

## 發旺山 地域의 土壤微生物 分布

趙洪範, 黃俊商\*, 崔榮吉

漢陽大學校 自然科學大學 生物學科 \*教育大學院 生物教育學科

## Distribution of Soil Microbes in the Mt. Palwang

by

Cho, H. B., J. S. Hwang and Y. K. Choi

Department of Biology, College of Natural Sciences, \*Department of Biology  
Education, Graduate School of Education, Hanyang University

### Abstract

The author surveyed around the Mt. Palwang and examined both soil environment and microbial distribution.

The results of the experiment are summarized as follows.

- 1) The pH value of the experimental soil was ranged 4.5~7.0 and average was 6.2.
- 2) Moisture content was ranged 12.0~66.95% (Avg. 39.30%)
- 3) Total organic matter content per g dried soil was ranged 68.7~408.7mg (Avg. 68.7 total organic matter mg/ g dried soil).
- 4) The S/O (amount of free soluble sugar/ amount of total organic matter) value in soil was ranged 0.00077 ~ 0.00909 (Avg. 0.00371).
- 5) The population size of general bacteria were ranged  $0.643 \sim 15.525 \times 10^5$  cells per g dried soil (Avg.  $4.388 \times 10^5$  cells / g dried soil) and cellulolytic bacteria were ranged 0.423~  $5.161 \times 10$  cells per g dried soil (Avg.  $1.532 \times 10^5$  cells/g dried soil).
- 6) The population size of general fungi were ranged  $0.040 \sim 4.50 \times 10^4$  cells per g dried soil (Avg.  $0.858 \times 10^4$  cells / g dried soil) and cellulolytic fungi were ranged 0~ $1.05 \times 10^5$  cells per g dried soil (Avg.  $0.180 \times 10^4$  cells/g dried soil).

Referring to the level of microbial population size and S/O value, experimental area is actually postulated successional ecosystem.

## 緒 論

發旺山은 江原道 平昌郡 道岩面 龍山里와 珍富面 鳳山里, 그리고 溟州郡 旺山面 大基里의 1道 2郡 3리에 걸쳐 있는 산으로, 특히 平昌郡 道岩面과 溟州郡 旺山面의 境界를 이루며 1,458m의 높이를 갖는 산이다. 용평스키장이 위치하고 있는 발왕산 일원은 內陸 高原地帶에 위치하므로 氣溫의 交叉가 심한 大陸性 氣候를 나타낸다. 이 때문에 같은 緯度의 어느 지역보다도 기온이 낮고, 여름이 짧은 대신 겨울이 길다. 특히 대규모의 산록 완사면이 발달된 발왕산 일원은 石灰岩 地層의 카르스트지형이 발달, 옛 浸蝕面이 隆起한 평탄면이 넓고 크게 나타나 지질학적으로도 중요한 곳이다. 이 지역은 인근에 스키장의 개발로 인하여 갑작스럽게 환경에 대한 인간의 간섭이 증폭된 곳으로 자연보호라는 생태학의 한 측면에서도 이 지역에 대한 생태계 조사가 시급한 곳이다.

生態系는 무기적 환경요인과 모든 생물학적 요인들의 총화로서, 생태계의 구성과 기능을 파악하는데 있어, 生物圈 중 地圈(lithosphere) 즉, 土壤 生態系를 model system으로 조사 연구한 報文은 우리나라의 경우, 특정지역에 대한 미생물의 분포(洪 등, 1969a; 1975), 질소고정 미생물의 고정능, 생태에 관한 연구(崔, 1975; 洪 등, 1974), 토양내 유기물의 분해속도(金 등, 1967), 섬유소 분해균의 토양내 분포(洪 등, 1982), 일반균류의 토양내 분포(李 등, 1972; 閔, 1982) 등이 있고 도서지역의 미생물 생태 보문으로는 덕적군도 토양의 토양환경과 토양미생물에 관한 연구(崔, 1982), 완도 남단 인근 낙도에 관한 연구(洪 등, 1982)가 있으며, 극상림 토양과 천이과정에 있는 생태계의 한 단면이 파악된 지역으로는 피아골 지역(崔 등, 1982) 경기도 광릉 죽엽산 일대(崔 등, 1985), 태백산 지역(崔 등, 1986), 충북 영동 민주지산 일대(崔 등, 1987), 월출산 일대(崔 등, 1988), 지리산 일대(崔 등, 1988) 등이 있다.

본 조사에서는 대상지역의 植生에 따라 토양을 채집하여 물리화학적인 환경요인을 측정하고 이들 지역에서의 토양미생물의 군집 크기와 섬유소 분해능을 가진 미생물의 군집 크기를 조사하여 서로 비교하였다. 또한 섬유소 분해 결과로 생성된 수용성 당류를 총유기물량의 비(S/O value)로 조사하여 섬유소분해미생물의 군집 크기와 연관하여 해석함으로써 생태계의 발전에 따른 토양미생물의 기능을 논의하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 調查地域 및 日程

1991년 7월 29일부터 8월 2일까지 5일에 걸쳐 발왕산지역의 17개 정점에서 토양 표본을 채집하였으며, 대상 지역과 그 지역의 대표적 식생은 Table 1과 같고, 각 site의 위치는 Fig. 1에 표시하였다.

