

中新統女川層珪藻質岩中のダイノステランと表層水栄養塩環境

山本正伸*・渡部芳夫*・渡辺真人*

YAMAMOTO Masanobu, WATANABE Yoshio and WATANABE Mahito (1994) Dinosteranes as a possible paleoindicator of nutrient condition of surface water : A case study in the diatomaceous sediments of the Neogene Onnagawa Formation in the Akita Sedimentary Basin, NE Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 45 (8/9), p.527-530, 1fig.

Abstract : A proposed indicator of dinosterane/4-desmethylsteranes ratio was applied to the paleoceanographic reconstruction of Neogene diatomaceous sediments of the Onnagawa Formation, Yashima, Akita, NE Japan. The dinosterane/4-desmethyl steranes ratio are relatively higher in the lower part of the Onnagawa Formation than in the middle and upper parts. This probably reflects the increase of diatoms compared to dinoflagellates as the primary producers of organic matter at about 10-11 Ma, which may be attributed to the increase of nutrient silica concentration in the surface water.

要 旨

秋田県矢島地域の女川層珪藻質岩中の渦鞭毛藻に由来するダイノステラン(dinosterane = 4,23,24-trimethylsteranes)の藻類全般に由来する4-デスメチルステラン類(4-desmethylsteranes)に対する量的割合の層位学的変化を検討した。ダイノステラン/4-デスメチルステラン比は女川層下部で相対的に高く、中部及び上部で相対的に低い。この変化は10-11Maに起こっており、その時期を境に有機物の生産量に対する渦鞭毛藻の寄与が低くなり、珪藻の寄与が高くなったことを示すと考えられる。このことは、10-11Maを境に表層水がシリカに相対的に富むようになったことを示唆する。

1. はじめに

石油根源岩の形成条件を明らかにする上で堆積物の沈積した海洋及び湖沼の表層水の栄養塩環境を復元把握することが重要な課題となっている。これまで古海洋の栄養塩環境を推定する手法が幾つか提案されている(例えばBa含有量, Dymond *et al.*, 1992; von Breymann *et al.*, 1992)。角皆・乗木(1983)によれば、現在の海洋ではシリカ栄養塩に富んだ海域では珪藻類が第一次生産者として卓越し、シリカ栄養塩に乏しい海域では渦鞭毛藻が卓越するという。したがって珪藻類と渦鞭毛藻類の相対

的な量比は表層水の栄養塩環境を示す可能性が大きい。

本論文は秋田県矢島地域の女川層珪藻質岩中の渦鞭毛藻に由来するダイノステラン(dinosteranes = 4, 23, 24-trimethylsteranes, 例えばBoon *et al.*, 1977; Summons *et al.*, 1987; Thomas *et al.*, 1993)の藻類全般に由来する4-デスメチルステラン類(4-desmethylsteranes, 例えばde Leeuw and Baas, 1986)に対する量的割合の層位学的変化を報告し、その古海洋学的意義に関して簡単な議論をおこなうものである。

2. 試料及び分析方法

東北日本新第三系秋田含油新堆積盆の矢島地域に分布する女川層から採取した9個の露頭岩石試料を分析に供した。試料の採取位置、岩石学的性質、主要元素組成、ステラン・トリテルパン類組成はYamamoto and Watanabe (1993)に記載されている。試料はビトリナイト反射率でおよそ0.3-0.4%に相当する熟成度を示し、石油発生帯に達しない未熟成領域の範囲にある(Yamamoto and Watanabe, 1993)。これらの試料はcmオーダーでの試料の不均質を取り除くため1kg以上の塊りを200メッシュ以下に粉碎された。

ダイノステラン及び4-デスメチルステラン等の飽和炭化水素化合物の抽出と分離は基本的に坂田ほか(1987)に

Keywords : dinosteranes, dinoflagellates, nutrient silica, primary production, the Onnagawa Formation

* 燃料資源部

従って行われた。分離された化合物は、Hewlett-Packard社製5890+5970B型ガスクロマトグラフ質量分析計を用いて分析が行われた。化合物の同定は標準試料及び文献(例えば、Philp, 1985; Peters and Moldowan, 1993; Wolff *et al.*, 1986; Goodwin *et al.*, 1988)と、質量スペクトルと保持時間に関して比較することによりおこなわれた。ダイノステラン/4-デスメチルステラン比は $m/z=213$ のマスプロトグラム上におけるダイノステランのピーク面積を $m/z=217$ のマスプロトグラム上における4-デスメチルステラン類(C₂₆-C₃₀)のピーク面積の総和で割ることによって算出された。

