

スギの暗色枝枯病に関する研究

小林 享 夫⁽¹⁾

まえがき

昭和29年(1954年)の夏、筆者は宮崎分場温水技官からの報告によつて、九州各地のスギ造林地に、いわゆる胴枯れあるいは枝枯れ症状をおこす病害が発生して、かなりの被害をもたらしていることを知つたが、その宮崎、鹿児島および熊本県下の各被害地から標本と報告がとどき、そのあらましを知ることができた。それらの報告を総合すると、「被害は3月ごろから発生し、幹あるいは枝の緑色部が枯れる。幼令林から壮令林にいたるまで発生するが、とくに幼令造林地におおく、被害もまたひどく、枯れたり枯れかかっている状態のものがおおい」とのことであつた。しかし、各地から送られてきたおおくの標本についてくわしく調べてみると、被害はかならずしも緑色の幹枝にかぎられず、褐色木化した幹にもみられ、*Guignardia*、*Macrophoma*、*Diaporthe* および *Phomopsis* の4型の菌がこれに関与しているように考えられ、さらに *Guignardia* と *Macrophoma* 両菌のあいだ、および *Diaporthe**¹ と *Phomopsis**² 両菌のあいだには、それぞれ同根関係があるように考えられた。さらに最近温水⁹⁾ は、さし木苗畑にもこの病害が発生して大きな被害をあたえていることを報じ、その原因は、壮令造林地では被害がそれほどめだたないで、病斑をもつ枝を気がつかずにさし穂としているためであることをのべている。

いままでスギに寄生することの知られている *Guignardia* 菌には、沢田¹³⁾が記載したスギの暗色枝枯病菌 *Guignardia cryptomeriae* SAWADA があり、また *Macrophoma* 菌には *Macrophoma Sugi* HARA³⁾⁵⁾¹³⁾があるが、それらの同根関係についてふれているものはない。

筆者は今回九州からえた *Guignardia* 菌と *Macrophoma* 菌が、それぞれ *G. cryptomeriae* および *M. Sugi* とおなじ菌であることを確かめ、2、3の培養実験と接種試験をおこなつて本病菌の病原性をあきらかにするとともに、この2つの菌が同根関係にあることをあきらかにした*³。さらに接種試験の結果と発生地からの環境報告などから、本病の発生誘因と考えられる2、3の因子について、できるものは実験をおこないつつ論議をくわえた。

この研究をおこなうあいだ、つねにかかわらずはげましみちびいていただいた今関六也保護部長、永井行夫樹病科長および野原勇太研究室長にあつくお礼をもうしのべるとともに、かずかずの標本と観察報告をよせられた宮崎分場温水竹則技官、木曾分場伊藤武夫技官(当時宮崎県技師)、および原図をつくつていただいた中川道夫技官の方々にもまたあつくお礼をもうしあげる。またこの報告のなかの風についての実験は防災部風雪研究室の榎山徳治技官をはじめ松岡広雄、笹沼たつ、高橋亀久松各技官のおちからぞえをい

*1 *2 *Diaporthe* および *Phomopsis* 両菌の関係については別に報告する予定なのでこの報告ではふれない。

*3 *Guignardia cryptomeriae* と *Macrophoma Sugi* の同根関係については日本林学会誌38: 16~19, 1956に発表した。

(1) 保護部樹病科樹病研究室員

ただいておこなつたものであり、ここにしるしてころからお礼をもうしのべる。

病徴および標徴

春から秋にかけて発生し、おもに当年生あるいは前年生の緑色の幹、枝をおかす。はじめ緑色部に赤褐色あるいは茶褐色の不規則なかたちの病斑を生じ、しだいに上下、左右にひろがり、病斑が幹、枝をひとまわりすると、そこから上の部分は枯れて赤褐色となる。病斑があらわれてから枯れるまでの期間はふつう 1 カ月ぐらいであるが、夏の温度の高い時期にはさらに早く枯れる。さし木苗では病斑がふつう地ぎわか土の中の部分にあり、これがひろがつて、根をださないまま、あるいはいくらか根をだしながら枯れるものが多い。病斑が幹、枝をひとまきすると、まもなく患部には黒色疣状の小隆起をたくさん生じ、同時にあるいはすこしおくれて梢端の枝葉にも漆黒色のやや大きい円形の黒点を生ずる。これらの黒色疣状の隆起あるいは黒点は、病原菌の子実体であつて、幹、枝には子のう殻と柄子殻が混生して、梢端枝葉には柄子殻のみが生ずる (Plate 1: A, B)。時として褐色化した幹、枝もおかされるが、この場合は、はつきりした病斑をつくらないので、樹皮をはいてみるか、子実体のできることによつてしか健全部とみわけられない。沢田¹³⁾は *Guignardia cryptomeriae* の記載のなかでその病徴を「茎を侵し台木及び防風林 3 年生以上の木に寄生し、約 5~10cm の所暗色となり、子囊殻を密生し枯死せしむ。又は小さき葉に寄生し暗色とならず葉に細点は稍々隆起して生ず。」とのべ寄生する部位、樹令、および状態などよく一致する。

形 態

1. *Guignardia* の形態

子のう殻は表皮下に生じ、球形ないし扁球形、黒色膜状の殻壁をもち、大きさ 160~310×200~340 μ 。子のうは長こん棒状ないし紡すい形、無色、大きさ 60~85×13~20 μ 。側糸はない。子のう胞子は無色、単胞、紡すい形ないし楕円形、大きさ 20~30×6~10 μ (Fig. 1, Plate 1: C, D)。

資料: スギ (*Cryptomeria japonica* D. DON) —— 宮崎県西岳村, 3 年生, 7 年生, 17 年生, 24/Ⅷ'54; 鹿児島県霧島村, 3 年生, 9/X'54; 熊本県五木村, 3 年生, 8/X'54; 宮崎県中郷村, さし木苗, 9/Ⅷ'55。ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.) —— 鹿児島県霧島村, 3 年生, 13/Ⅵ'54; 愛知県 振草村, 5 年生, 23/Ⅶ'56。

沢田¹³⁾の記載によれば *Guignardia cryptomeriae* の形態は「……子囊殻は表皮下に生じ、黒色、球状多少歪形、直径 108~220 μ 。子囊は叢生し棍棒状円柱状、大きさ 70~83×15~19 μ 。子囊胞子は長楕円形、無色、単胞、大きさ 18~20×7.5~8 μ 」であり、筆者のえた *Guignardia* は、子のう胞子がやや長いほかはこの記載とよく一致し、病徴の一致とあわせて、*Guignardia cryptomeriae* SAWADA 菌と同定されるものと考えらる。

2. *Macrophoma* の形態

柄子殻は表皮下に生じ、球形ないし扁球形、黒色膜状の殻壁をもち、大きさ 190~390×180~390 μ 。分生子梗は単条、通直、無色、長さ 4~11 μ 。柄胞子は無色、単胞、紡すい形ないし楕円形、大きさ 21~29×5.5~9.5 μ 。なお、柄子殻のほか *Spermatium* をつくり、またしばしば若い柄子殻内に *spermatia* を生ずる。spermatia は無色、短棒形 3.5~5.5×1.5 μ (Fig. 2, Plate 2: A~D)。

資料: *Guignardia* の資料におなじ。

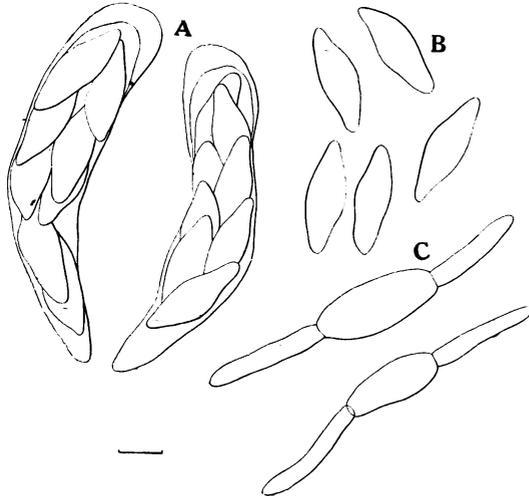


Fig. 1 *Guignardia cryptomeriae* SAWADA
(完全時代)

A: 子のうおよび子のう胞子 (Asci and ascospores)
B: 子のう胞子 (Ascospores) C: 子のう胞子の発芽 (Germinating ascospores) (—=10 μ)

