第2回SETAC国際会議報告

柴田 康行

国立環境研究所化学環境部

(〒305 茨城県つくば市小野川16-2)

[平成7年11月13日受理]

Second SETAC World Congress Report

Yasuyuki SHIBATA

National Institute for Environmental Studies

(16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305)

[Received November 13, 1995]

Summary

Some of the topics reported in SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) 2nd World Congress held at Vancouver, Canada, between Nov. 5 and 9, 1995, were described briefly.

Key words: SETAC 2nd world congress

1. はじめに

SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) は米国フロリダ及びベルギーブリュッセルに事務局を持ち、化学物質による環境汚染を主たるテーマとしながら、汚染の実態解明から生物/生態毒性研究、さらには行政施策や汚染浄化まで含む、幅広い分野で活動を続けている学会である。世界各地に5000人近い会員を擁し、機関誌“Environmental Toxicology and Chemistry”の発行のほか、米国並びにヨーロッパで毎年年会を開催している。また、昨年から国際大会の開催も始まった。本年11月5日からカナダバンクーバーで開かれた第2回国際大会に参加する機会を得たので、以下、会議の概要を報告する。なお、会議は5日間に渡って開催され、参加者2800余人、口頭発表550余件、ポスター発表1200余件という大規模なものであった。以下の報告は、その中で筆者の研究分野或いは関心のある分野に近く、見聞し得た一部の報告の紹介が中心であることをあらかじめお断りします。

2. 会議の概要

本年度の大会のテーマは“Global Environmental Protection: Science, Politics and Common Sense”というもので、昨年の第1回のテーマ“Ecological Risk Assessment: Science, Policy, Law and Perception”を引き継いで、地球環境問題への取り組みに対していかに科学と政治、並びに常識（共通意識、或いは共通認識と訳すべきか）を集中、結集して行くかを主題としている。具体的にどのような分野の研究発表が中心かを見て戴くため、会議中行われた各セッションのタイトルを表1にまとめた。上記のテーマの特別講演のほか、4つの特別シンポジウムと多くの口頭発表、ポスターセッションとからなる(一つのセッションがある日は口頭、別の日はポスターと形式を変えて継続している例も多い)。特別シンポジウムのテーマは、複合汚染の運命と影響、PCBを初めとする残留性有機化合物の全球汚染、生殖/内分泌毒性、及び北極域の汚染物質の運命で、特に後の2つは発表件数も多く、朝8時から夕方5時までの連続セッションとなっている。その他では、昨年のテーマである

Ecological Risk Assessmentをキーワードとするセッションの数多いことが目を引く。また、毒性発現に関する生化学的、分子遺伝学的研究と、その成果を応用したBiomarkerに関連する発表、汚染浄化に関するセッションなども目についた。重金属関係では、水銀汚染が相変わらず一つのトピックスとなっているほか、

Bioavailabilityという観点からの研究が多い。PCBやダイオキシン、農薬といった物質群ごとのセッションもあるが、生物影響、生態影響の観点からの発表の多いこと、即ちToxicologyの側面からの研究発表の多いことが本学会の特徴と言えよう。特に、リスクアセスメント、リスクマネージメントに関する発表の多かったこと、ま

表1 第2回SETAC国際会議のプログラム

11月5日 ショートコース及びOpening Plenary (省略)

6日

特別講演'Global Environmental Protection: Science, Politics, or
Common Sense?'

