

# イチゴうどんこ病の育苗期での発病消長 と育苗期高温処理による発病抑制

益永輝幸・池田 弘<sup>1)</sup>・大野和朗・緒方清春<sup>2)</sup>・増永哲也<sup>2)</sup>  
(生産環境研究所)

育苗期でのイチゴうどんこ病の発病消長を明らかにするとともに、育苗期での高温処理が本病の発病消長に及ぼす影響を調査し、物理的防除法としての高温処理の有効性を検討した。発病消長調査の結果、6月上中旬から発病が促進され、7月中旬に発病のピークとなった後、夏季の高温により抑制された。その後、8月下旬には上位2複葉での発病はほとんど認められなかったが、下位には発病葉が認められた。発病株を恒温条件に置き、イチゴうどんこ病の発病消長を調査した結果、20℃および25℃では発病が継続したが、30℃では8週後に、35℃では6週後に上位4複葉での発病が認められなくなった。そこで、発病した苗をガラス室に置いた高温処理区と露地で育苗する無処理区を設け、発病消長を調査した結果、高温処理区では無処理区に比べ発病が抑制され、約10日早く終息した。ただし、試験を行った1996年は夏季が高温であったため無処理区でも発病が抑制され、8月中旬には両区での発病の差はほとんど認められなくなった。以上の結果から、育苗期での高温処理により本病の発病を抑え、本圃への感染源の持ち込みを防止できると考えられる。

[キーワード：イチゴうどんこ病、発病消長、高温処理、感染源]

Incidence of strawberry powdery mildew during nursery stage and its control with high temperature treatment. MASUNAGA Teruyuki, Hiroshi IKEDA, Kazuro OHNO, Kiyoharu OGATA<sup>1)</sup> and Tetsuya MASUNAGA<sup>1)</sup> (Fukuoka Agricultural Research Center, Yoshiki Chikushino, 818-8549 Japan, <sup>1)</sup>Plant Protection Office). *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 17:87-91 (1998).

We investigated the incidence of powdery mildew *Sphaerotheca humuli* (de Candolle) Burrill on strawberry cv. Toyonoka under glasshouse conditions and incubators with different temperatures during the nursery stage. On nursery beds in an open field, the percentage of mildewed leaves increased rapidly from early and mid-June, and decreased after reaching a peak abundance in mid-July. In an incubator controlled at 20 or 25°C, almost all the leaves were infected heavily by the disease. In contrast, the disease was no longer detectable under conditions of 30°C for 8 weeks and 35°C for 6 weeks and no mildewed leaves were found on the 4 upper leaves. These results implied that strawberry powdery mildew could not develop during warmer summers. Therefore, to suppress powdery mildew we tested the effectiveness of high temperature in glasshouses. In a glasshouse no mildewed leaves were found on the 4 upper leaves of nursery plants on the 20th day after the peak abundance. The high temperature treatments during the nursery stage appear to suppress strawberry powdery mildew on newly opened leaves. Hence, before low temperature dark treatment is applied to accelerate flower-bud initiation, effective control of strawberry powdery mildew could be achieved by keeping nursery plants at least for 42 days (6 weeks) in glasshouses during summer.

[Key words: strawberry, powdery mildew, *Sphaerotheca humuli*, high temperature treatment, physical control]

## 結 言

うどんこ病は野菜類をはじめ、花き花木、果樹、ムギ類等の多くの植物で発生し、それらの病原菌として多くの種類が知られている。イチゴうどんこ病（病原：*Sphaerotheca humuli* (de Candolle) Burrill) は育苗期の夏季高温時に病勢の一時的な停滞が認められるが、秋季と春季には発病が著しく、周年的に発生している。このため、育苗期から本圃にかけて薬剤防除が頻繁に行われている。しかし、近年では薬剤感受性の低下が懸念され<sup>5)</sup>、代替的な防除技術の確立が望まれている。

