

ニホンナシ黒星病菌 *Venturia nashicola* 子のう胞子および分生子の分散

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者名	梅本,清作
発行元	日本植物病理學會
巻/号	56巻4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 468-473
発行年月	1990年10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



ニホンナシ黒星病菌 *Venturia nashicola* 子のう胞子 および分生子の分散

梅本 清作*

Seisaku UMEMOTO*: Dispersion of Ascospores and Conidia of Causal Fungus of
Japanese Pear Scab, *Venturia nashicola*

Abstract

The dispersion of two kinds of spores of Japanese pear scab fungus, ascospores and conidia, was investigated. The maximum discharged height of ascospores was about 7.67 mm from pseudothecia produced on the surface of leaf. On the other hand, the average number of ascospores trapped at 10-cm height from the soil surface of orchard where was covered with dead pear leaves having a lot of pseudothecia was 121 per one cover glass (18 mm square). The number of trapped spores gradually decreased with increase of height, and average 3 spores were trapped at 180-cm height which was almost the same or higher compared to the height of trellis of Japanese pear trees, and the correlation equation obtained from the experiment was $Y=78.886e^{-0.0199x}$. The dispersal distance of ascospores from the inoculum source was at least 10 m, and the correlation equations obtained from the experiments were $Y_1=11.429e^{-0.175x}$ (in the east direction), $Y_2=20.352e^{-0.281x}$ (in the west), and $Y_4=18.344e^{-0.238x}$ (in the north). On the basis of the equation of Y_1 , percentage of diseased leaves was predicted as 1% at the distance of 14 m from the inoculum source. The dispersal distance of conidia from the inoculum source was at least 8 m, and the correlation equations obtained from the experiments were $Y_1=25.586e^{-0.184x}$ (in the east direction), $Y_2=24.66e^{-0.152x}$ (in the west), $Y_3=25.936e^{-0.254x}$ (in the south) and $Y_4=23.714e^{-0.209x}$ (in the north). On the basis of the equation of Y_3 , percentage of diseased leaves was predicted as 2% at the distance of 10 m from the inoculum source and 0.6% at 15 m.

(Received December 14, 1989)

Key words: *Venturia nashicola*, ascospore, conidium, spore dispersion.

緒 言

ナシ黒星病菌子のう胞子は被害落葉上に形成された偽子のう殻から最高でもわずか6 mm程度しか放出されないことが報告されている⁵⁾が、地面からどの程度の高さにまで分散しうるのであるのか、また子のう胞子と分生子の分散距離はどの程度であるかなどは、本病菌の生態を知る上で、また防除対策を講じる上でも重要である。

ナシ園において、本病菌子のう胞子の分散する高さについては、罹病落葉を苗木の株元に置いて伝染源に

した場合、地上127 cmまでの葉が発病したことが報告されている⁶⁾。一方、分生子の分散する範囲については、りん片発病芽（後に基部発病花そう、そして基部発病果そうとなる）周辺の発病状況の調査から、りん片発病芽およびその下部に位置する葉で多発したので、その範囲は限られていること、りん片病斑部からは雨天時に限って発病芽の下方でのみ認められたことなども報告されている^{4,8)}。

しかし、圃場における黒星病の発生状況調査では、しばしば子のう胞子および分生子ともさらに広範囲に分散していると推定される発病の状況が頻繁に観察さ

* 千葉県農業試験場
280-02 Japan

Chiba Prefectural Agricultural Experiment Station, Daizenno-cho 808, Chiba

れる。そこで、子のう胞子および分生子の分散範囲について検討した。

実験材料および方法

1. 子のう胞子の放出される高さ 千葉県農業試験場病害虫研究室ナン園（以下病虫研ナン園とする）の長十郎の樹下から、偽子のう殻が密に一面に形成されている落葉を4月中旬に採取し、実験に供した。Fig. 1 に示したように、直径9 cm のペトリ皿の内蓋に脱イオン水で湿らせたろ紙を敷き、その上にスライドガラスの長さよりやや短い程度に切って脱イオン水で十分に湿らせた落葉を、偽子のう殻形成面が上になるように広げた。ペトリ皿の一端のろ紙上には高さ14.4 mm (H)、長さ約2 cm の角材を枕とするために置いた。グリセリンゼリーを塗布したスライドガラスの短辺の端から70.8 mm (L) の位置 (a) に短辺と平行に油性インクで線を引き、グリセリンゼリー塗布面を下にしてこの線と角材の1頂点とを合わせて置いた。ただちにペトリ皿に上蓋をし、15~20°C の明るい室内に24時間放置した。

