福山米酢の仕込み時に行われる振り麹の 役割について†

小泉幸道*・鈴木忠邦*・中山利夫*
橋口和典**・柳田藤治*

Role of Floating Koji Added on the Surface of Newly Prepared Mash for Fukuyama Rice Vinegar Production

(Studies on the Pot Vinegar Part II)

Yukimichi KOIZUMI*, Tadakuni SUZUKI*, Toshio NAKAYAMA*,
Kazunori HASHIGUCHI** and Fujiharu YANAGIDA*

* *Department of Brewing and Fermentation, Tokyo University of Agriculture,
1-1, Sakuragaoka 1-chome, Setagaya-ku, Tokyo 156*

** *Sakamoto Jyozo Co. Ltd., 3499 Fukuyama, Fukuyama-cho,
Aira-gun, Kagoshima 899-45*

The role of floating rice koji in the manufacture of pot vinegar was investigated using the mash prepared on an industrial scale at Fukuyama, Kagoshima Prefecture. The results were as follows: (1) Effects of the addition of floating rice koji: without addition of floating rice koji, alcohol fermentation occurred significantly at the early stage and delayed the start of acetic acid fermentation, resulting in the prolongation of the fermentation period. These results revealed that surplus alcohol content hindered acetic acid fermentation even in the presence of acetic acid bacteria. (2) Effects on the formation of organic acids except acetic acid: lactic acid was the most dominant in both samples. The amount of lactic acid produced was high in the pot vinegar added with floating rice koji. The other acids detected were succinic, pyroglutamic, pyruvic and malic acids. (3) Effects of the time of adding floating rice koji: delayed addition of floating rice koji onto the mash caused higher level of alcohol production, resulting in the reduction of acetic acid fermentation. (4) Effect of the addition of starters including yeast immediately after the mash preparation: addition of a high inoculum size of yeast cells resulted in a high production of alcohol and hindered the acetic acid fermentation. Addition of acetic acid bacteria after alcohol fermentation without the addition of yeast showed no significant difference from the sample without the addition of acetic acid bacteria. From these results, it was revealed that addition of floating rice koji immediately after the preparation of mash in the manufacture of pot vinegar, played an important role to help smooth acetic acid fermentation after alcohol fermentation.

(Received Jul. 7. 1988)

† 壺酢に関する研究 (第2報) (前報, 文献3))

* 東京農業大学醸造学科 (〒156 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

** 坂元醸造株式会社 (〒899-45 鹿児島県始良郡福山町福山 3499)

黒酢や黒壺酢等の商品名で市販されている食酢は、普通の食酢製法ではなく、醸造用壺を用いて蒸米と米麴と水を入れて、恵まれた南国の太陽を浴びながら、自然発酵で行われ、約3カ月の発酵期間中に、糖化・アルコール発酵・酢酸発酵の三つの過程が、この壺の中で行われ、半年から一年間の熟成期間を経て、天然醸造されたものである。壺酢の製法等については、東¹⁾²⁾や著者も前報³⁾で説明したが、製法の一つに仕込み直後または翌日に、乾燥した孢子の多い老ねた麴を壺の上面に撒く操作があり、これを振り麴と称している。この振り麴は、アルコール発酵後は自然に落下して、次に液表面に酢酸菌膜が張り、酢酸発酵が行われる。

本研究は壺酢製造において、伝統的に行われている振り麴の役割を究明することにあり、前報³⁾において5lの小壺を用いて研究室規模で各種試験を行ったところ、振り麴を行わないとアルコール生成が早く、その生成量も多いことより、以後の酢酸発酵が順調に行われないことを報告した。本報ではこれらを裏付ける意味も含めて、実際に壺酢の製造を行っている、鹿児島県始良郡で前報³⁾と同様に、振り麴に関連した各種条件下で実験を行い、それらが発酵へ及ぼす影響について検討した。

実 験 方 法

1. 標準仕込み配合

壺酢の仕込みは、鹿児島県始良郡福山町福山の、坂元醸造(株)にて行った。容器は薩摩焼の壺で、直径42cm、口径14cm、高さ60cm、内容量54lの壺を使用した。標準仕込み配合は、蒸米(93%精米歩合)8.3kg、米麴(水分約28%)3.0kg、水30lで仕込みを行い、翌日、振り麴として米麴の10%にあたる0.3kg(水分約20%)を、蒸米と米麴が液面に浮いている上に、浮くように散布した。米麴及び振り麴の製麴条件は、前報³⁾と同様に行った。

