

耐病性品種の利用を軸としたレタス根腐病の耕種的防除法

渡辺賢太・金田真人*・伊藤瑞穂**・貝塚隆史***・柳井洋介****・

草野尚雄・小河原孝司***・鹿島哲郎

Control of Root Rot Disease Using Resistant Lettuce Cultivars and Different Cultivation Practices

Kenta WATANABE, Masato KANEDA, Mizuho ITO, Takashi KAIZUKA, Yousuke YANAI, Hisao KUSANO, Takashi OGAWARA and Tetsuro KASHIMA

Summary

In this study, we investigated the effectiveness of resistant lettuce cultivars and different cultivation practices in controlling root rot disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* (Race 1) isolated from lettuce fields in Ibaraki Prefecture, Japan. When direct seeding to naturally infested soils was applied, most of the conventional cultivars showed high disease severity, whereas some commercial cultivars showed high resistance. Meta-analysis revealed that the cultivar TLE-486 was highly resistant to the disease, showing a relative risk ratio of 0.06. When transplantation to artificially-infested soils was applied, the disease severity of the resistant cultivar TLE-486 and the susceptible cultivar Patriot decreased with planting time and was also highly correlated with air temperature at 1-3 weeks after transplanting. In addition, the use of ultra-violet reflective mulch improved the yield, quality, and resistance of TLE-486 compared with the use of conventional white/black double plastic mulch, possibly due to the cooler soil temperature.

キーワード：レタス，根腐病，耐病性品種，反射強化マルチ，耕種的防除法

I. 緒言

レタスは産地リレーにより周年供給されており，茨城県は3～5月（春レタス）および10～11月（夏秋レタス）の出荷量が全国第1位（東京都卸売市場統計情報・2015年実績）と，責任産地として重要な役割を担っている。しかし，2007年に夏秋レタスにおいて根腐病が確認され（小河原ら，2008），その後発生面積が拡大しつつあり，大きな問題となっている。

本病は糸状菌の *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* によって引き起こされる土壤伝染性病害であり，結球レタスおよび非結球レタスに発生する。発病した株は葉の黄化や萎凋症状を呈し，進行すると生育不良となって枯死する（本橋ら，1960）。本病は，病原菌が土壤中に長期的に残存するため，一度発生すると恒常的に発生し，連作が困難となる。本病原菌にはレース分化が報告されており，判別品種に対する病原性の差異によりレース1，2および3に分類されている（Fujinaga et al., 2003）。本県ではレース1および2の発生が確認されているが（小河原ら，2008；小河原ら，2012），その中でもレース1の発生が主である（金田ら，2013）。以前から本病が発生している長野県では，発生レースに対応した耐病性品種の利用が本病対策の

*現 鹿行農林事務所経営・普及部門 **元 茨城県農業総合センター園芸研究所

現 茨城県農業総合センター *農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所

主軸となっている（小木曾・栗原，2013）。

また、本病原菌の生育適温は22.5～32.5℃と比較的高温であり、本病の発生は高温条件により助長される（藤永・和田，1997）。そのため、長野県では地温の上昇を抑制するマルチの利用（小松ら，2004）や高温期定植の回避（藤永，2000）などの耕種的な防除対策が検討されてきた。本県においても、定植時期が高温期にあたる夏秋レタス栽培のみで本病の発生が認められており（小河原ら，2008；金田ら，2013；伊藤ら，2014），耕種的防除法の開発が求められていた。

そこで、本研究では、本県で採集した本病レース1菌株に対して耐病性品種の感受性評価を行った。さらに、高温期定植の回避による発病軽減効果や、反射強化マルチ資材の利用による地温上昇抑制効果について検討を行うとともに、これらを耐病性品種と併用した場合の総合的な発病軽減効果ならびにレタスの収量・品質について検討を行った。

