

資 料

令和2酒造年度出品酒用麴の力価調査

秋吉 渚月*・二瀬 充幸*・大渡 康夫*・土佐 典照**・田畑 光正**・永瀬 光俊*

1. 目 的

酒造りに用いる麴は、出来上がる酒の品質に大きな影響を与える。その麴の原料となる酒米の品質は、生育時の気温や日照時間によって変化するため、麴の品質を毎年同じにすることは容易なことではない¹⁾。産業技術センターでは酒蔵から提供された麴試料について水分量、酵素力価、破精周りの確認を毎年行い、その結果を基に酒蔵に対して醸造条件について助言を行っている。

本報では、令和2酒造年度の麴の酵素力価分析結果について紹介する。測定項目は水分と酵素力価として α -アミラーゼ、糖化力、グルコアミラーゼ及び酸性カルボキシペプチターゼを測定した。 α -アミラーゼは米のデンプンを溶かす働きがあり液化酵素とも呼ばれる。糖化力はグルコース生成力価の総量であり、グルコアミラーゼはその主要酵素である。また酸性カルボキシペプチターゼは、タンパク質から生じたペプチドをアミノ酸に分解する酵素である。原料米は兵庫県産山田錦（兵庫山田錦）と島根県産山田錦（島根山田錦）、種麴はスーパーハイ・G（樋口松之助商店製 以下 SHG と略記）と吟醸用ハイ・G（樋口松之助商店製 以下 Hi-G と略記）を用いた場合の酵素力価分析値を比較して得られた知見を報告する。また、参考として他の酒米（改良八反流、佐香錦、緑の舞）についても上記種麴を使用した場合の酵素力価を記載する。

2. 方 法

2.1 麴試料

当年度分析した出品酒用麴は17醸造所の74点で、そのうち上記種麴を使用した麴は56点で、そのうち原料米に山田錦を使用した麴は48点であった。原料米は兵庫県産が4場13点で精米歩合は35%～40%、島根県産は6場35点で精米歩合は35%～45%であった。

麴試料は酒蔵が産業技術センターに出麴後速やかに持ち込む、もしくは冷凍保管後冷凍便にて送付したものをを使用した。

2.2 水分測定

水分は温度70℃、90分間の減圧乾燥法を用いた²⁾。

2.3 酵素力価測定

2.3.1 測定試料調製方法

麴の酵素抽出は、試料10gに対し0.5%塩化ナトリウムを含む10mM酢酸緩衝液（pH5.0）を50mL添加し、5℃で一晩静置抽出した後、濾紙5A（ADVANTEC）で濾過した上清を測定試料とした。

2.3.2 分析方法

麴酵素力価を評価する上で主要な7項目を調べた。 α -アミラーゼ活性、グルコアミラーゼ活性と糖化力及び、酸性カルボキシペプチターゼ活性（ACP）はキッコーマンバイオケミファ株式会社の醸造分析キットを用いて測定した。グルコアミラーゼ活性と α -アミラーゼ活性の比（G/A比）および、グルコアミラーゼ活性と酸性カルボキシペプチターゼ活性の比（G/ACP比）は分析値から算出した。

2.4 登熟期の気温

兵庫山田錦と島根山田錦の登熟期の気温データを産地近隣のアメダスデータ³⁾から入手し、1日の平均気温を算出し比較した。それぞれの産地における正確な出穂期は不明であったため、登熟期は兵庫山田錦を8月25日～9月13日⁴⁾、島根山田錦は島根県農業技術センターの研究員へのヒアリングから8月15日～9月3日とした。

3. 結 果

3.1 分析結果

表1に、2.3.2分析方法の7項目の測定結果を示した。表中に48試料の山田錦の最大値、最小値、平均値、中央値を示し、改良八反流、佐香錦、緑の舞については平均値を示した。

次に図1(a)～図7(a)に山田錦48試料の7項目についての分布を示した。種麴の違いが及ぼす影響を調べるために、兵庫山田錦において種麴をSHGとHi-Gを使用した場合の7項目の分布を図1(b)～図7(b)に示した。さらに酒米の産地の違いが及ぼす影響を調べるために、種麴にSHGを使用した兵庫山田錦と島根山田錦における7項目の分布を図1(c)～図7(c)に示した。

