

민자주방망이버섯 (*Lepista nuda*) 서식지의 토양인자 분석

이양숙 · 주은영 · 김종봉¹ · 김남우*

대구한의대학교 한방생명자원학과, ¹대구가톨릭대학교 생명보건학부 생명과학전공

Soil Properties of the Habitat of *Lepista nuda*

Lee, Yang-Suk, Eun-Young Joo, Jong-Bong Kim¹ and Nam-Woo Kim*

Department of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

¹Department of Life Science, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

ABSTRACT: This study was carried out to analyze the soil properties of *Lepista nuda* habitats to form a part of the studies on the characteristics of *L. nuda*. The soil samples collected from seven studied areas were investigated for soil properties such as soil moisture, soil pH, and the contents of organic and inorganic matters. The content of soil moisture was 29.7% and the content of organic matter was 32.1%. Total nitrogen was 0.74% and soil pH was 4.75, which was ranged from 3.6 to 5.20. In the content of inorganic matter, the content of Fe was highest as 1,024 ppm, K 183 ppm, Mn 21.9 ppm, Ca 2.02 ppm, Zn 1.46 ppm and Mg was lowest as 0.51 ppm.

Key words: Inorganic matters, *Lepista nuda*, Organic matter, Soil moisture

서 론

균류를 비롯한 육상식물 대부분은 토양에 착생하여 생육하고, 서식환경과 상호 유기적인 관계를 유지하면서 생활하고 있다. 균류는 육상 분해자 군집의 구성원 중 낙엽의 완전분해를 주도하는 생물로서, 삼림생태계의 영양염류를 분해하여 토양으로 되돌려줌으로써 생태계의 영양염류 순환에 크게 기여하고 있다 (Harley 1972, Stark 1972). 삼림생태계에서 균류는 광범위하게 퍼져있는 균사를 이용하여 넓은 지역으로부터 질소나 인 그리고 칼륨, 칼슘 등의 무기영양염류를 흡수하여 자실체에 축적하였다가 (Cromack *et al.* 1970) 분해되기 때문에 임상토양에서는 영양염류의 재분배를 유도하며 (Mun 2000, 문 등 2000), 많은 무척추동물의 주요한 에너지원으로 이용된다 (Courtney *et al.* 1990, Cromack *et al.* 1977). 또한 담자균류의 자실체인 버섯은 인류가 식용 및 약용 등의 목적으로 예로부터 널리 이용되고 있다 (Murasugi *et al.* 1982, Adachi *et al.* 1990).

버섯이 서식하는 토양의 성질은 온도, 수분과 함께 버섯의 분포 및 토양의 영양염류 순환을 결정하는 중요한 요인이 된다. 심 등(1998)은 오염지역으로 구분한 경남 온산, 서울 관악산 지역과 비오염지역으로 구분한 경남 충무와 강원도 정선 지역의 토양 특성에 대하여 보고하였으며, 침엽수림과 활엽수림에서 산불 발생 후 토양인자의 화학적 변화와 토양 미생물의 분포에 대한 연구도 수행한 바 있다(김과 오 2001). 또한 이 등(1999)은 강원도

지역 낙엽활엽수림의 토양특성에 대하여 보고하였다. 이러한 연구를 통하여 식물계와 균계에서는 특히 토양의 특성이 서식환경을 제한하는 커다란 요인 중 하나로 인식되고 있다.

