

令和5年度

作況ニュース

〈特別編〉

令和5年産水稻・大豆の 収量・品質低下要因と今後の技術対策

～気象変化に対応した技術対策により、
収量・品質の安定確保を！！～

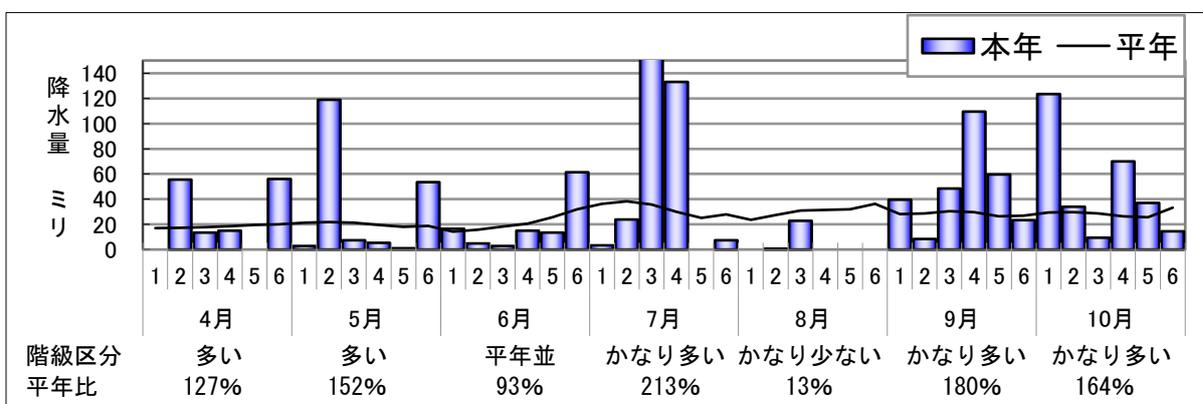
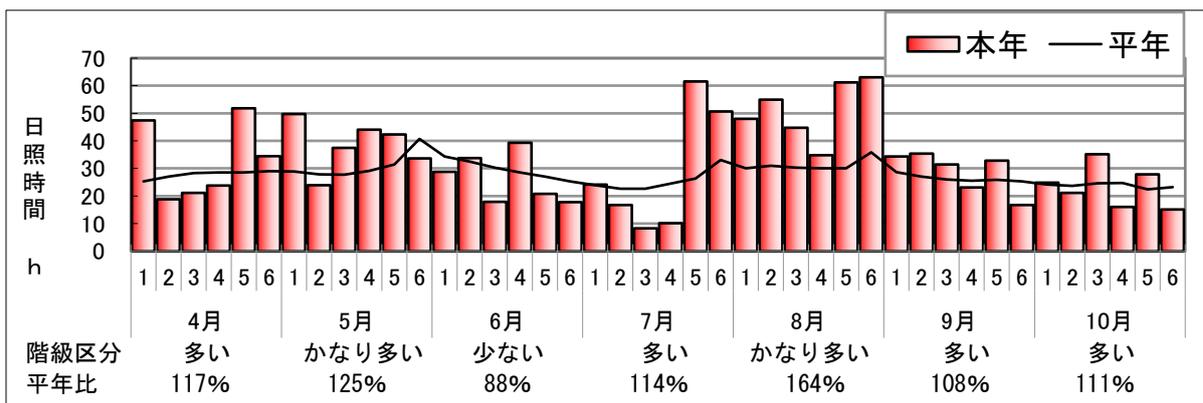
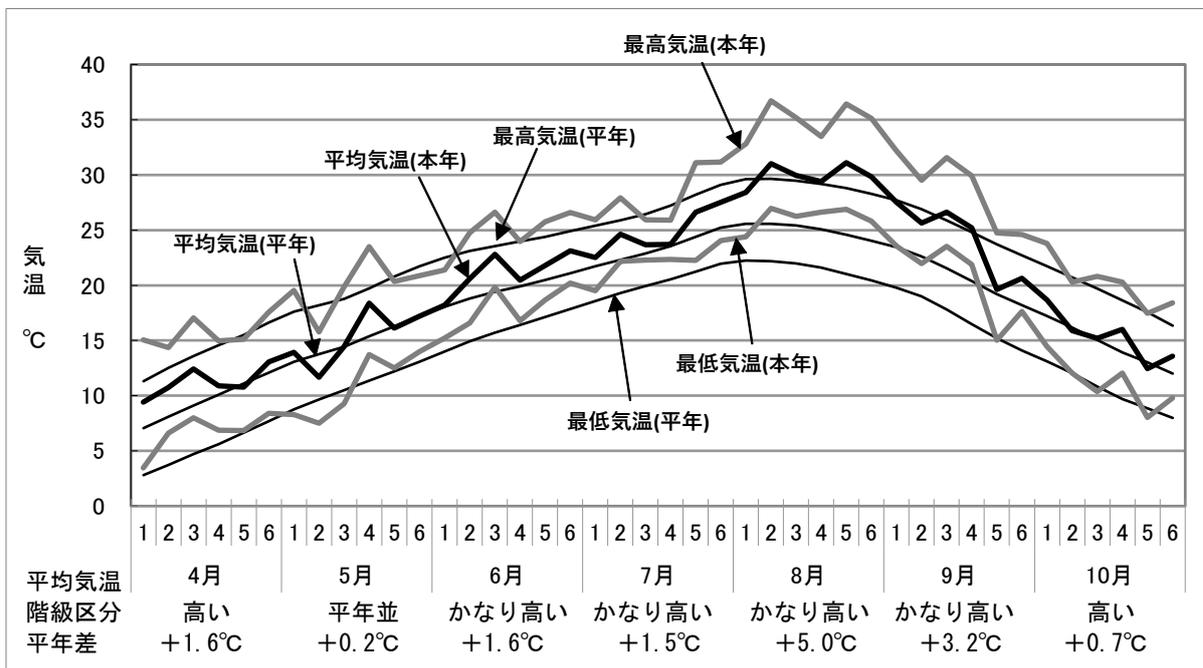
令和6年3月
秋田県農林水産部

目 次

I	令和5年（4月～10月）の気象経過	1
II	令和5年産水稻の作柄状況	
1	収量及び品質の概況	6
2	生育・収量及び収量構成要素（定点）	10
III	被害要因の分析（水稻）	
1	品質面について	13
2	収量面について	28
3	品種別等の作柄概況	32
IV	生産現場の対応状況（アンケートより）	
1	栽培管理等の対応状況	38
2	収量・品質低下に繋がった事例	41
3	栽培管理による高温の影響を軽減した事例	41
V	今後の技術対策（水稻）	
1	高温登熟リスクを軽減する出穂期と田植え時期	42
2	栽植本数（密度）の確保	44
3	水管理	46
4	土づくり	48
5	施肥法（追肥、肥効調節型肥料）	53
6	着色粒の発生防止対策	54
7	適期刈取	55
VI	令和5年産大豆の作柄状況	
1	収量及び品質の概況	56
VII	被害要因の分析（大豆）	
1	気象経過と総粒数	58
2	品質低下と収量	61
VIII	今後の技術対策（大豆）	65
1	適期播種作業	
2	好適な地下水位の確保	
3	土づくりの励行	
4	中耕培土計画の設定	
5	紫斑病とホソヘリカメムシ防除の徹底	
6	適期収穫	

I 令和5年（4月～10月）の気象経過

(1) 令和5年4月から10月の気象経過図（観測地点：秋田地方気象台）



(2) 天候の特徴

【秋田地方気象台】

【4月】

この期間、上旬と下旬は高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、日照時間も多くなったが、低気圧や気圧の谷等の影響で雨となる日もあり、7日、26日及び30日は大雨となった。

月平均気温は、高いからかなり高い。月降水量は、概ね平年並からかなり多い。月間日照時間は、多い。

4月	平均気温 (℃)	平年差 (℃)	階級区分	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級区分	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級区分
秋田	11.2	+1.6	高い	140.0	127	多い	197.4	117	多い
横手	10.8	+1.9	かなり高い	109.5	128	多い	194.7	124	多い
鷹巣	9.9	+1.7	高い	130.5	126	多い	203.7	119	多い

【5月】

この期間、高気圧に覆われて晴れや曇りの日が多かったが、前線の影響で6日から8日にかけて大雨となり、また、28日から29日にかけても大雨となった所もあった。

月平均気温は、平年並から低い。月降水量は、かなり多いから平年並。月間日照時間は、多いからかなり多い。

5月	平均気温 (℃)	平年差 (℃)	階級区分	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級区分	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級区分
秋田	15.4	+0.2	平年並	189.5	152	多い	231.1	125	かなり多い
横手	15.6	+0.4	平年並	139.0	139	多い	216.9	117	多い
鷹巣	14.3	+0.1	平年並	207.5	178	かなり多い	211.9	115	多い

【6月】

この期間、上旬は天気が周期的に変わったが、中旬以降は気圧の谷や前線等の影響で、曇りや雨となる日が多かった。特に4日、16日、27日及び30日は大雨となった所があった。また、期間中は暖かい空気が流れ込む日が多く、男鹿や大潟などの7観測点で6月として月平均気温の高い記録を更新した。

月平均気温は、かなり高いから高い。月降水量は、概ね平年並から多い。月間日照時間は、少ないから平年並。

6月	平均気温 (℃)	平年差 (℃)	階級区分	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級区分	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級区分
秋田	21.2	+1.6	かなり高い	114.5	93	平年並	158.4	88	少ない
横手	21.5	+1.8	かなり高い	123.5	109	平年並	149.0	87	少ない
鷹巣	20.5	+1.7	かなり高い	146.5	122	多い	166.6	94	平年並

【7月】

この期間、上旬と中旬は前線や気圧の谷等の影響で、雨や曇りとなる日が多かった。特に14日から16日にかけては、前線が東北北部に停滞し、前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み続けたため、白神山地や太平山地付近を中心に、激しい雨や非常に激しい雨となった所があった。総降水量が多い所で400ミリを超える記録的な大雨となり、八森、藤里、能代、鷹巣、男鹿市男鹿真山、男鹿、秋田、秋田市岩見三内、秋田市仁別、秋田市雄和、角館では日降水量が観測史上1位を更新した。

この大雨により、県内の広い範囲で土砂災害や洪水害、浸水害などが発生した。

月平均気温は、かなり高いから高い。月降水量は、かなり多いから平年並。月間日照時間は、概ね平年並から多い。

7月	平均気温 (℃)	平年差 (℃)	階級区分	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級区分	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級区分
秋田	24.9	+1.5	かなり高い	420.5	213	かなり多い	171.6	114	多い
横手	25.5	+2.0	かなり高い	308.0	158	多い	184.8	127	多い
鷹巣	24.4	+1.8	かなり高い	346.5	161	かなり多い	143.9	96	平年並

【8月】

この期間、高気圧に覆われて晴れや曇りとなる日が多かったが、暖かく湿った空気の影響で午後は雨や雷雨となった日もあった。また、中旬は前線や暖かく湿った空気の影響等で雨や雷雨となり、大雨となった所もあった。

期間をとおして晴れて暖かい空気の影響を受ける日が多く、記録的な高温となり、月平均気温が全観測点で高い方から1位を更新したほか、日最高気温と日最低気温も多くの観測点で高い方から一位を更新した。また、能代、大潟、五城目、阿仁合及び岩見三内では、通年の月降水量の少ない方から1位を更新した。

月平均気温は、全観測点でかなり高い。月降水量は、かなり少ないから少ない。月間日照時間は、概ねかなり多い。

8月	平均気温 (℃)	平年差 (℃)	階級区分	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級区分	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級区分
秋田	30.0	+5.0	かなり高い	23.5	13	かなり少ない	306.6	164	かなり多い
横手	29.6	+4.9	かなり高い	93.5	51	少ない	294.4	166	かなり多い
鷹巣	28.4	+4.7	かなり高い	36.0	18	かなり少ない	268.6	149	かなり多い

【9月】

この期間、上旬は高気圧に覆われて晴れや曇りとなる日が多かったが、中旬以降、天気は周期的に変わった。低気圧や前線等の影響で大雨となる日があり、大気の状態が不安定となって雷を伴う日もあった。特に2日は雄和で、19日は秋田、大館、脇神及び仁別で非常に激しい雨が降り、日最大1時間降水量が9月として1位の記録を更新した観測点もあった。

また、暖かい空気の影響を受ける日が多く、多くの観測点で9月として月平均気温の高い方から1位の記録を更新し、日最高気温や日最低気温も高い方から1位を更新した観測点があった。

月平均気温は、全観測点でかなり高い。月降水量は、かなり多いから少ない。月間日照時間は、概ね平年並から多い。

9月	平均気温 (℃)	平年差 (℃)	階級区分	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級区分	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級区分
秋田	24.2	+3.2	かなり高い	289.0	180	かなり多い	173.8	108	多い
横手	24.4	+4.0	かなり高い	128.5	94	平年並	145.8	101	平年並
鷹巣	22.8	+3.7	かなり高い	323.0	196	かなり多い	159.3	106	多い

【10月】

この期間、天気は周期的に変わり高気圧に覆われて晴れた日もあったが、気圧の谷や低気圧、西高東低の気圧配置等により曇りや雨の日が多かった。また、上空の寒気の影響等で大気の状態が不安定となり、雨や雷雨で大雨となる日も度々あった。このため、能代、鷹巣、五城目、阿仁合、仁別及び

雄和では10月として月降水量の多い方から1位の記録を更新した。

また、6日は西高東低の気圧配置となって気圧の傾きが大きくなり、八森で日最大瞬間風速が10月として1位の記録を更新した。

月平均気温は、概ね平年並からかなり高い。月降水量は、かなり多いから平年並。月間日照時間は、概ね多いから平年並。

10月	平均気温 (℃)	平年差 (℃)	階級区分	降水量 (mm)	平年比 (%)	階級区分	日照時間 (h)	平年比 (%)	階級区分
秋田	15.2	+0.7	高い	288.5	164	かなり多い	158.3	111	多い
横手	14.0	+0.4	平年並	172.0	119	多い	145.5	111	多い
鷹巣	13.0	+0.8	高い	237.5	146	かなり多い	149.9	113	多い

【参考】2023年（令和5年）の日本の天候（令和6年1月4日、気象庁発表）

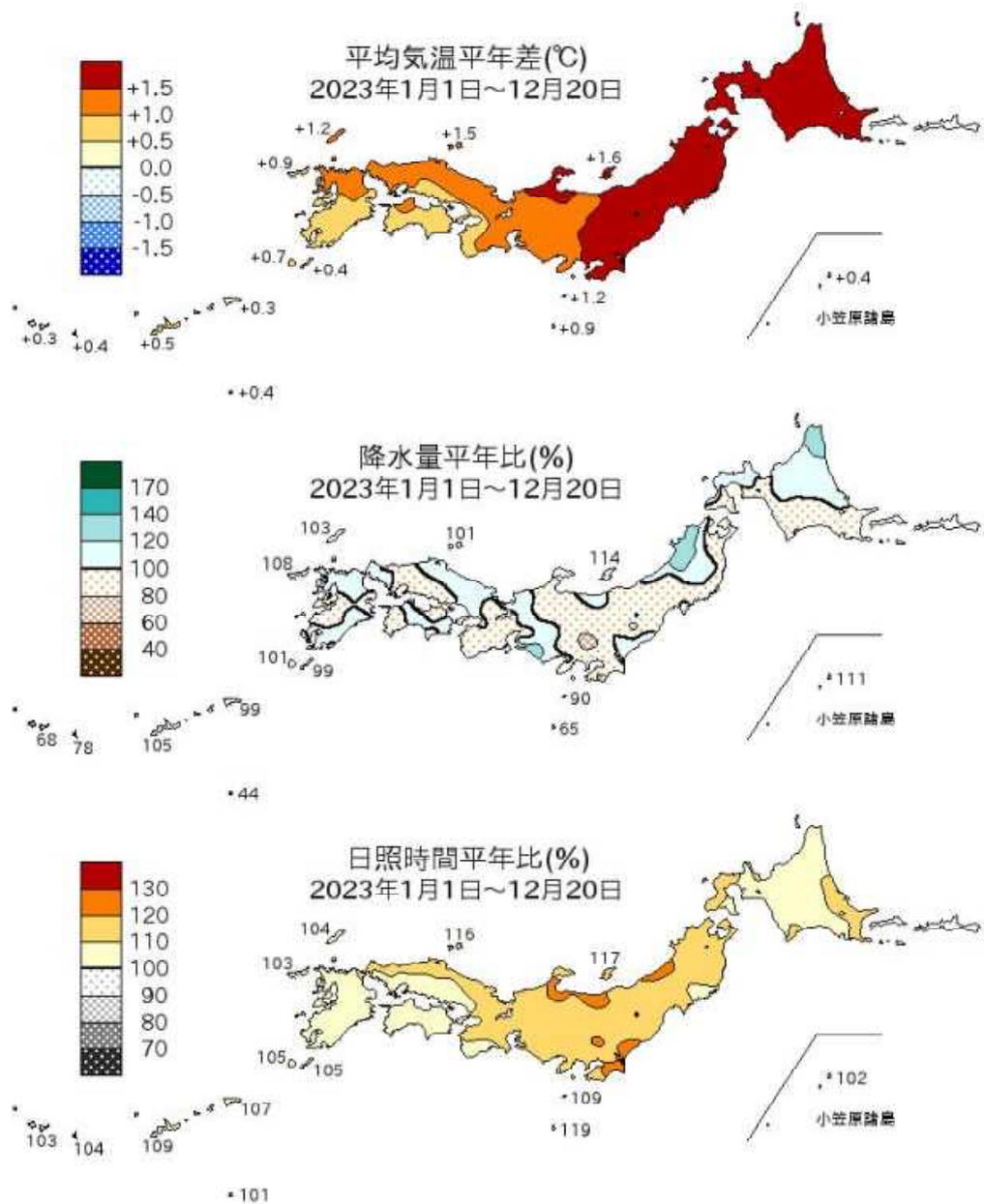
○概況

春から秋にかけて気温の高い状態が続き、低温は一時的だったため、年平均気温は全国的に高く、特に北・東・西日本でかなり高かった。1946年の統計開始以降、北・東日本では年平均気温が1位の高温、西日本では1位タイの高温となった。北・東日本は春・夏・秋の3季節連続で季節平均気温が1位の高温となり、西日本では夏の平均気温が1位タイの高温となった。

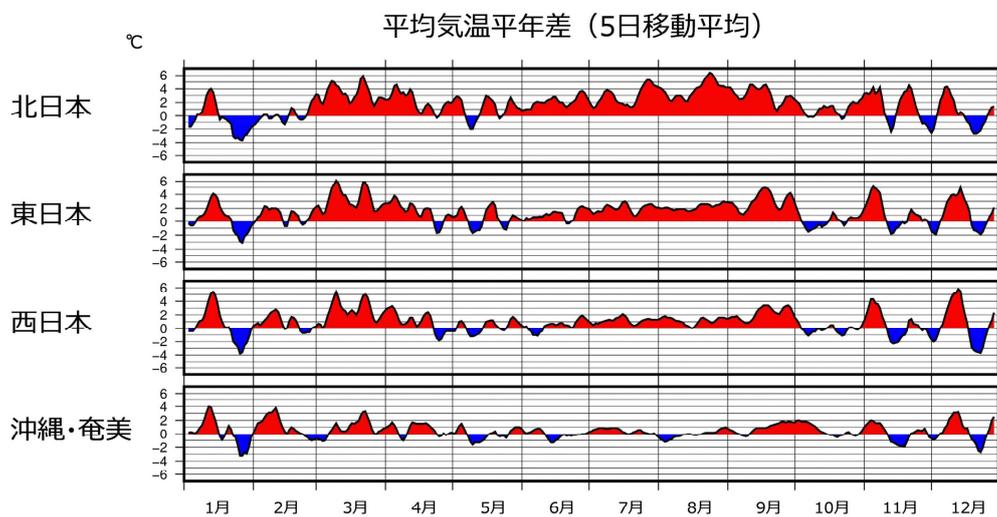
また、春から秋にかけて高気圧に覆われやすく、晴れた日が多かったため、年間日照時間は北・東・西日本日本海側と北・東日本太平洋側でかなり多く、西日本太平洋側と沖縄・奄美で多かった。一方、夏は、梅雨前線や台風第6号、第7号などの影響により、記録的な大雨となった所もあった。

なお、冬（前年12月～2月）は、全国的に寒気の影響を受けやすい時期と受けにくい時期が交互に現れた。冬の平均気温は、寒気の影響を受ける時期があった北日本で低かった一方、暖かい空気に覆われやすかった沖縄・奄美で高かった。

○ 平年差 (比) 図 (2023年) (2023年12月20日までのデータによる) 気象庁資料より



○ 地域平均平年差 (比) の経過 (2023年) (12月20日までのデータによる) 気象庁資料より



II 令和5年産水稻の作柄状況

1 収量及び品質の概況

- 令和5年産の作況指数は97の「やや不良」となった。
- 1等米比率は12月末現在であきたこまち55.6%、めんこいな49.4%、ひとめぼれ82.8%、サキホコレ93.4%、水稻うるち玄米55.9%となっている。
- 主な落等理由は、形質（白未熟等）である。

(1) 収量

東北農政局の12月12日公表によると、本県の作柄は、10a当たり収量が552kg（ふるい目幅1.70mm、以下同様）で、作況指数は「97」（ふるい目幅1.90mm、以下同様）となった。

作柄表示地帯別の10a当たり収量は、県北が530kg（作況指数「96」）、県中央が542kg（同「95」）、県南が571kg（同「98」）となった。

また、令和5年産水稻の作付面積（子実用）は83,000haで、前年産に比べて600ha増加した。

収穫量（子実用）は458,200tで、前年産に比べて1,700t増加した。

作況標本筆調査による収量構成要素では、1㎡当たり有効穂数は398本（平年比93%）、1穂当たりもみ数は74.9粒（同102%）、1㎡当たり全もみ数は298百粒（同95%）となった。

登熟は、粗玄米粒数歩合が89.9%（平年比101%）、玄米粒数歩合が98.9%（同103%）、玄米千粒重が21.6g（同98%）で、千もみ当たり収量は19.2g（同102%）となった。

県内の作柄概況は、全もみ数（穂数×1穂当たりもみ数）が平年に比べ「やや少ない」で、登熟（開花、受精から成熟期までのもみの肥大、充実）は「やや良」となったことから、10a当たり収量は552kgとなった。

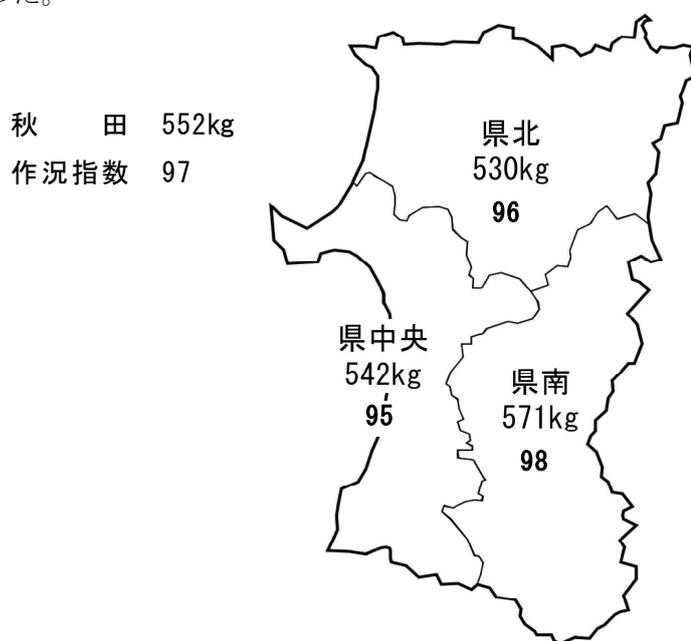


図1 作柄表示地帯別10a当たり収量（1.70mmのふるい目ベース）及び作況指数（農家等が使用しているふるい目ベース（1.90mm））

(2) 品質

農林水産省が公表した水稲うるち玄米の1等比率(12月末現在)は、55.9%(前年同期88.7%)であった。

品種別の1等比率は、あきたこまち55.6%、めんこいな49.4%、ひとめぼれ82.8%、サキホコレ93.4%となっている。

2等以下に格付けされた主な理由(11月末現在)は、形質が71.9%、着色粒が16.3%、整粒不足が5.9%となっている。

※着色粒：カメムシ類斑点米を含む粒面の全面または一部が着色した粒等

形質：充実度や心白、腹白等の程度

表1 令和5年産水稲の収穫量(子実用) (東北農政局秋田県拠点)

区分	作付け面積 (子実用) ha	10a当たり 収量 kg		収穫量 (子実用) t	10a当たり 平年収量 kg	作況指数
		農家ふるい目				
県計	83,000	552	524	458,200	542	97
県北	17,200	530	505	91,200	525	96
中央	30,400	542	512	164,800	539	95
県南	35,400	571	545	202,200	554	98

※10a当たり収量、収穫量は1.7mm、農家ふるい目、10a当たり平年収量は1.9mmのふるい目幅

表2 地帯別の主な収量構成要素 (東北農政局秋田県拠点)

区分	1㎡当り株数		1㎡当り有効穂数		1穂当り粒数		1㎡当り全粒数		
	本年 株	平年比 %	本年 本	平年比 %	本年 粒	平年比 %	本年 百粒	平年比 %	
県計	18.4	98	398	93	74.9	102	298	95	
作柄表示地帯	県北	18.2	96	400	93	73.3	102	293	95
	中央	18.3	97	393	92	75.1	102	295	94
	県南	18.7	99	401	94	75.6	102	303	96
区分	千粒当り収量		粗玄米粒数歩合		玄米粒数歩合		玄米千粒重		
	本年 g	平年比 %	本年 %	平年比 %	本年 %	平年比 %	本年 g	平年比 %	
県計	19.2	102	89.9	101	98.9	103	21.6	98	
作柄表示地帯	県北	19.0	102	88.4	100	98.5	103	21.8	100
	中央	19.2	102	90.8	101	98.9	103	21.4	98
	県南	19.4	103	89.8	102	98.9	103	21.8	99

「令和5年産水稲作況標本筆調査成績」

表3 令和5年産水稻の市町村別の収穫量

(東北農政局秋田県拠点)

市町村	作付面積 (子実用) ha	10a当り 収 量 kg	収穫量 (子実用) t	市町村	作付面積 (子実用) ha	10a当り 収 量 kg	収穫量 (子実用) t
秋 田 市	5,110	544	27,800	小 坂 町	182	513	934
能 代 市	3,950	542	21,400	上小阿仁村	307	498	1,530
横 手 市	10,900	583	63,500	藤 里 町	383	521	2,000
大 館 市	3,180	524	16,700	三 種 町	3,290	541	17,800
男 鹿 市	2,440	547	13,300	八 峰 町	1,140	538	6,130
湯 沢 市	3,560	562	20,000	五城目町	1,070	510	5,460
鹿 角 市	1,990	536	10,700	八郎潟町	592	540	3,200
由利本荘市	6,000	543	32,600	井 川 町	902	530	4,780
潟 上 市	2,260	542	12,200	大 潟 村	10,200	548	55,900
大 仙 市	11,700	572	66,900	美 郷 町	4,120	571	23,500
北秋田市	2,790	508	14,200	羽 後 町	2,000	573	11,500
にかほ市	1,830	531	9,720	東成瀬村	163	516	841
仙 北 市	2,930	532	15,600				

表4 各市町村の令和5年産水稻の収量及び平年比較

市町村	10a当り収量(kg)		平年比 (%)	市町村	10a当り収量(kg)		平年比 (%)
	R 5	平年			R 5	平年	
秋 田 市	544	587	92.7	小 坂 町	513	528	97.2
能 代 市	542	585	92.6	上小阿仁村	498	535	93.1
横 手 市	583	599	97.3	藤 里 町	521	555	93.9
大 館 市	524	556	94.2	三 種 町	541	585	92.5
男 鹿 市	547	585	93.5	八 峰 町	538	582	92.4
湯 沢 市	562	581	96.7	五城目町	510	573	89.0
鹿 角 市	536	548	97.8	八郎潟町	540	587	92.0
由利本荘市	543	573	94.8	井 川 町	530	583	90.9
潟 上 市	542	591	91.7	大 潟 村	548	597	91.8
大 仙 市	572	594	96.3	美 郷 町	571	595	96.0
北秋田市	508	546	93.0	羽 後 町	573	583	98.3
にかほ市	531	569	93.3	東成瀬村	516	536	96.3
仙 北 市	532	563	94.5				

*平年収量：過去7年（H28年～R4年）の中庸5年平均

*平年収量及び平年比：東北農政局の公表データを基に水田総合利用課で算出。

表5 令和5年産米の検査状況（水稻うるち玄米：平成5年12月末日現在）

		検査等級比率（％）			
		1等米	2等米	3等米	規格外
県平均		55.9	37.0	5.6	1.5
令和4年産（同期）		88.7	8.2	0.9	2.2
参考	東北	67.7	29.2	2.5	0.6
	全国	61.3	30.3	7.0	1.5