II. 材料および方法

1. レタス品種の耐病性評価

1) 直接播種法によるレタス品種の耐病性評価

試験は、レース1菌株Fola100901B-1（茨城県坂東市レタスより分離）を用いた直接播種法（Fujinaga et al., 2003）により実施した。すなわち、供試菌株をフスマ培土（市販の園芸培土：フスマ＝4：1）で3～4週間培養後、園芸培土により20倍（重量比）に希釈して、汚染土壌を作成した。汚染土壌は200穴セルトレイに詰め、各品種10粒（2連制）播種した。供試品種は表1のとおりである。その後、25℃（16L8D）の人工気象室で約1か月管理し、表1に示す指数を用いて調査を行い、発病度を算出した。なお試験は2回実施し、試験①では根腐病レース1耐病性品種を中心に、試験②では現地慣行品種を供試し、対照品種としてレース判別用品種を用いた。

2) 現地発生圃場における‘TLE-486’の耐病性評価

現地で普及しつつあった耐病性品種‘TLE-486’を栽培していた坂東市内5圃場（レース1発生圃場A～E）において、慣行品種との耐病性の比較を行った。慣行品種には、A圃場では‘サウザー’、B、E圃場では‘サーマルスター’、C、D圃場では‘OGR326’を用いて耐病性を評価した。聞き取りから各圃場とも耐病性品種および慣行品種の定植は同一日であり、白黒ダブルマルチを展張した幅120cmの畝に4列千鳥植えで行われていた。施肥やその他の一般管理は農家慣行とした。発病調査は、A圃場は2011年10月3日に、B、C、D圃場は2012年9月27日に、E圃場は2013年9月26日に、各品種が隣接して栽培されている畝を対象に、各1畝の全株について調査し、発病株率を算出した。

耐病性品種の導入効果は、複数の独立した試験事例を統合評価する統計解析手法であるメタアナリシスの変量効果モデル（DerSimonian-Laird法）を用い、上記5圃場の慣行品種に対する‘TLE-486’の発病株率を相対リスク比（相対危険度＝‘TLE-486’の発病株率/慣行品種の発病株率）として算出することにより評価した。解析は統計ソフトR(ver 3.2.3)のmetaパッケージにより実施した。

2. 耐病性品種と耕種的防除の併用による発病軽減効果

1) 定植時期の変更による発病軽減効果

試験は、園芸研究所内の本病レース1汚染圃場（鉄骨パイプハウス、サイド被覆あり・屋根無し）で実施した。汚染圃場の作成は、上記方法により本病菌株Fola100901B-1を培養したフスマ培土を、1㎡あたり120gとなるよう均一に散布した後、土壌混和することで行った。試験は2か年実施し、2011年は、供試品種‘パトリオット’を8月12日～9月22日に7～10日間隔で計6回定植し、2012年は、供試品種‘パトリオット’および‘TLE-486’を8月13日～9月10日に6～8日間隔で計5回定植した。試験規模は1区16株2連制とし、白黒ダブルマルチを展張した幅120cm畝に4列千鳥植えで定植した。施肥、その他一般管理は茨

城県野菜栽培基準に準じ、地上部の病害虫防除は適宜実施した。定植日別に、それぞれの収穫時期となる2011年9月30日～11月14日および2012年9月28日～10月31日に図1に示す指数を用いて発病調査を行い、発病度を算出した。栽培期間中の気温については、園芸研究所内の気象観測データ（1時間間隔で気温を測定）を用いた。また、2011年および2012年の試験結果について、表3に示す栽培期間別に日平均気温の平均値を算出し、‘パトリオット’の発病度とのスピアマンの順位相関係数を算出した。

