

品種及び作型によるネギ葉枯病黄色斑紋病斑の発生抑制法の検討

岸 孝二*・黒田 智久*・田崎 義孝*^{**,*}

Koji Kishi, Tomohisa Kuroda, and Yoshitaka Tazaki :

Evaluation of the effects of varietal and cropping type differences on the occurrence of yellow mottle symptoms caused by Welsh onion leaf blight

新潟県の秋冬ネギ栽培では、収穫期に、ネギ葉枯病により引き起こされる黄色斑紋病斑が問題となっている。今回、本県慣行の2作型で、主力栽培品種を含む複数品種を栽培し、品種及び作型による黄色斑紋病斑発生への影響について調査比較した。供試した7品種で比較した結果、黄色斑紋病斑に対する抵抗性には品種間差異が見られ、その中でも関羽一本太で発病株率が最も低く抑えられた。また10月収穫の作型1と11月収穫の作型2で比較したところ、供試した5品種中3品種において、作型2で発病が有意に増加した。また各作型において黄色斑紋病斑抵抗性が品種間で異なり、作型1では夏扇パワー、作型2では関羽一本太が最も低い発病株率を示すことが明らかとなった。これら黄色斑紋病斑抵抗性に関する情報をもとに、作型ごとに適切な品種を選択することで、本県における黄色斑紋病斑の発病をより効果的に抑制できる可能性が示唆された。

Key words : 秋冬ネギ, ネギ葉枯病, ネギべと病, 一般化線形モデル, Welsh onion leaf blight

緒 言

新潟県におけるネギ栽培は、1月播種、4月定植、8月～9月収穫の夏ネギと、2月播種、4月定植、10月収穫（作型1）及び3月播種、5月定植、11月収穫（作型2）の2つの作型による秋冬ネギに分けられる。特に秋冬ネギの栽培面積は454ha（平成30年度作物統計調査）で、本県の野菜生産の中心的品目であり、県の重点品目として生産振興が図られている。

近年主に秋冬ネギで、出荷部位の中心葉に黄色モザイク状の斑紋症状（以下、斑紋）が、当県を含む東日本の主産地から相次いで報告されるようになった（三澤, 2012; 齋藤・藤井, 2017; 千葉, 2017; 守川ら, 2013）。この斑紋は外観品質を著しく損なうため、出荷等級の格落ちの主な原因となっている。また激発した場合は出荷停止となり、生産者の経営に大きな打撃を与えている。当県では毎年推定1.2億円の被害が生じているとされて

おり、生産現場から早急な解決が求められている。

この斑紋について、三澤（2008a）は、ネギ葉枯病に起因する病斑であることを報告し、黄色斑紋病斑と呼ぶことを提案した。三澤（2008b; 2012）によると、本病は先枯れ病斑（葉先に生じる病斑）、斑点病斑（葉身中心部の病斑）及び黄色斑紋病斑の3つの形態の病斑を形成する。先枯れ病斑は主に生理的な要因によって枯れた葉先に、斑点病斑は主にべと病の病斑部に、葉枯病菌が二次的に感染し、病斑を形成する。一方、黄色斑紋病斑は、先枯れ及び斑点病斑上でつくられた分生子及び子のう胞子が、収穫時の中心葉に感染することによって形成される。さらに三澤（2012）は、本病害に対するネギの反応には品種間差異があることを報告している。また齋藤・藤井（2017）は、秋田県では9月下旬以降段階的に黄色斑紋病斑が増加すると報告しており、同様のことは宮城県（千葉, 2017）や富山県（守川ら, 2013）でも指摘されている。

*新潟県農業総合研究所園芸研究センター Horticultural Research Center, Niigata Agricultural Research Institute, 177 Mano, Seiro, Kitakanbara, Niigata 957-0111

