熊本県阿蘇地方におけるスギ人工林の根株腐朽被害に関与する担子菌類*

野口琢郎^{**1,2}・大谷慶人³・服部 力⁴・阿部恭久⁵・佐橋憲生⁵

野口琢郎・大谷慶人・服部 力・阿部恭久・佐橋憲生：熊本県阿蘇地方におけるスギ人工林の根株腐朽被害に関与する担子菌類 日林誌 89:225~229, 2007 熊本県阿蘇地方におけるスギ人工林の根株腐朽被害の原因となる菌を明らかにするため、40~83年生の12林分で腐朽伐根から菌株を分離し、主要な分離菌の諸性質について調査した。調査林分では、形態的特徴の異なる8種の担子菌が分離され、そのうち2種の担子菌（担子菌Aと担子菌B）が主要なものであった。担子菌Aは南小国町1の林分で比較的高い頻度で分離された。担子菌Bはすべての調査林分で高い頻度で分離されたことから、阿蘇地方で広範囲に分布しているものと推察された。腐朽力試験の結果、担子菌A、Bはともに木材腐朽力を有することが明らかとなった。これらのことから、阿蘇地方におけるスギ根株腐朽被害には、少なくとも担子菌Aと担子菌Bが関与していると考えられた。

キーワード：熊本県、根株腐朽病、重量減少、スギ、担子菌

Noguchi, T., Ohtani, Y., Hattori, T., Abe, Y., and Sahashi, N.: **Basidiomycetous Fungi Associated with Butt Rot Disease of *Cryptomeria japonica* in the Aso District, Kumamoto Prefecture, Japan.** J. Jpn. For. Soc. 89: 225~229, 2007 To clarify the causal fungus of butt rot disease of *Cryptomeria japonica* (Sugi), we isolated basidiomycetous fungi from decayed stumps in 12 plantations 40 to 83 years old in the Aso district, Kumamoto Prefecture, Japan, and characterized two major fungi isolated. In the plantations studied, eight kinds of basidiomycetes having different morphological characteristics were isolated from rotted stumps, two of which were the major fungi. Basidiomycete-A was isolated at a relatively high frequency only in one plantation at Minami-Oguni. On the other hand, Basidiomycete-B was isolated at a high frequency in all plantations surveyed, which suggested that this fungus was widely distributed throughout the Aso district. The wood block decay test confirmed that both Basidiomycete-A and -B have ability to decay wood block. From the results, we concluded that Basidiomycete-A and/or -B were responsible, at least partly, for butt rot disease of *C. japonica* in the Aso district.

Key words: basidiomycetes, butt rot disease, *Cryptomeria japonica*, Kumamoto Prefecture, weight loss

I. は じ め に

スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) は、熊本県の民有林面積 400,768 ha の約 35% を占め (7)、最も多く造林されている樹種である。近年、県下のスギ人工林で根株腐朽被害が顕在化している。この被害は、生立木の心材部が腐朽することから、強風による折損などによって間接的な枯死を引き起こすことがある。また、根株に発生した腐朽は樹幹上部に進展し、通常の採材ができないため、収穫材積が減少し、森林所有者は大きな経済的損失を被っている (13)。近年、スギ人工林施業においては、大径材生産や森林の多面的機能の高度発揮を目的とした長伐期施業が推進されているが、林齢が高くなるにつれて本被害の発生率も高くな

る傾向がみられる (9) ことから、被害の拡大が危惧される。しかし、熊本県においては、被害実態を中心とした調査事例がわずかに報告されているだけで、その原因菌は特定されておらず、被害発生要因も十分に解明されていないため、被害防除法も開発されていない。本被害の原因となる菌を特定し、その生態を解明することは、被害を回避、軽減する方策や防除法を開発する上からも重要である。そこで、本腐朽被害を引き起こす菌を明らかにするため、腐朽伐根から菌の分離試験を行い、優占的に分離された担子菌について、培地上での形態的特徴および培養温度特性を明らかにするとともに、それらの木材腐朽力について検討した。

* 本研究の一部は第 115 回日本森林学会大会において口頭発表した。

** 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: noguchi-t-dw@pref.kumamoto.lg.jp

¹ 愛媛大学大学院連合農学研究科 (790-8566 松山市樽味 3-5-7)

The United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University, 3-5-7 Tarumi, Matsuyama 790-8566, Japan.

