

日本の近海・沿岸魚貝のダイオキシン濃度に関するリスクアセスメント ～ 国・自治体の公表データをもとにした評価～

青山 貞一、池田こみち、鷹取 敦
株式会社 環境総合研究所（東京都品川区）

1. ダイオキシン類の毒性とリスク評価指針

ダイオキシン類(以下、DXN)の毒性には、急性毒性以外に、発癌性、生殖毒性、免疫毒性、催奇形性がある。近年それに加え、**胎児毒性**が重要なものとなっている。以下はその毒性に関する知見である。

1-1 米国環境保護庁(EPA)の指針

(1) 米国環境保護庁(EPA)の発ガン性認定

EPAはDXNを従来、発ガン性が疑われる物質としてきた。しかし2000年夏DXNを発ガン物質として認定し、連邦政府規則にもとづきパブリックコメントを求めた。産業の一部から提訴がなされたが、2001年冬、DXNは発ガン物質と認定された。EPAは同時にDXNの発ガンリスクを従来10倍高いものとし、さらに魚類摂取指針の見直しを行っている。

(2) 米国環境保護庁の魚介摂取指針

米国では1998年、19の州がDXNにつき「魚類摂取に関する警報指針」を出している。この警報指針は市民の健康が憂慮されるレベルのDXNが地元の湖沼、河川、海域の魚類試料から検出された場合の対応を示している。州の魚類摂取警報指針は、特定の水域や水域のタイプ(たとえば全ての淡水湖や河川)でとれた魚類の摂取(消費)を制限するか、あるいは回避することを勧告している。

本指針の作成目的は、DXNの発生源、運命と移動、人体組織への摂取、魚類組織中の濃度の範囲、魚に関する注意、魚の消費限度、毒性、規制に関する情報を市民に提供することである。また同指針では、州が魚類の摂取(消費)の制限についての警報の作成にどのように利用できるかについても示している。

表1-1 EPAの魚類摂取指針 単位:pg-TEQ/g (wet)

食事許容回数	魚類中のDXN濃度(慢性毒性)
> 16	0 ~ 0.019
16	0.019超 ~ 0.038
12	0.038超 ~ 0.05
8	0.05超 ~ 0.075
4	0.075超 ~ 0.15
3	0.15超 ~ 0.2
2	0.2超 ~ 0.3
1	0.3超 ~ 0.6
0.5	0.6超 ~ 1.2
0	1.2超 ~

出典: Guidance for Assessing Chemical Contamination Data for Use in Fish Advisories, Volume 2 Risk Assessment and Fish Consumption Limits Third Edition,

US Environmental Protection Agency, November 2000

表1-1は、一月単位で何回まで汚染魚を食べることができるかを回数で示した警報指針である。EPAでは、大人が一度

に一匹を食べることを前提として表を作成している。

(3) 米国環境保護庁の水質環境指針

米国EPAの水質環境指針は、日本の場合のように、人が水を直接飲む場合ではなく、食物連鎖を通じて人間(とくに妊娠中の女性)が魚類を体内に摂取した場合のリスク評価をもとに設定している。一方日本の場合の公共用水域の水質環境基準はあくまでも人間が直接飲む場合のリスクを想定している。

表1-2 米国EPAの水質指針

水と有機物の摂取	0.013 pg-TEQ/L
有機物だけの摂取	0.014 pg-TEQ/L

(参考) 日本: 河川、湖沼、海洋などの公共用水域の水質基準 1 pg-TEQ/L

1-2 世界保健機構(WHO)のTDI

WHOが提案した1~4pgのTDIは、従来我が国でTDI(耐容一日摂取量)の場合、体重50kgの成人が生涯摂取しても健康への影響が少ない、とする量と異なるものである。WHOのTDIは、妊娠中の母体の体内蓄積濃度と、その都度食べ物から摂取する量が血液などを經由し胎児に影響を及ぼすことを重視している。いわゆる胎児毒性である。

WHOの調査によれば胎児には母体に蓄積されているDXNより母親が妊娠中に大気や食事から摂取する影響の方が大きいと考えられている。したがって環境大気中DXN濃度が高い場合には、胎児に短期間の暴露でも大きな影響をもたらす可能性がある。

WHOのTDIの1~4pg-TEQ/kg/日の根拠は、1pgで男子の胎児に精子減少が起こる可能性がある濃度、また4pgは胎児の女子に生殖障害が認められる値となっている。これらは妊娠初期の受精卵の発生段階での一過性の摂取が重大な影響に結びつくものであり、胎盤はフィルターの役割を果たしていないことが明らかになっている。母親の食物や呼吸によって一定量以上のDXNを摂取することにより胎児に高い生殖毒性のリスクをもたらす可能性がある。

