

日本に発生したシュッコンカスミソウうどんこ病の特徴と防除対策

広島県立農業技術センター環境制御研究部 まつ 浦 しょう へい
松 浦 昌 平

はじめに

シュッコンカスミソウ (*Gypsophila paniculata*) うどんこ病は 1995 年に広島、福島、大分県の生産農家で初めて確認され、その後全国の多くの地域で発生が見られるようになった。本病は葉 (主として葉表)、茎、花梗に発生し、寄生部分が赤褐色に変色することもあり、著しい品質低下をもたらす。シュッコンカスミソウは地上部病害の発生が少ない作物で、葉面散布用の登録農薬が皆無であったことや、生産者にとって、採花調整作業に追われる中での病気のまん延が、本病による被害を助長したといえる。1995 年に発生した新病害の中で、本病が特に注目された理由として、この病害が異なる地域で同時多発的に甚大な被害をもたらした点、これまで日本で未確認であったナデシコ科植物に寄生するうどんこ病であったことが挙げられる。発生当初から、病原菌の分類同定と防除試験などが各研究機関で精力的に行われたのもこれらの理由によるものであろう。本稿では、これまで明らかにされた本病害の特徴と防除法について、総括的に記したい。

I 病原菌の同定と来歴

日本に発生したシュッコンカスミソウうどんこ病菌 (以下本菌) は外部寄生性で、分生子柄基部は屈曲せず、菌糸上面からまっすぐ上方へ伸長する。分生子柄は通常

3 細胞からなり、その先端に楕円形～円筒形の分生子を単性する Pseudoidium 型の形態を有する (図-1・A)。分生子はフィブリン体を含まず、走査電子顕微鏡観察では表面に縦方向を主とする皺状構造を有する (図-1・C)。発芽管は先端に拳状の付着器 (Lobed appressoria) を形成する、いわゆる polygoni 型 (BRAUN, 1987) の形態を有する (図-1・B)。

日本では、これまでナデシコ科に寄生するうどんこ病は未確認であった (和田・平田, 1977)。一方, BRAUN (1995) はトルコ, ルーマニア, 旧ソ連等においてシュッコンカスミソウを含むナデシコ科植物に寄生するうどんこ病菌として *Erysiphe buhrii* (8 属 43 種に寄生) と *Leveillula taurica* (3 属 4 種に寄生) の 2 種を報告している。佐藤ら (1996) と森田ら (1996) は同時期に独自でそれぞれ、分生子世代の形態から本菌の同定を試みた。その結果、本菌が東ヨーロッパ～中東においてナデシコ科植物に寄生する *E. buhrii* の不完全世代とほぼ一致することを明らかにした (表-1)。しかし、日本では、同定の鍵となる完全世代の閉子のう殻が未発見であること、さらに本菌の寄主範囲が不明であったことから、*Erysiphe polygoni* 型の *Oidium* sp. と同定するとどめられた。その後、高松ら (2000) は、BRAUN が 1970 年代に採集した *Gypsophila altissima* (ロシア) と *Silene alba* (ドイツ) 上の *E. buhrii* 標本から rDNA を抽出し、その ITS 領域を本菌と比較した。その結果、本菌

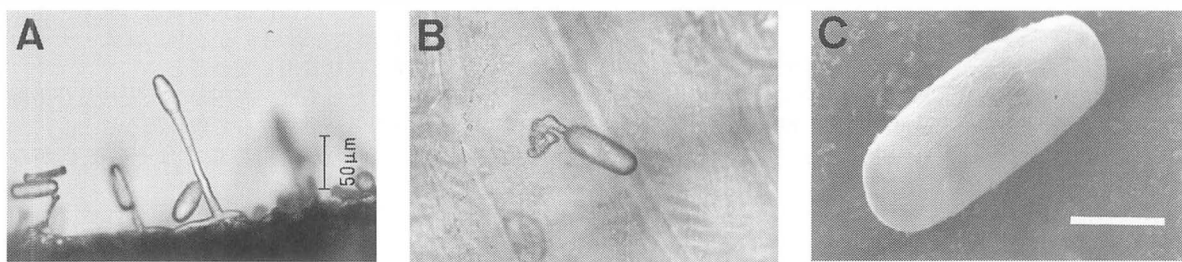


図-1 シュッコンカスミソウうどんこ病菌の分生子世代の形態

A: 分生子と分生子柄。B: Polygoni 型の発芽管。

C: 走査電子顕微鏡による分生子表面構造 (皺状構造を有する)。Bar: 10 μm.

