

タマネギ収穫調製法が細菌性の鱗茎腐敗症の発生に及ぼす影響

農研機構 中央農業研究センター病害研究領域生態的防除グループ ^み三 ^{むろ}室 ^{げん}元 ^き氣
富山県農林水産総合技術センター農業研究所 ^{もり}守 ^{かわ}川 ^{とし}俊 ^{ゆき}幸

はじめに

富山県の砺波地域では、主産地である西南暖地と北海道の端境期を狙った新たなタマネギの産地化に2008年ころから取り組んでおり、農業機械や施設支援を整備して秋まき型の作型で栽培面積を2015年産で83 haまで急拡大させてきたが、毎年のように各種病害虫が顕在化し、その対応に追われている。これまで、秋まき作型で問題となってきた乾腐病については、追肥量と病害発生・収量との関係(守川, 2013 b), 品種感受性の差異(三室ら, 2015)が明らかにされ、これらに基づく適正な施肥量への誘導や栽培品種の選定等が進められて収束に向かっている。一方、北陸地域では長期の積雪に伴う株の消失あるいは消雪後の初期生育の遅れが課題となっており、産地では、これらを回避するために1月中旬に播種し、4月上旬に定植する新たな春まき作型の導入にも取り組んできた。ただし、この春まき作型では収穫時期が7月の梅雨と重複するため、生育後半から貯蔵中にかけて細菌性の鱗茎腐敗症の発生が問題になる。よって、この腐敗対策の確立が春まき作型成立の大きな要件となっている(守川, 2013 a)。

春まき作型において問題となる鱗茎腐敗症(図-1)は富山県だけではなく、これから本格的に春まき作型での産地化を目指している東北地域においても顕在化しており、対策技術の開発が急務となっている。そこで、これらの原因となる病原体を明らかにするとともに、収穫時の調製方法などがその後の腐敗球の発生に大きく影響すると考え、これらを踏まえた耕種的な防除技術の開発に取り組んだので、その概要を紹介したい。

本研究を実施するにあたり、農研機構本部 白川 隆博士、および元北海道立道南農業試験場 田中民夫博士には貴重な菌株を分譲頂いた。ここに感謝の意を表する。

なお、本研究は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「東北・北陸地域における新作型開発によるタマネギの端境期体系の確立」に於いて実施したものである。

I 対象とすべき病害の調査

タマネギ鱗茎に腐敗を引き起こす細菌には、*Burkholderia gladioli*, *Pantoea ananatis* (りん片腐敗病), *B. cepacia*, *Erwinia rhapontici* (腐敗病), *Pectobacterium carotovorum* (軟腐病) 等が知られているが、当初、北陸・東北地域における春まき作型タマネギ産地は存在しなかったことから、本作型でリスクとなる病害を抽出するため、これら病原菌の発病温度特性を調査したところ、多くの病原菌が30℃以上の高温時に強い病原性を示した(守川ら, 2014 a) (データ略)。

また、同時に2013年、富山県、山形県(庄内)、岩手県(盛岡)、青森県(弘前)の春まき作型試験栽培で発生した収穫時・貯蔵中の細菌性病害、そして富山県の秋まき作型栽培の育苗期と本圃で発生した細菌性病害の種類を、API 20 NEによる生理的性状および16s rDNA領域の相同性の調査により所属を決定した。その結果、検出された病原細菌は、*B. gladioli*, *P. ananatis* および *B. cepacia* であった(データ略)。*P. ananatis* は白川ら(2010)が報告したように近年、大きな被害をもたらした病原菌であるが、これと *B. gladioli*, さらに、一度発生すると、急速に被害が拡大し、多くの野菜でも問題となる *P. carotovorum* を中心に対象病害として選定し、以下の試験を開始した。

なお、富山県の現地秋まき作型で地上部に発生した腐敗症状からは、斑点細菌病菌の *Pseudomonas syringae* や *E. rhapontici*, *P. ananatis*, そして育苗期の剪葉後の葉先枯れ症状の病原として *P. ananatis* が分離されている(守川ら, 2014 b)。

