

北海道東部厚岸湾西岸に分布する  
白亜系最上部(根室層群仙鳳趾層)の炭素安定同位体比層序

京都大学大学院理学研究科

荷福 洸

## 1.はじめに

白亜紀マストリヒチアン期(約 7060 ~ 6550 万年前)は中生代白亜紀の最後の約 500 万年間にあたる時代である。マストリヒチアン期には生物の大量絶滅事変が生じており、これは白亜紀と古第三紀(中生代と新生代)を境にする大量絶滅事変として広く知られている。この大量絶滅事変に関して、白亜紀/古第三紀境界において生じた隕石衝突が原因であるとする仮説が有名である(Alvarez et al., 1980)。ただし、マストリヒチアン期には地球規模の寒冷化や海水準の低下、海洋の循環構造の転換などの大規模な環境変動が生じたことも報告されている(例えば、Haq et al., 1988; Barrera and Savin, 1999)。これらの環境変動も生物の衰退・絶滅に大きな影響を与えたと推定される。実際、白亜紀/古第三紀境界における大量絶滅に先立ち、マストリヒチアン期半ばには中生代型の動物群を代表する二枚貝類のイノセラムス類や厚歯二枚貝類が絶滅しているが、これらは地球規模の寒冷化や海洋構造の転換などによるものと推定されている(例えば、Barrera, 1994; MacLeod and Huber, 1996)。以上のことから、白亜紀末の数百万年間という比較的長い時期の環境変動を詳細に復元することは、白亜紀末における生物の衰退・絶滅を考察する上で非常に重要である。

白亜紀マストリヒチアン期における地球環境の変動についてはこれまで世界中で数多くの研究がおこなわれてきたが、北太平洋地域は当時最も大きな海洋であったにもかかわらず、この地域における白亜紀末の古環境変動についてはほとんど明らかになっていない。その理由として、北太平洋地域ではマストリヒチアン階の連続的な地層がほとんど残されていないということがあげられる。北太平洋地域においてマストリヒチアン期の古環境に関するデータがほとんど得られていないことは、白亜紀末の環境変動を地球規模で復元する試みにとって大きな障害となっている。

そこで、本研究では北海道東部厚岸湾の西岸に分布する根室層群仙鳳趾層を研究対象として、北太平洋地域におけるマストリヒチアン期の炭素安定同位体比変動を復元した。ここで、研究対象となった仙鳳趾層は、非常に良好で連続的な露出を示しており、北太平洋地域における数少ないマストリヒチアン階の連続的な地層である。また、炭素安定同位体比( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ )は広くもちいられている古環境指標のひとつであり、地球上の炭素循環、特に生物生産などと関係の深い指標である。なお、本研究では単に北太平洋地域におけるマストリヒチアン期の炭素安定同位体比変動を明らかにするだけではなく、これまで他地域においておこなわれてきた研究よりもはるかに高い解像度の詳細な炭素安定同位体比変動を求めることも目的としている。

## 2. 調査地域の地質

研究対象である仙鳳趾層は白亜系～古第三系根室層群に属している。根室層群は北海道東部に分布しており(図1)、厚岸湖・別寒辺牛湿原の基盤となっている地層である。仙鳳趾層は厚岸湾西岸に海食崖として非常に良好な露出を示している(図2)。仙鳳趾層は泥岩を主体とした地層であり、海底斜面の下部において堆積した地層と推定される。

仙鳳趾層は化石の産出は多くないものの、アンモナイト、二枚貝類といった大型化石や石灰質ナノ化石、浮遊性有孔虫といった微化石の産出が報告されており(図3)、これらの化石の産出によって仙鳳趾層はマストリヒチアン期に堆積した地層であることが示唆されている。また、仙鳳趾層の古地磁気層序(注1)は、仙鳳趾層がマストリヒチアン期後期にあたる約6900～6700万年前に堆積したことを示している(仙鳳趾層の古地磁気層序と生層序についての論文は、現在執筆中)。

注 1: 地球磁場は過去に何回もその極性が逆転していることが知られている。古地磁気層序学は、地層中に保存されている磁性鉱物の磁化方向から、その地層がどのような地球磁場の極性変化パターンを記録しているかを明らかにする。この極性変化パターンを、世界中でおこなわれた研究をもとに作成された極性逆転表と対比することによって、その地層の年代を決定することができる。

