

리기다소나무림의 버섯의 다양성, 생산량 및 영양염류 함량

남궁 정 · 문형태*

공주대학교 생명과학과

Diversity, Production and Nutrients Concentration of Mushrooms in a Pitch Pine Forest

Jeong Namgung and Hyeong-Tae Mun*

Department of Biology, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea

Abstract – Diversity, production and nutrients concentrations of mushroom in a pitch pine forest (*Pinus rigida*) were studied from March through November 2000 in Kongju, Chungnam Province. Fifteen 2 × 2 m permanent quadrats were established randomly in the study area. 32 species of mushrooms were identified in the permanent quadrats during the study period. Although mushrooms occurred from June to October, the highest diversity and biomass production occurred in August and September. Seasonal dominant species were *Collybia confluens* in July, *Cantharellus lutescens* in August and September, respectively. Annual production of mushrooms were 12.13 kg Dw^{ha} yr⁻¹. Seasonal production was 0.71 kg Dw^{ha} yr⁻¹ for July, 3.95 kg Dw^{ha} yr⁻¹ for August and 6.92 kg Dw^{ha} yr⁻¹ for September, respectively. Average concentrations of N, P, K, Ca and Mg in mushrooms was 38.81 ± 4.82, 0.90 ± 0.44, 28.47 ± 7.81, 0.24 ± 0.16 and 0.76 ± 0.26 mg g⁻¹, respectively, which were much higher than those in leaf litter and soil of the study site. Amount of N, P, K, Ca and Mg accumulated in mushrooms in 2000 was 463.41, 10.26, 345.21, 3.14 and 8.99 g ha⁻¹ yr⁻¹, respectively.

Key words : diversity, dominant species, mushroom, nutrients concentration, production

서론

삼림생태계에서는 식물의 생장에 필요한 영양염류가 낙엽의 분해를 통해서 공급되는데 (Kelly and Beauchamp 1987), 낙엽은 토양 소동물이나 토양 미생물에 의해 분해되어 식물이 이용할 수 있는 무기양분을 재생시킨다 (Berg and Wessen 1984). 삼림생태계에서 낙엽의 최종분해는 대부분 세균과 균류에 의해 일어나며, 이들의 분해

과정에서 방출되는 영양염류는 생태계의 물질생산을 유지하는데 필수적이다 (Harley 1972; Stark 1972; Swift *et al.* 1979; Fogel 1980; Dighton and Boddy 1989; Boddy 1991). 이중 균류는 많은 토양소동물과 무척추동물의 중요한 에너지원과 영양염류 공급원 역할을 하고 있다 (Mitchell and Parkinson 1976; Cromack *et al.* 1977; Courtney *et al.* 1990). 또한 균류는 광범위하게 퍼져있는 균사를 통해 영양염류를 흡수하기 때문에 그들이 이용하는 기질에 비해 균사체나 자실체에 훨씬 높은 농도로 영양염류를 축적할 수 있다 (Stark 1972; Cromack *et al.* 1977; Vogt *et al.* 1981; Edmonds and Lebo 1998; Mun 2000). 균

*Corresponding author: Hyeong-Tae Mun, Tel. 041-850-8499, Fax. 041-850-8500, E-mail. htmun@kongju.ac.kr

류의 자실체는 조직이 연하기 때문에 고사한 후 대부분 1~2주일 이내의 짧은 기간에 분해되어 영양염류를 방출한다(Mun 2000; 남궁 등 2001; 박 등 2002). 따라서 균류는 넓은 지역으로부터 영양염류를 흡수하여 자실체가 형성되는 부분에 이들 영양염류를 축적하기 때문에 삼림토양에서 영양염류의 재분배를 유도한다(Mitchell and Parkinson 1976; Cromack *et al.* 1977; Courtney *et al.* 1990).

버섯의 종 다양성에 대하여는 김 등(1991)이 대성산과 대덕산에서, 주와 이(1995)가 팔공산에서, 조(1998a, b)가 지리산과 남산에서, 남궁 등(2001)이 상수리나무림에서 조사한 바 있다. Edmonds and Lebo (1998)는 목질부의 분해과정 초기에 버섯을 통한 영양염류 방출에 대하여 조사한 바 있으며, 신 등(1985), 안과 이(1986), 하(1989), 허(1989), 허와 김(1991) 그리고 박(1988, 1993)은 주로 식용버섯의 무기성분에 관한 연구를 수행한 바 있다. 그러나 산림생태계에서 야생버섯의 생산량 및 영양염류 함량에 관한 국내 연구는 거의 없는 실정이다(남궁 등 2001). 본 연구의 목적은 공주 근교의 리기다소나무림에서 계절별 버섯의 출현종, 현존량 및 버섯의 영양염류 함량을 조사하여 삼림생태계의 물질순환에서 버섯의 역할을 평가하기 위한 것이다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

조사지소인 리기다소나무림 (*Pinus rigida* plantation)은 충남 공주시 근교의 고도 200 m, 경사 25~30°의 남동사면에 위치하고, 수령은 20~30년, 교목의 평균 흉고 직경은 8.5±2.1 cm, 평균수고는 8.2±0.6 m 그리고 임목 밀도는 3,400그루 ha⁻¹이었다. 하층관목과 초본은 매우 빈약하였으며, 일부 관목상 참나무류가 분포하고 있었고 약 10 cm 정도의 낙엽층이 발달되어 있었다. 조사지소에서 약 32 km 떨어져 있는 부여측후소의 기상자료에 의하면 조사기간인 2000년에 연평균 기온은 12.3°C이었고, 연 강수량은 1,520.6 mm이었고, 7~10월에 1,278.5 mm로 84.1%가 집중되는 것으로 나타났다.

