短 報

日本近海の長尺ピストンコアに見いだされたスープ状擾乱層*

山本 正伸**・入野 智久**・大場 忠道**・村山 雅史***・
池原 実***・小玉 一人***・川幡 穂高****

(Received September 17, 2002; accepted January 10, 2003)

Occurrence of soupy disturbance in long piston cores
from marginal seas of the Japanese Islands

Masanobu Yamamoto, Tomohisa Irino, Tadamichi Oba, Masafumi Murayama,
Minoru Ikehara, Kazuto Kodama and Hodaka Kawahata

Abstract: Soupy disturbances appeared in the long piston cores taken from the Oki Ridge, off Shiretoko, off Kashima and off Kochi during IMAGES VII-WEPAMA Leg 2 (May-June 2001). The soupy disturbance layers were cold when the core was recovered, and they expelled the mixture of gas, water and mud through drilled holes of the core liner tube. This suggests the dissociation of gas hydrates in the core onboard. Because the presence of soupy disturbance does not prove the existence of gas hydrate by itself, we need to obtain additional evidences in a future long piston coring study.

Key words: soupy disturbance, gas hydrate, Japan margin, long piston coring

1. はじめに

International Marine Global Change Study (IMAGES; 海洋環境変化に関する国際共同研究) の一環として、2001年5月27日～6月18日の間、IMAGES VII-WEPAMA (West Pacific Margin) 第2次航海が、フランスの研究船 Marion Dufresne 号をチャーターして行われた。当航海では、日本近海の7サイトから、長尺ピストンコアラーを用いて長さ33～58mのコア試料が採取された。これらのコアの多くで、ガスハイドレ

ートの分解によりできたと考えられるスープ状擾乱層 (Soupy disturbance) が認められた。本報では、このスープ状擾乱層の産状を報告する。

2. コアリング地点

WEPAMA 第2次航海では日本列島近海から隠岐海嶺、秋田沖、下北沖、知床半島沖、鹿島沖、四国沖2サイトの計7サイトにおいてコアリングが行われた (Fig. 1)。コアリング地点の水深は806mから2,737mにわたる (Table 1)。いずれの地点でも岩質は粘土～砂質シルトを主体とし、火山灰を挟む。堆積速度は地点により9～106cm/kyと大きく異なるが、コア最上部は完新世の堆積物からなる (村山ほか, 1991; Oba *et al.*, 1991; 大場・安田, 1992; 奥村ほか, 1996; 村山ほか, 1999; 大場ほか, 1999; 島田ほか, 2000)。

3. スープ状擾乱層の産状

隠岐海嶺、知床半島沖、鹿島沖、四国沖においてスープ状擾乱層が認められた (Table 1)。このスープ状擾乱層では堆積物は完全に液状化し、擾乱した堆積構造を示

* 平成14年5月30日、平成14年度石油技術協会春季講演会個人講演にて一部を講演 This paper was partly presented at the 2002 JAPT Technical Meeting held in Akita, Japan, May 30, 2002.

** 北海道大学大学院地球環境科学研究科 Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University
*** 高知大学海洋コア研究センター Marine Core Research Center, Kochi University

**** 産業技術総合研究所海洋資源環境研究部門 Institute of Marine Resources and Environment, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Fig. 1 Map showing the distributions of recovered gas hydrate (solid square) and gas hydrate BSR (hatched area) (After Satoh, 2001) and the locations of coring sites during IMAGES VII-WEPAMA Leg 2. Solid circle indicates the presence of soupy disturbance. Open circle indicates the absence of soupy disturbance.

す (Fig. 2)。これらの地点のコアでは、コアリング終了直後、甲板上でガス抜きのためコアライナー (柱状堆積物を格納している塩化ビニル製インナーチューブ) にドリルで孔をあけた際に、泥水がガスとともに噴出した。この噴出は間歇的に生じたこともあった。この泥水とガスの噴出する層準では、ライナーの温度が低下し、ライナー表面に水滴が凝縮した。この泥水・ガスの噴出した

層準とスープ状擾乱層の層準は一致した。

Fig. 3 にスープ状擾乱層の産状を取りまとめた。スープ状擾乱層は、9m 以深に出現し、20m 以深に多く出現した。スープ状擾乱層の岩質については、鹿島沖では火山灰、凝灰質砂、凝灰質シルト質粘土からなり、シルト質粘土も砂を多く含むものであり、スープ状擾乱層ではない層準の岩質よりも一般に粗粒である。高知沖 MD01-2422 ではシルト質粘土からなるが、直上に薄いバミス質火山灰を挟む。これに対して、知床沖では、1層準が火山灰であるほかは、シルト質粘土からなり、スープ状擾乱層ではない層準との違いはあまりない。隠岐海嶺コアも、シルト質粘土からなり、スープ状擾乱層ではない層準と岩質に違いはない。このように、スープ状擾乱層と岩質との関係はサイトにより異なる。

