

感染予察機“METOS-D”による青森県でのリンゴ黒星病の感染予測

青森県りんご試験場 あら や じゅん いち
新 谷 潤 一

はじめに

リンゴ黒星病はリンゴの重要病害であり、生育期間の薬剤散布の大部分が黒星病を対象としていることからその重要性をうかがうことができる。リンゴ黒星病の防除は、エルゴステロール生合成阻害剤（EBI 剤）が使用されるようになってからは以前より容易になった。しかし、1993 年のような冷涼多湿年では青森県全域で多発した（藤田ら、1994）。青森県りんご試験場では、1992 年から感染予察機（METOS-D、オーストリア、Pessl 製）を導入し、その精度と実用性について検討してきた結果、METOS-D の感染予測程度は非常に高いことが明らかとなったので紹介する。

I 感染予察機“METOS-D”の概要

METOS-D は解析プログラムが内蔵された予察機本体、温度センサー、湿度センサーと日長センサーが内蔵されたセンサーステーション、降水量計および 2 個の葉濡れセンサーから構成されている（図-1）。各センサーの計測値は 12 分ごとにセンサーステーションを経由して本体のメモリーに記憶され、内蔵プログラムで解析される。内蔵プログラムには Mills と MacHardy の 2 種類があり、感染最適条件下では降雨開始から、あるいは葉濡れ開始から 6～9 時間後に警報が出される。また、Mills プログラムでの警報は、軽度感染（L）、中程度感染（M）ならびに重度感染（S）の 3 段階で出される。Mills プログラムでは、子のう胞子モードと分生胞子モードの切り換えが可能であり、初発前には子のう胞子モードで作動させ、発病が確認されたら分生胞子モードへ切り換える。なお、プログラムの解析開始条件は以下のとおりである。

Mills プログラム

子のう胞子モード：降雨開始時

分生胞子モード：葉濡れ開始時

MacHardy プログラム：日中の降雨開始時

II リンゴ黒星病菌子のう胞子の飛散

METOS-D は、胞子飛散とは無関係に、気象条件だけ

から感染危険度の警報を出す機械である。そのため、胞子飛散消長と感染危険度の警報との相互関係を把握することが、METOS-D を利用するための前提となる。

青森県黒石市（青森県りんご試験場）における過去 10 年間の越冬被害落葉からの子のう胞子初飛散の平均は 4 月 19 日（範囲；4 月 12 日～5 月 2 日）であり、飛散ピークの平均は 5 月 17 日（範囲；5 月 2 日～6 月 4 日）であった（表-1）。

MacHardy and Gadoury（1984, 1986, 1989）によると、①子のう胞子は日中の降雨によって飛散し、露では飛散しない、②夜間は降雨があっても空気中の子のう胞子密度が極端に低い。また、Gadoury and MacHardy（1982）によると、子のう胞子の成熟割合のプロビットは、成熟子のう胞子が最初に出現した日からの 0℃以上の積算気温と相関がある。さらに、MacHardy and Gadoury（1985）は、積算気温の起算日を“旭”の花芽 50%が silver tip に

