

薬剤の種子塗沫処理および石灰質資材を用いた土壌 pH の調整によるダイズ茎疫病の防除

富山県農林水産総合技術センター農業研究所* **三 室 元 氣**

はじめに

ダイズ茎疫病は *Phytophthora sojae* Kaufmann & Gerdemann によって引き起こされる土壌伝染性病害であり、1977年に北海道で初発生して以来、全国で発生が認められている。本病の発生は発芽直後から認められ、発病すると胚軸および子葉が腐敗し、出芽前立枯の原因となる。幼苗期ころに感染すると、はじめは地際の胚軸が侵され、やがて萎凋、枯死する（土屋、1982）。伝染源は土壌中の卵胞子であると考えられ（SCHMITTHENNER, 1985）、土壌水分が高い場合に感染、発病が多いとされる（土屋・児玉、1981；SCHMITTHENNER, 1999）。

富山県におけるダイズ作付面積は2009年において、5,080 ha であり、全国9番目に多い地域である。さらに、実需者ニーズに対応した「売れる大豆づくり」を基本に、担い手への土地利用集積、大規模栽培に対応した技術指導の徹底、生産履歴の記帳や GAP の徹底等により、高品質で安全・安心な県産大豆の安定生産に努めている。一方で、ダイズ面積の大部分が水田転換畑であり、圃場における恒常的な排水不良が生産現場における大きな生産阻害要因となっている。このような圃場では茎疫病の発生するリスクも高く、出芽の安定と初期生育の確保のため、本病に対する防除対策が強く求められている（向島・関原、2006）。

これまで本病に対する防除対策は、排水性の改善や生育期の地上部薬剤散布が中心であったが、処理が簡便で散布労力がかからない種子塗沫処理剤の開発が望まれている。そこで、本研究では薬剤の種子塗沫処理による防除効果を調査した。また、粉状消石灰を施用し土壌 pH を高めることによる発病抑制効果や、これと薬剤の種子塗沫処理を併用した場合の防除効果についても調査したので報告する。

なお、本研究は農林水産省の委託プロジェクト研究

Control of Phytophthora Root and Stem Rot of Soybean by Seed Treatment with Fungicides and Amelioration of Soil Acidity. By Genki MIMURO

（キーワード：ダイズ、茎疫病、殺菌剤、種子塗沫、消石灰、土壌 pH）

* 現 富山県農林水産部農産食品課

「低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発」の一部として実施したものである。

I 茎疫病に対する薬剤防除

1 種子塗沫処理剤の有効性

茎疫病に対する防除薬剤は、これまで薬剤の茎葉散布が主であり、2003年にオキサジキシル・銅水和剤が製造中止となって以来、2007年までは銅粉剤が唯一の登録薬剤であったのが、現在では銅粉剤に加え、9剤（2010年5月時点）が使用できる（向島、2008；加藤、2010）。一方で、本病は出芽直後から発病することや、ダイズの生育初期ごろの本病に対する感受性が高いことが知られている（柳田、1985）。本県でも発病株の持込みの多くがダイズの播種時期からその1か月後までに集中している。このような発生様相から、生育初期の防除が重要であり、より効果的に抑制するには、薬剤の種子塗沫処理が有効と考える。また、薬剤散布と比較して、省労力・省コストであり、既に、チウラム水和剤（本田、2007）やチアメトキサム水和剤等の種子塗沫剤が現場での慣行処理として広く普及していることから、導入の際の技術的な問題点も少ないと考えられる。そこで本病に対する薬剤の種子塗沫処理の防除効果を明らかにした。

2 種子塗沫処理剤の防除効果

種子塗沫処理剤の防除試験はポットおよび圃場で行った。いずれの試験でも「エンレイ」を播種し、耕種概要は表-1に従った。ポット試験の接種源として、2007年が罹病ダイズ苗、2008年は茎疫病が発生した現地圃場から採取した土壌、2009年はV8ジュース寒天培地で培養した茎疫病菌の磨砕液を用いた。圃場試験では、2006年にV8ジュース寒天培地で培養した茎疫病菌の磨砕液、2009年は、罹病ダイズ苗、2010年は、茎疫病菌を麦粒培地で培養したのを用いた。薬剤処理は、以後の試験も含め表-2のとおり行ったが、2009年のポット試験では、茎疫病防除薬剤の種子塗沫処理単独区に加え、これら薬剤とチウラム水和剤の併用区、さらにチウラム水和剤単独区を設けた。発病調査は以後の試験も含め全株を発病程度別に分類し、発病度は以下の式により算出した。

