

水稲良食味品種の移植時期の移動による作期の拡大

佐山 玲, 伊藤 征樹, 柴田 智

Expansion of the Rice Cultivation Period by Changing the Transplant timing of Several Recommended Varieties of Paddy Rice

Akira Sayama, Masaki Itou and Satoru Sibata

Abstract

In order to cope with large-scale rice cultivation in Akita prefecture, rice cultivation periods were expanded by changing the transplant timing. This was examined in 2015 and 2016 using several recommended varieties.

In regard to rice seedlings used for transplant timing testing, postponement of the seeding time of the rice corresponded to seedling length as well as a decline in the degree of fullness of the rice seedlings.

Although the yield, quality, and taste may be lowered when the transplantation timing is delayed, it was suggested that there is a possibility that the production period can be expanded by using a varieties lineup including everything from early maturing varieties to late maturing varieties.

The maturation date predicted for each transplantation day by the developmental rate(DVR) etc. was calculated, and an image diagram for expanding rice cultivation periods while ensuring the yield, quality, and taste with several recommended varieties was formulated.

Keywords: recommended rice varieties, transplant timing, DVR, expansions of rice cultivation period

結 言

秋田県では農業者の減少および高齢化による労働力の減少や担い手不足により、担い手への農地集積の推進を図ろうとしている(秋田県 2018a)。

今後は、大規模・低コスト経営実現が重要と考えられ、担い手の大規模化に対応するため、水稲の移植時期や成熟期の移動等による収穫期間の大幅な拡大技術が求められる。

作期拡大技術については他県でも取り組まれており(伊五澤ら 1990, 日影・小田中 2009, 岩手県 2007, 農研機構 1990), 機械の効率的な利用(中村ら 1993)や米の販売上(宮武恭一 2016)も重要である。

そこで、秋田県での大規模低コスト化モデルのための品種利用技術の検討に資するために、県奨励品種を主体とした早生から晩生までの品種のラインアップを活用し、移植時期の移動が収量、品質、食味に及ぼす影響を明らかにし、作期拡大の可能性について検討したので報告する。

なお、本報告の中の発育速度(DVR)を利用した作

期拡大に関する検討は平成30年度作物学会東北支部会で発表したものである(柴田ら 2018)。

材料および方法

1. 試験場所, 耕種概要及び試験区

試験は2015, 2016年に農業試験場内圃場で行った。

供試品種は, 2015年は, 「あきたこまち」(早生晩), 「ゆめおぼこ」(中生晩), 「ひとめぼれ」(中生晩), 「つぶぞろい」(晩生), 2016年は, 「秋のきらめき」(早生早), 「あきたこまち」, 「ゆめおぼこ」, 「つぶぞろい」を用いた(第1表)。

各試験区の育苗時期と育苗日数は第1図に示す通りである。播種量は100g/箱(乾籾換算)とし、パイプハウス内で水稲育苗用遮断シート(商品名: ラブシートブラック20307BKD, ユニチカ株式会社製)上に育苗箱を設置し、水稲用シルバーポリ(岩谷マテリアル株式会社製)で覆い無加温出芽を行った。2016年の「ゆめおぼこ」の作期②区のみ加温出芽(30°C, 48時間)とした。

育苗日数は移植日に対応して播種時期を遅く設定し

ており、2015年は対照区が34日に対し、作期区で21～26日、2016年は対照区が35日に対し、作期区で22～28日とした(第1図)。2016年の作期②区の「ゆめおぼこ」のみは加温出芽を行ったため育苗日数は16日となった。

育苗期の追肥は2葉期と3葉期にN成分で箱当たり1g(硫酸)施用した。

移植時期については5月上旬以前の極端に早い移植は灌漑水を使用できない、鳥害の被害が大きくなる場合があり、また、高温登熟を避けるため移植時期を遅らせる対策が必要な地域もあることから(佐藤ら 2012)、作期拡大を考える上では実用的ではないと考えられた。また、県内の移植は主として5月中～下旬に行われているため(秋田県 2018b)、6月以降の検討が必要と考えられた。そこで、2015年の移植時期は対照区を5月18日、試験区を6月9日(作期①区)、6月15日(作期②区)、6月30日(作期③区)とし、2016年は2015年の結果を踏まえ移植日の変更と併せて移植日と品種の組み合わせも変更し、対照区を5月18日、試験区を6月3日(作期①区)、6月9日(作期②区)、6月15日(作期③区)とした。

移植は中苗で機械移植した。

いずれの年も栽植密度は、 m^2 当たり株数を21.2株とし、施肥量は基肥 $N-P_2O_5-K_2O=0.5-0.5-0.5kg/a$ (くみあい硫加磷安11号)、減数分裂期(以下、減分期)追肥 $N-P_2O_5-K_2O=0.2-0.0-0.0kg/a$ (硫酸)とした。

2. 調査方法

育苗した苗は移植直前に平均的に生育した育苗箱中の各区100本について草丈、葉齢、乾物重を測定した。

収量調査は、1区80または96株の部分刈により行った。玄米重は、篩目1.9mmを使用した精玄米について、玄米水分15%に換算して算出した。玄米外観品質は、(一財)日本穀物検定協会東北支部に依頼して9段階で評価した。

玄米タンパク質含有率は、ケルダール法で求めた窒素含有率(水分15%換算値)にタンパク質換算係数5.95を乗じて求めた。

食味官能試験は、精米500gに1.35倍の水を加えて炊飯し、皿に盛りつけて供試した。炊飯器は、

Panasonic社製保温釜(SR-HG104-N)を使用した。1回のサンプル数は、基準を含めて4サンプル用いた。食味評価は、総合評価、外観、香り、味を+3(かなり良い)～-3(かなり不良)、粘りを+3(かなり強い)～-3(かなり弱い)、硬さを+3(かなり硬い)～-3(かなり柔らかい)の7段階とし(竹生新治郎 1987)、各品種とも5月18日移植を基準として作期区を比較した。

3. 移植時期の移動による作期拡大の検討

作期の策定に際しては内島の報告(1983)を参考とし、安全栽培可能期間として安全出穂期間を考慮した上で移植時期の気象的早限日から成熟期の気象的晩限日までの期間を求めた。

