

# 琉球大学学術リポジトリ

## [総説]我が国におけるきのこ生産の現況と今後の展望

メタデータ	言語: 出版者: 南方資源利用技術研究会 公開日: 2019-08-09 キーワード (Ja): きのこ生産, エノキタケ, 野生型, 簡易栽培, コスト削減 キーワード (En): mushroom production, Flammulina velutipes, wild type, simple cultivation, cost reduction 作成者: 高島, 幸司, Takabatake, Koji メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002017071">http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002017071</a>

# 我が国におけるきのこ生産の現況と今後の展望

高島幸司

琉球大学 農学部 亜熱帯生物資源科学科 林産科学研究室

## Current status and future prospects for mushroom production in Japan

Koji TAKABATAKE

*Department of Bioscience and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus*

キーワード：きのこ生産、エノキタケ、野生型、簡易栽培、コスト削減

Key words : mushroom production, *Flammulina velutipes*, wild type, simple cultivation, cost reduction

### 1. 我が国のきのこ生産事情

林産物は、森林で生産されるものの総称である。産業別では林業に区分され、行政的には農林水産省林野庁、都道府県の林務関連部局の所轄になっている。林産物の中で、木材・用材以外の生産物を特用林産物と定義している<sup>1)</sup>。特用林産物には、シイタケ、ナメコ、マツタケ等の「きのこ類」、クルミ、クリ等の「樹実類」、ワラビ、ゼンマイ等の「山菜類」、木炭、ウルシ等が含まれている。

林野庁の資料(図1)<sup>2)</sup>では、林業算出額は1980年に11,600億円に到達した後、年々減少し続け、2003年以降は4,400億円余りで推移している。一方、特用林産物生産額は1980年以降2,000~2,400億円で推移し、林業算出額が減少した分、特用林産物の占める割合が相対的に高くなり、2003年以降は約50%を占めている。特用林産物の中でも「きのこ類」は、2000年以降1,900~2,300億円であり、農業分野の芋類や工芸農作

物類(サトウキビ、茶等)と同程度の生産額を示す我が国の基幹作物の一つである。

きのこ類生産額が過去30年間横ばい傾向であったのに対し、きのこ類総生産量は過去半世紀に渡って堅調に増加してきた(図2)。きのこ類の生産は、1950年代に原木シイタケ栽培が本格的に開始され、その後60年代に原木生シイタケ、70年代にエノキタケ、ナメコ、80年代にブナシメジ、90年代にマイタケ、菌床生シイタケ、2000年に入ってエリンギと、それぞれの年代で新しく栽培されるきのこの登場により、きのこ類全体の需要が大きく飛躍してきた<sup>3,4)</sup>。

きのこ類の総生産額が横ばいで、総生産量が伸びているということは、単純に生産単価が減少傾向であることを意味する。そのため、きのこ類を供給する生産者は、栽培の省力化・コスト削減を強いられ、生産規模の拡大、流通の簡素化に取り組んでいる<sup>5)</sup>。きのこ生産が寡占化、大規模化する一方で、農山村地域では山村振興策の一つとして、また農閑期の換金作物として、きのこ栽培に取り組みたいとの要望が根強くある。また、消費者からは自然志向に基づ

