

## 3. 有孔虫を用いた古環境の推測

静岡県立浜松北高等学校  
地学部化石班 2年 大山良行 森下丈

### 1 動機

我々の先輩は平成23年から平成24年まで、静岡県の大井川から天竜川にかけて堆積している相良層群と掛川層群について有孔虫化石を用いてそれらの層群が堆積した当時の古環境の推測を行った。その研究を受け、より広い範囲での古環境はどのようなものであったのだろうかと興味を持ちこの研究を始めた。

### 2 目的

静岡県中部に存在する地層は層序については調べられているものの、堆積当時の環境については詳しい研究がほとんどない。そこで、本研究では静岡県中部の地層から産出する有孔虫を用い古環境についての詳しい推測を行う。

### 3 方法

#### 【サンプルの採集について】

『静岡層群の層序と構造 (柴ほか 1984)』などの論文をもとに、現地で露頭を捜し岩石ハンマー等を用いサンプルを50gほど採集した。今回調べた層群は、静岡層群(SZO(7))と、小河内層群(KUG(1), KUG(2))と、浜石岳層群(HMI(5))である。なお、静岡層群は新第三紀中新世中期、小河内層群は新第三紀鮮新世前期、浜石岳層群は新第三紀鮮新世後期に堆積したとわかっている。

#### 【分析方法】

今回我々は古環境について気候、海流、水深の3つのことについて分析した。

#### < I. 気候 >

海洋環境は現在の陸上環境と同じように表面水温によって分類することができる。低緯度付近を「熱帯」、中緯度付近を「亜熱帯」、緯度40°以上を「亜寒帯」、極圏海域(冬季結氷域)を「寒帯」に大きく区分される。また、「亜寒帯」と「亜熱帯」に挟まれる部分を「温帯」と呼ぶ。現生有孔虫はこの区分に沿って生息している。そこで我々は、現生有孔虫の種別の生息気候について『浮遊性有孔虫データベース (<http://www.jamstec.go.jp/res/ress/kimopy/foraminifera/>)』などを用い、化石群集に占める各気候帯の割合を求めた。

#### < II. 海流 >

日本近海は暖流と寒流がぶつかり、潮目を形成しているため生物の多様性が高い。そこで、古環境の変化を海流の軌道の変化という点から推測する。

現在の日本近海に生息する浮遊性有孔虫種の海流との関係を調べ、それを用いて割合がどのように変化するかを調査した。日本近海に生息する有孔虫種の海流との関係は、『日本海洋プランクトン図鑑 (山路勇 1966)』を用い調べた。

#### < III. 水深 >

浮遊性有孔虫は深度によっても棲み分けている。それをもとに過去の水深の変動の推測を行う。

『古環境指標としての有孔虫 (西 尾田 2001)』を参考にして行った。

## 4 結果と推測

### < I. 気候 >

#### 《結果》

全体としては亜熱帯性の浮遊性有孔虫が割合を多く占めている。中でも特に静岡層群では他のサンプリング地点に比べより多く占めている。逆に亜寒帯種は小河内層群以と浜石岳層群で静岡層群に比べ安定して高い値を出している。

#### 《考察》

この結果からは静岡層群と小河内層群が堆積した間で海流の変化や湧昇が起こり、海水温が低下したのではないかと考えることができる。

### < II. 海流 >

#### 《結果》

静岡層群のみ暖流系の浮遊性有孔虫が高い割合で産出しており、そのほかの小河内層群、浜石岳層群では暖流系の割合のほうがやや大きいものの、暖流系と寒流系の割合はほぼ同じとなっている。また全体を通して中間系の浮遊性有孔虫はほとんど産出していない。

#### 《考察》

結果から明らかに静岡層群と小河内層群との間で暖流の力が弱まるもしくは寒流の力が強まったのではないかと考えられる。また、このことは< I. 気候 >で述べた海水温の低下と整合的である。

