

水稻糯品種「ふさのもち」の早期収穫と玄米外観品質の安定を図る栽培法の確立

太田和也・西川康之・鶴岡康夫

キーワード：糯品種，移植時期，収穫時期，生育ステージ，玄米外観品質

I 緒言

千葉県における水稻糯品種の生産状況は、品種別作付面積比率から見ると水稻粳品種及び糯品種を含めた全体の 2~3%を占め、約 30 年間この割合に変化は無い(千葉県生産振興課, 2015)。県内には糯品種の作付比率が 10%以上の地域もあり、糯品種は本県の水稲の品種構成において一定の位置を占めている。

一方で、地球規模での温暖化により気温が上昇傾向にあり、水稻の生育への影響が指摘されている(農林水産省, 2015)。本試験を実施した 2012 年から 2014 年の 3 か年の本田生育期間では 2013 年及び 2014 年が高温暖多照の気象条件であった。定点調査圃のデータによると、5 月 1 日に移植した「コシヒカリ」の成熟期は 8 月第 6 半旬から 9 月第 1 半旬であり、以前の 9 月第 2 半旬と比較して早かった(太田ら, 2014)。

本県の水稲糯の奨励品種は、早生の「ヒメノモチ」と晩生の「ツキミモチ」の 2 品種で構成されていたが、「ツキミモチ」の栽培適性や玄米外観品質の改良を目的として「ふさのもち」が育成され(長島ら, 2012)、2009 年に奨励品種として採用され栽培が開始された。「ふさのもち」は耐倒伏性、耐冷性及びいもち病抵抗性が強いという栽培適性に優れる(長島ら, 2012)。また、玄米は大粒で玄米外観品質が良好で、餅に加工した際には食味に優れる。さらに、「ヒメノモチ」の穂発芽性は“やや易”であるのに対して、「ふさのもち」は“やや難”であり、栽培適性と玄米外観品質の両面における利点を持つ。

しかし、このように優れた特性を持つにもかかわらず、糯品種の中に占める「ふさのもち」の作付比率は 10~20%と推計され(千葉県生産振興課, 2015)、この値は「ヒメノモチ」の作付比率が 70%前後と推計されるのに対して低い。

「ふさのもち」の作付比率の拡大が制約される一つの要因として、熟期が「コシヒカリ」より 5 日程度早い中生であり(千葉県, 2016)、特に近年では気温の上昇により「コシヒカリ」の生育ステージが前進傾向にあるため(太田ら, 2014)、「コシヒカリ」と収穫作業が競合しやすいことが

考えられる。また、「ふさのもち」の一等米比率は 2011 年以降、50~70%であり、「ヒメノモチ」の 80%前後と比較してやや低く(農林水産省, 2011; 農林水産省, 2012; 農林水産省, 2013; 農林水産省, 2014)、「ふさのもち」の持つ良好な玄米外観品質を発揮させる栽培技術が十分には普及していないことも理由として考えられる。

収穫作業の競合に対しては、「ふさのもち」の移植を 5 月中旬に遅らせることにより、4 月に移植した「コシヒカリ」の後に収穫する栽培体系が示されている(千葉県, 2009a)。しかし、近年の稲作の経営規模拡大に伴う収穫作業の集中を避けるために、収穫時期を遅らせる「コシヒカリ」の晩植栽培(西川ら, 2011)が増加しており(千葉県生産振興課, 2016)、この場合も収穫作業が競合する。一方、「コシヒカリ」より成熟期を早めて収穫作業の競合を回避する技術は検討されていない。

また、玄米外観品質について、糯米の主な用途である餅加工では玄米及び白米の白度が高いことが求められる。さらには、「ふさのもち」は、農産物直売所向けのあられ、米飯、米菓等の加工用原料としての用途が多かった「ツキミモチ」の後継品種として育成された(長島ら 2012)。農産物直売所において玄米又は白米が販売され、地域の振興に活用されている例もあり、この場合、品種名と玄米外観品質とが一体となって目に留まる。このように、玄米や白米のまま、あるいは粒の形状が残った加工品として販売される場合、さらに高い玄米外観品質が求められる。

「ふさのもち」の玄米外観品質には収穫時期や m^2 当たり粒数が影響するとされているが(千葉県, 2009a)、粒厚 1.8mm を基準に選別した玄米についての試験であり、選別の篩目を大きくした場合の玄米外観品質や収量に及ぼす影響は未検討である。

そこで、生産者の「ふさのもち」を栽培する上での選択枝の増加と糯米生産の安定化を図ることを目的に、「ふさのもち」と「コシヒカリ」との収穫作業の競合を避けるための早期収穫技術に加え、良好な玄米外観品質を持つ品種特性を安定して発揮させるための栽培技術を確立したので報告する。

受理日 2016 年 8 月 8 日

II 材料及び方法

1. 試験圃場

試験は千葉県農林総合研究センター水稲・畑地園芸研究所水稲温暖化対策研究室の水田圃場（千葉市緑区，沖積壤土，中粗粒強グライ土）で行った。

2. 気象条件

2012年から2014年の3か年における本田生育期間である4月上旬から9月上旬の旬別日平均気温と積算日照時間をアメダスの値を用いて平年値と比較した。用いたアメダスの地点は、近傍かつ水田の気象条件として適当な佐倉とした。

3. 移植日と出穂期との関係

(1) 試験年次及び試験区の構成

2012年から2014年の3か年に、移植日を4月1日（又は2日），4月10日，4月18日（又は19日）及び5月10日（又は9日）の4水準を設定した。以降，それぞれを4月1日，4月10日，4月18日，5月10日の移植とする。

1試験区当たりの面積は約30㎡とし，反復は設定しなかった（以下の全ての試験で同じ）。

なお，試験圃場は4月移植の3移植日は各年次ともに同一圃場内に設置し，5月10日移植は隣接の別圃場に設置した。また，4月移植の圃場は2012年に限り2013年及び2014年に試験を行った圃場とは異なった（以下の全試験で同じ）。

