土壌害虫によるミカン根部の被害解析 第3報 ミカンネコナカイガラムシによるミカン根部の被害と含水量との関係*

吉田正義**・二見 実***

Analysis of the Damages on Citrus Root Caused by the Soil Inhabiting Insects. III.

On the Relation between the Damage of Root by the Citrus Ground Mealy Bug and the Water Content of Subterranean Environment

Masayoshi YOSHIDA and Makoto FUTAMI

Laboratory of Applied Entomology, Faculty of Agriculture Shizuoka University

摘 要: ミカンネコナカイガラムシ（以後ネカイガラと略称する）の生息密度は、その生息する環境の含水量の変化により、大きな影響を受けるので、被害解析を行なう場合には、ミカンの栽培装置の含水量との関係について調査する必要がある。著者は栽培装置の上部の底に、ポリウレタンを利用した吸水装置を設け、その下部に接続する水槽の水位を变化することにより、木材粉の含水量を変えてミカン苗を栽培し、その根部にネカイガラを放飼して、その被害と含水量との関係を調査した。

1) A, B, CおよびD区の含水量はそれぞれ260, 221, 185および123mlの数値（含水量は50gの乾燥木材粉に対する水分量で示す）を示し、その信頼度は極めて高い。ポリウレタンを用いた吸水装置により栽培装置の含水量を変えて植物を栽培したり、土壌昆虫を飼育することは可能であった。

2) 測定器による含水量の概略値は、実測値より低い値を示した。また実測値と概略値との関係は直線的

関係が認められ $Y=32.3+0.66X$ の式により示すことができる。

3) ミカンの栽培装置は5,000 luxの蛍光灯を設備した326°Cの恒温室で84日間管理したが、最もミカンの生長の旺盛なのは含水量の最も多いA区で次はB, C, D区の順であった。

4) ネカイガラの生存虫数の最も多いのは、比較的含水量の少ないC区で次はA, BおよびD区の順であった。しかし、ネカイガラの密度の高いC区における根部の被害は僅少であった。

5) ネカイガラによる根部の被害の最も大きいのは含水量の多いB区で、次はA, C区の順であった。D区ではミカンに対する乾燥の影響の方が、ネカイガラによる被害よりむしろ大きかった。

6) この実験では、ネカイガラによる旧根の被害が顕著に認められた。最も被害の大きいのはB区で、次はC, AおよびD区の順であった。

緒 言

土壌害虫によるミカン根部の被害の程度を左右する

要因としては、害虫の密度ばかりではなく、ミカン園の土壌条件、栽培法、樹勢および土壌病害との関係等幾多の因子が介在するので、その被害解析を行なう場

* 静岡大学農学部応用昆虫学研究室業績 No. 48, 本研究の概要は昭和41年4月1日日本応用動物昆虫学会大会（京都大学）にて発表した。

** 静岡大学農学部応用昆虫学研究室

*** 現在 山本農薬KK・技術課勤務

合は、これらの要因を一定にして、実験を進める必要がある。吉田・廿日出 (1964) は土壌より容水量が大きく保水性の強い木材粉を利用した、ミカンの栽培装置を考案してその栽培法を吟味し、吉田・安藤 (未発表) はこの栽培装置を用いてネカイガラ (Rhizococcus) の密度を変えて飼育して、40日間におけるミカンの新根の被害量を測定して、この虫による被害は意外に甚大であることを報告した。

しかし、飼育期間が長くなるにつれて、栽培装置の含水量が減少するので、長期にわたる実験を行なう場合には、飼育環境の含水量を一定に維持する装置が必要になる。

また他方では、ネカイガラの生育に好適な含水量の範囲と、ミカンの根部の生長に好適なそれとの間には、相当の大きい違いがあることも予想される。

著者らは予備実験により、吉田・廿日出の装置の上部の底にポリウレタンを利用した吸水装置を設置し、その下部に接続させた給水槽の水位を変化する方法により、栽培環境の含水量を変えることに成功した。すなわち、この方法を用いてそれぞれ含水量の違った環境下でミカンを栽培し、その根部にネカイガラを放飼して、ネカイガラの生息密度やミカンの生育およびミカンの根部の被害と含水量との関係について調査した。

実験材料および方法

実験に使用したミカンは杉山系の1年生苗で、静岡県浜北市の種苗園で購入したものである。また、放飼したネカイガラ (*Rhizococcus kondonis* KUWANA) は1965年11月2日引佐郡細江町伊目のネーブル園で採集した2〜3令の若虫である。

