

2013年1月9日発表

## IPEN-BRI 報告書概要

# 「世界の水銀ホットスポット」

世界の魚と地域の水銀監視プロジェクト  
IPEN 及び生物多様性研究所

### はじめに

IPEN と生物多様性研究所 (BRI) は、人々の強い関心と、国連環境計画 (UNEP) による十年以上の間をおいた久しぶりの国際的な条約である水銀条約の政府交渉 - に対応して、世界の水銀調査を実施するために協力している。この協力は、世界をベースに新たなそして標準化した水銀濃度をまとめるための貴重な機会を提供するものである。

*世界の魚と地域の水銀監視プロジェクトは、世界の生物学的水銀ホットスポット<sup>1</sup>を特定するためにひとつの共同の取り組みとして実施された初めてのものである。これらのホットスポットは人の集団と彼等が依存する生態系に対して特別の関心をもたらすものである。*

水銀は様々な形態で存在するが、有機水銀であるメチル水銀は、体に吸収されやすく、脳のような場所に蓄積するので、人と野生生物に対して特に有毒である。人々は主に魚を食べてメチル水銀に曝露する。多くの国家又は国際保健機関は、魚に含まれる水銀は人の健康、くらし、及び環境への脅威として認めている。しかし、特に発展途上国及び移行経済国におけるこれらの機関は、魚の水銀レベルと他リスクある食物について限定された情報しか持たないか、あるいはほとんど持っていない。IPEN と BRI の協力はこれらのデータのギャップを埋めるために始められた。

この調査は、下記の目標を達成するために魚と人からのサンプル中の水銀濃度に関する新たなデータを収集した。

1. 世界の水銀汚染に関する一般大衆、政策決定者、及び人の健康評価に関わるコミュニティの意識の向上を図ること
2. 世界中の生物学的水銀ホットスポットを特定し特性化すること
3. 提案されている条約がこれらのホットスポットで水銀汚染にどのように影響を及ぼすかについて探求すること

### 水銀とメチル水銀の毒性

高いレベルの水銀への曝露は、脳と腎臓を永久的に損傷する。有害影響はまた、母親から発達中の胎児に伝えられ、脳の障害、精神的遅延、失明、脳卒中、及び言語障害をもたらす可能性がある<sup>2</sup>。水銀とメチル水銀の様々な濃度による有害影響の程度について不確実性があるが、米環境保護局 (USEPA)、世界保健機関、及び欧州委員会を含む複数の機関により確立された魚の摂取及び人の毛髪中の水銀濃度のためのガイドラインがある。

<sup>1</sup> 生物学的水銀ホットスポットは、生理的、行動的又は生殖的理由で安全レベルを超える生物的水銀濃度を持つものとして特定される。それは必ずしも他より高いレベルの水銀堆積又は投入場所であることを示すものではない。これはある生態系は他よりも水銀の投入に対してより感受性が高いことがあるからである。

<sup>2</sup> <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=113&tid=24>

## プロジェクトの範囲

世界の魚と地域の水銀監視プロジェクトでは、標的とされた水銀汚染が高いことが知られている又は疑いがある地域に住む又は働く人々のコミュニティから魚と人の毛髪サンプルをIPEN参加組織が収集した。BRIは、サンプルの選択と輸送を計画し、米国メイン州ゴーハムで全自動水銀分析装置（DMA）を用いてサンプルを分析した。この報告書では、水銀濃度は14カ国と国連の各地域からのBRIとIPENの科学者らにより判断された（図1）。

