

氏 名	たか がわ とも ひろ 高 川 智 博
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3198 号
学位授与の日付	平 成 19 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Experimental study on formative conditions of hummocky cross-stratification using circular flume (ハンモック状斜交層理の形成条件に関する円形水路を用いた実験的研究)
論文調査委員	(主 査) 准教授 前 田 晴 良 准教授 山 路 敦 教授 田 上 高 広

論 文 内 容 の 要 旨

暴浪時に海底に作用する長周期の振動流・複合流の作用で形成されると推定されてきたハンモック状斜交層理(hummocky cross-stratification, HCS)の形成条件を、新開発のパドル駆動型円形水路を用いて実験的に調べた。

実験に用いた新開発の装置は、円形水路・回転パドル・給砂装置からなり、水路上をパドルが回転することで水流を発生させる。この装置には長周期で高速な振動流・複合流を発生させることができ、水理条件を一定に保ったまま堆積物を供給して堆積構造を形成させることができるという、従来の実験水路にはない特徴がある。

長周期(7.7~60s)の振動流・複合流における中粒砂(平均粒径0.33mm)のベッドフォームに関する実験を行い。従来知られていた振動流卓越型の複合流(一方向流速<10cm/s, 振動流速=60-80cm/s)におけるハンモック状リップルの形成を確認するとともに、これまで実験的に調べられたことのない一方向流卓越型の複合流(一方向流速=20-60cm/s, 振動流速30-60cm/s)でもハンモック状リップルが形成されることを明らかにした。

この実験結果から、これまでHCSとして認識されてきたものの中には、振動流卓越型複合流のハンモック状リップルに関係したもの他に、一方向流卓越型のリップルに関係したものも存在することが指摘される。また、長周期振動流(周期=15s, 振動流速=90.5cm/s)の条件下で給砂実験(堆積速度=0-3mm/min)を行った。堆積物を供給した実験で形成された堆積物には、HCSの特徴である緩くうねった侵食面、それにほぼ平衡に重なり上位に平坦化する葉理などがみられたほか、一部には上に凸の葉理もみられた。これは世界ではじめて実験的に再現されたHCSである。実験で形成されたHCSには、短周期の振動流リップルに特徴的なシェブロン構造と似たものがみられた。典型的なシェブロン構造はリップルの峰部に多くみられ、峰部の両側の葉理が1本ごとに交互に重なっている。これに対し、実験で観察されたのはハンモック状リップルの谷部で複数枚の葉理セットが束で交互に重なる構造である。これはシェブロン構造と同様に、堆積時のリップルの振動を示すものであると考えられる。振動流の実験で見つかったこの構造は、地層記録のHCSの成因が振動流であるのか、あるいは一方向流であるのかを判定する一つの基準と成りうる重要な構造である。

以上の結果は、過去の地層から堆積過程を復元する上で、堆積速度の重要性を再認識させるもので、その制約条件を提供し、より詳細な過去の堆積過程や海洋環境の復元に資するものである。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本申請論文は、ハンモック状斜交層理(HCS)の形成条件を解明するための実験的研究を詳細に記述した点に最大の特長がある。ハンモック状斜交層理とはゆるく低角にうねる侵食面とそれを平行に覆う葉理から構成される砂層中の堆積構造であり、暴浪の影響を受ける水中環境で形成されると推定されてきた。ハンモック状斜交層理は晴天時には形成されないため、波の影響を晴天時には受けないが暴浪時は受けるという比較的狭い水深範囲の環境を指示すると考えられ、地層中から古水深を見積もるための示相堆積構造として重要視されてきた。実際に、浅海成の地層の堆積環境は、ハンモック状斜交層

理（HSC）の有無をもとに推定されてきた。

ところが、広く浅海堆積相の指標として用いられているにもかかわらず、ハンモック状斜交層理が形成される水理条件は未だ解明されておらず、この構造が暴浪時に形成される事に関してすら確証が得られているわけではない。ハンモック状斜交層理が形成される様子を直接的に観察し、その形成条件を求めるということは1980年代以降の堆積学にとって最重要な課題のひとつとなっていた。本申請論文は、この課題に正面から取り組んだもので、その成果は、以下の2点に要約できる。

まず初めに、本研究によって世界で初めてハンモック状斜交層理を水槽実験で作りだすことに成功した点が挙げられる。これまでハンモック状斜交層理を実験で作り出すことができなかったのは、自然環境の暴浪と等スケールの周期と流速を持った振動流を水槽中で発生させつつ、堆積物を上方から供給して葉理構造を形成させることが従来の実験装置では不可能であったためである。本研究はその目的のために円形水槽を新たに独力で一から設計した。これによって上記の問題を解決し、地層で観察されるものとはほぼ同一の特徴を持つ堆積構造を水槽中に生成させることができるようになった。

次に、本研究により、ハンモック状斜交層理に関する形成条件を明らかにすることに成功した点が挙げられる。高川氏の水槽実験は、ハンモック状斜交層理が確かに天然スケールの暴浪によって形成されうることを確認した。ところがそれだけではなく、この構造が純粋な振動流だけではなく混合流（振動流と一方向流が重ねあわされた流れ）によっても形成されうることや、堆積物供給量の変化と堆積構造の形態の関連性、振動流によって形成されたハンモック状斜交層理と一方向流によって形成された類似堆積構造との相違点など、これまで知られていなかったさまざまな事実が初めて具体的に解明された点は特筆される。

以上のように本申請論文は、革新的な成果を数多く含んでおり、今後、室内実験と野外研究を有機的に融合させるという堆積学の課題の上で重要な役割を担う研究であるといえる。さらに、浅海堆積物の堆積相解析や、直接観測できない暴浪環境で起こる諸現象を考える上で、本研究は重要な基礎的情報を与えるものと高く評価される。また、市販の実験装置を導入するのではなく、独力で新装置を創作・工夫・改良することによって世界初の実験成果を出すことに成功した好例として特記すべきものと判断される。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。そして、論文内容とそれに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。