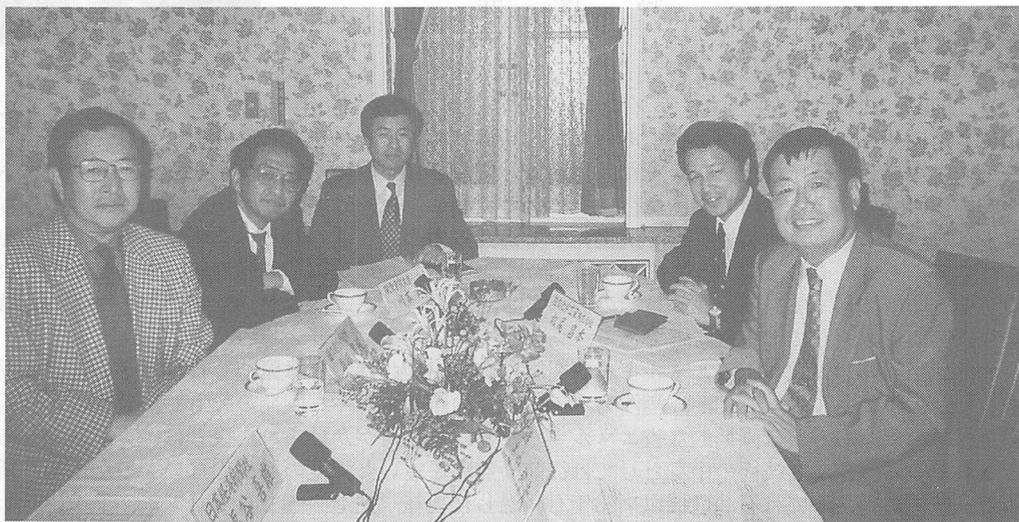


エネルギー・資源学会 新春座談会

「環境ホルモン問題とその対策」



はじめに

司会 きょうは、大変お忙しい中お集まりいただきましてありがとうございます。

エネルギー・資源学会では、新年号は必ず座談会で冒頭の記事にすることが恒例になっており、毎年毎年、その年の最も注目される問題を取り扱ってきております。一昨年は、環境税の導入の是非について産業界と学界との間でかなり激しい議論をしていただきました。昨年はトヨタの「プリウス」など、高効率、環境にやさしい自動車が出ましたので、自動車の将来ということでの座談会をいたしました。

今年は何が問題かということになりますと、やはり「環境ホルモン」に代表されるような有害物質の問題が一番注目されることではないかということで、今日のこの座談会になったというわけです。

お集まりいただいた方は、学界、産業界、マスコミといった分野で色々とこの問題について発言しておられる方々であります。学会誌らしく、危険だ、危険だというようなセンセーショナルな取り扱いではなくて、問題点がどこにあるのか、これから研究すべきことは

出席者

森田 昌敏氏

国立環境研究所 統括研究官

川本 克也氏

関東学院大学工学部教授

松尾 昌季氏

住友化学工業(株)生物環境科学研究所
研究主幹(大阪大学客員教授)

塩谷 喜雄氏

日本経済新聞社 編集委員

*吉田 邦夫氏

東京大学名誉教授

*は司会者(順不同)

どういことなのか、どのようなデータが必要なのか、法的あるいは工学的にどんな対策が必要なのかといったようなことを、会員の皆様におわかりいただけるような形でお話をいただければありがたいと思う次第です。

きょうの仮タイトルを「微量有害物質」としてあり

ますが、これはこの学会の編集委員のメンバーは必ずしもこの分野の専門家ではありませんので、「環境ホルモン」といった表現で全部入っているのだろうか、それ以外にもいろいろ「微量有害物質」というものがあるのではないかと、こちらのほうが包括的でいいのではないかとこのようにタイトルになっています。「微量有害物質」と言われるものと、「環境ホルモン」—これは正確には「内分泌攪乱化学物質（ED：Endocrine Disrupter）」と言われますが一との間の関係をまずどう考えるか、「環境ホルモン」と称されるものだけで話が済むのか、もう少し広く考えなければいけないのか、その辺を明らかにしてからスタートさせたほうがいいと思いますが、森田先生どうでしょう。

森田 こんな形で整理されているんです。有害化学物質によるヒトの汚染、あるいは生き物による汚染は、量的に多く暴露されて、そのために中毒をする問題が、1970年ぐらゐまで主流を占めていたんです。それに対して公害対策が打たれてきたんですが、その次に、それではもっと微量で、しかも非常に長期にわたって暴露されていったときに、どういう影響が出るだろうかというのが課題になって残ってきたわけです。

その一つが、遺伝子に対する傷が残って、その傷の影響が出てくる問題ではないだろうかということ、1970年代から急速に遺伝子が修飾される、あるいは遺伝子が壊れていくようなものを軸に展開されてきたんです。それは別の表現をすると、癌の問題とか、あるいは突然変異の問題とか、あるいは一部催奇形性の問題とか、議論がだいたいぶまとまってきました。したがって、有害化学物質の非常に微量なものの影響というのは、基本的に癌を軸に展開されてきました。そして1990年代に入って遺伝子への影響の対策が打たれ始めまして、1993年には例えば水質汚濁防止法の改正がなされますし、1996年には大気汚染防止法がやはり発癌性を軸に規制が考えられてきたという背景があります。

そのときに、遺伝子だけの問題だろうかというのがもう一つ残ってきました。遺伝子以外の作用でもって次の世代に非常に長期的に微量でも作用を受けたときに影響が残るかもしれない。その問題が、実は今、「環境ホルモン」の問題として浮かび上がってきているということです。

したがって、有害化学物質の問題は、基本的には2本立てになります。遺伝子の損傷を軸とした発癌その他の問題の一つです。もう一つは、「環境ホルモン」

のように次の世代に微量で影響を与えるかもしれないものについての対策です。これが主な二つの軸として、まだこれからも続いていくかなと思っています。

司会 そうすると、微量有害物質ということで大きくとらえて話をしていくほうがよろしいですね。

森田 それがいいかどうかは別問題です。つまり、読者が何に重心を持って読みたいと思うかというのは別のレベルになりますから、有害性という点に関してはこの問題は二つとも残りますが、関心度の高さはたぶん「環境ホルモン」のほうにシフトしているだろうと思います。

環境ホルモンの歴史的経緯

司会 それではそういう形で話をさせていただこうと思います。

「環境ホルモン」と総称される問題ということになると、きょうの松尾先生の資料にも書いてありますけれども、1991年のWWF（世界野生生物基金）のウィングスブレッド会議から始まって、『奪われし未来』（Our Stolen Future）という1996年の出版物から一般市民にまで広く認知されるようになったと言われておりますが、この辺の歴史的な経緯、今日に至るまでの流れについて、松尾先生お話しいただけますか。

松尾 歴史的経緯ということですが、実は91年のウィングスブレッド会議以前から、いろんな事象があらわれてきていることが報告されております。特に野生生物が多かったんですが、カワウソとか、ミンクが激減しているとか、あるいは卵の殻が非常に薄くなって、親鳥が上に乗るとつぶれて孵化できないというような話とか、レスビアンカモメが出たとか、ワニのベニスがい小さいとか、野生生物はアメリカの研究ですが、こういったものが既に報告はされていたわけです。

それがいわゆる「環境ホルモン」と結びついたのは、やはりウィングスブレッドで、シーア・コルボーンらが多くの事象を全世界から集め、恐らく内分泌攪乱物質が原因であろうと主張したときからということになります。

“Our Stolen Future”には、ゴア副大統領が名前入りで序文を書いていることもありまして、世の中が騒ぎ始めたということですが、事象としては随分前からあったわけです。これを「環境ホルモン」と結びつけたのは、“Our Stolen Future”ではないか。ただ、これも完全に結びつけたというわけではなくて、どう



松尾昌季氏

もそうらしいという問題提起なんです。結論ではなくて、問題の提起なんです。

アメリカのEPA（環境保護局）が一番あわて始めました。といいますのは、いろんな法律の絡みで、時限立法的に1998年8月までに少なくとも試験法を提案しなさいという命令が下ったわけです。

