

# 木材腐朽菌に対する シイタケ菌の拮抗現象に関する研究

文部教官 岩出 亥之助

文部教官 福住 俊郎

柳川 林八

Inosuke IWADA, Toshio FUKUZUMI and Rinshachi YANAGAWA :  
Studies on Antagonism of "Shiitake" *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA  
against Wood-rotting fungi

## 目 次

I 緒 言	111	(2) 培養基 pH と木材腐朽菌の生長	119
II 木材腐朽菌に対するシイタケ菌の拮抗現象	111	(3) 培養基の pH とシイタケ菌の木材腐朽菌に対する拮抗性	121
(1) 鋸屑培養基による実験	111	(4) 培養基の pH と木材腐朽菌及びシイタケ菌の呼吸	123
(2) 寒天培養基による対峙培養	113	IV 要 約	124
III 木材腐朽菌の拮抗作用と培養基 pH との関係	115	V 引 用 文 献	124
(1) 木材腐朽菌による培養液の pH の変化	115	VI Résumé	125

## I 緒 言

木材腐朽菌の異種または同種間にみられる拮抗現象については、今日迄多くの研究業績<sup>(1)</sup>がある。著者等はシイタケのほだ木栽培に於いてシイタケ菌と害菌との接触面に帯線の形成されることから、これ等の間にも拮抗現象のあることが推定されたので、ほだ木に寄生し易い数種の木材腐朽菌を選び、シイタケ菌との拮抗現象を追求し、さらに進んでその機作を究明することによつてほだ木の害菌防止の一助としたいと考え、2, 3 の実験を行つたので、その結果を報告する。本研究に当つて種々助言と便宜とを与えられた芝本教授並びに森林化学教室の各位に謝意を表す。また種菌の一部を寄与された青島氏に謝意を表す。

## II 木材腐朽菌に対するシイタケ菌の拮抗現象

### (1) 鋸屑培養基による実験

(a) 培養管 硬質ガラス製で内径 3.0 cm, 管壁の厚さ 2.0 mm, 長さ 25 cm の両端を開放した円筒で、両端に綿栓を施したもの。

(b) 培養基の調製と培養条件 培養基は次のものを用いた。

鋸屑 (ナラ材 80 メッシュ)	80 g
米糠	20 g
CaCO <sub>3</sub>	2 g
水	200 g

これを乾熱殺菌を行つた培養管の両端 5 cm の空間を残して、中央に 15 cm の長さに詰めて直径 0.8 cm 程度のガラス棒にて深さ 2 cm 程度の穴を培養基の両端に開け細栓を施し、蒸気殺菌を行う。後、一端にシイタケを接種し、適温培養し、20 日後他端より木材腐朽菌を接種してさらに 40 日間適温培養する。

(c) 培養成績 上記のようにして培養したもののうち、代表的なもの 4 種を選び、これらについて観察した結果は次の通りである (Fig. 1, Fig. 2 参照)。

1) シイタケ とカミウロコタケ

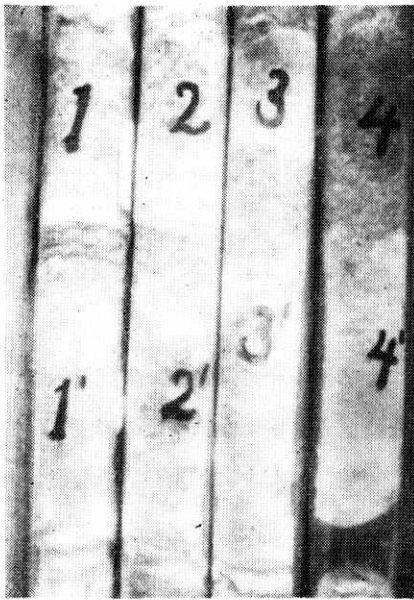


Fig. 1 対峙培養に於ける外観

- 1...*Stereum umbrinum* B. et C. カミウロコタケ
- 1'...*Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA シイタケ
- 2...*Irpex lacteus* FR. ウ斯巴タケ
- 2'...*Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA シイタケ
- 3...*Stereum hirsutum* (WILLD.) FR. キウロコタケ
- 3'...*Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA シイタケ
- 4...*Polystictus sanguineus* (L.) FR. ヒイロタケ
- 4'...*Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA シイタケ

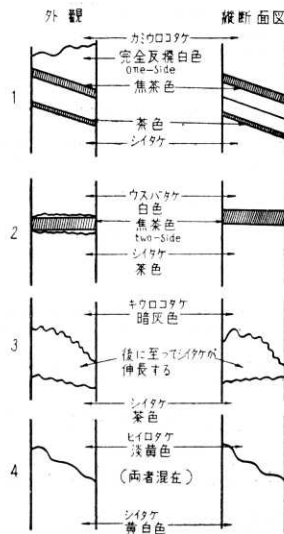


Fig. 2 対峙培養に於ける外観及び縦断面図

Fig. 1 の 1 はカミウロコタケであり、1' はシイタケである。カミウロコタケはその菌糸接触面に於いて完全に反撥されシイタケ菌叢中には侵入しない。反撥部分には黒褐色の帯線が現われる。この物質は菌糸から生成された Quinone 系の色素であると考えられ、この部分は相当固い壁状になっている。また Methylene blue の脱色試験結果から

すると、第一帯線と第二帯線との間の菌糸はシイタケらしく思われた。

2) シイタケとウ斯巴タケ

Fig. 1 のシイタケ (2') とウ斯巴タケ (2) とは相互に均等に反撥し合っている。境界部の写真は明瞭でないが、実物ではそのところは焦茶色の帯線を以つて割かれている。Fig. 2 の外面は Methylene blue の脱色反応に

よると、シイタケらしく思われる。この帯線は非常に固くなつており、内部の縦断面は焦茶色を呈し、菌糸は見られず、両菌糸のいずれも侵入できないようである。この帯線は二者いずれの菌によつて形成されたのかは不明である。

