

海外に向けた日本酒の新しいチャレンジ ー生酒ー



国内市場の生酒

生酒の課題1 火落ち

生酒の課題2 ムレ香

(独) 酒類総合研究所 後藤奈美

ちょっとだけ

酒類総合研究所のご紹介



- (1) 酒類の分析・鑑定 (手法の開発、受託分析など)
- (2) 酒類の品質評価 (鑑評会の開催など)
- (3) 酒類の研究
- (4) 講習・セミナー・情報誌の発行etc

@広島県東広島市鏡山

海外に向けた酒類総研の情報の発信

酒類総研WEBサイト



お酒のはなし（英語版）
清酒、焼酎、ワイン



日本酒ラベルの用語事典
（日本語の他、11言語）



日本酒の保管ガイド（日、
英、中（繁・簡））



日本酒を学ぶ集中講座 YouTube（英語）



日本酒になじみの薄い消費者へ
Introduction to SAKE
（英、中（繁・簡）、韓）



（日、英、中（繁・簡））

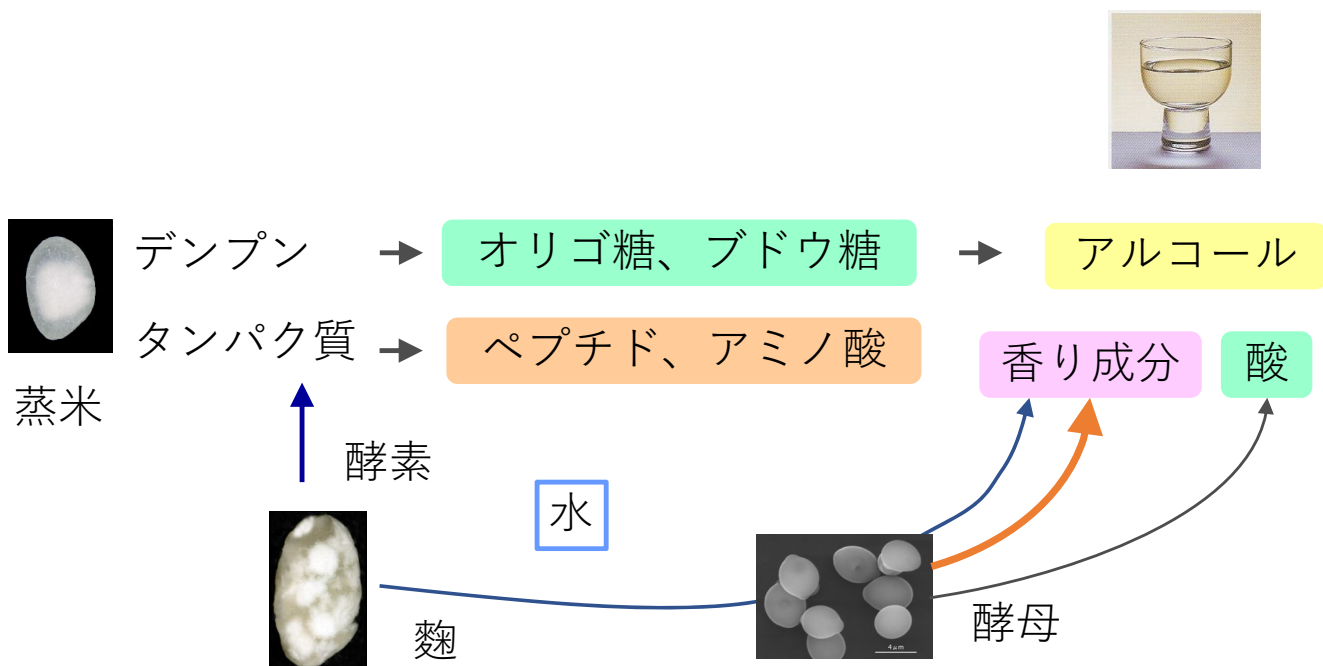
清酒の専門用語の標準的英語表現リスト（Sake Terms）

日本語	標準的な英語表現
酒母、酏	starter culture, fermentation starter
荒走り	free run sake
にごり酒	cloudy sake

