

広葉樹の斑点性病害に関する研究-V

ケヤキの褐斑病

伊 藤 一 雄⁽¹⁾

陳 野 好 之⁽²⁾

ケヤキに寄生する *Cercospora zelkowae* HORI が記載されたのは1921年のことで、これは南部¹⁸⁾が1920年(大正9年)9月、東京目黒、林業試験場構内で採集した資料によって堀正太郎が命名したものである。その後久しい間本菌を述べた報告はなかつたのであるが、香月¹¹⁾(1951)はこれを関東地方で採集し、また同氏が福岡県で得た標本によつて CHUPP¹²⁾(1953)はそのモノグラフに本菌の形態を記述している。ごく最近山本¹⁶⁾は日本における *Cercospora* 属の1種として本菌をあげているが、その記載は CHUPP¹²⁾のを転載しただけである。

南部¹⁸⁾は本菌を白斑点病菌とよび、また原²⁾は本菌による疾病に対して白星病という病名をつけ、なお北島¹²⁾は白斑病と名づけている。ところで著者ら⁶⁾はさきに *Septoria abeliceae* HIRAYAMA によるケヤキの疾病を研究、これに対して白星病という病名を選び、*Cercospora zelkowae* による疾病を褐斑病¹⁰⁾とよぶことを提唱したが、しかしそのくわしい理由についてはほとんどふれなかつた。

Cercospora 菌による疾病と *Septoria* 菌によるものは、よくみるとその病徴においてもかなり判然とした差異がみとめられるのであるが、古くはこれら2つの疾病が混同されて述べられた疑いがある。

Septoria 菌とこの菌による疾病については、すでに著者ら⁶⁾によつてくわしい報文が公けにされたが、*Cercospora* 菌によるものについては、上に述べた文献以外になく、ただ本菌の形態的特徴が知られているだけである。*Cercospora* 菌もケヤキにごく普通にみられるものであるから、有用樹種に寄生する菌類の一つとして、ひととおり調べておく必要をみとめ、生理、生態的性質および病原性に重点をおいて実験を行なつた。

本研究について有益なご助言をいただいた保護部長今関六也氏、実験材料の収集に多大の便宜をお取り計らいくださった東北支場佐藤邦彦氏、山形分場長野原勇太氏および原図作成に助力された当中川道夫氏に深く謝意を表する。

病 徴 お よ び 標 徴

地面に近い葉から上方に向かつて被害は進展する。病斑は葉の表面に顕著で、はじめ不定形の小黄斑がみとめられ、これはしだいに大きくなり、その中央部は黄褐色になる。病状が進展するに従ひ拡大した相接する病斑は融合して褐色になり、ほとんど葉の全面が褐変することがある。病斑の周縁部は黄色、融合してできた大きな病斑の周囲はしばしば赤褐色に変色する。さらに進むと病斑は灰褐色になり、葉表に巻き込む。葉の裏面からみると病斑はやや不鮮明で淡色。病状の末期に近い病斑の表面には暗灰緑色、すす

状に菌体（分生子梗および分生子）がみとめられる。このためケヤキは成長が阻害され、なお病葉は時に早期に脱落することもある（Plate 1 A~D）。

病原菌の形態

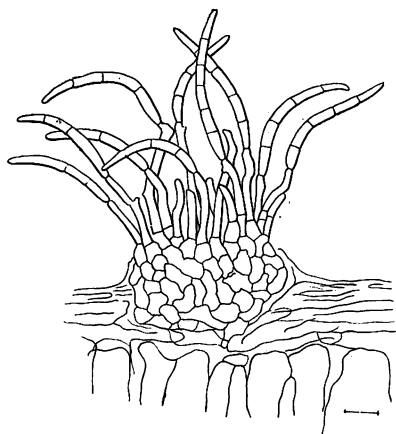


Fig. 1. Conidia and conidiophores of *Cercospora zelkowae* (ケヤキ褐斑病菌 *Cercospora zelkowae*). (—=10 μ)

長さ32.8ないし42ミュー，幅4.28ないし3.84ミュー」とあり，著者らの菌をこれと同定してさしつかえないであろう。

山形県最上郡真室川町大字釜淵，林業試験場山形分場構内で1956年（昭和31年）10月および1959年（昭和34年）10月に採集されたものについて，その形態をしるせば次のとおりである。

子座の発達をよく，分生子梗は淡褐色でその先端部はほとんど無色，若いものは隔膜を欠くが，成熟すれば1~2個の隔膜を有し，すこしく彎曲，大きさ9~18 \times 2~4 μ ，その頂端に1個の分生子を着生する。分生子はほとんど無色，蠕虫形~鞭状，先端にゆくに從つて細くなり，すこしく彎曲，2~5個の隔膜を有し，大きさ30~60 \times 2~4 μ （Fig. 1）。

C. zelkowae の原記載¹³⁾は「胞子は無色糸状を呈して5，6個の隔膜を有し，擔子梗は褐色にして短し。胞子の

接種試験

本菌の病原性を確かめ，なお病状経過の詳細を知るために次の接種試験を行なつた。接種試験には分生子単個培養の菌糸を用いた。

接種試験—I

(1) 実験方法 ジャガイモ寒天に1カ月間培養した本菌の菌叢を乳鉢で軽くすりつぶし，これに殺菌蒸溜水を加えて攪拌後，二重にしたガーゼで濾過して得た菌糸細片浮遊液を，ケヤキ苗の葉に噴霧接種，ポリエチレン袋でおおい，そのまま3日間保持し（15~27°C），後袋を除去して室外で観察した。接種は葉の

第1表 ケヤキの葉に対する接種試験結果
Table 1. Results of inoculation experiment with *C. zelkowae* to leaves of *Zelkova serrata*.

