

第IV章 九州産ネコブセンチュウの 寄主反応

はじめに

第I-1表(p.7)で示したように、ネコブセンチュウには発生・分布が限られ、寄主範囲も狭いものが実は多い。木本植物あるいはイネ科、カヤツリグサ科等単子葉植物を模式寄主として記載されたものの多くはこのような種である。木本寄主にも寄主範囲の広いキタネコブセンチュウやサツマイモネコブセンチュウが寄生する可能性はあるが、カキツバタに寄生する種はカキツバタネコブセンチュウ、カエデに寄生するネコブセンチュウは*M. ovalis* Riffle, 1963といった具合に、寄主が判ればネコブセンチュウの種を特定できる場合もしばしばである。

第I章でも述べたが、ネコブセンチュウの分類の黎明期には、1種とみなされていたネコブセンチュウが、個体群によって異なる寄主範囲を示すことから数種に分割されたという歴史的経緯がある(Chitwood(1949), Whitehead(1968))。寄主反応の情報はネコブセンチュウの分類・同定に不可欠であるとまでは言えないがたいへん重要であり、分類・同定を行って行く上での有用性も高い。

サツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ等耕地に発生して被害を与える主要な4種のネコブセンチュウは、種類数は限られるが寄主範囲が極めて広いものが多い。ところがこのような種も種ごとにあるいは種内のレースごとに固有の寄主反応を示し、Taylor and Sasser(1978)が確立した6種の判別寄主(第II-3表:p.22)を用いる方法によって同定することができる。しかし、この方法(以下標準判別寄主試験という。)ではジャワネコブセンチュウとアレナリアネコブセンチュウのレース2は区別ができないし、また*M. cruciani* Garcia-Martinez, 1982(サツマイモネコブセンチュウレース2)や*M. microcephala* Cliff and

Hirschmann, 1984 (アレナリアネコブセンチュウレース2) 等, サツマイモネコブセンチュウあるいはアレナリアネコブセンチュウの一部レースと同一の寄主範囲を示す新種も記載されている(第I-1表; p.7)。必ずしも標準判別寄主試験だけでネコブセンチュウの種の同定はできないという問題点があるが, この判別寄主試験は現在でも重要な同定方法の一つとなっている。

このように, ネコブセンチュウの寄主反応は, その分類・同定の上で大変有用な情報を与える。第VI章(p.222)で述べるが, 特に複数種の混合個体群の正確な同定, 構成比の高精度の推定にはそれぞれの寄主反応を知ることが不可欠である。通常線虫のレースはその線虫の寄主反応の違いによって定義される。ネコブセンチュウの分類・同定, レースの研究を進めるには, 寄主反応の調査方法を確立し, 寄主反応の情報を有効に活用することが必要である。特に複数の種, 複数の個体群の反応を比較できるよう, 常に一定の方法で接種を行うことが重要である。

Taylor and Sasser(1978)も, 彼等が提唱した標準判別寄主を用いてネコブセンチュウの寄主反応を調査する際に接種を標準化することを勧めてはいるが, その具体的な方法は明示していない。筆者は常に一定の頭数の第二期幼虫を接種すること, 根に形成された卵の数の数によって寄主反応を表すこと, 判別寄主の根量(厳密な意味では生長点数)が接種の時点であるべく一定になるようにすること, 温度, 日長を充分管理し, 反復をもうけ統計解析を行い得るようにすること, 以上4点を考え, 数度にわたる予備実験を通して第II章D. (p.24)に述べた標準化した接種方法を考案した。

本章第1節では, 寄主反応を調査することができた主に九州産ネコブセンチュウの各種およびレースの標準判別寄主に対する反応を記述し, 第2節では, 複数の種が混合発生した場合の寄主反応および混合発生した種の単卵のう分離系統の寄主反応による解明例を示した。第3節では, 複数種が混合発生した場合の種間の干渉の有無について検討を加えた。

第IV-1表 本研究で検出されたネコブセンチュウ主要4種等およびそのレースの内訳

種名, レース名		調査例数
サツマイモネコブセンチュウ	レース 1	22*
	レース 2	3**
	レース 3	5***
		12
ジャワネコブセンチュウ		8
キタネコブセンチュウ		2****
アレナリアネコブセンチュウ	レース 2	1
<i>M. marylandi</i>		8
複数種の混合個体群		61
合計		

個体群, 単卵のう分離系統等は込みにした。

*: 複数レースの混合個体群で寄主分離により他のレースが分離されたものを含む。

** : 同一個体群に由来する一連の寄主分離個体群

***: 同一個体群に由来する一連の寄主分離個体群4例を含む。

****: 同一単卵のう分離系統

第1節 九州産ネコブセンチュウの寄主反応

合計30個体群、その内九州産29個体群のネコブセンチュウに対し、標準化した接種方法による寄主反応を調査した。また各種、各レースの標準的な反応を知り、混合個体群を構成する種を確認するため、延べ31単卵のう分離系統に対しても寄主反応を調査した。その結果検出されたネコブセンチュウ主要4種およびそのレースの内訳をIV-1表に示した。ネコブセンチュウ主要4種では、サツマイモネコブセンチュウレース4およびアレナリアネコブセンチュウレース1以外の種とレースを九州地域から検出することができた。主要4種以外では *M. marylandi* について寄主反応を調査した。なお以下の研究では、形成された卵のうの数がトマトの3%以上のものは寄主と見なした。

ネコブセンチュウ主要4種によって構成される8つの複数種の混合個体群についても、標準化した接種方法により寄主反応を調査した。構成単卵のう分離系統や、寄主分離個体群の寄主反応を利用した混合個体群の構成種の解明については本章第2節(p.175)で述べた。

A. サツマイモネコブセンチュウレース1

サツマイモネコブセンチュウレース1は、ピーマン、スイカ、トマトに寄生するが、タバコ(NC95)、ワタ、ラッカセイには寄生しない。このような反応を示すサツマイモネコブセンチュウレース1としては、単独個体群7個体群(寄主分離個体群を含む)および混合個体群から分離した14単卵のう分離系統が検出された。これらの個体群、単卵のう分離系統の各種寄主に対する反応を、サツマイモネコブセンチュウレース2および3と併せて第IV-2表に示した。サツマイモネコブセンチュウレース1の寄主反応の平均値、レンジ、標準偏差、変動係数を第IV-3表に示した。ワタには時にわずかな数の根こぶを形成することがあり、その根こぶのうちいくつかはセンチュウの成長が確認されたが、その成長はきわめて緩慢で、雌成虫が認められることは稀、卵のう物質の産出が認められることはさらに稀、産卵が認

第IV-2表 標準化した接種方法によるサツマイモネコブセンチュウの各種判別寄主に対する反応*

個体群名 (調査年月日)	判 別 寄 主						
	タバコ	ワタ	ピーマン	スイカ	ラッカセイ	トマト	サツマイモ 農林1号
農林2号							
レース1							
K	—	—	—	—	—	—	—
	0.0	22.5(6.3)	146.0(40.9)	118.0(33.1)	0.0	356.8	8.0(2.2)
H i	1.8	0.0	125.8(57.3)	6.8(2.8)	0.0	245.0	11.0(4.5)
'85.10.23	2.8	0.0	182.0(46.5)	59.3(15.1)	0.0	391.8	13.0(3.3)
S c	0.0	0.0	293.0(57.3)	19.5(3.8)	0.0	511.5	93.0(18.2)
'85.8.19	0.0	1.0	354.0(51.7)	41.0(6.0)	0.0	685.0	104.0(15.2)
I	0.8	0.3	194.8(74.5)	25.7(9.8)	0.0	261.3	148.3(56.7)
'86.10.22	1.0	2.5	211.5(55.8)	95.0(25.1)	0.0	379.0	152.0(40.1)
N i	0.0	0.5	116.0(77.9)	3.8(2.5)	0.0	149.0	64.0(43.0)
'86.10.22	0.0	0.8	128.0(39.1)	42.3(11.3)	0.0	327.8	65.3(19.9)
N 1	0.0	0.0	351.3(59.6)	105.5(17.9)	0.0	589.8	18.5(3.1)
'87.12.7	0.0	0.0	366.0(54.9)	190.0(28.5)	0.0	666.5	19.0(2.9)
I c	0.0	0.0	177.3(32.2)	35.3(6.4)	0.0	550.8	47.5(8.6)
'88.8.5	0.0	0.0	195.3(29.4)	85.8(12.9)	0.0	663.5	51.5(7.7)
S t m	0.0	0.0	7.3(27.1)	14.5(54.2)	0.0	26.8	15.5(57.9)
'92.8.25	0.0	0.8	7.8(11.3)	28.5(41.6)	0.0	68.5	15.8(23.0)
C-2	0.0	0.0	200.0(82.0)	26.5(10.9)	0.0	244.0	73.0(29.9)
'84.10.4	0.0	0.0	256.5(47.7)	109.0(20.3)	0.0	538.0	98.3(18.3)
N18-5	0.0	0.0	395.0(152.7)	28.8(11.1)	0.0	258.8	140.8(54.4)
'84.10.4	0.0	+	478.8(69.8)	106.0(15.5)	0.0	685.8	185.5(27.1)
N2-7	0.0	0.0	303.0(106.3)	57.0(20.0)	0.0	285.3	18.0(6.3)
'84.10.4	0.0	0.0	337.0(61.7)	184.0(33.7)	0.0	546.3	33.0(6.0)
N2-5	0.0	0.0	354.8(165.2)	116.3(54.1)	0.0	214.8	154.8(72.1)
'84.10.4	0.0	+	426.5(83.9)	215.0(42.3)	0.0	508.3	221.3(43.5)
GI-1	0.0	0.0	435.0(106.1)	55.5(13.5)	0.0	410.0	5.3(1.3)
'84.10.30	0.0	0.0	492.8(80.4)	164.3(26.8)	0.0	613.3	8.8(1.4)
I t 0-7	0.0	0.0	480.5(128.0)	74.8(19.9)	0.0	375.3	2.8
'84.10.30	0.0	1.0	510.5(106.5)	139.0(29.0)	0.0	479.3	12.0(2.5)
I t 0-8	0.0	0.0	327.0(143.1)	26.5(11.6)	0.0	228.5	45.0(19.7)
'84.10.30	0.0	4.3	369.5(74.1)	151.0(30.3)	0.0	498.8	62.0(12.4)
K-2	0.0	0.0	124.3(62.7)	7.3(3.7)	0.0	198.3	11.3(5.7)
'85.2.27	0.0	0.3	132.8(42.1)	44.0(14.0)	0.0	315.3	16.8(5.3)
K o-4	0.0	0.0	316.3(86.2)	54.3(14.8)	0.0	367.0	—
'86.11.7	0.0	4.8(1.0)	351.0(73.6)	169.0(35.4)	0.0	476.8	—
N o 8-4	0.0	0.0	382.5(87.0)	56.7(12.9)	0.0	439.5	320.3(72.9)
'87.1.7	0.0	1.0	397.8(42.6)	156.3(16.8)	0.0	535.3	325.3(34.9)
I-1	0.0	0.0	285.5(54.2)	84.8(16.1)	0.0	526.8	57.5(10.9)
'88.8.5	0.0	0.0	296.3(41.4)	159.8(22.3)	0.0	715.0	58.8(8.2)
I-5	0.0	0.0	160.0(40.0)	21.5(5.4)	0.0	400.3	182.0(45.5)
'88.8.5	0.0	0.0	170.0(32.3)	67.5(12.8)	0.0	526.8	190.3(36.1)
O h-7	0.0	0.0	68.5(33.4)	68.5(33.4)	0.0	205.3	54.8(26.7)
'89.5.2	0.0	1.5	76.0(31.1)	119.8(49.8)	0.0	244.8	59.0(24.1)
I s-2	0.0	0.0	313.0(58.2)	99.8(21.7)	0.0	459.0	69.0(15.0)
'89.8.22	0.0	11.8(2.0)	327.3(55.0)	245.8(41.3)	0.0	595.5	75.3(12.6)
レース2							
H i s	6.3(2.6)	0.0	89.5(37.7)	15.0(6.3)	0.0	237.5	188.8(79.5)
'86.10.22	7.5(2.2)	1.3	104.0(30.0)	73.5(21.1)	0.0	349.0	203.5(58.3)
H i s s	37.5(12.4)	0.0	140.8(46.4)	24.5(8.1)	0.0	303.3	57.0(18.8)
'88.2.11	40.8(10.3)	2.5	160.8(40.5)	115.3(29.0)	0.0	397.0	65.3(16.4)
H i s s s	17.3(4.9)	0.0	155.0(44.1)	72.3(20.4)	0.0	354.0	3.5(1.0)
'91.1.4	19.5(4.4)	0.0	169.8(38.1)	91.7(20.6)	0.0	445.8	3.5

第IV-2表 続き

個体群名 (調査年月日)	判 別 寄 主						
	タバコ	ワタ	ピーマン	スイカ	ラッカセイ	トマト	サツマイモ 農林1号 農林2号
レース3							
1 S ₉	0.0	44.8 (7.8)	391.3 (68.5)	37.7 (6.6)	0.0	571.5	12.0 (2.1)
'87.1.7	0.0	83.3 (12.0)	421.0 (60.5)	131.7 (18.9)	0.0	695.5	12.8 (1.8)
0 Z-2	0.0	4.3 (8.2)	43.3 (83.6)	5.8 (11.1)	0.0	51.8	25.3 (48.8)
'87.4.20	0.0	17.5 (29.0)	45.8 (75.9)	15.3 (25.3)	0.0	60.3	26.5 (44.0)
1 S ₃₃	0.0	61.5 (27.8)	251.5 (113.5)	42.3 (19.1)	0.0	221.5	1.3
'88.2.11	0.0	113.5 (31.9)	284.5 (80.0)	139.0 (39.1)	0.0	355.5	2.0
1 S ₂₂₃	0.0	4.5 (1.8)	159.8 (63.6)	85.8 (34.1)	0.0	251.3	0.0
'90.11.21	0.0	6.0 (1.8)	168.3 (50.9)	118.3 (35.8)	0.0	330.3	0.3
1 S ₉ -2	0.0	6.0 (4.9)	123.3 (100)	14.0 (11.4)	0.0	11.5	69.0 (56.0)
'89.8.22	0.0	10.5 (7.6)	137.8 (100)	27.5 (20.0)	0.0	13.0	72.3 (52.5)

上段は卵の数、下段は根こぶ数、()内はトマトに対する百分率

- : 欠測 + : 根こぶ数は欠測だが根こぶの着生は確認した。

* : 単独個体群と単卵のう分離系統は区別して示した。

第IV-3表 サツマイモネコブセンチュウレース1の寄主反応の基礎統計量

判別寄主 (品種)	平均	レンジ	標準偏差	変動係数
タバコ (NC95)	0.04 0.05	0-0.8 0-1.0		
ワタ (Deltapine 16)	0.04 1.71	0-0.5 0-11.8		
ピーマン (California Wonder)	277.78 (79.06) 309.35 (58.77)	68.5-480.5 76.0-510.5	115.08 128.99	41.43 41.70
スイカ (Charlston Grey)	50.95 (14.50) 130.77 (24.84)	3.8-116.3 41.0-245.8	33.59 59.23	65.93 45.30
ラッカセイ (Florrunner)	0 0			
トマト (Rutgers, 福寿2号)	351.33 (100) 526.37 (100)	149.0-589.8 244.8-715.0	135.62 135.05	38.60 25.66
サツマイモ (農林1号)	83.66 (23.81) 96.57 (18.35)	2.8-320.3 8.8-325.3	80.35 86.25	96.05 89.32
サツマイモ (農林2号)	33.19 (9.45) 35.08 (6.66)	0.0-140.5 0.0-144.3	51.53 54.10	155.22 154.22

単卵のう分離系統と単一種からなる個体群は区別しなかった。

単卵のう分離系統と単一レースからなる個体群の合計は19、St m個体群は除外した。

上段は卵の数、下段は根こぶ数、()内はトマトに対する百分率

められることは7個体群中の1例のみであった。タバコ (NC95) でも7個体群の1例でほんのわずかに卵のうが形成される例があったが、単卵のう分離系統ではタバコ (NC95) やワタに卵のうが形成される例はなかった。ピーマンに形成される卵のう、根こぶの数はトマトより多いことも、かなり少ないこともあり、変動係数が大きかった。スイカに形成される卵のう、根こぶの数はトマトに比べかなり少ないことがほとんどで、変動係数もピーマンよりさらに大きかった。トマトにおける変動係数は卵のうより根こぶの方が大きかった。サツマイモでの反応については第V章第2節 (p.197) でレースごとに分けた上で改めて述べることにする。

サツマイモネコブセンチュウレース1と認められた個体群の中にも、タバコ (NC95)、ワタにごく少数の卵のうを形成するものが含まれていた。このような卵のうの形成は、ジャワネコブセンチュウ等の他種あるいはレース2やレース4が極めて低い割合で混合発生していたために起こった可能性があり、事実H i 個体群からは次に述べるレース2の一連の寄主分離個体群が分離された。通常、ジャワネコブセンチュウ等他種の混合かどうかの確認は会陰紋で行うことができたが、レースの混合発生については、寄生した個体があまりに少数であったため増殖して寄主分離個体群を得ることができず、確認することはできなかった。

B. サツマイモネコブセンチュウレース2

サツマイモネコブセンチュウレース1の寄主の他に、タバコ (NC95) にも寄生するサツマイモネコブセンチュウレース2が、鹿児島県東串良町で採集したH i 個体群から寄主分離によって得た一連の寄主分離個体群でのみ認められた (第IV-2表、第II-1表; p.16)。これら寄主分離個体群およびそれらの親個体群、H i 個体群の寄主反応を第IV-4表に示した。H i 個体群がタバコ (NC95) に形成した卵のうの数はトマトの2%未満で寄生したとは認められなかったが、これから得たH i 寄主分離個体群、さらにもう1度判別寄主分離を繰り返して得たH i 22寄主分離個体群では、タバコ (NC95) の卵のうの数はそれぞれトマトの2.6%、14.3%でタバコ (N

第IV-4表 Hi₂₂寄主分離個体群(サツマイモネコブセンチュウレース2)およびこれに由来する寄主分離個体群の寄主反応

判別寄主(品種)	個体群名・寄主分離個体群名			
	Hi *	Hi ₂ **	Hi ₂₂ **	Hi ₂₂₂ **
タバコ	1.8	6.3(2.6)	37.5(12.4)	17.3(4.9)
(NC95)	2.8	7.5(2.2)	40.8(10.3)	19.5(4.4)
ワタ	0.0	0.0	0.0	0.0
(Deltapine 16)	0.0	1.3	2.5	0.0
ピーマン	125.8(57.3)	89.5(37.7)	140.8(46.4)	156.0(44.1)
(California Wonder)	182.0(46.5)	104.0(30.0)	160.8(40.5)	169.8(38.1)
スイカ	6.8(2.8)	15.0(6.3)	24.5(8.1)	72.3(20.4)
(Charlston Grey)	59.3(15.1)	73.5(21.1)	115.3(29.0)	91.7(20.6)
ラッカセイ	0.0	0.0	0.0	0.0
(Florrunner)	0.0	0.0	0.0	0.0
トマト	245.0(100)	237.5(100)	303.3(100)	354.0(100)
(Rutgers, 福寿2号)	391.8(100)	349.0(100)	397.0(100)	445.8(100)
サツマイモ	11.0(4.5)	188.8(79.5)	57.0(18.8)	3.5(1.0)
(農林1号)	13.0(3.3)	203.5(58.3)	65.3(16.4)	3.5
サツマイモ	48.0(19.6)	120.0(50.5)	50.0(16.5)	29.3(8.3)
(農林2号)	50.5(12.9)	124.0(35.5)	50.5(12.7)	29.5(6.6)

上段は卵のう数、下段は根こぶ数、()内はトマトに対する百分率
*: 混合個体群 **: サツマイモネコブセンチュウレース2

第IV-5表 Is個体群およびこれに関連する寄主分離個体群の寄主反応

判別寄主(品種)	個体群名・寄主分離個体群名・単卵の分離系統名						
	Is ^{a)}	Is ₃ ^{b)}	Is ₃₃ ^{c)}	Is ₃₃₃ ^{c)}	Is ₃₋₂ ^{b)}	Is ₂₋₂ ^{d)}	Is _j ^{a)}
タバコ	6.5(2.4)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	286.3(62.5)
(NC95)	6.8(1.9)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	298.0(61.4)
ワタ	5.3(2.0)	44.8(7.8)	61.5(27.8)	4.5(1.8)	6.0(4.9)	0.0	0.0
(Deltapine 16)	9.3(2.6)	83.3(12.0)	113.5(31.9)	6.0(1.8)	10.5(7.6)	11.8(2.0)	5.3
ピーマン	174.3(65.0)	391.3(68.5)	251.5(113.5)	159.8(63.6)	123.3(100)	313.3(68.2)	0.3
(California Wonder)	198.3(56.3)	421.0(60.5)	284.5(80.0)	168.5(50.9)	137.8(100)	327.3(55.0)	0.3
スイカ	7.5(2.8)	37.7(6.6)	42.3(19.1)	85.8(34.1)	14.0(11.4)	99.8(21.7)	62.8(13.7)
(Charlston Grey)	54.3(15.4)	131.7(18.9)	139.0(39.1)	118.3(35.8)	27.5(20.0)	245.8(41.3)	85.3(17.6)
ラッカセイ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(Florrunner)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
トマト	268.0(100)	571.5(100)	221.5(100)	251.3(100)	11.5	459.0(100)	458.3
(Rutgers, 福寿2号)	352.3(100)	695.5(100)	355.5(100)	330.3(100)	13.0	595.5(100)	485.5
サツマイモ	44.8(16.7)	12.0(2.1)	1.3	0.0	69.0(56.0)	69.0(15.0)	0.0
(農林1号)	47.5(13.5)	12.8(1.8)	2.0	0.3	72.3(52.5)	75.3(12.6)	0.0
サツマイモ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
(農林2号)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3

上段は卵のう数、下段は根こぶ数、()内はトマトに対する百分率
a): 混合個体群 b): サツマイモネコブセンチュウレース3; N1 c): サツマイモネコブセンチュウレース1; N0
d): サツマイモネコブセンチュウレース1; N1 e): ジャワネコブセンチュウ

095)に寄生が認められ、レース2と判定された。さらに今1度判別寄主分離を繰り返して得たH i₂₂寄主分離個体群もタバコ(NC95)に寄主しレース2と判定されたが、卵のう数はH i₂₂寄主分離個体群より少なくなった。

H i 個体群から得た単卵のう分離系統については寄主反応の調査を行っていないので、厳密な意味での結論は出せないが、これはサツマイモネコブセンチュウレース1とレース2の混合個体群であったと考えられる。3回目の判別寄主分離まではタバコ(NC95)に対する寄生性が上昇したが、4回目では逆に低下が見られた。これが寄主による選抜の効果であるかどうかについては第V章第1節(p.191)で考察する。

C. サツマイモネコブセンチュウレース3

サツマイモネコブセンチュウレース3は、サツマイモネコブセンチュウレース1の寄主の他、ワタに寄生する。サツマイモネコブセンチュウレース3としては、長崎県諫早市で採集したI s 個体群から判別寄主分離によって得た一連の寄主分離個体群およびこれに由来する単卵のう分離系統、さらに熊本県大津町で採集したO z 個体群から分離したO z-2単卵のう分離系統が認められた(第IV-2表、第II-2表:p.16)。I s 個体群から分離した寄主分離個体群およびそれらの親個体群、I s 個体群の寄主反応を第IV-5表に示した。I s 個体群は複数種、複数レースの混合個体群で、複雑な寄主反応を示した。その構成種は本章第2節で考察した。I s 個体群がワタに形成した卵のう数はトマトの2%未満であったが、これを増殖して得たI s₃寄主分離個体群、さらにもう1度判別寄主分離を繰り返して得たI s₃₃寄主分離個体群ではワタの卵のう数はそれぞれトマトの7.8%、27.8%でレース3と認められた。さらに今1度判別寄主分離を繰り返して得たI s₃₃₃寄主分離個体群はワタが寄主と認められないほどわずかな根こぶしか形成しなかった。I s₃寄主分離個体群から分離したI s₃-2単卵のう分離系統はワタに寄生し、レース3と認められた。

Is 個体群はジャワネコブセンチュウおよびサツマイモネコブセンチュウレース 1, 3 の混合個体群であった。3 回目の判別寄主分離まではワタに対する寄生性が上昇したが、4 回目では逆に低下が見られた。これが寄主による選抜の効果であるかどうかについては第V章第1節 (p.191) で検討する。

D. ジャワネコブセンチュウ

ジャワネコブセンチュウは、タバコ (NC95)、スイカ、トマトに寄生したが、ワタ、ピーマン、ラッカセイには寄生しない。このような反応を示すジャワネコブセンチュウとしては2個体群および9単卵の分離系統が検出された。これらの個体群、単卵の分離系統の各種寄主に対する反応を第IV-6表に示した。これらの寄主反応の平均値、レンジ、標準偏差、変動係数を第IV-7表に示した。タバコ (NC95) に形成される卵のう、根こぶの数はトマトより多いことも少ないこともあった。タバコ (NC95)、スイカ、トマトでは変動係数は60前後で大差なかった。スイカではサツマイモネコブセンチュウレース1の項で記したのと同様卵のう、根こぶの数が少なかった。

サツマイモ農林1号に寄生する例は観察されなかったが、サツマイモ農林2号には時にかなりの寄生が見られた。

標準判別寄主 (Taylor and Sasser (1978)) の反応では、ジャワネコブセンチュウとアレナリアネコブセンチュウレース2は区別ができないので、形態的な調査 (第III章第2節: p.51) から、これらの個体群および単卵の分離系統がジャワネコブセンチュウであることを確認した。

E. キタネコブセンチュウ

キタネコブセンチュウは、タバコ (NC95)、ピーマン、ラッカセイ、トマトに寄生するが、ワタ、スイカには寄生しない。このような反応を示すキタネコブセンチュウとしては、5個体群および3単卵の分離系統が検出された。これらの個体群、単卵の分離系統の各種寄主に対する反応を第IV-8表に示した。これらの寄主反

第 IV 章

第IV-6表 標準化した接種方法によるジャワネコブセンチュウの各種判別寄主に対する反応*

個体群名 (調査年月日)	判 別 寄 主						
	タバコ	ワタ	ピーマン	スイカ	ラッカセイ	トマト	サツマイモ 農林1号 農林2号
U J	72.5(2.3)	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0
'85.12.23	139.3(52.7)	5.8(2.2)	0.0	73.0(27.7)	0.0	264.0	0.0
I s J	286.3(62.5)	0.0	0.3	62.8(13.7)	0.0	458.3	0.0
'87.12.7	298.0(61.4)	5.3(1.1)	0.3	85.3(17.6)	0.0	485.5	0.0
M y - 7	334.5(98.9)	0.0	0.0	6.8(2.0)	0.3	338.3	0.0
'84.8.18	397.8(91.9)	+	0.0	16.0(3.7)	0.3	432.8	0.0
G1-18	158.8(44.6)	0.0	0.0	40.3(11.3)	0.0	355.8	0.0
'85.1.21	230.5(45.2)	0.0	0.0	125.0(24.5)	0.0	509.5	0.0
K n - 5	368.0(117.3)	0.0	0.0	65.5(20.9)	0.0	313.8	0.0
'85.1.12	429.3(103.9)	13.0(2.9)	0.0	184.8(44.7)	0.0	413.0	9.3(2.9)
K o - 2	327.8(100)	0.0	0.0	84.5(25.8)	0.0	—	11.8(2.8)
'86.5.7	349.3(100)	1.0	0.0	144.3(41.3)	0.0	—	19.0(5.8)
M y - 7	265.8(213.9)	0.0	0.0	62.5(50.3)	0.0	124.3	21.5(6.2)
'86.5.7	284.5(179.5)	0.0	0.0	99.3(62.6)	0.0	158.5	0.0
N o 8 - 8	275.3(188.9)	0.0	0.0	81.8(56.1)	0.0	145.8	0.0
'86.5.7	308.0(165.8)	0.0	0.0	139.0(74.8)	0.0	185.8	96.5(66.2)
O z - 1	17.8(79.8)	0.0	0.0	2.5(11.2)	0.0	22.3	102.5(25.6)
'87.4.20	21.5(53.1)	0.0	0.0	7.0(17.3)	0.0	40.5	1.3(5.6)
O h - 2	192.5(54.5)	0.0	0.0	17.3(4.9)	0.0	353.3	1.3(3.1)
'89.5.2	208.8(51.1)	3.3	0.0	39.8(9.8)	0.0	408.3	0.0
N t 4 - 4	7.8(2.6)	0.0	0.0	—	0.0	235.0	0.0
'90.1.7	9.3(3.2)	0.0	0.0	+	0.0	292.8	0.0
N t 4 - 5	47.0(25.9)	0.0	0.0	—	0.0	181.5	0.0
'90.1.7	57.3(23.9)	0.0	0.0	+	0.0	240.0	0.0

上段は卵の数。下段は根こぶ数。()内はトマトに対する百分率

—: 欠測 +: 根こぶ数は欠測だが根こぶの着生は確認した。

*: 単独個体群と単卵のう分離系統は区別して示した。

第IV-7表 ジャワネコブセンチュウの寄主反応の基礎統計量

判別寄主 (品種)	平均	レンジ	標準偏差	変動係数
タバコ (NC95)	196.18 (84.31)	368.0-196.2	131.94	67.25
	227.80 (73.04)	9.3-429.3	143.47	62.98
ワタ (Deltapine 16)	0.03	0.0-0.3		
	2.58	0.0-13.0		
ピーマン (California Wonder)	0			
	0			
スイカ (Charlston Grey)	47.11 (20.25)	2.5-84.5	31.57	67.01
	91.35 (29.29)	7.0-184.8	58.52	64.07
ラッカセイ (Florrunner)	0.03	0.0-0.3		
	0.03	0.0-0.3		
トマト (Rutgers, 福寿2号)	232.67 (100)	22.3-458.3	143.25	61.57
	311.88 (100)	40.5-509.5	149.74	48.01
サツマイモ (農林1号)	0			
	0			
サツマイモ (農林2号)	10.53 (4.53)	0.0-96.5	27.68	262.82
	11.45 (3.67)	0.0-102.5	29.44	257.15

単卵のう分離系統とジャワネコブセンチュウの単独個体群は区別しなかった。

単卵のう分離系統と単一レースからなる個体群の合計は12

上段は卵のう数、下段は根こぶ数、()内はトマトに対する百分率

第 IV-8 表 標準化した接種方法によるキタネコブセンチュウの各種判別寄主に対する反応*

個体群名 (調査年月日)	判 別 寄 主						
	タバコ	ワタ	ピーマン	スイカ	ラッカセイ	トマト	サツマイモ 農林 1 号
Gf	82.5(93.0)	0.0	6.8(7.6)	0.0	0.0	88.8	0.0
'85.12.23	150.0(63.5)	2.5(1.1)	35.3(14.9)	0.0	57.5(24.3)	236.3	0.0
Sp	27.3(10.2)	0.0	6.8(2.5)	0.0	19.5(7.3)	268.5	2.3
'87.3.6	37.0(12.5)	1.8	8.8(3.0)	0.0	20.5(7.0)	295.0	0.3
Ic	4.0(1.2)	0.0	16.8(4.9)	1.8(0.5)	37.8(11.0)	343.5	1.0
'87.3.6	6.3(1.7)	1.3	19.5(5.2)	6.7(1.8)	42.3(11.2)	376.0	0.3
Nm	111.3(19.2)	0.0	21.5(3.7)	0.0	75.0(12.9)	580.3	12.8(2.2)
'87.9.24	133.8(23.1)	0.0	22.3(3.8)	0.0	84.3(14.5)	626.0	12.8(2.0)
Kk	146.0(28.9)	0.0	32.8(6.5)	1.5	68.8(13.6)	506.0	10.8(2.1)
'87.9.24	154.3(25.1)	0.0	33.5(5.5)	1.8	71.3(11.6)	614.0	11.0(1.8)
As-9	83.9(49.4)	0.0	3.8(2.1)	0.0	7.5(4.1)	180.8	0.0
'85.2.27	149.7(48.0)	0.5	5.0(1.6)	0.0	32.0(10.3)	311.5	0.0
Ks-3	51.0(17.4)	0.0	9.0(3.1)	0.0	3.8(1.3)	292.5	0.0
'85.2.27	162.5(39.8)	1.8	13.5(3.3)	0.0	31.3(7.7)	408.8	0.0
Oz-4	14.3(8.9)	0.0	9.3(5.8)	2.0(1.3)	19.8(12.4)	159.8	8.0(5.0)
'87.4.20	23.3(10.6)	0.3	11.0(5.0)	6.3(2.9)	21.5(9.8)	218.5	8.0(3.7)

上段は卵の数、下段は根こぶ数。()内はトマトに対する百分率

*: 単独個体群と単卵のう分離系統は区別して示した。

第 IV-9 表 キタネコブセンチュウの寄主反応の基礎統計量

判別寄主 (品種)	平均	レンジ	標準偏差	変動係数
タバコ (NC95)	40.04(13.23)	4.0-83.9	31.24	78.03
ワタ (Deltapine 16)	102.11(26.47)	6.3-162.5	67.15	65.76
ピーマン (California Wonder)	0	0.0-2.5		
	1.03	0.0-2.5		
スイカ (Charlston Grey)	13.35(4.41)	3.8-32.8	9.78	73.23
	18.61(4.82)	5.0-35.3	11.21	60.25
ラッカセイ (Florrunner)	0.66(0.22)	0.0-2.0	0.92	139.50
	1.85(0.48)	0.0-6.7	2.94	158.83
トマト (Rutgers, 福寿 2 号)	29.03(9.59)	0.0-75.0	29.01	99.94
	45.09(11.69)	20.5-84.3	23.63	52.41
サツマイモ (農林 1 号)	302.53(100)	88.8-580.3	170.03	56.20
	385.76(100)	218.5-626.0	157.89	40.93
サツマイモ (農林 2 号)	4.36(1.44)	0.0-12.8	5.33	122.07
	4.39(1.14)	0.0-12.8	5.36	122.17
サツマイモ (農林 2 号)	1.80(0.59)	0.0-11.5	3.95	219.43
	2.05(0.53)	0.0-11.5	3.96	192.93

