

남산에서 세포성 점균의 출현과 분포

강경미 · 홍영빈 · 이재봉 · 장남기
서울대학교 생물교육과

Occurrence and Distribution of Cellular Slime Molds in Mt. Nam

Kang, Kyoung-Mi, Young Bin Hong, Jae-Bong Lee and Nam-Kee Chang
Department of Biology Education, Seoul National University

ABSTRACT

In this study, the occurrence and distribution of dictyostelid cellular slime molds was investigated from soils of typical forests in Mt. Nam and the effect of soil environmental factor on cellular slime molds was investigated.

The fourteen species including two undescribed species were isolated as follows: *Dictyostelium brefeldianum*, *Polysphondylium pallidum*, *P. violaceum*, *P. pseudo-candidum* in *Quercus mongolica-Sorbus alnifolia* forests, *D. purpureum*, *D. mucoroides* var. *stoloniferum*, *D. dimigraformum*, *D. brefeldianum*, *P. pallidum*, *P. tenuissimum*, *P. violaceum*, *P. candidum*, *P. pseudo-candidum* in *Pinus densiflora* forests, *D. polycephalum*, *D. capitatum*, *D. brefeldianum*, *P. candidum* in *Robinia pseudo-acacia* forests, *D. purpureum*, *D. aureostipes* var. *aureostipes*, *D. polycephalum* in *Quercus acutissima* forests, *D. minutum*, *D. implicatum*. in the site disturbed by human. The dominant species were *P. pallidum*, *D. brefeldianum*, *P. pseudo-candidum* and *D. dimigraformum* were the undescribed species in Korea.

Environmental factors such as soil pH, water content, organic content, total nitrogen and total phosphorus made a little effect on total species number, the number of clones.

Key words: Cellular slime molds, Mt. Nam, Vegetation, Soil environmental factor.

서 론

1869년 Brefeld가 *Dictyostelium mucoroides*를 처음 기록한 이후, Cavender and Raper (1965)에 의해 토양에서 종을 분리할 수 있는 'Clonal Isolation Technique'이 알려지면서 세포성 점균에 대한 분류학적 연구를 비롯하여, 생태적 연구 및 발생유전학적 연구가 활발히 지속되어 왔다. 대부분의 딕티오형 세포성 점균은 온대와 열대지방의 삼림토양과 부엽토, 그리고 여러 생물의 배설물에서 분리되어 왔다. 이러한 초기 연구를 통하여 종의 다양성이 가장 큰 지역은 열대와 아열대 삼림으로

알려졌으며, 적도 지역의 참나무림과 같은 약간 습기가 있는 삼림에서 풍부히 서식하고 있다고 보고되었다. 그러나 그 후 이 생물은 중미 (Benson and Mahoney 1977, Cavender 1980), 남미 (Cavender 1973), 캐나다 (Cavender 1972), 동남아시아 (Cavender 1973), 동아프리카, 스위스 (Traub *et al.* 1981), 일본, 한국, 유럽에 이어 Alaska의 삼림이나 Tundra (Cavender 1977)에서도 분포하는 것으로 밝혀져 이 생물이 환경에 따라 특이적이긴 하지만 전세계적으로 분포하고 있음이 알려졌다.

세포성 점균의 분류는 Bonner (1967)의 "The Cellular Slime Molds"를 비롯하여 Olive (1975)의 "The

Mycetozoa에 나타난 체계를 기초로 1984년 Raper는 세포성 점균에 관한 연구의 역사적 배경과 발표된 종들의 상세한 기록을 남겼으며, Hagiwara (1989)는 그가 발표한 많은 신종과 함께 일본산 세포성 점균을 체계적으로 비교 설명하고 있고 현재에도 끊임없는 신종이 발견되고 있다. 현재 약 60여종의 세포성 점균이 전세계에 걸쳐 분포하고 있는 것으로 알려지고 있으며, 식생, 토양, 조건, 기후 및 온도 등 환경요인과 종간의 경쟁에 따라 그 분포양상이 다르게 나타나는 것으로 밝혀져 있다 (Bonner 1967, Cavender 1980, Landolt et al. 1990, 장 등 1996a, 1996b, 권과 장 1996). 세포성 점균의 분포에 영향을 미치는 토양의 조건은 권에 의한 선행연구가 있다. Frank (1980)는 삼림에서 행한 정량적 연구에서 세포성 점균의 분포양상은 토양 속의 세균류의 수와 종류에 밀접한 관련성이 있음을 보여주었다. 또한 먹이가 되는 세균류가 개체군의 다양성과 크기를 조절하는 제한 요소로 작용한다는 연구결과가 보고된 바 있다.

