

ネコブセンチュウとネグサレセンチュウの寄主植物を巡る種間競争

農林水産省九州農業試験場 佐 野 善 一

圃場から植物寄生性線虫が1種類だけ検出されることはほとんどない。ネコブセンチュウやネグサレセンチュウはしばしば同一圃場に混発する。これらは一般に広食性で、同一寄主植物に寄生することも多い。その際、寄主への侵入、寄生場所の獲得、養分の摂取等、寄生生活の様々な場面で競争が行われていると考えられ、それが線虫の増殖率や作物の被害発生に影響している可能性がある。しかし、従来植物寄生性線虫は個別に研究されることが多く、相互の競争関係が注目されることは少なかった(NORTON, 1978)。

寄主植物を巡る線虫の種間競争については、既にNORTON (1978) や EISENBACH (1985) が全般的な取りまとめを行っているが、本稿では、農業上重要なネコブセンチュウとネグサレセンチュウの種間競争に関する既往の知見を整理し、サツマイモネコブセンチュウとミナミネグサレセンチュウについて、筆者らが行った試験結果(佐野ら, 1996, 1997)を紹介する。

I 植物寄生性線虫の種間競争

植物寄生性線虫の寄主上での競争は、基本的には養分の摂取を巡る競争である。これらの線虫は、寄生様式によって移動性線虫と定着性線虫におおまかに分けられ、移動性線虫は、さらに外部寄生性線虫と内部寄生性線虫に分けられる。前者は根の外部を移動しながら、根毛や表皮細胞などに口針を挿入して摂食する線虫であり、後者は根内に侵入し、内部を移動しながら寄生生活を行う。定着性の線虫は、根内の一定の部位に定着し、そこに形成させた特殊な細胞から養分を摂取しながら一生を送る。寄生様式が類似した線虫はニッチ(生態的地位)が同じか近いと考えられ、種間競争はこうした寄生様式によって異なっていると推察される。

EISENBACH (1985) のまとめによると、線虫の種間競争は概して弱い、寄生様式が類似した線虫の間では競争がより激しく現れる傾向が見られ、寄生様式が複雑な内部寄生性線虫あるいは定着性の内部寄生性線虫のほう

が、単純な外部寄生性線虫より競争は激しくなる傾向が見られる。この場合、寄主の感受性が大きく影響し、両方の線虫に好適な寄主においては一方が抑制されることが多い。しかし、いずれの寄生様式の組み合わせでも、単独感染に比べて増殖が促進される場合や変化がない場合も見られる。

II ネコブセンチュウとネグサレセンチュウの種間競争

ネコブセンチュウ類(*Meloidogyne* 属)とネグサレセンチュウ類(*Pratylenchus* 属)には、多くの農業上重要な種が含まれる。いずれも内部寄生性であるが、寄生様式はまったく異なっている。ネコブセンチュウは、侵入部位が根の先端付近に限られ、侵入後は摂食に伴う分泌物によって中心柱に巨大細胞を形成させ、それから養分を吸収しながら定着して寄生生活を送る。一般に寄生部位周辺の皮層組織は異常増殖を起こし、ゴールとなる。これに対して、ネグサレセンチュウは根のどの部分からでも侵入でき、根内では皮層中を移動しながら寄生生活を送る。摂食した細胞や組織はえ死し、高密度に寄生すると根は腐敗脱落する。このような寄生様式から見れば、これら二群はニッチが異なる線虫とみなすことができる。

これらの線虫では、種間競争によって相互に増殖が抑制され、密度が低下することが多いが、逆に増殖が促進される場合や変化が起こらない場合もある。こうした競争には植物の感受性が影響し、両方の線虫に感受性の植物や品種では、多くの場合ネグサレセンチュウの増殖がより強く抑制される。このような例は、アカクロバにおけるサツマイモネコブセンチュウやキタネコブセンチュウ対キタネグサレセンチュウのほか、トマト、タバコ、ブドウ等において、サツマイモネコブセンチュウやキタネコブセンチュウとキタネグサレセンチュウ、クルミネグサレセンチュウ、*P. brachyurus* の間で報告されている(JOHNSON and NUSBAUM, 1970; ESTORES et al. 1972; GAY and BIRD, 1973; AMOUS and TAYLOR, 1974; CHAPMAN and TURNER, 1975; ANWAR and TAYLOR, 1993)。また、ネコブセンチュウが早く感染した場合や、その寄生虫数が多い場合には、抑制率がさらに高まる傾向が見られた(CHAPMAN, et al., 1975)。

