

## 5. 표고골목을 가해하는 주홍꼬리버섯의 발생생태 및 방제

이봉훈

국립산림과학원 버섯연구실

중요한 임산부산물 중 하나인 표고(*Lentinula edodes*)는 미네랄과 비타민 D 등을 많이 함유하고 있는 식품이며, 약리작용으로서 풍이나 빈혈 치료, 콜레스테롤 저하, 간경화, 고혈압, 구루병, 소아홍역 등 많은 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 표고의 생산량은 2003년 현재 건표고 1,937톤, 생표고 22,374톤이고 생산액은 각각 525억원과 1,837억원으로 매년 증가 추세에 있다. 그리고 생산의 대부분은 원목재배를 통해 이루어지고 있다. 임업산물로서 표고의 가치가 결코 작지 않음에도 불구하고 우리나라의 표고관련 연구는 품종개발이나 각 품종에 알맞은 환경조절 등에 초점이 맞추어졌을 뿐 생산성 향상에 영향을 미치는 또 다른 요인인 해균 문제를 해결하는데 있어서는 미흡했다. 최근에 들어서는 재배규모도 확대되었을 뿐만 아니라 기상이 급격히 악화되는 경우도 많은 등 여러 가지 변화에 골목이 취약한 상태로 노출되고 있다. 실제로 1997년 충남 공주군 유구지역 및 1999년 충북 영동지역에서 주홍꼬리버섯(*Diatrype stigma*)이 대규모로 발생하여 심각한 피해를 초래하였으며, 이를 계기로 많은 재배자가 해균에 대한 경각심을 갖게 되었고, 또한 해균 연구에 대한 관심을 불러일으키는 시발점이 되었다.

현재 세계적으로 알려진 약 60여종의 표고해균 중 대표적인 해균에 포함되는 주홍꼬리버섯은 우리나라에서 크게 확산될 수 있는 좋은 조건을 가지고 있다. 참나무류(*Quercus* spp.)를 포함해서 17종의 기주를 가지는 주홍꼬리버섯은 참나무종류 중에서도 주로 상수리나무에 발생하는데, 문제는 상수리나무가 좋은 품질의 표고를 생산할 수 있는 것으로 알려진 수종인데다가 전국적으로 재배에 사용되고 있다는 점 때문이다. 또한 건조한 조건에서 발생이 늘어나는 주홍꼬리버섯의 특성을 고려해 볼 때, 상당히 낮은 우리나라의 봄철 상대습도는 이 해균의 확산에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다. 이와 더불어 주홍꼬리버섯 발생이 문제가 되는 또 다른 이유는 주홍꼬리버섯의 완전세대 형성으로 인한 골목의 외수피 이탈과 동시에 침입하는, 표고균 살상력이 높은 푸른곰팡이류(*Trichoderma* spp.) 같은 다른 해균들의 존재 때문이기도 하다.

*Trichoderma*속 균 중 흑부병균으로 알려진 *Trichoderma harzianum*은 이미 1970년대 일본의 규슈지방에 큰 피해를 입힌 전력이 있는 해균으로서, 비록 *T. harzianum*이 주홍꼬리버섯으로 인한 수피이탈 부위에서 발견되었다는 보고는 아직 국내에 없지만 충분한 가능성은 있다고 생각된다. 그 이유는 제주도를 비롯한 우리나라 남부지방이 규슈지방과 비슷한 위도에 위치하고 있으며, 기후 조건도 크게 다르지 않다는 점 때문이다. 또한 알려진 많은 표고 골목 해균들이 같은 골목에서 여

러 종이 함께 발견되기도 하고 각자의 좋은 환경조건에 따라 확산의 정도가 차이가 발생하는데, 이러한 여러 상황들을 고려해 볼 때 *Trichoderma* spp. 뿐만 아니라 국내에서 적잖게 피해를 입히고 있는 검은혹버섯(*Hypoxylon truncatum*)과 같은 다른 해균의 발생도 늘 생각해야만 한다. 하지만 이런 여러 가지 특수성을 가지고 있는 ‘골목에서 주홍꼬리버섯이 어떻게 변화되어 가는지, 또는 주홍꼬리버섯 피해골목에서 다른 해균들의 발생이 어떤 양상을 보이는 지 등에 관한 연구가 국내에서는 전혀 진행되지 못했으며, 더불어 방제를 위한 접근도 부족할 수밖에 없었다. 따라서, 본 연구에서는 주홍꼬리버섯의 형태적, 생리적, 생태적 특성 및 2차해균 조사를 하고 주홍꼬리버섯의 방제를 위해 저항성 표고균주를 이용하거나 식물추출물 또는 살균제의 이용 가능성을 탐색하고자 실험을 실시하여 그 결과는 다음과 같다.

불완전세대의 특징으로서 포자는 투명하고, 낫모양 또는 약간 구부러진 모양이고 크기는  $1\sim 1.5\times 12.5\sim 17.5\ \mu\text{m}$ 이며, 병자각이 수피 밑에 형성되어 있다. 완전세대인 자낭각의 크기는  $150\sim 200\times 450\sim 500\ \mu\text{m}$ , 공구는  $30\sim 40\ \mu\text{m}$  크기에 3~4개의 홈이 파여져 있다. 8개 포자를 가지고 있는 자낭의 크기는  $5\sim 6\times 30\sim 40\ \mu\text{m}$ , 자낭포자는 투명~연한 갈색을 띠고  $1.5\sim 2\times 5\sim 7.5\ \mu\text{m}$  크기였으며, 대부분 2개의 유적을 가지고 있었다. 군사생장온도범위는  $5\sim 35\ ^\circ\text{C}$ 였고 최적온도는  $25\ ^\circ\text{C}$ 였다. 또한 pH 5.0~8.5에서 생장이 좋았고 PSA, MA, OA, PA, MEA 배지가 군사생장에 적당한 배지로 확인되었다.

1999년 12월부터 2001년 8월까지 주홍꼬리버섯 완전세대 형성 이후의 변화와 2차적으로 침입하는 다른 오염 해균을 조사한 결과, 주홍꼬리버섯 자좌의 표면색은 12개월 후 모두 적갈색에서 흑갈색으로 변화하였다. 공구는 시간이 경과함에 따라 완전세대형성 초기보다 크기가 작아지고 단위면적당 개수가 적어지다가 20개월 후에는 대부분의 시험골목에서 사라졌다. 자낭각과 자낭포자도 자좌 표면의 색 변화와 공구의 유무에 의해 반드시 영향을 받는 것은 아니었지만, 종균집중 이듬해 4월부터 서서히 없어지다가 20개월 후에는 시험골목 중 10% 정도에서만 포자를 갖는 자낭각이 발견되었다.

주홍꼬리버섯에 오염된 표고골목에 2차적으로 발생하는 다른 종류의 해균 조사 결과, 검은혹버섯, *Nodulisporium* sp., 치마버섯, *Trichoderma* spp. 등이 주홍꼬리버섯 자좌 위에서 발견되었고 *Penicillium* sp.은 주홍꼬리버섯 포자퇴 위에서 발견되었다. 이밖에 *Hypoxylon howeianum*과 *Enteridium lycoperdon*, *Fuligo* sp., *Physaurum umbiliciferum*, *Stemonitis fusca* 등 4종의 점균류가 관찰되었다. 또한, 종균집중 이듬해 4월부터 일부 골목에서 주홍꼬리버섯의 불완전세대(*Libertella* sp.)가 다시 발생하였다.

