

하천(곡릉천, 안양천)변 토양에서 세포성 점균의 분포 및 토양 환경요인의 영향

권혜련·장남기

서울대학교 사범대학 생물교육과

The Distribution of Dictyostelids Cellular Slime Molds in Gokneung and Anyang Streamside and Effects of Environmental Factors on Its Distribution

Kwon, Hye-Ryun and Nam-Kee Chang

Dept. of Biology Education, Seoul National University

ABSTRACT

Dictyostelids cellular slime molds were isolated from the soils of Gokneung and Anyang streamside in Korea. The fifteen species including two undescribed species were identified. These were as follows; *Dictyostelium macrocephalum*, *D. sphaerocephalum*, *D. aureum* var. *aureum*, *D. mucoroides*, *D. minutum*, *Polyspondylium pallidum*, *D. giganteum*, *P. violaceum*, *D. purpureum*, *D. brefeldianum*, *D. flavidum*, *D. mucoroides* var. *stoniferum*, *D. septentrionalis*, *D. aureum* var. *luteolum*, *D. aureo-stipes* var. *aureo-stipes*. *D. macrocephalum* was the dominant species, and *D. sphaerocephalum*, *D. aureum* var. *aureum* were relatively common. *D. mucoroides* var. *stoniferum*, *D. septentrionalis* were the undescribed species in Korea. In the soils of streamside, dominant species was shifted by *D. macrocephalum*, *D. sphaerocephalum*, which were rare in the forest soils. The total clones per gram of streamside soils were greater than that of forest soils, whereas the number of species in streamside was smaller than the in forest soils. As a result, the ratio of the number of clones to species was very high in the soils of streamside. Environmental factors of soil pH, water content, organic content, total nitrogen and total phosphorus made a effect differently on the cellular slime molds community.

Key words: Cellular slime molds, *D. macrocephalum*, *D. sphaerocephalum*, Shift of dominant species, Environmental factors.

서론

세포성 점균(cellular slime molds)의 주요 서식지는 삼림의 낙엽분해층(leaf litter decomposition zone)이라고 알려져 있다(Cavender 등, 1965b). 그러나 그외에도 경작지, 초지

와 Keeling, 1968; Sutherland과 Raper, 1978), 사막(Benson and Mahoney, 1977), 고산지대(Cavender, 1983), 극지방(Stephenson 등, 1991), 툰드라(Cavender, 1978), 동굴(Landolt 등, 1992), 동물의 배설물(Raper, 1984) 등의 다양한 서식지에서 세포성 점균이 출현하고 있다.

1965년 Cavender와 Raper에 의해 토양에서 세포성 점균의 종을 정량적으로 분리해 낼 수 있는 방법인 'Clonal Isolation Technique'이 개발된 이후 많은 연구가 이루어졌다(Cavender 등, 1965a). 중미, 남미, 북미, 동남아시아, 동아프리카, 유럽 등 5대륙, 28개국에서 14년간에 걸쳐 수행된 대규모의 연구로부터 적도지방의 열대, 아열대, 온대의 참나무림과 열대의 계절적 상록수림(seasonal evergreen forest)과 같은 중간 정도의 습기가 있는 지역에서 세포성 점균이 가장 풍부하게 서식하고, 위도가 올라갈수록 종 다양성이 점차로 줄어들어 밝혀졌다(Cavender, 1973; 1976). 고도에 따라서는 남미의 아팔라치안 산맥에서 590~1,450m의 중간 정도의 고도에 가장 많은 개체수와 종수가 나타났고(Cavender, 1980), 스위스에서는 아고산대에(Traub 등, 1981), 인도에서는 냉온대에(Cavender와 Lakhanpal, 1986) 가장 많이 분포하며 그 이상 고도가 올라갈수록 점차 감소하는 양상을 보였다(Cavender, 1983; Landolt와 Stephenson, 1990).

우리나라에서도 홍 등(1992a, b)에 의해 한라산의 고도와 삼림유형에 따른 세포성 점균의 분포에 관한 연구가 진행되어, 냉온대의 낙엽활엽수림(deciduous broad-leaved forest)에서 가장 많은 개체수와 종수가 기록되었고 그 이상의 고도에서 급격히 감소하였다.

세포성 점균의 개체군의 크기, 종 다양성, 군집구조 등은 기온, 토양수분, 토양 pH, 식생유형, 토양의 유기물 함량, 박테리아함량 등의 환경적, 영양적 요인에 의해 영향을 받는다(Raper, 1984). 세포성 점균이 서식하기에 가장 적당한 온도는 20~25℃ 정도라고 알려져 있으나, 종에 따라 더 낮은 온도에서 자실체를 형성하거나 더 높은 온도를 선호하는 종들이 있다(Raper, 1984). 토양의 수분함량은 세포성 점균의 분포에 상당한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 특히 세포성 점균의 생활사 중 myxoamoeba의 증식과 이동에 수분이 절대적으로 필요하며, *D. mucoroides*의 경우 약 33%의 수분함량이 서식하기에 가장 적합한 것으로 알려져 있다(Singh, 1947). 토양의 pH는 세포성 점균의 분포에 그리 큰 영향을 미치지 않는다. 세포성 점균이 분포하는 범위는 pH 5~8 정도이나, pH 5와 8 근처에서는 수가 감소하며 종에 따라 특정 pH의 토양에서 잘 나타나는 것들이 있다(Cavender와 Hopka, 1986).

이제까지 삼림 토양에서의 세포성 점균의 분포에 관하여는 연구가 많이 되었으나 바다나 강, 하천변에서의 세포성 점균의 분포에 대해서는 상대적으로 거의 연구가 되어 있지 않다. 우리나라에서는 인천 근해 도서지역의 해안 식물군락에서 세포성 점균의 분포에 관한 연구(홍과 장, 1991)가 있을 뿐이다. 이에 본 연구에서는 곡릉천과 안양천의 두 하천변 토양에서 세포성 점균의 분포에 대해 조사해 보고 이를 삼림 토양에서의 분포양상과 비교해 보고자 한다. 또한 토양의 pH, 수분, 유기물, 질소(N), 인(P) 등의 성분을 정량하여 각 환경요인이 세포성 점균의 분포에 미치는 영향에 대해 고찰해 보고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황 및 채집지소의 선정

곡릉천은 경기도 양주군, 고양군, 파주군에 걸쳐 위치해 있으며(126°43'~127°00'E, 37°40'~37°46'N), 오봉산을 기점으로 한 지류와 송추골, 동산동으로부터 오는 지류가 일차골 부근에서 만나 서북쪽으로 흘러 일영을 지나 임진강 및 한강으로 유입되는 비교적 큰 하천이며, 안양천

은 경기도 시흥군 서면 흥교를 기점으로 하여 경기도 안양시를 지나 서울시 구로구와 양천구, 영등포구를 거쳐(126°50'~126°55'E, 37°25'~37°35'N)한강으로 유입되는 수도권 대표적 하천이다(Fig. 1).