葉の表・裏 Leaf surfaces	処 理 Treatment	病 斑 形 成 Lesion formation
裏 面 Lower surface	接 種 Inoculated	+
	対 照 Check	-
表 面 Upper surface	接 種 Inoculated	+
	対 照 Check	-

表裏それぞれ別々に行ない，接種に先だつて葉を殺菌蒸溜水で洗浄した。比較対照区は菌糸細片浮遊液の代わりに蒸溜水を噴霧したほかは全く同一の取り扱いをした。この実験は1958年（昭和33年）5月28日に着手した。

(2) 実験結果 接種50日後の結果を示せば第1表のとおりで，本菌は明らかにケヤキに対して病原性を現

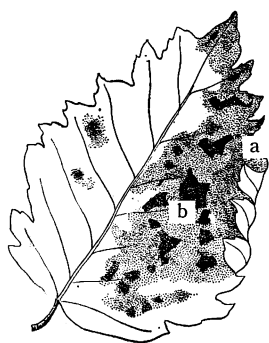


Fig. 2. Diseased leaf of *Zelkova serrata* by artificial inoculation with *Cercospora zelkowae* (*Cercospora zelkowae* の人工接種によるケヤキ罹病葉).

- a. Snuff Brown (褐色部)
b. Warm Sepia (濃褐色部)

わし、また葉表に接種したものも、また葉裏に接種したものもともに発病した (Plate 2 A, B, C)。なお、病状経過の概略を記せば次のとおりである。

接種後約3週間で接種葉に黄色の小斑点が形成され、その中央部がやや褐色を呈するものがある。接種後1カ月では病斑は拡大して褐色になり、相隣接する病斑は融合するものがみとめられる。さらに接種後40日になると病斑は多数相接して不定形、大型となり、変色部は葉のほとんど全面に及び、葉表では褐色 (Snuff Brown) 部と、濃褐色 (Warm Sepia) 部が相融合し、葉の縁辺はしばしば葉表に巻く。葉の裏面から病斑をみると黄褐色 (Isabella Color)~橙平色 (Cinnamon-Brown)。接種5週間後に、多くは葉表に分生子梗および分生胞子が形成され、なお、この形態的特徴は接種源とした *C. zelkowae* と一致した (Fig. 2, Plate 3 A)。

接種試験—II

本菌はケヤキ以外の樹種にも病原性を現わすかどうかを知るため

に次の実験を行なった。

- (1) 実験方法 接種試験—Iと同じであるが、ただこの場合は葉の両面に接種した。
- (2) 供試樹種 ニレ科 (Ulmaceae) に属すケヤキ、ムクノキ (*Aphananthe aspera*)、エノキ (*Celtis sinensis*)、アキニレ (*Ulmus parvifolia*)、スズカケノキ科 (Platanaceae) のモミジバスズカケノキ (*Platanus acerifolia*) およびカキノキ科 (Ebenaceae) のカキ (*Diospyros kaki*) の6種に接種した。

- (3) 実験結果 1959年 (昭和34年) 6月15日に実施し、40日後の結果は第2表のとおりで、本菌はケヤキ以外の樹種には病原性を示さなかつた。

接種試験—III

- (1) 実験方法 接種試験—Iと大体同じであるが、接種源菌糸の破碎はホモジナイザー (毎分1,000回転、約1分) によつた。
- (2) 供試樹種 ケヤキ、ムクノキ、エノキおよびカキの4種。

- (3) 実験結果 1960年 (昭和35年) 7月12日に接種し、40日後の結果を示せば第3表のとおりで、やはりケヤキ以外の樹種には病斑の形成はみとめられなかつた。

以上の接種試験結果から本菌はケヤキ以外の供試数樹種に対しては病原性がなく、ケヤキでは約3週間の潜伏期を経て発病し、接種後約5週間で病斑上に分生胞子の形成がみとめられることが明らかにされ

第2表 数種の広葉樹に対する接種試験結果 (1)

Table 2. Results of inoculation experiment with *C. zelkowae* to several kinds of broadleaved tree (1). (June, 1959)

樹種 Tree species	病斑形成 Lesion formation
ケヤキ <i>Zelkova serrata</i>	+
ムクノキ <i>Aphananthe aspera</i>	—
エノキ <i>Celtis sinensis</i>	—
アキニレ <i>Ulmus parvifolia</i>	—
モミジバスズカケノキ <i>Platanus acerifolia</i>	—
カキ <i>Diospyros kaki</i>	—

第3表 数種の広葉樹に対する接種
試験結果 (2)

Table 3. Results of inoculation
experiment with *C. zelkowae*
to several kinds of broadleaved
tree (2). (July, 1960)

樹種 Tree species	病斑形成 Lesion formation
ケヤキ <i>Zelkova serrata</i>	+
ムクノキ <i>Aphananthe aspera</i>	—
エノキ <i>Celtis sinensis</i>	—
カキ <i>Diospyros kaki</i>	—

病葉上の分生胞子は時日の経過とともに脱落し、1月上旬までわずかに残っていることもあるが、2月になるとすべて脱去して全くみとめられず、子座だけになる。葉の組織内にある菌糸塊はしだいに発達して子座になり、4月中旬にはこれから新たに分生子梗および分生胞子が形成される。越冬病葉上での胞子形成は6月下旬までみとめられるが、その後はほとんど見いだされない。

越冬病葉上にみとめられる菌の形態、大きさ、この分生胞子からの単個培養の性状は *C. zelkowae* と等

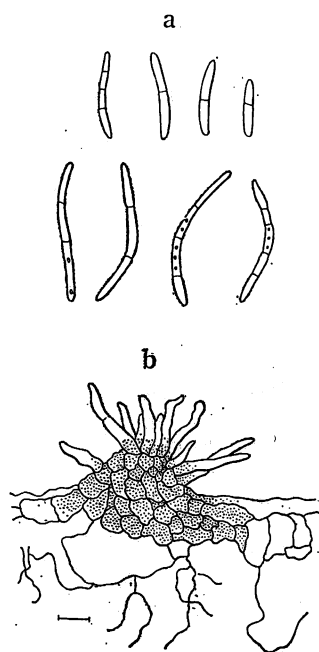


Fig. 3. Conidia and conidiophores of *Cercospora zelkowae* produced on overwintered diseased leaves of *Zelkova serrata* (越冬病落葉上に形成されたケヤキ褐斑病菌 *Cercospora zelkowae* の分生胞子および分生子梗). (|—|=10 μ)

