

土層改良が病害虫の発生並びに 土壌消毒効果に及ぼす影響

金 磯 泰 雄* ・ 野 口 義 弘**

Influence of soil improvement on both occurrence of
diseases or insects and effect of soil disinfection

Yasuo KANAISO and Yoshihiro NOGUCHI

緒 言

徳島県の東部海岸地帯では1,000ha余に及び湿田などに海砂を60cm程度客土した砂地畑で、長年にわたりサツマイモ、ダイコンの輪作が続けられている¹²⁾。ところが近年サツマイモかきよう病あるいはダイコン横しま症などの発生が多くなるなど品質及び収量の低下が目立ってきた^{2,4,5)}。その原因としては不明な点が多いが、もともと地力の低い砂質土壌であり、加えて連作による病原菌密度の増加等あるいは砂の化学的、物理的劣悪化^{6,8)}等が推察されている。土壌病害虫についてはクロルピクリン剤による土壌消毒で、また砂の劣悪化については新しい海砂を3～4年ごとに10アール当り30～40t客土することで対応してきた。しかし近年砂不足が問題となり、それに代る技術対策の検討に迫られていることから、天地返しや混層による土層改良試験が行われた。筆者らはこの試験の中で土層改良が病害虫の発生並びに土壌消毒効果に及ぼす影響について調査し、若干の知見が得られたのでここに報告する。

本試験は1980年から5年間鳴門市において営農技術確立調査（土壌更新調査）事業として実施したもので、中国四国農政局、県の各関係機関、鳴門市、地元の農協等の方々にお世話になった。ここに深謝する。

試験方法

1 試験区の構成

昭和45年の構造改善事業によって湿田の上にサンドポンプで砂を60～70cm客土した砂地畑で、第

1表に示したように天地返し、混層及び対照（無処理）の3処理に土壌消毒を組合せた5処理区を設定した。

第1表 試験区の構成

処 理 区	初年度における土壌消毒の有無		面積
	サツマイモ前	ダイコン前	
天地返し A	有	無	80㎡
天地返し B	無	無	80
混 層	有	有	470
対 照 A	有	有	260
対 照 B	無	有	400

注) 1区制、2年次以後は全区とも土壌消毒を実施

1) 土層改良処理

1980年11月～12月に実施した。

(1) 天地返し：表層から25cmまでの砂と25～50cmの深さの砂を手作業（スコップ）により入れ換えた。

(2) 混層：スーパーロータによって40cmの深さまで十分に攪拌混和した。

2) 土壌消毒

サツマイモ挿苗前にクロルピクリン剤（マルチ被覆）により、またダイコン播種前にD-D剤（無被覆）により実施した。いずれも薬剤処理量は10a当り30lを使用した。なお初年度のサツマイモでは天地返し区と対照に無消毒区を設けたが、かきよう病やセンチュウの被害が大きかったため、2年次以後は全て消毒した。また初年度のダイコンでは天地返し区を無消毒としたが、2年次以後はすべてD-D剤により消毒した。

* 現在農業改良課 ** 現在脇町地方病害虫防除所

3) 耕種概要

サツマイモ及びダイコンの耕種概要については

第2表に示したとおりで、施肥管理等は現地慣行に従った。

第2表 耕種概要

年次	サツマイモ			ダイコン		
	品種	挿苗月日	収穫月日	品種	播種月日	収穫月日
1981	高系14号	5.4	9.1	耐病総太り	10.2	2.4
1982	鳴門金時	4.20	9.2	耐病総太り	9.30	1.21
1983	鳴門金時	4.19	9.3	耐病総太り	10.7	2.3
1984	鳴門金時	4.25	9.2	——	——	——

2 土壤微生物の分布

1) 表土からの検出

糸状菌については初年度(1981年)のサツマイモの収穫直後に採取した5~15cmの表土の土壤を供試して残渣法により調査した。供試残渣は各区とも100片を用い、分離には硫酸ストレプトマイシン50ppm添加PSAあるいは乳酸酸性PSA(pH5.5)培地を用いた。

