

平成21年 3月31日現在

研究種目：基盤研究B

研究期間：2006～2008

課題番号：18340154

研究課題名（和文）サンドリッジモデル再構築のための基礎的研究

研究課題名（英文）Fundamental research for reconstruction of sandridge model

研究代表者

氏名（ローマ字）：伊藤 慎（Makoto Ito）

所属機関・部局・職：千葉大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：10201930

研究成果の概要：

サンドリッジの形成と発達には、(1)ストームによる堆積作用の中断が繰り返されること、(2)サンドリッジ堆積物にはストームで形成される粗粒デューン堆積物と fluid mud 堆積物が発達すること、(3)サンドリッジ堆積物は必ずしも上方粗粒化のみで特徴付けられないこと、(4)サンドリッジ頂部の侵食によってマスターベディングの傾斜方向へ高流領域で移動した砂層がサンドシートを構成されることなどが明らかとなった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成18年度	3,000,000	900,000	3,900,000
平成19年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
平成20年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	8,300,000	2,490,000	10,790,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：地層

1. 研究開始当初の背景

大陸棚を取り囲むさまざまな社会問題が近年クローズアップされているが、このような大陸棚は我々に最も身近な海洋環境であるとともに、海産物資源をはじめとして人類に多くの恵みを与えてくれている。特に、このような恵みを与えてくれる場所の一つがサンドリッジとよばれる大陸棚上の浅瀬であり、サンドリッジを構成する堆積物は世界各地の石油・天然ガス田の良質な貯留岩とな

っているものも多く知られている。したがって、(1)サンドリッジの形成をもたらす大陸棚での堆積プロセスを明らかにすること、(2)サンドリッジ堆積相の多様性をモデル化すること、(3)サンドリッジを構成する堆積物のさまざまな空間的スケールにおける不均質性を定量的に特徴化することは、地球温暖化にともなう大陸棚環境の将来を予測し、さらには大陸棚における今後の石油・天然ガス田の探鉱・開発を効率的に遂行するための探鉱モデルを構築するためにも

不可欠な基礎的研究の一つとして位置づけられる。

2. 研究の目的

この研究の主な目的は、大陸棚環境を代表する堆積システムの一つであるサンドリッジ堆積物に注目し、サンドリッジ堆積物の形成プロセスとこれに対応した堆積相の多様性を明らかにし、世界に先駆けた次世代のサンドリッジモデルを構築するための基礎的研究を目指すものである。

3. 研究の方法

詳細な露頭観察に基づいて、サンドリッジ堆積物の（1）三次元的形態のマッピング、（2）構成堆積相の特徴と累重パターンの特徴化、（3）堆積ユニットの階層性の認定とその時空分布パターンのマッピング、（4）堆積相の特徴と物性の対応関係に関する基礎的データの収集とその解析などを中心に研究を行った。さらに、（5）野外調査で採取された砂ならびに泥試料についての粒度分析や走査型電子顕微鏡観察などを行い、サンドリッジ堆積物の貯留岩性状の特徴化を行う。

野外調査は主に房総半島中央部に発達する中部更新統万田野層上部ならびに市宿層を中心として研究を行った。これらの地層に認められるサンドリッジ堆積物は、海流の影響を強く受けて形成されたことがこれまでの研究で明らかにされている。同様なプロセスが強く働いて形成されたサンドリッジ堆積物と考えられている仙台市北方の上部中新統番ヶ森層と青麻層、ならびに潮流の影響が強く働いて形成されたサンドリッジ堆積物と考えられているニューメキシコ州の上部白亜系 Tocito 層とイングランド南部の下部白亜系 Lower Greensand の野外調査を比較検討のために実施した。

4. 研究成果

今回の研究では、海流の影響を強く受けて形成されたと解釈される房総半島中央部に発達する中部更新統のサンドリッジ堆積物の解析に重点をおいた。特に露頭断面での三次元的な解析が可能な万田野層（およそ 60 万年前）上部のサンドリッジ堆積物と市宿層（およそ 70 万年前）の特徴を詳しく検討した。万田野層では、連続的に観察される露頭断面において 1 km 以上にわたって追跡される侵食面が認定され、全体でおよそ 80 m 以