### 2. 試料의 採集

토양시료는 현지 출장하여 지역을 대표하는 식생대의 토양을 삼점원의 각 부위에서 표층토 및 20cm 깊이의 하층토를 채집하여 혼합하였다.

### 3. 土壤環境의 測定

채집한 토양시료는 음건 후에 2mm의 sieve로 친 후 각각 1g을 평량하여 Morgan씨 용액으로 토양 침출액을 얻어 분석하였으며 토양생태계내의 발달 정도를 가늠하기 위한 생물학적 지표로 S/O value를 계산하여 그 가능성을 논의하였다.

①수용성 당류의 함량: 토양침출액을 Anthrone 방법으로 반응시키고 625nm의 파장에서 분광비색계(Shimadzu, UV-150-02)로 측정하였다. (sucrose 기준치로 환산).

②총유기물: 음건토양 1g을 평량하여 Walkley씨 방법으로 가수분해 시킨 후 625nm의 분광비색계를 이용하여 측정하였다.

③토양온도: 현지에서 지중온도계를 이용하여 토양의 10cm 깊이에서 측정하였다.

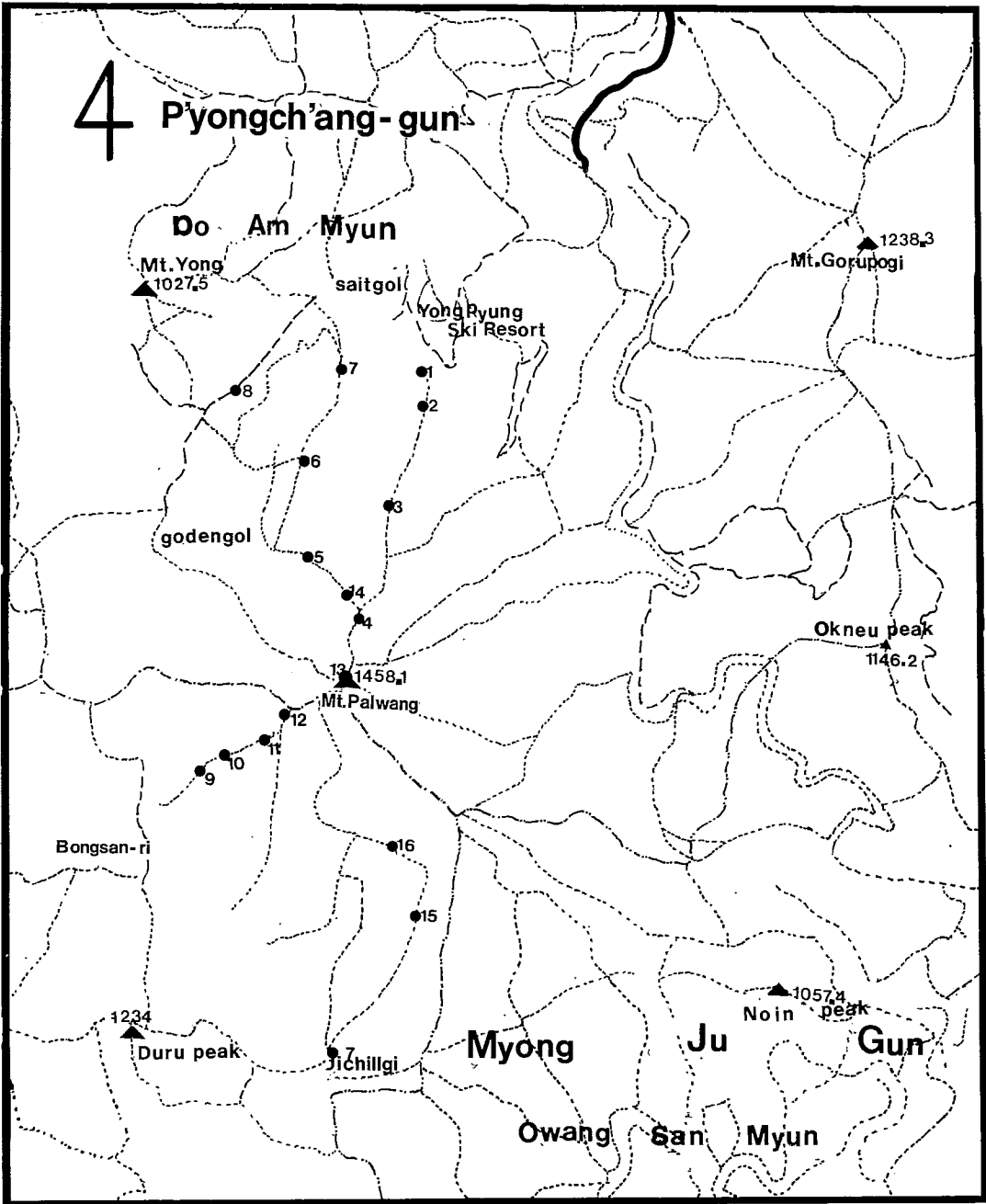


Fig. 1 Map of the experimental area.