민자주방망이버섯(*Lepista nuda*)은 송이과(Tricholomataceae) 자주방망이버섯속(*Lepista*)에 속하는 저온 서식성 버섯으로서 참나무과(Fagaceae)의 낙엽관목, 소나무과(Pinaceae)의 침엽관목(Coniferous bush)이 혼재하는 혼합림의 습한 음지에서 단생 또는 군생하는 낙엽 분해성 버섯으로 알려져 있다(박과 이 1998). 균사는 참나무의 낙엽에 넓게 퍼져서 균류를 형성하며, 온도가 10℃ 이하로 낮아지는 10월 말경부터 연한 자주색의 자실체를 형성하게 된다. 특히 맛과 향이 뛰어나 많은 사람들의 관심을 모으고 있으나, 이에 대한 충분한 연구는 이루어지지 않고 있다(이 등 1996). 민자주방망이버섯에 대해서는 인공 재배를 위한 연구로서 영양조건과 자실체 형성에 대한 연구가 수행된 바 있으며 (Wright and Hayes 1978), Stott *et al.*(1996)이 버섯의 재배 기술을 개선하기 위하여 온도와 배지 첨가물에 따른 자실체 성장에 대하여 분석한 바 있다. 그리고 Chen 등(2001)은 단포자 균사 융합 방법을 이용하여 민자주방망이버섯의 육종을 시도하였으며, 그 외에 펄프제조에서 부산물로 얻어진 waste sulphate liquor를 재배에 이용하는 방법 (Falange 1962), 자실체 형성을 위해 요구되는 배양조건 (Passecker 1959) 등에 대한 연구가 보고되어 있다. 한편 국내에서의 민자주방망이버섯에 대한 연구로는 고체배양과 톱밥배양 등의 배지의 종류에 따른 특성에 관한 연구(이와 최 1995; 이 등 1996)와 문 등(2000)이 삼림생태계의 영양염류 순

* Corresponding author; Phone: +82-53-819-1438, e-mail: tree@dhu.ac.kr

환을 파악하기 위하여 민자주방망이버섯의 분해과정에 따른 영양염류의 변화에 대해 분석한 바 있으나 그 외에 민자주방망이버섯의 이용과 재배를 위한 생태학적 연구는 거의 이루어지지 않았다.

본 연구는 민자주방망이버섯의 생태적 특성을 파악하기 위한 연구의 일환으로 민자주방망이버섯 서식지의 수분 및 유기물 함량, 토양 산성도, 무기물 함량 등의 토양인자에 대하여 분석하였다.

재료 및 방법

토양 채집과 분석

2003년 10월 말에서 12월 초까지 7개 지역(인천 마니산, 인천 부평, 경기 김포, 경기 용인, 전북 덕유산, 경북 경산, 경북 하양)을 대상으로 민자주방망이버섯이 생장하고 있는 서식지의 반경 30 cm, 깊이 10 cm 이내의 토양을 비닐봉투에 밀봉하여 대구한의대학교 실험실로 운반하여 4°C에서 보관 후, 1 mm 표준 채망으로 거른 다음 실내에서 7일간 음건하여 본 실험의 분석 시료로 사용하였다.

토양의 수분 함량은 Brower *et al.* (1977)의 방법에 따라 105°C의 dry oven에서 48시간동안 건조시킨 후 습도와 건조의 차를 건량에 대한 백분율로 계산하였으며, 토양의 유기물 함량은 작열소실법으로 측정하였다(George 1976, Brower *et al.* 1977, Page *et al.* 1982). 전질소의 함량은 micro-Kjeldahl 법으로 측정하여 백분율로 나타내었으며 (Page *et al.* 1982, Sposito 1989), 토양의 pH는 Page 등(1982)의 방법에 따라 실내에서 풍건한 토양 10 g에 증류수 50 ml를 가하여 1시간동안 진탕 여과한 다음 glass pH-meter (Istek 725P, Korea)를 사용하여 측정하였다.

토양의 무기물 함량은 토양 1 g에 40% Hydrofluoric acid 4 mL와 65% Nitric acid 20 mL를 가한 다음 microwave digestion system (ETHOS-1600, USA)을 사용하여 전처리한 후, 0.45 μ m filter로 여과하고 원자흡수분광광도계(atomic absorption spectrophotometer; Shimadzu AA-6701, Japan)를 이용하여 Mg (285.2 nm),

Ca (422.7 nm), K (766.5 nm), Mn (279.5 nm), Fe (248.3 nm) 그리고 Zn (213.9 nm)을 분석 정량하였다(Yun *et al.* 2003).

결과 및 고찰

토양의 수분, 유기물, 전질소 함량 및 산성도

민자주방망이버섯 서식지의 식생은 떡갈나무 (*Quercus dentata*), 신갈나무 (*Quercus mongolica*), 밤나무 (*Castanea crenata*), 참나무과의 낙엽관목 그리고 소나무 (*Pinus densiflora*) 관목이 우점하고 있고, 고도가 비교적 낮으며 낙엽이 쌓인 음지의 습한 장소에 군생하였다. 조사된 민자주방망이버섯 서식지의 10월과 11월의 30년간 최고기온은 13.4°C~15.4°C 였으며, 최저기온은 6.1°C~8.6°C, 강수량은 41.8 mm~52.4 mm 이었다.