・ Shochu Terms も

3

清酒醸造の概略



4

火入れとは、生酒とは

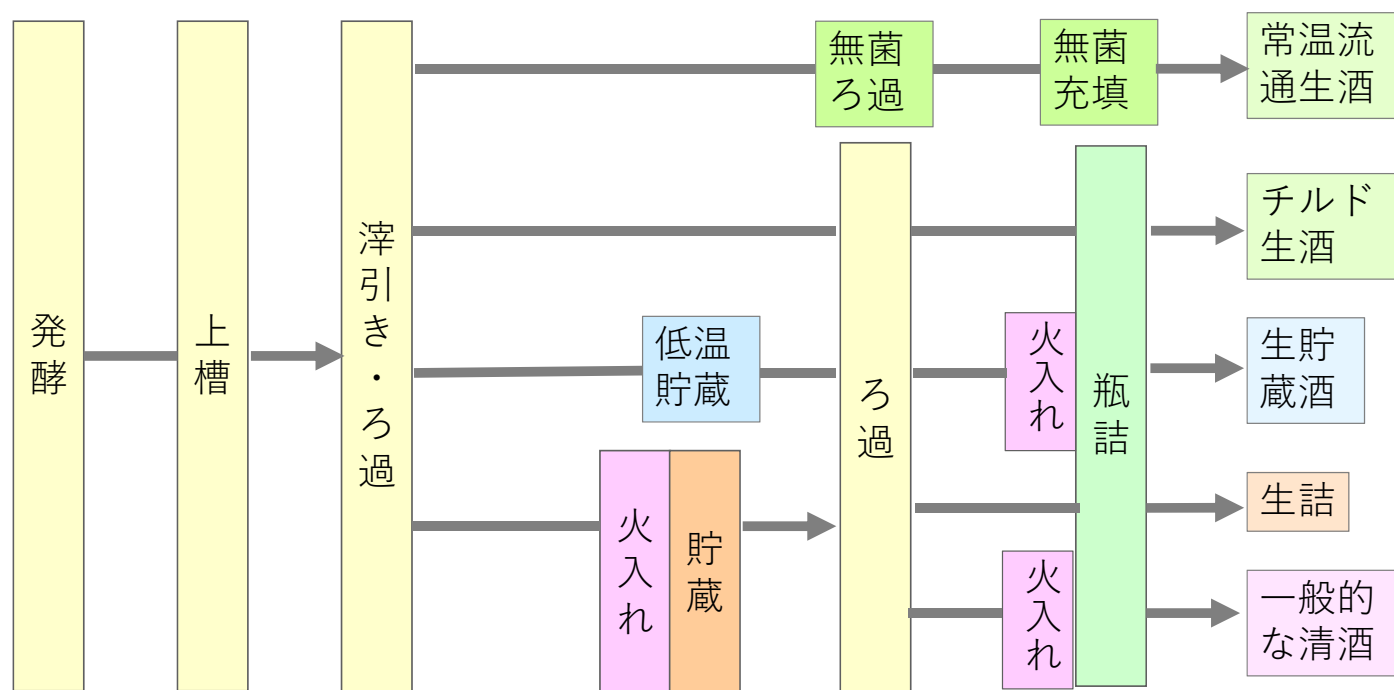
- 清酒を65°C程度に加温して行う低温殺菌（パスツリゼーション）
- 清酒の乳酸菌汚染（火落ち）を防ぐとともに、残存する麴の酵素による香味の変化を防ぐ効果も
- 通常、清酒は貯蔵前と瓶詰時の2回火入れを行う
- 火入れをせずに市販される清酒が生酒



5

生酒・生貯蔵酒等の製造方法（概略）

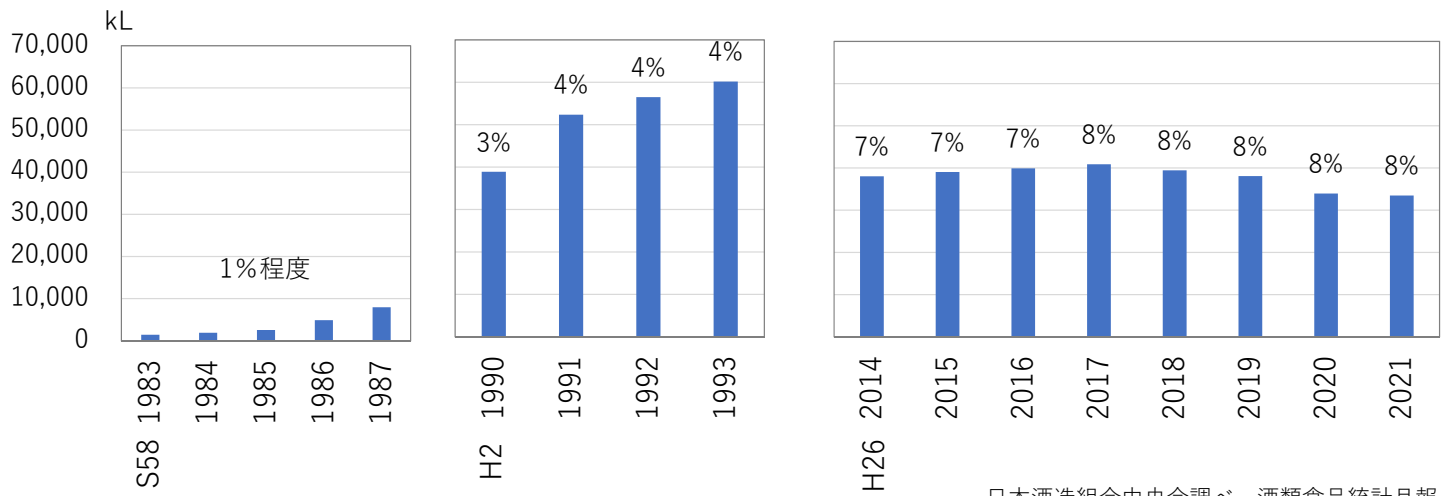
（種々バリエーションあり）



6

生酒・生貯蔵酒の出荷量の推移

- 本格的な流通は昭和60年（1985年）に入ってから



47社を対象にした調査からの推計値
4月～7月期
川嶋、醸協 83, 168-170 (1988)

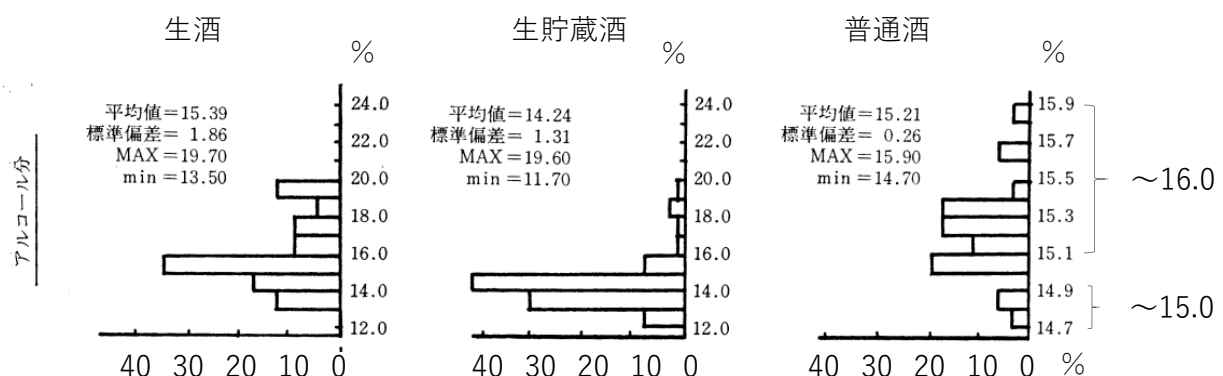
日本酒造組合中央会調べ
近藤、醸協 90, 87-92 (1995)

