

特集：稲こうじ病〔1〕

稲こうじ病の発生生態と防除法

農林水産省東北農業試験場 その だ りよう いち
園 田 亮 一

はじめに

稲こうじ病は古くから知られているイネの病害であるが、平年は発生面積も少ないため、いもち病などの影に隠れてあまり問題視されてこなかった。しかし、1980年代以降わが国はしばしば冷害に襲われ、それに伴って各地で本病の突発的大発生が報告されてきた。これは本病の発生が気象条件の影響を強く受けるためである。

稲こうじ病に罹病すると、被害は病粒のみではなく、収量、品質ともに低下する。さらに病粒や菌核の収穫物への混入、精米過程での厚膜胞子の付着による健全粒の汚染などの問題が起きる。

本病は古くから研究されているものの、第一次伝染源、感染時期、感染から発病に至る過程などについては解明されていない点が多い。ここでは最近研究の進んだ接種方法と第一次伝染源に関する知見を中心に、本病の発生生態と防除について述べる。

なお本稿の執筆に際し、貴重な資料・写真をご提供いただいた宮城県農業センターの辻 英明氏、秋田県病害虫防除所の深谷富夫氏（現 秋田農試）に深く感謝の意を表する。

I 稲こうじ病菌と病徴

稲こうじ病菌 *Claviceps virens* SAKURAI は子のう菌類に属する糸状菌である。日本で寄主植物として確認されているのはイネだけであるが、インドでは水田の周辺の雑草で本病が発病したとの報告がある。

稲こうじ病は籾にのみ発生し、罹病した籾は大きいもので長径約1cmの稲こうじ粒となる。成熟した稲こうじ粒を切断すると、内部は3層から成っている。最も内側の白色部は本菌の菌糸の塊で、その外側の黄色部は菌糸と未熟な厚膜胞子から成り、最外層の暗緑色部は厚膜胞子の集合体である。また、稲こうじ粒表面には黒色の扁平な菌核が形成される場合がある。菌核を形成する病粒の割合は多い場合で40%という報告もあるが、通常数%以下である。菌核の形成に影響を及ぼす要因や条件については明らかにされていない。

II 稲こうじ病の発生生態

1 発生実態

稲こうじ病は世界的には乾燥した地帯を除き、熱帯から温帯にかけての稲作地帯に広く分布しており、日本ではほぼ全国で発生する。近年では1977年の福岡県、1980年の福島県と富山県、1982年の長野県で多発の報告があり、1988年は東北・関東地方を中心に大発生した（八重樫ら、1989）。最近では1991、1993年の冷害年に多発している。

本病の発生は年次変動が大きいものの、常発地といわれる地域がある。東北地方では、福島県、宮城県および岩手県の太平洋側沿岸の地域で発生が多い。平年は発生の少ない地域でも年次により多発する。東北地方では青森県南部地方（1991年）や秋田県北部（1995年）で、そのような事例が報告されている。

一枚の水田の中では、イネの生育が旺盛な水田の縁や、水田の周囲の木立等のために日陰になる部分、あるいは水口付近などで発病が多い場合がある。

2 稲こうじ病の接種方法

最近、稲こうじ病菌の実用的な接種法が開発された。本法を用いると本病を高率で発病させることが可能であり、本病の発生生態を明らかにする上で極めて重要な手段となる。そこでその接種法について、以下に述べたい。

ポット栽培のイネに対する接種として、分生胞子懸濁液を穂ばらみ期初期の葉鞘内に注射器で注入した。接種後は15°Cに2日間、26°C・飽和湿度条件下に5日間静置した後、ガラス室などの高温条件下に置くことにより、高率に発病させることができた（藤田ら、1989b）。接種用の分生胞子の形成方法および接種については、その模式図を図-1に示した。

接種後の最適温度については、接種直後の2~4日間（第1段階）、その後の穎花の中に菌糸が充満するまでの間（第2段階）、さらに稲こうじ粒となる過程（第3段階）で異なることが明らかにされた。第1段階は接種後本菌が感染するまでの過程で、13~15°Cの低温処理により著しく発病が増加した。低温処理の効果は処理期間が3時間から認められ、12時間~6日間で顕著となったが、それ以上長くなると認められなくなった。第2段階の低温処理終了後から穎花の中に菌糸が充満するまでの間では、26°C・飽和湿度の条件下に静置すると無処理（25~35°Cのガラス室）よりも発病が増加した。第3段階

