底質中Co-PCB濃度の経年変化に基づいたダイオキシン類摂取量変化の推定

志々目 友 博*

Estimation of Changes in Human Uptake of Dioxins Based on Chronological Changes in Co-PCB Concentrations in Sediment

Tomohiro SHISHIME *

* Department of Environmental Conservation, Chiba City, Chibaminato 1-1, Tyuou-ku, Chiba City, Japan

Abstract

The estimation of changes in human uptake of dioxins in Tokyo Bay basin as a consequence of the reduction of Co-PCB emissions into the environment following the implementation of the Law Concerning Special Measures for Promotion of Proper Treatment of PCB Waste was discussed. Firstly, chronological decreases in Co-PCB concentrations in sediment were estimated, considering the reduction of Co-PCB emission using a multimedia environmental model. Secondly, Co-PCB concentrations in fish in Tokyo Bay were estimated on the basis of the concentrations in sediment and Biota Sediment Accumulation Factors (BSAF). Lastly, the total daily intake (TDI) of Co-PCB, Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans was chronologically projected considering the daily intakes of these chemicals from fish based on previously estimated concentrations in fish in Tokyo Bay and in other areas. As a result, the TDI in Tokyo Bay Basin in 2016, the target year of the PCB Law, was estimated to be about 1pg-TEQ/(kg-weight・day).

Key words: coastal sediment, total daily intake of Co-PCB, the law concerning special measures for promotion of proper treatment of PCB waste, multimedia environmental model, Tokyo Bay

1. はじめに

1.1 TDIに基づくダイオキシン類のリスク評価

わが国では、ダイオキシン類対策特別措置法に基づき、1999年6月にダイオキシン類の耐容一日摂取量 (TDI) を $4 \text{ pg-TEQ}/(\text{kg体重} \cdot \text{日})$ と設定している。この設定にあたって、環境庁中央環境審議会環境保健部会と厚生省生活環境審議会食品衛生調査会は今後のダイオキシン類対策として、次の事項を提言している¹⁾。

- (1) わが国の現在の曝露状況は、今回のTDIと比べて十分に低いといえないことから、環境への排出を削減することが必要。
- (2) ダイオキシンは生物にとって有害で無益なものであるから、将来的には、摂取量をできる限り少なくしていくことが望ましい。
- (3) あらゆる関係者が排出削減に向けた取組を推進することが重要。

一方、諸外国で設定されているTDIは、北欧諸国 $0 \sim 5 \text{ pg-TEQ}/(\text{kg体重} \cdot \text{日})$ 、オランダ $1 \text{ pg-TEQ}/(\text{kg体重} \cdot \text{日})$ 、ドイツ $1 \sim 10 \text{ pg-TEQ}/(\text{kg体重} \cdot \text{日})$ 、イタリア $1 \text{ pg-TEQ}/$

$(\text{kg体重} \cdot \text{日})$ となっている²⁾。また、米国の実質安全量については $0.01 \text{ pg-TEQ}/(\text{kg体重} \cdot \text{日})$ となっている³⁾。さらに、WHOでは最大値を $4 \text{ pg-TEQ}/(\text{kg体重} \cdot \text{日})$ とし、究極的な目標として $1 \text{ pg-TEQ}/(\text{kg体重} \cdot \text{日})$ 以下まで削減することとしている³⁾。

わが国のダイオキシン類の一日あたりの摂取量は平成15年度において $1.33 \text{ pg-TEQ}/(\text{kg体重} \cdot \text{日})$ ⁴⁾ であり、TDIを下回っている状況にあるが、引き続きリスクを低減していくことが重要な課題になっている。

また、厚生労働省の平成15年度のダイオキシン類の一日摂取量調査⁴⁾によれば、人のダイオキシン類摂取総量のうち、魚介類から摂取する割合が86%となっている。このような曝露経路を踏まえると、特に水、底質におけるダイオキシン類による汚染を改善し、魚介類への蓄積を削減することが効果的な対策となる。