センチュウは糸状菌の分離に用いた土壌500gを供試して分別法により検出した。

2) 深度別土壤微生物の分布

採土は土層改良前の1980年11月2日に各処理を予定している地点から、また改良後は1981年2月5日に各処理区から実施した。各区とも直径が70~80cmの穴を改良前には3穴、改良後は2穴掘り、それぞれ表面から10cm間隔で60cmの深さまで採土した。同時に土壌の断面を観察調査した。

糸状菌の検出は希釈平板法で行い、土壌は通風乾燥(55℃-8時間)後磨砕して用いた。センチュウは表土に準じて実施した。

3) 病害虫の発生調査

(1) サツマイモ

かいよう病及びネコブセンチュウの発生について第2表で示した毎収穫時に調査した。かいよう病は直径が約3cmまた長さが15cm以上の塊根(60~100個)を対象に、発病の有無と病斑数を調べた。ネコブセンチュウについてはゴール形成程度によって0(無発生)~4(多量寄生)の5段階に分けて調査し、寄生指数を下式により算出した。

$$\text{寄生指数} = \frac{\sum(\text{寄生程度} \times \text{寄生株数})}{4 \times \text{調査株数}} \times 100$$

0: 全く寄生(ゴール)を認めない

1: わずかに寄生を認める

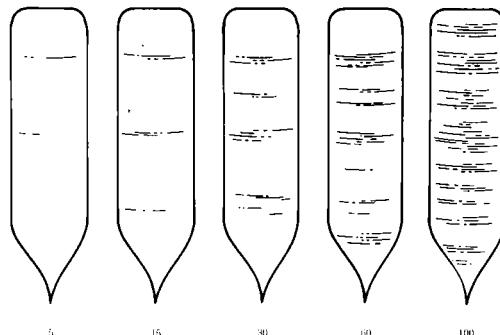
2: 少数ではあるが全体に寄生を認める

3: 全体に多量の寄生を認める

4: 全体に多量の寄生がみられ、塊根の變形が認められる

(2) ダイコンに発生する病害虫

横しま症及びネコブセンチュウの発生について表示した3か年の収穫時に調査した。横しま症は各処理区の20株について、第1図の調査基準0(無)~100(全面発生)により発生の有無と程度を調査した。ネコブセンチュウはサツマイモの項に準じた。



第1図 横しま発生調査基準

試験結果

1 土層改良が土壤微生物の深度分布に及ぼす影響

土層改良前後における土壤微生物の深度別分布の変化については、糸状菌、センチュウともに検出数が多く、広く分布が認められた *Chaetomium* 菌とネコブセンチュウにより第3表で示した。それによると *Chaetomium* 菌では土層改良前には20cmより深くなると全く検出されなかったが、改良後には天地返し、混層両区とも深くまで分布が認められた。すなわち天地返し区では0~20cmの上

層よりも20～50cmの中～下層で多く、50～60cmでも若干だが認められた。また混層区では0～40cmの深さまでほぼ均等な分布がみられ、40cmより深い所では認められなかった。ネコブセンチュウについても同様な傾向がみられ、改良前にはほとんどが20cmまでに分布していたが、改良後の天地返し区では20～50cmの中～下層に分布が集中し、混層区では40cmまで分布が均等になった。

第3表 土層改良前後における *Chaetomium* 菌とネコブセンチュウの深度別分布

試験区	深度 (cm)	<i>Chaetomium</i> *		ネコブセンチュウ**	
		改良前 (1980年 11月)	改良後 (1981年 2月)	改良前 (1980年 11月)	改良後 (1981年 2月)
天地返し	0～10	54	4	800	13
	10～20	10	8	224	12
	20～30	0	13	15	48
	30～40	0	15	0	149
	40～50	0	11	0	105
	50～60	0	2	0	22
混層	0～10	42	14	523	330
	10～20	8	18	225	570
	20～30	0	16	2	200
	30～40	0	12	0	349
	40～50	0	0	0	6
	50～60	0	0	0	1
対 照	0～10	60	30	237	20
	10～20	4	6	170	180
	20～30	0	0	13	44
	30～40	0	0	0	2
	40～50	0	0	0	0
	50～60	0	0	0	0

