

氏名	Dadayakkarage Nuwan Sanjaya Wanniarachchi		
学位の種類	博士 (理学)		
学位記番号	総博甲第 1 1 3 号		
学位授与年月日	平成 2 8 年 9 月 2 6 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項		
文部科学省報告番号	甲第 5 8 1 号		
専攻名	マテリアル創成工学専攻		
学位論文題目	Reconstruction of tectonothermal history of the Southwestern Highland Complex, Sri Lanka: Implication of internal textures and geochronology of zircon and monazite (スリランカ南西ハイランドコンプレックスの造構的熱的履歴の再構築 : ジルコンおよびモナザイトの内部組織と年代学の適用)		
論文審査委員	主査	島根大学教授	亀井 淳志
		島根大学教授	高須 晃
		島根大学教授	三瓶 良和
		島根大学名誉教授	赤坂 正秀

## 論文内容の要旨

Internal textures of zircons and monazites, U-Pb ages of zircons, and Chemical U-Th-total Pb isochron method (CHIME) dating of monazites in garnet-biotite gneiss, garnet-biotite-cordierite gneiss, hornblende-bearing charnockitic gneiss and charnockitic gneiss of the Southwestern Highland Complex (SWHC), Sri Lanka, were investigated to evaluate the evolution of the metamorphic rocks which have been subjected to multiple thermal events during the Gondwana amalgamation.

The mineral assemblages are garnet + biotite + plagioclase + K-feldspar ± cordierite ± sillimanite + quartz + magnetite ± rutile ± spinel ± ilmenite ± calcite in the garnet-biotite gneiss; cordierite + plagioclase + magnetite + spinel ± corundum (thin spinel-rich and extremely quartz-poor layers) and garnet + biotite + K-feldspar + plagioclase + quartz ± magnetite ± spinel (spinel-poor layers) in garnet-biotite-cordierite gneiss; garnet + orthopyroxene + clinopyroxene + hornblende + anorthite ± quartz in hornblende-bearing charnockitic gneiss; and clinopyroxene + orthopyroxene ± biotite ± garnet + K-feldspar + anorthite + quartz ± magnetite in charnockitic gneiss.

The zircons from garnet-biotite gneiss consist of the detrital zircon cores and overgrowths with two to five growth stages. The detrital zircon cores are rounded or euhedral to subhedral in shape, and show transgressive internal textures or oscillatory zoning. In the garnet-biotite-cordierite gneiss sample, the zircons consist of euhedral core part (not detrital core) and four to five growth zones lacking internal texture. In the hornblende-bearing charnockitic gneiss and charnockitic gneiss, most of the zircons are

fine-grained and rounded in form, and consist of cores (not detrital core) and rims lacking internal textures. In minor cases, zircons consist of rounded or skeletal cores containing inclusions and/or voids and overgrowths showing two or three generations. The first, second and third generations of core-absent grains exhibit fir-tree texture (ft), radial growth (rd) and a planar banded zone (bd), respectively. Ages of the detrital cores are in a range of 3.3–1.7 Ga, and can be categorized into five ranges of 3380–3220, 2730–2660, 2550–2490, 2220–2170, and 1900–1700 Ma, implying source ages during 3.3–1.7 Ma. Most of the overgrowths gave ages in ranges of 2730–2660, 1900–1700, and 630–500 Ma. These age-ranges correspond to the growth stages of zircons by the repeated thermal events. Especially, zircons with ages in the ranges of 1900–1700 and 630–500 Ma have Th/U-ratios less than 0.1, implying formation by metamorphic events. Zircons lacking detrital cores and having growth zones with characteristic metamorphic internal textures gave ages in a range of 630–500 Ma, implying the generation at the latest metamorphic event stage.

Monazites are abundant in garnet-biotite gneisses. The monazites have core-rim zoned, inherited core-bearing, complexly zoned, and oscillatory zoned type internal textures. The core domains of the core-rim zoned, inherited core-bearing, and complexly zoned type monazites show 523–485, 1802–517, and 1648–527 Ma, respectively, and the rim domains show younger ages of 485–434 Ma. Even though its repeated zonings, oscillatory zoned type monazites show the only young age of  $452 \pm 27$  Ma. The determined isochron ages are grouped into four clusters: group I of 1830–1648 Ma,  $1766 \pm 140$  Ma,  $1788 \pm 30$  Ma; group II of  $803 \pm 99$  Ma,  $679 \pm 99$  Ma; group III of ages with 550–485 Ma,  $533 \pm 22$  Ma, and  $481 \pm 42$  Ma; and group IV of ages with 470–430 Ma,  $470 \pm 45$  Ma, and  $433 \pm 14$  Ma. The ages of the group I may imply either magma emplacement ages or depositional ages of sediments. The ages of the group II correspond to the stage of the most prominent thermal event recorded in the region. The groups III and IV can be identified as post-peak thermal events. However, the groups II to IV can be considered as one group or event within the error ranges of the ages.

