

표고재배시 여러 종류의 참나무골목에 발생하는 해균상

이봉훈* · 박원철 · 가강현 · 윤갑희 · 유성열

국립산림과학원 화학미생물과

Harmful Microorganisms Occurred on the Bed-logs of Several *Quercus* spp. for Shiitake Cultivation

Bong-Hun Lee*, Won-Chull Bak, Kang-Hyeon Ka, Kab-Hee Yoon and Sung-Ryul Ryu

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

(Received April 24, 2007)

ABSTRACT: An attempt was made to investigate the status of harmful microorganisms occurring on different kinds of oak bed-logs during shiitake cultivation. As a result, totally 14 species of harmful microorganisms, including *Trametes versicolor*, were confirmed. Twelve kinds of harmful microorganisms were observed on *Quercus acutissima*, 9 kinds on *Q. mongolica* and 10 kinds on *Q. aliena*. *Diatrype stigma*, *Hypoxyylon truncatum*, *Hypoxyylon* sp. and *Trichoderma* sp. occupied 75.1% of the total harmful fungi occurred on *Q. acutissima*. *H. truncatum* and *Trichoderma* sp. occupied 71.2% of the total harmful fungi occurred on *Q. mongolica*. On *Q. aliena*, the occurrence of *H. truncatum*, *Trichoderma* sp. and *Hypoxyylon howeianum* was 80.3%. *D. stigma* and *Hypoxyylon* sp. were observed exclusively on *Q. acutissima* bed-logs, and the outbreak ratios were 51.6% and 13.1%, respectively. *H. truncatum* was observed on 46.6% of *Q. aliena* bed-logs and *Trichoderma* sp. was observed on 30.3% of *Q. mongolica* bed-logs.

KEYWORDS: Bed-log, Harmful microorganisms, *Quercus* spp., Shiitake

표고 재배에는 대부분의 활엽수가 사용될 수 있지만 생산성이 높은 수종은 상수리나무, 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무 등과 같은 참나무류(*Quercus* spp.)에 국한되어 있기 때문에 국내의 대부분의 표고원목재배에는 위와 같은 참나무류가 사용된다. 국내에서 참나무류에 발생하는 병원균은 47종이 기록되어 있으며, 이들 중 줄기썩음병균인 *Lenzites betulina*는 표고 골목 해균으로 알려져 있다(한국 식물병리학회, 2004). 또한 Farr et al.(1989)의 자료에 의하면 참나무류에 발생하는 균으로 1,000여 종이 기술되어 있으며, 침엽수인 소나무류(*Pinus* spp.)에 발생하는 균도 300여종이 기술되어 있다. 여기에는 표고 해균에 속하는 29개 속(Genus)이 포함되어 있으며, 9개 종[검은단추버섯(*Hypocrea schweinitzii*), 난버섯(*Pluteus atricapillus*), 마른진흙버섯(*Phellinus gilvus*), 좁구멍버섯(*Schizopora paradoxa*), 치마버섯(*Schizophyllum commune*), 털바늘버섯(*Steccherinum laeticolor*), 혀돌기고약버섯(*Grandinia spathulata*), *Trichoderma viride*, *Kavinia himantia*]이 일치하는 것으로 나타났다.

현재까지 표고 해균으로 확인된 것은 약 60여 종 정도 되는데(古川·野淵, 1996; 長野, 1994), 이들 해균은 표고

의 수확량 감소에 영향을 미치는 것으로 알려진 *Phlebia ludoviciana*와 *P. rufa* 같은 담자균류에서, 표고의 갓 형성에 영향을 미치며 심각한 기형을 일으키는 것으로 알려진 rickettsia-like organism에 이르기까지 다양하다(Maekawa and Arita, 1984; Nakai and Ushiyama, 1984). 그리고 이들 해균들 중 우리나라의 표고골목에서 검은단추버섯을 포함하여 총 24 종류의 해균이 보고되었다(박 등, 2006; 박과 이, 2002; 이, 2004; 이 등, 2000). 하지만 그동안 해균 관찰은 특정시기 또는 단기간에 진행되어서 해균발생의 전반적인 동향을 파악하기 어려운 부분이 있었다. 따라서 집중 다음해 여름부터 골목을 폐기할 때까지 해균의 발생생태를 확인하고자 본 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

공시골목의 선정 및 관리

경기도 화성군에 위치한 표고원목재배 경력이 10년 된 재배농가의 비닐하우스재배사에서 2005년 7월~2006년 10월까지 시험을 수행하였다. 골목은 2004년 3월에 성형종균 형태로 접종되었으며, 접종구멍은 약 80개였다. 그리고 재배사는 청결하고 배수도 양호한 상태였으며, 버섯 발생작업에는 지하수를 이용했다.

