

# 몽골 흡스골 호수 중앙부 중력 시추 퇴적물에서의 유공충 산출과 고환경학적 의미

김복혜, 정대교  
강원대학교 지질학과

## 1. 서론

현재 지구는 과거에 비해 이상 기후 현상(폭우, 폭설, 폭염)이 매우 빈번히 나타나고 있으며, 그 피해 규모도 이전의 것과는 비교도 안될 만큼 크다. 이로 인해 전 세계적으로 기후에 대한 관심이 증가 되었으며, 이것의 원인을 규명하기 위해 과거의 기후 변화 경향을 알고, 현재 어떻게 진행되어왔으며, 이러한 것이 미래에 어떻게 변화 될 것인가에 대한 연구가 이루어지고 있다. 이미 빙하 시추 코어와 해양 퇴적물을 통해 고기후 변화에 대한 연구가 이루어 졌으며, 해양에서의 기록 외에도 육상에서 이러한 변화가 기록된 것을 찾고 있다. 이러한 것의 일부로 동아시아의 경우 이미 바이칼 호수의 저층 퇴적물을 조사가 활발히 이루어 졌으며, 흡스골 호수의 저층 퇴적물 분석도 추가로 이루어지고 있다. 이 연구에서 우리는 흡스골 호수의 저층 퇴적물 분석을 통해 과거 환경을 해석하고, 동아시아 몬순 기후변화가 어떻게 이루어 졌는지 알 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 연구 위치 및 연구 방법

