

イチゴ炭そ病菌 *Glomerella cingulata* (= *Colletotrichum gloeosporioides*) 分生子の飛散および障壁による防除効果

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者名	岡山, 健夫
発行元	日本植物病理學會
巻/号	60巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 113-118
発行年月	1994年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



イチゴ炭そ病菌 *Glomerella cingulata* (= *Colletotrichum gloeosporioides*) 分生子の飛散および障壁による防除効果

岡山 健夫*

Ken'ō OKAYAMA* : Effect of Barrier on Rain Splash Dispersal of
C. gloeosporioides from Infected Strawberry Plant

Abstract

Strawberry plants infected with *C. gloeosporioides* which causes anthracnose were placed in nursery beds to investigate the relation of the disease spread and the effect of some physical barriers. The dispersion distance of conidia of the pathogen was examined by the appearance of early disease symptoms, black leaf spots, on leaves in every direction. Disease incidence on leaflets and petioles was severe under 0.5 m horizontally from the inoculum source, and conidia dispersed more than 3 m in heavy rain. Vertical spread of disease incidence decreased at a distance from the inoculum source, especially far from 60 cm. Barriers of plastic film over 40 cm high were effective to prevent the disease spread on strawberry plants. Leaf spots developed when leaflets were inoculated with more than 10^2 conidia/young leaflet. The number of black leaf spots appeared was correlated with the concentration of conidia in the inoculum ($r=0.63$, $p=0.01$). Thus, it was shown that barriers are useful to protect strawberry plants from anthracnose infection on the leaflets due to rain dispersion even in heavy rain.

(Received August 2, 1993)

Key words: *Fragaria* × *ananassa*, *Glomerella cingulata*, *Colletotrichum gloeosporioides*, disease spread, protection, barrier.

緒 言

近年、イチゴ炭そ病はわが国の主要品種に多発し、イチゴの病害のなかでは最重要な病害とされている。本病は育苗圃および本圃において高温多湿期に葉身や葉柄、ランナーに発病し、また根冠部が侵されて株の急性萎ちょう症状の被害を起こして問題になっている^{4,5,9,12)}。

Colletotrichum 属菌による炭そ病と降雨との関係は古くから知られ、分生子は降雨によって飛散し蔓延する^{1,2,11)}。イチゴ炭そ病菌の降雨による飛散は、降雨シミュレーターを用いて調べられ、*Colletotrichum acutatum* による炭そ病の分生子がしぶきによって飛散し、降雨量や降水時間、地面被覆の影響が明らかにされている^{13,14)}。しかし、これらの報告は露地イチゴの果実被害防止が目的で、降雨装置を用いているために

伝染源からの距離が 80 cm と至近範囲の調査にとどまっている。一方、わが国での本病の発生は主に苗の発病が問題で、育苗圃において急激な蔓延を防止する方策が求められている。本病は高温期の降雨時に分生子が飛散して葉に汚斑状の小黒点を形成することが知られ、初発生を警告する目印となる^{2,3)}。そこで、本論文では、育苗圃でこの病徴を観察して分生子の飛散距離および高さを調査し、障壁による飛散抑止効果を明らかにした。併せて分生子の接種濃度と病斑数との関係を調査して飛散胞子数を推定した。本論文の一部は平成 3 年度日本植物病理学会大会で報告した⁷⁾。

実験材料および方法

接種 品種女峰を用い、伝染源作成のための株への接種は、 10^5 胞子/ml の分生子懸濁液を株当たり 10 ml 噴霧した。接種濃度と病斑数との関係を調査するため

* 奈良県農業試験場
634 Japan

Nara Prefectural Agricultural Experiment Station, 88, Shijo-cho, Kashihara, Nara Pref.

