

タマネギの有機栽培におけるべと病の防除対策

芝田英明 白石豊 毛利幸喜 萬周平* 奈尾雅浩

Control of downy mildew on onions caused by *Peronospora destructor* in Organic Cultivation

SHIBATA Hideaki, SHIRAIISHI Yutaka, MOURI Kouki, YOROZU Syuuhei and NAO Masahiro

要 旨

タマネギべと病の二次感染株に対する各種の銅剤および微生物農薬の防除効果では、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤が最も有効であった。炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤を用いた二次感染株に対する防除においては、一次感染株の発生前あるいは発生の極初期から薬剤散布を開始し、タマネギの生育末期まで定期的に散布を継続することによって有効な防除効果が得られる。

キーワード：二次感染株，炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤，銅剤，微生物農薬

1. 緒言

タマネギ (*Allium cepa* L.) ベと病は卵菌類の *Peronospora destructor* (Berkeley) Fries を病原菌とする病害であり、土中に残存する卵胞子が秋季に感染し、2~3 月頃に第一次伝染株（越年罹病株とも呼ばれる）が発生する。その後、春季に第一次伝染株上に形成された分生胞子の飛散によって感染が繰り返され、第二次伝染株は発生し拡大する（岸，1998）。

本病は、1955 年頃に愛知県、大阪府、和歌山県および兵庫県で（高津，1957），また 1984 年頃に兵庫県で（田中ら，1989）多発生したが、その後は問題となることはなかった。しかし、2016 年春季に西日本一帯のタマネギ産地で多発生し、8 府県で病害虫発生注意報および警報が発出され（愛知県，2016：兵庫県病害虫防除所，2016：香川県農業試験場病害虫防除所，2016：長崎県病害虫防除所，2016：大阪府環境農林水産部農政室，2016：佐賀県，2016：島根県，2016：山口県，2016），作付面積全国第 2 位の佐賀県では記録的な不作をもたらした（善・菖蒲，2017：井手，2021）。

愛媛県におけるタマネギべと病の発生を愛媛県有害動物発生予察年報に求めると、2009~2015 年までは皆無に等しい状況であったが、2016 年春季には栽培面積 251ha のうち 110ha となる広範囲な発生がみられ、それ以降も連年発生し続けており、本病は近年のタマネギ生産上重要な病害として位置づけられるようになったと言える。また、大森ら（2012）によると、今治市、松山市および東

温市などで有機栽培によりタマネギが生産・出荷されており、雑草対策とりん茎の肥大促進のためにマルチ栽培が適し、銅剤を定期的に散布することで白色疫病の発生を抑制できるとしている。しかしながら、前述のように、べと病がタマネギの生産上で重要視されてきた情勢の変化に伴い、有機栽培を行う場合も本病に対する防除対策が必要不可欠なものとなってきた。そこで、有機タマネギにおけるべと病対策として、有効な薬剤を探索するとともに、効果的な防除方法について検討したので報告する。

2. 材料および方法

2.1 有効薬剤の探索

品種‘ネオアース’および‘七宝早生’を用い、有機 JAS 規格で使用できる銅剤および微生物農薬（農林水産省，2016）の二次感染株に対する防除効果について、2016 年度および 2018 年度の 2 か年に検討した。試験ほ場は、2016 年春季にべと病が多発生した松山市上難波の愛媛県農林水産研究所の水田（花崗岩由来の砂壤土）を使用した。

2.1.1 2016 年度試験

品種‘ネオアース’を用い、2016 年 10 月 14 日に 288 穴セルトレイに播種し、2016 年 12 月 28 日に畝幅 1.5m、株間 0.12m、条間 0.2m の 4 条植で定植した。堆肥は食品残渣堆肥 3t/10a、施肥は魚ぼかし（N7%）240kg/10a と発

* 現 愛媛県農林水産部農産園芸課

酵鶏糞 (N2.7%) 1t/10a を施用した。雑草対策は黒マルチ (厚さ 0.02mm) を使用し、2017 年 4 月 19 日に除去した。収穫は 2017 年 5 月 29 日に行った。1 区あたり面積は 7.5 m² (1.5×5.0m) で、3 反復とした。供試薬剤は、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤 (1000 倍)、水酸化第二銅水和剤 (1000 倍)、塩基性塩化銅水和剤 (500 倍) とした。展着剤は、有機 JAS 規格で使用できるアビオン E (750 倍) を加用した。薬剤散布は、2017 年 3 月 28 日 (10a あたり散布量 150L)、4 月 4 日 (同 200L)、4 月 12 日 (同 200L)、4 月 18 日 (同 200L) の 4 回とした。人工接種は、試験区外で自然発生した一次感染株を採取し、4 月 5 日に各区の畝中央部 2 か所に 1 株ずつ植え付けた。二次感染株は、最終散布 14 日後の 5 月 2 日に、各区任意の 100 株について発病指数別に調査し、発病株率、発病度、防除価を算出した。発病指数は、新農薬実用化試験調査法 (日本植物防疫協会、2016) により、0: 発病なし、1: 病斑面積が株内葉身面積の 5%未満、2: 病斑面積が株内葉身面積の 5%以上 25%未満、3: 病斑面積が株内葉身面積の 25%以上 50%未満、4: 病斑面積が株内葉身面積の 50%以上～枯死の 5 段階とした。発病度は、 Σ (発病指数別葉数×発病指数) ÷ (総調査葉数×4) ×100 により算出した。防除価は、 $100 - (\text{処理区の発病度} \div \text{無処理区の発病度}) \times 100$ により算出した。

