

# 우리나라 남부 지역의 식생에 따른 세포성 점균의 출현과 분포

## —남해안 및 도서 지역 상록수림에서의 세포성 점균—

장남기 · 홍정수\* · 심규철

서울대학교 사범대학 생물교육과, \*수원 수성고등학교

# Occurrence and Distribution of Cellular Slime Molds in Relation to the Vegetation of Southern Area in Korea

## —Cellular Slime Molds in Evergreen Forests in the Southern Coastal Area and Islands—

Chang, Nam-Kee, Jong-Su Hong\* and Kew-Cheol Shim

Department of Biology Education, Seoul National University \*Susong High School, Suwon

### ABSTRACT

Twelve dictyostelids occurred in the southern coastal area and islands; nine species of genus *Dictyostelium* and three species of genus *Polysphondylium*.

In ten sites of evergreen-broadleaved forests, 12 species were identified and average present species was 6.0. *D. mucoroides*, *D. minutum*, *P. pallidum* and *P. violaceum* were dominant species. The first dominant species was *D. mucoroides*. Its importance value was 55 and was much more than the others. Especially, for *P. violaceum*, presence was 90%. It was much higher. But relative density was no more than 3%. *D. minutum* that was not common species had comparably high importance value.

In two sites of evergreen conifers, only four species occurred; *D. mucoroides*, *D. brefeldianum*, *D. capitatum* and *P. pallidum*. Average present species was 2.0. Dominant species was *D. mucoroides*.

Average of total clones in evergreen-broadleaved forests and evergreen conifers were irrespectively 8,608 and 9,541. As for the number of species, cellular slime molds distributed variably in evergreen-broadleaved forests than evergreen conifers.

**Key words:** Twelve dictyostelids, Southern coastal area and islands, Evergreen-broadleaved forests, Evergreen conifers, *D. mucoroides*

### 서 론

대부분의 딕티오형 세포성 점균은 삼림의 부엽토나 여러 생물의 배설물에서 분리되어 왔다.

\* 이 논문은 한국과학재단의 연구비 지원에 의해 이루어졌음.

종다양성이 가장 큰 지역은 열대와 아열대 지역의 참나무림과 같은 약간 습기가 있는 삼림으로 보고 되었으며(Raper, 1935, Singh, 1947; Cavender and Raper, 1965a, b; Cavender, 1970, 1973, 1976a, b), 최근까지 이루어진 많은 연구를 통하여, 열대, 아열대 및 온대의 삼림뿐만 아니라 알래스카와 툰드라에 이르기까지 전세계 어디에나 분포하고 있는 것을 알 수 있다(Stephenson et al, 1991). 즉 중미(Benson and Mahoney, 1977; Cavender, 1980), 남미(Cavender, 1973; Cavender and Raper, 1968), 캐나다(Cavender, 1972), 동남 아시아(Cavender, 1969a, b) 동아프리카(Cavender, 1969b) 및 유럽(Cavender, 1969a; 1973)에 이어 Alaska의 삼림이나 Tundra에서도 나타나는 것으로 밝혀져(Cavender, 1978), 이 생물은 환경에 따라 특이적이기는 하지만 전세계에 걸쳐 분포하고 있음이 알려졌다.

세포성 점균(Cellular slime molds: Acrasiales)은 낙엽과 같은 식물 유기물과 분변에 주로 서식하며, 토양 박테리아를 섭식하는 매우 작은 생물이다(Cavender and Raper, 1965b). 1869년 Brefold가 *Dictyostelium mucoroides*를 처음 기록한 이래로 최근까지 약 60여종의 세포성 점균이 알려지고 있다. 세포성 점균의 분류는 Bonner(1967), Olive(1967, 1975) Cavender(1970), Raper(1984), Traub *et al.* (1981a), Hagiwara(1973, 1989) 등에 의해서 수행되어 왔다. 특히 1984년 Raper는 세포성 점균에 관한 역사적 배경과 발표된 종들을 상세하게 기록하였으며, 1989년 Hagiwara는 일본의 세포성 점균을 분류학적으로 정리 기록하여 이 생물의 계통과 분포양상 및 종다양성을 이해하는데 기여하고 있다. 우리나라에서는 최와 김(1981)의 한국산 점균에 대한 보고 이래로 홍과 장(1990, 1991a, b, 1992, 1993), 홍 등(1992a, b), 권(1993) 그리고 최(1993)에 의해서 세포성 점균에 대한 연구가 진행되어 왔다.

