

팔당호 섬모충 플랑크톤의 분류 및 생태학적 연구

문은영^{1,2} · 김영옥¹ · 김백호¹ · 공동수² · 한명수^{1,*}

(¹한양대학교 생명과학과, ²국립환경연구원 수질오염총량과)

Taxonomic and Ecologic Studies on Ciliate Plankton in Pal'tang Reservoir, Korea. Moon, Eun-Young^{1,2}, Young-Ok Kim¹, Baik-Ho Kim¹, Dong-Soo Kong² and Myung-Soo Han^{1,*}
(¹Dept. of Life Science, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea, ²Watershed Management Research Division, Environmental Research Complex, Incheon 404-170, Korea)

In order to understand the taxonomic and ecologic characteristics on ciliates plankton, surface water samples were collected once a weekly from March 2001 to December 2001 except once a monthly from December 2001 to January 2001 and twice a monthly at February 2001 at Pal'tang reservoir in Korea. Totally 12 species belonging to 10 genera in 7 families of 6 order, were identified and all species new record in Korea. All of them had been recorded in eutrophic water bodies. Succession of dominant species occurred obviously according to seasonality. Large-sized *Codonella cratera*, *Rimostrombidium lacustris*, *Strobilidium caudatum*, *Limnostrombidium viride*, *Pelagostrombidium fallax*, *Stylonychia* sp., *Pseudostrombidium planktonicum* and *Phascolodon vorticella* dominated during the period of outbreak of nanophytoplankton in winter to spring. However, small-sized *Rimostrombidium hyalinum*, *Rimostrombidium brachykinetum*, *Halteria grandinella* and *Vorticella convallaria* occurred when the bacteria abundance increased in summer to autumn.

Key words : ciliate plankton, new record species, taxonomy, ecology, Pal'tang reservoir

서 론

섬모충은 섬모라는 운동기관으로 수중에서 유영하며 타생물들을 포식하는 중속영양 원생생물이다. 따라서 이들을 미소동물플랑크톤(microzooplankton) 또는 섬모충플랑크톤이라하며 이들은 박테리아와 미세식물플랑크톤(nanophytoplankton)을 포식하는 동시에 중형 동물플랑크톤(mesozooplankton)의 먹이생물로 수서생태계의 먹이사슬내 식물플랑크톤과 동물플랑크톤의 사이에서 중요한

에너지 전달자로 알려져 있다(Porter *et al.*, 1979; Azam *et al.*, 1983; Gonzalez *et al.*, 1990). 수서 생태계에서 섬모충의 역할이 중요하게 인식되면서 국내에서도 이들에 관한 분류 및 생태학적 연구가 활발하게 진행되고 있다. 분류학적 연구는 피갑(lorica)을 가지고 있어 동정 분류가 비교적 쉬운 유충섬모충(tintinnids)에 대해 진해만과 영일만(Yoo *et al.*, 1988; Yoo and Kim, 1990) 그리고 남해, 동해 및 동중국해에서 분포하는(이와 김, 2000) 다수의 종이 기재되었다. 한편, 소모류(oligotrichs) 같이 피갑이 없는 무각 섬모충의 경우, 최근에 황해, 대한해협 그리고

* Corresponding author: Tel: 02) 2290-0956, 1704, Fax: 02) 2296-1741, E-mail: hanms@hanyang.ac.kr

동중국해 (Suzuki and Han, 2000), 인천연안 등 (이, 2002)에서 많은 종이 새롭게 분류 기재되었다. 무각 섬모충의 분류학적 연구는 최근 들어서 하모류 *Euplotidium small*이 신종으로 *Paraeuplotidium*이 새로운 속(genus)으로 발표되면서 (Lei *et al.*, 2002) 비롯되었다. 한국산 섬모충의 생태학적 연구로는 천수만 (Jeong, 1988)과 인천만 (최등, 1995)에서 유충섬모충류의 분포특성이 조사되었으며, 최근에는 수질의 지표로 섬모충 플랑크톤 군집을 이용한 연구도 발표되었다 (Xu *et al.*, 2000). 담수의 경우는 섬진강 하류에서 유충섬모충류의 생태학적 연구 (유와 박, 2001)와 하모류 (hypotrichs)에 관한 분류학적 연구가 있을 뿐 (신과 김, 1988; Shin and Kim, 1993a,b; 신, 1994) 담수역에 가장 보편적으로 분포하고 있는 소모류를 중심으로한 포괄적인 분류학적 연구가 미흡한 실정이다.

본 연구는 최근 급격히 부영양화되고 있는 서울시 상수원인 팔당호 (한 등 1993, 1995, 1999, 2002; Han *et al.*, 2002; 김 등 2002; Hong *et al.*, 2002)를 대상으로 한강상류 수계 담수 섬모충의 출현 분포와 생태학적 특성을 포함한 종의 분류 및 기재에 대한 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

1. 채집 장소 및 조사기간

채집장소는 팔당호로 유입되는 경안천 하류의 광동교 부근에서 실시하였으며 (Fig. 1), 조사기간은 2000년 12월 15일부터 2001년 12월 6일까지 1년 동안, 동계에는 월 1~2회 (12월과 1월, 1회; 2월, 2회), 나머지 기간은 매주 1회씩 실시하였으며 채집시간은 오전 10~11시에 실시하였다.

채수는 Van Dorn 채수기 (5 L용)를 이용하여 표층수 (0~50 cm)를 채수하였으며, 채수된 시료는 300 mL 폴리 에틸렌 채집병에 담은 후, Bouin's solution (2~4% final conc.)으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 수온과 pH는 portable pH meter (290A, Orion, USA)를 이용하여 현장에서 직접 측정하였다. 용존산소는 Winkler-azid method (APHA, 1992)으로 측정하였다.

섬모충 플랑크톤의 동정 및 계수를 위하여 Bouin's solution으로 고정된 시료를 QPS (quantitative protargol stain)의 과정 (Montagnes and Lynn, 1987)을 거쳐 영구 표본을 제작한 후 광학현미경 (Zeiss, Axioplan)을 이용하여 1,000배 하에서 검정하였다.

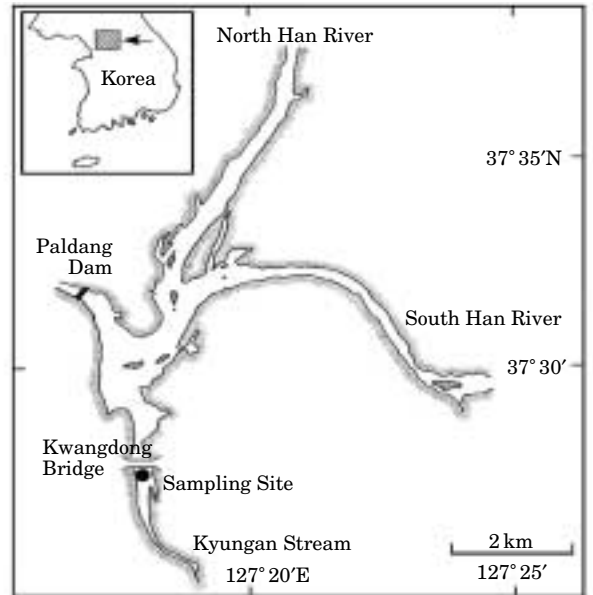


Fig. 1. Sampling site at Pal'tang Reservoir in Korea.

2. 용어 설명

섬모충의 형태학적 특징에 따라 사용된 용어는 주로 Borror (1972), Corliss (1979), Hausman and Hülsmann (1996)의 영문 용어와 김영옥 (1986), 신만균 (1988), 한국 생물과학협회 (1999)의 국문용어, 그리고 Song (1999)의 한자용어를 참고하였으며, 본 논문에 처음으로 사용된 한글 용어는 용어의 좌측상단에 “*”로 표시하였다.

1) 섬모충의 일반적 용어 설명 (Fig. 2)

- 전방부위 (anterior part): 세포가 전진하는 방향쪽을 의미하며 세포 절반의 앞부분.
- 후방부위 (posterior part): 전방부위의 반대쪽으로 세포 절반의 아래부분.
- 전단 (anterior end): 전방부위의 앞쪽 끝부분.
- 후단 (posterior end): 후방부위의 아래쪽 끝부분.
- 좌측 (left side): 복면에서 볼 때 오른쪽 부분.
- 우측 (right side): 복면에서 볼 때 왼쪽 부분.
- 복면 (ventral view): 세포구 (cytostome)가 있는 부분이 복면이 되지만 세포구가 정단 (apical)에 있을 경우는 제외함.
- 배면 (dorsal view): 복면의 반대방향으로 세포의 입구조가 정단에 있는 경우는 제외함.
- 대핵 (macronucleus, MA): 영양핵으로 크기가 크고 원형 (spherical), 타원형 (ellipsoidal), C형, 염주형 (moniliform)의 다양한 형태를 지니며 검색형질로 사용됨.

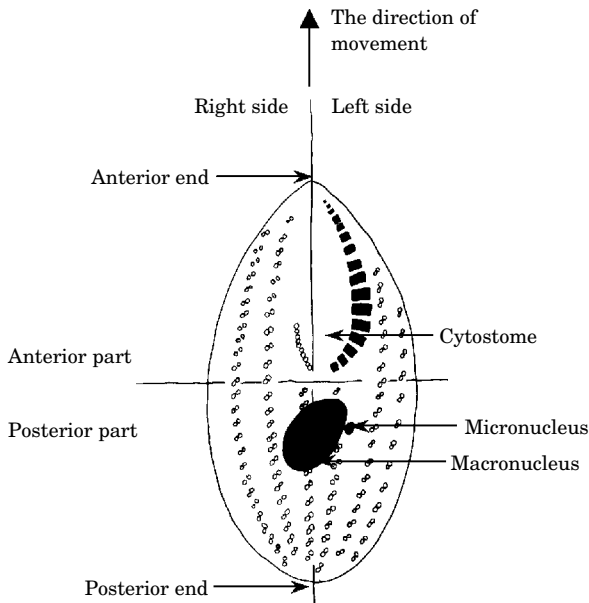


Fig. 2. Ventral view of an identified ciliate. Anterior part (전방부위), Posterior part (후방부위), Anterior end (전단), Posterior end (후단), Left side (좌측), Right side (우측), Macronucleus (대핵), Micronucleus (소핵), Cytostome (세포구).

소핵 (micronucleus, MI): 생식핵 (generative nucleus)이라고 불리며 대핵보다 작고 원형 (spherical) 또는 난형 (ovoid)의 형태로, 대핵에 근접하여 위치하고 있으며 소핵의 개수는 검색 형질로 사용됨.

2) 섬모충의 Subclass 범주내의 용어설명

(1) Subclass Choreotrichia의 관련 용어 (Fig. 3)

세포인두 (cytopharynx, CY): 세포의 식도라고 부르며 세포구 (cytostome)부터 연결되는 깔대기 모양의 관.

구원기 (oral primordium, OP): 세포가 분열중에 관찰되며 입이 되는 부분.

섬모열 (ciliary row, CR): Kinetin이 세포 표면에 세로로 줄을 형성한 구조로써 *Rimostrombidium*에 있어 섬모열의 개수가 검색형질로 사용.

피갑 (lorica, L): 원충 (soft body)이 분비하는 물질과 외부의 이 물질이 부착함에 의해 형성되며 형태에 따라서 동정시에 중요한 검색형질 사용되며 유충섬모충 (Order: Tintinnida)에 잘 발달되어 있음.

원충 (soft body, SB): 원추형의 단세포로 후단 (posterior end)이 피갑의 내부에 부착되어 있다. 전방부위는 넓은 개구부를 이루며 입주변막판이 피갑 밖으로 돌출하여 포식과 유영을 함.

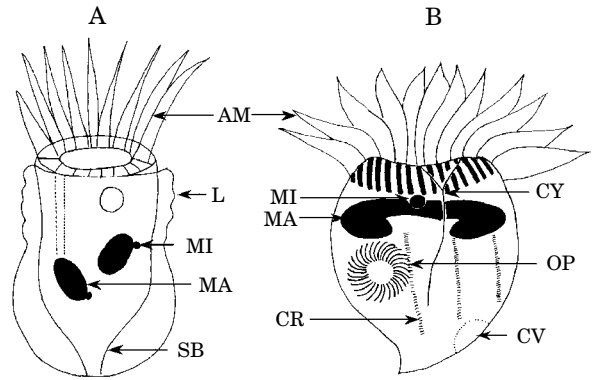


Fig. 3. Ventral view of genus *Codonella* (A) and ventral view of genus *Rimostrombidium* (B) in subclass Choreotrichia. AM (Adoral zone of membranelles, 입주변 막판), L (Lorica, 피갑), SB (Soft body, 원충), MA (Macronucleus, 대핵), MI (Micronucleus, 소핵), CY (Cytopharynx, 세포인두), CR (Ciliary row, 섬모열), OP (Oral primordium, 구원기), CV (Contractile vacuole, 수축포).

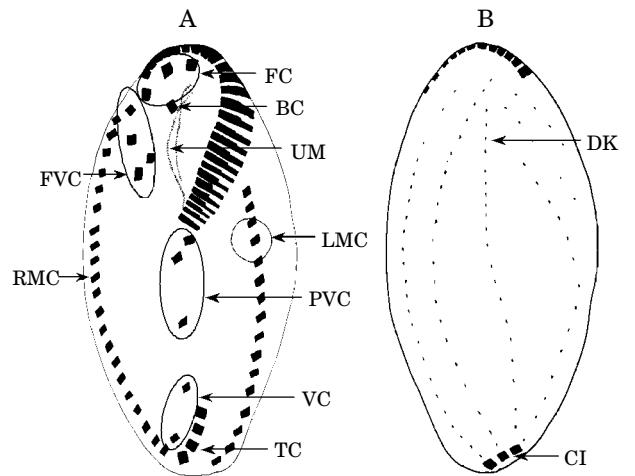


Fig. 4. Ventral view (A) and dorsal view (B) of subclass Hypotrichia. FC (Frontal cirri, 전단극모), FVC (Frontal ventral cirri, 전단복극모), BC (Buccal cirri, 구극모), UM (Undulating membranelles, 파동막), PVC (Postoral ventral cirri, 후구복극모), VC (Ventral cirri, 복극모), TC (Transverse cirri, 횡극모), RMC (Right marginal cirri, 우측극모), LMC (Left marginal cirri, 좌측극모), DK (Dorsal kineties, 배측모), CI (Caudal cirri, 미극모).

(2) Subclass Hypotrichia의 관련 용어 (Fig. 4)

전단극모 (frontal cirri, FC): 세포구 (cytostome)의 오른쪽에 위치하는 섬모다발.

전단복극모 (frontal ventral cirri, FVC): 세포 복면의 전

방부위에 위치함.

구극모 (buccal cirri, BC): 파동막 (undulating membranelles)의 오른쪽에 위치하며 한 개 섬모다발로 이루어짐.

파동막 (undulating membranelles, UM): 세포구의 오른쪽 주변을 따라 위치하며 측구막 (paroral membrane)과 내구막 (endoral membrane)으로 구성.

후구복극모 (postoral ventral cirri, PVC): 세포구와 파동막 아래에 위치하며 3개의 섬모다발로 구성.

횡극모 (transverse cirri, TC): Hypotrichs에서 특징적으로 관찰되며 세포의 후방에 위치한다. 주로 “J”자 모양 5개 이상의 섬모다발로 구성.

우측극모 (right marginal cirri, RMC): 한 줄 이상의 섬모열이 복면의 오른쪽에 배열되어 있으며 섬모열의 개수는 검색형질로써 사용함.

좌측극모 (left marginal cirri, LMC): 복면의 왼쪽부분에 한 줄이상의 섬모열이 배열되어 있으며 개수는 다양하며 중요한 검색형질로써 사용됨.

배측모 (dorsal kineties, DK): Hypotrichs의 특징적 기관으로 등면에 발달되어 있으며 최근에는 분류의 중요한 검색형질로 사용.

미극모 (caudal cirri, CI): 섬모열이 뚜렷하고 섬모다발의 길이가 길며 후단에 위치하여 부착기능을 가짐.

(3) Subclass Oligotrichia의 관련 용어 (Fig. 5)

입주변 막판 (adoral zone of membranelles, AM): 입주변에 발달된 섬모다발로 먹이를 포획하거나 유영시 사용하며, 막판의 개수는 중요한 검색 형질.

내막판 (inner membranelles, IM): 입의 좌측에 형성된 섬모다발로 입주변 막판보다 섬모의 길이가 짧고 개수는 중요한 검색 형질.

*도약섬모 (jumping bristles, JB): Halterida에 발달된 섬모의 한 종류로서 세포의 중간부위에 “L”, “T”자의 형태로 세포를 둘러 싸고 있으며 이 기관을 이용하여 세포는 Zig-zag로 점프하여 빠르게 이동함.

사출구 (extrusome, E): 세포의 겉표면에 위치하여 먹이를 포획하거나 자기 방어에 사용하며 물리, 화학적 자극에 의해 사출한다. 크기, 형태, 기능에 따라서 다양하게 구분됨.