* 乾土1g中の菌数は 5×10^3
** 土壤500g当りの検出数

土壤微生物の深度別分布に変化をもたらした土層改良処理の影響は土壤の断面観察でも明瞭に認められた。すなわち、対照区では25cmを境にして上部には作土層が、下部には心土層が明らかに分かれて観察されたが、天地返し区では心土が上層にみられるなど上層と下層が入れ替り、混層区では境界がなくなり、約40cmの深さまでほぼ均等な層が観察された。

2 サツマイモの病害虫の発生

土層改良後最初に作付けしたサツマイモでのかきよう病の発生とネコブセンチュウの寄生程度については第4表に示した。それによると、かきよう病は天地返し区で発病塊根率16.2%、塊根当り病斑数0.5と対照の64.0%、3.0に比べて顕著に少なくなったがなおかなりの発病が認められた。これに対してクロルピクリン剤による消毒処理区では、天地返し区で局地的な少発生を認めたが、混層、対照区とも発生がみられなかった。ネコブセンチュウの寄生程度についてもほぼ同様な傾向

第4表 土層改良と土壤消毒がサツマイモの病害虫の発生に及ぼす影響

試験区	かきよう病		ネコブセンチュウの寄生指数
	発病塊根率	塊根当り病斑数	
天地返しA(消)	4.5	0.2	23.3
天地返しB	16.2	0.5	58.3
混層(消)	0	0	15.0
対 照 A(消)	0	0	31.7
対 照 B	64.0	3.0	93.3

が認められた。すなわち無消毒だと対照区で寄生指数93.3%と著しく高く、天地返し処理区では発生抑制がみられるものの58.3%とやや高い寄生程度となった。これに対して消毒区では15.0～31.7%といずれも寄生指数が低く、特に土壤消毒と天地返し、混層の土層改良併用区で低かった。

サツマイモ1作後に表土から検出した土壤微生物について第5表に示した。糸状菌では天地返し処理区では *Rhizoctonia* 菌が減少したがその他の菌では大きな差はなかった。また土壤消毒の影響もみられ、消毒区でも *Rhizoctonia* 菌が減少し、*Chaetomium* 菌が増加する傾向が認められた。なお、かきよう病菌とされている *Fusarium* 菌の検出は消毒の有無にかかわらず極めて少なかった。ネコブセンチュウも同様に天地返し処理区で対照区の約3分の1に減少したが、土壤消毒の影響は著しく10分の1以下に激減した。土壤消毒区間では天地返し区で少なく、混層区でも対照区より少なかった。