2) 反射強化マルチ利用による耐病性品種の発病抑制効果と収量・品質に及ぼす影響

(1) 反射強化マルチによる発病抑制効果

試験は、前述の所内汚染圃場において実施した。試験区は、反射強化マルチ（商品名‘チョーハンシヤマルチ’厚さ0.025mm）を展張した区（以下、反射マルチ区）と慣行で使用されている白黒ダブルマルチ（商品名‘サンシャット’厚さ0.021mm）を展張した区（以下、白黒マルチ区）とした。供試品種には‘TLE-486’および‘サーマルスター’を用いた。試験規模は、‘TLE-486’は1区64株、‘サーマルスター’は1区16株でそれぞれ2連制とした。播種は2015年8月30日、定植は9月24日に行い、幅120cm畝に4列千鳥植えとした。施肥、その他一般管理は茨城県野菜栽培基準に準じ、地上部の病害虫防除は適宜実施した。11月26日に発病調査を行ったが、外部病徴は認められなかったため、クラウン部を縦に切断して、維管束褐変の有無から発病を判断し、発病株率を求めた。発病株率を従属変数、マルチ資材と品種を説明変数としたロジスティック回帰分析を行った。また、栽培期間中は、各処理区とも深さ15cmの位置に温度記録計（おんどとりTR-72Ui）の温度センサーを埋め込み、30分間隔で記録して、日平均地温を算出した。

(2) 反射強化マルチが収量・品質に及ぼす影響

試験は、園芸研究所内露地圃場（本病原菌病非汚染圃場）にて実施した。試験区として反射マルチ区と白黒マルチ区を設け、2013年8月26日定植と9月9日定植の2つの作型における収量、品質および障害被害度について調査した。供試品種は、8月下旬定植は‘TLE-486’および‘サーマルスター’とし、9月上旬定植は‘TLE-486’および‘サウザー’とした。試験規模は1区54株3連制とした。幅120cmベッドに株間30cm条間30cmの4列千鳥植えに定植し、施肥、その他一般管理は茨城県野菜栽培基準に準じ、地上部の病害虫防除は適宜実施した。10月17～18日および10月24日～25日に一斉収穫し、調整重、品質、障害被害度について調査した。障害被害度は中肋突出およびタコ足球について、表4に示す指数および式により調査して算出した。

Ⅲ. 結果

1. 1. レタス品種の耐病性評価

1) 直接播種法によるレタス品種の耐病性評価各種ネギ品種の黒腐菌核病に対する耐病性

直接播種法により各供試品種の本病レース1に対する感受性を試験した結果、レース1耐病性の8品種における発病度は9～25であり、現地慣行品種の57～100と比較して顕著に低かった（表1）。

2) 現地発生圃場における‘TLE-486’の耐病性評価

現地5圃場での発病調査の結果、4圃場において‘TLE-486’の発病株率は慣行品種と比較して低く、相対リスク比の95%信頼区間も1以下となった（表2）。特に、C圃場およびD圃場では慣行品種の発病株率がそれぞれ54.8%、55.8%であったのに対し、‘TLE-486’では2.1%、1.6%と顕著に低かった。B圃場では慣行品種0.3%に対し、‘TLE-486’0.1%と判然としなかったため、メタアナリシスによって統合評価したところ、‘TLE-486’の導入による統合相対リスク比は0.06（95%信頼区間は0.02-0.16）と推定された。

表1 直接播種法によるレタス根腐病レース1菌株に対する感受性の品種間差異

品種名	発病度 ¹⁾		レース1耐病性の表記 ²⁾	備考
	試験①	試験②		
Vレタス	9	- ³⁾	○	市販品種
オアシス	13	-	○	市販品種
バージョン	13	-	○	市販品種
TLE-486	14	-	○	市販品種
スターレイ	18	-	○	市販品種
サンバレー	22	-	○	市販品種
カーチス	25	-	○	市販品種
N1-30	25	-	○	‘スイッチ’として販売予定
ラプトル	-	57	×	現地慣行品種
サーマルスター	76	-	×	現地慣行品種
サウザー	-	100	×	現地慣行品種
ユニバースクラシック	-	100	×	現地慣行品種
OGR326	-	100	×	現地慣行品種
コスタリカ4号	10	29	○	レース判別用品種 (レース1耐病性)
パトリオット	100	99	×	レース判別用品種 (レース1感受性)

