

- (研究題目) バイカル湖の化学汚染とそのアザラシへの蓄積および影響に関する環境化学的研究 (Environmental Chemistry and Toxicology of Hazardous Chemicals in the Lake Baikal and Its Biota Including Seal)
- (研究者)
代表研究者 田辺信介: 愛媛大学農学部生物環境保全学講座 助教授
Shinsuke Tanabe: Faculty of Agriculture, Ehime University
協同研究者 宮崎信之: 東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター 教授
Nobuyuki Miyazaki: Ocean Research Institute, The University of Tokyo
島田 力: 大阪府立公衆衛生研究所薬事事業部 主任研究員
Tsutomu Shimada: Osaka Prefectural Institute of Public Health
源 宣之: 岐阜大学農学部獣医学科 助教授
Nobuyuki Minamoyo: Faculty of Agriculture, Gifu University
ミカエル・グラチョフ: シベリア湖沼学研究所 所長
Michael A. Grachev: Siberian Division, Limnological Institute

Abstract

Persistent toxic organochlorines were determined in various environmental media and biota from the Lake Baikal, Siberia. Considerable and significantly high concentrations of these contaminants were found in seals, while those levels in air, water and sediments were low. Extensive lactational transfer and low degradation capacity in seals are attributed for this specific accumulation.

1. 研究目的

世界最深の淡水湖として知られる東シベリアのバイカル湖は、「進化の博物館」と呼ばれ、固有な生物が 1,000種類を越えるなど分類学、遺伝学、形態学をはじめ様々な自然科学の学問領域にとって貴重な研究対象域となっている。ところが最近集水域の開発や産業活動の進展にともなって環境汚染が深刻化し、生態系の攪乱や生物種の消滅が懸念されはじめている。例えば、1987年にはウイルス感染により約 8,000頭のアザラシが死滅し、北海や地中海で発生した海棲哺乳類の大量死事件と同じように、PCB など有機塩素系有害物質の影響が疑われている。また地域的な問題ばかりでなく、地球規模で広がりをもせる汚染の影響も心配されており、グローバルな視点での学際的研究が望まれている。

そこで本研究では、有機塩素化合物によるバイカル湖の汚染とくにアザラシへの蓄積と影響について明らかにすることを計画し、1992年および1993年に現地調査を実施した。具体的には、大気、水、土壌・堆積物、生物などを供試材料にしてバイカル湖の汚染の実態を把握し、地球汚染に果たす東シベリアの役割と影響について考えるとともに、バイカルアザラシ (*Phoca sibirica*) による有害物質の蓄積と生物濃縮の態様およびその毒性影響の可能性などについて研究を展開した。

2. 研究経過および成果

バイカル湖の中南部を中心に、大気試料6点、表面水試料16点、堆積物6点のほか、イルクーツク周辺の農耕地土壌4点を採集した。同時にバイカルアザラシ 109頭を捕獲し、調査船上で詳細な解剖を行ない、化学分析に必要な臓器・組織を採取した。また、魚介類等アザラシの餌生物も入手した。有害物質の化学分析および薬物代謝酵素の生化学分析は既法に従った。なおアザラシの年齢は、歯を用いて同定した。

2-1. 大気、水、堆積物および土壌の汚染

化学分析の結果、バイカル湖の全ての試料から有機塩素化合物が検出され、この種の物質による汚染がロシアの内陸部にまで広がっていることを明らかにできた。大気や水試料では、HCH（BHC：ヘキサクロロシクロヘキサン）異性体やHCB（ヘキサクロロベンゼン）の濃度が高く、DDT化合物、CHL（クロルデン）化合物、PCB（ポリクロロビフェニール）の残留濃度は相対的に低い値を示した。また、湖の表層堆積物にもこの種の物質の残留が認められ、粒子との親和性が高いDDTやPCBの汚染が顕在化していた。一般に有機塩素化合物による汚染は、最大の流入河川、セレンガ川河口および南部水域で進んでおり、湖の南側を中心とした集水域で今なおこの種の物質を使用していることが示唆された。事実、湖周辺の農耕地土壌からは、使用を裏付ける高い濃度のHCH、DDTおよびPCBが検出された。しかし、本研究の結果を熱帯や温帯域の分析データと比較するとその濃度レベルは低く、地球規模の汚染を考えた場合、東シベリアの影響は比較的小さいものと推察された。

2-2. アザラシの汚染

水汚染の現状に反し、バイカルアザラシから検出された有機塩素化合物の濃度は高く、北ヨーロッパや北米など汚染地域のアザラシに匹敵するほどの高濃度残留が認められた。一般にPCBやDDTの毒性が発現する残留濃度はおよそ50ppmとされているが、分析に供したバイカルアザラシの中にはこの値を越えるもののがかなりあり、ウイルス感染による大量死事件にこれらの物質が関与したことを暗示している。また成熟個体では有機塩素化合物の残留濃度に明瞭な雌雄差が認められ、授乳による多量の有害物質の母子間移行が示唆された。さらに有機塩素化合物の残留組成からバイカルアザラシの有害物質分解能を推定したところ、本種は海棲哺乳動物よりやや強い能力をもつがヒトなど陸上の哺乳動物と比べると明らかに弱いことがわかった。こうした結果は、たとえ陸上での化学物質の使用が規制され環境中の濃度レベルが低減しても、アザラシに蓄積している有害物質の大半はほとんど分解されないまま次世代へ移行するため、その体内濃度の減少には相当の時間がかかることを意味している。