1.2 ダイオキシン類とPCBの削減対策

このような中で、ダイオキシン類とPCBについては、環境中への排出量を削減するための対策が講じられてきている。ダイオキシン類のうちCo-PCBはPCB製品やものの焼却によって発生するが、1972年のPCBの生産中止、

* 千葉市環境局環境保全部 〒260-8722 千葉市中央区千葉港1番1号

74年には「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」（化審法）による製造、輸入および新たな使用の禁止、75年にはPCBの環境基準および排水基準の設定等により規制されてきた経緯がある。また、ダイオキシン類は、99年7月に成立・公布されたダイオキシン類対策特別措置法の対象となっており、水質、底質、大気、土壌について環境基準が設定されており、この環境基準を達成するために排水規制等が適用されている。また、2001年にはPCB廃棄物の早期の処理を目指し「ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法」（以下「PCB特別措置法」という。）が制定され、PCB処理の促進に関する制度面の措置が講じられてきており、2016年までに全国で18,100トンのPCBを処理することとされている⁹⁾。

1.3 対策を講じた場合のダイオキシン類摂取量の低減効果の定量的な把握方法

本研究においては、東京湾の魚類中に含まれるダイオキシン類の約74%を占めるCo-PCB⁶⁾に着目し、ダイオキシン類対策特別措置法に基づく対策効果を勘案して、将来的にどの程度東京湾流域に居住する人のダイオキシン類摂取量が低減するか、対策効果を定量的に試算した。

この試算にあたっては、①陸上の発生源から沿岸の底質等に蓄積するまでの間の複雑な環境中の挙動、②底質等から魚類にダイオキシン類が蓄積するまでの間のメカニズム、③東京湾流域の人が摂取する魚は東京湾産、その他の内海産、外海産など多岐にわたっており、東京湾以外の魚の中に含まれるダイオキシン類濃度の経年変化が明確になっていないこと等、複数の不確定要素が含まれていることに留意する必要がある。このため、本研究においては東京湾の底質中のCo-PCB濃度、東京湾の魚類中のCo-PCB濃度、関東域におけるダイオキシン類の摂取量に関する調査結果等の実測データによる検証を行いつつ、Co-PCB等の環境中への排出量を削減する対策効果を定量的に評価することを試みた。

2. BSAFを基礎とした魚類中のCo-PCB濃度の経年変化の推定

2.1 生物相-底質濃縮係数(BSAF)による魚類中のCo-PCB濃度の推定

底質中のCo-PCB濃度を基礎として魚類中の濃度を推定する手法の一つにBSAF(Biota-Sediment Accumulation Factors)によるものがある。BSAFは、次の式で定義される。

$$BSAF = (C_i/f_i) / (C_s/f_{oc}) \quad (1)$$

C_i :水生生物中の化学物質濃度 (pg/g)

f_i :水生生物の全重量に占めるえらの重量比率 (-)

C_s :底質中の化学物質濃度 (pg/g)

f_{oc} :底質中の有機炭素の含有割合 (-)

この指標は非イオン系の有機化合物に適用される。BSAFは、定常的な状態で適用することが適しており、急激に底質の濃度変化が生じる場合などには不適である⁷⁾が、本研究では長期間で滑らかに底質濃度に変動しているものとして適用することとした。

また、本来BSAFについては、水域特有の値を使用することが望ましいが、本研究では米国環境保護庁のガイドライン⁷⁾の中で紹介されているワシントン州健康局によ

Table 1 Log₁₀K_{ow} and calculated BSAF of Co-PCB.

Compounds	Log ₁₀ K _{ow}	BSAF
3,3',4,4'-TCB (#77)	6.50	1.649
3,4,4',5-TCB (#81)	6.36	1.668
3,3',4,4',5-PeCB (#126)	6.89	1.168
3,3',4,4',5,5'-HxCB (#169)	7.46	0.308
2,3,3',4,4'-PeCB (#105)	6.00	1.306
2,3,4,4',5-PeCB (#114)	6.65	1.525
2,3',4,4',5-PeCB (#118)	7.12	0.768
2',3,4,4',5-PeCB (#123)	6.74	1.409
2,3,3',4,4',5-HxCB (#156)	7.16	0.702
2,3,3',4,4',5'-HxCB (#157)	7.19	0.654
2,3',4,4',5,5'-HxCB (#167)	7.09	0.818
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (#189)	7.71	0.126

The # numbers in parentheses in the column of compounds mean the numbers named according to the rules established by IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry).

