

アブラナ科野菜軟腐病の発生と連輪作との関係

柏村 鶴雄・石島 嶽・西崎 泰博・梅川 学

(九州農業試験場)

Relation of continuous cropping and crop rotation to the occurrence of crucifer soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

Tsuruo KAYAMURA, Takashi ISHIJIMA, Yasuhiro NISHIZAKI and Manabu UMEKAWA
(Kyushu National Agricultural Experiment Station. Ueki, Kumamoto 861-01)

アブラナ科野菜の軟腐病は、わが国のみならず世界的に広く発生しており、防除が極めて困難な土壌病害である。軟腐病菌は畑に自生している雑草の根圏から検出されるばかりでなく^{1,2,8,9)}、アブラナ科野菜を栽培したことのない畑や山地、および水田土壌からも検出される⁸⁾。また、罹病性作物を継続して栽培している圃場でも土壌中の軟腐病菌数は季節的に大きく変動すること、土壌中に入った病原細菌は短期間に減少すること、罹病性作物を栽培すると雑草の根圏などで腐生的に生存していた軟

腐病菌が急激に増殖して感染源となることなどが明らかにされている^{5,6,8)}。このように軟腐病菌の土壌中における消長に関する研究は多いが、試験によって異なる結果が出るなど不明の点も多く適確な防除法は確立されていない。

著者らは、軟腐病の効果的な防除法の確立を目的として試験を行っており、連輪作と軟腐病発生との関係について検討したので、その結果を報告する。

		1983年秋		1984年春		秋		1985年春		秋		1986年春		秋		1987年春		秋	
1号	桑園	トウモロコシ	キャベツ	キャベツ	キャベツ	キャベツ													
			ハクサイ	ハクサイ	ハクサイ	ハクサイ													
			ダイコン	ダイコン	ダイコン	ダイコン													
2号	桑園	トウモロコシ	ライ麦	トウモロコシ	キャベツ	キャベツ	キャベツ	キャベツ											
					ハクサイ	ハクサイ	ハクサイ	ハクサイ											
					ダイコン	ダイコン	ダイコン	ダイコン											
3号	桑園	トウモロコシ	ライ麦																

第1図 試験園場の年度別作付

インゲン ■■■■■ トウモロコシ ■■■■■ ジャガイモ ■■■■■

試験方法

1. 試験圃場の造成

約20年間クワを栽培し続けた桑園を1984年2月ブルドーザーで抜根、深耕整地した。第1作としてトウモロコシを4月に播種して均一栽培し、8月に刈り取り風乾後これをすき込んで試験圃場とした。

2. 試験区の設定

試験圃場の作付概要是第1図に示したとおりである。連作回数と軟腐病発生との関係についての試験では、1号圃場は1984年秋作からダイコン、ハクサイ、キャベツを植付け、翌年からは同一作物を年2回ずつ連作し、各作付時期における全作について軟腐病の発生を調べた。また、2号圃場は1985年、3号圃場は1986年の秋作から試験圃場にダイコン、ハクサイ、キャベツを植付け始め、その後同一作物の連作を行って、1987年春作における軟腐病の発生を調べた。

各種作付体系と軟腐病の発生との関係についての試験では、連作区と輪作区を設け、連作区ではダイコン、ハクサイ、キャベツを3、5、7回連作した。輪作区では春作にインゲン、トウモロコシ、ジャガイモのいずれかを植付け、秋作にダイコン、ハクサイ、キャベツを植付けた。1987年秋作にこれら各区におけるアブラナ科野菜の軟腐病の発生を調べるとともに、葉巻土壤における病

第1表 連作圃場におけるアブラナ科野菜軟腐病の発病状況

作付回数	年	時期	ダイコン (耐病総太り)	ハクサイ (無双)	キャベツ (秋徳)
1作目	1984	秋	0.5 ⁱⁱ	0	11.1
2作目	1985	春	48.6	100.0	60.9
3作目		秋	0	2.8	4.5
4作目	1986	春	4.3	8.3	15.7
5作目		秋	0	0	0
6作目	1987	春	4.0	15.4	6.3
7作目		秋	0	0	0

注：1号圃場

1) 発病株率 (%)

原細菌の密度を、変法ドルガルスキー培地を用いた希釈平板法で調べた。

3. 供試品種

アブラナ科野菜としてダイコン（品種：耐病総太り大根、四月早生大根、白秋大根）、ハクサイ（品種：無双、五十日白菜、錦秋）、キャベツ（品種：秋徳、南宝）を、間作作物としてジャガイモ（品種：デジマ）、インゲン（品種：さつきみどり2号）、トウモロコシ（品種：スカイライナー85）を供試した。

