

PCB 廃棄物の処理事業の評価の考え方について

1. 保管に伴う各種リスクについて

保管継続に伴う各種リスクについては、リスクの連関図もふまえ、幾つかのシナリオについて、放出量等の定量化を行うこととする。

1.1 保管継続に伴う各種リスクの連関図と検討の範囲

保管継続に伴う各種のリスクとしては、p.3 の図（前回検討会の再掲）に示すような連関が考えられる。その中で、生態系への影響も含め、影響の定量化については、必ずしも十分な知見が得られているとは言えない。そこで、本検討においては、まず排出量ベースで着実な整理を行った上で、幾つかの仮定等をふまえ、影響について整理するという方向性で行う。

1.2 環境放出量に伴うリスクの評価について

(1) 土壌汚染

放出量の総量

保管継続に際しての懸念の一つの背景は、20 年間で 7%と言われる不明・紛失量である。これらの不明・紛失の先の経路は明らかではないが、最終的には『処理されずに』環境中へ放出されていると考えられる。

これらについて、『どこに』『どのような形で』放出されているかは不明であるが、まず、量ベースで整理を行う。前回の検討会資料でも示されているように、過去の環境庁の試算によれば、保管継続時には 14 ～ 140t-PCB / 年の環境放出が見積もられている。この数字の幅は、全量放出（140t-PCB / 年）か 1/10 の放出（14t-PCB / 年）かの想定の違いである。これが大気や水、土壌にどの程度の比率で放出されているかは不明であるが、メカニズム的に土壌汚染を起点とする場合が少ないと予想されること、及び土壌中での移動性が低いことを勘案すると土壌中に放出された量が一定量を占めることが想定される^{*1}。これについては、排出をモデル化した上での環境濃度の予測をふまえ、オーダーレベルでの推定を行うことになる。

土壌汚染シナリオ

これまでも整理されたように、土壌汚染が生ずるケースとしては何らかの事故による高圧トランス・コンデンサ等の破損や、不法投棄等が考えられる。これについて、前掲したように、汚染発覚後は速やかに修復がなされることとし（コストに

*1：今回検討会資料 4（平井ほか，2003）によれば、保管継続に伴う PCB 排出量の上限は、土壌で不明・紛失量と同程度、大気及び水系排出でその 1/10 程度とされている。

については以降に整理)、ここでは汚染された土壌近傍における(汚染発覚までの)直接的曝露量を推定する考え方として整理する。

まず、汚染された土壌について、濃度を想定する。濃度の想定に際しては、例えば土壌の含有量リスク評価検討会(2001)でリスクを懸念している 25mg/kg 等を一つの下限としての目安とする。また、面積(体積)については、放出量を事業所単位で想定(例:コンデンサ○個)した上で、濃度から汚染土壌量・面積を逆算する手法等がある。こうして得られた濃度 - 汚染区域(面積)等の情報に、人口密度、及び人間の土壌摂取量を想定することによって土壌摂取による曝露量が推定できる。

(2)大気への排出

大気への排出については、前掲した揮発の他、燃焼(保管場所の火災や誤認による廃棄物としての焼却)が挙げられる。これら火災や焼却については、燃焼の際の排出率については検討例が存在し、また、火災・焼却の発生リスクも一定の仮定の下で設定は可能であると考えられる。

(3)その他のリスク

資料2でも整理されたように、ベルギーにおける食肉汚染は、重度の過失による事故事例として挙げることが出来る。これに伴うリスクについては、経済的評価としては食肉の回収費用による被害が定量化されている他、一定の仮定の下での曝露量評価もなされている^{*1}。それ故、事故の発生確率を合理的に設定することが可能であれば、リスク評価が可能となる。

*1: 例えば Larebeke et al.(2001)によれば、ベルギーでの食肉汚染の影響で、ベルギー人全体で 25,000ng/kg の PCB、500pg/kg のダイオキシン類が摂取されたと想定されるとともに、それによって 40 から 8,000 人に発ガンリスクが高まったと推定している。

