

第2節 高冷地における有機レタス栽培技術

－高冷地露地レタスを対象とした病虫害防除技術、土壌理化学性改善手法の検討－

1. 背景

近年、消費者の「食の安全・安心」や、地球温暖化、生物多様性など、「環境」に対する関心が高まりつつあります。一方で、気候変動により生産環境の悪化が危惧され、石油由来の農業資材に頼らない生産技術の一層の開発が望まれています。そこで、レタス栽培における有機農業に必要な栽培環境を可視化するため、個別技術の経営評価を行いつつ、高冷地のレタス有機栽培実践農家において問題となっている病虫害および施肥の課題を絞り込み、有機農業実践者の営農を早期に安定化させる技術の開発(マニュアル化)を目指しました。

2. 病虫害対策と施肥の基本的な考え方

病虫害の防除は、基本的に耕種的、物理的手法により対応します。ただし、多発生により収量や品質に悪影響を及ぼすことが予想される場合は、緊急的措置として生物農薬で対応することもあり得えます。

施肥面においては、有機質資材、特に低コストで供給が安定している鶏ふん施用を中心に対応します。ただし、土壌中のリン酸やカリが蓄積している場合は、リン酸、カリ含有率がなるべく低い資材を選んで施用します。

3. 主要病害の発生病害調査とその防除法

(1) 高冷地有機栽培レタスにおける病害の発生病害

平成25年～29年の5年間、長野県塩尻市のレタス有機栽培実践圃場(標高約750m～860m)において、作期(5月～10月)を通して巡回調査し、高冷地レタスにおける病害の発生病害を継続調査しました。

[年度毎の病害の発生病害の概要]

(その年に発生が目立った病害の発生病害については、図2-1～2-5に示した)

平成25年:灰色かび病が春作で、秋作では腐敗病の発生がやや目立ちました。すそ枯病は春作と秋作の後半に発生が認められました。軟腐病は高温期の7～8月に発生しました。菌核病は5月4半旬にわずかに見られたのみで、斑点細菌病の発生はほとんどありませんでした。

平成26年:すそ枯病が春作で継続的に発生し、やや遅れて腐敗病の発生が続きました。腐敗病は高温期に発生が減少しましたが、秋雨期に入り再び発生が増加しました。また、7月以降は軟腐病と斑点細菌病が継続的に発生しました。灰色かび病、菌核病は5月にわずかな発生が認められただけで、べと病は10月3半旬にやや多発しました。

平成27年:すそ枯病が春作から作期を通じて断続的に発生しました。腐敗病は、梅雨期と秋雨期にやや発生が目立ちました。斑点細菌病は7月2半旬に発病株率で74%の発生を示し、発生圃場では結球の小玉化、収穫不能株が目立ち収量にも影響しました。軟腐病は7月以降から9月にかけて発生が認められました。この年は菌核病の発生は認められませんでした。また、灰色かび病は9月1半旬、べと病は5月3半旬と10月5半旬にわずかな発生が認められただけでした。

平成28年:すそ枯病が春作から継続的に発生し、梅雨期にはやや発生が増加しました。8月の一時期発生は認められなくなりましたが、9月以降は再び継続的に発生が認められました。腐敗病、斑点細菌病は春～夏期の発生は目立ちませんでしたが、9月中下旬の長期的な天候不順により一気に発生は増加しました。特に、斑点細菌病は10月3半旬に発病株率で84%の発生を示し、発生圃場では平成27年に続き、結球の小玉化、収穫不能株が目立ち収量に影響しました。この年は、灰色かび病、菌核病の発生はほとんど認められず、べと病の発生もありませんでした。

平成29年:すそ枯病は、作期を通して発生が認められました。べと病の発生は認められませんでした。

菌核病・灰色かび病は平成28年に比べるとやや多い発生でした。細菌性病害の発生は栽培期間を通して少なく経過しました。

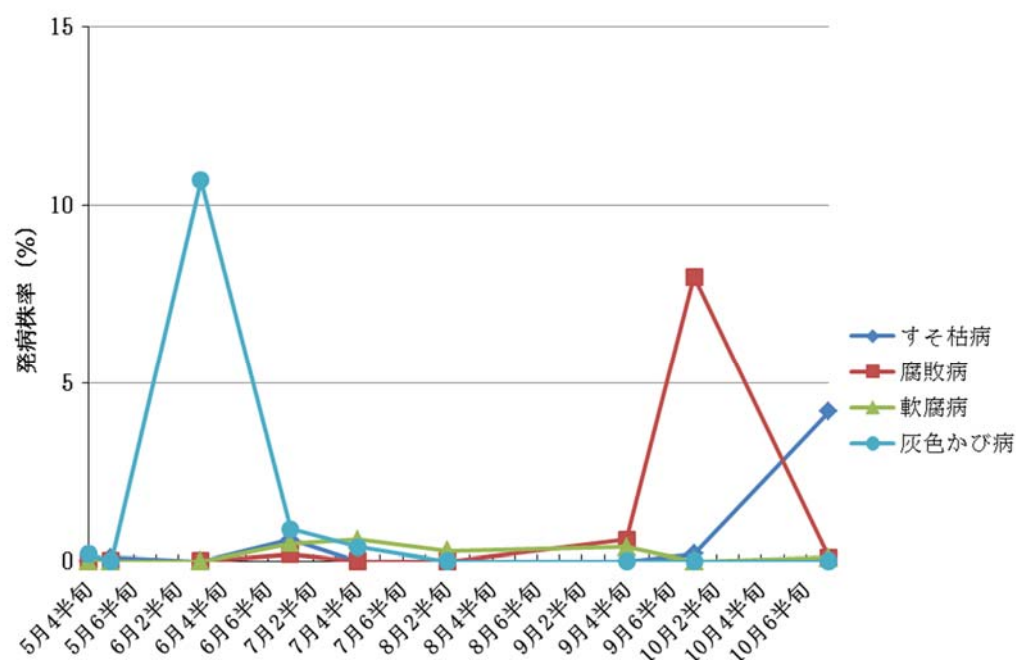


図2-1 有機栽培レタス圃場における主要病害の発生消長 (平成25年)

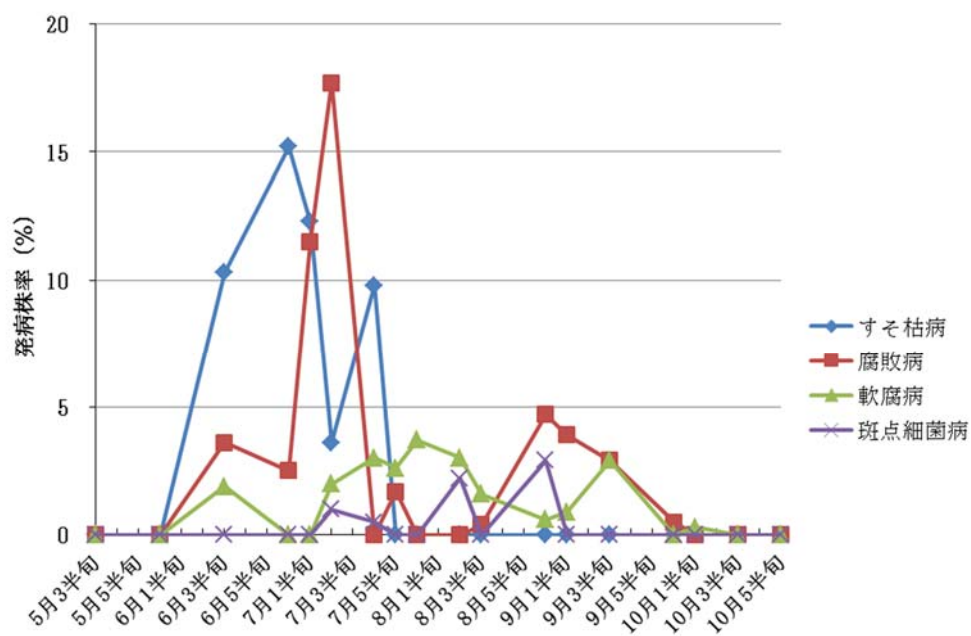


図2-2 有機栽培レタス圃場における主要病害の発生消長 (平成26年)

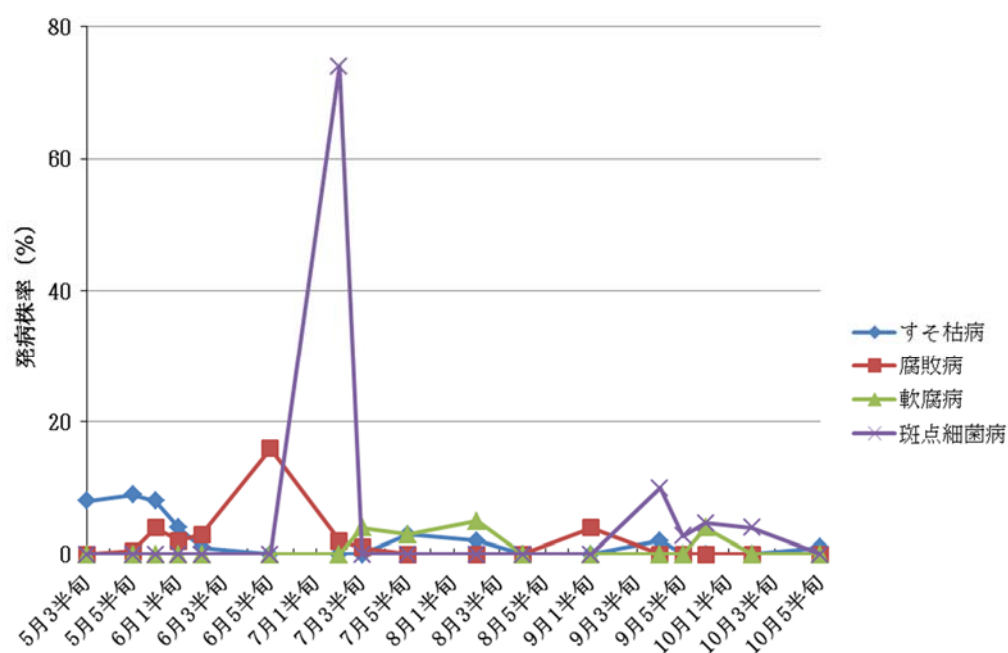


図 2-3 有機栽培レタス圃場における主要病害の発生病消長 (平成27年)

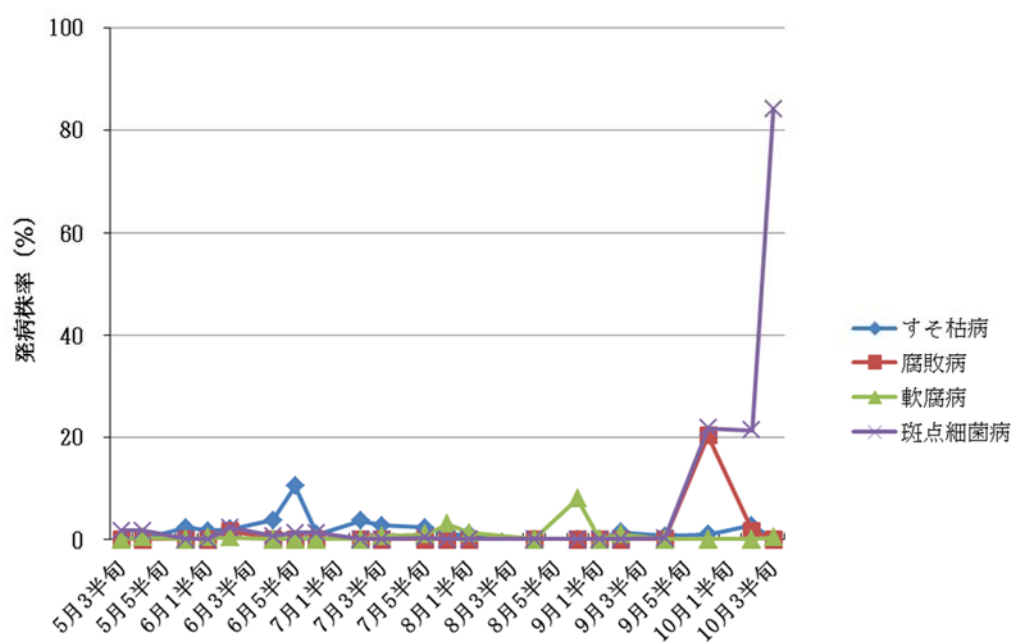


図 2-4 有機栽培レタス圃場における主要病害の発生病消長 (平成28年)

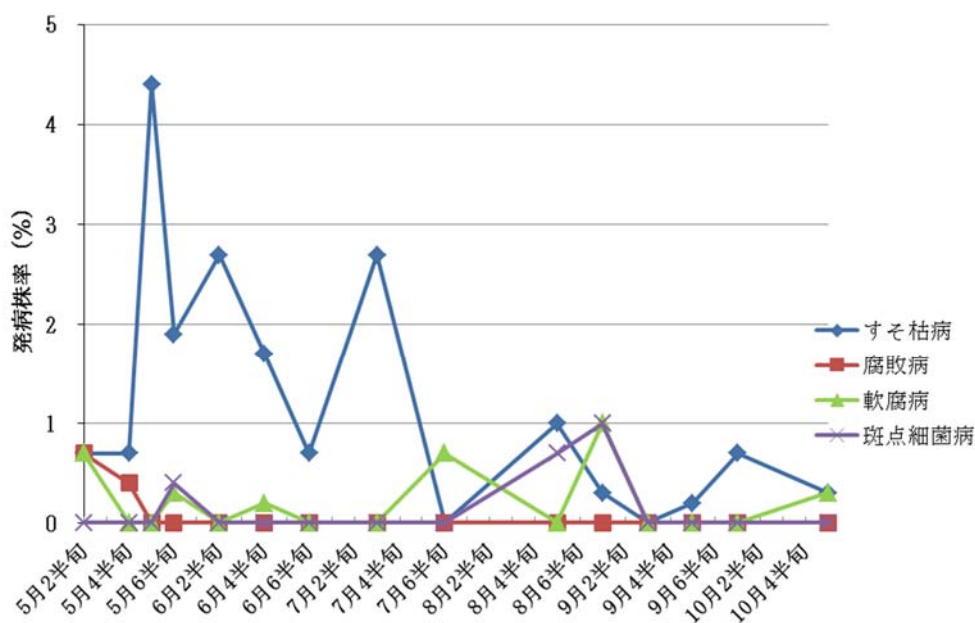


図2-5 有機栽培レタス圃場における主要病害の発生病消長（平成29年）

〔有機栽培レタスにおける病害発生への解決すべき問題点〕

5年間の調査結果から、収量や品質に影響する発生を認めたのは、斑点細菌病でした。また、梅雨期や秋雨期には腐敗病が、夏期には軟腐病の発生が増加しました。糸状菌病害では、栽培期間を通じてすす枯病の発生が継続的に観察されました。

これらのことから、有機栽培レタスにおける病害発生への解決すべき問題点として、①細菌性病害の発病軽減策、②すす枯病の発病軽減策の2点が考えられました。

(2) 細菌性病害に対するレタス品種の感受性及び微生物農薬による防除

細菌性病害に対するレタス品種の感受性について検討しました。また、補完防除技術として微生物農薬の防除効果についても検討しました。

3つの細菌病(腐敗病、斑点細菌病、軟腐病)に対して、主要なレタス品種の耐病性について検討したところ、品種により感受性は異なりました。3つの細菌病に対して「スターレイ」など感受性の高い品種はありましたが、3つとも感受性の低い品種はありませんでした(表2-1)。

次に3つの細菌病に対して、2種類の微生物農薬、非病原性エルビニア カロトボーラ水和剤(適用病害:軟腐病)およびシュードモナス フルオレッセンス水和剤(適用病害:腐敗病)の防除効果について検討したところ、斑点細菌病に対して、非病原性エルビニア カロトボーラ水和剤の生育期間中1回散布で、統計的な差はあったものの全体的に防除効果自体は低いものでした。腐敗病に対してシュードモナス フルオレッセンス水和剤は、定植当日1回散布、または定植当日1回散布＋生育期間中1回散布区で、防除効果が認められました。軟腐病に対して非病原性エルビニア カロトボーラ水和剤は処理による効果の差は認められず、今回の処理では十分な効果が認められませんでした(表2-2)。

以上のことから、圃場での発生状況や作型に合わせた品種の選択により、さらに被害軽減が図れる可能性が考えられました。しかし、斑点細菌病に対しては、今回供試した品種間では大きな差が無く、発生病消長調査結果でも時に多発し、収量に影響の出る場合があったことから、今後は新たに育成された品種を中心に本病菌に対する感受性のデータを継続的に蓄積していくことが、レタス有機栽培をより安定化させるために必要です。

また、今回供試した2種類の微生物農薬は斑点細菌病に対する効果が低かったことから、今後は斑点細菌病に対して実用的な効果のある微生物農薬が開発されることを期待します。

