

## ネギ連作障害における土壤消毒剤の無被覆処理の防除効果

白岩裕隆・伊垢離孝明・福本明彦

Nobutaka SHIRAIWA, Takaaki IGORI and Akihiko FUKUMOTOA

Effect of Soil Disinfection without Polyethylene Film Covering on Injury  
by Continuous Cropping of Japanese Bunching Onion

### I 緒 言

鳥取県の弓浜砂丘地は、古くから根深ネギが栽培されているが、周年栽培の確立、稚苗移植技術の普及などの栽培体系の変遷に伴い、連作障害による減収が問題となっている<sup>21)</sup>。また近年、地球温暖化の影響と考えられる長期間の猛暑が平坦地でのネギ栽培に悪影響を及ぼしている。ネギは低温性の作物で夏期に生育が緩慢になるが、夏越し時の欠株は連作ほど多くなる傾向がある<sup>21)</sup>。

畑作物の連作圃場では、糸状菌および放線菌の菌数と活性が低下して土壤病原菌が増加すること<sup>13)</sup>、特定の植物寄生性センチュウが増加すること<sup>12)</sup>が指摘されており、連作障害の対策として、土壤伝染性の病害および植物寄生性センチュウの防除技術について多くの作物で検討されてきた<sup>3, 9, 15, 17)</sup>。著者ら<sup>18, 19)</sup>は、ネギの連作障害の一因として有害センチュウに着目し、サツマイモネコブセンチュウおよびキタネグサレセンチュウが悪影響を及ぼすことを報告した。さらにサツマイモネコブセンチュウの防除として土壤消毒剤<sup>18)</sup>および対抗植物<sup>19)</sup>が有効であることを明らかにし、両者を組み合わせた防除法を確立した<sup>20)</sup>。

根深ネギは4～5回の土寄せ(培土)をするため、根部だけでなく葉鞘部にも病害が発生し、多発すると著しい減収となる。ネギの夏場に発生する土壤病害として萎凋病、軟腐病、白絹病などがあり<sup>22)</sup>、生産現場では防除に苦慮している。

ネギにおける土壤病害と植物寄生性センチュウ両者の防除には、土壤消毒剤が有効であるが、一方で土壤消毒剤は、処理時の被覆の有無によって効果が不安定になる場合があることが指摘されている<sup>24)</sup>。また、生産現場において被覆が必要な

土壤消毒剤の導入は敬遠されがちである。

そこで本試験では、ネギの生産現場での土壤消毒剤の普及を考慮して、無被覆処理で適用のある土壤消毒剤を供試し、被覆処理の有無が土壤病害、サツマイモネコブセンチュウの防除効果、並びにネギの生育、収量に及ぼす影響について調査を行った。

### II 材料および方法

試験は、2008年に鳥取県園芸試験場弓浜砂丘地分場の砂畑圃場(砂丘未熟土)で実施した。本試験は2006年、2007年にネギを栽培して土壤病害およびサツマイモネコブセンチュウが多発したネギ連作圃場で行った。試験区は、メチルイソチオシアネート+1,3-ジクロロプロペン油剤(各成分20.0%, 40.0%, 以下MITC+DD剤)の30L/10a、ダゾメット粉粒剤(成分98.0%)の30kg/10a、1,3-ジクロロプロペン油剤(成分92.0%, 以下DD剤)の20L/10aとして、各薬剤ともポリエチレンフィルム(農ポリ、厚さ0.02mm)での被覆区と無被覆区とを設け、これに無処理区を加えて実施した(第1表)。薬剤処理は降雨があった当日(直後)の4月18日に所定の方法で行い、被覆区は5月5日まで被覆した後、各試験区ともトラクターでガス抜きを行った。ネギ栽培は、品種‘吉蔵’を3月27日に200穴セルトレイに1穴当たり5粒播種し、5月20日に条間1m、ポット間隔10cmで移植した。総施肥量はN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=15.6:15.6:15.6kg/10aとした。試験規模は各区とも約56m<sup>2</sup>(7.5m×7.5m)の2反復、調査は以下のとおりとした。

