

水稻品種「ひとめぼれ」における白未熟粒の発生と 登熟期気象条件及び生育・収量構成要素等の関係

浅野真澄・菅野博英

Relationship between the Occurrence of White Immature Grains in the Paddy Rice Variety "Hitomebore",
Weather Conditions during Ripening Period, Growth and Yield Components

Masumi ASANO and Hiroei KANNO

抄 録

近年、宮城県においては水稻登熟期の高温等による白未熟粒の発生により、一等米比率の低下が見られている。そこで、2010年から2020年までの水稻生育調査ほ等のデータを活用して、乳白粒及び基部未熟粒の発生と登熟期気象条件及び生育、収量構成要素等との関係について解析を行った。乳白粒は、登熟初中期に気温が高く、日照が少ないと多くなり、穂数及び総粒数との間に多くの年次で正の相関関係が見られた。基部未熟粒は、出穂後11～30日の気温と非常に高い正の相関関係が見られ、玄米タンパク含量等窒素関連形質と負の相関関係が見られた。2020年は登熟期が高温であったにもかかわらず、基部未熟粒の発生が少なかった要因は、稲体窒素濃度が高かったことや、日照時間が多く登熟が早まったことによると考えられた。2019年に乳白粒が多くなった要因については、 m^2 当たり穂数が多く、出穂後6～15日の最高気温が高く、出穂後11～20日の日照時間が少なかったことによるものと考えられた。

キーワード : 水稻, 乳白粒, 基部未熟粒, 登熟期気象条件, 収量構成要素, 稲体窒素濃度

Key words : Paddy rice, Milky white grains, Base immature grains, Weather conditions during ripening period, Yield components, Concentration of rice nitrogen

緒 言

近年、宮城県においては水稻登熟期の高温等により白未熟粒が発生し、それに伴う一等米比率の低下が見られている。うるち米の一等米比率を、年次別に東北6県で比較してみると(農林水産省 米穀の農産物検査結果 各年産の翌年10月31日確定値)、2010年から2020年の11年間において、本県が最も低かった年次が

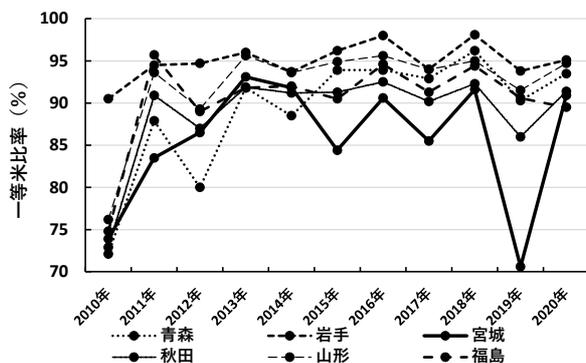
6回もあった。そのうち5回は2015年以降となっており、2019年は著しく低かった(第1図)。

白未熟粒は玄米の白濁部位により分類され、乳白粒、腹白粒、背白粒、基部未熟粒、心白粒等が主なものであり、一般には登熟期の気温等により発生するとされているが^{1) 2) 3) 4)}、それを助長するその他の気象要因や生育・収量構成要素等が複雑に作用している。

本県においても、白未熟粒が発生は、出穂後20日間の平均気温と乳白粒の発生に有意な関係がある⁵⁾と報告されている。

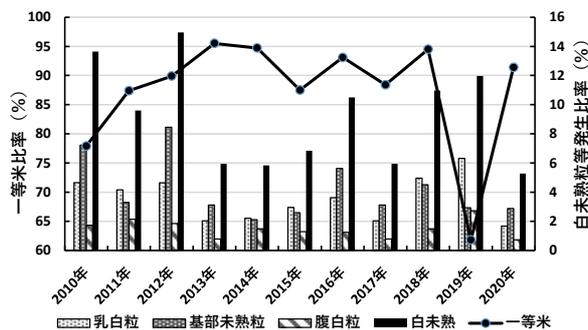
本県全体のうるち米一等米比率と、現地水稻生育調査ほ等の各白未熟粒発生比率を年次別に見ると、白未熟粒の中では乳白粒発生比率と基部未熟粒発生比率が高い傾向にあった(第2図)。

そこで、2010年から2020年までの各種調査結果を用いて、年次別における乳白粒及び基部未熟粒の発生と、登熟期の気象条件及び生育や収量構成要素等との関



第1図 東北6県における一等米比率推移

係、また、各年次の現地調査地点別における関係性を解析した結果、乳白粒及び基部未熟粒の発生に寄与する各種要件が明らかになったので報告する。



第2図 一等米比率と白未熟粒の関係

材料および方法

解析年次は2010年から2020年までの11年間、品種は「ひとめぼれ」を用いた。玄米品質、水稻生育及び収量構成要素等のデータは、県内水稻生育調査ほ(22~23地点)及び古川農業試験場水稻作況試験ほ(移植時期別3~4地点)の合計25~26地点を用いた(第1表)。

第1表 水稻生育及び収量構成要素等データ

育苗期 移植期	生育期調査		生育 ステージ	収量構成 要素	その他
	時期	項目			
播種日	6月1日	草丈	幼穂形成期	穂数	玄米長
播種量	6月10日	茎数	減数分裂期	一穂粒数	玄米幅
移植日	6月20日	葉数	出穂期	総粒数	玄米厚
植付本数	7月1日	葉色	成熟期	登熟歩合	タンパク含量
栽植密度	7月20日			千粒重	味度値
	穂揃期	葉色	※Excelの「シリアル値」を使用。1900年1月1日を1として数値化。	精玄米重	
		稈長			
	出穂25日	穂長 葉色			