2. 振り麴添加の有無による影響

振り麴の役割を究明するにあたり、振り麴添加の有無が発酵へ及ぼす影響について検討した。仕込み配合は、振り麴仕込みについては標準仕込みで行い、振り麴無しは仕込み時に米麴を3.3kg使用した。

3. 振り麴添加の遅延による影響

仕込み直後または翌日に散布される振り麴を、仕込み5日と10日目に行い、発酵への影響について検討した。

4. 振り麴の代替として発泡スチロール板を用いての影響

振り麴の代替として、厚さ7mmの発泡スチロール

板を表面に浮かせて発酵を行い、振り麴と比較した。仕込み配合は振り麴無しと同様に行い、発泡スチロール板は、発酵期間中全て浮かせたものと、酢酸発酵への影響をみるために、仕込み後20日目に取り除いたものについて、発酵への影響について検討した。

5. 微生物添加による影響

壺酢製造においては、微生物の添加はほとんど行われていないのが多い。このため壺の中にはアルコール及び酢酸発酵が行われないのもし少なからず認められている。そこで正常発酵を目的に、振り麴を行いながら前報³⁾に準じ、仕込み時に酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)を 10^3 /mlと 10^5 /ml、また酵母無添加でアルコール発酵を行わせ、仕込み後20日目に酢酸菌(*Acetobacter aceti*)を 10^5 /mlそれぞれ添加して、発酵への影響について検討した。

6. 成分分析及び微生物測定

壺酢発酵中の成分分析及び微生物測定は、前報³⁾と同様に行った。但し、試料の採取箇所は表面下15cmとした。

7. 有機酸分析

壺酢発酵中の有機酸分析は、経日的に行った。酢酸が他の有機酸分析に支障をきたすので、試料は水蒸気蒸留を行い、酢酸を除去した後、有機酸量を適宜希釈して、盛進有機酸分析計(S-500型)にて分析を行った。

実験結果及び考察

1. 振り麴添加の有無による影響

振り麴添加の有無による発酵への影響について、経日的な成分分析及び微生物測定結果をTable 1に示した。振り麴を行ったものは、アルコール生成は15日目で5.5%、20日目で7.6%を生成した。乳酸菌数は仕込み1日目で既に 10^6 /ml検出されており、20日目迄は $10^8 \sim 10^9$ /mlであった。仕込み初期に乳酸菌が多いのは、麴中に含まれている乳酸菌が、糖化作用と共に増殖したものである。このように乳酸菌によって生成された乳酸でpHが下がり、酒の場合と同様に雑菌による汚染を少なくして、順調にアルコール発酵を行わせていると思われる。尚、乳酸量については有機酸の項で述べる。乳酸菌は20日目で降減少した。上面の蒸米と振り麴は、30日目で徐々に落下し、液面には酢酸菌膜が張り出し、酢酸発酵が開始された。このため、酵母も減少した。酸生成は45日目で2.2%、90日目で5.5%と順調に酢酸発酵は行われた。この時の酢酸菌数は30日目で 10^6 /ml、45日目で 10^8 /mlで以後徐々に減少した。

Table 1 Effects of the addition of floating koji on the chemical components and microbial counts during rice vinegar manufacturing process in a pot

Sample	Fermentation period (days)	Chemical components			Microbial count (viable cells/ml)		
		pH	Acid(%) [*]	Ethanol(%)	Lactic acid bacteria	Yeast	Acetic acid bacteria
Added with floating koji	10	3.50	0.99	1.38	1.2×10^9	1.3×10^4	2.6×10^2
	15	3.23	1.21	5.47	2.3×10^9	3.4×10^7	1.5×10^3
	20	3.22	1.21	7.64	5.1×10^8	5.6×10^5	1.2×10^4
	30	3.18	1.30	6.94	1.4×10^6	5.5×10^3	2.5×10^6
	45	3.26	2.24	5.71	2.3×10^3	<10	4.0×10^8
	60	3.23	3.70	4.95	<10	<10	1.0×10^6
	90	3.15	5.45	1.05	—	—	3.9×10^3
Not added with floating koji	10	3.37	0.81	7.72	5.9×10^7	3.9×10^8	2.0×10^1
	15	3.23	0.97	8.50	4.3×10^8	1.3×10^8	1.8×10^2
	20	3.38	1.05	8.36	2.4×10^7	8.8×10^6	6.5×10^3
	30	3.35	1.18	7.82	7.6×10^5	1.4×10^4	2.7×10^5
	60	3.30	2.80	5.70	<10	<10	2.0×10^8
	90	3.18	4.52	1.92	—	—	1.6×10^6
	120	3.13	5.36	0.74	—	—	2.7×10^3