- 1)発病度は以下の式で算出した。{Σ(指数別発病株数×指数)×100/(3×調査株数)} 発病指数は0:発病なし, 1:外葉の一部が黄化・萎凋, 2:外葉の数枚が萎凋し, 生育もやや悪い 3:株全体が萎凋, 生育が極めて不良, 枯死とした。
- 2)耐病性の表記は各種苗メーカー資料に基づき, レース1耐病性を○, 記載のないものを×と記載。コスタリカ4号は資料に記載はないが, レース1耐病性であることが既知となっているため, ○とした。
- 3)バーは試験未実施を示す。

表2 現地レース1発生圃場における根腐病発病株率の品種間差異と相対リスク比

圃場	‘TLE-486’			慣行品種 ¹⁾			相対リスク比 ²⁾		
	調査株数 ³⁾ (株)	発病株数 ⁴⁾ (株)	発病株率 (%)	調査株数 (株)	発病株数 (株)	発病株率 (%)	相対リスク比(図) ⁵⁾		
A	448	1	0.2	448	90	20.1		0.01	0.00-0.08
B	972	1	0.1	972	3	0.3		0.33	0.03-3.20
C	628	13	2.1	628	344	54.8		0.04	0.02-0.07
D	704	11	1.6	520	290	55.8		0.03	0.02-0.05
E	442	7	1.6	512	35	6.8		0.23	0.10-0.52
統合リスク比(変量効果モデル) ⁶⁾							0.06	0.02-0.16	

- 1) 慣行品種は, A圃場は‘サウザー’, B・E圃場は‘サーマルスター’, C・D圃場は‘OGR326’であり, いずれの品種も感受性品種である。
- 2) 相対リスク比とは(‘TLE-486’の発病株率)/(‘慣行品種’の発病株率)であり, 95%信頼区間は調査株数や発病株数に応じて算出した。
- 3) 調査は同一圃場内における各品種の隣接した1畝で実施した。
- 4) 外部病徴(外葉の萎凋, 奇形葉)が認められたものを発病株とした。
- 5) 図中の四角の大きさは重みづけの大小を示し, 調査株数と発病株数に比例して大きくなる。バーは95%信頼区間を示す。点線は統合リスク比の箇所を示す。統合リスク比の菱形は95%信頼区間を示す。
- 6) 統合リスク比とは各試験事例を抽出誤差とする変量効果モデルを用いたメタアナリシスにより推定した。

2. 耐病性品種と耕種的防除との併用による発病軽減効果

1) 定植時期の変更による発病軽減効果

2か年の定植時期別の発病調査により, ‘パトリオット’では8月中旬から9月上旬の定植では発病度が68~95であったのに対し, 9月中旬以降では発病度が1~40と大きく低減した(図1)。また, ‘TLE-486’においては, 8月20日および28日定植では発病度が20および18であったのに対し, 9月4日定植は12とわずかに発病度が低下する傾向であった。栽培期間中の日平均気温は, 2011年(8月12日~11月14日)は最低9.8℃から最高29.5℃で, 2012年(8月13日~10月31日)は最低10.8℃から最高28.5℃で推移した(データ省略)。栽培期間中の日平均気温の平均値と‘パトリオット’の発病度について相関係数を算出し

