

잔디(*Zoysia japonica* Steud)군락에서의 세포성 점균의 출현

장남기 · 박미아 · 이정은

서울대학교 생물교육과

Occurrence of Cellular Slime Molds in Turfgrass Communities

Chang, N. K., M. A. Park and J. E. Lee

Department of Biology Education, Seoul National University

ABSTRACT

Dictyostelid cellular slime molds were quantitatively isolated from Korean lawngrass turf in Seoul National University, Korea, by the 'Clonal Isolation Technique(Cavender and Raper, 1965a)'. Total six species were found. These are *Dictyostelium sphaerocephalum*, *D. purpureum*, *D. flavidum*, *D. crassaule*, *Polysphondilium pallidum*, *P. violaceum*. *D. sphaerocephalum* was the dominant species and *P. violaceum*, *D. flavidum*, *D. crassaule* were rare.

Compared with other region, species diversity and species richness of Korean lawngrass turf appeared to be low. The dominant species, however, is not very common in other plant communities, so it may be characteristic of Korean lawngrass turf.

서 론

세포성 점균(cellular slime molds: Acrasiales)은 유기적으로 썩어가는 낙엽 등 식물유기물에 주로 서식하며 토양 박테리아를 섭식하는 매우 작은 생물로(Cavender and Raper, 1965b) 삼림의 낙엽분해층뿐만 아니라 경작지, 초지(Smith and Keeling, 1968; Sutherland and Raper, 1978), 사막(Benson and Mahoney, 1977), 고산지대(Cavender, 1983), 극지방(Stephenson *et al.*, 1991) 등의 다양한 서식지에서 출현한다. 이 생물은 단세포 아메바형의 동물단계로부터 포자를 형성하는 식물단계로의 변화과정을 갖는 특이한 생활사적 특징 때문에 세계적으로 세포의 분화, 발생, 유전, 분류 및 생태연구에 많이 이용되어 왔으며, 비교적 쉽게 실험적으로 조작할 수 있는 다세포 생물로의 진화에 관한 모델을 제시하고 있어 관련학자에게 많은 관심의 대상이 되어왔다. 1869년, Brefeld가 *Dictyostelium mucoroides*를 처음 기록한 이래 최근까지 약 60여종의 세포성 점균이 알려지고 있다.

세포성 점균은 자실체의 모양과 색, 자루의 가지 유무, 자루의 정단(tip)과 기부(base) 모양,

포자의 크기와 모양, 포자의 PG 유무, 위원형태의 집합모양 등을 key로 하여 분류한다.

한국산 세포성 점균에 관한 연구는 최와 김(1981)이 정성적인 방법으로 43종을 분리하여 기록한 바 있으며, "Clonal Isolation Technique"를 사용한 정량적인 연구는 홍과 장(1990)에 의해 이루어지고 있다.

세포성 점균의 생태학적 연구는 Singh(1947)와 다른 연구자들에 의해 주로 세포성 점균의 성장과 분화에 미치는 환경요인이 연구되었으며(Whittingham and Raper, 1957), 세포성 점균의 분포와 식생과의 관계는 Cavender and Raper(1965b, c)에 의해 이루어져 왔다. 삼림토양의 세포성 점균에 관한 전보들은 (e.g. Stephenson *et al*, 1991; Landolt and Stephenson, 1990; 홍과 장, 1990, 1991, 1992; Cavender and Kawabe, 1989) 이 생물의 분포가 임형과 식생 등, 기후의 차이와 관련된 환경요인들에 의하여 영향을 받는다고 보고하여 왔으며 이에 따라 홍과 장은 1992년부터 우리나라 남부지역의 삼림 식생에 따른 세포성 점균의 출현과 분포를 연구하였다.

본 연구에서는 서울대학교 관악캠퍼스의 여러 잔디군락을 중심으로 세포성 점균의 출현과 분포를 조사함으로써, 삼림식생과 인공식생에서의 세포성 점균의 출현과 분포, 농약이 세포성 점균에 미치는 영향 등의 심화 연구를 위한 기초를 제공하고자 한다.

