

拮抗菌および天敵によるキュウリうどんこ病の

生物防除の試み

本多範行*・佐藤陽子**・福田明美*

The Attempt to Biological Control of Cucumber Powdery mildew by the Antagonist and Natural Enemy

Noriyuki HONDA, Yoko SATO and Akemi FUKUDA

福井県北部のキュウリ，カボチャには *Oidium* 属 *Fibroidium* 亜属菌によるうどんこ病が発生する．このうどんこ病に対して拮抗菌や天敵を用いた防除効果を調査した．ウリ類うどんこ病斑からは頻繁に *Ampelomyces* 菌，*Pseudozyma* 菌が分離された．これら分離菌をキュウリに前接種し，うどんこ病菌をチャレンジ接種したが，その防除の効果は低かった．ウリ類うどんこ病菌を食菌するキイロテントウは7～8月に大野市，勝山市で確認された．うどんこ病の発生したキュウリ苗にキイロテントウを大量に放飼するとうどんこ病菌をすべて食べつくした．

キーワード：生物防除，うどんこ病，拮抗菌，キイロテントウ

I．緒言

うどんこ病は多くの農作物に発生する主要な病害の一つで，特徴的な白色粉状の病徴を呈する．うどんこ病菌は生きた宿主植物だけに寄生する絶対寄生菌で，寄生植物と密接に関係して生活し，現在13属650種に分類されている⁴⁾．また，キュウリうどんこ病では従来とは異なる新たなうどんこ病菌の発生が確認され，発生地域や宿主植物の拡大が心配されている¹⁾．

本病は福井県においても，施設栽培の周年栽培が進められ，発病に好適な条件が続くことから，発生が周年化している．また，薬剤耐性菌の出現により，難防除病害となっている．うどんこ病の防除は化学農薬の散布を中心にした対策のほか，耐病性品種の利用，適正な肥培管理，施設栽培では適正な環境制御が行われ，総合的な防除対策が進められている．しかし，一方では環境に配慮した農業が進められるなか，化学農薬に頼らない防除法が求められている．うどんこ病の生物防除剤としては，バチルス・スプゲリス剤，タラロマイセス・フラバス剤が登録され，防除に用いられている．また，うどんこ病

菌の宿主特異性が高いという性質を利用して，宿主とは異なるバンカープランツのうどんこ病菌に寄生菌や天敵を寄生させて，宿主の野菜類のうどんこ病の発生を抑制する伝承技術がある²⁾．うどんこ病菌の寄生菌に *Ampelomyces* 菌のほか，拮抗菌では *Pseudozyma* 菌，*Tilletiopsis* 菌がある．食菌性の昆虫にキイロテントウ，クモガタテントウ，シロホシテントウ，シロジュウロクホシテントウ，アキシロテントウ，ダニ類では *Orthotydeus lambi* などがある．*Ampelomyces guisquilis* は既にヨーロッパでは製剤化されている．*Pseudozyma* 菌もすでにカナダではうどんこ病菌の拮抗菌として研究されており，生物農薬となっているが，国内での報告はない．

そこで福井県の気象条件，栽培条件に合ったうどんこ病菌の寄生菌や天敵の活用を図るために，県内に生息するうどんこ病菌に寄生する微生物や天敵などを採取し，その防除効果について調査したので報告する．

II．試験方法

- 1．福井県内のうどんこ病斑からの拮抗菌の分離および食菌性昆虫の採取

* 福井県農業試験場 有機環境部

** 元福井県農業試験場

2010 年は県北部地域のカボチャ、キュウリ、メロン、ヒマワリ、クローバ、カキ栽培圃場を調査し、うどんこ病菌を摂食している昆虫や病斑を採取した。2011 年は家庭菜園で栽培されているカボチャ、キュウリのうどんこ病斑を調査し、同様に病斑を採取した。

糸状菌の分離はうどんこ病斑を実体顕微鏡で観察し、うどんこ病菌の孢子形成の見られない病斑を 5mm 角に切り取り、0.5 ml の滅菌水中で摩砕し、その 0.1 ml を 5000 倍ストレプトマイシン硫酸塩を添加した素寒天培地に広げた。24 時間後に発芽した孢子を M2 培地 (0.4% glucose, 1.0% malt extract, 0.4% yeast extract, 1.5% agar) に移植し、分離菌とした。