2. 영구방형구의 설치와 버섯채집

버섯 채집을 위해 2000년 3월 조사지 전역의 임상에 15개의 2 m×2 m 영구방형구를 무작위로 설치하였다. 방형구의 모서리에 말뚝을 박고 각각 나일론 끈으로 경계를 표시하였다. 버섯의 채집은 기온이 비교적 낮은 6월

까지는 5일 간격으로, 기온과 강수량이 증가하는 7월부터 9월까지는 3일 간격으로, 그리고 10월 이후에는 다시 5일 간격으로 채집하였다. 채집한 버섯은 실험실에서 동정하고 각 종의 개체수를 파악한 후 50°C에서 항량이 될 때까지 건조시켜 칭량하였으며, 칭량이 끝난 버섯은 영양염류 분석을 위해 중별로 마쇄하여 밀폐용기에 보관하였다. 버섯의 동정은 박(1991), Imazeki *et al.* (1992), 이(1993)에 따랐다.

3. 버섯의 영양염류 분석

버섯의 질소, 인, 칼륨, 칼슘 그리고 마그네슘을 분석하였다. 질소와 인은 block digester에서 분해시킨 후 Flow

Table 1. List of mushroom species in the study area

Scientific name	Common name
Tricholomataceae	송이과
<i>Laccaria laccata</i>	줄각버섯
<i>Clitocybe fragrans</i>	흰삿갓깔때기버섯
<i>Clitocybe clavipes</i>	배불뚝이깔때기버섯
<i>Collybia peronata</i>	가랑잎애기버섯
<i>Collybia dryophila</i>	애기버섯
<i>Collybia confluens</i>	밀버섯
<i>Collybia maculata</i>	점박이애기버섯
<i>Marasmius siccus</i>	애기낙엽버섯
<i>Marasmiellus ramealis</i>	분마른가지버섯
<i>Mycena epipterygia</i>	술잎애주름버섯
<i>Mycena pura</i>	맑은애주름버섯
Amanitaceae	광대버섯과
<i>Amanita pseudoporphyria</i>	암회색광대버섯아재비
<i>Amanita citrina</i>	애광대버섯
<i>Amanita porphyria</i>	암회색광대버섯
Russulaceae	무당버섯과
<i>Russula aurata</i>	황금무당버섯
<i>Russula sororia</i>	회갈색무당버섯
<i>Russula compacta</i>	담갈색무당버섯
<i>Russula metachroa</i>	갈색무당버섯
<i>Lactarius hrysorrhoeus</i>	노란젓버섯
<i>Lactarius hatsutade</i>	젓버섯아재비
Cantharellaceae	피꼬리버섯과
<i>Cantharellus lutescens</i>	갈색털피꼬리버섯
<i>Cantharellus minor</i>	애기피꼬리버섯
<i>Cantharellus innabarinus</i>	붉은피꼬리버섯
Coprinaceae	먹물버섯과
<i>Psathyrella gracilis</i>	가늘대눈물버섯
Strophariaceae	독청버섯과
<i>Naematoloma asciculare</i>	노란다발
Cortinariaceae	끈적버섯과
<i>Cortinarius tenuipes</i>	노랑끈적버섯
<i>Inocybe fastigiata</i>	솔땀버섯
Boletaceae	그물버섯과
<i>Boletus laetissimus</i>	피꼬리그물버섯
<i>Suillus granulatus</i>	젓비단그물버섯
<i>Suillus bovinus</i>	황소비단그물버섯
Lycoperdaceae	말뚝버섯과
<i>Lycoperdon perlatum</i>	말뚝버섯
Geastraceae	방귀버섯과
<i>Geastrum fimbriatum</i>	테두리방귀버섯

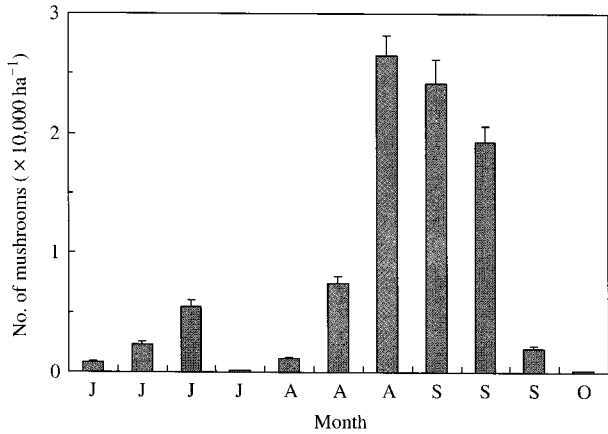


Fig. 1. Seasonal total number (No. ha⁻¹) of mushrooms in the study area. Vertical bars indicate standard deviation.

Table 2. Number of species, number of mushrooms and production of major families in the study area.

Family	No. of species	No. of mushrooms (No. ha ⁻¹)	Percent (%)	Production (kg ha ⁻¹)	Percent (%)
Tricholomataceae (송이과)	11	34,000	37.92	2.23	18.41
Amanitaceae (광대버섯과)	3	3,000	3.34	1.53	12.60
Russulaceae (무당버섯과)	6	5,333	5.95	2.58	21.27
Cantharellaceae (피코리버섯과)	3	42,000	46.84	3.52	29.01
Other Families	12	5,333	5.95	2.27	18.71
Total	32	84,333	100.0	8.86	100.0

Injection Analyzer (QuikChem 8000 FIA)로, 칼륨, 칼슘 그리고 마그네슘은 습식분해 후 원자흡수분광광도계 (Perkin-Elmer 3110)로 정량하였다.

