

イチゴうどんこ病の発生生態と防除法

兵庫県立農林水産技術総合センター **かんとうたけし** **神頭武嗣**

はじめに

品種の変遷に伴い、病害虫にも流行り廃りがある。

イチゴうどんこ病も例外ではない。兵庫県においても、‘宝交早生’が主流であった時代はさほど問題にならなかったうどんこ病が、‘とよのか’の導入とともに顕在化し始め、今では重要病害の一つである。特に果実に発病すると、即減収に結びつくため、油断できない。ポスト‘とよのか’として、‘さちのか’‘章姫’‘とちおとめ’などが導入されつつあるが、これら品種も‘とよのか’ほどではないにせよ、うどんこ病に弱いことにはかわりはない(松田ら, 2000)。したがって、全国的に人気の品種を促成栽培などの作型で続ける限り、うどんこ病との関係は切れないようにも思える。イチゴ (*Fragaria × ananassa* Duchesne) が元来多年草であり、越年生草本類に類似した生態を持ち、種子繁殖が難しいこと。うどんこ病が絶対寄生菌であり培養できないことが研究の進展を阻んできた。そうであったにもかかわらず、諸外国や国内の先輩諸氏が輝かしい研究を続けてきた。これに筆者らのデータを加え、イチゴうどんこ病の発生生態と防除について述べる。

I 発生様相と被害

1 病徴

病徴は、白い粉状の菌叢として標徴が見られる。発病部位は、葉、葉柄、果実、果梗、花卉、顎と、地上部すべてに及ぶ。葉では主に展開中の、あるいは展開して間もない若い葉が発病し、初め白色粉状の菌叢が葉裏に生じる。発病が激しいと葉表にも菌叢を生じる。病葉は、葉縁が巻き上がってスプーン状になり、その後病葉が成熟すると菌叢は消え、赤紫褐色～赤褐色の病斑となる。果実では、感染時期が早いと果実の肥大が止められ、白色粉状の菌叢を生じる。また、発病部位のみが着色せず、種子が飛び出たように見える。花卉では、紅～紫色になり、白色粉状の菌叢を生じることもある。

2 発生時期

盛夏期以外は、ほぼ周年を通じて発病が見られる。

兵庫県など西南暖地で最も激しく発病するのは、促成栽培の定植1か月後からの10月中旬以降と、春先4月から収穫末期の6月である。露地の採苗床では、6月以降梅雨明けまで激しく発病する。盛夏期には、標徴は消え、下葉に褐斑を生じた状態で、肉眼では病原菌の生死の判断がつかない。早い年は9月以降白い菌叢を見つかることもできる。

一般的には秋に比較的果実で発病が多く、春には葉で発病が多いが、多発状態では、果実・葉とも激しく発生する。

3 被害

最も直接的な被害は果実での発病である。開花期にひどく発病すると、未着果となる(口絵参照)。また、果実の発病部位では、熟果になっても着色しない等即減収につながる。

II 病原菌の性状

1 形態

イチゴうどんこ病菌 (*Sphaerotheca aphanis* (WALLR.) BRAUN var. *aphanis*) は、子のう菌門ウドンコカビ目ウドンコカビ科の *Sphaerotheca* 属に属している。外部寄生性であり、培養できない絶対寄生菌である。日本国内では、久しく完全世代が発見されていなかったが、近年確認され (NAKAZAWA and UCHIDA, 1998)、その所属が変更された。分生子世代は、分生子が鎖生、分生子内にフィローシン体を含み、分生子の大きさは、20～40×18～28 μm、分生子の形状は、卵形～楕円形、発芽管は *pannosa* 型。完全世代である子のう殻は、日本国内では、非常に珍しい。子のう殻は暗褐色、球形、直径90～100 μm。殻壁細胞は不規則で直径8～22 μm。付属糸は子のう殻周辺に多数生じ、菌糸状、湾曲し、分岐せず、隔膜を有し、長さは子のう殻の直径の0.7～4倍、太さ4～6 μm、基部から褐色を帯びるが先端にかけて無色。子のうは子のう殻内に1個形成され、卵形～楕円形、大きさ60～94×56～74 μm。子のう胞子は子のう内に8個形成され、楕円形、大きさ16～32×14～24 μm。菌糸は白色で、成熟しても着色しない。

