

東北地域における水稻品種「ちほみのり」、「いわいだわら」 および「えみのあき」の疎植栽培適性

福 篤 陽*¹⁾・太田 久稔*²⁾・横上 晴郁*²⁾・津田 直人*²⁾

抄 録：水稻の疎植栽培は、育苗箱数を減らすことができる省力栽培技術として注目されている。そこで、東北農業研究センターが育成した水稻品種「ちほみのり」、「いわいだわら」、および「えみのあき」の疎植栽培適性を東北地域の主力品種「あきたこまち」、「ひとめぼれ」との比較を通じて、明らかにしようとした。条間30 cm、株間15 cm (22.2株/m²) の標植栽培と比較して、条間30 cm、株間30 cm (11.1株/m²) の疎植栽培は、穂数が減少したが、1穂粒数が増加し、登熟歩合と千粒重は同程度であった。その結果、標植栽培と疎植栽培の間で、収量に有意な差異は認められず、また品質・食味にも有意な差異は認められなかった。そして、5品種の間で疎植適性に大きな差異は認められなかった。以上の結果から東北農業研究センター育成3品種は、「あきたこまち」や「ひとめぼれ」と同様に疎植栽培を実施することが可能と推察した。

キーワード：水稻、収量、食味、疎植、東北地域、品質

Adaptability for Sparse Planting of the Rice Varieties "Chihominori", "Iwaidawara" and "Eminoaki" in the Tohoku Region of Japan : Akira FUKUSHIMA*¹⁾, Hisatoshi OHTA*²⁾, Narifumi YOKOGAMI*²⁾ and Naoto TSUDA*²⁾

Abstract : Sparse planting of rice seedlings is effective for reducing the number of nursery boxes. In the present study, we examined the adaptability for sparse planting in three rice varieties, "Chihominori" "Iwaidawara" and "Eminoaki" bred by the Tohoku Agricultural Research Center, NARO (TARC), compared with the elite varieties in the Tohoku region, "Akitakomachi" and "Hitomebore". Sparse planting at a hill spacing of 30 cm and row spacing of 30 cm (11.1 hills m⁻²) and conventional planting at a hill spacing of 15 cm and row spacing of 30 cm (22.2 hills m⁻²) were compared in the field experiment. Sparse planting was found to reduce the number of panicles per area and increase the number of spikelets per panicle, and did not affect thousand grain weight or percentage of ripened grain. Appearance grain quality and eating quality under sparse planting were not significantly different from those under conventional planting. Adaptability for sparse planting did not differ among the 5 varieties. We conclude that sparse planting is practical not only for "Akitakomachi" and "Hitomebore", but also for the three varieties bred by TARC.

Key Words : Rice, Yield, Eating quality, Sparse planting, Tohoku region, Appearance grain quality

* 1) 現・農研機構食農ビジネス推進センター (Agri-Food Business Innovation Center, NARO, Tsukuba, Ibaraki 305-8517, Japan)

* 2) 農研機構東北農業研究センター (Tohoku Agricultural Research Center, NARO, Daisen, Akita 014-0102, Japan)
2017年6月20日受付、2017年8月28日受理

I 緒 言

わが国の水稲作においては、生産者の高齢化・減少に伴う労働力の減少、および経営規模の拡大などの理由から、育苗箱数を減らすことができる疎植栽培が注目されている。水稲の栽植密度に関しては、古くは密度反応に関する個体群生態学的な研究が展開されたことがあったが、対象とする密度反応が、個体群生態学では0.1倍～10倍、作物学が0.5倍～2倍と大きく異なることから、個体群生態学的な研究が作物学に応用されることは少なくなっている(川嶋 1986)。一方、実用的な疎植栽培を含めた栽植密度に関しても、古くから数多くの栽培試験が実施されており、各地域において長年の研究や経験に基づいた最適な栽植密度が定着している。東北地域においては、最近でも、主力品種の疎植栽培に関する研究が続けられている(齋藤ら 2008、齋藤・若生 2009、2010、松波ら 2013、新妻・肥田野 2013、工藤 2014)。

