

불로초버섯 노랑썩음병의 발생과 병원균의 분류 동정

오세종* · 전창성 · 이종규¹ · 김희규²

농업과학기술원 응용미생물과, ¹강원대학교 산림자원보호학과, ²경상대학교 농생물학과

Occurrence and Identification of the Fungus Causing Yellow Rot on *Ganoderma lucidum*

Se-Jong Oh*, Chang-Sung Chun, Jong-Kyu Lee¹ and Hee-Kyu Kim²

Department of Applied Microbiology, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707

¹Department of Forest Resources Protection, Kangwon National University, Chunchon 200-701

²Department of Agricultural Biology, Kyungsang National University, Chinju 660-300, Korea

ABSTRACT: Since 1990, destructive yellow rots on *Ganoderma lucidum* caused by a soilborne fungus have been occurred in major cultivation areas of Korea. Incidences of the disease were 61% in Chulwon and 94% in Kanghwa area where the mushroom has been cultivated for 10 years, whereas the disease has not been found yet in new cultivation areas such as Moonkyung and Hongsung. When severely infected, inner tissues of bed-logs showed severe yellow and fruiting bodies of the mushroom was not produced. Infected tissues of bed-logs were readily distinguished from those of healthy ones by a distinctive brown border line. When the disease progressed, mycelia of *Ganoderma lucidum* were totally destroyed, and abundant ascocarps of the pathogen were formed inside the tissues of bed-logs showing yellowish green. The fungus derived from a single ascospore strongly lysed mycelia of *Ganoderma lucidum* growing on bottle media, and non-volatile components secreted by the pathogen were also highly inhibitory to mycelial growth of the mushroom fungus. The pathogen was identified as *Arthrobotrys cuboidea* based on its distinctive cultural and morphological characters. The fungus produced arthroconidia and unbrached conidiophores. The width of fungal conidia was distinctively wide as compared with the length. Colonies of the fungi were pale yellow to yellowish green on agar media. As a causal pathogen of yellow rot of *Ganoderma lucidum*, this fungus has not been reported yet in Korea.

KEYWORDS: *Arthrobotrys cuboidea*, *Ganoderma lucidum*, Pathogenic fungus, *Pithoascus*, Yellow rot

불로초버섯(*Ganoderma lucidum*)은 분류학적으로 민주름버섯목(*Aphyllophorales*), 불로초과(*Ganodermataceae*), 불로초속(*Ganoderma*)에 속하며 유럽의 온대, 중앙아프리카의 산지, 아시아의 태평양 연안 등 북반구 온대 지방에 널리 분포한다(차 등 1989; Hongo 1989; Breitenbach 등 1986). 국내에는 전국적으로 널리 분포하며 여름철 고온기인 6~8월에 활엽수 고사목에서 자실체를 형성하는 백색 목재 부후균이다(Hongo 1989; Phillips 1991; Breitenbach 등 1986). 옛날부터 불로

초버섯은 야리적 효능이 우수한 것으로 알려져 자생버섯을 채취하여 한방재료로 사용되어져 왔다. 1980년 초에 인공재배법이 개발된 이래 농가의 소득작목으로 부각되어 재배면적이 계속 증가하여 왔다(농림수산부, 1995). 그러나 1990년초 경기도 강화지역에서 처음으로 발생되었으며, 현재는 불로초버섯을 오래 재배한 지역에서는 거의 전국적으로 발생되고 있어 그 피해가 점점 커지고 있다. 불로초버섯 재배에 이용되는 원목은 참나무로서 1~2월 경에 불로초균을 접종하여 약 3~4개월간 균사를 배양한 다음 5월경에 재배사의 토양에 매몰하여 6월 중순과 8월 중순에 걸쳐 2회 수확하는 농가소득작목

*Corresponding author

이었으나 노랑썩음병으로 인하여 상당한 손실을 초래하였다. 이 병원균은 재배원목에 노랑얼룩무늬를 형성하며 불로초 버섯의 균사를 사멸시켜 자실체가 발생되지 않는 특징을 갖고 있다. 따라서 본 연구에서 불로초버섯 노랑썩음병의 실태를 조사하고 병원균을 분리동정 하였으며, 이들의 배양적, 생리적 특성과 병원성을 조사하여 병 방제의 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

