

# 중·고등학교 생물교과 과정의 세포 및 동물실험 모델의 개발에 관한 연구

## 1. 원생생물의 채집 및 분류를 중심으로\*

안태인 · 정해문 · 김현정 · 최지영\*\*

서울대학교 사범대학 생물교육과 \*\* 서울 난우중학교

(1987년 8월 10일 받음)

### I. 서 론

원생생물은 다세포 생물에 비하여 세포의 크기가 크고 색채 및 모양이 다양하며 운동성이 있는 것들이 많다. 원생생물의 이와 같은 장점들로 인하여 중·고등학교의 생물실험 및 대학의 일반생물학, 세포생물학 등의 실험재료로 활용될 수 있는 가능성이 높다.

한국의 현행중학교 교과과정의 내용중에도 1학년의 단원 II. 주변의 생물 중 몸이 간단한 작은 생물(p.143-144) 및 동물분류(p.147)에서 원생생물이 주요 소재로 다루어지고, 3학년의 단원 IV. 생명의 연속성(p.193)에서 무성생식의 예로, 단원 IV. 자연의 보존에서 생물집단의 생장곡선과 제한요인의 예로 짚신벌레가 다루어지고 있으며 같은 단원 수질오염 자연정화에서도 언급되고 있다(중학교 과학 1. 3).

또한 현행 고등학교 생물 교과과정에서는 단원 IV. 생물의 다양성 중 원생생물의 분류에서 문(phylum) 단위의 분류가 실험을 포함하여 세부적으로 다루어지고 있다(고등학교 생물 I·II). 이외에도 단원 I. 생명의 특성 중 생명체의 유기적 구성(교학사), 세포의 구조와 기능(동아서적)에서 원생생물이 실험 생

물로 제시되어 있다.

각 교과서에서 제시한 원생생물의 채집방법은 대부분 연못물을 떠다가 직접 관찰하거나, 햇벌이 비치는 창앞에 며칠간 방치하였다가 관찰하는 것으로 되어 있다. 고등학교 생물에서는 짚을 잘게 썰어 넣어서 짚신벌레를 배양하여 사용하도록 제시되기도 하였다.

그러나 이와 같은 채집방법은 실제학습에서 성공하기가 매우 어렵다. 그 이유는 첫째로, 경험이 없는 과학교사나 학생들에게 채집장소의 선택이 어렵고, 둘째로, 채집된 경우에도 원생생물의 농도가 낮기 때문에 현미경 관찰에서 오는 좌절이 많다. 셋째로, 원생생물은 실제로 여러 문의 생활을 포함하고 있어서 다양한 생물종이 관찰되기 때문에 이를 비슷하게나마 유형별로 분류군을 지을만한 참고 자료가 빈약하다는 점이다.

이상과 같은 난점 때문에 손쉽게 할 수 있는 실험임에도 불구하고 교육현장에서는 기피하는 예가 많다. 이에 본 연구에서는 이와 같은 난점을 해소하는 한편 원생생물의 장점을 살려서 중·고등학교의 생물 학습에 있어서 생물의 다양성 뿐만 아니라 세포에 대한 개념 확립에 도움을 줄 수 있는 방안을 강구하기 위하여 원생생물의 간편한 채집방법을 도입하고 채집된 원생생물의 분류 및 세포의 특성을 이해할 수 있는 실제 모델을 제안하고자 한다.

\* 이 연구는 1986년도 문교부 학술연구 조성비 지원에 의한 것임.

## II. 재료 및 방법

### 1. 원생생물의 채집

채집장소 및 시기 : 서울대 구내에서 2개 지소(자하연, 공대연못), 팔당댐의 주변호소 1개 지소를 임의로 선택하였다. 채집시기는 1986년 7월-10월 사이, 1987년 3월-5월이었다.

채집장소 : 원생동물의 생태조사에 사용되는 채집 방법으로 polyurethane foam을 사용하였다(Henebry and Cairns, 1984). 먼저 식기 소재용 스펀지를 12×8×7cm크기로 자른 다음 가운데를 뚫어 2m 정도의 나일론 끈을 꿰었으며 이때 끈이 빠지지 않고 스펀지가 상단부에 고정될 수 있도록 스펀지의 아래위에 매듭을 지었다. 다음은 묶은 스펀지를 연못의 풀섶 주변에 수면에서 30cm 정도 깊이에 위치하도록 나일론 끈의 하단에 돌을 담은 비닐 봉지를 묶어서 정착시켰다. 이때 나일론 끈의 위쪽 상단이 수면에 올라올 정도로 고리를 만들어 놓아 사람이 물속에 들어가지 않고도 막대를 이용하여 견져낼 수 있도록 하였다.

이와 같이 스펀지를 장치한 1주일 후부터 필요할 때마다 스펀지를 견져서 플라스틱 채집병에 물을 짜서 모으고 스펀지는 다시 채자리에 담귀두었다. 채집된 시료의 일부는 3% 포르말린으로 즉시 고정하고 다른 일부는 고정하지 않은 채로 관찰하였다.

### 2. 현미경 관찰 및 분류

실험실로 운반된 시료는 보통 광학현미경 또는 위상차 현미경으로 배율 100x, 400x 및 600x에서 관찰하고 ASA 100. 현대필름을 사용하여 사진촬영하였으며 적절한 배경을 만들기 위하여 녹색 또는 청색 필터를 사용하기도 하였다.

학생 실험에 위의 채집방법을 사용할때 출연 가능한 생물들을 예측해 보기 위해서 87년 4월과 5월 2개월간 서울대 구내 2개 연못에서 채집된 시료에서 각종의 출연 빈도를 구하였다. 즉 2개 연못에 각각 5개의 채집장치를 설치한 다음 2주 후부터 매주 1개씩을 수확하여 각 시료에서 5개의 프레파라아트를 준비하였다. 그리고 각 프레파라아트에 나타나는 각종의 빈도수와 프레파라아트에서 3개 시야를 관찰 했을때 나타나는 각종의 빈도수를 구해 보았다.

