

Rhizoctonia solani

Kuhn菌核を摂食するジャガイモクロバネキノコバエPnyxia scabiei

(Hopkins)とテンサイ根腐病発生畑におけるその密度変動

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者名	内藤,繁男 牧野,俊一 杉本,利哉
発行元	日本植物病理學會
巻/号	54巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 52-59
発行年月	1988年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



Rhizoctonia solani Kühn 菌核を摂食するジャガイモ クロバネキノコバエ *Pnyxia scabiei* (Hopkins) と テンサイ根腐病発生畑におけるその密度変動*

内藤 繁男**・牧野 俊一***・杉本 利哉**

Shigeo NAITO**, Shunichi MAKINO*** and Toshiya SUGIMOTO**:
Pnyxia scabiei (Hopkins) Feeding on Sclerotia of *Rhizoctonia solani*
Kühn and Its Population Changes in Sugarbeet Root Rot Field*

Abstract

Observations of sugarbeet fields in Sapporo in 1985 revealed that larvae of *Pnyxia scabiei* (Hopkins) (Diptera, Sciaridae) were often feeding on sclerotia and hyphae of *Rhizoctonia solani* Kühn AG-2-2, the causal organism of the sugarbeet root rot. Results of laboratory feeding tests showed that *P. scabiei* aggregated on and around sclerotia, mycelia of *R. solani* grown on autoclaved barley grains and pieces of diseased sugarbeet roots, but not on sterile barley grains or healthy roots. Larvae actively fed on sclerotia; 15 sclerotia were almost completely eaten up by 30 larvae within 24 hr in 6-cm diameter petri dishes. Optimum temperature for feeding on sclerotia was 25 C. Among 6 anastomosis groups of *R. solani*, sclerotia destruction were severe in AG-2-2, AG-3 and AG-5, but less in AG-1 (culture type IA and IB), AG-2-1 and AG-4. Populations of larvae in sugarbeet fields increased rapidly as root rot severity increased. Occasionally up to 5,000 larvae per dead root were counted. They were found mostly on lesions or in the soil within a distance of 2-cm from the root surface. When sclerotia of *R. solani* AG-2-2 were buried in soil around dead or healthy roots of sugarbeet for 3 weeks in autumn, using small plastic containers with 10- or 250- μ m mesh, sclerotial destruction occurred only in 250- μ m containers around the dead roots, and larvae of *P. scabiei* were often inside these containers. These results suggest that *P. scabiei* decreases sclerotial density of *R. solani* in soil and thereby reduces *Rhizoctonia* root rot incidence of sugarbeets.

(Received September 3, 1987)

Key words: sugarbeet, *Rhizoctonia solani*, sclerotium, *Pnyxia scabiei*.

緒 言

テンサイ根腐病は *Rhizoctonia solani* Kühn の菌糸融合群第 2 群第 2 型 (AG-2-2) の菌糸感染によっておこり、連作圃場では多発した翌年激しく衰退する傾向がある⁸⁾。本菌菌核は重要な感染源とされ⁹⁾、発病株周囲の土壌中に多数形成されるが¹⁵⁾、翌年までに死滅するものも少なくない⁹⁾。これは拮抗作用のある

糸状菌、細菌および放線菌などがおもな原因とされている^{8,13,14)}。またアメーバ、線虫およびトビムシ類のなかには、*R. solani* 菌糸を摂食する種類がある^{3,7,10,11,23,25)}。しかし、菌核を摂食し、崩壊、死滅させる土壌動物についてはほとんど知られていない。土壌中には糸状菌、細菌および放線菌などを栄養源とする小・中動物が多いが¹⁾、土壌伝染性植物病原菌の死滅に果たす役割については、線虫を除くと、研究例が