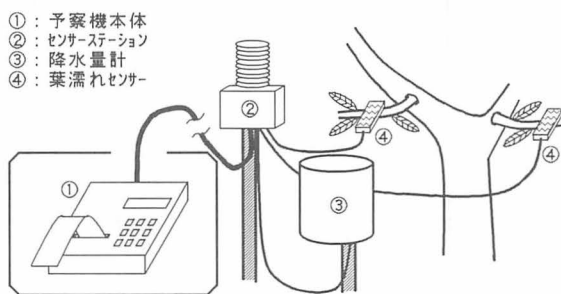


図-1 METOS-D の模式図

表-1 リンゴ黒星病菌子のう胞子飛散日および葉病斑の初発日（青森りんご試）

年	子のう胞子		葉病斑の 初 発 日	ふじの生態	
	初飛散日	第 1 ピーク日		発芽	開花
1986	4/21	5/20	5/22	4/15	5/ 9
1987	5/ 2	—	5/22	4/10	5/10
1988	4/22	5/25	5/16	4/13	5/11
1989	4/12	5/ 2	5/ 9	4/ 4	5/ 8
1990	4/15	—	5/10	4/ 2	5/ 5
1991	4/26	5/25	5/15	4/10	5/ 9
1992	4/16	5/ 2	5/23	4/ 4	5/ 9
1993	4/23	5/10	5/15	4/11	5/15
1994	4/12	6/ 4	5/16	4/11	5/10
1995	4/19	5/21	5/12	4/ 9	5/ 8

なった日とした場合、0℃以上の積算気温が 125 になれば子のう胞子の 10%が成熟し、375 になれば子のう胞子の 90%が成熟すると報告している。このように、子のう胞子の飛散は子のう胞子の成熟および降雨と密接に関連する。MacHARDY and GADOURY (1985) の積算気温により得られた子のう胞子の成熟割合と、青森県黒石市での過去の子のう胞子の飛散状況とを併せて考えた場合、芽出し 10 日後の防除時期に当たる 4 月末以降は、日中に降雨があればいつでも子のう胞子が飛散する状況にあるものと推察された。また、病斑発現後には分生胞子による感染が重要となる。

これらのことから、青森県では METOS-D を遅くとも 4 月 20 日ころまでに設置すべきであると考えられる。

III 感染時期、感染量の推定と METOS-D の予測精度

METOS-D の予測精度を明らかにするため、次のような調査を行った。

りんご試験場内の殺菌剤無散布“ふじ”3 樹を供試して、1 樹当たり 10 新梢にラベルを付け、1995 年 5 月 16 日から 7 月 11 日まで、約 7 日間隔で葉位と病斑数を調査し、感染時期と感染量を推定して、METOS-D の警報と比較した。なお、1 葉当たりの病斑数が 30 以上のものは 30 とした。また、試験期間中は子のう胞子の飛散数も調査した。

METOS-D を 2 台設置し、一方は Mills プログラムで、他方は MacHardy プログラムで作動させた。また、Mills プログラムで作動させたものは、黒星病の発生が

確認された 6 月 1 日（落花 10 日後ごろ）に子のう胞子モードから分生胞子モードに切り替えた。

感染時期と感染量の推定は以下の方法で行った。①各調査日間の展葉速度から個々の葉の展葉日を推定した。②感染は、解析対象葉の展葉前日から展葉 10 日後までの 12 日間のうちで降雨のあった日（推定感染日）に生じたものと仮定した。③個々の葉の最終発病病斑数を推定感染日に均等配分し、配分した病斑数を日別に合計して推定感染量とした。

なお、場内の気象観測は午前 9 時に行われているため、METOS-D の警報で、午前 9 時までに出たものは前日に含めた。また、降雨日は 0.1 mm 以上の降雨が観測された日とした。

調査対象葉の黒星病の発病は 6 月 5 日から見られ、最終発病葉率は 60.7%であった(表-2)。また、発病は 5 月 14 日から 6 月 24 日までに展葉したと推定される葉に見られ、6 月 25 日以降に展葉したと推定される葉には見ら

表-2 黒星病の発病葉率（青森りんご試, 1995）

調査月日	調査葉数	発病葉数	全病斑数	発病葉率
5/16	44	0	0	0%
23	86	0	0	0
29	128	0	0	0
6/ 5	221	5	7	2.3
12	292	38	235	13.0
21	360	63	509	17.5
27	397	105	719	26.4
7/ 4	397	208	1560	52.4
11	397	241	2214	60.7