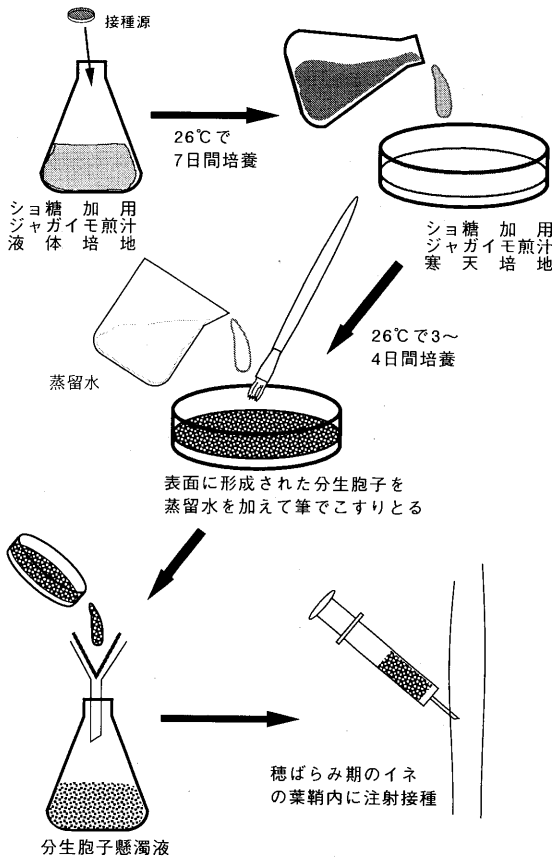


図-1 稻こうじ病菌分生孢子による注射接種

階は穎花内に充満した菌糸が穎の間隙より突出し、膨大してその表面に厚膜孢子を形成し、いわゆる稻こうじ粒となる過程である。15°Cの人工気象室内とガラス室(25~35°C)内に置いた場合とを比較したところ、ガラス室に置いた場合のほうが発病穂率が高く、また病粒の大きさも大きくなった。

分生孢子を接種する方法の開発により、分生孢子が接種源として有効なことが判明した。接種後に低温処理を行うと発病が増加することは、冷害年に本病が多発している事実と符合する。病粒の肥大が高温条件下で促進される理由としては、一つには本菌の生育に高温が適している(培地上での生育適温28°C)ためと考えられる。二つ目には宿主の光合成産物が病粒形成に利用されていると考えられることから、高温により宿主の光合成が盛んになるためと推察される。

3 感染時期

稻こうじ病菌の圃場における感染時期は、本菌の初期感染の経路が不明のため特定されていない。しかし以下の幾つかの試験結果から、出穂前と考えられている。

圃場における接種試験では、接種適期は出穂前の約1

か月前から1週間前の間であり、出穂後の接種は発病を増加させなかった(藤田ら, 1989b)。薬剤による防除試験では、出穂の1~2週間前の散布で高い防除効果が認められ、出穂後の薬剤散布は効果がない。山仲・孫工(1950)は本菌に感染した籾を解剖学的に観察し、薬の状態から感染は開穎前であるとしている。また、出穂後に飛散孢子により感染が起きると仮定すると、病粒は圃場内または株内で均一に分布することが期待されるが、実際には限られた穂に集中的に分布しているという事実を説明できない(園田ら, 1988)。これらの知見は、本菌のイネ体への感染が、出穂前に起きることを示唆している。

4 発生と環境

稻こうじ病は気象条件により発生が大きく影響され、低温、日照不足、多雨条件下で多発する。この理由として、長期にわたる降雨は本菌の孢子形成や感染に好適な多湿な環境をつくる。日照が少なければ結露時間が長くなり、イネの体質も軟弱になる。またイネの出穂が遅れば、感染好適期間が長くなり、感染が増加すると考えられる。

