

# マンネンタケの子実体形成にともなう子実体およびその構成部位のトリテルペン類含有率の変化

高島 幸司\*

## Changes in the Ratio of the Triterpene Compound Content in Fruiting Body and Its Constituted Part with the Fruiting Body Formation of *Ganoderma lucidum*

Koji TAKABATAKE\*

マンネンタケ子実体をピンヘッド期から成熟期までの5段階で採取し、さらにそれら子実体を菌柄部、傘肉部、管孔部に区分して、マンネンタケの子実体形成にともなう子実体およびその構成部位のトリテルペン類含有率の変化を検討した。トリテルペン類含有率は子実体の成育ステージが進展するに従い増加し、成熟期の子実体が最も高くなった。また、子実体構成部位では、管孔部で最も高い含有率を示した。したがって、十分に成熟したマンネンタケ子実体の管孔部を採取すれば、トリテルペン類を効率的に得られるものと考えられる。

### 1. はじめに

マンネンタケ (*Ganoderma lucidum*) はヒダナシタケ目、マンネンタケ科 (*Ganodermataceae*) に属するきのこで、その子実体は靈芝と呼ばれ瑞祥菌として珍重され、古来より和漢薬、民間薬として用いられてきた<sup>1)</sup>。靈芝には特有の苦み成分があり、その成分にはラノスタン骨格を基本とするトリテルペン類が知られている。このトリテルペノイド成分は、抗アレルギー作用、抗ヒスタミン作用、抗高血圧作用、抗炎症作用などの薬理作用を示すことが報告されている<sup>2)</sup>。菊池ら<sup>3,4,5,6)</sup>は、マンネンタケ子実体のエーテル抽出物より30種余りのトリテルペンを単離し、その構造を報告している。しかし、いずれも子実体の子実層表層部を供試したものである。マンネンタケ子実体の構成部位ごとのトリテルペン類の分布や成育ステージとトリテルペン類含有率との関係を詳細に検討した報告はほとんどなく、それらを明らかにすることにより、トリテルペン類含有

量の観点からマンネンタケ子実体の収穫適期や収穫に適した子実体の構成部位を提示できるものと考えられる。

そこで本報告では、マンネンタケ子実体をピンヘッド期から成熟期までの5段階に区分して採取し、さらに子実体を菌柄部、傘肉部、管孔部に区分することにより、子実体の成育ステージおよびその各構成部位とトリテルペン類含有率との関係を検討した。なお、本研究は林野庁の「情報活動システム化事業(ニュータイプきのこ資源の利用と生産技術の開発)」の助成を受けた。

### 2. 実験方法

#### 2.1 供試菌

株式会社 河村食用菌研究所のマンネンタケ市販種菌である「まんねんたけ」を供試した。

#### 2.2 短木栽培

直径約15cmのコナラ原木を15~16cmの長さに裁

\* 林業試験場

断してコナラ短木とした。コナラ短木をポリプロピレン製の袋に詰めて120℃、1時間、高圧滅菌処理を行った。その後、短木を室温になるまで放冷し、供試菌を25~30g接種し、20±2℃にて110日間培養した。ビニールハウス内に幅80cm余りの畝を作り、1996年4月30日に培養を終えた短木を地表部より1~2cm露出するように木口面を上土中埋設した。さらに、木口面が乾燥しないように露出部分を広葉樹鋸屑で被覆した。午前10時と午後3時に15分間散水を行った。土中埋設後、105日間経過した1996年8月13日に発生した子実体を成育ステージごとに採取した。

### 2.3 子実体成育ステージと構成部位

採取したマンネンタケ子実体の成育ステージは図-1に示すように5段階に区分した。各々のステージは、ステージⅠ：ピンヘッド期、ステージⅡ：菌傘形成初期（菌傘の半分以上が白色の状態であるもの）、ステージⅢ：菌傘形成中期（菌傘の1/3未満が白色の状態であるもの）、ステージⅣ：菌傘形成終期（菌傘の縁が白色の状態であるもの）、ステージⅤ：成熟期（成熟子実体）とした。

