

蟠竜湖における底質コア中の放射性核種濃度 (Pb-210 と Cs-137 を中心として)

生田美抄夫

Radionuclides Concentration in Sediment Core of Lake Banryu < Study using Pb-210 and Cs-137 >

Misao IKUTA

キーワード：蟠竜湖、堆積速度、大気圏内核実験、Pb-210、Cs-137

1. はじめに

島根県は、島根原子力発電所周辺において、発電所に起因する放射性物質又は放射線による周辺住民の被曝線量が、年線量限度（1 mSv/年）を十分に下回っているかどうかの確認のためモニタリングを行っている。

モニタリングの目標項目のひとつに、環境における放射性物質の蓄積状況を把握することがあり、Ge半導体検出器によるin-situ γ 線測定及び土壌の採取・測定を行っているが、土壌の人工放射性核種濃度は、同一採取地点内でもばらつきが大きく、年度により値が変動し、年度内に少量の放出があったとしても把握が困難である。

そこで、風浪による擾乱の少ない湖沼及び池の底質であれば、人工放射性核種濃度の把握が容易にできる可能性があるため、益田市の蟠竜湖で底質を採取・分析した。そして、Pb-210、Cs-137濃度を利用した堆

積速度等の解析手法を島根原子力発電所周辺でのモニタリングへ応用することの可能性を検討したので概要を報告する。

2. 調査方法

2. 1 調査地点・日時

2007年10月23日 14:00～15:00 に蟠竜湖（島根県益田市高津町にある堰止潟湖、標高25m、面積 $1.3 \times 10^5 \text{m}^2$ 、汀線の長さ5700m、水深は平均4m最大9m：図1）の上湖の湖心、水深8.5mで底質を採取した。また、2008年3月15日 15:00～17:00 に周辺土壌を採取した。（図2）

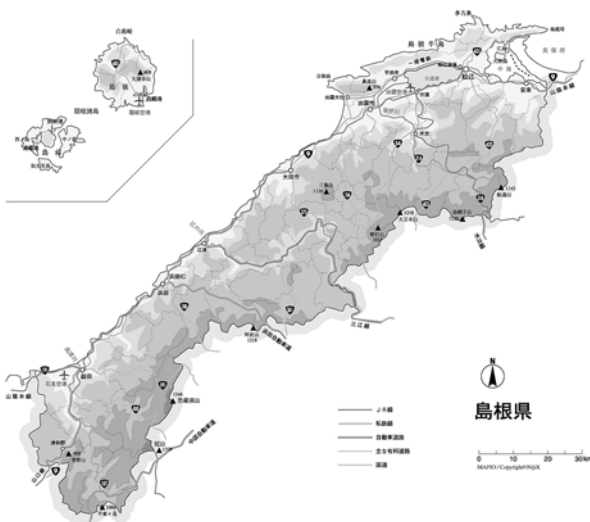


図1 蟠竜湖位置



図2 蟠竜湖底質、土壌採取地点

2. 2 測定方法

ステンレス製パイプの先端に、長さ100mm内径70mmの亚克力パイプを固定し、船上から底質に押し込み、34cmの底質を採取した。これを研究所に持ち帰り-30℃で冷凍した後、1～2cm刻みで切断し、乾燥破碎後、

U8 容器に詰め、 γ 線スペクトロメトリーにより放射性核種濃度を求めた。また、0～5 cm 表層の周辺土壌も100℃乾燥後、同様に分析した。

3. 調査結果及び考察

表1に分析結果を示した。

底質の含水率及び有機物量はいずれも採取深さとともに低下していた。一方、Pb-210以外のウラン系列核種は全層にわたり40～50Bq/kg乾土、トリウム系列核種は40～70Bq/kg乾土、K-40は600Bq/kg乾土存在していた。

また、検出された人工放射性核種はCs-137のみであった。

Pb-210については、周辺から流入するRa-226起源によるものと大気中のRn-222起源として供給されるものがあり、Ra-226とPb-210が放射平衡であると仮定する時に比べ、濃度が高い。

そこで、Pb-214濃度が放射平衡時のPb-210と仮定し、測定されたPb-210からPb-214を差し引いた値を大気中から供給されたPb-210とした。

また、底質中の過剰なPb-210が22.3年の半減期で減衰することから、各層の絶対年代を求めた。

(表2、図3、4)