登熟期の気象データは、調査地点最寄りのアメダスデータを用い、年次ごとに、各現地調査地点の出穂後日数別に、平均気温、最高気温、最低気温及び日照時間の平均値を用いた(第2表)。

第2表 登熟期気象データ

気象項目	計測期間 (各計測期間の平均値)
平均気温	出穂後 1~10日
最高気温	〃 6~15日
最低気温	〃 11~20日
日照時間	〃 16~25日
	〃 21~30日
	〃 1~20日
	〃 11~30日

調査玄米は、前記調査ほの成熟期に坪刈り(60株)を行い、乾燥後1.9mmの篩いでふるったものを用いた(玄米水分15%に調整)。乳白粒及び基部未熟粒等の発生比率は、品質判定機(S社RGQI-10A)による測定値を用いた。相関係数、有意の検定及び重回帰分析はエクセル統計によって解析した。

I 年次別による解析

白未熟粒発生比率及び各種データを年次ごとに平均値を求め、白未熟粒発生比率に相関関係のある項目について解析を行った。

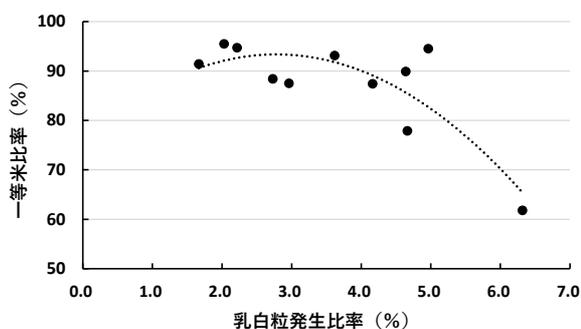
II 調査地点別による解析

各年次において、調査地点別の白未熟粒発生比率と出穂後日数別の登熟期気象条件、及び水稻生育、収量構成要素等の関係性について解析した。

結果および考察

I 全県うるち玄米一等米比率と調査地点等における品質及びその他項目との関係

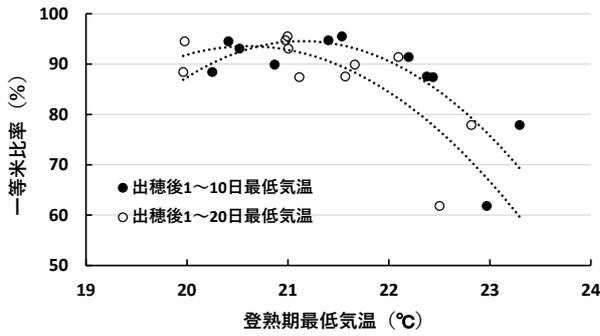
直接比較することはできないが、県内全体うるち玄米の一等米比率と調査地点における品質及びその他の項目について検討した。一等米比率は乳白粒の発生と関係が見られ、乳白粒の発生が4%を超えてくると一等米比率は低下する傾向にあった(第3図)。



第3図 乳白粒の発生と一等米比率の関係

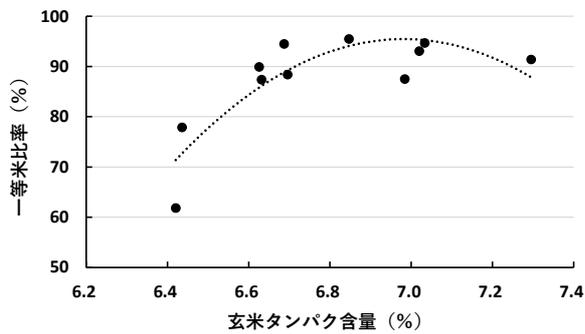
基部未熟粒との関係は、発生比率が高くなると一等米比率はやや低下する傾向が見られたが、乳白粒ほどではなかった。

また、登熟期最低気温とも関係が見られ、出穂後1~10日、出穂後1~20日で22°C前後を超えてくると一等米比率は低下する傾向が見られた(第4図)。



第4図 登熟期最低気温と一等米比率の関係

さらに、玄米タンパク含量とも関係が見られ、6.7%より低くなると一等米比率は低下する傾向が見られた(第5図)。

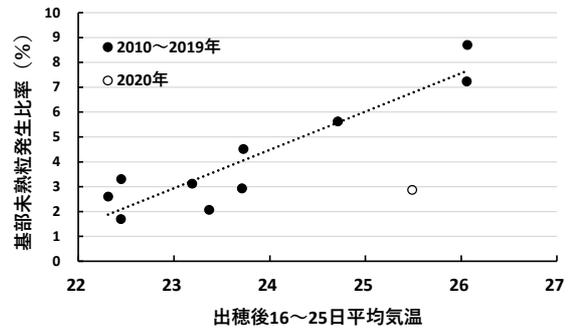


第5図 玄米タンパク含量と一等米比率の関係

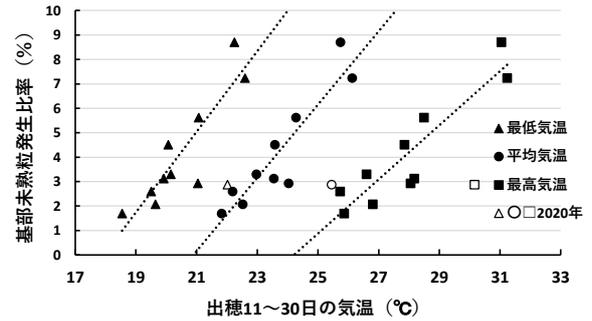
II 年次別における白未熟粒の発生と登熟期気象条件の関係

2020年を除く年次別における白未熟粒と登熟期の気象条件の関係を第3表に示した。基部未熟粒の発生と最も相関係数が高かった気象条件は、出穂後16~25日の平均気温であった(第3表, 第6図)。また、出穂後11~30日においては、平均気温, 最高気温, 最低気温の全ての気温条件で相関が高かった(第3表, 第7図)。

