

## 湖沼堆積物のルミネッセンス特性

伊藤一充\*・長谷部徳子\*\*・雁沢好博\*\*\*・柏谷健二\*\*

### Luminescence Characteristics of lake sediments

Kazumi Ito\*, Noriko Hasebe\*\*, Yoshihiro Ganzawa\*\*\* and Kenji Kashiwaya\*\*

\* 金沢大学理学部地球学教室, Dept. Earth Sciences, Kanazawa Univ.

\*\* 金沢大学自然計測応用研究センター, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa Univ.

\*\*\* 北海道教育大学函館分校, Hokkaido University of Education, Hakodate Campus

#### はじめに

湖沼堆積物は陸域の過去の環境変動の記録を保持しており, それに年代軸を入れることは, 多くの情報を得るために重要である。湖沼堆積物の年代決定は,  $^{14}\text{C}$  法や  $^{137}\text{Cs}$  法などから求めた年代と堆積物の物理量変動を合わせることで精度よく行われてきた。しかし, 5万年より古いところになるとその年代幅に適応できる手法の少なさから年代を決めるのが困難になる。ルミネッセンス年代測定法は  $^{14}\text{C}$  法や  $^{137}\text{Cs}$  法,  $^{10}\text{Be}$  法とは異なる地学現象に対応した方法であり, 第四紀中~後期の年代決定を得意としている。従来は石英・長石などの単一鉱物に適用されることが多かったが, 試料の量が限定され, かつ細粒である場合の湖沼堆積物のコア試料では鉱物分離を施すことは難しい。よって本研究では鉱物複合体としての湖沼堆積物のルミネッセンス特性を調べ, 年代測定の可能性について吟味した。

#### ルミネッセンス年代測定法

天然に存在する U や Th などの放射性物質からの放射線や宇宙線が岩石鉱物中に吸収されると, その吸収したエネルギーの大部分は熱や光となって放出される。しかし, 吸収された成分のうちのごく一部はすぐには熱や光にならないで長い期間鉱物中に蓄積する。この鉱物を加熱や光などで刺激(励起)すると, 蓄積していたエネルギーを光として放出する。この光, または発光現象がルミ

ネッセンスである。出てきた光の強さ(ルミネッセンスの強さ)と蓄積したエネルギーの量, つまり蓄積した放射線量とを比べることで, 年代測定に応用したものがルミネッセンス年代測定法である。年代はこの蓄積線量を1年間でその試料が浴びる放射線量で除する事で求める。

#### 本研究の着眼点

ルミネッセンスを得る励起法として, 赤外線による励起(Infrared Stimulated Luminescence: IRSL)と熱による励起(Thermoluminescence: TL)を試み, 最適な測定条件を探った。その後, 蓄積線量とルミネッセンス強度の関係を求め, 粒度や有機物の有無が与える影響を調べた。また, ルミネッセンス年代がどのようにリセットされるかを確認するために光曝実験を行った。最後に, 測定できる年代幅を知るために飽和線量を調べた。

#### 試料採取地点と調整

本研究で用いる湖底堆積物試料は, ロシア共和国シベリア南東部の丘陵地帯に位置するバイカル湖の中央湖盆(Central Basin)の水深1620mで採取された。その場所で1999年に採取した表層柱状試料の上部から25~33cmの地点のものを本研究の試料とした。詳細は佐々木(2002MS)に載っている。

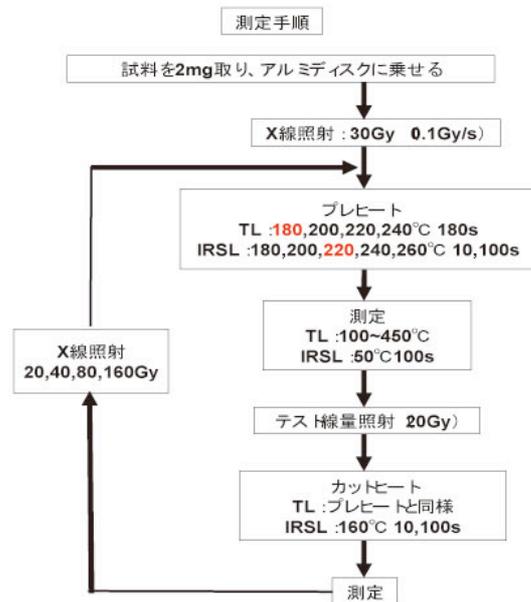


図1 測定手順

### 実験方法

試料を6~11 $\mu\text{m}$ 、11~17 $\mu\text{m}$ 、17~32 $\mu\text{m}$ 、75~125 $\mu\text{m}$ の4つの粒径に篩を用いて分けた。未分離の試料も合わせて5試料用意した。また、11~17 $\mu\text{m}$ と未分離の2つは、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 処理をして有機物を除去した試料も用意した。それぞれから各々2mg取り、それをアルミディスクに乗せ、IRSL測定装置、Red TL (RTL)測定装置およびBlue TL (BTL)測定装置を用いて測定した。