放出子のう胞子数の調査は以下のように行った。まず、落葉と接しているスライドガラスの一端から1.4 mm 離れたスライドガラスの短辺に平行な線 (b_1) を中心線とし、両側に0.8 mm ずつの合計幅1.6 mm の部分について顕微鏡下(100倍)で調べた。この b_1 を基線として、枕側に向かって5 mm 間隔の線を順次 b_2 , b_3 とし、子のう胞子が確認されなくなるまで同様に幅1.6 mm について調査した。ただし、最高放出高近辺では調査幅の移動距離を小さくして調査した。落葉面からスライドガラス上の調査位置までの高さ (h) は、スライドガラスの落葉側の端から調査幅の中心線までの距離 (l) $\times \sin \theta$ で求めた。なお、 $\sin \theta$ は $H/L =$

0.2034 であった。また、落葉の厚さは考慮に入れなかった。

2. 地面からの高さ別採取子のう胞子数 病虫研ナン園の長十郎の樹下で、偽子のう殻が密に形成されている落葉が多数散乱している生け垣のそばを実験場所とした。まず、断面が3.5 cm $\times$ 4.5 cm の柱を用意し、地面に固定した場合に測定位置の高さより5 cm 上で切断し、測定位置に釘を打ち、グリセリンゼリーを塗布したスライドガラスを塗布面を上側にしてクリップで固定した。そして、雨を避けるために頂部に12 cm $\times$ 13 cm の板片を地面と水平になるように固定した。なお、地面からスライドガラスまでの高さは最も低い位置を10 cm とし、以後150 cm までは20 cm 間隔、最も高い位置は180 cm の合計9本の柱を設置した。スライドガラスの暴露は1988年5月12日から16日まで行ったが、その間の降雨は5月12日午前2時から午後9時までに23 mm、5月15日午後1時から16日午前9時までに9 mm の2回であった。また、降雨期間中の風速の最大および最小はそれぞれ、前者では7.0と2.1 m/s、後者では4.7と1.4 m/s であった。地面からの高さ別分散子のう胞子数はカバーガラス全面(18 $\times$ 18 mm)について顕微鏡下で、1区2反復で調査した。

3. 落葉からの子のう胞子による距離別発病程度

4月中旬に長十郎の樹下から偽子のう殻を多量に形成している落葉を集め、ナイロン製の網袋に約100葉を入れ、実験開始時まで屋根があるだけで四方が開放となっている小屋の中に吊しておいたものを、伝染源として供した。実験場所に農業試験場内の運動場を選び、上記ナン落葉の入った網袋2個を井戸水で十分に濡らしてから実験区の中心に設置した。この実験開始直前までビニールハウス内で管理し、伝染源を設置し

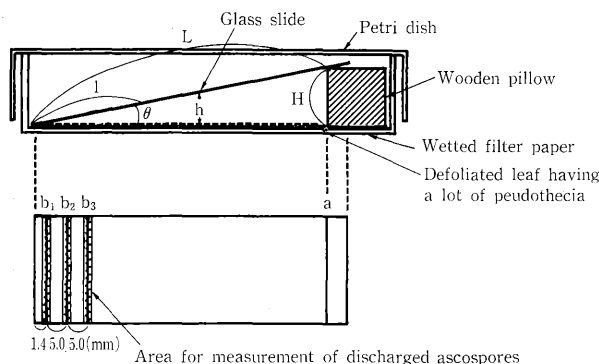


Fig. 1. Apparatus used for measurement of ascospores discharged from leaf surface.

た場所(中心)およびそこから東西南北方向に2 m 間隔で10 m まで各地点に、黒星病の発病が認められていない長十郎の鉢植え2年生樹を1樹ずつ配置した。雨が降り始めた直後の1988年5月12日午前6時から実験を開始したが、5月13日の朝には雨が上がっていたので、同日の昼までナシ葉が乾かないように、井戸水を肩掛け式噴霧器でときどき散布した。なお、ナシ苗の暴露期間中の降雨は午前6時から午後9時までであり、総降水量は14 mm であった。風向は南東、北東、北西、南南西、西北西、西、南および北西と目まぐるしく変化していた。暴露期間中の風速は最大7.0 m/s, 最小2.1 m/s であった。