피막 (pellicle, P): 투명한 막으로 이루어져 있으며 Strombidida의 경우 환상섬모열부터 발달되어 있으며 살아있는 상태에서 관찰이 용이하나 고정시 관찰이 어려움.

*환상 섬모열 (circumferential ciliary row, CR): 세포의 중간 부분에 몸을 둥글게 감싸는 띠를 형성함.

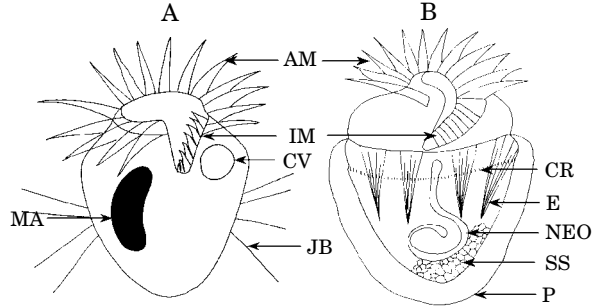


Fig. 5. Ventral view of genus *Halteria* (A) and ventral view of genus *Limnostrombidium* (B) in subclass Oligotrichia. AM (Adoral zone of membranelles, 입주변 막판), IM (Inner membranelles, 내막판), CV (Contractile vacuole, 수축포), JB (Jumping bristles, 도약섬모), CR (Circumferential ciliary row, 환상 섬모열), E (Extrusome, 사출구), NEO (Neof ormation organelle, 신생돌기), P (Pellicle, 피막), SS (Silver-line system, 망상막).

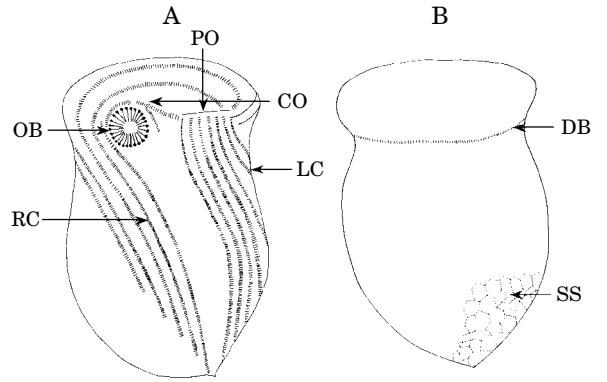


Fig. 6. Ventral view (A) and dorsal view (B) of genus *Phascolodon* in subclass Phyllopharyngia. PC (Preoral ciliary row, 전구 섬모열), CO (Circumoral ciliary row, 입주변섬모열), OB (Oral basket, 입주머니), RC (Right ciliary row, 우측섬모열), LC (Left ciliary row, 좌측섬모열), DB (Dorsal brush, 등솔).

*신생돌기 (neof ormation organelles, NEO): 염색했을 경우 하얀 튜브가 꼬인 형태.

*망상막 (silver system, SS): 섬유 (fibre)로 구성되어 외부의 자극 등을 전도하는 역할을 담당하며 silver nitrate와 silver impregnation으로 염색했을 때 세포 표면이 줄무늬나 그물모양으로 관찰되나 생시료에서 더 정확하게 관찰이 됨.

(4) Subclass Phyllopharyngia의 관련 용어 (Fig. 6)

*입주머니 (oral basket, OB): 미세소관 (microtubule)이

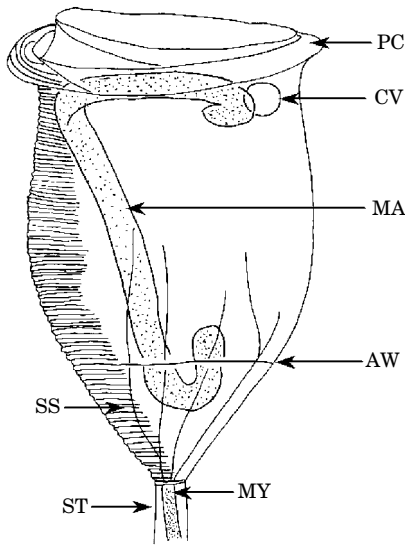


Fig. 7. Ventral view of genus *Vorticella* in subclass Peritrichia. PC (Peristomial collar, 구연깃), AW (Aboral ciliary wreath, 반구 섬모환), SS (Transverse striae, 횡선), MY (Myonemes, 사근), ST (Stalk, 줄기).

다발로 이루어져 깔대기 모양의 구조를 이룬다.

- *우측섬모열 (right ciliary, RC): *Phascolodon*의 복면 우측에 배열된 섬모열로 섬모열의 줄수를 검색형질로 사용.
- *좌측섬모열 (left ciliary, LC): *Phascolodon*의 복부 좌측에 배열된 섬모열로 섬모열의 줄수를 검색형질로 사용.
- *전구 섬모열 (preoral ciliary row, PO): 좌측 섬모열의 상단에 가로로 일자 형태.
- *입주변 섬모열 (circumoral ciliary row, CO): 입주머니를 반만 둥글게 감싸며 2갈래로 나뉘어짐.
- *등솔 (dorsal brush, DB): 등부분의 전방에 강하고 짧은 1줄의 섬모열.

(5) Subclass Peritrichia의 관련 용어 (Fig. 7)

- 구연깃 (peristomial collar, PC): 입주머니가 넓게 퍼져 있어 깃처럼 볼록 튀어 나온 기관.
- 횡선 (transverse striae, SS): 구연깃 아래부터 줄기부분까지 가로무늬의 선이 여러 개를 이루며 이 부분의 개수에 따라서 분류 형질 사용.
- *반구 섬모환 (aboral ciliary wreath, AW): 후방부위에 섬모가 세포를 둥글게 감싸며 고정시에 하얗게 띠를 형성함.
- 사근 (myoneme, MY): 수축과 이완의 기능을 하며 줄기속에 까만 선이 세포의 전반에 나뭇가지처럼 퍼짐.
- 줄기 (stalk, ST): 세포를 지지하는 기능을 가지고 후단에서부터 연결.

결 과

1. 분류체계

문 (Phylum)부터 목 (Order)까지의 상위 범주 (category)는 Lynn and Small (2000)의 체계를 따랐으며, 목 (Order) 이하의 하위체계는 몇가지 분류체계를 도입하였다 (Table 1). 즉, Sporadotrichida목의 경우는 Song (1999)의 분류체계를, Clamydodontida, Sessilda 이하의 하위체계는 Corliss (1979), 이외의 하위체계는 Foissner *et al.* (1999)의 분류체계를 따랐다.

본 연구의 결과 11목 21과 36속 57종이 출현하였으며 이중 27종을 동정하고 30종이 미동정되었다. 이들중 우점하였던 6목 7과 10속 12종을 중심으로 기재하였다.

2. 종의 기재

1) Order Tintinnida Kofoid and Campbell

Family Codonellidae Kent

피갑은 구형, 원추형 또는 원통형이다. 벽은 1차, 2차 또는 3차 구조로 발달되어 있어 울퉁불퉁하게 이물질이 쌓여 있다.

Genus *Codonella* Haeckel

Codonella cratera (Leidy)

(Pl. I, 1-4)

Diffugia cratera: Leidy, 1877, p. 621, Fig. 9 (from cited Foissner *et al.*, 1999)

Codonella lacustris: Entz, 1885, p. 621, Fig. 4 (from cited Foissner *et al.*, 1999)

Tintinnopsis lacustris: Faurè-Fremiet, 1924, p. 88, Fig. 28

Codonella cratera: Imhof, 1885 (from cited Foissner *et al.*, 1999); Khal, 1932, p. 506, Figs. 25, 42, 43; Foissner and Wilbert, 1979, p. 93, Figs. 8-11; Curds *et al.*, 1983, p. 363, Fig. 213; Foissner *et al.*, 1991, pp. 186-189, Figs. 1-35; Foissner *et al.*, 1999, pp. 621-625, Figs. 1-39

분류 형질

피갑 (lorica)의 크기, 길이, 형태, 대핵, 소핵이다.

종의 기재

피갑의 크기는 길이가 39~80 μm, 넓이가 28~55 μm

Table 1. Systematic list of Ciliate plankton in Pal'tang reservoir, Korea.

Phylum: Ciliophora Doflein
Subphylum Intramacronucleata
Class Spirotrichea Butschli
Subclass Choreotrichia
Order Tintinnida Kofoid and Campbell
Family Codonellidae Kent
Genus <i>Codonella</i> Haekel
1. <i>Codonella cratera</i> Imhof
Order Choreotrichida Small and Lynn
Family Strobilidiidae Khal in Doflein and Reichenow
Genus <i>Rimostrombidium</i> Petz and Foissner
2. <i>Rimostrombidium lacustris</i> Petz and Foissner
3. <i>Rimostrombidium hyalinum</i> Petz and Foissner
4. <i>Rimostrombidium brachykinetum</i> Krainer
Genus <i>Strobilidium</i> Schewiakoff
5. <i>Strobilidium caudatum</i> Foissner
Subclass Hypotrichia Stein
Order Sporadotrichida Faure-Fremiet
Family Oxytrichidae Ehrenberg
Genus <i>Stylonychia</i> Ehrenberg
6. <i>Stylonychia</i> sp.
Genus <i>Pseudostrombidium</i>
7. <i>Pseudostrombidium planktonicum</i>
Subclass Oligotrichia Bütschli
Order Halteriida Petz and Foissner
Family Halteridae Claparède and Lachmann
Genus <i>Halteria</i> Dujardin
8. <i>Halteria grandinella</i> Dujardin
Order Strombidiida Petz and Foissner
Family Strombidiidae Faurè-Fremiet
Genus <i>Limnostrombidium</i> Krainer
9. <i>Limnostrombidium viride</i> Krainer
Genus <i>Pelagostrombidium</i> Krainer
10. <i>Pelagostrombidium fallax</i> Krainer
Class Phyllopharyngea de Puytorac <i>et al.</i>
Subclass Phyllopharyngia de Puytorac <i>et al.</i>
Order Chlamyodontida Deroux
Family Chilodonellidae Deroux
Genus <i>Phascolodon</i> Stein
11. <i>Phascolodon vorticella</i> Stein
Class Oligohymenophorea de Puytorac <i>et al.</i>
Subclass Peritrichia Stein
Order Sessilida Kahl
Family Vorticellae Ehrenberg
Genus <i>Vorticella</i> Linnaeus
12. <i>Vorticella convallaria</i>

($X = 59.4 \pm 12.0 \times 46.5 \pm 7.4$, $n = 19$; Table 2)이며, 원충의 크기는 길이가 22~45 μm , 넓이가 11~39 μm ($X = 34.4 \pm 6.5 \times 25.7 \pm 5.9$, $n = 19$; Table 2)이다. 체형은 향아

Table 2. Morphometric character of *Codonella cratera*.

All data were based on protargol impregnated specimens. Measurements in μm . SB: soft body, MA: macronucleus, AM: adoral zone of membranelles.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Lorica length	59.4	80	39	12.0	19
Lorica width	46.5	55	28	7.4	19
SB length	34.4	45	22	6.5	19
SB width	25.7	39	11	5.9	19
MA-1 length	10.4	16	7	2.4	13
MA-1 width	7.1	16	7	1.55	13
MA-2 length	10.3	16	8	2.4	13
MA-2 width	7.4	10	5	1.6	13
AM number	16.7	19	15	1.4	9

리 모양이지만 (Pl. I, 1) 계절에 따라서 형태가 변하는데 겨울은 중간부위가 잘록하게 들어가는 부분이 거의 없이 직선형이지만 (Pl. I, 2, 3) 여름에 갈수록 중간부위가 잘록하게 들어가고 후방부위는 심장형에 가까운 형태로 바뀐다 (Pl. I, 4). 피갑을 이루는 물질 또한 겨울은 구형인 (Pl. I, 2, 3) 피갑물질이 여름에는 원통형으로 바뀐다 (Pl. I, 4). 원충의 입 주변 막판은 15~19개 ($X = 16 \pm 1.4$, $n = 9$; Table 2)이고, 반시계 방향으로 비스듬히 꼬인다 (Pl. I, 1). 대핵과 소핵은 각각 2개로 구성되어 있으며 대핵은 타원형이고 소핵은 구형을 이룬다 (Pl. I, 1).

유사종 비교

본 속(genus)과 *Membranicoles*, *Tintinnidium*은 유사하지만, *Codonella*는 원충의 대핵과 소핵이 각각 2개이며, *Membranicoles*는 원충의 대핵은 2개지만 소핵이 1개, *Tintinnidium*은 대핵과 소핵이 각각 1개로 구성되어 있다. 본 종과는 *Stenosemella lacustris*가 유사한데 *Codonella cratera*는 피갑이 전방부위는 사각형이며 후방부위는 구형을 이뤄 전체적 체형은 향아리 형태이지만 *Stenosemella lacustris*의 피갑은 전방부위에 사각형의 구조가 없어 쉽게 구별된다 (Foissner and O'donoghue, 1990).

생태학적 특징

본 종은 미국의 Savanah 강에서 용존산소 농도는 5~7 mg L^{-1} 이며 (Patrick *et al.*, 1967), 오스트리아 Obertrume 호수에서의 (Foissner and Wilbert, 1979) 용존 산소는 4.7~6.5 mg L^{-1} 인 곳에서 출현하였고 본 수역에서도 우점한 5월 4일에 용존산소농도는 8.3 mg L^{-1} 인 곳에서 출현하여 (Table 3) 주로 중영양과 부영양수역에서 서식함을 알 수 있었다.

Table 3. Autecological data of *Codonella cratera*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea)	Eutrophic	1.09~27	6.5~9.3	8.3~18.5	The number of <i>Codonella cratera</i> were ranged from 20 to 6850 cells L ⁻¹ , and maximums were recorded at 4 May.
Savannah river (USA) ¹		17.1~18.5	8.7~8.9	4.7~6.5	
Obertrume lake (Austria) ²		23~28	6.5~7.0	5~7	
Karstic lake (Yugoslavia) ³					The peak (100 cells L ⁻¹) was occurred in spring after decrease which was abundant in the metalimnion
Neumühler lake (Germany) ⁴	Mesotrophic				The peak was showed in spring.
Vörtsjärv lake (Estonia) ⁵	Eutrophic				The abundance was occurred between 1995 and 1996 in epilimnion
Oglethorpe lake (American) ⁶	Eutrophic				The peak (3,720 cells L ⁻¹) was mostly recorded in winter after decrease.

References: Patric *et al.*, 1967¹; Foissner and Wilbert, 1979²; Primc, 1986³; Mathes and Arndt, 1994⁴; Zingel, 1999⁵; Pace 1982, Pace and Orcutt 1981, Sanders *et al.*, 1989⁶.

유고슬라비아의 Karstic 호수에서는 봄에 우점한 후 고수온기에 개체수가 감소하는 경향을 나타냈으며 (Primc, 1986), 미국 Oglethorpe 호수에서 겨울에 우점하였고 (Pace 1982; Pace and Orcutt 1981; Sanders *et al.*, 1989) 독일 Neumuhler 호수에서 봄에 우점하였다 (Mathes and Arndt, 1994). 또한, 본 수역에서도 춘계 5월초에 높은 개체수가 관찰된 후 (Fig. 8A) 수온의 상승과 함께 감소하는 추수역과 연구결과가 일치하여 겨울과 봄에 주로 출현하는 종으로 판단된다.

2) Order Choreotrichida Small and Lynn

Family Strobilidiidae Khal in Doflein and Reichenow

입주변막판이 입을 완전히 둥글게 감싼다. 짧은 섬모가 섬모열을 이루며 여러 개의 섬모열이 몸을 둥글게 감싼다.

1. 섬모열이 후단에서 돌돌 말리지 않는다. *Rimostrombidium*
2. 섬모열이 후단에서 돌돌 말린다. *Strobilidium*

Key to species of the genus *Rimostrombidium*

1. 섬모열이 11개이다. *Rimostrombidium lacustris*
 섬모열이 6개이다. 2
2. 섬모열이 세포길이의 4/5까지 내려온다. *Rimostrombidium hyalinum*

Table 4. Morphometric character of *Rimostrombidium lacustris*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurement in µm. AM: adoral zone of membranelles, CR: ciliary row.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	51.9	70	32	14.2	15
Cell width	45.5	60	35	9.1	15
AM number	31	35	29	1.8	16
CR number	11	12	10.9	0.6	17

섬모열이 세포길이의 2/3를 넘지 않는다.
 *Rimostrombidium brachykineum*

Genus *Rimostrombidium* Petz and Foissner

***Rimostrombidium lacustris* Foissner**

(Pl. I, 5-10)

Strobilidium velox: Grim, 1987, p. 118, Figs. 1, 2
Strobilidium lacustris: Foissner *et al.*, 1988, pp. 495-496, Figs. 19-31; Mizuno and Takahashi, 1999, p. 319, Fig. 50
Rimostrombidium lacustris: Foissner *et al.*, 1999, pp. 598-603, Figs. 1-37

분류 형질

세포의 길이 및 넓이, 입주변막판의 수, 섬모열의 수, 확장범위 및 형태.

