

北日本地域におけるダイズシストセンチュウの探索・収集

相場 聡*

中央農業総合研究センター

[〒305-8666 つくば市観音台 3-1-1]

Collection of soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) in northern Japan

Satoshi AIBA*

National Agricultural Research Center,

National Agriculture and Food Research Organization

1. 目的

我が国においてダイズシストセンチュウはマメ類栽培の重要害虫であり、世界的にも本線虫はダイズの安定生産を阻害する最も大きな要因の一つとなっている。我が国では古くから本線虫による被害が報告されていたが、近年、転作ダイズや枝豆の栽培面積の増加に伴って、その被害は拡大しており、早急な対策が求められている。

しかし、本線虫の防除は極めて難しく、最も有効な防除対策である化学農薬の使用はコストの関係からダイズ栽培ではあまり普及していない。今のところ耕種的防除法が中心で、特に抵抗性品種が盛んに利用されている。しかし、本線虫には異なる寄生性を有するレースの存在が知られており (Dropkin, 1988)、レースによって有効な抵抗性品種の種類が異なるため、圃場に分布している個体群のレースを把握することが抵抗性品種を有効利用するには必要不可欠となっている。また、有効な抵抗性品種であっても、連作によりその抵抗性を打破するレースが出現する事例も報告されており (Triantaphyllou, 1975)、抵抗性品種の導入によって本線虫を安定的に防除するには、線虫の発生状況とその寄生性を把握しておくことは極めて重要である。

しかし、本線虫に関してはこれまで北海道以外の地域では総合的な発生調査が行われた例は少なく、北海道での調査も 20 年以上前のものしか存在しない (清水・三井, 1985)。そこで、筆者らは関東・中部地域でのダイズシストセンチュウ探索調査 (相場ら, 2004) に引き続き、国産ダイズの主要な産地である北日本地域における探索・収集を行うとともに、一部の個体群について寄生性の調査を行った。

* (現所属) 北海道農業研究センター National Agricultural Research Center for Hokkaido Region
[〒062-8555 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘 1 番地]

2. 探索概要

探索は福島県、山形県、宮城県、秋田県、青森県、岩手県の東北6県と北海道のダイズ栽培圃場で行った。

福島県では平成18年10月5日から6日にかけて、福島県中通りの福島市3、白沢村、泉崎町各2、二本松市、郡山市、須賀川市、鏡石町、矢吹町各1の、計12地点で探索のため土壌を採取した。山形県では平成19年10月24日から26日にかけて、鶴岡市15、酒田市11、遊佐町4、三川町3の計33地点、宮城県では平成19年10月31日から11月2日にかけて、大崎市6、仙台市、美里町各4、名取市2、岩沼市、登米市、栗原市、涌谷町、富谷町、大和町、大郷町各1の計23地点で探索を行った。秋田県では平成20年11月11日から14日に大仙市15、大潟村、美郷町各5、仙北市4、秋田市、潟上市、三種町各3、男鹿市2、横手市、八郎潟町各1の計42地点で探索した。青森県では平成22年10月25日から28日に十和田市9、つがる市5、藤崎町4、五所川原市3、板柳町、鶴田町各2、青森市、弘前市、六戸町各1の計28地点、岩手県では平成22年11月3日から3日に奥州市9、花巻市7、北上市5、盛岡市、矢巾町各4、八幡平市、金ヶ崎町各2、岩手町、紫波町各1の計35地点からそれぞれ土壌を採取した。

北海道では平成20年10月7日から10日に南西部の厚真町7、今金町、むかわ町、当別町各5、厚沢部町4、北斗市、森町、八雲町、安平町各3、江別市1、平成21年10月29日から31日に十勝地方の帯広市9、音更町7、清水町6、芽室町、更別町各5、士幌町3、鹿追町2、新得町、中札内村各1の計78地点について探索を行った。

