

氏 名 杉崎 彩子

学位（専攻分野） 博士（理学）

学位記番号 総研大 1283 号

学位授与の日付 平成 21 年 9 月 30 日

学位授与の要件 複合科学研究科 極域科学専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学位論文題目 High-resolution optical dating for marine sediments
from North Pacific Ocean

論文審査委員 主 査 准教授 野木 義史
助教 三浦 英樹
助教 菅沼 悠介
グループリーダー 坂本 竜彦
(海洋研究開発機構)
助教 谷 篤史 (大阪大学)

論文内容の要旨

The reliability of global climate models is dependent on the accuracy of past climate data sets, and it is increasingly common for marine sediments to give information on palaeoclimatic and palaeo-oceanic environments. Using these records to reconstruct palaeoenvironments in detail, an accurate and precise chronology is required. At high latitudes, however, the absence of carbonate for radiocarbon dating and oxygen isotope stratigraphy has prevented the construction of accurate chronological models.

In this thesis we have investigated the potential of optically stimulated luminescence (OSL) dating to establish a chronology for our deep sea sediment cores from the Northern Pacific area. OSL dating makes use of the omnipresent quartz and feldspar grains in the sediment so there is no limitation in the presence of the dosimeter. OSL dating is a widely accepted dating method for terrestrial sediments, but only few studies have tested its reliability in the marine environment.

A luminescence age reflects the time that has elapsed since the sediment grains were last exposed to sunlight. The luminescence age equation contains two equally important factors: the equivalent dose and dose rate. The equivalent dose is the total radiation dose that crystals (quartz, feldspar) have absorbed during burial, and the dose rate is the rate at which the sample was exposed to ionising radiation in the environment. Dividing the equivalent dose by the dose rate gives the luminescence age of the sample.

This study is focused on testing the reliability of the OSL dating method when applied to marine sediments from the Northern Pacific ocean. The aims of this thesis are (1) determine the accuracy of OSL ages, e.g. by comparison with AMS ^{14}C dating and marine oxygen isotope stratigraphy where possible, (2) produce a high resolution sequence of absolute ages which can describe changes in sedimentation rate through time, and (3) test whether it is possible to date back to marine isotope stage 5e (MIS 5e).

In this thesis we have made use of fine (4-11 μm) grains of quartz extracted from the marine sediment cores taken in the south-western Sea of Okhotsk, the Bering Sea and the Central Sea of Okhotsk. In the first study, a high resolution OSL age dataset (64 samples) from the south-western Sea of Okhotsk showed continuous ages up to 24 ka and indicated clear sedimentation rate differences during glacial and interglacial periods. Also for the most northern located core in the Bering Sea (sub-arctic area), the OSL ages (12 samples) could date to 64ka and the ages are in good agreement with the ^{14}C ages $\sim 25\text{ka}$. The OSL ages in this study are in good agreement with the ^{14}C ages. In the third study in the central Sea of Okhotsk, a test of accuracy of the OSL ages back to MIS 5e was carried out. The OSL ages (40 samples) are in good agreement with the well-established oxygen isotope stratigraphy at this site back to the MIS 5e ($\sim 130\text{ka}$). In all these studies, the luminescence characteristics of the dosimeter are investigated

in detail and extensive tests of the performance in the chosen measurement protocol are presented.

It must be noted that the OSL ages are largely dependent on the water content. The evaluation of the appropriate water content model is discussed and it appears that the observed water content values, measured immediately after core extraction, seem to give the most accurate ages.

This thesis shows that OSL dating is a useful method for dating marine sediment in the North Pacific area. The data confirm that the OSL dating using fine-grain quartz that is distributed all over the ocean has very great potential in the establishment of an absolute chronology for deep sea sediments; because luminescence does not depend on the presence of carbonate for AMS ^{14}C dating, it is now likely that we can establish a chronology in regions of the ocean that were previously undatable.