(2) 調査方法

苗の葉齢は30本を調査して平均した。移植後の5月20日に葉齢を調査した。調査は，本田において10株の調査株を設け，それぞれ代表する1個体の主稈の葉齢を調査し平均した。なお，葉齢に不完全葉は含めなかった。

出穂期は，出穂する茎のうち50%が出穂した日とした。

(3) 耕種概要

基肥窒素施用量は4kg/10a，穂肥窒素は出穂期前18日又は10日に3kg/10aを施用した。

施肥はいずれも速効性の化成肥料を用い，基肥は代かき時に全面全層施用とし，穂肥は表面施用とした。リン酸は基肥として8kg/10aを施用し，加里は基肥及び穂肥としてそれぞれ8kg/10a及び3kg/10aを施用した。

育苗は播種後，育苗器で加温出芽を行い，出芽後はビニールハウス内で管理した。播種から移植までの日数は20日から25日とした。移植は栽植密度約18.5株/㎡で稚苗を機械移植した。その他，本田の水管理，病害虫防除は慣行に従って行った。

基肥窒素施用量，穂肥窒素施用時期以外の耕種概要は，以降は特に記述しない限り同様とした。

4. 苗の種類と出穂期との関係

(1) 試験年次及び試験区の構成

2012年から2014年の3か年に，移植時の苗の葉齢が進

んだ中苗（2.4～3.2葉）と慣行の稚苗（2.0～2.1葉）の2水準を設定した。

(2) 調査方法

苗の葉齢及び出穂期の調査方法は3と同様とした。

(3) 耕種概要

育苗は播種後，育苗器で加温出芽を行い，出芽後はビニールハウス内で管理した。慣行の稚苗区の出穂期間を3と同様に20から25日，中苗区の出穂期間を27から36日間として，中苗区は稚苗区より7から14日早く播種した。移植は両区ともに4月1日とした。

5. ㎡当たり穂数と登熟日数との関係

(1) 試験年次及び試験区の構成

2012年から2014年の3か年に，移植日を4月1日，4月10日及び4月18日の3水準設定した。また，基肥窒素施用量を4kg/10aと6kg/10aの2水準と穂肥窒素施用時期を出穂期前18日と10日の2水準を設定して組み合わせた。なお，2012年は両基肥窒素施用量ともに出穂期前18日の穂肥窒素施用試験区は設定しなかった。

(2) 調査方法

株当たり穂数を20株について調査して平均し，また，一穂穂数を穂数が平均的な6株を抜き取って調査し，これらの値を乗じて㎡当たり穂数を求めた。

登熟日数は，出穂期から成熟期までの日数とした。成熟期は，帯緑色歩合が15%の時とした。

6. 4月上旬の早期に移植した場合の生育，収量及び玄米外観品質

(1) 試験年次及び試験区の構成

同一圃場で試験を行った2013年及び2014年の2か年に，移植日を4月1日，4月10日及び4月18日の3水準設定し，年次によりその基準日から1日以内に移植した。また，基肥窒素施用量を4kg/10aと6kg/10aの2水準とし，穂肥窒素施用時期について出穂期前18日と10日の2水準を設定して組み合わせた。

(2) 調査方法

幼穂形成期の生育は，20株の調査株を設け，茎数と葉色を測定した。葉色は葉色計（SPAD-502，コニカミノルタ（株）製）により最長茎の展開第2葉を測定した。

成熟期に坪刈を行い，全玄米のうち粒厚2.0mm以上を精玄米としてその割合と重量を測定した。精玄米重は玄米水分を15%に換算した。また，坪刈で得られた全玄米のうち，粒厚1.8mm以上の玄米について，基準品との比較により1（上・上）～9（下・下）の9段階で玄米外観品質を評価した。

さらに，2014年産の粒厚1.8mm以上の玄米について，縦目篩を用いて粒厚1.8～1.9mm，1.9～2.0mm，2.0mm以上の3段階に分け，各粒厚における未熟粒の粒数を調査し，

粒厚 1.8mm 以上, 1.9mm 以上, 2.0mm 以上における粒数割合を求めた。未熟粒は、表面につやが無く緑色の青未熟粒と、小粒及びくびれや縦溝の深い充実不足粒とした。

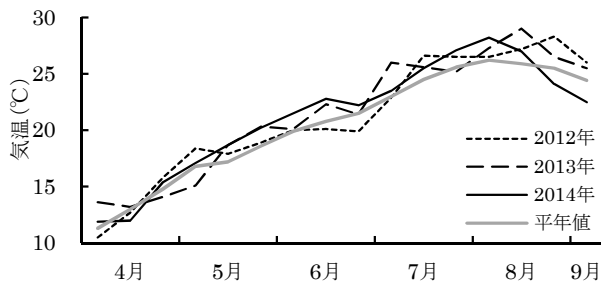
以上の精玄米割合, 精玄米重及び玄米外観品質の調査は, 各試験区につき 2 か所を調査した平均値で表した。また, m²当たり粒数は 5 と同一の方法により調査した。

Ⅲ 結 果

1. 試験期間の気象概況

2012 年から 2014 年の 3 か年における本田生育期間に相当する 4 月上旬から 9 月上旬までの旬別日平均気温を第 1 図に, 旬別合計日照時間を第 2 図に示した。

旬別日平均気温を見ると, 2012 年は平年値 (1981~2010 年の平均値) と比較して 6 月下旬に 1℃以上低かったが, 平年値と同等かやや高い期間が多かった。2013 年は 4 月下旬及び 5 月上旬が平年値と比較して低かった。4 月下旬及び 5 月上旬以外は概ね平年値より高かった。2014 年は 8 月下旬及び 9 月上旬で平年値と比較してやや低かつ



