

65년생 소나무림에서 송이 균환 생장

가강현*¹ · 박 현 · 허태철 · 윤갑희 · 박원철 · 여운홍 · 이민웅¹

임업연구원 화학미생물과, ¹동국대학교 생물학과

Fairy Ring Growth of *Tricholoma matsutake* in 65-year-old Pine (*Pinus densiflora*) Forest Stand

Kang-Hyeon Ka*, Hyun Park, Tae-Chul Hur, Kab-Hee Yoon, Won-Chull Bak, Woon-Hong Yeo and Min-Woong Lee¹

Division of Wood Chemistry and Microbiology, Korea Forest Research Institute, Dongdaemun-gu, Seoul 130-712, Korea

¹Department of Biology, Dongguk University, Jung-gu, Seoul 100-715, Korea

(Received January 21, 2002)

ABSTRACT: This study was carried out to evaluate annual growth of fairy ring of *Tricholoma matsutake*. The edge growth of active mycelial zone of fairy ring during 1999~2000 and the distance between sporocarp-fruiting positions of four years (1997~2000) and the edge of fairy ring of 2000 were measured. The fairy ring of *T. matsutake* moved outward about 11.3 cm annually (1999~2000) in the 65 years old *P. densiflora* stand, and the growth was coincided with the average distance of sporocarp-fruiting positions for four years (1997~2000). In addition, the sporocarp-fruiting positions were about 13.8 cm apart from the edge of active mycelial zone in year of 2000. Therefore, the sporocarp-fruiting position in this year was within the mycelial region one year ago. It is strongly recommended that the sporocarp of *T. matsutake* should be harvested apart about 50 cm from sporocarp in order to protect the fairy ring.

KEYWORDS: Fairy ring growth, *Tricholoma matsutake*

고등균류의 균사 유형은 균사 구조의 발달 정도에 따라 균환형, 불규칙한 균사매트형, 산재된 균총형의 3가지 유형으로 나누고 있다(Ogawa, 1981). 균환형을 만드는 버섯은 동북아시아에서 송이(*Tricholoma matsutake*)와 유럽에서 선녀낙엽버섯(*Marasmius oreades*)이 널리 알려져 있다(Ogawa, 1981; Gregory, 1982; Ingold, 2000).

Gregory(1982)는 균환 균사에 공급되는 영양공급원의 기하학적인 면에서 기본적 차이를 기초로 균환의 유형을 free ring과 tethered ring으로 제안하였다. Free ring은 토양에서 유기물질을 2차원적 면으로부터 양분을 얻고, tethered ring은 한 나무의 뿌리로 구성된 점균원으로부터 양분을 얻는다고 하였다. 전자는 주로 부후성 버섯들이 해당되고, 후자는 균근성 버섯들이 해당되는 것으로 알려져 있다.

한편, 송이 균환의 초기 형성단계, 발달, 생장 등 송이 균근 발달과정은 이미 잘 알려져 있다(Ogawa, 1975; Tominaga, 1978; 小川 등, 1980). 송이 균환은 매년 10~20 cm, 17~23 cm, 10~13 cm, 혹은 5~20 cm 정도씩 성장하는 것으로 알려져 있다(高永 · 米山, 1978; 川上, 1994; 伊藤, 2000;

구, 1994). 그러나 우리나라의 송이에 대한 균환 생장은 연구가 매우 미진한 상태로 주로 일본의 자료를 이용하여 왔다. 또한 송이의 발생 위치는 균환 선단 안쪽에서 발생하고 있는데, 이에 대한 수치적인 자료가 없는 상태이다(小川 등, 1980).

따라서 본 연구는 홍천지역의 65년생 소나무림에서 송이 균환 선단의 성장량과 균환선단 위치, 송이 자실체 발생 위치의 변화에 따른 균환 생장을 비교 하였다. 그리고 송이 발생위치와 균환 선단과의 관계를 조사하였다.

재료 및 방법

조사 지역 개황

연구 대상지는 강원도 홍천군 동면 노천리에 소재한 국유림으로서 임업연구원이 1995년도에 약 0.4 ha를 조사구로 설정하였다. 조사구 위치는 북위 37°41', 동경 128°53'으로 7~8부 능선의 남서사면, 해발고는 450 m 내외이었고 경사도는 30°에 이르렀다.