민자주방망이버섯 서식지는 대부분 낙엽 아래 부식토가 풍부한 토양으로 이루어져 있으므로 버섯의 자실체가 형성될 때에는 낙엽 이외에 토양도 균사의 성장에 필요하다는 것을 알 수 있다. 이러한 경향은 같은 송이과 (Tricholomataceae) 버섯인 양송이 (*Agaricus bisporus*)의 재배에서도 알 수 있다. 그리고 경북 하양지역에서는 민자주방망이버섯 균사가 낙엽이 없는 토양 속에서도 발생하였는데 이는 균사가 나뭇잎과 토양 두 곳 모두에서 활착이 가능하다는 것을 나타낸다.

민자주방망이버섯이 서식하고 있는 토양의 수분, 유기물, 전질소의 함량 및 토양의 pH에 대한 분석 결과는 Table 1에 나타내었다.

토양의 수분 함량은 18.8~43.1%의 범위로 평균 29.7%이었으며, 덕유산에서 채집된 토양의 수분 함량이 43.1%로 가장 높았고, 경기 김포 지역에서 가장 낮은 18.9%의 수분 함량을 나타내었다. 이것은 강원도 4개 지역의 낙엽활엽수림 토양의 평균 수분 함량이 42.4%라고 보고한 이 등(1999)의 결과와 비교할 때 민자주방망이버섯의 서식지가 비교적 수분 함량이 낮은 지역이라는 것을 알 수 있다. 그러나 심 등(1998)이 보고한 경남 충무와 강원도 증왕산 지역의 토양 수분 함량 13.3%와 경남 온산 지역과 서울 관악산 지역의 수분 함량 16.6%의 결과와 비교하여 보

Table 1. The soil properties on the habitats of *Lepista nuda*

Sampling sites	Soil moisture (%)	Organic matter (%)	Total N (%)	pH
Inchon Mt. Mani	38.9 \pm 0.92	39.85 \pm 2.30	0.74 \pm 0.02	4.09 \pm 0.03
Inchon Bupeong	22.4 \pm 0.39	34.60 \pm 1.53	0.39 \pm 0.03	3.60 \pm 0.06
Gyeonggi Kimpo	18.84 \pm 0.52	39.67 \pm 2.77	0.81 \pm 0.01	4.15 \pm 0.07
Gyeonggi Yongin	25.90 \pm 0.20	22.93 \pm 0.36	0.55 \pm 0.01	4.47 \pm 0.13
Jeonbuk Mt. Deogyu	43.05 \pm 0.17	32.30 \pm 1.74	0.95 \pm 0.03	4.99 \pm 0.12
Gyeongbuk Gyeongsan	37.99 \pm 0.04	35.47 \pm 1.40	0.98 \pm 0.04	5.60 \pm 0.10
Gyeongbuk Hayang	20.46 \pm 0.03	20.15 \pm 1.75	0.74 \pm 0.02	5.07 \pm 0.03
Mean \pm SD (N=7)	29.7 \pm 10.02	34.14 \pm 7.77	0.74 \pm 0.02	4.48 \pm 0.69

면 민자주방망이버섯 서식지의 토양이 2배 이상 높은 수분 함량을 나타내고 있음을 알 수 있다.