3.1.1 水分

図1(a)に山田錦48試料の麴の水分分布を示した。表1から図1(a)の平均値、最大値、最小値はそれぞれ18.7、28.4、11.3であった。図1(b)から米の産地が同一で種

*生物応用料、**食品技術科

表1 令和2酒造年度の出品酒用麴の酵素力価

No	酒米	産地	種麴	麴水分 (%)	α アミラーゼ (U/g-dry koji)	糖化力 (U/g-dry koji)	グルコ アミラーゼ (U/g-dry koji)	酸性カルボキシン ペプチターゼ (U/g-dry koji)	G/A比	G/ACP比
1	山田錦	兵庫県	SHG	18.7	617	314	245	2930	0.40	0.084
2	山田錦	兵庫県	SHG	21.0	418	313	214	3179	0.51	0.067
3	山田錦	兵庫県	SHG	20.9	439	279	208	3726	0.47	0.056
4	山田錦	兵庫県	SHG	18.0	528	333	251	4254	0.48	0.059
5	山田錦	兵庫県	SHG	17.7	491	321	247	4094	0.50	0.060
6	山田錦	兵庫県	SHG	18.6	437	267	197	2762	0.45	0.071
7	山田錦	兵庫県	SHG	20.6	589	306	234	3387	0.40	0.069
8	山田錦	兵庫県	SHG	21.4	556	312	236	3503	0.42	0.067
9	山田錦	兵庫県	SHG	16.2	493	316	251	2793	0.51	0.090
10	山田錦	兵庫県	SHG	20.9	753	391	304	2995	0.40	0.101
11	山田錦	兵庫県	SHG	23.5	1059	173	119	2809	0.11	0.042
12	山田錦	兵庫県	SHG	23.9	518	256	197	2381	0.38	0.083
13	山田錦	兵庫県	SHG	23.4	621	325	246	3258	0.40	0.076
14	山田錦	兵庫県	SHG	19.3	700	312	238	3162	0.34	0.075
15	山田錦	兵庫県	SHG	19.0	445	247	189	2822	0.42	0.067
16	山田錦	兵庫県	SHG	18.8	504	245	194	2149	0.38	0.090
17	山田錦	兵庫県	SHG	24.5	532	265	200	2567	0.38	0.078
18	山田錦	兵庫県	SHG	20.9	642	303	230	3155	0.36	0.073
19	山田錦	兵庫県	Hi-G	21.7	320	236	179	3734	0.56	0.048
20	山田錦	兵庫県	Hi-G	16.0	495	294	221	4741	0.45	0.047
21	山田錦	兵庫県	Hi-G	18.2	792	333	285	4298	0.36	0.066
22	山田錦	兵庫県	Hi-G	17.9	517	289	245	4534	0.47	0.054
23	山田錦	兵庫県	Hi-G	12.7	544	214	140	3944	0.26	0.036
24	山田錦	兵庫県	Hi-G	16.3	502	216	165	3250	0.33	0.051
25	山田錦	兵庫県	Hi-G	17.0	609	267	201	3325	0.33	0.060
26	山田錦	兵庫県	Hi-G	14.8	615	272	203	2765	0.33	0.073
27	山田錦	兵庫県	Hi-G	17.2	528	415	248	1997	0.47	0.124
28	山田錦	兵庫県	Hi-G	16.0	601	458	345	2933	0.57	0.118
29	山田錦	兵庫県	Hi-G	16.7	258	286	212	3836	0.82	0.055
30	山田錦	兵庫県	Hi-G	18.7	722	312	237	3822	0.33	0.062
31	山田錦	兵庫県	Hi-G	16.9	775	307	230	3770	0.30	0.061
32	山田錦	兵庫県	Hi-G	16.7	899	317	241	3899	0.27	0.062
33	山田錦	兵庫県	Hi-G	18.9	758	321	242	4469	0.32	0.054
34	山田錦	兵庫県	Hi-G	15.0	822	565	445	3359	0.54	0.132
35	山田錦	兵庫県	Hi-G	13.1	998	629	492	3745	0.49	0.131
36	山田錦	島根県	SHG	14.9	864	272	208	1999	0.24	0.104
37	山田錦	島根県	SHG	19.7	799	210	154	1789	0.19	0.086
38	山田錦	島根県	SHG	20.8	627	209	160	2318	0.26	0.069
39	山田錦	島根県	SHG	19.4	578	228	172	2277	0.30	0.076
40	山田錦	島根県	SHG	18.2	435	357	274	4754	0.63	0.058
41	山田錦	島根県	SHG	19.9	488	307	226	4026	0.46	0.056
42	山田錦	島根県	SHG	18.4	465	358	267	4575	0.58	0.058
43	山田錦	島根県	SHG	14.4	681	444	341	3811	0.50	0.089
44	山田錦	島根県	SHG	17.8	613	363	279	3003	0.45	0.093
45	山田錦	島根県	SHG	17.0	698	387	301	3299	0.43	0.091
46	山田錦	島根県	Hi-G	21.2	498	261	204	4222	0.41	0.048
47	山田錦	島根県	Hi-G	20.6	414	225	176	3893	0.42	0.045
48	山田錦	島根県	Hi-G	22.0	454	229	178	3072	0.39	0.058
	山田錦		最大値	28.4	1314	629	492	5787	0.82	0.132
	山田錦		最小値	11.3	258	170	119	1733	0.11	0.030
	山田錦		平均値	18.7	613	291	221	3520	0.38	0.067
	山田錦		中央値	18.7	578	283	213	3632	0.39	0.063
1	改良八反流			22.1	869	285	217	3014	0.26	0.080
2	佐香錦			16.8	496	309	240	3735	0.49	0.066
3	縁の舞			14.9	690	211	176	3927	0.26	0.046

