

琉球地域の伝統飲料「ミキ（神酒）」の発酵に関わる 微生物の特性（その2）

常盤豊、世嘉良宏斗、市場俊雄

国の重要無形文化財に指定されている沖縄県大宜味村塩屋湾のウンガミ（海神祭）に使われるミキ（神酒）の発酵に関わる微生物の特性について、2009年から2012年の4年間にわたって調べた。塩屋湾沿いの6カ所、塩屋、前兼久、後兼久、大川、屋古および田港地区で造られた神酒に存在する微生物をpH10とpH7の寒天平板により計数した。その結果、神酒には、嫌気状態で生育できる好アルカリ性あるいはアルカリ耐性の微生物が多く存在することがわかった。海由来の生育の速い（通性）嫌気性菌が神酒作りに寄与していると考えられる。

1 はじめに

14、15世紀ごろ琉球地域では、すでに焼酎が製造あるいは輸入されていたが、神事においては、唾液の糖化酵素を利用した口嚼（クチカミ）の酒が主にミキ（神酒）として使われていたと考えられる。18世紀になると、泡盛の神事への利用がかなり普及してくるが、クチカミの酒や手作りの神酒も供され、人々の地域社会への帰属意識を高めてきた。

琉球地域の神酒について、民族学的な調査研究が平敷により行われているが¹⁾、発酵飲料としての微生物学的な研究はほとんど見当たらない。そこで、沖縄県大宜味村塩屋湾のウンガミ（海神祭）の神酒の発酵に関わる微生物の特性について、2009年から2012年の4年間にわたって調べた。神酒は祭祀に欠かせない供え物で、参加する人々に栄養をつける飲み物でもある。なお、2009年の神酒については、すでに報告したが²⁾、比較のために一部のデータについては、今回も利用した。



図1 2012年（平成24年）9月11日の海神祭

米と甘藷（糖化酵素の耐熱性 β -アミラーゼを含む）を主原料とする海神祭の神酒は、製造後に上部の表面以外は嫌気状態で保たれており、環境中の微生物が入り込み一昼夜で激しい発酵が行われる。増殖の速い細菌による乳酸発

酵に続いて、酵母によるアルコール発酵が行われており、乳酸飲料やアルコール飲料の原型と考えられる。

2 実験方法

2-1 試薬および機器

微生物の分離及び培養には、ペプトン（Becton, Dickinson and Company）、酵母エキス（Becton, Dickinson and Company）、酢酸ナトリウム（関東化学）、塩化ナトリウム（ナカライテスク）、塩化カルシウム二水和物（和光純薬工業）、硫酸第一鉄七水和物（和光純薬工業）、リン酸水素二カリウム（和光純薬工業）、リン酸二水素カリウム（和光純薬工業）、硫酸マグネシウム（関東化学）、モリブデン（VI）酸二ナトリウム二水和物（和光純薬工業）、タングステン（VI）酸ナトリウム二水和物（和光純薬工業）、硫酸マンガン（II）五水和物（ナカライテスク）、水酸化ナトリウム（和光純薬工業）炭酸ナトリウム（和光純薬工業）、炭酸水素ナトリウム（和光純薬工業）、D-グルコース（和光純薬工業）、寒天（和光純薬工業）を使用した。HPLC用移動相には、脱イオン水、硫酸（和光純薬工業）を使用した。HPLC分析用標準試薬には、L-乳酸（Sigma-Aldrich）、D-グルコース（和光純薬工業）を使用した。

D-及びL-乳酸の分析には、酵素試薬F-キット（Roche Diagnostics）を使用した。

HPLC分析は、送液システム（Waters 600 controller）、オートサンプラー（Waters 717 plus Autosampler）、カラムオープン（Waters CHM）、脱気システム（Waters SDM）、RI検出器（Waters 410 Differential Refractometer）、UV検出器（Shimadzu SPD-6AV）、イオン交換カラム（Bio-Rad Aminex HPX-87H, 7.8×300mm）を用いて行った。