국내에서는 세포성 점균에 관한 분포조사는 최와 김 (1981)의 보고 이래로 홍과 장 (1990, 1991, 1992a, 1992b), 심과 장 (1998), 심 (1998)에 의해 주로 여러 삼림을 중심으로 한 출현과 분포에 집중되어 행해져 왔다. 현재 41개 지역에 걸친 조사 결과 총 31종의 디티오행 세포성 점균이 분포하고 있는 것으로 밝혀졌다 (심 1998).

환경문제가 심각해짐에 따라 생물 다양성에 대한 중요성이 점점 커지고 있으며, 동식물과 같은 눈에 보이는 생물의 보존뿐만 아니라 생태계 전반적인 차원에서의 접근이 필요하다. 무척추동물, 균류, 박테리아와 같은 미생물들의 생태적 역할 역시 매우 중요하며 그러한 미생물과 밀접한 관련을 갖고 있는 세포성 점균류에 대한 연구 역시 환경보존의 차원에서 새롭게 해석될 필요가 있다.

본 연구에서는 남산의 식물 군락에 따른 세포성 점균의 분포와 출현을 조사하여 식생에 따른 세포성 점균의 분포양상을 밝히고, 토양의 pH, 수분, 유기물, 질소, 인 등의 성분을 정량하여 토양환경요인이 세포성 점균류의 분포에 미치는 영향을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

조사지 개황

남산은 서울시의 중심부에 위치하며 북위는 37°32′~33′이고, 동경은 126°58′~127°00′사이이다. 남산이 위치한 서울의 기후는 연평균 기온 11.1℃, 월평균 최고기온 24.5℃ (8월), 월평균 최저기온 -4.9℃ (1월)로써 연교차 30℃, 연평균 강수량은 1,259 mm이며 그 중의 72%가 6-9월에 집중되고 있다. 남산의 주된 식물군락으로는 북사면의 신갈나무-팔배나무 군락과 남사면의 소나무 군락, 참나무 군락, 아까시 나무 군락이다.

시료의 채집

토양 시료는 98년 9월 초순에 채집하였다. 채집 방법은 Benson과 mahoney (1977)의 'simple sampling method'에 따라 수행하였다. 남산의 대표적인 식물군락인 신갈나무-팔배나무 군락, 소나무 군락, 참나무 군락, 아까시 나무 군락 및 사람의 왕래가 잦은 팔각정부근 길옆과 매표소부근에서 채집용 삽을 이용하여 반쯤 썩은 낙엽과 표층의 토양을 채집하여 4℃냉장고에 보관하였다. 각 채집지에 대한 설명은 Table 1에 제시되어 있다.

종의 분리 및 동정

채집된 시료로부터 세포성점균의 분리는 Cavender와 Raper (1965)의 'Clonal Isolation Technique'에 따라 수행하였다. 토양을 50:1로 희석하여 건초매지 (Hay Infusion agar)에 *E. coli*와 함께 접종하여 20~22℃의 항온기에서 7일간 배양한 후에 분리하였다.

분리된 종은 0.1% LP매지 (Lactose-Peptone Agar Media)에 *E. coli*와 함께 접종한 후 20~22℃의 항온기에서 배양하였다. 접종 후 2일째부터 점액아메바의 집합 형태, 이동기의 유무 및 형태, 포자 및 자실체의 모양, 색깔, 크기, 정단 기부의 모양, 가지의 모양 등을 중점적으로 관찰하였다.

이 관찰사항을 토대로 홍과 장 (1990, 1991), Olive (1975), Raper (1984), Hagiwara (1989), 심 (1998)의 분류 Key와 종기록, 그리고 다른 많은 연구들의 종기록에 근거하여 분리된 종을 동정하였다.

