

H25年度 日本海学研究グループ支援事業 報告書  
過去 1.8 万年間の北陸域の気候データの創出と詳細な気候変遷史の復元

堀川恵司（富山大学 大学院理工学研究部（理学））

1. はじめに

日本海の海洋環境は、海水準の変動に応じて激しく変化してきた。海水準がおよそ 120m 低下していた最終氷期（23000 年~18000 年前）では、太平洋からの海水の流入が対馬海峡や津軽海峡において極端に制限され、河川水の流入によって、日本海表層は現在よりも低塩分になっていた。また、融氷期初期（18000 年前）から 7000 年前頃までは、海水準が徐々に上昇し、親潮が津軽海峡から日本海へ流入しており、7000 年前以降は、対馬暖流が対馬海峡から日本海へ流入し、現在の日本海の海洋環境が成立した、と考えられている (e.g., Oba and Murayama, 1995; Itaki and Ikehara., 2004; Domitsu and Oda, 2008)。このような日本海の海洋環境の変遷は、主に暖流や寒流など特定の水塊を好む微化石群集組成の変化と有孔虫殻の酸素同位体比の変動から明らかにされてきた。しかし、日本海表層の水温変遷に関しては依然として知見が乏しく、親潮や対馬暖流の流入に伴う日本海の海洋環境の変遷が、日本海沿岸部の陸上気候にどのような影響を及ぼしたのかについては、詳細に議論できていないのが現状である。

そこで、本研究では、H23 年度、H24 年度、H25 年度と日本海学研究グループ支援事業の研究助成を受け、浮遊性有孔虫殻の Mg/Ca 比水温計を用い、過去 1.8 万年間の北陸域の気候データの創出と詳細な気候変遷史の復元に関する研究をおこなってきた。

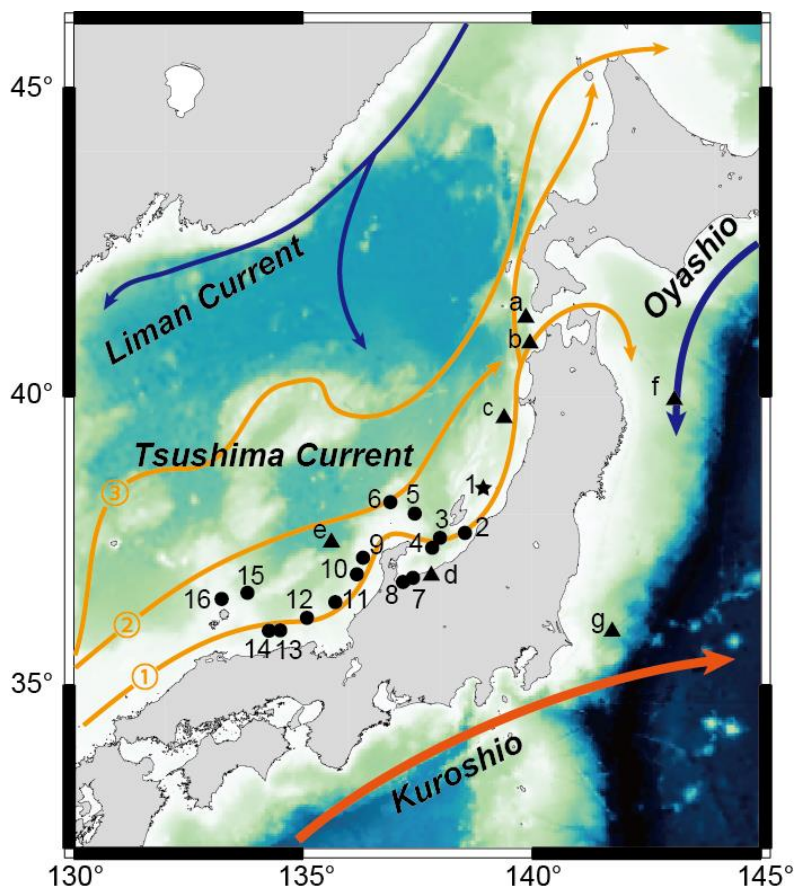
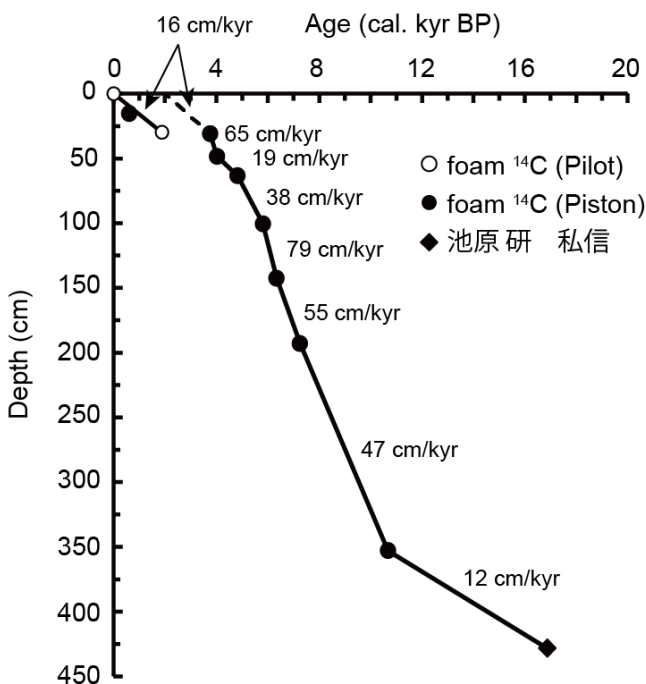