ミカンの栽培装置は、吉田・廿日出 (1964) の使用した装置の上部の底に吸水盤を設け、その下に給水槽と装置の安定をよくするため、4cmの台を設置したもので、直径30cm高さ36cmの亜鉛引鉄板製の円筒形のものである。

栽培装置の上部は直径30cm高さ18cmの円筒形で、その底に支えを設けて吸水盤を取り付け、給水槽に接続させた。

吸水盤は直径30cm高さ3cmの皿状の容器で、その底の中央にミカン苗を通すため直径3cmの軸穴をあけ、その周囲に給水槽よりクノップ液を導くための8個の円筒管 (直径3cm長さ10cm) を懸垂させ、いずれもポリウレタンを充填し、上から覆い蓋により圧縮固定したものである。

給水槽の深さは14cmで、その中央に直径3cmの軸穴を持ち、それにミカンの樹幹を通して吸水盤を固定

するようにした。また、その側壁に吸水盤の底から0, 1, 3, 5および7cmの部位に、それぞれクノップ液の液面を変えるための排水口を設け、さらに、その反対側の底部から水位を表示するためのビニールパイプを取り付け、クノップ液の補給もこの口から行なった。

栽培装置の下部は直径20cm高さ7cmのビニール製容器を使用した。

第1図にミカンの栽培装置を示す。

第1図 ミカンの栽培装置

a 栽培装置の上部 (木材粉) b 吸水盤 (ポリウレタン) c 給水槽 (クノップ液) d 栽培装置の下部 (クノップ液) e ポリウレタンの円筒管 f 水位をかえる排水口 g 軸穴 (ミカン苗の樹幹) h ミカン苗の固定部 i 蓋 j 水位を示すビニール管

1965年9月15日生育のよく揃ったミカン苗16本を選んで、それぞれ地上部を50cm地下部を36cmに切断して秤量し、吉田・廿日出の方法にならって栽培装置に定植した。

木材粉の含水量はゴム管とピンチコックを用いてA (吸水盤の底から0cmの水位)、B (同1cm下の水位)、C (同3cm下の水位) およびD (同5cm下の水位) の4段階に固定し、それぞれ4区ずつ設けた。

この装置は10月31日までガラス室にて管理され、11

月2日から5,000 lux の照明設備をそなえた26°Cの恒温室に移されて実験に入った。恒温室における栽培管理は、17時から翌日の8時までの15時間照明を行ない、日中は暗黒に保った。

11月4日に各含水量区の中の2区を選んで、それぞれ150頭ずつの若虫を放飼したのち管理を続け、1966年1月27日装置を解体して、ネカイガラ密度調査を行なうと共に、栽培装置の上部と下部に分布する、新根と旧根およびミカンの地上部の生体重を測定した。

ネカイガラ密度調査は、最も寄生の多いと思われる8gの根群2区とその附近の50gの木材粉2区を抽出して、これらに生息する個体数で示した。

飼育日数が進めば給水槽の液面が低下するので、4日目ごとにクノッ液を補給し、装置の下部のクノッ液は10日目ごとに取りかえた。

木材粉の含水量の測定は図版(C)に示す測定器で5日目ごとに行なったが、このほか12月7日、29日および1月25日の3回装置の上・中・下層に分けて木材粉の含水量を実測した。

また、栽培期間中ミカランダニの防除のため、ネオサッピランとケルセンの1,000倍液をあわせて3回散布した。

図版(A)に5,000 lux、26°Cの恒温室で管理されている栽培装置を示す。

実験結果および考察

1. 栽培装置内における木材粉の含水量の変化

装置の各層における含水量の実測値を第1表に、測定器による含水量の概略値を第2表に示す。

含水量の値は50gの乾燥木材粉に対する水分量(ml)で示す。

含水量の実測値の場合は、装置の含水

量が一定に維持されるようになってから測定したのであるが、A、B、CおよびD区の平均値はそれぞれ260、221、185および123mlの数値を示し、その信頼度も極めて高い。

測定器による概略値は実験開始後から5日目ごとに測定したが、11月17日頃から恒量に達し、各区ごとほぼ一定の値を示した。測定器による含水量の概略値の変化の傾向を知るため、各区の11月17日以降の数値について平均値を求めた。

含水量の概略値は、いずれも203、193、123および121mlで、A、B区の平均値の信頼度はやや低いがC、D区では非常に高い。

含水量の実測値と測定器による概略値との関係について第2図に示す。

2図によれば、測定器による含水量の数値は、いずれも実測値より低い値を示した。また、含水量の実測値と測定器による概略値との関係は多少の誤差はあるが $Y = 32.3 + 0.66X$ の直線的関係が認められ、その信頼度 ($P < 0.001$) は極めて高い。

