

北海道における コムギなまぐさ黒穂病防除について

一般社団法人北海道植物防疫協会 事務局長理事
田中 文夫
Fumio Tanaka

1. はじめに

イネ科作物の黒穂病といえば、ある年代以上の方はトウモロコシの所謂“お化け”や春播き小麦の裸黒穂病を思い浮かべるのではないだろうか？いずれも採種圃場管理と種子消毒の徹底により、近年は目にする事が少なくなった病害といえる。

一方、秋播き小麦のなまぐさ黒穂病は本邦では古くから発生報告があり、1903年の作物病虫害教科書に記載されている。その病原菌は*Tilletia caries* (= *Tilletia tritici*) による網なまぐさ黒穂病、*Tilletia leavis* (= *Tilletia foetida, fortens*) による丸なまぐさ黒穂病とされる。北海道では1900～1936年に多発したとされる報告がある。

近年では1990年代に埼玉県で多発し、野田ら(1998)による詳細な研究がなされた。なまぐさ黒穂病の病名の起源は病原菌の産生する「トリメチルアミン」の臭気に由来し、人によっては魚臭を想起することによる。その経済的被害は減収はさておいて、被害粒の混入による異臭麦の発生が最大の問題とされる。

2. 北海道における発生被害の拡大

本道において、近年の多発事例は2006年以降の道南地方A市の例が記憶に新しい。以来、筆者と本病の付き合いは12年以上に及ぶ。

当該地域では温暖な気候故に、秋播き小麦の遅い播種が慣行的であった。そのため、前述の埼玉県の試験事例を基にして、遅い播種時期が多発の主因とされた。一方、種子伝染が主要な感染様式の一つと考えられたが、筆者を含めた種子消毒試験における北海道総合研究機構による防除の試みは困難

を極めた。

埼玉県の試験研究に基づく薬剤（ペフラン液剤25）による種子消毒試験に関しては、病原菌の種子粉衣接種が全く発病を誘起せず、発生生態に関する疑念が高まった。その試験事例は十例近くに及ぶ。

それに追い打ちをかけるように、2013年からは、発生が全道に及ぶに至って、2015、2016年には北海道農業試験会議における「平成26、27年度の発生にかんがみ注意すべき病害虫」に異例の二年連続の注意喚起となった。発生面積は2017年の本道の小麦作付け面積約11万haのうちの約1,000haに及び、その後の発生拡大が強く懸念された。その杞憂の理由は、当時に病原菌とされた*T. caries*の種子伝染能力の強さに由来する。もしも採種圃場への汚染が進めば、全道の栽培地帯への発生拡大が必至と考えられたことによる。

3. 病原菌の特定

以上述べてきた背景を基にして、独法・北海道農研、道総研各農業試験場、関係農業改良普及センター・各JAとの連携の下に農林水産省の公募型研究（経営体強化プロジェクト）における課題が発足し、最初に病原菌の特定が行われた。その結果、新村ら(2019a)は平成30年度北海道植物病理学会北海道部会において、近年の北海道内に発生確認されているなまぐさ黒穂病菌について、従来想定されてきた網なまぐさ黒穂病菌*T. caries*とは異なり、*T. controversa* Kühnによるものと報告した。本菌は我が国では小麦で未報告であるが、大麦のなまぐさ黒穂病としては1917～1923年に群馬、岩手、長野、山形県で発生報告がある。

一方、小麦では諸外国の主要産地であるカナダ、USA、アルゼンチン、ウルグアイ、西欧および中央アジアで発生が認められるという（Bockus, 2010）。特にカナダの穀倉地帯では本種は積雪の多い地域での優占種とされ、少雪地域に優占する*T. caries*と棲み分けが起きているとされる。

柿嶋（2016）によると、「世界で約100属のくろぼ菌類が記載されており、次の様に特徴付けられる一群という。①主に被子植物に寄生し、その根、茎、葉、花器などに菌糸が集合した菌糸塊よりなる孢子堆を発達させて、そこに厚壁で黒色粉状のくろぼ孢子を多量に形成する、多くの種では菌糸が直接に、孢子に変換される、②くろぼ孢子の発芽時に担子器が形成され、核の癒合と減数分裂が行われる、③担子孢子は担子器から直接に出芽により形成される。

くろぼ菌類の一般的な生活環として、植物体内の菌糸体は単相の2核（重相）を有し、宿主植物の細胞間隙に存在し、吸器（haustorium）を形成するものもある。孢子堆は、寄主植物の一部に菌糸体が集合して孢子堆に発達し、多くの種では、そこで菌糸体の全部または一部が、2核を有する厚壁のくろぼ孢子に変換される」とされる。さらに詳しい分類・生態に関しては先述の文献記載に譲る。

形態的に見ると、厚膜（壁）孢子の大きさにおいて北海道産の本菌は直径19.3～20.5 μmと*T. caries*埼玉株の17.4 μmと比較してやや大きい、*T. caries*にはない厚膜孢子を取り巻く厚いゼラチン様