병발생 조사 및 병원균 분리

1995년 1월부터 7월 사이 불로초버섯 주산단지인 철원, 강화, 문경, 홍성, 신탄진 등지에서 불로초버섯의 노랑음병 발생실태 조사를 하였다. 철원과 강화지역은 10년 이상 불로초버섯을 재배한 지역이며 문경, 홍성 지역은 비교적 재배년수가 짧은 지역이었다. 신탄진을 제외한 위의 4개지역에서 각각 5개 농가를 임의로 선정하여 외관상으로 나타난 병징, 즉 원목에 노랑얼룩무늬를 형성하고 불로초버섯의 자실체가 형성되지 못하거나 형성되었어도 죽은 경우를 이병주로 간주하여 발병율을 조사하였다. 병원균의 분리는 이병원목을 절단하여 내부에 형성된 병원균의 자낭각을 채취하여 1%의 NaOCl에 약 1분간 침지한 후 살균한 Petri dish로 옮겨 자낭각을 깨뜨리고 멀균수로 희석하여 포자농도를 약 $3 \times 10^{-1}/ml$ 농도로 조절하였다. 이 혼탁액 0.2 ml를 물한천 배지에 도말하여 25°C 항온기에서 7일간 배양하고 해부현미경으로 알아된 포자를 확인한 다음 이들을 감자한천 배지에 배양하여 실험에 사용하였다.

접종원 조제 및 병원성 검정

불로초버섯 노랑썩음병을 일으키는 병원균에서 버섯균사에 강한 병원성을 보인 NIAST-001균주를 감자한천배지에 7일간 배양한 후, 참나무 텁밥배지의 수분합량을 65%로 조절한 다음 1000 ml 내열성 Plastic병에 넣어 121°C에서 90분간 살균하여 냉각시킨 배지에 접종하고 25°C에서 30일간 배양하여 접종원으로 사용하였다. 분리균의 병원성을 조사하기 위하여 감자한천 배지를 반으로 나누어 한 쪽편에 불로초 버섯 균사를 먼저 4일간 배양한 후

반대편에 노랑썩음병 병원균을 접종하여 7일 후 대치상태에서의 피해증상을 관찰하였다. 또한 참나무 원목($20 \times 20 \text{ cm}$)을 내열성플름에 써서 고압살균(121°C/90 min)하여 냉각시킨 후 불로초버섯 균사를 접종하여 25°C 항온기에서 45일 배양한 다음 톱밥배지에서 자란 병원균을 접종하여 90일 후 원목을 세로로 절단하여 내부에 나타난 병징을 육안으로 조사하였다. 노랑얼룩무늬가 형성되어있는 내부의 조직은 해부현미경($\times 50$)으로 다시 자낭각의 형성유무를 확인하였다. 불로초버섯 균사에 대한 병원성을 조사하기 위하여 1000 ml 내열성 Plastic병에 참나무 텁밥(수분 65%)을 넣고 살균(121°C/90 min)한 다음 불로초버섯 균사체를 접종하여 25°C에서 30일간 배양한 후 병원균을 접종하고 3와 6주 후에 버섯 균사 용해 정도를 조사하였다.

또한, 삼각 플라스크 내에서 위와 같은 방법으로 20일간 배양된 불로초버섯 균사체의 primordia를 형성시킨 다음 병원균을 접종하여 4주 후에 병원성을 관찰하였다. 한편 병원균이 분비한 물질에 의한 불로초버섯 균의 생장억제 효과를 조사하기 위하여 감자한천배지(PDA)위에 살균된 셀로판지(직경 9 cm)를 덮고 병원균의 절편(직경 4 mm)을 가운데에 접종한 후 25°C 항온기에서 5일 배양한 다음 셀로판지와 그 위에 자란 병원균사체를 제거하고 다시 그 자리에 불로초버섯 균사체를 접종하여 균사생장 억제 정도를 조사하였다(Dennis와 webster 1971).

병원균의 형태적 특성 조사

배양온도에 따른 병원균의 균사생장을 조사하기 위하여 감자한천 배지를 petri dish에 20 ml씩 분주한 후 병원균의 절편(지름 4 mm)을 접종하여 5, 15, 20, 25, 30, 35, 40°C에서 4일간 배양하여 균사생장을 조사하였다. 병원균의 형태적 특성 관찰은 Scanning Electronic Microscope(SEM)을 이용하였다. SEM 시료 제작을 위하여 Sabouraud Dextrose Agar(SDA)상에서 3일간 자란 균사와 25°C에서 10일간 배양하여 형성된 자낭각 및 자낭포자를 이용하였다. 병원균이 자란 배지를 $5 \times 5 \text{ mm}$ 로 잘라내어 1% glutaraldehyde-용액에 담가 4°C에서 12시간 정도 처리 후 중류수로 2~3회 세