第1表 飼育環境の含水量の実測値

区分	採集部位	12月7日	12月29日	1月25日	平均
A	上層	205ml	235ml	261ml	234ml
	中層	268	268	269	268
	下層	275	270	288	277
B	上層	185	171	189	182
	中層	224	225	234	228
	下層	266	247	243	252
C	上層	147	151	157	152
	中層	166	176	201	181
	下層	214	223	226	221
D	上層	76	87	117	93
	中層	126	139	132	132
	下層	133	156	142	144

含水量は50gの乾燥木材粉に対する給水量で示す。

第2表 測定器による飼育環境の含水量

区分	実験回数	11月9日	11月17日	11月23日	11月29日	12月3日	平均
A	1	169ml	200ml	200ml	200ml	200ml	203ml
	2	155	200	200	223	200	
B	1	155	223	200	184	200	193
	2	142	184	200	169	184	
C	1	142	142	133	133	133	133
	2	133	142	133	115	133	
D	1	107	142	124	97	107	121
	2	97	142	133	107	115	

含水量は50gの乾燥木材粉に対する給水量で示す。

第2図 栽培装置の含水量の実測値と測定器による数値との関係

(含水量はいずれも 50g の乾燥木材粉に対する給水量で示す)

測定された日々により、木材粉の含水量の数値に多少のばらつきが認められたが、この大きな原因としては、装置の下部のクノップ液を取りかえるため、装置を移動させる時にできる、水位の変化が考えられる。このほか、木材粉の粒子の大きさや木材粉の鎮圧の程度に相違があること、また、飼育期間が長期にわたるため補給されるクノップ液の塩類が、しだいに蓄積されてゆくこと等が併せ考えられる。なお、吸水盤の厚さやクノップ液面までの距離と木材粉の含水量との関係等改良を加える必要のある点もあるが、ポリウレタンを利用した吸水装置を使用することにより、栽培装置の含水量をいろいろに変えて永年性植物を栽培したり、土壌昆虫を飼育することは可能と思われる。

2. 含水量の相違とネカイガラの生息密度

各含水量区におけるネカイガラの生息密度を第3表に、またその関係を第3図に示す。

この実験では2～3令の若虫を、26°Cの温度のもとで84日間飼育して、装置の解体時に成虫、若虫および卵のうを採集しているの、少なくともこの装置内では1世代以上、場合によっては2世代飼育を継続したことになる。

平均値で比較すれば、最もネカイガラの密度の多いのは比較的含水量の少ないC区で、次はA、B、D区の順であった。各平均値の有意性を検定したが、

第3表 各含水量区におけるネカイガラの生息密度

含水量実験 の区分	回数	成虫数 木材粉	根群	若虫数 木材粉	根群	卵のう数 木材粉	根群	合 計	旧根の被害数(本)
A	1	40	22	110	93	14	3	292	4
	2	8	2	51	11	13	1	86	3
B	1	10	20	36	45	19	8	138	8
	2	5	9	59	132	9	11	225	5
C	1	16	25	33	67	25	11	177	7
	2	45	22	97	33	28	3	228	4
D	1	1	0	0	0	0	2	3	0
	2	32	13	46	23	2	14	130	3

第3図 栽培装置の含水量とネカイガラの密度およびミカン根の被害との関係 (含水量はいずれも 50g の乾燥木材粉に対する給水量で示す)

信頼度は極めて低い。C区におけるネカイガラ密度の高いことは、C区の含水量がこの虫の生息環境として好適であることにより、一応の説明はつくが、反対にネカイガラ密度が急激に高くなるため、ミカンの根群の欠乏が起って、かえってその密度が減少することもある。

また、A、B区でも相当高い密度が認められたが、比較的上部の乾燥した場所に多くみられた。

3. 含水量の相違とネカイガラによるミカン根部の被害

栽培装置の上部と下部に分布する新根と旧根の生体重を第4表に示す。

装置の下部に生産された新根の生体重については大きな相違が認められないので、装置の上部に分布する新根と旧根の生体重について検討を加えた。

はミカンに対する乾燥の影響の方が、ネカイガラの食害より、むしろ大きかった。

各含水量区における、ネカイガラによるミカンの根部の被害を、量的に表わすため、無放飼区の根の生体重より放飼区のそれを引いた数値を求め、第5表および第3図に併せ示す。

3図における含水量・虫数曲線では、C区の密度が最も高いが、根部の被害は比較的僅少であった。しかし、含水量の多いB、A区では、ネカイガラの密度はC区よりむしろ多少減少しているが、根部の被害は極めて増大した。

