特集

環境変異原

有機ハロゲン化合物による水質汚染が指摘されて以来、水質汚濁の分野に変異原性・発ガン性という言葉が盛んに登場するようになってきました。一方、水中微量有害物質を扱う上で、新しい指標として、**total mutagenicity** (全変異原性) なる概念を導入しようとする動きがあります。このような状況の下で、変異原性・発ガン性を正確に理解することが我々にとって急務と考えられます。

そこで本特集では環境変異原という題で、この分野の第一人者の方々に座談会と解説をお願い致しました。現在、学問的にも活発に研究されている分野であるため、内容的に難解の部分も多々ありますが、変異原性ならびにその試験法の問題点が浮き彫りになったものと思います。今後の水質汚濁研究の一助となれば幸いに存じます。

(担当 内海英雄* 岡沢和好**)

■座談会■

水質と変異原性

昭和59年 6月22日 於日々谷松本楼

〈出席者〉

- 河内 卓 (埼玉県所沢保健所)
黒木登志夫 (東京大学医科学研究所教授)
丹保 憲仁 (北海道大学工学部教授)
早津 彦哉 (岡山大学薬学部教授)

変異原性と発がん性

早津 本日の座談会は、「水質と変異原性」についてですけれども、まず変異原性とは一体何か、それはどういう意味があって、人間にどういうふうにかかわりがあるのかというところから始めて、それからだんだんに

水質の問題に入っていくということにしたいと思います。そこで、日本において最も先駆的に変異原性の問題に取り組んでこられた河内先生に、まず変異原性とは一体どんなものなのか、ごく簡単にご説明をいただきたいと思います。

河内 一番最初に難問ですね。一体何をマーカーにして変異原性というかということで、また非常に違ってくると思うのです。例えば染色体異常を起こすような現象で変異原性といっている場合もあります。それからバクテリアにミューテーション (突然変異) を起こすような場合はもちろんですし、場合によるとトランスフォーメーション (形質転換) を起こす物質についてということもあります。それぞれで変異原性とは何であるかといういい方が非常に変わってくると思うのです。

* Hideo Utsumi 昭和大学薬学部、本誌編集企画委員

** Kazuyoshi Okazawa 厚生省水道環境部、同上

一番手軽なマーカーは、エームス・テスト型質(Ames test, エームス試験) みたいにバクテリアに対するミューテーションで見る方法です。この場合ですと、DNAにミューテーションを起こせば、それを変異原性ということになります。

また、染色体異常で見える場合ですと、必ずしもDNAの上でのダメージでなくても、たん白質に起こる変化もひっかかってきます。

早津 変異原性というのは、どんな点で人間の健康にかかわってくる問題なんでしょうか。

河内 一番問題になるのは、発がんとの関係です。しかし、細胞の老化とのかかわり合いの可能性や細胞自身の変性を起こす物質としても、考えていかなければいけないと思うのです。

早津 発がんについては黒木先生が大変な御専門でいらっしゃるわけですが、発がんのプロセスの基本を簡単におっしゃっていただけませんか。

黒木 最初のステップとして、体を構成している細胞の遺伝情報に何らかの変化が生ずることが必要です。その原因として、内因性のものと外因性のものがあります。外因性のものでは、今話題になっている変異原

が一番重要であろうと思われます。しかしその変異原が外から入ったとしても、体の中にはそういうものを除外しようとする働き、例えば薬物代謝などがあります。しかし、中には代謝により解毒とは逆に、非常に反応性の高い物質ができて、それがDNAと結合し、突然変異を起こすことがあります。しかし、細胞を殺してしまうような大きい反応であれば何でもないわけです。というのは、多細胞生物にとってはほかにいっぱい細胞があるわけですから、細胞が死んでくれるほど安全なことではないわけです。けれども死ぬまでには至らない変化が遺伝情報に起きて、しかもそれが細胞の増殖によって影響のあるようなものができたときに初めて発がんへの第1歩を踏み出すことになると考えられます。

