

# 石川県における水稲の 密苗移植栽培技術の現状と 普及状況および移植機の進展

石川県農林総合研究センター  
育種栽培研究部  
宇野 史生

## はじめに

米価下落や担い手農家への農地集積から水稲栽培の省力・低コスト化の重要性が増している。こうした背景をふまえ省力・低コスト化技術として密苗（ヤンマー株式会社，商標登録第 5864399 号）移植栽培技術が開発され，普及している。密苗移植栽培技術は育苗箱当たり乾籾換算で 250～300 g を播種・育苗することで（図-1），単位面積当たりの育苗箱使用枚数を  $1/2 \sim 1/3$  に削減でき，播種から移植までの労力や生産コストを削減できる。

北陸地域の稲作では育苗箱当たり乾籾換算で 120g 程度の種子を播種する薄播きが進められ，健苗育成による良質米生産が進められてきた（小島 2006）。薄播きは苗の草丈当たりの乾物重を増加させることに加え，移植時の株当たり苗数を 4 本程度と適正にする細植えを促し，強勢な下位分げつの発生を通じて収量・品質の安定化に



図-1 育苗箱に播種した状態  
左：乾燥籾 120g / 育苗箱  
右：乾燥籾 300g / 育苗箱

貢献してきたと言える。密苗はこの薄播きとは逆行する播種量を増やす技術であり，苗は細く，草丈当たりの乾物重が小さくなる（図-2，3）。そこで，この密苗でも育苗箱使用枚数削減によるメリットを生かしながら薄播きの苗に劣らない収量を得るための栽培方法と細植えを可能にする移植機の開発に向け，農事組合法人アグリスターオナガ，株式会社ぶった農産，石川県農林総合研究センター，ヤンマー株式会社の 4 者による共同研究に 2013 年から取り組んだ。2016 年に専用の移植機および密苗キットが販売され，2019 年には石川県で水稲作付面



図-2 密苗と慣行苗（品種コシヒカリ）  
左：密苗（乾燥籾 300g / 育苗箱）  
右：慣行苗（乾燥籾 120g / 育苗箱）  
出芽後育苗期間 17 日



図-3 密苗と慣行苗（品種コシヒカリ）  
左：密苗（乾燥籾 300g / 育苗箱）  
右：慣行苗（乾燥籾 120g / 育苗箱）  
出芽後育苗期間 12 日

積の 5% に相当する 1,240ha まで普及している（石川県農林総合事務所調べ）。また様々な地域・品種で慣行苗と遜色無い収量が得られている（澤本ら 2019a）。

## 密苗移植栽培の管理

### (1) 播種作業

密苗の播種作業は，専用の播種機を用いて行う。乾籾換算で 250～300g を播種できる播種機は密苗クイックマニュアル ver2（ヤンマーアグリ株式会社 2019）にも紹介されている。密苗は掻き取り面積を狭くしていることから，育苗箱内に播種のムラがあると，連続欠株につながりやすい。特に種籾の芽や根が伸びすぎた場合に播種機が詰まって播種ムラが生じるのでハト胸状態で播種する（図-4,5）。

播種を開始する前に播種量を確認する。例えば乾籾換算で育苗箱当たり 300g 播種する場合，脱水直後の催芽籾は重量が 1.25～1.30 倍に増加するので，375～390g 程度を播種することになる。床土は 1.8～2.0cm 程度とし，慣行苗よりも播種量が多い分 0.2cm 程度減らすとよい。覆土は慣行苗と同程度とする。出芽は加温出芽および無加温出芽のどちらも慣行苗と同様の方法で実施できる（中村ら 2018；図-6）。平置きで出芽する場合は慣行苗に比べて覆土の持ち上がりが起こりやすいので，著しい場合はほうきで箱内に払い落とした後，灌水する。