次に、吉田・安藤（未発表）はネカイガラの密度とミカンの被害について実験を行ない、この虫はミカンの旧根を食害せず、新根のみを食害することを報告したが、この実験では旧根の被害が顕著にみられた。

第4表 ネカイガラの放飼区と無放飼区におけるミカン根部の生体重

区 分	含水量の区分	実験回数	栽培時の苗の重量 (P)	上 部 の 装 置							下 部 の 装 置		
				旧根の生体重	新根の生体重	合 計 (R)	R/P	平 均	検 定	旧根の生体重	新根の生体重	合 計	
無放飼区	A	1	170g	58.0g	12.2g	70.2g	0.413	0.399	—	21.0g	3.7g	24.7g	
		2	165	51.2	12.3	63.5	0.385						
	B	1	165	61.8	10.8	71.6	0.434	0.421	—	19.6	3.0	22.6	
		2	150	50.8	10.3	61.1	0.407						
	C	1	150	47.9	8.8	56.7	0.378	0.367	—	14.6	5.8	20.4	
		2	155	47.2	7.8	55.0	0.355						
	D	1	130	36.2	5.3	41.5	0.319	0.339	—	8.5	6.3	14.8	
		2	170	49.0	12.0	61.0	0.359						
放 飼 区	A	1	175	47.9	13.9	61.8	0.353	0.352	t[2]=3.35 p: 0.1—0.05	20.0	9.8	29.8	
		2	150	40.0	12.6	52.6	0.351						
	B	1	150	46.7	6.2	52.9	0.353	0.351	t[2]=5.15 p: 0.05—0.02	11.1	7.8	18.9	
		2	160	46.9	8.9	55.8	0.349						
	C	1	155	45.6	8.0	53.6	0.346	0.343	t[2]=2.1 p: 0.2—0.1	14.7	3.0	17.7	
		2	155	44.6	8.0	52.6	0.339						
	D	1	150	36.8	14.9	51.7	0.345	0.345	t[2]=0.55 p: 0.7—0.6	14.6	3.8	18.4	
		2	160	46.7	8.3	55.0	0.344						

あとで述べるのであるが、この実験では旧根の被害が顕著であったので、各含水量区における旧根と新根の合計を被害の対象として取り扱った。

また、栽培を始めた時の苗の大きさが、根部の生産量に大きく影響するので、新根と旧根の生体重の和を栽培を始めた時の苗の全重量で除した商を比較した。

各含水量区の放飼区と無放飼区における、その商の平均値を比較すれば、その被害の最も大きいのはB区で、次はA区、C区の順であった。D区の放飼区と無放飼区の間では大きな相違はみられなかった。D区で

第5表 各含水量区におけるネカイガラによるミカン根部の被害

含水量の区分	含水量	上部の根の生体重		N—M
		無放飼区 (N)	放 飼 区 (M)	
A	260ml	0.399	0.352	0.047
B	221	0.421	0.351	0.070
C	185	0.367	0.343	0.024
D	123	0.339	0.345	—

旧根の被害状況を図版(B)および(D)に, また各含水量区における旧根の被害本数を第3表に併せ示す。

この装置ではミカンの旧根は, 7~10本発生するのが普通であったが, 旧根の被害本数の最も多いB区では, 直根から垂直に発生する旧根は, ほとんどみられない状態であった。次に多いのはC, AおよびD区の順であった。

前述の様に, 含水量の比較的多い区における, ネカイガラの被害の大きいことは, この様なミカンの旧根の被害が多いことによるものと思われる。

この虫は比較的生育環境の乾燥している所を好むことが報告されているが, ミカン根部の被害の面から考えれば, むしろ含水量の多い時期や含水量の多い場所における, 被害について留意する必要がある。

が低く, 地上部の生育が悪い傾向がみられた。その信頼度は含水量の高い場合より, 低い場合の方が比較的高かった。

4. 含水量の相違とミカンの生長

栽培装置の含水量を変えて, 1965年11月1日より1966年1月27日までの84日間ミカンを栽培したが, その栽培管理を吟味する意味で, 各含水量区におけるミカンの生長量を調べた。

第7表に栽培装置の各含水量区におけるミカンの生長量を示す。

装置の解体時における苗の生体重より, 栽培を始めた時の苗のそれを引いた数値を, ミカンの生長量とした。平均値を比較すれば, 生長量の多いのは含水量の多いA区とB区で, 両者の間には大きな相違は認められない。C区での生長量はほとんど認められず, D区

