

研究資料 (Research material)

様々な培地上における外生菌根菌の成長様式

赤間 慶子^{1)*}, 岡部 宏秋¹⁾, 山中 高史¹⁾

Growth of ectomycorrhizal fungi on various culture media

Keiko AKAMA^{1)*}, Hiroaki OKABE¹⁾ and Takashi YAMANAKA¹⁾

Abstract

Effects of temperature and culture medium on the growth of ectomycorrhizal (EM) fungi were studied. Initially, 62 isolates of EM fungi were cultured at various temperatures from 5°C to 40°C. Most isolates grew well at 25°C, whereas no apparent growth was observed at 5, 10 or 40°C. Next, growth of 202 isolates of EM fungi was examined at 25°C on eight different media (Hagem medium, peptone-yeast medium, potato-dextrose medium, Kawai-Ogawa medium, modified Melin-Norkrans medium, three modifications of malt extract medium) by measuring colony diameter on agar media and dry weight of mycelia in liquid culture. Growth patterns of the fungi on these media were described at generic level.

Key words : ectomycorrhizal fungi, growth, temperature, culture media

要旨

外生菌根菌分離菌の成長様式を培養温度および各種培地について比較した。まず、成長に適した培養温度を明らかにするために、外生菌根菌 62 菌株を、5°C から 40°C までの温度で培養したところ、25°C が供試菌の成長に最適な温度であった。次に、8 種類の培地での菌の成長を、寒天平板培地上における伸長成長および液体培養での重量成長について測定した結果、種による成長の違いが大きかったが、属間や培地間での成長の差が認められる場合もあった。

キーワード：外生菌根菌、成長、生育温度、培地

1. はじめに

樹木の根に感染して、菌根という構造物を形成する真菌類は、菌根菌といわれる。菌の感染により、樹木の養水分の吸収効率は高まり、貧栄養や乾燥に対する樹木の耐性が高まる。一方、菌は共生相手の樹木の光合成産物である炭水化物を菌根を介して得る。このように菌根菌と樹木の間には、相利共生関係が成立しており、この共生関係を活用して、自然災害跡地への植生回復(岡部ら, 1994; 齊藤, 2004)、また熱帯域を中心にした植林事業(Brundrettら, 1996)が進められている。

樹木に感染する菌根菌には、根の組織内への感染様式によって、根組織内の細胞間隙まで侵入する外生菌根菌、および、さらに細胞壁内にまで侵入する内生菌根菌に分けられる。外生菌根菌は、マツ科、ブナ科、カバノキ科樹木に感染し、担子菌、子嚢菌を中心に 5,000 種以上と推定され(Molinaら, 1992)、多くのものが子実体(キノコ)を形成する。このような多様な外生菌根菌の生理生態的特性を解明するためには、外生菌根菌の分離

菌株を得る必要がある。外生菌根菌は、菌根または、子実体の組織片から分離・培養される。しかし、培養困難で、いまだに分離の成功していない種も多く、野外の樹木根にはさらに多くの種が共生することが明らかになっている(Taniguchiら, 2006)。

外生菌根菌の分離培養用培地については、これまで、菌の特性や用途に応じていろいろな組成が検討されてきている(Millerら, 1983; Taylor, 1971)。しかし、これまで、そのような培地の検討に用いられてきた菌根菌は限られたものである。そこで、今回は、様々な外生菌根菌分離株を用いた実験を進めるにあたっての基礎資料として、外生菌根菌の培地の検討を行った。

2. 材料と方法

1) 外生菌根菌

供試した外生菌根菌は、独立行政法人森林総合研究所で保存されている 47 属 190 種 202 株である(Table 1)。これらは野外で採集した子実体または、菌根から分離

原稿受付：平成 20 年 6 月 12 日 Received 12 June 2008 原稿受理：平成 20 年 9 月 10 日 Accepted 10 September 2008

1) 森林総合研究所森林微生物研究領域 Department of Forest Microbiology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* 森林総合研究所森林微生物研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1 Department of Forest Microbiology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan; e-mail: hirabuki@ffpri.affrc.go.jp

したものであり、乾燥酵母・ペプトン培地（乾燥酵母 5g, ペプトン 0.5g, ブドウ糖 12g, KH_2PO_4 1g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g, 蒸留水 1000ml) に生育させ、5℃で保存している。

Table 1. 供試菌株の由来
Derivation of the fungi examined

供試菌株番号	学名	種名 和名	菌株番号	採集地	採集年月
	<i>Elaphomyces</i>	ツチダンゴ属			
1	<i>E. granulatus</i>	ツチダンゴ	002001	茨城	1992.10
2	<i>E. sp.</i>	ヤマトツチダンゴ	002201	茨城	1993. 3
3	<i>E. mutabilis</i>		002401	茨城	1993. 9
4	<i>E. sp.</i>		002601	山梨	1993.11
	<i>Cenococcum</i>	ケノコッカム属			
5	<i>C. geophilum</i>		002901	茨城	1989. 5
	<i>Tuber</i>	セイヨウショウロタケ属			
6	<i>T. indicum</i>	イボセイヨウショウロ	003001	京都	1993. 9
7	<i>T. borchii</i>		003601	神奈川	2000. 8
	<i>Hygrophorus</i>	ヌメリガサ属			
8	<i>H. russula</i>	サクラシメジ	120201	茨城	1989. 9
9	<i>H. arbustivus</i>	コクリノカサ	120402	福島	1996.10
	<i>Lyophyllum</i>	シメジ属			
10	<i>L. fumosum</i>	シャカシメジ	200201	京都	
11	<i>L. shimeji</i>	ホンシメジ	200402	京都	1982.10
12	<i>L. sykosporum</i>	カクミノシメジ	200601	茨城	1996. 9
13	<i>L. semitale</i>	スミゾメシメジ	201401	茨城	1995. 9
	<i>Laccaria</i>	キツネタケ属			
14	<i>L. amethystea</i>	ウラムラサキ	215001	茨城	1988. 7
15	<i>L. amethystea</i>	ウラムラサキ	215006	東京	2003.10
16	<i>L. nigra</i>	クロキツネタケ	215201	茨城	1988. 6
17	<i>L. bicolor</i>	オオキツネタケ	215401	茨城	1988. 6
18	<i>L. vinaceoavellanea</i>	カレバキツネタケ	215601	茨城	1988. 7
19	<i>L. laccata</i>	キツネタケ	216002	茨城	1989.11
	<i>Tricholoma</i>	キシメジ属			
20	<i>T. saponaceum</i>	ミドリシメジ	240001	茨城	1985.10
21	<i>T. matsutake</i>	マツタケ	240641	青森	1965. 9
22	<i>T. ustale</i>	マツシメジ	241001	茨城	1981.10
23	<i>T. flavovirens</i>	キシメジ	241403	茨城	1982.11
24	<i>T. sejunctum</i>	アイシメジ	241601	福島	1985.10
25	<i>T. orirubens</i>	ケショウシメジ	242601	福島	1993. 9
26	<i>T. vaccinum</i>	クダアカゲシメジ	242801	茨城	1995.10
	<i>Armillaria</i>	アルミラリア属			
27	<i>A. albonaripes</i>		250001	米国	
28	<i>A. ponderosa</i>	シロマツタケ	250201	米国	1998.10
	<i>Amanita</i>	テングタケ属			
29	<i>A. muscaria</i>	ベニテングタケ	400001	山梨	1980. 8
30	<i>A. pantherina</i>	テングタケ	400201	千葉	
31	<i>A. sychonopyramis</i>	テングタケダマシ	400403	茨城	1988. 9
32	<i>A. hemibapha</i> subsp. <i>hemibapha</i>	タマゴタケ	400601	山梨	1984. 8
33	<i>A. hemibapha</i> subsp. <i>javanica</i>	キタマゴタケ	400801	茨城	1987. 9
34	<i>A. longistriata</i>	タマゴテングタケモドキ	401001	茨城	1987. 7
35	<i>A. vaginata</i> var. <i>vaginata</i>	ツルタケ	401202	福島	1990. 8
36	<i>A. volvata</i>	フクロツルタケ	401401	茨城	1988.10
37	<i>A. citrina</i> var. <i>citrina</i>	コタマゴテングタケ	401601	茨城	1987. 8
38	<i>A. rubescens</i>	ガンタケ	401801	茨城	1987. 8
39	<i>A. rubrovolvata</i>	ヒメベニテングタケ	402201	茨城	1989. 8
40	<i>A. virosa</i>	ドクツルタケ	402403	福島	1995. 8
41	<i>A. pseudoporphyria</i>	コテングタケモドキ	402601	茨城	1990. 7
42	<i>A. spissacea</i>	ヘビキノコモドキ	402801	茨城	1990. 8
43	<i>A. excelsa</i>	キリンタケ	403001	茨城	1990. 8
44	<i>A. esculenta</i>	ドウシンタケ	403201	福島	1990. 9
45	<i>A. spreata</i>	ツルタケダマシ	403403	福島	1996. 9
46	<i>A. neovoidea</i>	シロテングタケ	403601	千葉	1990.10

Table 1. 供試菌株の由来 (つづき)
Derivation of the fungi examined (Continue)