昆虫やダニ等はうどんこ病斑を実体顕微鏡で観察し、採取した。採取した天敵はヘキサジェンサン酸カリウム 10ppm 添加 1% 素寒天培地上のキュウリ子葉に、うどんこ病菌を移植し、増殖したうどんこ病菌で飼育した。

試験にはキュウリ品種はシャープ 1 (埼玉原種育成会) を用い、うどんこ病菌は県内のキュウリうどんこ病の病斑から分離した菌株を用いた。

2. 糸状菌によるキュウリうどんこ病防除効果

1) 分離菌の選抜

分離菌は MYA 培地 (7.5% malt extract, 0.1% yeast extract, 2% agar) で、28℃ で 10~14 日間培養した。9cm シャーレで培養した分離菌に、殺菌水を 10 ml 加えて、筆で洗い、作成した孢子懸濁液を、展開した直後のキュウリの子葉に塗りつけた。孢子を形成しない分離菌は MY 液体培地 (7.5% malt extract, 0.1% yeast extract) を用いて、25℃ で 7 日間、100rpm で振とう培養した。その後、キムワイプでろ過し、採取した菌体 1 g に殺菌水 100 ml に加えて、ホモジナイズし、殺菌水で 5 倍に希釈した菌液を噴霧器で 1 苗当たり 10 ml 散布した。接種した子葉には、さらに乾燥を防ぐために菌液に浸漬したペーパーディスクを置いた。うどんこ病菌のチャレンジ接種は、分離菌接種 6 時間後にうどんこ病発病葉の孢子を払い落とし、接種した。ガラス温室で約 1 か月間栽培し、子葉、本葉のうどんこ病の発生状況を観察し、うどんこ病を抑制する菌を選抜した。

2) 分離菌の連続接種による防除効果

うどんこ病の病斑形成を抑制する効果の見られた *Pseudozyma* 菌 26 菌株は接種菌の定着を図るために分離菌の連続接種による防除効果を検討した。供試菌株は MYA 培地を用いて 25℃ で 14 日間培養後、1 シャーレ当たり殺菌水 15 ml 加えて作成した孢子懸濁液を、展開直後のキュウリ子葉に噴霧接種した。接種は 7 日ごとに 3 回連続して、1 苗当たり 15 ml 噴霧接種した。対照に殺菌水およびシフルフェナミド・トリフルミゾール剤 2000 倍液を散布する区をそれぞれ設けた。うどんこ病菌のチャレンジ接種は、分離菌接種 6 時間後にうどんこ病発病葉の孢子を払い落とし、接種した。1 区 3 苗用いた。発病

度は子葉、本葉のうどんこ病の発生面積率 1~20% が A、発生面積率 21~40% が B、発生面積率 41~60% が C、発生面積率 61~80% が D、発生面積率 81% 以上は E に分け、次式から発病度を算出した。

発病度 = $(1A + 2B + 3C + 4D + 5E) \div (5 \times \text{調査葉数}) \times 100$

また、うどんこ病抑制効果の見られた、*Fusarium* 菌 5 菌株、*Pseudozyma* 菌 2 菌株を用いて、上記と同様の方法で、7 日ごとに 4 回噴霧接種し、発病度を算出した。対照に殺菌水、シフルフェナミド・トリフルミゾール剤を散布する区を設けた。1 処理 3 苗を用いた。

3. キイロテントウによる防除効果

1) キイロテントウの飼育

採取したキイロテントウムシは 1 で記載した方法で、うどんこ病菌を培養したキュウリ子葉を入れたシャーレ内に雄雌 1 頭ずつ入れ、25℃、16 時間明期 8 時間暗期で飼育した。キュウリ子葉は 2~3 日ごとに交換した。産卵のあった子葉および孵化した幼虫は高吸収性樹脂を入れた直径 15 cm の丸型容器に入れて、うどんこ病の発生したキュウリ本葉を 2~3 日ごとに追加しながら飼育し、キイロテントウの卵、幼虫、蛹、成虫期間、産卵数を調査した。

2) 飼育条件

キイロテントウの飼育温度について検討した。成虫は 2 頭、幼虫は 5 頭をうどんこ病の発生したキュウリ本葉と 10% ショ糖液を入れた直径 10 cm 丸型容器に入れ、10℃、15℃、20℃、25℃ および 30℃ の人工気象器で飼育し、生存期間等を調査した。処理は 1 処理につき 2 容器用いた。