（農林水産省）

表6 令和5年産米の検査状況（秋田県品種別：平成5年12月末日現在）

		検査等級比率（％）			
		1等米	2等米	3等米	規格外
品 種	あきたこまち	55.6	38.3	4.7	1.4
	サキホコレ	93.4	6.2	0.1	0.4
	ひとめぼれ	82.8	15.1	1.8	0.2
	めんこいな	49.4	43.1	7.1	0.5
	ゆめおぼこ	13.6	45.9	39.5	1.0

（農林水産省）

表7 水稻作付面積、10a当たり収量、作況指数、検査等級の推移（秋田県）

年次	作付面積 （子実） （ha）	10a当たり 収量 （kg）	作況指数	検査等級（水稻うるち玄米：％）			
				1等	2等	3等	規格外
平成10年	96,100	562	99	86.9	11.5	1.5	0.1
平成11年	95,800	580	102	51.4	37.5	8.4	2.7
平成12年	95,600	575	101	84.6	14.2	1.1	0.1
平成13年	92,200	574	101	86.3	12.2	1.0	0.5
平成14年	92,100	561	98	80.3	16.8	1.2	1.6
平成15年	90,400	530	92	86.0	11.1	1.5	1.4
平成16年	93,700	487	85	76.1	14.6	5.0	4.3
平成17年	94,600	575	100	87.5	9.6	1.4	1.5
平成18年	94,100	574	100	92.0	6.5	0.7	0.8
平成19年	94,100	584	102	92.5	6.0	0.5	1.1
平成20年	89,000	602	105	94.3	3.8	0.6	1.3
平成21年	89,700	567	99	94.8	3.5	0.6	1.2
平成22年	91,300	535	93	72.9	23.9	1.6	1.6
平成23年	90,000	569	99	90.9	6.4	0.8	1.9
平成24年	91,100	573	100	87.0	10.0	1.4	1.6
平成25年	92,500	572	100	91.9	5.5	0.7	1.8
平成26年	91,700	596	104	91.2	6.1	1.0	0.9
平成27年	88,700	589	103	90.9	6.2	1.7	1.2
平成28年	87,200	591	104	92.5	5.1	1.2	1.3
平成29年	86,900	574	99	90.2	6.7	1.1	2.0
平成30年	87,700	560	96	92.3	4.4	0.5	2.8
令和元年	87,800	600	104	86.0	10.6	1.2	2.2
令和2年	87,600	602	105	91.4	6.3	0.6	1.7
令和3年	84,800	591	102	89.8	6.4	0.9	2.9
令和4年	82,400	554	95	88.8	7.3	0.8	3.1
令和5年	83,000	552	97	55.9	37.0	5.6	1.5

※資料：農林水産省

※10a当たり収量、収穫量（子実用）および収穫量は、1.70mmのふるい目幅で選別された玄米の重量である。

※作況指数は、平成26年までは1.70mmの目幅による。

※作況指数は過去5か年間に農家等が実際に使用したふるい目幅の分布において、最も大きい割合の目幅以上に選別された玄米を基に算出した数値（秋田県は平成27年～令和元年までは1.85mm、令和2年からは1.9mm）である。

※令和5年産検査等級は、令和5年12月末日現在の検査成績。

2 生育・収量及び収量構成要素(水稻生育定点調査)

- 5月5半旬から6月1半旬の低温による初期生育の停滞
- 6月下旬から7月上旬の日気温較差小(最低気温高い)、少照による分けつ抑制
- 定点調査の出穂期は8月1日(平年差-1日)
- 登熟期間の異常高温と多照による成熟期(9月10日)の大幅前進(平年差-6日)
- m²当たり穂数は415本(平年比93%)とかなり少なく、1穂当たり粒数は70.6粒(同99%)と平年並で、m²当たり粒数は29.1千粒(同92%)と少なかった。登熟歩合は87.5%(平年差+1.7)、千粒重は22.2g(平年比99%)と平年並、10a当たり玄米重は566kg(同98%)とやや少なかった。

(1) 育苗期

播種作業の始期は4月11日(平年4月11日)、盛期は4月21日(同4月22日)、終期は4月30日(同4月30日)と概ね平年並であった。

期間中の平均気温は平年より高く、日照時間も多かったことから、苗の生育は概ね順調に推移し、生育の進んだ苗となった。

(2) 移植と活着期

移植始期は5月11日(平年5月12日)、盛期は5月21日(同5月23日)、終期は5月30日(同5月30日)と概ね平年並であった。

(3) 分けつ期

6月9日の調査では、5月5半旬から6月1半旬の一時的な低温により、初期生育は停滞し、葉数5.9葉(平年差-0.2葉)とやや少なく、m²当たり茎数は120本(平年比80%)と少なかった(表1)。

表1 6月9日(平年調査日6月25日)の定点調査結果(品種:あきたこまち、県内63地点)

品種	地区	草丈			m ² 当たり茎数			葉数		
		本年 (cm)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (本)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (葉)	前年差 (葉)	平年差 (葉)
あきたこまち	県北	26.1	102	97	137	112	78	6.1	-0.1	-0.2
	中央	26.4	106	104	150	124	96	6.4	0.1	0.1
	県南	24.0	105	99	95	101	74	5.5	0.1	-0.3
	全県	25.2	104	99	120	110	80	5.9	0.0	-0.2

* 平年値: H25年~R4年の過去10年平均

6月24日の調査では、草丈40.9cm(平年比111%)、m²当たり茎数394本(同97%)、葉数9.0葉(平年差+0.3葉)、葉緑素計値44.0(平年比100%)となった(表2)。

表2 6月26日(平年調査日6月25日)の定点調査結果(品種:あきたこまち、県内63地点)

品種	地区	草丈			m ² 当たり茎数			葉数			葉緑素計値		
		本年 (cm)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (本)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (葉)	前年差 (葉)	平年差 (葉)	本年 (%)	前年比 (%)	平年比 (%)
あきたこまち	県北	42.1	126	111	434	127	95	9.2	0.4	0.3	43.9	95	99
	中央	43.9	123	114	440	128	111	9.2	0.2	0.4	43.5	91	99
	県南	38.7	126	109	346	124	92	8.7	0.5	0.2	44.3	100	101
	全県	40.9	125	111	394	125	97	9.0	0.4	0.3	44.0	96	100

* 平年値: H25年~R4年の過去10年平均

7月5日の調査では、草丈54.2cm（平年比106%）、 m^2 当たり茎数488本（同92%）、葉数10.3葉（平年差+0.2葉）、葉緑素計値43.9（平年比99%）であった（表3）。

表3 7月5日の定点調査結果（品種：あきたこまち、県内63地点）

品種	地区	草丈			m^2 当たり茎数			葉数			葉緑素計値		
		本年 (cm)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (本)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (葉)	前年差 (葉)	平年差 (葉)	本年	前年比 (%)	平年比 (%)
あきたこまち	県北	55.7	97	108	505	125	89	10.4	0.0	0.2	44.4	94	101
	中央	57.2	92	110	496	124	101	10.4	-0.1	0.2	42.3	88	97
	県南	51.8	93	103	470	117	91	10.1	0.0	0.1	44.1	95	98
	全県	54.2	94	106	488	121	92	10.3	0.0	0.2	43.9	93	99

* 平年値：H25年～R4年の過去10年平均

(4) 幼穂形成期から減数分裂期

7月14日の調査では、草丈67.5cm（平年比105%）、 m^2 当たり茎数484本（同91%）、葉数11.3葉（平年差+0.1葉）、葉緑素計値43.3（平年比103%）であった。平年に比べ、草丈は長く、葉緑素計値は並、茎数は少なかった（表4）。

表4 7月14日（平年調査日7月15日）の定点調査結果（品種：あきたこまち、県内63地点）

品種	地区	草丈			m^2 当たり茎数			葉数			葉緑素計値		
		本年 (cm)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (本)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (葉)	前年差 (葉)	平年差 (葉)	本年	前年比 (%)	平年比 (%)
あきたこまち	県北	68.5	99	108	500	115	91	11.4	-0.2	0.2	43.9	107	106
	中央	69.2	94	106	491	119	101	11.4	-0.4	0.2	41.8	99	101
	県南	66.0	97	103	468	101	88	11.2	-0.1	0.1	43.4	103	101
	全県	67.5	97	105	484	109	91	11.3	-0.2	0.1	43.3	104	103

* 平年値：H25年～R4年の過去10年平均

7月25日の調査では、草丈81.1cm（平年比108%）、 m^2 当たり茎数448本（同91%）、葉数12.6葉（平年差+0.3葉）、葉緑素計値41.0（平年比105%）であった（表5）。平年に比べ、草丈は長く、葉数は多く、茎数は少なかった。

表5 7月25日の定点調査結果（品種：あきたこまち、県内63地点）

品種	地区	草丈			m^2 当たり茎数			葉数			葉緑素計値		
		本年 (cm)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (本)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (葉)	前年差 (葉)	平年差 (葉)	本年	前年比 (%)	平年比 (%)
あきたこまち	県北	82.3	106	111	457	108	90	12.6	-0.1	0.1	41.3	106	109
	中央	82.3	98	107	461	114	102	12.6	-0.2	0.2	39.1	99	102
	県南	79.8	101	106	436	98	88	12.5	0.1	0.3	41.6	103	104
	全県	81.1	102	108	448	104	91	12.6	0.0	0.3	41.0	104	105

* 平年値：H25年～R4年の過去10年平均

(5) 登熟期から成熟期

定点調査の出穂期は全県平均で8月1日（平年差-1日）となった（表6）。

8月21日の調査では、 m^2 当たり穂数418本（平年比94%）、1穂当たり着粒数73.5粒（同99%）、 m^2 当たり籾数30.5千粒（同93%）であった。平年に比べ、 m^2 当たり穂数が少なく、一穂当たり着粒数が並となったため、 m^2 当たりもみ数は少なくなった。

表6 8月21日(平年調査日8月20日)の定点調査結果(品種:あきたこまち、県内63地点)

品種	地区	出穂期			㎡当たり穂数			1穂当たり着粒数			㎡当たり粒数		
		本年 (月日)	前年差 (日)	平年差 (日)	本年 (本)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (粒)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (千粒)	前年比 (%)	平年比 (%)
あきたこまち	県北	7/30	-2	-2	424	107	92	72.3	86	99	30.5	92	92
	中央	7/30	0	-1	423	110	99	70.7	81	93	29.8	88	92
	県南	7/31	-3	-3	411	101	92	75.5	95	102	30.9	95	94
	全県	7/30	-2	-3	418	105	94	73.5	89	99	30.5	93	93

* 平年値: H25年~R4年の過去10年平均

成熟期は9月10日と平年より6日早かった。稈長は81.3cm(平年比97%)、穂長は18.3cm(同103%)、倒伏程度は0.6(平年差+0.1)と平年並であった(表7)。

刈り取り作業は、始期が9月15日(平年9月20日)、盛期が9月26日(同10月1日)、終期が10月15日(同10月15日)と、刈り取り盛期までは平年より5日早く推移したが終期は平年並となった。

表7 成熟期の定点調査結果(品種:あきたこまち、県内63地点)

品種	地区	成熟期			稈長			穂長			倒伏程度		
		本年 (月日)	前年差 (日)	平年差 (日)	本年 (cm)	前年差 (%)	平年差 (%)	本年 (cm)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (0~5)	前年差	平年差
あきたこまち	県北	9/8	-10	-8	81.1	96	99	18.4	102	104	0.7	0.5	0.2
	中央	9/7	-10	-8	80.7	93	97	18.0	97	100	0.5	-0.4	0.0
	県南	9/12	-8	-5	81.8	90	97	18.4	99	103	0.5	0.2	0.1
	全県	9/10	-9	-6	81.3	93	97	18.3	99	103	0.6	0.2	0.1

* 平年値: H25年~R4年の過去10年平均

(6) 収量構成要素

㎡当たり穂数は415本(平年比93%)とかなり少なく、1穂当たり粒数は70.6粒(同99%)と平年並で、㎡当たり粒数は29.1千粒(同92%)と少なかった。登熟歩合は87.5%(平年差+1.7)、千粒重は22.2g(平年比99%)と平年並、10a当たり玄米重は566kg(同98%)とやや少なかった(表8)。

表8 定点調査における収量及び収量構成要素(品種:あきたこまち、県内63地点)

地区	㎡当たり穂数			1穂当たり粒数			有効茎歩合			全重(10a当たり)		
	本年 (本)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (粒)	前年差 (%)	平年差 (%)	本年 (%)	前年差	平年差	本年 (kg)	前年比 (%)	平年比 (%)
県北	424	107	93	68.5	90	98	83.6	-5.2	3.6	1,426	101	95
中央	406	106	95	69.1	84	94	81.0	-10.5	-5.3	1,434	96	98
県南	410	100	92	72.8	95	102	85.5	-1.8	2.9	1,403	98	96
全県	415	104	93	70.6	91	99	84.0	-4.6	1.6	1,417	99	96

地区	玄米重(10a当たり)			㎡当たり粒数			登熟歩合			千粒重		
	本年 (kg)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (千粒)	前年比 (%)	平年比 (%)	本年 (%)	前年差	平年差	本年 (g)	前年比 (%)	平年比 (%)
県北	570	105	97	28.8	96	91	87.5	4.3	1.5	22.3	98	99
中央	538	100	97	28.0	89	90	89.1	7.9	2.6	21.8	96	97
県南	572	106	99	29.7	95	95	86.8	4.7	1.4	22.2	97	99
全県	566	105	98	29.1	94	92	87.5	5.2	1.7	22.2	97	99

* 平年値: H25年~R4年の過去10年平均

** 玄米重: 調製篩目は1.9mmである

Ⅲ 被害要因の分析（水稻）

1 品質面について

(1) 一等米比率の推移（うるち米、全県）

- 令和5年の一等米比率は、過去25年間では平成11年に次いで、2番目に低かった。
- 平成10年代の主な落等理由は、斑点米カメムシによる要因が大きかったが、近年は登熟期間の高温により白未熟粒発生による要因が多くなりつつある。
- 県内全域で玄米品質は低下しているが、県南が最も大きかった。

平成10年以降に一等米比率が80%を下回った年次は、平成11年、16年、22年と令和5年だが、平成11年と22年は高温気象のほか、斑点米カメムシによる着色粒の混入の影響が大きい。また平成16年は台風による倒伏で穂発芽、芽腐れ粒等の混入で一等米比率は低下した（図1）。

令和5年は、白未熟粒の発生による「形質不良」が、落等理由の大部分を占め、次いで着色粒、整粒不足であり、令和5年の高温気象が要因で一等米比率を大きく低下した。

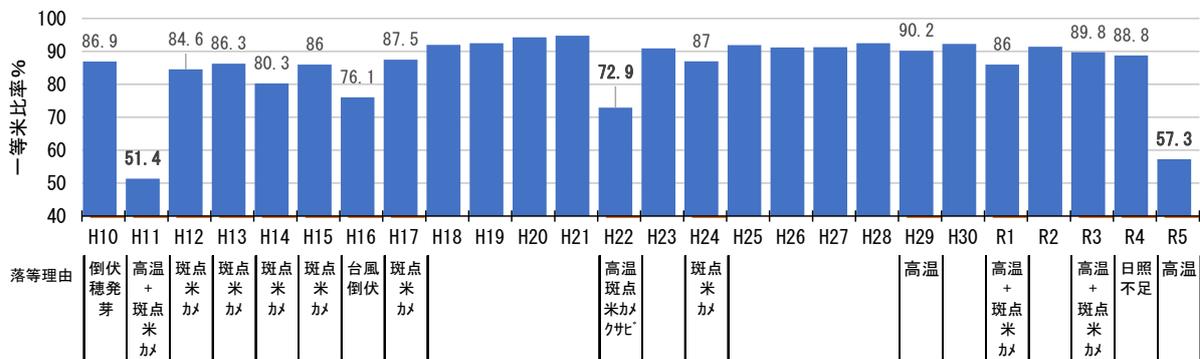


図1 うるち米の一等米比率の推移と主な落等理由(H10年～R5年)

水稻定点調査ほの玄米サンプルの品質判定結果からも、過去7年で整粒粒数比は最も低い水準だった。令和5年は全県で低下しているが、県南の低下が大きかった（図2）。

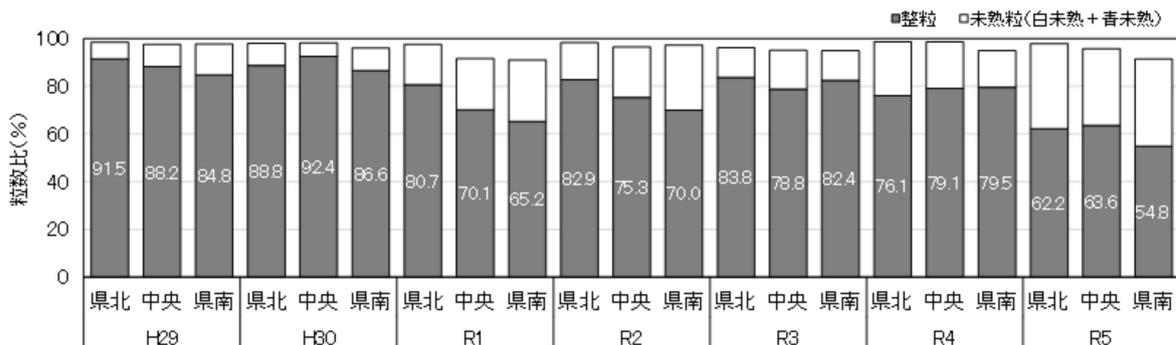


図2 水稻定点調査ほの玄米品質判定結果(あきたこまち)

判定機種; S社RGQI10A(認定検量線)

(2) 気象要因の解析

ア 気温 8月1日～9月10日における20日間毎の年次別積算気温

- 令和5年は、前20日間と後20日間ともに過去26年間で最も高い積算気温だった。
- 前20日間の積算気温が550℃を超えると、一等米比率は急低下している。

アメダス観測地点大正寺を例に見ると、平成10年以降の積算気温（日平均）の平均値と比べて、8月1日～20日（前20日間）に高い年次は、平成11年、17年、18年、22年、令和元年、5年で、令和5年が最も高かった。また8月21日～9月9日（後20日間）に高い年次は平成22年、24年、令和2年、5年で、令和5年が最も高かった。令和5年は、登熟期間に当たる40日間通じて高温だった（図3）。

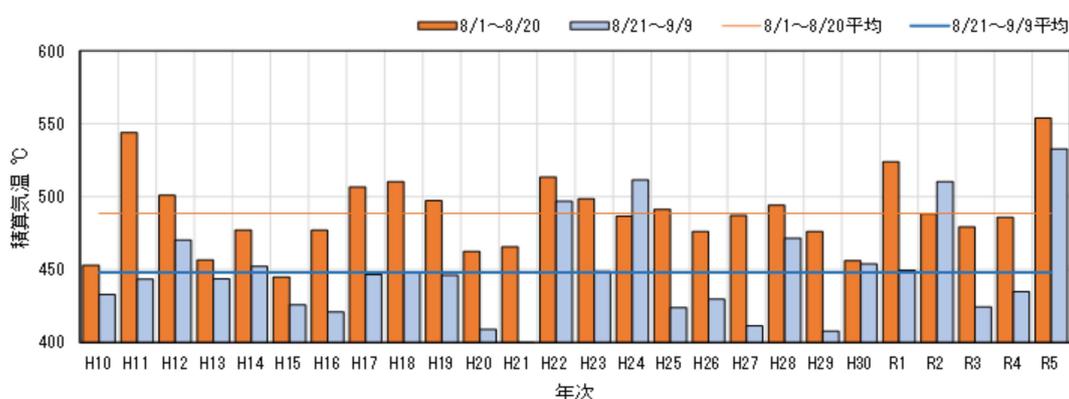


図3 年次別積算日平均気温(8/1～8/20、8/21～9/9間、アメダス観測地点「大正寺」)

8月1日～20日の20日間に積算気温が550℃以上になると一等米比率は急低下した（図4）。なお平成10年～令和5年の全県出穂期の平均は8月3日であり、8月1日～20日は、登熟期間の前半に該当する。

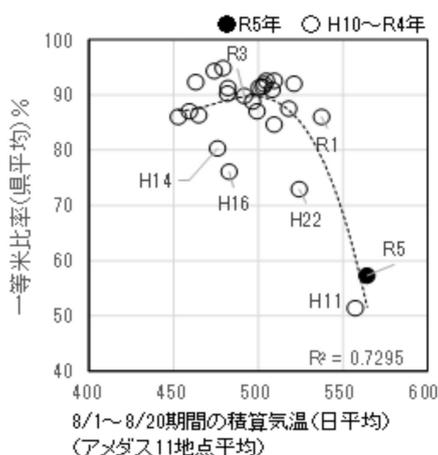


図4 8月1～20日までの積算気温と一等米比率

※ アメダス観測11地点(鹿角、大館、能代、五城目、大潟、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

イ 高温日との関係

- 平成10年以降では、令和5年の高温日数が多く、積算温度も高かった。
- 日平均気温27℃を超過する日数が、15日以上になると一等米比率は低下する傾向がみられる。

登熟期間の「高温」の強度を推定するため、高温登熟を判断する目安として報告のある日平均気温 26℃、27℃、さらに28℃について一等米比率との関係を検討した。

平成10年以降で8月1日～20日の20日間において、日平均気温が26℃、27℃、28℃の水準との差を各々積算した積算気温と、各水準を超過した日数の年次推移では、26℃水準は平成11年、18年、19年、22年、令和元年、3年、5年で高く、27℃水準は平成11年、令和元年、3年、5年で高く、28℃水準では平成11年、令和5年で高かった。平成10年以降では、平成11年と令和5年の高温が顕著だった（図5）。

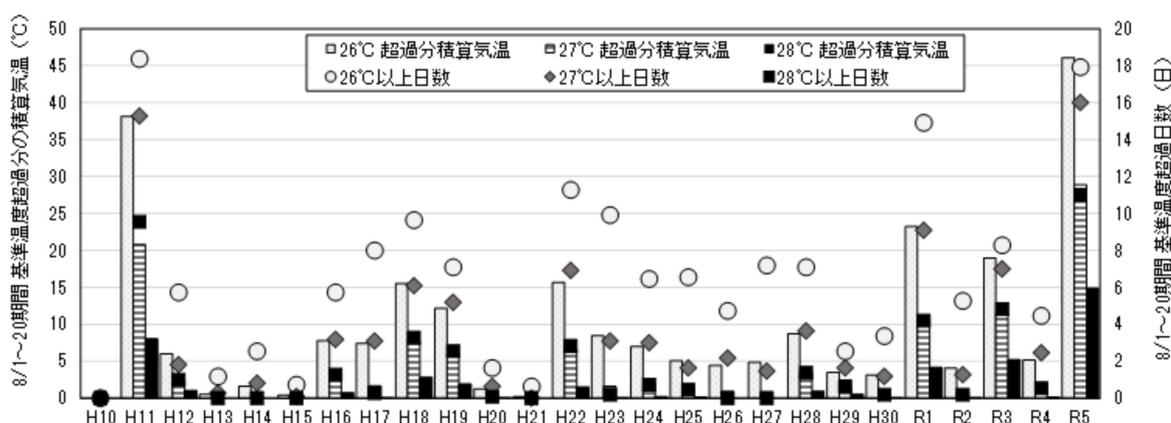


図5 年次別8月1～20日の基準温度の超過分積算気温と超過日数の推移

※ アメダス観測11地点の年次毎の平均(鹿角、大館、能代、五城目、大潟、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

各温度水準の超過分の積算温度と一等米比率の関係を見ると、26℃では超過分積算温度は40℃前後、27℃では20℃、28℃では15℃程度を超えると一等米比率は低下すると推測される（図6）。なお、令和5年以外は、斑点米カメムシ等の落等要因も含まれており、特に平成11年や22年は近似線から離れると推定する。

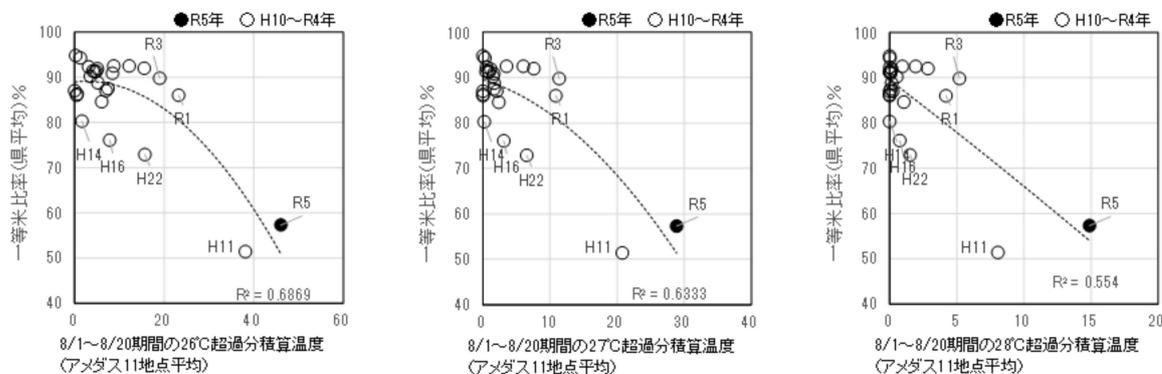


図6 基準温度別8月1～20日の基準温度超過分の積算温度と一等米比率の関係

※ アメダス観測11地点の年次毎の平均(鹿角、大館、能代、五城目、大潟、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

また、8月1日～20日に各温度水準を超えた日数と一等米比率の関係を見ると、26℃水準では超過日数が17日以上、27℃水準では15日以上、28℃水準では10日以上になると一等米比率は低下すると考えられた（図7）。

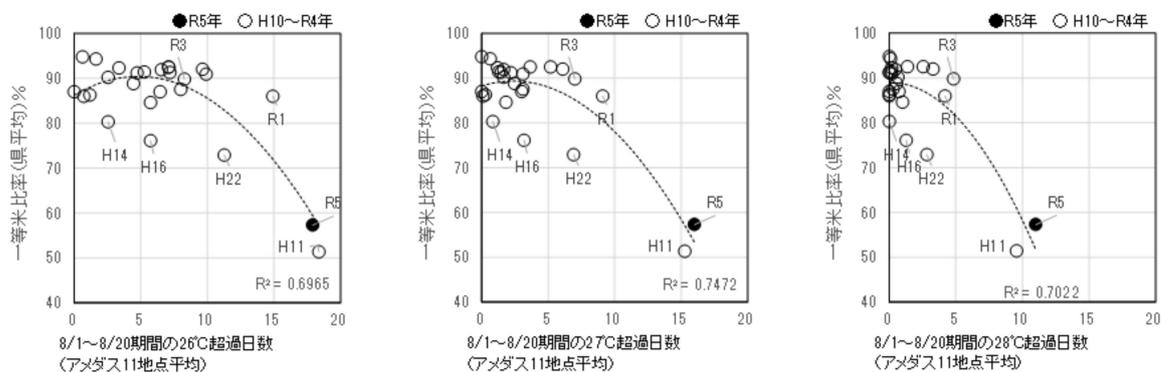


図7 基準温度別8月1～20日の基準温度超過日数と一等米比率の関係

※ アメダス観測11地点の年次毎の平均(鹿角、大館、能代、五城目、大湯、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

平成10年以降の代表的な高温登熟年における8月1～20日間の27℃超過分の積算温度の県内分布をみると、令和5年の高温が顕著だった（図8）。

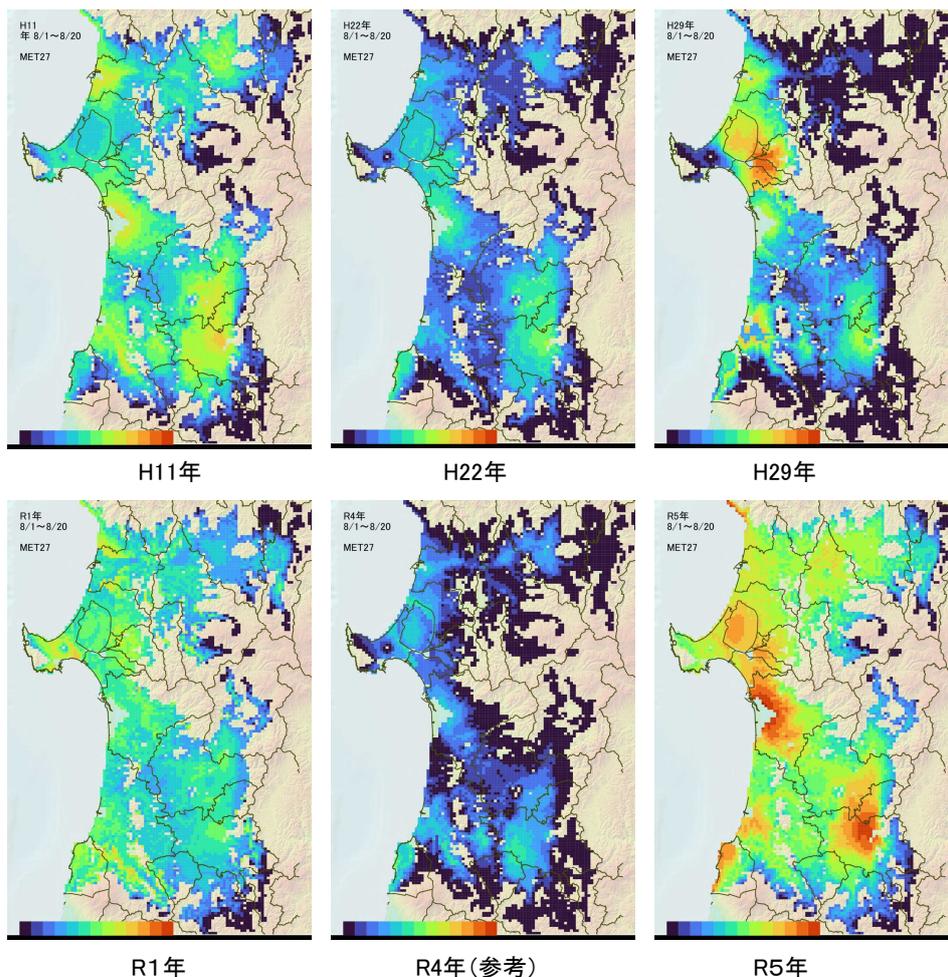


図8 高温代表年の8月1～20日の27℃超過分積算温度の分布

※令和4年は参考。メッシュ農業気象データ(農研機構)より作図(農用土地利用の1kmメッシュを対象、背景は国土地理院色別標高図を利用)。

ウ 降水量との関係

- 令和5年の8月の降水量は少ないが、8月前半、後半では地域別に降水量、降水時間数の違いがあった。
- 全県の降水の分布も地域、地形的な特徴が見られた。

令和5年の各アメダス観測地点における降水量は、8月前半は大潟、五城目以北で少なかった。8月後半は、全県で降水量は少ないが、特に大正寺、本荘、角館、大曲で少なく、降水時間数も少なかった（表1、表2）。

