

*Ganoderma lucidum*의 非子實體性 擔子孢子 形成

申寬澈·徐健植

忠南大學校 農科大學 農生物學科

Formation of the Nonbasidiocarpous Basidiospore of *Ganoderma lucidum*

Gwan-Chull Shin and Geon-Sik Seo

Department of Agriculture Biology, College of Agriculture, Chungnam National
University, Taejeon 302-764, Korea

ABSTRACT: *Ganoderma lucidum*, a divine mushroom, beared the nonbasidiocarpous basidiospore without the normal basidiocarp. The fungus formed the basidial stroma from the aerial mycelium on agar media, and the basidium was developed from apical cells of the mycelium on the surface of the basidial stroma. One to four basidiospores were observed on a basidium.

The nonbasidiocarpous basidiospores formed on the basidial stroma were similar to the normal basidiospores in morphology, although the nonbasidiocarpous basidiospores were slightly smaller in size. However, the number of hollow on the spore surface was remarkably smaller than that of the normal spore.

The formation of nonbasidiocarpous basidiospores was influenced by the genetic factor and the environmental factors such as light, temperature and ventilation.

KEYWORDS: *Ganoderma lucidum*, Nonbasidiocarpous basidiospore.

菌蕈綱에 속하는 擔子菌類는 1核性的 單相菌絲가 融合하여 2核性菌絲가 되고 2核菌絲에서 子實體가 形成되어 이 擔子器果에서 擔子孢子가 分化되며 일부의 擔子菌類는 無性的으로 分裂子를 形成한다 (John 等, 1980; Manachere, 1977; Smith, 1977; Smith 等, 1978; Turian, 1977).

*Ganoderma lucidum*은 정상적으로 充分的 營養과 溫·濕度 및 光條件이 부여되면 2核相으로부터 子實體가 發育되고 擔子孢子가 形成되는데 이와는 달리 寒天培地 또는 液體培地에 定置培養할 때 氣中菌絲에서 子實體없이 擔子孢子가 形成되는 現象이 著者에 依하여 發見되었다. *Agricus bisporus*, *Pleurotus* spp., *Lentinus edodes* 等 人工栽培를 하는 버섯類는 殼實이나 톱밥을 材料로한 種菌培地 또는 糞培地 等に 培養할 때 菌絲에서 Mycelial stroma를 形成할 수 있으나 子實體없이 擔子孢子를 形成하는 일은 發見되지 않았다 (Badham, 1980; Kilpatrick 等, 1981; Lesile 等 1985; Marjatta 等, 1972).

*Ganoderma lucidum*의 이와같은 生活環은 菌의 生存과 增殖은 물론 子實體를 代用한 菌絲體로부터의 藥物質 生産에 있어서 중요한 端緒가 된다고 생각되어 非子實體性 擔子孢子的 發育에 關한 研究를 實施하였다.

材料 및 方法

供試菌株

영지 (*Ganoderma lucidum*)의 非子實體性 擔子孢子的 形成을 誘導하기 위하여 申 等이 수집한 (申 等, 1986) 韓國自生靈芝菌 1074, 3012 等 26個 菌株를 供試하여 實試하였다.

供試培地

本 實驗에 使用된 供試培地로는 PDA (Bacto), MCM (Mushroom complete media), QEA (Quercus sawdust extract agar), OMA (Oat meal agar) 等を 9 cm petri-dish에 25 ml씩 分注하여 使

用하였다.

分化條件

*G. lucidum*의 非自實體性 擔子胞子の 形成을 誘導하기 위하여 供試菌株를 接種한 後 暗狀態에서 5日間 菌絲生長을 시킨후 1,200 Lux의 白色榮光燈으로 光暗을 16:8時間 週期로 교차 照射하면서 非自實體性 擔子胞子를 誘導시켰다.

