シュンギクベと病菌の分生子柄形成条件と薬剤防除効果

孫工弥寿雄・野村 良邦 (野菜試験場久留米支場)

Formation of conidiophores of *Peronospora chrysanthemi-coronarii* (SAWADA)
S. ITO et TOKUNAGA and effect of chemical control. Yasuo SONKU and
Yoshikuni NOMURA (Kurume Branch, Vegetable and Ornamental Crops Research Station,
Kurume, Fukuoka 830)

シュンギクベと病は、1979年に広島県で初発生以来、現在も各地で激発しているが、防除対策が難しい理由として、本病の感染経路及び感染機構に不明な点が多いことが挙げられる。今回は感染機構解明の手がかりとして、分生子柄の形成条件や形態像の走査電顕観察、薬剤防除効果について試験を行ったので報告する。

試験材料及び方法

1. 試料の採集と分生子柄形成法

試料は、1984年11～12月に福岡県三井郡北野町のビニルトンネル栽培農家の品種「博多改良中葉」の生育中期の病株から採集した。分生子柄形成法は、最初に病葉上の古い分生子柄を除くために毛筆で1枚ずつ丁寧に洗浄(第1図-2)したのち上下に湿つたる紙をはったシャーレ内へ入れて密封した。のち所定の温度及び時間に取り出して10倍の拡大鏡で新生分生子柄の形成度、形成葉率、分生子数の計測を行った。分生子柄形成度は肉眼で6段階に分け、また分生子数の計測は処理済の病葉10枚に対して蒸留水5mlを用い、1枚ずつ毛筆で洗い出して行った。

2. 分生子柄形成条件

温度試験では、15cm径シャーレに1個当たり10枚、計20枚の洗滌済病葉を入れて密封し、3～30℃まで7段階(第1表)に分けて5連恒温槽に24時間静置後計測した。湿度試験では、塩類飽和液又は硫酸希釈液(第2表)を9cmシャーレ内へ注入し、湿度を79～100%までの9段階に分けた。のち前記処理葉を1シャーレ3枚ずつ入れてパラフィルムで封じ、15℃で24時間後に分生子柄の形成状況を調べた。1区3シャーレ合計9葉とした。

3. 分生子柄形成部位と形成経過の走査電顕像観察

試験は、まず葉上の古い分生子柄を除去した病葉を15cm径の湿度飽和シャーレ内へ10枚ずつ入れて密封し、15℃に静置後1時間ごとに取り出して4mm角に切断した。のち切断葉をイオンコーター(IB-2型)でAuをターゲットにセットして導体化コーティング後、明石製

ALPHA-10型走査電顕で葉裏面の分生子柄抽出部位や形態の経時的推移を観察撮影した。

4. 薬剤防除試験

試験は、福岡県三井郡北野町の雨よけビニルトンネル栽培農家3個所で行った。品種は大葉シュンギク「おたふく」で、慣行により栽培して8月下旬～9月上旬に13種類の薬剤を本葉1～2葉期に1週間間隔で計4回散布した。調査は、9月下旬～10月下旬にわたって50株につき発病株率、葉率、発病度、薬害、汚れ等について行った。区制は2区制である。

試験結果

1. シュンギクベと病菌の分生子柄形成条件と形成経過

1) 形成と温度

試験結果を第1表に示した。この表によると、分生子柄形成の最適温度は15℃で、5～25℃の範囲内で形成が認められた。この傾向は、分生子柄形成度、形成葉率、分生子形成数共にほぼ一致した。

2) 形成と湿度

試験した湿度は、79, 82, 88, 90, 93, 94, 95, 98, 100%(15℃)であった。試験結果は第2表に示した通りであり、分生子柄形成度は94%以上の湿度範囲内で良好であり、それ以下では徐々に低下した。

3) 形成部位

① 葉の表と裏の形成比較：観察の結果を第3表と第1

第1表 シュンギクベと病菌の分生子柄形成度、形成葉率、分生子形成数と温度

調査項目	設定温度						
	温 度 (℃)						
	3	5	10	15	20	25	30
分生子柄形成度	—	—	±	+	+++	++	—
分生子柄形成葉率	0	5	75	100	95	10	0
分生子形成数*	0	1.2	7.2	17.4	11.0	1.2	0

