

규편모류, 에브리디안, 아케오모나드 및 내골격 외편모충류

고영구

전남대학교 사범대학 과학교육학부

요 약: 여러 미화석들 중에서 오팔린 실리카(opaline silica)로 이루어진 미화석들을 규질 미화석이라 한다. 이들 규질 미화석들 중, 규조류나 방산충처럼 풍부하게 산출되지는 않지만 규편모류, 에브리디안, 아케오모나드 그리고 내골격 외편모충류들은 생층서의 분대와 고환경적인 측면에서 가치가 있는 것으로 인식되고 있다. 규편모류, 에브리디안 그리고 소수의 규질 외편모충류들은 실리카를 분비하는 편모충류들에 해당한다. 최근 이들 미화석들은 예를 들어 석회질 미화석들이 드물거나 결여된 곳들에 대한 고해양학적 또는 고기후학적 연구에 좋은 도구가 되고 있다. 일반적으로 화석 규편모류와 에브리디안은 같이 산출되며 전통적으로 함께 연구되고 있다. *Actiniscus pentasterias* 같은 규질 내골격을 가지는 외편모충류는 해성퇴적층에 널리 분포하나 산출이 그리 풍부한 편은 아니며 별 모양의 골격을 보유했다. 아케오모나드는 황색편모조식물의 포낭형으로 해양에서 부유성 생활을 했던 것으로 여겨지고 있다. 이들 규질 미화석들은 포항 일대에 분포하는 신제3기 연일층군의 함규조질 이암이나 규조토 중에서 풍부하게 산출되고 있다. 또한, 동해의 해저 퇴적층에서는 규편모류와 *Actiniscus pentasterias* 같은 규질 외편모충류의 골격들이 빈번히 출현하고 있다.

서 론

미화석으로 산출되는 여러 가지 미생물 유해 중, 그 골격이 실리카(SiO_2)로 이루어진 것들을 규질 미화석(珪質 微化石)이라고 한다. 규질 미화석에는 규조류와 방산충 등을 비롯한 여러 가지 미화석들이 있는데 이중 비록 산출빈도에서는 규조류나 방산충에는 미치지 못하나 나름대로 멀리 떨어져 있는 지층들 간의 대비, 화석을 이용한 생층서적 분대 및 고환경 해석의 자료로써 가치를 인정받고 있는 규질미화석들로 규편모류(珪鞭毛類, silicoflagellates), 에브리디안(ebridians), 아케오모나드(archaeomonads) 및 엔도스켈레탈 디노플라겔라타(endoskeletal dinoflagellates) 등이 있다. 여기서 엔도스켈레탈 디노플라겔라타는 내골격 외편모충류(內骨格 渦鞭毛蟲類)로 기술하고자 한다.

먼저 규편모류는 세포 내에 비정질의 실리카(SiO_2)로 이루어진 골격을 지니는 단세포 생물로써 색소체를 가지고 있어 광합성을 하는 부유성의 해양 미생물이다. 그러나 규편모류는 위의 식물적인 특성 외에도 편모를 가지고 운동하며 아메바처럼 위족(僞足, pseudopodia)을 내어 다른 부유성 플랑크톤을 먹이로 취하는 등의 동물적 특성을 아울러 가지고 있기도 하다. 규편모류는 다음에 언급할 에브리디안과 함께 유공충 등의 석회질 미화석이 결여된 지역의 지층들 간의 대비나 고해양환경의 복원에 많은 도움을 주고 있다.

규편모류는 유글레나(Euglena)처럼 식물적 특성과 동물적 특성을 같이 보유하고 있어 식물학자들은 조류(藻類, Algae)로 동물학자들은 원생동물(原生動物, Protozoa)에 해당하는 것으로 각각 분류하여 왔다. 이 종류는 18 세기 중엽에 독일의 Ehrenberg에 의해 연구가 시작되었으며 Borgert(1980)가 독립된 하나의 목(目)으로 구분하였다. 규편모류에서 화석으로 주로 발견되는 것은 규편모류의 내골격인데 성분상 비정질의 오팔린 실리카(opaline silica)로 이루어지며 기저환(basal ring)이 다각형에서 원형에 이르는 다양한 모습을 가지고 있다. 이 기저환에서는 밖으로 여러 가지 모양의 침들이 발출되고 있다. 특히 규편모류 골격은 방산충들과는 달리 골격을 이루는 내부가 비어 있는 관 모양으로 되어있는 특성

을 지닌다. 골격의 색은 무색 투명한 것이 일반적이거나 퇴적물 내에서 퇴적물의 재배치나 이송이 많은 경우 암갈색이나 흑색으로 착색된 경우도 다수 발견된다.

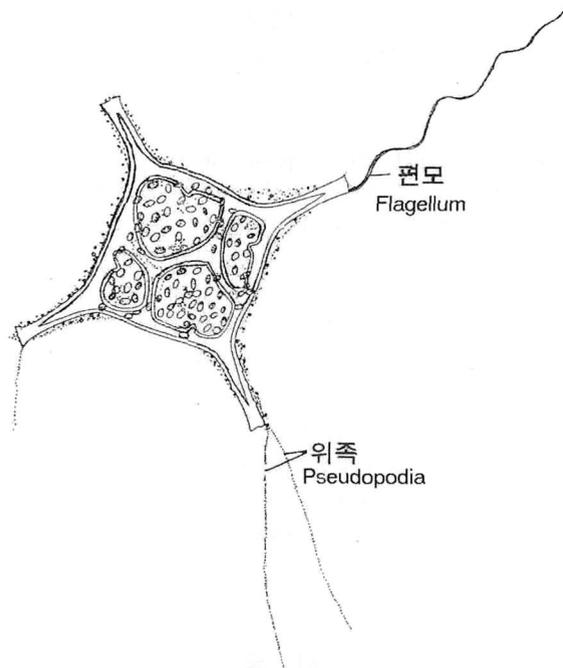


Fig. 1. Living specimen of silicoflagellate, *Dictyocha fibula*. (modified from Marshall, 1934).

우리나라에서 규편모류 화석의 산출은 동해안을 따라 수 개소에 노출되어 있는 신생대 퇴적층들 중 포항 일대의 신생대 퇴적분지에서 그 산출이 보고되고 있다. 포항일대의 퇴적층에서 산출되는 이들 규편모류 화석들은 주로 신생대 신제3기의 마이오세에 해당하는 해성퇴적층인 연일층군의 규조토나 함규조질 이암에 규조류 화석들과 밀접히 수반되어 산출되고 있으며 *Cannopilus*, *Corbisema*, *Dictyocha*, *Distephanus*, *Bachmannocena* 등의 속들이 나타나고 있다(Plate 1). 가장 빈번하게 관찰되는 종들로는 *Distephanus* 속의 속하는 *D. crux* 와 *D. speculum* 등을 들 수 있는데 이 속의 빈도가 규편모류 군집에서 압도적 우위를 점하고 상대적으로 온난해역의 대표적인 서식종으로 알려진 *Dictyocha* 류의 산출은 상대적으로 희소한 것으로부터 연일층군 퇴적 시, 해양환경은 한랭한 수괴(water mass)의 영향이 지배적이었음을 추론해 볼 수 있다(Kim *et al.*, 1982, You, 1983, You and Koh, 1984, Koh, 1986, Lee *et al.*, 1991). 포항에서 산출된 규편모류 화석군집을 이용한 생층서적 분대는 Lee(1979)에 의해 *Distephanus crux crux* 대와 *Corbisema triacantha* 아대 및 *Cannopilus longispinus* 아대로 설정된 바 있다.

