

3-(3) 廃棄物とその適正処理

国立公衆衛生院

田 中 勝

1. はじめに

廃棄物処理における適正処理の概念については種々の観点から論議がなされているが、環境影響に限定して適正処理を考えれば、環境汚染（環境リスク）とそこから派生する健康影響を、適正処理によって出来るだけ抑えることといえよう。

すなわち、廃棄物処理の「適正処理」レベルとは、公衆衛生、環境保全、労働衛生等の面から、処理過程および処理後の長期にわたって「問題が生じないような処理」であると考えられる。そのために、法規制、技術上の指針等を守るのはもちろん、廃棄物の特性、取扱量、利用場所、周辺環境に応じて配慮することにより、適切に対処しなければならない。

現在は、「問題が生じないような」と、「適正」という意味の解釈が人により異なるため、自治体によって、処理の内容や対応が異なったりする。

「適正処理」のレベルは、そのための出資能力あるいは時間や労力の負担能力（環境保全目標達成のためにどの程度の対策が可能であるか）などによっても異なり、地域特性、時代によって変わりうる。したがって、適正処理を推進するためには、その地域に応じた計画を策定する必要がある。また、その策定過程では、環境保全目標の設定や、適正処理の内容に対する住民の要求も反映させる必要がある。

適正処理かどうかを判断するための基準の一つとして、環境保全目標または保全水準が用いられている。適正処理レベルの設定に際しては、廃棄物処理事業の内容によって、どの程度の汚染物質が環境に放出され、それによって市民がどれだけ暴露を受け、どの程度の健康影響を生じるかが重要な情報となる。そして汚染物質の放出を抑制する手法とそれに必要な経費、健康影響の減少効果、住民の代替案選考等を考慮しなければならない。これには化学物質による健康への影響を評価し、適切に対処する方法として注目されているリスクアセスメント、リスクマネジメントの考え方が参考になる。

ここでは廃棄物処理にかかわるリスクとして、社会的に関心を集めたダイオキシンについて、国の行政対応として行ったリスクマネジメントの事例を紹介する。次にリスクアセスメント、リスクマネジメントの概念を、廃棄物の適正処理困難疑義物に対する困難度評価および施策対応に適用する試みを行ったのでその概要を説明する。これらの事例紹介を通して、リスクアセスメントおよびリスクマネジメントの概念の確立、それらの適用の効用と問題点を明確にすることが出来ればと考えている。

2. ごみ処理におけるダイオキシンのリスクマネジメントの事例

(1) 問題の発生

廃棄物に係わるダイオキシン問題の発生と、その対応について述べると次のようになる。問題の発生から今回の対応までのプロセスについて、関係者の取ってきたアクション、影響の及ぼす方向や情報の流れを図1に示す。

この場合の関係者としては、次の主体が考えられる。

- 1) 廃棄物行政主体 (REGULATOR) …… 厚生省生活衛生局水道環境部
- 2) 開発事業者 (DEVELOPER) …… 都市ごみ処理を実施する地方自治体
- 3) 専門家 (EXPERTS) …… ダイオキシン問題に関する学識を持ち、調査研

究に取り組む大学、研究機関の人

4) 影響を受ける可能性のある人 (IMPACTEE) …………… 一般市民、作業従事者

5) 外来の主体 (EXOGENOUS) …………… 直接関与しないが、関心を持つグループ、市民団体、マスメディア

今回のダイオキシン問題が発生した経緯を図中のステップ番号で、時間的に追って説明する。

1970年代にイタリアのセブソにおける農業工場の爆発事件、ベトナム戦争時に使用した枯葉剤、ラブ・キャナル事故、タイム・ビーチ洪水など、ダイオキシンによる汚染事故が海外で発生し(Step1)、これらをマスメディアが廃棄物問題としてとらえて報道し、廃棄物に係わるダイオキシン問題を指摘する(Step 2)。研究者等専門家は、この問題の解明に取り組む。市民団体は、廃棄物処理の安全性に疑問をいだく。主として焼却炉建設計画のある自治体に対して情報を求める(Step 3)。より詳しい情報を他の主体に求め、またこれに関する調査研究を促す(Step 4)。そして日本の焼却炉の焼却灰やフライアッシュ中のダイオキシンについて、専門家による調査研究成果が公表される(Step 5)。フライアッシュ等からダイオキシン等が検出されたとの報道により、廃棄物処理に伴うダイオキ