^{*} as acetic acid

次に振り麹無しでは、アルコール生成は10日目で7.7%, 15日目で8.5%を生成した。これを振り麹有りと比較すると、10日目で6.3%多く生成した。このように振り麹無しでアルコールが多く生成するのは、前報と同様に振り麹有りの上面は、蒸米と米麹は浮き上がり、その上は乾燥した振り麹で覆われているため、上面はある程度空気を遮断しているのに対して、振り麹無しでは蒸米と米麹は浮き上がるが、振り麹が無いために液面と空気が接触している面が大きいことより、酵母の増殖も 10^8 /mlと多く、このためにアルコールが多く生成されたものと思われる。酸生成は60日目で2.8%であった。これを振り麹有りと比較すると約1%少なく、アルコール濃度が高かったために、酢酸発酵の開始が遅れたものと思われる。従って酢酸発酵は、120日目の5.4%をもって終了した。振り麹有りと比較すると、約1ヵ月遅かった。

前報³⁾において、5lの小壺を用いて研究室規模で、振り麹添加の有無による発酵への影響について検討したところ、振り麹を行ったものはアルコール生成は、10日目で5.5%, 20日目は6.8%, 酸生成は30日目で3.5%, 40日目は5.6%であった。次に振り麹無しではアルコール生成は、10日目で7.5%, 酸生成は30日目で2.6%, 40日目は4.5%であった。このように振り麹無

しではアルコール生成は早く、その生成量も多く以後の酢酸発酵の開始が遅れることを報告したが、本実験より実際の壺酢製造においても同様の結果を示したことより、仕込み直後に行われる振り麹は、急激なアルコール生成を抑え、以後の酢酸発酵を順調に行わせていることが明らかとなった。また前報³⁾では振り麹が無いと、仕込み初期の上面は蒸米と米麹が浮いており、この部分に種々のカビや産膜酵母が生え易いことを報告したが、本実験においても同様の結果を示し、特にカビの繁殖が多かった。これらが発酵や製品へ及ぼす影響はきわめて大きいと思われる、微生物の混入防止の意味からも、振り麹は必要と思われた。

2. 振り麹添加の有無による有機酸の影響

振り麹添加の有無による、酢酸以外の有機酸について、その経日的変化をTable 2に示した。仕込み初期10日目は、乳酸とコハク酸が検出された。20日目の乳酸量は、振り麹有りは1100 mg/100 ml、振り麹無しでは920 mg/100 mlであった。振り麹を行うことにより乳酸が多く検出されるのは、前述のように醪上面は、ある程度空気を遮断しているので乳酸菌数が多く、同時に急激なアルコール生成が行われないこと等によるものと思われる。乳酸は酢酸発酵が行われる30日目以降大きく減少するが、これは酢酸菌により、乳酸から「むれ香」

Table 2 Effects of the addition of floating koji on the production of organic acids during rice vinegar manufacturing process in a pot

Organic acids	Fermentation period (days)											
	10		20		30		60		90		120	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Lactic acid	845	708	1100	920	1043	870	742	687	623	540	584	508
Succinic acid	31	45	40	47	49	46	30	34	27	32	24	34
Pyroglutamic acid	—	—	—	—	21	25	27	30	35	37	44	45
Pyruvic acid	—	—	3	4	4	4	4	5	4	5	4	4
Malic acid	—	—	4	4	3	4	4	4	—	—	—	—

The numerical values are expressed as mg per 100 ml.