採取した子実体は図-2に示すように菌柄部、傘肉部、管孔部に区分した。ただし、ステージⅡ、Ⅲでは、子実層の発育が未発達であるため、傘肉部と管孔部を合わせて菌傘部とした。また、菌傘部が未発達であるステージⅠでは、ピンヘッド部を区別せずに供試した。

各ステージごとに採取した子実体を室温にて十分に風乾させ、その後、部位別に区分し、一辺が1~2mmの立方体に裁断して供試試料とした。

### 2.4 トリテルペン類の調製

所定量の供試試料（約1g）を円筒濾紙に入れ、ソックスレー抽出器でエーテルにて50℃で5時間連続抽出を行った。円筒濾紙中の供試試料の重量減少率を求めて、エーテル抽出率とした。エーテル抽出液をエバポレーターで濃縮乾固し、100%エタノールを加えてエタノール可溶部と不溶部に分画した。エタノール可溶部はトリテルペン類の定量に供試し、エタノール不溶部は乾固して絶乾重量を秤量し、エーテル抽出物中のエタノール不溶部の割合を求めた。なお、重量減少率は絶乾重量に換算して求めた。

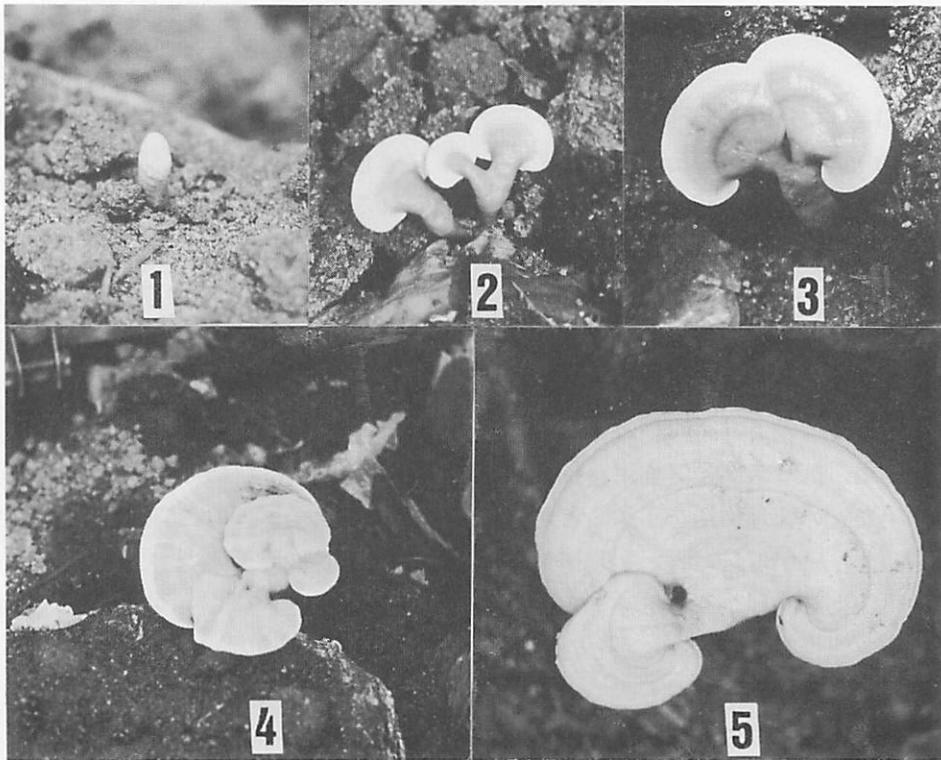


図-1 供試したマンネンタケ子実体の成育ステージ

- 1 : ステージⅠ・ピンヘッド期, 2 : ステージⅡ・菌傘形成初期  
 3 : ステージⅢ・菌傘形成中期, 4 : ステージⅣ・菌傘形成終期  
 5 : ステージⅤ・成熟期

