

原著論文

地域児童とともに進める、真鶴半島の大型菌類相調査と
外生菌根菌に着目したクロマツ生育状況評価A Survey with Local Children Reveals Macrofungal Flora in Manazuru Peninsula
and Evaluates the Growth of Japanese Pine Trees
Based on Ectomycorrhizal Formation.折原貴道¹⁾・中村恭子²⁾・村田知章²⁾Takamichi ORIHARA¹⁾, Kyoko NAKAMURA²⁾ & Tomoaki MURATA²⁾

Abstract. An old growth evergreen forest extends around the tip of Manazuru Peninsula, located in the southwestern corner of Kanagawa Prefecture, Japan. The forest, traditionally called “Ohayashi”, originates from a pine plantation in the early Edo period, and it has been protected by the Forest Law as well as the Prefectural regulations. Since decades ago, however, old growth pine trees (*Pinus thunbergii* and *P. densiflora*) in the forest have been suffered from pine wilt disease. The mycoflora of the forest has only partially been known, and understanding the diversity of pine ectomycorrhizal fungi is of particular importance for sustainable forest management in that site. We investigated the seasonal occurrence of fungal fruitbodies in the “Ohayashi” forest and a Japanese red-pine (*P. densiflora*) forest in Mt. Nangoh, located near Manazuru Peninsula. We also examined the growth of pine ectomycorrhizae in the Ohayashi forest. Our investigations were carried out by local citizens including school children and teachers, and volunteer staffs of Kanagawa Prefectural Museum of Natural History and the Manazuru Shell Museum. We collected 129 fungal species, which consists mainly of macrofungi, and six myxomycete species in the Ohayashi forest. Among them, only one species (i.e., *Suillus bovinus*) was undoubtedly ectomycorrhizal with pines. On the other hand, 58 fungal species and two myxomycete species were recorded from Mt. Nangoh. Seven of the fungal species in Mt. Nangoh were ectomycorrhizal with pines, occupying ca. 13% of the total fungal species at the sites. In the Ohayashi forest, formation of ectomycorrhizae was observed from about 30–73% of root tips in soil blocks collected under *P. thunbergii* trees, suggesting that quite a few ectomycorrhizal fungi were still viable even where the occurrence of mushroom fruitbodies was rare. We suggest that a procedure to activate ectomycorrhizal formation using charcoals or other similar materials can promote the pine tree growth and the protection from the pine wilt disease. Therefore, the procedure can contribute to proper forest management in Manazuru Peninsula.

Key words: citizen science, fungi, inventory, mycology, pine wilt disease

¹⁾ 神奈川県立生命の星・地球博物館
〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 499
Kanagawa Prefectural Museum of Natural History,
499 Iryuda, Odawara, Kanagawa 250-0031, Japan
E-mail: t_orihara@nh.kanagawa-museum.jp

²⁾ 真鶴町立遠藤貝類博物館サポーターズ
〒259-0201 神奈川県足柄下郡真鶴町真鶴 1175-1
Manazuru Shell Museum Supporters,
1175-1 Manazuru, Manazuru, Kanagawa 259-0201, Japan

はじめに

真鶴半島は神奈川県南西部、伊豆半島の付け根に位置する小さな半島であるが、その先端部（通称「お林」）は照葉樹の高木に覆われ、魚つき保安林として明治期から森林法による保護対象とされている。現在、この照葉樹林は神奈川県天然記念物にも指定されている。この半島先端部の森林（以下、お林）は、江戸時代初期に幕府の木材需要を満たすためにマツ植林地として成立し、その後維持されてきた人工林である（真鶴町史編さん委員会, 1995）。現在では、林内には極相林を構成するスダジイやクスノキに混じって、樹高36 mを超えるクロマツやアカマツの高木が複数残存している（大野・宮脇, 1994）。これらのマツの大径木は、真鶴半島の景観を象徴するものとして、真鶴町や地域住民により大切に保護されてきたが、長年マツノザイセンチュウとマツノマダラカミキリによるマツ枯れが問題となっている（鈴木, 1997; 藤森ほか, 1998）。その対策として、町では過去に林内マツ樹上からの薬剤散布を実施していたが、現在では樹幹注入材によるマツ枯れ対策を行っている（藤森ほか, 1998; 真鶴町産業観光課, 私信, 2014年12月）。

お林内に優占するスダジイやマツ類は、多様な菌類と外生菌根を形成して共生する代表的な樹種である。これらの宿主樹木と菌類の間では、樹木から菌類へ炭素化合物が供給され、菌類から樹木へリンなどを含む水溶性無機化合物が供給されているだけでなく、菌根形成により樹木の乾燥耐性や塩耐性が高められることが知られている（Peterson *et al.*, 2004）。このような外生菌根菌を含む菌類相の把握は、お林の森林管理において有用な情報となると期待される。お林の微生物相に関する知見としては、神奈川県キノコの会による大型菌類（きのこ）相についての断続的な記録がある（例：神奈川県キノコの会, 1989, 2002, 2012, 2014）。しかし、その他には矢野ほか（2014）による変形菌相の報告がある程度で、年間を通しての菌類発生状況などの総合的な知見が不足している。そこで、著者らはお林および真鶴半島に程近いアカマツ林（湯河原町南郷山）において、大型菌類（きのこ類）を主とする菌類の発生状況の通年調査、およびマツ外生菌根の形成状況の観察と簡易な解析を行い、お林の菌類相の現状を詳細に把握することを目指した。調査は生物に関心のある地域児童とその保護者、学校教員、および生命の星・地球博物館菌類ボランティアメンバーらとともに実施する市民参加型活動として実施した。それにより、地域住民が地域の自然への関心と理解を深め、自然史博物館を介した、地域の

自然科学教育の活性化を図ることも目的の一つとした。

試料と方法

本研究における標本資料とデータの収集作業は、真鶴町立遠藤貝類博物館サポーターズもしくは真鶴子ども探検隊に所属する、5～11歳（調査開始時）の地域児童計7名を中心に、保護者や小学校教員、博物館関係者がサポートする形で行われた。そのため、調査は児童にも実施可能な規模および形態とすることを前提に計画された。第1回調査時（2014年5月25日）には、第一著者（折原）による、菌類の多様性や生態の基礎、およびお林の森林環境についてのガイダンスを実施し、参加児童らに本調査の目的の概要を理解してもらったうえで調査を開始した。

野外での子実体調査

真鶴半島お林における菌類相調査は2014年5月から12月にかけて、春季（5月25日）、夏季（7月21日）、秋季（10月27日）、および冬季（12月13日）の各1回、計4回実施された。本調査では主に大型菌類子実体（きのこ）を探索・採集したが、発見された変形菌子実体や地衣類の地衣体も併せて採集した。調査ルートはお林内の遊歩道の周囲とし、ルート上には20 m間隔で赤色の布による標識をつけ、子供にも子実体採集地点を地図上の位置と容易に対応できるようにした（Fig. 1）。参加者は各自ルートマップを携行し、採集品ごとに与えられた番号を地図上にマッピングすることで、子実体発生地点を記録した。採集品を同定したのち、温風乾燥により標本作製を行った。各調査回とも、野外調査の後日、調査に参加した児童らとともに、乾燥が終了した標本をジップ付プラスチックバックで封入し、中性紙台紙に包んで収蔵標本を作製した。さらに、発生した外生菌根菌子実体と宿主樹木の位置関係を把握するために、お林調査区域のクロマツ成木の生育地点のマッピングも行った。調査ルートから左右およそ10 mの範囲に生育するクロマツ成木（樹高5 m以上）の地図上の位置を、子実体調査に用いた標識を参考に記録した。

お林のマツ外生菌根菌の生育状況を比較評価することを目的として、お林での調査終了後、お林から北西に約6 kmに位置し、真鶴半島から最も近いマツ自然林である湯河原町南郷山アカマツ林（標高約600 m）において、大型菌類の補足調査を行った。調査はお林の場合と同様、四季ごとに計4回実施した（2014年12月25日、2015年5月30日、7月24日、11月1日。ただ

し冬季調査（12月25日）は著者ら3名のみによる実施）。調査地はA-Cの計3地点のアカツ自然林とした（Fig. 2）。なお、2015年5月30日および7月24日の調査時は地点Cでの調査は行わず、11月1日の調査時は地点Aでの調査を実施しなかった。子実体発生地点のマッピングは行わず、各採集品の採集地点情報は「調査地A-C」もしくは「調査地外」の記録にとどめた。採集子実体については、お林における調査と同様、温風乾燥させたのち、各調査回とも、後日野外調査参加者らとともに標本作製を行った。

