第Ⅶ部門　　環境中における水中濃度と水生生物中濃度の関係

近畿大学大学院総合理工学研究科　学生員　○永井　章
近畿大学理工学部　正会員　　嶋津治希

１．はじめに

現在、社会一般的に化学物質が使用されていないものはない。それらは破棄されるなどして環境中に排出され分散している。しかし、化学物質の自然状態における挙動など法則性は見出せていない。もしこの法則性が確立できれば有害化学物質を管理できることも可能になるはずである。本研究ではその法則性の中で化学物質の水中濃度(Cw)と水生生物中濃度(C_B)に着目した。過去の調査データを収集、整理、相互の濃度関係の定式化を試みる。

２．解析方法

環境省では毎年、化学物質について全国規模の環境調査を実施している。本研究では環境省より平成17 年度に公表されたモニタリング調査結果における化学物質の水中濃度データと水生生物中濃度データを用いて解析した。対象物質は「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約」対象物質並びに同条約対象候補となる可能性のある物質、化学物質審査規制法第 1、2 種特定化学物質及び第 2 種監視化学物質のうち環境残留性が高く環境基準等が設定されていない物質で、環境実態の経年的把握が必要な物質である。具体的には PCBs、ヘキサクロロベンゼン、アルドリン、ディルドリンなど、53 種類の化学物質である。この中で本研究では水、水生生物の両方で検出された 50 物質を解析対象とした。調査地点は全国における海、湖沼、河川の 40 地点における水と、22 地点における水生生物(貝類、魚類、鳥類)中の化学物質が測定されている。この中で水および水生生物(貝類、魚類)を同時に採取している地点、水と水生生物の採取された場所が近い地点を選定し 18 地点を解析対象とした(図１)。水では各地点において１検体、水生生物では各地点において１～５検体のデータがある。各物質の代表値の求め方についてであるが水の場合、調査地点の濃度値の中央値を物質の水中濃度の代表値とした。水生生物の場合は各調査地点の平均を求め、それらの中央値を物質の水生生物中濃度の代表値とした。なお検出下限値未満(nd)のデータは nd の半値とした。

	調査地点(水)			調査地点(水生生物)	
1	北海道	十勝川すずらん大橋	北海道	釧路沖	ウサギアイナメ
2	北海道	石狩川河口	北海道	日本海沖	アイナメ
3	岩手県	衣沢川衣沢橋	岩手県	山田湾	アイナメ・ムラサキイガイ
4	宮城県	仙台湾(松島湾)	宮城県	仙台湾(松島湾)	スズキ
5	福島県	小名浜港	福島県	常磐沖	サンマ
6	東京都	隅田川河口	東京都	東京湾	スズキ
7	神奈川県	川崎港(京浜運河)	神奈川県	川崎港(扇島沖)	スズキ
8	神奈川県	横浜港	神奈川県	横浜港	ムラサキイガイ
9	富山県	神通川河口	石川県	能登半島沿岸	ムラサキイガイ
10	滋賀県	琵琶湖 唐崎沖中央	滋賀県	琵琶湖 安曇川	ウグイ
11	大阪府	大阪港	大阪府	大阪湾	スズキ
12	広島県	広島県呉港	広島県	広島湾	スズキ
13	徳島県	吉野川河口	徳島県	鳴門	イガイ
14	香川県	高松港	香川県	高松港	ムラサキイガイ
15	高知県	四万十川河口	高知県	四万十川河口	スズキ
16	福岡県	洞海湾	福岡県	洞海湾	ムラサキインコガイ
17	鹿児島県	五反田川五反田橋	鹿児島県	薩摩半島西岸	スズキ
18	沖縄県	那覇港	沖縄県	中城湾	ミナミクロダイ

注)水採取地点は×印は、水生生物採取地点は●
水、水生生物ともに同地点(4,7,8,11,14,15,16)
の場合採取地点は■

図１　本研究で解析対象とした地点

３．結果及び考察

本研究の解析の結果、全国における代表値が高くなったのは、水では Total PCBs が 605(pg/L)、水生

Akira NAGAI and Haruki SHIMAZU

生物では Total PCBs が 9660(pg/g-wet)であった。代表値が低くなったのは、水では 2,3,4,4',5-PentaCB とマイレックスが 0.4(pg/L)、水生生物ではヘキサブロモベンゼン 0.12(pg/g-wet)であった。水では４オーダー水生生物では３オーダーの差があった。また、日本全国における化学物質の水中濃度と水生生物中濃度の関係を調べた（図２）。その結果相関関係は 0.684 と有意であった。関係式の傾きは 0.746 で、正の相関関係がみられた。このことから水中の化学物質は水生生物の中で濃縮されていることが推察される。化学物質が水中、水生生物中の相互間で主に関与する物性定数としてオクタノール／水分配係数（Kow）がある。Kow とはオクタノールと水の混合物に物質を溶解させたときのオクタノールと水中の物質濃度の比のことであり、この値が大きいほど油脂に親和性がある。よって本研究の水生生物における環境中の生物濃縮の挙動を知る上で有用である。そこで log Kow と log（C_B/Cw）の関係を調べた。その結果を図３に示す。相関関係は 0.599、傾きは 0.33 で、正の相関関係が見られた。よって、Kow が高い疎水性物質は水生生物中に濃縮されている事がわかる。また本研究では自然界における状態でデータを取っているのだが、1980 年代に行われた平衡状態における実験によると、log (Cf／Cw) = log Kow + log 0.05 という結果が出ている。それ