發育經過 및 形態觀察

光을 照射한 後 20日間 發育經過를 調査하였다. 非自實體性 擔子胞子の 分化課程을 複合顯微鏡으로 確認하였으며 走査電子顯微鏡으로 擔子胞子の 表面構造를 觀察하였다. 走査電子顯微鏡으로 擔子胞子를 觀察하기 위하여 petri-dish上에 形成된 Basidial stroma를 2.5% glutaraldehyde와 2% Osmic acid에 固定시킨 後 30~100% Ethylalcohol에 脫水하여 Iso-amylacetate를 처리하여 臨界點乾燥장치로 乾燥하고 Ion coater(Jee-ss, TEOL)로 gold coating시킨 後 走査電子顯微鏡으로 擔子胞子の 表面構造를 觀察하였다.

結果 및 考察

非自實體性 擔子胞子の 發育

Petri-dish에 PDA 培地를 分注한 後 供試菌株를 接種하여 30℃에서 10日間 培養한 結果 中心部の 氣中菌絲가 Mycelial met를 만들었고 5日後 그 表面에 Basidial stroma라고 생각되는 Hymenium like structure를 分化시켜 擔子胞子를 形成하였다. Petri-dish上에 形成된 Basidial stroma의 顯微鏡觀察 結果 Basidium은 plate 1에서 보는 바와 같이 氣中菌絲에서 發育한 菌絲組織表面에 있는 頂端細胞가 짧고 굵게 變化하여 하나씩 獨立的으로 發育하였고 Basidium上에는 sterigma가 發達하고 그 끝에서 擔子胞子가 形成되었다. 1개의 擔子器當 胞子類는 1~4개가 觀察되었는데 정확히 몇개인지는 더 調査해야 할 것 같다.

Basidial stroma는 정상적인 子實體의 Hymenium과는 形態上 달랐다. 즉 정상적인 子實體에서는 trama에서 球形細胞로 구성된 Subhymenium layer가 發達하고 그 外側에 Hymenium layer가 形成되는데 反해 非自實體性 擔子胞子는 Basidial stroma上的 菌絲先端細胞가 Basidium으로 發達하였다.

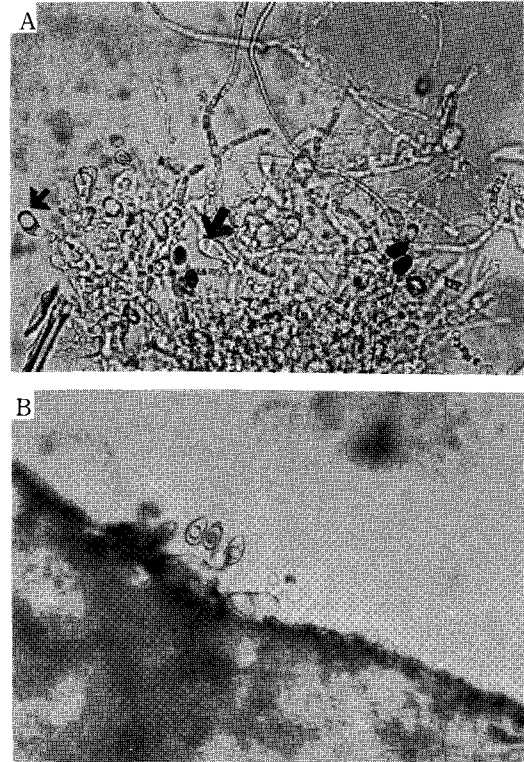


Plate 1. Basidium and basidiospore of *G. lucidum* from basidial stroma on agar media.

A: Basidia ($\times 400$), B: Basidia & basidiospores ($\times 400$)