特別シンポジウム'Mixtures: Mechanisms of Fate & Effects'

口頭発表

- *Regulation and/or Common Sense?
- *Measuring Bioavailability of Contaminants in Soil
- *Integrated Approaches to Modeling Environmental Fate
- *Sediment Toxicity Testing Methodologies-An International Perspective
- *Environmental Chemistry of Chiral Contaminants
- *Hydrocarbons: Fate & Effects
- *Stable Isotopes & Elemental Indices in Ecology

ポスターセッション

- *Science & Policy: Implementation/Environmental Quality Criteria
 - *Ecological Risk Assessment of a Large Contaminated Reservoir:
The Clinch River
 - *Ecosystem Health: Ecosystem-level Assessment
 - *Statistical Issues in Ecotoxicity
 - *Uncertainty Analysis in Ecological Risk Assessment
 - *Pulp & Paper Mill Effluents: Advances in Aquatic Impact Assessment
 - *Population-level Effects
 - *Biomarkers
 - *Bioassays Development & Validation
 - *Aquatic Toxicity I: Chemical Fate & Interactions, & Effects of Plants
 - *Avian Wildlife Toxicity
 - *Vertebrate Toxicology
 - *Terrestrial Toxicology
 - *Bioavailability & Bioaccumulation of Metals
 - *Bioaccumulation: General
 - *Pesticides: Perspectives on Fate & Transport
 - *Chemical Monitoring for Inorganic & Organic Contaminants
 - *Global Transport and Fate
 - *Environmental Chemistry of PCBs & Dioxins
 - *Environmental Fate & Chemistry of Metals
-

表1 (続き)

7 日

特別シンポジウム'Global Fate of Persistent Organic Chemicals'

口頭発表

- *Life-cycle Assessment-Theory
- *Role of Chemistry in Understanding Metal Effects
- *Statistical Issues in Ecotoxicology
- *An International Perspective on Dredged Material Management
- *Population-level Effects of Contaminants
- *Tropical Ecotoxicology
- *Wildlife Risk Assessment
- *Global Transport of Air Toxics
- *Life-cycle Assessment-Case Studies
- *Large Lake Ecosystems: Contaminant Dynamics & Effects
- *Integration of Human Health & Ecological Risk Assessment
- *Assessment of Contaminated Sediments
- *Ecological Relevance of Toxicity Tests & Biomarkers
- *In-situ Bioassays: Approaches & Applications
- *Environmental Chemistry of Chlorinated Organics

ポスターセッション

- *Ecological Risk Assessment: Science or Magic?
- *Interpretation of Ecological Risk Assessment
- *Ecological Risk Assessment & Management of Aquatic Ecosystems
- *Opportunities & Challenges in ERA: Learning from the Canadian Priority Substances Assessment Program
- *Risk Assessment
- *Ecological Risk Assessment Consideration & Approaches
- *Pulp & Paper Mill Effluents: Advances in Aquatic Impact Assessment
- *Reproductive Dysfunction
- *Immunotoxicology
- *Pesticides: Impact & Effects Assessments
- *Biochemical & Histochemical Measures of Effects
- *Aquatic Toxicity: Invertebrate Studies
- *Biological Assessment of Sediment-associated Contaminants
- *Toxic Equivalency Approaches in Aquatic & Wildlife Hazard Assessment
- *Oil Sands
- *Fate & Effects of Oil & PAHs in Aquatic Ecosystems
- *Ensuring Valid Environmental Data
- *Environmental Modeling
- *Fate & Bioaccumulation of Mercury
- *Environmental Fate Mechanisms

表1 (続き)

8 日

特別シンポジウム'Reproductive & Endocrine Toxicology'

口頭発表

- *Transboundary Contamination & its Consequences
- *Bioaccumulation & Exposure Assessment
- *Implementation of Science & Policy
- *Sediment Quality Criteria & Guidelines
- *Temporal Trends in Contamination
- *Mercury in Aquatic Ecosystems
- *Environmental Fate Processes
- *Toxic Equivalency Approaches to Aquatic & Wildlife Hazard Assessment
- *Bioaccumulation: Processes & Significance
- *Design & Interpretation of Ecological Risk Assessment
- *Development of Site-specific Water Quality Criteria
- *Global Forest Pest Control Programs
- *Bioavailability of Metals in Sediments
- *Ensuring Valid Environmental Data

