

식재지별 외생균근성 버섯의 다양성 및 발생 빈도 비교

정진철^{1*} · 오광인² · 장석기³ · 장규관³

¹원광대학교 생명자원과학대학 환경조경학전공, ²전남대학교 농업생명과학대학 산림자원조경학부, ³원광대학교 자연식물원

Diversity and Occurrence Frequency of Ectomycorrhizal Fruiting Bodies by Planting Sites

Jin-Chul Chung^{1*}, Kwang-In Oh², Seog-Ki Jang³ and Kyu-Kwan Jang³

¹Major in Forest Environmental Landscape, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Division of Forest Science & Landscape Architecture, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

³Botanical Garden, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

(Received August 18, 2004)

This study was conducted to investigate the diversity and occurrence frequency of ectomycorrhizal fruit bodies by planting sites from June 2000 to October 2001. A total of 3 classes 3 subclasses 8 orders 22 families 41 genera and 72 species (including two varieties) including saprophytic and ectomycorrhizal fungi was investigated. The mushrooms are classified into 9 families 21 genera and 48 species in Agaricales, 5 families 11 genera and 13 species in Aphlophorales, 3 families 3 genera and 4 species in Heterobasidiomycetes and 5 families 6 genus and 7 species in Gasteromycetidae. A total of 7 families 11 genera 30 species (2,451 ea.) of ectomycorrhizal mushroom was investigated. The occurrence frequency of mushrooms was 1,225, 179 and 130 times for *Laccaria vinaceoavellanea*, *Amanita longistriata* and *Laccaria amethystea*, respectively. The mushroom occurrence of ectomycorrhizal fungi was closely related to climatic conditions such as high air temperature, relative humidity and lots of rainfall from July to August. Diversity and distribution of ectomycorrhizal fungi by plots were very different because of variable local environments and different host plants in experimental plots. *Laccaria vinaceoavellanea* has showed very low host range of plant specificity because of mushroom occurrence in only *Quercus* sp. and *Amanita longistriata*, *Russula bella* and *Inocybe* sp. have showed wide host range of plant specificity because of mushroom occurrence in coniferous and broadleaved trees. The environment which has a favorable influence of mushroom occurrence was soil pH, organic matter and T/N ratio of soil environmental and humidity of climatic environment.

KEYWORDS: Ectomycorrhizal fruit bodies, *Laccaria vinaceoavellanea*, *Quercus* sp.

식물원은 다양한 식물의 수집 및 전시에 따른 학술적 기능뿐만 아니라 아름다운 경관을 만들어내는 문화적 기능까지 포함하고 있어 많은 사람들이 방문하고 있다. 이로 인한 토양의 답압, 오염물질의 축적, 인위적인 상처 등 열악한 환경에 노출되어 있는 식물은 생장에 저해를 받아 이러한 환경 스트레스를 극복하고자 균근균의 도움을 받는 경우가 많다.

균근은 고등 육상식물의 약 97%에서 발견될 만큼 흔하게 자연생태계에 존재하며, 산림생태계와 같이 무기양분의 함량이 낮은 토양에서는 균근의 도움으로 수목이 생존해 갈 수 있다(Allen, 1991).

외생균근균은 식물 뿌리의 외부에 균류를 만들고 표피나 피층세포 사이에 하티그 망을 형성하여 기주식물에 수분과 탄소, 질소 및 인 등 영양분의 흡수를 도와 식물의 생존과 성장을 개선하고 뿌리를 강화하여 토양병원균으로부터 뿌

리를 보호하며 다양한 조건에서 저항성을 증가시켜 생육환경을 개선(Harley and Smith, 1983; Miller, 1995)하여 주는 균근균으로 생태계에 있어서는 필수적이라 할 수 있으며 균근균과 기주식물이 함께 발달하고 그들이 상호작용하여 생태계에 다시 도달하게 되는 생태계 순환(Taylor *et al.*, 2000) 때문에 외생균근균의 균집 구조에 대한 연구는 중요하다(Dahlberg *et al.*, 1997; Horton and Bruns, 1998).

그러나 이 같은 중요성에도 불구하고 외생균근균 균집 구조와 구성에 대하여 많은 연구가 이루어지지 않고 있으며 특히 우리나라에서는 몇몇의 연구자에 의해 이루어지고 있을 뿐 아직까지는 미흡한 실정이다(이와 김, 1983; 이 등, 1982).

따라서 본 연구는 외생균근성 버섯 조사가 용이한 식물원내의 침엽수와 활엽수 식재지에서 버섯의 균집 분포를 조사하고, 환경인자(입지 및 기후환경 등)가 버섯분포에 미치는 영향과 기주선택성을 구명하여 식물원의 관리 및 조성에 대한 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

*Corresponding author <E-mail: jcchung@wonkwang.ac.kr>

재료 및 방법

조사구 개황

버섯 조사는 전라북도 익산시 원광대학교 내에 위치한 자연식물원(E 125° 45', N 35° 50')을 대상으로 하였다. 조사구는 식물원내에 조성되어있는 침·활엽수 식재지 5곳을 선정한 후 10 m×20 m 조사구를 설치하여 2000년 6월에서 2001년 10월 중순까지 총 25회 조사하였다(Fig. 1). 조사구의 특징은 아래와 같다.