る1,200以上の魚介類に関するBSAFのデータ⁸⁾を基礎とした。具体的には、ワシントン州が同データベースに基づきPCBに関するlog₁₀K_{ow}（水オクタノール分配係数）とBSAFの関係について多重回帰式として整理した次の式を基礎とした⁹⁾。利用したlog₁₀K_{ow}⁹⁾とこの式により求められたBSAFの値をTable 1に示す。

$$\text{Log}_{10}(\text{BSAF}) = 8.44 \text{Log}_{10}(K_{ow}) - 0.659(\text{Log}_{10}(K_{ow}))^2 - 26.8 \quad (2)$$

魚類については、種類や個体の大きさに応じてCo-PCBの蓄積特性が異なるが、本研究では代表的な魚類の濃度を想定して、水生生物の全重量に占めるえらの重量の比率を3%⁷⁾、東京湾の底質中の有機炭素の含有割合を2.58%¹⁰⁾として計算した。有機炭素の含有割合は、年によって変化する可能性があるが、ここでは一定であると仮定した。

2.2 魚類中のCo-PCB濃度に関する推定値と実測値の比較

志々目¹¹⁾は東京湾底質コア中のCo-PCB濃度分布を基礎として東京湾の海水中を沈降する物質中に含まれているCo-PCB濃度について経年的に推定している。東京湾の底質表層の濃度について経年的に把握することは困難であるが、本研究においては志々目¹¹⁾が推定した濃度を各年の底質表層の濃度であったと仮定して魚類中のCo-PCB濃度の経年的な変化を推定した。上記の回帰式により求めたBSAFと志々目が推定した経年的なCo-PCB濃度に基づき推定した魚類中のCo-PCB濃度の経年変化はFig.1のとおりである。この推定値を見ると1990年代後半の濃度レベルは、6pg-TEQ/g程度である。一方、環境省が公表している東京湾に生息する魚類中のCo-PCB濃度⁶⁾の平均値（1999年調査）は、4.4pg-TEQ/g（魚類76個体の算術平均値）である。主要な魚種別に見ると、スズキ6.25pg-TEQ/g（14個体の算術平均値）、マアナゴ8.5pg-TEQ/g（9個体の算術平均値）、マコガレイ0.48pg-TEQ/g（4個体の算術平均値）となっている⁶⁾。推定された90年代後半の魚類中の濃度レベルは、スズキと同程度の濃度レベルとなっている。

Fig.1 Estimated Co-PCB concentrations in fish in Tokyo Bay.

3. 沿岸域住民のダイオキシン類摂取量の推定

3.1 推定の基本的な考え方

東京湾の底質中に含まれるCo-PCB濃度を基礎として東京湾流域の住民のダイオキシン類の摂取量を推定した。このような推定を行うためには、本来、食品群別の摂取量およびその中に含まれるダイオキシン類濃度を基礎として食品経由の総摂取量を求めることが基本となる。しかしながら、本研究においては、わが国における魚介類からのダイオキシン類摂取量が食品全体の約86%を占めている⁴⁾こと、また、魚類の中に含まれるダイオキシン類の中でCo-PCBの占める割合が約70%である⁹⁾ことから、魚類経由のCo-PCBの摂取量に着目した推定を行った。この推定にあたっては、食品経由のうち魚経由のダイオキシン類の摂取割合は1998年の比率と同等であること、魚類中のダイオキシン類の中に占めるCo-PCBの割合も98年の比率と同等であると仮定した。