実際にそのためにEDSTACというものがつくられました。これはEPAの諮問委員会ですが、「Endocrine Disruptor Screening and Testing Advisory Committee」という長い名前の略です。彼らのやらなければならないことは、どのような試験をしたらいいのか、その試験法のレコメンデーションを行うことだったわけです。（表1）といいますのは、当時、影響があるとか、ないとか、文献がいっぱい出てきまし

て、自画自賛で「おれのところのアセスの方法は非常にいい」とか、「いや、おれのところの感度がいい」ということで、データがバラバラに出てきまして、一つの物に対していっぱいデータが出てきて、一体どれが本当なのかわからなくなってきているということがありました。それでは統一して、本当のところを調べようではないかということで、ちゃんと評価及び検証のきいた方法をつくろうというのが大きな動きになったわけです。

これとほとんど同時にOECDでも活動を始めまして、四、五年前、ロンドン近郊のウェブリッジで、私もそれに参加したんですが、ともかくきちっとした試験法をつくろうという狙いで会議が行われました。以来、OECDは毎年、試験法の確立ということで会議を持っております。私はその委員で出ております。

その間、彼らは非常に冷静で、科学的に対処してきた。それに対して日本はマスコミが、事の真相も知らずに、データだけをとらえて騒ぎ立てたという感じがするんです。やっと今、日本もきちんとした試験法で、評価をしようというところまでレベルが上がってきていると思います。それが今日までの大ざっぱなきさつです。

今、国からお金をとっていただいて、126億円ですかね、森田先生もそのお一人ですけれども、（笑）やはり試験法の確立とモニタリングですね。モニタリングは、環境と人体をやるということですが、そういうことに金を使うという運びになっております。

表1 EDSTACのスクリーニング/試験法（EDSTAC, 1998）

ティア1スクリーニング（TIS）

選択1

in vitro試験

1. エストロゲンレセプター結合またはレポーター遺伝子アッセイ
2. アンドロゲンレセプター結合またはレポーター遺伝子アッセイ
3. ステロイド生合成アッセイ（精巢）

in vivo試験

1. ゲツ歯類3日間子宮アッセイ
2. ゲツ歯類20日間思春期雌性アッセイ（甲状腺）
3. ゲツ歯類5-7日間Hershbergerアッセイ
4. カエル変態アッセイ
5. 魚類性腺復帰アッセイ

選択2

in vitro試験

1. 胎盤性アロマトーゼアッセイ

in vivo試験

1. 改良ゲツ歯類3日間子宮アッセイ
2. ゲツ歯類14日間非去勢成熟雄性アッセイ（甲状腺）
3. ゲツ歯類20日間甲状腺/思春期雌性アッセイ

ティア2試験（T2T）

哺乳動物

1. 二世代哺乳動物繁殖毒性試験または
 - 1) 代替哺乳動物繁殖性試験
 - 2) 一世代繁殖試験

環境生物

1. 鳥類繁殖試験
2. 魚類ライフサイクル試験
3. アミ類ライフサイクル試験
4. 両生類発生生殖試験

司会 何かマスコミのことが出ましたが……。 (笑)

環境問題を象徴する出来事

塩谷 ある意味では現代の環境問題を象徴する出来事が、たぶんこの「環境ホルモン」問題には含まれているんだろうと思います。

一つは、シーア・コルボーンたちのウィングスプレッドの会議もそうですし、その後の“Our Stolen Future”という本もそうですが、必ずしも訓練されたアカデミズムの研究者たちだけが集まったのではなくて、むしろどっかかといいますと、現場で白頭ワシを観察しているとか、環境自然保護の現場のアマチュアたちがやってきた記録の中から出てきたいろんな異変について、シーア・コルボーンという人ももともとはアマチュアで、後から大学に入り直して化学をやったという女性ですが、そういう人たちがうまく組織をして、上手に話をつないで、話としては野生生物における幾つかの異変を、ある種の物語としてつむぎ出した。この辺がすごく巧みだったんだろうと思います。ですから、実質的な意味での安全の問題というよりは、みんなが心に思っている不安の問題といいますか、安全よりも安心の問題に非常に強く働きかけた。先ほど日本のマスコミはエモーショナルだという指摘がございましたが、“Our Stolen Future”そのものがかなりエモーショナルな記述がつらなっているものでもあるんだろうと思います。

ただ、もう一つアメリカという国のすごいところは、ホワイトハウスですぐ会議を開きまして、先ほど言われましたように、EPAに対して早くその具体的な手立てをとれと動いたところです。プラグマティズムの国ですから、まずきちんと検出する手法が必要だろう、因果関係を明らかにして、それで考えようではないかと。ですから、行政のサイドは非常に実務的に、実質的に反応して動き始めた。研究所に新しい「環境ホルモン」の対策の部門までつくってスタートさせている。もう一方では、著作物でもってキャンペーンを張る。そこにアル・ゴア副大統領が自筆の序文を寄せて、この問題に関心を高めさせるという、言ってみれば巧みな方法といえますか、2本立てでうまくやってきた。

欧州は、昔から野生生物の危機に対しては、環境保護団体間のネットワークみたいなものが発達しています。それとアカデミズムとの関係が日本なんかとは違ってツーカーのところがありまして、そういう意味

では、昔からいろんな形で政策の中に取り込まれて、微量有害物質対策が結構浸透してきた。

公害先進国でうまくやっていたみたいに思っていた日本が、そして日本のマスコミも、1冊の本であわてたというところが、たぶんあるんだろうと思いますね。具体的なアメリカの動き、OECD、国際機関の動きやヨーロッパの動きを追っていけば、この本はキャンペーン用の本だし、ちょっと大きさに書いてある本だよ。ただ、問題は幾つかあるから、日本も対策には乗り出さなければいけないですよという話で済んだ話が、エモーショナルな本をもとにさらにエモーショナルな反応を引き起こすような流布のされ方がしたんだと思うんです。

日本にとって必要なのは、心理的な安心の分野を不安で揺さぶったわけですから、それを収めるだけの安全のための仕組みをちゃんとつくらなければいけなかった。それがおくれればせながら日本でも始まってきましたというのが、今の段階だろうと思っています。安全というのは、基本的には専門家の分野ですから、大変難しい工学的な手法があったり、いろんな積み重ねがあって、システムとしての安全が保たれているわけですが、それでも、安心というのは心理の問題です。マスコミというのは、いつもそこからスタートするところがあります。

環境ホルモンの種類

司会 今、「環境ホルモン」と言われるものが随分いっぱい、次から次へと新聞に取り上げられる状況にあるんですが、そもそも幾つぐらいあるのか。98年9月号の『エネルギー・資源』に京都の伊藤先生が、とりあえず約70種類ぐらいということを書いておられるんですが、その辺、どのようなものがどのぐらいあるのかということについて、たまたま川本先生が資料を配っていただいていますので、ご説明をいただきます。

川本 どういったものが「環境ホルモン」と疑われているかということは、与えられたものとして、環境庁の内分泌攪乱物質調査会のほうで、一応こういったものが疑われているということで、約70種類出されたものを拾ってきました。たまたま最近記事を書かなければいけないことがありまして、こういったものの物理化学的な性状を調べてみようということで、調べて表にしました。(表2) まだ細部を詰めていないので、だいぶ修正が必要かと思えます。あと金属などにも実