결 과

1. 계절별 버섯의 다양성

조사기간 중 영구방형구 내에서 출현한 버섯은 총 32 종류이었고 (Table 1), 총 개체수는 89,666개 ha⁻¹이었다. 조사지소에서 버섯은 6월부터 출현하기 시작하여 10월까지 계속되었으나 7월과 8월 그리고 9월에 95% 이상 집중적으로 출현하였다 (Fig. 1). 인접지역인 상수리나무림에서는 5월부터 버섯이 출현하였는데 (남궁 등 2001), 본 조사지역에서는 이보다 늦게 출현하였다. 영구방형구 내에 출현한 버섯 중에서 송이과가 11종 (34.4%)으로

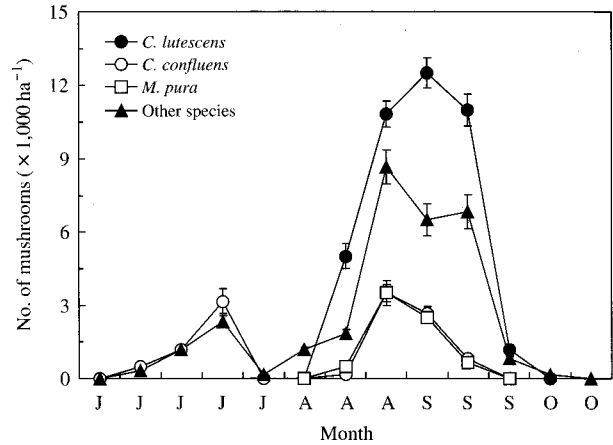


Fig. 2. Seasonal number (No. ha⁻¹) of mushrooms of several major species in the study area. Vertical bars indicate standard deviation.

가장 종 수가 많았으며, 피코리버섯과가 42,000개 ha⁻¹로 개체수가 가장 많았는데, 전체 출현개체수의 46.8%를 차지하였다 (Table 2).

2. 주요 종별 개체수

6월부터 10월까지 출현빈도가 가장 높은 종은 갈색털피코리버섯으로 개체수는 40,500개 ha⁻¹이었으며, 밀버섯, 맑은애주름버섯 순으로 출현빈도가 높았다 (Fig. 2). 갈색털피코리버섯은 강우가 집중되는 8월 중순부터 9월 하순까지 출현하여 연간 가장 많은 개체수를 보였다. 6월에는 낙엽분해성 버섯인 가랑잎애기버섯만이 출현하였다. 강수량이 증가하는 7월 중에는 총 6종이 출현하였으며, 개체수는 8,000개 ha⁻¹로 연간 출현개체수의 8.9%를 차지하였다. 7월의 우점종은 밀버섯과 애기낙엽버섯 그리고 줄각버섯이었다. 기온과 강수량이 증가하는 8월에는 총 18종의 버섯이 채집되었으며, 개체수는 35,167개 ha⁻¹이었다. 우점종은 갈색털피코리버섯, 분마른가지버섯 및 맑은애주름버섯으로 이들은 8월에 출현한 전체 개체수의 45.0, 13.3, 11.4%를 차지하였다. 9월에는 총 45,500개 ha⁻¹가 출현하여 연중 가장 많았으며, 우점종은 갈색털피코리버섯으로 출현개체수는 24,667개 ha⁻¹이었다. 9월 하순 이후부터 출현개체수가 급격히 감소하였으며, 10월에 젖버섯아재비가 출현한 이후 더 이상 채집되지 않았다.

3. 버섯의 생산량

본 리기다소나무림에서 연간 버섯의 생산량은 총 12.13 kg Dwha⁻¹ yr⁻¹로 조사되었다. 월별 버섯의 생산량

과 주요 종별 월별 생산량을 Fig. 3과 Fig. 4에 도시하였다. 6월과 7월의 버섯생산량은 각각 0.3 kg Dw^{ha}⁻¹, 0.7 kg Dw^{ha}⁻¹로 낮았으나, 이 후 강수량과 기온의 증가에 따라 생산량도 증가하였다 (Fig. 3). 생산량이 가장 많은 종은 갈색털피꼬리버섯으로 총 3.28 kg Dw^{ha}⁻¹ yr⁻¹이었으며, 이 종은 전체 버섯 생산량의 27.0%를 차지하였다. 이외에도 밀버섯, 애광대버섯이 각각 1.3, 1.2 kg Dw^{ha}⁻¹ yr⁻¹로, 3종이 전체 생산량의 47.9%를 차지하였다.

월별로 살펴보면 7월에는 밀버섯의 생산량이 가장 많았으며, 8월에는 갈색털피꼬리버섯과 담갈색무당버섯이 각각 1.5, 0.9 kg Dw^{ha}⁻¹의 생산량을 보였다. 9월의 버섯 생산량은 6.9 kg Dw^{ha}⁻¹로 연간 가장 많은 생산량을 보

였으며, 생산량이 가장 많은 종은 갈색털피꼬리버섯으로 1.8 kg Dw^{ha}⁻¹이었다. 10월에는 버섯의 생산량이 0.2 kg Dw^{ha}⁻¹로 급격히 감소하였다.

4. 버섯의 영양염류 함량

조사지에서 채집된 버섯의 영양염류 평균함량은 (Table 3) 질소 38.81 ± 4.82 mg g⁻¹, 인 0.90 ± 0.44 mg g⁻¹, 칼륨 28.47 ± 7.81 mg g⁻¹, 칼슘 0.24 ± 0.16 mg g⁻¹, 마그네슘 0.76 ± 0.26 mg g⁻¹이었으며, 이 값은 본 조사지역의 토양 및 낙엽보다 높은 값이다 (문과 주 1994). 버섯의 질소 함량은 맑은애주름버섯이 46.82 mg g⁻¹으로 가장 높았으며, 붉은피꼬리버섯이 30.58 mg g⁻¹으로 가장 낮았다. 본

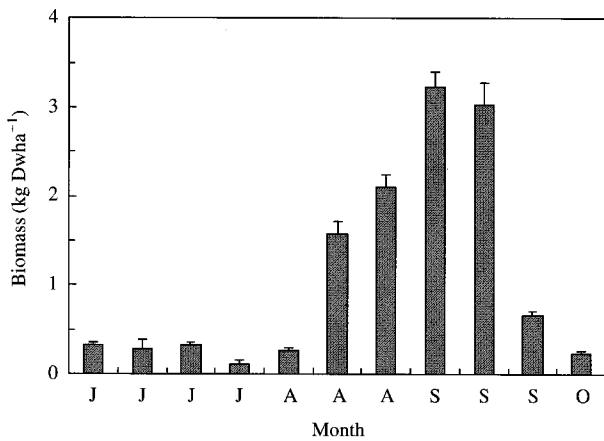


Fig. 3. Seasonal biomass (kg Dw^{ha}⁻¹) of mushrooms in the study area. Vertical bars indicate standard deviation.

