

〈研究懇話会報告〉

ダイオキシン汚染問題

田中 勝¹⁾ 内山 巖 雄²⁾

国立公衆衛生院主催の研究懇話会が久しぶりに開催された。従来、一月に一回のペースで行っていた研究懇話会では参加者が少なかったとの反省の上に、これからの懇話会では一般公開を原則とし、広く情報を外部の方にも伝達するために、新しい形式での研究懇話会が準備された。平成10年1月29日、国立公衆衛生院三階講堂にて、「ダイオキシン汚染問題」というテーマで、内外の関心を持つ人々約三〇〇名の参加を得て開催された。最近問題になっているダイオキシン汚染について、研究者として発信すべき情報を提供することを目的に行われた。

今まで、ダイオキシンに関する情報はテレビや新聞などを通じて数多く報道されてきたが、それが一般市民の間に必要以上に不安をかき立てる結果となっている。廃棄物行政担当者にとってはこの問題に対して社会から非難され、一体どうすればよいのか対応に苦慮しているところである。行政は、21世紀に望ましい社会を構築することが求められており、理想的な社会、すなわち資源循環型社会、ゼロエミッション社会の構築には市民と事業者のパートナーシップの下で情報を共有することにより、理想的な廃棄物処理の内容にコンセンサスを図ることが重要と考えられる。ダイオキシン汚染問題も情報が求められている課題の一つである。今回は、そのような背景のもとに「ダイオキシン汚染問題」というテーマで特別講義、パネルディスカッションの形で研究懇話会が開催された。

(なお、今回の研究懇話会において、その効果を評価するために、懇話会の開始時と終了時にテーマについての意識や理解度をアンケート調査によって調べた。また、懇話会に対する感想や意見も「ご意見票」にて調べた。)

第一部 特別講義

1. 廃棄物処理とダイオキシン問題

田中 勝 (廃棄物工学部)

(1) はじめに

廃棄物処理の基本は、第一に廃棄物の発生を抑制し、第二に排出された廃棄物をできるだけ再利用・資源化し、第三に安定化・無害化・減容化のために中間処理をして、最後に残渣物を衛生的に最終処分することである。日本の廃棄物処理においては、特に焼却処理による中間処理が大きな役割を担っている。1994年度現在、一般廃棄物(ごみ)

(以下「都市ごみ」という)の75%が焼却処理され、焼却施設は都市ごみ用に1,887箇所、産業廃棄物用に3,583箇所存在する。

焼却処理は、腐敗性有機物を焼却によって無機化し、病原性生物を高温下で死滅させるなど廃棄物の安定化・無害化の意味でも優れた方法として、日本やヨーロッパで発展してきた処理方法である。また、最終処分場の新規立地がますます困難となってきている現状において、最終処分対象量を出来る限り少なくする方法が求められており、そうした意味で焼却処理は減容効果が高く(重量で10分の1、体積で20分の1)、優れた処理であると言える。さらに近年では、資源保全が要求される中で、エネルギー回収を目的として発電設備も付加されており、サーマルリサイクルとしての役割を担うようになってきている。

こうした焼却施設も、施設周辺の住民からは処理に伴って排出される有害大気汚染物質による大気汚染、健康影響を懸念する声が挙がっており、特にダイオキシン類の排出が廃棄物焼却施設の存続を左右するほどの大きな社会問題となっている。

(2) ダイオキシン類とは

ダイオキシンとはポリ塩化ジベンゾパラジオキシン(Polychlorinated dibenzo-p-dioxins; PCDDs)のことで、置換された塩素の数と位置の違いにより75種の同族体・異性体が存在する。同じような性質と構造をもつ化合物に、ポリ塩化ジベンゾフラン(Polychlorinated dibenzofurans; PCDFs)があり、同じく135種の同族体・異性体が存在する。この両化合物を総称しダイオキシン類と呼ぶ。

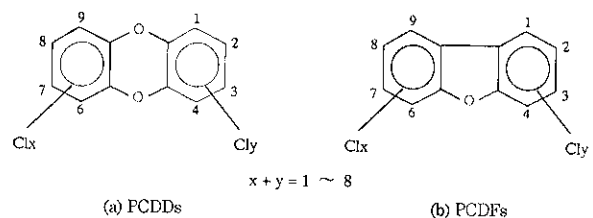


図1 PCDDsの構造(a)およびPCDFsの構造(b)

ダイオキシン類は、その異性体、同族体間における毒性の相違が大きいことが特徴であり、急性毒性についてみると、8つの塩素で置換されているOCDDの毒性は極めて低いのに比較して、4つの塩素で置換されている2,3,7,8-TCDDの場合は非常に強い毒性を示している。し

1) 廃棄物工学部, 2) 労働衛生学部

たがって、ダイオキシン類の毒性評価の際は、毒性等価換算係数 (Toxic Equivalency Factor; TEF) を用いて 2,3,7,8-TCDD 相当に換算した物量 (毒性等価物量, TEQ) を算出し、様々な同族体、異性体の TEQ を合計して評価を行う。

ダイオキシン類は、熱、酸、アルカリ等に対して極めて安定な物質であり、生物分解性も遅い。ただし、光に対しては比較的不安定で、脱塩素化を起こし易い。水への溶解度は極めて低く、親油性をもつが、有機溶媒に対する溶解度も比較的低い。

ダイオキシン類は、人間の作り出した物質の中で最も毒性が強いということでは恐れられている。その毒性は青酸カリの1000倍といわれ、急性毒性、慢性毒性、発がん性、生殖毒性、催奇形性、免疫毒性等、広範囲にわたる毒性を有する物質と考えられており、それらを裏付ける様々な動物実験の結果が報告されている。

(3) ダイオキシン類の生成メカニズムと発生抑制の考え方

ダイオキシン類は、火災事故や山火事、廃棄物の焼却など物の燃焼に伴って生成される。また、紙パルプ漂白等の塩素を使用する製造過程、有機塩素化合物の生産過程等、塩素の使用に伴って副産物として生成される。こうした様々な発生源の中でも、都市ごみの焼却に伴う排出量が最も多とされ、環境に排出されるダイオキシンの80%以上が都市ごみ焼却炉、約10%が産業廃棄物焼却炉からの排出と推定されている。