シン等の問題が指摘され(Step 6)、この問題を検討するため、厚生省水道環境部内に「廃棄物処理に係るダイオキシン等専門家会議」が設置された(Step 7)。専門家会議のメンバーは、毒性学、分析、環境衛生、燃焼、廃棄物処理の分野の専門家からなり、各専門家がそれぞれの視点から検討を加えた。昭和58年12月8日にスタートを切った会議は、翌年5月21日まで5回開催され、その間にワーキンググループの会合も数回開かれ、検討を重ねた上で専門家会議報告書がまとめられた(Step 8)。

提出された報告書は、都道府県を通じて各自治体へ、また報道機関にも公表された(Step 9)。そして、その内容は、新聞等マスメディアや自治体等の公表、説明会等により一般市民に伝えられた(Step10)。

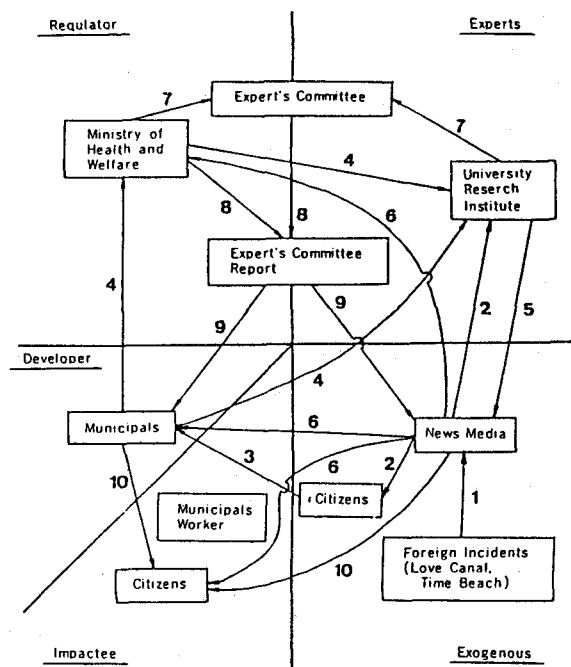


図1 焼却施設から発生するフライアッシュ中に含まれるダイオキシン問題の発生と対応へのプロセス

(2) リスクアセスメントの内容

わが国のごみ焼却施設の焼却灰やフライアッシュから検出されたダイオキシン等の問題を検討する専門家会議は、国内外の文献調査を行ない、専門的観点からの評価、検討を加えて、報告書を取りまとめた。

専門家会議では、限られた期間内で可能な限り文献を収集し、その内容を検討した結果、廃棄物処理に伴う一般市民およびごみ焼却施設内の作業に従事する職員への影響については、現段階では、健康影

響が見だせないレベルであると評価している。

この健康影響評価の概略を紹介するとともに、評価するうえで設けた仮定について考察する。

1) 対象化学物質

ダイオキシンの毒性は、その異性体によって異なる。毒性評価が行われているPCDDsの中で特に顕著な毒性を有するものは、2,3,7,8-TCDDであり、実験動物における急性毒性LD50は、他のPCDDsに比べて極めて低い値を示している。したがってダイオキシン全体の健康影響評価では、PCDDsより少ない量であるTCDDsの量を使って、その毒性は2,3,7,8-TCDDの毒性と等しいとして、PCDDs全体の健康影響を評価している。

