

野外調査データに基づいた生態影響ガイド値の導出に関する事例研究：淡水魚類に対するダイオキシン類の影響に関する考察

○亀田豊（現：独立行政法人土木研究所）、益永茂樹（横浜国立大学環境情報研究院）

【はじめに】

生態系への化学物質の影響の一般的な評価方法は、生態系の影響を反映すると考えられる生物を用いた毒性試験結果を外挿することで求められる。しかし、本来の生態系保全の目的が「数年から数十年といった長期にわたる生物個体群の保全」であると考えた場合、この手法のみで評価することは問題があると考えられる。つまり、個体群への微弱な影響の定量的評価の困難さや数十年という著しく長期にわたる実験の非現実性等から見て、動物実験による毒性学的アプローチ研究には限界があると考えられる。この場合、疫学的アプローチ研究と合わせることが有効であると考えられる。しかし、特に国内の生態系保全の場合、疫学アプローチ研究を行うためのデータが少ないのが現状であり、毒性学的アプローチと疫学的アプローチを合わせた研究事例は少ない。

本発表ではこの問題を鑑み、野生生物の野外調査データが比較的蓄積されているダイオキシン類を対象化学物質として、5種類の淡水魚類個体群について長期にわたる地域個体群保全をアセスメントエンドポイントとした場合のダイオキシン類による影響評価を既存の野外調査結果を利用して試みた事例を報告する。

【解析方法】

【疫学データ】

本研究では、疫学的評価に耐えるデータ量を備えた調査として環境省により実施された平成11年度公共用水域等のダイオキシン類調査を選択した。この調査は、全国の公共用水域の水質、底質、水生生物及び地下水のダイオキシン類の濃度等を測定したもので、公共用水域568地点、地下水質296地点、公共用水域底質542地点、水生生物2832地点のデータが集積されている。本研究では環境省の協力を得て、この調査における詳細データをすべて得ることができた。詳細データは、ダイオキシン類の異性体情報、水質データにおけるSS濃度、底質データにおける底質の粒度分布、水生生物データにおける天然養殖の区別、雌雄、採捕個体数、平均体重、平均体長、分析部位、脂肪含量等である。

【対象魚類】

疫学的評価に耐えるデータ量があることを条件とした結果、*Cyprinus carpio* (コイ)、*Plecoglossus altivelis* (アユ)、*Tribolodon hakonensis* (ウグイ)、*Anguilla japonica* (ウナギ)、*Oncorhynchus mykiss* (ニジマス)が対象魚類となった。

【評価方法】

解析対象河川を底質中ダイオキシン類濃度別に階級分けし、各濃度階級に特定の魚種が生息している河川の割合を「採捕率」と定義した。また、魚類個体群の体内及び底質中のダイオキシン類の汚染特徴を分類するため、異性体組成を各同族体に対する相対度数としてクラスター解析を行った。

【結果及び考察】

【採捕率と底質中ダイオキシン類との関係】

採捕率と生息する底質中ダイオキシン類の濃度の関係を整理したところ、ウナギを除く4種について

A trial estimation of Dioxin thresholds: Epidemiological evidence for population-level effects of Dioxin-like compounds among various freshwater fishes

Yutaka Kameda¹⁾ and Shigeki Masunaga²⁾

¹⁾Public Works Research Institute, 1-6 Minamihara, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, 305-8516, Tel 029-879-6765, Fax 029-879-6797

²⁾Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University, 79-7 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama, 240-8501, Tel 045-339-4351, Fax 045-339-4373

て、底質中ダイオキシン類の高濃度側で採捕率と明らかな負の関係が見られた(図 1)。しかし、他の水質項目といった交絡因子の影響も考えられたため、環境基準の生活環境項目や健康項目に指定されている水質と採捕率との関係を整理したが、負の関係は見られず、底質中ダイオキシン類との相関関係も非常に小さかった(最大で $r^2=0.04$)。したがって、ダイオキシン類による影響の可能性が示唆されたが、それを裏付けるため以下の 2 種類の解析を行った。

【魚類の地域個体群のダイオキシン類異性体組成と底質中ダイオキシン類との関係】

各地点で採捕された魚類個体群のダイオキシン類異性体組成(平均値)を変数にクラスター分析した結果、その異性体組成から複数のタイプに分類することができた(アユの場合 4 種類、ニジマスの場合 3 種類)(図 2)。そこで、各タイプと生息場所の底質中ダイオキシン類との関係を整理したところ、各々のタイプが生息するダイオキシン類濃度が異なることが観察され、統計学的にもアユとコイにおいては Kruskal-Wallis 検定の結果、タイプによって生存するダイオキシン類濃度が有意に異なっていた(アユ : $p < 0.017$ 、コイ : $p < 0.0001$)。この原因としては①生息場所の底質中ダイオキシン類の組成の影響、②魚類の代謝能力の違いが考えられた。しかし、底質中ダイオキシン類の異性体組成は、魚類個体群のタイプ間で大きな違いが見られなかった(図 3)。以上のことから、個体群の異性体組成が底質中ダイオキシン類濃度によって異なった原因は、代謝能力の違いすなわち感受性の違いが大きいと示唆された。このことは底質中ダイオキシン類による魚類個体群に対するセレクション(淘汰)を示唆しているものと考えられた。

