

イギリス

イギリス環境省は地中と水中へのPCDD/PCDFの排出率の報告を求めた。1997年に同省は1996年の2月～8月の間にまとめたデータをもとにした報告書を公開した。この研究では産業及び非産業発生源を調査している。土地への排出量は埋立てられた物質を含み、水系への排出量は下水道の排水を含んでいる。データ不足のため、水系への排出量はPCDD/PCDFを排出する潜在性によって次の三段階に分けた。

H (高: 1.0g I-TEQ/年以上)

M (中: 0.1～1 g I-TEQ/年)

L (低: 0.1g I-TEQ/年以下)。

データは不足していたが、多数の産業、非産業過程で土壌への排出量も推定できる。排出量を推定することができるプロセスでもかなりの不確実性が見られた。その不確実性はa) 原料の量と、b) サンプル間及びプロセス間によってPCDD/PCDFの濃度の変動が大きいことによるものである。

地中への排出量は年間1,500～12,000g I-TEQと推定された(表2-2-15)。この量は大気中へ毎年排出される量よりもかなり多い量である。地中への排出量の大部分は埋立てられる残渣や原料の中に含まれる。適切な管理下においては、このような汚染物質は拡散したり生物に摂取される可能性は考えられない。しかし、監視によるモニタリングの実施が望ましい。主な排出は化学薬品の開放使用、古い都市ごみ焼却施設による焼却、火災、化学的製造過程や、非鉄金属工業から起ると考えられる。全排出量を測定するには、特に化学製品中の濃度の新しいデータが必要である。

表2-2-15から分かるように、PCDD/PCDFの水中への排出を量的に、正確に測定するのは困難である。唯一2～3の排出源が確認されている。一般的には、その量は低い、それは多くの水処理システムが排水からPCDD/PCDFを除去する作用をしているためと考えられる。

表 2-2-15 地中・水中へのPCDD/PCDF排出量(1996), (g I-TEQ/y)

プロセス	陸地への排出	水系への排出ポテンシャル	備考
炭化	0.023-0.85	L (0.0044)	
石炭燃焼 発電所	6-81	L	灰の半量は販売され 排出はないと推定
全産業	0.015-4.3	L	
家庭 (灰)	0.090-0.31	微量	
家庭 (すす)	0.16-30	微量	灯油、木材の使用に よるものも含む
燃料油燃焼 全産業		微量	すすの排出のみ
廃油燃焼		微量	データなし
木材燃焼 全産業	0.40-4.4	微量	
家庭	0.27-16	微量	
わらの燃焼	0.20-10	微量	
タイヤの燃焼	1.9 -2.8	L	
埋葬		微量	
RDFの燃焼	3.7 -6.4	L/M	
その他燃焼	0.26	微量	
石油プロセス		L	
燃結工場	0.020-0.060	微量	
電気アーク炉	59	微量	
一次アルミニウム	0.082	L	
二次アルミニウム	29-320	L/M	
二次マグネシウム	0.38-3.2	L/M	
銅	24	L/M	
二次鉛	95-220	L/M	
セメント	0.00040-12	L	
石灰	0.000060-1.8	L	
その他鉱物		M<0.45)	7スファルトが最大

表 2-2-15 地中・水中へのPCDD/PCDF排出量(1996), (g I-TEQ/y) (続き)

プロセス	陸地への排出	水系への排出ポテンシャル	備考
塩素製造	6.0	L	
PVC/EDC 製造	25-80	M(0.070-0.040)	
トリレン, パーレン 製造	350-630	M(0.070-0.040)	
農薬製品	8.9-2000	H(0.089-2.0)	限定されたデータ
クロロフェノール製造		H	焼却廃棄物による
その他化学プロセス			データ不足
都市ごみ焼却 旧工場 新工場	510-2400 14-38	M L	1996に閉鎖、改修
化学廃棄物焼却	0.0058-2.0		
医療廃棄物焼却 国家自治体 地方自治体 その他	3-14 4-22 0.050-0.9	M	排出増加傾向
下水汚泥焼却	0.98	L(0.0020)	
紙、パルプ	2.8-11	M	
繊維製品処理		M(0.032-0.93)	PCP 使用に基づく値
染料工業		M	最近のデータなし
木材処理	0.011-0.32	L(0.0028-0.083)	PCP 使用に基づく値
火災	7.5-2400	H(0.075-24)	
下水汚泥処分	14-56	H(0.41-1.6)	
廃油処分		H(0.28-1.2)	最近の濃度データなし
たき火・火災	0.075-42	ごく少量	
都市ごみ埋立	150	M(0.23-0.59)	平均汚染データ
コンポスト	1.7	L	
浚渫	29		平均データ
薬品の開放使用 PCP その他の農薬	100-3000 4.8- 250	H H	
ドライクリーニング	0.68-9.8	L(0.00090)	
PCB	0.31-0.38	M	
合計	1500-12000		

ヨーロッパ連合

ヨーロッパ連合のダイオキシン発生源目録に関するLUA報告書は、排水やプロセス残渣と廃棄物などを経たPCDD/PCDFの排出に関しては余りにも知られていないと述べている。公開されている文書では、プロセス残渣による排出量は年間 3,500g-I-TEQ、排水による排出量は年間 20g-I-TEQ であると見積っている。しかしこの両方の値は排出源の膨大な数のデータは利用できないので、不正確であると考えられているに違いない。確かに、排水を経る排出量は、大気への排出量や残渣を経た排出量に比べると、大した量ではないと思われる。大気への全排出量と、埋立地や貯蔵場で処理される残渣を経て排出される全排出量とは同じ規模である。適切な排出係数や稼働率データがないので、すべての国の排水または残渣を経由する排出量を再計算するのは困難である。