移植時期については鎌田・福田の報告(1983)に準じて、大正寺アメダスデータの日平均気温平年値が $14^{\circ}C$ 以上の初日を中苗の移植早限とした。

また、移植日毎の出穂期を計算するために川方(2005)の「発育ステージ予測のための多項式・関数式DVRの計算表示プログラム」の次式により発育速度(DVR)を求めた。

$$DVR=X1+X2*T \cdots (1)$$

ここで、Tは日平均気温で、出穂予測は移植の翌日から積算し、 $\Sigma DVR \geq 1$ となった初日を出穂日とした。

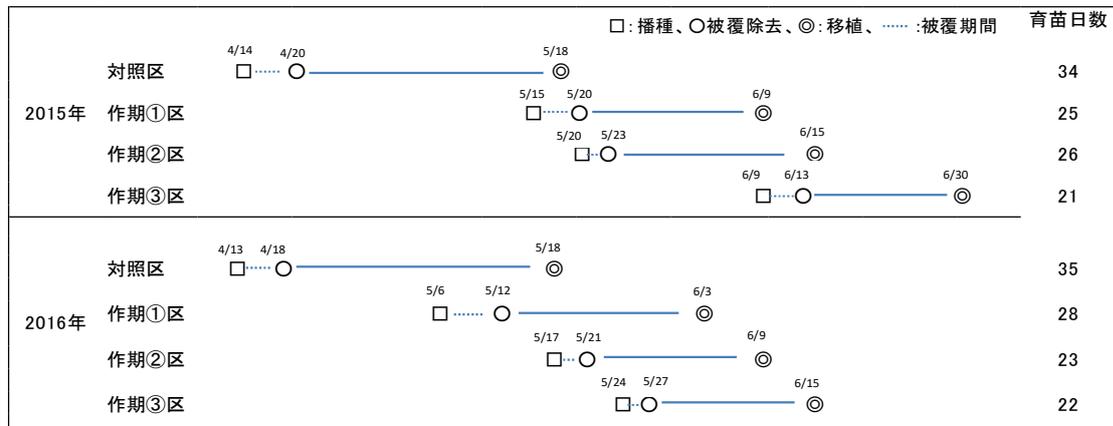
出穂期は早すぎる場合、低温感受性が最も高い減分期から穂ばらみ期(出穂12日前頃)にかけて低温に遭遇し障害不稔を起こす可能性がある。それを回避するため、日最低気温 $17^{\circ}C$ 以下の出現頻度が安定して10%以下を満たす最初の日に12日を加えた日を好適出穂期の早限とした(鎌田・福田 1983, 内島 1983)。

登熟期は出穂後40日間の平均気温と関連が指摘されていることから(農林水産省 2018, 内島 1983)、玄米重、玄米外観品質、玄米タンパク含有率および食味との関係を2015、2016年の結果から検討した。さらに出穂期後の積算気温(秋田県 2018b)を移植日毎に予測される成熟日の算出に利用した。

第1表 各試験年次の供試品種

試験年次	試験区	秋のきらめき	あきたこまち	ゆめおぼこ	ひとめぼれ	つぶぞろい
2015	対照区	-	○	○	○	○
	作期①区	-	○	○	○	○
	作期②区	-	○	○	○	○
	作期③区	-	○	○	○	○
2016	対照区	○	○	○	-	○
	作期①区	○	○	○	-	○
	作期②区	○	○	○	-	-
	作期③区	○	○	-	-	-

2)1)表中の-は供試なし



第1図 各試験区の育苗時期

第2表 育苗期間中のハウス外気温と育苗日数

年次	試験区	播種日	被覆除去日	播種日から被覆除去日までのハウス外気温(°C)			被覆除去日	移植日	被覆除去日から移植日まで			被覆積算時間 ¹⁾	育苗日数
				最高	平均	最低			最高	平均	最低		
2015	対照区	4月14日	4月20日	14.4	9.8	5.7	4月20日	5月18日	20.9	13.2	6.0	140	34
	作期①区	5月15日	5月20日	20.8	15.1	10.5	5月20日	6月9日	23.8	16.9	11.0	120	25
	作期②区	5月20日	5月23日	22.1	15.3	10.1	5月23日	6月15日	24.2	17.7	11.9	76	26
	作期③区	6月9日	6月13日	23.3	18.5	14.1	6月13日	6月30日	25.1	19.5	14.8	96	21
2016	対照区	4月13日	4月18日	15.2	9.7	4.1	4月18日	5月18日	18.4	12.6	7.0	120	35
	作期①区	5月6日	5月12日	18.4	13.4	8.3	5月12日	6月3日	22.7	16.1	10.1	144	28
	作期②区	5月17日	5月21日	24.0	15.8	8.8	5月21日	6月9日	22.9	16.8	11.4	96	23
	作期③区	5月24日	5月27日	22.1	17.8	13.6	5月27日	6月15日	23.2	17.5	12.4	72	22

1)播種後育苗箱のハウス内設置から被覆除去までの積算時間

2)ハウス外気温はアメダス大正寺データ

結果及び考察

1. 異なる育苗時期の苗の生育

2015, 2016年の各試験区の播種と被覆除去日, 移植日を第1図に示した. また, 育苗期間の気温と被覆積算時間は第2表に, 育苗期間中の気象条件は第2, 3図に示した.

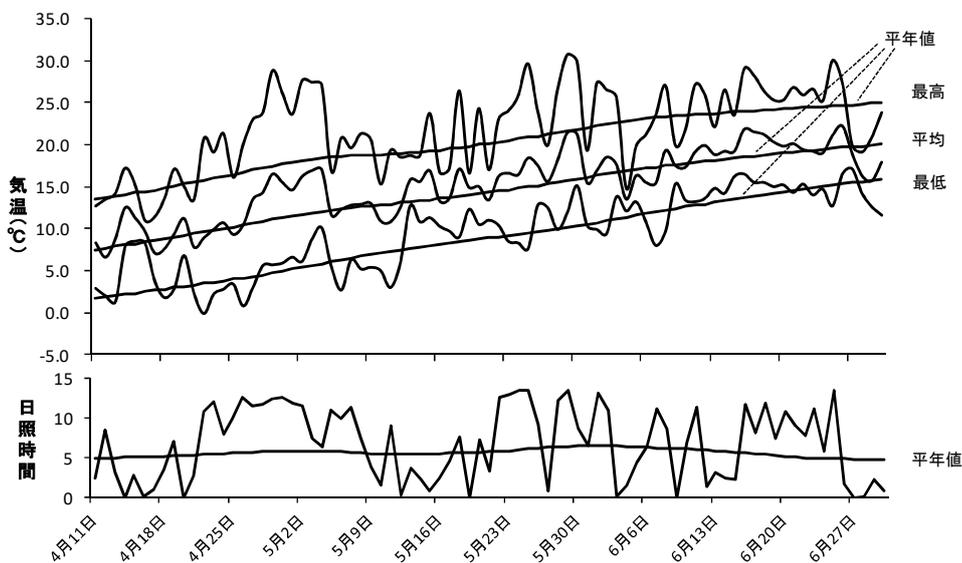
育苗期間の気温は育苗時期が遅くなるにつれて高くなった. 播種後の被覆積算時間については2015年は作期区で対照区より短く, 特に作期②区で76時間, ③区で96時間となった. 2016年は作期①区で対照区より長く144時間であったものの, 作期②区, ③区ではそれぞれ96時間, 72時間と短くなった(第2表).