식생은 47~84년으로 구성된 소나무림이고, 우세목은 58~71년생, 수고는 14~20 m이었다. 일부 굴참나무(*Quercus variabilis*)는 우세목의 경우 임령이 36~60년생이고, 수고

*Corresponding author <E-mail: kalichen@yahoo.co.kr>

는 13~16 m이었다. 산림의 상층부는 약 70%의 소나무에 굴참나무가 일부 섞여 있는 형태이었다. 토양은 조립질 화강암을 모재로 발달한 양질사토(LS) 또는 사질양토(SL)로서 표면침식이 약하게 진행된 갈색산림토양군에 속하는 토양이었다. 유효 토심은 25~45 cm에 달하고, 표층 5 cm 부분의 토양 pH는 5.3 이하의 산성을 나타내고 있었다(가, 2001).

송이 균환 선단 성장 조사

송이 균환 성장 조사는 강원도 홍천군 동면의 송이 조사구에서 균환 선단에 1999년에 4월과 7월에 플라스틱 막대(길이 40 cm, 직경 5 mm)를 꽂아두고 1년째가 되는 2000년도에 성장한 균환 선단과의 거리를 측정하였다(Fig. 1). 균환 선단 파악은 날이 길고 가느다란 호미를 이용하여 토양표면에서 5 cm 깊이 이상을 파내어 확인하였다. 5개 균환에서 87지점을 설정하여 조사하였다(Table 1).

송이 버섯 발생위치에 의한 조사

버섯 발생위치 사이의 거리는 송이 버섯이 발생한 위치를 2000년 10월 초순에 균환 선단에서부터 1997, '98,

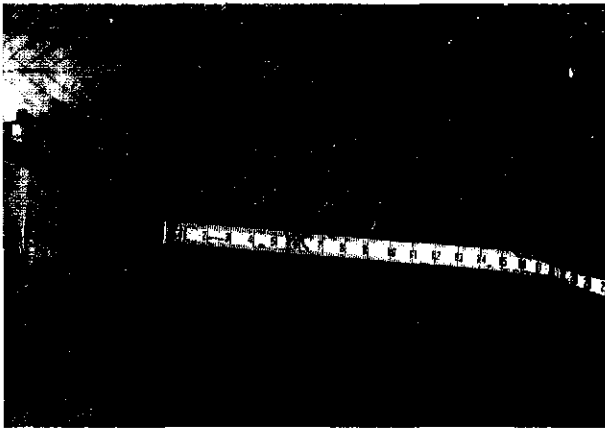


Fig. 1. Measurement of annual mycelial growth of fairy ring of *Tricholoma matsutake* by measuring the changes in the front edge. Arrow indicates the front edge of fairy ring.

Table 1. Changes in the front edge of fairy ring of *Tricholoma matsutake* during one year

Fairy ring	Width of fairy ring (m)	Distance (cm)	No. of observations
1	7.04 × 6.90	8.9 ± 0.8*	20
2	8.94 × 7.10	10.1 ± 0.8	28
3	4.03 × 3.70	10.8 ± 2.2	9
4	5.40 × 6.60	16.2 ± 1.0	13
5	8.50 × 8.70	12.5 ± 1.4	17
Average	6.78 × 6.60	11.3 ± 0.5	(87)

* Each data were shown as mean ± standard error. () indicate total number of observations.

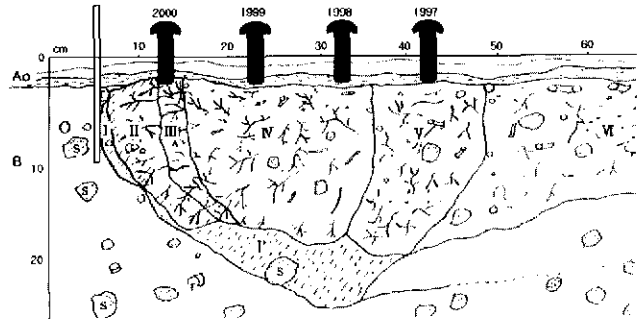


Fig. 2. Soil profile with the fairy ring of *Tricholoma matsutake* (modified from 小川, 1991). O = zone of roots free from mycorrhizal infection, I = zone of mycelium, II = zone of physiologically active mycorrhizae, III = zone of mycorrhizae for fruit body, IV = zone of decaying mycorrhizae, V = zone of decayed mycorrhizae, VI = zone of sloughed mycorrhizae, Bar = edge of leading mycelium on September of 2000 year, Fruit body = occurring point of *T. matsutake* from 1997 to 2000.

'99, 2000년까지 4년간 송이가 발생한 위치로써 조사하였다(Fig. 2). 1997년은 124지점, 1998년은 204지점, 1999년은 125지점, 2000년은 207지점을 측정하였다. 1997~2000년까지의 조사결과를 가지고 매년 송이 버섯발생 위치가 이동한 거리를 산출하였다. 또한 2000년의 자료는 균환 선단에서 버섯 발생위치가 얼마나 떨어져 있는 가를 조사하였다(Fig. 2).

