

ミニ特集：オルピディウム菌媒介ウイルス病対策

亜リン酸資材による肥培管理を核とした レタスビッグベイン病の発病制御技術

兵庫県立農林水産技術総合センター
 OAT アグリオ株式会社

にしぐち 西口 真嗣・前川 松浦 かつなり かつなり 松浦 克成・中野 伸一 かつまさ 和正・岩本 伸一 いわもと 岩本 伸一 ゆたか 豊 毅 かつよし 藤 毅

はじめに

兵庫県のレタス生産は、栽培面積が約 1,300 ha、生産額は約 60 億円で、全国第 3 位の生産量 (37,200 t) を誇る。そのほとんどが淡路島の南部にある南あわじ市で集約的に栽培されている。本市は、西日本有数の露地野菜産地であり、ハクサイ、タマネギ、水稻の輪作を行う全国でも珍しい 3 毛作体系が行われてきた。レタスは土地利用型作物として 1960 年代から栽培が始められ、現在では、名実ともに兵庫県野菜の基幹品目となった。出荷は 10～6 月の長期にわたっているが、中心は 12～4 月の厳寒期どり栽培であり、本作型における出荷量は全国トップクラスである。また、兵庫県が進める「兵庫県認証食品」にも認定され、栽培出荷方式も消費者に安全・安心を提供する方法が採用されており、性フェロモンや黄色灯を利用した防除法により殺虫剤の使用回数を減らしている。

しかし、1994 年に一部地域でレタスビッグベイン病 (病原 *Mirafiori lettuce big-vein virus*) が発生し、その後徐々に発生地域が拡大し現在では地域全体に発生が拡大している。本病は、1934 年に米国で初めて報告された病害で (JAGGER and CHANDLER, 1934)、我が国では 1970 年ころから和歌山県で発生していたことが岩木ら (1978) によって報告され、その後全国に発生地域が拡大した。土壤中に存在する *Olpidium virulentus* (以下、媒介菌) が媒介するウイルス病害で、ウイルスを保毒した媒介菌が土壌くん煙剤などの化学農薬の効果が届きにくい地中層で休眠胞子として滞在することから、10 年以上の長期にわたり圃場汚染が継続する。レタスが定植されると

媒介菌が根部に感染し、ウイルスが植物体に感染する。レタス体内で増殖したウイルスは、地上部では、葉脈付近が退色し白色になり、葉脈が太くなったように見え、退色部分と緑色の残った部分の境界がはっきりとした独特の病徴を呈する。本病害は、株を枯死させることはないが、生育不良、結球不良を引き起こし、結果として収量が減少する。

防除対策としては、基本技術として暗きょ施工や高畝等による排水対策、化学的防除としてカーバムナトリウム塩液剤によるマルチ内土壌消毒や TPN 剤等による定植時土壌灌注処理などが行われている。物理的防除としては、早期マルチ被覆による太陽熱土壌消毒、耕種の対策として、128 穴セルトレイによる大苗定植、耐病性品種の利用等が行われている。しかし、本病の発生面積は微増傾向にあり、厳寒期を中心に被害が発生している。

以上のように、土壌菌媒介性のウイルス病であるレタスビッグベイン病を農薬などの単独技術では防除することは困難である。一方、植物病害は、温度、湿度、土壌 pH 等の環境が病原菌にとって好適な条件にならないと発病は起こらない。また、植物が適正な栄養条件で健全に生育することで、本来植物自身が備えている病害抵抗性が発揮され、発病をある程度抑制する。つまり、土壌菌媒介性ウイルス病害の防除には、適正量の農薬に加え、発病好適条件の回避や、植物の病害抵抗性を強化する技術等の活用も有効である。特に、生産圃場の肥培管理は重要な要因であり、窒素、ケイ酸、カルシウム等の肥料成分や土壌 pH が病害発生に密接に関与していると推察される。肥培管理による本病の発病抑制に関する技術開発研究の事例は少ないものの、岩本ら (2012) は本病の媒介菌は土壌 pH が 6.0 を下回ると感染が困難となることを見だし、圃場の土壌環境を耕種的に改良することで本病害の感染拡大を食い止められることを明らかにしている。そこで、本稿では亜リン酸資材の開発と防除効果およびキャベツとの輪作による防除効果について紹介したい。