조사지역의 유기물 함량은 20.2~39.9%의 범위로서 평균 32.1%로 나타났다. 인천 강화 마니산이 39.9%로서 가장 높았고 경북 하양이 20.15%로 가장 낮았다. 이러한 결과는 이(1981)가 조사한 전국 산림 토양의 평균값인 3.2%보다 10배 이상 높게 분석되었으며, 이 등(1999)의 강원도 지역 낙엽활엽수림의 평균 유기물 함량 7.52%보다 4배 이상 많은 함량을 나타내었다. 또한 심 등(1998)이 보고한 충무와 정선(5.68%), 울산과 서울 관악산 지역(8.29%)의 유기물 함량과 비교해 볼 때 민자주방망이버섯 서식지의 토양이 약 4배 이상의 높은 유기물 함량을 보이는 것으로 분석되었다. 그리고 유기물 함량이 침엽수림에서 7.81%, 활엽수림에서 6.70%, 그리고 초지에서는 6.51%를 나타낸다고 보고한 심 등(1998)의 결과보다 민자주방망이버섯 서식지의 토양이 4배~5배 높은 유기물 함량을 나타내었다. 또한 오대산 일대의 산마늘 (*Allium victorialis*) 서식지 토양의 유기물 함량 11.6%~13.5% (Shu *et al.* 1996)와 여천 재석산 토양의 유기물 함량 19.2% (문 등 1998) 보다도 높은 것으로 분석되었다.

전질소의 함량은 0.39%~0.98%의 범위로서 경북 경산이 0.98%로 가장 높았고 인천 부평이 0.39%로 가장 낮았으며 평균은 0.74%로 나타났다. 이러한 결과는 문 등(1998)이 조사한 여천공단 주변지역의 토양 전질소 함량 0.47%에 비하여 매우 높은 함량을 나타내었다. 토양의 질소 함량 증가는 그 지역의 식물종 다양성은 감소시키는 반면, 생물량은 증가시키기 때문에 지역의 특정 종에 대한 우점도는 증가된다고 알려져 있다(Mun and Whitford 1989, Tilman 1987). 본 조사지역은 참나무과 낙엽관목과 소나무과 침엽관목이 혼재하는 지역의 특성상 광 차단효과가 있어서 다른 초본식물이 거의 성장하지 못하는 환경이다. 또한 민자주방망이버섯과 같은 균류나 미생물은 유기물 분해 속도가 느리므로 (Myrold 1990) 다른 식물이 우점하는 서식지의 토양에 비하여 상대적으로 유기물 함량이 높으며 또한 전질소의 함량도 높은 것으로 사료된다.

조사지역의 토양 산성도는 pH 3.60~5.60 범위로서, 경북 경산이 pH 5.60으로 가장 높았고, 인천 부평 지역의 토양이 pH 3.60으로 가장 낮았으며, 평균 pH는 4.57의 산성 토양인 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 강원도 지역 낙엽활엽수림의 평균 pH 4.85(이 등 1999)보다 낮은 값이며, 안과 이(1998)가 보고한 지리산 몰락달나무림(*Betula davurica*)의 토양 pH 4.54~4.56의 결과와는 유사하였다. 또한 산마늘 서식지의 토양 pH가 5.3이라고 보고한 Shu 등(1996)의 결과와 심 등(1998)의 경남 충무의 토양 (pH 5.12), 강원도 중왕산 토양(pH 6.13)에 비해서도 민자주방망이버섯의 서식지 토양 pH가 더 낮았다. 그리고 오염이 비교적 심한 울산의 온산 지역 토양은 pH 3.50~6.40, 서울 관악지역은 pH 3.95~4.56의 범위로서 이들 지역의 평균 pH 4.41과 4.21(심 등 1998)보다는 조금 더 높은 것으로 나타났다. 일반적으로 토양의 산성도가 높을수록 식물의 생장이 제한되는 것으로 알려져 있으나 (Marschner 1991) 민자주방망이버섯이 서식하기 위한 토양 pH는 4~5 정도의 산성조건이 적합하다는 것을 알 수 있다.

토양 무기물 함량 분석

민자주방망이버섯 서식지의 토양 무기물 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

토양의 완충능력을 평가하는 중요한 인자가 되는 무기물 함량은 지역 간에 차이가 많은 것으로 나타났다. 가장 농도가 높은 무기물은 평균 함량 1024 ppm의 Fe로서 768 ppm에서 1,281 ppm의 범위로 분석되었다. 그 다음은 K (183.25 ppm), Mn (21.88 ppm), Ca (2.02 ppm), Zn (1.46 ppm), Mg (0.51 ppm)의 순으로 나타났는데 0.39 ppm에서 0.59 ppm의 범위를 보인 Mg의 함량이 가장 낮았다. 그리고 지역 간에 함량의 차이가 가장 심한 것은 Ca로서 함량이 가장 낮은 경기 용인지역이 0.21 ppm이었고, 가장 높은 경북 경산이 4.31 ppm으로서 20.5배의 차이가 있는 것으로 나타났다. 지역 간의 차이가 가장 적은 무기물은 Zn으로서 가장 낮은 곳이 인천 부평의 1.29 ppm이었고 전북 덕유산이 1.57 ppm으로 가장 높았다.