次いで、キイロテントウの食性について検討した。トマト、マサキ、ミズナラ、ヤナギ、ウルシ、ハンノキ、ゴボウ、イチゴ、カキ、ウリ類うどんこ病の病斑は福井県農業試験場内で採取し、エノキ、クワうどんこ病病斑は富山県立大学佐藤幸生氏より分譲された。それぞれのうどんこ病斑を入れた直径 9cm 丸型容器に成虫を 5 頭入れ、25℃、16 時間明期 8 時間暗期で 7 日間飼育し、それぞれのうどんこ病菌を食べるかどうか観察した。1 処理につき 2 容器用いた。

また、培地で培養した糸状菌の食性についても検討した。培養菌には福井県農業試験場保存菌である *Rhizoctonia solani*, *Fusarium glaminearum*, *Fusarium oxysporum*, *Gibberella fujikuroi*, *Pythium helicoides* を供試した。供試菌を 9 cm シャーレの PDA 培地で 25℃、7 日間培養した菌叢内に成虫を 5 頭入れた。25℃、16 時間明期 8 時間暗期で 7 日間飼育し、キイロテントウの供試菌の摂食の有無を調べた。1 処理 2 容器用いた。

3) 防除効果

キイロテントウによるキュウリうどんこ病の防除試験を 25℃、16 時間明期 8 時間暗期に管理した飼育室で行った。本葉 3 葉のキュウリ苗 2 鉢を入れた飼育ケース (33 cm

×25 cm×60 cm) にキイロテントウを3頭と10頭放飼した区を設けた。放飼前、放飼5日後、12日後に葉位ごとにうどんこ病斑面積を調査した。さらに、放飼12日後に成虫、幼虫を取り除き、その9日後にうどんこ病の病斑面積を調査した。1処理につき2ケース用いた。

4) 薬剤感受性

キイロテントウの薬剤感受性を調査した。シエノピラフェン水和剤2000倍液、シフルメトフェン水和剤1000倍液、メソミル水和剤1000倍液、脂肪酸グリセリド乳剤300倍液、トルフェンピラド乳剤2000倍液、イミダクロプリド水和剤2000倍液、ペルメトリン乳剤3000倍液、フルフェノクスロン乳剤4000倍液、ニテンピラム水和剤2000倍液およびME P2000 倍液にキュウリ本葉を瞬間浸漬し、5分間風乾した。対照に殺菌水に浸漬した葉を用いた。直径9 cm丸型容器に浸漬したキュウリ本葉と成虫5頭を入れて25℃で飼育し、24, 48, 72時間後に死亡虫数を調査した。

Ⅲ. 結果および考察

1. 糸状菌

2010年, 2011年に調査した県内圃場で採取したウリ類のうどんこ病菌はフィブロシン体を確認できたことから、従来からの *Oidium* 属 *Fibroidium* 亜属菌であった。 *Oidium* 属 *Reticuloidium* 菌は確認できなかった。

採取したうどんこ病病斑には *Ampelomyces* 菌の柄子殻が観察された(写真1)。培地上では *Pseudozyma* 菌の菌糸が確認された。2010年は調査した60地点中25地点で *Ampelomyces* 菌が、35地点で *Pseudozyma* 菌が確認された。2011年は26地点中 *Ampelomyces* 菌が12地点、 *Pseudozyma* 菌は10地点で観察され(第1表)、 *Ampelomyces* 菌、 *Pseudozyma* 菌は県内のウリ類うどんこ病病斑で恒常的に生活していると考えられた。

採取したうどんこ病病斑から糸状菌1,497菌株を分離した。キュウリうどんこ病発病抑制効果があった198菌株のうち、 *Pseudozyma* 菌が67菌株と最も多く、次いで *Ampelomyces* 菌が43菌株、 *Fusarium* 菌と *Penicillium* 菌がそれぞれ7菌株であった(第2表)。また、キュウリのうどんこ病の病斑形成を抑制する効果の高かったのは *Fusarium* 菌で、次いで *Pseudozyma* 菌であった。 *Ampelomyces* 菌は蛍光顕微鏡下ではうどんこ病菌の菌糸への感染が確認された(写真2)。しかし、 *Ampelomyces* 菌を前接種しても、うどんこ病菌が生育しない部分がわ