なお、本試験で供試した非病原性エルビニア カロトボーラ水和剤は腐敗病、斑点細菌病に対して、シュードモナス フルオレッセンス水和剤は軟腐病、斑点細菌病に未登録ですのでご留意下さい。

表2-1 レタスの細菌性病害に対する市販数品種の感受性差異(平成26年)

品 種 名	斑点細菌病		腐敗病		軟腐病
	発病株率(%)	発病度	発病株率(%)	発病度	発病株率(%)
エスコート	78.9	31.3	71.3	58.3	22.8
ジュディ	100.0	44.6	83.8	74.6	35.4
バレイ	89.1	27.9	71.3	56.7	11.0
スターレイ	97.8	43.5	78.2	66.0	44.7
デローサ	94.1	35.7	61.3	41.3	30.2
Vレタス	89.3	29.3	75.0	67.5	15.8
メルカド	95.5	40.2	51.3	37.5	4.2
ルシナ66	—	—	56.7	27.2	24.8
シナノパワー	—	—	91.7	70.0	35.2

(注) 斑点細菌病、腐敗病は、病原菌を接種した。軟腐病は自然発病下での試験。

斑点細菌病試験 定植 平成26年6月9日、病原菌接種 6月30日 調査 7月16日

腐敗病試験 定植 平成26年8月21日、病原菌接種 9月17日 調査 10月2日

軟腐病試験 定植 平成26年6月13日、調査 7月22日

—:試験未実施

斑点細菌病 発病指数 0:発病を認めない 1:外葉の一部のみに発病 2:大部分の外葉に発病
3:外葉だけでなく、内葉まで発病 4:結球葉まで発病

発病度=Σ(発病指数×株数)／(調査株数×4)×100

腐敗病 発病指数 0:発病を認めない 1:外葉の一部のみに発病 2:外葉と結球葉の一部に発病
3:結球部の大部分が発病

発病度=Σ(発病指数×株数)／(調査株数×3)×100

以下の表も同じ。

表2-2 微生物農薬の種類と使用時期の違いによるレタス細菌性病害に対する防除効果(平成28年)

微生物農薬	希釈倍数	処理 ^{a)}	斑点細菌病	腐敗病	軟腐病
非病原性エルビニア カロトボーラ水和剤	1,000倍	1	58.9* ^{b)} (17.2) ^{c)}	5.6 (—)	22.2 (28.6)
		2	63.3 (11.0)	6.7 (—)	22.2 (28.6)
		3	67.8 (4.6)	5.5 (1.8)	22.2 (28.6)
		4	71.1	5.6	31.1
シュードモナス フルオレッセンス水和剤	1,000倍	1	60.9 (6.0)	6.7 (39.6)	31.1 (—)
		2	70.5 (—)	2.2*(80.2)	22.2 (28.6)
		3	63.4 (2.2)	3.3*(70.3)	27.8 (10.6)
		4	64.8	11.1	31.1

a) 1:生育期間中に1回散布 2:定植当日、苗に散布 3:1と2の組み合わせ 4:無処理

b) 数値は発病株率(%)、3区制(1区30株調査)の平均値。

c) ()は、無処理区に対する防除価を示す。

防除価=(無処理区の発病株率)－(処理区の発病株率)／無処理区の発病株率×100

d) 発病株率: *はDunnett法による多重検定(有意水準5%)で、無処理区と有意差あり。

(耕種概要)

腐敗病、斑点細菌病: 供試品種「極早生シスコ」 定植 平成28年8月24日 薬剤散布 9月23日 調査 10月7日

軟腐病: 供試品種「Vレタス」 定植 平成28年5月31日 薬剤散布 7月6日 調査 7月14日

(3)レタスすそ枯病に対する輪作による防除

レタスの品質を大きく損なうレタスすそ枯病に対して、輪作による発病の軽減について検討しました。

平成27年秋にレタスすそ枯病菌を接種した汚染圃場でレタスを全面栽培し、発病にムラのないことを確認しました。平成28年春、表2-3に示した輪作作物を栽培し、葉ネギ、ニンジン、エダマメは収穫しました。エンバクは出穂期に地上部を刈り取り圃場外へ搬出しました。カラシナは株腐れ症状が発生していたため、収穫期に根部ごと抜き取り、圃場外へ搬出しました。マリーゴールドは全区で栽培終了後にすき込みました。対照区は、レタス連作区とし、発病調査後収穫せずに地上部ごとすき込みました。平成28年秋に再びレタスを全区栽培して、レタスすそ枯病の発生をレタス連作区と比較しました。平成29年春は、発病軽減効果の低かったカラシナ区にホウレンソウを、エダマメ区にスイートコーンを栽培し、その他は同じ作物を栽培しました。葉ネギ、ニンジン、ホウレンソウ、スイートコーンは収穫し、エンバクは出穂期に地上部を刈り取り、その場に放置し栽培終了後にすき込みました。マリーゴールド、レタス連作区は前年と同様に処理しました。平成29年秋に再びレタスを全区で栽培して、レタスすそ枯病の発生をレタス連作区と比較しました。

レタスすそ枯病に対して輪作1年目で発病軽減効果が認められたのは、マリーゴールドとニンジン、次いでエンバクでした(表2-3)。ニンジンの長根種は栽培期間が長いので、栽培期間の短い短根種を供試しています。マリーゴールドは経済的には休作となりますが、ネグサレセンチュウの密度低下も期待でき、エンバクも緑肥としての利用が考えられます。輪作2年目も、マリーゴールドとニンジン栽培区で発病抑制効果が認められました(表2-4)。

また、レタス連作区では、発病株率、発病度ともに平成28年に比べ増加したのに対し、その他の輪作区でも効果に差はありますが、発病の減少が認められました。

以上のことから、レタスすそ枯病の常発または多発圃場では、レタスの作付けを年1作とし、輪作することにより発病軽減が図れるものと考えられます。今回調査した農家でも同一圃場でのレタスの栽培は年1作であり、輪作作物として、ブロッコリーやニンジンを栽培しています。今後は、発病抑制効果の高い作物の栽培と経済的見地を加味した輪作作物の選定により、安定的なレタスの有機栽培が行えるものと考えられました。

なお、レタスすそ枯病菌は、キャベツ株腐病、ハクサイ尻腐病の病原菌でもあるので、輪作を実施する場合は注意して下さい。

表2-3 輪作がレタスすそ枯病の発病に及ぼす影響(平成28年)

輪作作物名	発病株率(%) ^{a)}	発病度 ^{b)}	防除価 ^{c)}
葉ネギ	31.5	14.8	20.4
エンバク	22.4	11.2	39.8
カラシナ	37.4	23.0	—
マリーゴールド	20.4	6.8	63.4
ニンジン	15.7	7.4	60.2
エダマメ	38.3	22.0	—
レタス連作	46.1	18.6	

a)、b) 発病株率、発病度は3区制(1区30株調査)の平均値。

c) 防除価は、レタス連作区の発病度を対照とした。算出式は表2-2と同じ。

(秋作耕種概要) 供試品種「シナノホープ」定植 平成28年8月29日、調査 10月18日

(輪作耕種概要)

葉ネギ: 供試品種「小春」、定植 平成28年5月12日、6月下旬適宜収穫

エンバク: 供試品種「ヘイオーツ」、は種 平成28年4月15日、6月下旬地上部搬出

カラシナ: 供試品種「在来種」、定植 平成28年5月12日、6月中旬株ごと引き抜き搬出

マリーゴールド: 供試品種「在来mix」、定植 平成28年4月15日

ニンジン: 供試品種「ベビーキャロット」、は種 平成28年4月15日、7月上旬適宜収穫

エダマメ: 供試品種「宝石枝豆」、定植 平成28年5月12日、6月中旬適宜収穫

レタス連作区: 供試品種「Vレタス」、定植 平成28年5月31日

表2-4 輪作がレタスすそ枯病の発病に及ぼす影響 (平成29年)

輪作作物名	発病株率(%) ^{a)}	発病度 ^{b)}	防除価 ^{c)}
葉ネギ	20.3	11.5	54.0
エンバク	19.1	7.9	68.4
ハウレンソウ	19.0	9.6	61.6
マリーゴールド	18.4	7.0	72.0
ニンジン	16.7	7.2	71.2
スイートコーン	36.9	15.5	38.0
レタス連作	48.8	25.0	

a)、b) 発病株率、発病度は3区制(1区28株調査)の平均値。

c) 防除価は、レタス連作区の発病度を対照とした。

(秋作耕種概要) 供試品種「シナノホープ」定植 平成29年9月4日、調査 10月26日

(輪作耕種概要)

葉ネギ: 供試品種「小春」、定植 平成29年6月2日、7月中旬適宜収穫

エンバク: 供試品種「ヘイオーツ」、は種 平成29年4月19日、6月下旬地上部刈り取り

ハウレンソウ: 供試品種「サンライト」、は種 平成29年4月24日、6月上旬適宜収穫

マリーゴールド: 供試品種「在来mix」、定植 平成29年5月11日

ニンジン: 供試品種「三寸人参」、は種 平成29年4月19日、7月上旬適宜収穫

スイートコーン: 供試品種「ゴールドラッシュ」、は種 平成29年4月24日、6月下旬適宜収穫

レタス連作区: 供試品種「パトリオット」、定植 平成29年5月17日

4. 重要害虫に対する物理的、生物的防除法

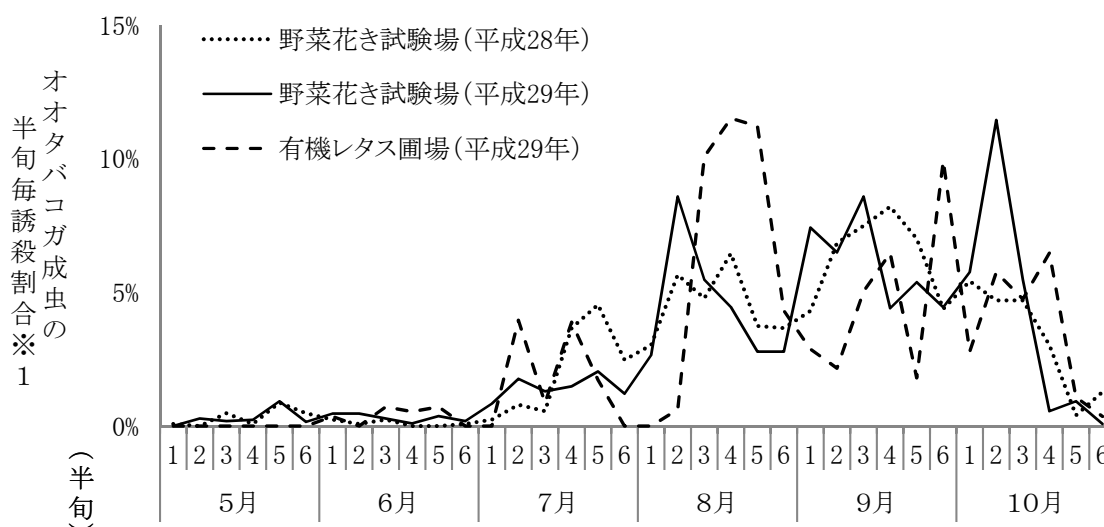
高冷地レタス栽培において問題となる害虫は、オオタバコガやヨトウムシなどのチョウ目害虫に加え、ナモグリバエ類、アブラムシ類等が挙げられます。有機レタス栽培を成功させるためには、これらの害虫に有効な物理的、生物的防除手段を組み合わせる必要があります。本技術集では、べたがけ資材を用いてレタスを被覆する物理的な防除手段を主軸に、高温期のべたがけ被覆による高温障害の回避や被覆除去後の防除対策を検討し、有機栽培レタスを安定的に生産するための技術を紹介します。

(1) べたがけ資材の被覆による防除効果

レタス栽培において最も重要な防除対象害虫は、幼虫がレタスを食害するオオタバコガやヨトウムシなどのチョウ目害虫です。物理的にチョウ目害虫による被害を抑制するためには、成虫の発生時期にべたがけ資材でレタスを被覆し、成虫の産卵を抑制することが重要です。

長野県塩尻市の野菜花き試験場(標高 740m)及び有機レタス栽培圃場(標高 860m)におけるオオタバコガ成虫の発生消長を図2-6に示します。5月から 10 月にかけて成虫が発生すること、特に8月以降に成虫の誘殺数が増加することから、本県のレタス栽培ではいずれの作型でも定植直後から収穫前まで被覆する必要があります。被覆栽培を実践している有機レタス圃場において、フェロモントラップへの誘殺数が多い割に被害株数が少ない傾向が認められたことから、被覆栽培の効果について科学的に検証しました。

試験には不織布を素材とした「パオパオ 90®」(三菱樹脂アグリドリーム株式会社製、光線透過率 90%)を供し、レタス苗の定植後に直接被覆する「じかがけ」と、支柱を用いて地上高 50cm 程度に浮かして被覆する「浮きがけ」による害虫の被害抑制効果を検討しました。



※1 年間総誘殺数に対する半旬毎誘殺数が占める割合

図2-6 野菜花き試験場及び有機レタス圃場におけるオオタバコガ成虫の発生消長(平成28、29年)

※フェロモントラップ使用

1) 春作レタス

レタスをじかがけ、又は浮きがけした区は無被覆区と比較し、チョウ目幼虫による被害株数が少ない結果となりました。ハモグリバエ類及びアブラムシ類の被害株数は処理区間で顕著な差が認められませんでした(表2-5)。浮きがけ区はじかがけ区と比べてチョウ目幼虫による被害がわずかに多い傾向が見られましたが、じかがけから浮きがけに移行する作業時に害虫が侵入したか、支柱(グラスファイバーポール)によりネットに張力が生じ地際部に隙間ができて害虫が侵入した可能性が考えられました。

表2-5 春作レタスへのじかがけ又は浮きがけ被覆による防除効果(平成29年、試験場内)

処 理 区	レタスの被害株数 / 20 株		
	チョウ目幼虫	ハモグリバエ類	アブラムシ類
じ か が け 区	3.7 a	16.7 a	0.3 a
定植2週間後浮きがけ移行区	7.3 ab	18.3 a	0.3 a
定植3週間後浮きがけ移行区	4.3 a	17.3 a	1.7 a
無 被 覆 区	16.3 b	19.7 a	0.3 a

Tukey HSD検定により、異なるアルファベットの間に5%有意差有り

(3反復の平均値)

品種:「Vレタス」 定植日:5月18日 被覆期間:5月22日～6月16日 調査日:7月3日(定植46日後)

チョウ目はヨトウムシが優占、アブラムシ類はジャガイモヒゲナガアブラムシとモモアカアブラムシが混発

参考に、べたがけ資材のじかがけ被覆を行っている有機栽培実践圃場におけるレタス主要害虫による被害を調査したところ、チョウ目幼虫、ハモグリバエ類及びジャガイモヒゲナガアブラムシによる被害が少ない傾向が確認できました(表2-6)。オオタバコガ成虫のフェロモントラップへの誘殺数が多い割に(図2-6破線)、オオタバコガ幼虫による被害が皆無であったことから、被覆栽培は一定の被害軽減効果があると考えられました。

表2-6 春作レタスへのじかがけ被覆による防除効果(平成29年、塩尻市)

調 査 圃 場	調査株数	レタスの被害株数 / 100 株			
		オオタバコガ	ヨトウムシ	ハモグリバエ類	ジャガイモヒゲナガアブラムシ
有機栽培 実践圃場	100	0	0	3	3

これらの結果から、春作レタス栽培においてレタスをべたがけ資材で被覆することにより、チョウ目害虫(ヨトウムシ優占)による被害を抑制できると考えられました。

2) 夏秋作レタス

べたがけ資材の被覆により、オオタバコガによる被害株数は無被覆区と比較し、顕著に少ない結果となりました。ハモグリバエ類及びアブラムシ類の被害株数は少なく、調査区間で顕著な差は認められませんでした(表2-7)。

表2-7 夏秋作レタスへのじかがけ被覆による防除効果(平成29年)

処 理 区	レタスの被害株数 / 20 株				
	オオタバコガ	ヨトウムシ	ウワバ類	アブラムシ類※	ハモグリバエ類
じかがけ区	0	1.3	0	0.3	0.7
無被覆区	7.7	3.7	0	0.7	0
t検定 1)	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

※ ジャガイモヒゲナガアブラムシ主体

(3反復の平均値)

1) n.s.: 5%水準で有意差無し、**: 1%水準で有意差有り

品種:「パトリオット」 定植日:7月21日 被覆期間:7月21日～8月21日 調査日:9月4日(定植45日後)

参考に、べたがけ資材のじかがけ被覆を行っている有機栽培実践圃場におけるレタス主要害虫による被害を調査したところ、チョウ目幼虫、ハモグリバエ類及びジャガイモヒゲナガアブラムシによる被害が少ない傾向が確認できました(表2-8)。オオタバコガ成虫のフェロモントラップへの誘殺数が多い割に(図2-6破線)、オオタバコガ幼虫による被害が皆無であったことから、被覆栽培は一定の被害軽減効果があると考えられました。

表2-8 夏秋作レタスへの浮きがけ被覆による防除効果(平成29年、塩尻市)

