

PART II

# ぬか床の科学

# 1. むか床とは

米糠を主原料とし、これに適度の水分、塩分、好ましくは良質の種糠を加えた漬け床。

これに種々の季節野菜を適温（20-25℃）で漬けては取り出すことにより、

乳酸菌、酵母、そして野菜の酵素が（1）糖質、（2）脂質（米糠油）、（3）アミノ酸を発酵し、変化させ、野菜に独特の香味を賦与する

世界でも珍しい発酵食品。

\* 微生物の餌

# ぬか床の入手法

1. 市販熟成糠を購入
2. 講習会に参加（種糠入り）
3. 生糠から作る
  - ①種糠不使用      熟成に～3ヶ月要
  - ②種糠使用        熟成に1ヶ月要
  - ③速醸法            2週間で熟成

# 今井式速醸法ぬか床の作成レシピ

2014.09.13

於小倉南区 上志井公民館

「糠床を作ろう」—150年家伝来の糠床から—

2014年9月

今井正武 記

1, (配合例)

改定 (2015.9.10)

生糠 1000g (炒り糠<sup>1)</sup>より生糠がよい)

食塩<sup>2)</sup> 124

水 1800

⇒ 1600g

糠床種 150 (約5%, 熟成した糠床)

生キュウリ 2本(100g/1本) 摺り下す<sup>3)</sup>

板コンブ<sup>4)</sup> 1枚 (5×10cm、更に小片に切る)

5g (微塵切り)

鷹の爪 数本 (輪切りした小片)

数本 (1.5g)

~~生にんにく 1/2片、半割りのまま(ニンニクの嫌いな方は入れない) 無添加~~

~~グルタミン酸ナトリウム (味の素)<sup>5)</sup> 小さじ1杯 0.8(0.5-1.0)g~~



糠床の全原料



全原料混合前



糠床完成

容器 (1.2ℓ)

1.8ℓの方が作業性よし

- ← 生糠 333g
- ← 天然塩 41g
- ← 天然水 533g (600 - 67)
- ← 糠床種 50g
- ← 生きゅうり 67g (摺りおろし)
- ← 板昆布 1g (5×3.3cm)
- ← 鷹の爪 2本 (輪切り)
- ← グルタミン酸ナトリウム 1g (小さじ1/3)
- ← 生ニンニク

塩% =  $41 \div (333+41+533+67) \times 100 = 4.2\%$

水% =  $(533+67) \div (333+41+533+67) = 62\%$

糠床種% = 5.1%, 15% vs (全原料、生糠)

# 速醸法ぬか床の作成

○ 2週間で熟成 (20-25°C)

通常、1-3ヶ月要

○ 熟成まで野菜  
の漬け捨て不要

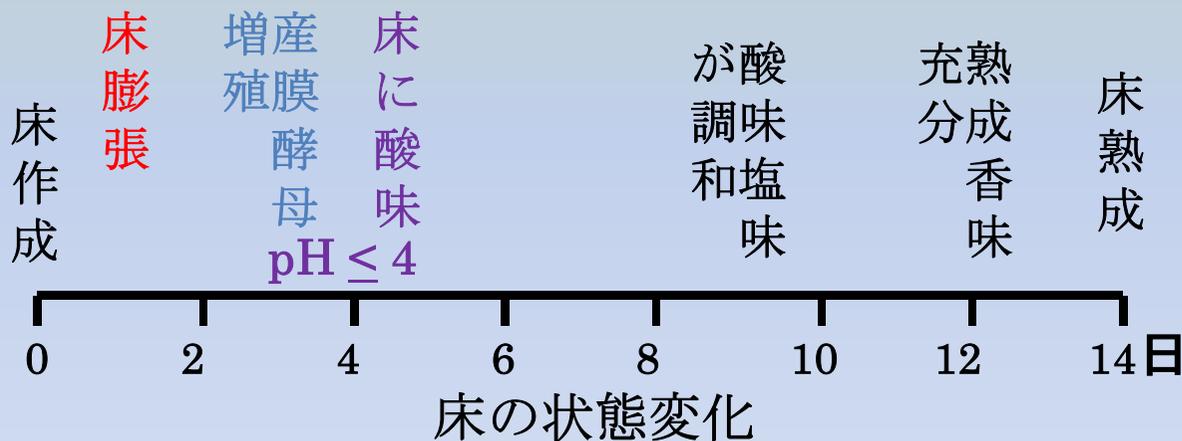
酵母菌：アルコール発酵で CO<sub>2</sub> 発生  
多種の香気成分生産

乳酸菌：生糠糖質の乳酸発酵で乳酸生成  
グルタミン酸のアミノ酸発酵でプロピオン酸(熟成指標物質)を生成、pH 4以下

## レシピ

生糠 1.0Kg  
天然水 1.6Kg  
天然塩 124g  
種糠 150g  
黄瓜 200g  
唐辛子 数本  
昆布 2g

容器 4.2ℓ  
塩、4.2%；水、62%  
種糠、榎乃家製



無数の空洞  
底部に水相



地割れ発生  
(ピチピチと発酵音も)



床全面白色  
産膜酵母

以後、嗜好に合わせて香味調整を

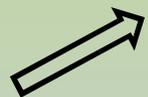
## 2. むか床の基本原料とその役割

- むか 糖質(乳酸原料)、脂質(米ぬか油:香味成分の原料)、蛋白質、乳酸菌の初期供給源 (ぬかは篩って使用) 【乳酸菌の住み家】  
ぬかの成分(次スライド)
- 塩 浸透圧で野菜から水分, 糖質, ビタミン, 酵素を床に抜き出す; 酸とペアで土壌細菌を死滅させ、腐敗を抑制。
- 水 乳酸菌と酵母菌の生息環境を提供(不足⇒不発酵、腐敗臭) むか床熟成香味成分の輸送媒体
- 昆布 グルタミン酸(熟成香気成分の原料)の供給源
- 種ぬか むか床発酵の開始剤(スターター)
- 野菜 糖質、ビタミン、酵素の供給源; 乳酸菌と酵母菌の供給源
- 香辛料 香味付け 過剰添加⇒ むか床の発酵を疎外し、熟成香味を不鮮明にする

乳酸菌、酵母菌  
耐塩性/耐酸性

土壌細菌  
耐性無し

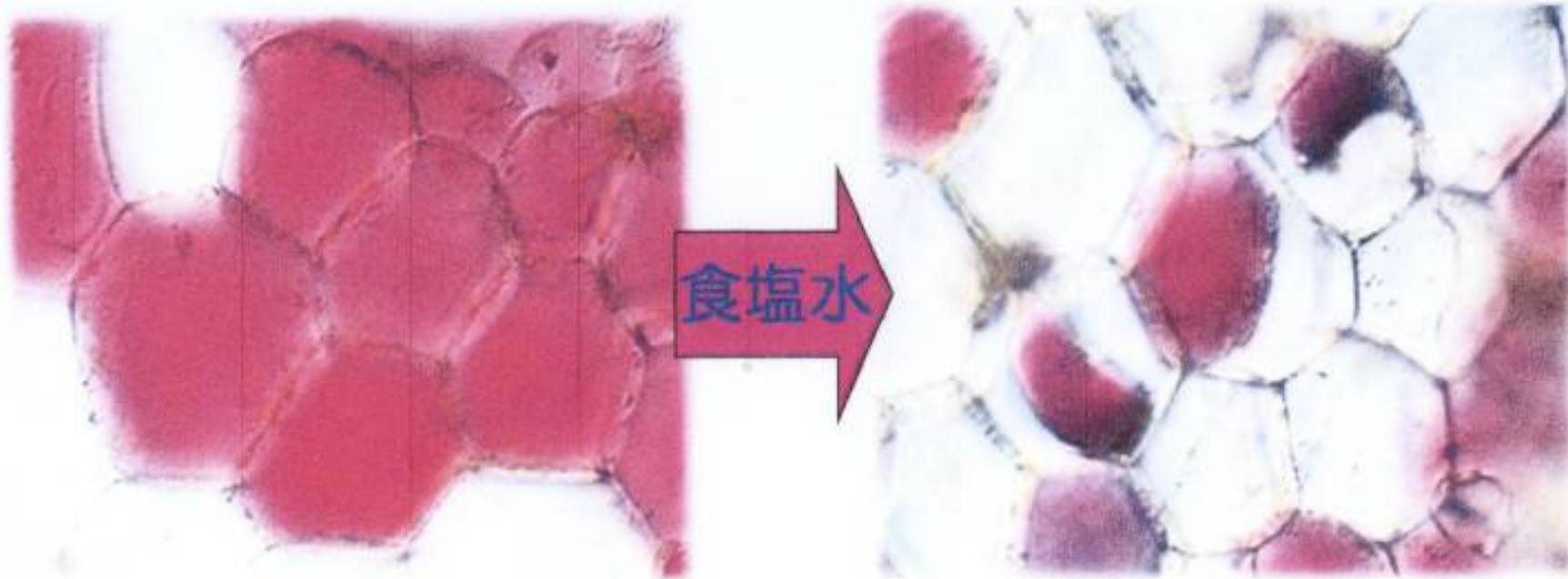
# 米糠の成分 (100g中の含量)



エネルギー(kcal)	286	レチノール当量(μg)	0.00
水分(g)	13.5	レチノール(μg)	0.00
たんぱく質(g)	13.2	※カロテン(μg)	0.00
脂質(g)	18.3	ビタミンD(μg)	0.00
飽和脂肪酸(g)	0.00	ビタミンE(mg)	0.00
一価不飽和脂肪酸(g)	0.00	ビタミンK(μg)	0.00
多価不飽和脂肪酸(g)	0.00	ビタミンB1(mg)	2.50
コレステロール(mg)	0.00	ビタミンB2(mg)	0.50
炭水化物(g)	38.3	ビタミンB6(mg)	0.00
食物繊維(g)	7.80	ビタミンB12(μg)	0.00
水溶性食物繊維(g)	0.00	ナイアシン(mg)	25.00
不溶性食物繊維(g)	0.00	葉酸(μg)	0.00
食塩相当量(g)	0.00	パントテン酸(mg)	0.00
廃棄量(%)	0.00	ビタミンC(mg)	0.00
灰分	0.0	ナトリウム(mg)	5.00
		カリウム(mg)	1800.00
		カルシウム(mg)	46.00
		マグネシウム(mg)	0.00
		リン(mg)	1500.00
		鉄(mg)	6.00
		亜鉛(mg)	0.00
		銅(mg)	0.00
		マンガン(mg)	0.00

**94.4%**

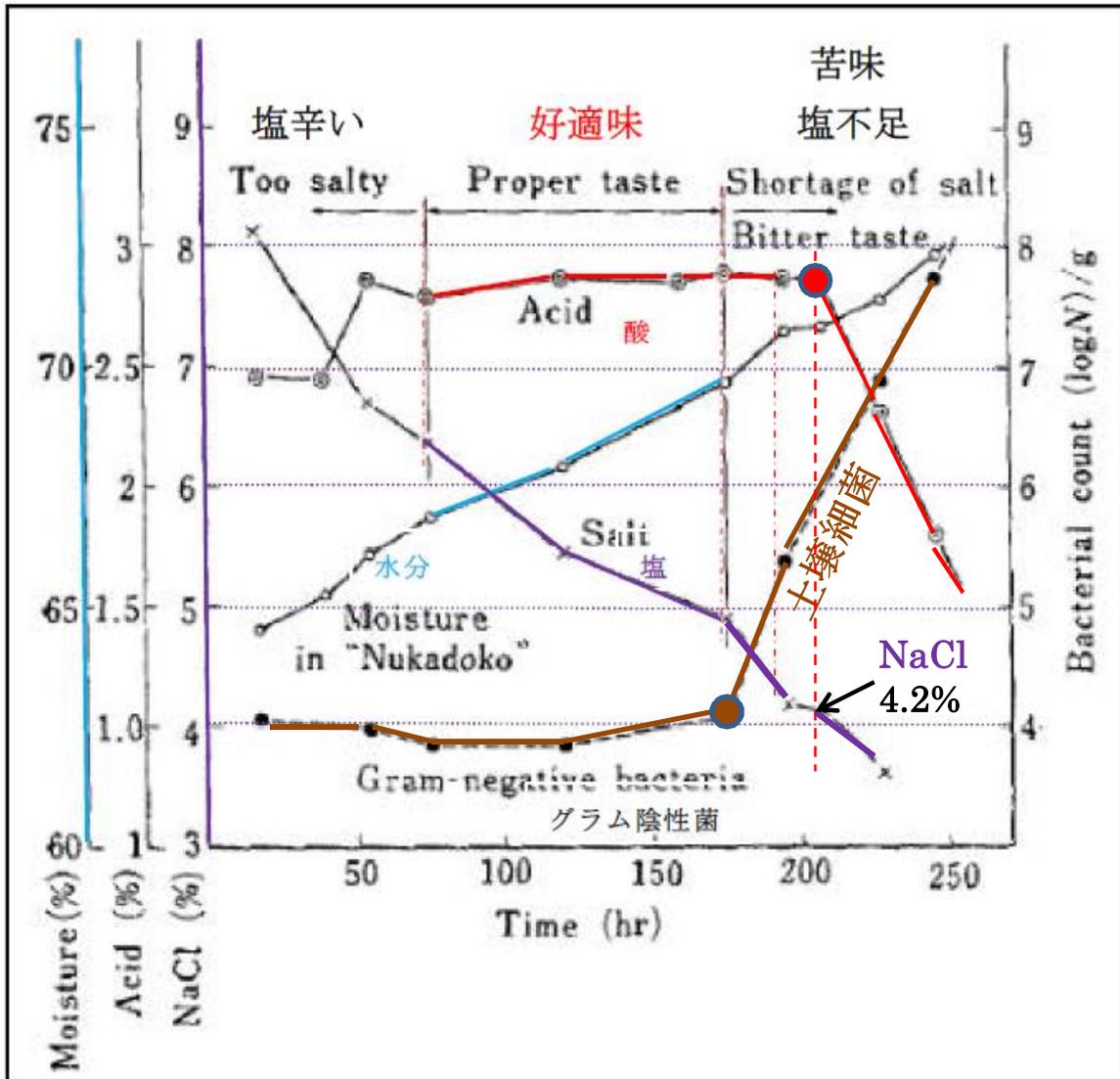
# 食塩の浸透圧作用



5%食塩水、500mlの浸透圧

20.4 気圧

5%砂糖水、3.5気圧



今井、日本農芸化学会誌、57(11)、1105-1112(1983)。  
 “ぬか床の熟成に関する研究 (熟成中の菌叢および糠床成分の変化)”