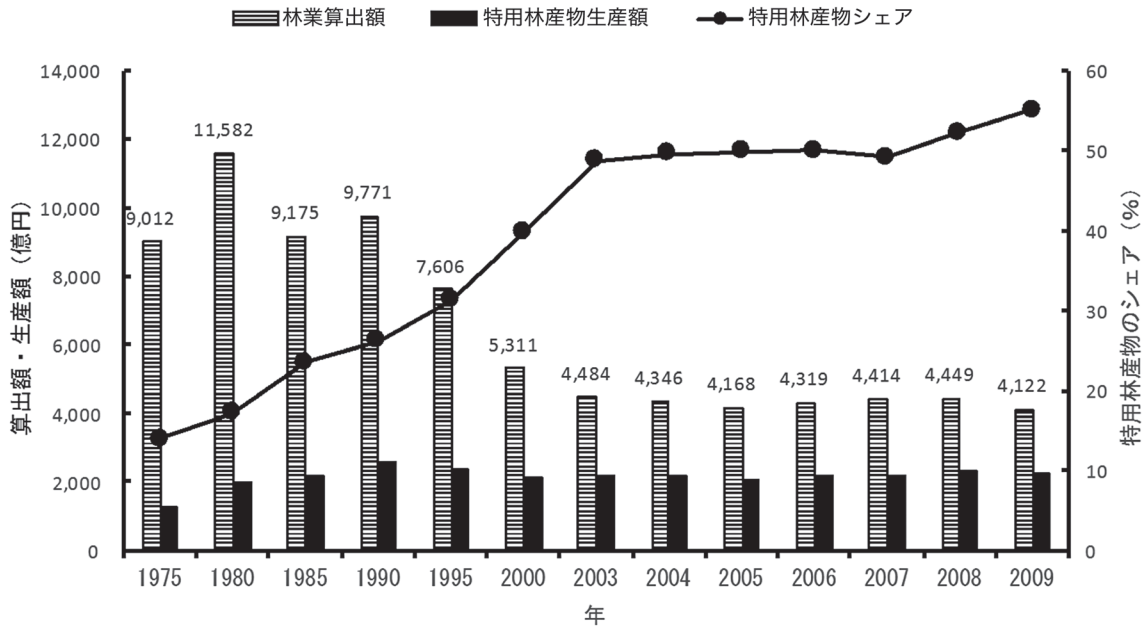


図1 林業産出額に占める特用林産物生産額のシェア

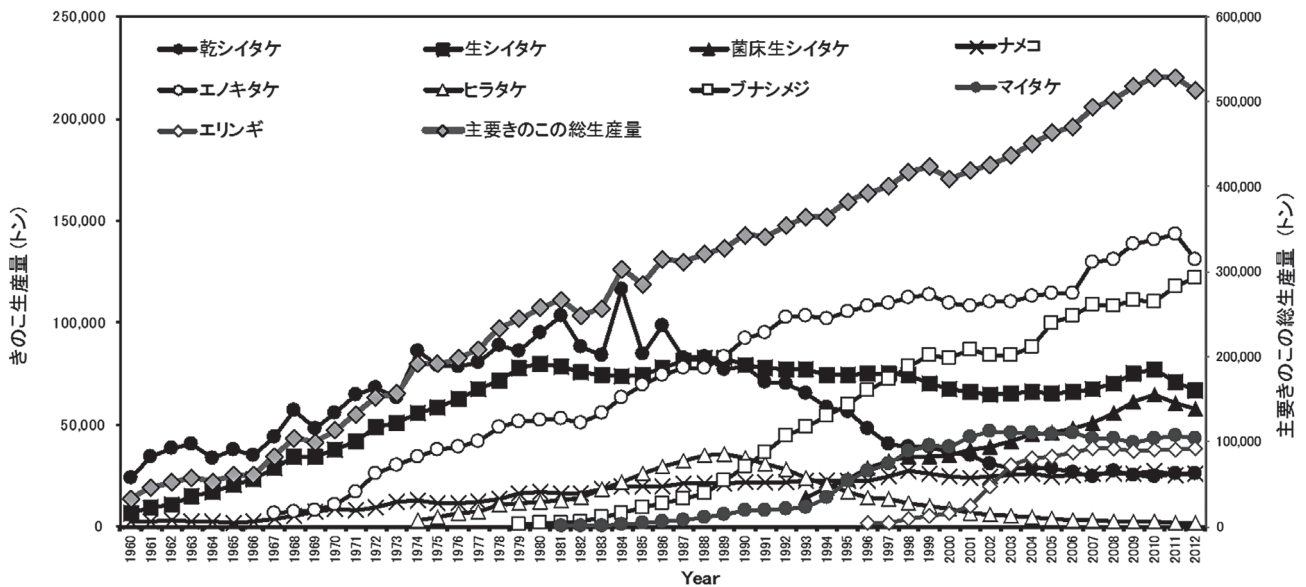


図2 我が国のきのこ生産を構成する各種きのこの生産

く野性味溢れるきのこの登場が期待され、新種のきのこの栽培による新たな需要の掘り起こしが切望されている。

著者は、新たなきのことして、自然界で発生している野生のエノキタケに着目し、高額な設備投資が不要で簡便な栽培方法の開発<sup>6)</sup>を行ったので、ここで紹介したい。

## 2. 市販エノキタケと野生型エノキタケ

通常の市販エノキタケと自然界で発生している野生エノキタケは、形態や色が顕著に異なる(図3)。

市販エノキタケは、傘の直径は約10mm、子実体の長さは約15cm、茎の太さは約3mmで、白色の子実体が多数束状に発生している。一方、野生のエノキタケ子実体では、傘は直径2~8cm、表面の粘性が著しく、黄色~濃褐色を呈している<sup>7)</sup>。また、野生エノキタケは柄の長さが2~9cm、太さは2~8mmで、表面は黄褐色~暗褐色を呈し、短い毛で覆われてピロード状になっている。発生時期は主に晩秋から初春の間で、種々の広葉樹(エノキ、カキ、イチジク、コウゾ、ポプラ、コナラ、クヌギ、ケヤキ、ヤナギ等)の枯幹や切株上に多数が



図3 通常の市販エノキタケ（左）と野生のエノキタケ（右）

束になって発生する。降雪地方では、一度雪が降った後の積雪の中で、あるいは晩冬の融雪時に発生を見ることがある。街路樹や庭先、河原で頻繁に目にするが、流通している子実体と大きく異なるため、エノキタケであると気付く人は稀である。

