



伊豆東方沖地震に誘発された相模湾初島沖の海底地すべり

Seafloor Landslide off Hatsushima, western Sagami Bay induced by east off Izu Peninsula earthquake

木下正高 / 海洋研究開発機構

Masataka KINOSHITA / Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

笠谷貴史 / 海洋研究開発機構

Takafumi KASAYA / JAMSTEC

後藤忠徳 / 海洋研究開発機構

Tadanori GOTO / JAMSTEC

浅川賢一 / 海洋研究開発機構

Ken-ichi ASAKAWA / JAMSTEC

岩瀬良一 / 海洋研究開発機構

Ryoichi IWASE / JAMSTEC

満澤巨彦 / 海洋研究開発機構

Kyohiko MITSUZAWA / JAMSTEC

1. はじめに

2006年4月21日2時50分、伊豆半島川奈沖の深さ約8kmでM5.4(気象庁)の地震が発生した。最大震度4を記録したこの地震は、伊豆半島だけでなく関東・東海地方にかけての広い範囲で揺れが感じられ、一部の交通機関に影響が出た。また、怪我人が出るなどの人的被害も生じた。

この地震は、約10年ごとに発生している、伊豆半島東方沖群発地震の震源域で発生したものである(図1)。2006年4月17日以来地震活動が活発化しており、一連の活動の中で最大の地震がこのM5.4の地震であった。

海洋研究開発機構では、1993年以来、初島沖生物群集域において、海底ケーブルに接続された総合観測ステーションによる海底観測を実施している。伊豆東方

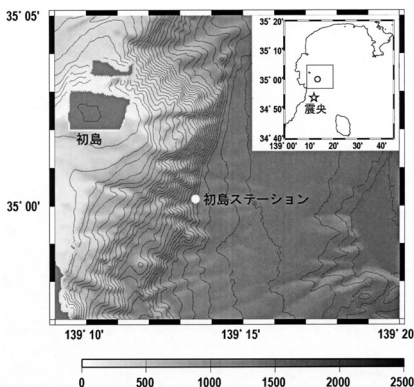


図1 初島ステーション(○)と4月21日の震央位置。海底地形図は「なつしま搭載のマルチナロービームにより得られたものである。

沖地震に伴い、これまで1997年・1998年にも、泥流がステーションに到達する様子がビデオカメラの映像で観察されている。今回の地震でも同様の泥流が発生し、ビデオカメラにより泥流到来の様子をとらえることができた。小論ではこの現象について、泥流発生翌日から行った潜航調査の結果とあわせて紹介する。

2. 深海底総合観測ステーション

相模湾初島沖の水深1175mの地点(図1)には、地下からの湧水を栄養源とする化学合成生物群集が存在する。この地点の海底環境変動現象を、長期かつリアルタイムで観測することを目的として、海洋研究開発機構(JAMSTEC)は、1993年に「深海底総合観測ステーション」(以下初島ステーション)を設置、初島の陸上局と海底ケーブルにより接続して、以来今日に至るまで観測を継続している(門馬ほか、1994など)。初島ステーションに備え付けられているセンサーは、ビデオカメラ、地震計、ハイドロフォン(水中マイク)、CTD(水中塩分濃度・温度・圧力計)、電磁流向流速計などである。また、このほかセンサー接続用の水中コネクタが4口備え付けられている。2005年には、この端末に海底電位磁力計、重力計などが接続され、2006年春にはGAMOSと呼ばれる現場化学分析装置が接続された。

3. 地震発生と泥流の到来

2時50分の地震発生と同時にカメラの

画像が揺れ、海底数箇所から泥が小規模に巻き上がるのが視認された。おそらくは液状化に類する現象が起こったと推測される。5分後の2時55分、カメラに泥流が到達するのが観察された(写真-1)。泥流の先端の速度は10-20cm/s程度と遅く、泥流フロントの到来に合わせてカニが逃げる事ができるほどであった。まもなく画面は視程0となり、3時15分に録画が終了した。

初島ステーションに接続されていた他の機器にも、地震の影響と思われるデータが記録されていた。現在記録の解析を行っているところであるが、地震の振動に伴う変動以外の変化として、電位差・水温が地震後徐々に変化したこと、電磁流向流速計(ADCP)により海底から数十mの高さまで濁りが生じたこと、重力値が地震を境に50mGal程度増加したこと、など、興味深いデータが得られた。無論このうちのいくつかは、地震動や泥



写真-1 初島ステーションのビデオカメラで撮影された泥流到達の様子。画面左下にカニやシロウリガイが見えている。



流による機器の移動など、地震に伴う装置の状態変化を捉えている可能性があるため、解釈には注意を要する。実際、3時9分頃に強い流れがこの付近に到達したことがADCPの記録から分かっており、観測機器への影響が懸念された。

そのためにも、地震の影響が残っているうちに緊急の調査を行う必要を認め、我々は下記のような調査航海を実施した。

#### 4. 潜航調査

4月21日の地震を受け、JAMSTECでは緊急調査を実施した（NT06-07航海）。3000m級無人潜水船「ハイパードルフィン」と、その母船である調査船「なつしま」により、4月22日-25日の3日間にわたって初島ステーション近傍の詳細な海底観察および地形調査を実施した。