흡스골 호수는 중앙아시아 내륙인 몽골 북부에 위치해 있으며, 바이칼 열개 지역의 한 부

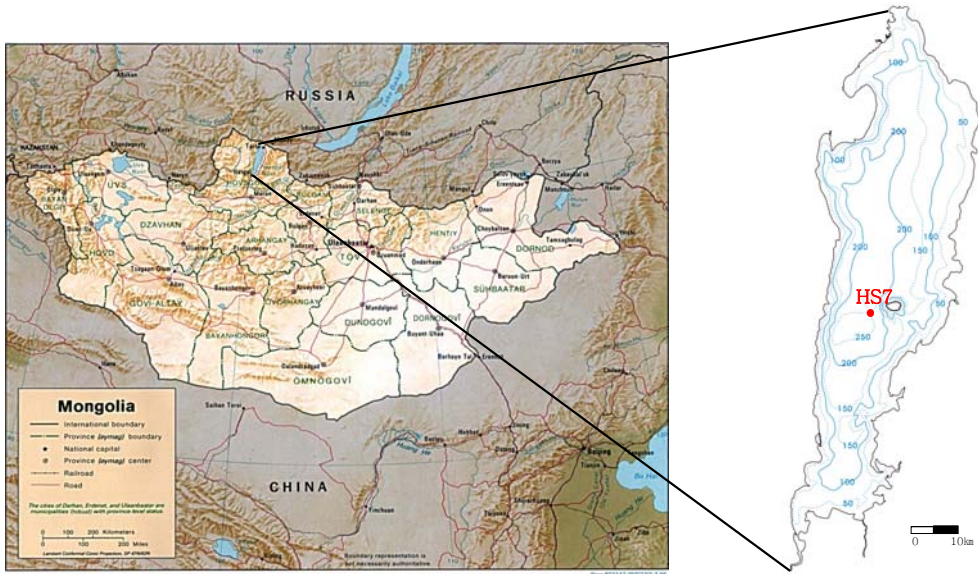


그림 1. 홉스골 호수의 위치 및 중력시추 위치

분으로, 신생대(2.5-4Ma)에 형성되었다. 홉스골 호수는 바이칼 열개 지역에서 바이칼 호수 다음으로 두 번째로 크고 깊은 호수로서, 총길이는 136km, 폭은 20 km, 최대 수심은 262m, 평균 수심은 139m이다(Prokopenko et al., 2005). 호수의 총 면적은 2760km<sup>2</sup>이며, 배수분지는 5130km<sup>2</sup>이며, 현재 호수로부터 물은 Egerin 강을 통해 배출되고 있다(Fedotov et al., 2004). 383km<sup>3</sup>의 물이 저장되어 있으며, 180-200mg/l의 염도를 나타낸다(Atlas of Lake Khubsugul, 1989). 평균 강수량은 겨울에 10-50mm, 여름에는 300mm이며, 이것은 중앙아시아와 카자흐스탄을 거쳐 이동되는 북대서양의 수증기가 공급된 것이다(Kuznetsova, 1978). 390여종의 생물들이 존재하고 있으며, 이중 이 지방 특유의 20개의 저서성 중들이 분포하고 있다(Kozhova et al., 1994).

2004년 7월 중력 시추기를 이용하여 총 14개의 코어 시료를 획득하였다. 몽골에서 획득한 코어 시료를 밀봉하여 한국으로 이동한 후 2~3℃의 온도를 유지하여 보관하였다. 이 중에서 분석을 위해 HS7 코어를 꺼내어 반으로 쪼갬 후 퇴적물의 구조, 입자크기 등을 기재하였다. HS7코어는, 호수의 중앙부인 수심이 250m 지점에서 채취 하였으며, 총 코어 길이는 134.5cm이다. 퇴적물의 기재를 마친 후 부분적으로 2cm 간격으로 시료를 채취하여 입도 분석 및 연대 측정을

실시하였다. 또한 1cm간격으로 샘플을 채취하여 개형층 및 유공층 등의 화석을 관찰하였다. 입도 분석과 화석 관찰을 위해서 63 $\mu$ m 체를 이용하여 체 분석을 하였다. 입도 분석을 하기 전에 먼저 시료의 수분함량을 측정하였으며, 60 $^{\circ}$ C 건조기에 2일 건조 시킨 후 건조 전과 건조 후의 무게 변화를 측정하여 그 함량을 구하였다. 입도 분석의 경우 63 $\mu$ m 체를 기준으로 sand와 mud 입자의 함량을 구분하였다. 개형층과 유공층의 크기가 63 $\mu$ m보다 크기 때문에 이 체에 걸리는 시료들을 따로 분리 한 후, 60 $^{\circ}$ C 건조기에 2일 정도 건조 시킨 후 실체 현미경 하에서 관찰하였다.

### 3. 연구 결과 및 토의

퇴적구조, 수분함량, 입도분석, 화석관찰 결과 크게 세 부분으로 나누어졌다. Unit 1는 0~9cm구간으로 약간의 엽층리가 보이며, 황녹회색을 띤다. 수분함량은 전체 시료의 70~80%의 함량을 보이며, 많은 양의 규조가 나타난다. mud와 sand의 함량을 비교 해 봤을 때, 90~95%로 mud가 많은 비율을 차지하고 있지만, 9cm구간에서 갑자기 mud의 함량이 76%로 낮아졌다. Unit 2는 10~27cm구간으로 암 녹회색을 보이고 하부로 내려가면서 밝은 회갈색을 보이는 것과 교호하면 나타난다. 이 구간에서는 수분함량이 점점 떨어지기 시작하는 곳으로, 75% 정도의 수분 함량이 27cm가 될 때까지 40%정도로 낮아졌다. 이 지점 또한 Unit 1의 경계부에서 mud의 함량이 낮아진 것과 같이 mud의 함량이 92%정도였던 것이 조금씩 낮아지더니 Unit 3와의 경계부인 27cm에서는 74%로 낮아졌다. 엽층리가 잘 나타나고 있으며, 탄산염 생물체가 나타나기 시작한다. 특히 17~18cm 구간에서는 현재 동해 해양 환경에서도 서식하는 것으로 보고 된 부유성 유공충 (*Neogloboquadrina pachyderma*(S))이 산출되며, 저서성 유공충도 나타나고 있다. 특히 19~20cm구간에는 유공충의 조각을 포함하여 *N.pachyderma*(s)가 다른 곳에 비해 많이 나타나고 있다. 26~27cm구간에서 마지막으로 유공충 조각이 산출되며, 하부 퇴적층에서는 55~56cm구간을 제외하고는 나타나지 않고 있다. 유공충의 산출과 같이 구형의 황철석이 현저히 증가했으며, 이와 반대로 규조의 함량은 현저히 감소하다 나타나지 않는다. Unit 3 은 27~134.5cm구간으로, 수분 함량은 40~25%를 보인다. mud의 함량은 다시 상승하여 보통 85~85%를 보이며 별다른 변화를 보이지는 않는다. Unit 1과 Unit 2에 비해 엽층리가 잘 나타