### 3. 研究手法

本研究は仙鳳趾層から採取した 72 点の泥岩試料をもとにおこなった(図 2)。これらの試料は粉末にしたのち塩酸によって炭酸塩(主に生物の殻などに由来する)を除去したのち、バルク試料の炭素安定同位体比を測定した。すなわち、本研究でもとめた炭素安定同位体比は、堆積岩中に含まれる有機物の同位体比に等しい。また、全試料中 8 点の泥岩試料については、フッ酸をもちいて泥岩中の有機物を抽出し、泥岩中の有機物組成を明らかにするために顕微鏡下で観察した。さらに、有機物の続成の程度を評価するために、抽出した有機物の元素分析をおこない、H/C 比をもとめた。

### 4. 結果と考察

仙鳳趾層の泥岩中に含まれる有機物の H/C 比は 0.51 ~ 0.89 の間の値を示した。これはピトリナイト反射率に換算すると 0.3 ~ 3.3% に相当する。このことから、仙鳳趾層の泥岩は有機物の炭素安定同位体比の値に影響を与えるような強い続成作用を受けていなく、初生的な値を保持していると考えられる。

仙鳳趾層の泥岩中に含まれる有機物の組成は陸上高等植物由来の物質(木片および蛍光特性をもたない不定形物質)が卓越することが明らかになった。この



ことから、本研究で測定した炭素安定同位体比は、当時の大気CO<sub>2</sub>の炭素安定同位体比を反映していると考えられる。

本研究で測定した試料の炭素安定同位体比は-26.25‰～-24.35‰の間の値を示し、その変動曲線は特徴的な傾向を示した(図4)。特に古地磁気の極性クローン C31n / C30r 境界(約6770万年前)において約1‰の正のスパイクを示すことが大きな特徴としてあげられる。

仙鳳趾層から得られた炭素安定同位体比曲線と他地域のセクションから得られた曲線とを対比したものを図5,6に示す。仙鳳趾層の炭素安定同位体比曲線は極性クローン C31n / C30r 境界における短期間のイベントである約1‰の正のスパイクを除いて、ほぼ一定の値を示す。これは、他地域の同時代における炭素安定同位体比曲線の傾向と調和的である。一方で、極性クローン C31n / C30r 境界における約1‰の正のスパイクはこれまでの研究では報告されていない。これは、先行研究の解像度がこの短期間のイベントを感知するほどには高くなかったためであると考えられる(図6)。このスパイクを引き起こした原因については、例えば、何らかの環境変動によって海洋表層の一次生産量が一時的に増加したことで海洋表層の<sup>12</sup>Cが選択的に取り除かれ、その結果大気-海洋表層系のCO<sub>2</sub>の炭素安定同位体比(<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C)が正にシフトした、という仮説が考えられる。ただし、この炭素安定同位体比のスパイクが全球規模で引き起こされたものであるかということや、このスパイクを引き起こした原因については他地域での研究も含めて今後さらなる研究が必要である。

## 5.まとめ

本研究では、北海道東部厚岸湾の西岸に分布する根室層群仙鳳趾層を研究対象として、白亜紀マストリヒチアン期の炭素安定同位体比変動を明らかにした。

本研究によって、これまでほとんど明らかになっていなかった北太平洋地域におけるマストリヒチアン期の詳細な炭素安定同位体比変動が明らかになった。また、本研究によって、これまでの先行研究では報告されていなかった炭素安定同位体比の1‰の正のスパイクを発見することができた。これらのデータは今後、白亜紀末の環境変動を全世界規模で復元する試みに対して大きな貢献を果たすことが期待される。

## 謝辞

本研究の野外調査の際には、向井 宏先生をはじめとする北海道大学厚岸臨海実験所の方々に、宿泊その他の面で大変お世話になった。また、澁谷辰生氏をはじめとする厚岸水鳥観察館の諸氏にはさまざまな便宜をはかっていただいた。炭素安定同位体比の測定の際には、高知大学の池原 実先生にご指導いただいた。なお、本研究は高知大学海洋コア総合研究センター共同利用研究(05B021,06B017)のもとで実施された。以上の方々に深く感謝いたします。

## 参考文献

- Alvarez, L.W., Alvarez, W., Asaro, F., Michel, H.V., 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. Experimental results and theoretical interpretation. *Science* 208, 1095-1108.
- Barrera, E., 1994. Global environmental changes preceding the Cretaceous-Tertiary boundary: Early-late Maastrichtian transition. *Geology* 22, 977-880.
- Barrera, E., Savin, S.M., 1999. Evolution of late Campanian-Maastrichtian marine climates and oceans. In: Barrera, E., Johnson, C.C. (Eds.), *Evolution of the*

Cretaceous Ocean-Climate System. *Geol. Am. Spec. Pap.* 332, pp. 245-282.

Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R., 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G. et al. (Eds.), *Sea-level Changes: an Integrated Approach* (SEPM, Society for Sedimentary Geology, Tulsa, OK), pp. 71–108.

Hasegawa, T., Pratt, L.M., Maeda, H., Shigeta, Y., Okamoto, T., Kase, T., Uemura, K., 2003. Upper Cretaceous stable carbon isotope stratigraphy of terrestrial organic matter from Sakhalin, Russian Far East: a proxy for the isotopic composition of paleoatmospheric CO<sub>2</sub>. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 189, 97-115.

Li, L., Keller, G., 1998. Maastrichtian climate, productivity and faunal turnovers in planktic foraminifera in South Atlantic DSDP sites 525A and 21. *Marine Micropaleontol.* 33, 55-86.

MacLeod, K.G., Huber, B.T., Ward, P.D., 1996. The biostratigraphy and paleobiogeography of Maastrichtian inoceramids. In: Ryder, G., Fastovsky, D., Garter, S.(Eds), *The Cretaceous-Tertiary Event and Other Catastrophes in Earth History*. *Geol. Soc. America Spec. Pap.* 307, pp. 361-373.

成瀬 元・前田晴良・重田康成, 2000. 北海道東部根室層群から新たに産出した後期白亜紀軟体動物化石とK/T境界の層準について. *地質学雑誌*. 106, 161–164.

Okada, H., Yamada, M., Matsuoka, H., Murota, T., Isobe, T., 1987. Calcareous nannofossils and biostratigraphy of the Upper Cretaceous and Lower Paleogene Nemuro Group, eastern Hokkaido, Japan. *J. Geol. Soc. Japan* 93, 329-348.

山田雅晴., 1984. 厚岸湾西岸地域の石灰質ナンノ化石および浮遊性有孔虫 . 斎藤常正・岡田尚武・海保邦夫編, 「日本の古第三系の生層序と国際対比」,

山形大学理学部, 15-18.

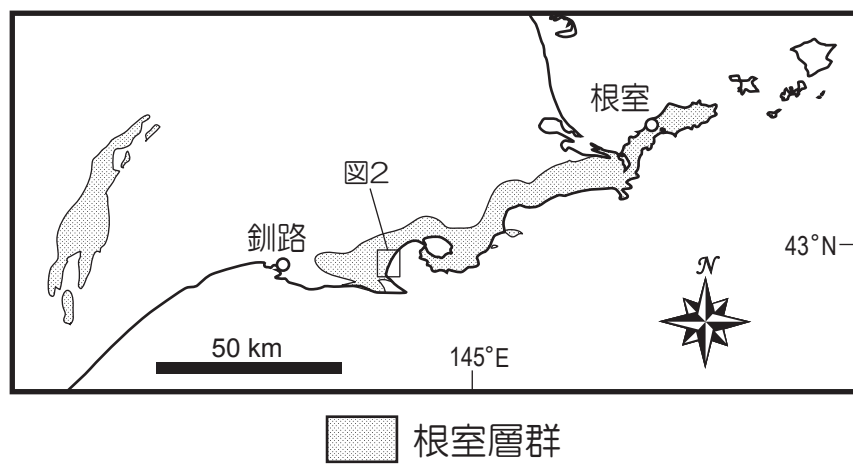


図1. 白亜系～古第三系根室層群の分布. 調査地域は図1中の囲みで示されている(図2参照).

