

# 酒米品質の変動要因と向上への取り組み

(酒米産地の調査事例から)

(株) アスク 谷藤雄二

## はじめに

秋田県との県境に位置する豪雪の地山形県金山町、白壁の家並と美しい田園風景から県内では“酒米の里”とも呼ばれている。

弊社は平成 17 年から JA 金山酒米研究会が生産する酒造好適米「出羽燦々」・「美山錦」の品質調査を実施し、酒米の生産の現場から得られたデータ数は 4000 点にも上る。本論では、それらのデータを取りまとめて解析した結果と、品質向上の技術改善への取り組み事例を報告する。

## 1 品質変動の要因

表 1.1 生産年、生産者間の品質変動

年次別の平均値、変異係数(出羽燦々:金山酒米研究会)

		平19	平20	平21	平22	平23	平24	平25	平26	平27	平28	等分散 検定
千粒重	平均値(g)	25.6	27.1	26.8	26.7	27.6	26.1	26.6	26.7	26.6	25.7	0.15 <sup>ns</sup>
	変異係数(%)	1.8	2.0	1.6	1.8	2.1	2.5	1.9	1.7	2.1	2.0	
心白率	平均値(%)	16.0	23.9	9.0	30.2	22.0	24.8	14.2	19.3	11.7	14.0	0.21 <sup>**</sup>
	変異係数(%)	23.5	21.6	39.2	20.9	22.3	29.6	31.3	30.2	35.3	28.3	
胴割れ粒 歩合	平均値(%)	6.5	3.3	8.9	2.5	3.6	4.3	6.6	4.4	5.9	4.4	0.24 <sup>**</sup>
	変異係数(%)	58.9	59.1	41.2	49.6	60.0	56.3	46.5	54.1	55.3	40.2	
玄米タンパ ク質含量	平均値(%)	8.0	7.5	7.5	8.0	7.7	7.6	7.7	7.3	7.4	7.5	0.15 <sup>ns</sup>
	変異係数(%)	5.9	5.1	5.5	6.0	5.2	4.3	6.5	5.6	4.6	4.9	

等分散性のCochranの検定

$$F_0(10,60;0.05) = 0.1494$$

$$F_0(10,60;0.01) = 0.1608$$

(心白率・胴割れ粒歩合は角変換しない生データで検定)

酒米の品質は品種特性によるところが大きいですが、同一品種でも気象条件、土壌条件、肥培管理に影響され、生産年、生産者間で変動する。JA金山酒米研究会 60 数名（以下、金山）の調査データの平均値と変異係数を生産年別に表 1.1 に示す。表から、千粒重、玄米タンパク質含量（近赤外線分析計による）の変異係数は年次間の差は小さく、生産者間の分散が年次で異なるかを検定したところ有意ではなかった。これに対し、心白率と胴割れ粒歩合は（静岡製機酒米用穀粒判別器による）の分散は有意であり、千粒重、タンパク質含量より変動が大きいことを示している。

## 1) 玄米千粒重

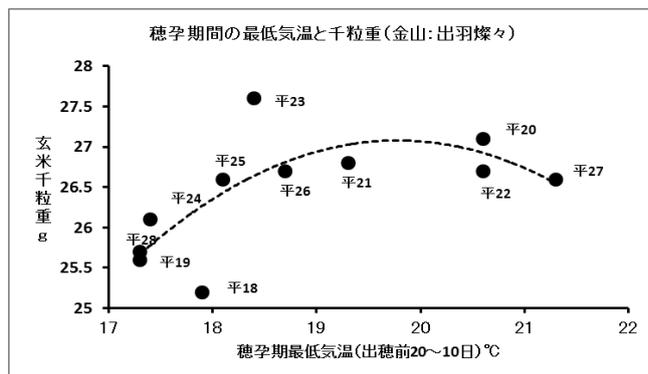


図 1.1 穂孕期間の最低気温と千粒重

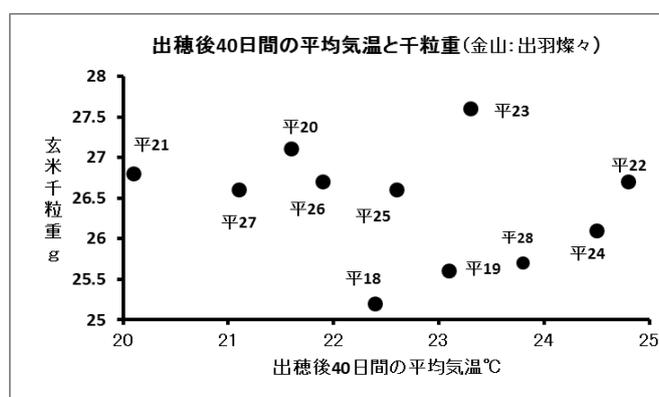


図 1.2 出穂後 40 日間の平均気温と千粒重

玄米の大きさはもみ殻の大きさによって一次的に決定されるが、このもみ殻の大きさは出穂期までに決まり、出穂後にはこの決まった大きさのもみ殻の内容積を、どの程度に胚乳が充満するかによって、二次的に玄米の大きさが決定される<sup>1)</sup>。そこで、気温（金山アメダスデータ）と各年次の玄米千粒重（生産者全体の平均値）との関係を見ると、出穂前 20 日間の平均気温との間では判然としなかったが、出穂前 20～10 日間の穂孕期間の最低気温とでは図 1-1 に示すように明瞭な関係がみられた。

図 1.1 の平 19、28 年は穂孕期間の最低気温は 17°C と低かったが、出穂後 40 日間の平均気温は登熟適温とされる 21～22°C より高めの 23°C で経過した（図 1.2）。すなわち、両年の千粒重は穂孕期間の最低気温が低かったことでもみが小さく形成され<sup>2)</sup>、さらに登熟期間が高温であったことから千粒重は小さくなったと推察される。対照的に、平 20 は穂孕期間の最低気温は高く、登熟期間の気温が 21.5°C と最適であったことから、千粒重は 27g と大きかった。平 22 は出穂後の気温が 25°C と高く、とくに登熟後期が高温で経過したことによって、千粒重の増加は抑えられたのではないかと推察される。平 23 の千粒重は 27.5 g と最も大きかったが、この要因には穂孕期間の多照（平年比 160%）がもみ殻を大きくしたと考えられる。

以上の事例から、中山間地に位置する金山の玄米千粒重は、それが決定される二次枝梗分化期（7月5日頃）から出穂後 33～38 日（9月10日頃）までの期間のうち、穎花の縦生長および

横生長が最も盛んな出穂前 10~20 日の穂孕期間の気温と日照時間、とくに最低気温が穎花の生長に関係し、玄米の大きさに影響したと考えられる。

## 2) 心白の発現

心白発現は品種の特性によるところが大きいですが、心白の発現が千粒重と関係する<sup>3)</sup>ことは出羽燦々も同様で、いずれの年次とも、千粒重が大きいサンプルで心白率は高い傾向を示した。

