

平成十四年十二月一日発行（毎月一回発行）

經濟論叢

第170卷 第5・6号

シャープの対米輸出マーケティング（1）……	近藤文男	1
理想点型選好のもとでの多品種購入……	中川訓範	20
管理会計におけるエイジェンシー理論の 適用と展開（1）……	篠田朝也	34
予防原則と費用効果からみた ダイオキシン排出削減策の評価（1）……	村木正義	54
共同石油（グループ）の成立……	山岡暁	70
閉鎖的所有構造下における 経営者支配の根拠（2）……	坂本雅則	89
《研究ノート》		
アダム・スミスの法学……	田中秀夫 川名雄一郎	109

經濟論叢 第169卷・第170卷 総目録

平成14年11・12月

京大經濟學會

予防原則と費用効果からみた ダイオキシン排出削減策の評価（1）*

村 木 正 義

はじめに：本研究の背景と目的

多くの化学物質が生産され生活の豊かさ、利便性を飛躍的に高めたが、その多用は深刻な環境汚染を引き起こし、人の健康や生態系に有害な影響をもたらした。最近、極微量でも体内に長期間蓄積すると発がん、神経障害、生殖異常などを引き起こす物質の汚染が大きな環境問題となっている。これらの多くは自然科学的根拠は十分解明されていないが、健康被害や生態系への甚大な影響が懸念されるリスク（以下、科学的に不確実なリスク¹⁾とよぶ）であり、このようなリスクに対する政策をどう実施すべきか、それら政策の評価基準はいかにあるべきかを明らかにすることが重要な課題になってきている。

本研究では、科学的に不確実なリスクに対して、近年提唱されている予防原則をまず適用し、費用効果分析によりその政策評価を行うことが有効であることを、ダイオキシン汚染の防止策を検証することで示す。

I 科学的に不確実なリスク対策の評価法

今日の化学物質による不確実性をはらんだ環境問題に対処するには、環境リスクの考え方に沿って問題を整理し、判断の基礎とすることが必要であると言

* 本論文は平成11年度修士論文を基に加筆・修正を加えたものである。

1) 本論文では、主に汚染と被害（損失）の関係、被害の生起確率、起こったときの損失の重大性などに関し自然科学的根拠が不確実なリスクを、科学的に不確実性はあるが人の健康や環境への甚大な損失が懸念されるリスクという意味で、本文中、「科学的に不確実なリスク」と呼ぶ。

われる²⁾。一般に、リスク評価として、有害性の確認、量-反応評価、暴露量評価を行い、人や生態系に対する影響の種類、程度を明らかにするとともに、必要に応じて健康影響の発生確率を推定するが、この段階で自然科学的に十分耐える結論がでない場合、次のリスク管理に必要な社会経済的評価を行うことができない。そのため、リスク管理施策の決定・実施が遅れ、損失を増大させる場合がある。それを回避するものとして予防原則³⁾が考えられてきている。予防原則の概念は、生態学的空間や環境を保護するには、負荷の限界まで放置すべきではなく、予防的に先手を打つことが大事で、費用と効果が見合うように、選択的に限定して規制することはコスト的に有利になる。立証責任や結果の損失の責任は変化を引き起こした当事者にあり、過去の生態学的負債に対しても支払う。また、法的概念として、本来備わっている自然権という考え方を推進するものである(O'Riordan & Cameron [1994])。この原則を適用することで、科学的に不確実なリスクに対して、効率的な施策を費用効果分析⁴⁾によ

2) 例えば、『環境白書』(環境庁 [1999])は、今日の化学物質による環境問題に対し、「人間や生態系が複雑な経路を通じて長期間にわたり微量の物質に曝露されることから生じるものであるが、この物質を検出し、その原因を特定するには困難が伴う。こういった不確実性を孕んだ問題に対処するには、環境リスクの考え方に沿って問題を整理し、判断の基礎とすることが必要である。」と指摘している。

3) 予防原則は「1930年代の民主社会主義全盛時に作られたドイツ社会・法の伝統から発展した。これは、生存のために依存する多くの社会と自然界を改善するように変化を管理する個人・経済・国間の建設的なパートナーシップと考えられる。これは予防原則に管理上の計画できる性質、すなわち未来の政治的規制行動を導く意図をもつという役割を与えた」と、O'Riordan & Cameron [1994] は言っている。