Interspecific Competitions Among Concomitant Populations of Root-knot Nematodes, *Meloidogyne* spp. and Root-lesion Nematodes, *Pratylenchus* spp. By Zen-ichi SANO

(キーワード: 種間競争, ネコブセンチュウ, ネグサレセンチュウ, 相互作用, サツマイモ, 植物寄生性線虫)

しかし、GRAHAM et al. (1964) は、両者に感受性のタバコを用いた圃場試験で、ネコブセンチュウに対してネグサレセンチュウが優勢となるという結果を得た。また、*M. naasi* の増殖に好適で、キタネグサレセンチュウには適さない creeping bentgrass でも、前者の増殖が抑制され、後者が促進される結果が報告されている。

一方、ワタ (GAY and BIRD, 1973) やタバコ (JOHNSON and NUSBAUM, 1970) では、品種にもよるが *P. brachyurus* がサツマイモネコブセンチュウやキタネコブセンチュウの増殖を抑制した。ネコブセンチュウが増殖しにくい植物では、ネグサレセンチュウが優勢となる傾向が見られる。競争には両者の密度の影響が見られ、同数接種でネグサレセンチュウが抑制される場合も、ネグサレセンチュウ 10 倍量接種では逆にネコブセンチュウの増殖が抑制された (AMOUS and TAYLOR, 1974)。

なお、競争関係は時間経過にともなって変化し、これには線虫が寄生する根の量や質の変化が影響する (SIKORA, et al., 1972; AMOUS and TAYLOR, 1974; ANWAR and VAN GUNDY, 1993)。

以上のように両方の線虫に好適な植物ではネコブセンチュウが優勢となる例が多い。ESTORES and CHEN (1972) は、ネコブセンチュウの寄生によって移行性の阻害性物質が生じ、これがネグサレセンチュウの侵入や繁殖を抑制することを示唆する結果を得ている。また、TURNER and CHAPMAN (1972) は、増殖率の高いネコブセンチュウが有利で、最終的には優占種となると推察した。しかし、ネグサレセンチュウが有利とする見方もあり、GAY and BIRD (1973) は、ネグサレセンチュウのように基本的にえ死を引き起こす線虫は、随伴する絶対寄生の線虫の发育や増殖を阻害すると考えている。また、根への侵入はネグサレセンチュウのほうがネコブセンチュウより速いとされている (TURNER and CHAPMAN 1972)。

両群の線虫の種間競争の結果が、作物の生育に及ぼす影響は相加的なレベルに止まり、大きな変化は報告されていない (SIKORA et al., 1972; AMOUS and TAYLOR, 1974; ANWAR and VAN GUNDY, 1993)。

Ⅲ サツマイモネコブセンチュウとミナミネグサレセンチュウのサツマイモにおける種間競争

サツマイモネコブセンチュウ (*M. incognita*) は、野菜類やイモ類等非常に多くの作物に被害する重要線虫である。ミナミネグサレセンチュウ (*P. coffeae*) も多くの作物に寄生するが、サツマイモやサトイモ等、イモ類

の被害が大きい。ともに暖地系の線虫で、国内では関東以西に広く分布する。特に、ミナミネグサレセンチュウは南九州に多く発生し、両線虫が同一圃場に混発することも少なくない。これらの線虫は従来個別に研究されてきたが、こうした地域では、両種の種間競争が密度消長や被害の発生に影響している可能性が考えられる。そこで、両線虫がともに加害するサツマイモにおいて、種間競争が線虫の増殖や被害発生に及ぼす影響を検討した。