出穂期前の気象と発生程度に相関のあることは多くの報告が指摘しているが、個々の地域での発生量を事前に予測することは现阶段では難しい。

また過剰な施肥は発病を助長する。冷害年の多発の要因は低温により窒素が遅効きし、生育後期にイネ体内の窒素濃度が高くなって、イネが病気にかかりやすい状態になるためと考えられる。

5 伝染環

現在までの知見を総合すると、稻こうじ病の伝染環は図-2のように考えられる。しかし特にイネに感染する過程については不明の点が多く、今のところは推定に過ぎない。

本病は平年は少発生でも、年次により多発生することがある。このことから、第一次伝染源が長年月にわたり圃場内で生存する可能性、少量の第一次伝染源から大量の分生孢子等が形成される可能性と、それらの孢子の広い範囲への飛散の可能性、などが考えられる。これらについては今後の検討課題である。

ここでは、子のう孢子と菌核、厚膜孢子、分生孢子について、以下に詳しく述べる。

(1) 子のう孢子と菌核

菌核は稻こうじ粒の表層部の内側に形成され、時間の経過に伴い表面に露出し(図-3)、成熟すると容易に離脱して地表に落下する。落下した菌核は地表か地表面に近い土中で越冬して、翌年の穂ばらみ期から出穂期にかけて子のう孢子を形成すると考えられ、第一次伝染源として重要視されてきた。

菌核を湿らせた石英砂上に静置すると約1~2cmの長さの柄を伸ばし、やがてその先端が直径約1~3mm

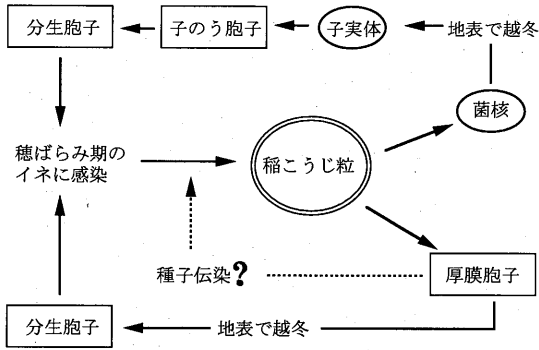


図-2 稲こうじ病の伝染環

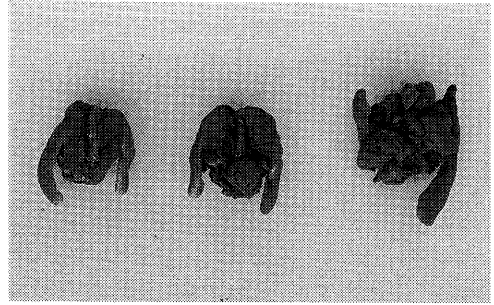


図-3 菌核を形成した稲こうじ粒

の球状に膨れる。柄と球状の部分を併せて子実体という。球状の部分に埋め込まれた状態で子のう殻が形成され、その中に子のう胞子が形成される (図-4)。

菌核からの子実体形成の適温は 25~28°C前後とされ、15°C以下では形成されない。子実体形成には光の照射が必要であり、照射時間の長短も子実体の形成率に影響する。土中に埋めさせた菌核は、地表面に近いもの以外は光不足のため子実体を形成しなかった (園田ら, 1990)。

本蔵・三浦 (1988) によれば、菌核を容器に入れ、屋外の日陰に置いたところ、7月初めころから子実体が形成され、出穂期に当たる8月上旬ごろが形成の最盛期となった。また水田で子のう胞子の飛散状況を調査したところ、7月中旬から約1か月間子のう胞子と思われる胞子が捕捉され、その飛散は日中よりも夜間に多かった。

現在までのところ、完全な自然条件下での菌核からの子実体の形成は確認されていない。また菌核の形成率は概して低い。よく成熟した菌核を供試すれば、最初の菌核が子実体を形成してから20日間のうちに90%以上の菌核が子実体を形成する。このことから数年間にわたり、菌核が発芽せずに子実体形成能力を保持するとは考えにくい。加えて積雪下の水田で越冬させた菌核を回収して調査したところ、子実体を形成する能力のあるものは6~23%と低率であった (園田・八重樫, 1988)。以上のことから、菌核の第一次伝染源としての重要性は従来考えられていたよりはやや低いものと推察された。

