

シイタケの遺伝資源と品種開発

寺島和寿

一般財団法人日本きのこセンター菌茸研究所 〒689-1125 鳥取県鳥取市古郡家 211

Genetic resource and breeding in shiitake mushroom

Kazuhisa Terashima

The Tottori Mycological Institute, 211 Kokoge, Tottori-shi, Tottori 689-1125, Japan

シイタケ (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler sensu lato) は我が国で最も生産額の多い食用きのこであり、世界的にもツクリタケ (*Agaricus bisporus* (J. Lange) Imbach) に次ぐ生産量を誇っている。そのため、生産基盤となる品種の開発が、我が国において盛んに進められており、現在 (2015 年 9 月) までに、187 品種が種苗登録されている。一方、これらの品種の遺伝的多様性を解析した結果、多様性の低下が認められ、限られた菌株が品種開発の遺伝資源として利用されてきたことが示唆された (長谷部・有田, 1989; Terashima *et al.*, 2001; 松本ら, 2004)。また、我が国のシイタケの野生株においても、その交配型の分布を調査した報告から、遺伝的多様性の低下が危惧されている (時本ら, 1973; 長谷部, 1991)。我が国の野生株の遺伝的多様性の低下は、栽培品種が精力的に野外で栽培されたため、栽培品種から野生集団への遺伝子浸透が原因であると考えられる。シイタケは近縁菌株間で近交弱勢を示すことから、国内の遺伝資源の遺伝的多様性の低下は、今後の品種開発の妨げとなることが予想され、新たな遺伝資源の導入が必要であると考えられる。

一方、野生のシイタケ (*L. edodes* s. l.) はアジア (日本, 韓国, 中国, タイ, インドネシア, ネパール, ブータン) からオーストラレーシア (パプアニューギニア, ニューゼaland, オーストラリア (タスマニア島)) に分布しており (Hibbett *et al.*, 1998), 形態的に多様な地理的集団を含んでいる (Pegler, 1983)。そのため、Pegler (1983) は、それらの形態的特徴から日本や中国などの集団に *L. edodes* (Berk.) Pegler sensu stricto

(図 1a, b), パプアニューギニアなど熱帯アジアの集団に *L. lateritia* (Berk.) Pegler (図 1c), ニューゼalandの集団に *L. novaeseelandiae* (Stev.) Pegler (図 1d), という学名を与えている。一方、霜村ら (1992) は、これら地理的集団は *in vitro* において交配可能であり、「生物学的種」として同一種であることを指摘したが、その後の研究において、1) パプアニューギニアの *L. lateritia* の 2 集団 (Mt. Wilhelm 集団, Mt. Albert-Mt. Kaisenik 集団) が相互に交配不能であること, 2) *L. lateritia* の Mt. Wilhelm 集団は, *L. edodes* s. str. および *L. novaeseelandiae* との交配において、対峙培養時に接触部のみの不完全な交配しか起こらないこと, 3) *L. lateritia* の Mt. Albert-Mt. Kaisenik 集団, *L. edodes* s. str. および *L. novaeseelandiae* 間においては正常に交配反応が進むことを報告している (表 1) (Shimomura *et al.*, 2009)。また、核リボソーム DNA の ITS (internal transcribed spacer) 配列に基づく分子系統解析の結果 (Hibbett *et al.*, 1998), 1) シイタケには遺伝的に異なる 5 系統が存在していること, 2) *L. edodes* s. str. および *L. novaeseelandiae* は単系統であること, 3) *L. lateritia* では 3 系統が認められ、多系統種であること, 4) *L. lateritia* における 2 系統は相互に交配できない 2 集団 (Mt. Wilhelm 集団, Mt. Albert-Mt. Kaisenik 集団) と一致していること, が明らかになっている (図 2)。これらの系統解析の結果から、シイタケの分類への「系統学的種」の概念の導入が提唱されている (Hibbett *et al.*, 1995; Hibbett & Donoghue, 1996; Hibbett *et al.*, 1998)。