お詫びと訂正：講演概要の「生酒が国内では日本酒の1割弱ほど・・・」は「生酒・生貯蔵酒が」に

7

初期の生酒・生貯蔵酒の成分

- 生酒はアルコール分高め、生貯蔵酒は低めの製品が多い → 清酒の多様化

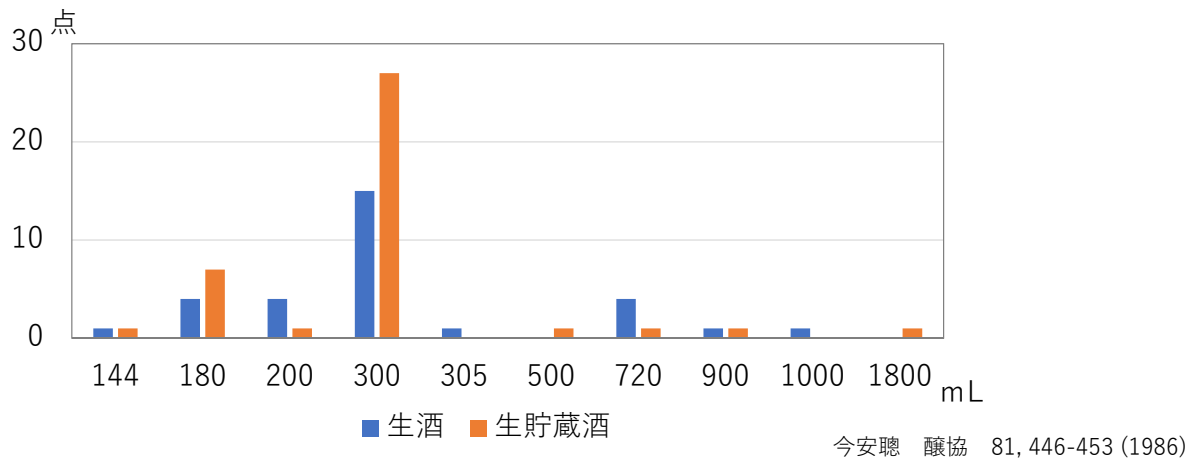


調査した市販酒に占める割合

昭和62年2月購入 生酒23点、生貯蔵酒74点、普通酒（2級）35点

初期の生酒・生貯蔵酒の容器

- 昭和58年～60年（1983～1985年）の生酒・生貯蔵酒新製品の容量

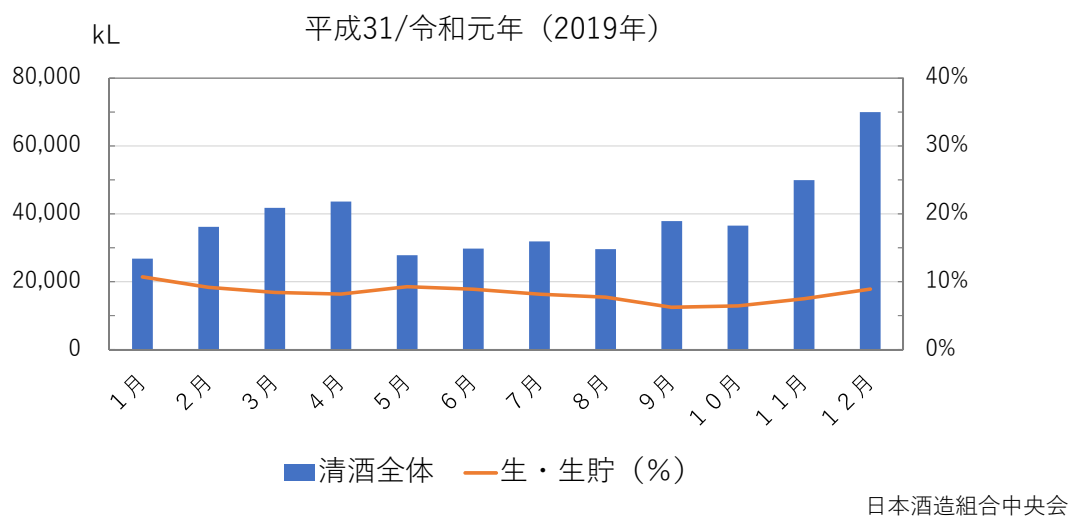


- 小瓶を冷蔵庫で冷やして飲む、清酒の新しい飲用形態

9

生酒・生貯蔵酒の月別出荷割合

- 夏場の商品としてスタート → 通年商品として定着



10

国内市場での生酒の意義

- 秋上がり・爛酒・1.8L瓶のイメージを変える、フレッシュな清酒の魅力
- 品質の多様化を促進
- 小瓶を冷蔵庫で冷やして飲む、清酒の新しい飲用形態
 - 低濃度清酒、スパークリング
- 当初は低温流通が課題に = 今後の輸出に向けた課題
 - 低温保存・低温流通が定着し、吟醸酒の普及にも