博士論文の審査結果の要旨

本論文に関する審査委員会を平成 21 年 6 月 19 日に開催した。本論文は、光ルミネッセンス年代測定法を用いた北太平洋海底堆積物の高解像度年代決定に関する研究である。論文は、英語で執筆されており、1 章 Introduction、2 章 Material and methods、3 章 Results、4 章 Discussion、5 章 Summary of thesis の 5 章により構成されている。

1 章 Introduction では、古環境復元のための海底堆積物の年代決定の重要性、極域の海底堆積物の年代決定法として期待される光ルミネッセンス年代測定法の原理および、光ルミネッセンス年代測定法を海底堆積物に適用した先行研究の問題点を述べた。特に、先行研究の共通した問題点として、完全に光遮蔽されていないサンプリング方法や含水率の評価が行われていない点を挙げており、その他に、ブリーチングの問題に関わる測定に用いる石英粒子の粒径の問題や、年代の評価が曖昧な点等を指摘した。さらに、これらの先行研究の問題点の解決を目指し、光ルミネッセンス年代測定法を用いた海底堆積物の年代決定の信頼性を検証する事を、研究目的として述べている。2 章 Material and methods では、完全に光遮蔽を行った海底堆積物のサンプリング方法、これまで光ルミネッセンス年代測定による研究例のない北太平洋で得られた 3 本の海底堆積物コアについての記載、含水率測定、含水率を考慮した光ルミネッセンス年代測定法に必要な年間線量等の算出方法等が述べられている。3 章 Results では、北太平洋で得られた 3 本の海底堆積物コアから得られた高解像度の光ルミネッセンス年代測定の結果を示し、同じコアで得られた放射性炭素年代や酸素同位体比層序による年代との比較を行った。その結果、放射性炭素年代値との比較から、光ルミネッセンス年代値は 20ka まで整合的であること、また、酸素同位体比層序との比較からは、140ka まで年代測定が可能である事を明らかにした。4 章 Discussion では、光ルミネッセンス年代の信頼性を評価するため、放射性炭素年代や酸素同位体比層序の問題点も考慮した光ルミネッセンス年代との整合性に関する議論を行った。この議論を通して、海洋リザーバー効果を評価した放射性炭素年代値の場合と整合的なこと、酸素同位体比層序に関しては、110~130ka で年代差が大きいが、全体的に整合的である事が示されている。また、110~130ka で酸素同位体比層序との年代差が大きくなる原因として、堆積物の含水率の効果や石英粒子のブリーチ度合いの違い等が示唆された。さらに、これらの議論を元に、光ルミネッセンス年代測定法の海底堆積物への応用に関する将来的な展望を述べている。5 章 Summary of thesis では、光ルミネッセンス年代測定法を用いた海底堆積物の年代決定の信頼性に関する以上の結果をまとめた。

本論文の研究成果として、まず、光ルミネッセンス年代測定のために、これまで行われた事のない、完全に光遮蔽を行った海底堆積物コアを採取した事、また同時に含水率測定を行い、年間線量等の見積もりに用いた事が挙げられる。次に、光ルミネッセンス年代測定法を研究例のない北太平洋の海底堆積物に適用し、それぞれの海底堆積物コアに対して 27-32 層準におよぶ多層準での高解像

度の光ルミネッセンス年代値を決定し、放射性炭素年代や酸素同位体比層序との比較検討を行った事も、世界的にも初めてである。さらに、これらの結果から、光ルミネッセンス年代測定法を用いて 140ka までの年代測定が可能である事を初めて明らかにした事や、光ルミネッセンス年代測定法の海底堆積物への応用に関して、含水率や石英のブリーチング度合いが測定値に大きな影響を与える可能性等の新たに重要な問題を提起した事も高く評価されるものである。

以上のように、本論文の研究内容と結果は、オリジナリティの非常に高いものであり、今後、光ルミネッセンス年代測定法が、放射性炭素年代法や酸素同位体比層序がほとんど適用できない極域の海底堆積物に応用される事が大きく期待される。これらから、審査委員会では全員一致で提出された論文が学位論文に値するものと判定した。