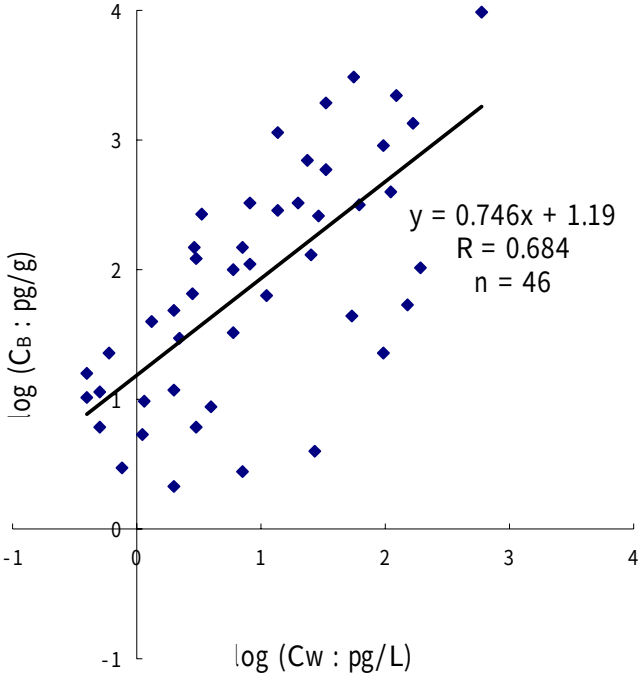

図２　log Cw—log C_B の関係

を図３の点線で表した。ｙ切片は平衡状態も自然界においても同じような値がでたが、傾きは平衡状態のほうが大きい。Rongbing Zhou によると化学物質が生物濃縮される際、脳と筋肉では 100 倍もの濃縮差がある。本研究でこのような結果が表れたのは扱った検体の水生生物の部位が筋肉であったためであると考察される。

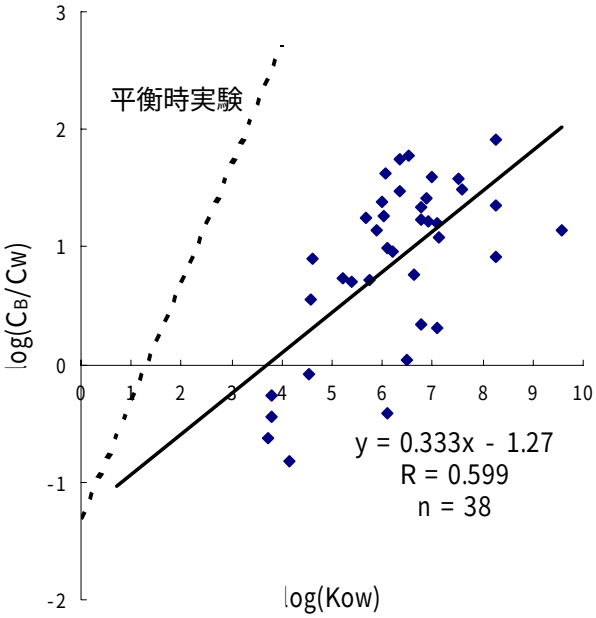

図３　log Kow と log（C_B/Cw）の関係

４．まとめ

化学物質が環境中に排出された後、自然界にどのような比で分配するのかを把握することはこれからの化学物質対策を立てる上で重要となる。そこで、本研究では有害化学物質の水中濃度と水生生物中濃度に着目し環境省のデータを整理、解析を行った。結果は以下の通りである。

１）日本全国の有害化学物質の水中濃度と水生生物中濃度の関係は、有意な正の相関関係が得られた。

２）log Kow と log（C_B/Cw）には正の相関関係が観察され疎水性物質など濃度比が高くなることが明らかになった。

参考文献

環境省：黒本（平成 16 年度モニタリング調査データ）,嶋津治希：化学物質の環境動態予測とそれに基づくリスク評価に関する研究、広島大学（2002 年）, Rongbing Zhou : Persistent Chlorinated Pesticides in Fish Species from QiantangRiver in East China Chemosphere 68 (2007) 838-847