조사지 개황

본 연구는 해발 692m, 동경 126°57', 북위 37°27'의 관악산 산록에 위치한 서울대학교 교내 지역중 잔디군락 8지소를 임의로 선정하여 이루어졌다. 관악산의 연 평균기온은 11.6℃이고 평균 강수량은 1,364.8mm이며 (중앙기상대, 1985), 월별 평균 기온 및 강수량은 Fig. 1과 같다.

연구방법

시료의 채집은 Benson and Mahoney (1977)의 'simple sampling method'에 따라 수행하였다. 8개 지소에서 site의 크기에 따라 1~5개의 sample을 취했으며 한 sample당 최소한 30m의 간격을 두고 채집하였고, 채집용 삽으로 약 50g정도의 흙을 비닐봉지에 담아 밀봉하여 실험실로 옮긴 후 5℃의 온도로 냉장보관하였다.

채집된 sample로부터 세포성 점균의 정량적 분리는 Cavender and Raper (1965a)의 "Clonal Isolation Technique"에 따라 수행되었다. 10g의 토양시료를 500ml 삼각플라스크에 담아 멸균수를 부어 100ml을 채움으로써 1:10의 희석을 한 후, 이것을 2분동안 shaker에서 흔들어 진탕한 후 2장 겹친 거즈로 거르고 7.5ml의 멸균수에 위의 현탁액 5ml을 가하여 희석도 1:25를 만든다. 이 액 0.5ml은 동량의 *E. coli*용액과 함께 각각 미리 준비한 건초매지에 넣어 최종 희석도 1:50을 만든 후 멸균된 유리막대로 고르게 바른 다음 23℃의 incubator에 넣어 배양시킨다. 여기서

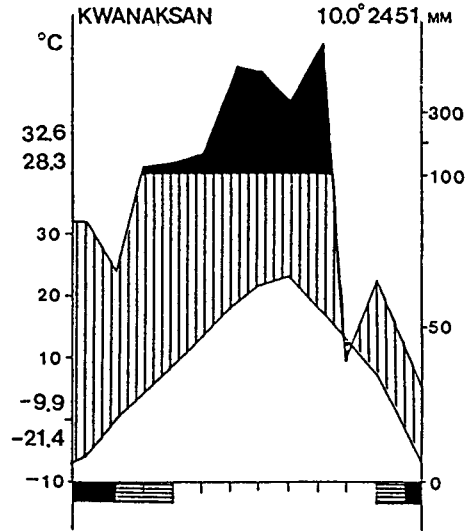


Fig. 1. Climate-diagram in Kwanaksan.

사용된 세포성 점균의 먹이, *E. coli*는 37°C에서 하룻밤 액체 배양한 후 3,000rpm에서 5분간 원심분리하여 얻는다. 점균 분리용 건조배지는 성숙한 잔디나 사초를 물로 깨끗이 씻어 햇볕에 말린 건조 8g을 1,000ml에 넣어 멸균시킨 후 거즈로 걸러, 증류수로 1,000ml를 다시 채운 다음, 여기에 인산 완충액을 넣어 pH를 6으로 맞추고 한천 20g을 넣어 121°C 15파운드에서 15분간 멸균시켜 만든다.

분리된 종의 동정은 홍과 장(1990,1991)과 Bonner(1967),Olive(1975), Traub *et al.*(1981), Raper(1984)와 Hagiwara(1989)의 분류 Key와 종기록, 그리고 다른 많은 연구들의 종기록에 근거하여 수행한다. 배양후 5~6일이 지나면 거의 완전한 자실체를 형성하는데, 관찰은 3일째부터 시작하여 점액 아메바의 집합형태, 이동기의 유무 및 형태, 포자 및 자실체의 모양, 색깔 등을 기록하고, 현미경 사진을 촬영하며, 이들 특징에 따라 종을 동정한다. 동정이 어려운 종은 또는 추가적인 관찰이 필요할 때 종의 순수분리는 0.1% lactose-peptone 배지(Raper, 1984)(Table 1)를 사용한다.

