

カルミアの褐斑病

堀江博道・小林享夫*

Brown leaf spot of mountain-laurel, *Kalmia latifolia* L.,
caused by *Cercospora kalmiae* Ell. et Ev.

Hiromichi HORIE and Takao KOBAYASHI

Summary

- Occurrence of a new *Cercospora* leaf spot was observed on mountain-laurel (*Kalmia latifolia* L.) in Kagoshima, Kanagawa, Tokyo and Chiba Prefectures.
- Spots are produced on both of the upper and the lower leaf surfaces. They are circular to irregular in shape, 15–20mm in diameter, and are greyish brown to dark brown in color, with dark purplish brown to dark purplish red margin. Diseased leaves gradually defoliate and the overwintered ones fall off all at once during late spring through early summer. Many fruiting bodies are produced on spots. Stromata are globular to sub-globular, brown to dark brown, 42–138 μm in height, and 62–138 μm in width. Conidiophores are hyaline to pale olivaceous, straight to curved, with spore scars, 8–43 \times 2–4 μm in size. Conidia are hyaline to pale olivaceous, almost linear, straight to curved, with 1 to 12 septa, 32–120 \times 2–4 μm .
- Conidia could germinate between 10° to 35°C. The optimum temperatures for germination were 20° to 25°C, and germ-tubes developed well at 23° and 25°C. Conidia germinated under the moistened conditions at relative humidities more than 95%. Mycelial colony grew at the range of 7° to 27°C, with the optimum at 24°, 25° and 27°C.
- In the inoculation experiments, the fungus developed typical symptoms on the leaves of *Kalmia latifolia* after 20 day's incubation period, but no symptoms appeared on the other Ericaceous plants tested.
- Diseased leaves on trees have mature conidia on spots throughout the year. Overwintered or newly produced conidia on the diseased leaves can serve as a source of the primary infection during spring through summer.
- Judged from the similarity in the symptoms, morphological characteristics and pathogenicity, the *Cercospora* on *Kalmia* in Japan was identified as *Cercospora kalmiae* Ell. et Ev., which was originally reported from North America.

I 緒 言

カルミア（アメリカシャクナゲ、*Kalmia latifolia* L.）はアメリカ原産のツツジ科（Ericaceae）に属する常緑の小高木で、我国には明治時代に導入された。第二次世界大戦後から各地に普及されはじめ、現在では品種改良も行なわれて、北海道から九州まで広く栽植さ

れるようになった。特に近年は庭木や盆栽などの観賞樹木として需要が高まっている。

カルミアの病害については、アメリカではナラタケ病（*Armillaria mellea* Vahl ex Fr.），もち病（*Exobasidium vaccinii* Wor.），うどんこ病（*Microsphaera alni* DC. ex Wint. var *vaccinii* (Schw.) Salm.）など多くの種類が記載（Anonymous, 1960）されている

*農林水産省林業試験場樹病研究室

(Laboratory of Forest Pathology, Forestry and Forest Products Research Institute)

が、我国では筆者ら(1976, 1977)の報告した *Cercospora* 属菌による褐斑病が記録されているにすぎない。

褐斑病は葉に顕著な大型病斑を生じ、その後激しい落葉をひきおこすため、観賞価値をそこなうばかりではなく樹勢の衰退を引きおこす病害として、今後のカルミア栽培にも重大な障害を与えるものと思われる。そこで、本病の病徵、病原菌の形態、2,3の生理的性質、病原性、越冬形態について調査した。報告に先立ち種々の援助をいただいた農林水産省林業試験場北海道支場佐々木克彦氏、東京都農業試験場江戸川分場菅田重雄氏、鹿児島県庁勝善鋼氏、神奈川県園芸試験場相模原分場長高橋栄治氏および都立神代植物公園管理事務所関係各位に厚くお礼申し上げる。