農研機構東北農業研究センター(以下、東北農研)においては、中食・外食向け品種の「えみのあき」(2013年育成、梶ら 2017)、「ちほみのり」(2014年育成、太田ら2016)、飼料用米向け品種の「いわいだわら」(2013年育成、福寫ら 2014)を育成してきた。これらの中食・外食向け、あるいは飼料用米向け水稲品種の栽培においては、労力を削減できることが望ましく、その方法として疎植栽培が挙げられる。しかし、これら東北農研育成3品種は、「あきたこまち」や「ひとめぼれ」などの東北地域の主力品種と生育特性が異なるので、疎植栽培適性も異なる可能性がある。疎植栽培に関連する品種特性としては、早晩性および草型が挙げられる。早晩性に関しては、極端な早生品種は疎植栽培に適さないと予測されるが、どの程度の生育期間があれば、疎植栽培が可能であるかは不明である。草型に関しては、疎植栽培では穂数の確保が難しいので穂数の多い品種が適しているという考え方もあるが、実際に穂数型・穂重型と疎植適性の関係を明確に示した報告はみあたらない。すなわち、品種の疎植適性を一般化することは難しく、栽培地域、栽培条件に応じて品種の疎植適性を確認する必要がある。そこで、本研究では、まず、疎植栽培と標植栽培の収量・品質・食味の各品種に共通する差異を明らかにし、次に、東北農研育成3品種の疎植適性を、東北

地域の主力品種「あきたこまち」、「ひとめぼれ」との比較を通じて明らかにしようとした。

II 材料と方法

東北農研が育成した「えみのあき」、「ちほみのり」、「いわいだわら」、および東北地域の主力品種である「あきたこまち」、「ひとめぼれ」を用いた。2014年～2016年の3年間に、東北農研大仙研究拠点(秋田県大仙市)の水田圃場において、栽植様式を主区、品種を副区とする分割区法2反復の栽培試験を実施した。育苗播種は、2014年4月24日、2015年4月23日、2016年4月21日、移植時期は2014年5月23日、2015年5月22日、2016年5月20日であった。標植栽培は条間30 cm、株間15 cm(22.2株/m²)の1株3本の手植え、疎植栽培は条間30 cm、株間30 cm(11.1株/m²)の1株3本の手植えとした。基肥には窒素・リン酸・カリを同成分量含む化成肥料、追肥には窒素・カリを同成分量含む化成肥料を用いた。窒素施肥量は、基肥5 kg/10a、追肥2 kg/10aとした。追肥時期は、2014年7月9日、2015年7月9日、2016年7月11日とした。葉色値(SPAD値)を、葉緑素計(コニカミノルタ社)を用いて、出穂期前および登熟期に測定した。成熟期以降に、1区当たり、標植栽培は40株、疎植栽培は20株を地際から収穫し、収量・品質・食味の調査に供試した。生育・収量の調査は福寫ら(2015)の方法により行った。玄米の外観品質(以下、品質)は目視で評価した(井上ら 1996)。精玄米の蛋白質含量(以下、玄米蛋白質)は、近赤外分光分析装置(FOSS社 infratecl214)を用いて測定した。精玄米重、千粒重、玄米蛋白質は水分15%に換算して示した。食味官能試験は、福井・小林(1996)を参考にして、東北農研職員により実施した。これらとは別に、成熟期以降に1区当たり2株を収穫し、福寫ら(2017)の方法により、1穂粒数、登熟歩合等を測定した。

III 結 果

年次別の気象概況、出穂期および精玄米重を表1に示した。試験を実施した3年間は平年値と比較して、気温はやや高い傾向にあり、日照時間は、2014年の8月が短く、2016年の8月が長かった。出穂期は、2014年がやや早く、2016年は標植栽培が疎植栽培よりも明らかに早かった。精玄米重は、いずれの

表1 年次別の気象概況、出穂期および精玄米重

年次	平均気温 (°C)			日照時間 (時間/月)			出穂期 (月.日)		精玄米重 (g/m ²)	
	6月	7月	8月	6月	7月	8月	標植栽培	疎植栽培	標植栽培	疎植栽培
2014	21.3	23.7	23.9	184	189	100	7.30	7.31	680	647
2015	19.8	23.6	24.0	194	181	158	8.2	8.3	676	666
2016	19.6	23.1	25.4	163	171	232	7.31	8.3	529	548
3年平均	20.2	23.5	24.4	180	180	163	8.1	8.2	629	620
平年値	19.2	22.6	24.1	165	156	185				