吉野・山本 (1953) は、子のう胞子の接種による発病を報告しているが、子のう胞子自体が籾に感染しているかどうかは明らかではない。筆者らも分生胞子の接種と同じ条件で、子のう胞子の注射接種を試みたが成功しなかった。

(2) 厚膜胞子

厚膜胞子は稲こうじ粒表面に形成され、その色は成熟するに従って黄色から暗緑色に変化する。黄色のものは短時間のうちに高率に発芽する。暗緑色のものは発芽に時間を必要とし、発芽率は低くなる。越冬させた厚膜胞子 (暗緑色) を培地に置くと、7日後から40日後まで

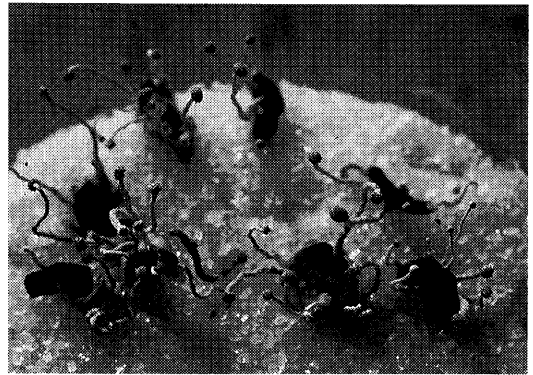


図-4 子実体を形成した稲こうじ病菌菌核

発芽が認められた (藤田ら, 1990 a)。菌核を取り除いた稲こうじ粒を前年の秋に圃場に散布すると、翌年の発病が増加したことから、厚膜胞子は本病の第一次伝染源となることが明らかにされた (藤田ら, 1989 a)。

厚膜胞子は、越冬した翌年は生存しているが、その後の生存の可否については明らかにされていない。

本病の感染は穂ばらみ期から出穂期直前にかけて葉鞘の隙間から夜露や雨水に伴って侵入した胞子によるものと推定されている。しかし、越冬した厚膜胞子は発芽に時間がかかるため、この経路で侵入して直接感染する可能性は低い。実際にも厚膜胞子の籾への感染は観察されていない。

ただし、同一地域で早期栽培が行われていたり、出穂が10日以上異なる品種が栽培されている場合、先に出穂した穂に形成された黄色厚膜胞子 (短時間で発芽する) は二次感染を引き起こす可能性がある。

池上 (1960) は、幼芽期に厚膜胞子を噴霧接種したイネを圃場に植え、発病を確認しているが、自然条件下での感染の可否は不明のままである。またこの結果は本病の種子伝染の可能性を示唆する重要な知見であるが、種子伝染の有無については確認されていない。

(3) 分生胞子

厚膜胞子と子のう胞子は発芽後、分生胞子を形成する

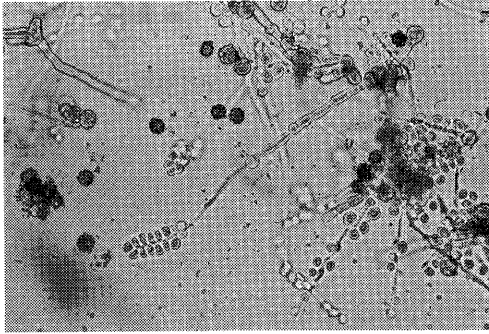


図-5 稻こうじ病菌の厚膜孢子
注) 発芽して分生孢子を形成している

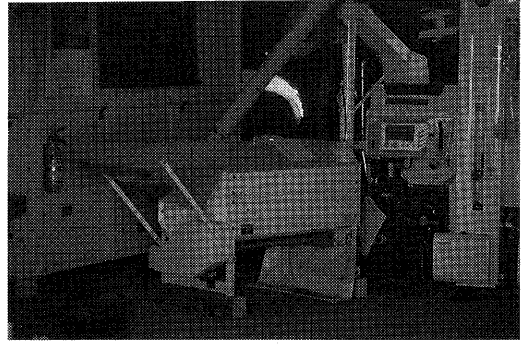


図-6 稻こうじ粒の除去に使用されている籾摺機(深谷氏撮影)