척하고 2% osmic acid를 넣고 90분간 4°C에 저장하여 다시 증류수로 2~3회 세척하여 고정시켰다 (Stackpole과 Mizell 1968). 탈수하기 위하여 50%, 75%, 90%, 95%, 100% ethanol에 각각 40분간 처리한 후 amyłacetate로 실온에서 40분간 2번 치환하여 Hitachi HCP-2 crytical point dryer로 전조시키고 Eiko IB-3 ion coater로 gold coating 후 전자 현미경(Hitachi S-570)으로 20 kv에서 관찰하였다. 병원균의 최적배지를 조사하기 위하여 Mushroom complete agar(MCA), Oatmeal agar(OMA), Sabouraud dextrose agar(SDA), Potato dextrose agar(PDA), Malt extract agar(MEA), Ganoderma complete agar(GCA), Yeast extract agar(YEA) 배지에 병원균의 절편(지름 4 mm)을 접종하여 5일 배양하여 균사생장을 조사하였다(Table 1).

결 과

병징 및 병 발생 조사

강화 지역에서는 이병원목율이 94%로 가장 높았으며, 철원 지역도 61%이었으며, 문경, 홍성, 신탄진 등에서는 본 병해의 발생이 없었다. 이들 대부분 농가에서는 1~2월경 불로초버섯 균사를 참나무 원목에 접종하여 3~4개월간 배양한 다음 5월 경에 재배사의 토양에 매몰하여 자실체를 생산하는 재배방

법을 이용하고 있었다. 그리고 철원과 강화지역은 재배 년수가 3년에서 15년 정도였고 수년동안 연작을 한 지역인 반면 문경, 홍성 지역은 최근에 재배를 시작한 지역이었다. 신탄진지역은 비교적 오래동안 불로초버섯을 재배하였으나 재배방법을 달리 하였기 때문에 발병이 전혀되지 않았다(Table 2). 조사 지역의 재배원목은 토양에 매몰한 후 1~3년 경과되었는데 이병지역의 1년차 원목에서는 불로초버섯을 수확 할 수 있었지만, 2년차 원목에서는 버섯균의 primordia가 잘 형성되지 않고 수량이 급격하게 감소되었으며, 3년차에는 거의 수확을 하지 못하였다. 또한 심하게 이병된 원목에서는 불로초버섯의 자실체가 전혀 생산 되지 못하였으며 자실체가 형성된 경우라도 품질이 매우 불량하였다(Fig. 1-A). 피해

Table 2. The incidence of yellow rot disease on *Ganoderma lucidum* at five major cultivation areas

Location	Area (m ²)	Age of bed-log (year)	Infected bedlog (%)	Yield (g/m ²)	Cultiv- ation year
Chulwon	1,574	2	61	60	3~10
Kanghwa	858	3	94	20	3~15
Moonkyung	2,112	1~3	0	670	1~3
Hongsung	1,617	1~3	0	670	1~5
Shintanjin	330	1	0	600	3~10

*Disease survey was conducted from January to July of 1995.

Table 1. Growth media compositions of the fungus causing yellow rot of *Ganoderma lucidum*

Medium ingredients	Media (g/l)*						
	MCA	YEA	SDA	MEA	GCA	PDA	OMA
Dextrose	20	4.0	40	20	30		
MgSO ₄ 7H ₂ O	0.5				0.5		
KH ₂ PO ₄	0.46				0.46		
K ₂ HPO ₄	1.0				1.0		
Yeast extract	2.0	4.0				10	
Malt extract			10		20		
Peptone				10	1.0		
Sucrose						20	
Casamino acid						5.0	
PDA(Difco)							39
Oatmeal							60
Agar	20	20	20	20	20		12.5

*MCA; Mushroom complete agar, PDA; Potato dextrose agar, MEA; Malt extract agar, YEA; Yeast extract agar, SDA; Sabouraud dextrose agar, GCA; *Ganoderma* complete agar, OMA; Oatmeal agar.

원목은 감염 초기에는 원목내부에 연한 노랑 얼룩무늬를 형성하면서 영지버섯균사와 대치된 부분에서 갈색의 띠를 형성하였는데, 병이 많이 진전된 경우에는 원목의 내부 전체가 약간 푸르스름한 색깔을 띠었다(Fig. 1-B). 이병 원목의 조직사이에는 병원균의 자낭각이 다양으로 형성되어 있었다(Fig. 1-C). 이병원목의 무게를 전전원목과 비교할 때 매우 가벼웠으며 원목외피의 벗겨짐이 현격하였다.

