

水銀等の長距離輸送モデルに関する検討結果（中間とりまとめ）

1. 水銀モデルの基本構成

1.1 モデル化の基本的考え方

水銀の輸送モデルに関しては、特に大気輸送モデルを中心に研究が行われてきた。長距離輸送に関して大気輸送の寄与はおそらく大きいと考えられるとともに、同時に海洋等の地表面との分配・交換が顕著であると見積もられており（参考図1）、多媒体としての取り扱いを検討する価値があると考えられる。

本調査での検討においては、これまで POPs 等の動態に関して検討してきた多媒体動態モデルを基礎として、新たに水銀動態に関する定式化を導入した新たな多媒体モデルとしての開発を行う。

1.2 モデル化の概要

大気中では3形態（ $\text{Hg}(0)$ 、 $\text{Hg}(p)$ 、 Hg^{2+} ）、他の媒体ではメチル水銀を含む3形態（ $\text{Hg}(0)$ 、 Hg^{2+} 、 MeHg ）を考慮し、それぞれの間の形態変化を考慮する（図1）。この形態変化を、媒体内外の輸送・分配を定式化する多媒体輸送モデル（G-CIEMS）のプロセスとして追加し、形態変化と動態過程を記述する（図2）。

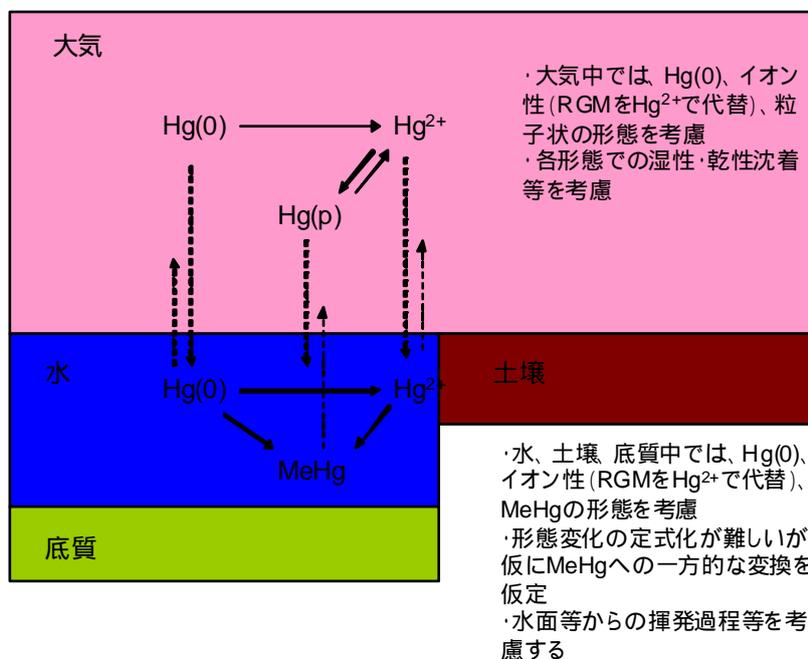


図1 各媒体における水銀動態プロセス定式化の概要

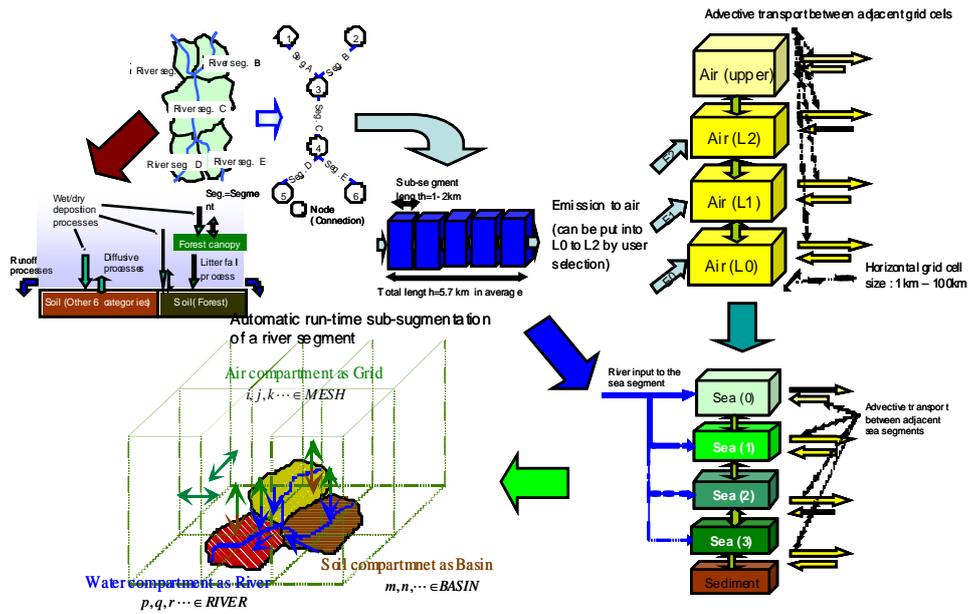