토양분석

토양의 pH는 1:5로 토양과 물을 섞어 30분간 진탕한 후 하루 방치하여 거름종이 (Whatman No.44)로 거른

Table 1. Characteristics of Collection site in Mt. Nam

Site	Forest type	Remark
1	-	The side of road
2	<i>Quercus mongolica-Sorbus alnifolia</i>	-
3	<i>Quercus mongolica-Sorbus alnifolia</i>	-
4	<i>Pinus densiflora</i>	-
5	<i>Pinus densiflora</i>	-
6	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	-
7	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	-
8	<i>Quercus acutissima</i>	-
9	<i>Pinus densiflora</i>	-
10	<i>Pinus densiflora</i>	-
11	<i>Robinia pseudo-acacia-Pinus koraiensis</i>	The side of road
12	<i>Robinia pseudo-acacia-Pinus koraiensis</i>	The side of road

후 pH meter (DIGITAL pH/10N METER MODEL DP-135)로 측정하였다. 수분 함량은 fresh moisture로 105°C의 dry oven에서 24시간 건조시킨 후 그 소실량으로 측정하였다. 유기물 함량은 loss on ignition 방법으로 450°C의 furnace에서 4시간 가열 후 그 소실량으로 측정하였다. 유기물을 측정하고 난 재를 이용하여 ammonium-molybdate sulfuric acid를 이용한 Allen *et al* (1974)의 방법을 이용하여 총인산량을 구하였고, 총 질소량은 micro-Kjeldahl method를 이용하였다.

결과 및 논의

남산 내 12개 지소에서 분리된 세포성 점균의 식생에 따른 분포양상을 분석, 비교하고, 토양의 pH, 수분 함량, 유기물 함량, 총질소량, 총인산량을 측정하고 이 요인들이 세포성 점균의 밀도, 종수, 종별 분포양상에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보았으며, 남산에서 발견된 국내 미기록종 2종에 대한 종설명을 첨부하였다.

식생에 따른 세포성 점균의 분포

남산의 주 식물군락인 신갈나무-팔배나무군락, 소나무 군락, 참나무 군락, 아까시나무 군락과 인간의 간섭이 심한 곳의 토양내 세포성 점균의 출현과 분포를 분석하였다.

신갈나무-팔배나무 군락 (site 2, 3)에서는 *Dictyostelium brefeldianum*, *Polysphondylium pallidum*, *P. violaceum*, *P. pseudo-candidum*이 분리되었고, 소나무군락 (site 4, 5, 9, 10)에서는 *D. purpureum*, *D. mucroides* var. *stoloniferum*, *D. dimigraformum*, *D. brefeldianum*,

P. pallidum, *P. tenuissimum*, *P. violaceum*, *P. candidum*, *P. pseudocandidum*이, 아까시 나무군락 (site 6, 7)에서는 *D. polycephalum*, *D. capitatum*, *D. brefeldianum*, *P. candidum*이, 참나무 군락 (site 8)에서는 *D. purpureum*, *D. aureostipes* var. *aureostipes*, *D. polycephalum*이 분리되었다. 인간간섭이 심한 팔각정부근과 매표소 부근의 토양 (site 1, 11, 12)에서는 *D. minutum*, *D. implicatum*이 분리되었다 (Table 2).

활엽수림에서는 *D. capitatum*, *P. pallidum*, *D. brefeldianum*, *P. violaceum*이, 침엽수림에서는 *P. pallidum*, *P. pseudo-candidum*, *D. purpureum*, *P. tenuissimum*의 순서대로 우점종이 나타났다. 이것은 서울지역의 대표적인 산인 북한산, 관악산, 남산에서의 소나무림과 참나무림에 공통적 우점종이 *P. pallidum*이라는 홍과 장 (1996)의 연구와 일치한다고 볼 수 있다. 그러나 1996년에는 남산의 참나무림에서만 2종이 분리되었던데 반해 소나무림과 참나무림 모두에서 비교적 많은 종이 분리되었는데 이것은 토양환경과 관련이 있는 것으로 사료된다. 또한, Table 2에서 보듯이 같은 군락이라도 채집한 지소에 따라 종의 분포양상이 매우 다른 것을 알 수 있는데 세포성 점균의 분포가 미생물과의 상호작용 및 토양환경요인에 의해 영향을 받으므로, 식생뿐만 아니라 다른 요인 역시 고려해야 한다. 인간의 왕래가 잦은 길옆에서 채집한 토양에서는 한 종이 분리되거나 아무 종도 분리되지 않았다. 이와 장 (1996)의 연구를 보면 인간 간섭이 심한 지역에서는 다른 지역에 비해 *P. pallidum*, *D. minutum* 등이 우점종으로 나타나 있는데 이는 본 연구에서 나타난 *D. minutum*, *D. implicatum*과 일부 일치하는 경향을 보인다.