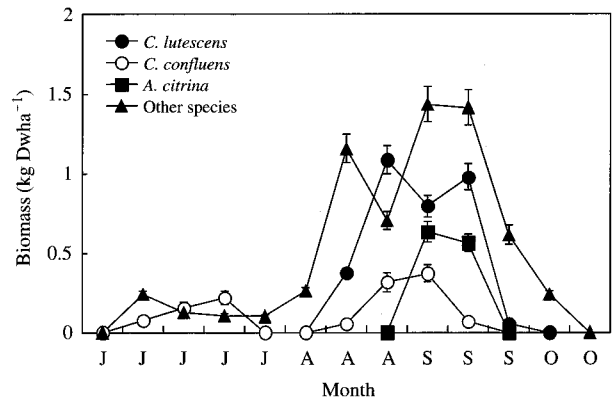


Fig. 4. Seasonal biomass (kg Dw^{ha}⁻¹) of major mushroom species in the study area. Vertical bars indicate standard deviation.

Table 3. Nutrients concentration (mg g⁻¹) of the major species in the study area

Scientific name	Common name	N	P	K	Ca	Mg
Tricholomataceae	송이과					
<i>Laccaria laccata</i>	줄각버섯	43.38	1.45**	22.36	0.17	0.89
<i>Collybia dryophila</i>	애기버섯	45.78	1.23	23.32	0.29	1.20**
<i>Collybia confluens</i>	밀버섯	40.83	1.38	19.94	0.25	0.82
<i>Mycena pura</i>	맑은애주름버섯	46.82**	1.15	20.80	0.26	1.10
Amanitaceae	광대버섯과					
<i>Amanita citrina</i>	애광대버섯	40.76	0.72	34.13	0.25	0.85
<i>Amanita porphyria</i>	암회색광대버섯	41.77	0.59	48.11**	0.13	0.89
Russulaceae	무당버섯과					
<i>Russula compacta</i>	담갈색무당버섯	39.03	0.78	27.12	0.10	0.63
<i>Lactarius hatsutade</i>	젓버섯아재비	36.84	0.82	19.59*	0.08	0.71
Cantharellaceae	피꼬리버섯과					
<i>Cantharellus lutescens</i>	갈색털피꼬리버섯	34.42	0.41*	31.75	0.35	0.54*
<i>Cantharellus cinnabarinus</i>	붉은피꼬리버섯	30.58*	0.68	32.27	0.51**	0.57
Strophariaceae	독청버섯과					
<i>Naematoloma fasciculare</i>	노란다발	42.40	1.19	39.18	0.07*	0.96
Boletaceae	그물버섯과					
<i>Suillus bovinus</i>	소비단그물버섯	36.16	0.93	26.27	0.80	0.71
Other species	기타	40.22	1.19	27.42	0.16	0.89
Average ± SD		38.81 ± 4.82	0.90 ± 0.44	28.47 ± 7.81	0.24 ± 0.16	0.76 ± 0.26