3. 結果及び考察

秋田県矢島地域女川層におけるダイノステラン/4-デスメチルステラン比と生物源シリカ含有量の層位的変化をFig. 1に示す。

ダイノステラン/4-デスメチルステラン比は、女川層下部で相対的に高く、中部及び上部で相対的に低い。このことは、女川層下部で渦鞭毛藻の寄与が相対的に高かったことを意味する。ダイノステラン/4-デスメチルステラン比の低い試料が概して高い生物源シリカ量を示すこと(Fig. 1)はこの比が渦鞭毛藻と珪藻の量的な割合を反映していることを示唆する。角皆・乗木(1983)によれば、現在の海洋ではシリカ栄養塩に富んだ海域で珪藻類が第一次生産者として卓越し、シリカ栄養塩に乏しい海域で渦鞭毛藻が卓越するという。このような傾向が中新世の古日本海にも適用されるとしたら、上記のダイノステラン/4-デスメチルステラン比の層位的変化は表層水のシリカ栄養塩濃度の変化を表わしていることになる。Yamamoto and Watanabe (1993)はステラン類の組成から矢島地域の女川層の藻類生産性が9Maを境に増加したことを示唆した。このことは女川層沈積時の古

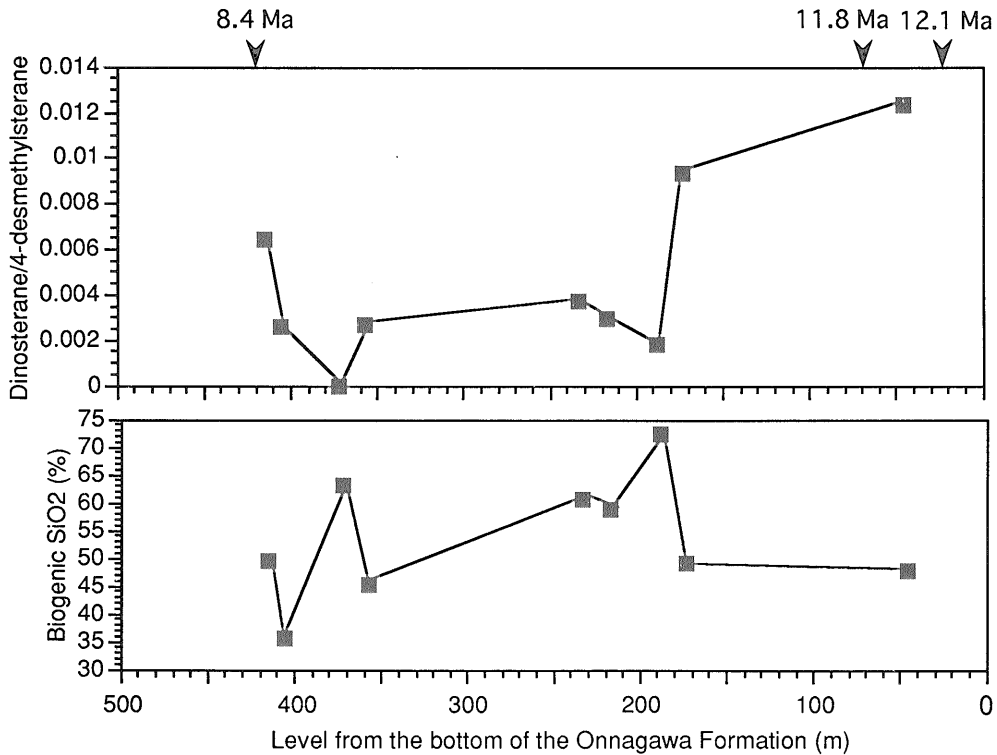


Fig. 1 秋田県矢島町の女川層におけるダイノステラン/4-デスメチルステラン比及び生物源シリカ含有量の層位的変化 生物源シリカ含有量はTada(1991)の計算式： $\text{Biogenic SiO}_2(\%) = \text{SiO}_2(\%) - \text{Al}_2\text{O}_3(\%) \times 4.2$ によって求めた。

Fig. 1 Stratigraphic variations of dinosterane/4-desmethylsterane ratio and biogenic silica content in the Onnagawa Formation of the Yashima area, Akita Basin. Biogenic silica content (%) was calculated according to the formula of Tada (1991) : $\text{Biogenic SiO}_2(\%) = \text{SiO}_2(\%) - \text{Al}_2\text{O}_3(\%) \times 4.2$.