A: Added with floating koji B: Not added with floating koji

と称する不快臭であるアセトインが生成され、その一部はさらに酸化されてジアセチルを生成しているものと思われる^{4)~7)}。120日目の乳酸量も、振り麴有りの方が多かった。普通の市販米酢の乳酸量の平均値⁸⁾⁹⁾は、20.3 mg/100 mlなのでそれよりもはるかに多い。製法や発酵状態が普通の食酢製造とは異なるので、このように多くの乳酸が生成されるものと思われる。次いで多い有機酸はコハク酸であるが、30日目以降減少した。ピログルタミン酸は30日目より検出され、120日目迄徐々に増加した。ピログルタミン酸は、原料中に含まれているタンパク質からグルタミン酸が遊離し、さらに酸性条件下でピロ化したものと思われる。この他にビルビン酸、リンゴ酸が僅かに検出された。円谷ら¹⁰⁾は福山米酢の醸造工程中の有機酸の変化について報告しているが、著者らと傾向は同じであるが、その含量は本実験の方が全体的に多かった。

3. 振り麴添加の遅延による影響

仕込み直後または翌日に行われる振り麴を、仕込み5日及び10日目にその散布を遅らせた時の、発酵への影響について検討した。経日的なアルコールと酸生成の結果を、Fig. 1に示した。振り麴を仕込み1日目に行った通常仕込みにおいては、10日目のアルコールは1.1%、20日目では7.7%を生成し、以後酢酸発酵と共にアルコールは減少し、60日目の酸は3.6%、90日目では5.1%を生成した。通常仕込みにおいては、順調にアルコール及び酢酸発酵は行われた。

次に振り麴を仕込み5日目に行ったものは、10日目のアルコールは5.2%でその生成は早く、20日目では8.1%を生成した。以後酢酸発酵と共に減少し、60日目の酸は2.4%、90日目では4.8%を生成した。これを通

Fig. 1 Effects of the time of adding floating koji on the production of ethanol and acid during rice vinegar manufacturing process in a pot

●—● After 1 day
△—△ After 5 days
○—○ After 10 days

常仕込みと比較すると、酸の立ち上がりは遅かったが、90日目の酸生成は大差なかった。しかし仕込み10日目に振り麴を行ったものは、10日目でアルコールは8.2%

を生成し、他の仕込み条件より生成量は多く、15日目では9%近く達した。30日目以降アルコールは徐々に減少しているが、アルコールが高いために酢酸発酵は弱く、60日目で1.9%、90日目では2.9%の生成であった。仕込み後、振り麹の散布が遅くなる程アルコール生成は多くなるが、前述の振り麹無しと同様に酵母の増殖が活発になり、このような結果になったものと思われる。前報³⁾において5lの小壺を用いて、研究室規模で同様の実験を行ったところ、振り麹を仕込み後1及び3日目に行ったものは、アルコール及び酢酸発酵は順調に行われたが、振り麹を仕込み後5及び10日目に行ったものは、10日目でアルコールは8.0~8.3%、20日目では9%近く達し、以後の酢酸発酵は行われなかったことを報告した。が本実験より実際の壺酢製造においても同様の結果を示したことより、急激なアルコール生成を抑えることと、前述の上面にカビや産膜酵母等を繁殖させないようにするには、振り麹は仕込み初期に行う必要が明らかとなった。

4. 振り麹の代替として発泡スチロール板を用いての影響

壺酢製造において、振り麹や蒸米等は仕込み後40日目以降から徐々に落下して、液面には酢酸菌膜が増殖して酢酸発酵が行われるが、多くの壺の中にはアルコール発酵が終了しても、振り麹や蒸米等は落下しないこともあり、従って酢酸発酵が行われない壺も見られる。ここではこれらを裏付ける意味も含めて、振り麹の代わりに表面に発泡スチロール板を浮かせて、振り麹の代替とその役割について検討した。特にアルコール発酵と酢酸発酵の影響をみるために、発泡スチロール板を仕込み後90日間浮かせたものと、仕込み後20日目で取り除いたものについて実験を行った。経時的なアルコールと酸生成の結果を、Fig. 2に示した。アルコール生成は20日目で、共に8.2~8.5%であった。20日目で一方は発泡スチロール板を取り除いたところ、酢酸発酵は順調に行われ、45日目で2.4%、90日目では5.5%の酸を生成した。次に発酵期間中、発泡スチロール板を浮かせたものは、アルコールの減少は僅かにみられたが、酢酸菌膜が表面に生育できなかったため、酢酸発酵は行われなかった。前報³⁾において5lの小壺を用いて、研究室規模で同様の実験を行ったところ、アルコールは20日目で共に7.1~7.3%を生成し、20日目で一方は発泡スチロール板を取り除いたところ、酢酸発酵は順調に行われたが、発酵期間中発泡スチロール板を浮かせたものは、酢酸発酵は行われなかったことを報告したが、本実験に