流通している市販エノキタケは、傘が小さく、柄が細く、多数の子実体が株立つように誘導して栽培されている。子実体をいわば「もやし状」に発生させるために子実体原基が揃い、子実体が緊密に生育するように独特の栽培工程が導入されている。すなわち、子実体原基が揃って子実体化するように3～4℃の低温下で風速1m/秒の風を送風する「抑制工程」を施し、その後子実体の長さが2～4cm位になると子実体が拡散しないように瓶口をシート紙等で巻き付けて覆う「紙巻き工程」を経て、5～6℃の低温で子実体を伸長させる「生育工程」を終えて収穫する<sup>8)</sup>。また、一般にきのこの子実体形成には光照射が必須であり、エノキタケは光照射下で栽培すると茶色～淡褐色となるが、消費者の白色嗜好に対応するため、光照射は必要最低限度にとどめる遮光栽培によって淡色化が進められてきた。さらに、スーパーオキシドジムスターゼ(SOD)活性の強い菌株をスクリーニングすることにより、光照射しても着色しない純白系エノキタケが作出された<sup>9)</sup><sup>10)</sup>。このように、今日定着している市販エノキタケは、均一な大量生産に合致するような栽培技術が開発され、育種されてきたものである。

一方、野生のエノキタケ子実体は、市販エノキタケ子実体と形態や色あいが大きく異なることから、

消費するうえでは新種のきのこになり得る。自然界で発生する野生のエノキタケと同等のものを人工栽培できれば、通常のエノキタケ栽培における「抑制」、「紙巻き」、「生育」の複雑な工程を省くことができ、菌糸体が蔓延した培養基を低温に曝すだけで子実体形成を誘導できると想定した。また、現在流通している市販エノキタケの種菌のルーツは、数系統に収束することから<sup>11)</sup>、従来のエノキタケと遺伝的背景が大きく異なる株を選抜することで、従来のエノキタケとは大きく異なる特性、例えば香りや歯触り、色などが強調された子実体を得ることが期待できる。