外皮を有する、などの特徴により識別される（新村ら、2019a）。これら一連の知見は合理的防除法確立への大きな前進をもたらした。

余談ではあるが、筆者らが発生を認めた当時、もう少し注意深い形態観察等を行っていたら、それ以降の混乱を回避できた可能性があり、最近では自責の念が強い。

4. 本病の症状と感染生態

本病原菌の感染生態上の大きな特徴は厚膜孢子の発芽条件に由来すると考えられる。

*T. caries*の厚膜孢子の発芽適温は10～15℃とされ、15℃の条件下では7日以内には発芽するが、*T. controversa*では適温が3～8℃、特に道産菌では最適温度が5℃とされ、さらに発芽に3～10週間以上を要することが観察されている（新村ら、2019b）。また、孢子発芽に光要求性が高いことが知られている。このことは感染には土壌表面に存在する孢子のみが関与し、土壌中に埋没する孢子は関与しないことを物語る。土壌表面の孢子の発芽は積雪前の低温と土壌の多湿により促進される。小麦の2～3葉期の感受性が最も高いとされる。

北米では植物体への感染は積雪が不可欠で、感染は積雪条件下で成立し、積雪期間が長期に及ぶほど助長されるという。これらの事実は本病防除に対する考え方を大きく変換させることとなった。さらに付け加えると本道が多発事例においては何らか



写真1. 止葉の黄化症状 (品種「ゆめちから」)



写真2. ほ場での発病状況 (品種「ゆめちから」・小澤原図)



写真3. 発病穂の初期症状

の事情により比較的～長期の連作を余儀なくされている圃場がほとんどであり、その点が防除の上で重要である。土壌中の胞子は10年間は生存し、感染能力を維持するとされる。

なお、一般に春播き小麦では発生が認められないとされており、現行の道内の主要な秋播き小麦品種についての発病の品種間差に関しては現在、道総研農業試験場において検討中である。

本病の症状の特徴として、越冬前には茎葉の異常は認められない。起生期には葉の黄化症状が見られることがあり、品種「キタノカオリ」などでは顕著であるが、「きたほなみ」では不明瞭である。さ

らに出穂前の止葉ならびにその葉鞘に数珠玉上の退緑斑紋が時として見られる。その後、出穂期には英病名(“Dwarf Bunt”)の由来の通り、罹病穂の草丈が著しく抑制される。その程度はやはり品種によって異なり、「きたもえ」で健全穂の60%程度、「キタノカオリ」では同40%程度に過ぎない。しかし、逆に茎数の増加が見られる。これにも品種間差があり、「ゆめちから」では20%ほどになる。発病した子実は厚膜胞子と入れ替わり、内部には胞子が充満し丸く膨らむ。その後は前述の魚臭が漂うこととなる。(写真1～6)



写真4.収穫期の発病穂の症状

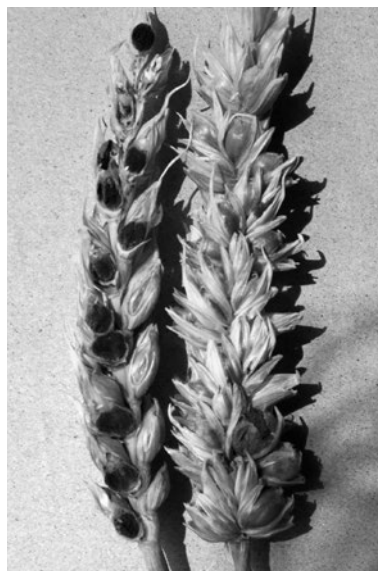


写真5.発病穂の断面(木俣原図)

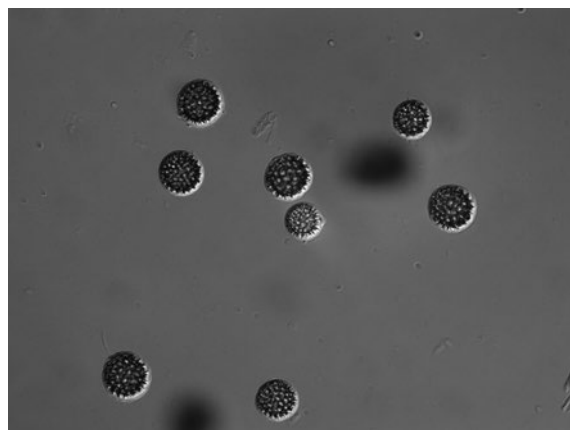


写真6.胞子の顕微鏡写真(新村原図)

5. 本病の防除対策

これまで述べてきたように埼玉県の試験報告に基づいて、種子消毒による防除、蔓延拡大防止を目指していた方針が、根本的に変換を余儀なくされるに至った。種子消毒以外の防除対策としては、埼玉県の試験事例を踏襲し、これまでにプロピコナゾール乳剤25が平成28年に農水省の緊急登録措置として実用化された。これは1.5～3葉期の750倍液の茎葉散布を想定しており、本道でも卓効を実現している（表1）。ただし、前述したように、筆者らも関与した本剤ならびにイミノクタジン酢酸塩液剤の種子消毒の実用化試験においては病原菌の種子粉衣