供試菌株番号	種 名		菌株番号	採集地	採集年月
	学名	和名			
47	<i>A. sinensis</i>	ハイカグラテングタケ	404001	福島	1990. 8
48	<i>A. verna</i>	シロタマゴテングタケ	404202	福島	1990. 9
49	<i>A. virgineoides</i>	シロオニタケ	404404	茨城	1997. 9
50	<i>A. abrupta</i>	タマシロオニタケ	404801	茨城	1991. 9
51	<i>A. hongoi</i>	シロオニタケモドキ	405001	茨城	1991. 9
52	<i>A. flavipes</i>	コガネテングタケ	405402	茨城	1994. 9
53	<i>A. gymnopus</i>	カブラテングタケ	405601	山形	1996. 9
54	<i>A. citrina</i> var. <i>grisea</i>	クロコタマゴテングタケ	405801	茨城	1996. 9
	<i>Cortinarius</i>	フウセンタケ属			
55	<i>C. purpurascens</i>	カワムラフウセンタケ	600001	茨城	1987.10
56	<i>C. pseudopurpurascens</i>	フウセンタケモドキ	600201	茨城	1991.10
57	<i>C. bolaris</i>	アカツブフウセンタケ	600401	茨城	1993. 8
58	<i>C. pseudosalor</i>	ヌメリササタケ	600601	茨城	1994. 9
59	<i>C. subarmilatus</i>	ツバフウセンタケモドキ	600801	茨城	1995. 9
	<i>Dermocybe</i>	ササタケ属			
60	<i>D. cinnamomea</i>	ササタケ	605001	栃木	1999. 9
	<i>Hebeloma</i>	ワカフサタケ属			
61	<i>H. crustuliniforme</i>	オオワカフサタケ	610001	茨城	1989. 4
62	<i>H. saccharioides</i>	ヒメワカフサタケ	610401	茨城	1989.10
63	<i>H. saccharioides</i>	ヒメワカフサタケ	610404	北海道	2002. 9
64	<i>H. crustuliniforme</i> f. <i>microspermum</i>	コツブオオワカフサタケ	611403	滋賀	1995. 4
	<i>Rhodophyllus</i>	イッポンシメジ属			
65	<i>R. clypeatus</i>	シメジモドキ	625001	茨城	1990. 5
	<i>Paxillus</i>	ヒダハタケ属			
66	<i>P. involutus</i>	ヒダハタケ	630002	茨城	1990. 9
67	<i>P. sp.</i>	ムクゲヒダハタケ	630401	栃木	2001. 9
	<i>Choogomphus</i>	クギタケ属			
68	<i>C. tomentosus</i>	フサクギタケ	640001	栃木	1999. 7
	<i>Boletinus</i>	アミハナイグチ属			
69	<i>B. paluster</i>	カラマツベニハナイグチ	705001	山梨	1992. 9
70	<i>B. cavipes</i>	アミハナイグチ	705201	福島	1993. 9
	<i>Suillus</i>	ヌメリイグチ属			
71	<i>S. pictus</i>	ベニハナイグチ	700001	長野	1984. 9
72	<i>S. laricinus</i>	シロヌメリイグチ	710001	長野	1984. 9
73	<i>S. bovinus</i>	アミタケ	710202	茨城	1983.10
74	<i>S. granulatus</i>	チチアワタケ	710401	埼玉	
75	<i>S. granulatus</i>	チチアワタケ	710409	東京	1998.9
76	<i>S. grevillei</i>	ハナイグチ	710601	山梨	
77	<i>S. luteus</i>	ヌメリイグチ	710802	茨城	1983.10
78	<i>S. placidus</i>	ゴヨウイグチ	711001	茨城	1987. 9
79	<i>S. variegatus</i>		711201	栃木	1999. 8
80	<i>S. spectabilis</i>	キノボリイグチ	711402	栃木	2001. 9
	<i>Phylloporus</i>	キヒダタケ属			
81	<i>P. bellus</i> var. <i>cyaneus</i>	イロガワリキヒダタケ	720201	茨城	1998. 9
	<i>Gyroporus</i>	クリイロイグチ属			
82	<i>G. sp.</i>		721502	茨城	2000. 9
	<i>Gyrodon</i>	ハンノキイグチ属			
83	<i>G. lividus</i>	ハンノキイグチ	722501	福島	1990. 9
	<i>Xerocomus</i>	アワタケ属			
84	<i>X. subtomentosus</i>	アワタケ	730001	茨城	1987. 7
85	<i>X. chrysenteron</i>	キッコウアワタケ	730201	茨城	1989. 7
86	<i>X. nigromaculatus</i>	クロアザアワタケ	730403	山口	1997. 9
87	<i>X. obscurebrunneus</i>	ミヤマアワタケ	730601	茨城	1995. 9
	<i>Chaliciporus</i>	コショウイグチ属			
88	<i>C. piperatus</i>	コショウイグチ	740001	茨城	1987. 8

Table 1. 供試菌株の由来 (つづき)
Derivation of the fungi examined (Continue)

供試菌株番号	種名		菌株番号	採集地	採集年月
	学名	和名			
89	<i>Pulveroboletus</i>	キイロイグチ属	745001	千葉	1990.10
	<i>P. ravenelii</i>	キイロイグチ			
90	<i>Aureoboletus</i>	ヌメリコウジタケ属	746002	福島	1993.9
	<i>A. thibetanus</i>	ヌメリコウジタケ			
91	<i>Xanthoconium</i>	ウツロイグチ属	748002	茨城	1993.9
	<i>X. affine</i>	ウツロイグチ			
92	<i>Boletus</i>	イグチ属	750001	茨城	1987.7
	<i>B. fraternus</i>	コウジタケ			
93	<i>B. pulverulentus</i>	イロガワリ	750203	茨城	1990.10
94	<i>B. reticulatus</i>	ヤマドリタケモドキ	750401	茨城	1990.10
95	<i>B. ornatipes</i>	キアミアシイグチ	750601	福島	1990.8
96	<i>B. vilaceofuscus</i>	ムラサキヤマドリタケ	750801	茨城	1990.10
97	<i>B. calopus</i>	アシベニイグチ	751002	山形	1992.8
98	<i>B. luridus</i>	ウラベニイロガワリ	751401	茨城	1992.8
99	<i>B. pseudocalopus</i>	ニセアシベニイグチ	751602	山口	1997.9
100	<i>B. erythropus</i>	オオウラベニイロガワリ	751801	茨城	1997.7
101	<i>B. granulopunctatus</i>	ツブエノウラベニタケ	752001	茨城	2001.8
102	<i>B. griseus</i>	オオミノクロアワタケ	752201	茨城	2002.10
103	<i>Tylopilus</i>	ニガイグチ属	760001	茨城	1987.7
	<i>T. chromapes</i>	アケボノアワタケ			
104	<i>T. neofelleus</i>	ニガイグチモドキ	760201	茨城	1987.7
105	<i>T. nigropurpureus</i>	クロニガイグチ	760601	千葉	1990.10
106	<i>T. valens</i>	ホオベニシロアシイグチ	760801	茨城	1991.8
107	<i>T. ferrugineus</i>	チャニガイグチ	761201	茨城	1991.9
108	<i>T. eximius</i>	ウラグロニガイグチ	761402	茨城	1997.9
109	<i>T. virens</i>	ミドリニガイグチ	761602	福島	1997.9
110	<i>T. nigerrimus</i>	モエギアミアシイグチ	761801	茨城	1997.9
111	<i>Leccinum</i>	ヤマイグチ属	770001	福島	1996.9
	<i>L. scabrum</i>	ヤマイグチ			
112	<i>L. extremiorientale</i>	アカヤマドリ	770201	千葉	1991.9
113	<i>L. versipelle</i>	キンチャヤマイグチ	770401	山形	1992.8
114	<i>L. hortonii</i>	シワチャヤマイグチ	770601	茨城	1992.8
115	<i>L. holopus</i>	シロヤマイグチ	770801	茨城	1993.8
116	<i>L. intusrubens</i>	イロガワリヤマイグチ	771001	茨城	1995.10
117	<i>L. insigne</i>		771201	北海道	2002.9
118	<i>Strobilomyces</i>	オニイグチ属	780003	茨城	1991.7
	<i>S. strobilaceus</i>	オニイグチ			
119	<i>S. cofusus</i>	オニイグチモドキ	780202	福島	1992.7
120	<i>S. seminudus</i>	コオニイグチ	780401	茨城	1998.8
121	<i>S. seminudus</i>	コオニイグチ	780402	東京	2003.7
122	<i>Austroboletus</i>	ヤシャイグチ属	782501	茨城	1993.9
	<i>A. subvirens</i>	オオヤシャイグチ			
123	<i>A. gracilis</i>	クリカワヤシャイグチ	782701	栃木	2000.9
124	<i>A. gracilis</i>	クリカワヤシャイグチ	782702	東京	2003.7
125	<i>Boletellus</i>	キクバナイグチ属	785001	茨城	1990.10
	<i>B. emodesis</i>	キクバナイグチ			
126	<i>B. elatus</i>	アシナガイグチ	785202	茨城	1991.7
127	<i>B. russellii</i>	セイタカイグチ	785601	茨城	1996.9
128	<i>B. longicollis</i>	アキノアシナガイグチ	785801	沖縄	1995.9
129	<i>B. chrysenteroides</i>	アヤメイグチ	786001	福島	1997.8
130	<i>Heimiella</i>	ベニイグチ属	787505	茨城	2000.9
	<i>H. japonica</i>	ベニイグチ			
131	<i>Russula</i>	ベニタケ属	800001	山梨	1984.8
	<i>R. aurata</i>	ニシキタケ			
132	<i>R. sororia</i>	キチャハツ	800401	山梨	1987.6
133	<i>R. vesca</i>	チギレハツタケ	800601	山梨	1987.7
134	<i>R. cyanoxantha</i>	カワリハツ	800802	茨城	1991.9

Table 1. 供試菌株の由来 (つづき)
Derivation of the fungi examined (Continue)

供試菌株番号	種名		菌株番号	採集地	採集年月
	学名	和名			
135	<i>R. mariae</i>	ニオイコベニタケ	801002	茨城	1988. 6
136	<i>R. compacta</i>	アカカバイロタケ	801201	茨城	1988. 7
137	<i>R. emetica</i>	ドクベニタケ	801401	茨城	1989.10
138	<i>R. rubescens</i>	イロガワリベニタケ	801601	福島	1990. 8
139	<i>R. castanopsidis</i>	カレバハツ	801801	茨城	1991. 9
140	<i>R. atropurpurea</i>	ムラサキハツ	802001	茨城	1997.10
141	<i>R. violeipes</i>	ケショウハツ	802202	山形	1992. 8
142	<i>R. delica</i>	シロハツ	802401	茨城	1991. 9
143	<i>R. senecis</i>	オキナクサハツ	802801	茨城	1995. 9
144	<i>R. nigricans</i>	クロハツ	803001	山形	1996. 8
145	<i>R. foetens</i>	クサハツ	803201	栃木	1999. 7
146	<i>R. rosacea</i>	ヤブレベニハツ	803401	栃木	1999. 8
	<i>Lactarius</i>	チチタケ属			
147	<i>L. akahatsu</i>	アカハツ	850001	茨城	1980.
148	<i>L. chrysorrheus</i>	キチチタケ	850201	長野	1984. 9
149	<i>L. hatsudake</i>	ハツタケ	850402	茨城	1983.10
150	<i>L. hygrophoroides</i>	ヒロハチチタケ	850603	茨城	1992. 8
151	<i>L. porninsis</i>	カラマツチチタケ	850801	長野	1984. 9
152	<i>L. laeticolorus</i>	アカモミタケ	851001	茨城	1988.10
153	<i>L. gerardii</i>	クロチチダマシ	851201	茨城	1989. 7
154	<i>L. acris</i>	ハイイロカラチチタケ	851401	茨城	1990. 7
155	<i>L. quietus</i>	チョウジチチタケ	851601	茨城	1990. 9
156	<i>L. indigo</i>	ルリハツタケ	851801	千葉	1990.10
157	<i>L. decipiens</i>		852001	茨城	1990. 9
158	<i>L. pterosporus</i>	ウスイロカラチチタケ	852201	茨城	1991. 9
159	<i>L. controversus</i>	ケショウシロハツ	852401	茨城	1992. 9
160	<i>L. subzonarius</i>	ニオイワチチタケ	852601	茨城	1993. 7
161	<i>L. mammosus</i>		852801	福島	1993. 9
162	<i>L. ochrogalactus</i>	ヒロハチャチチタケ	853001	茨城	1995. 9
163	<i>L. tabidus</i>	ヒメチチモドキ	853201	福島	1996. 9
164	<i>L. vellereus</i>	ケシロハツ	853401	茨城	1995. 9
165	<i>L. subplinthogalus</i>	ヒロハウスズミチチタケ	853601	茨城	1997. 6
166	<i>L. glaucescens</i>	アオゾメツチカブリ	853802	三重	1998. 8
167	<i>L. plumbeus</i>		854001	北海道	2002. 9
	<i>Ramaria</i>	ホウキタケ属			
168	<i>R. botrytis</i>	ホウキタケ	900001	山梨	1980. 8
	<i>Gomphus</i>	ラッパタケ属			
169	<i>G. fujisanensis</i>	フジウスタケ	910001	山梨	1980. 8
	<i>Boletopsis</i>	クロカワ属			
170	<i>B. sp.</i>		912001	茨城	1994. 9
	<i>Albatrellus</i>	ニンギョウウタケモドキ属			
171	<i>A. confluens</i>	ニンギョウウタケ	918001	福島	1996. 9
172	<i>A. caeruleoporus</i>	アオロウジ	918201	茨城	2004. 6
	<i>Hymenogaster</i>	ヒメノガステル属			
173	<i>H. arenarius</i>	マメツブタケ	943003	茨城	1992.10
	<i>Octavianina</i>	ジャガイモタケ属			
174	<i>O. asterosperma</i>	クラマノジャガイモタケ	945001	茨城	1991.11
	<i>Rhizopogon</i>	ショウロ属			
175	<i>R. rubescens</i>	ショウロ	950004	茨城	1981.
176	<i>R. nigrescens</i>	オオショウロ	950202	滋賀	1992.10
177	<i>R. superiorensis</i>	アカショウロ	950401	滋賀	1992.
178	<i>R. luteolus</i>	ホンショウロ	950605	山口	2002. 7
	<i>Hydnangium</i>	ヒドナンギウム属			
179	<i>H. carneum</i>	コイシタケ	952001	東京	2003.11
180	<i>H. carneum</i>	コイシタケ	952004	東京	2003.11
	<i>Zelleromyces</i>				
181	<i>Z. gikeyae</i>	チチショウロ	957001	愛知	1993.11