注) *印は、平均値で示したが、1mlの値は10⁴倍に換算する。
分生子柄形成度：—無、+微、++少、+++中、++++多、++++甚

第 2 表 シュンギクベと病菌の分生子柄形成度と湿度

湿 度	塩 類 名	個 体 番 号									平均値
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
100 (%)	水	+++	++	+++	++	++	++	+	++	+	2.8
98	硫酸カリウム	±	+++	+++	+++	+	+	++	+	-	2.4
95	亜硫酸ナトリウム	±	++	-	±	±	++	++	++	-	1.5
94	硝酸カリウム	++	+	+	+	+	++	±	-	++	1.4
93	硝酸ナトリウム	±	-	-	-	±	-	-	±	±	0.2
90	硫酸20%水	++	-	+	-	-	++	-	+	+	0.8
88	炭酸ナトリウム	-	±	±	-	-	-	±	+	-	0.3
82	硫酸ナトリウム	-	-	±	±	±	±	-	-	-	0.2
79	塩化アンモニウム	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

注) 分生子柄形成度：-無，+微，++少，+++中，++++多，+++++甚

第 3 表 シュンギクベと病菌分生子柄の形成部位

葉の表裏の区別	調査葉数	分生子柄形成率
葉の表のみ	50	0 (%)
葉の裏のみ	50	80
葉の表裏両面	50	20
同上形成度	葉の表	++
	葉の裏	++++

図に示したが、この結果によると葉の表のみに形成したものは全くなく、裏側だけに形成しているものが80%であった。また葉の表と裏に同時に形成しているものは約20%で、この場合でも分生子柄形成度は大部分が葉の裏側で占められていることが判明した。なお、この両面に分生子柄が発生した場合はほとんどが古い病斑であった。

② 葉面上の形成位置：分生子柄が気孔から発生する初期の状況と発生する部位を第1図-1，3，4に走査電顕像で示した。これによると、分生子柄が抽出する部位はほとんどが気孔であり、気孔以外では認められなかった。また、第1図-4は気孔から分生子柄が抽出している状況であり、本菌の分生子柄形成は大部分が1～2本で、3本以上は少なくなることを観察した。

4) 形成経過

分生子柄の最初の気孔抽出は第2図-1に示したように処理後6時間ころから始まり、水洗除去した古い分生子柄の存在した気孔の所から第1図-3に示したように丸い頭部を1～3個発生する。のち時間の経過と共に分生子柄は伸長を続け、第2図-2,3,4,5,6のように発達する。以上の経過を一覧にすれば第4表の通りである。

2.シュンギクベと病菌の分生子及び分生子柄の走査電顕像による形態観察

シュンギクベと病菌の分生子形成及び離脱時の形態は、第3図-1～8のような経過により走査電顕像で観察さ

第 4 表 シュンギクベと病菌の分生子柄形成経過

経過時間	分生子柄または分生子の形成状況
0 (h)	15℃多湿条件下で洗浄済病葉をセットする
6	分生子柄が気孔から抽出し始める
7～10	分生子柄は更に伸長し、後半に分岐が始まる
11～12	分生子柄は分岐を続け、極枝も見られる
13～15	極枝の先端が膨らみ、次第に正円形房状のものが多くなる
16～24	分生子はほとんどのものが完成し、形はだ円形となる

れた。すなわち、セット後13時間ころから分生子柄の先端が僅かに膨らみ(第3図-1)，のち次第に正円形に発達して房状に着生する(第3図-2)。この段階をやや過ぎたころ分生子表面に隆起したコブ状突起が形成(第3図-3,4)される。のち分生子は次第にだ円形へと変化して完熟期へ向う。一方、極枝先端部の発達は第3図-5～7の通りで、極く初期から中期にかけては平坦直線であるが以降次第に盛り上った部分(第3図-5)を生じる。これが更に発達すると第3図-6,7に示すように円形皿状に大きく膨らみ、分生子柄の先端部にくびれたコブとして観察される。分生子が成熟してくると第3図-7のように前記の皿状部の分生子側に不規則なひび割れが生じ、この部分から分生子が離脱する。離脱部の分生子側には第3図-8のようにやや長い首状の残痕部があり、切口はギザギザで不規則である。また、首状の残痕部内側には表面構造と同様な突起が観察された。分生子の表面構造は第4図-3,4に示すように着生初期には、綿毛状の斑紋状突起があつて第4図-1,2に示すような分生子柄の表面構造とはほぼ同様であるが、成熟期になると隆起した明りょうな大小の斑紋状突起となり、分生子柄表面とは異なってくる。なお、本病菌の分生子先端の膨らみは、ハウレンソウベと病菌にはなく特徴的な差異が観察された。