II 品種感受性の差異

タマネギ鱗茎腐敗症に対する品種感受性の差異を調査するため、2013年はタマネギ品種‘ターザン’、‘オホーツク222’、‘もみじ3号’、‘TTA735’を用い、菌株は上記で明らかとなった病原菌である *B. gladioli* (To8701),

Influence of Harvest Processing and Maintenance on Occurrence of Post-harvest Bacterial Bulb Rot of Onion. By Genki MIMURO and Toshiyuki MORIKAWA

(キーワード: タマネギ, 細菌性, 鱗茎腐敗症, 収穫, 調製, 剪葉, 貯蔵)

P. ananatis (T25-08), *P. syringae* (T25-01) および *P. carotovorum* (9214cc) を用いた。4月25日に各品種を圃場に定植し、生育期の6月2日および6月15日に病原菌を 10^9 cfu/m² 相当量それぞれ散布し、6月24日および7月1日に発病株率を調査した (68株/区, 3反復)。2014年は同様の品種を用い、菌株は *B. gladioli* (To8701), *P. ananatis* (T25-08), *P. carotovorum* (9214cc) を用いた。4月15日に定植し、6月19日に病原菌をそれぞれ散布し、6月23日に発病株率を調査した (72株/区, 3反復)。

その結果、2013年はいずれの細菌による鱗茎腐敗症

も‘オホーツク 222’で最も発生が多く、‘ターザン’で少なかった。2014年も多発生条件での試験であったが、2013年と同様の発生様相であった (図-2)。これら細菌性病害は、いずれも葉身基部の襟の部分から発病しており、特に‘オホーツク 222’は形態的にその部位の面積が大きく、このことが発病の多少に影響する一つの要因として考えられた。富山県ではこれら結果や実需の製品評価を基に‘ターザン’および‘もみじ3号’の2品種を主力品種として選定し、生産拡大を図っているところである。ただし、‘オホーツク 222’は乾腐病には比較的強く



図-1 鱗茎腐敗症の地上部症状 (上段) および鱗茎の腐敗 (下段)

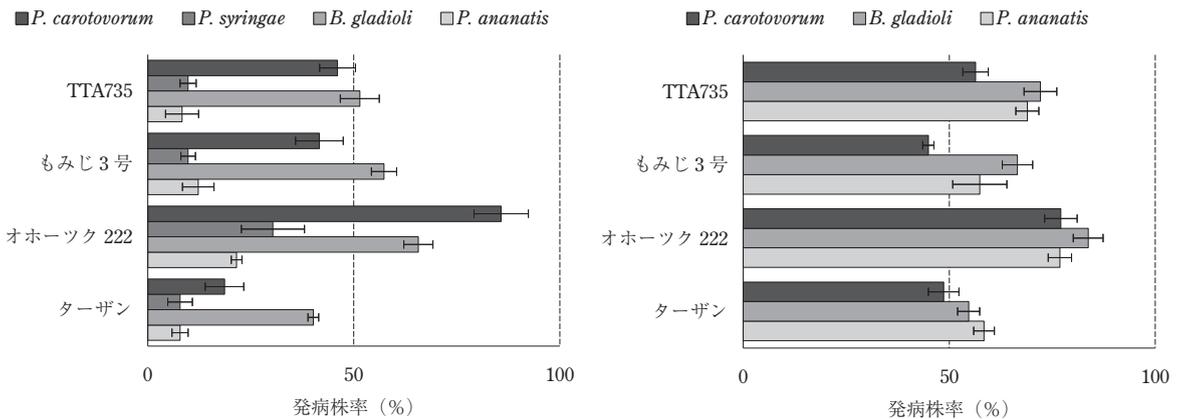


図-2 鱗茎腐敗症に対する品種感受性の差異

左：2013年 (グラフは6月24日と7月1日調査の累積発病株率), 右：2014年.