곡릉천변의 초지에서는 고마리(*Persicaria thunbergii*)가 단연 우세하게 나타났고, 그 외에 한삼덩굴(*Humulus japonicus*), 여뀌(*Persicaria hydropiper*), 사철쭉(*Artemisia capillaris*), 소리쟁이(*Rumex japonicus*), 나도개피(*Eriochloa villosa*), 달뿌리풀(*Phragmites japonica*), 줄(*Zizania latifolia*) 등의 식물들이 자라고 있었다. 상류의 인가가 드문 곳에는 물봉선(*Impatiens textori*)이 자라고 있었다. 안양천에서는 고마리와 한삼덩굴이 비슷한 비율로 나타났고, 그 외에 사철쭉과 화본과 식물이 자라고 있었다. 곡릉천에서의 채집지소는 동산동으로부터 내려오는 지류의 상류 지역인 윗가마에서부터 한강으로 유입되는 지점인 송촌리까지 총 12개가 선정되었다. 안양천의 상류지역에서는 하천변 제방공사로 인해 채집이 불가능했으며 제방공사가 시작되지 않은 지점으로부터 하류로 내려 오며 총 7개 지소에서 채집이 이루어졌다(Fig. 1).

2. 세포성 점균의 분포 조사

토양시료는 1992년 7월에서 8월에 걸쳐 채집하였다. 채집 방법은 Benson과 Mahoney(1977)의 'Simple Sampling Method'를 약간 변형해 사용하였다. 하천으로부터 약 1보 거리 떨어진 지점에서 토양을 채취하였고 다른 시료와는 최소한 30m의 간격을 두고 한 지소에서 2~4개의 시료를 채집하였다. 시료는 표층으로부터 약 3cm 깊이의 토양을 긁어서 채취하여 비닐봉지에 담아 실험실로 운반한 후 냉장고(5℃)에서 보관하며 처리하였다.

토양으로부터 세포성 점균의 분리는 Cavender와 Raper(1965a)의 'Clonal Isolation Technique'에 따라 수행하였다. 시료당 3개의 건조 배지에 *Escherichia coli*와 함께 유리 막대를 이용

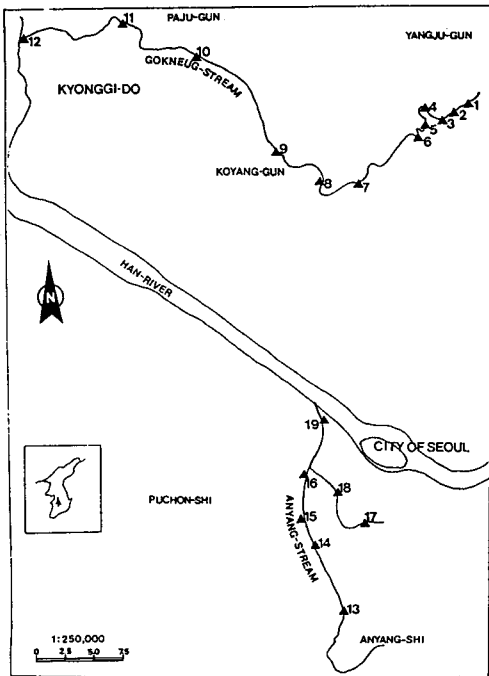


Fig. 1. Map of the studied area. The numbers refer to the collection sites.

- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1. Witgamagol | 11. Kyoha bridge |
| 2. Changcheon bridge | 12. Songchon |
| 3. Iljagul | 13. Shihung-dong |
| 4. Neungan | 14. Karibong-dong |
| 5. Changpo bridge | 15. ocheok bridge |
| 6. Onneung bridge | 16. Shinjeong-dong |
| 7. Maenaemi | 17. Kuro-dong |
| 8. Shinwon bridge | 18. Shindorim-dong |
| 9. Pyukje bridge | 19. Yangwha bridge |
| 10. Bongilcheon bridge | |

하여 집중하였다. 그리고 22℃ 항온기에서 약 일주일간 배양한 후 종과 개체수 조사하였다.

분리된 종의 동정은 홍과 장(1990, 1991), 홍 등(1992a, b), Olive(1975), Raper(1984)와 Hagiwara(1989)의 종 기록과 분류검색표에 근거하여 수행하였다. 관찰은 배양 후 3일째부터 시작하여 점액 아메바의 집합형태, 이동체의 유무 및 형태, 포자 및 자실체의 모양, 크기, 색깔 등을 기록하여 이들 특징에 따라 종을 동정하였으며 추가 관찰이 요구되는 종은 0.1% L-P(lactose-peptone agar)배지의 *E. coli* cross streak의 가운데에 포자를 접종하여 순차적인 발생과정을 관찰한 후 최종 확인을 얻었다.

배양 후 5~6일 정도면 거의 완전한 자실체를 형성하는 데 이 때 각 종의 수를 콜로니 카운터로 세었다. Traub 등(1981), Cavender와 Kawabe(1989)의 방법에 따라, 출현한 모든 세포성 점균류의 밀도, 빈도, 중요값을 계산하였다.

3. 토양 분석

2mm체로 친 토양 20g에 증류수 50ml을 가하여 30분간 진탕 후 24시간 방치한 다음, Whatman No.44을 사용하여 상등액을 걸러 표준 완충용액으로 pH meter를 보정 후 pH를 측정하였다. Fresh sample 10~20g을 용기의 무게를 잰 100ml beaker에 담은 후 건조기에 넣어 105℃에서 무게가 일정하게 될 때까지 말린 다음, 제습기에서 30분 정도 냉각시킨 후 정량하였다. 무게의 손실량으로부터 fresh moisture의 비율을 계산하였다. 건조기에서 건조시킨 시료 1g을 도가니에 담은 후 furnace에 넣어 450℃에서 4시간 동안 태운 다음, 제습기에서 30분 정도 식힌 후 작열손실량으로 정량하였다. 건조된 토양 0.5g을 달아 Kjeldahl flask에 넣고 분해촉매 1g과 conc. H₂SO₄ 7ml, H₂O₂ 1ml을 차례로 가한 후, 5분 정도 약한 불로 서서히 가열하여 시료의 색이 투명한 푸른색이 되면 1~2시간 동안 더 세게 가열한 다음, 냉각시킨 후 증류수를 가하여 50ml이 되게 하고 이 중 50ml를 취하였다. Kjeldahl 증류장치를 통해 암모니아를 증류한 후, 증류액을 0.01N HCl로 분홍색이 나타날 때까지 적정하였다. 증류수를 사용하여 바탕실험을 한 적정값(Y ml)을 구한 후 다음식에 의해 질소량을 계산하였다.

$$t = X - Y$$

$$0.01N \text{ HCl } 1\text{ml} = 14/100\text{mg의 질소}$$

$$\text{시료용액 } 5\text{ml속의 총질소량} = 14/100 \times t(\text{mg})$$

$$\text{시료용액 } 5\text{ml속의 총단백질량} = 14/100 \times 6.25 \times t(\text{mg})$$

유기물을 측정하고난 후의 재에 1/2 conc.HCl 10ml을 가하여 모래중탕으로 말린 다음 1/2 conc.HCl 4ml를 가한 후, 거름종이로 거른 후 증류수로 200ml이 되게 희석하였다. 여기에 30ml의 증류수를 더하고 ammonium molybdate-sulphuric acid 2ml과 SnCl₂ 2ml을 넣고 총 50ml이 되게 증류수로 희석하였다. 30분 방치 후 spectrophotometer를 이용하여 OD₇₀₀에서 흡광도를 측정한 후 standard curve로부터 인함량을 계산하였다.

결과 및 고찰

곡릉천변의 12개 지소와 안양천변의 7개 지소에서 분리된 세포성 점균의 분포양상을 분석, 비교하고, 삼림에서의 연구결과와 비교하였으며 여기에서 발견된 국내 미기록종 2종에 대해 종 설

명을 하였다. 또한, 토양의 pH, 수분함량, 유기물함량, 총 질소량, 총 인량을 측정하고 이것들이 세포성 점균의 밀도, 종수, 종별 분포양상에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다.