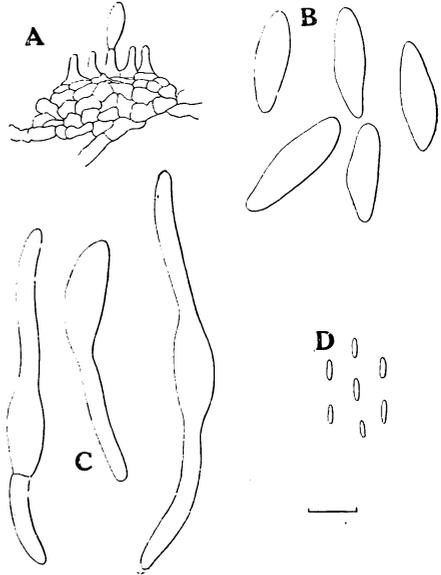


Fig. 2 *Guignardia cryptomeriae* SAWADA
の不完全時代 (= *Macrophoma Sugi* HARA)
Imperfect stage of *Guignardia cryptomeriae* SAWADA (= *Macrophoma Sugi* HARA)
A: 柄子殻の一部 (A part of pycnidium)
B: 柄胞子 (Pycnosporangia)
C: 柄胞子の発芽 (Germinating pycnosporangia)
D: Spermatia (—=10 μ)

この *Macrophoma* の形態は原³⁾, 沢田¹³⁾, 伊藤ら⁵⁾の記載している *Macrophoma Sugi* HARA の形態にきわめてよく一致するので, 同一菌と同定される。

生理的性質

1. 病原菌の分離

Guignardia の子のう殻および *Macrophoma* の柄子殻の切片から, それぞれ子のう胞子および柄胞子の浮游液をつくり, ペトリ皿の2%素寒天平板培養になすりつけ, 発芽後小白金耳⁷⁾⁸⁾によりそれぞれの子のう胞子と柄胞子の単胞子分離をおこなったが, これらはいずれもまったくおなじ特徴をしめした。そして, この培養は樹病研究室に保存されている伊藤らがもちいた *Macrophoma Sugi* の菌株⁵⁾にも似ていた。分離はまえにのべた各材料からおこなったが, このなかの *Guignardia* 1菌株, *Macrophoma* 1菌株をもちいて, 2, 3の生理的性質の比較実験をおこなった。なお実験にはつねにつきにしめした菌株をもちいた。

G: *Guignardia cryptomeriae* (宮崎県西岳村, 3年生, 24/Ⅶ/54。9/Ⅷ/54 分離)

M: *Macrophoma Sugi* (宮崎県西岳村, 3年生, 24/Ⅶ/54。9/Ⅷ/54 分離)

2. 培養基の種類と菌そうの発育および特徴

ジャガイモ寒天^{*1}, 麦芽汁寒天^{*2}, 斎藤氏醤油寒天^{*3}, スギ煎汁寒天^{*4}, ワックスマン氏培養基^{*5 15)}の

*1 蒸溜水 1,000cc, ジャガイモ 200g, 砂糖 20g, 寒天 25g

*2 蒸溜水 1,000cc, 麦芽粉 100g, 寒天 25g

*3 蒸溜水 850cc, タマネギ煎汁 100cc, (蒸溜水 100cc, タマネギ 100g), 醤油 50cc, 砂糖 50g, 寒天 25g

*4 蒸溜水 1,000cc, スギ生葉 100g, 砂糖 20g, 寒天 25g

*5 蒸溜水 1,000cc, ブドウ糖 10g, ペプトン 10g, KHPO₄ 1g, MgSO₄ · H₂O 0.5g, 寒天 25g

5 種類の培養基をもちいてペトリ皿法により、培養 5 日後の両菌の培養基の種類と菌そうの発育との関係を見た。この結果によると、*Guignardia*、*Macrophoma* 両菌ともジャガイモ寒天と麦芽汁寒天で良好な発育をしめし、スギ煎汁寒天とワックスマン氏培養基上では発育がおそく、発育量もまたおなじようであった (Fig. 3)。また、20 日後における各種培養基上の菌そうの特徴をしらべたが、この両菌はおたがいにきわめてよく似た性質をしめた。つぎに各種培養基上の両菌の特徴をのべる。

a. ジャガイモ寒天: *G*-菌そうははじめ平坦だがやがて凹凸を生じ、綿状で密な淡灰白色 (Pale Olive Gray*) の気中菌絲をもつ、ほふく菌絲は緑がかつた青黒色 (Deep Neutral Gray)。*M-Guignardia* におなじ。

b. 麦芽汁寒天: *G*-菌そうには皺がおおく培養基に亀裂を生ずる。気中菌絲はきわめて密で絨たん状、淡灰緑色 (Pale Olive Gray)。ほふく菌絲は緑がかつた青黒色 (Deep Neutral Gray)。*M-Guignardia* におなじ。

c. 斎藤氏醤油寒天: *G*-菌そうはほぼ平坦で気中菌絲はやや短かいが綿状を呈し灰白色 (Pale Olive Gray)。ほふく菌絲は濃緑灰色 (Dusky Green Gray)。*M-Guignardia* に似るも、ほふく菌絲はやや濃い (Castor Gray)。

d. スギ煎汁寒天: *G*-菌そうはきわめて平坦で、気中菌絲は短かく絨たん状、灰白色 (Pale Olive Gray)。ほふく菌絲は菌そうのふちで不規則な扇状にわかれ、黒青色 (Blakish Slate)。*M-Guignardia* におなじ。

e. ワックスマン氏培養基: *G*-菌そうはほぼ平坦、気中菌絲は灰白色 (Pale Olive Gray) でやや粗、ほふく菌絲はまわりで濃緑灰色 (Deep Olive Gray)。*M-Guignardia* におなじ。

なお両菌ともほぼ 1 カ月ののちに、スギ煎汁寒天をのぞく各培養基上に柄子殻 (*Macrophoma*) をつくるが、子のう殻はそこもつくられなかつた。

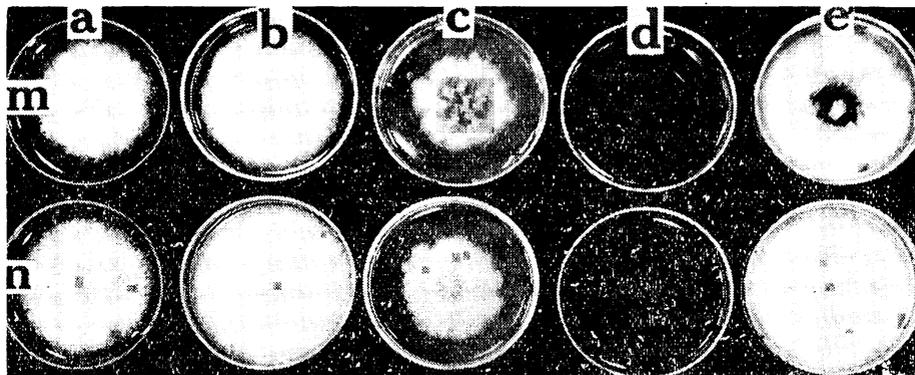


Fig. 3 各種培養基上における菌そうの発育
Mycelial growth of the fungus on various agar medium
m: *Guignardia* からの菌株 (Isolates from *Guignardia*)
n: *Macrophoma* からの菌株 (Isolates from *Macrophoma*)

a: 斎藤氏醤油寒天 (SAITO's soy agar) b: 麦芽汁寒天 (Malt agar) c: ワックスマン氏寒天 (WAKSMAN's solution agar) d: スギ煎汁寒天 (*Cryptomeria* decoction agar) e: ジャガイモ寒天 (Potato agar)

*1 RIDGWAY, R. (1912): Color Standard and Nomenclature.

