

岐阜県中山間地域における「コシヒカリ」の 良食味米生産を可能とする栽培管理技術の開発

可児友哉^{*}・佐藤秀人^a・山田隆史^b

岐阜県中山間農業研究所 509-4244 飛騨市古川町是重

Development of cultivation techniques for good taste rice "Koshihikari"

Tomoya Kani, Hideto Sato^a and Takashi Yamada^b

*Gifu prefectural Research Institute for Agricultural Technology in Hilly and Mountainous Areas,
Furukawa, Hida, Gifu 509-4244*

摘 要

岐阜県内中山間地域で栽培される「コシヒカリ」は、食味が良く市場評価が高い。しかし、近年は産地間競争が激化しており、一層の良食味米生産に取り組む必要がある。そこで、県内中山間地域の「コシヒカリ」の更なる評価向上のため、食味の指標として注目されている食味値と味度向上に有効な栽培技術の検討を行った。生育初期の基肥の施用量が食味に与える影響は少ないが、生育後期の追肥（穂肥）の施用量を減らすと玄米中のタンパク質含率が減少し食味値が向上した。移植時期を遅らせ、出穂期を後退させると、登熟期間の気温が低下し、味度が向上する効果が示唆された。その効果は年によって異なるが、5月下旬移植が適期だと考えられた。また、同一栽培年において移植時期が異なると登熟期間の日照時間が変化することで、食味値が変化する傾向が見られた。登熟期に圃場への水かけ流しを行うと、水温、地温が低下し、食味値、味度が向上することが推察された。ただし、かけ流しの効果が見られない年もあったため、かけ流しの効果は栽培年の気象等に左右されると考えられた。刈取り時期の違いによる食味値への影響は少ないが、味度は刈取り時期によって変化する可能性があると考えられた。

キーワード：、食味値、味度、施肥管理、移植時期、水管理、刈取り時期

緒 言

岐阜県内中山間地域で栽培される「コシヒカリ」は、品質・食味ともに市場評価が高く、消費者からの評価が高まっている。しかし、近年は産地間競争が激化しており、今後はより一層良食味米生産に取り組む必要がある。米の食味評価には一般的に食味値と味度が指標として使われており、これらの指標は、米・食味分析鑑定コンクール等でも評価基準として利用されて

いる。このことから、食味値と味度を指標として利用することで、県内「コシヒカリ」の更なる評価向上を図ることが可能であると考えられる。米の食味は、施肥管理や移植時期等栽培管理が食味に影響を及ぼすことが報告されている（松江ら、1991）。そこで本研究では、「コシヒカリ」の食味値と味度の向上に有効な栽培管理技術の検討を行った。

材料および方法

試験は、岐阜県中山間農業研究所内圃場（中粗粒灰色低地土、灰色系）で行った。栽植密度は、株間 18cm×条間 30cm の 18.5 株/m²とし、肥料は

*Corresponding author. E-mail:tomoya-kani@pref.gifu.lg.jp

^a現在：岐阜県農政部農政課

^b現在：岐阜県農政部農業経営課

基肥に化成肥料（コシヒカリ化成 10-12-12：ジェイカムアグリ株式会社）、穂肥に化成肥料（マップ 484 14-8-14：セントラル化成株式会社）を使用した。調査方法は、成熟期に圃場において穂数を計測した。成熟期は帯緑籾 10～20%時とした。刈取り後、日陰ではさ干しで玄米水分 14～15%を目安に乾燥調整を行った。乾燥調整後、大屋丹蔵製作所製総合調整選別機（OMSⅢ型）で脱穀、籾摺り作業を行い、食味・品質の調査を行った。タンパク質含有率、食味値調査は静岡製機社製食味計（ES-5000）、整粒率、未熟粒率、胴割率調査は穀粒判定機（BR-1000）、味度調査は東洋ライス株式会社製味度メーター（MA-30A）を使用した。収量は玄米水分 15%換算とし、玄米収量は、1.8mm 篩上の精玄米重とした。気象データは気象庁のアメダス高山の観測値を利用した。