発病度 = (発病程度 × 発病株数) × 100 / 調査株数 / 4

表-1 種子塗沫剤の防除効果試験における耕種概要

耕種概要	ポット試験			圃場試験		
	2007年	2008年	2009年	2006年	2009年	2010年
試験面積	1/5,000 a	1/5,000 a	コンテナ (27×32×14 cm)	1.7 m ² (条間 80 cm)	6.4 m ² (条間 80 cm)	6.4 m ² (条間 80 cm)
培土	イセキナウエル培土	圃場土	圃場土	—	—	—
播種日	9月5日	9月9日	10月8日	6月8日	5月28日	6月17日
接種時期	播種7日後	播種時	播種6日後	播種19日後	播種9日後	播種時
湛水時期	播種7日後	播種10日後	播種10日後	播種53, 55, 64日後	播種14, 18, 21, 26日後	播種6日後
湛水期間	2日	2日	2日	湛水後速やかに排水	湛水後速やかに排水	湛水後, 自然落水

注) 圃場土は, 圃場から採取した土壌を示す.

表-2 供試薬剤と処理量

供試薬剤	種子 1 kg あたり処理量	供試年次					
		ポット			圃場		
		2007年	2008年	2009年	2006年	2009年	2010年
シアゾファミド水和剤	20 ml	○	○	○	○	○	○
T・M・F水和剤	8 ml		○	○		○	○
アミスルプロム水和剤	10 ml	○	○	○		○	○
チウラム水和剤	20 ml			○			

注1) T・M・F水和剤はチアマトキサム・メタラキシル M・フルジオキシニル水和剤を示す.

2) ○は薬剤を供試したことを示す.

[発病程度 0: 発病なし, 1: 茎に病斑があるが萎凋していない, 2: 地上部の 1/3 以下が萎凋, 3: 地上部の 1/3 ~ 2/3 が萎凋, 4: 地上部の 2/3 以上が萎凋または枯死]

その結果, 2007年および2008年のポット試験では無処理区での発病度が40を超え, 多発生条件下の試験となり, 2006年, 2009年, および2010年の圃場試験では無処理区の発病度が10程度と少発生条件下での試験となった。防除価は, アミスルプロム水和剤が76以上, チアマトキサム・メタラキシル M・フルジオキシニル水和剤が66以上, シアゾファミド水和剤が62以上となり, いずれの薬剤も防除効果が認められた (図-1)。なお, 薬剤処理区における, 生育抑制などの薬害は認められなかった。2009年に行った種子塗沫処理剤とチウラム水和剤を併用した防除試験では, 茎疫病に対して, チウラム水和剤単独処理の防除効果は認められなかった。一方, チウラム水和剤をアミスルプロム水和剤, チアマトキサム・メタラキシル M・フルジオキシニル水和剤そしてシアゾファミド水和剤と併用した場合は防除効果が認められ, その効果は, これら薬剤の単独処理区と同等であり, 併用による薬剤の防除効果への影響は認められなかった (図-2)。なお, 薬害は, 観察されなかった。

本試験では, 本病に対して感受性の高い期間とされる播種後1か月ごろまでの防除効果を調査したが, 供試した3種の種子塗沫処理剤は, いずれも実用的な防除効果が認められた。2011年2月現在, 本病に対する種子塗沫処理はシアゾファミド水和剤の登録が取得され, チアマトキサム・メタラキシル M・フルジオキシニル水和剤, アミスルプロム水和剤は登録申請中である。このほかの種子塗沫処理剤についても日本植物防疫協会委託の新農業実用化試験で試験されており, 今後の上市が期待される。

II 石灰質資材を施用した土壌 pH の調整による茎疫病的発病抑制効果

1 石灰質資材の施用による土壌 pH の調整と発病軽減

土壌 pH と茎疫病的発生について, 福井県では現地圃場での茎疫病発生実態を調査し, 土壌 pH が 5.4 よりも高い圃場での本病的発生は少ないことなどを報告しており (古河, 2007), 本試験では, 粉状消石灰を用いて, これをポット試験および圃場試験で実証するとともに, 粉状消石灰の施用による土壌 pH の矯正と種子塗沫処理を併用した場合の防除効果も検証した。