본 연구에서는 우리 나라 남부 지역의 남해안 지역과 도서지역을 중심으로 삼림이 비교적 잘 보호된 지역과 천연기념물 보호 지역을 중심으로 삼림에 서식하는 세포성 점균을 조사하였다. 남해안 일대의 조엽수림과 남부지역의 삼림 토양에서 세포성 점균을 정량적으로 분리하여 출현하는 종을 기록하고 식생에 따른 분포 양상과 토양 환경 요인과의 관련성을 조사함으로써 우리나라 자연 환경에서 서식하는 세포성 점균의 종류와 그 생태적 특성을 밝히고자 하였다.

## 재료 및 방법

시료의 채집은 Benson *et al.* (1977)의 'Simple Sampling Methods'와 神田(1982)의 방법에 따라 수행하였으며, 채집된 시료는 비닐백에 담아 실험실로 운반한 후 4°C에서 보관하여 실험에 사용하였다.

세포성 점균의 분리는 건초 배지를 사용하였으며, 종 배양과 동정에는 0.1% LP배지를 사용하였다(Raper, 1980). 토양 시료는 1:50배로 희석하여 *Escherichia coli*와 함께 접종하였다. 세포성 점균의 순차적인 발생과정을 관찰하기 위하여 세균 현탁액으로 spreading bar를 이용하여 만들어진 cross streak 중심에 포자를 접종하여 배양시켰다. 세포성 점균의 먹이로 사용된 *E. coli*는 rotary shaker에서 하루 정도 배양하여 3000rpm에서 5분간 원심 분리하여 상층액은 버리고 멸균수 1ml을 첨가하여 고농도 *E. coli* 현탁액을 만들어 사용하였다.

세포성 점균의 동정은 이전에 발표되었던 자료를 참조하여(Hagiwara, 1989; Olive, 1975; Raper, 1984) 점액아바의 집합체 모양 및 크기, 색깔, 집합줄기의 유무 및 형태, 성장습성 포자 및 자실체의 모양, 가지형성 등을 기록하여 이를 근거로 이루어졌다. 한국산 디티오형 세포성 점균의 체계적인 분류와 종의 유연관계를 쉽게 알아보기 위하여 Raper(1984)와 Hagiwara(1989)



Fig. 1. Map of studied area.

의 기록을 수정하여 검색표를 만들어 사용하였다.

토양 분석은 음건 후 건조기에 넣어 증발량을 계산하여 백분율로 나타냈으며, 토양 산성도는 토양 대 증류수를 1:5의 비율로 넣어 15분 진탕한 후 Whattmann No. 44로 걸러 측정하였다. 유기물 함량은 450℃에서 4시간 동안 태워 작열 소실량으로 측정하였다. 또한 세포성 점균의 절대 밀도, 상대밀도, 상대빈도, 출현율, 중요치를 계산하여 식생에 따른 우점종을 결정하였다 (Cavender, 1976).

## 결과 및 고찰

남해안의 임형에 따라 진도, 관매도, 강진, 완도의 주도, 보길도, 해남, 남해, 광양, 거제도, 고흥, 동백도, 오동도 등의 12개 지소에서 총 96개의 시료를 채취하여 조사하였다(Fig 1). 남해안의 상록수림을 상록활엽수림과 상록침엽수림으로 나누어 세포성 점균의 출현과 분포양상을 조사한 결과는 Table 1과 Table 2에서 보는 바와 같다.

조사된 10개 지소의 상록활엽수림의 토양에서 총 12종의 세포성 점균의 분리되었다. 이 중 가장 우세하게 출현하고 있는 종은 *D. mucoroides*이며, 그 다음으로 *P. pallidum*, *P. violaceum*, *D. minutum* 순으로 높은 중요치를 보이고 있다(Table 1). *D. mucoroides*는 특히 매우 높은 출현 빈도를 나타내고 있으며, 밀도에 있어서는 *D. minutum*과 유사하다. 한편 *P. pallidum*과 *P. violaceum*은 출현 빈도에 비하여 매우 낮은 상대 밀도를 나타내고 있었다. *P. violaceum*은 10개 지소 중 9개 지소에서 출현하는 매우 높은 출현도를 보이고 있다. 이 지역에서 가장 드물게 출현

**Table 1.** Occurrence and distribution of cellular slime molds in the evergreen-broadleaved forests in the southern coastal area