ところでバイカルアザラシの新鮮な肝臓を用いてチトクローム P-450薬物代謝酵素系の活性を測定したところ、海棲のアザラシより数倍～数十倍高い値が得られ有害物質による誘導が示唆された。化学物質による薬物代謝酵素系の誘導は毒性発現の引き金となることが指摘されているため、本研究で測定した有機塩素化合物と酵素活性との間の関係を調べたが、有意な相関は得られなかった。バイカルアザラシで認められた高い薬物代謝酵素活性は、既存の有機塩素化合物よりさらに毒性の強い化学物質に原因があると考えられたため、ダイオキシンやコブラナPCBの分析を試みた。その結果、パルプ漂白により生成するダイオキシンおよびその関連化合物の残留が認められ、湖南部にある製紙工場を中心に強毒性物質の分布と挙動を明らかにする研究が必要となった。

2.3. 結論

有機塩素化合物による地球規模の汚染を考えた場合、バイカル湖は寒帯域の一汚染源として機能しているものの、熱帯地域からの汚染負荷に比べればその影響は小さい。有機塩素化合物の汚染に関して田ソ連型社会主義の弊害がみられるとすれば、それはアザラシの汚染に集約されよう。つまり有害物質によるバイカル湖汚染の問題点は、水の濃度は低くても、アザラシに異常な蓄積が認められることにある。こうした蓄積は、授乳による世代を越えた多量の有害物質の移行と弱い分解能力が原因と考えられ、汚染の長期化は避けられないといえよう。バイカル湖の汚染で気がかりなことは、強毒性物質の残留が示唆されたことで、その環境調査が新たな課題となった。

3. 発表論文リスト

著書

1. 田辺信介 (1994): 有機塩素化合物によるバイカル湖の汚染, 「バイカル湖」, 森野浩・宮崎信之編, 東京大学出版会, 東京, pp.247-257.

学術論文

1. 田辺信介・岩田久人・中田晴彦・天野雅男・宮崎信之・E.Petrov・M.Grachev (1994) : 有機塩素化合物によるバイカル湖の汚染, バイカル湖における動物群集と進化系統学、環境変動の研究, 1992年、1993年度文部省科学研究費補助金(国際学術研究)研究成果報告書, 1994年3月, pp.42-54.
2. Iwata,H., Tanabe,S., Ueda,K. and Tatsukawa,R. (1994): Persistent organo-chlorine residues in air, water, sediments and soils from the Lake Baikal region, Russia. *Environ. Sci. Technol.*, in press.

講演発表

1. Ichihashi, H. and Tanabe, S.: Organochlorines and heavy metals in freshwater seals in the Lake Baikal. International Symposium on Conservation of River Dolphins -Environmental Pollution Perspectives-, Feb. 10-11, 1993, Matsuyama, Ehime, Japan, Abstract, p.19.
2. 岩田久人・田辺信介・上田浩三・立川 涼・M. Grachev: 有機塩素化合物によるバイカル湖の大気・水・堆積物汚染, 1993年4月, 東京, 平成5年度日本水産学会春季大会講演要旨集, p.67.
3. 中田晴彦・田辺信介・立川 涼・宮崎信之・E. Petrov・M. Grachev: 淡水棲鰐脚類バイカルアザラシの有機塩素化合物蓄積, 1993年4月, 東京, 平成5年度日本水産学会春季大会講演要旨集, p.68.
4. 岩田久人・田辺信介・上田浩三・立川 涼: 有機塩素化合物によるバイカル湖の汚染 (I) 大気・水・堆積物・土壌における動態, 1993年6月, 東京, 第二回環境化学討論会講演要旨集, pp.454-455.
5. 田辺信介・中田晴彦・立川 涼・宮崎信之・天野雅男・M. Grachev: 有機塩素化合物によるバイカル湖の汚染 (II) バイカルアザラシの蓄積特性, 1993年6月, 東京, 第二回環境化学討論会講演要旨集, pp.456-457.
6. 中田晴彦・田辺信介・立川 涼・島田 力・天野雅男・宮崎信之・E. Petrov・M. Grachev: 有機塩素化合物の残留組成と肝ミクロソーム酵素活性からみたバイカルアザラシの薬物代謝機能, 平成6年4月, 東京, 平成6年度日本水産学会春季大会講演要旨集, p.306.
7. Iwata, H., Tanabe, S., Nakata, H., Tatsukawa, R., Amano, M., Miyazaki, N. and Petrov, E.: Persistent organochlorine residues in Lake Baikal. International Symposium on Baikal as Natural Laboratory for Global Change, May 11-17, 1994, Irkutsk, Russia, Abstract Vol.3, p.35.
8. 中田晴彦・田辺信介・立川 涼・島田 力・山崎浩史・天野雅男・宮崎信之・E. Petrov・M. Grachev: 淡水棲鰐脚類バイカルアザラシにおける有機塩素化合物の蓄積と薬物代謝機能, 平成6年6月, 大阪, 第3回環境化学討論会講演要旨集, 環境化学, 4 (2), 568-569.
9. 田辺信介: 有害物質によるバイカルアザラシの汚染, 第31回日産科学振興財団研究成果発表会「水に棲む生きものと環境」, 平成6年7月, 北九州市, 講演予稿集, pp.10-11.