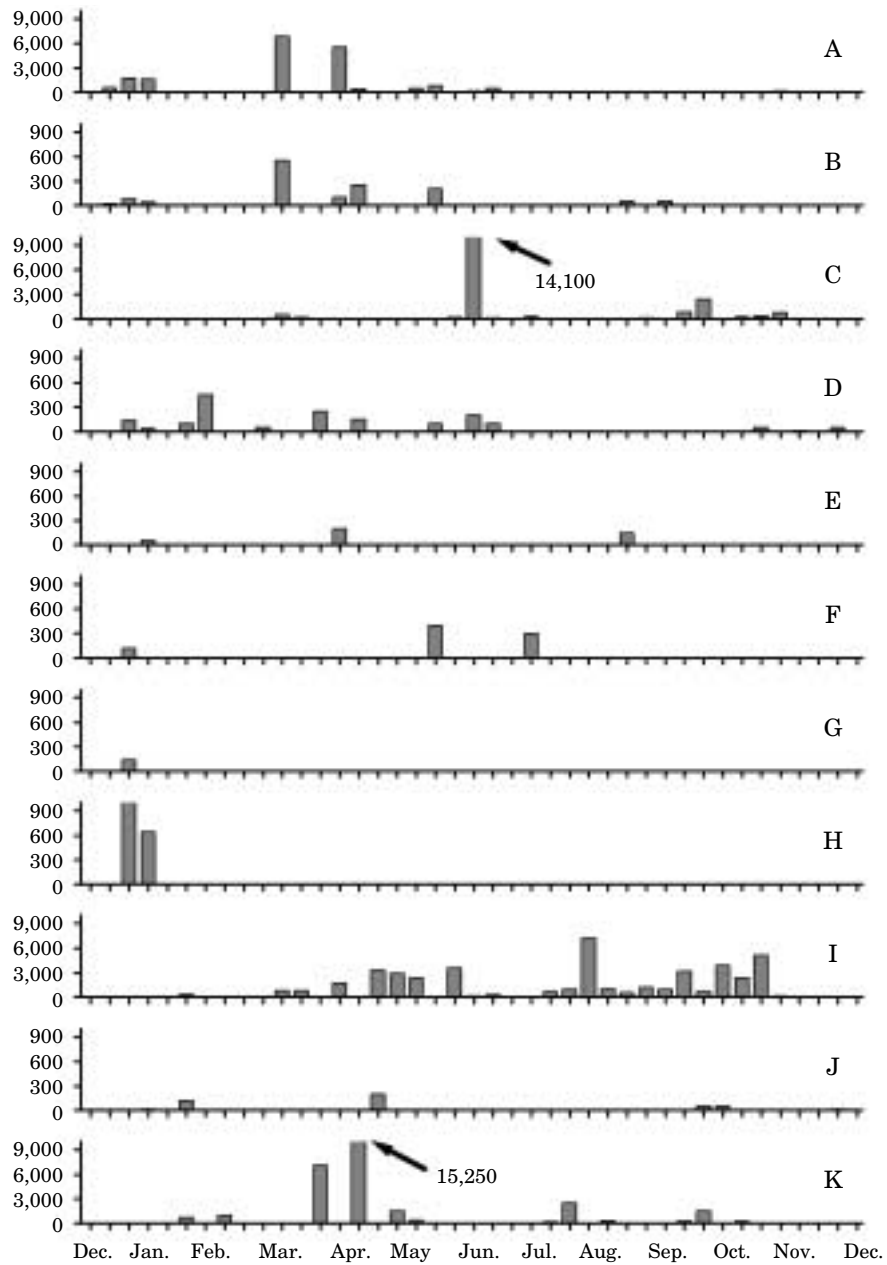


Fig. 8. Seasonal changes of *Codonella cratera* (A), *Rimostrombidium lacustris* (B), *Rimostrombidium hyalinum* (C), *Rimostrombidium brachykinetum* (D), *Strobilidium caudatum* (E), *Stylonychia* sp. (F), *Pseudostrombidium planktonicum* (G), *Halteria grandinella* (H), *Limnostrombidium viride* (I), *Pelagostrombidium fallax* (J), *Vorticella convallaria* (K) abundance (cells L⁻¹) at Pal'tang Reservoir in Korea.

종의 기재

세포의 길이는 32~70 μm, 넓이는 35~61 μm (X = 51 ± 14 × 46 ± 9, n = 15; Table 4)이다. 원추형이 거꾸로 된 모양으로 하단으로 내려오면서 좁아지고 하단끝은 뾰족하나 고정으로 인해 형태는 다양하게 나타난다 (Pl. I, 5, 6). 입 주변 막판은 30~33 (X = 31 ± 1.7, n = 16; Table 4)

개로 구성되고 반시계 방향으로 꼬인다 (Pl. I, 7, 8) 섬모열 (ciliary row)는 10~12 (X = 11 ± 0.6, n = 17; Table 4) 개이고 대핵 밑에서 시작하여 오른쪽 방향으로 비스듬히 경사를 이루며 수축포 (몸의 4/5)까지 내려오지만 후단이 돌돌 말리지는 않는다 (Pl. I, 10). 대핵은 “C”형으로 입 주변 막판 밑에 위치하여 몸 둘레의 2/3 이상 감싼다 (Pl. I,

Table 5. Autecological data of *Rimostrombidium lacustris*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea)	Eutrophic	1.09-24.5	6.6-9.3	7.4-15.5	The number of <i>Rimostrombidium lacustris</i> was ranged from 25 to 550 cells L ⁻¹ , and the peak was recorded at 4 May
Svinsjøen lake (Norway) ¹					The peak was mostly recorded in May in mixolimnion
Constance lake (Germany) ²	Mesotrophic				The number of 110~160 cells L ⁻¹ was discovered in depth of 8 m, 60~86 cells L ⁻¹ discovered in 2~8 m
Võrtsjärv lake (Estonia) ³	Eutrophic				The abundance was occurred in shallow between 1995 and 1996

References: Foissner *et al.*, 1988¹; Müller, 1991²; Zingel, 1999³

7). 소핵은 구형 또는 타원형으로 구별이 뚜렷하다(Pl. I, 7). 수축포는 후단으로부터 1/5지점에 위치하고(Pl. I, 5, 6) 세포인두는 입부터 수축포까지 깔대기 형태로 길게 내려온다(Pl. I, 5). 분열을 할 때 몸의 중간부분에 입주변 막관이 형성을 하며 대핵은 띠를 만든다(Pl. I, 9). 유영은 회전을 하다가 순간 점프를 하여 빠른 속도로 움직이는 특성을 보인다.

유사종 비교

본 종은 입주변 막관이 29~35(mean = 31)개, 섬모열이 10~12개이지만, 유사종인 *Rimostrombidium velox*는 입주변 막관이 28~30개이며 섬모열은 8개이다.

본 수역에서 출현한 *Rimostrombidium lacustris*은 입주변 막관이 29~35(mean = 31)개, 섬모열이 10~12(mean = 11)개이지만, Foissner *et al.* (1999)의 경우 입주변 막관이 29~39개, 섬모열이 8~12(mean = 10)개로 차이를 보였다.

생태학적 특징

본 종은 살아있는 세포의 겨우 연한 녹색빛을 나타내며, 먹이로 *Cryptomonas*, *Rhodomonas*를 포식한다고 보고되어 있다(Foissner *et al.*, 1988; Müller, 1991; Wickham and Gilbert, 1993).

본 결과 춘계 5월에 최대의 개체수를 나타냈고(Fig. 8B), 노르웨이의 Svinsjøen 호수에서도 유사한 시기인 5월에 peak를 보였다(Foissner *et al.*, 1988). 또한, 본 조사 수역인 팔당호에서 최고량을 나타낸 시기에 용존산소농도가 8.3 mg L⁻¹을 나타냄을 비롯해(Table 5) 에스토니아의 Võrtsjärv호(Zingel, 1999)와 같은 부영양호에서 출현함으로 보아 본 종은 주로 오염된 수역에서 서식하는 종류로 보여진다.

Table 6. Morphometric character of *Rimostrombidium hyalinum*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurement in µm. AM: adoral zone of membranelles, CR: ciliary row.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	27.7	37	23	21.3	18
Cell width	20.1	37	17	11.9	18
AM number	20	21	19	0.8	4
CR number	6	6	6	0	7

***Rimostrombidium hyalinum* Mirabdullaev**

(Pl. II, 1-3)

Strobilidium hyalinum: Mirabdullaev, 1985, p. 1892-1893, Figs. 1-3.

Rimostrombidium hyalinum: Foissner *et al.*, 1999, p. 609, Figs. 1-3.

분류 형질

세포의 길이와 넓이, 입주변 막관의 수, 섬모열의 수, 체표면의 무늬.

종의 기재

세포의 길이는 23~37 µm, 넓이는 17~23 µm (X = 27.7 ± 21.3 × 20.1 ± 11.9, n = 18; Table 6)이며 체형은 거꾸로 된 원추형으로 하단은 무디게 돌출되어 있다(Pl. II, 1, 3). 입주변 판막은 19~21개 (X = 20 ± 0.8, n = 4; Table 6)이며 섬모열은 6개 (X = 6 ± 0, n = 7, Table 6)로 오른쪽 방향으로 비스듬히 수축포까지 내려오고 하단에서 모이거나 꼬이지 않는다(Pl. II, 2). 체표면은 망상 무늬를 지닌다(Pl. II, 1). 대핵은 말발굽형으로 몸 둘레의 1/2 또는 2/3 까지만 감싸며(Pl. II, 1), 소핵은 구형 또는 타원형으로 대핵 옆에 위치하고(Pl. II, 3) 수축포는 몸의 후단으

Table 7. Autecological data of *Rimostrombidium hyalinum*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea).	Eutrophic	1.1~27	6.5~9.2	8.3~15.6	The number of <i>Rimostrombidium hyalinum</i> was ranged from 50 to 14,100 cells L ⁻¹ , the peak was recorded on 20, July.
Piscicultural pond (Uzbekistan) ¹					
Grabense lake (Austria) ²	Eutrophic				In pelagic

References: Mirabdullaev, 1985¹; Foissner *et al.*, 1999².

로부터 1/5지점에 위치한다(Pl. II, 1). 세포인두는 입부터 수축포까지 깔대기 형태로 길게 내려온다(Pl. II, 1). 분열을 할 때 세포의 중간부분에 새로운 입 주변 막판이 형성되며 대핵은 띠를 형성하게 된다(Pl. II, 3).

유사종 비교

본 종과 유사한 *Rimostrombidium brachykinetum*은 섬모열이 몸의 2/3 부분만 있고 체표면은 투명하게 보이지만, *Rimostrombidium hyalinum*은 섬모열이 대핵부터 수축포까지 오른쪽 방향으로 비스듬히 내려오고 체표면이 망상막으로 덮혀있다.

생태학적 특징

본 종이 우점한 시기의 수온은 27°C, pH는 9.2, DO는 10.1 mg L⁻¹로서(Table 7) 부영양화 수계의 고수온기 상태에서 주로 출현하는 것으로 판단되며 특히, 7월 13일 박테리아가 최대량을 보인 이후 약1주일 뒤(7월 20일)에 대변성(Fig. 8C)을 나타내 본 종이 bacterivorous일 가능성이 높다고 여겨진다.

Rimostrombidium brachykinetum Krainer

(Pl. II, 4-6)

Rimostrombidium brachykinetum: Krainer, 1995, p. 62, Figs. 10-d, f, g, h; Foissner *et al.*, 1999, p. 607, Figs. 1-4.

분류 형질

세포의 크기, 길이 및 넓이, 입 주변 막판의 수, 섬모열의 확장 범위.

종의 기재

세포의 길이는 10~15 µm, 넓이는 8~15 µm (X = 12.1 ± 1.7 × 10.0 ± 1.6, n = 17; Table 8)이며 거꾸로된 원추형으로써 하단 부분은 완만한 곡선을 이룬다(Pl. II, 4). 입

Table 8. Morphometric character of *Rimostrombidium brachykinetum*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurement in µm. AM: adoral zone of membranelles, CR: ciliary row.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	12.2	15	10	1.7	17
Cell width	10	15	8	1.6	17
AM number	20	20	19	0.5	8
CR number	6	6	6	0	16

주변 막판은 19~20개 (X = 20 ± 0.5, n = 8; Table 8)로 구성되어 있고 반시계 방향으로 비스듬히 경사를 이룬다(Pl. II, 5). 세포길이의 2/3 정도 세포의 중간 부위가 볼록하게 나왔고(Pl. II, 4, 6) 섬모열은 6개 (X = 6 ± 0, n = 16; Table 8)이고 대핵은 세포를 1/2 이상 2/3 이하 정도를 둥글게 감싸며 소핵은 대핵의 측면에 있고, 대핵보다 높거나 낮게 위치한다(Pl. II, 4, 6). 수축포는 후방부위 좌측에 위치한다(Pl. II, 4, 6). 분열을 할 경우 후방부위 좌측에서 새로운 입 주변 막판을 형성하며 분열이 진행되면 원형을 이룬 후 모세포로부터 분리되기 시작한다(Pl. II, 6).

유사종 비교

본 종과 유사한 *Rimostrombidium hyalinum*은 섬모열이 대핵부터 수축포까지 우측방향으로 비스듬히 내려오고 체표면이 망상무늬로 구성되어 있지만, *Rimostrombidium brachykinetum*은 섬모열이 세포길이의 2/3 정도 중간 부분에만 있고 체표면은 투명하게 보인다.

생태학적 특징

본 종은 박테리아와 소형 단세포조류를 포식하는 것으로 보고 되어 있다(Krainer 1995; Šimek *et al.*, 1995, 1996).

팔당호에서 본 종은 초여름인 6월에 우점하였는데(Fig. 8D) 수온 24°C 용존산소 9 mg L⁻¹로(Table 9) 고수

Table 9. Autecological data of *Rimostrombidium brachykinetum*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea).	Eutrophic	1.8~24.3	6.5~7.7	9.3~12.1	The number of <i>Rimostrombidium brachykinetum</i> was ranged from 60 to 200 cells L ⁻¹ , and the peak with 200 cells L ⁻¹ was recorded on 1, June.
Sobygarsø lake (Denmark) ¹					The abundance was occurred with <i>Scenedesmus</i> bloom in August.
Rimov reservoir (Czech Republic) ²	Eutrophic				The peak was shown in summer.

References: Jürgens *et al.*, 1999¹; Šimek *et al.*, 1995.²

은기에 부영양화인 곳에서 출현하는 것으로 사료된다. 체코의 Rimov 호수의 경우도 하계에 우점하였고(Šimek *et al.*, 1995), 덴마크의 호수에서도 녹조류 *Scenedesmus*가 대발생한 8월의 하계에 *Rimostrombidium brachykinetum*가 우점하였다(Jürgens *et al.*, 1999). 지금까지 박테리아를 주로 포식한다고 알려져 있으며 본 조사수역에서도 이들이 우점한 6월에 박테리아 밀도의 급증과 *Scenedesmus*의 현존량도 비교적 높게 출현함으로서(김, 2001) 위의 결과와 일치하였다.

Genus *Strobilidium*

***Strobilidium caudatum* (Fromentel)**

(Pl. III, 1-3)

Strombidion caudatum: Fromentel, 1876, p.156, Fig. 1 (cited from Foissner *et al.*,1991)

Strombidium adhaerens: Schewiakoff, 1893, p. 156, Fig. 12(cited from Foissner *et al.*, 1991)

Strobilidium gyrans: Stokes, 1887, p. 156, Fig. 4 (cited from Foissner *et al.*, 1991); Mizuno and Takahashi, 1999, p. 319, Fig. 49

Strobilidium caudatum: Fromentel, 1876, p. 156, Fig. 1 (cited from Foissner *et al.*,1991); Curds *et al.*, 1983, pp. 357. Fig. 210; Foissner *et al.*, 1991, pp. 156-158. Figs. 1-26; Foissner, 1992, pp. 161, 163, 164, Figs. 1-19.

분류 형질

세포의 크기는 길이가 25~50 µm, 넓이가 20~42 µm 고 입주변 막판은 20~22개며 섬모열은 5개로 하단에서 돌돌 말리는 형태를 지닌다.

종의 기재

세포의 길이는 25~50 µm, 넓이는 20~42 µm (X = 39.7 ± 5.7 × 31.8 ± 4.3, n = 14; Table 10)이며 거꾸로 원추형

Table 10. Morphometric character of *Strobilidium caudatum*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurement in µm. AM: adoral zone of membranelles, CR: ciliary row.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	39.7	50	25	5.7	14
Cell width	31.8	42	20	4.3	14
AM number	21	22	20	0.8	5
CR number	5	6	5	0.4	6

으로 세포의 오른쪽 부분이 왼쪽에 비해 다소 부풀어 약간 비대칭형을 이루고 있다(Pl. III, 1, 2). 하단으로 내려가면서 좁아지고 하단은 우측이 좌측보다 아래로 내려오는 잘린 형태로써 경사도 약 30°를 유지한다(Pl. III, 1, 2). 입주변 막판은 20~22개 (X = 21 ± 0.8, n = 5; Table 10)이며 섬모열은 좌측방향으로 내려오고 하단에서는 돌돌 말린다(Pl. III, 3). 대핵은 몸을 등글게 약 1/2 이상 2/3 이하를 감싸고 소핵은 원형 또는 타원형이나 관찰이 거의 되지 않는다(Pl. III, 1). 분열을 할 때 몸의 중간부분에 새로운 입주변 막판이 발생을 하며 대핵은 띠를 형성한다 (Pl. III, 2).