*Corresponding author <E-mail: bonghun90@naver.com>

공시골목은 갈참나무(*Q. aliena*), 상수리나무(*Q. acutissima*), 신갈나무(*Q. mongolica*) 등 3종류의 참나무가 사용되었으며, 외형적으로 상처가 없고 특정한 해균의 밀도가 높지 않은 직경이 비슷한 골목으로 무작위 선정했다. 공시골목의 직경은 13±3 cm였으며, 수종별로 각 20분씩 총 60분을 선정하였다.

골목이 인위적으로나 실수로 인해 높은 온도 또는 습도, 그리고 직사광 노출 등 해균발생 증가의 원인이 되는 여러 요인에 노출되지 않게 주의해서 관리되었으며, 이러한 관리는 재배자 본인 소유의 다른 골목을 관리하는 방법과 동일하였다.

해균 조사

공시골목에 발생하는 모든 해균을 조사했다. 각 수종별로 전 조사기간을 통해서 해당 해균이 관찰되는 공시목이 얼마나 되는지, 전체발생 해균에서 각각의 해균이 차지하는 비율이 얼마나 되는지, 주요 해균인 주홍꼬리버섯(*Diatrype stigma*), 검은흑버섯(*Hypoxylon truncatum*), 푸른곰팡이균(*Trichoderma* sp.) 등의 발생이 시간경과에 따라 어떻게 달라지는지 등을 조사하였다. 조사는 매월 수행하였으며, 육안으로 확인한 후 현미경관찰과 관련문헌을 통해 해당 해균을 동정하였다.

골목의 폐기

골목의 관리와 마찬가지로 골목의 폐기도 재배자의 판단에 의해 이루어졌다. 시험자의 판단과는 관계없이 재배자의 관점에서 버섯을 발생시키기 위한 작업량 증가 및 비용 발생, 재배사 내부 공간의 효율적 이용에 방해가 되는 때, 그리고 해균밀도 증가로 인한 연작피해 가능성이 높을 때가 골목폐기 시점이었다. 골목은 2006년 10월에 폐기되었다.

결과 및 고찰

해균조사

전체적으로 구름버섯(*Trametes versicolor*)을 포함해서 총 14종의 해균이 조사되었다(Table 1). 상수리나무에서는 구름버섯을 포함해 12종의 해균이 조사되었고 신갈나무에서는 고무버섯(*Bulgaria inquinans*)을 포함해 9종의 해균이 조사되었으며, 갈참나무에서는 고무버섯을 포함해서 10종의 해균이 조사되었다. 고무버섯은 주로 본 조사 기간 초기에 잠시 관찰되었으며, *Penicillium* sp.는 버섯을 수확하고 남은 자리나 수피가 벗겨져서 노출된 표고균막 위에 주로 발생했다. 수종별로는 몇 가지 해균이 집중 발생하는 경향을 보였다. 상수리나무에서는 가장 높은 비율로 발생하는 주홍꼬리버섯을 비롯해 검은흑버섯, 회색버짐버섯, 푸른곰팡이균 등이 전체 발생 해균의 75.1%를 차지했다. 신갈나무에서는 검은흑버섯과 푸른곰팡이균,

Table 1. Ratio of each harmful microorganism among the whole of harmful microorganisms occurred on shiitake bed-logs of each *Quercus* sp. from July 2005 to October 2006

