

特別講演

ダイオキシン汚染：その変遷から生態リスク評価まで

横浜国立大学大学院環境情報研究院 益永茂樹

はじめに

私どもの研究室ではダイオキシン類の詳細に測定したコンジェナー組成データに基づいて、わが国におけるダイオキシン類の発生源と環境挙動の解明を進めてきた。これらの研究はある程度の成功を収め、過去のダイオキシン汚染の変遷を明らかにし、また、将来予測を可能にした。本講演ではこれらの成果の概説すると共に、ダイオキシン類の体内蓄積による野生生物個体群へのリスク評価を目的として行っている最近の研究の展開についても紹介したい。

ダイオキシン類の同族・異性体組成による発生源解析

関東地方で採取、分析した堆積物や土壌試料のコンジェナー組成を主成分分析した結果から、汚染を支配している因子としては主要なものが3つあり、それらが燃焼、および、農薬のペンタクロロフェノール(PCP)とクロロニトロフェン(CNP)の3つの汚染源と関係づけられることが示唆された¹⁾。そこで、これらの汚染源のコンジェナー組成情報を取得した^{2, 3)}。さらにこれらの情報を基に、東京湾や宍道湖の堆積物コア試料を用いてダイオキシン類の汚染源別寄与の変遷を推定した^{4, 5)}。その結果、1960年代と1970年代に、それぞれPCPとCNP由来のダイオキシンが堆積物を汚染していたことが分かり、演者らの初期の研究結果を支持した。

将来予測研究への発展

上記研究により、わが国における汚染源別ダイオキシン放出量がほぼ推定された。この成果を用いて、吉田らによって日本人のダイオキシン曝露のモデル化と焼却炉対策効果の将来予測がなされ⁶⁾、また、岸本らによって焼却炉対策の費用効果分析へと展開した⁷⁾。

水圏生態系におけるダイオキシン類の蓄積

日本人にとってダイオキシン類の主要な摂取源として注目される魚類における蓄積についても検討した。水生生物の食物連鎖上の位置を窒素安定同位体比により決定し、それとダイオキシン濃度の関係を調べた。その結果、食物連鎖で濃縮の起こるコンジェナーはダイオキシンとフランでは低塩素の2,3,7,8-置換体に限られるのに対し、コプラナーPCBではすべてのコンジェナーにおいて濃縮率が高いことが示された。これより、コプラナーPCB汚染とその対策の重要性が明確となった。

ダイオキシン汚染の生態リスク評価 - カワウを対象にして -

魚食性の野鳥であるカワウはダイオキシン類の蓄積が顕著である。東京湾周辺に生息するコロニーを例としてダイオキシン汚染による生態リスクの評価を村田が試みた^{8, 9)}。東京湾の表層堆積物と魚類中のダイオキシン類濃度の実測例から東京湾における生物堆積物蓄積係数(BSAF)の頻度分布を、また、魚類濃度とカワウの卵中濃度の測定例からカワウ卵

- 魚類の生物蓄積係数 (BMF) の頻度分布をダイオキシン類コンジェナー別に推定した。これらを用いて東京湾の堆積物濃度分布からカワウ卵のダイオキシン濃度の分布を推定した。他方、卵注射実験での報告値¹⁰⁾を用いて、カワウ卵におけるダイオキシン類濃度と卵の死亡率の関係を耐性の分布として求めた。これら2つの分布から、モンテカルロシミュレーションによりサンプリングし、卵中ダイオキシン TEQ 濃度が耐性を上まわった場合を死亡として、東京湾における現状での卵死亡率の増分は 15%と推定した。また、ダイオキシン曝露がない場合の卵死亡率は 10%程度と推定された。これらの結果を基に、ダイオキシン曝露が卵死亡率のみを上昇させるとの仮定の下で、年齢構成行列モデルを用いて 10 年後のカワウコロニー個体数のシミュレーションを行った。その結果、10 年後に個体数が 20%減少するリスクは、ダイオキシン曝露のない場合と比較して、現在の曝露レベルの場合は約 5 倍高くなると推定された。現在のダイオキシン曝露レベルにおけるカワウのリスクは小さいので絶滅リスクとしては評価できなかった。しかし、このような手法の導入により残留性化学物質による生態リスク評価を理解しやすい形で行えることが示された。

謝 辞

ここで紹介したのは、科学技術振興事業団戦略的基礎研究推進事業の支援を受けた「環境影響と効用の比較評価に基づいた化学物質の管理原則 (代表者: 中西準子)」プロジェクト (1996 ~ 2000 年度) の中で行われた研究、および、その後の展開の成果である。

-
- 1) Sakurai, T: Origin estimation of dioxins in Japanese environment using multivariate methods, *Proc. of the 1st International Workshop on Risk Evaluation and Management of Chemicals*, 59-66 (1998)
 - 2) Masunaga, S., T. Takasuga & J. Nakanishi: Dioxin and dioxin-like PCB impurities in some Japanese agrochemical formulations. *Chemosphere* **44** [4] 873-885 (2001)
 - 3) Ogura, I., Masunaga, S. and Nakanishi, J.: Atmospheric deposition of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in the Kanto Region, Japan. *Chemosphere* **44** [6] 1473-1487 (2001).
 - 4) Masunaga, S., Yao, Y., Ogura, I., Nakai, S., Kanai, Y., Yamamuro, M., Nakanishi, J.: Identifying sources and mass balance of dioxin pollution in Lake Shinji Basin, Japan. *Environ. Sci. Technol.* **35** [10] 1967-1973 (2001)
 - 5) 益永茂樹、姚元、高田秀重、桜井健郎、中西準子: 東京湾のダイオキシン汚染: 組成と汚染源推定、*地球化学* **35** [4] 159-168 (2001)
 - 6) Yoshida, K., Ikeda, S., Nakanishi, J.: Assessment of Human Health Risk of Dioxins in Japan, *Chemosphere* **40**, 177-185 (2000)
 - 7) Kishimoto, A., Oka, T., Yoshida, K., Nakanishi, J.: Cost Effectiveness of Reducing Dioxin Emissions from Municipal Solid Waste Incinerators in Japan, *Environ. Sci. Technol.* **35**[14] 2861-2866 (2001)
 - 8) Murata, M., Iseki, N., Masunaga, S., Nakanishi, J.: Estimation of effect of dioxins on wildlife population - a case study of common cormorant population-, *Proc. of the 4th International Workshop on Risk Evaluation and Management of Chemicals*, pp. 147-162, Yokohama (2001)
 - 9) Murata, M., Masunaga, S., Nakanishi, J.: Ecological risk assessment of dioxins on common cormorant populations, *SETAC/Asia-Pacific Symposium 2001 Abstract Book* p. 56,

Kanazawa, Japan, (2001)

- ¹⁰⁾ Powell, D.C., Aulerich R. J., Meadows, J.C., Tillitt D.E., Kelly M.E., Stromborg, K.L., Melancon M.J., Fitzgerald, S.D., Bursian, S. J.: Effects of 3,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl and 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin injected into the yolks of double-crested cormorant (*Phalacrocorax auritus*) eggs prior to incubation, *Environ. Toxicol. Chem.* **17**, 2035-2040 (1998)