에브리디안은 규편모류와 매우 밀접하게 수반되어 산출되므로 전통적으로 규편모류와 같이 연구가 되고 있는 종류이다. 이들 역시 규질의 내골격을 가지며 10 ~ 60 μ 정도 크기의 해양에서 서식하는 부유성의 단세포 생물로 Eherenberg(1844)에 의해 *Di cladia clathrata*라는 학명으로 에브리디안의 화석이 기재됨으로써 연구가 시작되었다. 에브리디안이란 이름은 에브리디안이 나선형의 빠른 편모운동을 하므로 그 빠른 불규칙성 때문에 라틴어의 “주정뱅이”이란 의미의 *ebrius*에서 유래된 것으로 알려진다. 이들은 한때 규편모류의 하나인 *Dictyocha* 등으로 잘못 기재되기도 하였으나 에브리디안은 골격이 규편모류와는 달리 속이 비어 있지 않고 방산층처럼 차 있다는 점에서 완전히 구별되며 골격의 기하학적 형태면에 있어서도 규편모류에 비해 더 복잡하고 불규칙한 면을 엿볼 수 있다.

우리나라에서 에브리디안 화석은 포항 지역의 신제3기 해성층인 연일층군에서 규편모류와 밀접히 수반되어 산출되고 있다. 산출되는 에브리디안들 중 대표적인 속들은 *Ammodochium*, *Ebriopsis*, *Hermesium* 등이며 화석군집의 내용상 신생대 마이오세를 지시하는 것으로 생각된다(Kim et al., 1982; You, 1983; Koh, 1986; Lee et al., 1991).

아케오모나드는 해양에 서식하는 부유성 생물로써 황색편모조식물에 속하는 포낭(胞囊, cyst) 형태로 알려져 있다. 이들의 포낭은 방산충처럼 오팔린 실리카로 되어 있는데 주로 규조류 등과 수반되는 산출상을 보인다. 우리나라의 아케오모나드 화석은 포항 일대의 신제3기 마이오세 지층인 연일층군에서 주로 보고되고 있으며 *Archaeomonas*와 *Archaeosphaeridium* 등의 속들이 대표적이다(Ling and Kim, 1983, Koh, 1986).

내골격 외편모충류는 외편모충류 중의 매우 소수 분류군이며 세포 내에 별 모양의 규질 골격(spicule)을 보유하고 있다. 이들은 신생대 해성퇴적층에서 자주 보고되는 종류이며 규조류를 비롯한 다른 규질 미화석들과도 자주 수반되어 산출된다. 우리나라에서 내골격 외편모충류 화석은 주로 규조류나 규편모류 등과 함께 포항일대에 분포하는 신생대 신제3기 마이오세 지층인 연일층군에서 산출되고 있으며 산출되는 대표적인 종류로는 *Actiniscus*, *Carduifolia* 및 *Foliactiniscus* 등의 속들을 들 수 있다(Koh, 1986)

화석일반

규편모류

규편모류를 동물학자들은 원생동물문(Phylum Protozoa)의 육질편모충아문(Syphylum Sarcomastigophora)에 속하는 것으로 분류하고 있으나, 비교적 널리 받아들여지는 Tappan(1980)에 의한 분류에 따르면, 황색편모조식물문(黃色鞭毛藻植物門, Division Chrysophyta)의 황색편모조식물강(黃色鞭毛藻植物綱, Class Chrysophyceae)에 속하는 규편모류목(Order Silicoflagellata)에 해당하는 것으로 되어있다. 이 목은 사이포노테스탈레스목(Order Siphonotestales) 혹은 디티오칼레스목(Order Dictyochales)이라고도 불린다. 규편모류에는 4개의 과가 알려지고 있는데, 이 중, 현재 해양에서 생존하고 있는 것으로 알려진 과는 디티오카과(Family Dictyochaceae) 뿐이며 발라세르타과(Family Vallacertaceae), 코르누아과(Family Cornuaceae) 및 리라물라과(Family Lyramulaceae)들은 백악기 말에 절멸하였다.

규편모류는 해양성인 20~50 μ 크기의 단세포 생물이며, 경우에 따라서는 무려 200 μ 이상의 크기를 보유하는 종류도 보고되고 있다. 세포질에는 하나 혹은 두개의 인(仁, nucleolus)을 가지는 핵(核, nucleus) 하나와, 광합성을 하는 녹갈색의 색소체들이 다수 포함된다. 세포에서는 먹이 섭취를 위한 위족(偽足, pseudopodia) 및 운동에 사용되는 긴 편모가 밖으로 돌출된다. 규편모류는 전형적인 부유성의 생태를 가져 해수 표층의 200~300 m 내의 수심의 투광대(euphotic zone)에 주로 서식하고 있다. 먹이의 섭취는 세포내의 색소체에 의한 광합성 및 위족을 사용한 규조류 등을 외부에서 포식하는 이중적인 영양취득 방식을 택하고 있다. 이들의 번식은 다른 하등 생물의 경우처럼 세포가 둘로 나누어지는 이분법을 취하는 것이 보통이나, 어미 세포 내에 딸세포가 서로 거울상을 이루면서 점차 성장해서 분리해 나가는 출아법 형태의 번식도 가끔 발견된다. 화석의 일부 종류들에서도 이러한 거울상의 이중골격(double skeleton)이 보고되기도 한다.

세포 내에는 다수의 침(針, spine)이 방사상으로 뻗는 다각형의 실리카질 골격이 존재하는데 개체의 외형 자체도 이 골격의 모습과 거의 비슷한 형태를 지닌다(Fig. 1). 규편모류 골격의 둥근 형태를 환(環, ring)이라 하며 환과 함께 골격의 주요부를 이루는 것을 아파라투스(apparatus)라 한다. 골격의 외

부 윤곽을 형성하는 큰 환을 기저환(基底環, basal- 혹은 radial ring)이라 한다. 내부에 이 기저환 외에 골격의 중심에 더 작은 내부환이 있는 경우를 정부환(頂部環, apical ring)이라 하고 이들 환들은 측방주(側方柱, lateral bar)들로 연결된다. 정부환 대신에 길다란 정부주(頂部柱, apical bar 혹은 apical bridge)나 보다 정교한 그물 바구니 모양의 정부 아파라투스(頂部 아파라투스)가 나타나기도 한다. 환 또는 주들에 의해 이루어지는 폐곡선의 도형을 창(窓, window)이라 하며 그 모습은 둥근 원형, 정사각형, 부등변 사각형 등까지 여러 종류가 관찰된다(Fig. 2).

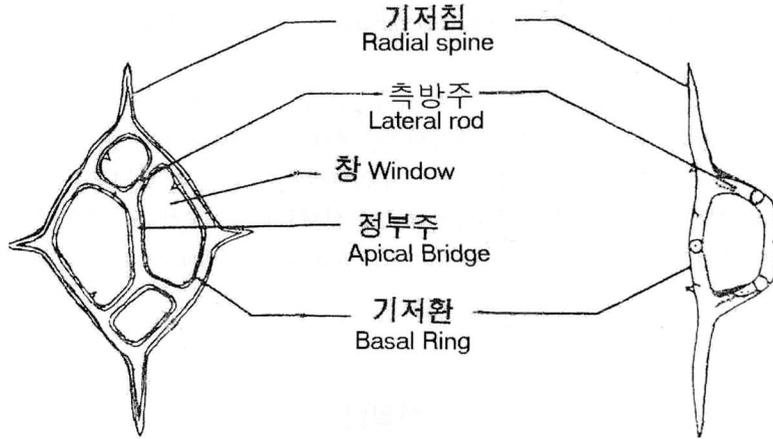


Fig. 2. Nomenclatures of silicoflagellate skeleton.