※『改良八反流(試料数4点)』『佐香錦(試料数2点)』『縁の舞(試料数2点)』については平均値を示す。

麴が異なる場合は水分が異なり、SHGはHi-Gを使用した場合と比べて水分が多い試料が多くなる傾向となった。他方、図1(c)から種麴が同一で米の産地が異なる場合は、島根山田錦は兵庫山田錦よりも水分が少ない試料が多い

傾向が認められた。しかし水分が出麴時に20%を下回るものについては出麴後乾燥させたものが多く含まれると考えられ、一概に米の産地、種麴の違いと断定することは出来ない。麴造りでは、蒸米に麴菌を増殖させたのち、乾燥

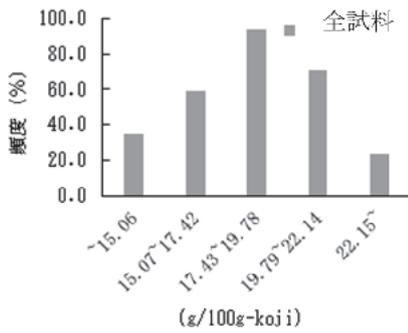


図 1 (a)

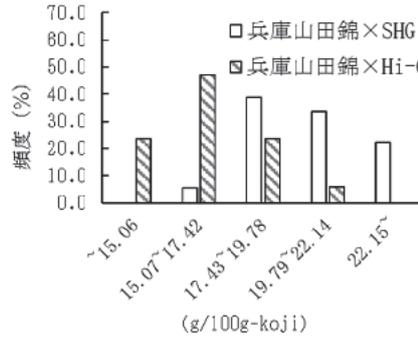


図 1 (b)

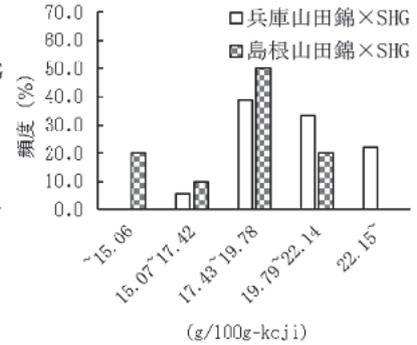


図 1 (c)

図 1 水分の分布

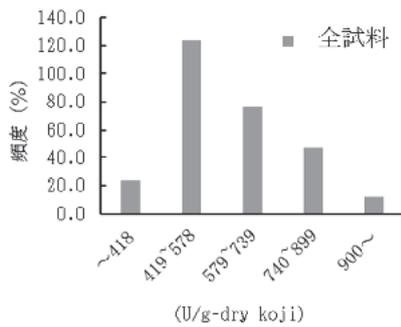


図 2 (a)

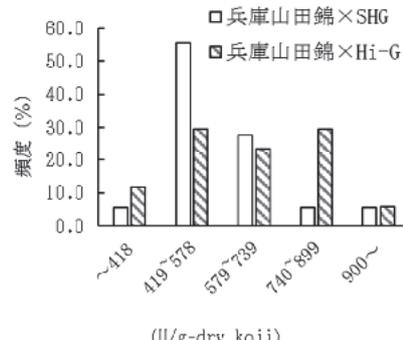


図 2 (b)