特に発がん遺伝子、あるいはがん遺伝子といわれているような、細胞の増殖をコントロールしている遺伝子に起きた変異が非常に重要だろうと思われます。ただそれも、もしそれだけでがんができるのだとすれば、がんは変異原を食べて数日とか数週間のうちにできたっておかしくないわけです。ところが実際人間のがんというのは、10年から20年の長い時間をかけてできることがいろいろなデータからわかっています。そうすると変異原が入って、そこで突然変異があるだけでは

なくて、そのあとにさらに長い時間が必要で、その間に細胞が何回も分裂して増えてこなければならない。しかし単純に細胞が増殖するだけではなく、もう1つ別なファクターが必要です。実験的に一番よくわかっているのが、発がんのプロモーション(促進)というステップであって、それを調節する物質、プロモーター(発がん促進物質)というものがなければならない。プロモーターの中で今一番よく研究されているのはホルボールエステル系ですが、われわれがまだ知らないプロモーターの物質が体の中にホルモンとか何かの形であるかもしれません。いずれにしても、発がんのプロセスというものは決して1段階で進むのではなくて、多段階を経て長い時間をかけて進むということです。変異原が発がんに関係してくるならば、その第1段階です。しかし、この第1段階というのは非常に重要なことで、これを取り除けば一番よいということですね。

早津 人間の場合に10年、20年たたなければがんにならないということは、現在の水の変異原性の危険性について答えが出るのはだいぶ先ということになるわけですね。

黒木 逆にいえば、対策は早目に立てなければ遅れをとってしまう。例えばイギリスで、たばこの消費量が上がるのと20年間の間隔を置いて並行に肺がんの発生率が上がっているというデータがあるわけです。今対策を立てるかどうかによって、21世紀の日本のがんのいろいろな問題が決定されるだろうということにもなると思うのです。ここで、1つ誤解を避けるために、断っておいた方がよいと思うことがあります。それは変異原性をよく遺伝毒性というでしょう。普通の人は遺伝毒性というと親から子供へと受け継がれるような遺伝毒性を思い浮かべると思うのです。けれどもそういう遺伝というのは生殖細胞を通して受け渡される遺伝です。ところが、体を構成している大部分の体細胞に起こった遺伝の変化というのは、その人個人の1代限りで、親から子へと遺伝することはないのです。ですから誤解を避けるためには遺伝毒性とはいわない方がよいと思います。

丹保 正しくは何といえいいのですか。遺伝変異原性というのは間違いと考えていいのですか。

河内 現在は変異原性という言葉と遺伝毒性という言葉は使い分けています。今日の座談会の課題は、「水質と変異原性」であって、「水質と遺伝毒性」ではないということです。

早津 そうですね。実際この世の中で変異原物質というのはどんなものがあるのか、それは発がん性があるのかないのかとか、そういうこととどれだけオー

オーバーラップし、どれだけ並行関係があるかということになっているか、そこらを話してください。

河内 それは2番目の難問ですね。発がん物質について変異原性試験を行いますと、発がん物質の8割から9割には変異原性があるということが見つかった。次にその逆の、変異原物質の発がん性はどうかという問題が出てきた。変異原物質の80%から90%に発がん性があるという誤解が一時生じたこともあります。いろいろ調べてみると、変異原性はあるけれども、発がん性がわからないというものが今たくさん出てきている。発がん実験が変異原性ほど手軽にいかないから、変異原性はあるが、発がん性について答えが出ていないものがたくさんあるという状態です。

例えば、植物に広く含まれている色素のフラボン類は、中程度の強さの変異原性を持っていることがわかった。その広大な分布と人間に対する影響の重大さからフラボン類については徹底的な発がん実験がやられたけれども、発がん性はまず見られない。

このような例が見られますので、黒木先生の話にあったように、DNAに作用してもそれががん遺伝子に作用しなければ発がんには結びついてこない。がん遺伝子に作用する変異原性のテストがあると、発がんに結びつくような変異原性の見つけ方があり得ると思うのですが、今はそこところがはっきり区別をつけて検索する方法がないわけです。ですから、今のところでは変異原性があるから即発がん物質であるとはいえない難い。