分光光度計は、UV/VIS Spectrophotometer V-550（日本分光）を使用した。

2-2 神酒の採取

表1に、年ごとの海神祭の月日と名護市の気象条件（祭りの前日と当日）を示した。

2009 年から 2012 年の 4 年間、旧盆明けの最初の亥の日に開催された海神祭に使用された神酒の一部を採取した。

表 1 海神祭当日と前日の気象情報（名護市）

海神祭 年月日	平均気温 (°C)	平均湿度 (%)	降水量 (mm)	平均風速 (m/s)	日照時間 (h)
13	28.8	82	3.5	2.1	3.8
14	29.7	79	0.5	2.1	8.7
2009-9-15	29.9	79	0.0	3.1	4.6
27	28.2	83	34.0	3.4	11.8
28	28.2	83	14.0	4.1	2.2
2010-8-29	28.3	79	2.0	4.2	5.8
23	28.6	75	0.0	4.5	7.7
2011-8-24	28.4	77	3.0	6.4	11.2
10	27.9	75	---	2.3	11.9
2012-9-11	27.2	80	1.0	1.6	7.5

神酒の製造は、海神祭の前日の朝から塩屋湾沿いの 6 地区で行なわれる。まず、米を大きな鍋で煮て 7 分ほどの粥状にし、その上に、皮を剥いて千切りにした甘藷を加える。2～3 時間放置して冷ましてミキサーにかけた後、涼しい場所で一昼夜発酵させる。翌朝に砂糖を加える。

2-3 培地組成

培地の組成は蒸留水 1L に対して、ペプトン 5g、酵母エキス 10g、酢酸ナトリウム 1.5g、リン酸水素二カリウム 1.5g、リン酸二水素カリウム 1.5g、硫酸マグネシウム 0.2g、塩化ナトリウム 0.1g、塩化カルシウム二水和物 20mg、硫酸第一鉄七水和物 16mg、モリブデン (VI) 酸ナトリウム二水和物 0.5mg、タングステン (VI) 酸ナトリウム二水和物 0.5mg、硫酸マンガン (II) 五水和物 0.5mg を含む基本培地にグルコース 20g を添加したものをを用いた。pH は水酸化ナトリウムと炭酸-重炭酸緩衝液を用いて調整した。平板培地は上述の培地に寒天 15g を加えて固めたものをを用いた。

2-4 微生物の特性検討

微生物の特性は、神酒を滅菌した生理食塩水で希釈し、pH 7 と pH10 に調整した寒天平板培地に塗布して 30°C で数日間、好氣的あるいは嫌氣的に培養した後、形成されたコロニーを計数することにより検討した。寒天平板の嫌氣的な培養は、脱酸素剤であるアネロパウチ・ケンキ (三菱ガス化学) を用いたチャック付き培養袋を利用して行った。コロニー数は、試料 ml (または乾燥重量 g) 当たりのコロニー形成単位 c.f.u./ml (または c.f.u./g) で表した。

2-5 微生物の分離

微生物を計数した寒天平板培地から出現したコロニーを液体培養したあと、再度、分離操作を繰り返して、分離菌株とした。

2-6 分離菌株の 16S rRNA 系統解析

寒天培地または液体培地で培養した分離株の菌体を prepGEM bacteria (ZyGEM) で処理してから遠心分離し、上清を分け取って DNA 粗抽出液とした。これを Bacterial 16S rDNA PCR Kit (タカラバイオ) の PCR 用反応試薬およびプライマーミックス試薬と混合してサーマルサイクラー (BIO-RAD, MyCycler) で PCR 処理することにより、16S rRNA 遺伝子領域を増幅した。得られた PCR 産物は NucleoSpin Extract II (MACHEREY-NAGEL) で精製し、チップ型電気泳動装置 (Agilent, Bioanalyzer 2100) で純度および収量を確認した。16S rRNA 遺伝子のうち解析した上流側約 500bp の塩基配列について、BLAST プログラムを用いてデータベース (DDBJ/EMBL/GenBank) 上の配列と相同性検索を行い、細菌の種類を推定した。なお、酵母については、Fungal rDNA (D1/D2) PCR kit (タカラバイオ) を用いて、同様の処理・操作を行い、26/28SrRNA の D1/D2 領域 600bp の塩基配列の相同性検索により種類を推定した。