単卵のう分離系統とキタネコブセンチュウの単独個体群は区別しなかった。

単卵のう分離系統と単一レースからなる個体群の合計は 8

上段は卵の数、下段は根こぶ数。()内はトマトに対する百分率

応の平均値、レンジ、標準偏差、変動係数を第IV-9表に示した。寄主に形成される卵のう数の変動係数はサツマイモネコブセンチュウレース1に比べ大きくなる傾向が見られた。サツマイモ農林1号に対してはしばしば、農林2号に対しては時に多少の寄生が見られた。

スイカには稀に根こぶが、極く稀に卵のうが形成されることがあったが、会陰紋の観察によってサツマイモネコブセンチュウ等他種の混合発生でないことを確認した。

F. アレナリアネコブセンチュウレース2

本研究で検出されたアレナリアネコブセンチュウは、鹿児島県種子島で採集したNt個体群から分離した一連の単卵のう分離系統のみで、そのうちの1つ、Nt4-1単卵のう分離系統について寄主反応を調査した(第IV-10表)。第IV-11表にNt個体群およびこれに関連する単卵のう分離系統、寄主分離個体群の寄主反応を示した。Nt4-1単卵のう分離系統はタバコ(NC95)、スイカ、トマトに寄生したが、ワタ、ピーマン、ラッカセイには寄生しなかった。この寄主反応は、Nt4-1単卵のう分離系統がジャワネコブセンチュウかアレナリアネコブセンチュウレース2に属することを示す。タバコ(NC95)に形成される卵のう、根こぶの数はトマトよりかなり少なかった。スイカではジャワネコブセンチュウと同様形成される卵のうの数が少なかった。

標準判別寄主(Taylor and Sasser(1978))の反応では、ジャワネコブセンチュウとアレナリアネコブセンチュウレース2は同じ寄主反応を示し区別ができない。すでに第三章2節D、(p.91)で述べたように、Nt4-1単卵のう分離系統は形態からアレナリアネコブセンチュウであることが明らかであったので、これが示した寄主反応はアレナリアネコブセンチュウのレース2のものと判断された。

アレナリアネコブセンチュウの寄主反応の報告は、後藤(重)(1964)の宮崎県からのレース1に相当する寄主反応の報告のみである。この報告も接種方法が標準化

第IV-10表 標準化した接種方法によるアレナリアネコブセンチュウの各種判別寄主に対する反応

個体群名 (調査年月日)	判 別 寄 主							
	タバコ	ワタ	ピーマン	スイカ	ラッカセイ	トマト	サツマイモ 農林1号	農林2号
N t 4-1 '90.1.7	0.0 7.7(4.4)	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 9.7(5.5)	0.0 0.0	27.8 175.0	0.0 0.0	0.0 0.0
N t 4-1 '91.1.4	15.3(4.9) 22.0(5.4)	0.0 0.0	0.0 0.0	32.8(10.4) 58.0(14.2)	0.0 0.0	314.8 409.8	0.0 0.0	0.0 0.0

上段は卵の数、下段は根こぶ数。()内はトマトに対する百分率

第IV-11表 N t 4個体群およびこれから分離された単卵の分離系統、寄主分離個体群の寄主反応

判別寄主 (品種)	個体群名・単卵の分離系統名			
	N t 4 ^{a)}	N t 4-1 ^{b)}	N t 4-5 ^{c)}	N t 41 ^{d)}
タバコ	86.8(17.6)	15.3(4.9)	47.0(25.9)	0.0
(NC95)	102.0(17.6)	22.0(5.4)	57.3(23.9)	0.0
ワタ	0.0	0.0	0.0	0.0
(California Wonder)	13.8(2.4)	0.0	0.0	0.8
ピーマン	13.5(2.7)	0.0	0.0	26.3(100)
(California Wonder)	13.8(2.4)	0.0	0.0	31.0(100)
スイカ	48.0(9.7)	32.8(10.4)	—	4.7(17.8)
(Charlston Grey)	117.5(20.2)	58.0(14.2)	+	5.3(17.2)
ラッカセイ	0.0	0.0	0.0	0.0
(Florrunner)	0.0	0.0	0.0	0.0
トマト	493.8(100)	314.8(100)	181.5(100)	17.5
(Rutgers, 福寿2号)	580.8(100)	409.8(100)	240.0(100)	19.3
サツマイモ	4.3	0.0	0.0	11.5(43.8)
(農林1号)	4.3	0.0	0.0	24.8(79.8)
サツマイモ	1.0	0.0	0.0	26.3(100.0)
(農林2号)	1.0	0.0	0.0	26.3(84.7)

上段は卵の数、下段は根こぶ数。()内はトマトに対する百分率、N t 41寄主分離個体群は株当りの接種虫数が528頭、第IV-2表には入れなかった。

- : 欠測 + : 根こぶ数は欠測だが根こぶの着生は確認した。

a) : 混合個体群 b) : アレナリアネコブセンチュウレース 2

c) : ジャワネコブセンチュウ d) : サツマイモネコブセンチュウレース 1 ; N2

されていないため、サツマイモネコブセンチュウとキタネコブセンチュウの混合個体群を見誤った可能性が否定できない。

G. *M. marylandi*

鹿児島県蒲生町で検出された*M. marylandi*を、標準判別寄主およびサツマイモの2品種の他にヒエにも同様に接種したところ、標準判別寄主およびサツマイモの2品種には*M. marylandi*の寄生は一切認められなかったが、ヒエだけに寄生が認められた。しかし、ヒエに形成された卵のうち、根こぶ数はそれぞれ0.5個、1個と少なかった。なお、ヒエの播種は接種と同時にを行った。

ヒエに形成された卵の数が少なかったのは、ヒエの播種が遅すぎたこと、西澤のシバネコブセンチュウについての報告(西沢(1985))とは異なるが、ヒエは*M. marylandi*にとってあまり良い寄主ではないことによるものと思われる。いずれにせよ*M. marylandi*の寄主はイネ科に限られるようである(Jepson and Golden(1987), Golden(1989))。

第2節 複数種の混合個体群の寄主反応と単卵の分離による構成種の解明

複数の種が混合発生すると単独種では考えられない多くの判別寄主に寄生が見られる。本研究で調査した複数種の混合個体群の寄主反応を第IV-12表に示した。複数の種の混在は、形態的な方法でも確認したが(第三章第3節; p.137)、単卵の分離系統あるいは判別寄主による分離系統の寄主反応を調査することによっても確認できた。

一部の複数種の混合個体群では、寄主反応およびこれから分離した単卵の分離系統あるいは判別寄主分離個体群の寄主反応により種構成を確認した。サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの混合発生の確認例として、第IV-13表にはO h個体群とそれ由来する単卵の分離系統の寄主反応を示した。O h個体群はタバコ(NC95)、ピーマン、スイカの反応から、サツマイモネコブセンチュウ

第IV-12表 標準化した接種方法によるネコブセンチュウ混合個体群の各種判別寄主に対する反応

個体群名 (調査年月日)	判 別 寄 主						
	タバコ	ワタ	ピーマン	スイカ	ラッカセイ	トマト	サツマイモ 農林1号
K o	375.0 (103.7)	0.0	20.0 (5.5)	26.5 (7.3)	0.0	365.3	2.5
'84. 8. 19	399.0 (89.9)	7.0 (1.6)	36.8 (8.3)	50.0 (11.3)	0.0	443.8	3.5
N o 8	174.0 (46.8)	0.0	97.5 (26.2)	7.3 (2.0)	0.0	371.5	90.5 (24.4)
'85. 8. 19	215.5 (41.7)	0.0	158.5 (30.7)	27.0 (5.2)	0.0	516.8	102.5 (19.8)
I s	6.5 (2.4)	5.3 (2.0)	174.3 (65.0)	7.5 (2.8)	0.0	268.0	44.8 (16.7)
'85. 10. 25	6.8 (1.9)	9.3 (2.6)	198.3 (56.3)	54.3 (15.4)	0.0	352.3	47.5 (13.5)
O z	39.0 (39.2)	0.0	56.0 (56.3)	0.3	0.5	99.5	23.5 (23.6)
'85. 12. 23	84.5 (31.1)	16.0 (5.9)	87.8 (32.3)	23.0 (8.5)	15.0 (5.5)	272.0	25.8 (9.5)
A i 3	2.0 (1.0)	0.0	40.5 (19.4)	2.5 (1.2)	5.8 (2.8)	208.5	7.0 (3.4)
'87. 3. 6	2.3 (1.0)	0.0	43.5 (19.0)	5.0 (2.2)	6.3 (2.7)	228.5	7.3 (3.2)
O h	163.5 (37.6)	0.0	185.3 (42.6)	122.3 (28.1)	0.3	435.0	35.8 (8.2)
'87. 12. 7	170.3 (33.1)	1.5	199.0 (38.7)	166.0 (32.3)	0.3	514.3	38.8 (7.5)
S u 5	3.0	0.0	8.8 (2.5)	4.3 (1.2)	1.8	348.3	32.0 (9.2)
'89. 5. 2	3.0	0.0	12.0 (3.0)	8.0 (2.9)	4.5 (1.1)	402.0	33.7 (8.4)
N t 4	86.8 (17.6)	0.0	13.5 (2.7)	48.0 (9.7)	0.0	493.8	4.3
'87. 9. 24	102.0 (17.6)	9.0 (1.5)	13.8 (2.4)	117.5 (20.2)	0.0	580.8	4.3

上段は卵の数、下段は根こぶ数。()内はトマトに対する百分率

第IV-13表 O h 個体群およびこれから分離された単卵のう分離系統の寄主反応

判別寄主 (品種)	個体群名・単卵のう分離系統名		
	O h ^{a)}	O h-2 ^{b)}	O h-7 ^{c)}
タバコ	163.5(37.6)	192.5(54.5)	0.0
(NC95)	170.3(33.1)	208.8(51.1)	0.0
ワタ	0.0	0.0	0.0
(Deltapine 16)	185.3(42.6)	3.3	1.5
ピーマン	199.0(38.7)	0.0	68.5(33.4)
(California Wonder)	122.3(28.1)	0.0	76.0(31.1)
スイカ	166.0(32.3)	17.3(4.9)	68.5(33.4)
(Charlston Grey)	50.0(11.3)	39.8(9.8)	119.8(49.8)
ラッカセイ	0.3	0.0	0.0
(Florrunner)	0.3	0.0	0.0
トマト	435.0(100)	353.3(100)	205.3(100)
(Rutgers, 福寿2号)	514.3(100)	408.3(100)	244.8(100)
サツマイモ	35.8(8.2)	0.0	54.8(26.7)
(農林1号)	38.8(7.5)	0.0	59.0(24.1)
サツマイモ	0.0	0.0	0.0
(農林2号)	0.0	0.0	0.0

上段は卵のう数、下段は根こぶ数、()内はトマトに対する百分率

a): 混合個体群 b): ジャワネコブセンチュウ

c): サツマイモネコブセンチュウレース1

第IV-14表 O z 個体群およびこれから分離された単卵のう分離系統の寄主反応

判別寄主 (品種)	個体群名・単卵のう分離系統名			
	O z	O z-1*	O z-2**	O z-4***
タバコ	39.0(39.2)	17.8(79.8)	0.0	14.3(8.9)
(NC95)	84.5(31.1)	21.5(53.1)	0.0	23.3(10.6)
ワタ	0.0	0.0	4.3(8.2)	0.0
(Deltapine 16)	16.0(5.9)	0.0	17.5(29.0)	0.3
ピーマン	56.0(56.3)	0.0	43.3(83.6)	9.3(5.8)
(California Wonder)	87.8(32.3)	0.0	45.8(75.9)	11.0(5.0)
スイカ	0.3	2.5(11.2)	5.8(11.1)	2.0(1.3)
(Charlston Grey)	23.0(8.5)	7.0(17.3)	15.3(25.3)	6.3(2.9)
ラッカセイ	0.5	0.0	0.0	19.8(12.4)
(Florrunner)	15.0(5.5)	0.0	0.0	21.5(9.8)
トマト	99.5(100)	22.3(100)	51.8(100)	159.8(100)
(Rutgers, 福寿2号)	272.0(100)	40.5(100)	60.3(100)	218.5(100)
サツマイモ	23.5(23.6)	0.0	25.3(48.8)	8.0(5.0)
(農林1号)	25.8(9.5)	0.0	26.5(44.0)	8.0(3.7)
サツマイモ	0.0	1.3(5.6)	0.0	1.0
(農林2号)	0.0	1.3(3.1)	0.0	1.3

上段は卵のう数、下段は根こぶ数、()内はトマトに対する百分率

*: ジャワネコブセンチュウ **: サツマイモネコブセンチュウ

***: キタネコブセンチュウ

ウとジャワネコブセンチュウの混合個体群であることが予想されるが、これから分離された2単卵のう分離系統は兩種を含んでおり、予想が正しかったことが示された。先に第IV-5, 11表に示したIs個体群およびこれに由来する寄主分離個体群、単卵のう分離系統の寄主反応、Nも4個体群およびこれに関連する単卵のう分離系統、寄主分離個体群の寄主反応も同様の例である。サツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの混合個体群の混合発生の確認例としては、第IV-14表にOz個体群およびそれに由来する単卵のう分離系統の寄主反応を示した。Oz個体群はワタ、スイカ、ラッカセイ、サツマイモ農林2号には卵のうをほとんど形成しなかったが、サツマイモ農林2号を除く全ての寄主がかなりの根こぶ数を記録し、なんらかの反応を示していた。これに由来する3単卵のう分離系統はそれぞれジャワネコブセンチュウ(Oz-1単卵のう分離系統)、サツマイモネコブセンチュウレース3(Oz-2単卵のう分離系統)、キタネコブセンチュウ(Oz-4単卵のう分離系統)の寄主反応を示し、例えばOz個体群でワタに根こぶを生じさせたのは混合発生していたサツマイモネコブセンチュウレース3、ラッカセイに根こぶを生じさせたのは同じくキタネコブセンチュウと考えられた。

寄主反応の調査を混合個体群を構成する各種の単卵のう分離系統に対して行うことにより、混合個体群の寄主反応による混合個体群の構成種の同定結果が正しいことが確認された。

第3節 種間の相互作用

本章第1節では九州産ネコブセンチュウ各種、各レースについて、標準化した接種方法によって寄主反応を調査した。判別寄主の寄主反応によってネコブセンチュウ各種の混合個体群の構成比を推定しようとする場合、混合個体群を構成する種の間に相互作用がない場合には、第1節で明らかにしたネコブセンチュウ各種、各レースの寄主反応を基にして線形的な計算式で構成比を算出することができると考え

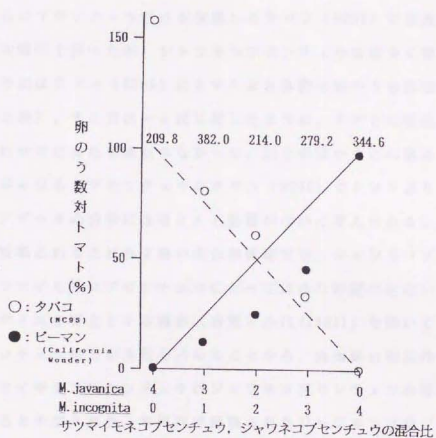
られる。しかし種間の相互作用がある場合、例えばA種がB種に干渉してその寄生を抑制する場合には、そのような単純な方法では十分な構成比の推定ができない場合もあると思われる。

本節では、種間の相互作用の有無を確認し、低密度で混合発生している種の検出、種および種内のレースの同定、混合個体群の構成比の推定を可能にする判別寄主を用いた同定方法の確立に資するため、九州地域で最も発生の多い2種、サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウを人為的に混合して両種の判別寄主に接種し、両種の間の相互作用の有無について検討した。

本試験では、両種の判別寄主であるタバコ (NC95) およびピーマンと両種がよく寄生する対照のトマト (Rutgers) を5反復で供試した。サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの人為混合は、密度を200頭/ml (第II章D. ; p.24) に調整した両種の懸濁液を所定の体積比で混合して行った。

サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウをそれぞれ単独、あるいは3:1, 1:1, 1:3で混合して両種の判別寄主であるタバコ (NC95)、ピーマンおよび両種の共通の寄主であるトマトに接種して形成された卵のう数の、トマトに形成された卵のう数に対する割合 (%) を第IV-1図にグラフで示した。この値は両種の間に何の相互作用もない場合、接種源混合比に対応した値、すなわち第IV-1図に破線および実線で示した直線上に並ぶと考えられる。両種が形成した卵のう数は、ジャワネコブセンチュウだけを接種したタバコ (NC95) を除いてこの理論値と大幅に異なることはなかったが、常にジャワネコブセンチュウが理論値より多く、サツマイモネコブセンチュウが理論値より少なくなった。

本試験の結果から、サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの間には種間の干渉作用が存在する可能性が示唆された。第VI章第2節 (第VI-5表: p.249) で示すが、自然発生の両種の混合個体群におけるジャワネコブセンチュウの比率が、判別寄主法より形態的方法で常に低くなっていることも種間の干渉作用



第IV-1図 サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの人為的混合接種に対する両種の判別寄主の反応

相互の干渉がない場合の理論値をサツマイモネコブセンチュウについては実線で、ジャワネコブセンチュウについては破線で示した。図中の数字はトマトの株当りの卵のう数 (5反復の平均値)

の存在を示唆するものである。しかし各種ネコブセンチュウおよびそれらのレースがそれぞれの寄主に形成する卵のう数、根こぶ数は通常大きくばらつくこと（第IV-2～11表）、また本試験のサツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの場合には、理論値からのずれはこのばらつきに比べれば無視できる程度であることから、混合個体群の構成比の推定に際して補正を加える意義は少ないと考えられる。

ジャワネコブセンチュウだけを接種したタバコ（NC95）に形成された卵のう数が理論値を大幅に上回ったが、ジャワネコブセンチュウは数多く接種試験を繰り返しているうちにはタバコ（NC95）にトマトより多数の卵のうを形成することがある（第IV-6表）。また第IV-1図に記したように、トマトに形成された卵のう数はこの組合わせでたまたま最も少なかった。以上の事からこの値は偶然生じた異常値であり、ジャワネコブセンチュウがタバコ（NC95）でトマトより多数の卵のうを形成しても、データの分析にはほとんど影響がないと考えられる。

野外で採集されるこれら2種の混合個体群では、ジャワネコブセンチュウには好適だがサツマイモネコブセンチュウにとっては余り好適ではないことが明らかになっているダイズを寄主とする場合（古賀・小代（1983））を除いて、通常サツマイモネコブセンチュウの方が多数を占めることから、両種間の相互作用はないか、あってもサツマイモネコブセンチュウがジャワネコブセンチュウの寄生を抑えるような関係にあると予想された。本研究で観察されたジャワネコブセンチュウの寄主ではないピーマンにおいて、ジャワネコブセンチュウがサツマイモネコブセンチュウの寄生に干渉する機構、あるいはタバコ（NC95）においてサツマイモネコブセンチュウがジャワネコブセンチュウの寄生を促進する機構は、現時点では全く説明ができない。今後さらに追試を行って種間の相互作用の存在を確実に示し、その機構を解明して行かなければならない。

判別寄主法で得られた自然発生のサツマイモネコブセンチュウとキタネコブセン

チュウの混合個体群のキタネコブセンチュウの比率は、形態的方法で得られた比率に比べて常に著しく低かった（第VI-5表：p.249）。この兩種の場合にはより明らかな種間の相互作用が存在することを示唆する。今後、サツマイモネコブセンチュウとキタネコブセンチュウの間の相互作用、またジャワネコブセンチュウとキタネコブセンチュウ等その他の組み合わせにおいても種間の相互作用について検討を加える必要がある。

考察

本研究で検定植物を温度、日長については充分管理することができず、その影響を完全に排除することはできなかったが、接種方法を統一した上で、感受性のトマトに形成された卵のう数に対する割合で寄主反応を示すことによって、得られた全ての寄主反応を比較することができた。

接種に際しては、9 cmのポリエチレン製のポットに育成した各種検定植物の苗1本当たり、第二期幼虫の濃度を約200頭/mlに調整した懸濁液5 ml（第二期幼虫1,000頭）を注いだ。この接種頭数は、複数種の混合個体群の検出能力をなるべく高め、しかも卵のう、根こぶの計数が困難になることのないよう、集中寄生により生じる融合した大きな根こぶ等の不合理を避けられる密度として決定した。この接種頭数によれば、卵のう、根こぶの形成が最も多かったトマトや寄生密度が最も高いと観察されたピーマンでも、集中寄生により生じた大きな根こぶは少なく卵のう数、根こぶ数の計数は正確かつ容易にできた。またトマトにおける接種頭数に対する卵のう形成率が全体で平均約30%であったことから、接種頭数は適当であったと考えられる。

トマトに形成された卵のう数、根こぶ数の変動係数は後者の方が小さく、根こぶ数の方が卵のう数より変異幅が少なく安定していると結論された。しかしTaylor and Sasser (1978) も述べているように、またワタで見られたように本来の寄主でな

い植物にも根こぶが形成されることがあるので、卵のう数の方を中心にデータを解析することとした。

トマトに形成される卵のうの数、根こぶ数に見られた変異は、それぞれの実験における接種第二期幼虫数の誤差およびその活力の違い、実験条件の微妙な違いによるものと考えられる。従って、寄主反応を比較する際には、各寄主の卵のう数、根こぶ数のトマトに形成されたそれらの百分率によって比較することとした。

トマトに形成される卵のうの数が根こぶ数より著しく少なくなることがあった。このようなことは、*M. lusitanica* Abrantes and Santos, 1991等で知られているようにトマトを好適寄主としない種の混在を反映している可能性も考えられるが、形態的方法でも同時に同定を行ったのでそのような種の混同は考えられない。そのような例は冬季に行った試験に集中していたことから、温度の不足による線虫の発育遅延による未産卵が主要因と考えられる。他の寄主でも同様に形成される卵のうの数が根こぶ数より著しく少ない場合があり、その際トマトでは卵のう数と根こぶ数に差がない場合も見られた。他の寄主の好適度はトマトに比べれば若干低いことが反映されていると考察される。

レース2を除くサツマイモネコブセンチュウが、タバコ (NC95) に卵のうや根こぶを形成する例が1例 (I 個体群, 第IV-2表) だけ認められた。これがH i 個体群のようなレース2の混在によるものかどうかは確かめることができなかった。

サツマイモネコブセンチュウレース2がタバコ (NC95) に、同レース3がワタに形成した卵のう数、根こぶ数がトマトに比べ少ないことが多かったが、その原因については第V章第1節 (P.191) で詳しく検討、考察する。ワタの場合には根量 (成長点数) がトマトに比べれば少ないことも関係してしているであろう。

レース3を除くサツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの3種も、時にワタに少数の根こぶを形成した。サツマイモネコブセンチュウでは、個体群によっては卵のうの形成が認められる場合もあった。ワタ

はこれらのネコブセンチュウの寄主ではないが、時には根こぶが形成される程度の感受性は持っていると言うことができる。サツマイモネコブセンチュウの個体群の場合には、I s 個体群（第IV-5表）のようにサツマイモネコブセンチュウレース3または4がわずかに混合発生していた可能性も考えられるが、寄生した個体はあまりにわずかで実験的にレースの混在かどうかを確かめることはできなかった。

サツマイモネコブセンチュウレース3がワタに形成した根こぶの数がトマトに比べ少なかったのは、ワタの根の量がトマトに比べ少ないことが大きな原因と思われる。トマトの生根重は平均で3.05g、一方ワタの生根重は最大でも3.33g、平均1.18gであった。

サツマイモネコブセンチュウがピーマンに形成した卵のう数は、最高トマトの165%から27%までばらついた。またピーマンに形成された卵のう数の変動係数がトマトより大きくなった。これは、卵のう数が少なくなるのは根の量が少ない場合に多かったことから、主に根量（生長点数）のばらつきが原因と思われる。ピーマンではサツマイモネコブセンチュウにおける生根重の全試験にわたるレンジは0.13g~6.86g、個体群や単卵のう分離系統内4反復のレンジの最大のものは0.90g~6.63g、スイカでは全試験にわたるレンジは0.34g~7.42g、ただし7.42gの次に大きい値は5.06g、個体群や単卵のう分離系統内4反復のレンジの最大のものは3.48g~7.42g、トマトでは全試験にわたるレンジは1.33~8.08、個体群や単卵のう分離系統内4反復のレンジの最大のものは3.13~8.08であった。根の上の寄生密度はトマトよりピーマンの方が高いように見受けられた。ピーマンの根系がトマトと同程度に発達した場合には形成される卵のう数はトマトより多くなることもあるが、通常は形成される卵のうの数はトマトとほぼ等しく、時に根系の発達が悪い場合に少なくなると考えられる。

サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウがスイカに形成した卵のう数、根こぶ数はほとんど常にトマトより少なかった。スイカに形成された卵のう

数の変動係数は、トマトより大きかった。スイカは前述したピーマンよりさらに根量が少ない傾向があり、その変異も大きいので形成された卵のう数の変異も大きくなったと考えられる。

ジャワネコブセンチュウがタバコ (NC95) に形成した卵のう数も、最高トマトの214%から2%までばらついた。サツマイモネコブセンチュウのピーマンの場合、タバコ (NC95) の根量には変異が少ないので、ジャワネコブセンチュウがタバコ (NC95) に形成した卵のう数、根こぶ数がばらついた原因には合理的な説明ができない。

キタネコブセンチュウがトマト以外の寄主に形成する卵のう数、根こぶ数は、トマトに比べ常にかなり少なく変動係数が大きかった。キタネコブセンチュウとしてはこのような寄主反応が標準的な反応であると思われる。しかし、キタネコブセンチュウは様々な環境条件の影響を受けやすいことも考えられ、寄主反応を利用して同定を行う際には注意が必要である。

キタネコブセンチュウは稀にスイカに卵のうを形成した。サツマイモネコブセンチュウレース1とワタの関係と同様、スイカはキタネコブセンチュウの寄主ではないが、時には根こぶが形成される程度のセンチュウ感受性を持っていると言えることができる。

以上考察したように、寄主反応を示す数値のばらつき等に問題点は認められるが、第IV-2~11表に示した寄主反応によって、サツマイモネコブセンチュウのレース1~3、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウは区別できると結論された。また今回調査できなかったサツマイモネコブセンチュウレース4およびアレナリアネコブセンチュウレース1も同様に区別できるものと思われる。これまで知られていた通りアレナリアネコブセンチュウレース2はジャワネコブセンチュウと同様の寄主反応を示して区別できなかった。

サツマイモネコブセンチュウ (レース3、4を除く) とキタネコブセンチュウが

混合発生するとその寄主反応はアレナリアネコブセンチュウレース1とほぼ同じになる。しかし接種方法を標準化したことにより両種に共通の寄主であるタバコ (NC 95)、ピーマンあるいはラッカセイとキタネコブセンチュウの寄主ではないスイカの反応を比較することによって2種の混合個体群であるか、アレナリアネコブセンチュウレース1であるか判別できると思われる。今後アレナリアネコブセンチュウレース1の寄主反応を調査してこの点を明らかにしたい。

本研究の調査対象には8つの複数種の混合個体群が含まれており、このような個体群は単独個体群では考えられないような多くの寄主に寄生した。その構成種については、第IV-5, 11, 13, 14表に示したように単卵の分離系統あるいは判別寄主による分離系統の寄主反応の調査により確認した。寄主反応の調査を2回繰り返して行うには相当の時間を要し、実際の場面での実用性はない。しかし、本章第1節で接種方法を標準化した上で各種、各レースの反応を把握したので、これを利用して、混合個体群の反応から直接構成種の種類およびその比率を推定することができると考えられる。その方法については第VI章第2節 (p. 245) で詳しく述べる。その際問題となる種間の相互作用は、第3節で検討したように、サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの間では認められるが、無視できる程度と判断された。

標準判別寄主の他にサツマイモ農林1号、農林2号も同時に試験に加えたのは、サツマイモネコブセンチュウのサツマイモにおけるレースを解明する目的であったが、ジャワネコブセンチュウは農林1号に寄生せず、これを同定する上で有用性を示した。ジャワネコブセンチュウはサツマイモ農林2号に、キタネコブセンチュウはサツマイモ農林1号、農林2号ともに時に寄生が見られた。百田・稲垣(1981)も示しているようにサツマイモも品種によってはジャワネコブセンチュウの寄主になり得るものと思われる。またジャワネコブセンチュウがサツマイモ農林2号に寄生できるレースと寄生できないレースに分け得ることは確実であるが、寄主反応に量的

な違いが見られるので、さらに検討を加えることとしたい。キタネコブセンチュウにおいてもジャワネコブセンチュウと同様サツマイモあるいはその品種におけるレースの分化があると思われる。ただし寄生の程度から見てキタネコブセンチュウがサツマイモに対し被害を与える可能性は低く、レースを区別する実用上の意味は少ないと思われる。

判別寄主の苗の育成には蒸気滅菌した土壌を用いているので、マメ科のラッカセイにも通常根系には根瘤が形成されない。空気伝染したと思われる根瘤菌により根こぶとまぎらわしい小さな根瘤が形成されることはあったが、根瘤は根との境界が明瞭で根に丸い粒が付着したように見えるのに対し、根こぶは根が徐々に肥大してこぶとなり境界は不明瞭なことから両者は慣れれば区別ができる。

第V章 九州産ネコブセンチュウのレース

はじめに

第V-1表にはこれまで世界で報告されているネコブセンチュウのレースを整理した。ネコブセンチュウの場合も、繁殖方法を異にするレースがキタネコブセンチュウで知られ (Triantaphyllou (1982))、サツマイモネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウ、アレナリアネコブセンチュウでは染色体数で種内の系統が区別される (Triantaphyllou (1982)) が、その他の多数のレースは寄主反応の違いによって分けられている (第V-1表)。線虫のレースの中には作物の抵抗性品種の抵抗性を破るものが多く、ネコブセンチュウの場合も作付体系による耕種的防除だけでなく、抵抗性品種の育成にもレースの存在は重要な影響を与える。

線虫の寄主反応決定要因の解明は、それを線虫の防除に役立て得るだけでなく、食植性生物、植物病原微生物が一定の寄主範囲を持つ根本原因の解明につながる事が期待される。ネコブセンチュウとよく似た生活史を持つシストセンチュウでは、ダイズシストセンチュウで判別寄主に形成されるシスト数が対照の感受性品種の10%未満であればその品種は抵抗性と判定される (Golden et al. (1970)) 等レースの区分にあいまいな点が存在するにもかかわらず、ダイズの抵抗性を破る遺伝子が特定され (Triantaphyllou (1975))、ジャガイモシストセンチュウでイネとイネイモチ病菌の関係と同様、遺伝子対遺伝子説が認められる等研究が進展している (Parrot (1981))。ほとんどの種が単為生殖するネコブセンチュウにおいてはこれまでのところあまり研究は進んでいないが、一定の遺伝子型を持つ系統の増殖が容易で抵抗性品種におけるレース分化がはっきりしているネコブセンチュウは、研究のモデル系として有望であると思われる。

我が国では1951年に岡田がサツマイモに寄生するネコブセンチュウで異なるレー

スによると思われる寄主反応の個体群間の差を報告しており、これがレースの最初の報告になるものと思われる。我が国に栽培される作物でネコブセンチュウに対する抵抗性品種の利用が見られるのはタバコ、トマト、サツマイモの3種作物である。サツマイモネコブセンチュウではトマトの抵抗性品種およびサツマイモの抵抗性品種の農林2号を犯すレースが、それぞれ岡本・三井(1974)、西沢(1974)により、タバコの抵抗性品種(NC95)を犯すレースが岡本・三井(1977)により報告された。これらのレースの我が国における分布は明らかにされていないが、西沢(1974)が報告したセンチュウはもともと宮崎県産であった。九州地域ではサツマイモネコブセンチュウのサツマイモの抵抗性品種農林2号を犯すレースは普通で、これに対し抵抗性を持つサツマイモ品種の育成が行われている(田淵ら(1986))ほどである。また最近トマトの抵抗性品種を犯すレースが報告された(黒木・櫛間、印刷中)。

筆者は、ネコブセンチュウ主要4種およびそれらの標準判別寄主で区別されるレースを検出し、またサツマイモの2品種で区別されるサツマイモネコブセンチュウのレースについて同定を行い、その分布、検出頻度等を知る目的で、日常的に標準判別寄主およびサツマイモの2品種に対する各種ネコブセンチュウの反応を調査してきた。本研究では、サツマイモネコブセンチュウの標準判別寄主によって区別される4レースのうちレース1、2および3、サツマイモの2品種で区別される3つのレースを見出すことができた。またトマトの抵抗性品種を犯すレースの寄主反応を確認した。このうちサツマイモネコブセンチュウレース3は我が国で初めての報告である(荒城(1987))。我が国におけるアレナリアネコブセンチュウの報告はかなりの数に上るが、そのレースについて述べた報告はなく、そのレース1に相当する寄主範囲が示された例が一例(後藤(重)ら(1964))見られるのみである。筆者が検出したアレナリアネコブセンチュウの寄主反応はレース2に属するものであった(荒城(1990)、第IV-10、11表:p.174)が、これがアレナリアネコブセンチュウレース2の我が国からの初記録となる。

第V-1表 ネコブセンチュウで報告されているレースおよびその特徴

ネコブセンチュウの種	レース名 (レースの種類数) a)	判別寄主/繁殖方法・染色体数
サツマイモ	1 *1)	タバコ (NC95) - ^{b)} , ワター ²⁾
ネコブセンチュウ	2 *4)	タバコ (NC95) + ^{c)} , ワター ²⁾
	3 *3)	タバコ (NC95) -, ワタ+ ²⁾
	4 * (奈良部, 私信)	タバコ (NC95) +, ワタ+ ²⁾
	(4) *1)	NC95, トマト・サツマイモ抵抗性品種
	(3) *5)	サツマイモ3品種
	(6)	ワタ・ササゲ・スイカ・ピーマン品種 ⁶⁾
Wartelle	(2)	ダイズ抵抗性品種+ ⁷⁾
"B"	(2)	フドウ抵抗性品種 ⁸⁾
A		NC95, トマト・サツマイモ抵抗性品種+ ⁹⁾
B		40~46 (3n) ¹⁰⁾
アレナリア	1 *11)	32~36 (2n) ¹⁰⁾
ネコブセンチュウ	2 *12)	ラッカセイ+, ピーマン+ ²⁾
	(2)	ラッカセイ-, ピーマン- ²⁾
	(2)	フドウ抵抗性品種 ⁸⁾
A		50~56 (3n) ¹⁰⁾
B		34~37 (2n) ¹⁰⁾
ジャワ	(2)	9種植物 ¹³⁾
ネコブセンチュウ	(2)	イチゴ ¹⁴⁾
	(2)	ワタの1品種 ¹⁵⁾
	(2)	ラッカセイ ¹⁶⁾
	(2)	オオムギ, コムギの品種 ¹⁵⁾
	(2)	ピーマン ^{14, 15)}
	(2)	フドウ抵抗性品種 ⁸⁾
キタ	(6)	7種作物 ¹⁵⁾
ネコブセンチュウ	(2)	NC95, ラッカセイ, スイカ ¹⁵⁾
	(2)	ラッカセイ ¹⁵⁾
A		14~17 (n), 任意単為生殖 ¹⁰⁾
B		30~32 (2n), 減数分裂型単為生殖 ¹⁰⁾
M. graminicola	(2)	イネの品種 ¹⁶⁾
M. exigua	(2)	コーヒーの品種 ¹⁵⁾
M. naasi	(5)	22種の植物 ¹⁷⁾
M. chitwoodi	(2)	アルファルファの品種 ¹⁸⁾