* 本研究の一部は科学技術庁科学振興調整費によった。

** 北海道農業試験場 Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Toyohira-ku, Sapporo 004, Japan

*** 北海道大学農学部 Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Kita-ku, Sapporo 006, Japan

少ない³⁾。

著者らは、たまたま 1985 年秋、北海道農業試験場(札幌市)のテンサイ圃場において、双翅目昆虫の幼虫が根腐病株に集し、*R. solani* 菌核を摂食しているのを見いだした¹⁷⁾。その後、本昆虫はクロバネキノコバエ科 (Sciaridae) のジャガイモクロバネキノコバエ *Pnyxia scabiei* (Hopkins)^{5), 22)} であることが判明した。本論文は、*R. solani* 菌核の死滅に果たす本種昆虫の役割を知るために、幼虫の摂食行動と根腐病株周囲土壌中での動態を検討したものである。

本研究遂行上、貴重なお意見を賜った北海道農業試験場病理昆虫部・三井康室長および畑作部・早川博文室長、ならびに昆虫の同定を賜った京都府立大学農学部・笹川満廣教授に深謝の意を表する。

材料および方法

供試菌 *R. solani* 菌糸融合群 AG-1 の培養型¹⁸⁾ IA の C-408 と IB の Rh-121, AG-2-1 の SSa-1, AG-2-2 の Pf-28, AG-3 の ST-11-6, AG-4 の Rh-165 および AG-5 の Rh-184 菌株を用いた。菌核はオオムギ粒培地²⁰⁾で 25°C, 2 週間培養したものから、径 0.7~1.0 mm のものを集めた。

供試虫 ジャガイモクロバネキノコバエ幼虫は、根腐病株根圏から採取あるいはオオムギ粒で培養した *R. solani* AG-2-2 または AG-3 を餌にし、増殖したものから、3~4 齢虫を選んだ。

供試圃場 *R. solani* AG-2-2 の菌株を人工接種した初年目の根腐病激発圃場と連作 2 年目の衰退圃場、および道内各地の本病自然発生圃場を用いた。なお、接種は菌を培養したオオムギ粒 5 g/m² (乾重) を 7 月上旬にテンサイ株元の土壌に施し、土寄せをした。

摂食 菌核 15 個と幼虫 0~50 頭を直径 6 cm シャーレ内ろ紙中央に置き、少量の水を加えて湿らせた。これを 5~37°C, 6 日間暗黒に保った。菌核の崩壊は毎日調査し、摂食と幼虫密度、温度ならびに *R. solani* 数種菌糸融合群との関係を求めた。一方、土壌中での摂食には、菌核 15 個をガラスウール小片 (10×10×2 mm) の間隙に入れ、幼虫 30 頭とともに、無殺菌土壌を詰めたテンサイ育苗用紙筒 (No. 1, 直径 2 cm, 高さ 13 cm) のそれぞれに深さ 0.7~1.0 cm に埋め、9 日後回収した。摂食による菌核崩壊程度は菌核ごとに 4 段階の調査基準すなわち (一): 健全, (+): 菌核体積の 1/3, (十): 1/2, および (卅): 2/3 以上が消失したもの、で調査した。

い集性 *R. solani* への幼虫のい集性を調べるた

め、幼虫 30 頭と AG-2-2 菌核 20 個を、ステンレス円筒 (直径 5 cm, 長さ 30 cm) に入れた筒状のろ紙に 20.5 cm 離して置き、両端にふたをした。またろ紙を敷いたシャーレ (直径 12 cm) に、本菌を培養したオオムギと 100°C で加圧殺菌したオオムギの各 5 粒、あるいは根腐病発病根と健全根の組織片 (1 cm 角) 1 個を 8 cm 離し、中央に幼虫 100 頭を放飼した。これら円筒およびシャーレは少量の水を加えて多湿にし、20°C または室温下、暗黒に保ち、3 日後幼虫の分布を調べた。