表2 環境ホルモンと疑われる物質の主な物性とその用途

物質名	分子量	融点(°C)	蒸気圧 (mmHg)	オクタノール 水分配係数	水への溶解 度(mg/l)	用途	物質名	分子量	融点(°C)	蒸気圧 (mmHg)	オクタノール 水分配係数	水への溶解 度(mg/l)	用途
ヘキサクロロシクロヘキサン	290.8	159-160	3.17E-02	3.71	1.4	農・殺虫剤	ヘキサクロロベンゼン	284.8	231	1.09E-05	5.23	5.0E-03- 3.50E-02	農・殺菌剤
カルバリル	201.2	142	5.00E-03	2.34	40	農・殺虫剤	ベノミル	290.4	140	3.70E-08	1.36	3.8	農・殺菌剤
クロルデン	409.8	104-107	1.00E-06	5.75	5.60E-02	農・殺虫剤 シロアリ駆除剤	マンゼブ	—	分解			6	農・殺菌剤
オキシクロルデン	423.8					農・殺虫剤	マンネブ	265.3	分解	<7.50E-08		0.5	農・殺菌剤
トランスノナクロル	444.2	128-130		5.08	6.40E-02	農・殺虫剤	メチラム	1088.7	120	<7.50E-06	0.31	2.1	農・殺菌剤
1, 2-ジブromo-3- クロロプロパン	236.4	6	0.8	6.21	1000	農・殺虫剤 線中駆除剤	ピンクロゾリン	286.1	108	1.20E-07	3	3.4	農・殺菌剤
DDT(およびその代謝物)	354.5	108.5-109	1.80E-07	5.98-6.19	1.20E-03	農・殺虫剤	ジネブ	275.7					農・殺菌剤
アルドリノ	364.9	104-104.5	2.31E-05	5.17	0.25	農・殺虫剤	ジラム	305.8	250	2.40E-06	1.09	65	農・殺菌剤
エンドリン	380.9	245	2.00E-07	5.34	2.40E-02	農・殺虫剤	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	390.6	-55	2.28E-07	7.7	0.4	可塑性, 添加剤
ディルドリン	380.9	176-177	1.78E-07	4.7	0.25	農・殺虫剤	フタル酸ブチルベンジル	312.0	-40	6.00E-07	4.77	3	添加剤
エンドスルファン	406.9	84-88	1.00E-05	3.55	0.3	農・殺虫剤	フルタ酸ジベンチル	306.4	-40		4.77	3	添加剤
ヘブタクロル	373.3	95-96	3.00E-04	5.44	5.60E-02	農・殺虫剤	フルタ酸ジヘキシル	334.4					添加剤
マラチオン	330.4	2.85	1.25E-04	2.36	1.50E-03	農・殺虫剤	フルタ酸ジプロピル	250.3					添加剤
メソミル	192.2	78-79	5.00E-05	0.6	0.58	農・殺虫剤	フルタ酸ジ-n-ブチル	278.4	-35	0.1(89°C)	4.9	400	接着剤, 潤滑剤
メトキシクロル	345.7	86-88		4.83	1.00E-05	農・殺虫剤	フルタ酸ジシクロヘキシル	330.4	61	0.1(89°C)	5.5	0.2	可塑性
マイレックス	545.6	485	8.00E-04	6.89	0.2	農・殺虫剤	フルタ酸ジエチル	222.2	-40.5	0.05(70°C)	2.47	896	香料の保留剤
トキサフェン	413.8	65-90	0.3	3.7	0.4	農・殺虫剤	アジピン酸ジ-2-エチル ヘキシル	370.6	-65	1.00E-03 (85°C)	8.1		農ビ用フィルム原料 ゴム用軟化剤
アルディカーブ	190.3	98-100	1.00E-03	1.13	0.1-1.0	農・殺虫剤	オクタクロステレン	379.7					副成物
ケボン	490.6	350			7.6	農・殺虫剤	ヘブタクロルエポキシド	389.3	157-160			0.35	防虫剤
ベルメトリン	391.3	35	3.40E-07			農・殺虫剤	2, 4-ジクロロフェノール	163.0	45	1.33	3.06	4.5	染料中間体
シベルメトリン	416.3	60-80				農・殺虫剤	トリブチルスズ	595.6	53	7.50E-07		4	船底防汚剤
エスフェンバレレート	419.9	59-60.2	5.00E-07	6.22	0.3	農・殺虫剤	トリフェニルスズ	385.5	49-50	<0.1(30°C)		0.73	船底防汚剤
フェンバレレート	419.9		2.80E-07	6.22	<0.02	農・殺虫剤	ニノルフェノール	220.4	-8	0.1(89°C)	3.29	11	界面活性剤
ケルセン	370.5	78.5-79.5	室温では無視	3.54	0.8	農・殺虫剤	ベンゾフェノール	182.2	48.5(α体)	1(108.2°C)	3.18		医薬品原料
ペンタクロロフェノール	266.3	190-191	1.10E-04	5.01	80	農・除草剤	ビスフェノールA	228.3	150-155	3.96E-07- 8.70E-10	2.2	120-130	樹脂原料
2, 4, 5-T	255.5	154-155		4	278	農・除草剤	スチレンダイマーおよび スチレントリマー	208.3 312.4					副成物
2, 4-D	221.0	138	0.4	2.81	890	農・除草剤	ポリ塩化ビフェノール	—	233-253	<7.50E-05	5.58-6.57		生産中止(熱媒体)
アミトロール	84.0	175-177		1.9	280000	農・除草剤	ポリ臭化ビフェノール	—			6.57		生産中止(難燃剤)
アトラジン	215.7	173-175	3.00E-07	2.55	7.50E-02	農・除草剤	ダイオキシシン類	322.0	295	6.40E-10	7.02	7.20E-10	非意図的生成物
アラクロール	269.8	39.5-41.5		2	240	農・除草剤	ベンゾ(a)ピレン	252.3	176-179	5.00E-09	6.5	3.80E-03	非意図的生成物
シマジン	201.7	225-227	6.10E-09	1.96	5	農・除草剤	4-ニトロトルエン	137.1	51.6-52.1	0.1	2.4	160	合成中間体
ニトロフェン	284.1	70-71	8.00E-06		1.2	農・除草剤	n-ブチルベンゼン	134.2	-88.5		1	4.38	
トリフルラリン	335.3	48.5-49.5	1.99E-04	5.07	0.01	農・除草剤							
メトリブジン	214.3	126	1.5		1050	農・除草剤							

注(1) 参考文献としては以下のもの他にインターネット上のホームページ各種を参照した。

- 1) 環境庁化学物質研究会：環境化学物質要覧，丸善(1997)
- 2) L. H. Keith：Environmental Endocrine Disruptors, John Wiley & Sons(1997)
- 3) 日本環境協会：化学物質の物理化学性状測定法，産業図書(1987)

(2) 蒸気圧は，原則的に20～25°Cの値を示し，それ以外の温度のデータについては温度を表記した。

(3) オクタノール/水分配係数(Pow)は，log(Pow)として示した。

(4) ダイオキシシン類の欄には2, 3, 7, 8-TCDDの値を示した。

はあるんですけども、そういったものが入っていません。かたがた、若干の抜け落ちはあります。

こうやって見ますと、半分以上が農薬ということは間違いなくそうですが、農薬の中でも、恐らく半分ぐらいは現在の日本あるいは先進国を含めて使われていないとか、あるいは日本では農薬登録がそもそもされていないものだろうと思います。全体の3分の1ぐらいが一般的な工業化学物質ということで、例えばフタル酸系のプラスチックの添加剤とか、最近、「環境ホルモン」というとすぐに名前が挙がるビスフェノールAとか、あるいはノニルフェノールといったものになると思います。ダイオキシンとか、ベンゾピレンといった非意図的に生成してくるような物質もありますけれども、全体としてはこのような構成かと思えます。

どういう観点でこの物性を調べたかといいますと、環境中にどのくらい存在しているかとか、そういった環境汚染の実態が次にたぶん話題になると思いますが、環境汚染の実態を実際に測定するという行き方と、もう一つ簡単な性状から、例えば水の中にどれくらい存在しているだろうかとか、大気中にどれくらいの濃度で存在しているかというのを机上で計算することもできて、そのためにこういった物性を整理してみたということです。

典型的な例ということで網かけをしておきましたけれども、例えばビスフェノールAは、水に対する溶解度は水1リットル当たり100mg以上ありまして、逆にダイオキシンは一ここに挙げていますのは2, 3, 7, 8-TCDDですが10-10mgということで、大きな差がある。

表の中には載せていないんですが、ビスフェノールAというのは水の中では微生物の働きでよく分解してしまうものです。その一方でダイオキシンのように極端に分解しないものもあるとか、一言で言えば千差万別で、十把一からげでは議論できないということを、ここで示したかったというわけです。

司会 一昨年でしたか、たしか環境庁の中間報告というのがあって、有害物質は134種類というようなことが新聞に出たことがありますよね。あの有害物質というのは、広い意味での134種類ということですね。

森田 はい。全然違った観点です。

「環境ホルモン」の疑われる物質にはどんなものがあるか、その数は幾らぐらいかという議論がありますので、ちょっと補足いたしますと、まずこの種のリストは、いろんなところがいろんなふうにお持ちで、正