조사구 I. 소나무류가 식재되어 있으며, 평균 흉고직경은 18.4 cm, 하층피복율은 60%, 조사방위는 남북방향, 광량은 550(±23)K Lux(Standard 870 K Lux)이다.

조사구 II. 참나무류가 대부분을 차지하고, 자작나무과, 사시나무 및 기타 활엽수가 몇 종씩 식재되어 있으며, 평균 흉고직경 17.5 cm, 하층피복율 50%, 조사방위는 남북방향, 광량은 512(±12)K Lux이다.

조사구 III. 소나무와 벚나무가 식재되어 있는 곳으로 소나무 평균 흉고직경 21 cm이며, 하층피복율 40%, 조사방위는 동서방향, 광량은 479(±25)K Lux이다.

조사구 IV. 소나무가 밀식되어 있는 곳으로 평균 흉고직경이 11 cm이며, 하층피복율 30%, 조사방위는 동서방향, 광량은 398(±5)K Lux으로 조사구 중에서 가장 광량이 낮은 지역이다.

조사구 V. 상수리나무와 밤나무가 주를 이루고, 콩과 수종이 몇 주 식재 되어 있는 곳으로, 상수리나무의 평균 흉고직경이 14 cm이고, 하층피복율 60%, 조사방위는 남북방향, 광량은 432(±15)K Lux이다.

기상

조사 기간 동안 기상자료는 조사 지역에 가까운 군산 레이다 기상대의 측정 자료를 참고하였고, 조사 기간 동안 대기온도와 상대습도는 조사 다음 날부터 다음 조사 당일까지의 평균값을 사용하였다(Table 1).

조사 기간 동안 대기온도는 8월에, 상대습도는 7월에 가장 높게 나타났으며 8월 이후에 전체적으로 낮아지는

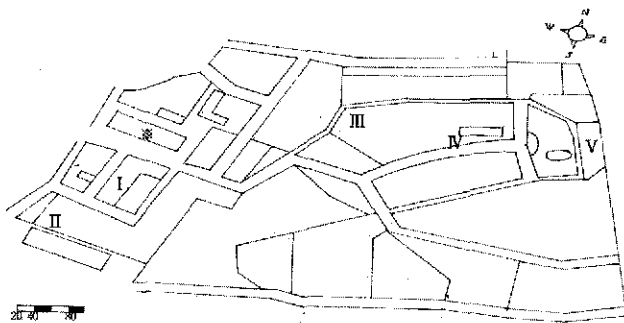


Fig. 1. Location of the surveying sites in natural arboretum of Wonkwang University Campus. I, II, III, IV, V : Surveying sites.

Table 1. Climatic data in Kunsan city from June 2000 to October 2001

Period	Elements Air temperature (°C)			Relative humidity (%)	Precipitation (mm)
	Max	Min	Mean		
28 June 2000	25.2	20.9	22.5	88.1	171.8
04 July	29.0	22.5	25.2	81.7	4.7
12	27.8	22.5	24.7	82.2	13.0
19	28.2	23.0	25.1	84.5	14.7
25	29.0	22.9	25.2	81.9	125.1
03 Aug.	30.4	22.9	26.0	75.8	7.7
09	30.3	23.5	26.0	81.6	33.1
16	31.2	23.9	27.0	76.7	0.4
03 Sep.	30.2	22.6	25.5	81.9	721.4
12	24.8	18.7	21.1	74.8	24.0
26	22.6	16.0	19.0	82.4	215.1
09 Oct.	24.5	15.0	18.4	78.3	11.1
28 June 2001	24.3	20.6	22.0	85.4	55.0
05 July	28.7	23.5	25.5	83.7	28.9
12	27.7	21.7	24.2	83.0	74.1
18	28.5	22.4	24.8	84.4	69.1
26	30.9	25.0	27.3	79.7	10.7
02 Aug.	32.6	25.7	28.5	76.0	56.6
09	30.3	24.6	27.0	79.3	31.3
16	28.8	22.3	25.3	79.6	50.5
31	29.8	22.6	25.7	71.5	-
07 Sep.	29.7	21.3	25.0	68.3	0.1
14	28.3	20.7	23.9	64.5	0.2
30	25.9	16.9	20.9	66.2	8.8
09 Oct.	22.6	14.8	18.2	69.6	34.0

경향을 보였다. 강수량의 경우 연 평균 강수량의 40% 정도가 집중되는 7월과 8월의 경우 2000년에는 16.5%, 2001년은 26.7%로 매우 적은 강수량을 나타냈다.

버섯 채집 및 방법

모든 균류는 생장함에 따라 형태가 달라지므로 어린 자실체와 성숙한 자실체를 모두 채집하였다. 채집한 버섯은 채집장소, 기주식물, 채집일 등을 기입한 다음 손상되지 않도록 봉투에 넣어 실험실로 운반하였다.

균류의 동정은 이(1988), 박과 이(1991), Agere(1985) 및 幼菌의會(2001) 등을 이용하였다.