た結果、多くの栽培期間において日平均気温の平均値は発病度と正の相関関係が認められ、特に定植7日後から21日後までにおいて顕著であった(表3, 図2)。

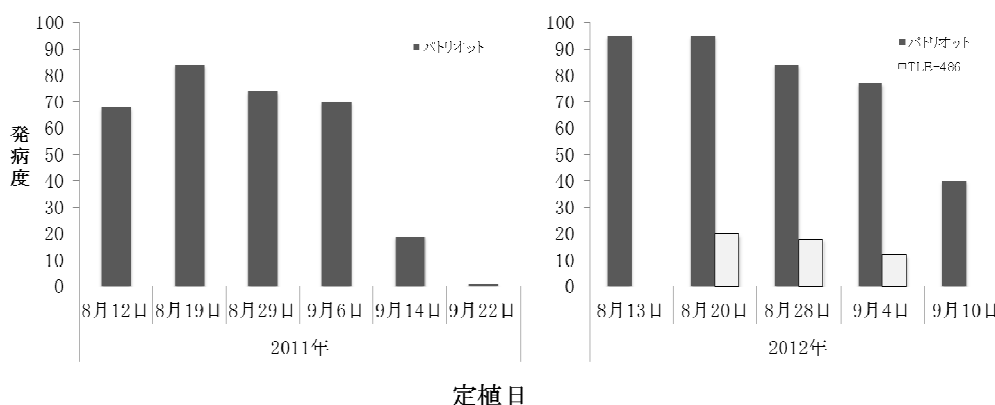


図1 定植時期の差異がレタス根腐病の発病に及ぼす影響

2011年および2012年8月13日、9月10日には‘TLE-486’は試験未実施。発病度は以下の式で算出した。{Σ(指数別発病株数×指数)×100/(4×調査株数)}。発病指数は0:発病なし、1:外葉の一部が黄化・萎凋、2:外葉の枚数が萎凋し、生育もやや悪い、3:外葉の多くが萎凋、生育が極めて不良、4:株の枯死とした。

表3 栽培期間別の日平均気温の平均値とレタス根腐病の発病度との相関関係

日平均気温の算出に用いた栽培期間	相関係数 ¹⁾ (r _s)
定植 ²⁾ ～7日後	0.51
定植～14日後	0.73*
定植～21日後	0.86**
定植～28日後	0.85**
定植7日後～14日後	0.82**
定植7日後～21日後	0.95**
定植7日後～28日後	0.92**
定植14日後～21日後	0.85**
定植14日後～28日後	0.86**

1) スピアマンの順位相関係数を示す。

*はp<0.05,**はp<0.01を指す。

2) 定植日は図1と同様である。

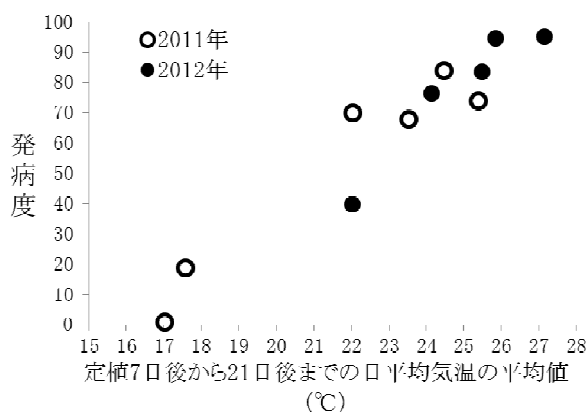


図2 定植7日から21日までの日平均気温の平均気温とレタス根腐病発病度との関係

2011年、2012年ともに品種は‘パトリオット’とし、発病度の算出は図1と同様

2) 反射強化マルチ利用による耐病性品種の発病抑制効果と収量・品質に及ぼす影響

(1) 反射強化マルチによる発病抑制効果

‘TLE-486’におけるマルチ資材別の平均発病株率は、白黒マルチ区の10.8%に対し、反射マルチ区では1.6%と低かった(表4)。「サーマルスター」でも同様の結果であった。ロジスティック回帰分析の結果、耐病性品種の導入による相対リスク比は0.7(95%信頼区間0.24-2.29)と発病抑制効果は低かったが、反射マルチ区では相対リスク比0.16(95%信頼区間0.04-0.48)と高い効果が認められた。9月26日から11月7日までの白黒マルチ区における地温は、平均18.4℃(最低13.0℃, 最高25.0℃)であったのに対し、反射マルチ区では平均17.7℃(最低11.3℃, 最高22.2℃)と期間を通じて平均0.7℃(最大3.1℃)の低下が認