Species	Site	KM*	KJ	KuD	PG	NH	TB	KD	OD	KY	CD	Average total clones(No./g)	Average frequency(%)	Relative density(%)	Presence (%)	Importance value <sup>3</sup>								
pH		6.70	5.83	4.67	7.04	6.79	4.49	6.64	6.13	6.59	6.60													
Water content (%)		3.58	5.14	9.51	7.92	3.29	5.20	4.36	6.27	3.52	6.27													
Organic matter (%)		19.48	25.23	54.09	39.95	19.24	39.42	24.67	30.32	20.72	30.32													
	F <sup>1</sup> D <sup>2</sup>	F D	F D	F D	F D	F D	F D	F D	F D	F D	F D													
<i>D. mucroides</i>	75	26	100	35	100	26	75	20	-	50	31	25	1	100	89	-	-	-	-	1,807	53	21	70	55
<i>P. pallidum</i>	25	12	75	58	-	25	1	-	25	2	25	2	-	100	78	75	5	-	-	861	35	10	70	42
<i>P. violaceum</i>	25	4	50	7	75	8	25	2	25	2	25	1	25	9	-	-	-	-	-	258	30	3	90	42
<i>D. minutum</i>	50	29	-	-	75	25	50	49	25	3	-	25	5	-	-	50	20	-	-	1,722	28	20	60	42
<i>D. auro-stipes v.</i>	75	6	-	-	25	4	50	4	75	50	-	75	36	-	-	50	18	-	-	1,033	35	12	60	40
<i>D. capitatum</i>	25	7	-	-	50	12	25	16	-	25	10	25	2	50	10	-	25	6	-	687	23	8	70	36
<i>D. breffieldianum</i>	25	15	-	-	50	13	75	9	-	-	-	-	-	-	-	100	51	-	-	1,116	25	13	40	30
<i>D. purpureum</i>	25	1	-	-	-	-	-	-	-	25	<1	25	4	-	75	13	25	<1	-	172	18	2	50	24
<i>P. tenuissimum</i>	-	-	25	1	25	1	-	-	-	25	7	25	36	-	-	-	-	-	-	256	10	3	40	19
<i>D. sphaerocephalum</i>	-	-	-	-	25	12	-	-	50	45	-	25	8	-	-	-	-	-	-	603	10	7	30	18
<i>D. giganteum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	43	-	-	-	-	-	-	-	-	82	3	1	10	5
<i>D. flavidum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	4	-	-	-	-	-	-	-	11	3	<1	10	4
No. of species	8	4	8	7	4	7	10	3	3	6										12	(average 6.0)			
Total clones(No./g)	7,671	2,059	6,467	19,447	10,564	2,478	5,328	9,932	7,337	14,793										86,076	(average 8,608)			

\* KM:Kwanmaedo, KJ:Kangjin, KuD:Chudo, PG:Pogildo, NH:Namhae,

TB:Tongbaekdo, KD:Koejedo, OD:Odongdo, KY:Kwangyang, CD:Chindo

1. F: sample frequency 2. D: relative density in a site

3. Importance Value=(Presence + Average frequency + 2(Relative density)) / 3

하는 종은 *D. giganteum*과 *D. flavidum*으로 나타났다.

지소별 세포성 점균의 분포 양상을 살펴보면 종의 다양성이 가장 높게 나타난 지소는 거제도로서 10종이 확인되었다. 거제도는 34.47N, 128.42E에 위치한 섬으로 연평균 기온은 13.8℃ 연평균 강수량은 1350mm 이다. 동백나무가 주종을 이루며, 후박나무, 구실잣밤나무 등의 상록수가 비교적 잘 발달 되어 있다(장과 한, 1985). 이 지역 토양의 수분 함량은 4.36% 이며 유기물량은 24.07% 그리고 토양의 pH는 6.64로 나타났다. 그러나 이러한 토양의 조건들이 함세포성 점류의 종 구성에 직접적인 영향을 끼친 것 같지는 않다. 가장 적은 세포성 점균이 출현한 지소는 오동도와 광양으로서 각각 3종이 분류되었다.

남해안은 비교적 잘 보존된 동백림이 산재하고 있다. 본 연구에서는 동백림만을 별도로 조사하여 세포성 점균의 출현과 분포양상을 분석하였다(Fig. 2). 조사된 동백림은 동백도, 오동도, 거제도, 강진, 광양 등 총 5개 지소이다. 동백림에서 세포성 점균은 전체 상록활엽수림의 경우와 크게 다르지 않은 것으로 나타났다. 그러나 이지역에서 *D. minutum*이 드물게 출현하고 있고, *D. capitatum*과 *P. tenuissimum*이 출현한다는 것이 특징적이다. 동백림의 세포성 점균은 전체적인 상록 활엽수림보다 중간 중요치의 차이가 크게 나타나고 있다.

