

## 日本海周辺域にみられる後期中新世のsubmarine hiatusの 形成過程に関する一考察

渡辺真人\*

WATANABE Mahito (1994) A tentative model for the formation of the late Miocene submarine hiatus around the Japan Sea. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 45 (8/9), p. 471-475, 4figs.

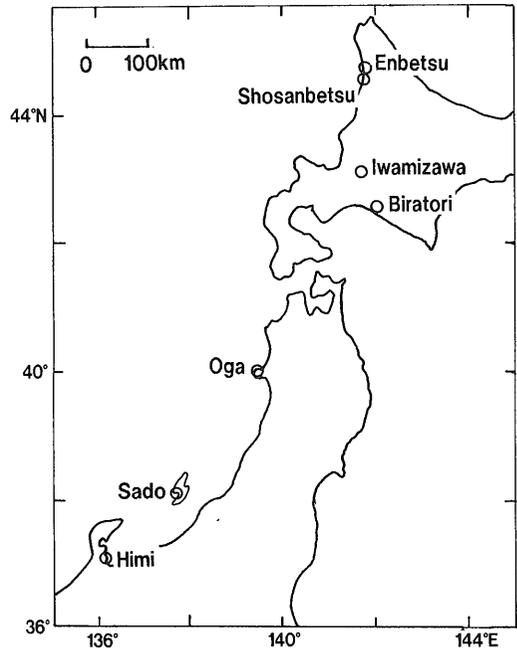
**Abstract :** The timing of the initiation of the late Miocene widespread submarine hiatus around the Japan Sea is synchronous (at about 9Ma) while the timing of its cessation is diachronous. The isochronous initiation of the hiatus was caused by rapid strengthening of the bottom current, while the diachronous cessation resulted from gradual weakening of the bottom current. The rapid change of the strength of the bottom current occurred at about 9Ma around the Japan Sea.

### 要 旨

後期中新世の日本海周辺のsubmarine hiatusを対比すると、開始時期(9 Ma前後)はよく揃うが、終了時期は地域によって、あるいは地域内でも場所によって異なるという特徴がある。これは、これらのhiatusの原因となった底層流が、hiatusの開始時期には短期間で強くなり、終了時期には徐々に時間をかけて弱くなっていったことによる。この底層流の強化は9 Ma前後の比較的短期間に、日本海周辺の広い地域でおこったと推定される。

### 1. はじめに

日本周辺では後期中新世のsubmarine hiatusが各地で知られている(たとえばAkiba, 1986, 米谷ほか, 1986)。これらのhiatusは北海道および東北日本の日本海周辺の堆積盆の縁辺部に広く分布している(Figs. 1, 2)。submarine hiatusの形成の原因として一般に重要なのは、堆積物の供給量の減少と底層流の強化である(Moore *et al.*, 1978)。それに加えて日本のような活動的縁辺域では、hiatusの形成に対する構造運動の影響も考慮する必要がある。また、相対的海水準変動も堆積物の供給量や底層流の強度に大きく影響を与えるであろう。本論ではそれらの要素を考慮しながら、後期中新世のsubmarine hiatusの形成過程を考察し、後期中新世の底層流の変化について予察的に述べる。