2015年の対照区の被覆除去日(4月20日)から移植日(5月18日)までの外気温の平均気温は13.2°Cであったのに対し, 作期①~③区の被覆除去日(5月15日)から移植日(6月30日)までの各作期区の平均気温は16.9~19.5°Cで高く(第2表), 特に作期③区の最高気温の平均は23.2°Cで最高気温が25~30°Cとなった日が24日あった. 2016年の対照区の被覆除去日(4月18日)から移植日(5月18日)までの外気温の平均気温は12.6°Cであったのに対し, 作期①~③区の被覆除去日(5月12日)から移植日(6月15日)までの各区の平均気温は16.1~

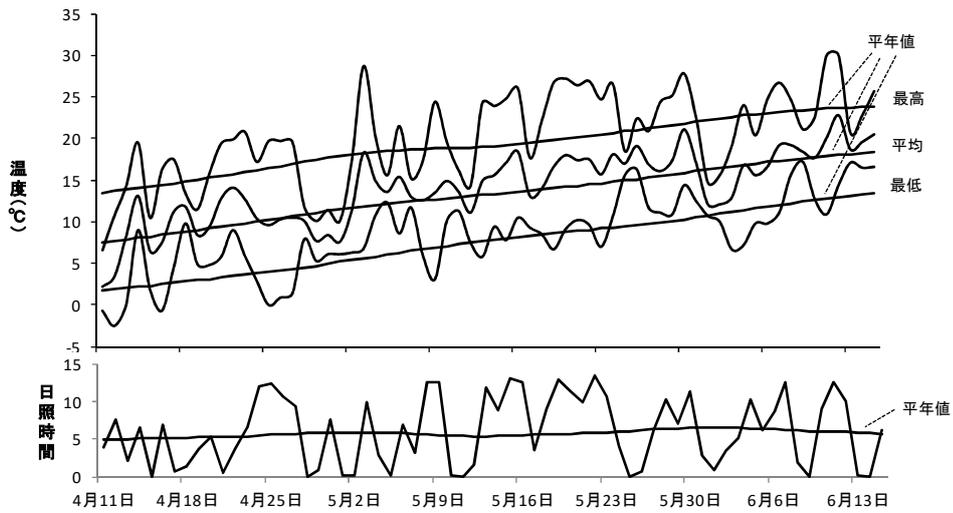
17.5°Cで高く, 特に作期③区の最高気温の平均は23.2°Cで(第2表)、外気温の最高気温が25~30°Cとなった日は12日あった.

作期区の苗の生育は第3表に示す通りで, 2か年の試験結果から移植時の草丈は対照区で12.3~14.4cmであるのに対し, 作期区で11.3~20.4cm, 葉齢は対照区で3.5~4.3であるのに対し, 作期区で3.1~4.3, 苗の充実度は対照区で1.63~2.12mg/cmであるのに対し, 作期区では1.08~1.86mg/cmであった. 秋田県の稲作指導指針(2018)では中苗の目標苗形質は, 葉数3.5~4.0, 草丈13~15cmであり, 対照区に比べ作期区は草丈が長く, 充実度が低く徒長傾向であった.

今回の作期拡大を想定した育苗時期は5月上旬以降の播種となり, 被覆除去後は平均最低気温が10°C以上となり, 平均最高気温も22.7~25.1°Cとなった(第2表). 健苗育成のためには緑化期間のハウス内気温は日中20~25°C, 夜間は10~12°Cを保つのが重要とされているため(秋田県 2018b), 育苗時期が遅い場合, 日中のハウス内気温が高温となり苗が徒長しやすくなったり, 乾燥しやすくなったりすることが考えられ, 育苗時の温度管理には十分注意する必要があると考えられる.



第2図 育苗期間中の気象 (2015年、アメダス大正寺)



第3図 育苗期間中の気象 (2016年、アメダス大正寺)

第3表 各試験区の苗の生育

試験年次	品種名	試験区	苗丈 cm	葉齢 葉	充実度 mg/cm
2015年	あきたこまち	対照区	12.3	4.3	2.12
		作期①区	13.2	3.6	1.77
		作期②区	11.3	3.6	1.74
		作期③区	16.7	4.2	1.52
	ゆめおばこ	対照区	14.4	3.9	1.81
		作期①区	16.8	3.4	1.44
		作期②区	15.8	3.5	1.53
		作期③区	19.7	4.0	1.42
	ひとめぼれ	対照区	12.8	4.1	1.88
		作期①区	11.7	3.6	1.75
		作期②区	14.1	3.9	1.86
		作期③区	18.9	4.3	1.24
つぶぞろい	対照区	12.4	3.7	1.95	
	作期①区	14.6	3.3	1.43	
	作期②区	14.4	3.6	1.64	
	作期③区	20.0	3.9	1.37	
秋のきらめき	対照区	13.4	3.6	1.92	
	作期①区	17.6	3.7	1.49	
	作期②区	16.0	3.5	1.16	
	作期③区	19.2	3.4	1.18	
2016年	あきたこまち	対照区	13.7	3.5	1.63
		作期①区	17.0	3.9	1.22
		作期②区	14.2	3.8	1.08
		作期③区	16.8	3.5	1.14
	ゆめおばこ	対照区	12.5	3.5	2.07
		作期①区	16.3	4.0	1.52
つぶぞろい	作期②区 ¹⁾	14.4	3.1	1.23	
	対照区	14.2	3.9	2.10	
		作期①区	20.4	3.8	1.35

1)育苗器で30℃、48時間の加温出芽をした。

2. 移植時期と生育, 玄米品質, 食味の関係

2015年の移植後の気象条件は第4図に示す通りで, 6月中旬の気温は高く, 日照時間は多く, 7月の平均気温は平年並〜高く, 日照時間は平年並〜多く, 8月下旬以降は低温・寡照となった。

作期③区の「あきたこまち」の減分期は8月17日, 出穂期は8月29日で, 対照区に比べそれぞれ29日, 31日遅かった(第4表)。また, その他の品種では減分期が8月下旬, 出穂期が9月上旬となった。作期区の移植日から幼穂形成期, 減分期, 出穂期までの日数は対照区に比べ短く, 移植時期が遅いと短くなる傾向であった。一方, 出穂期から成熟期までの期間は対照区に比べ作期区で長くなる傾向であった。出穂までの期間は温度と日長の長さが影響しており(江幡 1990, 星川 1986), そのため出穂までの気温が高く, 日長条件が短かった作期区は出穂までの日数が短かったと考えられる。一方, 出穂から成熟までの期間は温度条件に制御されていることから(星川 1986), 作期区では対照区よりも登熟過程で気温が低下し, 登熟が緩慢となり成熟までの期間が長くなったと考えられる。

各区の成熟期到達程度は, 「あきたこまち」と「ゆめおぼこ」では作期②区まで, 「ひとめぼれ」では作期①区までが成熟期に達し, 「つぶぞろい」では作期①〜③区全ての区で成熟期に達しなかった。作期区の出穂期から成熟期の積算気温は, 「あきたこまち」で961~1011℃, 「ゆめおぼこ」で993~1064℃, 「ひとめぼれ」で1011℃で, 作期③区の各品種の出穂期から10月22日までの積算気温は670~851℃と少なかった。2015年は8月下旬以降の低温により, 作期を遅らせることにより出穂後の積算気温の目安である早生品種の950~1,050℃, 中生の晩の品種の1,050~1,150℃(秋田県 2018b)が得られない区があった。

2016年の移植後の気象条件は第5図に示す通りで, 6月の日照時間が少なく, 8月中旬以降は高温・多照となった。「秋のきらめき」, 「あきたこまち」の作期③区, 「ゆめおぼこ」の作期②区, 「つぶぞろい」の作期①区でいずれも減分期は8月上旬で出穂期は8月中旬であった(第4表)。2015年と同様に移植日から出穂期までの日数は作期区が対照区に比べ短く, 出穂期から成熟期までの期間は長くなった。2016年は8月中旬以降の高温・多照により出穂期以降の十分な積算気温が得られ, 全ての品種の作期で成熟期に達した。作期区の出穂期から成熟期の積算気温は, 「秋のきらめき」で924~1033℃, 「あきたこまち」で939~995℃, 「ゆめおぼこ」で963~1003℃, 「つぶぞろい」で1081℃であった。