なお、この計算は以下の仮定に基づいて行った。

1. 堆積速度が一定である。
2. Pb-210の水圏における滞留時間が、堆積年代と比べて十分に小さい。
3. 堆積後の移動や流入がない。
4. 堆積後の圧密効果がない。

この計算結果から堆積深さとともに年代は古くなっ

ており、大きな擾乱もなく緩やかに堆積したと考えられる。最古は32～34cm層で111年前のものであった。

堆積速度は0.6cm/年となった。

同じ島根県内にある湖沼の宍道湖では堆積速度0.02～0.6cm/年¹⁾、中海では堆積速度0.1～1.9cm/年²⁾である。

また、各層の年代とCs-137濃度を見ると、1950年代よりCs-137が検出され1965年ごろ最大となり、現在まで減少傾向となっていた。

これは1950年代に米ソの大気圏内核実験が始まり、60年代前半に大型化、60年代後半に中国の核実験開始という経緯と符合しており、蟠竜湖におけるPb-210による堆積年代決定は信頼度が高いと思われる。

年代測定では、過剰のPb-210濃度を用いるためRa-226の流入変動を相殺できるが、過剰のPb-210それ自体の経年流入変動があると、堆積年代の誤差として現

表2 底質年代決定

深さ cm	Bq/kg 乾土					
	Pb-210	Pb-214	EXCESS-Pb	経過年	絶対年	Cs-137
0～1	451	62.4	389	0	2007	14.1
1～2	440	54.4	386	0	2007	14.0
2～4	389	48.5	341	4	2003	12.9
4～6	340	45.2	295	9	1998	14.9
6～8	330	44.0	286	10	1997	13.8
8～10	308	42.0	266	12	1995	15.7
10～12	304	45.9	258	13	1994	14.8
12～14	295	45.3	250	14	1993	15.1
14～16	270	49.6	220	18	1989	18.4
16～18	248	46.5	202	21	1986	18.7
18～20	236	44.3	192	23	1984	21.5
20～22	194	46.5	148	31	1976	26.1
22～24	172	46.5	126	36	1971	27.3
24～26	170	47.8	122	37	1970	50.2
26～28	151	47.6	103	43	1964	61.2
28～30	130	52.1	78	52	1955	22.9
30～32	80.5	47.3	33	79	1928	0.0
32～34	60.6	48.7	12	112	1895	0.0

表1 放射性核種分析結果

深さ cm	Bq/kg 乾土										
	Pb-210	Pb-214	Bi-214	Ac-228	Pb-212	Bi-212	Tl-208	K-40	Cs-137	含水率	IG-LOSS
0～1	451	62.4	54.6	59.4	58.9	48.5	40.6	575	14.1	81%	11%
1～2	440	54.4	46.2	61.0	63.1	51.3	40.2	683	14.0	74%	10%
2～4	389	48.5	40.7	54.5	59.4	55.5	40.9	556	12.9	71%	10%
4～6	340	45.2	37.2	65.9	68.4	58.1	53.7	593	14.9	67%	10%
6～8	330	44.0	36.5	58.8	65.2	56.3	45.5	598	13.8	67%	10%
8～10	308	42.0	35.6	59.0	66.8	58.8	51.7	598	15.7	67%	10%
10～12	304	45.9	39.4	66.1	65.3	64.3	51.6	602	14.8	63%	9%
12～14	295	45.3	39.4	56.8	66.3	58.4	53.7	593	15.1	62%	9%
14～16	270	49.6	40.2	63.4	69.9	59.1	51.0	627	18.4	60%	9%
16～18	248	46.5	38.1	63.3	64.7	54.3	51.3	623	18.7	59%	9%
18～20	236	44.3	37.7	63.8	69.2	60.6	52.8	611	21.5	59%	9%
20～22	194	46.5	39.9	64.1	70.0	61.3	54.5	605	26.1	57%	9%
22～24	172	46.5	40.1	65.3	68.0	63.1	54.0	609	27.3	56%	8%
24～26	170	47.8	40.6	64.7	71.1	64.4	53.7	620	50.2	61%	9%
26～28	151	47.6	40.0	66.4	70.3	63.6	54.4	595	61.2	63%	9%
28～30	130	52.1	42.4	67.5	71.9	69.5	54.3	589	22.9	62%	9%
30～32	80.5	47.3	42.0	70.4	74.2	65.4	55.5	584	0.0	59%	8%
32～34	60.6	48.7	41.7	69.0	76.0	75.0	54.0	561	0.0	65%	7%