유사종 비교

본 종은 *Rimostrombidium lacustris*와 *Rimostrombidium velox*와 유사하다.

본 종은 섬모열이 5개이며 후단에서 돌돌 말리나 *Rimostrombidium lacustris*는 섬모열이 10~11개이며 수축포(몸의 약 4/5)까지만 내려오고 돌돌 말리지는 않는다. 또한, *Rimostrombidium velox*는 섬모열이 8개이며 후단에서 돌돌 말리지 않는다.

생태학적 특징

본 종은 박테리아나 소형 단세포 조류를 섭식하며, 실

Table 11. Autecological data of *Strobilidium caudatum*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea)	Eutrophic	6.6~27	6.7~9.5	7.4~16.9	The number of <i>Strobilidium caudatum</i> was ranged from 20 to 400 cells L ⁻¹ , and maximum was recorded on 4, May.
Seehohee (USA) ¹		19~29	7.4~9.0	4~11	
Kleingewassern (Austria) ²		5.3~8.0	4.9~5.8	9.0~9.1	

References: Grim and Hallcrow, 1979¹; Foissner, 1982²

내 배양시에 먹이로 *Chlamydomonas reinhardtii*, *Rhodomonas minuta*를 섭식하여 (Grim and Halcrow, 1979; Maeda, 1986; Petz and Foissner, 1992; Jack and Gilbert, 1997). 본 수역에서는 식세포로 구조류가 관찰 되었다. 배양 적온은 18~25°C (Jack and Gilbert, 1997)로 본 조사결과 최대량을 나타낸 7월 6일 수온은 24°C로 배양온도와 일치하였다 (Fig. 8E, Table 11).

Order Sporadotrichia Faurè-Fremiet

Family Oxytrichidae Ehrenberg

좌측극모와 우측극모가 뚜렷히 구별 되며 전단복극모와 횡극모는 두껍게 나타난다.

Genus *Stylonychia* Ehrenberg

Stylonychia sp.

(Pl. III, 4, 5)

분류 형질

세포의 길이 및 넓이, 입 주변 막판의 수, 좌측극모의 수, 우측극모의 수, 배측모의 수.

종의 기재

체형은 난형이며 길이와 넓이는 40~57 µm, 70~80 µm (X = 74.3 ± 3.9 × 49.3 ± 7.9, n = 6; Table 12)이다 (Pl. III, 4, 5). 입 주변 막판은 25~31 (X = 28 ± 3, n = 3; Table 12)개이고 몸의 1/2까지 내려온다 (Pl. III, 4, 5). 좌측극모는 9개 (X = 9 ± 0, n = 4; Table 12)이고 우측극모는 12~14개 (X = 12.8 ± 1.0, n = 4; Table 12)이다. 액극모 (frontal cirri)가 3개, 구극모 (buccal cirri)는 1개, 액복극모 (frontalventral cirri)는 4개로서 우측의 3개이며 좌측에 1개로 구성되어 있어 갈고리 모양을 이루고 있다 (Pl. III, 4). 후구극모는 3개이며 복극모 (ventral cirri)는 2개로 구성되어 있으며 횡극모 (transverse cirri)는 “V”자

Table 12. Morphometric character of *Stylonychia* sp. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurements in µm. AM: adoral zone of membranelles, LMR: left marginal ciliary row, RMR: right marginal ciliary row, MA: macronucleus, MI: micronucleus.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	74.3	80	70	3.9	6
Cell width	49	57	40	7.9	6
AM number	28	31	25	3	3
LMR number	9	9	9	0	4
RMR number	12.8	14	12	0.9	4
MA-1 length	15	17	13	1.6	5
MA-1 width	8.8	10	6	1.8	5
MA-2 length	18.6	21	17	1.9	5
MA-2 width	8.8	10	7	1.3	5
MI-1 length	3	3	3	0	5
MI-1 width	2	3	2	0.5	5
MI-2 length	3	4	2	0.7	5
MI-2 width	2.6	2	2	0.5	5

형을 나타낸다 (Pl. III, 4). 미극모는 후단에 3개로 구성되어 있고 다른 극모에 비해 굵게 나타난다 (Pl. III, 4). 배측면에서의 배측모는 6개로 구성되어 있다 (Pl. III, 5). 대핵과 소핵은 각각 2개이며 대핵은 난형이고 소핵은 구형으로 이루어져 있다 (Pl. III, 4, 5). 대핵중 한 개는 파동막과 입 주변 판막의 주변에 있으며 나머지 대핵은 복극모와 후구복극모 있는 곳에 있고 소핵은 모두 대핵의 좌측에 위치한다 (Pl. III, 4, 5).

유사종 비교

본 속 (genus)은 *Oxytrichia*와 유사한데 파동막이 교차되는 것은 *Oxytrichia*이며 파동막이 교차되지 않고 평행선으로 이어지는 것은 *Stylonychia*로 구분한다.

본 종은 *Stylonychia mytilus*-complex, *Stylonychia pustulata*와 유사한 종으로 *Stylonychia mytilus*-complex는 소핵이 4개를 이루고 있어 본 종과 뚜렷이 구별이

된다. *Stylonychia pustulata*는 입주변 막판이 평균 24~42 (X= 34±5.0, n = 25)개, 우측극모는 18~32 (X = 26±3.0, n = 25)개, 좌측극모는 12~22 (X = 19±2.0, n = 25)개로써 본 종과 차이를 나타낸다.

생태학적 특성

본 종은 아직 보고되지 않은 종으로 타 수역과 서식환경을 구체적으로 비교할 수 없으나, 본 조사결과 수온이 매우 낮은 약 1.1°C인 1월에 출현함으로 저수온 환경에 잘 적응된 종류로 파악되며, 이 때 pH는 6.5, 용존 산소는 15.5 mg L⁻¹로 (Fig. 8F, Table 13) 비교적 산소가 풍부한 수역에 분포한다고 사료된다.

Genus *Pseudostrombidium* Horváth

***Pseudostrombidium planktonicum* Horváth**

(Pl. III, 6, 7)

Pseudostrombidium planktonicum: Horváth, 1933, p. 685, Figs. 1-7 (from cited Foissner et al., 1999)

Parastrombidium planktonicum: Borror, 1972. p. 8, Figs. 13

분류 형질

세포의 크기, 길이 및 넓이, 입주변 막판의 수, 우측 및 좌측 극모의 수, 미극모의 수, 배측모의 수와 길이.

종의 기재

세포의 길이와 넓이는 105~147 μm, 47~67 μm (X = 131±13×55.3±5.6, n = 16; Table 14)이다. 신장된 난형으로 후방부위부터 폭이 좁아지고 후단은 무디게 돌출되어 있다 (Pl. III, 6, 7). 대핵은 타원형으로 2개로서 2개가 수직으로 나열되어 있으며 소핵은 대핵의 우측과 좌측에 각각 위치한다 (Pl. III, 6). 입주변 막판은 세포 길이의 1/2 까지 내려오며 45~53개 (X = 49±2.5, n = 13; Table 14)이며 우측극모는 25~29 개 (X= 26.8±1.6, n = 12; Table 14), 좌측극모는 18~22개 (X = 20.3±1.2, n = 13; Table 14)이다. 액극모는 3개, 액복극모는 4개, 후구극모는 3개, 복극모는 2개, 횡극모는 “V”모양을 지닌다 (Pl. III, 6, 7). 배측모는 6개이며 우측에서 3번째 측모는 몸의 중간부분부터 내려온다 (Pl. III, 7). 미극모는 우측은 4개, 좌측은 6개, 중간은 4개로 구성되어 있다 (Pl. III, 7).

유사종 비교

미극모가 6+4+4의 구조로 다른 종들과 차이가 명확하다. 배면의 경우, *Stylonychia mytilus*와 비슷하게 배측모가 6줄 모두 전방부위에서 후방부위까지 연결이 되어

Table 13. Autecological data of *Stylonychia* sp.

Location	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)
Pal'tang reservoir (Korea)	1.1	6.5	15.5

Table 14. Morphometric character of *Pseudostrombidium planktonicum*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurements in μm. AM: adoral zone of membranelles, LMR: left marginal ciliary row, RMR: right marginal ciliary row, MA: macronucleus, MI: micronucleus.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Body length	131.8	147	105	12.9	16
Body width	55.3	67	47	5.6	16
AM number	49.5	53	45	2.5	13
LMR number	20.3	22	18	1.2	13
RMR number	26.8	29	25	1.6	12
MA-1 length	24	30	20	3.0	21
MA-1 width	11.2	20	7	2.7	21
MA-2 length	26.6	35	20	3.3	19
MA-2 width	10.5	15	5	2.2	19
MI-1 length	4.6	6	3	0.8	19
MI-1 width	3.8	5	3	0.5	19
MI-2 length	4.5	5	3	0.7	17
MI-2 width	3.7	5	3	0.7	17

있지만, 본 종은 우측에서 3번째 측모가 중간부분에서 시작하지 않는 점이 차이다.

생태학적 특징

본 종은 독일 Poppelsdorfer Weiher 호수에서 12°C 이하의 저수온에서 출현하였고 (Wilbert, 1969) 헝가리의 Cserepesisorer 연못에서 수온이 낮은 (6°C) 3월에 우점을 하였으며 (Horváth, 1933), Altmhl 호수에서는 결빙된 물에서 본 종이 관찰되었다 (Skibbe, 1994). 본 수역에서도 결빙시기인 1월과 수온이 낮은 2월에 우점하여 본 종은 저수온기에 출현하며 용존 산소 농도가 12~15 mg L⁻¹로 (Fig. 8G, Table 15), 풍부한 것으로 보아 저수온기에 용존산소가 풍부한 서식환경에서 서식함으로 사료된다.

Order Halterida Petz and Foissner

Family Halteridae Claparède and Lachmann

본 종은 비교적 운동성이 뛰어나다. 입주변 막판은 입주변이 완전한 둥근 형태로 배열되어 있지 않으며 세포의 횡측 중간부위에 도약 섬모를 가지고 있다.

Table 15. Autecological data of *Pseudostrombidium planktonicum*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea)	Eutrophic	1.0~1.8	6.5~6.6	12.1~15.5	The abundance was found between January and February in shallow layer.
Poppelsdorfer Weiher lake (Germany) ¹	Eutrophic	0.4~11.2	7.7~8.3	4.9~12.5	The abundance (1000 cells L ⁻¹) was occurred between January and April
Cserepesisorer pond (Hungary) ²					The abundance was occurred in late of March and water temperature was 6°C.
Altmhl lake (Germany) ³					The abundance was occurred under ice of a lake

References: Wilbert, 1969¹; Horvath, 1933²; Skibbe, 1994³.

Genus *Halteria* Dujardin

Halteria grandinella (Müller)

(Pl. IV, 1-3)

Trichoda grandinella: Müller, 1773 (Cited from Foissner *et al.*, 1999)

Halteria grandinella: Dujardin, 1841 (Cited from Foissner *et al.*, 1999); Kahl, 1932, p. 506, Fig. 3; Maeda, 1986, p. 14, Fig. 2; Foissner *et al.*, 1991, p. 142, Figs. 1-16; Petz and Foissner, 1992, p. 171, Figs. 42-47; Song, 1993, p. 124-127, Figs. 1-4; Foissner *et al.*, 1999, p. 563-565, Figs. 1-24.

분류 형질

세포의 길이, 넓이, 입주변 막판의 수, 내막판의 수, 도약섬모의 수, 도약섬모군의 수.

종의 기재

세포의 길이는 13~24 µm, 넓이는 10~25 µm (X = 16.7 ± 2.5 × 16.2 ± 2.8, n = 55; Table 16)로 구형이거나 타원형 또는 둥근 마름모형이다 (Pl. IV, 1). 입주변 막판은 15~20개 (X = 17 ± 1.6, n = 25; Table 16)로 시계 방향으로 둘러나있다 (Pl. IV, 2). 내막판은 7~10개 (X = 8 ± 0.9, n = 25; Table 16)로 구성되어 있고 세포길이의 1/2 부위까지 깊게 함몰되어 있다 (Pl. IV, 1, 3). 대핵은 콩팥모양이며 주로 우측 가깝게 위치한다 (Pl. IV, 1). 소핵은 구형으로서 대핵의 옆에 가깝게 위치한다 (Pl. IV, 1). 도약섬모는 4개 (X = 4 ± 0, n = 2; Table 16)가 직선으로 배열되어 7개 (X = 7 ± 1.0, n = 19; Table 16)의 다발로 세포길이의 1/2이 되는 가운데 위치하며 이들간에는 원섬유 (fibril)로 실처럼 연결이 되어 있다 (Pl. IV, 1). 수축포는 구형으로 몸의 좌측에 도약섬모보다 상부에 위치한다 (Pl. IV, 1). 세포분열시 딸세포는 후단에서 형성되어 분리된다 (Pl. IV, 3, 4). 세포의 이동은 도약섬모를 이용해 점

Table 16. Morphometric character of *Halteria grandinella*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurement in µm. MA: macronucleus, MI: micronucleus, AM: adoral zone of membranelles, IM: inner membranelles.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	16.7	24	13	2.5	55
Cell width	16.2	25	10	2.8	55
MA length	10	15	5	3.0	17
MA width	5.8	15	3	2.6	17
MI length	1.9	4	1	1.4	4
MI width	1.5	3	0.5	1.8	4
AM number	16.9	20	15	1.6	25
IM number	8.3	10	7	0.9	29

프하듯 zig-zag로 수영한다.

유사종 비교

본 속과 비슷한 *Pelagohalteria*는 bristle이 “L” 모양이지만, *Halteria*는 “1”자 모양을 가진다. 본 종과 유사한 *Halteria bifurcata*는 공생조류 (symbiotic algae)를 포함하나, *Halteria grandinella*는 공생조류를 지니고 있지 않다. *Halteria grandinella*는 도약섬모가 4개, 입주변 막판이 15~20 (mean = 17)개, 내막판은 7~10 (mean = 8)개, *Halteria bifurcata*는 도약섬모가 3개, 입주변 막판이 15~16개, 내막판은 7개로 구성되어 도약섬모의 개수로 구별된다. Foissner *et al.*, (1999)는 도약섬모군의 개수가 9~10개, 입주변 막판은 15~16개였지만 본 수역에서 관찰한 결과 도약섬모군은 7개, 입주변 막판은 평균 17개로 관찰되었다.

생태학적 특성

본 종은 Bacteria (Cleven 1996; Kahl 1932)를 포식하며 종종 flagellates와 2~5 µm의 *Rhodomonas minuta*를

Table 17. Autecological data of *Halteria grandinella*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea)	Eutrophic	6.6~27	6.7~9.5	7.4~16.9	The number of <i>Halteria grandinella</i> ranged from 100 to 7,200 cells L ⁻¹ , highest numbers on 30 August, with 7,200 cells L ⁻¹
Denube river (Hungarian) ¹		10~29	7.3~8.7	2.5~12.0	
Vassiviere lake (France) ²	Oligotrophic		5.1~7.5		At the surface (1~5 m), <i>Halteria grandinella</i> was dominated and decreased with depth
Neusiedler lake (Austria) ³	Mesotrophic				The abundance (8,000 cells L ⁻¹) occurred in a shallow
Piburger lake (Czech Republic) ⁴	Eutrophic				
Carter lake (England) ⁵					The number of <i>Halteria grandinella</i> ranged from 1,00 to 60,000 cells L ⁻¹ in hypolimnion

References: Detcheva, 1975, 1979¹; Amblard *et al.*, 1995, Carrias *et al.*, 1994²; Schönberger, 1994³; Šimek *et al.*, 1996⁴; Finlay *et al.*, 1988, Guhl *et al.*, 1994⁵.

포식한다 (Finlay *et al.*, 1988; Burns and Gilbert 1993).

헝가리의 Danube 강에서 용존 산소 농도가 2.5~12 mg L⁻¹로 나타났으며 (Detcheva, 1975, 1979), 본 수역에서는 용존 산소 농도가 7.4~16.9 mg L⁻¹로서 (Table 17) 빈영양에서 부영양까지 넓은 수역의 범위에서 서식함을 알 수 있었다. 본 조사의 경우, 8월 말의 하계에 우점적으로 출현하였으며 (Fig. 8H) 박테리아의 밀도와 유의성 있는 상관관계를 보이고 있었다 ($r = 0.37, p < 0.05$). 따라서, *Vorticella convallaria*와 함께 *Halteria grandinella*도 고수온기에 증식하며 박테리아의 밀도에 밀접한 분포를 나타내고 있었다.

Order Strombidiida Petz and Foissner

Family Strombidiidae Faurè-Fremiet

입주변 막판은 입주변을 완전히 둥글게 감싸지 않는다. 몸은 피막으로 감싸고 있으며 사출구가 발달되어 있다.

