

## オオムギ雲形病の発生生態と防除

荒井治喜\*

Michiyoshi ARAI:

Studies of barley scald in Hokuriku District

オオムギ雲形病は、国内でも古くから発生が知られ、特に第二次大戦後の食糧増産時代には、山陰や北陸地域を中心に北海道から九州に至る全国各地で猛威を振るった。そのため、試験研究も活発に行われ発生生態や病原性の分化に関する多くの知見が得られた<sup>17,22,23)</sup>が、1960年代以降、オオムギ作付けの激減に伴い雲形病の発生も減少し、試験研究に長い空白期間が生じてしまった。本稿では、北陸地域における雲形病の発生生態と防除に関する研究動向を中心に取りまとめた。なお、本病に関しては、海外を中心に多くの研究蓄積があることから総説<sup>11,21)</sup>も参考にしていきたい。

### 1 北陸地域における雲形病の発生動向と研究の流れ

本病は、ヨーロッパや北米など世界各地のオオムギ栽培地帯で発生し、特に冷涼な地域で問題となっている<sup>11,21)</sup>。国内では、水田利用再編対策事業によりオオムギの作付けが再び増加する過程で、北陸や東北地域を中心に恒常的に多発生し、北海道や関東、さらに山陰や九州等全国各地でも発生が確認されている。本菌は雨滴の飛沫によって分生子が飛散することから、降雨が多い気象条件ほど発病が助長されやすく、播種期の10月以降に不順な天候が続く北陸地域は、本病の発生にきわめて好適な地域といえよう<sup>17)</sup>。病原菌は *Rhynchosporium secalis* (Oudemans) J.J. Davis で、有性世代は確認されていない。本菌は、学名が示すようにライムギで記載され、次いでオオムギや牧草類など広くイネ科植物に寄生することが認められたが、寄生性の分化に関する十分な整理は行われていない。なお、日本植物病名目録では分化型を認め、*Rhynchosporium secalis* f. sp. *hordei* Iwata et Kajiwara を採用している<sup>17)</sup>。

北陸地域における本病の発生は、すでに明治時代から知られており、1950年代には、石川農試の池谷ら、長野農事試の知久ら等が北陸病害虫研究会にて研究発表を行っている。しかし、その後はオオムギの作付け減少に伴い研究事例は皆無となった。水田転換作物として、北

陸地域におけるオオムギの作付けが再び増加するにつれ、雲形病の発生面積も増加し、麦類の作付け面積が約17,000haに達した1989年前後には、新潟県や富山県を中心に雲形病が多発生し、雪腐病類とともに最重要病害となった。これに対応して、北陸地域の試験研究機関が課題として取り上げ、新潟県の新潟・藤巻ら、富山県の松澤ら、北陸農試の荒井ら、新潟大学の福山ら等が研究報告を行っている。また、農水省北陸農業試験場（現中央農研北陸研究センター）と長野県農事試験場麦類育種指定試験地では、雲形病抵抗性を育種目標に加え、抵抗性品種の育成を目指している。最近では、北陸各県関係者の努力により、発生面積が少なくなっているものの、今後の発生動向には注意が必要である（第1表）。

### 2 北陸地域における雲形病の発生生態

1) 第一次伝染源と秋期発生：本病の第一次伝染源は保菌種子および罹病残渣とされるが、現行の農作業体系ではコンバイン収穫とその後の耕起作業によって麦稈の腐熟が進み、雲形病菌のほとんどは越夏中に死滅してしまうものと考えられる。乾燥保存した麦稈を圃場に持ち込むようなことがない限り、伝染源としては保菌種子の比重がもっとも大きいであろう。ただし、東北など夏期冷涼な地域や、北海道の春播き地帯では罹病麦稈が重要な伝染源になり得ると考えられる<sup>18)</sup>。伝染源量と発病の関係を調べるため、健全種子に多発圃場産の保菌種子を混入して播種した結果、保菌種子の混入率が高いほど初発時期が早まり秋期多発生となった。実験的に保菌種子を播種すると、2～4週間後に子葉鞘が淡褐色～暗褐色に褐変し、第一葉葉鞘まで病斑が伸長する場合もある。ただし、*Fusarium* 属菌等によっても褐変が生じるので注意が必要であり、注意深く観察しないと圃場では子葉鞘の病徴を見つけることは難しい。播種後30～40日頃から葉身や葉鞘に病斑が認められ始め、葉身には灰白色で紡錘形～不正形の典型的な雲形病斑が、葉鞘には褐色で不正形の病斑を生じる<sup>17)</sup>。原澤ら<sup>15)</sup>は、保菌種子か