本調査により得られた標本はすべて、神奈川県立生命の星・地球博物館（KPM）の菌類収蔵庫に保管されている。

マツ外生菌根の生育状況調査

お林内のクロマツ菌根の採取は2015年8月11日に実施した。クロマツが優占し、スダジイから5 m以上離れた3地点（a-c）において、植物根を含む土壌ブロック（約10 × 10 × 10 cm）を採取した（図1）。採取後すみやかに、児童を含む調査参加者らと土壌ブロック中の外生菌根の計数調査を行った。山田（2001）の方法に従い、土壌サンプルごとに菌根を分別・回収し、菌根を集めたシャーレに水を張り、計数準備を行った。菌根の計数には1.2 mm間隔の方眼紙を用意し、山田（2001）の方法に従い、格子交差法により方眼紙と菌根および非菌根の交点を計数し、菌根の感染率と菌根長の推定を行った。交点の計数は同一サンプルにつき2回ないし3回行い、計数ごとにシャーレ内の細根を攪拌した。以上の作業から、サンプルごとに菌根の感染率の平均値を求めた。菌根長の推定は、菌根と格子点の交点数の平均値を計数1.135（格子幅1.2 cmの場合）で割ることにより求めた（山田，2001）。なお、細根数の多かったお林でのサンプル（a-3, b-1）は、各サンプルを2名分に分けて作業を行った。一部採取日に解析できなかったサンプルについては、冷蔵庫に保存し、後日同様の方法で測定を行った。得られた結果は、各自が専用のデータシートに記録した。データ集計にあたっては、著者の一人（折原）が計算結果のチェックを行い、誤りがあった場合は正しい値に修正した。

結果

子実体探索に基づく菌類相調査

真鶴半島お林における計4回の通年調査で採集された菌類は129種156標本（うち地衣類が7種8標本）、変形菌は6種6標本であった（Table 1）。採集された大型菌類の栄養摂取様式による区分の

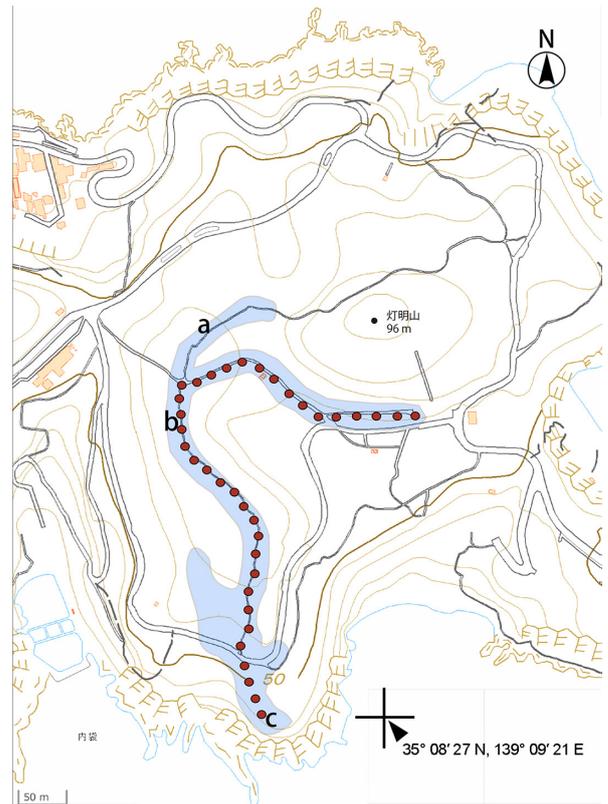


Fig. 1. Study area in the “Ohayashi” forest of Manazuru Peninsula, Kanagawa Prefecture. The area for the fruitbody survey is highlighted. The brown circles indicate the places marked with flags in the field for facilitating the survey (with 20 m intervals). The sampling sites of soil blocks containing pine-tree roots are designated as “a” - “c”.

図1. 真鶴半島お林での調査域。子実体調査のエリアはハイライトで示した。子実体発生地の記録のため、野外での発生個所と地図上の位置の対応関係を子どもにも容易に把握できるように、丸印の地点に標識を付けた（およそ20 m間隔）。クロマツの根を含む土壌ブロックの採取地点は“a” - “c”で示した。原図には地理院地図（電子国土 Web）（URL: <http://maps.gsi.go.jp/>）を用いた。

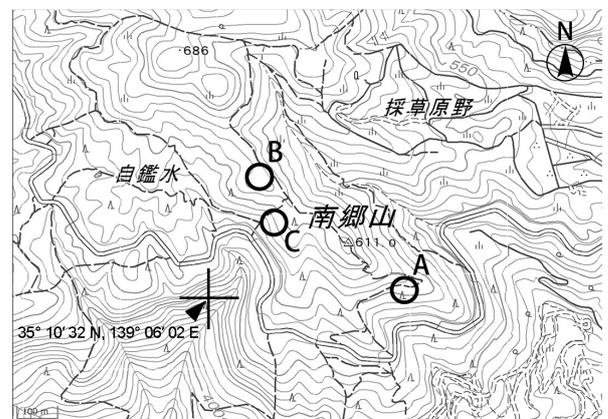


Fig. 2. Study sites in Mt. Nangoh, Yugawara Town, Kanagawa Prefecture (A-C). The sites are approximately 6 km southwest of the Ohayashi forest.

図2. 南郷山（神奈川県湯河原町）アカマツ林での調査地点（A-C）。原図には地理院地図（電子国土 Web）を用いた。

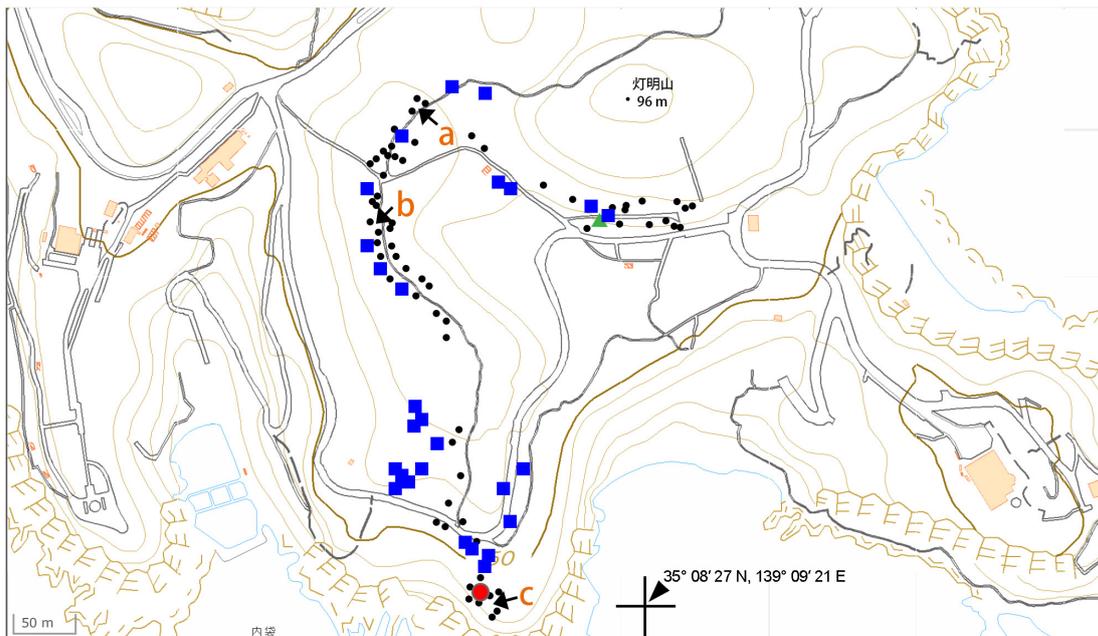


Fig. 3. Fruitbody occurrence of ectomycorrhizal (ECM) fungi in the Ohayashi forest. ECM fungi of *Pinus* spp. and *Castanopsis sieboldii* were designated as a circle and squares, respectively. ECM species whose host tree is unclear is indicated as a triangle. The locations of *Pinus thunbergii* trees are mapped as dots.

