

## 助成年度：平成2年度

[所属] 愛媛大学農学部

[役職] 助教授

[氏名] 代表者 田辺 信介 (他計7名)

[課題]

## 五大湖における鳥類の形態異常と環境汚染物質の蓄積に関する生態毒性的研究

[内容]

要約

北米大陸の五大湖では、水鳥類に様々な異常が発生しており、有害物質による汚染の影響が懸念されている。とくに史上最強の人工有機毒物として知られるダイオキシン (PCDD) とその関連化合物コプラナ PCB、ダイベンゾフラン (PCDF) は、異常の原因物質として疑われており、汚染の実態把握と毒性影響の解明が重要な課題となっている。そこで、本研究では、五大湖産鳥類に残留する有害物質の化学分析を実施し、異常との関連性を明らかにするとともに、化学発癌や催奇と関わりの深い薬物代謝酵素系の生化学分析を行ない、有機塩素系の環境汚染物質による毒性発現の機序解明も試みた。

疫学調査の結果によるとミシガン湖の Green Bay で採取したミミヒメウの卵およびヒューロン湖の Saginaw Bay で採取したオニアジサシの卵に高率の異常が認められ、生存奇形 (生存胚で奇形の認められた卵) の発生率はそれぞれ 10% および 26% であった。

卵の残留分析を試みたところ、これらの試料からおよそ 80 種の有機塩素化合物が検出された。なかでも殺虫剤の DDT 化合物と工業用材料として使用された PCB の汚染が最も顕在化しており、五大湖が世界でも有数の環境汚染地帯であることをあらためて確認できた。さらに、コプラナ PCB、PCDD、PCDF などの強毒性有機塩素化合物の分析結果では、オルソ位に一つ塩素原子の置換したモノオルソコプラナ PCB が最も高い濃度で検出され、ついでオルソ位に塩素原子の置換していないノンオルソコプラナ PCB の蓄積が認められた。検出された PCDD と PCDF の異性体は、いずれも 2, 3, 7, 8-位に塩素原子が置換した毒性の強い成分であった。

この種の有機塩素化合物の毒性を総合的に評価するため、毒性影響指標として多用されている 2, 3, 7, 8- $T_4$ CDD (四塩素化ダイオキシン) 換算の毒性値 (TEQ) を計算したところ、汚染地域として知られる Green Bay と Saginaw Bay で最も高い TEQ 値が得られ、その 90% 以上を 3, 3', 4, 4', 5- $P_5$ CB と 2, 3, 3', 4, 4' - $P_5$ CB が占めた。さらにミミヒメウの卵について毒性値の地域比較を試みたところ、死亡卵・死亡奇形および未発生卵の出現率と総ダイオキシンの TEQ 値との間に関連性が認められた。また同様な関係は、コプラナ PCB の TEQ 値と生存奇形との間でも観察された。しかしその他の有機塩素化合物と異常発生率との間には、明瞭な関係は認められなかった。このことより五大湖産鳥類の異常には、強毒性の有機塩素化合物が深く関わっていること、とくにコプラナ PCB が影響の主役を担っていることなどが推察された。

次に、Saginaw Bay で採取した産卵時期の異なるオニアジサシの卵について有機塩素化合物の残留濃度を比較したところ、遅産の卵は明らかな高濃度残留を示した。またこれらの卵に残留する強毒性有機塩素化合物の TEQ 値を計算したところ、産卵時期の遅い卵が速いものに比べ二倍以上の高値を示し、五大湖に渡ってきた親鳥は、急速に有害物質を蓄積していることが窺われた。疫学調査の結果では、産卵時期の遅い卵ほど異常発生率の高いことがわかっており、ここでも強毒性有機塩素化合物の残留と異常発生との間に因果関係のあることが示唆された。

ところでダイオキシンやコプラナ PCB は、強力な薬物代謝酵素誘導剤であることが知られている。この種

の有機塩素化合物によって誘導された酵素系は、様々な物質を代謝活性化し、これが癌や奇形、生殖機能や免疫機能の異常に結びつくと言われている。そこでミミヒメウとセグロカモメの成鳥について肝臓中の薬物代謝酵素 EROD (7-ethoxyresorufinO-deethylase) の活性を測定し、コプラナ PCB の残留濃度との関連性を調べた。その結果汚染地域のミミヒメウは残留量・酵素活性ともに経時的な増大傾向を示し、薬物代謝酵素の誘導が疑われたが、非汚染地域の個体では変化が認められなかった。このことは、有害物質による薬物代謝酵素の誘導が、異常発生の引き金になっていることを示唆している。一方セグロカモメでは、汚染地域・非汚染地域ともに有意な変動は観察されなかった。ミミヒメウに比べセグロカモメは有害物質の毒性に対して鈍感なことが知られており、こうした知見を考慮すると鳥種による感受性の違いは、薬物代謝酵素系の誘導の有無と関わりをもつことが推察される。このことは、自然生態系に対する化学物質の安全性を考える上で重要な示唆を与えており、多様な酵素系について誘導の有無を確かめる研究が新たな課題となった。

以上の研究により、1) 五大湖産魚食性鳥類の異常に、強毒性の有機塩素化合物、とくにコプラナ PCB が深い関わりをもつこと、2) 強毒性物質による薬物代謝酵素系の誘導が異常発現の引き金になっていること、3) 薬物代謝酵素系の誘導の有無が、有害物質に対する鳥種の感受性の違いに関与していること、などを明らかにすることができた。

本研究は、有害物質の蓄積、薬物代謝酵素の誘導そして異常発生の間に介在する毒作用の機序解明を、野生生物ではじめて試みたものであるが、得られた成果は、化学物質の長期複合毒性の理解に手がかりを与えたばかりでなく、生態影響評価の新しい指針としての活用も期待できる。