第1表 近年の雲形病発生動向（発生面積：ha）<sup>a)</sup>

順位	1987年		1989年		1993年		1998年		2000年	
1	新潟県	2,477	新潟県	4,055	富山県	1,850	富山県	595	富山県	260
2	山形県	416	富山県	800	新潟県	1,372	石川県	334	石川県	140
3	石川県	340	秋田県	469	石川県	469	新潟県	212	新潟県	92
4	秋田県	200	山形県	400	福井県	399	福岡県	144	福井県	45
5	鹿児島県	20	石川県	395	秋田県	200	福井県	11	福島県	10
6	鳥取県	3	茨城県	164	福島県	25	福島県	10	—	—
	全国計	3,456		6,407		4,370		1,307		547

注) a)：「農水省植物防疫年報」より作表

らの発病進展過程を詳細に観察し、子葉鞘の発病は播種14日後から認められ、子葉鞘の発病が本葉の発病程度に大きく影響することを報告している。

2) 雲形病菌の積雪下における動態：農家圃場での発病調査過程で、積雪前には発病を確認できなかったにも関わらず、消雪時には雲形病が蔓延している事例がしばしば認められたが、本病は積雪下においても新しい病斑を生じることが明らかとなった。場合によっては一種の雪腐症状を呈し、消雪後の茎葉再生が遅くなるが、このような部分は坪状に発生することが多く全体的に淡褐色を帯びる。葉腐れ部位には雲形病の病斑が薄く認められるので、褐色雪腐病等の病徴とは識別可能である。雲形病菌の生育適温は15～20℃の間で、病斑発現までは通常約2週間ほどの潜伏期間があるが、温度の低下に伴い潜伏期間は長くなり、積雪下でもゆっくりと生育が続いていると考えられる。北陸や東北地域では、発生初期が降雪期間と重なるため本病の蔓延を見逃しやすい<sup>1,9,19)</sup>。

3) 越冬後から収穫期までの発病推移：新潟県上越市における発病調査から、越冬後の雲形病の病勢進展に特徴的なパターンが認められた。消雪後増加した病斑面積率は茎立期から止葉展開期にかけて一時的に低下し、病斑は下位葉のみに存在して病勢は停滞してしまうが、止葉展開期から登熟期間中に再び急激に進展するというパターンである。新潟県では、4月から5月にかけて比較的降水量が少なく二次伝染が生じにくくなる。さらに、この時期のオオムギは急速に節間伸長しながら次々と新葉が展開していくのに対して、雲形病の潜伏期間は約2週間であるため、病斑の出現よりもオオムギの生育速度が優ってしまう。これらの理由から、見かけの上で病勢が一時的に停滞してしまう現象であることが明らかとなった。茎立期の時点で下位葉に病斑が多く存在する場合には、止葉展開後に上位葉へ急激に病勢進展する可能性がある<sup>9,26)</sup>。この時期に葉身に生じる病斑は、典型的な雲形病斑であるが、宿主が罹病的な体質になっているときは灰白色の病斑が急速に拡大する場合がある。また、生育期後半に多発生した場合には、止葉などに褐色

味が強く焼けたような病斑を生じる。比較的少発生の場合でも葉節部が侵されることが多く、枯死部位から引きちぎれやすくなる。出穂期に上位葉まで病斑が形成されていると穂への感染が起こりやすく、特に出穂初期に感染した場合には穂にも病斑を生じる。穎の先端部、特に芒の基部に内部が灰白色～淡褐色で周囲が暗褐色、または全体に褐色の不正形病斑を生じるが、成熟とともに病斑は目立たなくなる。出穂後の日数が経過した穂では、明瞭な病斑を形成せずに無病徴感染となる<sup>9,23,25)</sup>。松澤ら<sup>16)</sup>は、出穂期頃の上位葉病斑面積率と発病穂率に高い相関を認めた。さらに、穂の病徴発現型を類別して穂の抽出程度と感染時期によって病徴が異なることを観察し、接種試験から穂ばらみ期～出穂直後の穂でのみ病徴が発現することを認めている<sup>16,21)</sup>。多発圃場では、登熟期間中にイネの節いもちに類似した節部褐変壊死症状が認められ、刈り遅れた場合に節部から折れやすくなることが新たに報告された<sup>2)</sup>。