병원성 검정

갑자한천 배지위에 영지버섯균과 병원균을 대치 배양한 결과 양쪽 균사가 대치된 부분에서는 갈색 띠를 형성하여 노란 색소가 형성되었고 버섯균의 균사가 심하게 용해되었다(Fig. 2-A). 또한 삼각 플라스크 내에 형성된 불로초버섯의 primordia에 병원균을 접종한 결과 4주 후에 완전히 용해되었다(Fig. 2-C). 플라스틱병에서 자란 버섯균사에 병원균을 접종한 결과 3주 후에 병징이 나타나기 시작하였으며(Fig. 2-B, left bottle) 6주 후에는 영지버섯균사를 완전히 용해시켰다(Fig. 2-B, center bot-

tle). 셀로판지 위에 병원균을 배양한 후 이를 제거하고 여기에 다시 불로초균사를 접종하였을 때 버섯균사는 전혀 생장하지 못하였다(Fig. 2-D).

병원균의 동정

병원균의 자낭포자를 단포자 분리하여 배양한 결과 배양기의 표면과 이면 모두 노란색으로 변하였 다(Fig. 1-D). 병원균은 OMA(Oatmeal agar)에서 균사생장이 가장 빨랐으며, 그 다음은 MEA(Malt extract agar)와 YEA(Yeast extract agar)배양기 순이었다. 그러나 공시 배양기 중 유성세대 형성은 SDA에서 가장 잘 형성되었다(Table 3). 배양기상에서 균사의 초기 생장시에는 색소를 분비하지 않으나 3~5일이 지나면 노란색소를 분비하는 특징이 있다. 병원균의 생육 적온은 25~30°C였으며 5°C 이하와 40°C 이상에서는 자라지 못하였다(Table 4). 주사현미경(SEM)으로 균사의 형태를 관찰한 결과 Fig. 3-A에서와 같이 균사는 분절로 이루어 졌으며 분절된 균사체는 포자로 형성되었다(Fig. 3-B). 포자는 특징적으로 길이보다 폭이 더 컸는데 크

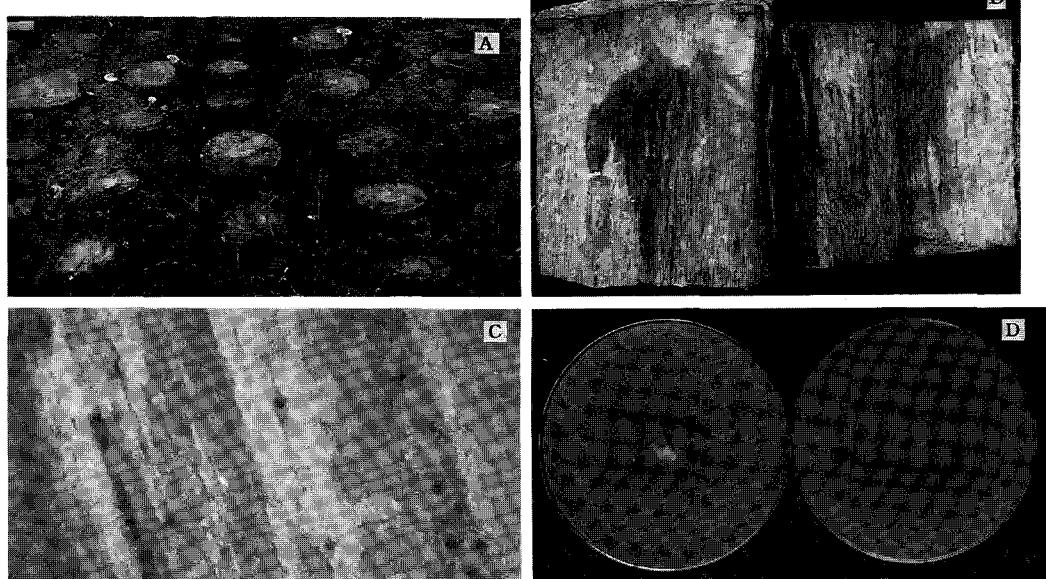


Fig. 1. Symptom of yellow rot of *Ganoderma lucidum* caused by a soilborne fungus: A; a heavily infected field, fruiting bodies were not produced on heavily infected bed-log, B; inner symptom of a bed-log, a distinctive brown border line was formed in between, C; abundant ascocarps of the causal fungus were formed in the bed-log ($\times 50$), D; the causal fungus causing yellow rot on *G. lucidum*.