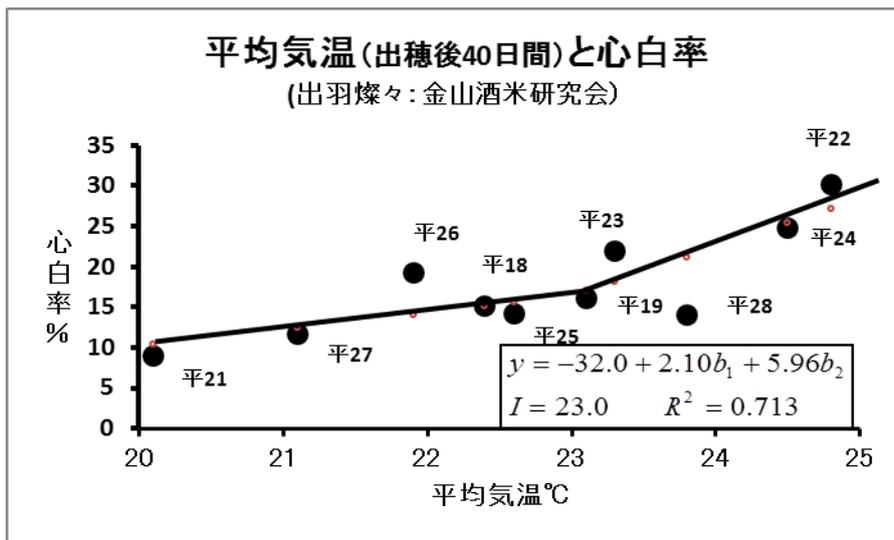


図 1.3 出穂後 40 日間の平均気温と心白率

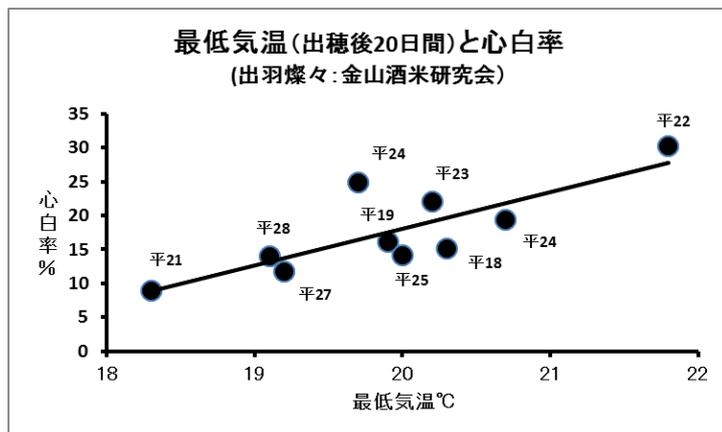


図 1.4 出穂後 20 日間の最低気温と心白率

心白の発現の年次変動を気温との関係で見てもみよう。出穂後 40 日間の平均気温と心白率の平均値との関係では、気温が高くなると心白率は高まるが、その関係は 23°Cに折曲点をもつ 2 本の回帰直線で表せる。すなわち、心白率の増加は 20~23°Cまでは小さいが、23°Cを超えると大きくなる。出穂後 40 日間の平均気温が 23°C以上になると心白粒がより多くなるという関係は長

谷川ら<sup>4)</sup>と同様であるが、高温の平 22、24 年産の心白形状は腹白型が多く玄米外観は乳白状を呈した。

心白発現は出穂後 15 日頃までは、夜温が低いときに比べ高いほうが良好である<sup>5)</sup>。金山の事例でも、出穂後 20 日間の最低気温と心白率は直線的な関係が認められ、最低気温が高い年次ほど心白率は高かった。

心白発現は、出穂後 15 日間は昼温 29℃、夜温 19℃、それ以後の 15 日間はそれぞれ 26℃、16℃と日較差が大きい気温条件で高まる<sup>3)</sup>。金山の事例でその関係を見ると、出穂後 10 日間の気温較差が大きかった平 20 (11.2℃)、平 24 (10.6℃) の心白率はそれぞれ 24.2%、24.8%と高く、気温較差が小さかった平 21 (8.0℃) は 9.0%と低かったが、そのほかの年次では両者の関係は判然としなかった。

出羽燦々の心白型は登熟期間の高温条件では腹白型の発現が多く、心白率が 20%以上では玄米の外観は乳白状を呈するため 15~20%に抑えたい。このときの出穂後 40 日間の平均気温は 22℃であり、登熟最適気温とほぼ一致する。

しかし、心白の発現は表 1.1 に示したように千粒重や玄米タンパク質含有量に比べ同一年での生産者間の変動が大きい。このことは心白発現が登熟期間の気温条件以外に、もみ数、粒の大きさなどの生育条件、施肥法、栽植密度の肥培管理など、多くの要因に影響されるためであろう。池上<sup>6)</sup> は心白の大きさと気象条件や生育との関係には不明な点が多いとしている。

#### 4) 玄米タンパク質含量

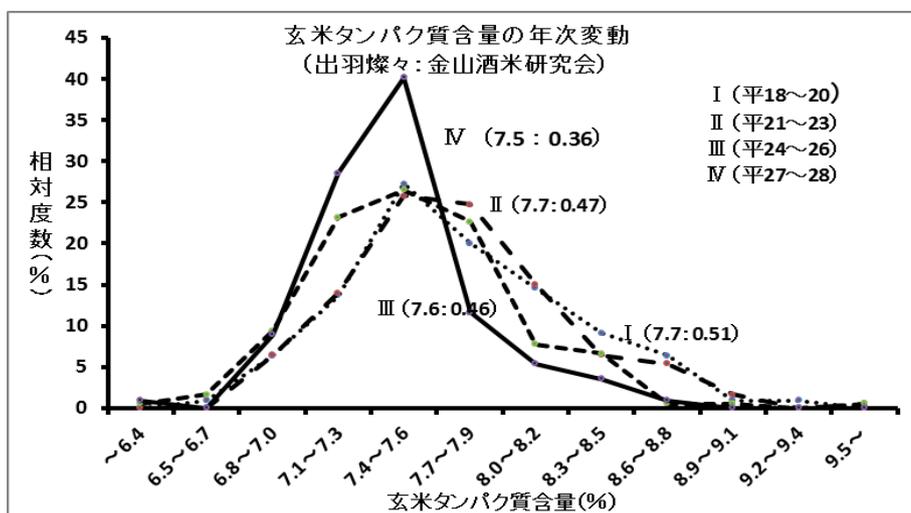


図 1.6 玄米タンパク質含量の年次変動 (出羽燦々: 金山酒米研究会)