丹保 私は素人の代表でお聞きしたいことがたくさんあります。変異原性の試験というのは、一発勝負と考えてよいのでしょうか。発がん性のようなものは、あるものに繰り返し曝露した結果、出てくるというものでしょうか。

微量汚染というのは、通常は繰り返しある物質に曝露を受けたときというケースが多いわけですが、そのへんのつながりはどんなふうなんでしょうか。

黒木 複合汚染とか、繰り返しの汚染がどうなるかというのは非常にむずかしいファクターも入ってくるわけです。つまりそれが全部相乗的に、あるいは相加的に働くのかもしれないし、逆にマイナスに働く場合もあると思います。

例えば、誘導されるDNA修復ということもありますから、発がん突然変異を区別することはできないと思うのです。

変異と発がんの違いは作用している時間とかではな

くて、最終的に発がんという長い変化の最初を見ているか、それとも後を見ているかということになると思うのです。これが長い時間かかるということは、慢性毒性を見ているわけではなくて、非常に遅く出る反応結果を見ているということです。

丹保 慢性毒性とよくいわれますけれども、変異原性に関する文献を読んでいると、これは慢性ではなくて、要するにパルスで入ったイニシエーターの刺激がタイムラグを持って発現するのではないかと考えたわけです。それでよろしいのでしょうか。

黒木 最初の刺激はパルスだけれども、出てくる効果がずっと後に出てくる。

丹保 濃度が低い場合には、曝露時間が長くないとヒットするチャンスがない、そんなふうに考えていいのですか。

水質評価と変異原性試験

早津 そうです。こちらへんで今回の水質の変異原性の問題というのが取り上げられるようになった経緯、つまりどういうところからこんな問題が出てきたのだろうかということを丹保先生にかいつまんでお話いただきたいと思います。

丹保 物質を固定して、例えば物質がわかっていて、そのものが発がん性があるか、変異原性があるかという研究はずいぶんたくさん行われております。ところが微量汚染を扱ってまいりますと、物質が何であるかということがわからない場合が多いわけです。それからそれが複合して存在している場合が常態であるということになると、そういう状態である物質が我々に対してどういう影響を与えるだろうかというようなことをオールオーバーにチェックする方法はないだろうか、つまり物質を固定しないでチェックする方法がないだろうかということです。つまりその状態の水が危険か危険でないかというようなことを考えなければならぬわけで、いわゆる分析化学的な環境科学というのはほとんどの場合我々にとっては意味を持たない。これは変異原性の研究をしていらっしゃる方からしてみると、不本意な我々の希望なのかもしれないけれども、そういうごっちゃに混ざっている状態の水が、果たしてどういうものかということを、変異原試験のようなものである程度説明できないかということが我々の希望であり、質問であるわけです。

黒木 一番問題だと思うのは、そういう目的で、エムス・テストを中心とするショートターム・テストを使うことは、このテストはポジティブなものを拾うために開発されたテストであって、ネガティブの結果を安全として評価するためのものではないということだ

と思います。水質の問題のときにも特にネガティブだから安全ということは何にもいえない。ただポジティブに出たときに、どこに問題があるかということを進めるための手段になるでしょう。

丹保 水質の場合も安全ということは絶対考えないのです。危険の度合いが大きい小さいかという議論はしません。

早津 アメリカあたりでは非常に大量のタップウォーターを濃縮して、そして1 ppmとか2 ppm含まれている有機質を取り出して、それをまたヘキサンで抽出して、ヘキサン層にエームス・テストでポジティブなものがある、そういうような研究がされています。実際にシアトルの水道から出てきたとか、何が何だかわからないけれども変異原があるのだというような事例が出てきて、アメリカの水道局の人たちはずいぶん気にしているようなことは聞いているのです。