*: 我が国からの報告のあるレース

a) レース名の記載のないものについては () 内に認められたレースの数を記した。

b) +: 寄生 - : 寄生せず

1) 岡本・三井(1977) 2) Taylor and Sasser(1978) 3) 荒城(1987) 4) 西沢(1981)

5) Araki(1988a) 6) Southard and Priest(1973) 7) Williams et al.(1973)

8) Cain et al.(1984) 9) Fragette and Braaksma(1990) 10) Triantaphyllou(1982)

11) 後藤ら(1964) 12) 荒城(1990) 13) Kirby et al.(1975)

14) Sasser and Carter(1982) 15) Riggs(1991) 16) Minton et al.(1969)

17) Michell et al.(1973) 18) Santo and Pinkerton(1985)

19) Golden and Birchfield(1978)

本章第1節では、九州地域から検出されたネコブセンチュウの標準判別寄主によって区別されるレースの内、レース2およびレース3の寄主による選抜が、判別寄主への寄生性に及ぼす影響について検討した。第2節では、サツマイモネコブセンチュウのサツマイモの品種によって区別されるレースについて、筆者が考案した標準化した接種方法により得られた寄主反応を比較し、その変異を明らかにすると共に、単卵のう分離系統を利用してレースの混合発生例を解明し、サツマイモの各レースに対する反応の品種間差について検討を加えた。また九州地域の畑作物で飼料作物を除けばサツマイモに次ぐ地位を占めるダイズについても、第3節でレースの検定方法を検討した。

第1節 サツマイモネコブセンチュウの標準判別寄主によるレース

国際判別寄主によるレースとしては、レース1を14例、レース2を1例、レース3を2例見出すことができた（ここでは一連の寄主分離個体群は一まとめにした）。それらの判別寄主に対する反応については第IV章第1節で既に述べた（第IV-2表：p.164）。

レース1は九州地域では最も普通に検出されるレースで、本研究で寄主反応を調査したサツマイモネコブセンチュウ単独個体群、単卵のう分離系統の8割以上は本レースであった。

サツマイモネコブセンチュウレース2は1983年10月27日鹿児島県東串良町でサツマイモ農林2号から採集した個体群（Hi個体群）の中から分離された。原個体群の寄主反応を調査したところ、サツマイモネコブセンチュウレース1と見られる寄主反応を示したが、わずかにタバコ（NC95）に寄生が認められた（第IV-4表：p.167）。そこでこのタバコ（NC95）に寄生した個体をトマトに接種、増殖させた（Hi₂個体群）後改めて寄主反応を調査した。Hi₂個体群はタバコ（NC95）にトマトの2.6%に当たる卵のうを形成し、レース2であると認められた（第IV-4

表)。その後同様に判別寄主(タバコ(NC95))による分離を1回行った後、寄主反応を調査したところ、タバコ(NC95)に対する寄生はトマトの12.4%(卵のう数、 $H i_{22}$ 個体群、第IV-4表)まで上昇した。しかし、さらにもう1回判別寄主による分離を行った後のタバコ(NC95)に対する寄生は、トマトの4.9%と再び低くなった。

$H i_{22}$ 寄主分離個体群から分離した2単卵のう分離系統、 $H i_{2-1}$ 、10について、寄主反応を調査する時と同様に第二期幼虫1,000頭をタバコ(NC95)およびトマト(Rutgers)に5反復で接種して、個体群内にタバコ(NC95)に対する寄生性に変異があるかどうかを検討した。これらの単卵のう分離系統は、トマトでの増殖の前に $H i_{22}$ 寄主分離個体群から分離した10単卵のう分離系統に対し、土壌の一部を別に径9cmのポリエチレン製のポットに取って、タバコ(NC95)およびトマトを移植してトマトへの寄生およびタバコ(NC95)に対する寄生の程度を予備的に調査し、タバコへの寄生性に多・少の差がありそうであったものを選択した。

第V-2表に示したように、 $H i_{2-1}$ 、10単卵のう分離系統がタバコ(NC95)に形成した卵のうの数には大きな開きが認められ、トマトで形成された卵のうの数に対する割合ではその差は縮小するものの、この2つの単卵のう分離系統の間には、タバコ(NC95)に対する寄生性に差があると結論することが妥当であった。

レース3のうち $I s_3$ 、 $I s_{33}$ 、 $I s_{333}$ 寄主分離個体群は、1985年2月に長崎県総合農林試験場の西野敏勝氏が諫早市長崎県総合農林試験場構内でナスから採集され、九州農業試験場の筆者の元に同定依頼のため送付された個体群($I s$ 個体群)から分離された。原個体群は、サツマイモネコブセンチュウレース1の寄主の他、タバコ(NC95)、ワタにトマトの数%の卵のうを形成するという複雑な反応を示した(第IV-5表:p.167)。タバコ(NC95)に寄生した個体は会陰紋及び寄主分離個体群の調査からジャワネコブセンチュウであることが判明し(第IV-5表)、ワタに寄生した個体をトマトで増殖して得た寄主分離個体群、 $I s_3$ 個体群に対し寄

第V-2表 $H i_2$ 寄主分離個体群(サツマイモネコブセンチュウレース2)に由来する2単卵のう分離系統のタバコ(NC95)に対する反応

寄主名	単卵のう分離系統	
	$H i_2-1$	$H i_2-10$
タバコ	29.8(9.1)	9.4(5.5)
(NC95)	31.6(8.2)	10.0(4.1)
トマト	327.0(100)	171.8(100)
(Rutgers)	387.4(100)	243.8(100)

上段は卵のう数、下段は根こぶ数、()内はトマトに対する百分率

第V-3表 $I S_3$ 寄主分離個体群(サツマイモネコブセンチュウレース2)に由来する2単卵のう分離系統のタバコ(NC95)に対する反応

寄主名 (品種名)	単卵のう分離系統	
	$I S_3-1$	$I S_3-4$
ワタ	41.4(8.2)	56.8(25.7)
(Deltapine 16)	56.6(9.4)	65.8(25.4)
トマト	504.6(100)	221.4(100)
(Rutgers)	599.0(100)	259.4(100)

上段は卵のう数、下段は根こぶ数、()内はトマトに対する百分率

主反応を改めて調査したところ、ワタにトマトの7.8%の卵のうを形成し、レース3であると認められた(荒城(1987), 第IV-5表; p.167)。I s₃個体群が寄生したワタの根系を第V-1図に示した。その後判別寄主(ワタ)による分離を1回行った後寄主反応を調査したところ、ワタに対する寄生はトマトの27.8%まで上昇した。しかし、さらにもう1回判別寄主による分離を行った後のワタに対する寄生は、トマトの約2%と再び低くなった(I s₃₃₃個体群, 第IV-5表)。原個体群から得たI s-2単卵のう分離系統の寄主反応はサツマイモネコブセンチュウレース1であったが、I s₃個体群から得た単卵のう分離系統I s₃-2は、トマトの4.9%とI s₃個体群より少なかったがレース3の反応を示した(第IV-5表)。

O z-2単卵のう分離系統は、ワタにトマトの4.3%の卵のうを形成し(第IV-2表; p.164) レース3と認められた。O z-2単卵のう分離系統の原個体群(O z個体群)は、1985年8月11日に熊本県大津町のクワ圃場から採集した。O z個体群はサツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウ、3種の混合個体群であった。ワタに他のネコブセンチュウ個体群に較べればやや多めの根こぶを形成したものの、卵のうは形成しなかった(第IV-14表; p.177)。

I s₃寄主分離個体群から分離した2単卵のう分離系統、I s₃-1, 4について、寄主反応を調査する時と同様に第二期幼虫1,000頭をタバコ(NC95)およびトマト(Rutgers)に5反復で接種して、個体群内にタバコ(NC95)に対する寄生性に差異があるかどうかを検討した。これらの単卵のう分離系統は、トマトでの増殖の前にH i₂寄主分離個体群から分離した10単卵のう分離系統に対し、土壌の一部を別に径9cmのポリエチレン製のポットに取って、ワタおよびトマトを移植してトマトへの寄生およびワタに対する寄生の程度を予備的に調査し、タバコへの寄生性に多少の差がありそうであったものを選択した。

第V-3表に示したように、I s₃-1, 4単卵のう分離系統がワタに形成した



第V-1図 $I s_s$ 寄主分離個体群が寄生し根こぶが形成されたワタの根系

卵のうの実数にはほとんど差が認められなかったが、トマトで形成された卵のうの数に対する割合では大きな開きが認められ、この 2 つの単卵のう分離系統の間には、ワタに対する寄生性に差があると結論された。

H i 個体群に由来するサツマイモネコブセンチュウレース 2 と認められる寄主分離個体群、I s 個体群に由来する同レース 3 と認められる寄主分離個体群とも、寄主分離 2 回目まで判別寄主であるそれぞれタバコ (NC95)、ワタに対する寄生性が上昇した。ところが、寄主分離 3 回目では逆に寄生性は著しく低下した。I s 個体群は単卵のう分離系統の調査結果 (第 IV-5 表: p.167) から、レース 1 とレース 3 が混在していたと考えられる。H i 個体群では確認はしていないが、これもレース 1 とレース 2 の混合個体群であったと思われる。第 IV 章第 1 節 (p.163) で述べたように、レース 1 はタバコ (NC95) やワタにはほとんど全く寄生しない。従って寄主分離によってレース 1 の個体は寄主分離個体群から完全に排除されたと考えられる。本研究では、レースが混在するとレース 1 の個体も本来寄生できないタバコ (NC95) やワタに寄生できる可能性を検討する試験は行っていないが、ジャワネコブセンチュウとサツマイモネコブセンチュウは寄主分離によって完全に分離できるのでこのような可能性は低いと思われる。2 回目の寄主分離までの判別寄主に対する寄生性の上昇は、レース 1 の個体の排除過程を示すものではないであろう。

H i 個体群に由来するサツマイモネコブセンチュウレース 2 と認められる寄主分離個体群、I s 個体群に由来する同レース 3 と認められる寄主分離個体群とも、判別寄主に対する寄生性が寄主分離により一方的に増加したわけではなく、3 回目の寄主分離では低下した。H i 個体群に由来するレース 2 と認められる寄主分離個体群、I s 個体群に由来するレース 3 と認められる寄主分離個体群とも、判別寄主に対する寄生性は不安定で環境条件の影響を受けやすいため、このような結果になったと考えるのが適当であろう。どのような環境条件が影響したのかは確かではないが、温度 (地温) がある程度以上に高くなると抵抗性が打破される場合があること

はよく知られており (Dropkin(1969), Holtzmann(1965), 岡本・三井(1977)), この場合も温度の影響が最も疑わしい。しかし, 本試験では温度(地温)は充分コントロールできなかった。この点については今後温度を制御した上で試験を行い, 検討を加える必要がある。

レース2あるいはレース3と認められるH i₂あるいはI s₃寄主分離個体群から分離された単卵の分離系統の間にはそれぞれの判別寄主に対する寄生性に差があると判断された。2単卵の分離系統しか調査していないが, レース2がタバコ(NC95)を, レース3がワタを侵す性質は単卵の分離系統ごとにその程度に差がある, 量的側面を持つ性質であると言うことができよう。

第2節 サツマイモネコブセンチュウのサツマイモ品種によって区別されるレース

既に述べたように, 我が国で最初に報告されたネコブセンチュウのレースは, サツマイモネコブセンチュウのサツマイモの品種で区別されるレースであったと見られる。ワタやタバコのサツマイモネコブセンチュウ抵抗性品種の栽培はほとんど行われていないのに対し, サツマイモのネコブセンチュウ抵抗性品種でレースが問題になる農林2号は現在でも作付けされているので, サツマイモネコブセンチュウのサツマイモ品種によって区別されるレースは我が国で実用上最も重要なレースであると言える。

A. サツマイモの品種によって区別されるレースの数

これまでサツマイモネコブセンチュウには, サツマイモ農林1号, 農林2号の反応によって区別される, 両者とも寄生するレース, 農林1号だけに寄生し農林2号には寄生しないレースが知られていた(西沢(1974), 田淵ら(1986))。本研究では, 農林1号だけに寄生できるレースをレースN1, 農林2号にも寄生できるレースをレースN2と呼ぶことにする。サツマイモ農林1号に形成された卵の数の数は個体群等

によって著しいばらつきがあったが、本研究で寄主反応を調査したサツマイモネコブセンチュウの個体群のほとんどはこれら2つのレースで占められた(第II-1表: p.16)。レースN1は、調査したサツマイモネコブセンチュウの個体群(他種との混合個体群を含む)の62.5%、レースN2は37.5%を占めた(この他に後に述べるレースN0があり、合計が100%を超えるのは複数レースの混合個体群があるためである)。これら2レースの寄主反応の基礎統計量を第V-4、5表に示した。

サツマイモネコブセンチュウレース3として前述したI s₃₃, I s₃₃₃個体群は、農林1号にも農林2号にも寄生しない新しいレースと見なされたので、レースN0と呼んで区別することとした(Araki(1988), 第IV-5表: p.167)。G1-1およびI t0-7単卵のう分離系統もサツマイモ農林1号に形成した卵のうの数がトマトの2%に満たず、レースN0と見られる寄主反応を示した(第IV-2表: p.164)。サツマイモネコブセンチュウレース2として前述したH i 個体群の寄主分離個体群は、寄主分離を繰り返すにしがってサツマイモに対する寄生性、特に農林1号に対する寄生性が低下する傾向にあり、H i₂₂₂寄主分離個体群では農林2号に形成した卵のうの数も少なくなったが、農林1号に形成した卵のうの数がトマトの2%以下となった(第IV-4表: p.167)。

サツマイモネコブセンチュウレースN1およびN2がサツマイモ農林1号に形成した卵のうの数、レースN2がサツマイモ農林2号および農林1号に形成した卵のう数(第IV-2表)は著しいばらつきを示し、特に農林1号で著しかった。このようなばらつきはサツマイモネコブセンチュウの個体群だけでなく単卵のう分離系統でも認められたので、このことはサツマイモ各品種に対する寄生性の程度には個体間、個体群間の差があることを示すと考えられる。サツマイモネコブセンチュウのサツマイモ農林1、2号とも寄生しないレース、レースN0を認めるべきで、これが普遍的に存在する可能性があることに気付くまでかなりの時間を要したので、サツマイモネコブセンチュウレースN1の反応を示す個体群に対する単卵のう分離やサツマイ

第V-4表 サツマイモネコブセンチュウレースN1の寄主反応の基礎統計量

判別寄主 (品種)	平均*	レンジ	標準偏差	変動係数
タバコ (NC95)	0 0			
ワタ (Deltapine 16)	0.98 4.74	0.0-6.0 0.0-17.5		
ビーマン (California Wonder)	217.31 (76.59) 246.34 (55.96)	43.3-395.0 45.8-478.8	123.12 142.34	56.65 57.78
スイカ (Charlston Grey)	38.20 (13.46) 101.38 (23.03)	3.8-105.5 15.3-245.8	72.62 36.13	94.57 71.63
ラッカセイ (Florrunner)	0 0			
トマト (Rutgers, 福寿2号)	283.73 (100) 440.21 (100)	11.5-589.8 13.0-685.8	243.66 55.35	65.93 55.35
サツマイモ (農林1号)	75.85 (26.74) 87.05 (19.77)	18.5-182.0 19.0-52.5	55.95 64.28	63.58 64.28
サツマイモ (農林2号)	0.12 0.11	0.0-1.0 0.0-1.0		

単卵の分離系統と単一種からなる個体群は区別しなかった。

単卵の分離系統と単一レースからなる個体群の合計は11

上段は卵のう数、下段は根こぶ数

*: ()内はトマトに対する百分率

第V-5表 サツマイモネコブセンチュウレースN2の寄主反応の基礎統計量

判別寄主 (品種)	平均*	レンジ	標準偏差	変動係数
タバコ (NC95)	5.72 (1.69) 6.42 (1.32)	0.0-37.5 0.0-40.8	11.78 12.87	
ワタ (Deltapine 16)	0 0.99			200.49
ビーマン (California Wonder)	223.25 (65.98) 250.30 (51.52)	89.5-382.5 104.0-426.5	105.91 114.00	47.44 45.55
スイカ (Charlston Grey)	48.21 (14.25) 123.06 (25.33)	6.8-116.3 44.0-215.0	34.59 56.51	71.74 45.92
ラッカセイ (Florrunner)	0 0			
トマト (Rutgers, 福寿2号)	338.39 (100) 485.83 (100)	198.3-550.8 315.3-715.0	122.37 125.27	36.16 25.78
サツマイモ (農林1号)	86.97 (25.70) 99.20 (20.42)	3.5-320.3 3.5-325.3	103.26 110.42	118.73 111.31
サツマイモ (農林2号)	77.15 (22.80) 81.02 (16.68)	22.3-140.5 23.3-144.3	47.46 49.39	61.51 60.96

単卵の分離系統と単一種からなる個体群は区別しなかった。

単卵の分離系統と単一レースからなる個体群の合計は11、S t m個体群は除外した。

上段は卵のう数、下段は根こぶ数

*: ()内はトマトに対する百分率

モ農林 1 号による寄主分離等によって、サツマイモネコブセンチュウレース N1 の個体群にレース N0 が混在している可能性、同様にレース N2 の個体群にレース N0 が混在している可能性について検討を加えることはできなかった。今後試験を行って解決すべき問題であるが、レース N0 の混在がサツマイモ農林 1、2 号に形成された卵のうの数が個体群によって大きくばらついた原因の一つであることも考えられる。

B. 単卵のう分離によるレースの混在の証明

第三章 (p.30)、第四章 (p.160) では単卵のう分離系統あるいは寄主分離個体の形態、寄主反応によって複数種、複数レースの混在を明らかにした。サツマイモネコブセンチュウのサツマイモの品種で区別されるレースも混合発生することを 2 個体群に対する単卵のう分離系統の調査によって示すことができた。

第 V-6 表に示したように、鹿児島県指宿市九州農業試験場指宿試験地産の I 個体群は、サツマイモ農林 1 号には株当たり約 150 個の卵のうを形成したが、農林 2 号にはその約 1/5、28 個しか卵のうを形成しなかった。この試験を行うまで農林 2 号に寄生が認められた場合でこれほど形成された卵のう数に農林 1、2 号間の差が見られたことはなく、この個体群はレース N1 およびレース N2 の混合個体群であることが予想された。そこでこの個体群の農林 2 号による寄主分離個体群、I n2 および単卵のう分離系統のうち I-1、I-5 について寄主反応を調査した。I n2 寄主分離個体群および I-1 単卵のう分離系統は、農林 1 号だけでなく農林 2 号にもそれぞれ約 97 個、138 個の卵のうを形成して (第 V-6 表)、レース N2 であることが確認された。一方 I-5 単卵のう分離系統は農林 2 号には全く卵のうを形成せず、レース N1 と判断された。以上から I 個体群にはサツマイモネコブセンチュウレース N1 およびレース N2 が混在していたことが明かとなった。

また既に第四章第 1 節 C. で寄主反応を示した (第 IV-5 表; p.167) 通り、I s 個体群から分離した I s-2 単卵のう分離系統は、サツマイモ農林 1 号には寄生したが農林 2 号には寄生せず、一方単卵のう分離系統ではないが、I s 個体群か

第 V-6 表 I 個体群およびこれから分離された単卵のう分離系統、寄主分離個体群の寄主反応

判別寄主 (品種)	個体群名・単卵のう分離系統名			
	I ^{a)}	I _{n2} ^{b)}	I-1 ^{b)}	I-5 ^{c)}
タバコ	0.8	0.0	0.0	0.0
(NC95)	1.0	0.0	0.0	0.0
ワタ	0.3	0.0	0.0	0.0
(Deltapine 16)	2.5	0.0	0.0	0.0
ピーマン	194.8 (74.5)	177.3 (32.2)	285.5 (54.2)	160.0 (40.0)
(California Wonder)	211.5 (55.8)	195.3 (29.4)	296.3 (41.4)	170.0 (32.3)
スイカ	25.7 (9.8)	35.3 (6.4)	84.8 (16.1)	21.5 (5.4)
(Charlston Grey)	95.0 (25.1)	85.8 (12.9)	159.8 (22.3)	67.5 (12.8)
ラッカセイ	0.0	0.0	0.0	0.0
(Florrunner)	0.0	0.0	0.0	0.0
トマト	261.3 (100)	550.8 (100)	526.8 (100)	400.3 (100)
(Rutgers, 福寿 2 号)	379.0 (100)	663.5 (100)	715.0 (100)	526.8 (100)
サツマイモ	148.3 (56.7)	47.5 (8.6)	57.5 (10.9)	182.0 (45.5)
(農林 1 号)	152.0 (40.1)	51.5 (7.7)	58.8 (8.2)	190.3 (36.1)
サツマイモ	28.0 (10.7)	96.5 (17.5)	138.0 (26.2)	0.0
(農林 2 号)	28.5 (7.5)	98.8 (14.9)	140.3 (19.6)	0.0

上段は卵のう数。下段は根こぶ数。()内はトマトに対する百分率

a): 混合個体群 b): サツマイモネコブセンチュウレース N2

c): サツマイモネコブセンチュウレース N1

ら分離したIs₃をはじめとする3寄主分離個体群は、サツマイモ農林1号、農林2号とも寄生せず、レースN0と認められた。この場合も原個体群であるIs₃個体群は、サツマイモネコブセンチュウレースN1およびレースN0の混合個体群であったと判断された。

単卵のう分離系統等の寄主反応を調査して複数のレースが混合発生していることを確認できた例は以上2例であるが、サツマイモネコブセンチュウの標準判別寄主によって区別されるレースだけでなく、サツマイモの品種で区別される3つのレースも時に混合発生することが明かとなった。サツマイモの抵抗性品種を利用していく上で、このことは考慮に入れる必要がある。

C. 異なるレースに対するサツマイモ品種の反応

サツマイモで区別されるレースによって、サツマイモ品種のサツマイモネコブセンチュウに対する反応は異なることが予想される。筆者は九州農業試験場作物第二部甘しょ育種研究室（当時、現九州農業試験場畑地利用部甘しょ育種研究室）と協力して、2度にわたりサツマイモの品種で区別されるレースを異にするサツマイモネコブセンチュウ個体群あるいは単卵のう分離系統のサツマイモの一部品種の寄生性を一節挿苗を用いて比較した。

1985年には、サツマイモネコブセンチュウレースN1であることが明らかになっていた九州農業試験場18号圃産のN18個体群、レースN2であることが明かとなっていたN22個体群、九州農業試験場のサツマイモネコブセンチュウ抵抗性検定圃場、サツマイモの育成地である千葉県四街道市農業研究センター四街道試験地（当時）および鹿児島県指宿市九州農業試験場指宿試験地産の個体群（それぞれ検定圃個体群、Y₀個体群、I₁個体群）のサツマイモの6品種、2系統に対する寄生性を調査した。これらのサツマイモ苗は、第二章C、(p.23)に記したサツマイモ農林1、2号の育成方法と同様に育成した。N22個体群はトマトではなく農林2号に寄生させ、その根からトマトからと同様に分離した第二期幼虫を接種に用い、レース1の個体を

完全に排除した。この試験で各品種、系統の根に形成された卵のう数、根こぶ数を対照のトマト（福寿2号）に形成された卵のう数、根こぶ数とともに第V-7表に示した。

1989年には、サツマイモネコブセンチュウのレースN1、N2であることが明らかになっている。N18-5、N2-7各単卵のう分離系統およびレースN0であることが期待されたI S₃-2単卵のう分離系統（第IV-5表：p.167）のサツマイモ8品種に対する寄生性を調査した。この試験で各品種の根に形成された卵のう数、根こぶ数を対照のトマト（福寿2号）に形成された卵のう数、根こぶ数とともに第V-8表に示した。この試験で使用したトマト（福寿2号）は、株当たり形成された卵のう数が4~22個で顕著な抵抗性を示した。他の試験で用いたものとは異なる、新福寿2号という抵抗性品種を発売している種苗会社が生産した種子で、新福寿2号の種子が福寿2号と印刷した袋に詰めて販売されたのではないかと推察される。このためサツマイモの各品種が形成した卵のう数のトマトに形成された卵のう数に対する百分率等は計算しなかった。

第V-7表に示した1985年の試験では、N18個体群は農林1号、高系14号にはおむね株当たり100個以上の卵のうを形成しよく寄生したが、コガネセンガン、CCP6-23に形成した卵のう数は数10個にとどまり、農林2号には全く、その他の品種にはほとんど寄生しなかった。N2個体群は農林1、2号、高系14号、農林5号に60個以上の卵のうを形成しよく寄生した。コガネセンガン、CCP6-23に形成した卵のう数は10個前後にとどまり、CCP9-2にはわずしか、ミナミユタカには全く卵のうを形成しなかった。検定圃産個体群は、コガネセンガンに約150個の卵のうを形成してよく寄生した他、ミナミユタカに数個、農林2号にわずかに卵のうを形成したが、その他の品種に対する反応はN18個体群に類似していた。I個体群、Y₀個体群はN2個体群と類似の反応を示したが、農林2、5号、CCP9-2に形成した卵のうの数は10~20個と前2者ではやや少なく、後者ではやや多くな

第 V-7 表 サツマイモ品種のサツマイモネコブセンチュウ 5 個体群に対する反応

サツマイモ品種名	個体群名				
	N18 ^{a)}	N2 ^{b)}	検定圃 ^{c)}	I ^{c)}	Y0 ^{c)}
農林 1 号 ^{d)}	135.8 (35.5)	81.3 (32.5)	192.0 (59.9)	66.5 (21.8)	114.0 (36.4)
農林 2 号 ^{d)}	167.0 (29.5)	85.3 (24.6)	266.0 (56.8)	80.0 (19.5)	126.8 (30.1)
	0.0	94.5 (37.8)	0.8	15.5 (5.1)	20.8 (6.6)
高系 14 号 ^{d)}	95.8 (25.0)	97.8 (28.2)	0.8	15.8 (3.8)	21.8 (5.2)
	170.3 (30.1)	94.0 (27.1)	135.8 (29.0)	120.8 (39.6)	98.8 (31.5)
コガネセンガン ^{e)}	32.3 (8.4)	12.3 (4.9)	148.5 (46.3)	147.5 (35.9)	145.0 (34.7)
	34.3 (6.1)	15.0 (4.3)	154.0 (32.9)	15.5 (5.4)	63.0 (20.1)
ミナミユタカ ^{e)}	0.3	0.0	3.5	17.0 (4.1)	64.8 (15.4)
	0.3	0.0	4.0	0.5	0.3
農林 5 号 ^{e)}	1.8	56.5 (22.6)	0.8	13.5 (4.4)	13.0 (4.1)
CCP9-2 ^{f)}	1.5	65.3 (86.7)	0.8	14.3 (3.5)	13.0 (3.1)
	8.3	0.0	0.5	9.8 (3.2)	7.0 (2.2)
CCP6-23 ^{h)}	16.0 (4.2)	8.0 (3.2)	25.3 (7.9)	11.3 (2.7)	10.8 (2.6)
	17.5 (3.1)	9.8 (2.8)	26.3 (5.6)	13.5 (4.4)	24.3 (7.7)
				15.8 (3.8)	26.3 (6.2)
トマト	382.8	249.8	320.5	305.3	313.5
(福寿 2 号)	566.0	346.8	468.0	410.5	420.8

上段は卵の数。下段は根こぶ数。()内はトマトに対する百分率

- a) : サツマイモネコブセンチュウレース N1 b) : サツマイモネコブセンチュウレース N2 c) : 混合個体群
 d) : 感受性品種 (九州農業試験場 (1972)) e) : 太糸系抵抗性品種 (九州農業試験場 (1972))
 f) : 品種登録時抵抗性とされた (坂井ら (1957)) が、現在は抵抗性やや弱とされる (丸峯・坂本 (1979))。
 g) : 野生種の抵抗性遺伝子が導入された抵抗性品種 (小野ら (1977))
 h) : 野生種を交配して作出されたセンチュウ抵抗性の母本 (田淵私伝)

第V-8表 サツマイモ品種のサツマイモネコブセンチュウ3単卵のう分離系統に対する反応

サツマイモ品種名	単卵のう分離系統名		
	I s o-2	N18-5	N2-7
農林1号 ^{a)}	69.0	161.8	101.3
	72.3	185.8	109.5
農林2号 ^{b)}	0.0	0.0	52.5
	0.0	0.0	54.5
高系14号 ^{a)}	197.5	158.0	187.3
	216.8	188.3	197.8
コガネセンガン ^{c)}	14.8	118.8	134.0
	16.0	123.3	195.5
ミナミユタカ ^{d)}	0.0	2.8	0.5
	0.0	2.8	0.5
農林5号 ^{b)}	0.0	0.0	31.0
	0.0	0.0	42.5
シロユタカ ^{e)}	1.3	1.5	3.3
	1.3	1.5	3.3
パニアズマ ^{f)}	8.5	64.8	185.0
	8.5	68.3	190.5
トマト	11.5	22.3	4.0
(福寿2号 ^{g)})	13.0	25.3	4.3

上段は卵のう数、下段は根こぶ数

- a) : 感受性品種 (九州農業試験場(1972))
 b) : 太白系抵抗性品種 (近藤(1954))
 c) : 品種登録時抵抗性やや強とされた (坂井ら(1967)) が、現在は抵抗性やや弱 (丸峯・坂本(1979))。
 d) : 野生種の抵抗性遺伝子が導入された抵抗性品種 (小野ら(1977))
 e) : 在来種の抵抗性を集積して育成された高度抵抗性品種 (坂本ら(1987))
 f) : 中程度の抵抗性を持つ (志賀ら(1985))。
 g) : 抵抗性を持つ新福寿2号であったと考えられる。

った。

第V-8表に示した1989年の試験では、N18-5単卵のう分離系統は農林1号、高系14号、コガネセンガンに100個以上の卵のうを形成してよく寄生し、ベニアズマにも約60個の卵のうを形成したが、農林2、5号には全く、ミナミユタカ、シロユタカにはほとんど寄生しなかった。N2-7単卵のう分離系統は、農林1号、高系14号、コガネセンガン、ベニアズマに100個以上の卵のうを形成し、農林2、5号にも30~50個の卵のうを形成したが、その他の品種にはほとんど寄生しなかった。Iso-2単卵のう分離系統は、高系14号には約200個の卵のうを形成したが、農林1号に形成した卵のう数は約70個、ベニアズマに形成した卵のう数は約10個とその他の品種にはほとんど全く寄生しなかった。Iso-2単卵のう分離系統は、レースN0の反応を示す寄主分離個体群から分離したものであったが、農林1号にN18-5単卵のう分離系統の約1/2ではあったが寄主と判断するに充分な数の卵のうを形成した。

高系14号にはどの個体群、どの単卵のう分離系統も多数の卵のうを形成した。農林5号は、N18個体群やN18-5単卵のう分離系統に対しわずかながら卵のうを形成したが、ほぼ農林2号と同様の反応でレースN2にのみ犯された。

コガネセンガンは個体群ごとに、また個体群と単卵のう分離系統で異なる反応を示した。N18個体群、N2個体群、I個体群に対しては株当たり形成された卵のう数が12~32個で多少は抵抗性があると見られたが、他の3個体群、特に検定産個体群に対しては株当たり形成された卵のう数が農林1号と同じかそれより多くなった。N-18、N2単卵のう分離系統に対してはそれぞれN18、N2個体群とは異なって農林1号なみの卵のう数を記録した。Iso-2単卵のう分離系統に対しては株当たり形成された卵のう数が15個と抵抗性と思われる反応を示した。

ミナミユタカはどの個体群、どの単卵のう分離系統に対してもわずかしが卵のうを形成せず強い抵抗性の反応を示した。コガネセンガンが最も強く侵された検定圃

産個体群がミナミユタカに対して最も多く卵のうを形成した。

1985年の試験で供試した、野生種を交配した交配母本のうち、CCP9-2はI個体群、Y_o個体群に対し多少の寄生を許したが、ミナミユタカに次ぐ抵抗性の反応を示した。CCP6-23はどの個体群に対しても多少の卵のうを形成し、弱い抵抗性の反応を示した。

近年育成された抵抗性とされる品種の中で、シロユタカは3単卵のう分離系統のいずれに対してもほとんど卵のうを形成せず、強い抵抗性を示した。一方ベニアズマは形成された卵のう数がI_s3-2、N18-5、N2-7の順に多くなり、I_s3-2単卵のう分離系統に対してはかなりの、N18-5単卵のう分離系統に対しては多少の抵抗性を持つと評価されたが、N2-7単卵のう分離系統に対しては抵抗性は認められなかった。

本章第2節B.で検討したように、I個体群にはレースN1、N2が混合発生していた。検定圃産個体群およびY_o個体群も両レースの混合個体群であったものと思われる。以下の考察ではこの2つの混合個体群は除外した。

I_s3-2単卵のう分離系統は、レースN0の反応を示すI_s3寄生分離個体群から分離された単卵のう分離系統であったのでレースN0であることが期待されたが、農林1号にN18-5単卵のう分離系統よりは少なかったが寄生を示し、レースN1と認められた。これも本章第2節B.で検討したようなレースの混在、I_s3寄生分離個体群に混在していたわずかなレースN1の個体をたまたま単卵のう分離で拾い上げたことによる可能性と、レースN0が農林1号に寄生しない性質が不安定で、温度等の環境条件により寄生が起こってしまった可能性とが考えられる。I_s3-2単卵のう分離系統は、農林1号やコガネセンガンやベニアズマに対する寄生が3単卵のう分離系統の中で最も少なかった。I_s3-2単卵のう分離系統はレースN0ではないが、レースN0のサツマイモに対する低い寄生性のある程度は受け継いでいると考えられる。