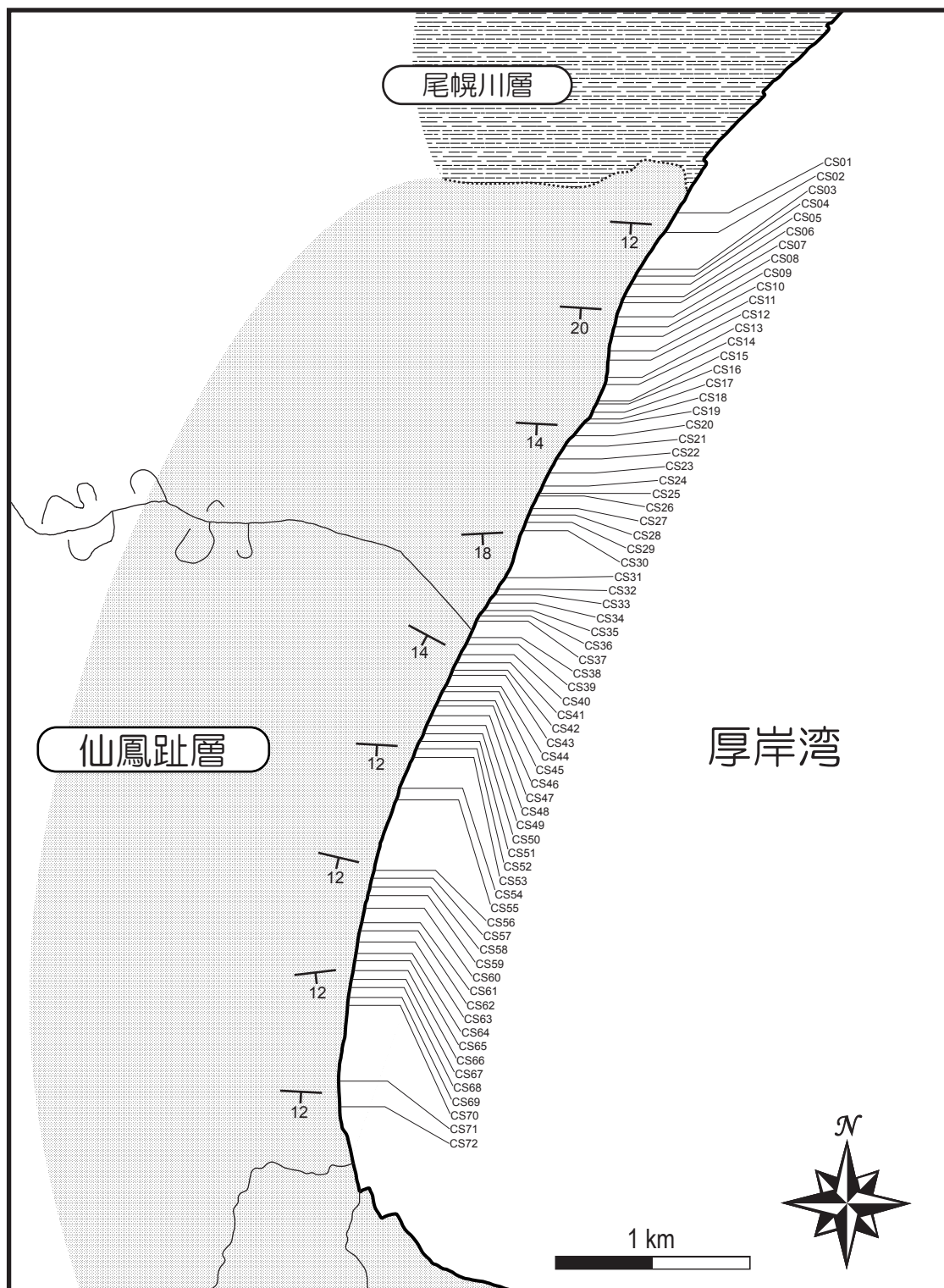


図2. サンプル採取地点.