具体的には、大竹 [2000] が列挙しているように、1987年のモントリオール議定書、92年のアジェンダ21などに見られる。予防原則が適用されるべき場合として、Kiss [1996] は、全ての科学的確実性が要求されないほど高いリスクの場合、環境に対する長く続く不可逆なダメージを与えるかも知れない場合、活動からもたらされる便益と及ぼすかも知れない環境への負のインパクトとが完全に釣り合っていない場合をあげており、科学的に不確実性がある場合に、科学者から政策策定者に真の意思決定の任を移すことであると言う。

4) 科学的に不確実なリスクの場合、費用効果分析の方が費用便益分析より適していると言える。例えば、植田 [1996] は、「リスク削減の便益の測定は、リスクの削減に対する人々のWTPを知らなければならない。英米を中心にわが国でもこの実証研究が積み重ねられつつあるが、まだ政策決定に活用できるほど信頼性のある段階にはなっていない。それゆえ、現段階ではリスク・ベネフィット原則を費用便益分析として用いることは困難なので、現時点では費用効果分析として活用することが、実行可能性が高い」という。ディクソン他 [1998] も「費用効果分析法が他の手法と大きく違うのは、便益を価値化せず、むしろ前もって定めた水準なり目標を達成するノ

第1図 予防原則と費用効果分析 (PP・CEA法) のスキーム

自然科学的評価 ⇒ 予防原則 ⇒ 社会経済的評価 ⇒ リスク管理施策の決定と行動
(不確実な場合) (費用効果分析)

り選択し、速やかに実施すること、すなわち予防原則－費用効果分析 (PP-CEA) 法の適用が肝要であろう。

II ダイオキシンの環境リスクと対策

PP-CEA 法の有効性を検証するためにダイオキシン汚染防止策の評価を行うが、その前にダイオキシンの環境リスクとそれに対して採られてきた対策について検討する。

ダイオキシン類⁵⁾は多くの異性体から成り、かつ、非意図的物質であるため発生源が多く、1つの発生源に限っても、異性体組成や発生量の変動しやすい。各異性体は物理・化学・生物学的特性が異なり、毒性評価は毒性等量⁶⁾で対処しているが、異性体ごとに体内の取り込み・分布・排泄が異なる。

ダイオキシンの排出削減策の費用効果分析を行った岡・岸本ら⁷⁾はダイオキシンのリスクを発がん毒性によるとして評価をしているが⁸⁾、第1表のように

「ことに焦点をあてている点である。」といい、「費用効果分析は、概して、便益の貨幣価値測定が難しいプロジェクトに役立つ手法である。」という。

5) 本論文では原則として、ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキサン類 (PCDD) とポリ塩化ジベンゾフラン類 (PCDF) の総称、あるいはコプラナー-PCB (Co-PCB) を含めるか否か特定せず総称として「ダイオキシン」を用い、Co-PCBを含めたダイオキシンを「ダイオキシン類」と呼ぶ。

6) 一般に、ダイオキシン類の毒性を評価する際、一番強い2, 3, 7, 8 Tetrachlorodibenzo-*p*-Dioxin (TCDD) の毒性を1とし、他のダイオキシン類の毒性の強さをその換算係数 (TEF: toxic equivalency factor) で表し、TCDDの毒性等量 (TEQ: Toxic Equivalants) として、数値の後ろに TEQ と加えて表現する。近年 WHO TEF (98) が使われるようになってきているが、過去の比較を容易にするため、特に断らない限り I-TEF (88) を使い、単位も TEQ を省略することがある (例えば、ng-TEQ/Nm³ を ng/m³ と)。

7) ダイオキシン削減策の経済的評価は、岡が岸本との共同研究で、岡 [1999a], [1999b] で公表した。その後、岸本他 [2000], Kishimoto et al. [2001] により、分析結果の数値が修正された。本論文では、「岡・岸本ら」と引用する。

8) 中西 [2000] は、発がん性以外に、子宮内腺症のリスクはゼロに近いが、胎児・乳児の神経行動リスクは詳細を検討すべきと述べている。

第1表 ダイオキシン類の環境リスク

リスクの種類/毒性	発がん性	生殖毒性など
① 健康リスク		
i) 現世代 ・健康リスク ・死亡リスク	○*1 ◎*2	○*3
ii) 将来世代 ・出生リスク ・健康・死亡リスク		○*4 △*5
② 生態系リスク	△*6	○*6

注：*1) 肝ガン、クロロアカネ *2) 岡らの分析 *3) 子宮内
膜症 *4) 出生率低下 *5) 知能低下 *6) 食物連鎖
◎リスクが明らかで、経済学的評価例あり
○リスクが明らかだが、経済学的評価例なし
△リスクが懸念される