サツマイモ品種は各レースに対する反応により、(1)どのレースにもよく侵される品種(高系14号)、(2)I s₃-2単卵のう分離系統には抵抗性を示すが、レースN1では寄生が高まり、レースN2には侵される品種(農林1号、コガネセンガン、ベニアズマ)、(3)レースN1には侵されないがレースN2には犯される品種(農林2号および農林5号)、(4)両レースに対し抵抗性を示す品種(ミナミユタカ、シロユタカ)の4群に分けられると見られた。(2)の群には抵抗性の程度に明らかな差があり、この順で抵抗性が高くなっているようである。

コガネセンガンは、N18個体群やI s₃-2単卵のう分離系統に対してはかなりの抵抗性を示したが、検定圃産個体群に対しては農林1号とほぼ同じく感受性を示した。またN18-5単卵のう分離系統に対しても感受性を示した。コガネセンガンの感受性の程度は同一個体群から得た複数の単卵のう分離系統の間で比較試験を行って確かめたわけではないが、N18個体群とN18-5単卵のう分離系統に対する反応が異なることから、供試するネコブセンチュウの個体群によって、また同一個体群内ですら単卵のう分離系統によって様々に異なるものと考えられる。

1988年までは九州農業試験場(熊本)で、それ以後は九州農業試験場畑地利用部(都城)でサツマイモのサツマイモネコブセンチュウ抵抗性の特性検定が行われており、九州地域での原料用の主要品種となっているコガネセンガンは、九州農業試験場(熊本)の検定圃場で対照あるいは番外に毎年かなりの割合で栽培されている。その結果、九州農試の検定圃ではコガネセンガンを侵す性質のセンチュウが選抜され大勢を占めるに至り、コガネセンガンを侵す個体が優先するに至っていると考えられる。品種登録時抵抗性とされたコガネセンガンが(坂井ら(1967))、現在では抵抗性をほとんど示さないとの評価を受けている(丸峯・坂本(1979))のも、栽培年次を重ねたためこれを侵す性質のセンチュウが各地、各圃場で多くなったためである可能性がある。

農林2号、農林5号のような品種群の存在は、レースN1とレースN2の間には明白

な質的な差があることを考えさせる。一方農林1号、コガネセンガン、ベニアズマのような品種群の存在は、サツマイモのネコブセンチュウ抵抗性は量的な形質として捉えるべきことを示唆する。先に考察したように単卵のう分離系統によってネコブセンチュウの寄生性も様々に異なると考えられる。菊川・坂井(1969)やStruble et al.(1966)も述べているように、サツマイモのサツマイモネコブセンチュウ抵抗性の発現には多数の遺伝子が関与し、複雑な遺伝支配を受けていると思われる。

第3節 サツマイモネコブセンチュウのトマトの抵抗性品種を犯すレース

トマトでは、近縁野生種 *Lycopersicon peruvianum* の P.I.128657 系統から導入された Mi 遺伝子と呼ばれるネコブセンチュウ抵抗性遺伝子(1個の優勢遺伝子、サツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの3種に有効: Gilbert and McGuire(1956))を遺伝子源に、アメリカ合衆国で Gilbert らにより Anahu という抵抗性品種が育成され、我が国でも導入された Anahu から多数のネコブセンチュウ抵抗性品種が育成され、利用されている(山川(1978))。しかし抵抗性品種を犯すサツマイモネコブセンチュウのレースが分化し、被害を与えることが我が国でも知られている(岡本・三井(1974), Riggs et al.(1959))。

最近宮崎県で、トマトの主要品種でネコブセンチュウ抵抗性を持つハウス桃太郎を犯すサツマイモネコブセンチュウ個体群が、九州では初めて報告された(黒木・櫛間、印刷中)。黒木・櫛間の報告からハウス桃太郎を犯すレースが発生していることは確かであるが、寄主反応の調査に際し接種方法は標準化されていない。そこで、黒木・櫛間の材料(S t m 個体群、第II-1表; p.16)を取り寄せ、標準判別寄主等8種の寄主に対する反応を本試験の方法で調査し、その結果を第IV-2表(p.164)に示した。S t m 個体群は、サツマイモネコブセンチュウレース1の寄主反応を示した他、トマトのネコブセンチュウ抵抗性品種、ハウス桃太郎に213個の卵のうを形成し、これに寄生する、抵抗性品種を犯すレースであることが確認さ

れた。

黒木・櫛間の得たサツマイモネコブセンチュウのトマトの抵抗性品種を犯すレースは、トマトの抵抗性品種によっては根こぶの形成数が少なくなり、寄生できない品種も見られたという（黒木・櫛間、印刷中）。トマトのネコブセンチュウ抵抗性を支配するMi遺伝子は優性であるので、これは実に奇妙なことであるが、Mi遺伝子の他に劣性遺伝をする抵抗性遺伝子があるという報告（Sidhu and Webster(1973)）や、ジャワネコブセンチュウに対する抵抗性の程度には抵抗性品種間で大きな差があるとの報告（Singh et al.(1964)）も見られる。今後トマトの抵抗性品種で単卵の分離系統を得た上で、接種方法を標準化した厳密な試験により、Stm個体群に対する多数品種の感受性の程度を比較する必要がある。抵抗性遺伝子をホモに持つかヘテロに持つかによって品種の抵抗性の程度に違いが生じている可能性も考えられる。

黒木・櫛間はわずか2回の抵抗性のトマト品種の栽培でこれを犯すレースの発生を認めたという（黒木・櫛間、印刷中）。抵抗性品種上でネコブセンチュウを継代培養すると、この品種に対する病原性を有する新レースが分化することが実験的に確かめられている（Riggs and Winstead(1959)）が、黒木・櫛間が考察しているように、抵抗性品種を犯すレースが発生した圃場にはもともと抵抗性品種を犯すレースがかなりの高密度で存在していた可能性がある。これは、トマトの抵抗性品種を犯すレースが宮崎県をはじめ九州各地に広く分布している可能性を示唆するもので、今後調査、研究が必要である。

第4節 サツマイモネコブセンチュウのダイズ品種によって区別されるレース

ダイズは九州地域でも飼料作物を除けばサツマイモに次いで重要な畑作物である。九州地域でダイズを加害する線虫として、サツマイモネコブセンチュウとジャワネ

コブセンチュウが重要で、海外の傾向とは異なっており、ジャワネコブセンチュウの方が著しい被害を及ぼすことが知られている（古賀・小代（1983））。ダイズの育種事業においてもネコブセンチュウ抵抗性は育種目標の一つとされている。

アメリカ合衆国でダイズのネコブセンチュウ抵抗性品種を犯す、Wartelle raceと呼ばれるサツマイモネコブセンチュウのレースが報告されている（Williams et al. (1973)）。このレースはサツマイモネコブセンチュウの亜種とされることもある（Golden and Birchfield (1978)）が、いずれにせよこのような個体群の存在はダイズの抵抗性品種を利用する上で大きな問題である。我が国ではこのようなダイズの抵抗性品種を犯すレースは報告されていないが、レースが出現した場合に備え、その検出方法を検討しておくことは意義があると考えられる。筆者は圃場試験に代り得るダイズのネコブセンチュウ抵抗性の精密な検定方法、ならびにダイズにおけるネコブセンチュウのレース検定方法を確立するため、標準判別寄主によるレース検定やサツマイモにおけるサツマイモネコブセンチュウのレースの検定と同様、ダイズ苗1本に1,000頭のネコブセンチュウ第二期幼虫を接種し、根系に形成される卵のうの数を計数する検定方法を検討した。

根系に形成される卵のうの数が多い条件で検定の精度は高まると考えられる。ダイズ苗の日齢が進むにつれてネコブセンチュウに対する感受性が低下するとの報告がある（Dropkin (1959)）。一方第IV章第1節（p.163）で述べたように、検定植物の根量が少ない場合形成される卵のうの数は減少する傾向が見られる。また多数の線虫が寄生した大きな根こぶが形成されると卵のうの数の計数が困難になると考えられる。以上からダイズにおける検定に際しては、最も適した播種後の日齢が存在すると考えられる。

ダイズ苗の日齢とジャワネコブセンチュウおよびサツマイモネコブセンチュウに対する感受性の関係を明らかにし、最も適した播種後の日齢を検討した結果（荒城（1989b））について述べる。

ジャワネコブセンチュウは熊本県合志町産個体群由来単卵のう分離系統（G1-18）、サツマイモネコブセンチュウは九州農業試験場18号圃場産個体群由来単卵のう分離系統（N18-5）を、ダイズ品種は、夏ダイズ型および秋ダイズ型の代表品種としてコガネダイズおよびアキヨシの2品種を供試した。ダイズの接種前の育成日数は26、19、12、5の4通りとし、対照としてトマト（品種福寿2号）苗を供試した。接種は1988年10月30日に行い、調査は同年12月16日に開始、試験は4反復で行った。ここに記した以外の試験方法は第II章D、（p.24）に記した方法に従って行った。

接種時両ダイズ品種は、26日前播種区では第2～3葉が展開を完了、19日前播種区では第2葉が展開を始め、12日前播種区では第1本葉は未展開であったが初生葉が完全に展開、5日前播種区では子葉の間から初生葉が展開を開始していた（第V-2図）。5日前播種区では接種当日には苗立ちが確定しなかったもので、より多くの苗に接種を行いそのうち順調に成育した4本を選んだ。

コガネダイズは調査時には地上部の成育はほとんど停止し、播種が早い区ほど葉の黄化、脱落が進行していた。26日前播種区では完全に落葉した株も認められ、5日前播種区でも葉の黄化は明らかであった（第V-3図（上））。アキヨシではコガネダイズより葉の黄化の程度は低かった（第V-3図（下））。草丈は両品種とも播種が遅くなるほど高くなっていた。

調査時の根系の発達、アキヨシの方がコガネダイズより、また播種が早いほど進む傾向があり、品種間およびサツマイモネコブセンチュウを接種したアキヨシの播種日の間には根系の生重に有意差が認められた（第V-9表）。根粒菌による根瘤は全く観察されなかった。

ジャワネコブセンチュウはアキヨシ、コガネダイズともによく寄生し、しばしば対照のトマトに匹敵する多数の卵のうを形成した（第V-4図、第V-9表）。一方サツマイモネコブセンチュウがこれらの品種に形成した根こぶの数は播種日に関



第V-2図 供試ダイズ苗のネコブセンチュウ接種時(10月30日)の育成状況

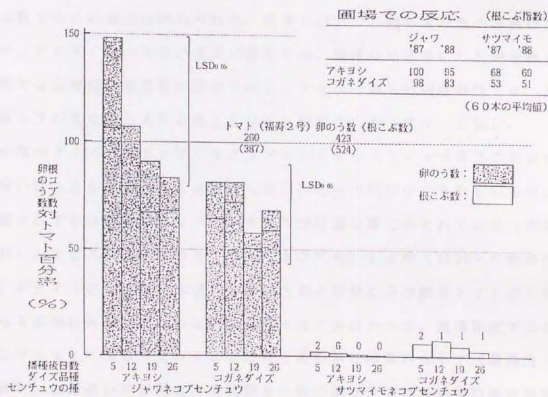


第V-3図 供試ダイズ苗の調査時(12月16日)の成育状況

第 V-9 表 接種時の日齢が異なるダイズ2品種の苗のネコブセンチュウ2種に対する反応

ダイズ 品種名	接種前 育苗日数	株当たり 根こぶ数	根1g当たり 根こぶ数	株当たり 卵のう数	根1g当たり 卵のう数	根系の 生重(g)
ジャワネコブセンチュウ (G1-18)						
コガネダイズ	26	222 (58.7)	133 (51.5)	178 (58.4)	107 (50.9)	1.70
	19	190 (50.4)	112 (43.5)	150 (57.8)	89 (50.5)	1.64
	12	271 (71.9)	163 (63.3)	213 (81.7)	122 (69.4)	1.58
	5	248 (65.6)	182 (70.5)	213 (81.7)	110 (62.3)	1.48
	LSD _{0.05}	161	65	136	64	0.56
アキヨシ	26	257 (68.1)	108 (42.4)	218 (83.7)	90 (50.9)	2.48
	19	253 (67.1)	106 (41.0)	237 (91.3)	99 (56.3)	2.53
	12	300 (79.5)	162 (62.9)	279 (107.2)	151 (85.7)	1.75
	5	406 (107.5)	191 (74.1)	386 (148.6)	182 (103.3)	2.30
	LSD _{0.05}	182	101	180	99	1.25
トマト (福寿2号)		378 (100.0)	250 (100.0)	257 (100.0)	176 (100.0)	1.21
サツマイモネコブセンチュウ (N18-5)						
コガネダイズ	26	12 (2.3)	—	1 (0.2)	—	1.50
	19	26 (4.9)	—	+ (0.1)	—	1.41
	12	41 (7.7)	—	+ (0.1)	—	1.13
	5	33 (6.3)	—	+ (0.1)	—	1.13
	LSD _{0.05}					0.48
アキヨシ	26	2 (0.4)	—	0	—	2.94
	19	3 (0.6)	—	0	—	2.08
	12	8 (1.6)	—	2 (0.4)	—	1.54
	5	13 (2.4)	—	1 (0.1)	—	1.16
	LSD _{0.05}					0.32
トマト (福寿2号)		524 (100.0)	209	423 (100.0)	154	2.75

4 反復の平均値。() 内はトマトの数値に対する百分率 + : 4 反復で1個の卵のうが観察された。



第 V-4 図 ダイズ 2 品種の苗の接種時の日齢とネコブセンチュウ 2 種に対する反応
(付表; ダイズ 2 品種の圃場での反応)

わりなくトマトの10%以下で、卵のうはほとんど形成されなかった。

ジャワネコブセンチュウがダイズ2品種に形成した卵のう数、根こぶ数と根系生重の間にはコガネダイズのみで有意な相関 ($r=0.6^{**}$) が認められた。そこでダイズ2品種のジャワネコブセンチュウに対する反応を株当りの数および根系生重1g当りの卵のう数、根こぶ数で表し、接種前日数との関係を第V-9表に示した。統計学的有意差はなかったが、株当りの卵のう数は播種が早い区ほど形成される卵のう数、根こぶ数が少なくなる傾向がはっきり認められ、根系生重1g当りの卵のう数、根こぶ数でもこの傾向は認められた。株当りの卵のう数および根こぶ数はアキヨシの方がコガネダイズより多い傾向が認められ、播種日を込みにした場合株当りの卵のう数では品種間に有意差が認められた。アキヨシの5日前播種区では、表面に多数の卵のうが着生する大型の根こぶが多く観察された(第V-5図)。

我が国のダイズではサツマイモネコブセンチュウよりジャワネコブセンチュウの方が高い寄生性を示し、与える被害も著しいことが明らかにされているが、ダイズは依然としてサツマイモネコブセンチュウの好適な寄主とされている(古賀・小代(1983))。ところが本試験でサツマイモネコブセンチュウ(N18-5単卵のう分離系統)がダイズの2品種に形成した卵のうおよび根こぶの数はトマトの1%未満で、これら2品種は寄主ではないと結論されるほど少なかった。圃場検定ではこれらの品種はサツマイモネコブセンチュウに対し明らかに感受性を示す(異儀田・荒城、未発表)。この違いの原因は、本試験を一般の圃場とは異なる根粒菌の存在しない滅菌土で行ったことにあると考えられる。根粒菌とネコブセンチュウの相互作用については、ネコブセンチュウの寄生が根瘤の着生を抑制するとする報告が多い(Ali et al.(1981), Chahal and Chahal(1987), Hussaini and Seshadri(1975))が、ネコブセンチュウが根瘤に寄生し、根瘤の発達を促進するとの報告(Verdejo et al.(1988))も見られる。今後サツマイモネコブセンチュウの寄生とダイズの根瘤との関係を解明し、抵抗性の検定方法を確立していく必要がある。



第V-5図 ジャワネコブセンチュウ（G1-18単卵のう分體系統）を接種したダイズ（アキヨシ，接種5日前播種）の根に形成された表面に多数の卵のうが着生する大型の根こぶ

ジャワネコブセンチュウでは、接種前の育苗日数が長いほど形成される卵のうの数が減少する、すなわちダイズ苗の抵抗性が日齢の増加に伴って上昇する傾向が認められた。従って抵抗性の検定のためには、接種前の育苗日数は短い方が苗の感受性が高く望ましいと考えられる。しかし接種前の育苗日数が5日の区では接種時に苗立ちが確定しなかったこと、同区のアキヨシでは卵のう数を計数する上で不都合な大型の根こぶが多く見られたことから、播種は接種前8～10日に行うことが適当と判断された。

本試験は秋季短日条件の下で行ったため、夏大豆であるコガネダイズでは地上部の生育はほとんど停止していたが、卵のうの産出状況等には問題は認められなかった。播種を接種前8～10日に行った場合、コガネダイズ等の夏ダイズでも58日後の調査時には葉が黄化する程度で検定には問題がなく、通年自然日長下で検定を行い得ると考えられる。

本試験でトマトを対照として加えたのは、トマトのジャワネコブセンチュウ、サツマイモネコブセンチュウ両種に対する高い感受性を基準として標準化を行い、ダイズ品種の両種に対する反応を比較検討するためである。両種ネコブセンチュウがトマトに形成した卵のう数の違いは、センチュウの活性および接種密度の誤差によるものと思われる。第V-9表でカッコ内に示したトマトに対する百分率の数値では、このような誤差は除かれていると考えられる。一つの線虫を用いてダイズ品種の抵抗性の検定を行っていく場合には、コガネダイズやアキヨシ等感受性の対照を加える必要は認められるが、トマトは供試する必要はないであろう。

根量と形成された卵のうの数との間の相関は、根量の少ないコガネダイズでのみ有意であった。ダイズ品種の中には根量の少ないものもあると思われる。今後抵抗性の検定を行っていく上では、根量と形成される卵のう数等との関連にも注意を払う必要があろう。

第5節 アレナリアネコブセンチュウのレース

アレナリアネコブセンチュウには標準判別寄主によって区別されるレースが2つ認められている (Taylor and Sasser (1978))。本研究で見出したアレナリアネコブセンチュウは1例のみで、そのレースはレース2であった。九州でレース1の反応を示すアレナリアネコブセンチュウが報告された例はある (後藤 (重) ら (1964)) が、本研究の範囲ではレース1は発見できなかった。今後アレナリアネコブセンチュウのレースについては、レース1の個体群を見出した上でさらに検討する必要がある。

考察

本研究では、サツマイモネコブセンチュウの標準判別寄主で区別されるレース3つ、サツマイモの品種で区別されるレース3つを確認できた。我が国では、タバコのネコブセンチュウ抵抗性品種やワタの栽培は通常行われていないので、サツマイモネコブセンチュウレース2やレース3には農業生産上の重要性はほとんどない。それにもかかわらず、低頻度とはいえこのようなレースが検出されたことが興味深い。ネコブセンチュウの分類研究が緒についたばかりの1950年代の我が国で、ワタに寄生するネコブセンチュウが知られていた (一戸 (1955))。当時はワタの栽培も現在よりは盛んであったと思われる。ワタに寄生するレースが現在より高頻度で存在していた可能性がある。タバコのネコブセンチュウ抵抗性品種やワタの栽培が増えれば、サツマイモネコブセンチュウレース2やレース3あるいは関東地方で確認されているレース4 (奈良部, 私信) が問題になることが考えられる。

これに対し、抵抗性品種も多く育成され栽培されるサツマイモでは、抵抗性品種 (農林2号) を犯すレースの検出頻度が高かった。サツマイモネコブセンチュウとサツマイモ品種の寄生、非寄生の関係は複雑で興味深い。シストセンチュウで考えられているように (Parrot (1981))、あるいはトマトで認められている (山川

(1978)) ように、サツマイモのサツマイモネコブセンチュウ抵抗性遺伝子に対応してサツマイモネコブセンチュウの抵抗性打破遺伝子が存在することも考えられ、このような遺伝子の遺伝学的な解明が望まれる。本研究では予想外のこととして、サツマイモに寄生しないサツマイモネコブセンチュウのレース (レースN0) も認められた。サツマイモ品種の抵抗性が農林1号、ベニアズマ、コガネセンガンで不安定な理由がこのレースの混在にある可能性があり、今後の研究が必要である。

ダイズの抵抗性品種を犯すサツマイモネコブセンチュウのレース (Boquet et al. (1976)) は我が国ではまだ報告されていない。今後、ダイズのサツマイモネコブセンチュウ抵抗性品種が育成され、栽培されるようになればこのようなレースも発生する恐れがある。現在我が国でダイズにおける被害が問題になっているのは、アメリカ合衆国でレースが問題になっているサツマイモネコブセンチュウ (Boquet et al. (1976), Williams et al. (1973)) ではなくジャワネコブセンチュウである (古賀・小代 (1983))。今後ジャワネコブセンチュウに対する抵抗性品種が栽培されるようになれば、これを犯すレースが発生する可能性も考えられよう。

第VI章 本邦産ネコブセンチュウの同定法

はじめに

第IV章(p.160)では本邦産ネコブセンチュウ各種の形態的特徴について、第V章(p.188)では九州産ネコブセンチュウ各種の寄主範囲について述べてきた。本章では、これらの形態と寄生性の特徴を利用してネコブセンチュウ各種を識別、同定する具体的な方策、手順について述べる。

第1節 本邦産ネコブセンチュウの形態的同定法

A. 雌成虫の会陰紋による同定法

ネコブセンチュウの発生やその被害に気付くのは、根への根こぶの着生によることが最も多い。したがって同定が要求される場面で与えられる試料は、根こぶの着生した根であることが多く、発芽後3週間以内の苗等限られた場合を除けば、その中には成熟した雌成虫が存在する。このような試料では根こぶに卵のうが着生し、それから第二期幼虫が得られることが多いが、発芽後1ヵ月前後の苗で産卵が始まっていない場合、天敵の攻撃を受け産卵が見られない場合等、雌成虫の試料だけで同定を行わなければならない場合がある。またこれまでネコブセンチュウの同定は雌成虫の会陰紋だけによって行われてきたことから、雌成虫の会陰紋のプレパレートによって同定の依頼を受ける場合や、過去の業績に対する再調査が必要な時、しばしば雌成虫の会陰紋のプレパレートのみが利用可能な場合も考えられる。

観察、同定のための標本は、常法によって作成された作成後間もない標本が最上である。ラクトフェノールでマウントした標本の場合は時に時間の経過とともに条線が鮮明度を失うので注意が必要である。

第VI-1, 2図に本研究で明かとなった、ネコブセンチュウの本邦産全種の雌成

虫の会陰紋における形態的特徴を模式的に示した。各種の特徴および区別点を整理すると次のようになる。

1. 独特の会陰紋を持つネコブセンチュウ

木本植物中心に狭い寄主範囲を示す、リングネコブセンチュウ、ツバキネコブセンチュウ、スギナミネコブセンチュウ、シバネコブセンチュウ、*M. marylandi*、カキツバタネコブセンチュウ、クワネコブセンチュウ、ニセリングネコブセンチュウの8種ネコブセンチュウは独特の会陰紋を示し、会陰紋だけでも比較的容易に同定することができる。以下にポイントとなる特徴と区別点を箇条書とする。

リングネコブセンチュウ：（第Ⅲ—34図A～D；p.99）

条線の強さは中庸、間隔はやや狭く、連続的で屈曲しない。

概形は滑らかな円形ないし長円形、側線部でも方向が変らない。

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

側線は不明瞭、時に明瞭で二重。

肛門は角皮の襞に覆われる。

ツバキネコブセンチュウ：（第Ⅲ—34図E～H；p.99）

条線は非常に粗く、間隔は広く、大きく屈曲する。

概形は四～八角形、しばしば星形。

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

肛門は角皮の襞に覆われる。

スギナミネコブセンチュウ：（第Ⅲ—37図；p.107）

条線は非常に繊細、間隔は狭く、緩やかに波曲する。

概形は不規則な長円、茶碗蒸しの器を横から見た形。

弓状域は低いが角張る。

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

条線は方向が側線部で変り、側線部で時に張り出す。

肛門は角皮の襞に覆われる。

シバネコブセンチュウ：（第Ⅲ—40図A～D；p.112）

条線はやや粗く、間隔は中庸。条線は連続的。

概形は壺型、側線部で条線が内側に曲げられる。

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

側線は二重で明瞭。

弓状域は通常角張り高くなる場合もある。

肛門は角皮の襞に覆われる。

M. *marylandi*：（第Ⅲ—40図E～H；p.112）

条線はやや粗く、間隔はやや広い。条線は短くとぎれることが多い。

概形は円く小さくしばしば横長、ツヅミモ状もしくは鏡餅を2つ重ねた形。

条線が側線部で内側に曲げられる。

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

側線は1本で不明瞭。

弓状域は低い。

肛門は角皮の襞に覆われる。

カキツバタネコブセンチュウ：（第Ⅲ—47図；p.122）

条線は非常に薄弱、短くとぎれ、間隔はやや広い。

概形はほぼ円形、側線は認められない。

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

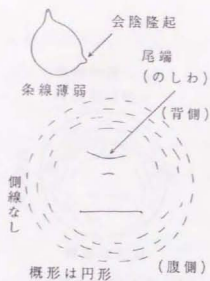
ブレバートにマウントするのが困難なほど著しい会陰隆起を持つ。

肛門は角皮の襞に覆われる。

クワネコブセンチュウ：（第Ⅲ—51図；p.129）

条線は粗く、間隔は中庸ないし広く、縄目状に重なり合うことが多い。

概形は鍋を横から見た形、時にやや縦長、弓状域は低い。



カキツバタネコブセンチュウ

条線明瞭，波曲する
弓状域角張る



サツマイモネコブセンチュウ

条線横細，連続的で
間隔は狭い



ニセリングネコブセンチュウ



ツバキネコブセンチュウ

条線横細で滑らか，
連続的で間隔は狭い



リングネコブセンチュウ

条線非常に横細，
弓状域は低いが角張る



スギナミネコブセンチュウ



条線は側線部で方向が変り、しばしば著しく張り出す。

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

側線は明瞭だが1本。

肛門は角皮の襞に覆われる。

ニセリングネコブセンチュウ：(第Ⅲ-53図；p.135)

条線は繊細だがザラザラした印象、連続的で間隔は狭い。

概形は不規則な長円形ないし長方形、側線部で張り出すことが多い。

(時に張り出しの認められない個体も見られる)

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

側線は1本で明瞭、時に中央部で二重になる。

肛門は角皮の襞に覆われる。

2. 会陰紋が類似し識別が比較的困難な種

世界的に耕地における最も重要なネコブセンチュウとされるサツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウ、アレナリアネコブセンチュウの4種は、会陰紋の変異が大きく、同定が難しい点でも際立っている。キタネコブセンチュウに見られる尾端の点刻や、ジャワネコブセンチュウの二重の側線はそれぞれの種を同定するためのよい特徴である。しかし、プレバラート標本にこれらの特徴が常に明瞭に現れているわけではなく、これらの特徴を把握するにはかなりの経験と熟練を必要とする。特に問題となるのはサツマイモネコブセンチュウとアレナリアネコブセンチュウの識別で、この2種の会陰紋の間には決定的な区別点はなく、しばしばどちらとも判断しかねる個体が出現する。

これら4種の区別点を箇条書に整理すれば次の通りである。

サツマイモネコブセンチュウ：(第Ⅲ-5, 6図；p.57, 58)

条線は強く、間隔は狭い。波曲して縄目状に重なり合うことが多い。

概形は不規則な長円形、弓状域は高く角張ることが多い。

(概形が不規則な円形、弓状域は低く角張らない個体もかなりある)

陰門～肛門間の距離≒肛門～尾端間の個体が多い。

(陰門～肛門間の距離>肛門～尾端間の距離の個体も出現する)

側線は不明瞭、条線がとぎれることからその存在が知られる程度。

(中心部で二重になる個体が時に見られる)

肛門周辺の表皮の皺が発達せず、肛門が認めやすい。

ジャワネコブセンチュウ：(第Ⅲ-26図：p.78)

条線の強さは中庸、間隔はやや狭く、波曲や縄目状の重なりは少ない。

概形は円形、弓状域は低く角張らないことが多い。

(S-typeでは弓状域がやや角張り概形が五角形に近いものも多い)

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

側線は原則として二重。

中心部以外で二重の側線を持つのは主要4種の中では本種のみである。

(側線が中心部以外で二重に見えない個体が特にS-typeで見られる)

肛門は角皮の皺に覆われる。

尾輪紋を持つ個体は本種に多く出現する。

キタネコブセンチュウ：(第Ⅲ-29図：p.87)

条線の強さは中庸、間隔はやや狭く、波曲や縄目状の重なりは少ない。

概形は円形、弓状域は低く角張らない。

陰門～肛門間の距離>>肛門～尾端間の距離

側線は1本で明瞭、中心部では二重のことが多い。

側線で線条が流れる個体がある(他種ではあまり多くない)。

尾端に点刻を有する。

肛門は角皮の皺に覆われる。

アレナリアネコブセンチュウ：(第Ⅲ-33図：p.94)

条線は強く、間隔は狭い。波曲して縄目状に重なり合うことが多い。

概形は円形、弓状域は低く角張らないことが多い。

陰門～肛門間の距離>肛門～尾端間の距離

時に側線で背側の線条が内側に曲げられる。

側線は明瞭でない。

尾端部に半月型の線条を欠く部分を持つ。

肛門は角皮の襞に覆われる。

3. 検索表

第VI-1表に以上に整理した本邦産全12(11)種の会陰紋による検索表を示す。この検索表を利用するには会陰紋の写真や標本等の比較資料が必要である。ネコブセンチュウの会陰紋には大幅な変異が見られるので、たとえ比較資料があっても多くの種では会陰紋一つ一つの同定は困難な場合が多く、同定者の熟練の程度にもよるが、通常複数の会陰紋の標本から個体群レベルの同定ができるだけである。

ネコブセンチュウ雌成虫の会陰紋にはかなりの変異が見られる。また虫体の肥大が進行中の産卵開始直後の個体や寄生密度が高く大きな根こぶの中に密集して寄生していた小型の個体の会陰紋の標本作成は多少とも困難で、得られた会陰紋も充分大きく成熟した雌成虫の会陰紋とは違った印象を与えることがある。会陰紋のバラート標本作成の際切出しが不十分であると、アーティファクトとして側線部にしわが生じ、同定に影響を与える場合がある。経験をつめばアーティファクトとしてのしわは二重の側線と区別することはできるが、本邦産のネコブセンチュウを雌成虫の会陰紋だけで同定するには相当の経験と熟練が必要である。

リングネコブセンチュウ、スギナミネコブセンチュウ、ニセリングネコブセンチュウの3種は過去に混同されていた経緯からも分るように、識別が比較的困難と言えるが、会陰紋の概形、条線の強さと側線での張り出し、屈曲の有無および弓状域の形状で充分識別が可能である。またクワネコブセンチュウはこれまでアレナリア

ネコブセンチュウと誤同定されてきた経緯があるが、クワネコブセンチュウの会陰紋の条線はツバキネコブセンチュウほどではないものの、非常に粗く、通常間隔が広い点や、時に現われる条線の間隔の狭い個体でも条線が側線部で著しく張り出す点で区別できる。リングネコブセンチュウの会陰紋で概形が円に近いものは、ジャワネコブセンチュウの会陰紋と類似の印象を与えるが、リングネコブセンチュウの会陰紋の条線は、スムーズで全く屈曲しないことから混同することはないと思われる。

サツマイモネコブセンチュウの会陰紋の概形が長円形または弓状域が高く角張る典型的なものおよびキタネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、アレナリアネコブセンチュウは先に2. で記した特徴によって同定が可能である。サツマイモネコブセンチュウに現われる会陰紋の概形が円形で弓状域が低く角張らない個体とアレナリアネコブセンチュウの識別は困難であるが、側線で背側の条線が曲げられる個体の出現率が高いこと、肛門が表皮の襞の奥に開口すること、尾端部に条線に囲まれた半月状の平滑部を持つことで区別が可能と思われる。また、アレナリアネコブセンチュウにはサツマイモネコブセンチュウの典型である会陰紋の概形が長円または弓状域が高く角張る個体は現われない。しかし、アレナリアネコブセンチュウの形態を詳しく調査できたのはわずかに1単卵のう分離系統だけであり、その変異まで十分に把握できているとは考えられない。アレナリアネコブセンチュウのより多くの個体群を比較調査した後両種の識別方法は改めて検討したい。

第VI-1表に示した本邦産ネコブセンチュウの会陰紋による検索表では、条線の強さ等基準はあいまいでその強弱を判断するには経験あるいは多くの比較資料を必要とする形質も取り入れざるを得なかった。同定の迅速と正確のため、サツマイモネコブセンチュウについては典型個体と非典型個体を別項としたが、これは本種の会陰紋は他種に比べて変異が極めて大きく、会陰紋の概形が縦長で弓状域が角張るという特徴を示さない非典型個体を他種と区別するために、他の種々な形質を利用