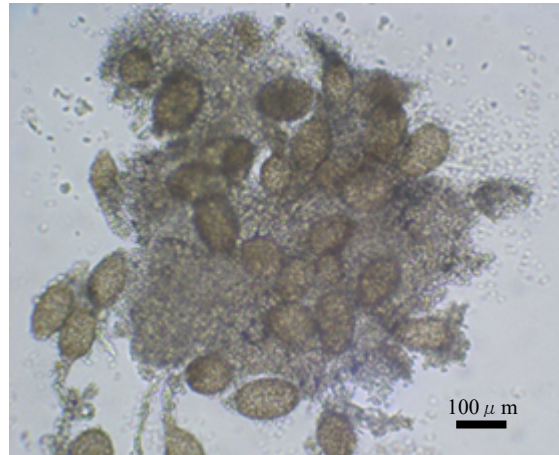
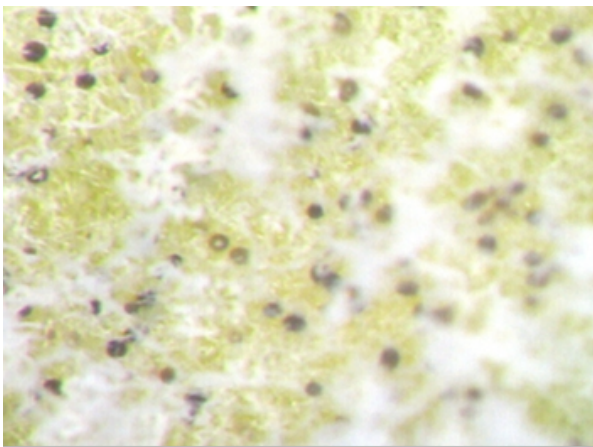


写真1 キュウリうどんこ病病斑上の *Ampelomyces* 菌の柄子殻(左)とその拡大(右)

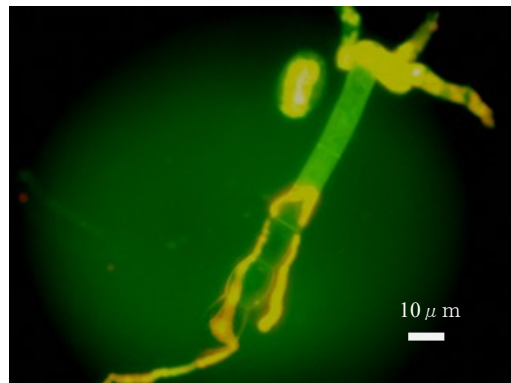


写真2 キュウリうどんこ病菌に接種した *Ampelomyces* 菌511菌の防除効果(左)と寄生状況(右、うどんこ病菌(緑) *Ampelomyces* 菌(黄色))

第1表 福井県のウリ類に発生したうどんこ病菌に寄生する微生物と昆虫の有無(2011)

調査場所	調査植物	<i>Ampelomyces</i> 菌 の有無	<i>Pseudozyma</i> 菌 の有無	キイロテントウ の有無
福井市野波	カボチャ	○		
大野市上舌	キュウリ	○		
大野市地頭方	キュウリ	○	○	○
大野市木本1	キュウリ	○		
大野市木本2	キュウリ	○		○
大野市木本3	キュウリ			○
大野市佐開1	キュウリ	○	○	
大野市佐開2	キュウリ	○		○
大野市下山1	カボチャ			
大野市下山2	キュウリ			
大野市上大納	キュウリ		○	
大野市上大納	カボチャ		○	
大野市貝皿1	キュウリ		○	
大野市貝皿2	キュウリ			
大野市御領	カボチャ			
勝山市伊知地	カボチャ	○		
勝山市薬師神谷	カボチャ	○		
勝山市平泉寺	カボチャ			
勝山市小矢谷	キュウリ		○	○
勝山市大袋	キュウリ	○		
あわら市畝市野ノ	カボチャ		○	
あわら市櫛	キュウリ		○	
坂井市丸岡町川上	キュウリ			
坂井市丸岡町竹田	カボチャ	○		
永平寺町浄法寺	キュウリ		○	
越前町下河原	キュウリ	○	○	

第2表 分離した作物別うどんこ病発病抑制効果のある糸状菌菌株数

所 属	カボチャ	キュウリ	メロン	クローバ	ヒマワリ	イチゴ	ナシ	カキ	計
<i>Alternaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ampelomyces</i>	25	11	0	0	0	0	5	2	43
<i>Aspergillus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cladosporium</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Curvularia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fusarium</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Helminthosporium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mucor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nigrospora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Penicillium</i>	0	5	0	0	0	1	0	1	7
<i>Pestalotia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudozyma</i>	31	28	0	2	1	5	0	0	67
<i>Pythium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verticillium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
不明	18	28	0	0	2	3	11	10	72
合計	82	73	0	2	3	9	16	13	198