² 勤務先：熊本県林業研究指導所 (860-0862 熊本市黒髪 8-222-2)

Kumamoto Prefecture Forestry Research and Instruction Station, 8-222-2 Kurokami, Kumamoto 860-0862, Japan.

³ 高知大学農学部 (783-8502 南国市物部乙 200)

Faculty of Agriculture, Kochi University, 200 Monobe-otsu, Nankoku 783-8502, Japan.

⁴ (独) 森林総合研究所 (305-8687 つくば市松の里 1)

Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba 305-8687, Japan.

⁵ (独) 森林総合研究所九州支所 (860-0862 熊本市黒髪 4-11-16)

Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 4-11-16 Kurokami, Kumamoto 860-0862, Japan.

(2007 年 2 月 20 日受付; 2007 年 3 月 2 日受理)

II. 材 料 と 方 法

1. 調査地および菌株の分離

調査は、熊本県で本被害が激しいとされる阿蘇地方の2004～2005年に間伐された林齢40～83年生のスギ人工林(計12林分、表-1)で行った。各調査地においては間伐直後に方形の調査区を設け、この中に含まれる伐根の本口面における根株腐朽を調査した。調査区の大きさおよび調査伐根数は、阿蘇市1では35m×40mで73本、南小国町1では10m×70mおよび10m×30mの2箇所計110本、その他の調査地では、それぞれ15m×15mで10～30本である。阿蘇市1および南小国町1では全ての腐朽伐根から、その他の調査地では任意に選抜した3～5本の腐朽伐根から、それぞれ腐朽部を含む厚さ約10cmの円盤を採取した。これらの円盤から腐朽部の材片を作製し、表面を火炎滅菌した後、内部から材小片(5mm×5mm×5mm)を切り出した。材小片をジャガイモ・ブドウ糖寒天(PDA)平板培地に置床し、25℃暗黒下で7～10日間培養した。培地上に生育した菌糸の隔壁部にかすがい連結が観察されたものを担子菌とみなし、菌株として保存した。

2. 分離された担子菌の諸性質

腐朽伐根から分離された担子菌のうち、南小国町1の林

分から比較的高い頻度で分離された担子菌A(A菌)および12林分から共通して分離された担子菌B(B菌)(表-2)が腐朽被害の発生に関与している可能性が高いと考え、以下の実験に供した。なお、供試菌株はA菌は171aと280a、B菌は422bと430bで、いずれも南小国町1の腐朽伐根から分離されたものである。

1) 培養上の特徴

供試菌株はそれぞれPDA平板培地に移植し、25℃暗黒下で5～7日間培養した後、菌叢の先端部付近を径5mmのコルクボーラーでくり抜き、菌叢ディスクを作成した。ディスクは、PDA平板培地の中央に移植し、25℃暗黒下で培養し、菌叢の肉眼的特徴と菌糸の顕微鏡的特徴を観察した。なお、培養菌株の特徴は、Nobles(12)に基づき記載した。

2) 温度特性

1)と同様に作成した供試菌株の菌叢ディスクをPDA平板培地の中央に移植し、培養温度を5, 7, 10, 15, 20, 25, 28, 30, 33, 35, 40℃に設定したインキュベータを用いて暗黒下で培養した。移植後、菌の伸びが安定した3日目および10日目に菌叢の直径を測定し、1日当たりの成長速度を算出した。各菌株各温度について5回繰り返しを行い、その平均値を示した。

表-1. 調査地の概要

調査地	林齢 (年生)	品種	面積 (ha)	標高 (m)	傾斜角 (度)	調査区の大きさ	調査伐根数 (本)	腐朽被害率 (%)	平均伐根直径 (cm)
阿蘇市1	50	アヤスギ	1.8	660～675	4～23	35m×40m	73	61.6 (45)*	25.6
阿蘇市2	45	アヤスギ	0.4	690	5	15m×15m	30	40.0 (12)	26.8
阿蘇市3	70	アヤスギ	0.8	720	19	〃	18	83.3 (15)	36.5
阿蘇市4	83	アヤスギ	0.7	780	10	〃	10	90.0 (9)	44.2
南小国町1	40	アヤスギ・ヤブクグリ	4.0	590～615	1～35	10m×70m, 10m×30m	110	68.2 (75)	27.4
南小国町2	45	アヤスギ	1.0	550	12	15m×15m	22	59.1 (13)	24.9
小国町	80	ヤブクグリ	0.6	770	27	〃	15	73.3 (11)	46.1
高森町1	45	アヤスギ	0.3	760	3	〃	25	52.0 (13)	25.5
高森町2	50	アヤスギ	0.2	740	4	〃	21	42.9 (9)	28.6
高森町3	48	アヤスギ	0.9	620	15	〃	18	55.6 (10)	23.7
高森町4	72	アヤスギ	0.7	810	22	〃	23	34.8 (8)	37.2
山都町	65	メアサ	0.5	640	12	〃	23	65.2 (15)	31.9