2. PCB廃棄物処理事業の評価について

2.1 費用対効果分析等の基本的考え方

当面の PCB 処理事業の評価に際しては、事業の with/without について、各種事実を明らかにした上で、費用効果分析、費用便益分析を実施する。

(1)基本的な考え方～『まず』前提となる各種事実の整理

PCB 処理事業・政策の評価に際しては、次ページの図に示されているように、さまざまな視点が存在する。その中で、当面の評価に際しては、事業の with/without について、まず前提となる各種事実を明らかにした上で、費用効果分析を実施し、(当該目的における)他事業と比較する。そして、費用便益分析を実施する。

その意味で、最も重要なものは、前提となる事実を明らかにし、リスクコミュニケーションの際の共通認識を形成することであることを再確認する。

(2)費用便益分析と費用効果分析

前回の検討会でも議論になった費用効果分析と費用便益分析について、いずれも、事業の with/without のシナリオやその下での事実を比較した上での分析であるという点で同様である。下記の両者の概要を示す。

a)費用効果分析

事業の with/without におけるリスクを算出し、費用(増大分)と比較する事によって、リスク軽減1単位あたりの費用を算出。他の対策等と比較する事によって、当該事業を評価。

b)費用便益分析

事業の with/without におけるリスクを算出した上で貨幣化し、リスク軽減分の貨幣化額と費用(増大分)を比較。B/C(あるいはB-C)によって、その事業そのものを評価。

本検討に際しては、まず、前掲した事実ベースでの数値をふまえ、費用効果分析を実施するとともに、代替的手法等をふまえた費用便益分析を実施することとする(本資料ではその考え方について整理する)。

2.2 PCB処理事業のコストについて

2.2.1 処理事業のコストの概要

PCB 処理事業のコストとしては、処理事業に係る施設建設や維持管理費用や、処理施設までの輸送費用に加え、処理されるまでに必要な（各事業所での保管費用（含む汚染修復費用））が見込まれる。

PCB 処理事業のコストとしては、まず、処理事業そのものに係るコストが挙げられる。これには処理事業に係る施設建設や維持管理費用、また、保管されている各事業所から処理施設までの輸送費用がこれに加わる。

さらに、処理は順次実施されることから、各事業所においては、処理されるまで（最長 15 年程度）保管費用（含む汚染修復費用）が必要であり、前掲した保管継続シナリオにおける保管費用をふまえ、算出・積算することになる。

2.2.2 処理事業そのものに係るコスト

処理事業そのものに係るコストとして、処理施設の建設コスト、維持管理コスト、処理施設までの輸送コストが存在するが、これらは実績（あるいは予定価格）をふまえ整理する。

施設建設費・維持管理費

施設建設費については、基本的には実績、あるいは予定価格をふまえ、整理を行う。なお、これらが存在しない場合には、北九州事業等における実績値を敷衍する形で試算する。その際、建設費は処理規模の関数として想定して推計される（過去の事例ではコストは規模の 0.7 乗に比例すると想定）。

輸送費

輸送費は、処理拠点と各事業所の距離をふまえ設定するが、これについても実績あるいは予定価格をふまえ整理を行う。これらの輸送コストについては、物流の運賃テーブル^{*1}も存在することから、適宜活用する。

2.2.3 処理事業中の保管に係るコスト

処理事業期間中、処理が実施される（あるいは処理施設へ搬入する）までに各事業所において発生するコストの試算に際しては、1.3 節における保管コストをベースに、時間的な想定としては仮に 6 年目から 15 年間処理が均等な量で進行し、20 年目に保管量がゼロになるという想定で試算する。

^{*1}：例えば旧運輸省「原価計算書等の添付を省略できる範囲について『運賃に係る範囲』」等。このテーブルには、重量・距離による運賃に加え、危険物質等に係る割増率等についても記載されている。

2.3 保管に係るコストの整理

PCB 廃棄物の保管に際しては、空間的なコスト、及びその維持管理コストが必要となるほか、土壌汚染等が発生した場合は別途対応コストが必要となる。

2.3.1 保管コスト等の概要

PCB 廃棄物の保管に際しては、まず、保管場所に係る空間的なコスト、及びその維持管理等に係るコストが恒常的に必要となる。

また、土壌汚染等が発生した場合、当該被害についての他者に対する補償費用等の負担はもちろんのこと、(被害が判明した段階で)土壌汚染の汚染修復コストが必要となる。これらのうち、前者については影響の経路等によってさまざまなシナリオが考えられることから影響評価の項で取り扱うこととし、ここでは汚染修復コストについて見積もることを想定する。