調査圃場	調査株数	レタスの被害株数 / 200株			
		オオタバコガ	ヨトウムシ	ハモグリバエ類	ジャガイモヒゲナガアブラムシ
有機栽培実践圃場	200	0	8	0	0

これらの結果から、夏秋作レタス栽培においても、レタスをべたがけ資材で被覆することによりチョウ目幼虫による被害を抑制できると考えられました。

(2) 高温障害の回避

レタスをべたがけ資材で覆うことにより、被覆内側の温度は外気温よりも高くなる傾向があります。特に気温が高い夏秋作レタスでは、葉焼け等の高温障害が発生することがあります(図2-7)。そこで、被覆方法による被覆内部の温度推移について調査しました。



図2-7 被覆栽培によるレタスの高温障害

1) 被覆内部の温度推移

試験場内のレタス畑において、被覆内部におけるレタス上部の温度推移を調査したところ、調査期間中(7月21日～8月21日)に最も温度が高くなった7月22日において、じかがけ内部のレタス葉上の最高温度は48.8℃に達し、浮きがけは、じかがけと比較し最高で10℃近い温度抑制効果が認められました(図2-8)。

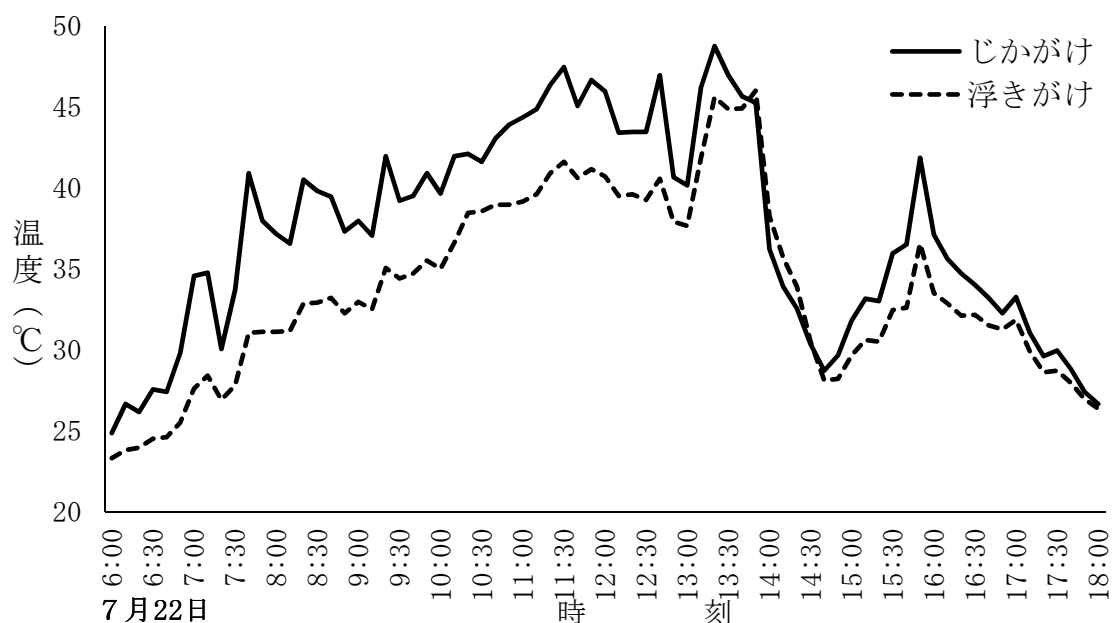


図2-8 レタスの被覆方法がべたがけ資材内部の温度推移に及ぼす影響(平成29年)

2) 被覆方法による高温障害の回避

定植直後から収穫2週間前までレタスを直接被覆する「じかがけ」、定植2週間後に「じかがけ」から「浮きがけ」に移行する「中途浮きがけ」、定植直後から収穫2週間前まで「浮きがけ」を行う「常時浮きがけ」を行い、収穫時に高温障害である葉焼け症状が認められる株数を調査しました。

この結果、じかがけ区は無被覆区と比較し、有意に高温障害の発生株数が多いこと、浮きがけを行うことで高温障害の発生株数が抑制される傾向がみられました(表2-9)。

表2-9 レタスの被覆方法が高温障害(縁枯れ症状)の発生に及ぼす影響(平成29年)

被 覆 方 法	レタスの高温障害(葉焼け症状) 株数/20株			
	I 区	II 区	III 区	平 均 1)
じ か が け 区	15	15	13	14.3 a
中 途 浮 き が け 区 2)	12	11	5	9.3 ab
常 時 浮 き が け 区	13	3	0	5.3 ab
無 被 覆 区	3	2	2	2.3 b

1) Tukey HSD検定により、異なるアルファベット間で5%有意差有り

2) 8月4日(定植14日後)にじかがけから浮きがけに移行

中途浮きがけは、栽培途中でべたがけ資材を一旦外す必要があり、そのときに害虫が侵入する可能性があること、さらに支柱を用いて資材を浮かす作業が上乘せられることを踏まえると、高温期の作付けでは定植直後から浮きがけを行う常時浮きがけにより、高温障害をある程度回避できると考えられました。

(3) 被覆栽培がレタスの品質に及ぼす影響

べたがけ資材を用いてレタスを被覆することにより、日中の被覆内部の温度は外気温より高い傾向にあり、収穫時におけるレタス品質への悪影響が懸念されます。そこで、収穫時にレタスの重量や大きさ等を調査し、被覆方法がレタスの品質に及ぼす影響を調査しました。

1) 春作レタスの被覆による品質への影響

全ての被覆処理区において、無被覆区と比較し調整重が大きい傾向が認められましたが、調査区間で有意差は認められませんでした。結球緊度についても調査区間で有意差は認められなかったことから、被覆による春作レタス品質への影響は少ないと考えられました(表2-10)。

表2-10 春作レタスの被覆方法がレタスの重量や大きさ等に及ぼす影響(平成29年)

処 理 区	収穫時におけるレタスの重量、大きさ等(各区20株平均)					
	調整重g 1)	長径cm	短径cm	球高cm	球形指数	結球緊度 1)
じ か が け 区	886 a	19.8	17.0	14.6	0.74	0.35 a
定植2週間後浮きがけ移行区	797 a	19.3	16.2	14.0	0.73	0.36 a
定植3週間後浮きがけ移行区	842 a	19.2	16.1	14.2	0.74	0.37 a
無 被 覆 区	787 a	17.6	15.2	13.6	0.78	0.42 a

※ 耕種概要は表1と同様

(3反復の平均値)

1) Tukey HSD検定により、異なるアルファベットの間に5%有意差有り

2) 球形指数 = 球高/長径

3) 結球緊度 = 調整重/((長径×短径×球高×π)/6)

2) 夏秋作レタスの被覆による品質への影響

夏秋作レタスの被覆においても、調査区間で調整重及び結球緊度について有意差は認められなかったことから、被覆による夏秋作レタス品質への影響も少ないと考えられました(表2-11)。

表2-11 夏秋作レタスの被覆方法がレタスの重量や大きさ等に及ぼす影響(平成29年)

処 理 区	収穫時におけるレタスの重量、大きさ等(各区20株平均)					
	調整重g 1)	長径cm	短径cm	球高cm	球形指数 2)	結球緊度 1) 3)
じ か が け区	427 a	15.1	12.6	11.9	0.80	0.36 a
中 途 浮 き が け 区 4)	528 a	15.2	13.1	12.4	0.82	0.41 a
常 時 浮 き が け 区	576 a	16.0	13.8	13.2	0.83	0.38 a
無 被 覆 区	512 a	16.4	13.8	12.5	0.76	0.35 a

※ 耕種概要は表3と同様

(3反復の平均値)

1) Tukey HSD検定により、異なるアルファベットの間に5%有意差有り

2) 球形指数 = 球高/長径

3) 結球緊度 = 調整重/((長径×短径×球高× π)/6)

4) 8月4日(定植14日後)にじかがけから浮きがけに移行

いずれの作型においても、被覆栽培によりレタス品質への影響は少ないと考えられましたが、被覆内部が高温になることにより生育が進む傾向が見られるため、収穫作業が遅れないよう注意が必要と考えられました。

また、今回の試験では抽だいの発生は認められませんでした。被覆栽培により被覆内部の温度が高まることから、品種によっては抽だいが発生する可能性があります。できるだけ晩抽性の品種を選択するとともに、大規模栽培に取り組む前に試験栽培を行うようにしてください。

(4)被覆除去後の害虫対策

べたがけ資材を用いてレタスを栽培する場合、結球の適度な締まりや、着色の向上を図るため、収穫2週間前を目安にべたがけ資材を除去する必要があります。べたがけ資材の除去後は物理的な障壁が無くなるため、様々な害虫に対して無防備な状態となります。そこで、有機レタスの安定的な生産には被覆除去後の防除対策が不可欠であることから、べたがけ資材の除去後に有機JAS栽培で使用が認可されている殺虫剤を使用した場合の防除効果を検証しました。

1)チョウ目害虫

チョウ目害虫に効果があり、かつ有機JAS栽培で使用する薬剤としてBT剤があります。BT剤の散布時期として、被覆除去直後に産卵されるケースを想定し、幼虫のふ化までに薬液を散布する必要があります。

平成22年までの過去30年間における松本市の旬別平均気温は、8月上旬が最も高く25.2℃でした。レタスを加害するチョウ目の25.2℃における卵期間は、オオタバコガが3.7日、ヨトウムシが3.5日、タマナギンウワバが3.9日であることから、本試験では被覆除去2日後にBT剤の散布を行った場合の被害抑制効果を調査しました。

今回の結果から、被覆除去後の薬剤散布の有無で被害軽減効果に明瞭な差は認められませんが、発生予察情報などから被害の発生が懸念される場合には、ヨトウムシについては有機栽培で使用可能なBT剤を1回もしくは2回散布することで被害をある程度抑制できる可能性が考えられました(表2-12)。オオタバコガについてはいずれの区においても被害株は認められませんでした。被覆を行わなかった区ではオオタバコガ幼虫による被害が大きかったことから、収穫2週間前まで被覆を行うことは被害軽減に有効であることが示唆されました。

表2-12 BT剤の散布回数がレタス主要害虫による被害株数を抑制する効果(平成29年)

処 理 区	収穫2週間前までの 被覆の有無	レ タ ス の 被 害 株 数 / 60 株				
		オオタバコガ	ヨトウムシ	ウワバ類	アブラムシ類※	ハモグリバエ類
BT剤2回散布	有	0 a	1 a	0	0 a	3 a
BT剤1回散布	有	0 a	0 a	0	1 a	2 a
BT剤無散布区	有	0 a	4 ab	0	1 a	2 a
参考) BT剤無散布区	無	23 b	11 b	0	2 a	0 a

Tukey HSD検定により、異なるアルファベットの間に5%有意差有り

※ ジャガイモヒゲナガアブラムシ主体

品 種:「パトリオット」 定植日:7月21日 被覆期間:7月21日～8月21日

散布方法:BT剤1回散布区は8月23日(被覆除去2日後)に、2回散布区はさらに8月30日(1回目散布7日後)に背負式動力噴霧器を用いてBT剤1,000倍液(展着剤無加用)を十分量散布した。

調 査 日:9月4日(定植45日後)に中央2列の60株について収穫、解体調査を行った。

2) アブラムシ類

長野県でレタスを加害するアブラムシ類は、主にモモアカアブラムシとジャガイモヒゲナガアブラムシです。被覆除去後にアブラムシ類による被害を軽減するため、有機JAS栽培で利用できる気門封鎖剤「エコピタ液剤」による防除効果を調査したところ、対照薬剤のモスピラン顆粒水溶剤(有機栽培では使用不可)と比較すると効果は劣るものの、無処理区と比較するとおよそ半分程度の防除効果が認められました(図2-9)。

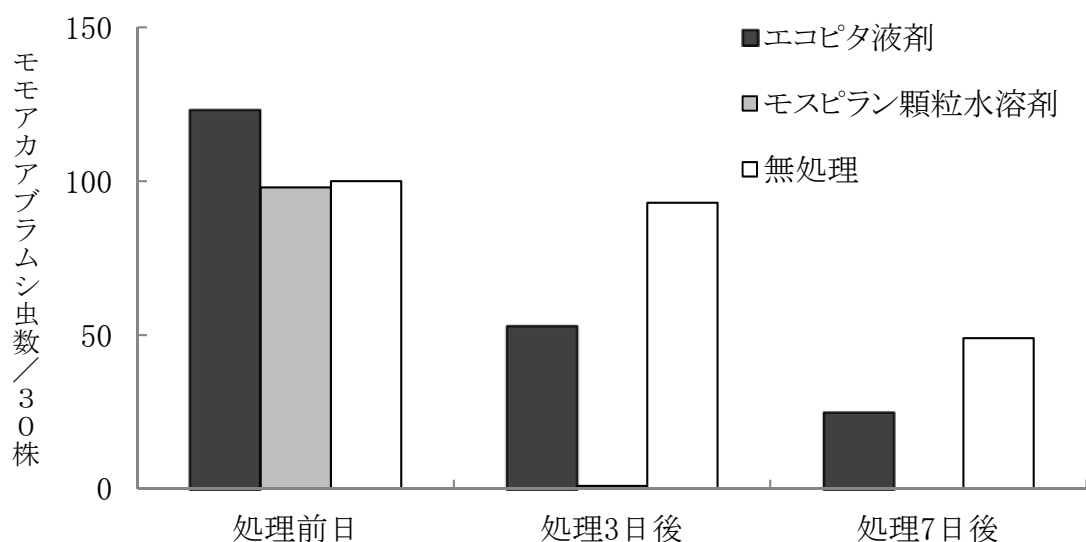


図2-9 気門封鎖剤によるレタスのモモアカアブラムシに対する防除効果(平成27年)

さらに、気門封鎖剤と微生物農薬「ボタニガードES」を混用した場合、気門封鎖剤の単用よりも高い防除効果が認められました。一方で、これらの薬剤は虫体に直接付着しないと十分な効果が得られないことから、散布後に葉上にアブラムシ類が残り、結果として処理13日後には生息密度が再び増加する結果となりました(図2-10)。

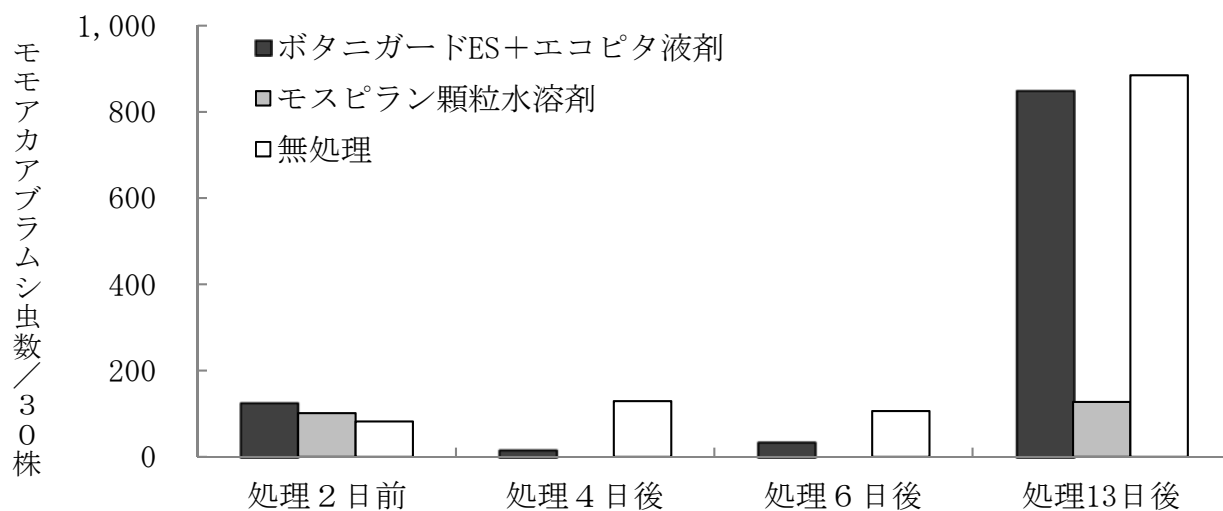


図2-10 微生物農薬と気門封鎖剤によるレタスのモモアカアブラムシに対する防除効果(平成28年)

アブラムシ類は主に外葉の葉裏に生息すること、気門封鎖剤や微生物農薬は虫体に十分に薬液が付着しないと十分な防除効果が得られないことから、化学合成殺虫剤と比較すると効果は劣りますが、アブラムシ類の発生が問題となる圃場では、発生初期に丁寧に散布することでアブラムシ類による被害を抑制できると考えられました。

これらのことから、被覆除去後の防除対策として、チョウ目害虫に対してはBT剤の散布、アブラムシ類に対しては気門封鎖剤や微生物農薬を使用することで一定の防除効果が得られ、有機レタスの安定生産に寄与できると考えられました。