Fig. 2 Effects of styrol-foam plate on the production of ethanol and acid during rice vinegar manufacturing process in a pot

- With a styrol-foam plate on the surface of the mash throughout the fermentation
- With a styrol-foam plate removed after alcohol fermentation

においても同様の結果を示した。

振り麹の代替として、発泡スチロール板を表面に浮かせて、仕込み後20日目に取り除いたものは、順調に酢酸発酵が行われた事より、酢酸発酵が行われる時期に、表面から液中に振り麹や蒸米等が落下しない場合は、これらを故意に落としてやり、表面に酢酸菌膜が増殖できる状態を作る必要があることが分った。振り麹の代替として発泡スチロール板を使用しても、糖化とアルコール発酵の工程迄は、十二分に代替できた。このことは振り麹が壺酢の製造工程の前段階において、重要な役割を果たしていることを示唆している。これが後半の酢酸発酵の段階では、酢酸発酵が好気発酵のため、取り除かない場合には、酢酸発酵を阻害するのは当然のことと思われる。振り麹のように製造の後半では、自然に液中に落下して、微生物のフロアの移動を促す操作を見出した

先人の知識は、驚嘆すべきものがある。

5. 微生物添加による影響

壺酢製造においては前述のように、微生物の添加は行われていないの多いが、多くの壺の中には正常に発酵しないものも見られるので、正常発酵を目的に仕込み時に酵母を添加したものと、酵母無添加でアルコール発酵を行わせ、仕込み後 20 日目に酢酸菌を添加して、発酵へ及ぼす影響について検討した。経日的な成分分析と微生物測定結果を、Table 3 に示した。仕込み時に酵母を $10^3/\text{ml}$ 添加した A は、アルコールは 10 日目で 8.4% を生成した。これを Table 1 の微生物無添加と比較すると、振り廻りでは 7%、振り廻り無しでは 0.7% 多くアルコールを生成した。このようにアルコール生成が高いため酸生成は遅く、60 日目で 1.7%、90 日目では 3.4% であった。次に酵母を $10^5/\text{ml}$ 添加した B は、アルコールは 10 日目で 10.9% を生成し、酵母数も $10^9/\text{ml}$ と多かった。その後アルコールの減少は僅かにみられたが、90 日目においても酸生成は 1.7% で、

アルコール濃度が高かったために、酢酸発酵は殆ど行われなかった。次に酵母無添加でアルコール発酵を行わせ、仕込み後 20 日目に酢酸菌を添加した C については、アルコールは 20 日目で 7.3% を生成し、標準的なアルコール発酵を示した。酢酸発酵は 30 日目で降行われ、60 日目で 4.3%、90 日目では 5.2% の酸を生成した。これを Table 1 の振り廻り有りの微生物無添加と比較すると、酢酸発酵においては特に添加効果はみられなかった。前報³⁾において 5 l の小壺を用いて、研究室規模で同様の実験を行ったところ、仕込み時に酵母を $10^3/\text{ml}$ 添加したものは、アルコールは 10 日目で 7.6% を生成した。以後、酢酸発酵の開始は僅かに遅れたが、40 日目では酵母無添加と比較して酸生成は殆ど変わらなかった。次に酵母を $10^5/\text{ml}$ 添加したものは、5 日目でアルコールは 10.6% を生成した。以後、アルコールの減少は僅かにみられたが、40 日目でも酢酸発酵は行われなかった。また、酵母無添加でアルコール発酵を行わせ、仕込み後 20 日目に酢酸菌を添加したものは、20 日目でアルコー

Table 3 Effects of adding yeast and acetic acid bacteria on the chemical components and microbial counts during rice vinegar manufacturing process in a pot