1. 하천변 토양에서의 세포성 점균의 분포양상

곡릉천변의 토양에서는 12종의 세포성 점균이 분리되었다(Table 1). 이 중 가장 우세하게 출현한 것은 *D. sphaerocephalum*이었고, 그 다음은 *D. aureum* var. *aureum*, *D. macrocephalum* 순이며 이 들 세 종이 전체 개체수의 66%를 차지하였다. *D. giganteum*, *D. mucoroides*, *D. brefeldiaum*, *D. minutum*, *D. flavidum*, *D. purpureum*은 각각 2~3개 지소에서 분리되었으며, 그 외에 *P. pallidum*, *P. violaceum*, *D. mucoroides* var. *stoloniferum*은 1개 지소에서만 나타났다. 이 중 *D. mucoroides* var. *stoloniferum*은 우리나라에서 처음으로 기록되는 종이고 나머지 11종은 홍 등(1992a, b)에 의해 한라산에서 기록된 종들이다. 미확인된 2종(*D. sp.2*, *D. sp.3*)에 대해서는 발생과정에 대한 자세한 관찰이 진행중이다.

안양천변에서도 12종의 세포성 점균이 분리되었다(Table 2). 가장 우세한 출현을 보인 종은 *D. macrocephalum*이었고, 그 다음은 *D. mucoroides*로 이 들 두종은 전체 개체수의 54%를 차지하였다. *P. pallidum*, *P. violaceum*, *D. minutum*, *D. septentrionalis*는 각각 2~3개 지소에서 분리되었고 *D. purpureum*, *D. aureum* var. *luteolum*, *D. giganteum*, *D. sphaerocephalum*, *D. aureum* var. *aureum*, *D. aureo-stips* var. *aureo-stips*은 한 지소에서만 나타났다. 이 중 *D. septentrionalis*는 우리나라에서 처음으로 출현한 종이다.

두 하천변에서 분리된 종들을 통합하여 하천변 토양에서의 세포성 점균의 분포양상을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 총 15종이 분리되었으며, *D. macrocephalum*, *D. sphaerocephalum*, *D. aureum* var. *aureum*이 전체 개체수의 약 64%를 차지한다. *D. mucoroides*, *D. minutum*, *P. pallidum*, *D. giganteum*, *P. violaceum*, *D. purpureum*은 두 하천 모두에서 나타났고 *D. brefeldiaum*, *D. flavidum*, *D. mucoroides* var. *stoloniferum*은 곡릉천에서만 나타났으며, *D. septentrionalis*, *D. aureum* var. *luteolu*, *D. aureo-stips* var. *aureo-stips*는 안양천에서만 분리되었다.

하천변 토양에서 중요치가 가장 높은 *D. macrocephalum*은 안양천의 우점종이고 곡릉천에서의 우점도도 비교적 높다. 이 종은 일본에서 처음으로 기록되었고(Hagiwara, 1989), 그 밖의 외국의 여러 삼림 토양에서는 거의 분리되지 않아 이 종의 분포에 대한 기록은 거의 없다. 그러나 우리나라에서 한라산에서 매우 드물게 나타나고 있다. *D. macrocephalum*은 우리나라와 인접한 지역의 기후조건에 적응되어 나타나는 종이라고 생각된다.

*D. sphaerocephalum*은 곡릉천변 토양에서 가장 우세하게 나타나는 종이나, 안양천에서는 전체 7개 지소 중 단 한 곳에서만 나타났다. 이 종은 한라산의 삼림 토양에서는 매우 드물게 나타나, 한라산 기슭의 난온대 초지에서는 비교적 많이 나타나고 있다(홍 등, 1992). 이것으로 보아 *D. sphaerocephalum*은 삼림 토양보다는 초지에 적응하여 나타나는 종으로 생각된다. *D. sphaerocephalum*은 수분이나 온도 stress에 잘 견디며, 삼림 토양보다는 교란된 토양(disturbed soil)에서 더 풍부하다고 보고되었다(Cavender, 1983; Cavnder와 Lakhnopal, 1986). 또한 인도의 저수지에 의해 둘러 싸인 숲이나(Cavnder와 Lakhnopal, 1986), 남미의 캘리포니아 해변(Benson와 Mahoney, 1977), 북미의 록키산맥(Cavender, 1983), West Virginia의 동굴(Landolt 등, 1992) 등에서 우세한 출현을 보이고 있다.

그외에 *P. pallidum*, *P. violaceum*, *D. minutum*, *D. purpureum*등은 삼림토양에서는 비교적 흔한 종들이나 본 연구에서는 전체 종 분포에서 중간 정도의 위치를 차지하였다. Hong과 Chang

Table 1. Cellular slime molds in Gokneung streamside

Species	Study sites												Total Relative clones density (%)	Average frequency (%)	Pre-sense (%)	Importance Rank																
	1		2		3		4		5		6						7		8		9		10		11		12					
	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D					F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D				
<i>D. sphaerocephalum</i>	25	10	50	100	100	26	50	21	100	100	-	-	50	59	-	-	50	50	-	-	50	87	25	22	33	100	32652	33	43	75	61	1
<i>D. a. v. aureum</i>	-	-	-	-	50	12	50	12	-	-	50	97	-	-	50	50	25	1	100	69	-	-	-	-	28833	29	23	42	41	2		
<i>D. macrocephalum</i>	-	-	-	-	75	59	50	6	-	-	-	-	25	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13010	13	13	25	21	3		
<i>D. giganteum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	50	41	-	-	-	-	25	50	50	12	-	-	-	-	-	-	4149	4	10	25	14	4		
<i>D. mucoroides</i>	-	-	-	-	50	3	50	4	-	-	50	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1799	2	13	25	14	5		
<i>D. brefieldiaum</i>	-	-	-	-	-	-	50	53	-	-	50	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6822	7	8	16	13	6		
<i>D. minutum</i>	-	-	-	-	50	4	-	-	-	-	50	3	25	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2043	2	10	25	1	7		
<i>D. flavidum</i>	50	72	-	-	-	-	-	-	50	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4836	5	8	16	312	8		
<i>D. purpureum</i>	25	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	8	-	-	-	-	959	1	4	16	8	9		
<i>D. sp.(2)</i>	25	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	964	1	2	8	4	10		
<i>P. pallidum</i>	-	-	-	-	25	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1058	1	2	8	4	11		
<i>P. violaceum</i>	-	-	-	-	25	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	700	1	2	8	4	12		
<i>D. sp.(3)</i>	-	-	-	-	-	-	50	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	262	<1	4	8	4	13		
<i>D. m. V. stoloniform</i>	-	-	-	-	-	-	50	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	157	<1	4	8	4	14		
Total clones																									98244							
Clones /g of dried soil	6554	1280	20884	8770	2110	5448	21358	1780	1780	8816	8892	10568	Average=8187																			
Number of species /site	3	1	6	6	1	4	2	3	2	3	3	1	Average=2.9																			

