

特集：水稲の直播栽培と病虫害・雑草〔1〕

# 水稲の直播栽培における病害

農林水産省農業研究センター 内 藤 秀 樹

日本の稲作は今大きな転換期を迎え、大幅な低コスト化の達成のために新しい技術開発が進められている。その有力な技術の一つである日本に適した直播栽培技術の確立が現在注目を集めているが、直播栽培における病害についての研究はいまだ底が浅い。ここではこれまでの研究の主要な成果を紹介し、今後の直播栽培における病害防除技術確立の参考としたい。

## I 日本における直播栽培の様式と普及の推移

### 1 直播の様式

農業研究センターで実施された平成6年度総合研究推進部会において統一された直播の分類、表記法によれば直播の様式は大きく湛水直播、乾田直播に分類される。湛水直播は耕起、湛水後播種する方式で、湛水土中条播（湛水土中直播、湛水直播）、湛水流体土中条播、湛水表面散播、潤土粉衣土中条播、潤土表面散播、作溝潤土表面条播、無代掻き湛水土中条播、無代掻き湛水表面散播、作溝無代掻き湛水表面散播、無代掻き潤土土中点播、無代掻き潤土表面散播がある。乾田直播は耕起あるいは作溝後、無湛水で播種、通常3〜4葉期以後湛水する方式で、作溝乾田表面条播直後湛水培土方式（作溝直播）、乾田土中条播早期湛水方式、乾田表面散播、乾田土中条播鎮圧方式、乾田土中条播地下灌漑方式がある。

### 2 直播の普及推移

直播栽培の普及推移をみると、1974年の55,000 haを最高に、機械移植栽培の普及とともに減少し続け、1993年には7,184 haにまで減少した。この1993年における直播普及面積の水稲全面積に対する割合は0.3%であるが、最も栽培面積の多いのは岡山県で4,200 haである。栽培様式別では、湛水直播が主体の県が多く、中でも酸素補給剤（過酸化石灰：「カルパー」）による種子被覆の普及で湛水土中直播が増加している。

## II 直播栽培での病害発生の特異性と防除対策

### 1 苗腐敗病

本病は特に寒冷地の湛水直播栽培において苗立ちに影響

する重要病害であるが、直播栽培が注目される以前に水苗代での重要病害として1960年代前半までに、特に北海道、東北、北陸地域で多くの研究がある。その結果を要約すると、本病の発生は一般に気温・日照時間が平年以下の年で多発し、病原菌として *Saprolegnia*, *Achlya*, *Pythium* 属菌が明らかにされた。また、主要病原菌の生態やイネの被害については、最高水温約20℃、平均水温14.5℃以下の時期で *Pythium* sp., この温度域以上になった時期では *Achlya oryzae* がイネの生育を阻害すること、初期生育が緩慢な品種で発病が多いこと、傷籾は早期に罹病し、胚が早期に侵害されると最も被害が大きく、*Pythium* で実害が多いことが認められている。

これらの知見をもとに、1963年以降、湛水直播栽培における苗腐敗病防除についての研究が行われた。発病関与病原菌については、北海道では *Achlya*, *Pythium* 属菌（岩田・成田、1964 b）、北陸では *Achlya*, *Pythium*, *Fusarium* 属菌が認められている（松澤・梅原、1987；松澤・関野、1987；吉野、1989）。また北陸における発芽障害関与病原菌として、*Fusarium*, *Curvularia*, *Pythium*, *Achlya* 属菌等が明らかにされている（山口・鈴木、1966 a）。また異常苗から発芽、発根を抑制する細菌として *Pseudomonas fluorescens* が分離されている（植松・岩波、1986）。

生態的研究では、催芽籾播種で被害が軽減されること、水温18℃以上の時期での播種が安全であること（山口・鈴木、1966 b）、種子の活力低下に伴う籾や幼芽への病原菌の付着を少なくするため浸種日数を必要最少限にとどめること（岩田・成田、1964 a）、*Pythium* 属菌では発病に品種間差があり、還元土壌では土中の溶存酸素濃度が低下し、遊走子による感染が阻害されることが認められている（田中ら、1990；景浦、1990）。また初期生育の良好な品種ほど発病が低下することから草丈と不発芽率との関係式が提示されている（松澤・梅原、1987）。