ポスターセッション

- *Establishing Remedial Options/Clean-up Levels
 - *Remediation & Restoration of Contaminated Sites
 - *Remediation Techniques
 - *Wildlife Risk Assessment
 - *Wildlife Toxicity-Mammalian & Avian
 - *Soil Invertebrates, Microbes & Plants as Tools in the Evaluation of Soil Contamination
 - *Aquatic Toxicity: Fish Studies
 - *Bioassay Development & Validation
 - *Ecological Relevance of Toxicity Tests & Biomarkers
 - *General Toxicology
 - *New Developments in Toxicity Identification Evaluation
 - *Effects of Non-treatment Factors on Bioavailability & Toxicity of Sediments
 - *Phototoxicity of PAHs & UV
 - *In situ Bioassays: Approaches & Applications
 - *Morphological Deformities & Environmental Contamination
 - *Pesticides: Perspective on Fate & Transport
 - *Ensuring Valid Environmental Data
 - *Biodegradation
 - *Environmental Modeling
 - *Contaminant Research/Issues in National Parks & Public Lands
 - *QSAR
-

表1 (続き)

9 日

特別シンポジウム "Environmental Fate of Contaminants in the Arctic"

口頭発表

- *Ecological Risk Assessment-Science or Magic?
- *Pesticides: Perspectives on Fate and Transport
- *Clean-up Goals in Remediation
- *Multiple Stressors in Ecological Risk Assessment
- *Wildlife Toxicology
- *Ecosystem Health: Ecosystem-level Assessment
- *Mechanisms of Molecular Toxicology
- *Uncertainty Analysis in Ecological Risk Assessment
- *Pesticides: Impacts and Effects Assessment
- *Remediation and Restoration of Contaminated Sites
- *Ecotoxicological Interpretation of Chemical Residues
- *Validation of Wildlife Toxicity Extrapolations: A Debate
- *Methodological & Design Considerations for Environmental Effects Monitoring
- *Legal Perspectives in Environmental Management

ポスターセッション

- *Life-cycle Assessment and Related Programs
- *Wetlands
- *Stormwater Runoff
- *Temporal Trends in Contamination
- *New Approaches in Biological & Chemical Monitoring
- *Mesocosms
- *Plant Toxicity
- *Metal Toxicity
- *Bioavailability of Metals in Sediments
- *International Perspectives in Sediment Toxicity Methodologies
- *Bioassay Development & Validation
- *Ecological Relevance of Toxicity Tests & Biomarkers
- *Mixtures: Mechanisms of Fate & Effects
- *Processes Controlling Fate & Transport of Contaminants in Sediments
- *Bioaccumulation: PCBs
- *Bioaccumulation: PAHs
- *Biodegradation
- *Environmental Chemistry of Chiral Compounds
- *Semi-permeable Membrane Devices

たこれらに関する発表が行政サイドやコンサルタント会社から多く出されていたことが印象的だった。また、野生動物の保護や保護区の保全に関する発表の数多いことも目についた。さらに、学生や新たに研究を始める他分

野の研究者のトレーニングを意識したショートコースの存在も、本会議の特徴の一つと言えよう。

なお、先に記したように、本学会は米国及びヨーロッパに事務局を持ち、これまで北米大陸とヨーロッパを中

心に活動を行ってきているが、今後アジアにも拠点を設置して活動を拡大させる動きがある。会議中、SETAC-ASIA/PACIFICの設置に向けた協議の場が設けられ、来年7月に国際会議の開催を目指して現在活動を活発化させているオーストラリアの代表や韓国、インドネシアの研究者等と並んで、日本からも数名が参加して議論が行なわれた。SETACの守備範囲は日本環境化学会の活動範囲とも関連が深く、こうしたSETAC-ASIA/PACIFIC設立の動きは興味深い。

3. 特別講演：Global Environmental Protection: Science, Politics, or Common Sense?”