発病株根圏における菌核の崩壊 *R. solani* AG-2-2 菌核を 10 または 250 μm のナイロンフィルターが上下についた菌核生存検定容器 (外径 30 mm, 内径 20 mm, 厚さ 5 mm)¹²⁾、あるいはガラスウール小片の間隙に入れ、根腐病激発株の周囲 1~2 cm, 深さ 5 cm のところに埋めた。3~5 週間後これらを回収し、解剖顕微鏡下で菌核の崩壊程度を調査した。

幼虫の定量 テンサイ根部は時期別あるいは根腐病発病指数 (0~5 の段階) 別¹⁵⁾に採取した。このときスコップを用い、付着土壌をできるだけ落とさないようにした。幼虫の定量には、スパチュラを用いて土塊を 2 リットルの容器に移し、水 1.5 リットルを加えて攪拌し、20 秒間静置した。この上澄を 16, 60 メッシュの篩の順序で分別した。沈澱土には再び水を加え、同様の手順を 3 回くり返した。一方、根部は 5 リットルの水で洗い、上澄を上記の篩にあげ、ひとつにまとめた。テンサイ 1 株当たりの幼虫数は 60 メッシュの篩上残渣をろ紙に移して、解剖顕微鏡下で調査した。

菌核の定量 10 月下旬根腐病激発株から水平に 2 cm 間隔、深さ 0~5 cm の土壌 50 g (生土) を採取し、2% 過酸化水素水を用いた篩別浮上法²⁴⁾により *R. solani* 菌核を抽出し、数を測定した。

結 果

ジャガイモクロバネキノコバエ幼虫による *R. solani* 菌核の摂食

幼虫は体長 1.0~5.0 mm, 幅 0.2~0.5 mm, 頭部は光沢ある黒色、体は無色透明~黄白色を呈し (Fig. 1), 発達したそしゃく型口器によって菌核を摂食した。顕微鏡による観察で、褐色菌核細胞の断片が消化管を移動していくのがみられた。摂取後消化管から摘出したこれら断片または糞から *R. solani* が培地 (WA) 上で菌糸生育することはほとんどなかった。

摂食は旺盛で、直径 6 cm シャーレ内に入れた *R.*

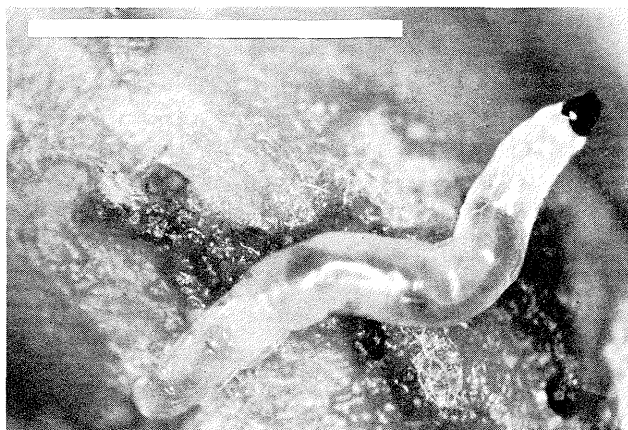


Fig. 1. Larva of *Pnyxia scabiei*. Scale: 1 mm.

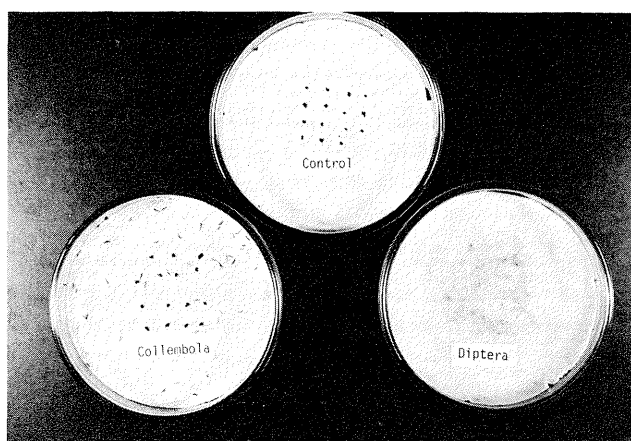


Fig. 2. Feeding of *Pnyxia scabiei* larvae on sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG-2-2. Left: 50 adults of the spring tail (Collembola) showed no effect on destruction of sclerotia. Middle: Without any insects. Right: 30 larvae of *P. scabiei* almost completely destroyed all 15 sclerotia.