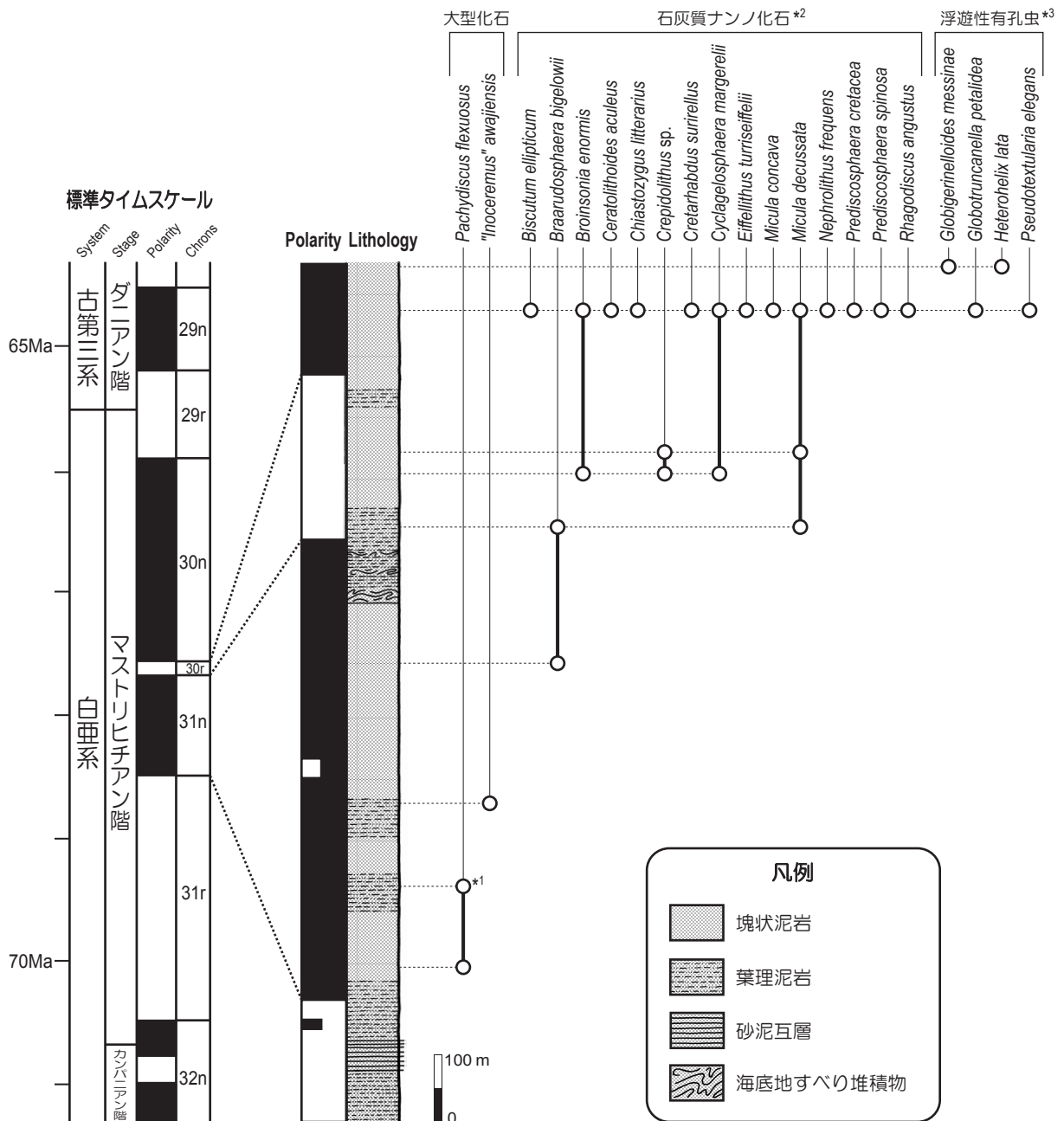


図3. 仙鳳趾層の岩相層序, 古地磁気層序および生層序と標準タイムスケールへの対比. 標準タイムスケールはOgg et al. (2004)による. \*1: 成瀬ほか(2000), \*2: Okada et al. (1987), \*3: 山田(1984).