ナシ苗には実験開始時に最上位展開葉に油性インクでマークをつけておき、暴露後は近くに伝染源がない場所で管理し、6月14日にマークした葉から基部の葉を対象に発病の有無を調べた。

4. 基部発病果そうからの分生子分散による距離別発病程度 本病の発生が認められていない長十郎のナシ苗を1983年5月2日に、伝染源を設置する予定の中心点およびそこから東西南北の4方向に最初は3 m, その後は1 m ごとに8 m まで1地点にそれぞれ2樹ずつ配置した。実験は、ナシ園から十分に隔たったところにある場内の畑で行った。

伝染源としてベノミル高度耐性菌(発芽管隔膜法⁹⁾による最小生育阻止濃度が100 µg/ml)による基部発病果そう7個を着けた枝を供した。これを水挿しにして、実験場所の中心点に地面からの高さ約1.8 m の位置に5月6日から5月27日の間放置した。そして、6月17日に各地点のナシ樹の全葉について発病の有無を調べ、発病葉率を求めた。

なお、ナシ苗には赤星病の防除を主目的に4月14日ジネブ剤500倍液、4月19日トリアジメホン剤800倍液、4月30日チアジジン剤500倍液、5月2日にトリアジメホン剤500倍とベノミル剤5,000倍の混用液を肩掛け式噴霧器で十分に散布した。

ほぼ同様の実験は1984年にも実施した。

結 果

1. 子のう胞子の偽子のう殻からの放出

この実験で子のう胞子は最高7.67 mm の高さまで放出された。また、同じ落葉について2回実験を行ったところ、初回のほうが放出される高さは約2 mm 高かった(Table 1)。

2. 子のう胞子の大気中における垂直分散

測定した最低位置の地上10 cm では1カバーグラス当たり平均121個、最高位置の180 cm では3個採取され、その間は高さが増すにつれて採取される胞子数は減少した(Fig. 2)。地上180 cm 以上のどのくらいの高さまで子のう胞子が分散するかを明らかにすることが

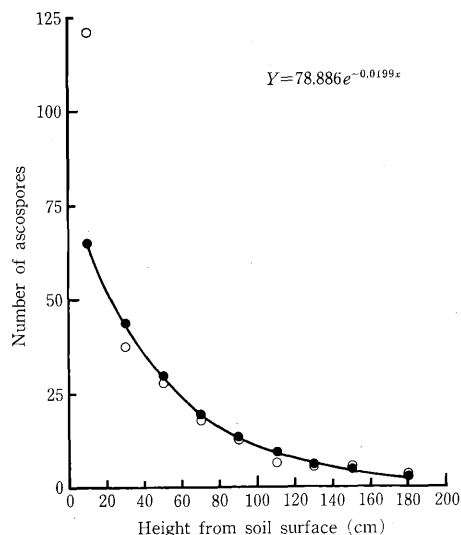


Fig. 2. Number of ascospores of Japanese pear scab fungus trapped in atmosphere of orchard. ○: observed value, ●: estimated value.

Table 1. Number of discharged ascospores trapped at different height from pseudothecia of Japanese pear scab fungus

Sample tested	No. of trial	Height from the inoculum source (mm)												
		0.61	1.62	2.64	3.66	4.68	5.04	5.69	6.38	6.71	7.03	7.67	8.01	
A	1	11	68	34	55	54	—	15	1	0	0	0	0	
A	2	9	3	3	38	8	0	0	0	0	0	0	0	
B	1	0	3	3	150	18	9	0	0	0	0	0	0	
C	1	324	198	43	869	335	—	56	16	5	9	2	0	
C	2	2	2	1	32	11	3	0	0	0	0	0	0	

できなかったが、本実験から通常のナシ園の棚の高さ(160 から 170 cm) 位までは地上の落葉から子のう胞子が分散することが明らかとなった。

3. 子のう胞子の大気中における水平分散

前述のように実験期間中風向は一定せず、そのためと思われるが、子のう胞子の横への分散の結果によると判断されるナシ苗の発病は、東西南北いずれの方向にも程度の差はあるが認められた。すなわち、中心点の発病はむしろ少なく発病率は 4.4% であったものの、中心点から 2 m 離れた地点では、北方向が 13.5%，東方向が 8.0 と平均して高く、伝染源から離れるにつれて低下する傾向を示した。そして、4 方向とも中心から 10 メートル離れた地点でも北方向が 2.6%，南方向が 3.8% と発病が認められたことから、子のう胞子は少なくとも 10 m 以上分散することが明らかとなった (Fig. 3)。

