

品種の異なる裸麦の醸造適性の評価に関する研究

山本優・後藤優治・松田みゆき・水江智子・山本展久

大分県産業科学技術センター 食品産業

Study of evaluation two types naked barley suitable for brewing

Yu YAMAMOTO・Yuji GOTO・Miyuki MATSUDA・Satoko MIZUE・Nobuhisa YAMAMOTO

Food industry section in Oita industrial research institute

要 旨

本研究は裸麦「トヨノカゼ」と「ハルアカネ」の2品種について醸造利用における特徴を明らかにすることを目的とした。搗精工程ではハルアカネはトヨノカゼに比べ搗精時間が長く要することが分かった。搗精時間は麦の硬度によって長くなる傾向があるため、ハルアカネの方が硬質であると考えられた。醸造において重要とされる吸水特性ではトヨノカゼの吸水速度がハルアカネよりも速く、60分以下の吸水時間ではトヨノカゼの吸水率が高い結果となった。それぞれの裸麦で焼酎用麴を製麴し、麴について品質を評価した。得られた麴の品質に大きな差はなかったものの、それぞれの麦で焼酎を仕込んだところろみの発酵経過に違いが現れた。ハルアカネで仕込んだもろみは発酵経過の遅れが確認されたが、仕込み時にグルコアミラーゼを添加することでトヨノカゼと同様の発酵経過をとることがわかった。

1. はじめに

六条裸麦は米と混ぜて炊飯し麦ごはんとして食されるほかに味噌・焼酎用原料としても利用される。大分県では六条裸麦品種としてトヨノカゼが主に栽培されているが、2020年にハルアカネが奨励品種に認定されたことで今後ハルアカネが主に栽培されることとなっている。それに伴い、醸造用としてこれまで用いられてきたトヨノカゼがハルアカネに変わっていくことが予想される。本研究ではトヨノカゼとハルアカネについて、醸造における特徴を明らかにしハルアカネの醸造利用に役立てることを目的とした。

2. 実験材料

本研究には大分県農林水産研究指導センター農業研究部水田農業グループから提供された2018・2019・2020・2022年産のトヨノカゼとハルアカネ、および大分県味噌醤油工業協同組合より提供された2021年産のトヨノカゼとハルアカネの計5年分のサンプルを用いた。

3. 実験方法

3.1 搗精試験

搗精にはサタケ製テストミル TM05B(装置条件：ロール#40, 1100rpm)を使用した。一回あたり玄麦150gを投入し、搗精後1.7mmメッシュのふるいにかけて破砕粒や糠分を除去した後に重量を測定した。搗精前の重量に対して60~65%になるまでこの操作を繰り返し、搗精に要した時間を比較した。⁽¹⁾

3.2 吸水試験

精麦後のサンプルを10g測り、底面が多孔状の金属製遠心管に入れて25℃の恒温水槽に浸漬した。吸水時間を15分・30分・45分・60分・90分・120分・180分間に設定し一定時間経過したところでサンプルの入った容器を水槽から引き上げ、遠心分離(TOMY RX200, ロータ：TS-39H, 2800rpm, 2分間)して付着水を除去した。その後重量を測定し、重量増加率から麦の吸水率を求め^{(2), (3)}、時間ごとの吸水率を比較した。

3.3 製麴

2021年産の両品種の麦を使って一般的な焼酎製麴法に

準じて⁽⁴⁾ 焼酎用白麹を製造した。種麹には焼酎用ピオック K 型菌を使用した。得られた麹の評価に際して過去に実験室で製麹した二条大麦白麹を加えて並行試験を行った。