第 1 図 本田生育期間における旬別日平均気温
注)平年値は 1981~2010 年の 30 年の平均値。

た以外は概ね高かった。

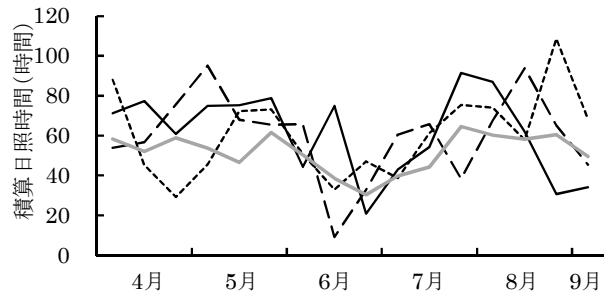
また, 旬別合計日照時間は, 2013 年及び 2014 年は平年値 (1987~2010 年の平均値) より長かった。

2. 移植日と出穂期との関係

2012 年から 2014 年の 3 か年に育成した苗の葉齢は, 4 月 1 日, 4 月 10 日及び 4 月 18 日の各移植日では 2.0~2.4 葉であった (第 1 表)。5 月 10 日移植の葉齢は 2.5~2.6 葉で 4 月の各移植日の苗と比較して進んだ。

分けつ期である 5 月 20 日における葉齢を 4 月 1 日移植, 4 月 10 日移植, 4 月 18 日移植で比較すると, 2012 年及び 2014 年は移植日の前進に伴って葉齢が進み, 4 月 18 日移植と比較して 4 月 1 日移植で約 1 葉進んだ。しかし, 2013 年はいずれの移植日ともに 7.1~7.2 で移植時の葉齢による生育に差は認められなかった。

3 か年を平均した移植日と出穂期との関係は, 5 月 10 日移植に対して 22 日早い 4 月 18 日移植の出穂期は 7 月 20 日で 7 日早く, 30 日早い 4 月 10 日移植は 7 月 18 日で 9 日早く, 39 日早い 4 月 1 日移植は 7 月 15 日で 12 日早かった (第 2 表)。



第 2 図 本田生育期間における旬別合計日照時間
注 1)凡例は第 1 図と同じ。
2)平年値は 1987~2010 年の 24 年の平均値。

第1表 移植時の苗及び5月20日の葉齢

| 年次 | 移植日 (月/日) | 苗の葉齢 (葉) | 5月20日の 葉齢(葉) |
|------|--------------|-------------|-----------------|
| 2012 | 4/ 2 | 2.1 | 8.3 |
| | 4/10 | 2.3 | 7.8 |
| | 4/19 | 2.4 | 7.2 |
| | 5/10 | 2.6 | 4.0 |
| 2013 | 4/ 1 | 2.1 | 7.2 |
| | 4/10 | 2.2 | 7.2 |
| | 4/18 | 2.1 | 7.1 |
| | 5/10 | 2.6 | 4.5 |
| 2014 | 4/ 2 | 2.0 | 7.9 |
| | 4/10 | 2.2 | 7.4 |
| | 4/18 | 2.2 | 6.9 |
| | 5/ 9 | 2.5 | 3.9 |

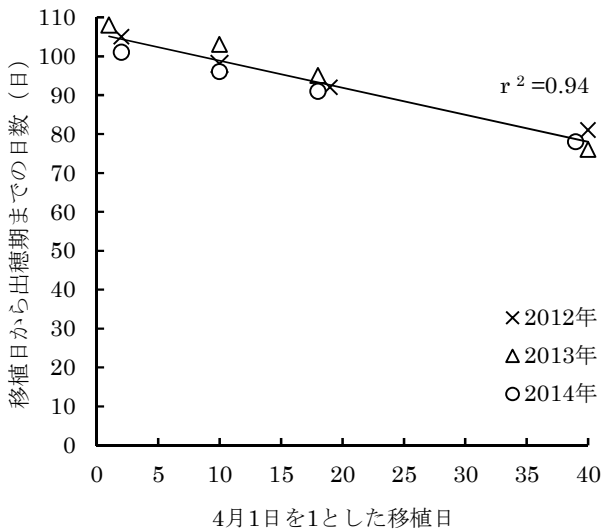
注)5月20日の葉齢は, 7日以内の値からの推定値。

第2表 3か年を平均した移植日と出穂期との関係

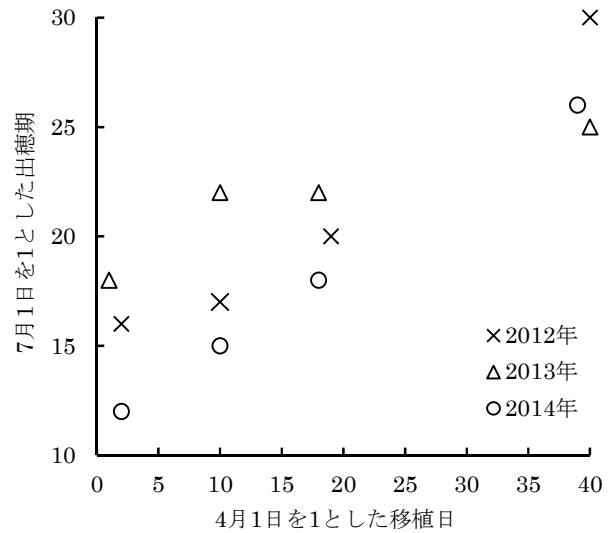
| 移植日 (月/日) | 出穂期 (月/日) | 移植日から出穂期 までの日数 (日) |
|--------------|--------------|-----------------------|
| 4/ 1 (-39) | 7/15 (-12) | 105 |
| 4/10 (-30) | 7/18 (- 9) | 99 |
| 4/18 (-22) | 7/20 (- 7) | 93 |
| 5/10 - | 7/27 - | 79 |