관찰된 원생생물 중 조류는 한국 동식물도감 제 9권(담수조류 : 문교부, 1968) 과 Prescott(1982)를 참조하여 동정하였고, 원생동물은 Jahn(1949)를 참조하여 분류하였다. 이들 문헌으로 동정이 명확하지 못한 것은 서울대학교 식물학과 정영호 교수 연구실의 도움을 받아 속(genus)단계까지만 확인하였다.

섬모충류의 관찰 : 섬모충류의 신속한 운동을 지연시키기 위하여 2% methyl cellulose 용액을 사용하였다. Methyl cellulose는 보통 시약과는 달리 저온에서 녹는다. Methyl cellulose 2g을 뜨거운 증류수 50ml에 혼탁시킨 다음 여기에 4°C 증류수 50ml를 첨가하면서 저어주었다. 냉각수의 혼합에 의해서 만들어진 이 투명한 용액을 슬라이드 글라스 위에 작은 원을 그리고 그 가운데에 섬모충류 한방울을 작게 떨어 다음 커버를 하여 관찰하였다.

## III. 결과 및 논의

본 연구에서 사용한 원생생물의 채집방법은 일종의 habitat island로서 원생생물의 호소 생태학 연구에 효과적으로 사용되고 있다(Cairns *et al.* 1969). 생태적 연구 목적인 경우에는 수질 검사를 비롯한 서식지 환경 및 계절에 따른 생물상의 변화 등이 구체적으로 조사되어야 하겠지만 본 연구에서는 이 방법을 시료 채취 모델로 사용한 것이기 때문에 생략하였다.

일반적으로 호소 생태계의 생산자인 조류는 아주 조밀한 프랑크톤 네트를 사용해야만 채집이 가능하지만 본 연구에서 연못 및 호소에 정착시켜 놓은 스펀지만으로 개체 직경이 수  $\mu\text{m}$  정도인 작은 것에서부터 직경이 수백  $\mu\text{m}$ 에 이르는 다양한 생물들을 채집할 수 있었다.

팔당댐의 주변호소 및 서울대 구내 2개 연못에서 채집 및 동정된 조류 표본들은 그림 1-40에 나타난 바와 같다. 이들을 분류 항목별로 보면 남조식물문(Cyanophyta)의 소구채과 2종, 염주말과 2종, 유글레나 식물문(Euglenophyta)의 유글레나과 2속, 황색편모조 식물문(Chrysophyta)의 규조강에 속한 것으로 체모양원반과 3종, 떠들말과 3종, 갯들말과 7종, 킨벨라과 5종, 아그란데스과 1종, 그리고 녹조 식물문(Chlorophyta)의 그물말과 2종, 글로텔라과 1종, 코엘라스트롬과 4종, 물먼지말과 2종으로 도합 4문 34종이었다. 원생동물로는 동정되지 못한 섬모충문(C-

〈표 1〉 서울대학교 지하연에서 채집된 원생생물의 출현반도

(단위 : %)

Family	Genus	(그림 #)	프레파라아트당		시야당	
			4월	5월	4월	5월
소구체과 (Chroococaceae)	<i>Anacytis</i>	(1, 2)	40	20	8	4
염주말과 (Nostocaceae)	<i>Trichodesmium</i>	(3)	20	40	4	8
채모양원반과 (Coscinodiscaceae)	<i>Melosira</i>	(12, 13)		20		4
떠들말과 (Fragilariaceae)	<i>Fragilaria</i>	(14)	100	100	100	100
	<i>Fragilaria</i>	(16)	40	20	8	4
	<i>synedra</i>	(15)	60	40	12	8
	<i>synedra</i>		20	100	92	100
깃돌말과 (Naviculaceae)	<i>Pinnularia</i>	(17)	100	100	64	100
	<i>Pinnularia</i>	(18)	40	100	8	28
	<i>Pinnularia</i>	(19)	20	40	4	8
	<i>Pinnularia</i>	(20)	60	40	8	8
	<i>Pinnularia</i>	(21)	80	100	36	60
	<i>Navicula</i>	(22)		40		12
	<i>Navicula</i>	(23)	100	100	40	56
	<i>Navicula</i>		60	60	16	16
킴벨라과 (Cymbellaceae)	<i>Gomphonema</i>	(25—	100	100	32	44
	<i>Cymbella</i>	27)	60	40	12	8
	<i>Gomphonema</i>	(28)		100		28
	<i>Gomphonema</i>	(30)	60		12	
	<i>Gomphonema</i>	(31)	80	100	16	24
클로렐라과 (Chlorellaceae)	<i>Chlorella</i>	(34)	20	20	4	4
코엘라스트롬과 (Coelastraceae)	<i>Scenedesmus</i>	(35)	100	100	22	44
	<i>Scenedesmus</i>	(36)	60	100	20	28
	<i>Scenedesmus</i>	(37)	40	60	8	16
	<i>Scenedesmus</i>	(38)		20		4
물먼지말과 (Desmidiaceae)	<i>Cosmarium</i>	(40)	20		4	
넬해갑과 (Zygnemataceae)	<i>Spirozoa</i>			40		8
원생동물* (Protozoa)	섬모충류			60		12
	육질충류			50		8
				10		4

\*원생동물은 과 및 속단위까지 분류되지 못함.