河内 文献によると、例えばオランダでシティ・ウォーターを20カ所ぐらいで取って、XAD-2で、1000倍とか2000倍とか濃縮してテストすると、エームス・テストに引っかかってくるものが18カ所ぐらい出てくる。ボラタイル(揮発性の)なグループもあるし、ボラタイルなハロゲンを含んだものもあるし、よく吸着されるものもあるとか、一定の性質を持った有機化合物のグループとしてとらえることができる。変異原性と有機化合物としての量が比例することから変異原性のテストが生物活性を持ったものの定量に使えるのではないかというような意味での仕事がボツボツあるということです。

早津 変異原性が外国でそういうふうに少しずつ問題視されているというのが現状です。だけど日本でも遠からず非常に問題になるだろうということですか。

丹保 それをいいたしたり、やりだしたりしたのは大体パラレルなんです。ところが日本の組織は、デパートメント(大学の学部)が非常に分かれちゃっているものですから、大変スタートしにくい状況にあって、遅れちゃったということなんです。

早津 それではタップウォーターの水の変異原性というのは、さっきいったシアトルの水なんていうのもものすごい大量からはんのちょっと出てくるだけで、それが本当のポジティブかどうか疑問なんです。途中のプロセスでアーティファクトで出てきたんじゃないとか、いろいろ文句がつけられるわけですね。

丹保 我々がいろいろ考えておりますのは、例えばストレートでは感度が足りない、濃度が低過ぎて多分出ないだろう、だから濃縮します、濃縮過程を何でやるかということが非常に問題になります。したがって、我々はさまざまな成分が全部引っかかるようなマト

リックスを一応考えまして、その最終的なチェックの道具として、こういうテストが使えないだろうかと考えているわけです。実は逆にいうと、それは水処理で活性炭吸着をやればこの部分は取り除けますよ、それから塩素を加えればこれは新たに生成しますよとか、つまり我々の環境をプロテクトするプロセスと対応しない分析法というのはおそらく単なる分析法であって、environmental controlにはダイレクトには使えない、というようなことを考えていろいろ準備をしたり、議論をしております。

早津 丹保先生の方から、工学的なセンスでこういうふうに分けてこうやってテストしたらいいのではないかというお話がありましたけれども、私自身エームス・テストをずいぶんやってきたわけですが、その中の経験でオーバーオールでみようという場合に、いろいろな混ざりだと往々にして出なくなっちゃうことがあるのです。マスクされちゃって。例えば油がちょっぴりあると、その中にオレイン酸が入っていて、エームス・テストでは、もう出ないのです。そのほかにも、例えばヘミンなどが混ざっていても出ない。

早津 エームス・テストもまだわからないことがいっぱいあるのです。たまたまぼくはオレイン酸とヘミンを見つけましたけれども、そのほかにもいっぱいあるだろうと思うのです。

丹保 多分あるだろうと私どもが頭の中で考えているのは、水中の有機物の中で、生物難分解性の有機物のほとんどを占めるヒューミックス関連の物質なんです。ヒューミックスは何物かは正確にわからないのですけれども、非常によく錯体を作ります。例えばエンドリンとかデルドリンのような農薬を全部包み込んだりするわけです。そうすると、ヒューミックスがある濃度ありますと、これらの化合物が働かないのです。これはエームスでない別の方の試験で働かないのです。オゾンをかけると切れるのです。ですから、もしかしたらエームス・テストにもかからないのではないかという気がします。

早津 今おっしゃったヒューミックスというのは、フミン酸と日本語でいっておりますけれども、これは正体のはっきりしないものなんです。構造のいろいろなごちゃ混ぜの混ざり物なんです。

丹保 トリハロメタンのもとなんです。

早津 それでポリフェノールとかカルボン酸とかそういうものがあるといわれているわけです。例えばぼくら実際に実験やった系では、ガリックアシッドとかタンニンとか、そういうのはそれに似たようなものなんです。それは非常に抑えるのです。リグニンはやったことがないけれども、タンニンはエームス・テスト

にかけると、まずたん白を凝固させちゃうのです。それから、例えばベンツピレンジオールエポキシサイドなんかダイレクトのミュータジェンにエラグサンという、これもタンニンの一種でフェノール性のものですが、それをやるとあつという間にガジャックとくっついて、それでベンツピレンのエポキシサイドのところを加水分解しちゃうのです。これらのことから考えてみると、現在エームス・テストというのは万能なものであって、それでパッとやってネガティブならいいというところへはいかない。