採取されたコアには乾いたガスボイドも認められた。スープ状擾乱層の見られるコアはこのガスボイドも多く含む (Fig. 3)。コアリング後にガスの遊離に伴いコア内部の圧力が高まり、堆積物がライナー中でスライド移動し、ガスボイドが形成されたと考えられる。

4. 液状化層の成因

堆積物の泥水化の原因として、コアリング時の海水と堆積物の流れ込みによる可能性がまず考えられる。ピストンコアリングにおいては、コア最下部にフローインと呼ばれる堆積物の流れ込みにより擾乱した堆積構造がみられることがある。またコア上部はピストンの負圧により堆積物が鉛直方向に引き伸ばされ、堆積構造が擾乱することがある。鹿島沖コア MD01-2421 では最上部 8m が引き伸ばされており、最下部の 4m が擾乱していることが CT スキャン画像の解析 (村山, 私信) と古地磁気測定 (林田, 私信) により明らかになっている。しかし、深度 8~42m の層準ではコアリングによる擾乱構造や古地磁気特性の乱れは認められず、スープ状擾乱層

Table 1 Locations of coring sites, lithology, and the occurrence of soupy disturbance.

Core number	Latitude(N)	Longitude(E)	Location	Water depth			Lithology	Soupy disturbance
				Core length	LSR			
				(m)	(m)	(cm/ky)		
MD01-2407	37°04.01'	134°42.18'	Oki Ridge	932	55.28	9 ^(a)	Clay ^(a)	Present
MD01-2408	39°34.41'	139°24.38'	off Akita	806	33.38	16 ^(b)	Silt and silty clay ^(b)	Absent
MD01-2409	41°33.65'	141°52.06'	off Shimokita	975	44.67			Absent
MD01-2412	44°31.65'	145°00.25'	off Shiretoko	1225	58.11	106 ^(c)	Diatomaceous clay ^(c)	Present
MD01-2421	36°01.41'	141°46.79'	off Kashima	2286	45.84	32 ^(d)	Silty clay ^(e)	Present
MD01-2422	32°08.65'	133°51.76'	off Kochi	2737	47.88	23 ^(f)	Silt and clay ^(g)	Present
MD01-2423	32°50.10'	133°45.87'	off Kochi	1042	36.36			Possibly present*

*This core has not been investigated for lithology. But the expulsion of soupy sediment from the recovered core suggests the presence of soupy disturbance. (a) KH-79-3 L3, Oba *et al.*, 1991, (b) KT 94-15PC-9, Okumura *et al.*, 1996, (c) HO76 P1, Shimada *et al.*, 2000, (d) MR97-04 St. 3, Oba *et al.*, 1999, (e) MR97-04 St. 3, Murayama *et al.*, 1999, (f) KT-89-18 P-4, Murayama *et al.*, 1991, (g) KT-89-18 P-4, Oba and Yasuda, 1992.

Fig. 2 Photograph and tomographic image of the soupy disturbance appeared between 16.05m and 16.38m deep in Core MD01-2422 from off Kochi. The photograph image was scanned using a digital image scanner system (GEOTEK Co. Ltd.) on the Multi-Sensor Core Logger (MSCL). The tomographic image was obtained by scanogram method (radiation energy; 120kV, 100mA, slicing; 2mm, Filter No. 0) using a X-ray CT scanner system PRATICO, Hitachi Medico Co. Ltd., Japan. Dark Shadow in tomographic image indicates the presence of low density materials such as water.

Fig. 3 Depth distributions of soupy disturbance and dry gas void.

の成因として、海水と堆積物の流れ込みを考えることは困難である。

ガスハイドレートを含むコアにおいて、液状化した擾乱層がみられる。これはガスハイドレートの分解により生じた水とハイドレートガスの流出による擾乱構造であると考えられている (Paull *et al.*, 1996)。ガスハイドレートの分解はガスの発泡によるコア内の圧力上昇とハイドレート吸熱分解反応による低温下を伴う。本航海のスープ状擾乱層準で観察された現象は、このようなガスハイドレート分解に起因する現象と良く一致する。今回スープ状擾乱層の出現したコアの堆積物は Field and Kvenvolden (1985) の相平衡図上でガスハイドレートが安定に存在しうる範囲 (堆積物表層から深度100~700 m) にある。したがって、本航海で認められたスープ状擾乱層はガスハイドレート起源である可能性が高い。しかし、本航海では、コア温度と間隙水塩濃度の測定を行わなかったため、ガスハイドレート起源であることを実証するには至らなかった。

日本近海においてこれまでピストンコアやグラビティコアを用いたコアリングが行われてきたが、スープ状擾乱層は報告されていない。記載の見落としである可能性も考えられるが、本研究で示されたように 20 m 以浅ではスープ状擾乱層が頻繁には出現しないため (お