ダイオキシンの生成メカニズムについては様々な仮説が提案されているが、ベンゼン環を有するベンゼン、フェノール及びそれらの塩素化合物が重要な前駆物質と考えられており、これらの前駆物質と塩素(塩化水素)、酸素が存在すればダイオキシン類が生成されるものと考えられている。また、特に廃棄物焼却過程においては、ダイオキシン類の生成に飛灰(フライアッシュ)が関与していると考えられており、廃棄物の不完全燃焼に伴う未燃有機物が比較的低い温度域(300℃程度)で、飛灰表面において塩化銅などの触媒作用を受けてダイオキシン類が生成するといわれている。

廃棄物焼却施設からの排出に着目すると、

- ①もともと廃棄物の中に含まれていたダイオキシン類が分解されずに排出される
- ②クロロフェノールやPCBsのような塩素化前駆体が焼却炉内で反応してダイオキシン類を生成する
- ③廃プラスチック、リグニンといった有機物質に塩化ナトリウム、塩化水素、塩素といった塩素供与体が反応してダイオキシン類が生成する
- ④前駆体がフライアッシュ固相で塩素供与体と反応してダイオキシン類が生成する

等が考えられている。

廃棄物には紙、木材、プラスチックなどが含まれており、これらの中には微量ではあるがダイオキシン類も含有されており、またダイオキシンの前駆体であるクロロフェノールやクロロベンゼンも含まれている。これら色々な廃棄物

が燃焼される過程で、酸素あるいは塩化水素等と反応してダイオキシン類、あるいはダイオキシン類の前駆体が生成される。ダイオキシン類あるいは前駆体は高温で酸素と反応して、炭酸ガス、水などに分解されていくが、ガス中にはダイオキシンのまま、あるいはダイオキシンの前駆体として残留するものもある。排出ガス中に残留した前駆体は、300℃付近の温度域において、再びダイオキシンが生成されると考えられている。また、ダイオキシンは炭素、水素、塩素、酸素の4元素からなる有機化学物質であり、完全燃焼して炭酸ガスあるいは水までに分解されれば、それらがダイオキシンを再生するとは考えられない。

ダイオキシン発生の原因としては、プラスチックや塩ビのみならずあらゆる有機物が寄与すると言える。都市ごみからプラスチックを全て除いても、ダイオキシンを効果的に削減することはなかなか難しく、対象廃棄物に応じた完全燃焼並びにダイオキシン除去で対応していく必要がある。プラスチックを除くことによるエネルギー回収のデメリット、除いた廃プラスチックの処分問題を考慮すると、安易にプラスチックを除くことには慎重にならざるを得ない。燃焼技術で十分に対応できないものについては燃やさないといった工夫も必要であるが、そのためのデータをとる必要がある。

よって、ダイオキシン類の排出抑制を図るためには、(1)完全燃焼の徹底による発生抑制・分解、(2)排ガスの冷却による再生成の抑制、(3)高度な排ガス処理による除去、を基本的考え方として対策を実施することが重要である。

(4) 一般環境及び食品中のダイオキシン類及びヒトの摂取量

ダイオキシン類は環境中には微量ではあるがどこにでもある化学物質である。たばこの煙、種々の食品にも含まれている。昔から山火事等によるダイオキシン類の発生があり、それらのダイオキシン類は環境中に広く存在し、蓄積していると考えられる。

こうしたダイオキシン類は、様々な経路を通過して人へと摂取される。主な経路としては、大気への吸入、食物の摂取、土壌との接触の3つが挙げられる。

環境庁は、未規制大気汚染物質モニタリング調査で日本の大気の大気代表濃度を測定した結果をまとめている。それによると、工業地帯近傍の住宅地域や大都市地域においては、1990年度～1994年度の平均濃度に基づき0.6pg-TEQ/m³を代表濃度としている。私たちが一日に吸入する呼気を15m³として体重50kgで割ると、摂取量は0.18pg-TEQ/kg/dayとなる。

一方、食物経路のダイオキシン類摂取については、高山等のマーケットバスケット方式による推定がある。これによると、食品からは3.5±2.4pg-TEQ/kg/dayの摂取で、そのうち60%は魚介類、肉類及び乳製品がそれぞれ10%、米、野菜がそれぞれ6.3%と報告されている。また、環境庁が1996年に9つの自治体を調査した結果によれば、摂取量は0.26～2.6pg-TEQ/kg/dayで、その平均値は1.25pg

-TEQ/kg/day と前者の値の半分以下となっている。最近厚生省は、1996年に調査した結果を公表しているが、それによれば0.63pg-TEQ/kg/day、母乳中のダイオキシン濃度は0.24pg-TEQ/g fat、全乳で0.75pg/gであった。

なお、土壌の汚染は都市部で20pg-TEQ/gで、土壌経山の摂取量は0.0013~0.084pg-TEQ/kg/dayと寄与は極めて小さいと推定されている。

高山等の研究データを用いて食物経路の摂取量を3.5pg-TEQ/kg/dayと仮定すると、日本人が摂取しているダイオキシン類の大半は食物経路であると推定される。

(5) ダイオキシン類排出の実態

ダイオキシン類排出の実態としては、厚生省が都市ごみ焼却施設のダイオキシン類排出濃度を調査した結果によれば、1,496施設のうち緊急対策の判断基準である80ng-TEQ/Nm³を超過した施設は105施設であり、最高濃度は1,000ng-TEQ/Nm³を越えていた(1997年5月末時点の集計)。また、環境庁の調査結果によれば、都市ごみ焼却施設では平成7年度調査で平均が33ng-TEQ/Nm³、最大170ng-TEQ/Nm³という値が観測されている。

図2は、混合焼却を実施している京都市のデータ等をもとに、塩素のマスバランスを示したものである。焼却ごみ1トン中には6kg±4kgの塩素が含まれていると推定され、これが燃焼されると5,000~7,000m³の排ガスが発生するので、排ガス1m³当たりの塩素投入量はおよそ1gとなる。全塩素のうち、残灰に7%、排水に30%、ガスに63%が移行する。燃焼ガスにおいて、塩素は無機性塩化物、すなわち塩化水素の形態で存在するが、この塩化水素は排ガス処理によって除去され、最終的に排ガス中に排出されるダイオキシン類は全塩素の0.00001%程度と考えられる。

なお、ダイオキシンがもたらすリスクに関する詳細については、公衆衛生研究誌、第45巻、第4号(1996年12月)、拙稿「廃棄物処理による健康リスク」に紹介したので参照されたい。また、参考資料-1として、ダイオキシン問題に