第1表 試験区の設定および供試薬剤におけるネギでの適用

試験区の設定			ネギでの適用内容		
供試薬剤(成分量)	処理量	被覆処理	土壌病害	センチュウ	処理方法
メチルイソチオシアネート・DD油剤 (MITC+DD剤) (メチルイソチオシアネート20.0%, 1,3-ジクロロプロペン40.0%) 商品名:ディ・トラペックス油剤	30 L/10a	有  無	萎凋病 白絹病 黒腐菌核病	センチュウ類	所定量を土壌注入後、覆土鎮圧する。
ダゾメット粉粒剤 (ダゾメット98.0%) 商品名:バスアミド微粒剤	30 kg/10a	有  無	萎凋病 白絹病 小菌核腐敗病 黒腐菌核病	ネコブ センチュウ	所定量を均一に散布して土壌と混和する。
DD剤 (1,3-ジクロロプロペン92.0%) 商品名:DC油剤	20 L/10a	有  無	適用なし	ネコブ センチュウ ネグサレ センチュウ	所定量を土壌注入後、覆土鎮圧する。

注) 試験は上記に無処理区を加えて実施した。ネギでの適用は2021年12月現在。

### 1. 土壌病害およびサツマイモネコブセンチュウの防除効果

9月3日に各区 1m<sup>2</sup>の4か所を掘り取り、腐敗症状(萎凋病および軟腐病による腐敗)、白絹病、ネコブセンチュウ被害について調査をした。腐敗症状については、盤茎部が腐敗および褐変している株数を計数し、発生株率を算出した。白絹病については、葉鞘部への菌核および菌糸の付着している株数を計数し発生株率を算出した。腐敗症状および白絹病に対する土壌消毒の防除効果は、防除価 = 100 - (処理区の発生・発病株率 ÷ 無処理区の発生・発病株率) × 100 を求め評価した。

サツマイモネコブセンチュウ被害については、各試験区 30株についてネコブ程度別に0 - 全く認めない、1 - わずかに認める、2 - 中程度、3 - 多い、4 - 極めて多い、の5段階に分け、ネコブ指数 = Σ(ネコブ程度株数 × ネコブ程度) ÷ (調査株数 × 4) × 100 を算出した。サツマイモネコブセンチュウに対する土壌消毒の防除効果は、防除価 = 100 - (処理区のネコブ指数 ÷ 無処理区のネコブ指数) × 100 を求め評価した。

### 2. 土壌消毒剤による薬害

ネギ定植後に薬害の有無および程度を確認を目視観察で行い、+ : 薬害あり、± : 薬害があるが生育に問題ない、- : 薬害なし、の3段階で評価した。

### 3. ネギの生育調査および収穫調査

上記の土壌病害およびサツマイモネコブセンチュウの防除効果の調査後に、各区とも大きさ別にネギを並べ中央の10株について草丈、葉鞘径、重量の測定を行った。収穫調査は12月10日に各試験区 2m<sup>2</sup>の4か所を掘り取り、出荷調製した後に本数および重量を測定した。

### 4. ネコブセンチュウ種の同定

ネコブセンチュウ種の同定は、Harrisら<sup>2)</sup>のプライマーを用い、岩堀ら<sup>6)</sup>の方法で行った。試験は1996年に、鳥取県園芸試験場のナシほ場(土壌は淡色黒ボク土)で行った。

## III 結 果

試験圃場のネコブセンチュウの種は、PCR-RFLP法による同定を行った結果、サツマイモネコブセンチュウであった(データ省略)。

薬剤の処理期間中の気温および降雨を第1図に示した。薬剤処理は20mm以上の降雨があった直後に行い、平均気温は処理期間の前半で約12°C~15°C、後半は15°C以上で推移した。ネギの移植後の生育は各区とも順調に進み、薬害は認められなかったが、7月には無処理区の生育が緩慢になる傾向が目視観察された。

9月3日に土壌病害およびサツマイモネコブセ

ンチュウの被害株数および被害程度の調査を行った(第2表)。無処理区における発生状況は、腐敗症状で少～中発生、白絹病は中発生、サツマイモネコブセンチュウは多発生であった。

腐敗症状に対する防除効果は、MITC + DD 剤において被覆区で83.9、無被覆区で78.0と高く、次いでDD 剤においても被覆区で73.6、無被覆区で72.0と、防除価70以上の効果が認められた。これに対してダゾメット粉粒剤は、被覆区で63.4とやや低く、無被覆区で36.2と防除効果が低かった。

白絹病は、MITC + DD 剤において被覆区で97.9、無被覆区で91.3と高かったのに対し、ダゾメット粉粒剤は被覆区で63.1とやや低く、無被覆区で43.1と劣り、DD 剤では被覆区で37.4、無被覆区で34.9と防除効果が低かった。