결과 및 고찰

송이 균환 선단 성장 조사

균환의 성장조사는 1999년에 균환 선단에 막대를 꽂아 놓은 곳에서부터 1년 후(2000)에 선단위치를 찾아서 측정하였다(Fig. 1). 송이 균환별 선단 생장은 균환의 크기보다

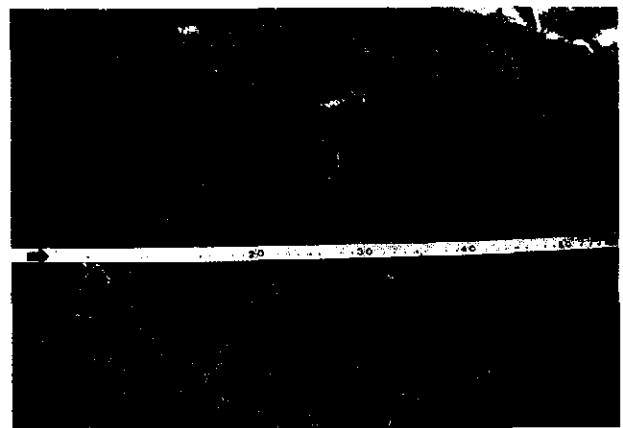


Fig. 3. Soil profile of the fairy ring of *Tricholoma matsutake* with some fruit bodies. Arrows indicate the front edge of fairy ring.

Table 2. Distances between the front edge of fairy ring and the points at which fruit body of *Tricholoma matsutake* occurred from 1997 to 2000

Year of fructification	1997	1998	1999	2000
Distance (cm)	47.7 ± 0.7	34.0 ± 0.6	23.6 ± 0.8	13.8 ± 0.4
Annual growth (cm)	13.7	10.4	9.8	
Number of observations	124	204	125	207

Mean ± standard error.

는 균환의 활력상태가 더 중요한 것으로 나타났다. 전체적으로 송이 균환의 선단 성장범위는 4~23 cm로 차이가 많았으나 평균 11.3 cm이었다(Table 1). 이것은 균환이 성장하는 곳의 토양의 물리적 조건 혹은 주변 소나무림의 연령 및 양분상태 등 여러 요인에 의하여 영향을 받을 것으로 판단되어 앞으로 정밀한 연구가 요구된다.

송이의 균환생장은 연간 대체적으로 10~20 cm, 17~23 cm, 10~13 cm, 혹은 5~20 cm로 보고하고 있는데(富永·米山, 1978; 川上, 1994; 伊藤, 2000; 久, 1994), 본 시험지는 65년생 소나무림으로 송이 발생의 쇠퇴기에 있어서 균환생장이 작게 나타난 것으로 볼 수 있다. 小川 등(1980)은 균환이 매년 규칙적으로 약 20 cm 정도 성장하는 것으로 보고하고 있으나, 본 연구 결과에서는 균환에 따라, 해마다 약간씩의 차이가 있는 것으로 나타났다. 한편, 2001년에는 동일 지역에서의 균환생장이 5.6 cm로 큰 차이를 나타내는 곳도 있었다(미 발표 자료). 小川 등(1980)은 균환의 연령과 기상인자가 균환생장에 영향을 미치는 것으로 보고하였고, 본 연구의 결과에서도 기상인자와 균환의 활력 상태에 따른 영향을 크게 받는 것으로 나타났다.

송이 자실체 발생위치에 의한 조사

2000년도의 균환 선단으로부터 연도별 송이 발생위치사이의 거리는 1997년도의 송이 위치와는 평균 47.7 cm, 1998년은 평균 34.0 cm, 1999년은 평균 23.6 cm, 2000년은 평균 13.8 cm이었다(Fig. 2; Table 2). 송이 버섯의 발생위치 변화는 1997~1998 사이에는 13.7 cm, 1998~1999 사이에는 10.4 cm, 1999~2000 사이에는 9.8 cm이었다. 전체적으로 송이 버섯간의 발생위치는 매년 평균 11.3 cm 이동함을 알 수 있었다. 버섯의 발생위치를 살펴보면, 균환의 활력이 높은 곳에서 매년 집중되어 발생하고 있었고, 조금씩 밖으로 이동하면서 버섯이 발생하나 거리상의 어떠한 규칙성은 발견하기 어려웠다.