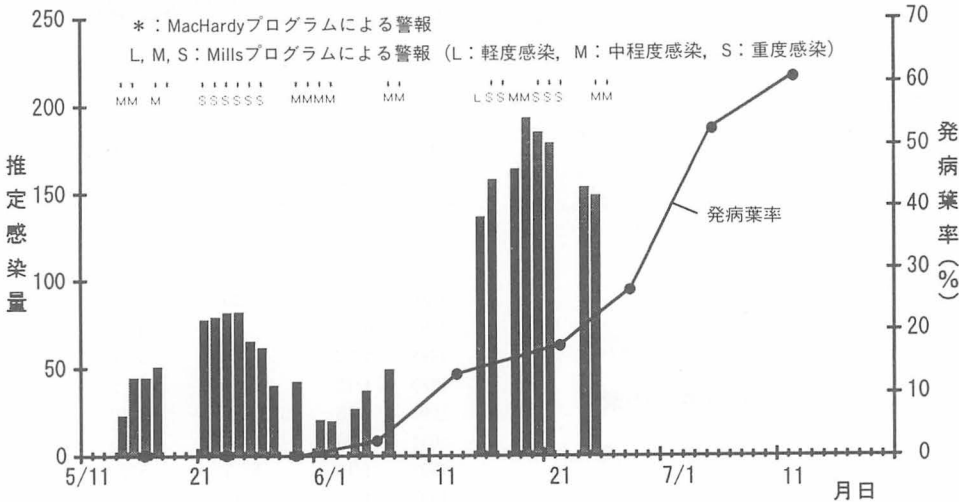


図-2 推定感染量（■），発病葉率（●—●）と METOS-D の警報（青森りんご試, 1995）
推定感染量：個々の葉の最終発病病斑数を、その展葉前日から展葉 10 日後までの降雨日に均等配分し、日別に合計した。

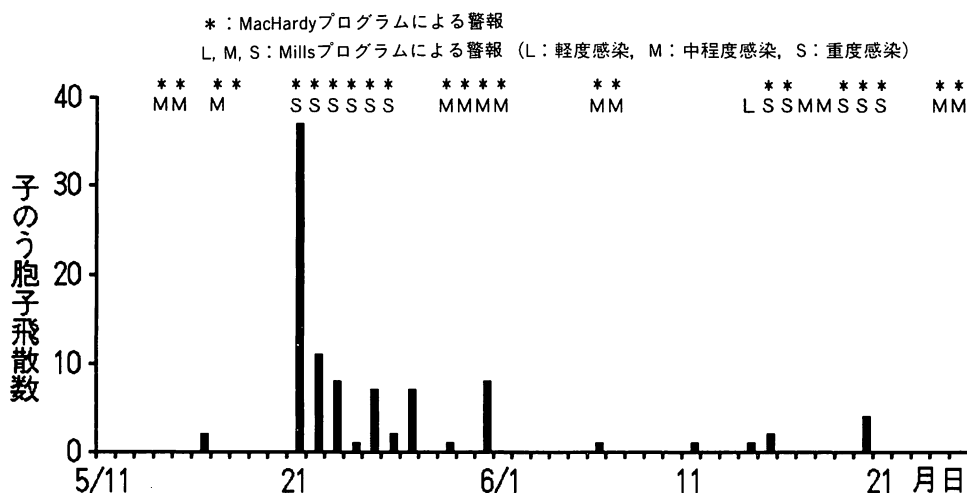


図-3 子とう胞子飛散数と METOS-D の警報 (青森りんご試, 1995)

れなかった。

黒星病の発病葉率は、推定感染時期から約 2~3 週間後に推定感染量をほぼ反映して増加しており(図-2)、この期間の間隔は黒星病の潜伏期間と一致した。また、子とう胞子が飛散した日は推定感染日の中にほぼ含まれた(図-3)。これらのことから、推定感染時期、感染量はほぼ的中しているものとみなされた。

METOS-D の警報は 5 月 14 日から見られ、5 月下旬、6 月中、下旬には連続して出された(図-2)。解析対象期間中の推定感染日数は 25 日であり、その中で警報が出た日数は Mills プログラムでは 20 日、MacHardy プログラムでは 17 日であった。また、感染が推定されなかった日の中で警報が出た日数は、Mills プログラムでは 5 日、MacHardy プログラムでは 6 日であったが、そのいずれも推定感染日の翌日であった。