# ぬか床の管理項目

## ①好適食塩濃度

4-5%

$$\text{塩} / (\text{塩} + \text{糠} + \text{水}) \times 100$$

- 土壤細菌を死滅させ、(塩分、酸耐性無し)
- 不快臭の発生を抑制

乳酸菌と酵母菌は耐塩性で耐酸性

## ②好適水分濃度

65% > 水分 > 55%

糠味噌を握って、  
水がにじむ硬さ

## ③発酵に好適な温度

20-25°C

# 糠床の好適環境

# ぬか床の発酵に要する水分濃度

会員による速醸床の試作(2015.4)より

	木村	木村	野間	長瀬	三嶋
	①	②	③	④	⑤
	今井式	黄瓜補正*	水低減		
種糠	50	50	50	50	50
生糠	333	333	333	333	333
塩	41	41	41	41	41
水	600	533	450	400	350
黄瓜	67	67	67	67	67
合計	1091	1024	941	891	841
水%	64	62	59	56	54
塩%	4.0	4.3	4.7	4.9	5.2
発酵	○	○	○	○	不発酵

\* 摺りおろし黄瓜も水とみなす

## 好適水分濃度

55 ~ 65%

硬い床 (小倉)      軟らか床

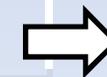
耳たぶ程度  
握って水がにじむ

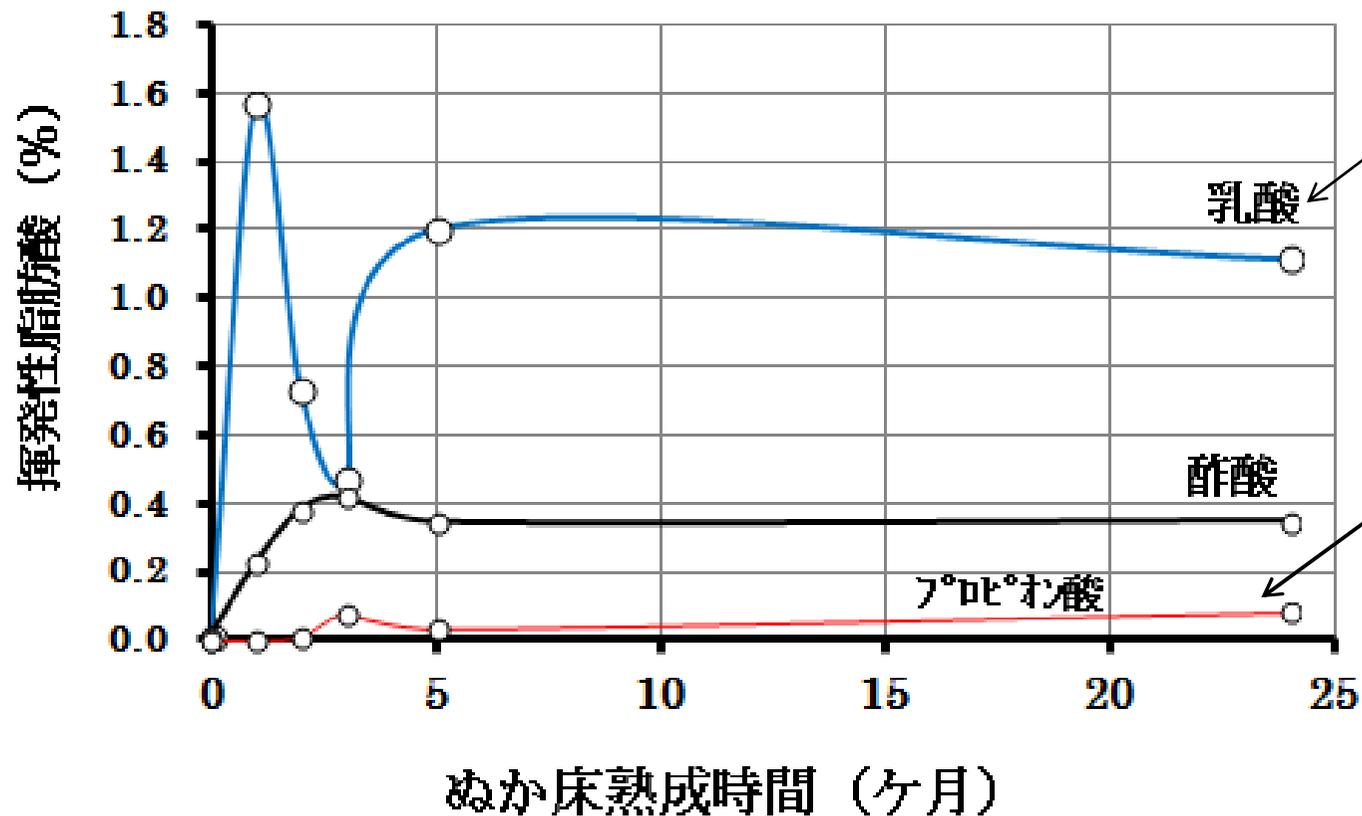
~70%

水が床表面に浮き出る

神村氏：55%で管理

次第に腐敗臭  
再生不可  
二月後廃棄





糖質（ぶどう糖、蔗糖）の  
乳酸発酵で生成

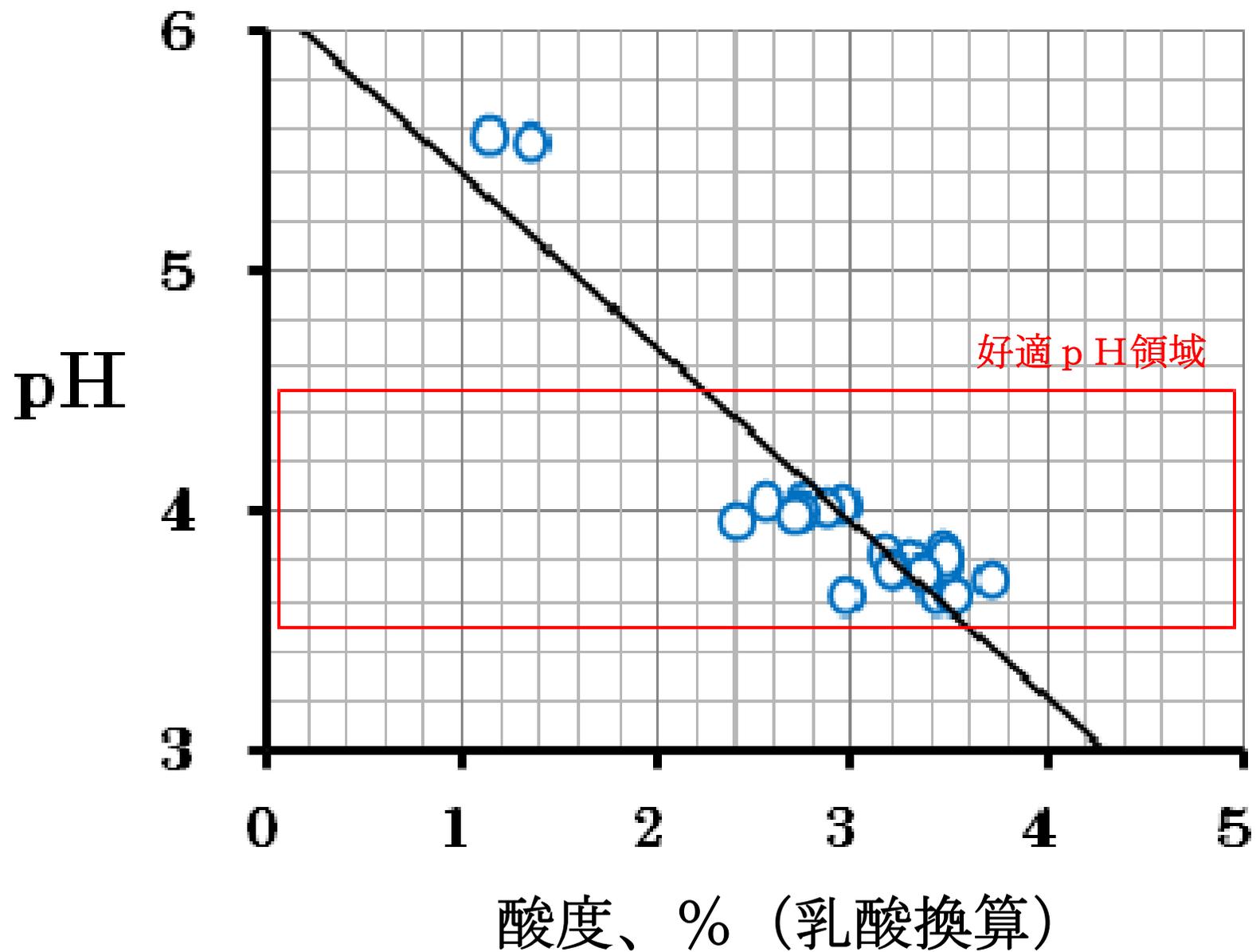
味わう酸

昆布由来グルタミン酸のアミノ酸発酵で生成

香の酸

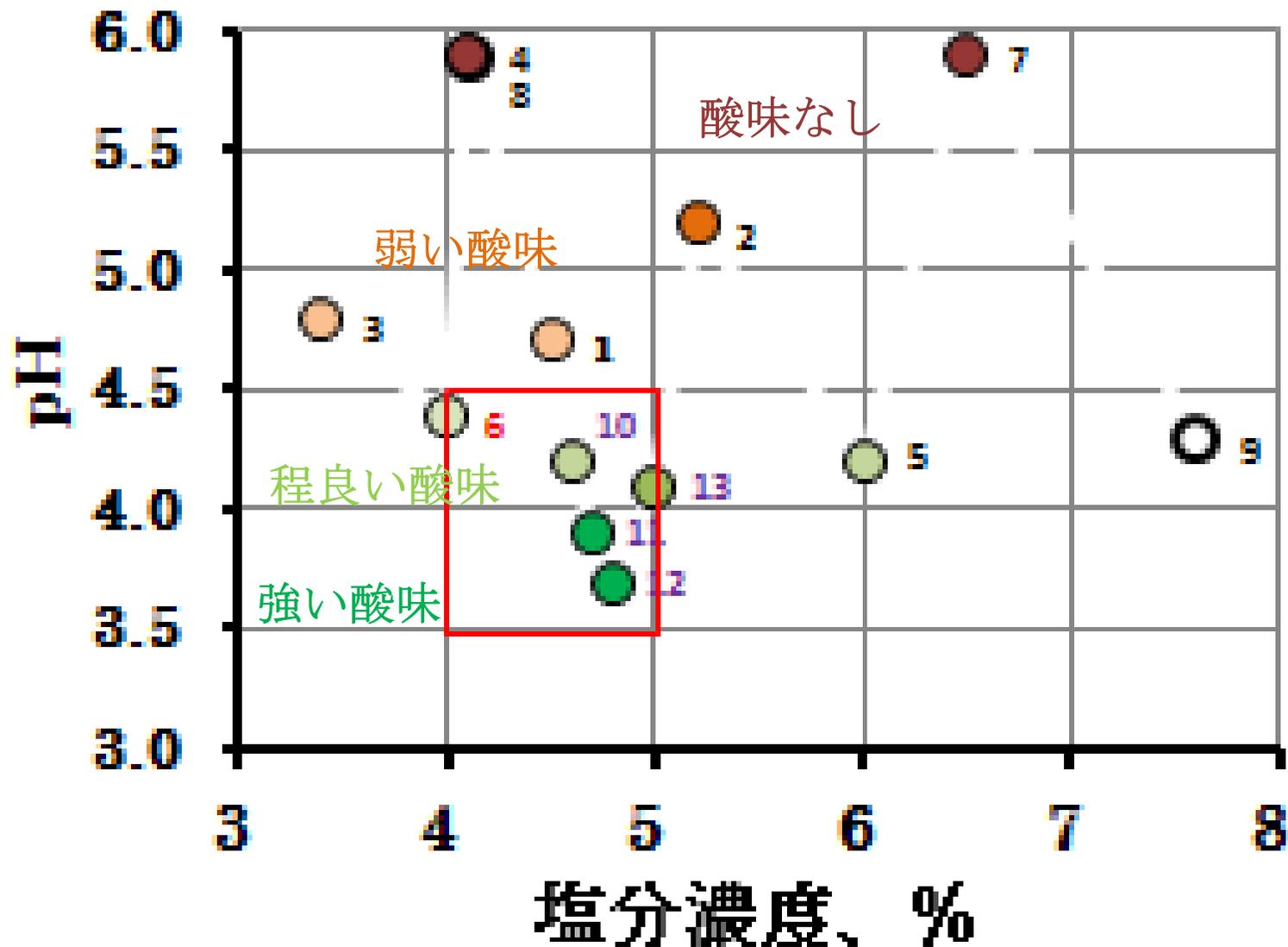
## 糠床熟成中の有機酸の生成 (%)