나지 않고, 괴상 또는 드문드문 미약한 층리를 보이며, 암 청록색을 보인다. 이 구간은 전 구간에 걸쳐 개형층이 잘 나타나고 있으며, 55~56cm에서는 더듬이가 있는 곤충의 머리로 추정되는 화석이 발견되었고, 56~57cm구간에서 유공층 조각이 다시 나타난다. 또한 27cm경계부에서는 산화철로 생각되는 것이 층리처럼 배열되어 있으며, 이것의 전 구간에 걸쳐 나타나고, 하부로 내려갈수록 그 함량이 줄어들었다.

상 분류의 경계를 정확히 알아보기 위해서 연대 분석을 실시하였지만, 코어를 채취한 위치가 호수의 중앙부여서 aquatic moss 양이 적게 산출되어 탄소 연대 측정이 어려웠다. 따라

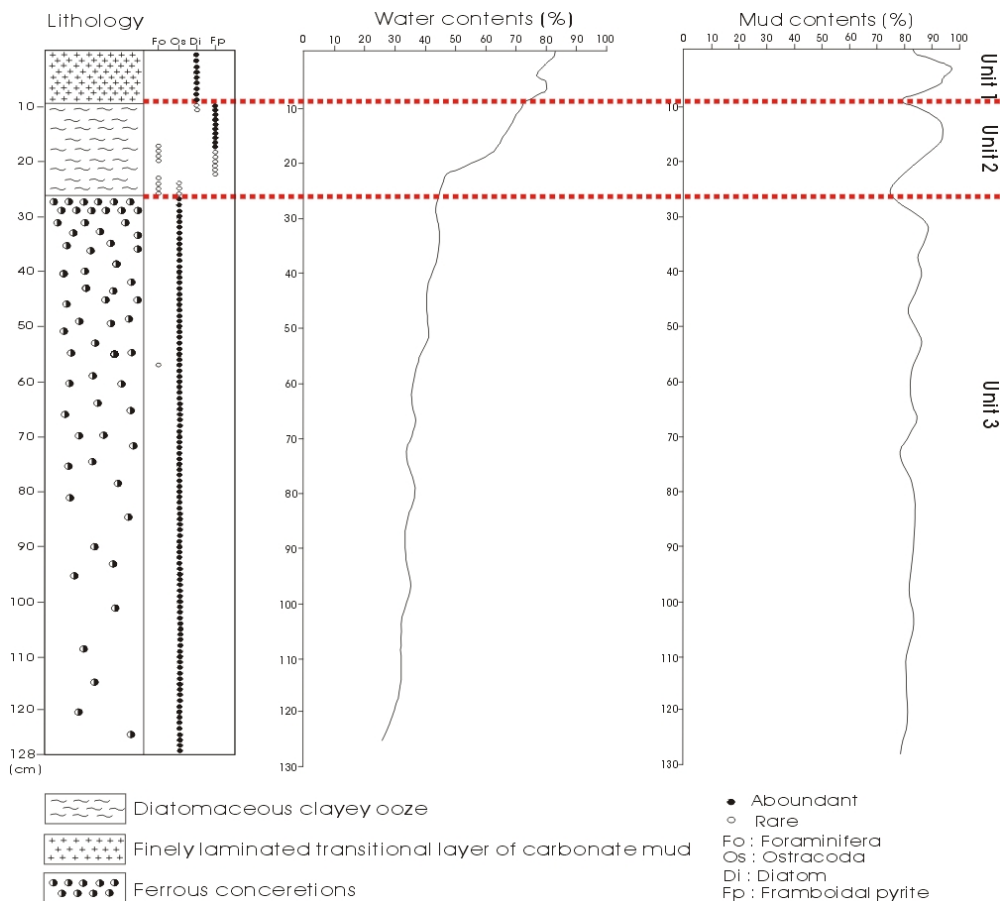


그림 2. HS-2 코어의 퇴적물 분석 결과 :

수분함량, mud 함량, 유공층 · 개형층 · 규조 · 구형의 황철석의 분포

서 퇴적구조, 생물체의 유무, 퇴적물의 색, 수분함량 등을 바탕으로 기존의 논문 자료를 통해 연대를 추정 할 수밖에 없었다(Prokopenko et al., 2005). 그 결과 Unit 1과 Unit 2의 경계는 약 11ky로 Holocene의 시작부분으로 추정되며, 규조의 함량이 증가하며, 구형의 황철석은 감소한다. 이러한 것은 이시기의 지구 전체적인 기후변화를 반영하는 것으로 수분 공급이 활발해지고, 이로 인해 호수 주변부로부터 공급되는 유기물의 양이 증가 된 결과로 해석된다. Unit 2와 Unit 3은 19ky 로 추정된다. 이 구간에서 철 산화물 덩어리들로 추정되는 것이 일정한 층을 가지며 나타나는데, 기존의 연구 자료에서 이것은 분지가 확장되는 과정에서 나타난 결과로 추측 하였다(Prokopenko et al., 2005).