Table 1. Effect of number of *Pnyxia scabiei* larvae on destruction of sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG-2-2^{a)}

No. of larvae	No. of sclerotia	% of sclerotia destroyed ^{b)} by larvae feeding				
		1 day	2 days	3 days	4 days	6 days
0	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	15	3.3	33.3	66.7	66.7	100.0
10	15	13.3	26.7	60.0	73.3	100.0
20	15	46.7	76.7	100.0	100.0	
30	15	96.7	100.0			
50	15	70.0	100.0			

a) Larvae were fed with sclerotia in 6-cm petri dishes containing a moist filter paper and the dishes were kept at 18–20 C under dark conditions.

b) Sclerotia were counted as destroyed when 50% or more of their volume were eaten.

solani AG-2-2 菌核 15 個は、3 齢または 4 齢幼虫 30 頭を放飼すると、24 時間でほとんど食い尽くされた (Fig. 2)。また幼虫 0~30 頭の場合、個体数が増すに伴って、菌核の崩壊も激しくなった (Table 1)。50 頭では幼虫の共食いが目立った。

菌核は土壌中でも摂食された。すなわち菌核 10 個をガラスウール間隙に置き、これを育苗用紙筒内土壌に 9 日間埋めたとき、幼虫 30 頭を加えた区では菌核は破壊され、まったく回収できなかった。一方、幼虫無添加区はすべて回収された。

摂食温度については、菌核と幼虫を入れたシャーレを 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 および 37 C に保ち、菌核の崩壊を調査した (Table 2)。摂食は 10~30 C で

みられ、25 C で最も活発であった。

異なった *R. solani* 菌糸融合群間で菌核に対する摂食を比較した (Table 3)。菌核の崩壊は AG-2-2, AG-3 および AG-5 の菌株で激しく、AG-1 (培養型 IA および IB), AG-2-1, AG-4 では劣った。一方、幼虫は *R. solani* 菌糸も摂食し、ジャガイモ煎汁寒天培地で培養した菌そう円盤 (直径 4 mm) を幼虫 30 頭とともに水道水寒天平板上に置いたとき、菌糸の生育を著しく阻止した。しかし、菌糸融合群間で摂食量に差がなかった。

R. solani に対する幼虫のい集性

本種幼虫と AG-2-2 の菌核を 20.5 cm 離して円筒に入れ 3 日後、幼虫は菌核に著しく集合していたが、

Table 2. Effect of temperatures on feeding of *Pnyxia scabiei* larvae on sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG-2-2^{a)}

Temperature (C)	No. of larvae	No. of sclerotia	% of sclerotia destroyed ^{b)}			
			—	+	++	+++
5	20	10	100.0	0.0	0.0	0.0
10	20	10	85.0	15.0	0.0	0.0
15	20	10	50.0	10.0	25.0	15.0
20	20	10	25.0	5.0	30.0	40.0
25	20	10	0.0	0.0	0.0	100.0
30	20	10	25.0	0.0	25.0	50.0
35	20	10	100.0	0.0	0.0	0.0
37	20	10	100.0	0.0	0.0	0.0

a) Third or fourth instar larvae were fed with sclerotia of *R. solani* in 6-cm petri dishes containing a moist filter paper. The dishes were kept in dark for 2 days.

b) Level of destruction of sclerotia, (—): healthy, (+): slightly injured, (++) : moderately injured, (+++) : severely injured. Values are means of two replicates.

