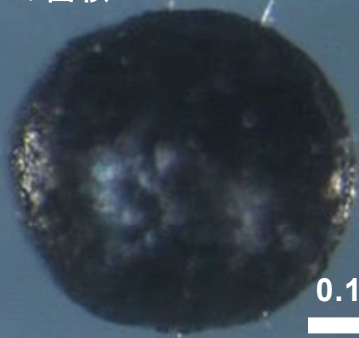
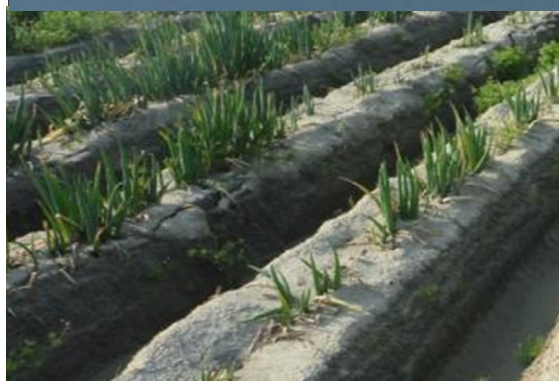


発芽中の菌核



0.1 mm



収穫皆無の圃場(枯死・地下部腐敗)

# あたらしい 農業技術

No.685

圃場のネギ黒腐菌核病リスクに  
応じて防除対策を選択できる  
診断・防除マニュアル  
改訂増補版

令和4年度

— 静岡県経済産業部 —

# 要 旨

## 1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) ネギ黒腐菌核病リスクを栽培前圃場ごとに診断し、これにあった防除対策を選定できる診断対策マニュアル（平成 29 年度）の改訂増補版です。
- (2) 診断は栽培前に「前作の発病程度（土壌中の生存菌核数）」、「周辺圃場での発病」、「定植前の土壌 pH」について行い、各項目の結果（発病ポテンシャル＝発病しやすさ）により、総合的な黒腐菌核病リスクをレベル 1（低い）、レベル 2（中程度）、レベル 3（高い）の 3 段階で評価します。改訂増補版では、AI アプリによる診断についても紹介します。
- (3) 黒腐菌核病防除における「土壌中の生存菌核の低減」、「根圏にいる菌核の効果的な殺菌」、「生き残った菌核の病原力の低減」に関わる各種対策を「基本」・「蔓延防止」・「緊急措置」向けに開発しました。改訂増補版では、新たに開発した、省力的・省農薬的な対策を追加しました。
- (4) 本マニュアルはリスクレベルに応じて、適切な防除対策を提案します。

## 2 技術、情報の適用効果

圃場ごとのネギ黒腐菌核病リスクレベルに応じて、土壌消毒に頼らない、省力的かつ効果的な防除が可能となります。

## 3 適用範囲

- (1) 営農指導機関
- (2) 県内全域のシロネギ生産者

## 4 普及上の留意点

文中に記載されている農薬は、最新の登録内容に基づいて使用してください。

## 目 次

はじめに	1
1 ネギ黒腐菌核病について	1
2 圃場の診断	2
(1) 診断項目	2
(2) 総合評価	4
3 リスクに応じた防除対策技術	4
(1) 防除対策の選定	4
(2) 防除対策項目	5
4 マニュアルの検証	
(1) 改訂版マニュアル	10
(2) AI アプリ HeSo+ (ヘソプラス)	11
おわりに	12
参考文献	12

## はじめに

平成 20 年代は、中遠地域を中心としたシロネギ産地では土壌伝染性病害であるネギ黒腐菌核病の発生が拡大し、対策に苦慮していました。黒腐菌核病は全国的にも、多くのシロネギ産地で発生しており、本病が多発すると収穫が皆無になってしまうため（表紙写真）、平成 25 年から令和 3 年にかけて農林水産省が主導する 3 つのプロジェクトにおいて本病害が取り上げられ、農林技術研究所では、その全てに参画して黒腐菌核病の診断・防除技術について研究を進め、平成 29 年に「圃場のネギ黒腐菌核病リスクに応じて防除対策を選択できる診断・防除マニュアル」を策定しました。今回の改訂増補にあたっては、主に高度化・省力化した防除対策と AI を用いた診断方法について内容を更新しました。

本マニュアルは圃場の健康診断に基づいた土壌病害管理：ヘソディム（HeSoDiM：Health checkup based Soil-borne Disease Management）という、新しい土壌病害防除の考え方により作成いたしました。ヒトの健康診断において、問診や血液検査等の結果から病気のリスクを明らかにし、生活習慣の改善や治療法を検討することを参考にし、栽培履歴や土壌分析結果から圃場を診断した後に土壌病害リスクの程度に応じて予防的に対処するという考え方です。これにより、一律の防除ではなく、圃場のリスクレベルに応じた防除対策を選択することで、防除対策の過不足を避けられます。また過剰な薬剤施用が避けられるため、環境負荷を軽くすることができます。

## 1 ネギ黒腐菌核病について

ネギ黒腐菌核病はかびの一種である *Sclerotium cepivorum* による病害で、1 mm 弱の微小な黒色の「菌核」が伝染源となる「土壌伝染性病害」です。本病原菌は、ネギ属（タマネギ、ニンニク、ニラ、ラッキョウ、アサツキなど）専門に病気を起こしますが、それ以外の植物には見向きもしません。病気は土の中で進行し、根や葉鞘部（シロネギの白い部分）を腐らせます。地上部では、最初に外側の葉先枯れなどの症状がみられる程度ですが、地下の病状が重くなると急激に萎れて枯れます（図 1）。地下の病斑部には始め白色のかびが伸長し、その後、速やかに菌核が形成されて、病斑部は黒色のかさぶた状になります（図 2）。

ネギ黒腐菌核病は低温性の病害で、菌糸の生育適温は 5～20℃、特に 15～20℃で最大となります。このため、発生時期は秋から春に該当し、県内のシロネギ栽培の主力作型である秋冬ネギ



