

2, 3 木材腐朽菌の BAVENDAMM 反応に就いて*

赤 井 重 恭・寺 下 隆 喜 代

(木材生物第2研究室)

Shigeyasu AKAI and Takakiyo TERASITA : On the BAVENDAMM's Reaction of Some Wood-destroying Fungi.

木材の腐朽は主として木材腐朽菌と総称せられる1群の担子菌類によつて基因せられるから、木材腐朽の研究には先ず腐朽菌の生理学的研究が必要である。木材腐朽菌は大別して、材質細胞膜の Cellulose を主として分解する Cellulose 溶解菌と、Lignin を分解する Lignin 溶解菌の2つにする事ができる。前者が材を侵害した場合には、腐朽材は Lignin を多く残すので、所謂褐色朽と呼ばれる褐色の脆い状態に変わるが、後者の侵害を受けた材では、Cellulose が多く残存して、白色軽鬆な材となり、それ等は白色朽と呼ばれる。

この腐朽型はそれを基因する腐朽菌の分泌する酵素その他に基くものであるが、BAVENDAMM¹⁾は培養基中に Tannic acid, Gallic acid その他の Phenol 誘導体を添加して木材腐朽菌を培養した場合に、白色朽を基因する菌類は培養基を褐変せしめるが、褐色朽を基因する菌類では全然褐色帯を生じない事実を発見した。氏はかかる現象が腐朽菌の分泌する Phenol-oxidase に基因するものと解し、この反応を以つて褐色朽或は白色朽を基因する菌類の診断に利用しようとした。BAVENDAMM の発見以来、この反応は所謂 BAVENDAMM 酸化酵素反応として木材腐朽菌研究の重要な一項目となつたが、DAVIDSON, CAMPBELL, BLAISDELL²⁾等は多数の腐朽菌を用いてこの反応を試み、腐朽型類別には大体に於て信憑しうるものと認めたが、逸見・赤井等³⁾も大体信憑しうるものと認めている。併し尙この反応を余り重視しない人もある。筆者等は Lignin^{3) 4) 8)}の構造等から、Phenol-oxidaseが Lignin 溶解菌の Lignin 利用と何等かの関係があるものと考え、本邦産木材腐朽菌に就いて BAVENDAMM 反応を試みたが、本報告では未だ同反応の明瞭でない数種の菌に就いて、この反応と腐朽型との関係を確かめ、更に培養濾液中の酸化酵素を Guajacol を以つて検出して、その結果を比較対照した。

実験に供用した腐朽菌は次のようである。

* 京都大学木材研究所木材腐朽(木材生物第2)研究室業績 第1号。

本研究は京大農学部植物病理学研究室に於て行つたものである。本研究を行うに当り、御指導並に実験上の便宜を與えられた逸見武雄博士に感謝の意を表する。尙本研究の1部は文部省科学研究費を以つて行つた。記して謝意を表する(赤井)。

第1表 供試腐朽菌一覽 (List of the name of the wood-destroying fungi used in the experiments.)

供試菌和名	供試菌学名	腐朽型	記
シイタケ	<i>Cortinellus Berkeleyanus</i> Ito et Imai	白色朽	Lignin, Cellulose を共に利用する.
コルクタケ	<i>Fomes torulosus</i> (Pers.) Fr.	〃	ウメ, サクラ, ナシ等の潤葉樹材を侵害する.
ネンドタケ	<i>Polyporus gilvus</i> (Schw.) Fr.	〃	各種潤葉樹材を侵す.
ダイダイタケ	<i>Polyporus illicicola</i> P. Henn.	〃	同上
ヒラタケ	<i>Pleurotus ostreatus</i> (Jacq.) Quél.	〃	〃
マツオウジ	<i>Lentinus lepideus</i> Fr.	褐色朽	針葉樹材時に潤葉樹材を侵す.
ヌメリスギタケ	<i>Pholiota adiposa</i> (Fr.) Quél.	褐色朽	潤葉樹材時に針葉樹材を侵し, Lignin, Cellulose 共に利用するようである.