試験1 基肥施肥量の影響

基肥の窒素施肥量を 0～5kg/10a の範囲で 3 水準設定し、「コシヒカリ」の生育、収量並びに食味値、味度、整粒率に及ぼす影響を調査した。窒素追肥は無施用とした。各試験年度の試験区、移植日については表 1 のとおりとした。なお、地域慣行基肥窒素量は 3kg/10a である。

試験2 追肥（穂肥）施肥量の影響

基肥窒素量は地域慣行の 3kg/10a に設定し、追肥量を 0～5kg/10a の範囲で 3 水準設定し、「コシヒカリ」の生育、収量並びに食味値、味度、整粒率に及ぼす影響を調査した。試験区、移植日については表 2 のとおりとした。追肥施用日は、地域慣行である出穂 18 日前を目安とした。なお、地域慣行の追肥窒素量は 3.5kg/10a である。

試験3 移植時期の影響

登熟期間中の気温を低下させるため、移植時期を、普通、晩植、極晩植と 10～14 日ずらした 3 水準設定し、「コシヒカリ」の生育、収量並びに食味値、味度、整粒率に及ぼす影響を調査した（2015、2016、2019 年は普通、晩植のみ）。各試験年度の移植日については、表 3 のとおりとした。施肥については基肥窒素施肥量 3kg/10a、窒素追肥は無施用で行った。

試験4 水管理の影響

登熟期間中の温度を低下させるため、圃場への水のかけ流しを行い、「コシヒカリ」の生育、収量並びに食味値、味度、整粒率に与える影響を調査した。かけ流しは圃場の片側（水口）からもう

片側（排水口）へ一定方向に流れるよう設定した。試験は同一圃場をあぜ波板で仕切り試験区を設置した。かけ流し期間は出穂後 20 日間とし 24 時間連続で行った。かけ流しには、用水と井戸水を使用し、水温の違いによる影響についても調査するため、その期間の水温、地温の変動を調査した。各試験年度の試験区、かけ流し期間については、表 4 のとおりとした。基肥は地域慣行窒素量の 3kg/10a、窒素追肥は無施用で試験を行った。

試験5 刈取り時期の影響

刈取り時期を変更した場合の「コシヒカリ」の食味値、味度、整粒率への影響を調査した。各試験年度の刈取り日については表 5 のとおりとした。

表 1 試験区の構成（試験 1）

年度	試験区 基肥-穂肥	窒素施肥量 (kg/10a)		移植日
		基肥	穂肥	
2016	0-0	0	0	5.23
	3-0	3	0	
	5-0	5	0	
2017	0-0	0	0	5.19
	3-0	3	0	
	5-0	5	0	
2018	0-0	0	0	5.18
	3-0	3	0	
	5-0	5	0	

表 2 試験区の構成（試験 2）

年度	試験区 基肥-穂肥	窒素施肥量 (kg/10a)		移植日 (月.日)	穂肥 施用日 (月.日)
		基肥	穂肥		
2016	3-0	3	0	5.23	7.21 ^{注1}
	3-2	3	2		
	3-3.5	3	3.5		
2017	3-0	3	0	5.19	7.17
	3-1.5	3	1.5		
	3-3	3	3		
2018	3-0	3	0	5.18	7.17
	3-3	3	3		
	3-5	3	5		

注 1) 2016年 3-3.5区のみ穂肥を 2 回に分けて施用

1 回目：窒素施肥量 2 kg/10a、7.21 施用

2 回目：窒素施肥量 1.5kg/10a、7.28 施用

表3 試験区の構成 (試験3)

試験区	移植日 (月・日)				
	2015	2016	2017	2018	2019
普通	5.18	5.23	5.19	5.18	5.17
晩植	6.01	6.02	5.31	5.31	5.31
極晩植	—	—	6.12	6.11	—

表4 試験区の構成 (試験4)

年度	試験区	移植日	かけ流し期間
		(月・日)	(月・日)
2017	慣行	5.31	なし
	用水かけ流し		8.15～9.04
2018	慣行	5.31	なし
	用水かけ流し 井戸水かけ流し		8.11～8.31