II 病徵

はじめ葉に褐色の小型円斑を生じ、後に拡大し15~20mmの灰褐~濃褐色の大型円斑となる。周囲は濃紫褐~暗紫紅色の数mmの帶で明確に線どられる。病斑の周縁にひだができることが多い。葉縁から病斑が広がるときは、半円~扇状、あるいは互いに融合し、葉縁に沿って波形葉枯状の細長い病斑を形成する。病斑裏面は明褐色となり、周囲は1~2mmの明褐~暗紫色の帶で線どられ、緑色部と明確に区別できる。葉の表面の病斑には多数の分生胞子塊が群生し、灰綠~暗灰色すかび状を呈する。本菌は子座が大きく、分生胞子を大量に形成するために、肉眼的に標徴を容易に確認できる。裏面の病斑は単生する分生胞子の形成により、わずかに淡灰綠色微粉状を呈する(Figure 1)。

当年葉には7月頃から初期の発病が認められる。罹病樹は一年を通して病葉を着生しているが、病斑の伸展した病葉は秋から冬にかけて徐々に落葉し、翌年の晩春~初夏には越冬病葉がいっせいに落ちてしまう。罹病樹はほとんど全葉に発生する大型病斑と激しい落葉のために、生育が著しく阻害される(Figure 2)。

III 病原菌の形態

子座: 球~亜球形で葉の表面の表皮細胞内に生じるが、発達すると角皮を破って表面に裸出し、また柵状組織を圧迫する。裏面では子座を形成することなく、分生子柄および分生胞子が単生する。褐色の厚膜細胞からなり、下部の柵状組織との隣接部には濃褐色の数層の小型厚膜細胞が見られ、葉肉細胞部と明確に境する。子座の大きさは高さ42~138(平均81)μm、幅62~138(同92)μm。

分生子柄: 真直~湾曲あるいはわずかに屈曲し、基部はやや着色するが、頂端は淡黄~無色で胞子痕が認めら

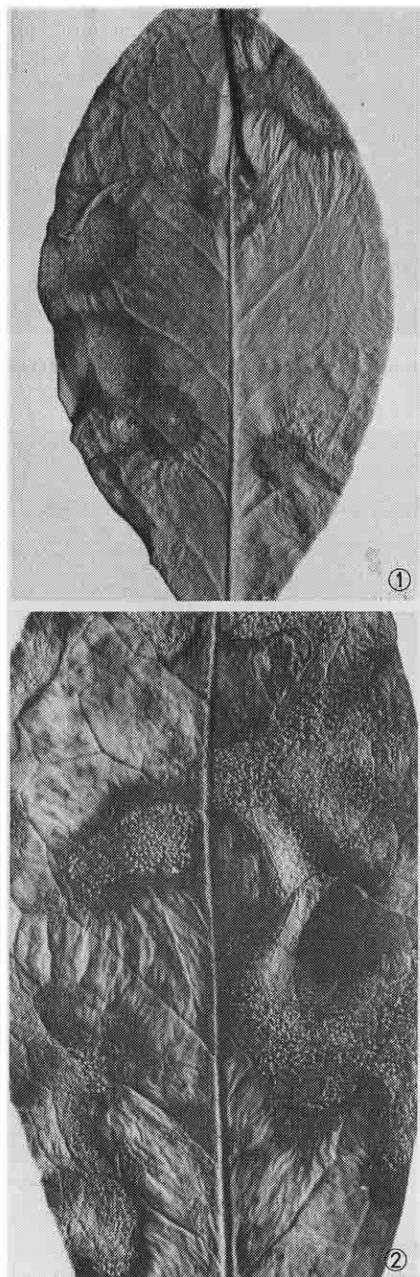
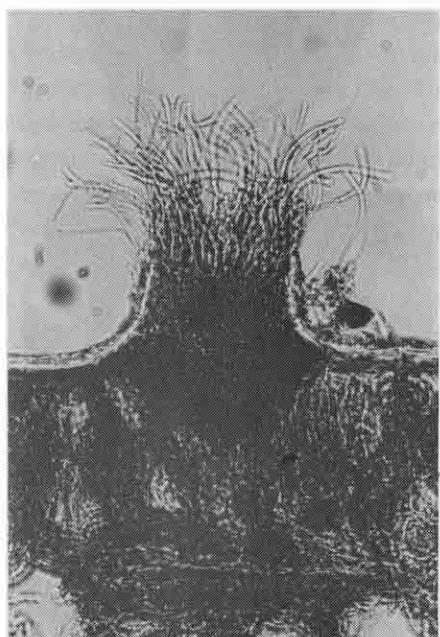


Figure 1. ①: Early stage of the disease.
②: Heavily stage showing white dots of conidial masses.