	Bed-logs		
	<i>Q. acutissima</i>	<i>Q. mongolica</i>	<i>Q. aliena</i>
<i>Bulgaria inquinans</i>	0.9	0	0
<i>Diatrype stigma</i>	36.6	0	0
<i>Hypoxylon fragiforme</i>	0.4	0	0
<i>Hypoxylon howeianum</i>	4.9	2.2	21.8
<i>Hypoxylon truncatum</i>	21.7	29.1	39.1
<i>Hypoxylon</i> sp.	9.3	0	0
<i>Inonotus xeranticus</i>	0	6.1	0.5
<i>Myxomycetes</i>	5.5	3.0	3.7
<i>Nitschkia confertula</i>	0.7	0.4	0.8
<i>Odontia</i> sp.	6.9	0.4	1.8
<i>Penicillium</i> sp.	1.3	12.6	11.6
<i>Schizophyllum commune</i>	3.1	0	0
<i>Trichoderma</i> sp.	7.5	42.1	19.4
<i>Trametes versicolor</i>	2.0	0	0.5

이들 두 해균이 전체 발생 해균의 약 71.2%를 차지했으며, 갈참나무에서는 발생된 해균의 80.3%가 검은흑버섯, 푸른곰팡이균, *Hypoxylon howeianum*이었다.

전 기간을 통해서 해당 해균이 관찰되는 공시골목이 얼마나 되는지에 대한 조사에서는 일부 해균의 경우 선호하는 참나무 수종이 달랐으며, 발생 비율 또한 차이가 있었다(Fig. 1). 주홍꼬리버섯의 경우에는 상수리나무에서만 발생되었으며, 발생비율은 51.6%였다. 또한 회색버짐버섯(*Hypoxylon* sp.)도 상수리나무에서만 발생되었는데, 전체

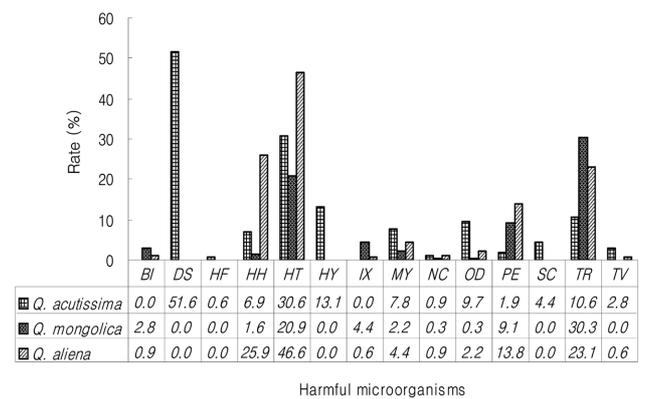


Fig. 1. Ratio of shiitake bed-logs infected by each harmful microorganism from July 2005 to October 2006. BI: *Bulgaria inquinans*, DS: *Diatrype stigma*, HF: *Hypoxylon fragiforme*, HH: *Hypoxylon howeianum*, HT: *Hypoxylon truncatum*, HY: *Hypoxylon* sp., IX: *Inonotus xeranticus*, MY: *Myxomycetes*, NC: *Nitschkia confertula*, OD: *Odontia* sp., PE: *Penicillium* sp., SC: *Schizophyllum commune*, TR: *Trichoderma* sp., TV: *Trametes versicolor*.

골목의 13.1%에서 조사되었다. 반면에 발생정도에 있어서 수종간의 차이가 있기는 하지만 모든 공시골목에서 높은 비율로 발생하는 해균들도 있었다. 박 등(2006)에 의해서 중요한 해균으로 분류되었던 검은혹버섯은 갈참나무에서 46.6% 발생하였으며, 푸른곰팡이균은 신갈나무에서 30.3% 발생되었다. 그리고 *H. howeanum*의 경우 갈참나무에서 특히 많이 관찰되었다. 이밖에 고무버섯이나 구름버

섯, 기와층버섯(*Inonotus xeranticus*), 점균류(*Myxomycetes*), 치마버섯, 톱밥버섯(*Odontia* sp.), *H. fragiforme*, *Nitschkiia confertula*, *Penicillium* sp. 등이 낮은 비율로 발생했다.