表1 各アメダス観測地点における時間別8月降水量(上段;8月1～15日、下段8月16～31日)

R5年8月1日～15日																									
時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	計
鹿角								0.5		0.5	1	2													4
大館									0.5		0.5	0.5	1.5			1.5	3								7.5
鷹巣							0.5		0.5				2.5			1.5									5
能代																							1	0.5	1.5
五城目				0.5				0.5	1																2
大潟																									0
大正寺			0.5				1	4	5.5	9.5	1.5					1	4	1	0.5						29
本荘							2.5	4	3	2	1.5		1			12	3	0.5							29
角館						1	6.5	4.5	5.5	3.5	1	1.5				2.5	4.5	1	0.5						32
大曲					0.5	8	6	6.5	9.5	3	1	0.5			0.5	16	2	1	0.5						56
横手					4.5	7	8	6	3	0.5	0.5	1	8	15	14	1.5	1.5						1		72
湯沢					3	5.5	5	4	1.5	2	14	12	3.5	11	3	2	0.5	0.5				5.5			73

R5年8月16日～31日																									
時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	計
鹿角													2.5	7	4			8	13						34
大館									1.5	8		0.5						0.5	2.5	0.5				1	15
鷹巣							6	5	6.5	1			7	1.5	1	0.5			1.5					1	31
能代					1	0.5				2		1	0.5										1	1	7
五城目													2	6					1.5						11
大潟								1.5					2.5		0.5						2	1	0.5		8
大正寺						0.5							3.5		2										6
本荘						1.5		2							2									0.5	6
角館									1		0.5			0.5											2
大曲	2											6			3.5										12
横手														6.5	14			1		0.5					22
湯沢										1.5							13	12		1.5					27

表2 各アメダス観測地点における時間別8月降水回数(上段;8月1～15日、下段8月16～31日)

R5年8月1日～15日																										
時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	計	
鹿角								1		1	2	1														
大館									1		1	1	1			1	1									
鷹巣							1		1				2			1										
能代																							1	1		
五城目				1				1	2																	
大潟																										
大正寺			1				1	1	2	1	1					1	1	1	1							
本荘							1	1	1	1	1	1			1	1	1	1								
角館						1	1	1	1	1	2	1				1	1	1			1					
大曲						1	1	1	1	1	1	2	1		1	2	1	2	1							
横手						1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1				1			
湯沢						1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1			1				

R5年8月16日～31日																										
時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	計	
鹿角													2	2	3				1	2						
大館									1	1		1						1	1	1					1	
鷹巣							1	1	1	1			2	1	1	1			1						1	
能代					1	1			1			1	1											1	1	
五城目													1	1					1					1	1	
大潟								1					2		1							1	1	1		
大正寺						1							1		1											
本荘						1		1							1										1	
角館									1		1				1											
大曲	1											1														
横手														2	1			1		1						
湯沢										1							2	1		1						

令和5年8月の積算降水量と降水日数の県内の分布を見ると、上述の様子が明瞭である。8月前半は、潟上市以北で降水量が少なく、8月後半は能代市東～鹿角市、横手市東～湯沢市以外で少なかった（図9）。降雨日数の分布も地域や地形的な特徴を反映していると考えられる（図10）。

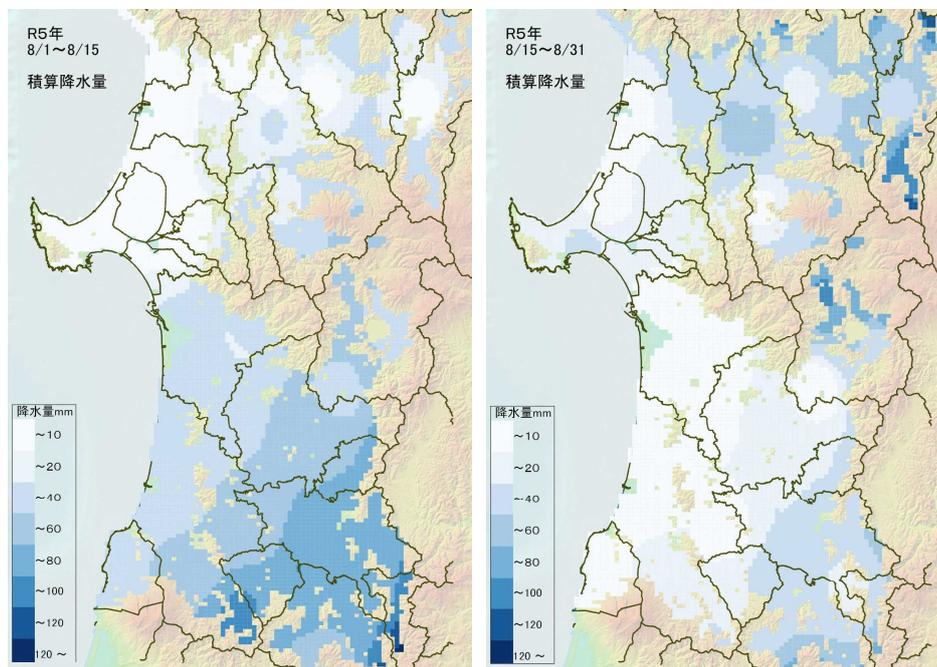


図9 各期間における積算降水量の分布(左:8月1～15日、右:8月16～31日)

※メッシュ農業気象データ(農研機構)より作図 (農用土地利用の1kmメッシュを対象、背景は国土地理院色別標高図を利用)。

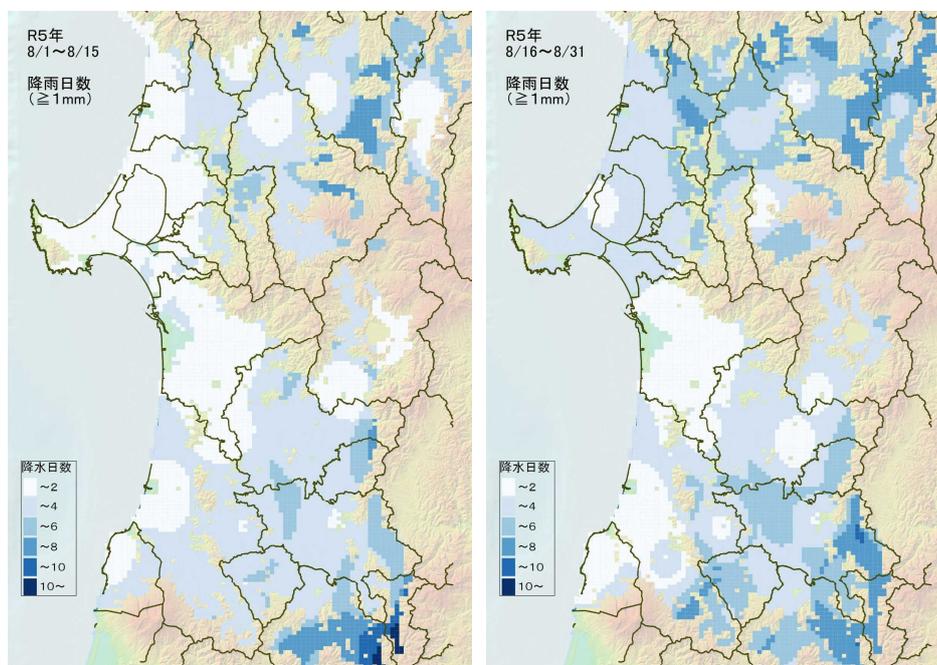


図10 各期間における1mm以上の降水日数の分布(左:8月1～15日、右:8月16～31日)

※メッシュ農業気象データ(農研機構)より作図 (農用土地利用の1kmメッシュを対象、背景は国土地理院色別標高図を利用)。

エ 飽差との関係

- 飽差は日中に上昇し、夜間に下降するが、令和5年は夜間に下がりきらない期間があり、稲体への水分ストレスは大きかったと推測された。
- 8月16日～9月4日までの登熟期後半における令和5年の飽差は、平成10年以降で最も高く、玄米品質の低下リスクにおいて厳しい条件だった。
- 県内の分布では、南秋から県南内陸部で特に飽差が高かったと推定される。

※飽差（VDP）とは、飽和水蒸気量と水蒸気量との差（ g/m^3 ）。そのときの気温で大気中に水蒸気（水）をあとどのくらい含むことができるかを表す。一般に植物体の水分ストレスを推定する指標として用いられ、水稻の場合、日平均飽差 $9 \text{ g}/\text{m}^3$ を超える条件が続くと胴割れ粒、乳白粒などの白未熟粒が増える報告があり、登熟期後半の高気温と水分ストレスによる玄米品質低下のリスク評価に使用される。なお、県内のあきたこまち等について、飽差と玄米品質との関係は不明な部分が多いため、令和5年の高温を契機に検証を重ねる必要がある。

農試内の観測から、飽差は日中に上昇し夜間に下降するが、ピークの高い日、夜間に下がりきらず高い日など、8月1日以降に数回、高水準の時期があった。令和5年の天気概況から、台風やそれによるフェーンが発生した時期とも一致した。この高い期間に田面水が不足すると、稲体の水分ストレスはかなり強かったと推測される。

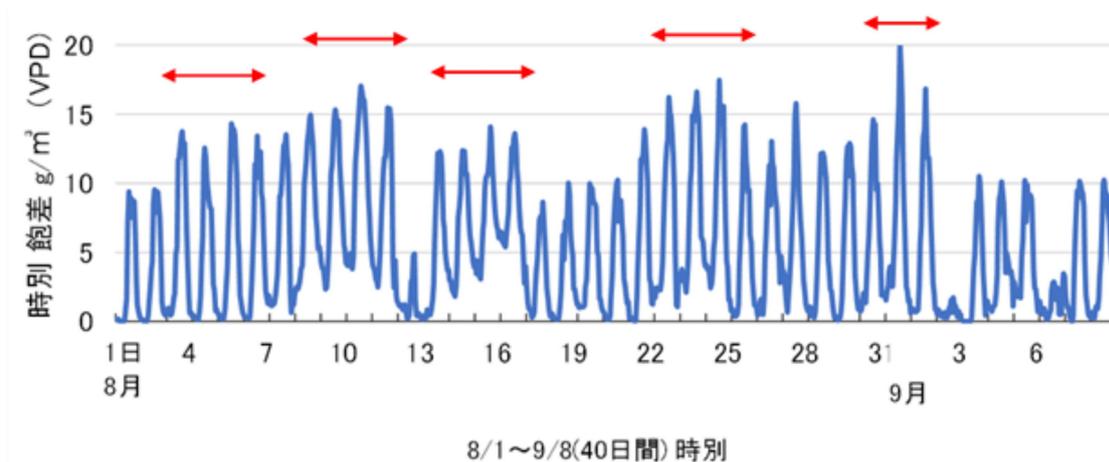


図11 農試内水田ほ場における時別飽差の推移

※農試内気象観測装置(K社システム)による計算

登熟後半の飽差の影響が大きいと推測されることから、以下は8月後半以降の20日間について日平均飽差を検討した。

平成10年以降で登熟期後半の8月16日～9月4日の期間に $9 \text{ g}/\text{m}^3$ 以上の日平均飽差になった日数が多かった年次は、平成12年、18年、24年、令和2年、5年であり、そのうち令和5年が最も多く、積算値も高かった。

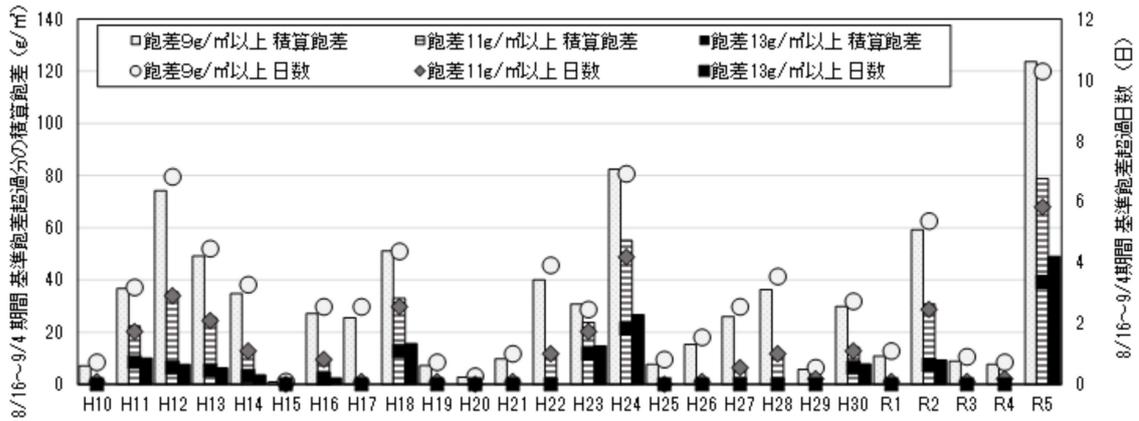


図12 8月16日～9月4日の年次別、飽差水準別日数および水準別積算飽差の推移

※ アメダス観測11地点の平均(鹿角、大館、能代、五城目、大潟、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

日飽差の水準別積算値と一等米比率の関係は、令和5年が突出して高いため、傾向は不明瞭だった。

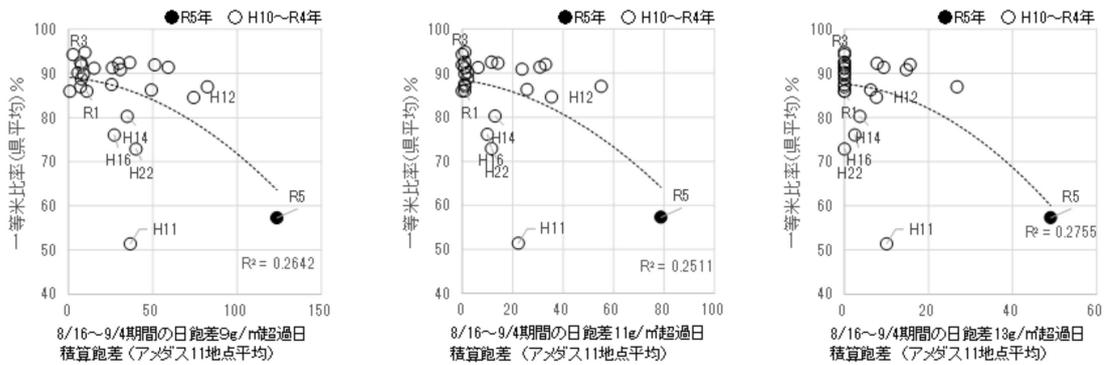


図13 8月16日～9月4日の飽差水準別積算日飽差と一等米比率の関係

(左 ; 9g/m³、中央 ; 11g/m³、右 ; 13g/m³)

※ アメダス観測11地点の平均(鹿角、大館、能代、五城目、大潟、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

日飽差の水準別に超過した日数と一等米比率の関係は、令和5年が突出して多いため、傾向は不明瞭だった。

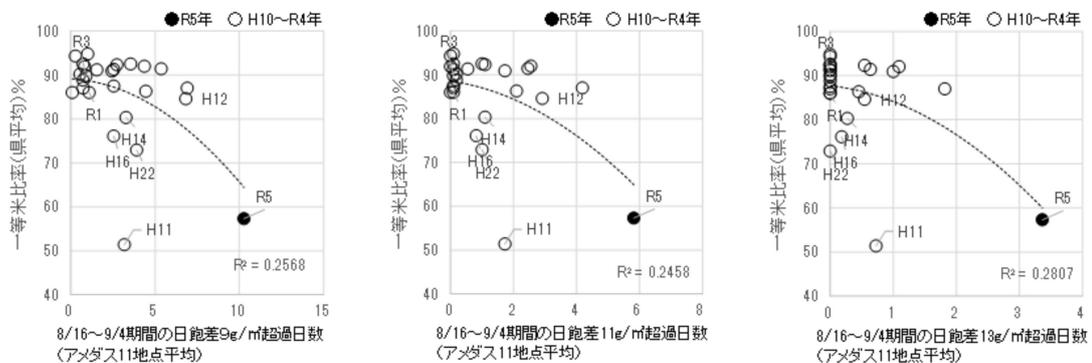


図14 8月16日～9月4日の飽差水準超過日数と一等米比率の関係

(左 ; 9g/m³、中央 ; 11g/m³、右 ; 13g/m³)

※ アメダス観測11地点の平均(鹿角、大館、能代、五城目、大潟、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

令和5年の飽差の県内分布は南秋～内陸南部で高かったことが明瞭だった。

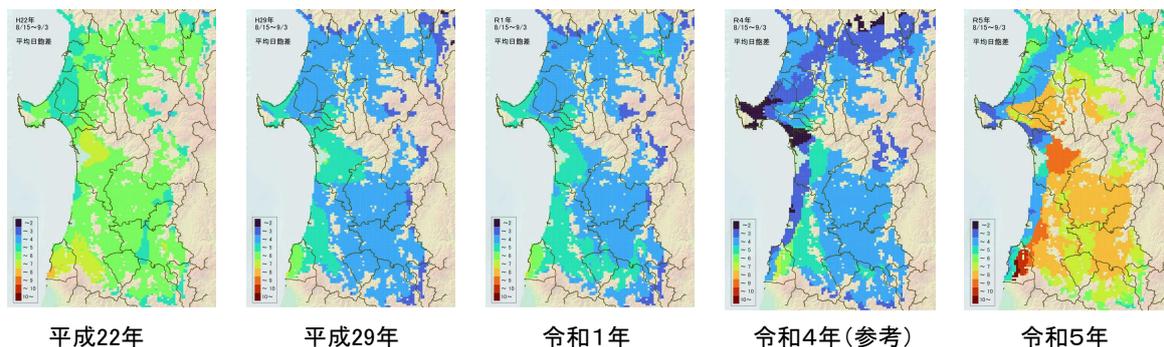


図15 高温代表年の8月15日～9月3日の平均日飽差分布

※令和4年は参考。メッシュ農業気象データ(農研機構)より作図(農用土地利用の1kmメッシュを対象、背景は国土地理院色別標高図を利用)。平成11年はデータ未整備のため無し

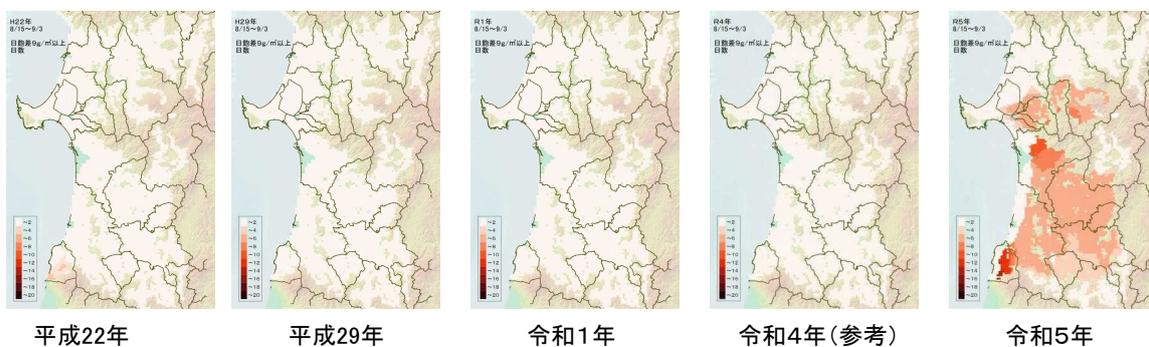


図16 高温代表年の8月15日～9月3日の日飽差9g/m³超過日数の分布

※令和4年は参考。メッシュ農業気象データ(農研機構)より作図(農用土地利用の1kmメッシュを対象、背景は国土地理院色別標高図を利用)。平成11年はデータ未整備のため無し

オ 蒸散強制力との関係

○ 蒸散強制力の指標により、令和5年は水分ストレスの面でも厳しい条件だったことが推定され、地域的な分布も推定された。

※ 蒸散強制力 (FTP ; 飽差×√風速) は、フェーン気象時の水分ストレスを推定する指標として提唱されている。前項の飽差に風速の要素を加味しており、水稻の乾燥ストレスや水分ストレスをより現実的に評価する指標になっている。

稲の登熟にとって水分ストレスは、玄米品質だけではなく収量にとっても重要な要素であるため、登熟期間全体にその影響は大きいと推測される。飽差と同様、県内においてあきたこまち等に対する検証は不十分であるが、今後の対策に利用するため強制蒸散力について検討する。

強制蒸散力は飽差と同様に、日中は上昇し夜間に下降する推移であるが、上昇下降の幅は飽差より大きく、また風の要素が加わったことで気象の特徴を明瞭に表した(図17)。令和5年の推移では8月9～11日と13～17日、8月31日～9月1日の3期間が特徴的に高かったことが明らかであり、この期間にかん水不足だった水田では、稲の水分ストレスは著しく高かったと推定された。

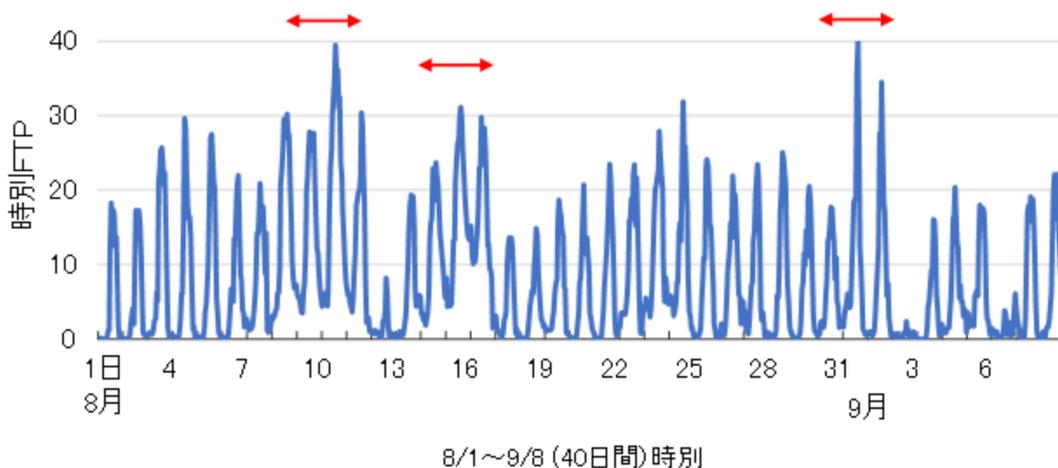


図17 農試水田ほ場における蒸散強制力(FTP)の推移

※農試内気象観測装置(K社システム)の観測値から計算

蒸散強制力と玄米品質の関係について、登熟期間前半と後半など時期別の影響について、不明な点が多いものの、急激な乾燥、萎れは登熟後半に発生することが多いと考えられることから、ここでは登熟期後半にあたる8月16日～9月4日の蒸散強制力を検討した。

平成10年以降、蒸散強制力が高い条件だった年次は、平成12年、24年、令和5年であり、その中でも令和5年は蒸散強制力の高い日数も多く、水分ストレスがかなり大きかったことが推定される(図18)。

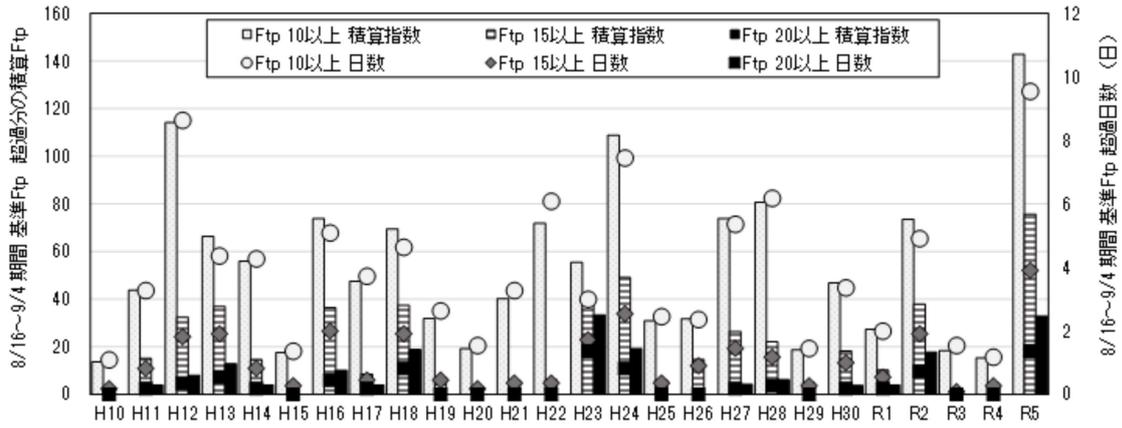


図18 8月16日～9月4日の日蒸散強制力水準別積算値と水準別超過日数の推移

※ アメダス観測11地点の平均(鹿角、大館、能代、五城目、大潟、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

蒸散強制力 (F t p) の日平均値の水準超過別の積算値と一等米比率の関係では、Ftpが10または15を水準とすると弱い関係が見られるが、令和5年の結果が突出しており、不明瞭だった(図19、図20)。なお平成11年や22年などの一等米比率の低い年は、高温登熟による被害のほか、斑点米カメムシなどの影響もある。

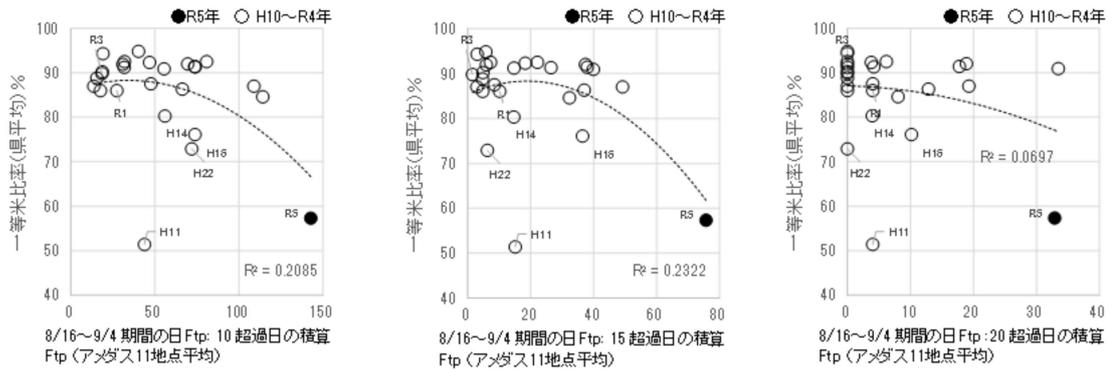


図19 8月16日～9月4日の蒸散強制力水準別積算蒸散強制力と一等米比率の関係

(左 ; 10以上、中央 ; 15以上、右 ; 20以上)

※ アメダス観測11地点の平均(鹿角、大館、能代、五城目、大潟、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