1. 내막판이 배열되어 있는 함몰부위가 세포길이의 1/2 이상을 넘지 않는다. *Limnostrombidium*
2. 내막판의 배열되어 있는 함몰부위가 세포길이의 1/2 이상을 넘는다. *Pelagostrombidium*

Genus Limnostrombidium Krainer

***Limnostrombidium viride* (Stein)**

(Pl. IV, 4-6)

Strombidium viride: Stein, 1867, p. 163 (cited from Foissner *et al.*, 1999); Kahl, 1932, p. 492, Figs. 3, 4, 37; Maeda and Carey, 1985, p. 17, Figs. 17, 18;

Foissner, 1991, p. 149-152, Figs. 1-24

Limnostrombidium viride: Foissner *et al.*, 1999, p. 58-584, Figs. 1-27.

분류 형질

세포의 길이와 넓이, 입주변 막판 및 내막판의 수, 사출구.

종의 기재

세포의 모양은 거꾸로 된 원뿔형으로서 길이와 넓이는 25~80 μm와 20~56 μm ($X = 49.5 \pm 15.9 \times 34.7 \pm 16, n = 25$; Table 18)이다 (Pl. IV, 4-6). 입주변 막판은 13~18개 ($X = 16 \pm 1.1, n = 18$; Table 18)이며 내막판은 11~18개 ($X = 13.3 \pm 1.7, n = 18$; Table 18)로 구성되어 있다. 세포의 중간에 환상섬모열이 위치하며 이는 온몸을 둥글게 감싸 띠를 형성한다 (Pl. IV, 4-6). 환상섬모열 아래에 사출구는 길게 후방부위 절반부위까지 뻗어있다 (Pl. IV, 4, 6). 대핵은 둥근 삼각형, 타원형을 이루며 세포의 중앙에 신생돌기 (Neof ormation organelle)가 있으며, 소핵은 원형, 타원형으로 대핵의 아래에 위치한다 (Pl. IV, 4, 6). 신생돌기 튜브형태로 꼬여있으며 염색 (protargol)했을 경우 하얗게 보인다 (Pl. IV, 4). 표면은 다각형으로 이루어진 망상막 (silver system)으로 이루어졌고 (Pl. IV, 5), 피막 (pellicle)은 섬모열 아래부터 원형을 이뤄 감싸며 이는 고정을 했을 경우 투명하게 보이며 파괴되어 관찰되지 않는 경우도 많다 (Pl. IV, 6). 몸 전체에 색소체 (plastids)와 식세포가 산재해 있어 검은 반점들이 많이 관찰된다 (Pl. IV, 4, 6). 후방부위에 복섬모열 (ventral ciliary)이 있으나 섬모가 짧아서 개수의 파악이 어렵다 (Pl. IV, 5). 분

열은 몸의 좌측(left)에서 시작하고 분열모양은 복면과 배면이 다르게 관찰되어 입주변 막판과 내막판이 모두 보이고, 배면에서 입주변 막판만 가로로 배열되어 있다 (Pl. IV, 5, 6).

유사종 비교

*Limnostrombidium viride*의 입주변 막판은 13~18 (mean = 16)개, 내막판이 11~18 (mean = 13)개, 복섬모열은 13~18개이지만, *Limnostrombidium pelagicum*은 입주변 막판은 16개, 내막판이 8~12 (mean = 9)개, 복섬모열 개수는 7~10개 이다. 입주변 막판의 개수는 유사하고 복섬모열의 계수가 난해하여 비교하기 어려우므로 내막판을 검색형질로 사용하여 구별할 수 있다. *Limnostrombidium viride*의 입주변 막판의 개수는 본 연구결과와 타 연구결과가 일치하였으나 내막판의 경우 Krainer (1995)는 15개, Foissner *et al.* (1999)는 12~16개, 본 연구의 결과는 13개였다.

생태학적 특성

본 종은 공생조류를 가지고 있는 혼합영양성 섬모충 (mixotrophic ciliate)이므로 주로 표층에 분포하며 chl. *a*와 높은 상관성이 보고되어 있다 (Perriss *et al.*, 1994). 본 조사시에도 chl. *a*의 peak를 보인 춘계 4월에 (김, 2001)

동시에 우점을 보였다. 4월과 5월에 저층 퇴적물속에 *Limnostrombidium viride*의 시스트 분포가 증가하는 독일의 Constance 호수의 결과로 보아 (Müller and Wunsch, 1999), 본 조사시 4월의 수중영양세포의 번성 이후도 (Fig. 8I) 이들의 시스트형성 가능성이 짐작된다. 미국에서는 Norris 호수의 경우, 위의 결과와 유사하게 춘계 5월에 이들의 우점이 보고되어 있으나 (Beaver *et al.*, 1988), Erie 호수와 Giles 호수에서는 8월의 하계에 높은 생물량이 기록되어 춘계와 하계에 걸쳐 번성하는 종류로

Table 18. Morphometric character of *Limnostrombidium viride*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurement in μm . MA: macronucleus, MI: micronucleus, AM: adoral zone of membranelles, IM: inner membranelles.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	49.5	80	25	15.9	25
Cell width	34.7	56	20	16	25
MA length	11.4	16	7	2.8	18
MA width	14	20	7	4.2	18
MI length	1.5	2	1	0.7	2
MI width	2	3	1	1.4	2
AM number	16	18	13	1.1	18
IM number	13.3	18	11	1.7	18

Table 19. Autecological data of *Limnostrombidium viride*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea)	Eutrophic	1.1~27	6.5~9.3	7.9~18.3	The number of <i>Limnostrombidium viride</i> ranged from 40 to 450 cells L ⁻¹ , the highest numbers on 6 April with 450 cells L ⁻¹
Danube river (Hungary) ¹		2.2~21.7	7.6~9.0	6.9~15.9	
Giles lake (USA) ²	Mixotrophic	7.5~20.1			Dominant when august in a shallow (Temperature 23.8°C)
Windermere lake (England) ³	Mesotrophic				The abundance (8,000 cells L ⁻¹) was occurred in a shallow
Carter lake (England) ⁴	Mesotrophic				Epilimnion, the mean chlorophyll <i>a</i> content estimated to be 160 cells L ⁻¹ dominant when clear water phase and correlation with chl- <i>a</i>
Vassiviere lake (France) ⁵	Oligotrophic				Dominated
Erie lake (U.S.A) ⁶					47,000 cells L ⁻¹ abundance during summer at 1994
Constance lake (Germany) ⁷	Mesotrophic				2 × 10 ⁴ cyst m ⁻² d ⁻¹ abundance during April and May
Norris lake (American) ⁸	Oligotrophic				Dominant at May (12,100 cells L ⁻¹)

References: Bereczky and Nosek, 1993¹; Holen, 2000²; Laybourn-parry and Rogerson, 1993³; Perriss *et al.*, 1994⁴; Carrias *et al.*, 1994⁵; Hwang and Heath, 1997⁶; Muller and Wunsch, 1999⁷; Beaver *et al.*, 1988⁸.

나타나고 있으며 (Hwang and Heath, 1997; Holen, 2000), 이들의 출현이 보고된 수역은 본 조사수역을 제외하고 주로 중영양호와 빈영양호에 속하는 수역이었다 (Table 19).

Genus *Pelagostrombidium* Krainer

***Pelagostrombidium fallax* (Krainer)**

(Pl. IV, 7, 8)

Psilotricha fallax: Zacharias, 1895, p. 587, Fig. 2 (from cited Foissner *et al.*, 1999)

Strombidium fallax: Kahl, 1932, p. 490, Fig. 40.

Pelagostrombidium fallax: Krainer, 1991, p. 66, Figs. 40, 42-47. Foissner *et al.*, 1999, p. 588, Figs. 8-11.

분류 형질

세포의 길이와 넓이, 입주변 막판 및 내막판의 수, 체표면의 구조.

종의 기재

세포의 길이와 넓이는 32~52 μm , 20~35 μm ($X = 40 \pm 6.4 \times 35 \pm 5.8$, $n = 10$; Table 20) 이며 거꾸로 된 원뿔형으로 후단부분은 무디게 돌출되어 있다 (Pl. IV, 7, 8). 입주변 막판은 14-16개 ($X = 15 \pm 0.8$, $n = 5$; Table 20)이고 내막판은 18~21 ($X = 19 \pm 1.1$, $n = 5$; Table 20)개로 세포 길이의 3/5까지 깊게 함몰되어 있다 (Pl. IV, 7). 대핵은 타원형이고 세포의 중앙이나 우측에 위치하고 (Pl. IV, 7) 소핵은 구형으로 대핵의 측면에 위치한다 (Pl. IV, 7). 다발로 뭉쳐있거나 1개로 배열된 사출구는 체표면을 감싸며 환상섬모열 아래에서 시작하여 후방부위까지 내려온다 (Pl. IV, 7, 8). 체표면은 망상막으로 이루어졌고, 피막도 망상구조를 보이며 체표면의 망상막보다 그물모양이 크다 (Pl. IV, 7, 8). 배면에서 관찰할 경우, 환상섬모열은 가운데 부위가 함몰되어 관찰된다 (Pl. IV, 8).

유사종 비교

본 종은 *Pelagostrombidium mirabile*와 유사하나 내막판의 개수가 본 종은 18~21개 (mean = 19), *Pelagostrombidium mirabile*는 12~17개로 차이를 보인다. 본 수역에서 출현한 *Pelagostrombidium fallax*의 입주변 막판은 14~16개 (mean = 15)로서였지만, Foissner *et al.* (1999)은 15~16개로 보고하였으며, 내막판은 Foissner *et al.* (1999)의 경우 19~22개였지만 본 수역에서는 18~21개 (mean = 19) 였다.

Table 20. Morphometric character of *Pelagostrombidium fallax*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurements in μm . AM: adoral zone of membranelles, IM: inner membranelles.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	40.1	52	32	6.4	10
Cell width	28.1	35	35	5.8	10
AM number	15.2	16	14	0.8	5
IM number	19.4	21	18	1.1	5

생태학적 특성

본 종은 박테리아나 극소형 단세포 조류를 포식한다고 보고되어 있다 (Kahl, 1932; Krainer, 1991; Šimek *et al.*, 1996).

본 수역에서 6월에 우점하였는데 (Fig. 8J), 오스트리아 Groundwater 연못과 체코의 Piburger 호수에서도 유사한 시기인 5월에 높은 개체수 (약 800 cells L^{-1})로 분포하였으며 (Krainer, 1991; Šimek *et al.*, 1996), 독일의 Constance 호수에서는 춘계와 추계에 우점하여 이들은 moderate temperature가 서식조건인 것으로 보여진다. 출현이 보고된 타 수역의 경우 부영양이거나 중영양호로 알려져 있으며 본 수역에서 최고치를 보인 것은 6월 중순에 수온은 25.7°C였고, 용존산소는 8.8 mg L^{-1} 로서 (Table 21) 고수온기에 부영양수역에서 우점함을 알 수 있었다. 이 시기에 우점하는 요인으로 본 종은 봄과 가을에 휴면포자를 형성하여 수온이 18°C 이상이 되면 발아하기 때문인 것으로 판단된다 (Muller and Wunsch, 1999).

Order Clamydodontida Deroux

Family Chilodonellidae Deroux

여러 개의 미세소관 (microtubule)이 다발로 이루어진 입주머니가 전방부위에 있으며 체섬모열 (somatic ciliary rows)은 복면에만 있고 대부분 자유유영 생활을 하지만 기생하는 종류도 있다.

Genus *Phascolodon* Stein

***Phascolodon vorticella* Stein**

(Pl. V, 1-5)

Phascolodon vorticella: Stein, 1859, p. 696, Figs. 1-3 (cited from Foissner *et al.*, 1999); Fauré-fremiet, 1924, p. 121, Fig. 38; Foissner and Wilbert, 1979, p. 558-559, Figs. 1-3; Foissner, 1991, p. 100, Figs. 1-13, Foissner *et*

Table 21. Autecological data of *Pelagostrombidium fallax*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea)	Eutrophic	1.09~25.6	6.5~8.3		The number of <i>Pelagostrombidium fallax</i> ranged from 40 to 200 cells L ⁻¹ , the highest numbers on 15 June with 200 cells L ⁻¹
Constance lake (Germany) ¹		9.5~16.5		8.7~15.1	
Groundwater pond (Austria) ²	Eutrophic				876 cells L ⁻¹ highest (27, May, 1986), 1,776 cells L ⁻¹ highest (17, August, 1987)
Piburger lake (Czech Republic) ³	Mesotrophic				May up to about 800 cells L ⁻¹ in the epilimnion
Constance lake (Germany) ⁴	Mesotrophic				Dominant throughout the year
Constance lake (Germany) ⁵	Mesotrophic				Maximum flux rates of 1.8 × 10 ⁵ cells L ⁻¹ and 2.1 × 10 cells L ⁻¹ were observed in spring and autumn, respectively

References: Macek *et al.*, 1996¹; Krainer, 1991²; Šimek *et al.*, 1996³; Müller, 1996⁴; Müller and Wünsch, 1999⁵.

al., 1999, 696–699, Figs. 1–29.

분류 형질

세포의 길이와 넓이, 우측 및 좌측 섬모열의 수, 수축포의 수, 체표면 구조.

종의 기재

세포의 크기는 37~80 μm, 넓이는 22~52 μm (X = 57.9 ± 11.2 × 36.2 ± 8.4, n = 52; Table 22)이며, 체형은 말 안장 모양이고 하단이 무디게 돌출되어 있다 (Pl. V, 1). 입은 전단이 둥글게 열린 개구부가 하단까지 연결되어 좁고 깊게 골이 패인 “8”자 형이다 (Pl. V, 1). 좌측섬모열은 7~10개 (X = 8.6 ± 0.8, n = 17; Table 22), 우측섬모열 (X = 4.9 ± 0.3, n = 10; Table 22)은 5개, 전구섬모열은 1개, 입 주변 섬모열은 2개이다 (Pl. V, 1, 2). 대핵은 타원형 모양이며 세포의 중앙부위에 위치한다 (Pl. V, 1). 소핵도 타원형으로 대핵에 근접하여 위치해 있다 (Pl. V, 1). 입주머니는 복면에서 볼 때 우측에 위치하고 전단에서 볼 때 원형을 이루지만 측면에서는 깔대기 모양을 지닌다 (Pl. V, 3, 4). 수축포는 2개이며 입의 오른쪽 아래부분에 위치하고 한 개는 왼쪽의 중간 부분에 위치한다 (Pl. V, 1). 체표면은 다각형의 망상구조로 이루어졌다 (Pl. V, 1, 5). 등술은 전방부위의 함몰된 부분에 둘러 있으며 중앙부위는 더욱 깊게 내려온다 (Pl. V, 3). 세포 내부에 식세포로서 *Stephanodiscus*가 관찰된다 (Pl. V, 1).

유사종 비교

*Phascolodon limneticum*와 *Phascolodon contractilis*가

Table 22. Morphometric character of *Phascolodon vorticella*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurement in μm. LC: left side ciliary, RC: right side ciliary, MA: macronucleus, Mean: arithmetic mean, Max: maximum, Min: minimum, SD: standard deviation, n: number.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	57.9	80	37	11.2	52
Cell width	36.2	52	22	8.4	52
LC number	5	5	4	0.3	10
RC number	8.6	10	7	0.8	17
MA length	19.4	23	17	1.9	10
MA width	16.7	25	12	3.4	10

본종과 유사하며, *Phascolodon vorticella*는 좌측섬모열이 평균 9줄이나 *Phascolodon limneticum*은 5~6줄로 구성되어 있다. *Phascolodon vorticella*는 수축포가 2개이지만, *Phascolodon contractilis*는 1개인 점도 구별되는 차이점이다.

생태학적 특징

본 종이 경안천에서 2001년 4월 6일에 대발생했을 때 이 시기에 *Stephanodiscus*가 춘계 대발생을 나타냈다. *Phascolodon vorticella*의 위내용물로서 *Stephanodiscus*는 *Cyclotella*보다 5배를 더 포식함을 나타냈다 (Kim *et al.*, 2003). 독일의 호소에서도 5월의 춘계에 이들의 우점이 보고 되었으며 (Table 23), Bavaria 호수에서는 편모조류의 대발생과 동일한 시기에 우점함으로써 먹이생물의 종류는 본 조사결과와 다르지만 먹이생물의 계절적 소장과

Table 23. Autecological data of *Phascolodon vorticella*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea)	Eutrophic	11.2~24.5	6.6~9.3	7.4~15.5	The number of <i>Phascolodon vorticella</i> ranged from 50 to 10,500 cells L ⁻¹ , the highest numbers on 6 April with 200 cells L ⁻¹
Danube river (Hungary) ¹		7~15	7.7~8.2	8.4	
Kleingewassern (Austria) ²		5~16.3	4.9~5	7.8~11.2	
Poppelsdorfer Weiher pond (Germany) ³	Eutrophic				The abundance (5,000 cells L ⁻¹) was occurred in May
Bavaria lake (Germany) ⁴					The abundance (490,000 cells L ⁻¹) was occurred during flagellates blooming
Danube river (Germany) ⁵					The abundance (700 cells L ⁻¹) was occurred in late spring

References: Bereczky, 1975¹; Foissner, 1982²; Wilbert, 1972³; Dingfelder, 1962⁴; Bereczky, 1991⁵.

밀접한 관계가 있음이 나타났다.