** : maximum value, * : minimum value

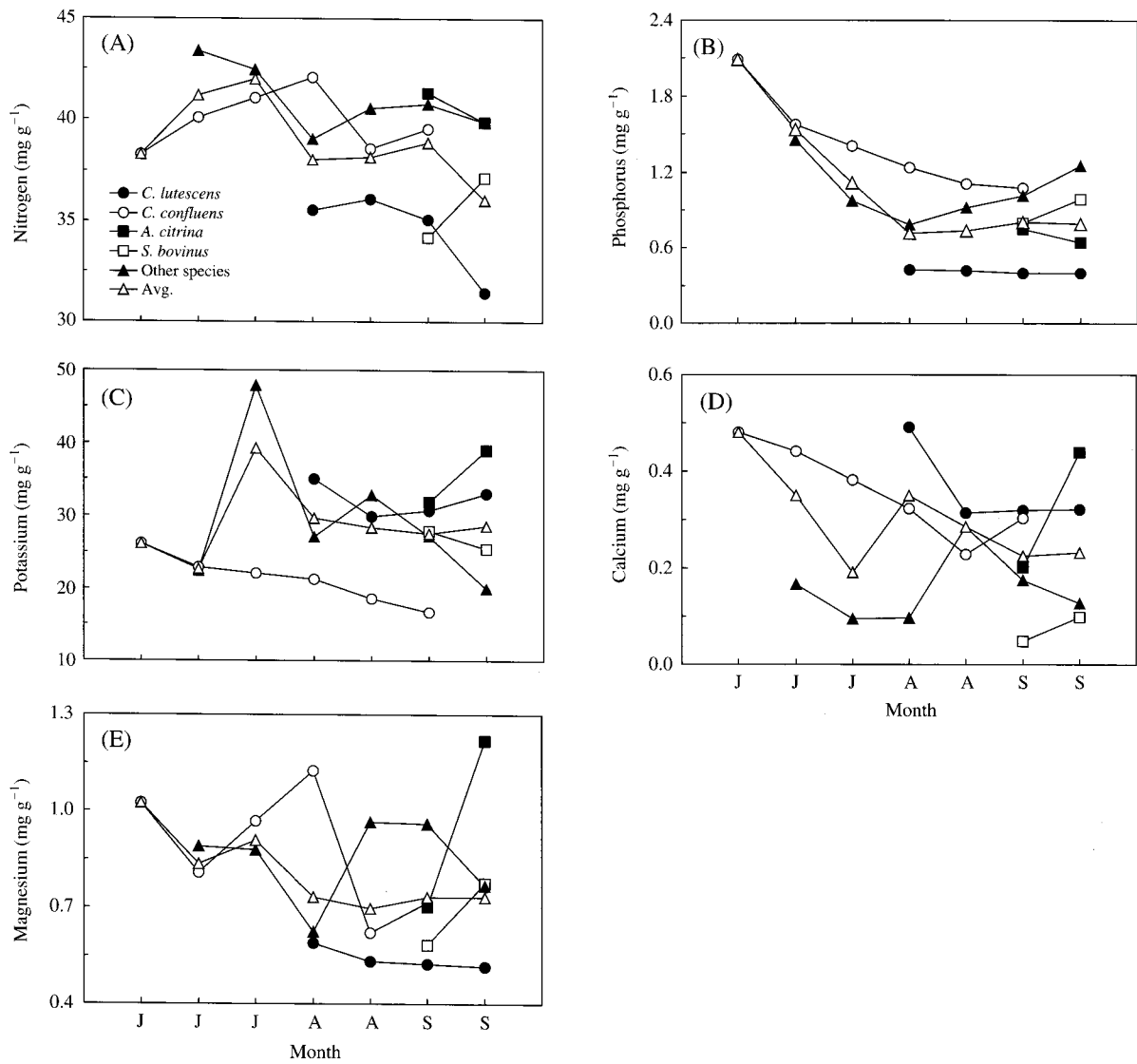


Fig. 5. Seasonal N (A), P (B), K (C), Ca (D) and Mg (E) concentration (mg g⁻¹) of major mushroom species in the study area. Avg. means average concentration.

조사지역의 경우 대부분 버섯의 질소함량은 7월에 비해 8월과 9월이 낮은 것으로 나타났다(Fig. 5A).

인 함량이 가장 높은 종은 줄각버섯으로 1.45 mg g⁻¹이었으며, 가장 낮은 갈색털피꼬리버섯보다 3배 이상 높았다(Table 3). 전체적으로 전반기보다 후반기에 출현하는 버섯의 인함량이 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 5B). 버섯의 평균 칼륨함량은 문과 주(1994)가 보고한 주변 낙엽의 칼륨함량인 0.88~2.47 mg g⁻¹보다 훨씬 높은 값이다(Fig. 5C). 칼륨함량이 가장 높은 버섯은 암회색광대버섯으로 48.11 mg g⁻¹이었으며, 광대버섯과가 다른 과에 비해 높은 값을 보였다. 칼륨함량이 가장 낮은 버섯은 젓버섯아재비로 19.59 mg g⁻¹이었다(Table 3).

버섯의 칼슘함량은 다른 영양염류와는 대조적으로 낮았으며, 월별 변화폭도 큰 것으로 나타났다(Fig. 5D). 칼슘 함량이 가장 높은 버섯은 붉은피꼬리버섯으로 0.51 mg g⁻¹이었으며, 노란다발버섯이 0.07 mg g⁻¹으로 가장 낮았다(Table 3). 버섯의 마그네슘 함량은 칼슘보다 높았지만 질소, 인, 칼륨에 비해 현저히 낮았다(Fig. 5E). 마그네슘 함량이 높은 종은 애기버섯으로 1.20 mg g⁻¹이었으며, 가장 낮은 종은 갈색털피꼬리버섯으로 0.54 mg g⁻¹이었다(Table 3).

단위면적 당 버섯에 들어있는 영양염류 총량은 질소 463.41 g ha⁻¹ yr⁻¹, 인 10.26 g ha⁻¹ yr⁻¹, 칼륨 345.21 g ha⁻¹ yr⁻¹, 칼슘 3.14 g ha⁻¹ yr⁻¹, 마그네슘 8.99 g ha⁻¹ yr⁻¹이었

다. 버섯은 조직이 연하기 때문에 분해율이 높고(Mun 2000; 문 등 2000), 따라서 자실체에 포함되어 있는 이들 영양염류는 단기간에 토양으로 회수될 수 있다.

고 찰

버섯은 전세계적으로 45,000여 종이 자생하고 있으며, 그중 자실체를 형성하는 버섯류는 1만여 종으로 추계되고 있다(박 1988). 국내에 자생하는 버섯은 박(1993)이 990여 종으로, 그리고 조(1996)는 1,500여 종으로 보고한 바 있다. 버섯의 종류는 그 지역의 식생과 수령, 습도, 온도 등과 밀접한 관련이 있으며(석 등 1994), 같은 지역에서도 미소 환경에 따라 자생하는 버섯의 종류가 다르다(조 1998a). 본 조사지에서 출현한 버섯의 종수는 총 32종류로서 신(1992)이 계룡산에 조사한 64종류, 조(1998a, b)가 지리산과 남산에서 각각 조사한 409종과 95종류, 주와 이(1995)가 팔공산에서 조사한 324종류, 김 등(1991)이 대성산과 대덕산 일대에서 조사한 314종류보다 적었으며, 남궁 등(2001)이 본 조사지역과 인접한 상수리나무림에서 조사한 114종류보다 적었다. 이는 본 조사가 리기다소나무림 내에 설치된 영구방형구에 국한하여 이루어졌기 때문으로 판단된다. 버섯의 생장은 토양의 수분과 유기물 함량, 온도에 따라 결정되기도 하는데(Harley 1972; van Elsas and Trevors 1997), 본 리기다소나무림의 토양수분 함량은 남궁 등(2001)이 인접한 상수리나무림에서 조사한 값보다 훨씬 낮은 값이며, 토양의 유기물함량도 상수리나무림에 비하여 절반 수준인 것으로 나타났다(문과 주 1994).