2-7 乳酸、エタノールなど生産試験

分離菌株のコロニーから 1 白金耳をとり、pH10 の液体培地に接種して 1～3 日間培養したものを種培養液とした。これを液体培地 (pH10 または pH7) に対して 2% 量添加し、30°C で 3～4 日間静置培養した。

3 実験結果および考察

3-1 海神祭の神酒の組成の違い

2009 年 9 月の神酒の調査のときには、塩屋、屋古および田港の 3 地区で行ったが、2010 年 8 月の調査では、新たに前兼久、後兼久および大川の 3 地区が加わり、計 6 地区で、毎年、海神祭の神酒が作られていることがわかった。

各地区の神酒の組成などを表 2 に示した。それぞれの地区で、芋 (甘藷) や砂糖の割合が異なっており、香りや味もチーズのような発酵臭があるものや甘みの強いものなど、異なっていた。また、神酒は一夜でブクブクと盛んに発酵してくるので、氷や空調のある部屋で冷やして発酵を制御している地区もあった。

塩屋地区だけが、米粥に甘藷の千切りを加えた後、別の容器に移してから洗った生米 (打ち米) を混ぜ合わせることを行っているが、これは海洋民族の酒ともいわれるクチカミの酒をつくる際の作業を形式的に残したものではないかと考えられる。祭祀場では塩屋地区の神酒が使われる。

表 2 各地区の神酒の組成

材料	地区名					
	塩屋	前兼久	後兼久	大川	屋古	田港
米 (Kg)	20	10	10	10	15	10
芋 (Kg)	5	2.5	5	4	1	2
生米 (Kg)	0.75	0	0	0	0	0
モチ粉 (Kg)	0	0	0	0	0	1
砂糖 (Kg)	9	1.5	4	5	10-12	2-4
添加時期	翌朝	翌朝	翌朝	翌朝	当日夜	翌朝
容器ふた	プラスチック	晒し布	晒し布	晒し布	プラスチック	糸芭蕉葉

3-2 2009年産と2010年産の神酒に存在する微生物

表3には、2009年および2010年産の海神祭の神酒に含まれる微生物の特性を示した。

すでに、前報¹⁾でも報告したが、2009年に塩屋湾沿いの3カ所、塩屋、屋古および田港地区で作られた神酒の好気性の微生物は、奄美大島で市販されているミキと比較して、好アルカリ性あるいはアルカリ耐性の微生物の割合が顕著に多かった。

しかし、2010年に塩屋湾沿いの5カ所、塩屋、屋古、田港、大川および前兼久地区で作られた神酒の好気性の微生物は、好アルカリ性あるいはアルカリ耐性の微生物の割合が非常に少なかった。一方、好気性に比べて、嫌気性の好アルカリ性あるいはアルカリ耐性の微生物の数は、いずれの地区の神酒においても10倍以上多かった。

なお、2010年海神祭のときの塩屋湾の海水は、前々日からの雨の影響で茶褐色に濁っていた。

表3 2009年～2010年産の海神祭の神酒に含まれる微生物の特性 (30℃保存)