Order Sessilda Kahl

Family Vorticellidae Ehrenberg

수축의 기능을 하는 줄기 (stalk)를 가지고 있으며 *Haloacaulus*, *Vorticella*를 제외한 모든 종은 군집을 형성하며, 기타 이물질이나 rotifer, crustaceans 등에 부착해서 생활.

Genus Vorticella Linnaeus

***Vorticella convallaria* Linnaeus**

(Pl. V, 6-9)

Hydra convallaria: Linnaeus, 1758 (Cited from Foissner et al., 1991)

Vorticella citrina: Linnaeus, 1767; Kahl, 1935 (Cited from Foissner et al., 1991)

Vorticella convallaria: Foissner et al., 1991, p. 92-100, Figs. 1-66.

분류 형질

세포의 길이와 넓이, 대핵의 형태, 수축포의 위치, 섬모환의 위치.

종의 기재

세포는 구형이며 길이는 30~54 µm, 넓이는 32~49 µm (X = 41±3.9×38±7.9, n = 12; Table 24)이다 (Pl. V, 6-8). 대핵은 “J”자 형태를 가지며 소핵은 관찰되지 않았으며 수축포는 좌측의 대핵 위에 위치한다 (Pl. V, 6). 줄

Table 24. Morphometric character of *Vorticella convallaria*. All data were based on protargol impregnated specimens. Measurements in 10 µm.

Character	Mean	Max	Min	SD	n
Cell length	41	54	30	6.0	32
Cell width	38	49	32	4.3	32

기는 후단부터 내려오며 고정시에 꼬불꼬불하게 꼬인다 (Pl. V, 6). 사근은 후단에서 나뭇가지처럼 가지를 치며 반구 섬모열을 거쳐 넓게 퍼지지만, 구연것에서 다시 합쳐진다 (Pl. V, 6-8). 반구섬모환은 세포의 후단부터 체장의 1/5부분에 있으며 염색한 경우 하얀 띠처럼 관찰된다 (Pl. V, 6, 9). 세포전체에 가로줄무늬가 나타난다 (Pl. V, 7). 세포는 군집을 형성하지 않으며 단세포로 이물질등에 부착하여 서식하며 살아 있는 세포의 줄기는 깨끗하게 직립하여 부착되어 고정을 하면 꼬불꼬불하게 말린다.

유사종 비교

본 종은 *Vorticella microstoma*와 유사하다. 그러나 *Vorticella microsoma*는 대핵이 긴 막대모양인 반면 본 종은 “J”형으로 구별된다. 본 종은 *Vorticella citrina*, *Vorticella nebulifera*, *Vorticella similis*와 함께 묶어 *Vorticella convallaria*로 정리되었다 (Foissner et al., 1991).

생태학적 특징

본 종은 조사시기동안 6월초에 우점했고 (Fig. 8K) 영국의 Esthwaite 호수에서도 6월과 7월에 우점했으며 (Laybourn-parry et al., 1990), 이들이 주로 부착하는 기질은 구조류 *Asterionella*, 남조류 *Anabaena*, *Microcystis*,

Table 25. Autecological data of *Vorticella convallaria*.

Location	Trophy	Tem. (°C)	pH	DO (mg L ⁻¹)	Remark
Pal'tang reservoir (Korea)	Eutrophic	10.6~27	6.7~9.3	8.9~15.5	The number of <i>Vorticella convallaria</i> ranged from 50 to 15,250 cells L ⁻¹ , the highest numbers on 28 June with 15,200 cells L ⁻¹
Kleingewassern (Austria) ¹		2.5~17	4.8~5.8	6.7~9	
Fliessgewassern (Austria) ²		3.4~20	7.1~8.0	2.5~19.5	
Mexico ³					The abundance (192,000 cells L ⁻¹) was occurred
Esthwaite lake (English) ⁴	Eutrophic				Only found upper wates, preferred substrate was <i>Anabaena</i> and <i>Asterionella</i> . Important in midsummer (June and July)
Esthwaite lake (English) ⁵	Eutrophic				Maximum population 700 cells L ⁻¹ . Attached usually to colonies of <i>Anabaena</i> but sometimes to <i>Microcystis</i> or to pieces of debris. In the epilimnion higher than in the hypolimnion
Okaro lake (New zealand) ⁶	Eutrophic				Occurred when mix during late autumn and winter. Feeds on bacteria, and coincided with the higher (positively correlated : 0.7) bacterial concentration in late autumn and winter

References: Foissner, 1982¹; Mihailowitsch, 1989²; Rivera *et al.*, 1987³; Laybourn-Parry *et al.*, 1990⁴; Bark, 1981⁵; James *et al.*, 1995⁶.

*Nostoc*으로 보고되어 있다 (Kerr, 1983; Bark, 1981; Laybourn-parry and Rogerson., 1990). 본 조사의 경우 QPS 염색과정시 기질로부터 분리되기 쉽기 때문에 *Vorticella convallaria*는 부착기질의 관찰이 불가능했으나 이들이 우점했던 6월초에 남조류 *Microcystis*가 우점함으로 (김, 2001), 본 조사수역에서 출현한 *Vorticella convallaria*의 경우도 기존의 보고와 같이 *Microcystis*를 기질로 부착하여 수중에 분포할 수 있는 가능성은 충분하다고 본다. 따라서, 본 종은 기질로서 사용하는 식물플랑크톤 출현시기가 이들의 계절적 분포에 미치는 영향이 클것으로 사료된다. 본 종은 박테리아를 주로 포식하여 박테리아의 밀도에 의존적으로 분포하여 높은 상관성 ($r = 0.7$)을 나타내었으며, 주로 박테리아의 밀도가 높은 부영양화 수역에서 우점적으로 보고되어 있다 (Table 25).

본 수역에서도 박테리아의 밀도가 급증하는 5월부터 (김, 2001) 이들의 개체수 밀도도 높게 출현하여 먹이생물로 박테리아를 이용함이 간접적으로 암시되고 있다.

고 찰

본 조사수역에서 출현한 섬모충플랑크톤은 저수온기인 겨울과 초봄에는 비교적 세포의 크기가 큰 (> 50 μm) *Stylonychia* sp., *Pseudostrombidium planktonicum*,

Phascolodon vorticella, *Codonella cratera*, *Rimostrombidium lacustris*가 우점적으로 출현한 반면, 여름에는 세포의 크기가 작은 (< 30 μm) *Halteria grandinella*, *Rimostrombidium hyalinum*, *Rimostrombidium brachykinetum*, *Vorticella convallaria*이 우점적으로 출현하였다. 동계와 춘계에는 세포의 크기가 크므로 주로 소형 단세포 조류를 포식하는 algivorous가 우점하며 이들은 특히, 춘계 식물플랑크톤의 대발생시기에 효과적인 포식자로 유리하게 존재한다. 수온의 상승과 함께 수중의 박테리아 밀도가 증가하고 고수온기 여름에는 세포의 크기가 작은 bacterivorous 특성이 강한 섬모충이 우점한다는 기존의 타 보고 (Beaver and Crisman, 1982; Pace, 1982)와 유사한 결과가 본 수역에서도 관찰되었다. 따라서, 일반적으로 플랑크톤이 하계의 저밀도 수계에서 부유하는 경우, 수온이 낮은 동계의 고밀도 수계보다 상대적으로 세포의 크기가 작아야 그 부유력을 유지한다는 수동적인 반응과 함께, 피포식자인 섬모충플랑크톤의 먹이생물의 변화에 따른 능동적인 반응의 결과로도 해석되어야 할 것이다. 본 연구를 통해 관찰된 섬모충플랑크톤은 미동정된 종류를 포함하여 총 57종류였다. 그 중 우점적으로 출현한 12종류만을 기재하였다. 나머지 많은 종들은 현재 동정중이며, 동정이 완료되면 추가적인 종기재와 함께 한국 담수산 섬모충 플랑크톤의 목록을 재정리 할 계획이다.

적 요

국내산 담수 섬모충 플랑크톤의 분류 및 생태학적 특성을 파악하기 위해 2000년 12월 15일부터 2001년 12월 6일까지 팔당호에서 표층수를 채집하였다. 조사결과 총 6목 7과 10속 12종의 우점종이 분류, 동정 되었으며 이들은 모두 국내 미기록 종으로서 생태학적 특성과 함께 기재하였다. 우점적으로 동정된 섬모충 플랑크톤의 대부분은 부영양수역에서 보고된 종들이었으며, 저수온기인 동계와 춘계에는 nanoplankton을 먹이로 하는 비교적 대형종인 *Codonella cratera*, *Rimostrombidium lacustris*, *Strobilidium caudatum*, *Limnostrombidium viride*, *Pelagostrombidium fallax*, *Stylonychia sp.*, *Pseudostrombidium planktonicum*, *Phascolodon vorticella* 등이 출현하는 반면, 고수온기인 하계와 추계에는 박테리아를 먹이로 하는 *Rimostrombidium hyalinum*, *Rimostrombidium brachykinetum*, *Halteria grandinella*, *Vorticella convallaria*와 같은 소형종들이 우점하였다.

사 사

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업(2000-N-NL-01-C-290)에 의하여 수행되었으며 현장조사 및 분석에 도움을 주신 홍성수, 박명환, 조수연, 이옥세, 김명철, 정혜진 학형들에게 감사드립니다.

인 용 문 헌

김명철. 2001. 한강수계 경안천과 석촌호수의 미세먹이망 구조에 관한 연구. 한양대학교 석사학위 논문.
 김영욱. 1986. 한국산 유충섬모충류의 분류학적 연구. 한양대학교 석사학위 논문.
 김종민, 박준대, 노혜란, 한명수. 2002. 소양호와 팔당호 수질의 수지 및 계절적 변화. 한국육수학회지 **35**: 10-20.
 신만균, 김원. 1988. 서울지역 한강에 서식하는 하모섬모충류. 한국동물분류학회지 특간: 67-85.
 신만균. 1994. 한국산 하모류(유모류, 다막강, 하모목)의 계통 분류 및 하모류의 분자진화. 서울대학교 박사학위 논문.
 유형빈, 박수산. 2001. 섬진강 하류계에서 유충섬모충류의 군집구조와 계절적 동태. 한국환경생물학회지 **19**: 25-36
 이규철. 2002. 인천 연안 수역에서 출현한 한국산 미기록 부유성 섬모충류에 관한 분류학적 연구. 인하대학교 석사학위 논문.

이준백, 김요해. 2000. 한국 남해, 동해 및 동중국해 유충섬모충류의 분류학적 기재. 제주대학교 해양연구소 연구논문집 **24**: 55-77.
 최중기, 김시균, 노재훈, 박경철. 1995. 인천 연안 미세 생물 먹이망 내에서 부유 원생생물의 포식율에 관한 연구. 한국해양학회지 **30**: 458-466.
 한국생물과학협회. 1999. 생물학 용어집. 아카데미서적. 서울.
 한명수, 유재근, 유광일, 공동수. 1993. 팔당호의 생태학적 연구 1. 수질의 연변화: 과거와 현재. 한국육수학회지 **26**: 124-149.
 한명수, 어운열, 유재근, 유광일, 최영길. 1995. 팔당호의 생태학적 연구 2. 식물플랑크톤의 군집구조의 변화. 한국육수학회지 **28**: 335-344.
 한명수, 이동석, 유재근, 박용철, 유광일. 1999. 팔당호의 생태학적 연구 3. 식물플랑크톤의 일차생산력과 광합성 모델 parameters. 한국육수학회지 **32**: 8-15.
 한명수, 홍성수, 어운열. 2002. 팔당호의 생태학적 연구 4. 경안천 하류의 영양염 및 입자태 유기물 거동과 식물플랑크톤의 천이. 한국육수학회지 **35**: 1-9.
 Amblard, C., J.F. Carrias, G. Bourdier and N. Maurin. 1995. The microbial loop in a humic lake: seasonal and vertical variations in the structure of the different communities. *Hydrobiologia*. **300/301**. 71-84.
 APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed., APHA-AWWA-WPCF. Washington D.C.
 Azam, F., T. Fenchel, J.G. Field, J.S. Gray, L.A. Meyer-Reil and F. Thngstad. 1983. The ecological role of water column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **126**: 97-102
 Bark, A.W. 1981. The temperal and spatial distribution of planktonic and benthic protozoan communities in a small productive lake. *Hydrobiologia* **85**: 239-55.
 Beaver, J.R. and T.L. Crisman. 1982. The trophic response of ciliated protozoans in freshwater lakes. *Limnol. Oceanogr.* **27**: 246-253.
 Beaver, J.R., T.L. Crisman and R.W.Jr. Bienert. 1988. Distribution of planktonic ciliates in highly coloured subtropical lakes: comparison with Clearwater ciliate communities and the contribution of myxotrophic taxa to total autotrophic biomass. *Freshwater Biology* **20**: 51-60.
 Bereczky, M.Cs. 1991. Changes in the structure and nutrition preference of the protozoa community in standing water developed from running water. *Acta. Protozool.* **30**: 25-31.
 Bereczky, M. Cs. and J.N. Nosek. 1993. The influence of ecological factors on the abundance of different ciliated protozoa populations in the Danube river. 1. Inves-

- tigation of the ecological amplitude. *Acta. Protozool.* **32**: 1-16.
- Borror, C. 1972. Revision of the order Hypotrichida (Ciliophora, Protozoa). *J. Protozool.* **10**(1): 1-23.
- Burns, C.W. and J.J. Gilbert. 1993. Predation on ciliates by freshwater calanoid copepods: rates of predation and relative vulnerabilities of prey. *Freshwater Biology* **30**: 377-393.
- Carrias, G.F., C. Amblard and G. Bourdier. 1994. Vertical and temporal heterogeneity of planktonic ciliated protozoa in a humic lake. *J. Plankton Res.* **16**: 471-485.
- Cleven, E.J. 1996. Indirectly fluorescently labelled flagellates (IFLF): a tool to estimate the predation on free-living heterotrophic flagellates. *J. Plankton Res.* **18**: 429-442.
- Corliss, J.O. 1979. The ciliated protozoa: characterization, classification and guide to the literature, 2nd. Pergamon Press, London and New York.
- Curds, C.R., M.A. Gates and D.M. Roberts. 1983. British and other freshwater ciliated protozoa, Ciliophora: Oligohymenophora and Plochytrichophora keys and notes for the identification of the free-living genera. Cam. Univ. Press. New York.
- Detcheva, R. 1975. Pollution influence on the infusorial fauna (Protozoa, Ciliata) of Bulgarian rivers II. The Ogosta river and its affluents. *Hydrobiology* **2**: 19-31.
- Detcheva, R. 1979. Parametres saprobiologiques et hydrochimiques pour les ciliates certains affluents Bulgares de la Mer Noire. *Hydrobiologia* **9**: 57-73.
- Faurè-Fremiet, E. 1924. Contribution a la connaissance des infusoires planktoniques. *Bull. Biol. Fr. Belg. Suppl.* **6**: 1-171.
- Finlay, B.J., K.J. Clarke, A.J. Cowling, R.M. Hindle, A. Rogerson and U.G. Berninger. 1988. On the abundance and distribution of protozoa and their food in a productive freshwater pond. *Europ. J. Protistol.* **23**: 205-217.
- Foissner, W. and N. Wilbert. 1979. Morphologie, Infraciliatur und Silberliensystem von *Phascolodon vorticella* Stein, *Chlamydonella alpestris* Nov. Spec. und *Trochilia minuta* (Roux) (Ciliophora, Cyrtophorida). *Protistologica* **4**: 557-563.
- Foissner, W. 1982. Ökologie und Taxonomie der Hypotrichida (Protozoa: Ciliophora) einiger österreichischer Boden. *Arch. Protistenk* **126**: 19-143.
- Foissner, W., A. Skogstad and J.R. Pratt. 1988. Morphology and infraciliature of *Trochilopsis australis* n. sp., *Pelagohalteria viridis* (Fronmentel 1876) n.g., n. comb. and *Strobilidium lacustris* n. sp. (Protozoa, Ciliophora). *J. Protozool.* **35**: 489-497.
- Foissner, W., H. Blatterer, H. Berger and F. Kohmann. 1991. Taxonomische und Ökologische revision der ciliaten des saprobiensystems Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 131-335 pp.
- Foissner, W., H. Blatterer, H. Berger and F. Kohmann. 1991. Taxonomische und Ökologische revision der ciliaten des saprobiensystems Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatia. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 47-311 pp.
- Foissner, W. and H. Berger. 1996. A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology* **35**: 375-482.
- Foissner, W., H. Berger and J. Schaumburg. 1999. Identification and ecology of limnetic plankton ciliates Bavarian State office for water management, Munich.
- Gonzalez, J.E., E.B. Sherr and B.F. Sherr. 1990. Size-selective grazing on bacteria by natural assemblages of estuarine flagellates and ciliates. *Appl. Environ. Microbiol.* **56**: 583-589.
- Grim, J.N. and K.R. Halcrow. 1979. The oligotrich ciliate *Strobilidium gyrans*: its fresh-water environment, laboratory culture conditions, and stinking behavior. *Trans. Am. Microsc. Soc.* **98**: 529-536.
- Grim, J.N. 1987. The kinetid structures of the choreotrichous ciliate *Strobilidium velox* and assessment of its evolutionary lineage. *J. Protozool.* **34**: 117-123.
- Guhl, B.E., B.J. Finlay and B. Schink. 1994. Seasonal development of hypolimnetic ciliate communities in a eutrophic pond. *FEMS Micro. Ecology.* **14**: 293-305.
- Hada, Y. 1966. The fresh-water fauna of the protozoa in Antarctica. *Sci. Rep. Jap. Antarctic Res. Expedition.* Special issue No. **1**: 209-215.
- Hausman, K., and N. Hülsmann. 1996. Protozoology. Thieme. New York.
- Holen, D.A. 2000. The relative abundance of mixotrophic and heterotrophic ciliates in an oligotrophic lake. *Arch. Hydrobiol.* **150**: 1-15.
- Hong, S-S., S-W. Bang, Y-O. Kim and M-S. Han. 2002. Effects of the rainfall in Pal'tang Reservoir, Korea. *J. Freshwater Ecol.* **17**: 507-520.
- Horváth, J.V. 1933. Beiträge zur hypotrichen Fauna der Umgegend von Szeged. I. *Arch. Protistenk* **80**: 281-302.
- Hwang, S.J. and H.T. Heath. 1997. The distribution of protozoa across a trophic gradient, factors controlling their abundance and importance in the plankton food