2) 移動中の性状変化

排ガス中のTCDDsは、微粒子状物質に吸着された状態で存在し、地表に達しても、排ガス中の組成と変わらないと仮定している。

文献によるとガス状のダイオキシンもあるとされている。また微粒子物質への吸着も、粒径によってその濃度に変化することが考えられ、健康影響上問題となる粒径にどの程度ダイオキシンが存在するかが重要である。

3) 焼却施設からのばいじん量

廃棄物焼却炉の排出基準があるが、規制値上限のばいじんを排出している場合を仮定して、その中のTCDDsは、フライアッシュ中のTCDDsの含有量に等しいと仮定している。施設によっても異なるが、ほとんどの施設では、規制値0.5 g/m³Nを大きく下回る条件下で運転されている。

4) ばいじん中のTCDDs

フライアッシュ中のTCDDs分析値のわが国における最大値 250ng/gを用い、排ガス中のばいじんは微粒子のため、フライアッシュ中の濃度の10倍のTCDDsを含むとみなし、安全を見込んで計算した数値 1,250ng/m³Nを用いている。この安全を見込んだ配慮には、ガス状のTCDDsが考慮されている。この数値の妥当性は、今後のガス中TCDDsの測定に待つところが大い。

5) 最大年平均地表濃度

一時間当たりの最大着地濃度を、排ガス濃度の5000分の一とし、さらにその40分の一が最大年平均地表濃度とした。地域の条件がこれと異なる所では、もっと高い濃度となる可能性はありうる。

6) 評価指針

亜慢性実験結果をもとに設定された一日許容摂取量(ADI)等を参考にして、廃棄物処理に係るダイオキシン問題を評価・考察するための評価指針を、2,3,7,8-TCDDとして、0.0001 μg/kg/日と設定した。

動物を用いた亜慢性および慢性実験の結果からNOAEL(Non Observable Adverse Effect Level:最大無悪影響濃度)やNOEL(Non-Observable Effect Level:最大無悪影響濃度)を出して、ADIを設定しているが、種差、暴露濃度、暴露形態によってこれらの値に大きな差があるため、ヒトへの影響を判断するには、非常に注意深く行なう必要がある。

NOAELやNOELから安全係数を用いて、ADIを求める例もあるが、安全係数を設定する根拠が認められていない。

7) 一般住民への健康影響

年平均最大地表濃度にある住民への健康影響を評価した。毎日15m³(平均体重60kg)を吸入し、吸入したTCDDsのすべてが体内に取り込まれると仮定した。空気中のTCDDsのどの程度が体内に取り込まれるのかは、ばいじんの粒径分布やガス中の濃度に影響されよう。

8) 焼却施設内の労働者への健康影響

炉内点検の発じん作業に年一回従事するとして、その日数を5日間と仮定している。作業環境中の粉じんがすべて、フライアッシュに由来するとは考えられない。作業者の防じんマスクの着用はもちろんだが、長時間暴露されないよう作業内容のローテーションを組む等の工夫も必要であろう。

以上ダイオキシンのリスクアセスメント特にエクスポージャ・アセスメントにおいて設定したいいくつかの仮定について述べた。ここで曝露-反応アセスメントにおいて仮定しているShreshold モデルでADIとしてどういう値を採用するかが、いわばリスクマネジメントのポイントになるといえよう。

(3) リスクマネジメントの概要と今後の検討課題

ダイオキシンのリスクに対する国の施策として、リスクアセスメントの結果を踏まえて専門家会議で検討した結果、次の結論が導き出された。

- 1) 都市ごみに対して現状の焼却処理を継続して行なう。
- 2) フライアッシュ等の焼却残渣の埋立処分については、当面は覆土等により焼却灰等の飛散、流出を防止すること、また、排出水中の懸濁物質を適切に除去すること等、現行法令の基準に従って適切に実施する。
- 3) ダイオキシンに関する総合的な知見の集積を早急に行なう。
また今後の検討課題として次のものがあげられる。