対する国立公衆衛生院の取り組みを示す。国立公衆衛生院では、1982年度からダイオキシンの分析法、発生メカニズム、削減技術、焼却施設の運転管理について研究を進めてきた。こうした成果の多くはダイオキシン分析法、1990年のガイドライン、1997年の新ガイドラインの中に取り入れられた。1997年度からは、廃棄物の熱処理に伴う未規制有害物質の制御・管理について研究を進めているところである。

2. ダイオキシン問題とリスクコミュニケーション

内山巖雄(労働衛生学部)

(1) リスクとは

「リスク」とは日本語に訳すと危険または危険度であるが、本来的には「望ましくない結果とそれが起こる可能性の予測」の両方の意味を含む。日本語に訳した場合には特に後者の確率を予測する意味が伝わりにくいので、「リスク」とそのまま使用している。そして例えばダイオキシンによる健康リスクの評価を行うことが「リスクアセスメント」であり、その結果を用いて行政が政治的、経済的条件を考慮しつつ対策を決定していくことを「リスクマネジメント」という。

リスクという概念は、発がん性の化学物質の規制などの際に有用な概念である。発がん性物質の場合にはその影響をおよぼす濃度に「いき値」がないと考えるべきであり、その場合には発がんの可能性を確率で表現して安全性を評価することになる。すなわちリスクの概念では、全く発がんがない場合(すなわち使用を禁止した場合)は「リスクは0」、全部の人が発がんする場合は「リスクは1」と表現することが可能で、この確率の値が十分小さければ現代社会ではある程度のリスクはやむを得ないと考えて「実質的には安全」と考えるのである。わが国の環境基準をきめる場合は生涯発がん性物質に曝露された場合、当面10万人に1人の人が発がんする可能性のあるレベル(生涯リスクレ

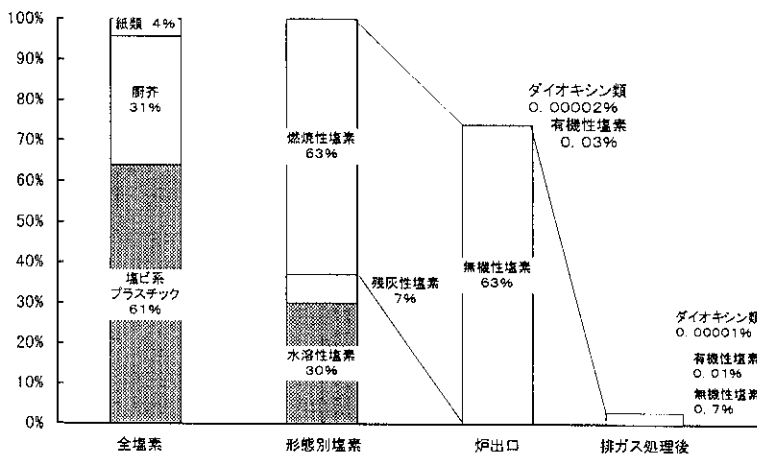


図2 全塩素に対する塩ビ系プラスチックの寄与と塩素形態別のマスバランス

ベル)を環境基準としている。

最近では発がんのメカニズムの解明に伴って、遺伝子傷害性のない発がん性物質にはいき値があると仮定しても差し支えないとの考えから、従来の1日許容摂取量を求める手法を用いて1日耐容摂取量(TDI)から環境基準を決めることも行われている。そして、この生涯リスクレベルをどの程度にするか、或いは数多くの健康リスクをどの様に国民と共に共有し、理解していくかがリスクコミュニケーションである。

(2) 従来のリスクコミュニケーション手法の反省

従来から、いろいろな場面で行政や企業からリスクを住民に伝達することが行われてきた。しかしこれまでは、化学物質の発生源となる事業者、専門家、行政担当者から、利害関係のある地域住民や関係団体などに一方的に「リスク情報」として与えられることが多かった。すなわち、「この様に安全ですから使用しても大丈夫です」「安全ですから、工場を作っても皆さんにご迷惑をかけることはありません」といった地域住民に理解を求めるような例である。しかしこれは「リスクコミュニケーション」ではなくて、一方通行の「リスクメッセージ」である。この方法では、メッセージの媒体を通る間に、主観や世論の形成があり、また情報や知識の不足等から、様々なひずみが生じて住民側に届く場合が多い。その結果、相互不信が生まれるという悪循環におちいりやすい。

(3) 最近のリスクコミュニケーション手法の考え方。

この反省に立って、最近ではリスクコミュニケーションはリスクの発生源者、専門家、行政担当者、利害のある地域住民、関係団体などの関係者全体が問題や行為に対しての理解のレベルを上げること、および情報の受け手が有用な情報を十分に与えられ理解できたと納得することが重要な目的とされ、そのためには一方通行ではなく、両方向の情報交換が必要とされている(図3)。

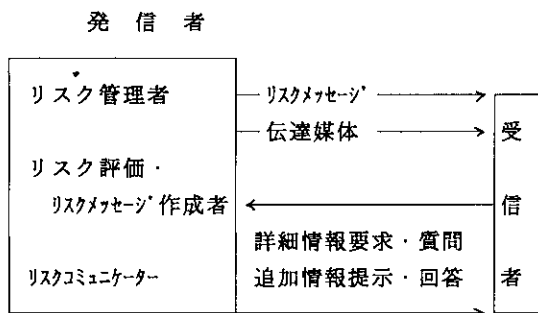


図3 最近のリスクコミュニケーションの考え方

リスクコミュニケーションの発信者は、リスクコミュニケーション活動の動機、目的を明確にすることが重要である。発信者であるリスク管理者、リスク評価・リスクメッセージ作成者、リスクコミュニケーター、そして受信者(受け手)のそれぞれの留意点は表1に示した通りである。リ