4. 分生子の大気中における水平分散

基部発病果さうからの距離別発病程度で表した結果、1983 年の実験では、本病の発生は中心点のナシ苗で最も多く、中心から遠くなるにつれて少なくなった。しかし、東西南北いずれの方向においても、中心から 8 m の地点でも発病が認められ、とくに西方向の 8 m の地点ではやや多発した (Fig. 4)。また、1984 年の実験では中心点から北方向へは 8 m まで、西方向へは

16 m 離れた地点でもわずかながら発病が認められた。これらの結果から、本病菌の分生子は少なくとも 8 m 以上分散し、条件によっては 16 m 程度は分散することが明らかとなった。

考 察

病原菌の分散距離について実験された例は国内でもいくつか見かける^{1,2,7}が、モデル化された例²は非常に少ない。しかし、たんに実験値を求めるだけでなく、その値をモデル化することにより伝染源からの距離別分散量を推定することができるようになり、病害防除および発生予察等の基礎データとしてさらに活用の道が開けると思われる。

ナシ黒星病菌子のう胞子は落葉面からわずか 8 mm 以内しか放出されないにもかかわらず、一般のナシ園の棚の高さまたはそれよりやや高い地上 180 cm の位置においても採取されたことから、子のう胞子の分散は微気象と密接に関連していると推定された。子のう胞子が空中へ放出される高さは、リンゴ黒星病菌では西田⁶によれば最大 7 mm、セイヨウナシ黒星病菌は御園生ら⁵の引用文献によれば 6 mm 程度、ニホンナシ黒星病菌は御園生ら⁵によれば 6 mm 程度と報告されている。ニホンナシ黒星病菌の報告を確認するために独自に実験を行った結果、葉面上わずか 5~7 mm

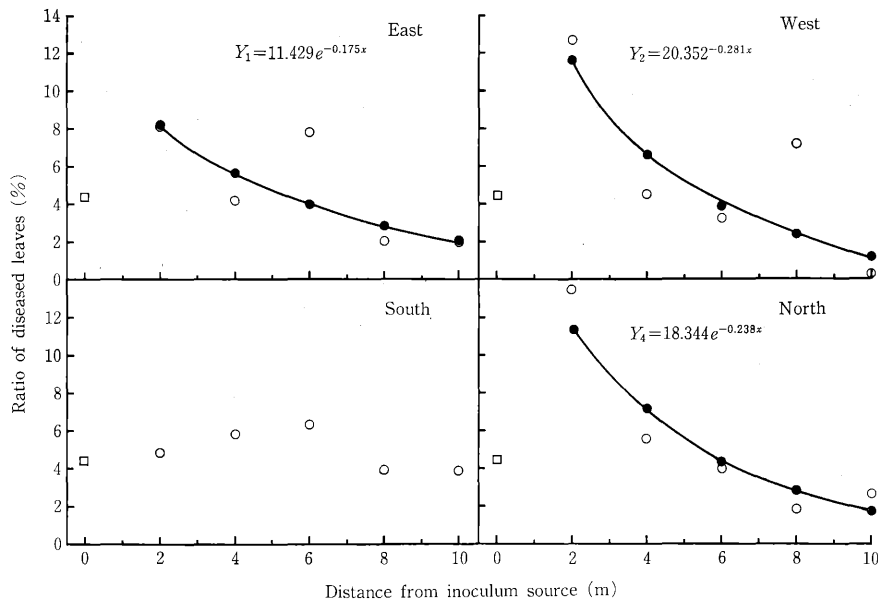


Fig. 3. Relationship between the ratio of diseased leaves of Japanese pear cv. Chojuro and the distance from the inoculum source having ascospores of scab. ○: observed value, ●: estimated value, □: this observed value is excluded from the calculation.