第6表 ネカイガラの放飼区と無放飼区におけるミカンの地上部の比較

区 分	含水量の区分	実験回数	栽培時の苗の重量(P)	新生の体重	旧生の体重	地上部の全重量(T)	T/P	平均	検 定
無放飼区	A	1	170g	20.4g	55g	82.4g	0.485	0.491	—
		2	165	31.8	50	81.8	0.496		
	B	1	165	23.1	54	77.1	0.467	0.484	—
		2	150	26.0	49	75.0	0.500		
	C	1	150	21.0	48	69.0	0.460	0.478	—
		2	155	25.8	51	76.8	0.495		
	D	1	130	19.3	42	61.3	0.472	0.442	—
		2	170	23.0	47	70.0	0.412		
放飼区	A	1	175	31.9	51	82.9	0.474	0.433	t[2]=1.389 p: 0.4-0.3
		2	150	27.8	31	58.8	0.392		
	B	1	150	25.5	45	70.5	0.470	0.420	t[2]=1.205 p: 0.4-0.3
		2	160	11.2	48	59.2	0.370		
	C	1	155	22.1	43	65.1	0.420	0.427	t[2]=2.686 p: 0.2-0.1
		2	155	24.2	43	67.2	0.434		
	D	1	150	18.2	29	47.2	0.315	0.342	t[2]=2.511 p: 0.2-0.1
		2	160	22.8	36	58.8	0.368		

ミカンの根群がネカイガラの被害を受けると, その影響は地上部に現われてくる。この実験では, ネカイガラによる被害が84日間のように長期にわたって行なわれたので, 地上部に現われる被害の傾向を知るため, 各区における新梢と旧梢の生体重を区別して測定し, 第6表に示す。

各区における地上部の全重量を, 栽培を始めた時の全重量で除した商を比較すれば, 放飼区は無放飼区にくらべて数値

第7表 含水量の相違とミカンの生長

区分	実験回数	栽培時の苗の重量(P)	栽培後の苗の重量(S)	苗の生長量(S-P)	同平均	検 定
A	1	170g	177.3g	7.3g	8.8g	—
	2	165	175.2	10.2		
B	1	165	171.3	6.3	8.0	t[2]=0.36 p: 0.8-0.7
	2	150	159.6	9.6		
C	1	150	146.1	-3.9	0.4	t[2]=1.47 p: 0.3-0.2
	2	155	159.6	4.6		
D	1	130	117.6	-12.4	-13.9	t[2]=10.8 p: 0.01-0.001
	2	170	154.4	-15.4		

では含水量の激減のため落葉がみられたが、生体重が減少したのはこのためではなかろうか。

図版(E)にA・B(高含水量)区,(F)にC・D(低含水量)区におけるミカンの生育状態を示す。

参 考 文 献

- 1) 吉田正義・久保田幸弘・鈴木康徳(1959): 園芸学会雑誌, 28, 2, 76~80. (1967.12.10.受理)

- 2) 吉田正義・久保田幸弘(1962): 静岡大学農学部応用昆虫学研究室特別報告, 2, 1~59.

- 3) 吉田正義・廿日出正美(1964): 静岡大学農学部研究報告, 14, 157~165.

- 4) 吉田正義・小池登四郎(1966): 関西病虫害研究会報, 8, 18~23.

- 5) 吉田正義・安藤俊二(未発表)応動昆虫投稿中。

Summary

Because the density of the citrus ground mealy bug, *Rhizoecus kondonis* KUWANA, has a great influence with water content of its living place, it is necessary to examine the relation between them. For this purpose, a special apparatus was devised for planting citrus tree, on which mealy bug was reared. Water content of the subterranean environment where the insect was reared was controlled by a special method shown in Fig. 1. The value of water content of sawdust shown by meter (Y) was in the relation of following formula with that measured directly by dessication (X). $Y=32.3+0.66X$ The value of water content was shown by the amount of water supplied to 50g of completely dried sawdust. The planting apparatus was kept for 84 days under the illumination of 5,000 lux and constant temperature 26°C. The growth of citrus tree was the greater, water content was the more, but insect survival was optimum at the intermediate water content. The damages of citrus roots caused by this insect were observed in the cases of higher water content, and especially the damage of old root was observed remarkable.

図版

A

B

C

D

E

F

(A) 5,000 lux, 26°C で管理中の栽培装置

(C) 含水量測定器

(E) A・B（高含水量）区におけるミカンの生育

(B) B区における旧根の被害

(D) B区における根部の被害

(F) C・D（低含水量）区におけるミカンの生育