* () 内の数値は腐朽伐根数。

表-2. 担子菌の分離結果

調査地	供試伐根数	担子菌が分離 された伐根数*	分離された担子菌**							
			A	B	C	D	E	F	G	H
阿蘇市1	45	34 (75.6)		30 (66.7)	1 (2.2)	1 (2.2)	1 (2.2)	1 (2.2)		
阿蘇市2	4	2 (50.0)		2 (50.0)						
阿蘇市3	5	2 (40.0)		2 (40.0)						
阿蘇市4	5	4 (80.0)		3 (60.0)					1 (20.0)	
南小国町1	75	45 (60.0)	8 (10.7)	37 (49.3)						
南小国町2	5	5 (100.0)		4 (80.0)						1 (20.0)
小国町	3	2 (66.7)		2 (66.7)						
高森町1	5	3 (60.0)		3 (60.0)						
高森町2	4	4 (100.0)		3 (75.0)		1 (25.0)				
高森町3	3	2 (66.7)		2 (66.7)						
高森町4	3	1 (33.3)		1 (33.3)						
山都町	3	1 (33.3)		1 (33.3)						
計***	160	105 (65.6)	8 (5.0)	90 (56.3)	1 (0.6)	2 (1.3)	1 (0.6)	1 (0.6)	1 (0.6)	1 (0.6)

* () 内の数値は各調査地における担子菌の分離率(%)。**() 内の数値は各調査地におけるそれぞれの担子菌の分離率(%)。*** () 内の数値は全供試伐根に対するそれぞれの担子菌の分離率(%)。

3) 酸化酵素反応

1)と同様に作成した供試菌株の菌叢ディスクをPDA平板培地の中央に移植し、25℃暗黒下で10日間培養した後、1-ナフトール・アルコール溶液(0.1M)とチロシン・アルコール溶液(0.1M)をそれぞれ培養菌叢の周縁付近に滴下した。培養菌叢の呈色反応により酸化酵素反応を判別した(5)。

3. 腐朽力試験

供試菌株は、上述したA菌(171aと280a)、B菌(422bと430b)および比較対照としてカワラタケ(FFPRI 1030, JIS 耐久性試験用標準菌株)を加えた計3種5菌株である。試験材片(1.5 cm×1.5 cm×2.0 cm, スギの心材から作製)は60℃で48時間乾燥し、デシケーター内で冷却した後、乾燥重量を測定した。円筒形の広口瓶(高さ15 cm, 直径10 cm)に2 mmメッシュの篩いを通過したスギの木粉35 g(気乾重量)と米ヌカ30 g(体積比約4:1)を混ぜ、これに蒸留水を120 mL加えたものを培養基とした。あらかじめ乾燥重量を測定した試験材片を米ヌカ・木粉培地の表面と同じ高さまで埋め込んだ後、121℃、60分間加圧滅菌し、冷却した後、供試菌を接種し、25℃暗黒下で6カ月間培養した。培養終了後、材片表面に付着した菌糸を除去した後、乾燥重量を測定した。重量減少率は以下の式により算出した。

$$\text{重量減少率} = [(\text{試験前の乾燥重量} - \text{試験後の乾燥重量}) / \text{試験前の乾燥重量}] \times 100(\%)$$