サツマイモネコブセンチュウに対する防除効果は、MITC + DD 剤において被覆区で97.0、無被覆区で90.4と高く、次いでDD 剤においても被覆区で95.0、無被覆区で88.0と、防除価85以上の効果が認められた。一方ダゾメット粉粒剤は、被覆区で74.9と防除効果が認められたが、無被覆区では50.8とやや低かった。

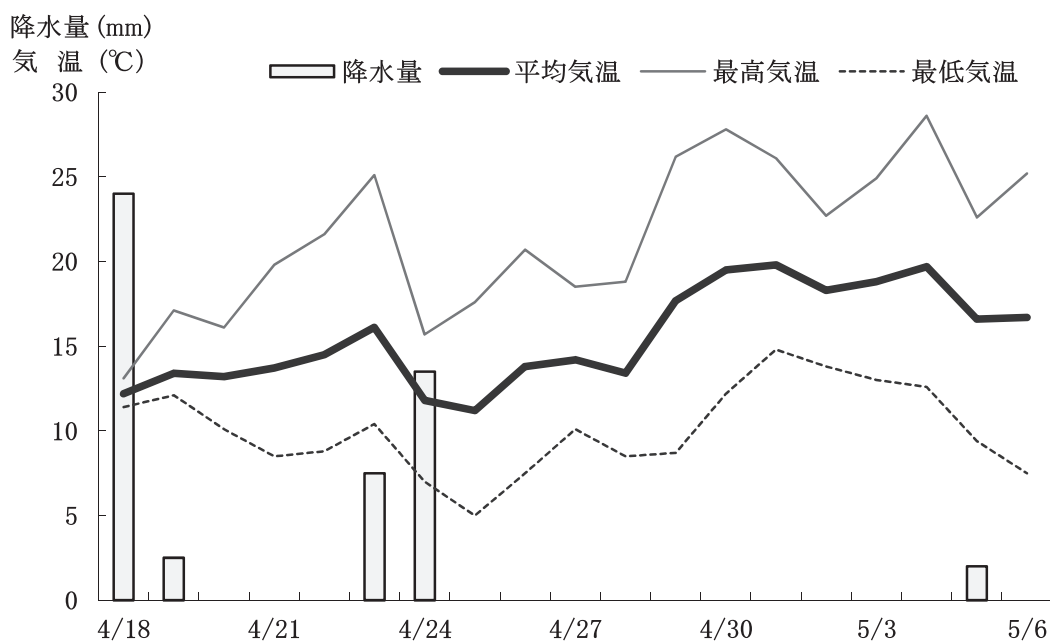
9月3日におけるネギの生育調査では、葉鞘径と新鮮重において薬剤処理区の方が無処理区に比べて優れていた。薬剤処理区の中で比較すると、有意差は認められないものの(第3表)、目視観察においてダゾメット粉粒剤の無被覆区で生育がや

や劣る傾向であった。

12月10日に収穫調査を行った結果、収量は本数・重量ともに無処理区に比べて薬剤処理区で優れており、MITC + DD 剤で最も多収量、次いでDD 剤、ダゾメット粉粒剤の順であった。MITC + DD 剤およびDD 剤の両者とも被覆区で収量がやや優れる傾向であったが、被覆の有無による差は小さかった。これに対してダゾメット粉粒剤では、被覆区に比べて無被覆区において収量が低かった。

#### IV 考 察

ネギの光合成適温は15℃～20℃で低温性作物に分類され<sup>23)</sup>、夏場の高温期に生育が緩慢になる<sup>5, 14, 21)</sup>。一方、本試験で調査対象とした土壌病害虫の発生適温は、萎凋病で23℃～28℃<sup>22)</sup>、軟腐病で28℃～34℃<sup>22)</sup>、白絹病で32℃<sup>22)</sup>、サツマイモネコブセンチュウで24℃～37℃<sup>25)</sup>といずれも高く、ネギの生育が弱まる8月～9月に発生が多くなることから被害が大きくなると考えられる。ネギの土壌消毒剤による連作障害対策として、これまでに著者ら<sup>18)</sup>はクロルピクリン + 1, 3-ジクロロプロペン剤、ダゾメット粉粒剤の被覆処理がサツマイモネコブセンチュウに有効であることを明らかにした<sup>18)</sup>が、生産現場では被覆が必要な土壌消毒剤の導入は敬遠されがちである。本試験では、生産現場での土壌消毒剤の普