確にこれだというのはまだ決まっておられません。環境庁は、「環境ホルモン」に関する委員会の中間報告書を出したんですが、私もメンバーに入っていたんですが、基本的にそのリストはWWFのグループがとにかく主張しているものを拾い出して、それから環境調査をまずやることから始めてはどうかということで選出したのが67種類です。したがって、その67種類に限られているわけでもありません、またその67種類の物質が「環境ホルモン」作用が非常に強いというわけでもないんです。調査をするに当たって、何から始めるかというときに、WWFが指摘されているものとはとにかく調査しましょうというので選出したのが67種類です。ただ、これがちょっとひとり歩きしまして、それだけが「環境ホルモン」であるとか、あるいはそこに載っているからすぐ体に悪いとか、そのような使われ方をしていて大変よろしくありません。今、厚生省は約140ぐらいを選んでおりますし、それから西ドイツも調査を始める準備をしていて、やはり150ぐらいのリストがつくられています。

リストの作製は、「環境ホルモン」としての性質を持っているという定性的な部分と、その性質の強さがどのぐらいかというやや定量的な部分を含めてやらなければいけないんですが、今のところそういう作用があるかどうかという定性的な部分で、しかも非常に数も多く出てきているという状況です。

なお、ご存じのように、EPAはこれから、商業的に利用されている化学物質について、そういう作用があるかどうかということの全面的な調査を展開することになっておりまして、さしあたり1万5,000種位に網かけを始めますので、その過程でどのぐらいの数がそういう性質を持つか確定してくるだろうという状況



森田 昌敏氏

にあります。

司会 何しろ化学物質は30万種以上あるわけですから、大変ですね。

森田 少なくとも10万種ぐらいはマーケットに出ていますから。

リスク評価

司会 だんだん問題がクリアになってくるわけですが、一番問題はリスク評価ということになってくるわけですね。私のような素人はにわか勉強でいろいろ本などを見ますと、「危険性」ということを書いてあるのを見ると、我々が今までやってきた工学の立場からいくと、すべて仮説ではないかという気がするんです。何か非常に実証性に乏しい話が並んでいるという気がします。一方で、マスコミの取り上げ方は、「黒か白か」という話がすぐ出てくる。そうではなくて、もうちょっと冷静な話があってもいいのではないかと思って見ているんですけども、このリスク評価に関する取り組みがどういう形で行われてきているのか、森田先生、お話しただけませんか。

森田 リスク評価というのは、言葉は立派なんですけど、実証科学的なのか、それとも行政なのか、よくわからない。中間領域なんです。行政だという意味は、ある種の社会的なルールとして、このようにやりましょうというのが、行政ですね。科学というのは、そこについて十分科学的な根拠を持って、実証的にそうであると推認できるというのが、少なくとも科学です。実は、リスク評価あるいはリスクアセスメントという言葉はちょうど中間領域にあります。

なぜ中間領域にあるかということ、証明することが非常に困難な問題を扱っているからです。例えば、ある物質に発癌性が発生する。そして、発癌のリスクが10万人に1人起こりますというようなステートメントをするんですが、そういうことが起こり得るかどうかを、例えば動物実験で検証することは不可能です。それをやろうとすると、例えば100万匹のマウスを飼った動物実験を設計しない限り、できない。つまり、観測域というのはずっと上のほうにあって、観測できる変化というのは、例えば発癌の実験でも数%ぐらいのネズミが癌になったときに初めて観察できるんです。それより低い 10^{-4} とか 10^{-5} の確率で起こる現象は、実験科学としては証明できない。証明できないところをどうやってつないでいるかということ、例えば発癌の遺伝子

の損傷みたいなものが起こっていたら、それがつながるのではないかという推論を立てる。しかし、そういう推論にしても、例えばDNAの修復酵素が働きますから、果たしてそこまで伸びているかというのは本当はわからない。ただし、一応合理性を持つ推論と考えると、閾値がないものとして計算しましょうというような、ある種の約束事をしたんです。それは純粋な科学とはちょっと違った世界です。しかし、そうやって約束事をして、リスクの評価をすると、例えばある物質にこのぐらいの濃度で、このぐらいの期間さらされると、その人の癌になる確率は 10^{-5} ですという計算ができる。それが実はリスク評価なんです。

それまでの毒性学はどういうことをやっていたかということ、ある量のところで悪い影響が観察されない領域が存在する。それを無作用量と言っているんですが、その無作用量をもとに許容量を設定するというをずっとやっていたんです。ところが、無作用量というの、実は正確な表現ではなくて、作用が観察されない領域です。作用が観察されないもつ下の領域というのは、実はだれも知らない。だれも知らないところに、ある種の推定を加えていて、普通の物質、発癌性のない物質については、ある領域下では作用はゼロになりますという仮定を置いて、ある種の割り切りをやっていた。しかし、癌の場合については、遺伝子の損傷が並行して起こっているんで、それはずうっと少量でも影響がゼロではない、非常に小さくなるけれどもゼロではない。確率表現できるというのが癌です。

その次に、「環境ホルモン」になってはたど困ってきたのは、ある非常に微量なもので起こるかもしれないし、起こらないかもしれない。閾値があって、ある量以下だと全く作用が見えないというように判断することもできるし、あるいはそうではないという学者もいる。つまり、閾値がなくて、下のほうでも影響が出るんだと考えている学者もいるという状況に今のところはありまして、癌ほどはっきりとコンセンサスが得られない。それ自体がある種の研究対象であったり、あるいは学問的な論争の争点になっているという状況にあります。

川本 「環境ホルモン」の場合には、受け手が成人であるか、あるいは胎児であるかという、受け手の存在している時期みたいなものもまた一つ、要因として入ってきてしまうと思うんです。今まで発癌の場合には、そういうことはあまり考えなかったですね。だから、問題がまた複雑になってきているかと思います。

松尾 今おっしゃったのは、フェーズが二つありましてね。一つはイン・ウテロ (in utero) と言って、経胎盤暴露ですね、子宮内暴露といいたいでしょうか。まさに器官形成期に入ろうかなというときに、ホルモンというのは非常に効いてくるわけですね。特にメス、オスの形態を決めるレベルというのは、非常に微妙なときであります。そういうときにちょっと変なホルモンが入ってくると、効きが強くなるということですね。エストラジオールという女性ホルモンそのものを使ってやった実験がありまして、それによると間違いなく影響を受けるわけです。だから、胎生期の影響が一番大きいと言われているわけです。あと授乳期の影響ですね。その辺が胎児、幼児に対する影響です。一番効くのは発生分化の過程です。まさに形や働きの上で男性になるのか、女性になるのかという微妙なときに、そういうホルモンが効いてくる。こういうのが一番大きい。

あと長ずるに及ぶと、ご承知のようにホメオスタシスでフィードバックがきくわけです。いっぱい来ると、それを打ち消すような方向がある。だから、割と影響が少ないです。おっしゃるとおりです。

今問題になっていますのは、試験法です。人間を使うわけにいきませんので、動物実験ですと、2世代とか、世代を超えた実験をやろうということで、繁殖性試験ということになるわけです。

それと今おっしゃっているように、それをどこまで濃度を下げてやるか。従来の方法でいいのか、あるいはもう一つ濃度を下げてやるべきなのか、その辺が今、ディスカッションの対象になっています。まさに世代を超えて云々という話です。ヒトへどのように外挿していくかというのはまた別の問題だと考えます。

私個人としては、ごく低用量で作用すると考えないんです。といいますのは、胎盤透過性もバリアがあって、余計なものをなかなか通さないといういろんな仕組みがありましてね。親が食べたから、それが子にすぐに行くという話には必ずしもなりませんね。

我々も胎盤透過の実験を色々やっているんですけども、バリアがあるんです。非常に通りにくいということで、胎児を保護するメカニズムが働いている。その辺をとにかくクリアにしようということもやっています。要するに説明しませんとね。そういうことが今次問題では大きいのではないかと思います。

それから、ヒトに対する影響というのが一番難しいんです。野生生物ですと、動物はかわいいそうですけれ

ども、極端に言えばぶっかければいいわけです。それで何も起こらなければ、すぐ結果が出てくるわけですが、ヒトは非常に難しい。最終的には人間への影響評価が残ってくるのではないかと思います。