表1 最近のリスクコミュニケーションの考え方

発信者：リスクコミュニケーション活動の動機・目的の明確化
リスク管理者： <ul style="list-style-type: none"> *受け手の求める情報等の収集 *伝達媒体の理解・伝達手段の選定 *リスクコミュニケーション評価計画書の作成 *リスクコミュニケーションの技術職員の訓練 *緊急時のリスクコミュニケーション対策の検討
リスク評価・管理者、リスクメッセージ作成者： <ul style="list-style-type: none"> *メッセージ作成者の責任の明確化 *リスク評価・リスク低減効果の評価に関する文書の作成 *リスクメッセージの原案作成 (専門家による誤りのチェック) (第三者による分かりやすさ等の事前評価) *リスクメッセージ原案の修正
リスクコミュニケーター： <ul style="list-style-type: none"> *リスクメッセージの伝達 *リスクメッセージの受信、内部への伝達 *質問に対する回答 *追加情報の提示と解説 *日常的相互信頼・理解の向上努力
受信者(受け手) <ul style="list-style-type: none"> *詳細情報の要求 *理解できないところの質問 *対策に対する提案 *相互信頼・協調関係の努力

スクメッセージ作成者によって原案が作成された場合には、専門家による誤りのチェックや、第三者によるわかりやすさ等の事前評価が肝腎である。例えば、ダイオキシンの場合を考えて見ると、pg/kg/dayと表現されてどれだけの人がイメージ出来るだろうか。ピコグラムとは何かなど、我々が通常何気なく使用している専門用語までわかりやすく説明することが重要である。また、リスクコミュニケーターは、たまたま担当部署になった人が説明に出て行くのではなく、専門的にある程度訓練された者でなければならない。

さらに受け手は相互信頼・協調関係の構築に自ら努力する必要がある、理解できないところの質問、対策に対する提案なども重要な要素となる。

実際にリスクコミュニケーションを行った場合、受け手のリスク認知と評価に影響する要因を知っておくことも重要である。影響する要因の例とリスクを過大評価あるいは過小評価する場合の例を表2に示した。この例を見ると、ダイオキシンの場合は殆どがリスクを過大評価する傾向のある要因が多いことがわかるであろう。

今回はダイオキシンを例にとり、1日耐容摂取量がどの様に決められたかを説明するための資料を提供したいと思う。

表2 リスク認知と評価に影響する要因の例

要 因	リスクの過大評価 過剰反応 拒 絶	過小評価 反応少ない 許 容
なじみ	ない	ある
理 解	できない	できる
個人で制御	できない	できる
曝露への自発性	不本意	任意
子供への影響	特に高い	特にない
影響の発現	遅い	即時
次世代への影響	ある	ない
被害者の特定	できる	できない
恐怖感	大きい	少ない
公共機関の信頼度	ない	ある
メディアの注目度	高い	低い
事故歴	あり	ない
利 便	不公平	公平
可逆性	不可逆性	可逆的
原 因	人為的、過失	不可抗力

(4) ダイオキシン類のわが国の1日耐容摂取量の決定根拠 ①発がん性について

人におけるダイオキシン類の疫学データに関しては、職業曝露者や事故の被災者及びベトナム戦争の枯葉剤作戦の退役軍人に関する各種の疫学調査がなされている。その結果から高濃度曝露を受けた人の集団において特に部位を特定せずに広範な部位にがんを発生させる可能性を持つ物質であることが示唆されている。この中でも特に軟部組織肉腫についてはそのリスクの増加が示唆され、IARC(国際がん研究機関)においても人に対する明らかな発がん物質として、グループ1に分類されている。しかしこれらの疫学データにおける曝露量の評価には不確実な点が多く、疫学データから、量-反応関係を明らかにすることは難しい。

実験動物を使用した長期試験では、ラット、マウス及びハムスターなどの動物種で2,3,7,8-TCDD及び類縁化合物の発がん性が示されている。ラットにおいてはKocibaら(1978)が肝細胞の過形成結節(NOAE1,000pg/kg/day)及び肝細胞がん(NOAE10,000pg/kg/day)、硬口蓋及び鼻甲介、肺の扁平上皮がんの有意な増加を、NTP(1982)は、肝の腫瘍結節、甲状腺濾胞細胞腺腫の増加を報告している。また、ラット及びマウスの肝臓、肺と皮膚の二段階発がんモデルにおいて、ダイオキシン類のプロモーター作用が認められている。このプロモーター作用にはEGF受容体及びエストロゲン受容体との相互作用の関与が示唆されている。

②遺伝子障害性

2,3,7,8-TCDDには間接的なDNA障害は認められるが、直接的な結合は認められず、各種の変異原性試験等においても陰性を示す結果が多く、遺伝毒性はないものと総合的に判断される。

③閾値の有無

遺伝子障害性が認められないこと、およびダイオキシン

類のプロモーター作用と併せて考慮すると、2,3,7,8-TCDDの発がん機構には閾値があることが示唆される。

わが国では、いき値のある発がん性物質に関しては、従来の閾値のある化学物質の1日許容摂取量を求める方法と同じ手法で1日耐容摂取量を求めることになっているので、最も低い肝腫瘍のNOEL(最大無毒性量)に不確実係数1/100(または肝がんのNOELに不確実係数1/1000)をかけて耐容1日摂取量を10pg/kg/dayと算出した。環境庁はさらに安全を求める目標値として、アカゲザルにおける子宮内膜症のリスクを加味して不確実係数2をかけて、5 pg/kg/dayとしている。

一方米国は、発がん物質には原則的にいき値を認めず、動物実験の結果から、低濃度外挿モデル式を用いて求めているために、同じデータを用いているが、100万人に1人が発がんするレベルとして0.1pg/kg/dayという非常に低い値を提案している。

ダイオキシンのリスクコミュニケーションを行うとすれば、リスクコミュニケーターはその1日耐容摂取量の決定根拠についてもある程度は理解していなくてはならない。リスクコミュニケーション手法のマニュアルは無いと言われているが、これからは、リスクの発信者も受信者も充分このような手法を用いてお互いに理解を深めていくことが必要である。現在の環境問題が昔の公害問題と異なって、加害者と被害者の区分が明確ではなく、一般住民も様々な化学物質による恩恵を受けて生活している以上、両者が協調してより良い環境を作っていくことが大切であることを強調したい。

(5) 参考文献

林裕造、関沢純監訳：リスクコミュニケーション 前進への提言、National Research Council編、化学工業日報社、東京、1997

第二部 パネルディスカッション(一部を紹介する)

