

有孔虫の熱ルミネッセンス測定

品田遥可*・佐川拓也*・濱田麻希*・長谷部徳子**

Thermoluminescence measurement emitted from foraminifera

Haruka Shinada*, Takuya Sagawa*, Maki Hamada*
and Noriko Hasebe**

* 金沢大学理工学域地球社会基盤学類, Department of Earth Sciences, Kanazawa University

** 金沢大学環日本海域環境研究センター, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

はじめに

有孔虫は、酸素同位体分析により、氷期・氷期サイクルに代表される地球の気候変動の研究に貢献する微化石である。有孔虫の年代測定は、数万年前までの年代範囲では¹⁴C年代測定で決定されている (Missiaen et al., 2020)。それより古くなると、例えば海洋堆積物コアなど連続的に試料をいられる対象に含まれる有孔虫の酸素同位体比を調べ、年代値のわかっている有孔虫の酸素同位体比と相対的に照らし合わせて年代が類推されている (松井ほか, 2020)。酸素同位体比曲線が連続的に得られなかった場合、酸素同位体比のどの部分と対比できるかの判断が難しくなり、正確な対比が難しい場合がある。この数万年から数百万年の範囲に、直接有孔虫の年代決定が可能であれば、より詳細な化石層序を確立でき、第四紀の環境変動研究に貢献できる。本研究では有孔虫の直接の年代決定を目指し、熱ルミネッセンス (Thermoluminescence: TL) 年代測定が可能かどうか吟味した (Ogata et al., 2017)。TL年代測定は、加熱時の試料からの発光量が環境放射線による蓄積線量に比例することを利用する手法である。放射性元素が乏しい試料でも年代測定が可能であり、その適用可能年代測定幅より、数百万年前の試料まで対象とすることができる。試料の量が少なくても測定できるので、有孔虫単体を直接測定できる可能性もある。

分析試料

星の砂として販売されている有孔虫から、*Calcarina* sp.と*Baculogypsina sphaerulata*をとりだし人工的に γ 線照射を行い、TLの特徴を調べた。また熱帯太平洋域で採集した海洋コアから採取された炭酸塩軟泥から有孔虫をテスト測定に処した。

分析結果

発光色を撮影したところ、赤く発光した (図1)。またXRDによる鉱物種の同定を行なったところ、分析した有孔虫殻は方解石であった (図2)。単個体でのTL測定をしたところ、人工的に放射線を与えた場合低温側120°Cと高温側320°Cに発光のピークがあった (図3)。しかし天然の残存TLには低温側のシグナルは残っていなかった。有孔虫単体でも複数個体でもTLグローブに大きな変化はなかった。また有孔虫を粉末にして分析すると、表面積の増加と温度の伝わりやすさにより、シグナル強度が上昇し、とくに高温側の発光ピークの温度がやや低下した。X線を照射した後1週間おいてから測定したところ (図4)、低温側のシグナルは残っていなかった。高温側のシグナルは発光温度がやや高温にシフトしシグナル強度がやや減少した。高温側のシグナルを利用して見かけの蓄積線量を求めることができた。

これらの結果に基づき、海洋コア試料より分

離した複数個の有孔虫を粉末状にしてTL測定を行ったところ、約160Gyの蓄積線量と見積もることができた(図5)。しかしこの見積もりはシグナルが減衰することを考慮していないため、実際は倍以上の線量が当たっていたのではと考えられる。

結論

有孔虫は赤色のTLを示し、この波長域のルミネッセンスを測定することによって蓄積線量の見積もりが可能である。発光は約100°Cと約300°Cに求められるが、低温側のシグナルは天然試料では観察されず不安定なものと考えられる。時代が同じ試料であれば複数個を合わせて測定しても問題なく、また粉末にしたほうがシグナル強度がより高くなり、信頼性のある測定結果を得られる。しかし時間が経つとシグナルが減衰するので、今後その特徴を明らかにしないと、実際の年代測定に利用できるかどうかを判断できない。

謝辞：ガンマ線照射は京都大学複合原子力科学研究所の共同利用制度を利用して行った。照射は飯沼勇人氏にご協力いただいた。

文献

- 松井浩紀, 池原 実, 堀川恵司, 岡崎裕典 (2020) 九州・パラオ海嶺の海洋コア年代測定～安定同位体比によるアプローチ～, *Isotope News*, No.770, 8月号.
- Missiaen, L., Wacker, L., Lougheed, B.C., Skinner, L., Hajdas, I., Nouet, J., Pichat, S., Waelbroeck, C. (2020) Radiocarbon dating of small-sized foraminifer samples: insights into marine sediment mixing. *Radiocarbon*, 62, 313–333.
- Ogata, M., Hasebe, N., Fujii, N., Yamakawa, M. (2017) Measuring apparent dose rate factors using beta and gamma rays, and alpha efficiency for precise thermoluminescence dating of calcite. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 112, 336–345.