これらのことから、基部未熟粒の発生は登熟中・後期の気温と最も関係が深いと考えられた。2020年の結果



第6図 出穂後16~25日平均気温と基部未熟粒の関係



第7図 出穂後11~30日の気温と基部未熟粒の関係

については、他の年次と傾向が著しく異なっており、このことについては後述する。

年次別における乳白粒の発生と登熟期気象条件の間には有意な関係は見られなかった(第3表)。

III 年次別における白未熟粒の発生と生育及び収量構成要素等の関係

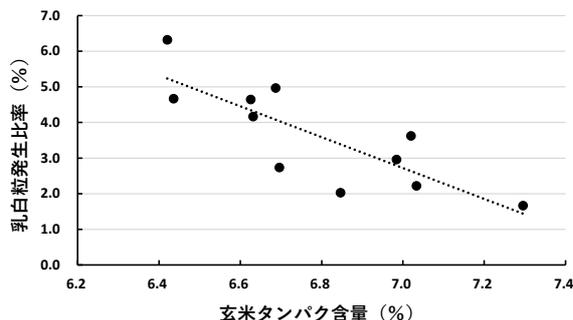
乳白粒の発生と生育及び収量構成要素等の関係を見ると、玄米タンパク含量との間に負の相関関係が見られた(第8図)。詳細は後述するが、調査地点別における乳白粒と玄米タンパク含量の負の関係は全年次で確認できず、これについては検討が必要である。

第3表 年次別の乳白粒・基部未熟粒発生比率と出穂後気象条件との相関係数(2020年を除く)

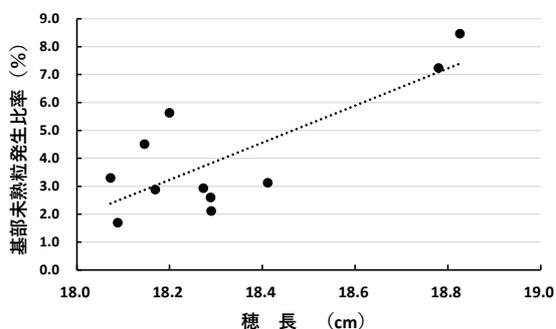
品質	気象条件	出穂後						
		1~10日	6~15日	11~20日	16~25日	21~30日	1~20日	11~30日
乳白粒	平均気温	0.211	0.400	0.446	0.435	0.553	0.396	0.547
	最高気温	0.165	0.283	0.324	0.326	0.477	0.292	0.447
	最低気温	0.340	0.484	0.452	0.471	0.605	0.472	0.600
	日照時間	0.017	0.059	0.237	0.275	0.283	0.147	0.314
基部未熟粒	平均気温	0.056	0.505	0.803 **	0.927 **	0.890 **	0.502	0.919 **
	最高気温	0.152	0.540	0.823 **	0.886 **	0.843 **	0.564	0.915 **
	最低気温	0.003	0.414	0.685 *	0.878 **	0.891 **	0.410	0.892 **
	日照時間	0.207	0.504	0.758 *	0.780 **	0.683 *	0.575	0.881 **

*,** は5%, 1%水準で有意

また、基部未熟粒の発生と生育及び収量構成要素等の関係を見ると、穂長と正の相関関係が見られたが、その要因は明らかではなかった(第9図)。



第8図 玄米タンパク含量と乳白粒の関係



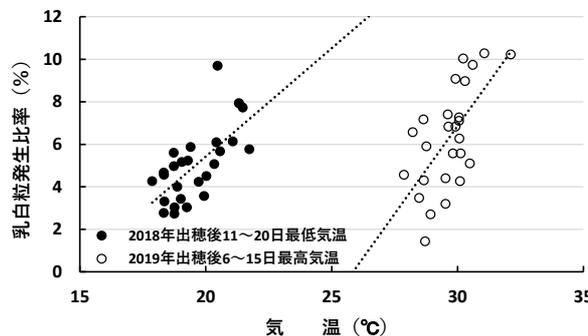
第9図 穂長と基部未熟粒の関係

IV 調査地点別における白未熟粒の発生と登熟期気象条件との関係

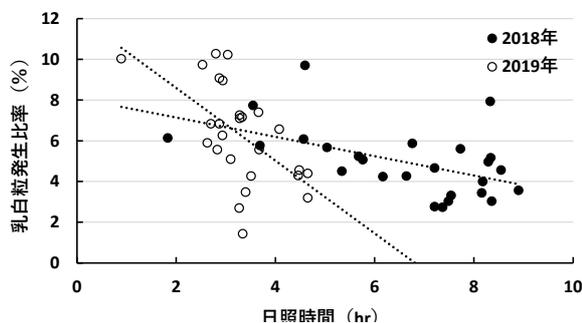
1. 乳白粒との関係

乳白粒の発生と有意な相関関係にある気象条件を年次毎に、おおむね上位3項目を第4表に示した。一定の傾向は見られなかったが、乳白粒の発生が多かった2018年、2019年について見ると、2018年では出穂後11~20

日の最低気温、2019年では出穂後6~15日の最高気温と正の相関が高かった(第4表、第10図)。兩年とも相関係数の順位はやや低いが、出穂後11~20日の日照時間と負の相関が見られた(第4表、第11図)。



第10図 登熟期気温と乳白粒の関係



第11図 出穂後11~20日日照時間と乳白粒の関係

乳白粒は登熟初中期の高温により、デンプンの転流に急激な競合が起こり、そこにデンプンの供給が追いつかず白濁し、その後再蓄積して乳白粒となるとされている¹⁾。今回の結果においても、登熟期初中期の気温が高いことによりデンプンの競合が起こり、中期の日照時間が少ないことによりデンプンの供給量が不足し、乳白粒が多発したと考えられた。

