

亜リン酸肥料がダイズ茎疫病の発生に及ぼす影響

兵庫県立農林水産技術総合センター 齋 川 和 正

はじめに

ダイズ茎疫病は *Phytophthora sojae* によって引き起こされる土壌伝染性病害で、全国的に発生が認められている。病徴は幼苗期では苗木枯症状を呈し、生育が進んだダイズでは、茎の地際部に褐色条斑が形成され、地上部全体がやや黄化し、その後、萎凋・枯死する。伝染源は土壌中の卵胞子であり、土壌水分の高い条件で感染・発病しやすい。

兵庫県は黒ダイズ（品種：丹波黒）の栽培が盛んで、作付面積は約 1,200 ha と全国 3 位の大産地である。特に丹波地域では古くから栽培されており、地域特産品として収益性が高い。兵庫県では主に丹波地域の黒ダイズで茎疫病の発生が多い。ダイズ葉を用いた簡易検定法では、主要産地である篠山市内のダイズ圃場において、土壌からの茎疫病菌の検出率は 86% と高く、広範囲に菌が分布していることが明らかとなっている。茎疫病に対しては有効な殺菌剤が少なく、産地では防除対策に苦慮している。

さらに、古くからの産地であるため、長期にわたる田畑輪換により地力窒素が消耗し、収量が減少している。生育前半のダイズは、リン酸が有効に働き、出芽向上、初期生育促進、着莢数の増加等の作用があるが（兵庫県稲・麦・大豆作等指導指針，2001），リン酸は土壌に固定されやすく、植物体内で不足することが考えられる。そこで筆者は亜リン酸に着目し、試験を実施した。

亜リン酸は本来、肥料成分であるが、カンキツ疫病に対する発病抑制作用も報告されている。ここでは亜リン酸肥料が茎疫病の発生と、収量に及ぼす影響を検討したので紹介する。

I 亜リン酸とは

亜リン酸は化学式では H_3PO_3 で表され、酸性化合物であり、各種金属塩およびアンモニウム塩の形態をとる。亜リン酸はリン酸 (H_3PO_4) に比較して水や有機溶媒への溶解度が高く、リン酸よりも根や葉から吸収されやす

い。吸収された亜リン酸は一部はリン酸塩に転化され、一部は亜リン酸塩のまま植物体に利用される。

亜リン酸は、亜リン酸とカリウムを含んだ形態、あるいは窒素とカリウムを含んだ形で液体肥料として製品化されている。海外では亜リン酸アンモニウム液肥も流通している。肥料効果としては、着果・結実促進、果実品質向上、根群伸長等である。例えばミカンに亜リン酸液肥を葉面散布すると、着果促進の効果がある（中島ら，2004）。タマネギではセルトレイ育苗中に灌注すると、根の伸長を促進し、苗質を向上させることや増収する傾向も認められている。また、水耕液からリン酸を除去して水耕栽培したキュウリにおいて、亜リン酸カリウムを葉面散布すると、リン酸カリウムと比較して生育が促進される（渡辺，2005）。

亜リン酸液肥は肥料であるので、当然、安全性は高い。この試験で用いた亜リン酸液肥の安全性確認データによると、微生物を用いた復帰変異試験で変異原性は陰性、ラットを用いた急性経口毒性試験で、LD50 値は雌雄共に 2,000 mg/kg 以上、コイを用いた魚類急性毒性試験で、LC50 値は 1,000 ppm 以上、ウサギを用いた皮膚および眼一時刺激性試験で、共に刺激性なしとなっている（渡辺，2005）。

亜リン酸の病害抑制事例としては、*Phytophthora citrophthora* によるカンキツ疫病の病斑長が抑制されることや（AfeK and Szejnberg, 1989）、水耕栽培のピーマンにおいて水耕液に亜リン酸を添加すると *Phytophthora capsici* による疫病を抑制する（Forester et al., 1998）ことが報告されている。