3.3.1 酸度測定

国税庁所定分析法^{(6), (7)}に従って各麹の酸度を測定した。

3.3.2 糖化力測定

キッコーマンバイオケミファ社製糖化力測定キットを用いて測定手順に従い各麹の糖化力を調べた。

3.4 焼酎の小仕込み試験

3.3 で得られた 2 種類の麹と二条大麦麹を用いて焼酎の小仕込み試験を行った。酵母には乾燥大分酵母を使用し、100 mg/kg になるように復水した酵母液を一次仕込み時に添加した。30℃条件下で一次もろみを 6 日間発酵させ、6 日目に使用した麹と同じ品種の大麦をそれぞれに加え二次仕込みを行った。同じく 30℃条件下で二次もろみを 12 日間発酵させた。一次もろみ・二次もろみとも発酵容器の上部にメイセル管を装着し通気部分に濃硫酸を満たした。仕込み配合を Table 1 に示した。容器全体の重量を測定し各もろみの一日当たりの減少量から発酵の程度を評価した。なお並行してサンプリング用に同一スケールで仕込んだもろみから 13・15・17 日目にサンプリングし、もろみ中のアルコール度数を測定した。^{(6), (7)}

Table 1 麦焼酎仕込み配合

	一次仕込み	二次仕込み	合計
麦麹 (g)	100	-	100
掛け麦 (g)	-	200	200
汲み水 (ml)	120*	330	450
総量 (g)	220	530	750

*・・・汲み水の一部で乾燥酵母を復水した

3.4.1 酵素添加仕込み

それぞれの裸麦に対する糖化酵素の影響を調べるため麹に代わりグルコアミラーゼを用いて仕込みを行った。仕込み配合を Table 2 に示した。煮沸後室温まで冷ました麦とグルコアミラーゼ酵素剤 1g あるいは 5g を加え、そこへ復水した大分酵母と水を同じタイミングで添加した。全部

で 4 パターンの酵素添加仕込みもろみを仕込んだ。以下、グルコアミラーゼ 1g 添加を G1、グルコアミラーゼ 5g 添加を G5 と表記する。

Table 2 酵素添加仕込み配合

	仕込み	合計
大麦 (g)	100	100
汲み水 (ml)	130*	130
酵素剤 (g)	1 または 5	
総量 (g)	230	231~235

*・・・汲み水の一部で乾燥酵母を復水した

4. 実験結果および考察

4.1 搗精試験結果

搗精試験の結果を Table 3 に示した。すべてに共通してハルアカネはトヨノカゼよりも搗精時間が長い結果となった。5 年分のサンプルの平均値で比較したところ両品種の間で 30 秒程度の差があることが分かった。⁽⁸⁾ 穀粒硬度が高いほど搗精時間が長いとされており、今回の試験結果からもハルアカネの穀粒硬度が高いことが確認できた。

Table 3 各年度の搗精歩合と搗精時間

生産年	ハルアカネ		トヨノカゼ	
	搗精時間 (秒)	搗精歩合 (%)	搗精時間 (秒)	搗精歩合 (%)
2018	200	63.8	180	64.5
2019	200	65.0	160	62.8
2020	225	61.5	210	62.5
2021	207	64.5	147	62.7
2022	210	64.2	170	64.4
平均値	208	63.7	174	63.1

4.2 吸水における両品種の特徴

各年の吸水率の変化の結果を Fig. 1~5 に示した。2018 年・2022 年産ではすべての吸水時間においてトヨノカゼの吸水率が高かった。2019 年産では 90 分以下でトヨノカゼの吸水率が高く、2020 年産では 60 分以下でトヨノカゼが高かった。2021 年産は 60 分以下では両品種とも同程度

だった。一方で、2019年～2021年産のハルアカネは吸水時間が長くなるにつれて次第にトヨノカゼを上回っており、最大吸水率ではトヨノカゼよりも高いと推察された。以上の結果よりトヨノカゼはハルアカネよりも吸水速度が速い傾向があり、醸造利用での目標吸水率⁽⁹⁾への到達はトヨノカゼが速いと考えられた。トヨノカゼでは60分間前後の吸水時間が妥当であったが、ハルアカネを利用した場合では従来の吸水時間よりもやや長くなることが示唆された。