1) ダイオキシンの毒性評価

ダイオキシンは、汚染物としての評価、対応が必要な化学物質の一例に過ぎず、今後は化学物質全体への対応を考える必要がある。

焼却炉排ガス中の汚染物の場合には、窒素酸化物、塩化水素、重金属、有機塩素化合物等をトータルに把握して評価する必要がある。

2) 汚染伝播媒体として

ごみ処理、廃棄物処理施設は、汚染発生源の一つであり、他の水、土壌（農産）、食品への汚染物または添加物等も含めて総合的にとらえる必要がある。大気、水、廃棄物、土壌、食物等を媒体として、汚染物がどのように伝播し、生成、消滅するか等を把握し、これらから人間の健康をどう守るかの戦略を立てる必要がある。

3) リスクアセスメント

ダイオキシンは、その毒性が高いことで知られている。毒性の評価には、致死量で表わす急性毒性と、臓器障害をもたらす慢性毒性、そして変異原性、催奇性、発ガン性などの影響が問題になる。発ガン性等については、リスク（危険性、確率）による評価が試みられている。ゼロリスクが期待できない場合に、どのような選択枝（代替案）があり、その場合のリスクとコストを総合的に評価して、政策なり行政上に対応させるリスクマネジメントがもとめられている。

4) 廃棄物処理の見直し

社会にとって望ましい処理方法を確認するためのプロセス作りが必要である。ごみ焼却処理計画のように、施設建設計画はかなり出来上っているが、収集すべき対象、達成すべき生活環境保全目標、公衆衛生のレベルをどう設定するか計画方法が未だ確立されていない。ダイオキシン問題は、「廃棄物処理はどうあるべきか？」を問うたものといえよう。

3. リスクアセスメント、リスクマネジメント概念の適用の試み

(1) 概念導入の必要性

リスクの概念を廃棄物中の適正処理困難疑義物量とそれによる適正処理困難性度合の関係へ適用してみると図2のようになる。例えば、都市ごみ中の乾電池やプラスチックの含有量が増加するにつれて、有害物対策としての分別収集の実施、有害物除去装置の設置、それらにかかるごみ処理経費の増加、さらに、処理施設より有害物が放出されることによる周辺環境に与える影響など、適正処理困難性の度合は連続的に高まる。そして、ある一定条件のもとでは、廃棄物中の疑義物量の許容範囲の上限が一意的に定まり、この許容範囲内のどの値を採用するかは、自治体の社会的、経済的及び政治的な条件を加味して決められるという概念である。

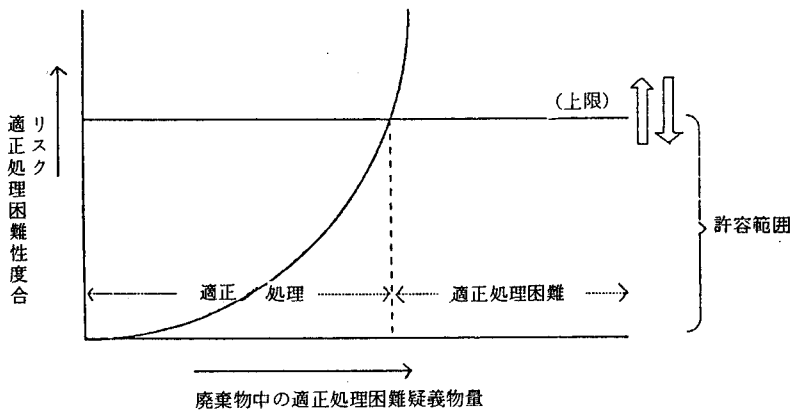


図2 廃棄物中の適正処理困難疑義物量と適正処理困難性度合の関係

RA, RMの概念導入の必要性として、①適正処理困難疑義物の存在と処理・処分システムへの影響を科学的に明らかにし、②特に、発がん性の化学物質のように、一般にリスクがないとは考えられないものの適正処理困難性の評価の仕方を明らかにし、③また、多くの新規の商品の生産、使用、廃棄に対して事前に廃棄物処理に与える影響を予測、評価し、適正処理の維持のための総合的施策を講じることが挙げられる。ここでは、疑義物の廃棄物処理に係るRAおよびRMをDAおよびDMとして次のように定義する。