平均気温および日照時間は、気象庁が公表している秋田県大仙市のデータを用いた。出穂期、精玄米重は5品種の平均値。

表2 東北地域の水稲品種における栽植様式が葉色値 (SPAD 値) に及ぼす影響

品種	栽植様式	2014年		2015年		2016年		
		8月13日	7月2日	7月18日	8月18日	7月5日	7月13日	8月15日
ちほみのり	標植栽培	39.0	41.7	39.2	37.7	38.0	36.2	29.3
	疎植栽培	39.3	41.3	41.9	37.9	41.4	41.2	33.2
いわいだわら	標植栽培	39.3	39.3	36.6	37.0	35.9	33.3	29.3
	疎植栽培	39.7	38.5	41.0	38.2	40.1	37.7	34.1
あきたこまち	標植栽培	38.3	42.9	38.6	35.5	41.2	37.8	32.9
	疎植栽培	38.8	45.6	46.2	39.0	45.4	42.3	33.0
ひとめぼれ	標植栽培	36.7	41.4	37.3	34.3	38.7	35.5	31.0
	疎植栽培	36.0	43.8	43.0	35.5	42.4	42.1	30.9
えみのあき	標植栽培	36.0	43.4	40.0	35.1	40.8	39.2	30.4
	疎植栽培	36.1	44.6	45.5	36.5	44.9	44.4	31.7
標植栽培平均値		37.8	41.7	38.3	35.9	38.9	36.4	30.6
疎植栽培平均値		37.9	42.7	43.5	37.4	42.8	41.5	32.6
分散分析	品種	*	**	**	NS	**	**	NS
	栽植様式	NS	*	**	**	**	**	**
	交互作用	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS

**、*、NS は、2 要因の乱塊法 (5 品種 × 標植栽培・疎植栽培 × 2 反復) において 1%水準、5%水準で有意であること、有意でないことを示す。

栽植様式においても2016年が少なかった。

葉色値を表2に示した。2014年は、登熟期の葉色値に栽植様式による差異は認められなかったが、2015年と2016年は、疎植栽培は標植栽培より、出穂前の葉色値が高く、登熟期の葉色値も高かった。

疎植栽培は標植栽培と比較して、出穂期は1.4日、成熟期は1.5日遅かった(表3)。稈長は1.9 cmの差と僅かであるが、1%水準で有意に長くなった。また、穂数は18%少なく、千粒重に有意差は認められなかった。2015年、2016年に実施した簡易調査によると(表4)、疎植栽培は標植栽培と比較して、1次枝梗数に有意差は認められなかったが、1次籾数が10%多く、2次籾数が31%多いために、1穂籾数は18%多かった。そして、登熟歩合に有意差は認められず、1穂粒数が21%多かった。以上の結果、5品種の精玄米重の平均値は、標植栽培が629g/m²、疎植栽培が620g/m²であり、栽植様式による有意差

は認められなかった。乾物生産の点からは、疎植栽培は標植栽培と比較して、藁重が有意に少ないために風乾全重も有意に少なかった。倒伏程度には、栽植様式による有意差は認められなかったが、軽度の倒伏が認められた「あきたこまち」と「ひとめぼれ」においては、疎植栽培により倒伏程度が軽減される傾向が認められた。品質や玄米蛋白質は、栽植様式による有意差は認められなかった。また、食味官能試験においても、光沢、粘り、総合値のいずれの項目においても栽植様式による有意差は認められなかった(表5)。

疎植適性の品種間差異をみると、精玄米重を含む多くの形質に有意な品種間差異が認められたが、品種と栽植様式の交互作用には、精玄米重を含む多くの形質で有意差は認められなかった。すなわち、疎植適性に大きな品種間差異は認められなかった。ただし、穂数に関しては、交互作用に1%水準の有意