第VI-1表 本邦産ネコブセンチュウの雌成虫の会陰紋による検索表

- 1a. 著しい会陰隆起があり、そのためにはしばしば会陰部の角皮のマウントが困難である。……カキツバタネコブセンチュウ
そのためにはしばしば会陰紋の尾端付近に深いわが現れる。
概形は円形。条線は薄弱で短くとされる。側線は認められない。
- 1b. 会陰隆起はない。……2
- 2a. 会陰紋の条線は著しく大きく屈曲し、概形は通常星形。……ツバキネコブセンチュウ
時に鱗（横から見た）型の場合、側線は認め難い。
- 2b. 会陰紋の条線は弓状域が角張る程度で大きく屈曲することはない。……3
- 3a. 会陰紋の概形は明らかに縦長。……4
条線が繊細なものはこちらに入る（サツマイモネコブセンチュウは明瞭）。間隔は狭い。
- 3b. 会陰紋の概形は円形、五角形、鏡餅を重ねた形、壺型、鱗（横から見た）型等。縦長ではない。……7
条線は中濃ないし明瞭。条線の間隔は広いものも狭いものも含まれる。
会陰紋が五角形、鱗（横から見た）型、壺型のものは縦長の印象を与えることがある。
- 4a. 条線は明瞭、波曲して横目状に重なり合うことが多い。……サツマイモネコブセンチュウ（典型個体）
弓状域は高く角張り、会陰紋の概形は不規則な長円形。側線は不明瞭。
除門～肛門間の距離≒肛門～尾端間の個体の個体出現する。
- 4b. 条線は中濃ないし繊細で滑らか。……5
- 5a. 会陰紋の概形は滑らかな楕円形。……リンゴネコブセンチュウ
- 5b. 条線の方向が側線部で変り、会陰紋の概形は滑らかな楕円形ではない。……6
- 6a. 条線は繊細だがザラザラした印象。弓状域は角張らない。……ニセリンゴネコブセンチュウ
会陰紋の概形は長方形の印象。
- 6b. 条線は非常に繊細。弓状域はあまり高くないが角張る。……スギナミネコブセンチュウ
会陰紋の概形は茶碗蒸しの器を横から見た形。
- 7a. 会陰紋の条線は中濃。……8
会陰紋の概形は鏡餅を重ねた形もしくはツツミモ状。壺型、鱗型ではない。
こちらに入るものは側線が明瞭で少なくとも中央部では二重。
- 7b. 会陰紋の条線は明瞭または粗い。……9
会陰紋の概形がツツミモ状。壺型、鱗型のものはこちらに入る。
側線は明瞭なものも不明瞭なものも含まれる。
- 8a. 側線は通常中心部を離れても二重。尾端には点刻を持たない。……ジャワネコブセンチュウ
- 8b. 側線は会陰紋の中央部を除いて1本。尾端に点刻を有する。……キタネコブセンチュウ
- 9a. 側線部で前後両側の条線が内側に曲げられる。……10（シバネコブセンチュウ）
- 9b. 側線部で複数の条線が内側に曲げられることはない。……11
- 10a. 会陰紋は壺型。弓状域が角張り時に著しく高くなる。条線は連続的。側線は明瞭。……*M. graminis*
- 10b. 会陰紋の概形は横長でツツミモ状。条線の間隔は広く、断続的。側線は明瞭ではない。……*M. marylandi*
- 11a. 条線は著しく粗く、会陰紋の概形は鱗を横から見た形。……クワネコブセンチュウ
側線は明瞭。時に条線が側線部で外側に張り出す。
- 11b. 条線は明瞭だが粗くない。条線が側線部で外側に張り出すことはない。……12
側線は不明瞭。
- 12a. 肛門周辺の表皮が硬化せず、肛門が認めやすい。側線で条線が曲げられることはない。
通常尾端に条線によって囲まれた半月状の平滑部を持たない。……サツマイモネコブセンチュウ（非典型個体）
- 12b. 肛門は表皮の殻の裏に開口する。側線部で条線の方向が変ることが多い。
尾端に条線によって囲まれた半月状の平滑部を持つ。……アレナリアネコブセンチュウ

する必要があるためで分類学的な意味はない。

B. 第二期幼虫による同定法

圃場における作付前の土壌検診でネコブセンチュウの第二期幼虫が検出された場合、第二期幼虫の試料により即座に同定することが必要になる場合もある。もし第二期幼虫の試料だけでしかも迅速に発生しているネコブセンチュウの種を同定するといった現場対応ができれば、その作における作物の選択や土壌消毒の要否の判断が容易となり、センチュウ防除における実用上の意義はたいへん大きい。

ネコブセンチュウ第二期幼虫の常法で作成されたブレバート標本あるいは第II章C. (p.23) に記した方法で作成された試料であれば、ネコブセンチュウの第二期幼虫による種の同定をある程度まで行うことができる。

しかし現在のところ、リングネコブセンチュウとニセリングネコブセンチュウは第二期幼虫だけでは区別できず、サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウ (S-type) の識別も困難である。またネコブセンチュウ第二期幼虫の各種の計測値にはかなりの変異と種間の重なりが個体レベルでは見られることから、単一種から成る個体群の場合とはともかく、複数種の混合個体群が正しく同定できるのは類似度の低い種の間に限られる。

このように第二期幼虫だけによる同定方法は充分確立されているとはいえないが、複数種の混合個体群でなければ実用的な同定が可能と考え、検索表を提案し第VI-2表に示した。第VI-2表には通常の検索表と違い、キーとなる区別点だけでなく同定に有用な形質や情報はなるべく加えることにした。付け加えた形質はそれぞれの種を特定するキーの下に一段下げて記した。

また参考のために、日本産既知11種以外の種が見出された場合に備える意味で、日本産ネコブセンチュウ各種の第二期幼虫の特徴を第VI-3表に整理した。日本産ネコブセンチュウ各種の頭部および尾部の写真 (第III-7, 27, 30, 32, 35, 36, 41, 48, 52図; p.59, 79, 88, 93, 100, 104, 113, 123, 130) も参考とし、さらにシバが

第VI-2表 本邦産ネコブセンチュウの第二期幼虫による検索表

- 1a. 半月体は排泄孔の前方、通常直前に位置する。……………2
- 1b. 半月体は排泄孔の少なくとも数体現以上後方に位置する。……………10
- 2a. 直腸膨大部が認められる。……………3
- 2b. 直腸膨大部が認められない。……………9
- 3a. DGOは1.9~3.0 μ m、多くは2.6 μ m以下。
尾端透明部、特に尾端は細くない。……………4
- 3b. DGOは3.2 μ m以上。
尾端透明部は通常細く、細くないものはDGOが3.8 μ m以上。……………5
- 4a. 尾部は尾端透明部でも齊一に徐々に細くなり、強いくびれを持たず、尾端は三角形に近い印象を与えることが多い。
DGOは通常2.4 μ m以下、多くは2.2 μ m以下(1.9~2.6 μ m)。……………サツマイモネコブセンチュウ
体長は変異が大きく通常は410 μ m以下(350~450 μ m)、尾長は通常50 μ m前後(45~55 μ m)
口針筋球から体前部までは14~15 μ m
尾端透明部は短く10~11 μ m、 α 値は通常25~27、 c 値は通常7.5~8.0。
- 4b. 尾部は尾端透明部端付近で通常いったん太くなり、その後両側から強くくびれる。
尾端透明部は両側に平行に近く、尾端は太く半円の印象。
DGOは通常2.5~2.8 μ m(2.2~2.9 μ m)。……………ジャワネコブセンチュウ(S-type)
体長は通常400 μ m以下(370~410 μ m)、尾長45~50 μ m、尾端透明部長11~13 μ m。
口針筋球から体前部までは14 μ m前後。
 α 値25~28、 c 値8.0前後(7.9~8.2)。
- 5a. DGOは3.1~3.4 μ m。……………ジャワネコブセンチュウ(L-type)
尾端透明部はその前より細くなり、尾端は細く時に尖り突出する。尾端透明部全体は漸先鋭形の印象。
尾端透明部には背腹から交互にくびれが発達して、やや波打つように見えることが多い。
尾端は原則として2回緩やかにくびれる(2回目は尾端透明部付近)。
体長は通常400 μ m以上(380~430 μ m)、尾長50 μ m前後(49~53 μ m)、尾端透明部はやや長く12~14 μ m。
口針筋球から体前部までの距離15~16 μ m。
 α 値26~29、 c 値8.2前後(8.0~8.4)。
- 5b. DGOは3.5 μ m以上。……………6
- 6a. 口針長は長く約14 μ m。口針筋球から体前部までは約17 μ m。 c 値は7.8~8.0。
尾端透明部は太い。尾端は太く半円の印象。……………アレナリアネコブセンチュウ
尾部は徐々に齊一に細くなるが、尾端透明部付近に両側からのやや強いくびれを持つ。
DGOは3.9~4.0 μ m
体長、尾長とも長くそれぞれ約450 μ m、約60 μ m、尾端透明部長約12 μ m、 α 値約30。
この種の間における確実な発生例は極めて少ない。
- 6b. 口針長は通常11~13 μ m。口針筋球から体前部までは14~16 μ m。 c 値は7.0~7.7。
尾端透明部は太くない。……………7
- 7a. 尾長は通常55~60 μ m(55~63 μ m)、体長は通常410 μ m以上(410~470 μ m)、 α 値は29前後(28~31)。
DGOは4.0 μ m以上(4.0~4.8 μ m)。……………カタネコブセンチュウ(L-type)
尾端は細く伸び、小さく丸められる。様々な風変りな尾端の形状を呈するものはここに入る。
尾端透明部は細長く、両側からくびれが不規則に発達して、波打つように見える個体が多い。
尾端は原則として3回緩やかにくびれる(3回目は尾端透明部付近)。
体前部は細く著しく丸くなる。
尾端透明部は長く通常13~15 μ m。
- 7b. 尾長は通常45~53 μ m、体長は通常390 μ m以下、 α 値は26前後。
DGOは3.7~4.0 μ m。……………8
- 8a. 尾端透明部は鈍形の印象。尾端は細く丸められ突出せず。小さく半円の印象。
体前部は細く著しく丸くなる。……………カタネコブセンチュウ(S-type)
DGO3.8~4.0 μ m。
体長340~390 μ m、尾長46~52 μ m、尾端透明部は長く通常12~15 μ m。
- 8b. 尾端透明部全体は漸先鋭形の印象。尾端は突出する。
体前部は平ら。……………クワネコブセンチュウ
DGO3.7~3.9 μ m。
体長390~400 μ m、尾長51~53 μ m、尾端透明部長約12 μ m。
この種は北海道を除くほぼ全国から知られるが寄主はクワに限られる。
クワから検出されるカタネコブセンチュウは九州ではL-typeである。
- 9a. 尾長は短く約47 μ m。尾端透明部は非常に短く約6 μ m。DGOは約3.7 μ m、 α 値は約26、 c 値は約11。
尾端は徐々に齊一に細くなり、尾端は太く丸められ半円の印象。……………ツバキネコブセンチュウ
体長は非常に長く平均約500 μ m、口針長11~12 μ m。
この種の発生はほぼツバキ科に限られる。
- 9b. 尾長は長く約60 μ m。しかし尾端透明部は短く約11 μ m、DGO約4.9 μ m、 α 値は大きく約32、 c 値は約8。
尾端は尾端透明部で急に細くなり、尾端は細く丸められ正三角形の印象。……………カキツバタネコブセンチュウ
体長は長く約480 μ m、口針長約11 μ m。
この種は水田、沼池等湛水状態の場所に発生し、カキツバタ以外の寄主は知られていない。

- 10a. 直線膨大部が認められる。
尾長は長く約 60 μm 。c 値は小さく約 6。DGO は約 2.5 μm 。……シバネコブセンチュウ (*M. marylandi*) を含む
体長約 390 μm 。a 値約 25。尾端透明部長約 12。口針長約 13 μm 。口針節球から体前端までは約 15 μm 。
尾部は尾端透明部前までは徐々に齊一に。尾端透明部直後で急に細くなり。尾端透明部ではほぼ平行となる。
尾端は太く丸められ。半円形の印象。
体前端は平ら。
- 10b. 直線膨大部が認められない。
尾長は非常に短く 35 μm 未満。c 値は非常に大きく 10 をはるかに越え。DGO は 3.1~3.7 μm 。……11
- 11a. 尾長は約 34 μm 。尾端透明部長は 9~10 μm 。
尾部は徐々に齊一に細くなり。通常著しくびれを欠き。尾端は尖る。……リング。ニセリングネコブセンチュウ
体長 420~470 μm 。a 値 27~29。c 値 12~14。口針長 11~14 μm 。口針節球から体前端までは 15~16 μm 。
これらの種はこれまでのところ第二期幼虫の形態による識別方法は知られていないが。リングネコブセンチュウ
の発生はほとんどがリングから。ニセリングネコブセンチュウの発生はクワからであり。通常両植物に対する反
応により識別できる。
- 11b. 尾長はより短く約 26~27 μm 。尾端透明部長は 5~6 μm 。
尾部は尾端透明部前後にかなり強いびれを持ち。尾端は太く丸められ半円の印象。……ギナミネコブセンチュウ
体長 390~400 μm 。a 値 25~26。c 値約 15。口針長 10~11 μm 。口針節球から体前端までは約 15 μm 。

寄主ならばシバネコブセンチュウを疑うといった具合に、各種ネコブセンチュウの既知寄主の種類および九州地域あるいは我が国における発生例、発生頻度も併せ考慮するとよいと考えられる。第二期幼虫の検鏡方法は本試験の方法であれば問題はなく、その他一般に行われる方法ならばどの方法で作成された標本でも同定は可能と思われるが、少なくとも10頭以上、入手し得る限りなるべく多数の第二期幼虫の試料を検鏡、測定した上で、慎重に結論を下すべきである。

将来、リングネコブセンチュウとニセリングネコブセンチュウの第二期幼虫での区別点を付け加えたり、寄主範囲の情報等が少なくとも同定が可能のように検索表を改める努力が必要である。個体間差がかなりあるので尾部の形状だけの検索、同定は困難であろう。

サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウ (S-type) の第二期幼虫による識別は最も困難と思われる。DGOの変異の幅が重なるためそれだけでは結論が出せず、最終的な識別するには尾部の形状による必要がある。混合個体群の正確な同定には走査型電子顕微鏡による正面像の観察を行うか、生化学的あるいは免疫学的な同定方法を開発する他ないと思われる。

ジャワネコブセンチュウ (L-type) 以下クワネコブセンチュウまでの種の同定もかなり難しい。検索表にも付記したキタネコブセンチュウの体前端的丸さを体得できれば、キタネコブセンチュウを分けることが容易になるが、既同定の標本と比較しながらでもこの形質の利用はなかなか困難であると思われる。このうちジャワネコブセンチュウ (L-type) はこれらの中では短いDGOで、アレナリアネコブセンチュウは長い口針長 (口針節球から体前端までの距離) と太い尾端で、キタネコブセンチュウ (L-type) は独特の長く伸びる尾端で区別しやすいと思われる。キタネコブセンチュウ (S-type) とクワネコブセンチュウの識別は尾部の形状によらざるを得ない。

第1-3表 本邦産ネコブセンチュウの第二期幼虫の形態的特徴

種名	半月体の位置 有無	直腸の位置 有無	体長	n値	尾長	c値	尾端透明部長	口針長	体前端から口針節球までの距離	DGO
ヤマミネコブセンチュウ	排泄孔の直前	有	410 μ m以下 (344~450)	25~27 (24.7~29.7)	50 μ m前後 (44.4~56.0)	7.5~8.0 (7.4~8.3)	10~12 μ m (9.1~12.6)	12~13 μ m (9.5~13.2)	14~15 μ m (14.2~15.8)	2.3 μ m以下 (1.9~2.7)
尾節は尾端透明部でも齊一に徐々に細くなり、強いくびれを持たない。 尾端透明部は鈍形の影響。 尾端は突出することは稀で丸められる。しばしばやや細く丸められるため、尾端が三角形に近い印象を与えることが多い。 体前端は平ら。										
ジャワネコブセンチュウ (S-type)	排泄孔の直前	有	400 μ m以下 (359~413)	25~28 (25.3~28.2)	45~50 μ m (44.4~51.1)	8.0前後 (7.9~8.4)	11~13 μ m (10.5~12.9)	10~12 μ m (9.8~12.1)	14 μ m前後 (14.0~14.3)	2.5~2.8 μ m (2.4~3.0)
尾節は尾端透明部附近で一旦太くなり、その後間から強くくびれる。 尾端透明部は鈍形の影響。 尾端は突出することは稀で丸められ、半円の印象。 体前端は平ら。										
ジャワネコブセンチュウ (L-type)	排泄孔の直前	有	400 μ m以下 (393~433)	26~29 (25.8~28.9)	50 μ m前後 (45.8~53.1)	8.2前後 (8.1~8.5)	11~14 μ m (10.7~13.4)	11~13 μ m (10.8~13.5)	15 μ m前後 (14.5~15.7)	3.3 μ m前後 (2.9~3.4)
尾節は原則として2回緩やかに細められる(2回目は尾端透明部付近)。 尾端透明部は舌の前より細くなり、漸先鋭形の影響。 尾端は相当長く時に尖り突出する。 尾端透明部には背腹から交互にくびれが発達して、やや波打つように見えることが多い。 体前端は平ら。										
ネコブセンチュウ (S-type)	排泄孔の直前	有	390 μ m以下 (344~463)	26前後 (24.5~26.6)	45~50 μ m (46.4~51.6)	7.5前後 (7.4~7.6)	12~15 μ m (11.9~15.4)	11~12 μ m (9.6~12.0)	14~15 μ m (13.9~14.6)	4.0 μ m前後 (3.8~4.1)
尾節は徐々に齊一に細くなることが多い。 尾端透明部はやや細く、鈍形の影響。 尾端は細く丸められ突出せず、小さい半月の印象。 体前端は細く著しく丸くなる。										
ネコブセンチュウ (L-type)	排泄孔の直前	有	410 μ m以上 (416~463)	29前後 (28.1~31.2)	55~60 μ m (55.7~63.0)	7.0~7.7 (6.7~7.4)	13~15 μ m (12.7~14.8)	11~13 μ m (10.8~13.5)	15 μ m前後 (14.6~16.0)	4.0 μ m以上 (4.0~4.8)
尾節は原則として3回緩やかに細められる(3回目は尾端透明部付近)。 尾端透明部は細長く両側平行。両側からくびれが発達して、波打つように見える個体が多い。 様々な風変わりな尾端の形状を呈することがある。 体前端は細く著しく丸くなる。										
マナリアネコブセンチュウ	排泄孔の直前	有	約460 μ m	約30	約60 μ m	7.8~8.0	約12 μ m	約14 μ m	約17 μ m	3.9~4.0 μ m
尾節は徐々に齊一に細くなるが、尾端透明部付近に両側からのやや強いくびれを持つ。 尾端透明部は太く、両側平行、鈍形の影響。 尾端は太く丸められ、半月の印象。 体前端は平ら。										
シブネコブセンチュウ	排泄孔の後方	無	約390 μ m	約27	約31 μ m	約13	約8 μ m	約13 μ m	約15 μ m	約3.7 μ m
尾節は徐々に齊一に細くなる。 通常著しくくびれを欠き、尾端は尖る。 体前端は平ら。										
マナリアネコブセンチュウ	排泄孔の直前	無	約480 μ m	約26	約44 μ m	約11	約7 μ m	14.4 μ m	約17 μ m	約3.4 μ m
尾節は徐々に齊一に細くなる。 尾端透明部はやや太く、鈍形の影響。 尾端は太く丸められ半月形の印象。 体前端は丸くなる。										
マナリアネコブセンチュウ	排泄孔の後方	無	390~400 μ m (392~401)	25~26 (25.2~25.8)	25~27 μ m (26.2~27.2)	約15 (14.8~15.0)	5~6 μ m (5.1~6.1)	10.6 μ m	約15 μ m (15.2~15.3)	3.1~3.7 μ m
尾節は尾端透明部前後にかなり強いくびれを持つ。 尾端透明部は太く両側平行。 尾端は太く丸められ半月の印象。 体前端は丸くなる。										

第四-3表 続き

種名	半月体の位置 の有無	直腸 の長さ	a 値	尾長	c 値	尾端 透明部長	口針長	体前部から 口針基部 までの距離	DGO
シバネコブ センチュウ	排泄孔 の有	約390 μ m (385~391)	約25 (25.0~25.4)	約60 μ m (61~64)	約6 (6.1~6.4)	約12 μ m (11.9~12.3)	約13 μ m (12.8~12.9)	約15 μ m (15.3~15.4)	約2.5 μ m
尾部は尾端透明部前までは徐々に齊に。尾端透明部直後で通常両側からくびれ急に細くなる。 尾端透明部では両側はほぼ平行。 尾端は大きく丸められ、半円形の印象。 体前部は平ら。									
キタコブ ネコブ センチュウ	排泄孔 の有	約480 μ m	約32	約60 μ m	約8	約11 μ m	約11 μ m	約16 μ m	約4.9 μ m
尾部は尾端透明部で急に細くなる。 尾端透明部は正三角形の印象。 尾端は細く丸められる。 体前部は細く著しく丸くなる。									
クワネコブ センチュウ	排泄孔 の有	390~410 μ m (390~408)	26前後 (25.6~26.9)	50 μ m前後 (51.1~53.0)	7.5~7.7	11~12 μ m (10.8~12.3)	12~13 μ m (12.4~13.1)	15~16 μ m (14.9~15.8)	3.7~3.9 μ m
尾部は原則として2回緩やかに細められる(2回目は尾端透明部付近)。 尾端透明部はそれより細くなり、漸先鋭形の印象。 尾端は相当細く時に突出する。 体前部は平ら。									
ヒメシロコ ネコブ センチュウ	排泄孔 の有	420~470 μ m (424~465)	28~29 (27.7~29.1)	約34 μ m (33.6~35.0)	12~14 (12.4~13.6)	9~10 μ m (8.8~9.9)	11~14 μ m (10.6~13.8)	15~16 μ m (15.5~16.5)	3.2~3.7 μ m (3.2~3.7)
尾部は徐々に齊に細くなる。 尾端透明部は漸先鋭形の印象。 通常著しいくびれを欠き、尾端は尖る。 体前部は細く著しく丸くなる。									

C. 雌成虫と第二期幼虫を組合せた総合的同定法

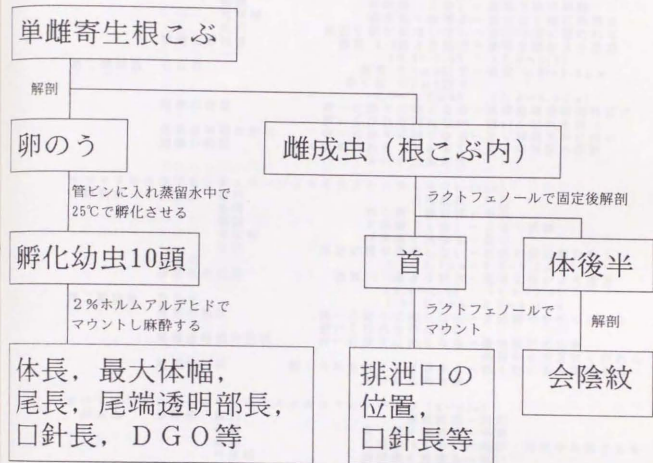
従来の雌成虫の会陰紋だけによる同定法では、2種の中間的な会陰紋はどちらも決定し得ない場合があり、熟練した研究者は別であるがネコブセンチュウの雌成虫1頭1頭を同定することはできなかった。本研究では、原則として雌成虫とその産出した卵のうから孵化させた二期幼虫を対にして形態調査を行った(第二章

C. : p.23)。第三章第3節(p.137)に記したように、単卵の分離系統やネコブセンチュウ個体群に対し本研究の方法で形態の調査を行って、雌成虫およびそれと親子対をなす第二期幼虫10頭平均のデータを組合わせることでネコブセンチュウ雌成虫の個体ごとの同定ができると結論された。この同定方法を形態的総合判定法と呼ぶことにする。

通常の生きた、ネコブセンチュウが寄生した植物の根が試料として与えられた場合には、寄生密度が高過ぎ単雌寄生の根こぶが見られない場合や天敵の寄生等により第二期幼虫の孵化が見られない場合を除いて、ネコブセンチュウの同定は形態的総合判定法により、混合個体群の構成比を含め正確に行うことができる。

その理解をより容易にするため、第VI-1図に形態的総合判定法の手順をフローチャートで示す。第VI-1図に示した手順で雌成虫および第二期幼虫の試料を検鏡、測定し、いくつかの比率等を計算(第二章C.)、第VI-4表に整理された識別点と比較する。本邦産の種のうち、主に木本植物を寄主とし寄主範囲の狭い6種は雌成虫の会陰紋が著しい特徴を持ち、これだけによって同定が可能なので、このうちの過去にアレナリアネコブセンチュウと混同されてきた経緯を持つクワネコブセンチュウと、世界的に重要と見なされ、農耕地での発生が多く、会陰紋による同定が難しいサツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウ、アレナリアネコブセンチュウの合計5種の形態的総合判定法による識別点を第VI-4表に示した。

第二期幼虫だけによる同定方法はかなりあいまいであり、また雌成虫の会陰紋だ



第VI-3図 本邦産ネコブセンチュウの雌成虫と第二期幼虫を組合わせた総合的同定法における各種形質の計測の手順

第VI-4表 ネコブセンチュウ主要4種およびクワネコブセンチュウの雌成虫と第二期幼虫を組合せた形態的総合判定法による識別方法

ステージ	形質	識別方法
サツマイモネコブセンチュウ-ジャワネコブセンチュウ (S-type)		
雌成虫	会陰紋	概形 通常縦長-円形
	縦線	強く狭く横目状-中庸
	側線	不明瞭 (1本)-通常2本で明瞭
	弓状域	通常高く角張る-通常低く時に角張る
	肛門	周辺に髯が発達しない-表皮の髯に覆われる
	排泄孔の位置	通常 1.5倍より前方-通常2倍かより後方 (0.9~1.9) (2.0~3.1)
第二期幼虫	DGO	通常 2.4μm以下-通常 2.5~2.8μm 多くは 2.2μm以下
	尾部の形状	(1.9~2.7μm) (2.4~3.0μm) 齊一に徐々に細くなる-通常尾端透明部付近に
	尾端透明部の形状	強いくびれを持たない-強いくびれを持つ
	尾端の形状	齊一に徐々に細くなる-太く両側平行に近い 細く丸められることが多い-太く半円形の印象
サツマイモネコブセンチュウ-キタネコブセンチュウ (L-type)		
雌成虫	会陰紋	概形 通常縦長-円形
	縦線	強く狭く横目状-中庸
	側線	不明瞭 (1本)-2本で明瞭
	弓状域	通常高く角張る-低い
	肛門	周辺に髯が発達しない-表皮の髯に覆われる
	排泄孔の位置	通常 1.5倍より前方-通常2倍かより後方 (0.9~1.9) (1.6~2.9)
第二期幼虫	DGO	1.9~2.7μm-2.9~3.4μm
	尾部の形状	齊一に徐々に細くなる-2回緩やかにくびれる
	尾端透明部の形状	強いくびれを持たない
	尾端の形状	齊一に徐々に細くなる-著先鋭形の印象 細く丸められることが多い-細く時に尖り突出する 丸いか三角形形状
サツマイモネコブセンチュウ-キタネコブセンチュウ (S-type)		
雌成虫	会陰紋	概形 通常縦長-円形
	縦線	強く狭く横目状-中庸
	側線	不明瞭 (1本)-明瞭、時に中央部で2本
	弓状域	通常高く角張る-低い
	肛門	周辺に髯が発達しない-表皮の髯に覆われる
	排泄孔の位置	通常 1.5倍より前方-通常2倍かより後方 (0.9~1.9) (1.5~3.4)
第二期幼虫	DGO	1.9~2.7μm-3.8~4.1μm
	尾端の形状	細く丸められることが多い-細い半円形状
	体前端	丸いか三角形形状 平ら-細く丸い
サツマイモネコブセンチュウ-キタネコブセンチュウ (L-type)		
雌成虫	会陰紋	概形 通常縦長-円形
	縦線	強く狭く横目状-中庸
	側線	不明瞭 (1本)-明瞭、時に中央部で2本
	弓状域	通常高く角張る-低い
	肛門	周辺に髯が発達しない-表皮の髯に覆われる
	排泄孔の位置	通常 1.5倍より前方-通常2倍かより後方 (0.9~1.9) (2.0~3.4)
第二期幼虫	DGO	1.9~2.7μm-3.8~4.1μm
	尾長	通常 50μm前後-55~60μm (45~55μm)
	DHK	14~16μm-約17μm
	尾端透明部長	10~12μm-13~15μm (9.1~12.6μm) (12.7~14.8μm)
	体長	通常410μm以下-410μm以上 (344~450μm) (417~469μm)
	尾端の形状	細く丸められることが多い-細い半円形状
	体前端	丸いか三角形形状 平ら-細く丸い

第VI-4表 続き

ステージ	形質	識別方法
サツマイモネ	コブセンチュウ	コブセンチュウ
雌成虫	会陰紋	通常縦長—円形
	肛門	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	DGO	通常高く角張る—低い
	排泄孔の位置	通常高く角張る—低い
第二期幼虫	DGO	通常高く角張る—低い
	DHK	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	体長	通常高く角張る—低い
	尾節の形状	通常高く角張る—低い
	尾端透明部の形状	通常高く角張る—低い
	尾端の形状	通常高く角張る—低い
サツマイモネ	コブセンチュウ	コブセンチュウ
雌成虫	会陰紋	通常縦長—円形
	肛門	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	DGO	通常高く角張る—低い
	排泄孔の位置	通常高く角張る—低い
第二期幼虫	DGO	通常高く角張る—低い
	DHK	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	体長	通常高く角張る—低い
	尾節の形状	通常高く角張る—低い
	尾端透明部の形状	通常高く角張る—低い
	尾端の形状	通常高く角張る—低い
ジャワネコブ	センチュウ (S-type)	センチュウ (S-type)
雌成虫	会陰紋	通常縦長—円形
	肛門	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	DGO	通常高く角張る—低い
	排泄孔の位置	通常高く角張る—低い
第二期幼虫	DGO	通常高く角張る—低い
	DHK	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	体長	通常高く角張る—低い
	尾節の形状	通常高く角張る—低い
	尾端透明部の形状	通常高く角張る—低い
	尾端の形状	通常高く角張る—低い
ジャワネコブ	センチュウ (S-type)	センチュウ (S-type)
雌成虫	会陰紋	通常縦長—円形
	肛門	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	DGO	通常高く角張る—低い
	排泄孔の位置	通常高く角張る—低い
第二期幼虫	DGO	通常高く角張る—低い
	DHK	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	体長	通常高く角張る—低い
	尾節の形状	通常高く角張る—低い
	尾端透明部の形状	通常高く角張る—低い
	尾端の形状	通常高く角張る—低い
ジャワネコブ	センチュウ (S-type)	センチュウ (S-type)
雌成虫	会陰紋	通常縦長—円形
	肛門	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	DGO	通常高く角張る—低い
	排泄孔の位置	通常高く角張る—低い
第二期幼虫	DGO	通常高く角張る—低い
	DHK	通常高く角張る—低い
	口針長	通常高く角張る—低い
	体長	通常高く角張る—低い
	尾節の形状	通常高く角張る—低い
	尾端透明部の形状	通常高く角張る—低い
	尾端の形状	通常高く角張る—低い

第VI-4表 続き

ステージ	形質	識別方法
ジャワネコブセンチュウ (S-type) - アレナリアネコブセンチュウ	雌成虫 会陰紋 概形 側線 弓状域	円形, 時に五角形 - 円形 通常2本で明瞭 - 不明瞭 (1本) 通常低く時に角張る - 低い
第二期幼虫	D G O D G O 尾長 D H K 口針長 体長 a 値	4.1~6.4 μ m - 6.5~6.9 μ m 2.4~3.0 μ m - 3.9~4.0 μ m 45~50 μ m - 約60 μ m 約17 μ m 14.0~14.3 μ m - 約14 μ m 10.8~11.9 μ m - 約14 μ m 通常400 μ m以下 - 約460 μ m (377~413 μ m) 25~28 - 約30
ジャワネコブセンチュウ (S-type) - クワネコブセンチュウ	雌成虫 会陰紋 概形	円形, 時に五角形 - 錐形 側線でしばしば張り出す 中脘 - 非常に強く通常広い 2本 - 1本
第二期幼虫	D G O D H K 口針長 尾端	通常低く時に角張る - 低い 2.4~3.0 μ m - 3.7~3.9 μ m 14.0~14.3 μ m - 14.9~15.8 μ m 9.8~12.0 μ m - 12.4~13.1 μ m 太く丸められる - 相当細く時に突出する
ジャワネコブセンチュウ (L-type) - キタネコブセンチュウ (S-type)	雌成虫 会陰紋 側線 尾端	通常中心部を離れても2本 - 1本, 時に中心部で2本 時に尾輪紋を有するが - 点刻を有する 点刻はない
第二期幼虫	D G O c 値 体長 尾部の形状 尾端透明部の形状 尾端の形状 体前端	通常16.0 μ m以上 - 13.6~15.1 μ m (14.9~16.7 μ m) (14.1~14.8 μ m) 2.8~3.4 μ m - 3.8~4.1 μ m 8.1~8.5 - 7.0~7.7 通常400 μ m以上 - 390 μ m以下 (393~433 μ m) (344~390 μ m) 2回緩やかにくびれる - 齊一に徐々に細くなる 漸先鋭形の印象 - 細く伸びる 細く時に尖り突出する - 細く丸い やや平ら - 細く丸い
ジャワネコブセンチュウ (L-type) - キタネコブセンチュウ (L-type)	雌成虫 会陰紋 側線 尾端	通常中心部を離れても2本 - 1本, 時に中心部で2本 時に尾輪紋を有するが - 点刻を有する 点刻はない
第二期幼虫	D G O 尾長 c 値 尾端透明部の形状 尾端の形状 体前端	2.9~3.4 μ m - 4.0~4.8 μ m 45~50 μ m - 55~60 μ m 8.1~8.5 - 7.9~7.7 漸先鋭形の印象 - 細く伸びる 細く時に尖り突出する - 細く丸い やや平ら - 細く丸い
ジャワネコブセンチュウ (L-type) - アレナリアネコブセンチュウ	雌成虫 会陰紋 概形 側線 弓状域	円形時に五角形 - 円形 通常2本で明瞭 - 不明瞭 (1本) 通常低く時に角張る - 低い
第二期幼虫	D G O D G O 尾長 D H K 口針長 体長 尾端の形状	4.8~6.0 μ m - 6.5~6.9 μ m 2.9~3.4 μ m - 3.9~4.0 μ m 50 μ m前後 - 約60 μ m 15 μ m前後 - 約17 μ m 11~13 μ m - 約14 μ m 通常400 μ m以下 - 約460 μ m (393~433 μ m) 相当細く時に尖り突出する - 尾端は太く丸められる
ジャワネコブセンチュウ (L-type) - クワネコブセンチュウ	雌成虫 会陰紋 概形	円形 - 錐形 側線でしばしば張り出す 中脘 - 非常に強く通常広い 2本 - 1本
第二期幼虫	D G O c 値	2.9~3.4 μ m - 3.7~3.9 μ m 8.1~8.5 - 7.5~7.7