3. 菌そうの発育と温度との関係

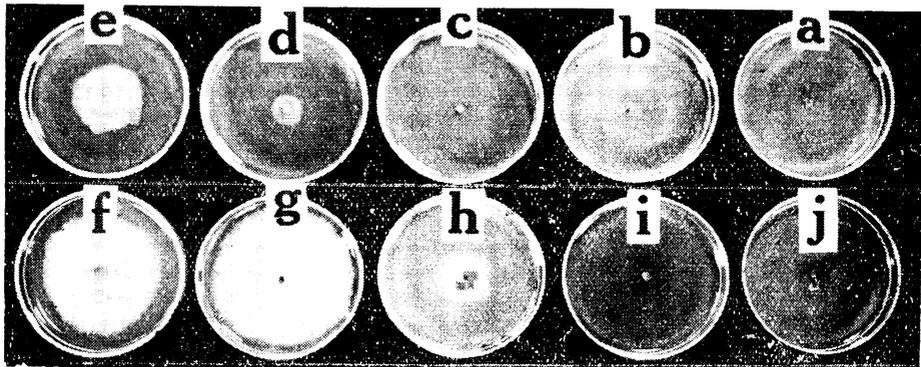
ジャガイモ寒天培養基をもちい、ペトリ皿法によつて *Guignardia* および *Macrophoma* の菌そうの発育と温度の関係をしらべた結果を Table 1 にしめす。

表からみられるように、*Guignardia* と *Macrophoma* 菌はまつたくおなじ傾向をしめし、この実験期間内では 8~9°C から 35°C のあいだで発育し、4°C 以下および 40°C では発育せず、その発育最適温度は 25~28°C であつた。

Table 1. 菌そうの発育と温度との関係
Effect of temperature upon the mycelial growth

菌 株 Fungus	菌 そう の 直 径 (mm) Diameter of colony										
	温 度 (°C) Temperature										
	-1	4	8~9	13	20	25	28	30	35	40	
I ¹⁾	G	—	—	10	16	40	68	80	31	±	—
	M	—	—	10	15	42	71	85	29	±	—
II ¹⁾	G	—	—	12	31	62	85* ²⁾	85*	42	8	—
	M	—	—	12	29	64	85*	85*	31	8	—

¹⁾ I: 18/I~22/I'55 II: 6/II~11/II'55 ²⁾*: 菌そうは 85mm 以上に発育



a: -1°C b: 4°C c: 8~9°C d: 13°C e: 20°C
f: 25°C g: 28°C h: 30°C i: 35°C j: 40°C

Fig. 4 菌そうの発育と温度との関係
Effect of temperature upon the mycelial growth of the fungus

4. 菌そうの発育と水素イオン濃度との関係

ジャガイモ寒天培養基をもちい、殺菌まえに塩酸あるいは苛性ソーダで所定の濃度に規正し、ペトリ皿法によつて 25°C に 5 日間たもつたのち、菌そうの直径をはかつて pH 濃度の発育にたいする影響をしらべた。その結果によると、*Guignardia*, *Macrophoma* とも pH 4.0(殺菌後)において、やや菌そうの発育がおくれたほかは、実験をおこなつた pH 4.8, 5.8, 6.0, 6.2, 6.6, 7.0, 7.6, 8.0 の各濃度においては、ほとんどその発育に影響をうけない。

5. 胞子の発芽と温度との関係

(a) *Guignardia* (子のう孢子) の発芽と温度の関係

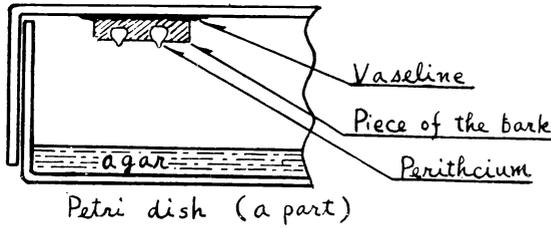


Fig. 5 子のう孢子の発芽試験の方法
Method for ascospore germination tests

子のう殻のみを形成している幹の樹皮を子のう殻 3~4 個がふくまれるように切りとり, Fig. 5 にしめたように, あらかじめ 2% 素寒天を流しこんであるペトリ皿の蓋の裏に, 樹皮表面をそとにしてワセリンで貼りつけ, 24 時間たつてから培養基面に落下した孢子の発芽率をしらべた。実験は宮崎県西岳村において採取した材料 (6/IX'

54 および 8/VI/55) により 2 回おこなつたが, その結果を Table 2 にしめす。

Table 2 からみられるように, *Guignardia* の子のう孢子は 13~15°C から 35°C のあいだで落下し, 落下した孢子はすべて発芽したが, 発芽管の伸びるはやさからみて, 25~28°C が適温のように思われる。また, 落下した温度でも 13~15°C の温度では落下する孢子の数がすくない傾向がみられる。子のう孢子の落下しなかつた -1~0°C から 9°C のあいだ, および 40°C の区は 48 時間のちにも落下がみとめられなかつたが, 切片をつくつて顕微鏡で検査すると, いずれも成熟した子のう孢子をもっており, 低温区では組織も子のう殻も充分水分を吸収して湿つていたのに反して, 40°C 区の樹皮片は組織, 子のう殻とも乾燥していた。

Table 2. *Guignardia* の発芽と温度との関係
Relation between temperature and germination of ascospores of the *Guignardia*

温 度(°C) Temperature	落下孢子数 Total number of fallen ascospores	発芽孢子数 Number of ger- minating asco- spores	発芽率(%) Germination percentage	最長発芽管長(μ) Maximum length of germ-tube	
実験—1 25/IX~26/IX/54 Experiment—1	-1~0	0	—	—	
	4	0	—	—	
	9	0	—	—	
	13	27	27	100	90
	20	94	94	100	190
	25	111	111	100	560
	28	103	103	100	600
	30	129	129	100	480
	35	107	107	100	25
	40	0	—	—	—
実験—2 19/IV~20/IV/55 Experiment—2	-1~0	0	—	—	
	4	0	—	—	
	9	0	—	—	
	15	52	52	100	130
	20	173	173	100	450
	25	97	97	100	790
	28	216	216	100	840
	30	151	151	100	690
	35	184	184	100	40
	40	0	—	—	—

子のう殻が充分の水分をえてのち、子のう胞子を空气中に放出することは、各種の子のう菌においてひろく認められているところであるが、*Guignardia* 属菌ではブドウの黒くされ病菌 *G. bidwelli* (ELL.) VIALA et REV. が 20~30°C のあいだで子のう胞子を放出することが知られており⁴⁾¹⁰⁾ 本菌もまた上のべた実験結果と観察からみて、子のう胞子が放出されるには充分の水分とともに 13~15°C から 35°C のあいだの温度が必要のように思われる。

(b) *Macrophoma* (柄胞子) の発芽と温度との関係

実験は熊本県五木村で採集 (15/X/54) した材料、およびジャガイモ寒天培養基上につくられた柄子殻をもちいて2回おこなつた。樹皮上につくられた柄子殻の切片、あるいは培養基上の柄子殻から、それぞれ柄胞子の浮游液をつくり、ペトリ皿の2%素寒天上に白金耳をもつて塗りつけ 25°C に一定時間おいたのち、柄胞子の発芽率をしらべた。その結果を Table 3 にしめす。

表からみられるように、柄胞子の発芽はこの実験時間内では 4°C から 35°C のあいだでおこなわれ、15~30°C ではほとんど 100% にちかい発芽率をしめしたが、発芽管の伸びるはやさからみて、その適温は子のう胞子とおなじく 25~28°C にあるようである。

Table 3. *Macrophoma* の発芽と温度との関係
Relation between temperature and germination of conidia of the *Macrophoma*

温 度 (°C) Temperature		総 胞 子 数 Total number of conidia counted	発 芽 胞 子 数 Number of ger- minating conidia	発 芽 率 (%) Germination percentage	最長発芽管長 (μ) Maximum length of germ-tube
実験—1 5/XI~6/XI/54 Experiment—1	-1	73	0	0	—
	4	59	0	0	—
	10	95	15	16	25
	15	101	100	99	190
	20	93	93	100	440
	25	98	97	99	950
	28	87	87	100	1,090
	30	112	111	99	680
	35	94	64	68	25
40	119	0	0	—	
実験—2 18/I~19/I/55 Experiment—2	-1	109	0	0	—
	4	131	3	2	6
	9	121	12	10	15
	15	140	138	99	200
	20	138	135	98	490
	25	132	131	99	1,160
	28	100	99	99	1,400
	30	136	133	98	830
	35	154	110	71	60
40	134	0	0	—	

病 原 性

1. 接種試験

いままで *Guignardia cryptomeriae* については形態の記載のみで病原性をたしかめた報告はないが、

Macrophoma Sugi については接種試験をおこなった報告⁵⁾がある。それによると *M. Sugi* は無傷健全苗のごくわかい新芽をおかすが、それ以外の幹枝葉をおかす力はない。しかし今回造林地に発生した標本をみると、むしろ緑色の幹、枝からおかされている場合が多い。そこで、これらの関係をたしかめるためにいくつかの接種試験をおこなった。

実験—1 (1954年8月25日)