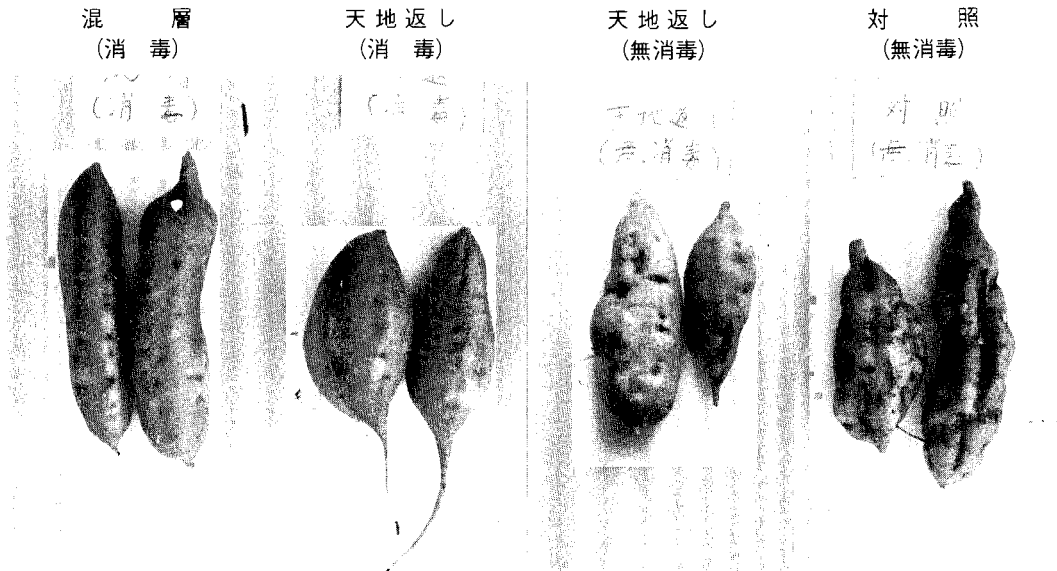
かきよう病の発生状況については第2図で示したように、対照の無消毒区ではネコブセンチュウもともに激発したことから、塊根が部分的に肥大しないなど変形したものが多く、また肥大不十分な塊根が数多くみられた。これに対して他の区では変形した塊根は少なかった。

全区ともクロルピクリン剤による土壤消毒を実施した2年次以後のサツマイモかきよう病の発生を第6表に示した。それによると年次変動が大きいものの、天地返し区での発生が特に多い傾向となった。なお、センチュウの寄生については第5表で示したように消毒効果が極めて高いことから発生が著しく少なく、表示を省略した。

第5表 サツマイモ1作後における表土からの微生物の検出

試験区	菌									total	センチュウ	
	Rhizoctonia	Fusarium	Pythium	Aspergillus	Penicillium	Trichoderma	Chaetomium	Nigraspora	Other fungi		ネコブセンチュウ	ニセフクロセンチュウ
天地返しA(消)	3	3	2	1	5	5	44	0	10	73	160	87
天地返しB	10	5	0	0	0	8	8	0	10	41	3,093	313
混層(消)	7	1	0	2	9	0	47	0	3	69	433	447
対照A(消)	6	0	0	2	4	0	52	1	0	65	787	100
対照B	24	2	0	1	5	2	24	0	2	61	9,140	493

(消)：クロロピクリン剤による土壌消毒を実施



第2図 サツマイモかきよう病の発生状況

第6表 サツマイモかきよう病の2年次以後の発生(2~4年次)

試験区	発病塊根率(%)			塊根当り病斑数		
	1982	1983	1984	1982	1983	1984
天地返しA	11.5	23.8	27.4	1.5	0.8	1.7
天地返しB	20.5	28.8	16.6	2.1	0.9	1.2
混層	15.0	11.0	20.5	0.8	0.1	1.0
対照A	5.0	14.9	14.3	0.6	0.2	0.4
対照B	2.5	12.8	10.6	0.1	0.3	0.3

注) 2年次以後は初年度に比べて小さな病斑の形成が多くみられた。

3 ダイコンの病害虫の発生

ダイコン1~3作における横しま症の発生については第7表に示したように、土層改良の有無による差は認められず、また土壌消毒の影響もみられなかった。発生株率では60~80%と高くみられるが、発生程度は5~10のものも多く、全般に極

第7表 ダイコン横しま症の年次別発生

試験区	発生株率(%)			発生程度(%)		
	1981	1982	1983	1981	1982	1983
天地返しA	56.7	80.0	67.5	5.7	12.2	6.6
天地返しB	60.0	70.0	85.0	5.5	10.7	12.2
混層	70.0	67.5	62.5	7.3	11.6	5.9
対照A	56.7	70.0	75.0	7.2	9.2	7.7
対照B	60.0	57.5	75.0	5.3	8.0	9.6