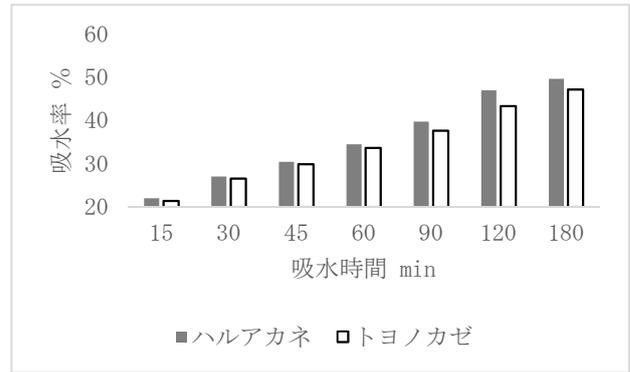


Fig. 4 2021年産裸麦吸水率の変化

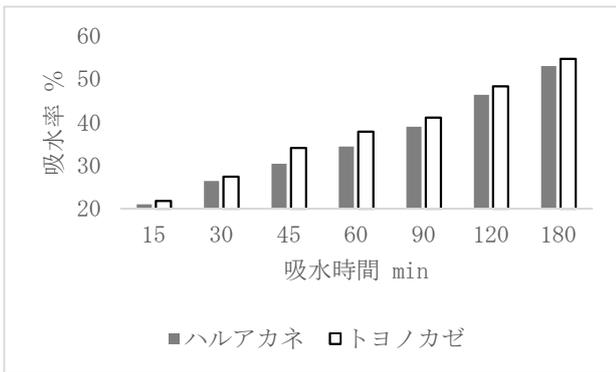


Fig. 1 2018年産裸麦吸水率の変化

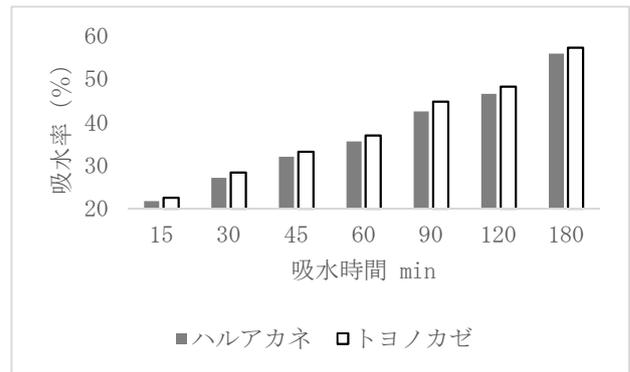


Fig. 5 2022年産裸麦吸水率の変化

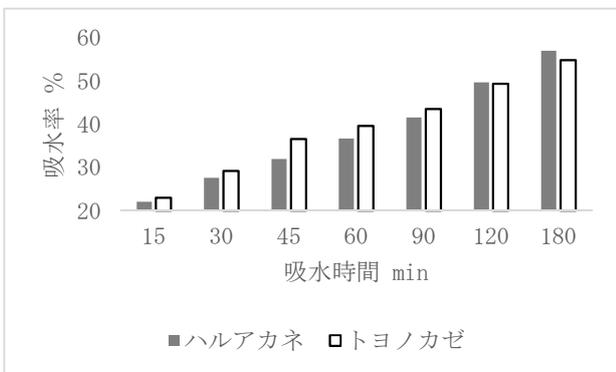


Fig. 2 2019年産裸麦吸水率の変化

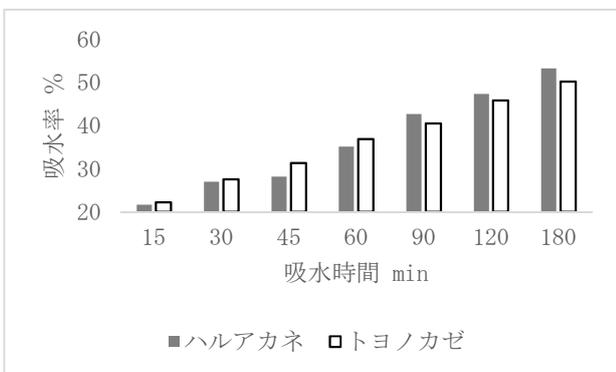


Fig. 3 2020年産裸麦吸水率の変化

4.3 製麴および麦焼酎仕込み試験結果

各麴の分析結果を Table 4 に示した。ハルアカネ麴は他に比べやや低い分析値であるが、 α アミラーゼ活性 120 U/g 麴以上、グルコアミラーゼ活性 250 U/g 麴以上⁽⁴⁾を満たしており焼酎製造に用いる麴としては十分であった。また、焼酎麴の場合クエン酸の生成も欠かせない要素であるが、本研究で製麴した裸麦 2 品種の麴については十分にクエン酸を生成していることが確認できた。

Table 4 麴の品質評価

	αアミラーゼ	グルコアミラーゼ	糖化力	麴酸度
ハルアカネ	120.2	442.6	3.03	5.34
トヨノカゼ	130.6	728.9	5.25	5.98
二条大麦	137.1	514.8	3.01	4.89

単位：U/g 麴（麴酸度を除く）

