

ダイオキシン類による環境汚染

奥川光治(富山県立大学)

1. はじめに

ごみの焼却によるダイオキシン類汚染がマスメディアを賑わしたのは 1990 年代であり、それもきっかけにダイオキシン類対策特別措置法が 2000 年 1 月に施行された。この法律に基づいて、全国各地のダイオキシン類汚染が調査され、2001 年 5 月に富山市の富岩運河が高濃度にダイオキシン類で汚染されていることが公表された。それを受けて、富山県では対策検討委員会を設置して検討し、ようやく 2013 年 11 月に富山県環境審議会が中島閘門より上流部分の対策工事計画案と費用負担案を答申した。

本シンポジウムで「富岩運河におけるダイオキシン類汚染と対策」を取り上げたのは、この問題の重要性をあらためて市民に訴え、市民の目線による監視の下に今後対策事業が進められることを願うからである。本報告では、ダイオキシン類による環境汚染を理解するための基礎的な事項を取り扱う。富岩運河における底質のダイオキシン類汚染の詳細と富山県の対応については火爪氏から報告される。

2. ダイオキシン類とは？¹⁾

(1) 発生源

ダイオキシン類の発生源には、ごみの焼却のほかに一部の農薬やポリ塩化ビフェニル(PCB)中の不純物があることが重要である。発生源として、ごみ、とりわけポリ塩化ビニルなどのプラスチックの焼却があまりにも取り上げられたため、農薬等に不純物としてダイオキシン類が含まれていることはあまり知られていない。しかし、富岩運河の底質に蓄積しているダイオキシン類の多くは、富山化学で製造していた農薬 PCP 中の不純物であり、工場排水として排出されたものである。ちなみに、ごみだけではなく、種々の物質の燃焼でもダイオキシン類は発生するため、製鋼用電気炉、たばこの煙、自動車排出ガスなども発生源である。いずれにしてもダイオキシン類は、分析用の標準品を除いて、作りたくて作ったものではないので、非意図的生成物質と呼ばれる。

(2) 毒性

ダイオキシン類は、人工物質として最強の毒性を持つと言われるが、これは急性毒性の場合である。ダイオキシン類の汚染レベルは急性毒性が問題になるレベルではなく、慢性毒性を評価することが重要である。慢性毒性としては、発がんを促進する作用、甲状腺機能の低下、生殖器官の重量や精子形成の減少、免疫機能の低下、催奇形性、内分泌攪乱作用などが報告されている。

(3) 物理化学的特性と環境中での挙動

ダイオキシン類は水に溶けにくく、脂肪に溶けやすい(有機物に結合しやすい)。また、紫外線で徐々に分解するとされるが、一般的に安定で、難分解性であるのが特徴である。そのため、工場排水として排出された場合、底質の有機物に吸着され、蓄積し、将来にわたって汚染が継続していくこととなる。また、微量でも水に溶けた状態で、あるいは懸濁物質に吸着された状態で流出し、海域に到達する過程で、食物連鎖を通して魚介類(とくに脂肪組織)に濃縮される可能性がある。

富岩運河では 1991～99 年度の間、底質の浚渫作業が行われ、浚渫された底質は富山新港東埋立地に運ばれた。その後ダイオキシン類による汚染が明らかとなり、野積みされた底質の飛散による環境汚染が懸念されたため飛散防止の対策がなされている。ダイオキシン類は蒸発しにくいので、この場合、気体として大気を汚染するよりも底質とともに吸着されたダイオキシン類が飛散することが問題になると考えられる。

もっとも水に全く溶けない、また全く蒸発しないわけではないので、河川や地下水の水質、大気のモニタリングが必要なことは言うまでもない。

(4) 化学構造と種類、発生源の推定

ダイオキシン類は、炭素、水素、酸素と塩素からなる有機化合物であり、図 1 に示すように 3 つの基本構造を持つ物質群である。それぞれポリ塩化ジベンゾーパラジオキシン(PCDDs)、ポリ塩化ジベンゾフラン(PCDFs)、コプラナーポリ塩化ビフェニル(Co-PCBs)と呼ばれている。図の 5 角形や 6 角形の頂点は炭素原子(記号省略)か酸素原子(O で示されている)であり、1～9、2～6、2'～6'の位置には塩素原子か水素原子が結合している。塩素原子の数と結合位置によって種類も毒性も異なり、PCDDs には 75 種類、PCDFs には 135 種類、Co-PCBs には十数種類あるとされており、個々の種類は異性体と呼ばれている。これらのうち毒性があるとみなされているのは 29 種類である。