表-1 日本で発生したシュコンカスミソウうどんこ病菌と海外のナデシコ科植物に寄生するうどんこ病菌との形態比較

	シュコンカスミソウうどんこ病菌			<i>Oidium dianthi</i> ^{c)}	<i>Erysiphe buhrii</i> ^{d)}
	広島菌 ^{a)}	福島菌 ^{a)}	大分菌 ^{b)}		
分生子					
長さ×幅 (μm)	33-54×15-22	31-50×14-22	31.7-44.8×12.7-19.0	34-42×14-16	30-50×14-22.5
形態	楕円形～円筒形	楕円形～円筒形	長楕円形～円筒形	円筒形	楕円形～円筒形
形成様式	単性	単性	単性	単性	単性
フィロシン体	無	無	無	無	無
Foot-cell					
長さ×幅 (μm)	29-55×6.3-9.2	—	—	28-37 (長さ)	40-75×6.5-8.5
菌糸上付着器形態	こぶし状	こぶし状	こぶし状	乳頭状～こぶし状	こぶし状
閉子のう殻	未確認	未確認	未確認	未確認	直径 95-170 μm
寄主植物	シュコンカスミソウ	シュコンカスミソウ	シュコンカスミソウ	カーネーション	ナデシコ科

^{a)} 佐藤ら (1996), ^{b)} 森田ら (1996), ^{c)} SAENZ ら (1995), ^{d)} BRAUN (1995).

と *G. altissima* 寄生菌の塩基配列とは 100%, *S. alba* 寄生菌とは 98.7%の相同性を確認し, それらが, 他の植物に寄生する日本産うどんこ病菌とは異なる, 独自のクレードを形成することを明らかにした。これによって, 本菌が当初の予測通り *E. buhrii* の不完全世代であり, 何らかの形で, ヨーロッパあるいは中東から日本に侵入したものであることが証明され, 本菌の同定に一応の決着をみた。

II 寄 主 範 囲

シュコンカスミソウと同じ数種のナデシコ科のほか, ナス科, マメ科, キク科, アブラナ科, セリ科など 15 科 28 属 31 種の栽培植物, 雑草を用いた接種試験の結果, 本菌はナデシコ科のカーネーション (*Dianthus caryophyllus*), オノエマンテマ (*Gypsophila ceras-tioides*), ヒメイワガスミ (*G. repens*) およびツルゴザクラ (*Saponaria oxymoides*) に病原性を有した (表-2)。しかし, ナデシコ科以外の科の植物には病原性を示さなかった (松浦ら, 2000)。本菌の寄主範囲と *E. buhrii* のそれとでは, ガンビとナンバンハコベが一致していないが, シュコンカスミソウとカーネーションが一致すること, ナデシコ科のみに寄生性を有する点で共通し, 本菌が *E. buhrii* と同一種であることをさらに裏付けるものと考えられる。

本菌は施設周辺に散見されるハコベ, オランダミミナグサなどのナデシコ科雑草に病原性を有さず, これらの雑草が伝染源になる可能性は低いと考えられる。しかし, ノミノフスマなど未検定のほかの主要なナデシコ科雑草への寄生性は不明で, 今後も継続して調査する必要がある。また, 本菌は数品種のカーネーション発根苗に分生子形成を伴う病原性を有したが, 生育ステージが進み, 葉質が硬化するに従い抵抗的となった (松浦ら,