유공층의 산출은 육상 환경에서 보고 된 경우로는, 대륙 중앙부에 존재하는 호수의 경우는 호수 주변부에 존재하는 해양퇴적물이 재 이동되어 퇴적된 경우로서 유공층의 겉 표면에 파인 흔적이나, 굵힌 흔적이 존재한다(Harper et al., 2002). 두 번째는 염도가 높은 해안 근처의 늪지나 석호로서, 염도변화에 강한 종들이 나타났다(Usua et al., 2002). 홉스골 호수의 경우 주변부로부터 공급된 해양퇴적물이 존재하지 않으며, 유공층의 표면에 굵히거나 부딪힌 흔적이 존재하지 않은 것으로 보아 재 퇴적되었다고 생각되지 않는다. 또한 주변 환경이 바다와는 멀리 떨어져 있기 때문에 연안부의 늪과 석호 등과 같이 바다에서 이동되어 온 것으로 보이지도 않는다. 이것으로 보아 유공층은 호수 내에서 자생적으로 생성된 것으로 보인다. 이는 두 가지로 해석이 될 수 있다. 첫째는 현재 동해 저층 퇴적물에서 나오는 종이 홉스골 호수 퇴적물에서 나타났다는 것은 그 당시 호수의 염도가 높았다는 것이다. 이는 앞에서 추정한 연대 자료를 바탕으로 보면, 이 시기가 빙하기이기 때문에 염분이 높았다는 것으로 추정이 가능하다. 두 번째는 이 종이 염도가 높은 곳이 아닌 염도가 낮은 민물에서도 나타날 수 있다는 가정이다. 이러한 것은 앞으로의 많은 연구와 자료를 찾아 더 확인해 봐야 할 것이다.

지금까지 연구되어진 자료로 고 기후를 해석하기에는 많이 부족하다. 그래서 앞으로 퇴적물의 지구화학적, 퇴적학적 성분분석, 개형층을 통한 동위원소 변화, 규조를 통한 생물체 변화 양상들을 분석하여 보다 구체적인 홉스골 (Hovsgol) 호수의 기후변화를 예측할 수 있을 것으로 판단되어진다.