Time, 月	乳酸	酢酸	プロピオン酸	コルク+フマルド	蟻酸	クエン酸
0	0.0082	0.0161	0	-	0	-
1	1.5656	0.2276	0	0.0389	0	
2	0.7335	0.3815	0.0108	0.0376	0.0069	
3	0.4674	0.4191	0.0752	0.0376	0.0101	
5	1.2016	0.3453	0.0336	0.0409	0.0096	
24	1.1144	0.3492	0.0806	-	0.0069	



ぬか床の酸味 (関連研究機関より提供)





会員番号	塩分	pH
1	4.5	4.7
2	5.2	5.2
3	3.4	4.8
4	4.1	5.9
5	6.0	4.2
6	4.0	4.4
7	6.5	5.9
8	4.1	5.9
9	7.6	4.3
10	4.6	4.2
11	4.7	3.9
12	4.8	3.7
13	5.0	4.1

## 研究会のぬか床診断 2015.10.11

**好適領域**：塩分、4-5%； pH、3.5-4.5

塩分 = 塩 / (塩 + 糠 + 水) × 100 (%)

# 発酵JAPANでのぬか床診断希望者 (西日本展示場)

2015.11.7

	応募者	塩分%	pH	床の評価	濾過速度	水
1	N さん	3.5	4.1	○～△		過剰
2	I さん	4.8	4.3	×		
3	T さん	6.0	6.4	×		
4	Ka さん	6.9	5.7	×		不足
5	N さん①	2.4	—		×	
5	N さん②	2.4	6.1	×	×	不足
6	T さん	2.7	5.9	×	×	不足
7	I さん①	1.1	6.0	×	×	
8	I さん②	1.6	4.1	×	×	

好適値

4～5

3.5～4.5

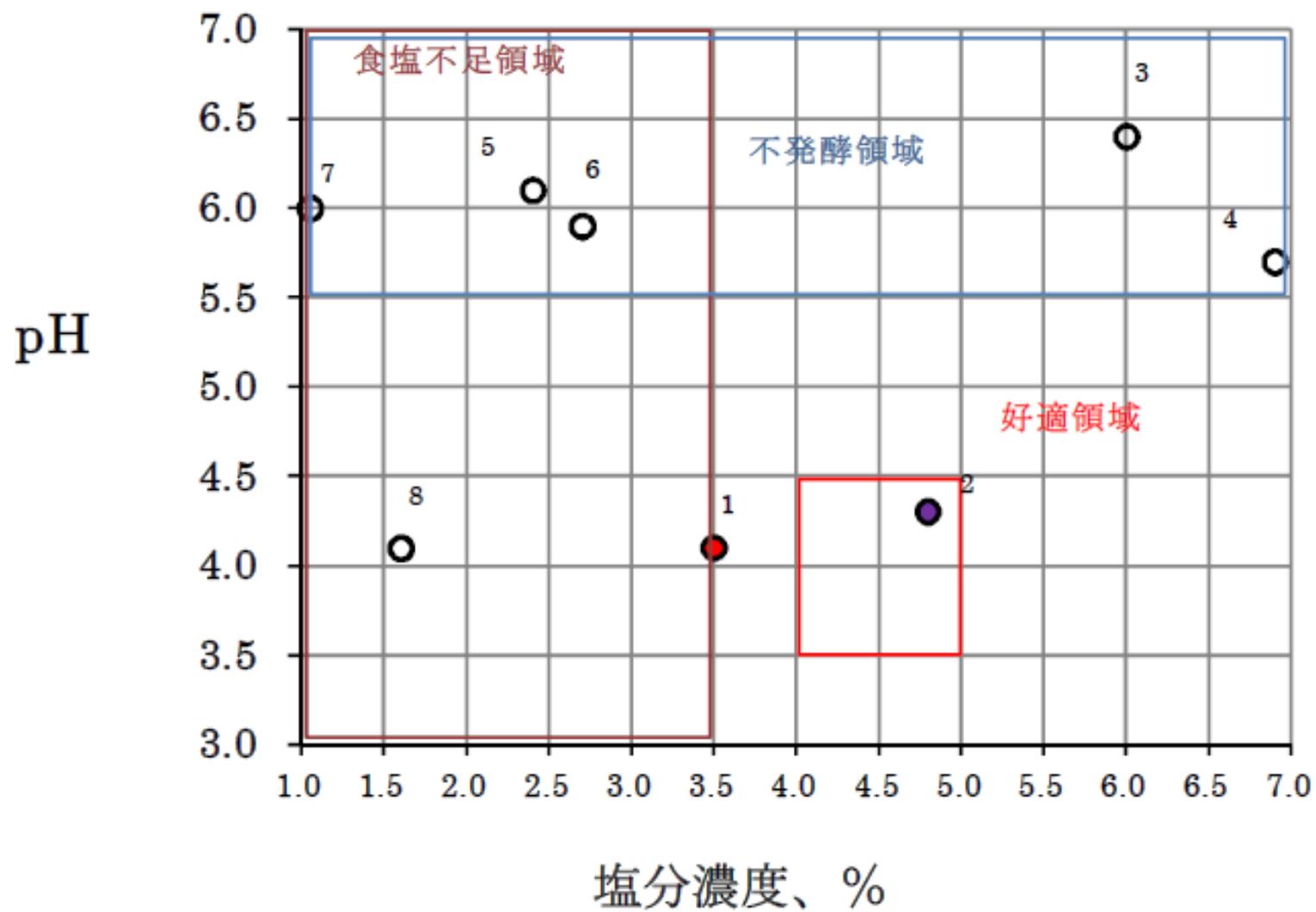


図1 分析値の分布

# 3. むか床の微生物

生糠から

総菌数 (1.6 × 10<sup>7</sup>個/g)

乳酸菌 15%

土壌細菌\* 85%

酵母菌 0%?



\*塩分と酸で10日で死滅(99%)

生野菜から

乳酸菌 (野菜表面や葉に付着)

酵母菌 (糖、蜜を好み花に付着し、蝶や蜂が運ぶ)

乳酸発酵 (糖質から主に乳酸を生産)

アルコール発酵、アミノ酸発酵

(揮発性脂肪酸、アルコール、エステル等を生産)

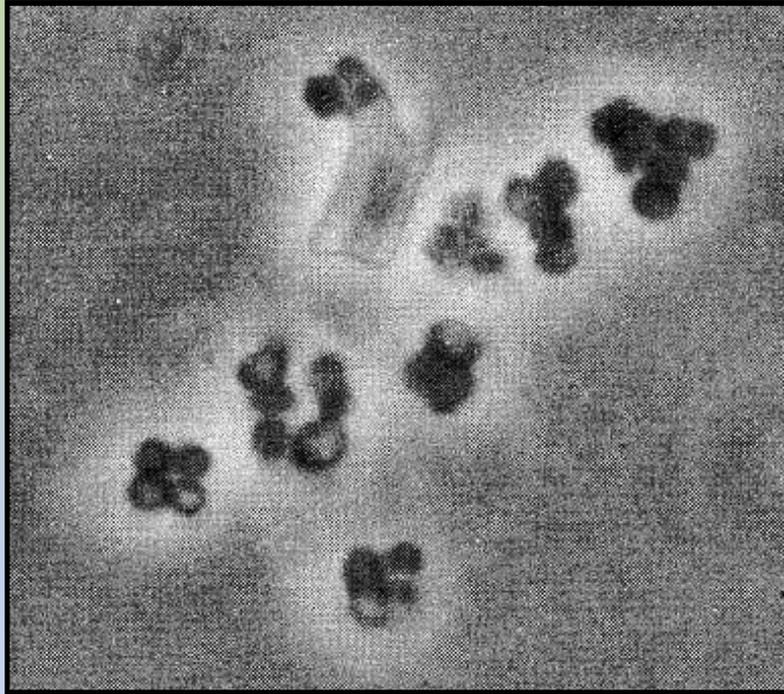
# ぬか床の香味成分の生産

乳酸菌、酵母、野菜からの酵素が

- (1) 糖質
- (2) 脂質（米糠油）
- (3) アミノ酸

を発酵し、変化させて生産する

\* 脱脂糠使用のぬか床や、野菜の漬け出しを怠るぬか床には熟成香は生産されない



P. Tetragenococcus  
4 連球菌



L. Plantarum  
カン菌

# 130年床より分離した乳酸菌

(一般によく観測される乳酸菌)

今井、日本農芸科学会誌、57(11), 1105-1112 (1983).

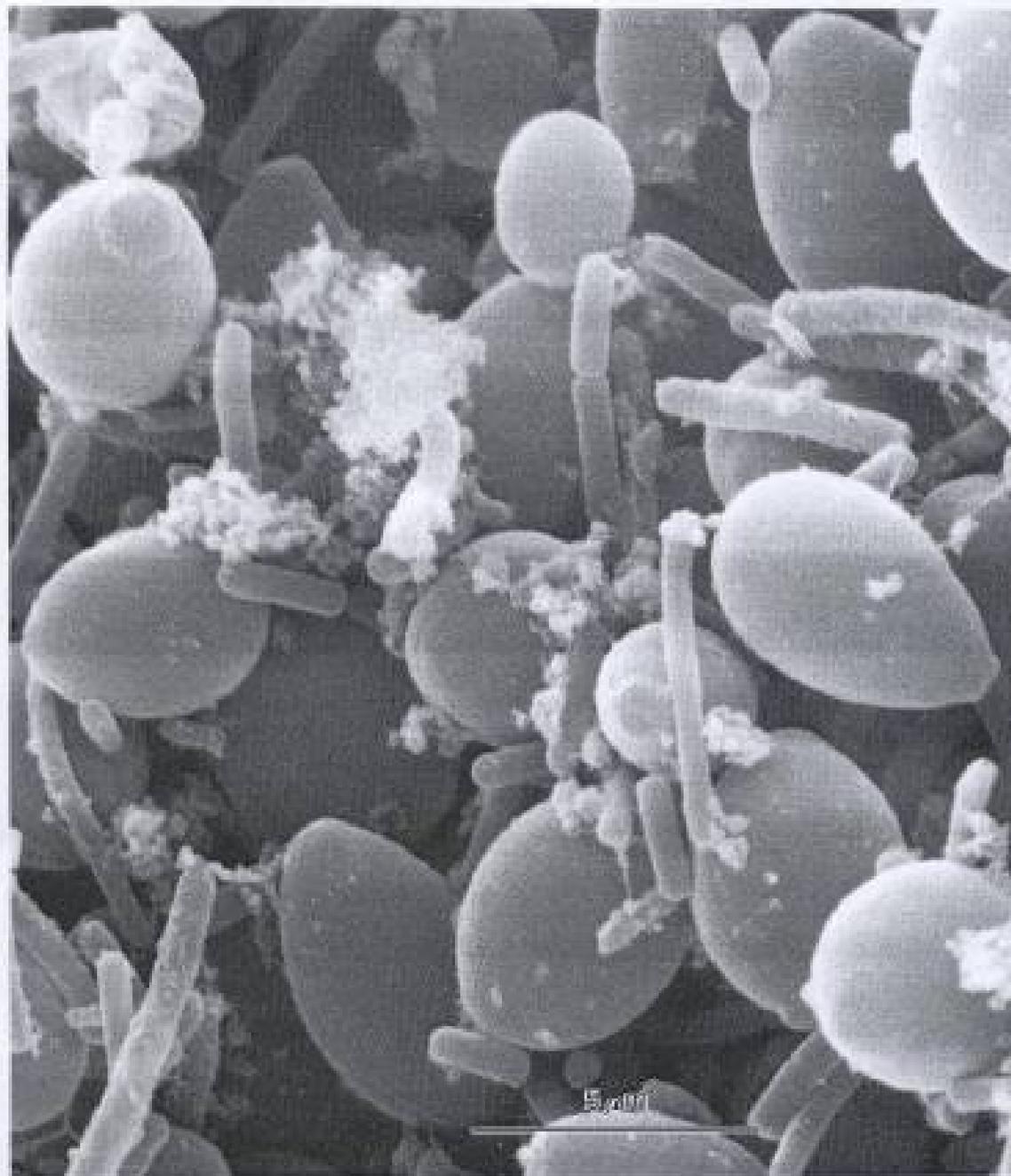
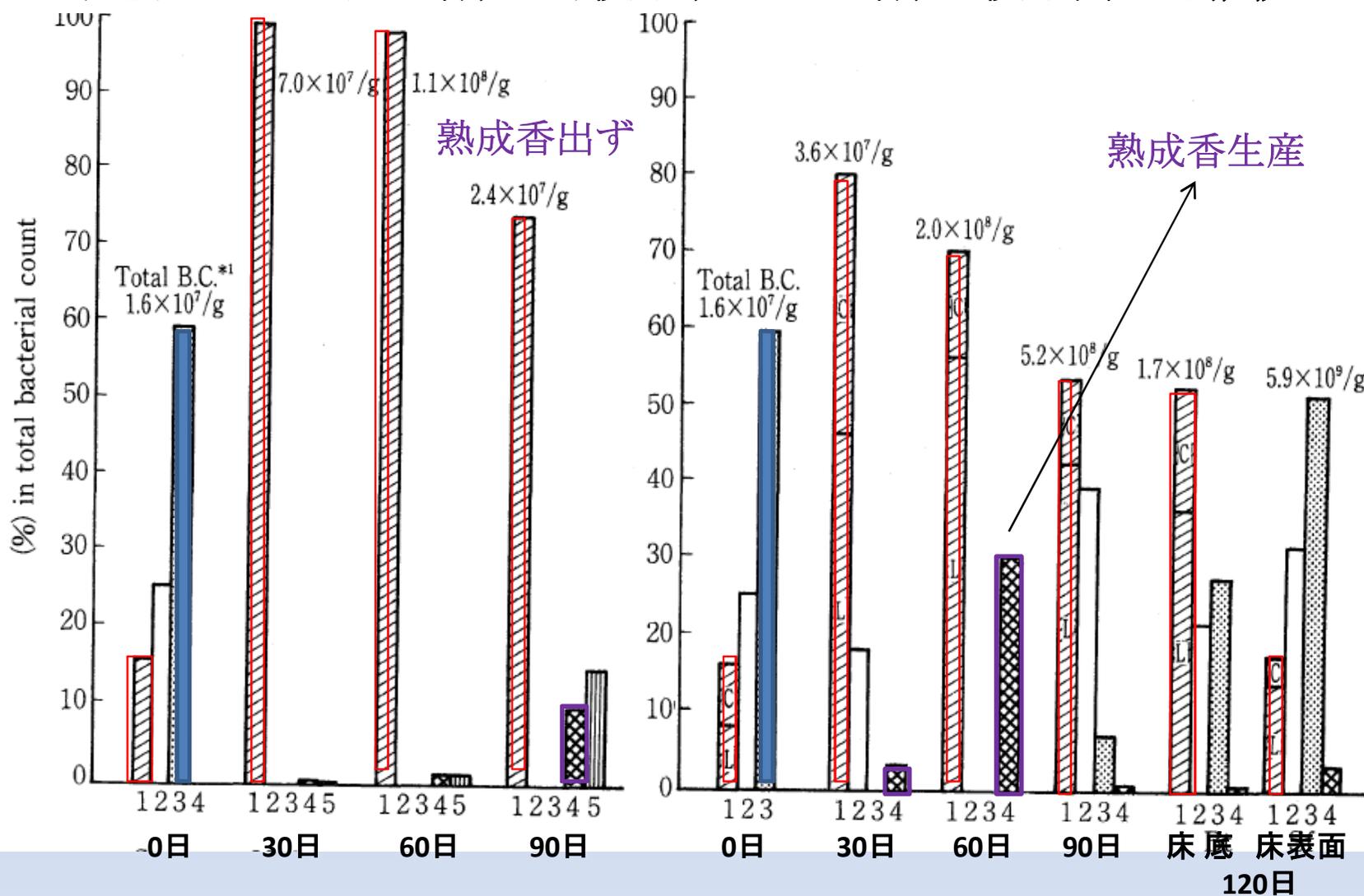