<適正処理困難性評価 Disposability Assessment (DA)>

ある疑義物の生産、消費、廃棄等によって、その疑義物質が適正処理上問題であるか否か、つまり、適正処理困難性を判定し、もし適正処理が困難であれば、現在あるいは将来の予想排出・処理量下における廃棄物処理に対する影響を、科学的に見積り、評価する過程

<適正化対応 Disposability Management (DM)>

適正処理困難性評価の結果と社会的、経済的かつ政治的な関心を考慮して、最も適切な政策や規制の手段を選択する意思決定過程

不確定要素の多いリスクアセスメントを定量的に行うためには、次のステップを踏む必要がある。

- ① 有害性の判定 (Hazard Identification: H I)
ある疑義物がある廃棄物処理への影響と因果関係があるか否かを決定する
 - ② 汚染発生－影響評価 (Dose-Response Assessment : D R A)
発生・処理量と廃棄物処理への悪影響の発現の確率との関係を決定する
 - ③ 汚染発生の定量評価 (Exposure Assessment: E A)
廃棄物の発生・処理量を、将来の可能な規制のあり方あるいは有効な規制の効果の予測を通して決定する
 - ④ 影響の内容に関する評価 (Risk Characterization: R C)
廃棄物処理への影響を、不確定要素とともに種々の条件下で推定する
- これらの4つのステップに位置付けと、DAとDMの相互関係を図3に示す。