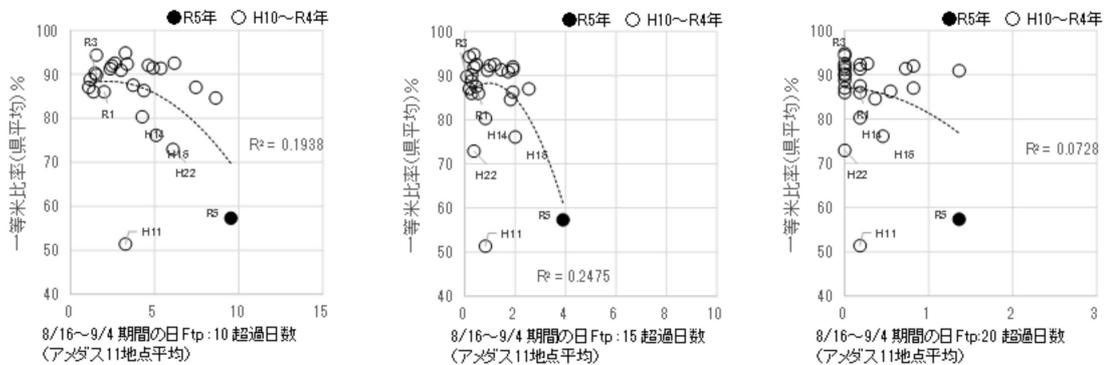


図20 8月16日～9月4日の蒸散強制力水準別超過日数と一等米比率の関係

(左 ; 10以上、中央 ; 15以上、右 ; 20以上)

※ アメダス観測11地点の平均(鹿角、大館、能代、五城目、大潟、大正寺、本荘、角館、大曲、横手、湯沢)。

蒸散強制力の県内分布をみると、令和5年が際立つ結果であり、地域として大館と鹿角以外で高かったことが推定される（図21）。また蒸散強制力が15以上の日数は秋田市東部、由利本荘市内陸、横手市で多かったことが推定される（図22）。

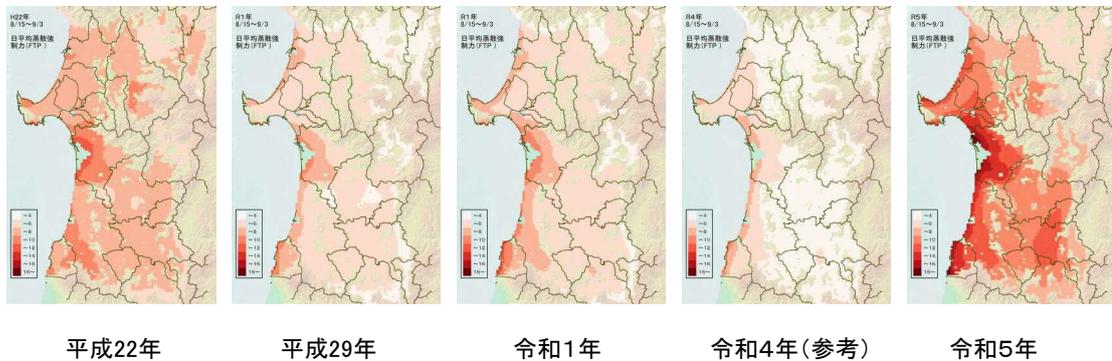


図21 高温代表年の8月15日～9月3日の平均日蒸散強制力の分布

※令和4年は参考。メッシュ農業気象データ(農研機構)より作図(農用土地利用の1kmメッシュを対象、背景は国土地理院色別標高図を利用)。平成11年はデータ未整備のため無し

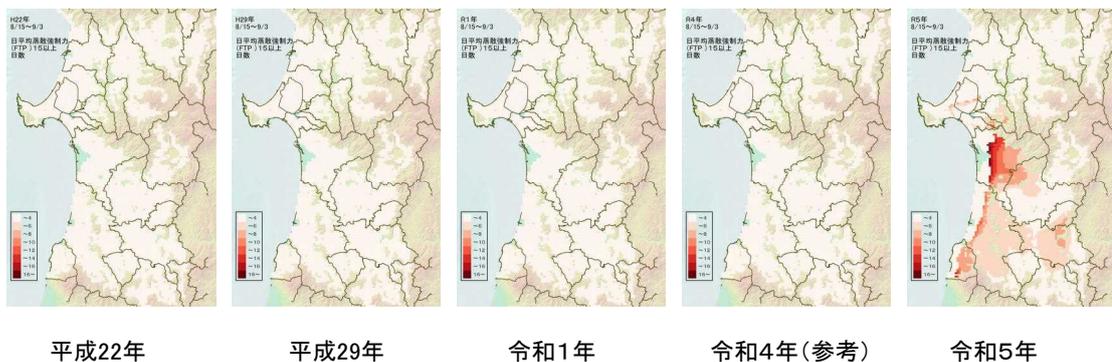


図22 高温代表年の8月15日～9月3日の日蒸散強制力15以上の日数の分布

※令和4年は参考。メッシュ農業気象データ(農研機構)より作図(農用土地利用の1kmメッシュを対象、背景は国土地理院色別標高図を利用)。平成11年はデータ未整備のため無し

カ 日照時間と登熟速度

- 令和5年の日照時間は平成10年以降で、最も多かった。
- 日照時間が多いと登熟は早く進む傾向にあり、令和5年の登熟速度はかなり速かったと推定される。

平成10年以降で8月1日～20日の20日間に日照が多かった年次と8月21日～9月9日の20日間に多かった年次はあるものの、両期間とも平均より多かった年は平成24年と令和5年だった。さらに令和5年の積算日照時間は平成10年以降、1，2番目に多い日照だった（図23）。

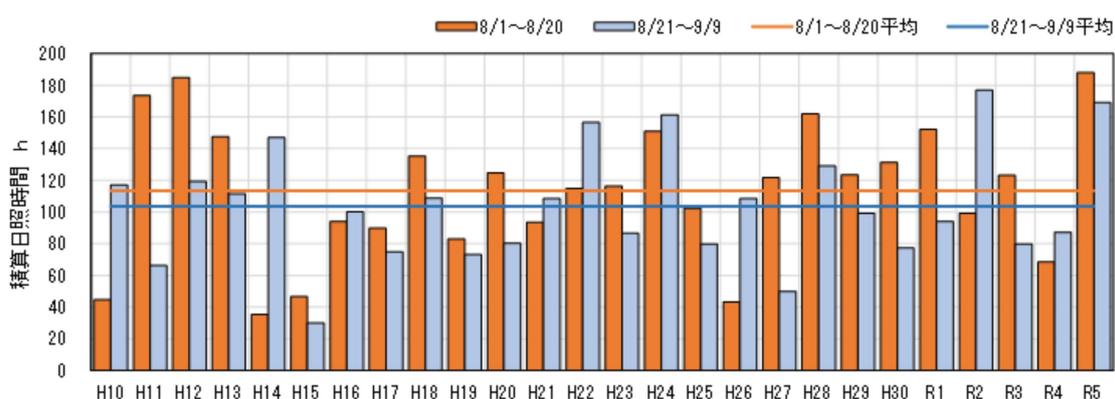


図23 年次別日照時間の推移(8/1～8/20、8/21～9/9間、アメダス観測地点「大正寺」)

※平均はH10～R5年を平均

農試気象感応試験結果から、令和5年は積算気温が550℃程度で登熟歩合は80%を超えており、過去年より明らかに登熟歩合が早期に高く推移し、登熟期間は平年より8日短い。また日照時間の多少で栽培年を区分けすると、日照時間が少ない年よりも多い年で登熟歩合は早期に高く推移する傾向だった（図24）。

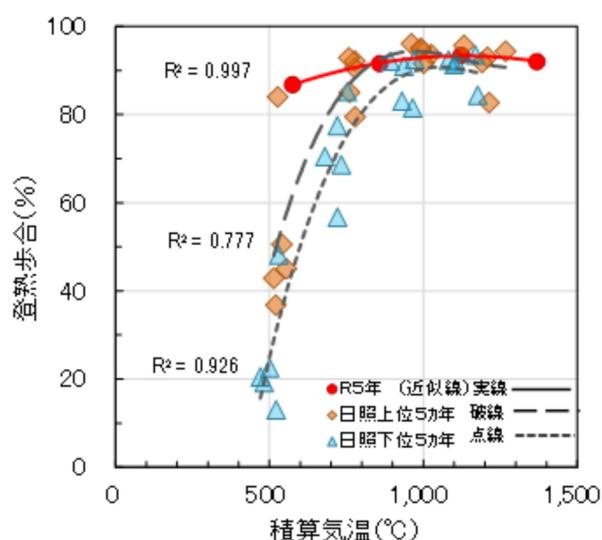


図24 出穂期後積算気温と登熟歩合の関係(農試気象感応試験、H12～R5年)

※日照上位5か年は、H12年以降で積算日照時間が多かったH12,H18,H24,H28,R1年。

日照下位5か年は同様に少なかったH14,15,17,19,26年の結果

キ 玄米品質と土壌

- 作土の可給態ケイ酸含量が多いほど整粒率が高く、白未熟粒率は低下する。
- 可給態窒素が高いほど、白未熟粒率は減少する。
- 灌漑水のケイ酸濃度には地域差が見られる。

作土の可給態ケイ酸含量が多いほど、玄米の整粒率は高くなり、白未熟粒率（乳白粒率、基部未熟粒率、腹白粒率の合計）は低下する傾向が見られた（図25、26）。また、作土の可給態ケイ酸含量が多いほど、成熟期の水稻茎葉部のケイ酸濃度は高くなる（図27）。水稻茎葉のケイ酸濃度が高いほど白未熟粒が減少し、外観品質が向上することが知られている。可給態ケイ酸が30mg/100g以下では、水稻ケイ酸濃度の指標である11%を下回り、白未熟粒率の割合が著しく増加した。

また、土壌窒素の指標である可給態窒素が少ないと白未熟粒率が増加する傾向が見られた（図28）。登熟期の稲体の窒素栄養は白未熟粒の発生に大きく影響することが知られている（稲作指導指針）。緩効性窒素を含んだ基肥一発肥料の利用が進んでいるが、登熟期に窒素が溶出する肥料はほとんどなく、この時期の土壌由来の窒素発現は白未熟粒率の低減に寄与したと考えられる。

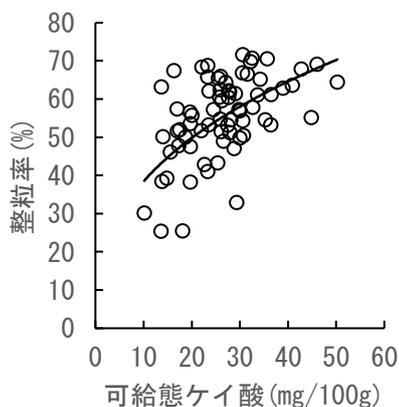


図25 作土の可給態ケイ酸と整粒率

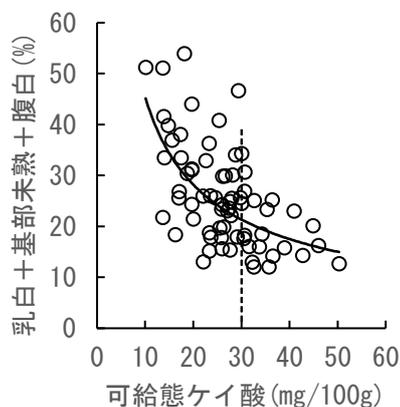


図26 作土の可給態ケイ酸と白未熟粒率

※水稻定点ほ場（64点）、品種は「あきたこまち」。 ※水稻定点ほ場（64点）、品種は「あきたこまち」。
 ※可給態ケイ酸はリン酸緩衝液法による。

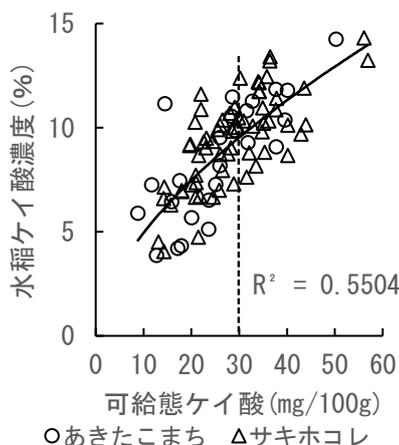


図27 可給態ケイ酸と水稻ケイ酸濃度

※あきたこまち（R4～5年、33点）、サキホコレ（R1～5年、69点）。

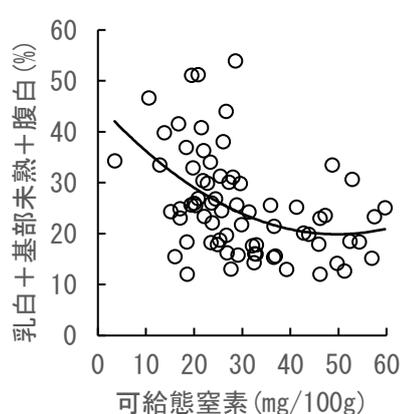


図28 可給態窒素と白未熟粒率

※水稻定点ほ場（64点）、品種は「あきたこまち」。

可給態ケイ酸は30mg/100gを下回る地点が多く、ケイ酸質肥料が長く施用されていない実態が反映されていた（図29）。また、水稻は灌漑水由来のケイ酸も吸収している。県内の灌漑水のケイ酸濃度には地域差が見られた（図30）。

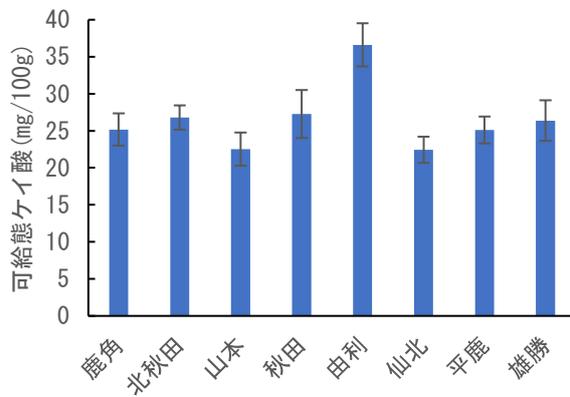


図29 作土の可給態ケイ酸

※水稻定点ほ場（72点）、R4年秋調査。

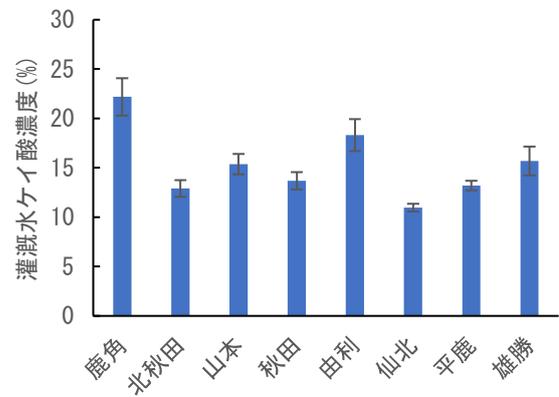


図30 灌漑水のケイ酸濃度

※土壌調査定点ほ場（105点）、H16～19年調査。

2 収量面について

- 令和5年の作況指数は97のやや不良だった。
- 令和5年は高温登熟年だったが、高温でなかった場合の作柄はさらに低下した可能性がある。
- 総粒数を確実に確保するため、穂数の確保と登熟向上のための栽培工程の検証を行う。

水稲定点調査ほの m^2 当たり穂数（穂数）の平均は、415本で平年比93%でかなり少なく、また一穂当たり粒数（一穂粒数）の平均は70.6粒で平年比99%と平年並だったため、 m^2 当たり粒数（総粒数）の平均は、29.1千粒で平年比92%になり、かなり少なかった。しかし登熟歩合は平年差+1.7ポイントの87.5%で高く、稔実が良くなり、屑米はかなり少なかった。

(1) 収量構成の解析

- 令和5年は平成10年以降で総粒数が最も少なかった。
- 令和5年の登熟歩合は良好で、屑米は少なかった。登熟条件が低下すると玄米収量はさらに低下した可能性がある。
- 令和5年は一穂粒数の補償はなく、総粒数が少ない要因は穂数不足だった。

平成10年以降の水稲定点調査ほのデータと令和5年の結果から、玄米収量と総粒数の関係が強いことが明らかだった（図1）。令和5年（図中◆でプロット）は平成10年以降で平均総粒数が最も少なかった。作柄不良年の多くも粒数不足が、明らかな収量低下要因と考えられた。

一方、日照時間が著しく多かったことにより登熟は向上し、登熟歩合は87%を超え比較的上位の年次だった（図2）。令和5年の登熟期間の気象が登熟に不利な条件だった場合、さらなる収量低下のおそれがあったと考える。

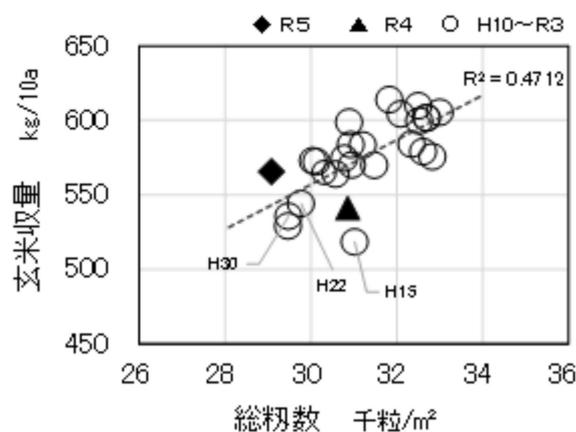


図1 玄米収量と総粒数の関係

(年次別平均)H10~R5年、* 図中、実線は近似直線

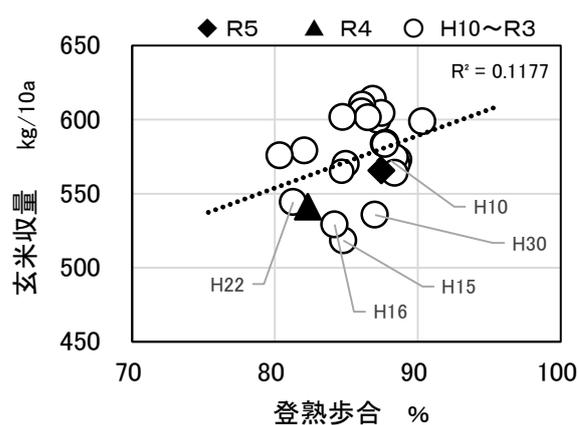


図2 玄米収量と登熟歩合の関係

(年次別平均)H10~R5年、* 図中、実線は近似直線

収量構成要素のうち、最も収量を左右する総粒数は、 m^2 当たり穂数と一穂粒数から成るが、令和5年は穂数が少なかったことより、総粒数が不足した（図3）。一般的に穂数が不足すると一穂粒数が増加し、総粒数を確保する補償作用が見られるが、令和5年の一穂粒数は平年並で、総粒数は、 $30\text{千粒}/\text{m}^2$ を下回った。総粒数の安定確保には、穂数の確保が重要になる。

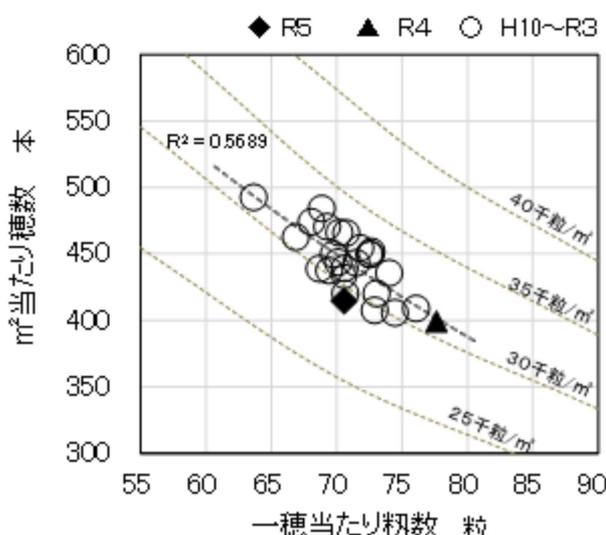


図3 m^2 当たり穂数と一穂当たり粒数の関係

年次別平均（H10～R5年） * 図中、実線は各総粒数の境界線を表す

(2) 茎数確保

- 平成10年以降の結果から、穂数は最高茎数と強い関係にある。
- 梅雨時期である6月末～7月初旬に、日気温較差が小さくなると、茎数の増加が鈍化する。
- 茎数の安定確保は初期生育から大事であることを再確認。

令和5年の最高茎数と穂数は、対象年の中でどちらも5番目に少なく、有効茎歩合は84%だった。平成10年以降の水稲定点調査結果から、穂数は有効茎決定期の茎数より最高分けつ期の茎数（最高茎数）と強い関係にある（図4、5）。したがって最高茎数に応じて有効茎歩合が決定することも必然であり、有効茎歩合だけを向上して穂数の安定確保を期待することは難しい（図6）。穂数の確保には生育初期から茎数を順調に確保することが大事と考える。

また令和5年は6月25日までの茎数は平年並に増加したが、7月5日以降は平年を下回って推移した（図略）。6月25日から7月5日の期間の茎数増加割合と日気温較差（日最高気温一日最低気温）の関係から、この期間に最低気温が高く、最高気温との差が小さくなると茎数の増加が鈍化することが推測された（図7）。梅雨のこの期間は日気温較差が小さくなりやすく、分けつ期後期の茎数確保は不安定であり、穂数の安定確保には、生育初期から分けつを発生させ、充実した強勢茎を主体に穂へ有効化することが大事である。

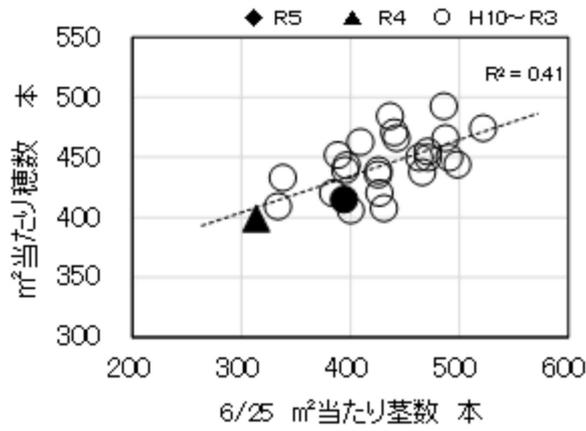


図4 有効茎決定期頃の茎数と穂数の関係
(年次別平均) H10~R5年、* 図中、実線は近似直線

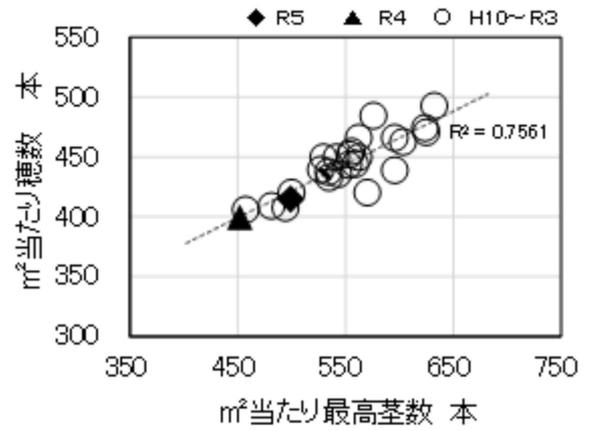


図5 最高茎数と穂数の関係 (年次別平均)
H10~R5年、* 図中、実線は近似直線

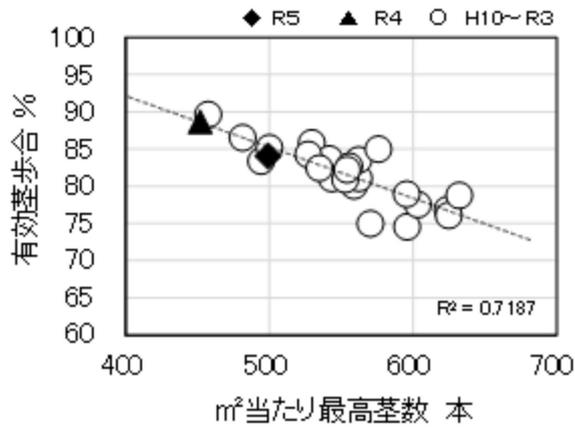


図6 最高茎数と有効茎歩合の関係
(年次別平均) H10~R5年、* 図中、実線は近似直線

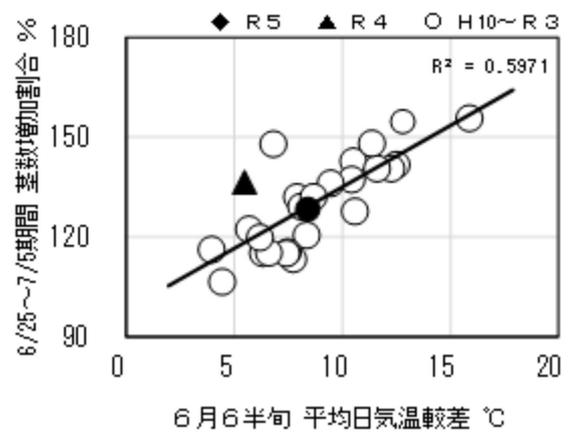


図7 日気温較差と茎数増加割合の関係
(年次別平均) H10~R5年、* 図中、実線は近似直線

(3) 一穂粒数は平年並

- 令和5年は、6月下旬までの生育が平年並で、7月上旬の葉色も平年並だったことから、一穂粒数の増加につながらなかった。
- 一穂粒数の制御は難しいため、総粒数の確保は穂数の安定確保が確実である。

令和5年は最高茎数や穂数が平年より少なく、令和4年と同様だったものの、4年と同じように一穂粒数は多くなり、総粒数は平年より不足した。令和4年は分けつ初期から茎数がかなり少なく推移し、7月5日調査では葉色はかなり高くなり、一穂粒数の増加につながったと推測される。対して令和5年は、分けつ初～中期の茎数は平年並に推移し、7月5日調査の葉色も平年並となり、一穂粒数の増加につながらなかったと考える(図8)。また幼穂分化が始まる7月上旬から中旬に最低気温がかなり高い期間があり、稲体の消耗による穎果数の減少など、要因は複数あると推測される。

栽培期間中に一穂粒数を制御するには、落水や追肥が挙げられるものの、草丈や茎数、葉色に及ぼす影響の方が強く、収量や品質全体に関わるため、単なる一穂粒数制御は現実的ではない。安定した収量や品質をめざすには、穂数の安定確保につながる有効茎数の確保が確実であることを再確認する。

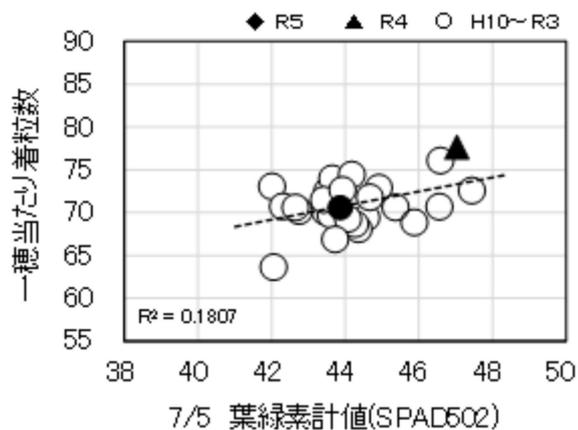


図8 葉色*と一穂粒数の関係

* 葉緑素計値 (SPAD502)

3 品種別等の作柄状況

(1) 品種別の作柄

- 穂数・千粒重・玄米重は、全ての品種で平年より低下した。
- 整粒率は、全ての品種で平年より低下した。高温登熟性「やや強」の「秋のきらめき」「サキホコレ」は白未熟粒が少なく、「やや弱」の「ゆめおぼこ」は多かった。
- 「サキホコレ」の刈り取り時期は早まり、出穂期後50日（積算気温1,332℃）以降の刈り遅れは食味評価の低下が懸念された。また、穂揃期の葉色が低いと玄米タンパク質含有率の低下とともに整粒率の低下が見られた。これらのことから、高温登熟年の場合、刈り遅れないように青刈率の低下に注意すること、過度な低タンパク化を避け、適度な葉色の維持で整粒率の低下を防ぐことが重要と考えられた。
- 令和5年の登熟期間は、高温登熟年であった平成22年よりさらに高温であったため、出穂時期を遅くすることで登熟期の高温を回避する対応策は限界があると考えられた。今後は、高温登熟性が「やや強」以上の品種育成が必要である。

1) 農業試験場で行っている奨励品種決定基本調査の結果を平年と比較した。

① 収量性（平成25年～令和4年の10か年を平年値とした）

- 穂数は、平年に比べて72～88%と少なかった（図1）。
- 千粒重は、平年に比べて94～98%と軽かった（図2）。
- 玄米重は、平年に比べて82～90%と少なかった（図3）。

② 玄米外観品質（平成30年～令和4年の5か年を平年値とした、穀粒判別器使用）

- 整粒率は、平年に比べて68～94%と低下したが、高温登熟性「やや強」の「秋のきらめき」「サキホコレ」は高く、「やや弱」の「ゆめおぼこ」は低かった（図4）。
- 白未熟粒率は、「ゆめおぼこ」>「あきたこまち」・「つぶぞろい」>「めんこいな」・「ひとめぼれ」>「サキホコレ」>「秋のきらめき」の順に高かった（図5）。出穂期後20日間の平均気温はいずれの品種も27℃を超える高温条件であった。

