

有害化学物質の水産生物に対する影響

小山次朗*

1. はじめに

我が国は、周囲を取り囲む海洋から豊かな水産資源の恩恵を受けており、その漁業・養殖生産量は、昭和 59 年度のピーク（1282 万トン）以降、継続して減少傾向にあるものの、平成 18 年度でも 574 万トンにのびた。近年は養殖漁業が盛んになりつつあるものの、全漁業・養殖生産量に占める養殖漁業生産量の割合は 20% 程度であり、沖合、沿岸および内水面漁業の占める割合が 70% であることを考えると、未だに沖合域を含む我が国周辺での漁業生産が大きな割合を占めていることが分かる。このことは、安全な水産物を漁獲あるいは生産するためには、我が国周辺海域の海洋環境保全が重要であることが十分理解される。

化学物質の多くは環境中に放出された後、水環境中に入り、直接あるいは食物連鎖を経由して魚介類に蓄積（いわゆる生物濃縮）されることが知られている。環境省が永年実施している生物中化学物質分析による環境モニタリングは、この生物濃縮現象を利用したものであり、世界的にも高い評価を得ているモニタリングシステムである。この調査によれば、DDT、PCB、HCH などの有機塩素化合物や TBT あるいは TPT といった有機スズ化合物の魚介類中濃度は、近年横ばい傾向にあるものの、長期的に見れば経年的減少傾向を示しており、我が国の化学物質規制が有効に機能していることがわかる。しかし近年、内分泌かく乱化学物質、ダイオキシン類あるいは医薬品をはじめとする化学物質が、低濃度でも水産生物に大きな影響を及ぼすことが明らかになりつつあ

り、環境水中濃度が低下したとしても、化学物質による水環境汚染が何の問題もないという状況にはない。特に、水産生物は我々の食品となるものであり、それらに含まれる化学物質は、水産生物のみならず我々人間の健康にも大きく影響するものである。

平成 18 年度に、農林水産省が優先的にリスク管理を行うべき有害化学物質で環境中に存在する有害物質としてヒ素、カドミウム、メチル水銀、ダイオキシン類（Co-PCBs を含む）をリストアップした。これらの物質がリストアップされたのは、ヒトの健康影響を考慮したためであり、水産資源の保全が考慮されたためではない。以下に、ヒト健康影響と水産資源に対する影響を概説する。

2. ヒ素

海水中のヒ素濃度は平均で $2.3\mu\text{g/L}$ できわめて低い。海産魚に対する半数致死濃度が $3400\sim 44000\mu\text{g/L}$ であることから、直接海産魚介類に影響を及ぼすとは考えにくい。一方、これらの魚介類に含まれるヒ素濃度は著しく高く、乾重当たり最大で 100mg/kg にまで達することがあり、陸上動物に比較してその濃度が高い（花岡，2004）。海産魚介類あるいは海藻に含まれるヒ素は、アルセノベタインに代表される有機ヒ素であり、その毒性は低いと考えられている。また、ヒジキに含まれる無機ヒ素が時々問題となるが、厚生労働省によれば、日本人のヒジキからのヒ素取り込み量はその暫定的耐容週間摂取量を越えることは考えにくいとされており、過去の被害例のないことを考え合わせると、今のとこ

*鹿兒島大学水産学部 海洋資源環境教育センター 教授

ろ海藻あるいは魚介類摂取によるヒ素摂取のヒト健康リスクが高いとは考えられない。

3. カドミウム

カドミウムはイタイイタイ病の原因として知られるようになり、ヒトに対する影響評価はもちろんのこと、生態系に対するリスク評価も行われている。我が国の一部の河川では環境基準 0.01mg/L を上回る濃度のカドミウムが検出されている。しかし魚類あるいは底生動物の調査では、カドミウムあるいは共存する他の重金属がそれらの生物の分布などに影響を及ぼしているという結論は得られていない（産総研，2007）。

水産物中カドミウムの濃度については、2002年に農水省が発表しており、その殆どが検出限界未満（< 0.01mg/kg）であり、一部の軟体動物あるいは甲殻類内臓で平均 7.35mg/kg の高い値が認められた。我々がアオリイカを用いて実験的に求めた水経由カドミウムの生物濃縮係数は 15.5 と小さい値であり（Koyama et al., 2000）、他のイカなどに関する情報も考えると、魚介類中に含まれるカドミウムの起源は主に餌生物と考えられる。しかし、さらにその起源が何かは明確ではない。魚介類に吸収されたカドミウムは、メタロチオネインと結合して肝臓あるいは腎臓に主に蓄積することが知られている。このメタロチオネインは、軟体動物や甲殻類を含む広い範囲の生物から発見されており、カドミウム-メタロチオネインが上記軟体動物や甲殻類の内臓に蓄積し、その濃度を高くしたと考えられる。一方、2003年に厚労省から発表された、我が国における食品か