第1図 土壌消毒剤の処理期間中の気温および降水量 (境港市 2008)

及を考慮して、無被覆処理で適用のある土壤消毒剤の防除効果を調べた。その結果、MITC + DD 剤、DD 剤の両者とも被覆することで防除効果が高かったが、無被覆でも防除効果が大きく劣ることはなかった。これに対してダゾメット粉粒剤では無被覆区でやや防除効果が低く、収量も低かった。一般に燻蒸タイプの土壤消毒剤では、被覆で地温が確保されることによってガス化が進み土壤中にガスが拡散しやすく、加えて土壤中のガス濃度を維持することで防除効果が安定する<sup>24)</sup>。本試験でも被覆区で防除効果が高い傾向があり、ダゾメット粉粒剤において被覆効果が顕著に現れていた。ダゾメット剤は、水分と反応してメチルイソチオシアネート (MITC) に変化して燻蒸効果を発揮する。本試験では、この反応に対する温度、水分は十分にあったと推察されるが、ダゾメット

剤に比べて MITC + DD 剤、DD 剤において被覆の有無による防除効果の差が小さい傾向であった。この要因として、MITC + DD 剤、DD 剤ともに油剤であったことが影響したと推察される。

土壤消毒の効果は、温度、土質、土壤水分などの影響を受ける<sup>24)</sup>。本試験において MITC + DD 剤、DD 剤の無被覆区においても高い防除効果が得られた要因として、処理時期が温暖期であったこと、ガスが拡散し易い砂土であったこと、処理時に降雨があり土壤が適湿であったことなどが考えられる。今後、MITC + DD 剤、DD 剤の無被覆処理の普及にあたっては、①温度条件として低温期および高温期の効果、②土質条件として火山灰壤土、埴壤土、埴土における効果、③土壤水分として乾燥および過湿条件における効果、以上のような様々な条件での事例を集め、効果が安

第2表 土壤消毒剤における被覆処理の有無が土壤病害とサツマイモネコブセンチュウの防除効果に及ぼす影響

試験区		腐敗症状			白絹病		サツマイモネコブセンチュウ		薬害
供試薬剤	被覆	株率(%)	防除価	株率(%)	防除価	ネコブ指数	防除価		
MITC+DD剤	有	4.1 a	83.9	0.8 a	97.9	1.5 a	97.0	—	
	無	5.6 ab	78.0	3.4 b	91.3	4.8 a	90.4	—	
ダゾメット粉粒剤	有	9.3 ab	63.4	14.4 c	63.1	12.6 b	74.9	—	
	無	16.2 bc	36.2	22.2 cd	43.1	24.7 c	50.8	—	
DD剤	有	6.7 ab	73.6	24.4 cd	37.4	2.5 a	95.0	—	
	無	7.1 ab	72.0	25.4 d	34.9	6.0 ab	88.0	—	
無処理		25.4 c		39.0 e		50.2 d			

注) 薬害はネギ定植後に目視観察で+：薬害あり、±：薬害があるが生育に問題ない、-：薬害なし、の3段階で評価した。腐敗症株は萎凋病および軟腐病による腐敗症状。同一列の異なるアルファベットは、多重比較法 (Tukey) により5%水準で有意差があることを表わす。

第3表 土壤消毒剤における被覆処理の有無がネギの生育と収量に及ぼす影響

試験区		生育調査 (9月3日)					収穫調査 (12月10日)			
供試薬剤	被覆	草丈	葉鞘径		新鮮重	収量		調製重		
		(cm)	(mm)	(g)	本/a	kg/a	g/本			
MITC+DD剤	有	73.6 a	19.8 a	154.6 a	4188 a	526 a	125.7 a			
	無	74.3 a	19.9 a	152.7 a	3925 ab	504 ab	128.5 a			
ダゾメット粉粒剤	有	70.5 a	18.9 a	146.9 a	3663 ab	434 bc	118.4 a			
	無	69.3 a	18.8 a	140.3 a	3350 bc	353 de	105.3 b			
DD剤	有	72.4 a	19.7 a	154.1 a	3744 ab	446 bc	119.2 a			
	無	73.2 a	19.9 a	148.4 a	3513 bc	422 cd	120.2 a			
無処理		68.5 a	15.5 b	94.8 b	2944 c	292 e	99.3 b			

