

福島県オリジナル清酒製造技術の開発（第5報）

—福島県オリジナル酒造好適米「福乃香」の精米及び醸造特性試験—

Development of original sake brewing technology in Fukushima prefecture (5th report)

- Rice milling test and fermentation characteristic analysis of new sake-making suitable rice "FUKUNOKA"

development in Fukushima prefecture -

会津若松技術支援センター 醸造・食品科

中島奈津子 高橋亮 猪俣有唯 松本大志 斎藤嵩典 鈴木賢二

令和元年に誕生した福島県の新しい酒造好適米「福乃香（ふくのか）」について、新たに導入した精米機を用いて扁平精米試験を実施し、高精白可能かつ優良な精米が得られる条件を確立した。また、精米形状の違いが米の粗タンパク質やカリウム濃度に及ぼす影響について試験を行い、「福乃香」を用いた扁平精米では、低精白において効果的に粗タンパク質が低減できること、カリウム濃度は精米形状の影響を受けないことを明らかにしたほか、「福乃香」の品種特性に合わせた適切な原料処理条件を確立した。

Key words: 県オリジナル酒造好適米、扁平精米、原料処理

1. 緒言

福島県産酒は、全国新酒鑑評会をはじめとする各種鑑評会やコンテスト等でこれまで数多くの優秀な成績を収めており、県産酒への注目がますます高まっている。また、近年は県産酒造好適米を用いた特定名称酒の製造量が増加し、その中でも特に純米酒や純米吟醸酒の製造量の増加が著しい。福島県では、平成12年に初めての県オリジナル酒造好適米となる「夢の香」が誕生して以降、これに続く新しい酒造好適米の開発へのニーズが高まっていた。これを受け、福島県農業総合センター（以下、農業総合センターと略す）を中心に新しい酒造好適米の育種が進められ、当所では、育種系統の醸造特性試験や試験醸造を行うことで、栽培特性や醸造特性に優れた品種の選抜に携わってきた。その結果、令和元年に新しい福島県オリジナル酒造好適米「福乃香」が誕生した。今後、「福乃香」が県内酒造場で広く活用されるためには、酒造現場で再現性の良い酒質を得るための知見の蓄積が必要である。そこで、新たに扁平精米試験を実施し、「福乃香」の精米適正を確認し、酒造好適米としての可能性を検証した。また、精米形状が異なる原料米について、精米による成分の変化や特徴、また醸造特性を比較した。

2. 「福乃香」について

農業総合センターにて平成16年に「誉富士」を母系統、「出羽の里」を父系統として交配して得た系統の後代として育種が始まり、平成21年に「郡系酒893」の系統番号が付与された。小仕込み試験やパイロットスケールでの仕込み試験を経て、酒質が優れるこ

とから平成29年に「福島酒50号」の地方番号が付与され、令和元年に奨励品種に採用された。「福乃香」は、親の特徴を引き継ぎ、タンパク質含有量が少なく、軽快かつ上品な酒質になりやすい特徴を有しているほか、白米1tあたりから取得できるアルコール量（酒化率）も多いなど、今後の福島県オリジナル品種としての幅広い活用が期待されている。しかし、他の品種に比べ心白発現率が高く、心白体積が大きいという特徴のため、高度な原料処理技術が必要である。

3. 方法

3. 1. 精米機の性能試験

搗精ステップ	歩留(%)	回転数 (rpm)	電流値 (A)
1	0	980	0
2	97	1100	17
3	90	1200	17
4	85	1000	17
5	78	800	16
6	70	700	16
7	65	700	15
8	60	680	15
9	55	650	14
10	50	650	14
11	45	630	14
12	40	630	13

「福乃香」の扁平精米条件を決定するための予備試験として、表1のプログラムで扁平精米を実施した。玄米及び得られた精米の形状分析と水分測定を行った。
 精米機：醸造用精米機 ED-15A（株サタケ）
 ロール：#60
 原料米：令和元年産「福島酒60号」（農業総合センター）

精米歩合：40[%]

形状分析：玄米 1000 粒の長さ、幅、厚みを穀粒判別機 RGQI90A (株サタケ) で測定し、精米 1000 粒の長さ、幅をグレインスキャナー 2 RSQI 10B (株サタケ)、精米 100 粒の厚みをデジタルノギスで測定した。