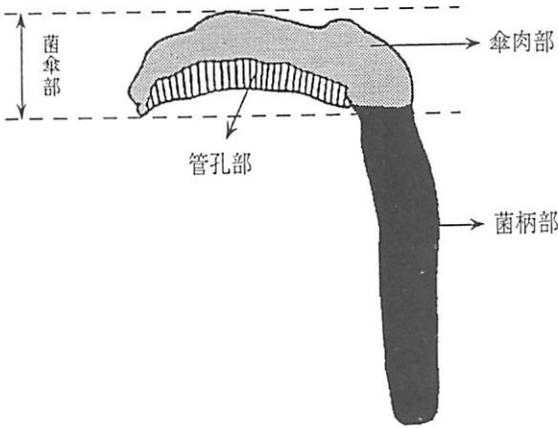


図-2 マンネンタケ子実体の構成部位

2.5 トリテルペン類の定量

マンネンタケ子実体の子実層表層部より精製して得たトリテルペン標準品 (Lot No.940404) を基に高速液体クロマトグラフィー (東ソーシステム) でエタノール可溶部中のトリテルペン類含有量を定量した。測定は、以下の条件で行った。

カラム: TSK-ODS120A (7.8mm×300mm),

測定波長: 260nm, 流速: 1 ml/min,

溶媒: 2%酢酸:アセトニトリル=2:1 (W/W)

なお、各々の育成ステージの定量値は、子実体の全重量 (絶乾重量) に対する構成部位の重量比 (絶乾重量) を求めて構成部位ごとに測定した値を加重平均して求めた。

3. 結果及び考察

3.1 子実体育成ステージとの関係

マンネンタケ子実体の育成ステージとエーテル抽出率との関係を図-3に示す。マンネンタケ子実体のエーテル抽出率は、子実体の育成ステージが進展するに従い高くなった。ステージIでは2.10%となり、ステージIII, IVでは4.30%とステージIの約2倍、ステージVでは4.98%とステージIの2.4倍の抽出率を示した。エーテル抽出物中のエタノール可溶部の占める割合は、ステージIで57%、ステージIIで81%、ステージIII~Vでは90%以上となり、菌

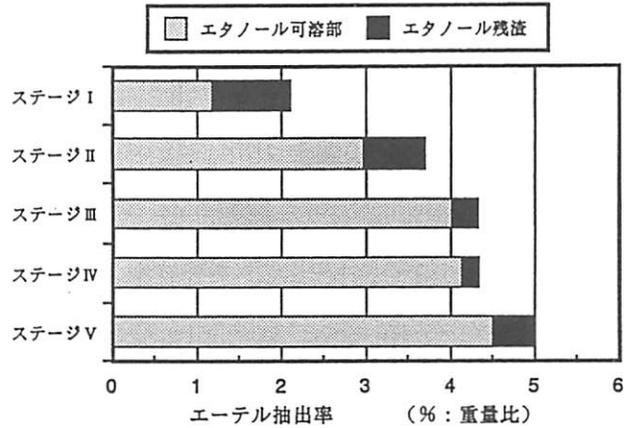


図-3 マンネンタケ子実体の育成ステージとエーテル抽出率との関係

傘形成中期以降で高い割合を示した。

マンネンタケ子実体の育成ステージごとのエタノール可溶部中のトリテルペン類の割合を図-4に示す。ステージIではトリテルペン類が占める割合は40.2%であるのに対し、育成ステージが進展するにつれてトリテルペン類の占める割合は増加し、ステージIVでは52.5%、ステージVでは56.3%になった。