1 主要サツマイモ品種における種間競争および被害発生に及ぼす影響

試験方法：抵抗性の異なる 7 品種のサツマイモを用いて、サツマイモネコブセンチュウ (以下、サツマイモネコブと略記) とミナミネグサレセンチュウ (ミナミネグサレと略記) の種間競争を検討した。あらかじめ発根させた 1 節挿し苗を、滅菌土壌 200 g を入れたポリポットに移植し、これに九州農業試験場 18 号圃場 (熊本県菊池郡西合志町) に由来するサツマイモネコブ (レース 1, ミニトマト：ブリッツで増殖) の 2 期幼虫 530 頭と、同じ試験場に由来するミナミネグサレ (アルファルファカルスで増殖) 686 頭、またはその 3 倍量を同時接種し、平均室温 27°C (24~27°C) の人工気象室で栽培した。70 日後に、サツマイモの生育と根の被害症状および線虫の増殖を調査した。

結果および考察：図-1 に根系から分離された株当たりの線虫数を示した。両種の分離虫数は、表-1 に示したサツマイモ品種の線虫抵抗性程度におおよそ対応し、それぞれの感受性品種から多く分離された。サツマイモネコブは抵抗性強のミナミユタカと農林 2 号からはほとんど分離されなかったが、ミナミネグサレは抵抗性品種からも分離され、塊根の被害が少ない品種でも線虫は増殖していることが明らかとなった。ミナミネグサレ抵抗性品種は、輪作に利用するためには線虫の増殖率の再検討が必要と思われる。

両種を同時接種した場合、サツマイモネコブの根系からの分離虫数は、コガネセンガンや農林 1 号、ベニオトメでは単独接種と比較してやや減少し、高系 14 号では逆に増加する傾向が見られた。しかし、いずれも有意ではなかった。ミナミネグサレは、両方の線虫がよく増殖するコガネセンガンと高系 14 号では単独接種より有意に減少し、同じ傾向はベニアズマやベニオトメでも認められた。こうした傾向は土壌からの分離虫数でも一貫していた。II で述べたように、ネコブセンチュウとネグサレセンチュウ双方に感受性の品種では、通常ネグサレセンチュウの増殖が抑制されるが、同じ傾向がサツマイモネコブとミナミネグサレの間でも確認された。サツマイ

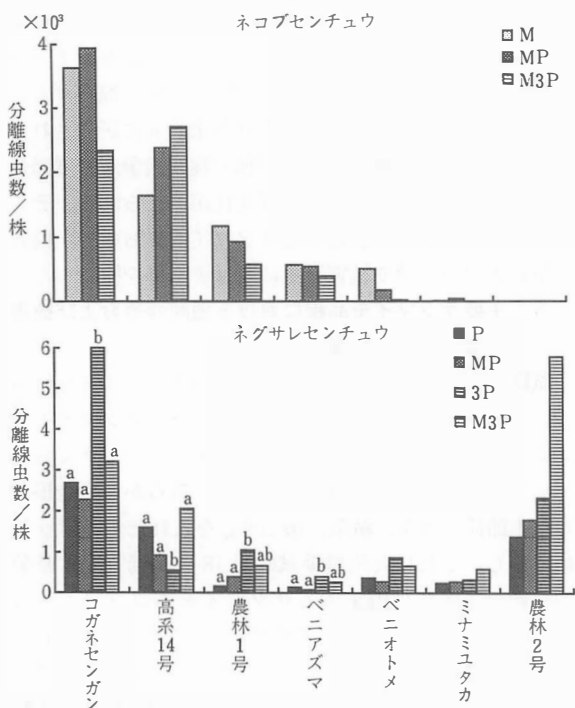


図-1 サツマイモネコブセンチュウとミナミネグサレセンチュウの混合接種が、各線虫の増殖に及ぼす影響

両線虫を抵抗性の異なるサツマイモ7品種に接種し、70日後に線虫を根系からベルマン法で分離した。M：ネコブセンチュウ530頭、Pおよび3P：ネグサレセンチュウ686頭および2,058頭接種。同一アルファベット間にはTURKEY-KRAMER法により、有意差(0.05)は認められなかった。