**現在：新潟県農業総合研究所 Niigata Agricultural Research Institute, 857 Nagakura-machi, Nagaoka, Niigata 940-0826

本研究では、主に耕種的防除による黄色斑紋病斑の発生抑制を目標とし、本県における秋冬ネギ品種及び作型について、その発生の差異を検討したので報告する。

材料および方法

1. 供試品種及び耕種概要

試験は2018年と2019年の2か年にわたって、新潟県新潟市人橋の新潟県農業総合研究所園芸研究センター砂丘地ほ場で行い、2018年は作型2、2019年は作型1と作型2の2作型で実施した(第1表)。作型2(2018年及び2019年)には、現地で最も栽培されている夏扇4号を標準品種とし、夏扇パワー、関羽一本太、夏山一本太、源翠、群翠、秀雅の7品種を、作型1(2019年)には、夏扇4号、夏扇パワー、関羽一本太、夏山一本太、源翠の5品種をそれぞれ供試した。播種は、2018年3月23日(作型2)、2019年1月31日(作型1)と3月27日(作型2)に実施した。チェーンポットCP-303に1穴2.5粒播種(2019年作型1のみ2粒播種)とし、ガラス温室温床上で発芽させた後、無加温ハウス内でベンチ育苗した。定植は、2018年5月10日、2019年4月22日(作型1)、2019年5月15日(作型2)に行った。栽植密度は作型1と作型2でそれぞれ40本/m、50本/mとし、畦間は1mとした。収穫は、2018年11月9日、2019年10月23日(作型1)、2019年11月15日(作型2)に実施した。施肥は両年とも、基肥としてN:P₂O₅:K₂O=0:8.0:0kg/10a、根付肥としてN:P₂O₅:K₂O=4.5:4.5:3.6kg/10aを施用し、1回あたりN:P₂O₅:K₂O=4.2:3.0:3.9kg/10a、合計5回の追肥を実施した。かん水は定植後から適宜スプリンクラーによって1回あたり1時間程度夕方に実施した。本県砂丘地における現地慣行の病害虫防除では、殺菌剤と殺虫剤を定植後から月2回程度、さらに収穫1か月前から週1回程度で集中的に散布し、収穫1週間前に防除を打ち切っている。本試

験でも現地慣行に準じて防除を実施したが、黄色斑紋病斑の発生を促すため、2018年は10月9日(収穫30日前)、2019年作型1は9月6日(同47日前)、同年作型2は10月16日(同30日前)を最終薬剤散布日とした。試験区の1区あたりの面積は4㎡(1m×4m)とし、3反復を設置した。

2. 発病調査

各試験区1mずつ収穫した全株について、べと病と葉枯病(先枯れ病斑、斑点病斑、黄色斑紋病斑)の発病調査を実施した。

べと病、斑点病斑及び黄色斑紋病斑の調査は、以下に示す三澤(2008b)の基準に従った。べと病及び斑点病斑は全葉の病斑面積率、黄色斑紋病斑については、出荷部位にあたる上位3葉のうち、最も症状の激しい1葉をその株の発病指数とした。

べと病及び斑点病斑の調査基準

指数0:病斑の形成は見られない

指数1:病斑面積率5%未満

指数2:病斑面積率5%以上25%未満

指数3:病斑面積率25%以上50%未満

指数4:病斑面積率50%以上

黄色斑紋病斑の調査基準

指数0:病斑の形成は見られない

指数1:小型(0.1cm²程度)で不明瞭な病斑10個未満/葉

指数2:小型で不明瞭な病斑10個未満/葉で、病斑合計面積5cm²/葉未満、または小型で明瞭な病斑が数個/葉

指数3:大型(0.25cm²程度)で明瞭な病斑を形成し、病斑合計面積が2cm²未満/葉、または小型で不明瞭な病斑のみを形成し、病斑合計面積が5cm²以上/葉

指数4:大型で明瞭な病斑のみを形成し、病斑合計面積が2cm²以上/葉

第1表 耕種概要表

試験 実施年	作型	播種日	定植日	収穫日	施肥(kg/10a)									
					基肥			根付肥			追肥 ^{a)}			
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
2018	作型2	3/23	5/10	11/9										
2019	作型1	1/31	4/22	10/23	0.0	8.0	0.0	4.5	4.5	3.6	4.2	3.0	3.9	
	作型2	3/27	5/15	11/15										

