

される、関係国の法および法的規制を遵守するよう法的に拘束されているのである。

バーゼル条約では、廃棄物は「処分がされ、処分が意図されまたは国内法の規定により処分が義務付けられている物質または物体」（第2条、第1項）として定義されている。ここで注意が必要なのは、廃棄物の定義に関する各国の規定は異なっており、ゆえに同じ材料がある国では廃棄物と見なされるが、もう一方の国では有用品あるいは原料とされる可能性があるという点である。

本条約の第1条によれば、越境移動する可能性のある以下の廃棄物は本条約の対象である。

—この条約の目的に関係する「有害廃棄物」として言及されている廃棄物。

—本条約の附属書Ⅰに含まれるすべてのカテゴリーに属する廃棄物、ただし附属書Ⅲに含まれる特性を一切持たないものにかぎられる。—上で言及した以外の廃棄物で、輸出国、輸入国、あるいは通過国の国内法規によって有害廃棄物と定義、あるいは見なされているもの（第1条、第1項）。

—附属書Ⅱに含まれるすべてのカテゴリーに属する廃棄物で、本条約の目的に関係する「その他の廃棄物」と言われているもの（第1条、第1項）。

POPs は以下の付表に記載されている。

マニュアルの付表Ⅱでは、規制されるべき廃棄物および特別な配慮を必要とする廃棄物（バーゼル条約の附属書ⅠおよびⅡ）のカテゴリーが指定されている。「規制されるべき廃棄物のカテゴリー」の下で、「廃棄物の流れ」もそこに属するものとして指定されているが、POPs は以下のサブカテゴリーに指定されている。

Y10 ポリ塩化ビフェニル (PCBs) および／またはポリ塩化ターフェニル PCTs) および／またはポリ臭化ビフェニル類を含有するかあるいはそれらに汚染されている廃棄物および廃品。

個々の化学物質についての言及は、付表Ⅱの「組成を目的とする廃棄物」の項でなされている。

Y43 塩素化ジベンゾフランのすべての同族体

Y44 塩素化ジベンゾ-p-ジオキシンのすべての同族体

POPs に関連する多くの作業は、技術作業部会の作業プログラムに含まれている。これらの中に、ダイオキシンおよびフラン、再配合の予定の廃棄農薬の分類、処分／破壊目的の保管の問題、POPs の環境上適正な管理についての技術的ガイドラインの準備、そして PIC および POPs 手続きの下での分類および有害性の同定に関するガイダンス覚書あるいは資料に関する作業プログラムの実施が含まれている。

(4) バーゼル条約における PCB

PCB についての環境上適正な管理は、バーゼル条約において、そのような廃棄物から生ずる悪影響から人の健康および環境を保護するような方法でこれらの廃棄物が処理されることを確保するための実行可能なあらゆる措置を取ることをいう、と定義されている。したがって本条約は、環境上適正な処分技術、再生利用の選択肢、および使用保管の十分な管理の開発および実施を支援するものである。この条約では、先進国から開発途上国への PCB の越境移動の禁止に対する要望を認めており、また同時に一部のケースおよび特定の条件下では、開発途上国から先進国へ最終処分のために PCBs 廃棄物の輸出が必要となることも認めている。有害廃棄物の環境上適正な管理という概念は、バーゼル条約の技術作業部会によって、「有害廃棄物の環境上適正な管理に関する開発途上の国および／または地域の戦略におけるガイダンス文書」(SBC No : 96/001) において発展させられたものである。技術作業部会は、さらに「PCBs、PCTs および PBBs を構成成分とするあるいは含有する廃棄物についての技術的ガイドライン」(SBC No : 97/009) を準備している。これらの文書は、1994 年の第 2 回会合で締約国会議において採択され、政府、企業、および環境 NGO [非政府組織] によって広く用いられている。

ポリ塩化ビフェニル (PCBs)、ポリ塩化ターフェニル (PCTs) およびポリ臭化ビフェニル (PBBs) は、バーゼル条約の下で有害廃棄物として特性評価されている。それらは以下に示す通りに、バーゼル条約本文に対する附属書 I のカテゴリー Y10 に分類されている：

Y10 ポリ塩化ビフェニル (PCBs) および／またはポリ塩化ターフェニル (PCTs) および／またはポリ臭化ビフェニル類 (PBBs) を含有するかあるいはそれらに汚染されている廃棄物および廃品

1998年2月の第4回会合において、締約国会議は、さらに本条約に対する2つの附属書、すなわち附属書Ⅷと附属書Ⅸを加えることを決定している。附属書ⅧのリストAおよび附属書ⅨのリストBに含まれている特定の廃棄物は、附属書Ⅰおよび附属書Ⅲに関連して条約の第1条、第1項(a)の条項を詳細化および明確化したものである。