Table 2. Cellular slime molds in Anyang streamside

Species	Study sites												Total clones	Rel. dens. (%)	Avg. freq. (%)	Pre-sence (%)	Importance value	Rank		
	13		14		15		16		17		18								19	
	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D							F	D
<i>D. macrocephalum</i>	100	7	50	94	100	47	100	40	100	33	33	59	100	46	21751	44	83	100	90	1
<i>D. mucoroides</i>	100	12	100	1	33	9	100	20	100	67	-	-	-	-	4871	10	62	71	51	2
<i>D. sp. (1)</i>	100	63	50	3	33	12	-	-	-	-	-	-	-	-	12406	25	26	43	40	3
<i>P. pallidum</i>	-	-	100	1	33	24	-	-	-	-	-	-	67	12	2782	6	29	43	28	4
<i>P. violaceum</i>	100	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	4	3522	7	19	29	21	5
<i>D. minutum</i>	-	-	-	-	33	4	-	10	-	-	-	-	-	-	667	1	19	29	17	6
<i>D. septentrionalis</i>	-	-	-	-	33	3	-	14	-	-	-	-	-	-	694	1	12	29	14	7
<i>D. purpureum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	6	362	1	10	14	9	8
<i>D. a. v. luteolum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	25	1659	3	5	14	8	9
<i>D. giganteum</i>	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	544	1	7	14	8	10
<i>D. sphaerocephalum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	7	458	1	5	14	7	11
<i>D. a. v. aureum</i>	-	-	50	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	<1	7	14	7	12
<i>D. a. v. aureo-strips</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	41	-	153	<1	5	14	7	13
Total clones	49924																			
Clones / g of dried soil	17760	12423	7601	3346	1877	375	Average=7132													
Number of species /site	3	4	5	5	2	2	Average=3.9													

Table 3. Cellular slime molds in Gokneung and Anyang streamside

Species	Gokneung stream- side	Anyang stream- side	Total clones	Rel. dens. (%)	Freq- uency (%)	Pre- sence (%)	Impor- tance value	Rank
<i>D. macrocephalum</i>	+	+	34671	23	35	53	45	1
<i>D. sphaerocephalum</i>	+	+	33110	22	30	53	42	2
<i>D.a. v. aureum</i>	+	+	28888	19	19	32	30	3
<i>D. mucoroides</i>	+	+	6670	5	20	42	24	4
<i>D. minutum</i>	+	+	2710	2	13	26	14	5
<i>D. sp. (1)</i>	+	-	12406	8	7	16	13	6
<i>P. pallidum</i>	+	+	3840	3	11	21	13	7
<i>D. giganteum</i>	+	+	4693	3	9	21	12	8
<i>P. violaceum</i>	+	+	4222	3	7	16	10	9
<i>D. brefeldiaum</i>	+	-	6822	5	4	11	8	10
<i>D. flavidum</i>	+	-	4836	3	6	11	8	11
<i>D. purpureum</i>	+	+	1321	1	7	16	8	12
<i>D. septentrionalis</i>	-	+	694	<1	4	11	5	13
<i>D.a. v. luteolum</i>	-	+	1659	1	2	5	3	14
<i>D. sp. (2)</i>	-	+	964	1	2	5	3	15
<i>D.m. v. stoloniform</i>	+	-	157	<1	2	5	3	16
<i>D. sp. (3)</i>	-	+	262	<1	2	5	3	17
<i>D.a. v. aureo-stips</i>	-	+	153	<1	2	5	3	18
Total clones			148168					
Avg. clones /g of dried soil=7704								
Avg. number of species /site=3.3								

+presence -absence

(1992)에 의해 한라산에서 처음으로 발견된 신종 *D. flavidum*이 이곳에서도 발견된 것으로 보아서 이 종은 한라산에서만 특징적으로 나타나는 것이 아니라, 앞으로 우리나라의 다양한 서식지별 분포양상이 연구됨에 따라 더 나타날 수 있는 가능성을 암시해 주고 있다.

하천변 토양에서 세포성 점균의 종구성(species composition)은 삼림 토양에서는 매우 드물게 나타나는 *D. sphaerocephalum*, *D. macrocephalum*, *D. aureum* var. *aureum*이 우점하고 있다는 것이 특징적이다. 삼림 토양에서 출현율이 높은 *D. mucoroides*, *D. minutum*, *P. pallidum*, *P. violaceum*, *D. purpureum* 등은 앞의 세 종에 비해 중요치가 낮으나, 그들 자체내의 상대적인 밀도는 삼림 토양에서와 비슷하게 나타난다. 따라서 삼림 토양과 하천변 토양에서 세포성 점균의 종구성을 비교해 볼 때, 하천변 토양이라는 서식지에 잘 적응한 한, 두 종에 의해 우점종의 전이(shift)가 일어나고 그 외 종들의 상대적인 분포는 비슷하다고 할 수 있다.

출현한 개체수와 종수를 비교해 보면, 곡릉천변의 토양 1g당 출현한 세포성 점균의 수는 8,187로 안양천의 7,132보다 더 많았다. 이에 비해 지소당 평균 종수는 안양천이 4로 곡릉천보다 더 많았다. 두 하천을 통틀어서 평균 개체수는 7,704이었고, 평균 종수는 3이었다. 이러한 결과를 한라산에서의 연구결과(홍 등, 1992b)와 비교해 볼 때, 출현 개체수는 더 많으나 지소당 평균 출

현 종수는 훨씬 적고, 인천 근해 도서지역의 해안식물 군락에서의 연구결과(홍과 장, 1991)와 비교해 볼 때, 출현 개체수는 훨씬 많으나 출현 종수는 거의 비슷한 수준이었다. 미국의 Wisconsin 초지에서는 지소당 총 개체수는 5~1,012이었고 평균 종수가 3~5이었다(Sutherland와 Raper, 1978).

이상에서 볼 때, 하천변 토양에서 세포성 점균의 정량적 분포는 삼림 토양에 비해 지소당 종수가 더 적으나 개체수는 더 많이 나타났다. 이것으로 보아 하천변 토양에서는 특정한 한, 두 종에 의한 우점율이 더 높다는 것을 알 수 있다. 또한 하천변 토양은 다른 초지에 비해서 수분에 대한 제한을 덜 받으므로 세포성 점균류가 서식하기에 더 적합할 것으로 생각된다.

2. 토양 환경 요인의 구배에 따른 세포성 점균의 분포 양상

곡릉천과 안양천변에서 분리된 세포성 점균의 총개체수와 종수에 대한 변량분석(ANOVA)

