

中山間地黒ボク土のニンニク栽培におけるイモグサレセンチュウ (*Ditylenchus destructor* Thorne) の発生とりん球の組織形態的解析 (予報)

佐々木友紀・渡邊 肇・伊藤 豊彰・鈴木 和美・三枝 正彦

Infection of garlics by the potato root nematode, *Ditylenchus destructor* Thorne in hilly and mountainous regions, and the histology of scale leaves.

Tomonori SASAKI, Hajime WATANABE, Toyoaki ITO, Kazumi SUZUKI and Masahiko SAIGUSA

キーワード：イモグサレセンチュウ，ニンニク，りん球，組織形態，中山間地

緒言

東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センターでは1993年より、基幹作物の一つとしてニンニク (*Allium sativum* L.) を栽培している。しかし、2005年に収穫後、りん球の乾燥・調整中に盤茎部が褐変した株が見られ、中には、保護葉が容易に剥離し、りん片葉が茶褐色に変色したりりん球が認められた。さらに、調整作業中に腐敗球が増加して、最終的に、収量・品質の著しい低下をもたらした。ニンニクの病害には、黄斑病、黒腐菌核病、さび病、葉枯れ病、春腐病、紅色根腐病、さび病(石谷1997)などが知られているが、本センターでみられた病徴は、いずれの病害とも異なっていた。

本センターにおけるニンニクの被害は甚大であり、今後の発生動向には栽培管理上、多大な注意が必要と考えられることから、腐敗りん球発生の原因を主に、組織形態学的に検討した。その結果、被害の原因はイモグサレセンチュウ (*Ditylenchus destructor* Thorne) の寄生によるものと判明した。本種は、当フィールドセンターが所在する宮城県では1995年に発生が確認され、2005年には新しい害虫とされ発生の動向が注目されている(宮城県総務部広報課編2005)。

本センターにおけるイモグサレセンチュウの同定は初めてであるので、本報では、本種の発生状態、被害の特徴などについて焦点をあて報告する。防除法などに関しては、続報で、本種のニンニク畑における詳細な生態と合わせて取り上げる予定である。

材料と方法

1. 耕種概要

栽培試験は2004年から2005年にかけて、中山間地に位置する東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター(宮城県鳴子町、標高165m、東経140°15'10"、北緯38°44'30")の3号圃場(2:1~2:1:1型中間種鋤物を主体とする非アロフェン質黒ボク土)で行った。にんにく品種「福地ホワイト」(青森県産)を用い、2004年9月23日に、種球を、うね幅135cm、条間15cm、4条植えで植え付け、ビニールマルチ栽培を行った(第1図)。施肥は肥効調節型肥料入り複合肥料の全量基肥施肥(N:P₂O₅:K₂O=25:29:18 kg/10a)で行った。2005年6月30日に茎葉およびりん球を収穫した。収穫後、ビニールハウス内で茎葉と根を切除後、風乾した。風乾後、35℃で2週間、温風通風装置で乾燥した。ニンニクの主要病害(さび病、



第1図 ニンニク栽培の様子。左図：茎葉伸長期、右図：りん球肥大期。

葉腐れ病など), 虫害の防除, 雑草防除などは慣行に従った。

2. ニンクリン球のサイズとイモグサレセンチュウの被害との関係

調整後のりん球を, 定法により, S, M, L, 2L の各規格に区分し, 各規格の個体ごとに被害率 (被害を受けたりん片葉数 / 全りん片葉数 × 100 (%)) を調査した。りん球から, りん片葉を単離後, カッターナイフあるいは医療用メスで縦断し, 病斑の有無を目視で観察した。被害率の調査は各規格, 10 個のりん球を対象として 3 反復で行った。

3. りん片葉の組織形態的解析およびイモグサレセンチュウの調査

りん片葉をナイフあるいはメスで横断し, 薄切り切片を作成後, 水を入れたシャーレに浸漬し, 透過および落射式実体解剖顕微鏡 (BX50, オリンパス, 東京) で検鏡した。また, 顕微鏡像をデジタルカメラ (CAMEDIA C-5060, オリンパス, 東京) で撮影して SD メモリにデータを保存後, ニンク組織およびセンチュウの状態についてコンピュータで画像解析を行った。

4. 高温処理によるニンクリン球のイモグサレセンチュウの防除

イモグサレセンチュウに寄生されたニンクリン球において収穫後 5 日前後の 50 °C, 6 時間の乾熱処理は高温障害が見られず, りん球内の寄生センチュウ防除に有効であるとされている (農林水産省東北農業試験場編 1993)。そこで, 本防除法の有効性について検討した。すなわち, 収穫し, 乾燥・調整したニンクを 50 °C, 6 時間で乾熱処理後, りん球を採取し, りん球組織およびセンチュウの発生状態について顕微鏡観察を行った。

