

## タマネギ畑への輪作導入に関する

## 土壌微生物的検討\*

東田修司\*\*

大崎亥佐雄\*\*\*

成田保三郎\*\*\*\*

北見地方の農家圃場3ヶ所で、5ヶ年にわたりタマネギ畑にてん菜、とうもろこし、春播小麦の3作物を導入しこれらとタマネギを組み合わせた2年輪作を1サイクルまたは2サイクル行った。その結果、導入作物により若干の相異はあるが、輪作によって乾腐病（病原菌：*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*……以下 *F. oxy.* と略）が減少し、規格内球数が確保されるので増収となった。土壌微生物相の調査の結果、導入作物作付け時点では導入作物根圏の一般微生物数がタマネギ（連作）根圏に比べ増加しており、翌年のタマネギ栽培下においても輪作導入区の一般微生物数増加が著しかった。土壌中の *F. oxy.* 数には輪作導入の影響が顕著に認められなかったが、タマネギ茎盤からの *F. oxy.* 分離率、およびそのタマネギ鱗片に対する病原性を見たところ、輪作導入区では全般に病原性の強い *F. oxy.* の出現頻度が低下していた。またタマネギ根の TTC 還元活性は輪作導入により高まっていた。

## I 緒言

連作は水田のような特殊な条件を除けば、ほとんどの作物生産にとって望ましくないとわれているが、北海道のタマネギ畑は連作の方が熟畑化が進み収量が上がるとの考え方から連作栽培が通例となっている。しかし、近年、病害による腐敗球が多発しタマネギの収量、品質が問題になってきており、従来のような連作栽培形式の是非について再検討がせまられている。しかし、タマネギの連輪作およびそれと関連する領域の研究は非常に少ない。例えば、堀ら<sup>1,2)</sup>はキャベツ跡のタマネギ生育が連作や他の作物の跡作タマネギより劣っていることを見出し、キャベツ跡土壌の石灰欠乏とそれに付随した磷酸吸収の低下がその主因で

あると推定している。また Hamilton, H. A. ら<sup>3)</sup>は4種類の野菜を組み合わせた2年輪作区と連作区を設定し、タマネギに関してはセロリ、レタスとの組み合わせがよく、ニンジンとの組み合わせおよび連作はそれより劣るとしている。Odland, T. E. ら<sup>15)</sup>はタマネギの前作として大麦、そば、とうもろこしが良好でルタバカ、キャベツ、マンゲル（家畜用てん菜の一種）は劣っており、前者のグループのすぐれている理由は良好な土壌団粒を形成することと推定している。また、Rynasiewicz, J.<sup>16)</sup>による野菜の輪作試験の中でスイートコーン跡のタマネギ生育が劣ることが報告されている。しかし、これらの研究は主に養肥分的な側面から若干の検討を加えているのみで、現在北見地方で問題になっている連作による病害＝収量・品質の低下についてふれているものは少ない。一方、Latham, A. J. ら<sup>12)</sup>はタマネギ連作畑で増加する病害に対し輪作が有効であることを想定しながらも具体的な検討に至っていない。そこで筆者らはタマネギ連作畑に、この地方の基幹畑作物であるてん菜、とうもろこし、麦類を作付けし、これに土壌病害と関係が深いと思われる土壌微生物的な観点から検討を加えた。

1982年3月15日受理

\* 本報の一部は1979年度日本土壌肥科学会で発表した。

\*\* 北海道立北見農業試験場（現北海道立天北農業試験場、098-57 枝幸郡浜頓別町）

\*\*\* 同上（現北海道立十勝農業試験場、082 河西郡芽室町）

\*\*\*\* 同上（現北海道立中央農業試験場、069-13 夕張郡長沼町）

II 試験方法

1. 圃場の設計と収穫調査

3ヶ所の現地農家圃場で昭和50~54年にかけて2サイクル(端野),又は1サイクル(北見川東・北見常川)の2年輪作導入試験を行なった。試験圃場はいずれも長期にわたりタマネギを連作してきた圃場である。試験地の土壤断面,一般理化学性をそれぞれ図1と表1に示した。北見常川試験地は作土が薄く,礫層が浅い位置にあるため乾燥しがちであり,他と比べて低収の圃場である。試験地毎の作付け品種,試験年次を表2に示す。輪