いずれの試験も 'エンレイ' を播種し, 耕種概要は表-

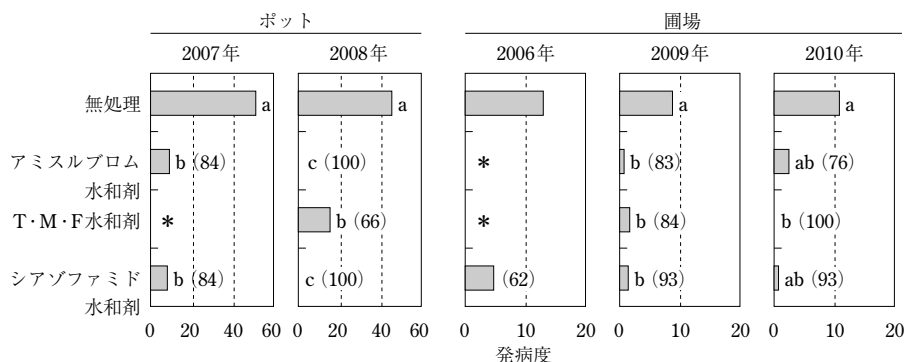


図-1 種子塗沫処理剤の防除効果

注1) 図中の*は薬剤の未供試を表す。

2) T・M・F水和剤はチアメトキサム・メタラキシル M・フルジオキシニル水和剤を表す。

3) 同一英文字を付した同一年次の処理間には有意水準5%で差がないことを示し (Arcsin 変換後, Tukey 法), () 内の数値は防除価を表す。

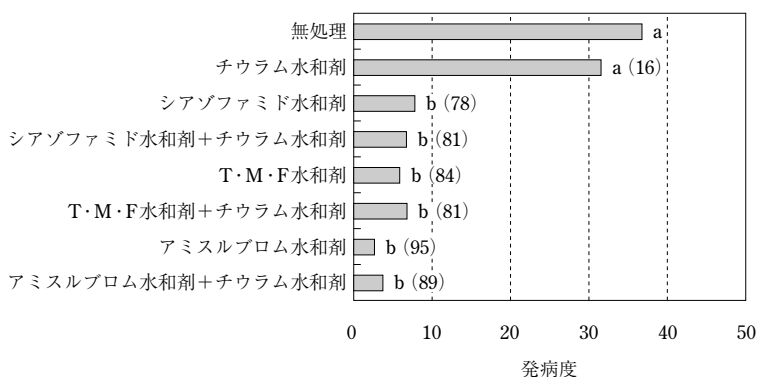


図-2 種子塗沫処理剤とチウラム水和剤を併用した防除効果

注1) T・M・F水和剤はチアメトキサム・メタラキシル M・フルジオキシニル水和剤を表す。

2) 同一英文字を付した処理間には有意水準5%で差がないことを示し (Arcsin 変換後, Tukey 法), () 内の数値は防除価を表す。

表-3 土壌 pH の矯正による発病軽減効果試験における耕種概要

耕種概要	ポット試験		圃場試験	
	2008年	2009年	2009年	
試験面積	1/5,000 a	ワグネルポット	コンテナ (27×32×14 cm)	28.8 m ² (条間 80 cm)
培土	圃場土	圃場土	圃場土	—
播種日	7月11日	6月29日	6月29日	5月28日
接種時期	播種11日後	播種4日後	播種4日後	播種12日後
湛水時期	播種11日後	播種6日後	播種6日後	播種14, 18, 21, 26日後
湛水期間	20日	2日	2日	湛水後速やかに排水

注) 圃場土は、圃場から採取した土壌を表す。

3に従った。土壌 pH は表-4 のとおり調整したが、圃場試験では、播種前日に粉状消石灰を手撒きし、トラクターで耕起することによって行った。ポット試験における

接種は、2008年が罹病ダイズ苗、2009年にはフスマ培地による培養物、2009年の圃場試験においては、罹病ダイズ苗を用いた。いずれの試験も、発病を促すため、

表-4 播種時の土壌 pH

供試資材	ポット試験			圃場試験	
	処理量/土壌 1 kg	土壌 pH		処理量/10 a	土壌 pH
		2008年	2009年		2009年
無処理	0 g	5.7	5.3	0 kg	5.1
酸度調整剤	7.5 g	5.5	4.2	—	—
粉状消石灰	0.5 g	6.3	6.5	184 kg	6.2
	2.5 g	7.1	7.6	589 kg	7.0