図 1 罹病した地下部の白色菌糸と黒色のかさぶた状に形成された菌核

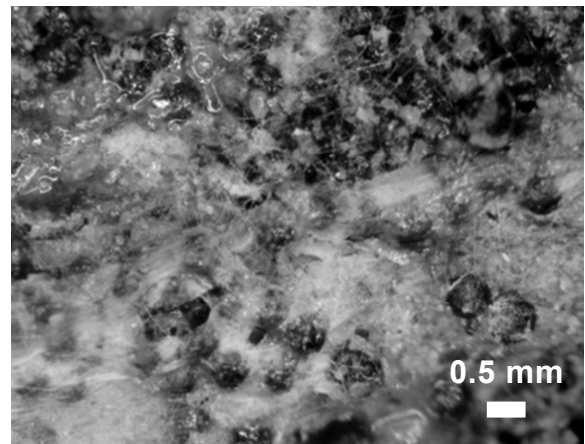


図 2 病斑部の拡大図  
（黒色の菌核が多数形成）

(11～2月収穫)では収穫期に当たります。掘取り前には気づかず、収穫時に初めて発病を確認して出荷不能になる場合もあり、生産者の生産意欲を削いでしまいます。収穫時期がやや遅い春ネギ(3～4月収穫)では最も被害が大きく、収穫皆無になることもあります(表紙写真)。厳寒期(12～1月)に定植する初夏ネギ(5～7月収穫)では、ネギが小さいうちに本病が発生しますが、県西部地域では収穫期には地温が高くなり伝染が収まるため、圃場に最初にいた病原菌が少ない場合には被害はやや軽くなります。本病の菌核はネギ属作物から出る揮発性物質を感知して発芽し、菌糸を伸ばしますが、ネギ属作物がないと土壌中の菌核は数年間残存して感染源となります。菌核1個でも容易にネギを枯らし、海外の文献ではニンニクにおいて、作付け前に土壌100gあたりに菌核が2個あれば収穫時に90%以上の株で発病したという報告があります。

## 2 圃場の診断

### (1) 診断項目

圃場の診断項目として「前作の発病程度」、「周辺圃場の発病」、「定植前の土壌 pH」、「土壌中の菌核数」の4項目を取り上げました。

#### ア 前作の発病程度

本病が発生すると、収穫後も地下部に形成された菌核が土中に残り、次作の感染源となります。軽微な症状の場合には判断が難しいことから、収穫時に廃棄株率(本病により出荷できなかった割合)を確認し、前作の発病程度とします。

#### イ 周辺圃場の発病

周辺圃場で発病があると風雨で菌核が運ばれる可能性があります。また、自家の他圃場で発病があると機械に付着して広がる可能性があることから、前作収穫時に周辺圃場の発病の有無を確認します。

#### ウ 定植前の土壌 pH

ネギ株元の土壌 pH を 7.0 以上に保つと被害軽減するため(後述)、定植前に pH 測定を行います。

#### エ 土壌中の菌核数(アが不明の場合)

ネギ黒腐菌核病の菌核は非常に小さく、土壌の中から肉眼で見分けることは困難です。そこで、迅速かつ高精度に土壌中の菌核を定量するための方法を開発しました(図3)。

- ① 表層の3cm程度を除き、深さ15cmまでの土壌を採取します。各圃場内5ヶ所から各500g程度ずつ採取して、各地点の菌核数を調査します。
- ② 土壌を水洗しながらふるい分けします。
- ③ 菌核を含む篩上の残留物を次亜塩素酸ナトリウム水溶液中で攪拌し、表面殺菌します。
- ④ 更に水中でスプレー噴射による攪拌後、速やか(1秒以内)に浮遊物を水と共に0.18mm目合いの篩上に移すことで、高比重の土壌粒子と菌核を含む低比重物を分別します。
- ⑤ 分別された低比重物の中から、菌核を実体顕微鏡下(対物レンズ1～2倍)でピンセットを用いて拾い上げ、そのまま挟み割った後、抗生物質(ストレプトマイシン100ppm、テトラサイクリン50ppm)含有ジャガイモ・ブドウ糖寒天培地(PDA)上に静置します。菌核の中身は透明で弾力のあるゼリー状であり、挟み割った時には何も流出しません。
- ⑥ 10～15℃で2週間培養し、菌糸伸長や菌核形成で生死と黒腐菌核病菌の判定をします。

① 土壌サンプリング・計量 (混和後、理化学  
性分析用サンプルを除いて使用)



①

② ふるい分け (スプレー使用)

目合い1-2mm: 小石等除く → 0.18mm: 菌核を回収



②

土壌の計量  
から

③ 次亜塩素酸処理 (0.25%・2.5分)

雑菌除去 + 植物残渣等の漂白で菌核が見やすい



③

④ 土壌粒子との分離 (デカンテーション)

比重の差で同じ位の大きさの砂粒と菌核を分離



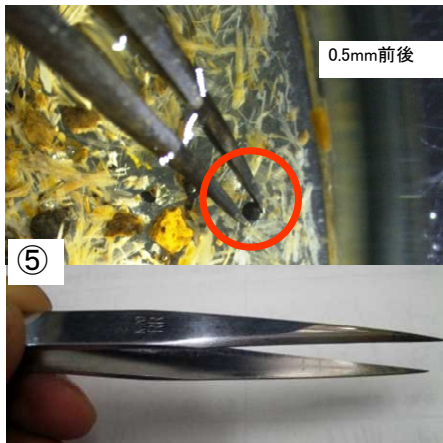
④

菌核画分  
の回収まで

10分

⑤ 菌核の拾い上げ (ピンセット使用)

顕微鏡 (10倍拡大) で見ながら菌核をつまみとる



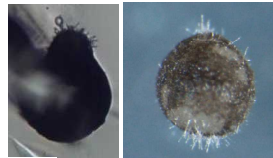
⑤

菌核拾い上げ  
+ 割り入れ  
5~15分  
(個数による)

培養 →  
菌核形成  
1~2週間

⑥ 培養法で最終判定 (10-15°C)