表-2 シュコンカスミソウうどんこ病菌のナデシコ科植物に対する病原性^{a)} (松浦ら, 2000)

和名	学名	病原性
(栽培種)		
カーネーション	<i>Dianthus caryophyllus</i> ^{*b)}	+ ^{c)}
オノエマンテマ	<i>Gypsophila ceras-tioides</i>	+
ヒメイワガスミ	<i>G. repens</i>	+
ガンビ	<i>Lychnis coronata</i> *	—
マツモトセンノウ	<i>L. sieboldii</i>	—
ムシトリビランジ	<i>L. viscaria</i>	—
ツルゴザクラ	<i>Saponaria oxymoides</i>	+
コケマンテマ	<i>Silene acaulis</i> var. <i>alba</i> *	—
(雑草)		
オランダミミナグサ	<i>Cerastium glomeratum</i>	—
ナンバンハコベ	<i>Cucubalus baccifer</i> *	—
ツメクサ	<i>Sagina japonica</i>	—
ウシハコベ	<i>Stellaria aquatica</i>	—
ハコベ	<i>S. media</i>	—

^{a)} 広島県産うどんこ病菌分生子を接種し 20 日間菌そう形成の有無を調査。 ^{b)} * は *Erysiphe buhrii* の寄生として BRAUN (1995) が報告。 ^{c)} バイバラ, カトリヌなど 7 品種中 6 品種に病原性あり。

2000)。このことから, 本菌が日本のカーネーション栽培に実被害を及ぼす可能性は低いと思われるが, SAENZ ら (1995) は北米のカーネーション栽培において *E. buhrii* の不完全世代 *Oidium dianthi* による突発的なうどんこ病の被害発生を報告しており, 日本のカーネーション栽培においても, 注意を要する。

III 発生に好適な条件

本菌分生子の発芽率は 15～25℃で高く, 28℃ではわずかに低下した。また, 分生子形成を伴う菌そう形成は 18～23℃で活発で, 20℃で最大となった (表-3)。広島県の北部高冷地でのシュコンカスミソウ栽培は, 4～7 月に新苗を定植し, 8～10 月に 1 番花を採花した後に,

冬期は積雪下で越冬させ、翌年 6～7 月に 2 番花を採花する作型で行われている。本作型では、施設周辺に伝染源となるシュコンカスミソウ発病株が存在しなければ、本病は発蕾期以降に初発生し、施設内平均気温が 18～23℃の 9 月上～中旬に激しくまん延する傾向が認められた (表-4)。これらの結果は、本病の発生好適温度が 20℃前後であることを示しており、西南暖地の真夏においては高温による発病抑制が働くものと考えられる。また、本病の初発には茎葉が繁茂し始める発蕾期頃が適していると考えられるが、加温施設による秋～冬出荷の作型では、生育初期から発生するケースも認められているので注意を要する。

表-3 シュコンカスミソウうどんこ病菌の分生子発芽および菌そう形成に及ぼす温度の影響 (松浦ら, 2000)

温度 (℃)	分生子発芽率 (%) ^{a)}	菌そう形成面積率 (%) ^{b)}
10	7.5 ab ^{c)}	—
13	10.7 a	0 a ^{d)}
15	30.9 c	2.3 ab
18	31.5 c	10.5 bc
20	34.3 c	40.6 c
23	29.8 cd	24.1 c
25	34.3 c	1.2 ab
28	24.4 d	0.2 a
30	6.6 b	—

^{a)} 約 1,000 個の分生子発芽率をスライドグラス上で 24 時間後に調査。 ^{b)} リーフディスクで 6 日間培養後に調査 (n=15)。 ^{c)} 異なる英文字間は 2×9 直交表検定, Bonferroni 補正 (p<0.05) で有意差あり。 ^{d)} 異なる英文字間は Kruskal-Wallis 検定 (p<0.05) で有意差あり。