図 3. お林調査により発生が確認された外生菌根菌子実体の発生位置。マツ外生菌根菌を丸印で、スダジイ外生菌根菌を四角印で示した。宿主樹木が明確でないサンプルについては三角印で示した。調査域内におけるクロマツ成木の位置を黒点で示した。原図には地理院地図（電子国土 Web）（URL: <http://maps.gsi.go.jp/>）を用いた。

内訳は、腐生菌が 92 種、外生菌根菌が 26 種、および寄生菌が 4 種であった。採集品の多数を占めた腐生菌、菌根菌のうち、複数の調査回にわたって発生が確認された種は、腐生菌では 19 種（約 21%）に上ったが、外生菌根菌ではヒメコナカブリツルタケ 1 種（約 4%）のみであった。また、外生菌根菌の発生は夏季～秋季に集中し、それ以外では冬季（12 月 13 日）に採集されたニセアセタケ 1 種のみであった。

記録された菌根菌の宿主樹木による内訳は、スダジイ共生菌が 24 種 25 標本、クロマツ共生菌が 1 種 1 標本（アマタケ）、スダジイおよびクロマツいずれにも菌根共生し、採取地点情報からも宿主が特定できない種が 1 種 1 標本（ヒメキツネタケ）であり、お林の現植生を考慮すると、マツ類の菌根菌子実体が著しく少なかった (Figs. 3 & 4)。一方で、スダジイ共生菌は、宿主樹木が多く生育する半島南部の低標高エリアに集中していた (Fig. 3)。

お林での調査に続き、南郷山アカマツ自然林における計 4 回の通年調査で採集された菌類は 58 種 72 標本（うち地衣類 9 種 11 標本）、変形菌は 2 種 2 標本であった (Table 2)。そのうち、大型菌類は腐生菌が 41 種 51 標本、マツ外生菌根菌が 7 種 9 標本、および寄生菌が 1 種 1 標本に分けられた (Fig. 4)。

お林と南郷山いずれにおいても多数を占めた、腐生菌の種数合計は 124 種、そのうち両調査区

での共通種は 8 種のみであった。マツ外生菌根菌が各調査区の菌類の全体種数に占める割合は、お林で約 1.6%（ヒメキツネタケをマツ外生菌根菌に含めた場合）、南郷山では約 12.1% であった (Fig. 4)。

マツ外生菌根調査

お林のマツが優占する地点（地点 a-c; Fig. 1）で採取された土壌ブロック 6 サンプル中（うち 2 サンプルは 2 つに分割してカウントした）の菌根を計数した結果、サンプル中の細根における外生菌根の感染数の割合は 30.4–59.9%、平均値は 46.8%（標準偏差 SD = 13.0）であった (Table 3)。全 6 サンプル中の菌根長の推定結果については、児童 1 名による計数結果が極端に高かったことから、その値を含む両端値を除いたところ、52.9–100.4 cm、平均 65.9 cm (SD = 23.0) と推定された (Table 3)。

考 察

本調査は、地域児童を主とする市民参加型調査として、真鶴半島とその周辺の自然誌の蓄積と、調査研究を通じた参加者の科学的視点の育成、および得られたデータに基づく学術的アウトプットを同時並行的に目指した取り組みである。調査期間は 2014 年 5 月から約 2 年間に及んだが、子どもにも飽きずに取り組んでもらえるよう、調査回数は最小限とし、真鶴半島お林、湯河原町南

Table 1. List of specimens collected in the "Ohayashi" forest surveys (Manazuru Peninsula, Kanagawa Prefecture). The surveys were conducted four times (May 25, July 21, October 27 and December 13, 2014). The seasonal fruitbody occurrence is designated in circles (○). For the taxa with multiple specimens, the collection date is noted after each specimen voucher. Nutritional mode: S = saprobic; M_C = mycorrhizal with *Castanopsis sieboldii*; M_P = mycorrhizal with *Pinus thunbergii*; P = parasitic; L = lichens; Myxo = mycomycetes.

Taxon	分類群名 (和名)	Nutritional mode	Spring 5/25	Summer 7/21	Autumn 10/27	Winter 12/13	Specimen voucher
BASIDIOMYCOTA 担子菌門							
【Agaricales】ハラタケ目							
<i>Agaricus moelleri</i> Wasser	ナカグロモリノカサ	S			○		KPM-NC 24074
<i>Calvatia craniiformis</i> (Schwein.) Fr.	ノウタケ	S			○		KPM-NC 24053
<i>Chlorophyllum neomastoidium</i> (Hongo) Vellinga	ドクカラカサタケ	S			○		KPM-NC 24066
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	ホコリタケ	S			○		KPM-NC 24070
<i>Lycoperdon pratense</i> Pers.	ヒメホコリタケ	S			○		KPM-NC 24048
<i>Lycoperdon</i> sp.	ホコリタケ属の一種	S			○		KPM-NC 24056
<i>Amanita farinosa</i> Schwein.	ヒメコナカブツルタケ	M_C		○			KPM-NC 23770 (7/21), KPM-NC 24059 (10/27)
<i>Amanita griseofarinoso</i> Hongo	コナカブツルタケ	M_C		○			KPM-NC 23791
<i>Amanita oberwinklerana</i> Zhu L. Yang & Yoshim. Doi	ニオイドクツルタケ	M_C		○			KPM-NC 23786
<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	テンゲタケ	M_C			○		KPM-NC 24081
<i>Amanita pseudoporphyria</i> Hongo	コテンゲタケモドキ	M_C			○		KPM-NC 24054
<i>Amanita sychnoopyramis</i> Comer & Bas f. <i>subannulata</i> Hongo	テンゲタケダマシ	M_C		○			KPM-NC 23792
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam.	ツルタケ	M_C		○			KPM-NC 23801
<i>Amanita volvata</i> (Peck) Lloyd	フクロツルタケ	M_C		○			KPM-NC 23787
<i>Limacella</i> sp.	ヌメリカラカサタケ属の一種	S			○		KPM-NC 24103
<i>Entoloma (Leptonia)</i> sp.	アオエノモミウラタケ属の一種	S			○		KPM-NC 24094
<i>Entoloma rhodopolium</i> (Fr.) P. Kumm	クサウラベニタケ	S			○		KPM-NC 24107
<i>Entoloma</i> sp.	イッポンシメジ属の一種	S					KPM-NC 23784
<i>Entoloma</i> sp.	イッポンシメジ属の一種	S					KPM-NC 23793
<i>Fistulina hepatica</i> (Schaeff.) With.	カンゾウタケ	S	○				KPM-NC 23682
<i>Laccaria amethystina</i> (Huds.) Cooke	ウラムヲサキ	M_C			○		KPM-NC 24097
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke f. <i>minuta</i> Imai	ヒメキツネタケ	M_P			○		KPM-NC 24062
<i>Inocybe cookei</i> Bres.	キヌハダトマヤタケ	M_C		○			KPM-NC 23785
<i>Inocybe praetervisa</i> Quel.	ニセアセタケ	M_C				○	KPM-NC 24172
<i>Inocybe</i> sp. 1	アセタケ属の一種	M_C			○		KPM-NC 23796
<i>Inocybe</i> sp. 2	アセタケ属の一種	M_C			○		KPM-NC 23802
<i>Marasmius atucubae</i> Neda	アオキオチバタケ	S	○				KPM-NC 23697
<i>Marasmius opulentus</i> Har. Takah.	カエンオチバタケ	S			○		KPM-NC 23779
<i>Marasmius</i> sp.	トゲシロホウライタケ	S			○		KPM-NC 24064
<i>Marasmius</i> sp. 1	ホウライタケ属の一種	S			○		KPM-NC 23680

Table 1. Continued.

