

酒造好適米「吟風」「彗星」における移植時期の調整による品質改善

佐々木 亮*¹ 後藤 英次*²

北海道産の酒造好適米「吟風」「彗星」の千粒重の増加には、移植時期の調整が有効である。千粒重は品種間差を示すとともに、出穂前後の平均気温 (θ_B) と強い正の相関を示した。北海道において、出穂前後の平均気温は気象の変動によって大きく影響を受けるものの、出穂期が遅いほど、より高い値を得ることが期待できる。このため、酒造好適米に適する出穂期は慣行栽培よりも遅く、かつ登熟に支障がでない範囲に調整することが望ましい。また、移植日の調整による出穂前後の平均気温の確保はタンパク質含有率の低減にも効果が認められた。

緒言

北海道の酒造好適米は、主要産地の一つである兵庫県のものに比べ千粒重が軽く、粗タンパク含有率が高いことから、酒造適性が劣ることが示されている¹⁵⁾。

酒造好適米において、千粒重は重要視される品質項目の一つである。酒造好適米は粒が大きく充実が良いと、醸造現場において搗精歩留りがよく原料処理や製麹が有利である⁹⁾。また、北海道の酒造好適米品種「吟風」「彗星」は、千粒重が重いほど粗タンパク質含有率が低い傾向を示し、適性が向上する¹⁶⁾。このことから、千粒重は重要視する必要がある。

しかしながら、北海道における酒造好適米の千粒重の増大を目的とした栽培技術の研究報告は少ない。水稻の追肥が一般的な府県では、酒造好適米の千粒重は追肥法によって増加できる報告がある^{12) 13)}。しかし北海道の追肥は直播栽培などでの限定的な実施にとどまっている現状に加え、圃場面積が大きく労力を要するため、早急な普及は期待できない。また、北海道の主食用米に対する施肥技術は生殖生長を抑制する傾向であり、千粒重への効果が期待しにくい。すなわち、基肥施肥窒素量ならびに栽植密度はタンパク質含有率への影響が認められるものの、千粒重への影響は認められない^{1) 2)}。さらに、側条施肥はタンパク質含有率を低減できる反面、千粒重の

低下を伴うとの報告が多い^{7) 14)}。このように、「吟風」「彗星」の千粒重は施肥技術による改善が難しいものと懸念される。

一方で、水稻の千粒重は、もみ殻の形成期を含む出穂前30日間や登熟期間の生育条件と関係が深いことが認められている¹¹⁾。このため、北海道の主食用米において幼穂形成期以降冷害危険期までの深水灌漑により幼穂を保温することや、登熟期間の土壌水分を一定以上に維持し登熟を良好に保つ⁶⁾ことが有効であると指摘されている¹⁷⁾。これらの技術は北海道において基本技術として酒造好適米生産現場にも既に普及しているが、「吟風」「彗星」の千粒重はこれらの技術のみでは十分な向上に至っていない。また、田中からは酒造適性の関連指標と気象の関係を整理し、穂ばらみ期に相当する期間の最高気温ならびに胚乳肥大初期に相当する期間の最高気温と千粒重の相関を指摘している¹⁵⁾。穂ばらみ期の最高気温の影響は府県でも報告されている⁸⁾ものの、いずれも年次変動や地域間差の影響を評価したものであり、栽培法との関連は未検討である。

そこで本報では、北海道の酒造好適米の品質改善のために、特に出穂前後の気温を確保する観点から、千粒重を改善する栽培技術を検討した。

試験方法

1. 移植時期が「吟風」「彗星」の特性に及ぼす影響

試験は上川地域比布町の上川農業試験場（以下、上川農試と略）ならびに空知地域岩見沢市の中央農業試験場（以下、中央農試と略）で2005-2008年に実施した。本田施肥量は上川農試で窒素、リン酸、加里いずれも9kg/10a、

2019年8月23日受理

*¹ (地独) 北海道立総合研究機構上川農業試験場(現: 同中央農業試験場, 069-1395 夕張郡長沼町)

E-mail: sasaki-makoto@hro.or.jp

*² 同上(現: 同中央農業試験場, 069-0365 岩見沢市)

中央農試が同8kg/10aとした。移植時期は3水準（慣行区（5月20日ごろ）、1週間遅植え区（5月27日ごろ）、2週間遅植え区（6月3日ごろ）とした。品種は「吟風」ならびに「彗星」を供試し、それぞれ35～40日育苗になるよう播種日を調整した成苗ポット苗を栽植密度22～24株/m²で移植した。反復数は使用した圃場の面積に応じて異なるため、それぞれのデータ数は同一ではない。