玄米重は, 2015年は「ゆめおぼこ」作期①区で同等である以外は全ての品種で対照区に比べ移植日が遅くなるほど低下する傾向で, 特に作期③区の「ゆめおぼこ」, 「ひとめぼれ」, 「つぶぞろい」は18.7~22.1k

g/a(標準対比29~40%)と著しく低下した(第5表)。2016年は対照区に比べ, 「あきたこまち」作期②, ③区で53.3~56.8kg/a(同87~92%)と低下した。「ゆめおぼこ」は作期①区で61.4kg/a(同95%)と少なかったが, その他の区は同等〜高かった。「秋のきらめき」は作期区で65.4~67.5kg/10a(同113~117%)で, 6月の移植でも作期拡大に適用できる可能性があると考えられた。

玄米品質は, 2015年は全ての品種で対照区に比べ, 作期区が劣った(第5表)。「あきたこまち」作期①, ②区, 「ひとめぼれ」作期①区は1等を確保したものの, 「あきたこまち」作期③区, 「ゆめおぼこ」の作期①, ②区, 「ひとめぼれ」作期②区, 「つぶぞろい」の作期①, ②区は2等で, 「ゆめおぼこ」, 「ひとめぼれ」, 「つぶぞろい」の作期③区は等外であった。2等や等外となった理由は青未熟や充実度不足であった。2016年は対照区に比べ, 「秋のきらめき」の作期③区, 「つぶぞろい」の作期①区で充実度不足で劣ったものの, 全ての作期区で1等であった。

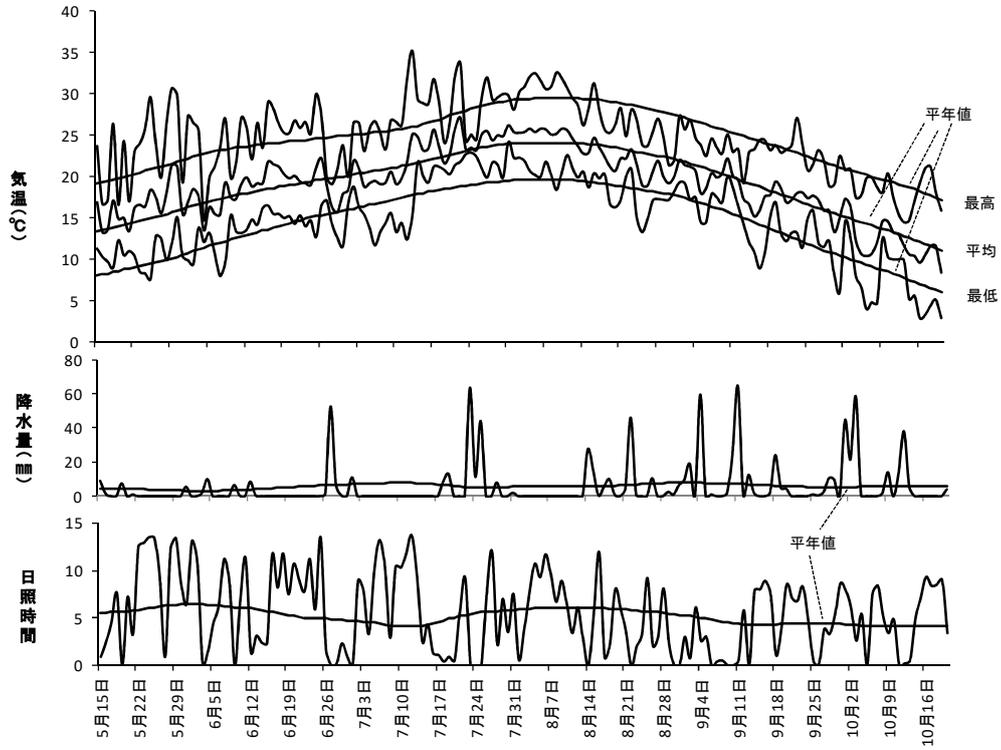
玄米タンパク質含有率は, 2015年は作期②区または作期③区では各品種とも対照区と比べ同等から高い値を示した。2016年は, 「秋のきらめき」の作期③区で対照区より高かった以外はほぼ同等だった(第5表)。

食味官能試験は, 総合評価では2015年は「あきたこまち」作期③区, 「ゆめおぼこ」作期①〜③区, 「ひとめぼれ」作期②, ③区, 「つぶぞろい」作期①〜③区で有意に劣り, 特に作期③区では全ての品種で対照区と比較して1%水準の有意差がみられた(第6表)。2015年は移植時期が遅い場合, 積算気温が十分確保できないことがあったことから, 靱黄化程度が低くなり食味を低下させたことが考えられ, 成熟期の早い早生品種の導入が必要と考えられた。

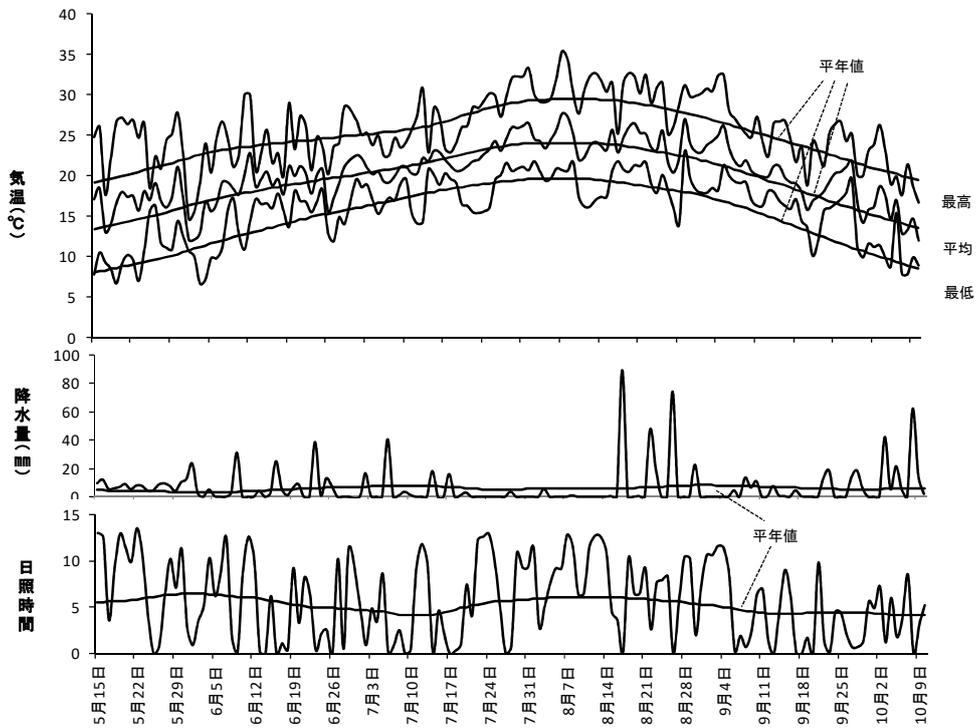
2016年は対照区に比べ「秋のきらめき」作期③区で劣ったが, 「つぶぞろい」作期①区では優れ, その他の品種では各作期とも有意差がみられなかった。食味官能試験の総合評価は外観, 香り, 味, 粘りと正の相関があることが知られており(秋田県 2015), 今回の結果と傾向は一致した(第6図)。