(データ略)、地域によっては細菌性病害よりも乾腐病による被害が問題となることから、地域の実態に応じて品種を選定する必要がある。

III 収穫調製法などによる細菌性病害の防除

後述するが、圃場における細菌性病害の発生は、病原細菌の種類を問わず貯蔵中の腐敗に直結した。よって、生育期の発生を防ぐことはもとより、貯蔵工程に持ち込まないことが重要となる。その点で、収穫時の気象条件、剪葉等の調製作業における管理項目が発病に及ぼす影響を明らかにすることは貯蔵中の腐敗リスクをより低減するために必要であると考えた。

1 圃場での発生と貯蔵腐敗の関係

品種は‘ターザン’を用い、黒マルチ栽培で2013年4月23日に定植した。4種細菌、*P. carotovorum* (6214cc)、*B. gladioli* (To8701)、*P. ananatis* (Pa-ana0807)、*P. syringae* (25OniT-01)をそれぞれ接種した区から、健全株と地上部発病株に分けて7月4日に収穫し(14~41株/区、3反復)、貯蔵中の8月21日に発病球率を調査した。

その結果、圃場で細菌性病害の発生が認められた株は、病原細菌の種類を問わず貯蔵中に高頻度に腐敗した。特に、りん片腐敗病菌の*B. gladioli*や*P. ananatis*を接種した区で82.5%と75.0%と顕著に高かった(表-1)。このように、圃場における細菌性病害の発生は、貯蔵中の腐敗に直結するため、的確な薬剤防除により立毛中の発病を抑えるとともに、収穫から貯蔵までの期間においてもできるだけ罹病株を持ち込まない対策が必要となる。

2 剪葉と収穫時条件の影響

地域によっても異なるが、富山県ではタマネギの収穫作業は体系的に機械化されており、倒伏後、1週間~10日後に根切り作業を行い、次に葉身部分を剪葉機械で切断していく。その後、ピッカーと呼ばれる作業機械で畝上のタマネギを回収する。剪葉することにより早期に乾

燥することが可能となり、貯蔵性も高まるとされている。一方で、剪葉は新鮮な切り口を露出させるため、土壌が付着するなどして病原菌の侵入を容易にするリスクが伴うと考えられた。そこで、剪葉の有無や収穫時期、そのときのタマネギの濡れ状態等、収穫時の条件が貯蔵中の鱗茎腐敗に及ぼす影響を調査し、より効果的な収穫管理技術の方策を検討した。

剪葉と収穫時期の影響について、2013年4月25日に品種‘ターザン’を定植し、①収穫適期の7月3日に剪葉し、当日収穫する区、②適期5日後の7月8日に剪葉し、当日収穫する区、③適期の7月3日に剪葉し、5日後の7月8日に収穫する区を設けた。収穫後は各区、2日間、送風乾燥し貯蔵中の8月20日に発病を調査した(50株/区、3反復)。

また、収穫時の条件の影響について、収穫時のタマネギの濡れ状態、収穫後の送風乾燥の有無とその開始時期、圃場での発病の有無により各条件区を設け、貯蔵中の発病を調査した(30株/区、3反復)。なお、両試験とも自然発病下で行っており、葉鞘基部から5cmの位置で剪葉して収穫した。耕種概要は上記と同様である。

その結果、収穫適期の7月3日に剪葉して当日収穫した区における貯蔵中の腐敗球の発生率は8.3%であったが、適期から5日後の7月8日に剪葉し、当日収穫した場合、腐敗球率は21.6%と増加した。さらに、7月3日に剪葉し、7月8日まで圃場に放置して収穫した場合は29.5%と著しく腐敗球率が増加した(図-3)。

本年は7月3日以降、8日まで合計48.5mmの降雨が続いたが、梅雨期間と重複する6月中下旬以降に、適期を逃し収穫が遅れた場合、タマネギが降雨に晒される期間が長くなり、さらに剪葉した状態で圃場に放置されることにより、切り口が湿潤となり、侵入門戸での病原菌の増殖が容易になったことで腐敗球率が高まったものと

表-1 圃場における発病の有無と貯蔵腐敗の発生との関係

病名	病原菌	貯蔵中の発病率(%)		
		圃場発病(無)	圃場発病(有)	
りん片腐敗病	<i>Burkholderia gladioli</i>	10.7	82.5	**
	<i>Pantoea ananatis</i>	5.5	75.0	**
軟腐病	<i>Pectobacterium carotovorum</i>	8.2	37.9	**
斑点細菌病	<i>Pseudomonas syringae</i>	10.2	45.8	**