토양

토양시료는 각 조사구내 중앙에서 유기물층을 제거한 후 5 cm 깊이까지 조사구당 3점씩 채취하여 분석에 사용하였다. 토양 pH는 초자전극법, 전질소함량은 microkjeldahl 법, 유기물함량과 유효인산은 Lancaster법, C.E.C는 Schollenberger법으로 각각 정량하였으며(농촌진흥청, 1979), 광량은 조도계(DX-100, INS)를 이용하여 측정하였다.

자료분석

조사된 외생균근성 버섯 자료는 버섯 발생에 있어 기후 및 토양환경 요인이 상호 관련성이 있는지를 상관분석을

통해 분석하였다(SAS, 1989).

결과 및 고찰

토양환경

조사구별 토양환경을 보면, 토양 pH는 조사구 II가 5.6으로 가장 높았고, 조사구 IV에서 5.0으로 가장 낮았으며, 유기물함량은 조사구 II에서 4.5로 가장 높았고 조사구 IV가 2.2로 가장 낮았다. 유효인산함량은 조사구 I에서 250.8로 가장 높았고 조사구 III이 26.9로 가장 낮은 것으로 나타났다(Table 2).

활엽수 식재지인 조사구 II와 V가 침엽수 식재지인 조사구 I과 III 및 IV와 비교하면 토양 pH, 유기물함량 및 전질소함량이 높은 것으로 나타났으며, 침엽수 식재지에서는 양이온치환함량과 유효인산함량이 활엽수 식재지에 비해 높게 나타났다.

이상의 결과, 활엽수 식재지가 침엽수 식재지에 비해 비교적 토양환경이 좋은 것으로 판단되며, 특히 토양 pH의 경우 우리나라 대부분의 침엽수 생육범위가 토양 pH 4.8~5.5, 활엽수가 토양 pH 5.5~6.5이라는 보고(이, 2000)

Table 2. Physicochemical properties of soils collected from the surveyed area

Sites	Factors	pH (1 : 5)	OM (%)	T-N (%)	CEC (me/100 g)	P ₂ O ₅ (ppm)
I		5.0	3.3	0.4	13.42	250.8
II		5.6	4.5	0.5	13.05	64.6
III		5.4	2.7	0.3	16.16	26.9
IV		5.0	2.2	0.2	13.79	186.9
V		5.5	3.4	0.4	12.63	44.5

*pH : Soil pH (1 : 5), OM : Organic Matter, T-N : Total Nitrogen, P₂O₅ : Available P₂O₅, CEC : Cation Exchange Capacity.

와 비슷하였다.

균류 동정

조사 기간동안 총 3강 3아강 8목 23과 41속 72종(2변종 포함)의 균류가 조사되었으며, 이는 Table 3과 같다.

조사 결과, 담자균아문의 이형담자균강(Heterobasidiomycetes)이 3과(Auriculariaceae, Exidiaceae, Dacrymycetaceae) 3속 4종, 진정담자균강(Eubasidiomycetes)의 모균아강(Hymenomycetidae)의 주름버섯목(Agaricales)이 9

Table 3. List of fungal fruit bodies collected from planting sites

Family	Species	Korean name
Auriculariaceae	<i>Auricularia auricula</i>	목이
	<i>Auricularia polytricha</i>	털목이
Exidiaceae	<i>Exidia uvapassa</i>	아교좁목이
Dacrymycetaceae	<i>Guepinia spathularia</i>	혀버섯
Agaricaceae	<i>Agaricus campestris</i>	주름버섯
	<i>Agaricus arvensis</i>	흰주름버섯
	<i>Cystoderma amianthinum</i>	참낭파버섯
Amanitaceae	<i>Amanita longistriata</i>	긴골광대버섯아재비
	<i>Amanita rubrovolvata</i>	붉은주머니광대버섯
	<i>Amanita spissacea</i>	뱀겜질광대버섯
	<i>Amanita vaginata</i> var. <i>fulva</i>	고동색우산버섯
	<i>Amanita vaginata</i> var. <i>vaginata</i>	우산버섯
	<i>Amanita volvata</i>	큰주머니광대버섯
Boletaceae	<i>Boletus edulis</i>	그물버섯
	<i>Boletus fraternus</i>	붉은그물버섯
	<i>Boletus violaceofuscus</i>	가지색그물버섯
	<i>Gyroporus castaneus</i>	흰둘레그물버섯
	<i>Leccinium scabrum</i>	거친겜질이그물버섯
	<i>Suillus bovinus</i>	황소비단그물버섯
Coprinaceae	<i>Coprinus radians</i>	노랑먹물버섯
	<i>Panaeolus sphinctrinus</i>	레이스말똥버섯
	<i>Psathyrella candolleana</i>	축제비눈물버섯
	<i>Psathyrella piluliformis</i>	나람쥐눈물버섯
	<i>Psathyrella velutina</i>	큰눈물버섯
Cortinariaceae	<i>Inocybe asterospora</i>	삿갓땀버섯
	<i>Inocybe fastigiata</i>	솔땀버섯
	<i>Inocybe lacera</i>	비듬땀버섯
	<i>Inocybe praetervisa</i>	땀버섯아재비
	<i>Inocybe acutata</i>	흰꼭지땀버섯
	<i>Inocybe umbratica</i>	흰땀버섯
Pleurotaceae	<i>Panus rudis</i>	참버섯