### < III. 水深 >

#### 《結果》

全体として水深50~100mに生息する有孔虫の割合が高い。また、KUG(2)ではほかのものに比べ水深100m~の割合が高く、水深0~50mの割合が低い。

#### 《考察》

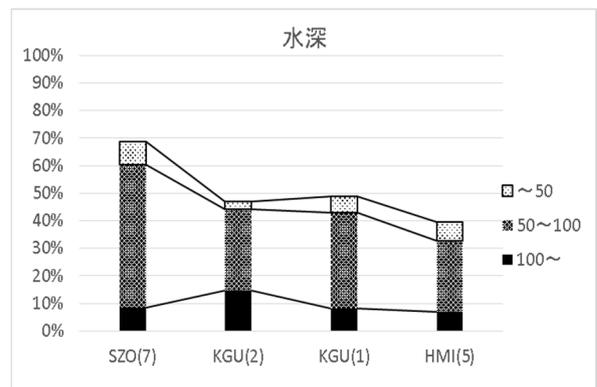
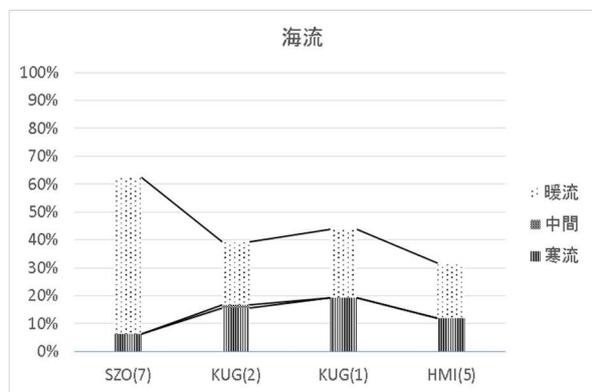
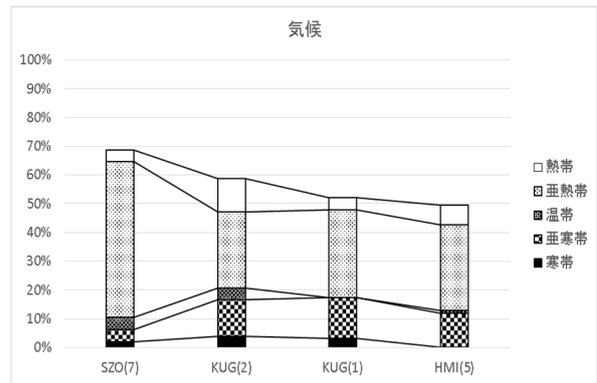
全体的にどの地層も浅い地点で堆積したということが推測される。

しかし、KUG(2)についてはほかの地層よりも深いと推測される。

これより小河内層群が堆積した時代の水深は浜石岳層群や静岡層群の堆積した時代の水深よりも多少深かったと推測される

## 5 現代の有孔虫群集との比較

ここでは以上の研究ではわからなかった正確な水深について、我々の得た有孔虫群集と現代の日本近海でとれる有孔虫群集を比較し、類似度を求めることで推測を行う。



【分析方法】

日本近海の現生浮遊性有孔虫についての論文で、産出した有孔虫数とその深度が明らかなものをもとにグラフを作り上げ類似度を計測する。

今回用いた論文は『本州沖黒潮流軸部に生息する現生浮遊性有孔虫の深度分布とその季節変化(土橋正也, 尾田太良)』である。

【類似度の求め方】

類似度については  $\cos \theta$  による方法を用いた。まず、化石群集を  $\vec{x}$ 、現生群集を  $\vec{y}$  とおき、(0~50m、50~100m、100m~) という 3次元の座標空間を考える。そしてそれらを、数式に当てはめる。

なお  $\cos \theta$  は、 $-1 \leq \cos \theta \leq 1$  であり、値が1に近づくほど  $\vec{x}$  と  $\vec{y}$  の類似度が高いといえる。

【現代の有孔虫群集のグラフ】

上記の論文を基に作ったグラフを示す。

なお、0m、0~50m、0~100m、0~200m、0~300m、0~800mの範囲で産出した有孔虫についての深度の割合についてまとめた。

【類似度の結果】

<結果>

最も類似度の高いものを塗りつぶした。SZO(7)は0~50m、KUG(2)は0~200m、KUG(1)は0~100m、HMI(5)は0~50mが最も類似度が高い値を示した。

<考察>

表の類似度の大きさのばらつき方により、静岡層群の堆積当時の水深はおよそ0~100m、小河内層群の堆積当時の水深は

50~200m、浜石岳層群の堆積当時はおよそ0~100mということが分かる。また、現代の群集の水深およそ0mで産出した有孔虫との類似度の比較より、静岡層群の堆積当時の水深が浜石岳層群よりも深かったのではないかと考えることができる。

6 まとめと考察

【まとめ】

- 静岡層群~浜石岳層群堆積当時の気候は全体として温暖であった。
- 静岡層群が堆積した時代と小河内層群が堆積した時代の間で寒流の影響が強まる、もしくは暖流の影響が弱まった。その結果水温の低下が起こった。
- どの地層が堆積した時代も水深は浅かったものの、小河内層群の堆積当時の水深は静岡層群と浜石岳層群の堆積当時の水深に比べ、多少深かった。(静岡層群はおよそ0~100m、浜石岳層群は50~200m、石岳層群はおよそ0~100m。)
- 水流グラフにおいてSZOとKUG, HMIの分布の違いより、小河内層群~浜石岳層群の堆積した時代に一定期間の湧昇が起こった可能性がある。

