

バイカル湖の湖底堆積物中ウラン・トリウム同位体

坂口 綾¹、富田純平¹、柏谷健二²、河合崇欣³、山本政儀¹

¹〒923-1224 石川県能美市和気町金沢大学自然計測応用研究センター低レベル放射能実験施設

²〒923-1192 石川県金沢市角間町金沢大学自然計測応用研究センター

³〒464-8601 名古屋市千種区不老町名古屋大学 大学院環境学研究科

A. Sakaguchi, J. Tomita, K. Kashiwaya, T. Kawai and M. Yamamoto: Uranium and thorium isotopes in lake bottom sediment -Lake Baikal-

<緒言> ウラン(U)・トリウム(Th)は地球上に広く分布すること、数種の同位体を有し、系列・物理的半減期・起源の違いなどによりその挙動が異なることから、これらの事象を十分に把握することで有用な地球化学的プロキシシになると考えられる。特に湖沼堆積物中の化学化石の一つである放射性のウラン・トリウムは、自生性成分(溶存成分が吸着・沈降した成分)と外来性成分(岩石・土壌由来成分)を有するため、陸域環境変動復元という観点からも、湖沼系におけるこれら元素の堆積挙動解明は重要な意味を持つ。今回は、湖底堆積物中ウランの外来性と自生性成分の識別、逐次抽出法、有機物やBi-SiO₂など他成分との比較から、湖沼におけるウラン・トリウム堆積挙動に関する知見を得ることを試みた。

研究フィールドは、ウラン濃度・²³⁴U/²³⁸U放射能比が高く、物理・生物データも蓄積しており、基礎検討を行う上で最適であるバイカル湖とした。

<方法> バイカル湖は3000万年の歴史を持つ世界最古・最大の湖(最大深度1741 m、容積23,000 km³;地球上淡水の約1/5)である。周りを陸地で囲まれており閉鎖性が強く、ユーラシア大陸北東域の世界で最も典型的な内陸性気候を示すという地理的条件から、堆積物を用いて短期・長期的気候変動解析が日・米・ロなどでの共同研究プロジェクトにより進められている。

2003年8月バイカル湖セレンガデルタ沖(南盆北部 52°12.035' N, 105°59.045' E, 水深116 m)で、グラビティーコアラを用いて直径5.2 cm、長さ62 cmの湖底堆積物コアを採取した(Fig. 1)。さらに数地点で湖水(表層、堆積物直上水)採取のほか、陸上表層土壌(直径5.0 cm 長さ30 cm)採取も併せて行った。

堆積物コアは、表層から1 cm間隔に現場船上で切断し、各試料を乾燥・均一化後に堆積年代解析のためのγ線測定(²¹⁰Pb・¹³⁷Cs法)を行った。

各堆積層の試料についてU・Th同位体および物理・化学的情報を得るために、有機物含有量、炭酸塩含有量、生物起源シリカ(以下Bi-SiO₂)含有量測定、粒径解析(全岩および鉱物)、全分解・逐次抽出後(炭酸塩、Fe-Mn 酸化物、有機物、Bi-SiO₂、土壌フラクション)U・Th同位体の化学分離・α線測定、AESによる安定元素の測定を行った。水試料については化学分離精製後にU同位体測定、表層土壌試料はU・Th同位体測定(全分解、逐次抽出後試料)および²¹⁰Pb・¹³⁷Cs蓄積量評価を行った。

<結果・考察> 湖水中溶存²³⁸U濃度は、試料採取地点や深度にかかわらず約6mBq/l、²³⁴U/²³⁸U放射能比は約2.0でほぼ一定であった。

表層堆積物中、過剰²¹⁰Pb年代解析の結果から堆積速度は約24.2mg/cm²/yであり、このコアは近年約2000年をカバーしていることが明らかになった。この堆積速度は、コア採取地点周辺の堆積物に関して先に報告されて

