

生重比も萎凋程度とともに大きくなり、前述の試験と同様の傾向を示した。

萎凋度とハクサイの生育状況 本病による萎凋程度の経時的な変化とハクサイの生育状況との関係を見るため、くもり後小雨の日の6月6日、9時から17時まで、1時間毎に観察した結果から萎凋度を算出し、3日後（播種40日後）に抜きとって、生育ならびに根こぶの肥大状況等を調査した結果との関係について検討した。

調査の対象としたハクサイは24株であった。9時に2株が僅かに萎凋を始め、10時には6株、11時には23株、12時に全株が萎凋した。萎凋の程度は13～14時に最高となり、Ⅲが8株、Ⅱが14株、Ⅰが2株となったが、15時から雨となって回復しはじめ、17時には+、±それぞれ7株が残っている状態であった。株当りの萎凋度は最高が68.5、最低が11.1、平均36.0であった。この萎凋度とハクサイ生育状況との関係は第2図に示すように、根当り葉数 ($r = -0.446^*$)、株当り地上部乾燥重 ($r = -0.479^*$)、根こぶ重—地上部重比 ($r = +0.391^*$) との間に有意な相関関係が認められ、総葉長との間にもかなり高い相関関係 ($r = -0.382$) があったが、その他の地上部重、根こぶ重と大きさ等との関係は認められなかった。

また、調査した日はくもり後小雨の日で、気温が16～18°C、湿度が67～84%、風速が0～0.5m/sec、地下5cmの土壌水分が31.0～36.0%、照度が5.5～54.0 klxであった。一方、萎凋の程度を時間毎に算出した萎凋度は、9時には1.4であったが、13～14時には最高の77.8に達し、17時には13.9であった。

萎凋を生ずる気象的要因はいくつかあると思われるが、調査した日の場合は照度が10～11時に最高の42～54 klxとなり、これに伴って湿度が10%低下し、萎凋が始まったと思われる、また回復は降雨によって湿度が高まったためと考えられる。

III 摘 要

ハクサイを病土に播種し、発病状況、ハクサイ地上部の生育、根こぶの肥大状況および萎凋について検討した。

1 発病は播種20日後頃からみられ、30日後には全株が罹病した。根こぶはすべて根頭部であった。

2 葉数、最長葉の長さ、総葉長、地上部重とその乾燥重など、罹病株の生育は、播種25～30日後までは僅かに劣る程度であったが、40日後には極めて劣り、50日後までに全株が枯死した。

3 根こぶの肥大は播種30日後から40日後にかけて極めて顕著であった。

4 罹病株の萎凋程度の甚だしいものほど、地上部の生育が劣り、根こぶの直径が大きい傾向であった。また、根こぶ重は萎凋程度と関係がみられなかったが、地上部重に対する比が大きいと萎凋は甚だしい結果であった。

引用文献

- 1) 桂 琦一 (1964) 十字科野菜の土壌病害と防除法。農及園 39: 963—966.
- 2) Macfarlane, I. & Last, F. T. (1960) Some effects of *Plasmodiophora brassicae* Woron. on the growth of the young cabbage plant. Ann. Bot. N.S. 23: 547—590.
- 3) 本橋精一・土方 智・小川照雄 (1957) ツケナ根瘤病防除に関する研究。東京都農試研報 2: 63—91.
- 4) 白浜賢一 (1955) 十字科野菜の根瘤病の防除。農及園 30: 197—201.
- 5) 幸田浩俊 (1974) 生育ステージと生理・生態、農業技術大系野菜編 7. ハクサイ 15—17, 農山漁村文化協会, 東京 116pp.
- 6) 梅原吉広, 田村 実 (1968) アブラナ科根こぶ病の生態に関する研究。石川県農試研報 5: 1—18.