- ④pH의 측정: 토양과 중성화 증류수를 1:2로 희석하여 여과한 후 pH meter(Philips, PW 9409)로 측정하였다.
- ⑤함수율: 실험실에서 토양건조법(최, 1969a)에 의하여 함량을 측정하였고 백분율로 구하였다.

Table 1. Sampling sites and vagitative charateristics of each site.

	채집지역	식	생
1	용산리- —발왕산	함박꽃나무 신갈나무	<i>Magnoila sieboldii</i> Miq. <i>Quercus mongolica</i> Fischer
2	용산리- —발왕산	함박꽃나무 단풍나무	<i>Quercus mongolica</i> Fischer <i>Acer formosum</i> Carr. var. <i>coreanum</i> Nakai
3	용산리- —발왕산	함박꽃나무 주목	<i>Quercus mongolica</i> Fischer <i>Taxus cuspidata</i> Sied. et Zucc.
4	용산리- —발왕산	바다나물 동자꽃	<i>Angelica decursiva</i> Fr. et Sav. <i>Lychnis cognata</i> Max.
5	사잇골 —하산길	전나무 주목	<i>Abies holophylla</i> Max. <i>Taxus cuspidata</i> Sied. et Zucc.
6	사잇골	단풍나무	<i>Acer formosum</i> Carr. var. <i>coreanum</i> Nakai
7	사잇골 하산길	참싸리 버드나무	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> Miq. <i>Salix glandulosa</i> Seem. var. <i>glabra</i> Nakai
8	곶은골 초입	소나무	<i>Pinus densiflora</i> Sied. et Zucc.
9	봉산리계곡	소나무	<i>Pinus densiflora</i> Sieb. et Zucc.
10	봉산리 —발왕산	신갈나무 꽃머느리바풀	<i>Quercus mongolica</i> Fischer <i>Melampyrum roseum</i> Max. var. <i>typicum</i> F. et Sav.
11	봉산리 —발왕산	신락나무군락 단풍나무	<i>Quercus mongolica</i> Fischer <i>Acer formosum</i> Carr. var. <i>coreanum</i> Nakai
12	1391고지	신갈나무 멩아립	<i>Quercus mongolica</i> Fischer
13	발왕산 정산	분비나무	<i>Abies nephrolepis</i> Max.
14	사잇골	주목	<i>Taxus cuspidata</i> Sieb. et Zucc.
15	지칠리계곡	고로쇠나무 돌쇠나무	<i>Acer mono</i> Max. <i>Pyrus montana</i> Nakai
16	지칠리계곡	산돌배나무	<i>Pyrus ussuroensis</i> Max.
17	지칠리계곡	밤나무	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.

4. 土壤微生物의 測定

토양미생물의 균집 규모는 일반세균(general bacteria)과 일반균류(general fungi)의 총개체수로 측정하였으며, 이들 중 섬유소 분해미생물의 규모를 알아보기 위해 미생물의 선택배지에서 수용성 당류대신 carboxy-methyl cellulose (CMC)를 첨가해 준 배지에서 성장한 colony 를 계수 측정하였다.

미생물 균집을 측정하기 위한 선택배지의 조성파 배양조건은 다음과 같다.

- ①一般細菌 : Knopp's 배지의 변형배지(glucose 10g, NaNO<sub>3</sub> 1g, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1g, KCl 0.5g,