II 亜リン酸液肥が茎疫病の発生に及ぼす影響

1 亜リン酸液肥の施用時期・量・回数試験

亜リン酸液肥の施用時期・量および回数について試験を行った。試験は兵庫県篠山市の現地圃場で実施した。2006年6月9日にダイズ（品種：丹波黒）を128穴セルトレイに播種し、6月22日に移植した。畝幅180cm、株間50cm、2条植、栽培管理は現地慣行とした。亜リン酸液肥（N-P-K：0-32-25，pH 6.9，大塚化学）を供試し、希釈倍数は500倍とした。処理区は表-1に示した7区を設置し、1区11.8m²（約26株）の3反復と

Influence of Application of Phosphite Fertilizer on Occurrence of Soybean Phytophthora Rot. By Kazumasa MAEKAWA

(キーワード：ダイズ，茎疫病，*Phytophthora sojae*，亜リン酸肥料)

表-1 亜リン酸液肥の施用時期・量・回数試験における処理区の構成 (試験1)

処理区	施用量	施用場所	施用時期		
			6月22日	6月28日	7月12日
苗灌注	1L/トレイ	セルトレイ	○		
33 ml・1回	33 ml/株	本圃		○	
67 ml・1回	67 ml/株	本圃		○	
50 ml・2回	50 ml/株	本圃		○	○
100 ml・2回	100 ml/株	本圃		○	○
銅粉剤	2.2 g/株 ^{a)}	本圃		○	
無処理	—	—	—	—	—

注) 希釈倍数は500倍。定植6月22日。苗灌注は定植当日、ジョウロで灌注。本圃ではジョウロで株元散布。銅剤は9.0%硫酸銅粉剤を葉上で株元散布。各処理時の生育ステージは6月22日：初生葉期、6月28日：1.5本葉期、7月12日：5.5本葉期。^{a)} 3 kg/10 a 相当。

した。亜リン酸液肥の処理は本圃では6月末から7月中旬に行った。ダイズは生育ステージが若いほど、茎疫病に対する感受性が高く、3本葉期までの根部感染で発病程度が激しくなる(柳田, 1985)。したがって定植直後からの対策が重要である。また、定植後から7月中旬までは中耕培土と追肥の作業時期であり、亜リン酸液肥の同時施用が可能である。

発病調査の結果を図-1に示した。茎疫病的発病は8月中旬から認められたが、9月28日の調査では、無処理区での茎疫病的発病率は9.5%、発病度は7.0と少発生条件下の試験となった。これに対して、茎疫病に登録のある硫酸銅粉剤の散布区では、発病率3.2%、発病度2.9と、低いながらも発病抑制効果が認められた。一方、亜リン酸区では、セル苗灌注で発病度1.5と銅剤以上の発病抑制効果が認められ、本圃散布では67 ml/株の1回散布、50 ml および 100 ml/株の2回散布のいずれの処理においても無発病で、高い発病抑制効果が認められた。いずれの処理も亜リン酸液肥の濃度障害は認められなかった。

以上のように、茎疫病少発生条件下では、ダイズ生育初期における亜リン酸液肥の株元散布が、発病抑制に有効であった。また、セル苗灌注は本圃処理より効果は低いものの、少量かつ省力的な施用法と考えられる。

2 亜リン酸液肥の効果的な濃度

亜リン酸液肥の茎疫病に対する、効果的な濃度を明らかにするため試験を行った。試験は兵庫県篠山市の現地圃場で実施した。2005年6月14日にダイズ(品種：丹波黒)を直播し、条間150 cm, 株間45 cm, 1条植とした。元肥は2004年11月8日、堆肥2 t/10 a, 腐植酸質資材40 kg/10 aを施用, 2005年5月16日, 混合リン肥