Guignardia cryptomeriae (富崎県西岳村, スギ3年生, 9/Ⅷ/54 分離) および *Macrophoma Sugi* (材料は *Guignardia* におなじ) をもちい、4年生のスギに接種した。接種方法は、ジャガイモ寒天培養基に移植してから1週間のあたらしい菌そう片を、幹の緑色部に無傷のまま、あるいは殺菌メスで約5mmの切傷をつけて接種した。接種部は殺菌蒸溜水で湿した脱脂綿でおい、パラフィン紙を巻いて紐でとめ、1日1回蒸溜水で湿らせた。対照区は寒天片を接種するほかはおなじ処置をおこなった(1区 接種5, 対照2)。脱脂綿などは1週間後にのぞいた。実験結果は Table 4 にしめすとおりである。

Table 4. 接種試験—1 および 2 の結果
Result of inoculation experiment—1 and 2 on *Cryptomeria japonica*

菌 株 Fungus	接 種 区 分 Treatment	結 果 Result	
		接種試験—1 Experiment—1	接種試験—2 Experiment—1
G	緑色幹, 無傷接種 Green shoot, non-treatment	—	—
	緑色幹, 切傷接種 Green shoot, wound incision	+	+
	褐色幹, 切傷接種 Brown shoot, wound incision		—
M	緑色幹, 無傷接種 Green shoot, non-treatment	—	—
	緑色幹, 切傷接種 Green shoot, wound incision	+	+
	褐色幹, 切傷接種 Brown shoot, wound incision		—
Check	緑色幹, 無傷接種 Green shoot, non-treatment	—	—
	緑色幹, 切傷接種 Green shoot, wound incision	—	—
	褐色幹, 切傷接種 Brown shoot, wound incision		—

Table 4 からみられるように *Guignardia* および *Macrophoma* 両菌とも、無傷区からは対照区とおなじく発病しなかつたが、切傷をつけた幹はすべて発病し、その後の病状の推移もおなじであつた。すなわち、7日後には接種部のまわりが灰褐色となりやや陥没し幹をひとまきするか、ほとんど巻いており、12日後には切傷接種区はすべて病斑が幹を巻き、はやいものは梢端から萎凋しはじめ、接種部のまわりの病斑上には子実体(まだ熟さない)がつくられる。24日後になると、接種部から上部は全体が赤褐色となつて枯れ、幹、枝葉上にきわめておおくの黒色の子実体(*Macrophoma Sugi* の柄子殻)を生ずる。また、病斑は接種部から下方にも進み途中の枝を枯らす。患部に生じた *Macrophoma* から再分離したものは供試菌株とおなじものと認められた。発病した樹は翌春まで観察を続けたが、子のう殻の形成はついにみられなかつた。

実験—2 (1954年9月6日)

8年生のスギをもちいたことと、接種区分に褐色幹の切傷区を加えたほかは実験1とおなじである。結果は Table 4 のとおり。

Table 4 からみられるように、両菌とも緑色幹の切傷区が発病したが、緑色幹無傷区および褐色幹切傷区からは発病しなかつた。発病後の経過は実験1でのべたのとおなじで、約1カ月ののちには枯れた幹、枝葉上にいずれも *Macrophoma* の柄子殻を形成するが、子のう殻はついに形成されなかつた。なお、翌春の4月においてまだおおくの成熟した柄子殻がみとめられた。

実験—3 (1955年5月16日)

9年生のスギにたいし、接種区分を緑色幹の切傷区および褐色幹の焼傷区(赤熱した三角刀によつてつけた)として接種をおこなつた。供試菌および接種方法は実験1のとおりとした。結果を Table 5 にしめす。

両菌とも緑色幹の切傷からは容易に侵入して実験1でみられたのとおなじような経過をたどつて枯死にいたつた。褐色幹焼傷区においても菌は侵入し、病斑は上下に進んだが、幹を巻くまでにははいたらず、70日後ごろから病斑の側面からカルスを形成しはじめ、100日後には病斑部の樹皮が剝離してカルスは閉ぢなおつてしまつた。やはり *Macrophoma* の柄子殻が形成されたが、子のう殻は形成されなかつた。

実験—4 (1955年9月5日)

4年生ヒノキの当年生および前年生の褐色幹にたいし切傷接種をおこなつたが、いずれもまつたく発病しなかつた。

実験—5 (1956年5月4日)

3年生カラマツの前年生幹にたいして切傷接種をおこなつた。供試菌、接種方法は実験1におなじ。

両菌とも接種部から発病し、2週間後には病斑が幹を一周し、20日後には芽が萎凋し、やがて赤褐色となつて枯れた。

枯死後、幹上に柄子殻 (*Macrophoma*) を形成し、再分離したものは供試菌とおなじであるとみとめられた。

実験—6 (1956年7月19日)

10年生スギの褐色枝および5年生ヒノキの褐色幹に焼傷接種をおこなつた。供試菌、接種方法は実験1におなじ。結果を Table 6 にしめす。

Table 6 にみられるように両菌ともスギ、ヒノキの褐色幹の焼傷部から発病した。病斑が幹を一周するのにスギ、ヒノキとも約25日を要し、ヒノキでは約40日後に、スギでは約50日後に赤褐変して枯れた。

実験—7 (1956年7月)

以上のスギ、ヒノキなどにたいする接種試験のほか、本病菌に形態の似ている *Guignardia* あるいは *Macrophoma* 菌が寄生することの知られている数種の広葉樹(グルミ、レンギョウ、ウルシ類、ス

Table 5. 接種試験—3の結果
Result of inoculation experiment—3 on
Cryptomeria japonica

菌株 Fungus	接種区分 Treatment	結果 Result
G	緑色幹, 切傷接種 Green shoot, wound incision	+
	褐色幹, 焼傷接種 Brown shoot, burned incision	+
M	緑色幹, 切傷接種 Green shoot, wound incision	+
	褐色幹, 焼傷接種 Brown shoot, burned incision	+
Check	緑色幹, 切傷接種 Green shoot, wound incision	-
	褐色幹, 焼傷接種 Brown shoot, burned incision	-

ズカゲ、ドロノキ、ハンテンボク) とイチヨウのわかい枝にたいして、切傷接種をおこなつたが、いずれもまったく発病しなかつた。

Table 6. 接種試験—6 の結果
Result of inoculation experiment—6 on *Cryptomeria japonica*
and *Chamaecyparis obtusa*

菌 株 Fungus	接 種 植 物 Plant	接 種 区 分 Treatment	結 果 Result
G	スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	褐色幹, 焼傷接種 Brown shoot, burned incision	+
	ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	"	+
M	スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	褐色幹, 焼傷接種 Brown shoot, burned incision	+
	ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	"	+
Check	スギ <i>Cryptomeria japonica</i>	褐色幹, 焼傷接種 Brown shoot, burned incision	-
	ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	"	-

1. 接種試験結果の要約

以上7回にわたる各種の接種試験結果を要約すればつぎのとおりである。

- (1) 接種にもちいた *Guignardia cryptomeriae* および *Macrophoma Sugi* は、たがいにおなじような病原性と病状の経過をしめた。
- (2) スギ, ヒノキ, カラマツにたいして病原性をしめた。
- (3) スギにおいては無傷健全な幹, 枝からは発病せず, 緑色幹では切傷から, 褐色幹では焼傷から発病した。ヒノキでは焼傷からでないで発病せず, カラマツの幼茎には, 切傷からかんたんに侵入する。
- (4) 発病した患部には子のう殻は形成されなかつたが, それぞれ *Macrophoma* の柄子殻を生じ, その形態には差がみられず, 再分離した培養は供試菌株とおなじものとみとめられた。
- (5) 9月に接種して発病枯死したものでは, 翌春4月にも成熟柄子殻をもつていた。

Guignardia cryptomeriae SAWADA と *Macrophoma Sugi* HARA との同根関係

まえがきでものべたように, 今回九州各地の造林地からえられたスギ, ヒノキの胴, 枝枯れ症状の標本には, つねに *Guignardia* 菌と *Macrophoma* 菌が混生しており, この両菌が同根関係にあることが予想された。そしてこれらの菌の形態は, それぞれいままでの記載にある *Guignardia cryptomeriae* SAWADA および *Macrophoma Sugi* HARA によく一致し, それぞれ同一菌と同定された。