Table 3. Effect of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* on *Pnyxia scabiei* feeding on sclerotia^{a)}

No. of larvae	<i>R. solani</i>			% of sclerotia destroyed ^{a)}		
	Anastomosis group ^{b)}	Isolate	No. of sclerotia	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3
30	AG-1, 1A	C-408	15	—	23.4	—
	AG-1, IB	Rh-121	15	10.0	6.6	16.7
	AG-2-1	SSa-1	15	3.4	6.6	0.0
	AG-2-2	Pf-28	15	100.0	100.0	100.0
	AG-3	ST-11-6	15	100.0	100.0	100.0
	AG-4	Rh-165	15	33.4	20.0	83.4
	AG-5	Rh-185	15	100.0	93.3	100.0

a) Larvae were fed with sclerotia in 6-cm petri dishes containing a moist filter paper and the dishes were kept at 18–20 C under dark conditions.

b) IA and IB are culture types of *R. solani* AG-1¹⁸⁾.

c) Same as foot note b) of Table 1.

無菌核区では分散した。ついで本菌を培養したオオムギ粒と無菌のオオムギ粒をシャーレの端に對置し、中央に幼虫を放飼したところ、集まった幼虫は菌培養のオオムギ粒で明らかに多かった。根腐病根と健全根細片を同様に對置した場合でも、前者で幼虫が多かった。

根腐病発病株周囲での菌核崩壊

1985年9月上旬、*R. solani* AG-2-2 菌核をガラスウール小片の隙間に入れ、本病激発株周囲の土壤に埋めた。5週間後菌核は崩壊もしくは消失しているものが多く、平均回収率は25%であった。一方、健全株周囲では75%が回収された。ついで1986年9月中旬、菌核を10または250 μ m フィルター付きの菌核生存検定容器に入れて激発株周囲に埋め、3週間後その崩壊程度を調査した (Table 4)。250 μ m 区では総菌核数の23~70%が半壊~全壊したが、10 μ m 区は崩壊がみられなかった。なお健全株周囲に埋めた菌核は10および250 μ m の両区とも正常であった。

発病株周囲に埋めたガラスウール小片や250 μ m フィルター付きの菌核生存検定容器内にはジャガイモクロバネキノコバエのほか、トビムシ類もしばしば混入した。これらトビムシ50頭をAG-2-2菌核の入った直径6cm シャーレ内に放飼したが、4日後でも菌核の崩壊はなかった (Fig. 2)。

根腐病の蔓延とジャガイモクロバネキノコバエの発生消長

1986年、*R. solani* AG-2-2 を接種したテンサイ圃場で根腐病の発病推移と根圏における本種幼虫密度との関係を調べた。幼虫は菌接種3週間後の7月21日

より認められ、8月下旬にかけて発病の蔓延とともにテンサイ株当りの個体数が急増した (Fig. 3)。その後、一時期個体数が減少したものの、収穫期まで高密度を維持した。本種は幼虫で越冬し、積雪下では個体数が減少した。なお健全株からはいずれの時期においても本種はほとんど検出されなかった。

10月中旬、連作2年目の根腐病衰退圃場でたまたま発病した株を指数別 (0~5) に採取した。幼虫数は指数の増加とともに急激に増し、枯死株では株当たり5,000頭を超えることもあった (Table 5)。

本種昆虫は発病株の根面および付着土壤に著しく集中し、2cm 以上離れた土中ではほとんど検出されなかった。なお幼虫は腐敗根内部に深く侵入することにはなかった。

一方、発病株周囲の土壤を同心円状に2cm 間隔で採取して、乾土100g当たりの*R. solani* 菌核数を求めた結果では、根の周囲0~10cm、深さ0~5cmで4株の平均値は1,271個であった。その内訳は0~2, 2~4, 4~6, 6~8, 8~10cmで、40.2, 29.6, 24.3, 4.4および1.5%であり、発病株に近いほど菌核が多かった。

ジャガイモクロバネキノコバエの発生と作物の種類との関係

8~10月、北海道内札幌市、帯広市、恵庭市、芽室町および幕別町のテンサイ圃場各2または3筆から採取した発病株 (指数4および5) を調査した結果、すべての地域で本種昆虫が多数認められた。