### 3 雲形病菌の病原性分化と品種抵抗性

本病菌にもうどんこ病やさび病菌などと同様に寄生性の分化と病原性の分化（レース）が知られており、変異に富む菌であるとする報告が多い<sup>11,21)</sup>。一方、国内でのレースに関する研究は梶原・岩田<sup>17)</sup>の研究があるのみで、近年のレース分布実態は不明であったことから、国内におけるレースの分布を明らかにし、抵抗性品種利用の基礎的知見を得ようと研究が進められてきた<sup>17)</sup>。梶原らは、レース判別品種として国内品種2と外国品種8の計10品種を選択し、38菌株を10レースに類別してJ-1～J-10の名称を与えている。当時のレース分布と比較するために梶原らの判別品種を基本とし、現在の主要栽培品種である「ミノリムギ」と「カシマムギ」を加え、さらに国際比較のためGoodwinら<sup>11)</sup>の判別品種も用いてレース検定システムを構築した。1989年から1996年にかけて全国各地の雲形病発生圃場から採取した126菌株についてレース検定を行った結果、供試菌株は大きく5レースに分けられた。レースの構成割合は、レースJ-4

が約16%, J-5が約6%であったが、梶原らの体系では判別できない反応を示す菌株が全体の約70%を占めた。これらの菌株は、レースJ-4よりもさらに病原性の幅が狭く、2判別品種と「ミノリムギ」に対してのみ明瞭な病原性を示すことから、新たにレースJ-4aと仮称した。これら主要3レースは、近似した病原性を有するレースと考えられるが、採取地域や年次との明瞭な関係は認められず、全国に分布していた。一方、東北農試オオムギ育種圃場より採取した菌株の中にのみ、病原性の幅の広いレースJ-7とJ-9が認められた(第2表)。このようなレースが、様々な品種・系統が栽培されている育種圃場から得られたことは、レース分化を考える上でも興味深い。本試験で確認された5つのレースは、Goodwinらの24判別品種のうちの4~8品種に病原性を示すのみであった。レースの国際的な比較は、方法や条件が完全に同一ではないため難しい面もあるが、国内には病原性の幅が狭いレースが優先して分布しており、海外で報告されている抵抗性品種に病原性を有するレースは少ないようである。これは、抵抗性品種の育成と利用を進めるに当たって有益な情報となろう。雲形病抵抗性品種の探索の結果、国内外の品種・系統の中に多くの抵抗性遺伝子源が見出された。東北農試で育成された小さび病抵抗性系統のうち、「大麦小さび系2号」と「同3号」が雲形病にも抵抗性を示すことが明らかになり、交配親として有用と考えられた。これら系統は、「アサマムギ」に小さび病抵抗性を示す外国品種を交配したもので、雲形病菌に対してレース特異的な抵抗性を示す<sup>3,8,10</sup>。「クモガタシラズ」は、圃場試験において複数のレースに対して安定した抵抗性を示すことから、いわゆ

る圃場抵抗性を有しているものと考えらる<sup>6</sup>。

新潟大学農学部の育種学研究グループも雲形病研究に取り組み、オオムギ遺伝資源の中からトルコやアフリカの品種・系統の中に高度の抵抗性を示すものを見出す<sup>12</sup>とともに、圃場抵抗性に関する研究も行っている。また、雲形病菌のレース判別を行った結果、北陸地域に分布するレースは極めて多様であると報告している<sup>13</sup>が、荒井らの報告とは供試品種や発病調査方法が異なることから、直接比較することはできない。

#### 4 防除対策

1) 種子消毒: 種子伝染性病害である雲形病の発生を防ぐには、健全な種子を用いることが基本となる。物理的な種子消毒法として温湯浸法が古くから用いられているが、大量処理や機械播種には不適である。薬剤ではチウラム・ベノミル剤の種子粉衣処理が登録されている。圃場試験の結果、薬剤処理により初発時期が遅延し消雪後の病勢進展も緩慢になる効果が認められたが、種子の罹病程度が高かったり、保菌種子の混入割合が多い場合には防除効果がやや不安定であった<sup>9,15</sup>。