Table 2. The contents of inorganic ions of soil collected from *Lepista nuda* habitats

Sampling site	Soil inorganic matters(ppm)					
	Mg	Ca	K	Mn	Fe	Zn
Inchon Mt. Mani	0.59 ± 0.00	2.07 ± 0.00	109.64 ± 0.18	6.76 ± 0.03	767.70 ± 0.09	1.38 ± 0.01
Inchon Bupeong	0.39 ± 0.00	0.30 ± 0.00	180.13 ± 1.67	4.23 ± 0.00	1,099.73 ± 0.50	1.29 ± 0.01
Gyeonggi Kimpo	0.52 ± 0.00	3.03 ± 0.01	129.46 ± 0.16	12.53 ± 0.03	802.61 ± 0.16	1.38 ± 0.01
Gyeonggi Yongin	0.51 ± 0.00	0.21 ± 0.00	256.81 ± 0.12	4.78 ± 0.02	1,280.52 ± 0.16	1.56 ± 0.00
Jeonbuk Mt. Deogyu	0.56 ± 0.00	2.05 ± 0.01	157.88 ± 0.72	35.08 ± 0.04	1,211.61 ± 0.72	1.57 ± 0.00
Gyeongbuk Gyeongsan	0.51 ± 0.00	4.31 ± 0.00	154.80 ± 0.52	80.84 ± 0.33	910.69 ± 0.04	1.51 ± 0.00
Gyeongbuk Hayang	0.48 ± 0.02	2.20 ± 0.00	294.04 ± 0.20	8.95 ± 0.01	1,095.55 ± 0.28	1.56 ± 0.00
Mean ± SD (N=7)	0.51 ± 0.06	2.02 ± 1.45	183.25 ± 67.65	21.88 ± 28.10	1,024.06 ± 199.75	1.46 ± 0.11

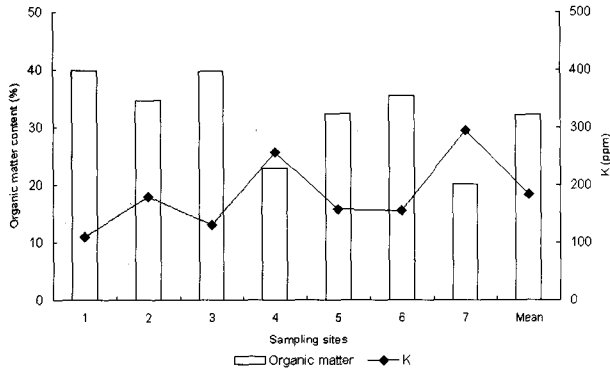


Fig. 1. Mean contents of soil organic matter and K collected from seven different *Lepista nuda* habitats. 1. Incheon Mt. Mani, 2. Incheon Bupeong, 3. Gyeonggi Kimpo, 4. Gyeonggi Yongin, 5. Jeonbuk Mt. Deogyu, 6. Gyeongbuk Gyeongsan, 7. Gyeongbuk Hayang.