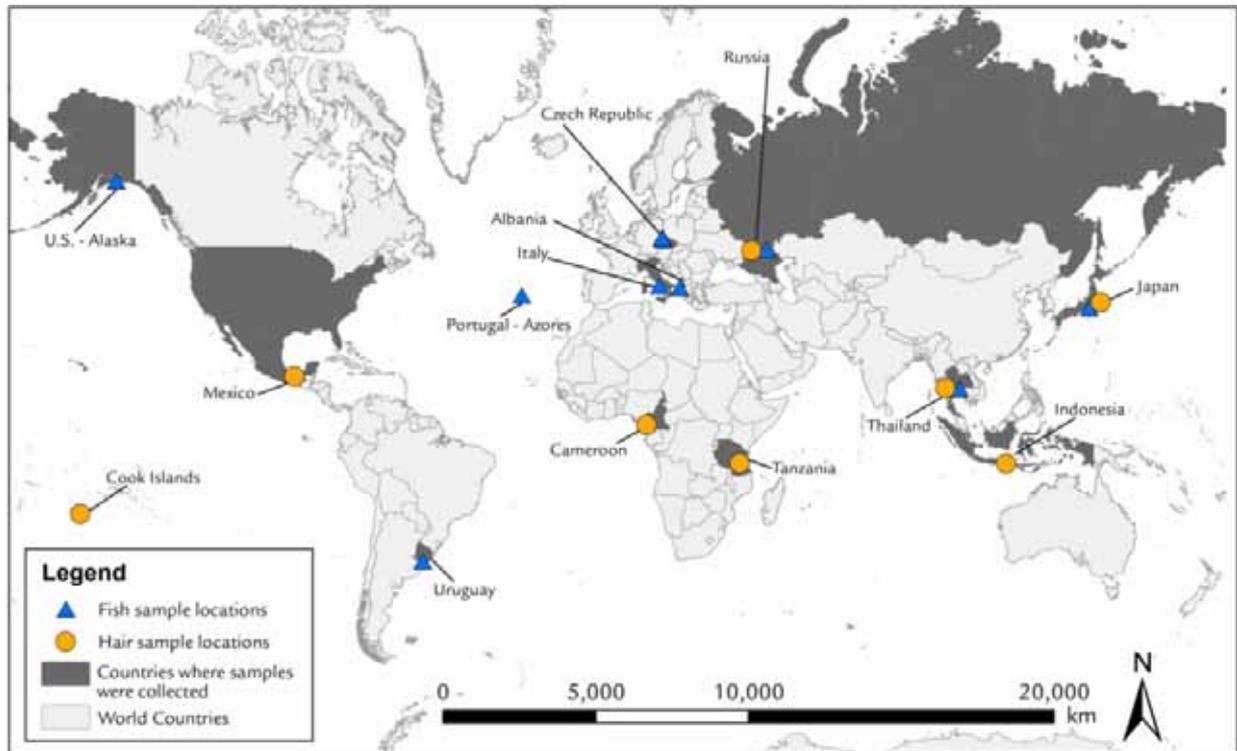


図1 魚とヒト毛髪中の水銀の世界の採取場所

## 世界の生物学的水銀ホットスポットの魚の水銀

- 表1は、汚染サイト、塩素アルカリ施設、及び石炭火力発電所という3種の共通の水銀汚染源を代表する9か所の魚の水銀濃度を示す。主に非点源、又は世界的な堆積に主に関連しているように見える場所もまた、特定された。9カ国のそれぞれは、月間のメチル水銀摂取ガイドラインの0.22ppmを超える魚を高い比率で含んでいた<sup>3</sup>。米EPAの60kg（132ポンド）の人の参照用量に基づけば、月間の摂取は1種類の魚肉170グラム（6オンス）だけとすべきである。我々の発見は、サンプルとされた魚の43～100%が、月に1種類以上の魚肉を摂取するための勧告値を超えた。日本とウルグアイの近海で取れた魚の水銀濃度は非常に高いので、米EPAのガイドラインによれば、食べないことが推奨される。世界保健機関と欧州委員会は水銀濃度が1.0ppm以上の魚の市場での販売は推奨していないが、日本とウルグアイからのサンプルはこの値を超えている。

<sup>3</sup> United States Environmental Protection Agency [USEPA]. 2001. Water quality for the protection of human health: methylmercury. EPA-823-R-01-001, USEPA, Office of Science and Technology, Office of Water, Washington, D.C. 20460.

表1 9か国で摂取される魚（サンプル数108）の水銀濃度

国	潜在的な水銀汚染源	サンプル数	魚種	水銀 (ppm ww) *	EPAガイドライン (0.22 ppm) 超のサンプル割合
アルバニア	汚染サイト	14	タラ及びヒメジ	0.29 +/- 0.23	50%
チェコ共和国	塩素アルカリ施設	16	淡水ブリーム/コイ	0.43 +/- 0.34	88%
イタリア	世界的な堆積	6	ピンチョウマグロ	0.91 +/- 0.35	100%
日本	世界的な堆積	9	クロマグロ	1.12 +/- 0.24	100%
ポルトガル (アゾレス諸島)	世界的な堆積	2	クロタチウオ	0.75 +/- 0.04	100%
ロシア	塩素アルカリ施設	30	ナマズ, パーチ, コイ	0.44 +/- 0.16	97%
タイ	石炭火力発電所 製紙工場	20	ライギョ	0.34 +/- 0.11	85%
ウルガイ	世界的な堆積	4	メカジキ	1.31 +/- 0.16	100%
アメリカ (アラスカ)	世界的な堆積	7	オヒョウ	0.37 +/- 0.48	43%

\*注：水銀濃度は、湿重量 (ww) ベースで、ppm 又は等価の  $\mu\text{g/g}$  で与えられる。

\*\*注：米 EPA の参照用量 (RfD) は、1 日体重 g 当りメチル水銀 0.0001  $\mu\text{g}$  である。

### 世界の生物学的水銀ホットスポットの毛髪中の水銀

表 2 は、世界的な堆積、及び 3 種の点源、すなわち人力小規模金採鉱 (ASGM)、石炭火力発電所と製紙工場、及び塩素アルカリ製造、石油精製、廃棄物焼却、セメント製造、その他の潜在的な水銀汚染源を含む複合産業サイトからの放出による水銀源を代表する 8 か国からのヒトの毛髪中の水銀を示す。8 か国全ての人々の 82% 以上が、米 EPA の参照用量 (RfD) レベルである 1.0 ppm<sup>4</sup> を超える水銀濃度であった。インドネシアの ASGM サイトでは、20 人の内 19 人が RfD を超える水銀濃度であった。日本では東京地域の 19 人中 18 人が RfD を超える水銀濃度であった。タイでは、20 人全員が RfD を超えていた。