- a. Conidia (分生胞子)
b. Conidiophores (分生子梗)

病原菌の越冬

本菌がどのようにして越冬し、また翌年の第1次伝染はどのようにして起こるかを知るために、1956年(昭和31年)～1957年、1957～1958年および1959～1960年の3期間にわたってその越冬状態を調べた。

11月中旬、山形県釜淵、林試山形分場内で採集された自然発病葉を東京目黒、林業試験場構内で金網かごに入れて地表上におき、その後毎月3回、翌年6月下旬までこれを顕微鏡検査した。上記3期間の調査結果は大同小異で、その概要を述べれば次のとおりである。

病葉上の分生胞子は時日の経過とともに脱落し、1月上旬までわずかに残っていることもあるが、2月になるとすべて脱去して全くみとめられず、子座だけになる。葉の組織内にある菌糸塊はしだいに発達して子座になり、4月中旬にはこれから新たに分生子梗および分生胞子が形成される。越冬病葉上での胞子形成は6月下旬までみとめられるが、その後はほとんど見いだされない。

越冬病葉上にみとめられる菌の形態、大きさ、この分生胞子からの単個培養の性状は *C. zelkowae* と等

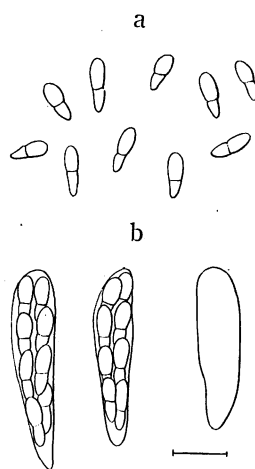


Fig. 4. Asci and ascospores of *Mycosphaerella* sp. produced on overwintered diseased leaves of *Zelkova serrata* (越冬病落葉上に形成された *Mycosphaerella* sp.). (|—|=10 μ).

- a. Ascospores (子囊胞子)
b. Asci (子囊)

しく、また培養菌糸によるケヤキへの接種試験結果も明らかに陽性であるから、これら両者は疑いもなく同一菌である (Fig. 3, Plate 2 D, Plate 3 B, C)。

越冬病落葉組織内には上の菌体のほか、3月上旬以降には *spermogonia* が、また4月下旬には成熟した *Mycosphaerella* 属の菌体がしばしばみとめられる。この *Mycosphaerella* 菌の子嚢殻の大きさは53~78×50~78μ, 殻壁の厚さ8~9μ, 子嚢は21~31×5~6μ, 子嚢胞子は不等2細胞からなり、隔膜部でくびれ、大きさ7~10×2~3μ (Fig. 4, Plate 3 D, E, F)。ケヤキの葉からすでに記載されている *M. zelkowae* SYD. et HARA¹⁴⁾ と比較して子嚢胞子の長さが小さいのでこれとは別種と考えられる。また著者ら⁶⁾ が *Septoria abelicea* に侵されたケヤキの越冬葉で見いだした菌とも、子嚢の大きさ、子嚢胞子の形状、大きさにおいて差がみとめられる。

著者らがこのたび見いだした *Mycosphaerella* 菌と *C. zelkowae* との間に同根がありはしないかという疑いが持たれたので、これを明らかにするために比較を試みた。まず *Mycosphaerella* 菌の子嚢胞子から単個培養を行ない、*C. zelkowae* との菌叢の比較 および 両者の培養菌糸によつてケヤキに接種試験を行なった。実験結果は第4表にかかげるとおりで、菌叢の外観におのおの大きな差がみとめられ、また、*Mycosphaerella* 菌はケヤキに対して病原性を全く現わさなかつた (Plate 3 G)。これらのことから越冬落葉上にみとめられた *Mycosphaerella* sp. と *C. zelkowae* との間に同根関係はなく、おのおの別種であることが明らかになつた。

第4表 *Mycosphaerella* sp. と *Cercospora zelkowae* の培養菌叢および病原性の比較
Table 4. Differences in mycelial colony and pathogenicity between *Mycosphaerella* sp. and *C. zelkowae*.

菌名 Fungus	菌叢の性質 Macroscopic appearances of mycelial colony	ケヤキに対する病原性 Pathogenicity to <i>Zelkova serrata</i>
<i>Mycosphaerella</i> sp.	菌叢はあまり隆起せずまた気中菌糸がすくなく広く全体に拡がる。気中菌糸のない部分は濃橙灰色 (Deep Mouse Gray)~暗黄灰色 (Iron Gray)。菌叢周辺の培養基は淡橙~黄濁色 (Avellaneous) に変色する。	-
<i>Cercospora zelkowae</i>	菌叢は全体としてきわめて隆起し白色~白黄灰色 (Pale Olive Gray)。気中菌糸は厚く密生する。菌叢の外縁部は暗黄灰色 (Iron Gray)。	+

以上のことから、すくなくとも東京付近においては *C. zelkowae* は病葉組織内で菌糸塊 (子座) の形で越冬し、翌春4月中旬~6月下旬にこれから新たに分生子梗および分生胞子を形成、この分生胞子が第1次伝染源になるものといえる。

病原菌の分生胞子の発芽

1. 発芽と経過時間

Van Tieghem cell 法によつて蒸留水、25°C において発芽の経過を鏡検した。4時間後には胞子は多少膨大し、主としてその一端から、またまれには中間細胞からも、発芽管がわずかに伸長する。6時間後には胞子の両端および中間細胞からも発芽管が伸びているものが大部分であつた (Fig. 5)。