推定感染量と Mills プログラムでの程度別の危険度表示とを比較した結果、推定感染量が多い場合は S が表示されていた。また、M 以上の表示は推定感染量の多少とほぼ一致した。L 表示は表示回数が少なく、その精度を詳細に検討できなかった。しかし、翌日の S 表示と連続していることから、表示は的中しているものと考えられる。図-2 では調査期間前半の感染量に比べて調査期間後半の感染量が多かった。これは、子とう胞子の飛散状況と実際の樹上での発病状況から判断して、前半は子とう胞子による感染が主体で胞子量が少ないのに対し、後半は病斑発現後であり、分生胞子による感染が主体で胞子量が多いためと考えられる。

METOS-D の両プログラムの警報は推定感染日とほぼ合致したが、Mills プログラムのほうが合致すること

が多く、特に M 以上の警報表示は推定感染量の多少とも合致する割合が高かった。これらのことから、METOS-D の感染予測精度は高いと考えられた。

IV METOS-D の防除への利用

METOS-D を利用するに当たって、子とう胞子の飛散消長を把握することが必要である。前述のように、子とう胞子の飛散は子とう胞子の成熟、降雨と密接に関連し、気象条件が異なれば当然飛散消長も異なる。子とう胞子の初飛散後に感染危険度の表示が出た場合は感染が成立したものとして、治療効果を有する EBI 剤を散布することを基本としなければならない。EBI 剤には果実に対して菌感染後 3 日間程度、葉に対して 5 日間程度の治療効果(感染後の発病阻止効果)があることが既に明らかとなっており(新谷・藤田, 1995 b; Hoch and SZKOLNIK, 1979; 中沢・福島, 1990; O'LEARY et al., 1987; SCHWABE et al., 1984)、警報表示後 3 日以内に EBI 剤を散布すれば黒星病の防除は可能である。また、殺菌剤を散布した後の一定期間(EBI 混合剤では果実に対して 12 日間程度)は保護効果があるものとして(新谷・藤田, 1995 b; O'LEARY et al., 1987; SCHWABE et al., 1984)、その間の感染危険度の表示を無視することができる。

METOS-D を利用した黒星病の防除試験は 1992 年から行われているが、これまでの結果から、METOS-D を利用することにより、5~6 月の期間に黒星病の防除回数を 1~3 回削減できるか、あるいは防除効率を向上させうるとの結論が得られている(新谷, 1995 a)。これまでの黒星病の防除体系は予防が主体の定期的な散布となっているが、METOS-D を利用することで適切な薬剤の選択

あるいは散布間隔の延長が可能となる。例えば、保護殺菌剤と EBI 剤の選択場面では、①散布予定日の 5 日前から警報が出ていない場合は保護殺菌剤を選択できる、また、②その後警報が出たら 3 日以内に EBI 剤を散布するという前提で散布を繰り返すことが可能、である。この場合、比較的安価な保護殺菌剤を選択すれば防除経費の節減になり、EBI 剤を選択すれば防除労力の軽減や散布回数の削減につながる。また、保護殺菌剤を選択した場合は EBI 剤の散布回数を削減できるので、EBI 剤耐性菌の発現回避にもつながる。

お わ り に

青森県では本年から METOS-D の情報を農林部のパソコンネットワークで提供している。しかし、METOS-D の適用面積については未検討であり、気象条件が異なれば警報の出方も異なると考えられるので、METOS-D