の小葉への接種は、展開した上位3葉に滅菌水で所定濃度に希釈した分生子懸濁液を小葉当たり $10\ \mu\text{l}$ 滴下し、滅菌したガラス棒で葉表全体に塗抹した。接種後は 30°C で過湿状態の陽光定温器内に6日間置いた。小葉に対する接種試験は濃度当たり3株を供試し、2回反復した。

伝染源 *Colletotrichum gloeosporioides* は1987年に奈良県大和郡山市のイチゴ炭そ病発生圃場から採取した自然発病株より分離した。伝染源の作成は、分離菌株をショ糖加用ジャガイモ煎汁 (PS) 液体培地で 25°C , 10日間振とう培養し、2重のガーゼでろ過して得られた分生子懸濁液を滅菌水で 10^5 孢子/ml に希釈調製し、株当たり10 ml を噴霧接種した。接種後の株は 28°C の温室に24時間置いた後、ガラス室で発病させ伝染源に供した。

発病株からの分生子飛散による距離および高さ別発病試験 分生子の水平方向への飛散距離の試験は、1990年および1991年の2か年にわたって行った。

1990年には圃場中央に発病株4株を置き、東西南北方向に0.5 m間隔で2.0 mまでの各地点に健全株を2鉢ずつ連続して配置した。1991年には伝染源から3.0 mまでの各地点に独立して発病株および健全株を配置した (Fig. 1)。

分生子の垂直方向への飛散距離は、1990年および1992年に台上に置いた健全株の発病を観察して調査した。すなわち、1990年には農業試験場内の圃場に発病株2株を置き、発病株から高さ35~75 cm離れた台上に健全株を2鉢ずつ配置した。台上の健全株は発病株から水平方向に15 cmおよび50 cm離れた位置に置いた。1992年には炭そ病が発生した育苗圃に15~80 cmまでの高さに置いた健全株の発病を調査した。

1990年には7月中旬から6週間暴露し、試験期間中に6回降雨があり、最高27.5 mm、計39.5 mmの降水量があった。1991年の降雨および降水量は7月中旬から3週間に3回、計11.5 mm、9月上旬から3週間に台風の影響で9回、計155 mmの降水量があった。1992

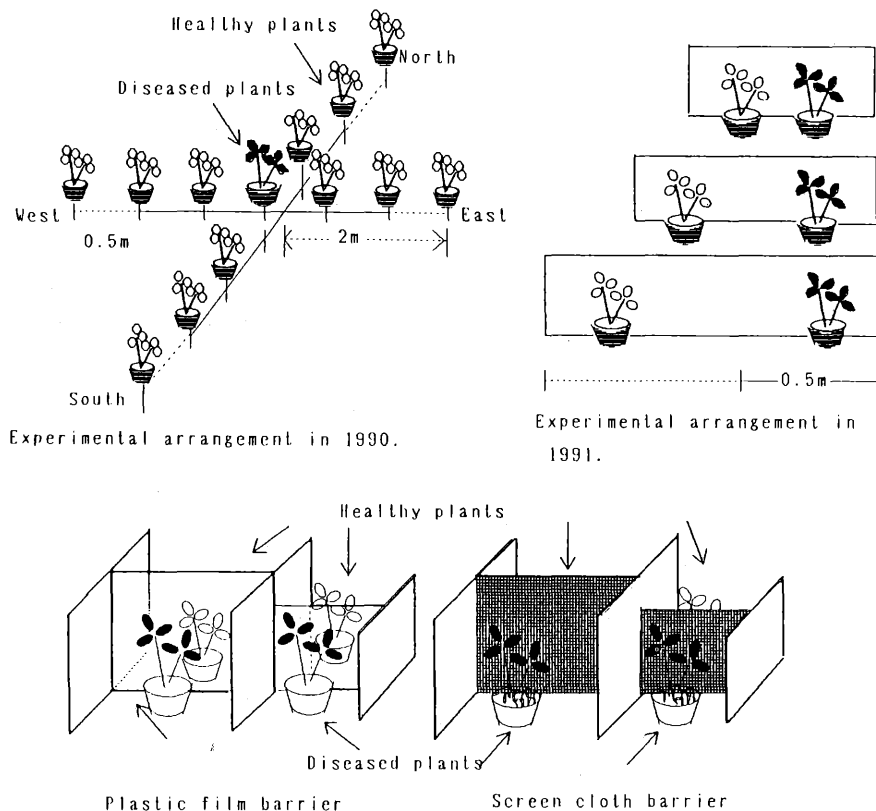


Fig. 1. Overview of experimental arrangements of inoculum and healthy plants. Barriers made of plastic film and screen cloth.