8. 混焼とダイオキシン

1) 概説

混焼とは、廃棄物を焼却システムか、または工業的な製造装置に添加することと定義される。この場合廃棄物は石炭や石油などの正規の燃料に加えられる。いくつかの廃棄物はセメント工業の炉に古タイヤを加えるようなやり方で添加される。ドイツでは、物質循環廃棄物処理法により石炭や石油などの一次燃料の代用をさせる可能性があることなどから混焼は増加している。そのため廃棄物を焼却炉や製造工場で混焼するためには十分な発熱量、法令によると少なくとも 11,999KJ/kg の発熱量が要求される。混焼を廃棄物の利用と見るか、又は処理と見るかは、廃棄物中の汚染物質の種類と量や残留物質の排出量や性質などに関係する。この関係について、混合する廃棄物を燃料の代替品と考えるかどうかということが議論されている。市場では、原料は一定で汚染物質含有量が規制値を満たしたものが提供される。表 2-2-16 にドイツでの混焼の例を示す。

表 2-2-16 ドイツでの混焼の例 (IFEU 1998)

プラントのタイプ	廃棄物の種類
発電所	都市下水汚泥、廃油、その他の2次燃料
工業	産業下水汚泥、廃油、塗料滓、切削油スラッジ等
セメント工場	廃タイヤ、廃油、都市ごみ中のプラスチック等
溶鋳炉	家庭ごみ中のプラスチック、塗料滓、その他の2次燃料

以上のような背景から、混焼による排出が使用する廃棄物により影響されるかどうか、どの程度の影響があるかに関する疑問が生じてくる。

2) プラスチックごみの混焼-ダイオキシン生成に対する投入量の影響

回収品の量を増やし埋立てする廃棄物の量を減少させる目的で欧州委員会の包装と包装廃棄物に関する法令（1994, 12, 20）が公布されたが、その目的は包装廃棄物の排出を防止することを最優先したものである。その根本原理は再利用、リサイクル及びその他の回収である。2001年に包装廃棄物の50～60%を回収し、全包装廃棄物の24～45%をリサイクルし、各種包装材料の最低15%をリサイクルすることとされている。

プラスチックの瓶、缶、大型容器などはリサイクル計画に適しているが、末端で使用される包装材の大部分は軽く、汚染されており、雑多な材料から作られている。各分野の包装廃棄物を集めたり分別したりすることは費用もかかり、環境的にも面倒なものである。そのため包装材はエネルギーとして回収するのが最も効果的であると考えられる。包装廃棄物のエネルギー含有量は、ある程度はエネルギーの発生に使用される化石燃料に代替できるものである。

近年、多くの室内実験、小規模な研究、都市ごみ焼却炉における研究等が焼却、とりわけ、包装材料だけでなく、それ以外の廃電子・電気製品のようなプラスチック廃棄物の混焼が環境に与える影響の評価を実施している。

APME（1994）はプラスチック廃棄物と都市ごみの混焼をエネルギー回収の見地から考察している。使用済プラスチック、とりわけ都市ごみ中のそれはエネルギー回収には大きな潜在的可能性を持つ。専門家は欧州の家庭使用電力の5%位は都市ごみの焼却から発生できると予測している。プラスチックの混焼については、発熱量、排出物、残渣について定量的に把握されるべきである。

1993～1994年ウルツブルグの都市ごみ焼却炉で総合実験計画が実施されて次のような結果が得られた。

- ・プラスチックは高い発熱量を持ち化石燃料の消費量を減少させる。
- ・混焼により化石燃料中の硫黄に起因するSO₂の放出量を抑制できる。
- ・高濃度のプラスチックは安定した燃焼レベルを維持するためにCOの排出量削減する。

- ・プラスチックを添加することでガス相と固体残渣が完全燃焼し、より安定した良好な燃焼状態となる。
- ・PVCを含むポリマー添加量が増加してもPCDD/PCDF生成量の増加は検出できるほどではない（混合した廃棄プラスチックを添加しても最終のガス中のPCDD/PCDF排出量に影響を与えず、逆にガスの清浄度がやや改善される）。
- ・この研究の結果から、「ダイオキシンのたまり場(dioxin sink)」とされる都市ごみの燃焼の明確な役割が確認された。PCDD/PCDFの80%以上の分解が達成された。炭化水素やPCDD/PCDFは十分な高温と燃焼制御により分解される。

APME (1994) は包装材から合成された燃料(PDF)をエネルギー源とする研究を集約した。全包装材の2/3は都市ごみになるが、その主な成分は紙が30%、ガラスが8%、金属が8%、プラスチックが7%である。PDFからのエネルギー回収は経済的であり、かつ代用燃料ほど環境に大きな影響を与えない。

APME (1996) はRDFとPDF燃料との長期混焼実験に資金援助をした。その目的は各種の回収燃料による技術的及び環境上の問題を長期にわたり確認するものである。問題点は、使用済包装材が軽量であること、汚染されていること及び雑多な材料から作られている点である。そのため最も有効な選択はエネルギーとしての回収である。包装廃棄物を各成分ごとに分別して再利用する方法は費用がかかり、環境的に面倒である。このような条件の下ではエネルギー回収が合理的な回収方法である。包装廃棄物のエネルギー含有量は必要な熱エネルギーを作り出す化石燃料の一部に代替される。混合都市ごみの低い発熱量は約10MJ/kg、混合プラスチックの発熱量は30MJ/kg以上で油の発熱量に近い。この燃焼試験はフィンランドのKauttua発電所で1993年9月～1994年7月の間実施された。その結果は