精玄米重は出穂期以降の日平均気温を積算した出穂期後平均気温積算（以降、と θ_A 略す）1000～1100℃・日で50株を刈り取り、玄米は1.90mm篩で選別し、精玄米重は水分15%に換算した。千粒重は1.90mm篩で選別した玄米を測定し、水分15%に換算した。タンパク質含有率は90%精白米を硫酸一過酸化水素分解法を経て測定した窒素含有率に5.95を乗じて算出した。気象データは上川農試近隣の比布アメダスデータおよび中央農試近隣の岩見沢アメダスを利用した。出穂前24日以降30日間日最高最低平均気温（以降、 θ_B と略す）は区ごとの出穂期を調査し、出穂期24日前から出穂期5日後までの日最高最低平均気温（日最高気温と日最低気温の和を2で除した値）の平均を算出した。 θ_B は北海道において出穂早限を設定する目的で不稔歩合20%を発生する温度条件を求めるための温度指標である^{3) 5) 18)}。

統計解析はSAS社JMP9を利用した。

2. 収穫時期が「吟風」「彗星」の特性に及ぼす影響

試験は上川農試ならびに中央農試で2005-2008年に実施した。移植時期は上川農試の2005-2006年が慣行（5月20日ごろのみで、他は3水準とした。収穫は区ごとの出穂期に対応して、 θ_A がそれぞれ設定した水準（900～1300℃・日）に達した日に収穫した。玄米は1.90mm篩で選別した。

産米の外観品質は2005-2006年上川農試が静岡製機ES-1000を利用し、他はサタケ社穀粒判別機RGQI10Bを

利用した測定値である。測定機器が異なるため、分析値をそれぞれの1000℃区を100とした比に換算した。

他の条件は上記試験1に準じた。

3. アメダスデータを用いた出穂前後気温平年値の検討

気象データは上川農試近隣の比布アメダス、中央農試近隣の岩見沢アメダスを利用した。出穂前24日以降30日間日最高最低平均気温平年値（以降、 θ_B 平年値と略す）は、1979年から2009年まで30ヵ年のアメダス平均値を利用して、設定した期間の出穂想定日に対し、24日前から5日後まで30日間の日最高最低平均気温の平均を算出した。 θ_A 平年値は出穂想定日から10月1日までの期間の日平均気温を積算した。10月1日までの期間とした設定は、1979年以降の比布ならびに岩見沢アメダスデータにおいて、降霜が懸念される最低気温3℃以下となる日の出現が、例外的な年次を除き、10月5日以降に散見でき（データ略）、さらに収穫作業などに要する日数を勘案して、基準日に設定した。出穂以降40日間日最高最低平均積算気温（以降、登熟温度と略す）は、出穂想定日以降40日間の日最高最低平均気温を積算した。登熟温度は北海道の主食用米向けの出穂晩限を設定する指標である^{3) 5) 18)}。

なお、本報は出穂前後の気温指標として、生産現場での理解の容易さを勘案し、従来から北海道で利用されている θ_A あるいは θ_B を用いることを選択した。

結 果

1. 移植時期が「吟風」「彗星」の特性に及ぼす影響

出穂期は、産地および移植日の間で差が認められた。すなわち、出穂期は1週間遅植え区が慣行区より1～4日遅く、2週間遅植え区が慣行区より7～10日遅くなった（表1）。

θ_B は、2週間遅植え区>1週間遅植え区>慣行区の順で

表1 品種や試験地ごとの移植時期が出穂期に及ぼす影響

品種	試験地	処理	移植日	出穂期
吟風	上川農試	慣行	5月20日	7月24日 ± 2.9日
		1週間遅植え	5月27日	7月26日 ± 3.0日
		2週間遅植え	6月4日	8月3日 ^{注3)}
	中央農試	慣行	5月23日	8月2日 ± 4.9日
		1週間遅植え	5月30日	8月4日 ± 0.0日
		2週間遅植え	6月7日	8月9日 ± 3.3日
彗星	上川農試	慣行	5月20日	7月24日 ± 3.3日
		1週間遅植え	5月28日	7月28日 ± 3.6日
		2週間遅植え	6月4日	8月3日 ^{注3)}
	中央農試	慣行	5月23日	8月2日 ± 2.7日
		1週間遅植え	5月30日	8月3日 ± 0.0日
		2週間遅植え	6月7日	8月9日 ± 2.4日