丹保 そこまでは思っておりません。かなり頼りないテストだと思っています。今の水管理がどんなことでやられているかを考えてみましょう。例えばBODというのがありますね。BODがなぜあんなメジャー・インデックスになったかという、有機物が分解して酸素を食うという一点に現象をしばった。そうするとどんなものがあっても全部酸素を食うという形に変換しちゃうわけですね。結局シミュレーション・インデックスなんです。ですから有機物の相手が何であるかは問題にならないということになります。それをもっとひどく持っていくと、BODが3になったら川にサケが上がってくる、2だったらアユが上がると、そんなことはあり得るはずがないのです。ところが今環境水域の制御というのはそんなレベルでやっているわけです。ですからその程度というとき非常に言い方が乱暴なんです、ポジティブな程度がむちゃくちゃだったらどうしようもない、あまりむちゃくちゃでないのだったらまあ何とか頑張れるのではないかと、程度を落としていくグレードに使えないだろうか考えているわけです。例えば下水処理水に塩素を加えて飲んだらとんでもないことになるだろう。ところが活性炭吸着まですれば、エームス・テストをやった結果、ポジティブの程度が桁が2つか3つ下だということになりますと、安全という言葉は先程だめだとおっしゃいましたけれども、危険の度合いが少し違うのではないかと考えるわけです。それを例えば、今ウインドホックという世界でたった1つ、下水の再生使用を原水に最大で半分ぐらい混ぜているナムビアの首都で、もう20年も飲んでいて、それでも問題が生じていないという知見と重ね合わせてみてはどうだろうか。どのくらいの変異原のレベルだったら死なないというレベルなのかとか、というふうにはかの知見と重ね合わせる横ならびの尺度みたいなものに使えないかなと。

河内 変異原性をがんとは結びつけてエバリュエーションに使っていくのか、ごく単純に生物活性の1つのインディケーターとしてみるというのかで受け取り方が非常に違うと思うのです。

丹保 私はバイオロジカル・インディケーターだと思っています。ということは、発がん性だけが問題になるものではありませんね。急性は別として、いろいろな生物学的な慢性毒性がありますね。さっき、老化現象の話も入ったものですから、そんなことまで理解できるのかなと思ってびっくりしていたのです。

黒木 ただ伝統的に変異原性というのは、がんとは結びついたバックグラウンドがあるから、水質の方でBODとか何かと同じように使われても、結果というものはがんとならないでしか考えなくなってしまうのじゃないか。そこらにおもしろさとかこわさがあると思います。

丹保 さっきの確率の話になるわけですが、河内先生がお調べになった焼けこげですね。例えばハンバーガーなんていうのは我々いくら多くても10日に1ぺんしか食べない。しかし、濃度が高い。そうすると、ある代謝経路を通して入ってくるにしても、それにかかってくる確率的な割合は高く短いです。水のような場合には小さいやつがのべつまくなしアタックしてくる。そういうようなものを換算するような発想というのは、テストの解釈の中に含まれているのでしょうか。

黒木 IARC(国際がん研究機関)では発がん性を評価するモノグラフを出しております。その中に、ショートターム・テストの役目は一体何かというのをまとめたことがあるのです。5つあって、1つは、発がん性があるかどうかということです。2つめは、動物テストに次に持っていくときの優先性を決定するためのテストであるということです。3つめは、混合物の中から何かの発がん性のあるものを分離すること。4つめは、メカニズムの研究であるということ。最後が、活性代謝物の同定です。したがって、IARCの評価では、エームス・テストを中心とするショートターム・テストをリスクの評価とか発がん性の評価とみなすことは全然触れていません。