実験には先ず BAVENDAMM 反応を試みた. Tannic acid 若しくは Gallic acid をそれぞれ 0.05, 0.10, 0.25, 0.50 % 加えた乾杏煎汁寒天 (寒天 4 %) 培養基を予め滅菌したペトリ皿に分注して, 固化後, それ等の上記供試菌並に標準として BAVENDAMM 反応既知の Cellulose 溶解菌ツガサルノコシカケ (*Fomes pinicola* Fr.) の菌糸を植付けた. これ等培養は 28°C. の定温器内に保ち, 1 週間後培養基褐変の有無並に菌叢直径を測定した. 而して別に試薬を添加しない乾杏煎汁寒天 (寒天 4 %) 培養基上にも上記供試諸菌を植付け比較とした.

濾液中の Phenol-oxidase 検出には 1 % 蔗糖加用馬鈴薯煎汁に供試菌を培養して, 菌叢が充分伸びた後, その濾液に Guajacol, Benzidine の規定液を滴下して, 青変の有無を検した. 尙 Control としてはそれ等濾液を約 100°C. に加熱したもの及び BAVENDAMM 反応陰性である褐色朽菌ツガサルノコシカケの培養液を用いた.

実験結果

上記7供試菌及びツガサルノコシカケを用いての BAVENDAMM 反応実験結果は第2表の通りであるが, 供試7菌中シイタケ, コルクタケ, ネンドタケ, ダイダイタケ, ヒラタケ及びヌメリスギタケの6種は反応陽性を示し, マツオウジ並にツガサルノコシカケは陰性であつた.

第2表 木材腐朽菌7種の BAVENDAMM 反應 (The BAVENDAMM's Reaction of the Seven Wood-destroying Fungi Tested.)

供 試 菌 名	濃 度 %	Tannic acid 加用		Gallic acid 加用	
		菌叢直徑 (mm)	反 應	菌叢直徑 (mm)	反 應
シ イ タ ケ <i>Cortinellus Berkeleyanus</i>	0.00	34	—	12	—
	0.05	32	+	16	+
	0.10	25	+	16	+
	0.25	22	+	16	+
	0.50	17	+	14	+
コ ル ク タ ケ <i>Fomes torulosus</i>	0.00	10	—	17	—
	0.05	9	+	15	+
	0.10	11	+	14	+
	0.25	6	+	11	+
	0.50	3	+	10	+
ネ ン ド タ ケ <i>Polyporus gilvus</i>	0.00	20	—	23	—
	0.05	26	+	31	+
	0.10	24	+	23	+
	0.25	16	+	5	+
	0.50	6	+	0	+
ダ イ ダ イ タ ケ <i>Polyporus illicicola</i>	0.00	24	—	29	—
	0.05	20	+	32	+
	0.10	17	+	26	+
	0.25	19	+	21	+
	0.50	10	+	10	+
ヒ ラ タ ケ <i>Pleurotus ostreatus</i>	0.00	29	—	36	—
	0.05	25	+	15	+
	0.10	14	+	6	+
	0.25	0	+	0	+
	0.50	0	+	0	+
ス メ リ ス ギ タ ケ <i>Pholiota adiposa</i>	0.00	27	—	21	—
	0.05	30	+	18	+
	0.10	28	+	15	+
	0.25	15	+	0	+
	0.50	8	+	0	+

マ ツ オ ウ ジ <i>Lentinus lepideus</i>	0.00	13	—	11	—
	0.05	7	—	13	—
	0.10	6	—	14	—
	0.25	2	—	7	—
	0.50	1	—	6	—
ツ ガ サ ル ノ コ シ カ ケ <i>Fomes pinicola</i>	0.50	10	—	—	—

備 考：上記の実験は 1948 年 10 月より 1949 年 1 月までの間に行つたものであつて、3 回実験の平均結果である。

次に供試菌の培養濾液に、Guajacol 及び Benzidine の溶液を滴下して Phenol-oxidase 反応を検したが、結果は第3表の通りである（次頁参照）。

