

機関番号：11301

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20310101

研究課題名 (和文) 津波の引き波による堆積作用の解明と古津波検出法の確立

研究課題名 (英文) Studies on submarine sediment transport by retreating tsunami currents and the establishment of a new method for detecting paleotsunamis

研究代表者

箕浦 幸治 (MINOURA KOJI)

東北大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：10133852

研究成果の概要 (和文)： 砂の堆積現象が最も広範囲に現われた 869 年貞観仙台沖地震津波による堆積物運搬の様式を粒度組成及び堆積相から類推し、津波による流れの水理学的実体を理解するための初期条件を求める堆積学的検討を行った。砂層の明瞭な陸側細粒化現象が検出され、この現象は堆積物の移動と集積を試行する水槽実験装置の再現結果と調和しており、溯上津波のエネルギー散逸を反映する重要な基準として扱い得る可能性が明らかとなった。

研究成果の概要 (英文)： Understanding the cause and effect of regionally extensive invasion of the Jōgan tsunami is important to prevent a disaster. In this study, the Jōgan tsunami deposits were studied using sedimentological analyses and numerical hydrodynamic models.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	11,400,000	3,420,000	14,820,000
2009 年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2010 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
総計	15,700,000	4,710,000	20,410,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学

キーワード：津波押し波、津波引き波、海底重力流、津波堆積物、津波再来周期

1. 研究開始当初の背景

災害は定常的自然過程の破局により発生し、大規模海面変動による効果はその典型である。津波の場合には、押し波と引き波が total として災害の発生をもたらすわけであるが、堆積学的に未だに漠とした認識に留まっている。この現状を打破すべく、これまでに各地の津波堆積物の研究で得た資料を再調査し、昨年より津波の堆積学的実態の解明に努めてきた。予察的成果を総括し、2007 年 6 月に開催された IUGG で発表した。実態解明の試みを通して、災害津波

の環境波及効果を理解するには、水理学と堆積学の考察に基づく押し波と引き波の総合的評価が不可欠であるとの認識に到達した。この考えを検証する目的で、2004 年インド洋大津波が襲来したタイのプーケット付近の陸と海とで採取した堆積物の詳細な解析を行ったところ、海水の戻りによる密度流が予想を超えて大規模である可能性を見いだした。津波災害が懸念されている現状、この予察的可能性は、これまで全く考慮されなかった引き波による未確認の災害の発生を示唆している。重力効果による海水流の

堆積学的解明は、津波災害に直面した地域の産業・都市計画に不可欠の知見となるものと考え、ここに研究を提案した。

2. 研究の目的

災害は定常的自然過程の破局により発生し、大規模海面変動による効果はその典型である。津波の場合には、押し波と引き波が total として災害の発生をもたらすわけであるが、堆積学的に未だに漠とした認識に留まっている。この現状を打破すべく、これまでに各地の津波堆積物の研究で得た資料を再調査し、昨年より津波の堆積学的実態の解明に努めてきた。実態解明の試みを通して、災害津波の環境波及効果を理解するには、水理学と堆積学の考察に基づく押し波と引き波の総合的評価が不可欠であるとの認識に到達した。この考えを検証する目的で、2004 年インド洋大津波が襲来したタイのプーケット付近の陸と海とで採取した堆積物の詳細な解析を行ったところ、海水の戻りによる密度流が予想を超えて大規模である可能性を見いだした。仙台平野でも津波災害が懸念されている現状、この予察的可能性は、これまで全く考慮されなかった引き波による未確認の災害の発生を示唆している。重力効果による海水流の堆積学的解明は、津波災害に直面した地域の産業・都市計画に不可欠の知見となるものと考え、ここに津波引き波の堆積学的研究を企画した。

3. 研究の方法

本研究では、津波による押し波と引き波を総合して災害科学的に評価する。立案した研究計画・方法の骨子は基本作業項目としての①野外観測・調査、②試料分析、③水理実験、④数値実験であり、これらの結果の総合的解析を経て、最終的に堆積モデルを構築し実例に対し検証する。野外観測と調査は、これまで考慮されなかった引き波による海側での堆積作用の解明を主とする。日本の歴史に特筆される災害をもたらした貞観地震津波と津波の堆積作用解明の原点となった日本海中部地震津波を対象とし、津波による海水の動きについて、堆積物を通して高精度に解明し検討を行う。研究の手法としては、押し波に関してはジオスライサーによる陸側試料を、また引き波については簡易コアラーによる海底試料を用いる（何れも現有施設）。得られた堆積学的知見と測地情報を基に水槽実験と数値計算を行い、津波の災害現象を空間的に評価