Disease Control Technology of Lettuce Big-vein Disease at the Core Fertilization Management by Phosphorous Acid Materials. By Shinji NISHIGUCHI, Kazumasa MAEKAWA, Yutaka IWAMOTO, Katsunari MATSUURA, Shinichi NAKANO and Tsuyoshi SATO.

(キーワード：レタスビッグベイン病, 亜リン酸, *Olpidium virulentus*)

I 土壌 pH 降下資材の開発と防除効果

亜リン酸資材として亜リン酸 (OAT アグリオ株式会社 製) と硫酸鉄 II (石原テクノ株式会社 製) の配合割合を混合または含浸により変化させた亜リン酸資材を OTA アグリオ株式会社が試作し (Lot. 201110-2: 亜リン酸粒状 1号 30%, 硫酸鉄 II 1水和物 70%、同-3: 亜リン酸液 3.5%, 硫酸鉄 II 1水和物 97.55%、同-4: 亜リン酸加里液 6.5%, 硫酸鉄 II 7水和物 20%液 40%, 鉍物質粒 92.055%、同-5: 亜リン酸液 3.5%, 硫酸鉄 II 7水和物 20%液 40%, 鉍物質粒 93.18%), 土壌 pH とレタスの生育, 媒介菌密度 (根部菌数, 以下同様) についてポット試験で検討した (表-1)。4 種類の資材と硫酸鉄 II (1 および 7水和物) をそれぞれ現地汚染土壌 (2010 年南あわじ市採取, 灰色低地土) に 0.1% (重量比) 混和し, 7 日後にレタス (罹病性品種 ‘サントス 2号’) を定植し, 14L-10D (蛍光灯)・18℃で栽培した。6 種類の資材の中で Lot. 201110-3 (亜リン酸と硫酸鉄 II・1水和物) と Lot. 201110-4 (亜リン酸と硫酸鉄 II・7水和物) が生育を抑制することもなく, 有望であった。Lot.

201110-3 混和区では, 移植 14 日後まで pH5.88 ~ 6.06 と媒介菌の感染が抑制される pH 域にあった。20 日以降は土壌中の硝酸態窒素の作物による吸収により pH が上昇した。根内の媒介菌数も 244 個/株と無処理の 16% に減少し, 発病も移植 55 日後に発病株率 20% と無処理の 60% に抑制された。86 日後の 1 株当たりの発病葉数は 1.9 枚と無処理の 60% に抑制され, 発病程度を抑制する効果が認められた。Lot. 201110-4 混和区では, Lot. 201110-3 混和区よりも pH がやや高く推移したが, 媒介菌の感染もやや抑制された。移植 86 日後の 1 株当たりの発病葉数は 1.9 枚と無処理の 60% に抑制され, 発病程度を低抑制する効果が認められた (表-1)。翌年度も同様の結果が得られたので, Lot. 201110-3 (亜リン酸 5%, 硫酸鉄 1 水和物 20%) の資材を候補資材とした。

II 新規亜リン酸資材の効率的施用法の確立

1 施用量

南あわじ市の淡路農技センターの場内圃場において, 亜リン酸と硫酸鉄 II 等を含む新規資材を, 施用量を変えて局所施肥機により作条施用した。1 週間後, レタス

表-1 亜リン酸と硫酸鉄を含む亜リン酸資材のビッグベイン病抑制作用 (ポット試験)

