

## 地中海高塩無酸素海盆（DHAB）における底生有孔虫群集

2008年3月 自然環境学専攻 66707 岩崎藍子

指導教員 小島茂明 准教授

キーワード；高塩分無酸素海盆（DHAB）、地中海、底生有孔虫群集

### 【はじめに】

地球上の様々な極限環境で、一般の生物にとっては生息困難な環境条件であるにも関わらず、生物の存在が確認されてきた。その一方で極限環境の中にはどのような生物が生息しているかさえよくわかっていない場所が多くある。東地中海深海底に存在する深海高塩分無酸素海盆（Deep Hyper-saline Anoxic Basin : DHAB）もその一つである。DHABは、約500～600万年前に地中海の干出によって形成された岩塩層から、地殻変動に伴う圧縮により、塩分が断層を通過して海盆内に溶出することで形成された。海盆内は高塩分水と海盆外の海水との密度差によって成層化が起こり、海水の循環が阻害されることで、無酸素状態となっている。現在DHABが存在する所にはDHAB形成前には通常の深海の生物群集が成立していたと考えられる。しかしDHABの形成に伴ってDHAB内が極限環境へ変化していく過程で、生物の選択が起こり、高塩分、無酸素、硫化水素の存在に耐えられる種、あるいはなんらかの適応戦略を獲得した種のみからなる群集が形成されると推定される。

地中海DHAB内の生物にはこれまでにウイルス<sup>1)</sup>やバクテリア<sup>2)</sup>しか報告されていなかった。しかし近年、真核生物である底生有孔虫の存在が確認された<sup>3)</sup>。底生有孔虫は深海底においても主要な生物群であると同時に様々な極限環境にも見られる。しかし地中海DHABの底生有孔虫群集の種組成は明らかになっておらず、どのような特徴をもった種がDHAB内に生息しているかは不明である。これを明らかにすることは、DHABという極限環境に生息する底生有孔虫がどのようにして適応しているか、あるいは耐性を持つかという適応生態の解明につながる。そこで本研究ではDHAB内の底生有孔虫群集を把握し、その特徴を明らかにすることを目的として、DHAB内外の底生有孔虫群集の分類、同定を行い、DHAB内外の群集に見られる特徴を比較、検討した。

### 【材料・方法】

調査は地中海DHABの一つであるMédee lakeで行った。Médee lakeはクレタ島南西約100km、水深約3100mに位置し、現在見つかった地中海DHABの中では最大のもので、本研究が初の生物調査となった。調査は研究調査船白鳳丸航海KH06-04中に、DHAB中央部のCenter site、縁辺部でDHABのすぐ外側に当たるOutside margin site、DHAB外のReference siteの3地点で行った。調査地では、ニスキン採水器による採水とCTDによる水温、塩分、溶存酸素の測定および柱状採泥器ミニマルチプルコアラーを用いた堆積物の採取を行った。採取したコア（8.2cm）にサブコア（2.9cm）を3本挿入し、各サブコアを深度別に分割した。採取した堆積物は4%ホルマリンで固定し、細胞質を染色する口

ーズベンガル液を加えた後、32 μm の目のふるいで分画、洗浄した。本研究では表層 0.5cm について、染色された底生有孔虫個体を実体顕微鏡下で拾い出し、倒立顕微鏡下で同定を行い、種ごとに計数した。

#### 【結果と考察】

CTD 計測の結果、Center site の堆積物直上は水温 15.2 、塩分 328PSU、溶存酸素量 0ml/l であり、通常の海水の約 10 倍の高塩分、かつ無酸素の環境であった。DHAB 内外では塩分、溶存酸素量、硫化水素の存在という環境条件が大きく異なった。

群集解析の結果、Center site から 3 科 2 属 14 種 66 個体、Outside margin site から 5 科 5 属 30 種 255 個体、Reference site から 7 科 6 属 45 種 306 個体の底生有孔虫が産出した。Outside margin site と Reference site という DHAB 外の 2 地点では共通種が 21 種あり、Bray-curtis 類似度が 0.55 であった。それに対し、Center site と Outside margin site、Center site と Reference site ではそれぞれ共通種が 4 種と 6 種であり、類似度はいずれも 0.11 だった。このことから有孔虫の群集組成は DHAB 外の 2 地点では類似しているが、DHAB 内外では大きく異なることがわかった。