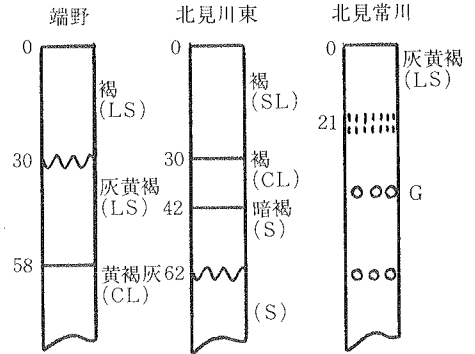


図1 試験圃場の断面形態

表1 試験圃場作土の理化学性

試験地	全窒素 (%)	全炭素 (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	CEC (me/100g)	置 換 性 塩 基 (me/100g)			トルオーグ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 吸 収 係 数
					CaO	K <sub>2</sub> O	MgO		
端 野	0.08	0.61	5.53	15.4	10.0	1.4	3.8	83	931
北見川東	0.17	1.15	6.40	25.8	16.4	2.2	0.8	50	713
北見常川	0.15	1.38	6.55	22.3	15.9	3.4	2.3	19	711

表2 試験区の構成と供試品種

試験地	区		一区面積 (m <sup>2</sup> )	反復	年 度 (昭 和)							
					50	51	52	53	54			
端 野	タマネギ連作		100	1	札幌黄	札幌黄	札幌黄	札幌黄	X			
	2年輪作	てん菜(込) とうもろこし(込) 春播小麦(込)			モノヒル ゴールドデン ビュティ ハルミノリ	札幌黄 " " "	ソロラーバ ゴールドデン クロスバンタム ハルミノリ	札幌黄 " " "				
北 見 川 東	タマネギ連作		100	1	札幌黄	札幌黄	X					
	2年輪作	てん菜(込) とうもろこし(込) 春播小麦(込)			モノヒル ゴールドデン ビュティ ハルミノリ	札幌黄 " " "						
北 見 常 川	タマネギ連作		16.5	3	X							
	2年輪作	てん菜(込) " (出) とうもろこし(込) " (出) 春播小麦(込) " (出)								北見黄 ソロラーバ " ゴールドデン クロスバンタム " ハルミノリ "	北見黄 " " " " "	北見黄 " " " "
	A											
	2年輪作	てん菜(込) " (出) とうもろこし(込) " (出) 春播小麦(込) " (出)								カーベポリ " クィーンアン " ハルミノリ "	北見黄 " " " "	

作区には北見地方の主幹作物である、てん菜、春播小麦、とうもろこしを導入した。端野と北見川東試験地ではこれらの収穫残渣をすき込み処理したが、北見常川試験地においては、すき込みと搬出区を併設した。その他の耕種法は農家慣行に従った。収穫は枯葉揃期に行ない、「札幌黄」の出荷基準に沿って調査した。

2. 微生物性の調査法

i) 土壤中の微生物数; 次の培地を用いた希釈平板法によって行なった。細菌・放射菌: 卵=アルブミン培地<sup>7)</sup>, 糸状菌: ローゼベンガル培地<sup>7)</sup>, *Fusarium oxysporum* (以下 *F. oxy.* と略): 駒田培地<sup>10)</sup>。根圏土壌は根をなるべく丁寧に引き抜き、根に付着している土壌をふるい取ったものを供試した。非根圏土壌は畝間から採取した。

糸状菌の類似性指数はローゼベンガル培地上に出現したものを形態別に20~30程度のグループ(それぞれのグループに属する数を  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{20}, X_{21}, \dots$  とする)に区分し、下記の式にあてはめて求めた<sup>9)</sup>。

$$\text{類似性指数} = \frac{\sum |X_i - x_i|}{\sum X_i + x_i} \times 100$$

ii) 茎盤からの *F. oxy.* 分離率; 児玉<sup>8)</sup>の方法により1区当り約30株のタマネギ茎盤から菌を分離し、*F. oxy.* の分離率を求めた(昭和54年7月6日・北見常川)。また分離した *F. oxy.* のうち処理当り20~30株をシャーレ上のPDA培地に植え継ぎ27℃で3~5日間培養後、白金耳で直径5mm程度の含菌寒天切片を作り、それをタマネギ鱗片に接種した。約一週間培養し、鱗片の腐敗程度により菌の病原性を以下の基準で区分した。0: 含菌寒天