本研究では dose recovery test という実験を行った。これは、既に光曝によってルミネッセンスがゼロ・リセットまたは減衰された試料に対して、仮想Deとして既知の線量を与え、それを検量線から見積もれるかを調べるテストである(測定手順は図1に記載)。

### 結果・考察

まずRTL測定結果を紹介する。ルミネッセンスは250°Cで強度が最も強いものの、仮想Deを与えた後のはじめての測定時のみ、高温域でもピークが見られた(図2)。250°C付近の強度を積算

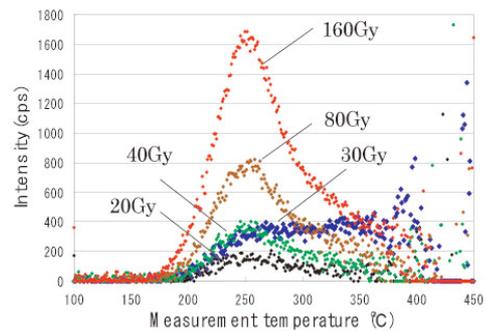


図2 RTL生データの例。有機物を除去していない11~17 $\mu\text{m}$ の試料を使用。温度とその時出てきたルミネッセンスの強度の関係を示した。

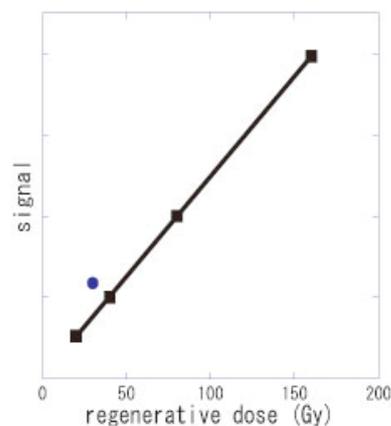


図3 図2から得たシグナルと線量の関係から引いた検量線の図。仮想De (丸点) のシグナルも載せる。

して得たシグナルから引いた検量線の直線性はよかった。しかし、仮想Deは多く見積もられ、その量の平均は約25Gyだった(図3)。5つすべての試料で同様の結果が得られ、粒径による影響がないことがわかった。有機物を除去したものでも同様に、ピークは250°C付近に立ち、検量線の直線性は良いが、Deは多く見積もられた。仮想Deの見積もりの障害となる高温域のルミネッセンスは有機物起源ではないことがわかった。

光曝実験から、250°Cで放出されるルミネッセンスは光曝によって減少するものの、高温域のルミネッセンスが増加し、これがDe見積もりの障害になることが分かった。

飽和線量を知るために最大960Gyまで照射し

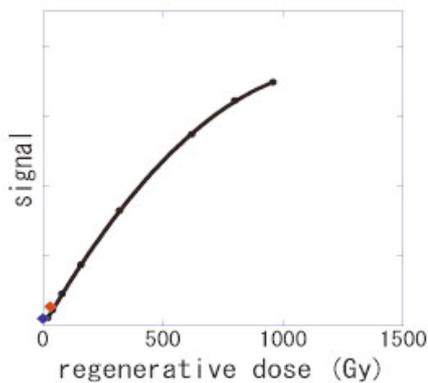


図4 飽和線量を知るために、960 Gyまで照射したときの線量とシグナルの関係。

た。検量線は 500Gy くらいから直線ではなく曲線関係になってきたので、そのうち飽和することが推測できるが、今回の実験では飽和までには至らなかった（図 4）。また、バイカル湖で放射性物質の濃度を測定した他の研究（井上源喜ほか、1998）から、仮の年間線量を算出した。その仮の値から、960Gy がどのくらいの年代に相当するかを推測したところ、140ka であった。

また BTL については、ピークの立ち方などの点において RTL とほぼ同じであった。

IRSL はプレヒート温度・時間やカットヒート温度・時間を変化させたが、検量線には有意な相

関関係が見られないものが約半数あるなど、未だに妥当な測定条件が決められなかった。そのため仮想 De についての議論をすることも妥当ではないと判断した。

## まとめ

今回は主に RTL と IRSL を行ったが、まとめは RTL のみ行う。今回、実験で決めた測定条件下では、粒径や有機物の有無にかかわらず、ルミネセンス特性に差異は見られなかった。よって実際の De 測定では粒径分離・有機物の除去を行わなくても問題はないと推測する。また、仮想 De を多く見積もってしまったが、その原因の一つとして光曝により高温域にルミネセンスを発するサイトが生じたことが考えられる。しかし、検量線の直線性がよかったことから、この過剰な線量を見積もることが出来れば、De 測定の可能性も出てくると思われる。

## 謝辞

本研究は三谷研究開発支援財団の平成 17 年度研究助成金によった。