

[醸工 第43巻, 第12号, p.873~880, 1965]

清酒醪の醱酵管理に関する研究

(第 1 報) 協会 7 号, 8 号酵母による清酒醪の醱酵における醱酵温度の影響

原 昌道・大塚 謙一・吉沢 淑

細矢 慶二・橋田 勝之・森永 和男

(国税庁醸造試験所)

Studies on Fermentation Control of Saké Mash

(I) Effects of Temperature on Fermentation of Saké Mash Using No. 7 and No. 8 Kyōkai Yeasts

Shōdo Hara, Kenich Otuka, Kiyoshi Yoshizawa, Keiji Hosoya, Masayuki Kitta and Kazuo Morinaga

(Research Institute of Brewing, Tax Administration Agency, Tokyo)

Effects of temperature on fermentation of saké mash were studied by comparing two kinds of typical saké yeasts (Kyokai No.7 and No. 8).

Their highest temperatures during fermentation of saké mash were controlled to reach 12°, 15° and 18°C respectively after 10 days, and furthermore the fermentation experiments were conducted taking the 10th, 15th and 18th days' mash samples and incubating at 10°, 15° and 20°C respectively.

Results were obtained as follow.

1. In the case of low temperature, 7-mash (inoculated with No. 7 yeast) fermented normally, but the fermentation of 8-mash (inoculated with No. 8 yeast) was extremely retarded in the last stage. On the other hand, both 7- and 8-mash fermented normally at high temperature, but slight retardation of fermentation in the last stage was recognized in 7-mash. From this fact, it seems that No. 7 yeast is suitable for fermentation at relatively lower temperature and No. 8 yeast at higher temperature.
2. Difference in the growth of No. 7 and No. 8 yeasts at temperatures 10°, 15°, 20°, and 25°C was not recognized and the number of yeast cells in 8-mash was larger than that in 7-mash. Therefore, the retardation at low temperature of 8-mash had no relation to the number of yeast cells.
3. The surface appearances of mash in the last stage of fermentation showed no scum formation in 7-mash, and scum formation in 8-mash regardless of fermentation temperature.
4. Saké brewed by No. 7 yeast had a lower content of total acid and a larger content of isoamylalcohol than No. 8 yeast.
5. The amount of F-N in the saké was not influenced by the kinds of yeast and it was larger in the ones fermented at high temperature for long time.

緒 言

清酒醸造は開放醱酵であり、純粋培養酵母を使って酒母を造っているとはいえ、添加した酵母以外の酵母で清酒醪が造られている場合が非常に多い¹⁾。さらに山廃酒母においては各酒庫の家つき酵母で自然に培養、醱酵させている所もある。それゆえ日本酒は現在のところかなり数多くの種類の酵母によって造られているものと考えられる。酵母の違いによる清酒醪の変化について最近秋山²⁾は泡無し酵母による泡の高くならない醪を造り、また塚原³⁾らは酵母の相違によって醪末期の状ぼうの異なることを報告し、小武山⁴⁾は醱酵力の弱い酵母による清酒醸造試験をおこなった。

一方現在の清酒醪において、腐造という現象は非常に少なくなったが、醪のボーメが予定の日数までに予定の値まで減少せず、アル添量を予定より多くせねばならない例は数多く見受けられる。また醪末期の泡ずらが、同じ酒庫でも坊主、渋皮、くそ蓋、飯蓋などいろいろ観察される所もある。これらの醪でもいずれも清酒になるのであるが、醪の品質管理の点から考えれば決して推奨されるべき現象ではない。さらに吟醸醪のような低精米歩合、低温醱酵ではボーメが順調に減少し、香りがでてくるために醪の末期が坊主になることを願う杜氏が非常に多い。このような観点から著者らはまず酵母の種類を変えて各温度別に醪を仕込み、酵母の種類が醪の醱酵にどのような影響をおよぼすかを検討した。

方 法

1) 清酒仕込試験 協会7号、8号酵母を使用し、仕込の大きさは総米 50 kg、酒母は高温糖化酒母によった。

仕込配合を Table 1 に示す。また醪醱酵槽としては約 130 l 容量のステンレス製温度制御醱酵槽 2 基を用い、

Table 1. The mash bill of saké brewing.