図-4 ハト胸状態

## (2) 育苗管理

ビニルハウス内で育苗した場合、密苗は慣行苗に比べて出芽後10日程度から葉齢の展開が緩やかとなり、3.0葉（不完全葉を1葉とする）程度で停滞し、その後育苗を続けても4葉は完全に抽出しないという特徴がある（稲崎ら 2017; 澤本ら 2019b; 寺崎・野村 2019）。また出芽後の育苗期間が3週間程度経過した苗は、移植後の出葉速度が低下すること（稲崎ら 2017）や、初期分けつの発生が少なくなること（宇野ら 2018a; 寺崎ら 2019）が報告されている。一方、育苗期間の温度が低温（日平均気温が15℃以下）であった場合、出芽後の育苗期間を4週間程度とした場合でも生育初期の分けつ発生が少なくなる場合もあることや、こうした低温条件では2週間では苗のマット強度が確保できない場合もある（宇野ら 2018a）。こうしたことを総合的に判断すると、育苗期間の平均気温が15℃程度以下の低温条件で育苗する場合（石川県では5月上旬移植の場合）

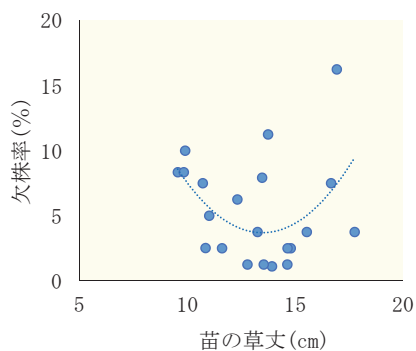


図-7 苗の草丈と欠株率の関係



図-5 芽が伸び過ぎた種子  
播種時からまわり、播種ムラが生じやすく、播種量が少なくなった部分は移植時に連続欠株が生じる原因となる。

は出芽後の育苗期間を3週間程度とし、育苗期間の平均気温が15℃を上回る場合（石川県では5月中旬移植の場合）は育苗期間を2週間とすることで、苗のマット強度を確保しつつ移植後の初期生育を確保できると考えられる。

目標とする苗の草丈は13cm程度である。苗は短くても長くても植え付け姿勢の悪化から欠株を招きやすくなる（図-7）。また、大区画ほ場では田面の高低差から苗が短いと苗が水没する危険性がある。植え付け深3cm、水深3cm、圃場の高低差6cmを合計した12cm以上が水没しないための苗丈の目安となる。育苗期間が低温で経過する場合や苗の草丈が短くなりやすい品種は遮熱・保温性の被覆資材を緑化後最大3日間べたがけすることで苗の草丈を確保しやすい（中村ら 2018）。遮熱・保温性の被覆資材は日本ピアレスフィルム工業株式会社のピアレスフィルム TS タイプ内張用や東罐興産株式会社のトークンほなみで苗の高温障害を防ぎながら苗を伸長できることを確認している。遮熱性の資材ではあるが、べたがけ中にビニルハウス内の温度が38℃を超えると高温障害を招く可能性があるため留意する（中田・宇野 2019）。

## (3) 移植

専用の移植機を用いて慣行苗と同様に株当たり4本程度、植え付け深2～3cmとなるように移植する。密苗

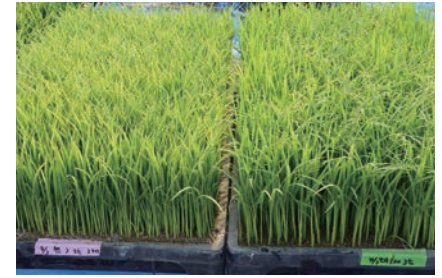


図-6 無加温出芽・露地プール育苗の苗（品種コシヒカリ）  
左：密苗（乾燥籾 300g / 育苗箱）  
右：慣行苗（乾燥籾 120g / 育苗箱）  
出芽後育苗期間 21 日

を精度よく移植できるヤンマーアグリ株式会社の移植機 YRD シリーズは植付爪やレール取り口の幅が従来の移植機より狭くなっており、育苗箱から小面積掻き取ることで、浮き苗、欠株の少ない植え付けができる（ヤンマーアグリ株式会社 2019）。従来機に比べ爪の幅は13mmから10mmに、苗載せ台の横送り回数を最大26回から30回に、縦取り量の範囲は8～17mmから5～10mmとなっている（澤本・稲村 2020）。