2.1.2 2018 年度試験

品種‘七宝早生’を用い、2018 年 9 月 26 日に 288 穴セルトレイに播種し、2018 年 12 月 13 日に畝幅 1.5m、株間 0.12m、条間 0.2m の 4 条植で定植した。堆肥は食品残渣堆肥 3t/10a、施肥は魚ぼかし (N7%) 240kg/10a と酵鶏糞 (N3.5%) 1t/10a を施用した。雑草対策は黒マルチ (厚さ 0.02mm) を使用し、2019 年 3 月 18 日に除去した。収穫は 2019 年 5 月 8 日に行った。1 区あたり面積は 9.0 m² (1.5×6.0m) で、3 反復とした。供試薬剤は、タラロマイセル フラバス水和剤 (2000 倍)、バチルス アミロリクエファシエンス水和剤 (1000 倍)、シュードモナス ロゲシア水和剤 (1000 倍)、バチルス ブチリス水和剤 (1000 倍) とした。対照薬剤 1 は、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤 (1000 倍) とし、展着剤は有機 JAS 規格で使用できるアビオン E (750 倍) を加用した。対照薬剤 2 は、マンゼブ水和剤 (400 倍) とし、展着剤はクミテン (5000 倍) を加用した。薬剤散布は、2019 年 3 月 5 日 (10a あたり散布量 100L)、3 月 18 日 (同 150L)、4 月 2 日 (同 150L)、4 月 15 日 (同 150L) の 4 回とした。人工接種は、試験区外で自然発生した一次感染株を採取し、3 月 25 日に各区の畝中央部 1

か所に 1 株ずつ植え付けた。二次感染株は、最終散布 11 日後の 4 月 26 日に、各区任意の 100 株について発病指数別に調査し、発病株率、発病度、防除価を算出した。発病指数の基準、発病度および防除価の算出方法は、2.1.1 2016 年度試験と同様とした。

2.2 散布時期別の防除効果

品種‘アドバンス’および‘ネオアース’を供試し、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤 (1000 倍) の散布時期別における二次感染株に対する防除効果について、2017 年度および 2020 年度の 2 か年に検討した。試験ほ場は、2016 年春季にべと病が多発生した松山市上難波の愛媛県農林水産研究所の水田 (花崗岩由来の砂壤土) を使用した。

2.2.1 2017 年度試験

品種‘アドバンス’を用い、2017 年 9 月 29 日に 288 穴セルトレイに播種し、2017 年 12 月 14 日に畝幅 1.5m、株間 0.12m、条間 0.2m の 4 条植で定植した。堆肥は食品残渣堆肥 3t/10a、施肥は魚ぼかし (N7%) 240kg/10a と酵鶏糞 (N2.7%) 1t/10a を施用した。雑草対策は黒マルチ (厚さ 0.02mm) を使用し、2018 年 4 月 4 日に除去した。収穫は 2018 年 5 月 9 日に行った。1 区あたり面積は 7.5 m² (1.5×5.0m) で、3 反復とした。試験区は、2018 年 3 月 2 日 (10a あたり散布量 100L) と 3 月 13 日 (同 100L) の 2 回散布区、3 月 28 日 (同 150L) と 4 月 10 日 (同 150L) の 2 回散布区、3 月 2 日 (同 100L)、3 月 13 日 (同 100L)、3 月 28 日 (同 150L) および 4 月 10 日 (同 150L) の 4 回散布区とした。展着剤は、有機 JAS 規格で使用できるアビオン E (750 倍) を加用した。対照として、マンゼブ水和剤 (400 倍) を 3 月 2 日 (同 100L)、3 月 13 日 (同 100L)、3 月 28 日 (同 150L) および 4 月 10 日 (同 150L) の 4 回散布した。展着剤はクミテン (5000 倍) を加用した。なお人工接種 (一次感染株の植付け) は行わなかった。一次感染株は、3 月 1 日～4 月 10 日に各区任意の 100 株について発病の有無を調査し、発病株率を算出した。二次感染株は、最終散布 17 日後の 4 月 27 日に、各区任意の 100 株について発病指数別に調査し、発病株率、発病度、防除価を算出した。発病指数の基準、発病度および防除価の算出方法は、2.1.1 2016 年度試験と同様とした。

品種‘ネオアース’を用い、2017 年 10 月 10 日に 288 穴セルトレイに播種し、2017 年 12 月 27 日に畝幅 1.5m、株間 0.12m、条間 0.2m の 4 条植で定植した。堆