資材	土壌 pH					オルピディウム菌数 ²⁾ (個/株)	対無処理比	発病株率 (%)		発病葉数 ³⁾ 86 日後	草丈 ⁴⁾ (cm)
	移植時 ¹⁾	移植 7 日後	同 14 日後	同 20 日後	同 30 日後			55 日後	86 日後		
Lot. 201110-2	6.23	5.93	6.20	6.46	6.53	421 ± 69	28	20.0	66.7	2.4	6.8
Lot. 201110-3	6.06	5.88	6.04	6.28	6.53	244 ± 2	16	20.0	53.3	1.9	6.3
Lot. 201110-4	6.23	6.02	6.34	6.32	6.59	322 ± 135	21	13.3	53.3	1.9	6.2
Lot. 201110-5	6.35	6.10	6.69	6.70	6.82	155 ± 37	10	26.7	73.3	3.5	5.1
硫酸鉄 II・1 水和物	6.24	5.80	6.15	6.48	6.59	1,066 ± 634	70	33.3	85.7	2.7	6.4
硫酸鉄 II・7 水和物	6.34	5.87	6.15	6.43	6.79	788 ± 174	52	26.7	60.0	2.3	6.3
無処理	6.20	6.09	6.27	6.62	6.82	1,529 ± 210	100	33.3	73.3	3.2	5.5

各資材を 0.1% 土壌に混和。¹⁾ 施用 7 日後。²⁾ オルピディウム菌数は移植 21 日後調査, 1 株当たり 5 本の根内 (長さ 1 cm) の合計, ± 後の数値は標準誤差。³⁾ 1 株当たり。⁴⁾ 移植 16 日後。

表-2 亜リン酸資材 (Lot. 201110-3) の局所施肥機での施用によるレタス栽培土壌 pH, EC, 収量等 (2012 年 4 月, 淡路農業技術センター)⁴⁾

施用量と範囲	土壌 pH					土壌 EC (mS/cm)			1 株球重 ¹⁾ (g)	対無処理比
	施用直後 (4月9日)	同 7 日後 ²⁾ (4月16日)	同 15 日後 (4月24日)	同 29 日後 (5月8日)	同 51 日後 ³⁾ (5月30日)	施用 7 日後 ²⁾ (4月16日)	同 15 日後 (4月24日)	同 51 日後 ³⁾ (5月30日)		
37.6 g/m ² 作条	6.11	5.99	5.22	5.52	5.88	0.1	0.6	0.34	496 ± 13	105
68.2 g/m ² 作条	5.87	5.8	5.26	5.61	5.72	0.11	0.62	0.52	504 ± 16	106
78.8 g/m ² 作条 + 全層	6.25	6.22	5.61	5.61	6.08	0.11	0.52	0.34	467 ± 19	99
98.0 g/m ² 作条	5.38	5.81	5.25	5.38	5.64	0.18	0.52	0.56	522 ± 8	110
無処理	7.56	6.51	6.35	6.43	6.68	0.08	0.25	0.14	474 ± 19	100

¹⁾ ± 後の数値は標準誤差。²⁾ 移植時。³⁾ 収穫時。⁴⁾ 灰色低地土

を定植し、作付け期間中の土壌 pH, EC の推移、発病、生育、収量等を調査した。その結果、亜リン酸資材の局所施肥機での施用で、均一に散布できる最少量は 37.6 g/m² であった。土壌 pH は無処理で 7.56 とやや高かったが、37.6 g/m² 作条施用で 7 日後に 5.99 とレタスの生育好適 pH である 6.0 ~ 7.0 付近に低下し、収穫まで 5.22 ~ 5.88 と適正域で推移した (表-2)。68.2 g/m² 作条施用では、施用直後に pH が 5.87 に低下し、その後も 5.26 ~ 5.80 と適正域で推移した。78.8 g/m² 作条施用 + 畝内全体では 7 日後の pH が 6.22 と適正域よりも高かった。98.0 g/m² 作条施用では pH がやや低すぎた。EC は施用量にかかわらず、15 日後に施用区で 0.5 ~ 0.6 mS/cm に増加した。98.0 g/m² では生育初期にレタスの生育障害が若干見られたが、実害は認められなかった。収穫時の球重は無処理の 474 g に対し、施用区では 467 ~ 522 g とほぼ同等 ~ やや増加する傾向にあった。以上の