本稿の内容は、金沢大学環日本海域研究センター令和三年度年報(2021, 80-83)にも掲載されている。

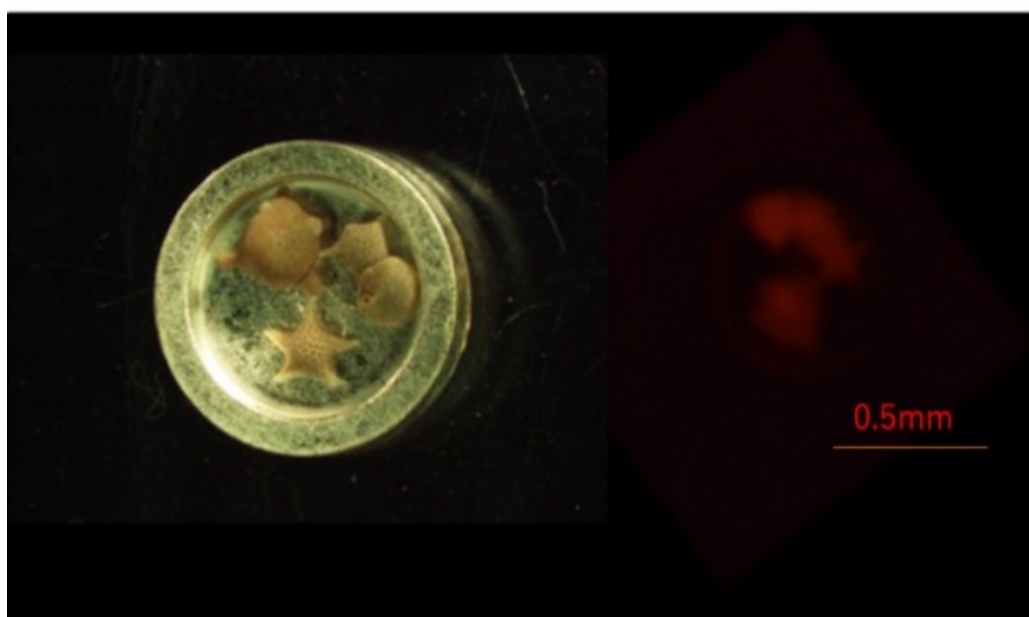


図1. 星の砂から分取した有孔虫と発光色

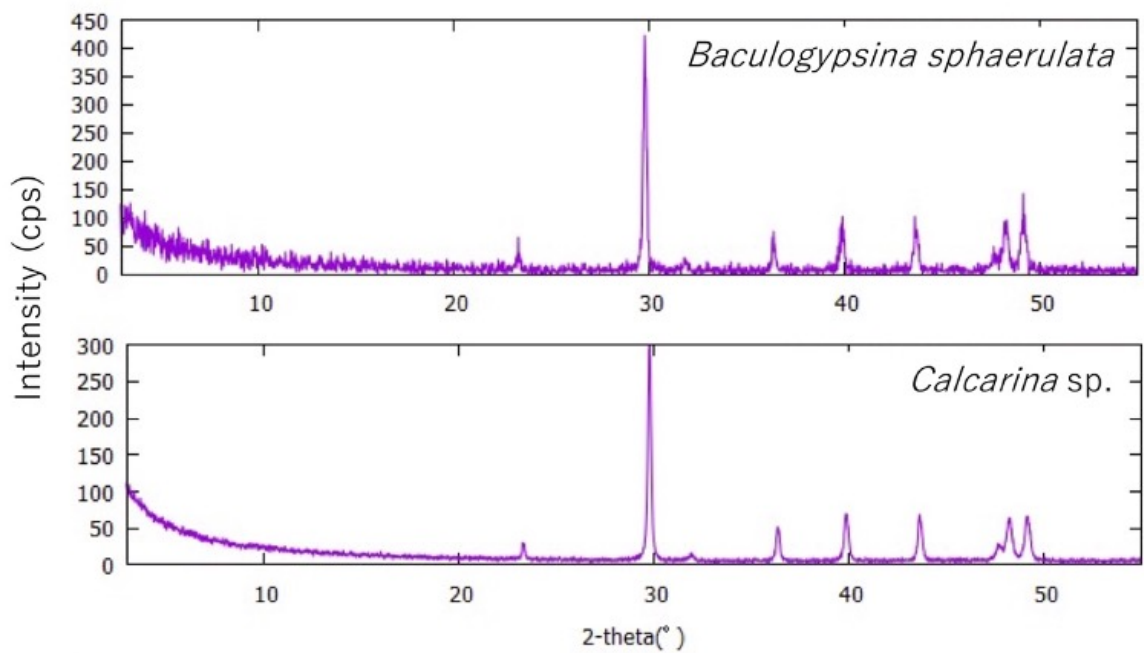
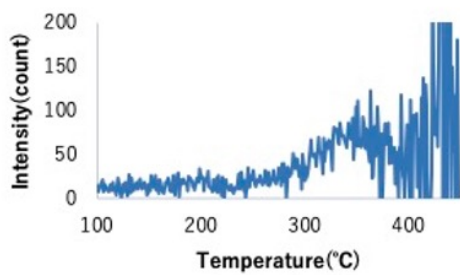
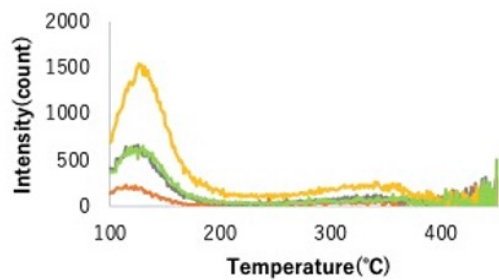