防除については、薬剤防除で航空散布の効果（香川ら、1964）や、玄米への着菌阻止効果から、菌種により異なるがヒドロキシイソキサゾール、ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル及び本剤と過酸化カルシウムの重複処理の有効性、メタラキシル、TPN、メタスルホカ

ルプの有効性が認められている(作井・梅原, 1984; 松澤・梅原, 1986, 1987; 諸橋ら, 1988; 吉野, 1989)。また、東北地域での湛水直播の安定化のために遅蒔可能な品種の育成あるいは低温下でも安全な栽培法の開発が必要であることが提起され(越水, 1971), 耕種的, 物理的防除技術として枝梗散播法(越水, 1973 a)の考案, 有孔ポリで水面を被覆・加温し, 苗立ちを向上しようとする試みもある(越水, 1973 b)。

## 2 いもち病

直播様式によっても異なるが, 移植栽培との比較で, 多発と少発の両報告がある。主に東北地域等いもち病が大きな問題となる地域での研究が多く, 多発の危険性を指摘するものが多い。

多発の報告には, 湛水直播で急速に繁茂が進む時期がいもち病の発生時期と重なるため葉いもちが多発しやすいこと(鳥山, 1962), 過繁茂状態で葉いもち, 節・首・枝梗いもちとも多発すること(下山ら, 1963), また葉・穂いもちは少ないが枝梗いもちや特に首・節いもちが多発する傾向(斎ら, 1954; 伊藤ら, 1954; 桜井ら, 1955, 1959; 松本, 1962; 松本・斉藤, 1963 a)という報告がある。乾田直播では, 一般に栽培法によって耐病性低下の危険性があり, 葉・穂いもち, 特に穂いもちに注意が必要とする報告が多い(森谷ら, 1962; 仮谷ら, 1962; 井上・渡辺, 1965)。少発, 移植と差なしとする例では, 稲体の栄養生理の面から少発であるとしているものが多い(徳永ら, 1954, 1955; 徳永・大田, 1959; 阿部・板垣, 1954)。福島県の乾田直播では少発であるが, 2回追肥の場合全量基肥より枝梗いもちが多くなることを認め(松本・斉藤, 1963 b), また静岡県での乾田, 湛水直播では通常の栽培では大きな問題とならないとしている(牧野ら, 1965)。

防除法に関しては, 乾田直播でブラエス M 粉剤の入水時以後 7~14 日の散布が高い葉いもち防除効果を示すことを認めている(広原, 1965)。

## 3 紋枯病

紋枯病においても発病が増加する例と, 移植と変わらないかまたは減少とする報告がある。全体として, 東海地域以北で, また乾田直播で多発例が多い傾向にあり, 栽培条件とそれが菌核の伝染源としての能力に与える影響で発病が左右されていることが推測される。

湛水直播においては多発傾向にあること(斎ら, 1954; 斎・狩野, 1955; 斎ら, 1959; 竹島ら, 1988), 乾田直播では縞葉枯病と並んで最も警戒を要する病害とされ(中西ら, 1970), 5月中旬~6月上旬の中晩播イネでは葉鞘デンプン含量が高く, また初期生育が盛んで過繁

茂傾向となるため多発し(井上・渡辺, 1965), 早植と条播で多発し(牧野ら, 1965), また東北における乾田直播でも多発の可能性が高いとしている(森谷ら, 1962)。逆に, 移植と変わらないとする報告や(下山ら, 1963; 沢木ら, 1985), 発生生態の面から, 湛水直播及び乾田直播の散播では株当たり茎数が少ないため菌核の付着が少なく, 株間の微気象や茎葉の空間的構造が発病に不適で, 耕種的防除法の一つとなるとする報告がある(堀・安楽, 1971; 堀・堀内, 1988; 堀, 1991)。また栃木県での結果では, 乾田直播では播種日が遅くなるほど発病が減少し, 播種量が増えるほど増加傾向にあること(小針ら, 1964)を認めているが, 千葉県での湛水土中直播での結果では播種密度は発病に大きく影響しないとしている(村田・長野, 1985)。伝染源である菌核の生態については, 乾田直播では菌核浮上数が少ないが, 入水前では土中の菌核も発芽力を有することや, 菌核の断続発芽による発芽率の低下と水温上昇剤処理での多発が報告されている(山口, 1964)。