類似度の求め方

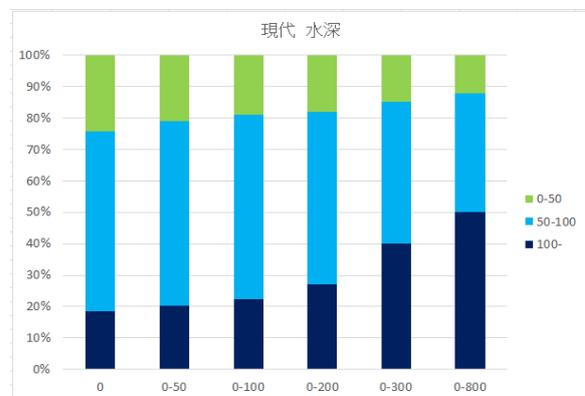
$$\vec{x} = (a, b, c), \vec{y} = (\alpha, \beta, \gamma) \text{ として}$$

$$|\vec{x}| = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

$$|\vec{y}| = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}$$

$$\vec{x} \cdot \vec{y} = a \times \alpha + b \times \beta + c \times \gamma$$

とすると以下の式が求められる。

$$\cos \theta = \frac{\vec{x} \cdot \vec{y}}{|\vec{x}| |\vec{y}|}$$


	0	0-50	0-100	0-200	0-300	0-800
SZO(7)	0.9636	0.9709	0.9705	0.9506	0.8483	0.7300
KUG(2)	0.947	0.9637	0.9741	0.9808	0.9566	0.8937
KUG(1)	0.9744	0.9825	0.9838	0.9699	0.8845	0.7776
HMI(5)	0.9906	0.9949	0.9944	0.9825	0.9025	0.7987

## 【考察】

以上の事を踏まえ、我々は静岡層群～浜石岳層群堆積当時の環境の変化の仮説を立てた。以下にそれを示す。なお、古地理図に関しては、『目で見える日本列島のおいたち 古地理図鑑(湊正雄 1973)』『静岡の自然をたずねて(地学団体研究静岡支部 2001)』よりその堆積した時代に最も近いものを引用した。黒く塗りつぶされているところが、その時代の陸地を示す。

### <静岡層群堆積当時>

群集解析の結果より静岡層群堆積当時の環境は温暖であり、暖流の影響を十分に受けていたことがわかる。このことより、今の伊豆半島とその南東に位置する島が暖流をとどめその結果海水温の高いまま保たれていたということが推測される。

### <小川内層群堆積当時>

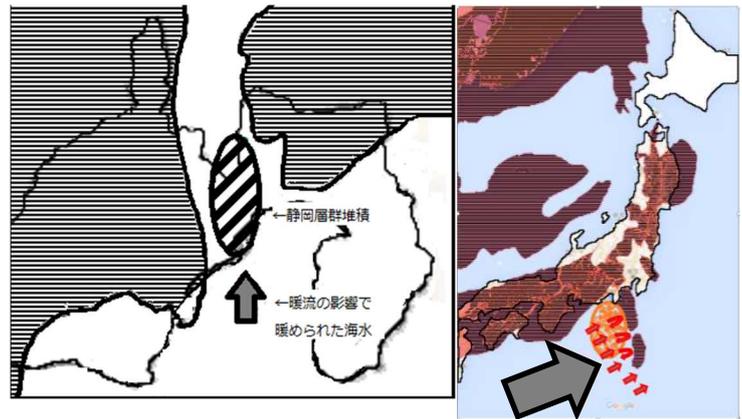
群集解析の結果より、この時代に暖流の影響が弱まったもしくは寒流の影響が強まったなどの理由から、水温が低下したということがわかっている。しかし古地図を見ても静岡層群との大きな地理的な違いは見受けられない。

これより、この水温低下は湧昇が起これ、その結果暖流により暖められた海水が冷やされたことによって起こったのではないかと我々は考える。またそのように考えると、これと同時期の掛川層群においても過去の研究で湧昇があったと考えられているため、比較的大きな規模で湧昇が起こったのと予想される。このことについては、より広い範囲の同時期に堆積した層を調べることで確かにしていきたい。