発がん毒性だけでは不十分で、環境基準⁹⁾の基にもなっている生殖・発生毒性などについて評価が必要である。さらに、閾値と低用量の問題もある¹⁰⁾。ダイオキシンのリスクは最近の多くの研究によりかなり明らかになってきているが、以上のような点からも、依然として科学的に不確実なリスクと言わざるを得ない。

ダイオキシン類の暴露の状況は、環境庁ダイオキシン排出抑制対策検討会

9) 国は99年に、世界保健機関(WHO)がCo-PCBをダイオキシン類に加えた上でTDIを見直したことを受け、ラットの免疫毒性・雄鼠の生殖器官形成異常など、各種動物試験の結果を総合的に判断し、人で毒性を示す最小の体内負荷量を86 ng/kg、一日摂取量として43.6 pg/kgと推定、これに不確実係数10を適用して、TDIを4 pg/kgとした(環境庁中央環境審査会環境保健部会他[1999])。この値は、従来と異なり、ダイオキシン類にCo-PCBを含めた値であり、数値以上に厳しくなった。ただWHOでは、TDIを当量4 pg/kg、究極的には1 pg/kgとしているので、今後さらに厳しい値になることも十分考えられる。

10) 健康に対するリスクは、閾値があるかないかで評価の仕方が分かれる。一般に、閾値がないもの(発がん物質)は高用量で見られる量-反応曲線を低用量に外挿し評価できるが、閾値があるもの(非発がん物質とされていたが、最近では発がん物質でも閾値がないものがある)はそれができず、人が慢性的に暴露されても有害な影響を生じないと考えられる濃度で評価される(加藤[1998])。ダイオキシンは後者と言われている。また低用量の問題として、環境ホルモンでは無毒性量(NOEL)以下の低用量で単調ではなく、二相性の用量反応曲線があると言われ(Saal[1999])。ダイオキシンの発生毒性は成体に比べ胎・胎児の段階で強く現れ、それも暴露のタイミングが重要だという(米元[1998])。

[1997]によると、生活環境からの暴露の大部分は食物からで、地域による差違はあるものの0.3~3.5 pg/kg/dayであり、ごみ焼却施設周辺では1.8~5.1 pg/kg/day、魚を多食する場合は1.7~5.3 pg/kg/dayである。99年に決定されたダイオキシン類の耐容1日摂取量(TDI)¹¹⁾4 pg/kg/dayから見ると、生活環境からの暴露では大都市地域でも問題はないように見えるが、基準値を超える潜在リスク者も出てきていると考えられる¹²⁾。Yoshida et al. [2000]は、暴露の余裕度をNOAEL/体内負荷量で評価し、成人においては発がん、生殖影響、子宮内膜症によるリスクは極端に高くはないが、胎児・乳児の神経行動リスクは著しいかもしれないとしている。また、中西 [2000]は、母乳については短期間であるので、影響は少ないとしながらも、懸念はあるとしている。

わが国におけるダイオキシンへの対策は主に1990年代になってからで、1990年にダイオキシン類発生防止等ガイドライン検討会により廃棄物処理における「ダイオキシン類発生防止等ガイドライン」(以下旧GLという)をとりまとめ、対策の実施について市町村を指導し進める一方、産業界に対しては行政指導を行った。97年1月には、「ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン」(以下新GLという)(ごみ処理に係るダイオキシン削減対策検討会 [1997])が出された。その後ダイオキシン類を大気汚染防止法の指定物質に追加し、99年には国は、4年以内にダイオキシン類の排出総量を97年に比べ約9割削減する等を含む「国の総合的かつ計画的なダイオキシン対策の具体的な指針」(ダイオキシン対策関係閣僚会議 [1999])を策定した。それにより、ダイオキシン対策特別措置法が成立し、TDIを4 pg/kgと決定するとともに、大気や水質、土壌についての環境基準や廃棄物焼却施設などに対する排

11) TDI:耐容1日摂取量(Tolerable Daily Intake)、人が生涯にわたって継続的に摂取したとしても健康に影響を及ぼすおそれがない1日当たりの摂取量。

12) 日本における潜在リスク者を試算すると表5のようになる。大都市地域での暴露量は0.52~3.52 pg/kgであるが、この範囲で95%をカバーし、平均値が中間点の正規分布にあると仮定すると、TDI 4 pg/kgをオーバーする人は0.5%となる。もしここでTDIが2 pg/kgに下げられると51.2%、さらに1 pg/kgに下げられると90.9%の人がオーバーすることになる。同様に魚を多食する人の28.3%、ごみ焼却施設周辺の25.4%の人がTDI 4 pg/kg値をオーバーしている。