Zone	Age (days)	Colony forming unit (c.f.u.) / ml				
		Culture	pH 10	pH 7	pH10/pH7 ratio	
平成21年	Shioya 3	Aerobic	1.4 x 10 ⁷	6.2 x 10 ⁷	1 / 4	
	Yako 3	Aerobic	1.2 x 10 ⁵	9.4 x 10 ⁴	1 / 1	
	Taminato 3	Aerobic	2.9 x 10 ⁶	5.0 x 10 ⁶	1 / 2	
	Amami 3	Aerobic	4.8 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁸	1 / 350	
	Shioya 90	Aerobic	1.1 x 10 ⁷	4.4 x 10 ⁷	1 / 4	
	Yako 90	Aerobic	3.4 x 10 ⁶	5.1 x 10 ⁷	1 / 15	
	Taminato 90	Aerobic	1.2 x 10 ⁷	6.0 x 10 ⁶	1 / 1	
	Amami a+87	Aerobic	3.4 x 10 ⁴	6.4 x 10 ⁷	1 / 1800	
	平成22年	Shioya 2	Aerobic	5.8 x 10 ⁵	1.8 x 10 ⁷	1 / 31
		Yako 2	Aerobic	6.6 x 10 ⁵	8.0 x 10 ⁷	1 / 120
Taminato 2		Aerobic	3.5 x 10 ⁵	1.1 x 10 ⁸	1 / 310	
Okawa 2		Aerobic	1.2 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁸	1 / 1400	
Maekaneku 2		Aerobic	5.0 x 10 ⁴	1.8 x 10 ⁸	1 / 3600	
Shioya 2		Anaerobic	1.5 x 10 ⁷	> 10 ⁶		
Yako 2		Anaerobic	2.7 x 10 ⁷	> 10 ⁶		
Taminato 2		Anaerobic	2.7 x 10 ⁷	> 10 ⁶		
Okawa 2		Anaerobic	2.8 x 10 ⁷	> 10 ⁶		
Maekaneku 2		Anaerobic	2.0 x 10 ⁷	> 10 ⁶		

keep at 30 °C

3-3 2011年産の神酒に存在する微生物

表4には、2011年産の海神祭の神酒に含まれる微生物などの特性を示した。

米と甘藷を主原料とする海神祭の神酒は、表面以外は嫌気状態で保たれているので、嫌気性微生物にも注目して検討を行った。塩屋、屋古および田港地区で作られた神酒を30℃で2日、10日、85日間と維持した場合、日数が長くなるにしたがって、乳酸とエタノールの量が増大している。

嫌気環境では、好アルカリ性あるいはアルカリ耐性の微生物の数が非常に多くなることが明らかになった。また、好アルカリ性あるいはアルカリ耐性の微生物の数は、30℃での維持日数が長くなり乳酸やエタノールを蓄積されてくると減少した。

表4 2011年(平成23年)産の海神祭の神酒に含まれる微生物などの特性 (30℃保存)

Zone	Age (days)	Water cont. (%)	pH	Lactic acid (g/l)	Ethanol (g/l)	Colony forming unit (c.f.u.) / ml			
						Culture	pH 10	pH 7	pH10/pH7 ratio
Shioya 2	2	85.0	3.5	2.8	0.1	Aerobic	8.4 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁸	1 / 160
Yako 2	2	82.1	3.5	1.7	0.0	Aerobic	3.0 x 10 ⁴	2.1 x 10 ⁸	1 / 6900
Taminato 2	2	79.6	3.5	1.6	0.0	Aerobic	4.0 x 10 ⁴	1.1 x 10 ⁸	1 / 2600
Okawa 2	2	81.1	3.6	2.2	0.0	Aerobic	6.4 x 10 ⁶	2.6 x 10 ⁸	1 / 40
Maekaneku 2	2	87.5	3.5	1.7	0.0	Aerobic	9.0 x 10 ⁵	2.2 x 10 ⁸	1 / 242
Atokaneku 2	2	86.4	3.5	2.1	0.0	Aerobic	3.0 x 10 ⁴	3.4 x 10 ⁸	1 / 1140
Shioya 2	2					Anaerobic	1.2 x 10 ⁷	7.8 x 10 ⁷	1 / 7
Yako 2	2					Anaerobic	1.3 x 10 ⁸	2.1 x 10 ⁸	1 / 2
Taminato 2	2					Anaerobic	5.7 x 10 ⁷	1.5 x 10 ⁸	1 / 3
Okawa 2	2					Anaerobic	8.6 x 10 ⁷	2.5 x 10 ⁸	1 / 3
Maekaneku 2	2					Anaerobic	1.0 x 10 ⁸	2.0 x 10 ⁸	1 / 2
Atokaneku 2	2					Anaerobic	1.1 x 10 ⁸	2.9 x 10 ⁸	1 / 3
Shioya 10	10			8.2	0.9	Aerobic	1.4 x 10 ⁵	1.7 x 10 ⁸	1 / 1200
Yako 10	10			2.8	0.0	Aerobic	< 10 ³	3.2 x 10 ⁷	
Taminato 10	10			4.0	0.2	Aerobic	< 10 ⁴	1.1 x 10 ⁸	
Shioya 10	10					Anaerobic	< 10 ⁶	1.8 x 10 ⁸	
Yako 10	10					Anaerobic	< 10 ⁶	4.1 x 10 ⁷	
Taminato 10	10					Anaerobic	2.0 x 10 ⁶	1.1 x 10 ⁸	1 / 55
Shioya 85	85	2.9	19.3	2.4		Aerobic	< 10 ⁴	6.4 x 10 ⁷	
Yako 85	85	2.7	10.2	1.4		Aerobic	< 10 ⁴	1.3 x 10 ⁷	
Taminato 85	85	2.7	16.0	3.6		Aerobic	5.0 x 10 ⁴	6.5 x 10 ⁶	1 / 130