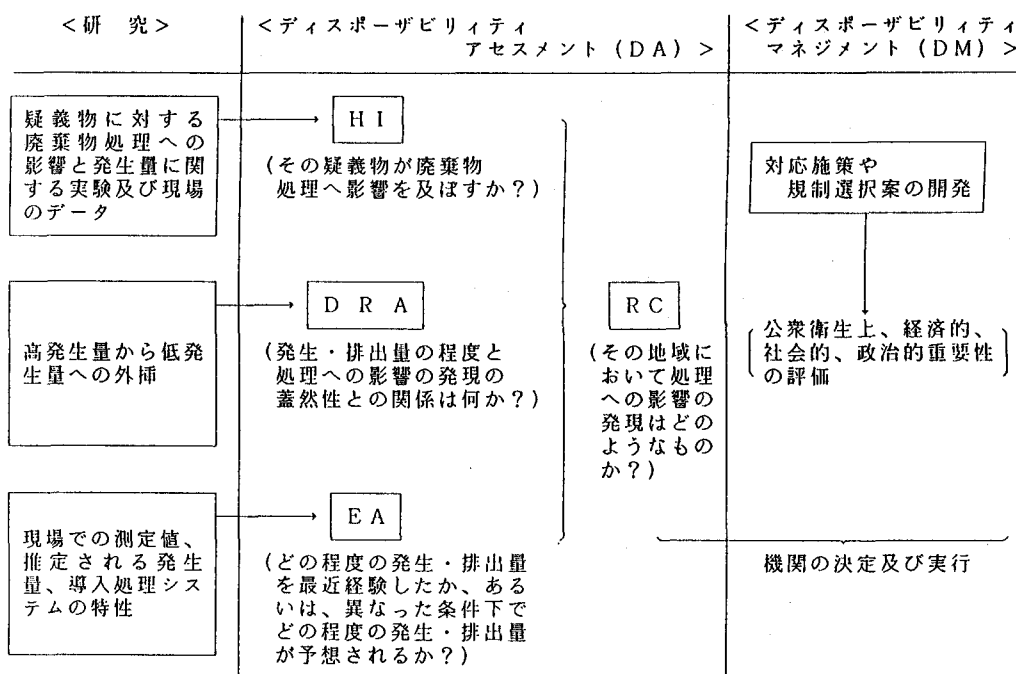


図3 リスクアセスメントとリスクマネジメントのフレーム
から見た廃棄物の適正処理困難性評価及び対応

(2) DA, DMによる適正処理困難性の評価と施策対応

DA, DMの考え方を取り入れた、適正処理困難性の評価および対策フローを図4に示す。

このフローの前半は、DAに相当する。つまり、既存の処理施設でのモニタリング等のサーベランス情報により選定された、適正処理困難疑義物に対して、その物性は廃棄物処理上から見てどんな特性があるのか。また、現在および将来の排出量はどの程度か。さらに、現況の処理システムがどのようなシステムであり、それが排出されることにより、現況の処理システムに対して影響を及ぼすかどうか、