### 3) シイタケとキウロコタケ

シイタケとキウロコタケとの間には少々生長の弱い部分があり、そこに存在する菌糸がいずれのものであるか不明である。

### 4) シイタケとヒイロタケ

シイタケとヒイロタケとは混在して境界面を現わさない。ただヒイロタケは老熟すると少々淡黄色を帯びてくる。内部の菌糸を Methylene blue で染色すると、ヒイロタケは緑色を呈し、シイタケはヒイロタケほど緑色を現わさない。

以上のように、シイタケと他菌との接触面の現象については、今回は単に観察のみに止めた。

## (2) 寒天培養基による対峙培養

(a) 培養皿は普通のペトリ皿(直径 8.6 cm, 深さ 2.0 cm, 壁厚 1.5)を用いた。

(b) 培養基の処方は次の通りである。

{	麦芽煮汁	5 g	の麦芽を	500 cc	の	水道水で	60°C	で抽出する。
	MgSO <sub>4</sub>	0.2 g,	Pepton	5 g				
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.3 g,	寒天	30 g				
	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.3 g,	水道水	500 cc				
	Glucose	50 g,						

調製後培養皿に 20 cc 注加し、Koch 氏殺菌釜で殺菌する。培養基の pH は 5.8 である。

(c) 接種ならびに培養条件としては培養皿の下に白紙に目盛を附けたものを置き、シイタケと対峙させる木材腐朽菌との間隔を 3 cm とし、26°C で 2 週間培養した。

シイタケに対峙させた木材腐朽菌は次の種類である。

- 1) ナミダタケ (*Merulius lacrymans* (WURF.) FR.)
- 2) ウスバタケ (*Irpex lacteus* FR.)
- 3) ヒイロタケ (*Polystictus sanguineus* (L.) FR.)
- 4) コゲイロカイガラタケ (*Lenzites abietina* FR.)
- 5) ワタグサレタケ (*Poria vaporaria* (PERS.) FR.)
- 6) ツガサルノコシカケ (*Fomes pinicola* (SW.) COOKE)
- 7) ウスバタケ (*Irpex consors* BERK.)
- 8) アラゲカワラタケ (*Polystictus hirsutus* (WURF.) FR.)

(d) 培養した結果は Fig. 3 及び Fig. 4 に示す通りである。すなわち

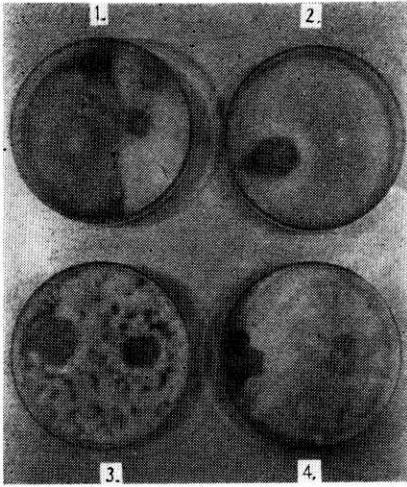


Fig. 3

1. *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA  
シイタケ  
× *Polystictus sanguineus* (L.) FR.  
ヒイロタケ
2. *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA  
シイタケ  
× *Merulius lacrymans* (WULF.) FR.  
ナミダタケ
3. *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA  
シイタケ  
× *Lenzites abietina* FR.  
コゲイロカイガラタケ
4. *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA  
シイタケ  
× *Irpex lacteus* FR.  
ウスバタケ

## 1) シイタケとヒイロタケ

シイタケは薄く広く生長し、これに対してヒイロタケは空中菌糸を巾狭く伸長し、その接触部に於いて両者が僅かに混在するのが見られる。特にヒイロタケは老熟すると、菌糸が淡紅色を帯び、接触部は黄色を呈する。さらに1週間後になると接触面から両者が侵入し、その部分の菌糸は淡黄味を帯び、ヒイロタケは漸次赤味を増し、酸臭を呈するようになる。

## 2) シイタケとナミダタケ

2週間でナミダタケはシイタケを包圍し、その接触面は淡紅色を帯び、シイタケの接種点は黄色で、外方に向つて灰白色を呈する。さらに1週間後には包圍状態は維持され、シイタケは鼠色を呈し、ナミダタケの部分はリンゴ臭を発するに至る。また培養基の変色を見ると、シイタケの部分は淡黄色で、ナミダタケの部分は暗赤色を帯びる。

## 3) シイタケとコゲイロカイガラタケ

2週間でコゲイロカイガラタケはシイタケを包圍するが、その境界線は見られない。Fig. 3の3のように、コゲイロカイガラタケ接種点の周囲は、菌糸の生成の弱いところと強いところとがあり、極めて不同である。さらに1週間後には、コゲイロカイガラタケは暗青色を帯びて斑紋状に

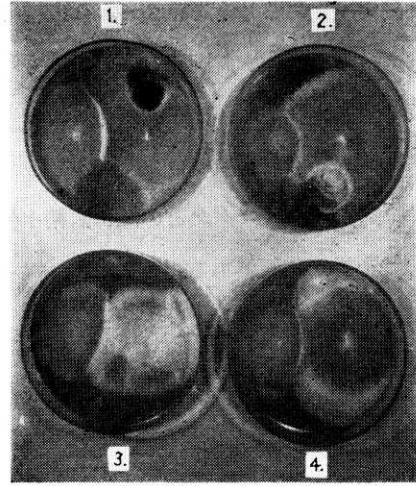


Fig. 4

1. *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA  
シイタケ  
× *Irpex consors* BERK.  
ニクウスバタケ
2. *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA  
シイタケ  
× *Poria vaporaria* (PERS.) FR.  
ワタゲサレタケ
3. *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA  
シイタケ  
× *Polystictus hirsutus* (WURF.) FR.  
アラゲカワラタケ
4. *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA  
シイタケ  
× *Fomes pinicola* (SW.) COOKE  
ツガサルノコシタケ