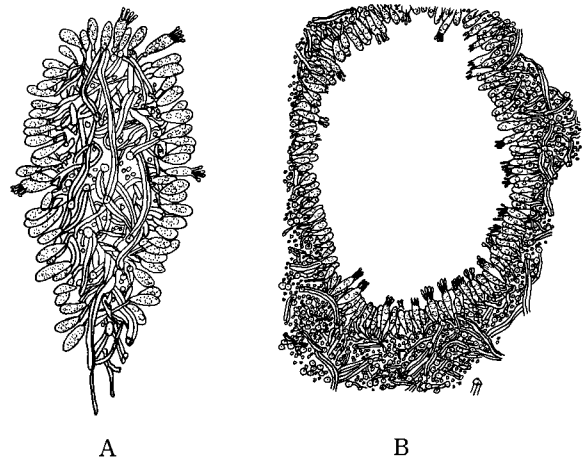
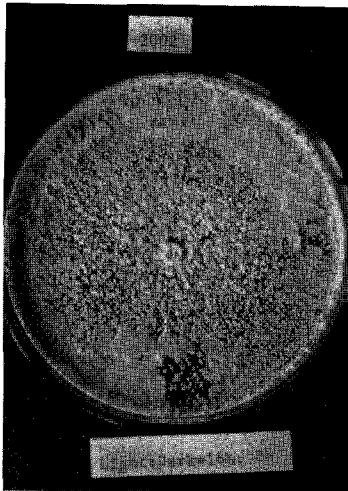
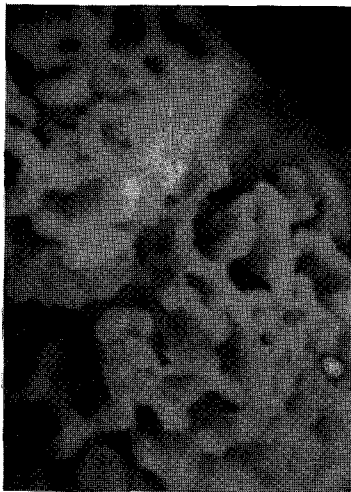


Fig. 1. A: Vertical section of the spore-bearing basal stroma formed on agar media. B: Transverse section across a pore of the fruit body of *G. lucidum*.



A



B



C

Plate 2. Basidial stroma of *Ganoderma lucidum* from PDA media. A: Basidial stroma, B: Tow fold type.(×40), C: Clubed type.(×40)

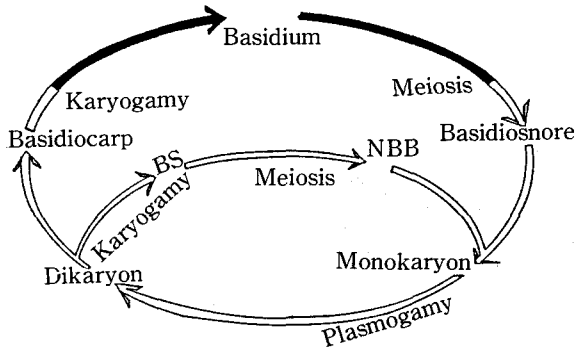


Fig.2. Suggested scheme of the life cycle of *Ganoderma lucidum*. BS: Basidial stroma NBB: Non-basidiocarpous basidiospores

*G. lucidum*은 非子實體性 擔子胞子를 形成함으로써 그의 生活環 中 새로운 回路가 添加되어 Fig. 2와 같은 生活環이 提示될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 完全한 生活環을 解明하기 위해서는 더 많은 研究가 要求된다.

擔子胞子の 形態

PDA, MCM 燈 寒天培地와 液體培地에서 形成된 非子實體性 擔子胞子를 병培養方法으로 얻은 子實體에서 形成된 정상胞子와 比較한 結果는 Table I과 같다.

Table I에서 보는 바와 같이 400배의 複合顯微鏡 下에서 觀察한 胞子の 形態는 差異가 없었고 크기는 子實體에서 形成된 정상胞子보다 非子實體性 擔子胞子가 작은 편이었으며 色澤 또한 정상胞子보다 非子實體性 擔子胞子가 약간 옅은 경향이였다. SEM下에서 10,000倍로 擴大하여 觀察한 胞子の 形態는 두 種類의 胞子에 差異를 보였다. 즉 정상胞子の 表面에는 多數의 hollow가 있어 매우 거칠게 보이나 非

Table I. Morphological characters of non-basidiocarpous basidiospores on petri-dishes and normal basidiospores from the mushroom fruit bodies.