第4表 乳白粒と登熟期気象条件の関係

年次	乳白粒 発生比率 (%)	第1位		第2位		第3位	
		項目	相関係数	項目	相関係数	項目	相関係数
2010年	4.7	16~25平均	-0.450 *	11~20平均	-0.398 *	11~20最高	-0.397 *
2011年	4.2						
2012年	4.6	16~25最低	-0.462 *	11~30最低	-0.399 *		
2013年	2.0						
2014年	2.2	6~15日照	0.488 *	6~15最高	0.450 *		
2015年	3.0	6~15日照	0.492 *	21~30平均	0.490 *	16~25最低	0.471 *
2016年	3.6	11~30最高	-0.596 **	1~20最高	-0.541 **	1~10最高	-0.405 *
2017年	2.7	21~30日照	-0.678 **	16~25最高	-0.577 *	1~10日照	0.557 *
2018年	5.0	11~20最低	0.664 **	1~20最低	0.632 **	11~20日照*	-0.527 **
2019年	6.3	6~15最高	0.643 **	1~20最高	0.561 **	11~20日照*	-0.490 *
2020年	1.7	1~10日照	0.731 **				

*,** は5%, 1%水準で有意 ※2018年, 2019年11~20日照の相関係数の順位は5位

第5表 基部未熟粒と登熟期気象条件の関係

年次	基部未熟粒 発生比率(%)	第1位		第2位		第3位	
		項目	相関係数	項目	相関係数	項目	相関係数
2010年	7.2						
2011年	3.3	6~15日照	0.670 **	6~15平均	0.519 *	16~25最高	-0.516 *
2012年	8.5						
2013年	3.1	1~20日照	0.464 *	11~30平均	0.438 *	11~20平均	0.433 *
2014年	2.1	1~20最高	0.498 **				
2015年	2.6	21~30最低	0.757 **	6~15日照	0.734 **	11~30最低	0.691 **
2016年	5.6						
2017年	1.7	21~30最高	0.455 *	21~30平均	0.429 *		
2018年	4.5	11~20日照	-0.570 **	11~20最低	0.523 **	21~30最高	0.491 *
2019年	2.9	6~15最高	0.741 **	1~20最高	0.677 **	11~20最高	0.657 **
2020年	2.9						

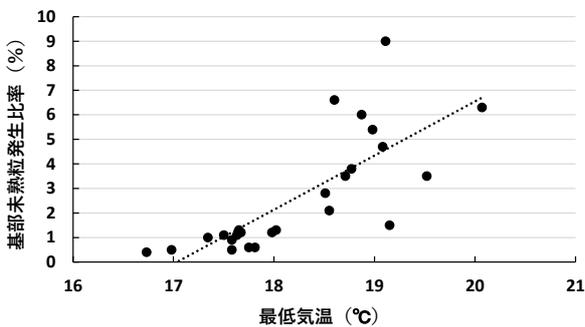
*,** は5%, 1%水準で有意

2. 基部未熟粒との関係

基部未熟粒の発生と有意な相関関係にある気象条件を、年次毎に上位3項目を第5表に示した。基部未熟粒発生の要因は、後半の登熟が不十分による白濁とされている¹⁾。基部未熟粒の発生が多かった2010年、2012年等においては、登熟期の後半まで気温が高く推移してお

り(第20図)、いずれの調査地点においても気温が高かったことにより、気温差等による相関関係は見られなかった。その他の年次においては、2015年の出穂後21~30日の最低気温など(第5表、第12図)、出穂期後半の気温と高い正の相関関係が見られた。

このことから、基部未熟粒は登熟中・後期気温の気温が高いと多く発生することが示された。



第12図 出穂後21~30日最低気温と基部未熟粒関係 (2015年)

第6表 乳白粒と生育・収量構成要素等の関係

年次	乳白粒発生 比率(%)	第1位		第2位		第3位	
		項目	相関係数	項目	相関係数	項目	相関係数
2010年	4.7	穂数	0.526 **	稈長	0.506 **	7/10茎数	0.496 *
2011年	4.2	玄米刈り	0.686 **	総籾数	0.661 **	登熟歩合	-0.612 *
2012年	4.6	7/20茎数	0.388 *				
2013年	2.0	千粒重	-0.485 *	穂数	0.453 *	稈長	0.452 *
2014年	2.2	7/20草丈	0.647 **	味度値	-0.590 **	7/10草丈	0.530 *
2015年	3.0	総籾数	0.650 **	7/20草丈	0.614 **	7/10草丈	0.554 *
2016年	3.6	登熟歩合	-0.669 **	玄米幅	-0.591 **	千粒重	-0.497 *
2017年	2.7	6/20草丈	0.637 **	玄米幅	-0.530 **	減数分裂期	-0.506 *
2018年	5.0	7/10葉色	-0.458 *				
2019年	6.3	味度値	-0.739 **	千粒重	-0.721 **	穂数	0.701 **
2020年	1.7	味度値	-0.551 **	総籾数	0.501 **		