	Moto (seed mash)	Hatuzoé (the first pitching)	Nakazoé (the second pitching)	Tomezoé (the third pitching)	Total
Total rice, kg	4	8	15	23	50
Steamed rice, kg	2.8	5.6	11.6	18.4	38.4
Koji-making rice, kg	1.2	2.4	3.4	4.8	11.6
Water, l	6.4	8	16	30	60.4
$\frac{\text{Koji-making rice}}{\text{Total rice}} \times 100$	30	30	22.6	19.6	23.2
$\frac{\text{Water}}{\text{Total rice}} \times 100$	160	100	106	126	121

同じ品温経過をとらせる時には7号、8号とも同じ蒸米、麴を使った。なお醪の品温は最高を12°、15°、18°Cになるようにそれぞれ調節した (Fig. 1)。

2) 醪汲み出し試験 ロカベットの金網部 (1 目の広さ約0.0025 cm²) を濾紙を巻くことなく、12°C醱酵の留後5、10、13、18日目醪に挿入し、網目を通した醪を汲み出した。これを醱酵栓つき三角フラスコに200 ml づつ入れ、10°、15°、20°Cの温度でひきつづき醱酵させ、毎日の重量の減量と留後31日目の醪の各成分を測定した。

3) 醪および生成酒の成分分析 Isoamyl, isobutyl alcohol の定量は受器を氷で冷却しながら清酒 100 ml を蒸溜し、溜液 80 ml を水で 100 ml に満したものを試料とし、水素イオン化ガスクロで定量した (カラム: Dinonyl phthalate, 2 m, 78°C)。

Aldehyde はリップパー氏法変法¹³⁾。一般分析は国税庁所定試験法によった。

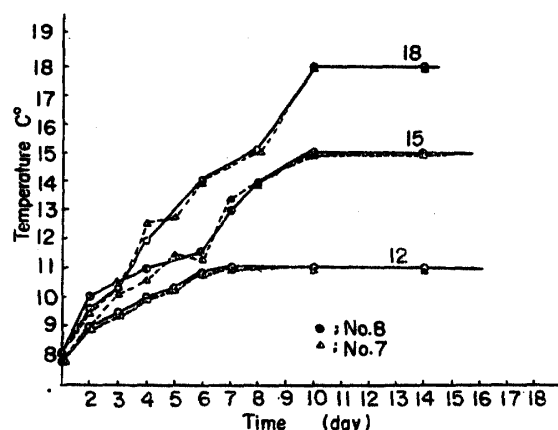


Fig. 1. Changes in temperature of saké moromi mash during fermentation.

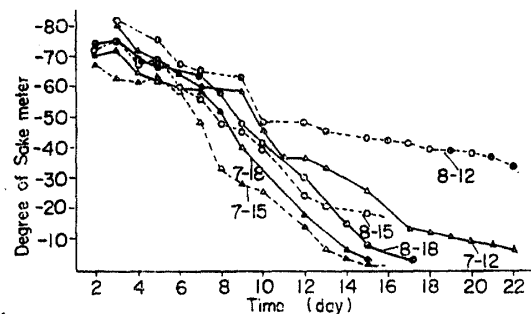


Fig. 2. Behavior of degree of saké meter during saké moromi making.

4) 酵 母 各温度ごとの酵母の増殖試験には Atkin の改変合成培地⁵⁾を使い, 接種後 10°, 15°, 20°, 25°C に静置培養し, ついで培養液を10倍に希釈して 660m μ における O.D. を求めた.

また醪中の酵母数はメチレンブルー染色後, 直接検鏡で求めた.

醪中の酵母の純粋性の目安としては, 秋山の TTC 染色法¹⁴⁾を用いた. 7号は red, 8号は pink に染色される. 実際の醪においては温度別各醱酵醪とも99% 純粋酵母で醱酵がおこなわれていることを確認した.