する基準を構築する。この試みにより、想定津波襲来域における被害の面的評価が可能となり、さらに海浜～沖浜の成り立ちを理論的に理解する自然地理的基準も得られるものと期待される。海岸域の詳細な地形データは数値計算に必須であり、浅海地形の詳細な復元を目的に測深機を備品として導入する。

計画の2年度目に、共同利用施設である東大海洋研究所の調査船を活用して、仙台湾沖でピストンコア試料を採取する。これまでの経験から10m試料で凡そ5000年程度の層位記録が復元できると推定され、初年度の成果である引き波の堆積学的結果を踏まえ古津波の発生を検出し、堆積物に含まれる底生有孔虫殻の加速器同位体年代測定から年代を高精度で特定する。津波堆積物の粒度組成は淘汰が悪く、粒子径域が極めて広く、粗粒の粒子をしばしば内包する。特に引き波ではその傾向が強い。申請備品である粒度分析装置はこうした堆積物の粒度組成解析に最適である。

底生有孔虫情報の優れた環境指標・復元力については、ペルーシアでの2007年IUGG等で既に評価済みであるが、本研究の場合にも大いに活用が期待される。異地性堆積物の堆積起源を種の棲み分けを利用して水深数m以内の精度で詳細に読み取ることが可能であり、従って最終集積場までの流れによる運搬距離が復元できる。これにより海底下での引き波の水理学的効果が明らかとなる。流れの水理実験と数値実験は、IUGGでの発表を控えて、予察的に進めてきた。実験システムの基本がこれにより整っており、計画の初年度および次年度では試料解析結果に対処して実験を試みる。航海の年次計画が毎春に申請受付となっており、陸棚試料の解析結果が明らかになるのは計画の次年度末である。計画の最終年度では、この結果を基に引き波の数値復元を行う。海底流の復元は最も期待する試みであり、これによりタービダイトが数値的に評価されて地球科学の長年の謎が解き明かされるのみならず、海底埋設施設的设计にも貢献するであろう。

4. 研究成果

津波堆積物の検出により、世界各地の海岸域において、過去の津波襲来時期やその規模が明らかにされてきた。しかし、津波堆積物の形成は、津波自体の流体力学的特性はもとより、堆積物供給源と運搬経路に依存している。その結

果、津波堆積物の分布様式は局所性が非常に強く、その分布範囲から津波の浸水域を明らかにすることには困難が伴う。また、近年発生した津波の現地観測によれば、津波の浸水域は津波堆積物の分布限界よりも内陸に広がる場合があることが報告されている。海水の侵入域が明らかに特定できれば、津波発生モデルの精度が向上し、津波の発生周期の確定により、津波災害の予知・回避に向けて大きく貢献できるものと期待される。海水湖上境界の高精度検出法の確立が真に求められる所以である。本研究では、海水-湖沼水急激混合による特殊な化学反応の機能を解明し、その結果に基づき津波痕跡を検出する手法を開発してフィールド適用を試みた。陸水と会合しない場合には、湖上海水は蒸発や浸透の過程で堆積物と相互作用し、特有の物質が残されると予測される。この化学的なメカニズムを明らかにし、津波による真の海水侵入域特定の方法論的考察を行った。津波の湖上現象を化学量論的に解明する試みはこれまで皆無であり、浸水域を正確に評価する常套的技術の確立が達成されると期待される。これまでの予察的な結果では、海水と陸水の混合により炭酸塩が晶出する機能が判明し、炭酸塩量はおおよそ海水流入量を反映する事実が明らかとなった。平成23年度は、蒸発作用に伴う塩類沈澱の様式を解明し、浸水域評価の新基準を構築する。なお、22年度の研究成果の一部を、平成22年9月開催の国際堆積学会（メンドーサ）で公表した。

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12件)