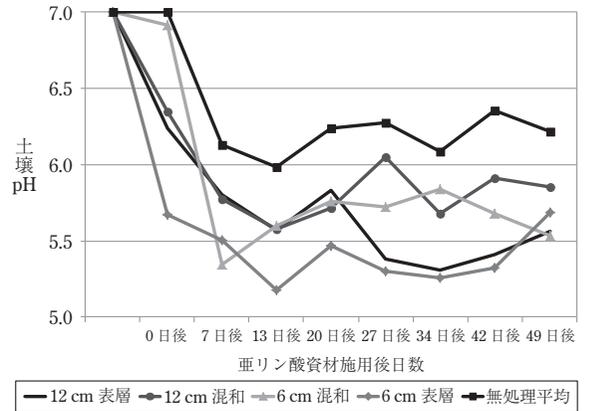


図-1 亜リン酸資材を局所施肥機で施用した土壌の施用域の違いによる pH 推移 (2013年10月, 淡路農業技術センター, 品種‘シスコF’)

表-3 キャベツ輪作と亜リン酸資材の体系処理によるレタスビッグベイン病の防除効果⁵⁾

品種	処理	発病株率 ²⁾ (%)	調査株数 ³⁾	発病程度 ⁴⁾					発病株率 (%)	発病度	防除価
				A	B	C	D	E			
レガシー (感受性)	キャベツ輪作	①	0	31	0	0	1	7	23	25.8	7.3
		②	3.3	31	0	0	0	6	25	19.4	4.8
		③	3.3	39	0	0	1	5	33	15.4	4.5
		平均	2.2	33.7						20.2	5.5
	キャベツ輪作	①	23.3	32	0	1	1	15	15	53.1	15.6
		②	30.0	33	0	0	1	9	23	30.3	8.3
		③	6.7	32	0	0	3	14	15	53.1	15.6
		平均	20.0	32.3						45.5	13.2
	レタス連作	①	23.3	32	0	2	7	15	8	75.0	27.3
		②	36.7	36	0	2	6	14	14	61.1	22.2
		③	16.7	32	0	2	10	10	10	68.8	28.1
		平均	25.6	33.3						68.3	25.9
エレガント (抵抗性)	キャベツ輪作	①	0.0	31	0	0	0	7	24	22.6	5.6
		②	6.7	35	0	0	0	2	33	5.7	1.4
		③	0.0	31	0	0	0	8	23	25.8	6.5
		平均	2.2	32.3						18.0	4.5
	キャベツ輪作	①	3.3	32	0	0	0	5	27	15.6	3.9
		②	6.7	32	0	0	0	16	16	50.0	12.5
		③	6.7	32	0	0	0	12	20	37.5	9.4
		平均	5.6	32.0						34.4	8.6
	レタス連作	①	6.7	33	0	0	0	13	20	39.4	9.8
		②	3.3	32	0	1	0	9	22	31.3	9.4
		③	6.7	32	0	0	4	15	13	59.4	18.0
		平均	5.6	32.3						43.3	12.4

¹⁾ 2013年10月に 106 g/m² の割合で施用した。 ²⁾ 2013年12月25日実施。 ³⁾ 2014年1月9日実施。

⁴⁾ 発病程度 A 不結球, B 結球するが出荷不能, C 結球し出荷可能だが健全球に比べ小さい, D 球の肥大は正常だが葉に病徴が出現, E 無病徴。 発病度 = {(4A + 3B + 2C + 1D) / (4 × 調査株数)} × 100。