スマイ100ppm・テトラサイクリン50ppm入りPDA使用



⑥

← 発芽途中  
の菌核  
菌核形成した  
コロニー  
↓

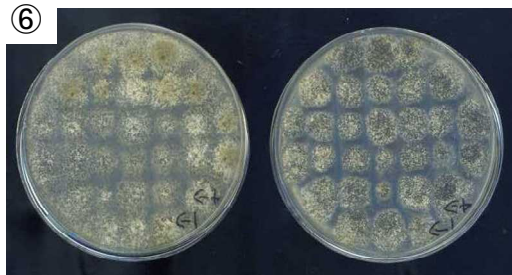


図3 湿式篩い分け法による土壌中の菌核数測定手順

現在は、農薬メーカー (アグロカネショウ株) が本法による土壌検査を受託しています  
(<https://www.agrokanesho.co.jp/soil/>)。

## (2) 総合評価

ア、イ、ウもしくはイ、ウ、エの各診断項目の診断結果に、発病に対する重み付けをした点数を合計し、その圃場の総合的なリスク（発病ポテンシャルレベル）を3段階で評価します(表1)。

表1 圃場のネギ黒腐菌核病リスク評価

診断項目	診断結果	点数
ア 前作の発病程度	前作に廃棄株無し	1
	前作に <b>30%未満*</b> の廃棄株あり	4
	前作に <b>30%以上*</b> の廃棄株あり	6
イ 周辺圃場での発病	自家他圃場と隣接圃場ともに発病なし	0
	自家他圃場または隣接圃場に発病あり	1
	自家他圃場と隣接圃場ともに発病あり	3
ウ 定植前の土壌pH	7.0以上	0
	6.0以上7.0未満	1
	6.0未満	2
※土壌消毒や輪作後にアの替わりに実施	生存菌核の検出なし	1
エ 土壌100g中の生存菌核数（ほ場内5箇所）	5箇所の生存菌核数の平均が1個未満	3
	5箇所の生存菌核数の平均が1個以上	5

### 評価

合計点	発病ポテンシャルレベル	
2以下	低(1)	対策なしで少発生以下**
3以上 かつ ア(エ)が4(3)以下	中(2)	対策なしで中～多発生
6以上 かつ ア(エ)が6(5)	高(3)	対策なしで甚発生

\* 改訂増補版では、防除技術の進歩により定植前の土壌消毒を実施せずに生育期防除により対応できる発病ポテンシャルレベルが拡大したため、最大レベルの閾値を10%から30%引き上げた。

\*\* 少発生：廃棄株率10%未満  
 中発生：同 10以上30%未満  
 多発生：同 30以上50%未満  
 甚発生：同 50%以上

## 3 リスクに応じた防除対策技術

### (1) 防除対策の選定

総合評価から求めた圃場の発病ポテンシャルレベルに応じて、防除対策を選定します(表2)。

表2 圃場のネギ黒腐菌核病リスクに対応した対策項目

対策項目（ネギ専作の場合）	発病ポテンシャルレベルごとの対策			目的	
	対策レベル	1	2		3
基本	①圃場衛生	○	○	○	生存菌核の低減
	②土壌分析に基づく理化学性の改善	○	○	○	病原力の低減
	③緑肥の鋤き込み	○	○	○	生存菌核の低減
蔓延防止	④作型の変更（年内収穫へ）		○	○	発病時期の短縮
	⑤定植時薬剤防除		○	○	効果的な殺菌
	⑤土壌pHの矯正(土寄せ時)*		○	○	病原力の低減
緊急措置	⑥土寄せ時薬剤防除			○	効果的な殺菌
	⑦定植前の被覆土壌消毒／ネギ属以外の輪作			(○)	生存菌核の低減

\*⑦をしない場合、⑤を定植前植え溝転炉スラグ処理(pH7.5)に変更して④の増強を検討

表2に示すように、各対策項目には、「土壤中の生存菌核の低減」、「根圏にいる菌核の効果的な殺菌」、「生き残った菌核の病原力の低減」といった目的があり、発病ポテンシャルレベルに応じてそれぞれの目的を達するためのメニューを用意しています。

発病ポテンシャルレベル1では、伝染源を入れず、仮に侵入したとしても発病しにくい圃場条件に保つための基本的な対策として①「圃場衛生」、②「土壤分析に基づく理化学性の改善」、③「緑肥の鋤き込み」等の実施が挙げられます。

レベル2では栽培条件によっては多発する恐れがあるため、レベル1の対策に加え、蔓延防止対策として、長期残効型の殺菌剤を用いた④「定植時薬剤防除」、黒腐菌核病菌の病原力を低下させる⑤「土壤pHの矯正(土寄せ時)」等の積極的な対策の実施が挙げられます。可能であれば、低温遭遇期間、すなわち発病期間が短く、被害が軽くなる年内収穫への⑩「作型の変更」も検討してください。

レベル3は放置すればネギ栽培が立ち行かなくなる危機的な状況であるため、レベル2の対策とともに、緊急措置として、⑥「土寄せ時の薬剤防除」を実施して下さい。可能な場合は、⑦「定植前の被覆土壤消毒」か、「ネギ属以外の輪作」を行うことで、土壤中の菌核の低減を図ります。⑦を行わない場合、⑤を「定植前植え溝転炉スラグ処理」に変更して定植時から安定的にpH矯正(目標pH7.5)を行うことで④の効果を増強すること(後述)も検討してください。

## (2) 防除対策項目

### ⑩作型の変更

本病原菌が20℃以下を好む低温性菌であることや、10℃以下ではネギの病気への感受性が高まり発病が増加することから、年内収穫(5～6月定植)へ作付け時期を早めることで発病適期を避けられるため、被害軽減が可能です(図4)。前作に、年明け以降収穫の作型で多発した圃場にネギを定植する場合は、作付け計画を見直すことも検討してください。