接種による発病そのものが再現できず、多くの無為な時間を費やした。その中で数少ない有効試験事例とされたのは、現地の連作圃場での試験、さらに試験場内で粉衣接種に用いた孢子塊の残余を“もったいない”の思いで、処理区土壌表面に散布した試験事例であったことを思い出した。これに関しても自らの不明を今更恥じ入る次第である。

しかし、その後の関係機関各位の精力的な試験により、イブコナゾール・イミノクタジン酢酸塩水和剤フロアブルの有効性を確認し（表2）、薬剤登録に至った。その他にも、諸外国ではジフェノコナゾールなどのDMI剤の有効性が指摘されており、今後も有効剤の開発が期待される。

表1. 小麦なまぐさ黒穂病に対するプロピコナゾール乳剤25の防除効果(2017年)

供試薬剤	処理濃度	反復	調査穂数	発病穂数	発病穂率(%)	防除価	薬害
プロピコナゾール乳剤 プロピコナゾール25%	750倍・茎葉散布	1	410	4	1.0	98	—
		2	402	0	0.0		
		3	408	1	0.2		
		平均		1.7	0.4		
無処理		1	423	85	20.1	—	
		2	384	80	20.8		
		3	423	85	20.1		
		平均	410.0	83.3	20.3		

試験場所：北海道札幌市南区真駒内現
地農家圃場
供試品種：「ゆめちから」
散布月日：2016年11月13日（約1.3葉期）
調査日：2017年7月13日

表2. 小麦なまぐさ黒穂病に対するベフランシードフロアブルの防除効果(2016年)

供試薬剤	処理濃度	反復	調査穂数	発病穂数	発病穂率(%)	防除価	薬害
イブコナゾール・ イミノクタジン酢酸塩フロアブル イブコナゾール4%・イミノクタジン酢酸塩15%	原液5ml/乾燥種子1Kg 塗沫処理	1	200	1	0.5	96	—
		2	200	5	2.5		
		3	200	3	1.5		
		平均		3.0	1.5		
無処理		1	200	94	47.0	—	
		2	200	72	36.0		
		3	200	61	30.5		
		平均	200.0	75.5	37.8		

試験場所：北海道上川郡東神楽町現地
農家圃場
供試品種：「きたほなみ」
処理日：2016年8月
調査日：2017年6月29日

一方、茎葉散布剤としては前述のプロピコナゾール剤以外にフルアジナム剤についても卓効が確認されている（小澤ら、2019）。

今後の本病の防除戦略としてはイプロコナゾール・イミノクタジン酢酸塩剤などで種子消毒を実施し、プロピコナゾール、フルアジナム剤などの雪腐病防除剤の通常散布による同時防除という、生産現場にとって最も受け入れ易い体系として定着することが期待できる。最後になるが、連作は特に回避しなければならないことは指摘しておきたい。

6. おわりに

このように、いくつかの試行錯誤を重ねてきた本病の防除対策であるが、結果的には最も効率的、低コストな方策として提案されると幸甚である。農林水産省をはじめ、関係農業改良普及センター、JA・現地生産農家のご努力・協力を敬意を表する次第である。今後とも試験研究が継続されて、厚膜胞子の死滅条件（森、2019年）などにも知見が得られており、さらに多くの有効な対策が開発されて本病の被害が早急に沈静化することが期待される。

参考文献

- 1) Bockus, W.W. (2010) Compendium of wheat disease end pest, third edition: 62-63.
- 2) 北海道農政部 (2015) 平成26年度の発生にかんがみ注意すべき病害虫.平成27年度 普及奨励ならびに指導参考事項 pp.114.
- 3) 北海道農政部 (2016) 平成27年度の発生にかんがみ注意すべき病害虫.平成28年度 普及奨励ならびに指導参考事項 pp.122-123.
- 4) 柿 眞 (2016) くろぼ菌類の分類の現状－特に日本産くろぼ菌類の分類学的取扱いについて－日菌報 57:99-119.
- 5) 森 万菜美 (2019). 北海道で採取したコムギなまぐさ黒穂病菌厚膜胞子の熱による死滅条件. 日植病報85:86. (講要)
- 6) 野田 聡ら (1998) 埼玉県におけるコムギなまぐさ黒穂病の発生とその要因. 埼玉県 農業試験場研究報告50.26-34.
- 7) 小澤 透・新村昭憲・小松 勉 (2019). 北海道における秋まきコムギなまぐさ黒穂病に対するフルアジナム水和剤処理の防除効果. 日植病報 85:85. (講要)
- 8) 新村昭憲・小澤 透 (2019a). *Tilletia controversa* によるコムギなまぐさ黒穂病の発生. 日植病報 85:85. (講要)
- 9) 新村昭憲・小澤 透 (2019b). *Tilletia controversa* によるコムギなまぐさ黒穂病の感染条件. 日植病報85:85. (講要)