⁵⁾ 試験地は灰色低地土

表-3 つづき

品種	処理	調査株数 ²⁾	商品化率 (%)	地上部重 g/株	結球重 g/株	大きさ			2L, L 比率(%)	階級		秀品率 (%)	
						2L	L	M		秀	優		
レガシー (感受性)	キャベツ輪作 新規亜リン酸資材 ¹⁾	①	31	97	797	484	4	15	1		20	0	0
		②	31	100	785	468	5	12	3		19	1	0
		③	39	97	797	447	6	13	1		20	0	
		平均	33.7	98	793	466	5	13	2	91.7	20	0	98.3
	キャベツ輪作	①	32	94	811	482	15	5	0		20	0	
		②	33	97	839	477	11	9	0		20	0	
		③	32	91	883	484	13	5	0		17	1	
		平均	32.3	94	844	481	13	6	0	100.0	19	0	98.3
	レタス連作	①	32	72	818	470	6	10	2		17	1	
		②	36	78	792	448	9	10	1		20	0	
		③	32	63	772	468	7	12	1		20	0	
		平均	33.3	71	794	462	7	11	1	93.1	19	0	98.3
エレガント (抵抗性)	キャベツ輪作 新規亜リン酸資材 ¹⁾	①	31	100	749	459	9	10	1		19	1	
		②	35	100	652	402	0	9	8		16	1	
		③	31	100	765	471	10	8	2		20	0	
		平均	32.3	100	722	444	6	9	4	80.7	18	1	96.5
	キャベツ輪作	①	32	100	705	397	1	9	7		14	3	
		②	32	100	635	354	3	3	5		6	5	
		③	32	100	652	421	0	9	4		12	1	
		平均	32.0	100	664	391	1	7	5	61.0	11	3	78.0
	レタス連作	①	33	100	604	384	2	14	4		19	1	
		②	32	97	746	479	13	8	0		20	1	
		③	32	88	611	355	1	14	5		19	1	
		平均	32.3	95	654	406	5	12	3	85.2	19	1	95.1

¹⁾ 2013年10月に106g/m²の割合で施用した。²⁾ 2014年1月9日実施。

結果より、37.6g～68.2g/m²の作条施用が有効であった(表-2)。

2 施用範囲

圃場において施用量を60g/m²とし、局所施肥機に全地球測位システム(GPS)散布コントローラで設定し、散布ホース(幅6cm)を1～2本使用することにより施用幅を、散布ホースの位置をロータリー前後に装着することにより深さをそれぞれ2段階に設定してその後の土壌混和の程度がpH、発病抑制効果に及ぼす影響を検討した。施用幅6cm区と12cm区および施用後混和の有無の組合せの区を設置したところ、定植時(資材混和13日後)の土壌pHは無処理の5.98に対し、6cm表層区5.18、6cm混和区5.60、12cm表層区5.57、12cm混和区5.58となり、施用域を限った区ほど媒介菌によるレタスへの感染が困難となる土壌pH以下まで低下することが明らかになった(図-1)。

III 輪作による発病抑制技術の開発

1 ドレインベッド(隔離床)での試験

2011年度より、スーパードレインベッド(187×90cm)でキャベツ、ブロッコリーをそれぞれ栽培し、残さを鋤込み、2作目のレタスビックベイン病の発生、生育、土壌中の媒介菌密度に及ぼす影響を調査した。2012、2013年度も同ベッド、同試験区で試験を繰り返した。その結果、罹病性品種で発病株率が50%以上となる重汚染土壌中の媒介菌密度は、キャベツとの輪作区では、1作目のキャベツ後でレタス連作区の16.3%、3作後には同0.7%に減少した。ブロッコリーとの輪作区でも、1作後に同6.3%、3作後に同2.3%に減少した。軽汚染土壌においても同様に輪作後に菌密度が減少した。以後も媒介菌密度は減少したことから、輪作により被害が軽減する可能性が示唆された(データ省略)。

