

ミニ特集：根こぶ病の国内事情

# ブロッコリー根こぶ病に対する殺菌剤の効果的な定植前 土壌混和処理方法

香川県農業試験場 <sup>もり</sup> 森 <sup>みつたか</sup> 充隆・<sup>なかにし</sup> 中西 <sup>みつる</sup> 充

## はじめに

根こぶ病はアブラナ科野菜特有の病気で、土壌中で10年以上も生存できるとされる休眠胞子で伝染する土壌病害である。香川県では、アブラナ科野菜の作付けが少なかったことから被害の報告は限定的であったが、近年、ブロッコリーの作付面積の急激な増大とともに、深刻な被害が発生する圃場もあり、安定的な収量を確保するための防除対策の確立が求められていた。そのような折に、農林水産省委託プロジェクト研究「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のための技術開発 低投入・循環型食料生産の実現に向けた技術開発」事業で、個々の圃場における発病ポテンシャル(発病のしやすさ)の診断を基にした土壌病害管理 (health-checkup based soil-borne disease management: HeSoDiM) (TSUSHIMA and YOSHIDA, 2012) のブロッコリー根こぶ病への適用を検討する機会が得られ、導入可能な病害管理技術について効果の評価を行うこととなった。根こぶ病は、アブラナ科野菜の種類や品種によって、その発病程度や収量に対する影響が異なることが知られており、ブロッコリーやキャベツはハクサイ等と比べ、比較的収量への影響が少ないとされている。しかし、産地において定植前にフルアジナムやフルスルファミド等を成分とする土壌混和殺菌剤を施用したにもかかわらず多大な被害が発生したとの声があり、根こぶ形成と収量との関係を明らかにしたうえで、防除効果が得られなかった原因の究明と安定的な防除効果を得られるための条件の抽出を目的として試験を行ったので紹介したい。なお、ここで示した定植前の土壌混和殺菌剤とは、フルアジナム、フルスルファミドおよびアミスルプロムを成分とする殺菌剤に限っており、土壌くん蒸剤は含んでいない。

Effective Treatment Method for Soil Incorporation of the Fungicide before Permanent Planting on Clubroot in Broccoli. By Mitsutaka MORI and Mitsuru NAKANISHI

(キーワード: ブロッコリー, 根こぶ病, 殺菌剤処理法, フルアジナム, フルスルファミド)

## I 減収とならないために定植時に守るべき土壌の深さ

### 1 根こぶの着生と収量の関係

香川県でのブロッコリーの主要な作型である夏播き栽培は、根こぶ病の感染適期である高温期に定植が行われることから、多発圃場では定植2か月後には株が萎凋して大きな減収をもたらすこととなる。そこで、根こぶの着生状況とブロッコリーの収量との関係を調査した結果、2か月後に萎凋症状が見られた株のほとんどで、根鉢部の根部に直接根こぶが形成され、収穫時には根が欠落していた。収穫時の直径約0.5 mm以上の太さの根の残存数と花蕾重との関係を解析した結果、ブロッコリーでは8本以上根が残存していれば一定の花蕾重が確保できることがわかった。このため花蕾重の確保には新たに作成した発病程度区分(表-1)で、3以下に抑えることが重要で、そのためには根鉢の根部に直接根こぶを作らせないことが肝要であると考えた。

### 2 定植時に守るべき土壌の深さ

根鉢の根部に直接根こぶを作らせないようにするためには、どのくらいの土壌の深さまで保護すればよいのかを明らかとするために、汚染土までの土壌の深さを

表-1 ブロッコリー根こぶ病の根こぶ発病程度基準と発病度算出方法

発病程度区分	根こぶ着生状況と残存根数
0	: 根こぶなし
1	: 根系の25%未満に根こぶあり
2	: 根系の25%以上50%未満に根こぶあり
3	: 根系の50%以上に根こぶあり、かつ、直径0.5 mm以上の根数が8本以上あり
4	: 根系の50%以上に根こぶあり、かつ、直径0.5 mm以上の根数が8本未満
5	: セル苗根鉢部分全体が根こぶとなり、かつ、根がない

$$\text{発病度} = (1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3 + 4 \times n_4 + 5 \times n_5) / (5 \times N) \times 100.$$

$n_i$ : 発病程度の区分が*i*の個体数.

$N$ : 全調査個体数.