そこで、保存菌株としてストックしていた野生エノキタケ11菌株より、確実に子実体を形成し、収量性に優れた系統Fv-1を選抜した(図4)。野生型エノキタケFv-1は、800ml容ポリプロピレン(pp)製栽培ビンを用いた場合、温度 $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ で50日間培養後、温度 $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度90%以上の条件で14日間、子実体形成を促すと141g/ビンの子実体収量を示し、市販の白色系統(T-010)より高収量であった<sup>12)</sup>。このことは、直ちに野生型エノキタケFv-1は大量生産が行われている既存の栽培条件に適合できることを意味するものではないが、簡便な栽培条件下では、有用であることを示唆している。

### 3. 野生型エノキタケの簡易栽培

きのこ生産は、一般にビン・袋の培地に種菌を接種し、培養工程、子実体形成工程を経て収穫が行われる。培養工程は、通常20～25℃、相対湿度



図4 野生型エノキタケ Fv-1

80%前後の条件下でビン・袋に菌糸体が蔓延するまでの期間であり、シイタケ、マイタケ、ナメコでは、菌糸体の蔓延後も同様の条件で所定期間培養する熟成期間がとられる。これらの培養工程後、子実体発生室にビン・袋の培養基が移され、通常15～20℃、相対湿度90%以上の条件下で子実体形成を促す子実体形成工程が行われる。子実体形成に関わる発生室の管理は、子実体形成に著しく影響し、温度、湿度、CO<sub>2</sub>濃度を適正な範囲に保持することが重要である<sup>13)</sup>。栽培ビンを用いた場合、培養完了後にキャップを外すと、培地表面が乾燥し易くなる。このため、子実体原基を誘導するためには、発生室内を加湿する必要がある。しかし、栽培袋を用いることで、袋の長さを調整して培地表面を袋で覆うことができ、培地上部の空間において適度に湿度を保つことができる。これによって、栽培袋で栽培する際に子実体原基誘導時の加湿は不要となる<sup>14)</sup>。また、培養基をCO<sub>2</sub>濃度3,000ppm以上に曝すと、栽培ビンでは子実体の徒長や傘の展開抑制が生じて奇形な子実体が形成される<sup>15)</sup>。しかし、栽培袋を用いた場合、袋上部を開放することで培地表面が高濃度のCO<sub>2</sub>に曝されることを回避できる。このため、栽培袋では子実体の奇形が起り難いというメリットもある。さらに、自然界でエノキタケが発生している時期に同期して子実体形成を促すことで、空調管理された恒温室で栽培する必要性がなくなる。以上の特徴から、栽培袋を活用することで、一般農家において既存の倉庫や納屋を利用し、新たな空調設備を投資せずともエノキタケの栽培が可能となるこ

とが見込まれる。

そこで、実際に野生型エノキタケ Fv-1 を60日間培養した培養基(pp製袋を使用、培地重量800g/個)を、2012年12月1日にきのか栽培用発生室(以下、発生室とする)、倉庫内および倉庫の屋外軒下(以下、屋外とする)にそれぞれ設置した(図5)。発生室は、空調機により温度12±2℃、相対湿度85～90%に保持した。一方、倉庫内および屋外の温湿度は外気に任せた。倉庫内の温度は12月中旬までおおよそ6℃前後(振幅10～5℃の範囲)で推移し、12月中旬以降は4℃前後であったのに対し、屋外の温度は9～-2℃となり、12月下旬までは最低温度は1℃であったが、1月以降は2～-2℃で推移する日が多くなった。