薬剤に依存しない防除法としては、SALMON<sup>6)</sup>が株上から湯を散布する湯湯防除法を提案したが、作業上の難しさに加え、植物体への影響も考えられることから、実用的ではないと思われる。本病菌の生育および本病の発病は高温条件で抑制される<sup>4,9)</sup>ことから、山本・金磯<sup>9)</sup>は本圃での高温処理によるイチゴうどんこ病防除を試みた。しかし、ビニルハウス内を44～46℃に数時間保っても、本菌の根絶までは至らなかったことを報告している。その試みは本圃でのイチゴうどんこ病の防除を目的としているが、数時間の処理でも果実や萼に高温障害が認められている。イチゴの花芽分化は低温で誘起される<sup>2)</sup>ため、高温処理の時期によっては花芽分化の遅延も懸念される。しかし、低温暗黒処理前の育苗期では高温が花芽分化に

1) 現福岡県農政部農業技術課

2) 福岡県病害虫防除所

及ぼす影響はほとんどないと考えられる(伏原, 私信)。そこで, 本研究では育苗期におけるイチゴうどんこ病の発病消長を知るため葉位別の発病動態を明らかにするとともに, 育苗期高温処理が育苗床でのイチゴうどんこ病の発病に及ぼす影響を調査し, 感染源となる発病葉の本圃への持ち込み回避に有効であるか否かについて検討した。

## 材料および方法

本試験にはすべてイチゴ‘とよのか’を用い, 福岡県農業総合試験場内で試験を行った。

### 1 イチゴうどんこ病の育苗期での発病消長

1990年11月16日に幅2m, 長さ18.5mの親株床に株間60cm, 1条植えて定植した親株から翌年6月14日に鉢受け方式で直径12cmのポリポットに採苗した。その後, 7月18日にランナーを切り離し, 幅1.2mの育苗床に20cm間隔で子苗を並べた。1992年は6月4日から鉢受けを始め, 7月13日にランナーを切り離し, 同様の方法で子苗を管理した。なお, 両年とも親株および子苗のどちらにもイチゴうどんこ病の防除を行わなかった。また, 最も近いイチゴ育苗床は本育苗床と約150m離れていたため, 周辺のイチゴ苗からイチゴうどんこ病の感染はなかったと思われる。

調査には, 1991年は区当たり40株の2反復, 1992年は区当たり48株の3反復を設けた。両年とも調査初日に区当たり10株を任意に選び, その後の調査では各株の上位3複葉(9小葉)について発病の有無を記録した。なお, 葉位については完全に展開した複葉を上位から葉齢が若い順に最上位葉, 第2葉, 第3葉とした。また, 発病した後, 菌叢が消失し褐変斑を生じた葉も発病葉とした。1991年は6月14日から9月4日まで1~4週間間隔で, 1992年は6月5日から9月1日まで約1週間間隔で調査した。

### 2 イチゴうどんこ病の発病に及ぼす温度の影響

鉢受け採苗したイチゴうどんこ病発病株を直径15cmのポリポットに移植し, 20℃に設定した陽光型恒温器ならびに25℃, 30℃および35℃に設定した屋外型恒温器に10株ずつ1992年7月10日から9月18日まで置いた。なお, 日長条件については自然日長と同じにした。処理期間中には毎日1回灌水し, 下位の枯死葉をそのつど摘除した。調査では, 処理開始から約2週間間隔で全株の小葉について発病の有無を記録した。

### 3 育苗期高温処理によるイチゴうどんこ病の発病抑制

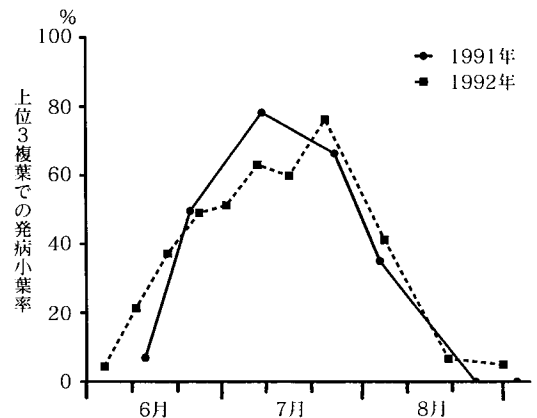
1996年6月に福岡県山門郡山川町の生産者圃場で直径12cmのポリポットに鉢受け採苗した子苗を7月3日に福岡県農業総合試験場に移し, 実験に供試した。試験では7月5日から通常の低温暗黒処理開始期に当たる8月16日(42日間)まで苗をガラス室に置き, 高温に遭遇させる高温処理区および露地で育苗する無処理区の二つの区を設けた。各区に50株を供試し, 17cm間隔で苗を配置した。なお, 処理期間中には慣行栽培に準じて苗の葉数が4複葉になるように下葉を摘除し, 毎日3回灌水した。調査では, 全株の各小葉についてイチゴうどんこ病の発病の有無を7月4日から8月15日まで1週間間隔で記録