大会2日目の月曜日(11月6日)午前中に表記のテーマ名の特別講演が行われ、各界を代表する4名の演者による講演が行われた。講演のテーマは本会議のテーマと微妙に異なっており(“and”が“or”に変わり、最後に?がついた)、地球環境保全という共通目標に向けて、科学、政治、人々の共通意識を統合して取り組んで行くための筋道に関連して話題提供が行われた。講演者は、PCBやダイオキシンの研究で名高いテキサスA & M大学のStephen Safe教授、生物多様性と絶滅危機生物種の専門家でスミソニアン博物館のThomas Lovejoy博士、グリーンピース前国際部長のPaul Gilding氏、それにWWFのNorman Myers博士の4名であった。筆者が聞いた最初の2つの講演の中で、Safe教授の講演は現在トピックスの一つになっている環境中Estrogenに関するものであった。最近の多くの報告を手際よく批判的に紹介しながら、研究の現状と問題点についてまとめられた。DDTやDieldrin等の暴露によるリスクは、ビル、或いは食品中フラボノイドのリスクに比べて桁違いに小さく、また疫学的にも環境経由の暴露による影響の存在は確認できない、というのが現時点での結論であったが、暴露影響の出やすいCritical Periodがあるか等、今後に残された課題も多い。一方、Lovejoy博士の講演はむしろ一般的なもので、遺伝子工学に革命をもたらしたPCR法やヒトの全遺伝子解析を目指すHuman Genome Project、或いは生物を用いた環境浄化(Bioremediation)等の話題を引き合いにしながら、こうした科学技術の進歩を支える生物多様性の重要性と人間活動による種の絶滅の危険性、さらには環境を持続させるためのEcosystem Managementの重要性へと話が発展していった。地球環境問題への取り組みに当たって科学、政治と共通意識をどう取りまとめて行くかについて、結局は不確実性(Uncertainty)をどう扱うかの問題に帰着される、と指摘されたことが印象に残った。

4. 環境汚染の分析、動態解明

日本環境化学会で中心的な話題の一つである化学分析法の進歩、発展に関しては、SETAC会議ではいくつかのセッションの中に関連する報告が散見される程度で、分析法としてはむしろ後述の生物、生態影響の把握のための生化学的、生物学的手法の発表が中心であった。その中で、Semipermeable Membrane Device (SPMD)の応用に関する独立したセッションが設置されていたことが目を引いた。SPMDは、基本的にはポリエチレン製半透膜チューブの中に脂質(Triolein)の薄いフィルムを入れたパッシブサンプラーで、水生生物による有機汚染物質の濃縮現象を模倣して作られたものである。分析や生物検定を目的とした水等の環境試料からの汚染物質の捕集のほか、オプティカルファイバーなどを用いたフィルム上の捕集物質の現場/リモート分析への応用など、様々な応用を目指して研究が進められている。また、SPMD研究の発展を目的とした研究会(Semipermeable Membrane Device Research Society: SPMD-RS)も設置され、活動を始めている(WWWで情報入手が可能とのこと：<http://natsci.ucsc.edu/chemistry/smdrs/smdrs.html>)。

米国内務省National Biological ServiceのT. Johnson等はSPMDのPAH分析への適用についてモデル実験を行い、MicrotoxやMutatoxと結合することで、水試料や土壌試料中PAHの迅速な毒性、遺伝毒性、Bioavailabilityの評価が可能であることを示した。米国地質調査所のE.T. Furlongらは、地下水中のppb-pptレベルのPAHの分析にSPMDを応用した。捕集効率はnaphthaleneからpyreneまでの低分子量PAHでは高かったが(56-100%)、高分子量(chrysene-benzo(ghi)perylene)になるに従い低くなった(18-56%)。また分析結果から、DOCが増えるに従ってPAHが対数的に増加する傾向を認め、DOCがPAHのキャリアーとして働いている可能性について議論している。その他、PCDD、PCDF、PCB(M.G. Ikonomouら)、Chlorodiphenylether(B. Fowlerら)、Chlorinated paraffin(G.R.B. Websterら)等の分析や、半密閉容器を用いて土壌から揮発する有機塩素化合物を捕集/分析する試み(P.A. Bergqvistら)などの様々な応用を目的とした研究が報告された。また、ムラサキイガイ等生物モニタリングと比較したSPMD評価の研究も行われている(ノースキャロライナ大学C. Hofeltら、及びカリフォルニア大学サンタクルーズ校M.M. Hodginsら)。一方、Midwest Science CenterのJ.N. Huckinsらは16種類のPAH並びに23種類の有機塩素化合物についてSPMDによる捕集の検討を行った。PAHについては温度による影響はほとんど認められなかったものの、有機塩素については温度が高くなるにつれて捕