のび、焦げくさい匂いを発する。しかしシイタケは生長し、コゲイロカイガラタケの表面に伸長する。従つてシイタケはコゲイロカイガラタケに対して或る程度の抗菌力を有するに思われる。

#### 4) シイタケとウスバタケ

2 週間にしてウスバタケは殆んど全面を覆う。これは代表的な被覆現象であり、いわゆる one-sided antagonism である。前節の鋸屑培養による実験では、シイタケとウスバタケは均等に反撥しており、代表的な two-sided antagonism であつた。こうしたことから考えると、培養基によつて antagonism は相当變つてくる様に思われる。

#### 5) シイタケとニクウスバタケ

2 週間にして両者の菌糸は接触する。Fig. 4 の 1 に示したように、特に著しい白色を呈する所は接触面の両者の混在している部分で、菌糸発育程度はニクウスバタケが稍々良好である。さらに1週間後には、両者が培養基上を折半して占め、ニクウスバタケはシイタケの反対側のガラス壁に空中菌糸を生長させ、シイタケとの接触部では特に強い生長はみられなかつた。ただシイタケがニクウスバタケと混在する最先端が茶色を帯びてくるのを認めた。

#### 6) シイタケとワタグサレタケ

両者は明瞭な拮抗現象を起し、接触面には境界線を形成する。さらに1週間培養したが、境界線は茶緑色を帯び、ワタグサレタケはシイタケと反対側のガラス壁を伸長するのを認めた。

#### 7) シイタケとアラゲカワラタケ

Fig. 4 の 3 に示すように、シイタケの菌糸はうすく生長し、アラゲカワラタケは厚く生長する。後者は一時シイタケによつて生長を阻止されたのか菌叢の一部にくびれを生じたが、1週間後には明らかにシイタケを被覆した。さらに1週間培養するとシイタケは白色菌糸を伸長し、アラゲカワラタケは淡黄色となり、シイタケ菌叢上を益々被覆し、白色を呈する。

培養基は、シイタケの部分は淡黄色、アラゲカワラタケの部分は淡橙色を呈した。

#### 8) シイタケとツガサルノコシカケ

2 週間の培養によつて、ツガサルノコシカケはシイタケの約3倍量の生長を示したが、シイタケ菌叢の接触部ではシイタケ菌糸の抗菌作用をうけて、ワタグサレタケの時と同じく、くびれを生じた。さらに1週間後には両者ともに生長を続け、シイタケはツガサルノコシカケの反対側のガラス壁に伸長するに至るが、両菌とも元の境界線を保持する。

以上によると菌の種類によつて none-antagonism, one-sided antagonism 及び two-sided antagonism の 3 type に分けることができる。また培養基の組成によつて拮抗作用の現象を異にする。

### Ⅲ 木材腐朽菌の拮抗作用と培養基 pH との関係

#### (1) 木材腐朽菌による培養液の pH の変化

拮抗作用の機作に就いては栄養物質の消費・培地の pH の変化・有毒物質の蓄積・その他表面張力・酸化還元電位・化学的反應・滲透圧等が重要因子として挙げられる。この中培地の pH とシイタケの木材腐朽菌に対する拮抗作用との関係を知る前提として、先ず個々の木材腐朽菌に就いて培養基の pH の変化を調べた。

(a) 培養瓶 100 cc の三角フラスコに綿栓を施したもの。

(b) 培養液の調製 前節の麦芽煎汁培養基より寒天を除いたものを 25 cc ずつ三角フラスコに入れ殺菌する。

(c) 接種並びに培養 培養瓶は 2 個を以つて一組とし、接種には空中菌糸のみを接種し、26°C にて 1~2 月培養した。

(d) pH 測定法 標準試験紙法を用いた。この方法は検液 1~2 滴で十分であり、この程度の減少は後の培養には影響を与えない。東洋濾紙株式会社製の pH 試験紙では誤差は 0.2~0.4 の範囲である。測定に際しては乾熱殺菌した多数の先細の小ピペットを準備し、無菌箱中にて培養液をピペットにて少量採り、pH 試験紙を使用して pH を定めた。

(e) pH 測定値 前記のようにして測定した培養基の pH の変化は、第 1 表及び Fig. 5 の通りである。すなわち最初の pH 5.0~5.6 から漸次酸性度を増し、多くの場合 10 日目位で極限值に達し、以後反転して酸性度を減じていくが、その変化は大凡次の三つの群に分けられる。

1) 培養基の pH が 4.0 附近で極限值に達し、以後反転して塩基性に傾くもの。

ウスバタケ、コゲイロカイガラタケ、ナミダタケ、ニクウスバタケ、アラゲカワラタケ、スエヒロタケ

2) 培養基の pH が 4.0 附近で極限值に達し、以後僅かに酸性度を弱めるもの。

シイタケ、キウロコタケ、カミウロコタケ

3) 培養基の pH が 1.4 の強酸性に達し、以後僅かに酸性度を弱めるもの。

ワタグサレタケ、ツガサルノコシカケ

但しカイガラタケは培養基の pH を殆んど変えない。

酸性度最大値に達する迄は菌糸の生長は急速であるが、酸性度減少の期間に入ると菌糸の生長は遅くなり、空中菌糸の量が増えるように思われた。これに対しシイタケ菌糸の生長は常に遅く、酸性度が最大値に達する迄に 1 ヶ月を要した。

MONTGOMERY 氏 (1936)<sup>(2)</sup> は麦芽煎汁培養液に *Fomes fraxineus* 菌を培養し、培養 2 週間は培養液の酸性度を増すが、その後次第に塩基性に変わるのは腐朽菌菌糸の自己消化により、NH<sub>3</sub> を生成するためであると解説し、また BIRKINSHAW 氏 (1940)<sup>(3)</sup> は *Coniophora cerebella*, *Lenzites trabea*, *Polystictus versicolor*, *Trametes rubescens* について麦芽煎汁培養基上に於いての pH の変化を研究し、褐色朽の菌は白色朽の菌よりも酸性度強く、酸性度が極