3.シュンギクベと病に対する薬剤防除効果

第1図 シュンギク葉裏面の気孔から発生したべと病菌分生子柄の状況

1. シュンギク葉裏面の健全な気孔 ($\times 5,250$)
2. 罹病葉上に形成された分生子柄を毛筆で水洗除去した直後の分生子柄切断状況 ($\times 3,300$)
3. 罹病葉上の気孔から抽出したごく初期の分生子柄の頭部の状況 ($\times 1,150$)
4. 気孔から新生の分生子柄が抽出したところ ($\times 3,250$)

CP: 分生子柄

第2図 シュンギクべと病菌の分生子柄形成及び伸展の経時変化

1. 分生子柄の先端が気孔から抽出し始める (6 h, $\times 2,150$)
2. 分生子柄が次第に伸長する (7~10 h, $\times 3,400$)
3. 後半に分生子柄が分岐を開始する (7~10 h, $\times 1,150$)
4. 分生子柄が一次、二次の分岐を行い、極枝も見られる (11~12 h, $\times 850$)
5. 分生子柄先端の丸味が発達して当初正円形の分生子を形成する (13~15 h, $\times 1,900$)
6. 房状に形成された分生子は、円形からだ円形となり、ほとんどが完成する (16~24 h, $\times 605$)

第3図 シュンギクベと病菌の分生子形成経過及び分生子柄からの離脱

1. 分生子柄の先端が徐々に丸味をおびる (×1,100)
2. 分生子が肥大して最初正円形となる (×3,900)
3. 分生子がだ円形に変化し、表面に突起が現われる (×1,450)
4. 分生子の表皮上に形成された突起物の拡大 (×4,900)
5. 極枝の先端部に皿状突起が現われる (×15,000)
6. 皿状突起は大きくだ円形に発達し、分生子は完成する (×19,500)
7. 皿状突起の分生子側に不規則な分離溝ができて、分生子飛散が始まる (×20,000)
8. 分生子は脱落痕の不規則な切口を突出して飛散する (×25,500)

第4図 シュンギクベと病菌の分生子柄及び分生子表面の微細構造

1. 分生子柄の表面 (×7,000)
2. 分生子柄表面に形成された綿毛状斑紋突起群 (×16,000)
3. 分生子表面を横から見た場合の不規則な綿毛状斑紋突起 (×21,000)
4. 分生子表面に形成された不規則形の綿毛状斑紋突起 (×16,000)

供試した13薬剤のうち8種類に高い効果が認められた。すなわち、アリエッティ水和剤800倍、SAN-208 水和剤600倍、SAN-209 水和剤600倍、HF-8210 水和剤1,000倍、CG-127 水和剤600倍、サンドファンC 水和剤1,000倍の2又は4回散布、CG117 粒剤播種前土壌混和10 a 当たり10kg、アリエッティC 水和剤400、500倍の防除効果は優れ、次いでアリエッティC 水和剤800倍、ジマンダイセン水和剤600倍、CD-155 水和剤500倍の効果が高かった。SF-8301 水和剤500倍、オーソサイド水和剤600倍、バンソイル乳剤 m^2 当たり2,000倍3ℓかん注は、試験間で差が見られた。薬害は一部の葉に僅かな褐点又は下葉の黄化を生じた薬剤もあったが、葉の汚れの場合と同様に散布後日数の経過と共に認められなくなった。