2015年は8月下旬以降の低温・寡照により平年より登熟が遅れた。作期区は対照区に比べ収量が低下し, 特に中晩生の「ゆめおぼこ」, 「ひとめぼれ」および晩生の「つぶぞろい」の作期③区の低下は著しく, 品質や食味も劣る傾向であった。2016年は8月中旬以降の高温・多照により登熟が進み, 6月以降の移植でも収量, 品質, 食味を維持する品種が認められた。

今回の試験から, 奨励品種のラインナップの早生品種を用いることにより, 6月以降まで移植時期を拡大できる可能性が示唆された。



第4図 生育期間中の気象（2015年、アメダス大正寺）



第5図 生育期間中の気象（2016年、アメダス大正寺）

第4表 各品種の移植日の違いが生育ステージに及ぼす影響

試験年次	区名	品種	移植日	最分期	幼分期	幼分期 ¹⁾	減分期	出穂期	穂揃期	成熟期 ²⁾	籾黄化程度 ³⁾	積算温度 ⁴⁾	ステージ間の日数 ⁵⁾				
			(月日)	(月日)	(月日)	(業齢)	(月日)	(月日)	(業齢)	(月日)	(%)	(°C)	E-F	A-B	A-C	A-E	C-F
			(A)	(B)	(C)		(D)	(E)	(F)								
2015年	あきたこまち	対照区	5/18	7/7	7/11	-	7/19	7/29	12.9	9/9	○	950	50	54	72	60	42
		作期①区	6/9	7/14	7/25	11.4	8/6	8/12	13.0	9/30	○	961	35	46	64	67	49
		作期②区	6/15	7/17	7/27	11.2	8/9	8/15	12.9	10/9	○	1011	32	42	61	74	55
		作期③区	6/30	7/27	8/6	9.6	8/17	8/29	11.3	×	50	(851)	27	37	60	-	-
	ゆめおぼこ	対照区	5/18	7/10	7/15	-	7/23	8/1	12.4	9/17	○	1018	53	58	75	64	47
		作期①区	6/9	7/19	7/27	10.8	8/7	8/15	12.3	10/13	○	1064	40	48	67	78	59
		作期②区	6/15	7/21	7/29	11.0	8/11	8/20	12.7	10/17	○	993	36	44	66	80	58
		作期③区	6/30	8/4	8/10	10.9	8/24	9/5	12.9	×	5	(709)	35	41	67	-	-
	ひとめぼれ	対照区	5/18	7/9	7/16	-	7/25	8/4	12.3	9/19	○	978	52	59	78	65	46
		作期①区	6/9	7/17	7/27	11.3	8/7	8/15	12.9	10/9	○	1011	38	48	67	74	55
		作期②区	6/15	7/19	7/29	11.4	8/13	8/22	13.3	×	80	(997)	34	44	68	-	-
		作期③区	6/30	8/4	8/11	11.5	8/25	9/7	13.6	×	10	(670)	35	42	69	-	-
つぶぞろい	対照区	5/18	7/8	7/15	-	7/24	8/4	12.2	9/27	○	1119	51	58	78	74	54	
	作期①区	6/9	7/17	7/29	11.3	8/9	8/19	12.9	×	85	(1062)	38	50	71	-	-	
	作期②区	6/15	7/19	7/31	11.2	8/11	8/21	13.0	×	80	(1019)	34	46	67	-	-	
	作期③区	6/30	8/4	8/10	11.5	8/24	9/7	13.0	×	3	(670)	35	41	69	-	-	
秋のきらめき	対照区	5/18	7/4	7/11	9.4	7/14	7/27	11.1	9/5	○	972	47	54	70	56	40	
	作期①区	6/3	7/8	7/17	9.8	7/26	8/7	11.5	9/16	○	924	35	44	65	61	40	
	作期②区	6/9	7/13	7/23	9.9	8/2	8/10	11.5	9/26	○	1033	34	44	62	65	47	
	作期③区	6/15	7/19	7/26	9.9	8/4	8/17	11.7	10/5	○	1024	34	41	63	71	49	
2016年	あきたこまち	対照区	5/18	7/4	7/11	10.0	7/21	7/30	12.3	9/5	○	896	47	54	73	56	37
		作期①区	6/3	7/8	7/22	11.3	8/1	8/9	13.0	9/23	○	995	35	49	67	63	45
		作期②区	6/9	7/13	7/26	11.0	8/7	8/14	12.9	9/26	○	939	34	47	66	62	43
		作期③区	6/15	7/19	7/27	10.5	8/10	8/19	12.4	10/5	○	973	34	42	65	70	47
	ゆめおぼこ	対照区	5/18	7/6	7/14	10.2	7/25	8/4	12.2	9/15	○	981	49	57	78	63	42
		作期①区	6/3	7/12	7/22	10.8	8/2	8/13	12.8	9/26	○	963	39	49	71	66	44
		作期②区	6/9	7/19	7/27	10.5	8/8	8/19	12.1	10/7	○	1003	40	48	71	72	49
		作期③区	6/15	7/19	7/27	10.5	8/10	8/19	12.4	10/5	○	973	34	42	65	70	47
	つぶぞろい	対照区	5/18	7/7	7/14	10.4	7/24	8/4	12.1	9/15	○	981	50	57	78	63	42
		作期①区	6/3	7/12	7/26	10.9	8/4	8/14	12.6	10/4	○	1081	39	53	72	70	51

1)-は欠測。
 2)×は最終刈り(10月22日)時点で成熟期に達しなかった。成熟期は黄化率90%を成熟期判断の一つとしている。
 3)最終刈り(10月22日)時点の黄化率程度。○は成熟期に達している。
 4)()は10月22日までの積算温度。
 5)-は確定できない。