数字:分離菌株数



写真3 *Pseudozyma* 菌 753 菌(左)のキュウリうどんこ病防除効果(右は殺菌水)

ずかに見られるだけで、上葉の発病を抑制させる効果も見られなかった。

生物防除において、防除効果を高めるためには、拮抗菌を定着させることが重要である²⁾。そこで、*Pseudozyma* 菌を7日ごとに3回接種して、菌の定着を図りながらうどんこ病菌を接種すると、602 菌、753 菌は無処理に比べ、接種した子葉でのうどんこ病の発病を抑制した(写真3)。また、753 菌は最終散布12日後でも子葉での発病を抑制する傾向が見られた。552 菌、753 菌、952 菌、1427 菌は第1本葉、第2本葉での発病は少ない傾向にあった。しかし、シフルフェナミド・トリフルミゾール剤散布区の防除効果よりは低かった(第3表)。

次に、分離菌を4回連続接種し、うどんこ病菌をチャレンジ接種した。*Pseudozyma* 菌のうち1041 菌、1437 菌の発病抑制効果は見られなかった。*Fusarium* 菌のうち205 菌、208 菌、209 菌、224 菌は最終の散布3日後の接種した子葉において、無処理に比べて明らかにうどんこ

病の発生は少なかった。その効果は最終散布17日後に、無処理区の子葉はうどんこ病によって枯死したのに対して、*Fusarium* 菌処理区の発病度は低かった。本葉第1葉における接種3日後、10日後の205 菌、209 菌の発病度は無処理より少なく、その効果は最終散布17日後でも認められた。しかし、シフルフェナミド・トリフルミゾール剤散布区に比べて効果は低かった(第4表)。

Amelomyces 菌や *Pseudozyma* 菌は県内のウリ類うどんこ病病斑上で容易に分離できた。しかし、分離菌をキュウリ苗に接種したところ、7日ごとに連続接種しても期待したような防除効果は確認できなかった。これらの菌は欧米では製剤化され、防除に用いられている。欧米に比べ日本の気象は湿度が高く、気温が高いため、うどんこ病菌の増殖に比べて、分離菌の増殖が低いことによると考えられる。また、前接種菌の寄生率が低いことによると考えられる。*Amelomyces* 菌や *Pseudozyma* 菌を用い生物的防除を実用化するためには、より寄生率の高い菌

第3表 *Pseudozyma* 菌の連続接種によるキュウリうどんこ病の防除効果

菌株番号	最終接種直前		最終接種12日後		
	子葉	第1本葉	子葉	第1本葉	第2本葉
552	2.7	1.0	5.0	3.0	1.0
587	3.6	1.0	5.0	5.0	1.0
595	3.6	1.0	5.0	4.0	2.0
602	2.0	0.7	5.0	4.6	2.0
608	4.0	1.0	5.0	4.0	1.0
609	4.0	1.0	5.0	4.6	1.3
613	4.0	1.0	5.0	4.0	1.0
631	4.0	1.0	5.0	5.0	2.0
635	4.0	1.0	5.0	5.0	2.3
636	3.0	1.0	5.0	3.6	1.6
638	4.0	0.7	5.0	4.3	1.0
648	4.0	1.0	5.0	4.3	1.6
660	4.0	1.0	5.0	5.0	2.3
753	2.0	1.0	3.6	3.0	1.0
952	3.3	1.0	4.6	3.0	1.3
1034	4.0	0.7	5.0	4.6	1.0
1040	3.0	1.0	4.0	3.3	1.0
1043	4.0	1.0	5.0	4.3	1.3
1045	4.0	1.0	5.0	4.3	1.6
1049	4.0	1.0	5.0	5.0	1.0
1150	4.0	1.0	4.6	4.6	1.0
1223	4.0	1.0	5.0	5.0	2.0
1224	4.0	1.0	5.0	5.0	1.0
1382	4.0	1.0	5.0	5.0	1.0
1414	4.0	1.0	5.0	4.3	2.0
1419	4.0	1.0	5.0	4.0	1.0
1427	4.0	1.0	4.3	3.0	1.0
薬剤散布	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
無処理	4.0	1.0	5.0	5.0	2.3