(a) 附属書ⅧのリストA。このリストに含まれる廃棄物は、本条約の第1条、第1項(a)に基づいて有害であると特性評価されたものである。このリストで指定されても廃棄物が有害ではないことを示す目的で附属書Ⅲを使用することを妨げるものではない。

(b) 附属書ⅨのリストB。このリストに含まれる廃棄物は、附属書Ⅲの特性を示す程度の附属書Ⅰの物質を含まない限り、本条約の第1条、第1項の対象とはならない。

PCBs、PCTs および PBBs は、バーゼル条約の新たな附属書Ⅷに従って、カテゴリ A3180 の下に分類されている。

A3180 ポリ塩化ビフェニル (PCBs)、ポリ塩化ターフェニル (PCTs)、ポリ塩化ナフタレン (PCNs) あるいはポリ臭化ビフェニル (PBBs)、またはこれらの化合物のその他のポリ臭素化の類似化合物を、少なくとも 50mg/kg 以上の濃度レベルで含有する、あるいはそれらに汚染されている廃棄物、物質および製品

注) 50mg/kg という値は、すべての廃棄物に対する国際的に実地的なレベルである。しかし、国によっては、特定の廃棄物に対して 20mg/kg の規制値を設定している。

バーゼル条約の締約国は、特に開発途上国に関して、有害な廃棄物、特に PCB を環境上適正に管理する能力を高めるための支援を行なうことが重要であると認識している。計画された活動は、以下の3つの相互支援目標を旨としている。

— PCB を含有する設備機器の保守管理および PCB についての環境上適正な管理に関する態度および取り組みに影響をおよぼしうる認識の促進。

— 国の計画および地域的計画の準備に関する要素の確立。

— PCBs の越境移動規制、不法取引の防止および監視、および輸出あるいは輸入の時期と場所に関連する禁止の適用の確保を目的とした地域協力の強化。

バーゼル条約の締約諸国内での、国際組織および中央政府の協力と貢献は、不可欠のも

のである。加えてバーゼル条約は、長期的方針として、民間企業との全面的協力のための条件作りを目指している。民間会社との緊密な協力関係は、模範的効果を上げている PCB 管理に関連した試験的作業という面で実現している。暫定的結果は以下において達成されており、将来的によい結果が期待される。

－（試験的）目録の作成。

－適正な一時保管基準の確立のための行政上および制度上の専門知識の開発。

－行政上の決定の支援手段（情報システムなど）の開発。

－廃棄物の管理者向けのPCBsの環境上適正な管理のための実用的ハンドブックの編集。

バーゼル条約事務局は、UNEP 化学部と緊密な連携を取りつつ、PCBs および PCB を含有する廃棄物の同定、管理および破壊のための共同能力開発プログラムの開発を含めたいくつかの活動を行なっている。

4) POPs に関する UN-ECE 条約

国連欧州経済委員会 (UN-ECE) が 19 年前に設立されて以来、大気汚染、環境影響評価、産業災害、国境を越える水問題に関して、12 の各国間の法的拘束手段、5 つの条約および 7 つの議定書が作成されている。これらの条約は、欧州共通の法的枠組みにとって重要な要素であるが、同時に欧州を東西に分けていたかつての境界を取り除き、汎欧州法的および経済的な空間への移行へ向けて、経済によって各国を統合するための具体的かつ有効な手段である。これらはまた、非欧州地中海諸国にも関連を持っている。

長距離越境大気汚染条約は、われわれの環境保護の主要な手段のひとつである。科学者らが欧州大陸における硫黄の排出とスカンジナビア半島の湖水の酸性化との因果関係を示し、その後の研究によって大気汚染物質は、大気沈降沈着や分解が生じる前に、数千 km も移動する可能性があることが確認されてから、草案が作成された。このことは、酸性化のような問題を解決するには、国際レベルの協力が必要であることを意味している。本条約は、広範囲な地域に及ぶ大気汚染問題を取り扱うための、初めての国際的な法的拘束手段である。これは 1979 年に署名され、1983 年に発効されている。1979 年の長距離越境大気汚染条約の締約国は以下の国々である。

アルメニア、オーストリア、ベラルーシ、ベルギー、ボスニア・ヘルツェゴビナ、ブルガ

リア、カナダ、クロアチア、キプロス、チェコ共和国、デンマーク、フィンランド、フランス、グルジア、ギリシャ、ハンガリー、アイスランド、アイルランド、イタリア、ラトヴィア、リヒテンシュタイン、リトアニア、ルクセンブルク、マルタ、オランダ、ノルウェー、ポーランド、ポルトガル、モルドバ共和国、ルーマニア、ロシア連邦、スロバキア、スロヴェニア、スペイン、スウェーデン、スイス、旧ユーゴスラビア共和国マケドニア、トルコ、ウクライナ、英国、米国、ユーゴスラビア、欧州共同体。