このようにダイオキシン類には多くの種類があるが、そのことを利用して発生源の推定が可能である。つまり、図 2 に示すように発生源ごとに異性体の組成パターンが異なることがわかっており、統計解析手法を用いてサンプルの異性体パターンと比較することによって、各種発生源の寄与割合が推定される。この手法が富岩運河の底質汚染に適用された結果、富山化学の PCP 製造に伴い排出されたダイオキシン類の寄与割合は 77.4%であることが推定された²⁾。

(5) 毒性等量

以上のようにダイオキシン類には多くの種類があるので、毒

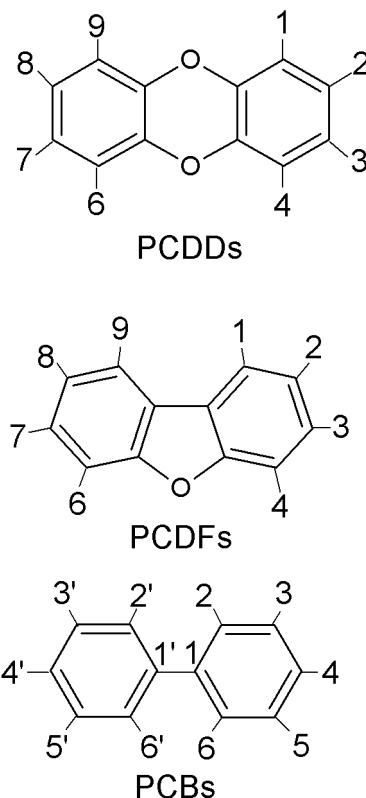


図 1 化学構造.

性をまとめて評価するときには毒性等量が用いられる。すなわち、毒性の最も強い2,3,7,8-TeCDD(PCDDsの1つ)の毒性を基準に、他は毒性の強さを換算する係数(毒性等価係数；Toxic Equivalency Factor, TEF)を用いて質量を換算し、換算した質量の合計量で毒性を評価する方法が取られている。この合計量を毒性等量(Toxic Equivalent, TEQ)と呼んでいる。TEFは世界保健機関(WHO)により1998年に発表されたが、2006年に改訂されたので、注意が必要である。なお、ダイオキシン類は微量汚染が問題となるので、単位としてはpg-TEQがよく用いられる。pgは1兆分の1グラムである。