森田 リスクアセスメントという言葉は少し概念的過ぎて、実態としてそういうもののリスクが我々の生活にあるかどうかという議論はあるかもしれませんが、そのほうが少しわかりやすいかもしれませんね。

松尾 今まで日本では、リスクという考え方が定着していません。今まではハザード行政といいたいでしょうか、LD50は幾らだ、これが危ない、だからだめだと。有害性の行政がしかれているわけです。実際はリスクを考えると時には、どのぐらい暴露するかですね。それで初めてリスクができるわけですね。だから、あまり難しい理屈をこねなくても、量的な関係で、それがとんでもないことなのか、全然関係ないのか、その辺がわかるわけですね。そういう意味では、物の考え方ももし日本に定着すれば、リスクという考え方も意外と受け入れられるのではないかと思います。現段階ではだめですね。ハザード行政ですから、危ない、だめと、こういうことですね。それが世の中にしみ渡っているものですから、今回も「ビスフェノールAは危ない」「だめだ」ということになっています。(笑)

間違いなく森田先生がおっしゃったように、どのぐらい量的に関係があるのかが大切です。LD50が低く危ないのはわかっている。だけど、量的にどのぐらいなのか。これを冷静に比較するという物の考え方が定着することを期待しますね。

塩谷 私、前に原子力の取材をしていたことがありまして、非常によく似ている点がありますね。非常に低用量でも、低濃度でも、作用があるかどうかわからない。放射線被曝というのも基本的には閾値はないだろうと言われているんです。低線量被曝ほど晩発障害が出るという説まである。ですから、その後ずっと見ていかなければわからない。けども、どこかでリスクとその有用性との間で何か評価する物差しをつくらなければいけない。いろんな形で外挿して物差しをつくるわけです。IPCC等の国際機関とか、日本の機関とか、いろんなところがやって、それなりの物差しをつかって許容線量なるものを決めている。

もう一つは、それによって利益を得るといえるのか、それを職業としている人と、一般に暮らしている人との許容線量に差をつけているんです。例えば、いろんなポリマーをつくっている現場で、モノマーに日常的に

触れている人たち、それを職業としている人たちと、一般の人と区別をつけるという発想が本当はあってもいいはずなんです。ただ、放射線については、いわゆるリスクアセスメントなのか、厳密な意味でそう言えるのかどうかわかりませんが、そういう思想が実は日本でも導入されている。ところが、化学物質は、公害の問題もあるんですけども、白か黒か、危険か危険でないか、毒か薬かという、すぐわかりやすい基準ですべて律せられてしまっている。行政がなぜそうするかというと、うるさいからですよ。「危険なものを放置したのは行政の責任ではないか」と。

そこで、本当に近代的な物質と人間との関係、科学技術と人間との関係を考えてときに、本当にリスク評価とリスク管理というものを考え方として日本の社会に持ち込めるかどうかという一つの試金石が、たぶんこの「環境ホルモン」なんだろうという気がしているんです。本当に持ち込めるのかということについては、かなり疑問かなという気がしていますがね。(笑)

森田 それは難しいですよ。非常に難しいです。

まず、松尾先生のおっしゃったハザードとリスクという言葉も、普通の人聞いてもわからないと思います。ハザードのほうは、その物質が持っている毒性というある種の物性なんです。それをハザードと表現されていて、それが危険であるかどうかは、それに触れるチャンスがどれだけ大きいかによって決まってくる。あるいは、触れる量によって決まってくる。非常に典型的なのは、プルトニウムなんかそうですが、プルトニウムは非常に強い発癌物質で、非常に毒性が強いということになっている。しかし、それが現実リスクをあまり持たないのは、非常に管理されていて、一般人が触れるチャンスがないからです。

つまり、触れるチャンスがどのくらいあるかということ、毒性との“積”みたいなものを絶えず考えておかなければいけないんですが、実態として何か悪者にされたものにパッとふたをして、それでおしまいにしてしまっているというのが一つのコントロールの仕方としてはあるんですね。

しかし、非常に難しいのは、化学物質として商業的に利用されているものが10万もあって、そのそれぞれがどのくらい体に触れるかとか、そういう計算だてできないし、生産量だて刻一刻と変わってくる。そういうところでは、やはり毒性の強いものは取り扱いを注意するとか、人に触れないようにしましょ

うというアプローチが、行政では一番やりやすいんですね。世界中、やっぱりそういう形で流れていますよ。非常に強いものは製造を禁止したり、あるいは輸送とか、輸入するというのもコントロールする。

それから、「環境ホルモン」について難しいのは、それほど強くない作用があって、しかし、ひょっとしたら将来影響を及ぼすようなグレーゾーンのものに対して、生産をしたり、それを売っているような人を含めて、どういうコンセンサスをつくれるかというところがカギになってくると思います。一般的にこのコンセンサスづくりは非常に難しく、例えばそれを生産していたり、あるいはそれを利用して仕事をされている側からは、納得できる理由もなく「やめろ」というのは受け入れられないということが起こってきます。一般の市民の側からすると、疑わしいのなら、ほかのものがないわけではないから、代えればいいではないかと非常に単純に考えるわけです。この二つをどう結びつけるか。

そのところは、今のところいい戦略が必ずしもなくて、とにかく情報を公開して、市民の選択が可能ないようにするぐらいしか答えがないのではないかとというのが、今の着地点なんです。この着地がいいかどうかというのは、まだちょっとわからないところもあるんです。というのは、社会的な振れが大きくなります。つまり、その情報が開示されたら、市民はそれを避けようと極端に走るかも知れません。そうすると、例えば生産ラインがとまってしまって、社会的なコストが非常に大きくなる。しかし、それはひょっとしたら正しくない選択かもしれない。

あるいは、今までの行政がやっていた一つのパターンは、「いやいや、そんな極端な振らせ方をするとよくないから、軟着陸をはかる」と。バッファーをかけるわけですね。つまり、行政が選択の仕方を判断してあげる。非常に悪いものは線引きをして落とす。そうでないものは、「なるべくやめた方が良いですよ」とか「そんなに心配しなくてもいいですよ」と言うというのを今まで行政がやっていたんですが、この行政のスタイルがちょっと持ちにくくなってきていますね。少し振れが大きくなってしょうがないかなという感じがするんです。

塩谷 少し揺さぶって、落ちつくところに落ちつかせたほうがいいのかという考え方が出てきますね。

森田 一番典型的なのは、これは情報公開と非常に密接な関係があるんですが、例えばスウェーデンは完



塩谷喜雄氏

全に公開をして、したがって、社会はワッと振れるんですね。半年後にはもとに戻っていく。それは一つのやり方ですね。

塩谷 あ規模の国家だとそれができる。(笑)

森田 アメリカも結構それに近いですけどもね。

塩谷 アメリカは実態は動かないで、世論的な議論だけワッと振れますけれども、本体は動かないですからね。振らしておいて、こちら辺に落ちつけるという……

川本 たぶん、それは「リスク・コミュニケーション」という言葉で言われる概念だろうと思いますけれども、「環境ホルモン」の毒性についてもそうですが、同じようなことはPRTRですね。環境中に化学物質がどれだけ出ているかというパイロット事業を環境庁が一昨年やりましたけれども、そういった情報をまだ日本ではオープンにできるだけの土壌がないですね。そこところが乗り越えなければいけないところかなと思います。日本でそういったものについて、専門家、市民、行政の間で、どのようにして共通の合意を得るかというのが、「環境ホルモン」とあわせて育っていくのかなという感じですね。

情報公開とデータ集積

司会 情報公開というのはデータが必要なわけですが、データ集積の努力がどの程度行われているのか、先ほどアメリカで行われているEDSTACのお話がありましたが、日本ではどうなのか、ヨーロッパではどうなのか、その辺の現実のデータ集積のための努力がどういふ状況にあるのかをご紹介いただけますか。