結果及び考察

1. 連作1号圃場における軟腐病の発生状況

7連作圃場（1号圃場）におけるダイコン、ハクサイ、キャベツの1作毎の軟腐病発生状況を第1表に示した。ダイコンの場合、最も発生の多かった作付時期は2作目の1985年春作であった。発生が認められた作期は1作目、2作目、4作目および6作目であり、3作目、5作目、7作目には発生が認められなかった。発生が認められなかった作付時期はいずれも秋作であり、軟腐病の発生はダイコンの連作回数よりも作付時期による差の方が大きかった。

ハクサイの場合もダイコンと同様に、軟腐病の発生は春作に多く、秋作に少ない傾向がみられた。すなわち、発生が認められた作期は、2作目、3作目、4作目および6作目であり、1作目、5作目、7作目には発生が認められなかった。

キャベツの場合、発生が認められなかった作期は5作目および7作目であり、他の作付時期ではいずれも発生が認められた。キャベツにおける発生もダイコン、ハクサイにおける発生状況と同様に、春作に多く秋作に少ない傾向がみられた。

これらの結果から、ダイコン、ハクサイ、キャベツにおける軟腐病の発生は、いずれも春作に多発し秋作では発生が少ない傾向が示され、本試験圃場における軟腐病

第2表 連作圃場における1987年春作ダイコンの軟腐病の発病状況

圃場	1984 秋	1985 春	1986 秋	1987 春	品種名	健全株数	軟腐病 発病株数	合計	発病株率 (%)
1	●	●	●	●	耐病総太り大根	120	7	127	5.5
					四月早生大根	130	0	130	0
2		●	●	●	耐病総太り大根	124	5	129	3.9
					四月早生大根	130	0	130	0
3			●	●	耐病総太り大根	105	25	130	19.2
					四月早生大根	127	1	128	0.8

注：播種：4月16日、調査：6月24日

●：ダイコンの作付を示す。

の発生は野菜の連作回数よりも作付時期に大きく支配されるものと考えられる。小林・春田³⁾は熊本県阿蘇郡の原野開墾畠におけるダイコン軟腐病の発生状況を調査し、1年目ダイコン畠よりも3年目、8年目と連作年数が進むにつれて発病率も高くなると、本試験の結果と異なる結果を報告しているが、この相違の原因は明らかでない。

2. 連作圃場における1987年春作の軟腐病の発生状況

連作圃場における1987年春作ダイコンの軟腐病発生状況を第2表に示した。軟腐病の発生は供試品種によって異なり、耐病性より大根では発生が多く、四月早生大根では発生が少なかった。連作回数との関係では、耐病性より大根では2連作区の発生が6連作および4連作区よりも高く、四月早生大根では2連作区に発生が認められたのみで、4連作および6連作区には発生が認められなかつた。このように、連作回数と軟腐病の発生との間にには、判然とした関係はみられなかつた。

連作圃場における1987年春作ハクサイの軟腐病発生状況を第3表に示した。ハクサイにおける発生状況とハクサイの連作回数との間で明確な関係はみられなかつた。すなわち、無双の場合、2連作区における発生率は4連作および6連作区よりも高かつた。五十日白菜の場合、

ハクサイの連作回数と軟腐病の発生率には一定の傾向が認められず、各区間に大差がみられなかつた。一方、供試品種による発生の差異が大きく、五十日白菜の発生率および発病度は、いずれも無双に比べて高く、五十日白菜には重症株が多かつた。

連作圃場における1987年春作キャベツの軟腐病発生状況を第4表に示した。キャベツの場合もハクサイの場合と同様に連作回数によっては影響されず、むしろ供試品種による差異が大きかつた。

このように、ダイコン、ハクサイ、キャベツの連作圃場における軟腐病の発生状況は、いずれの場合にも連作回数と発生率との間に相関関係は認められず、むしろ供試品種による差異の方が大きかつた。

3. 輪作圃場における軟腐病の発生状況

春作にジャガイモ、インゲン、トウモロコシなどを栽培し、秋作にダイコン、ハクサイ、キャベツを植付ける1作毎の輪作を行い、軟腐病の発生状況を調べた。

連輪作圃場における1987年秋作のダイコン、ハクサイ、キャベツの軟腐病発生状況と、収穫期における葉巻土壤中の病原細菌の密度を希釀平板法⁵⁾で調査した結果を第5表に示した。