出基準が定められた。

国内のダイオキシン排出量は古くは平岡の90年時点の試算(平岡 [1990])があるが、全国規模の調査が行われ公表されたのは97年以降であり、それによると、99年の全排出量は2620~2820 gで、97年の7300~7550 gに比べ約63%減少している。そのうち主要な排出源である一般廃棄物焼却施設(以下、ごみ焼却施設あるいは施設と呼ぶ)からの年間総排出量は、96年約4300 g(環境庁ダイオキシン排出抑制対策検討会 [1997])、97年度4320 g、98年度1340 g、99年度1170 g(環境庁 [2000])であり、99年度の排出量は、97年度に比べ73%減少し、全排出量に占めるシェアも67%から50%に減少した。

III ダイオキシン排出削減策の費用効果分析

ごみ焼却施設のダイオキシン排出削減策の評価は岡・岸本らが新GLについて行っている。新GLの緊急対策への対応が必要であった全国114施設について、主に電話調査によりデータを得て、また、恒久対策については、1600件を超える施設毎に、排ガス濃度基準と現状の排ガス濃度から必要な対策を予測し、緊急対策の実績からその費用を推定し、またそれにより排ガス濃度が50%削減されると仮定し、それらを合計するという方法により、ダイオキシン1gの排出削減のための費用を算出している。さらに、その発生費用を発ガン件数減少という便益と比較し、リスク便益も算出し、他のリスク対策との比較を行っている。

本研究では、ダイオキシン排出削減策として、新GLだけでなく旧GLも評価するため、また個別の施設の状況を分析することで政策評価を行うため、さらに予防原則を早期に適用した場合を評価するため、近畿6府県(以下近畿と略す)のごみ焼却施設全数の分析を行った。以下その分析と結果を記すが、岡・岸本らの結果についても議論する。

1 調査対象

本節で用いるデータは、アンケートとインターネットからの情報と、環境庁・厚生省・通産省、業界、近畿の担当者に面談あるいは電話で依頼し入手した資料・情報による。

近畿のごみ焼却施設220カ所のうち資料でカバーできなかった施設160カ所に対し、2000年10月～11月に、事業費（新設時・改修・更新時の）、改修・更新の目的・時期・内容とその結果等について、聞き取り調査（135施設が電話、13施設が面談による）を行った。費用に関する情報は提供できないという2施設を除いて全て回答を得ることが出来た。本分析対象とした施設は、新GLが出された1997年時点で近畿のごみ焼却施設は202カ所（所轄の市町村は116、組合は54）で、焼却炉416基（市町村304基、組合112基）であった。

厚生省は、96年7月に、市町村に公共のごみ焼却施設（1854カ所）のダイオキシン類排ガス濃度（以下排ガス濃度と呼ぶ）の調査を指示し、初の全国調査を行い、97年4月に、1150施設の結果を、そして6月、10月に追加施設の結果を公表した。その後、98年、99年と順次公表した。このデータは主にインターネットから入手した。

近畿の人口は2070万人で、全国民1億2540万人の16.5%を占めている。一方、近畿のごみ量は、89年度885万トンが、93年度916万トン（全国の18.2%）、96年度972万トンと年平均1.3%で増加し、全国約5090万トンの約19.1%を占める。ごみ焼却量は869万トンである。近畿のごみ量は全国平均よりも多く、かつ増加もしている。97年度のダイオキシン排出量では、近畿が約0.8kgで、全国の3.2kgの約19%を占める。

2 費用と効果

ダイオキシン対策のための費用とそれによる効果を以下のように定義する。

費用とは、ダイオキシン排出削減のために追加的に必要となる施設（炉も含む）の改修・更新・新設・廃止、あるいは運転管理・維持管理などに支払われ

る対価である。このうち、本研究では結果に大きな影響を及ぼす高額な下記の費用についてのみ検討する。

「改修費用」の総額とは施設の改修のための投資総額であり、その年費用は、炉全体の寿命を21年として、その余命の期間（短かくとも10年間） n 年存続するとし、また割引率 r を3%として、岡・岸本らの次式(1)で算出する。

$$\text{年費用} = \text{投資総額} \times \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}} \quad (1)$$

「廃止費用」とは、対策に対応するため施設の寿命を待たずに廃止することにより、余分にかかった費用とし、施設の減価償却されていない残存資産額を用いる。廃止に伴う解体は、調査時点労働省の指導で作業が見合わせられている状況にあり、それに伴い費用の高騰が予想されること、また解体して建て替える場合解体費用のみを特定して聴取することが困難などの理由から、解体費用は算出していない。