3-4 2012年産の神酒に存在する微生物

表5には、2012年産の海神祭の神酒に含まれる微生物などの特性を示した。

表5 2012年(平成24年)産の海神祭の神酒に含まれる微生物の特性 (5℃保存)

Zone	Age (days)	Water cont. (%)	pH	Lactic acid (g/l)	Colony forming unit (c.f.u.) / (g(d.w.))			
					Culture	pH 10	pH 7	pH10/pH7 ratio
Shioya 2	2	85.2	3.8	0	Aerobic	1.1 x 10 ⁶	2.1 x 10 ⁸	1 / 190
Yako 2	2	82.7	3.7	0.6	Aerobic	3.5 x 10 ⁵	2.3 x 10 ⁸	1 / 660
Taminato 2	2	77.5	3.8	0.1	Aerobic	1.3 x 10 ⁶	1.1 x 10 ⁸	1 / 85
Okawa 2	2	77.6	3.8	1.5	Aerobic	6.7 x 10 ⁷	1.9 x 10 ⁸	1 / 3
Maekaneku 2	2	87.4	3.9	0.5	Aerobic	1.6 x 10 ⁸	2.0 x 10 ⁸	1 / 1
Shioya 10	10	85.2	3.8	1.5	Aerobic	1.4 x 10 ⁶	2.5 x 10 ⁸	1 / 180
Yako 10	10	82.7	3.6	0.9	Aerobic	5.8 x 10 ⁴	2.4 x 10 ⁸	1 / 4200
Taminato 10	10	77.5	3.7	0.2	Aerobic	4.0 x 10 ⁵	7.6 x 10 ⁷	1 / 190
Okawa 10	10	77.6	3.7	3.5	Aerobic	1.9 x 10 ⁶	9.4 x 10 ⁷	1 / 49
Maekaneku 10	10	87.4	3.8	0	Aerobic	7.0 x 10 ⁶	2.1 x 10 ⁸	1 / 30
Shioya 16	16	85.2			Aerobic	3.4 x 10 ⁵	1.6 x 10 ⁸	1 / 470
Shioya 16	16	85.2			Anaerobic	8.1 x 10 ⁷	1.5 x 10 ⁸	1 / 2
Shioya 30	30	85.2	3.5	1.1	Aerobic	8.1 x 10 ⁵	5.4 x 10 ⁷	1 / 67
Yako 30	30	82.7	3.6	1.2	Aerobic	7.5 x 10 ⁵	9.2 x 10 ⁷	1 / 120
Taminato 30	30	77.5	3.4	0.8	Aerobic	7.1 x 10 ⁵	4.3 x 10 ⁷	1 / 61
Okawa 30	30	77.6	3.6	0.8	Aerobic	2.3 x 10 ⁶	2.9 x 10 ⁷	1 / 13
Maekaneku 30	30	87.4	3.7	0.8	Aerobic	2.4 x 10 ⁵	7.5 x 10 ⁷	1 / 310
Shioya 30	30	85.2	3.5	1.1	Anaerobic	5.1 x 10 ⁷	6.8 x 10 ⁷	1 / 1
Yako 30	30	82.7	3.6	1.2	Anaerobic	4.5 x 10 ⁷	6.9 x 10 ⁷	1 / 2
Taminato 30	30	77.5	3.4	0.8	Anaerobic	2.8 x 10 ⁷	5.3 x 10 ⁷	1 / 2
Okawa 30	30	77.6	3.6	0.8	Anaerobic	7.6 x 10 ⁶	2.9 x 10 ⁷	1 / 4
Maekaneku 30	30	87.4	3.7	0.8	Anaerobic	6.5 x 10 ⁷	6.6 x 10 ⁷	1 / 1