1. Goto K., Shinozaki T., Minoura K., Okada K., Sugarawa D. and Imamura F., 2010, Distribution of boulders at Miyara Bay of Ishigaki Island, Japan: A flow characteristic indicator of the tsunamis and storm waves. *Island Arc*, vol. 19, p. 412-426. 査読付き
2. 菅原大助・今村文彦・松本秀明・後藤和久・箕浦幸治, 2010, 過去の津波像の定量的復元—貞観津波の痕跡調査と古地形の推定について, 津波工学研究報告, vol. 27, p.103-132. 査読付き
3. 菅原大助・今村文彦・松本秀明・後藤和久・箕浦幸治, 2010, 地質学的データを用いた西暦 869 年貞観地震津波の復元について. 自然災害科学. 印刷中. 査読付き
4. Sugawara, D., Minoura, K., Nemoto, N., Tsukawaki, S., Goto, K., and Imamura, F., 2009, Foraminiferal evidence of submarine sediment transport and deposition by backwash during the 2004 Indian Ocean tsunami. *Island Arc*, vol. 18, p. 513-525. 査読付き
5. Tsushima, H., Hino, R., Fujimoto, H., Tanioka, T., and Imamura, F., 2009, Near-field tsunami forecasting from cabled ocean bottom pressure data. *Journal of Geophysical Research -Ocean*, vol. 114 (B06309), p. 779-791. 査読付き
6. Yanagisawa, H., Koshimura, S., Goto, K., Miyagi, T., Imamura, F., Ruangrassmsse, A., and Tanavud. C., 2009, The reduction effects of Mangrove forest on a tsunami based on field surveys at pakarang Cape, Thailand and numerical analysis, *Estuaries. Coastal and shelf Science*, vol. 81, p. 27-37. 査読付き
7. Goto, K., Okada, K., and Imamura F., 2009, Importance of the initial waveform and coastal profile for tsunami transport of boulders. *Polish J. of Environ. Stud*, vol. 18(1), p. 53-61. 査読付き
8. Sugawara, D., Minoura, K., and Imamura, F., 2008, Tsunamis and tsunami sedimentology. in Shiki et al. (eds.) *Tsunamiites - Features and Implication*, Elsevier. p. 9-49. 査読付き
9. Goto, K., Imamura, F., Keerthi, N., Kunthasap, P., Matsui, T., Minoura, K., Ruangrassamee, A., Sugawara, D., and Supharatid, S. 2008, Distribution and Significance of the 2004 Indian Ocean Tsunami Deposits: Initial Results from Thailand and Sri Lanka. in Shiki et al. (eds.) *Tsunamiites - Features and Implication*, Elsevier. p. 105-122. 査読付き
10. 高橋潤, 後藤和久, 大家隆行, 柳澤英明, 今村文彦, 2008, 自然海岸における津波による土砂移動調査. *海岸工学論文集*, vol. 55, p. 446-450. 査読付き

11. 高橋潤, 後藤和久, 大家隆行, 柳澤英明, 今村文彦, 2008, スリランカ・キリンダ漁港を対象とした 2004 年インド洋大津波による土砂移動過程の解析. 海岸工学論文集, vol. 55, p. 251-255. 査読付き
12. Koshimura, S., Hayashi, Y., Munemoto, K., and Imamura, F., 2008, Effect of the Emperor Seamounts on Trans-Oceanic Propagation of the 2006 Kuril Island Earthquake Tsunami. Geophysical Research Letters, vol. 35, p. 129-132. 査読付き

[学会発表] (計2件)

1. Sugawara, D. and Minoura, K., Sediment distribution and inundation area by the AD 869 Jogan tsunami in Sendai Plain, Northeast Japan. The 3rd International Tsunami Field Symposium, 10 April, 2010, Sendai, Japan.
2. Minoura, K., Reconstruction of the AD 869 Jogan tsunami in Northeast Japan. ISC (International Sedimentological Congress) 2010, 29 September, 2010, Mendoza, Argentina.

[図書] (計1件)

1. Shiki, T., Tsuji, Y., Yamazaki, T., and Minoura, K., 2008, Tsunamiites - Features and Implication. Elsevier Science, Amsterdam. 1-411 p. (単行本) 査読付き

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

箕浦 幸治 (MINOURA KOJI)
東北大学・大学院理学研究科・教授
研究者番号: 10133852

(2) 研究分担者

今村 文彦 (IMAMURA FUMIHIKO)
東北大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号: 40213243
後藤 和久 (GOTO KAZUHISA)
千葉工業大学・惑星探査研究センター・上
席研究員
研究者番号: 10376543

(3) 連携研究者

()
研究者番号: