

# 목재부후균류 (담자균 민주름버섯목) 의 분류학적 고찰

서울대학교 자연과학대학 미생물학과  
정 학 성

## 1. 서 론

목재부후균류는 목재를 분해하여 영양을 얻는 균류들을 총칭하여 일컫는 말로서 고등균류 전반에 걸쳐 널리 분포되어 있다. 담자균류(Basidiomycetes) 중에서는 민주름버섯목(Aphyllphorales)에 속하는 종류들이 거의 예외없이 목재부후균류에 속하며, 주름버섯목(Agaricales)은 나무나 목재에 서식하는 종류들이 이에 속한다. 자낭균류(Ascomycetes) 중에서는 주로 콩고투리버섯목(Sphaeriaceae)에 속하는 종류들이 활발하게 목재를 부식시킨다. 그외 cellulose나 wood cell wall을 분해시키는 종류들이 다수 있으나 목재를 부식시키는 능력은 결여되어 있다.

분류학적으로 볼 때 목재부후균류는 어느 일정 분류계급에도 속하지 않으며 단지 영양생활면에서 같은 생리적 특성을 지닌 종류들의 집단이라고 볼 수 있다. 이들 균류는 효소를 분비하여 wood cell wall의 주성분인 lignin-cellulose complex를 분해하고 균사를 침투시킴으로써 목재를 부식시킴으로써 생활방편상 결과적으로 숲속의 나무나 가공된 재목에 경제적인 피해를 준다. 미국의 경우 나무들이 입는 피해의 1/3이 목재부후균류들에 의하여 발생된다고 한다. 그러나 산림생태계의 측면에서 볼 때는 이들 균류는 분해자로서의 중요한 역할을 감당하고 있다. 광합성에 의하여 고정된 탄소화합물을 분해하여 자연으로 환원시키며(carbon recycling), 부후된 목재는 조직이 약화되어 스폰지 모양의 구조를 하고 있으므로 물을 흡수하고 함유하는 능력이 클 뿐만 아니라 지면의 유기물을 증가시켜 산림토양을 비옥하게 하며, 오래된 나무들을 병들게 하거나 죽게 하여 숲속에서 제거함으로써 묘목이나 어린 나무들이 성장할 수 있는 공간과 기

회를 주어 산림생태계 유지에 크게 이바지하고 있다.

## 2. 목재부후형에 의한 분류

목재부후는 곤충, 균류, 박테리아 및 물리적인 요인에 의하여 일어나며 그 중에서 담자균 민주름버섯류에 의한 부후현상이 널리 알려져 있다. 목재부후는 먼저 균이 산나무에 서식하는지 또는 죽은 나무에 서식하는지에 의하여 대별할 수 있다. 포자가 산나무의 상처를 통하여 내부로 침투하게 되면 나무의 심재(heartwood)를 부식하므로 심재부후(heart rot)를 일으키며, 죽은 나무에 침입한 포자는 균사가 자라나면서 나무의 수재(sapwood)를 부식하므로 수재부후(sap rot)를 일으킨다. 균사가 나무의 내면을 부식시키면서 수피표면으로 노출하게 되면 자실체를 형성하여 새로운 포자를 만들며 이들 포자는 바람을 타고 새환경에 도착하여 새생활을 시작하게 된다.

대표적인 심재부후균류에는 진흙버섯류(*Phellinus* spp.)를 예로 들 수 있다. 진흙버섯들이 자주 발견되는 숲은 이미 많은 나무들이 내면으로 병들어 가고 있음을 시사한다. 심재부후는 다시 나무의 부후위치에 따라 top rot와 root rot로 나눌 수 있으며 root rot의 경우에는 나무의 기부를 약화시켜 나무가 고사하거나 바람에 쓸어지기도 한다. 많은 종류의 균류들이 죽은 나무에 서식하므로 수재부후균류에 속하며 수재부후는 나무의 가지나 줄기를 부식시키는 slash rot과 가공된 재목을 부식시키는 products rot으로 나눌 수 있다. 그러나 산나무에 기생하여 살다가 나무가 죽으면 사생하면서 심재부후와 수재부후를 함께 일으키는 종류들도 있다. 잔나비겉상(*Ganoderma ap-*

*planatum* = *Elfvigia applanata*) 및 소나무잔나비버섯(*Fomitopsis pinicola*)을 그 예로 들 수 있다.

목재부후에 의한 보다 보편적인 분류는 균류의 목재분해효소의 작용방법에 따른 분류이다. 목재의 구성성분인 cellulose 만을 분해하는 종류는 갈색의 lignin 성분을 남겨두므로 갈색부후(brown rot)를 일으키며, cellulose와 lignin을 함께 또는 동시에 분해하여 목재의 색깔을 표백시키는 종류는 백색부후(white rot)를 일으킨다. 갈색부후와 백색부후는 목재의 부후형태에 따라 stringy rot, pocket rot 및 cubical rot으로 나누기도 한다. 갈색부후균류에는 소나무잔나비버섯, 조개버섯(*Gloeophyllum sepiarium*), 해변버섯(*Phaeolus schweinitzii*), 개떡버섯류(*Tyromyces* spp.) 등이 있으며, 백색부후균류에는 진흙버섯류, 잔나비결상, 일부 꽃구름버섯류(*Stereum* spp.), 그리고 대부분의 고약버섯류(*Corticium sensu lato*) 등이 있다. 특기할 것은 갈색부후균류들은 침엽수에 그리고 백색부후균류들은 활엽수에 흔히 분포하는 경향이 있다.

### 3. 형태특징에 의한 분류

#### (1) 자실체의 특징

목재부후 민주름버섯류는 외부형태나 내부형태에 있어서 그 모양이 매우 다양하다. 이들 균류는 전세계적으로 널리 분포하고 있으며 다양한 형태와 고도로 분화된 조직으로 인하여 많은 균학자들에 의하여 연구되어 왔다. 자실체의 형성과정을 보면 발생초기에는 기질(목재나 수피)의 표면에 부착하여 2차원적인 구조로 자라다가(resupinate, 背着狀), 종류에 따라서는 때가 되면 반전하거나(reflexed, 反轉狀) 또는 갓을 이루어(pileate, 菌帽狀) 3차원적인 구조를 이룬다. 배착상의 경우 자실층탁(hymenophore)은 평탄하거나, 돌기상, 톱니상, 구멍상, 또는 능선상을 이루며, 반전상이나 균모상의 경우 자실층탁은 평탄하거나, 치아상, 판공상, 불완전 판공상, 또는 주름상을 이룬다.

또한 자실체의 특징에 따라 균류를 나누면 배착상의 고약버섯류(corticoid fungi), 반전상의 꽃

구름버섯류(stereoid fungi), 균모상의 구멍장이버섯류(polyporoid fungi)로 분류할 수 있다. 그러나 이러한 분류는 어디까지나 인위적인 것으로 종류에 따라서는 자실체의 형성과정에서 두 가지 또는 세 가지의 형태를 끌고루 취하는 것들도 흔히 있다. 아물든 자실층탁은 포자형성과 방출을 위한 자실층(hymenium) 표면적의 증가와 구조의 분화에 비례하여 발달한 것으로 믿어진다.

자실체의 크기 또한 다양하여 돋보기로 자세히 관찰하여야만 확인할 수 있는 미세한 구조에서부터 거목의 줄기를 온통 덮다싶이 크게 또는 군집하여 자라는 종류도 있다. 자실체의 조직은 손가락이 닿기만 해도 쉽사리 부스러지는 박막상에서부터 막상, 납질, 혁질, 아교질, 연골질, 코르크질, 목질 등으로 구성되어 있다. 자실체의 색깔은 백색, 회색, 황색, 적색, 갈색계통이 많으며 단색보다는 주로 혼합된 색을 이루고 있으므로 색깔을 판독할 때 유의할 필요가 있다.

#### (2) 현미경적 특징

이들 민주름버섯류의 현미경적 구조도 매우 다양하며 형태적으로 유사한 종류들이 현미경적으로는 판이하게 다를 때가 많다. 또한 형태적으로 복잡한 종류가 현미경적으로는 매우 단순하며 형태적으로 단순한 종류가 현미경적으로는 매우 복잡한 경우를 흔히 볼 수 있다. 이러한 이유로 민주름버섯류를 형태만 가지고 판단하면 실수하기 쉬우며 반드시 현미경적 구조를 동시에 참조하여 동정할 필요가 있다.

##### 1) 포자의 특징

현미경적 구조 중에서 생식단위에 해당하는 포자(spore)는 균류의 동정에 매우 중요한 역할을 한다. 포자의 모양, 돌기, 크기, 색깔, 화학적 성질, 그리고 포자벽 구조들은 분류의 좋은 특징들이 된다. 포자의 모양은 구형, 난형, 또는 타원형이 주종을 이룬다. 그러나 구멍장이버섯류와 꽃구름버섯류에는 정타원형(예: *Stereum*)이나 소세지형의 포자들도 흔히 있다. 고약버섯류에는 타원방추형(예: *Botryobasidium*), 레몬형(예: *Aleurodiscus*), 돌기형(예: *Tomentella*)도 찾아 볼 수 있다.

포자의 크기는 길이 4~6  $\mu\text{m}$ 의 것이 보통이다. 그러나 직경 3  $\mu\text{m}$  미만의 소형포자도 간혹 있으

며, 반면에 길이  $9\mu\text{m}$  정도의 중형포자(예: *Botryobasidium*, *Hyphoderma*)와 그보다도 더 큰 대형포자(예: *Coniophora*, *Fomes*)도 흔히 찾아볼 수 있다. 포자의 색깔은 포자벽의 색소에 존재하는데 무색 또는 무색에 가까운 경우가 보통이다. 그러나 *Coniophora*의 포자는 전형적인 황갈색을 띠고 있다.

포자벽의 구조는 단막이 보통이나 이중막의 구조를 한 종류들도(예: *Coniophora*, *Ganoderma*) 있다. 더욱이 *Ganoderma*의 포자는 내막에 돌기가 나있어 외막으로 향하는 구조를 하고 있으므로 屬으로서의 특징을 이루고 있다. 포자의 화학적 성질도 포자의 관찰에 큰 도움을 준다. *Hericium*이나 *Stereum*의 포자들은 포자벽이 starch 성분으로 되어 있으므로 Melzer 시약의 iodine 과 반응하여 검은색으로 변하며 *Hyphodontia*의 포자들은 cotton blue 용액과 반응하여 짙은 곤색으로 변한다.

## 2) 담자병의 특징

담자병(basidium)은 균류의 생활사에서 매우 중요한 기능을 갖는 곳이므로 형태분류에 필수적인 요소이다. 담자병의 크기는 길이  $10\mu\text{m}$  미만의 소형에서부터(예: *Phellinus*) 길이  $150\mu\text{m}$  내외의 대형담자병(예: *Aleurodiscus*)에 이르기까지 매우 다양하다. 담자병의 형태는 발생과정에 따라 다소의 차이는 있을 수 있으나 전형적인 담자병은 곤봉형에 4개의 담자소병(sterigma)을 지니고 있다.

그러나 특징있는 다른 종류의 담자병들도 흔히 있다. 팽창된 기부에서 원통형의 상부가 발달하여 6~8개의 담자소병과 포자를 형성하는 urniform basidium(예: *Sistotrema*), 담자병의 중간이 잘록하게 수축한 suburniform basidium(예: *Hyphoderma*), 균사의 말단에서 시작하여 기부가 분지되어 특이한 모양을 이루는 pleurobasidium(예: *Trechispora*), 偽側絲(paraphysis) 사이에 끼어 길다랗게 굴곡을 이루며 자라는 utriform basidium(예: *Coniophora*) 등은 중요한 현미경적 특징에 속한다. 담자병도 주어진 공간 내에서 다른 구조의 균사들과 경쟁적으로 자라므로 주어진 자실층의 여건에 따라 어느 정도의 구조적인 적응이 불가피하므로 현미경 관찰시에는 정확한 담

자병 구조의 관찰이 요구된다.

## 3) 기타 구조들의 특징

민주름버섯류의 자실층에는 담자병외에도 균사가 변형된 각종 구조들이 많이 존재하며 그 중에서 가장 유용하게 동정에 쓰이는 구조는 낭상체(cystidium)이다. 낭상체는 모양, 구조, 내용물, 퇴적물, 그리고 발달과정 등에 따라 분류된다. 낭상체의 형태는 다양하며 골격균사(skeletal hyphae)가 자실층을 관통하여 발달한 skeletocystidium(예: *Irpex*), 말단균사가 변형된 것으로 담자병과 모양이 유사하나 포자를 형성하지 못하며 담자병보다 구조가 다소 큰 leptocystidium(예: *Hyphodontia*), 길이가 수백  $\mu\text{m}$ 에까지 달하며 규칙적으로 격막이 나있는 septocystidium(예: *Scopuloides*), 油滴狀의 내용물을 함유하여 sulfobenzaldehyde 시약에 검은색으로 반응하는 gloeocystidium(예: *Gloeocystidiellum*, *Stereum*), 그외에도 퇴적된 결정체로 표면이 덮여있는 metuloid(예: *Scopuloides*) 등이 있다.

낭상체와는 형성과정이 다르며 말단균사가 다소 형태적으로 발달된 위축사는 원래 자낭균류의 반균강(Discomycetes)에 존재하는 것이지만 담자균류의 민주름버섯목에도 종종 출현하며 *Aleurodiscus*에서 볼 수 있는 술모양의 현저한 돌기가 잘 발달되어 있는 acanthophysis는 그 대표적인 예라고 볼 수 있다. 그외에 剛毛體(seta)는 특이하게도 갈색균류(brown fungi)에 항상 존재하므로 갈색균류의 동정에 좋은 특징이 되고 있다. 강모체는 갈색에다 침상이나 방추형을 하고 있으며 자실층의 표면에 노출되어 있고 KOH 용액에 항상 검은색으로 반응하므로 쉽게 확인할 수 있다. 위의 구조들은 포자를 발견할 수 없거나 담자병의 구조를 확인하기 힘든 경우 2차적인 분류 특징으로 사용되기도 하고 屬이나 種에 따라 고유한 구조인 경우에는 우선적인 현미경적 분류의 특징으로 자주 사용된다.