11

生酒の課題 = 清酒を火入れしないとうなる？

1. 「火落ち」 清酒の乳酸菌汚染
 2. 「ムレ香・甘ダレ」 麴の残存酵素による香味の変化
- ワインやビールには2. の問題がないため、ろ過・微生物管理の徹底でパスツリゼーション（低温殺菌）しない製品が可能
 - 清酒も1. は無菌ろ過・無菌充填で対応可能
 - 2. は難題

12

火落ちを起こす火落菌

- ・ 清酒の中で増殖、異味・異臭（ダイアセチルなど）を生じる乳酸菌
- ・ 耐アルコール性に加え、好アルコール性を示す菌は真性火落菌と呼ばれる

	旧学名	現在の学名*	生育最適 pH	好Alc 性	生育限界 EtOH	耐熱性
ヘテロ発酵型真性火落菌	<i>Lactobacillus heterohiochii</i>	<i>Fructilactobacillus fructivorans</i>	4.5-5.0	+	20-21%	大
ホモ発酵型真性火落菌	<i>Lactobacillus homohiochii</i>	<i>Lactobacillus acetotolerans</i>	4.5-5.0	+	21-25%以上	中
ヘテロ発酵型火落性乳酸菌	<i>Lactobacillus hilgardii</i> など	<i>Lentilactobacillus hilgardii</i>	6.0-7.0	—	14-22%	小
ホモ発酵型火落性乳酸菌	<i>Lactobacillus casei</i> グループ	<i>Lacticaseibacillus paracasei</i> , <i>L. rhamnosus</i>	6.0-7.0	—	20-24%	小

*Zheng J. et al., Int J Syst Evol Microbiol 70, 2782-2858 (2020)
鈴木・藤田 醸協 117, 612-626 (2022)

13

低アルコール清酒は要注意

原酒及び希釈した清酒を25℃、30日間静置

→ 火落ちしたサンプルから菌株単離（1株/1サンプル）・同定

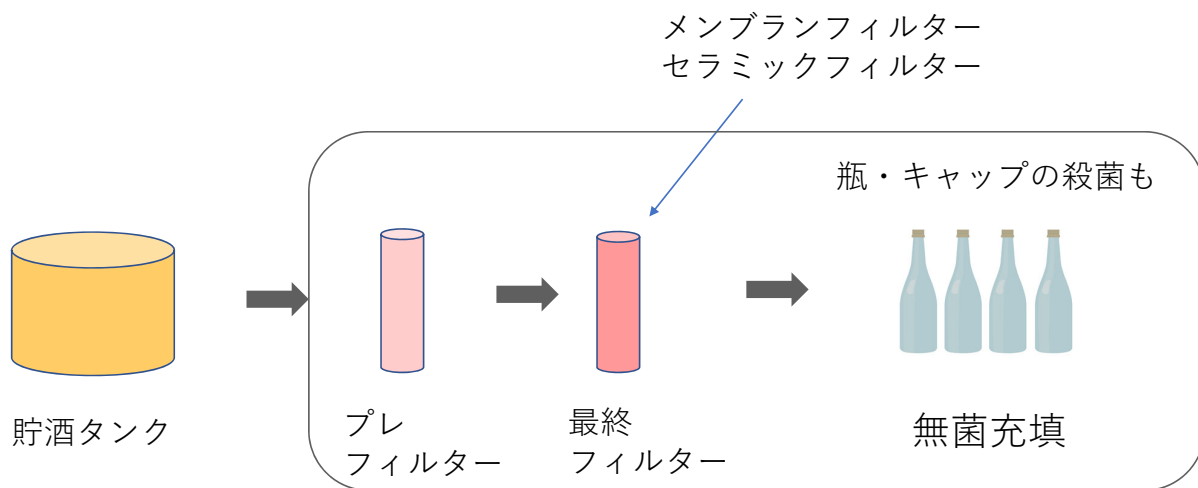
Species	Undiluted	Diluted to alcohol		Total
		15%(v/v)	10%(v/v)	
<i>L. fructivorans</i>	2	6	3	11
<i>L. hilgardii</i>		2	7	9
<i>L. paracasei</i>		2	19	21
<i>L. rhamnosus</i>			5	5
Unidentified			1	1
Total	2	10	35	47

後藤（山本）ら、醸協、90、796-799（1995）

pHが高めの場合も要注意？

14

生酒の火落ち対策 無菌ろ過



- 難しい場合は低温流通が必要
- ムレ香の対策は別途必要

15

(ムレ香の前に) 生酒らしさとは？

- 生酒らしさは味？香り？
- 香りの影響を受けずに味だけを評価する方法・・・ノーズクリップ法*

* V. コブ 「味の科学とだまし味」 東京図書 (1985)