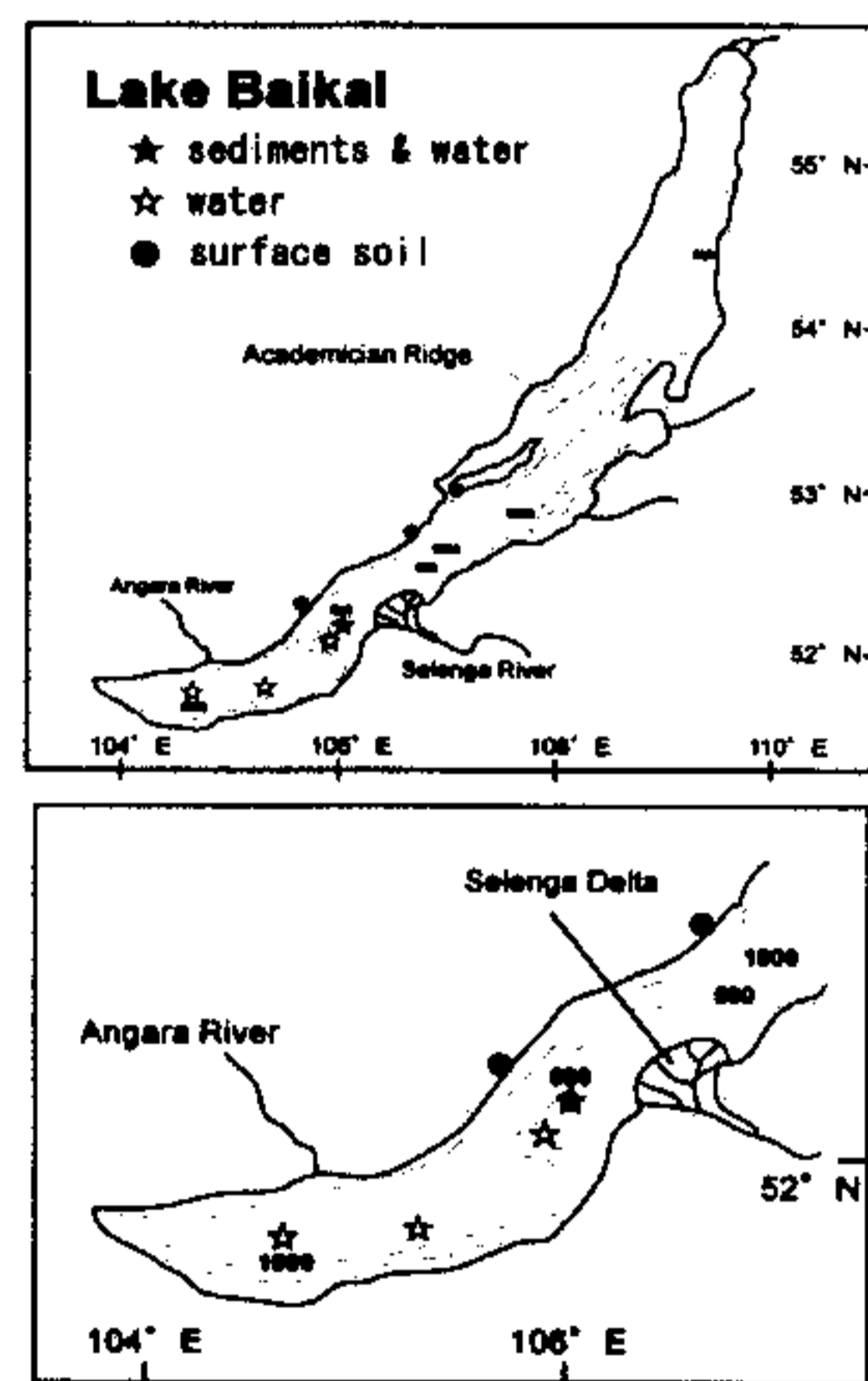


Fig. 1 Map showing sampling station on Lake Baikal.