本条約は、国際環境法の発展に大きく貢献し、越境大気汚染がヒトおよび環境与える被害の規制および削減のための重要な枠組み作りを行なってきた。この条約は、発効された後、7つの議定書によって拡大されている。これらのうち、この報告に関連するのは以下の2つの議定書である。

- ・ 重金属に関する 1998 年議定書。
- ・ 残留性有機汚染物質 (POPs) に関する 1998 年議定書＝残留性有機汚染物質 (POPs) に関する 1998 年オルフス議定書。

残留性有機汚染物質 (POPs) に関する議定書は 16 種類の物質を対象としている。UNEP の指定する 12 種類の POPs はすべて含まれている。UN-ECE の POPs は表 1-1-4 にまとめている。

表 1-1-4 16 種類の UN-ECE の指定する POPs

農 薬	工業化学品	副生物
アルドリル、クロルデン クロルデコン、ディルドリン DDT、エンドリン、HCH ヘプタクロル、ミレックス PCP、トキサフェン	ヘキサクロロベンゼン ヘキサブロモビフェニル PCBs	ダイオキシン、フラン PAHs

5) EMEP の取り組み

EMEP (欧州大気汚染物質長距離移動監視評価共同プログラム) は、1977 年に設立され、長距離越境大気汚染条約 (LRTAP) とも連携している。この EMEP プログラムの主な目標は、本条約 (LRTAP) で決められた排出削減に関する国際的議定書の作成と評価を支援するために、定期的に LRTAP 条約に締約している政府および補助機関に対して、適切な科学的情報を提供することである。

EMEP プログラムは次の 3 つの要素に依っている。(1) 排出データの収集、(2) 大

気および降水の質の測定、（３）大気汚染物質の空中移動および沈降沈着のモデリング。これら３つの要素の組み合わせによって、EMEP は同プログラムに要求されている、大気汚染物質の排出、濃度および/または沈降沈着に関する評価および定期的報告、さらに越境流量、臨界負荷および閾値に関する超過の量と重大性程度についての、評価および定期的報告を実行しているのである。これらの要素の組み合わせはまた、EMEP の算定値の評価および修正にとっても有用な基準となっている。

1999 年、専門的報告書『バルト諸国の残留性有機汚染物質の循環』が、EMEP プロジェクトの方法論、成果、および結論に関する詳細な情報を提供している。このレポートの冒頭で、欧州における POPs に関する排出データベースが詳しく述べられている。POPs 排出目録は、可能なときにはいつでも各国のデータを用いて作成されてきた。さらに、既存の目録は再検討され、専門家にも問い合わせが行われている。こうした情報源に基づいて、1970 年から 1995 年までの期間の 5 年ごとの排出目録が制定されており、ダイオキシン類に関する結果は表 1 - 1 - 5 のとおりである。

表 1-1-5 1970～1995 年の欧州諸国における PCDD/PCDF 排出量

単位：ng-TEQ/年

国名	1970	1975	1980	1985	1990	1993-1995
アルバニア	1.684	1.976	7.658	4.328	2.967	2.672
オーストリア	438.550	491.794	555.350	296.242	139.519	121.017
ベラルーシ	51.630	56.362	59.816	65.248	106.764	52.843
ベルギー	899.083	909.915	1,068.030	468.636	510.887	483.720
ブルガリア	60.431	66.475	72.035	77.399	68.811	60.792
チェコスロバキア チェコ共和国 スロバキア共和国	262.621	288.236	330.448	328.025	216.058 74.611	163.094 79.571
デンマーク	181.989	192.399	224.043	197.337	77.219	49.870
エストニア	15.013	16.522	16.945	15.978	14.940	12.430
フィンランド	418.736	437.907	496.371	337.979	185.581	68.505
フランス	5,364.138	5,336.516	5,993.457	2,481.609	1,214.659	1,118.883
ドイツ 東ドイツ 西ドイツ	1,748.608 4,248.556	1,745.303 4,447.01	1,813.262 5,040.836	957.653 2,220.438	1607.440	840.041
ギリシャ	226.038	287.699	347.715	201.110	154.782	122.044
ハンガリー	99.610	103.794	106.844	100.098	75.964	64.624
アイルランド	44.859	45.285	54.811	31.194	17.439	14.283
イタリア	1,687.663	2,085.709	2,296.292	118.696	870.208	798.845
ラトビア	20.874	18.780	16.963	14.036	13.345	12.387
リトアニア	39.645	33.857	32.229	25.866	23.678	12.016
ルクセンブルク	356.143	450.858	373.175	121.607	55.325	49.975
モルドバ	9.174	15.554	17.611	19.030	17.858	9.675
オランダ	542.578	542.758	602.249	366.990	372.565	136.966
ノルウェー	108.026	100.686	108.861	100.250	44.648	41.135
ポーランド	421.358	462.236	661.991	603.009	424.868	394.288
ポルトガル	84.177	86.857	89.396	64.075	41.010	34.444
ルーマニア	94.984	129.332	161.973	180.732	129.039	81.263
ロシア	1,492.736	1,685.063	1,730.189	1,809.543	1,848.567	1,198.409
スペイン	633.457	965.376	1,185.155	520.159	299.444	304.722
スウェーデン	1,004.080	1,199.026	774.682	576.116	271.443	198.535
スイス	416.137	423.476	483.836	439.332	242.369	181.481
ウクライナ	845.232	845.232	899.924	962.728	925.442	571.058
イギリス	3,020.523	2,385.001	2,002.711	889.040	973.456	868.397
ユーゴスラビア	73.123	73.810	81.912	104.544	101.678	118.601
合計	24,911	25,931	27,707	15,699	11,123	8,267