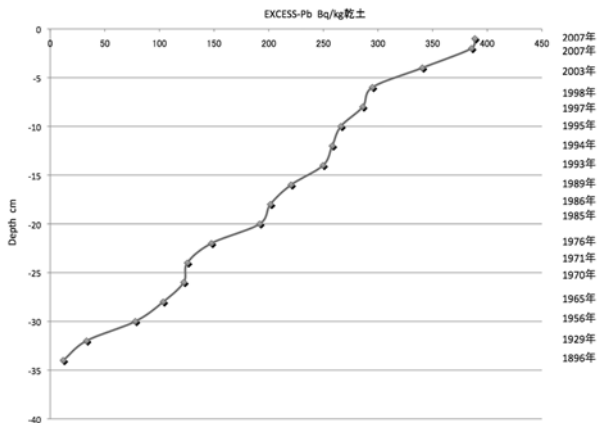


図3 底質深さと過剰Pb-210と堆積年代

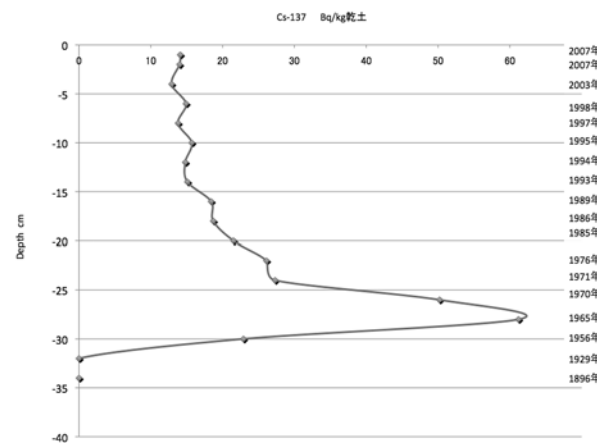


図4 底質深さとCs-137と堆積年代

れるため、蟠竜湖の集水域内で表層土壌中の放射性核種濃度を測定した。

その結果を表3に示した。

周辺土壌中の放射性核種濃度は地点により大きく異なった。過剰のPb-210は底質表層の389Bq/kg乾土の2倍の地点も存在していた。また、Cs-137濃度も119 Bq/kg乾土と非常に高く、県内でも高濃度の三瓶山土壌の20Bq/kg乾土と比べても特異的である。これら高濃度地点は、おもに森林内のイオン吸着能の大きい腐葉土地帯であったが、周辺土壌の播竜湖への流入量の変動は、堆積年代計算に大きな影響を与える可能性がある。

表3 表層土壌中の放射性核種濃度

地点	Bq/Kg乾土			
	Pb-210	Pb-214	K-40	Cs-137
1	565	48	308	119
2	689	31	221	41
3	846	49	206	11
4	259	33	625	ND
5	216	46	711	14
6	82	20	605	0.7

4. まとめ

今回調査した蟠竜湖は表面積に比し水深が深いこと及び周囲が山であり、強風時でも巻き上げ等が少ない環境であったため。明瞭な過剰Pb-210濃度の減衰による堆積速度の決定、年代層と大気圏内核実験の影響によるCs-137の濃度の経年的な変化のパターンが一致し、同様な環境の湖沼であれば直近のフォールアウトだけでなく過去の履歴も精度よく把握できる可能性が示された。また、広い面積での採取が可能で、試料の層厚をmmオーダーにできれば、さらに精度が高まるものと考えられる。

島根原子力発電所の半径10km内には宍道湖が存在しているが、西寄りの強風時は巻き上げが多く、環境放射能モニタリングには適していない。その他の湖沼としては、同圏内に農業用のため池が点在しているが、その規模は小さい。

その中では、松江市西部の水道水源になっている柿原池は水深も深く、周囲も山でありモニタリングに適している可能性がある。

今後は、この池について調査を行い、底質モニタリングによる原子力発電所の放出監視手法について検討を進めたい。

文 献

- 1) 金井豊、井内美郎、山室真澄：宍道湖の底質の堆積速度について、日本地球化学会年会講演要旨集 p35 (1996)
- 2) 金井豊、山室真澄、井内美郎、徳岡隆夫：島根・鳥取県中海における堆積速度と堆積環境、地球化学 36 p161-178 (2002)