するとともに, 温度記録計を用いてガラス室内および露地の気温を1時間ごとに測定した。

## 結 果

### 1 イチゴうどんこ病の育苗期での発病消長

育苗期でのイチゴうどんこ病の発病消長を第1図に示した。1991年および1992年ともに子苗の鉢受けを開始した6月上中旬から, 低率ではあるが, 育苗床の子苗に本病の発病が認められた。1991年では6月下旬から発病が促進され, 上位3複葉での発病小葉率は7月上旬には約80%となった。しかし, 7月下旬から発病小葉率は低下し, 8月下旬には上位3複葉での発病が認められなくなった。また, 1992年では発病が6月中旬から促進され, 上位3複葉での発病小葉率は7月下旬には約80%となった。しかし, 8月上旬から1991年と同様に発病小葉率は低下した。ここで, イチゴうどんこ病の発病状況をさらに詳しく見るため, 1992年のデータについて葉位別の発病小葉率の推移を第1表に示した。最上位葉での発病小葉率は6月上旬には約2%と低かったが, 6月中旬から上昇し, 6月下旬から7月上旬には約80%とピークに達した。しかし, その後, 最上位葉では7月下旬から発病小葉率は低下し, 8月上旬以降では発病葉は観察されなかった。第2葉以下では発病小葉率は育苗期前半も上昇を続け, 8月上旬以降から低下した。また, 発病小葉率の低下は下位葉ほど遅くなる傾向にあった。この後, 低温暗黒処理開始期に当たる8月下旬では上位2複葉にはほとんど発病が認められなかったが, 第3葉以下では下

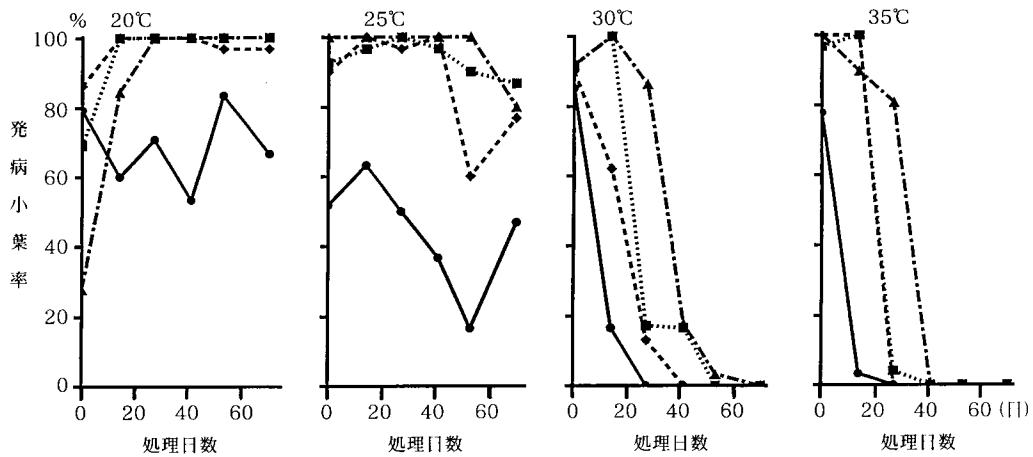


第1図 育苗期でのイチゴうどんこ病の発病消長

第1表 育苗期でのイチゴうどんこ病の葉位別発病小葉率<sup>1)</sup>の推移(1992年)

葉位	6月5日	6月12日	6月26日	7月9日	7月24日	8月6日	8月20日	9月1日
最上位葉	2.2	31.1	81.0	81.1	51.1	0.0	0.0	0.0
第2葉	6.9	12.2	44.3	77.6	100.0	35.2	1.1	0.0
第3葉	-	0.0	21.0	30.3	80.5	96.4	16.8	16.7
第4葉	-	-	0.0	7.3	61.4	90.5	82.3	6.8
第5葉	-	-	-	0.0	23.0	85.8	95.1	51.7
第6葉	-	-	-	-	0.0	27.7	62.5	92.3
第7葉	-	-	-	-	0.0	8.4	23.1	50.0