Characters	Normal Spores	Non-basidiocarpous Spores
Morphology	Ovoid	Ovoid
Size(μm)	7.2-8.9× 11.1-13.9	5.6-8.6× 8.3-11.7
Colour	Dark brown	light to dark brown

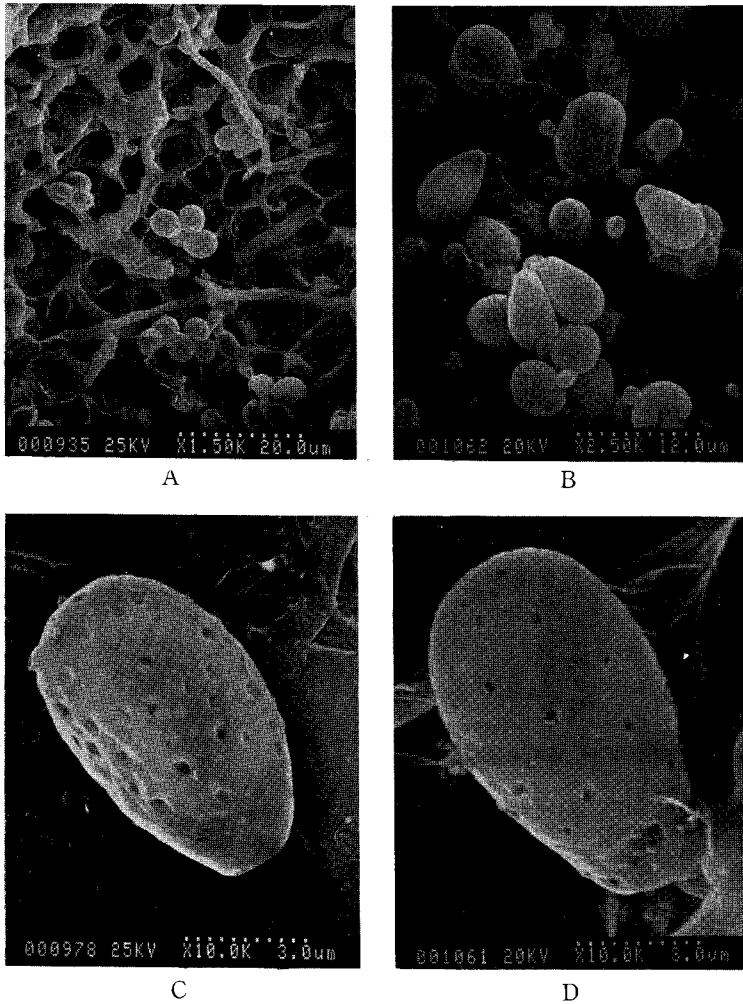


Plate 3. Scanning electron micrographs of basidiospore of *Ganoderma lucidum*.

- A: Basidiospore from natural fruit body ($\times 1,500$)
 B: Basidiospore from basidial stroma on agar media ($\times 2,500$)
 C: Basidiospore from natural fruit book ($\times 10,000$)
 D: Basidiospore from basidial stroma ($\times 10,000$)

子實體性擔子胞子の 경우 Hollow의 數가 현저히 적으며 따라서 表面이 平滑하다. 그러나 全體의으로 볼 때 同種의 胞子임을 인식케하였다(Plate 3).

非子實體性擔子胞子の 形成條件

非子實體性擔子胞子の 形成에 미치는 菌의 遺傳的 生理的 生態的 要因을 알고자 韓國自生靈芝 菌株 26個를 供試하여 培地와 生育環境을 調節하여 實驗하였다.

Table II에서 *Ganoderma lucidum* 自生菌株는 子實體 및 非子實體性擔子胞子の 形成에 따라서 세

가지 型으로 구분되며 그 內容을 보면 非子實體性擔子胞子の 形成特性은 遺傳性임을 나타내고 있다.

非子實體性擔子胞子の 形成은 菌株에 따라 明確한 差異를 보일 뿐 아니라 Table III에서 보는 바와 같이 培養條件에 따라 影響을 받았다.

Table II에서 type I 및 III에 속한 4菌株를 供試하여 petri-dish內에 空氣가 流通될 수 있게 한 것과 밀봉한 것을 光 및 暗處理하면서 培養한 結果 空氣가 流通되는 條件下에서 光處理할 때에만 非子實體性擔子胞子が 形成되었다.