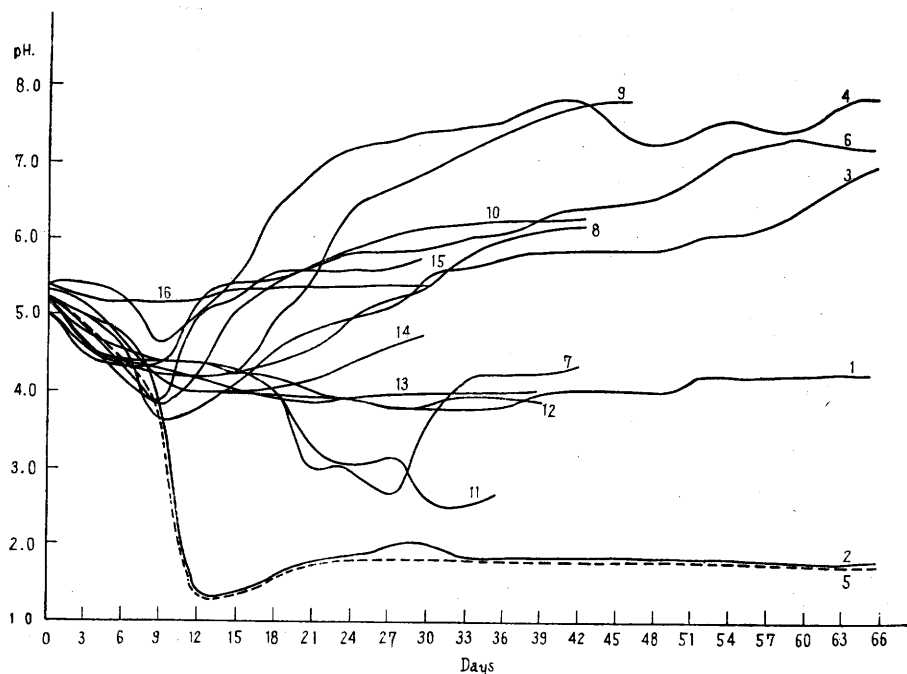


Fig. 5 各種木材腐朽菌の培養日数と培養液の pH の変化

- |   |  |
|---|--|
| 1. <i>Cortinellus edodes</i> (BERK.) SAWADA<br>シイタケ | 9. <i>Polystictus hirsutus</i> (WURF.) FR.<br>アラゲカワラタケ |
| 2. <i>Poria vaporaria</i> FR.<br>ワタグサレタケ            | 10. <i>Schizophyllum commune</i> FR.<br>スエヒロタケ         |
| 3. <i>Irpex lacteus</i> FR.<br>ウスバタケ                | 11. <i>Trametes Dichinsii</i> BERK.<br>ホウロクタケ          |
| 4. <i>Merulius lacrymans</i> (WURF.) FR.<br>ナミダタケ   | 12. <i>Stereum frustulosum</i> (PERS.) FR.<br>カタウロコタケ  |
| 5. <i>Fomes pinicola</i> (SW.) COOKE<br>ツガサルノコシカケ   | 13. <i>Stereum hirsutum</i> (WILLD.) FR.<br>キウロコタケ     |
| 6. <i>Lenzites abietina</i> FR.<br>コゲイロカイガラタケ       | 14. <i>Stereum umbrinum</i> B. et C.<br>カミウロコタケ        |
| 7. <i>Polystictus sanguineus</i> (L.) FR.<br>ヒイロタケ  | 15. <i>Daedalea unicolor</i> (BULL.) FR.<br>ミダレアミタケ    |
| 8. <i>Irpex consors</i> BERK.<br>ニクウスバタケ            | 16. <i>Lenzites betulina</i> (L.) FR.<br>カイガラタケ        |

限值に達して後塩基性に傾くのは培養基栄養源の欠乏に伴い生成酸を oxidase によつて酸化するためであるとしている。

(f) シイタケと木材腐朽菌との対峙培養と pH の変化 前述の対峙培養と pH 変化曲線を比較検討して見ると、

1) ワタグサレタケ, ツガサルノコシカケ

pH の変化曲線もまたシイタケとの対峙状態も殆んど等しい (Fig. 5 の 2, 5 及び Fig. 4 の 2, 4)。

2) ウスバタケ, ナミダタケ, コゲイロカイガラタケ

pH の変化曲線は同じ傾向を示し、対峙培養に於いてはシイタケはこれ等の菌に包圍される。(Fig. 5 の 3, 4, 6 及び Fig. 3 の 2, 3, 4)



## 3) ウ斯巴タケ, アラゲカワラタケ

pH の変化曲線は 2 週間目位迄は殆んど等しく, シイタケとの対峙状態も似ている (Fig. 5 の 8, 9 及び Fig. 4 の 1, 3)。

## 4) ヒイロタケ

pH の変化曲線もシイタケとの対峙状態も独特である (Fig. 5 の 7 及び Fig. 3 の 1)。

以上からシイタケと木材腐朽菌との拮抗作用は培養基の pH の変化との間に関連性が認められるが, シイタケ菌は酸性領域に於いて抗菌力が強く働くようである。

## (2) 培養基の pH と木材腐朽菌の生長

木材腐朽菌の生長と培養基の pH との関係を知るために次の実験を行つた。

培養瓶 数量的関係により大型試験管 (内径 1.8 cm, 壁厚 1 mm, 全長 19.5 cm) を用いた。

培養基の調製 培養基の組成は,

$\left\{ \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right.$	5 g 麦芽を 500 cc 水道水により 6 時間抽出したもの	
	Glucose	50 g
	寒 天	30 g
	水 道 水	500 cc