규편모류에 속하는 여러 속들 중 대표적인 종류로는 *Cannopilus*, *Corbisema*, *Cornua*, *Dictyocha*, *Distephanus*, *Lyrarmula*, *Bachmannocena* 및 *Naviculopsis* 등을 예로 들 수 있다. *Cannopilus* 속은 상당히 발전된 종류로 정부의 아파라투스가 복잡한 그물모양을 하며 기저환과 침의 형태가 매우 다양하게 나타난다. *Corbisema* 속은 기저환이 기본적으로 삼각형의 외관을 가지며 내부의 연결된 주들도 삼각형을 기본으로 하는 세 개의 창을 이루며 이 속은 생충서 분대의 좋은 도구가 된다. *Cornua*와 *Lyrarmula*는 백악기의 대표적인 표식종으로 *Cornua*는 불규칙한 수지상이고 *Lyrarmula*는 하나의 주가 두개로 분지되는 "Y"형의 외관을 가지는데 이들 두 속들은 기저환이 결여되어 있다. *Dictyocha*와 *Distephanus*는 규편모류들 가운데서 다양도가 높고 흔히 보고되는 속들이다. *Dictyocha*와 *Distephanus*의 가장 두드러지는 차이는 *Dictyocha*는 정부에 주(apical bar 혹은 -bridge)가 자리잡고 있는데 반해 *Distephanus*는 정부창(頂部窓, apical window)을 소유한다는 점이다. *Bachmannocena*는 내부 구조가 없이 기저환 만을 가지는 가장 단순한 형의 규편모류이며 *Naviculopsis*는 횡축 방향의 침들의 전개가 없이 종축으로 신장된 기저환과 그 환을 가로지르는 주로 이루어진다.

규편모류는 세계의 해양에서 매우 광역적인 분포를 보이고 있다. 규편모류의 분포를 제어하는 가장 중요한 요소로써 수온을 들 수 있는데, Gemeinhardt(1934)와 Mandra(1960)등 여러 학자들에 따르면 규편모류의 *Dictyocha* 속은 주로 난대성 해역에 분포하는 반면, *Distephanus* 속은 대개 한대 해역에서 식하고 있는 것으로 알려져 있다. 또한 규편모류는 골격의 성분상 규질 성분을 필요로 하므로 해수가 상승하는 대규모 용승해역이나 화산회 등이 집중적으로 공급될 때 개체수가 급격히 증가하는 현상(blooming)을 나타내기도 한다.

화석 규편모류는 주로 규조토 등의 함규조질 퇴적암에서 발견되고 있으며 개체수가 많은 경우 산출되는 퇴적암의 40~60% 정도에 이르는 경우도 보고된 바 있다(Distanov and Glezer, 1974). 규편모류의 산출은 미국의 캘리포니아, 와이오밍, 콜로라도, 독일, 덴마크, 헝가리 및 러시아 등지의 백악기 중

기 이후 지층들에서 알려지고 있다. 그러나 독일의 작센과 미국 콜로라도의 하부 백악기 층에서도 규편모류 화석이 산출된다는 보고도 있는데, 이중 작센의 바쎌레벤(Wasserleben) 지방에서 출토된 분석(糞石, coprolite) 내에서 발견된 *Corbisema* 속에 해당하는 종류가 가장 오래된 것으로 알려져 있다 (Deflandre, 1950). 규편모류들의 지질시대에 따른 변화를 보면 백악기 동안에는 *Corbisema*와 *Dictyocha*를 비롯하여 *Cornua*, *Lyrarnula* 및 *Vallacerta* 속들이 나타나고 있으나 신생대 고제3기에 들어와서는 *Cornua*와 *Lyrarnula*들은 소멸하고 *Naviculopsis*, *Paradictyocha*, *Distephanus*, *Cannopilus* 등 여러 속들이 출현하기 시작하였다. 특히 신생대 제3기 마이오세에는 규편모류가 최대의 번성을 구가하여 종의 다양도가 현저히 증가하였으나 마이오세 이후에는 규편모류는 점차 쇠퇴하는 경향을 나타내어 현재는 소수 분류군으로 잔존하고 있다.

규편모류의 진화는 *Dictyocha*를 주축으로 하여 기저환이 소멸되는 *Cornua* 유형, 기저환만을 남기고 내부가 소실되는 *Bachmannocena* 유형, 정부 아파라투스가 복잡화되면서 다수의 작은 창들을 형성시키는 *Cannopilus* 유형 및 정부의 단순화와 정부의 창 대신에 크게 만곡된 아치형의 주가 있는 *Naviculopsis* 형 등 여러 방향이 제안되고 있으며 Glezer(1966)는 *Lyrarnula* 속을 규편모류 계통진화의 기반으로 인식하기도 하였다.

규편모류는 전술한 것처럼 고기후 및 고해양환경의 좋은 지시자이기도 하나, 진화속도가 다소 느리다는 단점에도 불구하고 해성 퇴적층의 생층서적 분대와 대비에도 많이 이용되고 있으며 특히 고위도 지방의 층서대비에서 성공적인 결과를 얻고 있다.

에브리디안(Ebridians)

에브리디안 역시 규편모류처럼 동물 혹은 식물로 분류되어 완전히 분류가 정착된 상태는 아니다. 동물학자들에 의하면 에브리디안은 규편모류가 속하는 원생동물의 식물성편모충강(植物性鞭毛蟲綱, Class Phytomastigophorea)의 에브리디안아강(Subclass Ebrideae), 에브리아목(Order Ebrida)으로 분류되기도 하나 Tappan(1980)에 따르면, 에브리디안은 두 개의 길이가 서로 다른 편모, 종속 영양, 핵의 형태 등으로 미루어 와편모조식물문(渦鞭毛藻植物門)의 에브리아강(Class Ebriphyceae)에 속하는 에브리아목(Order Ebriales)에 속한다. 에브리디안이 속하는 에브리아목은 헤르메시나과(Family Hermesinaceae), 디트리포디아과(Family Diritropodiaceae), 암모도키아과(Family Ammodochiaceae) 및 에브리아과(Family Ebriceae) 등 4 과로 구성된다. 이 중 현재까지 해양에서 존속하고 있는 종류는 헤르메시나과와 에브리아과 등 2 과에 속하는 극소수 종들이며 나머지 두 과들은 신생대 마이오세 이후에는 거의 보고되고 있지 않다.

에브리디안은 규편모류와 유사하게 바다에 서식하는 부유성의 단세포 생물이다. 이들은 무색투명하거나 담황색 혹은 장미색의 세포질을 보유하며 외질(外質, ectoplasm)과 내질(內質, endoplasm)이 뚜렷하게 분화가 되어 있지 못하다. 세포질 내에는 종에 따라 여러 가지 형태의 규질 내골격이 형성되어 있는데 이 규질 골격이 화석으로 산출된다. 세포질 내에는 미세한 지방 과립들이 함유되어 있으며 핵은 큰 편이고 *Ebria* 속의 경우는 상대적으로 큰 인(仁)을 보유하고 있다. 규편모류와는 다르게 에브리디안은 골격을 이루는 주(rod)들이 속이 채워져 있으며, 색소체를 보유하지 않고 두 개의 서로 크기가 다른 편모들을 가지고 있다. 이 편모들은 몸체 상부의 핵이 위치한 주위에서 배출된다. 에브리디안은 세포에 색소체가 없으며 주로 규조류 등을 포식하는 종속영양 형태를 취한다. 일부 종의 경우에는 조류(藻類)와 공생을 하기도 한다. 번식은 딸세포가 모세포에서 점차 성장하여 완전해지면 분리되어 나가는 일종의 출아법 형태를 취하는 것으로 알려져 있으며, 간혹 골격의 시멘트화가 촉진될 경우 세포분열이 저해되어 두 개체의 중첩골격이 보고되기도 하는데 이는 화석에서도 관찰되는 드물지 않은 현상이다. 에브리디안의 특징 중의 하나는 일부 개체에서 골격의 초규질화(hypersilicification)에 기인한 상자형의 외피(外皮, lorica)가 골격의 상부 혹은 전체를 포위하는데 이는 한때 포자(cyst)로 생각되었으나 개구부

(opening)의 형태 등으로 보아 현재는 다른 원인 때문인 것으로 추정되고 있다.