본 조사지에서 버섯은 인접한 상수리나무림보다 늦은 6월말부터 출현하기 시작하였으며, 8월에 종다양성이 가장 높았다. 이것은 8월의 기온과 토양온도가 높고 강수량도 많아서 버섯의 생육에 적당한 환경이 조성되었기 때문으로 판단된다. 9월말 이후에는 버섯의 종다양성도 낮아지는데, 이것은 기온과 관련된 것으로 판단된다. 젓버섯아재비, 갈색털피꼬리버섯, 황소비단그물버섯 등을 끝으로 더 이상의 버섯은 출현하지 않았다.

조사지의 버섯 생산량은 인접한 상수리나무림의 버섯 생산량(84.8~86.7 kg Dw $^{-1}$ yr $^{-1}$)에 비해 현저히 적은 양이었다(남궁 등 2001). Bardgett *et al.* (1993)은 초원에서 균사체의 최대 생물량이 168 kg Dw $^{-1}$ 로, van Elsas and Trevors (1997)는 토양 균사의 생물량을 370~1,840 kg Dw $^{-1}$ yr $^{-1}$ 으로 보고한 바 있다. 본 조사의 버섯 생산량이 적은 원인은 지상부로 나온 자실체만을 채집하였으며, 조사지의 특성상 토양수분이나 유기물함량이 낮

기 때문으로 판단된다.

버섯에는 무기질과 비타민 등의 영양소가 다량 함유되어 있으며(이 등 2003), 버섯의 영양염류함량은 그 지역의 토질, 기후, 생육환경 등의 영향을 받는다(허 1992). 본 조사에서도 버섯의 영양염류함량은 종에 따라 상당한 차이가 있었으며(Table 3), 남궁 등(2001)이 상수리나무림의 임상에서 조사한 값보다 낮은 것으로 나타났다. 이것은 버섯의 종에 따른 영양염류 요구량에 차이가 있으며, 또한 버섯이 출현하는 기질(토양)의 영양염류함량이 다르기 때문으로 판단된다(문과 주 1994). 영양염류 중 질소와 칼륨함량이 인, 칼슘, 마그네슘에 비해 높았으며, 대부분의 버섯에서 칼륨에 비해 질소함량이 높은 것으로 나타났다(Table 3).

균류는 질산태나 암모니아태의 무기질소를 이용할 뿐만 아니라 낙엽의 표면에 분포되어 있는 많은 균사를 통해 아미노산의 형태로 유기질소를 기질로부터 직접 흡수한다(Swift *et al.* 1979; Dighton and Boddy 1989). Edmonds and Lebo (1998)는 목질부에 출현하는 균근성 버섯의 질소함량이 43.3 mg g $^{-1}$, 부생성 버섯은 33.0 mg g $^{-1}$ 그리고 다년생 버섯은 4.5 mg g $^{-1}$ 으로 보고한 바 있다. 본 조사에서 버섯의 질소함량 범위는 46.82~30.58 mg g $^{-1}$ (평균 38.81 mg g $^{-1}$)으로 인접한 상수리나무림에서 출현하는 버섯의 66.3~22.5 mg g $^{-1}$ (평균 45.2 mg g $^{-1}$)보다는 다소 낮은 값이다(남궁 등 2001). Edmonds and Lebo(1998)는 균근성과 부생성 버섯의 평균 인 함량이 각각 6.0 mg g $^{-1}$, 9.4 mg g $^{-1}$ 으로 보고한 바 있으며, 박 등(2004)은 표고버섯의 인 함량이 1.61~3.04 mg g $^{-1}$ 으로 그리고 허(1989)는 표고버섯의 인 함량이 9.52 mg g $^{-1}$ 으로, 남궁 등(2001)은 상수리나무림에 출현하는 버섯의 평균 인함량이 1.5 mg g $^{-1}$ 으로 보고한 바 있지만 본 조사지역에 출현한 버섯의 평균 인 함량은 이보다 낮은 0.90 mg g $^{-1}$ 이었으며, 이는 안과 이(1986)가 느타리버섯, 밤버섯 등의 식용버섯에서 조사한 것과는 유사한 것으로 나타났다. 본 조사지역 버섯의 평균 칼륨함량은 허와 김(1991)이 식용버섯류에서 보고한 값과 유사하였으나, 안과 이(1986), 박(1988, 1993), 이 등(2003)의 결과보다는 높았다. 그러나 Edmonds and Lebo (1998)가 보고한 균근성과 부생성 버섯의 칼륨함량인 33.7 mg g $^{-1}$, 35.4 mg g $^{-1}$ 보다는 낮았다.

Cromack *et al.* (1975), 허와 김(1991), Harmon *et al.* (1994), Edmonds and Lebo (1998)는 다른 원소에 비해 버섯의 칼슘함량이 낮은 것으로 보고한 바 있다. 본 연구에서도 버섯의 칼슘함량은 칼륨에 비해 현저히 낮았다. 그러나 허(1989)가 발표한 표고버섯의 칼슘함량보다는 높았으며, 목이버섯 0.12 mg g $^{-1}$, 구름버섯 0.19 mg g $^{-1}$

과 유사하였으며, 식용버섯류의 값과도 유사한 것으로 나타났다(허와 김 1991). 본 조사지역에 출현한 버섯의 마그네슘 함량은 표고버섯(박 등 2004), 식용버섯(안과 이 1986; 허와 김 1991)보다는 낮았지만 신 등(1985)과 하(1989)가 조사한 영지버섯과 이 등(2003)이 능이버섯에서 조사한 값보다는 높은 것으로 나타났다.