これらの *Guignardia* および *Macrophoma* 両菌から単孢子分離をおこなつた培養をもちいての2, 3の比較培養実験では, この両菌につねにまったくおなじ性質をしめし, またスギ, ヒノキ, カラマツにたいする病原性および病徴も2菌はまったくおなじであつた。したがつて, 筆者はこの2菌は同一菌であるとみとめ, いままでスギのいわゆる赤枯病菌のひとつとして知られていた *Macrophoma Sugi* HARA はスギの暗色枝枯病菌 *Guignardia cryptomeriae* SAWADA の不完全時代であり, その異名となるものであると結論する。

本病の2,3発生誘因について

まえにものべたように、いままでの報告によれば、*Macrophoma Sugi* は1~2年生の無傷健全なスギ苗木のわかい新芽しか侵さないとされ、今回造林地におこつたような症状は記録されていない。筆者がおこなつた数回にわたる接種試験でも、本病菌はスギ、ヒノキの無傷健全な幹からはまったく病気を起さなかつた。しかし、緑色の幹では切傷をあたえれば菌は容易に侵入して、自然発病の場合とおなじ症状をおこした。また、褐色幹では単なる切傷からは侵入しなかつたが、焼き傷をあたえて、ある程度の枯死組織をつくつてやれば、おなじように菌を侵入させることができた。このことは、本病の発生には何らかの原因によつて幹、枝に傷ができていなければならないことを示唆する。したがつて、その発生が集団的なものであるならば、その発生団地には樹幹に傷をあたえるなんらかの誘因のあることが考えられる。筆者は直接本病の発生地を観察する機会をもたなかつたが、各発生地からの環境報告、伊藤、温水両技官の観察報告、および初期病徴をしめすおおくの標本の調査などから、本病の発生誘因と考えられるもののうち風あるいは乾燥と発病との関係について実験をおこなつた。

a. 風による傷

一般に本病が発生した幼令造林地は地味肥沃でスギ生育の適地であり、そのうちの一部はあきらかに風衝地としてみとめられているところである。したがつて高温高湿の環境下に肥沃な土壤で軟らかく育つた幼令樹が、強い常風あるいは颱風などによつて幹、枝に傷をうけ、これが侵入口となつて発生することが考えられるので風洞をもちいて次のような実験をおこなつた。

実験一： まず予備的な実験としてスギ3年生苗木を10m/sec または20m/sec の風にそれぞれ10分間ずつあて、これに本病菌を接種した。比較対照区はおなじように風にあてたものに殺菌蒸溜水を噴霧した。この実験では、風が均一流れとなつて苗木にあたつたので、苗木をだし入れする時に枝葉がゆすられたほかは、風におかれて苗木が風下に曲げられ、枝の先が小さく激しく波うつのみで、自然において風をうける時にみられるような、苗木全体がゆすぶられる状態は生じなかつた。接種後ひきつづいての観察において、肉眼的な風傷はみられなかつたが、本病菌を接種した苗木は10m、20m区とも小枝の中途から枯れはじめ、やがてその上部が枯死するにいたつた。対照の無接種苗木においてはその後まったく異常がみとめられなかつた。

実験二： 実験一においては肉眼的な傷ができなかつたため、苗が、風をあてたために弱つたので侵入したのか、目にみえない傷が風によつてでき、そこから侵入したのかわからなかつた。また均一の風の流れては自然に近い状態をつくれなかつたので、さらにつぎのような実験をおこない、風にあてたあとスンプ法による樹皮表面の顕微的な観察もおこなうことにした。風の力は5m/sec から25m/sec まで5m/sec ずつ5段階にわけ、また風洞の一部に板をおいて風の流れをみだし、苗木が前後にゆれ、枝と枝がぶつかりあうようにした。風洞内の苗木および板の位置、この場合における各段階の風速ごとの苗木にあたる風の力をそれぞれ Fig. 6, Fig. 7 にしめす。

この実験においては、実験1とことなり、各風速区において肉眼的にみられる傷を生じた。そしてその傷は、はじめに予想していた擦過傷とはちがつて、Fig. 8 にしめしたように針葉の先端がぶつかつて孔をあけた刺孔傷であつた。

この傷は、はじめ孔のまわりが淡褐色になるが、やがて褐色ないし赤褐色となり、変色した組織はより上

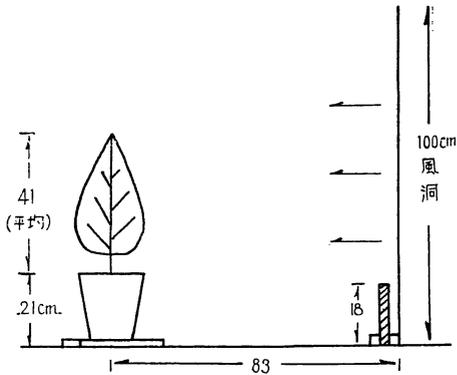


Fig. 6 風洞内における苗木および板の位置
Position of stock and board as a disturber
in wind tunnel

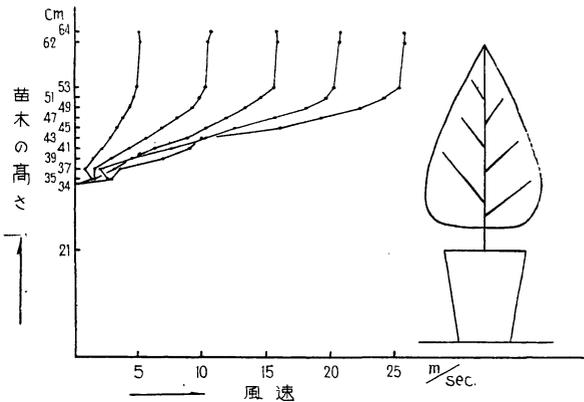


Fig. 7 苗木にあたる風の強さ
Wind force hit upon the stock

だいたいきまつていたのであろう), 各風速ごとの傷の度合を数値的にくらべることはできなかつたが, 5m/sec区, 10m/sec区では, 傷は枝先の軟らかい部分にかぎられ, 傷のできる数もすくないようであつた。15m/sec区以上では, 傷は枝の基部のほうまででき, 特に 20m/sec区, 25m/sec区では幹の部分にも刺孔傷を生じ, 傷の数もおおく, 新梢では針葉上の刺孔傷が融合し, 深い溝ができてついに萎縮して枯れる。さらにスンプ法によつて観察をおこなつたところ, 大きい刺孔傷のほか浅い小さい傷がついているのがみられたが, この傷も刺孔傷のみられる部分あるいはそのちかくにみられ, 刺孔傷のない部分にはほとんどみられないので, やはり風をあてた時に針葉がふれてきたものと考えられる。

接種した結果においても, 上にのべた観察とだいたい一致し, 5m/sec区, 10m/sec区では発病が枝先にかぎられ, 15m/sec区では枝全体が, 20m/secおよび 25m/sec区は幹からも発病して枯れた。比較対照区では 20m/sec区および 25m/sec区で傷をうけた新梢が枯れたほかは, 傷の部分が上にのべたようなかわりかたをしたほか異常なかつた。

以上 2 回の実験から, 本病菌は風による傷の部分から容易に侵入することがわかつたが, 10m/sec区以下では幹には傷ができず, 発病が枝先にかぎられたに反し, 20m/sec, 25m/sec区では幹にも傷をうけ, 造林地においてみられるのとおなじような発病状態をしめした。また, 風によつて生じた傷が, ほとんど,

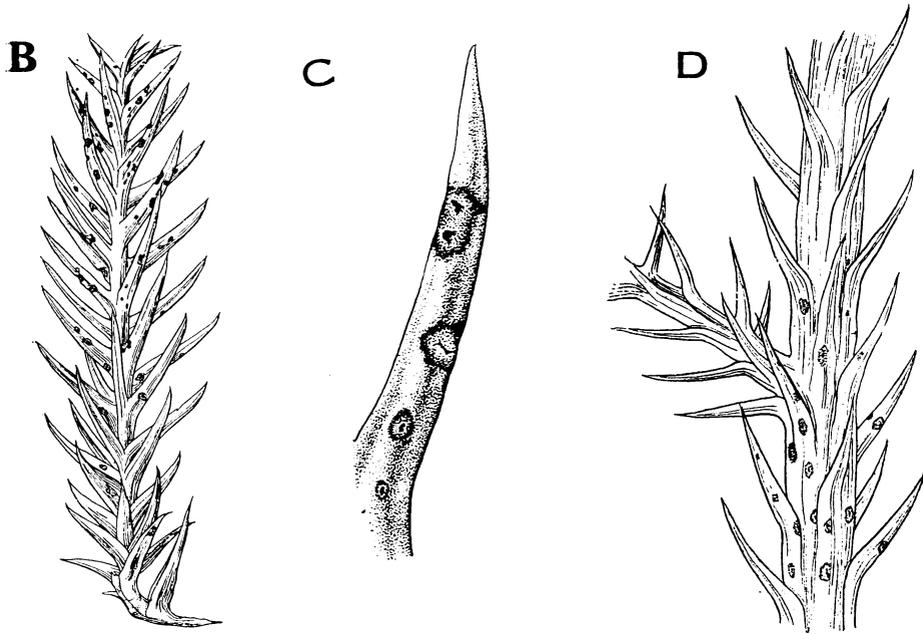


A: 新梢 (Younger twig)