注1) 成苗ポット苗（35～40日苗）を供試した。

注2) 移植日は2005～2008年の平均値、出穂期は平均値と標準偏差を示す。

注3) 上川農試の2週間遅植え区は2008年だけの単年データであり、標準偏差は算出せず。

表2 移植時期が農業特性に及ぼす影響

品種	移植時期	n	移植日	出穂期	籾数 (千粒/m ²)	不稔歩合 (%)	千粒重 (g/千粒)	精玄米重 (g/m ²)	タンパク質含有率 (%)	出穂前	出穂以降
			(5月1日を基準日とした日数)	(7月1日を基準日とした日数)						24日以降30日間日最高最低平均気温 (θ _B) (°C)	40日間日最高最低平均気温 (θ _A) (°C・日)
吟風	慣行	34	20 c	28 c	28.8 b	14.6 a	23.8 b	534 b	6.9 a	20.6 b	852 a
	1週遅植え	20	27 b	30 b	32.6 a	10.3 b	24.6 a	615 a	6.3 b	20.9 b	850 a
	2週遅植え	18	36 a	38 a	25.4 b	8.9 b	24.3 ab	501 b	6.3 b	21.6 a	826 b
彗星	慣行	37	20 c	29 c	28.7 a	10.9 a	25.2 b	597 a	6.5 a	20.7 b	856 a
	1週遅植え	20	28 b	32 b	26.9 a	6.8 b	26.2 a	621 a	5.9 b	21.0 b	840 ab
	2週遅植え	24	36 a	38 a	25.8 a	6.5 b	26.0 a	562 a	5.8 b	21.8 a	826 b

要因	自由度	F値
年次	3	176 ***
試験地	1	377 ***
品種	1	2
移植時期	2	9054 ***

注1) 異なるアルファベットはそれぞれのペアごとにTukey-KramerのHSD検定によって5%有意な差が認められたことを示す。
 注2) ***は0.1%以下, **は1%以下, *は5%水準で有意であることを示す。

高い傾向を示した (表2)。反対に、登熟温度は慣行区>1週間遅植え区>2週間遅植え区の順で高い傾向を示した。

籾数は、「吟風」の1週間遅植え区でのみ慣行区よりも多くなったものの、「彗星」では同等であった。不稔歩合は1週間遅植え区ならびに2週間遅植え区が慣行区よりも少なかった。

産米品質ならびに精玄米重は移植時期による差が認められた。すなわち、1週間あるいは2週間遅植え区は慣行区に比べ千粒重が重く、タンパク質含有率が低かった。また、精玄米重は1週間遅植え区>慣行区>2週間遅植え区の順となる傾向を示した。

この時、千粒重はθ_Bに影響を受けた。いずれの品種においても、θ_Bは千粒重と正の相関を示した (図1)。

2. 収穫時期が「吟風」「彗星」の特性に及ぼす影響

玄米外観品質は収穫適期の指標となるθ_Aの影響が認められた。すなわち、「吟風」と「彗星」ともに整粒歩合の比はθ_A 900°C・日から1100°C・日にかけて増加し、概ね1150°C・日で頭打ちになる様相を呈した (図2)。また、未熟粒歩合の比は900°C・日から1100°C・日の範囲ではθ_Aが高いほど低下し、概ね1150°C・日で底打ちになる様相を呈した。胴割粒などを含む被害粒歩合の比はθ_Aが1100°C・日を超える範囲では、いずれの品種もθ_Aが高いほど増加した。

3. アメダスデータを用いた出穂前後気温平年値の検討

θ_Bは北海道の水稲が出穂を迎える7月4半旬以降、8月2半旬までの期間において、右肩上がりに増加した (図3)。

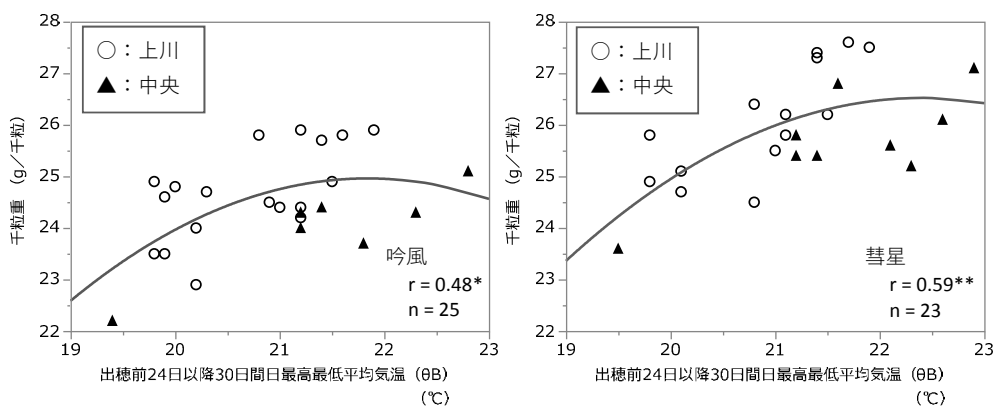


図1 千粒重と出穂前24日以降30日間日最高最低平均気温 (θ_B)