Table 1. 供試菌株の由来 (つづき)
Derivation of the fungi examined (Continue)

供試菌株番号	種 名		菌株番号	採集地	採集年月
	学名	和名			
	<i>Astraeus</i>	ツチグリ属			
182	<i>A. hygrometricus</i>	ツチグリ	960001	茨城	1987. 7
183	<i>A. hygrometricus</i>	ツチグリ	960026	東京	2003.11
184	<i>A. hygrometricus</i> var. <i>koreanus</i>	コツチグリ	960201	茨城	1993. 8
	<i>Scleroderma</i>	ニセシヨウロ属			
185	<i>S. cepa</i>	タマネギモドキ	980002	茨城	1987. 7
186	<i>S. areolatum</i>	ヒメカタシヨウロ	980202	和歌山	1992. 7
187	<i>S. bovista</i>	ハマニセシヨウロ	980401	茨城	1989. 7
188	<i>S. columnare</i>		980601	インドネシア	1990.
189	<i>S. reae</i>	コニセシヨウロ	980801	茨城	1991.10
190	<i>S. reae</i>	コニセシヨウロ	980816	東京	2003.11
191	<i>S. citrinum</i>	ニセシヨウロ	981001	茨城	1991.10
192	<i>S. citrinum</i>	ニセシヨウロ	981006	東京	2001.10
193	<i>S. verrucosum</i>	シヨウロダマシ	981204	茨城	1992. 7
194	<i>S. albidum</i>	シロニセシヨウロ	981601	茨城	1992.10
195	<i>S. macrorrhizom</i>		981801	鹿児島	1993. 7
196	<i>S. dictyosporum</i>	アミメニセシヨウロ	982001	茨城	1993. 8
197	<i>S. dictyosporum</i>	アミメニセシヨウロ	982004	北海道	2002. 9
	<i>Pisolithus</i>	コツブタケ属			
198	<i>P. tinctorius</i> f. <i>tinctorius</i>	コツブタケ	990001	岐阜	1989. 9
199	<i>P. tinctorius</i> f. <i>turgidus</i>	ナガエノコツブタケ	990201	福島	1992. 7
200	<i>P. tinctorius</i> f. <i>pisocarpus</i>	タマコツブタケ	990401	滋賀	1992.10
	<i>Alpova</i>	アルポバ属			
201	<i>A. sp.</i>		995005	東京	1998. 9
202	<i>A. sp.</i>		995007	東京	1998. 9

2) 生育温度

まず、供試菌の生育に適した培養温度を明らかにするため、5℃～40℃まで5℃おきに設定した温度条件で菌を培養した。50ml 三角フラフコに川合・小川液体培地（川合ら、1976）10ml を加え、そこに接種源を入れた。なお接種源は、径90mm のペトリ皿において麦芽エキス寒天培地40ml を固化させた培地上に拡がった菌叢の周縁部からコルクボーラーで打ち抜いた径4mm の円盤状寒天片である。三角フラスコ内で1ヶ月間培養した後、菌体を濾紙（アドバンテック東洋、NO.1）上に取り、水分を取り除いた後、あらかじめ秤量したアルミホイルで包み、80℃で3日間乾燥させ、その乾燥重量を求めた。各菌の設定温度ごとに、3反復実施した。結果については、分散分析により有意差を検定した。有意差が認められた場合は、Scheffeの方法により、処理間の有意差を解析した。

3) 培地

今回、以下の8種類の培地を用いた：①、Hagem 培地（Johnsonら、1960）；②、山里ら（1986）のペプトン・酵母エキス培地を改変した培地（以下、Yeast 培地）；③、馬鈴薯・ブドウ糖培地（米国 Difco 社製；以下、PD 培地）；④、川合・小川培地（川合ら、1976；以下、KO 培地）；⑤、改変 Melin-Norkrans 培地（Marx, 1969；以下、MMN 培地）；⑥、麦芽エキス培地（Johnsonら、1960）を、麦芽エキスおよびブドウ糖の量を半分にした培地（以下、Ma/2 培地）；⑦、⑥の培地を Abuzinadah ら（1986）の培地を参考に改変しチアミンを添加した培地（以下、MMa 培地）；⑧、⑦の培地の炭素源を多くし、鉄源を添加した培地（以下、AK 培地）である。これら培地の成分を Table 2 に示した。

Table 2. 実験に供した8種類の培地組成(数値は培地1Lあたりの含量(g))
Composition of the culture media used in the present study (Values are grams in a liter of medium)

	Hagem	Yeast	PD	KO	MMN	Ma/2	MMA	AK
ブドウ糖	5	10		10	10	10	10	12
麦芽エキス (Difco)	5				3	10	5	8
バクト ペプトン (Difco)		2				1	0.5	1
酵母エキス (Difco)		2					0.1	0.1
塩化アンモニウム	0.5							
酒石酸アンモニウム				1			0.5	
燐酸2アンモニウム					0.25			
燐酸2水素カリウム	0.5	1		1	0.5		1	1
硫酸マグネシウム7水和物	0.5	0.5		0.5	0.15		0.5	0.5
ポテトデキストロース プロス (Difco)			24					
塩化鉄 (1% 溶液)	0.5(ml)					1.2(ml)		
塩化カルシウム2水和物				0.0555	0.05			
塩化ナトリウム					0.025			
クエン酸鉄				0.005				0.005
硫酸亜鉛7水和物				0.0044				
硫酸マンガン4水和物				0.005				
ニコチン酸				0.0005				
葉酸				0.0005				
チアミン塩酸塩				0.0001	0.0001		0.0001	0.0001

伸長成長は、上述した培地組成の寒天平板上での菌叢の広がりでも評価した。上記の寒天培地 23ml を 90mm ペトリ皿に入れて固め、菌を接種し 25℃で培養した。接種後、1週間ごとに菌叢の直径を直交する2方向で計測し、その平均を伸長量とした。観察は接種後8週間目まで行い、各処理につき3枚の平板培地を用いた。

重量成長は液体培地における菌体量の乾重で評価した。上記の液体培地 10ml を 50ml 三角フラフコに入れ、菌を接種した。25℃で2ヶ月間培養した後、前述した方法で、菌体の乾燥重量を測定した。各処理につき3反復行った。

3. 結果

1) 培養温度の影響

供試した 62 菌株の培養温度と成長との関係を、Table 3 に示す。①最適温度が 20℃であったもの (3 菌株)、②最適温度が 25℃であったもの (11 菌株)、③最適温度が 30℃であったもの (6 菌株)、④最適温度が 15℃から 25℃であったもの (2 菌株)、⑤最適温度が 20℃から 25℃であったもの (11 菌株)、⑥最適温度が 20℃から 30℃であったもの (12 菌株)、⑦最適温度が 25℃から 30℃であったもの (14 菌株)、⑧有意な差が認められなかったもの (3 菌株) に分けられた。また、多くのものは 5℃の低温や、35℃の高温における成長はわずかで、40℃ではほとんど成長しなかった。これらの結果から、次に実施する伸長成長と重量成長への培地の影響を調査する実験では、培養温度を 25℃とした。

Table 3. 外生菌根菌の成長に適した温度範囲
Range of temperatures favorable for the growth of ectomycorrhizal fungi

至適温度 (°C)	菌株数	種名
20	3	ヒメワカフサタケ, アミタケ, ゴヨウイグチ
25	11	ベニテングタケ, キリンタケ, カワムラフウセンタケ, ベニハナイグチ, ハンノキイグチ, クロアザアワタケ, ヌメリコウジタケ, アケボノアワタケ, チギリハツタケ, アカシヨウロ, ツチグリ
30	6	<i>Cenococcum geophilum</i> , キシメジ, コシヨウイグチ, キアミアシイグチ, カレバハツ, クラマノジャガイモタケ
15 ~ 25	2	カクミノシメジ, ハツタケ
20 ~ 25	11	キツネタケ, ミドリシメジ, ヒメベニテングタケ, ヘビキノコモドキ, カラマツベニハナイグチ, アミハナイグチ, <i>Suillus variegatus</i> , キノボリイグチ, ケシヨウハツ, カラマツチチタケ, オオシヨウロ
20 ~ 30	12	シャカシメジ, ホンシメジ, オオキツネタケ, <i>Armillaria albonaripes</i> , テングタケ, ヌメリイグチ, ドクベニタケ, アカハツ, シヨウロ, コツチグリ, ハマニセシヨウロ, <i>Alpova</i> sp.
25 ~ 30	14	サクラシメジ, カレバキツネタケ, シロマツタケ, キタマゴタケ, シロテングタケ, ヒダハタケ, イロガワリキヒダタケ, ムラサキヤマドリタケ, ニガイグチモドキ, イロガワリヤマイグチ, オオヤシャイグチ, キチャハツ, ニオイコベニタケ, タマネギモドキ
なし	3	タマゴタケ, ミヤマアワタケ, ヒロハチチタケ

2) 培地の種類の影響

各培地における各菌の伸長成長量、重量成長量および培地の着色の有無を Table 4 に示した。培地による差は、用いた菌株によって様々であった。

Table 4. 各種培地における外生菌根菌の成長。値はそれぞれ3反復の平均値である。
Growth of isolates of ectomycorrhizal fungi on eight different culture media. Values are means calculated from three replicates.