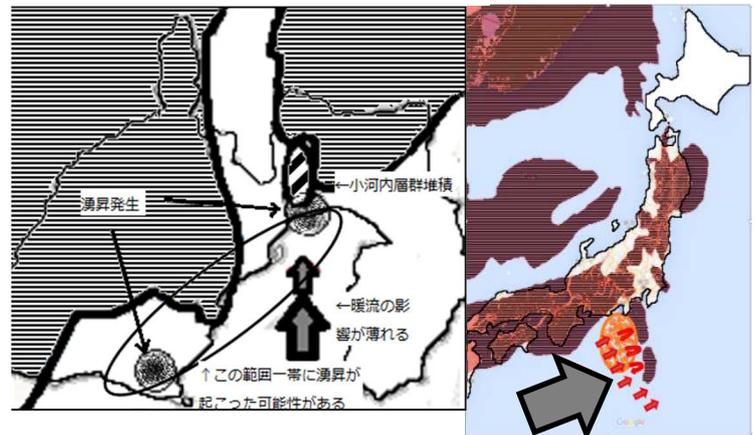
### <浜石岳層群堆積当時>

群集解析の結果から、この時代の気候は小川内層群堆積当時と大きく変わらないということがわかった。しかし、古地理では静岡層群、小川内層群堆積当時にあったと思われる島がなくなったことで、暖流は静岡層群堆積当時のようにとどまることはできなくなった。それと同時に湧昇の影響があったとすると、浜石岳層群堆積当時の水温は小川内層群のそれよりも低くなる。以上のことより、この時代では湧昇の影響は弱まったと我々は考える。

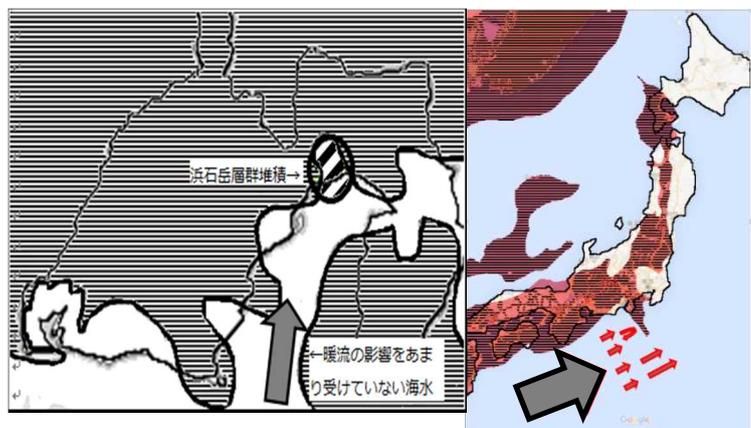
静岡層群堆積当時



小川内堆積当時



浜石岳層群堆積当時



## 7 反省と今後の展望

今年度の研究では、有孔虫の群集解析という方法をとって静岡県の古環境の推測を行い、自分たちの思うような結果を出すことができ非常に良かった。しかし、本研究では岩石のサンプル数が多くなくより詳細な古環境の推測がすることができなかつた。そこで、今後の研究では岩石のサンプル数を増やしより詳細な古環境の推測をやっていききたいと思う。それ以外にも以下の3つの点について研究を行っていききたいと思う

- ・有孔虫の殻に含まれる元素などの計測による古環境の推測。
- ・駿河湾の現生有孔虫を採取し、化石群集と比較をする。
- ・新第三紀鮮新世前期にあったであろうと考えられる湧昇の及んだ範囲について調べる。

## 8 参考文献

- 『Neogene Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy of the Kakegawa Area the Pacific coast of Central Japan』 (Ibaraki 1985)』
- 『古環境指標としての浮遊性有孔虫 (西, 尾田 2001)』
- 『微化石の科学 (H. A. アームストロング 2007)』
- 『静岡の自然をたずねて (地学団体研究静岡支部 2001)』
- 『本州沖黒潮流軸部に生息する現生浮遊性有孔虫の深度分布とその季節変化(土橋 尾田)』
- 『目で見る日本列島のおいたち 古地理図鑑(湊 1973)』
- 『日本海洋プランクトン図鑑(山路 1984)』
- 『微化石研究マニュアル(高柳 1974)』
- 『新版 静岡県 地学ガイド(土 2010)』
- 『静岡県浜石岳周辺の地質(駿河湾団体研究グループ)』
- 『静岡層群の層序と構造(柴, 鈴木, 駿河湾団体研究グループ 1984)』
- 『浮遊性有孔虫データベース (<http://www.jamstec.go.jp/res/ress/kimopy/foraminifera/>)』