れる。隔膜は①個有することがあり、大きさは8~43×2~4(平均18×2.7)μm。

分生胞子: 細長く、円柱~円柱状倒棍棒形で無~淡黄色。大部分の胞子は一方向にゆるやかな湾曲を見るが、一部はS字形にカーブする。1~12個の隔膜を有し、大

Figure 2. Diseased shrubs of *Kalmia latifolia* L.Figure 3. Stroma, conidiophores and conidia of *Cercospora kalmiae* Ell. et Ev. on *Kalmia latifolia* L.

大きさは $32 \sim 120 \times 2 \sim 4$ (平均 72×2.9) μm 。

病原菌の形態を Figure 3 および 5 に示した。

調べた標本：鹿児島県鹿児島郡吉田町，1975年3月14日，勝 善鋼採集；神奈川県相模原市横山神奈川県園芸試験場相模原分場，1977年4月11日，堀江博道採集；東京都調布市深大寺町都立神代植物公園，1975年5月8日，同8月13日，1977年9月26日，堀江博道採集；千葉県富来田町千葉県営馬来田苗畑，1975年10月4日，小林享夫採集。

IV 分生胞子の発芽と菌そうの生育

1. 発芽と温度

神代植物公園で1976年2月19日に採集したカルミア病葉上の分生胞子を供試して、分生胞子の発芽と温度の関係を調べた。採集2週間後に分生胞子をかきとり、硫酸銅水溶液を添加した殺菌蒸留水に浮遊させ、1%グルコース加用寒天平板培地に塗付したのち、各温度、暗黒下に保持した。24, 48および96時間後に、分生胞子の発芽率と発芽管長を計測した。発芽率については各プロット2カ所で合計336～1032個について調査し、発芽管長は各プロットとも発芽胞子のうち、任意に30個について最長発芽管長を測定した。

24時間および48時間後の発芽率と発芽管長の平均を Figure 4 に示した。24時間後では15から30°C の間で発芽が認められ、発芽適温は20から25°C であった。5, 10および35°C では発芽しなかった。48時間後では10°C で60%近く発芽したが、35°C では2%の発芽率であった。発芽管伸長には23および25°C が適した。96時間後では10°C で

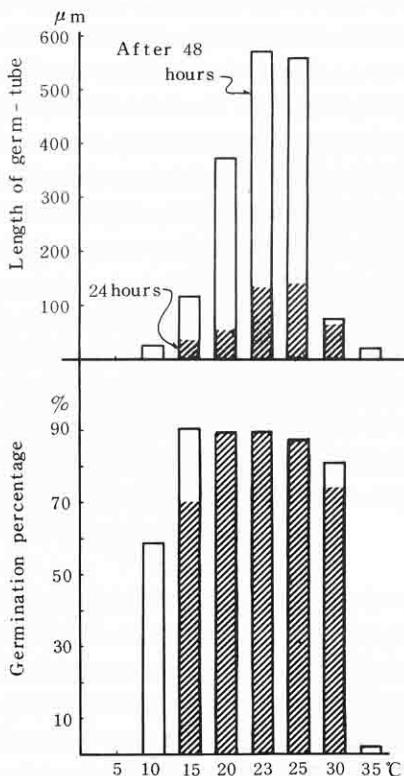


Figure 4. Germination of conidia under various temperatures.