注1) 酸度調整剤：サンドセット（日産アグリ）を用いた。

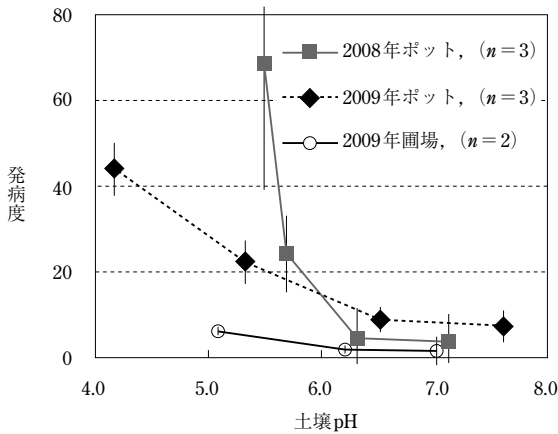


図-3 播種時の土壌 pH とダイズ茎疫病の発生
注) 図中のバーは標準偏差を示す。

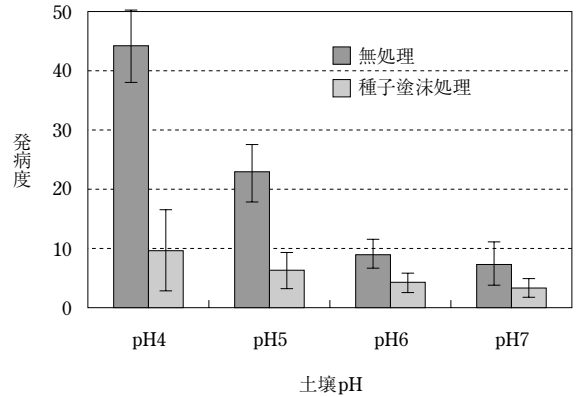


図-4 土壌 pH の矯正と薬剤の種子塗沫処理の併用に對するダイズ茎疫病の発病程度
注) 図中のバーは標準偏差を示す (n = 3)。

湛水処理を行ったが、圃場試験では、試験区の周りを畝で囲った。

その結果、2008年、2009年のポット試験では無処理区での発病度が、それぞれ23、24となり、中発生条件下での試験となった。酸度調整剤で土壌 pH を下げると、発病度は、2008年が44、2009年が68と高まった。一方で粉状消石灰を施用し、土壌 pH を調整した場合に、発病度は、2008年が4.2 (pH6.2区) および3.7 (pH7.1区) となり、2009年は8.7 (pH6.5区) および6.9 (pH7.6区) と、低下した。圃場試験では無処理区での発病度が6となり、少発生条件下での試験となったが、粉状消石灰を施用し、土壌 pH を調整した場合に、発病度が1.5 (pH6.2区) および1.1 (pH7.0区) と、明らかに低下した (図-3)。

2 種子塗沫処理剤と石灰質資材の施用による土壌 pH の調整を併用した場合の防除効果

2009年のポット試験と併設して実施した。耕種概要および土壌 pH の矯正については表-3 および表-4 に準じて行ったが、土壌 pH の調整とチアメトキサム・メタ

ラキシル M・フルジオキシソニル水和剤の種子塗沫処理を行った併用区を設けて、その防除効果を検証した。

その結果、種子塗沫処理区において土壌 pH の無調整区 (pH5.3) の発病度が6.1であったのに対し、土壌 pH を6.5および7.6に矯正した場合の発病度がそれぞれ3.8、3.0となり、両者を併用することで、さらに茎疫病の発病が抑制された (図-4)。

土壌 pH の調整と茎疫病の発生との関係について、粉状消石灰を施用し、播種時の土壌 pH を6以上に調整することで発病が抑制され、さらに種子塗沫処理を併用した場合の防除効果は、薬剤を単独で用いるよりも、防除効果は高まることが明らかとなった。

なお、石灰質資材の施用による土壌 pH の矯正が本病に抑制的である要因については、現在検討中であるが、杉本 (2009; SUGIMOTO et al., 2007; 2008; 2010) は、各種カルシウム化合物に茎疫病菌遊走子の放出抑制効果があること、ダイズ茎部にカルシウムが沈着することによって茎疫病菌の菌糸の侵入が阻害されること等を報告している。本研究における粉状消石灰施用による発病抑制に