- ・RDFとPDFは技術的に問題なく、異常な腐食も起らなかった。
- ・CO濃度が低く、清潔で効率のよい燃焼が得られた。
- ・PDFやRDFの発熱量、湿度、灰含有量などの値は、泥炭と石炭の値の中間にある。
- ・PDFやRDFは泥炭や石炭に比べ、硫黄と窒素の含有量は低いが、塩素と特定の重金属の含有量が高い。
- ・SO₂の排出量は混焼の方が対照実験に比べて低く、NO₂の排出量は全実験で同

じであった。塩化水素の排出量は、燃料混合体の塩素含有量が増加したことで 20mg/Nm³ から約 150mg/Nm³ (7.5 倍) に増加した。臭化水素の含有量は検出基準値以下でフッ化水素の値も同様に非常に低かった。

- ・ 重金属は気相に気化しないので、気相中の濃度は非常に低かった。反対に飛灰中の重金属の濃度は高かった。そのため、包装産業では重金属を含む顔料の過剰な塗装を避けるように勧めている。
- ・ PCDD/PCDFは排煙や飛灰から検出された。TEQを基にしたPCDD/PCDF排出量は全ての実験で最も厳密な焼却規制値よりかなり低い値であった。しかしRDFとPDF使用でやや増加した。この結果は触媒としての銅及び他の金属の役割を証明しているように思われる。
- ・ PCDD/PCDFのトータル濃度では、飛灰のPCDD/PCDF濃度が対照実験の45倍に、排煙で32倍になった。
- ・ 更に、ダイオキシンの先駆物質であるポリクロロフェノール、塩素化ベンゼン、特にPAHがかなりの量で生成された場合があった。
- ・ ポリクロロフェノール、塩素化ベンゼン、PCB、PAHの値は燃料中の塩素含有量と相関関係があり、26%のRDF/PDFを使用した実験では他の実験に比べて高い値を示した。

APME (1997) は電気・電子製品のプラスチック廃棄物の混焼に関する報告をまとめた。この論文の目的は廃電気・電子製品からのエネルギー回収の可能性を調査するためであった。

ドイツではプラスチック、紙、ガラス、金属などのリサイクルにより、都市ごみ量が年間、一人当たり 300kg から 140kg に減ることが一般的に受け入れられているが、この140kgのうち概ね1kgが廃電気・電子製品とみられる。都市ごみの約1%である。

廃電気・電子製品の混焼試験はカールスルーエ研究センターの都市ごみ焼却パイロット設備、TAMARA で実施された。

9. 法規制

過去においては、廃棄物管理部門の通常の任務は廃棄物回収と再利用、または埋立処理であった。近代的な廃棄物の管理は工業や商業の分野で廃棄物が発生することを防ぐのが目的である。これには製品に対し、製造から最終の廃品に到るまで、終始一貫した新しいタイプの任務を遂行することが要求される。

1) ドイツ

ドイツの廃棄物処理業務は循環廃棄物管理と廃棄物処理の法律 (KrW-/AbfG) により構成されている。この法律は廃棄物処理について、第一に廃棄物の発生の回避と、第二に廃棄物の再利用、エネルギーを回収することに重点を置いている。KrW-/AbfG は廃棄物を陸上での焼却処分と、燃焼またはその他の方法によりエネルギーの回収に区別しており、エネルギーの回収は廃棄物を代用燃料と考えている。廃棄物を代用燃料として使用するためには、次の条件に適合していなければならない。

- ・発熱量は、他の物質と混合されていない状態で、少なくとも 11,000kJ/kg なければならない。
- ・廃棄物の発熱量が 75%以上なければならない。
- ・発生した熱量は、エネルギーを回収した本人が利用するか、または第 3 者に供給しなければならない。
- ・回収過程で発生した二次廃棄物は、他の処理法がなければ、埋立が可能でなければならない。

廃棄物が代用燃料として使われる場合、混合廃棄物がない状態で、普通に使用される燃料と同じ性質を持ち、その普通の燃料と同様にエネルギー回収に適合していなければならない。更にエネルギー面から以外に考慮すべき重要な特性は、その燃料中の汚染物質の含有量と代用燃料のそれとの比較である。この基準によると、KrW-/AbfG に規制された「エネルギー回収」とは、原理的には木材、紙、ボール紙、プラスチック、ゴムなどの廃棄物を燃焼するもので、家庭廃棄物のような複合混合物を焼却するものではない。そのために熱処理という言葉はエネルギー回収とは別の意味で使用される。熱による廃棄物処理は廃棄物処分の 1 要素であり、その主な目的は廃棄物の容積と汚染性を減

少し、できればそれを無害化することである。熱的処理過程で進められている広範囲なエネルギー回収は単に二次的なものである。居住地からの廃棄物を処理するための技術指令によると、遅くとも 2005 年までに埋立による廃棄物処分は、ほとんど無害化された方法でのみ許可される。この要求は熱的処理により達成できる。

環境に悪影響のある工場の建設や操業に対する基本的な規制は連邦排出物規制法により決められている。廃棄物や類似の可燃性物質を燃焼する場合に適用される法律は廃棄物、類似可燃物焼却法（第 17 回 BimSchV）である。この法律に酸素濃度 6 % では最低燃焼温度が 850 °C、最低滞留時間 2 秒などが規定されている。表 2-2-17 に都市ごみ焼却施設の排出物の基準濃度を示している。