- web. *J. Plankton Res.* **19**: 491–518.
- Jack, J.D. and J.J. Gilbert. 1997. Effects of metazoan predators on ciliates in freshwater plankton communities. *J. Euk. Microbiol.* **44**: 194–199.
- James, M.R., C.W. Burns and D.J. Forsyth. 1995. Pelagic ciliated protozoa in two monomictic, southern temperate lakes of contrasting trophic state: seasonal distribution and abundance. *J. Plankton Res.* **17**: 1479–1500.
- Jeong, H.J. 1988. An ecological study on marine Tintinnids in Cheonsu Bay, Korea. Ms thesis, Seoul Nat. Univ., Seoul, p. 60
- Kahl, A. 1932. Utriere oder protozoa 1. Wimperitere oder Ciliata (Infusoria) 3. Spirotricha, in Dahl, F., ed., Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeressteile. *Gustav Fisher Jena* **25**: 399–650.
- Kerr, S.J. 1983. Colonization of blue-green algae by *Vorticella* (Ciliata; Peritrichida). *Trans. Am. Microsc. Soc.* **102**: 38–47.
- Kim, B.H., E.Y. Moon, S.S. Hong and M.S. Han. 2003. Seasonal Variations of Planktonic Ciliates with Reference to Their Prey in a Shallow and Eutrophic Korean Stream. *J. Freshwater Ecology.* **18**: 577–583.
- Krainer, K.H. 1991. Contributions to the morphology, infraciliature and ecology of the planktonic ciliates *Strombidium pelagicum* n. sp., *Pelagostrombidium mirabile* (Penard, 1916) n.g., n. comb., and *Pelagostrombidium fallax* (Zacharias, 1896) n. g., n. comb. (Ciliophora, Oligotrichida). *Europ. J. Protistol.* **27**: 60–70.
- Krainer, K.H. 1995. Taxonomische untersuchungen an neuen und wenig bekannten planktischen ciliaten (Protozoa: Ciliophora) aus Baggerseen in Österreich. *Lauterbornia.* **21**: 39–68.
- Laybourn-Parry, J., J. Olver, A. Rogerson and P.L. Duvergé. 1990. The temporal and spatial patterns of protozooplankton abundance in a eutrophic temperate lake. *Hydrobiologia* **203**: 99–110.
- Laybourn-Parry, J. and A. Rogerson. 1993. Seasonal patterns of protozooplankton in Lake Windermere, England. *Arch. Hydrobiol.* **12**: 405–410.
- Lei, Y.L., J.K. Choi and K.D. Xu. 2002. Morphology and Infraciliature of a New Marine Ciliate *Euplotidium smalli* n. sp. With Description of a New Genus, *Paraeuplotidium* n. g. (Ciliophora, Euplotida). *J. Euk. Microbiol.* **49**: 402–406.
- Lynn, D.H. and, E.B. Small. 2000. Ciliophora. In: Lee, et al. The Illustrated Guide to the Protozoa, 2nd ed. Society of Protozoologists. Allen Press, Lawrence, KS. 371–656 pp.
- Macek, M., Simek, K., Pernthaler, J., Vyhnaek, V. and Psenner, R. 1996. Growth rates of dominant planktonic ciliates in two freshwater bodies of different trophic degree. *J. Plankton Res.* **18**: 463–481.
- Maeda, M. and P. Carey. 1985. An illustrated guide to the species of the family Strombididae (Oligotrichida, Ciliophora), free swimming protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokyo* **19**: 1–68.
- Maeda, M. 1986. An illustrated guide to the species of the family Halteriidae and Strobiliidae (Oligotrichida, Ciliophora), free swimming protozoa common in aquatic environment. *Bull. Ocean. Res. Inst. Univ. Tokyo* **21**: 1–67
- Mathes, J. and H. Arndt. 1994. Biomass and composition of protozooplankton in relation to lake trophy in northern lakes. *Mar. Microb. Food Webs* **8**: 357–375.
- Mirabdullaev, I.M. 1985. Two new species of the oligociliated infusorians (Ciliophora, Oligotrichida) from water reservoirs of Uzbekistan. *Zool. Zh.* **64**: 1892–1983
- Mihailowitsch, B. 1989. Taxonomische und ökologische Untersuchungen an Ciliaten (Protozoa, Ciliophora) from water reservoirs of Uzbekistan. *Zool. Zh.* **64**: 1892–1893.
- Mizuno, T. and E. Takahashi. 1999. An illustrated guide to freshwater zooplankton in Japan. 304–323 pp.
- Montagnes, D.J.S. and D.H. Lynn 1987. A quantitative Protargol Stain (QPS) for ciliates: method description and test of its quantitative nature. *Mar. Microb. Food Webs* **2**: 83–93.
- Müller, H. 1996. Encystment of the freshwater ciliate *Pelagostrombidium fallax* (Ciliophora, Oligotrichida) in laboratory culture. *Aquat. Microb. Ecol.* **11**: 289–295.
- Müller, H. and C. Wunsch. 1999. Seasonal dynamics of cyst formation of pelagic strombidiid ciliates in a deep pre-alpine lake. *Aquat. Microb. Ecol.* **17**: 37–47.
- Pace, M.L. 1982. Planktonic ciliates: their distribution, abundance, and relationship to microbial resources in a monomictic lake. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* **39**: 1106–1116.
- Pace, M.L. and J.D.Jr. Orcutt. 1981. The relative importance of protozoans, rotifers, and crustaceans in a freshwater zooplankton community. *Limnol. Oceanogr.* **26**: 822–830.
- Patrick, R., J.Jr. Cairns and S.S. Roback. 1967. An ecosystematic study of the fauna and flora of the Savannah River. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* **118**: 109–407.
- Pernthaler, J., K. Šimek, B. Sattler, A. Schwarzenbacher, J. Bobkova and R. Psenner. 1996. Short-term changes of protozoan control on autotrophic picoplankton in an

- oligo-mesotrophic lake. *J. Plankton Res.* **18**: 443-462.
- Perriss, S.J., J. Laybourn-Parry and R.I. Jones. 1994. Chlorophyll *a* contents and photosynthetic rates of the freshwater mixotrophic ciliate *Strombidium viride* (Ciliophora: Oligotrichida). *Arch. Hydrobiol.* **130**: 473-483.
- Petz, W. and W. Foissner. 1992. Morphology and morphogenesis of *Strombidium caudatum* (Fromentel), *Meseres corllissi* N. Sp., *Halteria grandinella* (Müller), and *Strombidium rehwaldi* N. Sp., and a proposed Phylogenetic system for oligotrich ciliates (Protozoa, Ciliophora). *J. Protozool.* **39**: 159-176.
- Porter, K.G., M.L. Pace and J.F. Battey. 1979. Ciliate protozoans as links in freshwater food chains. *Nature* **277**: 563-565.
- Primc, B. 1986. Vertical distribution of *Tintinnopsis lacustris* (ENTZ) and *Tintinnidium fluviatile* Stein (Ciliata) in Lake Kozjak (Plitvice Lakes). *Yugoslavia Int. Revue ges. Hydrobiol. Hydrogr.* **71**: 179-185.
- Rivera, F., M. R. Sanchez, A. Lugo, P. Ramirez, R. Ortiz and A. Calderon. 1987. Ciliates in a waste stabilization pond system in Mexico. *Wat. Air, Soil, Poll.* **34**: 245-262.
- Sanders, R.W., K.G. Porter, S.J. Bennett and A. E. Debiase. 1989. Seasonal patterns of bacterivory by flagellates, ciliates, rotifers, and cladocerans in a freshwater planktonic community. *Limnol. Oceanogr.* **34**: 673-687.
- Shin, M.K. and W. Kim. 1993a. New records of three Oxytrichid Hypotrichs (Ciliophora; Hypotrichida: Oxytrichidae) from the Han River in Seoul, Korea. *Korean J. Syst. Zool.* **36**: 223-230.
- Shin, M.K. and W. Kim 1993b. Redescription of two Holostichid species of Genus *Holosticha* Wrzeniewski 1877 (Ciliophora, Hypotrichida, Holostichae) from Seoul, Korea. *Korean J. Syst. Zool.* **1**: 251-259.
- Skibbe, O. 1994. An improved quantitative protargol stain for ciliates and other planktonic protists. *Arch. Hydrobiol.* **130**: 339-347.
- Šimek, K., J. Bobková, M. Macek, J. Nedoma and R. Psenner. 1995. Ciliate grazing of picoplankton in a eutrophic reservoir during the summer phytoplankton maximum: a study at the species and community level. *Limnol. Oceanogr.* **40**: 1077-1090.
- Šimek, K., M. Macek, J. Pernthaler, V. Strauškabová and R. Psenner. 1996. Can freshwater planktonic ciliates survive on a diet of picoplankton? *J. Plankton Res.* **18**: 597-613.
- Song, W. 1993. Studies on the cortical morphogenesis during cell division in *Halteria grandinella* (Müller, 1973) (Ciliophora, Oligotrichida). *Chin. J. Oceanol. Limnol.* **11**: 122-129.
- Song, W. 1999. Progress in protozoology. Qingdao Ocean University Press. Qingdao.
- Suzuki, T. and M.S. Han. 2000. A study on a new species of *Tontonia* (Ciliophora: Oligotrichida) from the East China Sea and adjacent sea areas. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* **80**: 989-994.
- Wickham, S.A. and J.J. Gilbert. 1993. The comparative importance of competition and predation by *Daphnia* on ciliated protists. *Arch. Hydrobiol.* **126**: 289-313.
- Wilbert, N. 1969. Okologische Untersuchung der Aufwuchs- und Planktonciliaten eines eutrophen Weihers. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **35**: 411-518.
- Wilbert, N. 1972. Die infraciliatur von *Marituja pelagica* GAJEWSKAJA, 1928. *J. Protozool.* **19**: 590-592.
- Xu, K.D., J.K. Choi, E.J. Yang, Y.L. Lei and K.C. Lee. 2000. Assessment of planktonic ciliate communities as indicators of water quality in Incheon coastal waters. *The Yellow Sea* **6**: 50-58.
- Yoo, K.I., Y.O. Kim and D.Y. Kim. 1988. Taxonomy studies on Tintinnids (Protozoa: Ciliata) in Korea Coastal Waters 1. Chinhae Bay. *Korean J. Syst. Zool.* **4**: 67-90.
- Yoo, K.I., and Y.O. Kim 1990. Taxonomy studies on Tintinnids (Protozoa: Ciliata) in Korea Coastal Waters 2. Yöngil Bay. *Korean J. Syst. Zool.* **6**: 87-122.
- Zingel, P. 1999. Pelagic ciliated protozoa in an shallow eutrophic lake: community structure and seasonal dynamics. *Arch. Hydrobiol.* **149**: 495-511.

(Manuscript received 16 April 2004,
Revision accepted 12 June 2004)

Explanation of Figure Plates

Plate I

1. A diagram of *Codonella cratera*.
: L (Lorica, 피갑), AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), SB (Soft body, 원충), MI (Micronucleus, 소핵), MA (Macronucleus, 대핵), CR (Ciliary rows, 섬모열)
- 2, 3, 4. Showing Lorica shape variants. (Each scale bar is 20µm)
- 5, 6. A diagram of *Rimostrombidium lacustris*. (Each scale bar is 10 µm)
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), CY (Cytopharynx, 세포인두), MI (Micronucleus, 소핵), MA (Macronucleus, 대핵), CR (Ciliary rows, 섬모열), CV (Contractile vacuole, 수축포)
- 7, 8. Frontal view, showing adoral zone of membranelles. (Each scale bar is 10 µm)
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), MI (Micronucleus, 소핵), MA (Macronucleus, 대핵)
9. Dorsal view, showing oral primordium and macronucleus during morphogenesis.
(Scale bar is 10 µm) : MA (Macronucleus, 대핵), OP (Oral primordium, 구원기)
10. Posterior polar view, showing ciliary row. (Scale bar is 10 µm)
: CR (Ciliary rows, 섬모열)

Plate II

1. A diagram of *Rimostrombidium hyalinum*.
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), MI (Micronucleus, 소핵), MA (Macronucleus, 대핵), CR (Ciliary rows, 섬모열), CV (Contractile vacuole, 수축포)
2. Posterior pole view, showing ciliary row.
: CR (Ciliary rows, 섬모열)
3. Dorsal view, showing oral primordium and macronucleus during morphogenesis.
(Each scale bar is 10 µm) : CY (Cytopharynx, 세포인두), OP (Oral primordium, 구원기)
4. A diagram of *Rimostrombidium brachykinetum*.
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), MI (Micronucleus, 소핵), MA (Macronucleus, 대핵), CR (Ciliary rows, 섬모열), CV (Contractile vacuole, 수축포)
5. Frontal view, showing ciliary row, adoral zone of membranelles, micronucleus, macronucleus.
6. Dorsal view, during morphogenesis. (Each scale bar is 10 µm)
: OP (Oral primordium, 구원기)

Plate III

1. A diagram of *Strobilidium caudatum*.
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), CV (Contractile vacuole, 수축포)
2. Dorsal view, showing oral primordium and macronucleus during morphogenesis.
: OP (Oral primordium, 구원기)
3. Lateral view, showing spiral of ciliary row. (Each scale bar is 10 µm)
: CR (Ciliary rows, 섬모열)
4. A diagram of *Stylonychia* sp.
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), BC (Buccal cirri, 구극모), UM (Undulationg membranelles, 파동막), PF (Pharyngeal fiber, 인두섬유), VC (Ventral cirri, 복극모), LMR (Left marginal cirri row, 좌측극모열), CI (Caudal cirri, 미극모), FC (Frontal cirri, 전단극모), FVC (Frontal ventral cirri, 전단복극모), RMR (Right marginal cirri row, 우측극모열), PVC (Postoral ventral cirri, 후구복극모), TC (Transverse cirri, 횡극모)
5. Dorsal view, showing dorsal kineties and caudal cirri. (Each scale bar is 20 µm)
: MI (Micronucleus, 소핵), MA (Macronucleus, 대핵), DK (Dorsal kineties, 배측모), CI (Caudal cirri, 미극모)
6. A diagram of *Pseudostrombidium planktonicum*.
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), BC (Buccal cirri, 구극모), UM (Undulationg membranelles, 파동막), PF (Pharyngeal fiber, 인두섬유), LMR (Left marginal cirri row, 좌측극모열), VC (Ventral cirri, 복극모), TC (Transverse cirri, 횡극모), FC (Frontal cirri, 전단극모), FVC (Frontal ventral cirri, 전단복극모), RMR (Right marginal cirri row, 우측극모열), PVC (Postoral ventral cirri, 후구복극모)
7. Dorsal view, showing dorsal kineties and caudal cirri. (Each scale bar is 40 µm)
: DK (Dorsal kineties, 배측모), CI (Caudal cirri, 미극모)

Plate IV

1. A diagram of *Halteria grandinella*.

- : AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), JB (Jumping bristles, 도약섬모), MI (Micronucleus, 소핵), MA (Macronucleus, 대핵), CV (Contractile vacuole, 수축포)
2. Frontal view, showing bristles, adoral zone of membranelles and inner membranelles.
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), IM (Inner membranelles, 내막판), JB (Jumping bristles, 도약섬모)
3. Ventral view, separation of the daughter cell and meacronucleus during cell division. (Each scale bar is 10 μ m) : DC (Daughter cell, 딸세포)
4. A diagram of *Limnostrombidium viride*.
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), IM (Inner membranelles, 내막판), MI (Micronucleus, 소핵), MA (Macronucleus, 대핵), E (Extrusome, 사출구), NO (Neofomation organelle, 신생돌기), CR (Circumferencial ciliary row, 환상 섬모열)
5. Ventral view, showing morphogenesis, silverline system and ventral ciliary row.
: SS (Silverline system, 망상막), OP (Oral primordium, 구원기), VC (Venrtal ciliary, 복섬모열)
6. Dorsal view of showing pellicle and extrusome. (Each scale bar is 10 μ m)
: OP (Oral primordium, 구원기), E (Extrusome, 사출구), P (Pellicle, 피막)
7. A diagram of *Pelagostrombidium fallax*.
: AM (Adoral zone of membranelle, 입주변 막판), IM (Inner membranelles, 내막판), MA (Macronucleus, 대핵), MI (Micronucleus, 소핵), SS (Silverline system, 망상막)
8. Dorsal view, showing cr and silver system of pellicle. (Each scale bar is 10 μ m)
: E (Extrusome, 사출구), P (Pellicle, 피막)