keep at 5 °C

塩屋、屋古、田港、大川および前兼久地区で作られた神酒を5℃で2日、10日、16日、30日間と維持した。5℃で神酒を維持した場合は、乳酸の顕著な蓄積は観察されなかった。

5℃の嫌気環境では、好アルカリ性あるいはアルカリ耐性の微生物の数が、pH7で生育する微生物の数と同じ位、長期間、安定に維持されていることが明らかとなった。このことから、神酒作りには、好アルカリ性あるいはアルカ

リ耐性の微生物が重要な役割を果たしていることが示唆された。

3-5 神酒から分離した微生物

神酒から分離した微生物は、採取年、保存期間や保存温度によっても異なった。神酒を 30℃で保存した場合、乳酸とエタノール濃度が高くなると、生存している微生物の大部分は酵母であった。

図2に、神酒から分離した微生物について、16S rRNA 遺伝子および 26/28SrRNA 遺伝子解析による簡易同定を行った結果を示した。



図2 神酒から分離された微生物

細菌では、*Lactobacillus* 属、*Enterococcus* 属、*Gluconoacetobacter* 属、*Klebsiella* 属などに属する菌株として同定された。これらの菌株は乳酸や酢酸などの有機酸を生産するほか、イソロイシンなど分岐アミノ酸を生産する可能性もある。また、酵母では、*Saccharomyces* 属、*Candida* 属、*Wickerhamomyces* 属、*Pichia* 属、*Rhodotorula* 属などエタノールや油脂、脂肪酸、ミコシンなどの生産能がある微生物と同定された。

3-6 海水からの好アルカリ性微生物の分離

神酒には、製造初期に環境から入り込んだ好アルカリ性あるいはアルカリ耐性の嫌気性微生物が急速に増殖していることが明らかになった。これらの微生物の由来を調べるため、沖縄本島の海水を pH10 と pH7 の基本培地に 1% シードして 30℃で静置培養を行った。その結果、図3に示したように、pH10 の基本培地に 1日程度で増殖してくる好アルカリ性微生物が存在することがわかった。

また、pH10 で生育が認められたそれぞれの海水の培養液から微生物の分離を行って菌株を得た。

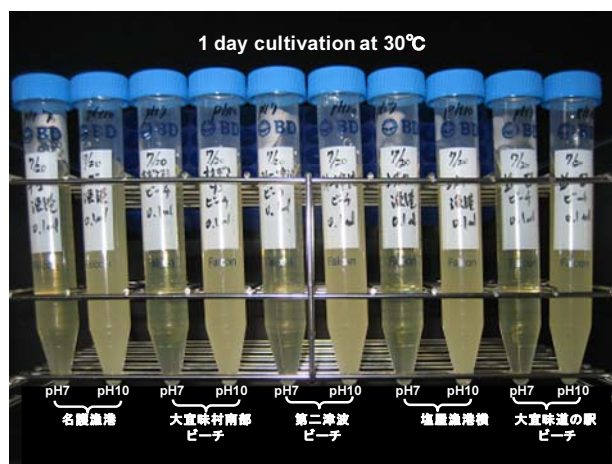


図3 海水をシードした基本培地 (pH7 と pH10)

分離菌株を再度、pH10 の基本培地に接種して、30℃で静置培養を行った (図4)。生育が認められた培養液について、有機酸分析を行った結果、多くの分離株は、グルコースを消費して、光学純度の高い L-乳酸を生産することがわかった。また、分離株は L-乳酸のほかに酢酸やギ酸も生産した。このことから海水中に存在し、グルコースを消費して素早く増殖する嫌気性の好アルカリ性微生物は、ヘテロ型の乳酸菌であると理解される。最近、海洋由来の種々の微生物が光学純度の高い L-乳酸を生産することが報告されている³⁾。