第5表 移植日の違いと収量、品質

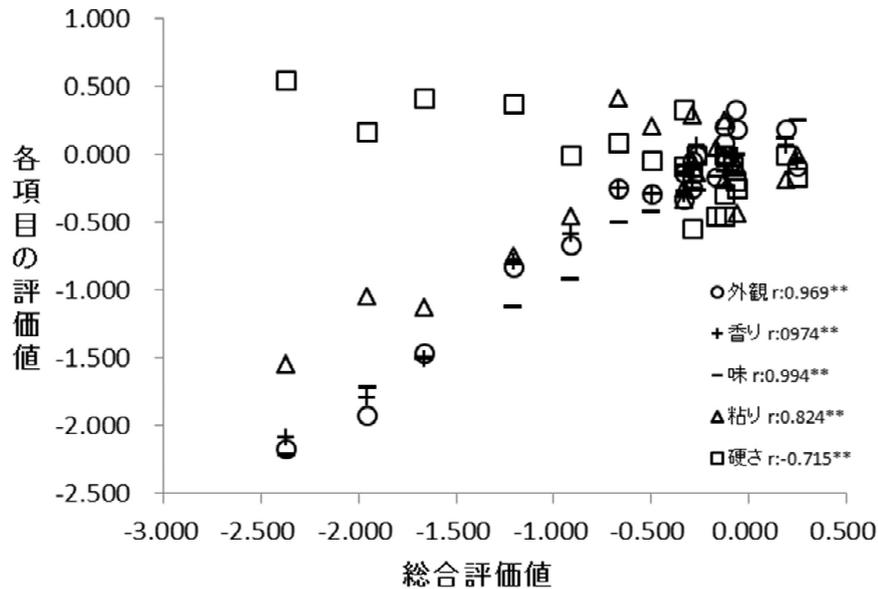
試験年次	品種	区名	移植日	玄米重 (kg/a)	標準対比 ¹⁾ (%)	玄米品質 ²⁾	玄米タンパク 含有率(%)
2015年	あきたこまち	対照区	5/18	52.2	(100)	2.0	6.4
		作期①区	6/9	44.6	85	3.0	6.1
		作期②区	6/15	41.6	80	3.0	6.5
		作期③区	6/30	41.6	80	5.0	7.1
	ゆめおぼこ	対照区	5/18	54.5	(100)	2.0	6.2
		作期①区	6/9	54.3	100	4.0	6.0
		作期②区	6/15	49.4	91	4.5	7.5
		作期③区	6/30	22.1	40	外	6.2
	ひとめぼれ	対照区	5/18	55.8	(100)	1.7	5.9
		作期①区	6/9	41.4	74	2.5	5.6
		作期②区	6/15	49.7	89	5.0	6.8
		作期③区	6/30	20.4	37	外	6.5
つぶぞろい	対照区	5/18	63.8	(100)	1.7	5.8	
	作期①区	6/9	56.6	89	4.0	5.5	
	作期②区	6/15	55.0	86	5.0	7.3	
	作期③区	6/30	18.7	29	外	6.3	
2016年	秋のきらめき	対照区	5/18	57.8	(100)	2.0	6.3
		作期①区	6/3	65.4	113	2.0	6.1
		作期②区	6/9	65.6	114	2.0	6.3
		作期③区	6/15	67.5	117	3.0	7.0
	あきたこまち	対照区	5/18	61.6	(100)	2.0	6.7
		作期①区	6/3	61.0	99	1.0	6.2
		作期②区	6/9	56.8	92	1.0	6.9
		作期③区	6/15	53.3	87	1.5	6.3
	ゆめおぼこ	対照区	5/18	64.5	(100)	2.0	6.4
		作期①区	6/3	61.4	95	2.0	5.8
		作期②区	6/9	66.2	103	2.0	6.6
		作期③区	6/15	53.3	87	1.5	6.3
つぶぞろい	対照区	5/18	66.3	(100)	1.7	6.1	
	作期①区	6/3	70.2	106	3.0	5.9	

1)それぞれの品種の対照区を100とした時の相対値を示す。
 2)(一財)日本穀物検定協会東北支部による。1(1等上)~9(3等下)、外(等外)。

第6表 移植日の違いと食味官能評価

試験年次	品種名	試験区	移植日	総合	外観	香り	味	粘り	硬さ	パネル
2015年	あきたこまち	作期①区	6/9	-0.125	0.208	-0.125	-0.125	0.250	-0.458 **	24
		作期②区	6/15	-0.292	-0.042	-0.167	-0.250	-0.042	-0.125	
		作期③区	6/30	-1.208 **	-0.833 **	-0.792 **	-1.125 **	-0.750 **	0.375 *	
	ゆめおぼこ	作期①区	6/9	-0.500 **	-0.292 *	-0.292 *	-0.417 *	0.208	-0.042	23
		作期②区	6/15	-0.333 *	-0.333 **	-0.292 *	-0.083	-0.250	-0.083	
		作期③区	6/30	-1.958 **	-1.917 **	-1.792 **	-1.708 **	-1.042 **	0.167	
	ひとめぼれ	作期①区	6/9	-0.167	-0.167	0.000	-0.167	0.042	-0.458 *	24
		作期②区	6/15	-0.292 *	-0.250 *	-0.208	-0.167	0.292	-0.542 **	
		作期③区	6/30	-1.667 **	-1.458 **	-1.500 **	-1.500 **	-1.125 **	0.417 *	
	つぶぞろい	作期①区	6/9	-0.667 **	-0.250 *	-0.250	-0.500 **	0.417 *	0.083	23
		作期②区	6/15	-0.917 **	-0.667 **	-0.583 **	-0.917 **	-0.458 *	0.000	
		作期③区	6/30	-2.375 **	-2.167 **	-2.083 **	-2.208 **	-1.542 **	0.542 *	
2016年	秋のきらめき	作期①区	6/3	-0.067	0.333 **	0.000	0.000	-0.067	-0.200	14
		作期②区	6/9	-0.267	0.000	0.067	-0.267 *	-0.133	0.000	
		作期③区	6/15	-0.333 *	-0.133	-0.267 **	-0.133	-0.333 **	0.333	
	あきたこまち	作期①区	6/3	-0.063	0.188	0.000	0.000	-0.438 **	-0.250	16
		作期②区	6/9	-0.125	0.000	-0.063	0.000	-0.188	0.000	
		作期③区	6/15	0.188	0.188	0.063	0.125	-0.188	0.000	
ゆめおぼこ	作期①区	6/3	-0.125	0.083	-0.083	-0.083	0.000	-0.292 **	22	
	作期②区	6/9	-0.083	-0.042	-0.083	0.000	-0.083	-0.083		
つぶぞろい	作期①区	6/3	0.250 *	-0.083	-0.042	0.250 **	0.000	-0.167	22	

1)表中の**、*はそれぞれ1%、5%水準で有意差があることを示す。
2)各品種とも5/18移植を基準とした。



第6図 食味官能評価の総合評価値と各項目
(外観, 香り, 味, 粘り, 硬さ) の評価値の関係

1)図中の**は1%水準で有意差がある。

3. 移植時期の移動による作期の拡大

各品種の作期の策定のため、(1)式を用い、平均気温(場内気象観測装置による)、移植日及び出穂期のデータからパラメーターを決定した(第7表)。設定されたパラメーターを用いた予測式から、「あきたこまち」の出穂期の実測値と計算値の関係を示すと第7図の通りとなった。また、RMSE(平均平方二乗誤差)は全ての品種で2日以内であった(第7表)。

低温に遭遇し障害不稔を起す可能性を回避するための日最低気温17℃以下の出現頻度が安定して10%以下を満たす最初の日は7月12日であり(第8図)、それに12日を加えた7月24日が好適出穂期の早限となった。

登熟について出穂後40日間の平均気温との関連を検討したところ、玄米重は出穂後40日間の平均気温が22℃以上だと対照区比90%以上を確保できるが、20℃以下になると低下がみられた(第9図)。玄米外観品質は出穂後40日間の平均気温が22℃以上だと3以上で安定して良く、20℃以下になると低下がみられた(第10図)。玄米タンパク質含有率(%)は出穂後40日間の平均気温の高低に関わらず一定の傾向はみられなかった(第11図)。また、食味官能試験の総合評価は、出穂後40日間の平均気温が22℃以上だと作期区は対照区と比較して有意差が認められないのに対し、20℃以下では食味評価が有意に劣る場合が多かった(第12図)。これらの結果は、登熟に出穂後40日間の平均気温が22℃を必要とするとしている報告(農林水産省

