

天地返し法によるハクサイの根こぶ病防除

土屋 敏夫

信州大学農学部附属農場

連作障害の間接的防除手段として、深耕、天地返し、客土法などの研究も多いが、必ずしもその効果には問題がある。本報告は、連作病害であるハクサイの根こぶ病を指標に、天地返し法による防除効果を解明し、技術化について検討したものである。

本研究にあたり、熊代克巳教授（共同研究代表者、附属農場長）高橋敏秋教授（そ菜花き学研究室）のご指導をいただいた。また有馬博助教授（高冷地実験実習施設）に栽培管理、調査など、北原英一技官（附属農場）には天地返しの施工等にご助力をいただいた。この報告にあたり深く謝意を表す。

材料及び方法

本実験は1984年から1986年まで、当学部附属野辺山農場（長野県南佐久郡南牧村、標高1350 m）において行ったものである。供試圃場は腐植に富むシルト壤土で根こぶ病が発生する連作地であった。

1. 土壌の深さ別試験

供試圃場は、前年と前々年ハクサイを連作したところで、前年度は収穫後、マルチ除去、秋耕、翌春作付準備のため一度ロータリ耕を行ったところから採土した。採土法は6月初旬、耕土を足で踏み固め、採土器（図-1）を用い、これの側面に作業穴を掘りながら、採土器を地中30cmまで打ち込み、ふたの止めネジをはずして土層断面を露出させ、地表面0～5 cm、5～10 cm、10～15 cm、15～20 cm、20～25 cm、25～30 cmの6層に目盛線を基準にかきとり、1 cm角目のふるいを通し、乾燥を防ぐためビニール袋詰めにした。

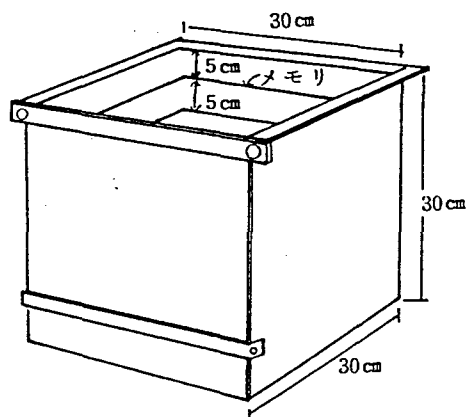


図-1 土層別採土器

供試土壌 3 l に、肥料 (N 0.4 g, P₂O₅ 0.6 g, K₂O 0.3 g) を混ぜ、ワグネルポット (50,000分の1) に詰め、検索植物に「コマツナ」を用い 6月15日播種、間引きをして 1ポット当り 10個体とし、雨除け条件下で栽培した。草丈 35~40cm (30日後) に生育したとき、抜き取って、根こぶ病の発生状態を調査した。発病程度により、無病 (0)、発病軽 (1)、発病中 (2)、発病甚 (3) とし、発病指数は次の計算によった。

$$\text{発病指数} = \frac{\Sigma (\text{発病度ごとの個体数} \times \text{ウエイト})}{\text{全個体数} \times 3} \times 100$$

2. 天地返し試験

ハクサイ (品種 ; 耐病 60日) を供試作物とし、天地返し施工後、1984年と 1985年の 2か年にわたり栽培試験を行った。

(1) 試験区 無処理 (標準) 区、40cm 天地返し区、60cm 天地返し区の 3区をもうけ、1区 15m² (5 × 3 m) とし、2反復 (A系列、B系列区) を設定した。

(2) 天地返し法 40cm 天地返し区は深さ 20cm、60cm 天地返し区 30cm で上層土と下層土の 2層に分け、反転し埋め戻す方法をとった。施工は隣接区との混合を避けるため、ビニールシートを敷き、小型のバックホーを使い、上層土と下層土を別々に掘上げ、上下を逆に埋め戻した。なお試験区の境は深さ 45cm の木製枠を埋設して仕切った。

(3) 栽培法 施肥量は各試験区とも同じで、10a 換算で、N 19.2kg、P₂O₅ 32.5kg、K₂O 16.0kg をスミカーエース 2号と BM 熔燐を用いて、全面散布し混合した。なおこの試験では、堆きゅう肥、石灰等は全く施用しなかった。また 2作目も同一施肥量によった。

圃場は条間 50cm の高うねとし、これに黒色ポリフィルムを全面マルチし、株間 30cm に点播した。その他の栽培管理は慣行法によった。

なお、1984年は 6月21日に直播し、8月26日収穫した。また 1985年は 6月20日播きでソイルブロック育苗し、7月4日に定植、8月27日に収穫調査を行った。