(左：吟風，右：彗星，2004～2008年)

注1) 凡例の上川は上川農試，中央は中央農試を示す。
 注2) 図中の近似線は最小2乗法により算出した下式曲線を示す。
 (吟風) $y = 13.3 + 0.54 \times \theta_B - 0.29 \times (\theta_B - 20.9)^2$
 (彗星) $y = 12.1 + 0.66 \times \theta_B - 0.27 \times (\theta_B - 21.2)^2$

θ_A 平均値は7月4半旬から8月2半旬までの期間において右肩下がり到低下した。 θ_A 平均値が1050°C・日まで

低下する出穂想定日は、比布アメダスで8月3日、岩見沢アメダスで8月6日と算出できた(図4)。

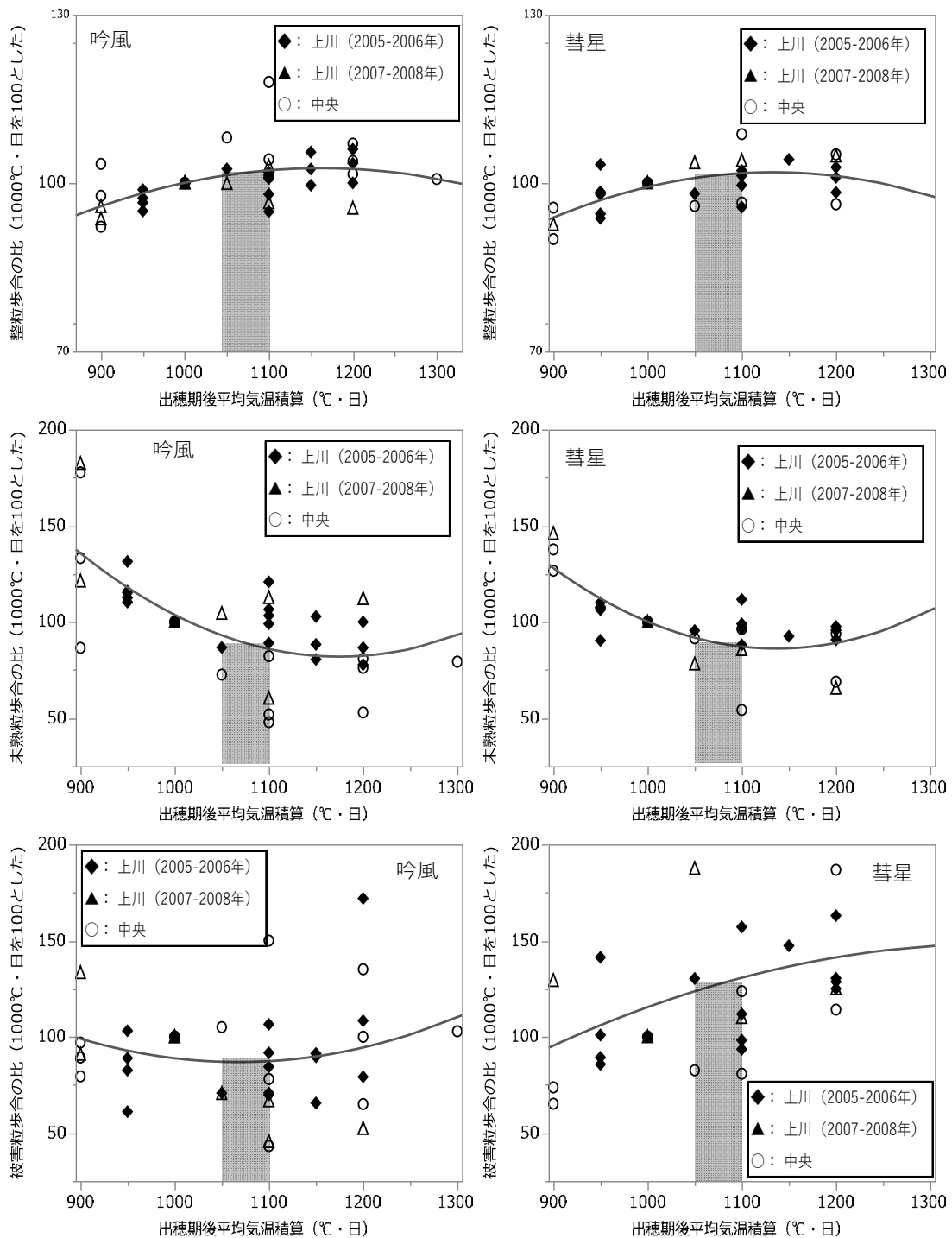


図2 出穂期後平均気温積算 (θ_A) が産米品質に及ぼす影響

- 注1) それぞれの産米品質の比は θ_A 1000°C・日の時の値を100とした比で示した。
- 注2) 上川農試2004~2005年は静岡製機ES-1000, 他はサタケ社穀粒判別機RGQI10Bによる測定値より算出した。
- 注3) 凡例の上川は上川農試, 中央は中央農試を示す。
- 注4) 図中の近似線は最小2乗法により算出した, 2次多項式曲線を示す。
- 注5) 図中の網掛け部は θ_A 1050から1100°C・日の範囲を示す。