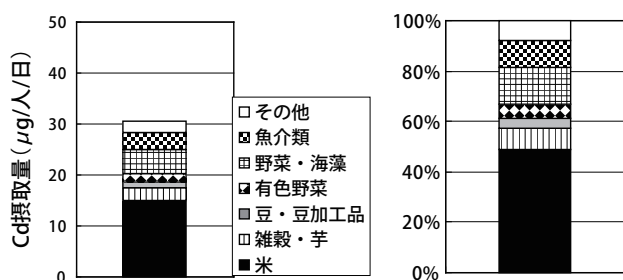


図1 一人当たりのカドミウム摂取量（左）と食品毎の割合（右）

らのカドミウム摂取量は、 $30.6\mu\text{g}/\text{人}$ （50kg）/日であった。これは、FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議が定めたカドミウムの暫定耐容1週間摂取量から算出した1日当たりの暫定耐容摂取量である $50\mu\text{g}/50\text{kg}/\text{日}$ の約 61% と低い値であった。一方、食品からの摂取量に占める水産物の割合は 10% 前後と低い割合であった。（図1）

4. 水銀

水銀は水俣病の原因となった重金属であり、特に有機水銀であるメチル水銀とシステインの複合体がメチオニンと類似した構造を持つため、血液脳関門などを容易に通過して脳に取りこまれ、中枢神経などに影響することが知られている。

水環境中の水銀は、鰓などを經由して直接水生生物に取り込まれるものもあるが、食物連鎖経路による生物濃縮が大きな役割を果たしていると言われており。水銀が水生生物に影響を及ぼしているという確かな報告はなく、ほとんどの報告がヒト健康に関するものである。

平成17年度の厚労省発表によれば、魚介類に含まれる水銀量は $0.004 \sim 1.39\mu\text{g}/\text{g}$ であり、よく知られているようにマグロ類あるいはクジラ、イルカ類に高い値が認められている。我が国における食品からの総水銀摂取量は、 $8.42\mu\text{g}/\text{ヒト}/\text{日}$ であり、食品安全委員会が定めたメチル水銀の暫定耐容1週間摂取量（一般人）から算出した1日当たりの暫定耐容摂取量である $24\mu\text{g}/50\text{kg}/\text{日}$ に比較して約 36% であった。一方、食品からの摂取量に占める水産物の割合は 79.8% と高い割合であった。（図2）

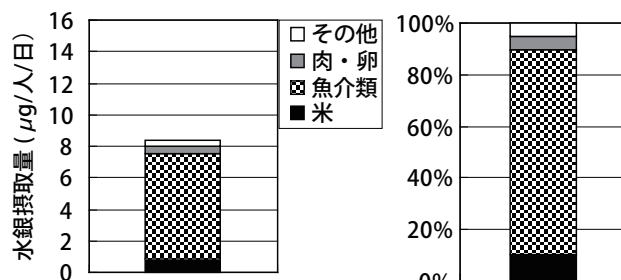


図2 一人当たりの水銀摂取量（左）と食品毎の割合（右）

5. ダイオキシン類

ダイオキシン類は、その生物に対する影響濃度が著しく低いことから問題となった非意図的生成物質の一つである。よく知られているように、その構造から3つのグループに分けられ、さらにそれぞれに多くの同族体が存在する。

ダイオキシン類による水生生物への影響として報告されているのは、blue sac syndrome という現象である。これは、五大湖周辺のサケ科魚類の孵化仔魚の卵黄が黄色から青色に変化することに由来して名付けられたもので、胚あるいは仔魚の高い死亡率を伴い、その原因がダイオキシン類ではないかと疑われている。しかし、未だダイオキシン類のみがその原因であると特定されてはいない。

魚類による水中ダイオキシン類の濃縮係数は最大で39000であり、Pow（水・オクタノール分配係数）との間に明確な関係を示さなかったが、塩素置換数が多くなるにつれて小さくなる傾向を示した。一方、PCDDあるいはPCDFの餌からの生物濃縮係数（餌中濃度に対する魚体内濃度）はほとんど1未満であり、食物連鎖経路で生物濃縮されていないことがうかがえた。一方、Co-PCBは食物連鎖経路で生物濃縮されていることが報告されている（山田，1997）。

平成16年度の水産庁発表によれば、我が国の1人1日当たりのダイオキシン類摂取量は68pgTEQ/人/日であり、その許容摂取量である200pgTEQ/人/日の34%に相当する。一方、食品からの摂取量に占める水産物の割合は84%と高い割合であった。（図3）