表 2-2-17 17th BimSchV による都市ごみ焼却施設に対する基準値

汚染物質	制限値	平均時間	サンプリング頻度
微粒子	10 mg/Nm ³ 30 mg/Nm ³	24h 0.5h	連続
一酸化炭素	50 mg/Nm ³ 100 mg/Nm ³ <150 mg/Nm ³	24h 1h 2)	連続
総有機炭素	10 mg/Nm ³ 20 mg/Nm ³	24h 0.5h	連続
塩化水素	10 mg/Nm ³ 60 mg/Nm ³	24h 0.5h	連続
フッ化水素	1 mg/Nm ³ 4 mg/Nm ³	24h 0.5h	連続
SO ₂	50 mg/Nm ³ 200 mg/Nm ³	24h 0.5h	連続
NO ₂	200 mg/Nm ³ 400 mg/Nm ³	24h 0.5h	連続
カドミウム、タリウム	0.05 mg/Nm ³	3)	年 1 回
水銀	0.05 mg/Nm ³	3)	年 1 回
その他重金属 ⁴⁾	0.5 mg/Nm ³	3)	年 1 回
PCDD/PCDF	0.1 ng I-TEQ/m ³	3)	年 1 回

¹⁾ 乾燥したもの 11%(vol) O₂, 273K, 1, 013hPa

²⁾ 24時間計測したうちの90%

³⁾ 対応測定持続時間超過平均

⁴⁾ Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Snを含む

PCDD/PCDFの排出物の濃度は毎年一回測定しなければならない。サンプルは異なる3日間に採取し日間の変動を記録しなければならない。記録時間は毎日6～16時間である。ガイドラインにより認められているサンプリング法は、希釈法、濃縮法、及びポリウレタン発泡体吸着法である。

17thBimSchVは1990年に制定された。新設焼却炉は、表2-2-17に記載された排出物の基準濃度に適合しなければならない。そして、すべての焼却炉は、遅くとも1996年12月までに基準値を満たさなければならない。

2) ヨーロッパ連合 (EU)

(3) EUの廃棄物焼却に関する指令

廃棄物焼却において(なるべく熱回収しながら)、集積された廃棄物処理システムの重要な部分を構築する一方、環境に対する悪影響を回避するために厳重な管理が要求されていることは、広く認識されている。1997年2月の決議文で、EU委員会は、廃棄物焼却処理施設の運転に対して、適切な排出基準を適用すべきであると意見を表明した。人間の健康と環境の保護を改善するために、次に述べるような重要な事項について自治体の注意を促している。

- ・EUの規制では、現在はいくつかの有害廃棄物や都市ごみの燃焼だけを対象にしているが、その他にも多くの似たような雑多な廃棄物があり、その焼却による環境汚染の潜在的な危険がある。
- ・廃棄物の混焼、例えばセメント炉や他の燃焼炉を用いる混焼の規制に関しては一貫した提案はされていない。混焼に対する環境規制値は廃棄物焼却炉に比べると緩いので、混焼される廃棄物の量が増加することになる。
- ・非有害性廃棄物を焼却する場合に、ダイオキシンやフランの排出基準値を提案している委員会や国は存在しない。しかしながらダイオキシンやフラン排出量の40%以上は非有害性廃棄物の焼却により発生していると考えられている。
- ・第5回環境活動計画では重金属、ダイオキシン及びフランの排出に係るいくつかの目標を設定した。

- ・1998年6月に、委員会が Long-Range Transboundary Air pollution (LRTAP) の UN-ECE 議会の広域大気汚染物質に関する協定では、都市ごみを1時間3トン以上燃焼する焼却炉のダイオキシンとフランの汚染排出基準値を 0.1ng-TEQ/m^3 と定めている。
- ・焼却炉から大気中への排出は、汚染物質の大気から水中への望ましくない移行を引き起す可能性があるが、委員会は非有害物質の焼却するという点については、このことに関して言及していない。
- ・最近の技術進歩は、効果的な方法で排出量を減少する改良された基準の達成が可能になっているが、委員会による法的な統合はまだこれからのことである。
- ・今後は廃棄物の量が増加するためその焼却量が増加し、埋立処理される量は減少することが予想される。

以上の背景から、委員会規制の適用範囲を拡張することにより、委員会規制 94/67/EC の範囲だけでなく全廃棄物を対象にするとともに、現行の都市ごみ焼却に係る規制を強化する必要がある。

4) 規制の背景と指令の範囲

1989年6月に都市ごみ焼却施設から特定の汚染物を制御するための二つの委員会指令が採択された。その1つ目は委員会規制 89/429/EEC で新設した都市ごみにおける特定の制御を規定したもので、2つ目は委員会規制 89/429/EEC で既存の都市ごみ焼却施設を対象としたものである。これらの指令はEUにおける汚染物質を減少させるのに大きな貢献をした。しかしながらその範囲は都市廃棄物に限られ、その他の廃棄物、例えば下水汚泥、医療廃棄物、タイヤなどの処理方法としての焼却が増加しているが、これらは含まれていない。評議会指令 94/67/EC は1994年に採択された。この指令は最も有害性の高い廃棄物焼却の運転条件を示している。この指令は1989年の都市ごみ規制よりももっと厳しい基準を課しており、ダイオキシン、フランに対して数的な排出基準値を導入している。

提案されている指令は、現存するギャップを埋めるために、有害廃棄物焼却規制 (94/67/EC) が対象としていないほとんどの廃棄物の焼却に対する規制を確立することを目指したものである。指令は都市廃棄物及び 94/67/EC 範囲外の廃油、溶剤、医療廃棄物、その他の非有害性廃棄物なども対象としている。有害廃棄物と非有害廃棄物の区