Table II. Formation of non-basidiocarpous basidiospores and normal pinheads of 26 isolates of *G. lucidum* on mushroom Complete Media.

Isolates	Normal pinheads	Non-basidio-carpous Spores
Type I. 7060 1035 1086	+	+
1001 1075 1135		
1029 1081 1156		
1913		
Type II. 3007 7006 7018	+	-
7024 1052 1057		
1076 1147 1183		
Type III. 3002 3010 3012	-	+
3014 1009 1074		
1189		

Table III. Effect of light illumination and aeration of the culture of *G. lucidum*. On the formation of non-basidiocarpous basidiospores.

Isolates	Ventilative		Air tight	
	Dark	Light	Dark	Light
3002	-	+	-	-
3012	-	+	-	-
7060	-	+	-	-
1189	-	+	-	-

非子實體性擔子孢子的形成에 미치는培地の影響을 調査하기 위하여 PDA, MCM, OMA, QEA 등을 供試하여 實驗한 結果 培地間에 별 差異없이 모든 供試培地에서 非子實體性擔子孢子가 形成되었다. 그러나 孢子의 形成 時期에는 약간의 差異를 보였다.

摘 要

*Ganoderma lucidum*은 非子實體性擔子孢자를 形成하여 다른 擔子菌類에서 볼 수 없는 特異한 生活環을 보였다. *G. lucidum*은 培地上的 氣中菌絲에서 Basidial stroma狀의 菌絲組織을 形成하고 組織表面에 있는 菌絲의 頂端細胞가 擔子器로 分化되어 그 위에 非子實體性擔子孢자를 形成하였다.

子實體없이 Basidial stroma에서 形成된 非子實體

性擔子孢자는 정상擔子孢자와 유사한 形態를 보이고 있었으나 크기가 약간 작고 孢子表面의 hollow數가 현저히 적었다.

非子實體性擔子孢자의 形成은 菌의 系統에 따라 뚜렷한 差異를 보였고 光 및 換氣條件下에서만 形成되었으며 培地에 따른 差異는 거의 없었다.

參考文獻

Badham, E.R.(1980): The effect of light upon basidiocarp initiation in *psilocybe cubensis*. *Mycologia* **62**: 136-142.

John, E., Smith, D., Sc. Fl. Biol. F.R.S.E. David. R. Berry(1978): The filamentous fungi *Developmental Mycology*. **3**:275-314.

Kilpatrick, T.A. and Chilvers, G.A.(1981): Effect of light on sporulation in isolates of *Efficoccum purpurascens*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **77**(3): 605-613.

Leslie, R.B. and Holton, R. W.(1985): Synchronous initiation and sporulation of fruit bodies by *coprinus cinereus* on a defined medium. *Mycologia* **77**(1): 103-108.

Manachere, G.(1977): Formation of basidiocarp, In *Biotechnology and fungal differentiation*(ed. J. Meyrath. and J.D. Bulock.). New York, *Academic Press*. pp.1-15.

Marjatta, R. and Hannu, V.(1972): Effect of aeration and light on fruit body induction in *Shizopyllum commune*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **78**(1): 89-96.

Smith, J.E.(1978): Asexual sporulation in filamentous fungi(eds. Smith, J.E. and Berry, D. R.). **3**: 214-239.

Smith, J.E., Deans, S.G., Anderson, T.G. and Davis, B.(1977): The nature of fungal sporulation. In *Biotechnology and fungal differentiation*(ed. J. Meyrath and J.D. Bulock.). New York, *Academic Press*. pp.18-41.

Turian, G.(1977): Fungal differentiation. In *Biotechnology and fungal differentiation*(ed. J. Meyrath and J. D. Bulock.). New York, *Academic Press*. pp.1-15.

신관철, 박용환, 서건식, 차동렬(1986) : 한국산 자생 *Ganoderma lucidum*의 형태적 특성. 충남대학교 농업기술연구소 연구보고, **13**(1) : 44-51.