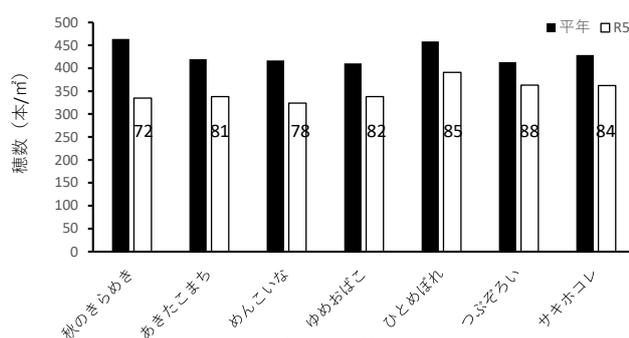


図1 品種別穂数の比較

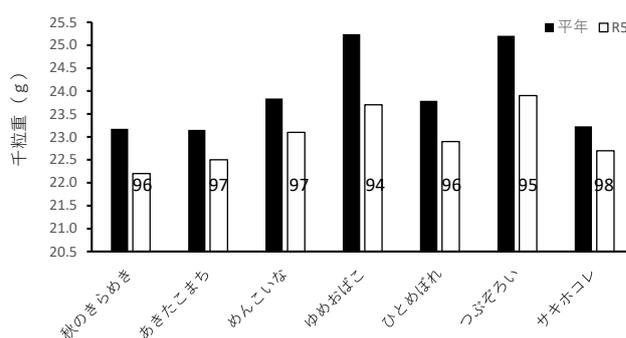


図2 品種別千粒重の比較

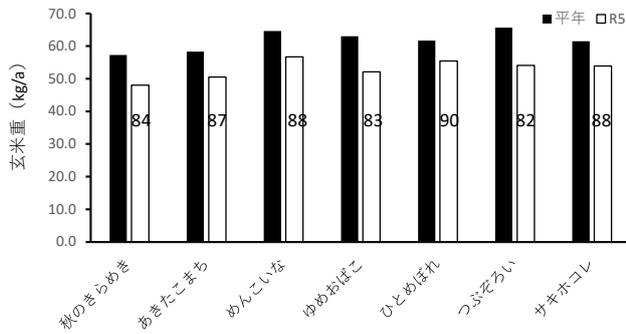


図3 品種別玄米重の比較

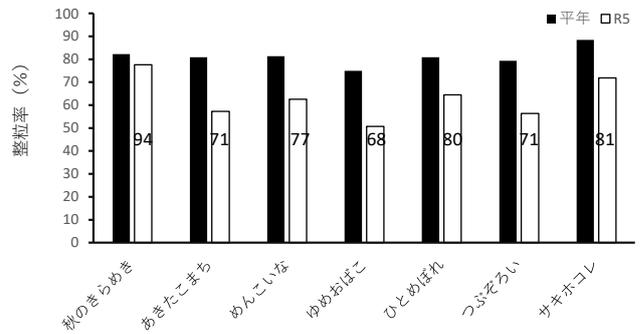


図4 品種別整粒率の比較

注：図中の数字は平年比を示す（図1～4）

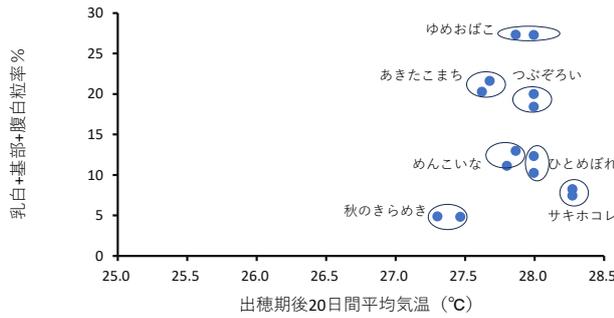


図5 品種別気温と白未熟粒の関係

2) 農業試験場で行っている「サキホコレ」施肥反応試験の結果から令和5年の特徴を抽出した。

① 刈り取り時期

- 過去4か年と比較して、出穂期後積算気温1,000°Cの到達日数が出穂期後40日より前に早まった（図6）。そのため青粒率の低下も早まり、積算気温1,000°Cに到達する前に15%以下になった（図7）。
- 出穂期後50日（積算気温1,332°C）以降の刈り遅れは食味の評価が低下した（図8）。

② 葉色と整粒率の関係

- 平成30年～令和3年の調査では、穂揃期の葉色は玄米タンパク質含有率と正の相関が見られたが、整粒率（74～93%）は一定の傾向はなかった（図9左）。しかし、令和5年は穂揃期の葉色が低いと玄米タンパク質含有率の低下とともに整粒率（55～74%）の低下が見られた（図9右）。

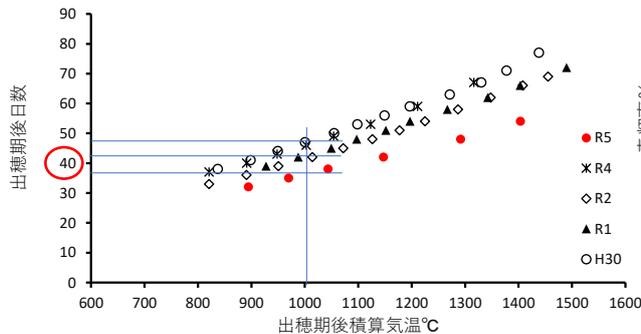


図6 積算気温と出穂期後日数の関係

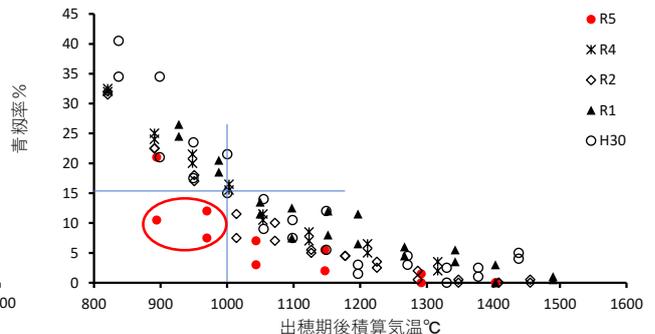


図7 積算気温別青粒率の推移

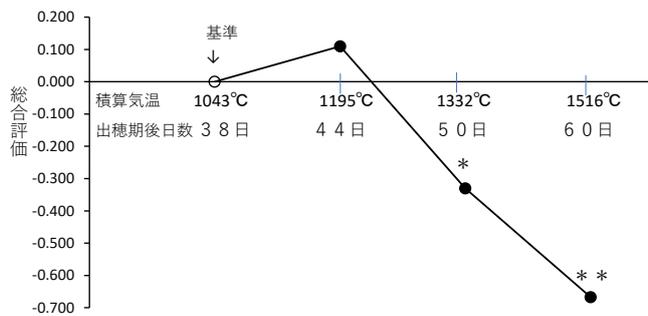


図8 刈り取り時期別食味の比較

注：食味試験は4点法で行った（R5.12.18, n=17）。

表中の**、*印はそれぞれ1%、5%水準で基準と有意な差があることを示す。

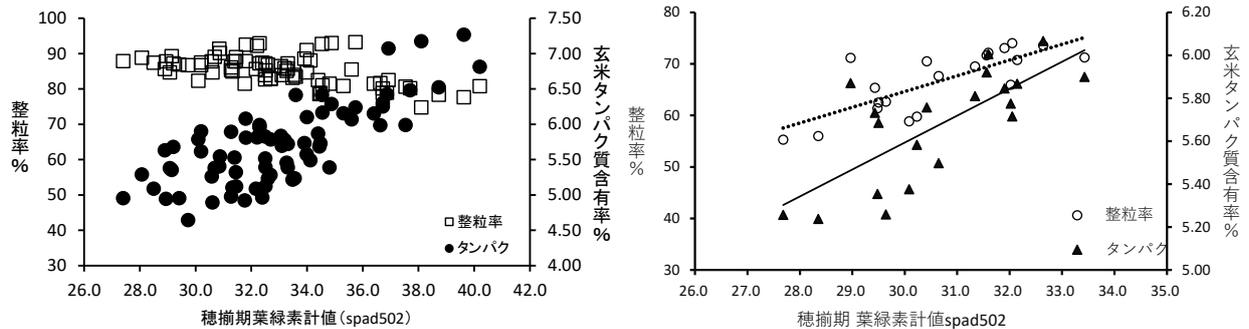


図9 葉色と玄米タンパク質含有率、整粒率の関係

左：H30-R3(n=74) 右：R5(n=20)

3) 出穂期後20日間の平均気温の推移を平年及び高温登熟年の平成22年と比較した。

平年値では出穂期後20日間の平均気温が24℃前後までしか高くないが、平成22年は出穂期が7月16日～8月19日の時に25℃～26℃で推移した（図10）。令和5年は、出穂期が7月25日～8月18日の時に27℃以上で推移し（図10）、平成22年よりさらに高温であった（図11、12）。令和5年のような登熟期間の高温条件下では、品種の早晩性や移植時期を遅くすることで登熟期の高温を回避する対応策は限界があると考えられた。

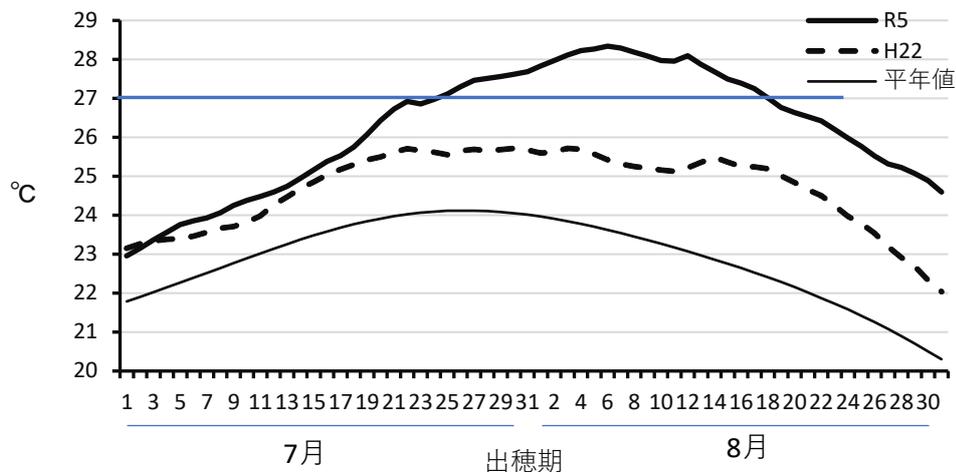


図10 出穂期後20日間の平均気温の推移

(アメダス大正寺)

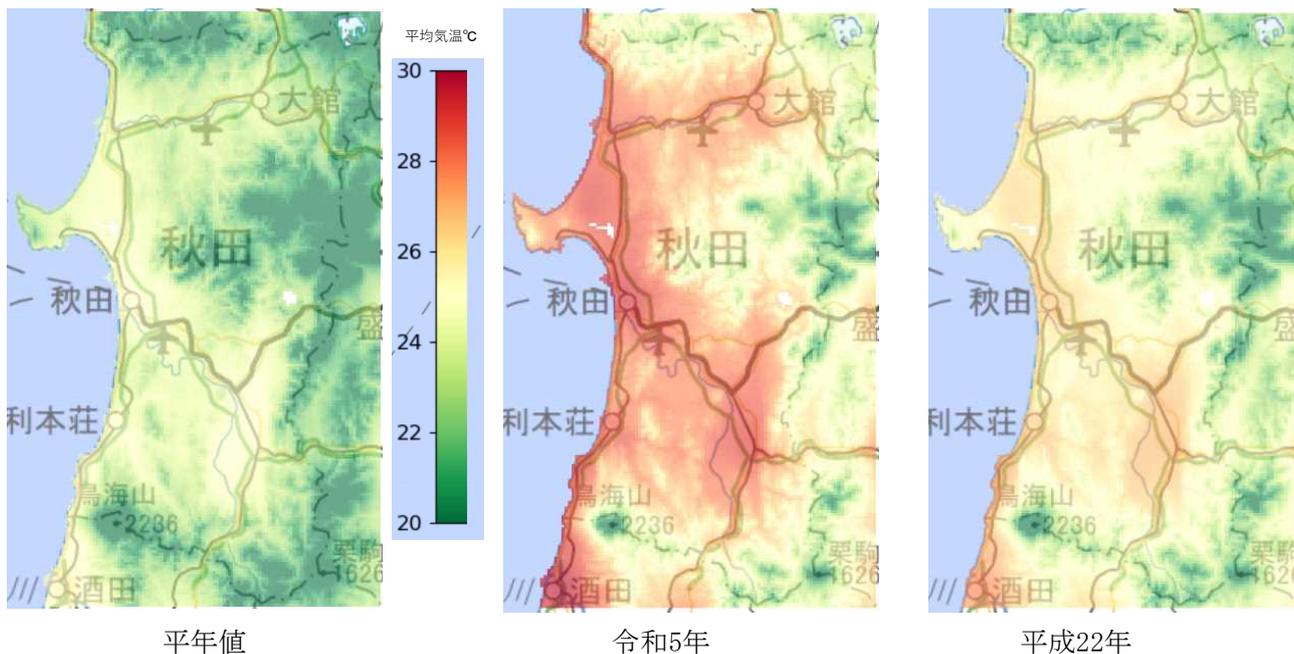


図11 8月1日～20日の20日間平均気温の年次比較メッシュ図

注：図11, 12のメッシュ図は、農研機構メッシュ農業気象データ

(The Agro-Meteorological Grid Square Date, NARO)を利用して作成した。

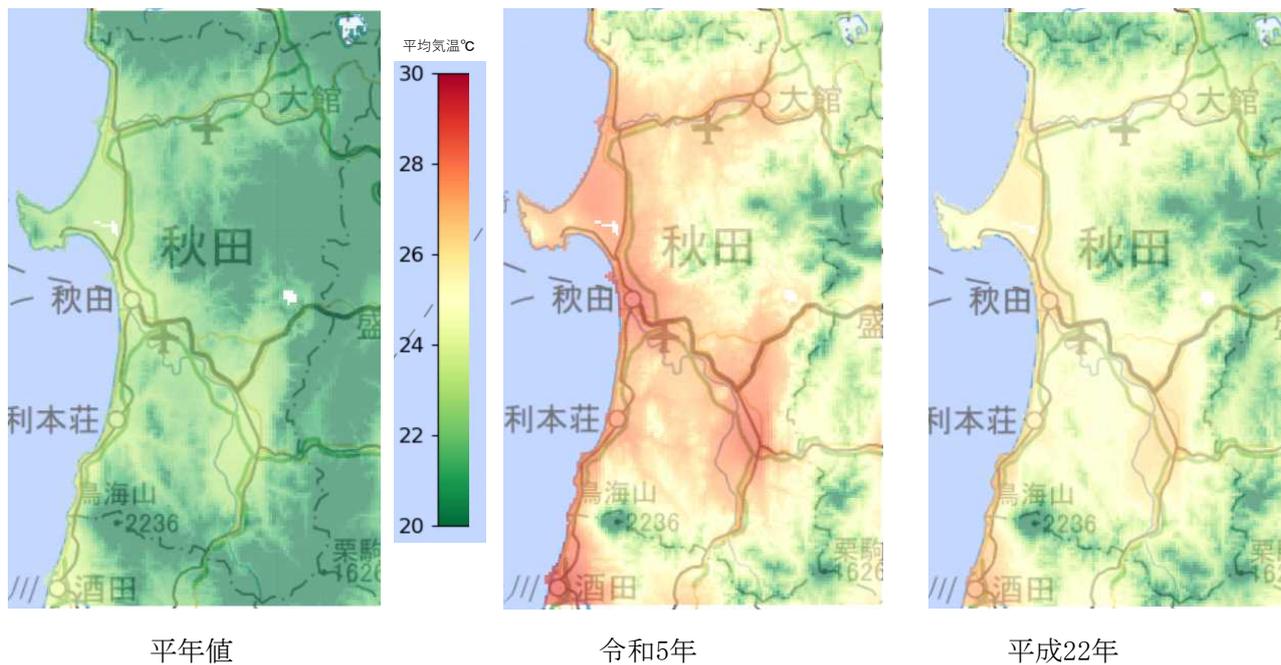


図12 8月20日～9月8日の20日間平均気温の年次比較メッシュ図

(2) 東北各県等との比較

- 東北地域の稲作期間の気温は2～3℃程度平年を上回り、日照時間も平年に比べ多く経過した。8月の気象を比較すると、秋田は東北地域において気温と日照時間が最も高く（多く）、降水量は最も少なかった。
- 作況指数は本県以外で「平年並」以上となった。一等米比率については、登熟期間の異常高温により、山形県に次いで低くなった。

①気象経過の比較

- 代表地点全てにおいて気温は2～3℃程度高くなった。降水量については本県において7月14日からの記録的な大雨により平年を大きく上回った。日照時間については、各地点より最も多くなった。
- 記録的な猛暑となった8月の気象を他地点と比較すると、気温・日照時間は秋田が最も高く（多く）、降水量は最も少なくなった。

表1 東北代表地点アメダスポイントにおける気象経過（5/1～9/30）

地点	平均気温 (℃)		最高気温 (℃)		最低気温 (℃)		降水量 (mm)		日照時間 (hr)	
	R 5	平年差	R 5	平年差						
秋田	23.1	2.3	27.3	2.4	19.6	2.4	1,037	243	1,042	179
青森	22.1	2.8	26.9	3.0	18.2	2.6	426	-132	1,008	126
盛岡	22.2	2.5	27.6	2.8	17.9	2.5	860	108	880	126
仙台	23.7	3.1	28.2	3.5	20.3	2.8	755	-28	955	218
山形	23.4	2.2	29.2	2.5	18.8	2.1	705	60	958	142
福島	24.3	2.5	29.8	2.9	20.0	2.2	703	-6	884	151

表2 東北代表地点アメダスポイントにおける気象経過（8/1～8/31）

地点	平均気温 (℃)		最高気温 (℃)		最低気温 (℃)		降水量 (mm)		日照時間 (hr)	
	R 5	平年差	R 5	平年差						
秋田	30.0	4.9	35.0	5.8	26.2	4.6	24	-158	307	120
青森	28.0	4.6	32.8	5.0	24.4	4.4	26	-112	257	78
盛岡	27.9	4.4	33.6	5.1	24.1	4.4	158	-23	215	70
仙台	28.6	4.2	33.2	5.0	25.6	4.0	30	-120	242	97
山形	28.6	3.7	35.0	4.5	24.2	3.3	61	-87	241	69
福島	29.0	3.5	35.0	4.5	25.1	3.2	101	-44	223	75

- 作況指数については、6月下旬から7月上旬の日気温較差が小さく（最低気温高い）、少照に経過したことにより分けつの発生が抑制され、穂数不足が影響し本県の作況指数は「97」のやや不良となり、東北地域で最も低くなった。
- 一等米比率については、登熟期間（8月）の異常高温による白未熟粒の多発、刈り遅れによる胴割れ粒の発生により、山形県に次いで低い55.9%となった。

表6 令和5年産東北各県の水稲の収穫量（子実用）（農林水産省）

区 分	作付け面積 (子実用) ha	10a当たり 収 量 kg		収 穫 量 (子実用) t	10a当たり 平年収量 kg	作況指数
			農家ふるい目			
東 北	349,100	569	545	1,988,000	540	101
青 森	40,500	614	587	248,700	574	102
岩 手	45,200	551	535	249,100	514	104
宮 城	60,900	566	537	344,700	511	105
秋 田	83,000	552	524	458,200	542	97
山 形	61,000	589	564	359,300	566	100
福 島	58,400	561	542	327,600	532	102
新 潟	115,800	511	502	591,700	527	95
全 国	1,344,000	533	515	7,165,000	512	101

※10a当たり収量、⑤収穫量(子実用)は、1.70mmのふるい目幅で選別された玄米の重量である。

※10a当たり収量のうち農家等が使用しているふるい目幅で選別、10a当たり平年収量は、最も多い使用割合の目幅(青森県、岩手県、宮城県、秋田県及び山形県は1.90mm、福島県、新潟県は1.85mm)以上に選別された玄米を基に算出した数値である。

表7 令和5年産東北各県等の1等米比率（令和5年12月末日現在：農林水産省）

(単位：トン、%)

県 別	検 査 数 量 総 計	等 級 比 率			
		1 等	2 等	3 等	規 格 外
東 北	1,227,415	67.7	29.2	2.5	0.6
青 森	176,237	69.4	28.8	1.6	0.2
岩 手	141,425	91.5	7.8	0.6	0.1
宮 城	192,369	83.1	14.8	1.5	0.6
秋 田	284,346	55.9	37.0	5.6	1.5
山 形	223,451	45.0	52.4	2.1	0.5
福 島	209,587	76.1	22.0	1.7	0.2
新 潟	407,227	15.6	47.1	34.3	2.9
全 国	3,821,176	61.3	30.3	7.0	1.5

IV 生産現場の対応状況（アンケートより）

- 作柄・品質の低下要因を分析して、今後の技術対策等を組み立てるため、生産現場における栽培管理の状況等について、関係機関や生産者の協力を得て聞き取り調査を行った。
- 聞き取り調査は、生産者を対象とした個別の事例（優良事例、低下事例）について実施した。優良事例については収量が平年並以上で、1等米比率90%以上とした。
(事例数は優良事例31件、低下事例161件 計192件)
- 集計した事例の平均単収及び品質は次のとおり。
 - ・優良事例：単収（平年比）100.5%、1等米比率98.8%
 - ・低下事例：単収（平年比）93.7%、1等米比率64.1%
- 異常高温下でも、きめ細かな水管理や穂肥を行うことで、品質低下を最小限に防いだり、また、用水を十分に確保できないほ場において、溝切り跡への通水による気化熱を利用した地温上昇を抑制したりするなど、高温の影響を軽減した事例が挙げられた。
- 収量・品質低下に繋がった要因としては、水の便が悪く、水管理が思うようにできなかった事例が多く挙げられた。出穂後に用水が十分確保できず水不足となったり、湛水したが水温が高まったり、また早期落水等により収量・品質低下に繋がったと推察される。

1 栽培管理の対応状況

(1) 栽培管理について

① 栽植密度

- 目標とする栽植密度（70株/坪以上）の割合は、全県平均で3割程度と少なく、60株植えが5割程度と最も多かった。また、50株以下植えも2割弱あり、近年の栽植密度の低下傾向を示す結果となった。
- 優良事例で70株植えの割合が高い傾向にあった。
- 全県的な栽植密度の低下、特に低下事例で50株以下植えの割合が高い傾向にあり、茎数・穂数の確保に影響したものと考えられる。

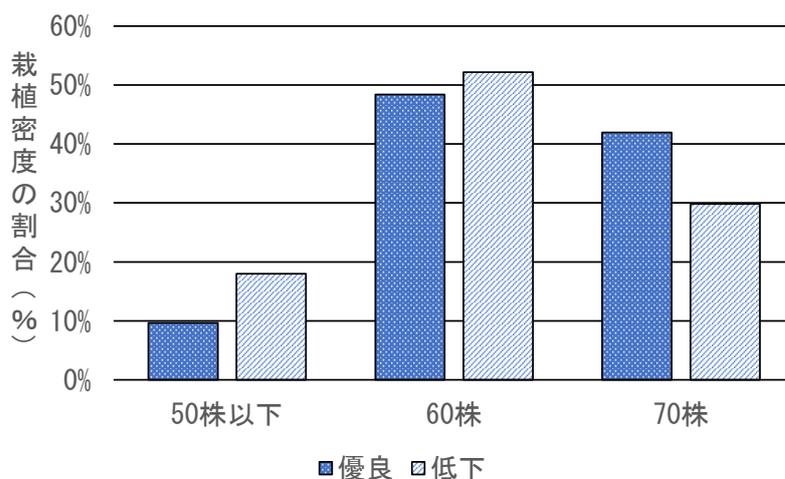


図1 栽植密度の状況

②水管理

(ア) 稲作期間全体を通じての水管理

- 稲作期間全体を通じての水管理について、優良事例では「思うようにできた」が7割を占め、低下事例では4割程度となった。
- 「思うように水管理ができなかった」理由として、「水の便が悪い」が53%を占め、高温に対応したきめ細かな水管理をしたくてもできなかった経営体が多くあった。

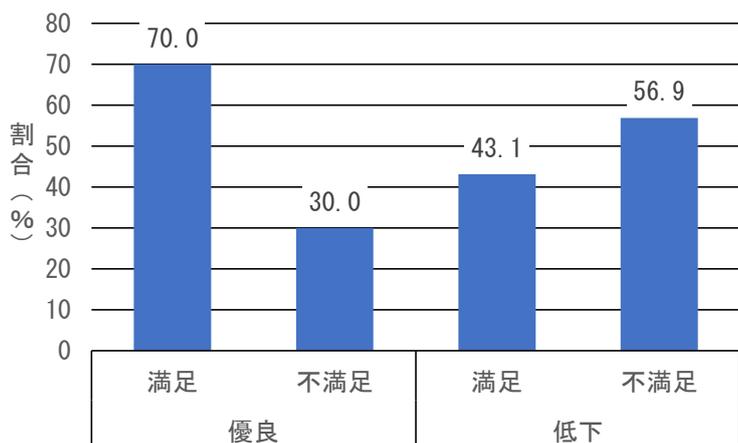


図2 稲作期間全体を通じての水管理の実施状況

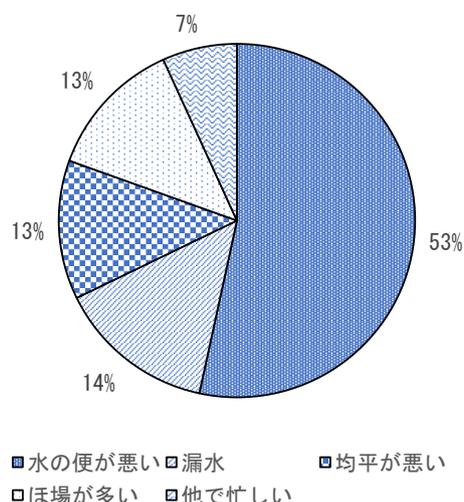


図3 水管理が十分できなかった理由

(イ) 中干しについて

- 中干しの実施状況については、優良・低下事例での差は少なく、いずれも実施率は9割以上と高かった。また、実施期間はいずれも12~13日程度あった。
- 中干しの平均開始日は、優良事例が6月30日、低下事例が7月2日となり、優良事例では低下事例に比べ早期に目標茎数を確保し、中干しを開始できたことが伺える。
- 中干しの遅れにより、水分を必要とする幼穂形成期への中干しのずれ込みや適切な中干しができないなど、その後の水管理の不備につながると考えられ、適期中干しは収量・品質確保への課題として挙げられる。
- 低下事例における中干しの程度については、概ね適切な中干しが実施されているが、「かなりぬかった」、「くるぶしまでぬかった」があわせて1割程度あり、十分な中干しできていない状況にあったほか、「大きな亀裂ができる程度」が3%あり過度の中干しとなった事例もあり、収量・品質への影響が推察される。

表1 中干しの実施状況

	実施率	開始日	終了日	期間
優良事例	96.8%	6月30日	7月11日	12日間
低下事例	91.3%	7月2日	7月14日	13日間

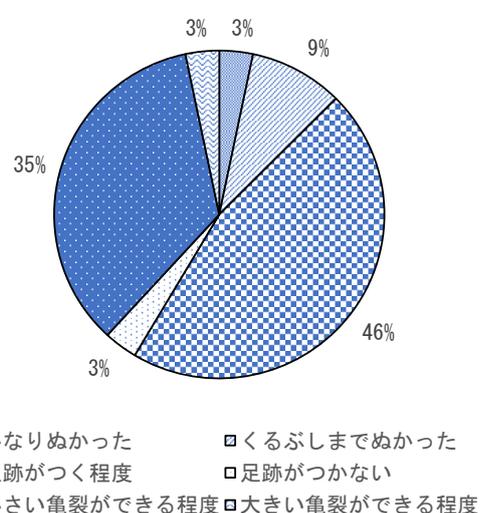


図4 低下事例における中干しの程度

(ウ) 出穂後（登熟期）の水管理について

- 出穂後の水管理について、優良事例、低下事例ともに「間断かん水」及び「かけ流し」の実施率は、8月上旬で約5割、8月中旬では6割以上となった。
- かけ流しについては、8月上旬及び中旬に、低下事例に比較して優良事例で高い実施率となった。
- 完全落水日は、低下事例で8月25日以前に1割の事例が落水を実施しており、品質・収量に大きな影響があったと推察される。優良事例においては落水日を遅らせ高温に対する水管理ができていた。

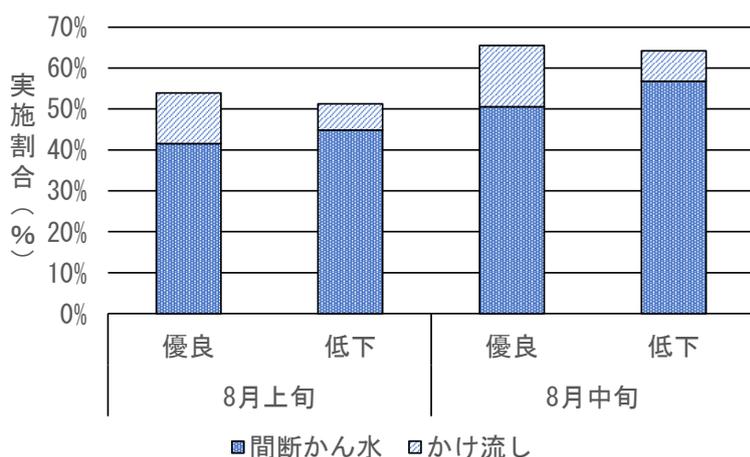


図5 出穂後の間断かん水、かけ流しの実施状況

表2 完全落水日の状況

	完全落水日割合			
	～8月25日	～8月31日	～9月5日	9月6日以降
優良事例	3.4%	17.2%	65.5%	13.8%
低下事例	12.6%	28.0%	47.6%	11.9%