温度計測 (2018年)

水温：水深4cm地点 (10分間隔)

地温：地下4cm地点 (10分間隔)

使用機材：おんどとり Jr. RTR-52A (T&D社製)

表5 試験区の構成 (試験5)

年度	移植日 (月・日)	刈取り日 (月・日)
2017	5.18	9.06、9.11、9.20 (成熟期)、 9.25、10.02、10.17
2018	5.18	9.19 (成熟期)、9.25、10.02、 10.12
2019	5.17	9.13 (成熟期)、9.19、9.26

結果および考察

試験1 基肥施肥量の影響

結果を表6に示した。基肥量の食味値への影響は年による変動が見られ、2016年は0-0区、2017年は0-0、3-0区で最も高く、2018年は3-0、5-0区で最も高かった。また、タンパク質含有率が低い程、食味値は高かった。味度への影響も同様で、年による変動が見られた。玄米収量は、2017年は3-0区が最も多収であったが、その他の年では施肥量を減らすほど減収した。基肥量と整粒率の相関関係は見られなかった。

食味値はタンパク質含有率に大きな影響を受け

るが、そのタンパク質含有率は肥料中の窒素に大きな影響を受けることがわかっている (本庄ら.1971)。そこで、基肥の施肥量を変えて調査したが、タンパク質含有率、食味値への直接的な影響を見出すことはできず、基肥のみの操作で食味値を向上させることは難しいと考えられた。味度も同様であると考えられた。また、年による変動が見られることから、気温、日照時間等の栽培年の気象条件の影響を受けていると考えられ、それらの影響については今後継続調査していく必要がある。収量は、基肥量を増やすと穂数が増加し、収量も増加した。そのため、基肥量で収量を調整することは可能だと考えられた。しかし、収量が増えるほど食味値が低下する傾向も見られるため、施肥量には注意が必要である。

試験2 追肥 (穂肥) 施肥量の影響

結果を表7に示した。食味値は、いずれの年も追肥量が少ないほど高く、またタンパク質含有率が低かった。味度は、年によっては、追肥量が少ないほど高い傾向が見られた。玄米収量は、追肥量を減らすと減収する傾向が見られた。整粒率は、追肥量との相関関係は見られなかった。

タンパク質含有率は、生育後期の追肥に大きな影響を受ける (本庄ら.1971)。そこで、穂肥の施肥量を変え、調査したところ、飛騨地域においても、追肥量を減らすことで玄米タンパク質含有率が低下し、食味値は向上すると考えられた。味度については、年によって追肥量を減らすと向上する傾向が見られたが、食味値程の関係は見られず、気象条件等、他の要因の影響も受けていると考えられた。収量は、追肥量を減らすと減収した。試験1の結果を考慮すると、目標の収量・食味値を定めたいうえで、基肥量で収量を調整、それに応じた追肥を行うことで、目標の収量・食味値実現が可能となると考えられる。しかし、同様の施肥管理を行っても年によるばらつきが見られる。そのため、毎年安定した収量、食味値を実現するには、今後データを蓄積し、生育指数、土壌条件等に応じた施肥管理を検討していく必要がある。また本試験では基肥量をN:3kg/10aで統一して行ったが、基肥量を変更すると、稲の生育が異なるため、本試験と同量の追肥を行っても収量、食味値が異なる可能性がある。

試験3 移植時期の影響

結果を表8に示した。食味値は2016、2019年は普通区、2015、2017年は晩植区、2018年は極晩植区で最も高かった。味度は、2015年は差がなく、

表6 基肥施肥量が「コシヒカリ」の生育、収量並びに食味値、味度、整粒率等に及ぼす影響

年度	試験区	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	穂数 (本/m ²)	整粒率 (%)	タンパク 質含有率 (%)	食味値	味度	玄米 収量 (kg/a)
2016	0-0	8.06	9.11	282	71.8	5.3	93	90	46.5
	3-0	8.06	9.12	335	72.8	5.8	89	89	56.7
	5-0	8.06	9.13	427	73.2	6.0	87	89	66.2
2017	0-0	8.04	9.09	318	68.7	6.3	87	87	52.6
	3-0	8.04	9.13	359	72.4	6.4	87	86	60.4
	5-0	8.06	9.15	416	74.3	6.6	85	90	56.1
2018	0-0	8.02	9.16	270	79.8	6.9	82	88	48.4
	3-0	8.01	9.17	568	79.7	6.4	85	89	55.8
	5-0	8.01	9.17	511	78.8	6.4	85	90	60.6