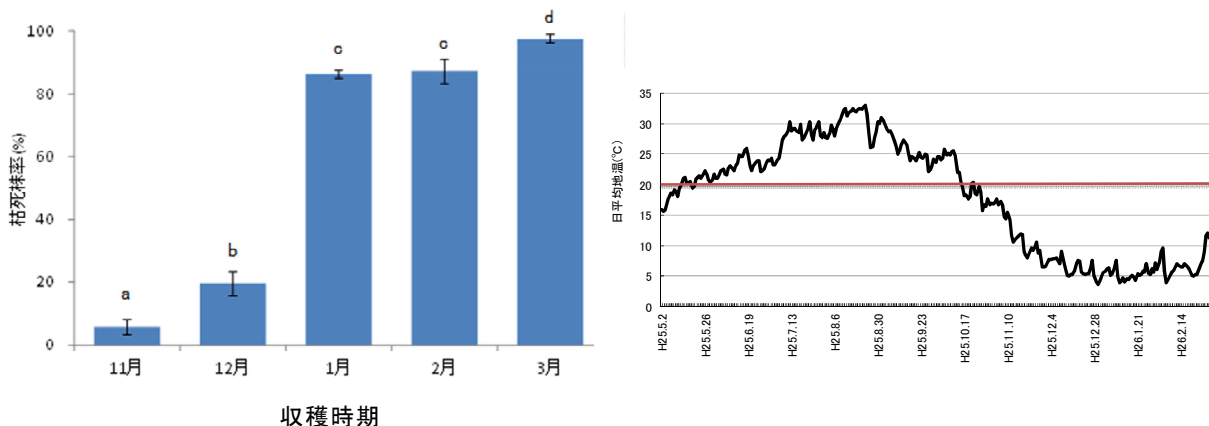


図4 作型の違いによる枯死株率への影響と試験時の地温の推移

- 1) Bonferroni 補正を行った Fisher の正確確率検定により異符号間で有意差あり ( $p < 0.01$ )。エラーバーは標準誤差を示す
- 2) 試験方法 処理区は収穫時期として11月(定植:6/15)、12月(6/30)、1月収穫(7/15)、2月収穫(8/5)、3月収穫(8/19)を設定した。所内露地ベッドにて定植前にPDA培地で培養した菌核約3,000個/㎡および菌核を含んだフスマ・籾殻培地5g/㎡を土壤中に混和し、各区の土寄せの際に菌核を含んだフスマ・土壤培地15g/㎡を株元に混和して接種を行った。土寄せ回数は、11、12、1月収穫は3回、2、3月収穫は2回とした。調査は各区の収穫時、ただし2、3月収穫区は発病が激しいため1/28に調査を早め、枯死株率を算出した。



### ①圃場衛生（土壌中の生存菌核の低減）

黒腐菌核病を発症したネギは菌核を形成し、これが土壌中に残ると次作の伝染源となります。そのため前作の発病株は、なるべく圃場外に持ち出して処分してください。その際、畦などに放置すると菌核が飛散する恐れがあるため、農林技術研究所成果写真集 2018(13)「簡単！黒腐菌核病で腐ったネギの処分法」（巻末参照）など参考に、適切に処分してください。本病が発生していない圃場でも、自家の別の圃場や周囲に発生圃場がある場合、土壌を介して菌核が持ち込まれることがあるので、農機や靴などについて他圃場の土を持ち込む可能性を意識して、作業の順番の検討や農機等の洗浄を行ってください。

### ②土壌分析に基づく理化学性の改善（病原力の低減）

黒腐菌核病の病原力は pH が酸性に傾くことで増強されます。また、EC が高すぎる場合、転炉スラグによる生育抑制が起こり易いことが報告されています。その他、土壌理化学性の乱れが植物病害を助長する（リン酸過剰など）ことがあるので、黒腐菌核病の発生が無い場合でも栽培前には必ず JA 等で土壌分析を行い、指導を基に必要な対策をとってください。

### ③緑肥の鋤き込み（生存菌核の低減）

ネギ作付け前や定植後の畝間に他作物を植え付けることで、菌核数を減らせることを確認しました。間作作物や緑肥作物を導入したり、他作物との輪作を行ったりすることで、土壌中の菌核数を減少させてください。中でもマルチ大麦の間作は、土着天敵を温存することでネギアザミウマ対策にもなり、また、夏の地温上昇抑制にも有効なことが確認されています。

### ④・⑥定植時・土寄せ時薬剤防除（効果的な殺菌）

黒腐菌核病対策の栽培期間中に使用できる化学農薬として、前マニュアル当時のアフェットフロアブル、モンガリット粒剤と合わせて7剤（8使用法）が登録されています（表3）。

表3 ネギ黒腐菌核病の生育期に使用できる化学農薬（2023年1月現在）\*

コード	農薬の名称	希釈倍数使用量	使用時期	散布液量	使用回数
2	スミレックス水和剤	1000倍	収穫21日前まで	100～300L/10a	3回以内
3	モンガリット粒剤	6kg/10a	生育期 但し、収穫14日前まで		3回以内
7	アフェットフロアブル	1000～2000倍	生育期 但し、収穫14日前まで	1L/n <sup>2</sup>	2回以内
7	パレード20フロアブル	100倍	育苗期後半～定植当日	セル成型育苗トレイ1箱または、ペーパーポット1冊（約30×60cm、使用土壌約1.5～4L）当り0.5L	1回
		2000倍	収穫前日まで	100～300L/10a	3回以内
7	カナメフロアブル	4000倍	収穫前日まで	100～300L/10a	4回以内
11	メジャーフロアブル	2000倍	収穫前日まで	100～300L/10a	3回以内
12	セイビアーフロアブル20	1000倍	収穫前日まで	100～300L/10a	3回以内

\* 希釈倍数、使用時期、回数等が変更されることがあるので、農薬ラベルの最新の情報を確認して下さい。

散布登録のある各薬剤は、地温が黒腐菌核病菌の成育に適した 20℃以下になる期間に、散布液量の最大量を株元にかかるように施用することで効果が見込めます。県内主力の秋冬ネギの場合、根や茎盤部における初期感染を防ぎ最大の効果を得るには、地温が低下する9月下旬～10月初めを目安に最初の散布を行う必要があります（図5）。その後も土寄せに合わせて複数回の（土寄せ前）散布を行うことで、葉鞘部からの感染を防ぐことができます。

その中で、散布と苗処理の適用があるパレード20フロアブルは、植物体内での残効が長く、

黒腐菌核病菌の殺菌有効濃度を 100 日以上維持することが報告されているため、苗処理・定植直後の散布とともに、いずれの作型でも初期感染を防ぎ、リスクレベル 3 圃場であっても被害の拡大を防ぐことが期待できます (図 6 冬ネギの例)。