上の層厚を示すサンドリッジ堆積物が 6 つのユニットで構成されることが明らかとなった。これらのユニット内部にはマスターベディングと解釈される緩く傾いた層理が認められる。これら層理の傾く方向とサンドリッジ堆積物を特徴づけるトラフ型斜交層理から求められる古流向には 10–20° 程度の違いが認められる。したがって、マスターベディングはサンドリッジの側方付加面を示すと解釈される。一つのユニットに注目すると、最上部付近に波浪作用の影響を強く受けて形成されたと解釈されるリップル葉理や陸側と沖合側の古流向を示すトラフ型斜交層理の発達が広く観察された。また、波長が 60 cm 以上に達する場合のある礫質のデューン堆積物とこれをドレープする厚さ 30 cm 以上に達する塊状で一部に葉裏の発達が認められ、生物擾乱の少ない泥層が特徴的に発達することが明らかとなった。さらに、これらの堆積物の上面を区切る侵食面の直上には、礫、木片、クジラなどの海棲哺乳類の骨、貝化石などが濃集した堆積物の発達が認められる。したがって、一連のサンドリッジの発達は、大規模なストーム、あるいは津波などに起因する振動流の影響を受けて中断されたことが理解される（図 1）。その後、陸棚上に新たに供給された粗粒堆積物を核として、新たなサンドリッジの形成が行われたと解釈される。ユニット境界に発達する泥岩層の分布形態とファブリックを解析した結果、fluid mud 堆積物を特徴づける考えられる粒状構造（西田・伊藤, 2009）が広く認められた。この結果、ストームによるサンドリッジの断続的な移動と停止は、fluid mud の堆積を特徴的にとまると解釈される。さらに、fluid mud は侵食に対する抵抗が強いことから、次のユニットの形成においても、地層中に保存されやすいため、ユニット境界を認定するのに有効な岩相と考えられる。一方、侵食に対して抵抗性の強い fluid mud 堆積物が砂礫層に挟在することから、fluid mud 堆積物によって、貯留岩がコンパートメントに区切られる可能性が考えられる。このような特徴は、市宿層でも広く認められた。

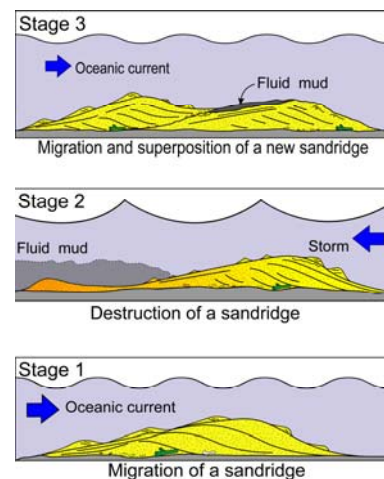


図1 サンドリッジの発達過程 (Stage 1 から Stage 3) を示す模式図。

万田野層のシーケンス層序学的な枠組みと酸素同位体比曲線との比較から、万田野層上部を構成する6つのユニットの形成は、およそ2000年程度の間隔で行われたことが理解される。このような形成間隔は、1000年オーダーの ENSO にもなう黒潮変動を反映している可能性が考えられる。このような ENSO に影響されたと解釈されるサンドリッジの前進は、市宿層においても認められる。市宿層の場合、サンドリッジの本体から沖合へ前進した砂層が、外側陸棚で形成された泥質堆積物の柿ノ木台層に挟在する。したがって、外側陸棚堆積物に挟在する砂質堆積物の特徴から、サンドリッジの形成プロセスの特徴を復元することが可能と考えられる。また、サンドリッジ本体がストームの影響により侵食を受けた場合、侵食された堆積物の一部は混濁流によって沖合へ運搬されることが、柿ノ木台層に挟在する砂岩層の解析から明らかにされた。特に、今回の研究で、市宿層のサンドリッジ堆積物起源と解釈されるタービダイト堆積は、サンドリッジの移動が停止する時期に活発に行われていることが明らかとなった。さらに、外側陸棚では、スランプスカーの発達による海底面の凹凸の影響を受けて、特に海底勾配が地域的に急になった場合、混濁流の流速の一時的に増加し侵食作用が強く働くことにより、これに対応して砂岩層が沖合方向へ一旦薄くなり、その後再び厚くなるなど、砂岩層の粒度や層厚が単調に沖合に向かって減少しないことが明らかとなった。

Tocito 層は、サンドリッジモデルが発祥した地層の一つである。しかし、今回の研究で詳細な野外調査を行った結果、サンドリッジの特徴が必ずしも広く認められず、むしろ、潮汐の影響を受けた複合デューンの集合体であることが明らかとなった。さらに、従来の研究成果とは異なり、Tocito 層の形成が海進期ではない可能性が高くなった。このことは、これまで無批判に受け入れられてきたサンドリッジモデルそのものの有効性を再検討する必要があることが改めて明らかとなった。この結果は、房総半島で行った詳細な野外調査で得られたデータが、サンドリッジモデルの再構築において、大変重要であることが、改めて確認されたことになる。

番ヶ森山層・青麻層は、市宿層と大変類似する地層であるが、構成単位であるデューン堆積物が規模の小さなデューン堆積物の集合体で特徴づけられることが大きな相違点である。したがって、今回の研究では、サン