2. 発芽と各種培養液

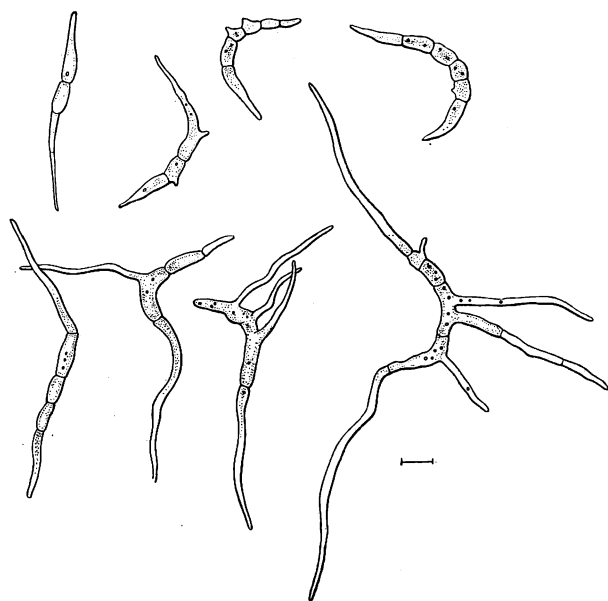


Fig. 5. Germinating conidia of *Cercospora zelkowae* (ケヤキ褐斑病菌 *Cercospora zelkowae* の分生胞子の発芽). (1—1=10 μ)

第 5 表 分生胞子の発芽と各種培養液 (25°C)

Table 5. Germination of conidia of *C. zelkowae* in nutrient solutions (at 25°C).

培 養 液 Nutrient solution	経 過 時 間 Period lapsed (hr.)			
	6 時 間 (6 hr.)		20 時 間 (20 hr.)	
	発 芽 率 Germination percentage (%)	最大発芽管長 Max. length of germ-tube (μ)	発 芽 率 Germination percentage (%)	最大発芽管長 Max. length of germ-tube (μ)
蒸 溜 水 Distilled water	91	36	91	276
2% ブドウ糖液 2% glucose sol.	95	36	94	216
ケヤキ葉煎汁 <i>Zelkova</i> -leaves decoct.	86	30	89	216
ケヤキ葉煎汁 + 2% ブドウ糖 <i>Zelkova</i> -leaves decoct. + 2% glucose	85	32	91	170

Van Tieghem cell 法によつて各種培養液と発芽の状態を調査した。培養液は蒸溜水、2%ブドウ糖液、ケヤキ葉煎汁液および2%ブドウ糖添加ケヤキ葉煎汁液の4種を用いた。25°Cにおける6時間後および20時間後の結果は第5表のとおりで、20時間後には約90%の発芽率を数え、培養液のちがいによる差はあまり顕著にみとめられなかつた。

3. 発芽と温度

蒸溜水を用い Van Tieghem cell 法によつて発芽に及ぼす温度の影響を調べた。7時間後の結果を示せば第6表のとおりで、25~29°C を発芽の適温とするもののようである。

4. 発芽と関係湿度

著者ら⁶⁾がさきに *Septoria abeliceae* に用いた塩類過飽和液による方法によつて各段階の関係湿度区を設け、分生胞子の発芽に及ぼす空気湿度の影響を調べた。21°C, 24時間後の結果は第7表にかかげるとおりで、関係湿度 92 ~ 100 % において発芽がみとめられ、特に 100 % において良好であるが、87%以下では発芽した胞子はなかった。

第6表 分生胞子の発芽に及ぼす温度の影響

Table 6. Effect of temperatures on germination of conidia of *C. zelkowae*. (after 7 hr.)

温 度 Temperature (°C)	発 芽 率 Germination percentage (%)	最大発芽管長 Max. length of germ-tube (μ)
14	46	7
18	53	8
25	82	19
29	85	20
36	0	—

第7表 分生胞子の発芽に及ぼす関係湿度の影響

Table 7. Effect of relative humidities on germination of conidia of *C. zelkowae*. (after 24 hr. at 21°C)

過飽和液塩類 Salt in over-saturated solution	関係湿度 Relative humidity (%)	Experiment- I		Experiment- II	
		発 芽 率 Germination percentage (%)	最大発芽管長 Max. length of germ-tube (μ)	発 芽 率 Germination percentage (%)	最大発芽管長 Max. length of germ-tube (μ)
H ₂ O	100	74	168	79	144
K ₂ SO ₄	98	38	36	24	36
KNO ₃	94	22	18	16	12
K ₂ HPO ₄	92	5	12	0	—
KCl	87	0	—	0	—
KBr	84	0	—	0	—

各種培養基における病原菌菌叢の特徴

Petri 皿法によつて各種培養基上における本菌菌叢の特徴を調べた。本実験に用いた培養基は、ジャガイモ寒天^{*1}、斎藤氏醤油寒天^{*2}、ブイヨン寒天^{*3}、WAKSMAN 氏寒天^{*4}、ケヤキ葉煎汁寒天^{*5}、2%ブドウ糖添加ケヤキ葉煎汁寒天^{*6}の6種である。

25°C において7日後、14日後および24日後の観察結果を記せば第8表に示すとおりである。

*1 ジャガイモ 200g, 蒸溜水 1 l, 蔗糖 20g, 寒天 20g。

*2 タマネギ煎汁 100cc, 醤油 50cc, 蔗糖 50g, 蒸溜水 850cc, 寒天 20g。

*3 蒸溜水 1 l, ペプトン 10g, 肉エキス 10g, 食塩 5g, 寒天 20g。

*4 蒸溜水 1 l, ブドウ糖 10g, ペプトン 5g, KH₂PO₄ 1g, MgSO₄ · 7H₂O 0.5g, 寒天 20g (pHは規正せず)。

*5 蒸溜水 1 l, ケヤキ生葉 20g, 寒天20g。

*6 ケヤキ葉煎汁 1 l, ブドウ糖 20g, 寒天 20g。

第 8 表 各種培養基上における菌叢の特徴

Table 8. Macroscopic appearances of colonies of *C. zelkowae* on various agar-media.