表3 輪作導入が収量・乾腐病発生程度におよぼす影響

区	項目	規格内収量					乾腐病発生程度				
		51 端野	51 北見川	53 端野	53 北見常川	54 北見常川	51 端野	51 北見川	53 端野	53 北見常川	54 北見常川
	タマネギ連作	(4.56)	(5.03)	(2.59)	(2.00)	(3.66)	(2.41)	(0.93)	(3.95)	(3.70)	(2.64)
2年輪作	てん菜(込)	111	136	102	125	92	80	40	84	60	111
	"(出)	-	-	-	136	95	-	-	-	84	105
	とうもろこし(込)	109	118	110	126	118	10	0	37	54	50
	"(出)	-	-	-	109	105	-	-	-	85	61
	春播小麦(込)	116	125	102	111	104	20	0	100	35	68
	"(出)	-	-	-	126	105	-	-	-	40	89
	輪作区の平均	112	126	105	122	103	37	13	74	60	81

注) ( )内のみ実数、収量はt/10a、乾腐病発生程度は千コ/10a。

表4 輪作導入が各収量規制要因に及ぼす影響(全試験の平均値)

区		連作区を100とした場合の指数					
		規格内収量	規格内球数	規格内平均一球重	乾腐病数	全収穫株数	規格外数
2年輪作	てん菜	114	107	106	81	105	138
	とうもろこし	113**	109**	104	43**	103	97
	春播小麦	113**	116**	100	51*	105**	121

注) - : 10%, \* : 5%, \*\* : 1%で有意

切片の接種部位がほとんど褐変していないもの、I: 褐変域が鱗片の厚みの1/2以下のもの、II: 褐変域が鱗片の厚みの1/2以上になっているもの。III: 腐敗による褐変域が鱗片の裏まで及んでいるもの。

3. 根の TTC 還元活性測定法

タマネギ採取後、直ちに茎盤から根を切り取り、付着していた土をおとしてから純水で洗浄し、24時間以内に測定した。測定法は「栽培植物分析測定法」<sup>17)</sup>に準じた。測定値は抽出液を50mlに定容

した場合の生根 1 g 当りの吸光度で表示した。

### III 試験結果

#### 1. 収量調査の結果

全試験の収量と乾腐病発生程度を表 3 に示す。昭和54年北見常川のてん菜導入区を除き、輪作区は連作区に比べ高い収量を示した。とくに昭和51年北見川東、53年北見常川の輪作区平均値は連作区を20%以上も上回っていた。一方、乾腐病は輪作導入によりほとんどの場合減少していた。各導入作物毎に試験地・年次・収穫残渣搬出、すき込みの別をこみにした増収率の平均値を表 4 に示す。各作物とも13~14%の増収を示したが、とうもろこし、春播小麦で有意性が認められたのに対し、てん菜導入区では年次・試験地間のばらつきが大きく認められなかった。これを規格内球数(球数)と規格内平均一球重(一球重)の要因に分解すると、球数はいずれの導入作物でも有意に増加しているのに対し、一球重では有意性がなく、収量増に占める寄与も小さかった。球数確保に関係のある要因としては病虫害、青立、抽苔などによる欠損や規格外が考えられる。その中で輪作の影

響が有意に出ているものは乾腐病と全収穫株数(春播小麦の場合のみ)であった。乾腐病以外の病虫害、抽苔、青立などはいずれも少なく、規格外球数においては輪作の影響が判然としなかった。全収穫株数が多いことは生育中の欠損株が少ないことを意味している。本試験実施時の気象条件、土壌条件から考えると、この欠損株の大部分は乾腐病によるものと思われる。このことから規格内球数確保の主要因は乾腐病の減少であり、それが増収に結びついたと言える。

#### 2. 土壌微生物調査結果

輪作導入による土壌微生物相の攪乱効果を見るため、まず導入作物作付け時に各作物の根圏、非根圏における微生物相を調査した。結果を図 2 (昭和52年7月2日、端野)に示す。いずれの導入作物も非根圏においてはタマネギと比べて菌数に大差なく、この時点での非根圏は依然として前作であるタマネギの影響を大きく受けていると考えられる。それに対して、根圏においてはすべての導入作物で放線菌の増加が著しく、てん菜・春播小麦では細菌が、てん菜・とうもろこしでは色素耐性菌が2倍以上の増加を示していた。糸状菌も導