## 4. 배양특징에 의한 분류

목재부후 민주름버섯류의 배양은 산림피해조사를 위한 산림병리학 연구의 일환으로 2차대전을 전후하여 발달한 분야이다. Agar 배지상의 균배

양특징들을 번호 순서대로 종합정리한 분류표를 만들어(분류표에 열거된 각 배양특징을 species code 라고 함) 조사하는 균의 배양특징 해당 유무를 분류표에 따라 맞추어 보는 방법으로서 최근에는 100가지 species codes 가 사용되고 있다.

처음 1~3번은 시약 drop test 에 의하여 배양균사의 laccase, tyrosinase 및 peroxidase 의 유무를 조사하는 효소검색반응, 다음 5~11번은 배양균사의 성장속도, 12~14번은 성장균사(marginal hyphae)의 특징, 15~29번은 균사체(mycelium)의 특징, 30~38번은 균체(colony)의 특징이며, 39~83번은 균사의 현미경적 특징으로서 세부적으로 39~42번은 clamp 의 유무와 특징, 44~45번은 균사와 clamp 직경의 비교, 46~50번은 균사의 막두께와 분지형태, 51~55번은 균사의 직경, 56~81번은 균사의 변형과 특수형태, 82~83번은 결정체의 형성유무를 취급하며, 84~87번은 무성생식단위(secondary spore)의 형성유무, 89~91번은 균류의 기질(substrate)의 종류, 최종적으로 92~100번까지는 배양균류의 유전형질과 방법에 대한 특징들을 다루고 있다.

동정과정은 먼저 clamp 와 효소의 존재유무 및 균사의 특징에 따라 7개의 분류군으로 나누고 각 분류군에 속하는 균류들을 분류표의 species code 순서에 따라 대조검색하여 최종적으로 동정한다. 그러나 분류표를 이해하고 species code 를 숙지하며 활용하는 데는 많은 시간과 경험이 필요하며, 배양이 어렵거나 자실체 형성(fruiting)이 안되는 종류들이 다수 있으며, 균류의 유전형질과 방법을 연구하는 데는 소정의 시설과 장비가 필요하므로 아직은 형태 분류처럼 널리 이용되지 못하고 있는 실정이다.

## 5. 결 론

목재부후 민주름버섯류의 분류는 아직도 해결해

야 할 문제점들이 많이 남아 있다. 그 이유는 민주름버섯류가 그만큼 특징들이 다양하고 형태는 유사하나 기원이 다른 이질적인 종류들로 구성되어 있기 때문이다. 민주름버섯류의 분류 대가인 Donk 도 자신이 추구한 분류체제에 스스로 만족하지 못하고 후대의 학자들이 도전해야 할 문제점들을 자주 제시한 적이 있다. 이와 같은 현상은 민주름버섯류의 분류가 자연분류와 계통분류를 지향하여 보다 종합적인 방법으로 종의 개념에 접근할 필요가 있음을 시사한다. 이제 위에 언급한 영양생활, 형태, 배양, 또는 유전적인 특징외에 진화와 계통, 환경과 생태, 지리적 분포와 식생, 핵산구조와 분자계통분류 등과 같은 과제들을 아울러 다룰 수 있는 포괄적인 분류체제의 대두가 요청되고 있다.

## 참고문헌

1. Donk, M.A. 1964. A conspectus of the families of Aphyllophorales. *Persoonia* 5, 47-130.
2. Jung, H.S. 1985. A floristic and taxonomic study of the wood-rotting Aphyllophorales of the spruce-fir forest of the Great Smoky Mountains National Park. Ph.D. Dissertation. University of Tennessee, Knoxville.
3. Manion, P.D. 1981. Tree disease concepts. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
4. Nobles, M.K. 1965. Identification of cultures of wood-inhabiting Hymenomycetes. *Can. J. Bot.* 43, 1097-1139.
5. Snell, W.H. and E.A. Dick. 1971. A glossary of mycology. 2nd ed. Harvard University Press, Cambridge.
6. Stalpers, J.A. 1978. Identification of wood-inhabiting fungi in pure culture. *Studies in mycology* 16, 1-248.