年には8月上旬から2週間に6回、計48.5 mm、後半の2週間に6回、計100.5 mmの降水量があり、暴露3週間後に台風が接近した、暴露期間中にはあらゆる方向から風があり、最大風速は10 mであった。

障壁の種類、高さおよび距離 分生子の飛散を防止するために、障壁を用いて発病株から健全株への伝搬抑止効果を調べた。障壁資材はプラスチックフィルム(厚さ0.1 mm、幅2 m)および寒冷紗(黒色、600番、0.24 mm メッシュ)を用い、地面から20 cm毎に80 cmの高さまでの障壁を設置した(Fig.1)。障壁は南北方向に設置し、各高さの障壁の西側に発病株3株を置き、反対側に健全株を3鉢ずつ配置した。同時に、試験期間中の分生子の飛散距離を調べるために、発病株から0.5 m間隔に2.5 mの位置まで健全株を置いて発病を調査した。試験区は9月上旬に設置し、下旬に発病を調査した。試験期間中に9回、最高97 mm、計315 mmの降水量があり、暴露期間中の風速は最大10 mであった。

調査方法 完全に展開した上位3葉柄および9小葉の発病の有無を調査し、発病葉柄率、発病小葉率を算出した。小葉の病斑は完全展開葉を上位から順に幼葉、

中位葉、成葉に分け、それぞれ汚斑状の黒点数を調査した。圃場試験では小葉の発病程度を4段階に分け、以下の基準で発病度を算出した。

0: 小葉の発病なし、1: 病斑数3未満、2: 病斑数3以上10未満、3: 病斑数10以上。

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{程度別発病指数} \times \text{同葉数})}{3 \times \text{調査葉数}} \times 100$$

結 果

分生子の水平飛散

1990年に暴露した健全株は東西南北いずれの方向の株にも連続的に発病し、接種源を中心に同心円状に発病が拡大した。発病程度は接種株に近接した株で激しく、0~2.0 mの位置に置いたすべての供試株に発病が認められた。接種株から離れるほど発病程度が軽減され、伝染源から1.5 m離れた位置では葉柄の発病が認められず、小葉の発病も伝染源から離れるほど漸減した(Table 1)。1991年に暴露した株は1.5 mまでの株に発病したが、7、8月中の降雨回数が少なく、発病程度は軽微であった。しかし、9月には降水量が多く、台風後には小葉に激しく発病し、3.0 m離れた株にも病斑が認められ、距離にかかわらず高率に発病した(Table 2)。

発病株からの分生子飛散による高さ別発病程度

1990年の暴露では0~35 cmの高さに置いた株の小葉が高率に発病し、発病程度も甚だしかった。35 cmの高さでは水平方向に15 cmの距離をおいた株だけで

Table 1. Mean horizontal incidence of strawberry anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (1990)^{a)}

Direction	Distance from inoculum(m)	Diseased petioles (%)	Diseased leaves (%)	Disease severity
North	0.0	100	80	62
	0.5	10	44	29
	1.0	0	29	21
	1.5	0	26	15
	2.0	0	15	5
South	0.0	100	100	100
	0.5	14	47	31
	1.0	0	23	11
	1.5	0	10	4
	2.0	0	7	2
West	0.0	33	80	62
	0.5	7	35	29
	1.0	0	29	10
	1.5	0	6	2
	2.0	0	8	3
East	0.0	50	67	56
	0.5	7	54	41
	1.0	14	48	32
	1.5	0	17	11
	2.0	0	25	8

a) Potted plants were exposed in the open field for 6 weeks from July to August.

Table 2. Mean horizontal incidence of strawberry anthracnose caused by *C. gloeosporioides* (1991)^{a)}

Exposed period ^{a)}	Distance from inoculum(m)	Diseased petioles (%)	Diseased leaves (%)	lesions /leaflet
Mid Jul.	0.0	13.3	37.8	0.6
	0.5	0.0	14.6	0.2
Early Aug.	1.0	0.0	8.3	0.2
	1.5	0.0	4.2	0.1
	2.0	0.0	0.0	0.0
	3.0	0.0	0.0	0.0
Early Sept.	0.0	58.3	75.0	5.7
	1.5	0.0	55.6	5.4
	2.0	16.7	38.9	2.1
Late Sept.	2.5	0.0	58.3	5.4
	3.0	0.0	63.9	4.2

a) Potted plants were exposed in the nursery beds for 3 weeks from mid July to early August, 3 weeks from early September, 1991, when the typhoon