5. 圃場の理化学性改善方策

(1) 高冷地レタス有機栽培における有機栽培転換後年数が化学性に及ぼす影響

調査した有機栽培農家は鶏ふん主体で施肥を行っています。この農家が耕作する圃場の土壌可給態窒素量を有機栽培転換後の年数毎に調査しました。

その結果、有機栽培転換後の年数が長いほど、土壌中の交換性塩基類、可給態リン酸量及び可給態窒素量が増加する傾向が認められました(図2-11、表2-13)。特に交換性カリ及び可給態リン酸量の増加が顕著でした。

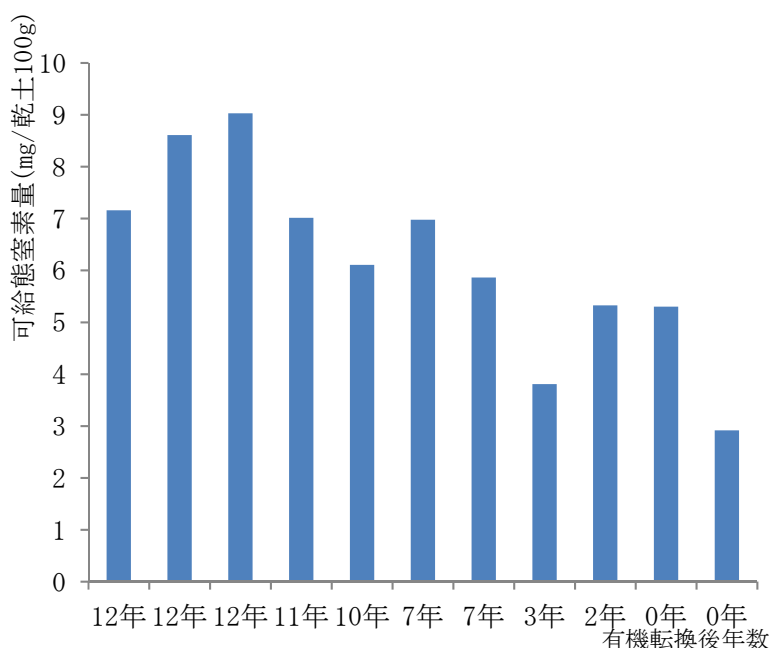


図2-11 有機転換後年数と可給態窒素量
(80℃水抽出法 平成25年)

表2-13 有機栽培圃場の有機転換後年数と化学性

有機転換後年数	pH	EC	CEC	カリ	石灰	苦土	リン酸吸収係数	可給態リン酸
	H ₂ O	mS/cm	me	交換性mg/100g乾土			mg/100g乾土	
1～3年	6.6	0.18	30	94	441	72	1947	42
5～7年	7.3	0.16	31	122	539	90	1620	121
10～12年	7.1	0.27	35	137	578	105	1696	241
目標値	6.0～6.5	0.2～0.6	30以上	60～80	370～550	100～175		10～35
有機転換後年数 1～3年n=9、5～7年n=4、10～12年n=24								

(2) 高冷地レタス有機栽培に適応性のある2品種の吸肥特性の把握

化学肥料区では窒素吸収パターンに品種による差が認められ、「スターレイ」は「シナノスター」より吸収量が多いですが、発酵鶏ふん区では品種による差は認められませんでした。

春作、秋作のいずれも定植 14 日後からレタスの窒素吸収量が増え始め、結球始期に当たる 21 日後からさらに吸収量が増加しました(図2-12)。

発酵鶏ふん中の窒素無機化は春作よりも秋作の方がやや早く進み、施用後約 55 日ではいずれも 60%程度となりました(図2-13)。

以上の結果から、鶏ふんをレタス定植 10 日前に施用すると、春作、秋作ともにレタスの窒素吸収前に十分な窒素が供給されと考えられました(図2-14①、②)。

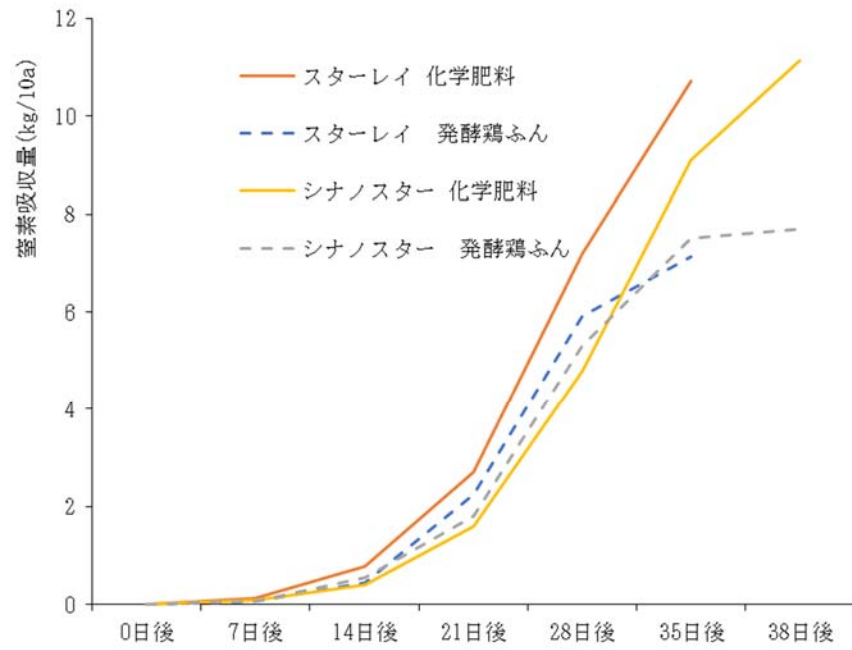


図 2-12 場内圃場における春作レタスの窒素吸収パターン
(発酵鶏ふんの有効窒素施用量8kg/10a 化学肥料窒素施用量
N10kg/10a 平成28年)

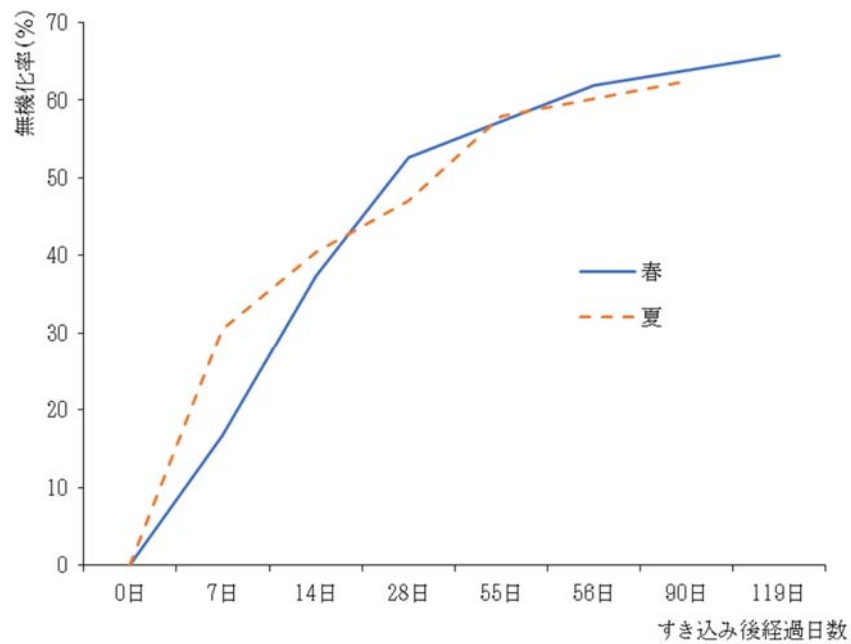


図 2-13 発酵鶏ふんの窒素無機化率の推移 (平成27年)

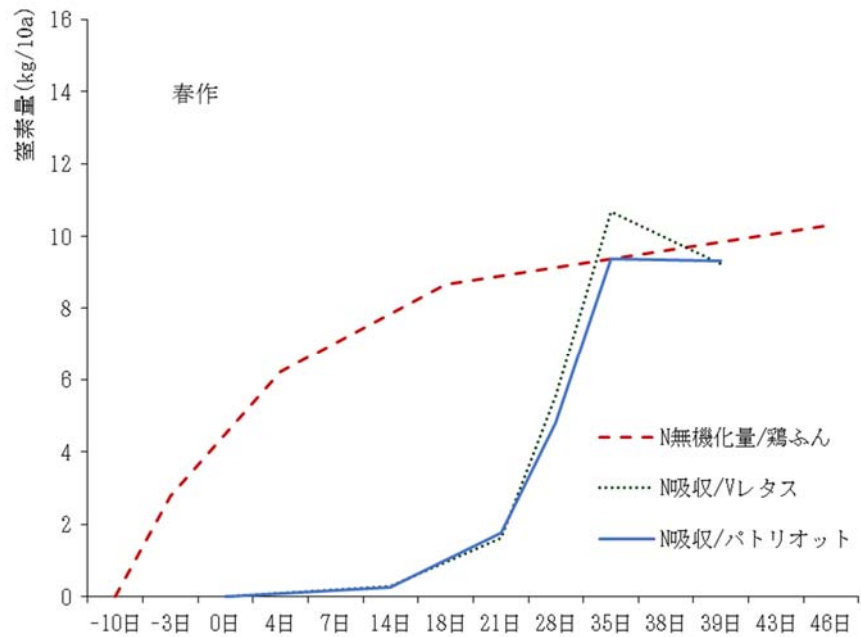


図 2 - 1 4 ① 作型別の窒素吸収パターンと発酵鶏ふん窒素無機化量の関係
(定植の10日前に発酵鶏ふんを施用 場内圃場 平成27年)

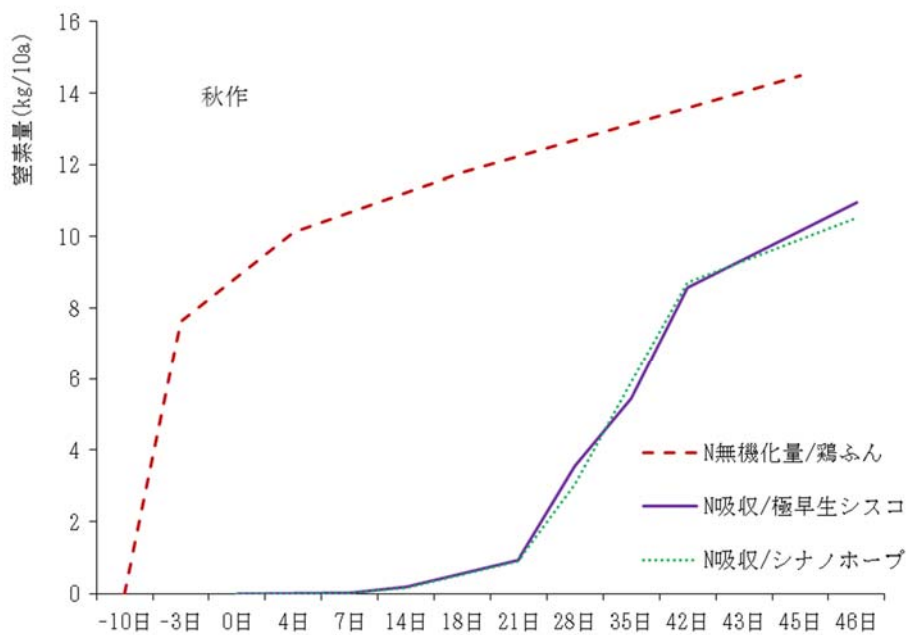


図 2 - 1 4 ② 作型別の窒素吸収パターンと発酵鶏ふん窒素無機化量の関係
(定植の10日前に発酵鶏ふんを施用 場内圃場 平成27年)

(3) 春作及び秋作における発酵鶏ふんの適正窒素施用量の検討

発酵鶏ふんなど有機質肥料中の養分は化学肥料のように全ての量が有効化することはありません。有機質肥料中の養分が化学肥料と比べどの程度有効化するかを肥効率と呼び、[有機質肥料の施用量×有機質肥料の養分含有率×肥効率]で有効養分施用量を求めることができます(表2-14)。

本研究では埋設試験の結果や既往のデータから発酵鶏ふんの肥効率を窒素-リン酸-カリ 60-70-90%として有効養分施用量を求めました。

表 2－14 試験区の有効養分施用量

種類	有効窒素		成分含有率			肥効率			有効成分施用量		
	施用量	現物									
	kg/10a	kg/10a	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ
			%			%			kg/10a		
バイ/有機	8	139	7.2	4.0	2.5	80	80	80	8	4	3
バイ/有機	10	174	7.2	4.0	2.5	80	80	80	10	6	3
バイ/有機	12	208	7.2	4.0	2.5	80	80	80	12	7	4
鶏ふん	10	518	3.22	4.6	3.2	60	70	90	10	17	15
無施肥	0	0							0	0	0

有効成分施用量kg/10a＝現物施用量kg/10a×成分含有率%×肥効率%

[春作]

有機 JAS 転換1年目の場内圃場(標高 750m、可給態 N2.5mg/100g)で春作のレタスに対する発酵鶏ふんの適正施用量を検討した結果、化学肥料区(窒素慣行量 10kg/10a)のレタス調整重と比較して「スターレイ」は有効窒素施用量 11kg/10a、「シナノスター」は 8～11kg/10a で同等でした(図2－15)。

また、堆肥 1t/10a 施用を2年続けた有機 JAS 転換2年目の場内圃場では、「Vレタス」が有効窒素施用量 9～12kg、「パトリオット」は 6～12kg の間でレタス調整重に有意な差は無く同等でした(図2－16)。

有機 JAS 転換 14 年目の現地圃場(標高 860m、可給態 N8.6mg/100g)では、発酵鶏ふんの有効窒素施用量 6～14kg/10a では「Vレタス」の調整重に有意な差は有りませんでした(図2－17)。また、有機 JAS 転換 16 年目の現地圃場で表2－14のとおり施肥量でレタスの生育を比較したところ有効窒素施用量が多い区でタコ足球や過大軟球が増加し結球部の品質が低下しましたが、有効窒素施用量が増加しても地上部全重には影響しませんでした(表2－15、図2－18)。

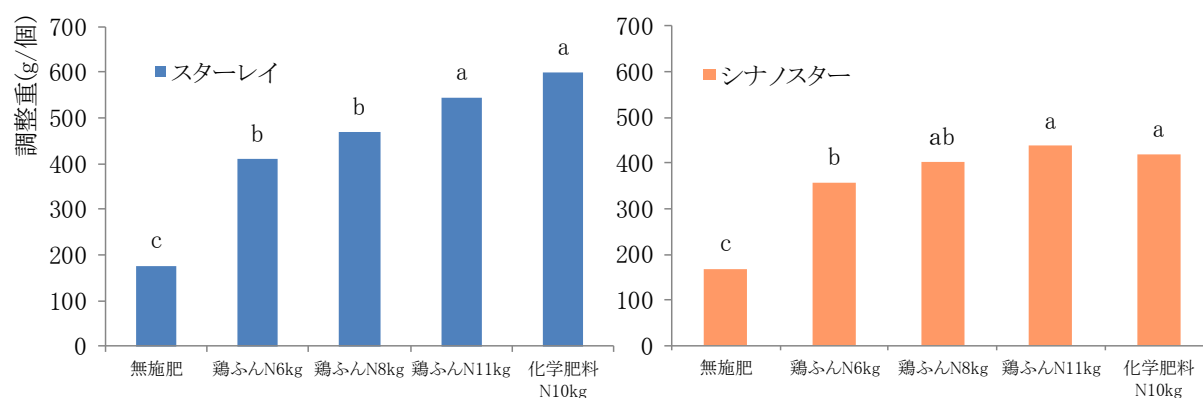


図2－15 発酵鶏ふんの有効窒素施用量が春作レタスの調整重に及ぼす影響(有機 JAS 転換 1 年目場内圃場、Nkg/10a、平成 26 年)品種ごと異符号間で 5%水準の有意差有り(Tukey 法)

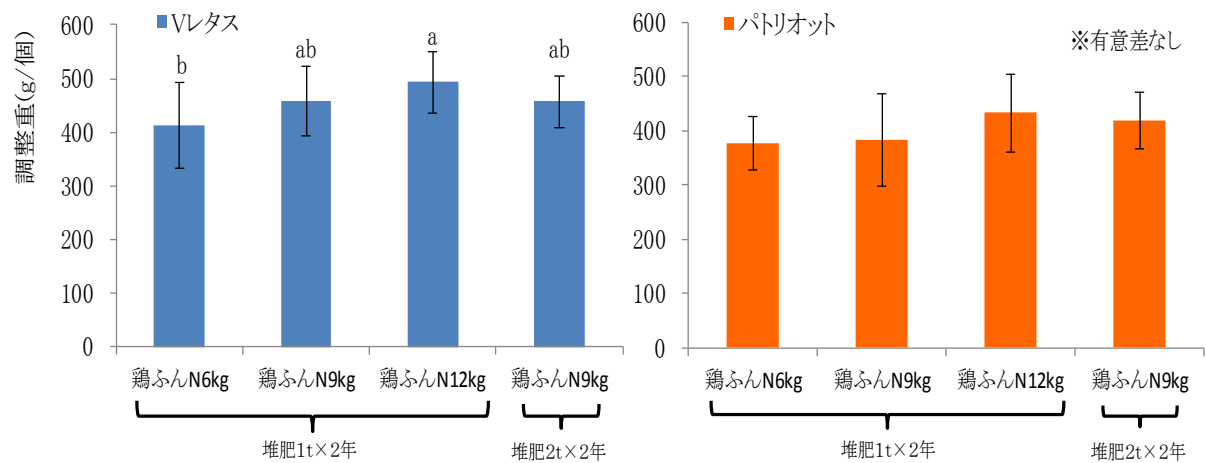


図 2-16 発酵鶏ふんの有効窒素施用量が春作レタス調整重に及ぼす影響 (有機 JAS 転換 2 年目 場内圃場、Nkg/10a、平成 27 年) エラーバーは標準偏差、品種ごと異符号間で 5%水準の有意差有り (Tukey 法)