배양후 나타난 각 종의 수를 콜로니 카운터로 계산하고, Benson and Mahoney(1977)와 Cavender(1976)의 방법에 따라 종의 밀도와 빈도를 계산한다.

$$\text{sample 빈도(sample frequency; F)} = \frac{\text{특정종이 출현한 sample의 수}}{\text{전체 sample의 수}} \times 100 (\%)$$

$$\text{상대밀도(relative density; D)} = \frac{\text{특정종의 절대밀도}}{\text{모든 종의 절대밀도의 합}} \times 100 (\%)$$

$$\text{출현도(presence)} = \frac{\text{특정종의 지소빈도} \cdot \text{특정종이 출현한 지소의 수}}{\text{총 지소의 수}} \times 100 (\%)$$

$$\text{중요값(importance value)} = (2 \times \text{상대밀도} + \text{sample 빈도} + \text{출현도}) / 3$$

Table 1. 0.1% lactose-peptone agar for pure culture

Salt and nutrient	gram
Lactose	1
Peptone	1
KH ₂ PO ₄	1.8
Na ₂ HPO ₄ · 7H ₂ O	0.33
Agar	15
D.W	1,000ml

토양의 pH는 sample을 1:5의 희석도로 증류수에 담근 후 shaker에서 흔든 후 24시간 방치후 Whatman No. 44 로 거른 후 pH를 측정한다. 수분함량은 air dried moisture로 측정하는데 채취해온 sample을 공기중에 일주일 방치하여 공기와 포화시킨 후 잴 무게와 105°C에서 24시간 건조시킨 후 잴 무게의 차이를 구했다. 유기물 함량과 질소 및 인산의 분석은 한국생태학회와 한국식물학회의 1989-1991 심포지움 및 워크샵 자료를 따랐다.

결과 및 고찰

서울대학교 관악 캠퍼스의 잔디군락 23개의 시료를 조사한 결과, 총 6종이 출현하였다. 그 중 가장 우세하게 출현한 것은 *D. sphaerocephalum*이며, *P. pallidum*, *D. purpureum*, *P. violaceum*, *D. flavidum*, *D. crassicaule* 순으로 출현하였다. 각 지소에 따른 세포성 점균의 출현은 다음과 같

으며(Table 2), *D. sphaerocephalum*와 *P. pallidum*의 모양은 다음과 같다(Fig. 2, 3).

Table 2. Cellular slime molds in turfgrass of Seoul National Univ.

	Study sites																Rel. dens (%)	Avg. freq. (%)	Pres-ence (%)	Import-ance value		
	1		2		3		4		5		6		7		8							
	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D	F	D						
<i>D. sphaerocephalum</i>	33	81	33	100	67	100	-	-	-	-	-	-	-	-	33	100	-	-	70	22	50	71
<i>P. pallidum</i>	33	19	-	-	-	-	-	-	-	33	19	33	100	-	-	-	-	-	8	13	38	22
<i>D. purpureum</i>	-	-	-	-	-	-	100	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	9	13	18
<i>P. violaceum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	19	-	-	-	-	33	100	2	9	25	13	
<i>D. flavidum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	62	-	-	-	-	-	-	-	3	4	13	8
<i>D. crassicaule</i>	-	-	-	-	-	-	50	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	13	7
Total clones /1g soil	890		645		5,390		1,050		290		240		240		65				8,810			
Number of species /site	2		1		1		2		3		1		1		1				Avg. 1.5			