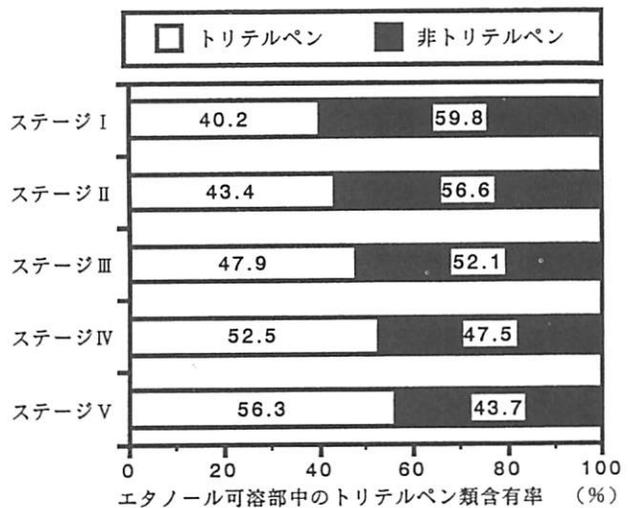


図-4 マンネンタケ子実体の育成ステージとエタノール可溶部中のトリテルペン類含有率との関係

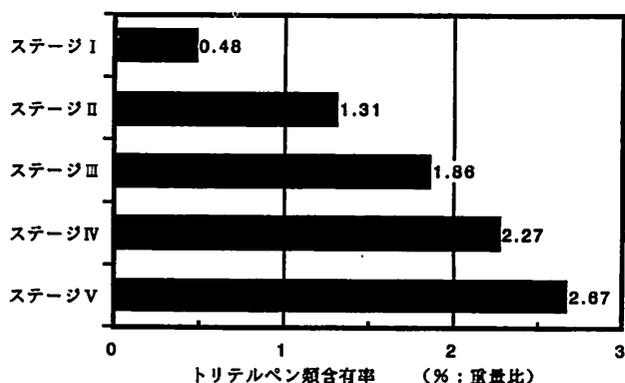


図-5 マンネンタケ子実体の育成ステージとトリテルペン類含有率との関係

マンネンタケ子実体の育成ステージとトリテルペン類含有率との関係を図-5に示す。マンネンタケ子実体の育成ステージが進展するに伴いトリテルペン類含有率は高くなった。ステージⅠでは0.48%の含有率を示したのに対し、ステージⅣでは2.27%、ステージⅤでは2.67%になり、前者ではステージⅠの4.7倍、後者ではステージⅠの5.6倍の含有率となった。

エーテル抽出率とトリテルペン類含有率におけるそれぞれのステージⅠに対するステージⅣ、ステージⅤの相対量は、エーテル抽出率に比べてトリテルペン類含有率が高くなった。このことは、育成ステージの進展に伴いエーテル抽出物中に占めるエタノール可溶部の割合、エタノール可溶部中に占めるトリテルペン類の割合が高くなったことが影響したものと考えられる。したがって、トリテルペン類含有率の高いマンネンタケ子実体を得るには、育成ステージⅣあるいは育成ステージⅤの子実体、即ち菌傘が十分に発育して成熟した子実体の収穫が肝要であると考えられる。

### 3.2 子実体構成部位との関係

マンネンタケ子実体の構成部位別のエーテル抽出率を図-6に示す。育成ステージⅡ、Ⅲでは、とも

に菌傘部が菌柄部よりも高い抽出率を示し、育成ステージⅣでは管孔部が最も高く、次いで傘肉部、菌柄部となり、ステージⅤでは管孔部と傘肉部は同程度の抽出率を示し、菌柄部はそれらより低い抽出率となった。

エタノール可溶部中のトリテルペン類の含有率を図-7に示す。ステージⅣ、Ⅴにおいて、管孔部ではそれぞれ79.4%、87.9%となり、菌柄部ではステージⅣで43.8%、ステージⅤで30.1%、傘肉部ではステージⅣで32.4%、ステージⅤで25.9%になり、管孔部は菌柄部の1.8~2.9倍、傘肉部の2.5~3.4倍の含有率を示した。ステージⅡ、Ⅲでは子実層を形成する菌傘部が菌柄部より高い含有率を示した。

マンネンタケ子実体の構成部位別のトリテルペン類含有率を図-8に示す。ステージⅣ、Ⅴの管孔部は4%前後と同一ステージ内の菌柄部、傘肉部の3倍余りの含有率を示した。管孔部と傘肉部では、エーテル抽出率に関しては、ほぼ同じ割合あるいは傘肉部がやや低い割合であったが、トリテルペン類含有率では、管孔部が傘肉部に比べて著しく高くなった。