早津 日本では法律で、新しく市場に出す化学物質については必ずエームス・テストをせよと義務づけられていますね。日本は世界中で一番厳しいわけです。ですからそれはもしかしたら正しいのかもしれないのです。そのへんはnobody knowsなんです。それだけ非常にセンシティブなんです、水質の問題は日本は非常にいい水を飲んでいるでしょう、だから今まではあまり心配しませんでしたと思うのです。ところが大阪は、京都市民が排せつした水を塩素処理して飲んだりしているわけです。

丹保 夏場ですと10%から20%の間位が下水経由の水です。ウインドホックが50%最大ですから、その半分位です。

早津 そういうところは日本の中でもだんだん増え

ていく傾向にあるわけでしょう。だから特に大阪なんてでかい都市ならそれだけだって大問題なんです。そういうことでやはり日本は非常にセンシティブになっていて、それはやはり理由があると思うのです。

丹保 結局は先程のご質問に遅れて答えることになるのですが、オランダの連中がやっているやり方というのは、危険かどうかの評価は今のところできないけれども、我々が持っている工学的なプロセスを可能な限り重ねようということで、リダundancy (redundancy) は気にしない。凝集やって、吸着をやって、オゾン使ってどんどんやるわけです。結果はどうなっているか全然わからないのです。評価なしなんです。せめてエームス・テストのような試験を用いて、多少でも用いたプロセス群が水質の危険度を減少させているかどうかというエバリュエーションができないかというのが、多分ロッテルダム連中がこれを行った理由だろうと私は思います。私どもも今まではエンジニアリング・システムというのは、エバリュエーションがあって最適設計を考えるというのが工学部の役目だったわけですが、安全という問題がかかわってくると、危険は検討できるけれども、安全はわからないということになると、もう単純なエバリュエーションはなしでシステムを組まなければならない。経済的なペイをだれかがしてくれる限りは、システムを重ねるということになってしまうわけです。これは今の水道の悪い水に対して取り得る唯一の方向なわけです。それを歯止めをかけようというわけではないけれども、それがせめても何がしかの半定性的、半定量的な理解の上でもやれないかというのが、最初の我々の発想でもあるのです。

早津 ぼくはいつもこういう疑問にぶち当たるのです。例えばある水について、タップウォーターでも原水でもいいですけれども、あるエームス・ポジティブな結果が出たとします。活性物質をずっと調べて突き詰めていったら、例えばベンツピレンだったとします。そうするとベンツピレンというのはあまり変異原性が強くない。真ん中よりちょっと下ですね。しかし、発がん性を考慮すると大変こわいことです。ところが、逆にエームス・テストで同程度に陽性であっても、ずっと調べていったら、実は焼けこげの Trp-p-1 だったとします。そうすると普通の焼肉からできる変異原物質の発がん性というのは、変異原性に比べて弱いということが大体わかってきたのです。変異原性の強さはやたら強いけれども、それにリニアリティは決してなくて、むしろ弱い、それならベンツピレンに比べて毎日摂っている量からすれば問題ないということになるかもしれないのです。だからやはりトータルの変異原

性を調べて、最初に黒木先生がおっしゃったように、ポジティブなものが出たときには、これはやはり原因を調べなければいけないと思うのです。

黒木 だから BOD というのは、ぼくはよく知らないのですが、おそらく同じように、BOD が異常に高いときはどこかのプロセスが悪いんじゃないかと調べていくときの手段だったわけですね。それが今は BOD が安全性とか何かの対象になっていて、サケが川へ戻るとかいうふうに使われているというふうに拡大されている。だからエームスもやはりポジティブに出たら非常に問題なので、そのときはさかのぼって確かめる、そういうモニタリングのシステムとしては非常にいいと思います。

早津 だからどこかの工場かなんかでやたらとエームス・ポジティブなものを、量は少ないけれども、たれ流してくるというようなことが見つかる可能性はあります。TOC、トータル・オーガニック・カーボン、それでは見つからない。だけどエームス・テストに引っかかってくる、そういうケースはあり得ますね。だからやはりそれは項目として、将来取り入れていくというのはリーズナブルなことではないかと思います。