【ニジマスを対象にしたダイオキシン類による卵/稚魚の死亡割合計算結果と採捕率の比較】

今回明らかにされた採捕率とダイオキシン類との関係について、環境毒性学的観点からの妥当性を検討した。まず、卵への主要な暴露経路はその多くが母親からの移行であることを考慮し、底質中ダイオキシン類濃度からニジマス卵中のダイオキシン類濃度を異性体ごとの BASF を用いて推定した¹⁾。次に成魚、卵及び稚魚の 300 日の長期暴露毒性試験²⁾により報告されている卵中濃度の LOEL を閾値として個体群内の稚魚のダイオキシン類による死亡率(生存率)を計算した。その結果、ニジマスが生息するほとんどの地点で卵/稚魚の死亡が起こりうるということが推定された(図 4)。さらに、底質中濃度に対するダイオキシン類による死亡率の変化が採捕率よりも大きいことから、採捕率の減少の原因は、底質中濃度が高濃度の場合はダイオキシン類による影響が相対的に大きく、低濃度の場合はそれ以外の影響であることが推定された。

以上の結果から、4 種の魚類の採捕率は底質中ダイオキシン類に影響を受ける可能性が示唆され、個体群保全の閾値推定に採捕率の概念が利用できる可能性が示唆された。

【参考文献】

- 1) P.M. Cook et al., : ES&T, 37, 3864-3877 (2003) 2) J.P. Giesy et al., Aquatic Toxicology, 59, 35-53, (2002)

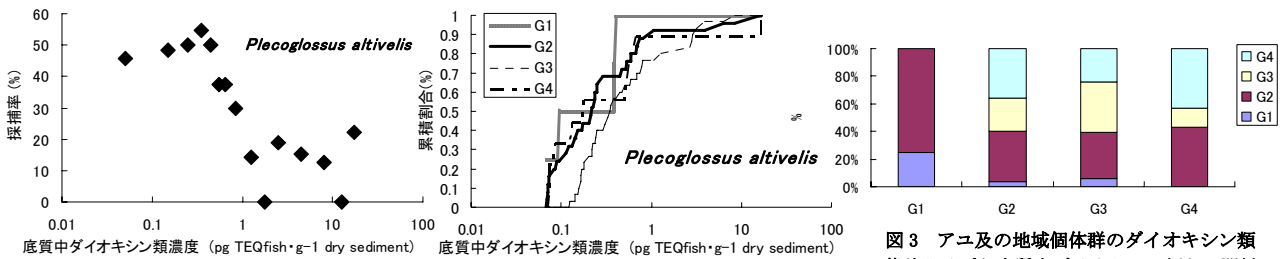


図 3 アユ及の地域個体群のダイオキシン類蓄積タイプと底質中ダイオキシン類との関係

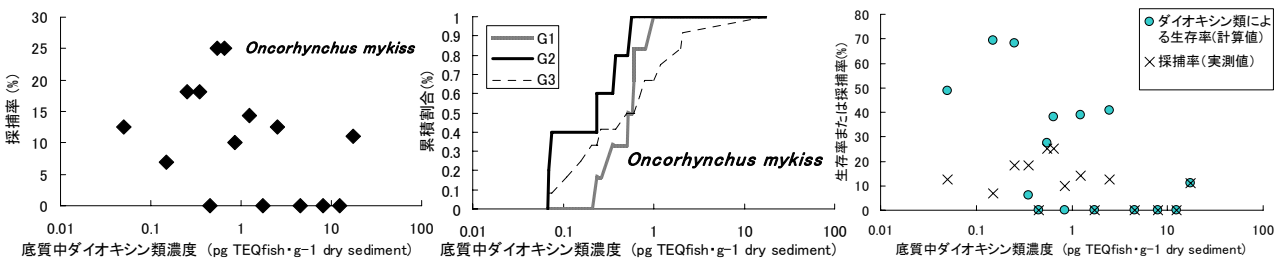


図 1 アユ及びニジマスの採捕率と底質中ダイオキシン類との関係

図 2 アユ及びニジマスの地域個体群のダイオキシン類蓄積タイプと底質中ダイオキシン類との関係

図 4 底質中ダイオキシン類濃度に対するニジマスの卵/稚魚死亡率計算値と採捕率の変化