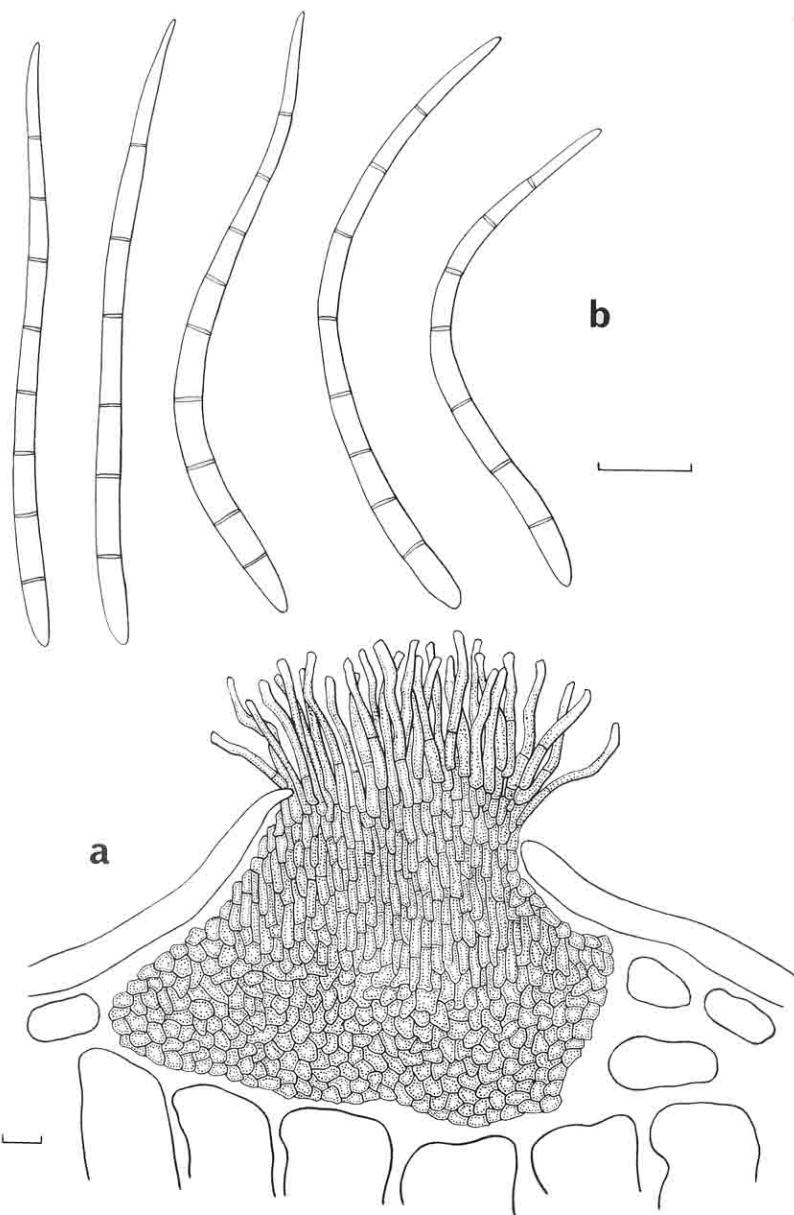


Figure 5. *Cercospora kalmiae* Eil. et Ev. on *kalmia latifolia* L.

a : Stroma and conidiophores. b : Conidia. (Scales=10 μ m)

84%, 35°Cで58%に発芽率が高まっている。5°Cでは7日後でも胞子発芽はまったく認められなかったが、8日目に23°Cに移したところ、24時間後には80%の発芽率を得た。一方35°Cに48あるいは96時間保った後、23°Cに48時間保持した場合の発芽率は、それぞれ53, 63%となり、初めから23°Cに48時間保持した場合に比べて低く、発芽管長も短

かった。

以上のことから、本菌分生胞子の発芽は10から35°Cの間で認められ、適温は20から25°Cであった。発芽限界温度の下限は5から10°Cの間で、上限は35°C以上にあると思われる。また、35°Cに一定時間以上置かれると、分生胞子の一部は発芽能力を失ない、発芽した胞子も発

Table 1. Germination of conidia under various atmospheric moisture.