丹保 幸いエンジニアでもトレーニングを受ければできる研究ですね。熟練すればできるわけですから。

黒木 ただ、水の場合は濃縮するわけだから、濃縮方法というのは非常に難しい問題です。

丹保 そうですね。下水をストレートの濃度ではできないというようなことがありますね。それからもう1つお聞きしたかったのですが、ボラタイルなものをエームスでテストするときはどう扱うのですか。

早津 先程、私がいったジクロロメタンとクロロホルムの場合は、デシケーターの中にプレートを入れて、

その中にボラタイルなアトモスフィアを作ってテストをやっているらしいです。

丹保 私のところは密封した加圧コンテナを考えてやろうとしているのです。ところが気相の方に逃げるのがあり、へたに気相を少なくすると今度は酸素のない状態が出たりしますので、どうしたらいいかと考えているところです。

クロロホルムに変異原性が出ないのは、もしかしたらボラタイルなものだから出ないのではないかというような疑いを持っているのですけれども、そんなことはございませんか。

黒木 塩化ビニールのモノマーですね。ボラタイルだけで、これをガス状でやると突然変異性が検出できます。しかし、溶かしてやると出ないのです。それもデシケーターでやっております。

丹保 デシケーターというと雰囲気はガスになりますね。

早津 ガスがプレートの上に自然に少しずつしみ込んでいって、細胞と接触するわけです。

丹保 そうするとガス・コンタクトかもしれませんね。それなら液系で培養するようなテストの方がよろしいようなことはありませんか。

早津 液系では出ないのです。クロロホルムだってみんな死んじゃいます。

黒木 ガス系でやるときには、ものすごい高濃度になってしまいます。

河内 水の場合も適切であるかどうか難しいと思います。水の変異原を一種のインディケーターとして使う。モニタリングをしていて、たまたま高い値が出てきたら、さらに詳しく調べる。

丹保 私どもはエームス・テストをようやくできるような状態になったばかりで、私の研究室はエームス・テストをまだしたことがないのです。レック・アッセイは簡単なものですから、液系の培養のレックをすでに少しやりました。それはずいぶん出ます。北海道のフミンの塩素化合物からポジティブな結果がじゃんじゃん出てまいります。

早津 レック・アッセイはカテゴリーが違うのですね。変異原性とはダイレクトに結びつかないで、細胞が死んじゃうような大きなダメージも含んでいるのですね。

丹保 そうですね。だから感度はむしろ高いから、逆にいうとそっちがいいのかなという話も、我々の乱暴な話ではあるのです。

ま と め

早津 それはかえって国民をおどかす可能性があり

ますね。飲み水の問題だから国民がすごくセンシティブだと思うのです。だから学者側でやたらと大きな数字をパッパッと出すのはかなり慎重にしなければならない。レック・アッセイのエバリュエーションというのは、本当に国際的にきちんとできないでしょう。エームス・テストのエバリュエーションはさんざんみんなやっておりますけれどもね。

さて、まだまだ、お話を伺いたいところですが、時間もなくなってまいりましたので、最後に今後どんな問題があるとか、どういようなことをこれから心がけていかなければならないかというようなことを一言ずつおっしゃっていただきたいと思います。

河内 私は実際現場へ出ていろいろな地域のトリハロメタン濃度ををはかっているところへ行ってみたりしています。トリハロメタンの濃度の高い地域と、肝臓がんの分布を見てみるとかなり関係があるように見える地域もあります。しかし、そう簡単に関係があると結論はできない。というのは、発がんということは非常に複雑なイベント（現象）だからです。かつて慢性肝炎が流行したような地域、肝ジストマや日本住血吸虫がいるような地域で、水を飲んでいて人でも、毎日その水を飲んでいて人と、東京へつとめていて人とまた違うはずです。普段から、DDTとかBHCが入ってくるような可能性のあるような食べ物とか水をひんぱんに摂っているような人、お酒を毎日飲んでいる人、毎日長期連用の薬を飲んでいるような人とかで、1人1人でずいぶん発がんの条件というのは違うと思われる。しかし変異原性のデータはいろいろあるけれども、発がん性のデータというのは、定量的に見ると非常にずさんな発がん実験しかやられていないのですね。それでいろいろなことを計算したり、論じているのです。だから、ひとの発がん性と結びつけて考える場合に、発がん性があるといっても、単品の実験しかやっていないから、ひとの発がんのように複合汚染ということを考えるとますます難しい。ひとの発がんの問題というのは複雑なものですから、水に変異原性が見つかったり発がん物質が見つかったりしても、あまり短絡しないで考えていく必要があるのではないかと思います。