集速度が大幅に早まった。一方、現場に放置する間に起きる生物付着によって、PAHの一つ phenanthrene の場合で最大39%の捕集効率の減少が認められたと報告している。精度管理を検討したウィスコンシン大学の W. DeVita らの報告では、PAHの現場分析における再現性、保存性、添加回収率はいずれも良好であった。一方、オーストラリア CSIRO の G.E. Batley らは、汽水域における底質間隙水中の重金属分析に透析サンプラーを応用して、長期のサンプリングでは潮の干満の影響で異常な量の鉄と重金属の沈着が起きることを報告している。

その他では、炭素や窒素などの安定同位体比分析の環境研究への応用に関する報告などもあった。安定同位体の比率は、生物による取り込み、代謝速度の違い、或いは環境中における様々な物理/化学過程における速度差を反映して変化して行くため、その起源や食物連鎖の段階の良い指標となり得ることが知られている。スウェーデンストックホルム大学の B. Broman らは特に窒素安定同位体比が栄養段階の良い指標となることを利用して、食物連鎖過程の様々な生物の窒素安定同位体比と蓄積された PCB, DDT, PCDD/DF, HCH 等の有機塩素化合物濃度を測定、プロットすることで、それらの化合物の各生物における濃縮係数が求められることを示した。また、イギリスエジンバラ大学の M. Whitaker らは重油の中の炭素同位体比が不飽和度やアスファルト成分の割合に応じて、また風化過程によって変化することから、炭素同位体比の測定によって石油汚染の起源の探索や風化の進行度の評価を行い得ることを示した。一方、カナダ Guelph 大学の A.J.C. Farwell は、パルプ工場下流の生態系の炭素安定同位体比の測定からこの水域の魚の炭素源のかなりの部分がパルプ工場の排水起源であると推定し、パルプ工場の生態系への影響のもう一つの側面について議論を行っている。これに対し、石巻専修大学の水谷、アラスカ大学フェアバンクス校の D.M. Schell らは、こうした安定同位体比が海域によって、また生物の組織によって変化することを示し、結果の解釈における不確実性について議論している。

化学物質汚染については、有機ハロゲン化合物を中心とした全球汚染のほか、北極域の汚染についてのセッションなども行われた。愛媛大学の岩田らによって、これまで彼らが行った海洋の有機塩素化合物汚染の調査の総括、並びに東部シベリアにおける分析結果が報告された。また、カナダの D. Muir やインディアナ大学の Hites らにより、それぞれカナダ各地の湖底堆積物コア、及び世界各地の樹皮中の有機塩素化合物分析の結果が報告され、これらの化合物の全球規模の挙動に関する議論が行われた。その他、大気や水、哺乳類等様々な環境試料の分析が報告されている。米国農務省の S.M. Chernyak らは北極域の海霧を分析し、metolachlor,

chlorothalonil を初めとして多くの農薬類が含まれていることを報告し、これらの物質の長距離輸送について議論を行っている。一方、ムラサキガイなどの二枚貝を用いた海洋沿岸環境汚染調査 (Mussel Watch) について、米国の関連研究者を中心に発表がなされた。米国では、全体的に見ていくつかの汚染物質で減少傾向が認められることが示された。特に、チェサピーク湾では Cd, As, Hg, Zn, Cu 等の重金属の濃度が過去10数年間に渡って大きく減少していることが、メリーランド州環境局の D.L. Murphy によって報告された。