なお、実験には各供試菌株につき9個ずつの試験材片を用いた。

III. 結 果

1. 腐朽被害率および菌の分離

腐朽被害は調査した12林分すべてで確認され、被害率は、最低34.8% (高森町4)、最高90% (阿蘇市4)、平均60.5%、であった(表-1)。各調査地における菌の分離結果を表-2に示した。菌の分離に供試した伐根160本中105本(65.6%)から担子菌類が分離された。しかし、55本の伐根(34.4%)からは、細菌やトリコデルマ属菌などの汚染により担子菌類を分離することができなかった。分離された担子菌は、菌叢の肉眼的特徴および菌糸の顕微鏡的特徴から8種(A~H菌)に分類された。供試した伐根160本中、A菌が分離された伐根は8本(5.0%)、B菌は90本(56.3%)、D菌は2本(1.3%)、C、E~Hの各菌はそれぞれ1本ずつ(0.6%)であった。これらのうちB菌は、すべての調査地で共通に分離された。一方、他の7種の菌については、D菌が2カ所で分離されたのを除き、それぞれ1カ所でしか分離されなかった。調査地ごとのB菌の分離率は、阿蘇市1では66.7% (45本中30本)、南小国町1では49.3% (75本中37本)、他の10林分では、57.5% (全40本中23本)であった。

2. 分離された担子菌の諸性質

1) 形態的特徴

担子菌A: 辺縁部は均一に成長、無色、中心部は綿毛状~フェルト状、白色、のちしばしば部分的に帯黄色~淡褐色、菌臭をもつ。菌叢周縁部では、原菌糸は無色、薄壁、すべての隔壁にかすがい連結をもつ、分岐する、幅は1.5~3.8 μm 。中心部の気中菌糸では、(a)原菌糸は無色、薄壁、すべての隔壁にかすがい連結をもつ、しばしば分岐、幅は1.5~4.3 μm 。(b)繊維状菌糸は無色、厚壁、内腔は狭いあるいは中実、やや屈曲、しばしば分岐、隔壁をもたない、幅は0.4~2.5 μm 、多数存在、メルツァー液で淡褐色~赤褐色に染まる(デキストリノイド)。

担子菌B: 辺縁部は均一に成長し、無色~白色、中心部ははじめ、綿毛状~絹糸状、白色、のちフェルト状、部分的に殻皮状となる。殻皮状部ははじめ白色、のち帯黄白色、強い果実臭をもつ。菌叢周縁部では、原菌糸は無色、薄壁、隔壁にはかすがい連結をもたないかまれにかすがい連結をもつ、しばしば分岐、幅は2.5~5.5 μm 。中心部の気中菌糸では、(a)原菌糸は無色、薄壁、一部の隔壁にかすがい連結をもつ、幅は2.5~6.3 μm 。(b)粘質原菌糸は無色、薄壁、一部の隔壁にかすがい連結をもつ、幅は3.8~7.0 μm 、硫酸バニリンで淡赤色に染まる、1%フロキシで濃赤色に染まる。(c)クチクラ(表皮状)細胞は無色、はじめ薄壁、のち厚壁、殻皮状の部分に形成される。

2) 温度特性および酸化酵素反応

培養温度が菌糸成長速度に及ぼす影響を図-1に示した。A菌は7~33℃の範囲で生育し、最適温度は25~28℃、5℃および35℃以上では生育しなかった。B菌は、5~33℃の

図-1. 培養温度が担子菌AおよびBの成長速度に及ぼす影響

表-3. 試験材片の重量減少率

接種菌	菌株	重量減少率 (%)
A 菌	171a	11.7
	280a	13.0
B 菌	422b	15.6
	430b	14.3
カワラタケ	FFPRI 1030	36.2
無接種		0.3

範囲で生育し、最適温度は 28℃, 35℃ 以上では生育しなかった。酸化酵素反応を調べた結果、A 菌、B 菌ともに、1-ナフトール・アルコール溶液で濃紫色に、チロシン・アルコール溶液で淡茶色に変色、ラッカーゼ活性およびチロシナーゼ活性をもつことが明らかとなった。

3) キーコード (Key patterns of cultures)

担子菌 A : 2, 3, 8, 32, 36, 38, 42, 55. 担子菌 B : 2, 5, 10, 32, 36, 38, 42, 50, 55

3. 腐 朽 力

試験材片の重量減少率を表-3 に示した。A 菌および B 菌ともに供試した木材片の重量減少が認められた。A 菌の重量減少率は、171a で 11.7%, 280 a で 13.0%, 平均 12.4%, B 菌の重量減少率は、422b で 15.6%, 430b で 14.3%, 平均 15.0% であり、比較のために用いたカワラタケの重量減少率は 36.2% であった。