ついで7月下旬~8月上旬に北海道農業試験場内の10種類の作物圃場で、おのおの1~3筆を供試し、ジ

Table 4. Destruction of sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG-2-2 buried in the rhizosphere soil of root rotted sugarbeet by larvae of *Pnyxia scabiei* in fields

Field	Rhizosphere soil	No. of plants	Size of mesh (μ m)	No. of sclerotia buried ^{a)}	% of sclerotia destroyed
A	Diseased	2	10	40	0.0
		5	250	100	70.0
	Healthy	2	10	40	0.0
		3	250	60	0.0
B	Diseased	3	10	60	0.0
		4	250	80	22.5
	Healthy	3	10	60	0.0
		3	250	60	0.0
C	Diseased	3	10	60	0.0
		3	250	60	46.7

a) Sclerotia were placed in Matsumoto's plastic containers (30 mm outer diameter, 17 mm inner diameter, and 5 mm thick)¹²⁾ with 10- or 250- μ m nylon mesh.

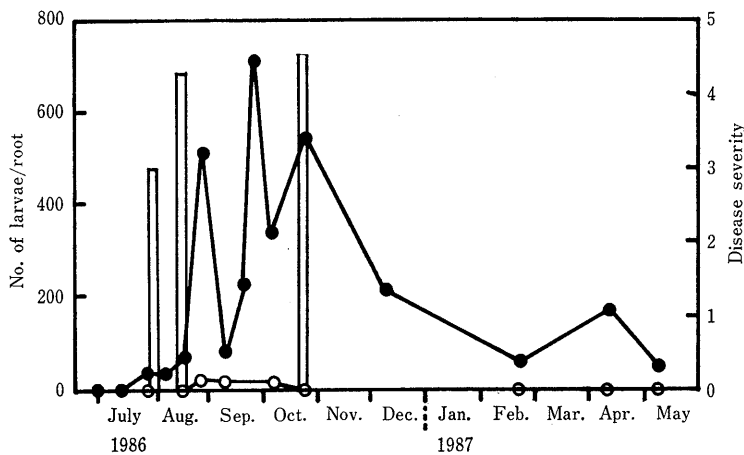


Fig. 3. Seasonal changes in the number of *Pnyxia scabiei* on and around diseased (●) or healthy (○) sugarbeet roots in a field. *Rhizoctonia solani* AG-2-2 was inoculated on July 1, 1986. Disease severity (□) was rated on a scale of 0 (no diseased symptoms)–5 (completely rotted root).

Table 5. Relationships between root rot severity of sugarbeet and the number of *Pnyxia scabiei* larvae on and around diseased plants

Disease severity ^{a)}	No. of plants examined	No. of larvae/sugarbeet root
		Mean (Range)
0	4	1.5 (0–4)
1	6	20.8 (1–75)
2	5	8.4 (3–14)
3	3	371.0 (141–586)
4	3	996.3 (155–2,482)
5	5	2,344.8 (268–5,752)

a) Disease severity, estimated by an increase of visible symptoms on six-degree rating scale, from 0 (no diseased symptoms) to 5 (completely rotted root).

ジャガイモ塊茎の細片 (1 cm 角) 10 個を株元に埋め、3 週間後回収した。幼虫はデントコーン、アルファルファ、ダイズ、アズキ、インゲン、オオムギ、エンバク、ジャガイモおよびテンサイの 9 種圃場で捕捉されたが、その数は少なかった。なおコムギ 2 圃場からは幼虫は検出されなかった。

前作物との関係では、春耕起前の調査で、幼虫はテンサイおよびデントコーン跡地の各 9 筆平均で生土 400 g 当たり数頭見られたが、エンバク 9 筆、コムギおよびダイズの各 2 筆跡では検出されなかった。