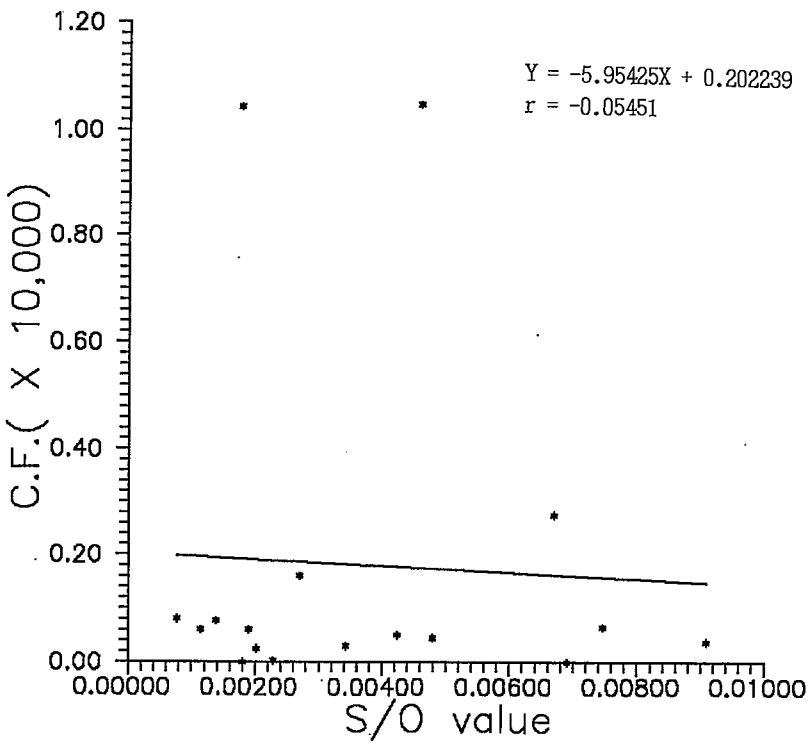
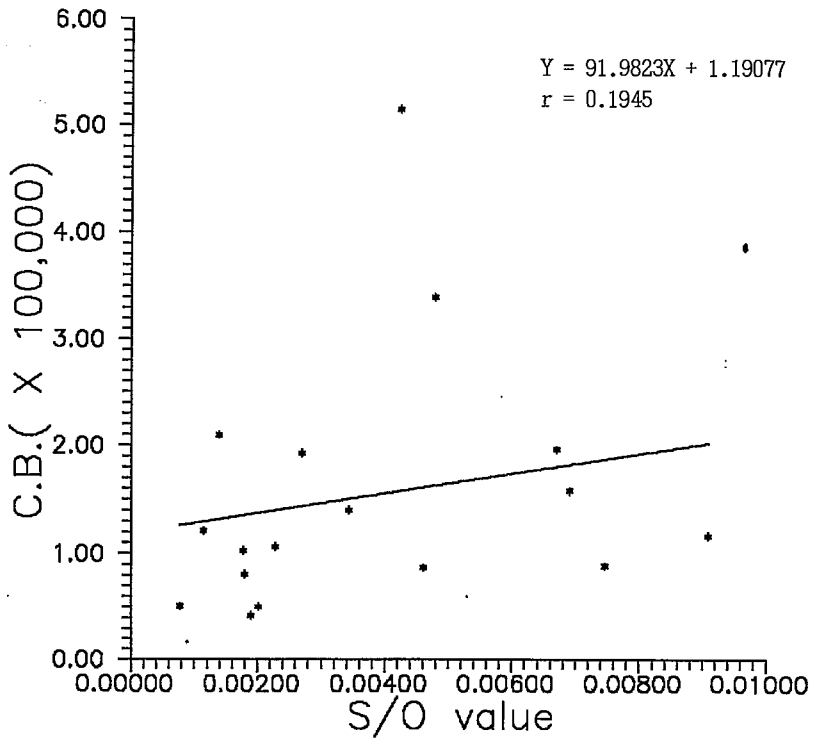


Fig. 2. Correlation distribution curve in accordance with S/O value and population size of cellulolytic microbes.