「新設・更新費用」とは、新設あるいは更新される施設のダイオキシン対策のための費用とする。今回の調査では総建設費用のみの回答しか得られなかったため、ダイオキシン対策を施したため総建設費用が従来より増額されていると考え、総建設費用から従来の建設費用を差し引いたものを「新設・更新費用」とする。従来の建設費用とは、旧GLの影響がでる前(88~92年)に建設された施設の平均建設費用(デフレーター¹³⁾で割引いた値)とし、これを基に、炉形式に分け、処理能力1t当たりの平均建設費用 α を、全連¹⁴⁾では2372万円、准連では3285万円、機バでは4223万円と算出した。従って、新設・更新費用は、施設 i の総建設費用を A_i 、その処理能力を K_i とすると、(2)式により求める

13) 経済企画庁『国民経済計算年報平成12年版』大蔵省印刷局、2000年、に依った。

14) ごみ焼却炉は形式として大きくは、全連続炉、准連続炉、機械化バッチ炉に分けられる。以下各々全連、准連、機バと略す。全連は24時間連続運転を行う炉で、効率的に大量のごみを安定的に焼却できる。処理能力80トン/日以上の中~大規模の施設に採用される。准連は1日16時間程度の運転を基本とし、ごみを連続的に供給でき、処理能力40~180トン/日程度の中規模の施設に採用される。機バは1日8時間程度の運転を基本とし、処理能力100トン/日程度の小~中規模の施設に採用される。維持管理が容易で、連続炉と同じくごみを連続的に供給できる。

ことができる。

$$\text{新設・更新費用} = Ai - \alpha Ki \quad (2)$$

新設・更新費用の年費用は、式(1)右辺の乗数 $r / (1 - (1+r)^{-n})$ より、新炉の平均寿命を21年、割引率を3%とし、求めた0.065を総額に乗じて求める。なお、新設・更新費用には更新のために廃止になった施設の廃止費用を含めるものとする。

「維持管理等費用」とは、ダイオキシン対策を施設運営と炉の運転管理あるいは維持管理¹⁵⁾で対応した場合の費用増加分である。施設における運転技術者・作業者の人件費や光熱費の増加、維持管理のための薬剤（活性炭や消石灰など）費用の増加、測定費用などが考えられる。本研究では、施設に対するアンケートで明確な回答が得られず、また施設毎に状況が異なり平均値から類推することも困難なため、ゼロとして扱っている。しかし、後述するようにその費用は低額であると推測され、ゼロと扱っても本研究で導く結論に大きな影響を与えるとは考えにくい。

一方、ダイオキシン対策の効果としては、人あるいは生態系へのダイオキシンの汚染の影響軽減度をみるべきであるが、そのためには、焼却施設からのダイオキシン排出量、大気等の濃度、被曝量、さらには、人あるいは生態系への影響（発ガンに限らず、特に生殖系への影響）の変化を明らかにする必要がある。しかし、ダイオキシン汚染の場合、これらの関係は依然として科学的に十分解明されていないため、効果を焼却施設からのダイオキシン排出削減量で評価する¹⁶⁾。

ダイオキシン排出削減量は、施設ごとに排ガス濃度の変化（初回排ガス濃

15) 新GLでは、ダイオキシン排出削減のため、施設運営として、適正負荷による運営、連続運転の長期化、定期測定の励行、埋火の廃止（準連・機バの場合）を、また、焼却炉の運転に際しては、安定燃焼の継続に配慮しつつ、燃焼温度・煙突出口の一酸化炭素濃度・安定燃焼を指標により維持管理するようにと指示している。

16) ごみの焼却により生じたダイオキシン類は、排ガスだけでなく、焼却炉に残った焼却灰にも、また、排ガス中の煤塵はほとんど集塵機で捕捉されるが、捕捉された飛灰にもダイオキシン類が含まれている。本研究では焼却灰や飛灰については検討していない。

度¹⁷⁾から対策後の排ガス濃度を差し引く), 焼却量, 排ガス量原単位 $5000 \text{ m}^3/\text{t}$ ¹⁸⁾の積(式(3))により求める。なお焼却量は排ガス測定年度に合わせるべきであるが, その隔たりが長くて3年であるため, 一時点の値を用いている。

$$\begin{aligned} \text{排出削減量} = & (\text{初回排ガス濃度} - \text{対策後排ガス濃度}) \\ & \times \text{排ガス量原単位} \times \text{焼却量} \end{aligned} \quad (3)$$