表7 追肥（穂肥）施肥量が「コシヒカリ」の生育、収量並びに食味値、味度、整粒率等に及ぼす影響

年度	試験区	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	穂数 (本/m ²)	整粒率 (%)	タンパク 質含有率 (%)	食味値	味度	玄米 収量 (kg/a)
2016	3-0	8.06	9.12	335	72.8	5.8	89	89	56.7
	3-2	8.06	9.12	377	71.3	6.0	88	90	59.9
	3-3.5	8.06	9.13	372	75.7	6.2	86	89	65.1
2017	3-0	8.04	9.13	359	72.4	6.4	87	86	60.4
	3-1.5	8.04	9.13	396	65.5	6.6	85	89	60.3
	3-3	8.04	9.13	392	65.0	6.6	84	83	63.6
2018	3-0	8.01	9.17	568	79.7	6.4	85	89	55.8
	3-3	8.01	9.17	461	75.2	6.6	84	87	60.5
	3-5	8.01	9.18	559	72.2	7.0	80	85	65.5

2016、2017、2019年は晩植区、2018年は極晩植区で最も高かった。玄米収量、整粒率は移植時期との相関関係は見られなかった。また、移植時期を遅らせることで登熟期間の日平均気温が低下した。

米の食味は、栽培中の気象条件に大きな影響を受け、特に登熟期間中の気温は、米の食味に影響を与える（永畠ら.2004）。そこで、登熟期間中の気温を低下させるため、移植時期を遅らせ、出穂期を後退させた栽培方法が食味値、味度へ与える影響を調査したが、移植時期の食味値への直接的な影響を見出すことはできなかった。移植時期を変更することで、栽培中の気象条件が異なり、

その影響で食味値が変化した可能性が考えられた。気象条件の変化については、登熟期の遮光処理でタンパク質含有率が増加することが報告されている（若松ら.2006）。そこで、タンパク質含有率と出穂期から成熟期までの登熟期間中の日照時間の関係を調べると日平均日照時間が少ない程、タンパク質含有率が増加する傾向が見られた（図1）。このことから、同一年において移植時期が異なる場合、登熟期間の日照時間の違いにより、食味値が変化した可能性が考えられる。移植時期の味度への影響は、普通区の5月中旬移植から時期を遅らせ、5月下旬とすると向上する可能性が

あると考えられた。味度も気象条件による影響が考えられるため、登熟期間の日平均気温との相関関係を調べると、日平均気温が高くなると味度が低下する傾向が見られた(図2)。また、永島ら(2004)の報告でも高温条件下で、味度の低下が報告されている。これらのことから、移植時期を遅らせ、出穂期を遅延させ登熟期間の気温が下がることで、味度を向上させる効果があることが示唆され、この地域では登熟期間の日平均気温が23℃を超えると味度が低下する可能性が考えられた。ただし、極晩植区は栽培年によって極端に食味値、味度が異なっている。これは各栽培年の気象条件の違いにより生育量が異なったためと考えられ、実際に2017、2018年では極晩植区の穂数がかかなり異なっている。星野ら(1969)は気温によって分けつ数が異なることを報告しており、6月中旬移植は、気象条件の変化の影響を受けやすい可能性があり、そのため実施には注意が必要である。