ノーズクリップを付けると、すりおろしたリンゴとジャガイモ、バニラアイスとチョコレートアイスを区別できない

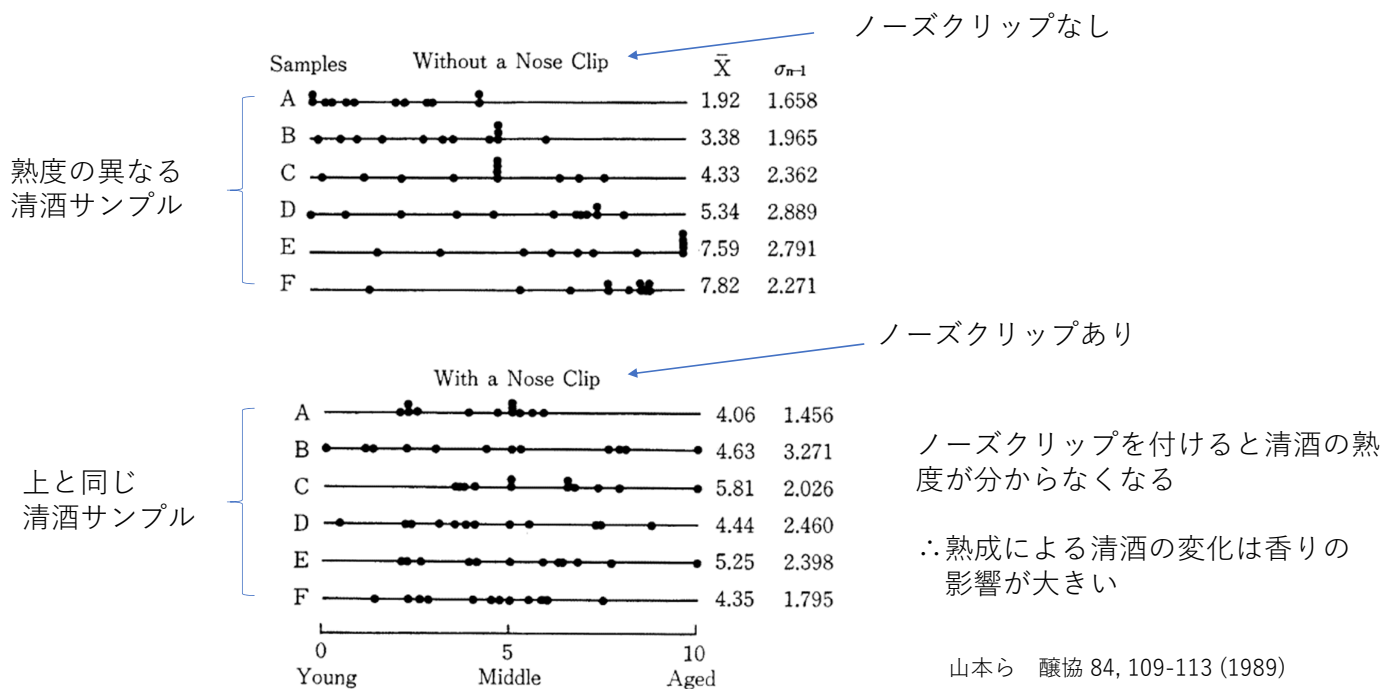


- ノーズクリップを付けても甘味・酸味・渋味の識別能力は変わらない

山本ら 醸協 84, 109-113 (1989)

16

(ムレ香の前に) ノーズクリップ法による熟度の評価



17

(ムレ香の前に) 生酒らしさとは? 良い意味での生酒らしさ

Table 2 Paired comparisons of Bradley for pasteurized and unpasteurized sake

上立ち香のみによる評価

Samples	Points	Fi	π	χ^2	Samples	Fi	π	χ^2
A-1	8 8 5	21	0.279	15.518***	B-1	12	0.135	7.727*
A-2	3 4 10	17	0.193		B-2	24	0.390	
A-3	4 2 2	8	0.080		B-3	15	0.177	
A-4	9 10 7	26	0.448		B-4	21	0.299	

Pointsは省略

1. 火入れ、20°C
2. "、-10°C
3. 生、20°C
4. "、-10°C

ノーズクリップを付けた評価 (味のみにによる評価)

Samples	Points	Fi	π	χ^2	Samples	Fi	π	χ^2
A-1	6 2 7	15	0.187	3.212	B-1	21	0.310	4.250
A-2	7 6 5	18	0.241		B-2	20	0.285	
A-3	6 5 5	16	0.203		B-3	12	0.142	
A-4	10 6 7	23	0.370		B-4	19	0.262	

↑
新酒を無菌ろ過、
保存は100日間

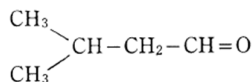
山本ら 醸協 84, 109-113 (1989)

- ・ 生酒らしさには香りが大切、ただし生酒特有の香りは明らかにされていない

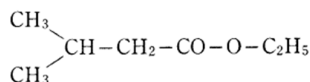
18

生酒の大敵 ムレ香 (以下、主に白鶴酒造(株)の研究)

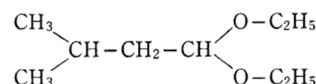
- 生酒を常温付近で保存した場合に生じる特有の匂い
- 一般に好ましくないとされる
- 「生老香」と同義とする人、ムレ香と老香が共存した場合に生老香を使う人もいる