水分：所定分析法¹⁾に基づいて測定した。

3. 2. 「福乃香」の扁平精米試験

表2 「福乃香」を用いた精米プログラム

搗精ステップ	歩留[%]	回転数 (rpm)	電流値 (A)
1	0	980	0
2	95	1100	17
3	90	1200	17
4	85	1000	17
5	78	800	16
6	70	700	15
7	65	700	15
8	60	680	15
9	55	680	15
10	50	680	15
11	45	680	15
12	40	660	15

表2に示すプログラムを用い、以下の条件で精米を実施した。

精米機：醸造用精米機 ED-15A (株サタケ)

ロール：#60

原料米：令和元産「福乃香」(福島県産)

精米歩合：40[%]

3. 3. 異なる精米方法で得られた原料米の形状及び成分分析

精米方法の違いによる形状、成分、醸造特性への影響を明らかにするため、扁平精米と原形精米の試料を用いた比較試験を行った。試料は、2. 2で行った扁平精米試験に用いた玄米及び、各歩留まり時に採取した扁平精米(精米歩合 80[%]、60[%]、50[%]、46[%]、40[%])、そして県内酒造場から提供された原形精米(精米歩合 70[%]、58[%]、50[%]、45[%])を用いた(品種はすべて「福乃香」)。

形状分析は米粒の長さ、幅、厚みを穀粒判別機 RGQI90A (株サタケ) で測定し、精米 1000 粒の長さ、幅をグレインスキャナー 2 RSQI 10B (株サタケ)、精米 100 粒の厚みをデジタルノギスで測定した。測定した米粒の長さ(L)、幅(W)、厚さ(T)の値を用いて以下3種類の原形指数(LW、WT、LT)を算出した。

$$LW = (\text{精米 } L / \text{精米 } W) / (\text{玄米 } L / \text{玄米 } W)$$

$$WT = (\text{精米 } W / \text{精米 } T) / (\text{玄米 } W / \text{玄米 } T)$$

$$LT = (\text{精米 } L / \text{精米 } T) / (\text{玄米 } L / \text{玄米 } T)$$

成分分析は所定分析法に従い、粉碎機(アドバンテック製 T1-100 型)を用いて粉碎試料を得た。粉碎試料を用い、粗タンパク質はケルダール法、カリウムは原子吸光光度法で測定した。

3. 4. 異なる精米方法で得られた原料米の醸造特性試験

精米歩合 50[%]の扁平精米及び原形精米試料を用いて水温 5[°C]、10[°C]における吸水率を測定し、初期吸水速度を比較した。試料 10[g]をステンレス製浸漬管に取り、水温を調整した冷却槽に浸漬し、吸水させた試料を浸漬管ごと遠心分離機にて 3000[rpm]で 5 分間遠心したのち精秤し、吸水率[%]を求めた。

4. 結果及び考察

4. 1. 精米機の性能試験

令和元年 1 2 月に株式会社サタケ製の醸造用小型精米機 ED-15A を新たに導入した。本機は扁平精米が可能なロールを有しており、新たに扁平精米の実施を行うことができる。ただし、本機は設置にあたりタンク容量等、装置の仕様を一部改良した。そこで、本機を用いた高品質な扁平精米が実施可能であることを検証するため、新たに精米プログラムを設定し、「福島酒 60 号」を用いた扁平試験精米を実施することとした。なお、「福島酒 60 号」は、農業総合センターと共同で実施している「福島県オリジナル酒造好適米育成加速化事業」において選抜途中の優良系統の一つである。

玄米 273[kg]を用いて行った精米記録を表 3 に示す。精米歩合 40[%]を得るために要した時間は 27 時間 30 分だった。精米歩合 50[%]付近から碎米が増え始め、最終的に得られた精米の真精米歩合は 48.4[%]、碎米率は 30.3[%]とやや高い結果となった。また、精米の工程で水分は 14.81[%]から 9.95[%]に減少した。

得られた精米の形状を表 4 に示す。扁平精米の指標の一つである原形指数 1.0 以上を大きく超えたことから、本機および精米プログラムを用い、扁平精米が可能であることがわかった。