Stark (1972)과 Vogt *et al.* (1981)은 균류가 그들이 이용하는 기질에 비하여 균사체나 자실체에 영양염류와 기타 원소들을 훨씬 높은 농도로 축적할 수 있다고 하였으며, Cromack *et al.* (1975)은 버섯의 영양염류 함량이 임상의 낙엽에 비해 현저히 높은 현상을 생물농축이라고 표현한 바 있다. 이 밖에 Zabowski *et al.* (1990), Harmon *et al.* (1994), Edmonds and Lebo (1998)도 버섯의 생물농축현상을 보고하였다. 본 연구에서도 버섯의 질소, 인 그리고 칼륨 함량이 주변의 낙엽이나 토양에 비해 현저히 높은 것으로 나타났지만 칼슘과 마그네슘은 생물농축이 두드러지지 않았다. 버섯은 육상의 분해자군집 중에서 가장 우세한 역할을 수행하며, 생물농축을 통해 미량원소를 포함한 영양염류의 순환에 많은 기여를 하는 것으로 알려져 있고(Cromack *et al.* 1977), 다양한 소동물의 에너지원이 되고 있다(Courtney *et al.* 1990).

문과 주(1994)는 같은 지소의 리기다소나무림에서 낙엽의 분해과정을 통해 토양에 회수되는 질소와 인은 각각 24.36 kg ha^{-1} , 0.17 kg ha^{-1} 으로 보고한 바 있다. 리기다소나무림에서 버섯에 의해 흡수되는 질소와 인은 각각 $0.46 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$, $0.01 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 이고 이 양은 자실체가 고사하면 단기간에 분해되어 토양에 회수된다(Mun 2000; 문 등 2000). 따라서 리기다소나무림의 영양염류 순환에서 질소와 인의 경우 버섯을 통해 회수되는 양이 리기다소나무 낙엽을 통해 회수되는 양의 18.9%, 5.9%에 해당된다. 삼림생태계의 물질순환을 정량적으로 파악하기 위해서는 버섯의 생산량, 영양염류 흡수량 등에 관한 더 많은 연구가 필요하다고 판단된다.

적 요

2000년 3월부터 2000년 11월까지 공주시 근교의 리기다소나무림에서 계절별 버섯의 출현종과 종별 개체수, 생산량 및 영양염류 함량을 조사하였다. 조사기간 중 영구방형구 내에 출현한 종은 총 32종류이었다. 버섯은 6월부터 출현하기 시작하여 9월에 종다양성과 생산량이 가장 높았다. 월별 우점종은 6월과 7월에는 밀버섯, 8월과 9월은 갈색털피꼬리버섯이었으며, 10월에 젓버섯아재비버섯을 끝으로 더 이상 출현하지 않았다. 연중 가장

많은 개체수를 보인 버섯은 갈색털피꼬리버섯이었다. 버섯의 연간 생산량은 $12.13 \text{ kg Dwha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 으로 조사되었으며, 8월과 9월에 각각 3.95 , $6.92 \text{ kg Dwha}^{-1}$ 로 전체 생산량의 95% 이상을 차지하였다. 월별 생산량이 많은 종은 7월에는 밀버섯, 8월과 9월에는 갈색털피꼬리버섯이었으며, 최대 생산량을 보인 버섯은 갈색털피꼬리버섯으로 전체 생산량의 27.1%를 차지하였다. 버섯의 평균 영양염류 함량은 N, P, K, Ca 그리고 Mg가 각각 38.81 ± 4.82 , 0.90 ± 0.44 , 28.47 ± 7.81 , 0.24 ± 0.16 , $0.76 \pm 0.26 \text{ mg g}^{-1}$ 으로 Ca과 Mg를 제외하고는 주변의 낙엽이나 토양보다 훨씬 높은 값이었다. 버섯을 통해 연간 임상에 축적되는 영양염류의 양은 N, P, K, Ca 그리고 Mg가 각각 463.41 , 10.26 , 345.21 , 3.14 , $8.99 \text{ g ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 이었다.

참 고 문 헌

- 김경숙, 박완희, 민경희. 1991. 대성산과 대덕산 지역의 고등균류. 한국균학회지. 19:167-174.
- 남궁 정, 표재훈, 문형태. 2001. 상수리나무림의 계절별 버섯 생산량 및 영양염류 함량. 한국생태학회지. 24:315-322.
- 문형태, 주환택. 1994. 상수리나무림과 리기다소나무림의 낙엽생산과 분해. 한국생태학회지. 17:345-353.
- 문형태, 남궁 정, 이윤영, 이종영, 김경희. 2000. 민자주방망이버섯의 분해와 분해과정에 따른 영양염류의 변화. 한국생태학회지. 23:33-37.
- 박남기, 신창환, 김세욱, 김정희, 문형태. 2002. 버섯분해에 대한 미소절지동물의 영향. 한국생태학회지. 25:57-61.
- 박완희. 1991. 원색 한국의 버섯. 교학사.
- 박완희. 1988. 한국산 버섯류의 무기성분에 관한 연구(I)-줄각버섯, 자주줄각버섯, 밀줄각버섯, 새시줄각버섯의 무기성분-. 한국균학회지. 16:242-246.
- 박완희. 1993. 한국산 야생 식용버섯의 무기성분에 관한 연구-뽕나무버섯, 뽕나무버섯부치, 벚꽃버섯, 민자주방망이버섯, 자주방망이버섯아재비, 붉은산무명버섯의 미량금속원소-. 한국균학회지. 21:273-278.
- 박홍주, 이성현, 백오현, 조수목, 조용식. 2004. 표고버섯의 채취시기 및 부위별 영양성분 함량 비교. 한국지역사회생활과학회지. 15:107-112.
- 석순자, 김양섭, 이경준. 1994. 백운산지역의 고등균류(I). 한국임학회지. 83:556-562.
- 신광수. 1992. 국립공원 계룡산의 토양 미생물군집 및 고등균류. 대전대학교 자연과학논문집. 3:123-131.
- 신혜원, 김하원, 최응칠, 김병각. 1985. 한국산 고등균류의 성분 연구(제42보)-영지의 무기성분. 한국균학회지. 13:53-55.
- 안장수, 이규한. 1986. 한국산 식용버섯의 무기성분 함량에 관한 연구. 한국식품위생안전성학회지. 1:177-179.