**生産者間変動:** 金山酒米研究会の品質調査でもっとも重視しているのが玄米タンパク質含量である。タンパク質含量を測定することで、施肥法などをチェックし、生産者別に品質向上のための栽培法の処方箋を書けるからである。

酒米のタンパク質含量も普通米と同様、施肥法などの栽培条件、気象・土壌型などの環境条件

で変動すると考えられる。金山産「出羽燦々」の玄米タンパク質含量の生産者間変動の年次推移を4期に分けて示したのが図1.6である。調査年次を平18～20（Ⅰ期）、21～23（Ⅱ期）、24～26（Ⅲ期）、27～28年（Ⅳ期）に区分し、各期のサンプル総数約190点の玄米タンパク質含量の平均値はⅠ＝Ⅱ＞Ⅲ＞Ⅳの順に高く、生産者間変動を表す標準偏差ではⅠ＞Ⅱ＝Ⅲ＞Ⅳ期で大きかった。また、タンパク質含量が8.0%以上の相対度数は、Ⅰ＞Ⅱ＞Ⅲ＞Ⅳの順に高い傾向を示している。これは、調査を開始した当初、タンパク質含量は総じて高く、とくに、後述するように黒ボク土壌で高かった。しかし、調査を重ねることで、低タンパク化へと推移し、土壌型による違いも小さくなった。すなわち、生産者の低タンパク酒米生産への意識の変化と取り組みがその背景にあると推察される。

**気温との関係：**岡崎らは<sup>8)</sup> 五百万石、山田錦の粗タンパク質は成熟期の気温が高いと多くなるとし、工藤らは<sup>9)</sup> 出羽燦々のタンパク質含量は、出穂直後の最高気温と、また、登熟後期の最低気温とそれぞれ正の相関があり、登熟期間が高温の年にはタンパク質含量は高まるとしている。前重<sup>10)</sup> は酒米のタンパク質含量は、登熟前期の高温は米粒の充実を良好にし、成熟速度が早まり、米粒への養分能力は早期に低下し登熟期間が短縮し、炭水化物蓄積量に対して高含量化すると述べている。

金山産「出羽燦々」の出穂後20日間の平均気温と玄米タンパク質含量の年次変動との関係を図1.7に示す。図からは、20日間の気温が高いとタンパク質含量は高いという関係がみられるが、この場合、金山の酒米作付け地が黒ボク土壌が多い、ということを検討する必要がある。すなわち、黒ボク土壌は、地力窒素の発現が生育後期まで続くことから、出穂後の高気温がその発現を高め、登熟後期まで窒素吸収が続くと推察されるからである。さらに、本図には前述したようにタンパク質含量の年次推移が交絡している。

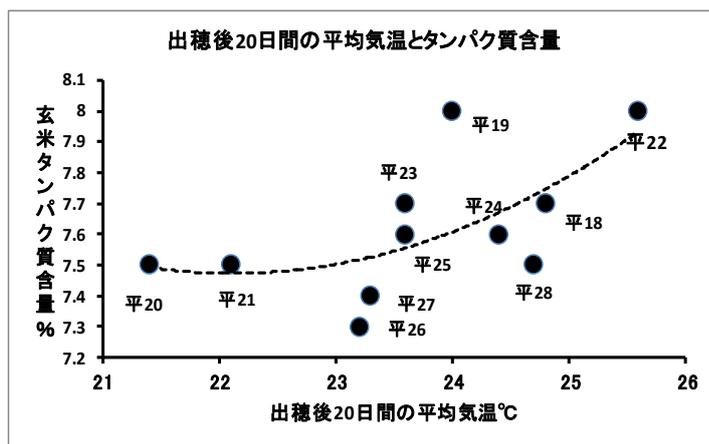


図1.7 出穂後20日間の気温と玄米タンパク質含量（金山酒米研究会 出羽燦々）

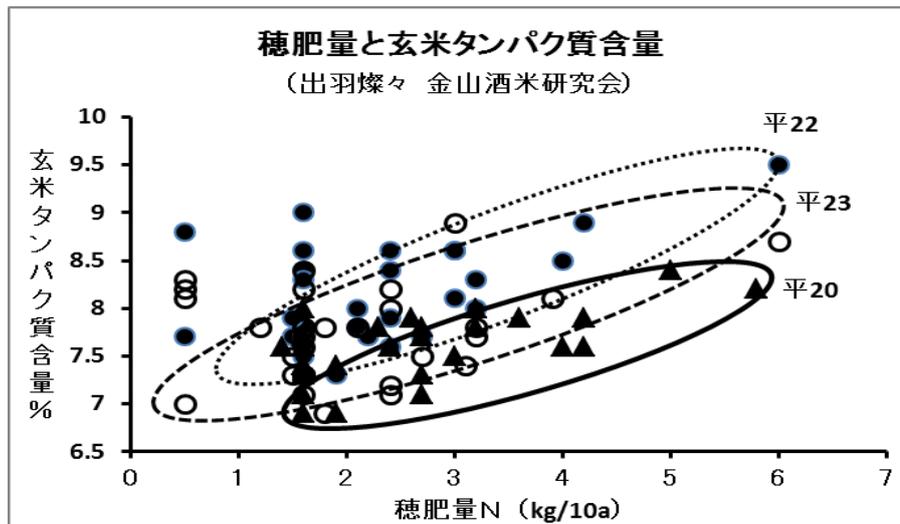


図 1.8 穂肥量と玄米タンパク質含量との関係（金山酒米研究会 出羽燦々）

**穂肥量との関係：** 穂肥とは出穂前 25～20 日以降のNの追肥をいう。一般に、玄米タンパク質含量は、N 施肥量とくに穂肥の施用量と施用時期との関係が深く、その量が多いほど、また施用時期が遅いほど高まる。熊谷<sup>11)</sup>は、普通米品種「はえぬき」において、穂肥量による白米の粗タンパク含量の増加は、0kg/10a に対し 1 回施用（穂肥総量 2 k g）で 0.6～0.7%、2 回（4 k g）で 1.2～1.4%、3 回（6 k g）で 2.1～2.4% 増加したとしている。

金山の事例を図 1.8 に示す。図からは、穂肥量が 1 k g 程度であっても、タンパク質含量が 8% 以上と高いのもみられるが、3 か年とも、穂肥量が多くなると玄米タンパク質含量が高まる傾向が見られ、穂肥量の N 量 2kg で玄米タンパク質含量は平均 7.5% であるのに対し、4 k g では 8.0%、6 k g では 9.0% 近くまで高まっている。

表 1.2 土壌型別タンパク質含有量

土壌型別タンパク質含有量 (出羽燦々 金山酒米研究会)					
土壌型	生産者	平18～19年産		平27～28年産	
		平18	平19	平27	平28
多湿黒ボク土	A	8.3	7.9	7.2	7.6
	B	7.0	7.9	7.6	7.6
	C	8.4	8.0	7.6	7.5
	D	7.4	7.8	7.3	7.5
	E	8.5	8.9	7.5	7.5
	F	7.8	7.9	6.8	7.2
	G	8.6	9.2	8.3	8.3
	平均	8.0	8.2	7.5	7.6
礫質灰色低地土	H	8.0	7.7	7.1	7.5
	I	8.7	8.0	7.2	7.3
	J	7.2	7.2	7.4	7.3
	平均	8.0	7.8	7.2	7.4
細粒褐色低地土	K	7.6	7.8	6.4	6.9
	L	7.8	7.8	7.3	7.2
	平均	7.7	7.8	6.9	7.1
細粒強グライ土	M	7.5	7.9	7.2	6.9
	N	6.6	7.4	6.9	7.0
	O	7.4	7.2	7.6	7.0
	P	7.1	8.2	7.8	7.6
	平均	7.2	7.7	7.4	7.1