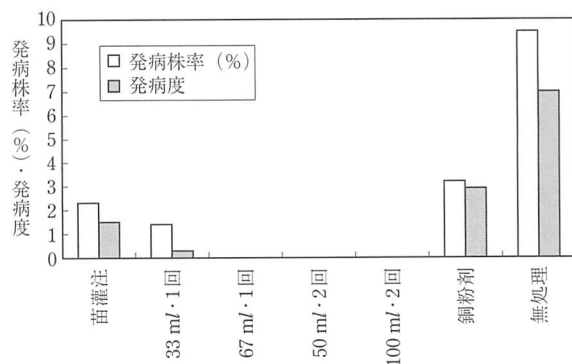


図-1 亜リン酸液肥の施用時期・量・回数がダイズ茎疫病発生に及ぼす影響 (試験1)

9月28日調査。倍数:500倍。発病度は「A:地上部の2/3以上の茎葉が枯死。B:地上部の1/3以上~2/3未満の茎葉が枯死。C:地上部の1/3未満の茎葉が萎凋または枯死。D:茎に病斑があるが茎葉は萎凋なし」の程度別に調査し、「発病度=100×(4A+3B+2C+D)/4×調査株数」の式で求めた。

200 kg/10 a, 腐植酸リン肥40 kg/10 aを施用, 追肥は7月6日, 黒大豆用化成肥料(N-P-K=5-12-10)20 kg/10 a, 7月21日, PK化成40号10 kg/10 a, NK化成2号10 kg/10 aを施用した。亜リン酸液肥(N-P-K:0-32-25, pH 6.9, 大塚化学)を供試し, その300, 400倍液をそれぞれ7月8日(3本葉期), 21日(7本葉期)の2回, 100 ml/株を株元散布した。対照に硫酸銅(9.0%)粉剤の2.2 g/株を同時期に2回株元散布した。試験は1区21 m²(約31株)の3反復とした。

発病調査の結果を図-2に示した。茎疫病的発病は7月下旬から認められ, 9月29日の調査では, 無処理

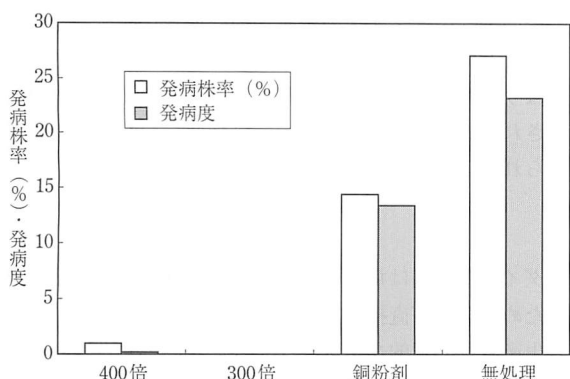


図-2 亜リン酸液肥の株元散布がダイズ茎疫病発生に及ぼす影響 (試験2)
9月29日調査. 発病度の計算式は図-1参照.

区の発病株率は27.1%, 発病度は23.2と多発生条件の試験となった。これに対して硫酸銅粉剤区は発病株率14.4%, 発病度13.4と発病抑制効果が認められた。一方, 亜リン酸液肥300倍区で発病は認められず, 400倍区で発病度0.2となり, 無処理, 硫酸銅粉剤区に比べ発病が大きく抑制された。両処理区とも茎葉の濃度障害は認められなかった。

以上のように, 茎疫病多発条件下においても, ダイズ生育初期における亜リン酸液肥300~400倍希釈液の株元散布は高い発病抑制効果が認められた。前試験事例を併せて考えると, ダイズ茎疫病に対しては300~500倍希釈液が効果的な濃度と言える。