そらく20以浅ではメタン酸化が活発であるため), 従来のコアリングではコア長が短く, スープ状擾乱層層準に達しなかった可能性が考えられる。

5. 意 義

ガスハイドレートとは水分子が水素結合により結びついたできた籠状構造中にガス分子が取り込まれた構造を持つ固体の結晶の総称であり (Hand *et al.*, 1974), 有機物に富む大陸棚~大陸斜面の堆積物にはガスハイドレートが大量に存在している可能性が指摘されている (Kvenvolden, 1988; 松本ほか, 1994)。

我が国の周辺の海域においても奥尻海嶺 (ODP Leg 127), 四国冲南海トラフ (ODP Leg 131), 遠州灘沖 (基礎試錐「南海トラフ」) において実際にガスハイドレート試料が採取されたほかに, 反射法音波探査記録の海底面疑似反射面 (BSR) の位相解析に基づきガスハイドレートの分布が推定された (例えば, 佐藤, 2001)。もし, 本航海において確認されたスープ状擾乱層がガスハイドレート起源であるとする, 日本近海ではガスハイドレートはこれまで考えられてきた範囲 (Fig. 1) よりも広範囲に分布していることになる。このことを実証してゆくためには, 日本近海のスープ状擾乱層の成因を検証してゆくことが必要である。今後, 日本近海で長尺ピストンコアリングを行う際には, ガスハイドレートの出現の可能性を考慮にいれて船上分析の準備を行うことが必要である。

謝 辞

IMAGES VII-WEPAMA Leg 2 航海における Marion Dufresne 乗船研究者一同には本研究の遂行にあたりご協力いただいた。佐藤幹夫氏 (産業技術総合研究所 [以下, 産総研]) には草稿を読んでいただき, 多くの有益な助言をいただいた。渡部芳夫博士 (産総研), 松本良教授 (東京大学), 棚橋学博士 (産総研) にはガスハイドレートの認定に関して適切なご意見をいただいた。池原研博士 (産総研) には知床沖の海底地形と音波探査記録から知床沖コア周辺の遊離ガス層の存在を示唆していただいた。CT スキャン画像の撮影にあたっては安田尚登教授, 多田井修博士, 佐川優子氏 (高知大学海洋コア研究センター) にお世話になった。さらに, 匿名の査読者からは有益なコメントをいただいた。以上のかたがた

にお礼申し上げる。

文 献

- Field, M.E. and Kvenvolden, K.A., 1985: Gas hydrates on the northern California margin. *Geology*, **13**, 517-520.
- Hand, J.H., Katz, D.L. and Verma, V.K., 1974: Review of gas hydrates with implication for ocean sediments. In Kaplan, I.R. ed., *Natural Gases in Marine Sediments*, 179-194, Plenum Press.
- Kvenvolden, K.A., 1988: Methane hydrates—A major reservoir of carbon in the shallow geosphere? *Chem. Geol.*, **71**, 41-51.
- 松本 良・奥田義久・青木 豊, 1994: メタンハイドレート 21世紀の巨大天然ガス資源. 日経サイエンス社.
- 村山雅史・岩倉央和・松本英二・中村俊夫・安田尚登・岡村 真・平 朝彦, 1991: 過去30,000年間における北西太平洋の深層循環. 日本第四紀学会講演要旨集, **21**, 114-115.
- 村山雅史・山根雅之・岡俊太郎・大場忠道・山本浩文・山内守明, 1999: MR 97-04 次航海で得られた海底コアの概要. 海洋科学技術センター試験研究報告, **39**, 85-94.
- Oba, T., Kato, M., Kitazato, H., Koizumi, I., Omura, A., Sakai, T. and Takayama, T., 1991: Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85000 years. *Paleoceanogr.*, **6**, 499-518.
- 大場忠道・安田尚登, 1992: 黒潮域における最終氷期以降の環境変動. 第四紀研究, **31**, 329-339.
- 大場忠道・村山雅史・山内守明・山根雅之・岡俊太郎・山本浩文, 1999: 「みらい」 MR 97-04 次航海で採取された海底コア中の有孔虫殻の酸素同位体比. 海洋科学技術センター試験研究報告, **39**, 41-45.
- 奥村 智・南川雅男・大場忠道・池原 研, 1996: 日本海秋田沖の2本の海底コアの酸素・炭素・窒素同位体比に基づく古環境解析. 第四紀研究, **35**, 349-358.
- Paull, C.K., Matsumoto, R., Wallace, P. *et al.*, 1996: *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports*, **164**, Texas A&M Univ., College Station, TX.
- 佐藤幹夫, 2001: メタンハイドレートの分布とメタン量及び資源量. 日本エネルギー学会誌, **80**, 1064-1074.
- 島田智恵子・村山雅史・青木かおり・中村俊夫・長谷川四郎・大場忠道, 2000: 珪藻分析に基づく南西オホーツク海の完新世古海洋環境復元. 第四紀研究, **39**, 439-449.