Taxon	分類群名 (和名)	Nutritional mode	Spring 5/25	Summer 7/21	Autumn 10/27	Winter 12/13	Specimen voucher
<i>Marasmius</i> sp. 2	ホウライタケ属の一種	S		○			KPM-NC 23773
<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Kumm.	サクラタケ	S			○		KPM-NC 24096
<i>Gymnopus confluens</i> (Pers.) Antonin, Halling & Noordel.	アマタケ	S	○				KPM-NC 23672
<i>Gymnopus peronatus</i> (Bolton) Gray	ワサビカレバタケ	S		○			KPM-NC 23766
<i>Gymnopus</i> sp.	モリノカレバタケ属の一種	S			○		KPM-NC 24086
<i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler	シイタケ	S				○	KPM-NC 24178
<i>Armillaria gallica</i> Marxm. & Romagn.	ワタゲナラタケ	S			○		KPM-NC 24105
<i>Cyptotrama asprata</i> (Berk.) Redhead & Gimms	ダイダイガサ	S			○		KPM-NC 24060
<i>Strobilurus stephanocystis</i> (Kuhner & Romagn. ex Hora) Sing.	マツカサキノコモドキ	S				○	KPM-NC 24165
<i>Infundibulicybe</i> sp.	マナヅルコガチャカヤタケ (仮称)	S			○		KPM-NC 24084
<i>Lepista</i> sp.	ムラサキシメジ属の一種	S			○		KPM-NC 24085
<i>Melanoleuca polioleuca</i> (Fr.) Kuhner & Maire	コザラミノシメジ	S		○			KPM-NC 23789
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) P. Kumm.	ヒラタケ	S			○		KPM-NC 24061
<i>Pluteus cervinus</i> P. Kumm.	ウラボニガサ	S			○		KPM-NC 24057
<i>Pluteus leoninus</i> (Schaeff.) P. Kumm.	ベニヒダタケ	S	○				KPM-NC 23673
<i>Psathyrella bipellis</i> (Quel.) A.H. Sm.	ウスベニイタチタケ	S		○			KPM-NC 23790 (7/21), KPM-NC 24072 (10/27)
<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.) Maire	イタチタケ	S	○				KPM-NC 23698 (5/25), KPM-NC 23795 (7/21)
<i>Psathyrella cineraria</i> Har. Takah.	ハイロイタチタケ	S	○		○		KPM-NC 23688 (5/25), KPM-NC 24058 (10/27)
<i>Psathyrella</i> sp.	ナヨタケ属の一種	S			○		KPM-NC 24101
<i>Deflexula fascicularis</i> (Bres. & Pat.) Corner	シダレハナビタケ	S			○		KPM-NC 24075
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	スエヒロタケ	S	○				KPM-NC 23676
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Fr.) P. Kumm.	ニガクリタケ	S			○		KPM-NC 24102 (10/27), KPM-NC 24167 (12/13)
【Boletales】イグチ目							
<i>Auroboletus gracilis</i> (Peck) Wolfe	クリカワヤシヤイグチ	M_C		○			KPM-NC 23805
<i>Boletus nigromaculatus</i> (Hongo) Har. Takah.	クロアザアワタケ	M_C		○			KPM-NC 23800
<i>Chalciporus piperatus</i> (Bull.) Bataille	コシヨウイグチ	P			○		KPM-NC 24049
<i>Porphyrillus fumosipes</i> (Peck) Snell	アイゾメクロイグチ	M_C		○			KPM-NC 23798
<i>Strobilomyces strobilaceus</i> (Scop.) Berk.	オニイグチ	M_C		○			KPM-NC 23807
<i>Tylopilus aff. virens</i> (Chiu) Hongo	ミドリニガイグチ類似種	M_C		○			KPM-NC 23778
<i>Tylopilus fuligineoviolaceus</i> Har. Takah.	クロムラサキニガイグチ	M_C		○			KPM-NC 23803
<i>Xerocomus</i> sp.	アワタケ属の一種	M_C		○			KPM-NC 23782

Table 1. Continued.

Taxon	分類群名 (和名)	Nutritional mode	Spring 5/25	Summer 7/21	Autumn 10/27	Winter 12/13	Specimen voucher
<i>Suillus bovinus</i> (L.) Roussel	アマミタケ	M_P			○		KPM-NC 24051
【Hymenochaetales】 タバコウロコタケ目							
Hymenochaetales sp.	タバコウロコタケ科の一種	S				○	KPM-NC 24163
<i>Inonotus tabacinus</i> (Mont.) G. Cunn.	キヌハダタケ	S		○	○	○	KPM-NC 23799 (7/21), KPM-NC 24080 (10/27), KPM-NC 24160 (12/13)
<i>Phellinus gibbus</i> (Schwein.) Pat.	ネンドタケ	S		○		○	KPM-NC 23767 (7/21), KPM-NC 24162 (12/13)
<i>Phellinus setifer</i> T. Hatt.	ネンドタケモドキ	S	○				KPM-NC 23691
<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.) Ryvarden	シハイタケ	S				○	KPM-NC 24170
<i>Trichaptum parvulum</i> (Yasuda) T. Hatt. & Ryvarden	コゴメウスバタケ	S				○	KPM-NC 24173
【Polyporales】 タマチヨレイタケ目							
<i>Steccherinum ochraceum</i> (Pers.) Gray	ニクハリタケ	S			○		KPM-NC 24079
<i>Cryptoporus volvatus</i> (Peck) Shear	ヒトクチタケ	S	○				KPM-NC 23699
<i>Favolus acervatus</i> (Lloyd) Sotome & T. Hatt.	スジウチワタケモドキ	S		○	○		KPM-NC 23775 (7/21), KPM-NC 24047 (10/27)
<i>Hexagonia glabra</i> (P. Beauvar.) Ryvarden	フルイタケ	S		○			KPM-NC 23804 (7/21), KPM-NC 24093 (10/27)
<i>Leizites elegans</i> (Spreng.) Pat.	チリメンタケ	S				○	KPM-NC 24161
<i>Microporus affinis</i> (Blume & T. Nees) Kuntze	ウチワタケ	S		○	○		KPM-NC 23690 (5/25), KPM-NC 23768 (7/21), KPM-NC 24050 (10/27), KPM-NC 24164 (12/13)
<i>Microporus longisporus</i> T. Hatt.	ツヤウチワタケモドキ	S	○				KPM-NC 23700 (5/25), KPM-NC 23769 (7/21)
<i>Microporus vernicipes</i> (Berk.) Kuntze	ツヤウチワタケ	S		○	○		KPM-NC 23689 (5/25), KPM-NC 23806 (7/21), KPM-NC 24076 (10/27)
<i>Panus aff. lecomtei</i> (Fr.) Corner	アラゲカワキタケ類似種	S	○				KPM-NC 23677
<i>Perenniporia ochroleuca</i> (Berk.) Ryvarden	ウズラタケ	S		○			KPM-NC 23772
<i>Perenniporia tephropora</i> (Mont.) Ryvarden	シイサルノコシカケ	S	○				KPM-NC 23683
<i>Polyporus aff. badius</i> (Pers.) Schwein.	アシグロタケ類似種	S		○			KPM-NC 23765
<i>Polyporus arcularius</i> (Batsch) Fr.	アミスギタケ	S	○				KPM-NC 23681
<i>Polyporus</i> sp.	タマチヨレイタケ属の一種	S	○				KPM-NC 23684
<i>Polyporus varius</i> (Pers.) Fr.	キアシグロタケ	S			○		KPM-NC 24104

Table 1. Continued.

Taxon	分類群名 (和名)	Nutritional mode	Spring 5/25	Summer 7/21	Autumn 10/27	Winter 12/13	Specimen voucher
<i>Pycnoporus coccineus</i> (Fr.) Bondartsev & Singer	ヒイロタケ	S	○				KPM-NC 23696
<i>Trametes glabrorigens</i> (Lloyd) Zmitr., Wasser & Ezhov	コガネカワラタケ	S		○			KPM-NC 23783 (7/21), KPM-NC 24098 (10/27)
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd	アラガカワラタケ	S		○			KPM-NC 24099
<i>Trametes lactinea</i> (Berk.) Sacc.	クジラタケ	S		○			KPM-NC 24082
<i>Trametes strumosa</i> (Fr.) Zmitr., Wasser & Ezhov	センベイトケ	S		○			KPM-NC 23763
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	カワラタケ	S	○				KPM-NC 23675 (5/25), KPM-NC 24063 (10/27)
<i>Antrodia</i> sp. 1	ヒメシロアミタケ属の一種 1	S	○				KPM-NC 23694
<i>Antrodia</i> sp. 2	ヒメシロアミタケ属の一種 2	S				○	KPM-NC 24166
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.) Murrill	アイカワタケ	S		○			KPM-NC 24067
<i>Phaeolus schweinitzii</i> (Fr.) Pat.	カイメンタケ	S		○			KPM-NC 24087
<i>Antrodia fragrans</i> (A. David & Tortic) A. David & Tortic	ニオイニカワオシロイタケ (仮称)	S		○			KPM-NC 24083
【Russulales】 ベニタケ目							
<i>Stereum sanguinolentum</i> (Alb. & Schwein.) Fr.	チウロコタケモドキ	S				○	KPM-NC 24168
<i>Pentophora</i> sp.	カワタケ属の一種	S	○				KPM-NC 23693
<i>Auriscalpium vulgare</i> Gray	マツカサタケ	S	○				KPM-NC 23695
<i>Russula atropurpurea</i> (Krombh.) Britzelm.	ムラサキハツ	M_C			○		KPM-NC 24055
<i>Russula</i> sp.	ベニタケ属の一種	M_C			○		KPM-NC 24052
<i>Russula violipes</i> Quel.	チギレハツタケ	M_C		○			KPM-NC 23788
<i>Russula violipes</i> Quel.	ケシヨウハツ	M_C		○			KPM-NC 23764
【Gloeophyllales】 キカイガラタケ目							
<i>Neolentinus</i> sp.	マツオウジ	S	○	○			KPM-NC 23692 (5/25), KPM-NC 23774 (7/21)
【Auriculariales】 キクラゲ目							
<i>Auricularia auricula-judae</i> (Fr.) Quel.	キクラゲ	S		○			KPM-NC 23780 (7/21), KPM-NC 24078 (10/27)
<i>Auricularia polytricha</i> (Mont.) Sacc.	アラガキクラゲ	S	○	○			KPM-NC 23674 (5/25), KPM-NC 23771 (7/21), KPM-NC 24065 (10/27)
【Phallales】 スッポンタケ目							
<i>Phallus impudicus</i> L.	スッポンタケ	S		○			KPM-NC 24071
【Geastrales】 ヒメツチグリ目							
<i>Geastrum velutinum</i> Morgan	ケフクロツチガキ	S		○			KPM-NC 23776

Table 1. Continued.