肥は食品残渣堆肥 3t/10a, 施肥は魚ぼかし (N7%) 240kg/10a と発酵鶏糞 (N2.7%) 1t/10a を施用した。雑草対策は黒マルチ (厚さ 0.02mm) を使用し, 2018 年 4 月 10 日に除去した。収穫は 2018 年 6 月 1 日に行った。1 区あたり面積は 7.5 m² (1.5×5.0m) で, 3 反復とした。試験区は, 2018 年 3 月 13 日 (10a あたり散布量 100L) と 3 月 28 日 (同 150L) の 2 回散布区, 4 月 10 日 (同 150L) と 4 月 26 日 (同 150L) の 2 回散布区, 3 月 13 日 (同 100L), 3 月 28 日 (同 150L), 4 月 10 日 (同 150L) および 4 月 26 日 (同 150L) の 4 回散布区とした。展着剤は, 有機 JAS 規格で使用できるアビオン E (750 倍) を加用した。対照として, マンゼブ水和剤 (400 倍) を 3 月 13 日 (同 100L), 3 月 28 日 (同 150L), 4 月 10 日 (同 150L) および 4 月 26 日 (同 150L) の 4 回散布した。展着剤はクミテン (5000 倍) を加用した。なお人工接種 (一次感染株の植付け) は行わなかった。一次感染株は, 3 月 1 日~4 月 10 日に各区任意の 100 株について発病の有無を調査し, 発病株率を算出した。二次感染株は, 最終散布 8 日後の 5 月 4 日に, 各区任意の 100 株について発病指数別に調査し, 発病株率, 発病度, 防除価を算出した。発病指数の基準, 発病度および防除価の算出方法は, 2.1.1 2016 年度試験と同様とした。

2.2.2 2020 年度試験

品種‘アドバンス’を用い, 2020 年 9 月 25 日に 288 穴セルトレイに播種し, 2020 年 12 月 11 日に畝幅 1.5m, 株間 0.12m, 条間 0.2m の 4 条植で定植した。堆肥は食品残渣堆肥 3t/10a, 施肥はナタネ油粕 (N5.3%) 195kg/10a と発酵鶏糞 (N3.9%) 400kg/10a を施用した。雑草対策は黒マルチ (厚さ 0.02mm) を使用し, 2021 年

3 月 1 日に除去した。収穫は 2021 年 5 月 6 日に行った。1 区あたり面積は 7.5 m² (1.5×5.0m) で, 3 反復とした。試験区は, 2021 年 3 月 11 日 (10a あたり散布量 100L), 3 月 19 日 (同 100L), 3 月 31 日 (同 150L), 4 月 9 日 (同 150L), 4 月 19 日 (同 150L) の各 1 回散布とした。展着剤は, 有機 JAS 規格で使用できるアビオン E (750 倍) を加用した。対照として, マンゼブ水和剤 (400 倍) を同時期に散布し, 展着剤はクミテン (5000 倍) を加用した。人工接種は, 試験区外で自然発生した一次感染株を採取し, 3 月 23 日に各区の畝中央部 1 か所に 1 株ずつ植え付けた。一次感染株は, 3 月 1~27 日に各区任意の 100 株について発病の有無を調査し, 発病株率を算出した。二次感染株は, 最終散布 11 日後の 4 月 30 日に, 各区任意の 100 株について発病指数別に調査し, 発病株率, 発病度, 防除価を算出した。発病指数の基準, 発病度および防除価の算出方法は, 2.1.1 2016 年度試験と同様とした。

3. 結果

2.1 有効薬剤の探索

品種‘ネオアース’を用いた 2016 年度の試験において, 一次感染株は 2017 年 3 月 28 日頃から発生し始め, 二次感染株は 4 月 26 日の降雨後から発生し, 5 月 2 日には無処理区で発病株率 65.0%, 発病度 29.4 と多発生となった。この条件下において, 炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤区は, 発病株率 40.7%, 発病度 13.1、防除価 55.4 であった。水酸化第二銅水和剤区は, 発病株率 46.3%, 発病度 14.9, 防除価 49.3 であった。塩基性塩化銅水和剤区は, 発病株率 51.3%, 発病度 19.8, 防除価 32.7 であった (表 1, 表 2)。

表1 各試験年度におけるタマネギの栽培概要とべと病の発生状況

試験年度	供試品種	定植日	収穫日	一次感染株の発生始期	二次感染株の発生状況
2016	ネオアース	2016年12月28日	2017年5月29日	2017年3月28日頃	2017年4月26日の降雨後から発生
2017	アドバンス	2017年12月14日	2018年5月9日	2018年3月13日頃	2018年4月24日の降雨後から発生
2017	ネオアース	2017年12月27日	2018年6月1日	2018年3月13日頃	2018年4月24日の降雨後から発生
2018	七宝早生	2018年12月13日	2019年5月8日	2019年3月5日頃	2019年4月14日の降雨後から発生し, 4月23~24日の降雨後に増加
2020	アドバンス	2020年12月11日	2021年5月6日	2021年3月23日頃	2021年4月4日の降雨後から発生し, 4月17日および4月28~29日の降雨後に増加