a) 1回あたりの施用量を記す。栽培期間中、合計5回施用した。

また、べと病については指数2以上を、黄色斑紋病斑については出荷不可となる指数3以上を重症株と定義した。先枯れ病斑は、発病の有無で発病株率を算出した。解析にはR version 3.6.1 (R Core Team, 2019) を使用し、品種間差を検討するため、発病株率の多重比較検定を実施したほか、収穫時の黄色斑紋病斑発病株率に影響を及ぼす諸要因を検討するため、ロジスティック回帰分析を実施した。ロジスティック回帰分析では、応答変数を発病の有無(1, 0)、説明変数を品種(5水準)、作型(2水準)とし、2要因(品種, 作型)の偏回帰係数を比較した。

結果および考察

1. 品種が各病害の発病に与える影響

品種がべと病及び葉枯病(先枯れ病斑, 斑点病斑, 黄色斑紋病斑)の発病に与える影響について、2018年の作型2と、2019年の作型2において比較検討した(第2表)。

べと病の発病は、群翠で発病株率、重症株率ともに、他の6品種に比べ、有意に低かった。試験実施年で見ると、2019年に比べ2018年は発病が有意に少なかった。

先枯れ病斑は、源翠, 夏扇4号, 群翠で有意に多く、関羽一本太, 秀雅, 夏扇パワー, 夏山一本太で有意に少なかった。試験実施年で見ると、2018年が有意に少なかった。

斑点病斑は、群翠, 源翠, 夏扇4号で有意に多く、関羽一本太, 夏山一本太, 秀雅で有意に少なかった。試験

実施年で見ると、2018年が有意に少なかった。また先枯れ病斑の多い品種は、斑点病斑も多い傾向が認められた。

黄色斑紋病斑は、夏扇4号, 夏扇パワー, 秀雅, 群翠, 源翠で発病が有意に多く、関羽一本太, 夏山一本太で有意に少なかった。指数3以上の重症株は夏扇パワー, 秀雅において有意に多く、群翠で有意に少なかった。試験実施年で見ると、2018年で発病が有意に少なかった。

次に、発病株率を逆正弦変換後、ピアソンの積率相関係数を求め、べと病と葉枯病各病斑の関係性を検討した。相関係数は、べと病と先枯れ病斑との間で0.17、べと病と斑点病斑との間で0.37とともに低く、両組み合わせにおいて相関は見られなかった。一方、べと病と黄色斑紋病斑間からは、0.52の相関係数が得られ、中程度の正の相関が見られた。同様に、葉先枯れと先枯れ病斑, 斑点病斑及び黄色斑紋病斑との関係性も検討したが、いずれの組み合わせにおいても相関は見られなかった(データ掲載なし)。

以上、新潟県での秋冬ネギ作型2では、黄色斑紋病斑に対するネギの抵抗性(反応性)が品種間で異なることが示された。中でも、高い発病株率を示した夏扇4号と夏扇パワーと比較した場合、関羽一本太と夏山一本太は黄色斑紋病斑の発病が少なく、作型2での栽培に適していると考えられた。黄色斑紋病斑だけでなく、べと病及び葉枯病の先枯れ病斑と斑点病斑の発病も品種ごとに異なる様相を示し、べと病と黄色斑紋病斑間で見られた中程度の正の相関関係以外、べと病と葉枯病間で関係性は見出されなかった。べと病は黄色斑紋病斑発病に影響を及ぼしていると推察されたが、べと病の発病は、群翠以

第2表 ネギべと病及びネギ葉枯病による発病株率の品種間及び年次間比較(2018, 2019年)