土壌型との関係：金山の水田土壌型は、大きくは多湿黒ボク土、礫質灰色低地土、細粒褐色低地土、細粒強グライ土に分類される。平成 18、19 年産と平成 27、28 年産の玄米タンパク質含有量を土壌型別で比較したのが表 1.2 である。

表から、18、19 年産では土壌型でタンパク質含有量に差があり、平均値で比較すると黒ボク土 > 礫質灰色低地土 > 細粒褐色低地土 > 細粒グライ土の順に高かった。また、黒ボク土であっても、生産者間でばらつき、C、E、G のように高いものから、B、D のように低いものと多様であった。

一方、27、28 年産のタンパク質含有量は 18、19 年産より明らかに低下していることがわかる。多湿黒ボク土壌で高い傾向はみられるものの、土壌型間の差は小さい。すなわち、前述したように、本調査を継続することで、低タンパク酒米生産への意識が高まり、調査の開始当初にみられた土壌型や生産者による変動が年々縮小してきたと考えられる。

## 5) 胴割粒歩合

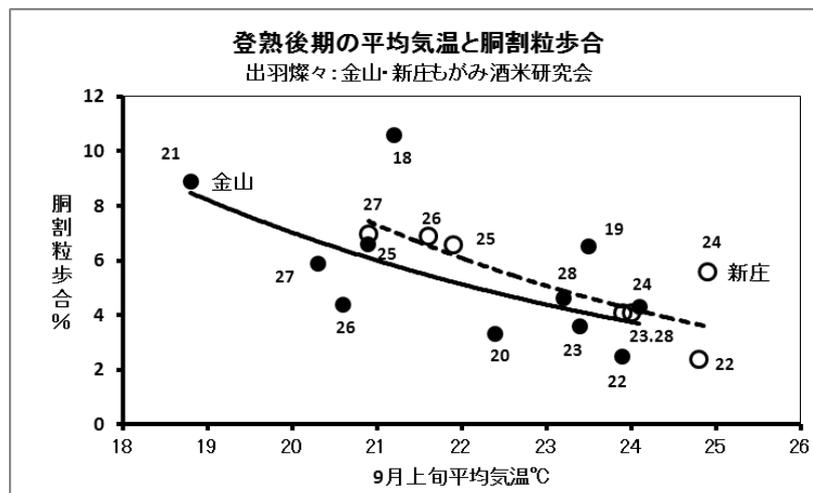


図 1.5 9 月上旬の平均気温と胴割れ粒歩合

胴割れ粒は出穂後の気象、稲の栄養不良、刈取り期間の気象条件、刈遅れ、乾燥法などの多くの要因が関係して発生を助長する。このため、その年次変動と生産者間変動が大きく（表 1.1）、その変動要因の解明は難しい。

出穂後の気温経過と胴割れ粒発生との関係では、長田<sup>7)</sup>は登熟初期の出穂後 10 日間の最高気温が 30℃以上連続する条件で胴割れ粒が増加すると報告している。金山の事例で検討したところ、出穂後にこのような高気温条件で経過した年が少ないこともあって両者の関係は判然としなかった。

中山間地の金山は登熟後期の 9 月に入ると、気温の低下は平たん部より早い。この気温低下が胴割れ粒の発生の年次変動と関係しているのではないかと推察しよう。9 月上旬の平均気温と胴割れ粒発生の年次変動との関係を示したのが図 1.5 である。推察しように、9 月上旬の気温が低い年次で胴割れ粒歩合が高い傾向が認められた。この関係は、金山町に隣接する JA 新庄もがみ酒米研究会でも同様であった。

登熟後期のもみの登熟進度は一穂のうちでも部位によって違いがある。穂の上部や一枝梗着生もみは黄色を呈し完熟粒であっても、下部や二次枝梗着生もみはまだ青く未熟粒である。一穂着生もみ数が多い出羽燦々ではその傾向は強い。気温が低く経過することで登熟が遅延し、上部着生もみと下部着生もみでは登熟ムラが大きくなり刈遅れになりやすい。また、乾燥機に張り込んだもみの水分ムラは大きい。

すなわち、登熟後期の低気温が胴割れ粒の発生に直接結びつくのではなく、低温による登熟遅延が刈遅れや水分ムラを引き起こし、さらには乾燥などの二次的要因によって発生が助長されるのではないかと推察される。

## 2 品質向上への取り組み

### 1) 土づくり肥料の連用

表 2.1 土づくり肥料の施用と品質

**土づくり肥料の施用と品質(出羽燦々:金山酒米研究会 平19)**

土壌型	施用の有無	整粒歩合		玄米		玄米タンパク
		%	%	千粒重g	千粒重g	質含量 %
黒ボク土	有	72.1	11.8	25.0	25.0	7.2
	無	65.1	14.8	25.0	25.0	8.3
細粒強 グライ土	有	72.0	18.1	25.4	25.4	6.8
	無	73.3	13.1	25.6	25.6	7.4

酒米生産の品質向上の基本は、生産性の高い水田土壌を形成することにある。その一つの柱が土づくり肥料（ケイ酸含量 20～30%）の施用によるケイ酸供給力の増加である。藤井<sup>12)</sup>はケイ酸資材の施用によって、普通米のタンパク質含量は低下するとともに収量は向上するとしている。

金山の事例でその効果をみてみよう。黒ボク土、細粒強グライ土で、土づくり肥料施用田と無施用田の玄米タンパク質含量の平均値を比較すると、施用田で明らかに低かった。ケイ酸施用によるタンパク質含有量の低下は千粒重の向上によるものであり<sup>13)</sup>、また、ケイ酸施用は心白粒歩合を高めるとの報告<sup>10)</sup>、<sup>14)</sup>もあるが、本事例では、玄米千粒重、心白率ともに施用と無施用で差は見られなかった。

（ケイ酸資材の施用が玄米タンパク質含量を低下させるという本データを金山に示すことで、平成 20 年からは全員が土づくり肥料を施用している。）

### 2) ケイ酸資材の幼穂形成期施用

表 2.2 ケイ酸資材の幼穂形成期施用と品質・収量  
ケイ酸資材の施用と品質・収量(出羽燦々;金山酒米研究会)

	千粒重(g)		整粒歩合(%)		心白率(%)		玄米タンパク 含有量(%)		収量
									kg/10a
	20年	19年	20年	19年	20年	19年	20年	19年	20年
施用	27.1	25.6	70.0	68.4	23.6	15.6	7.6	8.0	620
無施用	27.0	25.7	72.1	68.0	25.4	16.9	7.4	7.8	590

水稻のケイ酸吸収量は、幼穂形成期以降に多く、全吸収量の 60～80%に達することから、この時期以降から成熟期までの期間にわたってケイ酸供給を維持することが酒米の品質と収量を向上させると考えられる。森らは<sup>15)</sup>ケイ酸資材を普通米「はえぬき」に幼穂形成期（出穂前 25 日）に施用し、千粒重、玄米タンパク質含量に差はなかったが収量は 105%と増収し、その要因は、ケイ酸施用により穂肥の利用効率が高まって粒数が増加するとともに、ケイ酸が上位葉に集積し登熟期間の光合成産物量が増加したためとしている。