Fig. 8 風によつて生じた傷

がり, ちょうどタバコ葉の類の脱出孔に似た状態となる。

またこの孔傷は苗木全体に平均して分布することなく何か所かにかたまつて生ずるので (枝のぶつかるところが



B: 枝 (Twig)

C: 拡大図 (Magnified wounds)

D: 幹 (Shoot)

{Wounds caused by the wind}

針葉がつきさきつたためにできた刺孔傷のみであつたことは、従来しばしば病害鑑定にこの傷に似た状態のものがおくられてきており (不明として回答)、昆虫研究室の「タバエの類の被害とも考えられるが、幼虫、成虫ともこれと結びつけられるものをみていない」との言と考えあわせて、いずれも風傷によるものではなかつたかと考えられる。したがつて、造林地においても、強い風によつて緑色幹にこのような傷を生じ、これが侵入口となるものと考えられ、風が本病の発生誘因のひとつとして重要な因子となつていることが考えられる。

b. 樹幹の亀裂

つぎに筆者がおおくの標本を調査して注意を惹かれたことは、いずれも樹幹におおくの亀裂があることであつた。これは健全部にもみとめられ、ふつうスギの幼令樹幹の樹皮がつぎつぎに剥落する際にみられるものとはことなるものようであつた。餌肥スギの特異な性質かとも考えたが、当场育種研究室にある数系統の餌肥スギにはこのような亀裂はみられず、また宮崎分場育種研究室からの回答も「餌肥スギの一般的特徴ではないようだ」とのことであつた。あるいは JONES⁶⁾ がイトスギで推論しているように、夏季の高温多湿時の急速な成長によつて生じたものとも考えられるが、いずれにしる褐色幹の亀裂はともかく、緑色幹に生ずる亀裂もまた本病菌の侵入口となるものと考えられ、あきらかにこのような亀裂からはじまつたと思われる病斑をいくつか観察している。

c. 乾燥による衰弱

発生地からの報告のなかには旱害 (乾燥害) とむすびつけてきたものがあつたが、旱害や凍霜害などによつて枯れた樹に胴、枝枯れ性の病菌がついていることは一般によくみられる現象である。しかし、乾燥、栄養障害、凍霜害などによつて生理的に衰弱をきたした樹に胴、枝枯れ性の病菌が無傷健全部から侵入し

うるかどうかについては、いままで肯定的な推論がおおいが実験的な根拠にとぼしいようである。筆者は本病菌が、樹が枯れてからはあるのか、それ以前に侵入して枯死にいたらしめるものかを知るため、つぎのような実験と観察をおこなった。

まず3年生の山出用苗木150本を50本ずつa, b, cの3区に分けて3月23日に鉢植えにし、a区は接種用、b区は比較対照用、c区は生体重量および土壌含水量測定用とした。a, b, c各区の苗木をさらにそれぞれ5本ずつ10組に分け、雨のあたらない部屋におき、水は供給しないで自然に乾燥するにまかせた。a区およびb区は鉢植えの日から3, 4日ごとに、それぞれひと組ずつにたいして本病菌の接種(b区は対照)をおこない、接種したのちは十分に水をあたえるようにした。c区は鉢植えの際に10組に分けた苗木50本それぞれについて生体重量を測定し、鉢植後はa, b区の供試日にひと組ずつ鉢からだして生体重量を測定し、鉢植えの日からの生体重量の減少率をみた。なおc区においては、測定後、鉢の土壌を15~20gずつとつて絶乾にし、土壌含水量の測定をおこなつてその減少経過をみた。

これらの実験結果をTable 7およびFig. 9にしめたが、生体重量減少率は鉢植えの日の重量を100としてあらわしたものである。いずれも5本(土壌は5鉢)の平均値である。なお、実験期間中の温度および湿度をFig. 10にしめた。

Table 7. スギの乾燥による衰弱と暗色枝枯病の発病との関係
Relation between the weakened condition from the drying and infection
of the shoot blight fungus

月 日 Day tested	経過日数 Day passed	a (接 種) 区 Inoculation plot				b (対 照) 区 Check plot				c 区		
		No- 1	2	3	4	5	No- 1	2	3	4	5	生体重量減少率 Reduction per- centage of the stock weight
23/ III	0										100 %	47.5 %
28/ III	5	- ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	97.8	38.8
2/ IV	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95.1	35.9
6/ IV	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86.2	30.6
9/ IV	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89.1	30.1
11/ IV	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86.6	30.5
14/ IV	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83.0	32.5
17/ IV	25	+ ²⁾	+	+	-	+	-	-	-	-	71.0	27.0
20/ IV	28	+	+	+	+	+	-	-	-	-	69.7	24.6
23/ IV	31	+	+	+	+	+	-	± ³⁾	-	±	66.2	24.3
26/ IV	34	+	+	+	+	+	+	+	+	+	52.0	24.8

1) -: 感染あるいは異常のなかつたもの 2) +: 感染によりあるいは乾燥により枯れたもの
3) ±: 梢端あるいは針葉の一部が枯れるが、幹、枝、根は恢復したものの。

Table 7 からみられるように、a区においては22日後(4月14日)までのものは、本病菌を接種しても発病しなかつたが、25日後(4月17日)に接種したのちから発病をみはじめ、発病したものはいずれも枯死にいたつた。これにたいしb区(比較対照区)の苗木では31日後(4月23日)までのものは、水をあたえることによつて生きのこり枯れることはなかつたが、34日後(4月26日)にいたつて、ついに水をあたえても元に戻らず枯死した。しかし31日後の5本のうち3本は、水をあたえることにより根および幹枝は生きのこり恢復したが、梢端部および針葉はもとに戻らず先端からしだいに赤褐変して枯れた。このため

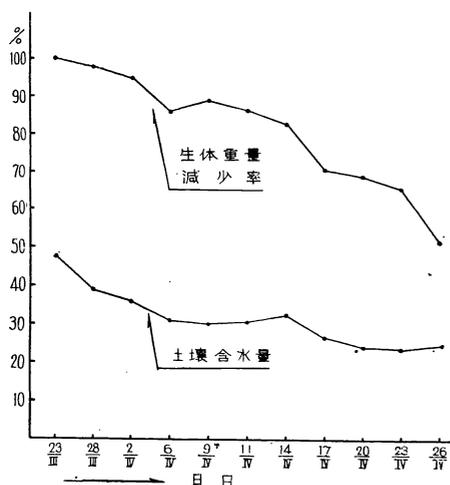


Fig. 9 乾燥による生体重量および土壌含水量の減少経過
Reduction process in weight of the stock and soil moisture content by the drought

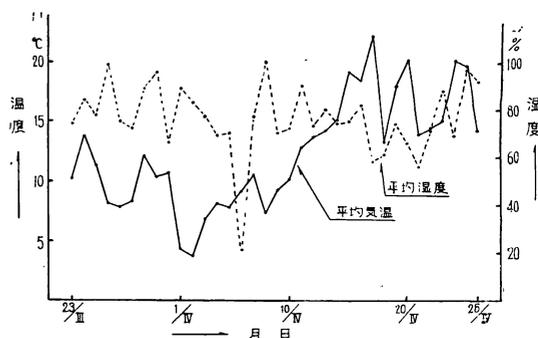


Fig. 10 実験期間中の平均気温および湿度
Mean air temperature and mean air moisture during the drought experiment