考 察

土壌には原生動物、線虫、節足動物などの小・中動物が多数生息し、そのなかには土壌微生物を栄養源と

するものが少なくない。39 目 141 科に食菌性がみられるとされている¹⁾。土壌伝染性植物病原菌に対して、土壌動物の摂食行動は粉碎や穿孔による菌組織構造の物理的破壊、病原の伝搬あるいは虫体内での不活化などさまざまな影響を及ぼす^{2-4,7,19,25)}。

本実験結果から、双翅目昆虫のジャガイモクロバネキノコバエ幼虫は、テンサイ根腐病菌 *R. solani* AG-2-2 の菌核および菌糸を摂食することが明らかとなった。とくに菌核は本病の重要な感染源であり⁹⁾、これが本種幼虫によって摂食、破壊されることは菌密度の低下につながるものと考えられる。菌核は小さいほど腐生的生存能力が低下し^{6,15)}、また摂取された菌核細胞断片は死滅するとみられ、このことは菌核の接種によるサンサイ苗立枯病の発生が本種幼虫によって抑止

されること¹⁶⁾からも裏づけられる。

本種昆虫は低密度でさまざまな作物圃場に遍在するが、テンサイ圃場では根腐病の発病・蔓延に伴って急増することから、本病依存性がきわめて高いと考えられる。室内実験でも *R. solani* および発病根細片に集する傾向が認められた。さらに本昆虫は室温下一世代の所要日数が 20 日前後で⁵⁾、発病株の周囲で世代をくり返す結果、密度の急増がおこると考えられた。

圃場条件下、根腐病発病株周囲の土壌には *R. solani* AG-2-2 の菌核が多数形成されるが、その一部は本種幼虫によって崩壊すると考えられる。本実験で菌核の崩壊が発病株周囲の 250 μm メッシュ付きの容器区だけに生じたことは、本種幼虫の関与を示唆しており、また幼虫とともに紙筒内土壌に埋めた菌核が数日後まったく回収されなかったことにも一致する。一方、250 μm の同容器内にはジャガイモクロバネキノコバエのほかトビムシ類も混入したが、後者は Curl³⁾ の結果と同じく菌核を摂食しなかった。

キノコ類を摂食する食菌性昆虫の多くでは、その食性は餌の種類や化学成分よりも、もろさや堅さなどの性質、生死、腐朽段階、水分含量が重要とされる¹⁾。ジャガイモクロバネキノコバエの場合、*R. solani* 菌糸融合群の違いによって菌核の崩壊程度が異なった。その原因は、融合群の間で菌糸に対する摂食に大差がなかったことから、菌核の堅さや水分含量などが関与していることも考えられる。

本種昆虫は諸外国で古くから作物害虫として⁵⁾、本邦では最近家屋内衛生害虫として知られた²²⁾。ジャガイモそうか病の一症状である deep-pitted scab に関して、本種幼虫は原因の一つとされたが⁵⁾、最近の報告²¹⁾では、病斑部に繁殖した菌を摂食するだけで、健全な塊茎に対する加害性はないとされている。テンサ

イにおいても幼虫による加害はほとんどない¹⁶⁾が、ほかの作物を含め詳細な検討が必要である。

以上のことから、ジャガイモクロバネキノコバエの幼虫は根腐病発病株根圏で増殖し、そこに形成された本病原菌の菌核を摂食し、崩壊させると考えられる。しかし、根腐病の衰退現象にどの程度関与するかは不明である。