注) 表中の数字は発病度を示す。1: 病斑面積率1~20%, 2: 21~40%, 3: 41~60%, 4: 61~80%, 5: 81%以上に程度分けし、発病度を算出。*Pseudozyma* 菌を7日ごとに3回接種、1鉢当たり15 ml噴霧接種。うどんこ病菌は*Pseudozyma* 菌1回目接種6時間後にチャレンジ接種した。薬剤散布はシフルフェナミド・トリフルミゾール剤2000倍液を散布。無処理は殺菌水を散布した。

第4表 *Fusarium* 菌の連続接種によるキュウリうどんこ病防除効果

菌株番号	接種菌 所属	最終接種3日後			最終接種10日後			最終接種17日後		
		子葉	第1本葉	第2本葉	子葉	第1本葉	第2本葉	子葉	第1本葉	第2本葉
205	<i>Fusarium</i> 菌	4.0	1.3	1.0	4.0	2.6	1.6	3.6	3.3	3.6
208	<i>Fusarium</i> 菌	2.3	1.6	1.0	3.3	3.0	2.3	5.0	5.0	5.0
209	<i>Fusarium</i> 菌	2.0	1.0	1.0	2.6	1.0	1.0	2.6	3.0	2.0
224	<i>Fusarium</i> 菌	1.0	1.0	1.0	1.6	1.6	2.0	1.3	5.0	5.0
278	<i>Fusarium</i> 菌	5.0	3.0	1.0	5.0	5.0	5.0	—	5.0	5.0
1041	<i>Pseudozyma</i> 菌	5.0	4.0	1.0	5.0	5.0	4.3	—	5.0	5.0
1437	<i>Pseudozyma</i> 菌	5.0	3.6	1.0	5.0	4.3	2.0	—	5.0	5.0
薬剤散布		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
無処理		5.0	3.0	1.0	5.0	5.0	2.0	—	5.0	3.6

注) 表中の数字は発病度を示す。—は葉の枯死を示す。1: 病斑面積率1~20%, 2: 21~40%, 3: 41~60%, 4: 61~80%, 5: 81%以上に程度分けし、発病度を算出。接種菌は7日ごとに4回、1鉢当たり15 ml噴霧接種。うどんこ病菌は1回目接種6時間後にうどんこ病発病葉の胞子を払落とし接種した。薬剤散布はシフルフェナミド・トリフルミゾール剤2000倍液を散布。無処理は殺菌水を散布した。

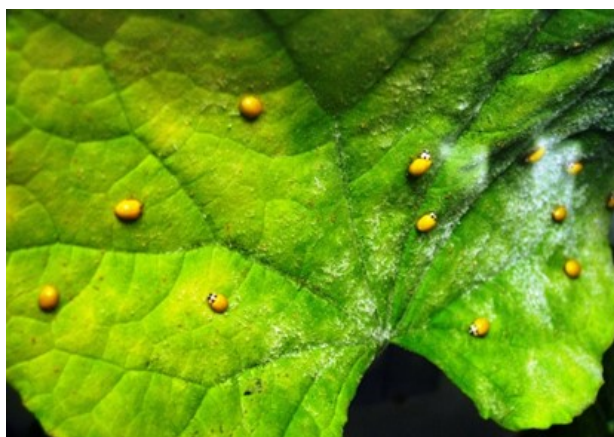


写真4 キイロテントウのキュウリうどんこ病での飼育状況(左:本葉, 右:シャーレ内の子葉)

株を採取することが最も重要であろう。

糸状菌の中で比較的防除効果の高かったのは *Fusarium* 菌であった。しかし、シフルフェナミド・トリフルミゾール剤に比べて効果が低かったことから、直接 *Fusarium* 菌を防除に利用するのは、まだ難しい。*Fusarium* 菌はマイコトキシン等を産生するものがあることから、今後、実用化に向けて、産生する物質等についても検討する余地がある。

Pseudozyma 菌は植物葉面から分離される微生物であり、*Amelomyces* 菌はうどんこ病菌に寄生する微生物で、*Fusarium* 菌に比べて、うどんこ病菌に定着しやすいと考えられる。定着した拮抗菌が高い防除効果を示すためには、拮抗菌の密度、拮抗菌の栄養状態、他の微生物の影響の他、宿主植物の栄養状態などの関与も今後明らかにする必要がある。