우리나라에서 보호 관리하고 있는 남해안 지역의 비자림에서 세포성 점균의 분포를 조사하였다. 해남 및 고흥의 비자림나무에서 채취된 토양에서 세포성 점균이 정량적으로 분리한 결과, 조사된 두곳의 비자나무림에서 총 4종의 세포성 점균이 동정되었으며, 평균 출현 종수는 2.0에 불과하다. 이 지역에서 가장 우세한 종은 *D. mucoroides*였다(Table 2). 그러나 전체적으로 종간의 뚜렷한 분포특성 차이는 보이지 않고 있으며, 이러한 분포 특성은 최(1993)의 제주도의 비자림 연구에서 분리한 13종에 비하면 매우 낮은 값을 알 수 있다. 특히 고흥에서는 *P. pallidum* 단 한 종만이 분리되었다. 이러한 점으로 미루어 볼 때, 남해안의 비자림이 제주도의 비자림에 비해서 규모가 작고 수분함량과 유기물량이 적은데 그 원인이 있는 것으로 보인다.

Cavender와 Raper(1965)는 동부 북미의 토양에서 세포성 점균이 상대빈도 연구에서 우점종

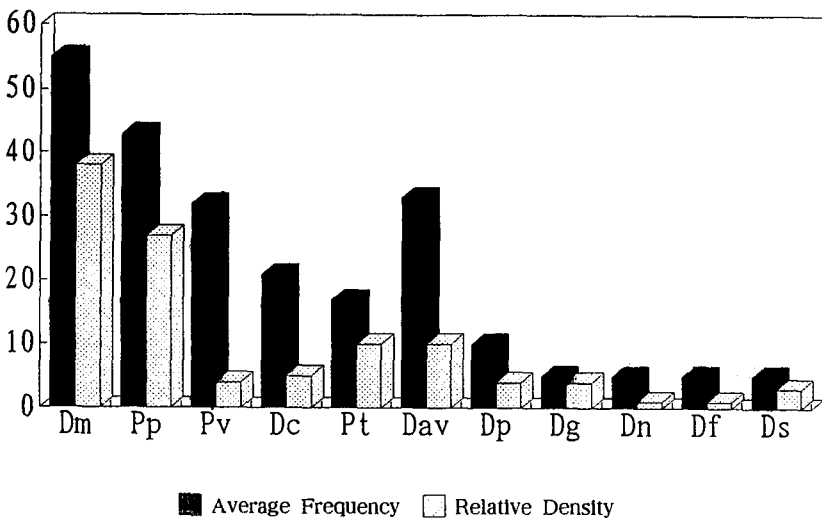


Fig. 2. Cellular slime molds in the forests of *Camellia japonica* in the southern coastal area.

**Table 2.** Occurrence and distribution of cellular slime molds of evergreen conifers (*Torreya nucifera*) in southern coastal area

	HN*	KH	Average total clones(No. /g)		Average frequency(%)	Relative density(%)	Presence (%)	Importance value <sup>3</sup>	
	F <sup>1</sup>	D <sup>2</sup>	F	D					
pH	7.30	6.90							
Water content (%)	9.13	4.94							
Organic matter (%)	43.45	27.43							
<i>D. mucoroides</i>	100	53	-	-	4,389	50	46	50	64
<i>D. brefeldianum</i>	50	28	-	-	2,290	25	24	50	41
<i>D. capitatum</i>	50	19	-	-	1,622	25	17	50	36
<i>P. pallidum</i>	-	-	50	100	1,240	25	13	50	34
No. of species	3	1	4 (average 2.0)						
Total clones(No. /g)	16,620	2,462	19,082 (average 9,541)						

\* HN:Haenam, KH:Koheung

1. F: sample frequency 2. D: relative density in a site

3. Importance value=(Presence + Average frequency + 2(Relative density)) / 3

은 어느 정도 우점 수목과 상관이 있다고 지적하였으며, 세포성 점균의 서식지의 적합성은 우선적으로 토양습도와 먹이 유효도에 의해 결정된다고 제안하였다. 또한 Singh(1946)은 *D. mucoroides*의 아메바는 습기 함량이 최소한 33%일 때, 가장 잘 흠어진다고 보고하였다.