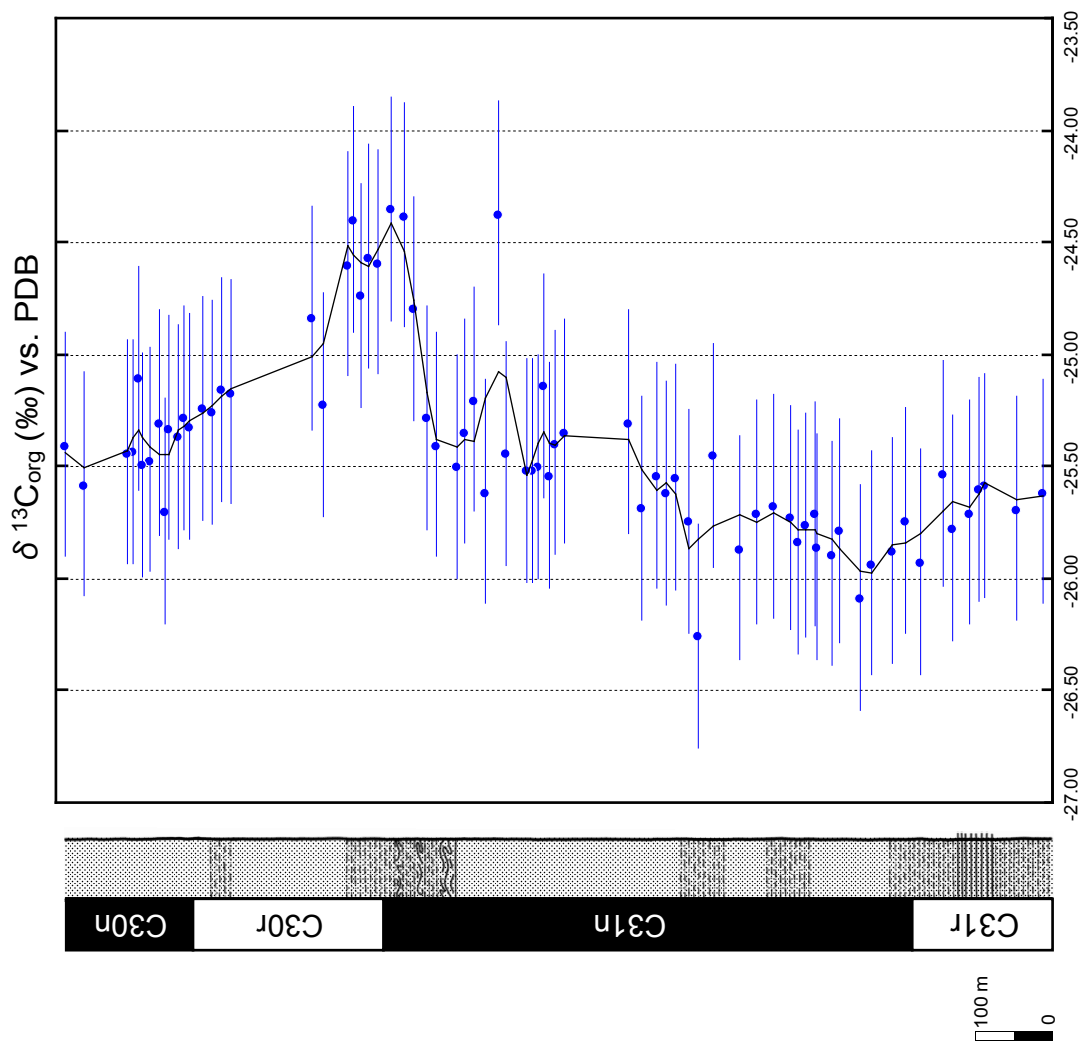


図4. 仙鳳趾層の炭素安定同位体比変動曲線. 炭素安定同位体比の値は誤差範囲( $\pm 0.5\%$ ;  $2\sigma$ )と共に示されている.