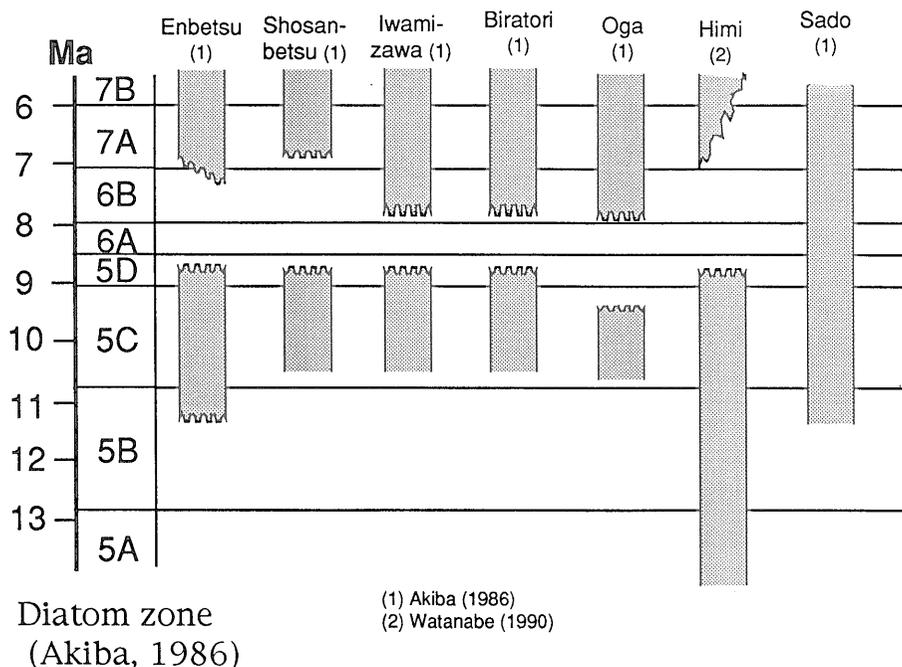


第1図 陸上セクションの位置図

Fig. 1 Locations of on-land sequences shown in Fig. 2.

\* 燃料資源部

Keywords : Japan Sea, submarine hiatus, Miocene, bottom current



第2図 submarine hiatusのみられる陸上セクションの対比図

珪藻化石帯はAkiba (1986)に, 古地磁気・微化石年代尺度は尾田(1986)に従った。

Fig. 2 Correlation of submarine hiatus in on-land sequences in Japan to diatom zones of Akiba (1986). Ages for diatom zones used in this figure follows the ages of Oda (1986).

## 2. 後期中新世submarine hiatusの実例(氷見地域)

後期中新世のsubmarine hiatusの例として, まず能登半島基部の氷見地域(Fig. 1)のものについて, hiatusの時空分布について述べる。

Iijima & Tada (1990)の後期中新世の古地理図によれば, 氷見地域は当時の日本列島の日本海側に沿って存在したトラフ状の堆積盆の中に位置する。本地域には, 調査地域の北部と南部に相対的隆起域があり(これは上に述べたトラフの中での隆起域である), 調査地域は相対的隆起域に挟まれた小トラフの北側斜面に当たる部分であり, 南側に向かって後期中新世から鮮新世の堆積物が厚くなっている(渡辺, 1990)。これらの小トラフの沈降運動は中期中新世以降鮮新世まで継続しており, 相対的隆起域は地形的高まりを形成していたと考えられている(田中, 1979)。

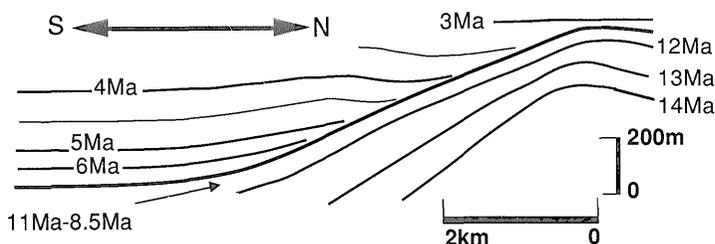
本地域では, 中期中新世から鮮新世にかけてhiatusをはさんで, 泥質堆積物が堆積した。hiatusの前には珪藻質泥岩が, 後にはやや陸源物質に富んだ珪藻質泥岩なら

びに石灰質微化石を多量に含むシルトが堆積している。本地域のhiatusは海底で形成されたsubmarine hiatusであり, 海底での無堆積により形成されたものである(渡辺, 1990)。Fig. 3に本地域のsubmarine hiatusの時空分布を示す断面図を示した。この断面図は本地域での凝灰岩鍵層の追跡結果と珪藻化石層序の結果(渡辺, 1990)に基づいて描いたものである。本地域では, 8.5Ma頃からhiatusが始まる。hiatusの下位には, どこでも同じ珪藻帯に属する地層が分布し, hiatusの下位の地層が大きな削剝をうけていないことを示す。hiatusの上に重なる地層は, hiatusの下位の地層と斜交関係にある。この関係は, 上に述べたように当時の地形が北側へ向かって高くなっていったと考えられることからonlapである。