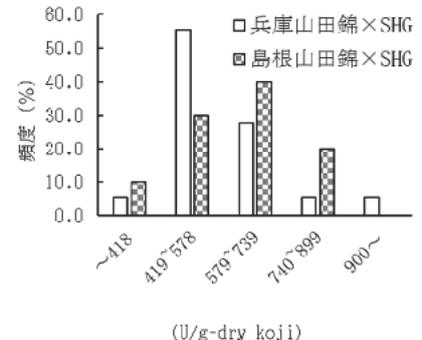


図 2 (c)

図 2 α-アミラーゼの力価の分布

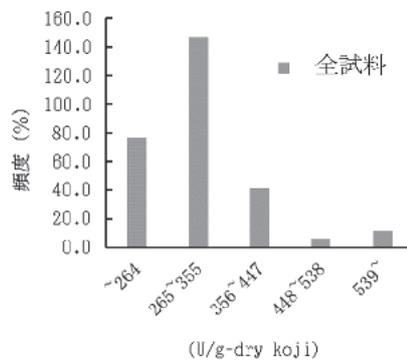


図 3 (a)

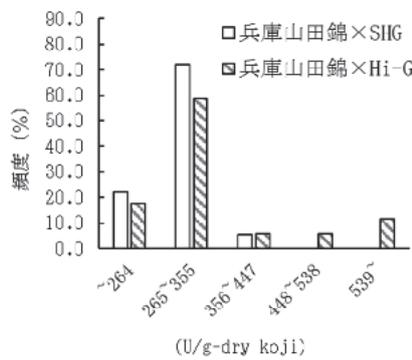


図 3 (b)

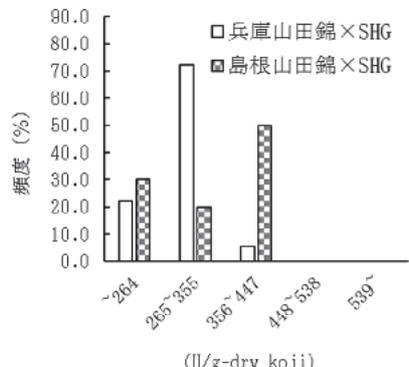


図 3 (c)

図 3 糖化力の力価の分布

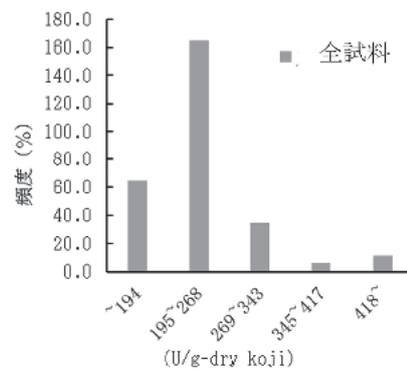


図 4 (a)

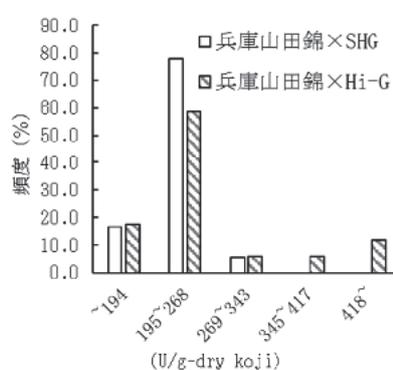


図 4 (b)

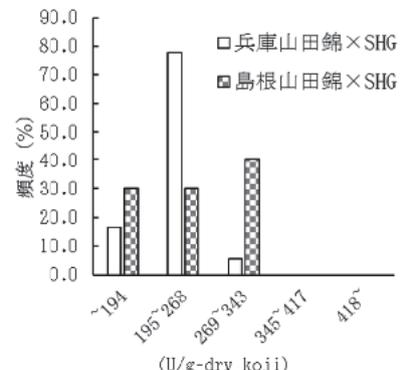


図 4 (c)