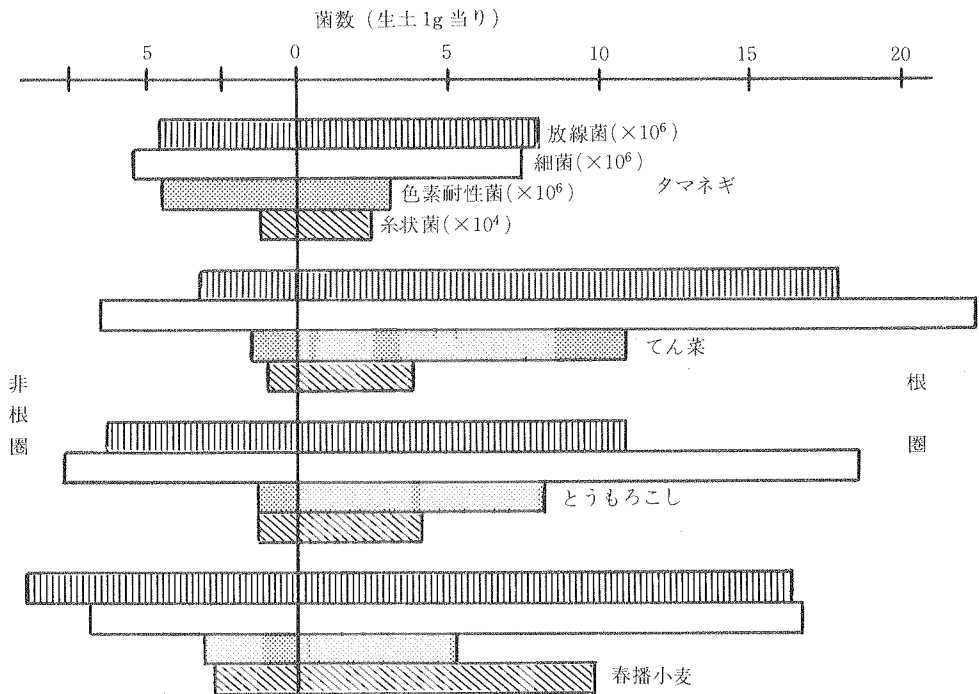


図 2 導入作物作付け条件下での土壌微生物相 (昭和52年・端野)

入作物の根圏で増加がみとめられ、とくに春播小麦区での増加が顕著であった。

次に導入作物を栽培した後のタマネギ作付け下

における一般土壤微生物数について調査した結果を図3（昭和53年5月6日・北見常川、同年5月29日・端野）に示す。これによると一般微生物数

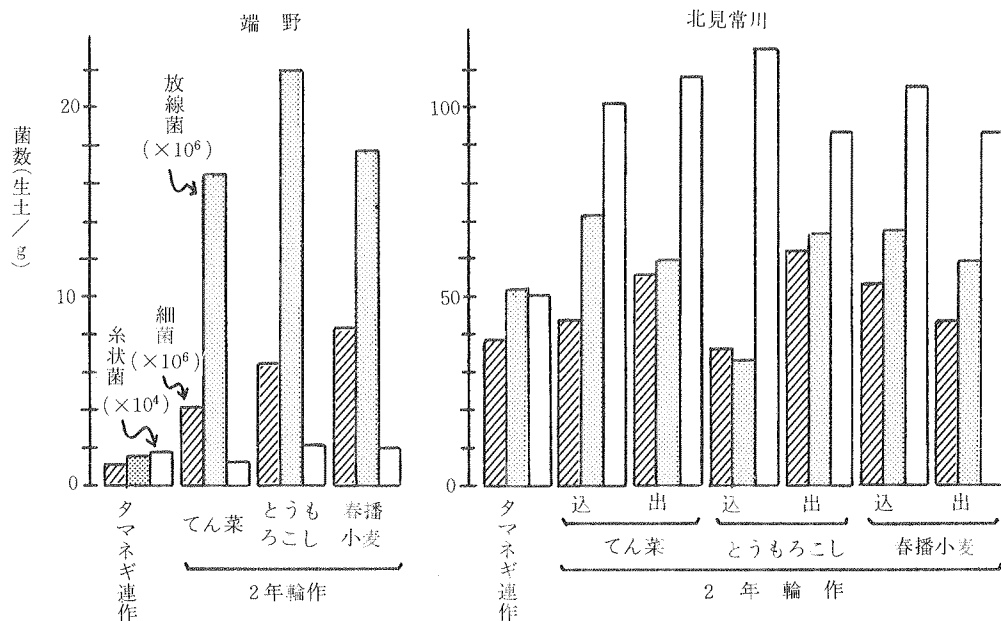


図3 タマネギ作付け条件下の土壤微生物相（昭和53年度）

は輪作導入により増加していることが多く、そのことは北見常川試験地では糸状菌で、端野試験地においては細菌・放線菌で顕著であった。このように土壤条件によって反応してくる微生物の種類に差はあるものの、輪作導入は一般微生物の増加をもたらした。