1) 発病小葉率は百分率



第2図 異なる温度での葉位別発病小葉率の推移

● 最上位葉      ◆ 第2葉      ● 第3葉      ▲ 第4葉

位ほど発病小葉率が高い傾向にあった。

## 2 イチゴうどんこ病の発病に及ぼす温度の影響

異なる温度条件におけるイチゴうどんこ病の上位4複葉での発病消長を第2図に示した。試験開始時の発病小葉率には各温度区で大きな差は認められなかったが、その後の推移はそれぞれの温度区で異なった。最上位葉での発病小葉率は20℃の恒温条件下では高率に推移した。25℃の恒温条件下では20℃条件下のそれより低く推移し、4週目以降やや低下した。しかし、両温度区では試験期間をとおして発病が継続した。特に20℃においては処理開始後4週目には第2葉以下での発病小葉率がほぼ100%近くに達した。一方、30℃および35℃の恒温条件下においては最上位葉および第2葉では処理開始直後から、第3葉および第4葉では2週目以降から発病小葉率が急激に低下し、30℃で約8週間後に、35℃では約6週間後に上位4複葉での発病が認められなくなった。

## 3 育苗期高温処理によるイチゴうどんこ病の発病抑制

第3図に示したように1996年の7月上旬の気温は低く推移し、高温処理区のガラス室内と無処理区の露地での日平均気温の差は7月上旬では認められなかった。しかし、その後、気温が上昇し、7月中旬以降ではガラス室内の気温は30℃前後、露地の気温は28℃前後で推移した。

高温処理区および無処理区での葉位別の発病小葉率の推移を第4図に示した。処理前の7月4日では最上位葉

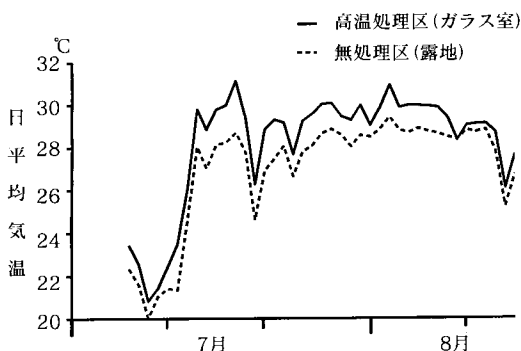
での発病小葉率は約67%であった。最上位葉での発病は処理開始後1週間目の7月上旬では両区とも促進され、7月11日での発病小葉率は高温処理区で83.3%、無処理区で84.0%となった。しかし、両区とも7月中旬から発病小葉率は低下し、高温処理区では8月1日以降に、無処理区では8月8日以降に最上位葉での発病は認められなくなった。葉位が第2葉、第3葉、第4葉と下がるにしたがい発病のピークは遅くなる傾向にあった。しかし、ピーク後はいずれの葉位でも発病小葉率は急激に低下した。

本試験では、露地の無処理区でも発病小葉率はいずれの葉位においても高温処理区と同じ時期から低下し始めた。このため、8月15日の最終調査時には無処理区と高温処理区のいずれでも発病葉はほとんど認められなくなり、発病小葉率に有意な差は認められなかった (Fisherの正確確率検定  $p > 0.05$ )。しかし、発病小葉率がピークに達した後の減少率は明らかに高温処理区で大きく、発病小葉率にはいずれの葉位でも処理間で統計的に有意な差が認められた ( $\chi^2$ -検定およびFisherの正確確率検定  $p < 0.05$ )。なお、処理期間中に高温による生育障害は特に認められなかった。