Table 3. Continued

Family	Species	Korean name
Pluteaceae	<i>Pluteus leoninus</i>	노란난버섯
Russulaceae	<i>Lactarius obscutus</i>	고염젓버섯
	<i>Lactarius subzonarius</i>	당귀젓버섯
	<i>Russula aeruginea</i>	구릿빛무당버섯
	<i>Russula bella</i>	수원무당버섯
	<i>Russula foetens</i>	갈대기무당버섯
	<i>Russula nigricans</i>	절구버섯
	<i>Russula sororia</i>	회갈색무당버섯
Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum commune</i>	치마버섯
Tricholomataceae	<i>Collybia butyracea</i>	버터애기버섯
	<i>Collybia cirrhata</i>	흰무리애기버섯
	<i>Collybia confluens</i>	밀버섯
	<i>Collybia dryophila</i>	애기버섯
	<i>Collybia peronata</i>	가랑잎애기버섯
	<i>Laccaria amethystea</i>	자주줄각버섯
	<i>Laccaria bicolor</i>	줄각버섯
	<i>Laccaria vinaceoavellanea</i>	색시줄각버섯
	<i>Maramius maximus</i>	큰낙엽버섯
	<i>Marasmiellus candidus</i>	마른가지낙엽버섯
	<i>Marasmiellus nigripes</i>	낙엽버섯
	<i>Melanoleuca melaleuca</i>	잔디볼록버섯
	<i>Mycena osmundicola</i>	흰애주름버섯
Clavariaceae	<i>Clavaria vermicularis</i>	국수버섯
Hymenochaetaceae	<i>Inonotus mikadoi</i>	황갈색시루뿔버섯
Meruliaceae	<i>Merulius tremellosus</i>	야교버섯
Polyporaceae	<i>Abortiporus biennis</i>	유관버섯
	<i>Coriolus versicolor</i>	구름버섯
	<i>Daedaleopsis tricolor</i>	삼색도장버섯
Ganodermataceae	<i>Ganoderma applanata</i>	진나비겉상버섯
	<i>Lenzites betulina</i>	조개껍질버섯
	<i>Pycnoporus coccineus</i>	간버섯
	<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	주걱간버섯
	<i>Tyromyces borealis</i>	물렁개떡버섯
	<i>Tyromyces sambuceus</i>	멍이주개떡버섯
Lycoperdaceae	<i>Calvatia craniiformis</i>	말장버섯
	<i>Lycoperdon perlatum</i>	말불버섯
Pisolithaceae	<i>Pisolithus tinctorius</i>	모래발버섯
Sclerodermataceae	<i>Scleroderma citrinum</i>	황토색어리알버섯
Phallaceae	<i>Phallus impudicus</i>	말뚝버섯
	<i>Phallus rugulosus</i>	붉은말뚝버섯
Clathraceae	<i>Pseudocolus schellenbergiae</i>	세발버섯

과(Agaricaceae, Amanitaceae, Boletaceae, Coprinaceae, Cortinariaceae, Russulaceae, Pleurotaceae, Pluteaceae, Tricholomataceae) 21속 48종, 만주름버섯목(Aphyllophorales)은 5과(Clavariaceae, Hymenochaetaceae, Meruliaceae, Polyporaceae, Schizophyllaceae) 11속 13종, 복균아강(Gasteromycetidae)은 5과(Lycoperdaceae, Pisolithaceae, Sclerodermataceae, Phallaceae, Clathraceae) 6속 7종이 각각 조사되었으며, 대부분의 버섯류는 모균아강의 주름버섯목에 속하는 것으로 나타났다. 이 중 종수가 가장 많은 버섯류는 송이버섯과로 6속 13종이었으며, 다음으로 구멍장이버섯과(8종), 무당버섯과(7종) 순이었다.

동정된 버섯 중 외생균근성 버섯은 7과 11속 30종으로

전체 종의 41.6%를 차지하였고, 그 이외의 버섯은 20과 45속 73종으로 58.4%를 점유하였다. 이는 광릉시힘림에서 조사된 부생성, 균근성 및 기생성 고등균류 104속 257종 중 외생균근성 버섯이 28속 120종으로 약 47% 분포한다는 보고(이 등, 1987)와 비교했을 때는 낮은 비율을 보였다.

외생균근성 버섯의 다양성

조사 기간동안 발생된 외생균근성 버섯은 총 7과 11속 30종 2,451개체가 조사되었으며 이는 Table 4와 같았다.