表2 タマネギべと病の二次感染株に対する銅剤の防除効果

供試薬剤 (希釈倍数)	区制	調査株数	発病株率 (%)	発病指数別株数					発病度	防除価
				0	1	2	3	4		
炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	45.0	55	35	7	1	2	15.0	
	II	100	38.0	62	28	9	1	0	12.3	
	III	100	39.0	61	30	9	0	0	12.0	
	平均		40.7						13.1	55.4
水酸化第二銅水和剤 (1000倍)	I	100	51.0	49	40	10	1	0	15.8	
	II	100	40.0	60	32	8	0	0	12.0	
	III	100	48.0	52	30	16	2	0	17.0	
	平均		46.3						14.9	49.3
塩基性塩化銅水和剤 (500倍)	I	100	46.0	54	26	15	2	3	18.5	
	II	100	49.0	51	24	15	4	6	22.5	
	III	100	59.0	41	26	21	2	0	18.5	
	平均		51.3						19.8	32.7
無 処 理	I	100	68.0	32	32	28	5	3	28.8	
	II	100	63.0	37	27	26	4	6	28.8	
	III	100	64.0	36	23	27	11	3	30.5	
	平均		65.0						29.4	

品種：ネオアース， 定植：2016年12月28日

薬剤散布：2017年3月28日，4月4日，4月12日，4月18日， 発病調査：2017年5月2日

品種‘七宝早生’を用いた2018年度の試験において、一次感染株は2019年3月5日頃から発生し始め、二次感染株は4月14日の降雨後から発生し、4月23～24日の降雨後に増加し、4月26日には無処理区で発病株率23.7%、発病度10.5と中発生となった。この条件下において、タラロマイセル フラバス水和剤区は発病株率30.0%、発病度13.1、防除価0、バチルス アミロリクエファシエンス水和剤区は発病株率31.0%、発病度13.1、防除価0、シュードモナス ロデシア水和剤区は発病株率27.7%、発病度11.3、防除価0、バチルス ズブチリス水和剤区は発病株率21.0%、発病度9.4、防除価10.5であった。対照薬剤1の炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤区は発病株率10.7、発病度3.6、防除価65.7であった。対照薬剤2のマンゼブ水和剤区は発病株率4.7%、発病度1.4、防除価86.7であった(表1、表3)。

2.2 散布時期別の防除効果

品種‘アドバンス’を用いた2017年度の試験において、一次感染株は2018年3月13日頃から発生し始め、4月10日における各区の発病株率は0.7～1.3%であった。二次感染株は4月24日の降雨後から発生し、4月27日には無処理区で発病株率33.7%、発病度14.5と中発生となった。この条件下において、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤の3月2日と3月12日の2回散布区は、発病株率28.7%、発病度9.7、防除価33.1であった。3月28日と4月10日の2回散布区は、発病株率29.7%、発病度9.0、防除価37.9であった。3月2日、3月12日、3月28日および4月10日の4回散布区は、発病株率22.0%、発

病度7.6、防除価47.6であった。対照薬剤のマンゼブ水和剤の4回散布区は、発病株率8.3%、発病度2.2、防除価84.8であった(表1、表4)。

品種‘ネオアース’を用いた2017年度の試験において、一次感染株は2018年3月13日頃から発生し始め、4月10日における各区の発病株率は0.3～1.3%であった。二次感染株は4月24日の降雨後から発生し、5月4日には無処理区で発病株率38.7%、発病度13.0と中発生となった。この条件下において、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤の3月13日と3月28日の2回散布区は、発病株率37.0%、発病度12.0、防除価7.7であった。4月10日と4月26日の2回散布区は、発病株率28.3%、発病度8.5、防除価34.6であった。3月13日、3月28日、4月10日および4月26日の4回散布区は、発病株率19.7%、発病度5.7、防除価56.2であった。対照薬剤のマンゼブ水和剤の4回散布区は、発病株率10.3%、発病度3.2、防除価75.4であった(表1、表5)。

品種‘アドバンス’を用いた2020年度の試験において、一次感染株は2021年3月23日頃から発生し始め、3月27日における各区の発病株率は1.0～2.0%であった。二次感染株は4月4日の降雨後から発生し、4月17日および4月28～29日の降雨に伴って増加し、4月30日には無処理区で発病株率100%、発病度68.1と多発生となった。この条件下において、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤は、3月11日散布区で発病株率100%、発病度61.4、防除価9.8、3月19日散布区で発病株率99.3%、発病度55.0、防除価19.2、3月31日散布区で発病株率100%、発病度63.1、防除価7.3、4月9日散布区で発病株率98.0%、

発病度 60.8, 防除価 10.6, 4月19日散布区で発病株率 100%, 発病度 65.6, 防除価 3.7であった。対照のマンゼブ水和剤区は, 3月11日散布区で発病株率 100%, 発病度 56.1, 防除価 17.6, 3月19日散布区で発病株率 98.0%, 発病度

52.8, 防除価 22.4, 3月31日散布区で発病株率 100%, 発病度 59.0, 防除価 13.3, 4月9日散布区で発病株率 100%, 発病度 62.6, 防除価 8.1, 4月19日散布区で発病株率 100%, 発病度 63.4, 防除価 6.9であった(表1, 表6)。