さらに、糸状菌相の内容として希釈平板上に出現したものを形態別に区分して、それをもとに類似性指数を算出し、その結果を表5に示す。これによると両試験地とも輪作区と連作区間の指数が輪作区相互の指数より大きく、輪作導入によって糸状菌相に変化が起きていると理解される。また、北見常川における導入作物の収穫残渣すき込み区と搬出区間の指数は他と比べて低く、すき込み・搬出の別なく特定の作物の栽培はその作物固有の糸状菌相を形成すると判断された。これと関連して、連作と輪作導入区間の指数をみると、各作物のすき込み区の場合が搬出区より大きな指数を示していた。これにより、輪作は導入された作物

表5 輪作導入後の糸状菌類似性指数（昭和53年度）

	端野	連作	2年輪作				
			てん菜(込)	てん菜(出)	とうもろこし(込)	とうもろこし(出)	春播小麦(込)
北見常川		作	(込)	(出)	(込)	(出)	(込)
	タマネギ連作		38	-	34	-	27
2年輪作	てん菜(込)	43	-	19	-	34	
	"(出)	48	21	-	-	-	
	とうもろこし(込)	44	35	39	-	32	
	"(出)	45	45	41	21	-	
	春播小麦(込)	40	41	37	32	39	
	"(出)	44	27	32	25	29	

物ごとに一定方向の糸状菌相を形成するが、その強度はすき込み区の方が大きいと言える。端野試験地においても、糸状菌数の変化は小さかったが、類似性指数からみた場合は北見常川試験地と同様

の攪乱が輪作導入によりもたらされていた。以上より輪作導入は一般微生物相に質・量ともかなりの攪乱を起こしていると推定された。

表 6 *F. oxy.* 密度に対する輪作導入の影響

試験地	端 野		北見常川		
	昭和 53 年 6月14日	53 年 8月23日	53 年 8月23日	54 年 5月23日	
タマネギ連作	1070	3325	770	788	
2年 輪作	てん菜(込)	625	1260	595	368
	" (出)	—	—	910	578
	とうもろこし(込)	38	875	735	840
	" (出)	—	—	490	473
	春播小麦(込)	952	1155	490	368
	" (出)	—	—	630	210

注) 生土 1g 当り

次に土壌の *F. oxy.* 密度に対する輪作導入の影響を表 6 に示した。端野、北見常川の両試験地とも輪作導入による顕著な低下は認められなかった。しかし、先に示したように一般微生物が増加していることを考慮すれば、輪作導入は *F. oxy.* の相対的活性を低下させているといえよう。

3. 茎盤からの *F. oxy.* 分離率および根の活性

前述のような土壌微生物相の攪乱を中心とする輪作導入の影響が乾腐病の発病部位であるタマネ

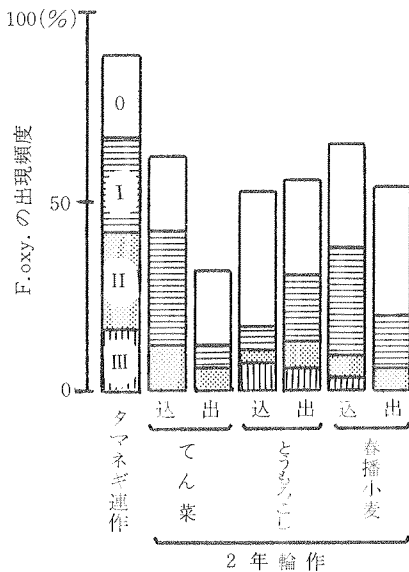


図 4 茎盤からの *F. oxy.* 分離率 (54年, 北見川東)