供試菌株番号	種名	菌株番号	Hagem			Yeast			PD			KO			MN			Ma/2			MMa			AK		
			伸長* 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無
1	ツチダンゴ	002001	12.0	12.5	-	10.0	40.3	-	9.0	8.3	-	10.0	12.4	-	7.5	6.3	-	15.0	40.6	-	15.0	40.6	-	15.0	40.6	-
2	ヤマトツチダンゴ	002201	7.0	5.9	-	13.0	13.8	+	8.5	20.4	+	11.0	5.3	-	13.0	22.4	-	17.0	16.2	-	17.0	16.2	-	17.0	16.2	-
3	<i>Elaphomyces</i> sp 1	002401	17.0	12.1	-	10.5	16.0	+	7.5	25.3	+	6.5	3.8	-	16.5	22.0	+	21.7	45.6	+	21.7	45.6	+	21.7	45.6	+
4	<i>Elaphomyces</i> sp 2	002601	5.5	2.6	-	15.7	3.6	-	6.5	15.9	-	5.0	2.7	-	11.5	14.8	-	21.0	1.3	-	21.0	28.1	-	21.0	28.1	-
5	<i>Cenococcum geophilum</i>	002901	8.0	11.0	-	17.0	16.8	+	33.5	85.2	-	37.0	45.4	-	27.0	11.8	-	33.5	48.4	-	33.5	17.7	-	33.5	17.7	-
6	イボセイヨウシヨウロ	003001	5.3	1.7	-	9.0	1.5	-	4.7	2.5	-	21.5	5.9	-	10.0	3.9	-	16.7	4.1	-	16.7	4.1	-	16.7	4.1	-
7	<i>Tuber borehii</i>	003601	17.5	1.4	-	25.5	1.4	-	4.0	1.9	-	18.5	1.1	-	4.5	1.2	-	4.3	4.3	-	4.3	4.3	-	4.3	4.3	-
8	サクラシメジ	120201	17.0	4.3	-	70.5	14.1	-	48.5	41.5	-	61.5	2.3	-	57.5	15.4	-	43.0	13.9	-	43.0	13.7	-	43.0	13.9	-
9	コクリノカサ	120402	16.0	6.6	-	31.0	3.1	-	10.0	32.3	-	13.0	3.9	-	22.5	16.8	-	24.6	34.2	-	24.6	34.2	-	24.6	34.2	-
10	シャカシメジ	200201	24.5	15.9	-	90.0	29.3	-	90.0	90.6	-	63.5	49.9	-	68.0	35.6	-	86.0	43.4	-	86.0	43.4	-	86.0	43.4	-
11	ホンシメジ	200402	23.0	19.5	-	90.0	34.6	-	90.0	69.2	-	90.0	28.0	-	90.0	42.0	-	90.0	56.1	-	90.0	56.1	-	90.0	56.1	-
12	カクミノシメジ	200601	26.5	5.2	-	72.5	21.0	-	76.0	58.0	-	48.0	22.2	-	55.5	12.6	-	85.3	48.4	-	85.3	48.4	-	85.3	48.4	-
13	スミゾシメジ	201401	20.0	12.0	-	63.5	26.8	-	67.5	78.9	-	27.8	21.6	-	85.5	17.1	-	90.0	48.4	-	90.0	48.4	-	90.0	48.4	-
14	ウラムラサキ	215001	26.0	3.5	-	69.5	22.5	-	66.5	27.3	-	51.0	11.7	-	49.0	19.2	-	70.0	11.4	-	70.0	11.4	-	70.0	11.4	-
15	ウラムラサキ	215006							86.3	5.1	+							77.0	4.4		77.0	4.4		77.0	4.4	
16	クロキツネタケ	215201	18.5	3.5	-	15.0	22.4	-	11.5	11.1	-	44.0	13.0	-	37.5	14.7	-	57.0	33.6	-	57.0	33.6	-	57.0	33.6	-
17	オオキツネタケ	215401	18.5	5.1	-	24.5	6.4	-	15.5	13.3	-	38.0	21.9	-	51.5	15.3	-	86.7	34.8	-	86.7	34.8	-	86.7	34.8	-
18	カレバキツネタケ	215601	18.0	4.5	-	30.0	5.9	-	37.5	19.4	-	33.5	15.5	-	56.5	14.1	-	70.7	30.8	-	70.7	30.8	-	70.7	30.8	-
19	キツネタケ	216002	28.0	4.5	-	87.0	38.3	-	90.0	80.8	-	54.0	22.2	-	61.0	37.2	-	75.5	44.9	-	75.5	44.9	-	75.5	44.9	-
20	ミドリシメジ	240001	24.0	10.2	-	53.5	24.6	-	49.0	45.1	-	41.0	13.8	-	48.0	21.3	-	62.7	48.4	-	62.7	48.4	-	62.7	48.4	-
21	マツタケ	240641	26.5	11.0	-	55.0	49.0	-	48.0	91.5	-	42.5	11.7	-	57.5	33.2	-	74.0	56.4	-	74.0	56.4	-	74.0	56.4	-
22	マツシメジ	241001	51.0	15.7	-	90.0	21.8	-	90.0	49.2	-	68.5	17.2	-	90.0	46.7	-	75.7	56.4	-	75.7	56.4	-	75.7	56.4	-
23	キシメジ	241403	19.5	6.0	-	36.5	26.0	-	34.5	54.8	-	33.5	14.0	-	25.5	17.6	-	42.7	34.8	-	42.7	34.8	-	42.7	34.8	-
24	アイシメジ	241601	32.5	11.7	-	38.5	36.8	-	34.0	51.9	-	34.0	17.3	-	40.0	26.4	-	43.0	17.4	-	43.0	17.4	-	43.0	17.4	-
25	ケシヨウシメジ	242601	20.5	8.5	-	49.5	27.5	-	41.0	43.4	-	32.5	15.3	-	43.5	14.8	-	56.0	40.9	-	56.0	40.9	-	56.0	40.9	-
26	クダアガカシメジ	242801	30.5	3.8	-	14.5	14.6	-	30.5	16.6	-	16.5	4.3	-	22.0	10.3	-	71.3	30.3	-	71.3	30.3	-	71.3	30.3	-
27	<i>Armillaria albonaripes</i>	250001	61.5	4.9	-	83.0	40.9	-	79.5	53.0	-	58.5	16.3	-	85.0	20.2	-	33.0	34.6	-	33.0	34.6	-	33.0	34.6	-
28	シロマツタケ	250201	26.0	16.4	-	28.0	45.6	-	28.0	54.5	-	33.4	2.0	-	26.5	32.4	-	76.3	73.7	-	76.3	73.7	-	76.3	73.7	-
29	ベニテングタケ	400001	11.0	8.8	-	45.5	20.2	-	28.5	35.5	-	25.0	13.1	-	25.5	22.8	-	44.5	27.9	-	44.5	27.9	-	44.5	27.9	-
30	テングタケ	400201	83.5	16.6	-	77.5	30.7	-	72.5	35.3	-	90.0	21.4	-	90.0	28.9	-	33.0	34.6	-	33.0	34.6	-	33.0	34.6	-
31	テングタケダマシ	400403	13.0	12.1	-	10.5	12.9	-	11.5	32.9	-	16.5	16.7	-	11.0	18.7	-	52.3	48.4	-	52.3	48.4	-	52.3	48.4	-
32	タマゴタケ	400601	15.0	6.8	-	28.5	30.8	-	26.5	49.9	-	15.0	15.1	-	27.8	40.4	-	40.0	46.0	-	40.0	46.0	-	40.0	46.0	-
33	キタマゴタケ	400801	20.0	11.8	-	65.5	32.5	-	49.0	76.9	-	44.5	31.2	-	55.0	35.1	-	72.7	57.2	-	72.7	57.2	-	72.7	57.2	-
34	タマゴテングタケモドキ	401001	16.5	3.0	-	26.0	12.1	-	29.0	7.6	-	30.0	3.4	-	23.0	5.1	-	3.0	35.1	-	3.0	35.1	-	3.0	35.1	-
35	ツルタケ	401202	14.3	4.6	-	5.5	5.2	-	7.5	5.9	-	5.5	2.9	-	6.5	7.4	-	14.7	48.4	-	14.7	48.4	-	14.7	48.4	-
36	フクロツルタケ	401401	5.0	4.9	-	8.5	4.8	-	12.5	29.2	+	10.0	6.0	-	12.5	7.6	-	5.0	48.4	-	5.0	48.4	-	5.0	48.4	-

*接種後8週間目の測定において、菌叢先端が、ペトリ皿の壁面に達していた場合、90.0と記した。

Table 4. 各種培地における外生菌根菌の成長。値はそれぞれ3反復の平均値である。(つづき)
Growth of ectomycorrhizal fungi on eight different culture media. Values are means calculated from three replicates. (Continue)

