ; ②5, 10, 19 ; ③24 ; ④1, 4 ; ⑤14, 15
紫外線	...①14, 15, 16, 17, 19, 36 ; ③1, 2, 3 ; ④10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18 ; ⑤17, 18, 28 ; ⑥5, 15, 17, 18, 19, 20
自然放射線	..①7, 13, 18 ; ②6, 9, 14, 15, 18, 41 ; ④5 ; ⑤7, 8, 9, 15, 16 ; ⑥21
人工放射線	.....②15, 41
代替法	.....⑥7, 8
太陽光線	.....①14 ; ⑥18
太陽紫外線	.....①14, 15, 16, 36 ; ③1, 2, 3 ; ④10, 18 ; ⑤17, 28 ; ⑥5, 15, 17, 18, 19, 20
放射線疫学	.....⑤7
老化	.....①14, 15, 16, 19, 27, 28, 29, 31, 32, 45 ; ②30, 31, 32 ; ④18, 19, 24 ; ⑥17, 18



* 技術と経験に基づいた *
* 精度の高い各種検査を行います *

【臨床検査】

血清学的、血液学的、病理学的、寄生虫学的、
生化学的、微生物学的、生理学的・・・各検査

【公害検査】

水質、土壌、食品、底質、汚泥、体液、大気・・・

株式会社 血液研究所
(財)体質研究会 血液研究所

〒606 京都市左京区一乗寺大新開町26

TEL (075) 781 - 7118 (代)

環境と健康 -リスク評価と健康増進の科学-
Vol.3 No.6 (隔月刊) 1990年12月10日発行

編集・発行 財団法人 体質研究会
編集人 菅原 努
発行所 〒606 京都市左京区田中門前町103-5
パストゥールビル5F
財団法人体質研究会
TEL (075)702-1141 FAX (075)702-2141

財団法人 体質研究会
Health Research Foundation