(図-5)。分生孢子は栄養を含んだ培地上では8~16時間で発芽し、48時間後にはまた分生孢子を形成する(藤田ら, 1990 a)。

本病の感染は直接的には分生孢子による可能性が高い。その理由として、①圃場で越冬厚膜孢子が中干し後の灌水や降雨により浮上してイネ体に付着し、そこで発芽して分生孢子を形成すること(藤田ら, 1990 b)、②菌核からの子のう孢子的飛散を調査していたところ、子のう孢子的のほかにその約10倍量の分生孢子が捕捉された事例(本蔵・三浦, 1988)のあること、③分生孢子的の接種により高率に発病することが挙げられる。

籾への分生孢子的の感染過程については現在試験を実施中であり、その結果は後日報告したい。

III 防 除

1 品 種

稻こうじ病に対する水稻品種の抵抗性については、一般に早生品種は抵抗性、晩生品種は罹病性とされてきた。日本稻および外国稻約70品種・系統(以後品種)について接種圃場における発病を調査した。その結果、発病が全く認められない品種はなかったが、日本稻は比較的抵抗性が強く、発病の多い品種は外国稻か外国稻を交配した系統であった(園田ら, 1992)。日本稻の中ではコシヒカリ、ササニシキはやや抵抗性が弱い。また早生品種で発病が少ないのは孢子的の飛散と出穂の時期がずれているため、気象条件によっては多発する危険性がある。

現段階では、品種の選定に当たっては、晩生品種の栽培を避けるなどの注意が必要である。今後、遺伝資源の中から高度な抵抗性遺伝子を探索する必要がある。

2 薬剤防除

稻こうじ病は薬剤防除が可能であり、他に有効な防除手段はない。このことから過去に多発を経験した地域では薬剤防除を中心にした対策がとられているが、発生の少ない地域ではほとんど行われていない。現段階では本

病の発生量を予測することは困難であり、発生の少ない地域では防除が遅れたり、逆に発生の多い地域では結果的に過剰防除になる場合がある。このため本菌の感染条件を明らかにして、高精度な発生予察法を確立することが望まれている。

防除薬剤としては、銅剤、グアザチン剤およびこれらと他の防除薬剤(いもち病、紋枯病など)との混合剤がある。散布適期は出穂の10~20日前で、出穂後の散布は効果がない。銅剤は効果が高いが、葉害の出る場合があり、特に出穂期近くになっての散布は注意が必要である。グアザチン剤は葉害はないが散布適期が銅剤に比べてやや狭い(本蔵, 1989)。

3 耕種の防除

種子伝染の有無は未解明であるが、稻こうじ病の発生した圃場からは採種を避けるほうがよい。また窒素肥料の施用に注意し、生育後期にイネ体の窒素濃度が必要以上に高くなるようにする。

4 その他

稻こうじ病が発生した場合、収穫後に稻こうじ粒を選抜除去可能な機械が開発されている(サタケのライスマスター APS、ヤンマーのクリーンアップなど)。いずれも穴の開いた板状もしくは筒状の選別板を用いた揺動式の籾摺機で、実際に現場で利用されている(図-6)。

引用文献

- 1) 藤田佳克ら (1989 a): 日植病報 55: 493.
- 2) ———ら (1989 b): 同上 55: 629~634.
- 3) ———ら (1990 a): 同上 56: 115.
- 4) ———ら (1990 b): 同上 56: 383.
- 5) 本蔵良三 (1989): 北日本病虫研報 40: 26~27.
- 6) ———・三浦喜夫 (1988): 同上 39: 89~91.
- 7) 池上八郎 (1960): 日植病報 25: 8~9.
- 8) 園田亮一ら (1988): 北日本病虫研報 39: 92~93.
- 9) ———ら (1990): 同上 41: 205.
- 10) ———・八重樫博志 (1989): 日植病報 55: 84.
- 11) ———ら (1992): 同上 58: 561~562.
- 12) 八重樫博志ら (1989): 植物防疫 43: 311~314.
- 13) 山仲 巖・孫工 彌壽雄 (1950): 滋賀農試研報 2: 1~18.
- 14) 吉野正義・山本 勉 (1953) 日植病報 17: 167.