

令和 2 年 5 月 18 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05687

研究課題名(和文) 前弧堆積盆の累積様式から島弧前縁のひずみ履歴を復元する手法の開発

研究課題名(英文) Method development for reconstructing strain history at arc fronts by using stacking patterns in forearc basins

研究代表者

野田 篤 (Noda, Atsushi)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・研究グループ長

研究者番号：50357745

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：付加体と前弧堆積盆を形成する実験を行い、付加体とバックストップとの間に形成された前弧堆積盆の埋積様式が土砂供給量の変化にどう対応するかを調べた。この結果、上面に平坦面をとめない前縁斜面に傾斜変換点が生じるタイプと連続した緩い前縁斜面が形成されるタイプの2つのタイプが見られ、上面における堆積作用が付加体底面に作用するせん断応力を変化させ、地形の異なる前弧斜面が形成されたと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

沈み込み帯における重要な構成要素の一つである前弧堆積盆は、島弧の隆起・削剥・気候・火成活動などの履歴を高解像度で保存するだけでなく、島弧前縁の変形履歴を反映した形状変化や埋積様式を示している。しかし、プレート境界での物質的・力学的な変動に対する前弧堆積盆の応答の詳細は良く分かっていない。本研究の成果により、前弧堆積盆の傾動・沈降・埋積過程から島弧前縁のひずみ履歴を議論することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：Sandbox analogue experiments were conducted to examine how basin stratigraphy in forearc basins formed between accretionary wedge and backstop respond to variation of material flux. The results showed two different types of the wedge geometry with or without a slope break on the wedge. This differences are considered to be caused by change of basal shear stress influenced by surface sedimentation on the wedge.

研究分野：地質学

キーワード：地質学 沈み込み帯 付加体 海山 前弧堆積盆 土砂収支 堆積

1. 研究開始当初の背景

沈み込み帯における重要な構成要素の一つである前弧堆積盆は、島弧の隆起・削剥・気候・火成活動などの履歴を高解像度で保存するだけでなく、島弧前縁の変形履歴を反映した形状変化や埋積様式を保存している。そこで、プレート境界で起きている事象に対する前弧堆積盆の応答を定量化することができれば、前弧堆積盆の堆積物から過去数百万年程度におよぶ沈み込み帯のダイナミックなプロセスを復元できることが期待される。しかし、プレート境界での物質的・力学的な変動に対して、前弧堆積盆がどのように応答するか、その詳細は良く分かっていない。本研究の意義は、前弧堆積盆を研究することによって、島弧の成長過程や地震発生メカニズム、さらには海底地下資源の探査・評価など多様な分野への貢献が期待できることである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、プレート収束境界における物質収支が島弧前縁の様式(付加体型・非付加体型)を決めるとともに前弧堆積盆の形態にも影響を与えたとの仮定のもとに、土砂供給量をコントロールしたアナログ実験および数値シミュレーションから島弧前縁の変形履歴と前弧堆積盆の傾動・沈降・埋積過程との相互関係を明らかにすることである。

3. 研究の方法

前弧堆積盆の発達と島弧前縁の変形履歴との関係を調べるために、本研究では2つの手法(数値シミュレーションとアナログ実験)を用いてアプローチする。

数値シミュレーションでは、土砂供給量を変動させながら付加体を成長させ、バックストップの海側に形成される前弧堆積盆に土砂を堆積させる(図1)。付加体の成長はクリティカルティパーに従うとし、そのティパー角はサブダクションチャンネルに供給される土砂フラックスの関数とした。後背地から供給される土砂は、最初に前弧堆積盆に堆積し、余剰土砂があれば海溝に供給され付加体の成長に寄与する。

一方、アナログ実験は、東京大学大気海洋研究所の実験装置をシート引きタイプに改造した後、図2のようなセッティングを用いた。装置下面のシートをローラーで引き、壁面に固定したバックストップの海側斜面に付加体を成長させる。このとき付加体とバックストップとの間に前弧堆積盆ができるが、そこに定期的に土砂を供給して堆積盆の埋積様式を観察し、付加体の成長パターンと前弧堆積盆の変動との関係を調べた。

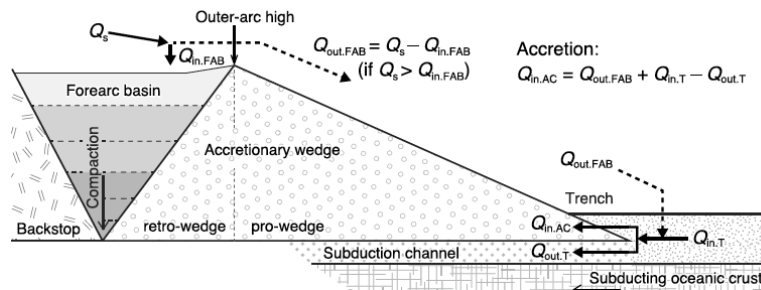


図1: 数値シミュレーションのセッティング (Noda, 2018) .