전체 출현한 종수는 14종으로 비교적 많은 종이 출현하였고, 미확인된 3종 (*D. sp. 1*, *D. sp. 2*, *D. sp. 3*)에 대해서는 발생과정에 대한 자세한 관찰이 진행중이다.

토양 환경요인에 따른 세포성 점균의 분포

토양의 pH, 수분함량, 유기물함량, 인산, 질소량과 같은 토양환경요인에 따른 세포성 점균의 분포를 살펴보았다. 그러나 이러한 환경요인이 전체 개체수나 종수의 변화를 설명하는 부분은 매우 낮았다. 이것은 권과 장 (1996)의 하천변 토양에서 세포성 점균의 분포 및 토양 환경요인의 영향에 대한 연구 결과와 일치한다. 그러나 과도한 인산량이나 너무 높거나 낮은 pH를 보이는 지역에서는 어느 정도 영향을 미치는 것으로 보인다. 남산

Table 2. Occurrence and distribution of cellular slime molds in Mt. Nam

Species	Site	1		2		3		4		5		6		7		8	
		F ¹	D ²	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D
<i>P. pallidum</i>		—	—	33	86	33	8	—	—	33	49	—	—	—	—	—	—
<i>D. brefeldianum</i>		—	—	—	—	33	13	—	—	33	23	66	36	33	23	—	—
<i>D. capitatum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	62	33	15	—	—
<i>P. violaceum</i>		—	—	—	—	100	79	33	11	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. pseudo-candidum</i>		—	—	66	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. dimigraformum</i>		—	—	—	—	—	—	100	22	33	8	—	—	—	—	—	—
<i>P. tenuissimum</i>		—	—	—	—	—	—	66	14	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. purpureum</i>		—	—	—	—	—	—	66	23	—	—	—	—	—	—	33	5
<i>D. polycephalum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	62	33	7
<i>D. minutum</i>		33	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. sp.(1)</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. candidum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	2	—	—	—	—
<i>D. sp.(2)</i>		—	—	—	—	—	—	66	30	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. mucoroides</i> var. <i>stoloniferum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>D. aureostipes</i> var. <i>aureostipes</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33 88
<i>D. sp.(3)</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	33	20	—	—	—	—	—	—
<i>D. implicatum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total clones(No. /g)		4283		4416		1750		9366		3100		7849		1833		1650	

Table 2. Continued

Species	Site	9		10		11		12		RD ³	SF ⁴	AF ⁵	IV ⁶
		F	D	F	D	F	D	F	D				
<i>P. pallidum</i>		—	—	66	23	—	—	—	—	17	33	14	27
<i>D. brefeldianum</i>		33	27	—	—	—	—	—	—	10	42	17	26
<i>D. capitatum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	12	17	11	17
<i>P. violaceum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	6	17	17	15
<i>P. pseudo-candidum</i>		—	—	66	29	—	—	—	—	7	17	11	14
<i>D. dimigraformum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	5	17	11	13
<i>P. tenuissimum</i>		66	18	—	—	—	—	—	—	4	17	11	12
<i>D. purpureum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	5	17	8	12
<i>D. polycephalum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	3	17	11	11
<i>D. minutum</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	10	8	3	10
<i>D. sp.(1)</i>		—	—	66	42	—	—	—	—	8	8	6	10
<i>P. candidum</i>		—	—	66	6	—	—	—	—	1	17	8	9
<i>D. sp.(2)</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	6	8	6	9
<i>D. mucoroides</i> var. <i>stoloniferum</i>		100	55	—	—	—	—	—	—	2	8	8	7
<i>D. aureostipes</i> var. <i>aureostipes</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	3	8	3	6
<i>D. sp.(3)</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	1	8	3	4
<i>D. implicatum</i>		—	—	—	—	—	—	33	100	1	8	3	3
Total clones(No. /g)		1633		8383		0		50					