試験4 水管理の影響

結果を表9に示した。各試験区の食味値は慣行水管理区と比較し、2017年では差は見られなかった。2018年は用水かけ流し区で1点高く、井戸水

かけ流し区では3点高かった。味度は2017年は用水かけ流し区で2点高く、2018年は用水かけ流し区で差はなく、井戸水かけ流し区では1点高かった。水温、地温はかけ流し処理を行うことで低下し、井戸水かけ流し区、用水かけ流し区、慣行水管理区の順で低かった(図3、図4)。玄米収量は2017年はかけ流し処理区でやや少なかったが、2018年は差がなかった。整粒率は、2017年は差がなかったが、2018年はかけ流し処理区で低下した。

以上の結果、食味値は登熟期のかけ流しによって向上する可能性が示唆された。しかし、かけ流しの効果は栽培年によって異なると考えられ、また、かけ流す水温によって効果に差があると考えられる。西田ら(2019)は、登熟期のかけ流し処理で水温が低くなると、玄米タンパク質濃度が低くなると報告している。本研究の2018年の試験において水温・地温は、井戸水かけ流し区、用水かけ流し区、慣行水管理区の順に低く、タンパク質含有率もその順に低かった。これは、水温・地温の低下により、土壤中の窒素の無機化量が減少し、稲の窒素吸収量が減少した結果、タンパク質含有率が低くなったと考えられる。

一方で、登熟期のかけ流し処理で、白未熟粒が

表8 移植時期が「コシヒカリ」の生育、収量並びに食味値、味度、整粒率等に及ぼす影響

年度	試験区	移植日	出穂期	成熟期	穂数 (本/m ²)	整粒率 (%)	タンパク質含有率 (%)	食味値	味度	玄米収量 (kg/a)	登熟期間	
											日平均気温 (°C)	日平均日照時間 (hr)
2015	普通	5.18	8.07	9.19	424	78.9	6.4	85	91	58.6	21.9	3.6
	晩植	6.01	8.12	9.30	396	75.3	6.4	86	91	62.0	20.6	3.5
2016	普通	5.23	8.06	9.12	335	72.8	5.8	89	89	56.7	24.2	6.1
	晩植	6.02	8.12	9.15	423	77.8	6.1	87	91	57.2	23.8	5.3
2017	普通	5.19	8.04	9.13	359	72.4	6.4	87	86	60.4	23.3	4.8
	晩植	5.31	8.15	9.28	453	73.0	6.1	89	90	60.6	20.8	4.6
	極晩	6.12	8.18	10.1	583	63.4	7.3	80	85	86.6	20.2	4.7
2018	普通	5.18	8.01	9.17	568	79.7	6.4	85	89	55.8	23.8	5.2
	晩植	5.31	8.10	9.24	414	76.9	6.3	87	90	57.4	22.4	4.2
	極晩	6.11	8.17	10.1	357	75.4	5.9	90	97	45.2	21.2	4.3
2019	普通	5.18	8.04	9.11	469	76.8	6.3	86	84	60.3	24.7	5.8
	晩植	5.31	8.14	9.20	411	84.7	6.7	84	91	50.1	23.8	4.7