金山では約半数の生産者が平成 19 年よりケイ酸資材を穂肥時期に施用している。施用と無施用の生産者平均で比較した結果、玄米品質では無施用と差がなくほぼ同等であったのに対し、収量は 30kg/10a（105%）増収という結果であった(本事例は、県内の酒米生産で普及している)。

### 3) 疎植栽培

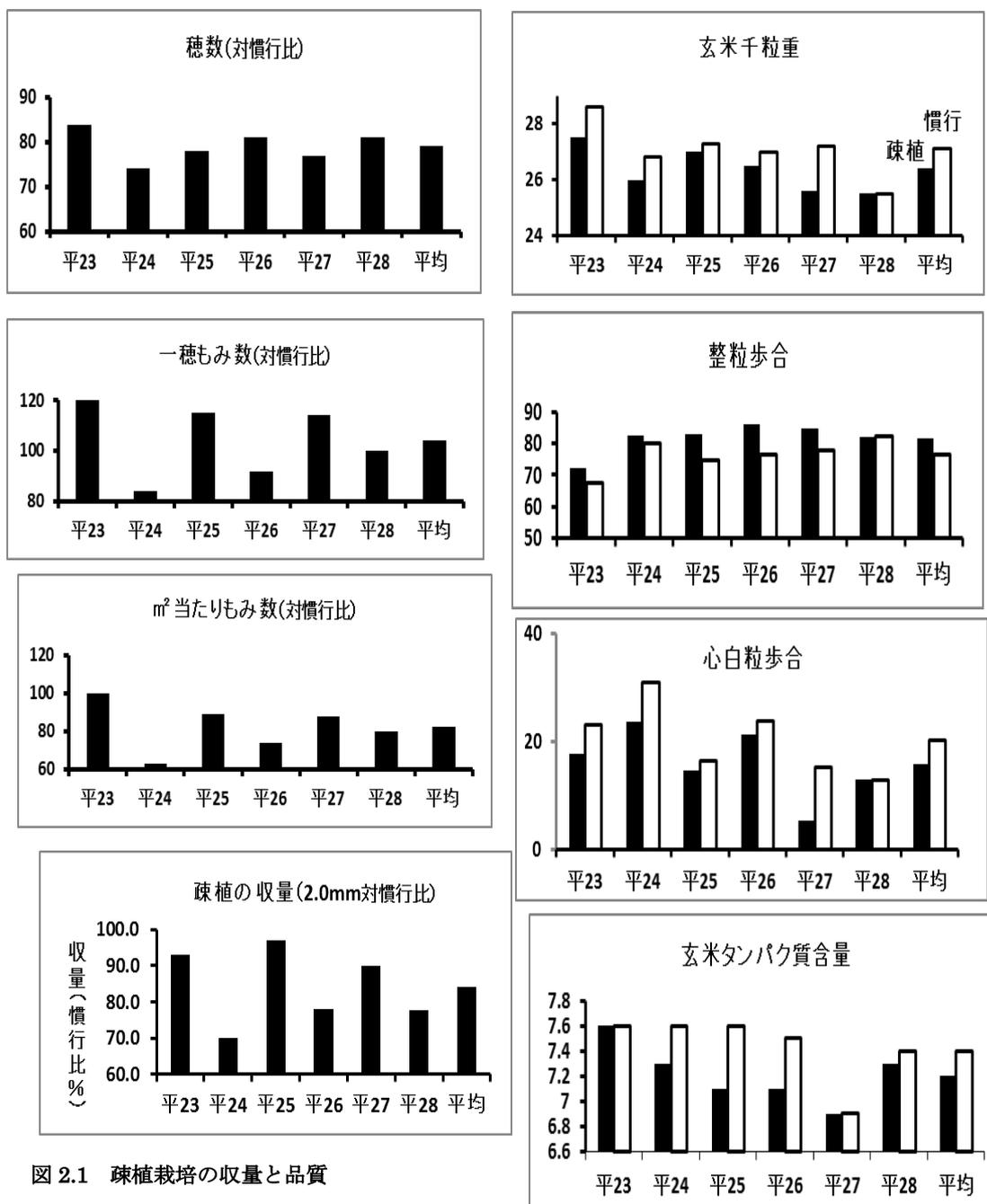


図 2.1 疎植栽培の収量と品質

酒米栽培においては、密植栽培が一穂もみ数を少なくし粒重と心白の発現を高めることから品質の向上を図る手段として、密植化は有効であるとされているが<sup>10)、14)</sup>、近年、普通米栽培の栽植密度は経営規模の拡大とともに疎植化の傾向にある。

金山における疎植栽培（11.1 株/m<sup>2</sup>）と慣行栽培（22.2 株/m<sup>2</sup>）との収量、品質を生産年別を示したのが図 2.1 である。酒米「出羽燦々」の疎植栽培は慣行栽培に対し、

- ① 穂数は平均で対慣行比 79%、一穂もみ数は同 105%、 $\text{m}^2$ 当たりもみ数は同 82%。
- ② 収量（10 株より換算）は、いずれの生産年とも低く平均で 86%。
- ③ 玄米千粒重、心白粒歩合はいずれの生産年ともやや低い。
- ④ 整粒歩合はいずれの生産年とも高い。
- ⑤ 玄米タンパク質含量は低め。

以上、6 か年の結果では、11 株/ $\text{m}^2$ の疎植は 22 株/ $\text{m}^2$ の慣行より穂数、もみ数の収量構成要素が少なく、また年次変動も大きい。このため、収量は不安定であった。品質は整粒歩合が高く、玄米タンパク質含量は低めであったが、千粒重も低めとなった。

中山間地の金山では田植え後の気水温によって、活着とその後の分けつ発生は大きく影響されるため、疎植栽培の収量安定化は必要とする茎数の早期確保にある。本事例で取り上げた疎植栽培は、品質を向上させる半面、収量は不安定であり、中山間地で安定化を図るには苗質、施肥法などの面からの検討が必要である。

#### 4) 葉色と玄米タンパク質含量との関係

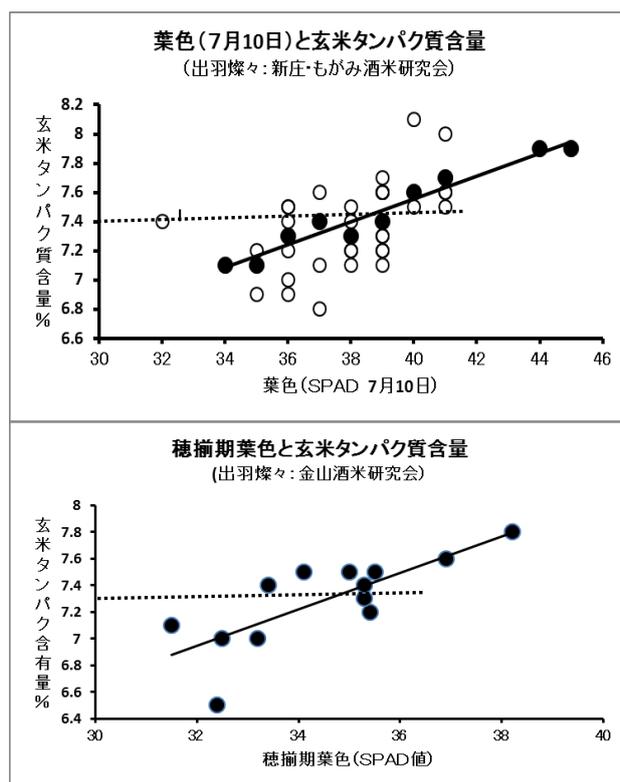


図 2.2 生育時期別の葉色と玄米タンパク質含量

幼穂形成期（7月10日）の葉色と玄米タンパク質含量との関係を図2.2に示す。図中の●は、各葉色値でのタンパク質含量の平均値を表す（図の全点とも穂肥窒素量1.5kg/10a施用）。玄米タンパク質含量7.3%を指標値とすれば、葉色が38以上で指標値より高くなることが分かる。