6) 欧州環境庁からの報告

有害物質の拡散—今世紀の変わり目における欧州の環境に関する欧州環境庁による報告により、以下のようなことが指摘されている。

- ・さまざまな規制方法が化学物質のリスクを減らし、残留性有機汚染物質および重金属の排出量と環境中の濃度はいくらか減少しつつある。しかし、市場に多く出回っている化学物質の 75% に関しては、最小限度のリスクアセスメントを支援するのに有効な毒性および生態毒性分析が十分ではない。

- ・交通量や農業生産量を含めた経済活動の総合的増大によって、再生利用のような方法による積極的な方向性の効果は薄くなっている。したがって、化学産業の生産高の 30% から 50% の上昇に伴って、化学物質の年間総排出量は 2010 年まで増加し続けることが予想される。

- ・重金属曝露は、水処理方法の改良および有鉛ガソリンの段階的廃止によって、減少してきている。EU における有鉛ガソリンの排出量は 1990 年から 1996 年の間で半分以下となっている。交通（タイヤ素材から）および産業活動からのカドミウムおよび水銀の排出量は、1990 年から 2010 年の間に 20% から 30% の上昇が予想されている。粒子状物質（特に PM10）およびそれに付着あるいは含有されている重金属の排出量に関する最近の研究では、今後のこの状況は改善される可能性があることが明らかにされている。放出および排出量をバックグラウンドレベル近くまでに持って行くという最終的ゴールは、2010 年まで達成されないだろう。

- ・条約受入れ国に関しては、今後 10 年にわたって、政策の実施により鉛（58%）、銅（31%）および水銀（12%）の著しい削減が見込まれている。カドミウムの排出は、交通量が増加する期間にわたり、政策手段による改善にもかかわらず 4% の上昇が予想されている。

- ・全般的に見れば、農薬使用は、欧州連合 15 カ国のほとんどにおいて、過去 20 年間にわたって減少しているように思われる。しかし、そうした減少や、さらに製品の禁止およびジクロロジフェニルトリクロロエタン（DDT）とリンデンの使用禁止にもかかわらず、環境中のさまざまな部分に蓄積されたものが激減し、貯蔵がなくなるまでにはかなりの期間がかかるだろう。その上、物質の使用が禁止された後も長期間、生物蓄積の現象は再分

配過程の結果として続くことになるだろう。今後 10 年間にわたって、EU において一部の農薬の排出がわずかに増加するだろうと予測されている。他方、ペンタクロロフェノールのようなその他の農薬の排出は減少するだろう。条約受け入れ国では、農業生産量の増加によって、農薬の使用が著しく増えることが予想されている。条約受け入れ国および開発途上国における、殺生剤製造施設でのより有害性の少ない製剤の生産への転換のために行われている EU の投資が、長距離越境の影響および貿易財からの曝露の削減を促進することになるだろう。

・総合的汚染防止および規制 (IPCC) の指令とこれまでの諸施策の実施によって、発電施設、製錬施設および廃棄物焼却施設からの、ポリ塩化ビフェニルおよびダイオキシン/フランの排出が削減されている。再生利用は必ずしもヒトおよび環境の曝露全体を減らすものではない。というのも、再処理過程で生じる、より多くの排出要因はおそらく避け難いからである。

・ダイオキシン類の濃度および堆積が、EU 内で 1990 年から 2010 年の間に、現行の政策および提案された政策の実施によって減少することが予想される一方で、ベンゾピレンおよびその他の多環式芳香族炭化水素、プラチナ (触媒コンバーターからの) および臭素化難燃剤については、欧州の多くの地域で増加が予想されている。

7) 経済的観点

UN-ECE [欧州経済委員会] は、同委員会の LRTAP [長距離越境大気汚染] 条約に関して、その再検討のために、質問リストを用いている。2000 年度の再検討の項目は、2 つの目的に分けられている。一つは、ECE の管轄地域における大気汚染軽減の概略を提供することであり、もうひとつは、得られた排出データと合わせて実行委員会が、締約国が全体としてまた個々の国として行なう、長距離越境大気汚染条約の議定書に基づく義務の遵守を再検討するための基準を作成することである。このリストの最後の部分で、質問 54 から 60 は経済問題を扱ったものである。