実 験 結 果

1. 土層の深さと根こぶ病の発生

天地返しに関する基礎資料を得るため、ハクサイの連作圃場から深さ別に採土し、根こぶ菌の垂直分布について検索を試みた。検索に供したコマツナの根こぶ病の発生状態を表-1 に示した。

深さ 20cm までは、ほぼこの圃場の耕土層 (実測平均 18.6cm) にあたる。耕土層における多発地は、発病率 100%、発病指数 60 を越す発病があり、また 5cm ごとの各土層間の差も比較的少なかった。これに比べ中・小発生地は、発病率が低いが、全層で発病がみられ、土層別ではやや表層部が多いようである。

深さ 20cm 以下の心土層では、多発地でも発病率が急減しており、中・小発生では発病がなかった。ただ多発地で 25~30cm の深層まで発病することが確認され、天地返しに一つの示唆をあたる結果を得た。

通常根こぶは地下 5~6cm の位置に最も着生しているのが観察されるので、耕土層内でも菌の分布差が予測されたが、上記の結果から耕土内の一円に分布するようで、これは主に耕起作業による土壌のかき混ぜによると思われる。

多発地と中・小発地の発病状態が示すように、同一圃場内でも根こぶ菌の分布や発病程度が大きく異なるので、菌の水平分布にも配慮する必要がある。

表-1 連作地の土層の深さと根こぶ病の発生

土層区分	発病率 (個体%)	発病指数	発病程度別個体数			
			(0)	(1)	(2)	(3)
(多発地)						
0 ~ 5 cm	100	69	0	9	10	11
5 ~ 10 cm	100	77	0	5	11	14
10 ~ 15 cm	100	79	0	6	7	17
15 ~ 20 cm	100	63	0	5	9	16
20 ~ 25 cm	60	30	12	9	9	0
25 ~ 30 cm	17	10	25	1	4	0
(中小発地)						
0 ~ 5 cm	73	38	8	10	12	0
5 ~ 10 cm	53	28	14	8	7	1
10 ~ 15 cm	50	27	15	7	7	1
15 ~ 20 cm	23	13	23	2	5	0
20 ~ 25 cm	0	0	30	0	0	0
25 ~ 30 cm	0	0	30	0	0	0

2. 天地返しと根こぶ病の発生

天地返しの試験区にハクサイを栽培し、収穫時に抜き取り発病状態を調査し、初年度作(1984年)を表-2に、二年目作(1985年)を表-3に示した。なお、病状調査から試験区のA系列区とB系列区を3m幅の通路をはさんで配置してあったが、発病状態に相当差があったので、ここでは各区の調査結果を並列して表示した。

初年度作の場合、無処理区の発病率は85~55%あったが、60cm天地返し区は2~0%と殆ど発病しなかった。しかし40cm天地返し区では、無処理区に比べ発病率では、54~66%軽減したが、完全に発病を防止することは出来なかった。

二年目作の場合、直接二連作になるため、無処理区は発病率が100~89%に増加、発病指数も60を越すようになった。しかし60cm天地返し区は前年同様、調査42株中に発生株は全く見当たらなかった。なお40cm天地返し区は前年度とほぼ同様な発病率で、連作によって急増するようにはなく、天地返しによって何等かの発病抑制作用が働いているように思われる。

以上の結果から根こぶ病は、60cmの天地返しで防除が可能であることが実証された。ただ40cm天地返しは、発病を軽減できるが、完全に防除することはできなかった。

表-2 天地返しがハクサイの根こぶ病の発生に及ぼす影響（初年度作 1984年の成績）

項目	試験区			無処理（標準）区			40cm天地返し区			60cm天地返し区		
	A区	B区	平均	A区	B区	平均	A区	B区	平均	A区	B区	平均
発病率（株%）	84	56	70	51	13	32	2	0	1			
発病指数	40	18	29	15	5	10	0.4	0	0.2			
発病程度別の株数	(0)	7	20	13.5	22	39	30.5	44	45	44.5		
	(1)	12	15	13.5	13	3	8	1	0	0.5		
	(2)	12	4	8	9	1	5	0	0	0		
	(3)	6	6	6	1	2	1.5	0	0	0		
	(4)	4	0	2	0	0	0	0	0	0		
	(5)	4	0	2	0	0	0	0	0	0		