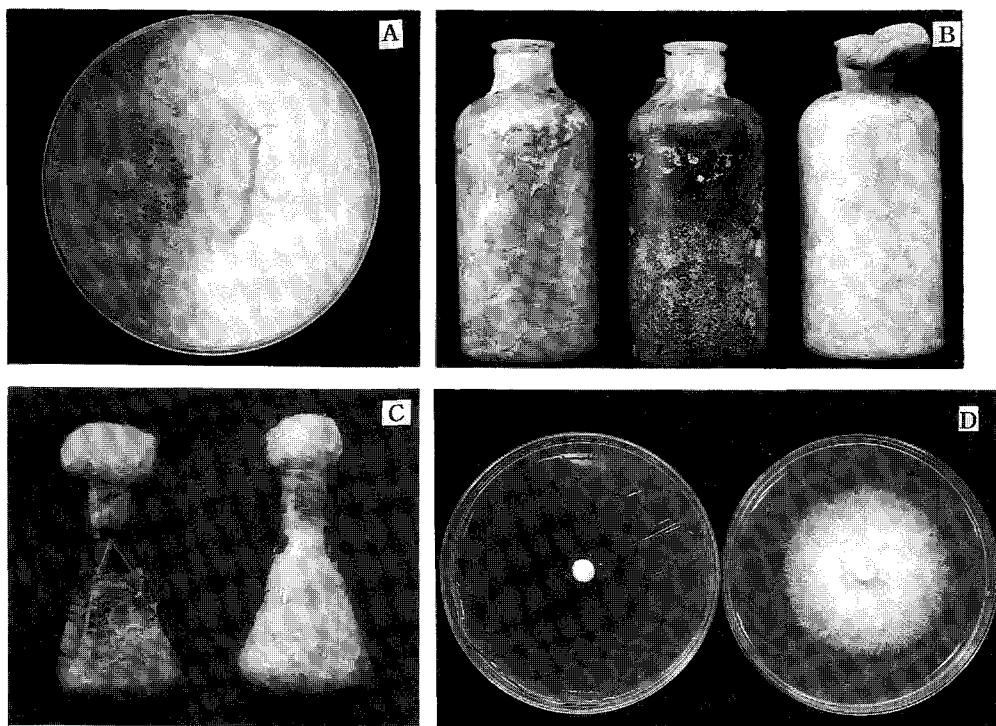


Fig. 2. Pathogenicity of the causal fungus of the yellow rot of *Ganoderma lucidum*: A; dual culture of *G. lucidum* (right) and the pathogen (left), B; progress of the disease after inoculation(left; 3 weeks, center; 6 weeks, right; control), C; primordia of *G. lucidum* was lysed by the pathogen (left), D; inhibition of mycelial growth of *G. lucidum* by non-volatile components secreted by the pathogen.

Table 3. Mycelial growth of the fungus causing yellow rot of *Ganoderma lucidum*

Media	Mycelial growth (mm/day)
Mushroom complete agar(MCA)	6
Oatmeal agar(OMA)	10
Sabouraud dextrose agar(SDA)	6
Potato dextrose agar(PDA)	8
Malt extract agar(MEA)	9
Ganoderma complete agar(GCA)	7
Yeast extract agar(YEA)	9

Table 4. Effect of temperatures on the growth of the fungus causing yellow rot of *Ganoderma lucidum*

	Temperature (°C)						
	5	15	20	25	30	35	40
Mycelial growth (mm/day)	0	1.0	8.7	14.5	14.5	5.3	0

기는 $1.5\sim2.7\times2.0\sim3.6\text{ }\mu\text{m}$ 였으며 분지되지 않고 연속적으로 형성되는 것으로 보아 *Arthrographis*로 분류, 동정되었다. 이 병원균의 완전세대인 자낭 각은 검은 색깔을 띠는 폐쇄자낭각 이었으며 크기는 $68\sim128\times68\sim132\text{ }\mu\text{m}$ 였다(Fig. 3-C). 한개의 자낭각안에는 수없이 많은 단세포로된 타원형의 자낭이 형성되어 있으며, 자낭포자의 크기는 $2.8\sim3.6\times2.8\sim3.8\text{ }\mu\text{m}$ (평균 $3.2\times3.3\text{ }\mu\text{m}$)였다(Fig. 3-D). 불로초버섯 노랑썩음병을 일으키는 병원균 NIAST-001은 분생자경이 분지되지 않은 채 분절 포자인 *Arthroconidia*를 형성하였으므로 *Arthrographis*속 균에 속하며(Table 5), 현재 이들 *Arthrographis*속은 *A. cuboidea*, *A. kalrea* 그리고 *A. lignicola* 등 3종이 보고되어 있다(Table 6). 불로초버섯에 발생되는 본 병원균은 지금까지 보고된 균들과 배양적, 형태적 특성은 완전히 일치하지 않으나 분절포자의 크기나 색소, 균총 형태 등이 *A.*