¹F(Sample frequency, %)=(samples number of species occurrence/total number of samples)×100²D(Density, %)=(The number of clones of a species/total number of clones of all species)×100³RD(Relative density, %)=(The number of clones of a species/total number of clones)×100⁴SF(Site frequency, %)=(The number of sites that a species occurred/total number of sites)×100⁵AF(Average frequency, %)=(The number of samples that a species occurred/total number of sites)×100⁶IV(Importance value)=(2RD+SF+AF) /3

Table 3. Water content, pH, Organic matter, Total nitrogen and Total phosphorous in soil of Mt. Nam

site	Water content (%)	Organic matter (%)	pH	Total nitrogen (mg/g)	Total phosphorous (ppm)	Number of species	Total clones
1	44.42	15.26	7.12	4.05	98.10	1	4283
2	57.65	13.02	7.25	4.07	57.02	2	4416
3	50.33	11.68	7.25	2.30	63.27	2	1750
4	47.03	17.81	4.30	3.06	80.43	5	9366
5	61.94	21.18	4.34	5.08	84.77	4	3100
6	37.11	8.99	5.56	2.47	44.30	3	7849
7	34.91	7.75	6.00	2.61	37.58	3	1833
8	49.51	12.47	6.67	4.48	59.94	3	1650
9	53.10	12.71	6.80	2.30	94.57	3	1633
10	53.65	15.75	7.38	3.43	83.79	4	8383
11	56.02	21.58	5.56	5.41	101.33	0	0
12	61.73	22.17	5.26	7.45	88.19	1	50

의 인산량은 다른 삼림에 비해 비교적 높게 나타났는데, 이것은 공원관리차원에서 시비에 의한 것으로 사료된다.

인간의 왕래가 잦은 지역에서는 총인산량의 양이 다른 지역에 비해 비교적 높게 나타났으며, 전체적으로 인산량이 높을수록 나타난 종의 수가 감소하는 경향을 보였다. 특히 11번 지소에서 세포성 점균류가 출현하지 않은 원인으로 100ppm 이상의 인산에 의한 영향도 포함될 것으로 생각된다.

토양의 pH는 4.30에서 7.38까지 매우 다양하게 나타나고 있으며, 같은 식물 군락에서라도 장소에 따라 다른 값을 보인다 (site 4, 5와 site 9, 10). 특히 pH 7이상의 지역이 다른 삼림에 비해 많았는데 이것은 겨울철 도로변에 뿌려진 석회제에 의한 영향으로 생각된다. 세포성 점균류의 서식에 적합한 pH는 5에서 8이고 최적 pH는 6.0~6.2사이이다 (Raper 1984). 그러나 이 실험에서는 pH 5이하에서도 상당히 풍부한 분포양상을 보인다. 국내 대부분 삼림지역, 특히 침엽수림에서의 pH가 5이하인 곳이 많고 지금까지의 연구를 보면 (박과 장 1996, 권과 장 1996, 이와 장 1996, 홍과 장 1996), 다른 환경요인이 정상적일 때, 4~5사이의 낮은 pH에서도 세포성 점균류의 성장이 정상적임을 알 수 있다.

남산에서 발견된 미기록종

1. *Dictyostelium dimigraformum*

자실체의 크기는 매우 크며 (3~10 mm), 보통 단생하고 가지가 없다. 포자낭은 다른 종들에 비해 큰 편이

며 노란색이다. 포자는 극낭이 없는 긴 타원형으로 크기가 다양하나 대부분 $8.8\sim 10.0\times 3.0\sim 4.5\ \mu\text{m}$ 이며 L/W index는 2.0~2.3이다. 기부의 모양은 원반모양이나 둥근 형이며 정단으로 갈수록 가늘어지며 정단은 대부분 단일형이다. 위원형질체는 방사형으로 집합체를 형성하는데 처음에는 중심부가 뚜렷하지 않다가 stream이 뚜렷해지면서 중심부가 뚜렷해지며 보통 하나의 자실체를 형성한다 (Fig. 1).