Taxon	分類群名 (和名)	Nutritional mode	Spring 5/25	Summer 7/21	Autumn 10/27	Winter 12/13	Specimen voucher
【Sebacinales】 ロウタケ目							
<i>Tremellodendron</i> sp.	トレメロデンドロン属の一種	S			○		KPM-NC 24069
【Cantharellales】 アンズタケ目							
<i>Clavulina</i> sp.	カレエダタケ属の一種	S				○	KPM-NC 24175
【Dacrymycetales】 アカキクラゲ目							
<i>Dacrymyces</i> sp. 1	アカキクラゲ属の一種 1	S			○		KPM-NC 24100 (10/27), KPM-NC 24177 (12/13)
<i>Dacrymyces</i> sp. 2	アカキクラゲ属の一種 2	S				○	KPM-NC 24176
【Tremallales】 シロキクラゲ目							
<i>Sirobasidium magnum</i> Boedijn	ジユズタンシキン	P		○			KPM-NC 23781
<i>Tremella mesenterica</i> Retz.	コガネニカワタケ	P		○			KPM-NC 23794
ASCOMYCOTA 子囊菌門							
【Helotiales】 ビヨウタケ目							
<i>Dicelalospora rufocornea</i> (Berk. & Broome) Spooner	ニセキンカクアカカビヨウタケ	S			○		KPM-NC 23797
【Pezizales】 チャワントンケ目							
<i>Peziza</i> aff. <i>michellii</i> (Boud.) Dennis	フジイロチャワントンケ	S	○				KPM-NC 23679
Pezizaceae sp.	チャワントンケ科の一種	S			○		KPM-NC 24077
<i>Helvella elastica</i> Bull.	アンボンノボリリュウ	S			○		KPM-NC 24073
<i>Helvella</i> sp.	ノボリリュウ属の一種	S			○		KPM-NC 24095
<i>Scutellinia scutellata</i> (L.) Lambotte	アラガコベニチャワントンケ	S	○				KPM-NC 23678 (5/25), KPM-NC 23777 (7/21)
【Xylariales】 クロサイワイタケ目							
<i>Hypoxylon</i> sp.	アカコブタケ属の一種	S				○	KPM-NC 24171
<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grevar.	マメザヤタケ	S				○	KPM-NC 24174
【Hypocreales】 ニクザキン目							
<i>Hypomyces</i> sp.	ヒボミクス属の一種	P			○		KPM-NC 24108
<i>Isaria farinosa</i> (Holmsk.) Fr. s.l.	コナサナギタケ (広義)	P			○		KPM-NC 24106
【Boliales】 ボリニア目							
<i>Camarops polysperma</i> (Mont.) J.H. Mill.	クロコバンタケ	S			○		KPM-NC 24068 (10/27), KPM-NC 24078 (12/13)
【Arthoniales】 ホシゴケ目							
<i>Chrysothrix candellaris</i> (L.) J.R. Laundon	コガネゴケ	L			○		KPM-NC 24090
【Teloschistales】 ダイダイキノリ目							
<i>Dirinaria appplanata</i> (Fée) D.D. Awasthi	コフキヂリナリア	L			○		KPM-NC 24089

Table 1. Continued.

Taxon	分類群名 (和名)	Nutritional mode	Spring 5/25	Summer 7/21	Autumn 10/27	Winter 12/13	Specimen voucher
【Lecanorales】 チャシブゴケ目							
<i>Parmotrema tinctorum</i> (Despr. ex Nyl.) Hale	ウメノキゴケ	L	○		○		KPM-NC 23687 (5/25), KPM-NC 24091 (10/27)
<i>Rimelia clavulifera</i> (Rasanen) Kurok.	マツゲゴケ	L	○				KPM-NC 23686
<i>Lepraria</i> sp. s. l.	レプラリア属の一種	L	○				KPM-NC 23685
<i>Lecanora pulverulenta</i> Mull. Arg.	コナチャシブゴケ	L			○		KPM-NC 24088
【Ostropales】 トリハダゴケ目							
<i>Graphis</i> sp.	モジゴケ属の一種	L			○		KPM-NC 24092
MYXOMYCOTA 変形菌門							
<i>Arcyria denudata</i>	ウンボホコリ	Myxo					KPM-NC 5004115
<i>Arcyria</i> sp.	ウンボホコリ属の一種	Myxo	○	○			KPM-NC 5004111
<i>Ceratiomyxa fraticulosa</i> var. <i>descendens</i>	エダナシツノホコリ	Myxo			○		KPM-NC 5004116
<i>Cribraria cancellata</i>	クモノスホコリ	Myxo		○			KPM-NC 5004114
<i>Hemitrichia serpula</i>	へビスカホコリ	Myxo			○		KPM-NC 5004113
<i>Stromonitis</i> sp.	ムラサキホコリ属の一種	Myxo	○				KPM-NC 5004112

Table 2. List of specimens collected in Mt. Nangoh surveys (Yugawara Town, Kanagawa Prefecture). The surveys were conducted four times (December 25, 2014, May 30, July 24 and November 1, 2015). The seasonal fruitbody occurrence is designated in circles (○). Nutritional mode: S = saprobic; M_P = Mycorrhizal with Pinus thunbergii; P = parasitic; L = Lichens; Myxo = mycomycetes. The collecting sites (Sites A-C and outside of the sites [O]) of each specimen is noted after specimen vouchers.

Taxon	分類群名 (和名)	Nutritional mode	Winter		Spring		Summer		Autumn		Specimen voucher
			2014/12/25	2014/12/25	2015/5/30	2015/5/30	2015/7/24	2015/7/24	2015/11/1	2015/11/1	
BASIDIOMYCOTA 担子菌門											
【Agaricales】ハラタケ目											
<i>Agaricus</i> sp.	アカチャモリノカサ (城川仮称)	S					○				KPM-NC 24363 (B)
<i>Calvatia craniiformis</i> (Schwein.) Fr.	ノウタケ	S							○		KPM-NC 24620 (C)
<i>Lycoperdon lividum</i> Pers.	キホコリタケ	S							○		KPM-NC 24619 (C), KPM-NC 24625 (O)
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	ホコリタケ	S					○				KPM-NC 24359 (A)
<i>Lycoperdon</i> sp.	ホコリタケ属の一種	S							○		KPM-NC 24617 (O)
<i>Amanita rubescens</i> Pers.	ガンタケ	M_P					○				KPM-NC 24353 (A)
<i>Amanita</i> sp.	ヒメムサシタケ属の一種	S							○		KPM-NC 24628 (O)
<i>Baeospora myosura</i> (Fr.) Singer	ニセマツカサシメジ	S							○		KPM-NC 24615 (B)
<i>Entoloma</i> sp.	イッポンシメジ属の一種	S					○				KPM-NC 24374 (A)
<i>Hygrocybe punicea</i> (Fr.) Kumm.	ヒイロガサ	S					○				KPM-NC 24357(A)
<i>Marasmius maximus</i> Hongo	オオホウライイタケ	S					○				KPM-NC 24366(A)
<i>Marasmius</i> sp. 1	ホウライイタケ属の一種	S					○				KPM-NC 24282 (5/30, A), KPM-NC 24362 (7/24, B)
<i>Marasmius</i> sp. 2	ホウライイタケ属の一種	S					○				KPM-NC 24286 (A)
<i>Marasmius</i> sp. 3	ホウライイタケ属の一種	S							○		KPM-NC 24621 (O)
<i>Henningsomyces candidus</i> (Pers.) Kuntze	パイブタケ	S					○				KPM-NC 24367 (O), KPM-NC 24612 (O)
<i>Mycena aff. haematopus</i> (Pers.) P. Kumm.	チシオタケ類似種	S					○				KPM-NC 24287 (A)
<i>Mycena</i> sp.	クヌギタケ属の一種	S					○				KPM-NC 24293 (B)
<i>Gymnopus</i> sp. 1	モリノカレバタケ属の一種	S					○				KPM-NC 24289 (A)
<i>Gymnopus</i> sp. 2	モリノカレバタケ属の一種	S						○			KPM-NC 24368 (B)
<i>Strobilurus stephanocystis</i> (Kuhner & Romagn. ex Hora) Sing.	マツカサキノコモドキ	S		○							KPM-NC 24733 (12/25, B), KPM-NC 24734 (12/25, A), KPM-NC 24616 (11/1, B)
<i>Lepista nuda</i> (Bull.) Cooke	ムラサキシメジ	S									KPM-NC 24618 (O)
Tricholomataceae sp.	キシメジ科の一種	S						○			KPM-NC 24376 (B)
<i>Pluteus cervinus</i> P. Kumm.	ウラボニガサ	S									KPM-NC 24624 (C)
<i>Psathyrella candolleana</i> (Fr.) Maire	イタチタケ	S						○			KPM-NC 24364 (B)
<i>Agrocybe praecox</i> (Pers.) Fayod	フミヅキタケ	S					○				KPM-NC 24283 (A)

Table 2. Continued.