注1) 基肥窒素施用量4kg/10a, 穂肥窒素3kg/10a (2012年の施用時期は出穂期前10日, 2013, 2014年は出穂期前18日) の試験区の値。

2) ()の値は, 5/10移植との日数差を示す。



第3図 移植日と移植日から出穂期までの日数との関係



第4図 年次別の移植日と出穂期との関係

第3表 4月1日移植の場合の苗の種類と出穂期との関係

| 年次 | 苗の種類 | 播種日 (月/日) | 移植時の苗の葉令 (葉) | 出穂期 (月/日) | 出穂期の前進日数 (日) |
|------|------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| 2012 | 中苗 | 2/28 | 2.4 | 7/15 | 1 |
| | 稚苗 | 3/7 | 2.1 | 7/16 | |
| 2013 | 中苗 | 3/5 | 2.5 | 7/15 | 3 |
| | 稚苗 | 3/12 | 2.1 | 7/18 | |
| 2014 | 中苗 | 2/25 | 3.2 | 7/10 | 2 |
| | 稚苗 | 3/11 | 2.0 | 7/12 | |

注)出穂期の前進日数は、中苗の出穂期－稚苗の出穂期。

4月1日を1とした移植日を説明変数とし、移植日から出穂期までの日数を目的変数とした場合、直線的な関係が認められ、決定係数は0.94であった(第3図)。

この移植日と出穂期との関係を年次ごとに見ると、移植日が早いと出穂期が早くなったが年次により変動した。2014年は4月10日移植の出穂期が4月1日移植と4月18日移植の出穂期の中間であったが、2012年は4月1日移植と4月10日移植の出穂期が近く、2013年は4月10日移植と4月18日移植の出穂期が同日であった(第4図)。

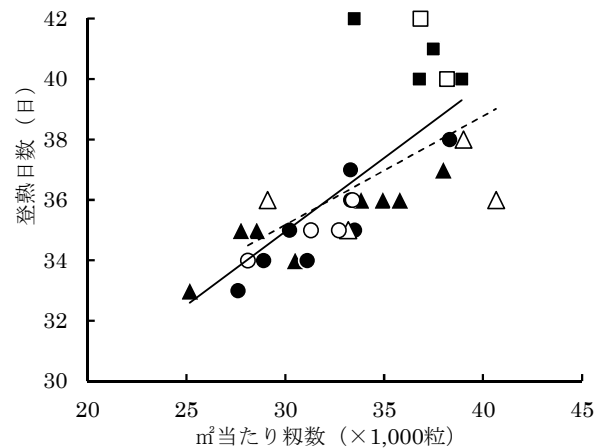
2012年は4月上旬に日最低気温が一時的に低い日があったが、4月中旬以降は概ね平年より高く推移した。

2013年は4月中旬及び下旬に日最低気温が一時的に低い日があり、圃場で観測された日最低気温は4月12日には2.4℃、4月23日には2.8℃を記録した。

3. 苗の種類と出穂期との関係

供試した中苗区の移植時の苗の葉齢は、慣行の稚苗区に対して7日から14日早く播種を行った結果、年次により0.3から1.2葉進んだ(第3表)。また、4月1日に移植した場合の中苗区の出穂期は稚苗区と比較して1日から3日早かった。

■,▲,● 4/1,10移植 (r²=0.56)
□,△,○ 4/18移植 (r²=0.36)
(■,□,▲,△,●,○はそれぞれ2012年,2013年,2014年)



第5図 m²当たり籾数と登熟日数との関係

4. m²当たり籾数と登熟日数との関係

2012年から2014年の3か年における、4月上旬である4月1日移植及び4月10日移植と、4月中旬である4月18日移植について、基肥窒素施用量及び穂肥窒素施用時期の組み合わせで得られたm²当たり籾数は、25,200粒から40,700粒の範囲に分布した(第5図)。2012年は他の2か年と比較してm²当たり籾数が多い範囲に集中した。

4月1日移植及び4月10日移植、4月18日移植ともに、m²当たり籾数が増加すると登熟日数が増加した。

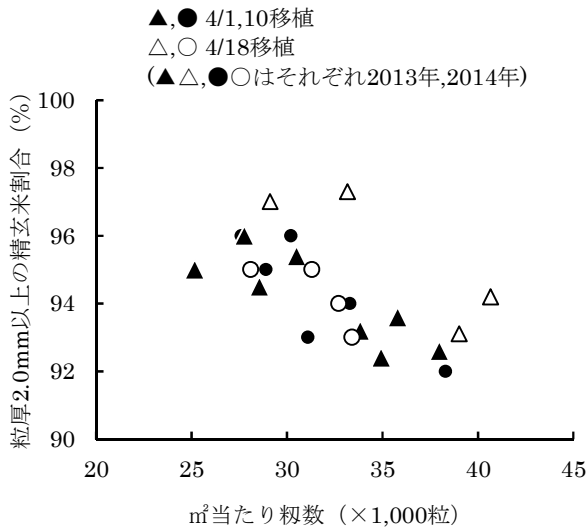
m²当たり籾数が33,000粒以上では登熟日数のばらつきが大きかった。特に2012年は各試験区ともにm²当たり籾数が33,000粒以上あり、登熟日数は40日以上であった。m²当たり籾数が30,000粒までは登熟日数は概ね36日以内となった。

2012年は他2か年と比較して穂数が多く、m²当たり籾数が多かった。また、出穂期10日後の葉色(上位3葉目)