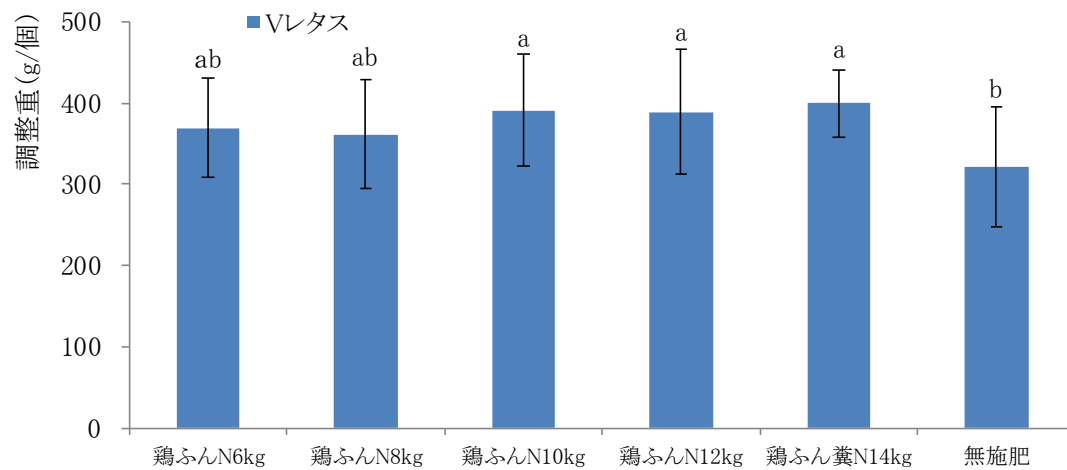


図 2-17 発酵鶏ふんの有効窒素施用量が春作レタス調整重に及ぼす影響 (有機 JAS 転換 14 年目現地圃場、Nkg/10a、平成 27 年) エラーバーは標準偏差、異符号間で 5%水準の有意差有り (Tukey 法)

表 2-15 レタスの結球部品質

肥料種類	有効窒素施用量 (kg/10a)	タコ足球	変形球	過大軟球
		発生程度		
ﾊﾞｲﾄ/有機	8	28	13	13
ﾊﾞｲﾄ/有機	10	28	12	15
ﾊﾞｲﾄ/有機	12	38	10	27
発酵鶏ふん	10	23	3	20
無施肥	0	10	3	0

発生程度＝評点の合計/（3×調査株数）×100

評点 0：発生無 1：少 2：中(出荷不可) 3：甚

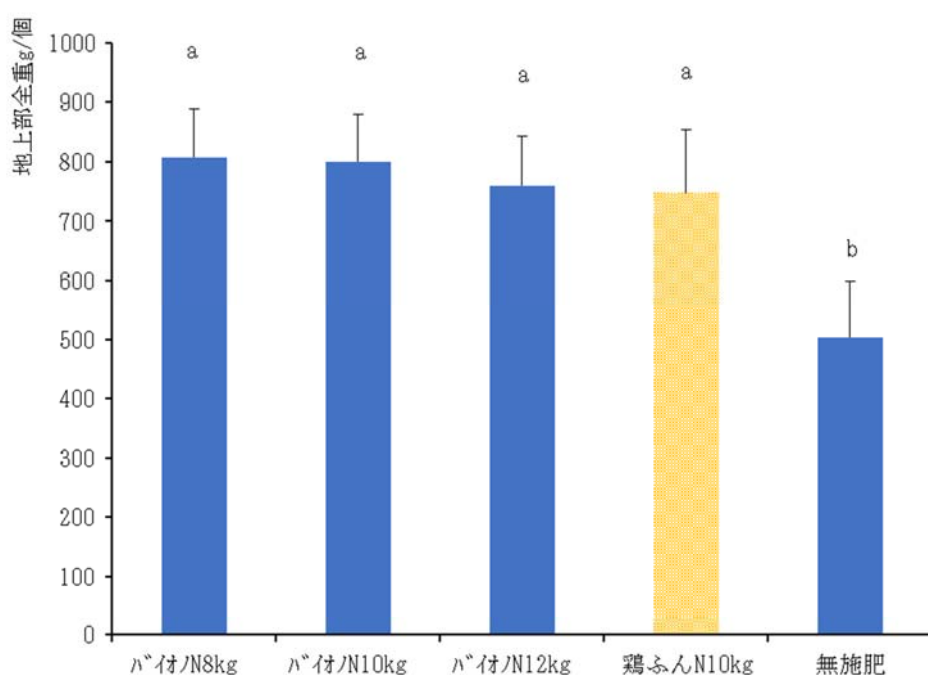


図 2-18 有機質肥料の有効窒素施用量が春作レタス地上部全重に及ぼす影響(有機JAS転換11年目圃場 平成29年)
エラーバーは標準偏差、異符号間で5%水準の有意差有り(Tukey法)

[秋作]

有機 JAS 転換1年目の場内圃場(標高 750m、可給態 N2.5mg/100g)で夏まきレタスに対する発酵鶏ふんの適正施用量を検討した結果、窒素慣行量(15kg/10a)の化学肥料区のレタス調整重と比較し「極早生シスコ」は有効窒素施用量 15～21kg/10a まで同等でした(図2-19)。

また、牛ふん・バーク堆肥(窒素-リン酸-カリ 0.9-1.4-1.5%)1t/10a 施用を2年続けた有機 JAS 転換2年目の場内圃場では、有効窒素量の増加と共に調整重が増加する傾向が認められましたが、「極早生シスコ」は 10.5～19.5kg の間でほぼ同等で、「シナノホープ」は 10.5～15kg 区は同等でしたが、19.5kg 区は有意に重い結果でした(図2-20)。有機 JAS 転換9年目の現地圃場(可給態 N6.6mg/100g)では、

発酵鶏ふんの有効窒素施用量 10.5～19.5kg/10a の間で調整重に有意差は有りませんでした(図2-21)。

(4) 高冷地レタス有機栽培におけるリン酸、カリ投入量適正化の検討

有機 JAS 栽培における土壌のリン酸、カリ過剰を改善するため、レタスの春作及び秋作において、窒素に比べリン酸、カリ含有率の低い有機質肥料であるバイオノ有機s(魚肉エキス 60%、米ぬか油かす 40% 窒素-リン酸-カリ 7.2-4.0-2.5%)について検討しました。

その結果、肥効率 80%として施用した場合、レタス調整重は発酵鶏ふんと同等の肥効以上であったことから(図2-22、23)、有機栽培の継続によりリン酸・カリが過剰となっている圃場ではバイオノ有機sの施用が有効であると考えられました。

また、バイオノ有機sの窒素無機化は、発酵鶏ふんと比べ、5月施用、8月施用とも速やかに進みました(図2-24)。

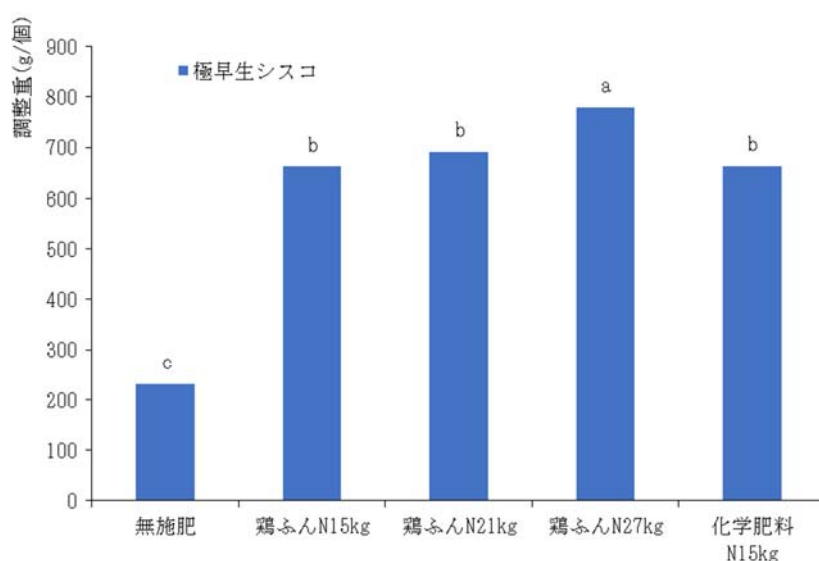


図2-19 発酵鶏ふんの有効窒素施用量が秋作レタスの調整重に及ぼす影響(有機JAS転換1年目場内圃場、Nkg/10a、平成28年) 異符号間で5%水準の有意差有り(Tukey法)

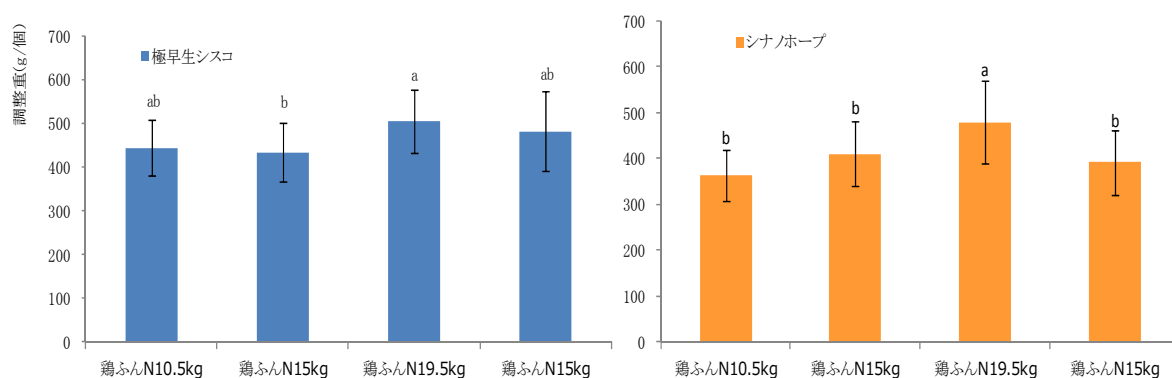


図2-20 発酵鶏ふんの有効窒素施用量が秋作レタスの調整重に及ぼす影響(有機JAS転換2年目場内圃場、Nkg/10a、平成27年) エラーバーは標準偏差、品種ごと異符号間で5%水準の有意差有り(Tukey法)

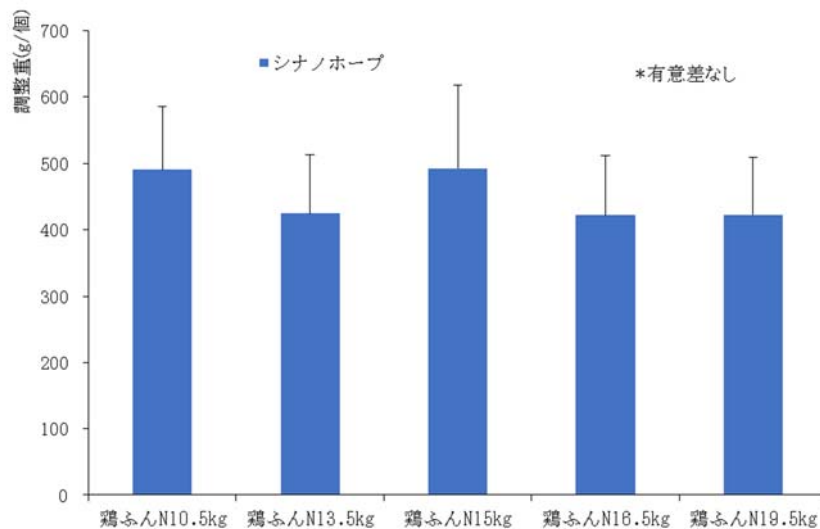


図2-21 発酵鶏ふんの有効窒素施用量が秋作レタスの調整重に及ぼす影響(有機JAS転換9年目現地圃場、Nkg/10a、平成27年) エラーバーは標準偏差

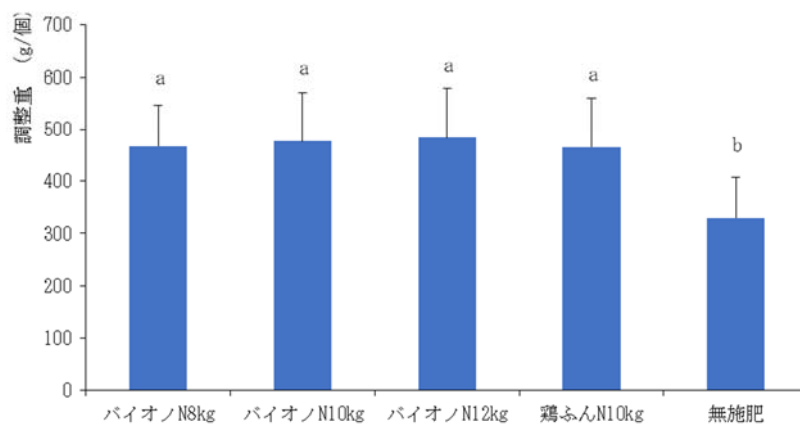


図2-22 有機質肥料の有効窒素量が春作レタス(Vレタス)の調整重に及ぼす影響(現地有機JAS圃場、N kg/10a、平成28年) エラーバーは標準偏差 異符号間で5%水準の有意差有り (Tukey法)

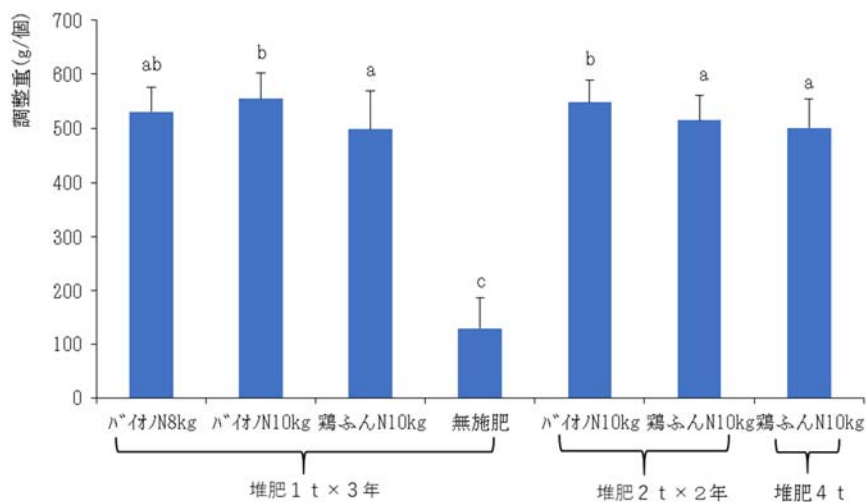


図2-23 有機質肥料の有効窒素施用量が春作レタスの調整重に及ぼす影響(場内圃場、N kg/10a、平成28年) エラーバーは標準偏差 異符号間で5%水準の有意差有り (Tukey法)

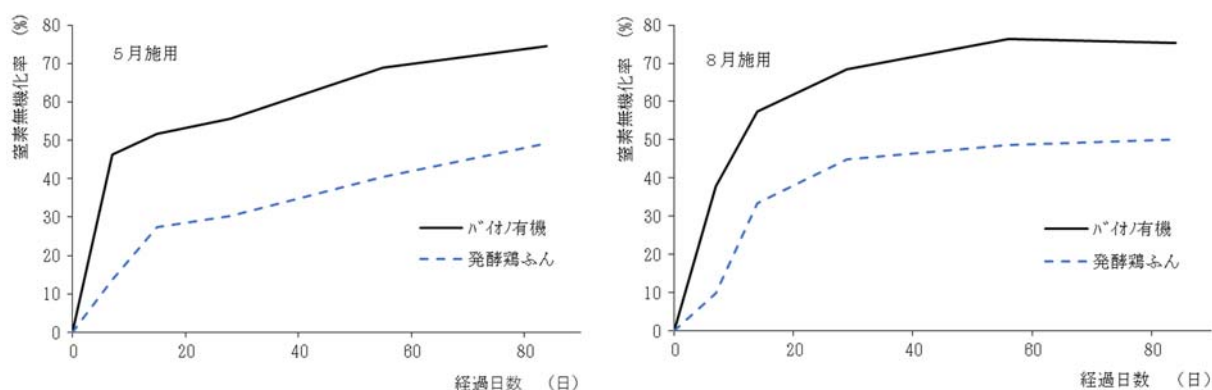


図2-24 有機質肥料の窒素無機化率の推移(平成 28 年)