이 등(1999)은 강원도 낙엽활엽수림 토양에 존재하는 치환성 양이온을 분석한 결과 Ca가 가장 많이 함유되어 있었고, Mg와 K, Na 순으로 많이 함유되어 있음을 보고한 바 있다. 황과 정(1999)도 울릉도 산마늘 서식지 토양을 분석한 결과 Ca가 가장 많이 함유되어 있다고 하였으며, 다음으로는 Mg와 K의 순이라고 보고한 바 있다. 그러나 민자주방망이버섯 서식지의 토양에서는 가장 농도가 높은 무기물이 평균 1,024 ppm의 Fe로 나타났으며 K, Mn, Ca, Zn, Mg의 순으로 검출되어 위의 연구결과들과 다르게 나타났다. 한편 Ca의 함량이 높은 토양에서는 N의 함량도 높은 것으로 나타나 두 원소의 함량 간의 상관관계가 가장 높게 나타났으며 ($r=0.86, p=0.05$), 그 다음으로 Ca와 Mn ($r=0.76, p=0.05$), K와 Fe ($r=0.74, p=0.1$), Mn과 N ($r=0.73, p=0.1$), Mg와 N ($r=0.67, p=0.1$)의 순으로 두 원소의 함량 사이에 양의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 한편, 흙 속에 균사가 퍼져 있었던 경북 하양 지역 토양의 K의 함량은 294 ppm으로 조사지역 중 가장 높았고 (Fig. 1), 경기 용인 지역에서도 257 ppm으로 높게 나타났으나, 이들 지역에서의 유기물 함량은 20.2%와 22.9%로서 오히려 가장 낮은 것으로 분석되어 민자주방망이버섯 서식지에서는 유기물의 함량이 높은 곳일수록 K의 함량은 낮아지는 경향을 보였다($r=-0.90, p=0.05$). 이러한 결과는 민자주방망이버섯의 재배를 위해서는 K의 함량을 특히 높여주는 환경 조성이 필요할 것으로 판단되며, 민자주방망이버섯의 균사 및 자실체 성장을 위한 대사에 있어서 유기물 함량과 K 함량 사이의 관계 및 서식환경 등에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

적 요

민자주방망이버섯(*Lepista nuda*)의 생태적 특성에 대한 연구의 일환으로 민자주방망이버섯 서식지의 수분, 유기물, 전질소, 토양 산성도, 무기물 함량 등의 토양인자에 대하여 분석하였다.

수분 및 유기물 함량은 평균 29.65%, 32.14%로 나타났으며, 전질소 함량은 평균 0.74%, pH는 평균 4.57의 산성 토양으로 조사되었다. 무기물의 함량은 Fe가 평균 1,024 ppm으로 가장 높았고, K : 183 ppm, Mn : 21.88 ppm, Ca : 2.02 ppm, Zn : 1.46 ppm 그리고 Mg : 0.51 ppm의 순으로 나타났다.

사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발연구(203035-03-1-HD110)의 지원으로 수행되었음.

인용문헌

- 김종갑, 오기철. 2001. 침엽수와 활엽수 산림에서 산불 후 토양화학적 및 토양미생물학적 특성 변화. 한국생태학회지 24: 1-7.
- 문형태, 남궁정, 이운영, 이종영, 김정희. 2000. 민자주방망이버섯의 분해와 분해과정에 따른 영양염류의 변화. 한국생태학회지 23: 33-37.
- 문형태, 표재훈, 김준호. 1998. 여천공단 주변지역 토양의 화학적 성질. 한국생태학회지 21: 1-6.
- 박완희, 이호득. 1998. 한국 약용 버섯도감. 교학사. pp. 186-187.
- 심재욱, 이민순, 이상선, 이태수, 이민웅. 1998. 오염지역과 비오염지역의 토양의 특성과 토양미생물의 분포. 한국지하수토양환경학회지 3: 31-39.
- 안현철, 이정환. 1998. 지리산 물바달나무림의 식생구조와 동태. 한국임학회지 87: 445-458.
- 이민순, 이운원, 윤상욱. 1999. 강원도지역 낙엽활엽수림의 토양특성. 중부대학교 자연과학연구소 논문집 8: 101-109.
- 이상선, 최경진, 오창호. 1996. 민자주방망이버섯의 톨밭 배양. 한국균학회지 24: 274-279.
- 이상선, 최경진. 1995. *Lepista nuda*의 고체배양. 한국균학회지 23: 105-113.
- 이수욱. 1981. 산림토양에 관한 연구(II). 한국임학회지 54: 25-35.
- 황재문, 정정학. 1999. 울릉도에 자생하는 산마늘의 생육 환경 특성. 안동대학교 농업과학기술연구소 논문집 6: 41-51.
- Adachi, Y., N. Ohno, M. Ohsawa, S. Oikawa and T. Yadomae. 1990. Macrophage activation *in vitro* by chemically cross-linked(1→3)-β-D-glucan. Chem. Pharm. Bull. 38: 988.
- Brower, J.E. and H. Zar. Jerrold. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. W & C. Brown Co. Publisher pp. 40-41.
- Chen, M.H., J.T. Peng and J.T. Chen. 2001. Study on the culture improvement of *Lepista nuda*. J. Agr. Res. China 50: 12-21.
- Courtney, S.P., T.T. Kibota and T.A. Singleton. 1990. Ecology of mushroom-feeding Drosophilidae. In M. Begon, A.H. Fitter and A. Macfadyen. (eds) Advances in Ecological Research. Vol. 20. Academic Press, New York. pp. 225-274.
- Cromack, Jr.K., P. Sollins, R.L. Todd, D.A. Crossley Jr., W.M. Fenmder, R. Fodel and A.W. Todd. 1977. Soil microorganism-arthropod interactions: fungi as major calcium and sodium sources. In W. J. Mattson(ed). The role of Arthropods in forest Ecosystems. Springer-Verlag, New York. pp. 78-84.
- Falange, H. 1962. Production of mushroom mycelium as a protein and fat source in submerged culture in medium of vintages. J. Appl. Microbiol. 10: 572-576.
- George, W.C. 1976. Laboratory manual of general ecology. Exercise 39 p.
- Harley, J.L. 1972. Fungi in ecosystems. J. Appl. Ecol. 8: 627-642.
- Marschner, H. 1991. Mechanism of adaption of plants to acid soil. Plant Soil 134: 1-20.
- Mun, H.T. 2000. Mass loss and mineral nutrients during the decomposition of mushroom, *Russula alboareolate* and *Lactarius violascens*. Korea J. Biol. Sci. 4: 51-55.