海水からの嫌気性の好アルカリ性乳酸菌が神酒の発酵にも関与している可能性があると思われた。

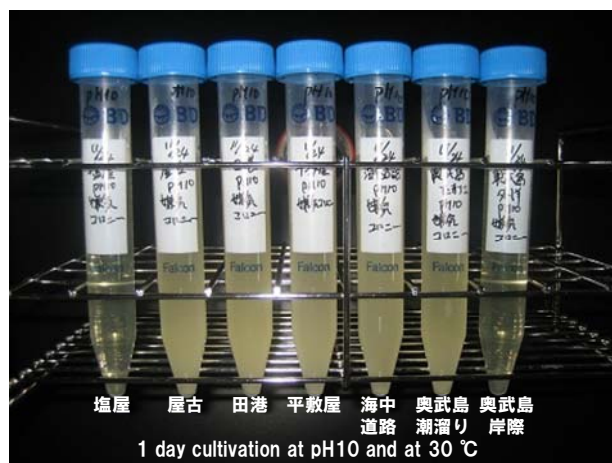


図4 海水から分離した好アルカリ性微生物の培養

3-7 まとめ

沖縄県大宜味村塩屋湾の海神祭に欠かすことができない神酒の微生物の特性について4年間にわたって調べた結果、以下のことが明らかとなった。

- ① 発酵初期には、好気性の微生物数は、年や場所により変動する。

- ② 嫌気性の微生物数の変動が少なく、多く存在し、乳酸発酵に寄与していると考えられる。発酵初期の神酒は、乳に代わり、糖質を原料とした「乳酸(菌)飲料」と言える。
- ③ 中期には、乳酸の蓄積にともない、好アルカリ性（アルカリ耐性）の嫌気微生物の数が減少する。
- ④ 後期には、乳酸とアルコールの蓄積にともない、総菌数は減少する。
- ⑤ 海由来の生育の速い（通性）嫌気性菌が神酒作りに寄与していると考えられる。

4 おわりに

海神祭の神酒は、加熱殺菌した米の糖化したもの（水飴に近い）に、周囲の環境から入り込んだ微生物群が嫌氣的に発酵してできあがる。

一方、藍染め液は、周期的に通気しながら強アルカリ下で微生物を制御した藍染料（インジゴ）に、周囲の環境から入り込んだ微生物群も共生して藍建て（発酵）が行われている（図5）。

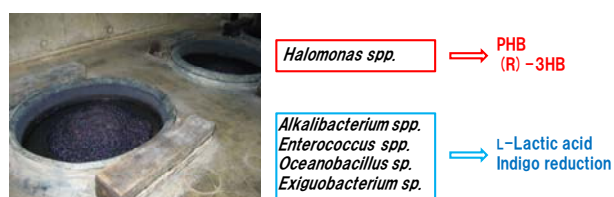


図5 藍染め液から分離された微生物

神酒と藍染め液では、かなり環境が違うので、分離されてくる微生物も異なってくるが、両者から、酸素耐性は異なるが、好アルカリ性乳酸菌が多く分離されてくることは興味深い。

神酒から分離された乳酸菌や酵母が、新しい飲料の開発や従来の飲料の改質や多様化に役立つことが期待される。

本研究は「バイオマスからの高機能化学物質生産技術の実証（2012 技 002）」の一環として行ったものである。

参考文献

- 1) 平敷令治、沖縄の神酒、沖縄国際大学文学部紀要、社会篇 1 (1), 38-51 (1973)
- 2) 常盤豊、世嘉良宏斗、豊川哲也、上原真希子、市場俊雄、琉球地域の伝統飲料「ミキ（神酒）」の発酵に関わる微生物の特性、沖縄県工業技術センター平成 21 年度研究報告書、12、5-9 (2010)
- 3) B. P. Calabia, Y. Tokiwa, S. Aiba: Fermentative production of L-(+)-lactic acid by an alkaliphilic marine microorganism. *Biotechnol. Lett.* **33**, 1429-1433 (2011)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。