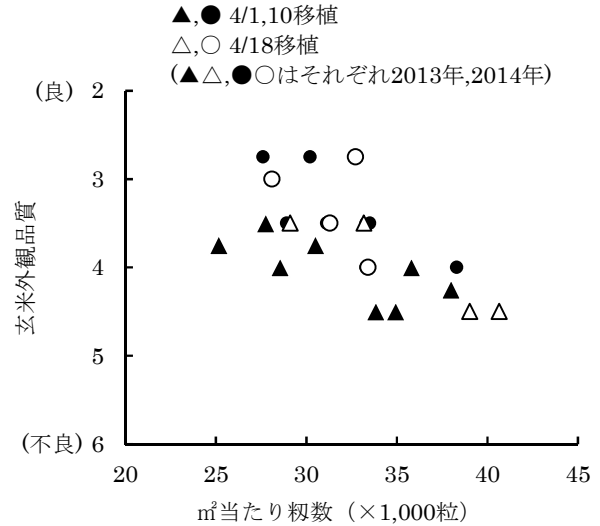
第4表 移植日及び基肥窒素施用量別の幼穂形成期の生育

| 基肥窒素 施用量 (kg/10a) | 茎数(本/m ²) | | | 葉色(SPAD値) | | | 茎数×SPAD値(×1,000) | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
| | 4/1移植 | 4/10移植 | 4/18移植 | 4/1移植 | 4/10移植 | 4/18移植 | 4/1移植 | 4/10移植 | 4/18移植 |
| 4 | 605 ±95.4 | 647 ±27.3 | 697 ±15.1 | 38.2 ±2.49 | 39.0 ±3.98 | 40.4 ±4.22 | 23.0 ±2.52 | 25.2 ±1.76 | 28.1 ±2.96 |
| 6 | 609 ±94.7 | 635 ±70.1 | 695 ±35.4 | 41.4 ±2.75 | 41.9 ±2.78 | 41.4 ±3.19 | 25.0 ±2.30 | 26.5 ±2.59 | 28.8 ±3.39 |

注)2013年と2014年の平均値(±は標準偏差)。



第6図 m²当たり粒数と粒厚 2.0mm 以上の精玄米割合との関係



第7図 m²当たり粒数と玄米外観品質との関係
注)玄米外観品質は1(上・上)～9(下・下)の9段階で評価した。

が、全試験区を込みにした SPAD 値で 34.5～37.9 の範囲に分布し、2014 年の分布範囲である 31.1～35.9 と比較して濃かった。

5. 4月上旬の早期に移植した場合の生育、収量及び玄米外観品質

(1) 移植時期と幼穂形成期の生育との関係

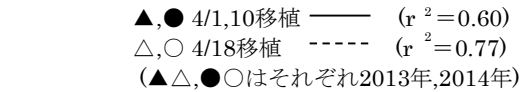
2013 年及び 2014 年において、幼穂形成期の茎数を見ると、基肥窒素施用量が 4kg/10a、6kg/10a のいずれの場合ともに移植日が早い方が少なかった(第4表)。また、葉色(SPAD 値)は4月1日移植ではそれ以外の移植日と比較してやや淡かった。これらにより、幼穂形成期の生育量の指標である茎数×葉色(SPAD 値)値は、基肥窒素施用量ごとに4月18日移植と比較して移植日が早いほど小さくなる傾向であった。

(2) m²当たり粒数と粒厚 2.0mm 以上の精玄米割合との関係

2013 年及び 2014 年の m²当たり粒数と粒厚 2.0mm 以上の精玄米割合との関係を第6図に示した。4月1日移植及び4月10日移植、4月18日移植ともに m²当たり粒数の増加に伴って粒厚 2.0mm 以上の精玄米割合が低下した。粒数が m²当たり 33,000 粒を上回ると精玄米割合は約 94% 以下となった。

(3) m²当たり粒数と玄米外観品質との関係

2013 年及び 2014 年の m²当たり粒数と玄米外観品質と

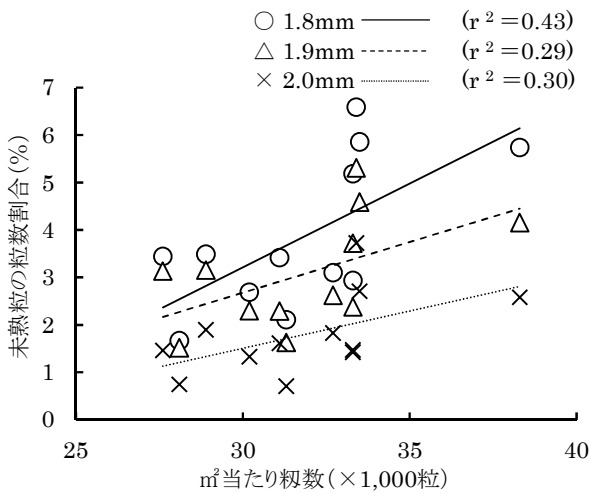


第8図 m²当たり粒数と粒厚 2.0mm で選別した精玄米重との関係

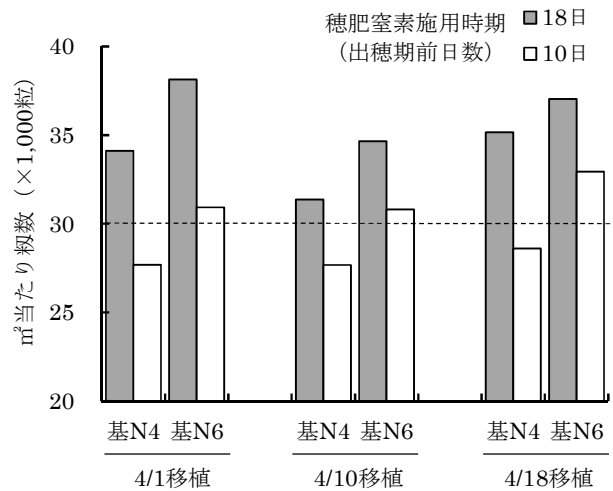
の関係を第7図に示した。4月1日移植及び4月10日移植、4月18日移植ともに m²当たり粒数が 33,000 粒以上になると玄米外観品質の評価が低くなり、4 以下となった。一方、粒数が m²当たり 33,000 粒以下の範囲では m²当たり粒数と玄米外観品質との関係は明確ではなかった。

(4) m²当たり粒数と精玄米重との関係

粒厚 2.0mm 以上の精玄米重は、4月1日及び10日移植の早期に移植した場合と、4月18日移植の慣行の移植と



第9図 選別する粒厚が異なる場合の各精玄米中の未熟粒の割合(2014年4月1日, 10日, 18日移植)
注)未熟粒は, 青未熟粒及び充実不足粒とした。



第10図 移植時期, 基肥窒素施用量及び穂肥窒素施用時期と m^2 当たり粒数との関係
注 1)2013年と2014年の平均値.
2)基肥窒素施用量の単位は $kg/10a$.