供試菌株番号	種名	菌株番号	Hagem			Yeast			PD			KO			MN2			MMa			AK					
			伸長* 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無			
37	コタマゴテングタケ	401601	25.0	7.9	-	57.0	16.4	-	56.0	21.2	-	77.0	14.3	-	53.5	6.4	-	65.0	16.9	-	65.0	16.9	-	77.0	33.0	-
38	ガンタケ	401801	69.0	14.3	-	71.0	9.0	-	67.5	50.4	+	42.5	3.7	-	42.0	15.7	-	56.0	10.3	-	56.0	10.3	-	83.0	34.6	-
39	ヒメベニテングタケ	402201	15.5	8.1	-	45.0	23.6	-	29.5	42.9	-	21.5	18.8	-	16.5	9.8	-	20.5	22.5	-	20.5	22.5	-	47.7	36.4	-
40	ドクツルタケ	402403	12.5	8.4	-	4.5	1.4	-	5.5	2.5	+	10.0	3.5	-	8.0	3.8	-	8.5	6.9	-	8.5	6.9	-	12.0	3.3	-
41	コテングタケモドキ	402601	21.0	8.0	-	90.0	20.2	-	57.0	59.4	-	54.0	25.7	-	61.0	9.7	-	90.0	39.1	-	90.0	39.1	-	90.0	45.6	-
42	ヘビキノコモドキ	402801	40.5	11.8	-	68.5	28.5	-	49.0	53.3	+	56.0	8.9	-	53.5	13.3	-	49.0	42.8	-	49.0	42.8	-	90.0	52.4	-
43	キリンタケ	403001	22.5	5.9	-	23.5	24.9	-	32.5	42.6	-	44.5	8.4	-	43.5	9.7	-	32.0	19.6	-	32.0	19.6	-	53.0	37.5	-
44	ドウシタケ	403201	15.5	7.5	-	37.0	21.2	-	22.5	27.8	-	27.0	4.8	-	38.0	14.1	-	62.5	23.4	-	62.5	23.4	-	79.7	27.5	-
45	ツルタケダマシ	403403	50.5	12.8	-	20.9	15.0	-	26.0	30.6	-	5.5	14.2	-	77.5	7.5	-	74.5	15.0	-	74.5	15.0	-	21.3	14.4	-
46	シロテングタケ	403601	33.5	4.7	-	74.0	22.1	-	76.0	45.8	-	82.5	15.0	-	42.5	12.1	-	65.0	22.8	-	65.0	22.8	-	80.7	28.3	-
47	ハイカグラテングタケ	404001	6.5	9.1	-	10.5	14.7	+	9.0	29.3	+	8.0	22.8	-	7.0	7.1	-	8.0	18.8	-	8.0	18.8	-	16.0	13.7	-
48	シロタマゴテングタケ	404202	9.0	11.1	-	4.0	2.1	+	4.5	2.2	+	6.0	7.5	-	8.0	7.8	-	10.5	3.7	-	10.5	3.7	-	13.7	13.7	-
49	シロオニタケ	404404	52.0	1.8	-	48.0	15.2	-	67.5	14.5	-	62.5	12.0	-	87.5	10.0	-	80.0	10.8	-	80.0	10.8	-	43.0	43.0	-
50	タマシロオニタケ	404801	35.0	16.8	-	18.5	8.0	+	31.0	47.0	+	56.5	20.8	-	20.5	5.0	-	29.5	29.5	-	29.5	29.5	-	44.0	44.0	-
51	シロオニタケモドキ	405001	14.0	3.8	-	10.5	2.5	+	18.0	42.2	+	6.5	3.5	-	6.0	2.6	-	17.0	13.9	+	17.0	13.9	+	16.0	16.0	-
52	コガネテングタケ	405402	81.0	7.6	-	40.0	9.3	-	81.0	55.7	-	76.5	20.3	-	69.0	10.8	-	61.0	19.6	-	61.0	19.6	-	22.0	22.0	-
53	カブラテングタケ	405601	9.5	5.1	-	14.0	2.3	+	12.0	11.0	+	11.0	4.7	-	13.5	6.8	-	11.0	11.6	-	11.0	11.6	-	49.0	40.0	-
54	クロコタマゴテングタケ	405801	27.0	8.4	-	42.0	21.1	-	46.3	38.6	+	32.5	20.1	-	38.5	9.0	-	42.0	26.9	-	42.0	26.9	-	90.0	31.0	-
55	カワムラフウセンタケ	600001	18.5	10.1	-	18.5	17.5	-	24.5	60.1	+	18.0	19.6	-	18.0	16.3	-	21.5	21.4	-	21.5	21.4	-	39.7	17.7	-
56	フウセンタケモドキ	600201	15.5	7.1	-	19.0	36.2	+	18.5	51.8	-	10.0	31.1	-	10.0	17.1	-	14.0	17.9	-	14.0	17.9	-	61.0	28.1	-
57	アカツブフウセンタケ	600401	35.5	13.8	-	26.0	17.8	+	51.0	42.2	+	36.5	25.4	+	40.5	17.1	+	26.5	9.6	+	26.5	9.6	+	90.0	38.3	+
58	ツバフウセンタケ	600601	53.5	7.2	-	45.5	35.3	-	41.5	26.3	-	70.0	26.6	-	58.5	12.2	-	65.5	11.2	-	65.5	11.2	-	21.3	21.3	-
59	ツバフウセンタケモドキ	600801	27.5	5.4	-	7.7	2.0	-	8.0	7.4	-	18.0	4.1	-	6.5	1.3	-	26.0	16.0	-	26.0	16.0	-	37.5	35.2	-
60	ササタケ	605001	32.0	14.2	-	41.5	30.6	-	40.0	30.5	+	32.7	1.7	-	35.4	14.3	-	36.5	29.1	-	36.5	29.1	-	86.5	22.6	-
61	オオワカフサタケ	610001	15.0	4.3	-	40.5	20.6	-	42.5	56.2	+	28.5	26.0	-	34.0	8.3	-	34.5	13.6	-	34.5	13.6	-	41.0	41.0	-
62	ヒメワカフサタケ	610401	16.0	8.7	-	79.0	23.1	+	57.5	60.7	+	34.5	26.1	-	42.5	9.7	-	47.0	29.9	-	47.0	29.9	-	36.7	36.7	-
63	ヒメワカフサタケ	610404	21.5	5.0	-	32.5	28.7	-	31.0	38.6	-	32.5	31.6	-	17.0	6.0	-	39.5	12.2	-	39.5	12.2	-	89.0	31.6	-
64	コツブオオワカフサタケ	611403	20.0	8.2	-	37.0	26.2	+	35.0	60.2	+	38.8	26.6	-	41.0	7.7	-	56.5	19.5	-	56.5	19.5	-	33.0	40.7	-
65	シメジモドキ	625001	19.0	10.3	-	11.0	13.9	-	10.0	35.9	-	30.5	9.7	-	35.5	18.3	-	17.0	7.7	-	17.0	7.7	-	84.5	35.3	+
66	ヒダハタケ	630002	87.5	10.5	+	73.5	26.0	+	66.0	41.8	+	90.0	27.5	-	83.5	15.9	-	74.0	26.1	+	74.0	26.1	+	75.0	60.3	+
67	ムクゲヒダハタケ	630401	68.0	10.9	-	48.3	1.0	-	46.0	63.1	+	67.5	30.8	+	57.5	15.6	+	60.0	17.6	+	60.0	17.6	+	69.0	48.0	+
68	フサクギタケ	640001	58.0	22.0	-	53.0	18.6	-	70.0	39.5	-	69.0	19.1	-	59.5	28.4	-	36.0	18.9	+	36.0	18.9	+	70.5	38.3	+
69	カラマツベニハナイグサ	705001	52.5	14.9	-	30.8	5.3	+	90.0	61.6	+	69.0	25.6	-	51.5	18.3	-	64.5	15.9	+	64.5	15.9	+	74.7	44.1	+
70	アミハナイグサ	705201	52.0	13.8	-	24.5	3.1	+	23.2	54.3	+	77.0	11.9	-	58.5	13.1	-	66.5	6.1	+	66.5	6.1	+	80.5	56.1	+
71	ベニハナイグサ	700001	35.5	14.7	+	58.5	4.7	+	56.5	56.7	+	35.0	23.9	+	47.5	10.6	+	60.0	29.7	+	60.0	29.7	+	90.0	55.9	+
72	シロヌメリイグサ	710001	50.0	12.1	-	60.5	27.3	+	51.0	44.6	+	80.0	27.7	-	67.0	23.9	-	81.0	21.0	+	81.0	21.0	+	90.0	55.9	+

*接種後8週間目の測定において、菌叢先端が、ペトリ皿の壁面に達していた場合、90.0と記した。

Table 4. 各種培地における外生菌根菌の成長。値はそれぞれ3反復の平均値である。(つづき)
Growth of isolates of ectomycorrhizal fungi on eight different culture media. Values are means calculated from three replicates. (Continue)

供試菌株番号	種名	Hagem			Yeast			PD			KO			MMN			Ma/2			MMa			AK			
		菌株番号	伸長* 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無
73	アマタケ	710202	46.0	16.2	-	68.5	61.5	+	60.5	30.0	-	50.0	26.3	-	65.0	36.7	+	65.0	36.7	+	65.0	36.7	+	90.0	-	-
74	チチアワタケ	710401	31.5	13.7	-	73.0	48.6	+	86.5	22.3	-	70.0	22.8	-	74.5	23.8	+	74.5	23.8	+	74.5	23.8	+	90.0	-	-
75	チチアワタケ	710409				67.7	60.0	+				19.5											68.0	-	-	
76	ハナイイグチ	710601	46.0	15.0	-	66.5	38.8	+	90.0	17.0	-	58.0	17.2	-	64.0	20.3	+	64.0	20.3	+	64.0	20.3	+	76.0	35.4	+
77	ヌメリイグチ	710802	76.0	17.0	-	56.0	50.1	+	90.0	23.3	-	53.0	19.8	+	62.5	31.3	+	62.5	31.3	+	62.5	31.3	+	82.5	46.5	+
78	ゴヨウイグチ	711001	74.5	13.2	-	64.5	26.8	+	81.5	26.4	-	72.5	11.2	-	77.5	24.6	-	77.5	24.6	-	77.5	24.6	-	82.0	49.6	-
79	<i>Suillus variegatus</i>	711201	57.5	25.8	-	54.0	26.4	+	90.0	30.8	+	70.9	17.1	-	60.0	29.1	+	60.0	29.1	+	60.0	29.1	+	71.7	51.8	+
80	キノホリイグチ	711402	44.0	17.3	+	62.7	37.6	+	46.7	31.1	+	61.5	19.6	+	60.0	34.0	+	60.0	34.0	+	60.0	34.0	+	79.3	65.0	+
81	イロガワリキヒダタケ	720201	49.3	16.2	-	21.0	20.7	+	36.0	28.9	+	30.0	16.2	-	22.0	18.4	+	22.0	18.4	+	22.0	18.4	+	36.0	43.5	+
82	<i>Gyroporus</i> sp.	721502				21.7	33.6	+				29.4											38.3	42.6	+	
83	ハンノキイグチ	722501	56.5	18.7	-	73.5	49.3	+	76.5	27.1	-	47.0	25.4	+	65.5	38.2	+	65.5	38.2	+	65.5	38.2	+	90.0	38.9	+
84	アワタケ	730001	12.5	9.9	+	90.0	23.9	+	25.5	3.4	+	63.5	5.7	+	73.0	25.7	+	73.0	25.7	+	73.0	25.7	+	90.0	35.1	+
85	キツコウアワタケ	730201	23.0	21.8	+	30.0	34.2	+	33.0	30.6	-	33.5	21.8	-	38.5	38.2	-	38.5	38.2	-	38.5	38.2	-	46.5	41.0	-
86	クロアザアワタケ	730403	85.0	11.7	-	21.0	11.0	+	27.0	27.4	-	39.8	15.2	-	59.5	18.0	+	59.5	18.0	+	59.5	18.0	+	49.0	-	-
87	ミヤマアワタケ	730601	18.5	11.3	+	7.5	8.6	+	6.3	8.0	-	10.0	11.5	-	17.5	15.7	-	17.5	15.7	-	17.5	15.7	-	61.7	47.7	+
88	コシヨウイグチ	740001	24.5	9.7	+	59.5	20.2	+	52.5	11.2	-	52.5	10.7	+	67.0	12.3	+	67.0	12.3	+	67.0	12.3	+	90.0	36.3	+
89	キイロイグチ	745001	20.0	11.6	-	29.5	32.2	-	45.5	25.2	-	15.5	15.8	-	37.0	18.1	+	37.0	18.1	+	37.0	18.1	+	66.0	15.1	-
90	ヌメリコウジタケ	746002	24.7	10.7	-	22.5	39.2	-	32.5	26.0	-	34.5	22.7	-	62.5	23.8	-	62.5	23.8	-	62.5	23.8	-	59.7	80.6	-
91	ウツロイイグチ	748002	47.0	13.9	-	34.0	19.9	-	8.5	18.3	-	57.5	19.2	-	72.5	24.0	-	72.5	24.0	-	72.5	24.0	-	63.0	31.5	-
92	コウジタケ	750001	34.5	15.8	-	51.5	29.6	+	84.5	40.2	-	62.5	27.7	+	44.0	41.7	+	44.0	41.7	+	44.0	41.7	+	64.0	-	-
93	イロガワリ	750203	8.5	17.2	-	12.5	19.6	+	52.0	7.7	-	35.5	5.1	-	27.5	16.5	+	27.5	16.5	+	27.5	16.5	+	66.0	45.5	-
94	ヤマドリタケモドキ	750401	34.0	10.5	-	26.5	9.9	+	75.0	13.5	-	57.5	19.8	-	41.5	31.6	-	41.5	31.6	-	41.5	31.6	-	90.0	45.0	-
95	キアミアシイグチ	750601	38.5	12.7	-	36.0	28.5	+	47.0	31.0	+	35.5	13.5	+	59.0	26.7	+	59.0	26.7	+	59.0	26.7	+	37.0	24.3	-
96	ムラサキヤマドリタケ	750801	31.0	6.4	-	38.0	23.8	-	20.5	20.3	-	33.5	5.3	-	34.0	7.5	-	34.0	7.5	-	34.0	7.5	-	70.3	-	-
97	アシベニイグチ	751002	23.5	13.3	+	29.0	34.2	+	20.7	9.9	+	29.5	9.5	+	25.0	21.4	+	25.0	21.4	+	25.0	21.4	+	61.0	-	-
98	ウラベニイロガワリ	751401	38.0	23.0	+	16.0	7.0	+	80.5	10.3	-	30.0	8.6	+	24.5	25.1	+	24.5	25.1	+	24.5	25.1	+	86.0	43.2	+
99	ニセアシベニイグチ	751602	46.7	11.3	-	48.0	43.4	-	56.5	48.6	+	62.6	24.0	-	57.0	30.3	+	57.0	30.3	+	57.0	30.3	+	63.0	73.4	-
100	オオウラベニイロガワリ	751801	46.5	15.1	+	53.7	17.0	+	56.3	19.2	-	25.9	6.5	-	11.8	18.9	+	11.8	18.9	+	11.8	18.9	+	74.0	59.9	+
101	ツブエノウラベニタケ	752001	42.3	4.6	-	25.7	44.2	-	24.3	1.8	-	51.0	7.2	-	70.7	44.0	-	70.7	44.0	-	70.7	44.0	-	77.0	-	-
102	オオミノクノアワタケ	752201	44.5	23.5	-	32.0	34.4	-	69.3	18.8	-	65.5	27.8	-	48.5	33.3	+	48.5	33.3	+	48.5	33.3	+	61.0	-	-
103	アケボノアワタケ	760001	44.0	18.0	-	35.5	27.8	-	43.0	15.4	-	46.5	20.9	-	46.0	28.6	+	46.0	28.6	+	46.0	28.6	+	90.0	46.0	-
104	ニカイグチモドキ	760201	50.5	11.8	-	38.5	22.3	-	70.5	21.4	-	48.5	10.4	-	73.0	15.6	-	73.0	15.6	-	73.0	15.6	-	65.0	40.7	-
105	クロニカイグチ	760601	39.0	9.5	-	16.0	6.9	-	65.0	42.2	-	28.5	8.3	-	53.5	18.6	-	53.5	18.6	-	53.5	18.6	-	57.7	30.3	-
106	ホオベニシロアシイグチ	760801	29.5	14.6	-	38.0	35.6	-	16.5	28.5	-	20.5	13.1	-	25.0	39.4	-	25.0	39.4	-	25.0	39.4	-	51.0	46.1	-
107	チャニカイグチ	761201	24.0	14.9	+	16.0	20.6	+	49.5	27.2	+	20.0	8.1	+	29.0	11.4	+	29.0	11.4	+	29.0	11.4	+	54.7	30.3	+
108	ウラガワロニカイグチ	761402	18.5	14.9	-	23.0	19.1	+	23.0	28.4	-	27.0	8.8	+	29.5	20.5	+	29.5	20.5	+	29.5	20.5	+	48.7	44.1	-