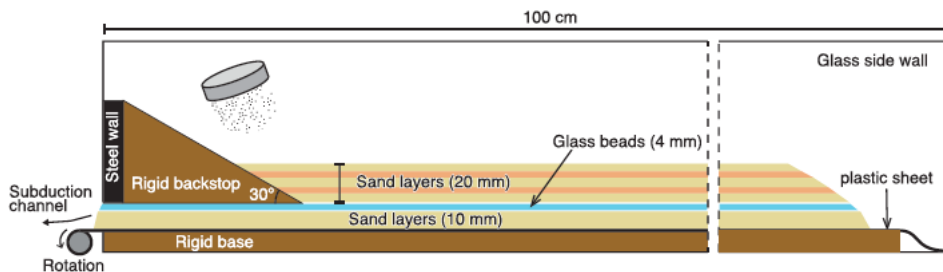


図2: アナログ実験のセッティング (Noda et al., 2020a) .

4. 研究成果

数値シミュレーションでは、クリティカル・テイパーにもとづく2次元数値モデルを用いて、土砂供給の変化に支配される堆積盆の埋積様式を再現した。その結果、形成される層序は、(1) 埋積の程度 (underfill か overfill か)、(2) 供給された土砂量と堆積できる空間とのバランスの2点に大きく依存することが分かった。土砂供給速度のバリエーションに応じて、付加体の成長速度が変化し、それに伴って堆積盆の埋積空間も変化する (図 3)。前弧堆積盆には、それらの変化に対応した埋積様式が保存されることが明らかとなった。

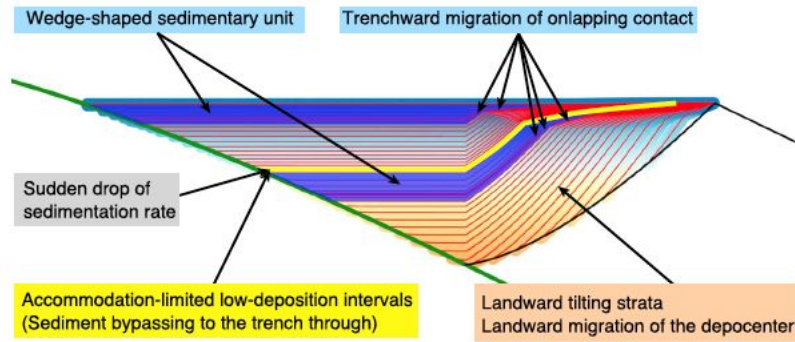


図 3: 数値シミュレーションの結果 (Noda, 2018)。

アナログ実験では、バックストップと付加体との間に凹地が形成され、これを前弧堆積盆に模して、砂を堆積させた (図 4a)。複数回の実験を繰り返した結果、連続した緩い前縁斜面が形成されるタイプ (図 4b) と上面に平坦面をとめない前縁斜面に傾斜変換点が生じるタイプ (図 4c) との2つのタイプが見られた。このような地形の異なる前弧斜面が形成された理由として、付加体表層における堆積作用が付加体底面に作用するせん断応力を変化させた結果と解釈した。このことは、堆積盆における堆積作用は付加体の形状を変化させるとともに、堆積盆の形状やその層序も変化するを示している。