日本海の栄養塩環境が9Maを境に変化のあったことを暗示している。今回測定されたダイノステラン/4-デスメチルステラン比は、10-11 Maを境に表層水がシリカに代表される栄養塩類に相対的に富むようになったことを暗示しており、Yamamoto and Watanabe (1993)で示された藻類生産性の増加の時期とは1m.y.以上のずれがある。このことは、表層水のシリカ栄養塩量が渦鞭毛藻など珪藻以外の藻類も含めた藻類全体の生産性に、単純には対応していないことを意味しているのかもしれない。

早稲田・重川(1990)は、女川層のうちごく限られた層準のみが石油生成に貢献した可能性を示唆した。また辻ほか(1991)は、女川層の石油生成能力が層準によって多様であることを指摘した。このような多様性の原因が何であるのか現在のところ明らかではないが、もっとも有望な原因としての表層水の栄養塩環境の変化や地域的な多様性に注目して研究を進めることが重要であろう。このような研究を進める上で栄養塩環境の変化を把握することが不可欠であり、従来の古生物学的手法に加えて、本研究で試みているような有機化合物を用いた手法の開発と適用が今後必要とされる。

謝辞：本特研サブグループ長の小玉喜三郎技官と徳橋秀一技官には本研究を進めるにあたりお世話いただいた。燃料資源部寺島美南子技官、金子信行技官、地殻化学部坂田 将技官には分析の際に援助をいただいた。以上の方々に対して謹んで感謝いたします。

文 献

- Boon, J. J., Rijpstra, W. I. C., de Lande, F., de Leeuw, J. W., Yoshioka, M. and Shimizu, Y. (1979) Black sea sterol - a molecular fossil for dinoflagellate blooms. *Nature*, vol.277, p.125
- von Breyman, M. T., Brumsack, H. and Eméis, K. C. (1992) Depositional and diagenetic behavior of barium in the Japan Sea. In: *Proc. ODP, Sci. Rept.*, vol.127/128. Pisciotta *et al.* (Eds). p.651-665.
- Goodwin, N. S., Mann, A. L. and Patience R. L. (1988) Structure and significance of C₃₀ 4-methyl steranes in lacustrine shales and oils. *Org. Geoch.*, vol.12, p.495-506.
- de Leeuw, J.W. and Baas, M. (1986) Early-stage diagenesis of steroids. In : *Biological Markers in the Sedimentary Record*. Johns, R.B. (Eds) Elsevier. p.102-123.
- Dymond, J., Suess, E. and Lyle, M. (1992) Barium in deep-sea sediment: A geochemical proxy for paleoproductivity. *Paleoceanography*, vol.7, p.163-181.
- Peters, K.E. and Moldowan, J.M. (1993) *The Biomarker Guide, Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Philp, R.P. (1985) Fossil Fuel Biomarkers, Applications and Spectra. *Methods in Geochemistry and Geophysics*, no.23. Elsevier, Amsterdam.
- 坂田 将・鈴木祐一郎・金子信行(1987) 長岡周辺新第三系ガス田の生物指標化合物。石油技術誌, vol.52, p.221-230.
- Summons, R.E., Volkman, J.F. and Boreham, C.J. (1987) Dinosterane and other steroidal hydrocarbons of dinoflagellate origin in sediments and petroleum. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol.51, p.3075-3082.
- 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.
- Thomas, J. B., Marshall, J., Mann, A. L., Summons, R. E. and Maxwell, J. R. (1993) Dinosteranes (4, 23, 24-trimethylsteranes) and other biological markers in dinoflagellate-rich sediments of Rhaetian age. *Org. Geochem.* vol.20, p.91-104.
- 辻 隆司・増井泰裕・早稲田 周・井上洋子・栗田裕司・甲斐邦男(1991) 秋田県矢島町周辺の女川層の岩相区分と堆積環境、およびその根源岩特性。石油資源開発研究報告7, p.45-99.
- 角皆静男・乗木新一郎(1993) 海洋化学。西村雅吉編, 産業図書, 286p.
- 早稲田 周・重川 守(1990) 由利原油。ガス田における炭化水素の生成。移動。集積。石技誌, vol.55, p.233-244.
- Wolff, G.A., Lamb, N.A. and Maxwell, J.R. (1986) The origin and fate of 4-methyl steroids

- hydrocarbons I. 4-methyl sterenes,
Geochim. Cosmochim. Acta, vol.50,
p.335-342.
- Yamamoto, M. and Watanabe, Y. (1993)
Biomaker geochemistry and paleo-
ceanography of Miocene Onnagawa
diatomaceous sediments, northern
Honshu, Japan. In : *Siliceous, phosphatic
and glauconitic sediments of the Tertiary
and Mesozoic*. A. Iijima, R.E. Garrison
and A.M. Abed (Eds). VSP, Zeis p.53-74.
- (受付：1994年1月17日；受理1994年3月7日)