いる22-34 mg/cm²/yの範囲内にあり、バイカル湖のアカデミッシュンリッジ（北湖盆と中央湖盆の間にある峰）で得られている値(3 mg/cm²/y)よりも非常に早い堆積速度であることがわかった。一般に堆積速度の速い堆積物コアで、1963年付近の堆積層に観察される¹³⁷Csのピークは見いだされなかった。これは、バイカル湖内におけるCs元素の滞留時間が長いと説明できる。また、陸上表層土壌試料分析から得た²¹⁰Pb・¹³⁷Cs蓄積量との比較から、過剰²¹⁰Pbの観察される表層コアではタービダイトのようなものではなく一様に堆積していることが示唆された。

成分分析の結果、このコアは75-85wt%が鉱物粒子であり、間氷期にアカデミッシュンリッジの堆積物組成で約60wt%を占めるBi-SiO₂成分は10%以下であった。平均中央粒径は、7.8-5.5φであり粘土粒子が少なく、シルトが比較的多かった。このように今回のコア採取地点は、セレンガ河からの影響(集水域の影響)が多い地点であるということが推定できる。各深度における²³⁸U、²³²Th濃度はそれぞれ70-123 mBq/g (5.7-10 ppm)、36-56 mBq/g (9.5-14.3 ppm)であり、Th濃度の変化に比べU濃度の変化が顕著であった。これらの²³²Th/²³⁸U濃度比(ppm/ppm)は1.2-2.0の範囲にあり、大陸地殻平均(3-4)や集水域表層土壌のそれ

(5-12)に比べて低い値が見いだされた。堆積物中²³⁴U/²³⁸U放射能比は1.53-1.84(平均1.71±0.07)であり、自生性U(溶存U起源;²³⁴U/²³⁸U=2)の存在が示唆された。湖内ウラン²³⁴U/²³⁸U放射能比が過去2ky一定であったと仮定すると、堆積物中bulk Uは外来性U(土壌起源;²³⁴U/²³⁸U=1)と自生性U(溶存U起源;²³⁴U/²³⁸U=2)に識別することができる(Fig. 2)。識別後のU深度分布から、この堆積物のU濃度変化は自生性Uの変化に支えられていることがわかった。溶存Uの堆積物への移行モデルには様々なメカニズムが提唱されているが、bulk U深度分布や溶存U濃度などから、このコア中自生性Uは外来性粒子に溶存Uが何らかのメカニズムで吸着・付着し、沈降したと考えられる。Fig. 3に堆積物の逐次抽出分析の結果を示す。炭酸塩、Fe-Mn 酸化物、有機物フラクションに抽出されたUは、それぞれ堆積物全Uの27-53、17-38、6.2-14%であった。バイカル湖水柱U除去にはBi-SiO₂の主成分である珪藻の関与を示唆する報告がある。しかしBi-SiO₂フラクションに抽出されたUは全体の5%以下であり、珪藻殻へのU濃縮は見いだされなかった。この結果から、U除去には炭酸塩やFe-Mn 酸化物の関与が示唆される。しかし、バイカル湖の溶存炭酸濃度は不飽和状態であり、カルサイトを析出する環境ではないということや、化学的風化作用に抵抗性のある²³²Thと粒子中央径とにより相関があること、試料採取場所での堆積物は鉱物が主成分であるということなどから、この堆積物の自生性Uはすでに河川で吸着されていた可能性がある。現在、データの集約、電子顕微鏡の分析結果などを用いて解析中である。