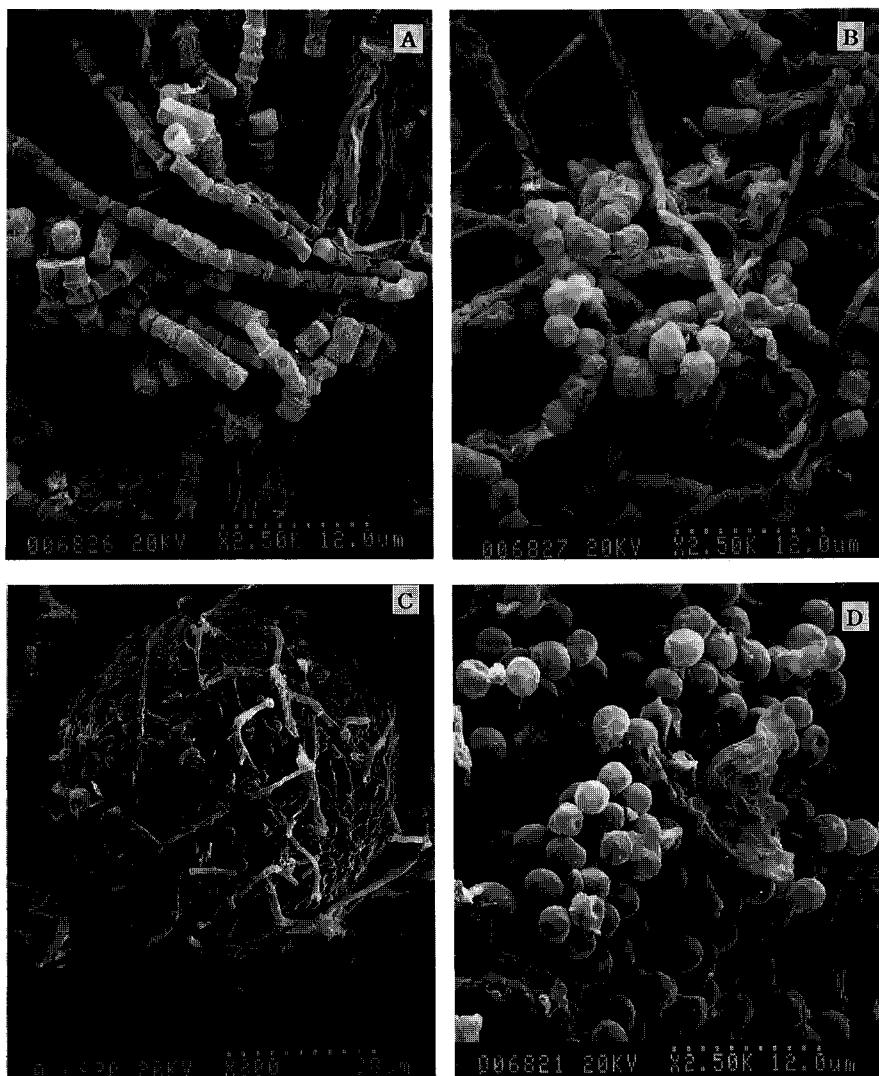


Fig. 3. Scanning electron microscopy (SEM) of the causal fungus of yellow rot of *Ganoderma lucidum*: A; mycelia and arthroconidia of the yellow rot pathogen ($\times 2,500$), B; spores of the pathogen in the arthroconidia, C; ascocarp of the yellow rot pathogen ($\times 800$), D; ascospores of the yellow rot pathogen ($\times 2,500$).

Table 5. Comparision of mycological characters of Moniliaceae fungi with the yellow rot causing fungus on *Ganoderma lucidum*

Character	Genus of Moniliaceae (Arthroconidia)			
	NIAST-001	<i>Arthrographis</i>	<i>Geotrichum</i>	<i>Oidiodendron</i>
Arthroconidia	yes	yes	yes	yes
Pigment	yellow	yellow to pink	yellow	dark brown or oliver green
Conidiophore branching	no	no	yes	yes or no
Growth on common media	fast	fast	slow	slow

*cuboidea*와 가장 유사하여 불로초버섯 노랑썩음 병원균을 *A. cuboidea*로 동정하였다. 이 균의 완전 세대의 종명은 아직 명명되지 않았으며 속명은 *Pithoascus*로 밝혀져 있다(Sigler와 Carmichael 1983).