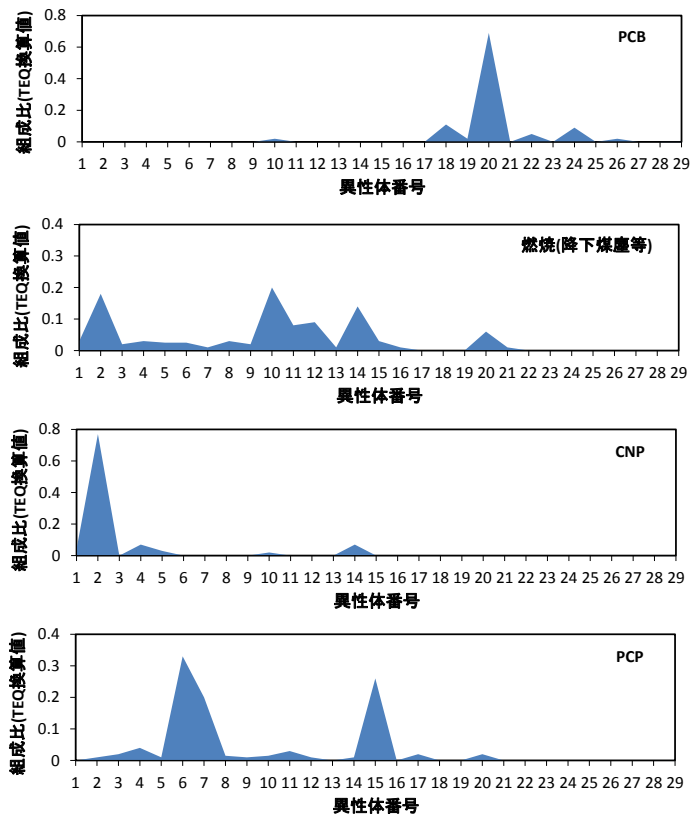


図2 発生源の異性体組成。異性体番号:1～7はPCDDs, 8～17はPCDFS, 18～29はCo-PCBs。文献2)を参考に作成。

3. 経緯

ダイオキシン類汚染に関わる経緯について表1に示した。

表1 ダイオキシン類汚染に関わる経緯。

年	事 項
1960年代初頭～1975	ベトナム戦争： 南ベトナム解放民族戦線の隠れ場となる森林や農地の破壊を目的に、米軍が枯葉剤(2,4-Dと2,4,5-T)を大量に散布したため、奇形児の出産が増加したと報告されている ^{3,4)} 。これは、枯葉剤に不純物として含まれていたダイオキシン類の影響を抜きにしては考えられず、1981年には結合双生児のベトちゃん・ドクちゃんが生まれた。
1968	カネミ油症： カネミが製造した米ぬか油(ライスオイル)中に、脱臭工程の熱媒体として用いられたPCBが混入し、食中毒が発生した。患者数は、西日本を中心に約13000名である。2004年頃になって、原因はPCB以外にPCDF・PCDDと判明した ¹⁾ 。
1990年代	ごみ焼却によるダイオキシン類汚染がマスメディアで大々的に取り上げられた。
1996	Colbornら“ <i>Our Stolen Future</i> ”： 化学物質の環境ホルモン作用(内分泌攪乱性)を警告した科学ドキュメンタリーである。邦訳「奪われし未来」 ⁵⁾ 。
1999	ダイオキシン類対策特別措置法成立(2000/1施行)
2001	富岩運河の水質、底質汚染公表
2001	残留性有機汚染物質(POPs)に関するストックホルム条約採択(2004/5発効)： 人の健康の保護と環境保全を目的としており、種々の対策が取り決められた。有機塩素系農薬、PCBとともにPCDD、PCDFが対象物質となった。

4. ダイオキシン類対策特別措置法

ダイオキシン類による環境汚染に対処し、国民の健康を保護するために、ダイオキシン類対策特別措置法(以下、特別措置法とする)が1999年7月に公布され、翌年1月から施行された。特別措置法では、施策の基本とすべき基準、必要な規制、汚染土壤に係る措置等について規定された。施策の基本

表2 環境基準。

媒体	基準値
大気	0.6pg-TEQ/m ³ 以下
水質(水底の底質を除く)	1pg-TEQ/L以下
水底の底質	150pg-TEQ/g以下
土壤	1000pg-TEQ/g以下

とすべき基準としては、耐容一日摂取量(Tolerable Daily Intake, TDI)と環境基準(表2)が設定された。当初、底質の環境基準は設定されていなかったが、2002年に追加された。TDIとは1日あたりの「我慢すべき」摂取量であり、体重1kgあたり4pg-TEQとされた。また、排出ガスと排水に関する規制、廃棄物焼却炉のばいじん・焼却灰中の濃度基準、廃棄物最終処分場の維持管理基準が決められた。さらに、汚染状況の調査・測定が国・地方公共団体、事業者には義務づけられた。これに基づき全国的に汚染状況の調査がなされ、富岩運河の汚染が明らかとなったわけである。ダイオキシン類対策の環境行政は、現在もこの特別措置法に基づいて実施されている。

5. おわりに

ダイオキシン類は難分解性のため一度汚染されると長期にわたり環境中に残留し、後々まで生態系と人の健康に影響を与える可能性がある。富岩運河のダイオキシン類対策工事が上流側で開始されることになるが、動植物による底質の攪乱、地震による亀裂など封じ込め手法の課題は多い。また、下流側は波浪の影響なども考慮した対策が必要となる。現在は、市民の目に十分届く形で議論が進んでいると必ずしも思えない。将来にわたって生態系を保護し、人の健康を守るために、市民の監視のもとに対策事業が行われることが肝要である。

参考文献

- 1) ダイオキシン類対策関係省庁会議(2012)ダイオキシン類, 22pp.
- 2) 富山県(2011)富岩運河等におけるダイオキシン類の汚染原因について, 富山県環境審議会第1回富岩運河等ダイオキシン類対策小委員会参考資料3, 32pp.
- 3) 中村悟郎(1995)戦場の枯葉剤ーベトナム・アメリカ・韓国ー, 岩波書店, 174pp.
- 4) 藤本文朗, 桂良太郎, 小西由紀編著(2010)ベトとドクと日本の絆, 新日本出版社, 171pp.
- 5) シーア・コルボーン, ダイアン・ダマノスキ, ジョン・ピーターソン・マイヤーズ(長尾力訳)(1997)奪われし未来, 翔泳社.