表3 東北地域の水稲品種における栽植様式が生育・収量・品質に及ぼす影響

品種	栽植様式	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂数 (/m ²)	疎植・標 植比(%)	精玄米重 (g/m ²)	疎植・標 植比(%)	千粒重 (g)	風乾全重 (g/m ²)	薬重 (g/m ²)	倒伏程度 (0-5)	品質 (1-9)	玄米蛋白質 (%)
ちほみのり	標植栽培	7.28	9.10	69.0	499		613		22.1	1568	797	0.1	4.3	7.09
	疎植栽培	7.28	9.10	70.7	398	80	593	97	22.1	1460	712	0.2	4.6	7.08
いわいだわら	標植栽培	7.29	9.12	78.3	296		698		26.3	1720	840	0.0	7.2	6.43
	疎植栽培	7.30	9.13	79.3	265	90	693	99	25.8	1653	774	0.0	7.2	6.49
あきたこまち	標植栽培	7.30	9.11	81.0	479		601		21.9	1637	877	1.3	4.2	7.09
	疎植栽培	7.31	9.13	81.7	368	77	596	99	22.2	1540	796	0.5	4.2	7.05
ひとめぼれ	標植栽培	8. 4	9.19	80.7	513		662		22.5	1753	923	2.1	4.3	6.52
	疎植栽培	8. 5	9.21	83.3	418	81	648	98	22.3	1663	853	1.4	4.3	6.34
えみのあき	標植栽培	8. 5	9.21	62.0	496		569		22.5	1580	852	0.0	3.8	6.72
	疎植栽培	8. 7	9.25	65.7	413	83	571	100	22.2	1567	840	0.0	3.8	6.71
標植栽培平均値		8. 1	9.15	74.2	457		629		23.1	1652	858	0.7	4.8	6.77
疎植栽培平均値		8. 2	9.16	76.1	372	82	620	99	22.9	1577	795	0.4	4.8	6.73
疎植・標植比(%)		1. 4	1.5	103	82		99		99	95	93	-0.3	0.0	99
品種		**	**	**	**		**		**	**	**	**	**	**
分散分析	栽植様式	*	**	**	**		NS		NS	**	**	NS	NS	NS
	交互作用	NS	NS	NS	**		NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS

2014~2016年試験の平均値。疎植・標植比：疎植栽培の値÷標植栽培の値×100、ただし、出穂期、成熟期、倒伏程度、品質は疎植栽培の値-標植栽培の値。倒伏程度：0(皆無)~5(完全倒伏)。品質：1(上上)~9(下下)。**、*、NSは、年次を反復とする2要因の乱塊法(5品種×標植栽培・疎植栽培×3年間)において1%水準、5%水準で有意であること、有意でないことを示す。

表4 東北地域の水稲品種における疎植栽培が穂の形質に及ぼす影響

品種	栽植様式	1次枝梗数	1次籾数	2次籾数	1穂籾数	疎植・標植比 (%)	2次籾率	登熟歩合 (%)	1穂粒数
ちほみのり	標植栽培	7.0	37	27	64		0.41	92.9	59
	疎植栽培	7.3	40	37	77	121	0.48	93.0	72
いわいだわら	標植栽培	11.6	63	50	113		0.44	83.9	94
	疎植栽培	11.7	66	60	125	111	0.47	88.4	111
あきたこまち	標植栽培	8.1	42	20	62		0.32	89.8	56
	疎植栽培	8.5	46	29	75	121	0.38	92.4	70
ひとめぼれ	標植栽培	7.3	40	17	57		0.30	93.0	53
	疎植栽培	8.7	49	24	73	129	0.33	94.3	69
えみのあき	標植栽培	7.8	44	17	61		0.28	93.5	57
	疎植栽培	8.1	48	22	71	115	0.32	90.8	64
標植栽培平均値		8.4	45	26	71		0.35	90.6	64
疎植栽培平均値		8.8	50	34	84	118	0.40	91.8	77
疎植・標植比(%)		106	110	131	118		113	101	121
品種		**	**	**	**		**	NS	**
分散分析	栽植様式	NS	**	**	**		*	NS	**
	交互作用	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS

2015、2016年試験の平均値。疎植・標植比：疎植の値÷標植の値×100。1次枝梗に着生した籾を1次籾、2次枝梗に着生した籾を2次籾とした。2次籾率=2次籾数/1穂籾数。**、*、NSは、年次を反復とする2要因の乱塊法(5品種×標植栽培・疎植栽培×2年間)において1%水準、5%水準で有意であること、有意でないことを示す。

差が認められ、「いわいだわら」は、他品種と比較して、疎植栽培による穂数の減少程度が小さかった。

IV 考 察

まず、年次間差異をみると、2016年は登熟期間の葉色値が低く(表2)、精玄米重が少なかった(表

2)。このことから、2016年は窒素不足のために減収したことが示唆されるが、減収あるいは窒素不足の原因の詳細は明らかではない。本研究は3年間に共通する疎植栽培の特性およびその品種間差異について明らかにしようとした。