Q. 54 : 締約国は、各国が、議定書のどれかの対象となっている場合に行なっている、特定の汚染物質の量あるいは汚染の指標に関連した、排出課徴金および/または税金の適用について、その概要を述べるよう求められている。課徴金あるいは税金は、し

ばしばエネルギー消費と結びついているが、それは多くのケースで排出が直接、エネルギー使用に関係しうるからである。もし課徴金あるいは税金が、燃料のような製品価格に適用される場合は、質問 55 に基づいて報告されなければならない。

- Q. 55 : 締約国は製品に対する課徴金および税金、また同国が適用する燃料税も含めて、課税区分に関する概要の報告を求められている。
- Q. 56 : もし関連性があれば、自国の排出税および課徴金の使用の経験に関する簡潔な説明の提出を求める。また、必要な場合には、そのような歳入が環境保全の目的、たとえば汚染によって被害を被ったものに対する補償、排出抑制手段に対する助成、あるいは問題となった企業の競争力における損失の補償などに割り当てられているかどうか、に関する情報の提供を求める。
- Q. 57 : もし当てはまる場合は、本条約および議定書の対象となる主要な大気汚染物質の排出削減に結びつく、自国の財政援助計画の概略を提出して欲しい。
- Q. 58 : 助成金が環境保全役立つ新たな技術の導入を支えるために用いられてきた一方で、それらは同時に、環境に有害影響を与えているエネルギーおよび輸送部門においても、広範囲におよぶ規模で採用されているのである。もし当てはまる場合には、この分野での自国の経験を簡潔に説明して欲しい。
- Q. 59 : もし当てはまる場合は、本条約および議定書の対象となる物質の排出および/または発生をさらに削減するために自国で用いられている、ラベリングおよび調達に関する政策などの市場刺激策について簡潔に説明して欲しい。
- Q. 60 : もし当てはまる場合は、潜在的原価削減も含めて、自国の通商許可における経験に関する情報を提供して欲しい。

1. 1. 2 ヘキサクロロベンゼン (HCB) に関する基礎情報

1. 基礎物性

①物理的性質

常温常圧で白色の結晶粉末または針状の結晶で、弱い臭いを有している。工業製品は約98%の純度で、不純物としてペンタクロロベンゼン、1, 2, 4, 5-テトラクロロベンゼンなどが含まれている。

融点	227~231℃
比重	2.044 (25℃)
沸点	23~326℃ (1mmHg)
ヘンリー定数 (atm. m ³ /mol)	1.3×10 ⁻³ 、1.7×10 ⁻³
オクタノール/水分配係数 (Log K _{ow})	3.93、5.23、6.18
土壌有機物吸着分配係数 (Log K _{ow})	2.56、3.59、4.54
蒸気圧 (mmHg)	1.089 × 10 ⁻⁵ (20℃) 1 (111.4℃)

(溶解性)

水には微溶 (0.005ppm, 25℃) である。冷アルコールにわずかに溶解、アセトンベンゼン、エーテル、クロロホルムに可溶である。

②化学的性質

安定だが紫外線でゆっくり分解する。

ジメチルホルムアミドと接触すると、非常に激しい反応が起こる。

③半減期 (表1-1-6 参照)

表1-1-6 HCB半減期 (日)

土壌	大気	表面水	地下水	生分解性		光酸化
				好気性	嫌気性	大気
970-2090	157-1565	970-2090	1940-4181	970-2090	3879-8363	157-1565

2. 毒性、許容濃度等

①致死量

LD ₅₀ (ラット, 経口)	3,500mg/Kg	10,000mg/Kg
LD ₅₀ (ネコ, 経口)	1,700mg/Kg	
LD ₅₀ (ウサギ, 経口)	2,600mg/Kg	
LD ₅₀ (マウス, 経口)	4g/Kg	

②毒性

HCBの毒性が注目されるようになったのは、1955年から1959年にかけてトルコで起こった、HCB汚染小麦による中毒事件である。

後にPCT症（晩発性皮膚ポルフィリン症）と名付けられた、皮膚の光感受性の亢進（顔や手足など日光の当たる部分の皮膚に水泡が生じる）を始め、皮膚の脱色、多毛症、尿中ポルフィリンの増大、肝臓や甲状腺それにリンパ腺の肥大、体重減少、手足・指・爪先の骨の退化など、さまざまな症状が現れた。母親が妊娠中または授乳中にHCB汚染パンを食べていたケースでは、死産が多発し、又乳幼児たちにも発熱、下痢、嘔吐を伴い、手足に吹出物が生じる「ピンク疹」がみられた。この症状を示した2～5歳の子供たちの死亡率は、余病も併発するため、95%の高率に達したという。

その後、1967年には、サウジアラビアで多量のHCBが誤ってパンの中に混入し、急性中毒症状を示した事故も起きている。ほかに、HCBを取り扱う労働者の中にも、PCT症や尿中ポルフィリンの増大を示した例が多数報告されている。