Regulator	Relative humidity	Germination percentage	Length of germ-tube
H ₂ O (without dry)	(control)	64%	80 μm
H ₂ O	100%	64	49
K ₂ SO ₄	98	54	49
Na ₂ HPO ₄ • 12aq	95	51	39
K ₂ HPO ₄	92	0	—

芽管伸長能力が低下すると考えられる。

2. 発芽と湿度

分生胞子の発芽と湿度の関係を調べた。1976年5月11日に神代植物公園でカルミア病葉を採集し、5°Cの冷蔵庫に保存した。2週間後に病斑上の分生胞子をかきとつて胞子浮遊液を作成し、その1滴をスライドグラス上にとり、風乾後、Table 1に示した各種塩類を飽和に溶解させて所定の湿度に調整したデシケータ内にセットした。20°C、暗黒下に24時間保持した後、発芽率は各区2プロット合計494個から747個を計数し、発芽胞子の30個については最長発芽管長を測定した。

湿度100%での発芽率は64%で、対照とした水滴中の発芽率と同程度であり、湿度98および95%でも発芽率は50%以上に達した。しかし発芽管長については各湿度区とも水滴中の伸長に劣った。湿度92%では72時間後でもまったく発芽が認められなかった。

3. 菌そうの生育と温度

菌そうの生育と温度の関係を調べた。カルミア病斑上の分生胞子から分離培養した菌そうを破碎して殺菌蒸留水に懸濁させ、その1白金耳をPSA平板培地に接種した。2回の試験を行ない、1回目は温度区を5, 10, 15, 20, 23, 25, 30, 35°Cとし、2回目は一部の区の温度設定を変更して、7, 10, 15, 20, 24, 27, 32°Cとした。いずれも暗黒下で31日間培養した。

結果はFigure 6および7に示した。菌そうの直径をみると、1回目の試験では25°Cで最高の生育を示し、次いで23°Cであった。5, 30, 35°Cでの生育は認められなかった。2回目の試験では24°Cが最高で、27°Cも同程度の生育を示した。7°Cでは菌糸が培地表面に薄く生育しただけで、明確な菌そうとはならなかった。32°Cでは生育がまったく認められなかった。また培養31日目の菌そうを80°Cで一昼夜乾燥させ、菌そうの乾燥重を指數であらわしたが、菌そうの直径と同様に24°Cが最高で、次いで27°Cで

あった。

30°C以上では菌そうの生育は認められないが、分生胞子の発芽と温度の関係を調べた結果では、上述のように30°Cで高率に発芽し、35°Cでも発芽が認められた。そこで30°Cで発芽した分生胞子をPSA斜面培地に10本ずつ單胞分離し、23°Cと30°Cで培養したところ、23°Cではすべて菌そうを形成したが、30°Cではいずれも生育が認められなかった。30°Cで20日間培養したのち、23°Cに移したが、

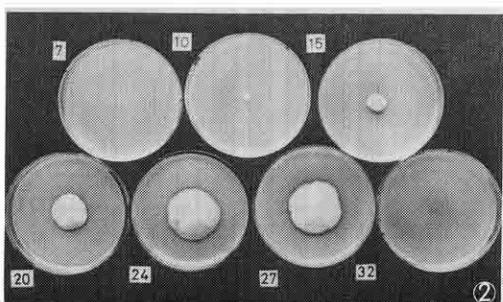
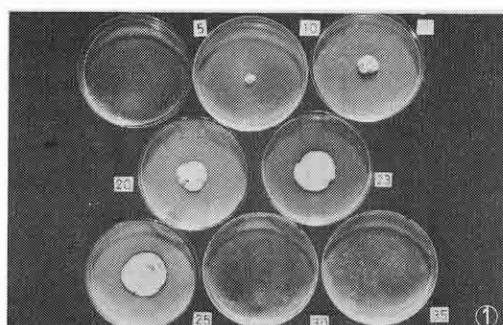


Figure 6. Growth of colony on PSA under various temperatures.
① : Experiment - 1.
② : Experiment - 2.