에브리디안의 규질 내골격은 대략 120° 정도 간격으로 세 방향으로 분지되는 가지(branch)들을 기본 구성으로 하는 규질 막대들의 집합체로 볼 수 있다. 골격 각 부분의 용어는 주로 Deflandre(1934)에 의해 해면의 골편(spicule) 형태에 기반을 두고 제안되어졌다. 네 방향으로 분지되며 전체적으로 삼지창(三枝槍, trident)형태를 갖춘 *Hermesium* 류의 형을 트리아엔(triaene), 세 방향으로 분지되며 그 중 하나는 위축되는 형을 트리오드(triode)라 한다. 각각의 가지는 악틴(actine)이라 하며 트리아엔 형의 하부나 중심을 이루는 축을 라브데(rhabde)라 부른다. 악틴의 끝에서 가지가 쳐 나간 것을 클레이드(clade)라 한다. 클레이드는 그 놓인 위치나 역할에 따라서 각각 프로클레이드(proclade), 오피스토클레이드(opisthoclade), 신클레이드(synclade) 및 메소클레이드(mesoclade) 등으로 부른다. 골격에는 악틴들과 클레이드들에 의해 여러 구멍이 형성되는데 이들을 창(window)이라 한다(Fig. 3).

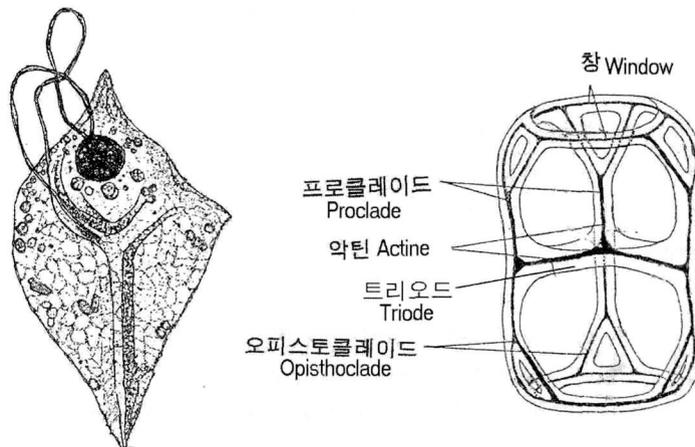


Fig. 3. Living specimen and nomenclatures of ebridian (modified from Hovasse, 1934; Deflandre, 1934)

에브리디안의 특성을 잘 나타내는 가장 일반적인 속들로서는 *Ammodochium*, *Ebriosis*, *Hermesium*, *Pseudammodochium* 등을 예로 들 수 있다. *Ammodochium*은 기본적으로 세 개의 악틴과 상부와 하부로 전개되는 클레이드들로 이루어진 원 혹은 사각주 모양의 트리오드 유형의 종류이다. *Ebriopsis*는 두 개의 트리오드가 라브데에 의해 서로 엇갈리게 결합된 구형이고 *Hermesium*은 외관이 삼지창 모습인 트리아엔 유형으로 축의 상하에 침을 보유한다. 이들에 반해 *Pseudammodochium*은 많은 수의 창들을 포함하는 바구니 모습을 하고 있다.

해양에서 에브리디안의 생물지리적 분포는 잘 알려지지 않은 편이다. 일부 *Hermesium* 같은 속들은 $20^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 정도의 수온에서도 보고되나 대체로 이들은 10°C 정도의 차가운 해수의 표층에서 주로 서식하는 것으로 알려져 있다. 에브리디안의 서식에 적합한 해수의 염도는 35‰ 정도이다. 지사적으로, 에브리디안은 신생대 고제3기 팔레오세에서의 산출을 시작으로 에오세와 마이오세에 방산을 일으켜 마이오세에는 최대 번성기에 이르렀으나 마이오세 이후에는 격감하여 단 3속만이 잔존해 현재에 이른다. 에브리디안이 최초로 보고된 팔레오세에서 이미 트리아엔과 트리오드형들이 같이 보고되기는 하나 *Hermesium* 같은 트리오드형들이 보다 발전된 유형인 것으로 추정되고 있다. 에브리디안은 화석의 발견 기회가 적고 아직 잘 알려지지 않은 부분이 많으나 규편모류와 함께 지층의 세분과 화석의 분대에 이용되고 있다.

아케오모나드(Archaeomonads)

아케오모나드는 해양 퇴적물 내에서 주로 포낭 형태로 발견되기 때문에 분류도 포낭이 근거가 된다. 아케오모나드는 포낭의 형태 등으로 보아 황색편모조식물문에 해당되는 것으로 생각되고 있으며 분류는 포낭과(cyst family)인 아케오모나드과에 위치시키고 있다.

황색편모조식물에 속하는 개체들 중에는 환경변화에 따라 포낭을 형성하는 종류들이 많이 있다. 아케오모나드도 그 중의 하나로 포낭의 크기는 6 - 20 μ 정도이나 35 μ 정도의 크기도 보고된다. 이 포낭은 구형이 주를 이루며 이 구의 표면에는 돌출된 하나의 구멍이 있는데 휴지기 때 형성된 포낭 내의 세포 원형질이 이탈된 곳으로 추정된다(Stradner, 1971). 이 구멍은 일반적으로 돌출되어 네크(neck)를 이루나 중에 따라서는 함몰된 형태를 가지는 것도 있다. 포낭 표면은 매끈한 상태를 갖는 경우도 있으나 숫자나 형태 면에서 다양한 변화를 보이는 침들이나 돌기물들이 표면에 나타나기도 한다(Fig. 4). 아케오모나드의 대표적인 속들로는 *Acanthosphaeridium*, *Archaeomonas*, *Archaeosphaeridium*, *Archaeomonadopsis*, *Artisphaeridium*, *Litharchoecystis* 등이 있다.

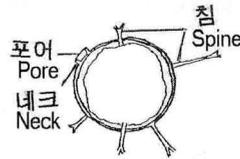


Fig. 4. Shape of archaeomonad.

아케오모나드는 세계적으로 해성 퇴적층에서 널리 보고되고 있으며 특히 DSDP(Deep Sea Drilling Project)에 의해 채취된 코어들에서도 많이 알려지고 있다. 특히 미국 캘리포니아의 백악기 후기의 모레노(Moreno) 층에서는 암석 1g당 11,800,000 여 개의 개체들이 채집된 경우가 있다(Cornell, 1972). 아케오모나드 화석은 중생대 백악기 말에서 현재까지 보고된다.

내골격 외편모충류(Endoskeletal dinoflagellates)

내골격 외편모충류는 외편모조식물문에 속하며 그 오각형의 골격은 일찍이 알려져 왔으나 이 골격을 포함하는 세포 자체에 대한 연구는 나중에 이루어지게 되었다. 이 종류들 중 *Carduifolia* 같은 종류들은 한때 규편모류에 속했으나 현재는 외편모충류에 속하는 것으로 되어 있다. 내골격 외편모충류는 외편모조식물문(渦鞭毛藻植物門, Division Pyrrhophyta), 외편모조강(渦鞭毛藻綱, Class Dinophyceae), 짐노디니아목(Order Gymmodiniales)의 악티니스카과(Family Actiniscaceae)에 해당되어 진다.

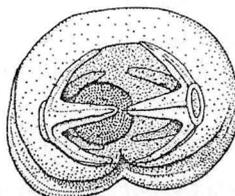


Fig. 5. *Actiniscus pentasterias* (Tappan, 1980).