Taxon	分類群名 (和名)	Nutritional mode	Winter 2014/ 12/25	Spring 2015/ 5/30	Summer 7/24	Autumn 11/1	Specimen voucher
<i>Galerina nana</i> (Petri) Kuhner	ヒナコガサ	S	○				KPM-NC 24735 (A)
<i>Xeromphalina campanella</i> (Batsch) Maire	ヒメカバイロタケ	S		○	○		KPM-NC 24281 (5/30; A), KPM-NC 24373 (7/24; A)
【Atheliales】 アテリア目							
<i>Piloderma</i> sp.	ピロデルマ属の一種	S				○	KPM-NC 24626 (C)
【Boletales】 イグチ目							
<i>Boletus nigromaculatus</i> (Hongo) Har. Takah.	クロアザアワタケ	M_P			○		KPM-NC 24360 (A)
<i>Tylopilus neofelleus</i> Hongo	ニガイグチモドキ	M_P			○		KPM-NC 24371 (A), KPM-NC 24375 (B)
<i>Suillus bovinus</i> (L.) Roussel	アミタケ	M_P		○			KPM-NC 24294 (5/30; B), KPM-NC 24613 (11/1; B)
<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel	ヌメリイグチ	M_P				○	KPM-NC 24627 (O)
<i>Pseudomerulius curtisii</i> (Berk.) Redhead & Ginns	サケバタケ	S			○		KPM-NC 24361 (A)
【Corticiales】 コウヤクタケ目							
Corticaceae sp.	コウヤクタケ科の一種	S				○	KPM-NC 24629 (C)
【Hymenochaetales】 タバコウロコタケ目							
<i>Hymenochaete yasudae</i> Imazeki	マツノタバコウロコタケ	S				○	KPM-NC 24614 (B)
<i>Phellinus lonicerinus</i> (Bondartsev) Bondartsev & Singer	ウツギノサルノコシカケ	S	○	○	○		KPM-NC 24737 (12/25; A), KPM-NC 24284 (5/30; O), KPM-NC 24378 (7/24; A), KPM-NC 24610 (11/1; O)
<i>Trichaptum fuscoviolaceum</i> (Ehrenb.) Ryvarden	ウスバシハイタケ	S			○		KPM-NC 24372 (A)
<i>Trichaptum parvulum</i> (Yasuda) T. Hatt. & Ryvarden	コゴメウスバタケ	S		○			KPM-NC 24292 (B)
【Polyporales】 タマチヨレイタケ目							
<i>Hyphoderma rube</i> (Bres.) Hjortstam & Ryvarden	ミナミコモバタケ	S	○				KPM-NC 24736 (A)
<i>Jungkuhnia</i> aff. <i>nitida</i> (Pers.) Ryvarden	ニクイロアノタケ類似種	S		○			KPM-NC 24288 (A)
<i>Favolus acervatus</i> (Lloyd) Sotome & T. Hatt.	スジウチワタケモドキ	S			○		KPM-NC 24365 (O)
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd	アラダカワラタケ	S		○			KPM-NC 24285 (A)
【Russulales】 ベニタケ目							
<i>Heterobasidium orientale</i> Tokuda, T. Hatt. & Y.-C. Dai	レンガタケ	S				○	KPM-NC 24623 (C)
<i>Lactarius lividatus</i> Berk. & Curtis	ハツタケ	M_P				○	KPM-NC 24622 (C)
<i>Russula</i> sp.	ベニタケ属の一種	M_P				○	KPM-NC 24611 (O)
【Dacrymycetales】 アカキクラゲ目							
<i>Dacrymyces</i> sp.	アカキクラゲ属の一種	S		○			KPM-NC 24290 (B)

Table 2. Continued.

Taxon	分類群名 (和名)	Nutritional mode	Winter 2014/ 12/25	Spring 2015/ 5/30	Summer 7/24	Autumn 11/1	Specimen voucher
【Tremallales】 シロキクラゲ目							
<i>Tremella</i> sp.	シロキクラゲ属の一種	P		○			KPM-NC 24291 (B)
ASCOMYCOTA 子囊菌門							
【Helotiales】 ビョウタケ目							
<i>Mollisia</i> sp.	ハイイロクズビヤワシタケ属の一種	S		○			KPM-NC 24295 (O)
<i>Lachnum</i> sp.	ヒナノチャワシタケ属の一種	S		○			KPM-NC 24358 (O)
【Lecanorales】 チャシブゴケ目							
<i>Cladonia caespiticia</i> (Pers.) Florke	ドテハナゴケ	L		○			KPM-NC 24694 (A)
<i>Cladonia coniocraea</i> (Florke) Spreng.	ヤリノホゴケ	L		○			KPM-NC 24355 (A)
<i>Lecanora pulverulenta</i> Mull. Arg.	コナチャシブゴケ	L		○			KPM-NC 24310 (O)
【Ostropales】 トリハダゴケ目							
<i>Ochrolechia parellula</i> (Mull. Arg.) Zahlbr.	イワニクイボゴケ	L		○			KPM-NC 24370 (O)
<i>Pertusaria</i> sp.	トリハダゴケ属の一種	L		○			KPM-NC 24356 (A)
<i>Dimerella lutea</i> (Dicks.) Trevis.	ダイダイサラゴケ	L		○			KPM-NC 24263 (O)
<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	モジゴケ	L		○			KPM-NC 24308 (C), KPM-NC 24309 (A)
<i>Graphis</i> sp.	モジゴケ属の一種	L		○			KPM-NC 24354 (A), KPM-NC 24369 (O)
【Peltigerales】 ツメゴケ目							
<i>Collema subflaccidum</i> Degel.	トゲカワホリゴケ	L		○			KPM-NC 24264 (O)
MYXOMYCOTA 変形菌門							
<i>Lycogala epidendrum</i> (L.) Fr.	マメホコリ	Myxo				○	KPM-NC 5004952 (O)
<i>Stemonitis fusca</i> Roth	ムラサキホコリ	Myxo		○			KPM-NC 5004779 (A)

郷山とも、1シーズン1回、それぞれ1年間・計4回の調査として実施した。参加児童らは野外調査から標本の収蔵、菌根の発達状況のデータ収集まで中心に関わった。それらの結果、両調査地から採集・収蔵された菌類・変形菌標本は236標本184種に上り、精度には限界があるものの、これまで知見のなかった、お林のマツ菌根の発達状況に関するデータが得られた。

神奈川県内の大型菌類相に関する調査は、神奈川県キノコの会や、平塚市博物館（1997）による県内各地での記録のほか、小田原市入生田（神奈川県立生命の星・地球博物館 菌類ボランティアグループ, 2011）、丹沢（藤澤・西村, 2005; 西村・藤澤, 2005; 城川ほか, 2007a, b）、川崎市多摩区（例：井口, 1998, 2003; 小山, 2006）などが挙げられる。その他、神奈川県レッドデータブック（RDB）においても幅広い分類群にわたる菌類が扱われており（出川, 2006）、全国的に見ても、菌類相に関する知見の比較的多い地域といえる。しかし、真鶴町周辺における知見は単発的な記録に限られており（神奈川県キノコの会, 1989, 2002, 2012, 2014）、本研究による年間を通じての菌類相の記録は、その観点からも有意義である。

中でも、腐生菌の多様性は高く、お林と南郷山の調査域いずれにおいても、大型菌類全体種数の約71%（お林：92種、南郷山：41種）を占めた（Fig. 4）。これらの中には、フルイタケ *Xagonia tenuis* (Hook.) Fr. やコガネカワラタケ *Trametes glabrorigens* (Lloyd) Zmitr., Wasser & Ezhov（いずれも神奈川県 RDB では準絶滅危惧）といった、暖温帯性で県内での分布域がごく限られる種や、マナヅルコゲチャカヤタケ（城川氏仮称）のような、他地域では未発見の未記載種なども含まれ、今後の発生状況推移の調査が望まれる。また、お林ではスダジイを宿主とする外生菌根菌についても、2007年に小田原市から新種として記載され、関東南部に局所的に多く産すると思われるクロムラサキニガイグチ *Tylophilus fuligineoviolaceus* Har. Takah. など、地域を特色付ける菌根菌相が明らかになった。