同図の穂揃期の止葉の葉色と玄米タンパク質含量の間にも正の相関があり、止葉の葉色が濃いと玄米タンパク質含量は高いという関係がみられる。葉色が35以上では指標値7.3%より高くなる。柴田ら<sup>16)</sup>は「秋田酒こまち」の玄米タンパク質含量を7.2%以上に高めない葉色の目安を、幼穂形成期で41未満、穂揃期で36～38としている。ちなみに、山形県稲作指針に示す普通米品種「はえぬき」の7月10日の葉色の指標値は38であり、金山の事例と一致する。

酒米生産において、玄米タンパク質含量を高めないために柴田<sup>16)</sup>も提示しているが、金山における葉色による穂肥診断と対応については、まず、幼穂形成期の7月10日頃に葉色を測定する。葉色の指標値を38とし、茎数、草丈の生育量をも勘案して穂肥の要否を判定する。次いで、穂揃期に葉色を測定し、玄米タンパク質含量を7.3%より高めない葉色の指標値35であるかを確認する。もし、葉色がこの値より明らかに高い場合には、次年度に向けての施肥対応等を検討する。

こうした手法により、生産者間の玄米タンパク質含量のバラツキを小さくするとともに、タンパクの低い「出羽燦々」を酒造メーカーに供給できるであろう。しかし、まだデータ数が少なく実用化までには至っていない。将来的には、穂揃期の葉色データから玄米タンパク質含量が予測可能になり、スマート酒米生産への道も期待されるであろう。

## 5) 地下水のかけ流し

表2.3 登熟後期の高温に対する地下水灌漑と品質

登熟期高温年の地下水かけ流しと品質 (出羽燦々; 平22)					
	千粒重	整粒歩合	胴割粒歩合	心白率	玄米タンパク含有量
	(g)	(g)	%	%	%
かけ流し	27.2	75.4	3.8	30.1	7.3
研究会平均	26.7	71.4	2.5	30.2	8.0

平成22年の登熟期間は高温で、とくに登熟後期の9月上旬は平年より3.5℃高く経過した。金山の黒ボク土壌地帯では灌漑に地下水を利用しているが、高温への対応に地下水のかけ流しを実施した生産者の品質を表2.3に示す。

地下水のかけ流しで、千粒重、整粒歩合が向上し、玄米タンパク質含量が低下するなど、高温による品質低下はみられなかった。なかでも、タンパク質含量が研究会平均で8%と高かったのに対し、かけ流し灌漑が7.3%と低かったのは、地温の低下で黒ボク土壌の窒素発現量が抑えられたのではないかと推察される（本事例は、酒米の品質向上への取り組みとして評価され、山形県酒米コンテストで知事賞を受賞した）。

## 6) 胴割れ粒発生の軽減

酒米は大粒、心白粒という特性から乾燥過程で胴割れが発生しやすい<sup>19)</sup>。醸造玄米の胴割れは検査規格が厳しく軽微でも被害粒と判定される。金山の刈取り期間は平たん部とは異なり、気温低下、秋雨、濃霧などの気象条件は刈遅れを助長する。また、収穫・乾燥・調製作業は自己完結型である。1-5) で述べたように、胴割れ粒発生に年次間、生産者間の変動が大きいのもこのためであろう。対策のポイントは適期刈り取りと適切な酒米乾燥法にあると考えられるが(図 2.3、図 2.4)、JA 金山酒米研究会にとって胴割れ粒対策は喫緊の課題となっている。

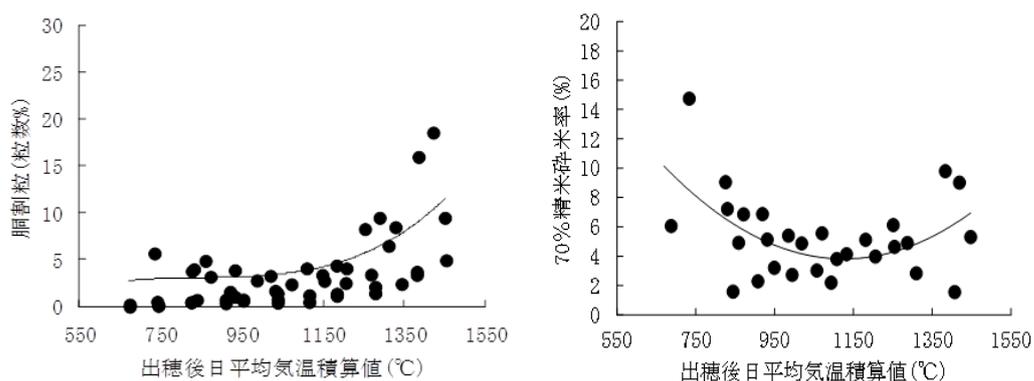


図 2.3 出穂後日平均気温積算値と胴割れ粒発生率、精米碎米率

(山形県農業総合センター水田農業試験場成果情報より)

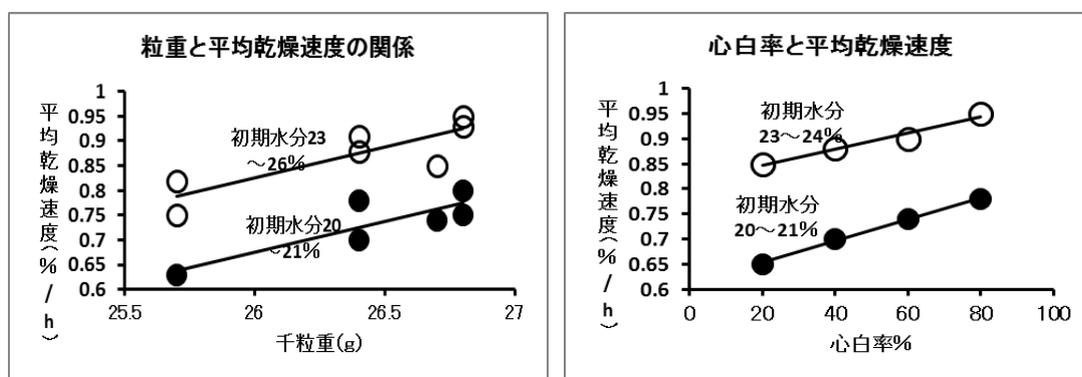


図 2.4 粒重、心白率と乾燥速度 (山本製作所資料より作成)