培 養 基 Agar-medium	7 日 後 After 7 days	14 日 後 After 14 days	24 日 後 After 24 days
ジャガイモ寒天 Potato agar	白黄灰色～淡黄灰色の気中菌糸が隆起し、縁辺部は暗緑色～黄濁色。 菌叢直径 11 mm	菌叢は白色～白黄灰色で、隆起する。外縁部および全体に濃黄灰色～暗黄灰色を呈する部分が点状にみられる。 菌叢直径 20 mm	菌叢中央の一部は白橙黄～橙平色を呈する。他は左におなじ。 菌叢直径 26 mm
斎藤氏醤油寒天 SAITO's soy agar	白黄灰色～黄灰色の菌叢が隆起する。 菌叢直径 11 mm	菌叢は白黄灰色～淡黄灰色ではなはだしく隆起し、外縁にそつて 1～2 列の同心円状のヒダを生ずる。 菌叢直径 14 mm	中央隆起し、放射状にヒダを生ずる。他は左におなじ。 菌叢直径 41 mm
ブイヨン寒天 Bouillon agar	暗黄灰色～黒黄灰色、気中菌糸少なくない。針状の突起あり、隆起する。 菌叢直径 9 mm	菌叢少ない。白黄緑～黄純色を呈し、ほとんど隆起せず。縁辺部は暗橙灰色を呈す。 菌叢直径 11 mm	同左。 菌叢直径 13 mm
WAKSMAN 氏寒天 WAKSMAN's solution agar	白黄灰色～黄灰色、縁辺部は橙灰色で粘稠。気中菌糸隆起する。 菌叢直径 10 mm	菌叢は白黄灰色～橙～黄黄純色、隆起する。縁辺部は濃橙～黄黄純色～暗橙～黄黄純色を呈し、2 列の同心円状のヒダを生ずる。 菌叢直径 17 mm	同心円状のヒダが 4 列。他は左におなじ。 菌叢直径 27 mm
ケヤキ葉煎汁寒天 Zelkova-leaves decoction agar	菌叢は白黄灰色。ほとんど隆起せず。やや厚みをもつて広がる。 菌叢直径 13 mm	菌叢は白色～白黄灰色または白橙灰色～橙灰色を呈する。気中菌糸少なく、ほとんど隆起せず。寒天を放射状に匍匐する。 菌叢直径 21 mm	同左。 菌叢直径 33 mm
ケヤキ葉煎汁寒天 + 2 % glucose Zelkova-leaves decoct. + 2 % glucose agar	菌叢は白黄灰色。気中菌糸多く、はなはだしく隆起する。 菌叢直径 10 mm	菌叢は白黄灰色～淡黄灰色隆起する。 菌叢直径 17 mm	菌叢隆起し気中菌糸多い。他は左におなじ。 菌叢直径 28 mm

論 議 お よ び 結 言

Cercospora zelkowae による疾病に対して、南部¹⁸⁾は白斑点病という病名をつけ、その病徴を「葉面に白斑点を現わし其周縁紫褐色を帯び……」と記している。原²⁾はこの病名を白星病とよんだが病徴の記載は南部のものをそのままかかげている。また北島¹²⁾はこの菌によるものとして白斑病をあげ、その病徴を「葉面に微細なる黒褐色の病斑を生じ、此病斑は漸次其大きさを増大すると共に褐色にして、不規則なる多角形となり其中央部は灰褐色となり、健全部との境界は紫褐色を呈し被害部は脱離して小孔を生ずる」としている。

著者らが *C. zelkowae* による病状経過をくわしく調べたところでは、本菌による病徴は上記 3 氏のそれとはいちじるしく異なっており、南部¹⁸⁾および北島¹²⁾のそれはむしろ *Septoria abeliceae* によるものにきわめて近似である⁶⁾。*S. abeliceae* は 1931 年、平山⁸⁾ によつて新種とされたもので、*C. zelkowae* が記載されたのはこれに先だつこと 10 年である。そしてこれら両菌はしばしば同一樹に寄生し、時には同一葉にさえ混在することから、南部は *S. abeliceae* による病徴を混同して記載したか、あるいはごく古い病斑について述べたのではないかという疑念がいだかれる。いずれにしても *C. zelkowae* による典型的な病斑は決して白斑状にはならず明らかな褐斑状を呈し、原²⁾の病名白星病は *S. abeliceae* による病徴を

きわめてよく表現している。それで著者ら⁵⁾はさきに *S. abeliceae* による疾病に対して白星病をあて、*C. zelkowae* によるものを褐斑病とよぶことを提案した。上に述べたことから *C. zelkowae* による疾病を白斑(点)病とよぶのは不適當であるから、これを褐斑病とすべきであると考えた。

Cercospora 属の越冬およびその第1次伝染源についてはすでに著者ら⁸⁾によつてくわしく論及されているが、それらのうち樹木に寄生するものについて数例をあげれば次のとおりである。スズカケノキの褐点病菌 *C. platanifolia* は米国においては翌春までに完全時代 *Mycosphaerella platanifolia* の子嚢胞子が成熟し、これによつて第1次伝染が行なわれるということであるが¹⁵⁾、わが国では完全時代の形成はまれで、分生胞子が特異な形状を呈して“耐久型”になり、この状態で越冬してこれが第1次伝染源になる⁵⁾⁹⁾。また、完全時代 *Mycosphaerella togashiana* を持つポプラの褐斑病菌 *C. populina* はもつぱら未熟な子嚢殻で越冬し、翌春形成される子嚢胞子によつて第1次伝染が行なわれ、越冬病葉上に *Cercospora* 型の分生胞子が残存することも、新生されることもない⁷⁾。銚方⁴⁾によれば、カキの角斑性落葉病菌 *C. kaki* では、きわめて特殊な環境の場合にだけ分生胞子はそのまま越冬して第1次伝染源になりうるが、ほとんど大部分の胞子は翌春までに死滅し、落葉の病斑中で菌糸態で越冬、翌年新たに分生子梗および分生胞子が形成されるという。スギの赤枯病菌 *C. cryptomeriae* もまたカキの場合ときわめて近似である⁸⁾。