ハクサイ根こぶ病に関する研究 第3報 有効薬剤の検索

田 村 實 (石川県農業試験場)

M. TAMURA : Studies on club root disease of Chinese cabbage 3. Screening on effective fungicides to the disease

アブラナ科作物根こぶ病の防除薬剤として、わが国で試験に用いられたのは、PCNB剤と昇汞を含む水銀剤

が主で、その他は極く僅かである。そして、実際の防除には現在PCNB剤が使用されているが、粉剤・乳剤と

^{2,10,12~23,25,28,30,31,33,34,38,41~43)}

もに効果に安定性を欠く感みがある。

筆者は本病に対し、更に有効な薬剤を検索するため二三の実験を行なったが、その結果の概要について報告する。

I 試験方法

直径20cmの素焼鉢に発病圃場の土約 1.2kg をつめ、供試薬剤を1鉢当り0.5~1.0g 混和(乳剤液剤は所定量に希釈し、50ccを灌注)し、直ちにハクサイ(野崎春時白菜1号)を播種し、30日後の発病株率を調査した。一方、圃場において、1区2m²の畦上全面に、水和剤、乳剤、液剤は第1表のように希釈して、1.8l/m²を如露で灌注し、粉剤、粒剤は所定量を施用後浅く耕起して混和し、翌日ハクサイ(野崎春時白菜1号)を播種し、30日後、53日後に発病株数を調査した。発病は根こぶ着生の有無によった。

次に、上記2試験で有効と思われた6農薬を用い、圃場(1区2.5m²、3連制)の畦上全面に前試験と同様の方法で処理した後、直ちに播種15日後のハクサイ苗(品種、耐病六十日白菜、ペーパーポット使用)を30cm間隔2条に定植した。調査は定植63日後に全株を抜きとって発病株率、地上および地下部重、結球度、根こぶ肥大度について行なった。結球度および根こぶ肥大度は次の基準に従った。

$$\text{結球度} = \frac{A \times 1 + B \times 2 + C \times 3 + D \times 4 + E \times 5}{N}$$

- O : 結球しないで葉が開いている。
- A : 結球しはじめている。
- B : 結球しているが極めて軟かい。
- C : 結球がやや固い。
- D : 結球は固いが指で押すと凹む。
- E : 結球が固く指で押しても凹まない。
- N : 調査株数

$$\text{根こぶ肥大度} = \frac{a \times 1 + b \times 2 + c \times 3 + d \times 4 + e \times 5}{N}$$

- o : 根こぶを着生しない。
- a : 側根に根こぶを作るが小さい。
- b : 側根にかなり大きな根こぶを作るか、主根に小さい根こぶを作る。
- c : 主根に根こぶを作りやや肥大している。
- d : 主根に大きな根こぶを作る。
- e : 主根に大きな根こぶを作ると同時に側根にも根こぶを作る。

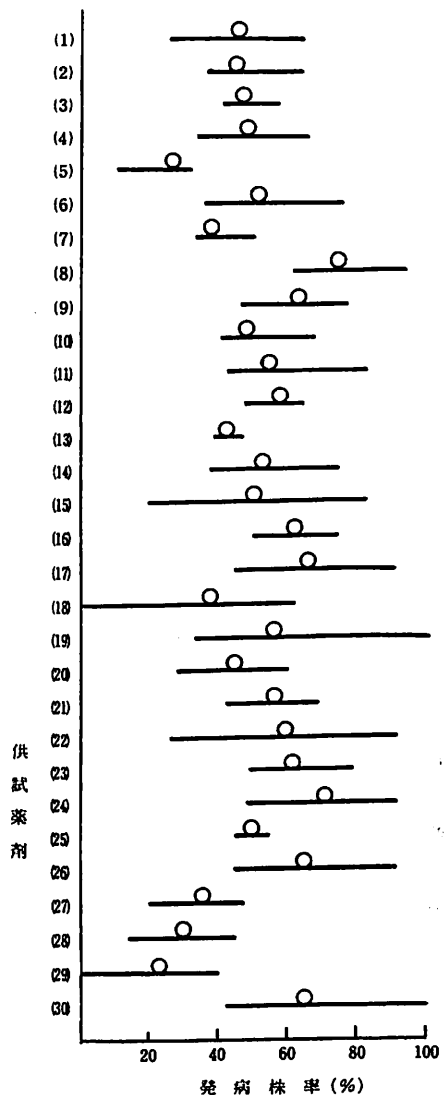
農薬と石灰との関係試験では、石灰を10a当り100、50、0kg施用して耕起混和した後、前記6種類の農薬を同様の方法で施用し、播種15日後のハクサイ苗(耐病六十日白菜)を定植した。発病も前記に準じて調査した。

次に、土壌くん蒸剤は7種類を用い、所定量を圃場(1区6.6m²、2連制)に施用後直ちにポリエチレンフィルムで被覆し、5日後に除去、ガス抜きをし、更に5日後にハクサイ(野崎春時白菜1号)を播種した。播種30日後および40日後に抜きとって発病株率を調査した。