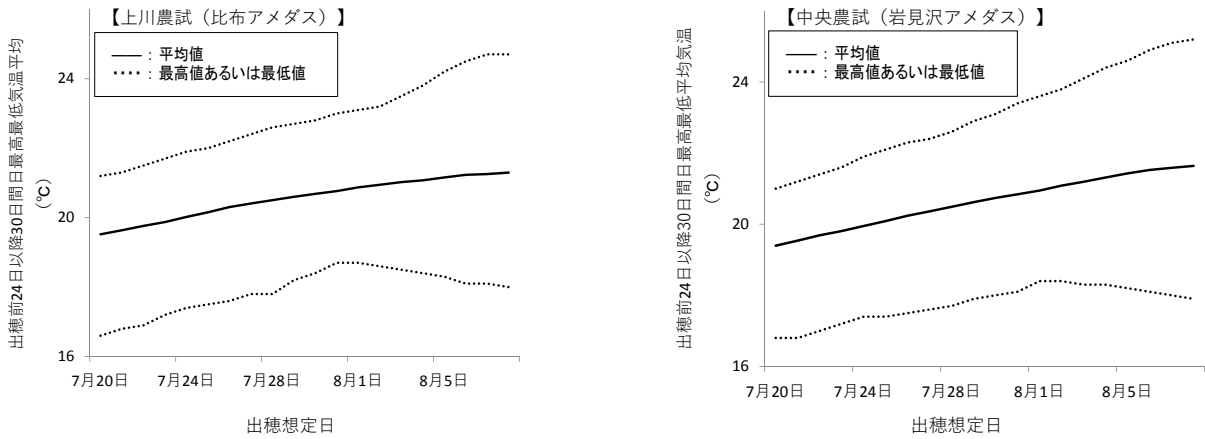


図3 出穂想定日ごとの出穂前24日以降30日間日最高最低平均気温 (θ_B) 平年値

注1) 左：上川農試，右：中央農試を示す。
 注2) 1979-2008年アメダスデータを用いて算出した。

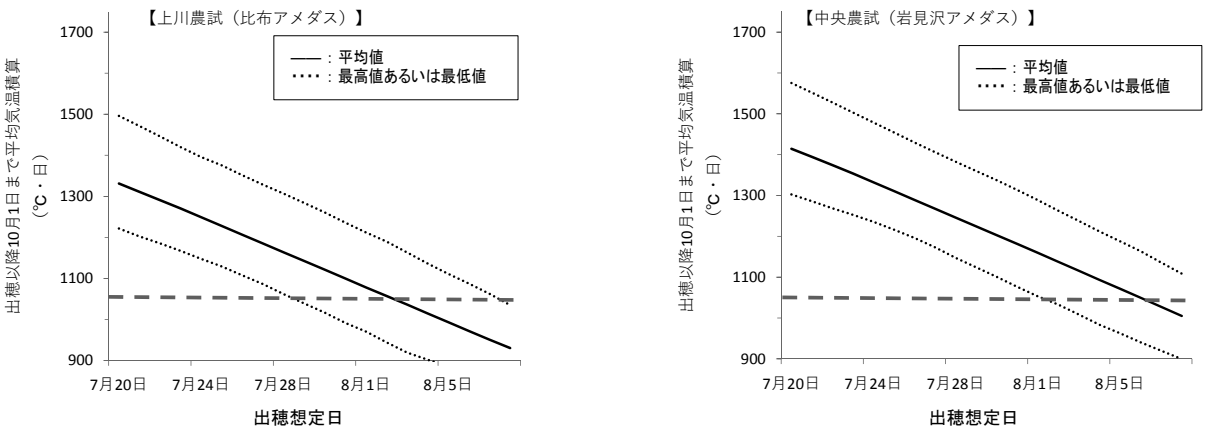


図4 出穂想定日ごとの出穂以降10月1日まで平均気温積算 (θ_A) 平年値

注1) 左：上川農試，右：中央農試を示す。
 注2) 1979-2008年アメダスデータを用いて算出した。
 注3) 図中の破線は θ_A 平年値1050°C・日を示す。

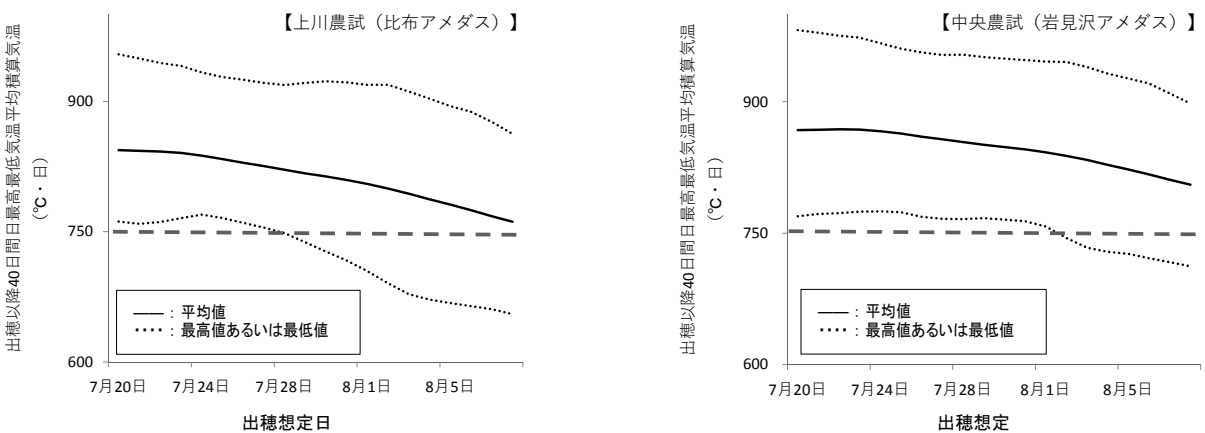


図5 出穂想定日ごとの出穂以降40日間日最高最低平均積算気温（登熟温度）平年値

注1) 左：上川農試，右：中央農試を示す。
 注2) 1979-2008年アメダスデータを用いて算出した。
 注3) 図中の破線は登熟温度平年値750°C・日を示す。

登熟温度平年値は7月4半旬から8月2半旬までの期間において右肩下がりに低下した。一方で、8月6日までの期間に限ると、登熟温度平年値は750°Cを上回る値を示した。

考 察