森田 化学物質のデータも重要ですが、環境中にいる生物に対する影響が、日本で実態としてどの程度わかっているかというのが、まず一番必要なことだろうと思うんです。少しずつわかってきているんですが、魚のメス化はかなり広範囲にどうも起こっているらしいという状況になってきています。間もなく建設省、環境庁の河川調査の結果がまとまってくるんですが、年初めぐらいには1次的な情報が出てくるかもしれませんが。受けている印象では、都市河川は魚がかなりメス化している。それから、一部の養殖魚もメス化している。それから、前からわかっているんですが、巻貝がオス化している。これは有機スズを船底塗料とか、その他に使っているんですが、それが実態としてはわかっております。それ以外はあまりまだ情報が蓄積していません。補正予算でこの「環境ホルモン」問題にかなり予算がついたものですから、日本中の野生生物、ヒトにどんな影響が起こっているかという調査が本年度からスタートしていますので、その実態がだんだんわかるようになるだろうと思います。

したがって、日本で観察される出来事というのは、一部はリアルだし、一部はまだ潜在的なまま推移している。一方で、人の関心が一番高まってきているのは精子の減少が本当にリアルで、それが化学物質に結びつくのかどうか、たぶん一番大きなポイントになりそうなんです。ただ、精子の減少というのは、化学物質以外にもいろんな要因がありますから、その結びつきはそうクリアには出てこないと思います。いずれにしても、影響面で今まで統計量としてはっきりしてこなかったものが見えてくるだろうというのが、今年度の予定です。

あわせて、河川中の化学物質の分析がされてきますので、結びつけられるものが結びついてくる可能性があります。

もう一つは、どんな化学物質がそういう作用を持っていて、それを避けることができるか、あるいは代替品を開発しなければいけないのか、そういった議論が並行して当然あります。この部分は、今、行政も化学産業界のほうも関心を持たれて、それぞれどういふ物質がどういふ作用を持つかについての評価方法を共通の基盤にしようと活動が進んでいる。

一部データが徐々に出始めるという状況にあります。まだ評価の方法が完全に固まっておりません。

その難しさというのは主として何にあるかという、簡単な試験は試験管の中でできるんですが、試験管の

中のできるプラス・マイナスという情報と、動物の個体を丸ごと使う実験との間には若干距離があるところにあります。できれば動物を丸ごと使ったほうがいいんですが、それは非常にお金もかかる。そういう意味で、今のところ作用の強さについて、断片的な情報が徐々に蓄積しているという状況です。その過程でしばしば若干の混乱が起こる可能性は残っています。

司会 松尾先生、日本の産業界の動きというのはどうですか。

松尾 産業界は、国よりもちょっと先行しているところがありますけれども、まずもって試験法を確立して、本当にそうなのかどうか。一つは、本当にそういう性質があるのかどうかということ調べています。もう一つは、もしあるとすれば、どのぐらい強いのか。ドーズレスポンスと言っていますが、その辺を見極めようとしています。試験管の系から、次に簡単な動物個体を使ったもの、最終的には先ほど言いましたように、2世代、繁殖性まで持って行って白黒をつけるということですね、あと野生生物（魚や鳥などの）ライフサイクルということで、次世代への影響を見るという意味での試験ですね。これをやろうとしております。そうしないと、モヤモヤして決着がつかないということです。それなりにお金を集めて、あるいは国から予算をいただいてやっております。

我々のところはこの領域について、たまたまなんですけど10年ぐらい前から研究をやっております、すんなり入り込めたということで、一番先行しているいろんなことをやっています。

あと私が関係している阪大ですけれども、コアクチベーターを用いたビタミンD3の研究をやっています、これもレセプターとビタミンD3のくっつきぐあいを研究しているものです。ここではビタミンD3のかわりに環境ホルモンレセプターを置きかえるようなスクリーニング系をつくっております。これでかなり多くの物の初期のアセスメントをやろうとしております。

何しろ相手の化合物が多品種なものですから、それを簡略な方法で、しかし確かな情報を与えるような方法から、少しずつステージを上げた方法で試験し、それで疑わしくなってくるものについては、最終的には2世代にわたって影響の有無・大小などを調べて決着をつけようとしています。そこまでいって、黒でなおかつ生き残るものは、恐らくは、リスクアセスメントに持っていくことになるでしょうね。そこまでいかな

いとだめなんです。今の段階は、初期の系で、例えばビスフェノールAなんかちょっと反応したというだけで、だめだという結論になっていまして、産業界としては非常に不本意です。

法規制問題

司会 次の問題は対策ということになるわけですが、対策は法律的な規制的な問題と、あとは工学的に分解するとか、吸着して除くといったような問題と二つに分けられると思います。

まず最初に法律的な対策で、先ほど川本先生からPRTR（化学物質の排出・移動登録制度）のお話が出ましたが、こういうのはOECDのほうで積極的に進められていますね。その現状、あるいはそれに対して日本はどうかをお聞かせ下さい。

森田 PRTRというのはヨーロッパ側の制度で、このコンセプトになった元の概念はTRIというもので、アメリカのほうはTRIと呼んでいます。有害物質を放出する量の登録制度を整備していったんです。それは基本的には情報公開法をベースにして、いろんな工場から有害物質がどのぐらい出てくるかを登録して、それを地図上に載せることによって、その周辺に住む人たちがどのぐらい受けるかを含めて、情報が全部わかるようにしましょうという制度をつくった。それをOECDの、ヨーロッパと言っているのかもしれませんが、PRTRという言葉に置きかえてシステムをつくり始めてきたということです。

それに対応した形で、日本もいろんなところから出てくる化学物質の放出量を推定できるようなシステムを、情報公開を念頭に置きながら展開できないかということで、法制化を進めているという状況です。

新聞紙上なんかで既にご覧になっているかと思いますが、通産省が考えられているシナリオと環境庁が考えているシナリオはちょっと違っております。それは塩谷さんがおもしろくお書きになって……。笑

塩谷 いやいや。例えば、化学物質の管理というか、マネジメントに関する法体系というのは、なぜか環境庁である時期にできていたにもかかわらず、化審法（化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律）という法律が通産省の所管でできていました。これはもちろんPCBをどうするかという緊急の課題があって、そういう法律ができたんですけれども、それができる過程でも日本のお役所特有のいろいろな問題がありま

して、結局、化審法というのが通産省の所管でできてきて、それが有害物質の管理の基本的な日本の法律上の枠組みになっている。

例えば、「環境ホルモン」のような問題が起きてきて、企業の自主的な情報公開によって、実態的に有害物質の排出量を減らしていく、社会的なコントロールを緩やかに進めていこうということを考えたときに、新しい法律をつくるのか、新しい概念を新しい革袋で包むのか、それとも古い革袋に新しい法則を入れるのか、化審法の改正をすることによって、物質の対象を拡大しながらやっていくのかという二つの考え方があるわけです。

たぶん環境庁は新しい法律をつくって、環境行政の立場から化学物質の管理をトータルで進めていきたいと思っている。通産省は、生産される化学製品を合理的に管理して、その安全性を確保していくということなんでしょうけれども、化学品を扱う産業活動が円滑に進むことを前提とした法体系をつくっていきましようということで、考え方はちょっと違うんですけれども、結果として、どちらからやっていっても、たぶんPRTRというものの実質的な意味はそんなに変わらないんだろうと思うんです。

ただ、社会的に見て不思議なのは、イギリスの産業省が化学物質の排出・移動登録制度というのをやっているわけでもありませんし、環境庁みたいな役所があるところで、産業関連の役所がそういうのを取り仕切る例はほとんどないですね、それが日本の特徴だと言えは特徴なのかもしれないけれども、ちょっと不思議な気がしています。

ただ、この制度は、役所の思惑とは別に、先進工業国としてはどうしても取り入れざるを得ないだろう。これがあるからといって、「環境ホルモン」の問題が解決するわけではないんですけれども、こういう制度をちゃんと企業も、社会も、行政も全部受け入れて、円滑に進めるような体制にならないと、「環境ホルモン」問題はきっと解決しない。ある意味で僕らから見ると一つの指標ですがこういう制度をうまく地域社会も、産業社会も受け入れていくようになったら、両方も大人の関係になるでしょうね。そうなる、情報公開もちゃんと議論ができる情報公開になるだろうと思っています。PRTRという制度は、日本のこれからの化学物質管理の行政の一つの突破口、試金石になるでしょうね。