ドリッジ堆積物を構成するデューン堆積物の特徴、特にそのサイズ分布の特徴と異なった規模のデューン堆積物の累重様式に注目した。その結果、例えば万田野層上部の場合、サンドリッジ堆積物が3タイプのデューン堆積物の複合体であることが明らかとなり、サンドリッジは複合デューン堆積物で構成されることが明らかとなった (図2、3)。このような特徴は、潮流の影響を強く受けて形成されたと解釈されている下部白亜系 Lower Greensand でも認められる。このような3タイプのデューン堆積物の配列にともなう、サンドリッジ内部には、従来のモデルとは異なり、上方粗粒化サイクルのみが発達するのではないことも明らかとなった (図

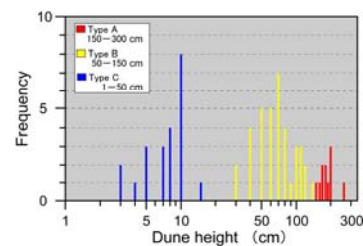


図2 万田野層上部のサンドリッジ堆積物に識別される3タイプの三次元デューン堆積物。

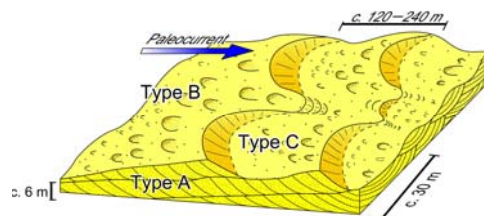
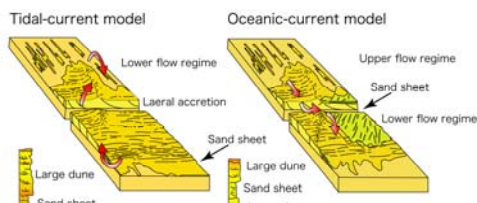


図3 サンドリッジ堆積物を構成する複合デューン堆積物。



図4 万田野層上部のサンドリッジ堆積物で識別される3タイプの三次元デューン堆積物の時空分布 (B)とこれに対応した垂直的な粒度の変化 (A)。上方粗粒化以外の傾向が認められる。

4)。さらに、堆積構造の特徴からサンドリッジは、一般に、低流領域で形成されたデューン堆積物を主体とすると解釈されている。しかし、堆積物の特著を詳しく検討した結果、一部にハンバックデューン堆積物や平行層理が認められ、これらが全体としてサンドシートを構成していることが明らかとなった。



この研究で新たに認定されたサンドシートは従来のモデルとは異なり、サンドリッジの頂部を侵食した強い流れによってサンドリッジの側方、すなわちマスターベディングの傾斜方向へ発達した堆積物であることが明らかとなった(図5)。したがって、頂部付近ではサンドシートの上下は明瞭な侵食面が認められるのに対し、サンドリッジの側方移動の方向に沿って沖合ほど漸移的な境界面の発達が認められる。さらに、側方移動の方向に沿って沖合ほどサンドシートの層厚が増加し、これにともなって構成単位となるデューン堆積物の規模も大きくなっていくこと、すなわち低流領域での堆積作用が再び卓越していくことが明らかとなった。

図5 従来の潮汐サンドリッジモデルと今回の研究で明らかとなった海流サンドリッジモデルの比較。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

(1) Ito, M., 2008, Downfan transformation from turbidity currents to debris flows at a channel-to-lobe transitional zone: The lower Pleistocene Otadai Formation, Boso Peninsula, Japan: *Journal of Sedimentary Research*, v. 78, p. 668-682. (査読有)

(2) 西田尚央・伊藤 慎, 2009, Fluid mudの特徴とその地層解析における役割: *地質学雑誌*, v. 115, p. 149-167. (査読有)

[学会発表] (計5件)

(1) 島野康史・伊藤 慎・吉田修二, 2009, 複合デューンの配列パターンとサンドリッジの形成プロセス: 房総半島中部更新統万田野層上部: 日本堆積学会 2009 年例会 (3月28日)

(2) 小松侑平・伊藤 慎, 2009, サンドシートの堆積形態と内部構造: 房総半島中部更新統市宿層のサンドリッジ堆積物: 日本堆積学会 2009 年例会 (3月28日)

(3) 島野康史・伊藤 慎・吉田修二, 2007, 房総半島中部更新統万田野層上部を構成するサンドリッジ堆積物の形成プロセス: 日本堆積学会 2007 年例会 (3月28日)

(4) 島野康史・伊藤 慎・吉田修二, 2007, 房総半島中部更新統万田野層上部に認められるサンドリッジ堆積物の内部構造: 日本地質学会第114年学術大会 (9月10日)

(5) 島野康史・勝山暁・伊藤 慎・吉田修二, 2008, 房総半島中部更新統万田野層上部のサンドリッジ堆積物を構成する複合デューン堆積物の内部構造: 日本地質学会第115年学術大会 (9月21日)

[図書] (計1件)

伊藤 慎, 2008, 上総丘陵を構成する砂山の生い立ち: 房総半島の地学散歩-海から山へ (第一巻) 千葉日報社(分担執筆), p. 22-35.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 慎(Ito Makoto)
千葉大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号: 10201930

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

吉田修二