小仕込み試験のもろみ発酵経過を Fig. 6 に、二次もろみの 13・15・17 日目にサンプリングしてアルコール度数を測定した結果を Table 5 に示した。

一次もろみの経過では二条大麦、トヨノカゼ、ハルアカネの順に重量減少量が大きかったが、二次もろみでは二条大麦とトヨノカゼが同程度であるのに対してハルアカネは最も重量減少量が小さい結果となった。さらに、二次もろみ仕込み直後からハルアカネのもろみ減少量の推移は緩やかであり発酵経過が他の 2 種類に比べ遅れていることが確認された。

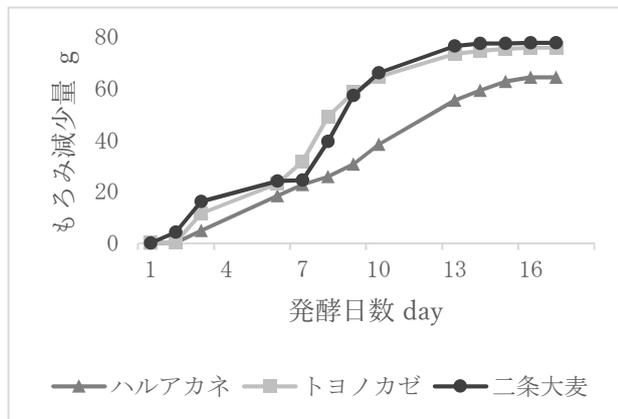


Fig. 6 もろみ発酵経過

二次もろみのアルコール度数については、ハルアカネは 13 日目と 15 日目で最も度数が低いが、最終的に 17 日目ではトヨノカゼを同じ程度のアルコール濃度となっており、アルコール収量としてトヨノカゼと同等であることが推察された。

Table 5 各もろみのアルコール度数

	13 日目	15 日目	17 日目
ハルアカネ	12.5	13.6	14.0
トヨノカゼ	13.7	14.4	14.1
二条大麦	15.1	15.2	15.1

単位：%

二次仕込み後の発酵経過の遅れは全体的な発酵日数の延期,あるいはアルコール低濃度状態による雑菌汚染が予見されるため避けるべきである。そのため、ハルアカネの発酵の遅れを改善させるために糖化酵素の添加を検討し、ハルアカネとトヨノカゼに対する酵素作用の違いを調べた。麴の代わりにグルコアミラーゼを添加して仕込んだもろみの発酵経過を Fig. 7 に示した。