注) 1981年は天地返し区を除いてD-D剤による土壌消毒を実施し、1982年、1983年は全区とも消毒。

めて軽い発生程度となった。ネコブセンチュウによる寄生は土壌消毒によりほとんど観察されなかったので表示を省略した。

考 察

土層改良前後における土壌微生物の深度別分布によると、改良前にはほとんど20cmの深さまでに

分布が限られていた *Chaetomium* 菌とネコブセンチュウが、天地返し区では上層よりも下層で分布が多く、混層区では40cmの深さまでほぼ均一にみられた。こうした土壤微生物の変化をもたらした土層改良処理は採土時の土壤断面の観察でも認められた。すなわち対照区では約25cmの深さに作土と心土の境がみられたが、混層区では境がなくなって40cmの深さまで同じ砂の層となり、天地返し区では上層に心土が、下層に作土が観察された。したがって目的とした深さまで土層改良処理がなされたものと推察された。

サツマイモ1作作付後の表土中残渣からの糸状菌の検出では、土層改良処理に起因すると思われる変化は、天地返し区で *Rhizoctonia* 菌が減少した他には認められなかった。また土壤消毒すると土層改良の有無にかかわらず *Rhizoctonia* 菌が減少し、逆に *Chaetomium* 菌が増加する傾向が観察されたが、土層改良処理が消毒効果に及ぼす影響についてははっきりしなかった。なお西沢⁹⁾、福西ら²⁾によってサツマイモかいよう病菌とされている *Fusarium* 属菌は全体に少なく、土層改良や消毒処理との関係は明らかではなかった。さらに表示していないが、かいよう病斑からしばしば病原菌の検出を試みても *F. solani* は少なく、工藤⁷⁾、小川¹⁰⁾、鈴木¹¹⁾が報告しているように、かいよう病の原因には放線菌の関与が大きいかもしれない。これに対してネコブセンチュウは天地返し処理により密度が3分の1に減り、さらに消毒区間では天地返し、混層区ともに対照区より少なく、改良処理の影響が消毒効果にもみられた。こうした密度変化はセンチュウによるゴールの形成程度でも明瞭に認められ、無消毒区での寄生指数は消毒区よりも著しく高いが、天地返し処理だけでかなり発生を抑制出来ることが判明した。なお、第2図で示したように土層改良後最初のサツマイモのイモの形が天地返し区では丸く、また混層区ではやや長くなることが観察され、土層改良は土壤微生物層だけでなく作物の生育にも大きく影響していることが窺えた。これに関連して現地では客土(地元では手入砂と称する)の年には塊根の形が長くなるとも言われており、これは新しい海砂を入れて耕起を繰り返すことから深度の浅い混層処理がなされていることと関係しているものと思わ

れ、今後の検討が必要であろう。

ダイコンに関しては長い間(8~10年)客土されていない砂土では立枯れ及び横しまの発生が多くなるとする筆者の報告がある⁵⁾。しかし今回の調査の範囲ではいずれも発生が少なく問題とはならなかった。これについては筆者が土壤の物理化学的变化と気象条件が深く関連している⁶⁾としているように、複数の要因が考えられること及び今回の試験が客土後6~7年であること、さらには大蔵3号から耐病総太りへと品種が替っていること等が関係しているものと考えられる。