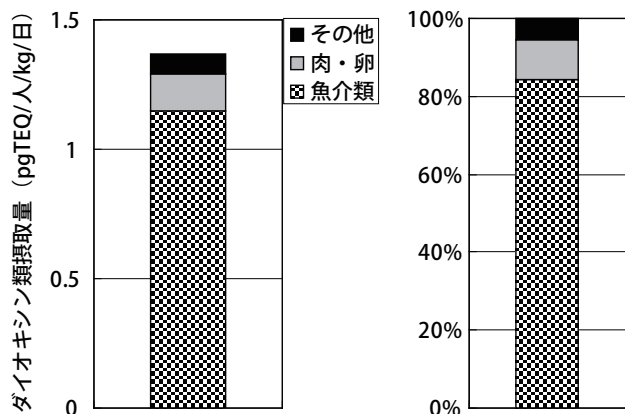


図3 一人当たりのダイオキシン類摂取量（左）と食品毎の割合（右）

6. 有機スズ化合物

有機スズ化合物（TBTOなど）はその防汚効果の高さから、船底塗料あるいは漁網防汚剤として長い間用いられていた。しかし、その環境残留性および生物濃縮性の高さなどの理由からTBTOが第1種特定化学物質、その他の有機スズ化合物の多くが第2種特定化学物質に指定され、さらには水産庁から漁業協同組合への自主規制依頼が出され、現在、水産業の現場では使用されていない。

有機スズ化合物の水生生物への最も顕著な影響は、巻貝類のインボセックス現象である。これは有機スズ化合物を蓄積した巻貝類のメスに雄性生殖器であるペニスが誘導され、最悪では産卵口が閉塞されて産卵が不可能となる現象である。巻き貝の一種で水産業上有用種であるバイの漁獲量激減の原因が有機スズによるインボセックスであることは以前から指摘されており、さらにアワビでは、メスとオスの成熟期がずれ、卵の受精率低下が起こっているという指摘もある（堀内，2000）。

水産物中の有機スズ化合物はヒト健康に影響を及ぼすレベルには達していないが、その使用が禁止された現在でも、各地で局所的に高い有機スズの残留濃度が報告され、巻貝類の高いインボセックス出現率も報告されている。

環境中から主に検出される有機スズにはTBT（トリブチルスズ）化合物とTPT（トリフェニルスズ）化合物がある。我々が日本海で調査した結果によれば、クモヒトデなどの食物連鎖下位の底生動物中TBT化合物濃度は底質中濃度より低い値であり、食物連鎖上位のアカガレイなどでも同様であった。一方、これらの生物のTPT化合物濃度は底質中濃度よりも高く、さらに食物連鎖上位の生物でより高い値が認められた。このことから、TPT化合物は食物連鎖経路で生物濃縮され、TBT化合物は生物濃縮されにくいことが推察された。（図4）

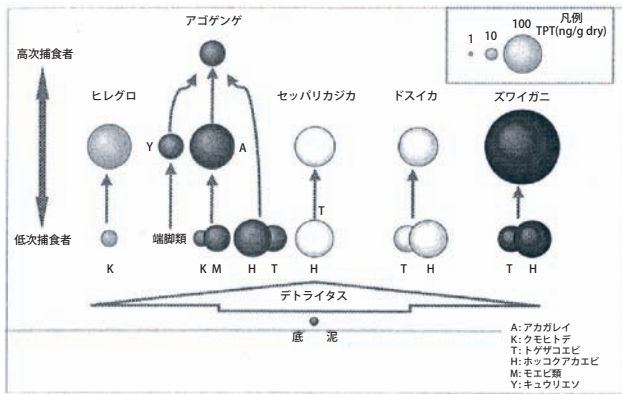


図4 大和堆の底質食物連鎖を経由したTPTの生物濃縮機構(池田 他, 2002)

以上、5つの化学物質について、水産生物に対する影響、生物濃縮、ヒト健康に対するリスクについて概説した。いずれの化学物質もその規制は一段落しているが、有機スズ化合物に見られるように、規制後でも局所的にその影響が残っている例が多くある。また、新たな化学物質による環境汚染により、水産生物が影響を受ける懸念もある。上記環境汚染の実例でも分かるように、多くの環境汚染は沿岸域で発生していることから、淡水生物のみならず海産生物による化学物質の生態影響評価が今後重要になると考えられる。我々は日本周辺あるいはアジアの沿岸域に生息する海産生物を用いた生態毒性試験や生物濃縮試験を実施しており、今後もこの分野で有

益なデータを発表できるよう努力し続けたいと考えている。

参考資料

花岡研一 2004. 海洋生態系におけるヒ素化合物の動態に関する研究, 日本水産学会誌, 70, 284-287.

(独) 産業技術総合研究所 化学物質リスク管理研究センター 2007. 詳細リスク評価書 カドミウム

Koyama J., N.Nanamori and S.Segawa 2000. Bioaccumulation of waterborne and dietary cadmium by oval squid, *Sepioteuthis lessoniana*, and its distribution among organs. *Mar.Poll.Bull.*, 11, 961-967.

山田久. 1997. 水生生物によるポリ塩化ダイオキシンとジベンゾフランの生物濃縮. 中央水研研報, No.9, 139-161.

堀口敏宏. 2000. 野生生物の内分泌攪乱現象の現状と原因物質 貝類(水産学シリーズ, 水産環境における内分泌攪乱物質, 日本水産学会監修, 河合真一郎・小山次朗編), 恒星社厚生閣, 東京, 2000, 54-72

池田久美子・南卓志・山田久・小山次朗. 2002. 日本海底層の食物連鎖における有機スズ化合物の生物濃縮, 環境化学, 12, 105-114.



ヒナモロコ



シロウオ