Plate V

1. A diagram of *Phascolodon vorticella*.
: OB (Oral basket, 입주머니), CO (Circumoral ciliary row, 입주변 섬모열), SS (Silverline system, 망상막), CV (Contractile vacuole, 수축포)
2. Ventral view, showing of left ciliary rows.
: LC (Left ciliary row, 좌측 섬모열), RC (Right ciliary row, 우측 섬모열)
3. Dorsal view, showing dorsal brush and oral basket.
: DB (Dorsal brush, 등솔), OB (Oral basket, 입주머니)
4. Left lateral view, showing oral basket.
: OB (Oral basket, 입주머니)
5. Dorsal view, showing silver system. (Each scale bar is 20 μ m)
: SS (Silverline system, 망상막)
6. A diagram of *Vorticella convallaria*.
: CV (Contractile vacuole, 수축포), MA (Macronucleus, 대핵), ST (Stalk, 줄기)
7. Ventral view, showing of Peristomial ciliary.
: SS (Transverse striae, 횡선)
8. Frontal view, showing of adoral ciliary spiral.
: PC (Peristomial collar, 구연깃), MY (Myoneme, 사근)
9. Posterial pole, showing of .aboral cilirary row. (Each scale bar is 10 μ m)
: AW (Aboral ciliary wreath, 반구섬모환), MY (Myoneme, 사근)

Plate I

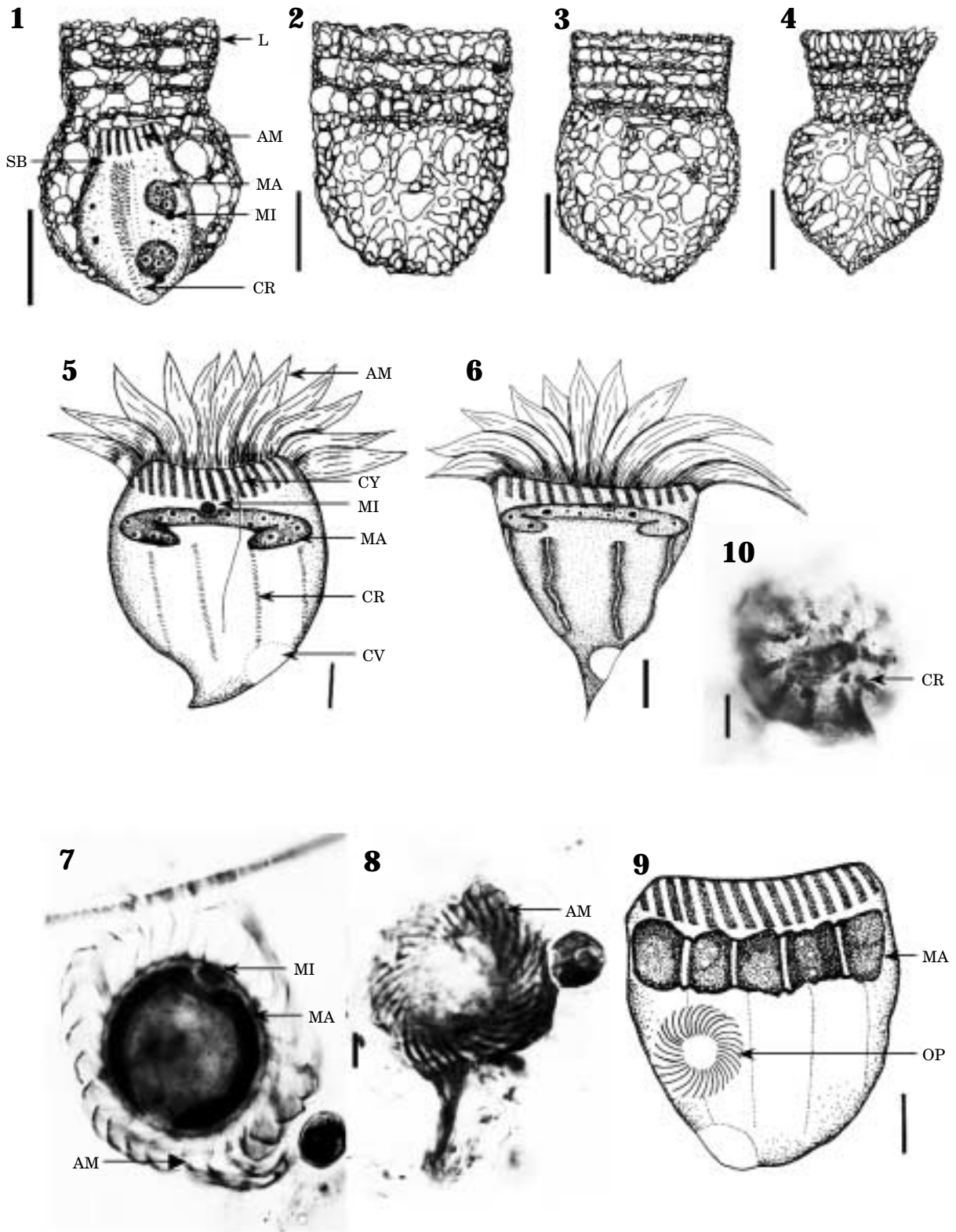


Plate II

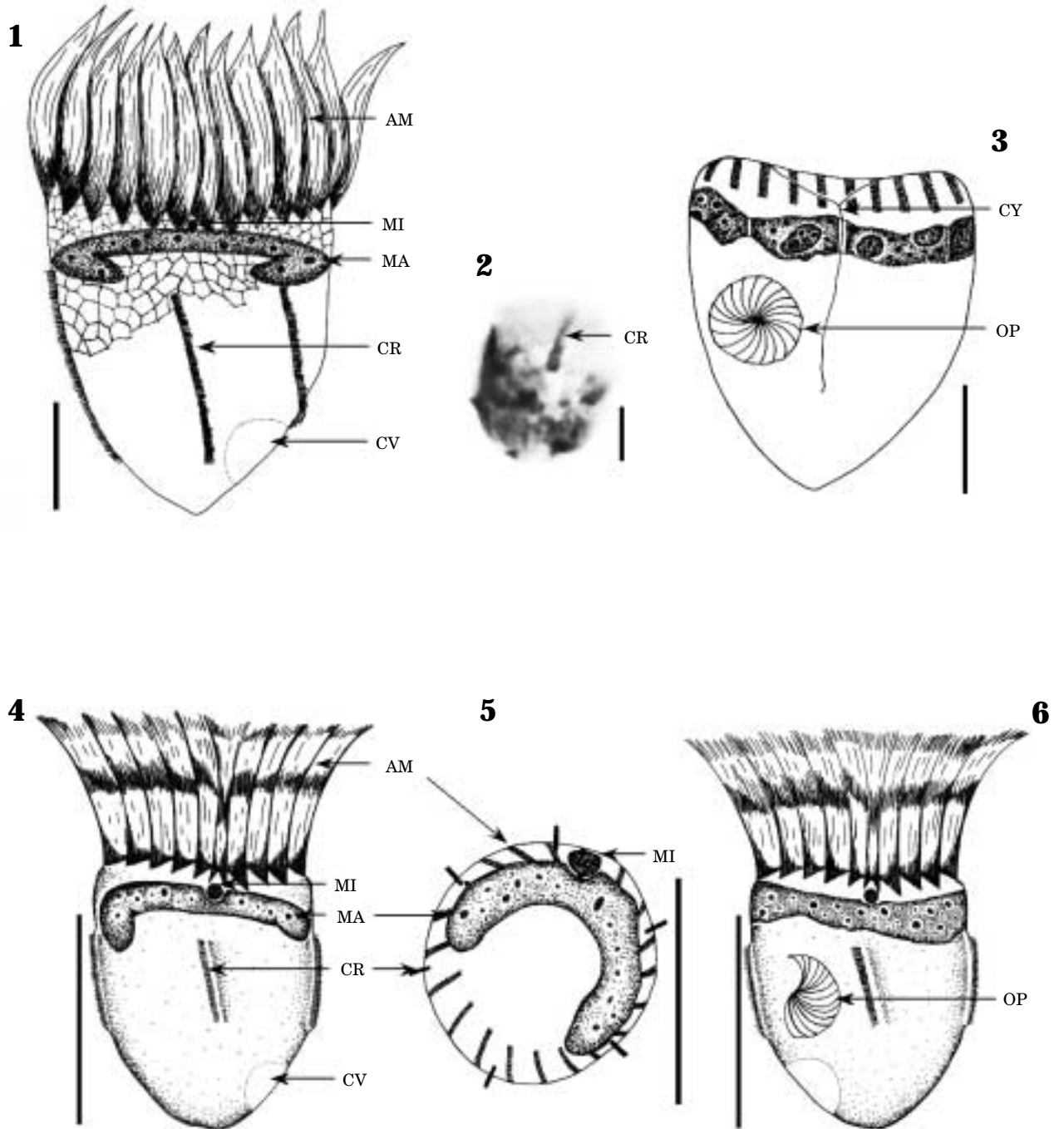


Plate III

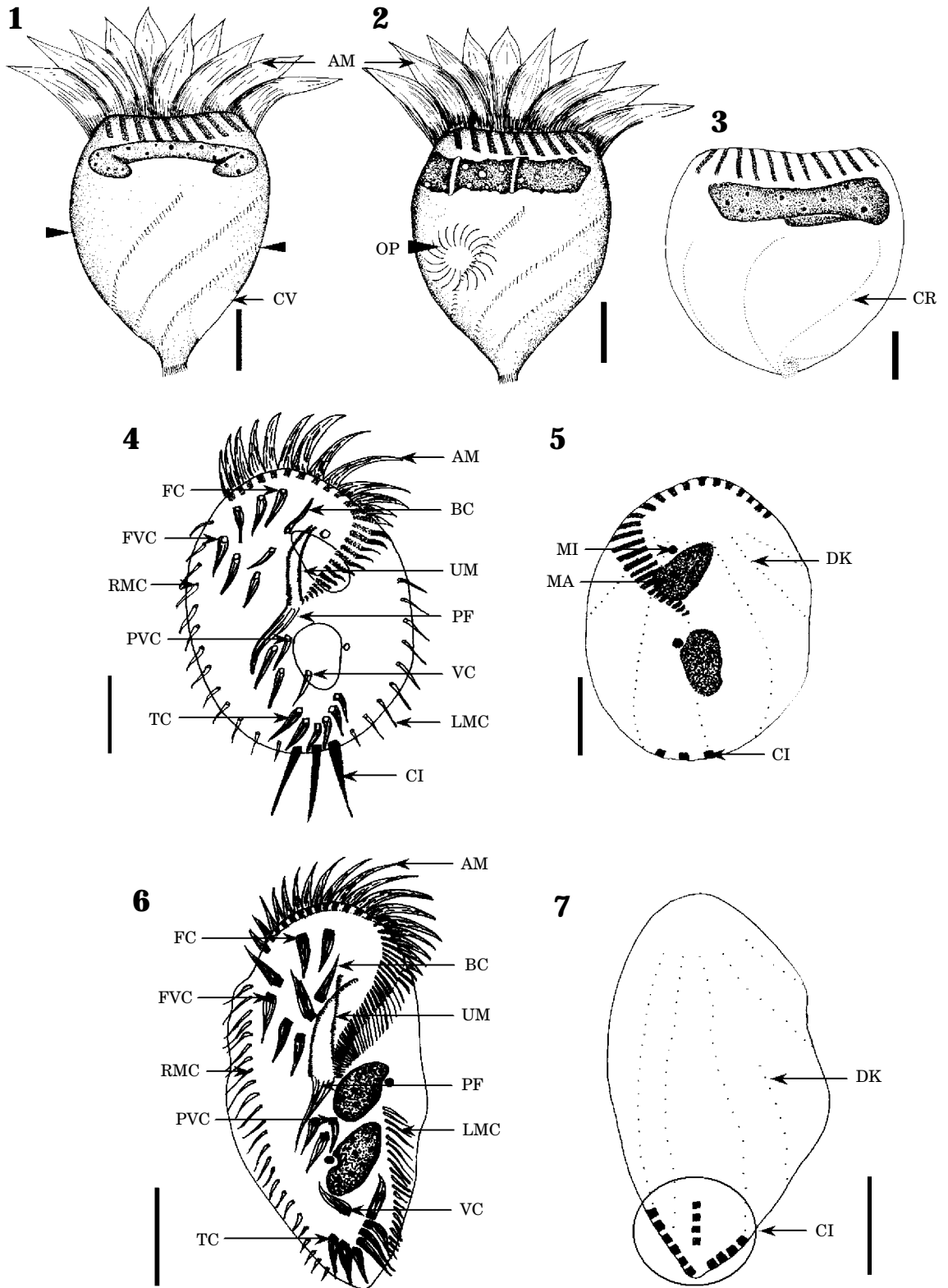


Plate IV

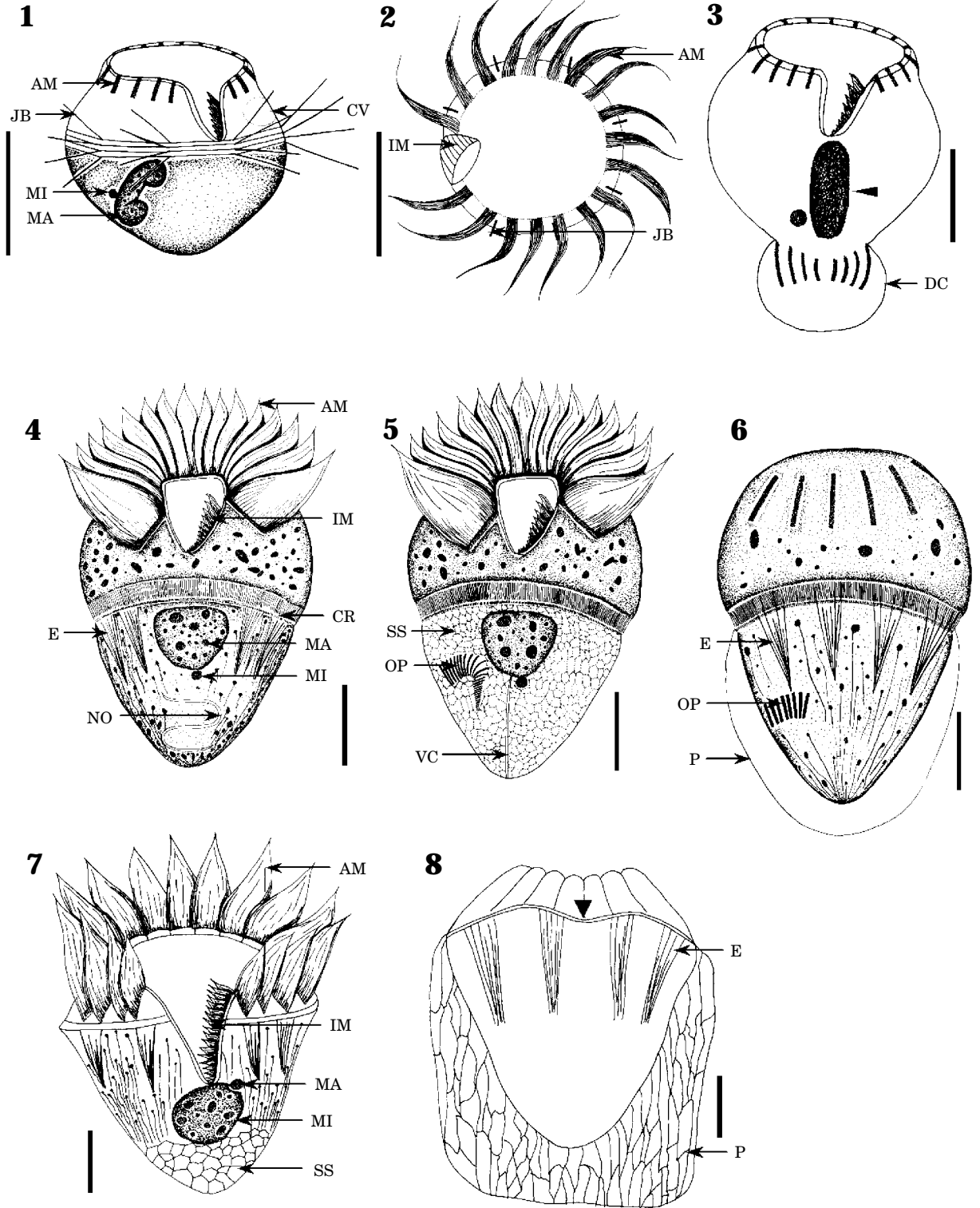


Plate V