以上の結果からサツマイモかいよう病及びネコブセンチュウに対して、天地返し処理で被害抑制効果がかなり認められるものの、現在慣行となつて実施されているクロルピクリン消毒に匹敵するような効果は望めないことが判明した。また本試験では水田に客土した条件下での天地返しのため一部水田土壤が混和しており、このような場合にクロルピクリン処理を併用するとかいよう病に対するクロルピクリン剤の抑制効果が不安定になる可能性があり、注意が必要と考えられた。しかしネコブセンチュウに限れば、対照区よりも寄生抑制、密度低下がみられるなど天地返し、混層処理と土壤消毒の併用効果が認められ、有望と推察された。砂地を含め普通土壤にあつてもこうした土層改良処理の影響についての詳細な報告はほとんどないが、古くから一部の土壤病害では天地返し処理により病害防除が可能とされているように、被害軽減効果は今回の調査でも十分に認められた。ただ現在慣行で実施されているクロルピクリン剤による土壤消毒がセンチュウの被害防止を含めてかいよう病の防除にも卓効を示す^{1), 2), 3)}ため、当面天地返しを実用化するのは困難と考えられる。なお3~4年に1回実施されている海砂の客土については、筆者が指摘しているように土壤の物理化学的劣悪化⁶⁾を防ぐ大きな手段と思われる。その点に関しては今回の調査から具体的な解決策は見い出せなかったが、砂が乏しくなっているのは事実であることから、客土に用いる砂の質、量及び間隔等を含めて今後とも検討を続ける必要がある。

摘 要

土層改良がサツマイモあるいはダイコンの病害虫の発生に及ぼす影響について、土壤消毒効果との関連から調査検討した。

- 1 サツマイモかいよう病の発生に対して、天地返し処理は対照(無処理)の4分の1程度に発病を抑制し、軽減効果が顕著に認められた。しかし対照区の現地慣行であるクロルピクリン消毒に比べると防除効果は不完全でかなり劣った。また土層改良区で土壤消毒をした場合、混層区では対照区とよく似た効果を示したが、天地返し区では局地的発生がみられることが多く、消毒効果がやや不安定となる傾向が認められた。
- 2 サツマイモネコブセンチュウの発生に対して、天地返し処理は対照(無処理)の60%程度に寄生を抑制し、密度の低下も顕著でかなりの効果が認められた。しかし対照の消毒区の防除効果には及ばなかった。また土層改良区で土壤消毒をした場合、ネコブセンチュウの寄生程度は天地返し及び混層両区とも対照区より低く、センチュウの密度も同様に少なくなり併用効果が認められた。

引用文献

- 1) 千葉恒夫・下長根鴻・祝迫親志・松田明(1984)：サツマイモ根腐れかいよう症状(仮称)の発生と防除法、とくにクロルピクリン剤による効率的土壤消毒法について。茨城農試研報, 23: 149~166.
- 2) 福西務(1976)：四国地方で多発生しはじめた早掘りサツマイモの潰瘍病と防除。今月の農
- 業, 20(7)：76~79.
- 3) 福西務(1977)：土壤くん蒸剤のマルチ畦内消毒による土壤病害防除, I クロルピクリンくん蒸による土壤消毒の効果と薬害に関する基礎的調査。徳島農試研報, 15: 33~42.
- 4) 金磯泰雄(1982)：ダイコン根部黒変症(横しま)に関する研究(徳島県), ダイコン黒変症発生原因の解明と防除対策技術(総合助成・共同研究)：75~98.
- 5) 金磯泰雄・柏木弥太郎(1983)：ダイコン幼苗期の根部黒変と立枯について, 第1報 発生原因と薬剤防除。四国植防, 18: 29~38.
- 6) 金磯泰雄(1984)：*Alternaria alternata*に起因するダイコン幼苗期の根部黒変および立枯れの発生に及ぼす環境条件の影響。四国植防, 19: 25~34.
- 7) 工藤和一(1985)：サツマイモ立枯症の現状と問題点。放線菌の分類と特性研究会資料：62~70.
- 8) 美馬克美(1977)：徳島県におけるカンショの亜鉛欠乏。徳島農試研報, 15: 15~20.
- 9) 西沢正洋(1949)：甘藷潰瘍病の病徴と病原。農及園, 24: 781~782.
- 10) 小川奎(1982)：最近問題となっているサツマイモの病害と防除。植物防疫, 36(5)：221~224.
- 11) 鈴木孝仁(1985)：放線菌による病害の現状と問題点。放線菌の分類と特性研究会資料：19~30.
- 12) 矢野明(1976)：暖地海岸畑地帯のマルチ栽培技術集刊。農及園, 51(1)：221~224.