また、摂取の対象となる魚類は、東京湾の魚、それ以外の水域の内海魚、外海魚に分類され、それぞれの魚類中のCo-PCB濃度は異なることから、これらの分類を考慮した。

中央環境審議会は、底質の環境基準値を超過している地点について、環境基準値以下まで濃度を低減させた場合のダイオキシン類の一日あたりの摂取量の低減効果について試算⁹⁾を行っている。この試算の中では、次の前提条件を採用している。

(1) 内海魚および外海魚平均濃度

平成10～12年度のダイオキシン類の食品経由総摂取量調査研究報告における内海魚平均2.0pg-TEQ/g、外海魚平均1.2pg-TEQ/gとする。この場合、摂取重量割合を勘案した平均値は1.4pg-TEQ/gとなる。また、平成10～12年度ダイオキシン類の食品経由総摂取量調査研究報告によれば、魚介類からの摂取量は71pg-TEQ/日^{12～14)}とする。

(2) 内海魚と外海魚の摂取重量割合

内海魚4分の1、外海魚4分の3とする。

(3) 体重

50kgとする。

本研究においては、上記の仮定を基礎として、一部の

データを関東地域のものに修正することによりダイオキシン類摂取量を推定した。関東地域における魚介類からの摂取量については、平成10～12年度ダイオキシン類の食品経由総摂取量調査研究報告^{12～14)}によれば72.4pg-TEQ/日となっている。また、関東地域における食品経由のダイオキシン類摂取量のうち魚介類経由の摂取割合は、同調査研究報告により72%と設定し、全ての年についてこの割合が維持されていると仮定した。

次に内海魚の一部について東京湾産のものを摂取していると仮定した。摂取される魚のうち東京湾産の占める割合を x ($0 \leq x \leq 0.25$)とした。また、東京湾に生息する魚類中のダイオキシン類の中でCo-PCBの濃度の占める割合を r とした。 r については、環境庁の調査結果に基づき0.74とした⁹⁾。 r については、各年毎に変化する可能性がある。ただし、長期的な魚類中のダイオキシン類に関する濃度データが存在しないことから、 r は一定であると仮定した。ちなみに底質中のダイオキシン類濃度に占めるCo-PCB濃度の割合について参考までに見ると、環境庁の調査結果である東京湾のコア中のダイオキシン類の濃度¹⁰⁾は、1959年～98年に相当する層に含まれるCo-PCB濃度の占める割合は9.4%～18.8%となっており、一定の割合で変動している。Co-PCBは底質等を通じて魚に蓄積する過程を考慮すると、 r の値について全年を通じて一定の値とすることはおおむね妥当であると判断した。

ダイオキシン類摂取量($DI(x, y)$)の推計にあたっては、次の式により経年的に推定した。 y については、2.2で推定した各年における東京湾の魚の中に含まれるCo-PCB濃度であり、この値を指標として推定を行った。

$$DI(x, y) = (F(x, y) / F(x, y_0)) \times 72.4 / (50 \times 0.72) \quad (3)$$

$$F(x, y) = xy/r + (0.25 - x) \times 2.0I_1 + 0.75 \times 1.2I_2 \quad (4)$$

$$F(x, y_0) = xy_0/r + (0.25 - x) \times 2.0 + 0.75 \times 1.2 \quad (5)$$

x : 摂取する魚の中で東京湾産の摂取割合

y : 東京湾の魚類中のCo-PCB濃度

y_0 : 基準年とした98年における y の値

r : 東京湾の魚類中に含まれるダイオキシン類の中でCo-PCBの占める濃度の割合 (=0.74)

I_1 : 内海の魚類中のダイオキシン類の濃度変化に係る係数

I_2 : 外海の魚類中のダイオキシン類の濃度変化に係る係数

なお、 I_1 および I_2 については、実測データにより推定することができないため、本研究では、東京湾の魚類中のダイオキシン類の濃度変化と同じ割合で、東京湾以外の内海と外海の魚類中の濃度も変化していたものと仮定した次の関係式が成立する条件で計算した。

$$I_1 = I_2 = y/y_0 \quad (6)$$

上記の式において、 x は未定であるが、 $I_1 = I_2 = y/y_0$ を仮定すると、 $DI(x, y) = (y/y_0) \times 72.4 / (50 \times 0.72)$ と簡略化でき、 x に関係なく推定できる。本研究ではこの前提で試算した。