이를 연도별로 보면 2000년에는 7과 11속 30종 1,161개체, 2001년에는 7과 11속 23종 1,290개체가 조사되었

Table 4. The number of individuals of ectomycorrhizal fruit bodies in different planting sites

Ectomycorrhizal fungi	Planting sites					Total
	I	II	III	IV	V	
<i>Amanita longistriata</i>		168	11			179
<i>Amanita rubrovolvata</i>		14				14
<i>Amanita spissacea</i>		9				9
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>fulva</i>			6		14	20
<i>Amanita vaginata</i> var. <i>vaginata</i>	1		14	5	17	37
<i>Amanita volvata</i>				9		9
<i>Boletus edulis</i>		2				2
<i>Boletus fraternus</i>		32				32
<i>Boletus violaceofuscus</i>		2				2
<i>Leccinium scabrum</i>		42	11			53
<i>Gyroporus castaneus</i>			4			4
<i>Suillus bovinus</i>	3					3
<i>Inocybe asterospora</i>		34	13		7	54
<i>Inocybe fastigiata</i>			8			8
<i>Inocybe lacera</i>	41	26	3		13	83
<i>Inocybe praetervisa</i>		90		8		98
<i>Inocybe acutata</i>	5	20				25
<i>Inocybe umbratica</i>		3	107			110
<i>Lactarius obscurus</i>					47	47
<i>Lactarius subzonarius</i>			13		45	58
<i>Russula aeruginea</i>		8	1		1	10
<i>Russula bella</i>	71	22		4	8	105
<i>Russula foetens</i>		3				3
<i>Russula nigricans</i>		2				2
<i>Russula sororia</i>		23			3	26
<i>Laccaria amethystea</i>		130				130
<i>Laccaria bicolor</i>		68				68
<i>Laccaria vinaceoavellanea</i>		371			854	1,225
<i>Pisolithus tinctorius</i>	1	1				2
<i>Scleroderma citrinum</i>	8	25				33
Total	130	1,107	179	26	1,009	2,451

다(Fig. 2).

조사 기간 동안 외생균근성 버섯 개체수 분포는 색시줄각버섯(*Laccaria vinaceoavellanea*)이 1,225개체가 조사되어 최대 개체수를 보였으며, 긴골광대버섯아재비(*Amanita longistriata*)(179개체), 자주줄각버섯(*Laccaria amethystea*)(130개체)의 순으로 나타났다. 가장 적은 개체수를 보인 것은 그물버섯, 가지색그물버섯, 질구버섯, 모래발버섯 및

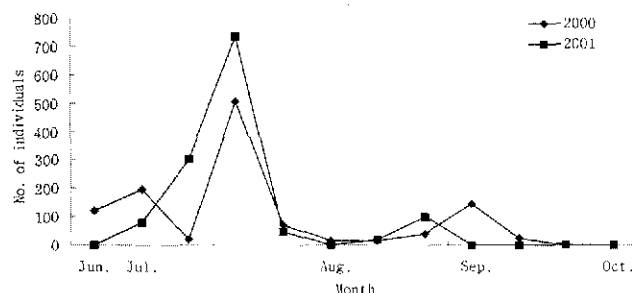


Fig. 2. The number of individual of ectomycorrhizal fruit bodies during the surveying periods.

황토색어리알버섯 등 5종으로 각각 2개체씩 이었다.

이는 24년생 리기다소나무와 리기테다소나무 임분에서 채집한 총 17속 70여종의 외생균근성 버섯 중 무당버섯속, 젖버섯속, 광대버섯속, 그물버섯속이 가장 흔한 종이었던 조사 결과(이 등, 1982)와 비슷하였다.

침엽수 식재지인 조사구 I과 III 및 IV에서는 6과 8속 16종 335개체, 활엽수 식재지인 조사구 II와 V에서는 7과 10속 28종 2,216개체가 조사되어 활엽수 식재지가 침엽수 식재지에 비해 매우 높은 종수 및 개체수 분포를 보였다.

이는 소나무림에서는 15속 39종, 포플러림에서는 8속 16종이 동정되었다는 보고(이와 김, 1983)와 잣나무림에서는 83종, 소나무림 66종 및 갈참나무 46종 등이 동정되었다는 보고(이와 김, 1987)와는 다른 결과가 나타났다. 이 같은 결과는 식재 후 토양 pH 및 유기물함량 등 토양 환경 변화와 식재 분수에 따른 광량 및 기주식물 관계 등에 따른 차이 때문인 것으로 판단된다.

조사시기별 외생균근성 버섯

조사시기에 따른 개체수 및 종수는 각각 Fig. 2와 Fig. 3과 같았으며, 개체수 분포는 2001년 7월 18일 737개체로 가장 많은 개체수가 조사되었고 2000년 9월 이후, 2001년 6월 이전과 8월 이후로 1개체도 발생되지 않았다. 월별 종수 분포는 2001년 7월에 7과 10속 22종로 가장 많은 종수 분포를 보였고 2000년 9월 이후, 2001년 8월 이후에는 1종도 조사되지 않았다. 이 같은 결과는 조사기간이 평년에 비해 극심한 가뭄과 집중 호우 등 기후 환경변화가 버섯류의 발생에 큰 영향을 끼친 것으로 판단된다.