実験動物を用いたHCBの毒性試験では、ハムスターに甲状腺や肝臓の腫瘍の発生がみられ、妊娠マウスへの投与では、胎仔に口蓋裂や腎奇形が観察され、HCBの発ガン性、催奇性が懸念される。

HCBのAh受容体に対する親和性はTCDDの1/10000程度であり、モノ-オルト置換PCBs、2,3,3',4,4'-ペンタクロロビフェニル、2,3',4,4',5-ペンタクロロビフェニル、2,3,3',4,4',5-ヘキサクロロビフェニルと同じ範囲内にある。

市販のHCB中には、不純物として8塩化ダイオキシンが0.35～5.83ppm、8塩化ジベンゾフランが最高211.9ppm含有されていたという報告がある。

発ガン性：2B（IARC）

魚毒性：なし

③許容濃度等

ICGIH : 0.025mg/m³ (1994年)

一日摂取許容量 : 0.0006mg/Kg (WHO)

0.0008mg/Kg (EPA)

④生体内蓄積性

多くの種で半減期が長く、ラットで20日、うさぎで32日、アカゲザルで 2.5年～3年。

3. 適用法規

化 審 法 : 第一種特定化学物質 (製造・販売・使用禁止)

船舶安全法

4. 生産情報

①製造法

塩化アルミニウムと塩化硫黄からなる触媒の存在下にクロロベンゼンを塩化スルフリルで塩素化して得られる。又、クロルアニルを五塩化リンおよび三塩化リンとともに加熱して得られる。

②生産量

過去における生産統計は見当たらないが、PCP使用の最盛期には年間4000トンのHCBが生産されていたと推定される。1972年以後は製造は中止されたとみられているが、それまでの累積生産量は約30,000t と推定されている。

5. 用途

有機塩素系の薬剤で、外国では麦類の種子消毒に使用され、クロホ病などを防ぐ。ただし、日本では農業登録されていない。

工業用では、除草剤PCP製造原料、ゴムの素練促進剤、衣料の防災加工剤ポリ塩化ビニールの可塑剤等として使用されたが、79年に、化審法により「特定化学物質」に指定され、製造・販売・使用が禁止された。過去のHCB生産量の90%以上がPCP製造原料として消費されたと推定されている。

6. 環境データ

大気中のHCBの測定例では、1991年横浜国立大学構内で0.17~1.8ng/m³(中央値:0.75、平均値0.80ng/m³(n=28))が報告されている¹⁾。環境庁の測定値²⁾を表1-1-7に示す。

表1-1-7 ヘキサクロロベンゼンの環境データ (環境庁)

	水質 ppb	底質 ppb	魚類 ppb	大気 ng/m ³
1974~1978	0.0016-0.0045	0.2-480	N. D. -28	
1992~1993	N. D.	2-12	1-3	
1994				1.1-3.5

農薬散布によるHCBの土壌中の残存については比較的多く報告されており、たとえば土壌残留性を調べた農薬検査所の研究で、HCBは圃場での半減期が260日で、2年後にも、その15%が残存していた。モデル試験では、地表下5~10cmの層に、21ヶ月後で65%の残存がみられた。土壌中のHCBは農作物に移行し蓄積されるが、千葉県農業試験場はPCNB由来のHCBが残留している畑で農作物の栽培を行い、ニンジン(40ppb)、ジャガイモ(40ppb)、カブ(77ppb)、落花生(160ppb)、ゴボウ(40ppb)に高いHCBの残留を認めた。また、群馬県農業試験場が行ったPCNB粉剤(PCNB20%, HCB0.2%含有)散布畑での試験では、ジャガイモ中にPCNB412ppbとHCB215ppbの残留が認められ、HCBの方がPCNBよりも吸収されやすいことが明らかとなった。

HCBは農作物以外でも検出されており、測定例³⁾を表1-1-8に示す。

表1-1-8 食品中のHCB

単位: ppb

試料	検体数	平均検出値	試料	検体数	平均検出値
牛肉	3	9.0	カカマ	6	8.5
豚肉	3	6.0	コイ	6	3.5
鶏肉	2	5.0	ウナギ	2	2.0
卵	7	0.2	ボラ	1	1.3
牛乳	4	0.2	カニ	1	0.4
チーズ	3	1.2	タラ	2	0.4
バター	3	5.0	カキ	2	0.5
米	5	0.02	小エビ	2	0.4
米ヌカ	2	0.14	カツオ	1	0.8
小麦	2	0.08	ヤリイ	1	0.2
大豆	1	N. D.	タコ	1	0.1
人体脂肪	17	220	真アジ	5	5.5