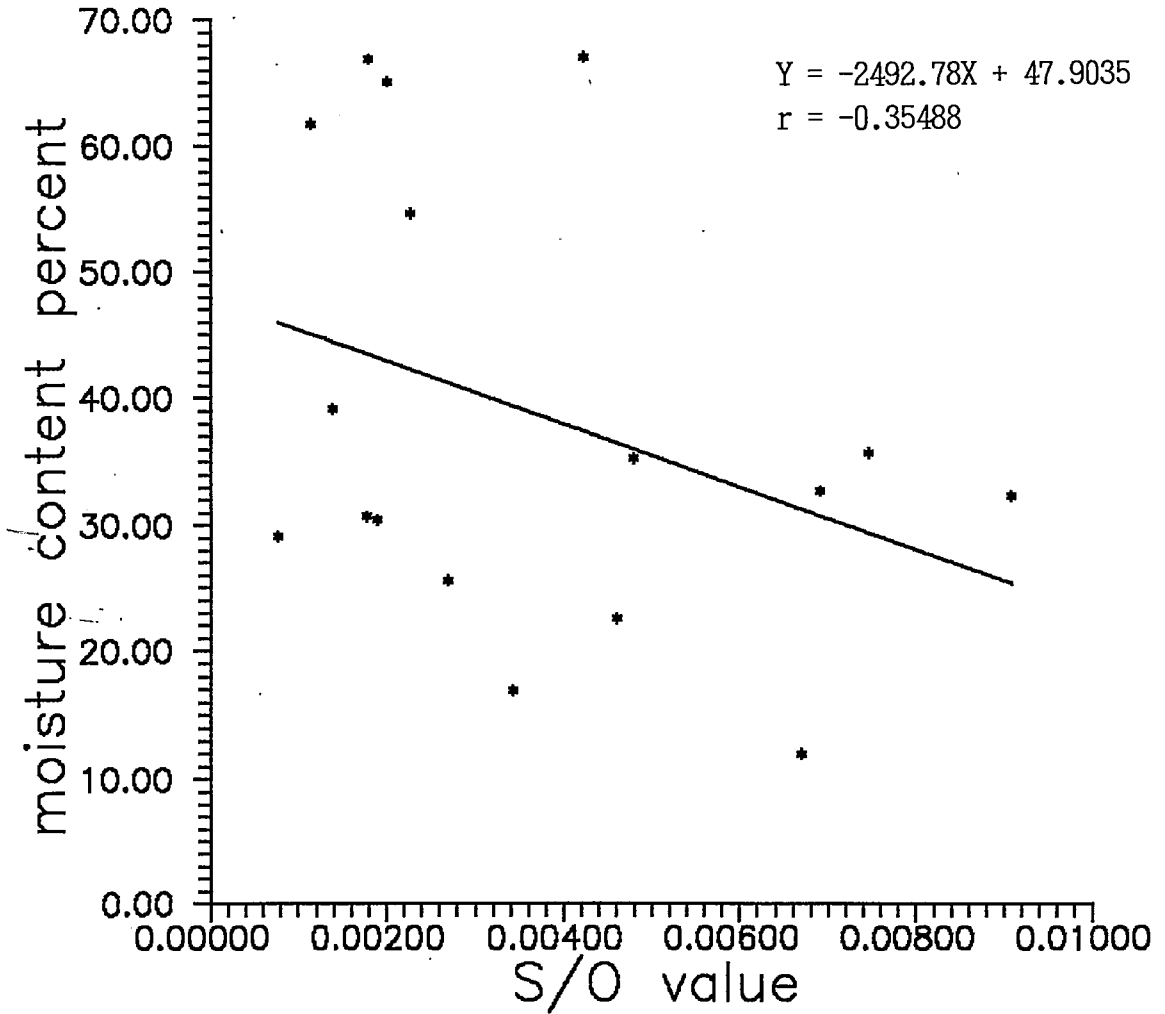


Fig. 3. Correlation distribution curve in accordance with S/O value and moisture content.

FeCl<sub>3</sub> 0.01g, Agar 20g/1L D.W)로 만든 멸균 한천평판에 토양현탁액을 10<sup>-3</sup>~10<sup>-5</sup>으로 희석하여 접종하고 30±1℃의 배양기에서 48시간 배양한 후 colony를 계수하였다.

②纖維素分解菌: ①의 조성에서 glucose 대신 CMC 10g을 첨가한 멸균 한천 평판에 토양현탁액을 10<sup>-3</sup>~10<sup>-5</sup>으로 희석하여 접종하고 30±1℃의 배양기에서 48시간 배양하여 colony를 계수하였다.

③一般細菌: Czapeck's 배지(sucrose 20g, 0.5g (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2.8g, NaNO<sub>3</sub> 1g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.5g, KCl 0.5g, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.01g, Agar 20g/ 1L D.W)를 멸균하여 식힌 후 chloramphenicol 1g을 넣어 한천평판을 준비하고 희석된 토양현탁액 접종하여 25±1℃의 배양기에서 5일간 배양한 후 colony를 계수하였다.

④纖維素分解菌類: ③의 조성원중 sucrose 대신 CMC 20g을 첨가하여 준비한 한천평판에 희석된 토양현탁액을 접종하여 25±1℃의 배양기에서 5일간 배양한 후 colony를 계수하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 微生物의 個體群 크기

발왕산 지역에서 식생의 종류에 따른 토양표본 17지역의 미생물 개체군 크기를 일반세균과 일반균류로 구분하여 측정하였고, 각 group의 섬유소 분해미생물의 비율을 조사한 결과를 Table 2에 표시하였다.

#### 1) 土壤微生物의 總 個體群 크기

일반세균의 총개체군의 크기는  $0.643 \sim 15.525 \times 10^5$  cells/g dried soil의 수준을 보여주며 일반균류의 총개체군의 크기는  $0.040 \sim 4.505 \times 10^4$  cells/g dried soil 수준을 나타냈다. 토양미생물의 개체군 규모는 극상림의 환경에 가까운 지리산 피아골의 일반세균 군집규모  $10^7 \sim 10^8$  cells/g soil의 수준과 일반균류의  $10^4 \sim 10^5$  cells/g dried soil의 수준과 비교해 볼 때 본 실험 조사지역의 경우, 일반세균은 1/100, 일반균류는 1/10의 수준을 나타냈으며, 태백산(崔 등, 1987)의 토양생태계 조사결과에 비해서도 일반세균 및 균류군집의 약 1/10정도의 수준을 나타내어 미생물 개체군의 규모상으로 볼 때 본 조사지역은 천이가 진행중인 토양생태계로 판단된다.

#### 2) 纖維素 分解微生物의 個體群 크기

토양환경에 존재하는 유기물의 주된 구성원인 식물성 섬유소(Gray et al., 1971)를 단량체인 포도당이나 과당으로 분해할 수 있는 토양미생물은 토양환경의 물질순환에 기여하기 때문에 그 크기를 조사하여야 할 필요성이 있다(Robert, 1982; Steubing, 1974).