F=sample frequency(%), D=relative density(%), Importance value=(2RD+F+P) /3

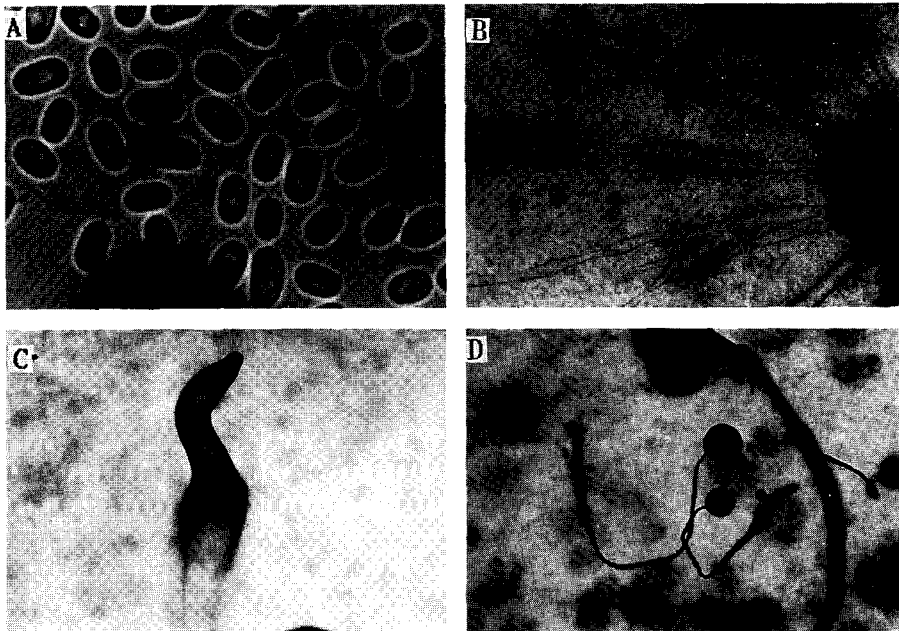


Fig. 2. Spores, sorocens, and sorocarps of *Dictyostelium sphaerocephalum* (Oud.) Sacc. et March.
 A. Spores, ×1000, B. Typical aggregation ×40,
 C. Early stage of arising sorogen, ×40, D. Sorocarps, ×40

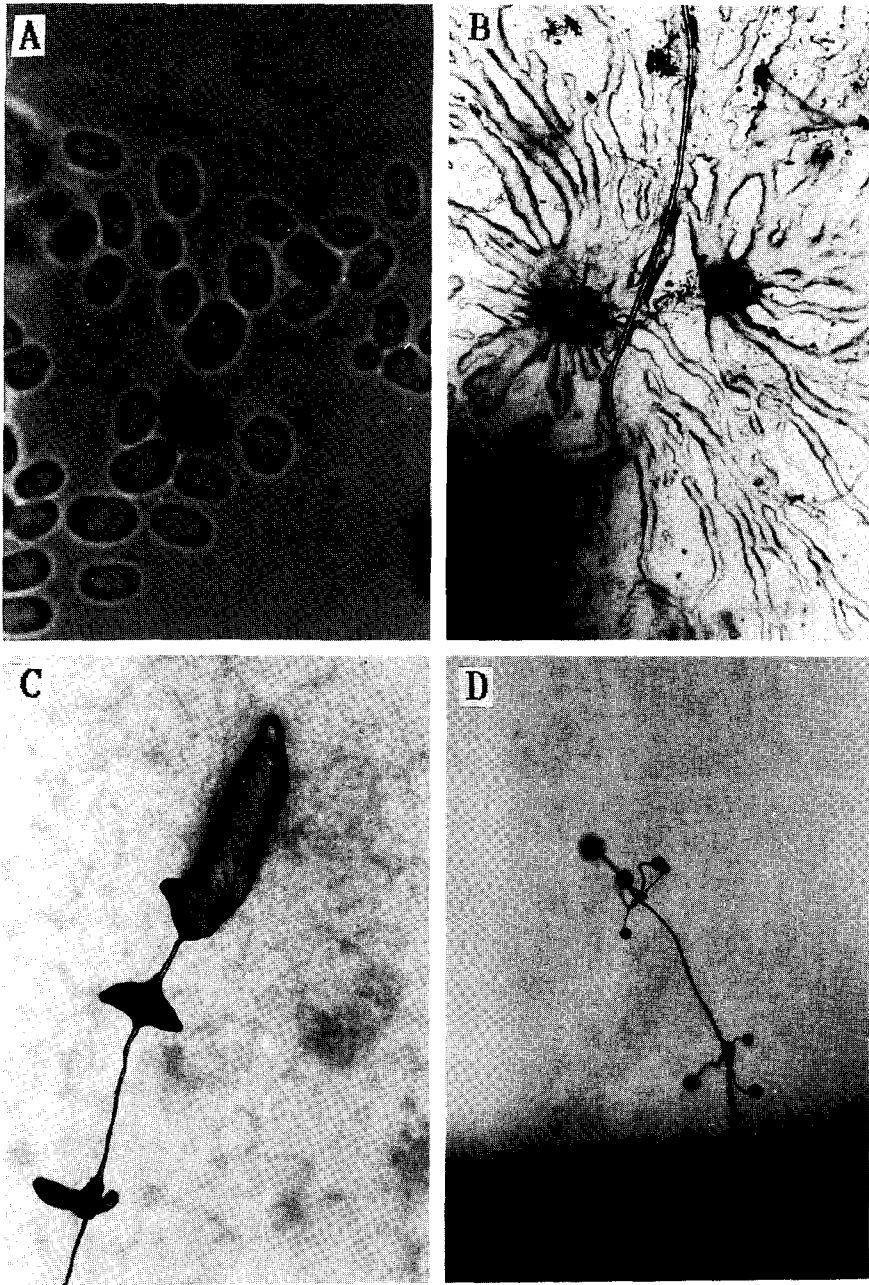


Fig. 3. Spores, aggregations, and sorocarps of *Pholysphondylium pallidum* Olive.