もに m^2 当たり粒数の増加に伴って増加した(第8図)。早期移植, 慣行移植ともに m^2 当たり粒数が30,000粒で約600~660 $kg/10a$, 35,000粒で約720 kg となる, それぞれ決定係数が0.60, 0.77の二次曲線で表された。

(5) m^2 当たり粒数の異なる試験区における, 粒厚別の玄米外観品質低下要因の内訳

2014年において, 選別する粒厚を1.8mm以上, 1.9mm以上, 2.0mm以上とすると, 未熟粒の粒数割合は各粒厚ともに m^2 当たり粒数の増加に伴って高くなった(第9図)。この傾向は選別する粒厚が薄いほど顕著であった。粒厚2.0mm以上の玄米では概ね33,000粒以上で未熟粒の粒数割合が高いものが認められたが, 概ね30,000粒までは未熟粒は2%以下であった。

(6) 基肥窒素施用量及び穂肥窒素施用時期と m^2 当たり粒数との関係

2013年と2014年の平均値で比較すると, 基肥窒素施用量が4 $kg/10a$ で穂肥窒素を出穂期前10日に施用した場合, m^2 当たり粒数は4月1日及び4月10日移植では27,700粒, 4月18日移植では28,600粒であった(第10図)。基肥窒素施用量が6 $kg/10a$ ではいずれの移植時期ともに30,000粒を上回った。

また, 穂肥窒素施用時期を出穂期前18日に早めた場合, m^2 当たり粒数は出穂期前10日に施用した場合と比較していずれの移植時期, 基肥窒素施用量においても約4,000から7,000粒増加した。

IV 考 察

1. 早期に収穫するための移植時期と適正な生育量

本試験において2012年から2014年の「ふさのもち」

の出穂期は, 既に栽培技術が確立されている作期である4月18日移植(千葉県, 2009a)の場合, 平均すると7月20日であった。この場合, 高温多照年の「コシヒカリ」と出穂期が重なり, 収穫作業が競合する。

そこで, 近年の気温の上昇を背景に, 移植日を早めて成熟期を前進させる効果を調査した。ただし, 成熟期までの全ての生育ステージを含めると気象条件以外の要因である粒数等の影響を考慮する必要がある。そのため, 初めに気象条件だけで捉えられる出穂期までについて考察する。

3か年の平均値で, 4月1日移植では出穂期は7月15日, 4月10日移植では7月18日であり(第2表), 5月10日移植及び4月18日移植に対して移植日を概ね10日前進することで出穂期は3日程度前進した(第3図)。

ただし, 2013年の4月18日移植の出穂期は4月10日移植と同日であったが(第4図), 5月20日の葉齢を見ると4月10日移植と4月18日移植で同程度であった(第1表)。2013年は4月中下旬に最低気温が一時的に低い日があり, 4月10日移植は移植直後の低温で生育が一時的に停滞したために, 早期に移植することによる出穂期の前進効果が得られなかったと考えられる。

生育の停滞が見られなかった2012年及び2014年の4月10日移植の出穂期の平均値は7月16日であったことから(第4図), 4月1日から10日までの4月上旬に移植することにより出穂期は7月16日前後に前進すると考えられる。

なお, 4月1日移植で苗の葉齢の進んだ中苗を用いることによる出穂期の前進程度は1日から3日であった(第5表)。しかし, 中苗を育成するために要した育苗日数は稚苗より7日から14日長く, 最も早い播種日は2月20日

であった。したがって、育苗期間の長い中苗を低温の時期に育苗する技術的な難しさや労力に比して出穂期を前進する効果が低いと考えられる。

次に、出穂期から成熟期までの登熟期間について考察する。㎡当たり籾数の増加に伴って登熟期間が長くなった（第5図）。3か年における倒伏程度の最大値は1.3であったため、倒伏による登熟期間への影響は無く、登熟期間の延長は㎡当たり籾数が影響した。

なお、2012年に試験を行った圃場は2013年及び2014年と異なる圃場であり、出穂期以降の葉色が濃いことから出穂期以降の窒素吸収量が多かったと推定される。2012年は㎡当たり籾数が多かったことに加えて、出穂期以降の稲穂窒素含有量が多く推移したため籾の黄化が進みにくく、他2か年より登熟期間が長かったと考えられる。

2013年及び2014年の傾向から、標準の登熟期間である36日間（千葉県、2009）となる㎡当たり籾数の上限は30,000粒程度であった。

早期に移植を行って出穂期が前進しても、登熟期間の延長によりその効果は打ち消されることが懸念される。早期の収穫には登熟期間を標準的な36日間より増やすことはできないと考えられるため、㎡当たり籾数を30,000粒程度にする必要がある。

以上のことから、4月上旬に移植を行うことで出穂期は7月15日前後となり、㎡当たり籾数を30,000粒程度に抑制することで成熟期を概ね8月20日前後とすることができ、成熟期が8月下旬となる「コシヒカリ」との収穫作業の競合を回避できると考えられる。