C. zelkowae に侵された病葉には越冬後 *Mycosphaerella* 属菌がしばしばみとめられ、これと *C. zelkowae* の同根関係が一応考えられる。しかし、培養菌叢および病原性を比較の結果、これら両者には同根関係はなく、また *Mycosphaerella* 菌のケヤキに対する病原性は陰性で明らかにのおの別種である。それでは何が本病の第1次伝染源になるのかというと、病落葉の中で菌糸態で越冬、翌春これから新たに分生子梗と分生胞子が形成され、これによつてもつぱら第1次伝染が起こるわけで、上にかかげた例のうち、カキの角斑性落葉病菌 *C. kaki* およびスギの赤枯病菌 *C. cryptomeriae* とその軌を一にするといい。

摘 要

1. *Cercospora zelkowae* HORI による疾病に白斑(点)病および白星病という名がつけられていたが、本菌による病徴は決して白斑状にはならないこと、およびその他の理由からこれを褐斑病とよび、また白星病は *Septoria abeliceae* HIRAYAMA による疾病に使用するのが適當である。

2. 人工接種試験によつて調べた結果、*C. zelkowae* はケヤキ以外のニレ科樹木(ムクノキ、エノキ、アキニレ)およびスズカケノキおよびカキに対して病原性を現わさなかつた。

3. 本病は夏季約3週間の潜伏期で発病し、接種後約5週間で分生胞子を形成する。

4. 本菌は病落葉中で菌糸態で越冬し、4月中旬には発達した子座から分生子梗および分生胞子を新たに形成、これが本病の第1次伝染源になる。越冬病落葉上の分生胞子の形成は6月下旬までみとめられる。

5. 病落葉が越冬後、この組織内に *Mycosphaerella* 属菌の1種がしばしばみとめられた。それでこれと *C. zelkowae* との同根関係が一応予想されたが、両者はのおの別種で、また *Mycosphaerella* 菌はケヤキに病原性がなかつた。

6. *C. zelkowae* の分生胞子は蒸溜水中でもわずか数時間で発芽をはじめ、25~29℃を適温とする。

空気湿度（関係湿度）の高いほど発芽はよく、100%でひじょうに高い発芽率が数えられた。胞子の発芽は関係湿度 92～100%でみとめられるが、87%以下では発芽した胞子はなかった。

文 献

- 1) CHUPP, C.: A monograph of the fungus genus *Cercospora*. New York, (1953) p. 587～588.
- 2) 原 摂祐: 実験樹木病害篇, (1927, 昭. 2) p. 242～243.
- 3) HIRAYAMA, S.: Studies on septorioses of plants IV. New or noteworthy species of *Septoria* found in Japan. Mem. Coll. Agr. Kyoto Univ., **13** (3), (1931) p. 33～40.
- 4) 鋤方末彦: 柿の病害研究, (1942, 昭. 17) p. 175～177.
- 5) Itô, K. and Y. HOSAKA: Notes on some leaf-spot diseases of broadleaved trees — I. *Cercospora* leaf-spot of plane trees. Bull. Gov. For. Exp. Sta., **46**, (1950) p. 17～32.
- 6) ———— and ————: Ditto — II. *Septoria* leaf-spot of *Zelkova serrata* MAKINO. *Ibid.*, **57**, (1952) p. 163～182.
- 7) ———— and T. KOBAYASHI: Contributions to the diseases of poplars in Japan — II. The *Cercospora* leaf-spot of poplars with special reference to the life history of the causal fungus. *Ibid.*, **59**, (1953) p. 1～28.
- 8) 伊藤一雄・渡川浩三・寺下隆喜代: スギの赤枯病に関する病原学的ならびに病理学的研究 (II). *Cercospora cryptomeriae* SHIRAI の生理・生態的性質, 林試研報, **76**, (1954, 昭. 29) p. 27～60.
- 9) Itô, K., T. TERASHITA and Y. HOSAKA: Variation in shape of conidia of *Cercospora platanifolia* ELLIS et Ev. Jour. Jap. For. Soc., **41**, (1959) p. 229～237.
- 10) 伊藤一雄: 図説苗畑病害診断法, 後編, (1959, 昭. 34) p. 170～173.
- 11) KATSUKI, S.: Materials for a *Cercospora* flora of the Kanto District (I). Ann. Phytopath. Soc. Jap., **15**, (1951) p. 143～145.
- 12) 北島君三: 樹病学及木材腐朽論, (1933, 昭. 8) p. 255～256.
- 13) 南部信方: 苗畑の病害調査に就て, 病虫雑, **8**, (1921, 大. 10) p. 491～493.
- 14) SYDOW, H. et P.: Novae fungorum species—IX. Ann. Myc., **11**, (1913) p. 54～65.
- 15) WOLF, F. A.: Life histories of inhabiting fungi on sycamore. Mycologia, **30**, (1938) p. 54～63.
- 16) 山本和太郎・前田巳之助: 日本における *Cercospora* 属の種類, 兵庫農大研報, **4** (2), 農業生物編, (1960, 昭. 35) p. 41～91.