黒木 大体河内先生のおっしゃったことに尽きるのですけれども、やはりエームス・テストでも何でも、データとそれから評価というのはまた別で、かなり気をつけなければいけない点があるのではないかと。特に変異原性について誤解を与えないようになきちんとした評価が必要だ。それからぼくは今まで水のことをほとんど考えたことがなかったのです。今まで水を危険だ

なんて思っていないで、非常に安心して飲んでいたわけです。先程から安全性の評価にはならないということをしたし、それから安全性ということは水質の方でもいえないということですけれども、1人の消費者として考えれば、やはり水は安全であってほしいということを一番に考えます。

丹保 今黒木先生がいわれたような、本当に安全な水というのは、今まで飲んできた水が安全かどうかということも含めてわからないわけですね。我々のやっている施策のベクトルが、どっちを向いているかというようなことの非常に微量な有機物についての扱いの1つのインディケーターにしたいなと考えているわけです。それではどこを注意したらいいのかというようなことを、今まで非常にシャープながんの研究をしていらっしゃる先生方にちょっと関心を持っていただきまして、我々が伺いにあがった折に、このへんは気をつけろよと、それからいろいろなデータが出た場合には、これはどういうふうに先に進めたらいいかというサジェスションを水の問題でいただけたらありがたいと思います。

早津 今丹保先生がおっしゃったように、研究体制の問題があると思うのです。今まで黒木先生もおっしゃったように、水の問題というのは生物学者からの関心が薄いと思うのです。水というのは自動的に安全

なものだと思って飲んでいる。けれどもそうではなくて、これは考えてみると毎日何リッターか飲んでいるわけですから、非常に大きな問題なんですね。だからこれからいろいろな、今ここで取り上げられた幾つかの未解決の問題、例えば濃縮の方法のテクノロジーの問題とか、アッセイのときのいろいろなアーティファクトとか、モジュレーションみたいな問題とか、そういうのは生物学者側は持っているわけだから、そういう人たちがもうちょっと参画して、研究を進めていくことが必要だと思います。

私も以前、河内先生からいろいろプッシュされた関係もあって、濃縮法をいろいろ自分で考えたり研究したりしているわけですが、濃縮法の問題というのは学問的には非常におもしろい問題だし、実際上非常に大きな問題なので、そういうことに対して、工学・薬学関係の方だけでなく、生物あるいは化学の方からそういうことをやるような研究者が続々あらわれるということが大事だと思います。ですからこれから将来に向かって飲料水の原水と、それから将来に向かって飲料水の原水と、それから実際にタップウォーターの質というようなものについて、我々がますます注意を払っていかねばならないのではないかというふうに感じました。

* * *

第4回(社)日本水質汚濁研究協会セミナー 終了の御礼

6月14、15日「有機ハロゲン化合物による地下水汚染とその制御対策——環境変異原と生体影響——」と題して、本協会主催第4回セミナーが行われました。最近、わが国においてもテトラクロロエチレンやトリクロロエチレンなどによる地下水汚染が社会問題になっていることもあり、北は青森から南は鹿児島まで120余名の方々に参加していただきました。会員と非会員の比は約2:1であり、本セミナーを通して会員になられた方々も多数おられました。長時間にもかかわらず、質疑応答も真剣かつ活発であり、講師の諸先生方の御協力のお蔭で内容的に密度の高いセミナーでありました。

本セミナーが成功裡に終わりましたことに対して、講師並びに会員諸氏に、紙面を借りまして御礼申し上げます。

第4回(社)日本水質汚濁研究協会セミナー係

第4回セミナーの熱心な受講者たち