注) 同一列の異なるアルファベットは、多重比較法 (Tukey) により5%水準で有意差があることを表わす。

定する処理方法の知見を得ることが必要である。

サツマイモネコブセンチュウとフザリウム菌との関連は、多くの知見が蓄積<sup>25)</sup>されており、トマトでは萎凋病<sup>4)</sup>、メロンではつる割病<sup>11)</sup>の抵抗性品種であってもネコブセンチュウの加害によって感染が誘導されることが報告されている。ネギにおいても両者の複合的な感染が疑われ、著者ら<sup>19)</sup>は、ネギ幼苗へのサツマイモネコブセンチュウと萎凋病菌の同時接種を行ったところ、単独接種に比べ枯死株率が高い傾向であった。さらに圃場においてもサツマイモネコブセンチュウへの対抗植物を用いた試験でサツマイモネコブセンチュウと萎凋病菌の複合的な感染を示唆する結果が得られている<sup>20)</sup>。DD剤は殺センチュウを得意とする薬剤であり、土壤病害への効果は劣ることが知られている<sup>9)</sup>。本試験のDD剤において腐敗症状の防除効果が高い傾向であった要因として、サツマイモネコブセンチュウの防除によって腐敗症状(萎凋病および軟腐病による腐敗)への複合的な感染を軽減できたと推察される。

本試験の結果、土壤消毒剤の無被覆処理としてMITC + DD剤、DD剤の両者が有効であると考えられる。一方、DD剤に比べてMITC + DD剤はコストが高いことから(データ省略)、植物寄生性センチュウ単独防除ではDD剤を、土壤病害と植物寄生性センチュウ両者の防除ではMITC + DD剤の使用が良いと考えられる。そのためにネギ連作圃場において、土壤病害と植物寄生性センチュウの発生状況を把握した上で土壤消毒剤を選択することが重要である。

近年、連作障害対策に緑肥作物が注目され<sup>2、13)</sup>、土壤病害の軽減<sup>8、16)</sup>、植物寄生性センチュウの抑制<sup>1、7、10)</sup>などの技術として実用化されている。著者らは、ネギのサツマイモネコブセンチュウの耕種的防除としてマメ科のクロタラリアの効果が高いことを明らかにし<sup>19)</sup>、土壤消毒剤と緑肥作物を組み合わせる4年サイクルの圃場管理法を報告した<sup>20)</sup>。今後、本県のネギ栽培では、土壤消毒剤の無被覆処理と緑肥作物との組み合わせによって、土壤病原菌および有害センチュウの密度を実害がないレベルで維持する長期的な視点での圃場管理が重要と考えられる。

## V 摘 要

本試験では、ネギの生産現場での土壤消毒剤の普及を考慮して、無被覆処理で適用のある土壤消

毒剤を供試し、被覆処理の有無が土壤病害(腐敗症状株、白絹病)、サツマイモネコブセンチュウの防除効果、並びにネギの収量へ及ぼす影響について調査を行った。

供試薬剤は、メチルイソチオシアネート + 1,3-ジクロロプロペン油剤(MITC + DD剤)、ダゾメット粉粒剤、1,3-ジクロロプロペン油剤(DD剤)として、各薬剤ともポリエチレンフィルムの被覆区と無被覆区を設けて実施した。

MITC+DD剤は、被覆の有無にかかわらず土壤病害およびサツマイモネコブセンチュウに対して防除効果が高く、多収量であった。DD剤は被覆による効果の差は小さかったが、白絹病に対して防除効果が低かった。ダゾメット粉粒剤は無被覆区でやや防除効果が低かった。

以上の結果、MITC+DD剤は被覆の有無に関係なく、ネギの土壤病害とネコブセンチュウの両方に対する防除効果が高く、無処理区に比べて多収であったことから、MITC + DD剤の無被覆処理はネギ連作障害の対策として有効と考えられた。