(図 2.3 は酒米品種「雪女神」のデータであるが、出穂後の日平均気温積算値が 1150°C 以上から胴割れ粒歩合が高まり、また、70%精米の碎米率も高まっている。胴割れ粒が 1150°C を超えると急増することは「秋田酒こまち」でも報告されている<sup>16)</sup>。図 2.4 は千粒重が大きいほど、心白率が高いほど、また、乾燥機に張り込んだ初期水分が高いと乾燥速度が早まることを示している。酒米乾燥用カードをセットすると、乾燥開始後 3 時間はバーナーを着火せず、循環送風運転をし、乾燥速度(毎時乾減率)は 0.4~0.6%、一般米より 5~10°C 下げ、35°C 以下で乾燥する。)

### 7) ふるい目幅 2.1mmによる選別

金山の出羽燦々の圃場 3 か所を選定し刈り取り、粗玄米を 2.0mm と 2.1mm の篩（不二金属製）で選別し品質を比較したのが図 2.5 である。それによれば、2.1mm は 2.0mm に対し、平均して千粒重は 0.4 g 大きく、整粒 1.3% 高く、玄米タンパク質含量は 0.3% 低下し、2.1mm 選別で酒米品質は向上した。

半面、2.1mm 選別では当然ながら収量は下がる。図 2.6 は金山の 27、28 年産全サンプルについて、2.1mm 選別が 2.0mm に対しどの程度減収するかを調査した結果である。その結果、減収率（100-重量歩合）は 27 年産で 1.3%～14.2%、28 年産で 3.5%～12.4% の範囲で、兩年ともに生産者間でのバラツキが大きかった。平均では兩年とも 6.7% であった。

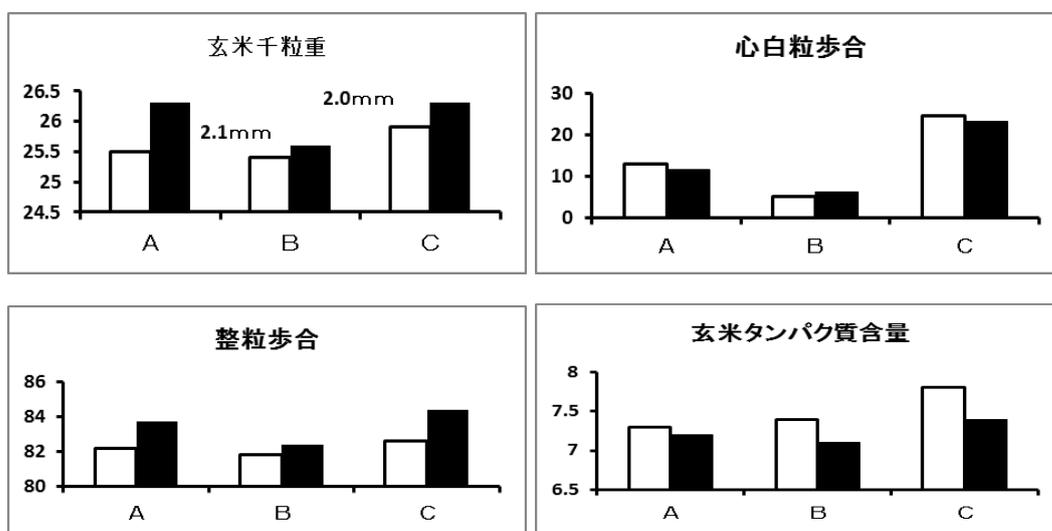


図 2.5 ふるい目別の品質（平 28 年産出羽燦々 JA 金山酒米研究会）

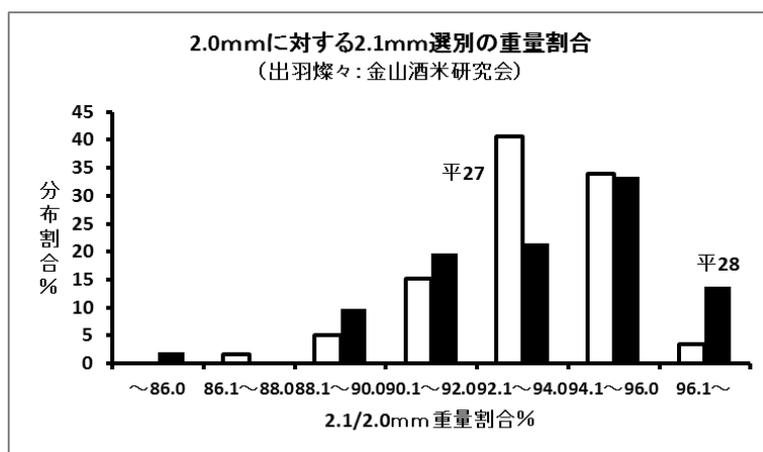


図 2.6 2.0mm に対する 2.1mm 選別の重量歩合（減収率=100-重量歩合）

粒厚 2.1mm 以上の歩合が高いほど減収率が小さいのは当然である。そこで、玄米千粒重と減収率との関係を見ると、兩年ともに同一千粒重でも減収率にはバラツキはあるが、千粒重が大き

いサンプルで減収率は低い傾向にある。両年を込みにして、千粒重別に減収率の平均値をみると、千粒重 25 g で減収率は 10%、26 g で 7%、27 g で 5%、そして 28 g で 3%である。

千粒重の最大限の大きさは、前述したようにもみ殻の大きさで決まり、このもみ殻にどれだけのデンプンを蓄積するかにある。玄米の肥大は長さ⇒幅⇒厚さの順に進むことから<sup>17)</sup>、厚みのある玄米の形成は、登熟中～後期間の気象や葉・根の活力に影響される。アスク試験田の出羽燦々の調査からも、2.1mm選別の減収率は出穂後 31～40 日の登熟後期の気温と関係し、平均気温 22～23℃以上の高い気温で減収率は大きくなるという結果が得られている。これは登熟期後半が高温に遭遇することで、葉の枯れ上がりが助長され、登熟期間の短縮、水分ストレスなどで粒が充実不足になるためと考えられる<sup>18)</sup>。

金山は中山間地であることから、粒厚に関係するのは登熟後期の高温よりむしろ低温による影響が大きい。さらには、穂孕期間の最低気温がもみの大きさに関係して影響すると考えられる。これらについては、調査年次が浅いため今後データを積み重ねて検討したい。