## 3. submarine hiatus形成時の底層流と傾動運動の相互作用

本論文の冒頭で, 日本列島周辺のような活動的縁域でのsubmarine hiatusの形成過程を考慮する際には, 堆積物の供給量, 底層流の強度, 及び構造運動の影響を

submarine hiatus の形成過程 (渡辺真人)



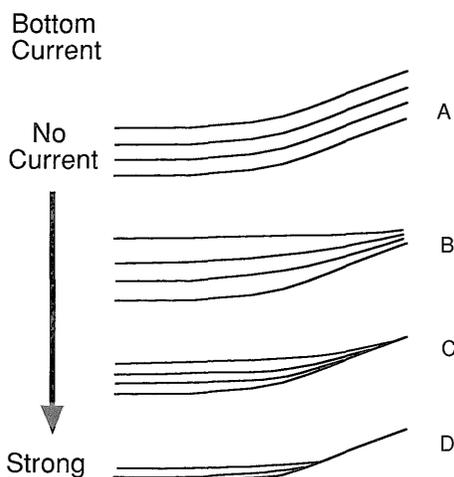
第3図 氷見地域の模式的な南北断面図  
Fig. 3 Schematic north-south profile of the Himi area.

考慮する必要があると述べた。氷見地域のhiatusに関しては、以下に述べる理由から、これらの要因のうち底層流の強化が最も重要な要因であると考えられる。

本地域のhiatusが形成された9-7 Ma前後は、低海水準期にあたる(Haq *et al.*, 1988)と考えられていることから、陸源物質の供給量が大きく減ったとは考えられない。さらに、日本海縁辺部には後期中新世にhiatusをはさまず連続して珪藻質泥岩の堆積した地域があり(たとえば佐渡島の中山層)、日本海において後期中新世に生物生産性が大きく減少したとは考えられない。したがって、同じ日本海沿岸の氷見地域での生物源物質の供給量の大きな減少も考えにくい。以上から氷見地域のhiatusの主因は供給量の減少にあるのではない。

次に構造運動の影響について考える。北陸・山陰沖の地震探査を行った田中(1979)によれば、氷見地域でhiatusの形成された時期に大きな構造運動があったとは考えられていない。氷見地域は北陸沖と一連の堆積盆に位置しており、氷見地域についても同じようにhiatusと同時期の大きな構造運動はなかったと考えられる。したがって、傾動運動の堆積作用に対する影響を考えることは必要であるが、hiatusの原因としてテクトニックなイベントを考える必要はない。

以上に述べたことから、堆積物の供給量に大きな変化はなく、傾動運動がほぼ一定で、底層流の強度が変化するという条件でsubmarine hiatusの形成過程を考えてみる。斜面の傾斜方向に切った断面での、底層流の強さに応じた堆積パターンをFig. 4に示した。この図では、底層流は斜面の等深線に沿って流れているものとしたが、底層流の向きは議論に大きな影響を与えない。全く底層流の無い場合、海底に沈降する堆積物は再移動せず、時間間同士のあいだの地層の厚さは場所により変化はない。したがって、時間とともに、傾動は蓄積されて斜面の角度は急になる(Fig. 4のA)。この場合、傾動の速度が速ければ、スランプなどにより相対的沈降部へ向かっ



第4図 傾動する斜面上でのさまざまな強さの底層流の影響下での堆積パターンを示す図  
断面図は斜面の傾斜方向にとつてある。

Fig. 4 Schematic profiles which show the sedimentation patterns under various strength of bottom current on the tilting slope.