「吟風」「彗星」の千粒重は、 θ_B が高いほど重くなった(図1)。水稻の千粒重は籾殻の大きさと肥大する玄米の重さで決定され¹⁰⁾、籾殻の大きさは2次枝梗分化期～穎花発育期の環境条件に強く影響を受けることが示されている^{4) 10)}。「吟風」「彗星」の穎花発育期は出穂期-19～-10日の期間に相当する¹⁶⁾。また、2次枝梗分化期は穎花分化期直前の2～3日間であり¹⁹⁾、これは幼穂形成始期にあたる。これらから、出穂24日前から30日間の平均気温である θ_B は、2次枝梗分化期～穎花発育期の期間を含む、気温指標と言える。このため、 θ_B が高まると、籾殻の大きさが増大し、千粒重は増大したと考えられる。

この θ_B は年次や地域ごとの気象に大きく影響されるものの、出穂期の晩期化で向上できる。アメダスデータより算出した θ_B 平年値は7月4半旬以降、8月2半旬の範囲において、遅くなるほど高くなった(図3)。つまり、出穂期を遅く調整することで、北海道における酒造好適米の千粒重は向上が見込まれると判断できた。北海道の主食用米生産では、白度向上やアミロース含有率の低減による食味改善などを目的として、出穂期を早期化することが求められてきた⁶⁾。しかし、「吟風」「彗星」はアミロース含有率ではなく千粒重がより重要な品質指標であるため、主食用米とは異なり、その出穂期を遅く調整することが妥当である。