〈표 2〉 서울대학교 공대 연못에서 채집한 원생생물의 출현빈도

Family	Genus	(그림 #)	(단위 : %)			
			프레파라이트당		시야당	
			4월	5월	4월	5월
소구체과 (Chroococaceae)	<i>Anacystis</i>	(1, 2)	40	60	8	12
염주말과 (Nostocaceae)	<i>Trichodesmium</i>	(3)	60	20	20	12
세모양원반과 (Coccioidiscaceae)	<i>Melosira</i>	(12, 13)	100	40	64	12
띠돌말과 (Fragiliaceae)	<i>Fragilaria</i>	(14)	20		4	
	<i>Fragilaria</i>	(16)	20	100	8	100
	<i>Symetra</i>	(15)		20		8
	<i>Symetra</i>		60	20	42	4
깃돌말과 (Naviculaceae)			100	100	88	60
	<i>Pinnularia</i>	(17)	80	60	24	12
	<i>Pinnularia</i>	(18)	20		4	
	<i>Pinnularia</i>	(19)	60		24	
	<i>Pinnularia</i>	(20)	80	60	36	16
	<i>Navicula</i>	(21)	40		12	
	<i>Navicula</i>	(22)	80	100	36	4
		(23)	60		20	
김벨라과 (Cymbellaceae)			20	40	4	12
	<i>Gomphonema</i>	(25-27)				
	<i>Cymbella</i>	(28)	20	20	4	8
	<i>Gomphonema</i>	(30)				
	<i>Gomphonema</i>	(31)		20		4
클로렐라과 (Chlorellaceae)	<i>Chlorella</i>	(34)		80		36
코엘라스트룸과 (Coelastraceae)			100	100	72	84
	<i>Scenedesmus</i>	(35)	100	100	72	60
	<i>Scenedesmus</i>	(36)	20	100	4	40
	<i>Scenedesmus</i>	(37)	60	100	20	32
	<i>Scenedesmus</i>	(38)		40		24
물면지말과 (Desmidiaceae)	<i>Cosmarium</i>	(40)	20	100	4	24
별해랑과 (Zygnemataceae)	<i>Spirozoa</i>		20	60	4	20
원생동물* (Protozoa)	섬모충류		20	60	4	12
	육질충류		16	50	4	10
			4	10		2

\* 원생동물은 과 및 속 단위까지 분류되지 못함.

iliophora) 2종과 육질충문(Sarcodina)에 속하는 것으로 운동이 빠른 *Valkampfia*의 1종과 태양충류(Heliozoa) 2종이 관찰되었으나 자료 부족으로 확정짓지 못하였다.

섬모충류나 육질충류는 움직임이 빨라서 현미경 사진 촬영이 어려웠고 고정된 시료에서는 본래의 형태 훼손으로 인하여 동정이 거의 불가능하였다.

1987년 4월에서 5월말까지 서울대 구내에서 채집된 시료를 사용하여 각 생물들을 관찰할 수 있었던 빈도는 표1.2에 보인 바와 같다. 서울대 구내의 지하연은 물고기를 양식하고 있어서 유기물이 비교적 풍부하고 비가 올 경우 외에는 물이 거의 정체된 상태이며 이에 비하여 공대 연못은 뒷산에서 내려오는 물이 계속 흘러가는 상태로 수초가 많이 자라지 않는다.

위의 표에서 보는 바와 같이 양쪽 연못에서 공히 나타난 10과 25종의 조류와 몇가지 원생동물중에서 깃털말·떠들말·킴벨라·코엘라스트름 등이 가장 높은 빈도로 나타났다. 떠들말과의 1종을 제외한 모든 종류에서 4월 보다는 5월에 그 출현빈도가 높았다. 이는 스폰지가 원생생물이 분해할 수 있는 유기물은 아니지만 서식하는 정체된 장소를 제공하므로 설치이후 시간에 따라서 동일종의 집단수가 증가하기 때문인 것으로 보인다. 일반적으로 유글레나, 섬모충류 및 근족충류는 채집장치를 설치한 기간이 좀더 오래된 것일수록 관찰되는 빈도수가 많았다.

위의 예에서 보는 바와 같이 중 고등학교 구내, 또는 학교 주변의 연못이나 웅덩이에 이와 같은 장치를 하고 장기간 방치해두면 다양한 종류의 원생생물들이 높은 밀도로 나타날 것으로 예상된다.

본 연구결과 제작된 사진 및 슬라이드를 교육 보조 자료로 사용하여 중학교 1학년 학생들에게 민물속의 작은 생물 관찰(중학교 과학 p.143)의 정리단계에서 시험 사용해본 결과는 다음과 같았다.

먼저 학생들로 하여금 각 생물의 특징을 열거하게 하고 특징이 비슷한 것끼리 모아보도록 하였다 학생들이 찾은 생물의 특징은 우선 걸모양에 치중하였고 그 다음이 내부의 생김 모양, 색깔, 색소의 분포, 단세포인가 군체인가 하는 순서로 인식하였다. 그리고 사진을 놓고 가장 닮은 것끼리 짝짓기를 하였을 때 속(genus)단위로 묶여질 수 있었고 비교적 닮은 쌍들을

모았을 때 과(family) 또는 유사한 과 단위로 분류하였다. 특히 조류의 경우 색소가 같은 것끼리 모았을 때 문(phylum) 단위까지 도달할 수 있었다. 이는 비록 1개교에서 시행해본 것이지만 교사가 제시한 지침이 없어도 단세포 원생생물의 특징을 걸모양에서 속구조까지 구체적으로 관찰하여 갈 수 있음을 의미한다.

원생생물 중에서도 조류는 종류가 다양하면서도 형태 보존이 용이하고 운동성이 없거나 적으며 안팎의 형태적 특징이 뚜렷한 데다가 색소가 있기 때문에 과 단위까지의 식별은 그다지 어렵지 않다. 이에 비하여 원생동물은 시료의 보존이 어렵고 운동성이 빠르며 관찰되는 숫자도 소수이기 때문에 하급단위의 분류군으로 확정짓기가 용이하지 않다.