7. 曝露レベル

乳幼児が母乳から摂取するHCB量がいくつかの国で測定されており、その値は0.018未満から5.1 $\mu\text{g}/\text{日}/\text{kg}$ 体重の範囲であった⁴⁾。HCBの相対効力値を0.0001とすれば、これは1.8~510pg-TEQ/日/kgに相当する。母乳中のHCB濃度は、国によってことなるが、比較的低濃度の国においても、PCDDs/DFsとPCBs由来のTEQ値の10~60%に相当する量がHCB由来と指摘されている。母乳中のHCB濃度の高いチェコ、スペイン等においてはPCDDs/DFsとPCBsを合わせた寄与の6倍がHCBの寄与とする試算例も報告されている⁴⁾。

我が国における母乳中のHCBは、1980年代では0.5~4.7ppbのレベルにあり、体重7kgの乳児が毎日1lを飲むとして計算すると、乳児が摂取するHCBの量は、0.07~0.7 $\mu\text{g}/\text{kg day}$ となり、WHOによる許容摂取量0.7 $\mu\text{g}/\text{kg day}$ を越える場合もあった⁵⁾。しかし表1-1-9に示すように、我が国の母乳中のHCBは減少傾向にある⁶⁾。

表1-1-9 乳脂肪中のHCB濃度推移 (ppb)

1986	1988	1990	1992	1994	1996
45	35	23	18	19	14

一方、ヒトのHCB摂取量も表1-1-10に示すように1970年代に比較すると少なくなっているが、最近では横這い傾向にある⁷⁾。

表1-1-10 HCBの摂取量 ($\mu\text{g}/\text{人}/\text{日}$)

'77-'78	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
0.23	0.050	0.052	0.027	0.046	0.028	0.026	0.019	0.026

8. 発生源

HCBは日本では農薬として用いられていないにもかかわらず、環境汚染、人体汚染に事欠かない。その発生源は塩素系化合物の製造過程で生じるプロセス廃棄物中のHCB、産業及び一般廃棄物の焼却場からの放出物中のHCB、そして登録農薬中に不純物として含まれるHCBである。これらの他に、アルミニウム製錬工場などの発生源も指摘されているが、以下に各発生源別に概要を述べる。

1) 農薬中のHCB

国立公害研究所や農薬検査所の報告によれば、PCP原体中には0.4%、PCNB（ペンタクロロニトロベンゼン）原体中に0.7~1.1%、TCTP（ジメチル 2,3,5,6-テトラクロロテレフタレート）製剤中に0.1~9.1%のHCBが検出されている。このうち環境への放出寄与率の高いPCPは、現在では製造されていないが、1974年以前には約17万tが製造され、これに含まれるHCBは約680tになる（表1-1-11参照⁸⁾。PCNBは現在でも原体量で毎年1500~1600t生産されている。TCTPの現在での生産量は少なく、毎年原体で8~9tである。これらの農薬中のHCBは毎年約14t程度と見込まれる。

表1-1-11 農薬より放出されたHCB

農薬	HCB含有率 %		原体換算出荷量・HCB放出量			
			1974以前	1975~79	1980~82	合計
PCNB 粉 剤	0.7	原体量	4,518	4,537	3,740	12,795
		HCB量	31.6	31.7	26.2	89.6
TCTP 水 和 剤	10.0	原体量	185	233	84	502
		HCB量	18.5	23.3	8.4	50.2
PCP	0.4	原体量	170,269	2,433	1,731	174,433
		HCB量	681.1	9.7	6.9	697.7
HCB総放出量 t			731.2	64.7	41.5	837.5

2) 焼却排ガス中のHCB

ここでは、都市ごみ焼却排ガス中のHCBの測定例を抽出したが、かなりばらついている。まず、小松らによる測定例⁹⁻¹²⁾を表1-1-12に示すが、排ガス中のHCBの濃度は160ng/m³N~13800ng/m³Nの範囲(平均値5400ng/m³N、中央値4200ng/m³N)にあり、最低値と最大値とでは2桁の差がある。焼却条件や排ガス処理条件によりHCB濃度が異なるのは当然であるが、小松らは、表1-1-12の施設A~Dのデータをもとに、各要因とHCB濃度との相関係数を計算し、下記の値を報告している¹⁰⁾。

CO濃度	: 0.789	HCl濃度	: 0.915
酸素濃度	: 0.497	炉出口温度	: -0.174
		EP入口温度	: 0.705

一方、形見らは表1-1-13に示す測定例を報告しているが、排ガス中のHCB濃度は表1-1-12に比較してやや低く、平均値で1350ng/m³Nになっている¹³⁾。