第3表 連作圃場における1987年春作ハクサイの軟腐病の発病状況

圃場	1984				1985				1986				1987				品種名	調査株数	発病の程度					発病株率 (%)	発病度
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春			0	1	2	3	4		
1	●	●	●	●	●	●	●	●	無	双	63	54	3	1	0	5	14.3	7.9							
									五十日白菜		70	10	1	5	6	48	85.7	76.9							
2		●	●	●	●	●	●	●	無	双	62	49	2	2	3	6	21.0	12.6							
									五十日白菜		70	14	6	4	3	43	80.0	55.7							
3			●	●	●	●	●	●	無	双	67	31	4	4	9	19	53.7	34.3							
									五十日白菜		69	6	1	0	3	59	91.3	71.3							

注：播種：4月16日、 調査：6月24日

●：ハクサイの作付を示す。

発病の程度 0：病徵を認めない。

3：結球部の外葉に病徵が認められる。

1：外葉にわずかに病徵が認められる。

4：結球部が腐敗している。

2：外葉の病徵が進行して腐敗する。

第4表 連作圃場における1987年春作キャベツの軟腐病の発病状況

圃場	1984				1985				1986				1987				品種名	健全株数	軟腐病		合計	発病株率 (%)
	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春			発病株数			
1	●	●	●	●	●	●	●	●	秋	徳	17	1	18	5.6			秋 徳	7	11	18	61.1	
									南	宝												
2		●	●	●	●	●	●	●	秋	徳	17	1	18	5.6			秋 徳	9	9	18	50.0	
									南	宝												
3			●	●	●	●	●	●	秋	徳	16	2	18	11.1			秋 徳	10	8	18	44.4	
									南	宝												

注：定植：4月24日、 調査：7月14日

●：キャベツの作付を示す。

ダイコンにおける軟腐病の発生は連作回数または輪作回数との関連性は認められず全体的に発生率が低かった。耐病総太り大根で軟腐病の発生が認められたのはジャガイモを2作した輪作区のみであった。一方、白秋大根では、ダイコン初作区、インゲンを2作および3作した輪作区とジャガイモを2作した輪作区でのみ1~8%の軟腐病が発生した。各区の葉園土壌中からは $10^4\sim10^6$ (乾土1g当たり、以下同じ)のレベルで病原細菌が検出されたが、土壌中の病原細菌数と軟腐病発生とは相関関係が認められなかった。

ハクサイの場合、連作回数または輪作による軟腐病発生状況に差は認められなかった。一方、供試品種による差が大きく、無双よりも錦秋に軟腐病が多発した。また、葉園土壌中の病原細菌は無双で $10^5\sim10^6$ 、錦秋で $10^4\sim10^7$ のレベルで検出された。

キャベツでは、秋徳および南宝の両品種ともに軟腐病の発生は認められなかつたが、これらの葉園土壌中からは $10^5\sim10^6$ の密度で病原細菌が検出された。しかし、キャベツの連作回数または輪作作物の種類による検出細菌数の差は認められなかつた。

以上のように、輪作した作物の種類と軟腐病の発生率および葉園土壌中の病原細菌数との間に一定の傾向が認められなかつた。富樫⁷⁾は、ハクサイ連作区で特に病原細菌の密度が高くなる傾向はみられず、また、軟腐病抵抗性の強弱と菌数との間に特別の対応関係も認められないと報告している。また、イタリアンライグラス、レッドクローバーなど非宿主作物を5年間連作した後や休閑した後でも軟腐病はハクサイ連作区と同様に発生するの

で、宿主作物の栽培歴のない圃場にハクサイを栽培したり、非宿主作物と輪作するだけでは、軟腐病の防除にはあまり効果がないことを指摘している。すなわち、軟腐病菌は土壌に普遍的に分布、生存している点に特色があり、根園土壌での軟腐病菌の増殖を抑制する因子が生じないかぎり、防除効果は望めないとしている。本試験の結果も輪作による軟腐病の防除の可能性が極めて少ないと示している。

春作で軟腐病が多発した原因の一つに気象条件が考えられる。西南暖地では6月中旬から梅雨期に入り、降雨量が非常に多くなる。この頃のハクサイやキャベツの生育ステージは結球期となり、軟腐病に対する感受性が高くなる時期にあたる。一方、秋作では10月中旬以降は気温が低下して軟腐病の発生が少ない環境となる。清水ら⁴⁾は、圃場において白菜軟腐病は気温が $17\sim22^\circ\text{C}$ のときに発生することを指摘している。本試験においても作物の作付時期によって軟腐病の発生状況は異なっており、アブラナ科野菜の連作回数と軟腐病の発生との間に明確な関係がみられなかつた。また、ジャガイモ、インゲン、トウモロコシを間作しても、その後の軟腐病の発生との間に判然とした関係がみられなかつた。