土壌の採集は、1圃場から6地点合計約2kgの土壌を収集し、それを混和してポリエチレン袋に入れて行い、これらを中央農研に持ち帰った。

3. 収集の成果

1) 方法

(1) 線虫密度の計測

採集した土壌は室内で1週間風乾した後、乾土50gを2リットルのプラスチックビーカーに入れ、水道水を注いで浮遊したシストを残渣と共に篩で集めてろ紙に取り、それを実体顕微鏡下で直接観察してシストを選り分けた。その後、シストを磨砕して内部の卵を取り出して計数し、密度を算出した。以上の計数を1サンプルにつき3反復行った。

(2) 寄生性の調査

採集した個体群のうち、調査に十分な個体数が得られるまでに増殖した山形県酒田市、福島県郡山市、福島県泉崎村(MAFF 108293)、北海道当別町、北海道安平町(MAFF 108304)の5個体群について寄生性の調査を行った。レースの検定は国際判別法(Golden et al., 1975)に基づいて行った。感受性品種「Lee68」と4種類の抵抗性品種、すなわち「Pickett」、「Peking」、「PI88788」および「PI90763」を温室内の直径9cmのポリエチレンポットで栽培し、それぞれにダイズシストセンチュウを卵幼虫懸濁液で接種した。接種60日後にポット内の全シストを分離・計数した。計数したシスト数は感受性品種を100とした指数に換算した上で、10未満を一、10以上を+と判定

し、レース判別表よりレースを求めた。また、国産の主要な抵抗性品種である下田不知系抵抗性品種「トヨコマチ」と感受性品種「エンレイ」に対する寄生性も合わせて調査した。

2) 結果

(1) 各地におけるダイズシストセンチュウの発生状況

調査結果は福島県を表1に、山形県を表2に、宮城県を表3に、秋田県を表4に、青森県を表5に、岩手県を表6に、北海道を表7にそれぞれ示した。

福島県は12地点中5地点、山形県は33地点中12地点、宮城県は23地点中9地点、秋田県は42地点中30地点、青森県は28地点中14地点、岩手県は35地点中15地点、北海道は78地点中55地点から本線虫が検出された。また、要防除水準とされる乾土1gあたりの卵密度が10卵を越える高密度圃場の数は、福島3、山形1、宮城0、秋田1、青森1、岩手3、北海道10であった。

表1. 福島県のダイズシストセンチュウ発生状況

| 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 |
|--------|----|---------------------|------|---------|------|
| 福島市北沢又 | — | 白沢村糠沢 1 | — | 郡山市田村町 | 39.2 |
| 福島市二子塚 | — | 白沢村糠沢 2 | — | 須賀川市仁井田 | 1.3 |
| 福島市中谷地 | — | 泉崎村泉崎 | 1.0 | 鏡石町羽鳥 | — |
| 二本松市渋川 | — | 泉崎村踏背 (MAFF 108293) | 26.4 | 矢吹町神田西 | 19.9 |

*卵数/乾土1g

表2. 山形県のダイズシストセンチュウ発生状況

| 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 |
|----------|-----|----------|------|---------|-----|
| 鶴岡市中清水 | — | 鶴岡市羽黒町仙道 | 0.1 | 酒田市宮内 | — |
| 鶴岡市栃屋 | — | 鶴岡市黒川 | — | 酒田市福山 | — |
| 鶴岡市井岡 1 | — | 鶴岡市東荒屋 | — | 酒田市寺田 | — |
| 鶴岡市井岡 2 | — | 鶴岡市橋本 | — | 酒田市横代 | 0.1 |
| 鶴岡市小京田 | 0.1 | 酒田市広岡新田 | — | 遊佐町庄泉 | — |
| 鶴岡市荒井京田 | — | 酒田市広野 | 17.5 | 遊佐町白井新田 | — |
| 鶴岡市辻興屋 | — | 酒田市黒森 | — | 遊佐町吉出 | 0.1 |
| 鶴岡市藤岡 | 0.1 | 酒田市板戸 | 0.1 | 遊佐町小原田 | 0.1 |
| 鶴岡市宝徳 | 0.6 | 酒田市木川 | — | 三川町猪子 | — |
| 鶴岡市上中野目 | 0.1 | 酒田市小牧新田 | — | 三川町余目 | 0.1 |
| 鶴岡市羽黒町玉川 | 0.3 | 酒田市豊里 | — | 三川町常万 | — |