められた。

表4 耐病性品種と反射強化マルチとの併用がレタス根腐病発病株率に及ぼす影響

品種 ¹⁾	マルチ資材	連制	調査株数 ²⁾ (株)	発病株率 (%)	平均発病株率 (%)
TLE-486	反射強化	I	63	1.6	1.6
		II	64	1.6	
	白黒ダブル	I	53	15.1	10.8
		II	61	6.6	
サーマルスター	反射強化	I	16	0	3.3
		II	15	6.7	
	白黒ダブル	I	14	14.3	13.4
		II	16	12.5	

- 1) 耕種概要 播種: 8月30日 定植: 9月24日 調査: 11月26日
 育苗: 200穴セルトレイ1穴1粒播種 培養土(窒素成分): 100 mg/L
 ベッド幅120 cm(4条千鳥植え) 条間 30 cm 株間 30 cm(7,400株/10 a)
- 2) 発病調査は内部病徴について、維管束褐変の有無により評価した。

(2) 反射強化マルチが収量・品質に及ぼす影響

8月下旬および9月上旬定植ともに、‘TLE-486’・反射マルチ区は‘TLE-486’・白黒マルチ区と比較して障害被害度の低下、調製重およびA品球発生率の増加が認められ、A品換算収量はそれぞれ2,560kg/10a, 2,323kg/10aとなった(表5)。慣行品種(‘サーマルスター’‘サウザー’)においても、反射マルチ区は白黒マルチ区と比較して障害被害度の低下やA品球発生率の増加が認められ、A品換算収量が向上したが、‘TLE-486’におけるA品換算収量の向上程度は‘TLE-486’において最も著しかった。

表5 マルチ資材の違いが夏秋レタスの収量・品質に及ぼす影響

定植時期 ¹⁾	品種	マルチ資材	調製重 (g)	障害被害度 ²⁾		小球発生率 (%)	A品球発生率 (%)	A品換算収量 (kg/10 a)
				中肋突出	タコ足			
8月下旬	TLE-486	反射強化	478	31.6	14.4	5.3	72.4	2,560
		白黒ダブル	419	76.0	39.3	5.4	53.0	1,646
	サーマルスター	反射強化	445	39.6	3.8	3.1	83.2	2,740
		白黒ダブル	440	51.5	17.5	2.6	67.0	2,187
9月上旬	TLE-486	反射強化	430	42.1	13.0	3.3	72.9	2,323
		白黒ダブル	384	68.5	35.6	5.6	56.8	1,614
	サウザー	反射強化	403	38.7	16.2	3.0	71.1	2,123
		白黒ダブル	425	59.4	15.8	6.3	63.0	1,983

- 1) 耕種概要 8月下旬定植 播種: 8月5日 定植: 8月26日 収穫: 10月17~18日(一斉収穫)
 9月上旬定植 播種: 8月19日 定植: 9月9日 収穫: 10月24~25日(一斉収穫)
 育苗: 200穴セルトレイ1穴1粒播種 培養土(窒素成分): 80 mg/L
 ベッド幅120 cm(4条千鳥植え) 条間 30 cm 株間 30 cm(7,400株/10 a)
- 2) 障害被害度は以下の式で算出した{Σ(指数別被害株数×指数)/(3×調査株数)×100}
 障害被害指数は0:発生なし 1:軽微 2:中程度 3:重度 とした。