図 版 説 明

Explanation of plates

Plate 1

Cercospora leaf-spot of *Zelkova serrata* by natural inoculation. (自然接種によるケヤキの褐斑病)

- A. Collected in Senshu Park, Akita City, October 29, 1952. (1952年10月29日, 秋田市千秋公園にて採集) $\times 4/5$
- B. Collected in Senshu Park, Akita City, August 25, 1953. (1953年8月25日, 同上にて採集) $\times 4/5$
- C. Collected at Kamabuchi, Yamagata Pref., October 10, 1956. (1956年10月10日, 山形県釜淵にて採集) $\times 4/5$
- D. Ditto. (同上) $\times 4/5$

Plate 2

Cercospora leaf-spot of *Zelkova serrata* by artificial inoculation. (人工接種によるケヤキの褐斑病)

- A. 50 days after inoculation. Photograph, July 18, 1958. (人工接種50日後, 1958年7月18日撮影) $\times 1$
 - a~b. Upper surfaces. (表面)
 - c. Lower surface. (裏面)
- B. Upper surface of diseased leave of *Zelkova serrata* by artificial inoculation. 37 days after inoculation. Photograph, August 19, 1960. (人工接種によつて発病したケヤキの葉一表面一, 接種37日後, 1960年8月19日撮影)
- C. Ditto. Lower surface of diseased leaves. (同上, 裏面)
- D. Diseased leaves of *Zelkova serrata* by artificial inoculation with the isolate from conidium produced on overwintered leaf. (越冬病葉上に形成された分生孢子からの培養による人工接種の結果) $\times 1$
 - 37 days after inoculation. Photograph, August 19, 1960. (接種37日後, 1960年8月19日撮影)

Plate 3

- A. Conidiophores and conidia of *Cercospora zelkowae* on the leaf of *Zelkova serrata* by artificial inoculation. (人工接種による病葉上に形成された *C. zelkowae* の分生子梗および分生孢子) $\times 400$
- B~C. Conidiophores and conidia of *Cercospora zelkowae* produced on the overwintered diseased leaves of *Zelkova serrata*. Collected and photographed on May 20, 1960. (越冬病落葉上に形成された *C. zelkowae* の分生子梗および分生孢子, 1960年5月20日採集および撮影)
- D. Spermatogonium in the tissue of overwintered diseased leaf of *Zelkova serrata*. (越冬病落葉内に認められるスperlモゴニウム) $\times 400$
- E. Perithecium of *Mycosphaerella* sp. in the tissue of overwintered diseased leaves of *Zelkova*

- serrata*. (越冬病落葉内に認められる *Mycosphaerella* sp. の子囊殻) × 400
- F. Ditto. (同上) × 680
- G. Mycelial colonies of *Cercospora zekowae* (right) and *Mycosphaerella* sp. (left) on potato agar, after about 1 month at 25°C. (ジャガイモ寒天上の *Cercospora zekowae* (右) と *Mycosphaerella* sp. (左) の菌叢, 25°C, 約 1 カ月後) × 1.5

Notes on Some Leaf-Spot Diseases of Broadleaved Trees—V.*

Cercospora leaf-spot of *Zelkova serrata* MAKINO.

Kazuo ITÔ⁽¹⁾ and Yoshiyuki ZINNO⁽²⁾

(Résumé)

Cercospora zekowae HORI was first described by NAMBU in 1921 as the causal organism of "whitish spot" disease of *Zelkova serrata* MAKINO (Ulmaceae). This fungus was first found by NAMBU on leaves of this tree species collected in Tokyo, and subsequently determined by S. HORI as new to science. In the monographic works of CHUPP (1953) this species was described by a specimen collected by S. KATSUKI, a Japanese mycologist, in 1947.

Since "Haku-hanten-byô" (whitish spot disease) was proposed by NAMBU for the common name of the disease caused by this fungus, similar names such as "Shiro-hoshi-byô" and "Haku-han-byô" have been used by several Japanese pathologists (HARA 1927, KITAJIMA 1933). According to the present authors' observations, however, the typical symptom caused by the *Cercospora* is not "whitish spot", but brown spot, and therefore, confusion with another disease caused by *Septoria abeliceae* HIRAYAMA which was named in 1931 (HIRAYAMA 1931, ITÔ and HOSAKA 1952) might have resulted.

In spite of its common and widespread occurrence throughout Japan, no studies on the life cycle and physiology of this fungus have heretofore been made so far as the authors know, nor any experimental works as to the pathogenicity of the fungus. The present work was undertaken to study the disease with particular emphasis on the source of primary inoculum and pathogenicity of the causal fungus.

Symptoms of the disease

The disease affects not only nursery stocks but also adult trees. Severe damage occurs on young seedlings and stocks, and the leafspot is particularly evident in the nursery plantings.

* The fourth paper under this general title was published in Bull. Gov. For. Exp. Sta., 96, 37~68, 1957.

(1)(2) Laboratory of Forest Pathology, Government Forest Experiment Station, Meguro, Tokyo, Japan.

The disease is usually observed on the leaves of the lower parts of branches. After rainy weather in the summer, the damage of the disease appears very distinct.

Symptoms on naturally infected leaves, as well as artificially inoculated ones, are summarized as follows: Lesions are at first small, irregular, yellowish spots present on the leaf. The spots become larger, brownish, and at maturity show yellowish brown centers with yellowish or reddish brown borders. The spots are varyingly few in number or so numerous as to coalesce to form a brown large one and completely blight the affected leaves. Lesions on the upper surface of leaves are distinctly brown, mostly dull brown on the lower surface, and finally become grayish brown. In the case of severe infection, the diseased leaves are curled and frequently defoliated. The upper leaf surface of mature lesions are scattered with a number of minute dark greenish dots, fruit-bodies of the causal fungus (Plates 1, 2).