田中：参加者よりパネラーに対する質問をいただきました。それらの質問に答える形でパネルディスカッションを進めたいと思います。まず内山先生から回答をお願いします。

(1) 母乳のダイオキシンについて

内山：一番多かったのは母乳に関する質問です。日本人の母乳中のダイオキシン濃度が諸外国に比べて特に際だって高いということはありませんが、オランダでは同じ地域の住民のデータを経年的に見ると、発生源対策の効果できれいに低下してきており、現在は10pgを割った、というデータをつい先日の横浜のワークショップで見せて頂きました。その時、日本のデータも話題になりました。食事に含まれる値にばらつきがあるものの、経年的に見ると、食事中も母乳中も徐々に減ってきています。大気中の濃度

は横這いであることから、(減少した)原因は輸入食物の増加、魚摂取量の減少によるもの、との見解が出されました。

これまでのデータからは、半年から1年間乳幼児に母乳を与えた時に影響が出るかどうか、実際のところははっきりわかっていないのが現状です。ただし、オランダのデータでは、「乳児の摂取量は大人より数倍以上高いが、肝臓中のダイオキシン濃度は2倍程度」とするデータがあり、蓄積量は予想されたより少なかった。それらのデータをもとに、WHO、オランダは現在母乳の影響は無いという公式見解を出しました。

日本では埼玉県や所沢市を中心に母乳の測定が始まっており、今後多くのデータが集まると思います。しかし、私としては、母乳(を測定する)と同時に、生まれた子供を5~10年位追跡調査するようなコホート調査をやらないと、母乳を飲ませた影響ははっきりわからないのではないかと思います。母親にも子供にも多大なご協力を頂いて、その位追跡しないと今疑われている成長ホルモン、甲状腺ホルモンへの影響は結論が出せないのではないかと思います。

「子供に母乳を与えていいのか？」という問い合わせがあった時、最も新しいWHO、オランダの報告だと、先ほどの様なものがあり、私がこれまで心配していたより多少はましかもしれないという印象を持っているものの、残念ながら私自身結論は出しておりません。

田中：厚生省からTD110pg-TEQ/kg/dayが示されましたが、母乳の場合は体重が小さいため、母乳から摂取されるダイオキシンを換算すると、TDIを超えることとなります。ただし、TDIは慢性毒性に対する判断基準であり、70年間摂取した場合をいうので、急性毒性(に対する基準)のようにある基準を超えるとすぐに影響が出る、といった基準ではありません。動物実験の結果、NOAEL(無毒性量)が1,000pg-TEQ/kg/dayであったものを、不確定要素を考慮して100分の1にしてTDIを10pg-TEQ/kg/dayに設定したもので、10pg-TEQ/kg/dayを超えても、それをどのように判断するかは、数字の算定根拠を理解していただければ良いかと思います。(乳児の摂取量がTDIを)超過するといっても母乳で育てるメリットが大きいので、WHOでもTDIは10pgと定めており、それを低くするという事はないと思います。

(2) ごみの分別効果、成功事例について

藤波：ごみの分別効果は、紙類、及びプラスチックを全量抜いた場合を想定すると、40%くらいの資源化ができると予想しています。さらに、生ごみ資源化も含めると、55%~60%の資源化ができると予想されます。ただ、プラスチックの資源化をしている自治体

はそれほど多くないのが現状です。埼玉県では、久喜・宮代衛生組合が実施しており、プラスチック分別に成功していると聞いています。RDFについては日本国内にいくつかの事例があり、富山県の砺波などが参考になると思います。

(3) ダイオキシンの削減技術について

藤波：バグフィルターの金額は、プラントとメーカーによって異なりますが、バグフィルターを含めたダイオキシン対策で各メーカー平均して大体20億円前後が目安だと思います。

川口市で採用している技術は、自動燃焼装置、排ガスの冷却、活性炭吹き込み、バグフィルターです。一般的な削減技術としては、二次燃焼空気の増量、触媒脱硝の実施が挙げられます。

将来課題として、モニタリングシステムは必要だと思います。また、個人的意見としては、都道府県が全体的な市町村のチェックシステムを整備することが必要であると思います。

(4) ダイオキシンに対する法制度について

田中：基準が作られて5年の猶予があるが、もっと早くできないのか、という質問と、神奈川県環境部・雑誌編集の方から、廃プラ焼却しないとの程度ダイオキシンが削減できるか?との質問がありました。

猶予期間は、最大限で5年という意味であって、可能であれば今年からでも対策を実施するという事。多くの自治体では、5年を待たずに、今年から5年後の数値を目指して改修なり改善を実施しています。

テレビでは、煙突から黒い煙が出ている状況が紹介されますが、あのようにダイオキシンの問題以前に大気汚染の基準すら守っていない状況を目にすることがあります。大気汚染防止法では、ばいじん、硫黄酸化物、窒素酸化物、塩化水素など、短期間で健康影響が出てくるような急性毒性のものに対する基準が設けられていますが、その基準すら満足していないレベルにあります。

現行制度上は、一定規模以下の小型の焼却炉は規制対象になっておらず、基準が適用されない状況にあります。しかし、「規制対象外のものであれば基準を守らなくとも良い」といった考えは社会的に許容されなくなっており、今後は自主的に規制対象施設と同様の対応を図るべき、との要請が強くなってきています。小学校、中学校の小型焼却炉については、文部省から使用中止の通達が出され、大気汚染防止法の規制対象外であっても、自治体が指導するケースもあります。

産業廃棄物焼却炉についても、一定規模以下のものは届出・許可対象外となっていますが、これは小規模の施設が多数存在するため、全てを規制対象にすると十分な監督・指導が図れない、という行政的人的資源面の問題によるものです。「規制対象外であ

れば何をやっても良い」ということではなく、環境を守るにはどうすればよいか、企業倫理が求められるところです。

(5) 廃プラスチックとダイオキシン発生に関連について

田中：廃プラスチックの問題は、市民の方々にとっても大きな関心事です。「プラスチック、特に塩素系プラスチックはダイオキシン生成に寄与するのではないか」、「ダイオキシンには塩素が含まれており塩ビが悪いのではないか」とよく指摘されます。

実際にごみの中を分析すると、混合収集の場合、全塩素の5～6割が塩ビ、残りの4～5割は一般家庭から排出される厨芥類に含まれます。これらの塩素が、塩化水素を生成するといった実験データも示されています。「塩ビを除けばダイオキシンが発生しないのか?」という、必ずしもそうではなく、塩ビを除いたからといってダイオキシン対策がいらぬということにはなりません。