注1) 各細菌病を接種した区から発病の有無に分けて収穫した。

注2) **2群の比率の差の検定により、1%水準で有意差あり。

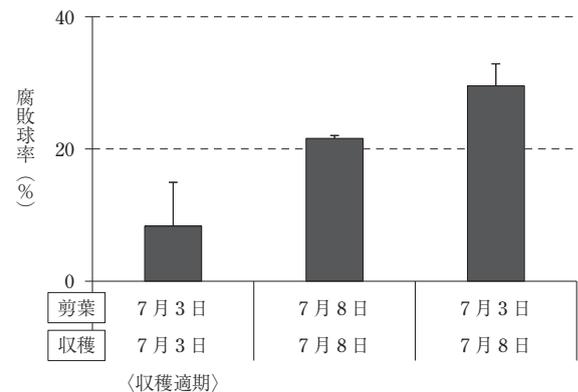


図-3 剪葉と収穫時期が鱗茎腐敗の発生に及ぼす影響

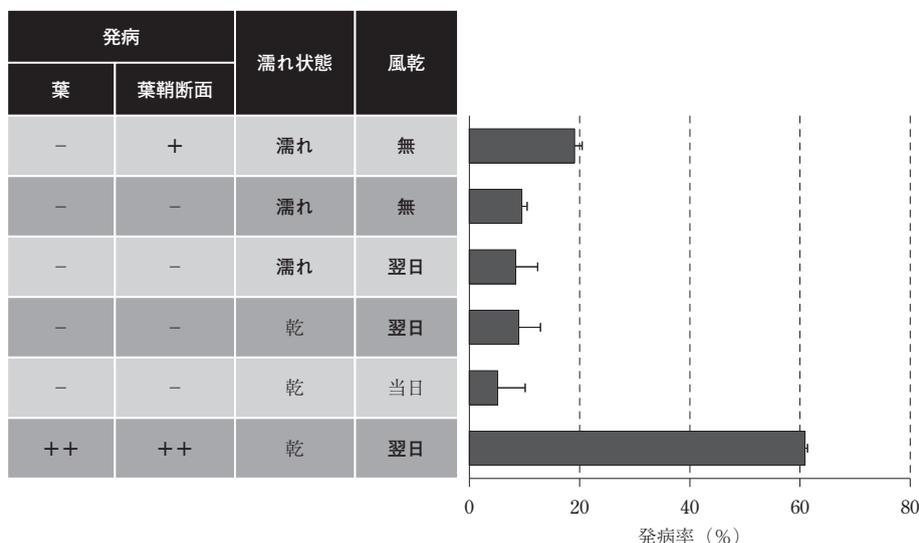


図-4 収穫時の各条件が鱗茎腐敗の発生に及ぼす影響

考えられた。

収穫時の条件と発病の関係では、収穫当日に直ちに乾燥することにより、収穫翌日に乾燥する場合と比べて腐敗球の発生が最も少なかった。ただし、本試験のように自然発病下であっても葉身に病斑が見られる地上部発病株は、貯蔵中に高頻度で腐敗し、外見健全株であっても剪葉後の葉鞘断面に病変が認められた株は、腐敗率が高まる傾向となった。また、収穫時にタマネギ表面が濡れている状態であると腐敗率が高まる傾向が認められたことから、収穫は適期に行うことが基本であるが、収穫日直前の降雨や当日の朝露の程度を考慮して晴れ間のある日中に行うなどの配慮が必要と考えられた (図-4)。

3 剪葉位置と風乾処理の影響

上記の通り、剪葉して、速やかに収穫、乾燥することにより貯蔵中の腐敗を低減できることを明らかにしたが、一方で、剪葉時の切り残す葉鞘部の長さについては、生産現場において明確な基準はなく、8～12 cm 程度の長さで行われてきた。一方で、本病は地上部に発病すると、収穫期、貯蔵期間中に罹病部位から病原細菌が葉鞘を移行し鱗茎に到達し腐敗を引き起こすが、剪葉時にこの罹病部位を含めて除去することができれば、病原菌を貯蔵中にまで持ち込ませずに腐敗が低減すると考えられた (図-5)。また、貯蔵腐敗の原因となる *P. carotovorum*, *B. gladioli* の発病葉位はタマネギ品種によって多少変動するものの、第3～4葉と比較的上位葉から発病することが明らかとなっており (図-6)、剪葉位置によっては効果的に罹病部位を除去することが可能になると考えた。