移植時の土壌は苗が倒れず、植え穴が埋め戻す程度の硬さがよく、水深は浅いほど浮き苗が発生しにくく、落水状態が望ましい。30a区画であれば、午前中の移植は前日夕方に落水、午後の移植は朝に落水すると移植に適したほ場の状態となる。株当たり植え付け本数を少なくすると欠株率が高くなるので注意し、欠株は5%以下を目標とする。ただし、澤本ら（2019a）が全国342経営体で実施した実証栽培で欠株が多いと回答しても減収が認められないこと、3連続で欠株した場合（周囲株を含めて20%欠株に相当する）の減収程度は5～7%程度に留まること（宇野ら 2020）等から、基本的に補植は不要と言える。

## (4) 除草剤の散布

密苗でも慣行苗と同様に移植同時の除草剤散布が可能である。密苗は慣行



図-8 除草剤の移植同時施用が密苗生育に及ぼす影響  
(品種コシヒカリ)

左：無処理，中：パッチリLX1 キロ粒剤3倍区  
右：パッチリLX1 キロ粒剤3倍植付深0cm区  
移植29日後撮影，植付深と水深を適正に保てば生育抑制は認められないが，根が露出した条件では生育抑制が認められる。

苗に比べ、草丈当たりの乾物重が小さいこと、葉齢が若いことから除草剤の葉害が起こりやすい苗と言える。これまでポット試験において水深と植え付け深を適正に保つことで、初中期一発処理除草剤を移植同時処理しても密苗は慣行苗と同様に生育抑制を受けないことを確認した(図-8; 宇野ら2018b)。また、2014～2016年に実施した現地実証のべ53地点においてほとんどの実証地で移植同時で初期剤または一発処理除草剤を散布したが、葉害症状はみとめられていない。一方で、砂壌土で慣行苗に比べて初期生育抑制が認められた事例(寺崎ら2020)が報告されていること、慣行苗よりも葉害を受けやすい苗の形質であることから、慣行苗よりも植え付け深、水深を適正にすることに加え、異なる土壌や気象条件において葉害の起こりにくい除草剤の情報を蓄積していく必要がある。

### (5) 病害虫防除

育苗箱施薬剤を使用する際、密苗は慣行苗に比べて苗当たりおよび10a当たりの施薬量が少なくなる。これは育苗箱施薬剤の適用内容に「育苗箱(30×60×3cm, 使用土壌約5L)1箱当たり50g」等と育苗箱当たりの散布量が定められているのに対し、密苗

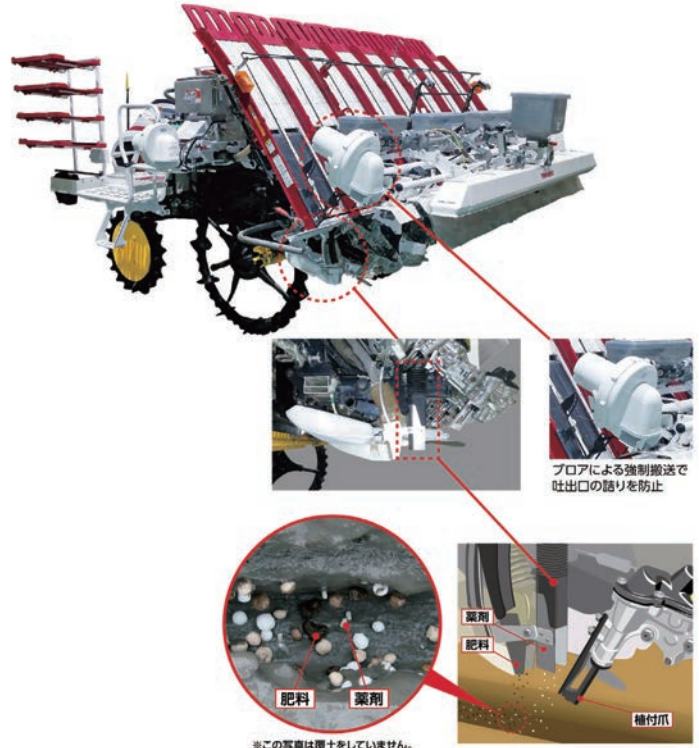


図-9 側条施薬機(ヤンマーアグリ株式会社 2019)