3.2 推定結果とその評価

以上の前提に基づき推定した結果を Fig.2 に示す。関西と関東ではダイオキシン類摂取量に差があることが認められており、平成10～12年度ダイオキシン類の食品経由総摂取量調査研究報告の結果^{12～14)}では、関東地域は、関東地域と比較して約1.3倍に相当する摂取量となつて

Fig.2 Estimated chronological changes in total daily intakes of dioxins, furans and Co-PCB in Tokyo Bay basin.

いる。このため、この比率と関西地域を中心に1977年以降のダイオキシン類摂取量に関する経年的な調査結果^{12~14)}を基礎として関東地域の摂取量を推定したものを Fig. 2 の中では▲印で示した。1977年より前の年における実測データは存在しないためピーク時の摂取量等について検証できない状況にあるが、おおむね推定値は実測値と比較して整合がとれているものと考えられる。

4. PCB特別措置法によるCo-PCBの排出削減量等を考慮した沿岸域住民のダイオキシン類摂取量の低減効果の推定

4.1 推定方法の概要

次に、3. のダイオキシン類の摂取量の推定手法を活用して、Co-PCB等の削減対策を講じた場合のダイオキシン類摂取量の低減効果について検討した。この効果の推定にあたっては、PCBの中に含まれるCo-PCBの環境中への排出量は、PCB特別措置法の施行により処理されるPCBの量に応じて削減されるシナリオを採用した。また、東京湾沿岸域を対象とした化学物質のコンパートメントモデルを使用し、Co-PCBの環境中への排出量の削減に伴う底質中の濃度変化を推定した。

4.2 Co-PCB排出量削減シナリオ

Co-PCBの排出量の削減シナリオとしては、すべてが大気中へ排出されるケースとすべてが淡水中へ排出されるケースの2種類を想定した。

Co-PCBの排出量の削減に関しては、国内のPCBの使用量が54,000トンであったことに對し、北九州、豊田、東京、大阪、北海道の5カ所の処理施設において合計18,100トンが2016年までに処理される計画となっている¹⁵⁾。

このことを踏まえて全国と同じ割合で東京湾の流域においても削減されるシナリオを設定した。また、PCBの中にCo-PCBが含まれていることから、PCBの削減割合と同じ割合でCo-PCBの環境中への排出量も削減されるものと仮定した。具体的には、2004年以降2016年まで次の割合でCo-PCBの排出量が削減されるものとした。

$$1 - ((18,100 / 54,000) / 12) \quad t \quad (7)$$

ここで、 t は2004年以降2016年までの間の2004年からの経過年数である。

さらに、ダイオキシン類の排出インベントリー¹⁶⁾を見ると、1999年に公布されたダイオキシン類対策特別措置法に基づき、1997年と比較して2003年までに固定発生源等からの排出量は、約95%削減されている。

ただし、Co-PCBについては同インベントリーの対象である固定発生源等からの排出量の他、PCBが保管されているものが紛失することにより、一定の割合で環境中に排出されているものも重要な発生源である。ただし、この排出量については同インベントリーの対象とはなっていない。このため、ダイオキシン類対策特別措置法に基づく固定発生源等からのダイオキシン類の排出削減効果については、ダイオキシンとフランのみ法律に基づく削減効果を考慮した。

なお、Co-PCBについてもダイオキシン類対策特別措置法に基づく措置により固定発生源からの排出削減がなされているが、PCBが保管されていたものが紛失することにより排出される量と合わせた削減量が不明であることから、ダイオキシン類対策特別措置法による削減効果は考慮しなかった。