生活にはプラスチックが多用されており、市民の方々を外見だけで判断してプラスチックを除いて分別収集しても100%除去するのは難しい。実際、プラスチックを可燃ごみから除くように指導する自治体も数多くありますが、可燃ごみの中には通常8%～10%混入するのが現状です。したがって、プラスチックを燃やすことを前提に、完全燃焼・ダイオキシン除去といった処理の方策によって対応を図ることが必要になります。そのための技術は既に開発されています。(図2参照)

第三部 アンケート調査の結果

今回の研究懇話会においては、特別講演の開始前と終了後にダイオキシン問題についての意識や講演の理解度を評価するためにアンケート調査を行った。285名の参加者のうち、アンケートの有効回答は209名であった。

主な項目の集計結果を参考資料2に示した。ダイオキシンに関する知識を聞く項目では、開始前に正解率の低かつ

た(30%～50%)ものは「わが国の母乳中のダイオキシン濃度は世界でも際だって高い」、「わが国のダイオキシンのTDIの値は先進国の中では最も緩い基準である」、「ダイオキシンの摂取量はどんなに少なくても健康に影響がある」、「今後のごみ焼却排出抑制基準値の0.1ng/Nm³を守らなければ、健康に害がある」であったが、いずれも終了後にはわからないと答えた者が減少し、正解率も70%まで上昇した(幾つかの問題は、立場の相違があり、必ずしも正解が1つとは限らないが、一般的に現時点で妥当と思われるものを正解とした)。ダイオキシンに関する関心は94%が「ある」と答えたが、そのうちの59.6%が終了後さらに関心が深まったと答えた。また、危機感については、開始前に「ある」と答えた71%のうち、終了後さらに危機感が深まった者は31%、変わらない者46.5%で、危機感が薄らいだ者は18.3%であった。また、恐怖感については、開始前に「ある」と答えた者は41%であったが、終了後にはそのうちの23.4%がさらに深まった、51.5%が変わらないと答え、薄らいだと答えた者は23.4%であった。影響に関して一番心配なのは子孫への影響が際違って多く、自分の健康と答えた者は比較的少なかった。また、今後の対策として必要なものは、実態調査、削減技術の開発、情報公開の順であった。最後に今回の研究懇話会の満足度を聞いたところ、十分満足、まあまあ満足合わせて85%であった。

以上の結果からは、ダイオキシンに関する正しい知識を持ってもらいたいという点ではある程度の効果が見られ、わかりやすい講演であったと思われる。しかし、危機感、恐怖感を持っていたもののうち、終了後に薄らいだと答えた者はいずれも20%前後であり、ダイオキシン問題をいかにとらえるべきかという問題はあるにせよ、リスクの問題を正しく理解してもらうためのリスクコミュニケーションの難しさを示しているとも言える。

いずれにせよ、この様な形の研究懇話会は始めてであったが、テーマがタイムリーなこともあって参加者も多く、ほとんどの参加者に満足していただいたことは幸いであった。

参考資料-1 ダイオキシン問題に対する国立公衆衛生院の取り組みの推移

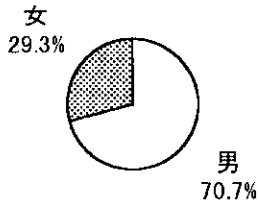
	1980(昭55)	1985(昭60)	1990(平2)	1995(平7)	2000(平12)
1970年代初頭:都市ごみ焼却灰中にPCDDを世界で初めて検出 1976:セハン事件 1978:ラブキナル事件 1982:タイムスビーチ事件		1983:立川教授らごみ焼却灰中にPCDD検出(新聞報道) 1984:専門家会議による評価指針(厚生省)	1990:ダイオキシン類発生防止等(旧)ガイドライン(厚生省) 1992:紙パルプ工場ダイオキシン類対策要請(環境庁)	1995:ダイオキシンリスクアセスメント研究班(厚生省) 1996:ダイオキシン削減対策検討会(厚生省) 1996:ダイオキシン排出実態調査(厚生省) 1996:ダイオキシン検討会設置(環境庁) 1997:ダイオキシン類発生防止等(新)ガイドライン(厚生省) 1997:ダイオキシン総合調査研究	
国立公衆衛生院における取り組み	FY1982—FY1984 廃棄物の処理・処分に伴う微量有害物質の挙動に関する研究	FY1985—FY1989 ダイオキシン等の発生メカニズム・分解等に関する研究	FY1990—FY1992 ごみ焼却施設における有害物質の低減化に関する研究	FY1993—FY1996 ごみ焼却施設から排出される有害物質の管理手法に関する研究	FY1997—FY2000 廃棄物の熱処理に伴う未規制有害物質の制御・管理に関する研究