表3 「福島酒 60 号」を用いた精米記録

ステップ	歩留[%]	回転数 [rpm]	電流値 [A]	米温度 [°C]	時間	白米重量 [kg]
1	100	979	12	12	0:04	273
2	96.7	1098	15	12	0:01	264
3	89.7	1200	17	39	4:00	245
4	84.9	1002	17	39	0:30	232
5	77.6	800	16	38	0:51	212
6	69.9	702	15	34	1:13	191
7	64.8	703	15	32	0:42	177
8	59.7	682	15	30	1:03	163
9	54.9	652	14	28	1:39	150
10	49.8	651	14	28	3:22	136
11	44.6	630	13	27	4:19	122
12	39.9	630	10	27	9:46	108

27:30:00

表4 「福島酒 60 号」の精米形状 (精米歩合 40[%])

	幅 (W)	厚さ (T)	W÷T
白米	2.73	1.60	1.71
玄米	3.12	2.08	1.50
原形指数 WT	1.14		

4. 2. 「福乃香」の扁平精米試験

4. 1. の結果から、本機を用いた扁平精米が実施可能であることがわかった。しかし、「福乃香」は産地平均 97[%]程度と他の品種に例を見ないほど高い心白発現率を示す。また、心白米は無心白米に比べ、碎米率が高い²⁾ことが知られており、「福乃香」はより丁寧な精米が求められる。よって、心白発現率の高い「福乃香」の精米に適した精米プログラムを新たに構築し、碎米率の低減を試みた。「福乃香」の玄米 366[kg]を精米歩合 40[%]まで精米した際の精米記録を表 5 に示す。

精米時間は 37 時間 33 分で、水分は精米終了までに 14.95[%]から 9.70[%]に減少した。また、各歩留まりで採取した精米歩合における見かけの精米歩合、真精米歩合、碎米率を表 6 に示す。精米終了まで徹底して低い碎米率が保たれていることがわかる。「良好な精米」³⁾を示す碎米率は、 $\text{碎米率}(\%) \leq -0.12 \times \text{見かけの精}$

米歩合+10.2 の式で近似でき、これを用いると、見かけの精米歩合 50[%]の場合の碎米率は 4.2[%]以下、45[%]の場合は 4.8[%]以下と求められる。今回の精米の碎米率を比べると、ほとんどの精米歩合において良好な精米であることが示された。これまで、原形精米で精米歩合 50[%]までの高精白試験を行った際の碎米率は 4.4[%](平成 27 年産)、7.8[%](平成 28 年産)であった。同年の「五百万石」が 7.8[%]、15.3[%]であったことから、他品種に比べ「福乃香」は高精白に耐える品種であるとされていた。しかし、今回確立した精米プログラムで扁平精米を実施した場合、さらに低い碎米率で高精白が可能であった。

表 5 「福乃香」を用いた精米記録

ステップ	歩留[%]	回転数 [rpm]	電流値 [A]	米温度 [°C]	時間	白米重量 [kg]
1	100	982	10	11	0:06	366
2	94.8	1099	8	27	2:21	347
3	89.8	1200	17	37	4:57	329
4	84.9	1002	17	38	0:48	311
5	77.8	800	16	34	1:23	285
6	69.9	699	15	29	2:12	256
7	64.7	699	15	27	1:21	237
8	59.8	678	15	25	1:43	219
9	54.9	652	14	23	3:13	201
10	49.7	682	15	36	10:38	182
11	44.8	682	15	35	5:07	164
12	39.9	682	10	31	3:45	146

37:33:00

表 6 「福乃香」の扁平精米試験結果

見かけの精米歩合 [%]	真精米歩合 [%]	碎米率 [%]
80	80.1	0.9
60	59.0	3.4
50	52.8	4.1
46	48.3	4.0
40	45.4	8.1