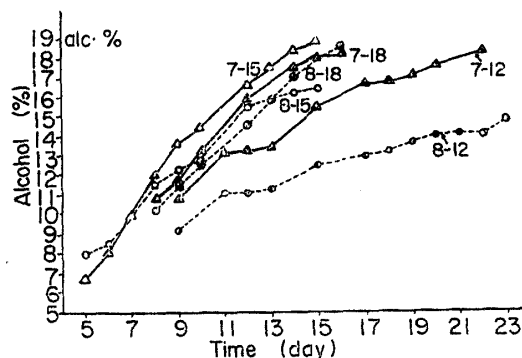


Fig. 3. Behavior of degree of alcohol during saké-moromi making.

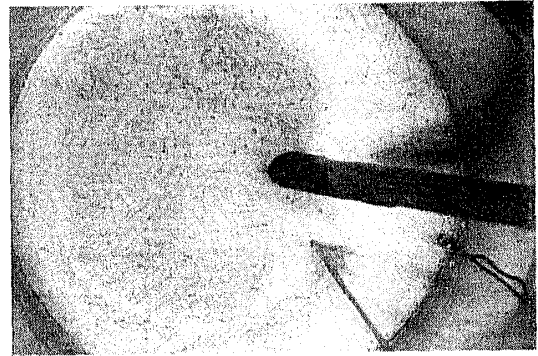
結果および考察

1) 清酒醪の醱酵経過 各温度ごとの清酒醪の醱酵経過は Fig. 2, Fig. 3 に示す. これによると 7号酵母は 12°, 15°C で最後までよく日本酒度が減少したが, 18°C では末期にわずかながら緩慢になった. 他方 8号酵母では 18°C でもっともよく日本酒度が減少し, したがってアルコール生成も高いが逆に 12°C では 10日目 (Bé 4.8 alc, 10.3%) 頃から醱酵は非常に緩慢になり, 日本酒度 -20 付近でほとんど醱酵が停止した. それゆえアルコール生成も Fig. 4 のごとく非常に悪い. また中温 (15°C) では初期には 7号酵母と同じ程度に日本酒度は減少するが, -20 付近で速度がおとろえる. このような事実から協会 7号酵母は比較的低温性酵母であり, 8号酵母は比較的高温性酵母であると考えられる.

2) 醪末期の状ぼう 各温度ごとに使用した蒸米, 麴は同一のものであったが, 醪末期の泡ずらは 7号は常に坊主, 8号は常に渋皮であった (Fig. 4). 塚原ら³⁾も 10kg 小仕込試験の結果, 酵母の種類が醪末期の泡ずらに影響することを述べているが, 本試験により醪の品温が泡ずらにほとんど影響をおよぼさないことがわかる. また 8号の渋皮部を検鏡するとほとんど酵母であった. Table 2 に示すごとく渋皮部 1g 当たり約 4.5×10^9 個含まれており, しかも大部分がメチレンブルー無染色であった. しかし一般に麴¹¹⁾, 蒸米の性質が醪末期の泡ずらに影響を与えるという説もあり (特に薄皮の成因), また飯蓋は他の泡ずらと異なって坊主醪が一夜にして飯蓋になることもあり, 酵母の種類よりむしろ蒸し米の溶け具合 (麴の力, 蒸し米の硬軟, 醱酵温度) に強く影響されることが考えられる. その他山田¹²⁾は厚蓋もろみの多くは細菌を保有しており一般に酸が多いと報告している. それゆえ酵母の種類のみで清酒醪末期の泡ずらがすべて決まるとは考えがたい. ただ本実験から, 坊主醪になるべき酵母が大多数を占める醪においては, あるいは麴, 蒸米の性質によって薄皮などになることがあっても, 8号酵母のように渋皮, 厚蓋になるべき性質の酵母が大多数を占める醪ではいかなる蒸米, 麴を使い, 品温経過を



Kyōkai No. 7 yeast- moromi mash.



Kyōkai No. 8 yeast- moromi mash.

Fig. 4. The surface appearances of moromi mash in the last period of brewing.

Table 2. Number of yeast cells in moromi mash fermented at 12°C.