A. Spores, $\times 1000$

B. Typical aggregation, $\times 40$

C. Mid stage of arising sorogen, $\times 40$

D. Sorocarps with branches, $\times 40$

Table 3. The properties of turfgrass soil in Seoul National Univ.

Site	pH	Water content (%)	Organic content (%)
1	4.8	1.3	10.6
2	4.7	1.4	11.6
3	4.9	1.5	11.1
4	5.1	2.0	16.7
5	4.6	0.9	8.9
6	4.8	1.0	7.5
7	4.6	0.9	8.2
8	4.7	1.1	7.8
Mean	4.8	1.3	10.3

잔디군락에서의 세포성 점균의 분포양상을 분석하여 보면 *D. sphaerocephalum*이 전체 개체수의 66%를 차지하며, 그 다음으로 우세한 *P. pallidum*, *D. purpureum*과 같은 종들은 각각 8%, 16%로 적은 양을 차지한다.

*D. sphaerocephalum*은 한라산의 삼림 토양에서는 매우 드물게 나타나나 한라산 기슭의 난온대 초지에서는 비교적 많이 나타나고 있으며(홍 등, 1992), 경기도의 곡능천변 토양에서 우세하게 출현하였다는 연구가 있다(권, 1993). 또한 수분이나 온도 스트레스에 잘 견디며, 삼림 토양보다는 교란된 토양(disturbed soil)에서 더 풍부하다고 보고된 바 있다(Cavender, 1983; Cavender and Lakhampal, 1986). Table 3에서 보는 바와 같이 잔디군락은 수분 함량이나, 유기물 함량이 삼림 지역의 토양과 비교하여 볼 때(홍 등, 1992) 월등히 적으며, 경기도 곡능천변의 토양과는 비슷한 양상을 보인다(권, 1993). 따라서, *D. sphaerocephalum*은 삼림토양보다는 환경조건이 더 열악한 초지에 더 잘 적응하여 나타나는 종으로 사료된다.

P. pallidum, *P. violaceum*은 우리나라의 삼림토양에서 비교적 흔하게 출현하는 종으로 본 연구에서도 역시 출현하였으나 삼림토양에 비하여 상대적으로 적은 중요도값을 가지며, 삼림토양에서 우세하게 자라는 *D. mucoroides*는 출현하지 않은 것이 특이할만하다. 한라산에서 신종으로 발견된 *D. flavidum*(홍과 장, 1992)도 적은 수이지만 발견되었다. 한 지소당 평균적으로 나타난 종 수는 잔디군락에서는 1.5으로서, 우리나라 남부해안지역의 상록 활엽림에서의 6.0(장, *et al.*, 미발표 논문), 지리산의 3.8(심, 1994), 경기도 곡능천 해변의 3.3(권, 1993), 남부 해안 지역의 상록 침엽수림의 2.0(장, *et al.*, 미발표 논문)과 비교해 볼 때 낮은 값을 가지며, 토양 1g당 출현 개체수 역시 8810으로서 각각의 지역에서 나타난 86076, 29998, 7704, 19082와 비교하여 볼 때 적은 값을 갖는다.

이상에서 볼 때, 잔디군락에서 출현하는 세포성 점균류는 종 다양성은 적으며 특정한 한, 두 종이 우세하게 자라는 경향을 알 수 있다.