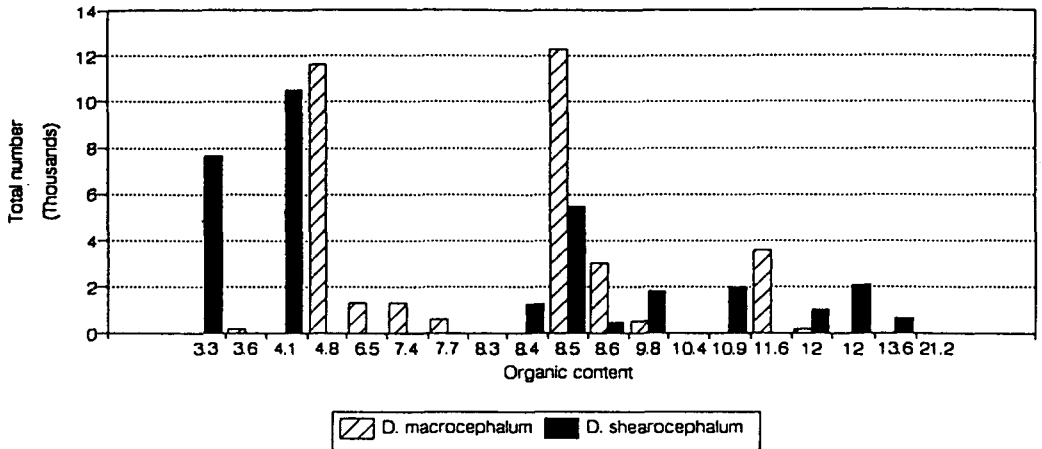
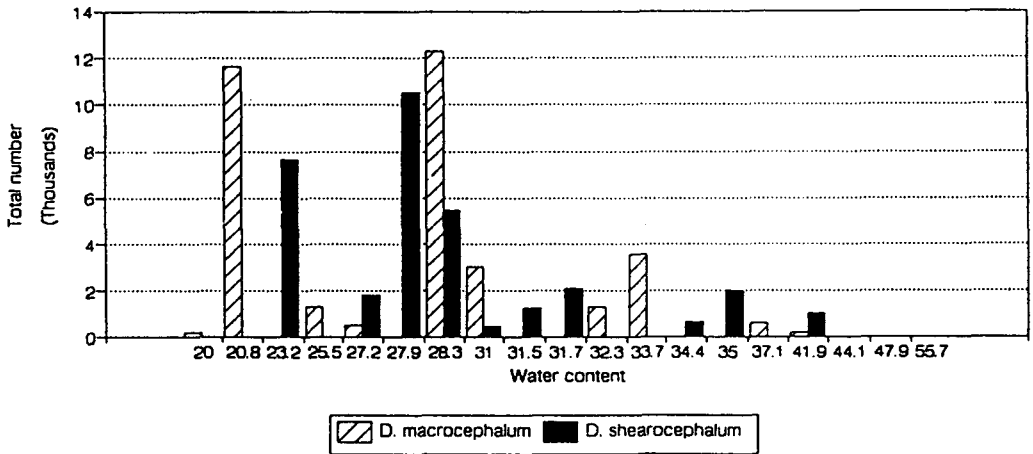
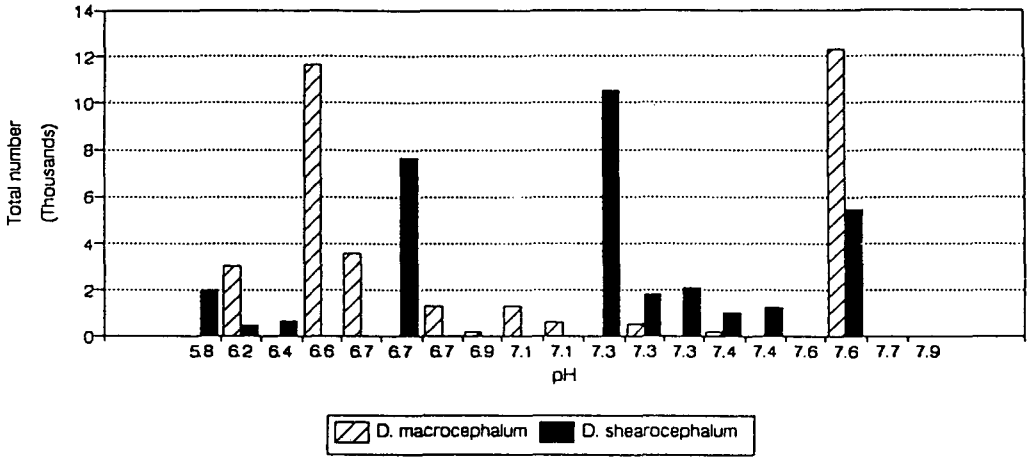
Table 4. Mean values for chemical parameters of the soil samples collected from Gokneung streamside

Site	pH	Water content (%)	Organic content (%)	Total nitrogen (mg /g)	Total phosphorus (ppm)
1. Witgamagol(4)*	6.4	34.4	13.6	3.2	8.6
2. Changcheon br.(2)	7.4	31.5	8.4	1.6	17.1
3. Iljagul(4)	7.6	28.3	8.5	2.2	14.1
4. Neungan(2)	7.3	27.2	9.8	1.2	7.3
5. Changpo br.(2)	7.3	31.7	12.0	1.9	10.9
6. Onneung br.(2)	7.9	44.1	8.3	1.6	8.0
7. Maenaemi(2)	7.6	55.7	21.2	1.7	16.1
8. Shinwon br.(4)	7.4	41.9	12.0	1.6	13.6
9. Pyukje br.(4)	7.7	47.9	10.4	1.6	20.6
10. Bongilcheon br.(4)	6.7	23.2	3.3	1.3	6.9
11. Kyoha br.(4)	5.8	35.0	10.9	3.2	26.8
12. Songchon(3)	7.3	27.9	4.1	1.2	10.0
Average	7.1	35.3	9.9	1.9	13.8

*No. of samples

Table 5. Mean values for chemical parameters of the soil samples collected from Anyang streamside

Site	pH	Water content (%)	Organic content (%)	Total nitrogen (mg /g)	Total phosphorus (ppm)
13. Shihung-dong(2)	7.1	32.3	7.4	2.3	18.6
14. Karibong-dong(2)	6.6	20.8	4.8	1.9	17.4
15. Kocheok br.(3)	6.7	33.7	11.6	3.4	43.8
16. Shinjeong-dong(2)	6.7	25.5	6.5	1.8	30.7
17. Kuro-dong(2)	7.1	37.1	7.7	1.6	28.7
18. Shindorim-dong(3)	6.9	20.0	3.6	0.7	15.9
19. Yangwha br.(3)	6.2	31.0	8.6	1.7	42.0
Average	6.7	28.5	7.3	1.9	29.2



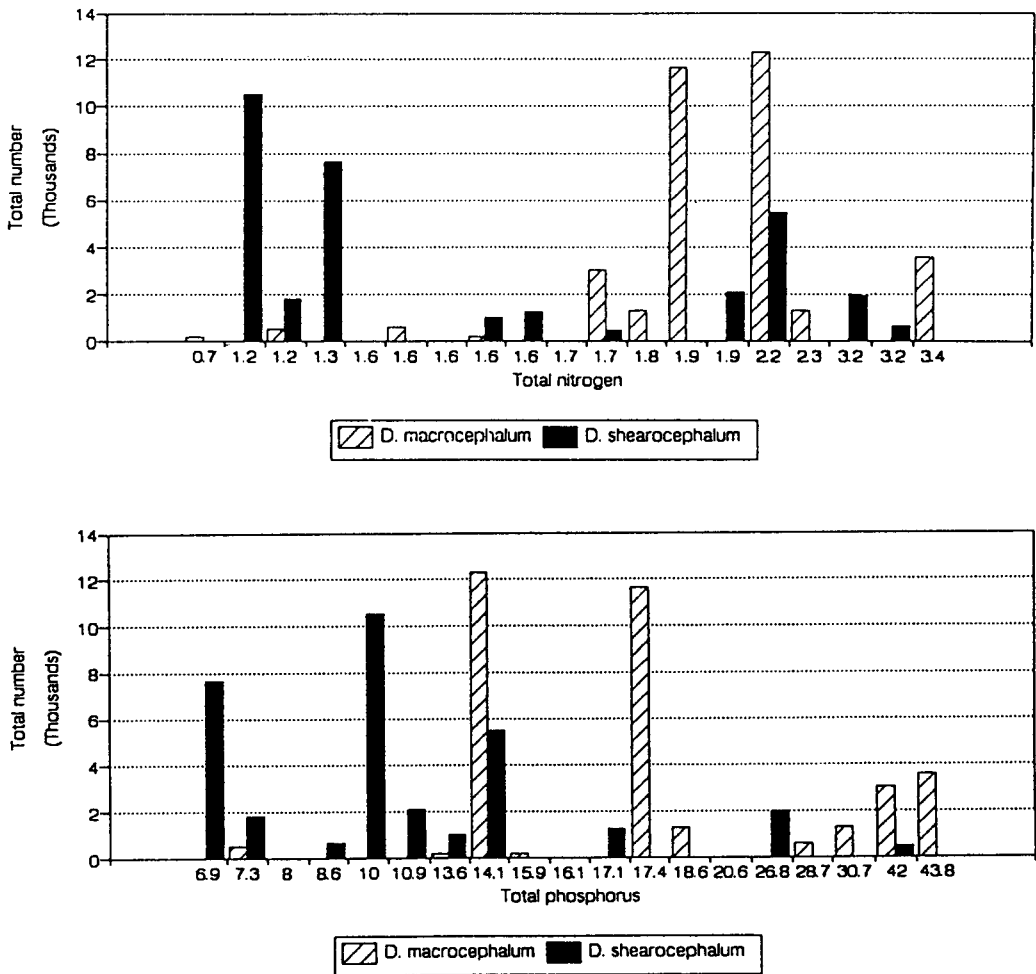


Fig. 2. Total number of *D. macrocephalum*, *D. sphaerocephalum* with environmental factors.