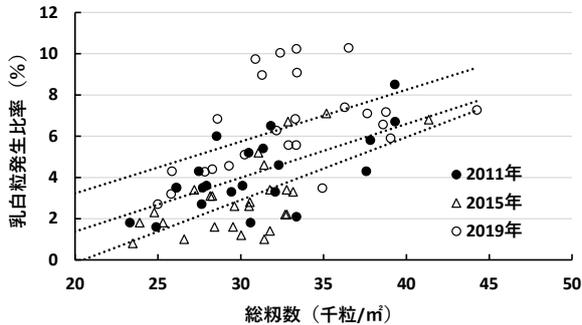
*,** は5%, 1%水準で有意

V 調査地点別における白未熟粒の発生と生育及び収量構成要素等との関係

1. 乳白粒との関係

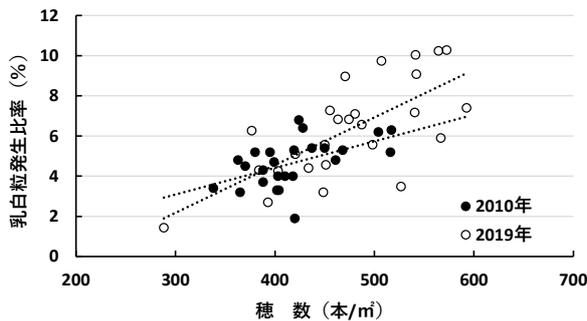
乳白粒の発生と有意な相関関係にある生育及び収量構成要素等を年次毎に上位3項目を第6表に示した。乳白粒は、籾数等のシンクに対して同化したデンプン等のソースが不足した場合に生じるとされている⁶⁾。

そのため、収量構成要素の総粒数等が多いと乳白粒は増加すると考えられ、本結果においても、総粒数と乳白粒発生比率の間に、いくつかの年次において正の相関関係が見られた(第6表, 第13図)。



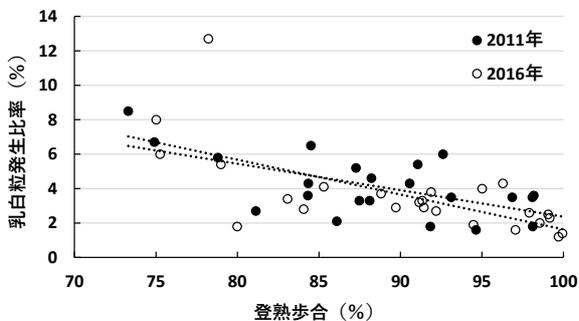
第13図 m²当たり総粒数と乳白粒の関係

また、m²当たり穂数においても、乳白粒発生比率と正の相関関係が見られた(第6表, 第14図)。2019年の乳白粒発生は、穂数との相関も高いが、6月下旬から7月上旬のm²当たり茎数とも高い正の相関関係が見られることから(6/20:0.691** 7/1:0.654**), 茎数や穂数が多い場合、過繁茂等による登熟力の低下も乳白粒の増加につながる可能性が考えられた。



第14図 m²当たり穂数と乳白粒の関係

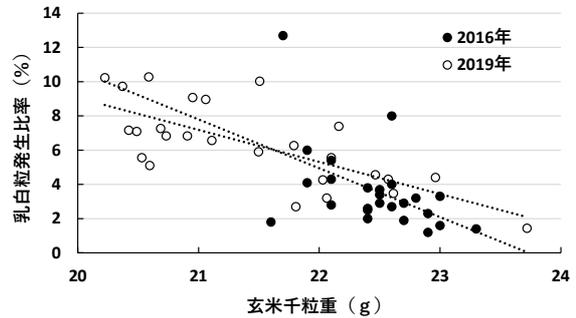
さらに、総粒数が多いと登熟歩合が低くなることから、登熟歩合と乳白粒には負の相関関係が見られた(第6表, 第15図)。



第15図 登熟歩合と乳白粒の関係

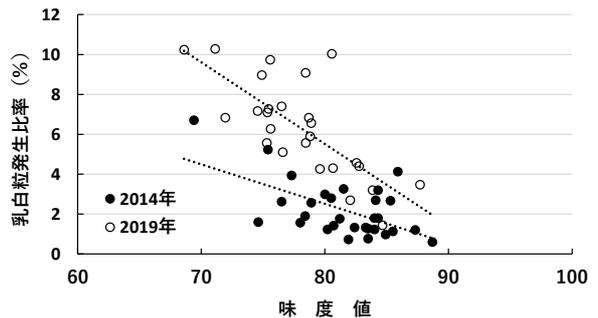
玄米千粒重と乳白粒の間に負の相関関係が見られた

が(第6表, 第16図), 玄米千粒重は、登熟初・中期の気温が高いことや、総粒数が多いと小さくなることなど、両方の影響を受けることから、乳白粒との関係は複雑である。



第16図 玄米千粒重と乳白粒の関係

乳白粒は味度値(トーヨー味度メーターによる)と負の相関関係が見られた(第6表, 第17図)。味度値は登熟期気温が低いと高くなることから⁷⁾, 味度値が高いことは登熟気温が低いことを示しており、乳白粒発生低下につながっていると考えられた。



第17図 味度値と乳白粒の関係

玄米タンパク含量と乳白粒の関係については、年次別の結果では負の相関関係が見られたが、調査地点別では、いずれの年次においてもその傾向は見られなかった。逆に2011年では玄米タンパク含量と正の相関関係が見られ、玄米タンパク含量が多いほど乳白粒の発生が多くなる傾向があるという報告もあり⁸⁾, これらの関係については、もう少し検討が必要である。

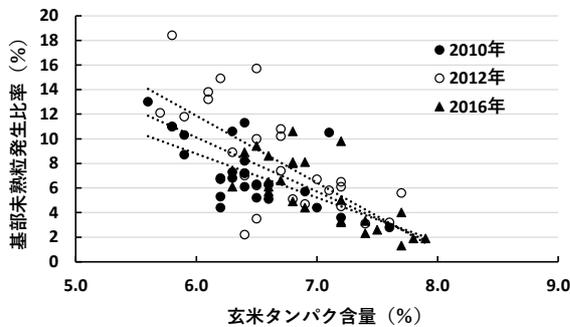
2. 基部未熟粒との関係

基部未熟粒の発生と有意な相関関係にある生育及び収量構成要素等を年次毎に上位3項目を第7表に示した。基部未熟粒との関係は、玄米タンパク含量、出穂25日及び各時期の葉色値と負の相関関係が多く年次で見られた。特に玄米タンパク含量との関係が強く、基部未熟粒の多かった2010年, 2012年, 2016年の結果を第18図に示した。