その結果、倉庫および屋外ともに発生室と同様に正常な子実体を形成した(図6)。栽培に要した日数を図7に示す。子実体は、発生室および倉庫内において二度発生することができたが、屋外では一度だけであった。このとき、発生室では一次発生に15日間、二次発生には12日間を要した。一方、倉庫内において一次発生に20日間、二次発生には54日間を要した。屋外では、一次発生のみで30日間を要した。栽培日数は、適温に保たれている発生室で早期に子実体が発生したが、倉庫内や屋外では低温が影響して子実体形成が遅延し、特に屋外では二次発生が生じなかった。このときの子実体収量について、結果を図8に示す。一次発生では、屋外での栽培で最も収量が多く(210g)、次いで倉庫内(170g)、発生室(140g)の順であったのに対



図5 野生型エノキタケ培養基の発生室、倉庫、屋外での設置

し、二次発生では、発生室での栽培で最も収量が多く(80g)、次いで倉庫内で50gであった。総収量は、発生室、倉庫内および屋外で有意差が無く、いずれの栽培場所でも210～220gとなった。子実体の個体重は、子実体そのものの大きさを表す指標であるが、子実体の個体重に関して、一次発生は屋外栽培で約6gと最も重く、次いで倉庫内の約4gとなり、発生室で約3gと最も軽かった。二次発生における子実体個体重は、いずれも一次発生に比べて小振りとなり、発生室と倉庫内において同程度の重さとなった。倉庫内や屋外では、発生室よりも子実体が大型化して発生したことで、市販エノキタケとの違いを鮮明にする効果が期待できる。

このように、野生型エノキタケ Fv-1 は、空調設備が整っていない倉庫や軒下などの屋外において、冬場の農閑期に栽培可能であった。これらの子実体は、傘や柄などの形態が発生室栽培のものよりも大きく、濃色であることから、現在流通している市販



図6 発生室、倉庫、屋外での野生型エノキタケの発生状況

エノキタケとの違いを鮮明にできることも明らかとなった。事実、倉庫や屋外で栽培した野生型エノキタケ Fv-1 を富山県内の道の駅などで販売したところ、これまでに好評を得ている。

#### 4. きのか生産の展望

生産単価が低迷しているきのか生産者の現場において、増産によるスケールメリットと省力化によるコスト削減が強いられている。このことから、今後のきのか栽培の方式は、集約型栽培と粗放型栽培に収束するものと考えられる。集約型栽培では、栽培施設の高度化がさらに進み、温湿度、CO<sub>2</sub>濃度、光照射条件や無菌状態等の栽培環境条件の一層の厳密管理により、可能な限り機械化が進められるものと考えられる。一方、粗放型栽培では設備投資を極力削減し、投資コストと労力をかけない栽培方式として注目されている。現在、日本の各地で森林整備事業が進められており、従事する地域住民の森林整備

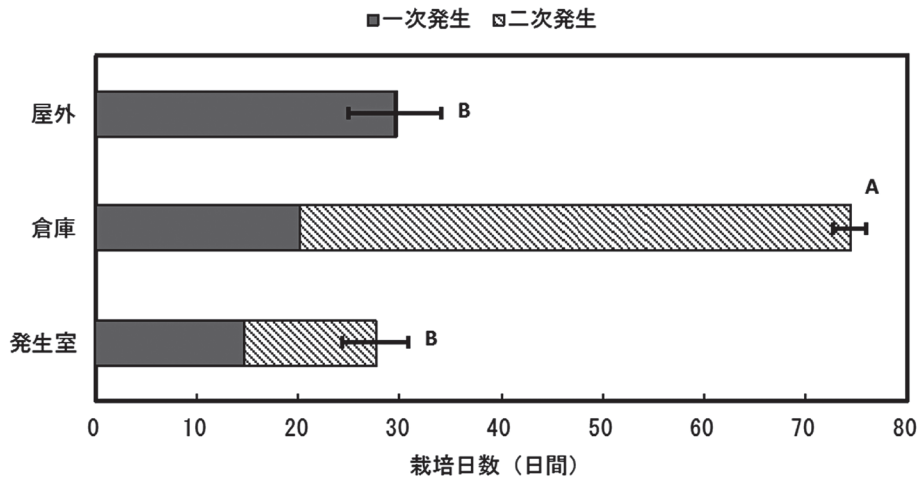


図7 発生室、倉庫、屋外における野生型エノキタケ栽培所要日数  
異なる文字間で有意差有り (Tukey-Kramer HSD,  $P < 0.05$ ), 図中横棒は標準偏差を示す