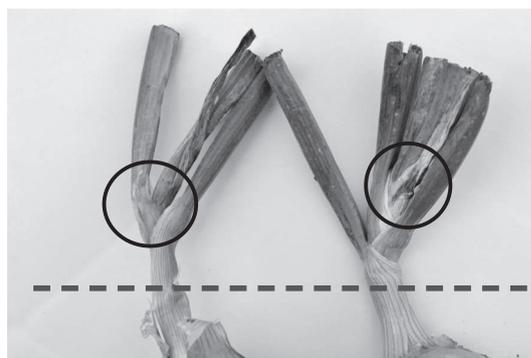


図-5 剪葉による罹病部位の除去
罹病部位を含めた葉身を除去することにより貯蔵工程に病原菌を持ち込まない。

そこで、2013年および14年に品種‘ターザン’を用いて剪葉位置が貯蔵腐敗に及ぼす影響を検討した。2013年は4月25日、10月22日(2014年産として)に定植し、14年は4月15日に定植した。両年も春まき作型は自然発病条件とし、秋まき作型は翌年の2014年5月15日、24日に *B. gladioli* (To8701), *P. ananatis* (Pa-ana0807) をそれぞれ接種した。剪葉位置は2013年が2 cm, 6 cm, 10 cm, 14年は3 cm, 8 cm, 13 cmに設定し、剪葉後は当日に収穫・乾燥する区と圃場に1週間放置して収穫する区を設け、収穫から1か月後に貯蔵中の発病を調査した(50株/3反復)。

また、2013年に圃場での発病が多い場合を想定して、剪葉するはさみに病原菌である *B. gladioli* (To8701), *P.*

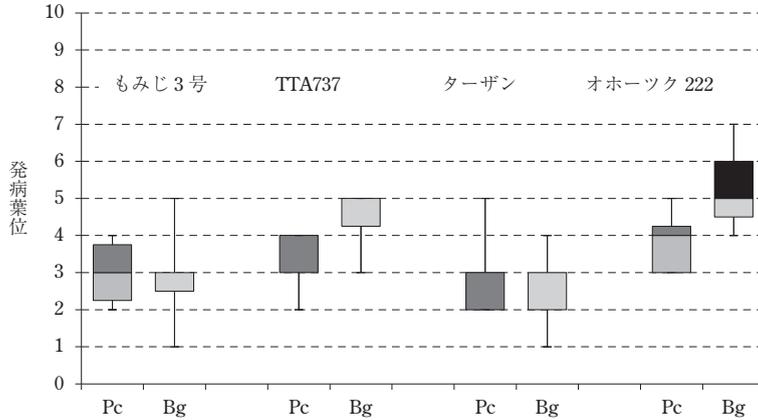


図-6 各品種のPc (*P. carotovorum*) およびBg (*B. gladioli*) の発病葉位

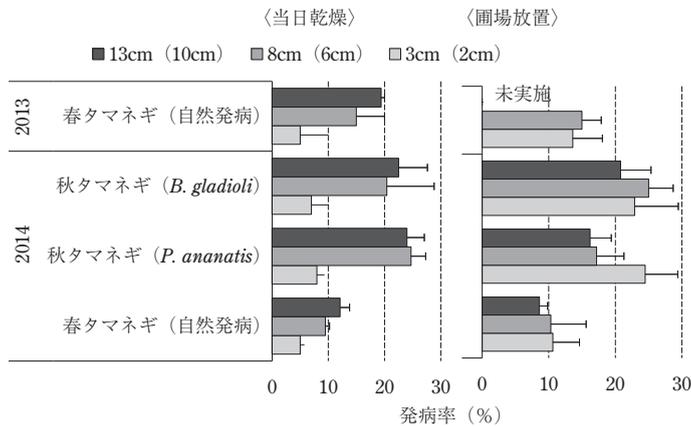


図-7 剪葉位置が貯蔵腐敗の発生に及ぼす影響
図中の凡例は葉鞘基部からの剪葉位置を表す。

ananatis (Pa-ana0807), *Dickeya* sp. (9237chr) の菌液を付着させ、2 cm、5 cm、8 cm の長さで剪葉し、収穫翌日に風乾し、48 日後に貯蔵中の発病を調査した (60 株/3 反復)。