ダイオキシンおよびフランの排出削減割合については、ダイオキシン類の98年の排出量の平均値と98年以降の各年度の排出量¹⁶⁾の比を R とし、魚類中のダイオキシン類の中でCo-PCBの占める濃度の割合(r)を基礎として、式(4)の $F(x, y)$ について1999年から2003年までの間を次の式で補正するケースについて計算を実施した。この前提としては、全国におけるダイオキシン、フランの排出量の削減率と同じ割合で東京湾流域においても削減が図られているものと想定した。

$$F(x, y) = (xy/r + 2.0(0.25 - x)I_1 + 0.75 \times 1.2 I_2) \times ((1 - r)R + r) \quad (8)$$

以上のCo-PCBの排出削減量を前提として、東京湾沿岸域のCo-PCBの挙動をモデル化したコンパートメントモデルに基づき、底質の濃度の推移を求めた。当該コンパートメントモデルは、志々目¹¹⁾がWaniaらが開発したCoZMo-POPモデル¹⁷⁾により推定したものと同一条件で推定した。ただし、底質中のCo-PCBは、毒性換算(TEQ)ベースで見ると、98年において#126, #118, #105, #77が全体の中で94%を占めている¹⁰⁾ことから、これらの4種類の異性体を予測対象として選定し、この割合が全ての年で維持されることを仮定して底質中のCo-PCB全体の毒性換算された濃度を推定した。

4.3 一日あたりのダイオキシン類摂取量の推定

以上の前提に基づき、すべてが大気中に排出されることを前提としたケースとすべてが淡水中に排出されるケースについて、一日あたりのダイオキシン類摂取量を計算した結果を Fig.3 と Fig.4 に示す。

Fig.3 と Fig.4 の中には Fig.2 で示した98年以前のダイオキシン類摂取量のデータに98年以降の関東地域におけるデータ⁴⁾も加え、これらを図中では▲印で示している。Fig.3 および Fig.4 の実線は、ダイオキシン類対策特別措置法に基づくダイオキシンおよびフランの排出削減効果を見込まないシナリオのグラフである。一方、破線については98年から2003年までの間、ダイオキシン類対策特別措置法によるダイオキシンおよびフランの削減効果を見込んだものである。すべての量が大気中に排出されることを仮定したケースとすべての量が淡水中に排出され

Fig.3 Projection on total daily intakes of dioxins, furans and Co-PCB in Kanto Region in the case of PCB emissions into atmosphere.

Fig.4 Projection on total daily intakes of dioxins, furans and Co-PCB in Kanto Region in the case of PCB emissions into fresh water.

ることを仮定したケースのいずれにおいても類似の結果が得られている。

両方のケースにおいてダイオキシン類対策特別措置法による対策を考慮したケースではPCB特別措置法の期限である2016年までに一日あたりのダイオキシン類摂取量は1pg-TEQ/(Kg体重・日)程度になるものと推定された。

ちなみに、大気中に排出されるケースと淡水中に排出されるケースでは、推定されたCo-PCBの環境中への排出量が異なる。想定した排出先の媒体によって差異が生じることに留意する必要がある。この二つのケースについては、主要なCo-PCBの異性体である#126, #118, #105, #77の環境中への排出量の合計（毒性換算した値）の推定値を示したものがFig. 5である。現実的には、大気中、淡水中、海水中、土壌中への様々な媒体への排出が想定される。仮に淡水中への排出と大気中への排出の組み合わせであったと仮定すると、Fig. 5に示す二つのグラフの間の可能性がある。

5. おわりに

本研究においては、ダイオキシン類の削減対策を講じることによるダイオキシン類の摂取量の低減効果を定量的に推定するための手法を検討した。流域における発生源からの排出量を推定し、この排出量を削減する対策を講じた際の沿岸域の底質中等の環境中の濃度、魚類等に含まれる濃度、魚類等を摂取することによる沿岸域住民することを目的としたものである。

ダイオキシン類の摂取に伴うリスクを更に削減してい

Fig.5 Projection on the emissions of 4 congener and homologue (#126, #118, #105 and #77) into atmosphere and the emission into fresh water in Tokyo Bay Basin.