2. *Polysphondylium pseudo-candidum*

자실체는 보통 단생하며 때로 무리를 짓는다. 1~5개 정도의 마디를 가지며 마디의 돌려난 가지수는 2~8개 정도이고 가끔 종단분절이 길게 늘어나 있다. 굴광성은 없고 종종 포복성을 나타낸다. 자루는 무색으로 가늘며 길이는 0.7~3.73 mm이며, 기부는 둥근형이거나 봉형이며 정단은 단일형으로 침형이거나 둔형을 취한다. 마디의 돌려난 가지의 길이가 $100\sim 258\ \mu\text{m}$ 로 짧은 편이며, 포자는 크기가 $6.2\sim 7.9\times 3.0\sim 3.7\ \mu\text{m}$ 이며 극낭이 뚜렷하고 L/W 계수가 1.9~2.3인 긴 타원형의 형태를 보인다 (Fig. 2).

적 요

남산의 주 식물군락인 신갈나무-팔배나무군락, 소나무군락, 참나무 군락, 아까시나무 군락과 인간의 간섭이 심한 곳의 토양내 세포성 점균류의 출현과 분포를 분석하였고 토양 환경요인이 이에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

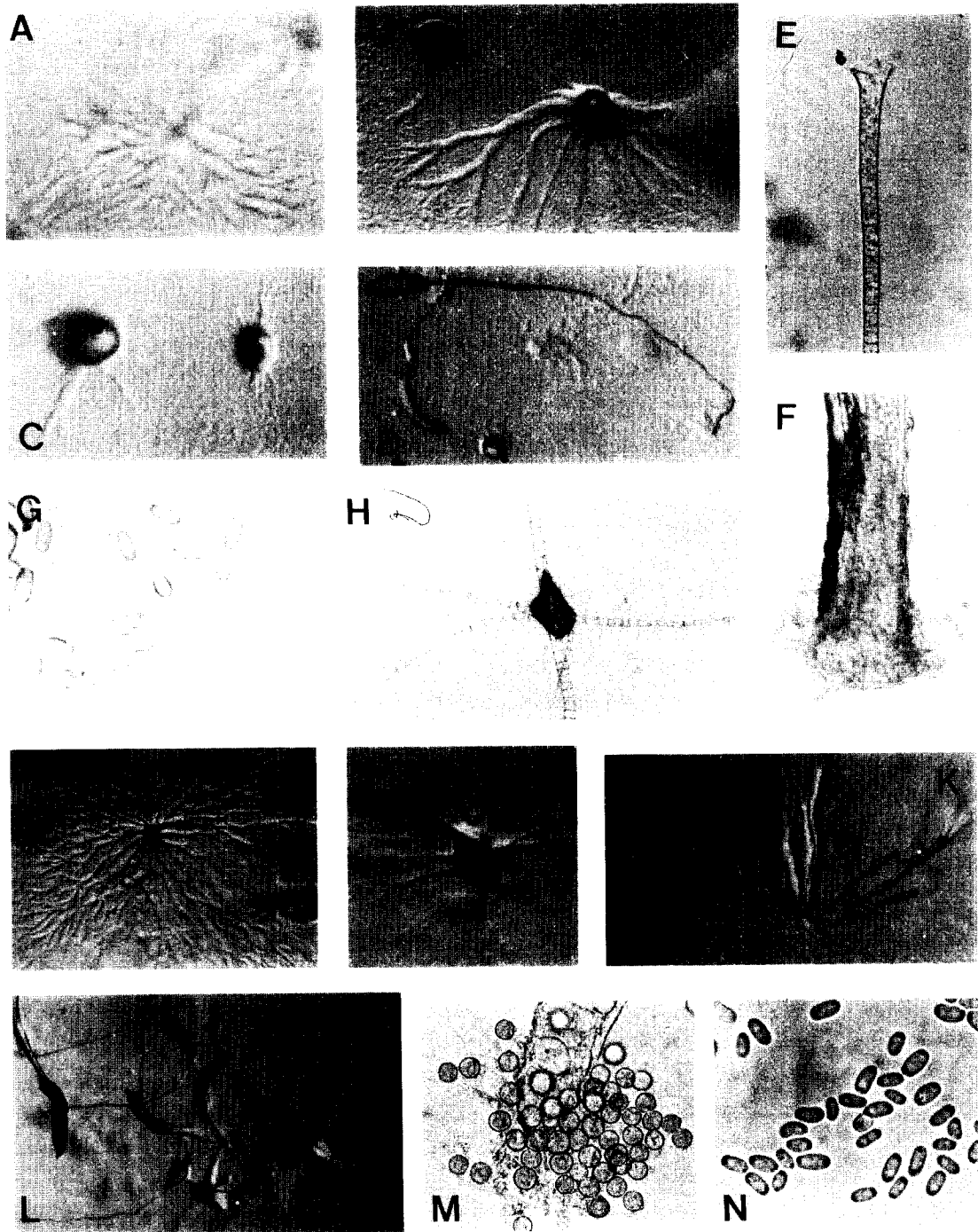


Fig. 1. *Dictyostelium dimigraformum*.

A. Early aggregation stage ($\times 20$), B. C. Rising sorogen ($\times 20$), D. Migration of sorogen ($\times 20$), E. Tip of sorophore ($\times 176$), F. Base of sorophore ($\times 176$), G. Spores ($\times 704$)

Fig. 2. *Polysphondylium pseudo-candidum*.