적 요

관악산에 위치한 한국들 잔디로 조성된 초지군락에서 Cavender and Raper (1965a)의 방법에 따라 세포성 점균을 정량적으로 분석한 결과 *Dictyostelium sphaerocephalum*, *D. purpureum*, *D. flavidum*, *D. crassicaule*, *Polysphondilium pallidum*, *P. violaceum*의 여섯 종이 출현하였다. 본 연구에 따르면 가장 우세하게 출현하는 종은 *D. sphaerocephalum* 으로 환경조건이 열악한 초지에서 우점한다고 사료되며 *P. violaceum*, *D. flavidum*, *D. crassicaule*의 출현빈도는 낮았다. 다른 지역과 비교해 볼 때 한국들 잔디군락에서의 종 다양성과 종 부유도는 낮은 것으로 사료된다.

인용문헌

1. 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
2. Boner, J. T. 1967. The cellular slime molds. Princeton, p205
3. Cavender, J. C. 1976. Cellular slime molds of Southeast Asia. I. Description of new species. *Am. J. Bot.*, 63 : 60-70
4. Cavender, J. C. 1983. Cellular slime molds of Rocky Mountains. *Mycologia*, 75(5) : 897-903.
5. Cavender, J. C. and T. N. Lakhanpal. 1986. Distribution of Dictyostelid cellular slime molds in forests soils of India. *Mycologia*, 78(1) : 56-65
6. Cavender, J. C. and K. Kawabe. 1989. Cellular slime molds of Japan. Distribution and biogeographical considerations. *Mycologia*, 75(5) : 897-903.
7. Cavender, J. C. and T. N. Lakhanpal. 1986. Distribution of Dictyostelid cellular slime molds in forests soils of India. *Mycologia*, 78(1) : 56-65.
8. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1965a. The Acrasiales in nature. I. Isolation. *Am. J. Bot.*, 52:294-296.
9. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1965b. The Acrasieae in nature. . Forest soil as a primary habitat. *Amer. J. Bot.*, 52(3) : 297-302.
10. Cavender, J. C. and K. B. Raper. 1965c. The Acrasiales in nature. I. Occurrence and distribution in forests of eastern north America. *Am. J. Bot.*, 52(3) : 302-308.
11. Hagiwara, H. (1989). The taxonomic study of Japanese Dictyostelid cellular slime molds. *Natl. Sci. Mus. Tokyo*. p 131
12. Landolt, J. C. and S. L. Stephenson. 1990. Cellular slime molds in forests soils of West Virginia. *Mycologia*, 82(1):114-119.
13. Olive, L. S. (1975). The mycetozoa: A revised classification. *Bot.*, Rew. 59-89.
14. Raper, K. B. (1984). The Dictyostelids. Princeton Univ., Princeton, p. 453.
15. Traub, F., Hohl, H.R. and Cavender, J. C. (1981). Cellular slime molds of Switzerland. I. Description of new species. *Am. J. Bot.*,68:162-172.
16. 권혜련. 1993. 하천(곡능천, 안양천)변 토양에서 세포성 점균의 분포 및 토양 환경요인의 영향. 서울대학교 대학원 석사논문.
17. 김희백 외. 1989. 토양유기물의 무기화와 순환. 한국생태학회와 한국식물학회의 심포지움 및 워크샵. pp113-120.
18. 심규철. 1994. 지리산의 세포성 점균에 대한 생태적 연구 및 이종간의 경쟁적 상호 작용에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사논문.
19. 장남기 외. 1994. 우리나라 남부 지역의 식생에 따른 세포성 점균의 출현과 분포. 한국과학재단. (미발표)
20. 중앙기상대. 1985. 한국기후편람. pp 40-51.

21. 최두문, 김종균. 1981. 한국산 점균식물의 분류학적 연구. 공주사범대학 과학교육 연구. 13:83-112.
22. 홍정수, 권혜련, 장남기. 1992. 한라산의 세포성 점균(Ⅱ)-난온대 지역에서의 출현과 분포. 한국생태학회지, 15(2):191-200.
23. 홍정수, 장남기. 1990. 남한의 주요 낙엽수림에서 세포성 점균의 출현과 분포. 식물학회지. 33(3): 159-168.
24. 홍정수, 장남기. 1991. 인천 근해 도서지역의 해안 식물 군락에 따른 세포성 점균의 출현과 분포. 한국 생태학회지. 25(4):457-467.
26. 홍정수, 장남기. 1992. 한국산 세포성 점균의 1신종 *Dictyostelium flavidum* sp. nov. Kor. J. Bot., 35(3):197-203.