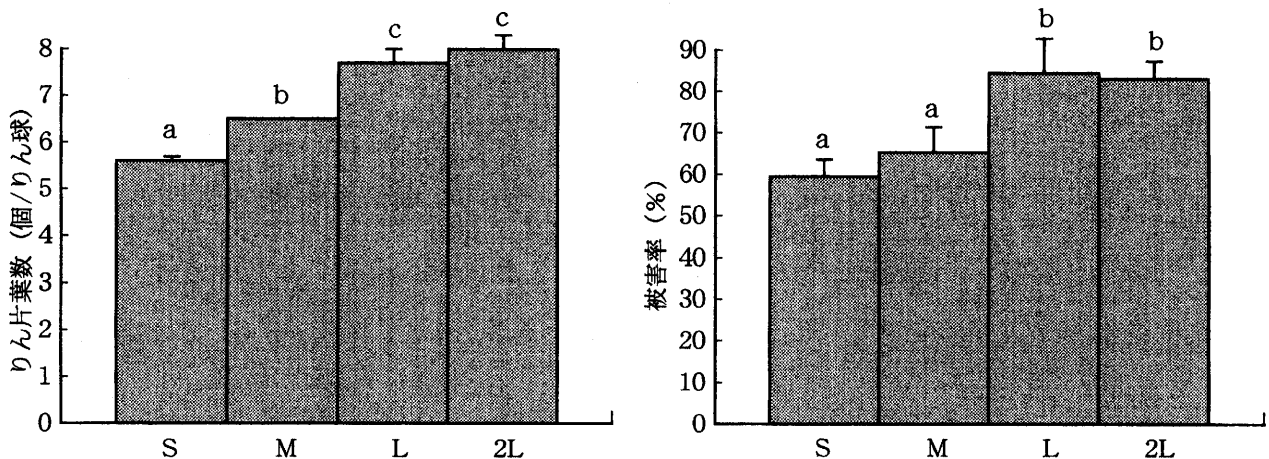
結果と考察

第 2 図にニンクの規格と被害率を示した。青果市場でのニンクの規格は S, M, L, 2L の 4 段階に分かれるが,

各規格の被害率はそれぞれ, 59.5, 65.4, 84.5, 83.1% となり, 60% 以上のりん球でイモグサレセンチュウが発生していた。中でも, りん片数の多い L および 2L サイズでは, S および M サイズに比べて, 被害率は有意に高くなった。このように, サイズの大きなもので, 被害率が有意に高かったが, 大きなりん球は, 乾燥・調整中に保護葉が破れ, 中に含まれるりん片葉が露出していたのに対して, 小さなりん球では, りん片葉が保護葉に包まれているものが大部分を占めていた。このことより, サイズが大きく保護葉が破壊されたりん球では, センチュウは保護葉に止まることなく, 容易にりん片葉内への侵入が可能となり, その結果, 被害率が高くなったものと考えられる。また, サイズの大きなりん球は, 生育が小さなものに比べて進んでいる可能性があり, 生育の進んだりん球ではセンチュウの組織内への侵入が進むものと考えられる。また, 大きなりん球は, 根量が多く, センチュウの根からの侵入頻度も高くなるものと考えられる。以上のように, りん球のサイズと被害率との関係を考察することができるが, この点に関しては, 他の作物の例を考慮にいれて詳細に検討する必要がある。