Table 2에서 보면, 토양미생물의 총 개체군에서 일반세균에 대한 섬유소 분해세균이 차지하는 비율은 18.43~64.83%로 평균40.07%의 크기를 나타내었고, 일반균류에 대한 섬유소 분해균류의 비율은 0~75.16%로 평균24.12%의 비율을 보이고 있다.

총개체군 규모에 있어서 일반 토양미생물에서 뿐만 아니라, 섬유소 분해 미생물에 있어서도 세균류가 균류의 군집 규모에 비해 월등히 큰 결과를 나타내는 것은 토양환경에서의 물질순환, 토양의 유기물 분해 및 축적에 기여하는 미생물학적 기여도에 있어서 세균류가 균류에 우선함을 시사하는 것으로 이러한 결과는 다른 조사 지역들에 있어서도 유사하게 나타나는 현상이다. 즉 덕적군도의 경우 섬유소 분해세균은 일반세균 군집의 64.5%를 차지하는데 비해, 균류는 36%, 완도 남단 인근 낙도의 경우 일반세균의 45.5%, 일반균류의 15.2%, 경기도 광릉 죽엽산(崔 등, 1985)의 경우, 일반세균의 75.8%, 일반균류의 54.5%가, 섬유소 분해능을 가지는 것으로 나타나 이러한 사실을 뒷받침하고 있다. 이와 같은 경향성은 토양생태계의 발전이 토양미생물의 개체군 크기에 비례한다고 유추할 수 있는 요소이며, 다만 미생물군집의 규모상의 차이가 나타날 수 있는데 이는 고등식물의 식생종류, 발달 정도에 따른 현상으로 해석할 수 있다(Wicklow et al., 1974).

### 2. 土壤微生物과 無機的 環境要因의 相互作用

조사지역인 발왕산 일대에 무기적 환경요인과 유기적 환경요인의 측정치는 Table 3과 같다.

토양온도는 전 정점에서  $18 \sim 19^\circ\text{C}$ 의 고른 분포를 나타내었다.

토양의 pH는 4.5~7.0으로 평균6.2를 나타내었다. 이러한 수준은 지리산 피아골(7.2~7.5)에 비해서 낮은 수치를 보이나, 경기도 광릉 죽엽산(5.1~5.9)이나 태백산(5.83)보다는 높은 값을 나타낸다. 미생물 증식의 적정 pH가 일반세균 및 방선균류의 경우 중성, 균류는 pH가 4.5~5.5 범위(Alexander, 1977)인 것을 감안할 때, 본 조사 대상지역의 일반세균과 일반균류의 비율이 100:1 정도로 죽엽산의 3:1, 지리산 피아골의 1000:1과 비교하면 토양미생물의 구성 비율에 있어서 pH의 영향을 강력히 시사해준다.

토양의 함수량은 12~66.95%의 범주로서 평균 39.30%를 나타내었다. 이는 덕적군도의 22.1%(崔 등, 1982), 완도 인근 낙도의 21.0%(洪 등, 1982), 죽엽산의 16.84%(崔 등, 1985)에 비해 높고, 태

Table 2. Population size of soil microbes in the soil of Mt. Palwang.....

Bacteria : Cell No.  $\times 10^5$  / dried soil gramFungi : Cell No.  $\times 10^4$  / dried soil gram

Site	Microbes	General Bacteria		General Fungi	
		Total No.	Cellulolytic B. (%)	Total No.	Cellulolytic F. (%)
Site 1		3.227	1.173 (36.35)	4.505	0.038 ( 0.83)
Site 2		2.429	0.890 (36.64)	0.652	0.065 ( 9.97)
Site 3		2.455	1.213 (49.41)	0.150	0.060 (40.00)
Site 4		12.660	3.403 (26.88)	0.513	0.045 ( 8.77)
Site 5		15.525	5.161 (33.24)	0.387	0.050 (12.92)
Site 6		4.146	1.585 (38.23)	0.050	0 ( 0 )
Site 7		3.034	1.967 (64.83)	0.792	0.275 (34.72)
Site 8		3.606	0.873 (24.21)	1.397	1.050 (75.16)
Site 9		2.967	1.400 (47.19)	0.750	0.030 ( 4.00)
Site 10		3.689	1.929 (52.29)	1.277	0.160 (12.53)
Site 11		0.643	0.423 (65.79)	0.120	0.060 (50.00)
Site 12		2.952	1.029 (34.86)	2.985	1.045 (35.01)
Site 13		2.928	0.809 (27.63)	0.300	0 ( 0 )
Site 14		5.784	1.066 (18.43)	0.127	0.003 ( 2.36)
Site 15		1.117	0.507 (45.39)	0.040	0.025 (62.50)
Site 16		1.093	0.510 (46.66)	0.325	0.080 (24.62)
Site 17		6.332	2.099 (33.15)	0.210	0.077 (36.67)
Mean		4.388	1.532 (40.07)	0.858	0.180 (24.12)

Table 3. Measurement of environmental factors in the experimental area.