Days	Number of yeast cells in 7-moromi mash $\times 10^8/\text{ml}$	Stain %	Number of yeast cells in 8-moromi mash $\times 10^8/\text{ml}$	Stain %
17	4.6	19	6.3	26
19	4.1	17	6.0	24
20	4.5	20	6.0	13
(In lower moromi)	(4.6)	(15)	(6.1)	(26)
In scum			$45 \times 10^8/\text{g}$	9.3

とらせても坊主糲にはならないと考える。

3) 酵母数 Atkin の改変合成培地を使って各温度別の酵母の増殖を調べた結果を Fig. 5 に示す。これによれば7号, 8号両酵母は各温度ごとの増殖速度に大差はなく, ただ高温ではわずかに8号の方がO.D.が高い。また12°C醗酵醪中での酵母数は Table 1 に示すとおりで, 8号の方がむしろ7号よりも酵母数が多かった。野白¹⁰⁾は醪の醗酵速度は醪中の酵母密度に影響されると報告している。同一酵母ではそのような現象も当然

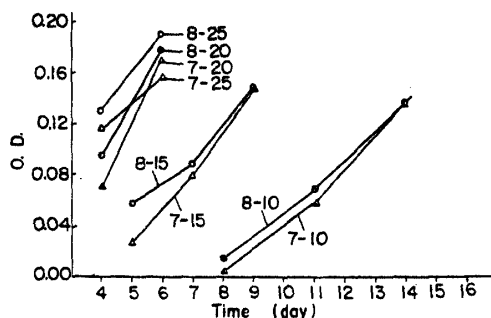
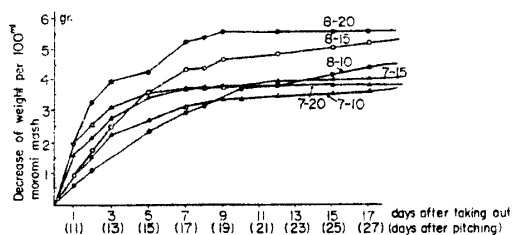


Fig. 5. Effect of temperature on growth of Kyokai No. 7 and No. 8 yeasts.

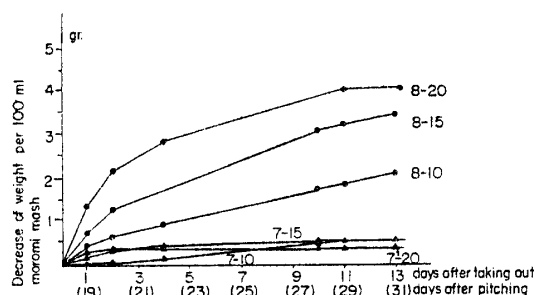
考えられるが, 8号の低温醗酵醪の醗酵速度が後半に緩慢になる原因は酵母数の大小でなくて8号酵母の醗酵能力が低温で弱められるためであろう。

4) 醗汲み出し試験 実験の部で記した方法で12°C醗酵醪を留後5日目, 10日目, 13日目, 18日目に汲み出し10°, 15°, 20°Cの温度にそれぞれ保ち, ひきついて醗酵させた。この試験のうち10日目, 18日目の汲み出し試験の結果を Fig. 6-1, Fig. 6-2 に示す。単位は醪200ml 当りの重量の減量数gである。親醪での経過と同じく醗汲み出し試験においても8号は低温でかなりの残糖を残す。



		Be'	Acid	Alco- hol
Component of the taked out saké moromi mash	No. 7	3.6	2.2	12.1
	No. 8	4.8	2.2	10.0

Fig. 6-1. Decrease of weight during fermentation for the taked out saké moromi mash after 10 days pitching.



		Be'	Acid	Alco- hol	F-N
Component of the taked out saké moromi mash	No. 7	1.2	2.3	16.7	1.7
	No. 8	4.1	2.5	13.2	1.75

Fig. 6-2. Decrease of weight during fermentation for the taked out saké moromi mash after 18 days pitching.