Horn(1971)은 각각의 세포성 점균은 다른 종과 경쟁하여 이길 수 있는 특정 세균을 가지고 있기 때문에 각 종의 상대빈도는 그들이 좋아하는 먹이의 상대 비율을 반영하고 있는 것이라고 제안 하였다. 여기서 *P. pallidum*은 열악한 환경에서 직접적인 경쟁에 직면했을 때 가장 성공할 수 있는 종이며, *P. violaceum*은 가장 빨리 성장 할 수 있는 종이기 때문에 간접적으로 다른 종이 이길 수 있으나 직접적인 경쟁의 상황에서는 불리하며 따라서 이들의 종의 공존은 중요한 먹이의 구획성에 의존한다고 보고 하였다.

그러므로 본 연구의 실험 결과는 지금까지의 연구 결과와 비교해 볼때(최, 1993) 비자림에서 특이하게 서식하는 박테리아 혹은 물리적인 환경 조건에 기인한 것으로 해석할 수 있다. 앞으로 이에 대한 구체적인 연구가 계속 수행될 필요가 있다고 사료된다.

## 적 요

남해안 및 도서 지역의 상록수림 12지소에서 *Dictyostelium* 속 9종과 *Polysphondylium* 속 3종 등 총 12종의 세포성 점균이 출현하였다.

상록활엽수림 10개 지소에서는 전체 지역에서 출현한 12종 모두가 동정되었으며, 지소당 평균 6종이 출현하였다. *D. mucoroides*, *D. minutum*, *P. pallidum*, *P. violaceum* 등이 우점종으로 나타났다. 그 중에서 최우점종은 중요치 55의 *D. mucoroides*였으며 중요치가 다른 종에 비해서 월등하게 높았다. 이 지역에서 특이한 것은 *P. violaceum*의 출현율이 90%로 높았지만, 상대밀도는 3%에 지나지 않았다. 그리고 우리 나라에서 중요치가 낮게 보고되었던 *D. minutum*이 비교적 높

은 중요치를 나타냈다.

상록침엽수림 2개 지소에서는 *D. mucoroides*, *D. brefeldianum*, *D. capitatum*, *P. pallidum* 등 불과 4종 밖에는 출현하지 않았다. 이 지역의 지소당 평균 출현종수는 2종이며, 우점종은 역시 *D. mucoroides*였다.

상록활엽수림은 평균 8,608clones, 상록침엽수림에서는 평균 9,541 clones이 출현하였다. 종의 수를 비교하면 세포성 점균이 상록침엽수림보다 상록활엽수림에서 훨씬 다양하게 분포하는 것을 알 수 있다. 이는 세포성 점균이 선호하는 임형에 대한 시사점을 제공하여 준다.

## 인용문헌

1. 권혜련. 1993. 하천(곡능천과 안양천)변 토양에서 세포성 점균의 분포 및 토양 환경 요인의 영향. 서울대학교 석사학위 논문.
2. 장남기·한석은. 1985. 해남과 거제도의 상록활엽수림에 있어서 낙엽의 생산과 분해에 관한 연구. 한국생태 학회지. 8(3) : 163~169.
3. 神田草三, 1982. 細胞性 粘菌の採集と觀察. 遺傳. June. 36(6) : 63~68.
4. 최두문·김종균. 1981. 한국산 점균식물의 분류학적 연구. 공주사범대학 과학교육연구. 13 : 83~112.
5. 최선영. 1993. 제주도 비자림에서 세포성 점균의 분포 및 비자열매 추출액의 선장 효과에 관한 연구. 서울대학교 석사학위 논문.
6. 홍정수·장남기. 1990. 남한의 주요 낙엽수림에서 세포성 점균의 출현과 분포. 식물학회지. 33(3) : 159~168.
7. 홍정수·장남기. 1991a. 인천 근해 도서지역이 해안식물 군락에 따른 세포성 점균의 출현과 분포. 한국생태 학회지. 14(4) : 457~467.
8. 홍정수·장남기. 1991b. 교수 매체를 통한 개념적 탐구학습의 심리학적 전략에 관한 연구. 한국생물교육학 회지. 19(2) : 115~127.
9. 홍정수·장남기. 1992a. 고등학교 생물교육에서 세포성 점균의 교재성과 탐구활동 내용 및 전략의 개발. 한국생물교육학회지. 20(1) : 73~82.
10. 홍정수·장남기. 1992b. 한라산의 세포성 점균(Ⅲ). -한국산 미기록 극낭 양성종의 기록. 식물학회 지. 35(4) : 307~316.
11. 홍정수·장남기. 1993. 한라산의 세포성 점균(Ⅳ). -한국산 미기록 극낭 음성종의 기록. 식물학회지, 36(1) : 9~17.
12. 홍정수·권혜련·장남기. 1992a. 한라산의 세포성 점균(Ⅰ). -해발 900m이상의 삼림에서 세포성 점균의 출현과 분포. 15(2) : 181~189.
13. 홍정수·권혜련·장남기. 1992b. 한라산의 세포성 점균(Ⅱ). -난온대 지역에서의 출현과 분포. 15(2) : 191~200.
14. Benson, M.R. and Mahoney D.P. 1977. The distribution of Dictyostelid cellular slime molds in southern California with taxonomic notes on selected species. *Am. J. Bot.*, 64 : 496~503.
15. Bonner, J.T. 1967. The cellular slime molds. Princeton Univ., Princeton p. 205
16. Brefeld, O. (1869). *Dictyostelium mucoroides*. in *neuer Organismus aus der Verwandtsch-*