이와 같은 이유로 인해서 세계적으로 보고된 원생동물의 종 수가 30,000-50,000이라고 하지만 국내에서 보고된 예는 찾기가 어렵다. 이에 비하면 한국산 조류는 많이 밝혀져 있다. 1968년 문교부의 담수조류 편도감이 편찬될 때 이미 6문 9강 26목 56과 572종이 정리되었다.

그림에서 보는 바와 같이 단세포 생물도 걸모양과 속구조, 운동성, 색소 등 여러가지의 특징이 서로 상이한 생물로 존재한다. 따라서 원생생물을 단세포 생물이란 특징 하나만으로 분류함은 잘못된 것이라는 점을 인식시키고, 또 색소의 유무만으로 원생동물과 조류로 구분짓는 것은 무리한 속단이란 점을 학생들의 직접적인 학습을 통해서 주지시켜야 할 것이다.

민물에서 채집된 이들 원생생물은 동 식물성 플랑크톤, 호소생태계에서 1차 생산자의 확인 및 자연 정화의 학습에도 활용될 수 있다. 세포의 크기가 크고 색소체 등이 명확한 유글레나는 엽록체를 보여줄 수 있는 좋은 재료이며 세포의 움직임이 조금 둔화된 뒤에는 편모의 운동도 쉽게 관찰시킬 수 있다. 특히 유글레나는 동 식물의 양쪽 특성을 가지고 있으므로 단정적으로 동물 또는 식물로 인식하는 것보다는 생물을 분류하는 전체에 따라서 생물이 다른 위치에 놓이게 된다는 것을 알려 줄 수 있다.

황색편모조식물문에 속한 생물들도 편모가 있기는 하지만 가늘어서 정확한 관찰이 어렵다. 그러나 깃털말 같은 경우 시야의 다른 생물에 비해서 약간의 운동성은 보인다. 소구체과나 연주말과의 속하는 남조류를 고등학교 실험에서 사용되는 광학현미경 정도의

성능으로도 충분히 원핵생물을 확인시켜 줄 수 있는 예이다.

대부분 다세포 생물의 크기는 크기가 작고 원형질의 기관들간에 밀도차가 크지 못하기 때문에 관찰이 불가능하다. 그러나 원생동물은 염색하지 않고도 엽록체, 식포, 수축포, 편모, 핵 및 세포내의 다양한 과립 등의 세포기간들을 보여 줄 수 있는 장점이 있다.

섬모충류 및 육질충류는 세포 기관의 관찰 뿐만 아니라 세포의 운동을 보여주기엔 적합한 재료이다. 그러나 섬모는 운동이 대단히 빨라서 관찰에 어려움이 있다. 섬모충류의 행동을 관찰하려면 숨을 얇게 퍼던 종래의 방법이 유효하지만 섬모의 운동이나 섬모충류의 세포기관 관찰을 위해서는 Protoslo(Carolina Biological Supply Co.) 등으로 섬모운동을 둔화시켜야 하나 국내에서는 구하기가 어렵다는 단점이 있다. 그러나 재료 및 재료 방법에 설명된 methyl cellulose는 식품 저장용으로 개발된 것으로 생물에게 무해하며 점성도가 크기 때문에 섬모운동을 감소시킬 수 있다. 관찰시 현미경의 조리계를 좁게하여 대조효과를 증대시켜 주면 섬모의 과동운동을 볼 수 있다. <그림 41-43>의 섬모충류는 1% Osmium tetroxide로 고정하였기 때문에 세포의 표면은 명확한 데 비하여 속구조는 잘 보이지 않는다. 흔히 육질충류는 운동성이 대단히 느린 것으로 이해되고 있어서 현미경 시야에서 비교적 투명하게 보이고 움직이지 않는 것을 찾아서 육질충류라고 단정하는 예가 많으나 반드시 그런 것은 아니다. 400배의 광학현미경으로 관찰하며 원형질 유동이 뚜렷이 보이며 위쪽을 내는 속도도 빠르기 때문에 노출시간 7초로 사진을 찍으면 그림 45와 같이 원형질의 이동으로 인하여 과립의 촛점이 흐려져 있다.

이상에서 논의한 바와 같이 스폰지를 이용한 원생생물의 채집 방법은 간편하면서도 학생실험에 유효하게 사용될 수 있으며 이렇게 채집된 시료는 생물의 다양성, 호소 생태 및 원생생물의 분류학습 뿐만 아니라 세포기관의 확인, 세포의 구조 및 세포운동을 학습하는데 잘 활용될 수 있다.

(그림 설명\*)

사진 1-40에서 막대는 20μm를 나타냄

1. 소구체과 *Anacystis*. 세포는 구형 또는 반구형이며 청록색으로 직경은 5-7μm이다. 점액질(화살표)에 싸여

있으며 군체를 이룬다.

2. 소구체과 *Anacystis*. 세포는 구형이고 청갈색을 띤다. 4-8개의 세포가 군체를 이루며 피막은 뚜렷하지 않다.

세포의 크기는 3-5μm이다.

3. 염주말과 *Trichodesmium*. 세포사는 곧으며 양 선단은 둥글다.

세포모양은 오목한 난형이며 길이는 9μm 폭은 6μm 정도이다.

사진 3-9까지는 같은 배율임.

4. 염주말과 *Anabaena* 세포사는 굽어 있으며 세포는 항아리 모양이다. 세포의 직경은 2-5μm이고 길이는 10μm 정도이다. 세포는 연두색 색소와 갈색 색소로 구성되어 있다.

5. 유글레나과 *Trachelomonas*. 세포는 타원형이고 황갈색 외피로 싸여 있다.

색소체는 녹색이며 하단부 또는 중앙에 밀집해 있다. 편모(화살표)는 길며 몸을 회전하며 전진한다. 길이는 20-25μm이다.

6-9. 유글레나과 *Euglena*. 세포는 긴 방추형이며 전단은 둥글고 후단은 가늘어져서 끝은 뾰족하다. 편모는 짧고 색소체는 녹색이며 원반모양으로 전신에 많이 흩어져 있다.