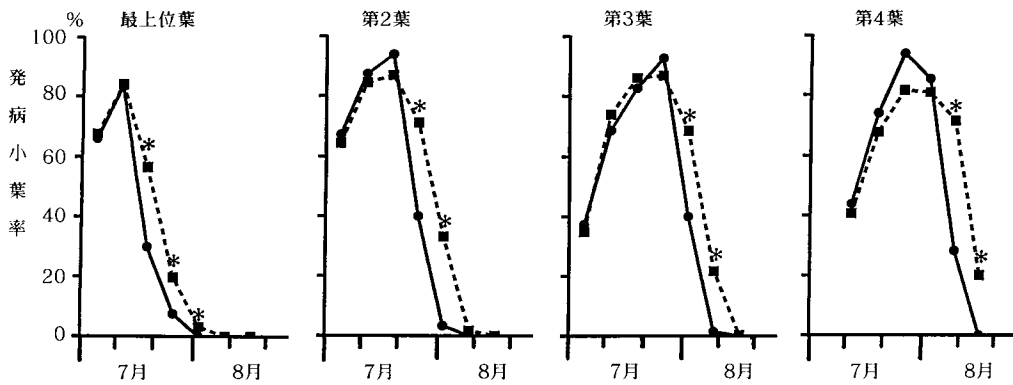
## 考 察

本研究ではイチゴうどんこ病菌の温度に対する生育特性に着目し、高温処理条件下での発病抑制について検討した。本病原菌の生育適温は15~25℃<sup>1)</sup>または17~20℃<sup>9)</sup>とされており、適温域以上の高温条件では発病は抑制されると期待された。実際に、第5図に示したように1991年および1992年の平均気温は7月中下旬から25℃を上回る日が続き、これに伴って発病小葉率は急激に低下した。本病は新しい葉に感染し、4~6日の潜伏期間を経た後、完全に展開した最上位葉で標徴が発現する<sup>1)</sup>。こうした感染から発病の過程は、1992年の葉位別の発病小葉率の推移からも明らかである。気温が適温域で推移した7月上旬までは最上位葉の発病率は増加し、7月下旬からは急激に低下した。

1991年および1992年では、低温暗黒処理のために苗



第3図 高温処理区および無処理区での日平均気温の推移



第4図 高温処理がイチゴうどんこ病の発病に及ぼす影響

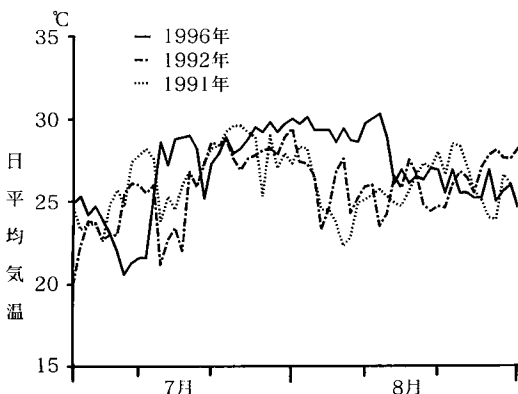
●— 高温処理区      ■- - 無処理区

注) \*は高温処理区での発病小葉率が無処理区よりも有意に低いことを示す。  
( $\chi^2$ -検定およびFisherの正確確率検定 $p < 0.05$ )

を低温庫に入れる8月中旬には育苗床での発病小葉率はかなり低下した。1992年の葉位別の発病消長(第1表)からも明らかなように、8月中旬過ぎに最上位葉および第2葉での発病はほとんど認められなくなるが、下位葉ではこの時期でも発病小葉率は高い。イチゴうどんこ病ではいったん発病し、その後、菌叢が消失して赤褐変した病斑を有する古い葉が本圃での感染源となることが指摘されている<sup>9)</sup>。このことから、本圃へ感染源を持ち込まないためには、低温庫入庫時に発病葉がないよう育苗期での発病を抑制する必要がある。しかし、1991年および1992年の発病小葉率の推移から判断する限り、通常の低温庫入庫時に苗に付いている第4葉まで発病葉が全くない状態にするには、通常の露地育苗での温度および期間では限界があると思われる。発病株を恒温条件に置いた場合、20℃および25℃では発病が継続し、発病小葉率は高く推移した。対照的に、30℃および35℃では発病小葉率は上位葉から順次低下し処理6~8週目には発病が認められなくなった。この結果から、ほぼ全葉に発病が認められる苗を高温処理して第4葉まで健全葉を確保するためには、35℃では少なくとも40日、30℃では50日が必要と推測される。実際に、苗を42日間(6週)