第VI-4表 続き

ステージ	形質	識別方法
キタネコブセンチュウ (S-type) - キタネコブセンチュウ (L-type)		
第二期幼虫	尾長	45~50 μ m-55~60 μ m
	体長	390 μ m以下-410 μ m以上
	a 値	(344~390 μ m) (416~469 μ m)
	尾端透明部長の形状	26前後-29前後 著しくくびれない-くびれが発達する
キタネコブセンチュウ (S-type) - アレナリアネコブセンチュウ		
第二期幼虫	会陰紋	点刻を有する-点刻等はない
	口針長	14.1~14.8 μ m-16.8~17.2 μ m
	尾長	45~50 μ m-約60 μ m
	D H K	14~15 μ m-約17 μ m
	口針長	11~12 μ m-約14 μ m
	体長	390 μ m以下-約460 μ m
	a 値	26前後-約30
	尾部の形状	齊一に徐々に細くなる-尾端透明部付近に強くくびれを持たない-やや強くくびれを持つ
	尾端透明部の形状	やや細く徐々に細くなる-太く両側平行
	体前端	細く丸い-平ら
キタネコブセンチュウ (S-type) - クワネコブセンチュウ		
第二期幼虫	会陰紋	円形-鍋形
	条線	側縁でしばしば張り出す
	尾端	中腰-非常に強く通常広い
	口針長	点刻を有する-点刻等はない
	D H K	14.1~14.8 μ m-15.6~17.6 μ m
	口針長	13.9~14.6 μ m-14.9~15.8 μ m
	尾部の形状	9.6~12.0 μ m-12.4~13.1 μ m
	尾端透明部の形状	齊一に徐々に細くなる-2回縁やかくびれる
	尾端の形状	やや細く、鈍形-漸先鋭形
	体前端	小さい半円の印象-相当細く時に突出する 細く丸い-平ら
キタネコブセンチュウ (L-type) - アレナリアネコブセンチュウ		
第二期幼虫	会陰紋	円形-鍋形
	条線	側縁でしばしば張り出す
	側縁	中腰-非常に強く通常広い
	口針長	明瞭、時に中央部で2本-不明瞭(1本)
	D H K	14~15 μ m-約17 μ m
	口針長	15 μ m前後-約17 μ m
	尾端透明部長	11~13 μ m-約14 μ m
	尾部の形状	13~15 μ m-約12 μ m 3回縁やかくびれる-尾端透明部付近で強くくびれる
	尾端透明部の形状	細長くくびれが発達する-太く両側平行
	尾端の形状	細く丸い-太く丸い
	体前端	細く丸い-平ら
キタネコブセンチュウ (L-type) - クワネコブセンチュウ		
第二期幼虫	会陰紋	円形-鍋形
	条線	側縁でしばしば張り出す
	尾端	中腰-非常に強く通常広い
	口針長	点刻を有する-点刻等はない
	排泄孔の位置	13.6~15.1 μ m-15.6~17.6 μ m
	a 値	2.0~3.3-0.9~1.4
	尾長	29前後-26前後
	尾端透明部長	55~60 μ m-50 μ m前後
	尾端透明部の形状	13~15 μ m-11~12 μ m 細長くくびれが発達する-漸先鋭形
	体前端	両側平行 細く丸い-平ら

第VI-4表 続き

ステージ	形質	識別方法
アレナリアネコブセンチュウ-クワネコブセンチュウ		
雌成虫	会陰紋 概形	円形-楕形
	条線	側縁でしばしば張り出す
第二期幼虫	DGO	中庸-非常に強く通常広い
	排泄孔の位置	6.5~6.9 μ m-3.8~5.9 μ m
	尾長	2.1~2.6-0.9~1.4
	DHK	約60 μ m-50 μ m前後
	口針長	約17 μ m-15~16 μ m
	体長	約14 μ m-12~13 μ m
	a値	約460 μ m-390~410 μ m
	尾部の形状	約30-26前後
	尾端透明部の形状	尾端透明部付近で~2回緩やかにくびれる
	尾端の形状	強くくびれる 太く両側平行、鈍形-漸先鋭形 太く丸い-相当細く時に突出する

DGO: 背部食道腺開口部から口針節球までの距離

DHK: 口針節球から体前端までの距離

けによる方法も多少ともあいまいな同定にならざるをえない。これらの同定方法は補助的な、どちらか一方の資料しかえられない時のための特殊な方法と言えよう。

雌成虫と第二期幼虫を組合わせた形態的総合判定法を、時間と人手が許す限りなるべく多くの組合わせに対して行うことが理想的であるが、時間も人手も限られてるのが現実である。本研究では第二期幼虫の調査頭数を10頭としたが、標準偏差の大きさから見てこれを半分程度、例えば5頭にしても同定の精度はさほど悪くないと思われる。実際の同定に際して同じ時間をかけるなら、第二期幼虫の調査頭数を10頭から5頭に減らして、倍までは行かなくとも雌成虫の調査頭数をなるべく増やすのが適当であろう。

第三章第4節(p.146)で検討したように、特にキタネコブセンチュウでは寄主の好適度とその形態、特に第二期幼虫の計測値に影響を与えることが示された。しかし、その影響の程度は、非寄主とされる程好適度が低い場合でない限り同定に影響することはなかった。本節で述べた各種の方法でネコブセンチュウの同定を行う際、寄主の違いはほとんど考慮する必要がないと考えられる。

第2節 接種方法を標準化した判別寄主法によるネコブセンチュウ主要4種の同定法

第四章(p.160)で述べたように、ネコブセンチュウの同定に際しての寄主範囲の重要性にはたいへん大きいものがある。寄主範囲が狭い種では、寄主を知ただけで種を推定することができるものも多い。接種方法を標準化しなくても標準判別寄主試験(Taylor and Sasser(1978))により、ネコブセンチュウの主要4種の単独個体群はジャワネコブセンチュウとアレナリアネコブセンチュウのレース2を除いて同定できる。しかし混合個体群の場合には、キタネコブセンチュウとサツマイモネコブセンチュウレース1または2の混合個体群の寄主反応がアレナリアネコブセンチュウレース1と同じになる等、接種方法を標準化しない限り正確な同定が

難しい場合がある。

判別寄主による同定方法は本源的に形態的同定方法より時間と手間を要する方法である。しかし、ネコブセンチュウ混合個体群の構成比を推定しようとする場合、雌成虫と第二期幼虫の形態を組合わせた形態的総合判定法を100頭の雌成虫に対して行うことはまったく不可能であり、また100頭の雌成虫の会陰紋を検鏡することはほとんど実現不可能と思われ、その際期待できる混合個体群の検出限界はせいぜい1%である。これに対し判別寄主による同定方法では、1本の検定植物に1,000頭の第二期幼虫を接種することは日常的に容易に実行でき、検出限界も通常の寄生率を約50%と仮定しても0.2%、反復数を容易に増やせることから充分0.1%を超えるものと考えられる。このように判別寄主による同定方法は接種方法を標準化した場合には、形態的同定方法よりも高い精度で混合個体群を検出し、その構成比を推定できると考えられる。

またネコブセンチュウのレースは形態的方法では検出ができないか、非常に困難であり、判別寄主を用いる以外に検出する方法がない。生化学的方法によれば、現在既にネコブセンチュウの一部の種は同定が可能となっているが、レースについてはその方法はまだ確立されていない。

用いる判別寄主は標準判別寄主試験に用いられる6種の他、九州における主要な畑作物の1つ、サツマイモの農林1号と農林2号の計8種(品種)である。サツマイモの2品種は、抵抗性を打破するサツマイモネコブセンチュウのレースの検出を行うため筆者が加えたものである(第II-3表:p.22)。その方法は第II章B.

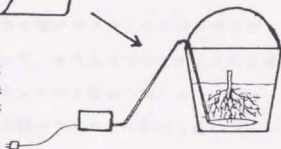
(p.21)に記した通りであるが、ここでは具体的手法をフローチャートとして第VI-2図に示した。

各種の単卵の分離系統および単一種、単一レースからなる個体群の場合は、第IV-2～5表に示すような各種・各レース固有(ジャワネコブセンチュウとアレナリアネコブセンチュウレース2を除く)の寄主反応が示されるので、ジャワネコブ

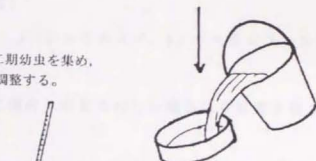
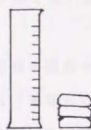
ネコブセンチュウを
トマトで増殖する。



ネコブセンチュウが寄生した
トマトの根を掘り上げ、水洗
した後水道水中で通気しなが
ら第二期幼虫を孵化させる。



500メッシュのふるいで第二期幼虫を集め、
懸濁液の濃度を200頭/mlに調整する。



各種検定植物を育成したポットの表面に
メスビペットで第二期幼虫の懸濁液5mlを
注ぎ接種する。



48日後、根を掘り上げ水洗、
0.5%フロキシニンB水溶液に
浸漬、卵のうを染色する。



根を約1cmの長さに切断、バットの上に広げて根こぶ数、
卵のう数を計数する。



第VI-4図 本邦産ネコブセンチュウの判別寄主による同定法の接種および調査の手順

センチュウとアレナリアネコブセンチュウレース2を除く種およびそれらのレースの同定ができる。

混合個体群の構成比は、対象となる種がサツマイモネコブセンチュウ（レース1または3）、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの3種の場合は、

$i : j : h = (\text{ピーマン卵のう数} - \text{ラッカセイ卵のう数}) :$

$(\text{タバコ (NC95) 卵のう数} - \text{ラッカセイ卵のう数}) :$

(ラッカセイ卵のう数)

ただし、 i : サツマイモネコブ、 j : ジャワネコブ、 h : キタネコブセンチュウ、

$$i + j + h = 100.$$

() 内が負でスイカに卵のうが見られない場合は0に置き換える。

で計算、推定する。

雌成虫と第二期幼虫を組合せた形態的総合判定法によりおおまかな構成比がすでに明かとなっている（第III-29表；p.143）ネコブセンチュウの混合個体群に、接種方法を標準化した判別寄主法（以下標準化判別寄主法と呼ぶ）を適用し（第IV-12表；p.176）、その結果から計算した種の構成比を第VI-5表に示した。第VI-5表にはサツマイモネコブセンチュウの中でのレースの構成比の試算例も挙げた。

サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの構成比に関しては、本判別寄主法による推定値は、形態的総合判定法による推定値と常にかなりよく一致した。ただし、サツマイモネコブセンチュウの割合が常に若干低く算出された。キタネコブセンチュウと他のネコブセンチュウの構成比に関しては、1例（Oz個体群）ではよい一致が見られたが、他の2例のキタネコブセンチュウが多数を占めるサツマイモネコブセンチュウとの混合個体群では充分な一致は見られなかった。

標準判別寄主試験Taylor and Sasser(1978)では、第II-3表（p.22）に示した判別寄主の内サツマイモを除く6種をネコブセンチュウ汚染土に播種あるいは苗を移植して、ある期間の後根系に形成された根こぶまたは卵のうの有無を調べ、ネコ

第VI-5表 形態的方法と接種方法を標準化した判別寄主法により得られたネコブセンチュウの混合個体群の構成比の比較

個体群名 ⁷⁾	形態的方法による構成比 ¹⁾	判別寄主法による構成比
K o	i 10:90 j	li 5.1:94.9 j
No 8	i 50:50 j	li 35.9:64.1 j
O h	i 60:40 j	li 53.1:46.9 j
O z	h 10:60 i:30 j	h 9.5:46.3 il:44.2 j
I s	i 100 ²⁾ :1 ³⁾	i ¹⁾ 96.4:3.6 j li 4.7:95.3 i ³⁾
A i 3	h 80:20 i	h 14.3:85.7 il
S u	h 90:10 i	h 51.1:48.9 il ⁴⁾
N t 4	a 50 ⁵⁾ :50 j ²⁾	li 13.5:86.5 j ²⁾
H i ₂		li 97.3:2.7 i ₂

a: アレナリアネコブセンチュウ h: キタネコブセンチュウ i: サツマイモネコブセンチュウ j: ジャワネコブセンチュウ l: レース1 2: レース2
3: レース3

- 7): 個体群の産地、寄主反応の実際の数値等詳細については第II-1表、第IV、V章に記した。
 1): 雌成虫10頭に雌成虫と第二期幼虫を組合せた形態的総合判定法を適用して得られた構成比。
 2): 寄主分離個体群を調査してジャワネコブセンチュウ (I s j 個体群; 第IV-6表) の混在を確認した。
 3): レース3を含む。
 4): サツマイモネコブセンチュウの内訳
 5): ラッカセイのデータは根こぶ数を用いた。
 6): ラッカセイに対する寄生はなく、1単卵のう分離系統については寄主範囲の調査からレース2であることを確認した (第IV-11表)。
 7): ビーマンに寄生した個体の会陰紋を検鏡してサツマイモネコブセンチュウの混在を確認した。
 8): ジャワネコブセンチュウにはアレナリアネコブセンチュウレース2を含む。

ブセンチュウの同定を行う。Taylor and Sasser(1978)も接種方法の標準化を勧めているが、筆者は、接種方法を標準化するとともに根系に形成された卵のう数を計数することにより、ネコブセンチュウの混合個体群に対して種の検出および同定、その構成比の推定を可能にする方法(標準化判別寄主法)を開発した。

近年記載された多数のネコブセンチュウの中には、*M. cruciani* Garcia-Martinez, 1982(寄主反応: サツマイモネコブセンチュウレース2)や *M. microcephala* Cliff and Hirschmann, 1984(寄主反応: アレナリアネコブセンチュウレース2)のようにネコブセンチュウ主要4種およびこれら4種のレースのいずれかと共通の寄主反応を示す種が存在する(第1-1表: p.7)。このような種の存在はネコブセンチュウの寄主範囲による同定に問題を投げかけるが、このような種の分布は極めて限定されており実際上は問題ないと考えられる。同様に本邦においては、ジャワネコブセンチュウの発生は普通であるが、本研究における検出頻度から判断してアレナリアネコブセンチュウの発生例は極めて少ないと思われるので、ジャワネコブセンチュウあるいはアレナリアネコブセンチュウレース2の寄主反応を示す個体群はジャワネコブセンチュウと考えて差し支えない。ジャワネコブセンチュウとアレナリアネコブセンチュウレース2、ネコブセンチュウ主要4種と共通の寄主反応を示す他の種を識別するには現時点では形態的方法が最も適当である。

第IV章第1節(p.163)に記した通り、本方法により得られるネコブセンチュウの寄主反応(根系に形成される卵のう数、根こぶ数)には個体群間および反復間にならざる変異が見られる。また、ワタおよびスイカは根系の発達に他の判別寄主に比べ悪く、根系に形成される卵のう数、根こぶ数も根系の発達に相関して少なくなることが多かった。そこで、第IV章第3節(p.178)に記したような、サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの間における種間の干渉作用の存在を示すと見られるデータはあるものの、複数種の構成比の推定にはタバコ(NC95)、ピーマンおよびラッカセイに形成された卵のう数の平均値を通常は用い、上記の最

も単純な線形的な計算方法を取ることとした。根こぶ数ではなく卵のう数を構成比の計算に用いたのは、例えばワタを寄主としないサツマイモネコブセンチュウのレース1もワタの根にししば根こぶを形成することがあるので(第IV-2表:p. 164)、卵のう数の方が寄主反応をより正確に反映すると思われるためである。ラッカセイでは他の判別寄主には卵のうが多数形成されているにもかかわらず、時に根こぶ数に比べ卵のう数が著しく少ないことがある。このようなケースは冬期気温が低めに経過した場合に多く見られ、稀にはトマトを除くほとんどの寄主で卵のうの形成が悪くなることもある。このような場合には止むを得ず一部あるいはすべて寄主反応のデータを根こぶ数のデータに置き換え計算を行うこととした。

第VI-5表に示した混合個体群の種の構成比の計算例で、サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの混合個体群の標準化判別寄主法により計算した種の構成比が、常に形態的方法により推定した大まかな構成比を下回ったことは、第IV章第3節(p.178)で考察したように両種の間に干渉作用が存在することを反映していると考えられる。しかし両種の間の干渉作用は無視できる程度のものと判断された。キタネコブセンチュウを含む混合個体群については、形態的総合判定法と標準化判別寄主法で得られた構成比の推定値が大きく食い違う例が見られたことから、今後種間の相互作用の有無を実験的に検討し、補正方法も含めた種の構成比の計算方法を確立しなければならない。

サツマイモネコブセンチュウのレース間の構成比も理論的には本方法で推定可能である。サツマイモネコブセンチュウのレース1または3とレース2または4の間の構成比は、タバコ(NC95)に形成される卵のう数、根こぶ数が感受性の対照であるトマトのそれとほぼ同じと期待してよいと考えられるので、第IV-7表(p.171)のHi₂個体群の例のように、

$$1(3) : 2(4) = (\text{トマト卵のう数} - \text{タバコ(NC95)卵のう数}) : (\text{タバコ(NC95)卵のう数})$$

ただし、1：レース1，2：レース2，3：レース3，4：レース4，

$$1(3) + 2(4) = 100$$

() 内が負となる時は0に置き換える。

で計算できよう。しかしレース1または2とレース3または4の構成比は、ワタの根系の発達が悪くどうしてもトマトほど多くの根こぶ、卵のうを形成させることができないため、この場合には、

$$1(2) : 3(4) = (\text{ワタに形成され得る卵のう数の最大値}$$

－実際のワタの卵のう数) : (ワタ卵のう数)

$$\text{ただし、} 1(2) + 3(4) = 100$$

で計算する他ないと考えられる。その計算例を第VI-5表(15個体群)に挙げたが、サツマイモネコブセンチュウレース3の検出例が少なく、他のレースと混合発生しているためワタにおける最大の卵のう数が明らかでなく、信頼できる構成比は得られていない。標準判別寄主によって区別される4レースについては、4レース全てがそろって発生した場合の構成比の計算等の問題があるが、レース1以外の発生が極めて稀な本邦の状況に鑑み、これ以上の考察は省略することにする。

サツマイモネコブセンチュウのサツマイモ品種の反応によって区別される3つのレースも混合発生することが多い。これらのレースの構成比の計算には、3レースに共通な寄主で九州でサツマイモネコブセンチュウに次いで発生が多いジャワネコブセンチュウが寄生しないピーマンの寄主反応を利用して、

$$N0 : N1 : N2 = (\text{ピーマン卵のう数} - \text{農林1号卵のう数}) :$$

(農林1号卵のう数 - 農林2号卵のう数) :

(農林2号卵のう数)

$$\text{ただし、} N0 : \text{レース} N0, N1 : \text{レース} N1, N2 : \text{レース} N2, N0 + N1 + N2 = 100$$

() 内が負となる時は0に置き換える。

で計算することが考えられるが、サツマイモネコブセンチュウが農林1号に形成す

る根こぶ数、卵のう数には個体群間の変動が極めて大きく、ビーマンに形成される卵のう数、根こぶ数が通常サツマイモに形成される卵のう数、根こぶ数より著しく多いこと（第IV-2表：p.164）から、現状では構成比の計算を行う意味がないと思われる。サツマイモネコブセンチュウのサツマイモ品種による3つのレースの構成比を推定するには、感受性の基準となる安定した寄主反応を示すサツマイモの品種を見出し、農林1号に代える必要がある。ただし、発生例の極めて少ないレースN0を除く2レース（N1、N2）の構成比は、

$$N1:N2 = (\text{農林1号卵のう数} - \text{農林2号卵のう数}) : (\text{農林2号卵のう数})$$

ただし、N1：レースN1、N2：レースN2、 $N1+N2=100$

（）内が負となる時は0に置き換える。

で推定できよう。なお、ジャワネコブセンチュウの中にはサツマイモ農林2号に（第IV-6表：p.170）、キタネコブセンチュウの中にはサツマイモ農林1号と2号に寄生し若干の根こぶ、卵のうを形成するものがあるので（第IV-8表：p.172）、これらの種が混在している場合にはサツマイモネコブセンチュウのサツマイモにおけるレースの検出は、形態的方法を併用して慎重に行う必要がある。

第3節 ネコブセンチュウのその他の分類・同定法

A. ネコブセンチュウにより形成された根こぶの特徴による分類・同定

キタネコブセンチュウの寄生によって形成された根こぶからは不定根が発生することが多い。この性質はキタネコブセンチュウに特有であり、被害根の根のこぶの比較によりサツマイモネコブセンチュウによる根こぶと識別することができる

(Williams(1974), 第VI-3図A、B)。M. *exigua* Goeldi, 1887がコーヒーの根に形成する根こぶは端生することが多い (Goeldi(1887(1892)), Jepson(1987)) し、M. *christiei* Golden and Kaplan, 1986はコナラ属の植物の根にマメ科植物の根瘤に似た球形のコブを側生させる (Golden and Kaplan(1986)) といったように、ネ



第VI-5図 ネコブセンチュウ数種が形成する根こぶ

A: サツマイモネコブセンチュウ B: キタネコブセンチュウ C: シバネコブセンチュウ

コブセンチュウは種によってはそれぞれ特徴的な根こぶを形成することが知られる。

本邦産の種の中では、カタネコブセンチュウの他カキツバタネコブセンチュウが形成する根こぶに特徴的な形態が見られ他種との区別が可能である。カキツバタネコブセンチュウが形成する根こぶは多くは端生し、紡錘形で、時に根こぶが端生でないときはそこで根がよじれる（第Ⅲ-44図：p.121）。卵のうは通常根こぶの中に産出され根こぶの外には見られない（第Ⅲ-45図：p.121）。このような特徴を示す種としては海外にはM. *ottersoni* (Thorne, 1969) Franklin, 1971が知られる（Franklin(1971)）が、本邦産では他に類例を見ない。

シバネコブセンチュウがイネ科植物の根に形成する根こぶは小さく、研究者によっては雌成虫の体が根の表面に裸出すると述べているほどである。実際によく観察すると虫体は薄く根の表皮に覆われているが、他のネコブセンチュウがそれぞれの寄主に形成する根こぶとは異なっている（第Ⅵ-5図C）。しかしサツマイモネコブセンチュウやジャワネコブセンチュウがイネ科植物に寄生した場合も寄主にもよるが根こぶは小さいことが多く、実際にシバネコブセンチュウを根こぶの外見で区別するのは困難である。

B. 走査型電子顕微鏡の利用

ネコブセンチュウの雌成虫および第二期幼虫の頭部の正面像は、Whitehead(1968)が記載して以来ネコブセンチュウの分類・同定上有用とされてきたが、走査型電子顕微鏡の利用によって従前の光学顕微鏡に比べて、はるかに明瞭な像が得られるようになった（Eisenback and Hirschmann(1979a,b), Eisenback and Hirschmann(1980), 岡本・八重樫(1981), 八重樫・岡本(1981)）。雌成虫の頭部正面像にも分類・同定上の有用性が認められている（Eisenback et al.(1980)）。

ネコブセンチュウの口針の微細形態も走査型電子顕微鏡を利用することにより明らかにされつつあり、Eisenback(1982b), Eisenback and Hirschmann(1981), Eisenback et al.(1980), Jepson(1983d,1987)によりステージごとに取りまとめら

れた。雌成虫の会陰部の形態が走査型電子顕微鏡によって観察された例 (Eisenback et al. (1980), Sasser and Carter (1985)) でも、会陰紋そのものは明瞭に観察されている。

このように走査型電子顕微鏡は、ネコブセンチュウの分類には有用であることが明かとなっている。しかし、走査型電子顕微鏡で観察するための試料作成方法等は、日常多数の試料の同定を行う場合には煩雑であると思われる。本研究の範囲では、走査型電子顕微鏡は使用しなかったが、今後走査型電子顕微鏡を利用した同定方法については検討することとしたい。

C. 生化学的手法による分類・同定

アイソザイムの電気泳動パターン、制限酵素断片長多型、DNA-DNAハイブリダイゼーション法等を利用した生化学的な同定方法がネコブセンチュウにも利用され始め、種の同定には有用であることが明かとなっているが (Esbenshade and Triantaphyllou (1987), 奈良部ら (1989), 奈良部 (1990)), 本研究では生化学的手法を取り扱わなかったため、生化学的手法による同定についても今後の問題とした。

考察

本研究では雄成虫による同定方法は検討しなかったが、今後雄成虫によっても同定ができるよう、雄成虫の形態を調査し、同定方法を確立して行くことも必要であろう。

本章で以上に述べた形態的同定方法、特に形態的総合判定法によれば、本邦産ネコブセンチュウ全種をこれまでに比べ相当明快に同定することができるようになったと言える。しかし、実際に同定を行うには、計測にかなりの手間と時間を要し、経験と熟練を必要とすることも確かである。

将来的には、近年発展が顕著な画像解析法を利用して計測の自動化を計り、計測

に要する時間と手間を節約していくことが考えられる。画像解析法によれば、これまでは計測が困難で質的な形質としてしか捉えることができなかった、例えば第二期幼虫の尾端の尖り具合、雌成虫の会陰紋の条線の強さや間隔等を定量的に表し、分類・同定に活用する可能性も考えられる。

本研究で開発した接種方法を標準化した判別寄主法、標準化判別寄主法は、1種あるいは1レースの単独個体群が同定できるだけでなく、複数種の混合個体群をその構成比を1%のレベルまで明らかにすることができる優れた面を持っている。反面これに要する手間は従前の方法に比べ多いと言わざるを得ないが、得られる情報はこれに充分見合ったものと考えられる。キタネコブセンチュウを含む混合個体群では構成比の推定がうまく行かない等、改善すべき点はあるが、複数種の混合個体群に対応できる方法としては、現時点では最も精度が高い方法であると思われる。

ネコブセンチュウは寄主範囲が広く、寄主の中には好適なものもあればあまり適当ではないものもある。寄主の好適度が寄生したネコブセンチュウ雌成虫の形態、あるいはその雌成虫が産んだ卵から孵化した第二期幼虫の形態、主に量的形質に影響を与える可能性が考えられる。もしこのような影響が大きいものであれば、同定しようとするネコブセンチュウの寄主の種によって同定の基準を変えなければならない。本研究で筆者はもっぱらトマトに寄生したネコブセンチュウを対象として測定を試み、同定を行って来たが、第III章第4節(p.146)でサツマイモネコブセンチュウ(Hi₂₂₂個体群、レース2、N2)およびキタネコブセンチュウ(Nm個体群、L-type)について、寄主による形態の変異が生じるかどうかを検討した。サツマイモネコブセンチュウ(Hi₂₂₂個体群)では特に不適当な寄主を対象とすることはできなかったが、キタネコブセンチュウ(Nm個体群)では不適当な寄主として通常非寄主と考えられているサツマイモ(農林1、2号)に寄生した雌成虫およびそれが産んだ卵から孵化した第二期幼虫の形態を調査することができた。その結果、寄主による形態の変異は存在するものの、質的形質には影響がなく、計測値に

においても同定の基準を変えなければならないほど著しいものではないと判断された。ジャワネコブセンチュウ等その他の種での調査は行っていないが、本来寄主ではないスイカにかりうじて寄生したキタネコブセンチュウでも量的形質に著しい影響を受けていなかったことから（このデータはK K個体群、第三章第4節：p.146）、通常の寄主であれば寄主の影響は考慮する必要がないと考えられる。

ネコブセンチュウの雌成虫の産卵数は条件が良い場合には1,000個を超える。これらの卵のうち産み始めの卵、あるいは産み終わりの卵から孵化した第二期幼虫の形態と、産卵期間の中頃産卵最盛期に産まれた卵から孵化した第二期幼虫の形態には差があることが考えられる。筆者は、卵の産み始めあるいは産み終わりの時期の卵のうとと考えられる、1個から孵化する第二期幼虫数が少ない卵のうの場合、第二期幼虫の各種計測値が小さくなる傾向があることから、産み始めの卵、あるいは産み終わりの卵から孵化した第二期幼虫の計測値は小さくなると予想しているが、このことも同定に影響を与える可能性がある。不適当な寄主ではネコブセンチュウの生育が遅くなり、同一の時点で他の寄主に比べて卵のう中の産み始めの卵の割合が高くなることが考えられる。先に述べた寄主による計測値の変異も実はこのようなネコブセンチュウ雌成虫の齢の影響を見ていた可能性がある。同一寄主を何本も用意して同時にネコブセンチュウ第二期幼虫を接種し、時期を変えて雌成虫を採取し計測を行えばこの点を明らかにすることができたかもしれないが、雌成虫の産卵開始時期および産卵数には個体間の差がかなりあり、これだけで雌成虫の齢が充分揃うとは予想されないこと、計測値に雌成虫の齢の与える影響が検出されてもそれが顕著なものになるとは予想されないことから、このような試験は実施できず、計測値に及ぼす雌成虫の齢の影響は明らかにすることはできなかった。この点は今後の問題点として残されるが、この問題を解決するには、根の組織培養を用いてネコブセンチュウを寄生させ、産卵期間を正確に知った上でその卵のうから孵化した第二期幼虫を計測する、あるいは同一の雌成虫から経時的に卵を取りその卵を孵化させ

て第二期幼虫を計測する等の方法を取ることが必要であろう。

第七章 総合考察

現在主に使用されるネコブセンチュウの分類・同定の方法は、形態による方法と寄主反応による方法に大別される。この他、近年は生化学的手法が分類に応用されるようになってきている。

形態による方法は、1949年Chitwoodにより基礎が築かれ、現在まで約50年の歴史を持つ。分類・同定に重要とされる形態的な形質は、Chitwood以来最も重要とされてきた雌成虫の会陰紋の他は、研究者によって様々な種類のものが採用されてきたが、本研究では、研究開始当初Esser(1976)を参考に計測が容易な雌成虫および第二期幼虫の形態を選択し、雌成虫の口針長、排泄孔の位置、第二期幼虫の尾長、尾部の形状、尾端透明部長、DGO等の形質がJepson(1987)が重要と認めた形質とはほとんど一致していたので(第Ⅲ-4表:p.38)、これらの形態を引続き使用して分類・同定に関する研究を進めた。

これらの分類・同定に使用した形質の多くは種内の変異が小さく、種間差が大きいものであったが、第二期幼虫の体長や α 値等、大きな種内変異を持つものの(第Ⅲ章第2節A、(サツマイモネコブセンチュウ):p.51、他)、既往の文献に必ず記載されているため捨て去ることができない形質もあった。 α 値等は第Ⅲ章第5節B、(p.153)で行った判別分析で判別関数から除かれ、あまり有用性が高くないことが判明した。現在では72種にも上るネコブセンチュウが記載されているので、ネコブセンチュウの分類・同定を正確に行うためには、有用性を持つ形質のほとんどを有効に活用しなければ全てのネコブセンチュウは分類・同定することができない状況になっていると考えられる。

1970年代に開始された走査型電子顕微鏡の線虫分類研究への応用は、雄成虫や第二期幼虫の頭部正面像等の観察に活用され、現在では重要な研究手法となっている

が、試料作成に手間や時間を要するので、実際に圃場で発生しているネコブセンチュウを同定する目的に走査型電子顕微鏡の利用は現在では適当とは言えない。そのため本研究で調査、記述したネコブセンチュウの形態は、光学顕微鏡で観察できる雌成虫および第二期幼虫の形態に限った。しかし走査型電子顕微鏡の利用は、本研究でも未解決のまま残されたリングネコブセンチュウとニセリングネコブセンチュウの第二期幼虫における形態差を見出す等、高度な分類上の問題を解決するために今後活用する必要がある。

第三章第1節(p.31)で述べたように、雄成虫1頭ごとの形態による同定には困難が伴い、従って複数種の混合個体群の種構成の解明等には雄成虫を利用する意義は少ない。そこで本研究では雄成虫は通常の調査の対象とはしなかった。しかしネコブセンチュウの新種の記載等に際しては雄成虫の形態の記述も必要であるし、雄成虫の形態を解明することによって分類上の問題点を解明することができる場合も考えられる。今後、本邦産ならびに九州産ネコブセンチュウ各種の雄成虫の形態およびそれによる分類・同定については検討して行く所存である。

寄生性を異にするネコブセンチュウの“レース”が後にChitwood(1949)によって種と認められるに至った経緯がある等、寄主反応による同定方法は、形態による方法よりさらに長い歴史を持つと言える。また判別寄主によれば種内のレースを区別することができるので、近年走査型電子顕微鏡(Eisenback and Hirschmann(1979a))や生化学的方法(Fragette and Braaksma(1990))で識別されるレースも認められるようになってきたとはいえ、実用上の意義も極めて大きい方法である。

標準判別寄主(Taylor and Sasser(1978))を用いる方法が今日では普通に行われるが、ジャワネコブセンチュウとアレナリアネコブセンチュウレース2は標準判別寄主の反応では区別ができない、同じ寄主反応を示す種が複数記載される等の限界も認められる。しかし必要な改善を加えれば、複数種の混合個体群の種構成を知るには最も適した方法と考えられた。

本研究では本邦産ネコブセンチュウ 8 既記載種および 1 未記録種、3 未記載種について形態を調査することができた。文献上は我が国からはテムズネコブセンチュウ (*M. thamesi* Chitwood, 1952 (Goodey, 1963)) が記録されている。テムズネコブセンチュウの記録は、樋田 (1972) による記録がリングネコブセンチュウに訂正された (樋田 (1991)) ので、佐藤ら (1964) の報告が唯一のものとなっている。当時はリングネコブセンチュウも未記載であり、この記録はリングネコブセンチュウに極めてよく似る未記載種の 1 つ、ニセリングネコブセンチュウを見誤った可能性が大きい。その後我が国から確認されないこのネコブセンチュウは我が国のファウナから除かれるべきものと考えられる。

九州地域から検出することができたネコブセンチュウは、サツマイモネコブセンチュウおよびジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウ、アレナリアネコブセンチュウの他、本邦未記録であった *M. marylandi*、3 未記載種、カキツバタネコブセンチュウ、クワネコブセンチュウ、ニセリングネコブセンチュウの 8 種であった。本研究で九州地域から見出すことができなかった種や本邦未記録種が新たに見出される可能性は常に存在している。今後も調査を継続し、九州地域および我が国に分布、発生するネコブセンチュウ相の把握に務める必要がある。

サツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの 3 種は我が国の西南暖地には広く分布し、農業上の重要性がよく知られた種である。これら 3 種については多数個体群およびこれに由来する単卵の分離系統の形態や寄主反応を調査し、それらの変異を明らかにすることができた。すなわち本研究では、サツマイモネコブセンチュウは変異の幅は大きい、それは連続していること、ジャワネコブセンチュウおよびキタネコブセンチュウでは、第二期幼虫のそれぞれ D G O、体長および尾長の長短を基準に S-type と L-type に分けられることを示し、サツマイモネコブセンチュウの標準判別寄主によって区分される 4 レースの内 3 レース、サツマイモの品種の反応によって区別される 3 つのレースを九州地域