①イソバレルアルデヒド



②イソバレリアン酸エチル



③イソバレルアルデヒド
ジエチルアセタール

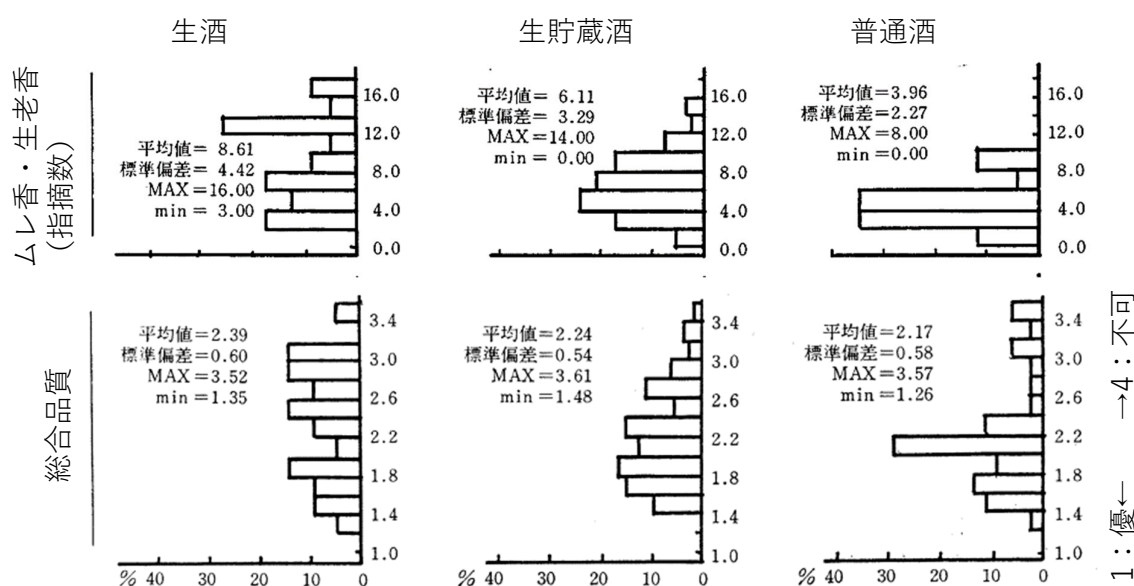
ムレ香を構成する3成分

①がムレ香の主成分、②③が共存するとよりムレ香らしさを増強する

西村 顕 醸協 88, 852-858 (1993)

19

初期の生酒・生貯蔵酒 官能評価結果



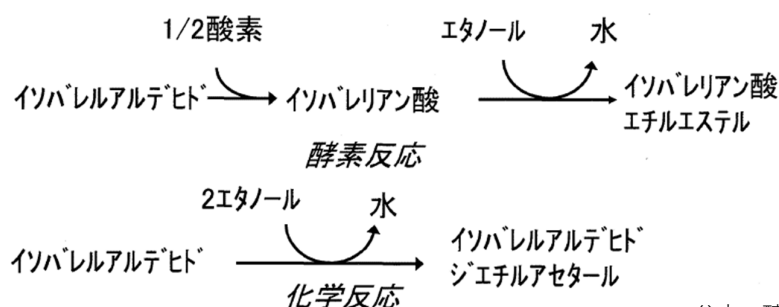
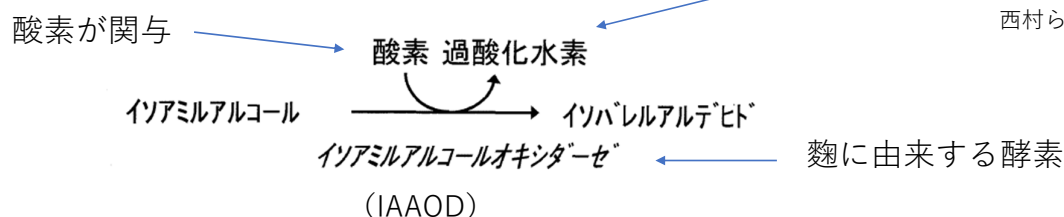
調査した市販酒に占める割合

大阪国税局鑑定官室 醸協 84, 144-149 (1989)

昭和62年2月購入 生酒23点、生貯蔵酒74点、普通酒(2級)35点、評価者23名

20

ムレ香成分の生成機構



谷本 醸協 103, 74-79 (2008)
引用元は西村顕 醸協 88, 852-858 (1993)

21

イソアミルアルコールオキシダーゼ (IAAOD)の特徴

	IAAOD	アルコールオキシダーゼ
分子量	73 kDa (単量体)	673 kDa (8量体)
最適の基質	イソアミルアルコール	メタノール
至適pH	4.5	8.0-9.0
熱安定性	~45°C	~43°C
糖含量	20% (w/w)	—
局在性	菌体外	菌体内

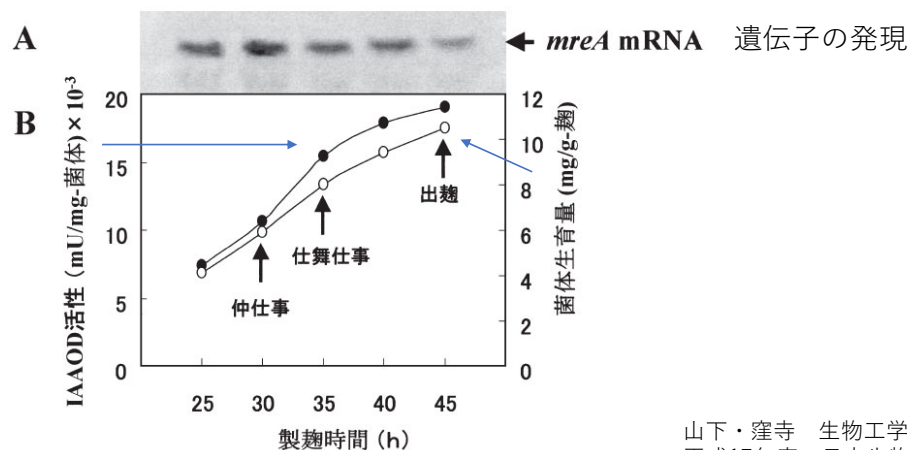
- 糖鎖が清酒中での溶解性・安定性に寄与か？
- 至適pHも清酒の条件 (pH 4.2-4.5) にピッタリ