*接種後8週間目の測定において、菌叢先端が、ペトリ皿の壁面に達していた場合、90.0と記した。

Table 4. 各種培地における外生菌根菌の成長。値はそれぞれ3反復の平均値である。(つづき)
Growth of ectomycorrhizal fungi on eight different culture media. Values are means calculated from three replicates. (Continue)

供試菌株番号	種名	菌株番号	Hagem			Yeast			PD			KO			MN			Ma/2			MMa			AK		
			伸長* 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無
109	ミドリニガイグチ		59.0	8.4	-	10.5	4.1	+	43.7	2.4	+	21.5	17.3	-	25.5	7.1	-	42.0	5.1	-	41.0	6.9	-	55.0	39.8	-
110	モエギアミアシグチ		17.5	9.5	+	9.0	5.1	+	8.5	3.1	+	12.5	13.9	+	17.5	8.6	+	16.5	5.2	+				45.0	39.0	+
111	ヤマイグチ		10.0	11.1	-	14.0	6.9	-	12.0	28.2	-	13.0	10.4	-	16.1	13.3	-	16.5	5.9	-				17.7	18.0	-
112	アカヤマトリ		19.0	14.1	-	29.0	29.4	+	24.5	57.7	+	12.0	22.3	-	28.0	13.6	-	16.0	31.9	+	68.0	35.4	+	73.5	40.4	-
113	キンチヤヤマイグチ		27.0	6.7	-	42.5	31.2	-	30.0	65.8	+	42.5	28.1	-	39.5	12.8	-	23.0	23.3	-	85.5	32.8	-	90.0	55.8	-
114	シフチヤヤマイグチ		14.5	11.8	+	9.5	6.3	+	25.0	23.8	+	19.0	24.2	+	16.5	8.8	+	30.0	2.9	+				24.7		+
115	シロヤマイグチ		18.5	8.5	-	23.5	16.5	-	30.5	29.3	+	25.0	19.2	-	28.5	11.5	-	28.0	8.0	-				27.3		-
116	イロガワリヤマイグチ		40.5	15.1	-	29.0	22.8	+	22.0	49.6	+	62.3	29.5	-	48.5	23.0	-	31.0	18.3	+	41.0	34.9	-	31.7	28.3	+
117	<i>Leccinum insigne</i>		32.0	7.2	-	20.7	7.9	-	21.7	20.0	+	33.5	6.7	-	22.7	10.6	-	30.4	11.0	-		21.8	-	31.7	40.8	-
118	オニイグチ		26.0	10.4	-	29.5	14.9	+	22.5	7.1	+	26.0	29.8	-	35.0	13.1	-	21.5	14.4	+	59.7	7.4	-	57.0	21.7	-
119	オニイグチモドキ		38.0	11.1	-	9.5	6.0	-	7.0	25.0	-	28.5	5.8	-	24.0	18.0	-	44.0	11.6	+		9.1	-	27.0	31.3	-
120	コオニイグチ		20.0	14.0	+	37.0		+	25.5	47.3	+	30.2	15.2	+	25.9	18.6	-	9.5	13.4	+	43.0	8.6	+	39.3	35.8	-
121	コオニイグチ								5.3	46.6	+				12.6									8.5		+
122	オオヤシヤイグチ		72.0	8.7	-	37.0	29.4	-	36.0	28.2	-	61.5	11.5	-	46.5	13.1	-	64.0	22.2	-		26.6	-	71.3		-
123	クリカワヤシヤイグチ		38.0	17.2	-	77.3	23.7	-	52.5	32.1	-	66.3	14.5	-	44.0	21.6	-	50.5	28.0	-	36.0	26.7	-	49.3	38.9	-
124	クリカワヤシヤイグチ								51.0	33.5	+				17.4									39.3	36.0	+
125	キクハナイグチ		40.0	13.6	-	36.0	26.3	-	43.5	53.3	-	12.0	27.9	-	14.5	10.6	-	47.0	27.8	-		30.1	-	72.0		-
126	アシナガイグチ		38.5	11.0	-	29.3	26.6	-	36.0	47.7	+	37.7	30.7	-	42.5	11.6	-	46.0	18.7	-	50.5	26.8	-	45.3	49.9	-
127	セイタカイグチ		30.0	8.8	+	24.5	6.3	+	8.5	8.2	+	33.5	24.9	+	17.5	18.8	+	13.0	11.4	+	26.0	25.8	+	32.3		+
128	アキノアシナガイグチ		28.5	10.4	-	19.0	34.2	-	35.0	86.7	+	32.0	29.6	-	6.5	5.2	-	41.0	11.4	-	65.3	29.2	-	52.3	32.9	-
129	アヤメイグチ		76.5	17.2	-	12.5	7.1	+	46.0	41.5	+	36.5	32.8	-	21.6	14.8	+	45.5	17.7	+	81.7	36.0	-	84.3	35.7	+
130	ベニイグチ		27.0	16.9	-	37.0	24.3	-	41.0	66.3	+	42.3	11.5	-	45.5	15.5	-	29.3	28.8	-	61.0	29.2	-	15.3	44.3	+
131	ニシキタケ		22.0	3.7	-	16.0	4.3	-	18.5	23.7	+	29.5	6.4	-	20.0	5.6	-	19.0	16.2	-		22.8	-	17.3		-
132	キチヤハツ		42.0	3.2	-	48.5	29.2	+	44.0	31.4	+	43.0	6.6	-	62.5	3.3	-	66.3	16.7	-	41.0	20.8	-	45.7	17.4	+
133	チギレハツタケ		18.5	4.0	-	70.5	30.2	-	52.5	36.5	-	35.5	17.4	-	52.0	6.5	-	58.0	17.5	-		20.8	-	88.7	16.6	-
134	カワリハツ		5.5	1.2	-	14.5	4.9	-	11.0	3.4	-	8.0	2.3	-	9.5	2.7	-	10.0	4.1	-			-	10.0		-
135	ニオイコベニタケ		29.5	7.8	-	40.0	19.9	+	47.0	44.1	-	25.0	12.6	-	50.0	8.6	-	22.5	30.0	-	44.7	15.6	-	46.7	31.7	-
136	アカカバイロタケ		11.5	4.8	-	26.5	8.4	-	33.0	4.2	-	19.5	3.8	-	6.0	3.9	-	8.5	2.9	-			-	16.0		-
137	ドクベニタケ		19.5	8.8	-	34.0	25.0	-	37.5	39.9	-	40.5	28.3	-	53.5	9.3	-	47.0	27.4	-	55.3	20.5	-	63.3	20.7	-
138	イロガワリベニタケ		24.0	3.4	-	24.0	28.5	-	16.0	3.2	-	35.0	27.0	-	20.0	7.1	-	27.0	3.3	-			-	32.1		-
139	カレハハツ		34.5	10.9	-	48.0	17.6	-	26.6	17.0	-	66.0	33.4	-	42.5	10.7	-	27.0	21.9	-			-	42.7		-
140	ムラサキハツ		15.5	10.1	-	16.5	6.2	-	10.5	21.7	-	21.0	17.7	-	18.4	10.3	-	18.5	17.8	-			-	31.0	19.4	-
141	ケシヨウハツ		26.5	11.4	-	62.5	16.1	-	76.0	72.1	+	47.0	7.5	-	71.5	10.2	-	65.0	5.3	-	24.5		-	79.0	42.6	-
142	シロハツ		7.5	12.7	-	7.5	17.7	-	14.5	27.6	+	15.3	13.6	-	10.3	9.0	-	17.0	19.0	-	16.9		-	50.0	19.3	-
143	オキナクサハツ		7.5	1.8	-	6.5	2.9	-	4.0	2.1	-	4.3	1.3	-	5.0	1.5	-	6.0	7.9	-	14.2		-	14.0	6.3	-
144	クロハツ								5.0	2.3	-	1.0			10.5	2.7	-	5.5	5.9	-			-	3.8		-

*接種後8週間目の測定において、菌叢先端が、ペトリ皿の壁面に達していた場合、90.0と記した。

Table 4. 各種培地における外生菌根菌の成長。値はそれぞれ3反復の平均値である。(つづき)
Growth of isolates of ectomycorrhizal fungi on eight different culture media. Values are means calculated from three replicates. (Continue)