Sample	Fermentation period (days)	Chemical components			Microbial count (viable cells/ml)		
		pH	Acid(%)*	Ethanol(%)	Lactic acid bacteria	Yeast	Acetic acid bacteria
A	10	3.52	0.76	8.41	9.7×10^8	4.0×10^8	—
	20	3.40	1.08	8.30	4.1×10^8	6.6×10^7	1.3×10^2
	30	3.37	1.24	7.95	8.3×10^7	6.3×10^5	5.7×10^4
	60	3.21	1.73	6.28	<10	4.9×10^1	2.0×10^5
	90	3.15	3.40	2.64	—	—	6.8×10^7
B	10	3.48	0.72	10.88	6.1×10^7	4.0×10^9	—
	20	3.41	0.97	10.25	4.5×10^7	2.1×10^8	1.0×10^2
	30	3.37	1.18	9.56	3.7×10^6	7.3×10^5	3.4×10^3
	60	3.32	1.46	7.28	<10	<10	2.6×10^2
	90	3.20	1.72	6.64	—	—	1.3×10^2
C	10	3.60	0.90	1.20	2.5×10^8	9.4×10^3	—
	20	3.34	1.15	7.26	4.6×10^7	6.3×10^7	8.5×10^3
	30	3.28	1.47	6.68	1.0×10^6	2.7×10^3	1.3×10^5
	60	3.20	4.29	1.57	<10	—	5.9×10^7
	90	3.18	5.23	0.30	—	—	3.0×10^3

* as acetic acid

A: Added with yeast (10^3 cells per ml) immediately after the mash preparation

B: Added with yeast (10^5 cells per ml) immediately after the mash preparation

C: Added with acetic acid bacteria (10^3 cells per ml) after the completion of alcohol fermentation without addition of yeast

ルは6.7%を生成し、以後、酢酸発酵は行われ、40日目で5.9%の酸を生成した事を報告したが、本実験においても同様の結果を示した。

仕込み初期のアルコール発酵を、正常に行わせる目的で酵母を添加したが、添加菌数が多くなるとアルコール生成が高くなり、酢酸発酵は行われなかった。前報³⁾で報告したように、理想的な壺酢製造は自然に酵母が増殖して、アルコール発酵が行われた後、上面の振り麴等は落下して、次に酢酸菌が表面に増殖して酢酸発酵が行われることである。試料Aのように酵母を 10^3 /ml添加して、急激にアルコール生成を行わせ、以後の酢酸発酵の開始が非常に遅い場合と、微生物無添加で標準的にアルコールと酢酸発酵が終了したものとは、壺酢中の成分がどのように製品へ影響するかは、今後の検討課題の一つでもある。自然条件下で行われている壺酢製造において、アルコール発酵が行われない場合は、少量の酵母添加は必要と思われる。また、酢酸発酵が十分行われるアルコール濃度において、酢酸発酵が行われない場合には、酢酸菌を添加する必要があると思われる。

東ら^{1),11)}は酵母と酢酸菌の培養液を、一定量仕込み時に添加して、アルコールと酸生成をみているが、微生物添加区ではアルコール生成は、1~2週間後に5.8~8.8%に達し、酸生成は14日目頃から始まり、微生物添加が発酵期間の短縮と、生酸で有利であることを報告している。著者らと微生物の添加条件は異なるが、本実験結果より酵母の添加は、急激にアルコール生成を多くし、過剰なアルコールは以後の酢酸発酵を阻害することが、明らかとなった。

以上の結果より、壺酢製造における振り麴と微生物の関係についてまとめてみると、振り麴を行わない場合には仕込み直後、麴と蒸米の混合物が浮上して、あたかも振り麴の役割を果たしているように感じるが、前述したように落下菌による表面への細菌とカビ類の増殖は、以後の発酵に大きく影響すると思われる。振り麴は老ね麴を使用しているので、糖化とアルコール発酵中に表面に菌糸の蓋を形成し、乾燥状態を保つので、落下菌の増殖を阻止しているものと思われる。壺酢の発酵の初期には、麴菌の糖化作用により糖分の生成と同時に、乳酸菌が増殖し1%前後の乳酸が生成される。これが酵母の増殖によるアルコール生成迄の雑菌の増殖を防いでいると思われる。乳酸が生成されると酵母の増殖が始まり、糖化とアルコール発酵が行われ、アルコールが生成される。アルコール生成が終了すると、酢酸菌が増殖し始める。同時にその時期に、振り麴が壺との接触面より徐々に落下