て堆積物の再移動がおこるのであろう。相対的に弱い底層流の影響下では、地形の高まりとなる相対的隆起部が底層流の影響を受けやすいので、そこから移動した粒子が、斜面下部の相対的沈降域へ落ちつき、傾動による地形を埋めるような形で堆積が進む(Fig. 4のB)。この場合には、斜面はほぼ一定角度で平衡状態を保ち、斜面の角度は急にはならないであろう。底層流の強さがさらに強くなり、ある限界を越えると、斜面の上部は無堆積状態になる(Fig. 4のC)。底層流が強ければ強いほど無堆積の

範囲は斜面の下部に及び(Fig. 4のD), 相対的沈降域でも堆積物が底層流の影響で堆積しにくくなり, 堆積物は底層流の影響がより弱い場所まで運ばれる。いったん無堆積が始まると, 斜面は傾動に応じて時間の経過とともに急になるので, 斜面の上部では無堆積状態を維持しやすくなる。

そこで, Fig. 4の堆積パターンを氷見地域のhiatusに当てはめてみる。hiatus以前の地層は相対的隆起域に向かって薄くなるようなパターンを取っているので, hiatusの形成される以前にも弱い底層流が存在した(Fig. 4のB)。上述したようにhiatusの開始が地域内では同一珪藻帯にあたるので, 比較的短い時間で底層流がFig. 4のDの状態まで強くなったことがわかる。もし底層流が徐々に強くなれば, 斜面の上部と下部で, hiatusの開始時期がずれたであろう。その後底層流が弱くなるにつれて斜面下部から堆積が始まり, onlapの形態をとった。hiatusの終了時期が場所によって大きく異なるonlapの形態をとることになったのは, 底層流が緩やかに弱くなっていったためであると考えられる。もし, 底層流が急激に弱くなったのであれば, 終了時期も, 開始時期と同じように同時性があったであろう。またhiatusが継続することにより, 傾動が蓄積して斜面の角度が急になり, 底層流がかなり弱くなっても斜面上部ではhiatusが続きやすかったことももうひとつの原因としてあげられる。

#### 4. 後期中新世のsubmarine hiatusの時間的分布から推定される底層流の強化

氷見地域とほぼ同じ時期に開始するsubmarine hiatusが, 遠別, 初山別, 岩見沢, 平取及び男鹿などで知られている(Figs. 1, 2)。これらのhiatusは北海道から東北日本の日本海側の堆積盆の縁辺部に位置する(Akiba, 1986)。これらのhiatusについても, 氷見地域の場合と同じ理由から, 堆積物の供給減少にその原因を求めることはできない。東北日本の日本海側についても北海道の日本海側についても, hiatusの時期には, 緩やかな沈降のみが起っていた時期にあたり, 構造運動の活発な時期とはいえず(天野・佐藤, 1989; 岡村ほか, 1992; 保柳, 1992), 構造運動に原因を求めることも難しい。以上のことから, すでにAkiba (1986) や米谷ほか(1986)で指摘されているように, これらのhiatusも氷見地域と同じく底層流の強度変化が主な原因となっていると考えてよい。

これらのhiatusを対比すると, 氷見地域で見られたのと同じような特徴が見られる。開始時期が多くの地域で

同時的で(9 Ma前後), 終了時期は地域ごとにさまざまである。これらのhiatusの終了時期がさまざまであるのは, 各地域において, 地形の違いにより底層流に対する影響の受け方が異なっていたこと, 及び底層流の強さが場所により異なっていたことなどによると考えられる。にもかかわらずhiatusの開始時期が9 Ma前後のほぼ同時期であることは, 底層流の強化が広い地域にわたって9 Ma前後の比較的短期間に一斉に起こったことを示すと推定される。この底層流の強化は, 同時期の低い海水準(Haq *et al.*, 1988)や, 気候の寒冷化(たとえばKennet, 1986)などに伴う海洋環境の変化に関連する可能性がある。

以上のように, 後期中新世のsubmarine hiatusの成因として, 底層流の強化が重要であることを述べ, hiatusの時空分布から底層流の強化が9 Ma前後の比較的短期間で起こったことを推定した。ただし, 今回の考察ではhiatusの上下の堆積物自体の性質についての検討を行わず, またhiatusの成因を底層流の強化のみに限定する直接的な証拠をあげていないため, 本論で述べた考察はまだ予察的な仮説にすぎない。今後さらにデータを蓄積して研究を進めていく必要がある。