表3 タマネギべと病の二次感染株に対する微生物農薬の防除効果

供試薬剤 (希釈倍数)	区制	調査株数	発病株率 (%)	発病指数別株数					発病度	防除価
				0	1	2	3	4		
タラロマイセル フラバス水和剤 (2000倍)	I	100	36.0	64	10	21	5	0	16.8	
	II	100	40.0	60	10	28	2	0	18.0	
	III	100	14.0	86	10	4	0	0	4.5	
	平均		30.0						13.1	0
バチルス アミロリクエ ファシエンス水和剤 (1000倍)	I	100	48.0	52	23	20	4	1	19.8	
	II	100	35.0	65	14	16	5	0	15.3	
	III	100	10.0	90	3	7	0	0	4.3	
	平均		31.0						13.1	0
シュードモナス ロデシア水和剤 (1000倍)	I	100	22.0	78	8	14	0	0	9.0	
	II	100	48.0	52	24	16	8	0	20.0	
	III	100	13.0	87	6	7	0	0	5.0	
	平均		27.7						11.3	0
バチルス ズブチリス水和剤 (1000倍)	I	100	32.0	68	5	23	3	1	16.0	
	II	100	14.0	86	5	9	0	0	5.8	
	III	100	17.0	83	9	8	0	0	6.3	
	平均		21.0						9.4	10.5
(対照薬剤1) 炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	8.0	92	4	4	0	0	3.0	
	II	100	14.0	86	9	5	0	0	4.8	
	III	100	10.0	90	8	2	0	0	3.0	
	平均		10.7						3.6	65.7
(対照薬剤2) マンゼブ水和剤 (400倍)	I	100	5.0	95	4	1	0	0	1.5	
	II	100	5.0	95	4	1	0	0	1.5	
	III	100	4.0	96	3	1	0	0	1.3	
	平均		4.7						1.4	86.7
無 処 理	I	100	30.0	70	7	19	4	0	14.3	
	II	100	29.0	71	12	15	2	0	12.0	
	III	100	12.0	88	3	9	0	0	5.3	
	平均		23.7						10.5	

品種：七宝早生， 定植：2018年12月13日

薬剤散布：2018年3月5日，3月18日，4月2日，4月15日， 発病調査：2019年4月26日

タマネギの有機栽培におけるべと病の防除対策

表4 薬剤散布時期別のタマネギべと病防除効果

薬剤散布時期	供試薬剤 (希釈倍数)	区制	調査株数	一次感染株		二次感染株					発病度	防除価
				発病株率 (%)	発病株率 (%)	発病指数別株数						
						0	1	2	3	4		
3月2日 3月13日	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	0.0	25.0	75	19	6	0	0	7.8	33.1
		II	100	0.0	9.0	91	9	0	0	0	2.3	
		III	100	3.0	52.0	48	30	20	2	0	19.0	
		平均		1.0	28.7						9.7	
3月28日 4月10日	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	0.0	28.0	72	21	6	1	0	9.0	37.9
		II	100	1.0	39.0	61	34	5	0	0	11.0	
		III	100	1.0	22.0	78	16	6	0	0	7.0	
		平均		0.7	29.7						9.0	
3月2日 3月13日 3月28日 4月10日	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	2.0	6.0	94	6	0	0	0	1.5	47.6
		II	100	1.0	55.0	45	33	20	2	0	19.8	
		III	100	1.0	5.0	95	4	1	0	0	1.5	
		平均		1.3	22.0						7.6	
3月2日 3月13日 3月28日 4月10日	マンゼブ水和剤 (400倍)	I	100	1.0	6.0	94	6	0	0	0	1.5	84.8
		II	100	1.0	11.0	89	11	0	0	0	2.8	
		III	100	1.0	8.0	92	7	1	0	0	2.3	
		平均		1.0	8.3						2.2	
無処理		I	100	0.0	27.0	73	19	6	2	0	9.3	14.5
		II	100	2.0	57.0	43	22	19	10	6	28.5	
		III	100	2.0	17.0	83	11	6	0	0	5.8	
		平均		1.3	33.7						14.5	

品種：アドバンス， 定植：2017年12月14日

発病調査：一次感染株 2018年3月1日～4月10日， 二次感染株 2018年 4月27日

表5 薬剤散布時期別のタマネギべと病防除効果

薬剤散布時期	供試薬剤 (希釈倍数)	区制	調査株数	一次感染株		二次感染株					発病度	防除価
				発病株率 (%)	発病株率 (%)	発病指数別株数						
						0	1	2	3	4		
3月13日 3月28日	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	2.0	42.0	58	30	12	0	0	13.5	7.7
		II	100	0.0	50.0	50	32	18	0	0	17.0	
		III	100	0.0	19.0	81	16	3	0	0	5.5	
		平均		0.7	37.0						12.0	
4月10日 4月26日	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	1.0	42.0	58	32	10	0	0	13.0	34.6
		II	100	1.0	33.0	67	27	6	0	0	9.8	
		III	100	1.0	10.0	90	9	1	0	0	2.8	
		平均		1.0	28.3						8.5	
3月13日 3月28日 4月10日 4月26日	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	1.0	22.0	78	19	3	0	0	6.3	56.2
		II	100	2.0	24.0	76	20	4	0	0	7.0	
		III	100	1.0	13.0	87	11	2	0	0	3.8	
		平均		1.3	19.7						5.7	
3月13日 3月28日 4月10日 4月26日	マンゼブ水和剤 (400倍)	I	100	1.0	10.0	90	8	2	0	0	3.0	75.4
		II	100	2.0	16.0	84	11	5	0	0	5.3	
		III	100	0.0	5.0	95	5	0	0	0	1.3	
		平均		1.0	10.3						3.2	
無処理		I	100	0.0	59.0	41	41	17	1	0	19.5	13.0
		II	100	1.0	42.0	58	29	10	3	0	14.5	
		III	100	0.0	15.0	85	10	5	0	0	5.0	
		平均		0.3	38.7						13.0	