내골격 외편모충류는 해양성의 부유성 미생물로 특징적으로 세포 내에 규질의 골격(spicule)을 생성시킨다. 이들의 세포에 대한 관찰은 Schütt(1891)가 이탈리아의 나폴리 만에서 채집한 *Actiniscus pentasterias*를 대상으로 행해진 것이 최초인데 이 종류는 색소체와 내부에 별 모양의 규질 골격체를 갖추고 있는 것으로 기재되었다. 후의 연구에 의하면 이들은 색소체 때문에 광합성을 하는 독립영양을 취한다고도 하고 다른 미생물들을 포식하는 식세포(食細胞)적 영양을 취하고 광합성은 하지 않는다는 등 다양한 관점이 있다. 세포 내의 오각형 구조체로 된 별 모양의 규질 골격인 펜타스터(pentaster)는 *Actiniscus pentastrius*의 경우, 두 개가 세포의 양쪽 끝 언저리 부근에 위치하며 중심의 핵을 둘러싸는 형태로 배열하고 이 펜타스터의 불룩한 부분이 밖을 향하게 되어 있다. 이 펜타스터가 화석으로 보고 되는 골격(spicule)인 것이다(Fig. 5). 이 골격의 형태는 방사상으로 뻗치는 가지로 되었으며 그 가지의 단면은 삼각형의 날을 가지는 트리코스테이트(tricostate)형이며 이 가지의 표면에는 밖의 말단 부로 가면서 점차 축소되는 원형의 함몰부인 알베오라(alveola)가 선상으로 배열된다. 이런 특징은 *Actiniscus*와 *Foliactiniscus* 등의 속에서 현저하게 나타난다.

내골격 외편모충류의 화석은 해성 퇴적층에서 자주 발견되는 종류이기는 하나 아주 풍부하다고는 할 수 없으며 살아있는 개체들의 경우 멕시코 만에서 해수 1ℓ 당 100여 개체가 보고된 바 있다(Steidinger and Williams, 1970). 내골격 외편모충류는 지질시대적으로 신생대 고제3기 올리고세 후기에서 현재까지 산출되고 있다.

Systematics

SILICOFLAGELLATES

Division CHRYSOPHYTA Pascher 1914

Class CHRYSOPHYCEAE Fritsch in West 1927

Order SILICOFLAGELLATA Borgert 1890

Family DICTYOHACEAE Wallich 1865

Genus *Bachmannoceana* (Locker) Bukry 1987

Bachmannocena apiculata (Schulz) Bukry 1987

Pl. 1, Fig. 9

1968 *Mesocena oamaruensis* var. *apiculata* Schulz - Loeblich III et al. p.129, pl.28, fig.6

1962 *Mesocena apiculata* (Schulz) Deflandre - Bachmann and Ichikawa, Taf.4, fig.36

1987 *Bachmannocena apiculata apiculata* (Schulz) Bukry - p.403, pl.1, fig.1

1991 *Bachmannocena apiculata apiculata* (Schulz) Bukry - Ciesielski, p.66, pl.8, fig.15

Remarks : The species has a simple triangular basal ring without apical apparatus. Two sides of the basal ring are slightly convex but remaining side is somewhat concave. *M. apiculata* is originally reported from the Upper Oligocene deposits of Oamaru, New Zealand(Schulz, 1928).

Genus *CANNOPILUS* Haeckel 1887

Cannopilus hemisphaericus (Ehrenberg) Haeckel 1887

Pl. 1, Fig. 2

1844 *Dictyochoa hemisphaericus* Ehrenberg - Loeblich III *et al.*, p.65.1968 *Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenberg) Haeckel - Mandra, p.245, figs.60,63,66,71.1973 *Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenberg) Haeckel - Bukry and Foster, p. 826, pl.1, fig.3.

Remarks: This species has a hexagonal basal ring with radial and supporting spines in each corner. Its apical apparatus with a number of small apical windows resembles a hemispherical net. Of six radial spines, the two longitudinal ones are longer than others in common.

Cannopilus ichikawai Bachmann 1964

Pl. 1, Fig. 1

1931 *Cannopilus ichikawai* Bachmann - p.110-111, Taf.6, figs.59-61

Remarks: The species has a skeleton consisting of a net shaped sphere. The spherical apical apparatus of the species possesses a number of apical windows and is larger than its basal ring. The present species are somewhat different from ones described by Bachmann(1964) in the outward stretching radial spines. The species was initially found in Upper Miocene deposits, Austria.

Genus *CORBISEMA* Hanna 1928*Corbisema triacantha* (Ehrenberg) Hanna 1931

Pl. 1, Fig. 3

1957 *Corbisema trigona* (Zittel) Deflandre - Tynan, p.130, pl.1, fig.1.1968 *Dictyochoa triacantha* Ehrenberg - Loeblich III *et al.*, p.116.1973 *Corbisema triacantha* (Ehrenberg) Hanna - Bukry and Foster, p.826, pl.2,fig.3.1973b *Corbisema triacantha* (Ehrenberg) Hanna - Dumitrică, p.846, pl.2, figs.1-3.

Remarks: Basal ring is an equilateral triangle and has three radial spines. The apical apparatus of the species is of a simple 'Y' form composed of three lateral bars protruded from each centers of the basal ring sides.

Genus *DICTYOCHA* Ehrenberg 1837*Dictyochoa ausonia* (Lemmermann) Dumitrică 1973

Pl. 1, Fig. 4

1968 *Dictyochoa ausonia* Deflandre - Loeblich III *et al.*, p.82, pl.8, figs.11-191968 *Dictyochoa ausonia* Deflandre - Mandra, p.249, fig.38

Remarks: The species has a elongated elliptical basal ring with very shortened two lateral spines. But two longitudinal radial spines are well developed. The supporting spines are lack in general. The apical apparatus of *D. ausonia* is consisted of a slender lateral bridge perpendicular to the longitudinal axis and two pairs of short lateral bars bifurcated at both sides of the lateral bridge.

Dictyocha fibula Ehrenberg 1854

Pl. 1, Fig. 6

1967 *Dictyocha fibula* Ehrenberg - Ichikawa *et al.*, p.158, pl.V, figs.1-18, pl.VI, figs.1-18, pl.VII, figs.1-11.

1968 *Dictyocha fibula* Ehrenberg - Loeblich III *et al.*, p.90, pl.9, figs. 7-12.

1973 *Dictyocha fibula* Ehrenberg - Dumitrică, p.847, pl.2, figs.14,17, pl.3, figs.1-3, pl.4, fig.12, pl.5, figs.1-4.

1980 *Dictyocha fibula* Ehrenberg - Bukry, p.514, pl.2, figs. 1-2.

Remarks: This species has a quadrate or elongated round basal ring with four radial spines. Apical bridge is connected to basal ring by four lateral bars and more or less convex upward in most cases. Of silcoflagellates, *D. fibula* is most abundant and variable in occurrence and shape. To distinguish a typical *D. fibula* from varied ones, typical one is termed by *D. fibula fibula*.

Genus *Distephanus* Stöhr 1880*Distephanus crux* (Ehrenberg) Haeckel 1887

Pl. 1, Fig. 5

1968 *Dictyocha crux* Ehrenberg - Loeblich III *et al.*, p.85, pl.8, figs.2-32.

1968 *Distephanus crux* (Ehrenberg) Haeckel - Mandra, p.254, figs.59,64,81.

1973 *Distephanus crux* (Ehrenberg) Haeckel - Bukry and Foster, p.827, pl.7, fig.1.

1973 *Distephanus crux* (Ehrenberg) Haeckel - Dumitrică, p.850, pl.6, figs. 4,5,8,11.

1975 *Distephanus crux* (Ehrenberg) Haeckel - Perch-Nielsen, p.687, pl.6, figs.1,4,7, pl.7, figs.1-5, 7-10, 13, pl.15, fig.8.