の情報は設置地点と同じような気象条件の地域で利用されるべきである。

引 用 文 献

- 1) 新谷潤一 (1995 a): 平成 6 年度果樹課題別研究会資料 (寒冷地果樹): 43~48.
- 2) ———・藤田孝二 (1995 b): 北日本病虫研報 46: 212.
- 3) 藤田孝二ら (1994): 同上 45: 209.
- 4) GADOURY, D. M. and W. E. MAC HARDY (1982): Phytopathology 72: 901~904.
- 5) HOCH, H. C. and M. SZKOLNIK (1979): ibid. 69: 456~462.
- 6) MacHardy, W. E. and D. M. GADOURY (1984): ibid. 74: 840.
- 7) ———・——— (1985): ibid. 75: 381~385.
- 8) ———・——— (1986): ibid. 76: 985~990.
- 9) ———・——— (1989): ibid. 79: 304~310.
- 10) 中沢憲夫・福島千男 (1990): 青森県りんご試験場報告 26: 15~38.
- 11) O'LEARY, A. L. et al. (1987): Plant Disease 71: 623~626.
- 12) SCHWABE, W. F. S. et al. (1984): Phytopathology 74: 249~252.

農 薬 紹 介

「殺菌剤」

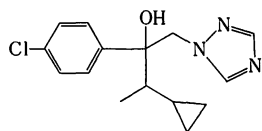
シプロコナゾール液剤 (7.4.26)

本剤はスイス・サンド社が開発した、トリアゾール系殺菌剤である。葉面散布により速やかに植物体内に浸透し、鞭毛菌類を除く糸状菌において細胞膜中に存在し、膜の強度・透過性に重要な役割を果たすエルゴステロールの生合成過程を阻害する。

商品名: アルト液剤

成分・性状: 製剤は、(2 RS, 3 RS; 2 RS, 3 SR)-2-(4-クロロフェニル)-3-シクロプロピル-1-(1 H-1,2,4-トリアゾール-1-イル) プタン-2-オールを 9. % 含む淡黄色澄明水溶性液体である。純品は白色結晶性固体で、比重は 1.259 ± 0.001 ($23 \pm 1^\circ\text{C}$)、融点は $106 \sim 109^\circ\text{C}$ 、蒸気圧は $2.6 \times 10^{-7} \text{ mmHg}$ (20°C)、溶解度 (重量%, $25.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$) は水 0.093 ± 0.018 (g/l, $22 \pm 0.2^\circ\text{C}$)、*n*-ヘキサン 0.28, キシレン 12.1, アセトン・メタノール・アセトニトリル > 23.0, 酢酸エチル > 20.0 である。熱、酸性およびアルカリ性に対し安定。

(構造式)



適用作物・使用目的および使用方法: 表-1 参照。

- ① 本剤の所定量を所定量の水にうすめ、よくかき混ぜてから散布すること。
- ② 本剤をテンサイに使用する場合、葉色の濃緑色化や縮葉硬化の症状が見られることがあるので、高温時の連続散布は避けること。
- ③ 本剤の過度の連続使用によって、薬剤耐性菌が出現する恐れがあるので、なるべく作用性の異なる他の薬剤と組み合わせて輪番で使用すること。
- ④ 散布量は、対象作物の生育段階、栽培形態および散布方法に合わせて調節すること。
- ⑤ 本剤の使用に当たっては、使用量、使用時期、使用方法を誤らないように注意し、特に初めて使用する場合には、病害虫防除等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性: (急性毒性) 普通物

- ① 誤飲などのないよう注意すること。
- ② 本剤は眼に対して刺激性があるので眼に入らないよう注意すること。
眼に入った場合には直ちに水洗し、眼科医の手当を受けること。

作業後は洗眼すること。

(魚毒性) A 類

通常の使用方法ではその該当がない。

表-1 シプロコナゾール液剤 (アルト液剤)

作物名	適用病害名	希釈倍数 (倍)	散布量	使用時期	本剤オヨビシプロコナゾールを含む農薬の総使用回数	使用方法
小麦	うどんこ病	3,000	100~150 l /10 アール	収穫 30 日前まで	2 回以内	散 布
てんさい	褐斑病		100~120 l /10 アール			