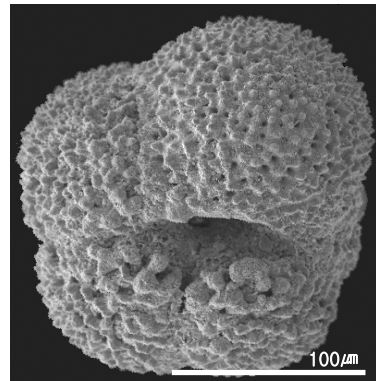
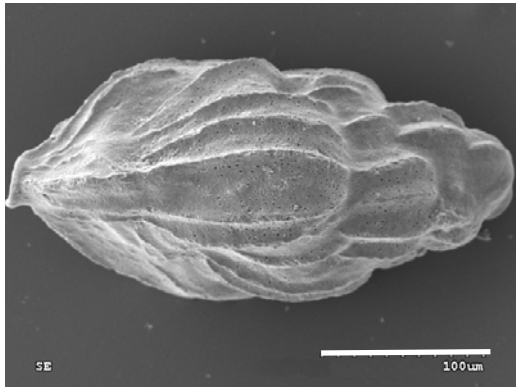


그림3. HS2에서 산출된 유공충들

## Reference

Eugene Karabanov, Williams Douglas, Kuzmin Mikhail, Sideleva Valentina, Khursevich Galina, Prokopenko Alexander, Solotchina Emilia, Tkachenko Lilia, Fedenya Svetlana, Kerber Eugene, Gvozdkov Alexander, Khlustov Oleg, Bezrukova Elena, Letunova Polina Letunova, Krapivina Svetlana, 2004, Ecological collapse of Lake Baikal and Lake Hovsgol ecosystems during the Last Glacial and consequences for aquatic species diversity, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 209, 227-243.

Fedotov A.P., Chebykin E.P., Yu Semenov M., Vorobyova S.S., Yu Osipov E., Golobokova L.P., Pogodaeva T.V., Zheleznyakova T.O., Grachev M.A., Tomurhuu D., Oyunchimeg Ts., Narantsetseg Ts., Tomurtogoo O., Dolgikh P.T., Arsenyuk M.I., De Batist M., 2004, Changes in the volume and salinity of Lake Khubsugul(Mongolia) in response to global climate changes in the upper Pleistocene and the Holocene, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 209, 245-257.

Harper M.A., Collen J.D., 2002, Glaciations, interglaciations and reworked microfossils in Poukawa Basin New Zealand, *Global and Planetary Change*, 33, 243-256

Kuznetsova, L.P., 1978, *Perenos Vlazi v Atmosfere nad Territoriey SSSR(Transfer of Moisture over the Territory of the USSR)*, Nauka, Moscow.

Nara Fumiko, Tani Yukinori, Soma Yuko, Soma Mitsuyuki, Naraoka Hiroshi, Watanabe Takahiro, Horiuchi Kazuho, Kawai Takayoshi, Oda Takefumi,

Nakamura Toshio, 2005, Response of phytoplankton Productivity to climate change recorded by sedimentary photosynthetic pigments in Lake Hovsgol(Mongolia) for the last 23,000 years, Quaternary International, 136, 71-81.

Prokopenko alexander A., Kuzmin Mikhail I., Williams Douglas R., Gelety Vladimir F., Kalmychkov Gennady V., Gvozdkov Alexander N., Solotchin Pavel A., 2005, Basin-wide sedimentation changes and deglacial lake-level rise in the Bovsgol basin, NW Mongolia, Quaternary International, 136, 59-69.

Usera J., Blazquez A.M., Guillem J., Alberola C., 2002, Biochronological and Paleoenvironmental interest of foraminifera lived in restricted environments: application to the study of the western Mediterranean holocene.