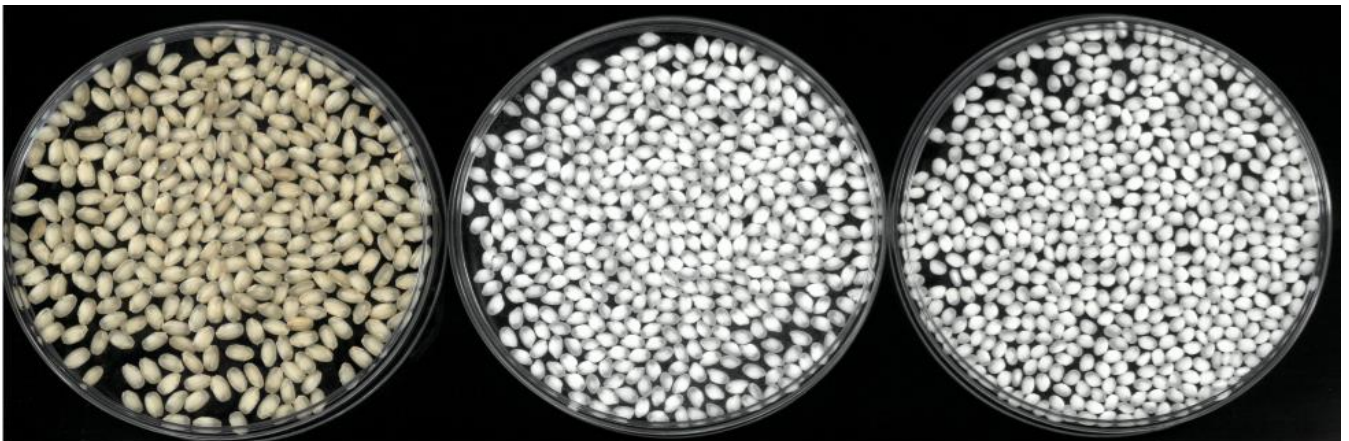


図 1 令和元年産「福乃香」の玄米および精米（精米歩合 50[%]）
左から玄米、扁平精米、原形精米

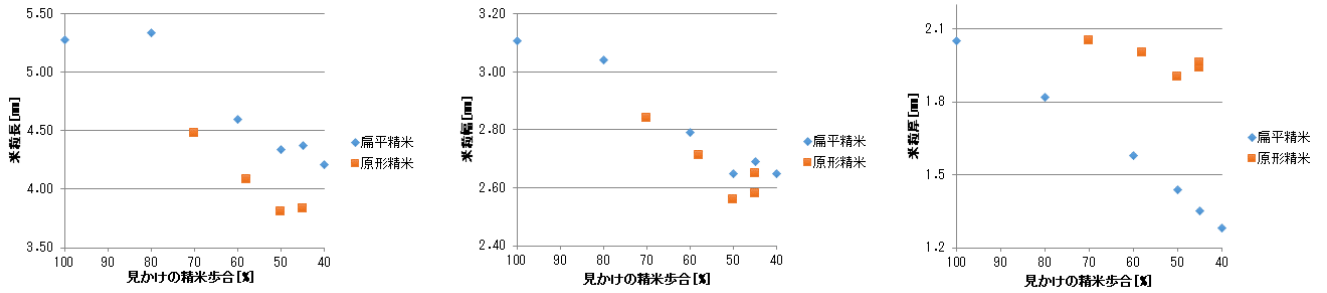


図2 精米歩合と米粒各部の計測値の関係

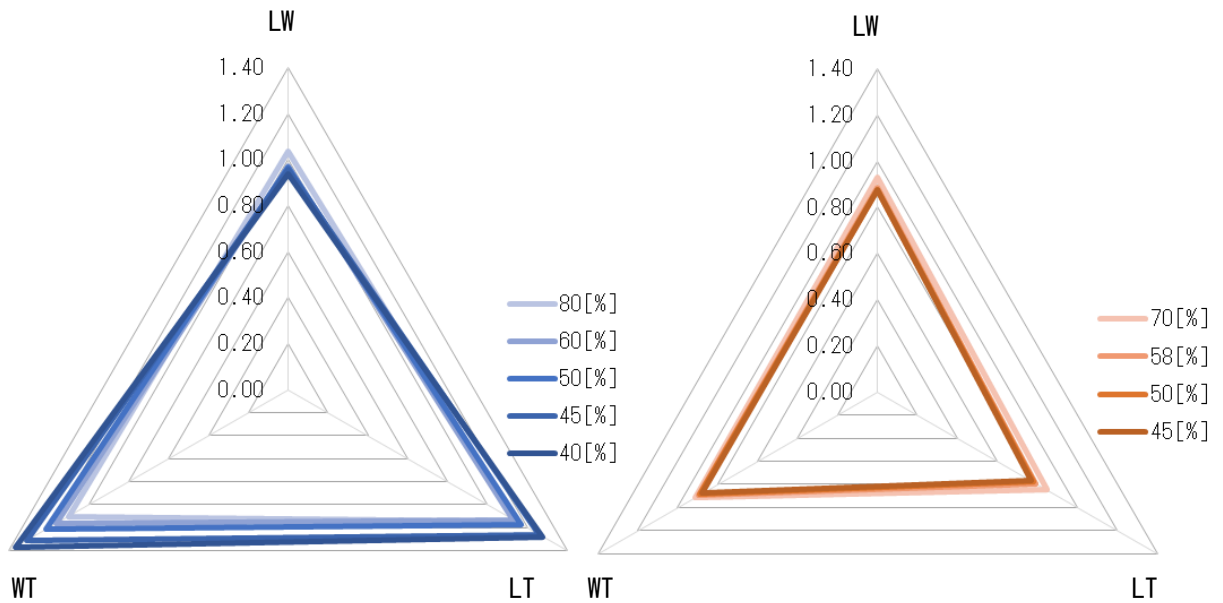


図3 異なる精米方法で得られた精米の形状分析結果

左：扁平精米、右：原形精米

4. 3. 異なる精米方法で得られた原料米の形状及び成分分析

4. 2. で得られた玄米及び精米試料を図1に示す。原形精米では全体的に米粒の角が取れている一方、扁平精米では精米歩合 50[%]まで削っても、胚芽部分の窪みが残っていることがわかる。また、原形精米に比べ扁平精米は米粒が薄く、心白以外の部分が明らかに透過して見える。また、精米歩合 80[%]の扁平精米では胚芽の残存が確認された。

扁平精米及び原形精米の各試料の形状を測定した結果を図2に示す。精米歩合が小さくなるにつれ、原形精米では米粒の長さや幅が小さくなるが、米粒の厚みは変わらない。一方、扁平精米では長さや幅の減少は少なく、米粒の厚みが直線的に顕著に小さくなっている。

精米の米粒長(L)、米粒幅(W)、米粒厚(T)を用いて算出した原形指数 LW、WT、LT の値をレーダーグラフで示

す(図3)。原形精米では、精米歩合が小さくなるにつれ LW は 0.93 から 0.85、LT は 0.85 から 0.76、WT は 0.91 から 0.89 にそれぞれわずかに減少したものの、グラフの形はほとんど変わらない。これは、長さ、幅、厚みが均等に削られ、形状を保ったまま均一に精米されていることを示している。一方、扁平精米では精米歩合が小さくなるにつれて LW は 1.03 から 0.94 に減少、LT は 1.14 から 1.28 に、WT は 1.10 から 1.37 に顕著に増加し、レーダーグラフの形は精米歩合に伴い大きく変化している。これは、精米に伴って米の厚みが薄くなっていることを示し、一般的な精米方法とは明らかに異なる精米形状であることを示している。

精米形状が異なる試料を用いて粗タンパク質を測定した結果を図4に示す。粗タンパクは表皮付近に多く存在することが知られており、精米によって減少する。今回、扁平精米の粗タンパク質は原形精米よりもやや低い傾向を示した。扁平精米では米の腹面から削られ、厚みが減っていくことから、この結果は米のタンパク