2 発病条件

(1) 温度

過去の研究者たち (PERIES, 1962; JHOOTY and McKEEN, 1965; 青野, 1970; 山本・金磯, 1983; 岡山ら, 1997) によって明らかなおとり分生子の発芽温度は2~30°C, 最適温度は18~22.5°Cである。25°Cを超えると, 分生子発芽率が下がる。発病最適温度は20°C前後, 25°Cを超えると発病が緩やかになり, 30°C以上では感染せず, 35°C以上では菌叢の再生が不能である。反対に, 低温に対しては強く, 植物体が痛まない限り, 0°Cになってもすぐに死滅することはない。

(2) 湿度

湿度は, 多湿からやや乾燥条件でも発病する。100%で最も発病するが, 37%でも十分発病し, 18%でもわずかに発病する (JHOOTY and McKEEN, 1965)。

つまり, イチゴ葉上であれば, かなり広い範囲の湿度で発病する。

(3) その他

うどんこ病菌は一般に水を嫌い, 水中では分生子が破裂するとされているが, 短時間では破裂せず, 孢子懸濁液にして噴霧接種して発病させることも可能である。

3 品種間差

イチゴうどんこ病に対し, イチゴの罹病性には品種間差が存在する (泰松, 1995; 松田, 2000)。強い順に並べると '宝交早生', 'あかねっ娘', '章姫', 'アスカウエイブ', 'とよのか' となり, 'とよのか' が最弱である。筆者らの試験でも '宝交早生' '女峰' 'とよのか' の順である (神頭ら, 1997)。西日本でポスト 'とよのか' と目される 'さちのか' は, 'とよのか' 程ではないが, 罹病性である。

ただし, ここで述べたのは, レース1を使った西日本でのデータであり, 'とよのか' が抵抗性を示すレース0ではない。'とよのか' 及び 'はるのか' が真性抵抗性を示すレース0とそれ以外のレース1の存在が明らかとなっている (内田・井上, 1998)。

4 宿主範囲

イチゴうどんこ病菌 (*Sphaerotheca aphani* (WALLR.) BRAUN var. *aphani*) は, イチゴ (*Fragaria* × *ananassa* Duchesne) および近縁のエゾヘビイチゴ等にしか寄生しない寄主範囲の極めて限られた菌とされている (我孫子ら, 1990)。他の雑草等から移る可能性はかなり少なく, イチゴの植物体上で生活環を繰り返しているものと思われる。

5 伝搬および伝染環

感染源としては前述のとおり主にイチゴでしか寄生できないので, 汚染苗の持ち込みが第一の感染源である。

第二次感染源としては, 発病した葉と果実などであり, ここから分生子の飛散および訪花昆虫により伝搬していく。訪花昆虫 (ミツバチ) がうどんこ病菌を媒介することは, すでに報告されている (金磯, 1995)。菌の感染は, 分生子の発芽, 付着器の形成, 吸器形成, 二次菌糸の伸長, 分生子柄の形成, 分生子形成の繰り返しが主である。ハウス内での分生子の飛散高度は, ほとんど株元30 cmまでに集中しており, 80 cmを超えて飛ぶことは少ない (図-1)。分生子の飛散の日変化は, 湿度の低い日中によく飛び, 湿度の高まる日没後にはほとんど飛散しない (PERIES, 1962; 青野, 1970)。筆者らも同様の傾向をつかんでいる (図-2)。分生子の発芽から次の分生子形成に至るまでに要する日数は, 120時間つまり約5日であったとされている (JHOOTY and McKEEN, 1965)。通常は, 不完全世代のみで生活環を繰り返している。菌糸は, 植物体表面にしか見られず, 吸器をイチゴの外皮細胞に挿入して栄養を摂取しているものと考え