図 4 グルコアミラーゼの力価の分布

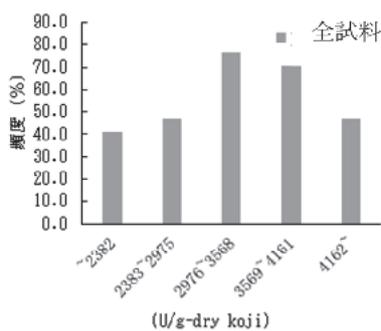


図 5 (a)

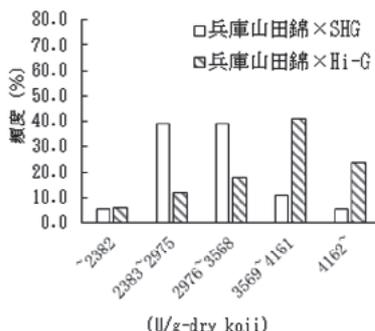


図 5 (b)

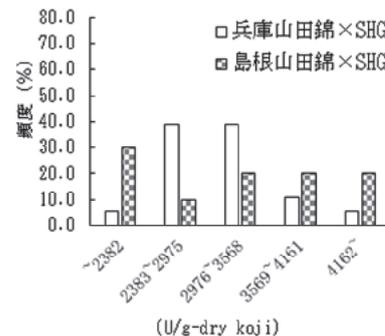


図 5 (c)

図 5 酸性カルボキシペプチターゼの力価の分布

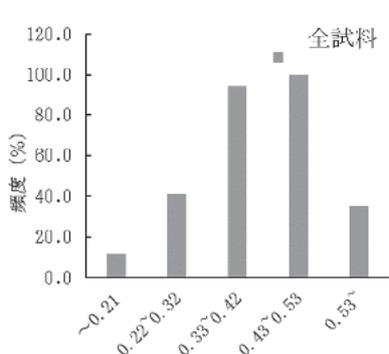


図 6 (a)

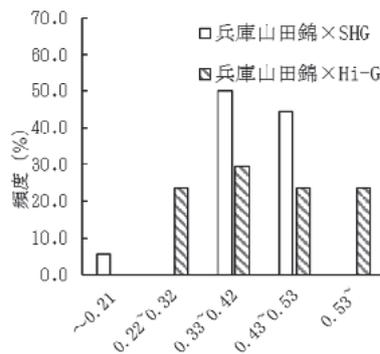


図 6 (b)

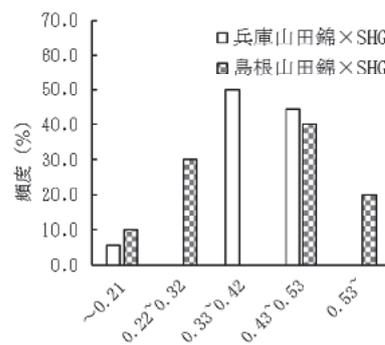


図 6 (c)

図 6 G/A 比の分布

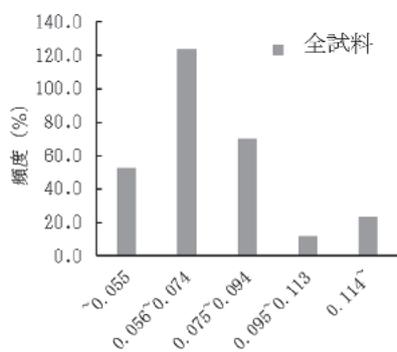


図 7 (a)

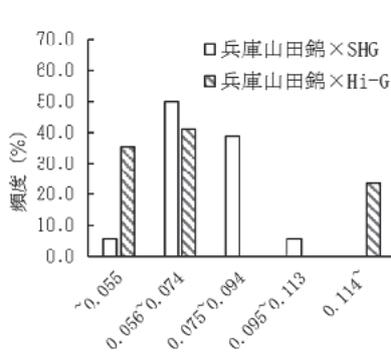


図 7 (b)

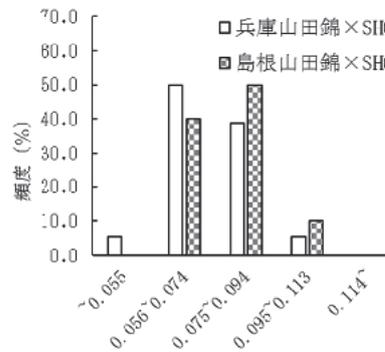


図 7 (c)