- Mun, H.T. and W.G. Whitford. 1989. Effects of nitrogen amendment on annual plants in the Chihuahuan Desert. *Plant and Soil* 120: 225-231.
- Murasugi, A., S. Tanaka, N. Komiyama, N. Iwata, K. Kino, H. Tsunoo and S. Sakuma. 1982. Molecular cloning of a cDNA and a gene encoding an immunomodulatory protein, Ling Zhi-8, from a fungus, *Ganoderma lucidum*. *J. Biol. Chem.* 266: 2486.
- Myrold, D.D. 1990. Effects of acidic precipitation on soil organism. In A.A. Lucier and S. G. Hain(eds.), *Mechanisms of forest response to acidic precipitation*. Springer-Verlag. 245 p.
- Page, A.L., D.E. Barke and R. Ellis Jr. 1982. *Methods of soil analysis; Chemical and microbiological properties*. Madison Wisconsin U.S.A. pp. 539-639.
- Passecker, F. 1959. Kulturversuche mit wildformen des champignons und anderen Agaricaceen. *Mushroom Sci.* 4: 477-483.
- Shu, K.T., W.B. Kim, W.T. Lee, B.H. Kim, J.K. Kim, W.K. Paik and K.O. Yoo. 1996. Native environments and ecological characteristics of *Allum victorialis* var. *platyphyllum*. *RDA Hour. Agri. Sci.* 38: 654-659.
- Sposito, G. 1989. *The Chemistry of Soils*. Oxford Univ. Press, New York. 277 p.
- Stark, N. 1972. Nutrient cycling pathways and litter fungi. *Bioscience* 22: 355-360.
- Stott, K., A. Broderick and T. Nair. 1996. Investigation into cultivation parameters for australian species of *Lepista*. *Mushroom Biol. Mushroom Products*. Royse(ed) Peau State Univ. pp. 285-289.
- Tilman, D. 1987. Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradients. *Ecol. Monogr.* 57: 189-214.
- Wright, S.H. and W.A. Hayes. 1978. Nutrition and fruitbody formation of *Lepista nuda*(Bull. Ex. Fr.) Cooker. *Mushroom Sci.* 10: 873-884.
- Yun, S.I., W.J. Choi, Y.D. Choi, S.H. Lee, S.H. Yoo, E.H. Lee and H.M. Ro. 2003. Distribution of heavy metals in soils of Shihwa tidal freshwater marshes. *Korean J. Ecol.* 26: 65-70.

(2005년 1월 12일 접수; 2005년 2월 21일 채택)