2) 薬剤茎葉散布: 雲形病による収量や品質の低下を防ぐには、特に止葉を中心とする上位葉を守ることがポイントになる。2002年現在で登録のある茎葉散布剤としては、トリアジメホン剤とプロピコナゾール剤があり、両剤は高い効果を有しているものの、消雪時点で発病程度が高い状態にある場合には、薬剤散布を行っても十分に効果が上がらない。薬剤散布の効果を引き出すにはあくまでも種子消毒の実施が前提となり、種子消毒は薬剤の茎葉散布では代替できない必須作業であるといえる<sup>9,26</sup>。松澤ら<sup>18</sup>は、富山県の主要品種であった「べんけいむぎ」を対象に、発病程度と減収率および薬剤防除の効果を検討し、上位3葉の発病程度から一次式により減収率の推定が可能であることを報告している。

3) 耕種的防除: 第一次伝染源としては保菌種子が重要であるが、地域によっては罹病残渣の比重が高まることから、特に採種圃場では連作を避け、麦稈の持ち出しや焼却などの圃場衛生に努めることが大切である。また、同一の種子を用いても播種法や播種時期によって発病程度が異なり、表面散播や早播きでは種子伝染が起こりやすくなる。多肥は発病を助長するため施肥量や追肥時期に注意し、過繁茂にならないようにする<sup>22</sup>。

4) 抵抗性品種の利用: 国内における雲形病抵抗性を意図した品種としては、「クモガタシラズ」(北陸皮6号)が1957年に登録されたが、その後のオオムギ作付けの急減と育種組織の再編成に伴い抵抗性育種の流れは途絶えていた。北陸農試(現中央農研北陸研究センター)

第2表 オオムギ雲形病菌レースの反応型と菌株数<sup>a)</sup>

判別品種	レース				
	J-4	J-5	J-7	J-9	J-4a <sup>b)</sup>
小首1号	S	S	S	S	M-R <sup>d)</sup>
魁	R	M-R	S	S	R
Nigrum	S	S	S	S	S
West China	M-R	S	S	S	R
W.W.Glabron	R	R	S	S	R
Wong	S	S	R	S	S
Brier	R	R	S	S	R
Hudson	R	R	R	R	R
Tennessee Winter	R	R	R	R	R
Atlas 46	R	R	R	R	R
ミノリムギ	S	S	S	S	S
カシマムギ	R	M-R	S	S	R
菌株数	21	8	2	7	88

注) a) : Aran nad Fujita (1998) および未発表  
 b) : 梶原・若田(1963)の判別品種 c) : 仮称  
 d) : 病型型: 0-2 R, 3 1-S,  
 (7/11) 2と3が混在する場合はMとした)

と長野農事試を中心に本格的な取り組みが再開され、北陸研究センターでは、北陸地域におけるオオムギ低収の原因となっている湿害、雲形病、雪腐病等に強く、多収で加工適性の高い新品種の開発を目指している。「クモガタシラズ」を交配親に用いた系統として「北陸皮30号」と「同31」号を育成したが、雲形病に対する抵抗性は「クモガタシラズ」におよばなかった<sup>8)</sup>。「大麦さび系2号」を用いた「北陸皮33号」と「同34号」は、「ミノリムギ」に比べてやや早生で品質や収量は同等かやや優り、雲形病抵抗性を有するのが特徴となっており、この他にも外国品種を交配に用いた抵抗性系統が育成されつつある。同様な取り組みが長野農事試においても行われ、「大麦さび系2号」を交配親とした東山皮97号等が育成されているが、いずれの雲形病抵抗性系統も品種登録・普及には至っていない。

## 5 残された問題と研究の方向性

雲形病研究の方向性を考えるに当たって、本病が種子伝染性であることと、雨滴の飛沫により伝搬する特性を有していることに注目する必要がある。過去には全国各地で発生が確認されていることから、現時点で未発生地であっても保菌種子が持ち込まれた場合には多発生に至る可能性が大きい。オオムギの作付け拡大に伴う種子需要の急増が予想されるが、種子の移動には十分な注意が必要である。一方、本病は種子伝染性でありながら空気伝染によって二次伝染していくイネいもち病などとは異なり、伝搬範囲が雨滴による孢子飛散が可能な伝染源周辺に限られるため、種子消毒によって第一次伝染源量を大きく減少させることが、直接的に二次伝染を少なくすることに結びついていく。また、変異レースが生じたとしても、その拡大は緩やかなものと考えられる。さらに、雲形病抵抗性の異なるオオムギ系統を混合栽培した場合、抵抗性系統の混合比率が低くても大きな発病抑制効果が得られたことから（荒井ら未発表）、準同質遺伝子系統と利用技術の開発に際しても、空気伝染性病害とは異なる側面が想像される。