결과, 지소별, 하천별 세포성 점균의 총개체수와 종수는 매우 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 토양요인이 이러한 분포에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각 시료의 pH, 수분함량, 유기물함량, 총질소량, 총인량을 분석하였다(Table 4, 5). 곡릉천과 안양천에서 가장 차이가 많이 나는 요인은 인(P) 함량으로 곡릉천에 비해 안양천이 거의 두 배 가까이 많았고, pH, 수분 함량, 유기물 함량은 곡릉천이 안양천보다 약간 많았으며 질소(N) 함량은 거의 같았다. 이에 대한 변량분석에서도 지소간, 곡릉천과 안양천간에 매우 유의한 차이가 있었다($p < .01$).

토양 환경 요인이 세포성 점균의 분포에 미치는 영향을 알아보기 위하여 다음과 같은 분석을 실시하였다. 먼저, 곡릉천과 안양천에서 각각 우점종으로 나타난 *D. macrocephalum*과 *D. sphaerocephalum*의 개체수와 그들이 출현한 토양의 pH, 수분 함량, 유기물 함량, 총 질소량, 총 인량간의 관련성을 알아보았다(Fig. 2). pH에 대해서는 두 종의 분포에 큰 차이가 없었으며 특정 pH에 대한 선호 경향도 볼 수 없었다. 수분 함량에 대해서는 두 종간의 차이는 없었으나 전체적

으로 수분함량이 적은 쪽에서 많은 분포를 하였으며, 유기물 함량이 낮은 쪽에서 *D. sphaerocephalum*이 더 많이 나타났지만 큰 차이를 보이지는 않았다. 질소 함량과 인 함량이 적은 곳에서는 *D. sphaerocephalum*이, 많은 곳에서는 *D. macrocephalum*이 더 많이 분포하고 있었다. 이러한 차이에 의해 *D. macrocephalum*이 곡릉천보다 안양천에서 더 우세하게 분포하는 것으로 생각된다.

또한 토양 성분의 차이가 세포성 점균의 분포에 미치는 영향을 정량적으로 알아보기 위해 다중회귀분석(multiple regression)을 실시하였다(Fig. 3). 이 결과에 의하면 토양의 pH, 수분함량, 유기물함량, 총질소량, 총인량 등의 변이가 전체 개체수나 종수에서의 변이를 설명할 수 있는 부분은 매우 *D. sphaerocephalum*, *D. aureum* var. *aureum*, *D. mucoroides*의 종별 분포 양상은 환경요인의 변화에 의해 비교적 영향을 받는 것으로 나타났다(Fig. 3). 각각의 결과에 대한 유의도가 높기 때문에 단정적으로 결론을 내리기는 어렵지만 대략적인 경향을 살펴 보면, *D. macrocephalum*에 대해서 pH는 負의 영향을 미치고 *D. sphaerocephalum*은 유기물함량에 負의 영향을, 질소 함량에 대해서는 正的 영향을 받는다. *D. aureum* var. *aureum*은 유기물함량에 의해 正的 영향을, 질소함량에 의해 負의 영향을 받는 것으로 나타났다. *D. mucoroides*에 대해서는 인함량과 pH가 正的 영향을 미치는 것으로 나타났다.

토양 환경 요인의 차이는 세포성 점균 군집 전체에 대해 일률적으로 영향을 미치는 것이 아니라, 각 요인에 따라 종별로 분포에 영향을 미치는 경향이 다르고 이에 따라 종마다 선호되는 서식환경이 있을 것으로 생각된다.

3. 하천변에서 발견된 미기록종

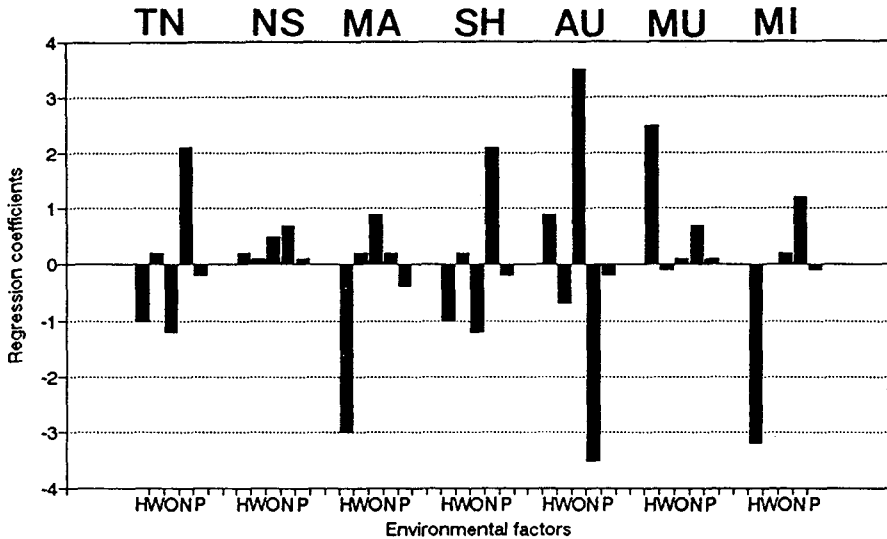


Fig. 3. Results of multiple regression analysis shown as a histogram indicating the regression coefficient. * TN: Total number, NS: No. of species, MA: *D. macrocephalum*, SH: *D. sphaerocephalum*, U: *D. aureum* var. *aureum*, MU: *D. mucoroides*, MI: *D. minutum* ** H: pH, W: Water content, O: Organic content, N: Total nitrogen, P: Total phosphorus.