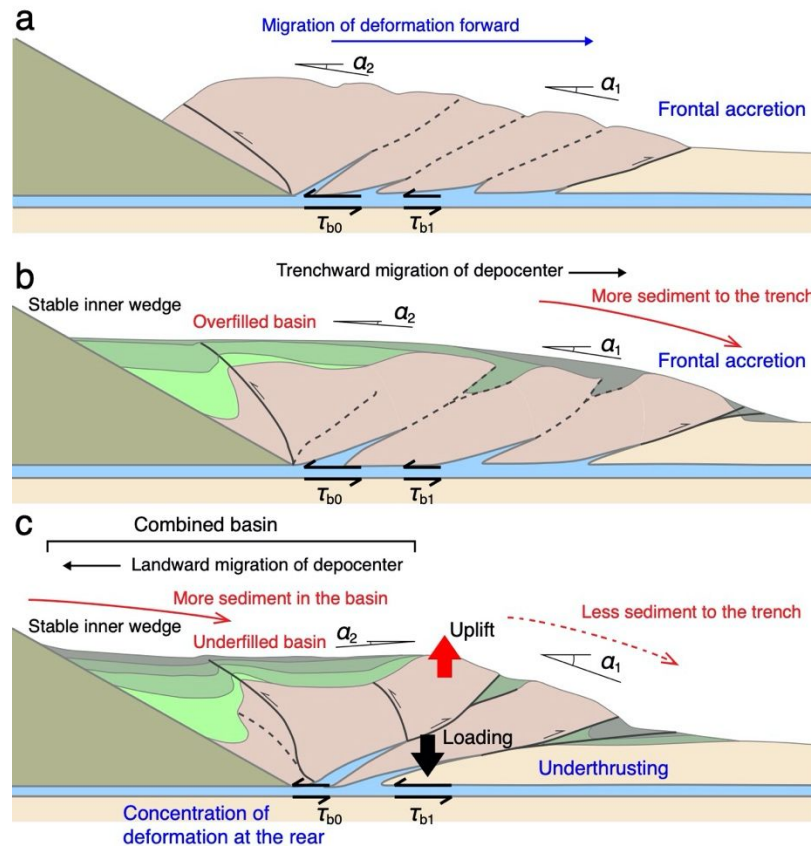


図 4: アナログ実験の結果 (Noda et al., 2020a)。

さらに、沈み込む砂層に間に2層の弱層を挟むとともに、海山を模した障害物を沈み込ませ、バックストップ下底から土砂を流出させる実験を実施した(図5)。海山沈み込みの実験では、強固な障害物の沈み込みによって、粗粒な海溝充填堆積物が地下深部へ運搬され、低温高压型変成岩の原岩となっている可能性を示唆した。

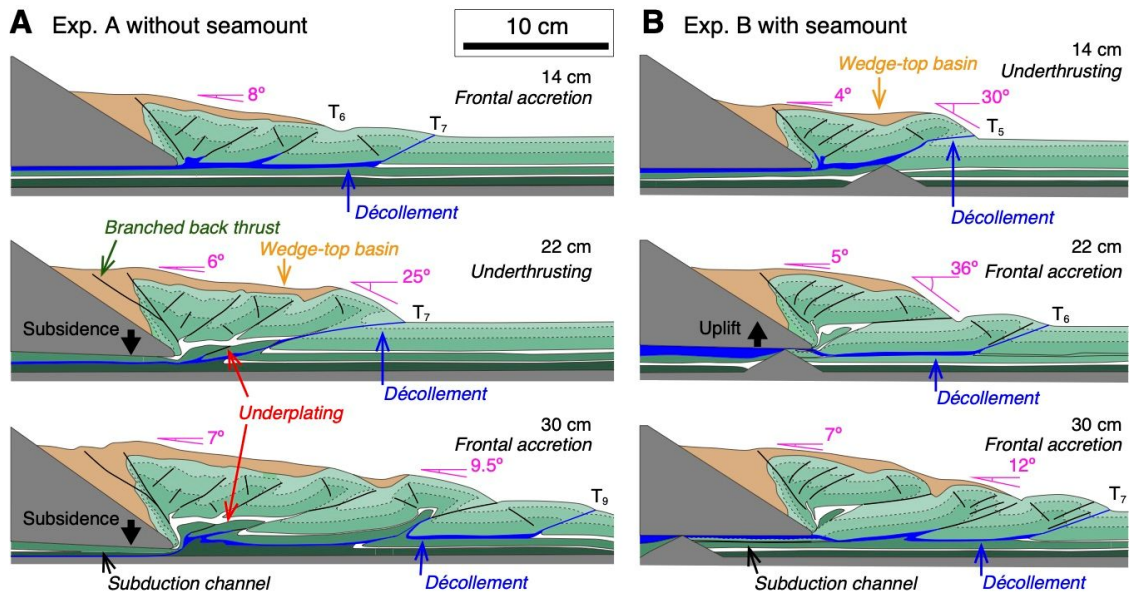


図5: 海山沈み込みのアナログ実験結果 (Noda et al., 2020b)。

#### 引用文献

- Noda, A., 2018, Forearc basin stratigraphy and interactions with accretionary wedge growth according to the critical taper concept. *Tectonics*, vol. 37 (3), p. 965–988, doi: 10.1002/2017TC004744
- Noda, A., Koge, H., Yamada, Y., Miyakawa, A., and Ashi, J., 2020a, Forearc basin stratigraphy resulting from syntectonic sedimentation during accretionary wedge growth: Insights from sandbox analogue experiments. *Tectonics*, vol. 39 (3), doi: 10.1029/2019TC006033
- Noda, A., Koge, H., Yamada, Y., Miyakawa, A., and Ashi, J., 2020b, Subduction of trench-fill sediments beneath an accretionary wedge: Insights from sandbox analogue experiments. *Geosphere*, vol. 16, doi: 10.1130/GES02212.1