なお、最新情報によると、WHOは2003年度までに1pg-TEQ/kg/日のTDIを提案するとしている。

表1-3 胎児毒性及び生殖毒性の種類

1. 精子数、精子運動能の低下、精子奇形率の上昇
2. 精巣癌、前立腺癌の増加
3. 子宮内膜炎、不妊症
4. 子宮癌、卵巣癌、乳癌
5. 外部生殖器の發育不全、停留睪丸
6. アレルギー、自己免疫疾患
7. IQの低下、性同一性障害
8. パーキンソン病

2. 魚類によるDXN濃縮に関する科学的知見

以下は魚介類におけるダイオキシン類の濃縮にかかわる特徴についての知見である。魚介類は、以下に示す理由により、海水、淡水、底質中の低濃度のダイオキシン類を組織内部に高度に蓄積するものと推察されている。

- (1) 水質や底質から水生生物中に取り込まれたDXNの排出、代謝速度は、異性体により異なる。
- (2) 2, 3, 7, 8 TCDD等、4塩化の同族体が代謝されにくく組織内に残留しやすい。
- (3) 化合物の水溶性が高いほど、底質から水、水から水生生物への移行が起こりやすい。結果として水溶性が高い化合物ほど、結果的に高い生物濃縮率となる。
- (4) 生物濃縮率は異性体の種類、水生生物の種類、媒体の種類により大きく異なる。
- (5) 媒体としては水経路の場合が最も濃縮率が高く、2, 3, 7, 8 TCDDでは、3500~39000倍に達する。
- (6) 一般水環境下では、DXNは底質に存在しており、水経路で水生生物に取り込まれるが、底質は有機物を多く含みDXNを強く吸着するため水への溶解率は極めて低く、したがって底質から水生生物への移行はきわめて少ない。
- (7) 一方カニの場合は、直接底質、土壌を摂取することでDXNを蓄積する。
- (8) 水生生物の層別生息との関連では、上から中層の魚類は呼吸と口からの食物摂取となる。
- (9) 水媒体からの摂取はエラを通じて行われるため、大魚類より小魚類の方が組織摂取量が少ない。
- (10) 魚類の場合、食物摂取の大半はプランクトンや小魚となる。水中の水質濃度が低い場合ほど、食物摂取による寄与率が大きくなる。
- (11) 食物連鎖の下位の水生生物は代謝能力が低く、水質中の同族体パターンに近い比較的毒性が低い同族体、異性体を蓄積するが、食物連鎖が上位にある水生生物は、代謝能力が強くなるため、難代謝性の毒性の強い異性体が濃縮しやすくなる。
- (12) 鯨、シャチなどの水生ほ乳類の代謝性は非常に低いことから、食物連鎖の上位、下位とは別に、高濃度のDXN、とくにコプラナーPCBが蓄積しやすくなっている。イルカなどの大量死は、DXN、PCB等の超高濃度蓄積による免疫機能障害が原因とされている。
- (13) DXNの生物濃縮率は、コプラナーPCB > PCDF > PCDDであり、コプラナーPCBの濃縮率が一番大きい。魚類の場合、コプラナーPCBは、PCDDの230倍、PCDFの110倍も高い。コノシロ、イシモチ、サッパなどでは最大90%がコプラナーPCBが占めている。

主な出典：宮田秀明著、「ダイオキシン」、岩波新書

3. 日本の魚介類の汚染状況

(1) 環境庁調査

環境庁は平成11年9月24日、「ダイオキシン類緊急全国一斉調

査結果について - 平成10年度実施 - 」と題して水生生物中のDXN濃度分析データを公表した。

結果は表3-1にあるように全国公共用水域(N=368)の平均値が2.1pg-TEQ/g、最高値が30pg-TEQ/gであった。述べた理由からコプラナーPCBがPCDD+PCDFよりも平均で2.28倍高く、また全体に対する割合は70%に及んでいることが分かる。

表3-1 環境庁の緊急全国一斉調査概要 pg-TEQ/g (wet)

	平均値 (N=368)			全国の最高値
	ダイオキシン類	コプラナーPCB	合計	
水生生物	0.64	1.46	2.1	30

表3-2 環境庁調査の神奈川県データ

市町村	水域	生物名	PCDD/Fs	Co-PCB	合計値
横須賀市	平作川	カキ	1.2	1.1	2.3
		ボラ	1.1	3.0	4.1
座間市	目久尻川	オイカワ	0.8	1.9	2.8
		イトチ川	0.8	2.4	3.3
南区	大岡川	タビガイ	1.6	2.1	3.7
		ハゼ	0.1	2.3	2.5
緑区	恩田川	コイ	0.6	1.3	2.0
		オイカワ	1.2	3.8	5.0
川崎区	東京湾	スズキ	1.5	7.3	8.8
藤沢市	引地川	コイ	8.4	4.1	2.5
		フナ	5.9	3.3	9.2