Remarks : Quadrate to circular basal ring has four radial and four supporting spines. Apical apparatus is composed of a small quadrate to circular apical window and four short lateral rods. This species is very abundant in the Yeonil Group.

Distephanus boliviensis (Frenguelli) Bukry and Foster 1973

Pl. 1, Fig. 8

1968 *Distephanus boliviensis* Frenguelli - Loeblich III *et al.*, p.83, pl.9, figs. 3-6

1973 *Distephanus boliviensis* (Frenguelli) n. comb. - Bukry and Foster, p.827, pl. 4, figs.1-3

1975 *Distephanus boliviensis* (Frenguelli) - Perch-Nielsen, p.687, pl.4, figs.1-3

Remarks : This large taxon is characterized by radial spines on six- or seven- sided basal ring, by an apical ring, and usually by six- or seven- proximal spines on the basal ring.

Distephanus speculum (Ehrenberg) Haeckel 1887

Pl. 1, Fig. 7

1968 *Dictyocha speculum* Ehrenberg - Loeblich III *et al.*, p.114, pl.24, figs. 1-10.

1973b *Distephanus speculum* (Ehrenberg) Haeckel - Dumitrică, p.851, pl.7, figs.1 -9,11.

1973 *Distephanus speculum* (Ehrenberg) Haeckel - Bukry and Foster, p.828, pl.5, fig.8.

Remarks: The species is distinguished from *Ds. boliviensis* by its minute size. It shows wide variations

in shape, apical apparatus and window. Typical *Ds. speculum* is generally termed by *Ds. speculum speculum*. The species is known as a good indicator for cool water.

EBRIDIANS

Division PYRRHOPHYTA Pascher 1914
 Class EBRIOPHYCEAE Loeblich III 1970
 Order EBRIALES Horniberg *et al.* 1964
 Family AMMODOCHIACEAE Deflandre 1950

Genus *Ammodochium* Hovasse 1932

Ammodochium rectangulare (Schulz) Deflandre 1932

Pl. 1, Fig 10

1968 *Ebria antiqua* var. *rectangularis* Schulz - Loeblich III *et al.*, pl. 38, figs. 18-21

1970 *Ammodochium rectangulare* (Schulz) - Ling, pl.3, figs. 15,16

1973 *Ammodochium rectangulare* (Schulz) Deflandre - Perch-Nielsen, pl.4, figs.19-28,
 30-32, pl.5, figs.13-17, 22, pl.9, figs.1-3, 6

Remarks : This taxon has a simple box like rectangular skeleton with a actine and a proclade. The actine divides anterior part, and the proclade is bifurcated in posterior side. *A. rectangulare* is very abundant and variable in occurrence and shape.

Family DITRIPODIACEAE Deflandre 1951

Genus *Parathranium* Hovasse 1932

Parathranium tenuipes Hovasse 1932

Pl. 1, Fig. 13

1968 *Parathranium tenuipes* Hovasse - Loeblich III *et al.*, p.179, pl.47, figs.16-17

Remarks : This taxon has a stool shaped triode with three long downward- stretched spines and a small rectangular window on the triode. *P. tenuipes* is rarely reported from Miocene deposits.

Family EBRIACEAE Lemmermann 1901

Genus *Ebriopsis* (Schulz) Hovasse 1932

Ebriopsis antiqua (Schulz) Hovasse 1932

Pl. 1, Fig. 11

1968 *Ebria antiqua* Schulz - Loeblich III *et al.*, p.155, pl.38, figs.25-30

1970 *Ebriopsis antiqua antiqua* (Schulz) - Ling, p.215, pl.3, figs.17,18

1973 *Ebriopsis antiqua* Hovasse - Perch-Nielsen, p.880, pl.4, fig.15

Remarks : *E. antiqua* is initially reported as *Ebria antiqua* from Oamaru, New Zealand (Schulz, 1928). It has a lenticular or spherical skeleton with two convex tripods (trépieds) consisted of actines. The tripods forms circular 'anneau périphérique (peripheral ring)'. The species is widely variable in size and shape.

Family HERMESINACEAE Hovasse 1943

Genus *Hermesium* Zacharias 1906

Hermesium adriaticum Zacharias 1906

Pl. 1, Fig. 12

1968 *Hermesium adriaticum* Zacharias - Loeblich III *et al.*, p.168-169, pl.40, figs.9a-10

Remarks : The species possesses four upper windows, two lower ones, three upper actines, and three proclades. An apical spine is attached to the apex of upper proclade. *H. adriaticum* has survived at the present.

ARCHAEOMONDS

Division CHRYSOPHYTA Pascher 1914

Class CHRYSOPHYCEAE Fritsch in West 1927

Family Unknown

Cyst-family ARCHAEOMONADACEAE Deflandre 1932

Genus *Archeomonas* Deflandre 1932

Archeomonas mamilliosa Tynan 1960

Pl. 1 Fig. 14

1964 *Archeomonas mamilliosa* Tynan - Bachmann, p.113, Taf.7, figs.2,2a

1983 *Archeomonas mamilliosa* Tynan - Ling and Kim, p.248, pl.1, figs.1-4

Remarks : *A. mamilliosa* is characterized by a thick walled cyst showing lubricate surface. Its neck is short and robust. The neck is gently connected to the cyst.

Genus *Archaeosphaeridium* Deflandre 1932

Archaeosphaeridium pachyceros Deflandre 1933

Pl. 1 Fig. 15

1964 *Archaeosphaeridium pachyceros* Deflandre - Bachmann, Taf.7, figs.4-5, 5a

1983 *Archaeosphaeridium pachyceros* Deflandre - Ling and Kim, p.248, pl.1, figs.7,8

Remarks : The species has a lubricated spherical cyst with a few of slender spines and a neck with a cylinder shape pore. The spines from the cyst are variable in size and shape.

ENDOSKELETAL DINOFLAGELLATES

Division PYRRHOPHYTA Pascher 1914
 Class DINOPHYCEAE Fritsch 1929
 Order GYMNODINIALES Lindemann 1928
 Family ACTINISCACEAE Kützing 1884

Genus *Actiniscus* Ehrenberg 1840

Actiniscus pentasterias Ehrenberg 1854

Pl. 1, Fig. 16

1973 *Actiniscus pentasterias* Ehrenberg - Dumitrică, p.822, pl.2, figs.2,3,6-11,14, pl.3
 figs.13,14, pl.5, figs.6-8

1976 *Actiniscus pentasterias* Ehrenberg - Orr and Conley, p.92, pl.1, figs.1-11, pl.2, figs.1-6

Remarks : The skeleton of the species is constituted of a star-shaped concave plate with five tricostrate arms, rarely with four or six. The skeleton with alveolar structures, commonly, has a central protuberance. *A. pentasterias* shows wide variability in ornamentation, size, number of arms and their curvature (Dumitrică, 1973).

Silicoflagellates, Ebridians, Archaeomonads and Endoskeletal Dinoflagellates

Koh, Yeong Koo

Department of Science Education, College of Education, Chonnam National University
 ykkoh@chonnam.ac.kr

Abstract: Among many kinds of microfossils, fossils with skeletons consisting of opaline silica are called as siliceous microfossils. Not abundantly yielding as diatoms and radiolarians, minor siliceous microfossil groups of silicoflagellates, ebridians, archaeomonads and endoskeletal dinoflagellates are also valuable for biostratigraphical and paleoenvironmental studies. Silicoflagellates, ebridians, and rare siliceous dinoflagellates are silica secreting marine flagellates. Recently, their roles are raised in paleoceanographic and paleoclimatic investigations, especially in those areas where calcareous microfossils are either scarce and lack. Fossil silicoflagellates and ebridians are found together and studied together, traditionally. Siliceous endoskeletal dinoflagellates as *Actiniscus pentasterias* are widely distributed in marine sediments but are never very abundant. They have the structures of star-like spicules. Archeomonads are known as the fossil cysts of marine chrysophytes and probably have led a planktonic life in ocean. Above siliceous microfossils are abundantly found in the marine diatomaceous deposits or diatomites of the Neogene Yeonil Group, Pohang. In addition, silicoflagellates and *Actiniscus pentasterias*, siliceous spicules of dinoflagellates, frequently occur in the submarine sediments, East Sea.