第3表に示した如く、材の白色朽を基因するシイタケ、コルクタケ、ネンドタケ、ダイダイタケ及びヒラタケの5種の腐朽菌培養濾液では、酸化酵素の存在を示す特有の呈色反応（青色）を示したが、褐色朽を基因するマツオウジ、ツガサルノコシカケ及び約 100°C. に加熱した濾液では何れも白濁したのみであつた。ヌメリスギタケによる腐朽材はその型が余り明瞭でなく、HUBERT 及び BOYCE⁶⁾等は本菌による腐朽型を斑入性褐色朽と称している。併し筆者等の実験に於ては酸化酵素反応は陽性であつた。

第3表 供試木材腐朽菌7種の培養濾液中の酸化酵素呈色反応（Phenol-oxidase reaction in the culture filtrates of the seven wood-destroying fungi tested.）

供 試 菌 名	培養日数	Guajacol 滴 下		Benzidine 滴 下	
		変 色 し た 色 調	強 さ	変 色 し た 色 調	強 さ
シ イ タ ケ	12	Porcelain-Green	++	Blackish-Plumbeous	++
コ ル ク タ ケ	24	Roman-Green	++	Dusky-Orient-Blue	++
ネ ン ド タ ケ	12	Mot-Mot-Blue	+	Smalt-Blue	++
ダ イ ダ イ タ ケ	24	Light-Elm-Green	++	Agurite-Blue	++
ヒ ラ タ ケ	12	—	+	—	+
ヌ メ リ ス ギ タ ケ	12	Bremen-Blue	+	Dark-Orient-Blue	++
マ ツ オ ウ ジ	12	Light-Dull-Green-Yellow	—	Boryta-Yellow	—
ツ ガ サ ル ノ コ シ カ ケ	24	Cartridge-Buff	—	Cream-Color	—

備 考：1) 表中の呈色反応陽性を示す腐朽菌の培養濾液と雖も、約 100°C. に加熱して指薬を滴下した場合は、すべて陰性となつて Cream-color を呈する。

2) 色調は RIDGWAY, R. Color Standards and Color Nomenclature, I-LIII, 1912. によつた。

考 察

以上の実験結果から、供試木材腐朽菌の BAVENDAMM 反応と腐朽型、更に濾液中の Phenol-oxidase 反応は全く平行して、白色朽を基因する菌では BAVENDAMM 反応並に濾液中の Phenol-oxidase 反応は共に陽性に、褐色朽を基因する菌では共に陰性であつた。この事は Lignin の溶解と Oxidase との間に何等かの関係がある事を示すものと思われるが、CAMPBELL は Lignin 分解に Oxidase が関与するものと考えている。BAVENDAMM は白色朽を基因する腐朽菌がタンニンその他の Phenol 化合物を添加した培養基を褐変する現象を酸化酵素に基く反応と見做したが、これは明かに Phenolase の反応と思われる。一般に広義の酸化酵素は広く生物に存在するが、平山によると、Indophenolase は強ち Lignin 溶解菌のみに限らず、Cellulose 溶解菌にも認められ、又白色朽を基因する菌類中でも、コフキサルノコシカケ (*Ganoderma applanatum*)、アヅマタケ (*Polyporus orientalis*)、褐色朽を基因する菌類中ではアイカワタケ (*Polyporus sulphureus*) 等にはこの酸化酵素が認められない事を明かにした。筆者等は供試した殆んどすべての Lignin 溶解菌に Phenolase を認めたが、Cellulose 溶解菌にはこれを認めなかつた。従つて、Lignin 溶解とこの Phenolase との間には何等かの関係が想像できる。ヌメリスギタケは、HUBERT 等によれば、褐色朽を基因するものであるが、筆者等の実験によれば、BAVENDAMM 反応、濾液の Phenol-oxidase 反応共に陽性であつた。更に筆者等の 1 人赤井及び永友の実験では (本誌37頁)、本菌をブナ材片に接種した場合に、材の白色化するのを認めている。従つて本菌は材の白色朽を基因するものと考えて更に観察をづけ度いと思う。逸見及び筆者等の 1 人赤井はハゼ材心材に明瞭な孔腐性白色朽を基因するカタウロコタケ (*Stereum frustulosum*) の 1 系に就いて観察したが、該菌は BAVENDAMM 反応は陰性であるが、明かに白色朽であることを認めている。筆者等はかかる矛盾を解決すべく、更にこの問題を検討し度く考えている。