IV 耕種の防除対策

本病が多発した施設で、採花後の地上部残渣を除去処分し、地下部は刈り株ごとトラクターですき込んだ。すき込み 1～2 週間後に無病のシュコンカスミソウ新苗を定植し、すき込んだ地下部組織がうどんこ病の伝染源となるか否かを調査した。その結果、新苗の定植後少なくとも約 60 日間本病の発生が認められなかった (松浦ら, 2000)。このことは、たとえ前作に本病が激発した場合でも、シュコンカスミソウ栽培を一端打ち切り、新苗を定植することで菌の伝染環が遮断され、次作への伝染を回避できることを示唆している。本菌は前述のとおり主要なナデシコ科雑草に寄生しないと考えられることから、生産現場における本病は、シュコンカスミソウの存在自体に強く依存していると考えられ、このことを考慮した防除対策をたてることが重要だろう。

以下に、防除効果が期待される耕種の防除対策をあげると、①発病株は見つけしだい処分し、新たな伝染を防ぐ、②採花終了後は地上部罹病残渣を処分し、地下部をトラクターですき込む。すき込み数週間後に無病苗を定植する。また、伝染源になる発病株を施設周辺に放置しない、③発病を認めた施設で据え置き栽培する場合、次年度も再発する可能性が高いので、無病苗で改植する、④採苗する場合は無病施設の親株を選定し、苗床の管理を徹底し、感染株を本圃に持ち込まない、などが重要と考えられる。

V 薬剤による防除対策

ガラス温室における薬剤散布試験では、DMI 剤やス

表-4 広島県北部高冷地 (標高約 800 m) におけるシュコンカスミソウうどんこ病の発生推移 (1997)

定植日	調 査 月 日									
	7/11	7/22	7/30	8/11	8/19	9/1	9/11	9/22	10/2	10/13
5/26	0 ^{a)}	* ^{b)} 6.0	31.5							
5/30	0	0	* 0	0	0	18.0	↓ ^{c)} 38.0			
6/5	0	0	0	0	* 6.0	5.0	2.0			
6/20	0	0	0	0	* ↓ 2.0	2.0	40.0			
6/21	0	0	0	0	* 7.0	6.1	52.9			
6/25	0	0	0	0	* 0	0	0	2.0	2.0	1.0
7/2	0	0	0	0	* 20.0	↓ 13.0	14.0	54.2	↓ 60.0	48.0
7/2	0	0	0	0	0	* 0	2.0	↓ 6.0	14.0	
7/18		0	0	0	16.0	* 6.0	6.0	↓ 14.5	↓ 7.0	8.0
7/19		0	0	0	0	0	* 0	0	↓ 8.0	2.6
7/19		0	0	0	0	0	* 0	0	2.0	0

^{a)} 発病度 = Σ(発病指数 × 当該株数) × 100 / (調査株数 × 5)、各施設とも初発までは全株、初発後は指定した 40 株を調査。発病指数：0；無発病，1；病斑面積率 1% 以下，2；同 2～5%，3；同 6～20%，4；同 21～50%，5；同 51% 以上。 ^{b)} *：発蕾始め。 ^{c)} ↓：殺菌剤施用。

表-5 シュコンカスミソウうどんこ病に対する登録農薬の治療効果^{a)} (松浦ら, 2000)

農薬名	希釈倍数	病斑面積率 (%) ^{b)}		防除価
		散布前	14日後	
トリフルミゾール水和剤	2,000	31.8	0.5	99
ジフルメトリム乳剤	2,000	35.1	8.1	88
メパニピリムフロアブル	2,000	28.1	42.5	37
無処理	—	37.1	67.5	

^{a)} 16 葉期のシュコンカスミソウ (品種ニューフェイス, 2 反復) 幼苗にうどんこ病菌を接種し, 発病後に 1 ポット当たり 12 ml の薬液を散布。^{b)} 菌そう形成の認められる病斑のみを調査し, 死滅病斑は計数せず。