## 4 ばか苗病

種子伝染性病害で本田期に 2 次伝染による発病が生じない本病では, 湛水土中直播において移植栽培より発病が減少することで大方の見解が一致している(沢木ら, 1985; 竹島ら, 1988; 牧野, 1990)。その理由は, 播種後の低温, 湛水と土壌中播種のため酸素不足によるばか苗病菌の生育抑制であるとしている(竹島ら, 1988; 牧野, 1990)。

防除法については, カルパーと粘土の混合剤で粉衣した種子による新栽培法「湛水溝付直播法」において, 苗立率の向上とばか苗病防除の点からチウラム・ベノミル剤で種子消毒をした種子の流水浸種期間は約 10℃下で約 10 日が適当としている(諸橋, 1989)。

## 5 ごま葉枯病

本病についても多発と少発の報告があるが, 直播に適した施肥体系の確立で発病抑止が可能と考えられる。

多発例としては, 乾田直播で発生多く, 一般に点播より条播で多い傾向があり(牧野ら, 1965), 初期生育が旺盛なため後期に秋落ち傾向となり多発を招き, 穂枯も発生しやすいとしている(中西ら, 1970)。少発例では, 山形県のごま葉枯病常襲地での試験で, 根が土壌の酸化層付近に分布しやすく, 機能障害を受ける程度が軽いことから発病が少ないとしている(阿部・板垣, 1954, 1959)。

## 6 小粒菌核病

湛水直播で, 侵入は少ないがイネ体内での進展が良好で, 培土, 無培土とも多発傾向で(斎ら, 1954, 1959;

斎、狩野, 1955), 条播では7月中旬の高温多湿で過繁茂となり多発するとしている(下山ら, 1963)。少発例として, 培土, 無培土とも菌侵入率並びに被害度は移植より少ないという東北での結果がある(徳永ら, 1954)。また接種試験で, 小黑菌核病は直播で多発, 小球菌核病は大きな差なしという報告もある(牧野ら, 1965)。

#### 7 もみ枯細菌病

四国地域における観察では, 湛水直播栽培では手植えに比較し, 機械移植とともに散播で発病多で, 特に表面散播では発病が多く, 乾田直播では発病が顕著に少ないとしている(十河ら, 1973; 後藤ら, 1985)。少発例として, 静岡県での試験で, 湛水土中直播では初期低温等発病条件が不適なため発病が少ないことを認め(竹島ら, 1988), 後藤ら(1985)も表面散播より土中播種で発病が顕著に少ないことを認めている。本病の発病, 病原細菌の増殖には高温, 多湿が最適で, 水中では長期間生存可能であるが, 嫌気下では増殖できないことから, 湛水土中直播でも乾田直播でも発病が抑制される可能性が高い。

#### 8 縞葉枯病等のウイルス病及び MLO 病

特に西南暖地において問題となり, 関東以西の地域での研究が多い。作期の早期化が多発を助長しており, 縞葉枯病を主体に, 萎縮病, 黄萎病などの多発が重要な問題となる。愛知県, 岡山県での乾田直播栽培及び山口県の湛水直播栽培において, 早まきほど発病が多いこと(山内・山本, 1962; 坪井, 1964; 中西ら, 1970), 乾田直播において, 萎縮病は特に条播で多発し, 縞葉枯病, 黒条萎縮病も多発することが報告されている(牧野ら, 1965)。また, 乾田直播より湛水直播で発病が多く, 湛水土中直播栽培は移植栽培より顕著に多発とする報告もある(沢木ら, 1985; 竹島ら, 1988)。土壌伝染であるえそモザイク病は, 湛水直播で発病激減し, 乾田でも不耕起栽培では少発, 乾田耕起直播栽培の継続は発病を助長することが報告されている(藤井・出射, 1977)。

#### 9 黄化萎縮病, 葉鞘網斑病, その他

水媒伝染性の黄化萎縮病については, 湛水直播栽培で感染の場の増大などで発病が局地的に増加する可能性があり(島田ら, 1974), 冠水した場合に問題となることが予想される(仮谷ら, 1962)。葉鞘網斑病は乾田直播栽培でやや多い傾向がみられ(森谷ら, 1962), 特に条播で多発の報告がある(牧野ら, 1965)。