なお、本県の移植早限は移植後の安定した生育や冷害回避の観点から地域により4月15日、又は4月20日と設定されている（千葉県、2014）。そのため、4月上旬に移植する場合、移植直後の低温時には水管理による保温が必要である。また、「ふさのもち」の耐冷性は“極強”であるが、生育ステージの前進に伴って冷温感受性期に低温となる確率が高くなるため、この場合には深水管理による保温が必要である。

2. 4月上旬の早期の移植における玄米品質及び収量の安定化を図るための適正な籾数

玄米の調製に本県で一般的に用いられているグレーダーの篩目は1.8mmである。この粒厚で選別した玄米の外観品質は、㎡当たり籾数が多くなると低くなる傾向にあり、特に㎡当たり籾数が33,000粒程度を上回ると、玄米外観品質の評価は4以下となり、出荷上問題となり得る基準まで低下した（第7図）。玄米外観品質の格下げ要因は、主に青未熟粒と着色粒の混入であった。糯米にとってこれらの色調の異なる粒の混入は避ける必要がある。そこで、選別する粒厚を大きくしたところ、未熟粒の割合が低下し、

粒厚2.0mmで選別することにより大幅に低下した（第9図）。

福岡県の水稲糯品種「はつもち」では、玄米に“うす茶米”とされる着色粒の一種が混入していると白度が低下し、粒厚1.9mm以上の調製により“うす茶米”が少なくなり、白度が上がり玄米外観品質が向上すると報告されている（岩淵、尾形、2002）。「はつもち」の玄米千粒重は22.4～23.0gであり、「ふさのもち」の標準的な玄米千粒重である23.0～24.0g（千葉県、2009a；千葉県、2014）と比較してやや小さい。「ふさのもち」は大粒という品種特性を持つが、粒厚1.8mm又は1.9mmの選別では屑米に分類される未熟粒が他品種と比較して精玄米中に多く残り、農産物検査における等級の格下げ要因になると考えられる。

したがって、「ふさのもち」の持つ特性である良好な玄米外観品質を安定して発揮させるためには粒厚2.0mmで選別することが望ましい。

なお、粒厚2.0mmで選別した場合、精玄米重の低下が懸念されるが、㎡当たり籾数を30,000粒程度確保できれば精玄米重は600から660kg/10aとなった。この傾向は4月上旬の早期移植及び4月18日移植で同様であったことから、㎡当たり籾数を30,000粒程度確保できれば慣行並みの精玄米重を確保することが可能と考えられる（第8図）。

粒厚2.0mmで選別した場合、㎡当たり籾数が33,000粒程度を上回ると精玄米割合が著しく低下した（第6図）。また、㎡当たり籾数が多いと粒厚2.0mmで選別しても未熟粒の粒数割合がやや高かった（第9図）。未熟粒の増加を抑制しつつ、登熟期間の長期化を防いで早期移植の効果を確実に成熟期の前進につなげるためには、㎡当たり籾数の上限を30,000粒程度とし、粒の充実を促す必要があると考えられる。

3. 早期収穫と玄米品質の安定を図る栽培法

4月中旬及び5月上旬移植の栽培法では、適正な㎡当たり籾数は28,000～30,000粒とされている（千葉県、2009a）。これより早い4月上旬の早期移植においても4月中旬及び5月上旬移植と肥培管理等の栽培管理は同等とするのが妥当と考えられる。

この適正な㎡当たり籾数を確保するための窒素施用方法について考察する。ただし、2012年のみ試験圃場が異なり、全試験区ともに幼穂形成期の生育量が適正範囲を超えていることから地力窒素の影響が大きいと推察された。このため、2013年及び2014年の結果に基づいて考察した。

4月中旬移植では、適正な㎡当たり籾数を確保するための基肥窒素施用量は6kg/10aとし、穂肥窒素を出穂期前

18~10日に3kg/10a施用することとされている(千葉県, 2009a)。本試験では, 4月上旬移植, 4月18日移植いずれの場合でも基肥窒素施用量が6kg/10aでは m^2 当たり粒数は30,000粒を上回り, 穂肥施用時期が出穂期前18日と早い場合はさらに多かった(第10図)。2013年, 2014年ともに5月から6月中旬に高温条件であり, 日照時間も長かったことから茎数が増加したためと考えられる。

「コシヒカリ」では気温の上昇により分けつ期間の生育が旺盛となる傾向が認められている(太田・鶴岡, 2015)。このため, 「ふさのもち」でも比較的地力の高い圃場では4月上旬の早期移植, 4月中旬移植ともに基肥窒素施用量を4kg/10a程度とすることが適当と考えられる。

なお, 4月18日移植に対して, 移植時期が早くなるほど幼穂形成期の生育量が小さくなる傾向が認められた(第4表)。本田生育日数の長い「コシヒカリ」では早期に移植すると地力窒素の吸収量が多くなり, 窒素を減肥しても一定の収量を確保できることが報告されている(在原ら, 1995; 千葉県, 2009b)。本試験では「ふさのもち」を4月上旬の早期に移植することで移植日から出穂期までの日数が増加し, より多くの地力窒素を吸収できる条件ではあったが, 幼穂形成期の生育量の指標である茎数×葉色値は4月18日移植と比較して小さかった。

最高分けつ期から幼穂形成期までのラグ期は窒素吸収量が低下し, ラグ期が長いと影響が大きい(和田, 1981; 古畑ら, 2008)。移植時期を大幅に早めた本試験の4月上旬移植ではラグ期が長くなったと推測され, 窒素吸収量はむしろ少なくなったと考えられる。したがって, 4月上旬の早期移植における基肥窒素施用量は4kg/10aより減量すべきではないと考えられる。