10 cm, または5 cm に設定し, 直接汚染土に苗を定植したものと比較した。その結果, 直接定植した区の花蕾重が有意に小さく, 土壌の深さを10 cm, 5 cmとしたものはほぼ同等の花蕾重が得られた(図-1)。また, 直接汚染土に定植した区では根鉢部に直接根こぶが作られ根が欠落していたが, 汚染土壌の深さを5 cm または10 cm とした区では, 根鉢から根こぶまでの距離がそれぞれ1.5 ~ 7.5 cm または4.0 ~ 10.0 cm となり, 直接根鉢部への根こぶの形成は認めなかった(図-2)。このことから, 少なくとも5 cm の深さまでの土壌を定植時に保護することで, 根鉢部への根こぶ形成を回避することができ, 減収が避けられることがわかった。

次に, 根こぶの形成を抑制するとされる土壌混和殺菌剤であるフルアジナム粉剤を土壌深を変えて処理・混和後にブロッコリー苗を定植して, 収穫時の花蕾重と根こぶ病の発病度(表-1)を比較した。その結果, 薬剤を処理しなかった区は花蕾重が明らかに低くなったのに対し, 5 cm または10 cm の深さに薬剤を処理した区ではほぼ同等の出荷可能な花蕾重が得られ, 発病程度も2以下の株がほとんどであった。

以上のことから, 定植前の土壌混和殺菌剤により少なくとも5 cm の深さまでの根域を定植時に保護することで, 根鉢部への根こぶ形成を回避することができ, 減収が避けられることがわかった(森ら, 2014)。

## II 土壌混和殺菌剤の土壌中での安定性と挙動

産地で防除効果が不安定とされた土壌混和殺菌剤の安定的な防除効果を得るための条件を明らかとするために, 防除効果に影響を及ぼすと考えられる殺菌剤成分の土壌中での動態について試験を行った。対象薬剤はフルアジナムおよびフルスルファミドとし, 土壌中からの薬剤成分の分析を通知試験法よりも効率的に行うため, 固相抽出と高速液体クロマトグラフによる分析方法を確立した。そのうえで, 香川県のブロッコリー産地で一般的な土壌である灰色低地土を用い, 土壌中での安定性と雨水などによる縦方向への薬剤成分の挙動について検討を行った(中西, 2013)。

### 1 土壌中での安定性

薬剤の処理濃度が, 10 a 当たり 30 kg を作土層 10 cm に処理した濃度となるように土壌に添加して混和したのちに, ガラス容器内で好気条件下においた, 経時的に土壌中の薬剤成分の残留量を分析した。春期の地温条件下では処理14日後の残留量はフルアジナムは処理1日後の約50%, フルスルファミドは約70%となっていた。また, 日積算気温が高いと残留量が急速に低下し(図-

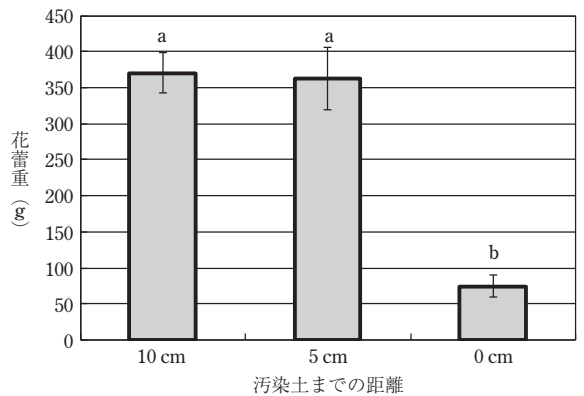


図-1 定植時の汚染土までの土壌深が花蕾収量に与える影響  
(エラーバーは標準誤差を示し, 同一英小文字間は Tukey 法 ( $P < 0.01$ ) で有意差がないことを示す.)

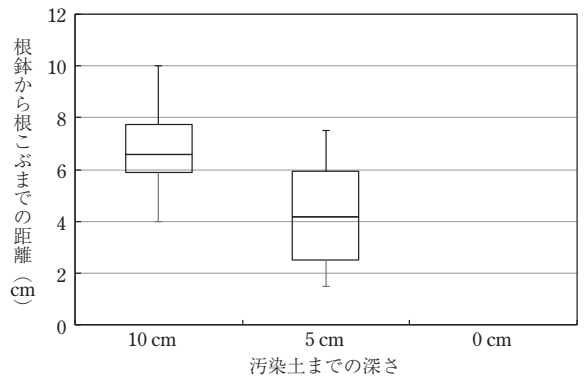


図-2 定植時の汚染土までの土壌深が根こぶ形成位置に与える影響  
(データは箱ひげ図で表記)