この他に、*L. edodes* s. l. とは交配できないが、南

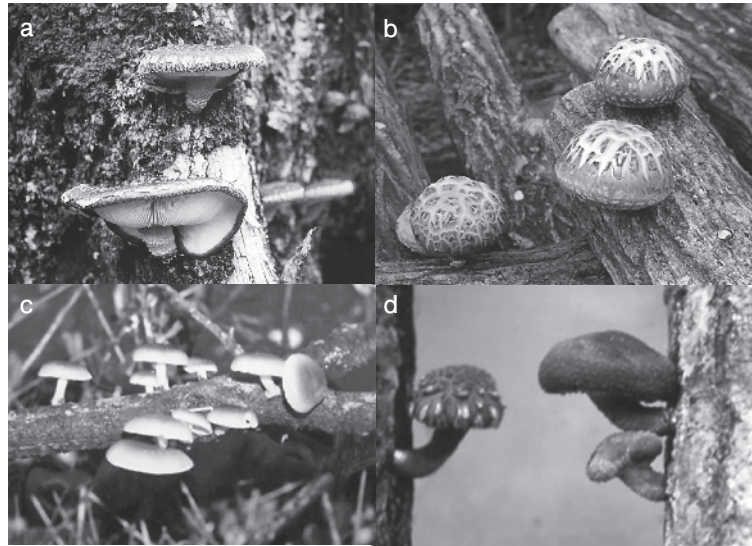


図1 *Lentinula edodes sensu lato*

a) *Lentinula edodes sensu stricto*, b) Kinko 115, a cultivar of *L. edodes*,
c) *L. lateritia*, d) *L. novaezelandiae*

表1 Mating between geographical populations of *Lentinula edodes sensu lato* (Shimomura *et al.*, 2009 modified)

	<i>L. lateritia</i> from Mt. Wilhelm Papua New Guinea: 2	<i>L. lateritia</i> from Mt. Albert, Mt Kaisenik Papua New Guinea: 7	<i>L. edodes</i> s. str Japan: 7, China: 4, Taiwan: 1, Nepal: 1	<i>L. novaezelandiae</i> New Zealand: 1
<i>L. lateritia</i> Mt. Wilhelm	+	-	(+) ^a	(+)
<i>L. lateritia</i> Mt. Albert Mt Kaisenik	-	+	+	+
<i>L. edodes</i> s. str.	(+)	+	+	+
<i>L. novaezelandiae</i>	(+)	+	+	+

^a Incomplete mating behavior: mating occurred only in the contact zone between strains.

北アメリカ大陸には, *L. boryana* (Berk. & Mont.) Pegler, *L. aciculospora* Mata and Petersen, *L. raphanica* (Murr.) Mata and Petersen などの「種」が知られており (Pegler, 1983; Mata & Petersen, 2000; Mata *et al.*, 2001), *L. raphanica* はブラジルの先住民ヤノマミ族によって食用に供されているとともに, 現在, ブラジルで原木栽培法の開発が進められている (時本, 2015).

このように, シイタケの地理的集団は, それぞれ独自の遺伝子プールを有しており, 形態的にも多様であることから, 今後のシイタケの品種開発において重要な遺伝資源であると考えられる。

(一財) 日本きのこセンター菌草研究所では, 上記

の地理的集団を含む野生菌株および栽培品種を広く収集しており, これを利用してシイタケの原木栽培用品種を 39 品種開発してきた。現在, 当財団は, これらの品種の中で極厚肉・良食味を有する「菌興 115 号」(図 1b) のブランド化を進めており, 石川県および広島県で一定の成果を挙げている (富沢, 2013; 見尾, 2013)。また, 鳥取県においても, 「原木しいたけブランド化促進協議会」が設立され, ブランド化を支援する種々の施策が講じられている (安達, 2015)。一方, 生産現場から, 1) 子実体発生の低温要求性が強い (低中温型) ため年内の収穫量が少ないこと, 2) ブランド規格に適合する大型の子実体の割合が低いこと, 3) 成長温度が高い (15 ~ 20℃) と菌柄が徒長しやすい