2.3.2 保管コストの考え方

保管に係るコストとして、空間的なコスト、及びその維持管理コストが挙げられる。試算に際しては、これを直接的に積み上げる方法や、他者に委託する場合の保管料金からの試算等が考えられる。

保管コスト(空間コスト及び維持管理コスト)の試算の際のイメージとしては、(1)自らで保管、(2)他者に管理を委託、の2つが考えられる。コスト試算上、前者は、(新たに土地を取得するとは考えにくいことから)それが占有している空間(土地・建物)のコストや、必要な維持管理のコストを見積もる形に、また、後者は管理費(保管料金)という形で一括して支払うことになる。

(1)自らで保管する場合の数値の考え方

自ら保管する場合の数値の考え方としては、それぞれの保管事業所において、物置等、簡易な形では有りながら、「一定の配慮を持って」、すなわち、他の物質とは区別し、保管がなされていると仮定する。この場合、保管されている当該建物の償却コスト、及び占用する土地のコストが必要となる。

占用する土地のコスト

土地のコストとしては、高圧トランス・コンデンサの保管スペース(施設の立地スペース)として一定の面積を想定した上^{*1}で、地代を乗ずることによって算出する。地代については、地価を算出した後、地価と地代の比率を乗ずることによって

^{*1}: 例えば、前掲した平均的イメージ～高圧コンデンサ等が 6.4 個～においては、コンデンサの積み上げを避ける場合、3m² 程度のスペースが必要となる。

求める。なお、地価については、実態を反映させるという意味で、公示地価・基準地価の他、より広域にわたる平均的な数値としては、国民経済計算における資産額から逆算した地価等が一般的に用いられている。

施設建屋の償却コスト

保管施設建屋の償却コストについては一定の建屋 - コンクリブロック造り建屋等 - を想定した上でその年々の償却コストを算定する。これらについては、建設物価関連資料からの積算が可能である。なお、建屋としては物置等の簡易なものを想定する、あるいは他の物資と同じ建屋を用いる場合、これらに係る年間償却額は土地コストに比べ十分小さくなると予想されることから、第一次近似として無視することとされる。

維持管理コスト

維持管理コストについて、「PCB 廃棄物適正処理検討委員会報告(東京都、平成 12 年 12 月)」によれば、多量保管事業者で年間およそ 800 万円(詳細不明)、中小企業で『特になし(=0 円)』となっており、ばらつきが極めて大きい。これらについては、追加の聞き取りを行う等、精度を高めていくことが必要となる。

(参考)一括して推計する場合

上記は、自ら保管する場合の維持管理費用についての調査結果であるが、大阪市のアンケートによればコンデンサー台あたりの保管コストが直接的に求められており、年間 50,000 円とされている。

この数値は土地コスト等も含まれていると考えられることから、(保管台数を考慮した上で)そのまま用いる、あるいは同様の調査を実施し、より調査精度を向上させていくということが考えられる。

(2)他者への管理委託とした場合の費用

この場合、他者への管理委託費用、すなわち『高圧トランス・コンデンサ』を貸倉庫に保管した場合の保管料金が相当するコストとなる。倉庫保管料金については、地域のよっても大きく異なると考えられるが、全国一律の数値としては、運輸省(当時)が公表した価格表が存在する^{*1} ことから、これを利用することが考えられる。これには、品目区別に価格及び重量(体積)の関数としての価格(期間価格)が掲載されているほか、危険物等に対する割増率も示されている。

(3)総コスト(期間中の総費用)

上記のコストについて、算定期間を考慮することによって総コストとして算出す

*1:『倉庫の料金の届出に当たり添付書類を省略が出来る場合の公示について(平成 7 年 10 月 8 日)』等

る。なお、これらのコストの算定期間としては、保管継続というシナリオの場合、処理施設の整備期間（第2期：平成17年～19年）や、保管事業者の期間内処理義務（平成28年7月）以降も保管されているという仮定をふまえ、現在から20年間、及び50年間と仮置きすることなどが考えられる。また、割引率については、通常利用されている4%を仮置き数値として用いることが考えられる。