ギ茎盤からの *F. oxy.* 分離率にいかんにか反映しているか調査を行なった (昭和54年7月6日・北見常川)。結果は図 4 のとおりである。茎盤から分離した全糸状菌数を100とし、その中に占める *F. oxy.* の割合を 0~III までの病原性別に示した。これによると輪作導入により *F. oxy.* 分離は全般に減少の傾向であり、中でもタマネギ鱗片に対して病原性の強い菌 (II, III の菌) の減少はいっそう顕著であった。

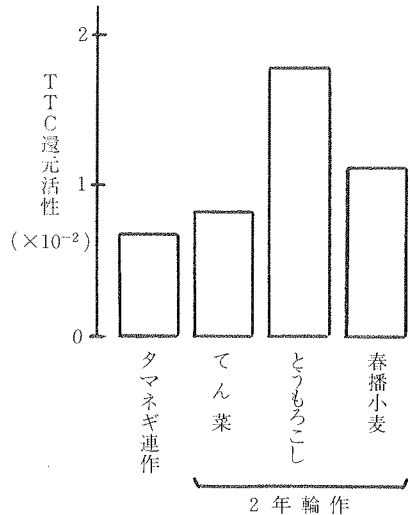


図 5 タマネギ根の TTC 還元活性 (昭和53年・端野)

また、根の活性の一指標である TTC 還元活性を測定した結果は図 5 のとおりであった (昭和53年6月22日・端野)。輪作導入区はいずれも連作区より高い活性を示し、その値はとうもろこしで最も高く、次いで春播小麦・てん菜の順であった。

IV 考 察

連作によって減収する例は多く知られているが減収の程度や原因は条件によってまちまちである。本試験の場合、連作が輪作に比べ 1 割強の減収となっていたと見ることが出来る。本試験の輪作導入作物のなかで、てん菜は堀ら<sup>1,2)</sup>や oldland, T. E. ら<sup>15)</sup>が報告したタマネギの前作として好ましくない作物であるキャベツ以上に養分吸収量の多い作物であるが、この後作でもタマネギ収量は低下しなかった。また総じて他の導入作物でもタマネギ生育・平均一球重に与える影響は大きな

い。これはタマネギ畑が高度に肥沃化されており<sup>4,10)</sup>、導入作物の土壤養分環境に与える影響が発現し難くなっていることによるものと思われる。それに対して規格内球数は導入作物の種類によって有意に増加していた。増加の要因として特に目立つものは乾腐病の減少であった。換言すれば、本試験における連作障害の要因は土壤病害であるといえる。

一方、農林省が全国規模で行なった調査においても、連作障害の原因として病虫害の占める割合が他を大きく凌いでいた<sup>11)</sup>。連作=「土壤病害の多発し易い条件」と言うことを一般化してみると、連作は同一基質（作物、特にその根）を土壤中に長期間導入することにより、それを利用して増殖し得る微生物の集積培養過程であると解釈出来る。作物を基質として利用する菌は当然多くの場合、不定性病原菌を含めた病原菌であり、連作の長期化によって土壤微生物相は病原菌を中心とした特定の微生物に単純化して行くであろう。それに対し、輪作は土壤中に年毎に異なった種類の菌（病原菌）を増殖させる基質（作物）を供給することになるので、微生物相はより多様性を持ったものになる。本試験で測定した結果、表3に示す様に導入作物作付け時において、それらの根圏部では一般微生物数の増加がみられた。これは先に述べたように連作によって単純化した微生物相を輪作がより複雑化していく一つの表われと考えることができる。タマネギ作付け時でも端野試験地では細菌・放線菌、北見常川試験地では糸状菌の違いはあるが輪作による明らかな一般微生物の増加が観察されている（図3）。Kouyesa<sup>11)</sup>は土壤水分条件の違いにより作物残渣に生育する微生物相が異なり、水分の少ない条件ほど糸状菌型になると報告している。端野と北見常川の両試験地を比較すると、北見常川の方が端野に比べ砂土型でかつ礫層が浅い位置に出現するなど乾燥しやすい条件にあるので、その反映として北見常川での菌数増加が糸状菌型になったものと思われる。

輪作導入による土壤微生物数の増加については前作で導入された作物から土壤に供給された有機物量の差が一つの原因となっているとの考え方も可能であろう。ちなみに、各導入作物による収穫残渣の1例を示すと（昭和52年・北見常川）タマネギ、てん菜、とうもろこし、春播小麦がそれぞ