図 1： 海底堆積物試料採取地点と主要な表層海流。★は、1.8 万年間の水温データが得られたコアサイト (YK10-7-PC09)、は、*N.incompta* の Mg/Ca 比水温換算式の作成に使用した表層堆積物試料のコアサイト。はそれぞれ、a, b: KT95-14-NP2, KT97-15-P3 (Takei et al., 2002); c, e: KH86-2-9, D-GC-6 (Koizumi et al., 2006); d: FG01 (Sone et al., 2013); f: KR02-15-PC06 (Kawahata et al., 2011); g: MD01-2421 (Isono et al., 2009)。

2. 研究試料

試料は、海洋研究開発機構 (JAMSTEC) の研究船「よこすか」によって新潟沖 (水深 738 m, 図 1 の☆印の地点) で採取された海底堆積物コア (YK10-7-PC09 および PL09) を用いた。研究対象区間は、過去 18000 年に相当するコア深度 450cm までとした。

堆積物試料の年代は、浮遊性有孔虫殻の  $^{14}\text{C}$  年代 9 層準 (H23, 24 年度の日本海学研究グループ支援事業) に基づいている。測定された慣用  $^{14}\text{C}$  年代は、CALIB7.0 (<http://calib.qub.ac.uk/calib/>) の Marine13 の換算式を用いて暦年代に換算した ( $\Delta R = 0 \pm 100\text{yr}$  とした)。この浮遊性有孔虫の暦年代に基づくコア深度-年代モデルを右図に示す。PC09 ピストンコアの最上部は、コア採取時に欠損しているため、ピストンコア最上部の堆積速度は、パイロットコアの堆積速度を外挿して、コア深度-年代直線を求めた (図中、点線)。



3. 結果と考察

図 1 の●#2~#16 で採取された表層堆積物から *N.incompta* を拾い、殻の酸素同位体比と Mg/Ca 比を分析した。また、日本海の海水の酸素同位体比と塩分の関係式「 $\delta^{18}\text{Osw} (\text{‰ VSMOW}) = 0.266 \times \text{Salinity} - 8.98$  (本研究)」および、日本海の *N.pachyderma* から構築された  $^{18}\text{Oc}$ -水温換算式 ( $T (\text{°C}) = 21.4 - 4.19 \times (\delta^{18}\text{Oc} - \delta^{18}\text{Osw}) + 0.05 \times (\delta^{18}\text{Oc} - \delta^{18}\text{Osw})^2$ , 大場 (1980)) を用いて、各コアサイトで産出する *N.incompta* の殻形成時の石灰化水温をそれぞれ算出した。算出された石灰化水温とその試料の Mg/Ca 比の xy プロットから、日本海における *N.incompta* の Mg/Ca 比-水温換算式を作成した。

$$\text{Mg/Ca (mmol/mol)} = 0.361 \times \exp(0.043 \times T)$$

PC09 コアの Mg/Ca 比は、上記の日本海表層堆積物試料から作成した *N.incompta* の Mg/Ca 比-水温換算式を用いて水温に換算した。図 2 にその結果の一部 (過去 7000 年間の水温データ) を示す。