また、石灰の施用量と土壌くん蒸剤との関係では、石灰を施用混和後に薬剤を同様の方法で処理した。

II 試験結果

1 薬剤による防除効果の比較 29農薬を供試し、素焼鉢および圃場において防除効果の比較検討を行なった。薬剤名と施用量および試験の結果は第1表、第1図に示した。



第1図 薬剤の種類と防除効果
供試薬剤は第1表参照 ○印は平均値を示す。

第 1 表 供試薬剤名および施用量

薬 剤 名	施 用 量	
	鉢 g/鉢または希釈倍数	圃 場 g/m ² または希釈倍数
(1) ベンレート水和剤	0.5, 1.0	×800, ×400
(2) ベンレートT水和剤	" "	×400, ×200
(3) ダコニール水和剤	" "	×200, ×100
(4) トップジンM水和剤	" "	×400, ×200
(5) タチガレン微粒剤	" "	40, 80
(6) ノックメート水和剤	" "	×400, ×200
(7) アントラコール水和剤	" "	×200, ×100
(8) ラブサイド水和剤	" "	×1000, ×500
(9) ネオアゾジン液剤	×2000, ×1000	" "
(10) キタジンP粒剤	0.5, 1.0	40, 80
(11) オーンサイド水和剤	" "	×400, ×200
(12) モレスタン水和剤	" "	×600, ×300
(13) カラセン水和剤	" "	×600, ×300
(14) ユーパレン水和剤	" "	×300, ×150
(15) トリアジン水和剤	" "	×200, ×100
(16) ブラニス粉剤	" "	40, 80
(17) カスミン粉剤	" "	" "
(18) ビオメート粉剤	" "	" "
(19) デクソン水和剤	" "	×800, ×400
(20) スクレックス水和剤	" "	×400, ×200
(21) レジサン水和剤	" "	" "
(22) パリダシン微粒剤	" "	40, 80
(23) フジワン粒剤	" "	" "
(24) バダシ微粒剤	" "	" "
(25) ダイアジノン粒剤	" "	" "
(26) ビニフェート乳剤	×400, ×200	×400, ×200
(27) PCNB粉剤	0.5, 1.0	40, 80
(28) タチガレン液剤	×1000, ×500	×400, ×200
(29) ダイホルタン水和剤	0.5, 1.0	×600, ×300
(30) 無 処 理	—	—

第 2 表 農薬による防除効果と収量

薬 剤 名	kg/10a 又は希 釈倍数	発病 株率 %	防除価	地 部		根 部	
				上 重 g	結 球 %	下 重 g	根 太 度
ベンレート水和剤	×200 ×400	67.9 71.1	13 9	928.0 642.9	3.8 3.0	83.2 77.4	2.2 2.1
トップジンM水和剤	×200 ×400	64.5 58.4	17 25	830.9 765.0	3.3 3.6	72.1 76.4	1.8 2.0
ダイホルタン水和剤	×300 ×600	51.9 64.9	34 27	995.1 553.8	3.4 2.3	83.8 69.7	2.0 2.1
ダコニール水和剤	×200 ×400	53.5 72.7	32 7	646.8 1129.6	2.9 3.9	58.2 113.6	1.5 2.9
" 粉剤	20 30	79.7 81.8	0 0	702.9 435.4	3.1 2.3	80.0 72.0	2.2 2.5
タチガレン液剤	×200 ×400	50.8 62.1	35 20	597.3 425.2	2.1 2.2	58.3 55.4	1.6 1.8
" 粉剤	20 30	58.4 55.0	25 30	598.5 961.7	2.9 3.5	78.4 86.3	1.7 2.1
パンソイル乳剤	×200 ×400	55.4 71.2	29 9	624.6 338.3	2.9 2.1	69.6 63.2	1.6 2.0
" 粉剤	20 30	77.2 90.0	1 0	268.4 300.6	1.6 1.5	47.2 38.9	1.9 1.9
PCNB乳剤	×400 ×600	75.8 87.4	3 0	717.0 221.7	3.4 2.0	67.8 60.8	2.0 2.1
" 粉剤	20 30	78.0 78.6	0 0	606.1 756.1	3.0 2.9	100.9 94.3	3.0 2.8
無 処 理	—	78.1	—	221.9	1.3	76.7	2.8