저항성 표고균주 선발 시험에서, 사용된 77개 균주 중 67개 균주가 저항력을 가지는 것으로 확인되었다. 이들 67개 균주 중 FRI 5를 포함한 13개 균주가 주홍꼬리버섯균의 접근을 막는데 가장 큰 영향을 미쳤고 FRI 180을 포함한 7개 균주가 주홍꼬리버섯의 영역으로 가장 많이 침범했다. 교잡을 통해 만든 31개 균주 중

FRI 537을 포함한 8개 균주가 주홍꼬리버섯균의 접근을 막는데 가장 큰 영향을 미쳤고 FRI 545를 포함한 4개 균주가 주홍꼬리버섯의 영역으로 가장 많이 침범했다.

온도와 접종순서의 변화에 따른 각 균주의 저항력 차이를 확인하기 위해 PDA 평판배지와 상수리나무톱밥을 넣은 시험관배지를 사용했다. 온도는 ① 14 °C에서 지속배양하는 방법, ② 25 °C에서 지속배양하는 방법, ③ 14 °C에서 배양하다가 두 균이 서로 붙을 때 25 °C로 옮겨서 배양하는 방법, ④ 25 °C에서 배양하다가 두 균이 서로 붙을 때 14 °C로 옮겨서 배양하는 방법 등 4가지 변화를 주었다. 그리고 접종순서는 ① 표고균 접종 3일 후 주홍꼬리버섯균을 접종하는 방법, ② 주홍꼬리버섯균 접종 3일 후 표고균을 접종하는 방법, ③ 두 균을 동시에 접종하는 방법 등 3가지 변화를 주었다.

PDA 평판배지 시험결과, 대부분의 처리구에서 FRI 137은 주홍꼬리버섯에 대해 뛰어난 접근 억제력을 보였고 FRI 180은 뛰어난 침범력을 보였다. 교잡균인 FRI 545, 546, 547은 모균주들인 FRI 488과 405에 비해 높은 저항력을 보였다. 시험관배지 시험결과, 표고균과 주홍꼬리버섯균이 대치를 하는 시점부터 25 °C에 두었을 때 모든 균주가 높은 저항력을 나타냈다. FRI 393은 25 °C에서 지속 배양할 때 다른 균주에 비해 높은 저항력을 나타냈다. 또한 모든 균주들에서, 25 °C 배양 후 두 균이 대치를 할 시기에 14 °C로 옮겨 배양한 처리구는 다른 처리구들에 비해 낮은 저항력을 보였다. 이때의 저항력 정도는 각 균주 최고치의 7-20 %에 불과했다. 또한 FRI 259는 PDA 평판배지에서와 달리, 주홍꼬리버섯의 영역을 침범했다.

식물추출물 선발시험결과, 목초액 3.5 %에서 균사생장이 완전히 억제되었고 2.5 %에서 자낭포자의 발아가 관찰되지 않았다. 그리고 잣나무추출물 200 ppm과 후추열매추출물 1,000 ppm에서 각각 98.9 %와 95.9 %의 자낭포자 발아억제율을 보였다.

살균제 선발시험 결과, 베노밀수화제, 가벤다수화제, 판마시수화제 등의 최소억제농도(MIC)는 0~0.4  $\mu\text{g a.i./ml}$ 였다. 푸르젠유제는 0.08  $\mu\text{g/ml}$  농도에서 자낭포자 발아를 98.9% 억제했다. 살균제에 의한 표고균사생장억제율 조사 결과, 저온성, 중온성, 고온성균주 간에 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 베노밀수화제, 가벤다수화제, 판마시수화제, 톱네이트-엠수화제 등은 높은 농도에서도 비교적 낮은 억제율을 보였으나, 실바코수화제는 0.4  $\mu\text{g a.i./ml}$  농도에서도 80% 이상의 억제율을 보여 표고균에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

친환경물질과 살균제를 골목에 살포한 결과 목초액 15 %가 포자퇴형성 전 처리에서 72.7 %의 방제가를 보였고 포자퇴형성 후 처리에서 목초액 7 %와 톱네이트-엠수화제 1,000ppm가 각각 58.1 %와 52.3%의 방제가를 보였다.

E-mail: bonghun90@naver.com