山下 バイオサイエンスとインダストリー 59, 467-468 (2001)
山下・窪寺 生物工学会誌 84, 89-95 (2006) 平成17年度 江田賞

22

IAAODをコードする遺伝子 *mreA*

- IAAODの部分アミノ酸配列をもとに、麴菌の遺伝子をクローニング
- *mreA*遺伝子は製麴中に発現、ムレ香生成酵素が蓄積

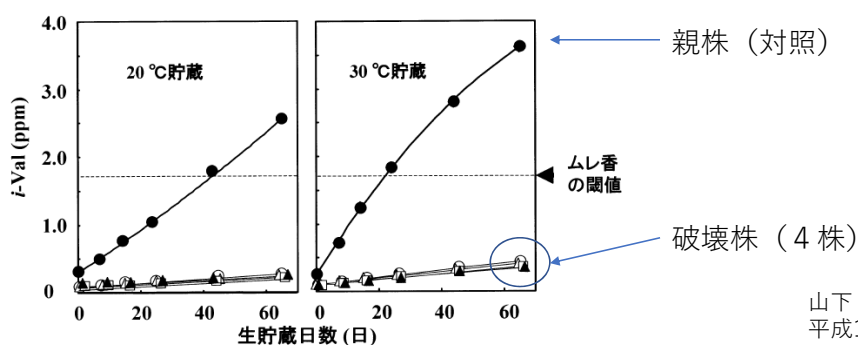


山下・窪寺 生物工学会誌 84、89-95 (2006)
平成17年度 日本生物工学会江田賞

23

麴菌の *mreA* 遺伝子破壊株

- 破壊株で製麴、菌体量、主要酵素活性（アミラーゼ類など）には変化なし
- 生酒の貯蔵試験でイソバレルアルデヒドの生成がほとんどなし
- 同様の麴菌が組換え体でなく取得できれば実用化も可能
- イソバレルアルデヒドの生成能が低い麴菌も市販



山下・窪寺 生物工学会誌 84、89-95 (2006)
平成17年度 日本生物工学会江田賞

24

ムレ香を防ぐ技術（１） ムレ香生成酵素を減らす

- 限外ろ過 タンパク質を超精密ろ過（Ultrafiltration）で除く技術
無菌充填と併せて市販の常温流通生酒に使用
発熱するため冷却が必要、濃縮液が出る点にも要注意



タンパク質を通さない中空糸膜の束
目詰まりしにくいクロスフローで

限外ろ過装置

灘の酒 用語集サイトより

25

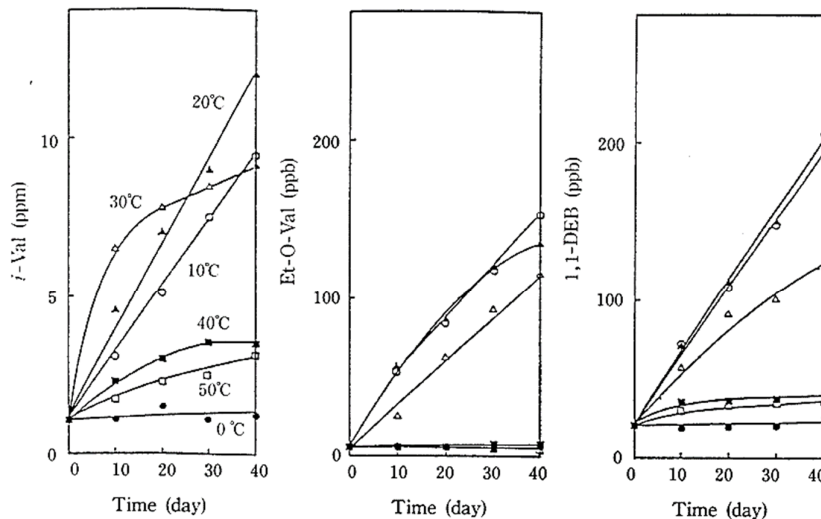
ムレ香を防ぐ技術（１） ムレ香生成酵素を減らす、他

- 固定化タンニン処理
 α -アミラーゼは100%、他の酵素類の活性は40～60%程度の除去
ムレ香の発生は抑えられた（布川 醸協 82, 524-530 (1987)）
- おり下げの柿渋量を2～5倍に増やす
ただし、柿渋のクセを除くための活性炭処理が必要（木下 醸協 87, 739 (1992)）
- 酵素剤の併用による麴歩合の低減
ただし粕歩合が増える傾向（谷本 醸協 103, 74-79 (2008)）
- 白麴菌を使う（西村ら、平成5年度日本生物工学会講演要旨）
- 溶存酸素を減らす（ 〃 ）・・・中空糸膜を利用した脱気装置

26

ムレ香を防ぐ技術（２） 冷蔵

- ムレ香の発生は温度依存的、10℃では防げない



第6図 各温度における3物質の経時変化
●: 0℃, ○: 10℃, ▲: 20℃, △: 30℃, ■: 40℃, □: 50℃

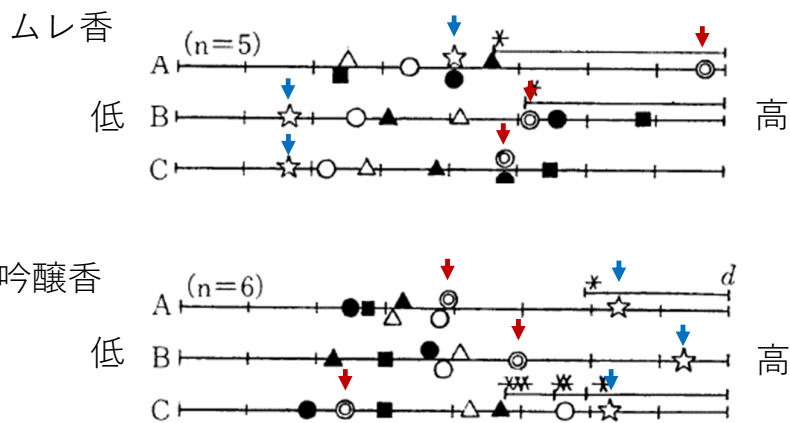
限外ろ過の濃縮液を用いた実験

西村 顕 醸協 88, 852-858 (1993)