なく、50 cmの距離にある株の小葉も同程度に発病した。一方、伝染源からの垂直距離が60 cm以上離れると発病小葉率が6%以下と顕著に減少し、75 cm離れるとまったく発病が認められなかった。葉柄の発病は地面に置いた水平方向に15 cm離れた株でのみ認められ、水平方向に50 cm離れた株や35 cm以上の高さの台上に置いた株は発病しなかった。以上に述べたように、分生子の垂直方向への飛散距離は35 cmまでの範囲で激しく、60 cm以上では顕著に減少した(Table 3)。

1992年の暴露試験では、台風の接近に伴う降雨の前で発病程度が顕著に異なった。接近前の2週間の暴露では60 cm以上の高さに置いた株にはまったく発病が認められず、45 cmの高さの株に形成した小葉病斑数はごく僅かに抑えられ、小葉の病斑数は株の位置が高まるほど小葉の病斑数が減少した。しかし、台風

の通過後には高位の株にも発病し、80 cmの台上の株にも小葉に病斑が形成された(Table 4)。

障壁の種類、高さおよび距離と防除効果の関係

試験期間中に台風が来襲し、その後急速に発病が拡大した。このため、障壁の設置していない圃場では水平方向に1.5 m以内の範囲に置かれた株が激しく発病し、2.5 mの距離にある株の小葉にも発病が認められた。

プラスチックフィルム障壁区では、障壁を隔てて伝染源と接しているにもかかわらず発病が減少し、高い防除効果が認められた。プラスチックフィルム障壁の高さは40 cm以上で発病小葉率が28%以下、発病度が7以下に抑えられ、無処理区の発病小葉率74%、発病度62に比べて発病が顕著に抑えられた。高さ20 cmの障壁では葉柄に発病しなかったが、小葉は67%が発病し

Table 3. Mean vertical incidence of strawberry anthracnose caused by *C. gloeosporioides* (1990)^{a)}

Distance from inoculum(cm)	Height from inoculum(cm)	Diseased petioles (%)	Diseased leaves (%)	Disease severity
15	0	43	62	59
	35	0	47	26
	60	0	6	2
	75	0	0	0
50	0	0	44	32
	35	0	28	12
	60	0	0	0
	75	0	0	0

a) Potted plants were exposed in open field for 6 weeks from mid July to August.

Table 5. Effect of barriers on the splash dispersal of *C. gloeosporioides*^{a)}

Material of barrier	Height of barrier(cm)	Diseased petioles (%)	Diseased leaves (%)	Disease severity
Plastic film	0	47	74	62
	20	0	67	22
	40	0	15	5
	60	10	28	7
	80	0	7	5
Screen cloth	0	67	89	78
	20	60	78	69
	40	53	81	64
	60	53	85	75
	80	0	30	15

a) Potted plants were exposed in the open field for 3 weeks from early September.

Table 4. Mean vertical incidence on leaf lesions of strawberry anthracnose caused by *C. gloeosporioides* (1992)^{a)}

Height from inoculum(cm)	Lesions/leaflet					
	2 weeks after exposure			4 weeks after exposure ^{a)}		
	Younger	Middle	Elder	Younger	Middle	Elder ^{b)}
0	5.7	1.9	1.0	9.4	12.2	8.0
15	0.4	0.3	0.3	4.2	3.2	5.4
25	0.0	0.8	0.6	0.0	2.8	2.4
35	0.0	0.2	0.0	1.3	0.3	0.8
45	0.0	0.4	0.2	2.5	2.4	1.2
60	0.0	0.0	0.0	0.8	0.2	0.2
80	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.8

a) Strawberry plants were exposed in the open field for 4 weeks from early August to September. The typhoon struck 3 weeks after the exposure.

b) Younger, middle and elder indicate leaflets in developed three leaves, respectively.

Table 6. Relationship between inoculum density of *C. gloeosporioides* and number of lesions on strawberry leaves

Inoculum density	Lesions/leaflet			Mean
	Younger	Middle	Elder ^{a)}	
1×10 ⁵	10.8	7.8	2.1	6.9
5×10 ⁴	11.6	3.8	1.6	5.6
1×10 ⁴	8.3	0.0	0.0	2.8
5×10 ³	6.7	2.2	1.0	3.3
1×10 ³	7.9	1.1	1.3	3.4
5×10 ²	0.8	0.0	0.0	0.3
1×10 ²	0.3	0.0	0.0	0.1
5×10	0.0	0.0	0.0	0.0
1×10	0.0	0.0	0.0	0.0

a) Younger, middle and elder indicate leaflets in developed three leaves, respectively.