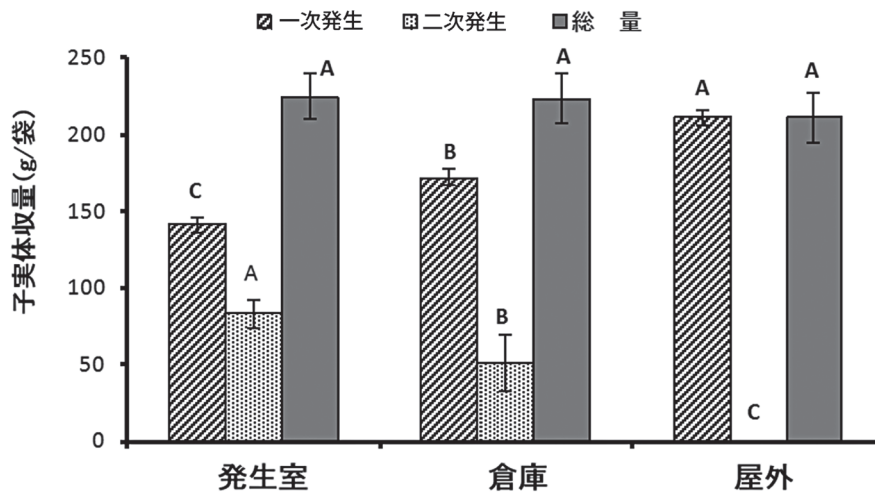


図8 発生室、倉庫、屋外における野生型エノキタケの子実体収量  
異なる文字間で有意差有り (Tukey-Kramer HSD,  $P < 0.05$ ), 図中縦棒は標準偏差を示す

に対する機運を継続的に醸成するためにも伐採現場において、伐採した材や枝を活用した簡便なきのこ栽培が求められている。この場合、初期投資などのコストを要さずに取り組みられる粗放型栽培が適している。著者らの選抜した野生型エノキタケ Fv-1 などは、この粗放型栽培に適応できると考えられる。

一方、産業的にきのこの生産を行う場合には、生産方式として一貫栽培方式と培養センター方式の二通りの選択がある。前者の一貫栽培方式では、培地の詰め込み、殺菌、菌の接種、培養および栽培から収穫までの全工程を各生産現場で行うのに対し、後者の培養センター方式では、複数の生産者が共同で培地の詰め込み、殺菌、菌の接種および培養までを行う施設（共同培養センター）を作り、栽培から収穫までの工程を各生産者の栽培施設で行う。これまで、きのこ生産農家は一貫栽培方式を採用してきた

が、今後は生産コストのさらなる削減と工程の集約化が望まれることから、培養センター方式が採用されていくことが予想される。培養センター方式では、個々の生産農家は、きのこ栽培と収穫に要する施設・設備のみを準備すればよく、既存の設備を活用できるメリットがあるとともに、種菌の管理や菌床培養基の調製までに生じる様々なトラブルやロスに対するリスク負担も軽減される。したがって、規模の拡大や新規きのこ栽培参入に対して初期投資を抑えられる。

今後は、粗放型栽培と培養センター方式の両者をうまく組み合わせることにより、野生型エノキタケ Fv-1 の栽培事例で紹介したように、培養が完了した培養基を培養センターより調達してきのこの発生時期を調節することで、空調施設などを具備していない農家でも、農閑期に倉庫などを利用してきの