第7表 基部未熟粒と生育・収量構成要素等の関係

年次	基部未熟粒 発生比率 (%)	第1位		第2位		第3位	
		項目	相関係数	項目	相関係数	項目	相関係数
2010年	7.2	玄米幅	-0.617 **	玄米タンパク	-0.615 **	玄米長	-0.454 *
2011年	3.3	出穂期	-0.537 **	玄米幅	-0.525 *	7/10葉色	-0.500 *
2012年	8.5	玄米タンパク	-0.697 **	出25日葉色	-0.448 *	7/20葉色	-0.424 *
2013年	3.1	玄米タンパク	-0.649 **	出25日葉色	-0.594 **	6/20茎数	0.554 **
2014年	2.1	出25日葉色	-0.554 **	精玄米重	-0.529 **	成熟期	-0.419 *
2015年	2.6	6/20草丈	0.683 **	7/1茎数	0.587 **	幼穂形成期	-0.597 **
2016年	5.6	玄米タンパク	-0.736 **	穂揃期葉色	-0.481 *	出25日葉色	-0.403 *
2017年	1.7	玄米厚	0.635 **	成熟期	-0.624 **	7/1葉数	0.513 **
2018年	4.5	7/20葉色	-0.673 **	7/10葉色	-0.670 **	玄米厚	0.518 **
2019年	2.9	成熟期	-0.695 **	味度値	-0.623 **	6/20茎数	0.624 **
2020年	2.9	玄米タンパク	-0.653 **	出25日葉色	-0.636 **	玄米厚	0.607 **

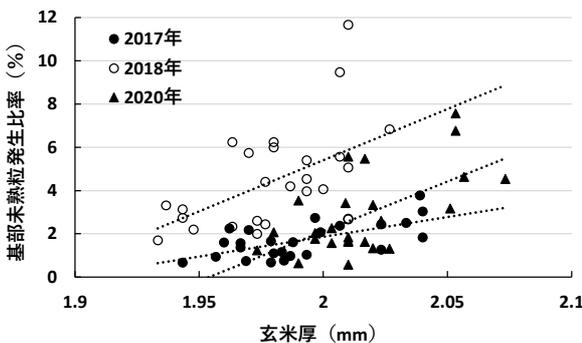
*,** は5%, 1%水準で有意



第18図 玄米タンパク含量と基部未熟粒の関係

基部未熟粒は窒素栄養と深く関係し、稲体窒素濃度が低いと基部未熟粒の発生が多くなることが知られており⁹⁾、今回の結果においてもその傾向が現れていた。

また、出穂期、成熟期と負の相関関係にあり、出穂期、成熟期が遅くなることで登熟期の気温が低くなり、基部未熟粒の発生は少なくなったと考えられた。玄米長、玄米幅及び味度値とも負の相関関係にあり、その要因は乳白粒の発生と同様に、登熟期の気温が低かったことによると考えられた。玄米厚とは正の相関関係にあ

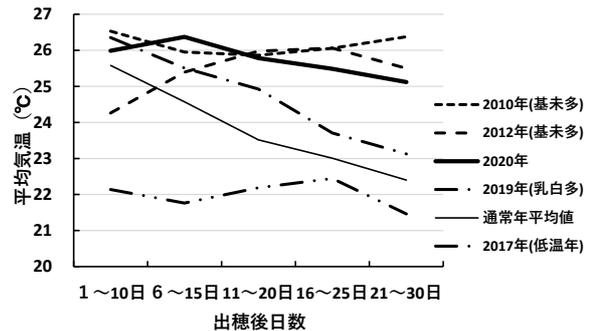


第19図 玄米厚と基部未熟粒の関係

り、玄米厚が厚いと基部未熟粒が多くなる傾向にあった(第7表, 第19図)。基部未熟粒は登熟中・後期に強い影響を受け、玄米厚が決定した後に症状が出るため、玄米厚が厚いほど最後のデンプンが詰まりきれず、基部未熟粒の発生が多くなったと推察された。

VI 2020年の特異的な傾向

2020年については他の年次と傾向が異なっており、その要因について解析した。年次別に登熟期の平均気温の推移を比較すると、基部未熟粒発生比率が高かった2010年、2012年の平均気温は登熟後期まで高く推移しており、2020年も後半多少低下するが、それに匹敵するくらい高く推移した(第20図)。



第20図 登熟期の日平均気温の推移

しかしながら、2020年の基部未熟粒の発生比率は、2010年、2012年が7.2%、8.5%だったのに対し、2.9%とかなり低かった(第8表)。2020年の特徴的な生育や形質を見ると、7/20、穂揃期の葉色値が38.7、34.4、玄米タンパク含量が7.3%と他の年次に比べ高かった。

また、出穂15日時点での沈下粒数歩合を見ると、他の年次が50~60%台に対し、2020年は92%と極めて

第 8 表 2020 年の基部未熟粒と登熟気温及びその他特徴

	高温年			低温年	平年	2020年
	2010年	2012年	2016年	2017年	平均値	
基部未熟粒比率 (%)	7.2	8.5	5.6	1.7	3.1	2.9
出穂後11~30日平均気温 (°C)	26.1	25.3	24.3	21.8	23.1	25.5
7/20葉色 (GM)	32.6	34.7	35.4	34.3	35.1	38.7
穂揃期葉色 (GM)	31.3	31.2	31.9	32.9	31.9	34.4
玄米タンパク含量 (%)	6.4	6.6	7.0	6.7	6.8	7.3
出穂15日沈下粒数歩合 (%)	62	63	52	50	66	92
出穂後6~15日日照時間 (hr)	4.5	5.6	7.1	0.7	4.7	7.6
出穂後11~20日日照時間 (hr)	5.4	7.3	4.7	1.8	4.1	7.3
玄米千粒重 (g)	22.7	22.6	22.5	23.7	22.2	21.4
玄米長 (mm)	5.14	5.10	5.00	5.27	5.11	5.03
玄米幅 (mm)	2.92	2.89	2.89	2.88	2.85	2.78