### III 今後直播栽培で注意を要する病害と新しい防除技術

直播栽培における発生病害の種類は基本的には移植栽

培での本田期病害と大きな差異はないと考えられるが, 稚・中苗機械移植での箱育苗という特殊環境で発生する病害や, 種子伝染性病害の発病低減が推測され, 問題となる病害の種類は減少すると考えられる。直播栽培におけるイネの生育特徴は, 湛水直播では, 初期低温のため生育は遅く, 分けつは稚苗移植栽培より低位節から発生し, 温度が上昇してくると急速に分けつが進み, 生育中期頃に過繁茂になりやすい。そのため, 後期に根の活力が劣り, 後期の窒素吸収が低下するとされる。また乾田直播では肥料の流亡等が問題となり, 分けつ数は多く, 過繁茂となりやすく, 倒伏もしやすいようであり, さらに初期に畑状態で約1か月栽培されるため, あたかも畑晩播のような状態にある。

このような生育様相から, 湛水直播の場合, 特に寒冷地では苗腐敗病等, 苗立ちを阻害する病害が問題となるであろう。また生育が遅れ, 中期過繁茂になりやすいことから, 葉いもちが多発しやすく, その後の気象条件によっては穂いもち, 節いもちの多発生につながる可能性もある。紋枯病の伝染源である菌核の浮上数の減少や微気象的要因から発病が少ないとする報告があるが, 倒伏の防止や適切な肥培管理による過繁茂の抑止で多発を招かない注意が必要である。さらに湛水・乾田直播とも, 箱育苗による苗の感染回避で発病が激減した水媒伝染性の白葉枯病が昔の常襲地等で復活する恐れがあり, 同じ水媒伝染性の黄化萎縮病や洪水等によるイネの冠水で発病が多くなる褐色葉枯病も発病の機会が増える恐れがある。乾田直播の場合も生育相と気象条件から畑晩播のように苗いもち, 葉いもちの多発を招く危険性があり, また乾田・湛水直播とも特に関東以西で播種期が早いほど縞葉枯病多発の危険性がある。概して種子伝染性病害の発病は減少すると考えられる。

現在, 稲作の省力, 低コスト化のための直播栽培技術において, 防除の省力, 低コスト化も求められ, 現在, 乗用管理機を用いた少量散布や作溝直播における培土時側条施肥等, 省力的新防除技術の開発が進められている(根本ら, 1995)。直播栽培における病害関連研究, 特に病原菌の生態変化についてはいまだ未知の部分が多い。問題が起こる前に, 生態研究とともに的確な省力, 環境保全的防除技術の開発を進める必要がある。

#### 引 用 文 献

- 1) 阿部忠三郎・板垣賢一 (1954): 北日本病虫研報 5: 16 ~18.
- 2) ——— (1959): 同上 10: 186~188.
- 3) 藤井新太郎・出射 立 (1977): 岡山県農試研報 3: 27. ~29.
- 4) 後藤孝雄ら (1985): 四国植防 20: 7~9.