くためには、新たなダイオキシン類の摂取量に関する目標等を定め、これを達成するための対策と対策効果を定量的に評価することにより、関係者が対策を講じる上での合意形成を図る必要がある。

本研究で開発したモデルは、複数の仮定に基づく推定であり、改善を要する点が多い。特にCo-PCB以外のダイオキシン、フランについてはCo-PCBと同じ割合で魚類中の濃度が低減するなど一定の前提の基に推定を行っている。実際は、ダイオキシン、フランについてはCo-PCBとは異なる発生源からの排出があり、必ずしもこのような前提は成り立たない可能性があるが、限られた知見を基礎として政策的な効果を検証することを第一の目的とした。このため、本研究の成果は化学物質の排出量の削減に関する施策について理解を深めるための基礎的なツールとして取り扱う必要がある。

なお、本研究については個人的な見解であり、所属先の見解ではないことを断っておく。

謝 辞

本研究は、京都大学大学院工学研究科武田信生教授、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科渡辺正孝教授のご指導・ご助言をいただき遂行したものである。また、CoZMo-POPモデルについては、トロント大学Wania博士より利用許可をいただいた。ここに記して、感謝の意を表する。

(原稿受付 2006年2月9日)

(原稿受理 2006年6月13日)

参 考 文 献

- 1) 中央環境審議会環境保健部会、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, p. 25.
- 2) 竹内正雄, 益永茂樹, 今川隆, 山下信, 義多賀光彦 (2005) ダイオキシンと環境, p. 13, 三共出版.
- 3) WHO European Centre for Environmental and Health International Programme on Chemical Safety (1998) Assessment of the health risk of dioxin: re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI) Executive Summary, p. 27.
- 4) 厚生労働省 (2004) 平成15年度食品からのダイオキシン類一日摂取量等の調査結果について, <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2004/12/h1227-2a.html>.
- 5) PCB廃棄物処理事業評価検討会 (2003) PCB廃棄物処理事業評価検

- 討会～中間とりまとめ～, pp. 3-4.
- 6) 環境庁(2000) 平成11年度公共用水域等のダイオキシン類調査結果, <http://www.env.go.jp/press/press.php3?serial=1486>.
  - 7) US Environmental Protection Agency(2000) Bioaccumulation Testing and Interpretation for the Purpose of Sediment Quality Assessment Status and Needs, p. 41.
  - 8) PTI(1995) Analysis of BSAF values for nonpolar organic compounds in finfish and shellfish. PTI Environmental Services final report prepared for Washington State Department of Ecology, 27pp., WA.
  - 9) 中央環境審議会(2002) ダイオキシン類対策特別措置法に基づく水質の汚濁のうち水底の底質の汚染に係る環境基準の設定等について, 11pp..
  - 10) 環境庁(1999) 平成10年度ダイオキシン類コアサンプリング調査(年代別ダイオキシン類測定)結果について, 117pp..
  - 11) 志々目友博(2006) 底質コアサンプル分析結果に基づいた東京湾流域におけるCo-PCBの排出量の推計に関する研究, 水環境学会誌投稿中.
  - 12) 厚生省(1998) 食品からのダイオキシンの一日摂取量調査(平成10年度, 厚生省), http://www1.mhlw.go.jp/topics/dioxin_13/tds.html.
  - 13) 厚生労働省(2000) 平成11年度食品からのダイオキシン一日摂取量調査等の調査結果について, http://www1.mhlw.go.jp/topics/dioxin_13/tp1128-1.html.
  - 14) 厚生労働省(2001) 平成12年度食品からのダイオキシン類一日摂取量調査等の調査結果について, <http://www.mhlw.go.jp/houdou/0112/h1205-3.html>.
  - 15) 環境省(2003) 北九州事業と東京事業の施設の建設費に係る効率性について, p. 10.
  - 16) 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約関係省庁連絡会議(2005) 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約に基づく国内実施計画, p. 80.
  - 17) Wania F, Persson J, Di Guardo A and McLachlan M(2000) A Fugacity-Based Multi-Compartmental Mass Balance Model of the Fate of Persistent Organic Pollutants in the Coastal Zone, 26pp., WECC Report.