ある。これに次いで、トップジンM水和剤が防除価も高く、収量も良かった。その他では、ベンレート水和剤200倍液、ダコニール水和剤300倍液、パンソイル乳剤200倍液などが良かった。また、PCNB剤は乳剤、粉剤とも防除価が全く認められなかったが、収量ではかなり良好な結果となっている。

3 土壌くん蒸剤の効果 土壌くん蒸剤として7種類を供試したが、結果は第3表に示した。

第 3 表 土壌くん蒸剤の効果

薬 剤 名	10a当り 施用量/ または希 釈倍数	発病株率 %	防 除 価
Di・トラベックス	30 40	56.1 50.3	29 37
ネマクロベン	20 30	61.7 80.1	22 0
M N 3	20 30	66.3 52.9	17 33
N C S	20 30	64.7 75.2	19 5
ホルマリン	×50 ×100	76.3 76.9	4 3
グランド乳剤	×500 ×1000	71.1 68.5	11 14
PCNB乳剤	×750	71.2	11
無 処 理	—	79.6	—

第3表によると、Di・トラベックスの効果が最も高く、次いでMN3であった。NCS乳剤、グランド乳剤もやや有効であったが、結果がやや不安定であった。ホルマリンは効かなかった。

次に、Di・トラベックスの施用量を10a当り10, 20, 30, 40, 50 lとし、その効果および収量等に関して前試験に準じて行なった。試験の結果、10a当り20 l以上の

供試した薬剤は、鉢試験では成分量に関係なく一律の施用量とし、圃場試験では適宜希釈液を用いたが、常用よりも高濃度のものとなった。その結果、発病株率は0から100%まで見られ、薬剤による変異がかなり認められた。それぞれの薬量をかえると更に効果の高まるものもあると思われるが、試験の範囲内で有効、しかも効果の安定しているものをみると、タチガレン、ダイホルタン、PCNB、アントラコール、ベンレート、ベンレートT、ダコニール、トップジンM、カラセン等をあげることができる。

2 薬剤の防除効果と収量 前試験で有効と思われた薬剤の中から6農薬を選び、パンソイル剤を加え、圃場に処理した後、健全苗を移植し、63日後に発病状況、収量(地上部重)等を調査した。結果は第2表に示す通りである。

第2表によると、発病は極めて多く、防除価は低かったが、ダイホルタン水和剤は防除効果が高く、地上部重も高濃度のもので多く、結球度もほぼ良好といえる。タチガレン剤も防除価は高く有効と思われるが、地上部重が少なく、結球度も小さい。これは本剤の生育抑制的な影響かと思われるが、粉剤ではその影響は少ないようで

施用で有効であった。収量も対照のPCNB乳剤よりも良好な結果であった。

4 石灰施用と薬剤の効果 本病の発生は土壌 pH との関係が深く、石灰を施用し pH を上げることによって発病を抑制することが知られ、PCNB剤を使用する場合も石灰と併用するとよいと認められている^{25,31)}。本試験でも、この点を明らかにするため、石灰との併用試験を実施したが、その結果は第4表に示す通りである。

第4表 農薬・消石灰併用の効果

薬 剤 名	発 病 株 率 %		
	消石灰100kg /10a 施用区	消石灰50kg /10a 施用区	消石灰無施用区
ベンレート水和剤	66.9	64.4	77.2
トップジンM水和剤	48.1	82.9	78.9
ダイホルタン水和剤	76.1	70.6	63.8
ダコニール水和剤	31.4	51.7	95.5
“ 粉剤	89.1	86.6	77.7
タチガレン液剤	62.7	79.5	70.4
“ 粉剤	64.9	43.7	61.8
パンソイル乳剤	58.3	93.1	64.0
“ 粉剤	89.1	76.4	58.1
PCNB乳剤	56.3	38.5	71.1
“ 粉剤	84.5	83.9	76.1
無 処 理	87.1	80.7	100
Di・トラベックス	49.4	45.3	44.4
PCNB乳剤	53.9	69.7	75.3
無 処 理	68.7	50.0	90.6

第4表に示したように、供試した薬剤はほぼ石灰の併用によって効果が高まる傾向が認められたが、パンソイル剤、Di・トラベックス剤は明瞭でなく、むしろ無石灰の方がよい傾向さえうかがえる結果であった。