## 引 用 文 献

- 1) 近岡一郎.1983.キタネグサレセンチュウによる作物被害と防除に関する研究.特に対抗植物の利用について:神奈川農総研報125.1-72.
- 2) Harris, T. S., L. J. Sandalland and T.O.Power.1990. Identification of single Meloidogyne juveniles by polymerase chain re-action amplification of mitochondrial DNA.J.Nematol22:518-524.
- 3) 橋爪 健.2011.最新農業技術土壤施肥vol.3:9-67.農文協.東京.
- 4) 平野和弥.1983.トマトにおけるネコブセンチュウと萎ちょう病菌との複合病因による疾病論的考察.千葉大園学報32:129-206.
- 5) 位田晴久・山崎 篤・浅平 端.1985.ネギ品種の高温伸長性について.園学要旨,昭60春:180-181.
- 6) 岩堀英晶・佐野善一・小川哲治.2000.九州・沖縄地域のサツマイモおよびサトイモ圃場における主要有害線虫.1.中南部九州(熊本権・宮崎県・鹿児島県)における調査とDNA解析による効率的な線虫種判別法の開発.九病虫研会報46:112-117.
- 7) 古賀成司・古閑 孝.1981.ネコブセンチュウ

- の耕種的防除法に関する研究. 熊本農試研報 7 : 51-90.
- 8) 小長井 健・坂本一憲・宇佐見俊行・雨宮良幹・宍戸雅弘. 2005. エンバク野生種の栽培・すき込みが土着微生物相とトマト土壌病害発生に及ぼす影響. 日植病報 71 : 101-110.
- 9) 水久保隆之. 1999. 線虫防除の戦略と展望. p. 1-31. 日本植物防疫協会. 東京.
- 10) 水久保隆之・清水 啓・相場 聡・伊藤賢治・奈良部 孝. 2004. サツマイモネコブセンチュウ防除に及ぼす市販線虫対抗植物の持続効果並びに対抗植物と線虫天敵細菌 *Pasteuria penetrans* との組み合わせ効果の検討. 中央農研研報 4 : 1-16.
- 11) 並木史郎・佐野善一. 1999. サツマイモネコブセンチュウの介在によるウリ科植物へのメロンつる割病菌の感染誘導. 九病虫研究会報 45 : 132.
- 12) 奈良部 孝. 1999. 農業技術体系施肥編 5 - ① : 118 の 20-23. 農文協. 東京.
- 13) 成田保三郎. 1984. 網走地方の黒色火山性土における連・輪作畑の土壌微生物特性と連作障害の要因解明およびその対策に関する研究. 北海道農試報 50 : 1-44.
- 14) 西畑秀次・松本美枝子. 2000. ネギの生育に合わせた肥効調節型肥料による窒素供給. 園学雑 69 (別 2) : 398.
- 15) Quimby, P. C., L. R. King and W. E. Grey. 2002. Biological control as a means of enhancing the sustainability of crop/land management systems. *Agric.Ecosyst. Environ.* 88:147-152.
- 16) 佐久間 太・前田征之・横山和成・橋爪健. 2002. 野生エンバクの緑肥施用によるアズキ落葉病の防除. 日植病報 68 : 203.
- 17) 佐野善一. 2001. 線虫防除における対抗植物の利用. 農業技術 56 : 25-29.
- 18) 白岩裕隆・鹿島美彦・山下 聡. 2004. サツマイモネコブセンチュウの薬剤防除がネギの収量に及ぼす影響. 近畿中国四国農研 4 : 8-12.
- 19) 白岩裕隆・鹿島美彦・井上 浩・山下 聡・船原みどり・小西 実. 2005. センチュウによるネギ連作障害、並びに対抗植物のサツマイモネコブセンチュウ密度抑制効果. 近畿中国四国農研 7 : 12-17.
- 20) 白岩裕隆・鹿島美彦・井上 浩・山下 聡. 2007. ネギの連作障害における土壌消毒剤と対抗植物を組み合わせたサツマイモネコブセンチュウの防除法. 園学研 6 : 145-150.
- 21) 白岩裕隆. 2008. ネギの生理生態と生産事例. p.139-147. 誠文堂新光社. 東京.
- 22) 竹内妙子. 1999. 農業技術体系野菜編 8 - ① : 278 の 36-42. 農文協. 東京.
- 23) 山崎 篤・田中和夫・中島規子・米山忠克. 1998. ネギの花成における炭素および窒素栄養とその動態 (第 1 報) ネギの光合成特性について. 園学雑 67 (別 2) : 116.
- 24) 米山伸吾. 1990. 農業技術体系施肥編 5 - ① : 216 の 8-17. 農文協. 東京.
- 25) 吉田睦浩. 1992. 線虫研究の歩み, サツマイモネコブセンチュウ. p.133-137. 日本線虫研究会. つくば. 伴野 潔・林 真二・田辺賢二. 1985.