これらの結果は西南暖地における軟腐病の発生は、連作回数や輪作した作物の種類よりも品種や気象条件などの要因により大きく影響されることを示している。軟腐病菌は土壌中に広く分布、生存しており多くの植物に病原性を示すことから、アブラナ科野菜の軟腐病の防除法として、遅播き、抵抗性品種の利用などが考えられる。今後は生物的手法など新しい防除法を組み入れた防除法

第5表 連輪作圃場における1987年秋作の軟腐病の発病率および軟腐病細菌数

圃場	1984 秋	1985 春	1986 秋	1987 春	ダイコン				ハクサイ				キャベツ								
					耐病総太り	発病率	細菌数	白秋	発病率	細菌数	無双	発病率	細菌数	錦秋	発病率	細菌数	秋徳	発病率	細菌数	南宝	
1	●	●	●	●	●	0	4.8	0	47.8	0	11.3	14.3	95.3	0	316.2	0	17.5				
2		●	●	●	●	0	708.0	0	16.4	7.1	11.3	33.3	171.0	0	32.5	0	925.0				
3			●	●	●	0	261.4	0	90.9	7.1	91.4	16.7	1116.0	0	45.6	0	106.6				
				●	0	6.5	7.8	120.4	7.1	911.8	12.5	3.7	0	238.4	0	131.0					
1	●	—	●	—	●	—	●	—	●	0	1.2	1.0	70.8	0	66.0	23.1	595.6	0	78.1	0	890.0
2		●	—	●	—	●	—	●	—	0	14.9	3.9	15.5	6.7	46.9	14.3	277.4	0	94.6	0	47.1
1	●	—	●	—	●	—	●	—	●	0	11.9	0	2.4	0	11.4	16.7	110.4	0	52.7	0	151.2
2		●	—	●	—	●	—	●	—	0	1.2	0	238.0	14.3	10.0	0	248.0	0	98.8	0	93.2
1	●	—	●	—	●	—	●	—	●	0	118.6	0	59.5								
2		●	—	●	—	●	—	●	—	2.0	0	2.1	71.4								

注: ●はダイコン、ハクサイ、キャベツの作付を示す。イ=インゲン、ト=トウモロコシ、ジ=ジャガイモの作付を示す。

細菌数は乾土1g中で 10^4 で示した。

の確立が急務である。

摘要

露地栽培におけるアブラナ科野菜の軟腐病の効果的な防除法を確立するため、連作、輪作体系における軟腐病発生状況を調査し、次の結果を得た。

1. ダイコン、ハクサイ、キャベツを連作した1作毎の軟腐病の発生は、連作回数よりも作付時期に大きく影響され、春作に多発し秋作には少ない傾向がみられた。

2. 1987年春作における軟腐病の発生と、連作回数との関係はみられなかった。一方、供試品種による軟腐病の発生の差は極めて大きかった。

3. 前作に用いたジャガイモ、インゲン、トウモロコシと後作に作付したダイコン、ハクサイ、キャベツの軟腐病の発生との間には判然とした関係はみられなかった。

4. 連作あるには輪作したダイコン、ハクサイ、キャベツの収穫期における葉巻土壤中の病原細菌数と軟腐病

発生との対応は認められなかった。

5. 以上の結果から、西南暖地における露地栽培のアブラナ科野菜の軟腐病の発生は、野菜の連作回数や間作した作物の種類よりも品種や気象条件に大きく支配されるものと考えられた。

引用文献

- 1) 菊本敏雄・坂本正幸 (1967) 日植病報 **33**: 324. 2)
- 菊本敏雄・坂本正幸 (1969) 日植病報 **35**: 36 - 40. 3)
- 小林研三・春田 潔 (1986) 九病虫研会報 **32**: 49 - 52.
- 4) 清水 茂・金沢幸三・小林高博 (1958) 農技研報告 E **6** : 75 - 108. 5) 富樫二郎・坂本正幸 (1968) 日植病報 **34**: 184. 6) 富樫二郎 (1968) 坂本教授還暦記念論文集 : 367 - 372. 7) 富樫二郎 (1987) 今月の農業 (10月号) : 74 - 77. 8) 津山博之 (1962) 東北大農研彙報 **13**: 221 - 345. 9) 津山博之 (1965) 日植病報 **31**: 159 - 164.

(1988年5月10日 受領)