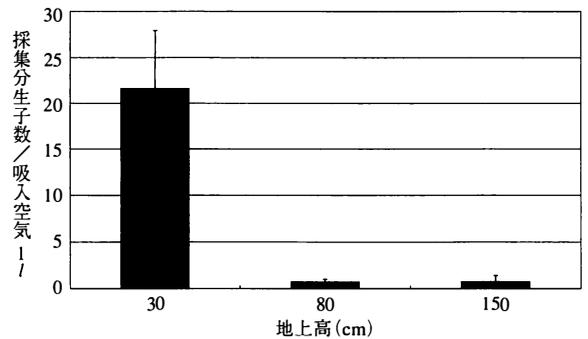


図-1 ハウス内におけるイチゴうどんこ病菌分生子の垂直分布
棒グラフは1日4回の孢子採集を2日間繰り返した平均値。グラフのバーは標準誤差を示す。

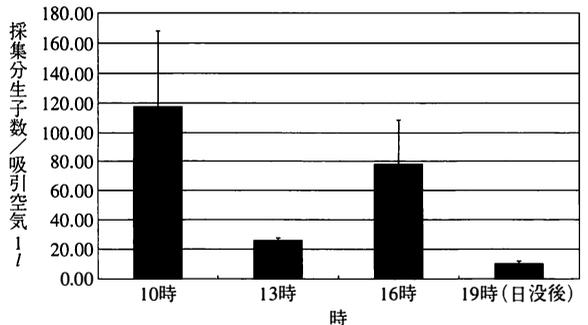


図-2 ハウス内におけるイチゴうどんこ病菌分生子飛散の日変化
棒グラフは各孢子採集時間帯ごとの4日間の平均値。グラフのバーは標準誤差を示す。

られている。盛夏期には標徴が消えて肉眼での観察は困難であり、イチゴの植物体上のどこかで潜んで越冬していると思われる。しかし、その生息部位の特定には至っていない。

III 防除対策

1 これからの防除の基本的な考え方

薬剤防除は、防除方法の中心をなす技術として、今後もある存在し続けるであろうが、耐性菌の出現など、抱える問題も多いため、抵抗性品種の利用、植物栄養面からの改善、生物防除、環境改善等の技術を組み合わせたIPM (Integlated Pest Management; 総合的管理技術)を取り入れた防除方法を築いていくべきであろう。

ただ、いずれにしても、前述したうどんこ病菌の伝染環をいかにうまく遮断するかが防除の正否を分けるポイントである。

2 耕種防除

(1) 品種

抵抗性品種を栽培することで、農薬散布回数を相当削減できるものと思われる。しかし、国内の人気品種はいずれもうどんこ病に弱く、今後の品種開発が待たれる。

(2) 植物栄養面からの改良

高等植物は、ケイ酸植物と石灰植物に分けられる(高橋, 1987)。イチゴは、その中間的な存在で、ケイ酸を上手に与えようどんこ病の発生抑制に応用できる(神頭ら, 1997)。筆者らの研究では、水溶性のケイ酸カリウムを用いて、水耕養液中にこれを加え、ケイ酸濃度として50 ppm以上でうどんこ病の発生抑制効果を実証した。また、水耕栽培では、葉が硬くなっていることも確認された。葉の無機養分分析を行った結果、ケイ酸が相当量集積していることが明らかとなった。土耕栽培においてもケイ酸カリウム施用の効果は確認されている。灌漑や葉面散布によって、効果を発揮する。筆者らは試薬のケイ酸カリウムを使用していたが、現場普及を考えると、肥料登録のある「液体ケイ酸カリウム肥料」の比較試験も実施している(神頭ら, 2001)。すなわち、甚発生条件下で、ケイ酸として250 ppmの濃度で、2回、株当たり100 mlの水溶液を灌漑した。その結果、表のとおり試薬なみに効果を示す液肥ケイ酸カリウムが存在する。肥料銘柄によって、差があるが、その原因は究明できていない。