(2) 東京都衛生局調査

東京都衛生局は平成11年5月25日、表3-2に示す内湾(東京湾)のスズキ、ボラ、コノシロの3種のDXN濃度を公表した。スズキは平均値で4.4pg、ボラは2.6pg、コノシロは8.7pgとなっており、最高値はそれぞれ11.5pg、7.1pg、16.4pgである。コプラナーPCBのDXN全体に占める割合は、平均値でそれぞれ82%、77%、74%である。

表3-2 東京都衛生局の東京内湾データ pg-TEQ/g (wet)

	ダイオキシン類		コプラナーPCB		合計値	
	平均	最高	平均	最高	平均	最高
スズキ	0.79	2.0	3.6	9.5	4.4	11.5
ボラ	0.60	2.0	2.0	5.1	2.6	7.1
コノシロ	2.4	5.0	6.4	11.0	8.7	16.4

実測値処理方式：ND=0、全サンプル数：各10

(3) 水産庁調査

表3-4は水産庁が平成12年10月20日に公表した平成11年に実施した魚介類中のDXN濃度分析データ(全体N=150、魚類 N=99、貝類 N=22、甲殻類 N=13)のうちの東京湾、大阪湾、瀬戸内海の日本の3大内湾のデータである。3海域の平均値は魚類が3.16pg、貝類が0.94pg、最高値は大阪湾のコノシロで9.15pgであった。表ではPCDD、PCDF、Co-PCBを合計した値を毒性等量(TEQ)で示している。

表3 - 4 水産庁の魚貝濃度データ pg-TEQ/g

水域	魚種	TEQ	水域	魚種	TEQ
東京湾	スズキ	4.25	瀬戸内	クロダイ	0.39
	スズキ	6.54		マダイ	0.53
	アサリ	0.16		クロダイ	1.23
	アサリ	2.22		エソ	0.70
大阪湾	イカナゴ	0.54		エソ	1.01
	イカナゴ	0.67		ボラ	3.44
	アナゴ	8.31		タチウオ	4.40
	コノシロ	9.15		カキ(養殖)	0.45
				ノリ(養殖)	0.00
		3海域		魚類	3.16
			貝類	0.94	

出典：水産庁、平成11年度、魚介類中のダイオキシン類の実態調査

(2) WHO指針

WHOのTDIで魚貝を評価すると平均値で6.328pg-TEQ/kg/dayとなり、4pgを大きく超過している。

(3) リスク評価結果

以上から、水産庁の調査の対象となっている魚類は、EPA、WHOいずれの指針で評価した場合でも平均値で食用に適さないことが分かる。

表4 - 1 水産庁データのリスク評価

水域	魚種	毒性等量 pg-TEQ/g	体重50kgの人が100g食べた場合の摂取量 pg-TEQ/kg/日
東京湾	スズキ	4.248	8.496
	スズキ	6.541	13.082
	アサリ	0.162	0.324
	アサリ	2.224	4.448
大阪湾	イカナゴ	0.538	1.076
	イカナゴ	0.667	1.334
	アナゴ	8.308	16.616
	コノシロ	9.148	18.296
瀬戸内海	クロダイ	0.388	0.776
	マダイ	0.527	1.054
	クロダイ	1.226	2.452
	エソ	0.699	1.398
	エソ	1.010	2.020
	ボラ	3.439	6.878
	タチウオ	4.397	8.794
	カキ(養殖)	0.446	0.892
	ノリ(養殖)	0.004	0.008
3海域平均	魚類	3.164	6.328
	貝類	0.944	1.888

4. 日本の近海・沿岸魚の体内摂取とリスク評価

4 - 1 環境庁調査

(1) EPA指針

環境庁の平成10年度調査結果は、全国平均値で2.1pgであり、にある成人が月に何回、一尾単位で摂取できるかの指針で評価すると、月に1度も食べることができない値となっている。

(2) WHO指針

WHOのTDIで評価すると、50kg体重の成人が一度に100g摂取する場合、全国平均値で4.2pg-TEQ/kg/dayとなり、上限値である4pgを超過することが分かる。

(3) リスク評価結果

以上から、日本の近海、沿岸魚類はEPA、WHOいずれの指針で評価しても、全国平均値で食用に適さない可能性が高い。

4 - 2 東京都調査

(1) EPA指針

東京都の平成10年度調査結果は、スズキが平均値で4.4pg、ボラが2.6pg、コノシロが8.7pgでありの指針で評価すると、いずれも1.2pgを超過しており、月に1度も食べることができない値となっている。

(2) WHO指針

WHOのTDIで評価すると、スズキが8.8pg-TEQ/kg/day、ボラが4pg、コノシロが17.4pgとなり、いずれも上限値である4pgを大きく超過することが分かる。