は慣行苗に比べ育苗箱当たりの苗本数が多く、10a当たりの育苗箱使用枚数が少なくなるためである。そのため、これまでに慣行苗に比べて害虫に対する防除価が低下した事例が報告されている(新山・進藤2018)。こうしたことを背景に育苗箱当たりの播種量にかかわらず、苗当たり、10a当たりの施薬量を一定にする移植機に取り付け可能な側条施薬機が開発され、側条施薬の登録がある農薬が増えてきている。側条施薬は移植と同時に施肥溝に施薬する技術であり、育苗箱使用枚数や栽植密度にかかわらず一定量(例えば1kg/10a)を施薬できる(図-9)。

### (6) 移植後の生育の特徴と管理

移植後の密苗は慣行苗よりも小さく心細いが(図-10)、慣行苗と同様の管理でよい。慣行苗に比べ葉齢が若いいため、分けつ発生までに期間を要し、移植1ヶ月程度は茎数が劣るが(図-11)、最高分けつ期にかけて生育は追いつき同等となる(図-12)。中干し

は地域で目標とする生育量を確保してから実施する。出穂期は1～3日程度遅くなり(図-13)、それに伴い成熟期も遅延する。

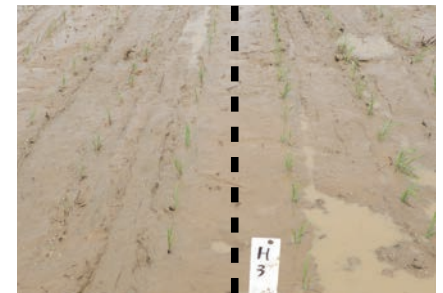


図-10 移植直後の様子(品種ひやくまん穀)  
左：密苗，右：慣行苗

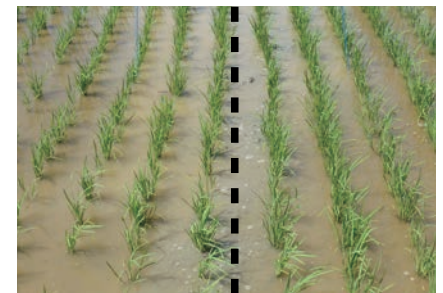


図-11 移植1か月後の生育(品種ひやくまん穀)  
左：密苗，右：慣行苗  
移植時の葉齢差の影響が大きく密苗の茎数は慣行苗に劣る。

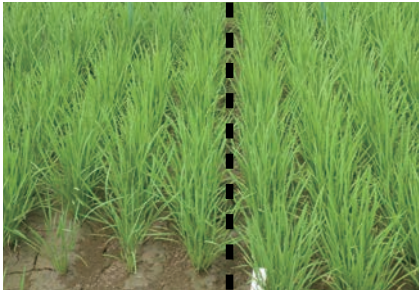


図-12 移植50日頃の生育(品種ひやくまん穀)  
左:密苗, 右:慣行苗  
最高分げつ期頃になると密苗と慣行苗の茎数の差は小さくなる。

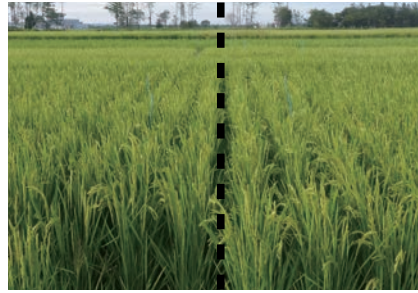


図-13 穂揃期の生育(品種ひやくまん穀)  
左:密苗, 右:慣行苗  
密苗は慣行苗に比べて出穂期が1~3日程度遅くなり、伴って成熟期も遅くなる。

## (7) 密苗移植栽培の課題克服に向けて

密苗は移植適期が短いことから特に大規模経営では播種作業を頻繁に行わないと、苗の老化を招く。苗の老化を防ぐための技術として苗箱の貯蔵技術(齋藤 2018)と加温出芽と無加温出芽を組み合わせる技術がある(石川県農林総合研究センター 2019)。苗の貯蔵技術は播種作業を一度に集約し、加温せずに貯蔵し、作業進捗に合わせて加温出芽させる技術であり、日積算温度 200°Cまで貯蔵が可能である(齋藤 2018)。加温出芽と無加温出芽を組み合わせる技術は、同じく播種作業を一度に集約し、作業予定に合わせて加温または無加温で出芽させる技術である。無加温出芽する場所はビニルハウスと露地とを組み合わせることでさらに出芽時間に差を設けることができる(石川県農林総合研究センター 2019)。