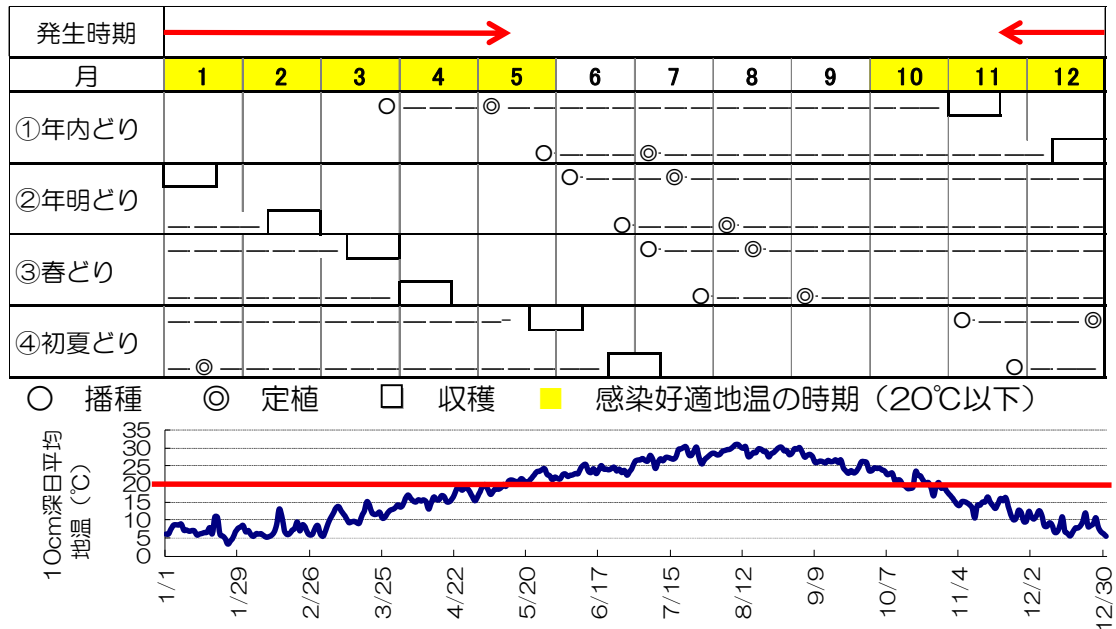


図 5 県内産地のシロネギ作型と地温の推移 (畝の端・深さ 10 cm)

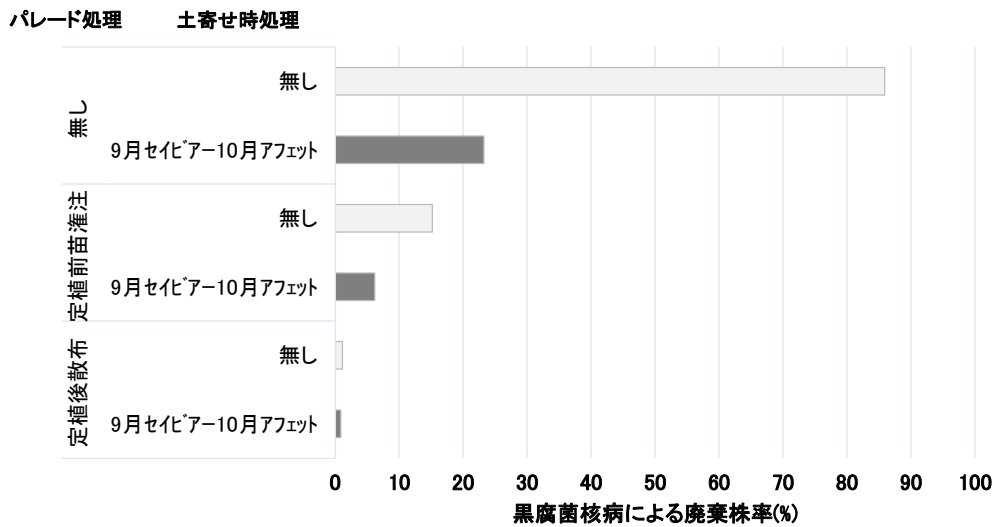


図 6 定植時のパレード 20 フロアブル処理によるネギ黒腐菌核病防除効果 (3 反復まとめ)

静岡県磐田市内 (未熟低地土) 前作 (春どり) 廃棄株率 90% 強の圃場 (土壌消毒なし)

- ・ 定植 : R1/6/26 (品種 : 龍ひかり 2 号)、収穫調査 : R2/1/21
- ・ 定植前苗灌注 : R 1 / 6 / 24 (定植 2 日前)、定植後散布 : R 1 / 6 / 26 (定植後当日)、
- ・ 生育中処理 : R 1 / 9 / 2 セビア-1000 倍・300L/10a 散布、10/7 アフェット 1000 倍・1 L/m<sup>2</sup> 株元灌注

## ⑤ 土壌 pH の矯正（土寄せ時、定植前植え溝転炉スラグ処理：病原力の低減）

ネギ黒腐菌核病菌は組織軟化酵素を産生してネギに感染しています。組織軟化酵素が働く最適 pH は 3.0-3.5 と低く、5.0 以上では活性が低下するため、ネギ近傍の pH を高く保つことが感染を防ぐこととなります。ネギ黒腐菌核病菌は自らシュウ酸を産生して pH を低下させますが、温度と pH の関係を調査したところ、10℃以下の低温期にネギ葉鞘を pH7.0 以上に維持することで発病が軽減しました（表 4）。

表 4 異なる初期 pH 及び温度における黒腐菌核病の発病率 (%)

温度/期間 初期pH	15℃			10℃			5℃		
	2週間後	3週間後	5週間後	2週間後	3週間後	5週間後	2週間後	3週間後	5週間後
5.0	100	-	-	0	47	100	0	0	73
5.5	100	-	-	0	60	100	0	0	93
6.0	100	-	-	0	33	100	0	0	87
6.5	100	-	-	0	40	100	0	0	87
7.0	100	-	-	0	33	100	0	0	47
7.5	100	-	-	0	20	100	0	0	47