要因	水準	調査枚数	発病株率(%)							
			べと病			先枯れ病斑	斑点病斑	黄色斑紋病斑		
			指数1 ≤	指数2 ≤	指数1 ≤			指数3 ≤		
品種 ^{a)}	夏扇4号	228	87.3 a	20.6 abc	7.5 ab	25.0 ab	63.6 a	3.9 ab		
	夏扇パワー	248	83.9 a	23.0 ab	2.8 bc	20.2 bc	61.7 a	7.7 a		
	関羽一本太	270	82.6 a	18.9 abc	1.5 c	8.5 d	44.1 c	3.0 ab		
	夏山一本太	274	83.6 a	15.0 bc	2.9 bc	11.3 d	49.3 bc	4.4 ab		
	源翠	254	89.8 a	26.0 a	9.4 a	26.4 ab	51.2 abc	3.1 ab		
	群翠	276	72.5 b	4.7 d	5.1 abc	33.7 a	57.6 ab	0.4 b		
	秀雅	250	86.0 a	12.8 c	2.8 bc	14.0 cd	58.8 ab	6.8 a		
年次 ^{b)}	2018	902	69.6 b	18.5 a	3.1 b	9.9 b	37.8 b	5.5 a		
	2019	898	97.3 a	15.6 a	5.9 a	29.7 a	72.0 a	2.7 b		

a) 同一の英小文字を付した数値間に統計的有意差があることを示す (TukeyWSD法, 5%有意水準)

b) 同一の英小文字を付した数値間に統計的有意差があることを示す (母比率の差の検定, 5%有意水準)

外の品種間であまり差がないのに対し、黄色斑紋病斑は品種間差異が大きく、品種間で両病害の発病程度が一致しなかった。このことから、黄色斑紋病斑抵抗性の品種間差は、べと病への反応性に起因するものではなく、これら品種に備わる黄色斑紋病斑に対する反応性の違いによるものと考えられた。三澤（2008b；2012）は、一定の生育ステージで葉先枯れに先枯れ病斑が発生すること、べと病発生後にはほぼすべての病斑が斑点病斑に置き換わることを報告している。新潟県での試験結果は、三澤（2012）とは異なるが、黄色斑紋病斑に対する抵抗性の品種間差異は再確認され、本県での秋冬ネギ栽培に抵抗性品種を利活用する重要性が示唆された。

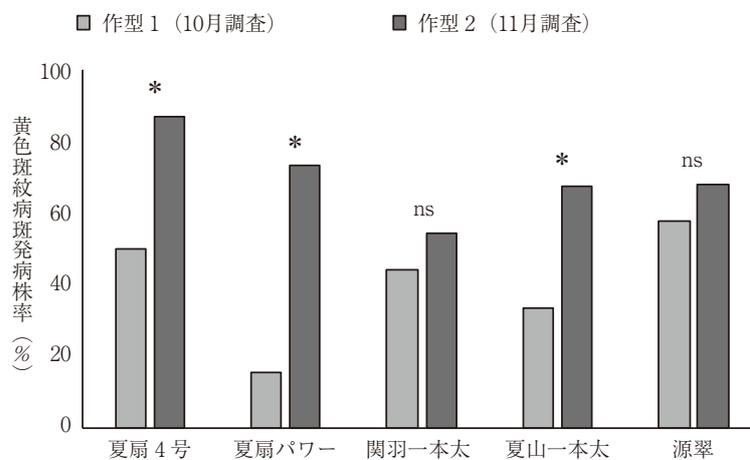
2. 異なる作型における黄色斑紋病斑の発病程度の違い

斎藤・藤井（2017）は、秋田県における黄色斑紋病斑の発病は9月下旬以降増加すること、また10月下旬まで薬剤散布を行ったとしても、それ以降11月上中旬にかけて病斑が増加したことを報告している。新潟県では収穫時期が異なる2つの作型で秋冬ネギが栽培されていることから、各品種における黄色斑紋病斑の発病程度を、これら2つの作型間で比較した（第1図）。供試したすべての品種において、作型1（10月収穫時調査）に比べ、作型2（11月収穫時調査）で発病株率が高くなり、秋田県における試験結果（斎藤・藤井，2017）と似通った傾向が示された。供試品種中、特に夏扇4号、夏扇パワー、夏山一本太では、作型2において有意に発病株率が増加した。一方、関羽一本太及び源翠の発病株率は、作型間