抑止効果は不十分であった。

寒冷紗障壁は60 cm以下の高さで小葉が高率に発病し、抑止効果が認められなかったが、80 cmの高さでは小葉の発病は30%に抑えられ葉柄に発病が見られなかった (Table 5)。

接種孢子密度と汚斑状病斑の関係

分生子を塗抹した小葉には3日後から褐色～黒色の汚斑状の小斑点を形成した。病斑は直径0.5～2 mmで若い葉に激しく形成され、葉齢が高いほど減少した。完全に展開した幼葉は1小葉当り10²個以上の接種孢子密度で病斑を形成し、中位葉、成葉はいずれも10³個以上の分生子接種で発病した。小葉当りの接種孢子数(y)と病斑数(x)の間には $\log y = 2.53 + 0.22x$, ($r = 0.63$, $p = 0.01$)の関係式が得られた (Table 6)。

考 察

炭そ病菌は高温時の降雨によって伝搬し、発病が助長されることがよく知られ¹⁰⁾、また、高温多湿時に病斑上に分生子層を形成し、雨滴によって飛散する⁴⁾。しかし、飛散距離について調べられた報告は少なく、さらに育苗圃において飛散による苗の被害を防ぐ有効な方法もこれまでに考案されていない。

雨滴による飛散については降雨シミュレーターを用いた実験によって、果実被害が伝染源から60 cmの範囲では距離が離れるほど減少し、降雨時間、風速、風向が発病に影響し¹³⁾、地表面の被覆が果実の発病を抑えることが知られている¹⁴⁾。小葉に形成する黒色病斑(黒点症状斑)は育苗圃における初発生の目印となり^{2,3)}、本実験ではこれを観察して1990年から3年間圃場での飛散距離を調査した。分生子は降雨によって

飛散し、飛散範囲は降雨シミュレーターによる結果と同様に伝染源から同心円状に広がり、伝染源から水平方向に1.5 mの範囲内で激しかった。発病は伝染源から離れるほど軽微になるが、大雨時には雨滴によって広範囲に飛散することが明らかになった。

垂直方向に置いた株も同様に、伝染源から離れるほど発病程度が軽減し、水平方向に比べて発病が顕著に抑えられた。すなわち、同一の高さに置いた健全株は水平方向に離れても発病は変わらず、垂直方向に60 cm離れると発病率、発病度ともに激減した。大雨時の飛散についても60 cm以上の高さでは病斑数が明らかに減少しており、水平方向に比べて発病が抑えられた。

垂直方向への飛散距離をもとに障壁による防除効果を検討した結果、40 cm以上のプラスチックフィルム障壁によって葉柄および小葉の発病が顕著に抑えられることが明らかになった。分生子の伝搬は障壁が高いほど減少し、80 cmの高さの障壁で効果が最も高かった。試験中には大雨が数回あり降水量も多かったが、プラスチックフィルム障壁区は発病は抑えられたので、この方法で安定的な分生子の飛散抑止効果が期待できるものと考えられる。

汚斑状病斑の小黒点は、小葉当たり10²個以上の分生子を接種した時に形成され、黒点数と接種した孢子密度の間には相関関係が認められた($r = 0.63$, $p = 0.01$)。このことから、発病株には暴露期間中に伝染源から10²個以上の分生子が小葉に飛散し、発病株に接した株や強風雨時には小葉当たり10⁵個以上の孢子が飛散したと推定される。飛散は強風雨時を除くと伝染源を中心に2 mの範囲であり、1.5 mの範囲内には10²個の分生子が飛散したと考えられる。一方、プラスチックフィルム障壁区では発病株から健全株に飛散した小葉当たり10⁴個以上の孢子が、障壁によって10²個以下に抑えられたと推測される。