直径 1cm のネギ葉鞘ディスク上に pH5.0~7.5 に調整した 0.1M のリン酸バッファー 20 μL を滴下し、割りを入れて発芽を促進した成熟菌核を液滴中に接種した。各 pH ディスク 15 枚を用い、15℃・10℃・5℃に設定したインキュベーター内に、接種ディスクを載せた素寒天平板を入れ、接種から 2 週間、3 週間、5 週間後に発病（ディスクの透化・崩壊）有無を調査した。10℃・3 週間後及び、5℃・5 週間後の調査では、液滴 pH を pH 試験紙（ADVANTEC Universal:pH1~11）で調べた。

栽培期間中の pH 矯正による発病抑制効果を検討するため、現地圃場試験にて土寄せ時苦土石灰処理 (30 kg/10 a) を 4 回行ったところ、発病を抑制して可販株率が増加しました（図 7）。この試験の資材費は定植時苦土石灰 60 kg/10a 処理を加えて、5,580 円/10a でした。

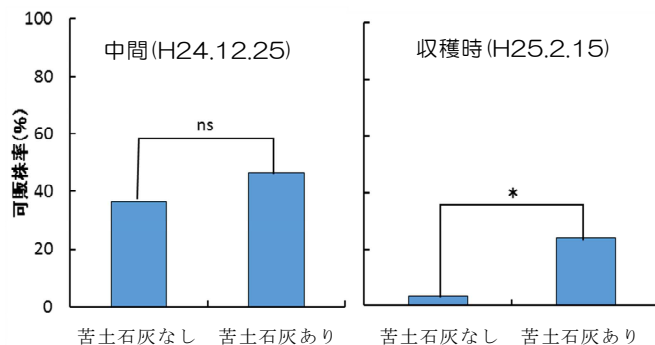


図 7 土寄せ時石灰処理の黒腐菌核病軽減効果

品種 ‘龍翔’ 区面積 7.5 m<sup>2</sup> (1.5×5m 約 210 株) 3 反復 定植：H25.7.2 苦土石灰処理量：定植前 60 kg/10a+土寄せ時 30 kg/10a×4 回 (10/9、11/1、12/3、12/25) 前作発病株率 90% の圃場を使用。調査：H24.12.25 に各区 30 株（中間）H25.2.15 に 50 株（収穫時）を抜き取り調査した。

\* 石灰処理の可販株率への影響のメタアナリシス（リスク比、変数効果モデル）の結果  
中間：統合リスク比 0.82 [95% 信頼区間：0.41~1.61] 5% 水準で有意差なし。

収穫時：統合リスク比 0.79 [95% 信頼区間：0.65~0.96] 5% 水準で有意差あり。

また長期間 pH を高く維持できる資材として近年注目されている転炉スラグを定植前に圃場全面に混和することで、処理後 2 年目まで発病抑制効果を確認しました。転炉スラグとは、製鉄所で銑鉄から鋼を製造するための転炉で副成される資材で、転炉さいとも呼ばれています。転炉スラグの処理量は村上ら (2008) の方法に従い、実際に処理する圃場の土壌を用いて検量線を作成し、pH7.5 にすることを目標とした量とします。転炉スラグは長期間の pH 矯正が可能ですが、コストが大きいことと、シロネギの場合には土寄せにより土を大きく動かすことから、他作物と比較して持続期間が短くなります。コスト低減のため、処理量を 1/4 に減らして定植前植え溝施用を実施したところ、処理当年については全面処理と同等の抑制効果が得られています（表 5 資材費：転炉スラグ（ミネカル S）500 kg と苦土補給の水酸化マグネシウム 25kg で 25,000 円。土壌燻蒸消毒の半額以下）。この定植前植え溝施用と、パレード 20 フロアブルの苗処理を併用することで、土壌消毒や土寄せ時の追加防除を行わなくても高い防除効果が得られることも分かりました（図 8）。

表5 被覆土壌くん蒸消毒と転炉スラグの定植前植え溝施用の費用比較(10a 当たり)

項目	数量	金額(円)	項目	数量	金額(円)
ダゾメット	30kg	45000	ミネカルS	500kg	22000
農ポリ	100×6m×2本	25000	水マグ	25kg(固定)	3000
人件費	3人工×1h×2	10800	人件費	1人工×1h	1800
		80800			26800
農ポリ再利用時	(	55800)			

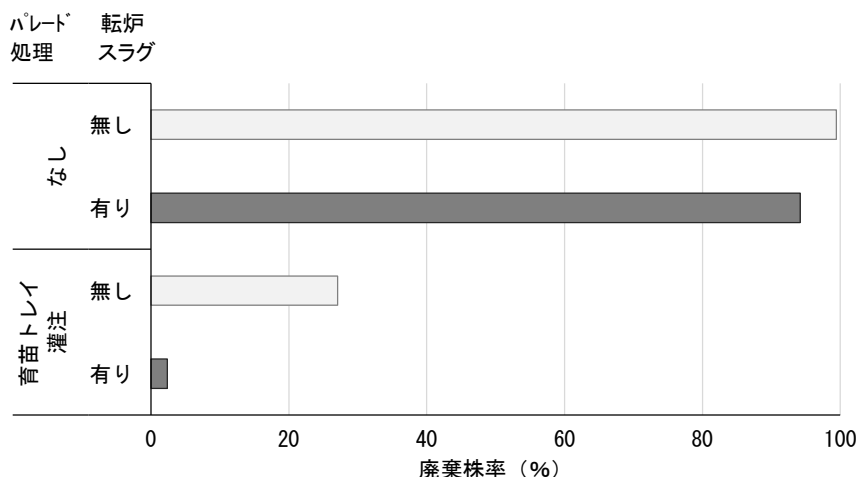


図8 定植前植え溝転炉スラグ施用とパレードフロアブル苗灌注処理の併用によるネギ黒腐菌核病の省力防除(3反復まとめ)