2018, 内島 1983)とほぼ一致したが、外観品質や食味の上でも同様に必要であることが確認された。従って、成熟日は、出穂後40日間の平均気温の平年値が22℃以上であることを前提としつつ、「秋のきらめき」と「あきたこまち」は出穂後積算気温950℃到達日、「つぶぞろい」は1050℃到達日(秋田県 2018b)として、移植日毎に予測される成熟日を算出した。

このようにして検討した作期拡大のためのスキームを示すと第13図のようになり、これに従い早生から晩生の「秋のきらめき」、「あきたこまち」、「つぶぞろい」を使用した品種構成による作期の選定イメージをアメダスデータを利用し策定した(第14図)。

作付け例として、矢印線で示したアメダスデータ秋田を参考にできる地域では、早生から晩生まで熟期の早い順に移植した場合、移植期間が5月13日から6月10日まで、刈り取り期間が9月1日から10月6日までと考えられた。さらに、早生の品種を用いた遅植え栽培を利用することにより移植期間が6月20日まで拡大可能と考えられた。

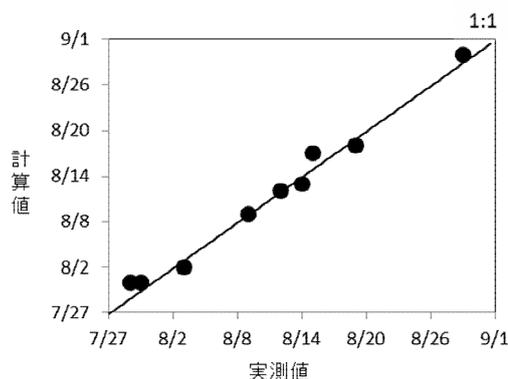
今後は、直播や疎植栽培等他の栽培技術を組み合わせた作期を策定するとともに、メッシュ気象データを

使用して生産現場に作期拡大に関する情報を提示できるようにする必要がある。また、育成中の熟期の早い系統に関して、遅植えた場合の栽培適性を調査することが重要と考えられた。

第7表 DVRのパラメーターとRMSE

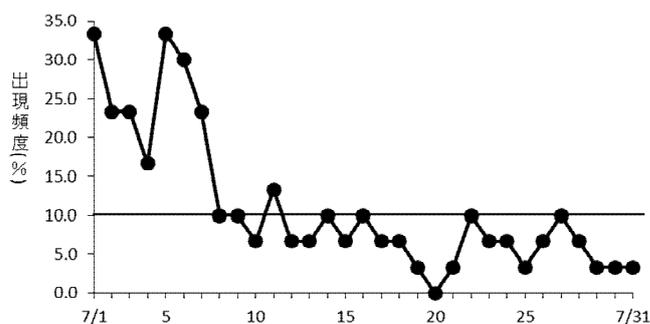
	X1	X2	RMSE
秋のきらめき	-0.00258	0.000859	1.15
あきたこまち	-0.00562	0.000976	1.20
ひとめぼれ	-0.00626	0.000944	1.53
ゆめおぼこ	-0.00516	0.000905	1.31
つぶぞろい	-0.00480	0.000873	1.31

1)RMSE: 平均平方二乗誤差



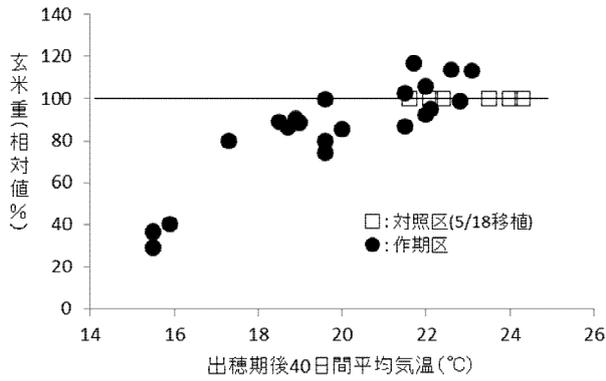
第7図 「あきたこまち」の出穂期予測

1)移植日を0としてDVRを積算して1に到達した日を
出穂期とした。DVR=X1+X2*T (Tは日平均気温)。

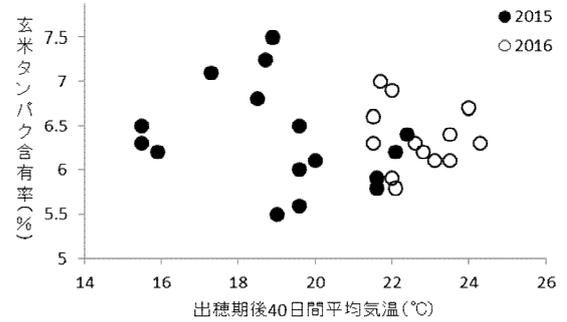


第8図 日別最低気温17℃以下の出現頻度

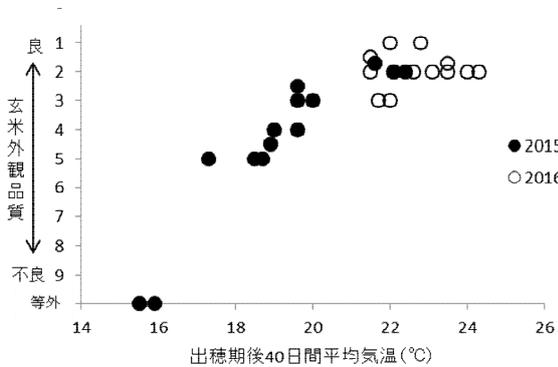
(外観, 香り, 味, 粘り, 硬さ)の評価値の関係
1)アメダスデータ秋田の日別最低気温の平年値を使用。