こ栽培を行うことが可能となる。野生型エノキタケ Fv-1 のように、市販エノキタケとの違いが鮮明な新しいきのこであれば、新たな消費者の需要を掘り起こすことも可能であると考ええる。

## 5. 終わりに

これまでのきのこの栽培技術の開発や品種改良は、収穫量の増加やコスト削減を目標にして取り組まれてきたが、近年のきのこの販売単価の低迷にみられるような状況下では、消費者ニーズに関連するきのこの品質向上を目指すことで高付加価値化を計り、消費者の需要に見合ったきのこを供給することが重要と考える。昔から、きのこは健康に良いとされ、きのこの子実体成分や薬効について食品・医薬品関連業界から強い関心が寄せられている<sup>16)</sup>。もちろん、こうしたきのここと健康や病気の治癒に関連する研究も大切である。しかし、きのこ生産者の立場からすれば、日常的にきのこを丸ごと食することにより、健康が維持・増進されるといった疫学的エビデンスが示されると、消費者に対して需要を喚起することにつながると考えられる。昨今では、エノキタケをペースト状にして冷凍した商品である「エノキ氷」が開発され、その効能や様々な調理法が続々と提案されて需要開拓に寄与している<sup>17)</sup>。

きのこの「安信・安全」、「美味しさ」に貢献する栽培技術の開発や品種改良、きのこを常食することによる健康への寄与を明らかにすることが、今後のきのこ生産の展望に大きく影響するものと考えられる。

## 引用文献

- 1) 林野庁特産対策室, <http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/tokusan/>
- 2) 林野庁、平成 26 年度特用林産基礎資料、特用林産物生産統計調査報告書 (2015)
- 3) 根田 仁、きのこを利用した産業の展望、日菌報、

- 47, 81-82 (2006)
- 4) 高島幸司、我が国におけるきのこ生産の動向と今後の展望、木材学会誌、61, 243-249 (2015)
- 5) 木村栄一、施設空調・高速型ナメコ栽培の最新技術、“改訂版 最新きのこ栽培技術”、プランツワールド、東京、2014, pp.173-178.
- 6) 高島幸司、佐々木 史、本江謙市、高畑昇輝、国内特許、特願 2014-218250、キノコの栽培方法 (2014)
- 7) 今関六也、本郷次雄、原色日本新菌類図鑑 I、1987, 保育社、東京、p.114.
- 8) 山本秀樹、エノキタケ、キノコ栽培全科、大森清寿、小出博志編、農文協、2001, pp.85-96.
- 9) 北本 豊、食用・薬用きのこの育種にかかる最近の展望、木材学会誌、52, 1-7 (2006)
- 10) 北本 豊、野上友美、新井喜江、エノキタケ純白系品種における子実体白色性形質発現と SOD およびフェノールオキシダーゼの相対活性の相関、日本応用きのこ学会誌、5, 87-94 (1997)
- 11) 善如寺 厚、育種、きのこ学、古川久彦編、共立出版、東京、1992, pp.158-181.
- 12) 高島幸司、金子周平、吉田 誠、金子 哲、連結バイオプロセス (CBP) に適した野生エノキタケのスクリーニングとその系統の栽培特性、富山森林研研報、4, 15-24 (2012)
- 13) 北本 豊、きのこの発生理学、きのこの基礎科学と最新技術、キノ技術集談会編集委員会編、農村文化社、東京、1991, pp.31-40.
- 14) 高島幸司、佐々木史、江口文陽、本郷謙市、高は昇輝、野生型エノキタケの簡易栽培、第 64 回日本木材学会大会研究発表要旨集、松山、2014、p.84.
- 15) 鈴木 彰、きのこの成長とガス環境、微生物、2、619-626 (1986)
- 16) 大賀祥治、キノコ学の将来、木材学会誌、51, 51-57 (2005)
- 17) 江口文陽、“科学が証明！エノキダイエット”、メディアファクトリー、東京、2011, pp.1-142.