10. 체모양원반과 *Coscinodiscus*. 세는 평반상(平盤狀)이며 중앙이 오목하고 주연은 오돌도돌하며 항목은 육각형이다. 세포의 직경은 240μm 정도이다. 천리포에서 채집.

11. 체모양 원반과 *Coscinodiscus*. 팔당에서 채집되었으며 세포는 반원이 평탄한 원형이고 직경은 150μm 정도이다. 항목은 방사상으로 분포하여 주연이 매끈하다. 배율은 10과 같다.

12. 13 체모양 원반과 *Melosira*. 세포는 원통상이며 직경은 12μm 높이는 30μm이고 군체의 말단에는 극상돌기가 있다. 색소체는 녹색이다. 13의 배율은 10과 같다.

14. 떠들말과 *Fragilaria*. 세포는 황갈색이며 길이는 35μm 폭은 4μm 정도이고 밀접하게 결합해서 띠 모양의 군체를 하고 있다.

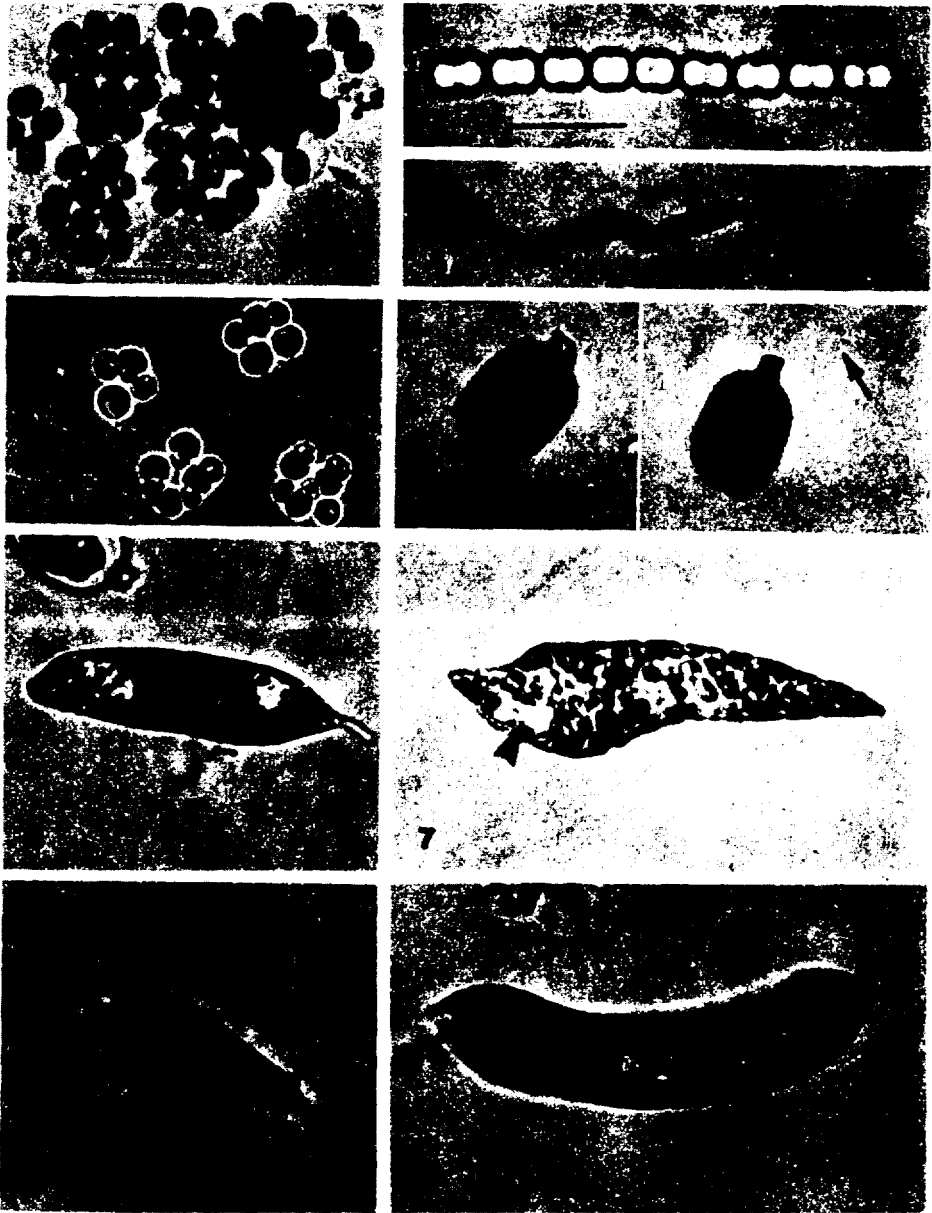
15. 떠들말과 *Synedra*. 세포길이는 125μm. 폭은 4μm 정도이다.

배율은 14와 동일함, 중앙부는 폭이 약간 넓고 양끝은 좁다.

16. 떠들말과 *Fragilaria*. 세포길이는 50μm, 폭은 4-5μm 정도이다.