高温処理した区では、露地に置いた無処理区に比べ、発病小葉率が急激に低下し、低温暗黒処理開始期にあたる8月中旬には上位4複葉での発病は認められなくなった。露地育苗で上位3複葉での発病のピークから終息までの期間は1991年では約1か月半、1992年では約1か月を要した。一方、夏季が高温で推移した1996年には、露地の無処理区でも発病が抑制され、8月中旬には高温処理区と同様にほとんど発病が認められなくなった。しかし、それぞれの葉位でのピークから終息までの期間は高温処理区で約20日であり、露地での約30日に比べ10日程度短縮された。このように、高温処理は短期間でイチゴうどんこ病の終息を可能とし、育苗期での発病の抑制、さらに定植後での感染源となる発病葉の本圃への持ち込み回避において有効な技術となり得る可能性が示唆された。今回検討できなかったが、夏季が低温で推移する年に高温処理がイチゴうどんこ病の発病抑制にどの程度の効果を示すか、今後さらに明らかにする必要がある。また、高温処理がイチゴの生育に及ぼす影響についても調査する必要があると思われる。

本研究では高温処理によりイチゴうどんこ病の発病を低温庫入庫前に終息させることに研究の主眼を置いたが、高温処理の意義を別の観点から捉えることもできる。まず、高温処理によりイチゴうどんこ病への薬剤の使用頻度が減少すると期待される。また、ウリ類のうどんこ病菌 *Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendahl: Fries) Pollacciでは宿主の栽培終了から次年の栽培開始まで薬剤が使用されない期間に薬剤に対する感受性が回復したことが報告されている<sup>3)</sup>。したがって、高温処理による物理的防除は薬剤に対する感受性低下の回避のみならず、感受性の回復にもつながると期待される。今後、高温処理がイチゴうどんこ病菌の薬剤感受性に及ぼす影響について検討が必要と思われる。また、欧米では拮抗菌を用いたうどんこ病の生物的防除も検討されている<sup>7,8)</sup>。イチゴうどんこ病の効果的な防除を図るためだけでなく、薬剤による環境への負荷を低減するためにも、高温処理による物理的防除や生物的防除を効果的に組み合わせた総合防除技術の構築を進めていく必要がある。



第5図 1991年、1992年および1996年での7月1日~8月31日の日平均気温

(福岡県気象月報より作図、観測地点:太宰府市)

## 引用文献

- 1) 青野信男 (1972) ハウス栽培イチゴうどんこ病の生態に関する研究 (第2報) 胞子の発芽および発病と温湿度との関係、その他について. 神奈川園研報 **20**:83 - 87.
- 2) 伏原 肇(1993)イチゴの作業便利帳:良品多収・省力のポイント180. 東京:農山漁村文化協会, 143p.
- 3) HUGGENBERGER, F., M.A. COLLINS and G. SKYLAKAKIS (1984) Decreased sensitivity of *Sphaerotheca fuliginea* to fenarimol and other ergosterol-biosynthesis inhibitors. Crop Prot. **3**(2):137 - 149.
- 4) JHOOTY, J.S. and W.E. MCKEEN (1965) Studies on powdery mildew of strawberry caused by *Sphaerotheca macularis*. Phytopathology **55**: 281 - 285.
- 5) 中野智彦・萩原敏弘・岡山健夫 (1992) イチゴうどんこ病のエルゴステロール生合成阻害剤に対する感受性の低下について. 奈良農試研報 **23**:27 - 32.
- 6) SALMON, E.S. (1900) The strawberry mildew (*Sphaerotheca humuli* [DC.] Burr.). J. Roy. Hort. Soc. **25**:132 - 138.
- 7) SUTTON, J.C. and G. PENG (1993) Manipulation and vectoring of biocontrol organisms to manage foliage and fruit diseases in cropping systems. Annu. Rev. Phytopathol. **31**:473 - 493.
- 8) VERHAAR, M.A., T. HIJWEGEN and J.C. ZADOKS (1996) Glasshouse experiments on biocontrol of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by the mycoparasites *Verticillium lecanii* and *Sporothrix rugulosa*. Biol. Control **6**:353 - 360.
- 9) 山本 勉・金磯泰雄 (1983) イチゴうどんこ病の発生生態と防除に関する研究. 徳島農試特別報告 **6**: 1 - 69.