The age data given for the monazites in the SWHC are consistent with the published data for the Central Highland Complex, and indicate that the SWHC has been subjected to the same thermal events as the Central Highland Complex. However, the repeated thermal events in the SWHC are evidenced by the internal textures and the age data of the zircons from the SWHC, which signifies the complex evolution process of the high-grade basement of the SWHC. Five growth stages of overgrowths observed in some zircons

suggest much more complex thermal events than that having been considered in the published simplified models. The results of my study show complex evolution processes of the high-grade basement of the SWHC, and seem to be consistent with the previous crustal model than the recent crustal models for CHC.

## 論文審査結果の要旨

審査申請者による博士論文は、約6億年前に誕生したゴンドワナ超大陸の一部を構成していたスリランカの時空的変遷の解明を大テーマとして、スリランカの中でも岩石学的、鉱物学的、年代学的研究が遅れていた南西ハイランドコンプレックスに関して(1)変成作用時の熱構造、および火成作用・変成作用による熱履歴とその年代を詳細に解明し、(2)それによりスリランカの発達過程における熱履歴と造構運動の関係の詳細を明らかにし、(3)ゴンドワナ超大陸を形成していたインド亜大陸、マダガスカル、南極、アフリカ大陸などの地域における熱履歴と年代の関係と南西ハイランドコンプレックスのそれとの関係を解明し、(4)スリランカのゴンドワナ大陸における位置を実証的に検証したものである。

従来のスリランカの形成と成長に関する研究では、スリランカを構成する主要な地質体であるハイランドコンプレックスの中央部における地質学的・岩石学的・年代学的研究が主に成されてきた。申請者はハイランドコンプレックスの中でも南西部の「南西ハイランドコンプレックス」と呼ばれる地質体がゴンドワナ大陸の再現の上で重要であること、しかしながらこの地質体はこれまで十分研究されてこなかったことに着目し、南西ハイランドコンプレックスにおける熱履歴の詳細な解明、現在岩石に記録されている最高温度時における変成作用による熱構造の解明を行った。従来の研究は、高温変成岩中のジルコンにおける年代の測定を行ってきたが、複数回の火成作用・変成作用をこうむった履歴を表しているジルコンの内部組織の解析が不十分であったため、得られた年代が意味することとその意義の解明が不十分であった。さらに、ジルコンと同様に重要な鉱物であるモナズ石の内部組織と年代の研究は南西ハイランドコンプレックスにおいてはほとんど全くなされていなかった。申請者は、この問題を解決するために、南西ハイランドコンプレックスの変成岩中のジルコンとモナズ石における内部組織の詳細な記載と分類、それに基づく年代測定を行い、変成岩を構成する前のジルコン(デトリタルジルコン)の年代が約3.3Gaから1.7Gaであり、それが5つの年代領域に分けられること、また、変成岩形成後の熱履歴を示すオーバークロースの年代が3つの年代領域に分けられることを発見し、新たな年代領域(1.9-1.7Ga)も発見した。ジルコンとモナズ石による結果により、南西ハイランドコンプレックスにおいても最高温度による変成作用が630-550 Maであることが証明され、中央ハイランドコンプレックスと共通した変成履歴を経たことが明らかとなった。これらの結果より、スリランカの形成と進化プロセス、およびスリランカと共にゴンドワナ超大陸を形成していたインド亜大陸、マダガスカル、南極、アフリカ大陸などの地域とスリランカ南西ハイランドコンプレックスの関係・位置付けが、熱履歴とその年代学によって根拠付けられた。これらの貢献は高く評価される。さらに、今後のスリランカ、およびゴンドワナ大陸構成体の研究に関する示唆を与えた。申請者は地質

調査, 岩石記載に踏まえて, 電子線微小部分分析装置, レーザーアブレーション ICP-MS を駆使してモナズ石, ジルコンの年代を測定し, そのデータ解析・解釈にも優れた能力を発揮した。

以上のとおり, 本博士論文では, (1)研究背景に基づく研究目的設定, 研究方法が適切であり, (2)研究内容は徹底した調査と観察, および先端的研究手法に基づいた分析・解析が行われており, (3)調査・観察・分析結果から研究目的を達成するための優れた考察が成されており, (4)オリジナルで重要な結論が得られている。したがって, 本博士論文は極めて優れたものと評価され, 「合格」と判定された。