殻の質に基づいて、石灰質の殻をもつ石灰質有孔虫、膠着質の殻を持つ膠着質有孔虫、有機質の膜を持つ有機膜有孔虫、キチン質の殻を持つキチン質有孔虫という 4 つのグループに分け、グループごとに地点間で見られる個体数の違いを検討した。各地点で各グループ 1 サブコア当たりの個体数を比較すると、石灰質有孔虫の個体数は DHAB 内外でほぼ変わらず、Center site で  $5.3 \pm 4.2$  個体、Outside margin site で  $5.3 \pm 5.0$  個体、Reference site で  $3.3 \pm 1.5$  個体となった。石灰質有孔虫については、これまでも高塩分<sup>4)</sup>、貧酸素<sup>5)</sup>、硫化水素<sup>6)</sup>に対する耐性の報告があり、DHAB 内の極限的な環境条件に対する耐性を持つ可能性が高いと考えられる。キチン質有孔虫は Center site で  $4.0 \pm 5.2$  個体、Outside margin site で  $70 \pm 41$  個体、Reference site で  $64 \pm 20$  個体となり、DHAB 外で多く、DHAB 内で少ないという傾向が顕著に見られた。これまでの報告からキチン質有孔虫は貧酸素環境に対する耐性は強いが、高塩分、無酸素といった環境条件に対する耐性が低いとが考えられる。有機膜をもつ有孔虫は Center site では  $6.7 \pm 6.5$  個体、Outside margin site では  $0.0 \pm 0.0$  個体、Reference site では  $0.7 \pm 1.2$  個体となり DHAB 内に多く、DHAB 外に少ない傾向が見られた。そのため有機膜をもつ有孔虫は高塩分、無酸素に対する耐性はあるが、生物間相互作用に弱い個体数密度の低い DHAB 内で優占できたと考えられる。このように本件急から有孔虫の殻の質によって DHAB 内外という環境の違いに対する応答に異なる傾向が見られることが示された。

#### 【引用文献】

- 1) Sass *et al.* (2005) *Environmental Microbiology* **12**: 5392-5402
- 2) Danovaro *et al.* (2001) *Environmental Microbiology* **7**:586-592
- 3) Lampadariou *et al.* (2003) 1st annual BIODEEP scientific report
- 4) Almogi-Labin *et al.* (1992) *Journal of Foraminiferal Research.*, **22**, 257-266
- 5) Gooday, A.J *et al.*,(1999) *Deep-Sea Research Part I* **47** (1-2), 25-54.
- 6) Moodley, L., *et al.*, (1998) *Marine Micropaleontology* **34** (1-2): 91-106.

# The Benthic foraminiferal community in a deep-hypersaline anoxic basin (DHAB) in the Mediterranean Sea

Mar.2008, Department of Nature Environmental Studies, 66707 IWASAKI, Aiko

Supervisor; Professeor KOJIMA,Shigeaki

**Key Word** : deep-hypersaline anoxic basin (DHAB), the Mediterranean Sea, the benthic foraminiferal community

## 【Introduction】

There are various extreme environments in the world. Living organisms found there, some species have been found, nevertheless it seems to be hard to live for them. On the other hand, there are many places nobody knows what species live in. The deep-hypersaline anoxic basins (DHAB) in the eastern Mediterranean Sea is one of such places. The origin of DHAB lies in the dissolution of underlying salt deposits formed by sea water drying in the Mediterranean sea, five or six million years ago, and now high salinity water seems to be solving out from sea floor with fault by plate motion. The density differences between high saline water and normal sea water make the basin anoxic environment by enhancing water circulation. Where DHAB consists now, a normal deep-sea community seems to used to be seen, but by the environment changed from normal to extreme one. Along with that, only the specific species have tolerant to high saline, anoxic and hydrogen sulfidic condition, or can get some adaptive strategy seems to be able survive.