IV. 考察

本研究により、耐病性品種の導入はレタス根腐病の防除対策として有効であり、高温期定植の回避や反射強化マルチの併用によりさらに防除効果が高まることが明らかとなった。

今回供試したすべてのレース1耐病性品種は、本県分離レース1菌株に対しても強い耐病性を有していることが明らかとなった。このうち、現地で導入されつつあった‘TLE-486’については、現地圃場で3か年にわたり栽培された結果、強い耐病性が確認された。本病に対する防除対策として耐病性(抵抗性)品種の作付けは重要であり(小木曾・栗原, 2013; 古澤ら, 2014)、本県の発生地域でも、高温期に栽培するレタスは耐病性品種への切替えが進みつつある。しかし、調査したすべての現地圃場で‘TLE-486’にもわずかに発病が認められた。耐病性品種は発病しない場合においても維管束から高率で菌が分離されることも報告されて

いる (Scot et al., 2014) ことから、耐病性品種の作付により土壌中の菌密度は低下しないと考えられる。そのため、耐病性品種は輪作等の防除対策との組み合わせにより土壌中の菌密度を低下させたうえで利用することが望ましいと考えられる。

気温および定植時期と本病の発生との関係については、高温条件で発生が多くなること (藤永・和田, 1997) および長野県では4月末以降に定植する作型で発病が多くなること (藤永, 2000) が報告されている。本研究においても、栽培期間中の気温が高いと発病が多く、9月中旬以降の定植で気温が低下すると発病が軽減される効果が認められた。耐病性品種‘TLE-486’についても、定植時期が遅いほど発病が減少する傾向であった。これらのことから、発生圃場における防除対策としては9月中旬以降の定植が有効であり、その場合においても耐病性品種の利用は効果的であると考えられる。レタスは、品種ごとに栽培適期が異なるため、今後は9月中旬以降定植の作型に適した耐病性品種について検討する必要がある。

次に、反射マルチ区では、地温上昇が抑制され、いずれの供試品種でも障害被害度が減少し、白黒マルチ区と同等以上の収量が得られた。一般に、レタスの好適栽培条件は冷涼な環境であり、高温環境では異常球や早期抽苔といった生育障害が発生しやすい (土屋, 1998)。本試験により、反射強化マルチの利用は高温環境の改善による障害被害の軽減に対して有効であった。加えて、慣行品種である‘サーマルスター’や‘サウザー’よりも高温障害を受けやすい‘TLE-486’でその効果が顕著であり、発病軽減効果も含めて実用性が高い技術であることが示唆された。ただし、反射強化マルチの価格は47千円/10a程度であり、白黒ダブルマルチの17千円/10aよりも高く、市場価格が不安定なレタス栽培では導入が難しい。今回の試験事例では、‘TLE-486’・反射マルチ区は‘サーマルスター’・白黒マルチ区と比較してA品収量が約400kg/10a増加したため、茨城県の経営指標により単価130円/kgとすると約43千円/10aの増収が見込める。これは白黒ダブルマルチと反射強化マルチの価格差30千円/10aを上回るため、発病軽減効果に加え13千円/10aの所得増加が見込め経営の向上も期待できる。本資材の現地適用性については今後も検討が必要である。

なお、今回供試したレース1耐病性品種の多くはレース2に対する耐病性を有していない。これらの耐病性品種について新たに導入を検討する際は、当該圃場における発生レースを把握する必要がある。今後、レース2の発生拡大が懸念されているため、レース1と同様に品種の耐病性評価や定植時期に応じた品種の選定等が必要である。長野県では、発生圃場においては2年以上の異科作物による輪作の実施かつ年1回のみレタスの作付けをレタス栽培の目安としている (小木曾, 2006)。本県においても、緑肥作物等との輪作体系、さらには休作や他品目への転換等の長期的な視点での総合的な防除対策についても今後検討することが重要である。