3 亜リン酸の作用機作

亜リン酸のダイズ茎疫病発病抑制機作については, 十分解明されていない。カンキツでは疫病抵抗性品種に亜リン酸を施用しておく, 疫病菌感染後, Scoparone というファイトアレキシンの産生が助長される (AfeK and SZTEJNBERG, 1989)。また, 殺菌剤のホセチルは亜リン酸骨格にエチル基とアルミニウムが結合したものであり, その作用機作の一つに病害抵抗性の向上がある。*Phytophthora palmivora* によるウンシュウミカン褐色腐敗病に対し, 発病前の亜リン酸液肥散布では高い発病抑制作用があるが, 感染後の散布では効果は認められない。しかし, ホセチル水和剤は感染後の散布で, ある程度効果が認められている (清水・三好, 2006)。このことより, 亜リン酸はあくまで肥料であり, 予防的に散布することで病害抵抗性が向上する可能性があると考えられる。したがってダイズにおいても, 茎疫病の発病抑制は病害抵抗性の向上によるものであろう。

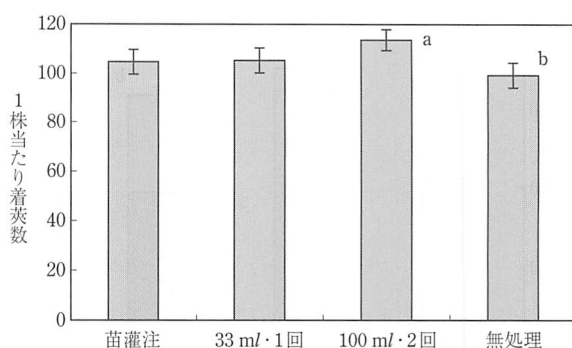


図-3 亜リン酸液肥の施用が着莢数に及ぼす影響 (試験1)
バーは標準誤差. a, b間には最小有意差法により5%水準で有意差あり.

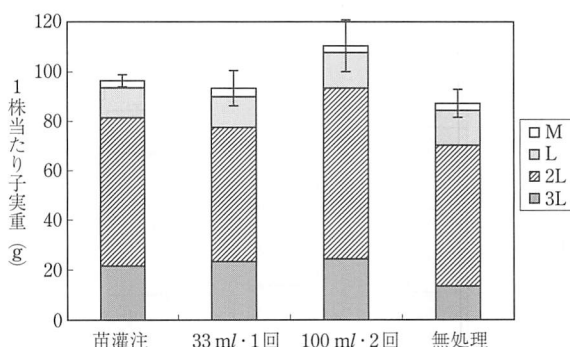


図-4 亜リン酸液肥の施用が粒径別子実重に及ぼす影響 (試験1)
バーは標準誤差.

III 亜リン酸液肥が収量に及ぼす影響

試験1において, 各区から健全株を選び, 着莢数, 粒径別子実重を求めた。着莢数の結果を図-3に示した。1株当たりの着莢数について, 亜リン酸液肥500倍, 100 ml・2回施用区は113.7個と無処理区の99.2個に比べ増加した。1株当たり子実重についても, 100 ml・2回施用区は110.4 gと無処理87.2 gに比べ, 増加する傾向にあった (図-4)。黒ダイズは粒径が大きいほど収益性が高いため, 粒径別に子実重を調査した。100 ml・2回施用区は2L (10~11 mm), 3L (> 11 mm) の収量も, 無処理に比べ増加しており, 亜リン酸液肥の施用によって子実が小粒化することはなかった。

試験2における着莢数を図-5に示した。1株当たり着莢数は, 無処理159.0個に対し, 亜リン酸液肥300倍区で176.4個, 400倍区で172.3個と亜リン酸区で増加する傾向が認められた。子実重は両濃度区とも無処理よ

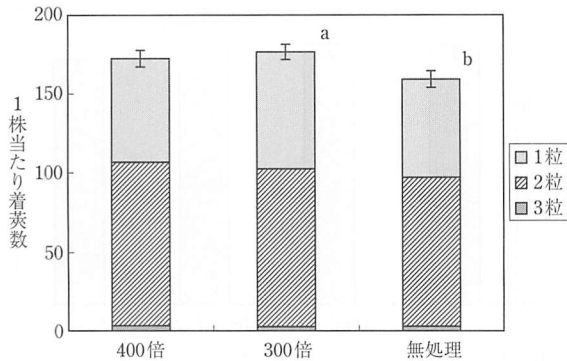


図-5 亜リン酸液肥の施用が着莢数に及ぼす影響 (試験2)

バーは標準誤差, a, b 間には最小有意差法により5%水準で有意差あり.