上記培養基を 1/2 N. HCl 及び 1/2 N. NaOH によつて pH 1.8; 3.6; 4.2; 5.0; 5.8; 7.4; 8.2 の 7 区分に調整し, 2 本を以つて一組とした。各 1 本に 5 cc の培養基を分注し, 常法に従い Koch 氏釜にて 2 回殺菌し至温に冷却すると, pH 1.8; 3.6 は液状, 4.2 は粘液状になり, これら以外からは固形傾面を与えた。

## 接種及び培養

上記培養基を用いて予め 2 週間同様組成の培養基に培養した種菌を無菌箱中にて一白金耳ずつ接種した。使用菌糸は次の種類のものである。

- 1) シイタケ
- 2) スエヒロタケ
- 3) ウ斯巴タケ
- 4) カミウロコタケ
- 5) ワタグサレタケ

26°C 恒温にて培養し, 1 週間目及び 2 週間目に各生長量を秤り, 最終 pH を測定した (第 2 表及び Fig. 6)。

生長状況を見ると, 各菌 1 週間目は pH 5.8, 2 週間目では 7.4 が良好であり, シイタケは 1 週間目, 2 週間目ともに pH 5.8 が良好であつた。またシイタケとの生長直径比を見ると, 1

第2表 培養基の pH と菌糸の生長

1 cm 以下の場合の { + 生長小  
 ++ " 中  
 +++ " 大  
 h 管壁に伸長した菌糸の高さ, 単位 cm

初期 pH	菌 種 名	一週目の 生長直径	シイタケの生 長直径との比	二週目の 生長直径	シイタケの生 長直径との比	終期 pH
1.8	シ イ タ ケ	0		0		1.8
	ワ タ グ サ レ タ ケ	+		+		1.6
	ウ ス バ タ ケ	+		+		1.6
	ス エ ヒ ロ タ ケ	+		+		1.6
	カ ミ ウ ロ コ タ ケ	1.0		1.4		1.6
3.6	シ イ タ ケ	+		+		2.0
	ワ タ グ サ レ タ ケ	++	2	++	2	1.8
	ウ ス バ タ ケ	+	1	+	1	2.0
	ス エ ヒ ロ タ ケ	+	1	++	2	2.2
	カ ミ ウ ロ コ タ ケ	1.5	3	++1.3h	4	1.2
4.2	シ イ タ ケ	1.6		3.0h		4.0
	ワ タ グ サ レ タ ケ	+++3.5h	2.5	+++6h	2.0	2.8
	ウ ス バ タ ケ	+++5	3.0	+++6h	2.0	4.6
	ス エ ヒ ロ タ ケ	+++4h	3.0	4.5h	1.5	4.2
	カ ミ ウ ロ コ タ ケ	2.5	1.0	3.0h	1.0	4.2
5.0	シ イ タ ケ	1.5		5.3		4.0
	ワ タ グ ア レ タ ケ	9.0	4.5	12.5	2.5	2.8
	ウ ス バ タ ケ	9.0	4.5	12.5	2.5	4.6
	ス エ ヒ ロ タ ケ	9.8	4.8	11.0	2.0	4.2
	カ ミ ウ ロ コ タ ケ	7.0	3.8	10.7	2.0	5.0
5.8	シ イ タ ケ	2.5		7.0		4.0
	ワ タ グ サ レ タ ケ	11.5	4.6	13.8	2.0	2.8
	ウ ス バ タ ケ	8.5	3.4	12.5	1.8	4.8
	ス エ ヒ ロ タ ケ	10.5	4.2	11.8	1.7	4.2
	カ ミ ウ ロ コ タ ケ	9.5	3.8	11.0	1.4	5.2
7.4	シ イ タ ケ	2.2		6.5		4.0
	ワ タ グ サ レ タ ケ	10.0	4.5	14.0	2.5	2.8
	ウ ス バ タ ケ	10	4.5	15.1	2.8	5.0
	ス エ ヒ ロ タ ケ	9	4.0	14.0	2.5	4.2
	カ ミ ウ ロ コ タ ケ	7.5	3.4	13.0	2.0	5.2
8.2	シ イ タ ケ	2.0		5.0		4.0
	ワ タ グ サ レ タ ケ	9.0	4.5	11.5	2.3	2.8
	ウ ス バ タ ケ	8.0	4	13.5	2.7	5.0
	ス エ ヒ ロ タ ケ	9.5	4.7	10.4	2.1	4.2
	カ ミ ウ ロ コ タ ケ	8.0	4	12.0	2.4	5.2

週間目は pH 3.6; 4.2 が小さく、

2 週間目では pH 変化域による差は余りないようである。故に各菌をシイタケと対峙させた時にシイタケの抗菌性を最高にするためには pH 3.6 又は 4.2 程度が良いと予想される。また最初の pH 値が 4.2 以上の場合には培養基の初期 pH の如何に拘わらず、培養 2 週間後の pH は各菌についてはほぼ一定する。

### (3) 培養基の pH とシイタケの木材腐朽菌に対する拮抗性

前述の各 pH に調整した培養基を用いてシイタケと木材腐朽菌との対峙培養を行った。

#### 1) 培養瓶及び培養基の調製

コーレの培養瓶を用い、培養基は前節と同じ方法に従って調製し、ただ pH を 1.2; 1.8; 2.8; 3.6; 4.4; 5.0; 5.8; 6.6; 7.4; 8.2 の 11 区分を設けた。それぞれのコーレには培養基を 20cc ずつ分注し、常法に従い殺菌する。