주요 해균인 주홍꼬리버섯, 검은혹버섯, 푸른곰팡이균 등이 시간경과에 따라 어떻게 달라지는지 조사하였다. 상수리나무에서 주홍꼬리버섯은 자실체 수확 2년차인 2006년 7월 이후부터는 관찰비율이 급격히 떨어졌다(Fig. 2A, Fig. 3A). 이는 자실체 수확 2년차 8월 관찰에서 자좌의

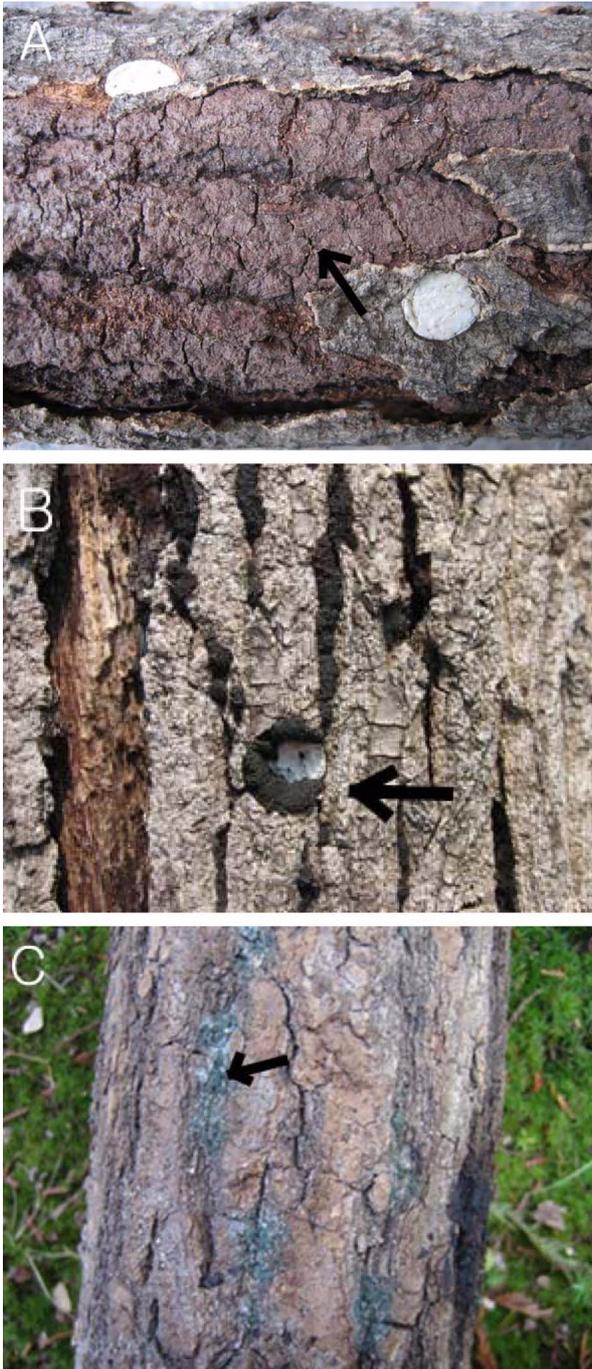


Fig. 2. Symptoms of important harmful fungi (black arrow) occurred on shiitake bed-log. A: *Diatrype stigma*, B: *Hypoxylon truncatum*, C: *Trichoderma* sp.