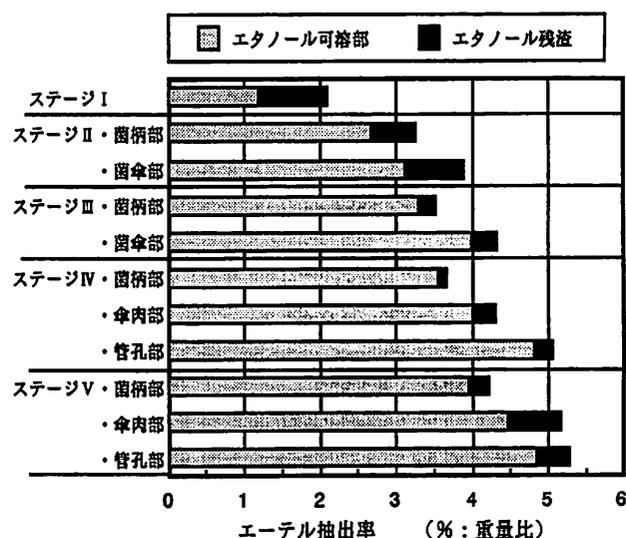
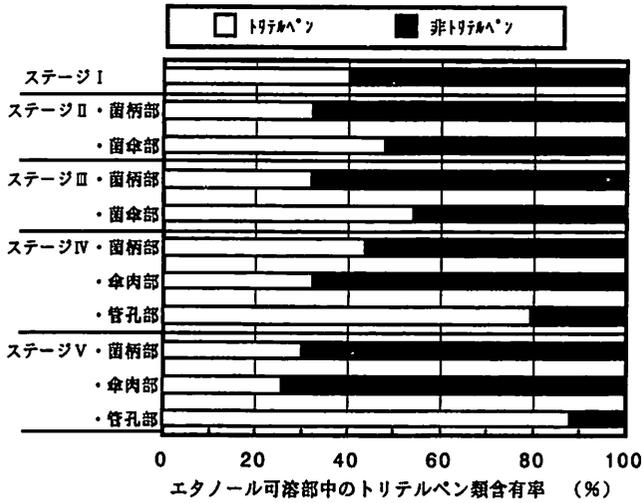
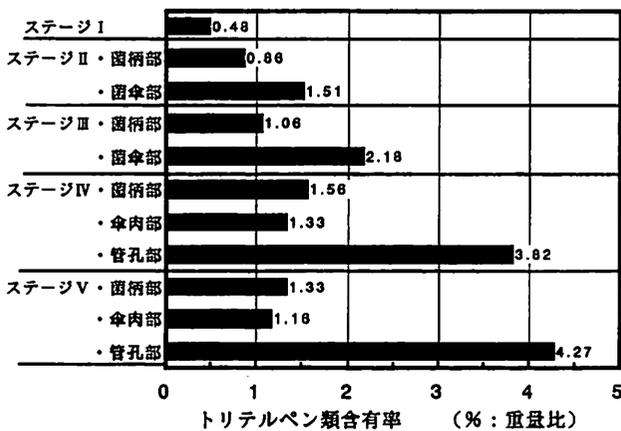


図-6 マンネンタケ子実体の構成部位別のエーテル抽出率



図一七 マンネンタケ子実体の構成部位別のエタノール可溶部中のトリテルペン類含有率



図一八 マンネンタケ子実体の構成部位別トリテルペン類含有率

この理由として、管孔部においてエタノール可溶部中のトリテルペン類が高含有率であったことが影響したものと考えられる。子実層が未発達であるステージⅡ、Ⅲでは、成育ステージが進むと子実層になる部位を含む菌傘部が菌柄部よりも高い含有率を示した。

これらのことから、トリテルペン類は子実体中の管孔部に多量に含まれていることが明らかとなった。したがって、マンネンタケ子実体の菌傘部分を十分に発育させ、特に管孔部を集めるようにすれば、トリテルペン類を効率的に採取できるものと考えられる。