農林技術研究所内隔離圃場(灰色低地土)。接種による甚発生条件。

- ・定植：R1/6/17(品種：龍ひかり2号)、収穫調査：R2/2/18
- ・パレード苗灌注処理：R1/6/15(定植2日前)
- ・転炉スラグ150kg、水酸化マグネシウム25kg/10a処理：R1/6/17(定植前当日)

### ⑦ 定植前の被覆土壌消毒／ネギ属以外の輪作(生存菌核の低減)

生育期防除の高度化により前作甚発生圃場でも土壌消毒なしでも高い防除効果を得られるようになりましたが、被覆土壌消毒により土壌中の菌核を減らすことで、後々の防除効果にも影響が現れることが確認されています(図9)。



図9 被覆土壌消毒が後作での黒腐菌核病発生程度に与える影響

一方、菌核密度の低減効果は、前マニュアルで紹介した緑肥植物以外にトウモロコシ(イネ科)、トウガラシ(ナス科)、ダイズ(マメ科)等、複数の作物でも認められました。その

メカニズムは明らかになっていませんが、各種作物の栽培後土壌では黒腐菌核病の進展がやや遅れ、薬剤防除と併用したときに、防除効果の差として現れました（図 10）。

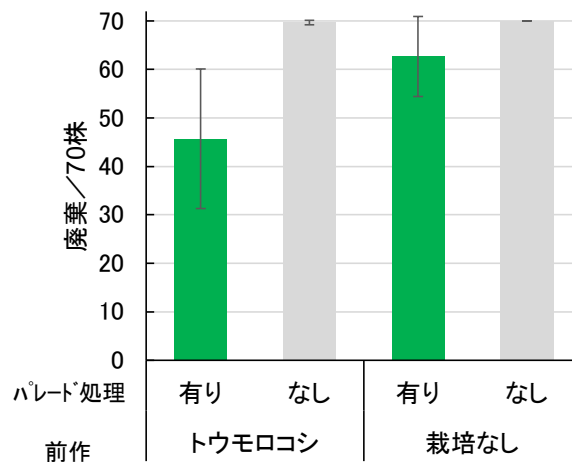


図 10 輪作と農薬防除の併用による黒腐菌核病防除効果の向上

- ・ トウモロコシ栽培：R1. 7. 24～9. 24 ・ ネギ定植：R1. 11. 12 ‘龍まさり’
- ・ パレード処理：定植 2 日前にパレード 20 フロアブル 100 倍希釈液をセル成型育苗トレイに 0. 5L 灌注した。

また、生物農薬では、菌核を食べて数を減らすミニタンWGが「定植前全面散布土壌混和」で登録されています。ネギを連作する場合に限り収穫直後の処理が可能で、その場合は、明瞭な菌核密度低減効果が確認されています。

## 4 マニュアルの検証

### (1) 改訂版マニュアル

現地ネギ栽培圃場において 2019-20 年作 215 件、2020～21 年作 131 件の廃棄株率を調査し、表 6 に従い、適正評価の割合を調べたところ、2019-20 年作が 72. 6%、2020-21 年作が 90. 1%でした。無防除圃場を除く防除の成功率は 2019-20 年作が 81. 1%、2020-21 年作が 96. 6%で、過大評価による過剰防除を含むものの、防除対策の高度化もあり県内産地における黒腐菌核病の防除は概ね上手くいっていると言えます。

表 6 発病ポテンシャルレベルの予測精度の評価基準

発病ポテンシャルレベル	当該作の対策と廃棄株率(x%)による予測成否の評価基準		
	過小評価	適正評価	過大評価
低(1)	対策1～3:x≥10	対策1～3:x<10	-
中(2)	対策1:x≥30	対策1:10≤x<30	対策1:x<10
	対策2、3:x≥30	対策2、3:x<10	
高(3)	-	対策1:x≥30	対策1:x<30
		対策2:x≥10	対策2:x<10
		対策3:x<10	

- \* 対策 1～3：表 2 の対策 1（基本）、2（基本＋蔓延防止）、3（基本～緊急措置）。
- ・ 次作の発病ポテンシャルレベルを「2（廃棄株率10%未満）」以下にするのが対策の狙い
- ・ 必要レベル以上の対策を実施した結果、廃棄株率10%未満であれば防除成功とする。
- ・ 必要レベル未満の対策で廃棄株率10%未満の場合「過大評価」、必要レベル以上の対策で廃棄株率10%以上の場合「過小評価」とする。

## (2) AI アプリ HeSo+ (ヘソプラス)

これまで研究者が注目していなかった診断項目も対象として、2017年から2020年まで現地ネギ栽培圃場で情報を収集し、これらの情報で学習したAIが選んだ、発病と相関が高い項目(表6)から、圃場の発病ポテンシャルレベルを予測するアプリを作りました。本アプリは、普及指導員やJA営農指導員が営農支援の際の参考を使用することを想定した有料のウェブアプリで、インターネット接続環境で使用します(通信料別)。

図11のとおり、①生産者から各種情報の提供を受けた上で、②③アプリに対象圃場を登録 ④病害指定後に「判別器」により土壌情報などから圃場に適した「予測器」(表7)が選択されるので(黒腐菌核病の場合は、広域、群馬、静岡版がある)、必要事項を入力 ⑤⑥「AI診断」を実施すると、⑦経営方針(慣行・連作、企業的・連作、持続的・輪作、特栽・有機)に合わせて、発病ポテンシャルレベル別に対策例が提示されます。

表7 HeSo+ (ヘソプラス) に搭載された予測器

広域版	
入力項目	発病への関与
i) 土壌菌核密度	高いほど助長
ii) 前作の発病株率(廃棄株率と同じ)	高いほど助長
iii) 定植前土壌pH	高いほど抑制*
iv) 残渣処理方法	鋤き込むと助長
v) 周辺圃場での病害発生状況	発生があると助長
静岡版	
入力項目	発病への関与
i) 土壌菌核密度	高いほど助長
ii) 前作の廃棄株率	高いほど助長
iii) ネギ連作回数	多いほど助長
iv) 交換性カリ	多いほど助長
v) 硝酸態窒素量	多いほど抑制*
vi) 診断対象以外の自家ほ場での黒腐菌核病の発生状況	発生があると助長