Morphology of the fungus

Stromata dark brown to black, fascicles usually dense; conidiophores olivaceous brown, straight or slightly curved, paler and more narrow toward the apex, 1~2 septate, not branched, $8\sim18 \times 2\sim4 \mu$; conidia almost hyaline, obclavate or only slightly attenuated, 2~3 septate, base obconically truncate, tip acute, sometimes slightly bent, $30\sim60 \times 2\sim4 \mu$ (Text-fig. 1, Plate 3 A).

Pathogenicity of the fungus

In order to make clear the pathogenicity of the fungus and to trace the symptomatic picture caused by the fungus, some inoculation experiments were undertaken.

1. Inoculation to *Zelkova serrata* The fungus culture which had been derived from the monoconidial isolate and cultured for one month on potato-dextrose agar was used as the inoculum. The fungus colonies from the plates were first broken up in sterile water, and then filtered through double sheets of cotton cloth. On May 28, 1958, adult leaves of *Zelkova serrata* were inoculated by atomizing with the fungus suspension onto the surfaces of the leaves, then being covered with polyethylen bags for 3 days. The check plants were sprayed with sterile water instead of the fungus suspension.

The first appearance of the symptoms appeared distinctly as yellowish spots with brown centers about 3 weeks after inoculation, and severe infection occurred at the end of one month. Conidiophores and conidia of the fungus were mostly found on the upper leaf surface about 5 weeks after inoculation. In severe degree of infection, there were no remarkable differences between the upper surface inoculation and the lower surface inoculation. All of the check plants remained healthy (Table 1, Text-fig. 2, Plate 2).

2. Inoculation to several tree species In 1959 and 1960, inoculation experiments were performed by the same method as in the previous experiment to the following tree species:

Ulmaceae—*Zelkova serrata*, *Aphananthe aspera*, *Celtis sinensis*, *Ulmus parvifolia*,

Platanaceae—*Platanus acerifolia*,

Ebenaceae—*Diospyros kaki*.

From the results of the experiments, no evidence has yet been obtained that all of the tree species except *Zelkova serrata* can be infected by the fungus (Tables 2, 3). It therefore seems clear that the fungus is selectively pathogenic toward *Zelkova serrata*.

Overwintering of the fungus

In the middle of November, 1956, 1957 and also 1959, numerous diseased leaves of *Zelkova serrata* which had been collected at Kamabuchi, Yamagata Prefecture were placed outdoors in Tokyo. Examinations of the material were made at intervals of about 10 days to trace the development of the fungus during the winter and the following seasons.

A few conidia remained rarely on the fallen diseased leaves in the first week of January. In early February, almost all of the conidia which had remained on the lesions of the fallen leaves disappeared. Dormant mycelia in the tissue of the leaves had developed to a new stroma in the middle part of April. Conidial production on the overwintered fallen leaves were usually observed from the middle of April to the end of June (Text-fig. 3, Plate 3 B, C). The newly formed conidia germinated well, and monoconidial isolates from them were readily obtained. Severe infection was induced by artificial inoculation with these single conidium isolates.

In March, small embedded fruit-bodies were formed in the lesions of decaying infected leaves. Apparently, these were spermogonia, which were filled with very small rod-shaped spermatia (Plate 3 D).

In the latter part of April, the authors frequently observed matured perithecia of a fungus belonging to the genus *Mycosphaerella* near the *Cercospora* lesions diseased in the previous year. Dimensions of this *Mycosphaerella* are as follows: Perithecia $53\sim78\times50\sim78\mu$; width of perithecial wall $8\sim9\mu$; asci $21\sim31\times5\sim6\mu$; ascospores $7\sim10\times2\sim3\mu$ (Text-fig. 4, Plate 3 E, F). Morphologic characteristics of this *Mycosphaerella* are neither accordant with those of *M. zelkowae* SYD. et HARA (1913), nor those of the *Mycosphaerella* found near the *Septoria* lesions on the overwintered leaves (Itô and HOSAKA 1952).

In mycelial colony on agar medium and pathogenicity, there were remarkable differences between *Cercospora zelkowae* and the *Mycosphaerella*, and genetic relationship between these two fungi was not present (Table 4, Plate 3 G).

Searches for the perfect stage of *C. zelkowae* have all failed, and then it may be said that the fungus commonly overwinters as dormant mycelia in dead leaves and primary infection is usually brought about by newly formed conidia on overwintered diseased leaves. Secondary infection throughout the season may be caused by conidia from the current season lesions.

Germination of conidia of the fungus

Germination test was made by Van Tieghem cell method using sterile distilled water. After 4 hours at 25°C., conidia swelled more or less, and usually produced germ-tubes from each end and occasionally from the sides within 6 hours (Text-fig. 5).

Conidia collected from diseased leaves were used to test germinability in the following nutrient solutions: Sterile distilled water, 2 per cent dextrose solution, *Zelkova*-leaf decoction and *Zelkova*-leaf decoction plus 2 per cent dextrose. Results obtained after 20 hours at 25°C. showed that conidia germinated equally well in all of the solutions tested, counting about 90 per cent (Table 5).

By the same method as in the previous experiments, effects of temperatures upon the germination of conidia were tested. From the results at the end of 7 hours, it may be said that an optimum temperature for germination lies between 25° to 28°C. (Table 6).

The effect of relative humidity upon the germination of conidia was examined by the procedure using salts in over-saturated aqueous solution. Results of the experiment obtained after 24 hours at 21°C. showed that the germination took place from 92 per cent to 100 per cent humidities with the most favorable in a saturated atmosphere, while conidia kept at 87 per cent and below failed to germinate (Table 7).

Mycelial colonies of the fungus on various media

The fungus was cultured on the following agar media: Potato sucrose agar, Saito's soy agar, bouillon agar, WAKSMAN's solution agar, *Zelkova*-leaf decoction agar and *Zelkova*-leaf decoction plus 2 per cent dextrose agar. Macroscopic appearances of the colonies observed after 7 days, 14 days and 24 days, respectively, are summarized in Table 8.

— Plate 1 —