Site	Env. factor	Temp. (°C)	pH	Moisture content (%)	Free soluble sugars mg/g dried soil	Total organic matter mg/g dried soil	S/O value
Site 1		18	6.5	32.19	0.8472	93.1	0.00909
Site 2		18	6.2	35.57	0.7806	104.5	0.00746
Site 3		18	6.6	61.75	0.4687	408.7	0.00114
Site 4		18	5.6	35.23	0.8578	178.9	0.00479
Site 5		18	6.8	66.95	0.7008	165.4	0.00423
Site 6		18	5.4	32.61	0.6349	91.8	0.00691
Site 7		18	6.6	12.00	0.4608	68.7	0.00670
Site 8		18	5.8	22.53	0.5835	126.5	0.00461
Site 9		19	5.8	16.89	0.4701	136.9	0.00343
Site 10		19	6.4	25.55	0.2973	109.8	0.00270
Site 11		19	6.3	30.45	0.1709	89.6	0.00190
Site 12		19	4.5	30.72	0.2709	152.1	0.00178
Site 13		19	7.0	66.87	0.6065	335.6	0.00180
Site 14		19	7.0	54.67	0.6567	286.9	0.00228
Site 15		19	6.1	65.06	0.3052	151.6	0.00201
Site 16		19	6.1	29.15	0.1859	239.0	0.00077
Site 17		19	6.0	39.15	0.3863	277.2	0.00139
Mean		18.5	6.2	39.30	0.5108	177.4	0.00371



백산의 45.17%(崔 등, 1987)보다는 낮은 수치를 보이는데, 토양의 함수량은 일반적으로 50~70% 수준이 유지되는 토양환경에서 최대의 생물학적 작용이 유지되는 것으로 보고되었다 (Alexander, 1961). 이러한 결과는 삼림생태계의 발달 정도에 따른 차이로 해석할 수 있으며, 나지(naked area)로부터 극상시기에 이르기까지 토양함수량은 퇴적된 유기물의 흡착 효과를 증가시키는 것으로 판단된다. 따라서 토양의 함수량만으로 평가할 때도 본 조사 대상지역은 생태계의 구조에서 천이과정 중에 있는 것으로 보여진다.

정점별로 비교해 보면 site 5와 13이 함수량 66.95와 66.87%로 생물학적 작용이 활발히 일어날 수 있는 곳으로 예측된다.

### 3. 토양미생물과 유기물의 함량과의 관계

토양내의 유기물 함량과 당량, S/O value 는 Table 3에 나타난 바와 같다.

#### ① 토양미생물의 수용성 당량 및 총유기물량과의 관계

토양미생물의 탄소원으로 직접적으로 이용되고 양적인 면에서도 최대로 요구되는 형태의 영양원인 수용성 당류(soluble sugar)의 함량은 극상림·토양과 천이과정중의 토양간에 차이가 크게 나타난다.

일반세균의 섬유소 분해균집과 S/O value와의 상관지수는  $r=0.1945(Y=91.9823X+1.19077)$ 의 값으로 정의 상관관계를 나타내고 있으나 섬유소 분해균류의 경우에는 상관지수  $r=-0.0451(Y=-5.95425X+0.202239)$ 로 나타나 부의 상관관계를 나타내었다. 이는 토양표본 채집 당시 우천으로 인하여 함수량에 의존하는 불안정성을 보여주고 있는 것으로 생각되어져 S/O value와 함수량과의 상관지수를 계산한 결과 상관지수가  $-0.35488(Y=-2492.78X+47.9035)$ 로 나타나고(Fig. 3), 함수량과 섬유소 분해세균간의 상관지수는 0.1709, 섬유소 분해균의 군집 크기와의 상관지수는  $-0.3564$ 로 나타났다(Fig. 4). 이런 함수량과 상관지수로 미루어 보면 섬유소 분해세균은 S/O value에 비해 낮은 상관지수를 갖고, 섬유소 분해균류의 경우는 함수량과 높은 상관지수를 보여주는데 이로써 섬유소 분해능을 지닌 균류가 함수량에 의존하는 불안정성을 갖는 반면, 섬유소 분해세균의 경우는 함수량과 무관함을 보여주고 있다. 이러한 결과는 채집 당일의 우천이 S/O value와 섬유소 분해능을 갖는 미생물 군집 규모에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 따라서 발왕산지역에서는 S/O value와 섬유소 분해세균의 군집규모가 비교적 함수량에 독립적으로 안정성을 갖고 있다고 볼 수 있다. 이러한 결과를 놓고 볼 때, 발왕산지역의 여러 채집 정점 중 site 1은 비록 개체군의 크기는  $3.227 \times 10^5$  cells /g dried soil(celulolytic bacteria 36.35%) 정도로 작지만 17개 정점 중 가장 높은 S/O value를 보이고 있는 것은 cellulase activity가 높은 개체로 구성되어 있을 것이라 판단되고, 같은 맥락에서 높은 S/O value에 비해 본 조사대상지역 토양미생물의 총 개체군 크기 및 이들의 섬유소 분해미생물의 비율이 상대적으로 낮은 값을 나타내고 있는 것은 조사 대상지역에 분포하고 있는 미생물의 섬유소 분해능이 탁월함을 시사하고 있는 것으로 판단된다. 따라서 토양생태계의 발달 정도에 미치는 미생물군의 영향에 대해서는 먼저 해당지역에 대한 미생물 군집의 규모와 동시에 섬유소 분해미생물의 비율, 그리고 섬유소 분해미생물과 S/O value와의 상관관계를 통한 cellulase activity의 효율을 파악하고 이를 종합적으로 판단하여야 토양생태계에 대한 미생물의 영향을 논의할 수 있을 것으로 판단된다.