最近の東北地域の水稲の疎植栽培に関する報告を

表5 東北地域の水稲品種における疎植栽培が食味官能評価に及ぼす影響

試験番号	品種名	栽植様式	評価 (-3 ~ +3)		
			光 沢	粘 り	総合値
試験1	あきたこまち	標植栽培	0.00	0.00	0.00
		疎植栽培	-0.05	-0.31	-0.39
	ちほみのり	標植栽培	0.13	0.00	0.00
		疎植栽培	0.08	0.06	0.18
	いわいだわら	標植栽培	-0.01	-0.24	-0.28
		疎植栽培	-0.27	-0.27	-0.12
	分散分析	品種	*	NS	NS
		栽植様式	NS	NS	NS
		交互作用	NS	NS	NS
	試験2	ひとめぼれ	標植栽培	0.00	-0.10
疎植栽培			-0.11	-0.07	-0.13
あきたこまち		標植栽培	-0.08	-0.26	-0.32
		疎植栽培	-0.24	-0.37	-0.39
えみのあき		標植栽培	-0.02	0.11	-0.02
		疎植栽培	-0.10	0.00	-0.13
分散分析		品種	NS	NS	NS
		栽植様式	NS	NS	NS
		交互作用	NS	NS	NS

試験1、試験2ともに2014年～2016年に各1回実施した。パネル数は9人～14人であった。試験1は「あきたこまち」の標植栽培を基準品種、試験2は、2014年は「あきたこまち」の標植栽培、2015年、2016年は「ひとめぼれ」の標植栽培を基準品種とした。評価は-が劣り、+が優れる。*、NSは、年次を反復とする2要因の乱塊法(3品種×標植栽培・疎植栽培×3年間)において、5%水準で有意であること、有意でないことを示す。

整理すると、穂数は減少するが、1穂粒数が増加し、収量はほぼ同等であることはすべての報告に共通している(齋藤ら 2008、齋藤・若生 2009、2010、松波ら 2013、新妻・肥田野 2013、工藤 2014)。そして、疎植栽培では、葉色値は高めに推移するが、玄米蛋白質や品質は変化しないとする報告が多い。以上の結果は、本研究の供試5品種においても同様であった(表2、表3、表4)。さらに、本研究においては、疎植栽培によって食味が有意に変化しないことを示した(表5)。一方、松波ら(2013)は、秋田県の「あきたこまち」の疎植栽培について、品質が低下し、玄米蛋白質が増加すること、工藤(2014)は、青森県の「つがるロマン」の肥効調節型肥料を用いた疎植栽培について、慣行の追肥体系による標植栽培と比べて玄米蛋白質が増加することを報告している。以上から、東北地域における水稲の疎植栽培においては、標植栽培と同等の収量・品質、食味を得られることが多いが、一部の栽培地域や栽培条件によっては、品質の低下や玄米蛋白質の増加を招くことがあると推察される。

さらに本研究においては、1穂粒数を分解して解析し、疎植栽培は標植栽培より2次粒数が多く、2次粒率が高いことを明らかにした(表4)。Matsue

ら(1994)は1次粒の玄米は2次粒の玄米より食味が優れることを示し、吉永ら(2012)は、東北地域における直播栽培の品質が優れる要因として、1穂粒数が少なく2次粒数が少ないことを挙げている。しかし、本研究においては、標植栽培と比較して、2次粒率が高い疎植栽培において、品質や食味が劣るという結果は認められなかった(表3、表5)。すなわち、1穂粒数や2次粒率の増加は、場合によっては、品質・食味の低下の要因となるが、疎植栽培による1穂粒数や2次粒率の増加が品質や食味に及ぼす影響は少ないと判断される。

疎植適性の品種間差異に関しては、精玄米重に品種と栽植様式の交互作用が認められず、本研究の疎植の範囲内においては疎植適性の品種間差異はほとんど存在しないと判断された。当初、早生品種は、疎植栽培において生育量が不足することが懸念されたが、出穂期が早い「ちほみのり」や「いわいだわら」と出穂期が遅い「ひとめぼれ」や「えみのあき」の間で疎植栽培に対する反応性が特に異なることはなかった。また、「いわいだわら」は、穂数が少ないために疎植栽培に適さないことが懸念されたが、他品種と比較して、疎植栽培による穂数の減少程度が小さく、疎植栽培によって精玄米重が特に減