高かった。これは2020年の出穂後6~15日及び11~20日の日照時間が、他の年次に比べ多かったことも一つの要因と考えられた。

さらに、玄米千粒重が全ての調査年次の中で最も小さく、その要因として、玄米長及び玄米幅が他の年次に比べ短い傾向にあった。玄米の外径が小さかったことにより、デンプンの充填が十分であり白濁が生じなかったと考えられた。

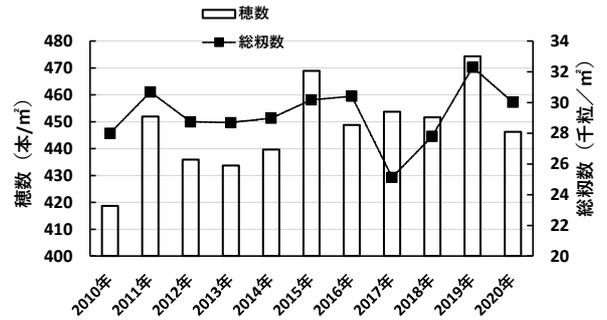
2020年が高温年であったにもかかわらず、基部未熟粒の発生が少なかった要因は、稲体窒素濃度が高く、登熟初期の日照時間が多かったことから、光合成によるデンプンの同化量が十分であったこと、また、稲体窒素濃度が高かったことから、登熟する活力が維持されたこと、さらに、玄米長、玄米幅が小さく、玄米の基部まで登熟が一気に進んだことが考えられた。

これらのことから、2020年は基部未熟粒を回避した特異的な事例であり、気象的要因は避けられないとしても、減数分裂期以降の稲体窒素濃度を高めに維持していくことで、少しでも軽減できる可能性があることが分かった。

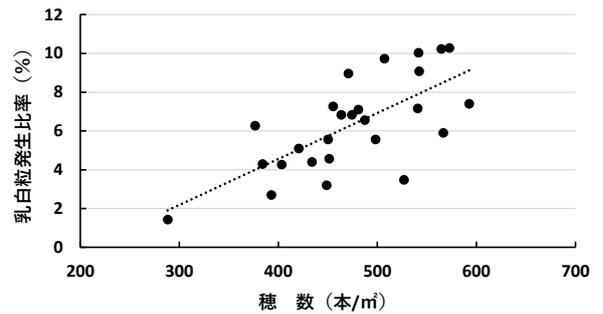
VII 乳白粒の発生要因

乳白粒の発生要因については、登熟期の気温、日照時間及び収量構成要素等が複雑に作用しており、年次によっても異なり、定型化することは難しい。それでも乳白粒の発生が最も多かった2019年において、乳白粒の発生要因について解析を行った。2019年の収量構成要素等を見ると、m²当たり穂数及び粒数は、解析年次の中で最も多くなっていた(第21図)。

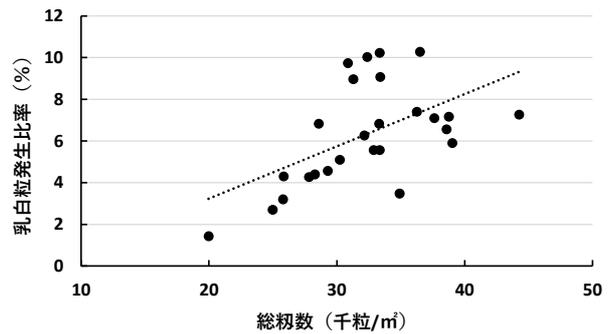
前述したように、乳白粒の発生とm²当たり穂数及び



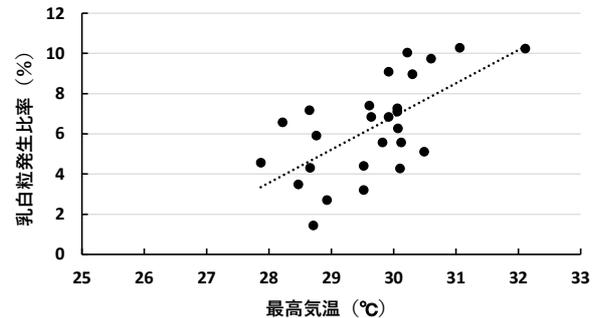
第 21 図 m²当たり穂数と総粒数



第 22 図 m²当たり穂数と乳白粒の関係(2019年)



第 23 図 m²当たり総粒数と乳白粒の関係(2019年)

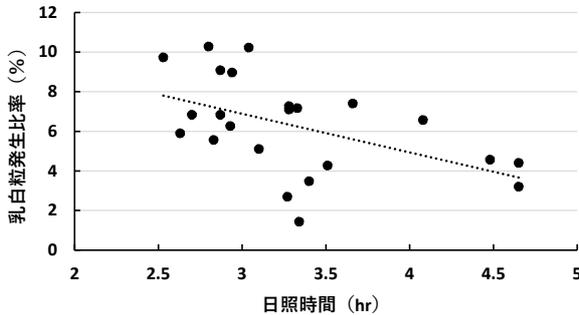


第 24 図 出穂後6~15日最高気温と乳白粒の関係(2019年)