図2. 有孔虫のXRDデータ



天然の放射線由来のTL



人工照射(X線照射)由来のTL
グラフの色の違いは線量の違いによる

図3. 有孔虫のルミネッセンス測定結果

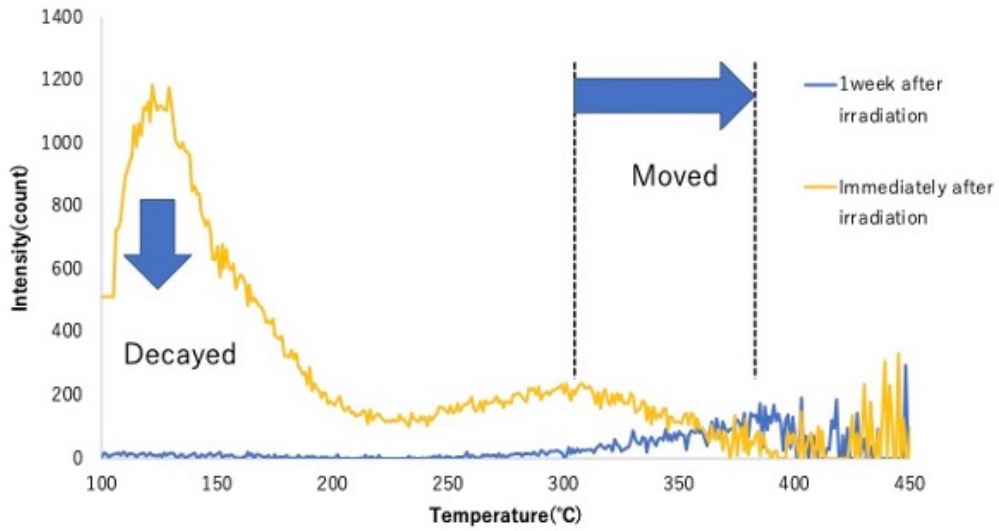


図4. 放射線照射のち測定までに時間を起した時のシグナルの減衰

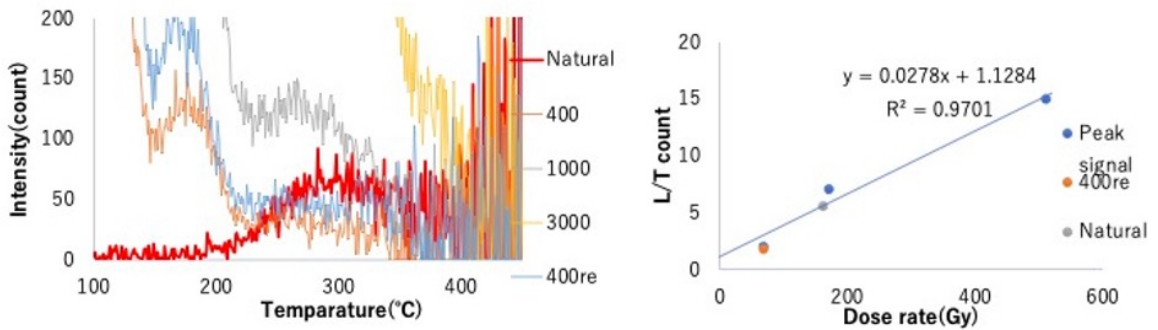


図5. 海洋底堆積物コアから分離した有孔虫の測定結果