留後10日目汲み出し試験においては10—7—10（10日目汲み出し7号醪の10℃醱酵）と10—8—10では汲み出し直後の成分は10—7—10の方が Bé が小さく、アルコール濃度が高いにもかかわらず低温性酵母であるために10—8—10よりも醱酵速度が速い。しかるに10—8—20と10—7—20とでは初期の醱酵速度はほとんど変わらず、やがて10—7—20は残糖が少なくなって醱酵速度が緩慢になるが10—8—20は汲み出し直後の Bé が高いためひきついて順調に醱酵する。親醪においては留後10日目頃から醱酵が緩慢になっていることから考えると8号醪のこの現象は酵母数の少ないことが醱酵速度を遅くしているのではなくて、他の要因が関係しているものと考えられ前記 3) の酵母数の試験成績と一致する。同じことが醪の醱酵がほとんど停止している18日目醪汲み出し試験でも考察された。

5) 醪汲み出し試験における生成酒の成分変化

(a) アルコール Table 3 は醪汲み出し試験における留後31日目の生成酒のアルコール度数を示す。括弧

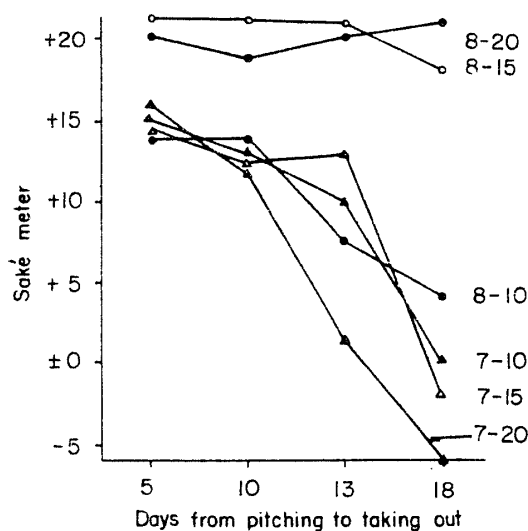
Table 3. Degree of alcohol in saké produced by fermentation at various temperatures of the taked out saké moromi mash.

Yeast strain- ferment. temp.	Days from pitching to taking out			
	5	10	13	18
8—15	16.7 (1)	17.0 (1)	17.4 (1)	17.3 (1)
8—20	16.4 (0.98)	16.9 (0.99)	17.5 (1.01)	18.0 (1.04)
8—10	15.0 (0.89)	15.9 (0.93)	16.2 (0.93)	16.5 (0.95)
7—15	16.1 (1)	16.9 (1)	17.1 (1)	16.9 (1)
7—20	16.1 (1)	16.7 (0.99)	16.6 (0.97)	16.7 (0.99)
7—10	15.9 (0.97)	16.6 (0.98)	17.0 (0.99)	17.2 (1.01)

Each 200 ml of saké moromi mash during fermentation (after 5, 10, 15, 18 days pitching respectively) was taken out into 500ml flask with a fermentation bug as described in experimental, and then was fermented at controlled temp. 10, 15, 20°C respectively. Figures in parenthesis show the ratio of degree of alcohol in saké produced by fermentation at 10 or 20°C to that at 15°C.

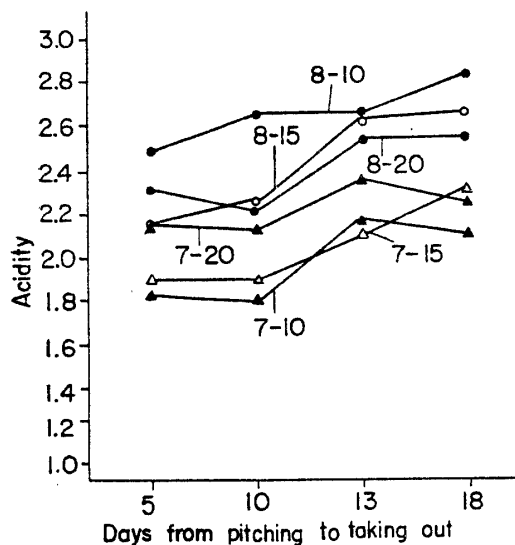
内の数値は15°C醸酵を1とした場合の相対値である。8号醪はいずれも低温でアルコール度数低く、その差は醪を初期に汲み出したものほど大きい。7号醪については温度によりほとんど差はなかった。

(b) 日本酒度 Fig. 7-1 は生成酒の日本酒度を示す。汲み出し試験においては親醪を目の荒い金網で濾



Days		5	10	13	18
Saké meter of the taked out saké moromi mash	No. 7	-68	-36	-32	-12
	No. 8	-67	-48	-45	-41

Fig. 7-1. Saké meter of saké produced by fermentation of the taked out saké moromi mash.