から検出できた。

ジャワネコブセンチュウおよびキタネコブセンチュウのS-typeとL-typeは、寄主反応等には差が認められず、核型や生殖方法等と関連した種内の変異であると考えられた。早急にこれらの種の2型の核型、生殖方法を明らかにし、種内の変異であることを確かめたい。ジャワネコブセンチュウのS-typeは大部分を北限にそれ以北では検出されない、キタネコブセンチュウのL-typeは高原地帯から多く検出される。等これらの種の2型の検出状況は、各型の分布と気候に関連がある可能性が示唆される状況にある。今後さらにこれらの種の2型の分布を調査することも必要である。

アメリカ合衆国ではサツマイモネコブセンチュウの方がジャワネコブセンチュウより北方まで分布するといわれている(Taylor and Sasser(1978))。ところが我が国では、ジャワネコブセンチュウは東北地方南部まで分布し(後藤(昭)(1976))、サツマイモネコブセンチュウより北方まで分布を広げていることが明らかにされている。この食い違いの原因の解明にも興味を持たれる。

アレナリアネコブセンチュウは鹿児島県種子島からの他種との混合発生個体群1例の検出にとどまった。アレナリアネコブセンチュウの報告は、1950年代から見られ、全部合せればかなりの数に上るが、本種の最近の確実な発生例は報告されておらず、その詳しい形態も本研究が初めてのものである。アレナリアネコブセンチュウの雌成虫の会陰紋はサツマイモネコブセンチュウと、第二期幼虫の形態はジャワネコブセンチュウ(L-type)との区別が困難であったが、本研究で雌成虫およびそれと親子対をなす第二期幼虫の10頭平均を併せて同定を行ったことにより検出できた。本種は文献上の記録は多少認められるが、我が国の他地域には現在確認されている産地はなく、全国的に過去の記録、特にクワからの記録を洗い直し、分布状況を再調査する必要があると認められる。

*M. marylandi*は鹿児島県下の2ゴルフ場から検出された。本種は、*M. graminis*とは明らかに異なると判断される雌成虫の会陰紋、第二期幼虫の短い尾長、尾端透

明部長等の特徴を示した。関東東海地域で発生しているシバネコブセンチュウ（平野（1984），西沢ら（1984），西沢（1985））との異同に興味を持たれる。このネコブセンチュウは苗での移動が懸念されるので，シバ生産の多い南九州特に鹿児島県を中心に，全国のシバ生産地での分布調査が必要である。

カキツバタネコブセンチュウは新井（1967），一戸（1967）が報告したカキツバタに寄生するネコブセンチュウと同種と考えられる。本研究では本種を九州地域から初めて検出し，現在新種としての記載が印刷中である。本種の寄主はカキツバタに限られ，発生地もカキツバタが成育するような水辺に限られると思わる。

クワネコブセンチュウとニセリングネコブセンチュウは，九州地域では九州農業試験場（植木：旧蚕糸試験場九州支場）からしか見出すことができなかった。今後も九州地域のクワ圃場からの検出に務める必要があるが，本州各地での発生がそれほど稀ではないこれら2種は，蚕糸試験場時代にクワの苗に付着して持込まれた可能性が考えられる。クワネコブセンチュウはこれまでアレナリアネコブセンチュウと混同され，この種として扱われてきたと考えられる。本州地域のクワ圃場には広く分布している模様である。クワネコブセンチュウについてはアレナリアネコブセンチュウ等他種との形態差が明らかであるので，間もなく新種として記載できる見通しである。ニセリングネコブセンチュウはリングネコブセンチュウとは会陰紋が明らかに異なる。他のステージにおける両種の形態的な差異を確認した上で新種記載を行う計画である。

本邦産既記載種の内九州地域からは見出されていないリングネコブセンチュウおよびツバキネコブセンチュウも前者は最近栽培が拡大している暖地リングの産地で，後者は苗木産地で調査を進めれば発見の可能性はあると思われる。

本研究では，トマトでよく増殖する主要4種以外の種についてはほとんど寄主反応を調査することができなかった。その他の種，主要4種以外では唯1種調査を行った *M. marylandi* のように標準判別寄主等への寄生が見られない種が多いかもしれ

ないが、特にトマトに寄生することが知られているツバキネコブセンチュウ（相原ら（1981））やスギナミネコブセンチュウ（Toida and Yaegashi（1984））の寄主反応は明らかにしておく必要性が高い。

サツマイモネコブセンチュウには本研究の範囲だけで標準判別寄主の反応によって区別されるレースが3つ、サツマイモの品種の反応によって区別されるレースが3つ認められた（第Ⅳ章：p.160, 第Ⅴ章：p.188）。これらの内、サツマイモネコブセンチュウレース3は本研究で初めて我が国から報告されたものである。同種のサツマイモの品種で区別されるレースの内、サツマイモ農林1号に寄生性を持たないレースN0は、類似の性質を持った個体群がアメリカ合衆国から報告されている（Williams et al.（1973））が、レースであるとして位置付けた報告としては本研究が最初になる。

第Ⅲ-16, 17表（p.63）に示した結果から、サツマイモの品種で区別されるレースN1（N18個体群）とレースN2（N2個体群）の間にはかなりの形態差があり、レースが形態的に区別できると考えたこともあったが、その後多くの個体群、単卵のう分離系統を調査し、レースごとに形態を整理してみたところ、体長が351.0 μ mのH_i寄主分離個体群（レースN2）のような例もあって、レースに関連する形態の変異は認めることができなかった。

関東地方で発生が認められているサツマイモネコブセンチュウレース4およびレース2、レース3また最近発生が明かとなったトマトの抵抗性品種を犯すレースの発生、分布についても調査を行う必要がある。

寄主反応がサツマイモネコブセンチュウレース2と一致する *M. grahami* Golden and Slana, 1978が記載され、後にサツマイモネコブセンチュウの亜種、*M. incognita grahami* Jepson, 1987とされた。またダイズに寄生するレースが亜種として、*M. incognita wartellei* Golden and Birchfield, 1978と記載されたことがある。もちろんこれらは記載時にはサツマイモネコブセンチュウと形態的に異なる

とされたが、その差は亜種と認めるにも充分ではないと判断され、Jepson(1987)はこれらをサツマイモネコブセンチュウのシノニムとした。サツマイモネコブセンチュウはレース1に限っても変異の幅が大きいので(第三章第2節A. ; p.51)、この扱いは妥当であると考えられる。

ジャワネコブセンチュウはダイズにおいてサツマイモネコブセンチュウより激しい被害を与えることが知られている(古賀・小代(1983))。本研究における本種の検出例においても、本種が大勢を占める例はL-typeとS-typeには関わりなく、ダイズをはじめとするマメ科作物が多かった(第II-1表; p.16)。一方他の寄主ではサツマイモネコブセンチュウがほとんどの場合過半を占めていた。現在報告されている発育零点、1世代に必要な有効積算温度は、サツマイモネコブセンチュウが10.1℃、410.4日度(Vrain et al.(1978))あるいは12℃、410日度(後藤(昭)ら(1973))、ジャワネコブセンチュウが7.5℃、387.5日度(Milne and Du Plessis(1964))で、同時に試験されたものではなく寄主等も異なるので直接比較することには問題がある(中園(1989))が、ジャワネコブセンチュウの方が年間発生回数は多くなると予想される。第四章第3節(p.178)で述べたが、本種とサツマイモネコブセンチュウを人為的に混合して両種の判別寄主に接種すると、本種がサツマイモネコブセンチュウの寄生量を下げる干渉効果を示すことが観察された。それにもかかわらず、本種が実際の検出例ではダイズ以外ではサツマイモネコブセンチュウに比べ少ない理由を説明する必要がある。

ジャワネコブセンチュウおよびキタネコブセンチュウのS-typeとL-typeの標準判別寄主に対する反応には差が認められなかったが、その他の寄主では寄主の好適度に差があることも考えられ、今後の検討が必要である。

種間の相互作用もサツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウの間で試験を行っただけに終わった。サツマイモネコブセンチュウとキタネコブセンチュウの間には相互作用が存在する可能性があり(第四章第3節)、これらの種の混合個

体群の構成比の推定（第VI章第2節；p.245）とも関連して、これら2種やその他の種の組合わせについても種間の相互作用を調査する必要がある。またネコブセンチュウが非寄主の上で他種の寄生に影響を与える機構に興味を持たれる。

本研究では、サツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの染色体数や繁殖方法で区別されるレース（第V-1表；p.190）は確認できなかった。今後本邦産ネコブセンチュウ各種の核型等を解明して行く必要がある。アレナリアネコブセンチュウのレース1も確認できなかった。本邦産のアレナリアネコブセンチュウについてはさらに多くの個体群を集めて、形態と共に寄主反応についても調査を深める必要がある。これまでのところ、レースにおける寄主反応以外の相違点は明らかにされていない。今後生化学的、遺伝学的手法によってレースの違い、寄主範囲の違いを生じさせている原因を究明し、寄生の成立、不成立を決定する機構、新レースの発生機構に迫って行く必要がある。

ネコブセンチュウのレースは各種酵素のアイソザイムパターンによっても区別できないとされてきたが（Esbenshade and Triantaphyllou (1985), 奈良部ら (1989)）、サツマイモネコブセンチュウの“B”レースが区別可能であると報告された（Fragette and Braaksma (1990)）。このレースが間違ひなくサツマイモネコブセンチュウ種内の変異であれば、寄主範囲決定の機構の解明にもつながることも考えられたいへん興味深い。シストセンチュウで試みられている（Ferris et al. (1985)）ように全タンパク質の2次元電気泳動パターンを調査する等酵素に限定されることなく多種多様な手法を試みれば、生化学的な手法によりレースを区別する方法が見出される可能性は残されていると考えられる。

酵素の鋳型であるDNAの制限酵素切断片の電気泳動パターンにも明白な種間差が見られる（奈良部 (1990)）。DNAの制限酵素切断片の電気泳動パターンもネコブセンチュウの同定に日常的に利用できる可能性はあろう。これまでに種内のレースを区別できたとする報告はこの手法でも知られていないが、潜在的な可能性はよ

り高いのではないと思われる。

本研究で確立した雌成虫およびそれと親子対をなす第二期幼虫の10頭平均を併せて同定を行う形態的総合判定法により、これまでの方法では解明が困難であった複数種の混合個体群についても、その構成種を明らかにし、低率で混合発生していた種も検出、同定することができた。

第VI章第1節(p.222)で提案した検索表等によって、雌成虫および第二期幼虫の形態だけでも本邦産ネコブセンチュウの同定は行い得ると考えている。本研究で取り扱った形質によってネコブセンチュウ全72種を識別し、検索表のような形に取りまとめられるかどうかは分らないが、検討してみる価値は充分にある。今後は本研究では調査しなかった雄成虫の形態による同定法を開発して補い、形態による同定方法をより完全なものにする必要がある。

第VI章第2節(p.245)では、標準判別寄生試験に接種の標準化および根系に形成された卵のう数の計数という改善を加えた標準化判別寄生法を考案し、一部の種の混合個体群の種構成が形態的総合判定法より高精度で推定できることを示した。キタネコブセンチュウが関係した場合等、標準化判別寄生法には改善の余地がまだかなり残されているが、現在利用可能な方法では、本方法は時間は要するものの複数種の混合個体群の種構成を解明するには最も適当な方法である。

本研究で行ったような光学顕微鏡で観察できる範囲の形態で、これまで全く知られていなかったような分類・同定に役立つ形態的特徴が見出されることはもはや考えられなくなっている。本研究では調査しなかったが、走査型電子顕微鏡を利用して観察される雄成虫や第二期幼虫の頭部正面像の分類上の有用性は大きいとされるので、試料作成の方法を簡便化できれば、走査型電子顕微鏡を利用した頭部正面像による同定法を開発することも有意義である。

また画像解析法の利用によって、第二期幼虫の尾部の形状を数値化して客観的に表示する等、形態的同定方法をさらに改善して行くことも必要であろう。計測の省

力化、自動化の面からも画像解析法の適用は有望と思われる。

多くの害虫は圖場で種の同定が可能である。植物寄生性線虫特にネコブセンチュウでは、材料を研究室に持ち帰らなくても同定ができるような手法の開発が望まれ、またその可能性があると考えられる。近年は、アイソザイムやDNAの制限酵素切断片長の電気泳動パターンの解析等の生化学的方法が我が国でも利用されるようになってきている (Ishibashi (1970), 奈良部ら (1989))。このような手法の将来性は大きいとされ (奈良部 (1990))、筆者も今後だれにでも日常的に行える同定方法、ネコブセンチュウの発現場で同定が行える方法は、生化学的方法あるいは免疫学的手法を用いて開発されと考えている。生化学的方法は迅速性も期待できそうであるので、時間のかかる判別寄主法に代る複数種の混合個体群の混合比の推定も行えるような方法の開発にも役立つ。

本研究により、ネコブセンチュウの分類・同定に有用な形態的特徴が抽出され、九州地域産の個体群を中心にネコブセンチュウの種類と形態が明らかとなった。本研究でネコブセンチュウの分類・同定に利用した形質や記述したネコブセンチュウの形態的特徴は、九州地域産の種に限らず、本邦産ネコブセンチュウのほとんど全ての種の分類・同定に役立つものと考えられる。

ネコブセンチュウの標準判別寄主に対する寄主反応についても九州産の個体群を中心に検討を加え、広い寄主範囲を持ち農業上の重要性の高い4種についてはそのレースの一部を含め寄主反応が解明された。

サツマイモネコブセンチュウのレースについては、標準判別寄主によって区別されるレースが本邦初記録のレース3を含め3つ、サツマイモに品種によって区別されるレースが新たに認められたものを含め3つ見出された。標準判別寄主によって区別されるレースの寄生性の変動や、サツマイモの品種によって区別されるレースのサツマイモ品種に対する寄生性が記録された。

本研究で明らかにしたネコブセンチュウ各種の形態および寄主反応を利用して、

複数種の混合個体群にも対応できるネコブセンチュウの形態による同定方法、寄生反応を利用した同定方法が開発された。またネコブセンチュウの雌成虫の会陰紋、第二期幼虫の形態を利用した検索表が提案された。

摘要

ネコブセンチュウは農業上最も重要な植物寄生性線虫とされる。現在全世界では72種ものネコブセンチュウが知られ、その種名を決定すること、すなわち同定を行うことは、農業生産上の問題を解決していく上で重要である。レース分化の知られる種ではレースをも正しく同定する必要がある。本研究では、我が国におけるネコブセンチュウのより合理的かつ統一的な分類・同定手法を開発することを目的に、主に九州地域の農耕地に発生するネコブセンチュウを対象として、雌成虫および第二期幼虫の形態ならびに寄主反応について調査研究を行った。

本研究においては、まずネコブセンチュウの分類および同定に重要な形質を過去の文献等から抽出し、雌成虫の会陰紋の他、次に示すような雌成虫および第二期幼虫の形質が分類・同定の上で重要であることを示した。

形態の調査は、卵のうが産出されている単雌寄生の根こぶを取って雌成虫と卵のうに分け、雌成虫は根こぶごとラクトフェノールで固定して、卵のうから孵化した第二期幼虫は、1%ホルマリンで麻酔して検鏡し、雌成虫については会陰紋、口針長、背部食道腺開口部から口針節球までの距離(DGO)、排泄孔の位置等を、第二期幼虫については、体長、尾長、c値(体長/尾長)、尾端透明部長、口針長、DGO、尾部の形状、排泄孔と半月体の前後関係、直腸膨大部の有無、側線数等の形態を調査した。雌成虫とこれが産出した卵のうから孵化した第二期幼虫を対にして調査を行うことによって、雌成虫1頭1頭を同定できた。

寄主反応の調査は、標準判別寄主およびサツマイモ2品種をポットに個体植えして所定の期間育成させ、それぞれに第二期幼虫1,000頭を接種するという標準化判別寄主法を開発して行い、形成された卵のう数を計数して評価を行った。

九州地域から検出されたネコブセンチュウは、我が国の他地域でも普通に発生が

認められているサツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの他、本邦における発生例の少ないアレナリアネコブセンチュウ、本邦未記録種 *M. marylandi*、カキツバタおよびクワに寄生する未記載種3種（カキツバタネコブセンチュウ、クワネコブセンチュウ、ニセリンゴネコブセンチュウ）の合計8種であった。本邦産既記載種の残り4種（リンゴネコブセンチュウ、ツバキネコブセンチュウ、スギナミネコブセンチュウ、シバネコブセンチュウ）についても他地域産の個体群について形態を記述するとともに、雌成虫の会陰紋、第二期幼虫の形態による同定法およびこれらを総合的に利用する形態的同定方法を考案し、雌成虫の会陰紋、第二期幼虫の形態による検索表を提案した。以下に各種の学名と雌成虫および第二期幼虫の重要な形態的特徴を記す。

サツマイモネコブセンチュウ

(*M. incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949)

雌成虫：排泄孔は口針節球の付近に開口、口針長 $15.6\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形は不規則な長円形、弓状域は角張る。条線は明瞭で波曲が多く、

側線は不明瞭、肛門が認めやすい。側線部で条線の方は変らない。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の直前、直腸膨大部あり、 $\text{DGO} 2.3\mu\text{m}$ 。

尾部は齊一に徐々に細くなり、尾端透明部は鈍形、尾端は丸められる。

ジャワネコブセンチュウ (*M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949)

雌成虫：排泄孔は口針節球の後方口針長の2.3倍付近に開口、口針長 $16.1\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形は円形、弓状域は低い。条線の強さは中庸、側線は中央部以外でも二重。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の直前、直腸膨大部有、 $\text{DGO} 2.5\sim 2.8\mu\text{m}$ 。

尾部は尾端透明部で一旦太くなった後くびれ、尾端透明部は両側平行、

尾端は太く丸められる。(S-type)

半月体は排泄孔の直前、直腸膨大部有、 $\text{DGO} 3.3\mu\text{m}$ 。

尾部は2回細められ、尾端透明部はその前より細く漸先鋭形の印象、

尾端は相当細く時に尖り突出する。(L-type)

キタネコブセンチュウ (*M. hapla* Chitwood, 1949)

雌成虫：排泄孔は口針節球の後方口針長の2倍付近に開口、口針長 $14.4\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形は円形、弓状域は低い。条線の強さは中庸、尾端に点刻を持ち、

側線は1本で明瞭、中央部では二重。側線部で条線の方向は変らない。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の直前、直腸膨大部有、体長 $390\mu\text{m}$ 以下、尾端透明部長 $12\sim 15\mu\text{m}$ 、DGO約 $4\mu\text{m}$ 。

尾部は徐々に齊に細くなり、尾端透明部はやや細く鈍形、尾端は細く丸められる。(S-type)

半月体は排泄孔の直前、直腸膨大部有、体長 $410\mu\text{m}$ 以上、尾端透明部長 $13\sim 15\mu\text{m}$ 、DGO $4\mu\text{m}$ 以上。

尾部は3回細められ、尾端透明部は細長く両側平行、くびれが発達して波打ち、尾端は細く丸められる。(L-type)

アレナリアネコブセンチュウ (*M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949)

雌成虫：排泄孔は口針節球の後方口針長の2.4倍付近に開口、口針長 $17.0\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形は円形、弓状域は低い。条線は明瞭、側線は不明瞭、尾端に半月状の条線を欠く部分を持つ。側線部で背側の条線が内側に曲げられる。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の直前、直腸膨大部有、尾長 $59.1\mu\text{m}$ 、口針長 $14.2\mu\text{m}$ 、DGO $4.0\mu\text{m}$ 。

尾部は徐々に齊に細くなるが、尾端透明部でやや強くくびれ、尾端透明部は太く両側平行、鈍形で、尾端は太く丸められる。

リングネコブセンチュウ (*M. mali* Itoh, Ohshima and Ichinohe, 1969)

雌成虫：排泄孔は口針節球の後方口針長の約2倍付近に開口、口針長約 $15\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形は滑らかな楕円形。条線は繊細、側線は通常不明瞭。側線部で条

線の方は変らない。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の後方，直腸膨大部無，尾長約 $30\mu\text{m}$ 。

尾部は徐々に齊に細くなり，通常著しくびれを欠き，尾端は尖る。

ツバキネコブセンチュウ (*M. camelliae* Golden, 1979)

雌成虫：体は回転長円体，口針長 $17.5\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形は星型。条線は非常に明瞭，大きく波曲する。側線は認め難い。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の直前，直腸膨大部無，体長約 $490\mu\text{m}$ ，口針長約

$14\mu\text{m}$ ，DGO約 $3.6\mu\text{m}$ 。

尾部は徐々に齊に細くなり，尾端透明部は鈍形，尾端は太く丸められる。

スギナミネコブセンチュウ (*M. suginamiensis* Toida and Yaegashi, 1984)

雌成虫：排泄孔は口針節球の後方口針長の1.8倍付近に開口，口針長 $14.7\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形は縦長，茶碗蒸しの器を横から見た形，弓状域は低い角張る。

条線は非常に繊細，側線は不明瞭。側線部で条線の方が変わる。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の後方約2倍に開口，直腸膨大部無，尾長 $27\mu\text{m}$ ，尾

端透明部長 $5.6\mu\text{m}$ 。

尾部は尾端透明部で強くびれ，尾端透明部は太く両側平行，尾端は太く丸められる。

シバネコブセンチュウ

(*M. graminis* (Sledge and Golden, 1964) Whitehead, 1968)

雌成虫：体は回転楕円体，排泄孔は口針節球の付近に開口，口針長 $13.9\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形は壺型，弓状域は高く角張る。条線はやや粗く，断続的，側線は明瞭。側線で背腹両側の条線が内側に曲げられる。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の後方，直腸膨大部有，尾長 $63.7\mu\text{m}$ ，尾端透明部長

$12.3\mu\text{m}$ ，DGO $2.5\mu\text{m}$ 。

尾部は尾端透明部直後でくびれ、尾端透明部は両側平行、尾端は太く丸められる。

M. marylandi Jepson and Golden, 1987

雌成虫：体は回転楕円体、排泄孔は口針節球の付近に開口、口針長 $13.4\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形はツヅミモ状ないし鏡餅を重ねた形、弓状域は低い。条線はやや粗く、断続的、側線は不明瞭。側線で背腹の条線が内側に曲げられる。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の後方、直腸膨大部有、尾長 $60.8\mu\text{m}$ 、尾端透明部長 $11.9\mu\text{m}$ 、 $\text{DGO}2.5\mu\text{m}$ 。

カキツバタネコブセンチュウ (*M. sp.1*)

雌成虫：著しい会陰隆起を持つ。首は体の側方に位置する。排泄孔は口針節球の後方、口針長の3.6倍付近に開口、口針長 $12.3\mu\text{m}$ 。

会陰紋：概形は円形。条線は薄弱で断続的、側線は認められない。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の直前、直腸膨大部無、体長 $470\mu\text{m}$ 、尾端透明部長 $7.7\mu\text{m}$ 、口針長 $11.3\mu\text{m}$ 、 $\text{DGO}5.2\mu\text{m}$ 、側線数6。

尾部は尾端透明部で急に細くなり、尾端透明部は正三角形、尾端は細く丸められる。

クワネコブセンチュウ (*M. sp.2*)

雌成虫：排泄孔は口針節球の付近に開口、口針長 $16.7\mu\text{m}$ 。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の直前、直腸膨大部有、尾長 $52.1\mu\text{m}$ 、 $\text{DGO}3.8\mu\text{m}$ 。

尾部は2回細められ、尾端透明部はその前より細く漸先鋭形、尾端は相当細く時に突出する。

ニセリングネコブセンチュウ (*M. sp.3*)

雌成虫：排泄孔は口針節球の後方口針長の2.6倍付近に開口、口針長 $14.9\mu\text{m}$ 。

第二期幼虫：半月体は排泄孔の後方、直腸膨大部無、尾長 $34.3\mu\text{m}$ 、 $\text{DGO}3.6\mu\text{m}$ 。

尾部は徐々に齊一に細くなり、通常著しくくびれを欠き、尾端は尖る。

検出例の多いサツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの3種についてはその変異についても検討を加え、後2種は第二期幼虫の形態によって2型に分けられることを指摘した。また原個体群およびこれに由来する単卵のう分離系統に対する調査を行って、単卵のう分離系統は原個体群の形態をよく反映していることを示すとともに、好適度の異なる寄主に寄生した個体の形態を比較することによって、分類・同定への影響はないものの寄主の好適度によりネコブセンチュウの計測値が変異することを明らかにした。またクラスター分析等によってネコブセンチュウの数値分類の可能性を示した。

九州地域産を中心にサツマイモネコブセンチュウ（レース1, 2, 3）、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウ、アレナリアネコブセンチュウ（レース2）、*M. marylandi*について、ネコブセンチュウの標準化判別寄主法による寄主反応を明らかにするとともに、単卵のう分離系統を利用した標準化判別寄主法による混合個体群の解明例を示した。また混合個体群における種間の相互作用の有無を、サツマイモネコブセンチュウとジャワネコブセンチュウを人為的に混合して接種することにより検討し、同定には差し支えないものの、後者が前者の寄生を低下させる干渉が存在することを明らかにした。

ネコブセンチュウのレースについては、サツマイモネコブセンチュウの標準判別寄主で区別されるレースの内、我が国での発生例が少ないレース2および3を九州地域から寄主分離によって見出し、寄主による選抜と寄生性の関係を検討した。またサツマイモネコブセンチュウがサツマイモの品種の反応によってレースN0, N1, N2の3つに分けられることを見出し、レースN0の混在が、サツマイモ農林1号がサツマイモネコブセンチュウの個体群ごとに様々な程度感受性を示す原因である可能性を指摘し、またこれら3レースに対するサツマイモ品種の反応を調査した。ダイズ品種によって区別されるネコブセンチュウのレースの検定方法についても検討を加えた。

標準化判別寄主法によれば、複数種の混合個体群の種構成を明らかにできるだけでなく、その構成比をも明らかにすることができることを明らかにし、対象となる種がサツマイモネコブセンチュウ（レース1または3）、ジャワネコブセンチュウ、キタネコブセンチュウの3種の場合は、

$i : j : h = (\text{ピーマン卵のう数} - \text{ラッカセイ卵のう数}) :$

$(\text{タバコ (NC95) 卵のう数} - \text{ラッカセイ卵のう数}) :$

(ラッカセイ卵のう数)

ただし、 i : サツマイモネコブ、 j : ジャワネコブ、 h : キタネコブセンチュウ、

$i + j + h = 100$.

() 内が負でスイカに卵のうが見られない場合は0に置き換える。

で構成比が計算できることを示した。

以上要するに、我が国に発生するネコブセンチュウの光学的顕微鏡レベルの形態的特徴および主要4種の寄主反応を明らかにし、我が国におけるネコブセンチュウのより合理的かつ統一的な分類・同定手法を確立した。

引用文献

- 1) Abdel-Rahman, F. and Maggenti, A. R. (1987) *Meloidogyne californiensis* n. sp. (Nemata: Meloidogynidae), parasitic on bulrush, *Scirpus robustus* Pursh. Journal of Nematology 21, 207-217.
- 2) Abrantes, I. M. De O. and Santos, M. S. N. De A. (1991) *Meloidogyne lusitanica* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing olive tree (*Olea europaea* L.). Journal of Nematology 23, 210-224.
- 3) 相原孝雄, 湯原巖, 山崎和雄 (1981) ツバキ科3種植物で発見された本邦産 *Meloidogyne camelliae* Goldenについて. 日本線虫研究会誌 10, 8-15.
- 4) 赤石行雄, 関口昭良 (1953) 苹果に寄生するNematodaについて. 日本植物病理学会報 18, 65. (講要)
- 5) Ali, M. A., Trabulsi, I. Y. and Abd-Elsamea, M. E. (1989) Antagonistic interaction between *Meloidogyne incognita* and *Rhizobium leguminosarum* on cowpea. Plant Disease 65, 432-435.
- 6) 新井邦夫 (1967) アイリスに寄生する新しい*Meloidogyne*属線虫について. 昭和42年度日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 41.
- 7) 荒城雅昭 (1987) ワタに寄生するサツマイモネコブセンチュウの検出. 日本線虫研究会誌 17, 59-60.
- 8) Araki, M. (1988) The race differentiation of *Meloidogyne incognita* on the sweet-potato (*Ipomea batatas*) cultivars. 5th International Congress of Plant Pathology Abstracts of Papers 143.
- 9) 荒城雅昭 (1988b) リンゴネコブセンチュウの九州における検出例. 九州病害虫研究会報 34, 205-207.
- 10) 荒城雅昭 (1989a) クワに寄生するネコブセンチュウの分類学的再検討の必要性. 第33回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 43. (講要)
- 11) 荒城雅昭 (1989b) ダイズのネコブセンチュウ抵抗性検定方法の検討. -ダイズの反応と苗の日齢- 九州病害虫研究会報 35, 103-106.

12) 荒城雅昭 (1990) 種子島で見出されたネコブセンチュウの一種について. 第34回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 208. (講要)

13) 荒城雅昭 (1991) 南九州産シバネコブセンチュウの形態, 変異及び分類学上の問題点. 日本昆虫学会第51回大会第35回日本応用動物昆虫学会大会合同大会講演要旨 55. (講要)

14) 荒城雅昭・中園和年 (1985) カキツバタに寄生する九州未記録のネコブセンチュウ, カキツバタネコブセンチュウ (和名仮称). Delphax 29, 5. (講要)

15) Baldwin, J. G. and Sasser, J. N. (1979) *Meloidogyne megatyla* n. sp., a root-knot nematode from loblolly pine. Journal of Nematology 11, 47-56.

16) Barker, K. R., Sasser, J. N. and Carter, C. C. (eds.) (1985) An Advanced Treatise on Nematology. Volume II. Methodology. North Carolina State University Graphics, Raleigh. 223pp.

17) Bernard, E. C. (1981) Three new species of Heteroderoidea (Nematoda) from the Aleutian Islands. Journal of Nematology 13, 499-513.

18) Bird, A. F. (1979) Ultrastructure of the tail region of the second stage preparasitic larva of the root-knot nematode. International Journal for Parasitology 9, 357-370.

19) Boquet, D., Williams, C. and Birchfield, W. (1976) Inheritance of resistance to the Wartelle race of root-knot nematode in soybean. Crop Science 16, 783-785.

20) Cain, D. W., McKenry, M. V. and Tarailo, R. E. (1984) A new pathotype of root-knot nematode on grape rootstocks. Journal of Nematology 16, 207-208.

21) Chahal, P. P. K. and Chahal, V. P. S. (1987) Advers effect of *Meloidogyne incognita* on the functioning of nodules of mungbean (*Vigna radiata*). Nematologia Mediterranea 15, 13-19.

22) Chen, H., Yang, B. J., Hu, K. J. and Zhu, W. S. (1990) A new specie of root-knot nematode *Meloidogyne jianyangensis* n. sp. parasitizing mandarin orange. Acta Phytopathologica Sinica 20, 259-264. (in Chinese)

23) Chitwood, B. G. (1949) "Root-knot Nemaotdes" -Part 1. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 16, 90-104.

- 24) Chitwood, B. G. and Oteifa, B. A. (1952) Nematodes parasitic on plants. Annual Review of Microbiology 6,151-184.
- 25) Christie, J. R. and Albin, F. E. (1944) Host-parasite relationships of the root-knot nematode, *Heterodera marioni*. I. The question of races. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 11,31-37.
- 26) Cliff, G. M. and Hirschmann, H. (1984) *Meloidogyne microcephala* n. sp. (Meloidogynidae) a root-knot nematode from Thailand. Journal of Nematology 16,183-193.
- 27) Cliff, G. M. and Hirschmann, H. (1985) Evaluation of morphological variability in *Meloidogyne arenaria*. Journal of Nematology 17,445-450.
- 28) Cobb, N. A. (1924) The amphids of *Caconema* (nom. nov.) and of other nemas. The Journal of Parasitology 11,118-120.
- 29) Coetzee, V. (1956) *Meloidogyne acronea*, a new species of root-knot nematode. Nature 177,899-900.
- 30) Coetzee, V. and Botha, H. J. (1966) A redescription of *Hypsoperine acronea* (Coetzee, 1956) Sledge and Golden, 1964 (Nemata: Heteroderidae), with a note on its biology and host specificity. Nematologica 11,480-484.
- 31) Dropkin, V. H. (1959) Varietal response of soybean to *Meloidogyne*—a bioassay system for separating races of root-knot nematodes. Phytopathology 49,18-23.
- 32) Dropkin, V. H. (1969a) Cellular responses of plants to nematode infections. Annual Review of Phytopathology 7,101-122.
- 33) Dropkin, V. H. (1969b) The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to *Meloidogyne*: reversal by temperature. Phytopathology 59,1632-1637.
- 34) Ebsary, B. A. and Eveleigh, E. S. (1983) *Meloidogyne aquatilis* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) from *Spartina pectinata* with a key to the Canadian species of *Meloidogyne*. Journal of Nematology 15,349-353.
- 35) Eisenback, J. D. (1982a) Description of the blueberry root-knot nematode, *Meloidogyne carolinensis*. Journal of Nematology 14,303-317.

- 36) Eisenback, J. D. (1982b) Morphological comparison of head shape and stylet morphology of second-stage juveniles of Meloidogyne species. Journal of Nematology 14, 339-343.
- 37) Eisenback, J. D. and Hirschmann, H. (1979a) Morphological comparison of second-stage juveniles of six populations of Meloidogyne hapla by SEM. Journal of Nematology 11, 5-16.
- 38) Eisenback, J. D. and Hirschmann, H. (1979b) Morphological comparison of second-stage juveniles of several Meloidogyne species (root-knot nematodes) by scanning electron microscopy. Scanning Electron Microscopy 1979/3, 223-230.
- 39) Eisenback, J. D. and Hirschmann, H. (1980) Morphological comparison of Meloidogyne males by scanning electron Microscopy. Journal of Nematology 12, 23-32.
- 40) Eisenback, J. D. and Hirschmann, H. (1981) Identification of Meloidogyne species on the basis of head shape and stylet morphology of the male. Journal of Nematology 13, 513-521.
- 41) Eisenback, J. D., Hirschmann, H., Sasser, J. N. and Triantaphyllou, A. C. (1981) A guide to the four most common species of root-knot nematodes [Meloidogyne species] with a pictorial key. The Department of Plant Pathology and Genetics, North Carolina State University and The United States Agency for International development, Raleigh, 48pp.
- 42) Eisenback, J. D., Hirschmann, H. and Triantaphyllou, A. C. (1980) Morphological comparison of Meloidogyne female head structures, perineal patterns, and stylet. Journal of Nematology 12, 300-313.
- 43) Eisenback, J. D., Yang, B. and Hartman, K. M. (1985) Description of Meloidogyne pini n. sp., a root-knot nematode parasitic on sand pine (Pinus clausa), with additional notes on the morphology of M. megatyla. Journal of Nematology 17, 206-219.
- 44) Elmiligy, I. A. (1968) Three new species of the genus Meloidogyne Goeldi, 1887 (Nematoda: Heteroderidae). Nematologica 14, 577-590.
- 45) Esbenshade, P. R. and Triantaphyllou, A. C. (1987) Enzymatic relationships and evolution in the genus Meloidogyne (Nematoda: Tylenchida). Journal of Nematology 19, 8-18.