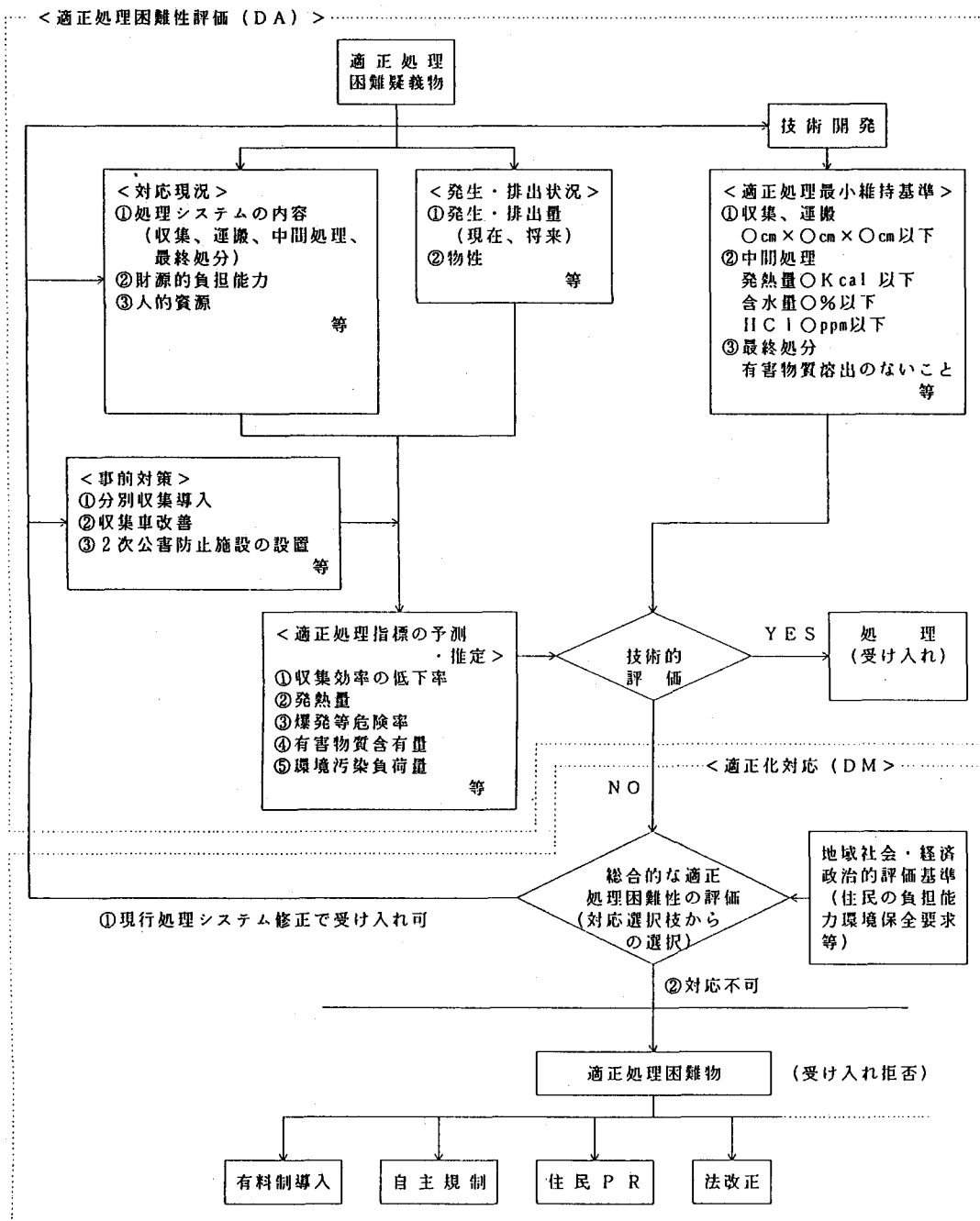


図4 適正処理困難性評価フロー

また、影響を及ぼす場合どの程度の影響を現況の処理システムに与えるのかといった適正処理指標の予測・推定を、ベンチスケールでの実験等の結果を踏まえて科学的に見積もり、現況の適正処理最小維持基準と比較・評価する過程であり、ここでは技術的評価が下される。

一方、後半は、DMに相当し、DAから得られた評価に加えて、当該地域がその適正処理を維持するために出資できる財政力、労力等の社会的、経済的かつ政治的な関心を考慮して、総合的に適正処理困難性を評価し、このまま受け入れるか、現行処理システムを修正して受け入れるか、それとも、受け入れを拒否するかの手段の中から、住民の環境保全要求等を考慮しながら、最も適切な手段を選択する意志決定過程である。

このフローにしたがって、ある疑義物が適正処理困難であるかを判断するとともに、適正処理困難と判定された場合は、その対応策の選定を実施することが必要であろう。

なお、この適切な手段の選択に当って、現実には、必ずしも明確にひとつの手段として選択されるとは限らず、例えば、ボタン型水銀電池のように、適正処理困難物として業界の自主回収を求めるとともに、乾電池を有害物として分別収集して、保管後、水銀回収プラントへ搬入したり、ガス洗浄排水中の水銀除去装置を設けたりと、現行処理システムの修正も併用して行なわれることもある。

4. おわりに

環境分野における定量的リスクアセスメント、リスクマネジメントの研究は、日本ではまだほとんど行われていない。米国から発表されている論文などをみても、その概念が未だ確立されていないことが伺える。

日本での環境リスクの提起に際しては、マスコミの役割が大きく、その対処にあたっては専門家による委員会による役割が大きい。米国等では住民の意向を把握するために公聴会が開かれ、そこで住民のリスクに対する許容範囲を設定するという方式がとられており、わが国と違った対処がなされている。また、廃棄物処理施設からのリスクを考える場合には、ある特定の化学物質のリスクアセスメントではなく、各種の化学物質から構成される排ガス中のばいじんのリスクとか、排ガス中の各種の汚染物質をトータルとして把握して、廃棄物処理施設より引き起こされるトータルのリスクを評価する必要があるだろう。ここに示した材料から、(1)クロスメディアにおけるリスク評価、(2)リスクマネジメントにおける委員会の役割、(3)受け入れ（合意）レベルの設定方法、(4)この分野における知識ベースの構築等について議論出来ればと思っている。

参 考 資 料

- (1) 田中 勝；廃棄物処理におけるダイオキシン等に関するリスク・アセスメント、京都大学環境衛生工学研究会第七回シンポジウム講演論文集、314-318、7月、1985
- (2) 適正処理が困難な廃棄物の処理基盤整備基礎調査報告書、厚生省水道環境部、昭和62年3月