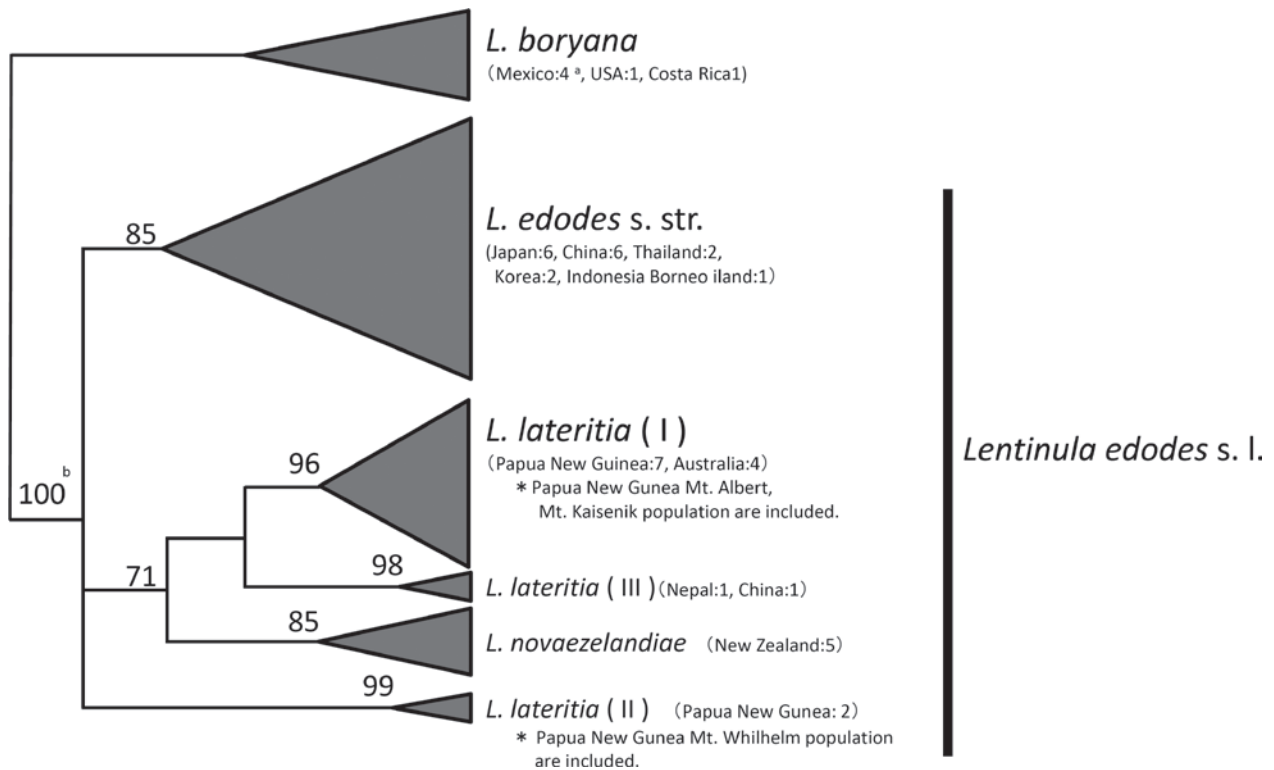


図2 Molecular phylogeny of *Lentinula edodes sensu lato* based on internal transcribed spacer region of ribosomal DNA (Hibbett *et al.*, 1998 modified). ^a number of analyzed strains, ^b bootstrap value

こと等の「菌興115号」の問題点が指摘されており、現在、当研究所では、これらの点を改善し、ブランド力を強化した品種の開発を進めている(寺島, 2015)。また、これまでに当研究所では、発生温度型形質の室内選抜法を確立するとともに(長谷部ら, 1998; 長谷部, 1999), DNAマーカーを利用したシイタケの連鎖地図の構築を行ってきた(Terashima *et al.*, 2002, 2006)。さらに、原木栽培、木粉栽培データおよびDNA情報を基に発生温度型に関連する遺伝子領域の探索を進めている(寺島ら, 2015)。今後、効率的な品種開発システムの構築を目指し、これらの研究を発展させ、発生温度型、子実体の大きさ、菌柄の徒長に関連するDNAマーカー等の室内選抜法を早期に確立したいと考えている。本品種開発事業は、2010年から当研究所で開始されたが、その後、2014年から、農林水産業・食品産業科学技術推進事業「美味・厚肉で収穫期間が長くブランド力のある原木シイタケ品種の開発」の支援により実施している。

シイタケは古くから食されてきた健康自然食品であり、旨み成分のグアニル酸を豊富に含んでおり、ユネスコの世界文化遺産にも登録された「和食」の食文化、

とりわけ精進料理に欠かせない食材である。一方、原木シイタケ栽培は主に里山・里地で行われており、農山漁村の生活を支える重要な収入源として、地域の雇用創出・活性化に重要な役割を果たしている。また、シイタケの原木栽培に利用されるコナラ・クヌギなどの広葉樹林は伐採後も萌芽更新でき、それゆえに、持続的に広葉樹資源を循環利用するこの原木栽培は環境保全型の農林業形態といえる。近年、大分県国東半島宇佐地域が「クヌギ林とため池がつなぐ国東半島・宇佐の農林水産循環」として世界農業遺産として認定されたが、この中で、原木しいたけ栽培の環境保全型の農林業形態が高く評価されている(国東半島宇佐地域世界農業遺産推進協議会, 2014)。菌興115号のブランド力を強化した新品種の開発・普及により原木シイタケの生産拡大を実現し、美味しいシイタケの消費者への安定供給、農山村の活性化、広葉樹林の循環利用と保全に貢献していきたいと考えている。

文献

安達和美 2015. 鳥取県産原木シイタケのブランド化に向けて. 菌草 61(5): 18-21.