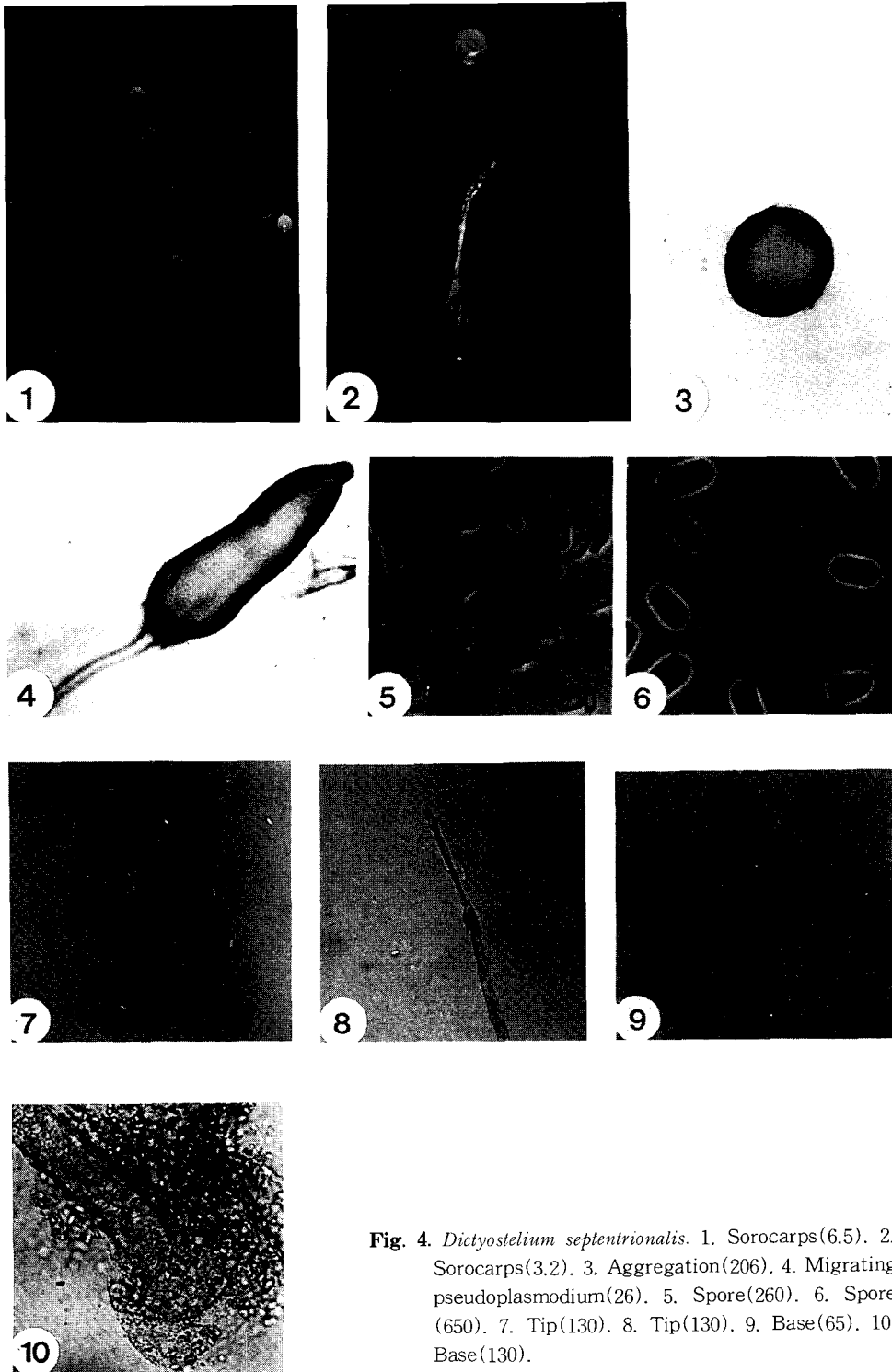


Fig. 4. *Dictyostelium septentrionalis*. 1. Sorocarps(6.5). 2. Sorocarps(3.2). 3. Aggregation(206). 4. Migrating pseudoplasmodium(26). 5. Spore(260). 6. Spore (650). 7. Tip(130). 8. Tip(130). 9. Base(65). 10. Base(130).

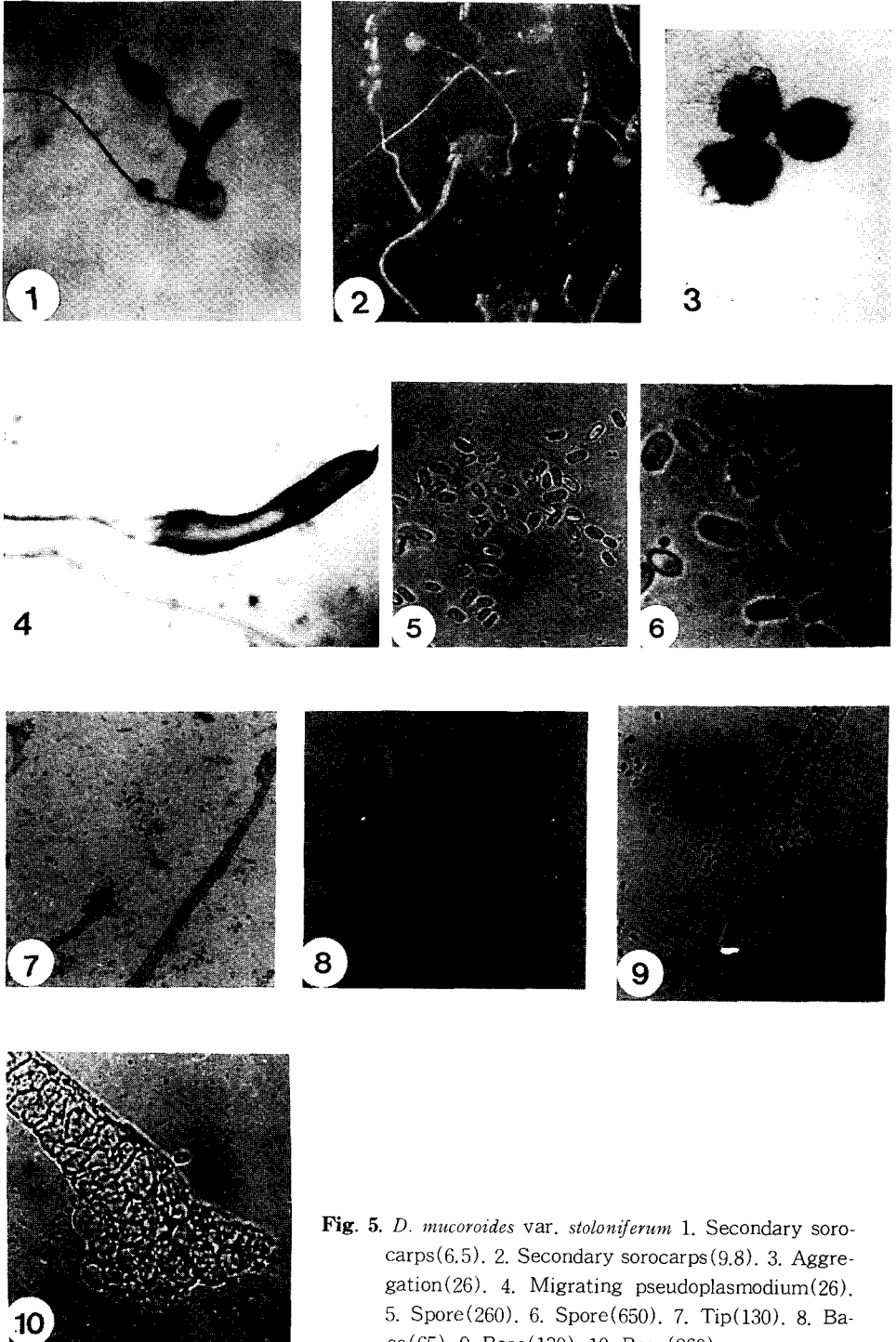


Fig. 5. *D. mucoroides* var. *stoloniferum* 1. Secondary sorocarps(6.5). 2. Secondary sorocarps(9.8). 3. Aggregation(26). 4. Migrating pseudoplasmodium(26). 5. Spore(260). 6. Spore(650). 7. Tip(130). 8. Base(65). 9. Base(130). 10. Base(260).