別は、焼却特性よりも、むしろ廃棄物処理や廃棄物取扱いに重点が置かれている。非有害性廃棄物にも焼却により有害な大気汚染を発生させる成分を含み、有害廃棄物を焼却した際と同じ汚染物質を形成する可能性がある。

5) 廃棄物の混焼

近年、工場で廃棄物の混焼が盛んに行われるようになってきた。混焼はエネルギーの発生や製品の製造を主目的とする工場で廃棄物を主燃料または副燃料として添加して焼却するもので、いくつかの廃棄物の使用により製造プロセスに必要なエネルギーの供給にかなりの実績を上げている。それらのうち、最も注目されているのが、タイヤ、溶剤残渣、廃油などのセメントキルンへの使用、下水汚泥のような廃棄物の通常の発電設備への使用である。

混焼施設から出る排出物の規制についても、一般の関心が寄せられ、有害廃棄物の混焼施設に対する排出限度を確立するための条項が、94/67/EC（有害廃棄物焼却規制）に含まれている。しかしながら非有害廃棄物の混焼が盛んになり、現行のEU委員会法令でも規制できなくなってきた。混焼の不適切な制御は、十分に管理されていない焼却施設に係る問題点を提起する。提案されている指令は、存在する法的なギャップを処理し、混焼が環境保護の低い基準を許す抜け道を作ることにならないよう努めている。更にEU内で非有害性廃棄物の混焼の運転条件や排出物の制御の首尾一貫したシステムの欠如が、廃棄物の厳しい規制を実施している地方から、環境保護に低い基準を定めている地方へ境界を越えて廃棄物が搬送されるような好ましくない事態の原因になる可能性がある。提案されている指令は、EU全体に高い環境保護を確立するための混焼施設の排出基準値と作業項目を決定するための包括的な方法論を確立するものである。

6) 廃棄物焼却による汚染物質の影響

廃棄物の焼却は大気、土壌、水中に汚染物質を排出する可能性がある。排出される汚染物質は処理技術と処理される廃棄物の双方の影響を受ける。大気への排出物は酸性ガス、微粒子、重金属及び高毒性の微量有機化合物を含む。提案された指令の推進は、最初は重金属、ダイオキシン、フランなどの排出に係わり、提案された基準はこれらの排出物に対し大きな影響力を持っている。しかしながら、他の有毒汚染物質も削減すべきであるし、またそれが可能であることも明確になってきている。

7) ダイオキシンとフラン

第5回環境活動計画はダイオキシンとフランの既知の発生源からの発生量を、1998年から2005年までの間に90%減少させる目標を立て、都市ごみに関する数的な排出基準値を確立することを要求している。ダイオキシンとフランが広範囲な過程で生成している間に、古い施設による都市ごみ焼却がそれらの重要な発生源の一つであると断定されてきた。最近の調査によると非有害性廃棄物の焼却が欧州のダイオキシンとフランの全排出量の約40%を生成していると思われる。燃焼条件の改良は、ダイオキシンとフランの発生をかなり削減でき、1989年規制の要件となった。これらの規制にはダイオキシンやフランの数的な排出基準値は決められていないが、数ヶ国の加盟国は規制に基づいて基準値を決めている。活性炭装置や触媒を用いた追加的な処理法はそれらの排出を非常に低い値まで減少させることができた。これらの基準値を課すことはダイオキシン、フランの排出量を削減し、住民の曝露を低減するであろう。

8) 焼却分野における技術的進歩

焼却分野でもかなり技術的な進展がみられた。十分に改善された排出基準が、1980年代に比べてより効果的に達成できるようになった。さらに汚染物質の監視技術、連続的及び定期的測定技術が大幅に進歩したため、厳しい排出基準値の遵守を実証できるようになった。いくつかの加盟国では厳しい排出規準が課せられ、その効果的な汚染物質抑制の設備の設置が要請されており、それにより提案された規制値が忠実に守られるようになった。各種の排煙処理技術も発達し、排煙中の微粒子、酸性ガス、重金属、有機化合物などが高い率で抑制できるようになった。ダイオキシンとフランを抑制する技術が排煙処理設備と一体化または追加された。最近の急速な進歩から窒素酸化物の排出を抑制する技術が生まれ、各地で利用できるようになった。

廃棄物に係る、規制範囲を満足させるために提案されている方策の採用により、重金属、ダイオキシン、フランの排出量が大きく低下するであろう。このことはEUがダイオキシン削減目標を達成し、人間の健康と環境に対する悪い影響を低減することに十分に貢献するであろう。

9) 廃棄物焼却の増加と混焼の増大

EUで焼却される廃棄物の量は年毎に増加すると予想される。EU内で焼却される都市ごみの量は1990年の31Mt/年から2000年の56.5Mt/年に増加するだろう。この増加は廃棄物の発生量の増加と埋立られる廃棄物の減少によるものである。特に焼却される他の種類の廃棄物が大きく増加することも予想される。

下水汚泥の海中投棄の禁止と都市排水規制法の実施による汚泥量の増加に伴い、EUでは新しい焼却設備の増設が必要となるだろう。設備の増加は汚染物質の排出の効率的な制御がなければ、環境に対する影響の増大をもたらすことになる。

10) 目標

提案された指令は、条約の130条、129条で要請されているように、人間の健康と環境を保護するのに貢献するものである。それは、焼却過程を制御する技術的進歩を統合し、都市廃棄物や他の非有害性廃棄物の焼却により起こされる大気、水、土壌の汚染に対する委員会の基準を拡張することを目指したものである。その目的は環境と人間の健康に対し有害な作用を防ぎ、それが不可能な場合には出来る限りその作用を減少することである。従って重要な目標は次に述べるものである。