モネコブが寄生したサツマイモでも、ESTORES and CHEN (1972) が想定したような阻害性物質の生成等の生理的変化が生じ、ミナミネグサレの侵入や増殖が抑制されている可能性が考えられる。また、ネグサレセンチュウによるえ死は一次的には皮層組織に起きるため、腐敗がよほど激しくならない限り、中心柱に寄生するネコブセンチュウに大きく影響することはないのかもしれない。

一方、ネコブセンチュウ抵抗性強の農林2号とミナミユタカでは、有意ではなかったがミナミネグサレが逆に増加する傾向が見られ、ネコブセンチュウ抵抗性のタバコやワタで報告された既往の知見を裏付ける結果となった。

図-2には、こうした混合感染がサツマイモ細根の根腐れの発生に及ぼす影響を示したが、発生程度は基本的にはいずれか一方の線虫に依存し、混合感染によって特に激しくなることはなかった。

2 ミナミネグサレセンチュウがサツマイモネコブセンチュウの増殖に及ぼす影響

1の試験では、ミナミネグサレのサツマイモネコブに

表-1 供試したサツマイモ品種の線虫抵抗性程度

品 種	サツマイモネコブ	ミナミネグサレ
コガネセンガン	やや弱	やや弱
高系14号	弱	中
農林1号	弱	強
ベニアズマ	中	やや弱
ベニオトメ	強	中
ミナミユタカ	強	強
農林2号	強	弱

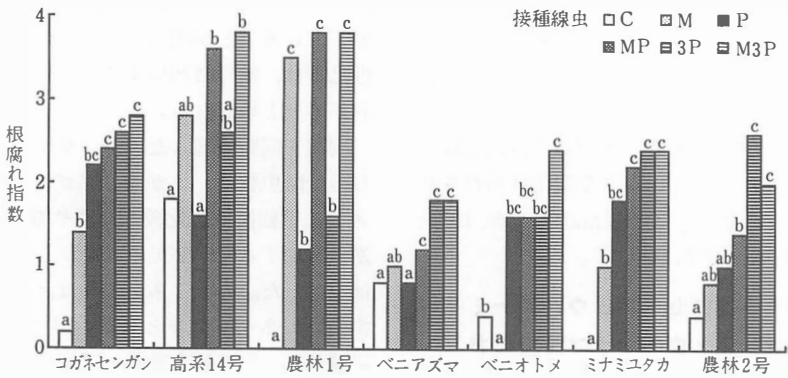


図-2 サツマイモネコブセンチュウとミナミネグサレセンチュウの混合感染が、サツマイモ細根の根腐れ発生に及ぼす影響

根腐れ指数は細根の根腐れ無：0、少：1、中：2、多：3、甚：4。Cは無接種、M、Pおよび3Pは図-1参照。同一アルファベット間にはTURKEY-KRAMER法により、有意差(0.05)が認められなかった。

対する影響は小さかった。このことを確認するために、両種に好適なコガネセンガンを用いて、ミナミネグサレの接種時期と摂取量を変えた試験を行い、サツマイモネコブの増殖に及ぼす影響を検討した。

試験方法：滅菌土壌 200 g を入れたポリポットに 1 節挿し苗を移植し、平均室温 27°C (24~27°C), 27,000 Lux 14 時間照明の陽光人工気象室で栽培した。線虫は、1 と同じ由来のサツマイモネコブとミナミネグサレを供試した。サツマイモネコブは 2 期幼虫 756 頭を接種した。ミナミネグサレはネコブセンチュウ接種の 5 日前、同時、5 日後および 10 日後に、728~912 頭の 1 倍、2 倍および 4 倍量を接種した。ネコブセンチュウ接種 52 日後に根を掘り取って洗い、約 1% のアンチフォルミン液で処理してネコブセンチュウの卵嚢を分解し、卵数を調査した。また、土壌中の線虫数をふるい分けと 2 層遠心浮遊法の組み合わせ法により調査した。

結果および考察：土壌からのミナミネグサレの分離虫数は、接種虫数が多いほど、また、接種時期が早くなるほど多くなった。接種時期が最も早い、ネコブセンチュウ接種 5 日前に 4 倍量を接種した場合には、ポット土壌 200 g から 2,800 頭以上が分離された。また、調査時のサツマイモ根系は腐敗することはなかったが病斑の発生は中程度で、ネグサレセンチュウによる明瞭な病徴が確認された。