1) *Dictyostelium septentrionalis*

자실체는 매우 크며(-6mm), 자루는 전체길이에 비해 매우 두껍고 튼튼하다. 포자낭은 다른 종들에 비해 큰 편이며 흰색이다. 자루는 구불구불하고 배지면에 얹어지며 자루를 남기며 이동한다. 가지는 거의 없으며 단생한다. 포자는 극낭이 없으며 길고 굵은 타원형~난형이며 L×W(MD)는 5.8~8.2×2.9~4.8이며 L/W index는 1.7~2.1이다. 기부 모양은 원반형 또는 둥근형이며 정단은 복합형 두상이다. 자루는 강하게 tapering한다(Fig. 4).

2) *D. mucoroides var. stoloniferum*

자실체는 중간 정도의 크기이며(-3.5mm) 자루는 매우 가늘고 포자낭은 우유빛이다. 단생하며, 배지면에 얹어진 자리에서 다시 자실체가 형성된다는 것이 *D. mucoroides*와 가장 큰 차이점이다. 포자는 극낭이 없고 중간 정도 크기의 난형이다. L×W(MD)는 6.7~7.7×3.4~6.7이며 L/W index는 2.0~2.3이다. 기부는 방망이형 또는 약한 원반형이며 정단은 막대형이다(Fig. 5).

적 요

곡릉천과 안양천변에서 세포성 점균의 분포를 조사하고, 토양의 pH, 수분함량, 유기물함량, 질소함량, 인함량이 이에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 곡릉천과 안양천변의 토양에서 *D. macrocephalum*, *D. sphaerocephalum*, *D. aureum var. aureum*, *D. mucoroides*, *D. minutum*, *P. pallidum*, *D. giganteum*, *P. violaceum*, *D. purpureum*, *D. brefeldianum*, *D. flavidum*, *D. mucoroides var. stoloniferum*, *D. septentrionalis*, *D. aureum var. luteolum*, *D. aureostips var. aureostips*의 총 15종의 세포성 점균이 분리되었다. *D. macrocephalum*, *D. sphaerocephalum*, *D. aureum var. aureum*이 우세하게 나타났으며, 이 3종이 전체 개체수의 64%를 차지하였다. 이 중 *D. mucoroides var. stoloniferum*, *D. septentrionalis*는 국내에서 처음으로 기록되는 종이다. 토양의 pH, 수분함량, 유기물함량, 총 질소량, 총 인량 등의 토양 환경 요인의 구배가 전체 개체수나 종수의 변화를 설명할 수 있는 부분은 매우 낮았으나, *D. sphaerocephalum*, *D. aureum var. aureum*, *D. mucoroides*의 종별 분포양상은 환경요인의 구배에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다.

인용문헌

1. 홍정수, 장남기. 1990. 한국의 주요 낙엽수림에서 세포성 점균의 출현과 분포. 한국식물학회지, 33(3) : 159-168.
2. 홍정수, 장남기. 1991. 인천근해 도서지역의 세포성 점균의 출현과 분포. 한국생태학회지, 14(4) : 457-467.
3. 홍정수, 권혜련, 장남기. 1992a. 한라산의 세포성 점균(I)-해발 900m이상의 삼림에서의 출현과 분포. 한국생태학회지, 15(2) : 181-189.
4. 홍정수, 권혜련, 장남기. 1992b. 한라산의 세포성 점균(II)-난대 지역에서의 출현과 분포. 한국생태학회지, 15(2) : 191-200.
5. 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.
6. Bonner, J. T. 1967. The cellular slime molds. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.
 7. Cavender, J. C. 1976. Cellular slime molds of southeast Asia. II. Occurrence and Distribution. Amer. J. Bot., 63(1) : 71-73.
 8. Cavender, J. C. 1978. Cellular slime molds in tundra and forest soils of Alaska including a new species, *Dictyostelium septentrionalis*. Canad. J. Bot., 56 : 1326-1332.
 9. Cavender, J. C. 1973. Geographical Distribution of Acrasidae. Mycologia, 65 : 1044-1054.
 10. Cavender, J. C. 1980. Cellular slime molds of the southern Appalachians. Mycologia, 72 : 55-63.
 11. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1965a. The Acrasidae in nature. I. Isolation. Amer. J. Bot., 52(3) : 294-296.
 12. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1965b. The Acrasidae in nature. II. Forest soil as a primary habitat. Amer. J. Bot., 52(3) : 297-302.
 13. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1965c. The Acrasidae in nature. I. Occurrence and distribution in forests of eastern north America. Amer. J. Bot., 52(3) : 302-308.
 14. Cavender, J. C. and K. Kawabe. 1989. Cellular slime molds of Japan. I. Distribution and Biogeographical considerations. Mycologia, 81(5) : 683-691.
 15. Cavender, J. C. 1983. Cellular slime molds of the Rocky Mountains. Mycologia, 75(5) : 897-903.
 16. Cavender, J. C. and C. Hopka. 1986. Distribution Patterns of Olio soil Dictyostelids in relation to physiography. Mycologia, 78(5) : 825-831.
 17. Cavender, J. C. and T. N. Lakhapal. 1986. Distribution of Dictyostelid cellular slime molds in forests soils of India. Mycologia, 78(1) : 56-65.
 18. Hagiwara, H. 1989. The taxonomic study of Japanese Dictyostelid cellular slime molds. National Science Museum, Tokyo.
 19. Hang, Jeong-Soo and Nam-Kee Chang. 1992. A new species of cellular slime molds from Korea, *Dictyostelium flavidum* sp. nov. Korean J. Bot., 35(3) : 197-203.
 20. Kuserk, F. T. 1980. The relationship between cellular slime molds and bacteria in forest soil. Ecology, 61(6) : 1474-1485.
 21. Landolt, J. C. and S. L. Stephenson. 1990. Cellular slime molds in forests soils of West Virginia. Mycologia, 82(1) : 114-119.
 22. Landolt, J. C., S. L. Stephenson and C. W. Stihler. 1992. Cellular slime molds in West Virginia caves including notes on the occurrence and distribution of *Dictyostelium rosarium*. Mycologia, 84(3) : 399-405.
 23. Olive, L. S. 1975. The mycetozoa: A revised classification. The Bot. Rev. : 59-89.
 24. Raper, K. B. 1984. The Dictyostelids. Princeton Univ. Press, Princeton.
 25. Singh, B. N. 1947. Studies on soil Acrasidae. 2. The active life of species of *Dictyostelium* in soil and the influence thereon of soil moisture and bacteria food. J.

Gen. Microbiol., 1 : 361-367.

26. Smith, K. L. and R. P. Keeling. 1968. Distribution of the Acrasiae in Kansas Grasslands. *Mycologia*, 60 : 711-712.
27. Stephenson, S. L., J. C. Landolt and G. A. Laursen. 1991. Cellular slime molds in soils of Alaskan tundra, USA. *Arctic and Alpine Research*, 23(1) : 104-107.
28. Sutherland, J. B. and K. B. Raper. 1978. Distribution of cellular slime molds in Wisconsin prairie soils. *Mycologia*, 70 : 1173-1180.
29. Traub, F., H. R. Hohl and J. C. Cavender. 1981b. Cellular slime molds of Switzerland. II. Distribution in forests soils. *Amer. J. Bot.*, 68(2) : 173-182.
30. Traub, F., H. R. Hohl and J. C. Cavender. 1981a. Cellular slime molds of Switzerland. I. Description of new species. *Amer. J. Bot.*, 68(2) : 162-172.