IV. 考 察

スギ根株腐朽を引き起こす菌として、これまでにミヤマトンビマイタケ (*Bondarzewia montana* (Quél.) Singer), トドマツオオウズラタケ (*Oligoporus balsameus* (Peck) Gilb. & Ryvarden), キンイロアナタケ (*Perenniporia subacida* (Peck) Donk) 等の複数の担子菌類が知られている (1)。しかし、九州においては、これまで佐賀県においてヒメカバイロタケモドキ (*Xeromphalina curtipes* Hongo) (8), 熊本県南部の人吉市および八代市において未同定の同一の担子菌 (3, 6) の 2 例が報告されているに過ぎない。

今回、熊本県阿蘇地方において、形態的特徴の異なる 8 群の担子菌類が分離され、それぞれ別種と考えられた。それらのうち B 菌はすべての調査地で分離され、その分離率も高いことから阿蘇地方で広範囲に分布しているものと推察される。上述の B 菌と南小国町 1 において比較的高頻度で分離された A 菌の 2 種の担子菌は、カワラタケほど腐朽能力は強くないものの、木材腐朽力を有することが明らかとなった。したがって、これら 2 種の担子菌は阿蘇地方におけるスギ根株腐朽被害に関与していると考えられる。

PDA 平板培地における培養温度特性を調査した結果、両菌とも比較的低い温度から高い温度まで生育可能であり、似たような生育温度特性をもつものと考えられた。したがって、両菌は今回の調査地のように標高の高い場所だけでなく、比較的低い場所においても分布している可能性のあることが示唆される。

A 菌と B 菌は培養菌株の特徴について、Nobles (12) の

検索表を用い、種の検討を行った。A 菌のキーコードはこれまで国内からスギの根株腐朽を起こす菌として記録のある種のうちキンイロアナタケのキーコードとほぼ一致した。しかし、A 菌の繊維状菌糸は分岐を有するのに対して、キンイロアナタケは繊維状菌糸がほとんど分岐しないことで異なっていた (11)。さらに、A 菌のキーコードは、バライロサルノコシカケ [*Fomitopsis rosea* (Alb. & Schwein.: Fr.) P. Karst. (= *Fomes roseus* (Alb. & Schwein.: Fr.) P. Karst.)], カワラタケ [*Trametes versicolor* (L.: Fr.) Lloyd (= *Polyporus versicolor* (L.: Fr.) Fr.)], ミダレアミタケ [*Cerrena unicolor* (Bull.: Fr.) Murrill], マツノオオウズラタケ [*Dichomitius squaleus* (P. Karst.) Reid (= *Polyporus anceps* Peck)], カイガラタケ [*Lenzites betulinus* (Fr.) Fr.], アラゲカワラタケ [*Trametes hirsuta* (Wulf.: Fr.) Pilát (= *Polyporus hirsutus* Wulf.: Fr.)], ヤキフタケ [*Trametes pubescens* (Schum.: Fr.) Pilát (= *Polyporus pubescens* (Schum.: Fr.) Pilát)], サカズキカワラタケ [*Trametes conchifer* (Schwein) Fr. (= *Polyporus conchifer* (Schwein) Fr.)] およびヒラタケ [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) P. Kumm.] のキーコードとほぼ一致した (12)。このうち、バライロサルノコシカケは菌叢がピンク色を帯びること、ミダレアミタケは繊維状菌糸がほとんど分岐しないことで A 菌とは異なっている (11)。それ以外の菌の培養菌糸の特徴は A 菌と類似するが、A 菌の繊維状菌糸はデキストリノイド反応を示すのに対して、これらの菌糸はメルツァー液と反応せず非アミロイドであることが異なっている。木材腐朽菌の培養菌糸の特徴は子実体を構成する菌糸の特徴とある程度一致すると考えられる。子実体を構成する菌糸に、デキストリノイド反応を示す結合菌糸もしくは樹枝状分岐をもつ骨格菌糸を含む属のうち、アジアから記録のあるものとして *Perenniporia* 属 (ウスキアナタケ属), *Dichomitius* 属 (マツノオオウズラタケ属), *Grammothele* 属 (和名なし) 等がある (14, 15)。A 菌はこれらの属に属する可能性がある。一方、B 菌については Nobles (12) の検索表に一致する種はなかった。これまで培養菌糸の特性が記載された種のうち、「酸化酵素反応が陽性」で「原菌糸の一部の隔壁にのみかすがい連結をもつ」種は限られており、その多くがウロコタケ科の *Stereum* 属 (キウロコタケ属) やコウヤクタケ科 (広義) の *Phanerochaete* 属 (ヒビコウヤクタケ属) およびその近縁属等に属している (2, 10)。B 菌はこれらに属する可能性がある。本研究では A 菌、B 菌ともに同定することができなかった。今後、子実体の調査や DNA を用いた遺伝子解析などにより早急に種の同定を行う必要がある。