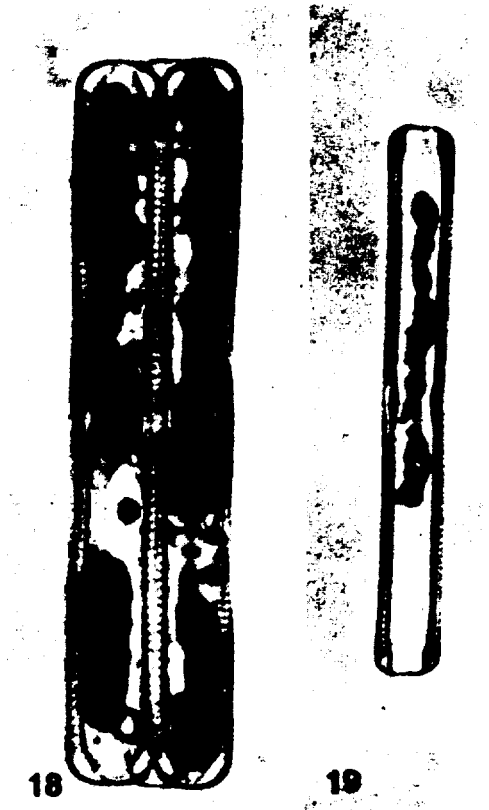
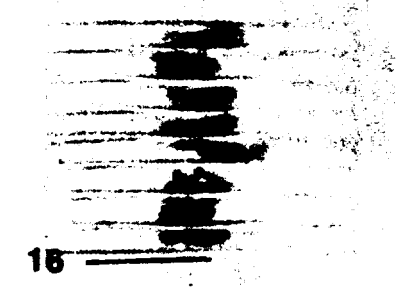
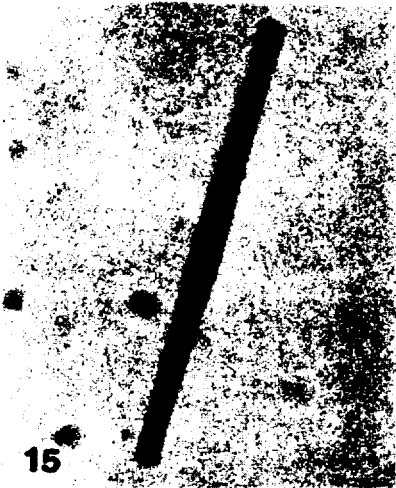
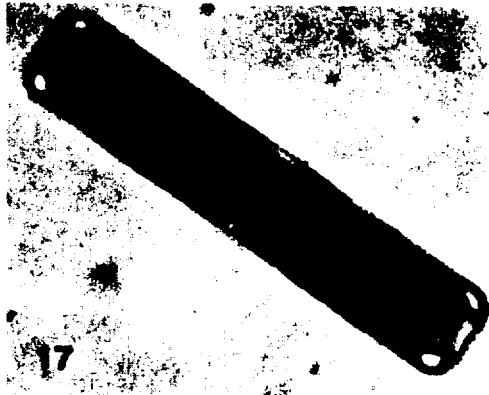
개각면의 끝은 밀착되어 있지 않고 가운데에 황록색의 색소가 있다.

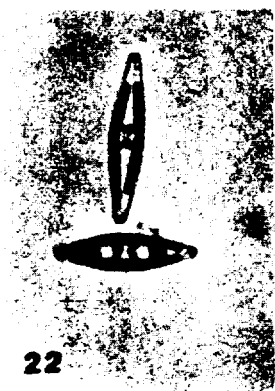
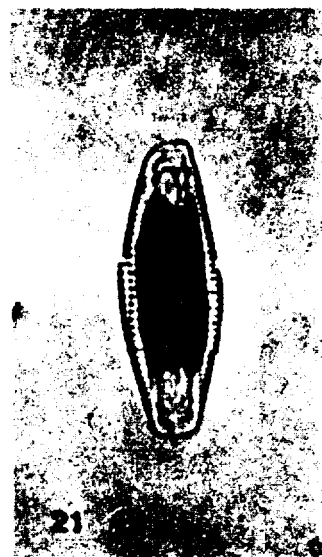
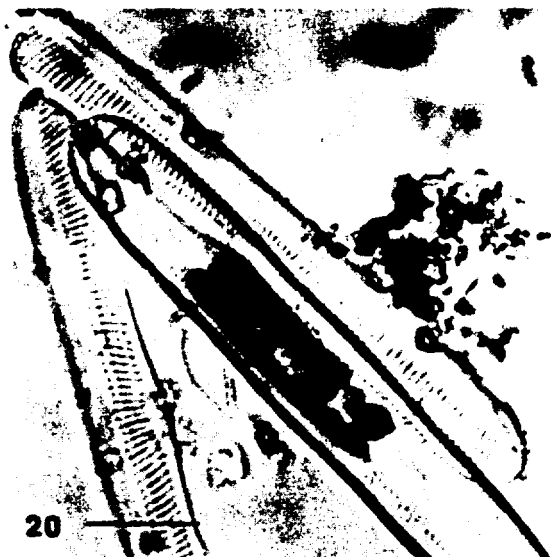
17. 깃들말과 *Pinnularia*. 세포는 양면이 평행한 직선상이며 황갈색이다.