総粒数は正の相関があり、2019年は乳白粒が発生しやすい稲の状況にあったことがわかる(第22図、第23図)。

また、登熟期気象条件において、出穂後6~15日の

最高気温（第 24 図）及び出穂後 11～20 日の日照時間（第 25 図）との相関が高かったことから、これらを説明変数として、乳白粒の重回帰分析を行ったところ、第 9 表の結果となった。



第 25 図 出穂後 11～20 日日照時間と乳白粒の関係 (2019 年)

第 9 表 乳白粒を目的変数とした説明変数の組合せ (2019 年)

収量構成要素等	相関係数
① m ² 当たり穂数	0.701 **
② m ² 当たり総粒数	0.545 **
登熟期気象条件	相関係数
③ 出穂後 6～15 日最高気温	0.643 **
④ 出穂後 11～20 日日照時間	-0.490 *
重回帰式説明変数（上記の組合せ）	決定係数（R ² 乗）
①・③	0.711
①・③・④	<u>0.753</u>
②・③	0.636
②・③・④	0.689

*,** は 5%, 1%水準で有意

「m²当たり穂数」, 「出穂後 6～15 日最高気温」及び「出穂後 11～20 日日照時間」の組合せを説明変数とする, 重回帰式の決定係数が R²=0.753 と最も高かった。以上のことから、2019 年に乳白粒が多かった要因は、m²当たり穂数が多く、出穂後 6～15 日の最高気温が高く、出穂後 11～20 日の日照時間が少なかったことによるものと考えられた。

要 約

1. 年次別における基部未熟粒の発生は、出穂後 16～25 日の平均気温及び出穂後 11～30 日の平均、最高、最低気温と非常に高い正の相関関係が見られた。年次別における乳白粒の発生は、玄米タンパク含量と負の相関関係が見られた。

2. 調査地点別における白未熟粒の発生と登熟期気象条件との関係は、乳白粒では、登熟初中期に気温が高く、中期に日照が少ないと多くなった。基部未熟粒では、多発年は気温がいずれも高く推移しており、調査地点別の気温差等による相関関係は見られなかったが、その他の年次においては、中・後期の気温と正の相関関係が見られた。

3. 調査地点別における白未熟粒の発生と生育及び収量構成要素等との関係は、乳白粒では総粒数との間に多くの年次で正の相関関係が見られ、穂数や茎数等とも正の相関関係が見られた。基部未熟粒では、玄米タンパク含量や出穂 25 日及び各時期の葉色値と負の相関関係が見られ、稲体窒素濃度が高いと少なくなることを示された。

4. 2020 年は、登熟期後半まで高温で推移したにもかかわらず、基部未熟粒の発生は抑えられており、稲体窒素濃度が高く維持されたことや日照時間が多かったこと、及び登熟が一気に進んだことによるものと考えられた。

5. 2019 年に乳白粒の発生が多かった要因は、重回帰式等の結果から、m²当たり穂数が多く、出穂後 6～15 日の最高気温が高く、出穂後 11～20 日の日照時間が少なかったことによるものと考えられた。

引用文献

- 1) 長戸一雄, 江幡守衛. 1965. 登熟期の高温が穎花の發育ならびに米質に及ぼす影響. 日作紀 34 : 59-66
- 2) 森田 敏ら. 2002. 高温が水稻の登熟に及ぼす影響. 日作紀 71 : 102-109
- 3) 若松謙一ら. 2007. 暖地水稻の登熟期間の高温が玄米品質に及ぼす影響. 日作紀 76 : 71-78
- 4) 松本一信ら. 2008. 水稻品種「あきたこまち」における登熟期の気温及び施肥法が白未熟粒発生に及ぼす影響. 岡山県農試研報 26 : 1-6
- 5) 宮城県古川農業試験場. 2019. 玄米の乳白粒発生に及ぼす粒数と出穂後の気温との関係. 宮城県「普及に移す技術」第 95 号指導活用技術
- 6) 森田 敏. 2008. イネの高温登熟障害の克服に向けて. 日作紀 77 : 1-12
- 7) 宮城県古川農業試験場. 2008. 味度値から見た好適出穂期と刈り取り適期. 宮城県「普及に移す技術」第 83 号参考資料

- 8) 近藤始彦ら. 2006. 水稻の乳白・基白粒発生と登熟気温および玄米タンパク含有率との関係. 日作紀 75(別 2 号) : 14-15
- 9) 田中浩平ら. 2010. 水稻の外観品質に及ぼす稲体窒素栄養条件や施肥法の影響. 日作紀 79 : 450-459

Relationship between the Occurrence of White Immature Grains in the Paddy Rice Variety "Hitomebore" and Weather Conditions during Ripening Period, Growth and Yield Components

Masumi ASANO and Hiroei KANNO

Summary

In Miyagi Prefecture, the ratio of first-class rice has decreased in recent years owing to the occurrence of white immature grains as a result of high temperatures during the ripening period of paddy rice. Therefore, we analyzed the relationship between the occurrence of milky white grains and base immature grains and the weather conditions during the ripening period, growth, and yield components using data from paddy rice growth survey plots from 2010 to 2020. The number of milky white grains increased when the temperature was high and there was little sunlight during the early and middle stages of ripening, and a positive correlation was observed between the number of ears and the total number of grains throughout many years. The number of base immature grains showed a very positive correlation with the temperature 11-30 days after earing, and a negative correlation with nitrogen-related traits such as brown rice protein content. Despite the high ripening period in 2020, the low incidence of base immature grains was considered to be due to the high concentration of rice nitrogen the long hours of sunshine and the accelerated ripening. The increase in the number of milky white grains in 2019 was considered to be due to the large number of ears per square meter, the high maximum temperature 6-15 days after earing, and the lack of sunshine 11-20 days after earing.