調査の結果、以下の知見が得られた。海底付近の濁り：

着底直前から1時間程度は海底付近の濁りが見られたが、その後クリアになった。なお海底付近の濁りは、ケーブルに接続された電磁流向流速計（ADCP）のデータからある程度予測されていた。またこの海域は普段から底層流の強い場所であることが知られている。

機器の状態：

初島ステーション周辺では、航海前に比べて、(1)ハイドロフォンのコンテナが約3m東に移動した（図-2）、電位差ケーブルが東に移動し、それにつられて電極が引張られた、などの設置時からの変化が確認された。電極には直前の航海で実施された4月6日の潜航時の映像では異常はなく、またハイドロフォンは地震直後に発生した泥流のあとに移動したことが初島ステーションのカメラで確認されていることから、これらの測器の異常は地震後の泥流によるものと思われる。



写真-2 泥流発生前と発生後のカメラ観察映像によるハイドロフォン(水中マイクロフォン)の位置の変化。

る。その他の機器は、目視による限りでは特に異常が見られなかった。しかし直前の航海（4月上旬）との比較では、機器の上部に泥が積もったように見える（写真-3）。

一方、初島ステーションの北約50mに設置された流速計およびホーマー（海底で音響により位置を知らせる装置）が東方向に倒れていた。流速計を回収してデータ取得した結果、4月21日の3時15分には倒れていたことが分かった。また、初島ステーションの南約130mに設置された生物培養ボックスは、目視観察の範囲では特に地震や泥流による大きな影響は見られなかった。

以上から、初島ステーションの周囲50-100mにわたって、地震発生後に海底地すべりを原因とする泥流が到達したことが分かる。中でも3時9分頃に強い流れが生じており、それによりいくつかの機器が移動・転倒したと考えられる。

海底の状態：

カメラ観察では、斜面に斜行しつつ海

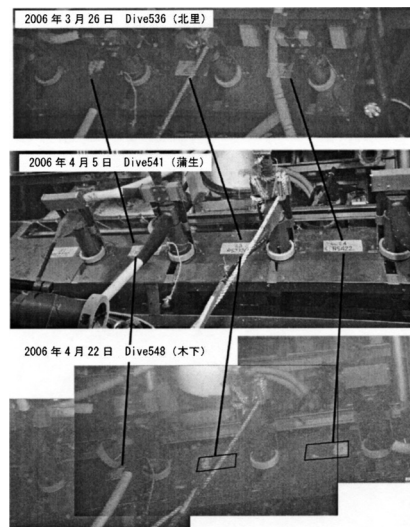


写真-3 初島ステーションの水中コネクタ(4本)付近の泥堆積状況。地震後にコネクタ脇の白板が泥に覆われている様子が分かる。

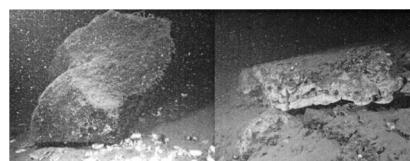


写真-4 初島ステーション西側500-1000mの斜面に見られた巨れき。今回の地震で移動したかどうかは不明。

底面の観察を行った。初島ステーションのすぐ西側の斜面にはヒバリガイ群集があるが、これが泥に覆われていた。過去の潜航経験から、ヒバリガイが泥に覆われていた事は少ないため、今回の泥流が初島ステーションから数十m西方に離れた場所にも到達していたと考えられる。初島ステーションから300m程度西方の斜面には、斜面上方(西)から下方(東)へと続く筋状の模様がいくつも認められた。底質は泥であり周辺には変色域もシロウリガイコロニーもない。模様は泥の粒子サイズの違いにより構成されているようであり、1本辺りの幅は10cm程度、長さは数mである。これは泥が斜面上方から流れた際にできた跡(流痕)ではないかと思われる。

一方で、シロウリガイの貝殻の散乱や、炭酸塩クラストの小規模崩壊、また斜面上方には不安定な形状の岩石やクラストが確認された。過去の地震による泥流発生の際の痕跡と思われるものはいくつか認められた。

#### 5. 以前の泥流

初島ステーションでは、これまでに二度、地震に起因すると思われる泥流をビデオ画像に捉えていた(岩瀬ほか, 1997; 岩瀬ほか, 1998)。1回目は、1997年3月の伊豆半島東方沖群発地震活動のなかで、3月4日12時51分に発生したM5.7の地震から約8分後に、南側から巻き上げられた堆積物が流入し、14時15分まで画面が真っ暗になる様子が記録された。また流向流速計にも、最大で24cm/sの流速異常が観測されていた。1997年の群発活動では前述のもを含め合計3回の混濁流の到来が確認された(岩瀬ほか, 1997)。2回目は、1998年5月3日のM5.4の地震を最大とする群発地震活動によるもので、1回目比べて泥流の規模は小さいと報告された。