やがて幹からおおくの不定芽をだすにいたる。このように本病菌を接種した区と、接種しない対照区との間には7~10日の差があるので、本病菌はスギが乾燥によつて衰弱した場合には、傷をあたえられなくとも侵入発病させうるものと考えられる。これを生体水分と土壌含水量の減少経過からみると、スギが乾燥による衰弱から回復不能になつた時には生体重量の48%, 約半分の水分をうしなつており、土壌含水量は24~25%になつていた。坂口および野原¹²⁾の実験によればスギは乾燥に鋭敏な樹種とされ、その1回床替苗は生体重量の1/3をうしなえば枯れるという。筆者のもちいた3年生のスギはこれにくらべると乾燥にたえる力が強いようである。また土壌水分についてみると、土壌中の水分ごとくが植物に利用される形であるのでなく、実際に植物にとつて問題となるのは、土壌中の有効水分量の値(PF値であらわされる)であり、PF4において植物はまったく水分を吸収できなくなる(萎凋点)。PF4における土壌含水量は、土壌の種類によつてことなるが、筆者のもちいた当场苗畑の土壌(いわゆる関東ローム層に属する黒色大山灰質土壌)の含水量と有効水分量の関係については、当场土壌調査部真下技官によつて調査がおこなわれており、同技官の実験(未発表)によれば、この土壌PF4は土壌含水量でみると23%になつており、筆者のえた実験結果もほぼこれと一致した。また、本病菌がスギに侵入をはじめた4月17日においてこれをみると、生体重量は29%, 約1/3をうしなつており、土壌含水量は27%に低下し、接種したスギ全部が発病した4月20日においては生体重量の31%をうしなない、土壌含水量は24.5%となつていゝる。したがつてこの実験結果からみると、3年生のスギは土壌含水量が30%以下に減少し生体重量の1/3をうしなうと本病菌の侵入をうけ枯死にいたるが、単なる乾燥のみであれば土壌含水量が24~25%に減少し生体重量の1/2をうしなうまでは枯れず、その間に水をあたえられれば回復するものといえよう。もちろん、土壌含水量とPFの関係およびその減少経過は土壌によつてことなり、それにしたがつて生体重量の減少経過もことなるであらうし、さらに樹令によつてもことなるものと考えられるが、本病菌はスギが乾燥によつて枯死にいたる以前に、ある程度の生体水分の蒸散によつて生理的衰弱をみた場合には、傷がなくとも侵入しうるものと考えられる。

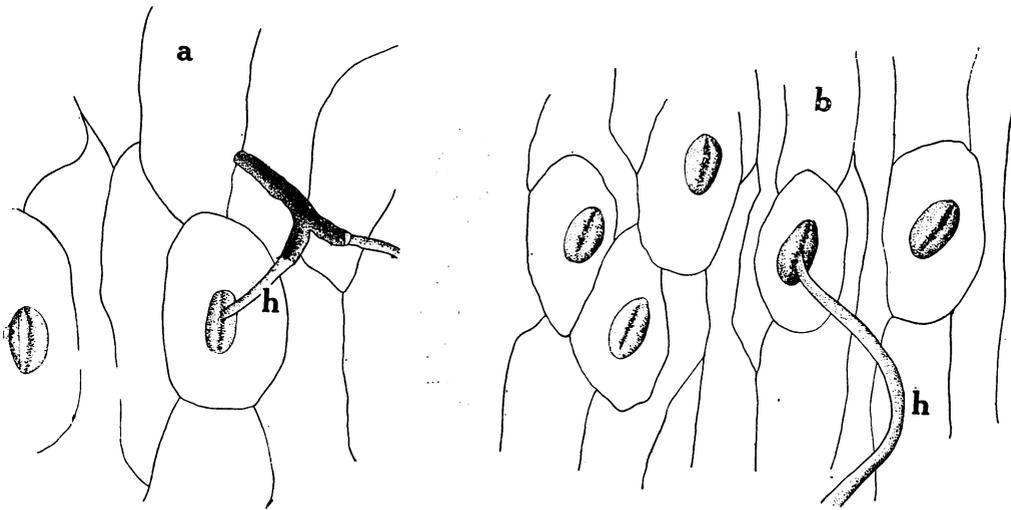


Fig 11. スンプ法によつて観察した接種苗木の表面

Surface of the inoculated stocks observed by sump's method

a: 発病しなかつた苗木 (From the healthy remained stock) b: 発病した苗木 (From the stock disease started)
 h: Inoculum から発芽した菌絲 (Germinated hypha from the inoculum hyphae)

なお、毎回接種後5日目にスンプをもちいて組織表面の観察をおこなつたが、いずれの時も本病菌は表皮組織の表面においてあたらしく菌絲を伸ばし、その先端が気孔のなかにはいつているように観察された (Fig. 11)。これからみると、本病菌の発芽した菌絲は気孔までは入るが、樹が健全な時はそこで侵入を阻止され、樹が衰弱した場合にはさらに内部組織まで侵入して発病するのではないかと考えられる。しかし、これについての解剖学的な観察はおこなわなかつたので、この推論をたしかめることはできなかった。

d. 地理的因子について

本病の発生が南九州地方におおいは、同地方が暴風圏内にはいる瀬度が高いことも考えられるが、冬期間の温度環境が関係するのではないかと考えられた。この地方においては、最高気温が 10°C 、平均気温が 5°C 前後であるのは1月のあいだだけで、12月および2月には最高気温は 15°C 前後、平均気温が $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ である日がおおく、3月にはいると最高気温は 20°C に近くなり平均気温も 10°C をこえる。温度実験によれば、本病菌は $8\sim 9^{\circ}\text{C}$ 5日間で 10mm の発育をおこなつている。もちろん、スギの樹皮下の温度は外気温とはことなるであろうし、変温下では菌の発育度もことなるであろうが、上記の温度からみるとスギの成長休止期において、1月の低温期をのぞけば、12月までおよび2月以降には本病菌はその活動を停止することなく病斑の拡大をつづけるものと考えられる。まえにものべたように、本病は3月から認められ、このころは最高気温がようやく胞子の飛散しうる温度に達したところであり、侵入したとしても枯れるまでには接種試験や調査の結果からも1カ月ほどかかるのであるから、春の発生は前年秋に侵入したものが、上述のように冬のあいだに病斑がすすんで春温度の上昇とともに枯死にいたるのであろう。他の地方においては冬期間中菌の活動も停止するので、発生もおそくなり、外界環境の悪化がなければそれほど拡散しないのではなからうか。1955年4月29日の愛知、静岡県下の降霜地に本病菌が大発生したほかは、本病の発生は散在する程度で集団的にはみられていない。

要 約

(1) 九州地方のスギ幼令造林地に発生している胴、枝枯性病害はおもにスギの暗色枝枯病菌 *Guignardia cryptomeriae* SAWADA によるものであり、さらに従来いわゆるスギの赤枯病菌のひとつとして知られていた *Macrophoma Sugi* HARA 菌は本病菌の不完全時代であることをあきらかにした。

(2) 本病菌はジャガイモ寒天、斎藤氏醤油寒天、麦芽汁寒天培養基上で良好な発育をする。最適発育温度は 25°C であり、4°C および 40°C では発育しなかつた。一般に水素イオン濃度には影響をうけないが、pH 4.0 の強酸性培養基ではやや発育がおさえられる。

(3) 本病菌の子のう胞子は 13~15°C から 35°C のあいだで放出され、放出された胞子はすべて発芽能力をもつ。発芽適温は 25~28°C。9°C 以下および 40°C では放出はおこなわれない。柄胞子の発芽は 4~35°C のあいだでおこなわれ、発芽適温は子のう胞子とおなじく 25~28°C である。1°C および 40°C では発芽しない。

(4) 接種試験の結果ではスギのほかヒノキおよびカラマツに病原性をもつ。しかし、いずれも無傷健全部からは侵入する力をもたない。スギおよびカラマツでは緑色の、あるいは若い幹部に傷があれば容易に侵入するが、褐色幹あるいはヒノキではある程度の枯死組織がなければ侵入しえず、単なる切傷からは侵入しない。

(5) 風による傷、とくに 15m/sec. 以上の風によつて生じた枝あるいは樹幹の傷(針葉による刺孔傷)が本病発生の重要な因子のひとつと考えられる。不明の原因によつて生じている樹幹の亀裂もまた侵入口となつている。

(6) 乾燥による衰弱もまた本病菌の侵入を誘い、3年生のスギにおいては生体重量の 1/3 (黒色火山灰質土壌においては土壌含水量 27% 以下に減少する)をうしなえば、無傷の樹でも本病菌の侵入をうけるにいたる。

(7) 南九州においては、本病菌は冬期のスギ成長休止期中にも、1月をのぞいて活動をつづけ病斑は進行しうる。このことが南九州地方が颱風の襲来をうける頻度の高いこととあいまつて、南九州地方に本病の発生の多いひとつの因子と想像される。

文 献

- 1) BEDWELL, J. L.: Factors affecting Asiatic chestnuts in forest plantations. Jour. Forest. **35**, (1937)p. 258~262.
- 2) BONGINI, V.: Desiccation of *Cryptomeria* (Preliminary Note), Ball. Lab. Sper. R. Oss. Fito-pat. Torino, **14**. (1937)p. 19~31 (R. A. M. **17**, 1938, p362).
- 3) 原棋祐: 樹病学各論, (1923)p. 219~221.
- 4) HEALD, F. D. and WALTON, R. C.: The expulsion of ascospores from the perithecia of the chestnut blight fungus, *Endothia parasitica* (MURR.) AND., Amer. Jour. Bot. **1**, (1944)p. 499~521.
- 5) 伊藤一雄・渋川浩三・小林享夫: スギの赤枯病に関する病原学的並に病理学的研究 (I), 赤枯症状部に認められる菌類の形態及び病原性, 林試研報, **52**, (1952)p. 79~152.