*卵数/乾土1g

表 3. 宮城県のダイズシストセンチュウ発生状況

| 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 |
|-----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 大崎市古川上塚 | 0.1 | 仙台市若林区荒井 | — | 岩沼市早股 | 0.1 |
| 大崎市松山千石 | 0.1 | 仙台市若林区二木 | — | 登米市米山町西野 | — |
| 大崎市三本木新沼 | — | 美里町二郷 | — | 栗原市瀬峰 | — |
| 大崎市鹿島台大迫 | 0.1 | 美里町木間塚 | — | 涌谷町小里 | — |
| 大崎市鹿島台深谷 | 0.1 | 美里町練牛 | 0.1 | 富谷町志戸田 | — |
| 大崎市小里 | — | 美里町和多田沼 | 0.1 | 大和町落合桜和田 | 0.2 |
| 仙台市宮城野区岡田 | — | 名取市杉ヶ袋 | — | 大郷町粕川 | 0.3 |
| 仙台市宮城野区蒲生 | — | 名取市愛島笠島 | — | | |

*卵数/乾土 1 g

表 4. 秋田県のダイズシストセンチュウ発生状況

| 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 |
|-----------|-----|-----------|------|-----------|-----|
| 大仙市豊岡 | 0.2 | 大仙市木原田 | — | 仙北市角館町園田 | — |
| 大仙市太田町斉内 | — | 大潟村西野 | 1.8 | 秋田市外旭川 | 1.1 |
| 大仙市清水 | 0.8 | 大潟村方上 1 | 14.8 | 秋田市下新城岩城 | 0.1 |
| 大仙市払田 | 4.0 | 大潟村方上 2 | 8.8 | 秋田市下新城長岡 | 3.9 |
| 大仙市橋本 | — | 大潟村中野 | 0.2 | 潟上市天王 1 | — |
| 大仙市大曲 | 0.1 | 大潟村方口 | 0.3 | 潟上市天王 2 | 0.1 |
| 大仙市小貫高畑 1 | — | 美郷町本堂城回 | 0.5 | 潟上市天王 3 | 1.1 |
| 大仙市小貫高畑 2 | 0.2 | 美郷町千屋 | 0.3 | 三種町富岡新田 | 0.2 |
| 大仙市内小友 | 0.2 | 美郷町土崎 | 4.9 | 三種町久米岡新田 | 0.1 |
| 大仙市下袋 | — | 美郷町畑屋 | — | 三種町鹿渡 | — |
| 大仙市花館 | 0.1 | 美郷町野中 | 0.1 | 男鹿市払戸 1 | 0.3 |
| 大仙市神宮寺 1 | 0.4 | 仙北市田沢湖神代 | — | 男鹿市払戸 2 | 0.2 |
| 大仙市神宮寺 2 | 0.7 | 仙北市田沢湖卒田 | — | 横手市大森町板井田 | 0.2 |
| 大仙市北櫓岡 | — | 仙北市角館町広久内 | 0.1 | 八郎潟町真坂 | 0.6 |