なお、これらの設定の下で、各年の発生費用が等しい場合、20年間の総費用は各年費用の14.13倍、50年間の総費用は各年費用の22.34倍に相当することになる。

2.3.3 土壤汚染修復コスト

保管に際し、事故による破損や不明・紛失 PCB に伴う土壤汚染の修復費用は（確率的に発生する）保管コストの一部として考えられる。

保管継続に係る各種リスクの中で、PCB 使用機器の劣化や地震・火災等の『事故』による当該施設内での環境放出・土壤汚染については、事例も存在し、比較的『分かりやすい』リスクであると考えられる。これらは、その後の影響については未知の部分も多く、影響（の補償等）のコストも試算は困難であり、今後の課題として残される部分である。しかしながら、少なくとも汚染が判明した段階で汚染修復は行わなくてはならず、汚染（発覚）と同時に確実に発生するコストとして見積もることができる。

このコストの試算については、汚染までのイベント等を仮定した幾つかの考え方が存在するが、ここでは 事業所の被災等リスクからの想定、 不明・紛失量からの想定、 回避コストからの想定を掲げる。

事業所の被災リスク等からの想定

想定として、保管した場所において、何らかの事故により高圧トランス・コンデンサが破損し PCB が流出した場合を考える。比較的早期に破損・汚染が発覚した場合を想定すると、施設及びその近傍について汚染修復を行なうと考える（修復面積としては建屋面積 + α ）。これに平均掘削深を設定し、汚染土壌量を試算、これに汚染土壌量当たりの浄化費用^{*1}を乗ずることによって推計を行う。

なお、被災リスクは、工場における建物火災発生リスク^{*2}等のリスクに、その際の破損・流出リスクを仮定し、乗ずることで求める。

不明・紛失量からの推定

事実として不明・紛失が生じていることを背景に推定を行う。高圧トランスや高圧コンデンサなどの違いにより汚染の状況が異なると考えられるが、第一次近似として、紛失・不明分の全量（もしくは感度分析としてその一定割合）が土壤汚染を引き起こした場合を想定し、修復費用を想定する。この場合、汚染の範囲等が必ずしも明確では無いことから、放出された PCB の量と、別途設定した土壌中の PCB 濃度から汚染された土壌の量を算出した上で、汚染土壌の単位量当たりの修復費用を乗ずる。汚染土壌の修復費用としては、ヒアリング等により試算する。

*1：土壤汚染の修復費用の原単位としては、「汚染物質（ここでは PCB）当たり」と「汚染土壌量当たり」等があり得る。実際の作業に際しては、（濃度が一定の範囲内であれば）濃度よりも土壌量がコストに大きな影響を及ぼすことから、ここでは主として土壌量当たりの原単位を揃えることとする。

*2：例えば工場・作業場=2,277 件（平成 14 年版消防白書）と工場の数（全事業所合計 589,713 事業所，平成 12 年工業統計）から 0.39%という数値が試算される。

回避費用からの推定

上記の はいずれも土壌汚染の汚染修復に対する直接的な支出をふまえ推定するものであるが、この支出を回避する観点からの推定も考えられる。具体的な手法としてまず考えられるのが、保管の水準を高め、土壌汚染のリスクを限りなく小さくするための費用を考えるものである。これについては、有害物質の保管水準（及びそれを実現する施設水準）等のヒアリング等から情報が収集しうる。

また、もう一つの考え方として、『保険』による回避が挙げられる。これは例えば環境汚染賠償責任保険のように、環境リスクそのものを回避するような保険であり、この掛け金を持って、回避費用と見なすことも可能である。

2.4 ケーススタディ～有害物質削減対策との比較

(1)ダイオキシン対策との比較

PCB 廃棄物の処理の一つの重要な側面としてダイオキシン対策が挙げられる。ここでは、これに着目し、PCB 廃棄物を適切に処理することにより、ダイオキシン類の環境放出が削減されるという考え方から、ダイオキシン類一単位当たりの削減費用の比較として、費用効果分析を試みる。