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Noda, A., Koge, H., Yamada, Y., Miyakawa, A., and Ashi, J.	4. 巻 39
2. 論文標題 Forearc basin stratigraphy resulting from syntectonic sedimentation during accretionary wedge growth: Insights from sandbox analog experiments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tectonics	6. 最初と最後の頁 e2019TC006033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019TC006033	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Noda, A., Koge, H., Yamada, Y., Miyakawa, A., and Ashi, J.	4. 巻 16
2. 論文標題 Subduction of trench-fill sediments beneath an accretionary wedge: Insights from sandbox analogue experiments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geosphere	6. 最初と最後の頁 ?
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1130/GES02212.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 高下裕章・野田 篤	4. 巻 71
2. 論文標題 クリティカルテーパーモデル：土質力学の基礎からの導入	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地質調査研究報告	6. 最初と最後の頁 49-61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9795/bullgsj.71.49	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Noda, Atsushi	4. 巻 37
2. 論文標題 Forearc basin stratigraphy and interactions with accretionary wedge growth according to the critical taper concept	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Tectonics	6. 最初と最後の頁 965-988
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017TC004744	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Noda, A., Koge, H., Yamada, Y., Miyakawa, A. and Ashi, J.
2. 発表標題 Sandbox analogue experiments for subduction of trench-fill sediments beneath accretionary wedge and backstop
3. 学会等名 American Geophysical Union, Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田 篤・高下 裕章・山田 泰広・宮川 歩夢・芦 寿一郎
2. 発表標題 前弧堆積盆の形成と堆積のアナログ実験
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田 篤・高下 裕章・山田 泰広・宮川 歩夢・芦 寿一郎
2. 発表標題 海溝充填堆積物はどのようにして地下深部へ沈み込むのか？
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田 篤
2. 発表標題 前弧堆積盆の発達と沈み込み帯における物質収支との相互関係
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田 篤・高下裕章・山田泰広・宮川歩夢・芦寿一郎
2. 発表標題 砂箱を用いた前弧堆積盆の形成実験: 土砂供給量変動の影響
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noda, A., Koge, H., Yamada, Y., Miyakawa, A., and Ashi, J.
2. 発表標題 Sandbox analogue experiments of forearc basin formation: Influence of variable sediment supply
3. 学会等名 Geosciences 2018, New Zealand (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noda., A.
2. 発表標題 Forearc basin formation and its relationship with material flux in subduction
3. 学会等名 Geosciences 2018, New Zealand (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noda, A., Koge, H., Yamada, Y., Miyakawa, A., and Ashi, J.
2. 発表標題 Analogue experiments of forearc basin formation: Influence of sediment influx fluctuations
3. 学会等名 GeoMod2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Marsaglia, K., Franco, A., Adedeji, A., and Noda, A. Browne, G. et al.
2. 発表標題 Sand sources and routing options along the Hikurangi margin: Using margins source-to-sink results from the Waipaoa sedimentary system to interpret Quaternary forearc and trench successions drilled on IODP Expeditions 372 and 375
3. 学会等名 Geosciences 2018, New Zealand (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Underwood. M., Rabinowitz, H., Noda., A., Meneghini, F., Kutterolf, S. et al.
2. 発表標題 Lithostratigraphy of the Hikurangi Subduction Inputs: Results of Coring During IODP Expedition 375
3. 学会等名 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noda, Atsushi
2. 発表標題 Interactions between forearc basin stratigraphy and accretionary wedge growth under the critical taper theory
3. 学会等名 Annual Meeting of Geological Society of America (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Noda, Atsushi
2. 発表標題 Interaction of forearc basin stratigraphy with growth of accretionary wedge: Insights from numerical simulations
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年



〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	山田 泰広  (Yamada Yasuhiro)  (20362444)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・研究プラットフォーム 運用開発部門・室長代理  (82706)	
研究分担者	宮川 歩夢  (Miyakawa Ayumu)  (50611191)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合セン ター・主任研究員  (82626)	
研究分担者	高下 裕章  (Koge Hiroaki)  (20849096)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合セン ター・産総研特別研究員  (82626)	