現場普及に当たっては、あくまで病害抵抗性付与技術であり、農薬のような「殺菌」効果はないこと。肥料銘柄間の効果のちがいを認識するとともに、肥料のpHが高いこと等を考慮し、他資材との混用をしないなどの留

表 各種液体ケイ酸カリ肥料等のイチゴうどんこ病発生抑制効果

資材名	発病率 (%)	発病度	防除価
A 社製液体ケイ酸カリ (WK 6%, WSi 25%)	53.1	17.2*	55.6
B 社製液体ケイ酸カリ (WK 6%, WSi 16%)	75.2	26.6	31.2
C 社製液体ケイ酸カリ (WK 6%, WSi 12%)	69.5	21.7	43.8
試薬液体ケイ酸カリ (WK 8%, WSi 20%)	62.9	17.6*	54.4
無処理	89.9	38.6	—

※数値は、3反復の平均。*フィッシャーのLSD法で対無処理5%有意差あり、防除価は発病度の平均より産出。WK:水溶性カリウム、WSi:水溶性ケイ酸。

意が必要である。

(3) 生物防除

生物農薬として、イチゴうどんこ病に適用のある農薬は、タラロマイセス フラバス水和剤(以下タラロマイセスとする)と、バチルスズブチリス水和剤(以下バチルスとする)である。タラロマイセスは、栃木県の石川らが開発した拮抗菌であり、直接うどんこ病菌にも作用することが知られている。夕方散布で定着を行うことが肝要とされている。殺菌剤との混用はできない。一方バチルスは、うどんこ病菌に直接作用するのではなく、有効成分バチルスズブチリスが植物体表面に定着することにより、植物病原菌の植物体表面での活動を抑える(川根, 2000)。こちらは殺菌剤と混用できる。いずれの剤も予防散布が望ましい。

(4) 高温多湿処理

前述したとおり、うどんこ病菌は低温より高温に弱い。そこで、イチゴを高温多湿処理することで、うどんこ病菌を弱らせることができる(岡山ら, 1997)。具体的には、ビニルハウス内のベンチに子苗を置き、ビニルトンネルをかけ、30~35°Cで管理する。1日当たり30°C以上の持続時間を5時間以上かつ多湿条件で維持し、これを9日間続けることで無処理の50%以下に発病を抑制できる。薬剤散布と組み合わせれば、さらに低く抑えられる。うどんこ病の伝染環を遮断し、定植苗の無病化を図るうえで、温度管理が確実にできればかなり有効な技術である。

3 薬剤防除

イチゴうどんこ病に適用のある化学農薬は、2001年9月30日現在、化合物として30種類ある(農薬検査所, 2001)。

これらを類別すると、EBI系、ストロピルリン系、アニリノピリミジン系、無機化合物系、その他となる。

長い間 EBI 系薬剤が使用されてきたが、うどんこ病菌の薬剤感受性低下を招くなど、薬効低下を起している剤もある(岡山ら, 1996)。同一(系統)薬剤の連用を避けることは、薬剤防除に当たっての最低条件である。

薬剤の処理方法としては、(1)くん煙(2)浸漬(3)散布がある。それぞれについて解説する。

(1) くん煙

密閉したハウス内で、夜間にくん煙剤を焚いて防除する。非常に省力的であり、予防的な使用方法としては最もよい。発生を認めてからの使用は、散布剤に劣る。トリフルミゾールやフェナリモル等 EBI 系のくん煙剤が多い。

近年、無登録の硫黄粉を電熱で焚く民間技術が普及して問題となっている。筆者らが行った研究では、硫黄のくん煙処理により、孢子飛散が抑えられることが分かっている(神頭ら, 1996)。しかし、治療効果等は全くない。硫黄のくん煙には登録された硫黄くん煙剤を使用すべきである。

(2) 浸漬

DBEDC 乳剤の苗浸漬処理が本病に適用となっている。非常に防除効果は高い。浸漬の労力確保ができれば、定植直前の段階でうどんこ病の伝染病を遮断できる技術である(亀代・金磯, 1997)。