品種：ネオアース， 定植：2017年12月27日

発病調査：一次感染株 2018年3月1日～4月10日， 二次感染株 2018年5月4日

表6 薬剤散布時期別のタマネギベと病防除効果

薬剤散布時期	散布薬剤 (希釈倍数)	区制	調査 株数	一次感染株		二次感染株					発病度	防除価
				発病 株率 (%)	発病株率 (%)	発病指数別株数						
						0	1	2	3	4		
3/11	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	1.0	100.0	0	2	29	65	4	67.8	9.8
		II	100	1.0	100.0	0	0	65	32	3	59.3	
		III	100	1.0	100.0	0	0	72	28	0	57.0	
		平均		1.0	100.0						61.4	
3/11	マンゼブ水和剤 (400倍)	I	100	1.0	100.0	0	7	75	18	0	52.8	17.6
		II	100	2.0	100.0	0	0	65	33	2	59.3	
		III	100	3.0	100.0	0	3	69	28	0	56.3	
		平均		2.0	100.0						56.1	
3/19	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	1.0	98.0	2	10	73	15	0	50.3	19.2
		II	100	1.0	100.0	0	0	66	32	2	59.0	
		III	100	1.0	100.0	0	0	79	19	2	55.8	
		平均		1.0	99.3						55.0	
3/19	マンゼブ水和剤 (400倍)	I	100	1.0	100.0	0	9	74	17	0	52.0	22.4
		II	100	2.0	100.0	0	0	66	33	1	58.8	
		III	100	1.0	94.0	6	10	71	13	0	47.8	
		平均		1.3	98.0						52.8	
3/31	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	1.0	100.0	0	0	68	29	3	58.8	7.3
		II	100	2.0	100.0	0	0	39	55	6	66.8	
		III	100	2.0	100.0	0	0	45	55	0	63.8	
		平均		1.7	100.0						63.1	
3/31	マンゼブ水和剤 (400倍)	I	100	1.0	100.0	0	3	61	34	2	58.8	13.3
		II	100	1.0	100.0	0	0	55	42	3	62.0	
		III	100	3.0	100.0	0	0	75	25	0	56.3	
		平均		1.7	100.0						59.0	
4/9	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	1.0	100.0	0	2	66	31	1	57.8	10.6
		II	100	1.0	94.0	6	6	41	44	3	58.0	
		III	100	3.0	100.0	0	0	33	67	0	66.8	
		平均		1.7	98.0						60.8	
4/9	マンゼブ水和剤 (400倍)	I	100	1.0	100.0	0	1	58	37	4	61.0	8.1
		II	100	1.0	100.0	0	6	59	35	0	57.3	
		III	100	2.0	100.0	0	0	28	66	6	69.5	
		平均		1.3	100.0						62.6	
4/19	炭酸水素ナトリウム ・無水硫酸銅水和剤 (1000倍)	I	100	1.0	100.0	0	0	45	55	0	63.8	3.7
		II	100	1.0	100.0	0	0	40	57	3	65.8	
		III	100	2.0	100.0	0	0	34	63	3	67.3	
		平均		1.3	100.0						65.6	
4/19	マンゼブ水和剤 (400倍)	I	100	1.0	100.0	0	0	41	54	5	66.0	6.9
		II	100	1.0	100.0	0	0	72	28	0	57.0	
		III	100	3.0	100.0	0	0	36	59	5	67.3	
		平均		1.7	100.0						63.4	
無処理		I	100	1.0	100.0	0	2	51	42	5	62.5	
		II	100	2.0	100.0	0	0	29	58	13	71.0	
		III	100	3.0	100.0	0	0	20	77	3	70.8	
		平均		2.0	100.0						68.1	

品種：アドバンス， 定植：2020年12月11日

発病調査：一次感染株 2021年3月1日～3月27日， 二次感染株 2021年4月30日

一次感染株の発病株率は，人工接種株（各区1株）を含む数値

4. 考察

2021年5月，農林水産省は「みどりの食料システム戦略」において，2050年までに有機農業を全農地の25%(100万ha)に拡大する野心的な数値目標を掲げている(農林水産省，2021)。このため，タマネギで有機栽培を行う場

合，ベと病対策は不可避の栽培技術となる。

タマネギベと病に対する防除を考える上では，本病原菌のタマネギへの感染・発病メカニズムを知る必要がある。本病は，罹病残渣とともに土壌中に残存する卵胞子がタマネギ内へ侵入する第一次感染に始まるが，定植前の苗床に限らず，定植後の本圃においても起こり得る(塩飽