- ・重要な汚染物質の大気への排出を十分に削減し、水や土壌への排出を制御すること。
- ・都市ごみ焼却によるダイオキシン類排出基準の適用とともに、既存の発生源からのダイオキシン類の排出を1985年から2005年の間に90%削減することを含む第5回環境活動計画の目標を達成するために、主要な寄与をなすこと。
- ・第5回環境活動計画の限界レベルを逸脱することを排除する目標に従って、重金属の排出削減に寄与すること。
- ・非有害性廃棄物の焼却及び混焼の規制と運転に対する一貫した方法を用意すること。

11) 指令の法的根拠と主な要素

提案された指令は環境と人間の健康を保護し改善することを目的としており、その法的な根拠は条約の第130(1)条の提案であり、その中心的な要素は下記のものである。

- ・EU規制のギャップを埋めるために、委員会規定の適用範囲を、従来の評議会指令9

4/67/EC の有害廃棄物焼却から、非有害廃棄物焼却まで拡張すること。

- ・ 廃棄物の混焼施設の排出基準値を導入すること。
- ・ 都市ごみ焼却施設に適用出来るように排出基準濃度を見直し、それに水系への排出に対する基準値を追加することにより、汚染物質の水中への移動を防ぎながら焼却の環境への影響の低減と大気への排出削減に寄与すること。
- ・ 焼却過程で発生した熱量をできるだけ回収するとともに、残渣の生成防止、低減あるいはできるかぎり再利用すること。

12) 混焼に対する規制

混焼は廃棄物を工場で焼却するもので、その主な目的はエネルギーを発生させるか、製品を作り、廃棄物を主燃料または副燃料として焼却するものである。広範囲な可燃性の廃棄物が必要エネルギーの一部分または全量を供給し、第一次燃料の消費量を減少させる。工場としてはボイラー、発電所、セメントキルン、溶解炉などである。ある場合にはエネルギーと材料の供給を結合した設備、例えばセメントキルンでは投入されるミネラル分が製品の原料になる。EUではいくつかの有害廃棄物以外の混焼を規制する対策はとられていない。提案された指令は混焼に使用する施設が焼却する廃棄物の量や性質を特定した許可を受け、指令の他の要件に適合することを保証しなければならない。廃棄物を十分に分解させ不完全燃焼による生成物を最少にするためには、最低850℃の温度と2秒以上の滞留時間が必要である。混焼による十分なエネルギーを利用して高度の環境保護を確保するために、排出量基準値が提案されている。混合した都市廃棄物を混焼で焼却する場合には、その混焼炉は廃棄物燃焼炉に適用されるのと同じ規準に適合しなければならない。それ以外の排出基準値は提案された指令の別表に記載された方法により決定される。

一般的な排出基準値は次式によって計算される。

$$\frac{V_{\text{waste}} * C_{\text{waste}} + V_{\text{proc}} * C_{\text{proc}}}{V_{\text{waste}} + V_{\text{proc}}} = C$$

式中、 V_{waste} は廃棄物のみを焼却した場合の生成ガス容積、 V_{proc} は廃棄物の存在

しない状態の生成ガス容積、C waste は廃棄物のみを焼却させた場合の汚染物質の排出量基準値、C proc はこのプロセスに対し提案した指令が定めている排出基準値か、又は国によって決められた基準、Cは混焼工場で得られた排出基準値である。この式は混焼炉が、燃焼炉に比べて多量の汚染物質を排出しないように設計されている。

最も一般的な混焼プロセス、例えばセメント工場や大型燃焼炉では、全排出基準値(C)はプロセスの排出基準値(C proc)が適用される。HCl, HF, SO_x、全有機炭素、重金属、ダイオキシン、フランなどの基準値は焼却施設に要求される値と同じである。廃棄物に対する排出量基準と比較する場合は、原料によりダストの排出が高くなるようなセメント製造プロセスの特殊性を考慮に入れねばならない。基準値は重金属の排出量が許容値以下であることを保証する防止基準として機能すべきものである。SO₂や全有機炭素の高い排出量が原料に基づく場合には、当局によって免除される場合もある。

NO_xの基準値はセメント製造プロセスで特別な運転条件を注意する必要がある。それはNO_xの大部分が高い燃焼温度で発生する、いわゆる熱的NO_xあるからである。

焼却施設におけるC proc は、施設の規模と燃料のタイプが適切であるかどうかを反映している。重金属、ダイオキシン、フランの全排出量基準値は燃焼施設に課せられたそれらの値と整合している。

他の工業分野における重金属、ダイオキシン、フランの全排出基準値は、最良の環境保護をするために、焼却施設に対して決められた値と同じ値である。もし委員会規定 94/67/EC の範囲内にある廃棄物を、提案された指令の範囲外にある廃棄物と同じ工場で混焼する場合でも最高レベルの環境保護を確保するために、提案された指令の要求事項を全廃棄物に適用される。

13) E UとP V C

1998年1月12日、ドイツのPVC禁止に関する質問書（1999/C 50/145 質問書 E-1827/98）が委員会に提出された。その内容は以下の通りである。

「いくつかのドイツの地方自治体がPVCを含む製品のボイコットを続けている。PVCはその汎用性のある性質のために特に建設工業の構成部品として使用されている。一般社会のPVC市場の50%以上が建築産業に使用されている。

ドイツの地方自治体は現在、PVCを含む製品をこれ以上購入しないように告げる内部通達を出している。公共工事の契約を査定する場合、特に建設工事の入札をする場合に、認可は、PVCを含まない製品を使用している場合に限りされており、事実上のPVC含有製品の地方自治体による禁止に等しいことになる。