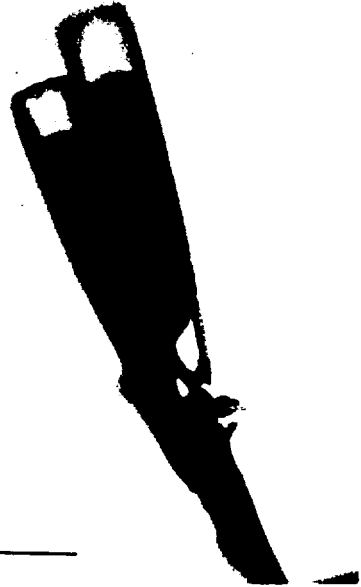




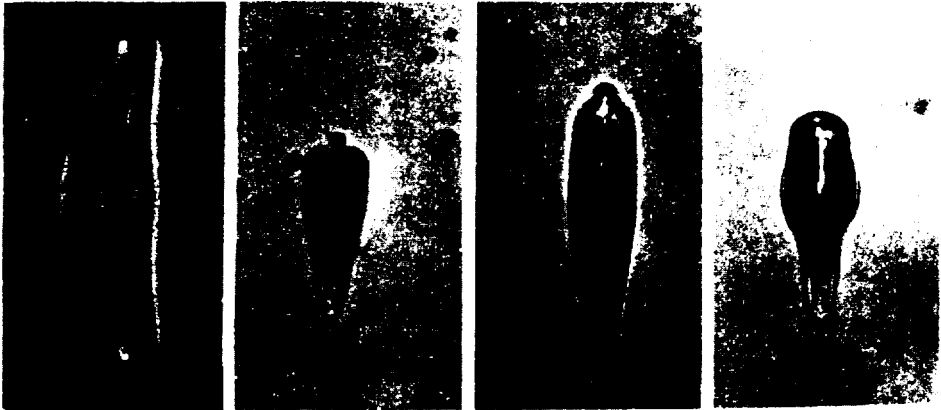
25 — 4

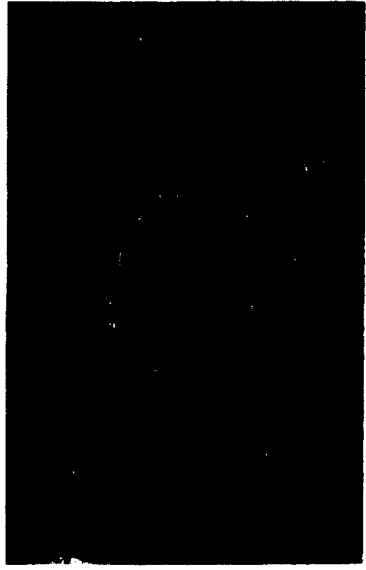
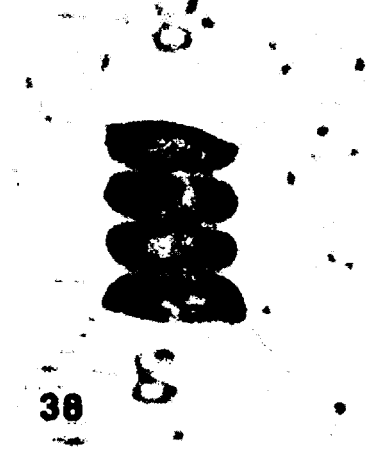
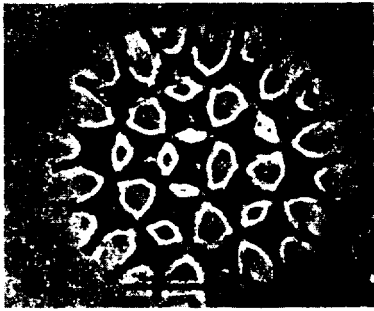


26



27 —



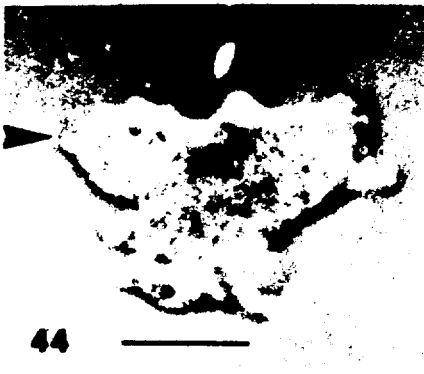
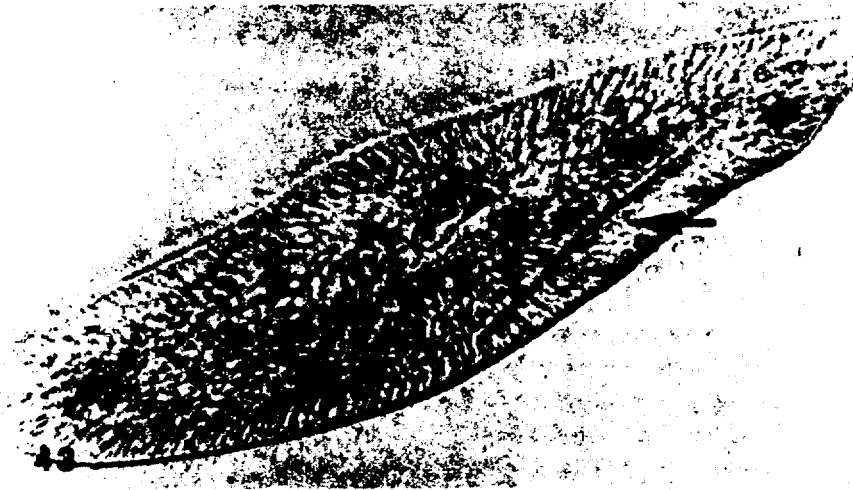




41



42



44



세포길이는 80 $\mu$ m 폭은 15 $\mu$ m 정도이며 주연에 빛살무늬가 있다.

배율은 16과 동일.

