

イタリアに学ぶ

高密度直播栽培の効果

笹原和哉・吉永悟志

(独)農研機構 中央農業総合研究センター
水田利用研究領域

昨年5月号以来の1年ぶりに寄稿させていただきます。イタリアの稲作について、以前示した内容について、今回の予備知識となることをまずご紹介しておきます。

今後、我が国の水稲栽培の生産費をさらに低下させるためには、生産費低下の方策と同時に、より安定的な直播栽培技術の推進が重要です。一般に日本の水稲直播は、移植に比べて苗立ちが不安定だと評価されており、さらに移植より倒伏しやすく、それが普及のネックとなるという課題を抱えています。その結果、我が国の水稲直播栽培は全水稲作付面積の1%少々の約2万ha弱に溜まっています。

① イタリアでの稲作の概要

イタリアは1960年代に移植から直播への転換を経験しています。海外における水稲作について、雇用労賃の低いアジア地域では移植栽培が広く行なわれていますが、雇用労賃の高い欧米の稲作では大規模圃場での直播栽培が一般的です。イタリアでは13世紀に稲作を開始し、60年代まで移植栽培が行なわれていましたが、70年代以降は直播栽培に移行しています。我が国の稲作が70年代以降、機械移植の普及に伴って直播栽培面積が急減したのと対照的な歴

史を有しています。そして、現在はすべての水稲が直播栽培で、全体的に日本よりもかなり低コストで生産されており、コメの生産費は平均的な農業経営で60円/kg程度です。湛水直播が多数を占めますが、乾田直播もあります。いずれも無代かきの稲作で、湛水直播の場合は表面散播です。

イタリアは欧州最大のコメ生産国であり、九州全体、あるいは北陸全体の水稲作付面積に匹敵する24万haが北部ピエモンテ州とロンバルディア州において行なわれています。この地域に限ってはアルプスからの雪解け水が流れ込む湿地の平坦な地域であり、中世から稲作が普及しています。なお、この地域の気温の条件は、日本而言えば秋田県のあたりに



図1: 十分な苗立ちが得られた高密度栽培の様子
(中央の円の直径は19cm)

第11回 イタリアに学ぶ高密度直播栽培の効果

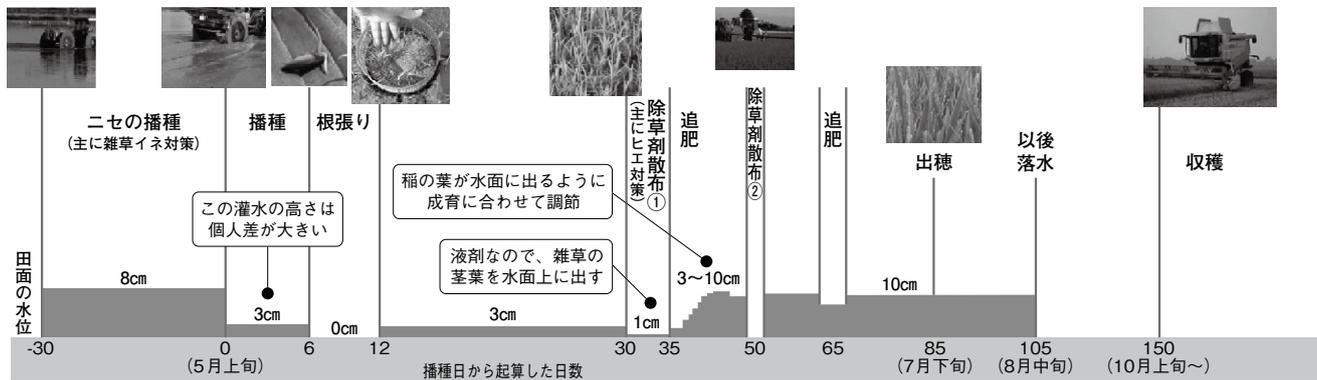


図2：イタリア稲作の栽培暦 (Dott.G.SARASSO氏が作成した図を元に作成)

類似しています。イタリアの水稲生産について、近年の研究で新たな知見が得られています。古畑昌巳氏〔1〕は苗立ち率について、イタリア品種は日本品種と比較して全般に高いと報告しています。特に、無代かき条件で日本品種の苗立ち率が低下するのに対し、イタリア品種では安定しています。さらに、イタリア品種は日本品種と比較して、低温条件での発芽速度が速く、低温での苗立ちに有利な特性を持つことを指摘しています。