- haft der Myxomyceten Abhand. Senckenberg. *Naturforsch Ges.*, 7 : 85~107.
17. Cavender, J.C. 1969a. The occurrence and distribution of Acrasieae in forest soils. I. Europe. *Am. J. Bot.*, 56(9) : 989~992.
  18. Cavender, J.C. 1969b. The occurrence and distribution of Acrasieae in forest soils. II. East Africa. *Am. J. Bot.*, 56(9) : 993~998.
  19. Cavender, J.C. 1970. *Dictyostelium dimigraformum*, *Dictyostelium latersorum*, and *Acutostelium ellipticum* : New Acrasieae from the American tropics. *J. Gen. Microbiol.*, 62 : 113~123.
  20. Cavender, J.C. 1972. Cellular slime molds in forest soils of eastern Canada. *Can. J. Bot.*, 50 : 1497~1501.
  21. Cavender, J.C. 1973. Geographical distribution of Acrasiae. *Mycologia*, 65 : 1044~1054.
  22. Cavender, J.C. 1976a. Cellular slime molds of Southeast Asia. I. Description of new species. *Am. J. Bot.*, 63 : 60~70.
  23. Cavender, J.C. 1976b. Cellular slime molds of Southeast Asia. II. Occurrence and distribution. *Am. J. Bot.*, 63 : 60~70.
  24. Cavender, J.C. 1978. Cellular slime molds in tundra and forest soils of Alaska including a new species, *Dictyostelium septentrionalis*. *Can. J. Bot.*, 56 : 1236~1332.
  25. Cavender, J.C. 1980. Cellular slime molds of the southern Appalachians. *Mycologia*, 72 : 55~63.
  26. Cavender, J.C. and Raper K. B. 1965a. The Acrasiales in nature. I. Isolation. *Am. J. Bot.*, 52 : 294~296.
  27. Cavender, J.C. and Raper K. B. 1965b. The Acrasiales in nature. II. Forest soils as a primary habitat. *Amer. J. Bot.*, 52 : 297~302.
  28. Hagiwara, H. 1973. The Acrasiales in Japan. II. *Rept. Tottori Mycol. Inst.*, 10 : 591~595.
  29. Hagiwara, H. 1973. The taxonomic study of Japanese Dictyostelid cellular slime molds. *Natl. Sci. Mus. Tokyo*.
  30. Horn, E.D. 1971. Food competition among the cellular slime molds(Acrasieae). *Ecology* 52 : 475-484.
  31. Olive, L.S. 1967. The *Protostelida*- a new order of the mycetozoa. *Mycologia*, 59 : 1~29.
  32. Olive, L.S. 1975. The mycetozea: A revised classification. *Bot. Rev.* 59~89.
  33. Raper, K.B. 1935. *Dictyostelium discoideum*, a new species of slime mold from decaying forest leaves. *J. Agr. Res.*, 50 : 135~147.
  34. Raper, K.B. 1984. The Dictyostelids. Princeton Univ., Princeton. p. 453.
  35. Singh, B.N. 1947. Studies on soil Acrasieae. I. Distribution of species of *Dictyostelium* in soils of Great Britain and the effect of bacteria on their development. *J. Gen. Microbiol.*, 1: 11~21.
  36. Stephenson, S.L., Landolt, J.C. and Laursen, G.A. 1991. Cellular slime molds in soils of Alaskan tundra. *Arctic and alpine research*. 23:104~172.