#### 6. まとめ

今回の地震で生じた泥流は、初島ステーション付近に地震発生5分後の2時55分に到達した。その結果、強い流れがこの付近を襲い、いくつかの機器・センサーが転倒もしくは移動した。さらにその後、3時9分頃に強い流れがこの付

近に到達し、流向流速計が転倒したほか、ハイドロフォン・電位差用ケーブルが2~3m移動した。発生後1日程度で混濁は収まり、最終的に数mm程度の薄い堆積を生じた。なお、これらの泥流は、西方から東方へ流れたことが、ビデオ等の機器により観測された。

泥流の発生箇所については確認できなかったものの、初島ステーション付近の観察の結果、泥流はこの周辺において50~100mの幅を持っていたと考えられる。また、初島ステーションの西300mの付近に、泥流によってつけられたと思われる筋が何本か東西方向へ走っているのが確認されたことから、今回の泥流は高さ10m程度の小規模なものではあったが、海底堆積物にその痕跡を残し、観測機器を動かすほどの強い流れであったことが分かった。

海底地形図(図-1(b))からは初島ステーションの西側に急な陸棚斜面が存在し、小規模な谷地形が多く見られる。門間他(1997)は曳航体カメラ観察により、この様な谷地形の表層堆積物が不安定な状態であることを指摘している。これらの事から、初島ステーション近傍では伊豆半島沖の地震活動などに伴い、何度も海底地すべりが発生している可能性があると言える。

当該海域では、地震時に発生する泥流が浅海域から深海域への物質移送に主要な役割を果たしていると推測されてきた。今回の潜航調査によって改めて地震発生直後の泥流の痕跡が観察されたこと、また地震と泥流に伴う多くのデータを得られたことは、陸上物質の深海への運搬過程、有機物の大量供給による海底エネルギー資源の形成過程等を解明する手がか

りとなることが期待される。

#### 謝辞

本航海は、JAMSTEC緊急調査航海として実施されました。地震発生後わずか1日という短時間で航海が実施できたのは、内外の関係者の多大なる努力の賜物であります。

調査の遂行にあたっては、「なつしま」の岩崎芳治船長、須佐美一等航海士をはじめとする乗組員の皆様、「ハイパードルフィン」の千葉運航長をはじめとするオペレーションチームの皆様、および日本海洋事業栗原支援員の卓抜なオペレーションが不可欠でした。

本調査航海は、深海調査研究公募航海(NT06-07)の首席研究員である、東北大藤本博巳教授のご快諾の下、深海調査研究計画委員会の小川委員長、同計画調整部会の歌田部会長と協議の上、同航海を一部変更し、JAMSTECの緊急調査として実施したものである。これらに係る日程等の調整作業にあたっていただいた、工学センター研究船運航部の渡辺GLおよび内田GL、段野氏、蜜田氏をはじめとする皆様に感謝いたします。

本調査は、初島という、JAMSTECのフィールドでの出来事に対応するものでした。JAMSTECの持てる設備と人員、知識を総動員することが期待される航海でありましたが、実際にJAMSTEC内外の以下の皆様から絶大なるご協力をいただき、現場での判断に本質的な役割を果たしました。皆様に感謝いたします(敬称略)：

海底ケーブルデータ解析支援・協力

重力計：海洋研究開発機構 渡辺智彦

地震計・ハイドロフォン：

海洋研究開発機構 荒木英一郎

初島ステーション対応：

海洋研究開発機構 斉藤暢之

過去の航海データ提供・協力

NT06-05 海洋研究開発機構

藤倉克則・北里 洋

NT06-06 東京大学海洋研究所

蒲生俊敬、

高知大学 岡村 慶

NT04-02 海洋研究開発機構

海洋工学センター

その他研究協力

泥流のメカニズム解明：

東京大学海洋研究所 久保雄介

乗船準備支援：海洋研究開発機構

野牧秀隆、

高知大学 正木裕香

#### 参考文献

- 岩瀬良一・門馬大和・川口勝義・藤原法之・鈴木伸一郎・満澤巨彦(1997)：相模湾初島沖「深海底総合科学ステーション」により観測された海底変動現象-1997年3月伊豆半島東方沖群発地震に伴う海底混濁流一、JAMSTEC深海研究, 13, pp.433-442.
- 岩瀬良一・満澤巨彦・門馬大和(1998)：1998年4月伊豆半島東方沖群発地震に伴う泥流の発生-相模湾初島沖「深海底総合科学ステーション」による観測一、JAMSTEC深海研究, 14, pp.301-317.
- 門馬大和・満澤巨彦・海宝由佳・堀田宏(1994)：相模湾初島沖「深海底総合科学ステーション」の設置と長期観測, JAMSTEC深海研究, 10, pp.363-371.
- 門馬大和・川口勝義・岩瀬良一・満澤巨彦・青木美澄(1997)：相模湾初島沖の海底変動地形調査(KY97-05-SGM), JAMSTEC深海研究, 13, pp.375-393.

(原稿受付2006年6月28日、

原稿受理2006年6月30日)