

II-443

廃棄物におけるHgの移動拡散速度の評価に関する研究(1)

— 廃棄物の違いによる移動現象について —

福岡大学 ○柳瀬龍二 花嶋正孝 松藤康司
 国立公害研究所 乙間末広
 九州環境管理協会 松岡信明 岡村正紀

1. はじめに

乾電池問題を発端に廃棄物の処理処分におけるHgの環境への影響が大きな問題となっている。特に最終処分地にHg等の微量有害物質を含む廃棄物を埋立処分した場合の微量有害物質の挙動に関する調査研究は非常に少ない。そこで、埋立地内におけるHgの挙動を評価研究するための基礎研究を開始した。本稿はHgの放射性同位体である²⁰³Hgを用いてトレーサー実験を行ない、廃棄物種の違いによるHgの移動現象について検討を行ったものである。

2. 実験方法

実験装置及び測定器を図1に示した。カラム内に廃棄物を充填し、飽和条件下で³H(トリチウム, 化学形H₂O), ²⁰³Hg(塩化第二水銀)をパルスで一定量注入後、媒体として水道水を通水した。測定は槽上からの浸出液を液体シンチレーション検出器及びオートウェルγ線測定装置、カラム内の²⁰³Hgの測定をシンチレーション式サーベイメータ、NaI(Tl)シンチレーション検出器でそれぞれ測定する。実験には強熱減量の違う2種類の焼却灰と下水汚泥及び真砂土の4種類の廃棄物(20mm以下)を使用し、初期条件は表1, 表2に示した。

3. 実験結果

3.1 浸出液へのHg流出状況

実験は飽和条件下で浸出液中への²⁰³Hgの挙動を追跡する前にカラム内での浸出液の動きを媒体として、³H(放射能=4.512×10⁷cpm/5ml)を用いてパルスでカラム内に注入しトレーサー実験後に²⁰³Hg(放射能=6.986×10⁷cpm/5ml, Hg=234μg/5ml)を³H同様のトレーサー実験を行ない、媒体と²⁰³Hgの挙動の違いを見た結果が図2~5である。図より³Hは廃棄物によって違いはあるが、注入後、1~5時間後にはピークを示し、24時間後には³Hは各廃棄物とも80~100%流出している事がわかる。次に²⁰³Hgを注入し、³Hの挙動と比較した。²⁰³HgがHgCl₂としてカラム内を通過する速度はどの廃棄物も³Hの速度に比べ非常に遅い事がわかる。また浸出液中に流出した²⁰³Hgの放射能から強熱減量の低い焼却灰Bは25cpm/4ml以下であり、ほとんど流出していない事がわかる。一方、強熱減量の高い焼却灰Aと下水汚泥が放射能100~300cpm/4mlに対し、真砂土は2,000~3,000cpm/4mlと真砂土中の²⁰³Hgの流出が他の焼却灰や下水汚泥に比べ非常に大きい事がわかる。浸出液に流出した²⁰³Hgの放射能から浸出液中のHg濃度を換算すると、焼却灰A 0.1ng/ml前後、焼却灰B 0.1ng/ml以下、下水汚泥0.25~0.1ng/ml、真砂土2.5~0.5ng/mlとなり、焼却灰A, B及び下水汚泥は環境基準0.5ng/ml以下であり、特に焼却灰については水銀分析器では検出できない程の低濃度で流出している事がわかる。さらに、実験期間(216時間)中に浸出液中に流出した累計放射能と流出率を図6に示した。図より²⁰³Hgの流出率は焼却灰B 0.1%, 焼却灰A 1.0%, 下水汚泥1.5%, 真砂土15.3%となり、真砂土の流出率が他の廃棄物に比べ非常に高い事がわかる。このことから、廃棄物層内を水銀を含む汚水が通過した場合、焼却灰や下水汚泥は検出されない程度の低濃度であり、Hgの流出率は1.5%以下と非常に流出しにくい事がわかる。一方、真砂土はある程度の流出防止効果はあるものの、比較的高濃度で検出される傾向にある。

表1 廃棄物充て量

廃棄物	充て量 (g)	単位体積充て量 (g/m ³)	含水率 (%)	比重 (-)	強熱減量 (%)
焼却灰A	7,040	1.99	17.5	2.38	8.6
焼却灰B	5,300	1.59	19.6	2.35	2.7
下水汚泥	4,870	1.39	38.1	2.38	29.6
真砂土	6,100	2.01	6.3	2.65	1.8

表2 焼却灰の三成分

単位: %		
成分	焼却灰A	焼却灰B
炭分	0.9	4.7
可燃分	0.7	0.1
不燃分	1.4	9.5
灰分	97.0	85.7

廃棄物は20mm以下を標準
 下水汚泥は2次汚濁汚泥

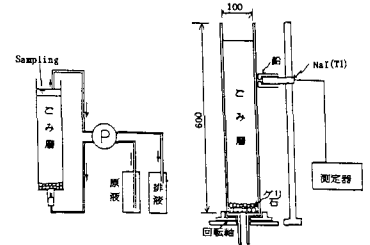


図1 実験装置及びNaI(Tl)シンチレタによるγ線の測定

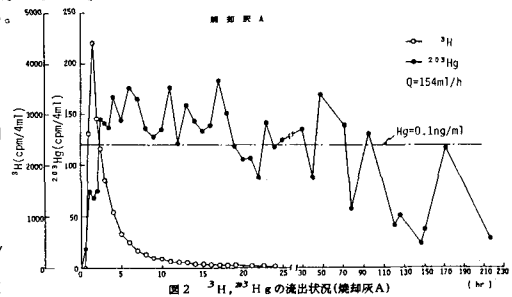


図2 ³H, ²⁰³Hgの流出状況(焼却灰A)

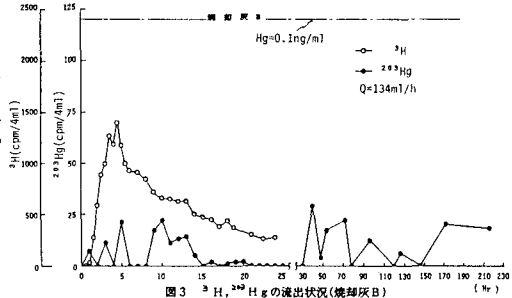


図3 ³H, ²⁰³Hgの流出状況(焼却灰B)

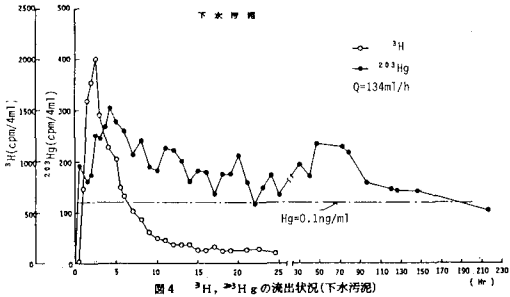


図4 ³H, ²⁰³Hgの流出状況(下水汚泥)

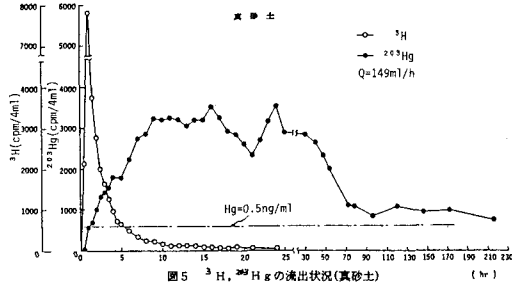


図5 ³H, ²⁰³Hgの流出状況(真砂土)

3. 2 カラム内でのHgの存在位置

3.1で浸出液へのHgの流出率から、カラム内にHgが相当量存在する事になる。そこで、Hgがカラム内でどの位置に存在するのか、あるいは時間と共にHgが移動するのかを検討した。カラムの外壁面でごみ高さ毎にシンチレーション式サーベイメータで照射線量率を求めた結果を図7-10に示した。図より、焼却灰Aはカラム底部から2~5cmの位置にかけて照射線量率が2.0~2.5mR/h以上と高く検出され、10cm以上になると急激に低くなる傾向が見られた。これは、底部から2~5cm付近に²⁰³Hgが存在し、10cm以上の照射線量率は²⁰³Hgのγ線の散乱により検出されているものである。また時間の経過に対して、Hgは通水開始からほとんど移動している状況が見られない事から、Hgを含む汚水が焼却灰A中を通過する際にHgの大半が焼却灰Aの入口付近に存在し、ほとんど動かなかった事が確認された。次に

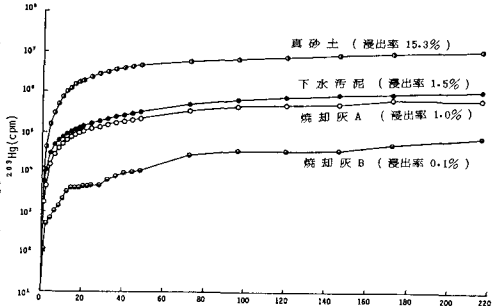


図6 ²⁰³Hgのγ線累計流出量と流出率

焼却灰Bは特にカラム底部から10cmの高さまでを詳細に照射線量率を求めたものであるが、焼却灰A同様、底部から3cm前後付近に²⁰³Hgが確認されほとんど動かなかった。下水汚泥についても同傾向であった。一方、真砂土は全体的にカラム底部から上部まで照射線量率が0.5~2.0mR/hの範囲でばらつき、明らかに焼却灰A、B、下水汚泥とは異なり、さらに、時間の経過と共に²⁰³Hgはカラム上部へ移動し、カラムの高さ毎の照射線量率が一定になり、²⁰³Hgがカラム内で一ヶ所に存在するのではなくカラム全体で分散する傾向が見られた。次に、²⁰³Hgの存在位置をさらに詳細に確認するために、NaI(Tl)シンチレーション検出器で測定を行った例を図11に示した。図より、焼却灰Bはカラムの底部から2cmの位置の中心付近に900cps前後の放射能の中心が存在するのに対し、真砂土はカラムの中心と壁面の中間に偏在した状態で確認され、さらに放射能も焼却灰Bの1/6程度と少ない事がわかった。

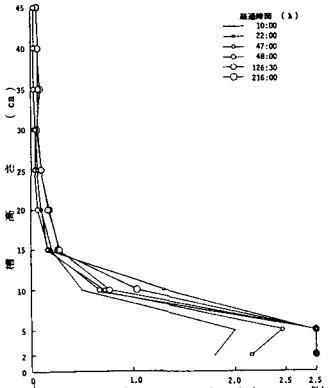


図7 シンチレーション式サーベイメータによる²⁰³Hgの移動状況(焼却灰A)

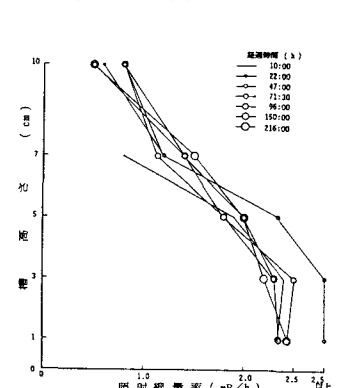


図8 シンチレーション式サーベイメータによる²⁰³Hgの移動状況(焼却灰B)

4. まとめ
廃棄物層内でのHgの挙動を²⁰³Hgを用いてトレーサー実験を行ない、Hgの流出状況、存在状況について検討して来たが、これをまとめると、①Hgの流出率は焼却灰1%以下、下水汚泥は1.5%、真砂土は約15%であり、特に焼却灰は水銀分析器では検出されない程度の低濃度で流出していた。②カラム内でのHgの存在位置は、焼却灰、下水汚泥ともカラム底部から5cm付近までのヶ所に存在し、実験期間(216時間)中ではHgの移動は見られなかった。③真砂土の場合は、Hgはカラム内を時間の経過と共に移動し、カラム全体に分散する傾向にあった。

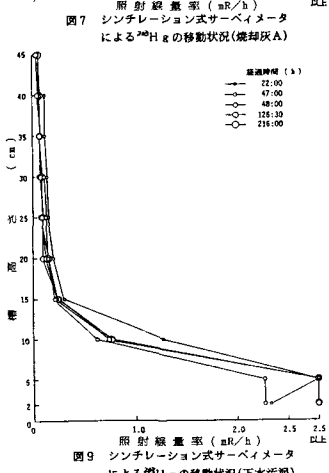


図9 シンチレーション式サーベイメータによる²⁰³Hgの移動状況(下水汚泥)

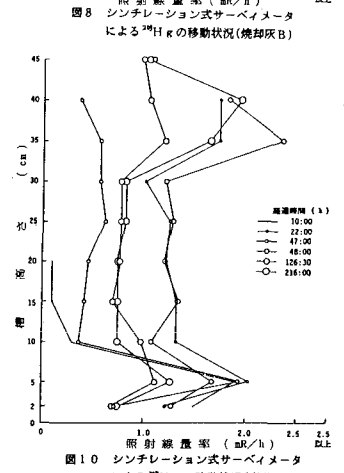


図10 シンチレーション式サーベイメータによる²⁰³Hgの移動状況(真砂土)

以上、本稿では廃棄物中のHgの移動現象について述べて来たが、今後は廃棄物層内におけるHgの移動速度等を解明するために、Hgの物理吸着や化学反応、分率率及び粒径的な影響等について検討していく予定である。
[参考文献] 井上頼輝: 廃棄物の埋立処分に関する技術の開発研究報告書、日本環境衛生センター、昭和48年度
馬原保典: 不飽和砂層でのSr-90の移行に関する検討、電力中央研究所報、昭和57年

<謝辞> 本研究に多大なる御協力をいただいた国立公害研究所の中杉修身先生、大和コンサルタント(株)栗木康次氏、筑邦エンジニアリング(株)田丸敏弘氏に厚くお礼申し上げます。

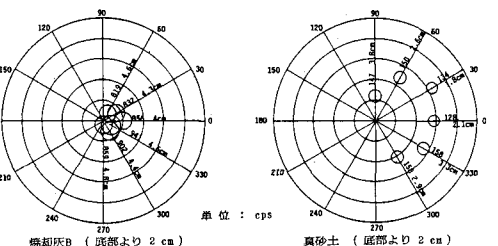


図11 NaI(Tl)シンチレーションによる²⁰³Hgの位置測定