写真 8 ケフィール粒表面の走査電子顕微鏡像：酵母と桿菌（おそらく *Lactobacillus kefir*）が共存する（北里大学獣医畜産学部 有原圭三氏提供）

床を混ぜるだけで野菜全く漬けず

野菜の漬け出しを継続

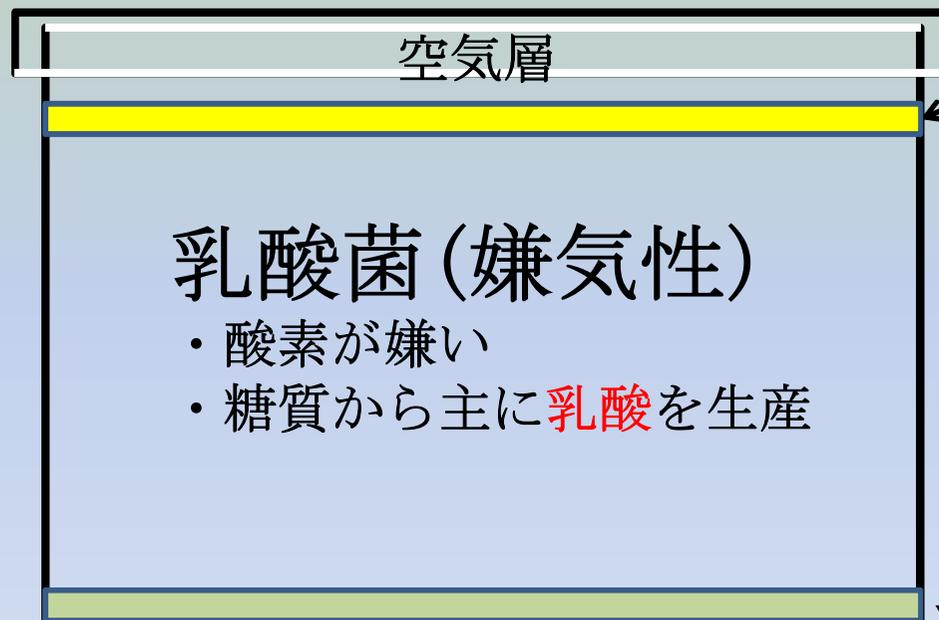


1 乳酸菌、2 乳酸菌以外のグラム陽性菌、3 グラム陰性菌、4 酵母菌、5 こけ (土壌細菌)

L : lactobacili  
C : cocci

糠床発酵過程の菌数変化 (種糠無し)

# ぬか床の3層構造と 混ぜ方のコツ



## 酵母菌 (好気性)

- ・ 産膜酵母 (白色) 必要微生物
  - ・ 酸素を好む
  - ・ 熟成香り成分を生産
  - ・ グルタミン酸 ⇒ プロピオン酸
  - ・ シナー臭を生産 (過剰増殖時)
- 酢酸エチル  
(酢酸とエチルアルコールの反応物)

混ぜ方：床上層を中に押し込み  
底部を上層に引っ張り  
上げる要領

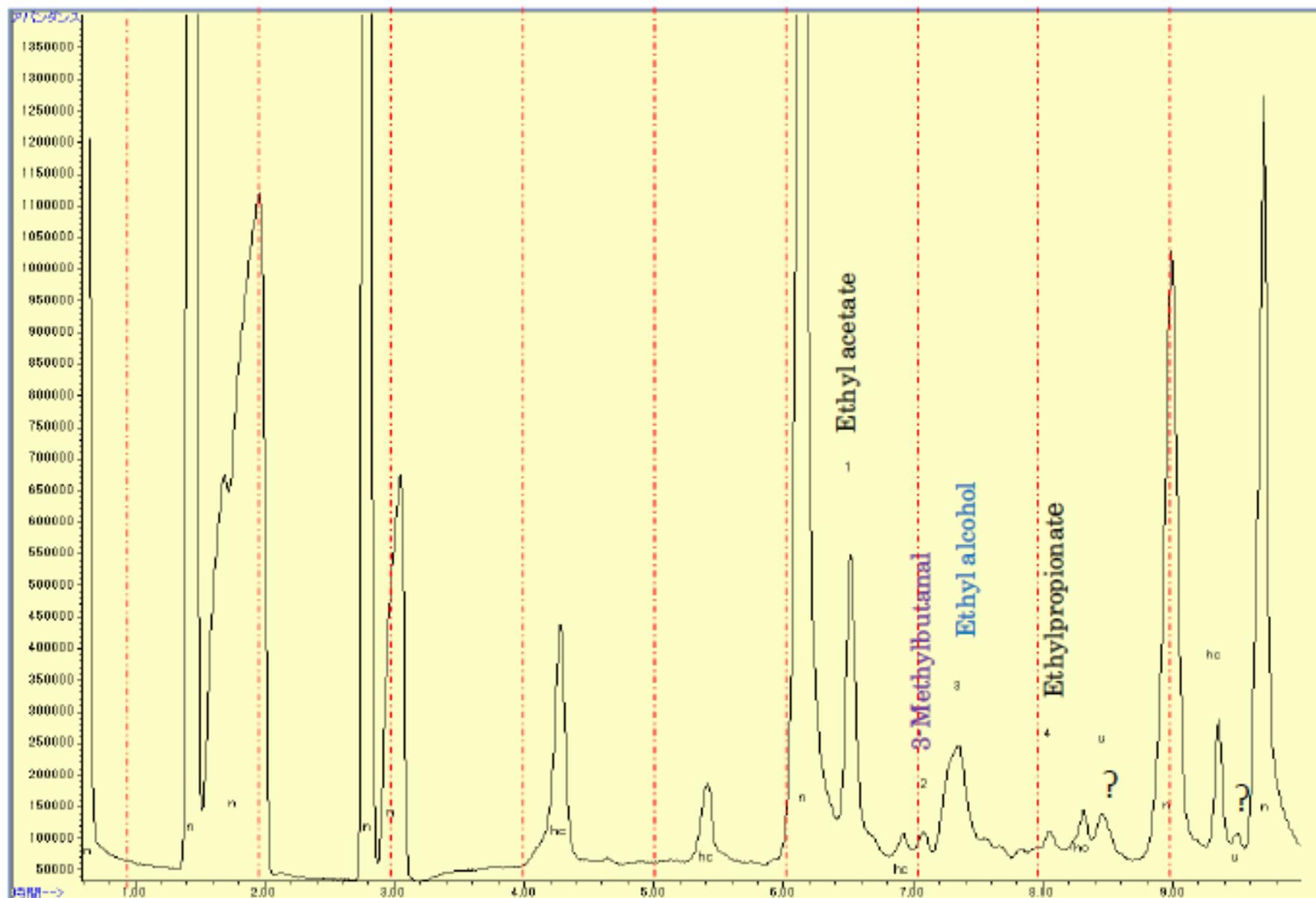
天地返

## 酪酸菌 (嫌気性)

- ・ 酸素が大嫌い
- ・ 酪酸 (蒸れた靴下臭) 生産

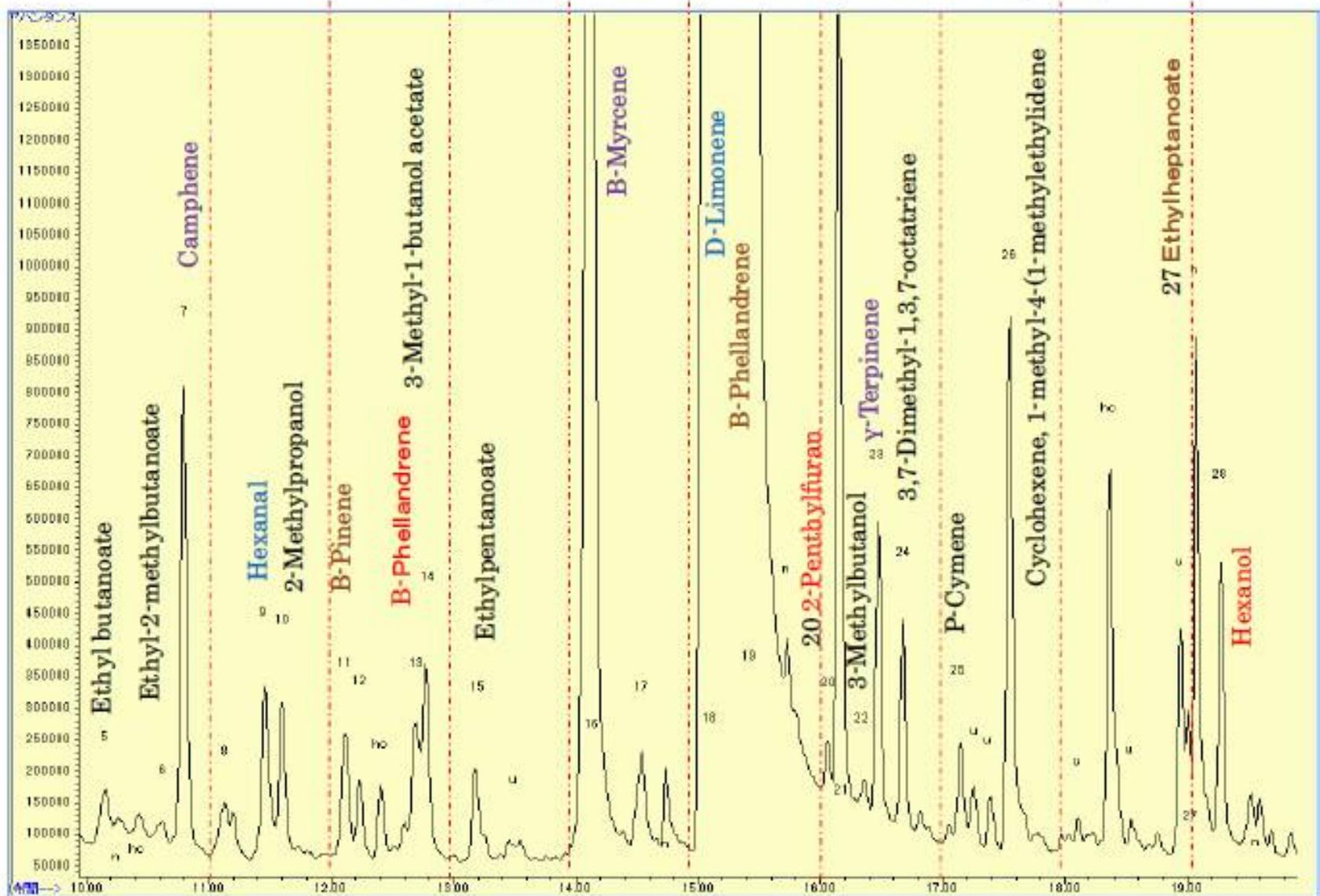
# 糠床: 0~10分

n 糠床、糠炊き以外の成分  
hc 飽和炭化水素



糠床: 10~20分

12 Bicyclo[3,1,1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene, (1S) B-Pinene  
 17 1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)  
 γ-Terpene