#### 5. まとめ

- ・氷見地域を含む日本海周辺に分布する後期中新世のsubmarine hiatusの成因としては, 底層流の強化が重要である。

- ・氷見地域の地域内でのhiatusの時空分布には二つの特徴がある。ひとつは開始時期が地域内で良くそろうこと, もうひとつは, 終了時期に幅があり, 相対的隆起部に向かって遅くなっていることである。この二つの特徴のうち前者は, このhiatusが, 急激な底層流の強化により形成されたことによるもので, また後者は傾動する堆積盆で徐々に底層流が弱くなっていったことによるものであると考えられる。この底層流の強化は9 Ma前後の短期間に起こったと考えられる。

- ・日本海周辺の後期中新世のhiatusを対比すると, 氷見地域内で見られたのと同じ特徴が見られる。このことから, それらの地域でも9 Ma前後の短期間に底層流の強度が強くなったことが推定される。

#### 文 献

- Akiba, F. (1986) Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower miocene through

- Quaternary diatom zones for middle-to-high latitudes of the North Pacific. In Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W.T. *et al.*, *Init. Rep. DSDP.*, U. S. Govt. Printing Office, Washington, vol.87, p.393-481.
- 天野和男・佐藤比呂志(1989) 東北本州弧中部地域の新生代テクトニクス. 地質学論集, no.32, p.81-96.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. and Vail, P. R. (1988) Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sealevel change, In Wilgus, C. K., Hastings B.S., Kendall, G. C. St. C., Psamentier, H., Ross, C. A. and van Wagonar, J.C., eds., *Sea-level changes : an integrated approach. Soc. Econ. Paleont. Miner. Spec. Publ.*, no.42, p.71-108.
- Kennet, J. P. (1986) Miocene to early Pliocene oxygen and carbon isotope stratigraphy in the southwest Pacific, Deep Sea Drilling Project Leg 90. In Kennet, J. P., von der Borch, C. C. *et al.*, *Init. Rep. DSDP*, U. S. Government Printing Office, Washington, vol.90, p.1383-1411.
- 保柳康一(1992) 中央北海道北部羽幌地域の第三系の堆積環境とシーケンス層序学. 地質学論集, no.37, p.227-238.
- Iijima, A. and Tada, R. (1990) Evolution of Tertiary sedimentary basins of Japan in reference to opening of the Japan Sea. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, sec II*, vol. 22, p.121-171.
- 米谷盛壽郎・秋葉文雄・井上洋子(1986) 微化石層序と古環境変化に基づく本邦陸域および周辺海域における新第三系のHiatusについて. 月刊海洋科学, vol.18, p.162-168.
- Moore, T. C., Jr., van Andel, Tj. H., Sancetta, C. and Pisias, N. (1978) Cenozoic hiatuses in pelagic sediments. *Micropaleontology*, vol.24, p.113-138.
- 尾田太良(1986) 新第三紀の微化石年代尺度の現状と問題点 -中部及び東北日本を中心として-. 中川久夫・小高民夫・高柳洋吉編, 北村 信教授退官記念地質学論文集, 北村信教授退官記念事業会, p.297-312.
- 岡村行信・佐藤幹夫・渡辺真人・山本博文(1992) 日本海南東部のインバージョンテクトニクス. 構造地質, no.38, p.47-58.
- Tada, R. (1991) Origin of rhythmical bedding in Middle Miocene siliceous rocks of the Onnagawa Formation, Northern Japan. *Jour. Sed. Petrol.*, vol.61, p.1123-1145.
- 田中 隆(1979) 北陸・山陰沖堆積盆の分布と性格. 石油技術協会誌, vol.44, p.76-78.
- 渡辺真人(1990) 富山県水見・灘浦地域の第三系の層序-とくに姿累層とその上位層とのあいだの時間間隙について-. 地質雑, vol.96, p.915-936.

(受付: 1994年1月18日; 受理: 1994年3月7日)