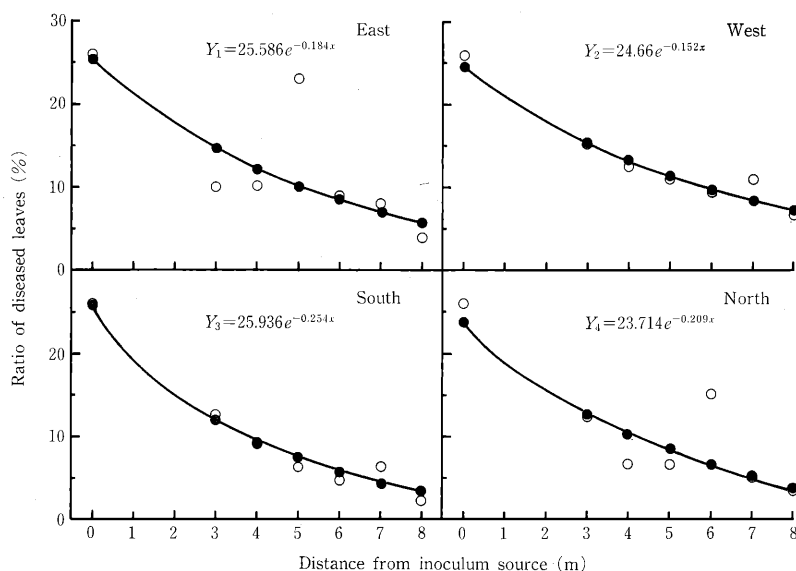


Fig. 4. Relationship between the ratio of diseased leaves of Japanese pear cv. Chojuro and the distance from the inoculum source having conidia of scab. ○: observed value, ●: estimated value.

程度しか放出されず、御園生ら⁹⁾の結果とはほぼ一致した。このように、葉面からわずか数 mm 放出された子のう胞子が、はたして柵の高さである地上 170~180 cm まで分散しているのか、興味のある点である。高梨ら⁸⁾は子のう胞子による発病は地面から 30~60 cm の高さの部分に多く、最も高い場所での発病は 127 cm だったとしている。著者は、偽子のう殻が多数形成されている落葉が散乱している場所で、地面からの高さ別に子のう胞子を採取したところ、高くなるにつれて採取される胞子数は明らかに減少したが、180 cm の高さでも 1 カバーガラス (18×18 mm) 当り 3 個程度確認された。また、別に行った予備実験においても、4 月上旬~5 月中旬にかけて地上 170 cm の場所に設置した胞子採取装置に子のう胞子が頻繁に採取された。これらの結果から、放出された子のう胞子は風や上昇気流などいわゆる空気の流れとともに浮遊し、このような高さまで分散するものと判断された。したがって、子のう胞子による伝染は微気象が大きく関与しているものと考えられる。また、胞子の分散距離は McCartney ら⁹⁾により $Y=ce^{-dx}$ という関係式が示され、地面からの高さで採取される胞子数との関係も同様と期待される。ここで、 Y は胞子数、 c は伝染源量、 e は自然対数、 d は病原菌の分散能力、 x は高さ (cm) を示す。地面からの高さで採取される子のう胞子数との間には高い相関が認められ、この関係を式と

して求めたところ $Y=78.886e^{-0.0199x}$ が得られた。この式から 150 cm の高さでは 4.0 個、180 cm では 2.2 個が期待される (Fig. 2 参照)。したがって、一般ナシ園の柵の高さである 170~180 cm の場所でも子のう胞子は確かに分散しており、十分伝染源になると考えられる。

子のう胞子の、横への広がりを分散距離として調べたところ、伝染源から 10 m 離れた地点でもナシ樹の発病が認められた。距離と発病率との関係は、地面から上部への分散の場合と同様に $Y=ce^{-dx}$ という関係が期待される。ここで、 Y は発病率、 c は伝染源量、 e は自然対数、 d は病原菌の分散能力、 x は距離 (m) を示す。伝染源からの距離と発病率との間には中心点の結果を計算から除外すれば高い相関が認められ、次のような式が得られた (Fig. 3 参照)。

$$Y_1 (\text{東}) = 11.429 e^{-0.175x}$$

$$Y_2 (\text{西}) = 20.352 e^{-0.281x}$$

$$Y_4 (\text{北}) = 18.344 e^{-0.238x}$$

なお、南方向については、伝染源からの距離と発病率との間に明瞭な相関関係は認められなかったので計算を行わなかった。

子のう胞子の分散範囲はナシ赤星病菌小生子の飛散距離¹⁰⁾に比べればはるかに短いが、分散のパターンはよく似ている。本実験式から、発病率が 1% となる点は東方向は約 14 m、西方向は約 11 m、北方向は約