し始め、完全に酢酸菌膜におおわれ、酵母の菌群から酢酸菌群へとフロラが変わる。

乳酸菌と酵母は主として製麴中に麴に含まれ、糖分の生成と同時に乳酸菌群への移行、乳酸生成と同時に酵母菌群へと移行が進む。この間、振り麴の状態は保たれている。糖化、乳酸生成とアルコール発酵中にも、醪中には酢酸菌は含まれているが、麴菌の菌蓋により酢酸菌の増殖は抑制されている。菌蓋の落下に伴い、酢酸菌群へ移行し酢酸発酵が始まる。酢酸菌は恐らく、壺穴に住みついてしていると推察している。要するに、振り麴が微生物菌群の移行に重要な役割を果たしていることがうかがえる。フロラの移行は乳酸菌から酵母、さらに酢酸菌へと変化している。

最後に振り麴の役割についてまとめてみると、落下菌増殖の防止、酢酸発酵への適正レベルのアルコール生成、さらに微生物菌群の移行等、壺酢製造において重要な役割を果たしているものと推察する。

要 約

壺酢製造における振り麴の役割について、実際に鹿児島県始良郡福山町で、工業生産規模の仕込みを行い検討した。

(1) 振り麴添加の有無による発酵への影響については、振り麴有りではアルコール生成及び酢酸発酵は順調に行われたが、振り麴無しではアルコール生成は早く、生成量も多く、以後の酢酸発酵の開始が遅れ、発酵期間も長かった。過剰なアルコールは、酢酸菌による酢酸発酵を阻害することが分った。

(2) 振り麴添加の有無による有機酸生成の影響については、酢酸以外の有機酸については、乳酸の含量が一番多く、振り麴有りの方が振り麴無しのものより、乳酸は多かった。この他に、コハク酸、ピログルタミン酸、ピルビン酸、リンゴ酸の生成がみられた。

(3) 振り麴添加の遅延による発酵への影響については、振り麴の散布が遅い程アルコール生成が早く、その生成量も多く、以後の酢酸発酵は順調に行われなかった。

(4) 振り麴の代替として、発泡スチロール板を表面に浮かせて、壺酢製造を行った所、仕込み後20日目で取り除いたものは、順調に酢酸発酵は行われたが、90日間の発酵期間中、発泡スチロール板を浮かせたものは、酢酸発酵は行われなかった。

(5) 仕込み時に酵母を添加した所、添加菌数が多いとアルコール生成は多く、以後の酢酸発酵は行われなかった。酵母無添加でアルコール発酵を行った後、酢酸菌を

添加して酢酸発酵を行ったものは、無添加と比較して酢酸発酵に差はみられなかった。

仕込み直後に行われる振り廻は、仕込み初期の急激なアルコール生成を抑えると同時に、種々のカビや産膜酵母等の混入防止の役割と、乳酸菌群から酵母菌群さらに酢酸菌群へのフロアの推移を司どり、壺酢製造における重要な役割を果していることがわかった。

文 献

- 1) 東 邦雄・水元弘二・盛 敏・前田フキ：鹿工誌年報，No. 20, 58 (1974).
- 2) 東 邦雄：醸協，76, 456 (1981).
- 3) 小泉幸道・都築順一・中村勇人・柳田藤治：日食工誌，35, 670 (1988).
- 4) 柳田藤治・小泉幸道・中里厚実・荒木昌純・芳野秀敏・若松郁雄：醸協，71, 574 (1976).
- 5) 柳田藤治・小泉幸道・荒木昌純・秋山普史・石塚和仁・横森 俊：醸協，72, 213 (1977).
- 6) 柳田藤治・小泉幸道：東京農業大学アイソトープ研究所研究報告，1, 33 (1980).
- 7) 柳田藤治・小泉幸道：醸協，75, 854 (1980).
- 8) 伊藤 寛：醸協，73, 200 (1978).
- 9) 海老根英雄：食の科学，63, 60 (1981).
- 10) 円谷悦造・正井博之：醸工，63, 211 (1985).
- 11) 東 邦雄・水元弘二・南園博幸・盛 敏・前田フキ：鹿工誌年報，No. 21, 61 (1975).

(昭和 63 年 7 月 7 日受理)