トロピルリン系殺菌剤など他作物のうどんこ病に登録のある多くの殺菌剤が本病に卓効を示した (松浦, 1997; 松浦ら, 2000)。このことは, 本菌がイチゴやキュウリのうどんこ病に見られる薬剤抵抗性 (中野ら, 1992; OHTSUKA et al., 1988) を有さずに日本に侵入したことを示唆している。本病に対する農薬の登録拡大に向けた日本植物防疫協会の委託試験は 1997 年から開始された。その結果, これまでにトリフルミゾール水和剤, ジフルメトリム乳剤, メパニピリムフロアブルそして DBEDC 乳剤がシュコンカスミソウうどんこ病防除農薬に新たに登録された。一般に, 殺菌剤散布は発病前の予防散布が有効であるが, トリフルミゾール水和剤とジフルメトリム乳剤は発病後の散布でも高い防除価 (80 以上) が得られ (表-5), 治療農薬としても有効と考えられる。一方, メパニピリムフロアブル (表-5) と DBEDC 乳剤 (データ未記載) は発生後では治療効果はやや劣るため, 発生前の生育初中期あるいは初発しやすい発蕾始めころの予防的散布に適していると考えられる。また, シュコンカスミソウの葉には毛茸が, 茎にはワックスが多く, 水和剤やフロアブル剤では薬液の付着が悪い。したがって, 湿展作用の強い展着剤を加用することで, 薬剤の付着を促し, 防除効果を上げることが可能であった (松浦, 1997)。しかし, 高温時には薬害を助長する恐れもあるので注意を要する。

おわりに

日本でシュコンカスミソウうどんこ病が初めて確認されて以来, 既に 7 年が経過した。幸い農薬の登録拡大や農家の防除意識の高揚などにより, 当時のような被害事例は少なくなっている。しかし, 防除対策を怠ると大きな被害につながる病害であることには変わりはない。本病が最初に発生したころの主力品種はアメリカで育成された 'プリストル・フェアリー' とその枝変わり 'ニュー・フェイス' およびイスラエルで育成された 'グラン' 等で, そのいずれも被害を受け, 品種間に顕著な抵抗性の差異は認められなかった。しかし, 近年では '雪ん子' など, 新たな品種が導入されており, 新規導入品種の本病に対する抵抗性の強弱等は今後明らかにしていく必要がある。

また, 本病の第一次伝染源には, 苗から持ち込まれた病原菌, 周辺の栽培施設からの飛散分生子および据え置き株上で越冬した病原菌が考えられる。しかし, 発病に至るまでの病原菌の潜在感染状況や据え置き株上の越冬病斑痕の生死などいまだ不明な点が多く残されている。これらの伝染源に関わる分野の解明は, 防除対策を立てるうえで極めて重要で, 今後の研究が期待される。

数種の農薬が本病に対して登録拡大されたが, これら農薬の安易な連続使用は, 耐性菌を生じさせる危険性が高い。幸い, 現在は多様な作用機作を持つ農薬が登録拡大されているので, ローテーション散布による耐性菌の出現回避に特に注意を払う必要がある。

引用文献

- 1) BRAUN, U. (1987): Beih. Nova Hedwigia 89: 1~700.
- 2) ——— (1995): Gustav Fischer Verlag, Jena. 337 pp.
- 3) 松浦昌平ら (2000): 広島農技セ研報 68: 21~29.
- 4) ——— (1997): 関西病虫研報 39: 49~50.
- 5) 森田鈴美・菊池徳宏 (1996): 九病虫研会報 42: 48~54.
- 6) 中野智彦ら (1992): 奈良農試研報 23: 27~32.
- 7) OHTSUKA, N. et al. (1988): Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 54: 629~632.
- 8) SAENZ, G. S. et al. (1995): Plant Dis. 79(3): 320.
- 9) 佐藤 衛ら (1996): 日植病報 62(5): 541~543.
- 10) 高松 進ら (2000): 日植病報 66(2): 101~102 (講要).
- 11) 和田久美子・平田幸治 (1977): 新潟大農学研究報告 29: 77~114.