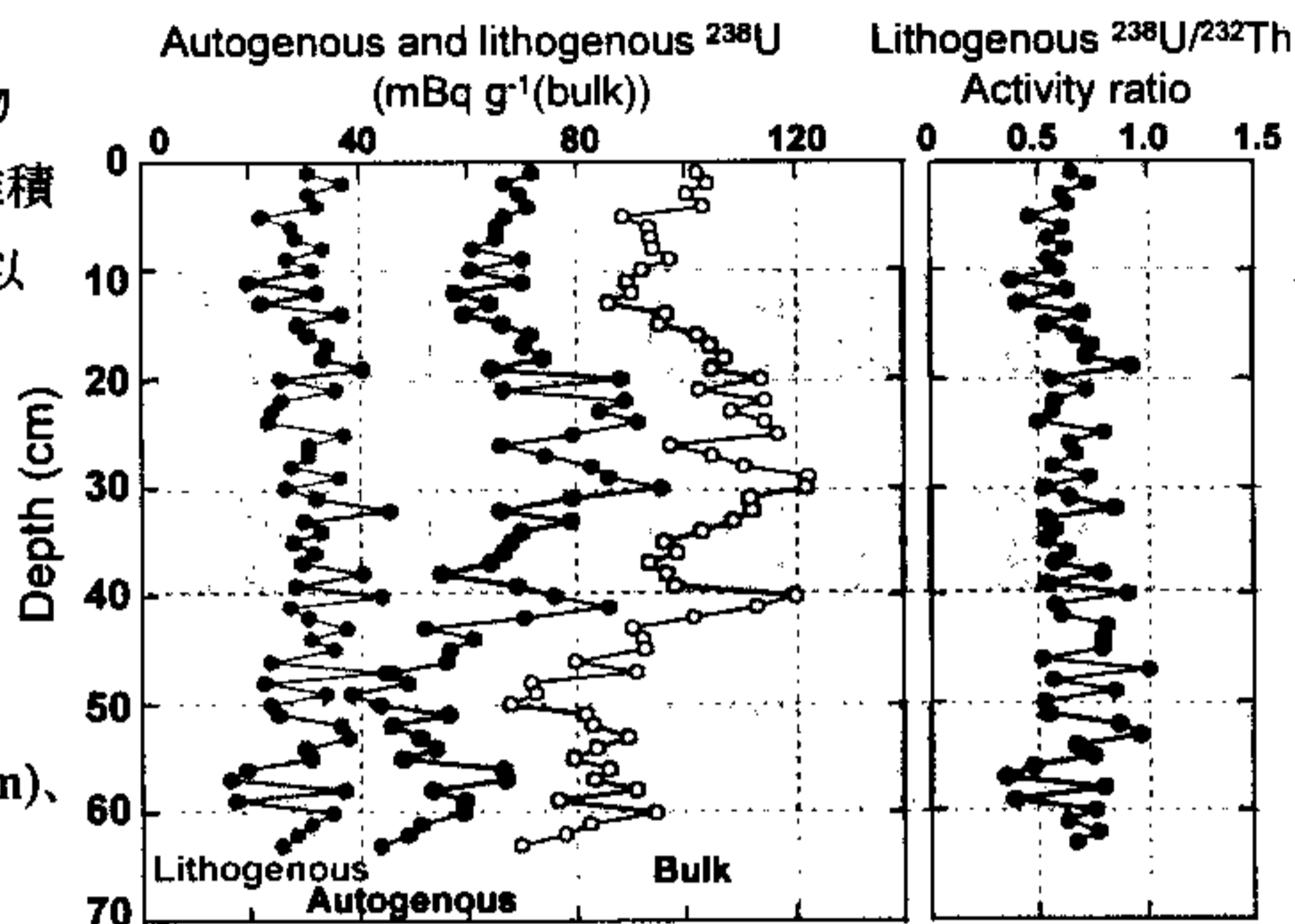


Fig. 2 Results of depth profiles of autogenous, lithogenous and bulk (total) ²³⁸U fractions, and lithogenous ²³⁸U/²³²Th activity ratio in sediment core.