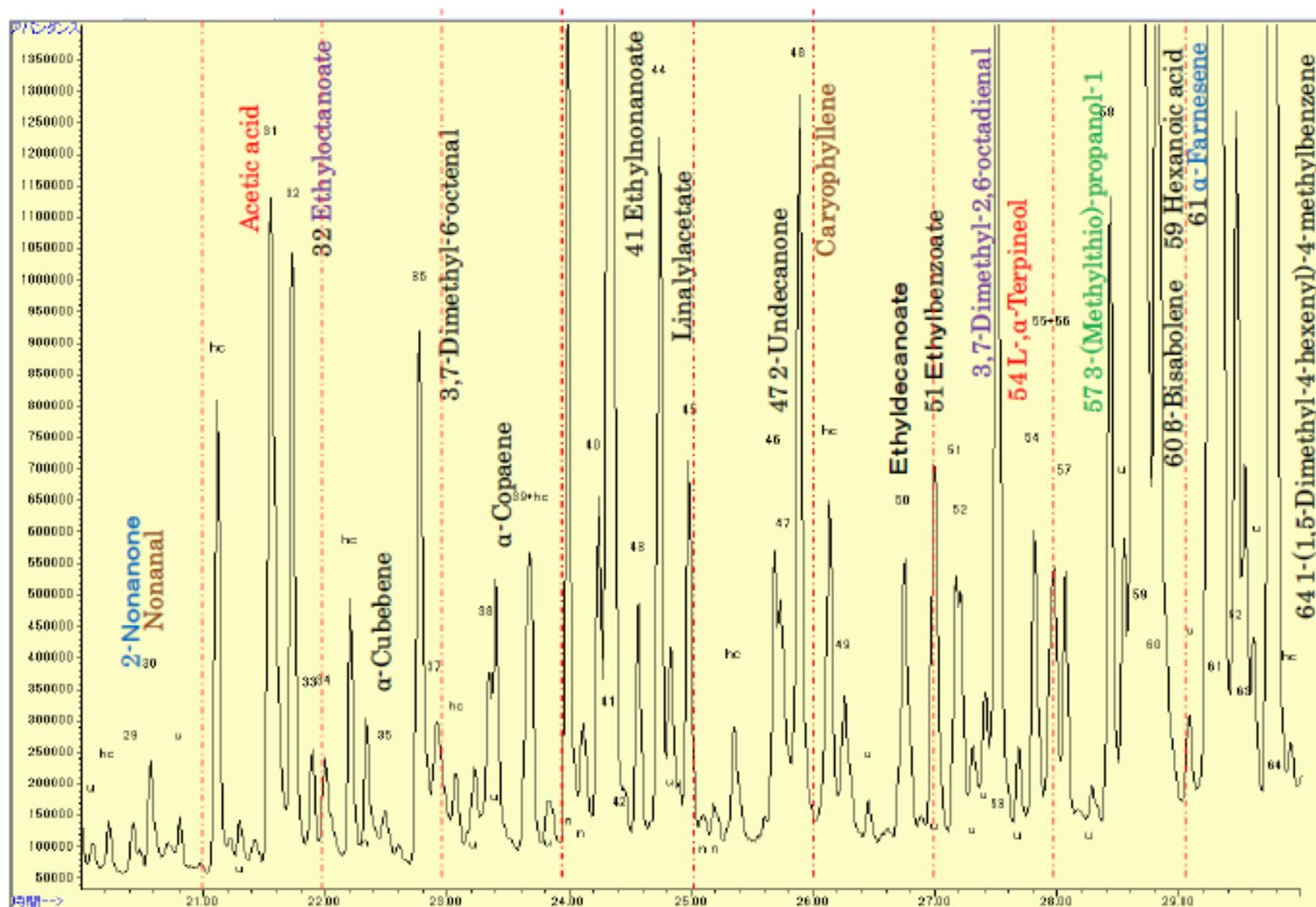
糠床：20～30分

33 1-Octene-3-ol

34 1-Heptanol

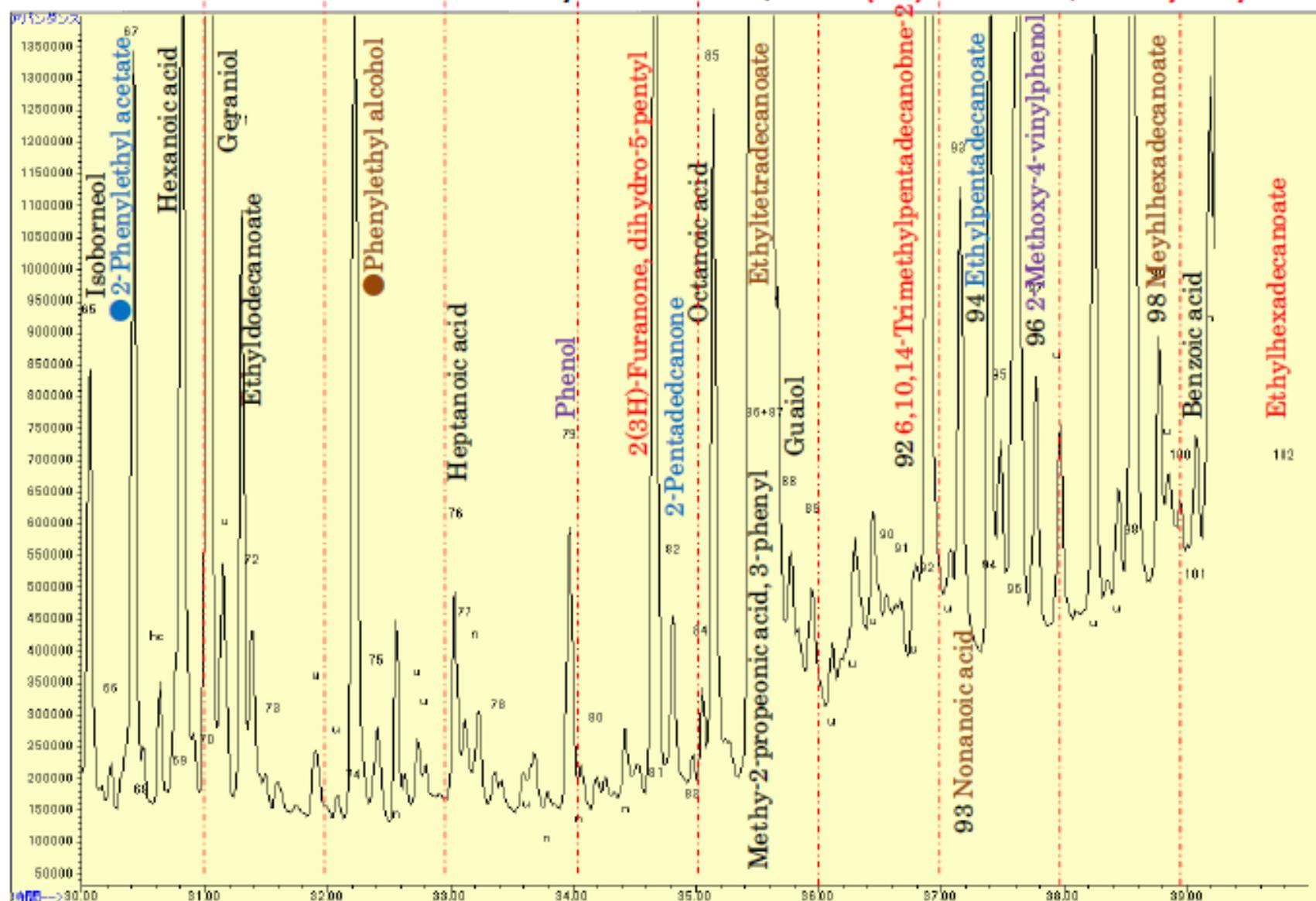
55 Isoborneol

56 Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)



糠床：30～40分

- 73 Butylbutanoate; 75 2(3H)-furanone, 5-butyldihydro-; 83 Gleenol
- 89 Cyclohexanol, 2-(2-hydroxy-2-propyl)-5-methyl
- 95 Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-
- 78 Ethyltridecanoate; 100 2(3H)-Furanone, 5-hexyldihydro