5. 汚染物質の生物影響

汚染物質の生物影響については、分子レベルでの機構の解明及びバイオマーカーやバイオインディケーターの開発等への応用という流れと、リスクアセスメントを念頭においた様々な個体レベルの毒性評価手法の開発/評価という、2つの大きな流れがあるように思われる。前者については、特に DDT や PCB, ダイオキシン類の毒性について、特異的なリセプターとの結合、あるいはほかの物質(ホルモン等)の結合阻害や作用の模倣の観点からの研究の多いことが目を引いた。Dieldrin や DDT, PCB 類, Kepone などは女性ホルモンである Estrogen と、殺カビ剤の Vinclozolin は男性ホルモンである Androgen と同様の作用をそれぞれ示すことが明らかにされている。テキサス大学オースチン校の P. Thomas らは魚のホルモンリセプターとこれら Estrogen 様化合物との結合を詳しく解析した。これらは Estrogen リセプターのほか、Progesteron リセプターとも結合し、また血中性ホルモン結合蛋白との結合も示された。また、Estrogen によって特異的に誘導される蛋白である Vitrogenin を定量して環境中 Estrogen 様化合物暴露を評価する試みも数多く発表されていた。手法としては特異的な抗体を利用して個体血液、組織或いは培養細胞中に誘導された Vitrogenin 量を ELIZA 等で定量する方法(カリフォルニア大学デービス校 M.J. Anderson, フロリダ大学 N.D. Denslow 他, ミシシッピ大学 A.C. Nimrod 他, カナダ Guelph 大学 A. Gamble, 同 Z. Yao 他, NOAA W. Roubal 他)のほか、Viterogenin 遺伝子制御部分を遺伝子導入で組み込み、レポーター蛋白(ルシフェラーゼ)の誘導を酵素活性の測定によって定量する方法(西オンタリオ大学 T. Zacharewski)なども報告されている(いずれも魚を対象とした研究)。また、生物体内の各種ホルモン量を詳しく測定してホルモンバランスの異常を検知する試み(デューク大学 G.A. LeBlanc 他)や、ミジンコの雌の成長、形態異常を指標とする分析の提案(A.A.M. Gerritsen 他)も報告されている。一方、人の疫学調査に基づいて男性のガンや精子数変化等の異常を環境由来の Estrogen 様物質暴露と関連づける試みは、前述のよ

うに Safe によれば否定的のようである。その他、生殖障害のもう一つの典型例である（或いは実際の環境中で起こっていることが確証されている点では最も重要な例である）有機すず化合物による巻き貝の Imposex 現象について、国環研堀口らによる日本の現状の詳細な報告が行われた。