れ乾物重にして33, 520, 540, 580kg/10aでありタマネギが極端に少ない。しかし、単純に有機物の搬入量からすれば、北見常川における収穫残渣搬出区はすき込み区に比べはるかに供給された有機物量が少ないはずであるが、図3に示すようにすき込み区・搬出区で菌数に明確な差が認められないなど、一概に有機物供給量の違いのみで輪作導入による土壤微生物の増加を説明できない。また、糸状菌の類似性指数をみると、北見常川において、各作物間のすき込み区と連作の指数は常に搬出区と連作の指数より高いとはいえ、搬出区とすき込み区間の指数が他と比べて小さいことから、すき込み・搬出にかかわらず作付けされた作物に特有の糸状菌相が形成されていることを窺い知ることができる。このように本試験で観察された微生物数の増加、糸状菌相の攪乱は単に持ち込まれた有機物量のちがいによるものではなく、むしろ連作で単純化した微生物が一作のみの導入ではあるが、輪作することによって多少なりとも本来の多様性を回復したとの解釈が妥当であろう。他方、*F. oxy.*密度は輪作導入によって減少している場合も認められるが、相前後して傾向のはっきりしない場合が多い。しかし、いずれにしても一般微生物が増加していることから、土壤中での *F. oxy.*数は相対的に低下していると言える。

このような病原菌も含めた一般微生物相の土壤中における変化と作物に付着、もしくは侵入する菌の変化をあわせて検討した研究は極めて少ない。タマネギに関しては Latham, A. J.ら<sup>12)</sup>が有機物施用による根圏の微生物変化と根・茎盤に侵入した菌との関連について報告しているのみである。本試験では図4に示すよう立毛中の茎盤における *F. oxy.*分離率は輪作導入により若干低下し、さらにその中に占めるタマネギ鱗片に対して病原性の高い菌の割合が著しく減少していた。

児玉<sup>9)</sup>によるとタマネギ乾腐病菌の病原活性はそれほど強くないため、菌はまず菌盤老朽化部の壊死組織に侵入し、ある程度腐生的に増殖して発病ポテンシャルを高めたのち生細胞を侵して発病させるとしている。このことと本試験の結果から輪作の乾腐病減少要因を以下のように考えた。まず本試験において輪作導入は土壤中の一般微生物を増加させ *F. oxy.*の相対的密度を低下させた。それが茎盤の老朽化部に反映して、そこでの *F. oxy.*

と一般微生物との腐生的競合を激しくさせ、結果として *F. oxys.* の増殖を停滞させる。そのため *F. oxys.* は生細胞を侵していくのに十分なポテンシャルを得られず発病の減少につながる。加えて TTC 還元活性の増加に見られるように、輪作による根の健全化が *F. oxys.* の初期感染部位である茎盤の老朽化部自体を少なくしている可能性もある。言い換えれば、輪作導入による土壤微生物相の攪乱が土壤中さらにはタマネギ茎盤における *F. oxys.* の相対密度を低下させ、発病の減少を招いたものと言えよう。

本試験で得られた輪作導入による増収、言い換えれば連作による減収は、この地方において知られている他の作物の連作による減収割合<sup>5)</sup>と比べて大きいとは言えない。この原因として一つには不定性病原菌などが引き起こす多少の養分吸収阻害が生じても充分補償し得るほど多施肥であり、また富栄養化された土壤で栽培が行なわれていること、また一つはタマネギ根の分泌物中に微生物に対し生育阻害作用を有する物質が含まれており<sup>19)</sup>、それが連作による病原菌の集積を抑制していることなどが考えられる。これらの要因が連作障害を軽減させている可能性は否定できない。しかし、タマネギ生産を安定的に永続させていくためには、輪作導入も考慮すべき手段の一つであろう。

謝辞 なお、上川農試病虫科児玉不二雄研究員(現中央農試病理科)、北見農試土壤肥料科下野勝昭研究員には本研究の遂行に際し終始御援助と有意な示唆をいただいた。また、北見農試土壤肥料科平井義孝科長には取りまとめに当り絶大なる御協力を頂戴した。さらに、中央農試化学部長奥村純一博士(現根釧農試場長)、同病虫部長高桑亮博士には懇切丁寧な御校閲を賜った。以上の各位に厚く謝意を表する。

#### 引用文献

- 1) 堀 裕, 山崎肯哉, 上浜竜雄, 青木正孝. “富士市にみられる甘藍跡玉葱の生育障害について、蔬菜産地における土壤の生産力低下の1例として(第一報)”. 園芸学会雑誌 27(1), 1—10 (1958).
- 2) 堀 裕, 山崎肯哉, 上浜竜雄, 青木正孝, 東隆夫. “同上(第2報)”. 園芸学会雑誌, 27(4), 221—233 (1958).
- 3) Hamilton, H. A.; Bernier, R. “Carrot, onion,

celery and lettuce crop succession studies on organic soil”. Can. J. Plant Sci. 56, 881—884 (1976).