結 論 及 び 摘 要

1. 筆者等は 7 種の木材腐朽菌について BAVENDAMM 反応の観察を行つたが、材の白色朽を基因するコルクタケ、ネンドタケ、ダイダイタケ、ヒラタケ、シイタケの 5 種及びヌメリスギタケは反応陽性であつて、褐色朽を基因するマツオウジは陰性であつた。
2. 上記諸菌を 12~24 日間培養した培養濾液中の酸化酵素 (Phenol-oxidase) を呈色反応で観察したが、白色朽を基因するコルクタケ、ネンドタケ、ダイダイタケ、ヒラタケ、シイタケの 5 種及びヌメリスギタケは反応顕著な陽性を示し、マツオウジ及びツガサルノコシカケの褐色朽を基因する菌は陰性であつた。
3. 筆者等の実験並に他の多くの実験から、BAVENDAMM 反応陽性のものは白色朽を基因し、陰性のものは褐色朽を基因するものと見て大体誤りがないが、尚ハゼ材を侵すカタウロコタケに於て、例外を認めているから、更にこの問題の検討を必要とする。

Résumé

1. The present paper deals with the results of the writers' investigations on the BAVENDAMM's reaction of some wood-destroying fungi. According to the BAVENDAMM's cultural method, it was detected that the color reaction of *Fomes torulosus*, *Polyporus gilvus*, *Polyporus illicicola*, *Pleurotus ostreatus*, *Cortinellus Berkeleyanus* and *Pholiota adiposa* was positive, and that of *Lentinus lepideus* and *Fomes pinicola* was negative. The former six fungi are considered as being lignin-dissolving fungi causing white rot of wood and the latter two fungi are cellulose-decomposing fungi causing brown rot of wood.

2. By the addition of guajacol and bendizine solutions, the phenol-oxidase reaction in the culture filtrates of the wood-destroying fungi was also tested. The results showed that the reaction of the above quoted lignin-dissolving fungi was positive and that of the cellulose-decomposing fungi, *Lentinus lepideus* and *Fomes pinicola*, was negative.

3. From the results of the experiments, we concluded that the BAVENDAMM's reaction of the wood-destroying fungi, the phenol-oxidase reaction in their culture filtrates and the type of wood-decay, run parallel with each other.

引 用 文 献

- 1) BAVENDAMM, W. : Ueber das Vorkommen und den Nachweis von Oxydasen bei holzzerstörenden Pilzen. Zeitsch. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz. **38** : 258~276. (1928).
- 2) CAMPBELL, W. G. : The chemistry of the white rots of wood. I. The effect on wood substance of *Polystictus versicolor* (L.) Fr. Biochem. Jour. **24** : 1235~1243 (1930).
- 3) DAVIDSON, R. W., W. A. CAMPBELL, and J. BLAISDELL : Differentiation of wood-destroying fungi by their reaction on gallic or tannic acid medium. Jour. Agr. Res. **57** : 683~695 (1938).
- 4) GARREN, K. H. : Studies on *Polyporus abietinus*. I. The enzyme producing ability of the fungus. Phytopath. **28** : 839~845 (1938).
- 5) GARREN, K. H. : Studies on *Polyporus abietinus*. II. The utilization of cellulose and lignin by the fungus. Phytopath. **28** : 875~878. (1938).
- 6) 逸見武雄・赤井重恭. : 木材腐朽菌学. (1945).
- 7) ———, ———. : ハゼ心材の孔腐性白色朽を基因するカタウロコタケ (*Stereum frustulosum*) の1生態種に就いて, 木材研究, 本号 : 15~26. (1950).
- 8) HIRAYAMA, S. : On the oxydase and dehydrase in phytopathogenic fungi. Proc. Imp. Acad. **9** : 639~642 (1933).
- 9) 伊藤一雄. : 材質腐朽菌類の纖維素溶解に就いて, 日本林学会誌, **22** : 263~274 (1940).