これらの行為を法的な立場、特に製品の自由な流通、国家援助、公共事業法等の条約の規定の見地から考えて委員会の立場は何であるのか、また上述のような行為に対して委員会はいかなる行動をとるのか。」

上記の質問書に対する返答が委員会を代表して Moti 氏によって、1998年2月に出された。

内容は次の通りである。

「委員会では貴殿に次の事柄をお知らせします。ドイツの多数の地方自治体が職員にPVCを含有する製品を購入することを差し控え、PVCを含まない製品のみを使用する場合に限って建設許可を与えるように指示しているという、業者からの苦情を最近受理したことを報告します。

この苦情は、製品の自由な流通と公共購入の委員会規制の面からEC条約に照らして現在調査をしております。この調査の結果はできるだけ早く貴殿に報告いたします。」

参考文献

- Addink R., R.H.W.L. Paulus, and K. Olie (1996): Prevention of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins/Dibenzofurans Formation on Municipal Waste Incinerator Fly Ash Using Nitrogen and Sulfur Compounds. *Environ. Sci. Technol.* **30**, 2350-2354
- Addink R., Cnubben P.A.J.P., Olie K. (1995): *Carbon*, **33** (10), 1463 – 1471
- Anonymous (1998): "Resins Report: PVC Major Markets," *Modern Plastics*. January 1998, 74-75
- APME (1994a): Energy Recovery through Co-combustion of mixed plastics waste and municipal solid waste. Association of Plastics Manufacturers in Europe, Brussels
- APME (1994b): Packaging derived fuel (PDF) as a source of energy. Association of Plastics Manufacturers in Europe, Brussels
- APME (1996): APME 1996 Annual Report. Association of Plastics Manufacturers in Europe, Brussels
- APME (1996): Long Term Co-combustion Trials of recovered RDF and PDF fuels. Association of Plastics Manufacturers in Europe, Brussels.
- APME (1997): Electrical and Electronic Plastics Waste Co-combustion with Municipal Waste for Energy Recovery. By J. Vehlow, F.E. Mark. Association of Plastic Manufacturers in Europe, Brussels
- APME (1997): Plastics and the Environment - an overview. Association of Plastics Manufacturers in Europe, Brussels
- Asplund L., M. Athanasiadou, U. Eriksson, A. Sjödin, H. Börjeson, and Å. Bergman (1997): Mass Spectrometric Screening for Organohalogen Substances (OHS) in Blood Plasma from Baltic Salmon (*Salmo salar*). *Organohalogen Compd.* **33**, 355-359
- Bergman Å, C.: Östman, R. Nybom, A. Sjödin, H. arlsson, U. Nilsson, and C.A. Wachtmeister (1997): Flame Retardants and Plasticisers on Particulate in the Modern Computerized Indoor Environment. *Organohalogen Compd.* **33**, 414 419
- Blahe J. (1995): Ph. D. Thesis , University of Tübingen, Tübingen, Germany
- BMU - Informationen des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Polybromierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PBDD/PBDF) aus bromhaltigen Flammschutzmitteln - Risikoabschätzung und Maßnahmenvorschläge. Bericht der UMK-Arbeitsgruppe "Bromhaltige Flammschutzmittel" an die Umweltministerkonferenz, Bonn, September 1989
- Brenner, K. S. and H. Knies (1993): Workplace Monitoring of Polybrominated Dibenzofurans (PBDFs) and -Dioxins (PBDDs) during Extrusion Production and Injection Molding of a Poly(butylene-terephthalate) (PBTP)/Glass Fiber Resin Blended with Tetrabromobisphenol A Carbonate Oligomer (BC 52)/Sb₂O₃, Air Sampling Train and Product Analysis. *Toxicol. Environ. Chem.* **38**, 81-94