3 旧 GL の新設炉に対する費用効果分析

旧 GL 適用炉の峻別が困難であるため¹⁹⁾, 93年以降に新設・更新された炉とそれらのうち初回排ガス濃度が旧 GL の目指すべき排ガス基準 $0.5 \text{ ng}/\text{m}^3$ 以下をクリアした炉 (GL 適用炉と呼ぶ) について分析した。

新炉 i の総建設費用を A_i , 処理能力を K_i とすると, 新設・更新費用は式(2)より, $A_i - \alpha K_i$ となる。また, 排出削減量を, 旧 GL の及ぶ前に作られた同タイプの施設 (88-92年に建設) の初回排ガス濃度の平均値 B (実績から, 全連 12.96, 准連 32.05, 機バ 26.47 ng/m^3 と計算した) と, その施設の初回排ガス濃度 b_{0i} , 焼却量 N_i から, $(B - b_{0i}) \times 5000 \times N_i$ とする。従って, 新設施設全体の費用効果比は, 下記の式(4)で表される。

$$C/E = \sum (A_i - \alpha K_i) / \sum [(B - b_{0i}) \times 5000 \times N_i] \quad (4)$$

こうして求めた対象全43施設の新設・更新費用総額は1803億5000万円, 年費用として127億2500万円となり, それにより 111.5 g のダイオキシン排出が削減された。従って, 1 g を削減するための年費用は1億1410万円となった。このうち, GL 適用炉14施設に限ってみると, 費用総額は116億5000万円, 年費用は7億5900万円で, それにより 68.4 g のダイオキシン排出が削減されたの

17) ダイオキシンの排ガス濃度は, 97年に大部分の施設のデータが公表されたが, それに含まれない施設は98年のデータを初回排ガス濃度として用いた。

18) 排ガス量原単位は, ごみ 1t から発生する排ガスの量 (m^3) を表し, ごみの種類, 焼却状況, 設備などに依るため, 施設ごとに異なる (各施設でこの値を算出しているかは不明)。多くの資料では, $5,000 \text{ m}^3/\text{t}$ を使っている。

19) 旧 GL の適用炉と非適用炉の区分はわかりにくいので, 新 GL の中で使っている資料1-10でも, 93年度以降に稼働した施設を適用炉としている。

で、1gを削減するための年費用は1110万円となった。

4 新GLの緊急対策に関する費用効果分析

新GLの緊急対策への対応状況について、厚生省[2000]は、全国で排ガス濃度の報告のあった1641施設のうち、緊急対策が必要な施設は114(全施設の6.9%)で、98年6月末現在までに休止5施設、廃止14施設、廃止予定8施設のほか、すべての施設で燃焼管理の適正化等の対策が講じられ、再測定をした89施設すべてで 80 ng/m^3 以下になったことが確認されたと報告している。一方、近畿で緊急対策の基準を超えた施設は、8施設(全施設の4.0%)で、廃止した施設が2、維持管理²⁰⁾のみで対応した施設が2、施設改修と維持管理での対応が4施設であった。

緊急対応で廃止された2施設のうち1施設は、90年に建設された施設であるが、最初の排ガス濃度が 990 ng/m^3 と日本最高値で、すぐに中止された。もう1施設は88年建設で耐用年数は十分に残っていたが、最初の排ガス濃度は 150 ng/m^3 と高く、さらに周辺への汚染事故を起こしていたことが分かり廃止となった。撤去のための作業が進んでいるが、その作業中の被曝が問題となり一時中止となっている。2施設を廃止したことにより、少なくとも年間15.3gのダイオキシン排出削減になった。費用については、廃止に伴う費用を算出できない状況にある。

改修で対応した4施設の費用総額は9億5000万円で、年換算すると1億1100万円となり、それによるダイオキシン排出削減量は18.8gであり、ダイオキシン排出1g削減当たり年費用590万円であった。また、維持管理で対応した2施設の排出削減量8.5gを加えると、ダイオキシン排出1g削減当たりの年費用は350万円であった。