図 7 G/ACP 比の分布

させ水分を減少させる。この工程において水分を減らしたすぎた場合、麴米の溶解が悪くなり、麴菌の増殖量が多くなってもあっさりした酒質になる⁵⁾。つまり、以降に報告する酵素力価の値を十分に発揮させるためには、水分は非常に重要な因子なる。

3.1.2 α -アミラーゼ

図 2 (a) に山田錦 48 試料の α -アミラーゼ測定値の分布を示した。表 1 から図 2 (a) の平均値、最大値、最小値はそれぞれ 578, 1314, 258 であった。

図 2 (b) から米の産地が同一で種麴が異なる場合では、SHG と比べ Hi-G は α -アミラーゼ活性が高い試料が多くなる傾向になることが分かった。また図 2 (c) から種麴が同

一で米の産地が異なる場合は、島根山田錦の方が兵庫山田錦よりも α -アミラーゼ活性が高い試料が多くなる傾向が認められた。一般的に水分が高いと菌体量が多くなり、その結果 α -アミラーゼ活性は高くなる傾向がある。しかしながら 3.1.1 の図 1 (b) が示す結果と図 2 (b) が示す結果にはその相関は認められず、また図 1 (c) と図 2 (c) の結果においても同様であった。これらのことから、Hi-G は SHG よりも少ない水分で α -アミラーゼを生産しやすく、また、島根山田錦は兵庫山田錦よりも α -アミラーゼを生産しやすい特徴があると考えられた。

3.1.3 糖化力

糖化力はグルコアミラーゼおよびグルコシターゼの総

活性である。図3(a)に山田錦48試料の糖化力測定値の分布を示した。表1から図3(a)の平均値、最大値、最小値はそれぞれ283, 629, 170であった。図3(b)から米の産地が同一で種麴が異なる場合では、Hi-GはSHGよりも糖化力活性が高い試料が多い傾向が認められた。他方、図3(c)から同一の種麴を使用した場合は、兵庫山田錦と比べて島根山田錦は糖化力活性が高い試料が多くなる傾向が認められた。

3.1.4 グルコアミラーゼ

図4(a)に山田錦48試料のグルコアミラーゼ測定値の分布を示した。表1から図4(a)の平均値、最大値、最小値はそれぞれ213, 492, 119であった。図4(a), (b), (c)のグルコアミラーゼ活性の分布は、3.1.2の α -アミラーゼ活性の分布と似た傾向となった。

3.1.5 酸性カルボキシペプチターゼ

図5(a)に山田錦48試料の酸性カルボキシペプチターゼ測定値の分布を示した。表1から図5(a)の平均値、最大値、最小値はそれぞれ3632, 5787, 1733であった。図5(b)から、米の産地が同一で種麴が異なる場合では、SHGと比べHi-Gは酸性カルボキシペプチターゼ活性が高い試料が増える傾向になった。また、図5(c)から同一の種麴を使用した場合は、島根山田錦では酸性カルボキシペプチターゼ活性と頻度にはほぼ相関が無く、他方、兵庫山田錦では酸性カルボキシペプチターゼ活性は2383から3568に大半の試料が含まれていた。

3.1.6 G/A比

G/A比とはグルコアミラーゼの値を α -アミラーゼの値で除したものであり、酵素力価のバランスの指標である。図6(a)に山田錦48試料のグルコアミラーゼ測定値の分布を示した。表1から図6(a)の平均値、最大値、最小値はそれぞれ0.39, 0.82, 0.11であった。図6(b)の米の産地が同一で種麴が異なる場合では、SHGの頻度はG/A比が0.33～0.53に集中しているが、Hi-Gでは0.22～0.53の広い範囲でほぼ一定の頻度を示すことが分かった。図6(c)から種麴を同一とし米の産地が異なる場合では、島根山田錦を使用すると中央の区分には対象試料が無くG/A比が小さい区分と大きい区分に試料が集まること分かった。一般的に、製成酒のグルコース濃度はG/A比の値が大きいと濃くなり、値が小さいと低くなる傾向があり、分析した麴を用いた酒の味わいは大きく分かれた可能性が考えられる。

3.1.7 G/ACP比

G/ACP比とはグルコアミラーゼの値をACPの値で除したものである。図7(a)に山田錦48試料のグルコアミラーゼ測定値の分布を示した。表1から平均値、最大値、最小値はそれぞれ0.063, 0.132, 0.030であった。図7(b)から米の産地が同一で種麴が異なる場合では、SHGは正規分布となっているが、Hi-Gでは中央の区分には試料が無く