기후환경 요인(Table 1)에 따른 외생균근성 버섯 발생의 빈도(Fig. 4)의 경우 최고온도 28~30°C에서 전체의 69.3%로 가장 높았고 22~24°C에서 1.1%로 버섯 발생이 거의 되지 않았다. 최저온도의 경우 22~24°C에서 79.9%로 가장 높았고 18°C이하에서 1.1%로 가장 낮았다. 평균온도는 24~25°C에서 88.8%로 가장 높았고 21°C 이하에서 1.1%로 가장 낮게 나타났다. 상대습도의 경우 81% 이상에서 주로 버섯이 발생하고 있으며 특히 84% 이상에서

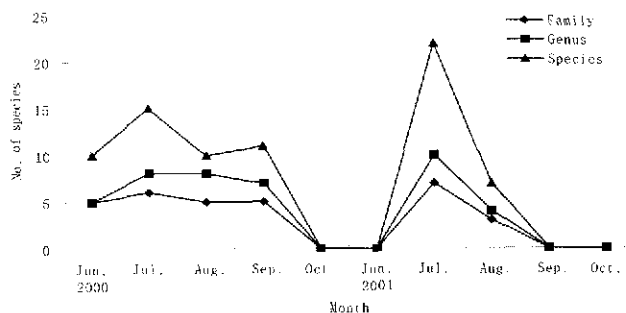


Fig. 3. The number of species of ectomycorrhizal fruit bodies during the surveying periods.

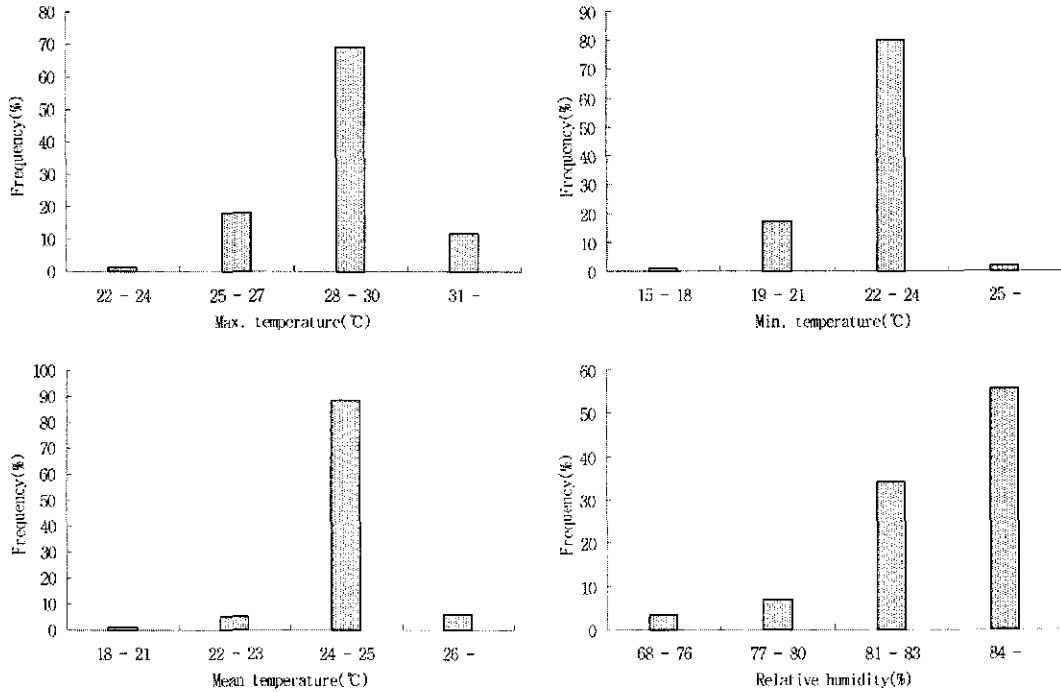


Fig. 4. Development of ectomycorrhizal fruit bodies by climatic environments.

55.6%로 높게 나타났고 77% 이하에서는 3.3%로 낮은 것으로 나타났다.

버섯발생은 온도와 상대습도에 매우 민감하게 반응함을 알 수 있었고 이러한 것은 균집 구성에서 기후조건에 크게 영향을 받는다는 연구 보고(Ohenoja, 1993)와 비슷하였다.

조사구별 외생균근성 버섯

조사구별 외생균근성 버섯의 개체수 및 종수 분포는 각각 Fig. 5와 Fig. 6과 같았다. 조사구 II에서 7과 9속 24종 1,107개체로 개체수 및 종수가 가장 많이 발생하였으며, 조사구 IV에서 3과 3속 4종 26개체로 가장 적은 개체수 및 종수가 발생되었는데, 이는 다른 조사구와 비교하여 높은 임목밀도, 낮은 광량 및 열악한 토양환경 등의 요인 때문인 것으로 판단된다.

기주식물 친화성

조사 기간동안 발생된 외생균근성 버섯이 4회 이상 발

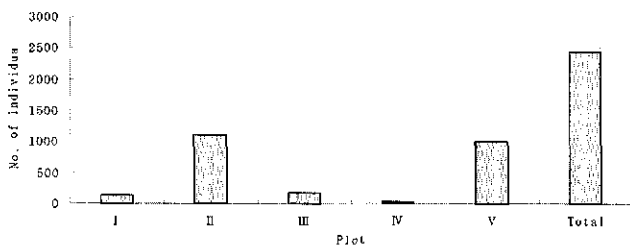


Fig. 5. The total number of individual of ectomycorrhizal fruit bodies by planting sites.

생 및 개체수가 60개 이상인 8종의 기주식물과의 관계는 Table 5와 같았다.