前述の人吉市と八代市において報告された未同定の担子菌は、腐朽型 (4) が亀裂状褐色腐朽である (6) が、A 菌と B 菌が分離された伐根の腐朽型は明確ではなかった。しかし、酸化酵素反応の結果、A 菌と B 菌はともにラッカーゼ活性およびチロシナーゼ活性を示したことから (5), 両菌の腐朽型はいずれも白色腐朽であると考えられた。したがって、阿蘇地方で分離された 2 種の担子菌と県南部で分

離された未同定の担子菌とは異なる種であると考えられる。このことから、熊本県におけるスギ根株腐朽は地域によって被害に関与する主要な病原菌が異なっている可能性のあることが示唆された。このような場合、各地域において被害の原因となる病原菌をそれぞれ特定し、その種類に応じた防除対策を講じることが重要になる。今後、県南部を含め、さらに広範囲に多数の調査地を設け、被害実態を調査するとともに、原因となる腐朽菌を探索する必要がある。

本研究にあたり、佐藤大樹、石原 誠、秋庭満輝、宮崎和弘ならびに太田祐子各氏には多大なるご支援をいただいた。また、金坂光祐、緒方久美子、橋本佳明、高田琢也、田中裕次郎各氏には野外調査に多大なるご協力をいただいた。ここに厚くお礼申し上げる。

引用文献

- (1) 青島清雄 (1964) スギ生立木の腐朽部に認められる菌類. 日林講 75 : 397-398.
- (2) Ginns, J. and Lefebvre, M.N. (1993) Lignicolous corticioid fungi of North America. 247 pp, APS Press, St. Paul.
- (3) 橋本平一・堂園安生・清原友也・鈴木和夫 (1978) スギおよびヒノキ造林地における根株腐朽. 89 回日林論 309-310.
- (4) 伊藤一雄 (1974) 材質腐朽性疾病. (樹病学大系 III. 農林出版, 東京). 113-115.
- (5) Käärik, A. (1965) The identification of the mycelia of wood-decay fungi by their oxidation reactions with phenolic compounds. *Studia. Foresta. Sue.* 31: 5-80.
- (6) 河辺祐嗣・橋本平一・堂園安生 (1984) スギおよびヒノキ造林地における根株腐朽 (2). 日林九支研論 37 : 179-180.
- (7) 熊本県林務水産部林政課 (2005) 熊本県民有林資源調査書. 167 pp, 熊本県, 熊本.
- (8) 楠木 学・河辺祐嗣・池田武文 (1990) ヒメカバイロタケモドキによるスギ、ヒノキのかば色根株心腐病 (新称). 森林総研九支年報 3 : 20.
- (9) 宮島淳二 (1995) 熊本県におけるスギ根株腐朽被害. 森林防疫 44 : 91-95.
- (10) Nakasone, K.K. (1990) Cultural studies and identification of wood-inhabiting Corticiaceae and selected Hymenomycetes from North America. 412 pp, J. Cramer, Berlin and Stuttgart.
- (11) Nobles, M.K. (1948) Studies in forest pathology. VI. Identification of cultures of wood-rotting fungi. *Can. J. Res. C* 26: 281-431.
- (12) Nobles, M. K. (1965) Identification of cultures of wood-inhabiting Hymenomycetes. *Can. J. Bot.* 43: 1097-1139.
- (13) 野口琢郎 (2004) スギ・ヒノキ根株腐朽の防除に関する研究. 熊本県林研指研報 31 : 26-33.
- (14) Núñez, M. and Ryvarden, L. (2001) East Asian polypores. Vol. 2. *Syno. Fung.* 14: 170-522.
- (15) Ryvarden, L. and Johansen, I. (1980) A preliminary polypore flora of East Africa. 636 pp, Fungiflora, Oslo.