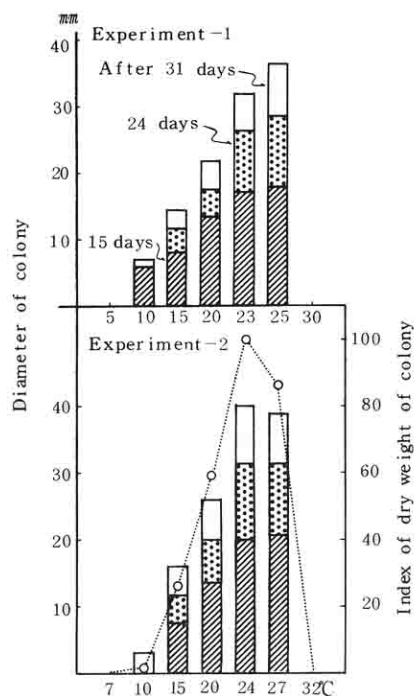


Figure 7. Growth of colony on PSA kept under various temperatures.

Table 2. Results of the inoculation experiments to Ericaceous plants.

Inoculated plant species	Susceptibility
<i>Kalmia latifolia</i> L. (カルミア)	+
<i>Enkianthus campanulatus</i> (Miq.) Nichols. (サラサドウダン)	-
<i>Ledum palustre</i> L. var. <i>diversipilosum</i> Nakai (イツツジ)	-
<i>Menziesia multiflora</i> Maxim. var. <i>purpurea</i> (Makino) Ohwi forma <i>glabrescens</i> (Nakai) Ohwi (フジツリガネツツジ)	-
<i>Rhododendron hybricum</i> Hort. (セイヨウシャクナゲ)	-
<i>R. indicum</i> (L.) Sweet (サツキツツジ)	-
<i>R. keiskei</i> Miq. (ヒカゲツツジ)	-
<i>R. kiusianum</i> Makino (ミヤマキリシマ)	-
<i>R. kiyosumense</i> Makino (キヨスミツバツツジ)	-
<i>R. makinoi</i> Tagg (ホソバシャクナゲ)	-
<i>R. metternichii</i> Sieb. et Zucc. var. <i>yakushimanum</i> (Nakai) Ohwi (ヤクシマシャクナゲ)	-
<i>R. mucronulata</i> Turcz. var. <i>ciliatum</i> Nakai (ゲンカイツツジ)	-
<i>R. pulchrum</i> Sweet var. <i>speciosum</i> Hara (オオムラサキ)	-
<i>R. wadanum</i> Makino (トウゴクミツバツツジ)	-
<i>R. yedoense</i> Maxim. var. <i>yedoense</i> (ヨドガワツツジ)	-

- : No symptom, + : Susceptible.

いずれの樹種も発病しなかったが、有傷接種ではカルミアのみに病原性を示した。

カルミアの中にも個体によって感受性にかなりの違いがあり、接種しても発病しない株も存在した。このことは自然状態でも認められ、激しい罹病樹に隣接する株が発病していないことが観察されている。

VII 病原菌の越冬形態

病原菌の越冬形態を確認するために、1975年11月から翌年6月までのカルミア着生病葉上の分生胞子の有無と発芽率を調べた。あわせて、11月に分生胞子を大量に形成している病葉を採集し、雨のかからない野外（百葉箱内）に静置して、翌春まで胞子の発芽を検討した。

バクテリアの発生を抑制するために硫酸銅水溶液を添加した殺菌蒸留水に浮遊させた分生胞子を、1%グルコース加用寒天平板培地に塗付し、23°C、48時間、暗黒下に保持したのち、発芽率を測定した。結果はTable 3に示した。

着生病葉では、冬季でも病斑上の子座に多くの分生胞子が認められた。4月3日には分生胞子の着生が少なかったが、これは3月の第6半旬に36mmの降雨が断続的にあったことが、分生胞子の消失に大きな影響を与えたものと推察される。同日採集した病葉を一夜、20°C、湿室下に保ったところ、子座上に多くの分生胞子を新たに形成した。着生病葉上の分生胞子の発芽率は高く、70から96%であった。一方1976年11月に採集し、百葉箱内に保持した病葉上の分生胞子も、翌春6月まで72%以上の発芽率を示した。この結果、秋季に形成された分生胞子も翌春まで発芽能力を保持することが認められた。

これらのことから、カルミアの褐斑病菌は病斑上の分生胞子の形態で越冬し、これが翌春の第一次伝染源として重要な役割をはたすと思われる。また分生胞子が飛散した場合も、子座の形態で生存し、春季に適温適湿を得て、子座上に分生胞子を新たに形成する。