18. 깃들말과 *Pinnularia* 세포는 긴 배모양이며 양단은 둔원형이다. 길이는 115 $\mu$ m, 폭은 13 $\mu$ m 정도이며 세포내에서는 색소과립이 산재한다. 주연의 빛살무늬는 중앙과 양단에서는 방사상으로 사각을 이루고 나머지 부분에서는 직각이다. 배율은 16과 동일함.
19. 깃들말과 *Pinnularia* 세포는 긴 막대모양이며 중앙과 양단에 폭의 차이가 없고 짧은 둔원형이다. 세포길이는 90 $\mu$ m, 폭은 9 $\mu$ m 정도이다. 자갈색 또는 녹갈색의 과립이 있다. 배율은 16과 동일함.
20. 깃들말과 *Pinnularia* 세포모양은 장 타원형이며 절정선 문은 중앙부에는 방사상 배열을 하고 있으며 선단 부분은 끝쪽으로 기울어져 있다. 세포 길이는 117 $\mu$ m, 폭은 17 $\mu$ m 정도이다.
21. 깃들말과 *Pinnularia* 세포는 양선단 부위가 좁아 배모양이 중심구는 조금 넓게 되어 있으면 선문은 정중선에 직각이다. 세포길이는 50 $\mu$ m 중앙의 폭은 18 $\mu$ m 정도이며 내부에 녹색 색체가 있다. 배율은 20과 동일함.
22. 깃들말과 *Pinnularia* 세포는 좁은 피침형이고 양단이 가늘다. 세포길이는 30 $\mu$ m, 중심부의 폭은 7 $\mu$ m 정도이다. 2개의 녹색 색소대가 각각 내면에 길게 배열해 있다. 배율은 20과 동일함.
23. 깃들말과 *Pinnularia* 세포의 모양은 22와 비슷하나 한쪽 개각은 거의 직선에 가깝고 갈색의 색소 과립이 중심부에 뭉쳐 있다. 세포의 길이가 37 $\mu$ m, 폭이 5 $\mu$ m 정도이다. 배율은 20과 동함.
24. 아그난테스과 *Cocconeis* 세포는 타원형이며 주연에는 무늬가 없는 공백 환상대가 있다. 부정형의 연두색 색소체가 세포 전면에 분포한다. 세포 길이는 38 $\mu$ m, 중심부의 폭은 22 $\mu$ m 정도이다. 배율은 20과 동일함.
- 25-27. 킴벨라과 *Gomphonema* 속의 3종 세포는 종구가 있고 종적으로 비대칭이며 개각면은 곧다. 26은 25와 같은 배율.
28. 킴벨라과 *Cymbella* 세포는 초승달 모양이며 배측은 매우 굽어져 있으며 복측도 약간 굽어져 있다. 중축구는 좁고 중심구는 원형이다. 세포 길이는 668 $\mu$ m, 중심부의 폭은 20 $\mu$ m이다. 배율은 27과 동일함.
- 29-31. 킴벨라과 *Gomphonema* 속의 3종. 개각의 상반부는 서로 평행하며 하반부는 급격히 가늘어진 비대칭형이다. 배율은 모두 27과 동일함.
32. 그물말과 *Pediastrum* 군체로서 16개의 세포로 되어 있으며 세포사이에는 삼각진 공극이 있다. 외측세포에는 2개의 돌기가 있으며 군체의 직경은 70 $\mu$ m 정도이다.
33. 그물말과 *Pediastrum* 8개의 세포가 군체를 이루고 있으며 가장 자리는 길게 결각되어 2개의 돌기가 있다. 군체

의 세포는 녹색을 띠며 군체의 직경은 30 $\mu$ m 정도이다. 33-40 까지 동일한 배율임.

34. 클로렐라과 *Chlorella* 세포는 구형으로 직경 7 $\mu$ m 정도이며 녹색이다.
- 35-38. 코엘라스트롬과 *Scenedesmus* 속의 4종 모두 군체를 이루며 가시가 나 있다.
39. 물먼지말과 *Cosmarium* 세포는 길이가 60 $\mu$ m, 폭이 20 $\mu$ m 정도이며 가운데 부분이 깊숙히 조여져 있다.
- 44-45. 육질충류인 *Amoeba* 44의 화살표는 먹이인 섬모충류를 화살표 머리는 위쪽으로 먹이를 둘러싸서 식포 형성중에 있는 부위를 가리킨다. 45의 작은 화살표는 위쪽을 내고 있는 부분을, 화살표 머리는 위쪽이 오므라들고 있는 꼬리 부분을, 큰 화살표는 세포질 과립의 움직임이 일시 중단된 부위를 가리킨다. 44, 45는 같은 배율이며 44의 막대는 100 $\mu$ m를 나타냄.

\* 사진의 원본은 칼라 슬라이드로 제작되어 있으므로 교재 실습용으로 사용을 희망하는 경우 저자로부터 편의를 제공받을 수 있음.

## 참 고 문 헌

- Cairns, J., Jr., M.L. Dahlbery, K.L. Dickson, N. Smith and W.T. Waller, 1969. The relationship of freshwater protozoan communities to the MacArthur-Wilson equilibrium model. *Am. Nat.* 103 : 439-454.
- Henery, M.S. and J. Cairns, Jr., 1984. Protozoan colonization rates and trophic status of some freshwater wetland lakes. *J. Protozool.* 31 : 456-467.
- Jahn, T. L., 1949. How to know the protozoa. Wm. c. Brown Co. Pub. Dubuque, Iowa.
- Prescott, g. W. 1982. How to know the freshwater algae. Wm. C. Brown Co. Pub. Dubuque, Iowa.
- 한국동식물도감. 제9권 식물편(담수조류). 문교부, 1968.
- 문교부 검인정 고등학교 생물 교과서 5종, 1984.
- 문교부저작, 중학교 과학 1-3. 1984.

## ABSTRACT

# Experimental Model for the Biology Curriculum in Junior and Senior High School Using Cells and Animals

### 1. Sampling and classification of protists

Tae-In Ahn, Hae-Moon Chung, Hyun-Chung Kim, Ji-Young Choi\*\*

Department of Biology Education, Seoul National University and Nan Woo Middle School\*\*

Polyurethane foam was utilized to collect protists from the 2 ponds in Seoul National University and another pond in vicinity of Paldang Dam. The identified protists were 4 species in Cyanophyta, 2 species in Euglenophyta, 19 species in Chrysophyta, 9 species in Chlorophyta, 2 species in Ciliophora, and 3 species in Sarcodina. To test the adoptability of the sampling method for classes in junior and senior high school, frequency of the 25 protists in each observation and in each preparation were calculated. The families which were present at high frequencies were Naviculaceae, Fragilariaceae, Cymbellaceae and Coelastraceae. In an experimental application of the 40 pictures taken from the samples, students in junior classes recognized the protists by their outer morphology, internal structure, color, and colonial types, in decreasing order. Use of the collecting method and the applicability of protists for teaching biology were discussed.