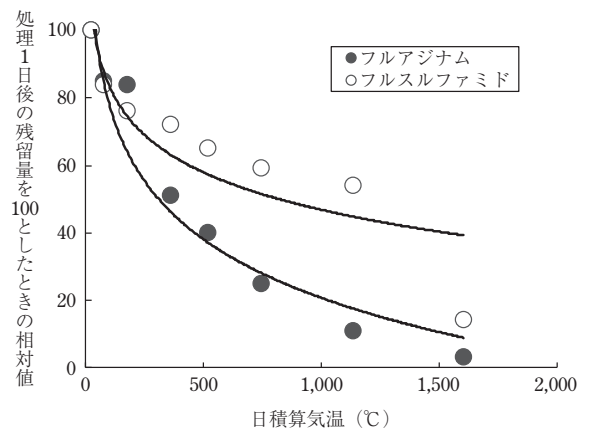


図-3 日積算気温と土壌中の土壌混和薬剤成分の残留量との関係

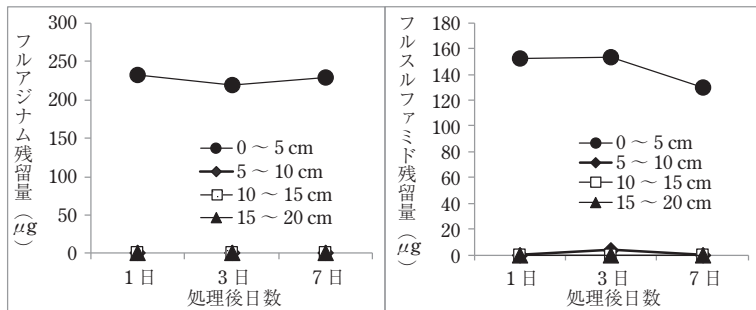


図-4 水添加による薬剤成分の縦方向への挙動試験における土壌の深さ別の残留量

3), 土壌中での分解速度は温度の影響を受けることが明らかであった。このため、夏まき栽培の定植適期に当たる夏～秋季は気温が高く、処理後、急速に薬剤成分の分解が進むことが推察された。産地では定植時期に台風や秋雨による曇雨天が懸念されることから、薬剤の全面土壌混和処理をあらかじめ畝立て前に行うことで定植までの期間が長くなり、これが防除効果の低下につながっている事例が見受けられた。

## 2 土壌中の縦方向への薬剤成分の挙動

円筒形のチューブ（直径 50 mm、長さ 300 mm）に土壌を充てんし、その表層に薬剤を処理した後、毎日散水し、処理 1, 3, 7 日後に土壌の深さ別の薬剤成分の残留量を分析した。その結果、フルアジナム表層から 5 cm の深さに残留し、5 cm より深い位置からは検出されなかった。また、フルスルファミドは 96% 以上が表層から 5 cm の深さに残留し、5 cm より深い位置の残留量は 1～4% と微量であった（図-4）。

このことから、これらの薬剤成分の雨水や灌水による縦方向への拡散はほとんどなく、土壌中の分布を均一化するためには、均一な散布や散布後の確実な耕耘作業が重要であると考えられた。産地では畝立て後に薬剤の作条土壌混和処理を行っている圃場があり、圃場によっては確実な散布と耕耘が実施できていないことが、防除効果低下の一因であることが示唆された。

## III 安定的な防除効果を得るための処理条件

以上の試験結果を総合して、定植前の殺菌剤の土壌混和により安定的な防除効果を得るためには、畝立て前に散定植時に少なくとも 5 cm の作土層に一定濃度の薬剤成分をいかに均質に分布させるかが重要であることが明らかとなった。そのために注意すべきポイントとして、