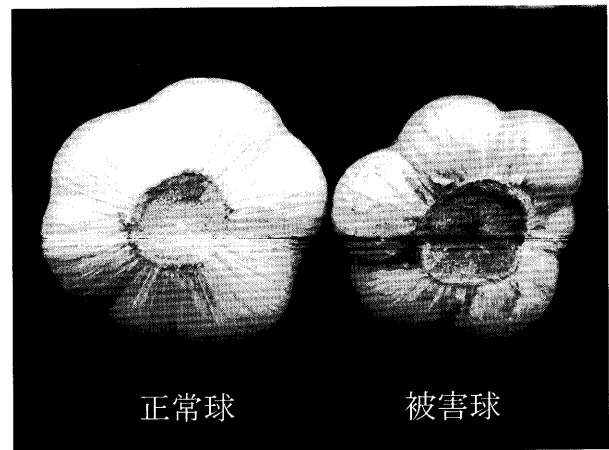
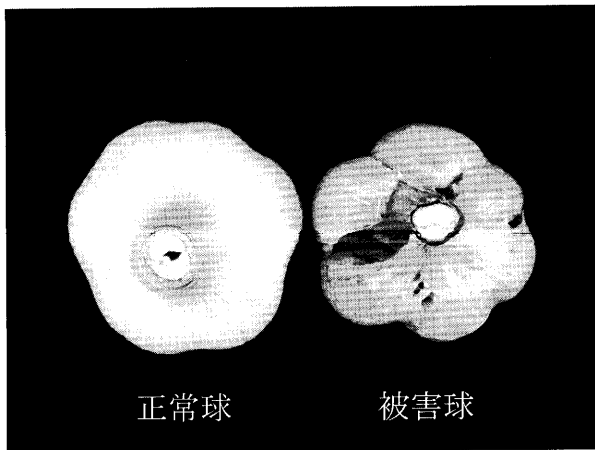
第 3 図に乾燥・調整後のりん球を示した。正常なりん球は, 保護葉にりん片葉が包まれ, 白色であったのに対して, 被害を受けたりん球 (以下, 被害りん球) では, 保護葉が破れ, りん片葉が露出していた。さらに, 被害りん球の盤茎部では, 保護葉のはく離や小穴がみられたり, 茶褐色を呈していた。正常なりん片葉の表面は白色であったが, 典型的な被害りん球では, 暗褐色から黄褐色を呈し, えそ症状の凹陷部がみられ, さらに被害の進んだものの中には奇形や, 肥大停止が見られたものがあつた。

また, りん片葉を縦切りにしたところ, 正常なりん球は内部が白色で, 中央部に幼芽がみられ, 皮層柔組織の破壊がみられないのに対して, 被害りん球では, 幼芽が腐敗し, 内部にスポンジ状の変質部が見られた。さらに, 被害の進



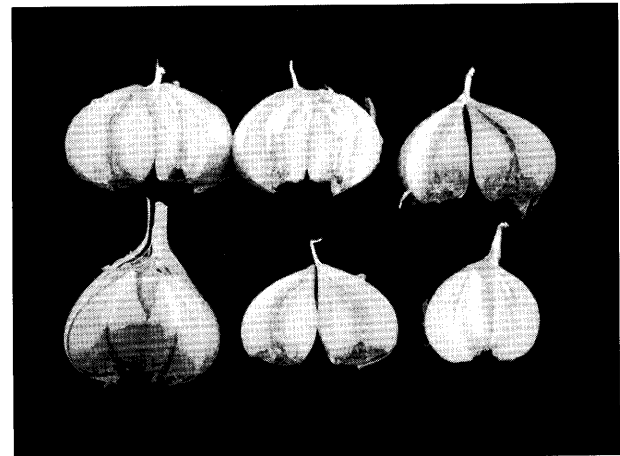
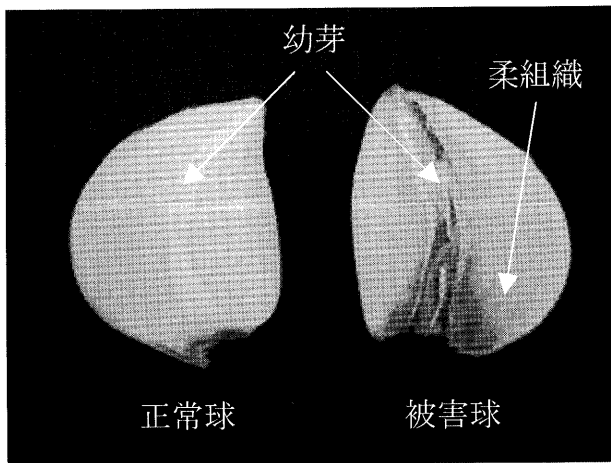
第 2 図 ニンクの各規格におけるりん片葉数と被害率