In DHAB, the existences of only viruses<sup>1)</sup> and prokaryotes<sup>2)</sup> have been reported, but recently benthic foraminifera were found<sup>3)</sup>. The benthic foraminifera have been found in various environments in the world, and they are known to be dominant species in deep sea.. In DHAB, community structure of benthic foraminifera has not known, so it has not also known that what species can live and what characteristics they have. It can be first step to know how benthic foraminifera can be adopt or tolerant in such extreme environment. Therefore, the purpose of this study is revealing the community structure and the characteristic for benthic foraminifera living in DHAB, then I sorted and identified benthic foraminifera living in inside and outside of DHAB, and compared the characteristics of communities inside and outside of DHAB.

## 【Material & Method】

The Medee lake is the largest DHAB, locating at 100km southwest of Crete. The sampling was done at three points, namely, the center site (CS), the outside margin site (OMS) and the reference site (RS). At the sampling point we do water sampling by Niskin water sampler, measurement of temperature, salinity and dissolved oxygen by CTD and sediment sampling by

mini-multiple corer. For analysis of community, I did subsampling of sediment by extracting 3 subcores (2.9cm) from core (8.2cm), and sliced it by some layer with depth. I fixed the sediment sample by 4% formalin, added Rose Bengal for coloring cytoplasm on board. After that, in laboratory, I washed that samples with putting 32  $\mu$ m sieve. In this study, I picked the colored specimens from surface 0.5cm layer under the stereomicroscope, identified and counted them under the inverted microscope.

### 【Result & Discussion】

The environmental parameters, temperature, salinity, dissolved oxygen at CS are 15.27 , 328PSU, 0ml/l., and the environment is high saline by ten times in normal environment, and anoxic environment. Between inside and outside of DHAB, there are very different in salinity, DO, existence of hydrogen sulfide.

The result of community analysis, at CS: 3 families (fam), 2 genera (gen), 14 species (sp), 66 individuals (ind), at OMS: 5 fam, 5 gen, 30 sp, 255 ind, at RS: 7 fam, 6 gen, 45 sp, 306 ind were found. At three sites, Between the OMS and RS, the number of common species was 21, Bray-Curtis similarity points was 0.55. On the other hand, between the CS and other two sites, the numbers of common species are 4 and 6, Bray-Curtis similarity points were both 0.11. These means between inside and outside of DHAB community structure are very different.

I discuss the difference between inside and outside of DHAB community in individuals with groups based on 4 types of test. Calcareous sp were found almost same number both inside and outside of DHAB community (CS:  $5.3 \pm 4.2$  inds, OMS:  $5.3 \pm 5.0$  inds, RS:  $3.3 \pm 1.5$  inds). As a reason of this, calcareous foraminifera said to have tolerant for high saline<sup>4)</sup>, anoxic<sup>5)</sup>, hydrogen sulfide environment<sup>6)</sup>. The characteristic of outside of DHAB community was dominance of tube type chitinous foraminifera (CS:  $4.0 \pm 5.2$  inds, OMS:  $70 \pm 41$  inds, RS:  $64 \pm 20$  inds). On the other hand, inside of DHAB, spherical organic-walled foraminifera were dominant (CS:  $6.7 \pm 6.5$  inds, OMS:  $0.0 \pm 0.0$  inds, RS:  $0.7 \pm 1.2$  inds). The future direction of this study is paying attention for difference of morphotype, and revealing relationship between morphological characteristics and environments,

### 【Reference】

- 1) Sass *et al* (2005) Environmental Microbiology **12**: 5392-5402
- 2) Danovaro *et al* (2001) Environmental Microbiology **7**: 586-592
- 3) Lampadariou *et al* (2003) 1st annual BIODEEP scientific report
- 4) Almogi-Labin *et al* (1992) Journal of Foraminiferal Research., **22**, 257-266
- 5) Gooday, A.J *et al.*, (1999) Gooday, A. J., Deep-Sea Research Part I **47** (1-2), 25-54.
- 6) Moodley, L., *et al.*, (1998) Marine Micropaleontology **34** (1-2): 91-106.