川本 一昨年、パイロット事業を、神奈川県川崎

市とそれから藤沢のあたりと、あと愛知県の西三河、豊田のあたりでやったんですが、その結果をちょっとご紹介しておきます。

リストアップした種類は、180ぐらいあったと思うんです。実際に扱っているという答えが返ってきたのが134だったと思います。その中に、「環境ホルモン」とみなされているものがどれぐらいあったか正確にはわかりませんが、例えばフタル酸は工業的に日常使っていますから、当然あります。中身は事業所などの固定発生源から出てくるものと、そうではなくて自動車のような移動発生源、あるいは家庭の日常のユースから出てくるものと大きく二つに分けて、固定発生源については概ね50%ぐらいの回答率だったと思うんです。つまり、半分しか回答がきていないということです。

あと特徴としては、例えば、自動車排ガスからのベンゼンとか、あるいは家庭でよく防虫剤に使っているパラジクロロベンゼンは固定発生源からはほとんど出てこなくて、ほとんどが移動発生源または非点源からです。そういったものは環境庁のある割り切りで推定をしていたと思うんですが、その中身の見方をよく吟味して議論しないといけないと思います。PRTRのデータを鵜呑みにしてもいけないし、その辺の吟味はこれから必要なんじゃないかな。

塩谷 50%というのをどのように評価するかですね。
川本 そうですね。

森田 いずれにしても、「環境ホルモン」の影響が完全に固まっていないものについては、規制とかのドラチックなアプローチは難しく、むしろ「見てやるぞ」というような格好がたぶん適当だと思うんです。そういう意味では、PRTRというのはいい方法です。それに対応した形で、産業界のほうもレスポンスケアのような形で、自己努力をしていくことで総体として有害物質の環境への放出が小さくなるというのは、たぶん一番うまい方法だという感じがします。

松尾 産業界が何か隠して、こそこそやっているというような印象を与えると非常にまずいんですね。だから、むしろ堂々と持っているデータを全部出せばいいんです。ただ、なかなか足並みがそろわないというのが困ります。アメリカではインターネットで引きますと、そこから暴露レベルまでちゃんと計算できるような、すさまじいソフトができていますよね。むしろ日本もそうなるべきだと思います。自分でやっていることに責任を持ってないというのは、これから成

り立たないと思います。ただ、足並みがそろわないというのが難儀なところですね。現実問題は非常に難しいです。ですけれども、理屈からいけば、個人的にはそんなのはけしからんと思います。これは私個人の、ちょっと企業を外れての話ですが。(笑)

塩谷 日本の社会という一般的な言い方をしますけれども、例えば法律的に農薬登録を外されている農薬をどのように始末したか。穴掘って埋めてるだけだったりするわけです。日本全国のあちこちの山の中にただ埋めた農薬というのが、今、森林伐採して、どんどん土砂崩れが起きているところで流出しているかもしれないということが平気である国なんですね。先ほどハザード行政と言われましたけれども、臭いものにはとりあえずふたをしましょうと。例えば、PCBをどうしましたか。あれから14年、ずうっとみんな保存しているわけです。鐘淵化学の高砂工場1回だけ始末しただけです。それをしただけで、あとは全部、ただひたすら抱え込んでるわけです。先行きの見通しといえますか、具体的にちゃんとステップを考えながら、一つ一つ処理していくという仕組みはなかなかつくれない状況というのがたぶんあるんです。そういう意味では、社会が変わる道としてPRTRというのが一つきっかけになるんだろうと思いますね。

もう一つは、廃棄物とか、化学物質中間体で出たものが後でどう変わっていくかなど後から出てくるであろう危険性に対するの感度がまだ少し足りないのかなと思います。そういう意味では、例えば放射線の晩発障害なんていうのは随分いろんなことを言われて、ケアをして、追跡調査をしますと言われてます。

もう一つは、同じ環境問題でも地球温暖化、これだって言ってみれば、リスク評価がきちんとされているのか、十分に科学的な根拠があるのかという話になると、まだまだたくさん議論のあるところだろうと思うんです。それでも、確定していない未来の危険性について、事前にそれを回避しますと、強引に合意してしまったわけですね。

そういう意味では、「環境ホルモン」の場合はあまりにも日常的に使われている物質が大量にあるだけに、そういう政治的な合意で全部やっていきますというわけにはたぶんいかないだろうと思います。けれども、未来への不確かな危険に対して多少手を打ちましょうということで、やわらかな合意はできるのではないかと。それが先ほどのリスク管理の話として出てくるのかなという気はしています。

技術的な取り組み

司会 もう一つの問題は、今、PCBが出ましたけれども、ほとんどためっ放しにためている。しかし、最近になって少しずつ分解技術というのが話題になってきましたね。これも海外のほうが進んでいて、日本はだいぶ後追いという気がします。ただ、こういう技術的な取り組みというのは、学会の会員の関心があると思いますので、理学的、工学的な取り組みについて少しお話しただけませんか。

川本 今、たまたま出ていますPCBについては、アメリカのEPAはスーパーフェンド法がだいぶ前から機能していますから、いろいろな分解技術といえますか、新しい技術が次から次へ出てくるような土壌があって先行しているところがあります。

最近、日本でもPCB汚染された廃棄物などで汚染された土壌を浄化、修復するという観点で、EPAで取り上げられた技術が大部分そのまま入ってきていると思います。具体的に言いますと、高温で焼却する熱分解です。それから、化学的な分解です。BCDと固有名詞で言っていますけれども、BCD法というのがあります。それから、特殊な微生物を使うんですが、その前段階で紫外線を当てて、微生物分解しやすい格好にしておいて微生物に持っていくこと。それから、最近、色々ところで取りざたされますけれども、高温・高圧の臨界点を越えた水を使って完全に分解しようといったところが主だったところだと思います。化学的分解法の中に、例えば金属ナトリウムを使うとか、いろいろバリエーションがありますけれども、大ざっぱに分けるとそんなところだろうと思います。



川本克也氏

ただ、PCBについてはこういったものが認められてはいますけれども、スケールの問題もあるんですね。大量処理が向くのかどうか。比較的少量でバッチならうまくいくけれども、大量というとなかなか難しいというのがありますね。そういう観点で言うと、やはり高温熱分解というのがそれなりの信頼性があると思うんですが、かつてPCBを高砂で焼却した以後は、住民の反対があってできていません。将来的にこれらの技術の中で、状況に応じて、こういう場合にはこういう技術が向くだろうということで対応していくことになると思います。

そういう意味で、「環境ホルモン」とされているものの中ではPCBとか、ダイオキシンといったものは分解が非常に困難です。通常の条件ではほとんど分解しないということです。それ以外のものは、工業的な一般的な化学物質というのはまだ個別の規制がかかっていませんから、対策技術を施すというところまではまだいっていないと思うんです。当面、従来の対策手段ということであれば、排水中に含まれて出てくれば活性炭吸着のようなもので対応することはできますが、ただ、その活性炭にくっついたものをどうするのかという問題が残ってきています。対策技術の面で、PCB、ダイオキシン以外のものについては、流動的というか、世の中の状況がまだ定まっていないかなという感じがします。

司会 可塑剤が随分非難されましたけれども、代替物質の研究はどうなんでしょうか。

森田 代替のことについては、一つは代替技術があるかどうかですね。あるいは、代替物質があるかどうか、そのところに大体集約されてきます。

塩ビ、それからフタル酸エステルというこの辺の流れは、実はかなり古い問題なんです。古いというのは、フタル酸エステルが問題になったのは1970年代なんです。当時、一番最初に問題になったのは、輸血バッグみたいなものに塩ビを使っているんですが、その過程でフタル酸エステルが溶け出してきて、輸血を受けた人に影響が出ているのではないかと問題提起がされて、それが食品のほうに波及しました。食品容器に大丈夫かと。

その結果として、食品に使うようなラップ材とか、そういったものについては、フタル酸エステルから例えばアジピン酸エステルみたいなところに移っていったんです。

そういう意味で、化学物質の問題というのは、その

気になればいつでも代替品が出てくる。結果として代替品がいつでも出せる状態にある。一方、移った先が本当はよくないのではないかという議論が存在します。というのは、新しく移った先も、基本的には既存の化学物質の中から大抵選ばれるということもありまして、毒性の評価は必ずしも進んでいないんです。毒性のことがよくわかっていない、よりマイナーなものがビッグになるということが多くて、安全性という意味で、完全に合理的な判断をできないケースが少なからずあるということです。