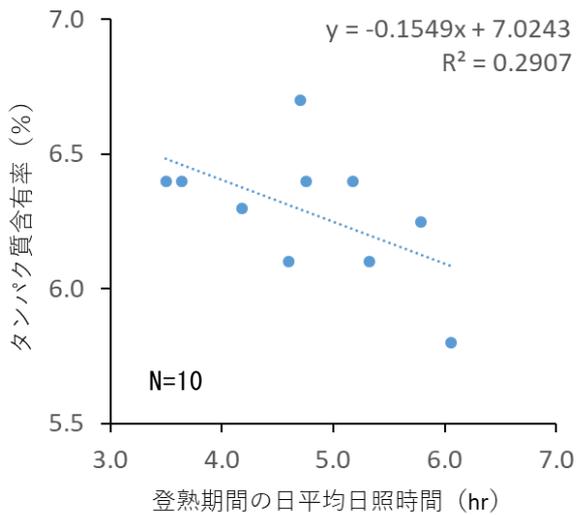


図1 タンパク質含有率と日照時間の関係
※極晩植区は除く

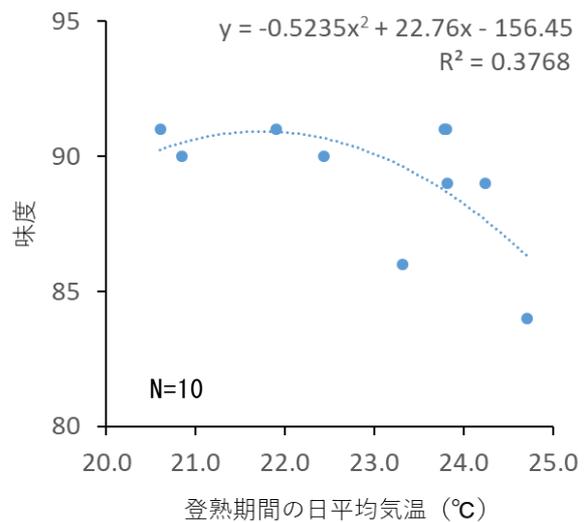


図2 味度と気温の関係
※極晩植区は除く

増加し、玄米品質の低下の可能性が報告されている(西田, 2019)。本研究においても2018年は、用水かけ流し区、井戸水かけ流し区で整粒率の低下が見られた。これも同様に、かけ流し処理を行うことで窒素の無機化量が減少し、稲が窒素不足に陥り、その結果整粒率が低下したという可能性が考えられる。かけ流し処理によって、食味値が向上する年があるが、整粒率の低下を招く可能性があるため、実施には注意が必要である。収量についても同様のことが考えられ、かけ流し処理を行うことで、地温が低下し、土壌中の窒素無機化量が減り、収量が低下する可能性がある。本試験では、窒素追肥をしないで栽培を行っているが、窒素追肥を行うことで、整粒率、収量の低下は改善できる可能性がある。味度については、かけ流しを行うことで向上する可能性が示唆されたが、年によって効果に差が見られた。本かけ流し試験では、試験3と同様、登熟環境の温度を低下させることができた。しかし、移植時期を変更した場合ほどの効果は見られなかった。水温を低下させた場合、温度低下の効果は稲体の下部では大きいですが上部では小さくなることが報告されている(西田ら, 2014)。そのため、移植時期を変更し、気温を低下させた場合とその効果は異なり、移植時期を変更させた場合の方が効果が大きかった可能性がある。今回の試験では、年によりかけ流しの効果に差が見られた。そのため、今後かけ流し処理が有効になる気象条件等について検討していく必要がある。また、本試験では晩植区においてかけ流し試験を行ったため、その効果は現れにくく

2018年はかけ流しの影響は小さかった可能性がある。

試験5 刈取り時期の影響

刈取り時期は米の食味に影響を与えると考えられるが、現行の刈取り適期と判断されている基準(成熟期：帯緑籾10～20%)は、食味値、味度への影響は考慮されていない。そこで、刈取り時期の影響を調査した結果を表10に示した。食味値は、刈取り時期によって変化は見られなかった。味度については、2017年は、帯緑籾10～20%時の成熟期(9月20日)から12日遅らせた10月2日刈取りが最も高く、それ以降遅らせると低下した。2018年は、成熟期(9月19日)から13日遅らせた10月2日刈取りが最も高かった2019年は成熟期(9月13日)が最も高かった。整粒率は早刈り、遅刈りを行うと低下した。

以上の結果、刈取り時期は食味値への影響は少ないと考えられた。一方、味度は刈取り時期によって変化する可能性があると考えられた。ただし、成熟期より12日程度刈取りを遅らせると最も高くなる年がある一方、成熟期での刈取りが最も高かった年もあったため、栽培年によりその適期は異なると考えられる。2019年は2017年、2018年と比較して登熟期間の日平均気温が高かった。原因は明らかでないが、高温年については刈取りを遅くすると味度が低下する可能性が考えられる。また、刈取り時期ずらすことで、未熟粒、胴割粒率が増加し、整粒率が低下する可能性があるため、実施の際は注意する必要がある。