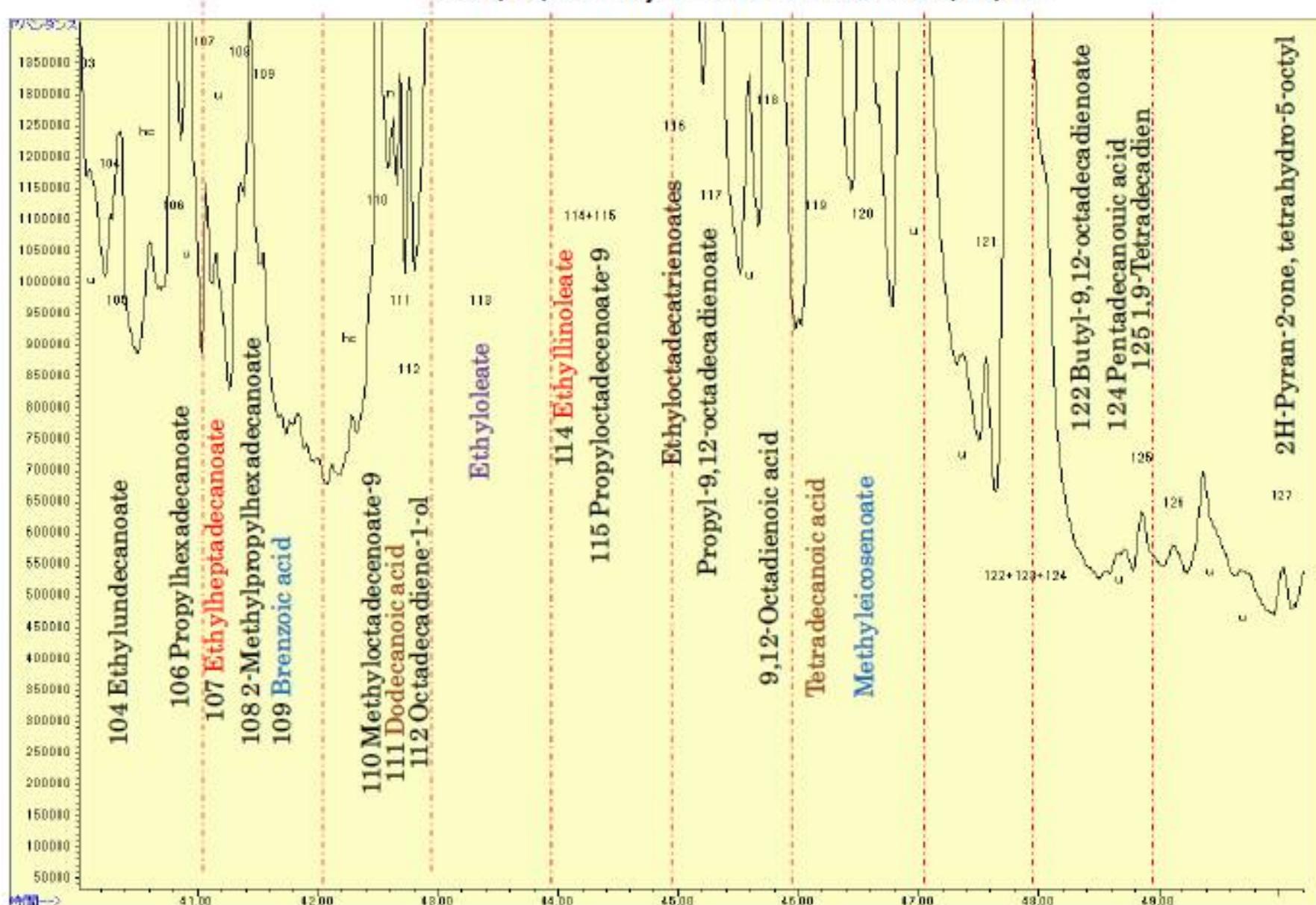
糠床：40～50分

103 Ethyl-9-hexadecenoate

105 2(4H)-Benzofuranone-5,6,7,7a-tetrahydro-4,4,7a-trimethyl

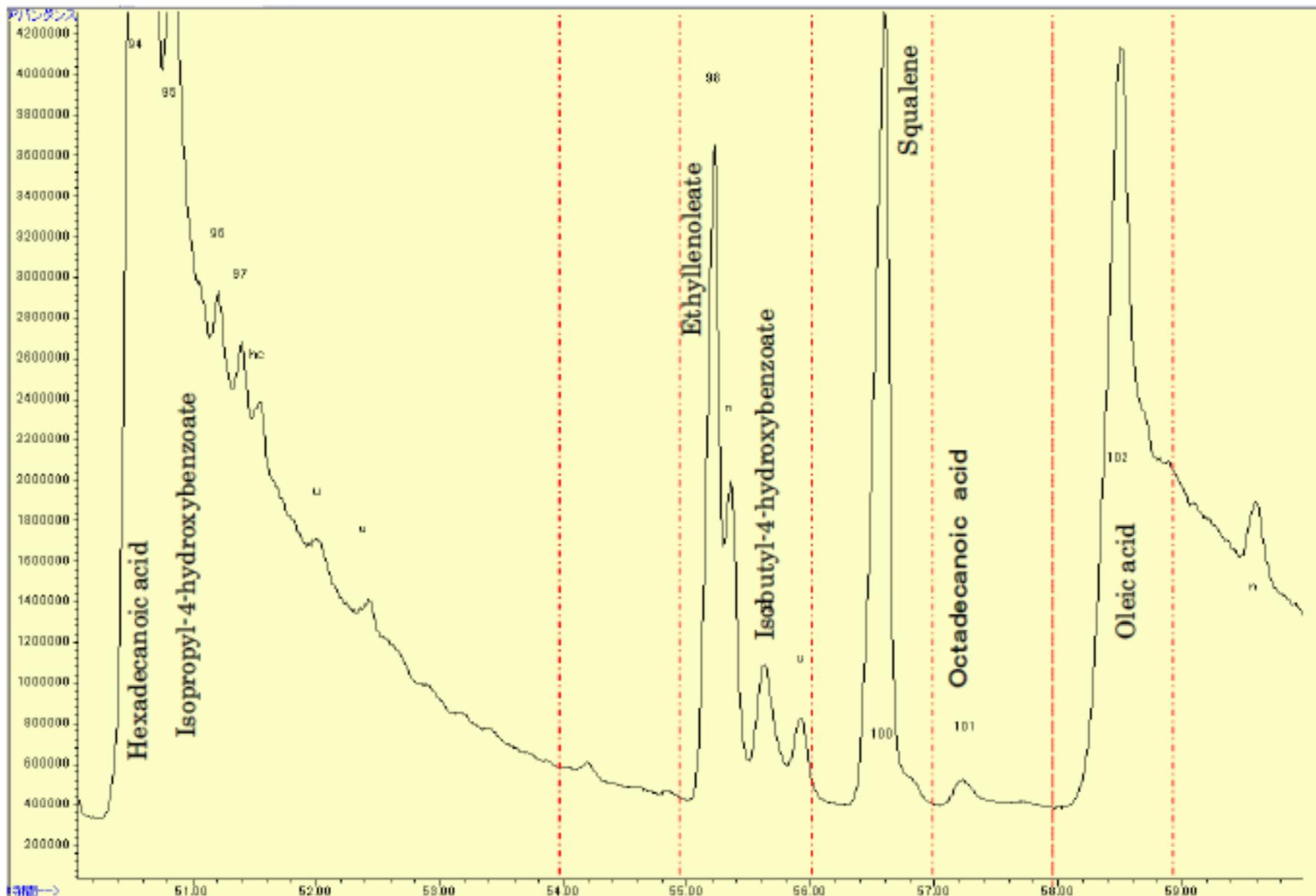
121 2-Butanone, 4-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-

126 9,12,15-Ethyl octadecatrienoate-9,12,15-



# 糠炊き: 50~60分

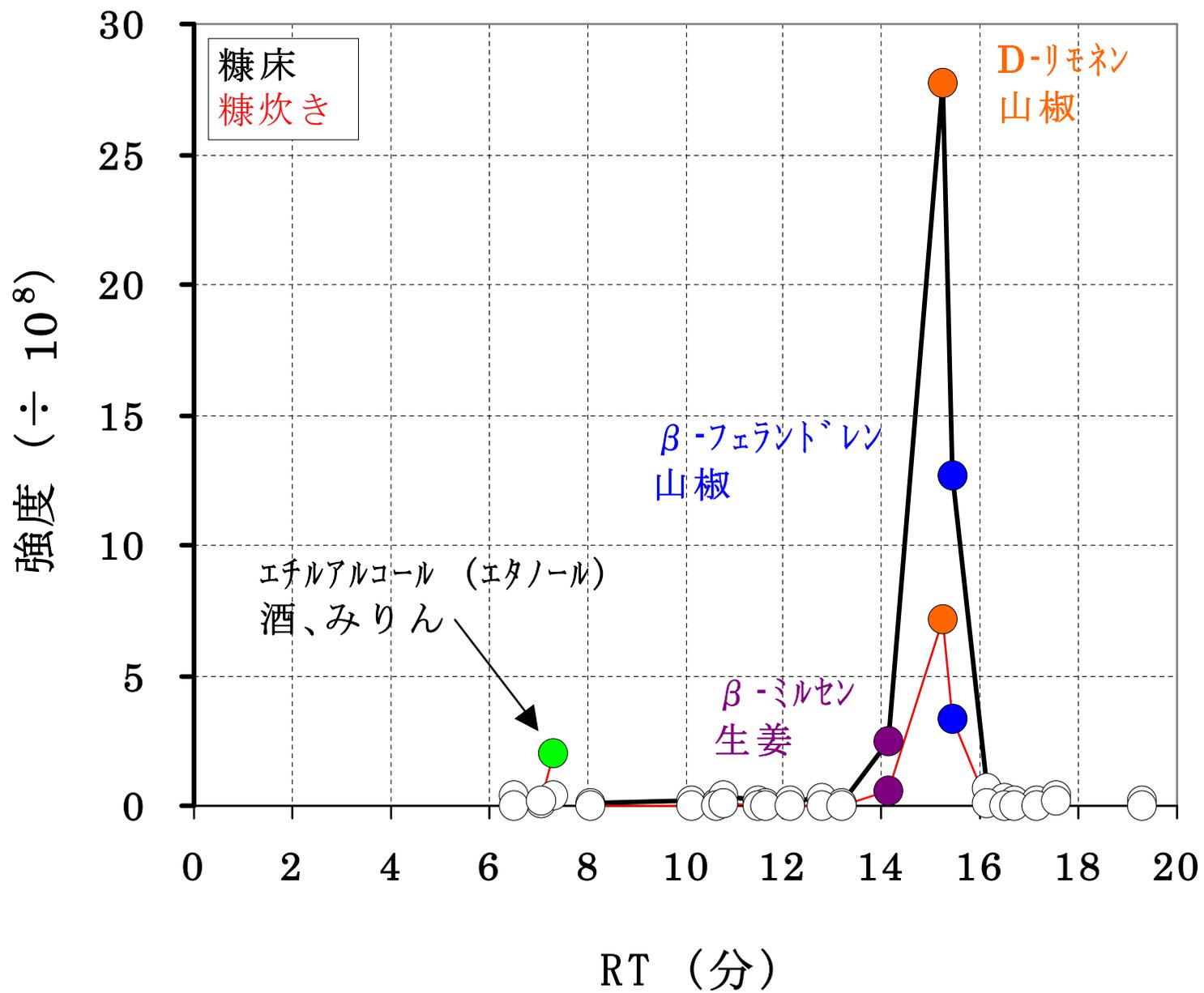
スケールが他と異なる



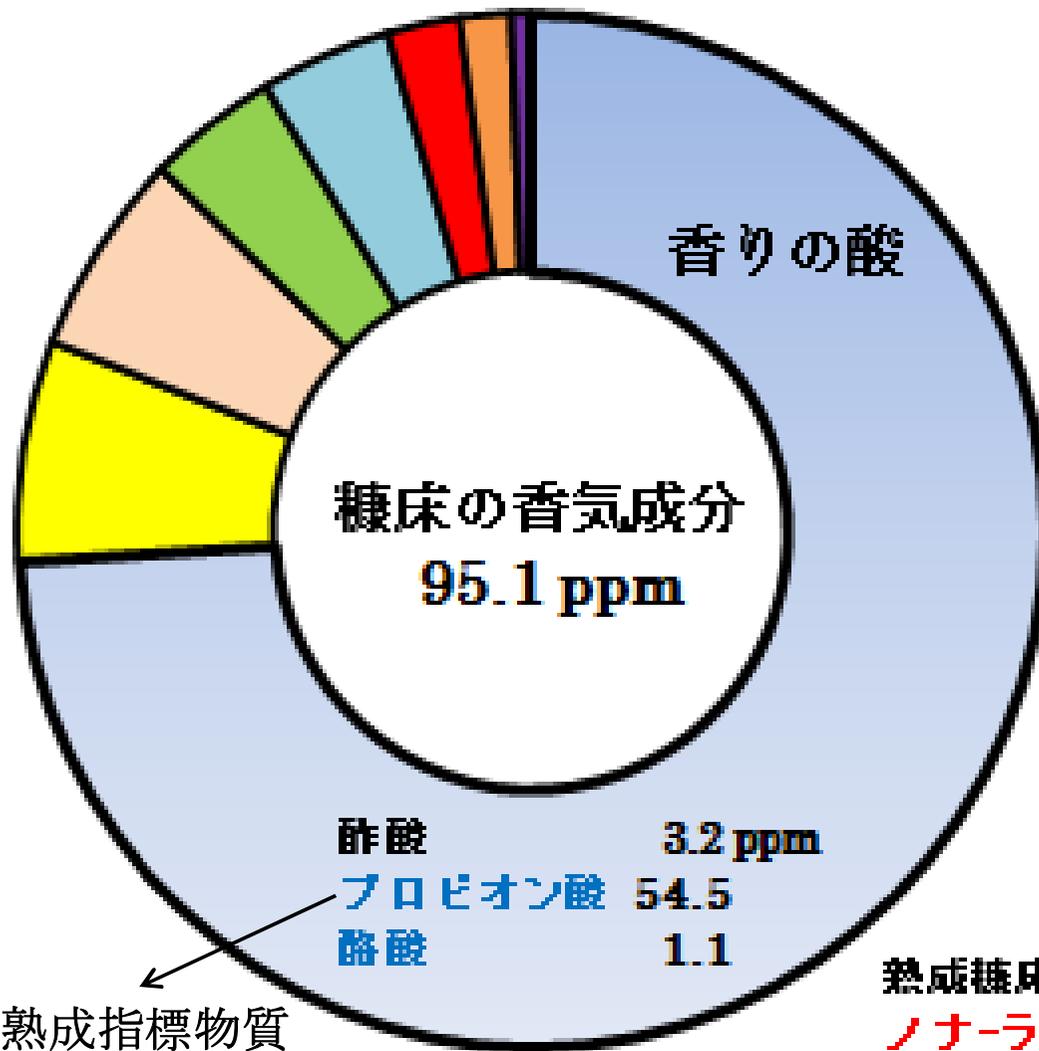
# 糠床と糠炊きの香味成分のGC測定 (1)

材料	RT	炊き/床		増減	糠炊き	糠床
		糠炊き	糠床			
生姜	6.52	0	0.38202	消失		Ethylacetate
	7.08	0.20507	0.05032	4.08	3-Methylbutanal	3-Methylbutanal
	7.34	2.01959	0.35207	5.74	Ethyl alcohol	Ethyl alcohol
	7.92	0.08369	0	新生	2-Ethylfuran	
	8.06	0	0.11557	消失		Ethylpropionate
	10.15	0	0.15711	消失		Ethylbutanoate
	10.61	0	0.06089	消失		Ethyl-2-methylbutanoate
	10.79	0.13035	0.33783	0.39	Camphene	Camphene
	11.47		0.14345	数値無し	Hexanal	Hexanal
	11.61	0	0.13793	消失		2-Methylpropanol
山椒	12.12		0.17367	数値無し	$\beta$ -Pinene	$\beta$ -Pinene
	12.77	0	0.28629	消失		3-Methyl-1-butanol, acetate
生姜	13.18	0	0.08562	消失		Ethylpentanoate
	14.12	0.6051	2.47066	0.24	$\beta$ -Myrcene	$\beta$ -Myrcene
山椒	15.22	7.14362	27.7113	0.26	D-Limonene	D-Limonene
山椒	15.45	3.3695	12.6219	0.27	$\beta$ -Phelandrene	$\beta$ -Phelandrene
生姜	16.16	0.13766	0.6543	0.21	Ethylhexanoate	Ethylhexanoate
	16.48	0	0.31135	消失		$\gamma$ -Terpinene
	16.68	0	0.16011	消失		3,7-Dimethyl-1,3,7-octatriene
	17.15	0	0.15845	消失		P-Cymene
	17.55	0.1445	0.377	0.38	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-
	18.03	0.03941	0	新生	cis-2-(2-Pentenyl)furan	
	19.28		0.18195	0.00		Hexanol

醤油



糠床と糠炊きの香味成分 (0~20分)



熟成糖床の総物質 (良質糖床の指標)

ノナラクトン 1.7 ppm (嚥下後のコク味)

## 160年床の香気成分

今井、食の専門雑誌、107(1), 41-45 (2013)

今井、日本食品低温保蔵学会誌、21(3), 161-178 (1995)

# 熟成ぬか床の主要香味成分

## 生産菌

## 乳酸菌

## 酵母菌

### 【乳酸発酵】

### 【アルコール発酵】

原料

糖質

糖質

生産物

乳酸  
酢酸

エタノール

### 【アミノ酸発酵】 + 酵素反応

原料

グルタミン酸

生産物

多種の低級カルボン酸  
(熟成指標：プロピオン酸)  
低級アルコール  
それらのエステル類

酵素(リポキシゲナーゼ)