図中の縦棒は標準誤差 (n=3) を示す。異なるアルファベットは, 各規格で有意差 (LSD 法, P<0.05) があることを示す。



第3図 イモグサレセンチュウが寄生したりん球の外部状態。

左図：茎葉上部からの写真，右図盤茎部からの写真。



第4図 イモグサレセンチュウが寄生したりん片葉の縦断写真。

左図：典型的な病徴，右図：程度や部位の異なる病徴 (全て被害球)。

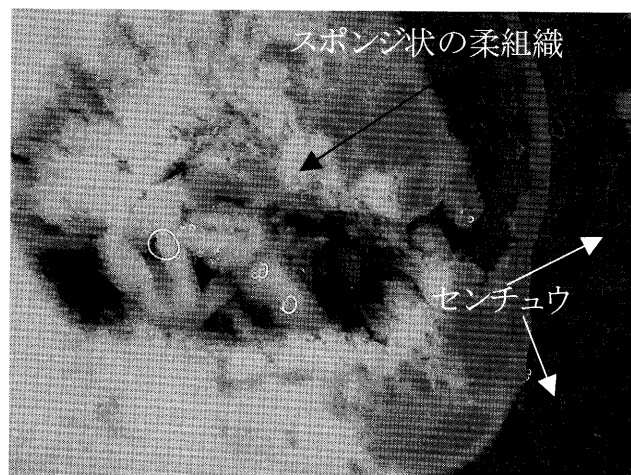
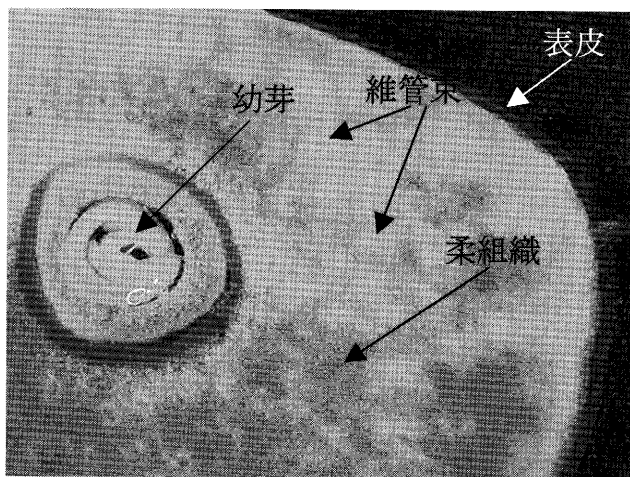
んだものでは、盤茎部付近の腐敗が著しく、りん球の約半分の組織が茶褐色に変質したのが見られ、切断時には特有の腐敗臭が認められた (第4図)。

ニンニクの病害としては、さび病、春腐れ病、葉枯れ病などが知られているが、本報告での病徴はこれらと異なるものであった。そこで、りん球サンプルを宮城県農業・園芸総合研究所、園芸環境部に送付し、病害名の判定を依頼した。その結果、本病害の原因はイモグサレセンチュウの寄生による可能性が高いとの指摘を得た。

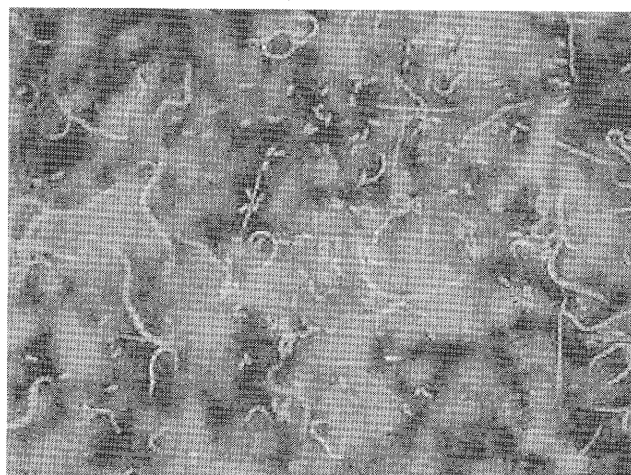
イモグサレセンチュウは、主に、ヨーロッパ、アメリカでジャガイモの塊茎に寄生して腐敗させる重要線虫として知られていたが、本邦では、1975年にダッチ・アイリス (上住 1976) の球根で発生が確認された。本種は、寄生した球根の移動に伴い分布を拡大し、日本各地でその発生が認められた。寄生をうけた球根が、圃場に植え付けられ、球根内部の線虫が土壤中に旋出し、近辺の球根の根または盤茎部から内部に侵入して新たに増殖を始める。通常、生育中では病徴は殆ど発現しないが、多数の寄生をうけた株で

は生育不良や葉の早期黄変が認められ、りん球の堀上げ時にはすでに腐敗が進行していることもある (上住 1985)。被害の進行は主として、りん球の貯蔵中にみられ、短期間のうちに多数の腐敗球根を生じる。さらに、本種の寄生作物はきわめて多岐にわたり、ジャガイモ、タマネギ、ダイコン、ニンジンなどの野菜や多くの球根植物、牧草、雑草に及ぶ (上住 1976)。我が国のニンニクに栽培においては、青森県で1984年に初めて確認され、当県のほとんどのニンニク栽培地域で被害発生が認められている (藤村ら 1986)。宮城県では1995年に発生が確認され、2005年には、本県の新しい害虫とされ、その被害様相が注目されている (宮城県総務部広報課編 2005)。