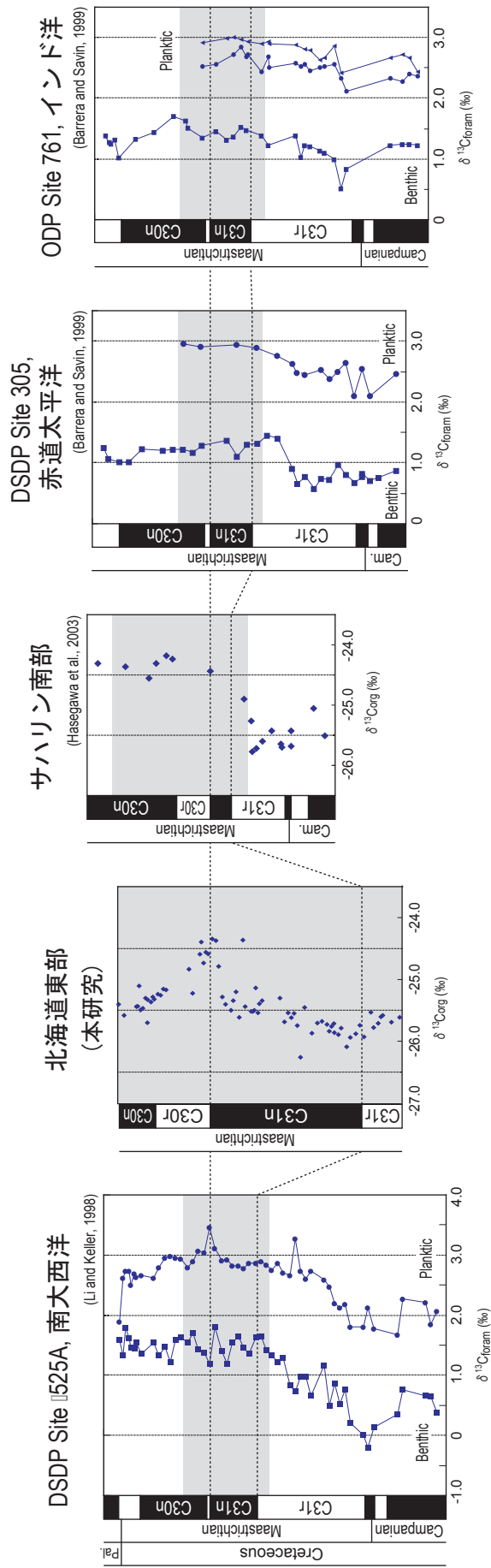


図5. 北海道東部(仙鳳趾層)および他地域のセクションの炭素安定同位体比曲線の対比. South Atlantic DSDP Site 525A : Li and Keller (1998); Southern Sakhalin, Far East Russia : Hasegawa et al. (2003); Tropical Pacific Ocean DSDP Site 305 : Barrera and Savin (1999); Indian Ocean ODP Site 761 : Barrera and Savin (1999).  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ : 有機物の炭素安定同位体比,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{foram}}$ : 有孔虫の炭素安定同位体比. 灰色のエリアの範囲が図6において拡大されて示されている.

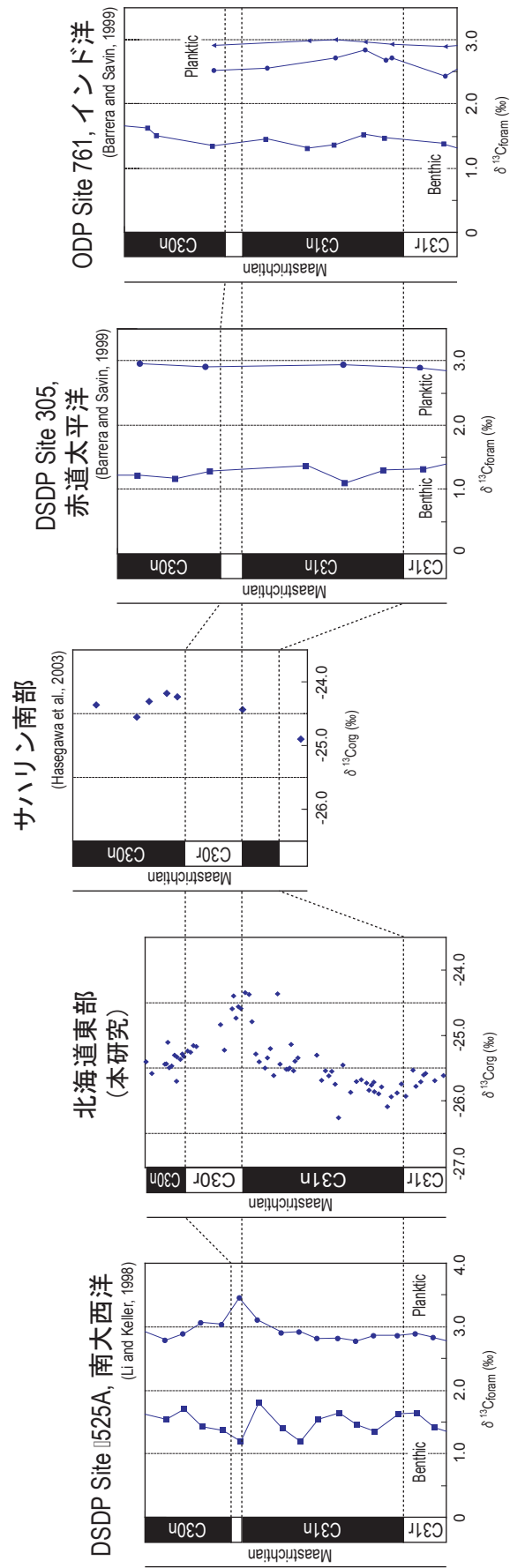


図6. 北海道東部(仙鳳趾層)および他地域のセクションにおける炭素安定同位体比曲線の対比. 引用元および記号の説明については図5を参照.