V. 摘要

レタス根腐病レース1に対する耐病性品種の感受性評価および高温期の定植回避ならびに反射強化マルチ資材との併用による発病軽減効果について検討した。

1. 本県分離レース1菌株に対し、供試したレース1耐病性品種はいずれも感受性が低かった。一方、現地慣行品種は感受性が高く、発生圃場においては耐病性品種の導入が効果的であることが示唆された。
2. 現地5圃場において、耐病性品種‘TLE-486’の耐病性を検討した結果、慣行品種と比較して統合相対リスク比は0.06と推定された。
3. 所内汚染圃場において、高温期の定植時期の異なる感受性品種‘パトリオット’での発病調査を実施した結果、定植7日後から21日後までの平均気温と発病度に最も高い正の相関関係が認められ、定植時期が9月中旬以降になると発病が軽減された。また、‘TLE-486’においても、定植時期が遅いほど発病が軽減された。
4. 高温期定植の作型における地温抑制を目的として、反射強化マルチを用いて‘TLE-486’を栽培した結果、白黒ダブルマルチの場合と比較して地温が低く推移するとともに、発病程度も低減し、さらにレタ

スの収量および品質が向上した。

謝 辞 普及センターの関係者各位，調査にご協力いただいた生産者の皆様，耐病性検定のために種子を提供していただいた種苗メーカー関係者各位に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 藤永真史・和田健夫. 1997. 長野県に発生した露地レタスの根腐病. 関東東山病虫研報. 44 : 29-31.
- 藤永真史. 2000. レタス根腐病防除の現状と課題. 土壤伝染病談話会レポート. 20 : 152-160.
- Fujinaga, M., Ogiso, H., Tuchiya, N., Saito, H., Yamanaka, S., Nozue, M. and Kojima, M. 2003. Race 3, a new race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* determined by a differential system with commercial cultivars. *J. Gen. Plant Pathol.*, 69 : 23-28.
- 古澤安紀子・三木静恵・小林逸郎・池田健太郎・柴田聡・猿谷岳志・中條博也・林和夫. 2014. 群馬県におけるレタス根腐病の実態と今後の防除対策の方向について. 植物防疫. 68 : 606-608.
- 伊藤瑞穂・金田真人・渡辺賢太・瀧澤利恵・小河原孝司・草野尚雄・宇佐見俊行・鹿島哲郎. 2014. 茨城県で発生しているレタス根腐病とレタスパーティシリウム萎凋病. 土と微生物. 68 : 27-33.
- 金田真人・小河原孝司・伊藤瑞穂・鹿島哲郎. 2013. 茨城県におけるレタス根腐病菌レースの発生状況. 関東東山病虫研報. 60 : 152 (講要).
- 小松和彦・小澤智美・藤永真史・元木悟・矢崎明美・金子博・塚田元尚. 2004. レタス根腐病に対する耕種的防除技術 第2報 地温上昇抑制による発病回避の検討. 園学雑. 73 別1 : 116 (講要).
- 本橋精一・阿部善三郎・小川照雄. 1960. レタスの根ぐされ病 (仮称). 日植病報. 25 : 47 (講要).
- 小河原孝司・富田恭範・山内智史・菅谷龍雄・米山一海. 2008. 茨城県におけるレタス根腐病の発生. 日植病報. 74 : 180-181 (講要).
- 小河原孝司・金田真人・伊藤瑞穂. 2012. 茨城県の露地野菜に発生する土壤病害の現状と対策—ネギおよびレタスを中心に—. 土壤伝染病談話会レポート. 26 : 54-63.
- 小木曾秀紀. 2006. レタス根腐病の総合防除. 土壤伝染病談話会レポート. 23 : 80-94.
- 小木曾秀紀・栗原潤. 2013. 長野県における露地葉菜のIPMへの取り組み. 植物防疫. 67 : 373-378.
- Scott, J. C., McRoberts, D. N. and Gordon, T. R. 2014. Colonization of lettuce cultivars and rotation crops by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae*, the cause of fusarium wilt of lettuce. *Plant Pathol.* 63(3) : 548-553.
- 土屋宣明. 1998. 農業技術大系. 野菜編. 6 : 293-298. 江口郁恵・富田恭範. 2008. 坂東市におけるネギ土壤病害の発生実態とネギ白絹病の防除. 茨城病虫研報. 47 : 41-44