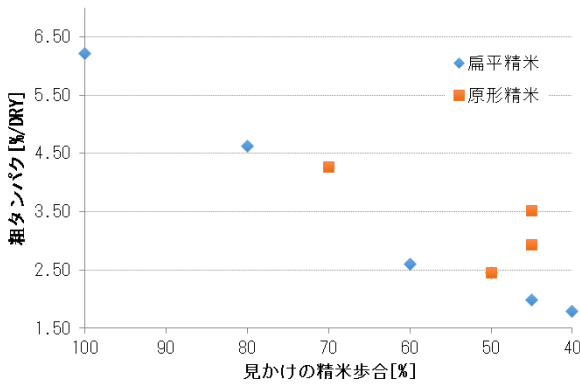


図4 精米歩合と粗タンパク質との関係

質が腹面に存在していることを示唆している。すなわち、扁平精米は効果的に玄米中の粗タンパク質を減らすことができる精米方法であるといえる。しかし、精米歩合 60[%]以下になると精米による粗タンパク質量の減少幅は、精米形状による差とともに小さくなっている。よって、扁平精米による粗タンパク質の低減効果は低精白に対して有効であり、反対に、高精白の場合は精米形状に依らず減少していくため、精米方法による差は生じなくなる可能性がある。なお、「福乃香」はもともと粗タンパク質が少ない品種である。近年は低精白米を用いた低コストかつ満足度の高い清酒の製造が望まれている。扁平精米によって効果的に粗タンパク質を減らすことによって、低精白米を用いた場合でも他品種の高精白米で製造した清酒に匹敵するような上品な酒質を実現できる可能性がある。

一方、カリウムは扁平、原形いずれの精米においてもほぼ同じ挙動を示した(図5)。また、精米歩合 50[%]以下ではほぼ一定の値となった。これはカリウムが表皮周辺に集中的に分布している以外に、米粒中にほぼ均一に分布していることを示唆し、米粒のカリウムの分布を EDX による元素分析で観察した結果と一致する(データ非公表)。

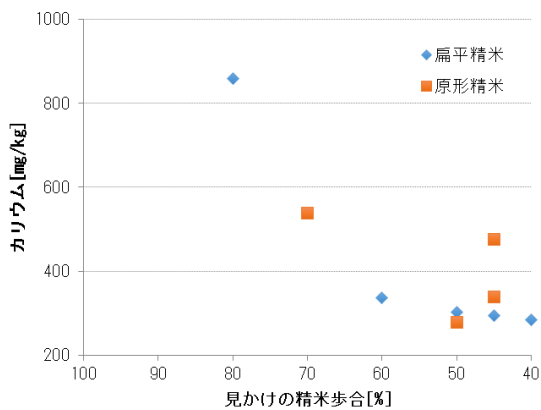


図5 精米歩合とカリウム含量の関係

カリウムは麹菌の生育に必要なミネラルで、極端に減少すると製麹の操作や仕上がりに大きく影響する。今回の結果から精米方法の違いは「福乃香」のカリウム濃度にほとんど影響がないことがわかった。また「福乃香」において、精米歩合 50[%]のカリウム量は、精米歩合 70[%]のカリウム量の約 50~60[%]であり、それ以上精米してもほとんど減少しないことがわかった。これは精米歩合 50[%]になると「福乃香」の精米はほとんどが心白となることが関係していると考えられる。無心白または心白が小さい品種や心白発現率の低い品種の場合にはこの限りではない可能性があり、「福乃香」以外の品種についてのカリウム濃度については、今後の試験等で明らかにしていく必要がある。また、心白部分にカリウムが存在するか否かについては未確認であったため、機会があれば測定を行いたい。

なお、原形精米 45[%]で粗タンパク質及びカリウムの価が高くなっているが、これは試料の真精米歩合がおおよそ 60[%]と高かったことが影響していると考えられる。「福乃香」は心白発現率が高く、心白体積も大きいため、高精白が困難である。農業総合センターと共同で行ってきた実規模精米試験では、精米方法を検討した結果、精米歩合 40[%]を実現し、碎米率も低く良好な精米が得られていた。しかし、今年は台風 19 号の影響で実規模試験精米を行ってきた精米工場が被災し、県内酒造場で使用する「福乃香」は県内外の様々な精米工場で精米された。新しい品種のため精米のノウハウの共有が不足していたこと、また登熟期の高温により例年以上に心白発現率も高く、碎米になりやすい品質であったことが真精米歩合に影響した原因であると推察する。生産年による品質の変化や、精米方法の共有については今後さらなる検討が必要である。