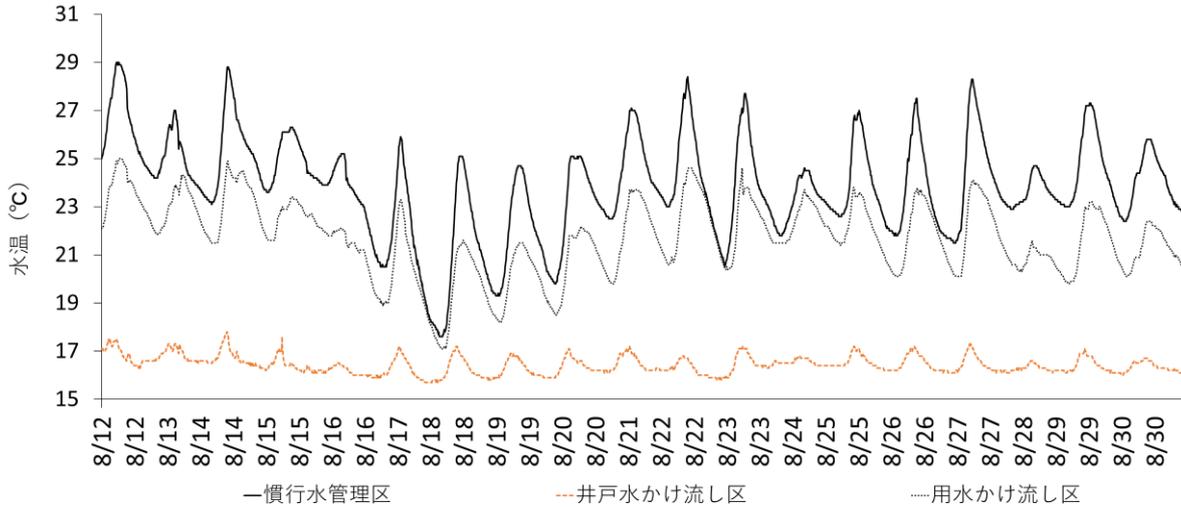


図3 圃場への水のかけ流しが水温の変動に及ぼす影響(2018)

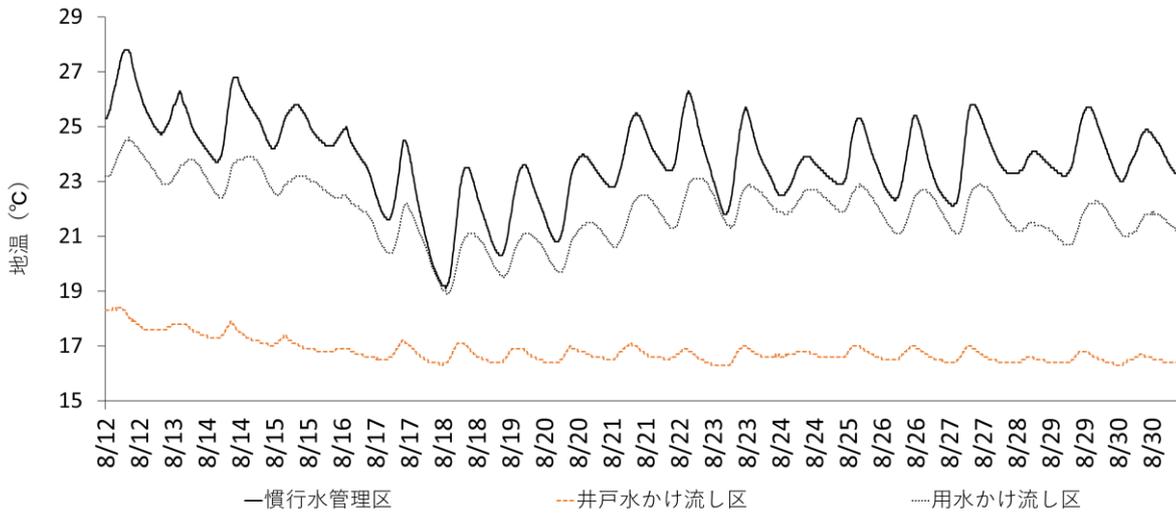


図4 圃場への水のかけ流しが地温の変動に及ぼす影響(2018)