表 2. 8 か国のヒトの毛髪 (サンプル数 150) の水銀濃度

国	潜在的な水銀源	サンプル数	水銀濃度 (ppm, fw) *	EPA参照用量* (1.0ppm) 超のサンプル割合
カメルーン	複合：セメント、焼却、その他	17	1.9 +/- 1.1**	76%
クック諸島	世界的堆積	9	3.3 +/- 1.4	89%
インドネシア	人力小規模金採鉱	20	4.3 +/- 3.3	95%
日本	世界的堆積	19	2.7 +/- 1.9	95%
メキシコ	複合：石油ガス精製、塩素アルカリ施設、焼却	22	1.8 +/- 1.1	73%

<sup>4</sup> United States Environmental Protection Agency [USEPA]. 1997. Mercury study report to Congress, Volume IV, An assessment of exposure to mercury in the United States, EPA-452/R-97-006

ロシア	塩素アルカリ施設	28	1.9+/- 1.5	67%
タンザニア	人力小規模金採鉱	15	18.3 +/- 60.4	67%
タイ	石炭火力発電所、製紙工場	20	4.6 +/- 2.7	100%

\*注：水銀濃度は、式量（fw）ベースで、ppm 又は等価の  $\mu\text{g/g}$  で与えられる。

\*\*注：カメルーンからの2つの毛髪サンプルは非常に高く、アウト라이어（外れ値）であるとみなされる。それらは 542 ppm 及び 546 である。

## 主要な発見

- **水銀汚染の程度は、世界中の海水と淡水の生態系のどこにでも見られる。水銀汚染のレベルとその影響は、関連する汚染源と生態系の水銀への感受性のために、様々であるように見える。**
- **生物学的水銀ホットスポットは、世界的に共通であり、複数点源タイプからの大気、陸地、水への人間活動に由来する水銀排出に関連しているといえる。**それらは、塩素アルカリ施設、汚染サイト、石炭火力発電所、人力小規模金採鉱、複合化学産業サイト、その他の排出源を含みます。世界的な堆積は、鉄及び非鉄金属製造施設、鉱石処理施設、焼却炉、セメントプラント、及び化学品製造施設などの複合排出源に由来する。石炭焼却は、水銀の大気排出とそれによる世界的な堆積に寄与している。
- **世界中からの魚のサンプルはいつも、水銀濃度が米EPA参照用量に基づく人の健康助言ガイドラインを超えていることを示している。**その調査で9か国からの43～100%の魚のサンプルがひとつの魚の肉170グラム（6オンス）という魚の安全摂取量を超えた。これらのサンプルに対応する水銀汚染タイプは、塩素アルカリ施設（チェコ共和国、ロシア）、汚染サイト（アルバニア）、石炭火力発電所（タイ）及び世界的堆積（イタリア、日本、ポルトガル - アゾレス諸島、アメリカ - アラスカ、及びウルグアイ）
- **世界中からのヒト毛髪のサンプルはいつも、水銀濃度が米EPA参照用量に基づく人の健康助言ガイドラインを超えていることを示している。**カメルーン、クック諸島、インドネシア、日本、メキシコ、ロシア、タンザニア、及びタイからの毛髪サンプルの82%以上は、1.0ppmという米EPAのRfDレベルを超えた。インドネシアでは、ASGMサイトの近くでサンプルが収集されたが、一方日本は、19人中18人がRfDレベルを超えており、タイでは石炭火力発電所と製紙工場を含む産業地域の近くで、20人全てが米EPAのRfDレベルを超えた。これらのサンプルに対応する排出源は、人力小規模金採鉱（インドネシア、タンザニア）、塩素アルカリ製造、石油精製、廃棄物焼却、セメント製造、及びその他の潜在的な水銀点源を含む複合化学産業（カメルーン、メキシコ）、世界的堆積（クック諸島、日本）、塩素アルカリ施設（ロシア）、及び石炭火力発電所と製紙工場（タイ）を含む。

## 報告書原文：

<http://ipen.org/hgmonitoring/pdfs/ipen-bri-report-global-hg-hostspots-2013-01-09.pdf>

**BRI について：**生物多様性研究所の使命は、共同研究を通じて新たに出現する野生生物と生態系への脅威を評価し、環境的意識の向上を図り、政策決定者に情報を提供するために、科学的発見を活用することである。 [www.briloon.org](http://www.briloon.org)

**IPEN について：**IPEN は、世界中の人々の健康と環境を守る安全な化学物質政策と実践を確立し実施するために活動する指導的な世界的な組織である。IPEN の世界的なネットワークは、116 か国にある国際的な政策の場及びは点途上国における現場で活動する 700 以上の公益団体から構成される。 [www.ipen.org](http://www.ipen.org)