- 4) 北海道立北見農業試験場. “北見地区における玉ねぎ栽培並びに玉ねぎ畑土壌の実態調査報告書”. 1975, 43p.
- 5) 北海道立北見農業試験場. “畑作物の連・輪作に関する長期試験”, 1981, 89p. (北見農試資料 第3号)
- 6) 古坂澄石編. “土壤微生物入門”. 共立出版, 1969, p154—156. (共立全書177).
- 7) Johnson, L. F.; Curl, E. A. “Methods for research on the ecology of soil-borne plant pathogens”. Burgess Publishing Co., 1953. p. 189—208.
- 8) 児玉不二雄. “昭和50年度 タマネギ乾腐病の発生要因と防除対策試験成績書”. 1976.
- 9) 児玉不二雄. “タマネギ乾腐病の発生要因と防除対策試験”. 昭和53年度北海道農業試験会議資料, 1978.
- 10) 駒田 且. “*Fusarium oxysporum* の選択分離法の研究”. 東海近畿農業試験場報告. 23, 144—178 (1972).
- 11) Kouyeas, V. “An approach to the study of moisture relation of soil fungi”. Plant and Soil. 21, 351—363 (1964).
- 12) Latham, A. J.; Watson, R. D. “Effect of specific crop residues on soil fungi, onion infection, and bulb rotting”. Plant Dis. Rep. 50(7), 469—472 (1966).
- 13) Latham, A. J.; Watson, R. D. “Effect of crop residues on soil fungi and onion growth in naturally infested soil”. Phytopathology. 57, 505—509 (1967).
- 14) 農林水産技術会議事務局. “連作障害に関する研究” 1977. p.10—37. (研究成果98).
- 15) Odland, T. E.; Smith, J. B. “Further studies on the effect of certain crops on succeeding crops”. J. Am. Soc. Agron. 40, 99—107, (1948).
- 16) Rynasiewicz, J. “Soil aggregation and onion yields”. Soil Sci. 60, 387—396 (1945).
- 17) 作物分析法委員編. “栽培植物分析測定法”. 養賢堂, 1974, p.532—533.
- 18) 相馬 暁, 多賀辰義, 石井忠雄, 平井義孝, 岩淵晴郎. “北海道・道央地区における野菜栽培土壌の実態とその問題点について”. 北海道立農試集報, 44, 25—36 (1980).
- 19) Timonin, M. I.; Thexon, R. H. “The rhizosphere effect of onion and garlic on soil microflora”. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 15, 186—189 (1950).



## Effects of Crop Rotation on Onion Yields and its Microbial Factors

Shuji HIGASHIDA\*, Isao OHSAKI\*\*, and Yasusaburo NARITA\*\*

### Summary

Onion production in Hokkaido is a highly intensified industry. So the continuous cropping of onions sometimes seems to result in the decrease of onion yields. The effects of crop rotation were studied at onion fields which have a long history of continuous onion cultivation in the Kitami district. Induced cropping sequences were sugar beet-onion, corn-onion, and spring wheat-onion. All of these resulted in a marketable onion yield increase which was mainly attributable to the decrease of *Fusarium* basal rot (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*). The plots following the three induced crops had richer soil microflora than the plots following onion, but the effect of succeeding crop on the density of *Fusarium oxysporum* in soil was rather small. The percentages of *Fusarium oxysporum* that was isolated from onion stem plates were less in the rotated plots than in continuous onion plots. And the rates of *Fusarium oxysporum* that had high rotting activity to onion scales were also less in the crop rotation plots. The crop rotation seemed to reduce the relative saprophytic activity of *Fusarium oxysporum* in the soil and stem plates of onion, and such a reduction is a main factor in decreasing *Fusarium* basal rot.

- \* Hokkaido Prefectural Tenpoku Agricultural Experiment Station, Hamatonbetsu, Hokkaido, 098-57, Japan.
- \*\* Hokkaido Prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082, Japan.
- \*\*\* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13, Japan.