H. Branches of Whorl ($\times 176$), I. Early aggregation stage ($\times 10$), J. K. Developing sorogen ($\times 10$), L. Clustered sorogen ($\times 21$), M. Macrocyst ($\times 352$), N. Spores ($\times 704$)

신갈나무-팔배나무 군락에서는 *Dictyostelium brefeldianum*, *Polysphondylium pallidum*, *P. violaceum*, *P. pseudo-candidum*이 분리되었고, 소나무군락에서는 *D. purpureum*, *D. mucroides* var. *stoloniferum*, *D. dimigraformum*, *D. brefeldianum*, *P. pallidum*, *P. tenuissimum*, *P. violaceum*, *P. candidum*, *P. pseudo-candidum*이, 아까시 나무군락에서는 *D. polycephalum*, *D. capitatum*, *D. brefeldianum*, *P. candidum*이, 참나무 군락에서는 *D. purpureum*, *D. aureostipes* var. *aureostipes*, *D. polycephalum*이 분리되었다. 인간 왕래가 잦은 팔각정부근과 매표소 부근의 토양에서는 *D. minutum*, *D. implicatum*이 분리되었다. 전체 출현한 종수는 미기록종 2종을 포함한 14종으로 비교적 많은 종이 출현하였고, polysphondylium 속에 속하는 종들의 출현빈도수가 타지역에 비하여 높은 편이다. 이 중 *P. pseudo-candidum*, *D. dimigraformum*은 국내에서 처음으로 기록되는 종이다.

토양의 pH, 수분함량, 유기물함량, 인산, 질소량과 같은 토양환경요인이 전체 개체수나 종수의 변화를 설명하는 부분은 비교적 적지만 일부 종에서는 유의미한 관련성을 보였다.