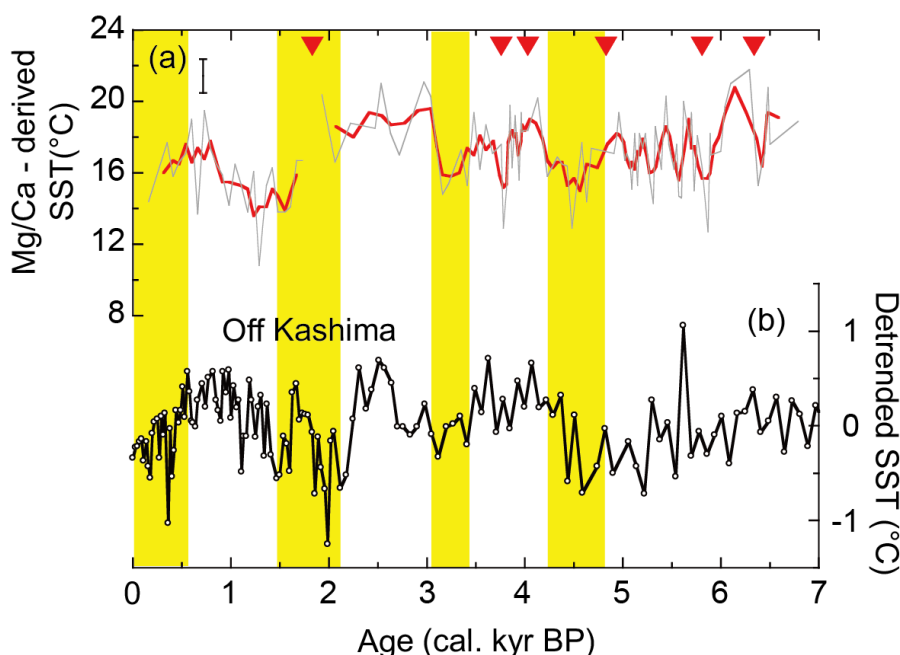


図 2 : 新潟沖 (a) と鹿島沖 (b) で復元された過去の水温変動。(b) は長周期の水温変動を差し引いた変化を示す (図 1 ▲g 地点 ; Isono et al., 2013)。黄色の帯は 2 つの水温データに共通して見られる寒冷期を示している。赤三角は PC09 コアの年代コントロールポイントを示す。

過去 7000 年間の新潟沖における表層水温 (図 2 上の図) は、約 6°C の幅で変動しており、約 6000 年前に 20.8°C まで上昇した。一方、約 4500 年前、及び約 1500 年前には、著しく寒冷化し、15°C-13.5°C 程度まで低下した。約 2500 年前から 1500 年前の間には、過去 7000 年間で最も激しい水温変化が見られ、1000 年の間に 19.4°C から 13.9°C まで低下していた。また、5000-6000 年前の間は堆積速度が特に速く、*N.incompta* の産出量も多かったため、最も高時間解像度 (~30 年) での水温データが得られた。この間には、約 300 年周期で約 3°C の幅で水温が変化していたことが明らかになった。この水温時系列データから、現在の日本海表層水温は、過去 7000 年間に於いて比較的寒冷な状態にあり、冬季表層水温が 20 度に達するような非常に暖かい時期が数回あったことが読み取れる。

また、図 2 の下図に、Isono et al. (2009) が鹿島沖で報告している水温結果を示した (長周期成分を除外した成分)。新潟沖の表層水温変動に見られる 4°C-6°C に及ぶ 1000 年スケールでの周期的な変動は、鹿島沖で見られる約 2°C の幅を持った 1500 年周期の水温変動とよく類似していることが見て取れる (図 2)。日本海に見られる周期的な水温変動は、対馬暖流のフラックス量の変動を反映していると考えられるため (小泉, 1987; Koizumi 1989)、6°C 程度の変動を持つ表層水温の変化は、対馬暖流の脈動に対応するものと解釈される。また、新潟沖と鹿島沖の水温変動傾向の一致から、対馬暖流の流量変動は、太平洋側の水温変動と同調していることも明らかになった。今後、これらの日本海-太平洋の水温同調傾向が気象学的にどのような現象を反映しているのか考察していく必要があるが、少なくとも、日本海が被る気候変動の規模は、太平洋側に比べ相対的に大きい事が明らかになった。したがって、日本海側の海洋環境・陸上生態系・気象状態は、将来的な温暖化による影響を太平洋側よりも強く受ける可能性が高く、防災面での適切な対策がより必要な地域である事を示している。