*卵数/乾土 1 g

表 5. 青森県のダイズシストセンチュウ発生状況

| 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 |
|----------|------|----------|-----|----------|-----|
| 十和田市深持 | — | つがる市柏玉水 | — | 五所川原市鶴ヶ丘 | 0.1 |
| 十和田市深持 | — | つがる市木造兼館 | — | 五所川原市毘沙門 | 0.1 |
| 十和田市下山 | — | つがる市木造 | 0.1 | 板柳町夕顔関 | — |
| 十和田市赤沼 | 13.9 | つがる市木造豊田 | 0.1 | 板柳町深味 | 0.1 |
| 十和田市藤島 | — | 藤崎町下俵舛 | 0.2 | 鶴田町鶴泊 | 0.1 |
| 十和田市相坂 | — | 藤崎町俵舛 | — | 鶴田町大巻 | 0.2 |
| 十和田市長塚 | — | 藤崎町水木 | 0.1 | 青森市高田 | 1.1 |
| 十和田市深持 | — | 藤崎町水沼 | 0.1 | 弘前市泉田 | — |
| 十和田市下羽立 | 4.3 | 五所川原市高野 | — | 六戸町折茂 | 0.1 |
| つがる市柏上古川 | — | | | | |

*卵数/乾土1g

表 6. 岩手県のダイズシストセンチュウ発生状況

| 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 |
|-------------|------|------------|------|----------|------|
| 奥州市江刺区稲瀬 1 | 0.1 | 花巻市上根子 | — | 盛岡市上厨川 | 26.0 |
| 奥州市江刺区稲瀬 2 | 0.1 | 花巻市石鳥谷町北寺林 | — | 矢巾町北伝法寺 | 0.1 |
| 奥州市胆沢区南都田 1 | — | 花巻市石鳥谷町中寺林 | — | 矢巾町北郡山 | 0.1 |
| 奥州市胆沢区南都田 2 | — | 花巻市狼沢 | 0.2 | 矢巾町間野々 | — |
| 奥州市胆沢区小山 | — | 北上市和賀町後藤 | — | 矢巾町下矢次 | — |
| 奥州市前沢区古城 1 | — | 北上市和賀町横川目 | 0.1 | 八幡平市大更 | — |
| 奥州市前沢区古城 2 | — | 北上市和賀町藤根 | 0.1 | 八幡平市平舘 | — |
| 奥州市前沢区生母 | 1.4 | 北上市和賀町煤孫 | — | 金ヶ崎町六原 1 | — |
| 奥州市江刺区愛宕 | 0.2 | 北上市和賀町岩崎新田 | 0.2 | 金ヶ崎町六原 2 | — |
| 花巻市太田 | 16.4 | 盛岡市平賀新田 | 0.1 | 岩手町土川 | — |
| 花巻市横志田 1 | 0.8 | 盛岡市玉山区下田 1 | — | 紫波町片寄 | — |
| 花巻市横志田 2 | — | 盛岡市玉山区下田 2 | 21.2 | | |