2. キイロテントウ

キイロテントウの採取は奥越地域の大野市、勝山市の5地点のみであり(第1表)、県内ではそれほど密度は高くないと考えられた。キイロテントウは大野市地頭方で7月下旬が成虫、8月上旬は老齢幼虫、8月下旬は成虫であった。

キイロテントウは飼育温度 25℃で、16 時間明期 8 時間暗期の条件下で飼育する(写真4)と、卵期間は約 4.5

日、幼虫期間は約 13.5 日、蛹期間は約 3.8 日、成虫の生存期間は約 17 日、成虫の産卵前期間は約 9 日であった。また、成虫 1 頭の総産卵数は 53 個、幼虫のうち成虫まで成長した割合は 67%であった。飼育中、ふ化直後の弱令幼虫が水滴などで死ぬことが多かったが、高吸収性樹脂を使用すると、水滴の発生がなく、死亡を防ぐことができた。

飼育温度を変えた場合、10℃条件で成虫は 24 日間生存したが、幼虫は成育せずに死亡した。15℃でも成虫は 39 日間生存したが、幼虫は蛹の状態で羽化できなかった。20℃で成虫は 37 日間生存し、幼虫は成虫まで成長したが、幼虫期間は 22~31 日と長かった。25 および 30℃での成虫生存期間は 23~29 日、幼虫期間は 16 日と短かった。飼育適温は 25~30℃と考えられた。

キイロテントウを利用したキュウリうどんこ病防除試験で、キュウリ 2 苗当たり 10 頭放飼した区では、放飼前の病斑面積率が子葉で 100%、第1葉で 45%であったのに対して、放飼 5 日後にはうどんこ病菌は全て食べつくされ、見かけうどんこ病斑は確認できず、高い防除効果であった。成虫、幼虫を除去した 9 日後でもうどんこ病の再発病は見られず、葉の枯れあがりも遅かった。放飼しなかった無処理では 21 日後にはうどんこ病によって、子葉、第1葉、第2葉は枯死した。放飼虫数が 3 頭

第5表 キイロテントウによるキュウリうどんこ病の防除効果

放飼頭数 (頭/2苗)	病斑面積(%)											
	放飼前			放飼5日後			放飼12日後			放飼21日(除去9日)		
	子葉	第1葉	第2葉	子葉	第1葉	第2葉	第1葉	第2葉	第3葉	第1葉	第2葉	第3葉
10頭	100	45	1.3	0	0	0	0	0	0	枯死	0	0
3頭	100	30	1.3	65	31.5	5	3	3	0	枯死	0	0
無処理	100	32	2.5	95	60	10	50	100	25	枯死	枯死	23

第6表 キイロテントウの薬剤感受性

薬剤名	希釈倍率	供試虫数	累積死亡虫数		
			24時間	48時間	72時間
シエノピラフェン水和剤	2000倍	5	0	3	3
シフルメトフェン水和剤	1000倍	5	0	1	1
メミル水和剤	1000倍	5	5	5	5
脂肪酸グリセリド乳剤	300倍	5	0	1	1
トルフェンピラド乳剤	2000倍	5	1	4	5
イミダクロプリド水和剤	2000倍	5	2	4	4
ペルメトリン乳剤	3000倍	5	1	4	4
フルフェノクスロン乳剤	4000倍	5	1	1	2
ニテンピラム水溶剤	2000倍	5	0	3	3
MEP乳剤	2000倍	5	5	5	5
殺菌水	-	5	0	1	2

の区では放飼5日後の病斑面積率は無処理に比べ約半分に減少した。12日後ではわずかにうどんこ病斑が見られた程度であった(第5表)。以上のことから、キイロテントウを大量に放飼することでうどんこ病の防除が期待された。

キイロテントウはメソミル剤、MEP剤では24時間後にすべて死亡し、感受性が高かった。次いでシエノピラフェン剤、トルフェンピラド剤、イミダクロプリド剤、ペルメトリン剤、ニテンピラム剤は48時間後には無処理より死虫数が多く、薬剤感受性と考えられることから、キイロテントウがいる圃場では、これらの薬剤の使用は避ける必要がある。一方で、シフルメトフェン水和剤、脂肪酸グリセリド乳剤、フルフェノクスロン乳剤の死亡率は低く、散布してもキイロテントウへの影響は少ないと考えられた(第6表)。