G/ACPが小さい区分と大きい区分に試料が集まっていることが分かる。図7(c)から同一の種麴で米の産地が異なる場合は、同様の分布を示すが、兵庫山田錦よりも島根山田錦はG/ACPが大きい試料が多い傾向があった。

3.1.8 登熟期の気温の比較

図8に兵庫山田錦と島根山田錦の登熟期間中での一日の平均気温を示した。登熟期前半では両産地の気温及びその推移はほぼ等しいが、中盤以降では島根山田錦の方が高温で推移している。酒米の硬さは稲穂の登熟期に関わっており、登熟期(出穂後10～30日前後)の気温が低いと酒米が柔らかくなることが知られている¹⁾。このことから令和2年度は、島根山田錦に比べ兵庫山田錦は柔らかい酒米であると推測された。米が硬質であると、麴菌にとって生育に必要なデンプン分解が進みにくいため、 α -アミラーゼ活性を多く産生すると考えられる。島根県産山田錦の α -アミラーゼ活性が高い傾向の要因と考えることもできる。

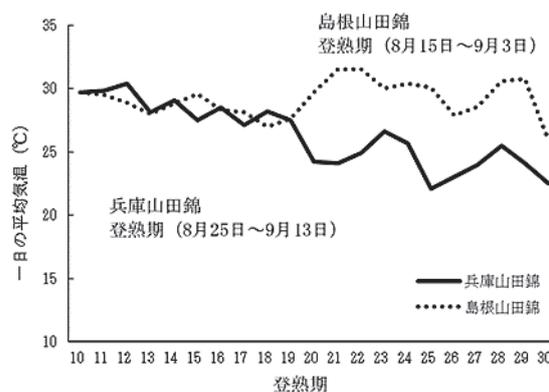


図8 登熟期の気温の推移

4. ま と め

本稿では酒質に大きく影響を与える麴の酵素力価について報告した。

酒米が兵庫山田錦で、種麴が異なるSHGとHi-Gを比較したところ、Hi-Gを使用した場合は、SHGよりも麴水分が低く、 α -アミラーゼ、G/A比などの酵素力価は高い値となる傾向があった。

種麴がSHGで酒米が島根山田錦と兵庫山田錦とで酵素力価を比較したところ、島根山田錦の方が全体的に高い傾向となった。3.1.8で述べたようにR2年度は、島根山田錦の方が兵庫山田錦に比べ硬い米質であると推測された。これらことから島根山田錦を用いた場合、麴の製造において硬い米質に対応するために、在室時間を長くするなどの酵素力価を上げる操作が行われたものと考えられる。また特にACPが島根山田錦で高かったのは、麴菌にとって硬い酒米を溶かすためにペプチド分解酵素が高くなった可能性がある⁶⁾。

令和2酒造年度全国新酒品評会では8つの酒蔵が入賞し

ているが、今後はさらに良い結果を残せるように、本稿で報告した酵素力価の他に酒米の硬さや吸水量等のデータを採取し、酵素力価に影響を与える因子を明確にするとともに、酵素力価と出来上がったお酒の成分との相関を調べることにより、品質の良い酒造りを支援したいと考えている。

謝 辞

麴の分析にあたり、ご協力いただきました各酒蔵様に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 奥田将生, 橋爪克己, 沼田美子代, 上用みどり, 後藤美奈, 三上重明, 気象データと原料米の酒造適性との関係, 日本醸造協会誌. 2009, vol.104, no.9, p.699-711.
- 2) 標準分析法注解編集委員会, 酒類総合研究所標準分析法注解, 公益財団法人日本醸造協会. 2017, p.229.
- 3) 気象庁: <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>
- 4) 奥田将生, 橋爪克己, 上用みどり, 沼田美子代, 後藤美奈, 三上重明, イネ登熟期気温と酒造用原料米のデンプン特性の年次・産地間変動, 日本醸造協会誌. 2010, vol.105, no.2, p.97-105.
- 5) 小関俊彦, 清酒の麴造りについて, Sake Utsuwa Research. 2016, p.6-9.
- 6) 伊藤清, 麴の破精込みと麴の香り, 日本醸造協会誌. 1992, vol.97, no1, p.17-21.