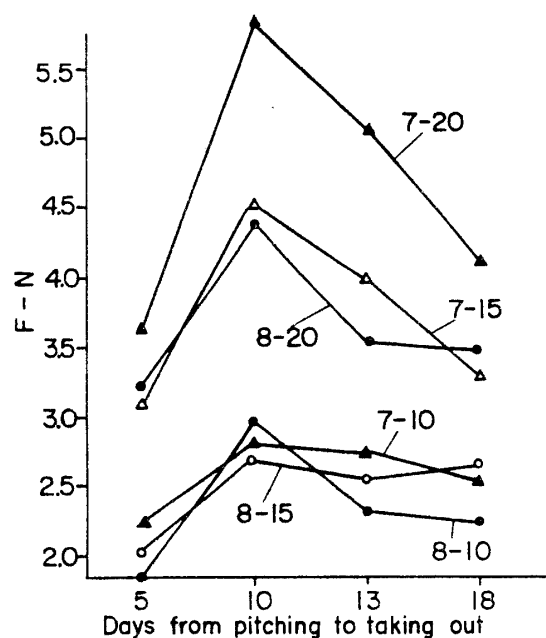
Days		5	10	13	18
Acidity in the taked out saké moromi mash	No. 7	2.0	2.2	2.4	2.4
	No. 8	2.0	2.2	2.5	2.5

Fig. 7-2. Acidity in saké produced by fermentation of the taked out saké moromi mash.

別しているから汲み出し醪中には飯粒のようなものは混入せず、そのため初期に汲み出した醪ほど糖分の生成が悪く、したがって日本酒度は④に強く傾く。8号醪が低温ほど甘いのはアルコール度数が低いためであり、7号醪において高温ほど甘いのは高温ほど糖化力強く、よく糖分が生成されるのに反してアルコールの生成は20°Cにおいては10、15°Cに較べて低いためである。このことは7号が低温で、8号が高温でよく醸酵することを示し、親醪の結果と一致した。

(c) 酸度 Fig. 7-2 は生成酒の全酸度を示す。8号は7号よりも一般に酸度高く、これは親醪においても同様な傾向を示した。しかし温度別による生酸の違いは認められなかった。武藤⁶⁾は小仕込試験では酸が非常に増加すると報告しているが、本試験のように醪を途中で汲み出すような場合は親醪とほとんど差はなかった。

(d) F-N F-Nは温度により大きな差が生



Days		13	18
F-N in the taked out saké moromi mash	No. 7	1.4	1.7
	No. 8	1.5	1.75

Fig. 7-3. F-N in saké produced by fermentation of the taked out saké moromi mash.

じた Fig.7—8. そして一般に高温醱酵ほどF—Nは大きく, また10日目汲み出し醪がもっとも大きな値を示し, 酵母の種類では8号醪が7号醪よりも大きかった. これは醱酵期間が高温で経過するほど, 特に醱酵終了後上槽まで高温で長く放置されるほどアミノ酸生成が大きいことを示す. 5日目汲み出し醪が若干低い値を示すのは, まだこの頃まではアミノ酸母物質の溶出が完全でないためであろう.

6) 生成酒の成分 親醪の生成酒の成分は Table 4 に示される. 仕込容器の都合で上槽を比較的早くし, 留後上槽までの期間は 12°C 醪が23日, 15°C 醪が17日, 18°C 醪が16日であった. 一般に7号の方が8号よりも酸

Table 4. Analysis of Saké produced.