4. 異なる精米方法で得られた原料米の醸造特性試験

精米形状の異なる精米歩合 50[%]の試料を用いた初期吸水速度を表したグラフを図 6 に示す。水温 5[°C]においては、精米形状によらず、浸漬 6 分までの初期吸水速度に差は見られなかった。しかし、6 分以降は扁平精米の吸水率が高くなった。浸漬中の米粒を観察すると、扁平精米は浸漬後 2 分頃から縦割れを起こしていた。このことから、後半になって吸水率が増加したのは、縦割れにより表面積が増加したことが影響しているのではないかと考えている。

また、水温の違いによる吸水速度への影響について、10[°C]と 5[°C]の扁平精米を比較すると、吸水率 25[%]までにかかる時間は 10[°C]で約 7 分、5[°C]で約 13 分となり、約 2 倍の差があることがわかった。一般に、心白が大きいと吸水速度は速くなり、「福乃香」もその傾向が強い。そのため、吸水過多になるなど原料処理が難しいと考えられていた。しかし、この結果から、

浸漬に使用する水温を低くすることによって吸水速度の調整が可能であることが示された。

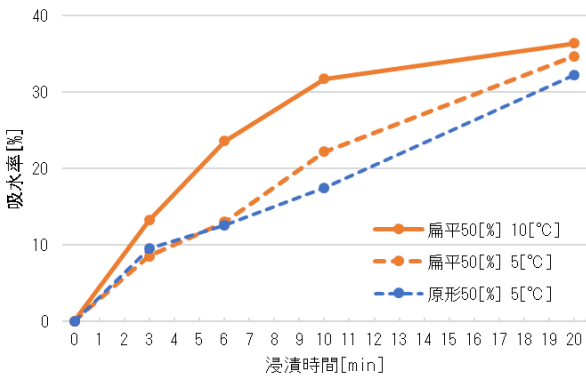


図6 精米形状の異なる試料を用いた初期吸水速度

5. 結言

新しい福島県オリジナル酒造好適米「福乃香」について、新たに導入した精米機を用いて扁平精米用ロールによる「福乃香」の扁平精米試験と精米の成分分析、醸造特性試験を行った。

心白が大きく、割れやすい米に対応した最適な精米プログラムを確立させ、精米歩合 40[%]までの高精白を実現した。碎米率も低く、得られた精米の形状は、精米歩合が低くなるほど扁平となり、精米歩合 40[%]時には玄米の6割程度の厚さとなった。

原形精米と扁平精米試料を用い、精米形状の違いが福乃香の粗タンパク質含量とカリウム含量に及ぼす影響について分析を行い、その結果、扁平精米は、低精白米において粗タンパク質を効果的に減少させることが示唆された。また、カリウム含量は精米方法の影響は少なく、精米歩合とともに減少することがわかった。

また、精米形状の違いが初期吸水速度に影響を及ぼすことがわかった。吸水速度は扁平精米の方がやや早い傾向があり、浸漬時に割れが生じるのもわずかに早かった。「福乃香」は吸水が早く、浸漬時に割れやすいため、高度な技術が必要である。しかし、浸漬時の水温を低温にすることで、吸水速度が緩やかになる。緩やかな吸水は浸漬割れを防ぐのにも効果的である。

精米方法の異なる原料米が清酒製造に及ぼす影響については、扁平精米と原形精米の比較を中心に、現在様々な機関において研究が進められており、多くの知見の蓄積が期待されている。本県においても、精米形状の異なる「福乃香」を用いた小仕込み等を行い、精米形状の違いがもろみの発酵経過や製成酒の一般成分や香気製成に及ぼす影響について調べていく。また、原料処理条件設定のための試験を継続し、最適な条件を確立させ、県オリジナル酒造好適米「福乃香」の広い普及につながるよう、県内酒造場への情報提供を行

っていく。

謝辞

精米プログラムの構築にご協力をいただきました株式会社サタケの平田氏をはじめ、関係各位に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国税庁所定分析法注解委員会編. 第4回改正国税庁所定分析法注解. 1993, p. 150-165.
- 2) 柳内敏靖ほか.” 酒米特性に及ぼす酒造好適米の心白の影響”. 生物工学会誌. 1996, p. 97-103.
- 3) 日本醸造協会編. 清酒製造技術. 1990, p189.