버섯은 활엽수림과 혼효림에서 높게 나타난 반면, 침엽수림에서는 아주 적게 나타났다. 활엽수를 기주로 선택한

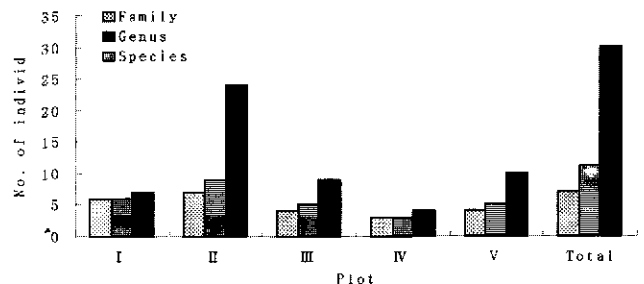


Fig. 6. The total number of species of ectomycorrhizal fruit bodies by planting sites.

Table 5. Host ranges of putative ectomycorrhizal fruit bodies collected in planting sites

Host tree	Coniferous tree	Deciduous tree	Mixed stand
<i>Ectomycorrhizal fungi</i>			
<i>Amanita longistriata</i>			○
<i>Inocybe lacera</i>			○
<i>Inocybe praetervisa</i>			○
<i>Inocybe umbratica</i>			○
<i>Laccaria amethystea</i>		○	
<i>Laccaria bicolor</i>		○	
<i>Laccaria vinaceoavellanea</i>		○	
<i>Russula bella</i>			○

Table 6. Correlation coefficients among soil characteristics and ectomycorrhizal fruit bodies (n=10)

	pH (1 : 5)	OM	T-N	CEC	Avail. P ₂ O ₅
OM	0.665*	1			
T-N	0.620	0.974**	1		
CEC	-0.068	-0.506	-0.487	1	
Avail. P ₂ O ₅	-0.900**	-0.275	-0.237	-0.257	1
No. of individuals	0.701*	0.757*	0.761*	-0.609	-0.438

** : P<0.01.

* : P<0.05.

Table 7. Correlation coefficients among climatic conditions and ectomycorrhizal fruit bodies (n=25)

	Air temperature			Relative humidity	Rainfall
	Max.	Min.	Mean		
Min. temperature	0.890**	1			
Mean temperature	0.959**	0.979**	1		
Relative humidity	-0.029	0.303	0.146	1	
Rainfall	-0.001	-0.004	-0.018	0.292	1
No. of individuals	0.082	0.201	0.150	0.448*	0.085

** : P<0.01.

* : P<0.05.

균류 중 줄각버섯속(*Laccaria*)에 속하는 외생균근성 버섯류는 참나무속(*Quercus* sp.)이 식재된 곳에서 많이 발생되어 참나무속에 대한 기주 선택성이 높은 것으로 판단된다. 특히 가장 많은 개체수가 조사된 색시줄각버섯의 경우 참나무류가 식재된 곳으로 토양 수분 조건이 양호하고 습윤한 지역에서만 나타났다. 이는 외생균근성 버섯의 발생이 토양환경 요인(Gehring *et al.*, 1998; Kernaghan and Harper, 2001) 및 기주 특이성(Newton and Haigh, 1998) 등과 관련이 있다는 보고와도 유사하였다. 또한 긴골광대버섯아재비, 수원무당버섯 및 팜버섯속은 침엽수림 및 활엽수림에서 모두 조사되어 기주 친화성이 넓은 것으로 판단된다.

환경요인과 상관

외생균근성 버섯의 발생과 토양환경 요인 및 기후환경 요인과의 상관관계를 분석한 결과, 토양환경 요인(Table 6)에서는 토양 pH($r=0.701^*$), 유기물함량($r=0.757^*$) 및 전질소함량($r=0.761^{**}$) 등에서는 정의 상관이 나타났다. 이는 외생균근성 버섯의 균집구성 및 발생 요인으로 토양 pH, 유기물함량 및 전질소함량 등과 관련이 있다는 보고(장, 2003)와 유사하였다. 기후환경 요인(Table 7)에서는 상대습도($r=0.448^*$)에서만 정의 상관으로 유의성이 있었다. 이는 외생균근균의 균집 구성 요인으로 습도(Bougher and Malajczuk, 1991; Wiessen-horn *et al.*, 1994)에 크게 영향을 받는다는 연구결과와 일치하였다.