27

ムレ香を防ぐ技術（２） 冷蔵

- 5℃でもムレ香を生じる



吟醸酒の生酒A, B, Cを9か月

☆ -20℃、◎ 5℃

で保存、官能評価
他のマークは火入れ条件の検討の実験

5℃保存で吟醸香の評価が低下している点も要注意

山本・斎藤 醸協 84, 496-497 (1989)

28

ムレ香を防ぐ技術（２） 冷蔵

日本酒の貯蔵温度と品質変化の関係の解析

○磯谷敦子¹、池田優理子¹、日下一尊¹、菱沼勇人²、上原宏³（¹酒総研、²オーバルワン株式会社、³立正大学）

令和３年度日本醸造学会大会

生酒の貯蔵試験（0～25℃）

イソバレルアルデヒド濃度は貯蔵温度、期間とともに増加

概ね積算温度と比例関係を示す

5℃では2～3か月、25℃では2週間程度で閾値を超える

吟醸酒（火入れ）の貯蔵試験（0～35℃）

貯蔵温度、期間とともに減少（最大で4割程度）

本研究は、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）「スマートバイオ産業・農業基盤技術」（管理法人：農研機構生研支援センター）によって実施。研究実施者の了解を得て紹介、配布資料は省略

29

ムレ香を防ぐ技術（３） 冷凍

- ・ 日本産酒類海外展開支援事業費補助金（令和３年度・国税庁）

上閉伊酒造株式会社（岩手）

パウチ充填CAS凍結日本酒が実現する日本酒流通イノベーション

＜課題等＞ワインやウイスキー等の洋酒は熟成させることにより価値が高まるが、日本酒の「生酒」（加熱処理を一度もしていない酒）は消費期限の目安が3か月程度であるため、現状の瓶充填した日本酒の冷蔵輸送では、日本酒（生酒）の輸出は非常にハードルが高いものとなっている。

＜事業＞上記課題を解決するため、パウチ容器に充填した日本酒（生酒）を、鮮魚や精肉等の冷凍保存方法として実用化されている「CAS凍結（Cells Alive System）」により冷凍・保管する手法を提案。これを解凍し試飲したところ、生酒の風味が一切失われず発泡感も維持されるという結果が得られた。

このため、このパッケージ保存方法を実用化するため、県の工業技術センター等との共同研究により、本格的な官能評価・成分評価を実施する。併せて、「パウチ充填CAS凍結日本酒」の商品化に向けて取り組む。

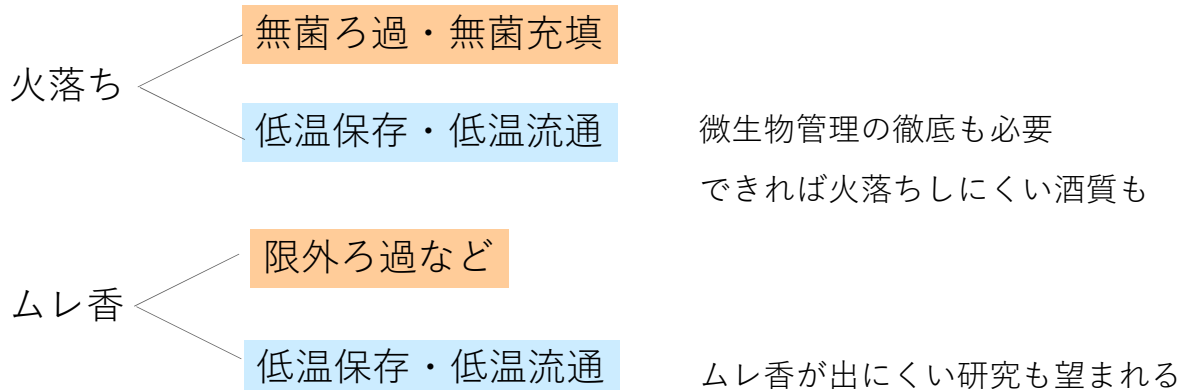
参13

<https://www.nta.go.jp/about/council/sake3/210823/shiryo/pdf/03.pdf>

- ・ 液体で－30℃まで一気に冷やす方法の冷凍酒も市販、間違って凍らせたときのえぐみがでないとも
- ・ 冷凍パウチ容器の取組は他にも

30

生酒の海外展開 製造上の課題と解決策



常温流通生酒 初期投資、吟醸香を特徴とする場合は香の低減も課題

チルド生酒 ランニングコスト（電気代！）が課題

31

生酒の海外展開 その他の課題

- 輸出先の消費者の嗜好は？ ホントに生酒は好まれる？ ムレ香は嫌われる？
- 飲み方の提案も、伝統的ワイン文化圏にはペアリング情報は必須
- コールドチェーンの確立 or 既存のコールドチェーンの活用、コストは？
- 酒類の販売・流通業者が使える？ 配送は？
- 常温流通生酒、生貯蔵酒の可能性は？
- ターゲットは？ 当面、高級（和食）レストラン？？

32

ご清聴ありがとうございました

海外に向けた日本酒の新しいチャレンジ —生酒—



国内市場の生酒

生酒の課題1 火落ち

生酒の課題2 ムレ香

(本資料は公開用に一部修正しました)