인 용 문 헌

- 권혜련, 장남기. 1996. 하천 (곡릉천, 안양천)변 토양에서 세포성 점균의 분포 및 토양 환경 요인의 영향. 한국잔디학회지 10(3): 195-211.
- 박미아, 장남기. 1996. 중남부 삼림 지역에서의 세포성 점균의 출현과 분포. 한국잔디학회지 10(3): 213-230.
- 심규철. 1998. 한국에 있어 세포성 점균의 출현과 분포. 서울대학교 박사학위논문.
- 이정은, 장남기. 1996. 인간 간섭에 따른 세포성 점균의 출현과 분포 및 온도가 자실체 형성에 미치는 영향. 한국잔디학회지 10(3): 231-246.
- 장남기, 심규철, 홍정수. 1996a. 우리나라 남부 지역이 주요 삼림에서의 세포성 점균의 출현과 분포. 한국잔디학회지 10 (1): 89-101.
- 장남기, 홍정수, 심규철. 1996b. 우리나라 남부 지역의 식생에 따른 세포성 점균의 출현과 분포-남해안 및 도서 지역 상록수림에서의 세포성 점균. 한국잔디학회지, 10(1): 81-88.
- 최두문, 김중균. 1981. 한국산 점균식물의 분류학적 연구. 과학교육연구. 공주사범대학교 과학교육연구소. 13: 83-112.
- 홍정림, 장남기. 1996. 서울지역 삼림에서 세포성 점균의 분포와 토양 미생물과의 관계. 한국잔디학회지 10 (3): 247-262.
- 홍정수, 권혜련, 장남기. 1992a. 한라산의 세포성 점균 (I)-해발 900m이상 삼림에서의 출현과 분포-. 한국생태학회지, 15(2): 181-190.
- 홍정수, 권혜련, 장남기. 1992b. 한라산의 세포성 점균 (II)-난온대 지역에서 출현과 분포-. 한국생태학회지, 15(2): 191-200.
- 홍정수, 장남기. 1990. 한국의 주요 낙엽수림에서 세포성 점균의 출현과 분포. 식물학회지 33 (3): 159-168.
- Allen S.E., H.M. Grimshaw, J.A. Parkinson and C. Quarmby. 1974. The chemical analysis of Ecological materials. Balckwell scientific publications.
- Benson, M.R. and D.P. Mahoney. 1977. The distribution of Dictyostelid cellular slime molds in southern California with taxonomic notes on selected species. Amer. J. Bot., 64(5): 496-503.
- Bonner, J.T. 1967. The cellular slime molds. Princeton Univ. Press. Princeton, New Jersey.
- Cavender, J.C. 1972. Cellular slime molds in forest soils of eastern Canada. Can. J. Bot., 50: 1497-1501.
- Cavender, J.C. 1973. Geographical Distribution of Acrasiae. Mycologia, 65: 1044-1054.
- Cavender, J.C. 1977. Cellular slime molds in tundra and forest soils of Alaska including new species, *Dictyostelium septentrionalis*. Can. J. Bot., 56: 1326-1332.
- Cavender, J.C. 1980. Cellular slime molds of the Southern Appalachians. Mycologia, 72: 55-63.
- Cavender, J.C. and C. Hopka. 1986. Distribution patterns of Lhio soil dictyostelids in relation to physiology. Mycologia, 78: 825-831.
- Cavender, J.C. and K.B. Raper. 1965. The Acrasiae in nature. I. Isolation. Amer. J. Bot., 52(3): 294-296.
- Cavender, J.C. and K. Kawabe. 1989. Cellular slime molds of Japan. I. Distribution and biogeographical considerations. Mycologia, 81(5): 683-691.
- Frank T. Kuserk. 1980. The relationship between

- Frank T. Kuserk. 1980. The relationship between cellular slime molds and bacteria in forest soil. *Ecology*, 6(16): 1474-1485.
- Hagiwara, H. 1989. The taxonomic study of Japanese dictyostelid cellular slime molds. National science museum. Tokyo. 131pp.
- Hong, J.S. and N.K. Chang, 1990. The occurrence and distribution of cellular slime molds in major deciduous forests of South Korea. *Korean Journal of Botany*, 33 (3): 159-168.
- Landolt, J.C. 1990. Cellular slime molds in forest soils of West Virginia. *Mycologia*, 82: 114-119.
- Olive, L.S. 1975. The Mycetozoa: A revised classification. *The Bot. Rev.*: 59-89.
- Raper, K.B. 1984. The dictyostelids. Princeton Univ., Princeton. 453p.
- Shim, K.C. and N.K. Chang. 1998. Dictyostelid cellular slime molds in Mt. Surak. *Korean Journal of Ecology*, 21(2): 157-161.
- Traub, F., H.R. Hohl and J.C. Cavender. 1981. Cellular slime molds of Switzerland. II. Distribution in forests soils. *Amer. J. Bot.*, 68(2): 173-182.

(1998년 6월 27일 접수)