③穂肥について

- 穂肥は、優良事例の3割以上で実施されており、幼穂形成期と減数分裂期の2回実施率も約2割と高かった。
- 穂肥の実施理由として、「計画的な施肥」の他、葉色の低下や高温対策としての穂肥を実施している事例もあり、適正な穂肥により、籾数の確保や登熟期の葉色維持に影響したものと考えられた。

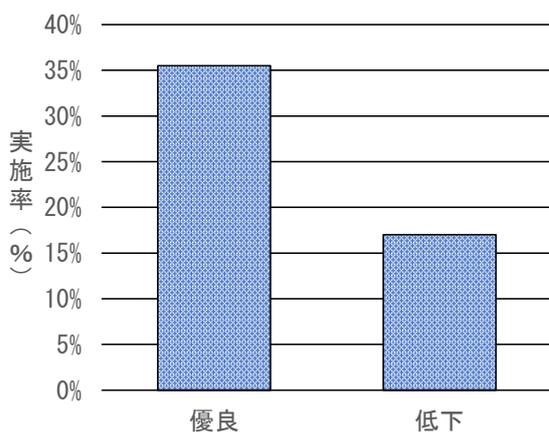


図6 穂肥の実施状況

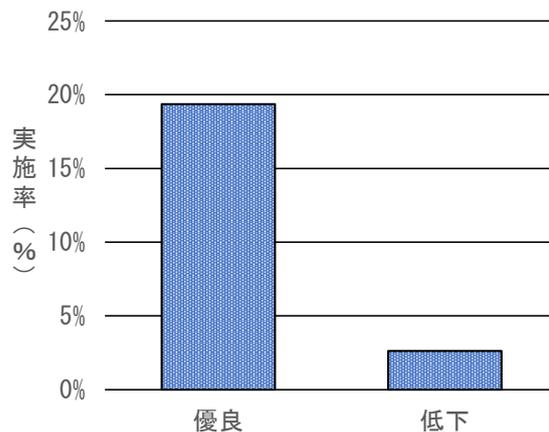


図7 穂肥（2回目）の実施状況

2 収量・品質低下に繋がった事例

- 収量・品質低下に繋がった要因として、「水温が高い、水管理が思うようにできない」との回答が70件以上となった。用水が十分確保できず水不足となったり、湛水したが水温がたかまったことにより、収量・品質低下に繋がったと推察される。
- 「土づくりや基肥・追肥が不十分」との回答もあり、高温年にかかわらず、気象変化に対応した基本技術として再認識が必要と思われる。

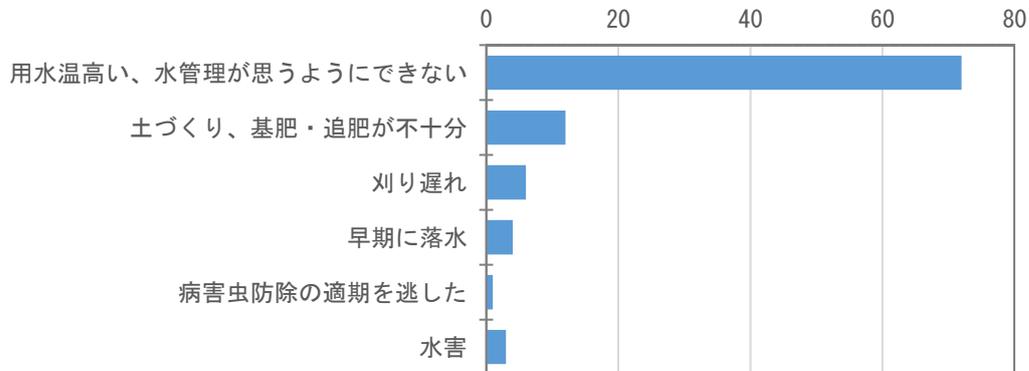


図8 収量・品質低下に繋がった管理等（複数回答）

3 栽培管理による高温の影響を軽減した事例

- 出穂後の間断かん水やかけ流しなど、水管理についての回答が多かった。
- 用水を十分確保できないほ場においては、溝切り跡への少量の通水により気化熱を利用した地温上昇を抑制した事例や、9月初めまでかん水期間を延長して登熟を促進した事例があった。
- 土づくりや適期の刈り取りが多く、刈り取り時期の判断や、堆肥・土壌改良資材の投入、根域を確保するための丁寧な耕起作業などにより高温障害を回避した事例があった。

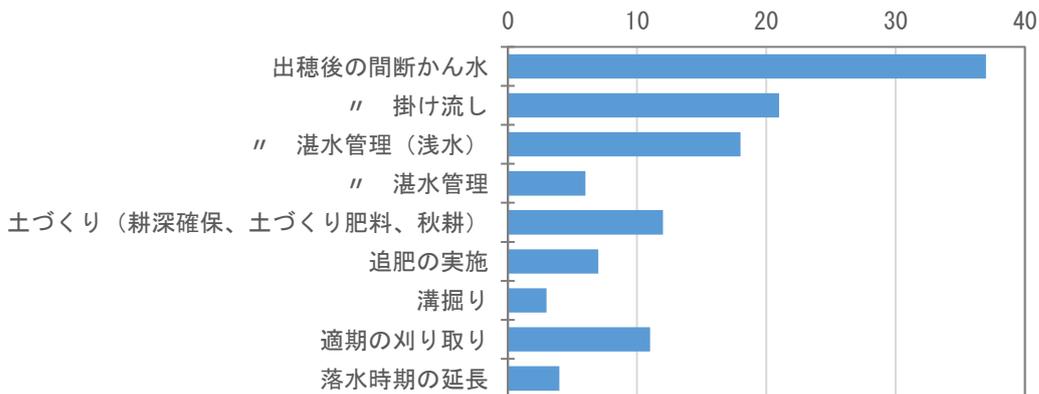


図9 高温等の影響を軽減した管理等（複数回答）

○高温の影響を軽減した具体的取り組み

- ・ 耕深の確保や根の活性化を図ったことで、収量が確保でき収量・品質ともに平年並(雄勝)。
- ・ 植付本数の確保、溝切り2回実施しきめ細かな水管理を行い収量・品質を確保(仙北)。
- ・ 堆肥の連用、栽植本数の確保、活着期の水管理、中干しによる充実による収量確保(鹿角)。
- ・ 土壌改良資材の散布と、分けつ期の浅水で早期茎数確保により収量・品質を維持(秋田)。
- ・ 地力に応じた基肥や穂肥、土づくりを重点を置き、平年並の収量・品質を確保(平鹿)。

V 今後の技術対策

1 高温登熟リスクを軽減する出穂期と田植え時期

- 直近10年と20年の日平均気温と出穂期および初期登熟期間の重なりから、高温登熟に当たるリスクが高くなっている。

直近10年平均の日平均気温と高温登熟の基準温度とされる27℃との差分は、直近20年平均の差分より正方向へシフトしており、近年はより高温化していることがことが明瞭である。またその標準偏差を考慮すると、近年は7月25日頃から8月20日頃まで27℃を上回る確率が高く、水稻の登熟期間前半に高温に当たることが免れない状況である（図1）。

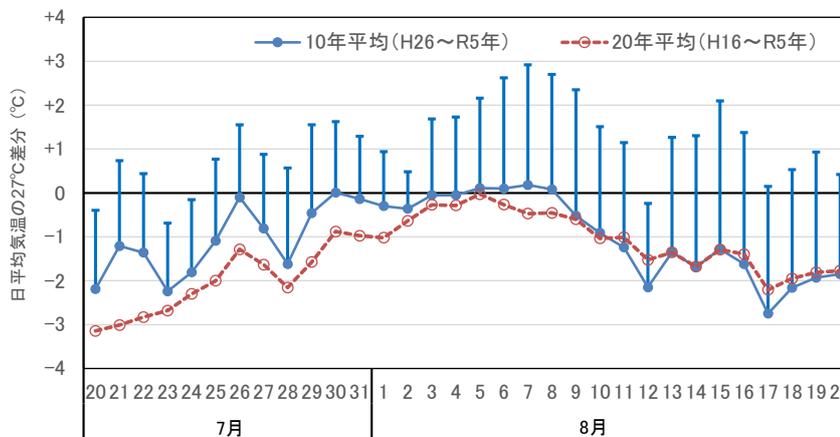


図1 7月20日～8月20日の日平均気温の推移

※直近10年（平成26年～令和5年）の平均値と直近20年（平成16年～令和5年）の平均値
垂直線は直近10年の標準偏差（片側正方向）を示す。

近10年の出穂期は、徐々に早期化する傾向にあり、一方、移植期は平成23～25年をピークに少し早まり、近年は5月15日頃から25日頃の移植期が多くなっている。高温気象により水稻の生育が早まっていることが、出穂期の早期化に影響していると考えられる。

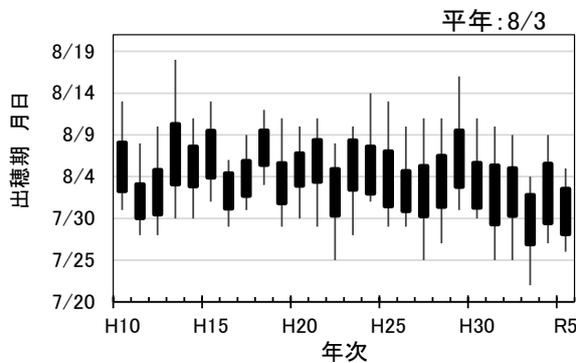


図2 出穂期の推移（平成10年～令和5年）

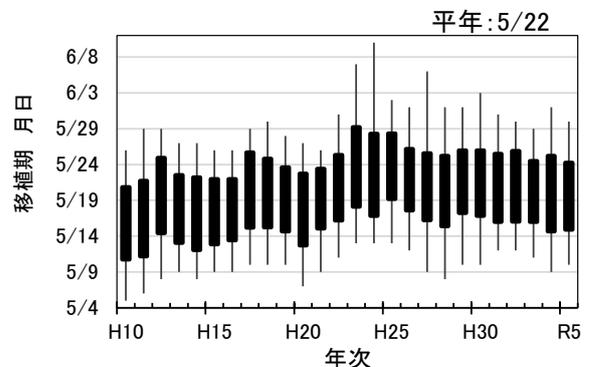


図3 移植期の推移（平成10年～令和5年）

※上下線は最大値、最小値を示し、箱上端および箱下端は標準偏差を示す。水稻定点調査ほデータ。
図中平年はH10～R5年の平均値（図2、図3共通）。

- 高温登熟を可能な限り回避し、収量と品質の維持が可能なあきたこまちの好適出穂日の目安は、次のとおりである。

鷹巣：8月4～9日、秋田：8月6～20日、横手：8月7～16日

- 上記に出穂させるための田植時期(中苗の場合)の目安は次のとおりである。

鷹巣：5月15～20日頃、秋田：5月20～25日頃、横手：5月20～25日頃

高温登熟対策として、登熟期前半が、高温登熟の基準温度である27℃に当たる期間を少なくするため、出穂期を後方に移動することがあげられる。しかし、前述のとおり8月20日頃まで27℃を上回ることが多くなってきており、登熟期前半全てを27℃にならないよう回避することは現実的ではないと考える。

高気温の許容可能範囲は今後のデータ拡充により解析されるが、出穂期の後方移動は、好適登熟温度の確保の他、収量と品質安定化のための生育量確保の観点と冷害回避から考えられる好適移植期をふまえて考えることが大事である。

加えて、土づくりや水管理など他の技術と組み合わせることで高温登熟のリスクを低減していくことが重要と考える。

(1) 高温登熟リスクを軽減するための出穂期後方移動の考え方

農試研究「良食味品種の移植時期移動による作期拡大」にある作期拡大のスキームを基本に下記要素を含めて試算した。

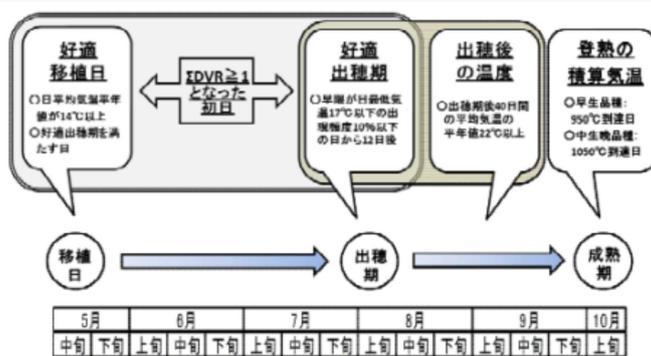


図4 作期拡大のためのスキーム

秋田農試研究報告57(2019)より抜粋

ア) 高温登熟による白未熟粒多発の条件は、出穂後20日間の平均が最高気温32℃、平均気温27～28℃、最低気温23～24℃である(寺島ら2001)。

イ) これに基づき、出穂後20日間の最高気温32℃、平均気温27℃、最低気温23℃を基準として、高温登熟に対応した好適出穂期を試算した。

ウ) 好適出穂期の早限は、期間内で、上記の出現率15%(20年に3回の頻度)未満になった初日とした。

エ) 好適出穂期の晩限は、出穂後40日間の平均気温が22℃以上となる最終日とした。

オ) 田植時期の目安は、好適出穂期と田植後の生育量の確保等を考慮して設定。

(2) 田植え作業の注意事項

- ・ 田植えは、稚苗は日平均気温13℃以下、中苗は14℃以下の場合には行わない。
- ・ また、最高気温が20℃を超える温暖な日が好適である。
- ・ やむをえず気温が低い日に田植えを実施した場合は水管理を徹底し、深水により幼苗を保護する。
- ・ 極端な早植えは、5月の低温に遭遇する機会が増えることで活着が低下したり、幼穂形成期や減数分裂期、出穂期の前進につながり、登熟期間が高温に遭遇しやすくなるので行わない。

2 栽植本数（密度）の確保

- 近年、栽植密度は低下傾向にあるが、栽植密度はその後の茎数の増加に大きな影響を与えるため、適期田植えと同様に基本技術として重要である。
- 異常気象に対応し、安定的に茎数を確保するためには、坪当たりの栽植密度70株以上（3～4本植え）を基本とし、「主茎+1次分げつ3～6号」を主体にした稲づくりを行う。

栽植密度は長年、徐々に低下し続けていることは明瞭である。そして6月10日における茎数は、年次変動が大きいものの、近5年ほど低水準で推移している。

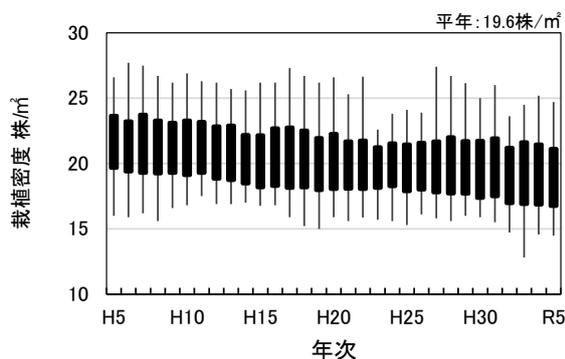


図1 水稻定点調査ほの栽植密度の推移

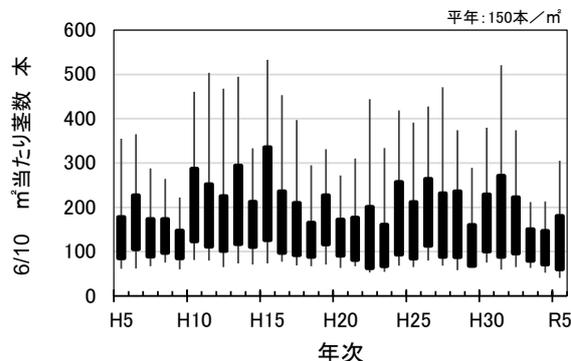


図2 水稻定点調査ほの茎数の推移
(6月10日)

※ 図中上下線は最大値、最小値を示し、箱上端および箱下端は標準偏差を示す。水稻定点調査ほデータ。

(1) 栽植密度確保の具体策

- ・ 栽植密度を60株から70株に上げる場合、同じ播種量では用意する育苗箱数を増やさなければならぬが、育苗施設の広さや労力面（播種作業や育苗管理等）、コスト面（培土や肥料、農薬等）で箱数の増加は難しいことが想定される。
- ・ このような場合は、1箱当たりの播種量を増やして必要な苗を確保する。
- ・ ただし、播種量が増えると育苗日数は短くなるので、老化苗防止のため、播種日～浸種まで遡って作業計画を組み立てる必要がある。播種量別の育苗日数の目安は表1のとおり。

表1 播種量別の育苗日数の目安 (*播種量は、乾籾重)

箱当たり播種量	100g	120g	140g	160g	180g
育苗日数	約35日	約32日	約29日	約26日	約23日

(2)60株以下で田植えを行う場合の注意事項

- 播種量に合った育苗日数を守って老化を防止するとともに、育苗管理（温度管理や水管理等）を徹底して健苗を育成する。
- 田植え前にかき取り本数を調整し、予定以上に植え付け本数が低下しないように注意する。
- 適期田植えや田植え後の水管理を徹底し、初期生育を確保する。
- 側条施肥を併用することで初期生育を確保する。

<安定生産のために必要な穂数>

「あきたこまち」で目標収量を570kg/10aとした場合、安定的に目標収量を確保するためには、㎡当たり420～460本程度の穂数が必要である。

<苗1本当たり5本の穂を付ける場合>

(第3～6節1次分けつ：4本、主茎：1本 計5本)

○ 1株4本植えでは、 穂数 5本 × 4本 = 20本

○ 70株/坪植えでは、 穂数 20本 × 70株 = 1400本

○ ㎡当たりでは、 1400本 ÷ 3.3㎡ = 424本

○ 60株/坪植えでは、 穂数 20本 × 60株 = 1200本

○ ㎡当たりでは、 1200本 ÷ 3.3㎡ = 364本

また、栽植密度が低下すると、茎数確保が困難となり安定生産ができなくなるだけでなく、品質低下も懸念される。

このため、早期に有効茎数の確保が可能となる坪当たり70株以上を基本とする。

3 水管理

- 水管理は、初期生育の確保や高温障害回避のために重要な技術である。
- 個別事例調査から、全県的に中干しの開始時期が遅く、その後の管理に影響していると考えられたため、適期の中干しを徹底する。
- 登熟期間中の高温時において、用水を十分確保できない場合は、溝切り跡への通水により土壌水分を補充し、夜間の地温低下を図る。
- 特に、落水時期は出穂後30日以降とし、早期落水は行わない。

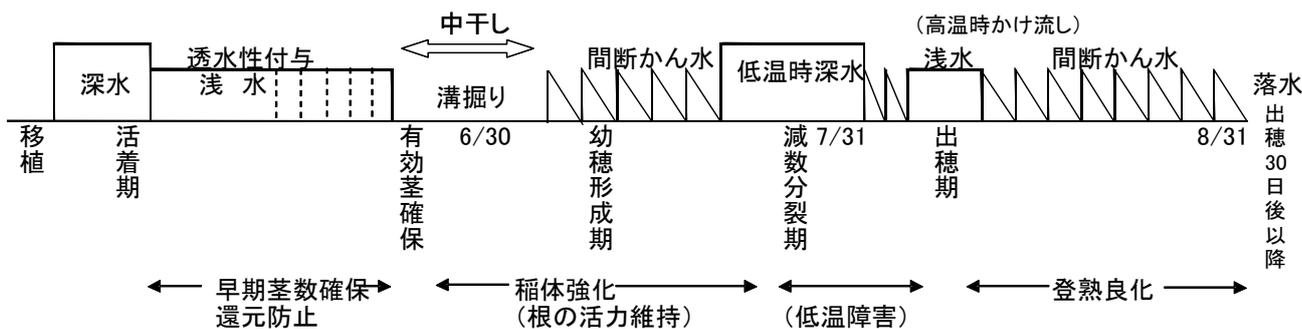


図1：時期別の水管理のイメージ図

(1) 初期生育を確保するための水管理 (図1)

- 苗の活着は、気温、水温が高いほど早い。分けつの発生が早いほどその後の累積分けつ数は増加する。
- 田植え後はできるだけ水温を高めて活着を促す。田植え時期の水温は、気温に比べて3～4℃程度高いことから、田植え後は水深を4cm程度の湛水状態に保ち、水温を維持して保温効果を活用する。
- やむをえず気温が低い日に田植えを実施した場合は、水管理に注意し、深水により幼苗を保護する。
- 除草剤の処理層と苗の基部は、土中での位置が違うことから、苗質や植え付け精度に問題が無い場合は、通常除草剤の薬害は起こらないため、田植え後に低温が続いた場合も、雑草の生育に合わせて適期に散布する。

(2) 高温等の異常気象下でも登熟を促す水管理 (図1)

- 出穂当初は水を多く必要とする時期なので、5～6cm程度の水深で湛水とする。この期間は10日間程度であるが、その後は2～3cmの浅水で間断かん水とする。
- 最高気温が30℃以上となる場合は、間断かん水等を行い地温を下げて根の機能を維持する。
- 用水を十分確保できない場合は、溝切り跡への通水により、土壌水分を補充し、夜間の地温低下を図る。ただし、穂揃期に近いほどイネの吸水量は大きく、かん水不足になりイネが萎れないよう注意深く観察する必要がある。なお、カドミウム含有米の発生が懸念される地域では、出穂前後3週間は常時水を張り、田面が空気に触れないようにする。
- 落水時期は、出穂後30日以降とする。落水時期が早すぎると根の機能が低下し、茎葉も光合成能が低下して登熟が妨げられるため、腹白、青未熟、死米、胴割米、しいなが多くなり、品質低下につながる。

- 秋の刈取作業を容易にするために、落水時期を早めて田面を乾かしたいという生産者が多いが、落水時期を出穂後30日とするためには、中干しを適期に実施するとともに溝掘りを行い、用排水対策を講じる。
- 中干しの開始時期が、7月にズレ込んでいる事例が多い。6月下旬までに有効茎を確保し、中干しを開始する。

<水管理のポイント>

稲の生育や気象状況に応じた水管理を徹底し、生育の維持・改善を行うことが必要である。

- ① 活着期～分けつ期は、水温の上昇に努める。
* 苗の活着は、気温・水温が高いほど早く、水深調節が重要。
- ② 中干しは、6月下旬（有効茎を確保後）から開始する。
* 中干しの開始時期が遅く、その後の管理が後半にズレ込んだり、適正な強度の中干しが出来ていないと考えられる。
(個別事例調査では、中干しの開始時期は平均で7月3日)
* 中干しの期間は7～10日位とし（6月25日～7月5日頃）、田面に亀裂が1～2cm入り、足跡が付く程度とする。
(幼穂形成期前までに中干しは終了すること)

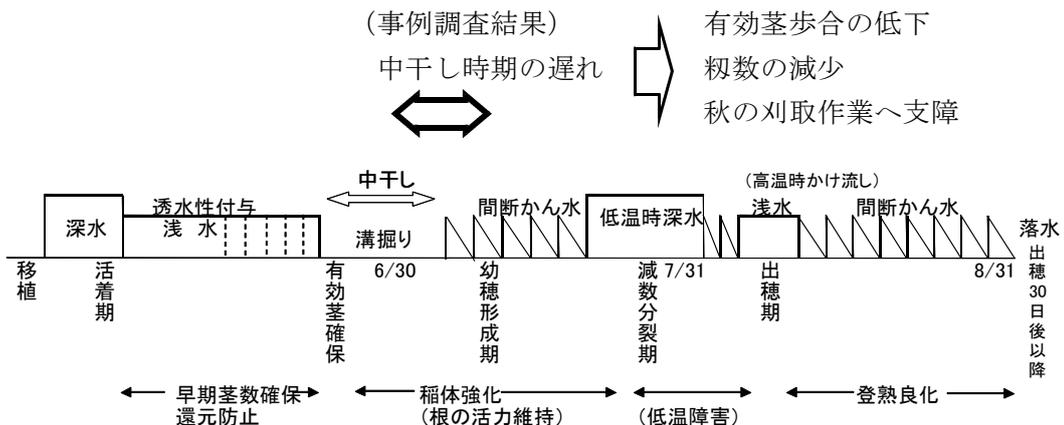


図2：秋田県における一般的な水管理体系

- ③ 出穂期～落水期は、根の機能の維持と登熟促進により品質向上に努める。
* 出穂から開花期間中は湛水管理、高温時は間断かん水等により地温を低下。
* 用水を十分確保できない場合は、溝切り後への通水や浅水の間断かん水により、夜間の地温を低下。節水に努め、地域全体に水が行き渡るようにする。
→ 気化熱により地温低下が期待される。

* 落水時期は出穂後30日以降とする。

4 土づくり

- 高温に有効な土づくりとは、①根を深く張らせる環境づくり、②耕起や代かき方法の工夫、③ケイ酸肥料の供給である。
- 土壌タイプによって土づくりの優先順位は異なるので、土壌条件に合わせた土づくりを行う。

(1) 高温になると品質が低下するのは、なぜ？

① 高温下の水稲に起こること

- 高温下の水稲は、常温下に比べて葉温が上昇する（図1）。高温下に置かれた水稲は、水分の消費を防ぐために葉身の気孔を閉じることから、気化熱が外に放出されず葉温が高くなると考えられる。
- 気孔は蒸散による水分の出口であると同時に二酸化炭素の取り込み口でもあることから、気孔が閉じた水稲では二酸化炭素の取り込み量が減少して光合成量が低下する。
- このため、高温下の水稲は、炭水化物生産量が減少したり玄米へのデンプン蓄積がスムーズに行われない場合が多い。

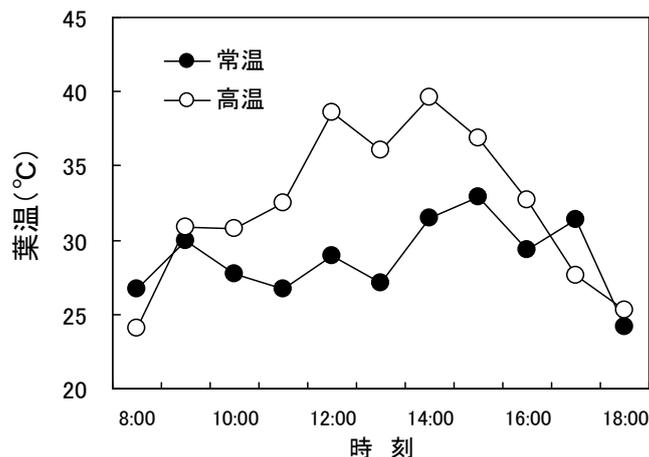


図1：異なる気象条件下における葉温の日変化
(平均：常温28.3°C、高温34.4°C)

② 白粒米発生のメカニズム

- 登熟初期から中期にかけて高温に見舞われて光合成能が低下すると玄米中心部へのデンプンの転流・蓄積が不完全になる。
- 玄米中心部のデンプン蓄積が不完全になると、デンプン粒とデンプン粒の間の空気のすき間が多くなり、空気のすき間は透明化せず光線の乱反射により白色状に見える。
- その後、登熟後期にデンプンの転流・蓄積が回復すると、周辺部が透明化し、中心部が乳白色になる乳白米が発生する。
- 以上のように、高温下では気孔を通じた稲体の水分調節機能や根活性の低下により、養水分の吸収が阻害されやすい。そのため、光合成能力が低下しデンプンの蓄積が不完全になることから品質が低下しやすくなる。（図2）
- このことから、高温下においても良品質米を確保するためには、水稲根の活性を生育後半まで維持し、養水分の吸収を持続させて登熟期の光合成能を高くするような土壌環境を作ることが重要である。

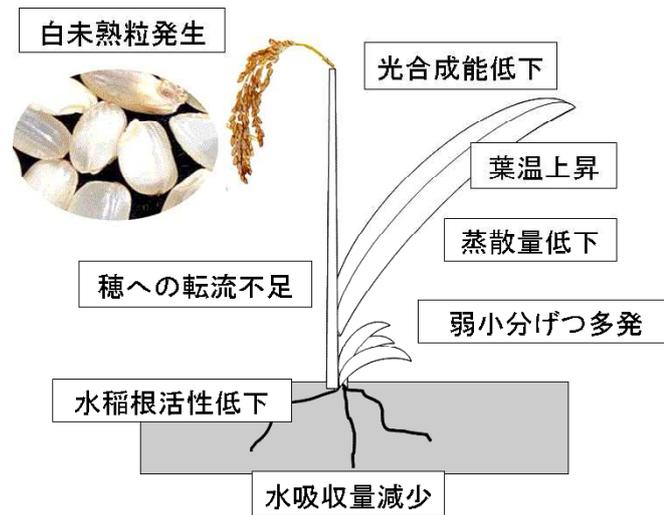


図2：高温下のイネに起こること

(2) 高温対策に有効な土づくりとは

① 土づくりのねらい

- 土づくりの目的は、土壌の物理性、化学性、生物性を総合的に改善しながら、水稻の生育に適した土壌環境を作ることである。
- 土づくりにより、水稻に適正な養水分が供給されるとともに水稻根系を拡大し根活性を高く保つことができる。特に、高温下においては水稻根活性が低下しやすいことから土づくりは重要である。