#### 2) 接種並びに培養

コーレ培養瓶の奥の方にシイタケ、口の方に木材腐朽菌を約 40 cm の間隔に接種培養する。

#### 3) 培養成績

菌糸生長の測定は両者の直径をはかり、2 個の平均値を示すことにした。培養成績は第 3 表の通りである。これによると、1 週間に於いて pH 3.6 及び pH 5.8 のとき生長比(害菌菌叢の直径に対するシイタケ菌叢の直径)は最小となり、いわゆるシイタケの抗菌現象が最大になる。しかし 2 週間目になると、pH 4.4 以上の培養基ではカミウロコタケ以外のすべてに対してシイタケは none antagonismus になる。ツガサルノコシカケに対しては pH 3.6 に於いても none antagonismus であった。これは pH の変化が 2 週間目に於いては次表のようになるので、この pH に於いてはシイタケは他の木材腐朽菌に抗菌できないことを意味する。ただ pH 3.6 付近では、ある菌は発育力が弱まるのに対して、シイタケは比較的弱まらないために他菌の侵入を防止するものと考えられる。

1 週間目は単独培養・対峙培養いずれも pH 3.6 付近で生長比最小を示したが、2 週間目に

1 週間培養

2 週間培養

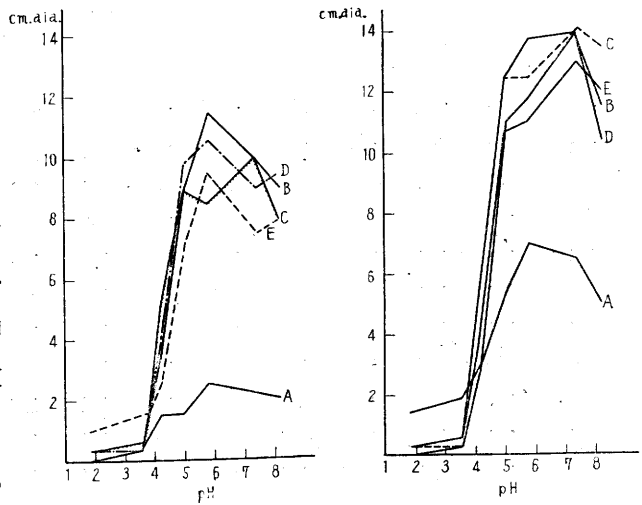


Fig. 6 pH 変化域に於ける各菌の生長状況

- A: シイタケ *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA
- B: スエヒロタケ *Schizophyllum commune* FR.
- C: ウ斯巴タケ *Irpex lacteus* FR.
- D: カミウロコタケ *Stereum umbrinum* B. et C.
- E: ワタゲサレタケ *Poria vaporaria* FR.

第3表(1) pH 差に於けるシイタケと他菌との対峙培養成績

単位 cm.

最初の pH	生長直径						最終の pH	生長直径						最終の pH
	シイタケ		カミウロコ タケ		カミウロコ タケ/シイタケ			シイタケ		ワタゲサレ タケ		ワタゲサレ タケ/シイタケ		
	1週間	2週間	1週間	2週間	1週間	2週間		1週間	2週間	1週間	2週間	1週間	2週間	
1.2	0.5	0.5	2.0	2	4	4	2.2	0	5.0	~	~	~	~	1.2
1.8	0.5	0.5	4.0	4	8	8	2.2	0	0	~	~	~	~	1.2
2.8	0	0	0.5	5	~	~	2.4	1.8	包圍 さる	2	非常大	2	非常大	1.2
3.6	1.5	2	3	3	2	1.5	3.8	2.0	"	1.7	"	1.7	"	2.8
4.4	1.5	1.5	6.5	6.5	4	4.2	4.2	1.9	"	2	"	2	"	"
5.0	2.1	1.0	5.0	5.0	2.5	5	4.2	0.7	"	6	"	6	"	"
5.4	1.6	1.6	5.2	5.2	3.2	3.2	4.2	1.6	"	2.4	"	2.4	"	"
5.8	2.0	2.5	4.5	4.5	2.2	1.8	4.2	3.8	"	1.2	"	1.2	"	"
6.6	1.0	2.0	3.5	3.5	3.5	1.7	4.4	1.5	"	2.5	"	2.5	"	"
7.4	1.1	1.2	5.6	包圍	5	大	4.4	1.0	"	4	"	4	"	"
8.2	1.0	1.1	2.0	4.4	2	4	5.4	1.3	"	3	"	3	"	"

第3表(2) pH 差に於けるシイタケと他菌との対峙培養成績

最初の pH	生長直径						最終の pH	生長直径						最終の pH
	シイタケ		ウスバタケ		ウスバタケ /シイタケ			シイタケ		スエヒロ タケ		スエヒロ タケ/シイタケ		
	1週間	2週間	1週間	2週間	1週間	2週間		1週間	2週間	1週間	2週間	1週間	2週間	
1.2	0	0	0	0	~	~	1.2	0	0	0	0	~	~	2.2
1.8	0	0	0	0	~	~	1.2	0	0	0	0	~	~	2.2
2.8	0	0	0	0	~	~	1.2	0	0	0	0	~	~	2.2
3.6	1.6	3.0	3.5	4.0	2.2	1.3	2.8	1.5	4.0	3.0	5.0	2.0	1.2	3.8
4.4	2.1	2.0	3.4	3.8	1.5	1.9	"	1.0	1.0	4.4	cover	4.4	非常大	4.2
5.0	1.6	1.6	4.4	包圍	2.8	非常大	"	0.6	1.9	2.5	"	4.1	"	4.2
5.4	1.6	1.8	5.3	"	3.3	"	"	2.2	2.8	4.5	"	2	"	5.4
5.8	1.6	1.8	7.0	"	4.4	"	"	2.2	2.8	4.5	"	2	"	5.8
6.6	1.0	1.0	5.8	"	5.8	"	"	1.0	1.0	5.0	"	5	"	5.8
7.4	1.0	1.0	6.0	"	6.0	"	"	1.2	1.2	4.8	"	4	"	5.8
8.2	1.5	1.5	5.0	"	3.3	"	"	1.3	1.5	2.9	5.0	2.2	3.5	5.8