(5) 圃場の理化学性改善方策まとめ

1) レタス有機栽培における有機栽培転換後年数が土壌の化学性に及ぼす影響を調査した結果、有機栽培年数が長いほど土壌中の交換性カリ、有効態リン酸量が顕著に増加していました。鶏ふんや一般的な有機質肥料はリン酸、カリの肥効に比べ窒素肥効が低く、作物が必要な窒素量を有機物で施用しようとする必要以上にリン酸、カリを施用してしまいます。この積み重ねが有機栽培土壌でのリン酸、カリ過剰の一因と考えられます。

2) 発酵鶏ふんの窒素無機化率は高く、施用2か月後までに6割程度が無機化しました。

一方レタスの窒素吸収パターンを調査すると、春作、秋作いずれのレタスとも定植 14 日後から窒素吸収量が増加し、結球始期にあたる 21 日後からさらに吸収量が増加しました。

これらの結果からレタスの春作、秋作とも定植 10 日前にあらかじめ発酵鶏ふんを施用しておくことレタスの窒素吸収特性に適したパターンで窒素が無機化すると考えられます。

3) 窒素無機化試験の結果から、発酵鶏ふんの窒素肥効率を 60%としてレタスを栽培したところ、化学肥料と同等の生育でした。

発酵鶏ふんの有効窒素施用量は、[有機質肥料の現物施用量×窒素含有率×肥効率]で求めることができ、慣行の化学肥料による窒素施用量と同レベルの有効窒素施用量となるように発酵鶏ふんを施用すればよいと考えられます。

なお、窒素施用量が多いと結球部の品質が低下する場合がありますので、過剰な施肥は行わないようにします。

4) バイオ有機 s は有機質肥料の中では窒素に比べリン酸、カリ含有率が低い資材です。バイオ有機 s の窒素肥効率を 80%(リン酸肥効率 80%、カリ肥効率 90%)としてレタスの生育を比較したところ、化学肥料や発酵鶏ふんと同等の肥効が得られました。このことからバイオ有機 s は土壌のリン酸、カリ過剰軽減に有効と考えられました。

6. 経営評価

調査対象農家について、経営評価を実施しました(表2-16)。調査対象農家では、レタスの反収は慣行栽培に比べてやや劣っていましたが、契約栽培により高単価を確保していることが経営上重要と考えられました。これは、長年にわたり出荷の2週間前には指定数量を確保してきたことで、実需者からの信用を得られた結果です。

生産費が慣行に比べ高いのは、不織布更新の値段が上乘せされたためです。一方、経営費については、契約栽培により手数料等の流通経費をカットすることで、低く抑えることに成功しています。販売単価が高く維持されていることで、この農家は利益を確保しています。

表2-16 調査対象農家A氏の経営評価

区 分	有機レタス 栽培農家A氏	慣行比(%)
野菜作付け延面積(a)	790	
内レタス栽培延面積(a)	190	
レタス反収(kg/10a)	3,400	85
平均単価(円/個)	200	147
粗収益(千円/10a)	686	126
生産費(千円/10a)	360	164
経営費(千円/10a)	495	114
労働時間(時間) (家族3名、時/10a)	102	99
全経営雇用(延べ人)	1,400	
農業所得(千円/10a)	191	174
時間あたりの所得(円/時)	1,873	159

(注) 慣行は、長野県農業経営指標を引用した
 経営費＝生産費＋流通経費

7. レタス栽培において発生する主な病害虫

《病害》

(1) すそ枯病(病原菌:*Rhizoctonia solani*)糸状菌

【病徴】: 地面に接した外葉の基部が腐敗し、外葉が黄化・枯死します(図2-25)。症状がひどい場合には結球部まで腐敗が進展します。

【診断のポイント】: 罹病部には褐色のくもの巣状の菌糸が見られることがあります(図2-26)。

【伝染および対策】: 罹病残渣が土壌にすき込まれ、次作以降の第一次伝染源になります。罹病残渣はできるだけ圃場外に持ち出し、レタスの連作にならないように作付け計画を立てましょう。



図2-25 すそ枯病の症状

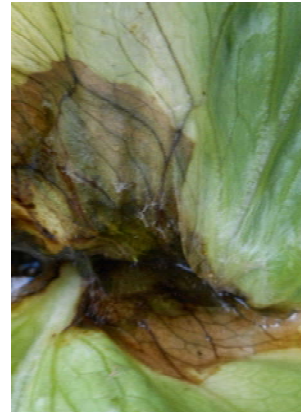


図2-26 くもの巣状の菌糸

(2) 菌核病(病原菌:*Sclerotinia sclerotiorum*)糸状菌

【病徴】: 外葉の基部から発病することが多く、初めは褐色水浸状の病斑を形成し、株元から腐敗が進行します(図2-27)。腐敗部分には、白色で綿状の菌糸が観察されます。

【診断のポイント】: 罹病部の白色綿状の菌糸は、やがて黒色でネズミのふんに似た菌核(図2-28)となり、診断の決め手となります。

【伝染および対策】: やや低温で、多湿が続くと発生が多くなります。伝染源は越冬した菌核で、これが発芽し、直接菌糸を生じて伝染することもあります。菌核が発芽して子のう盤を形成し、子のう胞子が飛散して伝染と考えられています。発病株や罹病残渣が第一次伝染源となるため、発見した場合は、抜き取ってできるだけ圃場外に持ち出し処分し、また、レタスは連作しないようにしましょう。



図2-27 菌核病の症状

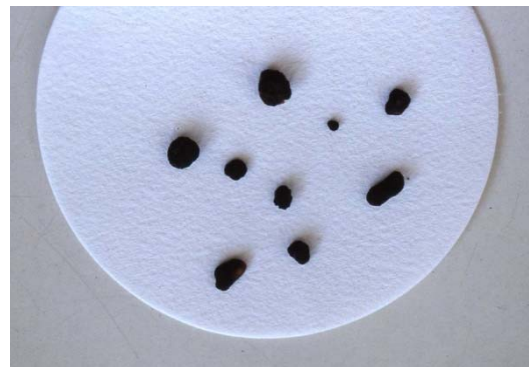


図2-28 採集した菌核

(3) 灰色かび病(病原菌:*Botrytis cinerea*)糸状菌

【病徴】:初め淡褐色で水浸状の病斑を形成し、急速に拡がって褐色に腐敗が進行します(図2-29)。

腐敗部分には、灰褐色のかびが密生し、やがて胞子を多量に形成します(図2-30)。

【診断のポイント】:罹病部に形成される灰色のかびと胞子の形成が、診断の決め手となります。

【伝染および対策】:発生条件は菌核病と類似し、腐生性が強く、罹病残渣中で菌糸または菌核で越冬するものと考えられています。二次伝染は大量に形成される胞子により、伝染を繰り返します。菌核病と同様、発病株や罹病残渣が第一次伝染源となるため、発見した場合は、抜き取ってできるだけ圃場外に持ち出し処分しましょう。



図2-29 灰色かび病の症状



図2-30 病斑上に形成された
灰色かび病菌胞子

(4) べと病(病原菌:*Bremia lactucae*)糸状菌

【病徴】:初め地際の外葉の表面に輪郭のはっきりしない不整形の黄色斑紋を形成し、やがて拡大して葉脈に囲まれた黄色で多角形の病斑となります(図2-31)。この頃になると、病斑の葉裏には白い霜状のかびが観察されます(図2-32)。

【診断のポイント】:黄色、多角形の病斑と病斑葉裏の白い霜状のかびが、診断の決め手となります。

【伝染および対策】:やや低温で、多湿が続くと発生が多くなります。発病葉内で菌糸または卵胞子で越冬し、次年度の伝染源となります。二次伝染は病斑部に形成された胞子により、伝染を繰り返します。発病葉はできるだけ圃場外に持ち出し処分しましょう。



図2-31 葉表に形成された黄色病斑



図2-32 葉裏に形成されたべと病菌の胞子

(5)腐敗病(病原菌:*Pseudomonas cichorii* によるものが主)細菌

【病徴】:収穫期近くになり、結球葉の外側に黒褐色で不整形の病斑が現れます(図2-33)。病気が進むと結球葉全体が黒変しますが、表面は腐敗しないため、てかてか光って見えます(図2-34)。

【診断のポイント】:結球葉に発生し、黒変、乾固します。

【伝染および対策】:やや低温で、多湿が続くと発生が多くなります。罹病残渣と共に土壌中で生存し、次年度の伝染源となります。レタス品種により感受性が異なるので、発生の多い圃場では、耐病性品種を栽培しましょう。



図2-33 腐敗病の発病初期症状



図2-34 腐敗病の発病末期症状

(6)斑点細菌病(病原菌:*Xanthomonas campestris* pv. *vitians*)細菌

【病徴】:主に外葉に発生します。初め葉縁近くに水浸状の小斑点を生じ、病気が進むと褐色で不整形の病斑となります(図2-35)。多発すると病斑は拡大、融合し、葉縁がV字型に枯れ込みます。激発した場合は、外葉がボロボロになるため生育に影響し、結球部が小玉化します(図2-36)。

【診断のポイント】:外葉に形成された新鮮な病斑は、水浸状でハローが認められます。

【伝染および対策】:やや低温で、多湿が続くと発生が多くなります。病原菌は罹病残渣と共に土壌中で生存し、次年度の伝染源となります。レタス品種により感受性が異なるので、発生の多い圃場では、耐病性品種を栽培しましょう。



図2-35 斑点細菌病の症状

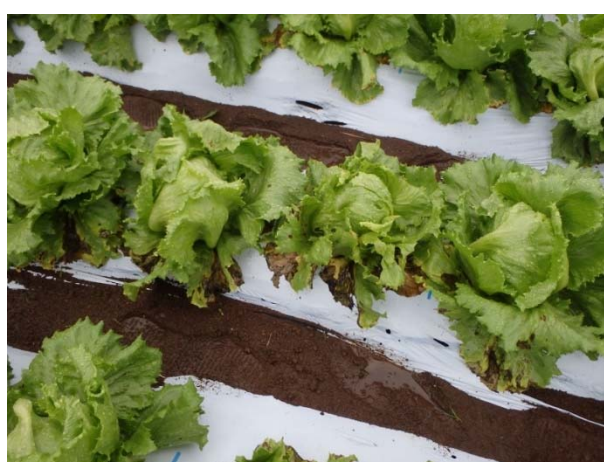


図2-36 多発し病斑が融合、結球は小玉化

(7)軟腐病(病原菌:*Pectobacterium carotovorum*)細菌

【病徴】:外葉の付け根付近から発病することが多く、初め水浸状の病斑が現れ(図2-37)、急速に拡大して心部に及びます。この頃になると株全体が萎れるため、容易に発見できます(図2-38)。

【診断のポイント】:株全体の萎凋が顕著で、いわゆる軟腐臭を発します。

【伝染および対策】:高温期の作型で発生が多い。病原菌は土壌中に存在し、降雨による泥はねや害虫による食害痕などの傷口から侵入します。多肥栽培を避け、寒冷紗等により被覆し、害虫による食害を防ぐようにしましょう。



図 2 - 3 7 軟腐病の症状



図 2 - 3 8 株全体が萎れる

《虫害》

(1) オオタバコガ (*Helicoverpa armigera*)、ヤガ科

【被害】: 幼虫がレタスの結球内部を食害します(図2-39)。

【診断のポイント】: 外観から幼虫による被害を確認することは困難ですが、被害を受けたレタスは切り口の洗浄時に虫ふんが認められる場合や、食害部分から乳液が浸出して褐変することがあります。幼虫の体色は変化に富み、若齢幼虫は黒色の毛がまばらに生え、老齢幼虫は背面、側面に筋状紋が入ります(図2-40)。若齢幼虫の頭部の色は黒色で、3齢以降は褐色となります。卵は白色で1粒ずつ産下されます。

【対策】: 成虫発生期に被覆資材で畝全体を被覆しましょう。隙間があると成虫や歩行幼虫が侵入するおそれがあるので、裾に隙間が生じないように固定します。被覆除去後の発生が懸念される場合にはBT剤を丁寧に散布します。



図2-39 レタスの食入孔



図2-40 オオタバコガ老齢幼虫

(2) ヨトウムシ (ヨトウガ: *Mamestra brassicae*)、ヤガ科

【被害】: 幼虫がレタスの結球内部を食害します(図2-41)。

【診断のポイント】: 卵塊で産卵し、若齢幼虫は葉の表皮を残すように集団で加害することが多く、体色は3齢までは緑色、4齢以降は茶褐色となります(図2-42)。

【対策】: オオタバコガの項を参照。



図2-41 食害を受けたレタス
(黒い粒は虫ふん)



図2-42 ヨトウムシ老齢幼虫

(3) ウワバ類、ヤガ科

【被害】: 幼虫がレタスの結球内部を食害します。

【診断のポイント】: 長野県内ではタマナギンウワバ (*Autographa nigrisigna*)、キクキンウワバ (*Thysanoplusia intermixta*) が優占します(橋山ら、2012)。幼虫の体色は淡緑色で、2対の腹脚を持ちシャクトリムシ状に歩行し、卵は1粒ずつ産下されます(図2-43)。

【対策】: オオタバコガの項を参照。



図2-43 タマナギンウワバ中齢幼虫
(原図: 桑澤久仁厚)

(4) ナモグリバエ (*Chromatomyia horticola*)、ハモグリバエ科

【被害】: 幼虫は主にレタス外葉の葉肉内を潜行して食害します。

【診断のポイント】: 幼虫は葉肉内を潜行し、銀白色で不規則な線状の食害痕を残します(図2-44)。幼虫は葉肉内で蛹化し、蛹化直後は黄土色であるが、やがて黒色となります。

【対策】: 成虫発生期に被覆資材で畝全体を被覆します。隙間があると成虫が侵入するおそれがあるので、裾に隙間が生じないように固定します。多発する圃場では、スピノエース顆粒水和剤(有機栽培で使用可)500~1,000倍液をセルトレイ1枚当たり500mlの割合で灌注処理します。



図2-44 ナモグリバエ幼虫のマイン(坑道)

※黄色い粒はジャガイモヒゲナガアブラムシ

(5) ジャガイモヒゲナガアブラムシ (*Aulacorthum solani*)、アブラムシ科

【被害】: 幼虫や成虫がレタス葉を吸汁加害し、寄生部位が退色して枯れることがあります。

【診断のポイント】: 主に春と秋に発生が多く、雌成虫の体長は3mm 程度で、体色は黄緑色から淡緑色、各脚の脛節は淡い色の部分があります。触角は体長よりも長く、所々に黒色部があり、角状管の先端は黒色を呈します(図2-45)。

【対策】: 成虫発生期に被覆資材で畝全体を被覆しましょう。隙間があると成虫や歩行幼虫が侵入するおそれがあるので、裾に隙間が生じないように固定します。被覆除去後に発生が懸念される場合は、有機JASで利用できる気門封鎖剤(エコピタ液剤等)を丁寧に散布します。



図 2 - 4 5

ジャガイモヒゲナガアブラムシの無翅成虫と幼虫

(6) モモアカアブラムシ (*Myzus persicae*)、アブラムシ科

【被害】: 幼虫や成虫がレタス葉を吸汁加害します。

【診断のポイント】: 主に春と秋に発生が多く、雌成虫の体長は2mm 程度で、体色は赤色、緑色、黄色と変化に富みます(図2-46、2-47)。触角は体長よりも短く、角状管の先端は黒色を呈します。

【対策】: ジャガイモヒゲナガアブラムシの項を参照。



図 2 - 4 6

モモアカアブラムシ無翅成虫



図 2 - 4 7 モモアカアブラムシのコロニー

8. 関連成果

(1) レタスすそ枯病の発生生態

課題の背景・目的: 長野県野菜花き試による現地有機栽培圃場の調査から、夏秋期のレタス栽培において発生する主要な病害は、菌類病のすそ枯病、細菌病の腐敗病、軟腐病、斑点細菌病であることが明らかとなりました(「3. 重要病害の発生消長調査と重要病害に対する防除法」参照)。すそ枯病は春～秋どり作型の気温がやや高め、土壌の湿度が高い条件で発生しやすい病害であり、*Rhizoctonia solani* の菌糸融合群・培養型 AG1-1B に属する菌系統により引き起こされる場合の多いことが知られています(岸・我孫子、2002; 関口、1998)。そして、食用作物、牧草、野菜、草花、樹木等の 32 の宿主で本菌による病害が報告されており(日本植物病理学会編、2017)、病原菌は長期間土壌に残ると考えられています。有機栽培の現場ではレタスとの輪作作物としてアブラナ科、セリ科、イネ科など多様な作物が導入されています。しかし、上述のとおり本菌は多犯性であることから、本病の既発生圃場では輪作される作物が発病する場合や、後作で栽培されるレタスの発病を助長する可能性が考えられます。そこで、有機栽培でも導入可能な耕種的防除法開発の一助として、すそ枯病菌に対する各種作物の感受性、発病程度に及ぼす気温や苗の植え付け深さの影響等の基本的な性質について解析しました。