III 考 察

本病の防除には1950年代前半は昇泉^{1,4,5,7,17,18,20,21,23,29)}など主として水銀^{6,8,42)}剤が使われ、PCNB剤は1954年ころから供試され、1960年代以降の中心的な防除剤として現在まで実際に使用されてきた。しかし、多発圃場などでは効果が不十分な場合が多く、より強力な薬剤が望まれている。

本試験に供試した農薬数は少なく、比較的手に入り易かったものを中心に適宜選んだので、更に他の薬剤について効果の検討を行なう必要があると思われるが、試験の範囲内からみて、対象のPCNB剤と比較し、同等あるいはそれ以上と思われるものがいくつか認められた。それらの中でも、ダイホルタン水和剤、Di・トラベックス^{9,11,35,37)}は有望と思われ、ダコニール水和剤、ベンレート水和剤、トップジンM水和剤も薬量を多くすることによって、十分実用の可能性があるものと思われる。Di・トラベックスは土壌くん蒸剤で殺線虫剤DDとトラベックス³⁶⁾の混合剤であり、施用後5日間程度の被覆が必要である。圃場

においては除覆後直ちにハクサイを播種しても薬害はみられなかった。タチガレン剤も発病抑制効果は極めて高かったが、収量が伴わなかったのは薬量の問題と考えられるが、粉剤は良かったことから今後使用法について検討する必要がある。その他、カラセン水和剤、アントラコール水和剤なども有望な薬剤と思われる。

しかし、これらの薬剤も当初は高い発病抑制効果を示しながら、ハクサイ生育の後半になって急速に効果の落ちるものが少なくない。今後は、薬剤の追施等によって効果の持続性を考える必要があると思われる。

IV 摘 要

1 36種類の農薬を供試し、素焼鉢および圃場試験によって、ハクサイ根こぶ病の防除効果を検討した。

2 ダイホルタン水和剤、ダコニール水和剤、トップジンM水和剤、ベンレート水和剤、Di・トラベックス等が、対照のPCNB剤とほぼ同等の効果が認められ、その他にも二、三の有効な薬剤がみられた。

3 これらの薬剤は石灰と併用することによって概して効果のあがるものが多かったが、判然としない薬剤もみられた。

引用文献

- 1) Akesson, N. B. & Parks, R. R. (1956) Chemical control of club root disease of Brussels Sprout. Liquid drop value for transplanters conserves chemicals and setting water. Rev. Appl. Myc. 35: 256.
- 2) 新井茂他 (1964) ツケナ根こぶ病に対するPCNB液剤の効果と経済性. 関東病虫研報 11: 41.
- 3) Campbell, L. (1954) Fungicidal control of club root of Cauliflower. Plant Dis. Repr. 34: 283~285.
- 4) Colhoun, J. (1954) Biological techniques for the evaluation of fungicides. III. The evolution of a technique for the evaluation of soil fungicides for the control of club-root disease of Brassicae. Ann. Appl. Biol. 41: 290~304.
- 5) ——— (1963) Control of clubroot disease of Brassicae. Plant Path. 12: 65~68.
- 6) ——— et al. (1965) Control of club root disease of Cauliflowers. Plant Path. 14: 122~125.
- 7) Crête, R. et al. (1963) Chemical control of clubroot, *Plasmodiophora brassicae* Wor., of crucifers in chemical and organic soils. Canad. J. Pl. Sci. 43: 349~354.
- 8) Dimitrov, S. (1967) Chemical means for combating clubroot of Cabbage. [RAM 47: 485 (1968) による]
- 9) Finlayson, D. G. & Campbell, C. J.