で有意に増加せず、関羽一本太（作型2）の発病株率は、供試品種中最も低い54%にとどまった。

次に、ロジスティック回帰分析によって、品種は夏扇4号、作型は作型1を基準とし算出される偏回帰係数を比較した。指数1以上の発病株率では、夏扇4号を基準として、夏扇パワー、関羽一本太、夏山一本太で抑制され、作型1に対し作型2で助長されることが示された。指数3以上の発病株率（重症株率）を応答変数とした場合、品種の各水準で有意差は認められなかったが、作型では作型2で有意に抑制されており、指数1以上の発病株率とは逆の結果であった。この結果の理由は、現段階においては不明である。指数1以上の発病株率では、品種及び作型の偏回帰係数の絶対値は概ね同程度であった（第3表）。

以上の結果より、本試験で用いたネギの品種間には、ネギ葉枯病によって引き起こされる黄色斑紋病斑に対する抵抗性差異が認められること、その抵抗性の程度は、新潟県における秋冬ネギの作型によって異なること、本研究で供試した品種のうち、作型1では夏扇パワー、作型2では関羽一本太が最も黄色斑紋病斑を発病しにくいことが明らかとなった。これら黄色斑紋病斑抵抗性に関する知見は、新潟県での各作型に適した品種を栽培することによる耕種的対策を実施することで、黄色斑紋病斑の発病をより効果的に抑制できる可能性を示唆している。また本研究では、三澤（2012）による北海道での先行研究とは異なる事例も見られたことから、本病害の発生生態等も地域によって異なる可能性があるため、今後、北



第1図 各品種における黄色斑紋病斑発病株率の作型間比較（2019年）

図中の*は同一品種の異なる2つの作型において、数値に統計的有意差（カイ二乗検定，5%有意水準）があることを示す。nsは有意差が認められないことを示す。

第3表 品種, 作型が黄色斑紋病斑の発病に及ぼす影響 (2019年)

要因	水準	調査 株数	発病株率 (%)	指数3 ≤ 発病株率 (%)	一般化線形モデル ^{a)}				
					発病株率		指数3 ≤ 発病株率		
					偏回帰係数 ^{b)}	SE	偏回帰係数 ^{b)}	SE	
品種									
	夏扇4号	189	70.4	2.6	0.000	a	0.000	0.000	0.000
	夏扇パワー	211	48.8	3.3	-1.028	c	0.221	0.226	0.596
	関羽一本太	217	50.2	3.2	-1.020	c	0.221	0.203	ns
	夏山一本太	234	54.3	4.7	-0.826	bc	0.217	0.622	0.551
	源翠	222	63.5	2.3	-0.375	ab	0.222	-0.166	0.642

作型									
	作型1	437	40.0	4.6	0.000	b	0.000	0.000	a
	作型2	636	68.9	2.4	1.272	a	0.134	-0.695	b
	定数項 (β_0)				0.320		0.198	-3.327	0.534

a) 2種類の応答変数により解析した。

b) 異なる英小文字を付した数値間には統計的有意差 (TukeyHSD法, 5%有意水準) があることを示す。nsは有意差が認められないことを示す。

海道や新潟県以外の地域においても研究が進むことが望まれる。本病に対する総合的防除体系構築のためには、黄色斑紋病斑の発生機構の解明等、基礎的知見を含め、今後さらに詳細な研究が必要である。

引用文献

- 千葉研一郎 (2017) 宮城県の秋冬ネギにおけるネギ黒斑病および葉枯病の発生実態. 北日本病虫研報68: 65-69.
- 三澤知央 (2008 a) *Stemphylium vesicarium*によるネギの黄色斑紋症状. 日植病報74: 82 (講要).
- 三澤知央 (2008 b) 北海道におけるネギ葉枯病の発生消長. 北日本病虫研報59: 50-55.

三澤知央 (2012) ネギ葉枯病発生生態と防除に関する研究. 道総研農試報132: 1-90.

守川俊幸・西畑秀次・三室元気・関原順子・岩田忠康 (2013) 富山県におけるネギ葉枯病と黒斑病の発生状況および「まだら症」の原因. 富山県農総七農研研報5: 17-22.

R Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

齋藤隆明・藤井直哉 (2017) 秋田県の秋冬ネギにおけるネギ葉枯病に対する薬剤防除適期の検討. 北日本病虫研報68: 70-73.

(2020年11月2日受理)