20) 維持管理の改善例として、ゴミの均一化・定量供給・燃焼管理の徹底を上げている。

5 新 GL の恒久対策に関する費用効果分析

新 GL の恒久対策は2002年11月末までの対応を求めているため、アンケート調査時点で不明な点もあるので、明確な施設に限って分析する。

1) 施設改修で対応した場合

近畿で恒久対策として改修工事を行った施設は78カ所あり、その稼働年数は、平均16年（最長32年）と長い。改修施設 j の改修費用を C_j 、排出削減量を、その施設の初回排ガス濃度 b_{0j} と改修後の排ガス濃度 b_j 、焼却量 N_j から、 $(b_{0j} - b_j) \times 5000 \times N_j$ とする。従って、改修施設全体の費用効果比は、式(5)で表される。

$$C/E = \sum C_j / \sum (b_{0j} - b_j) \times 5000 \times N_j \quad (5)$$

改修のための総工事費は1543億8000万円、年費用では177億8500万円となる。それによるダイオキシン削減量は167.6gであり、1g当たりの年削減費用は1億610万円となる。

2) 施設廃止で対応した場合

2002年までの数年で廃止される施設は14あり、平均稼働年は2000年で24年となる。耐用年数が残っていて費用として計算されるべき施設は4施設あり、総額は1億9000万円である。それら14施設の焼却量の合計は28.4万トンで、直近のダイオキシン排出量は3.5gである。この排出量は施設廃止によりゼロになるが、ごみは他の施設に回るので単に廃止による削減量とは言い難い。参考までに、この排出量が削減されたとして計算すると、1g削減当たり5500万円である。なお、これら施設で97～99年の間に排出ガス濃度が改善され排出量が削減された5.75gは維持管理等によるものとして、維持管理等の項に含める。

3) 施設の新設・更新で対応した場合

対策のために施設を新設・更新したケースは14あり、平均処理能力は257トン/日で、その建設費総額は2110億円、平均150.7億円になる。ダイオキシン削減対策費という考えから、(2)式のように88～92年に建設された施設の費用を控除すると、総額で1237億5000万円、年費用に換算すると80億4400万円とな

る。これによる削減されるダイオキシン排出量は式(3)により求めると27.2 gとなる。新設・更新で対応した全施設の1 g削減するための費用は式(6)より2億9570万円となる。

$$C/E = \sum (A_i - \alpha K_i) / \sum [(b_{0j} - b_j) \times 5000 \times N_j] \quad (6)$$

なお、新設・更新費用に廃止費用が発生する対象は2件あるが、余命あるいは投資額が少なく、分析上廃止費用の影響は小さいため計上していない。

4) 施設の維持管理等で対応した場合

恒久対策を維持管理等で対応する施設は、前述の施設廃止で対応した14施設を含め111施設ある。

その全体像を平均値で見ると、処理能力は132トン、稼働年数は14年で、初回排ガス濃度は11.9 ng/m³であったものが、6.6 ng/m³に改善され、その排出量は976 mg から339 mg にと、637 mg 削減されている。全施設の総排出量は108.3 g から37.6 g にと、70.7 g の削減を達成している。

ここで、維持管理等費用について考察する。前述のように施設廃止で対応する14施設の総焼却量は28.4万トン、97-99年の間に排ガス濃度改善で削減されたダイオキシン排出量は5.75 g、焼却量あたりの排出削減量は0.202 g/万トンである。それに対し、維持管理等で対応する(廃止14施設を除いた)97施設の総焼却量は326.6万トン、ダイオキシン排出削減量は64.95 gで、焼却量あたりの削減量は0.199 g/万トンである。両者の焼却量あたりのダイオキシン削減量の差はわずかに0.003 g/万トンで、ほとんど差がないと言える。一方、費用について考えると、近い将来廃止することを決めている施設はダイオキシン排出削減のための運転管理や維持管理の努力をしても、そこに特別な費用を掛けるとは考えにくく、維持管理費用の増加があったとしても非常に低額と考えられる。その廃止施設とほとんど同じ焼却量あたりのダイオキシン削減量を示す維持管理等で対応する施設の維持管理等費用が特別に高額になるとは考えにくい。たとえあったとしても非常に低いと考えるべきであろう。従って、いままで維持管理等費用をゼロとして扱ってきたが、それが特に問題になるとは

第2表 ダイオキシン削減策の費用効果分析 (まとめ)

	対象施設	削減量 (g)	費用 (億円)		年費用/ 削減量 (億円/g)
			総費用	年費用	
一般ごみ焼却施設					
・旧ガイドライン後の新設炉	43	111.5	1,803.5	127.25	1.141
旧ガイドライン適用新設炉*1	14	68.4	116.5	7.59	0.111
その他の新設炉	29	43.1	1,687.0	109.66	2.544
・新ガイドライン適用緊急対策	8	(31.4)	(9.5)	(1.11)	(0.035)
廃止による*2	2	15.3			
改修 (と維持管理) による	4	18.8	9.5	1.11	0.059
維持管理による	2	8.5			
恒久対策		(269.0)	(2783.2)	(258.29)	(0.960)
改修による	78	167.6	1,543.8	177.85	1.061
廃止による	14	3.5	1.9		
新設・更新による	14	27.2	1,237.5	80.44	2.957
維持管理等による	111	70.7			