もう一つは、今、ビスフェノールAに代表される問題は何かというと、食器に使っているために少し突出しているんですが、一般的な意味でビスフェノールAを含むようなプラスチックというのは大量生産品で、いろんな意味の工業的な用途を持って、価値がある。それを例えば哺乳瓶とかなんかのところでワヤワヤと言って、そこで防衛戦をやっているんですね。(笑)ビスフェノールは大丈夫だと言って、そこに防衛戦をセットして戦っている。そこを捨ててしまえば、別にどうということはないのかもしれない。しかし、防衛戦も結構それなりに重要で、ビスフェノールAの持っている意味をもう少しきちんとする必要があるだろうということで研究がスタートしました。

代替品は必ず存在します。あるものがよくないと、すぐに、「じゃ、うちはこれをつくっていますから、どうぞ」と言って、必ず出てきます。フタル酸の2-エチルヘキシンがよくないという、フタル酸ノニルでどうかという選択が可能で、そこに移るかどうかについては、本当はある種のアセスメントがあって移るべきなんだろうけれども、平気で移ってしまうことが少なくありません。なぜかという、アセスメントにお金がかかり過ぎるからです。それをしばしば事業者自体が持たないといけないという構造の難しさがあります。税金で持てば大丈夫だと思うんですが、税金をそこに投入できる仕組みができていないということです。

有機スズ、トリブチルスズを初めとする船底塗料が一時期たくさん使われてきて、日本は造船大国ですから、それを使っていました。しかし海の底泥にはたくさん蓄積され、魚の中にもたまってきて「環境ホルモン」の問題もあって使用をやめたんです。運輸省が「もうやめよう」と言って日本はやめたんです。世界に先がけてやめました。

その結果起こったことは何かというと、船主さんが

船に有機スズの塗料を積んで、台湾とか韓国へ行ってしまうんです。(笑) そうすると、造船業界はたちまちドックがあいてしまうんです。お客さんを取られてしまって困ってしまう。

結局、この種の問題は、どうしても世界規模で考えないとしょうがないだろうという話になっていて、今、IMO (International Maritime Organization 国際海事機関) に提案をして、世界中でやめるように持っていこうということで、珍しいケースですけれども、日本が世界に先がけてやり始めたんです、これに対しては北ヨーロッパ、スカンジナビア半島が賛成して、今、アメリカも賛成の方向へ向かってきています、徐々に状況はよくなってきています。

これは代替品をどうしようかという一つの良い例です。日本はやめたものですから、代替技術を含めて急速に進歩しています。例えば、船に貝や海草がつかないようにする技術があります。シリコン系のもので、物水をはじく性質があって物理的に表面につきにくいような樹脂をコーティングをする。これは特にプレジャーボートみたいなものかなり使われています。ある造船会社は導電性膜を張りまして、微弱電流で絶えず表面を電気分解して塩素を発生させるという新しいアイデアを試している。

一方、逆に起こってきているのは、どうも日本が先行している。だから、国際的に時間をかけて、ゆっくりと行こうという動きです。急いでやると日本ばかり得するのではないかと。(笑) ある種の方向が示されると、代替技術は急速に発達してきます。問題はその選択が正しいかどうかということが最後まで残るんですけれども、今までの経験では環境にやさしいほうに世界中は動くというように考えてよさそうで、そういう意味では、若干行政が乱暴してもよさそうな感じもしますね。(笑)

松尾 これから出てくるものは、性能は当然要求されるけれども、もう一つ、ありとあらゆる安全性のチェックをやらなければいけない。そうすると、今からやったとしても、5年とか、すごく時間がかかるわけですね。もちろん金もかかります。最後に5年たったときに、駄目だということになるような危険性を含んでいるわけです。過去においてもそうなんです。私はずの製品の安全性評価をやっていましたけれども、とにかくプレゼント・ステート・オブ・ジ・アート (現在到達できる最高水準) のレベルで、もう漏れないような安全性の評価をやっているわけです。これをず

うっとやってきました。

ですけれども、あるとき別の事象が起こってくると、今度はそれに対して過去の評価法で充分だったのかと見直さなければいけない。過去は充分でなかったということもあり得るわけです。そういう危険性を含んでいます。それから言うと、今まで扱ってきている物質は風説に耐えてきたわけですね。今、問題が出ない限り、非常に安全です。これ以上いいものはないという感じできたわけです。その時点、時点で最善の物を我々はねらって、それでクリアしたものだけを扱っているんです。もう際限ないんですけどね。

森田 そういう問題もあるんですが、一つは使われ方として、生産者も知らない用途に回っていると、あるいはそれがよさそうだというので、生産量が急に高まってしまったために問題が生じるといったことが結構起こっているんです。その意味ではね全体をコントロールすることが必要かもしれませんね。

塩谷 想定外の用途を開発して、本来は加熱フィルムに使わないはずのフィルムが加熱用に使われてしまうことが起きかねない状況というのは、そこら辺の全体のコントロールを、企業の側も、消費者の側もやっていく必要がたぶん出てくるんじゃないかな。

司会 歴史的に見れば、DDTでも、PCBでも、塩ビでも、みんなその時代、その時代の優等生ですよ、化学物質として見れば。

塩谷 大スターですよ。

司会 それがみんな何か危ないという格好になってくる。今、松尾先生が言われたように、安全性の評価というのは随分動きますよね。

最後に結びの言葉でそれぞれ終わっていただきたいと思うんですけれども、一言ずついかがでしょうか。

おわりに

松尾 少なくとも企業、私どもに関して言えば、本当に徹底した安全性評価をやって、これだということを世に問うという形をとってしまって、この姿勢は今後も続けたいと思います。今回、こういう問題が出たのは、「これでいいかな」というふりかえりの機会を我々にもたらしたということで、非常に意義があると思います。これにまじめに答えたいと考えています。

川本 私は、ごみ焼却、排ガス中のダイオキシンを考える仕事をずっとしてきていますんですけども、それまでは排ガスというと、塩化水素とか、大量に存在



吉田 邦夫氏

する、すぐ影響が出てくるような、だれの目にも明らかかなものを対象にしてやってきているわけです。ダイオキシンが出てきて、それまでの排ガス処理の中で、集じん装置の方式が180度変わってしまったわけです。電気集じん機は駄目でバグフィルターが普通ですね。ダイオキシンという極めて微量なものが、大きな工業プロセスを変えてしまうわけです。「環境ホルモン」の中で、例えば日常生産されるものであれば、たぶん生産工程を変えていくことにもなるかもしれないし、あるいは代替物ということになるかもしれない。非常にわずかなものが大きな影響力を持つという、特に適当な言葉がないんですが、そういう時代になってきていると感じます。

森田 私どもはかなり大きなお金をいただきまして、「環境ホルモン」に関する研究を組織的にやることになっています。いろんな生物に対する影響とか、あるいはヒトに対する影響が本当にどうであるかというこ

とについて、全力を尽くしたいという思いでいます。

もう一つコメントをつけるとすると、化学産業というのは基本的に我々にとって必要な産業だと思っております。そういう意味で、安全に留意した化学物質の開発が引き続き必要だと考えています。化学なしでは我々は生活できないということを含めて考えていかなければいけないと思っています。

塩谷 今のお話と似ているんですけども、私は、世の中の炭素の資源というのを燃やしてはいけなくて、それを物づくりに使うべきだろう、カーボンソースを物として生産してきた化学産業が我々の生活の基盤を支えているわけで、それがつくり出してきたいろんな物質について、今までとは違った安全の視点、ごく微量、ごく一時期、ほんの瞬間さらされただけで、ずっと時間が経過してから影響が出るかもしれないという、厄介だけれども、こういう安全の視点を加えることによって、我々が使うものや、生産するものがもっと豊かなものに逆になっていく可能性を秘めているんだろうと期待しています。

そういう意味では、安全の視点というのは、つくる側にとっては厄介な視点が一つ増えたわけですがそれでも、使う側と社会全体にとっては、より豊かな視点ができたんだなととらえて、「環境ホルモン」問題を、これを機会に物と人間がつき合っていく新しいルールづくりの端緒にできれば、人類は大丈夫だろうという感じを持っています。

司会 ちょうど新年号にふさわしい結びの言葉で終わりましたので、(笑)これで終わりたいと思います。どうも長時間ありがとうございました。