한편, 송이 균환 선단에서 송이 자실체까지의 거리는 2000년의 경우에는 3~36 cm로 평균 13.8 cm이었다(Figs. 3, 4). 이는 송이 버섯이 균환 선단으로부터 평균 13.8 cm 안에서 발생한다는 의미이다. 따라서 당해 발생하는 송이는 1년 전에 형성된 균사체에서 발생하고 있다는 것을 알 수 있었다. 小川 등(1980)은 균환 선단 안에서 버섯이 발생하는 것을 그림으로 보여주고 있지만 수치적 자료

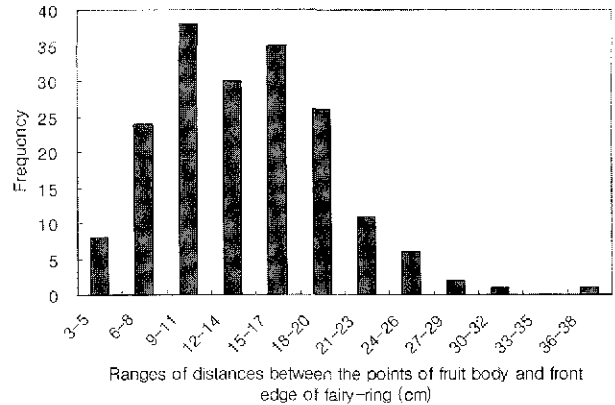


Fig. 4. Frequencies of fruiting bodies by distances from the fruiting positions of *Tricholoma matsutake* to the front edge of fairy ring in year 2000.

연급은 없었다. 한편, 송이가 균환 선단 안에서 발생하고 있으므로 송이를 채취할 때는 균환을 보호하기 위하여 버섯으로부터 약 50 cm 밖에서 채취하는 것이 바람직하다고 생각된다.

적 요

송이 균환의 성장을 알아보기 위하여 1) 균환 선단의 1년간(1999~2000) 성장 길이 측정과 2) 2000년의 균환 선단을 기점으로 1997~2000년 송이 발생위치간의 거리를 측정하였다. 65년생 소나무림에서 송이 균환 선단은 1년간 평균 11.3 cm 성장하였고(1999~2000), 연도별(1997~2000) 송이 자실체 발생위치는 연평균 11.3 cm 이동하였다. 또한 송이 균환 선단에서 송이 버섯간 거리는 2000년 경우에는 균환선단 안쪽 13.8 cm에서 발생하였다. 따라서 당년의 송이 발생위치는 1년 전에 땅속의 송이균사들이 성장하였던 곳임을 알 수 있었다. 송이는 송이 균환의 보호 차원에서 송이 버섯발생 위치에서 50 cm 떨어진 밖에서 채취하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

감사의 글

본 논문은 농림부 농업기술센터의 일부 연구비 지원(송이 현장애로과제(95~98)와 송이 기획연구과제(2000~2006))에 의거 수행된 연구 결과입니다.

참고문헌

- 가강현. 2001. 송이의 생장 특성과 기생균에 관한 연구. 동국대학교 대학원. 박사학위논문. 105 p.
- 구창덕. 1994. 송이와 인간사회 그리고 송이균환의 관리. 임업연구원 월간 임업정보 37: 36-40.
- 富永 保人, 米山 穂. 1978. マツタケ栽培の實際. 養賢堂發行. 171 p.
- 小川 眞, 伊藤 武, 小林 藤雄, 藤田 博美, 1980. マツタケのシロ形成初期の状態について. 日菌報 21: 505-512.
- 小川 眞. 1991. マツタケの生物學. 築地書館株式會社. 333 p.
- 伊藤 武. 2000. マツタケ. pp. 9-21. In:きのこハンドブック. 衣川堅二郎, 小川 眞 編集. 朝倉書店.
- 川上 嘉章. 1994. マツタケのシロ形成と成長. 廣島縣林試研報 28: 49-54.
- Gregory, P. H. 1982. Fairy Rings: Free and Tethered. *Bulletin of British Mycological Society* 17: 161-163.
- Ingold, C. T. 2000. A note about a fairy ring of *Marasmius oreades*. *The Mycologist* 14(1): 33-34.
- Ogawa, M. 1975. Microbial ecology of mycorrhizal fungus, *Tricholoma matsutake* Ito et Imai (Sing.) in pine forest. I. Fungal colony ('Shiro') of *Tricholoma matsutake*. *Bull. Gov. For. Exp. Sta.* 272: 79-121. (in Japanese).
- Ogawa, M. 1981. Ecological characters of ectomycorrhizal fungi and their mycorrhizae. An introduction to the ecology of higher fungi. XVII IUFRO World Congress. Division 2. pp. 89-95.
- Tominaga, Y. 1978. *Tricholoma matsutake*. Pp 683-697. In: Chang, S. T. and Hayes, W. A. Eds. *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Academic Press. New York.