- 6) JONES, D. Rudd : Studies on a canker disease of cypresses in East Africa caused by *Monochaetia unicornis* (COOKE et ELLIS) SACC. I. Observation on the pathology, spread and possible origin of the disease, Ann. Appl. Biol. **40**, (1953)p.323~343.
- 7) 河村栄吉: 菌類孢子単個培養の一様式, 植物及動物, **2**, (1934)p.771~773.
- 8) KEIT, G. W.: Simple technique for isolating single spore strains of certain types of fungi, Phytopath. **5**, (1915)p.233~239.
- 9) 温水竹則: 餌肥スギ挿木苗の赤枯病について, 森林防疫ニュース **4**, (1955)p.183.
- 10) REDDICK, D. : The black rot disease of grapes, Bull. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. **293**, (1928)p.289~364.
- 11) SACCARDO, P. A. : Sylloge Fungorum **24**, (1928)p.781.
- 12) 坂口勝美, 野原勇太: 苗木の乾燥が活着並びに生長に及ぼす影響について, 御料林, **131**, (1933) p.45~59.
- 13) 沢田兼吉: 東北地方に於ける針葉樹の菌類—I. スギの菌類, 林試研報, **45**, (1950)p.27~53.
- 14) —: 東北地方に於ける針葉樹の菌類—II. スギ以外の針葉樹の菌類, 林試研報**46**, (1950)p.111~15).
- 15) 滝元清透: 微生物学及植物病理学実験法, (1952)p.51~70.

図 版 説 明

Plate 1

A: *Guignardia cryptomeriae* SAWADA の子のう殻と柄子殻を混生するスギ緑色被害幹×1 (Blighted green shoot of Japanese cedar, *Cryptomeria japonica* D. DON, producing perithecia and pycnidia of *Guignardia cryptomeriae* SAWADA.)

B: 同褐色被害幹×1

C, D: スギからの *G. cryptomeriae* の子のう殻 ×150

Plate 2

A: spermatia を生じてる若い柄子殻×150

B: スギに形成された Spermogonium×150

C: ヒノキに形成された *G. cryptomeriae* の柄子殻 (= *Macrophoma Sugi* HARA) ×150

D and E: スギからの *G. cryptomeriae* の柄子殻 (= *Macrophoma Sugi* HARA) ×150

Studies on the Shoot Bright Disease of Japanese Cedar,
Cryptomeria japonica D. DON, caused by *Guignardia cryptomeriae* SAWADA.

Takao KOBAYASHI

(Résumé)

In 1954, the writer received several communications about the occurrence of serious damage in young plantations of Japanese cedar, *Cryptomeria japonica* D. DON, from Kyû-shû, caused by the shoot blight fungus, *Guignardia cryptomeriae* SAWADA, and many materials were received from several localities. Since that time, the writer has studied the life-cycle, physiology and pathogenicity of this fungus, and also carried out ecological studies of the disease concerning its predisposing environmental factors.

The disease occurs on green and brown shoots or stems from spring to autumn. At first, reddish brown, irregular lesions appear on the shoot and they develop to girdle the shoot or stem. Then, the diseased shoot or stem becomes withered. Affected young trees are killed within a month after infections. Small black pustules commonly appear on the lesions as soon as the shoots are blighted (Plate 1: A and B).

In the course of examining these materials, the writer observed that *Macrophoma Sugi* HARA, which is known as one of the causal organisms of the so-called needle blight of *Cryptomeria*, were also found together with *Guignardia* on the same lesion of this shoot blight. Through the comparative morphological, physiological and pathogenical studies of both fungi, the writer came to the conclusion that *Macrophoma Sugi* HARA was nothing but the pycnidial stage of *Guignardia cryptomeriae* SAWADA.

The fungus develops well on potato-sucrose agar, SAITO's soy agar and malt agar (Plate 3: A). Its optimum temperature for growth is at 25°C. It grows from 8°C to 35°C, but cannot grow at 40°C or below 4°C within a week (Table 1, Plate 3: B).

On the agar regulated various pH value ranging from 4.0 to 7.0, the mycelial growth of the fungus is not affected except at the highest H-ion (4.0) concentration.

Ascospores of the fungus are discharged from 13~15°C to 35°C and all of them can germinate at each temperature. The optimum temperature for their germination is from 25°C to 28°C (Table 2). Pycnosporos germinate from 4°C to 35°C but they cannot at 40°C or below 1°C (Table 3).

From the inoculation tests, it is proved that the Japanese cypress, *Chamaecyparis obtusa* and Japanese larch, *Larix kaempferi*, are susceptible to the fungus as well as Japanese cedar (Table 4~7). The fungus cannot penetrate from the sound surface of the green shoot but is able to gain entrance very easily through wounds. In the case of brown or old shoots, the invasion takes place only through dead tissue of some extent (Table 4~7).

From the ecological observations of the disease, a scratched wound caused by the wind might be thought of as one of the important predisposing factors to the disease. Hence, the writer tried some experiments utilizing a wind tunnel, keeping 3-year-old stocks under various forces of wind . . . 5m/sec., 10m/sec., 15m/sec., 20m/sec. and 25 m/sec. . . . for 10 minutes (Fig. 4 and 5). In the wind tunnel, the stocks were rocked by wind as

shown in Figure 6 and 7. In each case, 5 stocks for inoculation and 2 for check were used. By these experiments, the writer obtained successful inoculation to the stock in every case. The degree of infection, however, varied in each case. On the stocks kept under the force of winds at 5 and 10 m/sec., the wounds were produced only on buds and growing tips of twigs, and eventually the infection took place on these parts. Under 15 m/sec., the wounds caused by wind were produced on whole twigs and the younger part of the main shoot, and the infection took place there. In the cases of 20 and 25 m/sec., as many wounds were formed even on the older part of the stem, the infection took place throughout. The wounds were observed macroscopically as round holes with swollen borders, and pale brown at first, soon becoming dark to red brown. They might have resulted from the needle tips thrusting each other by wind rocking. They were very similar to the exit holes of gall midge in appearance (Fig. 6).

Many cracks on the bark formed by unknown causes were found, and the lesions which were thought to be started from such cracks were frequently observed in the field.

Laboratory of Forest Pathology
Division of Forest Protection,
Government Forest Experiment Station,
Meguro, Tokyo, Japan.

Explanation of plates

Plate 1

- A: Blighted green shoot of Japanese cedar, *Cryptomeria japonica* D. DON, producing perithecia and pycnidia of *Guignardia cryptomeriae* SAWADA × 1
- B: Blighted brown shoot of Japanese cedar producing perithecia and pycnidia of *G. cryptomeriae* × 1
- C and D: Perithecium of *G. cryptomeriae* formed on Japanese cedar × 150

Plate 2

- A: Young pycnidium of *G. cryptomeriae* having abundant spermatia formed on Japanese cedar × 150
- B: Spermogonium of *G. cryptomeriae* × 150
- C: Pycnidium of *G. cryptomeriae* (= *Macrophoma Sugi* HARA) formed on Japanese cypress, *Chamaecyparis obtusa* SIEB. et ZUCC.) × 150
- D and E: Pycnidium of *G. cryptomeriae* (= *M. sugi*) formed on Japanese cedar × 150