2 圃場試験

2011年より、現地圃場においてレタスを定植し、収

穫時にビッグベイン病の発病株率、発病程度、収量を調査した後、輪作区ではキャベツを栽培し、収穫後、残さを鋤込み、慣行区ではレタスを連作した。収穫時にビッグベイン病の発病株率、発病程度、収量を調査した。2012、13年度も同圃場、同試験区で試験を繰り返した。その結果、土壌中の媒介菌密度はキャベツ栽培後(2012年5月)では、連作区の22.6%に抑制された。同圃場において2012年もレタスを定植したところ、キャベツ輪作後では収穫時発病調査で発病度8.8とレタス3連作区の68.2%に抑制した。2013年もレタスを定植したところ、輪作後では収穫時発病調査で発病度13.2とレタス3連作区の49.1%に抑制し、商品化率もやや向上した(表-3)。以上より、現地圃場においてもキャベツ輪作の発病抑制効果が明らかになった。

IV 体系的な発病抑制技術の開発

2012年1～5月に、圃場の半分ずつキャベツおよびレタスを栽培し、10月に畝内局所施肥機を用いて亜リン酸資材72 g/m²を施用し、レタス(感受性および耐病性品種)を定植し、作付け期間中の土壌pH、ECの推移、発病、生育、収量等を調査し発病抑制技術の体系化による効果を検討した。レタス収穫後、2013年も上記と同様の処理・調査を行い、体系処理を連年で行う効果を検討した。その結果、キャベツを輪作し、2012年10月に亜リン酸資材を処理し、レタスビックベイン病感受性品種‘レガシー’において体系区では発病度が3.4と前作期レタス連作区の26.4%に抑制され、高い効果が認められた。レタスビックベイン病耐病性品種‘エレガント’では体系区の発病はさらに減少した。レタス収量、球重も無処理(輪作のみ)とほぼ同等であり、体系処理により実用的な防除効果が認められることが明らかになった(デ

ータ省略)。資材の連年施用による影響なども確認するために試験は前年と同一圃場の同じ場所で行った。キャベツを輪作し、2013年10月に亜リン酸資材106 g/m²を局所施肥機で畝内作条に混和し、レタスを定植したところ、感受性品種‘レガシー’において体系区では発病度が5.5と前作期レタス連作区の25.9に比べて抑制され、高い効果が認められた。耐病性品種‘エレガント’では体系区の発病はさらに減少した。レタス収量、球重も無処理(輪作のみ)とほぼ同等であり、体系処理により実用的な防除効果が認められることが明らかになった(表-3)。

おわりに

レタスビックベイン病に対して、亜リン酸資材の新規開発を行い、キャベツとの輪作や耐病性品種との組合せにより、個別技術の利用よりもさらに防除効果を向上させることができることがわかった。圃場条件や作付け計画の中で利用可能な技術を組合せ、防除対策を行うことが重要である。

今回開発した亜リン酸資材は3.6万円/60 kg/10 aとややコストが高いため、普及にはコストの低減が必要である。

本稿で紹介した内容は、農林水産省の農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「根圏環境制御による土壌菌媒介性ウイルス病害の発病抑制技術の開発」の助成により実施したものである。

引用文献

- 1) 岩木満朗ら(1978):日植病報 44:578～584.
- 2) 岩本 豊ら(2012):土と微生物 66:76(講要).
- 3) JAGGER, I. C. and N. CHANDLER (1934): Phytopathology 24: 1253～1256.

発生予察情報・特殊報 (26.8.1～8.31)

各都道府県から発表された病虫害発生予察情報のうち、特殊報のみ紹介。発生作物：発生病害虫(発表都道府県)発表月日。都道府県名の後の「初」は当該都道府県で初発生の病虫害。

※詳しくは各県病虫害防除所のホームページまたはJPP-NET (<http://www.jpnp.net/>)でご確認下さい。

- イチジク：モザイク病(愛媛県：初) 8/1
- キュウリ：ナスコナカイガラムシ(佐賀県：初) 8/4
- キュウリ：退緑黄化病(和歌山県：初) 8/6
- シソ：シソサビダニ [*Shevchenkella* sp.] (高知県：初) 8/26
- シソ：モザイク病(仮称) [PMoV] (高知県：初) 8/26
- ネギ：葉枯病(栃木県：初) 8/28