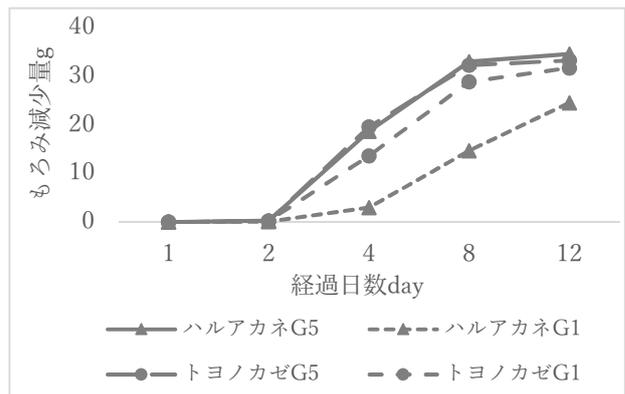


Fig. 7 もろみ発酵経過

グルコアミラーゼ 1g 添加した場合には、ハルアカネは 4 日目までの減少量が小さく、トヨノカゼは発酵の立ち上がり方が速かった。この結果から同じグルコアミラーゼの添加量であっても発酵速度がハルアカネとトヨノカゼで異なっており、グルコアミラーゼの作用に差があることが確認できた。次にグルコアミラーゼ 5g 添加した場合には、ハルアカネとトヨノカゼはもろみ減少量がほぼ同じであり、発酵経過も同程度であった。グルコアミラーゼ 5g 添加したことによりハルアカネの発酵経過はトヨノカゼと同じ水準になっていたことから、仕込み時にグルコアミラーゼ活性を高く保持することによってハルアカネのもろみでも従来通りの発酵経過に改善されることが明らかとなった。

この結果から、ハルアカネでは酵素の分解作用が異なることにより原料デンプンの糖化と酵母によるアルコール生産が連続的に進んでいないものと考えられた。つまり同じ六条裸麦であってもトヨノカゼとハルアカネではデンプンの組成あるいは構造に違いがあるため発酵経過が異なると考えられた。

5. まとめ

新品種ハルアカネを醸造利用した場合、トヨノカゼよりも硬質であるため搗精時間が長くなり、吸水速度も遅く、醸造における最適吸水率に到達させるためには吸水時間を延長する必要があることが分かった。麴に関しては両品種ともほぼ同じ性質であり、焼酎製造には問題ないことが確認できた。一方で、焼酎製造における発酵段階でハルアカネのもろみはトヨノカゼより発酵経過が遅い傾向が認められた。この発酵経過の違いはグルコアミラーゼの糖化作用に起因しており、品種によるデンプンの性質に違いがあるためと考えられた。グルコアミラーゼの酵素剤を仕込み直後に添加することでハルアカネの発酵経過もトヨノカゼと同程度になることが分かった。

6. 今後の展開

ハルアカネの醸造利用に関する試験データが得られたことから、実際の醸造現場での支援に役立てたい。一方で、糖化酵素の反応からハルアカネとトヨノカゼの各デンプン構造の違いや細胞組織を構成している多糖類の構造について違いがあるものと予測されたが解明には至っていない。これを明らかにすることは、麦の産業利用や今後の品種転換に活用できることから、引き続き検討したい。

7. 参考文献

- (1) 塔野岡ら 九州農業研究報告第59号平成9年5月
- (2) 奥田将生・上用みどり・福田央・玉村隆子 「泡盛用原料米の白米水分及び砕米化が吸水性に及ぼす影響と二度蒸しによる蒸米吸水率の向上」 醸協, 112 (9), 629 (2017)
- (3) 大森俊郎・長野壮一・手島菜奈子・下田雅彦 「精麦歩合が異なる焼酎原料大麦の成分分析および吸水性」 醸協, 87 (7), 527 (1992)

- (4) 日本醸造協会 本格焼酎製造技術
- (5) 石田莉菜・小坂忠之 栃木県産業技術センター 平成30年度研究報告
- (6) 第三回改正 国税庁所定分析法
- (7) 酒類総合研究所標準分析法注解
- (8) 西日本農業研究センター2019年報告 吉岡藤治・杉田知彦 「「早生・多収で高品質の六条裸麦新品種」「ハルアカネ」
- (9) 大森俊郎・下田雅彦 「焼酎原料大麦の吸水に関する研究」 醸協, 87 (5), 373 (1992)