

環境中長距離輸送モデルの検討計画（案）

検討の背景と目的

環境中で残留性を有する物質のうち、常温で一定の蒸気圧を有する物質（中揮発性物質）は長距離輸送の可能性と、その結果として例えば生物への移行・濃縮の可能性が懸念される。

有機化合物の中でこの種の性質を持つ一群の物質については既に、残留性有機汚染物質（POPs）に関するストックホルム条約他の枠組みにおいて国際的な取り組みが開始されており、この中で対象物質の長距離移動特性は主要な関心の一つである。

一方、例えば水銀など一部の有害金属は POPs 等と類似の長距離移動・生物濃縮の特性を有することが考えられ、また、他の金属元素についても、例えばエアロゾルの輸送に伴う長距離移動の可能性が考えられる。国際協調としての有害金属対策においては、環境中での長距離輸送の可能性について検討することが必要である。

本検討では、このような背景を踏まえ、まず水銀を主な対象として、有害金属の環境中長距離輸送モデルの検討を行う。

既往の研究と課題

水銀については、大気輸送モデルとしての検討が過去に行われてきている。

地球規模での水銀の長距離輸送の経路は主に大気経由であるとされているが、大気中の水銀が地表に沈着・移行することにより、発生源近傍や地域規模の汚染から遠隔地での人及び生態系への汚染に至ると考えられ大気と水圏の間の動態も重要である。

水銀には多くの化学形態が存在し、元素状 Hg^0 、イオン性 Hg^{2+} 、粒子状の $\text{Hg}(p)$ 、 MeHg など有機水銀等の形態が知られている。例えば大気中では、イオン性（反応性ガス態）水銀（ Hg^{2+} ）は大気中の存在形態の主要な成分である元素状ガス態（ Hg^0 ）と比較して沈着速度が大きく、化学形態の変化は輸送特性に対しても影響を持つと予想される。このような化学形態の変化には、例えば塩素、臭素などのハロゲン化合物を含む大気化学反応が深く関与すると考えられ研究が行われている。

一方、大気経由での長距離輸送は重要であるが、最終的に人あるいは生物への曝露に至る経路は水環境等を経由すると想定され、沈着量の推定や観測、あるいは水面からの揮発フラックスの観測など多くの検討が行われ、これらの結果から Fig. 6.3 に示すような水銀の動態が推定され、大気・海洋間を渡る多媒体的な動態を示唆している。しかしながら、推定の不確実性は現時点では非常に大きく、また、媒体間の輸送関係を統一的に扱う課題がなお残されている。

これら既存の研究状況を踏まえ、(1)化学形態変化を的確に考慮した長距離輸送推定、(2)大気と水など地表面と大気との交換の取り扱いに関する新たな視点、が課題であり、別途検討される大気観測の結果や排出推定の結果と密接に連携しつつ、輸送解析に関する手法の整備を進めることが効果的と考えられる。

検討の目標と進め方

大気における長距離輸送モデル、及び化学モデルの知見を十分に踏まえつつ、同時に多媒体モデルとしての取り扱いを目標としてモデル構築を進めることとする。これにより、発生源から遠隔地への長距離輸送とともに、大気、海洋など各媒体にまたがる対策効果等の予測を包括的に推定可能なモデルとしての構築を目指す。

検討においては、大気中の連続形態観測のデータが化学プロセスの構築と輸送モデルの検証に重要な意義を持ち、また、排出推定が計算の基礎として重要であるので、これらの関連課題との十分な連携の下に検討を行う。

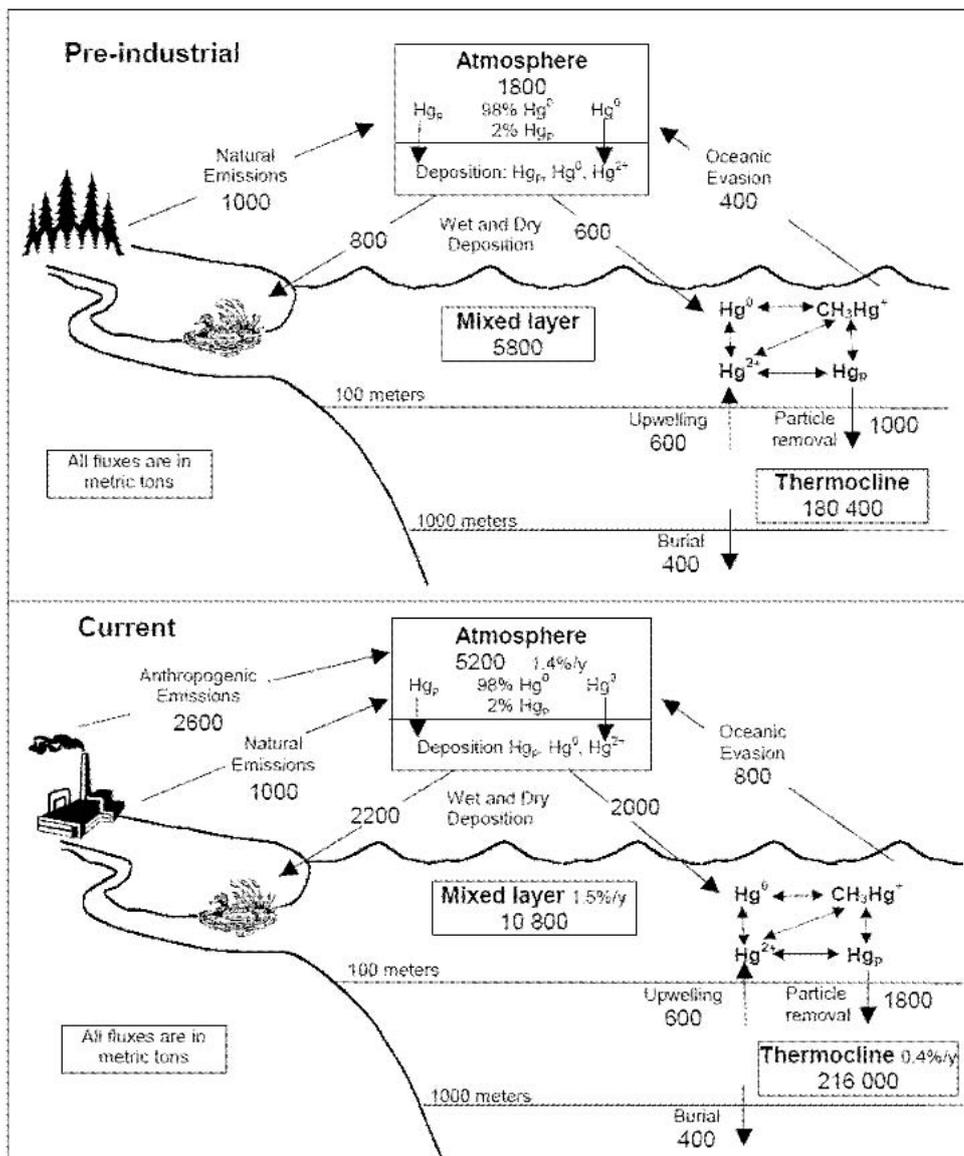


Figure 6.5 Comparison of estimated pre-industrial and current mercury budgets and fluxes. All fluxes (arrows) and pools (in frames) in metric tons (adapted from Lamborg et al. (2002); the original authors note that the cycle is seen as unsteady.)

(Taken from “Global Mercury Assessment” UNEP Chemicals, Geneva 2002, p.92)