第9図 出穂期後40日間平均気温と玄米重の関係

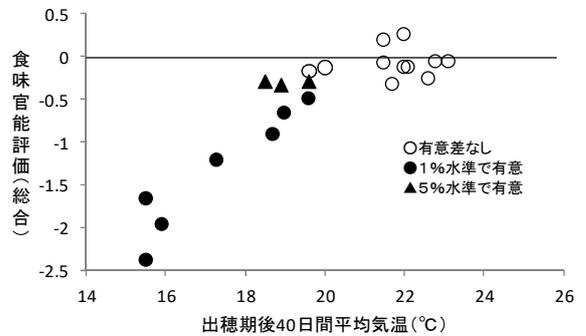


第11図 出穂期後40日間平均気温と玄米タンパク質含有率の関係



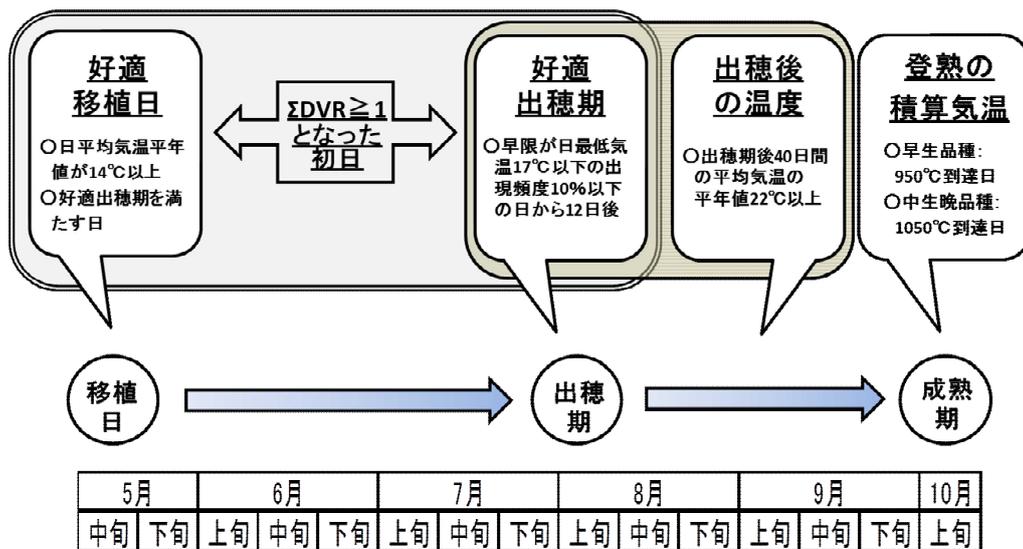
第10図 出穂期後40日間平均気温と玄米外観品質の関係

1) 玄米外観品質は(一財)日本穀物検定協会東北支部による。
1 (1等上) ~ 9 (3等下)、外 (等外)。

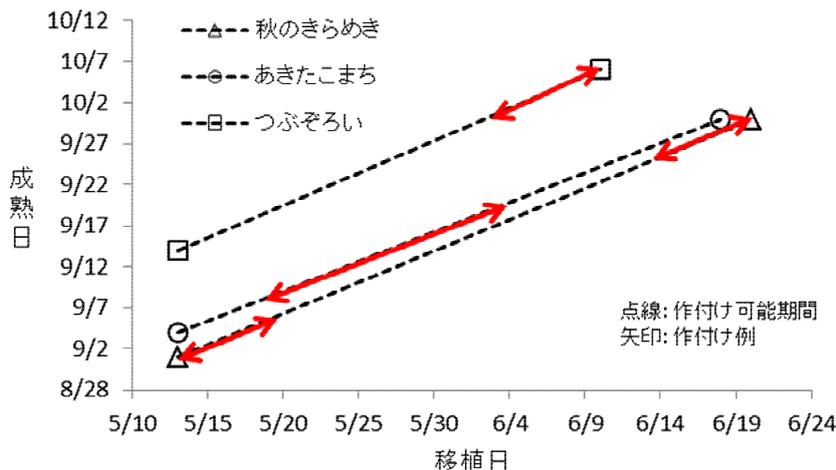


第12図 出穂期後40日間平均気温と食味官能評価(総合)の関係

1) 基準品種は5/18移植とした。



第13図 作期拡大のためのスキーム



第14図 品種構成による作期の選定イメージ

1)アメダスデータ秋田の日平均気温の平年値を使用。

摘 要

稲作の大規模化に対応するため、秋田県の奨励品種5品種を用い移植時期の移動による作期拡大について2015、2016年に検討した。

移植時期の移動のために播種時期を変えた場合、播種日が遅くなるほど草丈が長く、苗の充実度は低下した。

移植後は両年とも移植日から出穂期までの日数が対照区に比べ作期区で短くなり、作期が遅くなると気温の低下により登熟が緩慢となり出穂期から成熟期までの期間は長くなる傾向であった。

2015年は8月下旬以降が低温・寡照により登熟が抑制され、移植時期が遅くなると、特に収量、品質、食味の低下が著しかった。2016年は8月中旬以降高温・多照により登熟が促進された。

2015、2016年の結果およびDVR等を利用し好適移植日の早限、好適出穂期の早限および出穂後の気象条件から作期拡大のためのスキームを作成した。それにより移植日毎に予測される成熟日を算出し、奨励品種数品種による作期の選定イメージを策定した。

引用文献

- 1) 秋田県. 2015. 高品質・良食味米安定生産マニュアル. p.1-2.
- 2) 秋田県. 2018a. 第3期ふるさと秋田農林水産ビジョンについて.
- 3) 秋田県. 2018b. 稲作指導指針 平成30年度版. p.60, 61, 77
- 4) 江幡守衛. 1990. 有効積算温度とイネの生長. 第2報イネの出穂・開花および登熟における有効積算温度. 日作紀 59(2):233-238.

- 5) 日影勝幸・小田中温美. 2009. 水稻湛水直播栽培の播種期の違いによる収量・品質関連形質の特徴. 岩手農研セ研報. 9:21-28.
- 6) 星川清親. 1986. 食用作物. 養賢堂. 697p.
- 7) 伊五澤正光・多田 徹・石川 洋・畠山 均・菊池浩之. 1990. 水稻の苗及び移植期の組合せによる作期拡大. 東北農業研究. 43:15-16.
- 8) 岩手県. 2007. 水稻湛水直播栽培の出穂期予測と収穫適期中の拡大. 平成19年度試験研究成果書. [http://www2.pref.iwate.jp/~hp2088/seika/h19/h19_fukyu01.pdf]. 2018年9月8日参照.
- 9) 鎌田金英治・福田兼四郎. 1983. 農業気象的にみた秋田県における水稻の地帯区分と冷害危険度・安全作期. 秋田県農業試験場研究報告25:33-57.
- 10) 川方俊和. 2005. 発育ステージ予測のための多項式・関数式DVRの計算表示プログラム. 農研機構. Homepage. [http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2005/tohoku05-03.html]. 2018年9月8日参照.
- 11) 宮武恭一. 2016. 多品種栽培による作期拡大と米の販売方策. 日本政策金融公庫. [http://www.jfc.go.jp/n/finance/keiei/pdf/2110.pdf]. 2018年9月8日参照.
- 12) 中村 薫・橋本俊司・湯谷一也. 1993. 水稻の作期と収量・品質について. 第2報 水稻の作期拡大による機械の効率的利用について. 日本作物学会中国支部研究収録. 34:38-39.
- 13) 農研機構. 1990. 水稻の苗の種類の組み合わせによる作期拡大. 研究成果情報. 農研機構. Homepage. [http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyuhou/H02/tnaes90017.html]. 2018年9月8日参照.
- 14) 農林水産省. 2018. 稲作改善指導要領. 第4章安

- 定生産のための栽培ポイント. [http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_schi_kizyun/aom5.html]. 2018年9月17日参照.
- 15) 佐藤雄幸・松本眞一・加藤雅也・佐藤宏朗・金和裕. 2012. 高温登熟を避ける水稲品種「あきたこまち」の好適出穂期と移植時期の推定. 秋田県農林水産技術センター農業試験場研究時報. 第51号.
 - 16) 柴田 智・佐山 玲・伊藤征樹. 2018. 水稲の移植時期と品種の組み合わせによる作期の拡大. 作物学会東北支部会報 第61号:27-28
 - 17) 竹生新治郎. 1987. 米の食味. 食糧庁米流通消費対策室・全国米穀協会. 58-70.
 - 18) 内島立郎. 1983. 北海道, 東北地方における水稲の安全作季に関する農業気象学的研究. 農技研報A 31:23-113.