その結果、いずれの年次、作型においても葉鞘を 2 cm (2013 年)、3 cm (2014 年) と短く残して剪葉し、当日、送風乾燥することにより貯蔵中の腐敗球率は減少した。一方で、風乾せずに圃場に放置した場合はその効果は認められなかった (図-7) ことから、剪葉後は曇天や降雨が予想されている場合は速やかに回収して乾燥施設に搬入するなど一連の作業を当日中に終了できるように計画的に行う必要があると考えられた。

また、自然発病条件下では剪葉した翌日に乾燥を開始した場合でも、葉鞘を短く残すことによって発病は減少する傾向となったが、ハサミに菌液を付着させた場合

は、自然発病条件下とは異なり、短く剪葉することにより発病が増加する傾向が認められた (図-8)。このことから、実際の生産現場において、圃場での発生が少ない場合は、短く切って早期に乾燥させることが望ましいと考えられるが、圃場での発生が多い場合は作業の合間に切刃をアルコール類による消毒や洗浄等して刃物による二次伝染を防ぐ必要があると考えられた。

4 望ましい剪葉位置は？

これまで紹介してきたように、剪葉して直ちに乾燥作業を行うことにより貯蔵中の腐敗を低減させることが可能であることを明らかにしたが、この技術の活用は各地域の乾燥方法によって大きく異なると考えられる。例えば、春まき作型が中心で梅雨がない北海道地方では収穫期に降雨に遭遇するリスクが小さいことから、まず根切り作業し、この時点では剪葉を行わず、10 日～2 週間、

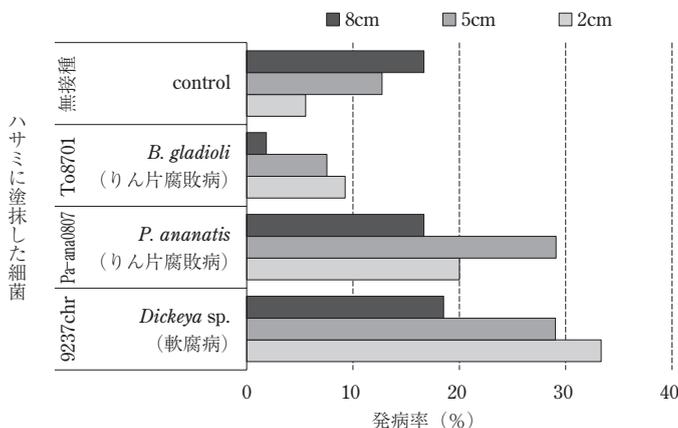


図-8 剪葉部位の長さと菌の接種が鱗茎腐敗症に及ぼす影響

圃場乾燥するいわゆる「地干し」が行われている。このため、茎葉の水分が十分抜けている段階で剪葉することが可能なため、剪葉位置の決定は腐敗対策よりも、生産者ごとの収穫以降のハンドリング性に依存するものと考えられる。また、秋まき栽培が中心で梅雨前に収穫する西南暖地なども収穫時の降雨リスクが小さく、地域の乾燥方法によって剪葉の時期、位置が決定されるものと思われる。代表的な産地として知られる淡路地方は吊り玉貯蔵が有名であるが、地域の気候、風土に根ざした本法は吊りひもに掛りやすいように葉鞘を十分残して剪葉しているが、これは、当地域で問題となる灰色腐敗病について葉鞘部を短く残して剪葉したタマネギほど多発することや葉鞘部が短いと乾燥貯蔵中に球の上部が乾きすぎて肩落ちになること（大西ら、1978）等を踏まえた地域の実情に則した技術であるものと考えられる。一方で、収穫時期が梅雨と重複する北陸や東北地域の作型では、北海道のように長期間、圃場に放置すると、むしろ腐敗を助長しかねない。なお、この時期のタマネギ葉鞘部分の水分は比較的高い状態にあるため、その後の乾燥効率を考慮した場合、淡路地方のような葉鞘の大部分を残しての剪葉は乾燥コストおよび貯蔵中の腐敗リスクを高めることになってしまう。このため、当該地域では腐敗対策として葉鞘部を短くして剪葉することを前提に、これを直ちに乾燥できる体制を整備することが、作型成立のために欠かせないものと考えられる。富山県のように大きな乾燥施設を保有する場合は短期間に集中して大量のタマネギを機械乾燥させることができるため、本技術の適用が可能であると考えている。