図-3 に示すように、サツマイモネコブの卵数は、ミナミネグサレ 4 倍量をネコブセンチュウ接種 5 日前に接種した場合には、無接種と比較して多少減少する傾向が見られた。しかし、有意差はなく、接種が同時あるいはそれ以後であった場合は、各処理間にまったく差異はなかった。

以上のように、サツマイモネコブは、一般圃場に比べてかなり高密度のミナミネグサレ (約 3,000 頭/土壌 200 g) を、しかも前もって接種した場合にも増殖を抑制されることがなかった。このことから、両種の競争において、好適寄主植物では通常サツマイモネコブが優勢になると考えられる。しかし筆者は、ワグネルポットで 3 年間コガネセンガンを連作した場合もミナミネグサレが排除されることがなく、ミナミネグサレによって根に激しい腐敗が発生すると、栽培後半にネコブセンチュウの増殖が抑制されることを観察している。両線虫の競争はそれほど激しいものではないと考えられる。

植物寄生性線虫は常に植物に寄生している訳ではな

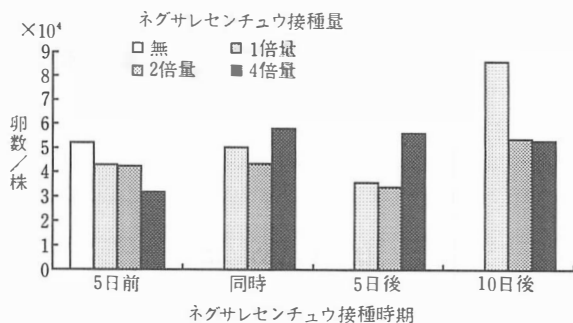


図-3 サツマイモネコブセンチュウの産卵に及ぼすミナミネグサレセンチュウの影響

図はネコブセンチュウ 756 頭を接種 52 日後の卵数 (6 反復平均) を示す。ネグサレセンチュウ接種時期はネコブセンチュウとの同時接種を基準としてその前後の日数で表示した。5 日前、同時、5 日後、10 日後の接種 1 倍量はそれぞれ 728, 733, 833 および 912 頭とした。

く、しばしば土壌中で耐久生存を余儀なくされる。土壌中では孔隙中で生存し、その間に物理的、化学的、生物学的な多くの要因の影響を受けている。寄主において優勢な線虫が、土壌中でもよく生存するとは限らない。競争関係にある線虫の動態を明らかにするためには、寄生生活と土壌中における生存の両面から検討する必要があると考えられる。

引用文献

- 1) AMOSU, J.O. and D.P. TAYLOR (1974): Indian J. Nematol. 4: 124~131.
- 2) ANWAR, S.A. and S.D. VAN GUNDY (1993): Afro-Acian Journal of Nematology 3: 5~9.
- 3) CHAPMAN, R.A. and D.R. TURNER (1975): J. Nematol. 7: 6~10.
- 4) EISENBACK, J.D. (1985): Interactions among concomitant populations of nematodes. In: An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. 1: Biology and Control (SASSER, J.A. and C.C. CARTER eds.) North Carolina State University Graphics, Raleigh, pp. 193~213.
- 5) ESTORES, R.A. and T.A. CHEN (1972): J. Nematol. 4: 170~174.
- 6) GAY, C.M. and G.W. BIRD (1973): *ibid.* 5: 212~217.
- 7) JOHNSON, A.W. and C.J. NUSBAUM (1970): *ibid.* 2: 334~340.
- 8) NORTON, D.C. (1978): Ecology of Plant-Parasitic Nematodes, John Wiley & Sons, New York, 268 pp.
- 9) 佐野善一・水久保隆之 (1996): 日本昆虫学会第 56 回大会・第 40 回応動昆虫大会合同大会講演要旨: 128.
- 10) ——— (1997): 九病虫研究報 43: 143.
- 11) SIKORA, R.A. et al. (1972): J. Nematol. 4: 162~165.
- 12) TURNER, D.R. and R.A. CHAPMAN (1972): *ibid.* 4: 280~286.