(3) リスク評価結果

以上から、東京湾の魚類はEPA、WHOいずれの指針で評価しても、全国平均値で食用に適さないことが分かる。

4 - 3 水産庁調査

(1) EPA指針

表4 - 1に各水域の魚類の毒性等量とTDI対応値を示した。表から明らかなように、EPA指針で評価すると、魚類は3海域平均値が3.164pgであり、1.2pgを大きく超過している。

5. おわりに

日本の近海魚類は、従前より一部専門家により食用に適さないほど著しくDXNで汚染されていると指摘されてきた。

国、自治体が公表しているデータを用いても、日本の近海、沿岸、とくに閉鎖性及び半閉鎖性水域の近海魚類は深刻な汚染が進行していると推察できる。

なお、巻末に神奈川県藤沢市を流れる引地川上流にある荏原製作所藤沢工場から永年高濃度のダイオキシン類が垂れ流されていた事件に関連し、平成11年、平成12年に藤沢市、神奈川県が測定分析した引地川及び地先海浜の水質中及び魚類中のDXN濃度データを参考に示す。

水産庁からの情報入手に協力していただいた中村敦夫参議院議員、加藤修一参議院議員、ニッポン消費者新聞の鈴木記者にこの場を借り感謝の意を表したい。

< 参考 > 藤沢市引地川の荏原製作所超高濃度ダイオキシン排出関連データ引地川水質中のダイオキシン濃度

表 5 - 1 藤沢市引地川水質調査結果一覧

採取年月日	採取場所	毒性等量濃度 (pg-TEQ/L)		
		PCDD/PCDF	Co-PCB	合計
平成11年 9月16日20日 10月13日14日 11月 9日10日 12月 8日 9日	富士見橋			1.8
				7.4
				16.0
				13.0
平成12年1月26日	富士見橋	9.2	0.46	9.7
	高名橋左岸雨水管	3,000	150	3,100
	小糸川	0.91	0.082	1.0
	一色川	1.9	0.30	2.2
	不動川	0.73	0.084	0.81
	湘南台橋下右岸雨水管	0.31	0.042	0.35
平成12年2月16日	富士見橋	4.1	0.30	4.4
	高名橋左岸雨水管	7,600	450	8,100
	小糸川	0.19	0.032	0.22
	石川橋	2.2	0.39	2.6
	一色川	1.0	0.15	1.2
	不動川	0.43	0.12	0.55
	湘南台橋下右岸雨水管	0.083	0.043	0.13
平成11年10月 7日	相模湾・辻堂沖			0.07
平成11年 9月30日	相模湾・由比ヶ浜			0.08
全国平均値				0.4

注1) 定量下限値以下は0とした。

注2) 異性体毎の実測値よりWHO-TEF(1997)を用いて毒性等量を計算し、最終結果を有効数字2桁で表記した。そのため表記上の合計値と内訳が一致しない場合がある。また、行政からの公表数値と誤差が生じている場合がある。D X N

5 - 1 生物指標 (魚介、水生生物、バイオモニター)

表 5 - 2 平成 11 年度環境庁全国水生生物ダイオキシン調査結果一覧 単位 : pg-TEQ/g (湿重量)、ND=0

引地川の魚類 (ギンブナ、コイ)	2 0 (14 - 25) N=2
相模湾の魚類	2 . 0 (0.24 - 9.1) N=35

表 5 - 3 焼却停止前後の濃度変化

		3月23日	3月24日以降	単位
河川水質	引地川	1 6 (N=4)	3 . 3 (N=19)	pg-TEQ/L
	稲荷雨水幹線流末	4 1 0 0 (N=1)	4 0 (N=17)	pg-TEQ/L
河川魚介類	引地川	1 0 . 0 (1.1 -30) (N= 7)		pg-TEQ/g
海域水質	引地川河口	0 . 5 5 (0.36-0.75) (N= 3)		pg-TEQ/L
底質	引地川河口	2 . 4 (1,1 -4.6) (N= 4)		pg-TEQ/g
魚介類	引地川河口	1 . 6 (0.20-8.1) (N=10)		pg-TEQ/g
井戸水・わき水		0 . 1 0 (0.095-0.18)(N=13)		pg-TEQ/L
海水浴場水質		0 . 2 3 (0.12 -0.38)(N= 9)		pg-TEQ/L
海水浴場底質		0 . 6 8 (0.25 -2.0) (N= 9)		pg-TEQ/g
海水浴場浜砂		0 . 1 4 (0.078-0.35)(N= 9)		pg-TEQ/g

出典：参考部分のデータは、藤沢市、神奈川県の実測結果を元に作成した。

なお本文中、N=とあるのは、いずれもサンプル数をあらわす。