- 5) 広原宗次 (1965): 関東東山病虫研報 12: 10~11.
- 6) 堀 真雄・安楽又純 (1971): 山口農試研法 26: 1~14.
- 7) ———・堀内誠三 (1988): 近畿中国農研 75: 41~44.
- 8) ——— (1991): イネ紋枯病 発生・防除の理論と実際, 日植防, 東京, pp. 324.
- 9) 井上義孝・渡部康正 (1965): 関西病虫研報 7: 60~61.
- 10) 伊藤 弘ら (1954): 北日本病虫研報 5: 12~13.
- 11) 岩田 勉・成田武四 (1964 a): 同上 15: 35.
- 12) ——— (1964 b): 同上 15: 36~37.
- 13) 香川 寛 (1964): 東北農業研究 6: 65~66.
- 14) 景浦 強 (1990): 日作記 (別号) 59: 5~6.
- 15) 飯谷 桂ら (1962): 中国農業研究 24: 73~75.
- 16) 小針幸省ら (1964): 関東病虫研報 11: 14.
- 17) 越水幸男 (1971): 北日本病虫研報 22: 97.
- 18) ——— (1973 a): 同上 24: 93.
- 19) ——— (1973 b): 東北農業研究 14: 88~90.
- 20) 牧野秋雄ら (1965): 関西病虫研報 7: 61~62.
- 21) ——— (1990): 関東病虫研報 37: 21~22.
- 22) 松本利雄 (1962): 北日本病虫研報 13: 56~57.
- 23) ———・斉藤 馨 (1963 a): 同上 14: 35~36.
- 24) ——— (1963 b): 同上 14: 36~37.
- 25) 松澤克彦・梅原吉広 (1986): 北陸病虫研報 34: 42~44.
- 26) ——— (1987): 同上 35: 34~38.
- 27) ———・関野幸雄 (1987): 同上 35: 39~42.
- 28) 森谷睦夫ら (1962): 農業技術 17: 156~158.
- 29) 村田明夫・長野淳子 (1985): 関東病虫研報 32: 24.
- 30) 諸橋準之助ら (1988): 日作記 (別号) 57: 299~300.
- 31) ——— (1989): 今月の農業 33 (3): 43~47.
- 32) 中西 勇ら (1970): 愛知農試彙報 24: 112~122.
- 33) 根本文宏ら (1995): 関東病虫研報 41: (投稿中)
- 34) 斎 伴男ら (1954): 北日本病虫研報 5: 13~16.
- 35) ———・狩野精司 (1955): 同上 6: 14~16.
- 36) ———ら (1959): 同上 10: 197~200.
- 37) 作井英人・梅原吉広 (1984): 北陸病虫研報 32: 82~85.
- 38) 桜井義郎ら (1955): 北日本病虫研報 6: 16~17.
- 39) ———ら (1959): 同上 10: 194~196.
- 40) 沢木忠雄ら (1985): 関東病虫研報 32: 36~37.
- 41) 島田尚光ら (1974): 指定試験 (病害虫) 13: 1~190.
- 42) 下山守人ら (1963): 関東病虫研報 10: 4.
- 43) 十河和博ら (1973): 四国植防 8: 9~12.
- 44) 竹島節夫ら (1988): 静岡農試研報 33: 57~64.
- 45) 田中英彦ら (1990): 日作記 (別号) 59: 3~4.
- 46) 徳永芳雄ら (1954): 北日本病虫研報 5: 10~11.
- 47) ———ら (1955): 同上 6: 13~14.
- 48) ———・太田義雄 (1959): 同上 10: 189~193.
- 49) 鳥山国土 (1962): 農業技術 17: 305~309.
- 50) 坪井三郎 (1964): 中国農業研究 30: 34~35.
- 51) 植松 勉・岩波節夫 (1986): 関東病虫研報 33: 33~35.
- 52) 山口富夫 (1964): 北陸病虫研報 12: 17~19.
- 53) ———・鈴木穂積 (1966 a): 同上 14: 1~4.
- 54) ——— (1966 b): 同上 14: 4~7.
- 55) 山内己酉・山本秀夫 (1962): 中国農業研究 24: 72~73.
- 56) 吉野嶺一 (1989): 研究成果 229, 農林水産技術会議, 27~30.

## ■農薬に関する唯一の統計資料集 ■登録のある全ての農薬名を掲載

1994 年版 (平成 5 農薬年度)

# 農 薬 要 覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

### 主 な 目 次

- I 農薬の生産, 出荷一種類別生産出荷数量・金額/製剤形態別生産数量・金額/主要農薬原体生産数量/種類別会社別農薬生産・出荷数量/など
- II 農薬の流通, 消費一県別農薬種類別出荷金額/農薬の農家購入価格の推移/など
- III 農薬の輸出, 輸入一種類別輸出数量/種類別輸入数量/仕向地別輸出金額/など
- IV 登録農薬一平成 5 年 9 月末現在の登録農薬一覧/農薬登録のしくみ/など
- V 新農薬解説
- VI 関連資料—5 年度農作物作付(栽培)面積/主要病害虫の発生面積・防除面積/など
- VII 付 録—農薬の毒性及び魚毒性一覧表/関係機関等名簿/登録農薬索引/など

- ◆ B6 判・680 ページ
- ◆ 定価 5,200 円 (本体 5,049 円)
- ◆ 送料サービス

### バックナンバー

- 1993 年版—5,200 円 送料サービス
- 1992 年版—5,200 円 //
- 1991 年版—5,000 円 //
- 1989 年版—4,400 円 送料 340 円
- 1987 年版—4,223 円 送料 340 円
- 1983 年版—3,296 円 送料 310 円

※定価は税込価格です。

### ■品切絶版

1963~82, 84~86, 1988, 90 年版

■ご注文は, 個人は前金 (現金・振替) で, 機関は後払いも可, 本会へ