참고문헌

- Bachmann, A., and Ichikawa, W., 1962: The silicoflagellides in the Wakura Bed, Nanao City, Prefecture Isikawa, Japan. Science Report of Kanazawa University. v. 8, p. 161-176.
 Bachmann, A., 1964: Microfossil found from Noto, Japan; Part II Silicoflagellide und Archaeomonadaceae. Science Report of Kanazawa University. v. 9, p. 87-118.

- Bukry, D., 1980: Silicoflagellate biostratigraphy and paleoecology in the eastern equatorial Pacific, DSDP Leg 54, Initial Reports of DSDP, v. 54, p. 543-573.
- Bukry, D., 1987: Eocene siliceous and calcareous phytoplankton, DSDP Leg 95. Initial Reports of DSDP, v. 95, p. 395-415.
- Bukry, D., and Foster, J. H., 1973: Silicoflagellates and diatom stratigraphy, Leg 16, DSDP. Initial Reports of DSDP, v. 16, p. 815-871.
- Borgert, A. H. C., 1890: Über den Bau von *Distephnus (Dictyocha) speculum* Ehrenb. sp. Zoologischer Anzeiger, v. 13, p. 227-231.
- Ciesielski, P. F., 1991: Biostratigraphy of diverse silicoflagellate assemblages from the Early Paleocene to Early Miocene of Holes 698A, 700B, 702B, and 703A. Subantarctic Subatlantic Proceeding of ODP, Science Results. v. 114, p. 49-96.
- Cornell, W. C., 1972: Late Cretaceous chrysomonad cysts. Paleogeography, Paleoclimatology and Paleocology, v. 12, p. 33-47.
- Deflandre, G., 1934: Nomenclature du squelette des ébriacées et description de quelques formes nouvelles. Annales de Protistologie, v. 4, p. 75-96.
- Deflandre, G., 1950: Contribution a l'étude des silicoflagellidés actuels et fossiles. Microscopie, v. 2, p. 21-22.
- Distanov, U. G., and Glezer, Z. I., 1974: Silikoflagellit-novvy tip opalovykh kremmistrykh porod (Silicoflagellite-a new type of opaline siliceous rock). Lithologiya i Ploznye Isokopamy, p. 112-114.
- Dumitrică, P., 1973: Paleocene, Late Oligocene, and Post Oligocene silicoflagellates in southwestern Pacific sediments cored on DSDP Leg 21. Initial Reports of DSDP, v. 13, p. 887-883.
- Ehrenberg, C. G., 1840: Über noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien, Abhandlung Preuss Akademische Wissenschaft, Berlin, 1839, p. 81-174.
- Ehrenberg, C. G., 1844: Mittheilung über zwei neue Lager von Gebirgsmassen aus Infusorien als Meeres-Absatz in Nord-Amerika und eine Vergleichung derselben mit den organischen Kreide-Gebilden in Europa und Africa, Berichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. p. 57-97.
- Gemeinhardt, K., 1934: Die Silicoflagellaten des südatlantischen Ozeans. Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff Meteor 1925-1927, v. 12, p. 274-312.
- Glezer, Z. I., 1966: Flora sporovych rasteiny SSSR, V. 7, Kremnevye zhgutikovye vodorosli (Silicoflagellaty). [(Flora of spore-plants of USSR, Siliceous flagellate algae (silicoflagellates)]. Akademy. Nauk SSSR, Botanicheski. Institut. V. L. Komarova, Moscow, Leningrad, Nauka, 330 p.
- Hovasse, R., 1934: Ebriacées, Dinoflagellés et Radiolaires. Academie des Science Paris Comptes Rendus., v. 198, p. 402-404.
- Ichikawa, W., Shimizu, I., and Bachmann, A., 1967: Fossil silicoflagellates and their associated uncertain forms in Iida Diatomite, Noto Peninsula, Central Japan. Science Report, Kanazawa University, v. 12, p. 143-172.
- Kim, B. K., Cheong, C. H., Ko, I. S., Paik, K. H., and Koh, Y. K., 1982: Micro-paleontological and sedimentological studies of the Neogene Tertiary in Korea. Journal of the Geological Society of Korea, v. 18, p. 19-36.
- Koh, Y. K., 1986: Silicoflagellates, ebridians and nannofossils from the Pohang (Neogene) and the Ulleung (Late Quaternary) basins. Korea. Ph.D. Thesis, Seoul National University, 210 p.
- Lee, Y. G., 1979: Preliminary studies of zonation based on diatoms, silicoflagellates and ebridians of the Yeonil Group, Korea. Journal of the Geological Society of Korea, v. 15, p. 100-102.
- Ling, H. Y., 1970: Silicoflagellates from central North Pacific core sediments. Bulletin of American Paleontology, v. 58, p. 85-129.
- Ling, H. Y., and Kim, B. K., 1983: Miocene archeomonads from Pohang Area, Korea. Geological Society of Korea, v. 19, p. 247-251.
- Loeblich III, A. R., Loeblich, R. A., Tappan, H., and Loeblich, A. R., 1968: Annotated index of fossil and recent silicoflagellates and ebridians with descriptions and illustrations of validly proposed taxa. The Geological Society of America, 319 p.
- Mandra, Y. T., 1960: Fossil silicoflagellates from California, U.S.A. International Geological Congress, XXI Session,

- Norden, p. 77-89.
- Marshall, S. M., 1934: The Silicoflagellata and Tintinnoinea. Scientific Reports of Great Barrier Reef Expedition, v. 4, p. 623-664.
- Orr, W. N., and Conley, S., 1976: Siliceous dinoflagellates in the northeast Pacific rim. *Micropaleontology*, v. 22, p. 92-99.
- Perch-Nielsen, K., 1975: Late Cretaceous to Pleistocene silicoflagellates from the southern SW Pacific, DSDP Leg 29. Initial Reports. DSDP, v. 29, p. 677-721.
- Schulz, P., 1928: Beiträge zur Kenntnis fossiler und rezenter Silicoflagellaten. *Botanical Archives*, v. 21, p. 225-292.
- Schütt, F., 1891: Sulla formazione scheletrica intracellulare di un diniflagellato. *Neptunia*, v. 1, p. 407-426.
- Steidinger, K. A., and Williams, J., 1970: Dinoflagellates. *Memoirs Hourglass Cruises*, Marine Research Laboratory, Florida Department of Natural Resources, p. 1-151.
- Stradner, H., 1971: On the Ultrastructure of Miocene Archaeomonadaceae (Phytoflagellates) from Limberg, Lower Austria. In: Farinacci, A. (ed.), *Proceedings of the Second Planktonic Conference*, v. 1, p. 1183-1199.
- Tappan, H., 1980: *The Paleobiology of Plant Protists*. W. H. Freeman and Company, 1028 p.
- Tynan, E. J., 1957: Silicoflagellates of the Calvert Formation (Miocene) of Maryland. *Micropaleontology*, v. 3, p. 127-136.
- You, H. S., 1983: The biostratigraphy of the Neogene Tertiary deposits, Korea. Ph.D. Thesis, Seoul National University, 172 p.
- You, H. S., and Koh, Y. K., 1984: Studies on the silicoflagellates and ebridians from the Tertiary deposits in the northern area of the Pohang basin. *Journal of the Geological Society of Korea*, v. 20, p. 127-132.