4月上旬移植は移植直後の低温の影響を受けやすく, 生育の年次変動が大きい。本試験における基肥窒素施用量4kg/10aの場合の幼穂形成期の茎数及び葉色(SPAD値)はそれぞれ, 適正值の550~650本/ m^2 , 38~42の範囲内であった(千葉県, 2009a; 千葉県, 2014)。このため, 基肥窒素は必要とする最小限の量を施用し, 幼穂形成期の生育量が適正であれば穂肥窒素を出穂期前10日に施用し, 少ない場合には出穂期前18日に早めて施用することが望ましい。これにより m^2 当たり粒数の過剰を防ぎ, 出穂期の前進を成熟期の前進に確実に反映し, 高品質米を安定して早期に収穫することが可能になると考えられる。

V 摘 要

水稻糯品種「ふさのもち」を早期に収穫し, また, 良好な玄米外観品質を持つ品種特性を発揮するための栽培法を明らかにした。

1. 移植時期を10日前進することにより出穂期は3日前進した。これにより, 4月上旬に移植することで出穂期が7月16日前後となった。ただし, 年次によっては移植直後に低温の影響を受け, 生育が一時的に停滞した。
2. 出穂期の前進を成熟期の前進に反映するためには, 適正な m^2 当たり粒数を30,000粒以下とし, 登熟期間を36日以内とする必要があった。4月上旬に移植した場合の成熟期は8月20日頃となり, 「コシヒカリ」との成熟期の重複を避けることが可能であった。
3. 「ふさのもち」は玄米千粒重が大きく, 粒厚1.8mmの選別基準では精玄米中に未熟粒が混入することから, 玄米外観品質を向上するためには粒厚2.0mmで選別する必要があった。
4. 壤土の場合, 基肥窒素施用量を4kg/10aとし, 幼穂形成期の生育により穂肥施用時期を調整することで, m^2 当たり粒数は30,000粒以下となり, 粒厚2.0mmで選別しても600~660kg/10aの収量が得られた。

VI 引用文献

- 在原克之・斉藤幸一・深山政治(1995) 水稻の減化学肥料栽培技術の研究 第1報 品種の違いが生育・収量, 窒素吸収に及ぼす影響. 日作紀. 64(別2): 7-8.
- 千葉県(2009a) 品質を重視した水稻もち新品種「千葉糯23号」の好適な生育相と収穫時期. 平成20年度試験研究成果普及情報.
- 千葉県(2009b) 主要農作物施肥基準. 131pp.
- 千葉県(2014) 稲作標準技術体系. 26pp.
- 千葉県(2016) 主要農作物奨励品種特性表. 3pp.
- 千葉県生産振興課(2015) 千葉の園芸と農産.
- 千葉県生産振興課(2016) 平成28年産 水稻は種・植付進捗状況.
- 古畑昌巳・吉永悟志・梶 亮太・田村克徳・鍋島弘明・森田弘彦・山下 浩・溝淵律子・岡本正弘・坂井 真(2008) 暖地の湛水直播栽培における晩播水稻の生育および収量・品質特性. 日作紀. 77: 273-280.
- 岩渕哲也・尾形武文(2002) 水稻品種「はつもち」の品質向上技術. 日作九支報. 68: 6-8.
- 長島 正・林 玲子・西川康之・斎藤幸一・和田潔志・小山豊・渡部富男(2012) 大粒で良品質・良食味の水稻糯新品種「ふさのもち」の育成. 千葉農林総研研報. 4: 79-92.
- 西川康之・矢内浩二・在原克之・鶴岡康夫(2011) 晩植した「コシヒカリ」の品質・食味を向上させる栽培法. 日作関東支部報. 26: 52-53.
- 農林水産省(2011) 平成23年度農産物検査結果.

農林水産省（2012）平成 24 年度農産物検査結果.

農林水産省（2013）平成 25 年度農産物検査結果.

農林水産省（2014）平成 26 年度農産物検査結果.

農林水産省（2015）農林水産省気候変動適応計画（概要）.

太田和也・西川康之・鶴岡康夫（2014）千葉県の水稲生育期間における 31 年間の気温推移が水稲の生育ステージに及ぼす影響. 日作関東支部報. 29 : 22-23.

太田和也・鶴岡康夫（2015）千葉県における近年の気温推移と水稲の乾物生産，収量及び玄米外観品質との関係. 日作関東支部報. 30 : 34-35.

和田 学(1981)暖地水稲の Vegetative Lag Phase に関する作物学的研究—とくに窒素吸収パターンとの関連. 九州農試報告. 21 (2) : 113-250.

Development of a Cultivation Technique for Early Harvesting and Stabilizing the Quality of Brown Rice, for the 'Fusanomochi' Glutinous Rice Cultivar

Kazuya OTA, Yasuyuki NISHIKAWA and Yasuo TSURUOKA

Key words : glutinous rice, transplanting time, harvest time, growth stages, quality of brown rice

Summary

We investigated a cultivation technique for early harvesting and obtaining good varietal characteristics of high-quality brown rice of the 'Fusanomochi' glutinous rice cultivar.

1. Heading was advanced by 3 days, through transplantation 10 days earlier. In this way, by transplanting at the beginning of April, heading occurred around July 16. However, growth was temporarily delayed, it wasn't every year, but when it was cold just after the transplantation.
2. Relating the advanced heading to the maturing stage, the proper number of spikelets per square meter was less than 30,000, and the proper period was within 36 days. The maturing stage was around August 20 with early-April transplantation, and the maturing stage of the 'Fusanomochi' cultivar was differentiated from the maturing stage of the 'Koshihikari' cultivar.
3. The 1000 grain weight of brown rice of the 'Fusanomochi' cultivar is heavy, and it is difficult to remove all the immature grains when graded at a grain thickness of 1.8 mm. Therefore, it is necessary to grade at a grain thickness of 2.0 mm, for good brown rice quality
4. Even if graded at a grain thickness of 2.0 mm, 30,000 spikelets per square meter resulted in a yield of 600-660 kg/10a in loam, with basal dressing with 4 kgN/10a, and adjusting the time of top dressing based on the plant's growth in panicle formation stage.