供試菌株番号	種名	Hagem			Yeast			PD			KO			MN2			MMa			AK		
		菌株番号	伸長* 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 成長 (mm)	重量 成長 (mg DW)
145	クサハツ	803201	12.5	15.7	+	29.0	25.6	+	24.3	47.1	19.5	13.1	-	22.0	22.3	+	26.0	22.6	-	22.7	22.7	+
146	ヤブレベニハツ	803401	22.7	3.1	-	18.5	1.9	-	6.0	1.9	31.5	10.7	-	29.0	7.5	-	34.5	13.3	-	3.8	4.1	-
147	アカハツ	850001	41.0	5.1	-	29.0	23.3	-	47.5	48.1	25.0	8.3	-	23.5	20.8	-	21.3	14.9	-	33.0	18.3	-
148	キチチタケ	850201	39.5	10.7	-	65.0	36.9	-	61.0	37.8	68.0	11.2	-	79.5	22.0	-	23.4	23.4	-	70.3	26.9	-
149	ハツタケ	850402	42.0	10.2	+	73.5	26.2	+	83.5	42.3	82.0	12.4	-	69.5	15.4	-	27.0	3.8	-	33.3	9.0	+
150	ヒロハチチタケ	850603	26.5	6.1	-	26.5	11.0	-	19.0	25.0	32.5	12.5	-	32.0	15.5	-	15.0	15.0	-	35.0	35.0	-
151	カラマツチチタケ	850801	45.0	7.7	-	48.0	23.4	-	29.5	22.6	64.5	13.8	-	50.0	24.3	+	42.0	40.1	-	29.7	29.7	-
152	アカモミタケ	851001	29.5	6.2	-	47.5	26.0	-	42.0	31.0	22.0	5.1	-	26.5	21.7	-	11.9	11.9	-	57.7	31.1	-
153	クロチチダマシ	851201	38.0	6.1	-	28.0	5.2	-	23.0	8.8	9.0	2.5	-	16.7	10.4	-	6.7	6.7	-	22.0	5.6	-
154	ハイイロカラチチタケ	851401	12.5	5.6	-	30.0	21.6	-	8.0	50.4	20.5	9.4	-	27.5	14.7	-	14.7	14.7	-	53.3	35.7	-
155	チヨウジチタケ	851601	45.0	8.4	-	32.0	42.9	-	24.5	56.1	63.0	11.2	-	59.5	18.9	-	63.3	24.3	-	34.0	22.4	-
156	ルリハツタケ	851801	23.0	6.0	-	44.0	27.2	-	63.5	27.0	27.0	9.3	-	21.5	18.3	-	17.1	17.1	-	14.7	14.7	-
157	<i>Lactarius decipiens</i>	852001	27.0	9.6	-	51.5	13.3	-	52.0	14.1	65.5	5.8	-	43.0	13.5	-	12.7	12.7	-	13.0	13.0	-
158	ウスイロカラチチタケ	852201	7.5	6.4	-	5.5	2.9	-	14.0	10.2	11.5	4.6	-	9.5	8.9	-	9.5	8.9	-	16.3	21.1	-
159	ケシウシロハツ	852401	10.0	4.8	-	17.5	13.6	-	20.5	36.5	16.5	11.7	-	65.0	27.4	-	22.5	19.5	-	69.3	69.3	-
160	ニオイワチチタケ	852601	32.0	6.8	-	33.5	14.1	-	15.5	14.8	44.0	8.2	-	25.0	8.6	-	22.7	16.0	-	38.7	38.7	-
161	<i>L. mammosus</i>	852801	30.5	10.0	-	20.0	17.1	+	16.5	22.3	28.5	12.3	-	24.0	10.5	-	10.5	10.5	-	13.7	13.7	-
162	ヒロハチヤチチタケ	853001	23.3	9.6	-	9.0	9.3	+	16.7	15.9	7.5	1.8	-	19.5	4.0	-	4.0	4.0	-	60.7	35.5	-
163	ヒメチチモドキ	853201	31.0	8.6	-	28.5	5.1	-	29.5	6.1	23.0	6.9	-	27.5	7.4	-	7.4	7.4	-	24.0	24.0	-
164	ケシロハツ	853401	19.0	1.8	-	18.5	2.6	+	11.3	16.8	22.0	10.8	-	18.5	15.9	-	34.0	25.5	-	12.3	12.3	-
165	ヒロハウスズミチチタケ	853601	8.0	3.0	-	11.5	9.6	-	21.0	17.1	21.3	6.4	-	20.0	10.3	-	11.5	7.1	-	13.7	13.7	-
166	アオゾメツチカブリ	853802	5.7	2.8	-	3.7	3.7	+	8.3	3.7	6.0	1.9	-	36.5	11.9	-	9.1	9.1	-	39.3	39.3	-
167	<i>L. plumbus</i>	854001	6.5	14.2	-	38.0	19.2	-	40.5	39.1	13.7	10.4	-	21.7	18.1	-	19.2	19.2	-	55.0	16.3	-
168	ホウキタケ	900001	25.5	8.0	-	6.0	3.3	-	9.5	20.2	40.5	13.7	-	35.0	15.8	-	48.0	13.7	-	19.3	16.8	-
169	フジウスタケ	910001	11.0	4.5	-	66.5	27.2	+	77.5	43.2	8.5	5.2	-	13.0	11.1	-	2.5	2.5	-	90.0	50.4	+
170	<i>Boletopsis</i> sp.	912001	60.0	17.7	-	40.0	26.2	-	33.0	43.2	62.0	22.4	-	70.5	11.5	-	31.4	31.4	-	33.0	28.0	+
171	ニンギョウタケ	918001	31.5	13.4	-	17.9	17.9	-	18.3	5.3	29.5	7.7	-	40.5	28.8	-	8.1	8.1	-	43.3	12.1	+
172	アオロウジ	918201	8.5	5.6	-	63.5	15.4	-	54.0	56.9	33.5	5.8	-	44.0	15.3	-	47.7	18.0	-	90.0	42.9	-
173	マメツブタケ	943003	28.5	12.5	-	8.5	8.3	+	29.5	52.6	23.0	23.0	-	24.0	8.9	+	8.8	8.8	-	55.0	48.7	+
174	クラマノジャガイモタケ	945001	67.0	22.5	-	90.0	29.1	+	77.5	60.9	82.0	25.8	-	84.0	20.5	+	75.0	29.6	-	74.7	45.2	+
175	シヨウロ	950004	60.5	16.9	-	90.0	26.9	+	90.0	45.3	83.0	16.4	-	81.0	15.1	-	79.3	39.2	-	90.0	45.7	+
176	オオシヨウロ	950202	73.5	23.1	-	82.0	37.9	+	63.7	35.5	82.5	21.1	-	72.5	37.8	-	26.7	26.7	-	75.0	45.8	-
177	アカシヨウロ	950401	52.0	20.1	-	90.0	38.6	-	76.5	53.7	50.0	19.9	-	72.5	17.3	-	74.0	36.1	-	79.3	42.4	+
178	ホンシヨウロ	950605	10.0	10.0	-	32.0	27.5	+	16.3	16.3	23.3	13.4	-	20.0	17.5	-	30.4	30.4	-	27.3	24.6	-
179	コイシタケ	952001	10.0	10.0	-	4.6	4.6	+	10.0	13.4	10.0	13.4	-	20.0	17.5	-	17.5	17.5	-	42.3	45.8	+
180	コイシタケ	952004	10.0	10.0	-	4.6	4.6	+	10.0	13.4	10.0	13.4	-	20.0	17.5	-	17.5	17.5	-	42.3	45.8	+

*接種後8週間目の測定において、菌叢先端が、ペトリ皿の壁面に達していた場合、90.0と記した。

Table 4. 各種培地における外生菌根菌の成長。値はそれぞれ3反復の平均値である。(つづき)
 Growth of ectomycorrhizal fungi on eight different culture media. Values are means calculated from three replicates. (Continue)

供試菌株番号	種名	菌株番号	Hagem			Yeast			PD			KO			MMN			Ma/2			MMa			AK			
			伸長* (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	伸長 (mm)	重量 成長 (mg DW)	着色 の有 無	
181	チチシヨウロ		20.5	9.7	-	31.5	8.4	-	30.5	26.6	-	41.0	17.9	-	44.0	10.6	-	18.0	5.1	-	35.3	21.4	-	16.0	6.3	-	
182	ツチダリ		35.0	11.3	+	56.0	12.9	+	79.5	37.7	+	53.5	34.3	+	41.0	9.9	+	40.0	10.5	-	31.0	13.5	+	49.7	28.1	+	
183	ツチダリ	960026							60.0															37.3		+	
184	コツチダリ		30.0	9.3	+	62.0	24.6	+	78.5	25.4	+	28.0	22.7	+	53.5	16.5	+	62.5	17.6	-		27.4	-	55.7	27.5	+	
185	タマネギモドキ		26.0	15.2	+	40.5	34.2	+	44.0	36.8	+	33.0	29.0	-	30.5	18.2	+	42.0	16.3	-	49.3	37.6	-	58.3	27.4	-	
186	ヒメカタシヨウロ								31.7	1.2													26.0		45.7	37.7	+
187	ハマニセシヨウロ		28.0	12.2	-	66.5	24.4	+	47.0	42.8	+	51.5	27.7	-	57.5	21.9	+	22.5	19.8	-	57.0	36.7	-	48.3		+	
188	<i>Scleroderma columnare</i>		26.0	11.1	-	40.0	13.9	+	53.0	34.1	+	43.0	13.7	-	37.5	15.0	-	33.5	16.3	-		19.3	-	42.3		+	
189	コニセシヨウロ		49.0	16.1	-	58.5	35.5	+	21.5	49.2	+	34.0	15.3	+	18.5	10.4	+	27.0	16.5	-		28.6	-	51.7		-	
190	コニセシヨウロ	980816													39.5			38.5						50.0		-	
191	ニセシヨウロ		34.0	14.8	-	90.0	37.4	+	63.0	43.6	+	62.0	25.5	-	69.5	12.5	+	48.5	20.4	-	58.5	41.2	-	80.8	43.9	+	
192	ニセシヨウロ	981006								1.4					50.0			45.0						51.8		+	
193	シヨウロダマシ		38.5	13.9	-	58.5	24.7	+	56.0	57.0	+	61.5	23.9	-	41.5	20.3	-	46.0	23.7	-		27.7	-	82.3		+	
194	シロニセシヨウロ		21.0	18.7	-	31.0	33.0	+	34.5	47.1	+	49.5	34.8	-	24.5	22.5	-	26.5	29.7	-	60.7	31.4	-	81.7	40.3	+	
195	<i>S. macrorrhizom</i>		34.5	13.4	-	54.5	36.6	+	60.0	50.0	+	45.8	26.8	-	48.0	17.3	-	65.5	20.5	-		41.5	-	73.0	37.1	+	
196	アミメニセシヨウロ								69.0	47.6		71.5	30.3	-	68.5	26.5	-	55.5	24.7	-			-			+	
197	アミメニセシヨウロ	982004							56.0														52.3		+		
198	コツブタケ		90.0	19.1	-	90.0	41.5	+	90.0	79.7	+	90.0	35.4	-	90.0	19.4	+	90.0	35.7	-	84.0	41.0	-	90.0	56.5	+	
199	ナガエノコツブタケ		90.0	12.8	-	36.0	25.2	+	69.0	71.1	+	71.5	31.6	-	90.0	12.2	-	55.5	22.8	-	80.0	37.9	+	79.3	52.9	+	
200	タマコツブタケ		52.0	15.6	-	80.0	35.6	+	82.5	76.3	+	90.0	29.7	-	67.5	17.2	+	71.5	26.0	-	90.0	39.1	-	90.0	43.2	+	
201	<i>Alpova</i> sp.		30.5	15.5	+	69.7	10.2	+	44.7		+	69.5	29.1	+	58.3	14.4	+	65.5	9.9	-		1.1	-	62.3	46.1	+	
202	<i>Alpova</i> sp.	995007								54.0	+				14.5			61.5				43.6	-	79.7	52.5	+	

