

氏名（本籍）	<u>MUHAMMAD SULHUZAIR BURHANUDDIN</u> (Indonesia)
専攻分野の名称	博士（理学）
学位記番号	国博甲第 21 号
学位授与の日付	令和 6 年 9 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1・2 項該当
研究科・専攻	国際資源学研究科・資源学専攻
学位論文題目（英文）	<u>STUDY ON ORGANIC MATTER ENRICHMENT AND PRESERVATION CONTROL IN CARBONATE SOURCE ROCK: FIELD ANALOGUE FROM THE MESOZOIC SEDIMENTARY ROCK IN SOUTHEAST-ARM OF SULAWESI</u> （炭酸塩岩根源岩における有機物の濃集と保存に関する研究：インドネシア・スラウェシ島南東部中生界堆積岩の場合）
論文審査委員	（主査）教授 千代延 俊 （副査）教授 高橋 亮平 （副査）教授 オブラクタ ステイーブン

論文内容の要旨

While carbonate rock is often attributed as an excellent reservoir due to its favorable porosity and permeability, such lithology also has a crucial role in the generation subsystem to act as source rock. However, detailed lithological and petrochemical characteristics, together with tectono-sedimentation controls on the deposition and organic matter enrichment of carbonate source rocks, are still poorly documented. Hence, this study focused on understanding the organic matter enrichment and preservation controls of carbonate source rock. Southeast arm of Sulawesi, is one of the frontier areas in eastern Indonesia that provides excellent records for such studies because Mesozoic carbonate intervals, the Triassic-Jurassic Tokala and Cretaceous Matano Formations, cropped out widely on the surface together with hydrocarbon manifestations. Both megascopic and microscopic observations were combined with comprehensive inorganic and organic geochemistry analyses to unravel control of the enrichment and preservation of organic matter preservation in carbonate source rock. Due to

the high deformation and complexity of lithofacies determination, major elements representing mudstone dominant constituents were used to classify the lithology into “mixed” shales, argillaceous shale, and argillaceous mudstone. To summarize, we provide excellent evidence that the global “carbonate source rock” term is applied to our “mixed” shale, composed of mixed carbonate and siliciclastic materials. The equilibrium of these constituents is further related to two critical aspects in our novel proposed model, which are tectonic and sedimentological aspects, especially detrital input and carbonate development. From the model, organic matter accumulation occurred in the basin margin (Bule “mixed” shale facies) with a suspension mechanism and the latter was preserved under the anoxic bottom of water. Moreover, fault activities during the rifting event triggered mass transportation to the fore slope (Wiwi “mixed” shale facies) resulting in rapid sedimentation which exhibits good organic matter preservation. This new model re-updated the understanding of global “carbonate source rock” and though applicable for other regional and global syn-extensional carbonate source rock.

論文審査結果の要旨

インドネシア国スラウェシ島東部海域は、北部、中部、南部の3海域に大きく分類され、北部と南部においては現地国営企業により油田群の開発がなされてきた。一方で、中部海域は炭酸塩岩を主とした堆積盆が存在しており、油徴や浸潤があり油田群が存在している可能性は指摘されてきたものの、陸上での貯留層や、石油根源岩層準の層位学な検討や岩石物理学的な解析が乏しく、石油の熟成、移動・集積に関する石油システムの総合的な検討が不十分であった。陸域での解析が乏しい状況では当然ながら海域での検討も少なく、スラウェシ島東部海域中央部堆積盆に関する新たな解釈が必要とされてきた。そこで Muhammad 君はスラウェシ島東部に露出する炭酸塩岩類に注目して同地域における石油システムの成立過程を復元する目的で研究を進めた。

研究手法として、詳細な地表踏査を主とした岩相記載・化石観察に基づく地質学的評価とロックエバル分析、バイオマーカー分析などの有機地球化学的手法に基づいた有機物保存について評価した上で両者の関連性について検討した。

その結果、炭酸塩岩類から産出した石灰質ナンノ化石から地質時代が白亜系であることを明らかにし、層位学的な位置を確立した。さらに、地表踏査から炭酸塩岩類に挟在される石灰質頁岩層を認め、この頁岩層が炭酸塩岩と明瞭な互層をなし、スラウェシ島東部地域に広く分布することを明らかにした。頁岩層の薄片観察からは炭酸塩岩に充填された亀裂の発達を確認され、この

亀裂に沿って炭化水素の存在が確認された。この頁岩層の有機地球化学分析からは、頁岩層中の全有機炭素量が2%以上、最大で5%程度と石油根源岩層準としての能力が極めて高いことが示された。さらに熟成度の観点から十分に熟成に達していることも明らかとされた。以上の結果から、この頁岩層が層位学的解釈、有機地球化学的評価ともにスラウェシ島東部地域での石油根源岩であることを示した。加えて、堆積物の構成元素から有機物の濃集保存メカニズムについて検討し、炭酸塩岩の堆積する浅海環境での頁岩層の堆積システムは生物生産と酸素供給メカニズムに違いがあることを明らかにした。この現象は広範囲な分布からみても堆積盆全体に適用することが可能であり、この頁岩層を石油根源岩とした石油システムが成立している可能性を指摘し、本海域が十分に探鉱ターゲットとなり得ることを評価した初めての研究成果である。

以上の論文内容はインドネシア国における初めての研究成果であり、国際誌において既に公表され、同国の資源探鉱および開発だけでなく二酸化炭素地下貯留などの分野への応用も期待できる。さらには、スラウェシ島周辺海域の堆積盆発達史全体を解明する上で、極めて重要な解釈を与える結果を示し、今後のインドネシアを中心とした太平洋-インド洋赤道地域研究の発展に大きく寄与する。よって、本論文は秋田大学大学院国際資源学研究科における博士号の学位として降格と認めるに値する。