注：*1) 旧ガイドラインの全運で0.5 ng/m³をクリアする施設。

*2) 豊能郡美化センターは9年間で煙突から114 g(年12.7 g)と冷却塔から110 gを排出、
大業郡広域行政組合では年2.6 g。廃止に伴う費用は不詳。

考えにくい。

6 ダイオキシン削減策の費用効果分析 (まとめ)

以上行った近畿のごみ焼却施設の費用効果分析をまとめると、第2表のようになる。

参考文献

- 植田和弘 [1996] 『環境経済学』岩波書店, 145-148ページ。
 岡 敏弘 [1999a] 『環境政策論』岩波書店, 178-180ページ。
 ——— [1999b] 「環境政策を評価する—現実はどうな研究を求めているか」『環境経済・政策学会第1回研究セミナー』。
 大竹子代子 [2000] 「Precautinary Principle—予防原則—の理解のために」『水情報』第20巻第5号, 12-17ページ。
 加藤順子 [1998] 「健康・生態系へのリスク評価」『生態影響と評価に関するセミ

- ナール98講演要旨集』日本環境毒性学会, 35-46ページ。
- 環境庁 [1999] 『環境白書 (総説) (平成11年版)』大蔵省印刷局, 252-259ページ。
- [2000] 『ダイオキシン類の排出量の目録 (排出インベントリー) について』2000年6月29日。
- 環境庁ダイオキシン排出抑制対策検討会 [1997] 『ダイオキシン排出抑制対策検討会報告書』。
- 環境庁中央環境審査会環境保健部会・厚生省生活環境審議会・食品衛生調査会 [1999] 『ダイオキシンの耐容一日摂取量 (TDI) について』。
- 岸本充生・岡敏弘・吉田喜久雄・中西準子 [2000] 『一般廃棄物焼却施設におけるダイオキシン排出削減対策の費用効果分析』『環境経済・政策学会2000年大会・報告要旨集』248-249ページ。
- 厚生省 [2000] 『厚生白書 平成11年版』大蔵省印刷局, 283-284ページ。
- ごみ処理に係るダイオキシン削減対策検討会 [1997] 『ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン——ダイオキシン類削減プログラム——』。
- ダイオキシン対策関係閣僚会議 [1999] 『ダイオキシン対策推進基本指針』。
- ジョン・デイクソン, ルイーズ・ファロン・スクーラ, リチャード・カーペンター, ボール・シャーマン [1998] 『新・環境はいくらか』築地書館, 60-63ページ。
- 中西準子 [2000] 『本研究プロジェクトの到達点: ダイオキシン研究の紹介』『第3回化学物質のリスク評価・リスク管理に関する国際ワークショップでの講演要旨』。
- 平岡正勝 [1990] 『廃棄物処理におけるダイオキシン類の生成と制御』『廃棄物学会誌』第1巻, 20-37ページ。
- 米元純三 [1998] 『ダイオキシンの発生毒性』『ファルマシア』第34巻第5号, 449-452ページ。
- Kishimoto, A., T. Oka, K. Yoshida and J. Nakanishi [2001] "Cost Effectiveness of Reducing Dioxin Emission from Munciple Solid Waste Incinerators in Japan," *Environmental Science and Technology*, Vol. 35, No. 14, pp. 2861-2866.
- Kiss, A. [1996] "The Rights and Interests of Future Generations and Precautionary Principle" in *The Precautionary Principle and International Law*, ed. by Freestone, D. & Hey, E., The Challenge of Implementation Kluwer Law International.
- O'Riordan, T. & J. Cameron [1994] "The History and Contemporary Significance of the Precautionary Principle" in *Interpreting the Precautionary Principle*, ed. by O'Riordan, T. & J. Cameron, Earthscan Publications.
- Saal, F. S. [1999] 『低用量の内分泌攪乱化学物質の作用』(環境庁環境保健部環境安全課監修『環境ホルモン白書'99——内分泌攪乱化学物質問題に関する国際シン

予防原則と費用効果からみたダイオキシン排出削減策の評価（1）（455） 69

ボジウム'98全内容』公害対策技術同友会）171-178ページ。

Yoshida, K., S. Ikeda and J. Nakanishi [2000] "Assessment of Human Health Risk of Dioxins in Japan," *Chemosphere*, Vol. 40, pp. 177-185.