ただし、出穂期は過度に遅いと登熟に支障が生じるため、晩限の設定が必要である。そこで、十分な登熟を得られること、高度精米において支障となる胴割粒⁹⁾を含む被害粒が増加せず、かつ降霜が懸念される日までに収穫作業を終えることの観点から出穂期の晩限を検討した。まず、「吟風」「彗星」の品質と θ_A の関係から収穫適期を検討すると、整粒歩合の比が高く、未熟粒歩合の比と被害粒歩合の比が低い条件を満たす観点から、「吟風」「彗星」の収穫時期は θ_A で1050～1100°C・日が適期であると判断できた(図2)。これは主食用「きらら397」の950°C・日に比べ⁵⁾高い値である。登熟に要する日数が長くなることから、主食用米と異なる出穂晩限の設定が必要となる。そこで、降霜より早く1050～1100°C・日となる θ_A が得られる出穂想定日を検討した。上川農試を例とすると、 θ_A 平年値は7月4半旬で1100°C・日を大きく超え、以降8月2半旬までの期間において右肩下がりに低下する(図4)。そして、 θ_A 平年値が1050°C・日となる出穂想定日は8月3日であり、この日を晩限と設定できた。同様に中央農試では8月6日となった。

この酒造好適米向け出穂晩限は従来の主食用米向けの出穂晩限を満たす十分条件であった。北海道の主食用米向けの出穂晩限は登熟温度が750°C・日以上と設定されている¹⁸⁾。登熟温度平年値は上川農試の酒造好適米向け出穂晩限にあたる8月3日で794°C・日となり(図5)、同様に中央農試の8月6日で817°C・日となった。いずれも主食用米向けの出穂晩限の設定基準750°C・日を上回った。つまり、酒造好適米向けに設定した出穂晩限を満たす出穂日は、従来の主食用米向けの出穂晩限も満たす条件であった。以上から、酒造好適米の出穂晩限は先述した、降霜より早く θ_A 平年値1050°C・日となる日に設定して問題ないと判断できた。

これらにより、「吟風」「彗星」の出穂期は、期待する千粒重に対応した目標を設定できる。例えば、「吟風」において千粒重24.5gを目標とすると、 θ_B は20.5°C以上が必要であり(図1)、対応する出穂期は比布町のアメダスに基づく θ_B 平年値より7月28日以降と算出できる(図3)。また、前述したように比布アメダスに基づく出穂期の晩限は8月3日である。このため、千粒重24.5g/千粒を目標とすると、出穂期は7月28日以降8月3日までの期間が目標出穂期と設定される。

目標出穂期は栽培地域や苗の種類に対応する移植時期に調整することが有効である。「吟風」「彗星」は、いずれの試験地においても移植時期が遅いほど、出穂期が遅くなった(表1)。また、成苗における2週間遅植え区の出穂期は先述した出穂晩限より遅い場合が多かった。これらのことから、「吟風」「彗星」を成苗で栽培する場合の移植時期は、1週遅植え区に相当する5月6半旬が妥当であると判断された。本試験では1週間遅植区の移植後の生育に問題は認められず、成熟期の籾数や精玄米重に及ぼす影響は軽微であった(表2)。ただし、初期生育が必ずしも十分ではない地域や圃場に導入する場合は、生育量の確保や出穂期の過度の遅れに留意が必要と考えられた。

移植日の調整による θ_B の向上は産米タンパク質含有率低下にも有効であった。本試験において、「吟風」「彗星」のタンパク質含有率は1週遅植え区ならびに2週遅植え区が慣行区よりも低い値であった(表2)。この時、「吟風」「彗星」のタンパク質含有率は θ_B と弱い負の相関を示し、同時に θ_B は不稔歩合とも負の相関を示した(データ略)。つまり、出穂期が遅くなり、 θ_B で代表されるように冷害危険期ごろの気温が高くなったことが不稔を低減し、タンパク質含有率の低減につながったと考えられる。

以上のように、北海道の酒造好適米の酒造適性、特に千粒重を改善する栽培技術を検討した。酒造好適米の千粒重は、移植時期を調整することで改善が見込まれる。上川農試が位置する上川中央部を例にすると目標出穂期