- Brückel N., Theiler H. (1997): Thermische Abfallbehandlung in Bayern – Dioxinmissionen. Messdatenbericht Juli 1997. Bayerisches Stataministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
- Bruckmann P., K. Hackhe, M. Ball, and O. Pöpke (1989): Degassing of PCDD/PCDFs from a Television Set - PBDD/PBDF Levels after a Fire in a Stock House - Two Case Studies. Proceedings 99-104. Skokloster, Sweden, 24-26 October, 1989
- Bumb R.R., W.B. Crummett, S.S. Artie, J.R. Gledhill, R.H. Hummel, R.O. Kagel, L.L. Lamparski, E.V. Luoma, D.L. Miller, T.J. Nestrick, L.A. Shadoff, R.H. Stehl, and J.S. Woods (1980): Trace Chemistries of Fire: A Source of Chlorinated Dioxins. *Science* **210**, 385-390
- Buser H.-R. (1987): Bromierte und gemischt-bromiert/chlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane. *VDI-Berichte* **634**, 243-256
- Carroll Jr. W. F., Borelli F. E., Garrity P.J., Jacobs R.A., Lewis J. W., McCreedy R.L., Tuhovak D. R., Weston A.F. (1996): Characterization of Emissions of Dioxins and Furans from Ethylene Dichloride (EDC), Vinyl Chloride Monomer (VCM) and Polyvinylchloride (PVC) Facilities in the United States. I. Resin, Treated Wastewater, and Ethylene Dichloride. *Organohalogen Compounds*, **27**, 62 - 67
- Carroll Jr. W. F., Borelli F. E., Jacobs R.A., Lewis J. W., McCreedy R.L., Tuhovak D. R., Weston A.F. (1997): Characterization of Emissions of Dioxins and Furans from Ethylene Dichloride (EDC), Vinyl Chloride Monomer (VCM) and Polyvinylchloride (PVC) Facilities in the United States. II. Wastewater Treatment Solids and Aqueous Hydrochlorid Acid. *Organohalogen Compounds*, **32**, 447 - 450
- Cocco DA. "Poly(vinyl chloride)," *The Wiley Encyclopedia of Packaging* (2nd Edition). New York: John Wiley & Sons., 771
- Colborn, T. and C. Clement (1992) *Chemically Induced Alterations in Sexual and Functional Development: The Wildlife/Human Connection*. Princeton, NJ: Princeton Scientific Publishing
- Colborn, T., F. vom Saal and A.M. Soto. (1993) *Developmental Effects of Endocrine-Disrupting Chemicals in Wildlife and Humans*. *Environmental Health Perspectives*, **101** (5)
- De Jongh A.P.J.M., E. van der Heft, J.A. Marsman, and A.K.D. Liem (1992): Investigation on the Occurrence of Polyhalogenated (Br/Cl) Dibenzodioxins and Dibenzofurans in Cow's Milk and Fish Tissue. *Chemosphere* **25**, 1551-1557
- Dickson L.C., D. Lenoir, O. Hutzinger, K.P. Naikwadi. F.W. Karasek (1989): Inhibition of Chlorinated Dibenzo-*p*-dioxin Formation on Municipal Incinerator Fly Ash by Using Catalyst Inhibitors. *Chemosphere* **19**, 1435-1445
- DioxinV (1994) in ChemVerbotsV (1994): Erste Verordnung zur Änderung der Chemikalienverbotsverordnung vom 06.07.1994 (Dioxinverordnung). *Bundesgesetzblatt Teil I Jahrgang 1994*, 1493-1495
- ChemVerbotsV (1993): Verordnung über die Neuordnung und Ergänzung der Verbote und Beschränkungen des Herstellens, Inverkehrbringens und Verwendens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach §17 des Chemikaliengesetzes vom 14.10.1993. *Bundesgesetzblatt Jahrgang 1993, Teil I*, 1720-1733
- Dumler R., H. Thoma, and O. Hutzinger (1989a): Content and Formation of Toxic Products in Flame

- Retardants. Workshop on Brominated Aromatic Flame Retardants. Proceedings 93-98. Skokloster, Sweden, 24-26 October, 1989
- Dumler R., H. Thoma, D. Lenoir, and O. Hutzinger (1989b): PBDF and PBDD from the Combustion of Bromine-containing Flame Retarded Polymers: A Survey. *Chemosphere* **19**, 2023-2031
- Dumler R., H. Thoma, D. Lenoir, and O. Hutzinger (1988): Thermal Formation of Polybrominated Dibenzodioxins (PBDD) and Dibenzofurans (PBDF) from Bromine Containing Flame Retardants. *Chemosphere* **19**, 305-308
- Dyke P. H., Foan C. (1997): A Review of Dioxin Releases to Land and Water in the UK. *Organohalogen Compounds*, **32**, 411 – 416
- Environment Agency (1997): A Review of Dioxin Releases to Land and Water in the UK. Environment Agency, Research and Development Publication 3, ISBN I 873160 40 2
- Environment Canada and the Federal/Provincial Task Force (1999): Dioxins and Furans and Hexachlorobenzene. Inventory of Releases. Prepared by Environment Canada and the Federal/Provincial Task Force on Dioxins and Furans for the Federal Provincial Advisory Committee for the Canadian Environmental Protection Act (CEPA-FPAC), January 1999
- Fiedler H. (1999): Dioxin and Furan Inventories – National and Regional Emissions of PCDD/PCDF. Prepared by UNEP Chemicals, Geneva, Switzerland (*in press*)
- Fiedler H. (1998) Thermal Formation of PCDD/PCDF - A Survey. *Environ. Eng. Sci.* **15/1**, 49-58
- Fiedler H (1998): Quellen, Reservoir und Umweltbelastungen von Böden und Sedimenten. In: Oehme M.(Hrsg.): Handbuch Dioxine. Spektrum Akad. Verl., Heidelberg, Berlin, 1 – 72
- Fiedler H., C. Lau, and G. Eduljee (1997): Manuscript in preparation
- Fluthwedel A. and H. Pohle (1996): Bromierte Dioxine und Furane in Kunststoffherzeugnissen. *UWSF - Z. Ökochem. Ökotox.* **8**, 34-36
- GefStoffV (1994): 2. Verordnung zur Änderung der Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen vom 19.09.1994. *Bundesgesetzblatt Teil I, Jahrgang 1994*, 2557
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) i.d.F. vom 14. Mai 1990, zuletzt geändert am 19.Juli 1995 (BGBl. I. S. 930)
- Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) vom 27.09.1994 (BGBl. I. S. 2705)
- Griffin R.D. (1986): A New Theory of Dioxin Formation in Municipal Solid Waste Combustion. *Chemosphere* **15**, 1987-1990
- Gullett B.K., K.R. Bruce, L.O. Beach, and A.M. Drago (1992): Mechanistic Steps in the Production of PCDD and PCDF during Waste Combustion. *Chemosphere* **25**, 1387-1392
- Gullett B.K., P.M. Lemieux, and J.E. Dunn (1994): Role of Combustion and Sorbent Parameters in Prevention of Polychlorinated Dibenzo-*p*-dioxin and Polychlorinated Dibenzofuran Formation during Waste Combustion. *Environ. Sci. Technol.* **28**, 107-118
- Gullett B.K., K.R. Bruce, and L.O. Beach (1990): Formation of Chlorinated Organics during Solid