② 高温に強い土壌環境を作る

- 水稻根域が拡大し、根活性が生育後半まで高く持続できる土壌条件として、土壌中に酸素が多く存在する環境があげられる。
- 酸素は、水稻根の呼吸作用に必要であり、茎葉を通じて空中から供給されるがそれだけでは不十分であり、土壌からの酸素供給が重要になる。
- 水稻根が深く伸張し活性を高く保つ土壌環境を作る方策の一つに耕起方法の工夫がある。

<粘土が少なく粗粒質の土壌>

- 透水性が良く比較的酸素が供給されやすいことから、根域確保を優先する必要がある、作土深15cmを目標とした耕起が必要になる。

<粘土が多い圃場>

- 透水性が低く酸素の供給が少ないことから、過剰な代かきによる土壌還元の進行を避けることが重要である。
- 例えば、粘土が多い土壌において、作土（13cm）を水田プラウで反転し、作土の上層（3cm）のみを砕土した後に代かきをせずに移植したA圃場と慣行の耕起、代かきを行ったB圃場で水稻の生育を比較してみた。（図3）

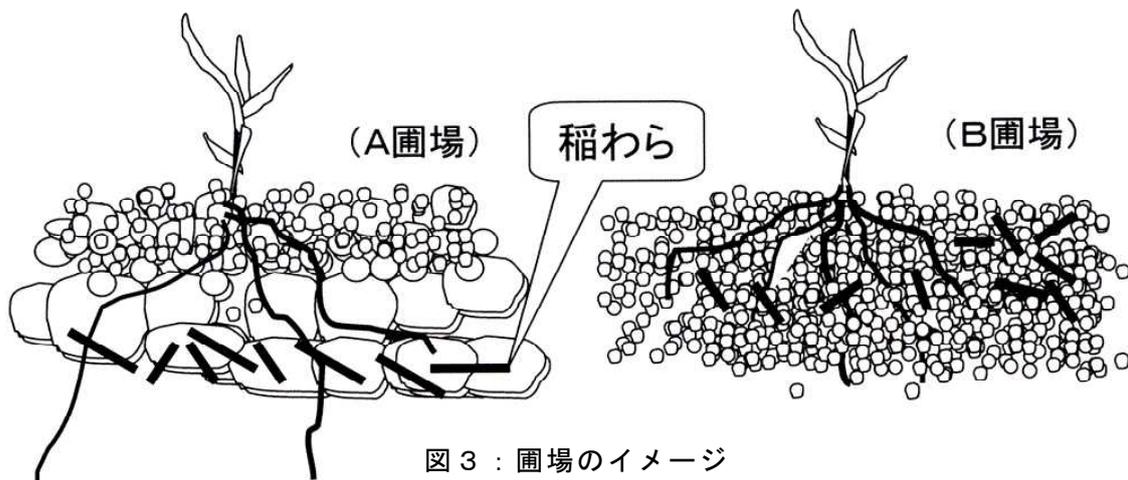


図3：圃場のイメージ

- A圃場は作土下部に大きな土塊が存在し、深さ5 cm程度の上部だけが細かに碎土されている。
- 一方、B圃場は代かきにより作土全体が泥状である。土壤の酸化還元電位を調べてみると、A圃場はB圃場に比べて酸化的に推移しており、土壤中に酸素が多く含まれている。
(図4)

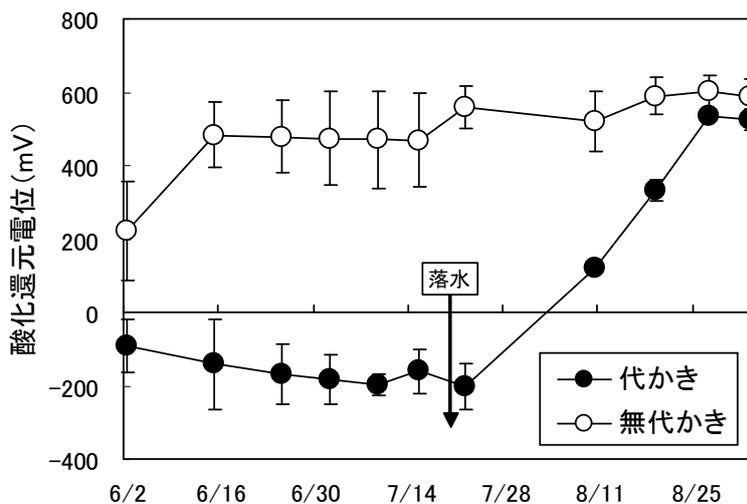


図4：酸化還元電位の推移（深さ5cm地点）

- A圃場での水稻根の分布を見るとB圃場に比べて下層まで水稻根が多く分布し根活性も高い。(図5, 6)
- 人工的に登熟期間を高温条件にして品質を調査すると、乳白粒、基白粒、腹白粒の発生率はA圃場がB圃場に比べて低下している。(図7)
- この事例では、粘土の多い土壤での無代かきの効果を紹介したが、代かきの工夫によっても水稻根活性が高く維持される土壤環境を作ることは可能であり、高温下における品質低下の軽減が期待できる。

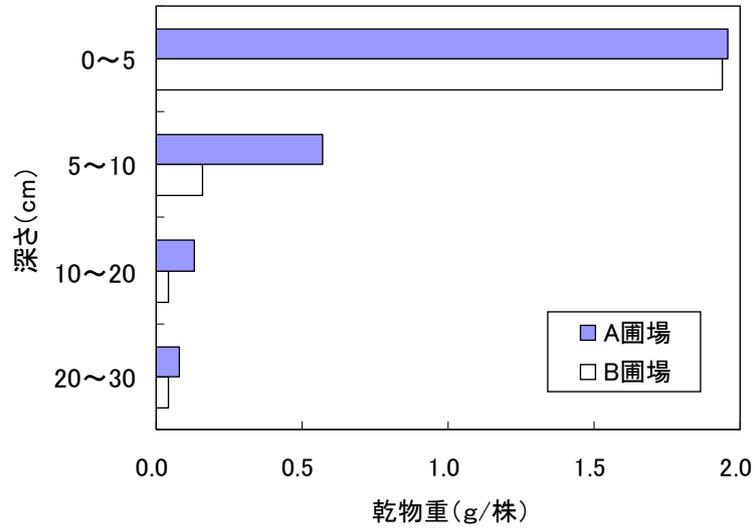


図5：深さ別の水稻根乾物重の比較

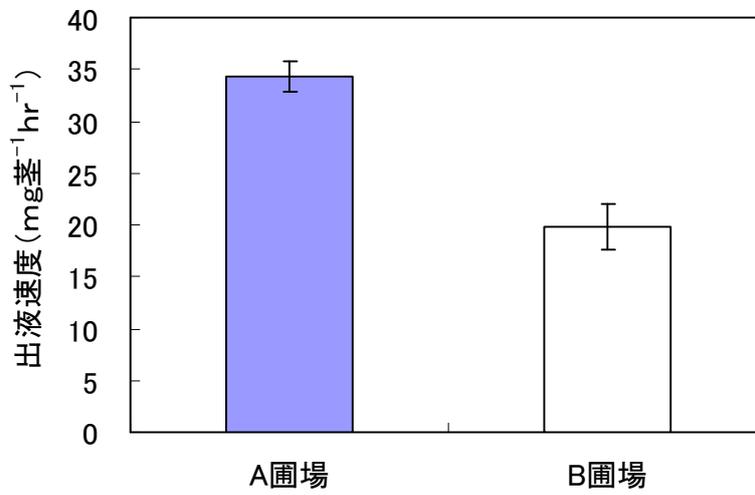


図6：出穂後20日目の水稻根活性

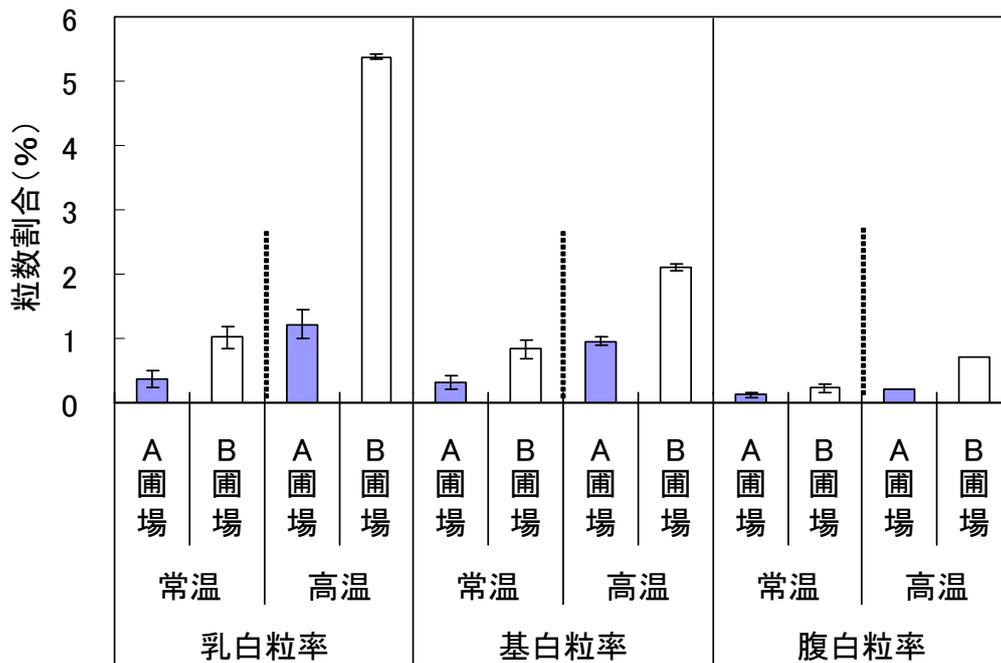


図7：気温条件と外観品質

- 土壌中の酸素を多く保つために必要な透水性や酸化層の広がりなどを実現させる土づくりの優先順位は、土壌タイプで異なる。
- そのため、それぞれの土壌の実態を十分に把握しながら耕耘方法の改善や排水対策を考える必要がある。特に、秋田県に広く分布する粘土が多い土壌では、酸素が不足しやすいことから耕起前の排水対策を徹底した上で、代かきの回数を減らしたり、土壌を機械的に練りすぎない簡易代かきや無代かきによる効果が期待できる。
- 簡易代かきは土壌構造を破壊することが少ないことから、登熟後半まで湛水しても固い基盤が保たれ、機械収穫作業で圃場を傷めることがない。

③ケイ酸供給による高温対策

- 高温対策として重要な土づくりにはケイ酸供給があげられる。ケイ酸質肥料にはケイ酸カリやケイカルなどがある。ケイ酸は水稻にとって不可欠の養分であり、茎葉中のケイ酸含量が高いほど白未熟粒などが減少し外観品質が向上することが知られている。
- 水稻根から吸収されたケイ酸は、蒸散流によって導管中を上昇し、茎葉や穂に運ばれる。
- そのため、高温による水分ストレスを受けて水分吸収が停滞すると他の養分よりも吸収量が減少しやすいことから、根圏環境の改善に加えて土づくり肥料によりケイ酸を補給することで、高温下でも水稻は十分にケイ酸を吸収し、品質の低下を抑えることが期待できる。(図8)

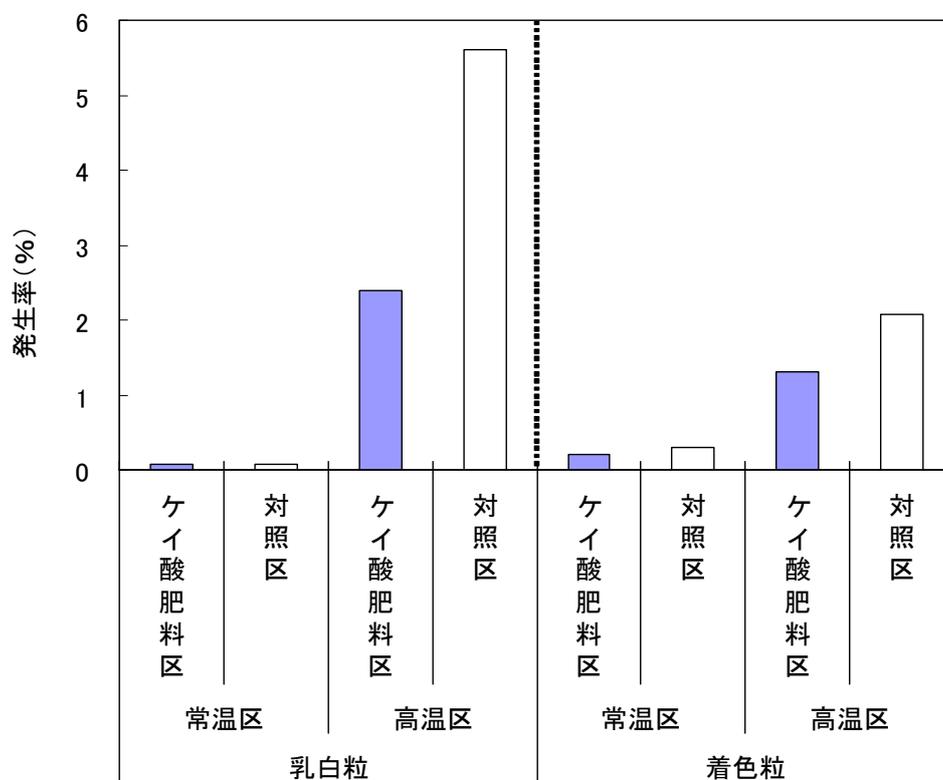


図8：高温登熟条件下の玄米外観品質に及ぼすケイ酸肥料の効果

5 施肥法（追肥、肥効調節型肥料、たい肥）

- 出穂期以降の葉色を維持して高温登熟を乗り越える稲体を支える
- 減分期追肥により、整粒割合は確実に向上（品質低下抑制）効果が期待される。

（1）幼穂形成期の栄養診断の目的

- ・ 幼穂形成期の栄養診断に基づく追肥（幼穂形成期（11.0葉頃）、減数分裂期（13.0葉））は、目標収量確保に必要な粒数を得るため、出穂期以降の葉色を維持して高温登熟時の品質低下（充実度不足、白未熟粒、胴割粒の発生）を防止するために重要な技術である。
- ・ 食味向上や倒伏を懸念する余り追肥を過度に控える農家が見られるが、激しい気象変化に負けない安定した高品質・良食味米生産のためには、幼穂形成期の栄養診断を必ず実施し、診断に基づいた追肥を徹底することが重要である。（*栄養診断の方法と対応については、稲作指導指針を参照）

（2）穂肥による玄米品質低下抑制

- ・ 基肥各区とも窒素追肥により整粒比は明らかに向上した（図1）。追肥時期別では、減数分裂期追肥の方が、幼穂形成期追肥より整粒向上に効果的と考えられる。
- ・ 高温期は稲体の消耗が大きいと推測され、登熟後半まで稲の活力を維持するには、稲体の窒素栄養を適正に維持することが重要と考える。なお、出穂期に近い窒素追肥あるいは窒素の過剰な肥効は、玄米タンパク含量の上昇につながるため、追肥量は慎重に判断する必要がある。

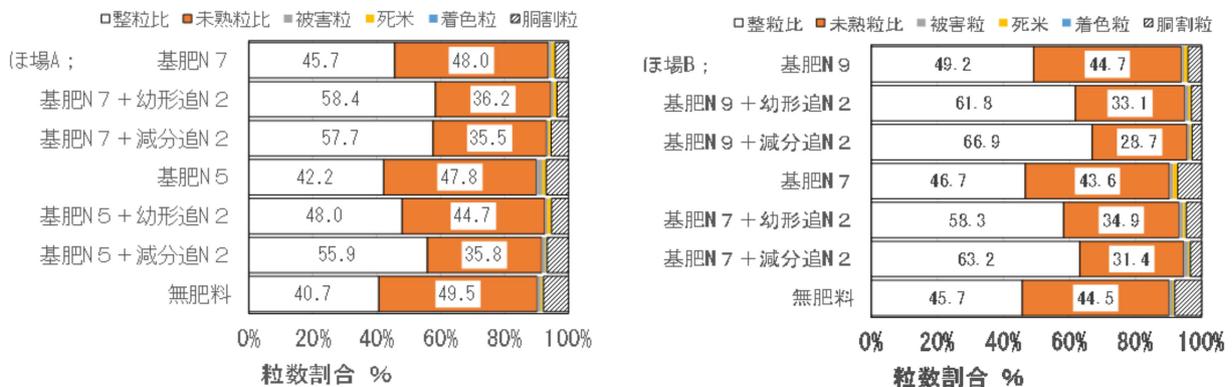


図1 基肥量別、時期別追肥の有無による玄米品質の検討（左；ほ場A、右；ほ場B）

穀粒判別機（S社 RGQI10A）、篩目1.9mm

6 着色粒の発生防止対策

- 斑点米（カメムシ）対策は、水田内外の雑草管理と薬剤防除を徹底する。
- くさび米対策は、①出穂期を遅らせて高温登熟を避ける、②水管理の徹底により水分ストレスを回避する、③2次枝梗を多くしない。

（1）斑点米（斑点米カメムシ類）

① 耕種的防除法

（ア）水田内雑草管理

アカスジカスミカメは、水田内に発生するイヌホタルイやノビエの穂に産卵して増殖するため、適期に適切な水田除草剤を使用し、水田内雑草の防除を徹底する。

（イ）畦畔・農道の雑草管理

草刈りは6月上旬から稲が出穂する15～10日前までに数回行う。8月には出穂期10日後頃に行う殺虫剤散布の散布7日後までに草刈りを行い、アカスジカスミカメの増殖源となるイネ科雑草の除去に努める。その後、草刈りをする場合は稲の収穫2週間前以降に行う。除草効果を高めるために、できるだけ地域一斉に実施する。

② 薬剤による防除法

（ア）基本防除

稲の出穂期10日後頃にスタークル剤またはアルバリン剤による防除を必ず実施する。なお、薬剤は畦畔を含めて散布する。

（イ）追加防除

出穂したイヌホタルイやノビエが発生しているほ場や斑点米カメムシ類の発生源となるイネ科植物が主体の牧草地や休耕田等に隣接したほ場、高温の影響等により発生予察情報で多発が予想される場合は、基本防除の14日後頃にキラップ剤またはエクシード剤で畦畔を含めて追加防除を実施する。

③ 令和5年に斑点米が多発したほ場の状況

病虫害防除所の巡回調査において、斑点米混入率が13.2%となったほ場が確認されている。このほ場では、ノビエが甚発生であったことから、水田内でアカスジカスミカメが増殖して斑点米が多発している。そのため、斑点米カメムシ類対策の第一歩として、水田内雑草の防除を徹底することが重要である。

（2）くさび米（黒点症状米）

① 出穂期を遅らせて高温登熟を避ける

（ア）早植えを避け、出穂期を遅らせる。

（イ）必要に応じて中晩生品種への切り替えを検討する。

② 水分ストレスを回避する

（ア）早期落水を避けるとともに、間断かん水の徹底や高温時のかけ流しを行う。特に、登熟期に降雨が少ない場合は注意が必要である。

（イ）落水時期を遅らせても収穫作業時に圃場の硬度を確保できるよう、適期に中干しや溝掘り等をを行う。

③ 適正な1穂粒数を確保する

（ア）くさび米は2次枝梗で発生が多いため、1穂粒数を極端に多くしないよう、適正な穂数を確保する。

7 適期刈取

○ 高温登熟年は、刈り遅れによる玄米品質低下を特に注意する。

令和5年の農試気象感応試験における出穂後30日の品質は、少し青未熟粒が残ったが、成熟期として判断した出穂後37日（積算温度995℃）の玄米サンプルは、青未熟粒が消失するとともに、「整粒」粒数比は採取期間中最も高かった（図1）。成熟期以降のサンプルでは、「未熟粒」粒数比が増加し「整粒」粒数比は低下することが明瞭だった。

また「未熟粒」区分の内訳は、背白粒を含む「その他未熟粒」が多く、「基部未熟粒」は日数経過とともに増加した（図2）。

玄米品質を低下させないためには、適期刈取が正に重要であることが示唆された。

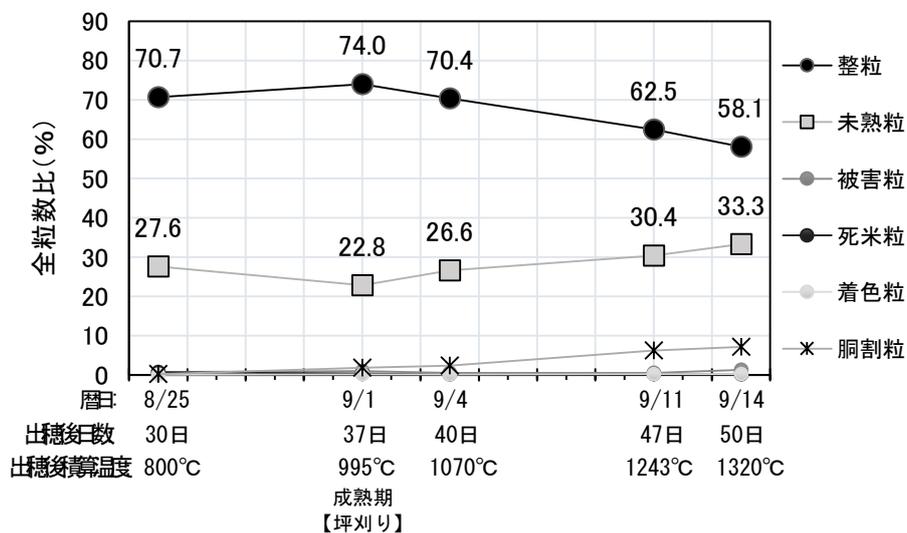


図1 採取時期別玄米品質の推移（農試気象感応試験）

穀粒判別機(S社 RDQI10A) 篩目1.9mm

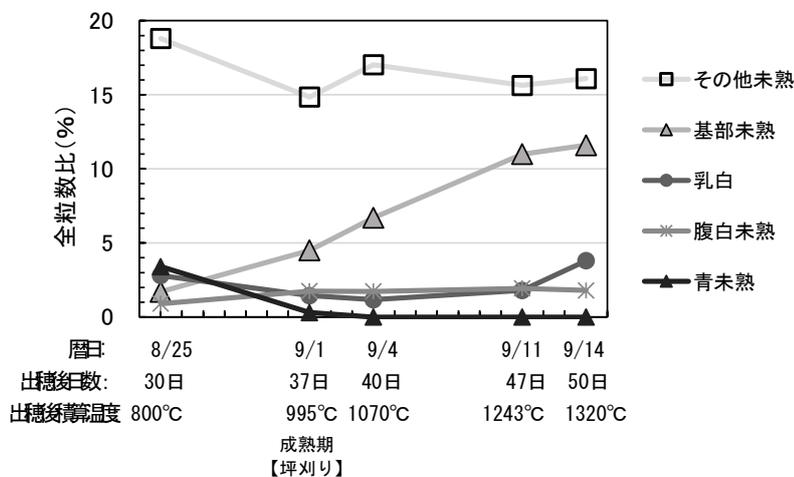


図2 採取時期別、玄米品質判別機「未熟粒」区分の内訳

穀粒判別機(S社 RDQI10A) 篩目1.9mm

VI 令和5年産大豆の作柄状況

1 収量及び品質の概況

- 令和6年1月末現在の検査数量は5,629 tで前年同期に比べ約66%となった。
- 上位等級（1等、2等）比率は2.6%で、前年同期に比べ23ポイント低下している。
- 主な落等理由は、形質（約48%）、しわ粒（約15%）、汚損粒（約15%）。

※水田総合利用課調べ

(1) 生育概況及び農作業の進捗状況（生育・農作業進捗：各地域振興局調査）

播種作業は、5月下旬からの好天により播種作業は順調に実施された。播種後に適度な降雨があったことにより、出芽は順調だった。播種始期は6月1日（平年差±0日）、盛期は6月13日（同+1日）、終期は7月1日（同+5日）であった（表1）。

6月中旬は降雨が少なく、気温も高く推移したことから、生育は旺盛に推移した。また、好天が続いたことから、中耕・培土作業は順調に実施され、作業実施率は平年より高かった。

開花盛期は7月30日（平年差-1日）、成熟期の盛期は10月11日（同+5日）と、開花期は早かったものの、成熟期は遅くなった（表2）。

収穫作業は成熟期の遅れや断続的な降雨により、始期は10月21日（平年差+6日）、盛期は11月5日（同+6日）、終期は12月1日（同+8日）となった（表3）。

表1 播種作業

地区名	始期(5%)			盛期(50%)			終期(95%)		
	本年	平年	差	本年	平年	差	本年	平年	差
県北	6月3日	6月3日	0	6月14日	6月14日	0	7月5日	6月30日	5
中央	5月30日	5月30日	0	6月14日	6月11日	3	6月24日	6月23日	1
県南	6月2日	6月2日	0	6月12日	6月10日	2	6月24日	6月23日	1
全県	6月1日	6月1日	0	6月13日	6月12日	1	7月1日	6月25日	5

表2 生育ステージ(開花盛期、成熟盛期)

地区名	開花盛期			成熟盛期		
	本年	平年	差	本年	平年	差
県北	7月31日	8月3日	-2	10月16日	10月8日	8
中央	7月28日	7月29日	-2	10月11日	10月8日	3
県南	7月30日	7月30日	-2	10月8日	10月4日	3
合計	7月30日	7月31日	-1	10月11日	10月6日	5

表3 収穫作業

地区名	始期(5%)			盛期(50%)			終期(95%)		
	本年	平年	差	本年	平年	差	本年	平年	差
県北	10月31日	10月20日	11	11月16日	11月8日	8	12月14日	11月29日	15
中央	10月23日	10月18日	5	11月5日	10月30日	6	11月29日	11月17日	12
県南	10月13日	10月12日	1	10月29日	10月24日	5	11月15日	11月12日	3
全県	10月21日	10月15日	6	11月5日	10月30日	6	12月1日	11月23日	8

(2) 秋田県の年次別推移

	面積 (ha)	10a当たり収量 (kg)	作況指数	等級割合 (普通大豆)			
				1等	2等	3等	規格外
平成10年	5,270	145	77	2.0	10.2	41.2	0.0
平成11年	4,970	208	113	0.7	15.4	34.9	0.0
平成12年	5,810	210	114	15.4	27.5	39.5	0.0
平成13年	7,720	189	101	21.0	29.7	30.2	0.0
平成14年	8,410	127	66	2.0	17.4	41.4	0.0
平成15年	9,700	165	89	1.8	11.5	40.8	0.1
平成16年	8,380	81	45	1.7	9.0	19.9	0.2
平成17年	7,820	164	98	1.9	15.5	45.4	0.4
平成18年	7,910	170	99	5.0	37.9	42.0	0.4
平成19年	8,130	149	91	6.3	31.9	45.7	0.5
平成20年	10,400	160	103	8.8	43.3	33.6	0.5
平成21年	10,100	127	83	12.3	44.0	33.8	0.4
平成22年	8,420	102	67	1.2	17.5	44.2	1.9
平成23年	8,120	124	89	7.7	39.8	37.6	0.5
平成24年	7,620	124	86	3.4	15.7	46.0	1.2
平成25年	7,410	112	82	4.7	22.6	47.0	0.7
平成26年	7,300	132	104	4.5	29.8	50.0	0.7
平成27年	7,900	166	134	17.8	36.7	34.0	0.4
平成28年	8,480	150	121	4.6	30.3	47.3	0.4
平成29年	8,720	120	94	9.8	42.0	47.6	0.6
平成30年	8,470	150	94	4.5	48.2	45.6	1.7
令和元年	8,580	162	125	4.1	46.1	47.6	2.2
令和2年	8,650	100	73	2.9	26.9	67.4	2.9
令和3年	8,820	158	115	9.3	34.4	55.2	1.1
令和4年	9,420	122	86	1.9	23.6	73.1	1.4

資料：農林水産省

Ⅶ 被害要因の分析（大豆）

1 気象経過と総粒数

農業試験場大豆作況調査結果によると、令和5年産の子実重は、標播（6月1日播種）は61kg/10aと平年比20%で、晩播（6月19日播種）は134kg/10aと平年比47%で極めて低収だった。特に、標播、晩播ともに整粒率が著しく低く、百粒重、莢当たり粒数が少なかった。

気象は7月中旬の大雨以降、8月上旬から下旬は高温少雨、9月以降は高温と長雨で経過し、大豆は8月下旬から生育期間にもかかわらず割れ莢が散見され、成熟期には莢先熟が発生するなど、これまでにない生育で経過したことから、減収要因の分析を行った。