考 察

シュンギクベと病に関する報告は、1931年に沢田⁹⁾が、続いて1936年に伊藤¹⁾がいずれも当時の台湾産の試料で病徴と病原菌の形態を記載したが、国内では、以降1979年の広島県での初発まで報告¹⁾がなく、現在も発生生態や感染機構に不明な点が多い。本菌の分生子の性質については、野村ら⁷⁾、中村ら⁶⁾が発芽適温範囲は10～20℃、発芽最適温度は15℃前後、発芽温度範囲は0～25℃と報じている。今回、筆者らが行った分生子柄の形成と温度については、既往に報告が見られないが、その形成温度範囲、形成最適温度等は、上記の報告にほぼ合致する。分生子柄形成と湿度に関しては更に報告が少ないが、分生子形成についての例としてキュウリ²⁾では、高湿と暗黒下で胞子形成量が最高であったと報じられており、高湿条件が必要なことを示している。一方、分生子柄の形成部位については、沢田⁹⁾は葉の裏の形成量が多いことを示し、形成は1気孔当たり1～3本抽出するとして、筆者らの諸結果とはほぼ一致する。また、シュンギク以外のダイコン⁸⁾と病菌でも走査電顕像による精細な観察が報告され、分生子柄は全て気孔から抽出するとされている。本菌の分生子柄の形成経過を経時的に記録した報告はないが、沢田⁹⁾は分生子柄の分岐の角度や高さ、極枝に至るまでかなり詳細な報告をしており、筆者らの電顕による経時的観察とも部分的に一致する。シュンギクベと病菌分生子の経時的な形成記録は他に見られないが、キュウリベと病²⁾では同一分生子柄について開始から完成まで一環して詳細な光顕観察があり、分生子柄は2時間、分生子柄の分岐は6時間30分～9時間、分生子は7時間20分から9時間40分で形成され、分生子完成は50～70分の間とされる。一方、胞子形成量は採集日の天候に左右されるとの報告³⁾があるので、筆者らの扱った試料

の整一性がやや不十分であった点を除いて考えた場合、シュンギクベと病の各器管の形態形成は、上述のキュウリのそれよりやや遅いと思われる。また分生子柄の極枝の形態については、沢田⁹⁾が先端部の膨らみを記載し、他にも一部指摘されているが、その発達を構造的に記録した報告はない。筆者らの走査電顕での観察では、この部分の形成は分生子着生後暫くの間は認められないので、この時点から分生子が完熟して離脱するまでの段階で内部に変化が起り、外部形態では円形皿状構造に発達すると見られる。比較したホウレンソウベと病菌には、このような構造は認められなかった。また第3図-3,4のように若令分生子表面に現われる突起物は、その機能や来歴が不詳で更に検討が必要である。極枝部の分生子離脱直前のひび割れと、続く離脱時の切口や表面裏面の構造については、ダイコンベと病菌⁸⁾の走査電顕像で一部記録されているが他には見られないようである。今後は、分生子や分生子柄の形成、離脱機構及び微気象との関係、葉内栄養との関係などの解明が更に必要と思われる。

摘 要

1) シュンギクベと病菌の分生子柄形成条件を検討した。最適温度は15℃、形成範囲は5～25℃、好適湿度は94%以上であった。形成部位は、80%が葉の裏、20%が両面で、表側のみのものは全くなく、また、分生子柄は気孔から1～3本抽出した。

2) 本菌の分生子柄及び分生子の形成経過を走査電顕像で観察した。分生子柄形成は、15℃で6時間ころから始まり、10時間ころから分岐を、13時間ころから分生子を着生した。分生子は、分生子柄先端が膨らんで形成され、円形からだ円形になり、極枝の円形皿状部にはひび割れができて離脱を始めた。分生子、分生子柄の表面構造には、やや異なる斑紋状突起を認めた。

3) 本病に対する薬剤防除試験では、13薬剤中8薬剤に高い防除効果が認められた。

引 用 文 献

- 1) 広島農試 (1979) 野菜病虫害発生予察実験事業年報 29: 27.
- 2) 稲葉忠興 (1975) 植物防疫 29: 441-446.
- 3) ———・梶原敏宏 (1971) 日植病報 37: 220-224.
- 4) 伊藤誠哉 (1936) 大日本菌類誌(第1巻) 養賢堂: 218-219.
- 5) 梶原敏宏・岩田吉人 (1957) 日植病報 22: 201-203.
- 6) 中村利宣・田中澄人・熊本勝己・杉岡敏英 (1981) 九病虫研究会報 27: 48-49.
- 7) 野村良邦・木曾 皓・田中澄人 (1981) 日植病報 47: 371 (講要).
- 8) 白石雅也・坂本和成・浅田泰次・永谷 隆・肥高 洋 (1975) 日植病報 41: 24-32.
- 9) 沢田兼吉 (1931) 台湾総督中央研究所農業部報告 51: 15.

(1985年5月8日 受領)