国内の麦作を巡る状況は厳しく、高品質安定生産とともに一層の低コスト化が求められている。今後の雲形病防除を考えた場合、他病害の防除も視野に入れた総合防除技術の確立を目指していかなければならない。第一に、抵抗性品種の利用を実用段階にする必要がある。「ミノリムギ」等の国内主要栽培品種はいずれも雲形病に罹病性であるため、病害および育種分野の連携を強化し、主要病害に対する複合抵抗性品種を育成していくことが望まれる。海外では雲形病抵抗性育種が先行しているが、アメリカでは抵抗性品種の導入間もなく抵抗性崩

壊事例が報告されており<sup>9)</sup>、ヨーロッパやカナダ等でも同様で、真性抵抗性の利用に加えて圃場抵抗性品種の開発へと育種方向が変化してきている。一方、国内では抵抗性系統が育成されてきたものの、品種登録には至っていない現状にあることから、実用的な抵抗性品種の育成がまず先決であろう。さらに、抵抗性遺伝子の種類によっては、条件により反応が不安定になったり、抵抗性が変動することが報告されている<sup>10)</sup>ことから、抵抗性品種を安定的に利用していくためには、品種抵抗性と雲形病菌の病原性分化機構の解明を急ぐことも重要である。併せて、抵抗性品種の育成と並行した定期的なレース分布調査が必要である。第二に、抵抗性品種と組み合わせる防除技術として、薬剤防除の効率化が必要であると考えられる。雲形病の病勢進展に影響を与える要因として、降雨や温度などの気象条件とオオムギの生育速度等が考えられることから、研究を深化させることにより発病進展予測とオオムギ生育モデルとを組み合わせた薬剤防除要否判定支援システムを構築できる可能性が高い。しかし、栽培現場を考えた場合には、薬剤防除の徹底はコスト的に難しいことから、このシステムは採種圃場での保菌防止を目的とした薬剤防除に適用することが最も効果的であろう。雲形病防除は、健全種子の使用により発生を未然に防ぐことがあくまでも基本と考えられる。そのためにも、種子保菌率の迅速検査法や種子消毒法の開発、保菌防止対策等を総合化した健全種子生産技術の早急な確立が望まれる。

長期的な視点で考えてみた場合、オオムギと雲形病菌の系は、品種抵抗性とレースの関係が比較的明瞭であることから、抵抗性の発現機構、レース変異機構の解明、さらに雲形病菌の寄生性分化とイネ科植物との関係解明の実験材料として興味深い。本病菌は、有性世代が知られていないことから、病原性の変異は突然変異や菌糸融合によって生じていると考えられるが、このメカニズムを明らかにしない限り、抵抗性品種の安定的な利用は難しい。さらに、近年になって急速に進歩したDNA解析技術を生体研究と融合することにより、証明の難しかった問題を解決できる可能性が高い。DNAマーカーを活用することにより、雲形病菌伝染環の未解明部分や菌の伝播過程等々を明らかにすることが期待される。

最近では、北陸地域における雲形病の発生が沈静化傾向にあったが、オオムギの栽培面積が増えている福井県を中心に、雲形病の発生が再び目立つようになってきている。北陸地域に限らず、麦作の基本は健全種子の使用であるものの、採種圃場における防除の不徹底や種子転用の問題から、種子伝染を完全に防止できていないのが現状である。北陸地域では、長野農事試育成の「フレイ

「パースノウ」が新たに奨励品種となり、「ミノリムギ」からの転換が進められつつあるが、新品種の普及にあたっては、種子増殖過程での十分な雲形病対策を忘れてはならない。北陸地域における麦作の安定化と雲形病研究の進展を期待したい。