図2 多媒体動態モデル (G-CIEMS モデル) の基本構造

1.3 計算領域

全球を分解能 2.5 度の分解能において予備的計算を行った。排出量は世界合計 2600 トン / 年を各 2.5 度区分地域の人口密度で仮配分した値を用いた。

2. 検討結果の概要

2.1 排出量および大気濃度の試行的計算の結果

人口分布で仮配分した排出量の試行的推定結果を図 3 に、この排出量に基づく大気濃度の計算結果を図 4 に示す。

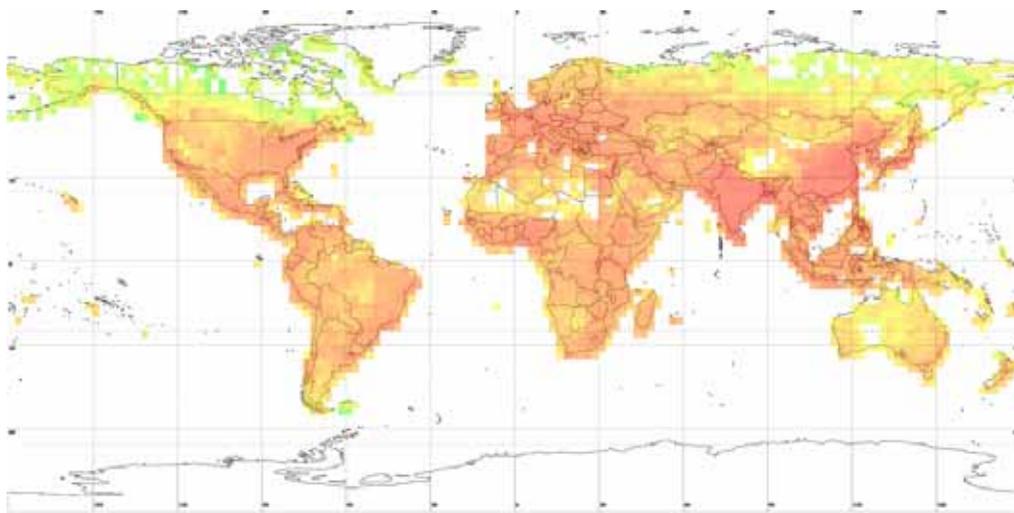


図3 水銀排出量の人口分布による仮配分の結果

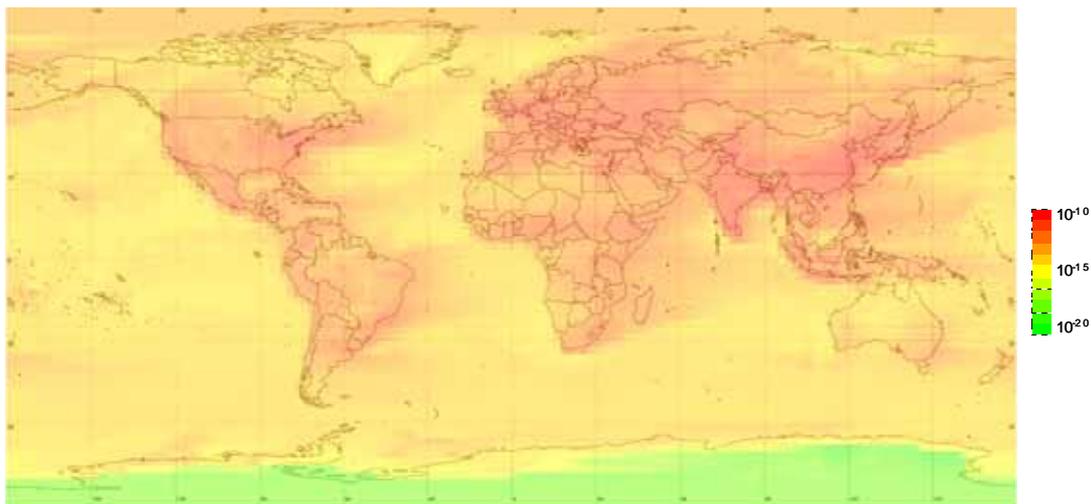


図4 大気中水銀（ガス状 Hg^0 ）濃度の試行計算の結果

2.2 本調査における観測結果との予備的検証

辺戸岬を含むメッシュの計算結果を表1に示す。

現時点での観測値に対して、およそ2倍以内の範囲であり、今後の検討が必須であるが、現時点で一定の蓋然性を持つ予測の可能性を示すものと考えられる。また、既に議論されているところではあるが、大気-水分配の大きな違いのため、 Hg^0 形態の1/1000に過ぎない Hg^{2+} （観測値のRGMに相当）の沈着過程が大気からの水銀除去の主要プロセスであり、この化学形態分析の必要性が改めて明らかである。

表1 辺戸岬を含む大気メッシュ内の計算結果