적 요

2000년 6월부터 2001년 10월까지 식재지별로 외생균근

성 버섯을 조사한 결과는 다음과 같았다. 조사기간 동안 총 3강 3아강 8목 22과 41속 72종 (2변종 포함)의 버섯이 조사되었다. 버섯은 주름버섯목에 9과 21속 48종, 민주름버섯목에 5과 11속 13종, 이형담자균강에 3과 3속 4종, 북균아강에 5과 6속 7종이었다. 외생균근성 버섯은 총 7과 11속 30종 2,451개체가 조사되었다. 버섯 개체수는 색시줄각버섯(1,225) 긴골광대버섯아재비(179), 자주줄각버섯(130)의 순으로 조사되었다. 외생균근성 버섯 발생은 기후환경요인과 밀접한 관계가 있는 7월과 8월에 집중하였다. 외생균근성 버섯의 종수 및 개체수 분포는 조사구별로 큰 차이가 있었으며, 이는 각 조사구별 입지환경 및 기주 수종 구성 등의 차이 때문인 것으로 사료되었다. 색시줄각버섯은 참나무속에서만 발생하여 기주선택성이 매우 좁고, 긴골광대버섯아재비, 수원무당버섯, 팜버섯속은 침엽수 및 활엽수 모두에서 버섯이 발생되어 기주선택성이 넓은 것으로 나타났다. 외생균근성 버섯의 분포에 영향을 주는 환경은 토양환경 중 토양 pH, 유기물함량 및 전질소함량과 기후환경인 상대습도가 중요한 인자로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 원광대학교 학술연구조성비(교비) 지원에 의해 이루어진 것이기에 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1979. 토양화학분석법. pp. 24-91.
박완희, 이호득. 1991. 원색도감 한국의 버섯. 교학사. pp. 504.

- 이경준, 구창덕, 김양섭. 1982. 리기다와 리기테다소나무 임분내에 공생하는 외생균근균 비교. 한국균학회지 **10**(1): 21-25.
- 이경준, 김양섭. 1983. 소나무림과 포플러림에 공생하는 외생균근균의 동정 및 비교. 한국균학회지 **11**(1): 9-13.
- 이경준, 김양섭. 1987. 한국 12개 수종 임분내의 외생균근 버섯의 기주선택성과 분포에 관한 연구. 한국균학회지 **15**(1): 48-69.
- 이경준, 오르손 밀러, 김양섭. 1987. 광능시험림의 부생성, 균근성 및 기생성 고등균류의 분포와 다양성에 관한 연구. 한국임학회지 **76**(4): 376-389.
- 이지열. 1993. 원색 한국버섯도감. 아카데미서적. pp. 365.
- 이천용. 2000. 산림환경토양학. 보성문화사. pp. 350.
- 장석기. 2003. 리기다소나무 조림지의 대상개벌지내 외생균근성 버섯 및 토양미소절지 동물의 분포. 전남대학교 박사학위논문. pp. 159.
- Agere, R. 1985. Zur Okologie der Mykorrhizapilze. J. Cramer. pp. 160.
- Allen, M. F. 1991. The Ecology of Mycorrhizae. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 184.
- Bougher, N. L. and N. Malajczuk. 1991. Effects of high soil moisture on formation of ectomycorrhizas and growth of Karri (*Eucalyptus diversicolor*) seedlings inoculated with *Descolea maculata*, *Pisolithus tinctorius* and *Laccaria laccata*. New Phytologist **114**, pp. 87-91.
- Dahlberg, A., Jonsson, L. and Nylund, J. E. 1997. Species diversity and distribution of biomass above and below ground among ectomycorrhizal fungi in an old-growth norway spruce forest in south sweden. *Can. J. Bot. Rev.* **75**(8): 1323-1335.
- Gehring, C. A., Theimer, T. C., Whitham, T. G. and Keim, P. 1998. Ectomycorrhizal fungal community structure of pinyon pines growing in two environmental extremes. *Ecol.* **79**: 1562-1572.
- Harley, J. L. and Smith, S. E. 1983. Mycorrhizal symbiosis. Academic London. pp. 483.
- Horton, T. R. and Bruns, T. D. 1998. Multiple-host fungi are the most frequent and abundant ectomycorrhizal types in a mixed stand of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) and Bishop pine (*Pinus muricata*). *New Phytol.* **139**: 331-339.
- Kernaghan, G. and Harper, K. A. 2001. Community structure of ectomycorrhizal fungi across an alpine/subalpine ecotone. *Ecography* **24**: 181-188.
- Miller, S. L. 1995. Functional diversity in fungi. *Can. J. Bot.* **73**(Suppl.): S50-S57.
- Newton, A. C. and Haigh, J. 1998. Diversity of ectomycorrhizal fungi in the UK: a test of the species-area relationship and the role of host preference. *New Phytol.* **138**: 619-627.
- Ohenoja, E. 1993. Effect of weather conditions on the larger fungi at different forest sites in northern Finland in 1976-1988. *Acta Univ. Oluensis Ser. A. Sci. Rerum Nat.* **243**: 1-69.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT user's guide. 4th ed. Vol. 2. SAS Institute Inc., Cary, N.C. pp. 846.
- Taylor, A. F. S., Martin, F. and Read, D. J. 2000. Fungal diversity in ectomycorrhizal communities of Norway spruce [*Picea abies*(L.) Karst] and beech (*Fagus sylvatica* L.) along North-South transects in Europe. pp. 343-365. In: Schulze, E. D., ed. Carbon and nitrogen cycling in European forest ecosystems-ecological studies. Berlin, Germany: Springer Verlag.
- Wiessenborn, I., Glashoff, A., Leyval, C. and Berthelin, N. 1994. Differential tolerance to Cd and Zn of arbuscular mycorrhizal (AM) fungal spores isolated from heavy metal-polluted and unpolluted soils. *Plant and Soil* **167**: 189-196.
- 幼菌の會. 2001. きのご圖鑑. 家の光協會. pp. 335.