試験方法:

1) すそ枯病菌に対する作物間の感受性差異

レタスすそ枯病菌(菌株名:T1-1、学名・菌糸融合群・培養型:*R. solani* AG1-1B)をフスマ・バーミキュライト培地(フスマ 3g、バーミキュライト 7g、蒸留水 10ml を 200ml 三角フラスコに入れてオートクレーブ処理)で約 1 週間培養し、園芸培土で 250 倍(g/g)に希釈して接種源としました。以下断りがない限り菌株 T1-1 を供試し、同様の方法で菌株を培養して接種源としました。

(a) 試験 1: 各種作物の感受性差異(苗接種)

図2-48で示した作物をセルトレイで約 3 週間育苗し、7.5cm ポットに鉢上げしてから接種源を 1 ポット当たり 25ml ずつ苗の株元に覆土して接種しました。接種後は温室内で栽培管理し、4 週間後に地上部の発病状況を調査しました。また、一部の作物については供試個体の地際部をサンプリングし、表面殺菌を行ってから接種菌の再分離を試みました。

(b) 試験 2: ウリ科作物間の感受性差異(苗接種)

ウリ科作物のカボチャ「えびす」、ズッキーニ「ダイナー」、キュウリ「北進」、ニガウリ「太

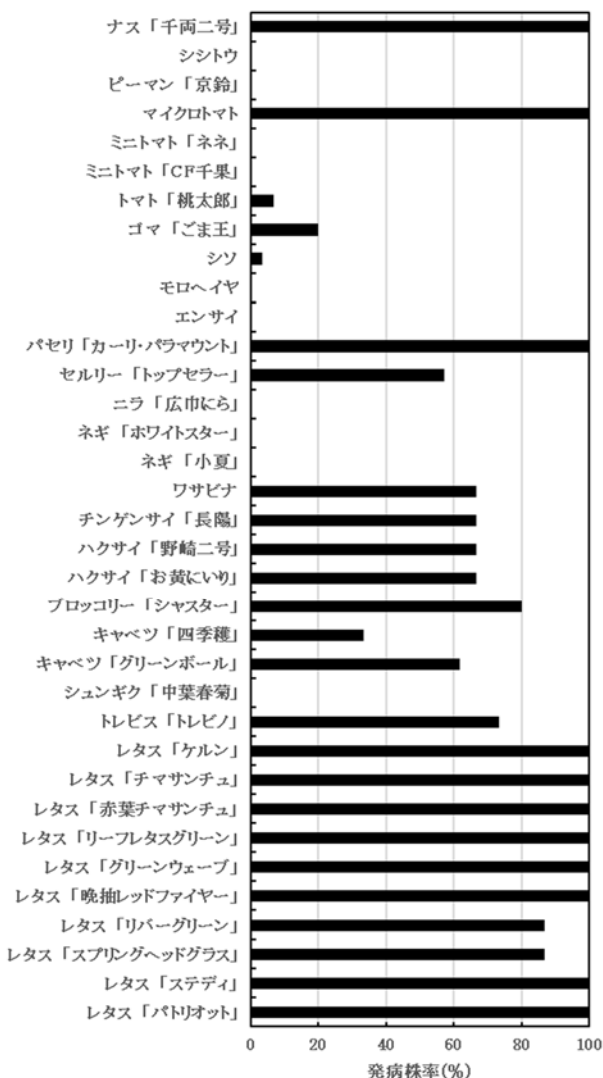


図2-48 レタスすそ枯病菌に対する各種作物の感受性差異

れいし」を 7.5cm ポットで 2 週間育苗し、試験 1 と同様の方法で病原菌を接種して温室内で栽培管理しました。4 週間後、地際の発病状況を調査すると共に、茎部を表面殺菌して地表面から高さ 5cm までを 1cm 間隔で横断し、切片毎に接種菌の再分離を試みました。

(c) 試験 3: 各種作物の感受性差異 (汚染土への播種)

図2-51で示した作物を 10.5cm ポットに播種し、接種源を 1 ポット当たり 50ml ずつ覆土して接種しました。接種後は温室内で栽培管理し、4 週間後に地上部の発病状況を調査して無接種区に対する健全株率を算出しました。また、一部の作物については供試個体の地際部をサンプリングし、表面殺菌を行ってから接種菌の再分離を試みました。

(d) 試験 4: ダイコン品種間の感受性差異 (汚染土への播種)

図2-53で示したダイコン 12 品種および葉ダイコン「葉太郎」を 10.5cm ポットに播種し、接種源を 1 ポット当たり 50ml ずつ覆土して接種しました。接種後は温室内で栽培管理し、4 週間後に地上部の発病状況を調査して無接種区に対する健全株率を算出しました。次に、接種区で生育したダイコンおよび葉ダイコンを抜き取り、ポットの土壌をビニール袋中で良く混和し、再度ポットに充填して放置しました。1 週間後にレタス「パトリオット」を播種し、温室内で 4 週間栽培管理した後、地上部の発病状況を調査して無接種区に対する健全株率を算出しました。

2) 気温と発病程度との関係

レタスすそ枯病菌をフスマ・バーミキュライト培地で 2 週間以上培養し、園芸培土で 100 倍 (g/g) に希釈して接種源としました。200ml のポリプロピレン製カップに園芸培土を 100ml 入れ、1 カップ当たりレタス「パトリオット」を 10 粒ずつ播種し、接種源を 20ml ずつ覆土して接種しました。灌水してからインキュベータ (12/12hr, 8000/0Lux, 20/20°C) で 2 日間催芽処理を行った後、インキュベータの温度を 10、15、20、25、30°C の 5 段階に設定して 2 週間後に発病状況を調査し、無接種区に対する健全株率を算出しました。

3) 苗の植え付け深さと発病程度との関係

レタスすそ枯病菌を 9 日以上培養し、園芸培土で 250 倍 (g/g) に希釈して接種源としました。7.5cm ポットに園芸培土を充填し、接種源を 1 ポット当たり 25ml ずつ覆土してポット中央に植え穴を開け、約 3~4 週間セルトレイで育苗したレタス「パトリオット」の苗を植え付けました。なお、苗の植え付け深さは図2-56のとおり浅植え (地表面から+5mm)、中間 (地表面から±0mm)、深植え (地表面から-5mm) の 3 処理区を設け、4 週間後に地上部の発病状況を調査し、発病指数 (0: 無病徴、1: 一部の葉が発病、2: 半数以上の葉が発病、3: 枯死) に従って発病程度を評価しました。

結果と考察: レタスすそ枯病菌 (*R. solani* AG1-1B) に対する野菜類や緑肥作物等の感受性について明らかにするため、一般に育苗してから本圃に定植して栽培される作物は汚染土壌に苗を定植する方法で、また、直接本圃に播種して栽培される作物は汚染土壌に播種して接種試験を行いました。

試験 1: ナス科、ネギ属、アブラナ科、キク科等の各種作物苗に接種したところ、レタス類、アブラナ科の作物は全般に高い発病株率を示し、ネギ属のニラ、ネギおよびナス科 (ナス「千両二号」、マイクロトマトを除く) 作物の発病株率は比較的低い値を示しました (図2-48)。一方、レタス類の枯死・株腐発生状況については、ステムレタス「ケルン」のように全く認められないものから玉レタス「ステディ」のように半数近くが同症状を示すものまであり、品種間で大きな差異が認められました (図2-49)。接種個体の地際部から接種菌の再分離を試みたところ、ネギおよびナス科 (ナス、マイクロトマトを除く) 作物からの分離率は低く、発病程度と同調する傾向が認められました (図2-50)。

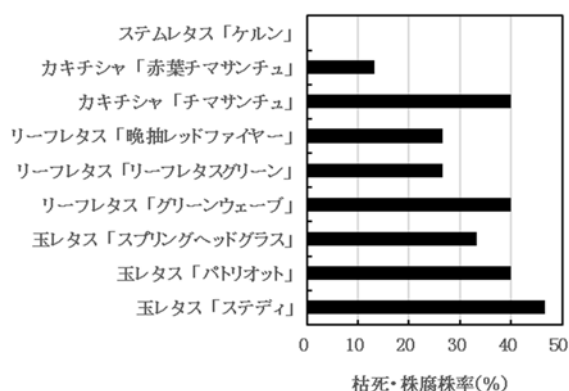


図2-49 レタスすそ枯病菌に対する品種間の感受性差異

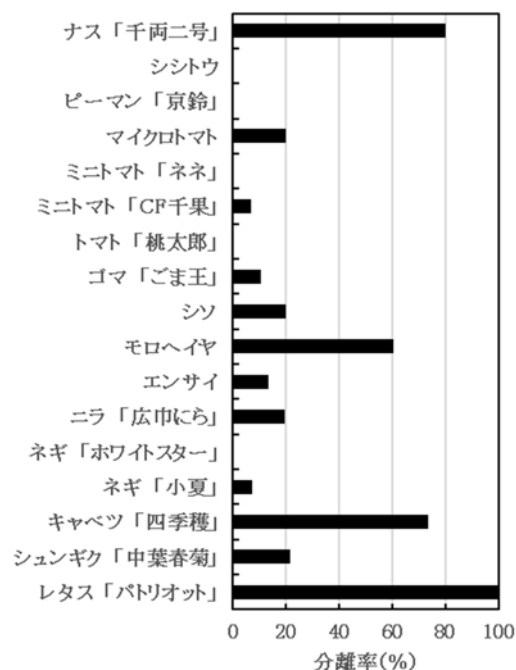


図2-50 接種個体からの接種菌分離率

試験 2:ウリ科作物の苗に接種したところ、いずれも地際褐変等の病徴を示しましたが、カボチャでは他のウリ科作物のような地際部の腐敗や水浸状の症状は認められず、接種菌の分離部位(地表面からの高さ)も低い傾向が認められました(表2-17)。試験 3:汚染土壤に各種作物を播種したところ、ネギ属(ネギ、ニラ)、イネ科(ソルガム、エンバク、スイートコーン)、ダイコン「耐病総太り」の健全株率は比較的高く(つまり発病株率は低く)(図2-51)、さらに、ネギ属、スイートコーン、ダイコン「耐病総太り」では地際部からの接種菌分離率が低い傾向を示しました(図2-52)。試験 4:汚染土壤にダイコンおよび葉ダイコンを播種したところ、健全株率 97%の「耐病総太り」から 0%の「葉太郎」、「江都青長」、「耐病みの早生大根」まで品種間で大きな差異が認められました(図2-53)。なお、「三浦大根」は健全株率 106%を示しましたが、無接種区の出芽率が 60%(データ省略)と他の品種に比べて低い水準でした。また、ダイコン栽培後の土壤にレタスを播種したところ健全株率は 0~79%と作付けした品種間で差が認められ、前作植え付けなし区の 93%と比べて全般に低い値を示しました(図2-54)。特に、本菌の汚染土壤へ播種した際にダイコンそのものの健全株率が高かった「耐病総太り」、「耐病宮重」、「夏の翼」(図2-53)を前作に栽培した場合、後作レタスの健全株率は 0~4%と低い値を示しました。以上の通り、各種作物にレタスすそ枯病菌(*R. solani* AG1-1B)を接種して発病調査および接種菌の再分離を行った結果、ネギ、スイートコーン、トマト、ピーマン等は感受性が低く、逆にレタスやアブラナ科作物等は感受性の高いことが明らかとなりました。本病の既発生圃場ではレタス以外の感受性の高い作物でも発病し、病原菌を増殖させる可能性があることから、病気の発生履歴等を考慮に入れた輪作作物の選定が重要と考えられます。一方、ダイコンについては本菌に対して発病程度の軽い品種も認められたが、後作のレタス栽培において本病を助長する結果となりました。この原因については前作の収穫後に残った細根などの地下部残渣を“エサ”として本菌が増殖し、前作植え付けなしの場合よりも発病を助長させた可能性が考えられます。本試験では前後作の間を1週間としましたが実際の生産場面では残渣の腐熟に十分な期間をおく場合もあります。今後は実際の生産場面を考慮したより詳細な解析を行いたいと考えています。

表2-17 レタスすそ枯病菌によるウリ科作物の発病

作物「品種」	病徴	接種菌の分離	
		分離株数/供試株数	分離部位 (平均値) ^a
カボチャ「えびす」	地際褐変 (高さ1~4cmまで)	7/11	1~2 (1.1)
ズッキーニ「ダイナー」	地際褐変、水浸状、割れ (高さ1~3cmまで)	5/7	1~5 (2.2)
キュウリ「北進」	地際褐変、腐敗、割れ、コルク化 (高さ1~10cmまで)	11/11	2~5 (4.6)
ニガウリ「太れいし」	地際褐変、水浸状、枯れ (高さ1~6cm)	9/11	1~5 (1.9)

a) 接種菌が分離された地際からの高さ (cm)

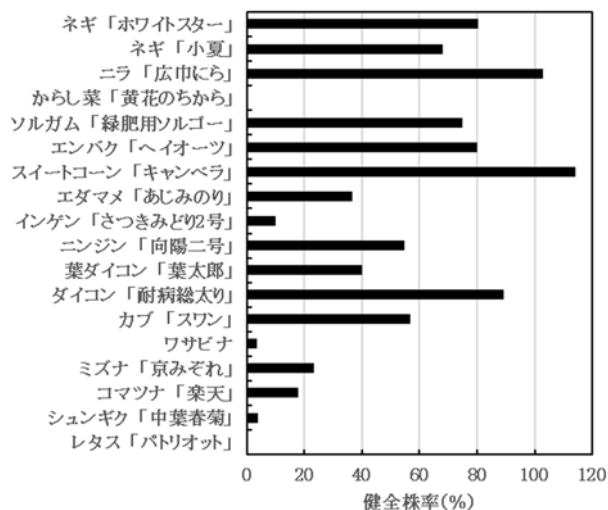


図2-51 レタスすそ枯病菌接種による各種作物の生育への影響

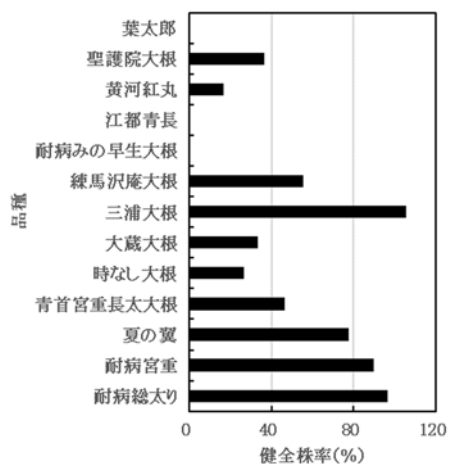


図2-53 レタスすそ枯病菌接種によるダイコン生育への影響

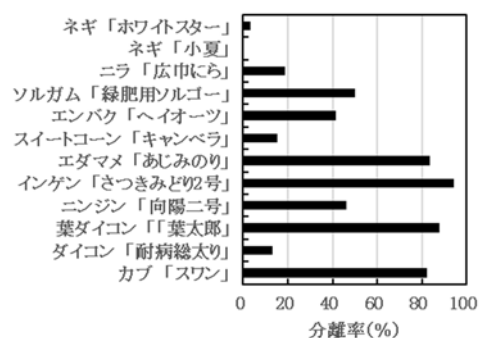


図2-52 接種個体からの接種菌分離率

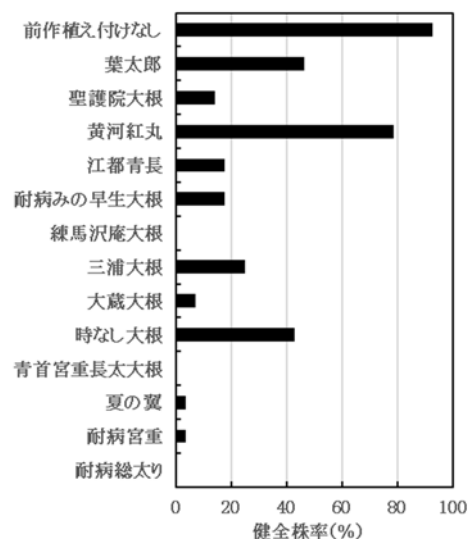


図2-54 ダイコン前作によるレタス苗立枯発生への影響

本病の発病程度に及ぼす気温の影響について、汚染土壌へレタス種子を播種する接種方法で調べたところ、気温 10℃ では健全株率 100%、30℃ では 0% となり、気温の上昇とともに健全苗率の低下、つまり発病が顕著になる傾向が認められました(図2-55)。なお、無接種区の健全株率はいずれの処理温度でも 90% 以上でした。次に、レタスの苗の植え付け深さと発病程度との関係について、3 処理区(浅植え、中間、深植え)(図2-56)を設けて調べたところ、浅植えでは平均発病指数 0.4、中間では 0.6、深植えでは 1.1 となり、苗を深く植えるほど発病が顕著になる傾向が認められました(図2-57)。キャベツの機械収穫では結球部の傾きが問題とされており、その対策として苗の深植えが有効とされています(山本ら、2015)。一方、同じ結球性の野菜であるレタスの場合には、深く植え付けると「タケノコ球」が発生しやすく、浅いと根鉢が乾燥して活着不良となることが知られています(土屋、2002)。レタスすそ枯病は地面に接した外葉から感染して発病します。胚軸の短いレタスの場合には、“深植え”により株元に土壌(病原菌)が接触する機会が増して発病を助長する恐れがあることから、定植時の圃場の水分状態や本病の発生履歴など勘案し、過度に深植えしすぎないことが肝要と考えられます。また、株間を広げることやサブソイラー等による土壌排水対策を講じることによっても本病の発生が軽減されることが報告されており(田代ら、2008)、後作に影響の少ない輪作作物の選定や本病の発生に好適な時期の作付けを避けるなど耕種的な取り組みの積み重ねが被害を軽減する上で重要と考えられます。