一方、Ahリセプター経由の酵素誘導などの検出による、環境中ダイオキシン関連物質の暴露評価法の研究も数多く発表されていた。2,3,7,8-TCDD/TCDFやcoplanar-PCB類のほか、ベンツ(a)ピレン等のPAHによって薬物代謝酵素活性（P450或いはMFO（Mixed function oxydase）活性）が誘導されることはすでに良く知られており、この活性を測ることで暴露評価を行う試みも以前より行われて来ている。P450の活性としては、以前より多環芳香族化合物の水酸化反応を測るAHH（Arylhydrocarbon hydroxylase）活性が指標とされてきたが、今回の発表ではEROD（Ethoxyresorufin-O-deethylase）活性の測定一色の状態であった。また、酵素活性を測る代わりにこれらによって特異的に誘導されるP450であるP4501A（P4501A1, P4501A2）の蛋白量、或いはmRNA量を直接測定する手法も実用段階に入っており、これらの手法を実際の環境分析に適用した研究が数多く報告されていた。オランダWageningen大学のA.J. Murkらはカリフォルニア大学デービス校のM.S. Denisonと共同で、ダイオキシン等のリガンドと結合したリセプターがP450誘導を行う際に特異的に結合する遺伝子配列であるDRE（Dioxin-responsive element）をルシフェラーゼ遺伝子と結合した人工遺伝子をH4IIE（ラットヘパトーマ）等の培養細胞に組み込んで、ルシフェラーゼ活性を指標として高感度にダイオキシン等への暴露を検出できるアッセイ法を開発した（CALUX法）。また、ミシガン州立大学のC.A. Richterは同じくDenisonとの共同研究で、ニジマスのヘパトーマ細胞を元に同様のDRE-ルシフェラーゼシステム（RLT: Remodulated Lightning Trout）法を開発している。カナダウォーターloo大学（注）のM.R. van den Heuvelらはパルプ工場排水中TCDD様毒性を調べるため、河川に生息している魚の肝臓中に誘導されるEROD活性、並びにラットヘパトーマ細胞（H4IIE）に魚組織抽出物質を暴露して誘導されたEROD活性を測定し、化学分析によるTCDD/TCDF濃度から算出した等価毒性濃度（TEC: Toxicity equivalent concentration）と比較した。基本的にはH4IIEアッセイとTECは良い一致を示したのに対し、魚の組織中のEROD活性は異なる傾向を示し、TCDD/TCDF以外に魚にMFOを誘導する因子がパルプ工場排水中に含まれていることが示唆された。同じくカナダのNational Water Res. Inst.のJ.L. Parrottらは、パルプ工場排水中化学物質データベースとMFO誘導活性

物質データベースとの比較、並びに実際の環境分析結果、詳細なEROD活性測定結果をもとに、Retene並びにくつかのPhenanthrene誘導体をパルプ工場排水由来のMFO誘導因子の候補として報告している。その他、河川にすむChinook salmon（P.M. Campbell他）、Fathead minnow（Virginia Inst. Marine Sci., D. Bortonら）などの魚を調べたり、鶏胚を用いたEROD誘導試験（日本紙パルプ研究所N. Tatarazakoら）、紅藻Ceramium strictumの生殖毒性試験（ストックホルム大学B. Eklundら）、Microtoxからウニ、ホタテ、魚の幼生等を用いた一連の毒性試験法の組み合わせ（オーストラリアCSIRO J.L. Stauberら）、ミジンコ毒性試験（カナダ環境庁S. Knutsonら）等の様々な毒性試験法による製紙／パルプ工場排水の毒性試験の報告がなされている。西オントリオ大学のT. Zacharewskiらは上記のMurkらの報告と同様の遺伝子導入培養細胞を用いてパルプ工場排水のEstrogen様並びにダイオキシン様活性の研究を行い、これらの手法の有用性を示すとともに、未同定のこれらの活性を示す物質が実際の排水中に存在することを示唆する結果を報告した。

一方、こうした毒性研究の進展にあわせて、等価毒性（Toxicity equivalency: TEQ）という考え方を見直す動きも見られた。この分野の指導的研究者の一人であるテキサスA & M大学のS. Safeはダイオキシン様物質の毒性計算を例に問題点の指摘を行った。現在の計算方法では個々の化学物質のTEFを単純に加算してTEQの計算を行っているが、化合物間でagonistやantagonistとして働くケースが多く見つかってきており、単純な加算では実際の環境中の複合暴露を定量的に評価できないことを示した。また、ダイオキシン様物質をPCDD/PCDFを含むXenodioxinsとPAHやAromatic aminesを含むEndodioxinsの2グループに分け、TEQとしてはEndodioxinsが圧倒的に日常取り込み量が多く、またこれらは生化学的、病理学的な反応ではほとんど区別できないことを示し、Xenodioxinsの測定のみでは毒性評価として不十分であることを報告した。また、GEのJ.F. Brown Jr.も、カリフラワーやキャベツ等に含まれるICZ（Indolocarbazol）など、塩素化ダイオキシン、フラン類以外に等価毒性評価上重要な化学物質が天然に多く存在することを示し、NOAEL（Non-observable adverse effects level）を元にTEQを計算する際に人工物（TCDD等のXenodioxins）と天然物とで計算方法が異なる点を問題として指摘した。