PCB中のコプラナーPCB、ダイオキシンとしてのコプラナーPCB

209 種類からなる PCB の異性体のうち、化学構造がダイオキシン類(PCDD,PCDF)と類似している 12 種類の異性体の総称をコプラナー PCB と呼び、その構造からダイオキシンと同様の毒性を持っている。そして、PCB の中に含まれるコプラナー PCB の割合は様々であるが、代表的な PCB 製品であるカネクロールの等量混合物である KC-MIX のそれ (約 8 %) と仮定する^{*1}。

このコプラナー PCB の TEQ 換算について、異性体によって換算係数は異なるが、必ずしも明確な数値は存在しないが、大まかな数値として元の PCB に対し、 $10^{-6} \sim 10^{-5}$ g-TEQ / g-PCB 程度の数値仮定する^{*2}。

事業 with の際の PCB 削減量のダイオキシン対策としての量的評価

事業 without、すなわち保管継続の際の PCB の環境放出量については、最大 140t-PCB / 年と見積もられている。ここでは、この数値を用いて例示する。

この 140t-PCB / 年の PCB の削減は、で整理した PCB からコプラナー PCB の毒性換算係数をふまえると、880g-TEQ / 年の削減に相当する。すなわち、PCB 処理事業は、880g-TEQ / 年を削減するための事業という側面を持つことになる。

費用対効果の算出と他の手段との比較

PCB 処理事業のコストとして、前回検討会での資料中、施設建設費と維持管理費、及び輸送費を積算すると、696 億円となる。これに対応するコプラナー PCB の削減量は 880g-TEQ / 年であることから、計算期間を 50 年にとった場合、費用は年間 13.9 億円となり、1g-TEQ / 年当たりのコストは 160 万円であるとの見積もられる。

これについて、他のダイオキシン対策の費用・効果として、岡(2003)で試算されている緊急対策、恒久対策の費用・効果とともに整理したものが次ページの表である。

*1：高菅ら：各種クリーンアップ法とHRGC/HRMSを用いたポリ塩化ビフェニル(PCBs)の全異性体詳細分析方法

*2：例えばコンデンサ等に用いられている「KC-400」の個々の異性体の毒性換算係数をふまえ試算を行うと、 6.3×10^{-6} g-TEQ / g-PCB という数値が得られる。

P C B に関してはあくまで概算であり、精査が必要^{*1} であるが、結果として、ダイオキシン対策（のみ）であるとしても、既往研究において示されている結果をもとにすると他のダイオキシン対策と比肩しうるものであることが示唆されている。

表 ダイオキシンの削減費用の比較（削減量1g-TEQ当たりの費用，単位：万円）

事例	費用	出典
PCB 処理事業	158	
ごみ焼却施設でのダイオキシンの規制(緊急対策)	163	岡,2003
ごみ焼却施設でのダイオキシンの規制(恒久対策)	1,860	岡,2003

：単位は万円/人・年

(2)その他の有害物質との比較

その他の有害物質との比較を行う上では、『効果』を同じ尺度で表す必要がある。これについては、人への曝露量をモデル化した上で、健康リスクとして表現した上で、下記に整理されたような他の有害物質と比較する必要ことになる。これについては、未だ不明な部分も多いため、今後の課題とする。

表 各種環境化学物質対策の余命一年延長費用の比較例

事例	費用	出典
PCB 処理事業	？	
シロアリ防除剤クロルデンの禁止	4,500	Oka et al. 1997
苛性ソーダ製造での水銀法の禁止	57,000	Nakanishi et al. 1998
乾電池の無水銀化	2,200	中西 1995
ガソリン中のベンゼン含有率の規制	23,000	Kajihara et al. 1999
自動車 NO _x 法	8,600	岡 1996
ごみ焼却施設でのダイオキシンの規制(緊急対策)	790	Kishimoto et al. 2001
ごみ焼却施設でのダイオキシンの規制(恒久対策)	15,000	Kishimoto et al. 2001

：単位は万円/人・年，Kishimoto et al.(2001)による

*1：放出量、TEQ 換算等で幅を持つほか、費用について、事業 without の場合の費用（保管継続コスト）を無視している（仮に前回資料中の事業 without の場合の保管費用 668 億円を費用から減ざると、削減量当たりの費用は 1/20 程度になる）。