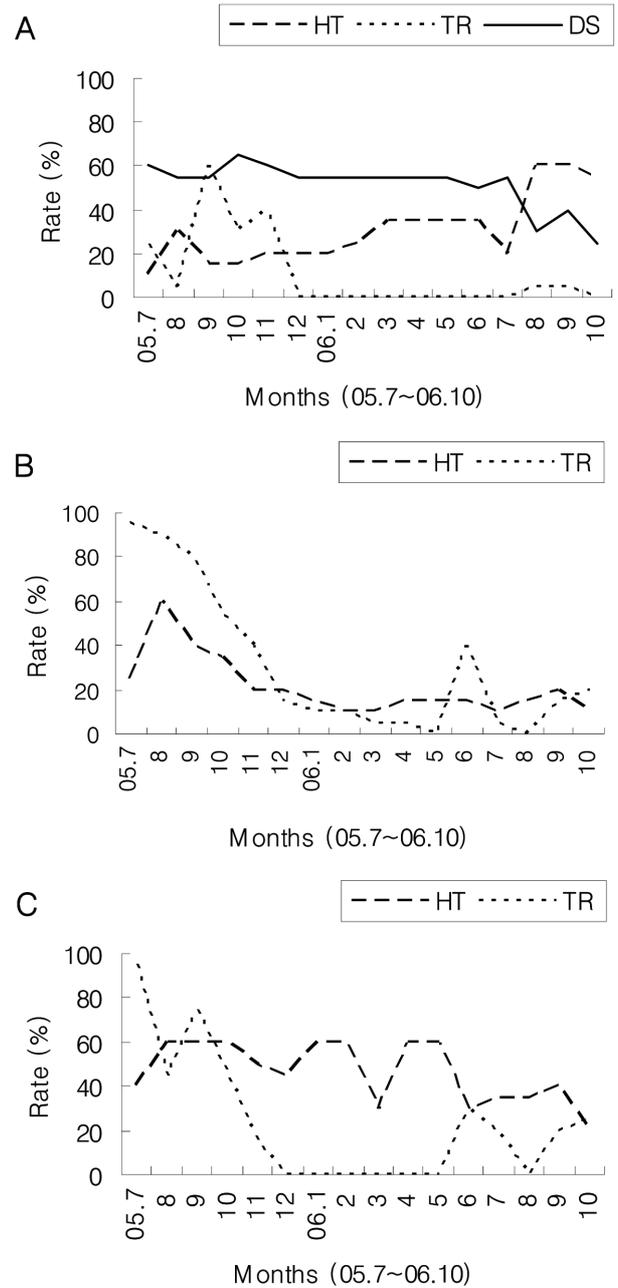


Fig. 3. Changes in occurrence of important harmful fungi occurred on shiitake bed-logs according to elapse of time. A: *Q. acutissima*, B: *Q. mongolica*, C: *Q. aliena*, DS: *Diatrype stigma*, HT: *Hypoxylon truncatum*, TR: *Trichoderma* sp.

표면이 적갈색에서 흑갈색으로 변하면서 자낭각과 포자의 상당수가 방출되며, 일부 자좌는 곤충의 유충에 의해 피해를 받는다는 보고와 유사하였다(이, 2004). 검은혹버섯은 2006년 8월의 관찰에서 2005년 7월에 비해 5배 이상 높게 발생됨을 확인할 수 있었으며, 2005년이나 2006년 모두 7~8월을 거치면서부터는 발생량이 급격히 증가함을 볼 수 있다(Fig. 2B, Fig. 3A). 2005년 7월~8월과 같은 급격한 발생 증가가 2006년 8월 이전까지 없었다는 점은 상수리나무를 골목으로 사용할 경우 여름철 고온다습이 검은혹버섯의 확산에 주된 역할을 할 수 있다는 의미가 된다. 푸른곰팡이균은 8~9월에 많이 관찰되었는데, 푸른곰팡이균의 발생에 있어서 습도 조건은 중요한 요인이다(Fig. 2C, Fig. 3A). 푸른곰팡이균은 습도가 충분한 상태에서 기온이 5°C 이상만 되면, 언제든지 발생할 준비가 되어 있기 때문이다. 조사에 의하면, 2005년 9월에는 60% 이상의 골목에서 관찰되었다. 해균이 육안으로 관찰될 시기에는 이미 균사가 수피 속으로 침투해 있다는 점을 고려할 때, 그리고 푸른곰팡이균은 표고 균을 사멸시키는 대표적인 해균이라는 점을 고려할 때, 일시적으로 60% 이상의 골목에서 푸른곰팡이균이 관찰되었다는 것은 골목에 있어서 잠재적으로 큰 위협이 될 수 있을 것으로 판단된다.

신갈나무에서는 주홍꼬리버섯이 전혀 발생되지 않았다. 검은혹버섯은 상수리나무와 달리 2006년 보다 2005년에 더 많이 조사되었다(Fig. 3B). 이는 골목의 말구에 형성된 자좌가 자실체발생 과정에서 떨어져 나가거나 불완전세대가 육안으로 관찰할 수 없을 정도로 변형 또는 변색되었기 때문이다. 그리고 2006년 8~9월 발생율이 약간 상승한 것은 2005년 검은혹버섯이 이미 다량 발생해서 수피 속에 자리 잡고 있는 상태이기 때문이라고 판단된다. 검은혹버섯 불완전세대의 경우 발생초기에는 연두색을 띄지만 시간이 경과할수록 수피와 구분할 수 없을 정도로 색깔이 어두워지는 경우도 많기 때문에 2005년 8월, 60%에 달했던 발생율이 2006년 후반기에 20% 내외로 줄었다고 해서 골목이 받는 피해가 그만큼 줄어들었다고 볼 수는 없다. 그리고 푸른곰팡이균은 초기 조사시 거의 대부분의 골목에서 관찰되었으며, 고온다습한 시기에 많이 발생되었다.