表1-1-13 都市ごみ焼却炉からのHCBの排出

		A	B	C	D
ごみ組成%	紙・布類	37.9	27.8	49.9	44.8
	プラスチック類	15.4	10.2	22.0	18.1
	木・竹・わら類	4.5	3.8	5.4	3.2
	厨芥類	23.3	27.2	18.0	22.6
	不燃物類	14.7	13.7	1.3	3.3
	その他	4.2	17.3	3.4	8.0
	焼却施設	燃烧方式 処理能力 集じん器 排ガス処理	全連続式 150t/24h EP 消石灰吹込み	全連続式 90t/24h MC+EP ——	機械化バッチ 30t/8h MC+EP ——
焼却量 t/h		5.8	2.9	1.9	6.3
炉出口温度 °C		1000-1030	880-950	900-950	800-900
HCl濃度 ppm		360	590	330	400
HCB濃度 ng/m ³ N		1520	380	3180	130
HCB排出量 g/tごみ		0.021	0.004	0.051	0.001

表1-1-12 都市ごみ焼却施設から排出されるHCB

	A	B	C	D	E	F	G	H
焼却炉型式 処理能力 集じん器 HCl 除去方式	全連ストーカ 150t/24h EP なし	全連ストーカ 80t/24h EP 乾式	全連ストーカ 50t/8h EP 湿式	全連ストーカ 80t/24h EP なし	流動床式 40t/day EP 消石灰噴霧	機械化バッチ 20t/day EP なし	全連流動床式 230t/day EP 湿式	流動床式 46t/day EP ドロマイト投入
焼却量 t/hr	6.0	3.7	3.7	3.2	3.4	1.5	4.5	2.7
炉出口 °C	885	831	837	893	790	730	900	800
EP入口 °C	355	278	309	245	265	260	265	276
HCl mg/m ³ N	460	320	430	310	532	465	<3	140
CO ppm	192	54	84	32	76	768	22	194
HCB濃度								
排ガス ng/m ³ N	1340	567	5770	278	13700	13800	361	6940
EP灰 ng/g	721	37.4	972	43.3	289	322	160	42.4
焼却灰 ng/g	1.1	0.9	1.0	ND	0.3	7.2	2.3	1.9
排水 ng/l			25.5	ND			16.9	
HCB排出量								
排ガス mg/t び	8.9	3.5	56.8	1.4	93.5	201.5	3.6	49.6
EP灰 mg/t び	10.2	0.1	4.2	0.1				
焼却灰 mg/t び	0.07	0.04	0.08	0.00				
排水 mg/t び			0.003					

表1-1-12、表1-1-13の測定例はいずれも集じん器がEPであるが、BFの場合の測定例を表1-1-14に示す。排ガス中のHCB濃度は平均値で170ng/m³N程度であり、表1-1-12～13の測定例に比較すると1桁少ない値となっている¹⁴⁻¹⁵⁾。

表1-1-14 都市ごみ焼却炉からのHCBの排出

	A		B			C	
燃烧方式 処理能力 集じん器	全連ストーカ 150t/24h BF		機械化バッチ 12.5t/8h BF			全連ストーカ 300t/24h BF	
炉出口 ℃	960-1010		>850			800	870
HCB ng/m ³ N	100	46	480	260	50	87	80

O₂12%換算値

海外の報告例でもHCB濃度のばらつきは大きいですが、Obergらは、燃烧物中の塩素濃度の影響を指摘しており、表1-1-15の結果を示している¹⁶⁾。

表1-1-15 焼却排ガス中のHCB濃度

焼却物	施設	塩素含有量 (%)	HCB ng/m ³ N	n
有害廃棄物	A	3.9	2800	29
	B	~4	5100	4
都市ごみ	C	0.6	3500	2
	D	0.6	41	1
	E	0.6	940	3
石炭	F	0.13	70	1
有害廃棄物	G	0.01	30	2

なお、クロロベンゼン類はダイオキシンの前駆物質として知られており、クロロベンゼンとダイオキシン類の相関に関する報告があるが、ほとんどがクロロベンゼン類の合計値との相関が検討されている。HCB濃度との相関に関する報告例としては、蒲らが表1-1-12の施設A～Dのデータをもとに、表1-1-16に示す計算値を報告している¹⁰⁾。

表1-1-16 HCBとダイオキシン類との相関係数

排ガス		EP灰	
PCDDs	PCDFs	PCDDs	PCDFs
0.823	0.639	0.896	0.875

3) その他のHCB発生源

有機塩素化合物の製造工程においてHCBが副生する場合があります、廃油として排出されるが、これは工場内で焼却されるか、処理業者に委託されて焼却処理されているものと考えられる。したがって、表1-1-15に示した有害廃棄物の焼却排ガス中のHCBが問題になる。産業廃棄物中の塩素濃度が高い場合には、都市ごみ焼却の場合より高濃度のHCBの排出が予想されるが、報告例はほとんどない。

その他に、非鉄金属の製錬工場からのHCBの排出が報告されている。たとえば、アルミニウム製錬工場においては、熔融アルミにヘキサクロロエタンの添加又は塩素通気により遊離水素の除去が行われており、排ガス及び排ガスの洗浄廃液にHCBが含まれて排出される。Volgelgesangの報告によると、表1-1-17に示すように、排水あるいはスラッジ中のHCBが測定されている¹⁷⁾。