また、密苗は移植時の苗補給は減らせるが、側条施肥を行う場合、肥料補給のために移植作業を中断する必要がある。この施肥量を減らすことができれば1日で移植できる面積はさらに拡大する。水稻の基肥肥料は一般的に窒素・リン酸・加里を含むが、リン酸、加里は土壌中に必要量があれば毎年施

肥しなくても稲が必要量を吸収できる。そのため、リン酸・加里を3年分施肥し、移植時に窒素のみを施肥することで、窒素濃度の高い肥料が使用でき、移植時の施肥量を減らすことができる(宇野ら 2019)。密苗でも水稻育苗箱全量基肥栽培の検討が進められており(高橋ら 2020)、苗箱に施肥することができれば作業時間はかなり短縮できる可能性がある。

## 引用文献

- 稲崎史光ら 2017. 育苗期間の違いが高密度播種育苗栽培における「コシヒカリ」の苗質および本田での生育・収量に及ぼす影響. 日作東北支部報 32, 14-15.
- 石川県農林総合研究センター 2019. 水稻多収品種の密苗移植栽培とフリージアの水稻育苗ハウス利用型栽培導入マニュアル. 3-16
- 小島守夫 2006. 大規模水稻育苗施設における育苗管理方法の改善による福井良食味米の普及. 北陸作報 41, 16-17.
- 中田敏朗・宇野史生 2019. 水稻無加温出芽時におけるビニルハウス内の温度が出芽率に及ぼす影響. 石川県農林水産研究成果情報 21, 4.
- 中村弘和ら 2018. 被覆資材を用いた高密度播種による水稻育苗法に関する研究. 北陸作報 53, 20-23.
- 新山徳光・新藤勇人 2018. 水稻の高密度播種育苗移植における育苗箱施用剤のイネミズゾウムシに対する防除効果. 日本応用動物昆虫学会大会講演要旨集 62, 80
- 齋藤祐幸 2018. 密播育苗における播種後苗箱の貯蔵技術(第2報). 北陸作物学会報

第54号別号, 1.

澤本和徳ら 2019a. 高密度播種した水稻苗移植栽培技術の地域適応性. 農業食料工学会誌 81(4), 256-265.

澤本和徳ら 2019b. 石川県における育苗箱に高密度に播種した水稻稚苗の形質および本田での生育・収量・玄米品質. 日作紀 88, 27-40.

澤本和徳・稲村達也 2020. 高密度播種苗仕様田植機の植え付け精度の検討—高密度播種苗と乳苗および稚苗の比較—. 農業食料工学会誌 82, 188-195.

高橋行継ら 2020. 水稻育苗箱全量基肥栽培と密苗栽培に関する研究(第6報). 日本作物学会講演要旨集 250, 22.

寺崎亮・野村幹雄 2019. 水稻「コシヒカリ」における高密度播種苗の特性及び初期生育. 日本作物学会講演要旨集 247, 112.

寺崎亮ら 2020. 富山県の沖積砂壤土水田における土壌処理除草剤が水稻の高密度播種苗に及ぼす影響. 日本作物学会講演要旨集 249, 139.

宇野史生ら 2018a. 高密度播種苗の育苗期間が苗質および移植後初期生育に及ぼす影響とタチガレエース M 液剤の有効性. 北陸作報 53, 27-30.

宇野史生ら 2018b. 一発処理除草剤が高密度播種苗の移植後初期生育に及ぼす影響. 北陸作報 53, 24-26.

宇野史生ら 2018c. 高密度播種苗を用いた移植栽培における欠株が収量構成要素・収量に及ぼす品種間差. 北陸作物学会報 第54号別号, 2.

宇野史生ら 2019. 移植時肥料補給回数を減らす N-PK 分割施肥による水稻栽培. 日本作物学会講演要旨集 247, 18.

ヤンマーアグリ株式会社 2019. 密苗クイックマニュアル Ver.2. [https://www.yanmar.com/media/news/2019/04/14030111/mitsunae\\_quickmanual.pdf](https://www.yanmar.com/media/news/2019/04/14030111/mitsunae_quickmanual.pdf)