갈참나무에서도 신갈나무와 마찬가지로 주홍꼬리버섯이 발생되지 않았다(Fig. 3C). 검은혹버섯은 상수리나무와 신갈나무에서보다 높은 비율로 관찰되었는데, 2005년 12월이나 2006년 3월에 관찰이 적은 이유는 골목을 쓰러뜨리거나 뒤집어주는 등의 골목관리 중 진흙이 묻거나 말구에 형성된 것들이 보이지 않았기 때문이라고 판단된다. 푸른곰팡이균은 상수리나무나 신갈나무에서와 마찬가지로

저온건조한 시기에는 발생율이 낮다가 고온다습한 시기에는 올라가는 것으로 나타났다.

요 약

표고재배시 여러 종류의 참나무 골목에 발생하는 해균들의 발생상황을 확인하고자 조사를 시도했다. 조사결과, 전체적으로 구름버섯을 포함해서 총 14종의 해균이 관찰되었다. 상수리나무에서 12종, 신갈나무에서 9종, 갈참나무에서 10종의 해균이 관찰되었다. 상수리나무에서는 주홍꼬리버섯, 검은혹버섯, 회색버짐버섯, 푸른곰팡이균이 전체 발생 해균 중 75.1%를 차지했다. 신갈나무에서는 검은혹버섯과 푸른곰팡이균, 이들 두 해균이 전체 발생 해균의 71.2%를 차지했으며, 갈참나무에서는 발생된 해균의 80.3%가 검은혹버섯, 푸른곰팡이균, *H. howeianum*이었다. 주홍꼬리버섯과 회색버짐버섯은 상수리나무에서만 발생되었으며, 발생비율은 각각 51.6%, 13.1%였다. 그리고 검은혹버섯은 갈참나무의 46.6%에서 발생되었으며, 푸른곰팡이균은 신갈나무의 30.3%에서 발생되었다.

참고문헌

- 박원철, 윤갑희, 가강현, 박현, 이봉훈. 2006. 표고재배 및 병해충 방제기술. 국립산림과학원 연구자료 제 258호. Pp 104-105.
- 박원철, 이봉훈. 2002. 표고골목에서 발생한 미기록 *Hypoxylon* sp., 회색버짐버섯(가칭)의 특성. 한국균학회지 30: 170-172.
- 박원철, 이봉훈, 유성열, 가강현. 2006. 버섯 발생이 부진한 표고 골목 내부균사의 생리적 특성 및 해균조사. 한국균학회지 34: 88-91.
- 이봉훈. 2004. 표고골목을 가해하는 주홍꼬리버섯의 발생생태 및 방제. 충북대학교 박사학위 논문. Pp 28-38.
- 이태수, 윤갑희, 박원철, 김재성, 이지열. 2000. 새로운 표고재배 기술. 임업연구원 연구자료
- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명명목록. Pp 380-540.
- 古川久彦, 野淵輝. 1996. 栽培きのこ 害菌・害虫. 全国林業改良普及協會. Pp 20-141.
- 長野縣, 長野縣農業協同組合中央會, 長野縣經濟事業農業協同組合連合會, 長野縣森林組合連合會. 1994. きのこ栽培指標. Pp 205-222.
- Farr, D. F., Bills, G. F., Chamuris, G. P. and Rossman, A. Y. 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press, St. Paul, MN. Pp 227-768.
- Maekawa, N. and Arita, I. 1984. Antagonistic effects of *Phlebia* species on the mycelial growth of *Lentinus edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. 22: 74-75.
- Nakai, Y. and Ushiyama, R. 1984. A rickettsia-like organism associated with *Lentinus edodes*. Rept. Tottori Mycol. Inst. 22: 84-85.