- 国東半島宇佐地域世界農業遺産推進協議会 2014. 世界農業遺産・クスギ林とため池がつなぐ国東半島・宇佐の農林水産循環. <http://www.kunisaki-usa-giahs.com/>. 最終訪問日 2015 年 10 月 6 日.
- 長谷部公三郎, 有田郁夫 1989. 自然栽培用シイタケの育種と遺伝資源. 育種学最近の進歩 **30**: 64-73.
- 長谷部公三郎 1991. シイタケの突然変異および農業形質に関する遺伝・育種学的研究. 菌蕈研究所研究報告 **29**: 1-69.
- 長谷部公三郎, 大平郁男, 有田郁夫 1998. シイタケのほだ木栽培における子実体発生温度型. 菌蕈研究所研究報告 **36**: 21-28.
- 長谷部公三郎 1999. ほだ木栽培における高温発生型シイタケ菌株の室内選抜の一方法. 菌蕈研究所研究報告 **37**: 50-56.
- Hibbett, D.S., Fukumasa-Nakai, Y., Tsuneda, A. & Donoghue, M.J. 1995. Phylogenetic diversity in shiitake inferred from nuclear ribosomal DNA sequences. *Mycologia* **87**: 618-638.
- Hibbett, D.S. & Donoghue, M.J. 1996. Implications of phylogenetic studies for conservation of genetic diversity in shiitake mushrooms. *Conserv. Biol.* **10**: 1321-1327.
- Hibbett, D.S., Hansen, K. & Donoghue, M.J. 1998. Phylogeny and biogeography of *Lentinula* inferred from an expanded rDNA dataset. *Mycol. Res.* **102**: 1041-1049.
- Mata, J.L. & Petersen, R.H. 2000. A new species of *Lentinula* (Agaricales) from Central America. *Mycoscience* **41**: 351-355.
- Mata, J.L., Petersen, R.H. & Hughes, K.W. 2001. The genus *Lentinula* in the Americas. *Mycologia* **93**: 1102-1112.
- 松本晃幸, 寺島和寿, 長谷部公三郎 2004. AFLP 解析によるシイタケの品種判別. 菌蕈研究所研究報告 **41**: 20-25.
- Pegler, D.N. 1983. The genus *Lentinula* (Tricholomataceae tribe Collybieae). *Sydowia* **36**: 227-239.
- 霜村典宏, 長谷部公三郎, 福政幸隆 1992. 地理的分布域の異なるシイタケ菌株間の和合性. 菌蕈研究所研究報告 **30**: 26-29.
- Shimomura, N., Terashima, K. & Hasebe, K. 2009. Intersterility between populations of *Lentinula edodes* from Papua New Guinea. *Mycoscience* **50**: 240-243.
- Terashima, K., Matusmoto, T., Hasebe, K. & Fukumasa-Nakai, Y. 2001. Genetic diversity and strain typing in cultivated strains of *Lentinula edodes* (the shii-take mushroom) in Japan by AFLP analysis. *Mycol. Res.* **106**: 34-39.
- Terashima, K., Matsumoto, T., Hayashi, E. & Fukumasa-Nakai, Y. 2002. A genetic linkage map of *Lentinula edodes* (shiitake) based on AFLP markers. *Mycol. Res.* **106**: 911-917.
- Terashima, K., Matsumoto, T., Hayashi, E., Kawasaki, S. & Fukumasa-Nakai, Y. 2006. Construction of a linkage map of *Lentinula edodes* (shiitake) with the HEGS (high-efficiency genome scanning) system: use of versatile AFLP and PCR-based gene markers. *Mycoscience* **47**: 336-346.
- 寺島和寿, 前田亜紗, 長谷部公三郎 2015. シイタケの原木栽培における子実体発生時期に関連する DNA マーカーの探索. 日本菌学会第 59 回大会 (沖縄) 要旨: 105.
- 寺島和寿 2015. 美味・厚肉で収穫期間が長くブランド力のある原木シイタケ品種の開発. 菌蕈 **61**(3): 20-23.
- 時本景亮, 小松光雄, 武丸恒雄 1973. 日本のシイタケ自然集団における不和合性因子. 菌蕈研究所研究報告 **10**: 371-376.
- 時本景亮 2015. ブラジルインディアンときのこを訪ねて. 菌蕈 **61**(11): 24-31.
- 富沢直浩 2013. 奥能登地域における原本シイタケの産地再生に向けた取組みについて. 菌蕈 **59**(4): 13-17.
- 見尾 優 2013. 広島県における 115 号栽培優良事例. 菌蕈 **59**(1): 5-7.