表-3 天地返しがハクサイの根こぶ病の発生に及ぼす影響（2年目作 1985年の成績）

項目	試験区			無処理（標準）区			40cm天地返し区			60cm天地返し区		
	A区	B区	平均	A区	B区	平均	A区	B区	平均	A区	B区	平均
発病率（株%）	100	89	94	52	13	33	0	0	0			
発病指数	84	47	66	31	3	17	0	0	0			
発病程度別の株数	(0)	0	5	2.5	20	37	28.5	42	42	42		
	(1)	2	8	5	2	4	3	0	0	0		
	(2)	2	11	6.5	4	1	2.5	0	0	0		
	(3)	5	6	6.5	9	0	4.5	0	0	0		
	(4)	10	9	9.5	6	0	3	0	0	0		
	(5)	23	3	13	1	0	0.5	0	0	0		

3. 天地返しとハクサイの生育収量

天地返し試験区で栽培したハクサイの収穫時の調査結果を、初年度作と二年目作について、表-4に示した。なお、発病調査に供した全個体の平均株重を示した。

発芽からの初期生育は、無処理区が最もよく、生育期の後半から発病度の高い株から、日中しおれ現象が出はじめ、後期の生育が徐々に劣ってきた。

結球重、地上部重をみると、天地返し区は無処理区に比べ、初年度作、二年目作とも約1割、上回った程度に過ぎない。これは無処理区が病害のため、生育が劣ったのに、天地返し区は下層土に合わせた肥培管理を行わなかったためと思われる。

根部重は無処理区が最も大きく、天地返し区は小さい。さらに二年目作では無処理区は天地返し区の2~2.5倍に達した。根部重は主に根こぶの着生量の増大によるものであり、地上部の生長には逆に作用している。

以上の結果から、天地返しにより根こぶ病の防除効果を上げ得ても、直接増収にはつながらないので、天地返しには必ず、下層土に対する肥培管理を配慮することが不可欠な条件である。

表-4 天地返しとハクサイの生育収量

		(平均株重 g)		
試験区 項目	無 処 理 (標準)区	40 cm 天地返し区	60 cm 天地返し区	
初年度作 (1984年)				
結 球 重	1729 (100)	2099 (121)	1911 (111)	
地上部重	2235 (100)	2680 (120)	2430 (109)	
根 部 重	27 (100)	22 (81)	19 (70)	
2年目作 (1985年)				
結 球 重	1409 (100)	1534 (109)	1551 (110)	
地上部重	2003 (100)	2166 (108)	2286 (114)	
根 部 重	67 (100)	29 (43)	25 (37)	

(注: () 標準区を100とした比数)

考 察

60cmの天地返しにより根こぶ病の発生をほぼ100%, 40cmの天地返しで54~66%程軽減することができた。なおこの結果は根こぶ菌の土層別検索成績とも、よく符号している。本菌の休眠胞子は強い生存力が知られているので、天地返し試験は2年継続した。2年目作の結果も初年度作の場合とほぼ同じで、60cm天地返し区には、全く発病がなかったことなどから、天地返し法による防除効果を確認することが出来た。

前述の実験結果の関連において、根こぶ菌の土壌中における分布が、天地返し法による防除の基本的条件であると考えた。本菌が25~40cmの下層土から検出された報告もあるので、圃場検診にもとづく、結果、施工が必要である。土壌中の菌の密度、分布の検定には、根毛感染率による方法などが試みられているが、前述のような指標作物の発病度を利用する方法も、実用面では有用であるように思われる。さらに精度の改善と方法としての一般化が望まれる。

天地返しにおけるハクサイの生育収量結果が示すように、根こぶ病の防除効果を上げることができても、増収的な効果は小さく、下層土の肥培技術がともなって、その効果が成立するものである。また、天地返しは、施工上多量の土の移動を必要とするため、下層土の肥培で耕地の立体的な管理のための、土壌改良技術に組み込み、この防除技術を位置づけることが、実用化のための処法と思われる。

摘 要

1. 作物の連作障害対策の一助として、天地返し法によるハクサイの根こぶ病の防除効果について実験検討した。
2. 連作地における根こぶ菌の検索を試みた結果、耕土層内には分布が高く、心土層で急減するが、25～30cmの深層でも発病することを確認した。
3. 60cm天地返し法で根こぶ病を防除することができる。なお40cm天地返しで、発病を54～66%抑制することができた。
4. 天地返しによるハクサイの生育収量の増加は10%程度で、下層土の肥培管理を条件とする必要がある。
5. 天地返しによる防除効果を上げるには、土壤中の根こぶ菌の検索法を併用することで、合理的な技術化が可能であると考えられる。