Yeast-fermentation temp.	Saké mater	alcohol	Aldehyde	T-A	F-N	Isoamyl alcohol	Isobutyl alcohol
		%	ppm			ppm	ppm
7—12	—5.1	17.9	53	2.0	2.3	185	45
7—15	—3.3	17.8	45	1.9	2.2	195	65
7—18	—6.0	17.6	71	2.1	3.1	180	40
8—12	—26	14.8	78	2.6	2.3	140	53
8—15	—19	15.9	44	2.5	2.7	145	43
8—18	—2.1	18.2	69	2.6	2.4	145	60

度小さく, isoamyl alcohol が多い. 清酒中の酸の由来は複雑であるが, 菅野⁷⁾は清酒醪中の酵母の違いにより (TTC 染色で Red と pink) 生成酒の酸度が異なることをのべ, また著者⁷⁾らはブドウ果汁で多数の酵母を醱酵させた試験では酵母の種類により酸度がかかなり異なることを報告した. それゆえ前記醪汲み出し試験および親醪の生成酒において, いずれも8号酵母醪の酸度の方が大きいのは7号, 8号酵母の違いによるものと考えられる.

F—Nは低温の方が若干小さいが醪汲み出し試験の成績ほど大きな差は認められない. これは親醪の高温醱酵での醱酵期間が短かく, 醱酵終了後直ちに上槽したためと考えられる. また aldehyde は15°C醱酵がいずれも小さく, 酵母の醱酵に適しない温度 (7—18, 8—12) で醱酵された酒において値が大きくなった. これはさきに報告した⁹⁾ブドウ酒の試験成績と一致した. 日本酒度, アルコール度数の差は7号が低温性, 8号が高温性酵母であるためである.

要 旨

協会7号, 8号酵母を使用し, 醪の品温はそれぞれ留後10日目に最高12, 15, 18°Cになるように調節して清酒醸造をおこなった. さらに12°C醱酵の留後5, 10, 15, 18日目の醪を汲み出し, 10, 15, 20°Cでひきつづいて醱酵させた. 得られた結果はつぎのとおりである.

- ① 7号酵母からなる醪は低温で正常に醱酵したが, 8号酵母からなる醪は日本酒度—30附近で醱酵がいちぢるしく緩慢になった. 他方7号, 8号, 両醪とも高温では正常に醱酵するが, 末期にわずかに7号醪の醱酵が緩慢になった. この事実から7号酵母は比較的低温性, 8号酵母は高温性酵母であると考えられる.
- ② 7号, 8号酵母の各温度毎の増殖の差は認めがたく, また8号低温醪中の酵母数は7号醪中の酵母数よりもむしろ大きかった. このことから8号醪が低温で醱酵が緩慢になることは酵母数には無関係である.
- ③ 醪末期の泡ずらは, 7号醪は坊主, 8号醪は厚蓋であり, これは醱酵温度に無関係であった.
- ④ 7号酵母で醱酵された酒は, 8号酵母の酒よりも全酸度が小さく, isoamyl alcohol の含量が多かった.
- ⑤ 生成された酒のF—Nの含量は酵母の種類に無関係であり, むしろ醱酵末期を高温で長く放置されたものに多かった.

文 献

- 1) 名古屋国税局鑑定官室：醸協，**59**, 519 (1964) .
- 2) 秋山，岩田：本誌，**43**, 629 (1965).
- 3) 塚原，坂井，前田，宮坂：醸協，**59**, 358 (1964).
- 4) 小武山，岩崎，桑原，守田，得能，中西：醸協，**54**, 282 (1959) .
- 5) 武藤，蓼沼，鳴海：醸造試報，**135**, 50 (1963) .
- 6) 蓼沼，武藤，古市，設楽：醸造試報，**135**, 64 (1963).
- 7) 大塚，原，吉沢，橘田，森永，細矢：昭39年度，農芸化学大会発表.
- 8) 菅野：醸協，**60**, 83 (1965).
- 9) 大塚，原，今井，上原：醸協，**58**, 631 (1963).
- 10) 野白，西雄，松川，石上，宮原：醸協，**55**, 44 (1960).
- 11) 村上：醸協，**58**, 674 (1963).
- 12) 山田：醸協，**53**, 678 (1958).
- 13) 山田：醸造分析124，産業図書
- 14) 古川，秋山：農化，**37**, 398 (1963).

(昭 40.7.2 受付)