その一方、お林内のマツ外生菌根菌の子実体については、確実なものとしてはアマタケ1子実体が確認されたのみであった（Table 1）。クロマツおよびアカマツはお林中央部に位置する灯明山（標高96 m）から南部にかけての尾根筋に特に多く残存しているが、このエリアからは子実体の発生は確認できなかった（Fig. 3）。また、神奈川県キノコの会による過去の調査記録（調査実施年：1980, 1987, 2001, 2003, 2004, 2007-2013）

- 寄生菌 Parasitic
- 地衣類 Lichens
- クロマツ菌根菌 ECM with *Pinus thunbergii*
- スダジイ菌根菌 ECM with *Castanopsis sieboldii*
- 腐生菌 Saprobic

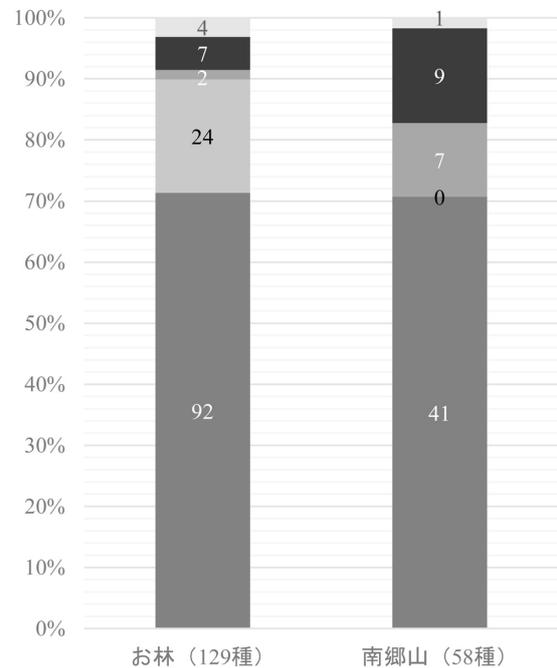


Fig. 4. Components of macrofungal species collected in the Ohayashi and Mt. Nangoh surveys. The numbers on the bars indicate the number of species. The specimen of *Laccaria laccata* f. *minuta*, whose host was unclear, was included in “ECM with *Pinus* spp.”

図4. お林・南郷山調査における、生態的区分による大型菌類の種構成の比較。棒グラフ上の数字は記録された種数を示す。宿主がスダジイ、クロマツのいずれの可能性もあるサンプル（ヒメキツネタケ）は、ここではマツ外生菌根菌として計上した。

からも、アカマツ菌根菌と判断できる種の発生は極めて少ないと考えられた（例：神奈川県キノコの会, 1889, 2002, 2012, 2014）。真鶴半島先端部、ケープ真鶴付近の植栽クロマツ樹下では菌根性きのこの発生が確認されたとの情報もあるが（小山明人, 私信, 2015年7月）、概して、地上部のきのこ相から判断する限り、お林の外生菌根菌多様性は低いようである。

この原因として考えられるものの一つに、長年お林内で松枯れ対策として実施されてきた、薬剤の散布または樹幹注入による影響が挙げられるが、現在のところ、その因果関係は不明である。しかし、真鶴半島から約6 kmの位置にある南郷山のアカマツ林での同一手法による調査では、7種のマツ外生菌根菌が確認され、マツ菌根菌子実体の低い多様性が、同地域に共通する傾向ではないことが示唆された（Table 2）。ただし、両調査地間ではおよそ550 mの標高差があり、土壤環

Table 3. Ectomycorrhizal (ECM) formation rates and estimated length of total ectomycorrhizae in each soil blocks sampled under *Pinus thunbergii* in the "Ohayashi" forest, Manazuru Town. Two samples (i. e., "a-3" and "b-1") were divided into two ("a-3a and a-3b" and "b-1a and b-1b") before counting the root tips.

サンプル番号	外生菌根形成率 ECM Formation Rate				推定菌根長 Estimated Length of ECM (cm)
	1回目 (%)	2回目	3回目	平均 Average (%)	
a-1	58.5	67.6	53.5	59.9	52.9
a-2	33.9	29.8	30	31.2	25.8
a-3a	68.9	76.9	N/A	49.8	100.4
a-3b	22.5	31	N/A		
b-1a	53.15	56.25	47.62	58.2	265.5
b-1b	62.1	62.6	67.7		
b-2	30.3	26.2	34.7	30.4	56.7
c-1	53.9	60	40.1	51.3	53.7
平均値 Average				46.8	65.9
標準偏差 SD				13.0	23.0

境も同一でないため、それらが与える影響も考慮しなければならない。橋屋ほか (2010) は、アカマツやナラガシワが生育する調査区において、マツとの絶対的菌根共生菌であるヌメリイグチや、アカマツとしばしば菌根共生するカレバキツネタケ、複数種のベニタケ属菌などの子実体を記録している。その結果は、本研究における南郷山での調査結果に比較的類似している。一方、松田 (2008) は海岸クロマツ林の試験区での計 30 回の調査において採取された外生菌根菌子実体が、コツブタケただ 1 種であった事例を報告している。ただし、現在のお林森林内の土壌はリター層および有機質層が比較的発達し、海岸クロマツ林に典型的なアルカリ性の貧栄養な土壌とは大きく異なっている。その点を踏まえると、やはりお林内のマツ外生菌根菌子実体の少なさには注目に値する。お林の森林は、概してスダジイやクスノキが優先する極相林の景観を呈しており、クロマツ、アカマツのような、やせ地を好む先駆種にとっては生育に好適な環境とは言えないことも要因と考えられる。なお、本調査では、現在のお林のマツのような老齢木を好む、イボタケ目や、ハラタケ目キシメジ科およびフウセンタケ科の外生菌根菌子実体の発生が見られなかった。このように、本来であれば発生している可能性の高い菌根菌の子実体が確認されなかったことも、お林のマツ菌根菌子実体の多様性の低さと関係があると言えよう。

それでは、お林のマツには共生する菌根菌自体が著しく少ないのだろうか。お林内のクロマツ樹下の土壌サンプルの解析の結果、細根中の外生菌根の感染率は平均 46.8 % (SD = 13.0) であり、森林土壌中には菌根が形成されていることが確認された。土壌サンプルの採集箇所 a および b は、マツ外生菌根菌子実体が採集されなかった地点であったが、アミタケ子実体が採集された地点 c

における結果と比較して、極端な差異は見られなかった。松田 (2008) は、海岸クロマツ林調査地において採取されたクロマツ細根 1,719 根端のうち、98.8 % が外生菌根であったことを報告している。本研究における外生菌根形成率が比較的低いのは、児童らにより実施可能なように実験系を単純化した関係で、クロマツ以外の根端も含めて計数したことも原因の一つと考えられる。しかし、外生菌根の形成率の低さが、直接的に両データの差に影響している可能性もある。いずれにせよ、本研究の結果は子実体の発生が確認されないお林内での環境でも、マツ菌根菌が確かに生育していることを示している。

現在、お林の大半はスダジイ、クスノキ、タブといった照葉樹の高木に覆われており、極相林となっている。このような環境はマツ類の生育には不向きであり、景観上、衰弱したマツの枯死個体の増加が懸念されている。Nakashima *et al.* (2016) は、外生菌根が多く形成されているクロマツ苗木ほど、マツ枯れの原因の一つであるマツノザイセンチュウに対する抵抗性が高まることを報告している。また、山の斜面下部に比べ、上部のクロマツの方が菌根の形成が多く、マツノザイセンチュウに対する抵抗性 (木の生存率) も高かったという調査報告もある (Akema & Futai, 2005)。本研究によって、お林中央の山頂部 (灯明山) 付近のクロマツにも菌根の定着が確認された (Fig. 3)。それゆえ、お林においても、地中に形成されているマツ外生菌根の定着率を改善できれば、マツ枯れなどの病害に対するマツの抵抗性が向上し、病害防除のための薬剤使用を軽減できることが期待される。

マツ菌根形成を促す方策の一つとして考えられるのが、木炭をマツの周囲に埋める方法である (小川, 2007; 小川ほか, 2012)。小川 (2007) は、衰弱したクロマツ周囲に炭を埋めることで、

クロマツの樹勢を著しく改善させた例を複数挙げています。炭を用いたこの方法は、土壌環境がアルカリ性である海岸林などに適しており、リターやその下部の有機質層が多く堆積するお林の酸性土壌で適用するには多少の対処法が必要とされるが、お林に自生する微生物を利用したクロマツの樹勢回復の手段の一つとして、今後検討がなされることが期待される。