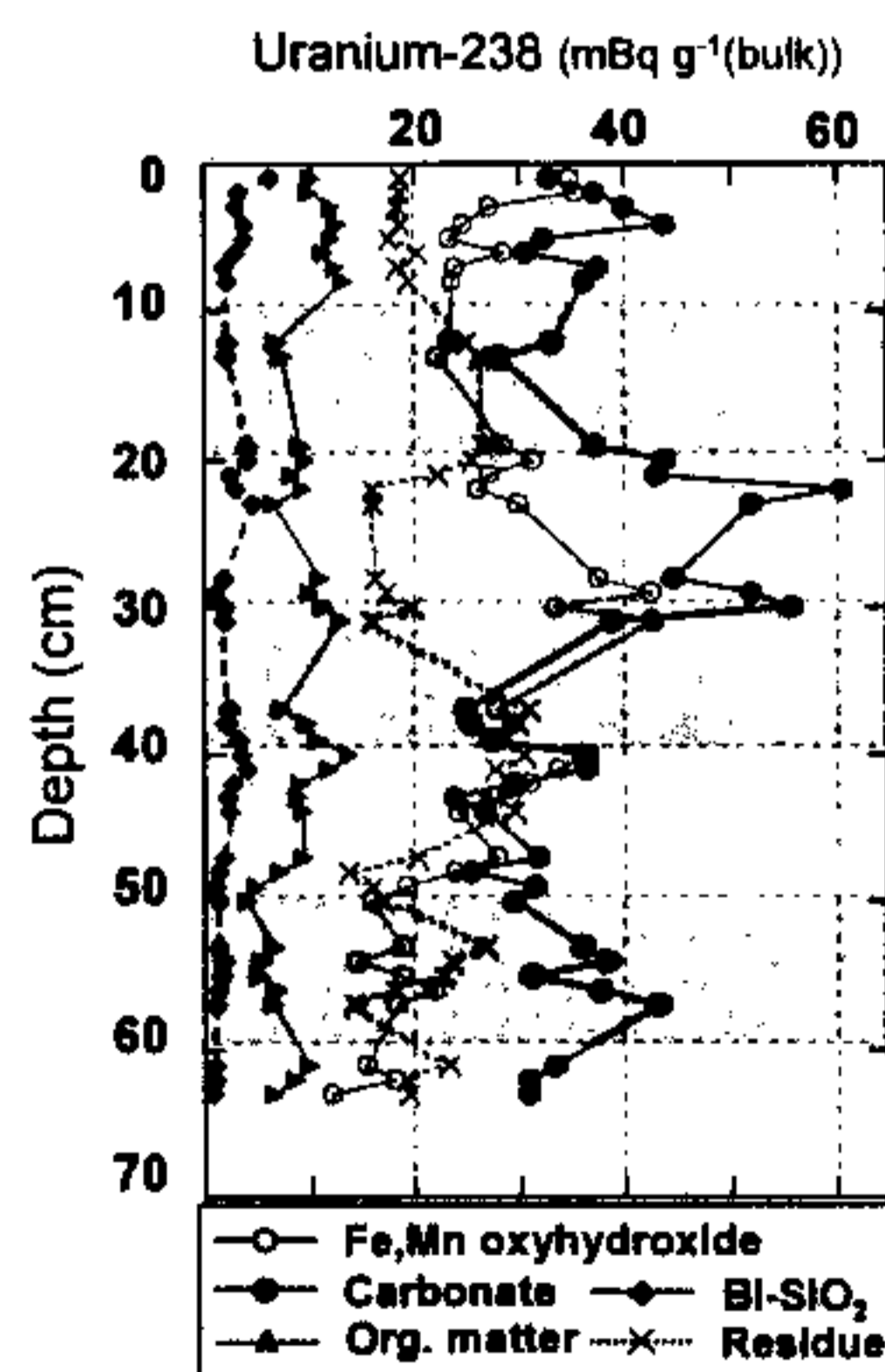


Fig. 3 Variation of ²³⁸U in each fraction obtained from sequential leaching for some layers of sediment core.