は単独培養では pH 3.6 で僅かに生長比小さい程度であり  
対峙培養では他の pH とは比較にならない位差を生じた。  
なお pH 3.6 に於いて 2 週間目にいずれも生長比の減少  
を示すのはシイタケが生長していることを示す。また Fig  
7 に示す如くカミウロコタケ(右)はシイタケ(左)により阻  
止され両菌糸の接触線は厚くもり上り、シイタケがカミウ  
ロコタケに対して antagonismus をなしている。カミウ  
ロコタケで pH 7.4 で包圍する場合でも明瞭に接触線はあ  
らわれた。ワタゲサレタケでは包圍したのであるが、シイ

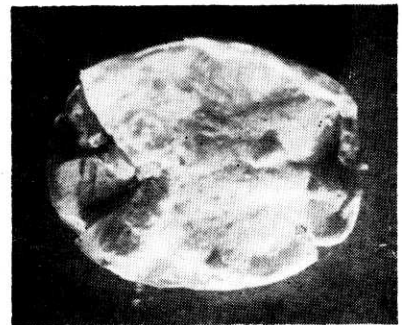


Fig. 7

*Corticellus edodes* (FERK.) SAWADA  
× *Stereum umbrinum* B. et C.  
初期 pH 5.0 の培養基にて 15 日間培養した。

タケに全然抗菌力が無ければ被覆するはずである。ウスバタケの場合も同様である。スエヒロタケに対しては全然被覆され、non antagonismus と考えられる。

(4) 培養基の pH と木材腐朽菌及びシイタケの呼吸

培養基の pH 差に於ける菌糸の生長については前述の通りであるが、これ等の関係をさらに詳

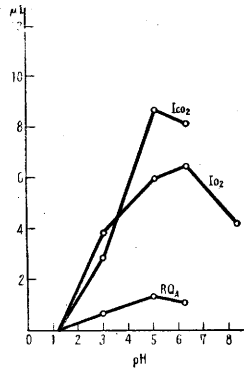


Fig. 8 *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA シイタケ

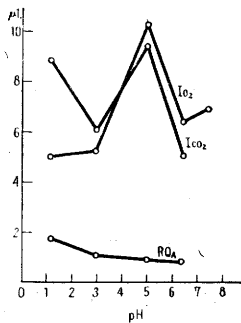


Fig. 11 *Stereum umbrinum*, B. et C. カミウロコタケ

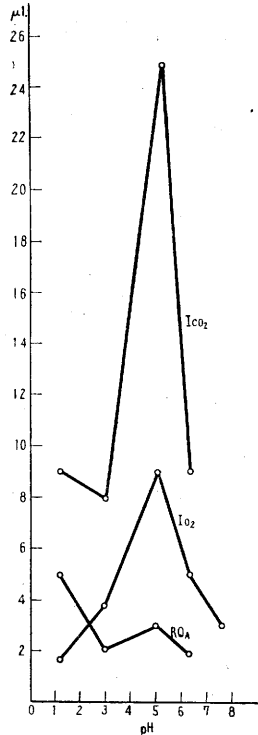


Fig. 9 *Schizophyllum commune* FR. スエヒロタケ

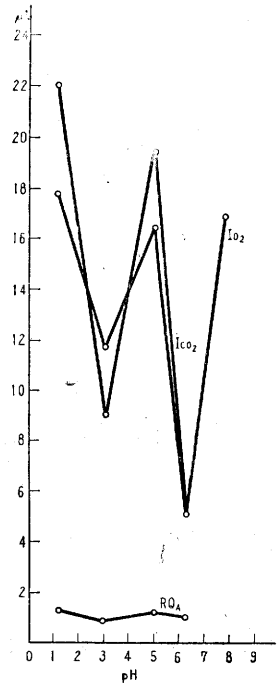


Fig. 10 *Irpex Lacteus* FR. ウスバタケ

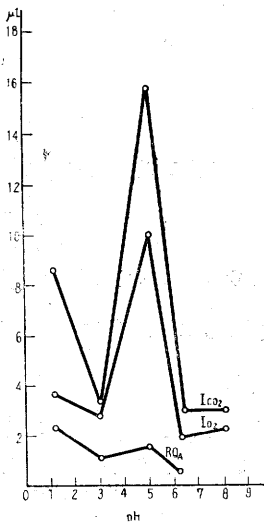


Fig. 12 *Poria vaporaria* (PERS.) FR. ワタゲサレタケ

細に究明するため、これと同じ種類の菌を用い、培養基の各 pH に於いて一定量菌糸の酸素呼吸の強度を Warburg 氏の検圧計によつて測定し、これによつて菌糸生長の程度を判定することにした。

1) 培養基

麦芽 5g を 500cc の水にて 6 時間浸出し、これに最純の glucose 50g を加え水を以て全量を 1l とし直に 30 分間 Koch 氏殺菌釜にて殺菌した。

2) pH の調整

1/2 N HCl, 1/2 N NaOH を用いて培養基の pH を 1.2; 3.0; 5.0; 7.0; 9.0 の 5 種類に調整した。

## 3) 生活菌糸

麦芽及び glucose 加用培養液にて 3 週間培養したものを用いた。使用前に菌糸裏に附着した粘液質のものを鋭利な刃物で丁寧に除き、薄い菌糸体のみを殺菌水上に浮べよく振り動かして水洗する（振盪機にかけて 1~2 時間振盪洗滌する）。水洗後清潔な濾紙間にはさみ、加圧吸水させる。次に清潔な直径 1.1 cm コルクボーラーにて上記菌糸を打抜き、これを 2 片ずつ培養液上に浮かせる。菌糸をとる場合はできるだけ生長均一な部分を選ぶ。