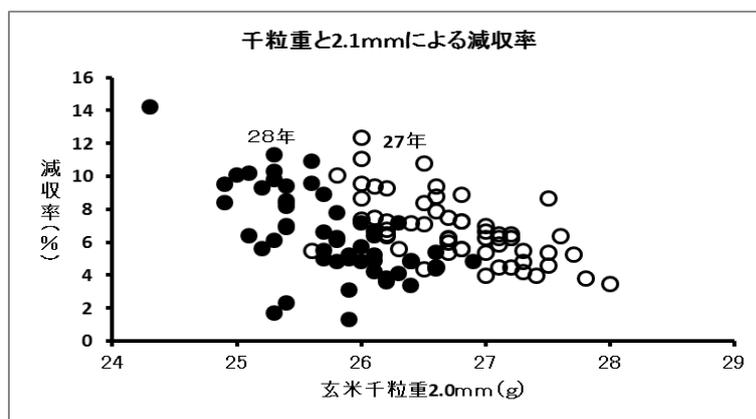


図 2.7 2.0mm選別の玄米千粒重と 2.1mm選別の減収率

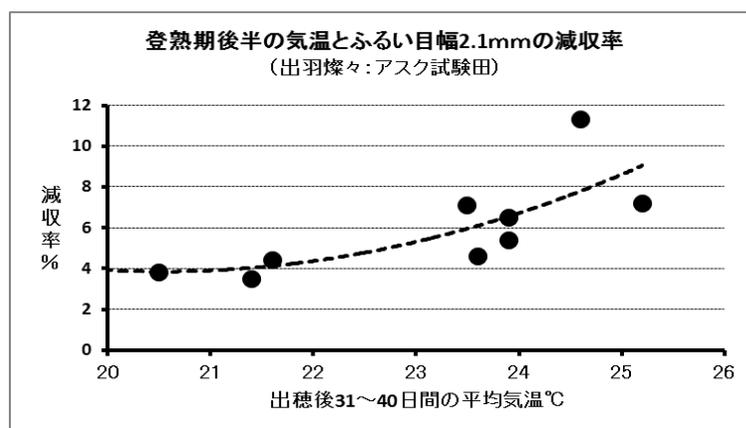


図 2.8 登熟期後半の気温と 2.1mmの減収率

## おわりに

酒米の玄米調製において、ふるい目幅 2.1mm による選別が千粒重の増加、タンパク質含有量の低下など、品質向上にメリットがあることを前項で明らかにした。半面、これまでの 2.0mm 選別に対し減収する、というデメリットも併せ持つ。

このデメリットをいかに小さくするか、答えは厚みのある粒に仕上げることに他ならない。豊かな出羽燦々の粒には心白が鮮明に入り、タンパク質含量が低く、さらにはこれら品質の生産者間や年次間の変動が小さいことが期待される。

粒厚の厚い出羽燦々に仕上げる生産技術の一例を図 2.6 に提示しよう。図に示した各生育時期のそれぞれの技術はいずれも米づくりの基本技術と呼ばれるものである。土づくりから収穫・乾燥・玄米調製までの基本技術が育む一粒一粒、蔵元から信頼され、芳醇な酒を醸すと言えよう。

最後に、J A 金山酒米研究会の事例発表の機会を与えてくれた酒米研究会にお礼申し上げます。

### 粒厚の厚い米に仕上げる生産技術の向上

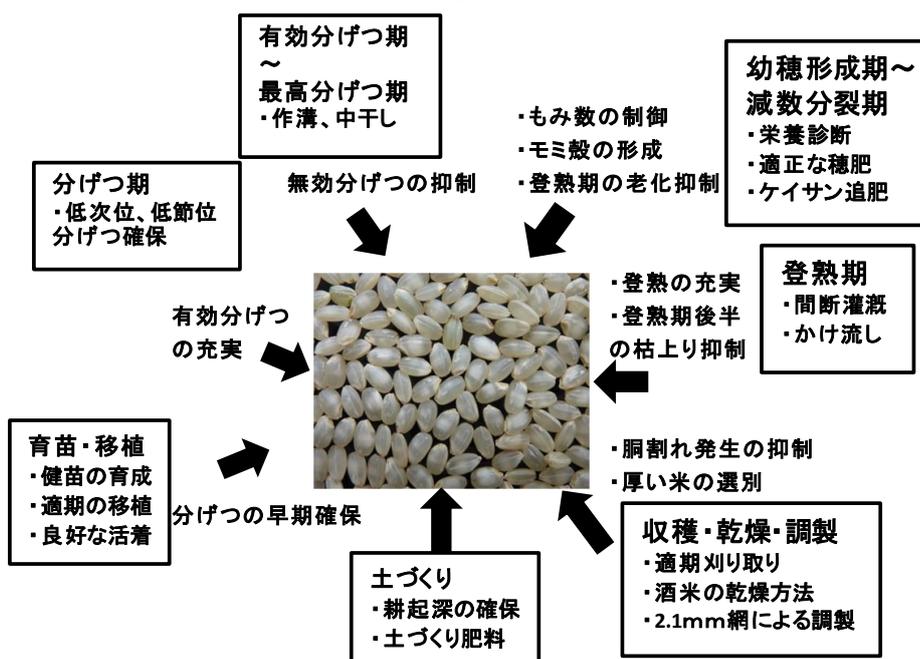


図 2.9 粒厚の厚い酒米に仕上げる生産技術の組み立て

- 1) 松島省三 (1969) 稲作の理論と技術 養賢堂
- 2) 佐藤 庚 (1968) 日作紀 37
- 3) 前重道雅、小林信也 (2000) 最新日本の酒米と酒造り (養賢堂)
- 3) 長戸一雄・江幡守衛 (1958) 心白米に関する研究 第 1 報 心白米の発生 日作紀 27
- 4) 長谷川正俊ら (1997) 酒米新品種「出羽燦々」における高品質米生産のための栽培技術の確立

- 5) 江幡守衛 (1961) 心白米に関する研究 第4報 心白の発現に及ぼす夜温の影響 日作紀 29
- 6) 池上勝ら (2015) 兵庫県における酒米品種「山田錦」の玄米品質と気温との関係 日作紀 84
- 7) 長田ら (2004) 登熟初期の気温が米粒の胴割れ発生におよぼす影響 日作紀 73 (3)
- 8) 岡崎直人ら (1989) 酒造原料米の醸造適性と気象条件の関係 醸協 84 (11)
- 9) 工藤晋平ら (2007) 「出羽燦々」の酒米分析と気象等との相関関係について 山形県工業技術センター報告 39
- 10) 前重道雅 (1993) 酒米の生産技術改善に関する研究 広島農技セ研報 56
- 11) 熊谷勝己ら (1994) 米粗蛋白質含量の年次及び地域変動と追肥窒素の影響 山形農試研報 28
- 12) 藤井 弘志 (2002) ケイ酸と作物生産 博友社
- 13) 松田裕之ら (1997) 水稻の窒素吸収からみた籾生産効率と精米中のタンパク質含有率との関係 土肥誌 68
- 14) 高野 久 (1968) 酒米の栽培に関する研究 福井県農業試験場 第5号
- 15) 森 ら (2009) 水稻におけるケイ酸資材の幼穂形成期施用の有効性 土肥誌 80 (2)
- 16) 柴田 智ら (2014) 酒造好適米「秋田酒こまち」の高品位安定生産技術 秋田農試研報 54
- 17) 星川清親 (1975) イネの生長 農文協
- 18) 森田 敏 (2011) イネの高温障害と対策 農文協
- 19) 山根国男ら (1979) 酒米と酒 (7) 農及園 54 (11)