12 m と推定できる。以上の結果から、落葉上に形成された子のう胞子は十分に第一次伝染源となる可能性のあることが確認された。

ナシ黒星病の伝染において、発病りん片および基部発病花そうを伝染源とした場合、発病は一般に伝染源の下部に扇状に広がっている⁹⁾とされるので、分生子は比較的狭い範囲内に分散すると推定されてきたが、分散距離についてこれまで検討されたことがなかった。伝染源量および伝染源からの距離と発病率との関係についても McCartney ら³⁾によると同様に $Y = ce^{-dx}$ という関係式が期待される。ここで、 Y は発病率または胞子数、 c は伝染源量、 e は自然対数、 d は病原菌の分散能力として x は距離 (m) を示す。これに従って、1983 年に行った実験結果から、伝染源からの距離と発病率との関係を東、西、南、北各方向における数値をもとに計算した結果、次のような式が得られた。

$$Y_1 \text{ (東)} = 25.586 e^{-0.184x}$$

$$Y_2 \text{ (西)} = 24.66 e^{-0.152x}$$

$$Y_3 \text{ (南)} = 25.936 e^{-0.254x}$$

$$Y_4 \text{ (北)} = 23.714 e^{-0.209x}$$

これらの式のうちから、たとえば南方向における伝染源から 8 m 以上離れた地点における距離別発病率について計算すると、10 m 離れた地点における発病率は 2.0%、同じく 15 m 離れた場所における発病率は 0.57% と推定された。この値と 1984 年に行った分生子の分散距離に関する実験の結果とは、伝染源から 10 m 以上離れた地点での発病率についてもかなりよく一致した。また、本病と同様降雨を伴った風で分散すると考えられるリンゴ腐らん病菌 *Valsa ceratosperma* の柄胞子の分散距離は、藤田ら¹⁾の実験

によると 15 m 以上であるので、分散距離に関して本病菌は腐らん病菌とかなり似ていることが明らかとなった。

本論文を草するに当たり、農林水産省果樹試験場保護部長田中寛康博士にはご校閲を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

摘 要

ナシ黒星病菌の 2 種類の胞子、すなわち子のう胞子と分生子の分散に関して検討した。子のう胞子は葉面上最高でも 7.67 mm までしか放出されなかった。しかし、圃場で地面から高さ別に子のう胞子を捕捉した実験では、高くなるにつれて捕捉される子のう胞子数は減少したが、一般のナシ園の棚の高さまたはそれより高い位置に相当する 180 cm の高さでも 1 カパーグラス当たり約 3 個捕捉された。この関係を式として求めたところ $Y = 78.886 e^{-0.0199x}$ が得られた。子のう胞子の横への分散距離を調べたところ、10 m までは明らかに分散した。これらの関係を式として求めたところ、 $Y_1 \text{ (東)} = 11.429 e^{-0.175x}$ 、 $Y_2 \text{ (西)} = 20.352 e^{-0.281x}$ および $Y_4 \text{ (北)} = 18.344 e^{-0.238x}$ が得られた。実験式から、東方向では発病率が 1% となるのは伝染源から 14 m 離れた場所と推定された。分生子の横への分散距離について検討したところ、伝染源から 8 m 離れた場所でも発病した。これらの関係を式として求めたところ、 $Y_1 \text{ (東)} = 25.586 e^{-0.184x}$ 、 $Y_2 \text{ (西)} = 24.66 e^{-0.152x}$ 、 $Y_3 \text{ (南)} = 25.936 e^{-0.254x}$ および $Y_4 \text{ (北)} = 23.714 e^{-0.209x}$ が得られた。実験式から、南方向へ 10 m 離れた場所の発病率は約 2%、15 m では約 0.6% と推定された。

引 用 文 献

1. 藤田孝二・杉木 隆・松中謙次郎・田中弥平 (1981). 青森リンゴ試報 19 : 57-84.
2. Kiyosawa, S. and Shiyomi, M. (1972). Ann. Phytopath. Soc. Japan 38 : 41-51.
3. McCartney, H.A. and Fitt, B.D.L. (1985). Advances in Plant Pathology: Mathematical Modelling of Crop Disease. Academic Press, London, p. 109.
4. 御園生 尹・深津量栄 (1970). 千葉農試研報 10 : 91-98.
5. 御園生 尹・深津量栄 (1973). 同上 13 : 9-21.
6. 西田 勉 (1969). 北日本病虫研報 20 : 50.
7. 鈴木孝仁・小林尚志 (1972). 北海道農試研報 101 : 137-151.
8. 高梨和雄・山本省二・北島 博 (1970). 園試報告 A (平塚) 9 : 17-33.
9. 梅本清作・長井雄治 (1979). 日植病報 45 : 430-435.
10. 梅本清作・村田明夫・長井雄治 (1989). 同上 55 : 250-253.