5月上旬の播種で、20kg/10aという多量の種子をまくのが特徴です。苗立ち本数は300本/m程度となるのが想定されています(図1)。鉄やカルパーコーティングはありません。鳥の被害も非常に少ないとされています。

2節では、イタリアにおける水稲直播の無代かき表面散播後の初期の栽培管理について述べます。図2に栽培暦を再び掲載しますが、私は経営研究者なので、ここではただ経験したことを書きます。読者の皆さまのほうがより稲づくりの専門家なので、それぞれに読み取るものがあると思うからです。

さらに3節では、現地での収穫時期(10月)の坪刈りデータを示しています。前回は20kgという多量の播

② 初期の栽培管理

種を行なうことと、稈長が低いことを指摘しましたが、そうなる理由は述べていません。この点について新たにわかってきたことを主に紹介します。

イタリアで調査した事例では、ブロードキャストによる湛水直播後に約6日間は湛水して、それから落水します。落水の目的は根を張らせる、風に伴う水流による苗の移動を抑制するという2点です。具体的な落水のタイミングは第3葉(不完全葉を第1葉とした場合)期に最大の葉が1~2cmに伸びるころが目安で、当然出芽の揃いも確認します。播種が高密度(約600個/mに相当)なため、局所的に苗立ち率が1/3(200個/m)に低下しても生育や収量への影響が小さいといえます。また、播種前に除草剤散布を行なうこと(現地の言葉で「二セの播種」)によって、雑草を抑制しています。また、播種後の落水中に、根を十分に伸ばさせることによって、転び苗のリスクが減少すると考えられます。

次に主に茎葉を成長させるため入水します。入水のタイミングは、播種後12日ごろからそれ以降に田面が出芽した苗により、隙間なく緑のじ

ゆうたん状になっていることが目安とされています。葉令は3葉以降で、第3葉の葉身が4~5cmに達する時期です。ここで播種量の半分程度、およそ300本/m以上の苗立ち密度を確保することが目標です。落水期間中に、成長が不十分なうちに雑草が繁茂しそうな場合や圃場が乾きすぎる場合は、早めに湛水するか、一旦湛水して再度落水するといった工夫をしています。

その後は播種後およそ1カ月までは湛水します。稲の生育からダメージを受けないほど成長したかを判断して、除草剤でヒエ対策を中心とした雑草防除を行ないます。また、その頃に追肥をします。

③ イタリア品種の持つ耐倒伏性

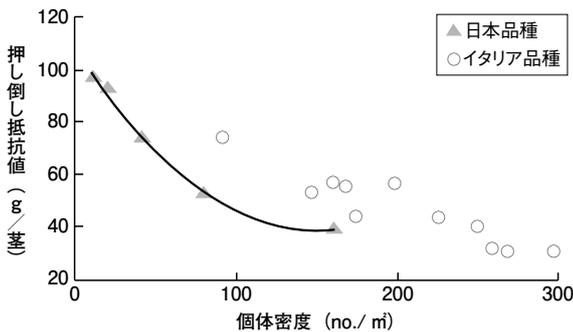
初期の栽培管理では、各段階で想定通りに成長するかを見守る上で緊張感があります。表面播種だけに発芽の状況は目の前でよく見えます。しかし、各作業には目的と基準が明確になっているため、適期に作業を行ないやすい状況です。

現地の圃場で坪刈り調査を行なった結果を表1に整理しました。使われる品種が3種類あり、「ガリレオ」と「ロナルド」、「クレーゾ」という現地ではよく生産される品種です。

表1：イタリアの表面散播における収量・個体密度

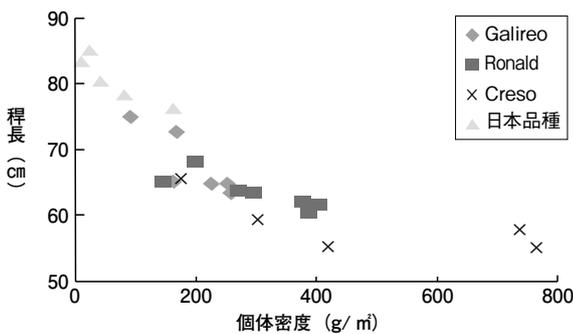
品種	玄米収量	個体密度	押し倒し抵抗値	稈長	籾収量	穂数
	kg/10a	No./m ²	g/茎			
Galileo	773	214	47	67	966	348
Galileo	826	170	55	68	1033	349
Ronaldo	710	390	21	61	888	514
Ronaldo	761	237	39	64	951	465
Ronaldo	687	198	58	68	859	296
Creso	794	297	46	60	992	459