- (1971) Fungicides for preventing clubroot of Cauliflower in loam and peat soils. [RAM 51 : 363 (1972) による] 10) 飯島文夫他 (1963) 山東菜根こぶ病に対する PCNB 粉剤の防除効果について. 関東病虫研報 10 : 14. 11) Jacobsen, B. J. & Williams, P. H. (1970) Control of cabbage clubroot using benomyl fungicides. Plant Dis. Repr. 54 : 456~460. 12) 桂琦一 (1964) 十字科そ菜の土壤病害と防除法. 農園 39 : 993~996. 13) 木村和夫他 (1962) PCNB 剤によるハクサイ根瘤病防除試験. 北日本病虫研報 13 : 154~155. 14) 古井丸良雄他 (1964) 大崎菜根瘤病防除試験. 北陸病虫研報 12 : 83~85. 15) 三浦春夫他 (1967) PCNB 剤によるハクサイの根こぶ病防除に関する研究. 山形農試研報 2 : 76~84. 16) 茂木静夫他 (1963) PCNB 乳剤・水和剤によるハクサイ根瘤病防除効果. 北日本病虫研報 14 : 136~137. 17) 本橋精一 (1955) 十字科蔬菜根瘤病に対する昇汞の効果. 関東病虫研報 2 : 32. 18) ——他 (1955) 十字科蔬菜根瘤病に対する昇汞 (粉剤) の効果 (第 1 報). 植物防疫 9 : 359~362. 19) ——他 (1957) ツケナ根瘤病の薬剤防除 (講要). 日植病報 22 : 24. 20) ——他 (1957) ツケナ根瘤病防除に関する研究. 東京都農試研報 2 : 63~91. 21) ——他 (1956) 漬菜根瘤病に対するブラシコール剤の効果. 農園 31 : 1269~1270. 22) ——他 (1956) 十字科蔬菜根瘤病に対する昇汞 (粉剤) の効果 (第 2 報). 植物防疫 10 : 356~362. 23) 成田武四 (1953) 北海道における十字科作物根瘤病の分布と防除上の諸問題. 北日本病虫研報 4 : 102. 24) Norman, T. N. et al. (1959) Trials of calomel and chlorinated nitrobenzene compounds for the control of club root. Ann. Appl. Biol. 47 : 364~366. 25) 尾沢賢・高野利康 (1962) 十字科根こぶ病に対する PCNB 剤と消石灰の併用効果. 関東病虫研報 9 : 33. 26) Polyakov, J. M. & Vladimirskaia, M. E. (1967) Effectiveness of zineb and nitro-derivatives of benzol against clubroot of Cabbage. [RAM 46 : 539 (1967) による]. 27) Rosser, W. R. (1959) Fungicidal control of club root. Plant Path. 8 : 13~15. 28) 白浜賢一 (1955) 十字科蔬菜の根瘤病の防除. 農園 30 : 197~201. 29) Snyder, W. C. et al. (1956) Chemical control of clubroot disease of Brussels Sprouts. Chemical applied in setting water controlled soil born fungus disease. Calif. Agric. 9 : 8~10. 30) 高久恒夫他 (1964) 飼料カブの根こぶ病防除について. 関東病虫研報 11 : 42. 31) 高見沢和人 (1964) ツケナ根瘤病に対する PCNB 粉剤・石灰処理の持続効果. 関東病虫研報 11 : 40. 32) Talvoja, P. A. (1971) The effect of organic fungicides on the resistance of cabbage to club root. [RAM 51 : 363 (1972) による]. 33) 田中恒一 (1964) 山形県における PCNB 剤によるハクサイ根瘤病の防除. 植物防疫 18 : 25~26. 34) 梅原吉広 (1966) 飼料カブ根こぶ病に対する PCNB 剤の使用法について. 北陸病虫研報 14 : 86~89. 35) Van Assche, C. & Vanachter, A. (1970) Systemic fungicides to control fungal disease in vegetables. [RAM 50 : 383 (1971) による]. 36) Van den Broeck, H. (1966) Chemical control of *Plasmodiophora brassicae* on Cauliflower. [RAM 45 : 286 (1966) による]. 37) Vanachter, A. et al. (1973) Effect of systemic fungicides on *Plasmodiophora brassicae* Wor. [RPP 52 : 422 (1973) による]. 38) 渡辺正信 (1963) ハクサイ根こぶ病の薬剤防除について. 関東病虫研報 10 : 13. 39) Wiggell, P. et al. (1961) Field trials on the control of club root in Brassicae. Ann Appl. Biol. 49 : 110~119. 40) Winstead, N. N. & Garriss, H. R. (1960) Control of cabbage clubroot in North Carolina. Plant Dis. Repr. 44 : 14~18. 41) 横浜正彦他 (1963) ツケナ根こぶ病に対する PCNB 粉剤・同液剤の効果に関する試験. 関東病虫研報 10 : 11. 42) 吉沢中夫・酒井桂介 (1963) ツケナ根こぶ病に対する新農薬の効果. 関東病虫研報 10 : 12. 43) 吉野正義 (1964) アブラナ科作物根こぶ病に対する PCNB 剤の使用法. 植物防疫 18 : 304~307.