고 칠

이 병원균은 불로초버섯을 대규모로 재배하는 강화지역에서 1990년 경에 처음으로 발생되었는데 원목을 노랗게 썩히므로 농가에서는 노랑곰팡이병이라고 불렀으며, 현재에는 강화와 철원지역 뿐 아니라 불로초버섯을 오래 재배한 지역에서는 거의 발생하고 있고 그 피해 면적이 점점 확산되고 있다. 불로초버섯 재배년수가 오래된 지역과 연작지에서 발병이 심하고 신규 재배지역에서는 병의 피해가 없는 것을 볼 때(Table 2) 토양 중에서 서식하는 병원균의 밀도와 병 발생과는 밀접한 상관이 있는 것으로 생각된다. 재배원목을 토양에 매몰하기 전에 재배지 토양의 병원균 존재여부나 밀도를 측정할 수 있는 기술 개발이 시급히 요구되고 있다.

신탄진 지역은 병이 발생한 지역과는 다른 재배 방법으로서 참나무 원목을 내열성 필름에 싸서 솜으로 마개를 한 후 상암에서 스텀으로 살균한 후 불로초버섯 균사를 접종하여 25°C에서 45~50일간 배양한 다음 비닐을 벗기지 않고 버섯발생 부위만 비닐에 구멍을 뚫어 재배사에서 불로초버섯을 발생시키는 비닐포트 재배를 하였으므로 병 발생이 나타나지 않은 것으로 생각된다.

불로초버섯 노랑썩음병을 일으키는 병원균은 일

반 배양기상에서 비교적 빨리 자라면서 노란 색소를 분비하고 분생자경이 분지되지 않은 채 분절포자인 arthroconidia를 형성하기 때문에 *Arthrogramphus*속으로 분류하였다(Table 5). *Arthrogramphus*는 학자에 따라 *Geotrichum*과 *Oospora* 속과 *Oidiodendron* 속으로 구별없이 사용하여 왔으나, 최근 Sigler 등은 분류상의 새로운 조합을 제시하여 *Arthrogramphus*속을 만들었다(Sigler와 Carmichael 1983). 이 병원균은 자작나무, 소나무, 미국솔송나무, 전나무, 참나무 등의 심재부나 변재부에 pink색 얼룩을 일으키며 셀룰로스 분해력이 강하다고 보고되어 있다(Sigler와 Carmichael 1976). 현재 *Arthrogramphus*속에는 *A. cuboidea*와 *A. kalrae* 그리고 *A. lignicola* 등 3종이 보고되어 있다(Table 6). Arthroconidia를 형성하는 균들 중 버섯에 병을 일으키는 병원균으로는 맷버섯의 톱밥재배시 병을 일으키는 *Sporendonema purpurascens*(Bond)가 일본에서 보고되었으며(小松光雄 1969), *Arthrogramphus*속균은 토양에 서식하는 곰팡이로서 목재 부후균으로 알려져 있으며 일본에서는 표고꼴목에 병을 일으킨다고 보고하고 있다(Uchida 등, 1993). 재배원목에 대한 불로초버섯 노랑썩음 병원균의 감염경로는 토양으로부터 감염되는 것으로 생각된다(Fig. 1-B). 불로초버섯의 사멸원인은 병원균이 분비하는 물질에 의해 불로초균사가 용해되는 것으로 생각되며, 노란색소를 분비하는 것에 관해서는 앞으로 연구가 더 진행되어야 할 것으로 판단된다(Fig. 2-A, B). *Arthrogramphus* 속은 불로초버섯 재배기간 중 토양으로부터 재배원목에 침입하여 버섯균을 파괴시키는 병해로서 국내

Table 6. Comparisons of mycological characters of the yellow rot causing fungus of *Ganoderma lucidum* with *Arthrogramphus* species

Character	NIAST-001	<i>A. cuboidea</i>	<i>A. kalrae</i>	<i>A. lignicola</i>
Optimum temperature (°C)	25~30	25	25	25
Colony color	Pale yellow to yellow	Tan yellow to pale yellow	Pale yellow to tan-yellow	Yellow to yellow-green
Colony reverse color	Yellow	Yellow to dark blue	Tan-yellow	Yellow to brown
Colony texture	Flocculent, powdery	Flocculent, powdery	Velvety dome-shaped	Velvety, flat
Size of arthroconidia (μm)	1.5~2.7 \times 2.0~3.6	1.5~2.5 \times 2.0~3.5	1.5~2.0 \times 2.5~4.5	2.5~3.0 \times 2.0~4.0