おわりに

これまで富山県の砺波地域では秋まき作型を中心に産地化を図り、10年足らずではあるが作付面積を大きく拡大させてきた。この間、越冬後の苗立ち不良や、病害の発生等様々な生産阻害要因に見舞われるものの、産地や生産者の試行錯誤により克服してきた経緯がある。これら積み上げてきた実績を背景に、意欲的な取り組みとして端境期を狙った新たな作型である春まき作型の導入を図っているが、やはり高温時に収穫される作型においては、育苗から貯蔵に至るまで一連の管理工程や、品種の選定等において、既往の作型とは異なった視点が必要であり、同様に新作型に取り組む東北地域の産地と検討を重ね、技術開発しているところである。特に、細菌性の鱗茎腐敗病害は収穫期が梅雨や高温期と重なる本作型において最大のリスクとなっており、本病の対策は作型成立のためには不可欠となっている。ここで得られた収穫調製段階での耕種的対応は主に施設化体系において適応が可能であるが、発病させない環境づくりや気象条件をふまえた防除の考え方はいずれのタマネギ産地や栽培期間が梅雨期と重なる他の野菜類にも応用できると考える。ここでは議論しなかったが、薬剤防除法も有効な対策の一つであることに異論はなく、タマネギの生育ステージや散布前後の気象にも留意し、効果が最大限発揮できるような使用を心がけねばならない。これら「考える防除」を実行するためには、単に、得られた有益な情報をそのまま流用するのではなく、地域の指導者自ら防除の意図をよく理解し、各地域の栽培体系に則した的確な防除指導が行われるよう、現場指導者の育成も不可欠であると考えている。

上記の防除技術を地域の特性に応じて活用されることにより、東北・北陸地域における春まき栽培が定着し、消費者に信頼される高品質なタマネギ生産が実現できればと考えている。

引用文献

- 1) 三室元気ら (2015): 日植病報 **81**: 88.
- 2) 守川俊幸 (2013 a): フザリウム研究会資料集 **9**: 23.
- 3) ———ら (2013 b): 北陸病害虫研報 **62**: 23 ~ 27.
- 4) ———ら (2014 a): 日植病報 **80**: 38.
- 5) ———ら (2014 b): 関東病害虫研報 **61**: 175.
- 6) 大西忠男ら (1978): 兵庫県農総セ研究報告 **27**: 19 ~ 22.
- 7) 白川 隆ら (2010): 日植病報 **76**(3): 176.

新しく登録された農薬 (28.7.1 ~ 7.31)

掲載は、**種類名**、登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録年月日、有効成分：含有量、**対象作物**：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、**適用作物**、**適用雑草**等を記載。

〔殺虫剤〕

●クロチアニジン水和剤

23813：ナイスパートナー（住化グリーン）16/7/20

クロチアニジン：20%

たばこ：モモアカアブラムシ：収穫20日前まで

〔除草剤〕

●メチオゾリン乳剤

23809：ポアキュア（エス・ディー・エス バイオテック）
16/7/1

メチオゾリン：25.0%

西洋芝（ベントグラス）：メヒシバ、スズメノカタビラ

西洋芝（ケンタッキーブルーグラス）：スズメノカタビラ

日本芝（こうらいしば）：メヒシバ、スズメノカタビラ

●ピロキサスルホン水和剤

23810：ソリスト SC（クミアイ化学工業）16/7/6

23811：理研ソリスト SC（理研グリーン）16/7/6

ピロキサスルホン：36.3%

日本芝：一年生雑草

●IPC乳剤

23812：プロバイド EC（保土谷化学）16/7/6

IPC：50.0%

日本芝：スズメノカタビラ