- 이숙희, 김남우, 신승렬. 2003. 능이버섯의 영양성분에 관한 연구. 한국식품저장유통학회지. 10:65-69.
- 이지열. 1993. 흰색 한국의 버섯. 아카데미서적.
- 조덕현. 1996. 새로 규명된 고등균류의 자연자원. 한국자연보존협회지. 93:23-38.
- 조덕현. 1998a. 지리산의 균류의 발생분포에 관한 연구. 한국과학재단 961-0510-076-2.
- 조덕현. 1998b. 남산의 균류 다양성과 균류자원. 한국생태학회지. 21:675-685.
- 주서현, 이태수. 1995. 팔공산의 고등균류상. 경북대농학회지. 13:17-29.
- 하영득. 1989. 한국산 영지버섯의 성분분석-일반성분, 지질 및 지방산조성, 단백질의 아미노산 조성, 무기질-. 계명대학교 생활연구소 과학논집. 15:117-124.
- 허윤행. 1989. 버섯의 유리당, 당알콜, 아미노산 및 무기질의 조성에 관한 연구. 대한위생학회지. 4:27-32.
- 허윤행, 김옥경. 1991. 식용버섯류의 무기물 함량. 한국환경위생학회지. 17:129-135.
- 허윤행. 1992. 버섯류의 미량금속, 중금속 및 유기산 함량에 관한 연구. 대한위생학회지. 7:57-65.
- Bardgett RD, JC Frankland and JB Whittaker. 1993. The effect of agricultural practices on the soil biota of some upland grasslands. *Agric. Ecosyst. Environ.* 34:115-119.
- Berg B and B Wessen. 1984. Changes in organic-chemical components and ingrowth of fungal mycelium in decomposing birch leaf litter as compared to pine needles. *Pedobiologia.* 26:285-298.
- Boddy L. 1991. Importance of wood decay fungi in forest ecosystem. pp. 507-540. *In Handbook of Applied Mycology Vol. 1. Soil and Plants (Arora DK, B Rai, KG Mukerji and GR Knudsen eds.)*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Courtney SP, TT Kibota and TA Singleton. 1990. Ecology of mushroom-feeding Drosophilidae. pp. 225-274. *In Advances in Ecological Research. Vol. 20 (Begon M, Fitter AH and A Macfadyen eds.)*. Academic Press, New York.
- Cromack K Jr, RL Todd and CD Monk. 1975. Patterns of basidiomycete nutrient accumulation in conifer and deciduous litter. *Soil Biol. Biochem.* 7:265-268.
- Cromack K Jr, RL Sollins, RL Todd, DA Crossley Jr, WM Fender, R Fogel and AW Todd. 1977. Soil microorganism-arthropod interactions: fungi as major calcium and sodium sources. pp.78-84. *In The Role of Arthropods in Forest Ecosystems (WJ Mattson eds.)*. Springer-Verlag, New York.
- Dighton J and L Boddy. 1989. Role of fungi in nitrogen, phosphorus and sulphur cycling in temperate forest ecosystems. pp. 269-268. *In Nitrogen, Phosphorus and Sulphur Utilization by Fungi (Boddy L, Marchant R and DJ Read eds.)*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. U.K.
- Edmond RL and DS Lebo. 1998. Diversity and production, and nutrient dynamics of fungal sporocarps on logs in an old-growth temperate rain forest, Olympic National Park, Washington. *Can. J. For. Res.* 28:665-673.
- Fogel R. 1980. Mycorrhizae and nutrient cycling in natural forest ecosystems. *New Phytol.* 86:199-212.
- Harley JL. 1972. Fungi in ecosystems. *J. Appl. Ecol.* 8:627-642.
- Harmon ME, J Sexton, BA Caldwell and SE Carpenter. 1994. Fungal sporocarp mediated losses of Ca, Fe, K, Mg, Mn, N, P and Zn from conifer logs in the early stages of decomposition. *Can. J. For. Res.* 24:1883-1893.
- Imazeki R, Y Otani and T Hongo. 1992. Fungi of Japan. Yama-kei.
- Kelly JM and JJ Beauchamp. 1987. Mass loss and nutrient changes in decomposing upland oak and mesic mixed-hardwood leaf litter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51:1616-1622.
- Mitchell MJ and D Parkinson. 1976. Fungal feeding of oribatid mites (Acari: Cryptostigmata) in an aspen woodland soil. *Ecology.* 57:302-312.
- Mun HT. 2000. Mass loss and mineral nutrients during the decomposition of mushrooms, *Russula alboareolata* and *Lactarius violascens*. *Korea J. Biol. Sci.* 4:51-55.
- Stark N. 1972. Nutrient cycling pathways and litter fungi. *Bio-science.* 22:355-360.
- Swift MJ, OW Heal and JM Anderson. 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems. *Studies in Ecology. Vol. 5*. Univ. of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- van Elsas JD and JT Trevors. 1997. *Modern soil microbiology*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Vogt KA, RL Edmond and CC Grier. 1981. Biomass nutrient concentrations of sporocarps produced by mycorrhizal and decomposer fungi in *Abies amabilis* stands. *Oecologia.* 50:170-175.
- Zabowski D, RJ Zasoski, W Littke and J Ammirati. 1990. Metal content of fungal sporocarps from urban, rural and sludge-treated sites. *J. Environ. Qual.* 19:372-377.

Manuscript Received: April 12, 2007

Revision Accepted: July 11, 2007

Responsible Editor: Youngil Youn