摘 要

1985 年秋、北海道農業試験場（札幌市）のテンサイ根腐病発生圃場で、病原菌 *Rhizoctonia solani* Kühn AG-2-2 の菌核と菌糸を摂食し、崩壊させる双翅目昆虫ジャガイモクロバネキノコバエ *Pnyxia scabiei* (Hopkins) を見いだした。幼虫は菌核に集し、摂食も旺盛であった。すなわち室内実験では、菌核 15 個と幼虫 30 頭を直径 6 cm シャーレに入れると、菌核は 24 時間以内にほとんど食い尽くされ、消失した。摂食温度は 10~30 C、最適は 25 C であった。*R. solani* 菌糸融合群間では、菌核に対する摂食は AG-2-2、AG-3 および AG-5 で活発で、AG-1、AG-2-1 および AG-4 は劣った。圃場では、本種昆虫はテンサイ根腐病の発病・蔓延に伴って急増した。激発株では 1 株当たりの幼虫数が 5,000 頭を超える場合もあった。幼虫の多くは腐敗部根面および付着土壌に集中して分布した。AG-2-2 菌核を 10 または 250 μm フィルター付きの容器内に入れ、激発株周囲に 3 週間埋めると、菌核の崩壊は 250 μm 区だけに起こった。また菌核 15 個、幼虫 30 頭を無殺菌土壌を詰めたテンサイ育苗用紙筒に埋めると、9 日後菌核はまったく回収されなかった。以上の結果から、本種昆虫は根腐病発生後根圏の *R. solani* AG-2-2 菌核の密度を低下させる一要因となる可能性が示唆される。

引 用 文 献

1. 青木淳一 (1973). 土壌動物学. 北隆館, 東京.
2. Beute, M.K. and Benson, D.M. (1979). Ann. Rev. Phytopathol. 17: 485-502.
3. Curl, E.A. (1979). In Soil-Borne Plant Pathogens (Schippers, B. and Gams, W. eds.). Academic Press, London, pp. 253-269.
4. Ghilarov, M.S. (1963). In Soil Organisms (Doeksen, J. and van der Drift, J. eds.). North-Holland Pub. Co., Amsterdam, pp. 255-259.
5. Gui, H.L. (1933). Ohio Agric. Exp. Stn. Bull. 524: 1-21.
6. Henis, Y. and Ben-Yephet, Y. (1970). Phytopathology 60: 1351-1356.
7. Homma, Y. and Ishii, M. (1984). Ann. Phytopath. Soc. Japan 50: 229-240.
8. 百町満朗 (1983). 植物防疫 37: 532-537.
9. 百町満朗・宇井格生 (1982). 日植病報 48: 628-633.
10. Klink, J.W. and Barker, K.R. (1968). Phytopathology 58: 228-232.

11. Mankau, R. and Mankau, S.K. (1963). *In* Soil Organisms (Doeksen, J. and van der Drift, J. eds.). North-Holland Pub. Co., Amsterdam, pp. 271–280.
12. Matsumoto, N. and Tajimi, A. (1985). *Can. J. Bot.* 63: 1126–1128.
13. 内記 隆・宇井格生 (1972). 北大農邦文紀要 8: 252–265.
14. Naiki, T. and Ui, T. (1975). *Soil Biol. Biochem.* 7: 301–304.
15. Naiki, T. and Ui, T. (1977). *Ibid.* 9: 377–381.
16. 内藤繁男・杉本利哉 (1987). 日植病報 53: 79 (講要).
17. 内藤繁男・杉本利哉・堤 正明・今林俊一 (1987). 同上 53: 79 (講要).
18. 生越 明 (1976). 農技研報 C 30: 1–63.
19. Old, K.M. and Patrick, Z.A. (1979). *In* Soil-Borne Plant Pathogens (Schippers, B. and Gams, W. eds.). Academic Press, London, pp. 253–269.
20. 鈴木秀昭・山口武夫・内藤繁男 (1972). てん菜研究報告補卷 14: 241–244.
21. Tamaki, G., Fox, L., Toba, H.H., Moffitt, H.R. and Powell, D.M. (1976). *Environ. Entomol.* 5: 59–62.
22. Tanaka, K. (1984). *Makunagi* 12: 1–10.
23. Townshend, J.L. (1964). *Can. J. Microbiol.* 10: 727–734.
24. 宇井格生・内記 隆・秋本正信 (1976). 日植病報 42: 46–48.
25. Wiggins, E.A. and Curl, E.A. (1979). *Phytopathology* 69: 244–249.