少することはなかった。

以上のように、本研究においては、標植栽培と疎植栽培の間で、収量・品質・食味に有意な差異は認められず、5品種の間で疎植適性に大きな差異は認められなかった。また、本研究は極端な疎植栽培(11.1株/m²)であったので、より標植栽培に近い疎植栽培であるならば、両者の収量・品質・食味の差異はさらに小さくなるものと推察される。よって、東北農研育成3品種は、「あきたこまち」や「ひとめぼれ」と同様に疎植栽培を実施することが可能と判断された。ただし、東北農研育成3品種は、「あきたこまち」や「ひとめぼれ」より耐倒伏性が優れているため、多肥条件での多収を期待できる。多肥条件における疎植栽培に関しては別途検討する必要がある。

引用文献

- 1) 福井清美, 小林 陽. 1996. 食味官能検査. (山本隆一, 堀末 登, 池田良一編, イネ育種マニュアル). 養賢堂. p.74-76.
- 2) 福寫 陽, 太田久稔, 梶 亮太, 津田直人, 中込弘二, 山口誠之, 片岡知守, 遠藤貴司, 田村泰章. 2014. 東北中南部の飼料用米生産に適した水稲品種「いわいだわら」の育成. 東北農研研報 116: 1-11.
- 3) 福寫 陽, 太田久稔, 梶 亮太, 津田直人. 2015. 生産力検定試験成績を利用した水稲の収量形成要因の解析. 日作紀 84: 249-255.
- 4) 福寫 陽, 横上晴郁, 津田直人. 2017. 東北地域における多収・高品質の水稲品種を育成するために着目すべき形質の解析. 日作紀 86: 236-242.
- 5) 井上正勝. 1996. 玄米外観品質. (山本隆一, 堀末 登, 池田良一編, イネ育種マニュアル). 養賢堂. p.115-118.
- 6) 梶 亮太, 太田久稔, 福寫 陽, 横上晴郁, 津田直人, 山口誠之, 中込弘二, 遠藤貴司. 2017. いもち病圃場抵抗性が強い直播向き良食味水稲品種「えみのあき」の育成. 東北農研研報 119: 29-40.
- 7) 川嶋良一. 1986. 第3章 栽植密度(移植水稲)の試験研究をめぐって. (川嶋良一著, 農業技術研究の原点を求めて). 農業技術協会, p.71-94.
- 8) 工藤予志夫. 2014. 水稲「つがるロマン」の肥効調節型肥料を用いた疎植栽培. 日作東北支部報 57: 41-42.
- 9) Matsue, Y.; Odahara, K.; Hiramatsu, M. 1994. Differences in protein content, amylose content and palatability in relation to location of grains within rice panicle. Jap. J. Crop Sci. 63: 271-277.
- 10) 松波寿典, 能登屋美咲, 松本眞一, 三浦恒子, 佐藤雄幸, 松波麻耶. 2013. 疎植栽培した「あきたこまち」の生育, 収量, 品質. 日作東北支部報 56: 25-26.
- 11) 新妻和敏, 肥田野喜隆. 2013. 福島県会津平田部におけるコシヒカリの疎植栽培. 日作東北支部報 56: 29-30.
- 12) 太田久稔, 山口誠之, 福寫 陽, 梶 亮太, 津田直人, 中込弘二, 片岡知守, 遠藤貴司. 2016. 多収で直播栽培向きの良食味水稲品種「ちほみのり」の育成. 東北農研研報 118: 37-48.
- 13) 齋藤博行, 秋場善憲, 早坂 崇. 2008. 山形県における水稲「はえぬき」の疎植栽培について. 日作東北支部報 51: 3-4.
- 14) 齋藤博行, 若生 崇. 2009. 水稲「はえぬき」の疎植栽培における品質食味について. 日作東北支部報 52: 9-10.
- 15) 齋藤博行, 若生 崇. 2010. 山形県における水稲「コシヒカリ」の疎植栽培について. 日作東北支部報 53: 63-64.
- 16) 吉永悟志, 長田健二, 白土宏之, 福田あかり. 2012. 寒冷地の水稲湛水直播栽培における品質関連形質の特徴とその変動要因. 日作紀 81: 432-440.