酵素反応

原料

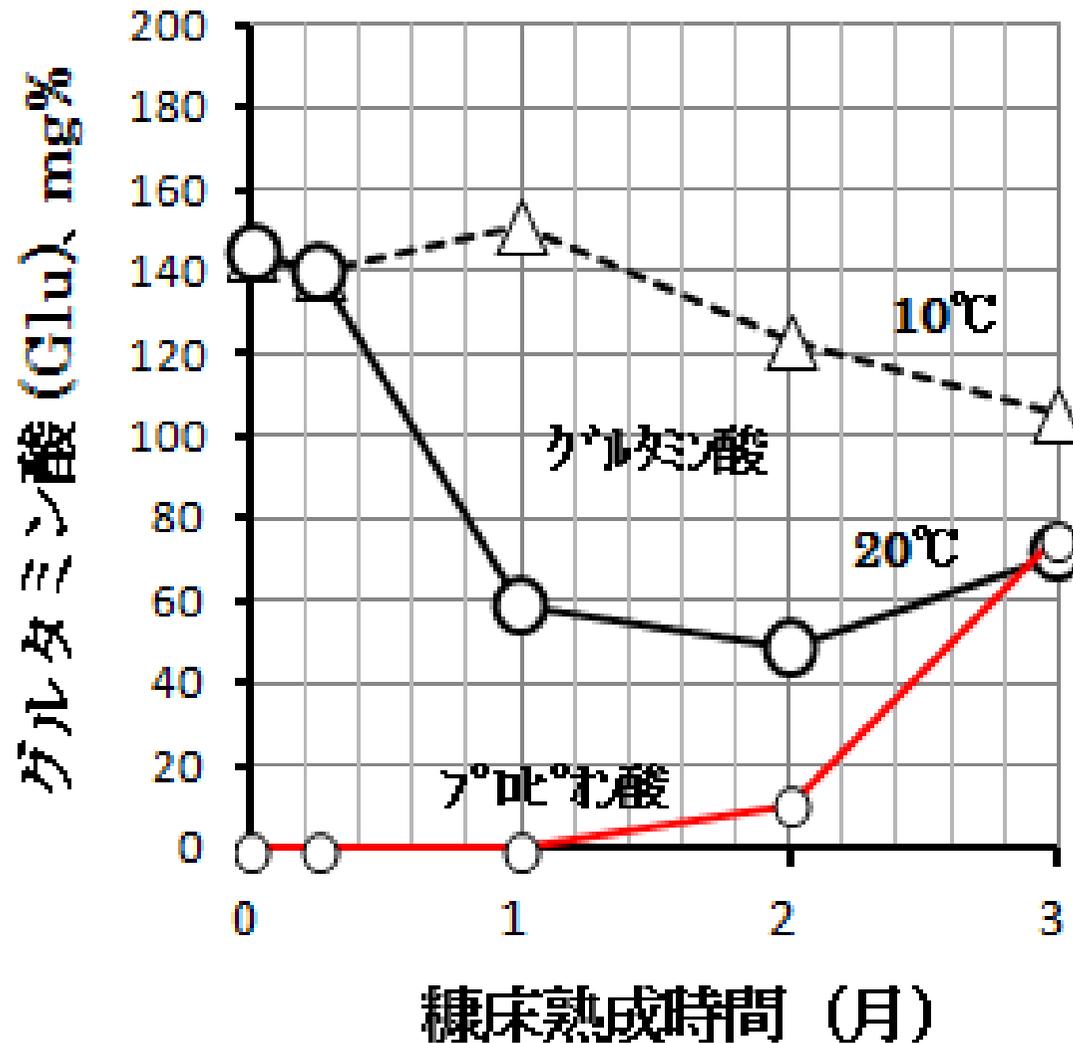
米ぬか油(⇒ オレイン酸、リノール酸)

生産物

ラクトン類  
C<sub>9</sub>(ノナラクトン)

# ぬか床の主要熟成香味成分の 生成由来\*

\*今井、日本食品低温保蔵学会誌、21(3), 161-178 (1995)



昆布の成分

香の酸

糠床熟成中のプロピオン酸(熟成指標)とグルタミン酸の挙動 (今井先生の論文より)

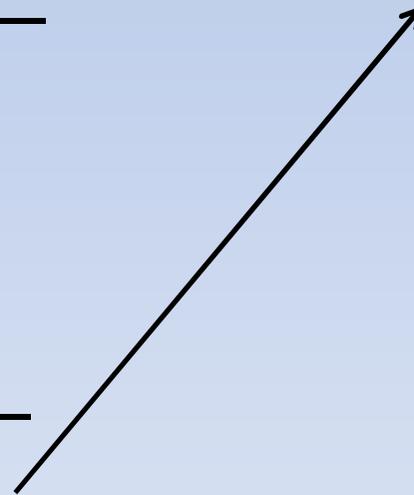
# 米糠油由来の脂肪酸からの 香味成分の生成

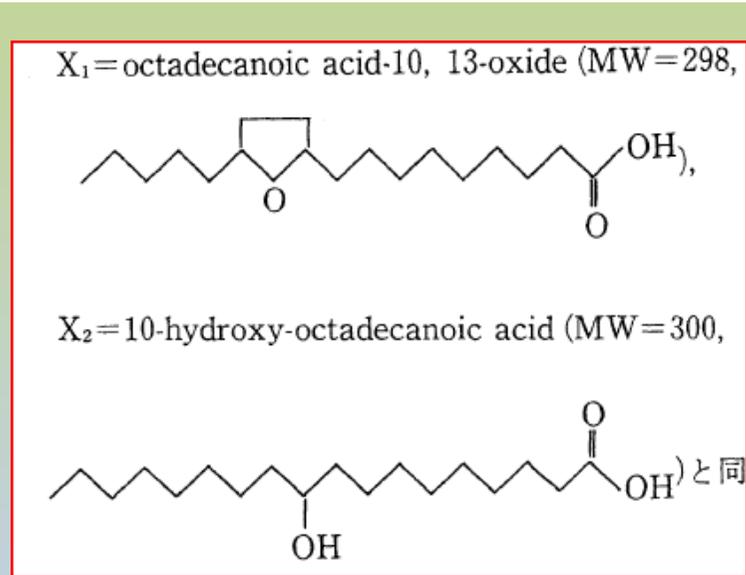
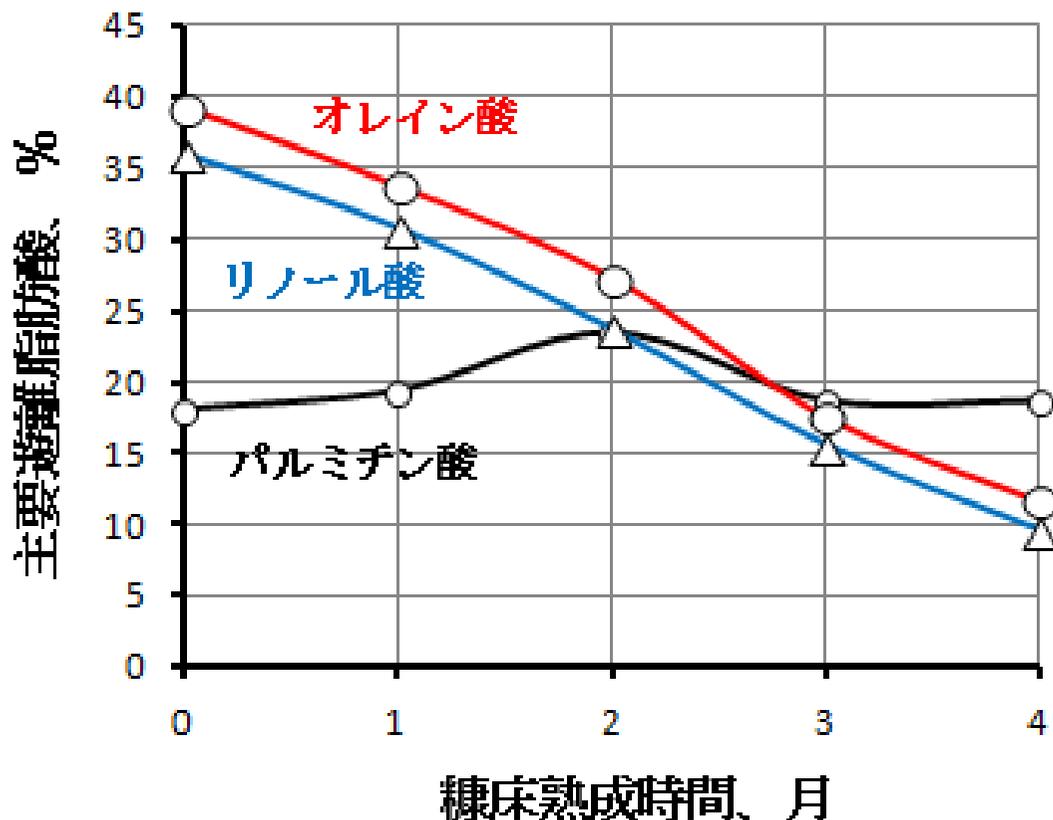
油100g中、

飽和脂肪酸	19.7g
ミリスチン酸	0.7
パルミチン酸	16.9
ステアリン酸	1.6
不飽和脂肪酸	74.1g
オレイン酸	39.1
リノール酸	33.4
リノレン酸	1.6

ラクトン類

(熟成ぬか床の鍵物質)





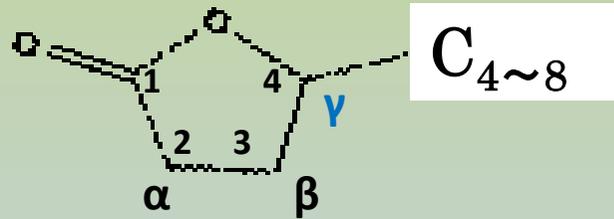
熟成糠床から検出。プロピオン酸と共に糠床熟成の指標物質。熟成香気は脂質の分解、変換と関係。

## 熟成糠床中の遊離脂肪酸（米糠油由来）の挙動

主要遊離脂肪酸、%

Time, 月	パルミチン酸	オレイン酸	リノール酸
0	18.1	39.2	36.0
1	19.4	33.7	30.8
2	23.5	27.3	23.7
3	18.7	17.6	15.6
4	18.7	11.7	9.6

# ラクトンの構造



ガンマ-ラクトン ( $\gamma$ -Lactone)

フルーティーな香

不精香 (不快臭)

$C_n$

160-年床  
今井先生の論文

糠床

糠炊き

$C_0$   
 $C_1$

$C_1$

$C_4$   
 $C_5^*$   
 $C_6$

$C_4$   
 $C_5^*$

$C_5^*$   
 $C_6$   
 $C_7$   
 $C_8$

\* 今井先生が山本さん (小倉出身、当時130年床) の床から検出した主要ラクトンで全ラクトンの88%を占めた。熟成糠床の鍵となる香味物質。

	糠床	ゆず	うめ	チェリー	西瓜	グレープ	ライチ	りんご	もも	パパイヤ	マンゴ	バナナ	h°付ッp	トリアン	いちご	
有機酸	乳酸	○					-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	酢酸	○					○									
	フ°nヒ°オン酸	○**														
	酪酸	○									○					
	カフ°ロン酸	○								○						
	アルコール	エチルアルコール	○													
		フ°nヒ°ルアルコール	○													
		ヘキサノール				○		○	○							
		シトロネロール											○			
		アセチルメチルカルビ°ノール														
リナロール			○							○						
イソアミルアルコール																
リナール						○										
エステル		酢酸エチル	○		○			○								○
	酢酸アミル											○				
	フ°nヒ°オン酸アミル											○				
	酪酸アミル											○				
	酪酸エチル													○		
	2-メチル酪酸エチル													○		
	酪酸アミル											○				
	カフ°ロン酸メチル												○			
	カフ°ロン酸エチル												○	○		
	エチルブ°チレート								○							
	ブ°チルアセテート								○							
	ブ°チルブ°チレート								○							
	アルデヒド	ヒ°2-ヘキサノール							○							
ヘ°リラアルデ°ヒド°			○													
ベンズ°アルデ°ヒド°				○	○											
ヘキサノール					○		○	○								
3,6-ナフ°エノール																
3-ノノール																
リモネン		○														
ラクトン類 (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> )	○ C <sub>9</sub> **		○ C <sub>10</sub>					○ C <sub>9</sub> *	○	○						
ターピ°ン											○					