本研究における一連の野外調査やその後の標本作製、データ収集などは、筆者らの指導のもと、地域児童が中心となって進めた。筆者らが知る限りでは、外生菌根の解析を含めた一連の菌類調査を児童が中心となって実施した例は、少なくとも国内では無いと思われる。本研究により、一般市民でも実施可能な調査計画をデザインし、あらかじめ参加者に研究の目的を理解してもらうことができれば、大人のみならず児童も学術的な目的を持った調査研究に参画できることが示されたと言える。また、博物館を介して、地域児童と教員及び地域住民が学校の外で共に学ぶ機会を提供するという点でも、本研究はユニークで発展性のある取り組みであると筆者らは考える。ただし、外生菌根のデータ解析、特に根端のカウントについては、児童によっては不安定な結果となる場合があり、菌根長の推定値のばらつきが大きくなった (Table 3)。データ集計に関わるこのような不安定要素をいかに軽減してゆくかが、児童とともに進める調査研究の今後の課題となるだろう。

謝 辞

本研究における野外調査や標本作製、データの収集は、以下の方々との協働で実施することができた。ここに感謝申し上げます：真鶴子ども探検隊の皆さん (宇賀逸哲さん、宇賀にこさん、亀川大和さん、古川直樹さん、ストービー・A・K・シュウブライトさん、黒葛原 真さん、黒葛原正宗さん、刀称秀篤さん)、井上幸子氏、古川昌子氏、鈴木貴志氏、Stuart Stoby 氏、ストービー百代氏、高木 望氏、寺西聡子氏、刀称 準氏、刀称由美子氏、中島淳志氏、松本 茂氏、南 常俊氏、山下仁美氏、山下 光氏、吉澤健吾氏、渡部 孟氏。また、真鶴町立遠藤貝類博物館の山本真土氏および真鶴中学校の平田 渉氏には、実施会場の確保にご尽力いただいた。真鶴町産業観光課からは、お林および南郷山における調査の実施許可や、過去のお林の森林管理についての資料をご提供いただいた。また、大西亘氏には、真鶴半島お林の植生についての参考資料をいただいた。以上の方々に御礼申し上げます。

引用文献

- Akema, T. & K. Futai, 2005. Ectomycorrhizal development in a *Pinus thunbergii* stand in relation to the location on a slope and their effects on tree mortality from pine wilt disease. *Journal of Forest Research* **10**: 93-99.
- 出川洋介, 2006. 菌類. 高桑正敏・勝山輝男・木場英久編, 神奈川県レッドデータ生物調査報告書 2006, pp. 147-166. 神奈川県立生命の星・地球博物館, 小田原.
- 藤森博英・伏脇裕一・長谷川敦子・十鳥和美・須賀一夫, 1998. 真鶴町で地上散布されたフェニトロチオンの気中濃度. 神奈川県森林研究所研究報告, (24): 9-14.
- 藤澤示弘・西村幹雄, 2005. 丹沢山地ブナ林における外生菌根菌相. 神奈川県自然環境保全センター報告, (2): 29-38.
- 橋屋 誠・井口 潔・鈴木敏彦・平野嘉孝・川崎正志・佐藤幸生, 2010. 富山県立大学構内の高等菌類調査. 富山県立大学紀要, **20**: 25-33.
- 井口 潔, 1998. 生田緑地の菌類相について. 川崎市青少年科学館紀要, (9): 29-34.
- 井口 潔, 2003. 生田緑地のきのこ相 - 環境解析の基礎データとして. 川崎市自然環境調査報告, V: 98-145.
- 神奈川キノコの会, 1989. 1988 年度野外勉強会・研修会の記録. くさびら, (11): 33-35.
- 神奈川キノコの会, 2002. 2001 年度野外勉強会・研修会の記録. くさびら, (26): 45-49.
- 神奈川キノコの会, 2012. 野外勉強会・研修会の記録. くさびら, (34): 40-54.
- 神奈川キノコの会, 2014. 野外勉強会・研修会の記録. くさびら, (36): 35-50.
- 城川四郎・三村浩康・井上幸子・藤澤示弘, 2007a. III 丹沢の大型菌類 (きのこ) 相. 丹沢大山総合調査団編. 丹沢大山総合調査学術報告書, pp.363-368. 財団法人平岡環境科学研究所, 相模原市.
- 城川四郎・三村浩康・井上幸子・藤澤示弘, 2007b. 丹沢大山動植物目録 菌類. 丹沢大山総合調査団編, 丹沢大山総合調査学術報告書. pp.428-460. 財団法人平岡環境科学研究所, 相模原市.
- 小山明人, 2006. 生田緑地のキノコ追録. 川崎市青少年科学館紀要, (17): 29-32.
- 真鶴町史編さん委員会編, 1995. 真鶴町史 通史編. 865pp. 第一法規出版, 東京.
- Nakashima, H., N. Eguchi, T. Uesugi, N. Yamashita & Y. Matsuda, 2016. Effect of ectomycorrhizal composition on survival and growth of *Pinus thunbergii* seedlings varying in resistance to the pine wilt nematode. *Trees*, **30**: 475-481.
- 西村幹雄・藤澤示弘, 2005. 丹沢大山地域の大型菌類について. 神奈川自然誌資料, (26): 39-41.
- 小川 真, 2007. 炭と菌根でよみがえる松. 325pp. 築地書館, 東京.
- 小川 真・伊藤 武・来栖敏浩, 2012. 海岸林再生マニュアル-炭と菌根を使ったマツの育苗・植林・管理. 77pp. 築地書館, 東京.
- 大野啓一・宮脇 昭, 1994. II 真鶴半島の毎木調査報告書. 真鶴半島総合調査会編, 真鶴半島総合調査報告書. pp.45-63. 神奈川県教育委員会文化財保護課, 横浜.

- Peterson, R. L., H. B. Massicotte & L. H. Melville, 2004. *Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology*. NRC Research Press, Ottawa.
- 鈴木 清, 1997. 年輪解析によるマツ枯れ原因説の検証. 神奈川県森林研究所研究報告, (23): 1-9.
- 山田明義, 2001. 菌類の採集・検出と分離: 外生菌根菌 (I) 採集法ならびに採集試料の前処理法. 日本菌学会会報, 42: 33-39.
- 矢野倫子・矢野清志・折原貴道・山本幸憲, 2014. 真鶴半島の変形菌相. 神奈川県立博物館研究報告, (43): 67-71.

摘 要

折原貴道・中村恭子・村田知章, 2017. 地域児童とともに進める、真鶴半島の大型菌類相調査と外生菌根菌に着目したクロマツ生育状況評価. 神奈川県立博物館研究報告 (自然科学), (46): 7-23. [Orihara, T., K. Nakamura & T. Murata, 2017. A Survey with Local Children Reveals Macrofungal Flora in Manazuru Peninsula and Evaluates the Growth of Japanese Pine Trees Based on Ectomycorrhizal Formation. *Bull. Kanagawa Prefect. Mus. (Nat. Sci)*, (46): 7-23.]

神奈川県南西部に位置する真鶴半島の先端部はお林とよばれる魚つき林が広がっており、人工林ながらスダジイ、クスノキなどの常緑樹の極相が形成されている。お林にはクロマツ・アカマツの大木も多く残存しているが、長年、マツ枯れへの対策が必要な状況となっている。しかし、お林内のマツ類やスダジイと共生する外生菌根菌の多様性や生育状況に着目した、大型菌類（きのこ類）の通年調査は十分に行われていない。本研究では、お林および真鶴半島から北西 6 km に位置する南郷山のアカマツ自然林を対象に、大型菌類を主とする子実体の発生状況の通年調査と外生菌根の形成状況に関する調査を行った。野外調査およびデータ収集は、地域児童らを中心に、地域住民、学校教員、そして博物館のボランティアスタッフらが協働する市民参加型調査として行われた。その結果、お林では 129 種 156 標本の菌類と 6 種 6 標本の変形菌類が記録されたが、明らかにマツ類の外生菌根菌であったのは、そのうちの 1 種 1 標本のみであった。一方、南郷山では、菌類は 58 種 72 標本、変形菌類は 2 種 2 標本が記録され、そのうちマツ外生菌根菌は 7 種 9 標本で、採集された菌類全体の約 13% を占めていた。しかし、土壌中の菌根の感染状況を解析したところ、お林マツ林においても一定数の菌根の形成が見られ、子実体が著しく少ない環境下でも、マツ菌根菌が確かに生育していることが確認された。今後、お林に生育する菌根菌の菌根形成状況を改善させることができれば、森林の自助能力を有効活用した、お林の景観保全に繋がると期待される。

(受付 2016 年 10 月 31 日; 受理 2016 年 12 月 24 日)