- 46) Esser, R. P., Perry, V. G. and Taylor, A. L. (1976) A diagnostic compendium of the genus Meloidogyne (Nematoda: Heteroderidae). Proceedings of the Helminthological Society of Washington 43,138-150.
- 47) Ferris, V. R., Ferris, J. M. and Murdock, L. L. (1985) Two-dimensional protein patterns in Heterodera glycines. Journal of Nematology 17,422-427.
- 48) Fortuner, R. (1986) A better assessment of variability of qualitative characters for the computer identification program NEMAID. Revue de Nematologie 9,277-279.
- 49) Fragette, M. and Braaksma, R. (1990) Use of the esterase phenotype in the taxonomy of the genus Meloidogyne. 3. A study of some "B" race lines and their taxonomic position. Revue de Nematologie 13,375-386.
- 50) Franklin, M. T. (1961) A British root-knot nematode, Meloidogyne artiellia n. sp. Journal of Helminthology R. T. Leiper Supplement 85-92.
- 51) Franklin, M. T. (1965) A root-knot nematode, Meloidogyne naasi n. sp., on field crops in England and Wales. Nematologica 11,79-86.
- 52) Garcia-Martinez, R., Taylor, A. L. and Smart, G. C. Jr. (1982) Meloidogyne cruciani n. sp., a root-knot nematode from St. Croix (U. S. Virgin Islands) with observations on morphology of this and two other species of the genus. Journal of Nematology 14,293-303.
- 53) Giebel, J. (1982) Mechanism of resistance to plant nematodes. Annual Review of Phytopathology 20,257-279.
- 54) Gilbert, J. C. and McGuire, D. C. (1956) Inheritance of resistance to severe root knot from Meloidogyne incognita in commercial type tomatoes. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 68,437-442.
- 55) Goeldi, E. A. (1887(1892)) Relatorio sobre a molestia do cafeeiro na provincia do Rio de Janeiro. Archivos do Museu nacional. Rio de Janeiro 8,7-112.
- 56) Golden, A. M. (1979) Description of Meloidogyne camelliae n. sp. and M. querciana n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), with SEM and host-range observations. Journal of Nematology 11,175-189.
- 57) Golden, A. M. (1989) Further details and SEM observations on Meloidogyne mary-

landi (Nematoda: Meloidogynidae). Journal of Nematology 21,453-461.

58) Golden, A. M. and Birchfield, W. (1965) *Meloidogyne graminicola* (Heteroderidae) a new species of root-knot nematode from grass. Proceedings of the helminthological Society of Washington 32,228-231.

59) Golden, A. M. and Birchfield, W. (1978) *Meloidogyne incognita wartellei* n. subsp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode on resistant soybeans on Luisiana. Journal of Nematology 10,269-277.

60) Golden, A. M., Epps, R. D., Duclos, L. A., Fox, J. A. and Bernard, R. L. (1970) Terminology and identity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). Plant Disease Reporter 54,544-546.

61) Golden, A. M. and Kaplan, D. T. (1986) Description of *Meloidogyne christiei* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) from oak with SEM and host-range observations. Journal of Nematology 18,533-540.

62) Golden, A. M., O'Bannon, J. H., Santo, G. S. and Finley, A. M. (1980) Description and SEM observations of *Meloidogyne chitwoodi* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode on potato in the Pasific Northwest. Journal of Nematology 12,319-327.

63) Golden, A. M., Rose, L. M. and Bird, G. W. (1981) Description of *Meloidogyne nataliei* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) from grape (*Vitis labrusca*) in Michigan, with SEM observation. Journal of Nematology 13,393-400.

64) Golden, A. M. and Slana, L. J. (1978) *Meloidogyne grahami* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode on resistant tobacco in South Carolina. Journal of Nematology 10,355-361.

65) Goodey, T. (1963) Tylenchida, Heteroderidae, *Meloidogyne* Goeldi, 1887 syn. *Caconema* Cobb, 1924. In: Soil and freshwater nematodes (2nd. ed. revised and rewritten by J. B. Goodey), Methuen & Co., London, 57-59.

66) 後藤昭 (1976) 日本の暖地・亜熱帯の植物寄生性線虫の概要、研究資料第54号 九州農業試験場、筑後、61pp.

67) 後藤昭、佐野善一、皆川望 (1973) 有効積算温度によるサツマイモネコブセンチュウの侵入時期別発生予察、九州病害虫研究会報 19,124-127.

- 68) 後藤重喜, 岩橋哲彦, 川越仁 (1964) 南九州におけるネコブセンチュウの種類について. 宮崎県農業試験場研究報告 3, 37-42.
- 69) Grisse, A. De (1960) *Meloidogyne kikuyensis* n. sp., a parasite of Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) in Kenya. *Nematologica* 5, 303-308.
- 70) Hewlett, T. E. and Tarjan, A. C. (1983) Monographs-monografias synopsis of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Nematropica* 13, 79-102.
- 71) 平野和弥 (1983) 芝草に寄生するネコブセンチュウについて. 1983年芝草研究会春期大会講演要旨 56-60.
- 72) 平野和弥 (1984) バーミュートグラスから検出されるネコブセンチュウについて. 第28回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 158. (講要)
- 73) Hirschmann, H. (1982) *Meloidogyne platani* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing American sycamore. *Journal of Nematology* 14, 84-95.
- 74) Hirschmann, H. (1986) *Meloidogyne hispanica* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), the 'Seville root-knot nematode'. *Journal of Nematology* 18, 520-522.
- 75) Holtzmann, O. V. (1965) Effect of soil temperature on resistance of tomato to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Phytopathology* 55, 990-992.
- 76) Huang, J. S. (1985) Mechanisms of resistance to root-knot nematodes. In: An advanced treatise on nematology. Volume I. Biology and control. (Sasser, J. N. and Carter, C. C., eds.), North Carolina State University Graphics, Raleigh, 165-174.
- 77) Hussaini, S. S. and Seshadri, A. R. (1975) Interactions between *Meloidogyne incognita* and *Rhizobium* spp. on mungbean (*Phaseolus aureus*). *Indian Journal of Nematology* 5, 189-199.
- 78) Hussey, R. S. (1985) Host-parasite relationships and associated physiological changes. In: An advanced treatise on nematology. Volume I. Biology and control. (Sasser, J. N. and Carter, C. C., eds.), North Carolina State University Graphics, Raleigh, 143-153.
- 79) 一戸稔 (1953a) 根瘤線虫の研究に関する最近の動向. 植物防疫 7, 104-107.
- 80) 一戸稔 (1953b) 根瘤線虫 *Meloidogyne* spp. について. 札幌農林学会報 39 (3), 23-24.

(講要)

81) 一戸稔 (1953c) 北海道における根瘤線虫の形態学的知見. 日本応用動物学会・日本応用昆虫学会合同大会講演要旨 昭28, 7. (講要)

82) 一戸稔 (1955) わが国における根瘤線虫の2種. 応用動物学雑誌 20, 75-82.

83) 一戸稔 (1964) サツマイモネコブセンチュウの学名. 日本応用動物昆虫学会誌 8, 171-172.

84) 一戸稔 (1967) 日本産ヘテロデラ科線虫の2種について. 昭和42年度日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 41.

85) 一戸稔 (1971) 2. 土壌線虫. 植物防疫この二十年(第4章 土壌病害虫防除対策). (『植物防疫事業二十周年記念誌』編集委員会編) 植物防疫事業二十周年記念会, 東京, 78-81.

86) Inagaki, H. (1985) The plant parasitic nematodes important in Japan and related researches. JARQ 18, 194-201.

87) Ishibashi, N. (1970) Variations of the electrophoretic protein patterns of Heteroderidae (Nematoda: Tylenchida) depending on the developmental stages of the nematode and on the growing conditions of the host plants. Applied Entomology and Zoology 5, 23-32.

88) Itoh, Y., Ohshima, Y. and Ichinohe, M. (1969) A root-knot Nematode, *Meloidogyne mali* n. sp. on apple trees from Japan. Applied Entomology and Zoology 4, 194-202.

89) 伊藤喜隆, 広瀬健吉 (1960) Perineal pattern分類による長野県のネコブセンチュウの種類と寄主植物について. 長野県園芸試験場報告 2, 45-50. 2pls.

90) 岩木満朗 (1983) 線虫. 植物ウイルス事典. 2編 媒介生物. (與良清, 斎藤康夫, 土居養二, 井上忠男, 都丸敬一編) 朝倉書店, 東京, 63-67.

91) Jepson, S. B. (1983a) *Meloidogyne kralli* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) a root-knot nematode parasitising sedge (*Carex acuta* L.). Review de Nematology 6, 239-245.

92) Jepson, S. B. (1983b) Identification of *Meloidogyne*: a general assessment and a comparison of male morphology using light microscopy, with a key to 24 species. Re-

view de Nematology 6, 291-309.

93) Jepson, S. B. (1983c) The use of second-stage juveniles tails as an aid in the identification of Meloidogyne species. *Nematologica* 29, 11-28.

94) Jepson, S. B. (1983d) Identification of Meloidogyne species: a comparison of stylet of females. *Nematologica* 29, 132-143.

95) Jepson, S. B. (1987) Meloidogyne *maritima* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) a root-knot nematode parasitising marram grass (Ammophila arenaria (L.) Link). In: Identification of root-knot nematodes (Meloidogyne species). C.A.B International, Wallingford, 260-262.

96) Jepson, S. B. (1987) Identification of root-knot nematodes (Meloidogyne species). C.A.B International, Wallingford, 265pp.

97) Jepson, S. B. and Golden, A. M. (1987) Meloidogyne *marylandi* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) a root-knot nematode parasitising grasses. In: Identification of root-knot nematodes (Meloidogyne species). C.A.B International, Wallingford, 263-265.

98) 菊川誠士, 坂井健吉 (1969) 甘しょにおける線虫抵抗性品種の育成方法に関する研究. 九州農業試験場彙報 14, 365-397.

99) Kirby, M. F., Dickson, D. W. and Smart, G. C. Jr. (1975) Physiological variation within species of Meloidogyne occurring in Florida. *Plant Disease Reporter*, 59, 353-356.

100) Kiryanova, E. S. and Ivanova, T. S. (1965) Eelworm fauna of Pelargonium roseum L. in the Tadzik SSR. *Izvestia Akademii nauk Tadzhikskoi SSR. Otdelenie biologicheskikh nauk*. 1(18), 24-31. (in Russian)

101) Kleynhans, K. P. N. (1986) Meloidogyne *partityla* sp. nov. from pecan nut (Carya illinoensis (Wangenh.) C. Koch) in the Transvaal Lowveld (Nematoda: Meloidogynidae). *Phytophylactica* 18, 103-106.

102) Kleynhans, K. P. N. (1988) *Phytophylactica* 18, 93-94. Meloidogyne *vandervegtei* sp. nov. from a subtropical coastal forest in Natal (Nemata: Heteroderidae). *Phytophylactica* 20, 263-267.

103) Koenning, S. R. and Barker, K. R. (1985) Gnotobiotic techniques for plant-

parasitic nematodes. In: An advanced treatise on nematology. Volume II. Methodology. (Barker, K. R., Sasser, J. N. and Carter, C. C., eds.), North Carolina State University Graphics, Raleigh, 49-61.

104) Kofoid, C. and White, W. A. (1919) A new nematode infection of man. Journal of the American Medical Association 72, 567-569.

105) 古賀成司, 小代寛正 (1983) 秋ダイズに対するサツマイモネコブセンチュウおよびジャワネコブセンチュウの寄生性. 九州病害虫研究会報 29, 136-137.

106) 近藤鶴彦 (1954) 根瘤線虫に対する甘藷の対虫性. 農業技術 9, 28-29.

107) 近藤鶴彦, 三枝敏郎 (1954) 根瘤線虫の寄生性と分類に関する一・二の知見. 日本植物病理学会報 18, 189. (講要)

108) 九州農業試験場 (1972) かんしょの品種ならびに系統の特性. 九州農業試験場研究資料 43. 九州農業試験場, 筑後, 205pp.

109) Lordello, L. G. E. (1956) Nematoides que parasitism a soja na regio de Bauru. Bragantia 15, 55-64.

110) Lordello, L. G. E. and Zamith, A. P. L. (1960) *Meloidogyne coffeicola* sp. n., a pest of coffee trees in the State of Paraná. Revista brasileira biologia 20, 375-379.

111) Loos, C. A. (1953) *Meloidogyne brevicauda*, n. sp. a cause of root-knot of mature tea in Ceylon. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 20, 83-91.

112) Lopez, R. (1984) *Meloidogyne salasi* sp. n. (Nematoda: Meloidogynidae), a new parasite of rice (*Oryza sativa* L.) from Costa Rica and Panama. Turrialba 34, 275-286.

113) Lopez, R. and L. Salazar (1989) *Meloidogyne arabicida* sp. n. (Nemata: Heteroderidae) nativo de Costa Rica: un nuevo y severo patogeno del cafeito. Turrialba 39, 313-323.

114) Luc, M., Maggenti, A. R. and Fortuner, R. (1988) A reappraisal of Tylenchida (Nemata). 9. The family Heteroderidae Filip'ev & Schuurmans Stekhoven, 1941. Revue de Nematologie 11, 159-176.

115) Maas, P. W. T., Sancers, H. and Dede, J. (1978) *Meloidogyne oryzae* n. sp. (Nema-

- toda: Meloidogynidae) infection irrigated rice in Surinam (South America). *Nematologica* 24, 305-311.
- 116) Maggenti, A. R. (1991) *Nemata: higher classification*. In: *Manual of agricultural nematology*. (W. R. Nickle ed.), Marcel Dekker, Inc, New York, 147-187.
- 117) 丸峯正吉・坂本敏 (1979) かんしょのネグサレセンチュウ抵抗性品種の選抜について. 九州農業研究 41, 48.
- 118) 増田康哉 (1965) 桑園における土壤線虫の防除について. (I) 桑園における土壤線虫の季節的消長. 日本蚕糸学会九州支部研究発表会講演要旨 昭和40年, 44. (講要)
- 119) Michell, R. E., Malek, R. B., Taylor, D. E. and Edwards, D. I. (1973) Races of barley root-knot nematode, *Meloidogyne naasi*. I. Characterization by host preference. *Journal of Nematology* 5, 44-46.
- 120) Milne, D. L. and Du Plessis, D. P. (1964) Development of *Meloidogyne javanica* (Treub.) Chitt., on tobacco under fluctuating soil temperatures. *South African Journal of Agricultural Science* 7, 673-680.
- 121) 皆川望, 大島康臣, 中園和年 (1986) 線虫学関連日本文献記事目録. 九州農業試験場資料第67号. 農林水産省九州農業試験場, 筑後, 414pp.
- 122) Minton, N. A., McGill, J. F. and Golden, A. M. (1969) *Meloidogyne javanica* attacks peanuts in Georgia. *Plant Disease Reporter* 53, 668.
- 123) 百田洋二, 稲垣春郎 (1981) ジャワネコブセンチュウに対するサツマイモの感受性. 関東東山病害虫研究会年報 28, 132-133.
- 124) Mulvey, R. H. and Anderson, R. V. (1980) Description and relationships of a new root-knot nematode, *Meloidogyne sewellii* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) from Canada and a new host record for the genus. *Canadian Journal of Zoology* 58, 1551-1556.
- 125) Mulvey, R. H., Tounshend, J. L. and Potter, J. W. (1975) *Meloidogyne microtyla* sp. nov. from southwestern Ontario, Canada. *Canadian Journal of Nematology* 53, 1528-1536.
- 126) 長倉快一郎 (1918) 植物寄生性線虫の一種ヘテロデラ・ラヂシコラの生活史について. 動物学雑誌 30(355), 199-244.

- 127) 中園和年 (1985) 顕微鏡スライド標本の作成法, 昭和60年度線虫研修会テキストその見分け方・調べ方・接触剤の試験法-, 九州病害虫防除協議会, 福岡, 51-53.
- 128) 中園和年 (1989) 野菜・花卉における土壌線虫の発生動向と防除上の問題点, 平成元年度野菜病害虫防除研究会シンポジウム講演要旨, 農林水産省・野菜茶業試験場編, 日本植物防疫協会, 東京, 1-14.
- 129) 奈良部孝 (1990) 線虫の分子生物学の現状, 植物防疫 44, 519-523.
- 130) 奈良部孝・難波成任・山下修一・土崎常男 (1989) アイソザイムを用いた日本産ネコブセンチュウ3種の同定, 日本線虫研究会誌 19, 46-51.
- 131) 奈良部孝・百田洋二・大島康臣 (1991) クワ・リンゴに寄生するネコブセンチュウ個体群の異同, 日本昆虫学会第51回大会第35回日本応用動物昆虫学会大会合同大会講演要旨 179, (講要)
- 132) 西沢務 (1974) 抵抗性サツマイモ品種に寄生するサツマイモネコブセンチュウの一系統と系統識別のための2, 3の試み, 日本線虫研究会誌 4, 37-42.
- 133) 西沢務 (1981) 植物寄生性線虫のレースをめぐる諸問題, 植物防疫 35, 176-181.
- 134) 西澤務 (1985) 新発生が確認されたシバネコブセンチュウ, 今月の農業 29(9), 26-32.
- 135) 西沢務・細辻豊二・吉田正義 (1984) 本邦で新たに発生が確認されたシバネコブセンチュウ(假称) *Meloidogyne graminis* について, 第28回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨 158, (講要)
- 136) 野津六兵衛 (1918) 桑の線虫駆除に就いて, 病害虫雑誌 5, 15-19.
- 137) 野津六兵衛 (1940) 桑線虫防除ニ關スル試験, 島根縣蠶業試験場特別報告 5+95pp., 19pls. 6+3tabs.
- 138) 岡田富信 (1951) 根瘤線虫に対する生態的系統について, 応用昆虫 7, 83, (講要)
- 139) 岡本好一 (1979) サツマイモネコブセンチュウの抵抗性打破系統の寄生性と二期幼虫の形態的差異, 日本線虫研究会誌 9, 16-19.
- 140) 岡本好一, 前田正孝 (1981) 感受性及び抵抗性トマト品種に対する2種のネコブセンチュウの侵入と増殖に及ぼす温度の影響, 関東東山病害虫研究会年報 28, 134-135.

- 141) 岡本好一・三井康 (1974) トマトの抵抗性品種に寄生するサツマイモネコブセンチュウ (*Meloidogyne incognita*) . 日本線虫研究会誌 4, 32-36.
- 142) 岡本好一・三井康 (1977) サツマイモネコブセンチュウの寄生性に対する温度の影響. 日本線虫研究会誌 7, 10-14.
- 143) 岡本好一・八重樫隆志 (1981) ネコブセンチュウ 6 種の走査電子顕微鏡観察 I. 第二期幼虫の正面像. 日本線虫研究会誌 10, 35-42.
- 144) 岡本好一・八重樫隆志・樋田幸夫 (1983) リンゴネコブセンチュウ (*Meloidogyne mali*) の個体群間の形態的差異. 日本線虫研究会誌 12, 26-32.
- 145) 小野敏忠, 丸峯正吉, 山川理, 広崎昭太, 坂本敏, 井手義人 (1977) かんしょ新品種“ミナミユタカ”について. 九州農業試験場報告 19, 133-150.
- 146) Osman, H. A., Dickson, D. W. and Smart Jr., G. C. (1985) Morphological comparison of host races 1 and 2 of *Meloidogyne arenaria*. Journal of Nematology 17, 279-285.
- 147) Pan, C. S. (1984) Studies on plant-parasitic nematodes on economically important crops in Fujian. I. Species of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) and their host-plants. Acta Zoologica Sinica 30, 159-166, 1pl. (in Chinese)
- 148) Pan, C. S. (1985) Studies on plant parasitic nematodes on economically important crops in Fujian. III. Description of *Meloidogyne fujianensis* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) infecting Citrus in Nanjing County. Acta Zoologica Sinica 31, 263-268. (in Chinese)
- 149) Pan, C. S. (1988) Studies on plant-parasitic nematodes on economically important crops in Fujian. IV. *Meloidogyne fujianensis*. Acta Zoologica Sinica 34, 305-307, 1pl. (in Chinese)
- 150) Parrot, D. M. (1981) Evidence for gene-for-gene relationships between resistance gene H1 from *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* and a gene in *Globodera rostochinensis*, and between H2 from *S. multidissectum* and a gene in *G. pallida*. Nematologica 27, 372-384.
- 151) Pham, T. B. (1990) Gall nematodes of horticultures and potatoes in Dalat (the Tei Nugen Plateau SRV) and description of *Meloidogyne cynariensis* sp. n. - an artichoke parasite. Zoologicheskii zhurnal 69(4), 128-131. (in Russian)

- 152) Pogosyan, E. E. (1971) *Hypsoperine megriensis* n. sp. (Nematoda: Heteroderidae) in the Armenian S.S.R. Doklady Akademii Nauk Armiasokol SSR 53,306-312. (in Russian)
- 153) Ponte, J. J. da (1969) *Meloidogyne lordelloi* sp. n. a nematode parasite of *Cereus macrogonus* Salm-Dick. Boletim Cearense de Agronomia 10,59-63.
- 154) Ponte, J. J. da (1977) Nematoides das galhas: Especies ocorrentes no Brasil e seus hospedeiros. Colacao Mossoroense Vol. LIV,21-25.
- 155) Rammah, A. and Hirschmann, H. (1988) *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. Journal of Nematology 20,58-69.
- 156) Rammah, A. and Hirschmann, H. (1990) *Meloidogyne morocciensis* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Morocco. Journal of Nematology 22,279-291.
- 157) Rau, G. J. and Fassuliotis, G. (1965) *Hypsoperine spartinae* n. sp., a gall-forming nematode on the roots of smooth cordgrass. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 32,159-162.
- 158) Riffle, J. W. (1963) *Meloidogyne ovalis* (Nematoda: Heteroderidae) a new species of root-knot nematode. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 30, 287-292.
- 159) Riggs, R. D. (1991) Resistance-breaking races of plant parasitic nematodes. In: Manual of agricultural nematology. (Nickle, R. D. ed.), Marcel Dekker Inc., New York. 827-851.
- 160) Riggs, R. D. and Winstead, N. N. (1959) Studies on resistance in tomato to root-knot nematodes and occurrence of pathogenic biotypes. Phytopathology 49,716-724.
- 161) 三枝敏郎 (1957) 根瘤線虫 *Meloidogyne* spp. 卵の発生ならびにその形態に関する一観察. 日本応用動物昆虫学会誌 1,238-243.
- 162) 三枝敏郎 (1958) 千葉県における根瘤線虫種類と分布. 日本植物病理学会報 23,21. (講要)
- 163) 坂井健吉・丸峰正吉・広崎昭太・菊川誠士・井手義人・白坂進 (1967) 甘しょ新品種“コガネセンガン”について. 九州農業試験場彙報 13,55-68.

- 164) 坂本敏, 丸峯正吉, 井手義人, 山川理, 久木村久, 吉田智彦, 田淵尚一 (1987) カンショ新品種“シロユタカ”について, 九州農業試験場報告 24, 279-305.
- 165) Sanders, H. and Mulet, J. (1976) "E" type perineal patterns in Meloidogyne species, Nematologica 22, 373-375.
- 166) 佐野善一・中園和年 (1986) マメ科対抗植物におけるサツマイモネコブセンチュウの侵入・発育と根の組織的反応, 日本線虫研究会誌 16, 48-55.
- 167) Santo, G. S. and Pinkerton, J. N. (1985) A second race of Meloidogyne chitwoodi discovered in Washington State, Plant Disease 69, 361.
- 168) Santos, M. S. N. De (1967) Meloidogyne ardenensis n. sp. (Nematoda: Heteroderidae), a new British species of root-knot nematode, Nematologica 13, 591-598.
- 169) Sasser, J. N. (1977) Worldwide distribution and importance of the root-knot nematodes, Meloidogyne spp. Journal of Nematology 9, 26-29.
- 170) Sasser, J. N. (1980) Root-knot nematodes: a global menace to crop production, Plant Disease 64, 36-41.
- 171) Sasser, J. N. and Carter, C. C. (1982) Root-knot nematodes (Meloidogyne spp.): Identification, morphological and physiological variation, host range, ecology and control. In: Nematology in the southern region of the United States. (Riggs, R. D. ed.), Southern Cooperative Series Bulletin 276, Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayetteville, 21-32.
- 172) Sasser, J. N. and Carter, C. C. (eds.) (1985) An Advanced Treatise on Nematology, Volume I. Biology and Control, North Carolina State University Graphics, Raleigh, 422pp.
- 173) Sasser, J. N., Eisenback, J. D., Carter, C. C. and Triantaphyllou, A. C. (1983) The international Meloidogyne project.—Its goal and accomplishments, Annual Review of Phytopathology 21, 271-288.
- 174) 佐藤昭美, 及川英雄, 石亀英徳 (1964) クワ樹原苗圃におけるネコブセンチュウ防除効果について, 北日本病害虫研究会報 15, 149-150.
- 175) Shagalina, L., Ivanova, T. and Krall, E. (1986) Two new root-knot nematode species of the genus Meloidogyne (Nematode: Meloidogynidae) - parasites of shrubs and

trees. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Bioloogia 34,279-288. (in Russian)

176) 志賀敏夫, 坂本敏, 安藤隆夫, 石川博美, 加藤眞次郎, 竹股知久, 梅原正道 (1985) かんしょ新品種「ベニアズマ」. 農業研究センター研究報告 3,73-84.

177) Sidhu, B. and Webster, J. M. (1973(1974)) Genetic control of resistance in tomato. I. Identification of genes for host resistance to Meloidogyne incognita. Nematologica 19,546-550.

178) Singh, B., Banerjee, M. K. and Singh, K. (1974) Inheritance of resistance to root-knot nematodes in tomato. SABRAO Journal 6,75-78.

179) Singh, S. P. (1969) A new plant-parasitic nematode Meloidogyne lucknowica n. sp. from the root galls of Luffa cylindrica (sponge-gourd) in India. Zoologischer Anzeiger 182,259-270.

180) Sledge, E. B. and Golden A. M. (1964) Hypsoperine graminis (Nematoda: Heteroderidae) a new genus and species of plant parasitic nematode. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 31,83-88.

181) Southerd, C. J. and Priest, M. F. (1973) Variation in pathogenisity of seventeen isolates of Meloidogyne incognita. Journal of Nematology 5,63-67.

182) Spaul, V. W. (1977) Meloidogyne propora n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) from Ardabra Atoll, Western Indian Ocean, with a note on M. javanica (Treub.). Nematologica 23,177-186.

183) Struble, F. B., Morrison, L. S. and Cordner, H. B. (1966) Inheritance of resistance to stem rot and to root-knot nematode in sweetpotato. Phytopathology 56,1217-1219.

184) 田淵尚一, 荒城雅昭, 久木村久, 中園和年 (1986) サツマイモネコブセンチュウに対するカンショ品種・系統の反応. 九州病害虫研究会報 32,179-181.

185) Taylor, A. L. and Sasser, J. N. (1978) Biology, Identification and Control of Root-knot Nematode (Meloidogyne Species). North Carolina State University Graphics, Raleigh. 111pp.

186) Terenteva, T. G. (1965) Meloidogyne kirjanovae n. sp. (Nematoda: Heteroderidae). Materialy Nauchnoi Konferentsii Vsesoyuznoi Obshchei. Gel'mint 4,277-281. (in Rus-

sian)

- 187) Thorn, G. (1969) Hypsoperine ottersoni sp. n. (Nematoda: Heteroderidae) infesting canary grass, Phalaris arundinacea (L.) reed in Wisconsin. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 36,98-102.
- 188) 樋田幸夫 (1972) メキシカンマリーゴールドのクワ寄生線虫殺虫効果. 日本線虫研究会誌 18-21.
- 189) 樋田幸夫 (1979) クワに寄生するリンゴネコブセンチュウ (Meloidogyne mali) の寄主植物および二期幼虫の形態的特徴. 日本線虫研究会誌 9,20-24.
- 190) 樋田幸夫 (1984) 本邦桑園における植物寄生性線虫の種類とその地理的分布. 日本線虫研究会誌 14,20-27.
- 191) Toida, Y. and Yaegashi, T. (1984) Description of Meloidogyne suginamiensis n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) from mulberry in Japan. Japanese Journal of Nematology 14,49-57.
- 192) Toida, Y. and Yaegashi, T. (1991) Revision of a record on Meloidogyne thamesi from mulberry in Japan. Japanese Journal of Nematology 21,48.
- 193) Triantaphyllou, A. C. (1970) Cytogenetic aspects of evolution of the family Heteroderidae. Journal of Nematology 2,26-32.
- 194) Triantaphyllou, A. C. (1975) Genetic structure of races of Heterodera glycines and inheritance of ability to reproduce on resistant soybean. Journal of Nematology 7,355-364.
- 195) Triantaphyllou, A. C. (1979) Cytogenetics of root-knot nematodes. In: Root-knot nematodes (Meloidogyne species). Systematics, biology and control. (Lamberti, F. and Taylor, C. E. eds.). Academic Press, London, 85-109.
- 196) Triantaphyllou, A. C. (1982) Cytogenetics and sexuality of root-knot nematodes. In: Nematology in the southern region of the United States. (Riggs, R. D. ed.). Southern Cooperative Series Bulletin 276. Arkansas Agricultural Experiment Station, Fayetteville, 71-76.
- 197) Triantaphyllou, A. C. (1984) Polyploidy in meitotic parthenogenetic populations of Meloidogyne hapla and a mechanisms of conversion to diploidy. Revue de Nem-

atologie 7,65-72.

- 198) Triantaphyllou, A. C. (1985) Cytogenetics, cytotaxonomy and phylogeny of root-knot nematodes. In: An advanced treatise on Meloidogyne. Volume I. Biology and control. (Sasser, J. N. and Carter, C. C. eds.), North Carolina University Graphics, Raleigh, 113-126.
- 199) Triantaphyllou, A. C. (1991) Further studies on the role of polyploidy in the evolution of Meloidogyne. Journal of Nematology 23,249-253.
- 200) Triantaphyllou, A. C. and Sasser, J. N. (1960) Variation in perineal patterns and host specificity of Meloidogyne incognita. Phytopathology 50,724-735.
- 201) Verdejo, S., Green, C. D. and Podder, A. K. (1988) Influence of Meloidogyne incognita on nodulation and growth of pea and black bean. Nematologica 34,88-97.
- 202) Vrain, T. C., Barker, K. R. and Holzman, G. I. (1978) Influence of low temperature on rates of development of Meloidogyne incognita and M. hapla. Journal of Nematology 10,166-171.
- 203) Whitehead, A. G. (1960) The root-knot nematodes of East Africa 1. Meloidogyne africana n. sp. a parasite of Arabica coffee (Coffea arabica L.). Nematologica 4, 272-278.
- 204) Whitehead, A. G. (1968) Taxonomy of Meloidogyne (Nematoda: Heteroderidae) with descriptions of four new species. Transactions of the Zoological Society of London 31,263-401.
- 205) Williams, C., Birchfield, W. and Hartwig, E. F. (1973) Resistance in soybeans to a new race of root-knot nematode. Crop Science 13,299-301.
- 206) Williams, K. J. O. (1974) Meloidogyne hapla. C.H.I. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes Set 2, No.18. The Commonwealth Institute of Helminthology, St. Albans, 4pp.
- 207) 八重樫隆志・岡本好一 (1981) ネコブセンチュウ 6 種の走査電子顕微鏡観察 II. 雄成虫の正面像. 日本線虫研究会誌 10,43-51.
- 208) 山川邦夫 (1978) 野菜／抵抗性品種とその利用. 全国農村教育協会, 東京, 136pp.

- 209) Yang, B. J., and Eisenback, J. D. (1983) *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising *Pocara* earpod tree in China. *Journal of Nematology* 15, 381-391.
- 210) Yang, B. J., Hu, K. J. and Xu, B. W. (1988) A new species of root-knot nematode *Meloidogyne lini* n. sp. parasitizing rice. *Journal Yunnan Agricultural University* 3, 11-17. (in Chinese)
- 211) Yang, B. J., Wang, Q. L. and Feng, R. Z. (1988) *Meloidogyne kongi* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae) a root-knot nematode parasitizing *Citrus* sp. in Guangxi China. *Journal of Guangxi Agricultural College* 7(3), 1-9. (in Chinese)
- 212) 安田篤 (1894) 「つるれいし」ニ寄生スル線蟲ニ就イテ、動物学雑誌 6, 448-451.
- 213) 吉田正義 (1983) 芝草の害虫講座 II 芝草の侵入害虫、芝草研究 12, 101-124.
- 214) 吉田正義 (1989) 我が国における芝草害虫の概観と諸問題、植物防疫 43, 660-664.
- 215) 岡岡謙吾 (1958) グラジオラス球根のねこぶ線虫、神戸植物防疫情報 148, 1.
- 216) Zhang, S. S., Gao, R. X. and Weng, Z. M. (1990) *Meloidogyne citri* n. sp. (Meloidogynidae), a new root-knot nematode parasitizing citrus in China. *Journal of Fujian Agricultural College* 19, 305-311. (in Chinese)
- 217) Zhang, S. S. and Weng, Z. M. (1991) Identification of root-knot nematode species in Fujian. *Journal of Fujian Agricultural College* 20(2), 158-164. (in Chinese)
- 218) Zhang, Y. M. (1983) A root-knot nematode, *Meloidogyne sinensis* n. sp. from potatoes in China. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Shandong* 2, 88-95. (Rev.)
- 219) Zhang, Y. M. and Su, C. D. (1986) A new species of the genus *Meloidogyne* from Shandong Province, China. *Journal of Shandong University* 21, 95-103. (Rev.)