는 물론 외국에도 이전에 기록된 바가 없다. 현재까지 불로초버섯 노랑썩음병 방제를 위하여 재배원목이 토양과 직접 접촉되지 않도록 개량 풋트재배법을 이용하는 동시에 병원균의 밀도를 낮추기 위해 담수나 윤작 등 재배적 방제법과 약제를 이용한 화학적 방제 등 종합적인 방제체계가 앞으로 연구되어야 할 것으로 생각된다.

적  요

1990년을 전후하여 불로초버섯 재배원목에 노랑 얼룩무늬를 형성하며 버섯균을 심하게 썩히는 토양 전염성 곰팡이에 의한 병이 발생되었다. 불로초버섯 재배 기간이 10년 이상인 철원과 강화 지역의 발병율은 각각 61%와 94%로 매우 높았으며 재배 년수가 비교적 짧은 문경과 홍성에서는 아직 병 발생이 없었다. 피해원목을 절개하여보면 감염 초기에는 원목내부에 연한 노랑 얼룩무늬를 형성하면서 영지버섯균사와 대치된 부분에서 갈색의 띠를 형성하였는데, 병이 많이 진전된 경우에는 원목의 내부 전체가 약간 푸르스름한 색깔을 띠면서 병원균의 자낭각이 다량으로 형성되어 있었다. 심하게 이병된 원목에서는 불로초버섯의 자실체가 전혀 생산되지 못하였으며 자실체가 형성된 경우라도 매우 불량하고 거의 죽어있었다. 단포자로 분리에 의해 배양된 병원균은 배양기상에서나 재배원목에서 불로초버섯 균사체를 심하게 용해시키는 강한 병원성을 나타내었으며, 병원균이 분비한 항균물질에 의하여 불로초버섯 균사체는 전혀 생장하지 못하였다. 본 병원균은 *Arthographis cuboidea*로 동정되었는데 이들은 일반 배양기에서 비교적 빠르게 자라며 노란 색소를 형성하고 무성세대인 분절포자를 형성하였으며 포자낭 병은 분지되지 않고 연속적으로 포자를 형성하였다. 무성포자의 폭이 길이보다 넓은 특징을 가지고 있었다. *A. cuboidea*에 의한 불로초버섯 노랑썩음병

에 대한 병원성 및 분류 동정한 결과를 보고하고자 합니다.

참고문헌

- 차동열, 유창현, 김광포. 1989. 최신버섯재배기술. p. 58-61, p.382-403, 상록사.
- 김양섭, 박중수, 박용환, 차동열, 유창현, 정환체, 김한경, 이순형. 1987. 한국산버섯류 원색도감. p.240-241, 농촌진흥청.
- 농림수산부, 1995. 94년도 특용작물 생산실적, p. 63, 농림수산부 출판.
- 小松光雄. 1969. 맷버섯재배지에서 분리된 수종의 불완전균. 菌研究報 7: 78-98.
- Hongo, T. 1989. 원색일본신균류도감(II). p.175-176, Hoikusha.
- Phillips, R. 1991. Mushroom of North America. p.263-265. Little Brown.
- Breitenbach, J. and Kranzlin, F. 1986. Fungi of Switzerland. *Mykologia*. 2: 332.
- Sigler, L. and Carmichael, J. W. 1976. Taxonomy of *Malbranchea* and some other Hypocreomycetes with arthroconidia. *Mycotaxon* 4(2): 349-488.
- Sigler, L. and Carmichael, J. W. 1983. Redisposition of some referred to *Oidium microspermum* and a review of *Arthographis*. *Mycotaxon* 18: 495-507.
- Stackpole, C. W. and Mizell, M. 1968. Electron microscopic observations on Herpes type virus related structures in the frog renal adenocarcinoma. *Virology*. 36: 63-72.
- Dennis, C. and Webster, J. 1971. Antagonistic properties of species groups *Trichoderma* I. production of non-volatile antibiotics. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 57: 25-39.
- Uchida, Y., Kuida, K. Uchiyama, S. and Udagawa, S. 1993. *Arthographis cuboidea* isolated as a causal fungus from diseased wood logs for cultivation of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *Mycol. Soc. Japan.* 34: 275-281.