注：収量は水分換算1.4%。玄米収量は籾収量の8割とする。
引用元：文献 [G]



注：日本品種：ヒノヒカリ、播種深度1cm、湛水代かき散播栽培
イタリア品種：Galileo・Ronaldo・Cresoの3種類、湛水無代かき表面散播栽培
引用元：文献 [G]

図3：日本品種とイタリア品種の押し倒し抵抗値と個体密度の関係



注：日本品種：ヒノヒカリ、播種深度1cm、湛水代かき散播栽培
イタリア品種：Galileo・Ronaldo・Cresoの3種類、湛水無代かき表面散播栽培
引用元：文献 [G]

図4：日本品種とイタリア品種の稈長と個体密度の関係

③雇用労賃が高つくことから、経営者が省力化を重視しています。
①から、大型のトラクターの減価償却が日本より安くなり、②からブロードキャスターの播種と施肥汎用利用というスタイルが合理的に選択できます。また、安定する直播栽培という面からは、イタリアでは出芽が速いため、コーティングが不要になっていると考えられます。
イタリアの品種は、同じ個体密度の場合に「ヒノヒカリ」よりも押し倒し抵抗が高く、高密度では次第に押し倒し抵抗も下がります。と

玄米換算収量は600〜700kg/10aで、日本での食用品種の収量の同等かそれ以上の水準です。稈長は60〜70cm、個体密度は1m²当たり約200〜約400、これが穂数になると約300〜500とよってきまないので、密度が高く、あまり分けつしないことがわかります。つまり、密播ですが、必ずしも密植ではありません。
横軸に個体密度をとって、図3は縦軸に「押し倒し抵抗」値との関係を、図4は稈長との関係をそれぞれ見ていきます。
表面播種したイタリアの品種には日本の「ヒノヒカリ」（土中播種）

に比べて、同じ個体密度のときに押し倒し抵抗が高い（図3）という特性があります。日本では個体密度が100を超えれば、苗立ち過剰でしょう。図2に示した日本品種の個体密度160の実験を行なうのは、倒伏を想定した極端な例です。一方、イタリアの経営者や研究者からは、個体密度が100〜200本/m²では個体数が不足していると評価されます。
次にイタリアの品種は全体に稈長（地面から穂の付け根までの長さ）が短い（図4）という特徴があります。日本の「コシヒカリ」の稈長は70〜80cm程度であるのに対し、イタ

④ 日本型と異なる技術がイタリアで展開される理由

イタリア品種は同等の個体密度であっても稈長が短くなります。

日本の直播栽培で、現在の10a当たり3〜5kgといった低密度播種となる主要因は、種の価格よりも耐倒伏性の向上を目的に、40〜100本/m²程度の苗立ち密度が推奨されているためです。「コシヒカリ」などの品種は倒伏しやすいため、同じ個体密度の場合には、押し倒し抵抗がイタリアの品種よりも劣ります。さらに稈長が長いので、耐倒伏性を高める必要があるのです。その結果、

地中深くに種を置く土中播種が行なわれていきます。また、散播に比べて条播や点播の比率が高くなり、コーティング資材、直播専用機が必要と なってきます。
一方、イタリアでは高密度播種に至る背景として、コスト面からは3点が考えられます。

①麦、トウモロコシなどの飼料の生産が水稲よりかなり多く、その機械体系がベースにあるために稲作は畑作用の機械を応用します。このため、トラクターに装着したブロードキャスターの使用は手頃な手段になります（図5）。
②種子代が1kg当たり100円程度と単価が低いことから、種子を大量に投入できます。

第11回 イタリアに学ぶ高密度直播栽培の効果

ところが、イタリアでは全体に稈長が短く上に、密度の増加に応じてさらに稈が短くなる傾向にあります。結果として、株の基部にかかる力が小さくなり、個体密度が高い状況での押し倒し抵抗の低下を補うことが推察できます（注1）。この稲の品種特性が散播直播で倒伏しない状況を作り出していきます。つまり、品種特性である耐倒伏性の高さが、高密度直播種によって引き出されていると考えられるのです。