- ① 薬剤処理から定植までの期間を極力短くすること。
- ② 均一に散布すること。

③ 均質に耕耘を行い、薬剤を可能な限り均一に拡散させること。

④ 耕耘時の深さを把握し、あまり深くなりすぎないようにすること。

があげられる。①については、作条土壌混和処理は一般的に定植直前に行われることが多いため問題は少ないと思われるが、全面土壌混和処理では特に注意が必要で計画的な薬剤処理と定植が不可欠となる。②、③については、薬害の観点からも重要である。作条土壌混和の処理量は畝上全面に散布することを想定していることから、散布および耕耘に偏りが出た場合、生育遅延などの薬害が発生することがあるため注意を要する。また、③については、耕耘の精度が土壌水分によって影響されるため注意を払うことが重要である。④については、休眠孢子密度が高くなると根こぶ形成を抑制する効果が得られる薬剤の濃度も高くなること、耕耘が深くなると分布する薬剤濃度は低くなることから、耕耘の深さに注意する。図-5 に休眠孢子密度  $2.6 \times 10^5$  個/乾土 g の圃場で作条土壌混和処理を行った殺菌剤別の防除効果を示した。薬剤は定植当日に処理し、畝上の約 5 cm の作土層を均質に耕耘可能な管理機を用いた。この処理によりすべての薬剤でほぼ同等の防除効果が得られている。また、産地の根こぶ病発生圃場の休眠孢子密度は、定植時にはほとんどの圃場で  $10^6$  個/乾土 g 以下であったことから、前述のポイントに注意して的確に処理を行うことによって、減収しない防除効果を得ることができると考える。ただ、根こぶ病の菌系によっては極端に薬剤の防除効果が低下するといった報告（田中ら、1997）があり、この点については今後注視していく必要がある。

## おわりに

前述の HeSoDiM による圃場診断とそれに対応した防除技術の中で、一度根こぶ病の侵入が確認された圃場に

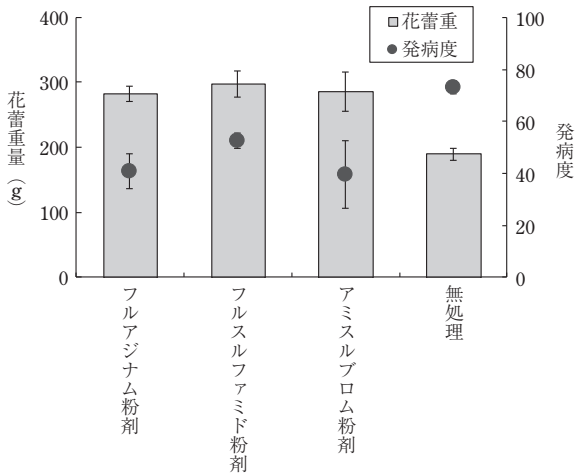


図-5 現地発生圃場における土壌混和殺菌剤別の定植当日 作条土壌混和 20 kg/10 a 処理による防除効果と収量  
(エラーバーは標準誤差を示す.)

においては、定植前の殺菌剤の土壌混和は減収を回避するためには大変有効な防除対策であり、産地での混和は落

ち着きつつある。しかし、薬剤によっては菌の密度を減らす効果はあるものの(若山, 2012), 一定の休眠孢子密度を超える圃場では完全に根こぶの形成を阻止することはできなかった。根こぶ 1g 当たり数十億個もの休眠胞子を放出する根こぶ病の特徴から、短期間で休眠孢子密度を大きく低減するような効果までは期待できないことから、継続的に薬剤処理を実施する必要がある。そこで、今後、転炉スラグ(後藤・村上, 2006)などによる pH 矯正や耐病性品種, また、それらの組合せによる休眠孢子密度の低減化についての研究が期待されるところである。

引用文献

- 1) 後藤逸男・村上圭一 (2006): おもしろ生態とかしこい防ぎ方 根こぶ病 土壌病害から見直す土づくり, 農文協, 東京, 116 pp.
- 2) 森 充隆ら (2014): 香川農試研報 64: 39 ~ 44.
- 3) 中西 充 (2013): 同上 63: 27 ~ 36.
- 4) 田中秀平ら (1997): 日植病報 63: 183 ~ 187.
- 5) TSUSHIMA, S. and S. YOSHIDA (2012): 2012 年度 TUA-FFTC 合同シンポジウム, 東京農業大学・アジア太平洋食料肥料技術センター, 東京, p. 13.
- 6) 若山健二 (2012): 第 3 回根こぶ病研究会要旨集: 20 ~ 22.

農林水産省プレスリリース (27.8.16 ~ 9.18)

農林水産省プレスリリースから、病害虫関連の情報を紹介します。  
<http://www.maff.go.jp/j/press/syoutan> の後にそれぞれ該当のアドレスを追加してご覧下さい。

- ◆ 「平成 27 年度 病害虫発生予報第 6 号」の発表について (8/18) /syokubo/150818.html
- ◆ 「平成 27 年度 病害虫発生予報第 7 号」の発表について (9/18) /syokubo/150918.html
- ◆ ジャガイモシロシストセンチュウの確認について (8/19)