は7月28日以降8月3日までであり、移植時期は成苗を利用する場合は5月6半旬であった。

引用文献

- 1) 後藤 英次, 野村 美智子, 稲津 脩. 寒地水稲における施肥法別の窒素利用率と各器官への分配率が白米タンパク質含有量に及ぼす影響. 日作紀75, 451-458. (2006)
- 2) 林 怜史. 北海道において疎植栽培されたイネ品種「ななつぼし」の生育, 収量および玄米品質. 日作紀. 86, 129-138. (2017)
- 3) 北海道農政部. 昭和62年指導参考事項「寒地水稲の計画作期および出穂予測に関する情報モデルの開発」. (1987)
- 4) 星川清. 新編 食用作物学. 養賢堂, 東京. 70-78. (1980)
- 5) 五十嵐俊成. 外観品質を左右する要因と向上対策. 北海道の米づくり. 社団法人北海道米麦改良協会. 札幌. 89-95. (2011)
- 6) 古原洋, 渡辺祐志, 竹内 晴信, 田中英彦, 丹野久, 五十嵐俊成, 後藤英次, 長谷川進, 沼尾吉則. 北海道米の食味・白度の変動要因と高位安定化技術. 北農. 69, 17-25. (2002)
- 7) 今野一男, 宮森康雄. 異なる移植方式における水稲側条施肥の窒素肥効. 北海道立農業試験場集報. 北海道立農業試験場. 72, 1-9. (1997)
- 8) 工藤晋平, 松田義弘, 石垣浩佳, 安食雄介, 村岡義之, 小関敏彦. 「出羽燦々」の酒米分析結果と気象条件等との相関関係について. 山形県工業技術センター報告 39, 53-58. (2007)
- 9) 前重道雅, 小林信也. 最新日本の酒米と酒造り. 養賢堂, 東京. 1-319. (2000)
- 10) 松島省三, 山口俊二, 真中多喜夫, 岡部俊, 小松展之. 水稲収量予察の作物学的研究(予報) X. 千粒重の予察(1) XI稔実歩合の予察. 日作紀 23, 41-46. (1953)
- 11) 松島省三. 稲作の理論と技術—収量成立の理論と応用—. 養賢堂, 東京. 1-302. (1960)
- 12) 柴田 智, 佐藤 雄幸. 酒造好適米「秋田酒こまち」の玄米横断面の心白型と千粒重の施肥反応. 日本作物学会東北支部会報. 51巻, 41-42. (2008)
- 13) 杉浦和彦, 大竹敏也, 林元樹. 酒造好適米「夢山水」の高品質・安定生産技術. 愛知県農業総合試験場研究報告. 49-56. (2001)
- 14) 高橋 能彦. 水稲不耕起移植栽培におけるペースト側条施肥の肥料利用率と稲体の窒素吸収特性. 日本土壌肥科学雑誌. 64巻, 681-684. (1993)
- 15) 田中一生, 平山裕治, 丹野久. 北海道と兵庫県の酒造好適米における農業特性と酒造適性の比較. 日作紀. 84, 182-191. (2015)
- 16) 田中 一生, 尾崎 洋人, 平山 裕治, 菅原 彰. 北海道で育成した酒造好適米品種における酒造適性の関連指標の年次変動に及ぼす最高気温の影響. 日作紀. 88, 9-17. (2019)
- 17) 丹野久. 寒地のうるち米における精米蛋白質含有率とアミロース含有率の年次間と地域間の差異およびその発生要因. 日作紀. 79, 1-15. (2010)
- 18) 丹野久. III水稲地帯別作付指標と品種特性1~3. 北海道の米づくり. 社団法人北海道米麦改良協会. 札幌. 16-27. (2011)
- 19) 吉田昌一. 稲作科学の基礎. 博友社, 東京. 55-62 (1986)

Quality improvement by adjustment of transplanting time in sake-brewing rice “Ginpuu” and “Suisei”.

Makoto SASAKI*¹ and Eiji GOTOU*²

Summary

The grain weight of sake-brewing rice “Ginpuu” and “Suisei” in Hokkaido can be increased by adjusting the transplanting time. The grain weight was strongly correlated with the average temperature before and after heading as well as the characteristics of the varieties. In Hokkaido, although this average temperature is greatly affected by the fluctuation of the weather, it can be expected to obtain a higher value by delaying the heading period compared with conventional cultivation. For this reason, it is desirable to adjust the heading time of sake-brewing rice cultivation to a later time than conventional cultivation and within a range that does not hinder ripening. It is effective to adjust the transplanting time later than conventional cultivation. In addition, adjustment of the heading date was effective in reducing the protein content rate.

*¹ Hokkaido Research Organization Kamikawa Agricultural Experiment Station (Present; Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-1395 Japan)

E-mail: sasaki-makoto@hro.or.jp

*² ditto., (Present; Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station, Iwamizawa, Hokkaido, 069-0365 Japan)