なお夏から秋にかけても病斑上に分生胞子が大量に生じており、年間を通して分生胞子が確認された。完全世代について形成を確認できなかった。

VII 病原菌の分類的考察

カルミアの褐斑病菌は不完全菌類の一種で、先に述べた形態的特徴から、*Cercospora*属に所属する。我国ではツツジ科植物に寄生する*Cercospora*属菌として、ツツジ・シャクナゲ類 (*Rhododendron*属) の葉斑病を起こす *Cercospora handelii* Bubák (香月, 1965), ネジキ (*Lyonia*属) の褐斑病をおこす *C. lyoniae* Katsuki et

Table 3. Germination ability of conidia on the diseased leaves of *Kalmia latifolia* L.

Date tested	Diseased leaves on trees	Diseased leaves in shelter box*
Nov. 19, 1975	++**	96%
Dec. 29, "	++	85
Feb. 22, 1976	++	70
April 3, "	+	78
May 17, "	++	92
June 25, "	++	85
		++ 72

* Collected on November 11, 1975, at Jindai Botanic Garden, Tokyo.

** Amount of conidia ; ++: abundant, +: sparse.

Kobayashi (香月・小林, 1975) よりアメリカイワナンテン (*Leucothoe*属) の紫斑病をおこす *C. leucothoe* B. H. Davis (小林, 1975; 香月・小林, 1977) の3種が記載されているが、他のツツジ科植物には *Cercospora* 属菌の発生の記録はなかった。

Chupp (1953) はツツジ科植物に寄生する *Cercospora* 属菌として下記の9種をリストアップしている。

- ① *Cercospora epigaeae* Ell. et Dearness (= *C. epigaeina* Davis) : イワナシ属 (*Epigaea*) に寄生。
 - ② *C. gaultheriae* Ellis et Everhart (= *C. arctostaphyli* Davis) : シラタマノキ属 (*Gaultheria*) に寄生。
 - ③ *C. gay-lussaci* Spegazzini : *Gay-lussacia* 属に寄生。
 - ④ *C. handelii* Bubák (= *C. rhododendri* Marchal et Verpl.) : ツツジ属 (*Rhododendron*) に寄生。
 - ⑤ *C. kalmiae* Ell. et Ev. : カルミア属 (*Kalmia*) に寄生。
 - ⑥ *C. leucothoe* B. H. Davis : イワナンテン属 (*Leucothoe*) に寄生。
 - ⑦ *C. molleriana* Winter : イチゴノキ属 (*Arbutus*) に寄生。
 - ⑧ *C. oxydendri* Tracy et Earle (= *C. oxydendri* Ell. et Ev.) : *Oxydendrum* 属に寄生。
 - ⑨ *C. sparsa* Cooke : カルミア属に寄生。
- これらのうちカルミアに寄生する *Cercospora kalmiae* および *C. sparsa* と我国のカルミア褐斑病菌の病徵および菌の形態を比較した (Table 4)。

Table 4. Comparison of the morphology of *Cercospora* spp. on *Kalmia latifolia* L.

Species	Stromata	Conidiophores	Conidia
a) <i>Cercospora</i> sp.	42–138 μm (Height) 62–138 (Width)	8–43 × 2–4	32–120 × 2–4
b) <i>C. kalmiae</i> Ell. et Ev.	50–150	5–25 (–40) × 2–4	20–65 × 2–4
c) <i>C. sparsa</i> Cooke	lacking or 25–75	only slightly elongated or 5–20 × 1.5–3	20–100 × 1.5–3

a) Authors; range of dimensions is based on 3 specimens in Tokyo and one in Kanagawa.

b, c) Chupp (1953).