マンネンタケには、寒天培地上に直接担子器、担子胞子（非子実体性担子胞子）を形成する系統があり<sup>7)</sup>、光質、光量を制御することによって非子実体性担子胞子や子実体原基を誘導できることが報告されている<sup>8)</sup>。マンネンタケ子実体の管孔部は、担子器や担子胞子を形成する部位であることから、トリテルペン類の産出・蓄積は、担子器や担子胞子の形成と関連していることが推察される。そこで、非子実体性担子胞子を形成する系統を使用することにより、子実体形成を経ることなく短期間で容易にトリテルペン類を誘導できる可能性があり、今後の検討課題である。

また、マンネンタケは、同一系統であっても、温度、光線、湿度、炭酸ガス濃度など栽培条件の違いによって、子実体の形状、肉質、苦味等が変化して生産される<sup>2)</sup>。トリテルペン類含有率の高いマンネンタケ子実体の形態は、菌傘が発達し、肉厚で管孔部を多く含む形態であることから、マンネンタケ子実体をこのような形態に誘導する栽培環境条件を検討することも必要と考えられる。

謝 辞

本実験を進めるうえで有益な御助言を賜った富山医科薬科大学名誉教授 荻田善一博士、トリテルペン類の定量で便宜を図って頂いた(株)ニッポンジーン研究員 林田幸信氏、マンネンタケの短木栽培に協力して頂いた村井きのご園代表 村井繁氏に厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 今関六也 : マンネンタケ科, 今関六也, 本郷次雄編著「原色日本新菌類図鑑(Ⅱ)」, p175-176, 保育社, 東京(1989)
- 2) 水野 卓, 藤原 弘 : 1. マンネンタケ, 水野卓, 川合正充編「キノコの化学・生化学」, p211~221, 学会出版センター, 東京(1992)
- 3) KIKUCHI, T. et al. : Ganoderic acid D, E, F and H, and ganolucidic acid D, E, and F, new triterpenoids from *Ganoderma lucidum*, Chem. Pharm. Bull., 33, 2624-2627, (1985)
- 4) KIKUCHI, T. et al. : Ganoderic acid G and I and ganoderic acid A and B, new triterpenoids from *Ganoderma lucidum*, Chem. Pharm. Bull., 33, 2628-2631, (1985)
- 5) KIKUCHI, T. et al. : Constituents of the Fungus *Ganoderma lucidum*(FR.) KARAS T.Ⅱ. Structure of Ganoderic Acids F, G, and H, Lucidenic Acids D2 and E2, and Related Compounds, Chem. Pharm. Bull., 34, 4018-4029, (1986)
- 6) KIKUCHI, T. et al. : Constituents of the Fungus *Ganoderma lucidum*(FR.) KARAS T.Ⅲ. Structure of Ganolucidic Acids A and B, New Lanostane-Type Triterpenoids, Chem. Pharm. Bull., 34, 4030-4036, (1986)
- 7) SEO, G.S. et al. : Formation of atypical fruiting structures in *Ganoderma lucidum* isolates on a nutrient agar medium, Mycoscience, 36, 1-7, (1995)
- 8) SEO, G.S. et al. : Effect of light on the formation of atypical fruiting structures in *Ganoderma lucidum*, Mycoscience, 36, 227-233, (1995)

## Summary

The harvested fruiting bodies of *Ganoderma lucidum* were classified into five growth stages, from the pinhead to mature stage, and their fruiting bodies were divided into three parts : stipe part, context part and polyporus part. Studies were conducted regarding changes of the ratio of triterpene compound content in the fruiting body and its constituted part with fruiting body formation of *Ganoderma lucidum*. It was the highest in the mature stage of the five growth stages tested and regarding the polyporus part of three parts that were divided. Therefore, it was suggested that the triterpene compound could be obtained effectively, if the pileus of the fruiting body, *Ganoderma lucidum*, fully matured and its polyporus part was gathered.