*卵数/乾土1g

表7. 北海道のダイズシストセンチュウ発生状況

| 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 | 採取地 | 密度 |
|------------|-------|-------------------------|-------|----------|------|
| 厚真町 豊丘 | — | 北斗市 細入 | — | 音更町東士幌 1 | 0.6 |
| 厚真町 桜丘 | 13.7 | 北斗市 白川 | 0.1 | 音更町東士幌 2 | — |
| 厚真町 美里 | 0.3 | 北斗市 東前 | — | 音更町北柏 | 2.7 |
| 厚真町 富野 | 0.1 | 森町 白川 | — | 清水町元旭山 | 7.2 |
| 厚真町 富野 | 118.5 | 森町 姫川 | — | 清水町中野 | 0.3 |
| 厚真町 上厚真 | 6.4 | 森町 富士見町 | 0.1 | 清水町人舞 1 | 1.0 |
| 厚真町 富川 | — | 八雲町 落部 | 3.6 | 清水町人舞 2 | — |
| 今金町 日進 | 0.6 | 八雲町 落部 | 21.5 | 清水町人舞 3 | 0.3 |
| 今金町 八束 | 2.0 | 八雲町 わらびの | 0.8 | 清水町協心 | 0.1 |
| 今金町 鈴金 | 11.0 | 安平町 栄町 | 3.4 | 芽室町上伏古 | — |
| 今金町 田代 | — | 安平町 源武 (MAFF 108304) | 557.6 | 芽室町中美生 | 0.2 |
| 今金町 稲穂 | 0.3 | 安平町 新栄 | — | 芽室町美生 1 | 0.1 |
| むかわ町 青葉町 | 0.2 | 江別市 中島 | — | 芽室町美生 2 | 0.3 |
| むかわ町 青葉町 | 6.5 | 帯広市上清川町 | — | 芽室町報徳 | — |
| むかわ町 豊城 | — | 帯広市太平町 1 | 0.2 | 更別村 1 | 1.0 |
| むかわ町 田浦 | 0.1 | 帯広市太平町 2 | 0.1 | 更別村 2 | 7.3 |
| むかわ町 二宮 | — | 帯広市広野町 | 0.2 | 更別村上更別 | — |
| 当別町 蕨岱 | 0.1 | 帯広市愛国町 | 33.6 | 更別村弘和 1 | 2.3 |
| 当別町 蕨岱 | — | 帯広市大正町 | 0.7 | 更別村弘和 2 | — |
| 当別町 川下 | — | 帯広市桜木町 | 0.1 | 士幌町中士幌 | 0.1 |
| 当別町 下川町 | — | 帯広市以平町 1 | 0.7 | 士幌町共成 | — |
| 当別町 春日町 | 223.4 | 帯広市以平町 2 | 3.3 | 士幌町協進 | 0.2 |
| 厚沢部町 木間内 1 | 1.7 | 音更町桜田 | 0.4 | 鹿追町東瓜幕 | 0.3 |
| 厚沢部町 木間内 2 | 29.2 | 音更町下士幌 | 195.6 | 鹿追町瓜幕 | 0.3 |
| 厚沢部町 鶉 | 0.1 | 音更町北進 | 0.5 | 新得町 | 0.1 |
| 厚沢部町 稲見 | — | 音更町東和 | 0.1 | 中札内村東戸蔦 | 14.4 |

*卵数/乾土 1 g

(2) ダイズシストセンチュウの寄生性調査

調査を行った5個体群の国際判別法によるレース検定結果と国産抵抗性品種に対する寄生程度を表8に示す. いずれの個体群も4種類の抵抗性判別品種に寄生は見られずと判別され, 国際判別法によるレースは3であった. また, 国産抵抗性品種に対しては, 酒田市, 泉崎村 (MAFF 108293), 当別町, 安平町(MAFF 108304)の各個体群が高い寄生性を示した.

表 8. 各地のダイズシストセンチュウ個体群の寄生性

| | Pickett | Peking | PI88788 | PI90763 | トヨコマチ |
|----------------------|---------|--------|---------|---------|-------|
| 山形酒田市 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 55.3 |
| 福島県郡山市 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.3 |
| 福島県泉崎村 (MAFF 108293) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 78.7 |
| 北海道当別町 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 60.3 |
| 北海道安平町 (MAFF 108304) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 78.3 |

* レース検定用の Pickett, Peking, PI88788, PI90763 は検定用感受性品種「Lee68」, トヨコマチは国産感受性品種「エンレイ」への寄生シスト数を 100 として換算した指数.

4. 考察

今回の探索では調査を行った全ての道県において本線虫の発生が確認され、ダイズシストセンチュウが北日本地域（東北・北海道地方）に広範に分布している事が明らかとなった。ただし、東北地方では高密度圃場は比較的少なく、被害の発生は限定的であると思われた。これに対して北海道では高密度圃場が多く、より大きな被害が発生している可能性が考えられた。