参考資料-2 国立公衆衛生院ダイオキシン関連研究課題と主な研究成果

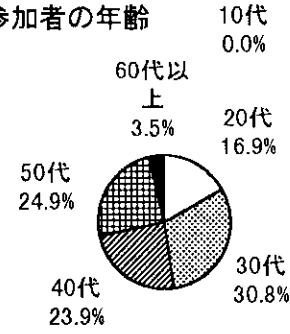
研究課題(年度)	主な研究成果
廃棄物の処理・処分に伴う微量有害物質の挙動に関する研究 (FY1982-FY1984)	①飛灰中のPCDDの抽出、分離、クリーンアップ法の確立。 ②炉の型式や運転条件などによって飛灰中のダイオキシン類の濃度は異なる。
ダイオキシン類の発生メカニズム・分解等に関する研究 (FY1985-FY1989)	①ストーカータイプ2施設の定常運転時でのダイオキシンの排出実態を排ガス、飛灰、排水の分析で検討した。乾式と湿式の塩化水素除去設備では、排ガス中、飛灰中のダイオキシン濃度は異なった。 ②流動床タイプ2施設での測定で、ダイオキシンは煙道を流下するに従って濃度が増加し、煙道中でのほとんどがガス状である。同族体ではO ₂ CDDの濃度が高く、塩素数が減るに従って濃度も低い。 ③バグフィルターによる除塵効率はEPよりも高く、捕集灰にはバグフィルター前の飛灰に比べ、低塩素化合物の割合が高く、高塩素化合物の割合が低かった。 ④前駆物質のクロロフェノール、クロロベンゼンの分析には2種の極性の異なるカラムで分離可能。塩素系プラスチック、リグニン、セルロースの燃焼実験でクロロベンゼン、クロロフェノールを含む数10種類の有機化合物の生成を確認。実施施設での測定ではトリクロロフェノールと一部のクロロベンゼンが確認された。煙道を通るにつれて濃度が増加する傾向がある。 ⑤埋め立て地土壌中では新しい層でO ₂ CDDの構成比が増加していた。浸出水中にはH ₂ 、O ₂ のみが検出された。 ⑥5種のTCDDs、OCDD、1-6塩素化ダイオキシンに対する発がんプロモータ活性を多形核白血球を用いた活生酸産生能により検討した結果、これらには発がんプロモータ活性はなかった。 ⑦ラットを用いたフライッシュの急性、亜急性、慢性毒性の検討でフライッシュの有害(毒)性は比較的低いものと推測された。
ごみ焼却施設における有害物質の低減化に関する研究 (FY1990-FY1992)	①バッチ炉での測定によると、排ガス中のダイオキシンとCO、炭化水素(特にメタン)、クロロフェノールとは高い相関がある。立ち上げ時や埋火時にはダイオキシンが増えたが、埋火運転を燃やしきり運転にすることによってダイオキシン類の排出量を2分の1から3分の1に削減できる。また、二次燃焼用空気吹き込みを行えばダイオキシン類の削減が可能である。 ②機械化バッチ炉での測定ではコプラナ型PCBの排出レベルはTEQでダイオキシン類の数%程度で、燃焼改善で削減が可能である。 ③埋め立て地浸出水中のダイオキシン類濃度は埋め立て年数が古いほど低くなる。また、浸出水の生物処理や物理化学的処理(凝集沈殿、砂ろ過、活性炭吸着)で90%以上の除去率が達成できた。 ④焼却灰主体の埋め立て地でダイオキシン類の鉛直方向の移動が示唆された。
ごみ焼却施設から排出される有害物質の管理手法に関する研究 (FY1993-FY1996)	①ガス滞留時間2秒以上の確保、ガス混合質形状の改善、炉出口温度の高温化、炉出口酸素濃度6%以上の確保、自動燃焼安定化等の燃焼最適化技術を適用することによってダイオキシンの生成・排出抑制が実証できた。 ②排ガス温度の低温下による再合成抑制及び吸着除去性向上、高効率集塵機による微細粒子除去、活性炭・活性コークスなどによる吸着除去、インヒビター適用などによって、排ガス中のダイオキシン濃度を削減することを明らかにした。 ③低級炭化水素類を新たな指標としたダイオキシン類の連続モニタリングシステムを考案・実証した。 ④集塵灰の還元雰囲気での加熱(300~400℃)により、ダイオキシンや他の有機塩素化合物は効果的に脱塩化することが実証された。 ⑤浸出水中のダイオキシン類は紫外線・オゾン併用で99.8%以上の分解が確認され、オゾン使用による副反応生成物による生態毒性は適正な処理条件の下では回避できることを明らかにした。

参考資料・2 講演の前後に「ダイオキシン汚染問題」について意識と理解度についてのアンケート集計結果

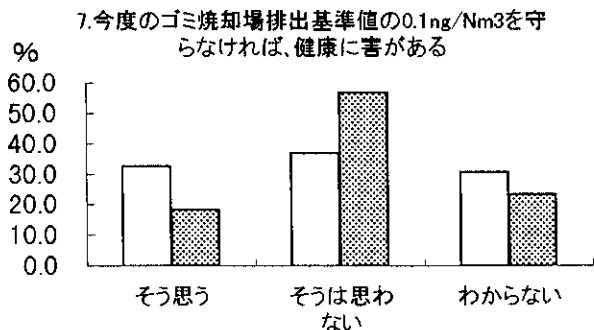
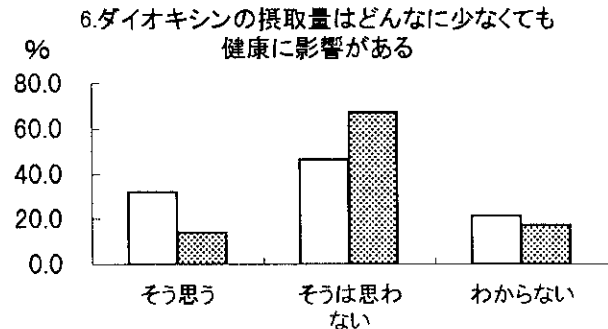
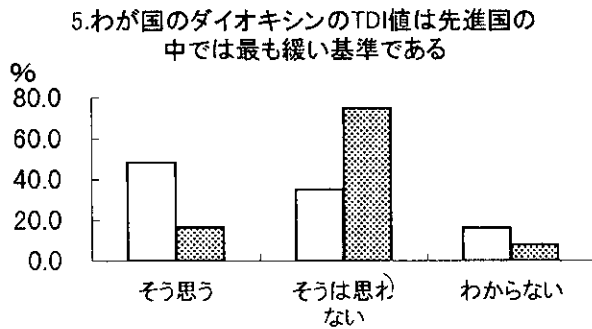
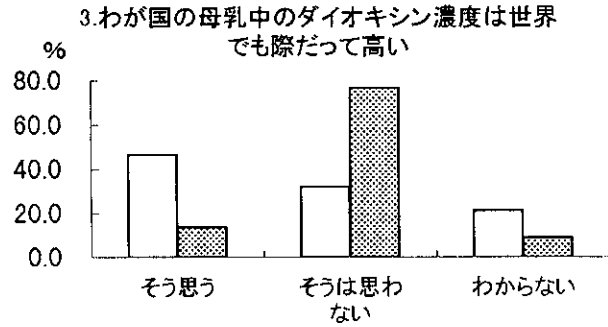
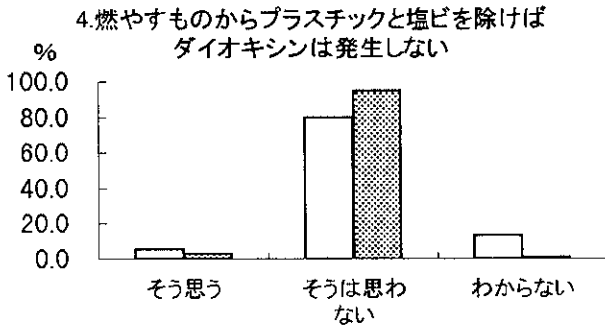
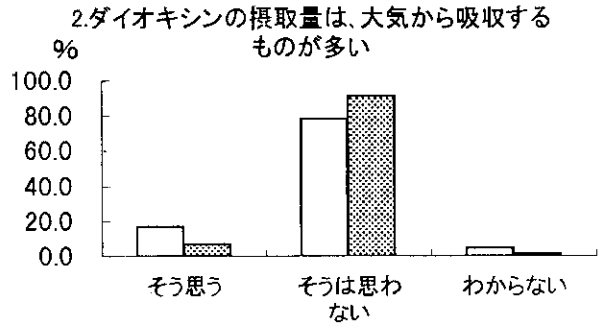
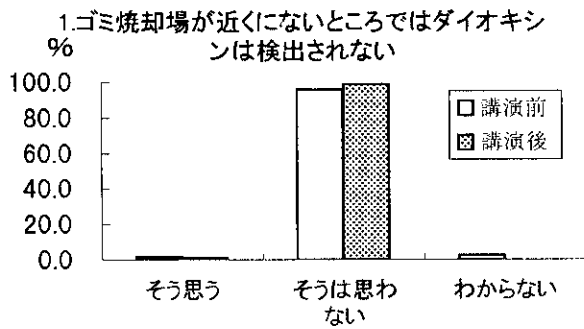
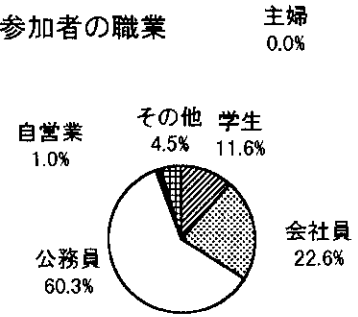
参加者の性別