日本とイタリアの直播における肝要な技術の差異として、高密度な散播直播と品種特性の違い、今回は触れていませんが無代かきの採用といった特徴が、イタリアの直播栽培に貢献していることがわかります。特に苗立ち安定性と耐倒伏性の確保には、高密度直播種に耐える品種がその基礎にあります。

この品種特性を獲得すれば、日本でも高密度直播種の導入が期待されます。しかし、播種量を日本で20kg/10aにすれば、種苗費が8000円/10a程度今より上昇するでしょう。低密度だと播きムラをなくすことはできませんので、播種量が4kg/10a程度の現状では散播は均一な播種に向きません。

日本でイタリア型の水稲栽培を採用する場合、どのように種苗費の増

加を抑えつつメリットを引き出していかかがポイントとなるでしょう。まずは、具体的な形質として、①稈長の短縮、②押し倒し抵抗の向上のための強稈化、③速い苗立ちによる低温出芽性や無代かき条件での苗立ち性を確保した品種を日本で選び出すことです。そのような品種ができれば即座に試験が始まり、導入に向かつて発展させることが可能になると考えられます。

⑤まとめ

イタリアの直播稲作は表面播種において苗立ちが安定しており、倒伏していないことが大きな特徴です。安定した苗立ちを実現する理由は、農業経営者の管理の視点に立つと、苗立ち時期の水管理がわかりやすく明確になっているためだと思われる。鳥害がないということも、重要な差でしょう。また、倒れにくく、稈長が低い品種が普及しています。収量は玄米収量に換算すると、日本よりやや多いか同じくらいです。「押し倒し抵抗」という指標を用いて測定したところ、表面播種にもかかわらず「コシヒカリ」等よりも高い耐倒伏性がありました。さらに個体密度の増加に応じて稈が短くなるという品種特性を、高密度播種が引き出している可能性があります。

今後、日本でイタリア式の稲作を実現するとすれば、ここに記したイタリアの品種特性を持つ品種を日本国内で開発することが第一でしょう。イタリア稲作技術の管理の規範に基づく生産による出芽の安定、高い耐倒伏性について、試験によって再現させつつ、種苗費の増加以上の生産費低下がどこまで可能か、検討していくことが必要と考えられます。

注1・・・水稲における個体密度と稈長との関係では、図4の日本品種のデータから散播栽培の高密度条件では稈長が短くなります。また、移植栽培の疎植栽培では、疎植条件で稈長が長くなる（伊藤ら（2））ことなどから、面積当たりの株密度が高い条件では稈長が短くなること示されています。高密度条件では、押し倒し抵抗の低下に伴う耐倒伏性の低下を、稈長の短縮がある程度緩和しているという考察は、作物学的に矛盾してはいないと考えられます。

引用・参考文献

- 〔1〕 古畑昌巳（2013）「イタリア型湛水直播栽培技術の評価―異なる品種と栽培型における出芽・苗立ちの解析―」、日作紀82（別1）、p20～21
- 〔2〕 伊藤千春ら（2010）「有機肥料施用下での水稲の生育・収量に及ぼす栽植密度の影響」、東北農業研究63、p25～26
- 〔3〕 笹原和哉（2013）「イタリアの稲作を見て日本の農業経営者へ伝えたいこと」前編 後編、「農業経営者」4月号、5月号



図5：ブロードキャスターによる湛水直播栽培の播種作業

- 〔4〕 笹原和哉、松田恭子（2013）「栽培コスト/4のイタリア水稲直播栽培3カ月の現地密着研究から見えてきたこと」、「農業経営者」3月号、p32～35
 - 〔5〕 梅本雅（2007）「水稲直播栽培技術の到達点と今後の方向」、「関東東海農業経営研究」97 p43～46
 - 〔6〕 笹原和哉、吉永悟史（2014）「イタリア水稲生産における特徴と低生産費化へのポイント」、「二〇一三年度日本農業経営学会論文集」、p289～296
- ※本研究はJSPS科研費70350088の助成を受けて実施しています。
 ※注意：海外の品種の種や玄米を無許可に持ち込むことは植物防疫法に違反します。新たな雑草、病気などを持ち込む恐れもあります。