Chupp (1953) の記載によると、*Cercospora sparsa* は葉の表面の病斑が不明瞭か、あるいは認められず、裏面では非常にまばらな暗色～黒色の2～6 mmの病斑となる。子座は欠除するか、あるいは球形、暗褐～黒色で25～75 μmと小型である。分生子柄はわずかに伸長するか、あるいは20 μmに達し、隔壁を生じ、ひざ状に屈曲する。分生胞子の痕跡や分枝は認められない。分生胞子は針～線状で、真直あるいは湾曲し、隔壁は不明瞭である。

我国で見出されたカルミアの褐斑病菌は、病斑と子座が明瞭で大きいこと；分生子柄が一樣で、伸長し、隔壁はまれで、ほとんど屈曲せず、胞子痕は明確であること；分生胞子には多数の隔壁を生じることから、明らかに*Cercospora sparsa* とは異なる種である。

一方、*Cercospora kalmiae* は、記載によると、葉に暗褐色、径4～10 mmの円状～不整形の病斑を形成する。病斑は葉縁に沿うと長くなる。時には病斑の縁にひだを生じる。子実体は明確に認められ、子座は球状、黒色で50～150 μmと大型である。分生子柄は無～淡オリーブ色で、真直ないし湾曲するが、ひざ状には曲がらない。隔壁はまれで、分枝はしない。分生胞子は無～淡黄オリーブ色で、線状、真直～ゆるやかな湾曲、S字状となり、不明確な隔壁が多数形成される。

この記載は、病徵および菌の形態とともに、我国のカルミアの褐斑病菌によく一致する。そこで筆者ら(1976)はカルミアの褐斑病菌を*Cercospora kalmiae* Ellis et Everhart と同定した。

なお、*Cercospora kalmiae* は1890年にJ. B. Ellis がアメリカ合衆国New Jersey州Newfieldで採集した *Kalmia latifolia* の病葉をもとにして、1891年にEllisおよびEverhartが記載した種である。宿主としては *Kalmia angustifolia* L. (sheep-laurel, lambkill) と *K. latifolia* の2種が知られている。アメリカでの分布はNew York州以南で、New Jersey州とPennsyl-

vania州に多い(Chupp, 1953; Anonymous, 1960)。我国では今までのところ、鹿児島、神奈川、東京、千葉の4都県に分布している。本病はおそらく導入病害であり、病苗木の移動によって分布が広がったものであろう。

VIII 摘要

1. カルミアに*Cercospora* 属菌による新しい病害(褐斑病)が発生している。本病は葉に明確な大型病斑を形成するとともに、激しい落葉をもたらし、株の生育を著しくそこなうところから、カルミアの重要な病害と考えられる。

2. 本菌の分生胞子の発芽は10から35°Cの間で認められ、20から25°Cが適温であった。発芽管伸長には23から25°Cが適した。湿度95%以上で発芽が認められた。菌そうは7から27°Cの間で生育可能で、生育適温は24から27°Cであった。

3. ツツジ科植物に本菌を接種したところ、カルミアだけに発病が認められた。

4. 病斑上には周年にわたって分生胞子が形成される。越冬は分生胞子および子座の形態で行なわれる。完全世代は確認できなかった。

5. アメリカでカルミア属植物に記載された*Cercospora* 属菌2種のうち、病徵および菌の形態的特徴から、我国のカルミア褐斑病菌を*Cercospora kalmiae* Ellis et Everhart と同定した。

引用文献

- (Anonymous), 1960 : Index of plant diseases in the United States, U. S. Dept. Agric., Agric. Handb. 165, 127–137.
 Chupp, C., 1953 : A monograph of the fungus genus *Cercospora*, P. 205–210.

堀江博道・小林享夫・佐々木克彦, 1976 : *Cercospora*
属菌による樹木の新病害 2種, 日植病報 42(3), 352-353
(講要).
——・佐々木克彦・小林享夫, 1977 : 都立神代植物
公園における緑化樹木の病害(続).. 森林防疫 26(3),
34-38,
香月繁孝, 1965 : *Cercosporae of Japan*, 日菌報特別号
1, 30.

——・小林享夫, 1975 : *Cercosporae of Japan and
allied genera*(Supplement 3). 日菌報 16(1),
1-15.
——・——, 1977 : 同上(4). 同上 17(3・4),
272-279.
小林享夫, 1975 : 緑化樹木の *Cercosposa* 属菌による斑
点性病害, 植物防疫 29(8), 318-322.