### 引用文献

- 1) Arai, M. (1993) Ecology of barley scald in the Hokuriku district in Japan. Abstracts of 6th International Congress of Plant Pathology (Montreal) : 147.
- 2) 荒井治喜 (1996) オオムギ雲形病菌によるオオムギ節部の褐変壊死症状. 日植病報 62 : 254~257.
- 3) 荒井治喜・藤田佳克 (1997a) オオムギ雲形病抵抗性の遺伝解析 1. オオムギ小さび病抵抗性系統「さび系」の雲形病抵抗性. 育雑 47 (別2) : 108. (講要)
- 4) 荒井治喜・藤田佳克 (1997b) 国内におけるオオムギ雲形病菌のレース分布. 日植病報 63 : 214. (講要)
- 5) 荒井治喜・藤田佳克 (1998a) オオムギの幼苗および成体における雲形病抵抗性の変動. 日植病報 64 : 362. (講要)
- 6) 荒井治喜・藤田佳克 (1998b) オオムギ雲形病抵抗性の遺伝解析 2. 国内品種の有する雲形病抵抗性. 育雑 48 (別2) : 259. (講要)
- 7) Arai, M. and Y. Fujita (1998c) Pathogenic variation of scald fungus on barley in Japan. Abstracts of 7th International Congress of Plant Pathology (Edinburgh) 2.2.105.
- 8) 荒井治喜・藤田佳克・堤 忠宏 (1998d) 北陸農試新規育成大麦系統の雲形病抵抗性 (第1報). 北陸作報 33 : 112~114.
- 9) 荒井治喜 (2000) オオムギ雲形病の発生生態と防除法. 植物防疫 54 : 183~186.
- 10) 荒井治喜・森脇丈治・伊藤誠治・堤 忠宏 (2002) 北陸農試で育成した雲形病抵抗性大麦系統の雲形病菌レースに対する反応. 北陸作報 37 : 75~78.
- 11) Beer, W.W. (1991) Leaf blotch of barley (*Rhynchosporium secalis*). Zbl. Mikrobiol. 146 : 339~358.
- 12) Fukuyama, T. and Takeda, H. (1992) Survey of resistance to scald in world collections of cultivated barley. Japan J. Breed. 42 : 761~768.
- 13) Fukuyama, T., Yamaji, S. and Nakamura, H. (1998) Differentiation of virulence in *Rhynchosporium secalis* in the Hokuriku district and sources of resistance to the pathogene. Japan J. Breed. 48 : 23~28.
- 14) Goodwin et al. (1990) A nomenclature for *Rhynchosporium secalis* pathotypes. Phytopathology 80 : 1330~1336.
- 15) 原澤良栄・藤巻雄一・石川浩司 (1990) オオムギ雲形病の保菌種子からの発病進展. 北陸病虫研報 38 : 82~85.
- 16) Houston, B.R. and L. J. Ashworth (1957) Newly determined races of barley scald fungus in California. Phytopathology 47 : 525. (Abstor)
- 17) 梶原敏宏・岩田吉人 (1963) オオムギ雲形病菌の系統に関する研究. 農技研報C 15 : 1~73.
- 18) 松澤克彦・梅原吉広 (1986) 大麦雲形病に対する薬剤防除効果およびその発生と収量との関係. 北陸病虫研報 34 : 52~55.
- 19) 松澤克彦・齋藤 毅・今井富士夫 (1988) オオムギ雲形病の融雪後の病勢進展と穂の被害. 北陸病虫研報 36 : 44~48.
- 20) 松澤克彦 (1988) オオムギ雲形病菌の分生胞子の接種時期と穂における発病. 北陸病虫研報 36 : 49~50.
- 21) 松澤克彦・齋藤 毅 (1988) オオムギ雲形病罹病穂の発病部位による分類. 北陸病虫研報 36 : 51~54.
- 22) 農林省振興局研究部 (1958) 大麦裸麦雲形病に関する研究. 農業改良技術資料 98 : 1~53.
- 23) 尾添 茂 (1956) 大麦雲形病に関する研究. 鳥根農試報 1 : 1~122.
- 24) Shipton, W.A. et al. (1974) Scald of barley. Rev. of Plant Patho. 53 : 839~861.
- 25) Skoropad, W. P. (1959) : Phytopathology 49 : 623~626.
- 26) 鈴木穂積・荒井治喜 (1990) オオムギ雲形病の発生生態と防除. 植物防疫 44 : 214~219.