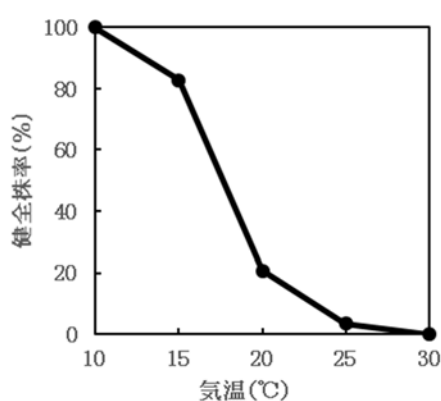


図2-55 レタス苗立枯の発生と気温との関係

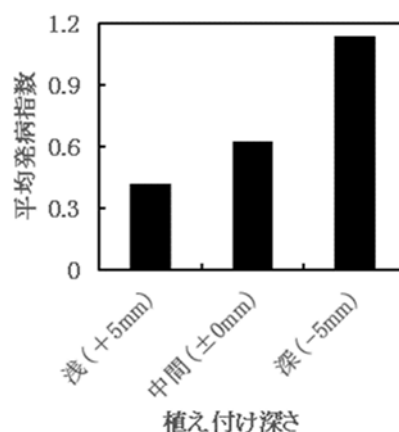


図2-57 苗の植え付け深さと発病程度の関係

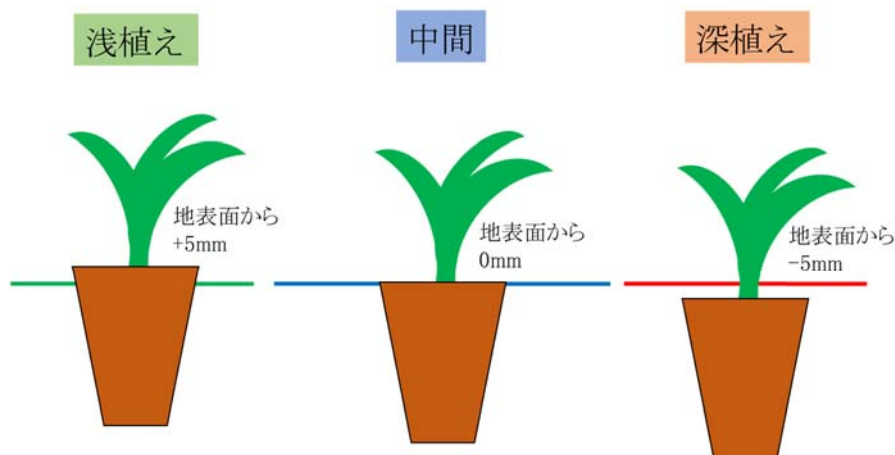


図2-56 レタス苗の植え付け深さ

(2)レタス立枯病の発生生態

課題の背景・目的:茨城県では県西地域を中心に秋から春にかけてレタスの栽培が盛んに行われています。年間の生産量は、初夏から秋にかけて栽培の盛んな長野県に次いで全国第2位となっています。レタスの有機栽培に目を向けると、慣行栽培と同様に長野県ではレタスの栽培に適した高冷地・準高冷地の冷涼な気象条件を利用して生産が行われているのに対して、茨城県の県南・県央地域などの生産が盛んな地域は平坦地が多くなっています。そのため、両県の生産現場で発生して問題となる病虫害の傾向も異なる可能性が考えられます。そこで、筆者らは茨城県内の有機栽培農家圃場においてレタス病害の発生状況を調査するとともに、有機栽培でも導入可能な耕種的・物理的防除法開発の一助として主要な病害の発生生態について解析を行っています。2013年9月にリーフレタスの生産現場においてこれまで国内で確認されたものとは異なる立枯性の病害が発生し、病原菌について分離・同定するとともに発病に及ぼす気温の影響等について検討しましたので、以下に報告します。なお、本報の一部は関東東山病虫害研究会報 63:25-28(山内・窪田、2016)において発表しましたので、詳細な実験手法、データ等についてはそちらを参照して下さい。

試験方法:

1)病原菌の分離・同定

リーフレタス地際茎葉部の罹病部位から病原菌を分離し、形態観察および rDNA-ITS 領域の解析を行って分離菌株を同定しました。

2)接種試験

200穴セルトレイでリーフレタス「リーフレタスグリーン」を約3週間育苗し、園芸培土を充填した10.5cmポットに2株ずつ鉢上げしました。株間中央部の土中に、ショ糖加用ジャガイモ煎汁寒天(PSA)平板培地で培養した分離菌株の菌糸片を2枚埋め込み接種しました。接種後は温室内で栽培管理し、14日後に発病状況の調査および地上部と地下部の生重量を測定しました。

結果と考察:2013年9月、茨城県内のビニールハウスで栽培していた定植後間もないリーフレタスにおいて、地際が褐色水浸状に腐敗し、株全体が萎凋・枯死する障害が発生しました(図2-58)。分離菌株はPSA平板培地上で白色、綿毛状の菌糸を旺盛に生育させ(図2-59)、菌糸は10~45°Cで生育して生育適温は35°Cと高温性の糸状菌でした(図2-60)。分離菌株の形態的特徴は既報の *Pythium aphanidermatum* (van der Plaats-Niterink, 1981) とほぼ一致し、rDNA-ITS 領域の解析結果もそれを支持しました(データ省略)。分離菌株をリーフレタスの苗に接種したところ、地上部では無接種の個体に比べて生育遅延し、症状の激しい個体では腐敗・枯死症状を示しました(図2-61)。地下部は褐変、腐敗し、無接種区に比べて根量が減少しました。以上の結果より、本病の病原菌を *P. aphanidermatum* と同定しました。

地上部の腐敗・枯死症状と気温の関係について調査したところ、平均気温が27°Cを超える高温条件で発生する可能性があることが明らかとなりました(図2-62)。一方、地上部が腐敗や枯死の症状を示さない場合でも、無接種区に対する相対生重量は平均気温の上昇とともに顕著になる傾向が認められました(図2-63)。

我が国では類似の病害として *P. irregulare* 等による立枯病(楠、2012; 楠ら、2009)や *P. uncinulatum* によるピンム萎凋病(Matsuura et al., 2010)が報告されていますが、いずれも比較的気温の低い時期の露地栽培で発生が確認されています。一方、海外では *P. aphanidermatum* により水耕栽培で根腐れや萎凋を引き起こす病害が報告されています(Utkhede et al, 2000; Davis and Davis, 1997)。 *P. aphanidermatum* によるレタスの病害は我が国では今回初めて確認されたため、既報の立枯病と発生時期は異なるものの症状が類似していることから立枯病の病原として追加することを提案し、その後、日本植物病名目録に追加記載されました(日本植物病理学会編、2017)。なお、本菌は多犯性の病原

菌であり、アブラナ科、ウリ科、ナス科、マメ科など多くの作物に病気を引き起こすことが知られており（日本植物病理学会編、2017）、畑土壌では広く分布している可能性が考えられます。

本病が確認された生産者のビニールハウスでは2013年9月はじめにリーフレタスの苗が定植されていました。最寄りのアメダスデータでは平年値を上回る日平均気温が記録されており、9月1～7日の平均気温は約25.8℃でした（図2-64）。リーフレタスが栽培されていたビニールハウスの側窓は開放状態でしたが、害虫の侵入対策として目合いの細かな防虫ネットが展張されていたために通風が悪く、定植後の苗は上述のアメダスデータよりもさらに高温条件にさらされていた可能性が考えられます。一般に気温が比較的高い時期にレタスを定植する場合には、地温の上昇抑制を目的として白黒マルチが用いられることがあります。しかし本病の発生した圃場では秋以降の気温低下を懸念して黒マルチを使用していたことが本病の発生を助長した可能性が考えられます。長期予報を参考にして残暑が予想される場合には白黒マルチやハウス全体を覆う被覆資材を利用したり、他作物も含めて既発生圃場の場合には定植時期を気温の低い時期に変更したりする等によって本病の発生軽減が期待されます。



図2-58 立枯病の症状



図2-59 病原菌の菌叢

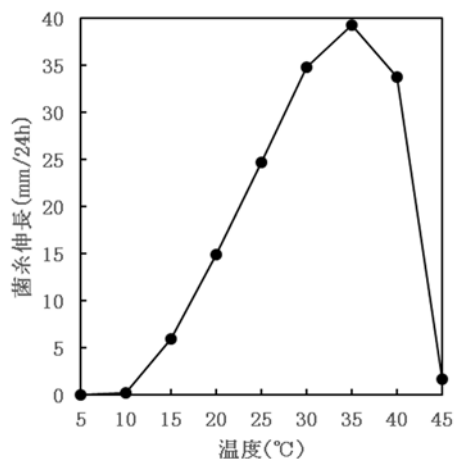


図2-60 分離菌株の菌糸伸長と温度



図2-61 立枯症状と地下部の腐敗
左:無接種、右:病原菌接種

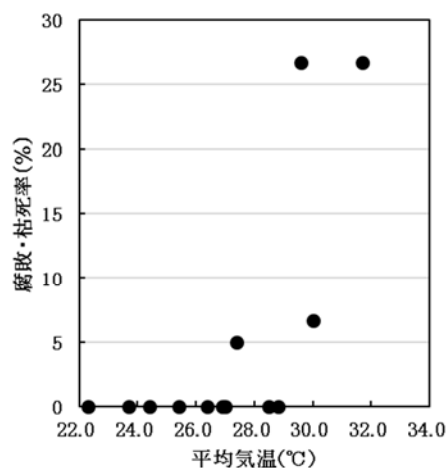


図2-62 腐敗・枯死症状の発生と気温の関係

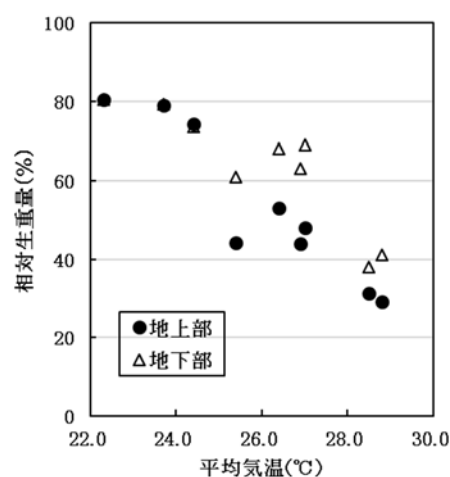


図2-63 生育遅延と気温の関係

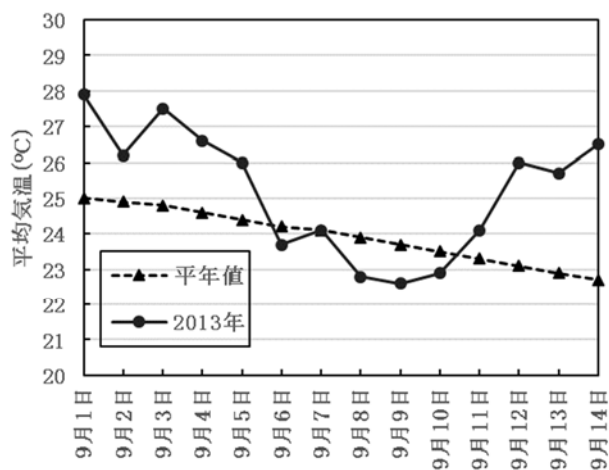


図2-64 2013年9月上旬の日平均気温と平年値の推移

9. 要約

- 1) 長野県塩尻市のレタス有機栽培圃場では、斑点細菌病の発生により収量や品質に影響が認められました。また、梅雨期や秋雨期には腐敗病、夏期には軟腐病、栽培期間を通じてすそ枯病が比較的多く観察されました。
- 2) 細菌性病害に対しては、レタス品種間で感受性の違いがありました。また、軟腐病や腐敗病に対しては、それぞれ登録のある微生物農薬が一定の防除効果を示しました。
- 3) すそ枯病に対しては、マリーゴールドやニンジンとの輪作による発病抑制効果が認められました。
- 4) 春作や夏秋作のレタス栽培では、不織布の「じかがけ」や「浮きがけ」によりチョウ目幼虫による被害軽減効果が認められました。
- 5) 不織布の「じかがけ」に比べて「浮きがけ」では、レタスの葉焼け症状の発生が抑制されました。
- 6) 有機栽培転換後の年数に従って、土壌中の可給態窒素や交換性カリ、可給態リン酸の増加傾向が認められました。
- 7) 鶏ふんをレタス定植の10日前に施用すると、春作、秋作ともにレタスの窒素吸収前に十分な窒素が供給されると考えられました。また、発酵鶏ふんの窒素肥効率を60%としてレタスを栽培したとこ

- ろ、化成肥料と同等の生育でした。
- 8)リン酸やカリ過剰となっている圃場では、窒素に比べてリン酸やカリ含有率の低いバイオ有機s等の施用が過剰軽減に有効と考えられました。
- 9)有機レタス栽培農家の経営評価から、契約栽培による高単価確保や手数料等の流通経費カットが経営上重要と考えられました。
- 10)これらの結果から、栽培地域の実情に合わせた物理的・生物的防除法等による病害虫対策や適切な施肥管理が、高冷地における有機レタスの安定生産に寄与するものと考えられました。
- 11)レタスすそ枯病や立枯病の発生生態解析から発病助長要因が明らかとなり、今後は各種病害の被害軽減に向けた耕種的防除法の開発に役立てます。

10. 引用文献

- Davis, R. M. and Davis, J. B. (1997) Compendium of Lettuce Diseases (R. M. Davis et al. eds.), p. 23, APS Press, MN.
- 岸 國平・我孫子和雄 (2002) 野菜病害の見分け方-診断と防除のコツ-. pp. 138-140, 全国農村教育協会, 東京.
- 楠 幹生ら (2009) 香川県下で発生したレタス立枯病に関与する*Pythium*属菌. 日植病報 75: 185.
- 楠 幹生 (2012) レタスに発生する*Pythium*属菌による立枯病. 植物防疫 66: 96-100.
- Matsuura, K. et al. (2010) *Pythium* wilt of lettuce caused by *Pythium uncinulatum* in Japan. *J. Gen. Plant Pathol.* 76: 320-323.
- 日本植物病理学会編 (2017) 日本植物病名目録(2017年版). 日本植物病理学会, 東京.
- 関口昭良 (1998) 日本植物病害大事典(岸 國平編). pp. 423-424, 全国農村教育協会, 東京.
- 清水時哉ら (2017) 高冷地有機栽培レタスにおける病害の発生動向とその対策. 関東東山病虫研報 64: 41-46.
- 田代勇樹ら (2008) 圃場環境の改善によるレタスすそ枯病、軟腐病および灰色かび病の軽減技術. 平成 19 年度東北農業研究成果情報
<http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H19/yasai/H19yasai023.html>
- 土屋宣明 (2002) 新野菜作りの実際 葉菜(川城英夫編). pp. 138-146, 農山漁村文化協会, 東京.
- Utkhede, R. S. et al. (2000) *Pythium aphanidermatum* root rot in hydroponically grown lettuce and the effect of chemical and biological agents on its control. *Can. J. Plant Pathol.* 22: 138-144.
- van der Plaats-Niterink, A. J. (1981) Monograph of the genus *Pythium*. *Stud.Mycol.* 21: 1-242.
- 山本岳彦ら (2015) キャベツの機械化一貫栽培体系における苗の移植深度が収量、結球部の傾きおよび根系分布へ及ぼす影響. 根の研究 24: 3-10.
- 山内智史・窪田昌春 (2016) *Pythium aphanidermatum*によるレタス立枯病(病原追加)とその発生への気温の影響. 関東東山病虫研報 63: 25-28.

11. 課題担当者一覧

- 清水時哉(1～3、6、7)
金子政夫(4、7)
出澤文武(5)
山内智史(7、8)

12. 問い合わせ先

農研機構中央農業研究センター Tel:029-838-8481
長野県野菜花き試験場 Tel:0263-52-1148