そこで、次に、被害りん片葉の組織形態とイモグサレセンチュウの有無について顕微鏡観察を行った。その結果、正常なりん片葉組織は幼芽が中央部にみられ、皮層中には維管束と基本柔組織を確認することができた (第5図)。それに対して、被害りん片葉では、幼芽と柔組織の破壊がみられ、運動するおびただしい数のイモグサレセンチュウ



第 5 図 ニンニくりん片葉の横断切片。左図：正常りん片葉，右図：被害りん片葉



第 6 図 イモグサレセンチュウの顕微鏡写真。左図：全体像，右図：センチチュウの拡大

を確認できた。確認されたイモグサレセンチュウは、既報（相原 2003, 宮城県総務部広報課編 2005）にあるように、無色透明で体長が 0.5～1.5mm であった。また、イモグサレセンチュウの卵とみられる組織体を確認した（第 6 図）。

りん片葉内に侵入したイモグサレセンチュウは、その後、短期間の内に増殖し、腐敗りん球を増加させるが（藤村・鷲尾 1986）、りん球収穫後 5 日前後の 50℃、6 時間の乾熱処理は高温障害を生じることなく、りん球内に寄生したセンチチュウの防除に有効（農林水産省東北農業試験場 1993）であるとされている。そこで、本実験条件でりん球を加熱処理し、顕微鏡観察したところ、運動するセンチチュウは見られなかった。また、りん球の形態変化や褐変などの高温障害もみられなかった。このことから、乾熱処理は、イモグサレセンチュウを防除し、りん球の腐敗を防ぐ可能性が高いことが明らかとなった。

本研究では、貯蔵中のニンニクの腐敗などにみられる、収量と品質の低下は、りん球およびりん片葉における被害様相の組織形態学的解析から、イモグサレセンチュウの寄生によることが明らかとなった。また、本報では、ニンニクのサイズの違いにより、被害率が異なることが示された。

今後、イモグサレセンチュウの発生と土壌条件、気象条件などの環境要因との関連およびニンニクの栽培管理を含めて、ニンニク畑における本種の詳細な発生生態を解析し、有効な防除法について検討する必要がある。

要約

本研究では、貯蔵中のニンニクにおける急速かつ著しい腐敗の原因を、りん球およびりん片葉における組織形態学的な点から解析した。その結果、腐敗りん球の発生原因は、イモグサレセンチュウ (*Ditylenchus destructor* Threone) の寄生によることが明らかとなった。また、本報において、大きなりん球は、小さなりん球に比べて、イモグサレセンチュウの被害を受けやすいことが示された。さらに、りん球の 50℃、6 時間の乾熱処理により、りん片葉の形態変化や褐変などの高温障害を伴うことなく、イモグサレセンチュウを死滅させたことから、高温乾熱処理 (50℃、6 時間) は、寄生したセンチチュウの防除に有効であることが示唆された。

謝辞

イモグサレセンチュウの同定に際し、宮城県農業・園芸

総合研究所，園芸環境部，菊地修氏に多大な協力を得た。
ここに記して謝意を表します。

引用文献

- 相原孝雄 2003. クキセンチュウ類. 植物防疫 57:32-37.
- 藤村建彦・鷺尾貞夫・西澤務 1986. ニンニクにおけるイモグサレセンチュウ *Ditylenchus destructor* Throne の新発生とその被害. 日線虫研誌 16:38-47.
- 石谷正博 1997. ニンニクの害虫とその防除. トーメン農薬ガイド 82:http://www.agrofrontier.com/guide/t_82a.htm
- 松下慶三郎・佐伯聡・石川勝典 1981. イモグサレセンチュウ *Ditylenchus destructor* Throne によるジャガイモ・球根類の病徴. 植防研報 17:97-99.
- 宮城県総務部広報課編 2005. 宮城の新しい害虫Ⅶ イモグサレセンチュウ：<http://www.pref.miyagi.jp/byogai/lib/atarasii%20gaityuu/IMO.HTML>
- 農林水産省東北農業試験場編 1993. 高温処理によるニンニクのイモグサレセンチュウの防除. 東北農業研究成果情報 8:http://www.affrc.go.jp/seika/data_tnaes/h05/index.html
- 上住 泰 1976. 球根アイリスにおけるイモグサレセンチュウの発生. 植物防疫 30:31-32.
- 上住 泰 1985. イモグサレセンチュウ. 氣賀澤和男編，土壌害虫，全国農村協会，東京，194-195.