表9 登熟期の水のかけ流しが「コシヒカリ」の生育、収量並びに食味値、味度、整粒率等に及ぼす影響

年度	試験区	出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	整粒率 (%)	質含有率 (%)	タンパク質 (%)	食味値	味度	玄米収量 (kg/a)
2017	慣行水管理	8.15	9.28	73.0	6.1	89	90	60.6	
	用水かけ流し	8.15	9.29	72.0	6.1	89	92	55.0	
2018	慣行水管理	8.10	9.24	76.9	6.3	87	90	57.4	
	用水かけ流し	8.10	9.26	69.9	6.1	88	90	58.7	
	井戸水かけ流し	8.10	9.26	69.0	5.8	90	91	55.7	

表10 刈取り時期が「コシヒカリ」の食味値、味度、整粒率等に及ぼす影響

年度	刈取り日 (月.日)	出穂期 (月.日)	整粒率 (%)	未熟粒 (%)	胴割 (%)	タンパク含有率 (%)	食味値	味度	出穂～刈取り		
									日数	積算気温 (°C)	日平均気温 (°C)
2017	9.06		52.8	36.6	0.1	6.5	84	91	34	808	23.8
	9.11		61.4	31.2	0.0	6.2	88	90	39	914	23.4
	9.20 (成熟期)		74.0	21.4	0.2	6.3	87	87	48	1081	22.5
	9.25	8.04	75.7	18.9	0.8	6.3	87	92	53	1171	22.1
	10.02		73.6	19.1	1.1	6.4	85	93	60	1281	21.4
	10.10		63.0	25.2	6.4	6.4	84	85	68	1407	20.7
	10.17		66.3	27.0	1.7	6.4	85	89	75	1508	20.2
2018	9.19 (成熟期)		73.5	23.5	0.3	6.1	87	82	49	1152	23.5
	9.25	8.02	71.8	26.4	0.2	6.2	85	88	55	1262	22.9
	10.02		72.7	25.4	0.5	6.1	87	93	62	1377	22.2
	10.12		70.1	26.9	1.2	6.1	85	92	72	1552	21.6
2019	9.13 (成熟期)		73.0	21.1	2.3	6.4	85	82	41	1014	24.7
	9.19	8.04	69.8	22.8	3.1	6.5	83	81	47	1138	24.2
	9.26		63.7	26.1	4.3	6.4	85	79	54	1272	23.6

引用文献

星野孝文・松島省三・富田豊雄・菊池年夫. 1969. 水稻収量の成立原因とその応用に関する作物学的研究. 第88報. 苗代期の気温, 水温の各種組み合わせ処理が同一葉令の水稻苗の諸形質に及ぼす影響. 日本作物学会紀事. 38:273-278.

本庄一雄. 1971. 米のタンパク含量に関する研究. 第2報 施肥条件のちがいが玄米のタンパク質含有率およびタンパク質総量に及ぼす影響. 日本作物学会紀事. 40(2):190-196.

松江勇次・水田一枝・古野久美・吉田 智彦. 1991. 第1報 移植時期, 倒伏の時期が米の食味および理化学的特性に及ぼす影響. 日本作物学会紀事. 60(4):490-496.

永島秀樹・黒田 晃. 2004. 高温処理が早生水稻の白未熟発生および食味関連形質に与える影響. 北陸作物学会報. 39:81-84.

西田和弘・宇尾卓也・吉田修一郎・塚口直史. 2014. 登熟期の冷水掛流し灌漑による稲体温度・群落内温度・地温低下の効果. 農業農村工学会論文集. 294:25-33.

西田和弘・塚口直史・柴田里子・吉田修一郎・塩沢昌. 2019. 低温・低窒素濃度の灌漑水を用いた掛流し灌漑が玄米タンパク質濃度および白未熟粒割合に与える影響. 農業農村工学会論文集. 309(87-2):219-226.

若松謙一・田中明男・上藺一郎・佐々木修. 2006. 水稻の暖地早期栽培における登熟期間の遮光が収量, 品質, 食味に及ぼす影響. 日作九支報. 72:19-21.