この原因として、北海道では以前からダイズシストセンチュウの被害が問題となっていたため、早くから抵抗性品種の導入が進み、それによって従来は国産抵抗性品種に寄生できないと考えられていたレース 3 個体群の中に抵抗性を打破する系統が発生したため、現在も被害をもたらしていると考えられている（清水・三井, 1985）。一方、東北地方では比較的近年になってから線虫抵抗性品種の栽培が進み、現在はそれによって線虫密度の上昇が抑えられているため被害が顕在化していないと考えられる。ただし、今回の探索でこれまで北海道でしか確認されていなかった国産抵抗性品種に寄生するレース 3 個体群が既に東北地方でも発生していることから、今後は本線虫の被害が拡大していく可能性が示唆された。今後は抵抗性品種の導入地域であっても本線虫の発生やその寄生性に注意を払う必要があり、より詳細な調査を行う必要があると思われる。

5. 参考文献

- 相場 聡・水久保隆之・伊藤賢治 (2004). 長野, 群馬, 新潟県におけるダイズシストセンチュウ並びにネコブセンチュウの収集. 微探収報 16: 6-11.
- Dropkin, V. H. (1988). The concept of race in phytonematology. Annu. Rev. Phytopath. 26 : 145-161.
- Golden, A.M., Epps, J.M., Riggs, R.D., Duclos, L.A., Fox, J.A. and Bernardet, R.L. (1970). Terminology and indentity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). Plant Dis. Repr. 54 : 544-546.
- 清水 啓・三井 康 (1985). 十勝地方におけるダイズシストセンチュウのレースと分布. 北海道農試研報 141 : 65-72.

Triantaphyllou, A. C. (1975). Genetic structure of race of *Heterodera glycines* and Inheritance of ability to reproduce on resistant soybeans. J. Nematol. 7 : 356-363.

Summary

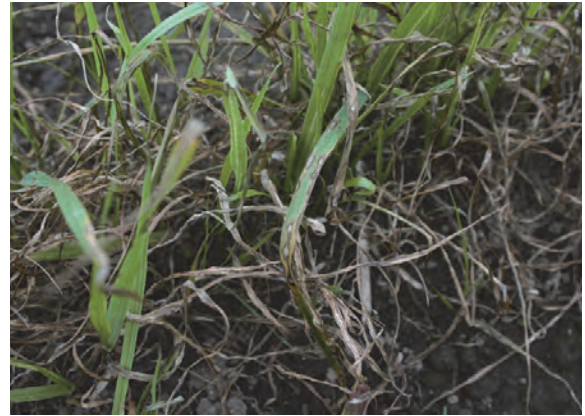
Soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) was detected from 5 fields among 12 fields investigated in Fukushima Prefecture, from 12 fields among 33 fields in Yamagata Prefecture, from 9 fields among 23 fields in Miyagi Prefecture, from 30 fields among 42 fields in Akita Prefecture, from 14 fields among 28 fields in Aomori Prefecture, from 15 fields among 35 fields in Iwate Prefecture and from 55 fields among 78 fields in Hokkaido Prefecture. The numbers of high density fields, where numbers of eggs were over 10 per one gram dry soil were 1 field in Yamagata, Akita and Aomori, 3 fields in Fukushima and Iwate and 10 fields in Hokkaido, respectively.

Five populations that successfully established, namely, Sakata in Yamagata, Koriyama in Fukushima, Izumizaki in Fukushima, Tobetsu in Hokkaido and Abira in Hokkaido were proved to be race 3 according to the international race differentiation method for soybean cyst nematode. Populations of Sakata, Izumizaki, Tobetsu and Abira were parasitic on a Japanese resistant soybean cultivar "Toyokomachi".

微生物遺伝資源の調査プロフィール



Beauveria bassiana MAFF 635036 株に感染して死亡したクリシギゾウムシ成虫 (井原)



ライグラスいもち病の病徴 (栃木県那須塩原市) (月星)



モモ樹に発生した材質腐朽菌 3 種の子実体 (1, カワラタケ; 2, アラゲカワラタケ; 3, スエヒロタケ) (中村)



キクピシウム立枯病の病徴 (茨城県東海村) (月星)



ダイズシストセンチュウが寄生したダイズ根 (相場)



納豆菌ファージ MAFF 270115 (永井)