その他、発癌性、変異原性、遺伝毒性物質への暴露評価手法としてのDNA付加体の測定や修復過程（uvrABC）におけるDNA鎖切断の測定、汚染物質への暴露によるGST（Glutathione-S-transferase）等の酵素やp53等のストレス蛋白、AppppA等の量的変化の測定、重金属暴露

指標としてのMT（メタロチオネイン）量やALA-D活性，ATPase 活性変化の測定等，暴露によるさまざまな生化学的变化を暴露指標とする研究が報告されていた。

一方，上記の製紙／パルプ工場の排水試験でも触れたが，米国では試験法として法的に取り上げられているためあって，生物を用いた様々な毒性試験法の応用例が報告されていた。水環境の評価が中心であったが，Ames 試験やMicrotox等の微生物試験，淡水藻（*Selenastrum capricornutum*）や草（*Lemna gibba*），海藻類（*Ceramium stricum*, *Eckronia radiata*），魚（Sucker, salmon, rainbow trout, fathead minnow, largemouth bass, Medaka, zebrafish, english sole, sand flathead 等々），動物プランクトン（ミジンコ：Daphnia magna, Ceriodaphnia dubia, コペポダ：Amphiascus tenuiremis），カニ（Cancer magister），ウニ，二枚貝，その他，実に様々な動植物微生物を用いた試験法の報告が出されていた。また，これらを組み合わせたスクリーニング手法の適用報告も多く出されていた。一方，生物個体レベルの毒性評価と生化学的手法の中間的な方法として，ミトコンドリアの呼吸鎖酵素群の活性を指標とするSub-mitochondrial Particle Assay（SMP）と呼ばれる方法の適用例もいくつか報告されていた。

6. その他

生態系レベルでの汚染物質の影響評価や，（人を除いた）環境保全を目的とした政策決定のためのリスクアセスメント手法であるEcological Risk Assessment（ERA）に関する多くの発表が行われた。特にERAについては，ERA 或いはEcological Riskを表題に掲げる発表だけで100件を越える盛況振りであった。また，生物を用いた環境浄化（Bioremediation）に関する発表も多い。さらに，製品の環境へのインパクトを評価するLife Cycle Assessment（LCA）についても多くの発表があった。これらについては，今後日本にとっても大きな重要性を持つ問題と思われるが，まとめる時間的余裕もなく，また筆者の専門とも大きく離れるため，今回は紹介を見送らせていただく。できれば別の機会に，より専門の近い研究者によって紹介していただけることを希望して，筆をおきます。

なお，参考までに，会議中に得られた今後の関連分野の国際会議の情報を表2にまとめておく。

最後になりましたが，参加／発表にあたって科学技術庁科学技術振興調整費の援助を受けたことに感謝の意を表します。

表2 今後の関連国際会議

1996	5/19-22	SETAC-Europe 6th Annual Meeting	Italy
		"Environmental thresholds and pollutant stress"	
	7/14-18	Joint with 5th Royal Aust. Chem. Inst. & 3rd Aust. Soc. Ecotox.	Australia, Sidney
		"Intersect 96: Int. Symp. Environ. Chem. Toxicol."	
	8/27-31	European Soc. Comparative Physiol. Biochem. 17th Annual Conf.	
		"Adaptation to Stress in Aquatic and Terrestrial Ecosystems"	
	9/9-11	SETAC-Europe UK branch 7th Annual Meeting	Scotland
		"Environmental Monitoring and Risk Assessment"	
	11/17-21	SETAC(USA) 17th Annual Meeting	Washington
		"Partnerships for the Environment: Science, education and policy"	
	12/1997/1	SETAC-Europe UK branch	
		"Multivariate Statistics-Complex Answers to Simple Questions?"	