長谷川香料の資料を抜粋、再構成

\*熟成により C<sub>6</sub>~C<sub>9</sub>のラクトン類が増加

\*\*手入れのいい(年代物の)熟成糠床に生成

# 5. むか床のルーツ

小倉  
築上町  
中津



## 豊前国 (小倉、築上町、中津)

1602 細川忠興築城

1604 細川忠興 隠居

1626 忠利、忠興〜糠漬け

⇒ 1626 忠興、忠利〜書状

1632 小笠原忠真  
(長野県松本)  
小倉に転封



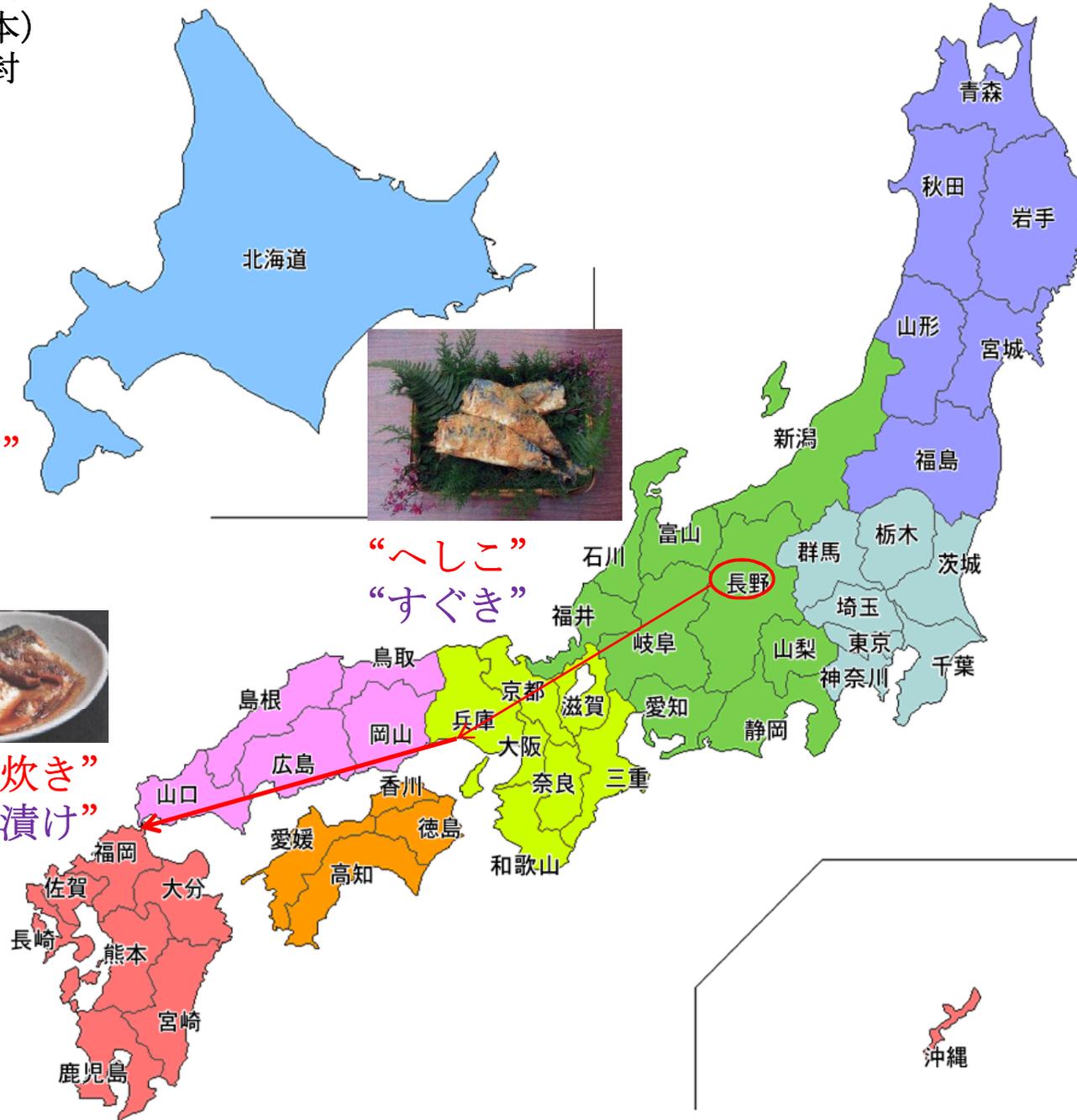
“へしこ”



“へしこ”  
“すぐき”



“ぬか炊き”  
“ぬか漬け”



# 郷土料理と伝統の味が 忘れ去られようとしている (全国的傾向)

## 伝統の継承と成長／発展の為に

- ①啓蒙活動（講習会）
- ②新しい食べ方と料理の開発
- ③新技術開発（速醸法）
- ④科学的研究
- ⑤学会活動（論文投稿、講演）





## [今井先生との問答より]

- 1) 生糠に含有のビタミン類が熱分解する；
- 2) 天然塩は発酵に関与するミネラル分（カルシウム、マグネシウム）を含有；
- 3) 摺りおろしキュウリ 1 本で捨て漬け野菜が不要になり 2 週間で糠床に（20-25℃）。キュウリの摺りおろしは含有リポキシゲナーゼを最大限活用して米糠油の加水分解による不飽和脂肪酸の生成と、それを原料とするラクトン（熟成鍵物質）の生成を促進するため；
- 4) 産膜酵母がグルタミン酸をアミノ酸発酵し、糠床に熟成香気（プロピオン酸）を生成する；
- 5) グルタミン酸の補充；
- 6) 糠床上層表面の空気酸化の防止。

## 2. むか床の基本原料とその役割

### 生ぬか

- ・糖質、脂質、ビタミン類、不溶性糖質（水分保持、**微生物の住み家**）、アミノ酸供給源としての蛋白質の供給源。・**乳酸菌**（生ぬか由来微生物の15%）と酵母菌の供給源。

### 塩

- ・浸透圧による野菜からの脱水、塩分の浸透、野菜の糖分と酵素の湧出。・生糠の土壌由来細菌（生糠由来微生物の85%）の死滅。（天然塩は発酵促進のミネラル含有）

### 水

- ・熟成香味成分と野菜の有効成分を床に均等に輸送。
- ・発酵速度の制御（水分濃度：57～67%）。

### 昆布

- ・グルタミン酸の原料。酵母菌のアミノ酸発酵によりプロピオン酸（**熟成香気**）を生成。

### 種糠

- ・乳酸菌（乳酸、酢酸生成）と酵母菌（プロピオン酸、多種のエステル、アルコール等の香気成分の生成）の初期供給源で発酵促進。

### 生野菜

- ・脂肪を分解、酸化するリポキシゲナーゼ（酵素）の供給源。易発酵性糖質（**乳酸の原料**）、乳酸菌（葉に付着）、酵母菌（糖、蜜を好み花に分布）の供給源。

# 発酵促進ミネラル

## 乳酸菌と酵母菌の発酵を促進

天然塩：Ca、Mg

昆布：K、P、K、Na、Ca、Mg、Fe の供給源

天然水：ミネラル（Ca、Mg）が補遺不で酵母の活性  
銘酒の水（例：灘の酒） に大きく寄与

フィチン酸（糠の成分）：P、Mg、Ca の供給源。

# 代表的香味原料

- 唐辛子
- 山椒の実
- 生姜
- ニンニク

過剰添加



酸味激減

乳酸菌の発酵力低下

熟成香気激減

酵母菌の発酵力低下

- 柑橘の皮 (柚、だいたい)
- 
- 



山椒と唐辛子の香が異常に強く、ぬか床とは程遠いものになる

ダシ昆布	最も代表的。表面についている白い粉は旨み成分なので、水で洗わず、乾いた布で拭いてから使用するのがポイント。グルタミン酸など多くの旨み成分がぬか床の旨味もひろげる。
ショウガ	入れると床が傷みにくくなる。
ニンニク	虫がわくのを防ぎ、カビを予防。
ぬかみそがらし 洋がらし	からしの辛み成分が腐敗菌を防止。
卵の殻	アルカリ性で酸を中。殻の成分炭酸カルシウムはぬか床の味を良くし、栄養的にもプラス。 ※ たまごアレルギーは卵の殻の代わりに「重曹」を入れよ。
唐辛子	雑菌の繁殖を防ぐ殺菌作用、ぬか床の腐敗を防ぐ。ほのかな辛味や風味。ちぎると辛味が強くなる。
かつお節	私は、粉のもの（お好み焼きなどに使う）を入れてます。
干しシイタケ	いい味を出す。
山椒の実	殺菌作用。爽やかな風味がぬか床に染み出す。粉山椒ではなく、丸ごとの実山椒がいい。6~7月頃のみに出る青い実の山椒は香りがより鮮烈。
月桂樹の葉	
梅の実	
食パン・パン粉	床の醗酵を助けまろやかにする。
ヨーグルト	動物性乳酸菌、あまり入れない方がよい。沢山入れると床がゆるくなる。
飲み残しのビール	これも少し。酵母菌が良い。ビール酵母がぬか床を強くし、ホップによる爽やかな香りがつく。
豆類	豆が水分を吸収し味噌の要領で美味しい。
鉄玉子	卵形の鉄の塊。鉄分がこの玉子から染み出して栄養価も上がり、野菜の変色を抑える。
干し貝類	良いだしになる。
柚子・みかんの皮	酸味を強く感じたとき風味を出し爽やかにする。

抗菌性

抗菌性

抗菌性

抗菌性

# 3. むか床の香味成分

## - その由来と生産菌 -

香：①酵母菌による糖質（米糠及び野菜のブドウ糖と蔗糖）とアミノ酸（昆布と生糠含有蛋白のグルタミン酸）の発酵生産物。

～100ppm

香成分：エステル類、アルコール類、揮発性脂肪酸類

②野菜由来酵素（リポキシゲナーゼ）による米糠油の分解生産物。

香成分：ラクトン類等

味：○乳酸菌による糖質（野菜、生糠）の発酵生産物

1.0～1.9%

味成分：乳酸、酢酸

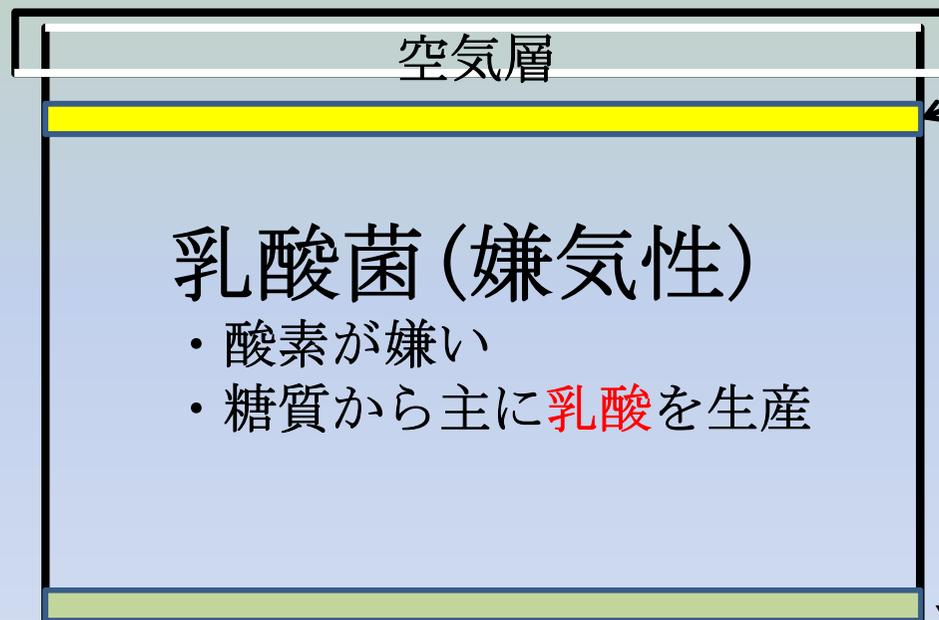
特開 2010-124739 (米糠発酵組成物およびそれを使用した漬物用浸漬液)より作製

今井正武 (三菱商事フードテック)

乳酸菌 (グラム陽性菌)	嫌気性	酵母、属	好気性
1 <i>Lactobacillus plantarum</i>	ラクトバチルス フランタルム	<i>Candida</i>	キャンデーイタダ
2 <i>Lactobacillus brevis</i>	ラクトバチルス ブレビス	<i>Torulopsis</i>	トルロフシス
3 <i>Lactobacillus vilidescens</i>	ラクトバチルス ヒドリテッセンズ	<i>Pichia</i>	ピキア
4 <i>Lactobacillus alimentarius</i>	ラクトバチルス アリメンタリウス	<i>Hyphopichia</i>	ハイフオピキア
5 <i>Lactobacillus fermentum</i>	ラクトバチルス フェルメンタム	<i>Saccharomyces</i>	サッカロミセス
6 <i>Lactobacillus pentosaceus</i>	ラクトバチルス ペントサセウス	<i>Saccharomycopsis</i>	サッカロミコフシス
7 <i>Lactobacillus casei</i>	ラクトバチルス カゼイ	<i>Hansenula</i>	ハンセヌラ
8 <i>Pediococcus pentosaseus</i>	ペディオココカス ペントサセウス	<i>Debaryomyces</i>	デバハリモミセス
9 <i>Pediococcus acidilactici</i>	ペディオココカス アシテイルラクテイシ		
10 <i>Lactobacillus acidilactici</i>	ラクトバチルス アシテイルラクテイシ	酵母、属/種	
11 <i>Tetragenococcus halophilus</i>	テトラシベノココカス ハロフィラス	<i>Candida krusei</i>	キャンデーイタダ クルセイ
12 <i>Leuconostoc mesenteroide</i>	ロイコノストック メセンテロイデウス	<i>Candida lipolytica</i>	キャンデーイタダ リホリテイカ
13 <i>Leuconostoc dextranicum</i>	ロイコノストック デキストラニカム	<i>Torulopsis etchellsii</i>	トルロフシス エッチェルシイ
14 <del><i>Leuconostoc laetis</i></del>	<del>ロイコノストック ラクテイヌ</del>	<i>Debaryomyces hansenii</i>	デバハリモミセス ハンセニイ
	好適種	<i>Hansenula anomala</i>	ハンセヌラ アノマラ
		<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	サッカロミセス セレビスシェ
		<i>Hyphopichia burtonii</i>	ハイフオピキア ハートニイ
		好適種	
プロピオン酸生産菌、属、種	好気性		
<i>Propionibacterium acidipropionici</i>	プロピオニバクテリウム アシテイルプロピオニシイ		
<i>Propionibacterium freudenreichii acidipropionici</i>	プロピオニバクテリウム フロイデンライヒ		

糠床：至適生息環境の異なる微生物群が共存 ⇒ 糠床の混ぜ方の難しさの理由 ⇒ 個別発酵後に混合 (先生の特許)  
 種の選択で任意の香味を実現可能  
 種の違いで一人一人糠床の香味が様々

# ぬか床の3層構造と 混ぜ方のコツ



## 酵母菌 (好気性)

- ・ 産膜酵母 (白色) 必要微生物
  - ・ 酸素を好む
  - ・ 熟成香り成分を生産
  - ・ グルタミン酸 ⇒ プロピオン酸
  - ・ シナー臭を生産 (過剰増殖時)
- 酢酸エチル  
(酢酸とエチルアルコールの反応物)

## 酪酸菌 (嫌気性)

- ・ 酸素が大嫌い
- ・ 酪酸 (蒸れた靴下臭) 生産

混ぜ方：床上層を中に押し込み  
底部を上層に引っ張り  
上げる要領

天地返