## 摘 要

발왕산 일대의 식생에 따른 토양내의 토양미생물의 군집 크기와 토양환경에 관하여 조사하였다.

토양의 pH는 4.5 ~ 7.0 (평균 6.2)의 범위로서 대체로 약산성을 나타내었다. 수분함량은 12~66.95%(평균 39.30%)의 범위를 보였고, 유기물함량은 68.7~408.7 total organic matter mg/g dried soil (평균 117.4)의 범위로 정점에 따른 차이가 많았으며, S/O value는 0.00077~0.00909

(평균 0.00371)의 수준을 나타내었다. 토양미생물의 군집 즉, 일반세균과 일반균류의 개체군의 크기는 각각  $0.643 \sim 15.525 \times 10^5$ 과  $0.040 \sim 4.50 \times 10^4$  cells/g dried soil의 범위를 보였으며 이들 군집 중 섬유소 분해능을 가진 미생물의 비율은 세균의 경우 평균 40.07%, 균류의 경우 24.12%로 나타났다.

발왕산 일대의 토양생태계는 생물군집 중 미생물 군집의 규모 수준에서 고찰해 볼 때, 아직 천이 과정 중인 생태계로 판단된다. 그러나 높은 S/O value에 비해 토양미생물의 총 개체군 크기 및 이들의 섬유소 분해미생물의 비율이 상대적으로 낮은 값을 나타내고 있는 것은 조사 대상지역에 분포하고 있는 미생물의 섬유소 분해능이 탁월함을 시사하고 있는 것으로 판단된다.

#### 參 考 文 獻

- Alexander, M., 1961. Introduction to soil microbiology. John Wiley & Sons Inc.
- Choi, Y. K., 1975. Ecology of *Azotobacter* in bamboo forest soil. Kor. J. Microbilol, 13: 1-13.
- Choi, Y. K., 1978. Distribution of *Rhizobium* and development of useful strain. Hanyang University Faculty Paper, Vol.12.
- Choi, Y. K., 1982a. Soil and soil microbes in the soil of Deogio archipelago. Report on the survey of natural environment in Korea. Vol. 1:165-178.
- Choi, Y. K., 1985. Distribution of soil microorganism and small fauna in the deposited soil of the Kum River. Bulletin of the KACN Ser. 7:65-78.
- Choi, Y. K., I. G. Song and C.J. Cho, 1987. The soil and soil microbes of climax forest in the around of Mt. Minjuji. The report of the KACN, 26:119-127.
- Choi, Y. K., H. B. Cho and K.S. Lee, 1985. The soil of climax forest and the distribution of soil microorganisms. Bulletin of Environmental Sciences. Hanyang Univ., Vol.6:105-115.
- Choi, Y. K. and J. G. Lee, 1987. The soil and soil microbes in Mt. Taepaek. The report of the KACN, 25:147-156.
- Choi, Y. K., Y. B. Ahn and D. Y. Lee, 1988. The distribution of soil microbes in the Mt. Wolch'il. The report of the KACN, 27:221-232.
- Choi, Y. K. and Y. H. Lee, 1982b. The soil microorganism of the forest flora and soil of the climax forest of Piagol valley in Mt. Chiri. The report of the KACN, 21: 179-191.
- Gray, T. R. G. and S. T. Williams, 1971. Soil microorganism. Liverpool University Press Review.
- Hong, S. W. and K. Y. Chang, 1982. Soil and soil microbes in southern islands of the Wando. Report on the survey of natural environment in Korea. Vol.2:35-37.
- Robert, L., W. and D. B. Schroeder, 1982. In vitro production of Pectolytic and cellulolytic enzymes by *fusarium tricinctum*.
- Steubing, L., 1974. Soil flora : Studies of the number and activity of microorganisms in woodland soil.
- Wicklow, D. T. and F. W. Whittingham, 1974. Soil microfungal changes among the profiles of disturbed conifer-hardwood forest. Ecology, 55:3-16.