・松尾, 1972; 渡邊ら, 2019)。次いで、第一次感染株上に分生子が形成され、健全株の葉上に飛散することによって第二次感染が起こる。また早期に第二次感染した株上にも分生子が形成され、同様に飛散して感染が起こる(稲田, 2015)。このため、一次感染株の発生時期を考慮した上で、二次感染株の発生抑制に対して薬剤の効力を十分に発揮できるような防除体系を検討することが重要と考えられる。

有機 JAS 規格で使用できる薬剤のうち、銅剤 3 薬剤および微生物農薬 4 薬剤を選定し、二次感染株に対する防除効果の比較検討を行った。その結果、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤は、水酸化第二銅水和剤および塩基性塩化銅水和剤に比べて優る防除効果がみられたが、微生物農薬においては有効な防除効果を示す薬剤は見出せなかった。銅剤は、殺菌スペクトラムの広い薬剤であり、治療的な効果は期待できないが、病原菌による感染から作物を保護すること、すなわち保護的な作用を示す特性を有している(日本植物防疫協会, 2005)。炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤はナスすすかび病(矢野・川田, 2004)、キュウリ褐斑病(山崎, 2017)に対し、水酸化第二銅水和剤はジャガイモそうか病(青木・渡邊, 2011)、ジャガイモ疫病(清水ら, 2017)に対し、塩基性塩化銅はインゲンかさ枯病(真野, 1968)に対し、予防的な散布を行うことで有効な防除効果が得られている。そこで、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤を用い、二次感染株に対する効果的な散布時期について検討した。

2017 年度の試験において、一次感染株の発生前または発生初期からタマネギの生育末期まで防除圧を継続した場合は、発生後からの防除圧に比べて防除効果が優った。また 2020 年度の試験において、一次感染株の発生直前に防除圧を加えた場合は、発生後の防除圧に比べて明らかに防除効果は優り、その程度はマンゼブ水和剤の防除効果とほぼ同等であった。本病の二次感染の防止効果について、菖蒲ら(2018)は、予防効果または治療効果を有する薬剤のいずれにおいても、タマネギへの感染前から 7 日間隔で 2~3 回散布することは、感染後から 7 日間隔で 2~3 回散布に比べて、高い防除効果が得られ、特にマンゼブ水和剤が最も安定して高い効果が得られたと報告している。また、田中ら(1989)は、予防効果を有するマンゼブ混合剤の散布適期は一次感染株からの二次感染の直前あるいは初期としている。すなわち、一次感染株が発生し、その株上に分生子が生成され、飛散するまでに薬剤散布を開始することが重要となる。これらのことから、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤を用いた防除における散布開始時期は、一次感染株の発生前あるいは発生極

初期とすることが重要であると指摘できる。

また、2017 年度の試験において、一次感染株の発生前または発生初期からタマネギの生育末期まで防除圧を継続した場合は、防除圧を途中で中断した場合に比べて防除効果が優った。西村ら(1965)は、マンゼブ水和剤を 3~6 月の間の 10 回散布のうち異なった時期に無散布期間を設けたところ、いずれも無散布期間中には明らかに発病が増加し、その程度はタマネギの生育末期に無散布期間を設けた場合に著しいとしている。本試験においても、対照として設定したマンゼブ水和剤の一次感染株発生前または発生初期からの 4 回散布は、高い防除効果が得られている。すなわち、一次感染株上に生成された分生子の飛散のみならず、早期に発生した二次感染株上に生成された分生子の飛散が起こり得る間、言い換えればタマネギの生育末期までの間の防除圧を継続することの重要性を指摘できる。これらのことから、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤を用いた防除においても、タマネギの生育末期まで行う必要がある。

ところで、タマネギべと病と同じ卵菌類のサトイモ疫病の防除において、本病の発生前から炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤を定期的かつ散布回数を重ねることによって高い防除効果が得られるとしている(サトイモ産地を救う研究開発コンソーシアム, 2020)。すなわち、本剤は予防効果が期待できる薬剤であり、感染・発病前から散布することによって、より有効な防除効果が得られる可能性を裏付けており、タマネギべと病でも同様な効果が見込まれる。

以上のことから、炭酸水素ナトリウム・無水硫酸銅水和剤を用いたタマネギべと病の防除に際しては、まず、一次感染株の発生時期を把握し、一次感染株の発生前あるいは発生の極初期から薬剤散布を開始し、次いで、タマネギの生育末期までの期間を通じて定期的に散布を継続することが、本病の蔓延を防止する有効な手段であると考えられる。なお、一次感染株の発生が全くみられない場合であっても、周辺の発生ほ場から分生子が飛散し、二次感染株が発生する可能性(タマネギ防除技術開発コンソーシアム, 2019)があるため、当該ほ場のみならず、周辺あるいは地域全体における一次感染株の発生状況を把握することが重要である。

謝辞

本試験を実施するにあたり、佐賀県農業技術防除センターの菖蒲信一郎氏には、べと病の発生生態と防除に関する貴重な知見・ご助言を頂いた。供試薬剤の各農薬メー

カーには、農薬の特性に関する貴重な知見を頂いた。愛媛県農林水産研究所の業務職員には、試験ほ場のタマネギの栽培管理に多大なご尽力を頂いた。ここに記し、関係各位のご協力に対し深謝する。