	Hg^0 (ng/m^3)	Hg^{2+} (pg/m^3)	$Hg(p)$ (pg/m^3)	Total (ng/m^3)
濃度	1.1	0.83	1.1	1.1

3. 今後の計画

現時点では、全球レベルでの予備的計算の結果が得られ、辺戸岬での観測値と大きな矛盾はないことが示された。今後の検討においては、

- ・ 広域の排出推定に関する既存データの調査、導入の継続
- ・ 観測値とのより詳細な検証
- ・ 水域などを含めた検証データの収集、モデル開発への反映
- ・ これらの結果を踏まえてモデル計算手法の検討を進め、UNEP アセスメントなどで取りまとめられてきた媒体間分配状況（参考図1）のモデルによる再現・予測をまず目標とする。

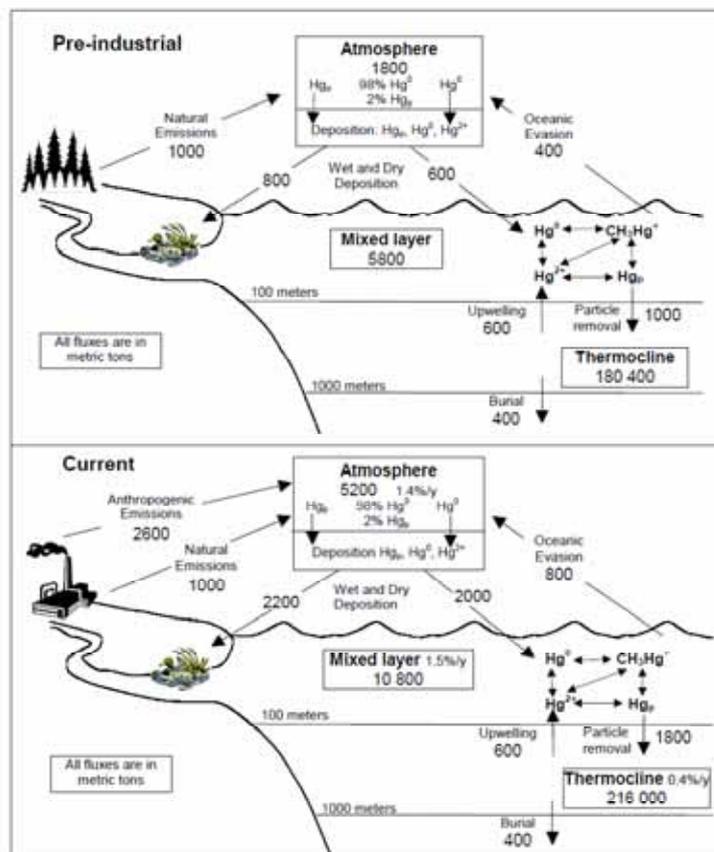


Figure 6.3 Comparison of estimated pre-industrial and current mercury budgets and fluxes. All fluxes (arrows) and pools (in frames) in metric tons (adapted from Lamborg et al. (2002); the original authors note that the cycle is seen as unsteady.)

参考図 1 UNEP グローバルアセスメントにおける水銀動態の推定