\*植物の生育に害のない範囲で

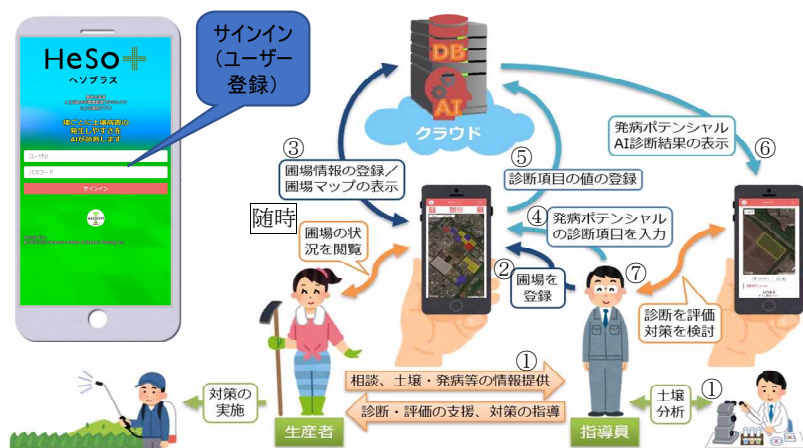


図11 AIアプリ「HeSo+」を利用したネギ黒腐菌核病の予防的防除のイメージ

2017~20年の4作分のデータをAIの学習データとしたため、2020~21年作131件を対象に、精度(適正評価率)を調べたところ、87.8%で適正評価されており、概ね改訂版マニュアル

(90.1%)と同程度の精度でした。

本アプリはネギ黒腐菌核病の他に、アブラナ科根こぶ病（キャベツ・ブロッコリー・ナバナ）、ハクサイ黄化病、キク半身萎凋病、タマネギべと病、ショウガ根茎腐敗病、青枯病（トマト、ショウガ）などの土壌病害に対応しており、今後、対象植物病害が順次増やされる予定です。アプリはNPO法人圃場診断システム推進機構内のHeSoDiM-AI普及推進協議会（<https://hesodim.or.jp/>）から販売されています。

## おわりに

紹介した各種防除対策については、単独で十分な防除効果が見込めるものではありませんので、総合的に防除対策を実施していただければと考えます。今後は農林事務所やJAの指導者がマニュアルを活用して、生産者への対策指導を行っていただくとともに、研究所ではより効果的な防除対策を追加してマニュアルの改善を進めていきたいと考えています。

本研究は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業による研究課題「次世代型土壌病害診断・対策支援技術の開発（平成25～27年度）」、イノベーション創出強化推進事業29020C「圃場診断に基づくネギ黒腐菌核病・ネダニ等の重要土壌病害虫の包括的防除技術の開発（平成29～令和元年度）」、農林水産省委託プロジェクト研究「AIを活用した土壌病害診断技術の開発（平成29年度～令和3年度）」などにおいて実施しました。

## 参考文献

- 1) 梅本清作・村田明夫・長井雄治, 1987. ネギ黒腐菌核病の防除. 千葉県農業試験場研究報告 28, 67-77.
- 2) 伊代住浩幸・鈴木幹彦・影山智津子, 2013. ネギ黒腐菌核病菌の生存菌核定量方法. 関東東山病害虫研究会報, 60, 55-57.
- 3) Crowe, F. J., Hall, D. H., Greathead, A. S. and Baghott, K. G., 1980. Inoculum density of *Sclerotium cepivorum* and the incidence of white rot of onion and garlic. *Phytopathology*, 70, 64-69.
- 4) 農林技術研究所成果写真集 2018(13)「簡単！黒腐菌核病で腐ったネギの処分法」(<https://www.agri-exp.pref.shizuoka.jp/photo00257.html>).
- 5) 村上圭一・後藤逸男, 2008. アブラナ科野菜根こぶ病防除のための転炉スラグ施用量簡易決定法, 関西病虫害研究会報, 50, 97-98.
- 6) 伊代住浩幸・鈴木幹彦・墨岡宏紀, 2015. 低温期の土壌pH矯正によるネギ黒腐菌核病被害の軽減, 植物防疫, 69(6), 390-394.
- 7) 墨岡宏紀・伊代住浩幸・鈴木幹彦・斉藤千温・影山智津子, 2018. 土壌への転炉スラグ施用によるネギ黒腐菌核病の被害軽減, 関西病虫害研報, 60, 47-53.
- 8) 墨岡宏紀・鈴木幹彦・斉藤千温・影山智津子, 2018. 静岡県における冬期収穫シロネギの作期移動によるネギ黒腐菌核病の被害軽減, 関西病虫害研報, 60, 93-94.
- 9) 後藤逸男・村上圭一 (2006) 根こぶ病 おもしろ生態とかしこい防ぎ方 土壌病害から見直す土づくり. 農文協, 東京, 116pp.
- 10) 小河原孝司・富田恭範・小堀智史・滝郁恵・宮本拓也・金田真人・鹿島哲郎, 2013. ネギ黒腐菌核病の総合防除法, 茨城県農業総合センター園芸研究所研究報告, 20, 27-34.
- 11) 斉藤千温・伊代住浩幸・鈴木幹彦・高橋冬実・寺田彩華・牧田英一, 2019. ネギ黒腐菌核病の

- ネギ作付け前の生存菌核の低減と生育期感染抑制による総合防除. 日植病報, 85, 325-333.
- 12) 伊代住浩幸・岡本尚哉・高橋冬実・寺田彩華, 2021, 作物の栽培がネギ類黒腐菌核病菌の菌核生存率を低下させ黒腐菌核病被害も軽減させる. 関西病虫研報 63, 1-7.

農林技術研究所 植物保護・環境保全科長・伊代住浩幸  
（現 西部農林事務所 生産振興課）主査・斉藤千温  
（現 農林環境専門職大学）主任・高橋冬実  
研究員・金原菜見  
（現 西部農林事務所 生産振興課）技師・寺田彩華  
農林技術研究所 花き生産技術科長・鈴木幹彦  
病虫害防除所・墨岡宏紀