[Plate 1]

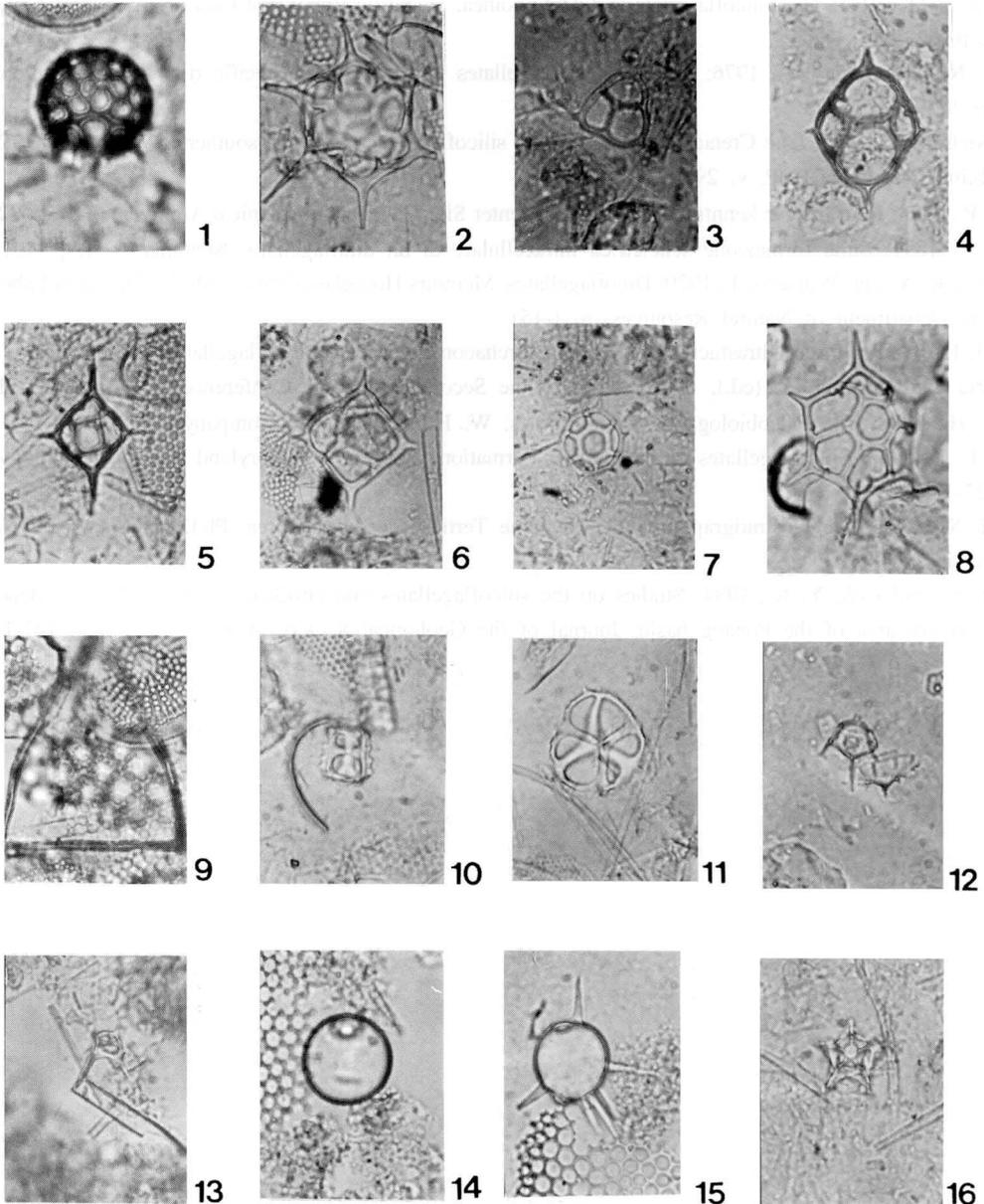
**SILICOFLAGELLATES**

Fig. 1, *Cannopilus ichikawai* Bachmann, Fig. 2, *Cannopilus hemisphaericus* (Ehrenberg) Haeckel, Fig. 3, *Corbisema triacantha* (Ehrenberg) Hanna, Fig. 4, *Dictyocha ausonia* Deflandre, Fig. 5, *Distephanus crux* (Ehrenberg) Haeckel, Fig. 6, *Dictyocha fibula* Ehrenberg, Fig. 7, *Distephanus speculum* (Ehrenberg) Haeckel, Fig. 8, *Distephanus boliviensis* (Frenguelli) Bukry and Foster, Fig. 9, *Bachmannocena apiculata* (Schulz) Bukry

EBRIDIANS

Fig. 10, *Amnochium rectangulare* (Schulz) Deflandre, Fig. 11, *Ebriopsis antiqua* (Schulz) Hovasse, Fig. 12, *Hermesium adriaticum* Zacharias, Fig. 13, *Parathranium tenuipes* Hovasse

ARCHAEOMNADS

Fig. 14, *Archaeomonas mamillosa* Tynan, Fig. 15, *Archaeosphaeridium pachyceros* Deflandre

ENDOSKELETAL DINOFLAGELLATES

Fig. 16, *Actiniscus pentasterias* Ehrenberg

(Above fossil occurrences are the Yeonil Group, Pohang. All figures are magnified in $\times 400$)

[Plate 2]

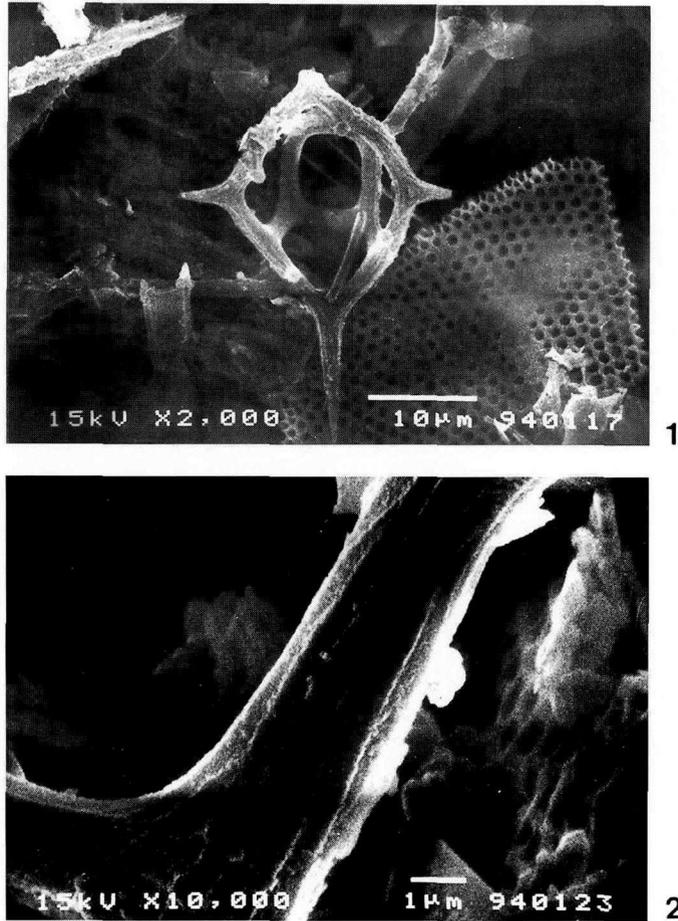
**SEM images of silicoflagellates**

Fig. 1, *Distephanus crux* (Ehrenberg) Haeckel, rear view, $\times 2,000$, Pohang, Fig. 2, Surface microstructures of basal ring, *Distephanus crux*, $\times 10,000$, Pohang