*接種後8週間目の測定において、菌叢先端が、ペトリ皿の壁面に達していた場合、90.0と記した。

以下に、供試菌株数が6以上の10属について生育の傾向を記述する。

(1) キツネタケ属 (*Laccaria*) (No.14—19)

培地の着色は、PD 培地における一例のみであった。伸長成長および重量成長ともに Hagem 培地は、他の培地よりも悪かった。重量成長は、PD 培地および AK 培地が良かった。

(2) キシメジ属 (*Tricholoma*) (No.20—26)

培地の着色は認められなかった。Hagem 培地における伸長成長は、他の培地よりも悪かった。重量成長は、PD 培地および AK 培地が良かった。

(3) テングタケ属 (*Amanita*) (No.29—54)

培地の着色は、PD 培地および Yeast 培地において見られた。伸長成長は、種によって違いが多かった。重量成長は PD 培地および AK 培地において良好なものが多かった (Photo 1a)。

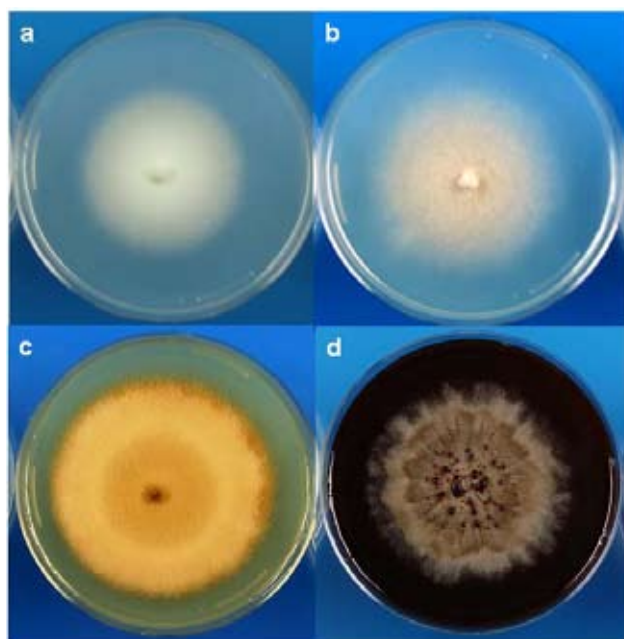


Photo 1. 寒天培地上の外生菌根菌の成長。
Growth of isolates of ectomycorrhizal fungi on agar media.

a, AK 培地上のヒメベニテングタケ. b, AK 培地上のカレバキツネタケ. c, MMa 培地上のヒダハタケ. d, PD 培地上のチチアワタケ.

a, *Amanita rubrovolvata* on AK medium; b, *Laccaria vinaceoavellanea* on AK medium; c, *Paxillus involutus* on MMa medium; d, *Suillus granulatus* on PD medium.

(4) ヌメリイグチ属 (*Suillus*) (No.71—80)

培地の着色は、Yeast 培地、PD 培地、Ma/2 培地および AK 培地におけるほとんどの場合に見られた (Photo 1d)。伸長成長はいずれの培地でも良好であった。重量成長は、Hagem 培地、KO 培地および MMN 培地以外の培地で良好であった。

(5) イグチ属 (*Boletus*) (No.92—102)

培地の着色は、Yeast 培地、PD 培地、Ma/2 培地の多くで見られた。伸長成長および重量成長の傾向は、ヌメリイグチ属の場合と同じであった。

(6) ニガイグチ属 (*Tylopilus*) (No.103—110)

培地の着色は、PD 培地で育てた場合のほとんどで見られた。伸長成長および重量成長は AK 培地で良好であった。

(7) ヤマイグチ属 (*Leccinum*) (No.111—117)

培地の着色は、Yeast 培地、PD 培地、Ma/2 培地の多くで見られた。伸長成長は、種による違いが大きかった。重量成長は PD 培地や AK 培地で良好であった。

(8) ベニタケ属 (*Russula*) (No.131—146)

培地の着色は、ニシキタケ、キチャハツ、ニオイコベニタケ、ケショウハツ、シロハツおよびクサハツにおいて見られた。伸長成長および重量成長は種による違いが大きかった。

(9) チチタケ属 (*Lactarius*) (No.147—167)

PD 培地で育てた場合多くのもので培地の着色が見られた。伸長成長は、種による変異が多かった。重量成長は、PD 培地で良好なものが多かった。

(10) ニセシウロ属 (*Scleroderma*) (No.185—197)

培地の着色は、Yeast 培地、PD 培地、AK 培地の多くで見られた。伸長成長はいずれの培地でも良好であった。重量成長は、Hagem 培地や MMN 培地以外の場合に良好なものが多かった。

伸長成長と重量成長との関係を Fig 1 に示した。いずれの培地においても、伸長成長と重量成長との間には、有意な相関は認められなかった。しかし、培地間を比べると、PD 培地においては、重量成長量の多いものが多く、逆に、Hagem 培地や MMN 培地においては、重量成長量が低いものが多かった。これについては、各培地における養分組成の関連が考えられる。

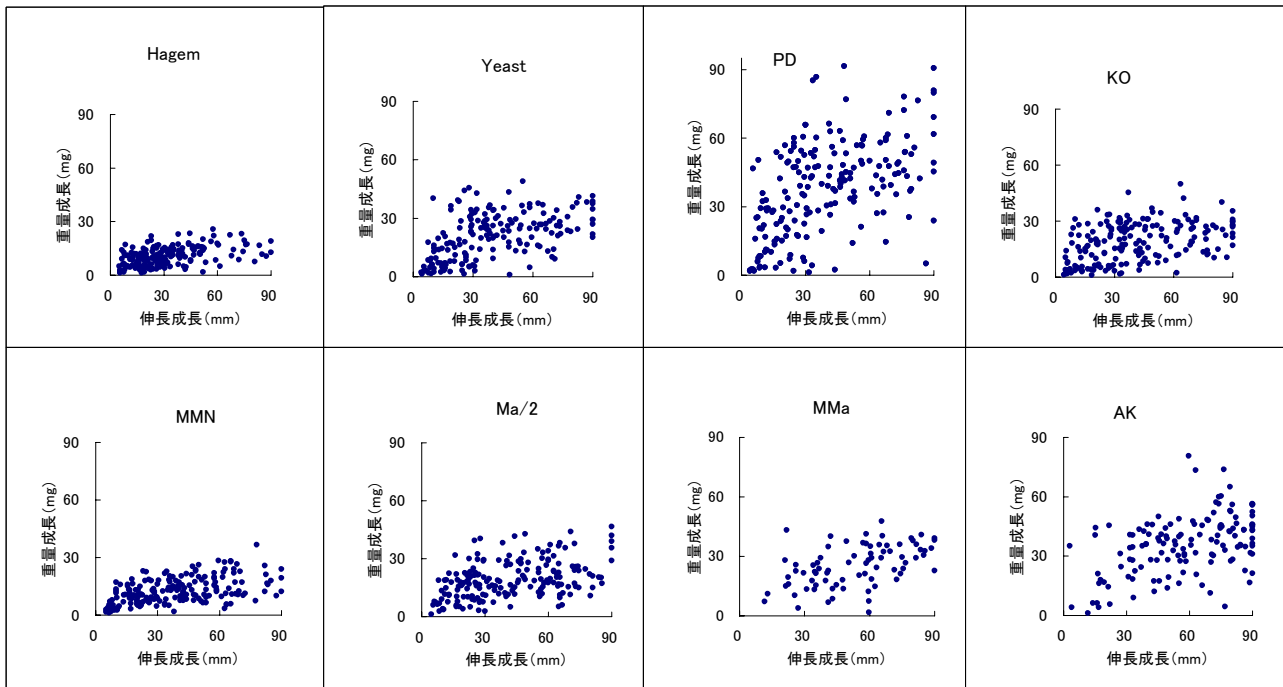


Fig.1. 外生菌根菌の伸長成長と重量成長の関係
Relationship between extension growth and weight growth of ectomycorrhizal fungi

4. まとめ

外生菌根菌の各種培地での成長様式は、Millerら(1983)やBrunderettら(1996)によって調査されている。しかし、本報告において調査した菌株には今回が初めてのものもあることから、有益な情報となりうるものであり、今後、当該研究に活用されることが期待される。

5. 謝辞

本研究の実施およびその取りまとめにあたっては、森林総合研究所森林微生物研究領域の方々から多くの有益な助言をいただいた。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Abuzinadah, R. A. and Read, D. J. (1986) The role of proteins in the nitrogen nutrition of ectomycorrhizal plants. I. Utilization of peptides and proteins by ectomycorrhizal fungi, *New Phytologist*, **103**, 481-493.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T. and Malajczuk, N. (1996) Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 374p.
- HacsKaylo, E., Palmer, J. G. and Vozzo, J. A. (1965) Effect of temperature on growth and respiration of ectotrophic mycorrhizal fungi, *Mycologia*, **57**, 748-756.

川合正允・小川眞(1976)まつたけの培養に関する研究 第4報 種菌培養の検討と菌床栽培の試み, 日本菌学会会報, **17**, 499-505.

Jonson, L. F., Curl, E. A., Bond, J. H. and Fribourg, H. A. (1960) Methods for studying soil microflora-plant disease relationships, Burgess Publishing Co., Minneapolis, 178p.

Mark, D. H. (1969) The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. I. Antagonism of mycorrhizal fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria, *Phytopathology*, **59**, 153-163

Miller, O. K. Jr., Miller, S. L. and Palmer, J. G. (1983) Description and identification of selected mycorrhizal fungi in pure culture, *Mycotaxon*, **18**, 457-481.

Molina, R., Massicotte, H. B. and Trappe, J. M. (1992) Specificity phenomena in mycorrhizal symbioses: Community-ecological consequences and practical implications. In Allen, M.F. (ed.) "*Mycorrhizal Functioning*", Chapman & Hall, New York, 357-423.

岡部宏秋・江崎次夫・丸山卓哉・早川誠而・赤間慶子(1994)共生微生物の植生回復技術への適用 (I) 外生菌根菌の活用, 森林立地, **36**, 55-63.

斉藤雅典(2004)共生微生物等の機能を利用した荒廃土壌の修復を目指して, 土と微生物, **58**, 99-108.

Taniguchi, T., Kanazaki, N., Tamai, S., Yamanaka, N. and Futai, K. (2006) Does ectomycorrhizal fungal

community structure vary along a Japanese black pine (*Pinus thunbergii*) to black locust (*Robinia pseudoavacia*) gradient?, *New Phytologist*, **173**, 322-334.

Taylor, J. B. (1971) A selective medium for the isolation of basidiomycetes from diseased roots, mycorrhizas, and soil, *Trans. Br. mycol. Soc.* **56**, 313-314.

山里一英・宇田川俊一・児玉 徹・森地敏樹 (1986)
微生物の分離法, R & D プランニング, 902p.