イチゴ炭そ病の発生は育苗圃において局部的に発生し、高温多湿時には初発生の箇所から急速に周囲の株に蔓延し、1週間に6 m以上拡大することを観察している⁹⁾。このような急激な病勢進展のために育苗圃では、定植直前の苗が全滅する圃場が頻繁にみられる。そのため、防除対策としては薬剤散布や雨よけ施設が利用されている^{3,5,6,9)}が、発生後の薬剤による防除効果は不十分であり、発生前から頻繁に薬剤散布を繰り返す必要がある。雨よけ育苗と底面給水を併用した育苗は顕著な発病抑止効果がある⁸⁾が、施設の設置や灌水設備が必要であり、適用できる圃場に限られる。本研

究で考案した障壁は圃場の立地条件に左右されず、発病後の緊急避難的な対応策としても適用できるので、普及しやすい防除法と考えられる。現実にはプラスチックフィルム障壁を設置した圃場では薬剤効果試験の精度が格段に向上しており、併せて本法は設置の簡便性、経費の面でも優れ実用性が高いと考えられる。

摘 要

炭そ病罹病イチゴ株を育苗圃に設置して、降雨による分生子の飛散距離とプラスチックフィルムを障壁とした発病抑止効果を調査した。分生子の飛散観察は、初発生時の病徴として小葉に形成される黒点症状で行い、水平および垂直方向の飛散距離を測定した。小葉および葉柄の発病は水平方向に0.5 m以内で激しく、

伝染源を中心に同心円状に拡大し、大雨時には分生子が3 m以上飛散した。垂直方向に置いた株の発病程度は伝染源から離れるほど低下し、60 cm以上になると顕著に発病が軽減された。葉および葉柄の発病は高さ40 cm以上のプラスチックフィルム障壁で抑えられ、障壁が高くなるほど抑止効果が高かった。分生子感染に伴う葉の黒点症状は、若い葉に対して小葉当たり 10^2 個以上の分生子を接種した時に現れ、接種胞子密度と展開した上位3葉の黒点数との間には相関関係が認められた($r=0.63$, $p=0.01$)。障壁は大雨時にも分生子飛散の抑止に有効であることが明らかになった。

農林水産省野菜・茶業試験場手塚信夫博士には御校閲をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

1. Fittell, R.D. and Peak, C.M. (1984). The epidemiology of anthracnose disease of mango: inoculum sources, spore production and dispersal. *Ann. appl. Biol.* 104: 53-59.
2. Howard, C.M. and Albregts, E.E. (1983). Black leaf spot phase of strawberry anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (= *C. fragariae*). *Plant Dis.* 67: 1144-1146.
3. Howard, C.M., Maas, J.L., Chandler, C.K. and Albregts, E.E. (1992). Anthracnose of strawberry caused by the *Colletotrichum* complex in Florida. *Plant Dis.* 76: 976-981.
4. Maas, J.L. (1984). *Compendium of Strawberry Disease*. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minn.
5. 信岡 尚・岡山健夫 (1990). 育苗期の被覆条件がイチゴ炭そ病の発生に及ぼす影響. 関西病虫研報 32: 92.
6. 岡山健夫 (1988). イチゴ炭そ病の病原菌と発生生態. 植物防疫 42: 559-563.
7. 岡山健夫・中野智彦・萩原敏弘 (1991). イチゴ炭そ病菌の飛散距離と障壁による防除効果. 日植病報 57: 422(講要).
8. Okayama, K. (1993). Effect of rain shelter and capillary watering on disease development of symptomless strawberry plants infected with *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*). *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 59: 514-519.
9. 手塚信夫・牧野孝宏 (1989). イチゴ炭そ病の発生様相と防除. 関東東山病虫研報 36: 92-94.
10. Tu, J.C. (1992). *Colletotrichum: Biology, Pathology and Control* (Bailey, L.A. et al. eds) C.A.B. International. UK. pp. 203-224.
11. Waller, J.M. (1972). Water-borne spore dispersal in coffee berry disease and its relation to control. *Ann. appl. Biol.* 71: 1-18.
12. 山本 勉 (1971). イチゴの新病害「炭そ病」. 植物防疫 25: 61-64.
13. Yang, X., Wilson, L.L., Madden, L.V. and Ellis, M.A. (1990). Rain splash dispersal of *Colletotrichum acutatum* from infected strawberry fruit. *Phytopathology* 80: 590-595.
14. Yang, X., Madden, L.V., Wilson, L.L. and Ellis, M.A. (1990). Effect of surface topography and rain intensity on splash dispersal of *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology* 80: 1115-1120.