は、カルシウムが直接的あるいは間接的に関与している可能性が高いと推察された。

おわりに

富山県内の耕地土壌における 1979～82 年の平均的な土壌 pH は、6.1 であったのに対し、2004～07 年までの期間の土壌 pH は、平均で 5.6 と低く推移している(小池ら, 2008)。本研究の結果から、このことも、近年の茎疫病の発生の増加に影響していると考えられる。本研究の結果や既往の報告からも、土壌 pH が 6 未満の圃場では本病の発生リスクが高まると予想され、石灰質資材の施用により土壌 pH を 6 以上に矯正することが重要である。加えて、土壌 pH を高めることはダイズ収量の向上にもつながるため(雄川ら, 2008)、より積極的な石灰質資材の活用が望まれる。一方で、本病は、土壌 pH のほかにも、圃場の排水性や菌密度、土壌中のカルシウム濃度そして気象条件等の様々な要素が影響し、これらが複合することで圃場における発生量が決定されると考えられる。そのため、土壌 pH を高め、排水性を改善することを基本とし、それでもなお発生が認められる時には、防除薬剤を利用するような総合的な防除対応が必要と考える。これまで、薬剤の種子塗沫処理と土壌 pH の矯正の発病抑制効果について明らかにしてきた

が、茎疫病をはじめ、ダイズの立枯性病害に対する各種防除対策がこれまで多くの研究者によって開発されてきた。しかしながら、これらを効率的に活用するためには圃場の発生リスクを予測するとともに、それに応じた防除圧の提案が必要である。今後は、防除技術の開発だけでなく、それらを活かすための土壌診断法等を利用した発生リスクの評価法の開発の必要性が高まるものと考えられる。

引用文献

- 1) 古河 衛 (2007): 農業および園芸 **82**: 1203～1207.
- 2) 本田範行 (2007): 同上 **82**: 265～270.
- 3) 加藤雅康 (2010): 植物防疫 **64**: 497～500.
- 4) 小池 潤ら (2008): 平成 20 年度農業分野試験研究の成果と普及, 富山県農林水産部, 富山, p. 37～38.
- 5) 向島博行・関原順子 (2006): 北陸病虫研報 **55**: 27～32.
- 6) ——— (2008): 植物防疫 **62**: 465～471.
- 7) 雄川洋子ら (2008): 平成 20 年度農業分野試験研究の成果と普及, 富山県農林水産部, 富山, p. 43～44.
- 8) SCHMITTHENNER, A. F. (1985): Plant Dis. **69**: 362～368.
- 9) ——— (1999): Phthophthora rot. *Compendium of soybean diseases*, 4th ed., The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, p. 39～42.
- 10) 杉本琢真 (2009): 植物防疫 **63**: 284～289.
- 11) SUGIMOTO, T. et al. (2007): Phytopathology **155**: 97～107.
- 12) ——— et al. (2008): Plant Dis. **92**: 1559～1565.
- 13) ——— et al. (2010): *ibid.* **94**: 812～819.
- 14) 土屋貞夫・児玉不二雄 (1981): 植物防疫 **35**: 439～442.
- 15) ——— (1982): 北海道立農試集報 **48**: 46～55.
- 16) 柳田鱈策 (1985): 北日本病虫研報 **36**: 144～145.

登録が失効した農薬 (23.4.1～4.30)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録失効年月日。

「殺虫剤」

- ジメトエート乳剤
5730：サンケイジメトエート乳剤（サンケイ化学）11/04/17
- CYAP 水和剤
12091：三共サイアノックス水和剤（三井化学アグロ）11/04/26
- シクロプロトリン粒剤
16729：三共シクロサール U 粒剤 2（三井化学アグロ）11/04/13
- エトフェンプロックス・DDVP 乳剤
16787：バイボン乳剤（株式会社トモグリーン・ケミカル）11/04/13
- カルタップ複合肥料
18297：くみあいエムシロン IBH3 号（ジェイカムアグリ株式会社）11/04/26
- BPMC 粉剤
18305：アグロスバッサ粉剤 2DL（住友化学）11/04/26
- エトフェンプロックス乳剤
20790：ベニカ V スプレー（住友化学園芸）11/04/12

- BT 水和剤
20837：ブイハンターフロアブル（住友化学）11/04/26

「殺虫殺菌剤」

- クロチアニジン・カルプロパミド粒剤
20829：バイエルウィンダントツ箱粒剤（バイエルクロップサイエンス）11/04/26

「殺菌剤」

- イプロジオン水和剤
16238：ヤシマ産業ロブラールフロアブル（ヤシマ産業）11/04/27
- 19289：ヤシマ産業ロブラール水和剤（ヤシマ産業）11/04/27

「除草剤」

- ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤
16815：三共ザーク粒剤 25（三井化学アグロ）11/04/24
- アイオキシニル乳剤
17562：日曹アクチノール乳剤（日本曹達株）11/04/10