(3) 散布

散布の効果を高めるポイントを以下に列記する。

- ・うどんこ病防除は予防を主体に考える。
- ・希釈液は、乳剤以外は展着剤を加用し、規定倍率で調整し、十分量を用意する(土耕栽培で 300 l/10 a)。
- ・散布器具および散布方法に留意し、特に発病しやすい若葉、葉の裏面などに薬液が付着するよう心がける。
- ・治療効果を期待しての散布は、異なる剤を5日間隔(菌の再生日数)で数回使用する(安全使用基準に留意)。
- ・殺菌剤の成分の特性も踏まえ、タイミングよく適剤を散布することが大切である。

4 防除技術のまとめ

以上、紹介した技術を組み合わせていくことが大切に

思われるが、筆者もまだ、組み合わせの検討が十分できていない。組み合わせ技術を検討するには、それにかかるとの労働力、他病害虫等との同時防除の可能性等も含めて考えていかなければならない。栽培技術の研究者も含めて、養液土耕栽培など新しい栽培技術にも適合できる防除技術の確立が今後の課題である。

おわりに

現在の人気品種を栽培し続ける限り、うどんこ病防除はついて回る。しかし、まだまだイチゴとうどんこ病に関する基本的情報は少なく、この病害の研究を遂行するに当たり、困難はつきまとう。越夏場所の確認など、うどんこ病菌の生態のさらなる究明、菌と植物体の相互作用、植物側の抵抗反応の究明のほか、今後は植物保護の基本である「健全な植物を育てる」ためのケイ酸等植物栄養面も含め、植物病理関係者以外の研究者とも十分連携した研究が望まれる。本稿が現場におけるイチゴ栽培者の一助となれば幸いである。

最後に、ご高閲を賜った三重大学生物資源学部教授高松進博士にお礼申し上げる。

引用文献

- 1) 青野信男(1970): 神奈川園研報 18: 131~135.
- 2) 我孫子和雄(1990): 植物防疫 44: 304~307.
- 3) JHOOTY, J. S. and W. E. McKEEN (1965): Phytopathology 55: 281~285.
- 4) 亀代美香・金磯泰雄(1997): 今月の農業 41: 80~83.
- 5) 金磯泰雄(1995): 植物防疫 49: 237~240.
- 6) 神頭武嗣ら(1996): 日植病報 62: 635~636 (講要).
- 7) ——— (1997): 同上 63: 521 (講要).
- 8) ——— (2001): 関西病虫研報 43: 27~28.
- 9) 川根 太(2000): 植物防疫 54: 342~345.
- 10) 松田照男編(2000): イチゴ 一步先を行く栽培と経営, (社)全国農業改良普及協会, 東京: pp. 3~122.
- 11) NAKAZAWA, Y. and K. UCHIDA (1998): Ann. Phytopathol. Soc. Jpn 64: 121~124.
- 12) 農業検査所監修(2001): 農薬適用一覧表 2001, (社)日植防協会, 東京: pp. 284~299.
- 13) 岡山健夫ら(1996): 日植病報 62: 635 (講要).
- 14) ——— (1997): 奈良農試研報 28: 29~34.
- 15) 泰松恒男(1995): 農林水産業近畿中国地域研究成果発表会発表要旨 pp. 22~36.
- 16) 高橋英一(1987): ケイ酸植物と石灰植物, (社)農文協, 東京, pp. 149~150.
- 17) PERIES O. S. (1962): Ann. appl. Biol. 50: 211~224.
- 18) 内田景子・井上治郎(1998): 植物防疫 52: 224~227.
- 19) 山本 勉・金磯泰雄(1983): 徳島農試特報 6: 1~69.

人事消息

農林水産省生産局

水野明文氏(横浜植物防疫所業務部次席同定官)は、植物防疫課併任へ(4月16日付)

宮坂初男氏(総務課課長補佐(海外協力担当))は、植物防疫課課長補佐(農業航空班担当)へ(5月20日付)

谷内純一氏(植物防疫課課長補佐(農業航空班担当))

は、植物防疫課課長補佐(検疫国際班担当)へ(5月20日付)