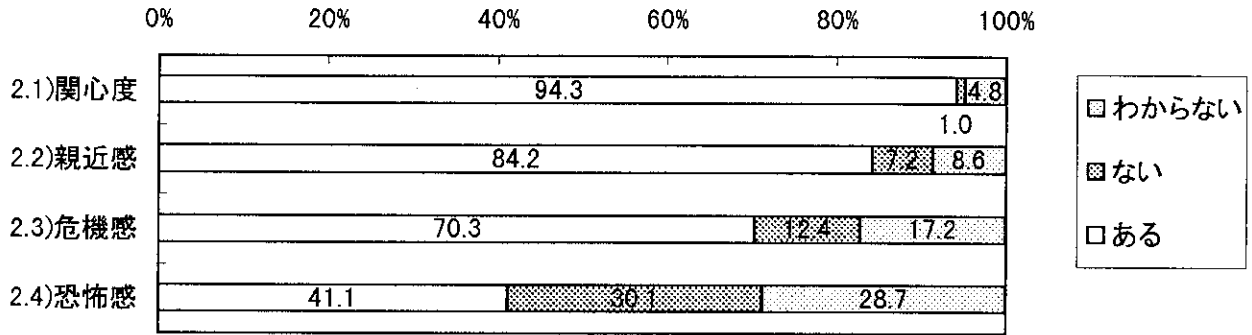
参加者の年齢



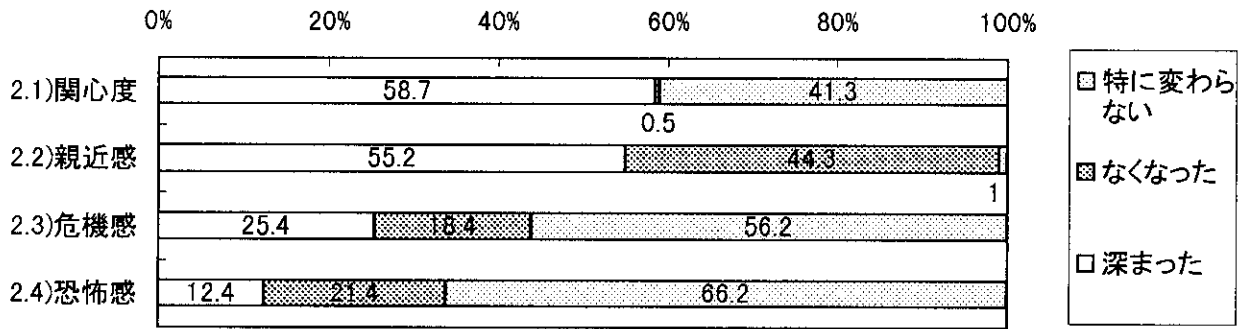
参加者の職業



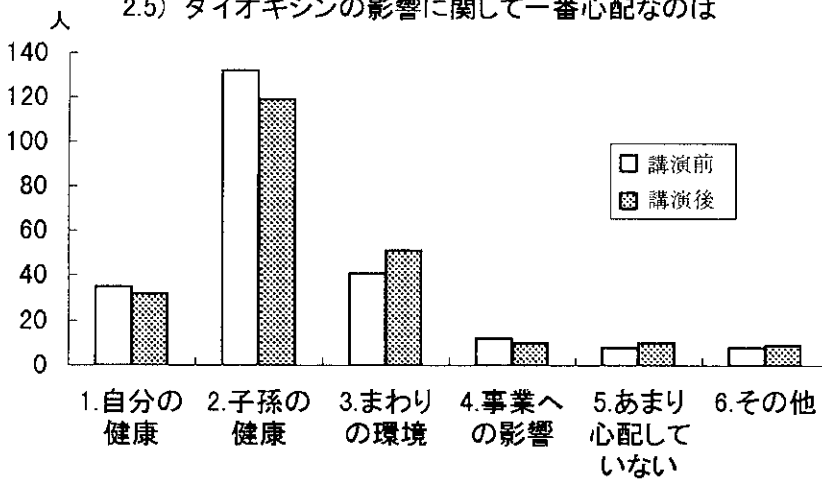
2.第一部 ダイオキシン問題について



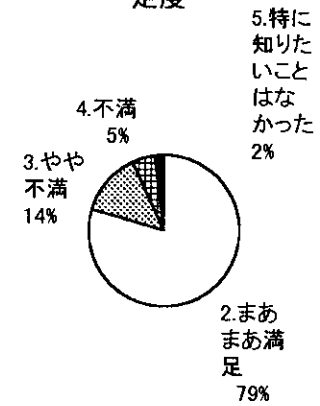
2.第二部このシンポジウムに参加して



2.5) ダイオキシンの影響に関して一番心配なのは



3.このシンポジウムの満足度



4.今後のダイオキシン対策