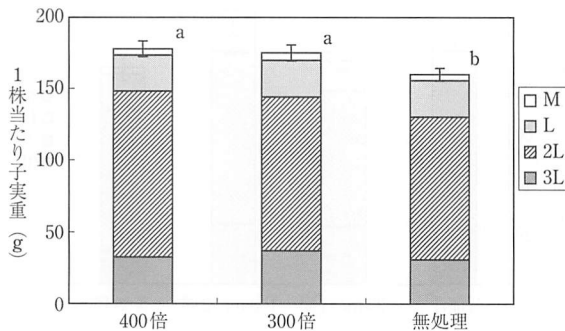


図-6 亜リン酸液肥の施用が粒径別子実重に及ぼす影響 (試験2)

バーは標準誤差, a, b 間には最小有意差法により5%水準で有意差あり. 2L以上の重量は400倍, 300倍区とも無処理区と5%水準で有意差あり.

り10%程度重く, 粒径2L以上の子実重は無処理区に比較して300倍区で10.7%, 400倍区で13.8%増加した(図-6)。

このように, ダイズの生育初期に亜リン酸液肥を施用することで増収した。ダイズに吸収された亜リン酸の一部はリン酸塩に転化され, リン酸としての肥料効果が発揮され, 着莢数の増加, ひいては増収につながったと考えられる。

おわりに

ダイズ茎疫病は病勢の進展が速く, 株全体が枯死に至るため, 発病が直接減収に結びつくだけでなく, 黒ダイズ生産者に心理的なダメージを与え, 高齢化とも相まって栽培意欲の減退を招きやすい。産地の維持のためにその対策は急務である。

茎疫病は前述したように, 圃場の高土壌水分条件下で発生が多いので, 本病の防除には, 暗渠排水, 高畦栽培等の根本的な排水改善が重要である。また, 土壌中の病原菌密度を高めないように連作を避け, 非寄主作物との輪作を行うことが大切である。さらに, 本病は石灰資材の施用により土壌pHを中性に近づけることで発病が抑制される(古河, 2005)ことが明らかとなっている。本病の防除にはこれらの耕種的技術が基本となる。亜リン酸液肥は, 病害抑制効果も期待されるが, あくまで肥料であり, 増収効果が認められることから, 各種耕種的防除技術と組み合わせることで, 総合的な安定生産技術に結びつくと考えられる。

引用文献

- 1) AFEK, U. and A. SZTEJNBERG (1989): *Phytopathology* 79: 736 ~ 739.
- 2) FÖRESTER, H. et al. (1998): *Plant Disease* 82: 1165 ~ 1170.
- 3) 古河 衛 (2005): 平成17年度福井県農試, 病害虫に関する試験成績: 13 ~ 19.
- 4) 兵庫県 (2001): 兵庫県稲・麦・大豆作等指導指針: 124 ~ 125.
- 5) 前川和正ら (2006): 関西病虫研報 48: 53 ~ 54.
- 6) 中島貞彦ら (2004): 平成15年度佐賀県研究成果情報 <http://www.pref.saga.lg.jp/at-contents/shigoto/nogyo/uwabaenousenta/singijyutu.html>.
- 7) 清水伸一・三好孝典 (2006): 四国植物防疫研究 41: 50 ~ 51.
- 8) 柳田騏策 (1985): 北日本病虫研報 36: 144 ~ 145.
- 9) 渡辺和彦 (2005): 季刊肥料 101: 91 ~ 96.