## 4) 温度

恒温槽の温度は 26°C にした。培養液に緩衝液を加えなかつたが、測定後の pH の変化は（負記号）0.8 以内であつた。

## 5) 実験成績

Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12 の結果を得た。但し

$Io_2$  ……1 時間に菌体の吸収した  $O_2$

$Ico_2$  ……1 時間に菌体の発生した  $CO_2$

$RQA$  …… $Io_2/Ico_2$  見掛けの呼吸率

$Io_2$ ,  $Ico_2$  が最大の値を示す培養基の pH はシイタケでは 5.0~6.3, ワタグサレタケ, スエヒロタケ, カミウロコタケでは 5.0 であり, ウスパタケでは酸性側に傾くほど  $Io_2$ ,  $Ico_2$  が増加する傾向が見られる。

シイタケの  $Io_2$ ,  $Ico_2$  と他菌の  $Io_2$ ,  $Ico_2$  とを比較すると, pH 5.0 では他菌の  $Io_2$ ,  $Ico_2$  はシイタケの  $Io_2$ ,  $Ico_2$  よりも非常に大であるが, pH 3~4 ではその差が少い傾向が見られる。このことは物質代謝の速度が, pH 5.0 付近ではシイタケは他菌に比べて遅いが, pH 3~4 ではその差が少くなることを意味する。前の実験でシイタケの他菌に対する拮抗性が pH 3.6 が良好であることと符合する。なおスエヒロタケ Fig. 9 に於いて  $CO_2$  の発生量が  $O_2$  の吸収量よりも著しく多いことは注目すべき現象である。

## IV 要 約

シイタケは或る種の木材腐朽菌に対して抗菌現象を示し、特にカミウロコタケに対して明瞭である。その状態は培養基の組成によつて違つてくる。また培養基の pH もこの現象に対して影響があり、pH 3.6 に於いてシイタケは他菌に対して最高の抗菌力を現わす。

## V 引 用 文 献

- (1) 1) 小野 林: 微生物に於ける拮抗作用に就いて (I), 応用菌学 3: 73 (1949)
- 2) 梅沢純夫: 拮抗微生物の化学.

- 3) 逸見武夫: 木材腐朽菌学 (昭 20)  
 4) 青島清雄: 腐朽材に現われる帯線に関する研究, 植物病理学会報 15, 2: 92 (1951)  
 5) 平田義正: キノコの抗菌性物質 Grifolin に就いて, 化学の研究 第 7 集, 119 (1950)  
 (2) H. B. S. MONTGOMERY: A study of *Fomes fraxinus* and its effects on ashwood. Ann. Appl. Biol. 23: 465-486 (1936)  
 (3) J. H. BIRKINSHAW, W. P. K. FINDLAY and R. A. WEBB: Biochemistry of the Wood-rotting fungi. 2. A study of the acids produced by *Coniophora cerebella* PERS. Biochem. J., 34: 906 (1940)

### Résumé

Antagonism was observed between "Siitake" *Cortinellus edodes* (BERK.) SAWADA and the other wood-rotting fungi propagated on various mediums; saw dust, glucose malt extract agar and solution of malt extract. It may be concluded that antagonism of *Cortinellus edodes* against the other wood-rotting fungi is maximum when pH of the medium is ca. 3.6.

#### Experimental result

(1) Mixed culture on the saw dust medium: Three types of antagonism may be recognized as follows;

(a) Two sided antagonism: The crust dark brown zone-line was formed between *Cortinellus edodes* and *Irpex lacteus* FR., or *Stereum umbrinum* B. et C.

(b) One sided antagonism: *Cortinellus edodes* grew over the boundary line between *Stereum hirsutum* (WILLD.) FR.

(c) None antagonism: *Cortinellus edodes* and *Polystictus sanguineus* (L.) FR. mixed each other (cf. Fig. 1 and Fig. 2).

(2) Mixed culture on the glucose malt extract agar medium: *Poria vaporaria* and *Fomes pinicola*; *Irpex consors* and *Polystictus hirsutus* made the same contact line with *Cortinellus edodes*. *Polystictus sanguines* was exceptional.

(3) The change of pH in a glucose malt extract solution medium in which various wood-rotting fungi were cultured was investigated during the period of about two months and the following three types were recognized:

(a) The acidity of medium increased for about ten days till its pH value reaches a min. of ca. 4.0 and then the medium turned remarkably to the alkaline side (ex. *Irpex consors*, *Polystictus hirsutus*, *Merulius lacrymans*, *Lenzites abietina*.)

( b ) The acidity increased for 15~30 days till its pH value reached a min. of ca. 4.0 and then the pH value remained almost constant, approaching slightly to the alkaline side. (ex. *Cortinellus edodes*, *Stereum umbrinum*, *Stereum hirsutum*.)

( c ) The acidity increased for 12 days till the pH value reached a min. of 1.4 and then it kept almost the same pH value. (ex. *Poria vaporaria*, *Fomes pinicola*.)

According to the results of (2) and (3), fungi of the same type of pH change in a medium showed the same type of Antagonism against *Cortinellus edodes*.

( 4 ) Growth rate of each fungus inoculated on the glucose malt extract medium, initial pH of which was adjusted to various values was observed. The growth rate of the wood-rotting fungi as against that of *Cortinellus edodes* was min. at the initial pH 3.6~4.0 of the medium.

( 5 ) Growth rate of each fungus was observed on the mixed culture of the glucose malt extract agar medium adjusted to various initial pH values. The growth rate of the fungus as against that of *Cortinellus edodes* was small at the initial pH 3.6 of the medium a week after inoculation. Two weeks after inoculation, *Cortinellus edodes* was surrounded by *Schizophyllum commune*, and especially against *Stereum umbrinum* made a distinct zone line.

( 6 ) Respiration of the fungi was observed by the conventional Warburg apparatus at 26°C, and the glucose malt extract for substrated adjusted to various pH values was used. The fungous mats in vessel showed the max. O<sub>2</sub> uptake and CO<sub>2</sub> output at pH 5.0~6.2 of the substrate and the difference in O<sub>2</sub> uptake between *Cortinellus edodes* and other fungi was min. at ca. pH 3.6.