引用文献

- 愛知県 (2016) : タマネギべと病, 平成 27 年度病害虫発生予察注意報第 7 号.
- 青木一美・渡邊健 (2011) : 有機 JAS で使用できる銅水和剤を用いたジャガイモ疫病およびそうか病の防除. 茨城県病虫研報, **50** : 17-20.
- 愛媛県病害虫防除所 (2009~2020) : 平成 21~令和 2 年度農作物有害動植物発生予察年報.
- 兵庫県病害虫防除所 (2016) : タマネギべと病の防除対策について, 平成 27 年度病害虫発生予察注意報第 3 号.
- 井手洋一 (2021) : 西日本のタマネギ産地に深刻な被害を及ぼしているべと病の防除技術の開発と普及. 植物防疫, **75** (2) : 68-71.
- 稲田稔 (2015) : 早期タマネギにおけるべと病越年罹病株および二次伝染発病株の連続的発生と圃場間伝染. 日植病報, **81** (1) : 98 (講要) .
- 香川県農業試験場病害虫防除所 (2016) : タマネギべと病, 平成 27 年度病害虫発生予察注意報第 3 号
- 香川県農業試験場病害虫防除所 (2016) : タマネギべと病, 平成 28 年度病害虫発生予察注意報第 1 号
- 岸國平 (1998) : 日本植物病害大事典 : 509.
- 長崎県病害虫防除所 (2016) : タマネギべと病, 平成 27 年度病害虫発生予察注意報第 4 号.
- 真野豊 (1968) : インゲンかさ枯病に対する銅剤の散布時期・回数と防除効果, 北日本病虫研報, 19 : 29.
- 日本植物防疫協会 (2005) : 農薬ハンドブック : 274-283.
- 日本植物防疫協会 (2016) : 新農薬実用化試験調査法. 2016 年度新農薬実用化試験計画書 (稲・野菜等) 病害防除 : 1-43.
- 西村操・宮崎進・徳持順之輔 (1965) : タマネギ・べと病に対する薬剤の散布適期について. 鳥取県農試研報, **6** : 33-36.
- 農林水産省 (2016) : 有機農産物の JAS 規格・別表等資料の適合性判断基準及び手順書 : 52p.
- 農林水産省 (2021) : みどりの食料システム戦略,
<http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/index.html>
- 大森誉紀・横田仁子・武智和彦 (2012) : マルチを利用したタマネギ有機栽培の実証と小型機械化体系の導入の効果. 愛媛農水研報, **4** : 61-66.
- 大阪府環境農林水産部農政室 (2016) : タマネギ・ネギべと病, 平成 28 年度病害虫発生予察注意報第 1 号.
- 佐賀県 (2016) : タマネギべと病, 平成 27 年度病害虫発生予察注意報第 9 号.
- 佐賀県 (2016) : タマネギべと病, 平成 27 年度病害虫発生予察注意報第 10 号.
- 佐賀県 (2016) : タマネギべと病, 平成 28 年度病害虫発生予察警報第 1 号.
- サトイモ産地を救う研究開発コンソーシアム (2020) : サトイモ疫病対策マニュアル (2020 年度版) , 74 p.
- 島根県 (2016) : タマネギべと病, 平成 27 年度病害虫発生予察注意報第 3 号.
- 清水基滋・田村元・角野晶大 (2017) : 北海道における有機栽培ばれいしょの安定生産技術 (3) , 北農, **84** (2) : 145-149.
- 塩飽邦子・松尾綾男 (1972) : タマネギべと病菌の生活環における卵胞子の役割について. 兵庫県農研報, **20** : 97-100.
- 菖蒲信一郎・渡邊幸子 (2018) : タマネギべと病に対する各種薬剤の二次伝染抑制効果. 日植病報, **84** (1) : 67 (講要) .
- 高津覚 (1957) : 淡路における玉葱露菌病の集団防除. 植物防疫, **11** (10) : 25-29.
- タマネギべと病防除技術開発コンソーシアム (2019) : タマネギべと病防除対策マニュアル, 75 p.
- 田中敬・入江和己・藤富正昭 (1989) : タマネギべと病の発生推移と薬剤防除. 兵庫県中農技セ研報, **37** : 59-62.
- 渡邊幸子・菖蒲信一郎 (2019) : タマネギべと病の第一次伝染に関する最近の研究. 植物防疫, **73** (6) : 363-369.
- 山口県 (2016) : タマネギべと病・白色疫病, 平成 27 年度病害虫発生予察注意報第 3 号.
- 山口県 (2016) : タマネギべと病, 平成 28 年度病害虫発生予察注意報第 1 号.
- 山崎睦子 (2017) : 高知県内で発生する複合薬剤耐性菌によるキュウリ褐斑病に対する防除法. 高知県農技セ研報, **26** : 15-24.
- 矢野和孝・川田洋一 (2004) : ストロビルリン系薬剤耐性ナスすすかび病菌に対する数種薬剤の防除効果. 高知県農技セ研報, **13** : 21-25.
- 善正二郎・菖蒲信一郎 (2017) : 2016 年の佐賀県におけるタマネギべと病の発生状況と今後の防除対策について. 植物防疫, **71** (4) : 264-268.