キイロテントウはテントウムシ科テントウムシ亜科カビクイテントウ族に属する。そこでキュウリうどんこ病とは宿主の異なるうどんこ病菌や各種培養菌を摂食するか検討した。キイロテントウは供試したトマト、マサキ、ミズナラ、ヤナギ、ウルシ、ハンノキうどんこ病菌では摂食した跡が確認できなかった。一方、ゴボウ、イチゴ、カキ、エノキ、クワ、ウリ類のうどんこ病菌を摂食し、特に、クワ、ウリ類のうどんこ病菌はよく食べた跡が見られたことから、これらの作物のうどんこ病防除への利用が可能と考えられた。

県内でもキュウリうどんこ病菌を摂食するキイロテントウの生息が確認できた。キイロテントウは季節によって多くのうどんこ病菌を渡りあるいて生活している⁵⁾ことから、キイロテントウの生物的防除への利用にあつ

ては、大量放飼技術の確立とともに、いかにして定着させるかが課題である。上記の植物をバンカープランツとして利用し、農作物に感染しないうどんこ病菌でキイロテントウを誘引し、定着を図ることによって農作物のうどんこ病による被害を軽減する防除法も期待できる。定着したキイロテントウに感受性の高い薬剤の散布は控えることは当然必要である。

他方、培地で培養した *Rhizoctonia solani*, *Fusarium glaminearum*, *Fusarium oxysporum* では気中菌糸の摂食跡は見られなかったが、*Gibberella fujikuroi*, *Pythium helicoide*s の気中菌糸は摂食した跡が見られた。大量飼育にあたり、これらの菌の利用が可能と考えられた。

キイロテントウを大量に放飼するとキュウリうどんこ病菌を食いつくしてしまう。県内に生息する個体を使うことから大量に放飼しても生態への影響が少ない利点がある。放飼するに当たり増殖に適した25～30℃の気温条件はもとより、定着を図るために、移動しないテントウムシ³⁾の開発がされるとより高い防除効果が期待される。

謝辞

本研究を実施するに当たり有益な助言をいただいた三重大学高松進先生、うどんこ病の病斑を分譲していただいた富山県立大学佐藤幸生先生には深く感謝いたします。また、本研究は地域科学技術振興研究事業補助金「うどんこ病発生制御のための天敵等活用技術の開発」で実施したものである。

引用文献

- 1) 星秀男・佐藤幸生・堀江博道(2009). 東京都における *Oidium* 属 *Reticuloidium* 亜属菌によるキュウリうどんこ病の発生実態と品種の感受性. 植物防疫 63(10) 608-613.
- 2) 木島利男 (2011). ネギ属植物や雑草との間・混作による作物病害の防除. 雑草研究 56(1) 14-18.
- 3) 世古智一・三浦一芸(2013). 天敵の育種：飛翔能力を欠くテントウムシ系統の育種と品質管理. 応動昆 57(4) 219-234.
- 4) 高松進(2002). うどんこ病菌の分子系統と新しい分類体系. 植物防疫 56(6) 229-237.
- 5) 竹内将俊・佐々木友紀・佐藤千綾・岩熊志保・磯崎文・田村正人 (2000). キイロテントウの寄主利用の季節性. 応動昆 14(2) 89-94.

The Attempt to Biological Control of Cucumber Powdery mildew by the Antagonist and Natural Enemy

Key words:

biological control, powdery mildew, antagonist, mycophagous ladybird, *Illeis koebelei*

Noriyuki HONDA, Yoko SATO and Akemi FUKUDA

Summary

Powdery mildews are economically important plant pathogens. In Reihoku region of Fukui Prefecture, powdery mildew of cucumber and pumpkin were caused by *Oidium* subgenus *Fibroidium*. We investigated the natural enemies and the microbe for controlling cucumber powdery mildew effectively. Firstly, we isolated fungus from the powdery mildew. *Pseudozyma* sp. and *Ampelomyces* sp. were often isolated from the lesion. We demonstrated the biocontrol ability of the isolates against *O. Fibroidium*. However, pre-treatment of the isolates was less effective in controlling powdery mildew of cucumber seedling. Secondly, we investigated the feeding potential of mycophagous ladybird, *Illeis koebelei* against the cucumber powdery mildew. This species was found from July to August in Okuetsu area. Releasing on potted cucumber seedling infected by powdery mildew, *I. koebelei* adults fed all of that. This result suggested hence that *I. koebelei* may be biological control agent of powdery mildew.