（1）高温少雨による大豆生育への影響

1）土壌水分不足が大豆生育に及ぼす期間と影響（これまでの知見から）

- 花芽分化期から15日間の土壌水分不足 → 1株当たり粒重減少、百粒重の減少
- 開花始期から15日間の土壌水分不足 → 1株当たり粒重減少
- 開花終期から15日間の土壌水分不足 → 1株当たり粒重減少、不稔歩合の増加
- 開花終後16～30日までの土壌水分不足 → 百粒重の減少、不稔歩合の微増

2）干ばつ条件下における大豆灌水と生育への影響（これまでの知見から）

- 干ばつ条件下における開花後11～24日（莢伸長期）または開花後25～42日（粒肥大期）の灌水 → 稔実莢数が多くなり、百粒重、子実重は高くなる。また、成熟期における1節当たりの稔実莢数が多くなり、莢先熟株の発生を抑止できる。

（2）本年の花芽分化期以降の気象経過

標播、晩播ともに、開花期と達観での生育状況から、花芽分化期、開花始期、開花終期を推定し、①花芽分化期から15日間、②開花始期からの15日間、③開花終期からの15日間、④開花終期16～30日までの15日間、の気象経過、および⑤開花後1～10日、⑥開花後11～24日（莢伸長期）、⑦開花後25～42日（粒肥大期）の気象経過を大正寺アメダスデータから集計した。

【標播】

各気象の令和5年積算値は平年積算値に比べ、降水量は①②で多く、③～⑦では少なく、気温はすべての期間で高く、日照時間は①では少なく、①以外ではいずれも多かった。また①では、7月14日から7月16日にかけて大雨となり、3日間の降水量は157mmと平年の約7.5倍で、大雨の期間を除いた場合の積算値は、平年積算値に比べ、降水量は多く、気温は高く、日照時間は少なかった（表1）。

表1 標播における花芽分化期から開花後42日までの気象積算データ

積算基準	積算期間	降水量 積算mm	平年比	平均気温 積算°C	平年差	最高気温 積算°C	平年差	最低気温 積算°C	平年差	日照時間 積算hr	平年比
①花芽分化期からの15日間	7/8~7/22	256	255	364	20.8	409	4.3	326	34.8	48	66
うち7/14~16	7/14~7/16	157	748	72	3.3	80	-1.0	64	5.5	6	40
上記を除く①の12日間		99	125	292	17.5	330	5.3	263	29.3	42	72
②開花始期からの15日間	7/15~7/29	179	219	383	24.6	443	20.1	330	26.4	122	148
③開花終期からの15日間	7/27~8/10	0	0	424	48.6	501	56.4	357	39.5	170	173
④開花終後15~30日	8/10~8/24	33	32	437	69.2	511	72.2	378	68.9	149	154
⑤開花後1~10日	7/23~8/1	0	0	269	22.0	320	28.3	223	13.7	119	197
⑥開花後11~24日	8/2~8/15	29	38	406	55.6	475	59.8	347	50.9	148	159
⑦開花後25~42日	8/16~9/2	52	39	516	86.6	612	96.4	443	86.0	167	148

注)開花日は7月22日

【晩播】

各気象の令和5年積算値は平年積算値に比べ、降水量はすべての期間で少なく、気温はすべての期間で高く、日照時間はすべての期間で多かった(表2)。

表2 晩播における花芽分化期から開花後42日までの気象積算データ

積算基準	積算期間	降水量 積算mm	平年比	平均気温 積算°C	平年差	最高気温 積算°C	平年差	最低気温 積算°C	平年差	日照時間 積算hr	平年比
①花芽分化期からの15日間	7/19~8/2	15	20	392	26.2	464	31.5	328	17.0	161	181
②開花始期からの15日間	7/26~8/9	0	0	420	45.2	497	53.1	354	36.1	167	172
③開花終期からの15日間	8/7~8/21	33	35	436	64.6	508	66.2	378	64.7	143	146
④開花終後15~30日	8/21~9/4	48	44	428	75.1	511	85.5	364	72.1	145	158
⑤開花後1~10日	8/3~8/12	29	55	290	39.1	340	43.1	248	36.3	103	154
⑥開花後11~24日	8/13~8/26	4	4	411	70.0	482	75.1	354	68.0	146	164
⑦開花後25~42日	8/27~9/13	58	48	481	75.7	572	78.7	414	81.3	133	128

注)開花日は8月2日

(3) 百粒重の年次推移

標播の令和5年産の百粒重は26.9g(平年比86%)と少なく、直近5カ年の中で最も少なかった(図1)。晩播の令和5年産の百粒重は26.8g(平年比85%)と少なく、直近5カ年の中で最も少なかった(図2)。

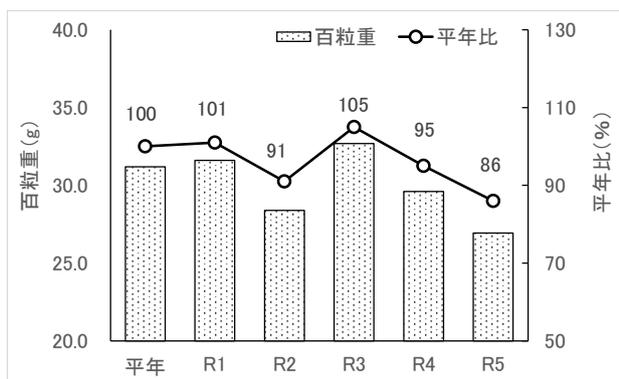


図1 標播における百粒重の年次推移

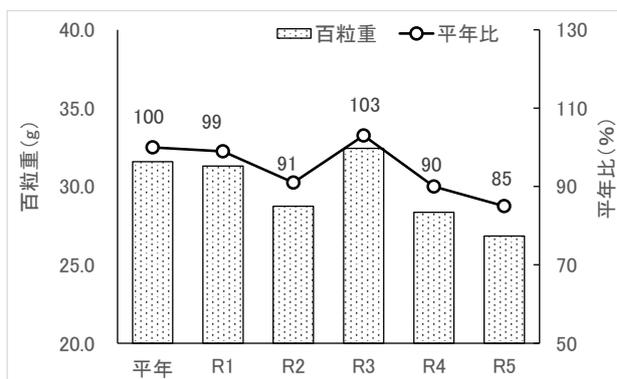


図2 晩播における百粒重の年次推移

(4) 莢数、1 莢当たり粒数、総粒数の年次推移

【標播】

令和 5 年産の莢数は671莢/m²（平年比102%）と平年並だった。1 莢当たり粒数は1.50粒/莢（平年比84%）と少なく、直近 5 カ年の中で最も少なかった（図 3）。

総粒数は1,008粒/m²（平年比86%）と少なく、直近 5 カ年の中でも最も少なかった（図 4）。

標播では、開花終期以降の高温少雨が、莢数と粒の生長に影響を及ぼしたことにより、稔実莢数が減少し、総粒数が減少したと考えられた。

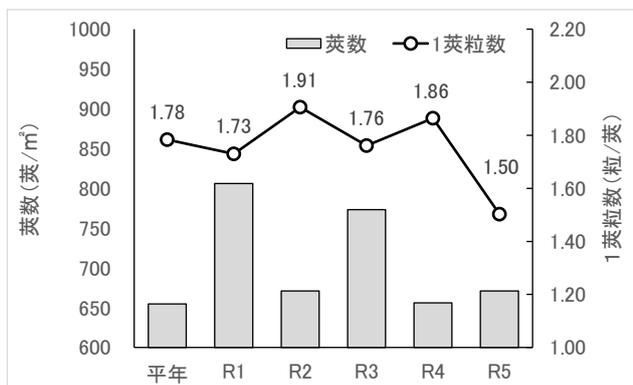


図 3 標播における莢数、1 莢当たり粒数の年次推移

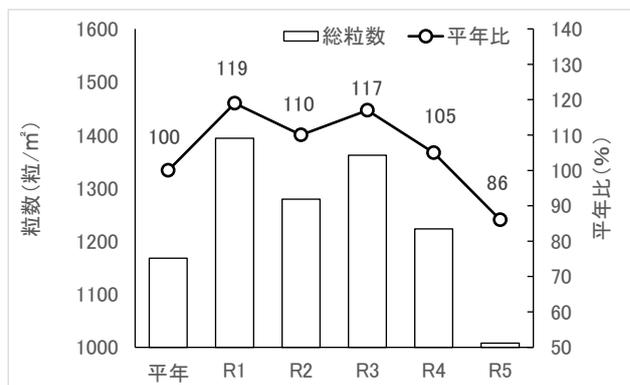


図 4 標播における総粒数、総粒数平年比の年次推移

【晩播】

令和 5 年産の莢数は870莢/m²（平年比130%）と多かったが、1 cm程度の小さい形状の不稔莢が散見された。1 莢当たり粒数は1.17粒/莢（平年比66%）と著しく少なく、直近 5 カ年の中で最も少なかった（図 5）。

総粒数は1,019粒/m²（平年比86%）と少なく、直近 5 カ年の中でも最も少なかった（図 6）。

晩播では、花芽分化期からの高温少雨により、莢の初期生長に大きく影響し不稔莢が増加し、稔実莢数が減少、総粒数が減少したと考えられた。

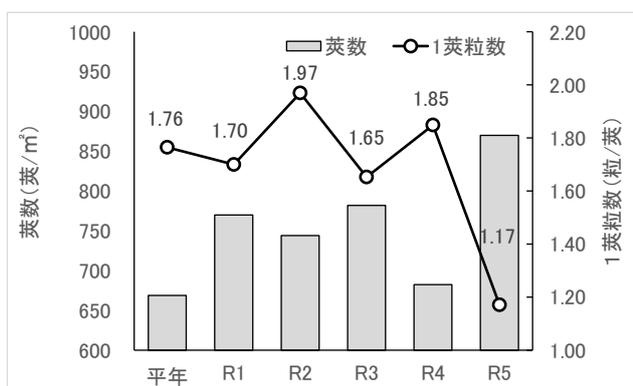


図 5 晩播における莢数、1 莢当たり粒数の年次推移

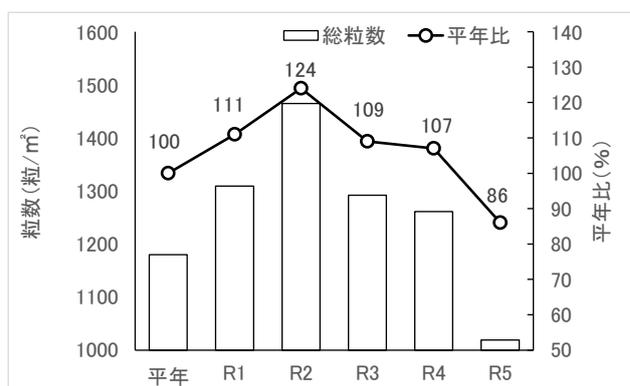


図 6 晩播における総粒数、総粒数平年比の年次推移

(5) 気象経過、総粒数からみた本年の生育

標播、晩播ともに、開花後11～42日が高温少雨により強い乾燥条件にあったことから、莢先熟を抑制できず発生を助長したと考えられた。

また、標播、晩播ともに、開花終期からの30日間を含めた開花後1～42日の高温少雨が、百粒重、稔実莢数の減少、総粒数の減少を招き、減収の要因の一つとなったと考えられた。

しかし、標播、晩播ともに、総粒数は平年比86%とあくまで要因の一つであり、低収要因は整粒率の減少、被害粒の増加といった、品質低下にもあると考えられ、分析を行った。

2 品質低下と収量

被害粒分布の年次推移をみると、令和5年産は総被害粒割合が標播、晩播ともに極めて高く、直近5カ年の中で最も高かった。被害分布をみると、播種時期で多い割合が異なり、標播では多い順から腐敗、虫害、しわ、紫斑で、晩播は虫害、しわ、腐敗であった(図7、図8)。

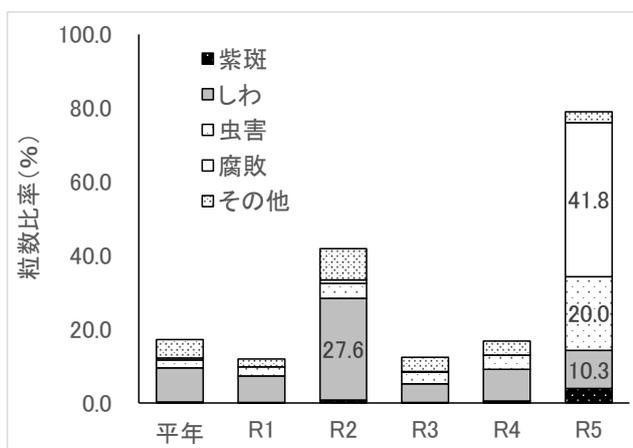


図7 標播における被害粒割合の年次推移

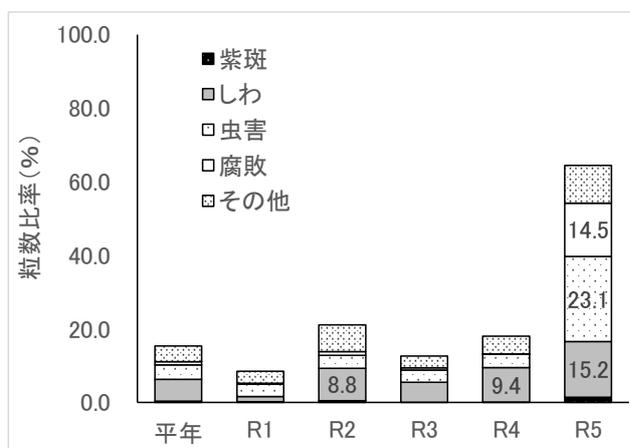


図8 晩播における被害粒割合の年次推移

また、生育期間に散見された割れ莢といった障害莢(写真1)は、内部へ病害や水の浸透を助長し、病害粒や腐敗粒に移行することから、8月末の莢調査、成熟期の莢調査などをもとに、被害粒発生の要因を探った。



写真1 生育期間における割れ莢の状況

(1) 8月31日、成熟期の莢数分布

標播、晩播ともに8月31日、成熟期に1個体当たりの莢調査を行い、稔実粒数により莢を4粒莢、3粒莢、2粒莢、1粒莢、不稔莢(0粒)に分類、莢数の分布を集計した。

【標播】

8月31日と比べ成熟期では、不稔莢は少なく、1粒莢、2粒莢、3粒莢はほぼ同等、4粒莢はいずれも0であった。

標播では8月末時点で稔実莢の分布がほぼ固まり粒肥大に移行したことと、9月から成熟期の間不稔莢が多く落莢したと考えられた。

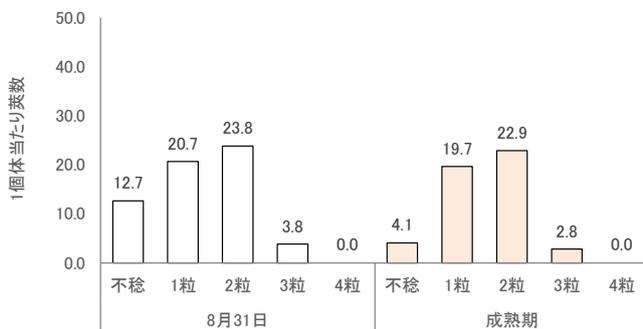


図9 標播における8月31日、成熟期の1個体当たり莢分布

【晩播】

8月31日と比べ成熟期では、不稔莢は少なく、1粒莢、2粒莢は多く、3粒莢は同等、4粒莢はいずれも0であった。

晩播では8月末時点では、莢の生育途中で、稔実莢の分布が固まらない段階だったと考えられた。

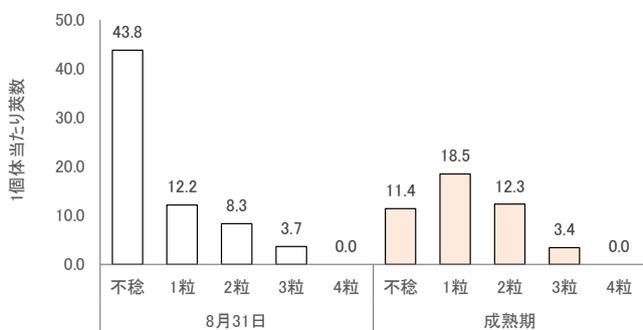


図10 晩播における8月31日、成熟期の1個体当たり莢分布

(2) 8月31日の障害莢分布

8月31日の莢調査では、生育期間に例年みられない割れ莢等の障害莢の発生程度を確認した。障害莢は、莢に亀裂や割れがみられた“割れ莢”と、虫害とみられる穴が空いた“虫害莢”、割れと虫害が複合的に発生していた“複合莢”の3区分とし、正常莢と合わせて(1)で得られた1個体当たり莢数をさらに細かく分類した。

標播では、3粒莢、2粒莢、1粒莢すべてで割れ莢、虫害莢を確認した。また、3粒莢では、他に比べ障害莢の割合が高かった(図11)。

一方、晩播では、2粒莢でのみ割れ莢を確認し、2粒莢、1粒莢で虫害莢を確認したものの、割合は軽微であった(図12)。

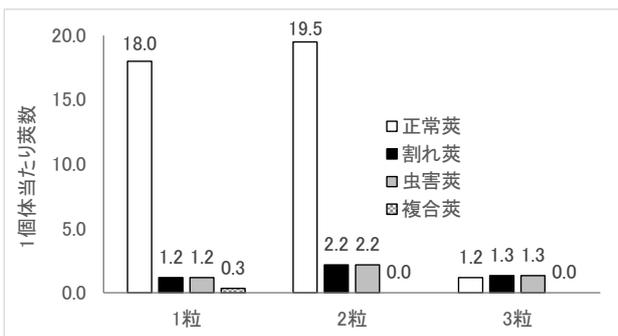


図11 標播における8月31日の障害・正常莢数

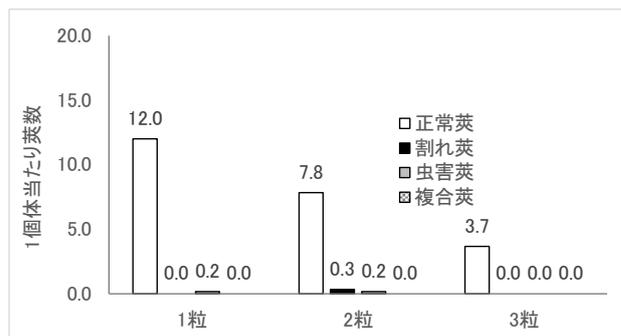


図12 晩播における8月31日の障害・正常莢数

(3) 8月31日の莢内粒割合と成熟期の被害粒割合

(2) で得られた障害・正常莢数から莢内粒数を算出し、正常莢内粒、割れ莢内粒、虫害莢内粒、複合莢内粒と分類し、莢内粒割合をまとめ、成熟期の被害粒割合と比較した。

【標播】

8月31日時点では、割れ莢内粒が11.9%、虫害莢内粒が11.9%と同程度の割合であった。また、複合莢内粒と合わせた、障害莢内粒は全体の24.2%で、これらはすべて被害粒へ移行したものと考えられた(図13)。成熟期では総被害粒割合は79.0%だったことから、9月から成熟期までの期間に、総粒数の54.8%が被害粒になったと考えられた(図14)。

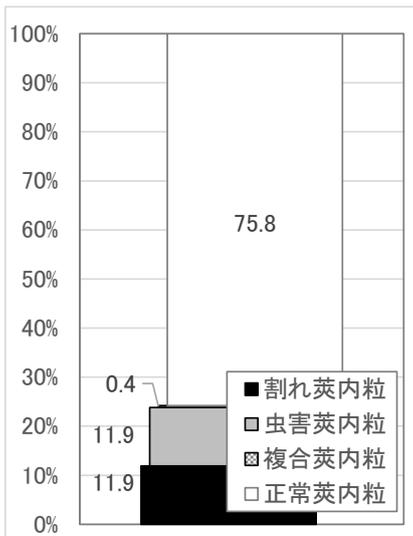


図13 標播における8月31日の莢内粒割合

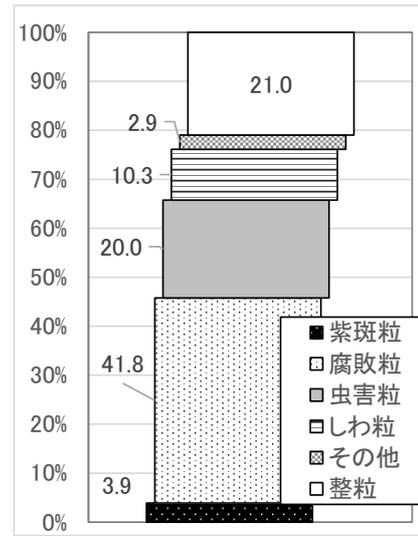


図14 標播における成熟期の被害粒割合

【晩播】

8月31日時点では、割れ莢内粒が1.7%、虫害莢内粒が1.3%とほぼ同等の割合だった。複合莢内粒はなく、障害莢内粒は全体の3.0%と、被害粒へ移行した割合も軽微と考えられた(図15)。成熟期では、総被害粒割合は64.4%だったことから、9月から成熟期までの期間に、総粒数のうちの61.4%が被害粒になったと考えられた(図16)。

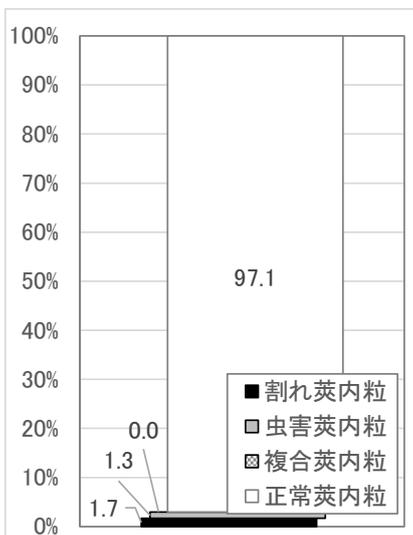


図15 晩播における8月31日の莢内粒割合

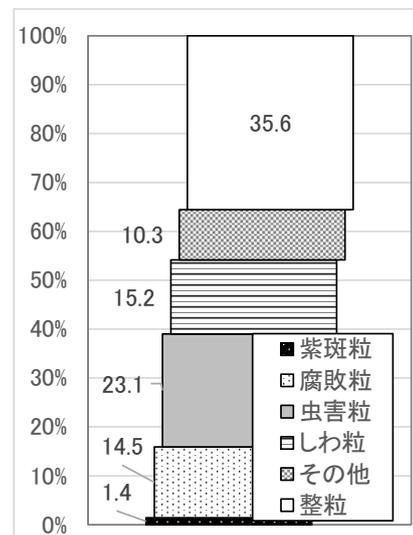


図16 晩播における成熟期の被害粒割合

(4) 本年の減収要因

莢調査および被害粒調査から、標播、晩播ともに、9月から成熟期までの期間に、総粒数のうちの約6割が被害粒になったことが、整粒率の著しい低下と、減収の大きな要因になったと考えられた。また標播では、8月末までに生育期間において例年ではみられない障害莢が発生したことで、総粒数のうちの約2割が被害粒に加わり、さらに整粒率を低下させ、大幅な減収になったと考えられた。

以上から令和5年産は、大雨以降の開花後1～42日の高温少雨が、百粒重、総粒数の減少を招き、莢先熟や障害莢の発生を助長し、正常ではない生育の中、9月から成熟期における子実を加害する害虫の多発、断続的な降雨などから、整粒率を著しく低下させたことが大幅な減収につながったと考えられた。

Ⅷ 今後の技術対策（大豆）

1 適正な作付計画の設定と適期播種作業の実施

普通栽培における播種適期は5月下旬から6月中旬であり、栽培面積に応じて作付計画を適正に設定する。大豆の生育量は播種期の遅れに伴い小さくなり、子実重も低下するため、播種期が遅れるほど播種量を増やして栽植本数及び生育量を確保する。

また、出芽やその後の生育安定のため、極度の早播（5月20日以前）や土壌水分が高い条件での播種作業は避ける。

2 好適な地下水位（40cm程度）を目標としたほ場の整備

大豆栽培において地下水位40cm程度が最も根張りが良く、根粒菌の発生も良好となり、好適な条件である。地下水位が10cm以上だと、出芽や初期生育に湿害を受けやすく、地下水位が20cm程度では収量が低下することから、水田から転換した初年目や水田が隣接するような地下水位が高いほ場では、暗渠・明渠を掘り、排水改善を図る。一方で、地下水位が50cm以下のほ場では、少雨の影響を受けやすいため、周囲が畑団地となっているような地下水位が低いほ場では、暗渠を操作して地下水位40cm程度の保持に努める。

特に、花芽分化期から開花後42日までの期間は、高温少雨により収量へ大きく影響を及ぼす期間であるため、地下かんがいシステムが備わっているほ場では積極的に活用し、地下水位40cmの保持に務めるほか、令和5年に青立ちがみられたほ場は乾燥しやすいため、梅雨期以降は暗渠を閉じ、天水を最大限利用できるよう高温少雨に備える。

3 土づくりの励行

土壌中の有機物含量（腐植含量）は、良好な物理性を保つための砕土性、透水性、孔隙性、保水性など、畑地の重要な性質に大きく関係している。堆肥などの有機物の施用は、窒素成分の補給だけでなく、土壌腐植の補給にも有効である。

4 中耕培土計画の設定

近年、本県における1経営体当たり的大豆面積の増加に加え、異常気象の頻発による作業の停滞、ならびに栽培管理作業の過密化が懸念される。しかし、遅い時期の培土は、断根や作物体損傷により生育へ悪影響を及ぼす可能性があるため、最終培土を遅くとも開花の10日前には終了するよう、中耕培土の計画を設定する。

5 紫斑病とホソヘリカメムシ防除の徹底

令和5年は、紫斑病の発生が多かったことから、自家採種せず健全種子を使用する。薬剤防除として、クルーザーMAXXによる種子消毒を行い、茎葉散布剤により開花期20～30日後に防除を行う。着莢期に降雨が多い場合は、1回目防除の約10日後に2回目の防除を行う。

また、近年ホソヘリカメムシによる子実被害が増加している。加害期間は若莢が着きはじめる頃から莢が黄熟する頃までとなるため、8月中旬～下旬に合成ピレスロイド剤や有機リン剤を用いて1～2回防除を行う。

6 適期収穫

大豆子実の外観品質は成熟期以降、徐々に低下し、刈り遅れにより腐敗粒の増加につながるため、適期収穫が重要である。収穫作業は、大豆の枯れ上がり程度、茎や子実の水分状態から、以下の3点に留意し、計画的に行うとともに、水稲と共同の乾燥調製施設を使用する場合は、使用計画を調整し、刈り遅れを防ぐ。

- ① 汚損粒の発生を抑えるため、茎水分50%以下（茎がポキッと折れる頃を目安）で刈り取りを行い、作業は朝露により子実が湿った時間帯を避ける。
- ② コンバインへの土の掻き込みは汚損粒発生の主な原因であるため、土を掻き込まない刈高にあらかじめ調整する。また、排水性の悪いほ場や滞水し易い箇所は、コンバインの沈下に伴う土の掻き込みが予想されるため、事前にはほ場の滞水程度を観察する。ほ場内の大型雑草や落葉の遅い株はあらかじめ抜き取る。
- ③ 脱穀後は風通しのよい場所に置く。乾燥施設等の都合で刈り取り後、直ちに乾燥作業を行うことができない場合は、保管場所や保管方法に配慮する。

各地域における技術情報等のお知らせ

各地域における技術情報等についての問い合わせは、最寄りの地域振興局農林部農業振興普及課に電話またはFAXでお願いします。

各地域振興局	電話番号	FAX番号
鹿角 地域振興局農林部農業振興普及課	0186-23-3683	0186-23-7069
北秋田 地域振興局農林部農業振興普及課	0186-62-1835	0186-63-0705
山本 地域振興局農林部農業振興普及課	0185-52-1241	0185-54-8001
秋田 地域振興局農林部農業振興普及課	018-860-3410	018-860-3363
由利 地域振興局農林部農業振興普及課	0184-22-8354	0184-22-6974
仙北 地域振興局農林部農業振興普及課	0187-63-6110	0187-63-6104
平鹿 地域振興局農林部農業振興普及課	0182-32-1805	0182-33-2352
雄勝 地域振興局農林部農業振興普及課	0183-73-5114	0183-72-6897

○SNS（ソーシャルネットワーキングサービス）LINEで情報発信を行っています

秋田県稲作技術情報

「秋田の米ぢから」



水稻栽培に関する情報をリアルタイムで発信しています。

<主な配信内容>

- ・秋田県内の水稻の生育状況
- ・水稻および大豆の技術情報
- ・異常気象対策
- ・その他、秋田米に関する情報



こちらのQRコードから登録できます

記事についてのお問い合わせは

秋田県農業試験場

作物部
生産環境部

TEL 018-881-3330
内線(422・423・424)
内線(306・310)

秋田県病虫害防除所

TEL 018-881-3660

秋田地方气象台

TEL 018-864-3955

東北農政局秋田県拠点 統計チーム

TEL 018-895-7303

秋田県農林水産部水田総合利用課（農産・複合推進チーム）

TEL 018-860-1786

園芸振興課（調整・普及チーム）

TEL 018-860-1801