

母校の小倉高校での糠床、糠炊き授業

Super Science High Schoolのプログラムの一環

2018.9.11～11.6の3ヶ月に渡って指導

「私は50数年前、小倉高校を卒業した」

「化学が大好きだった」

「今は糠床、糠炊きの科学にはまった」

北九州小倉・糠床糠炊き研究会
会長 木村洋

SSH (Super Science High School)

文部科学省によるSSH指定校は科学技術系の人材育成のため、各校の計画に基づく独自カリキュラムによる授業や、大学・研究機関などとの連携、**地域の特色を生かした課題研究**等、様々な取り組みを積極的に行っている。

今般、平成22年から毎年SSH指定校である福岡県立小倉高等学校にてSSH-プログラムの一環として、**北九州市の郷土料理の基礎**を成す400年の歴史を誇る糠床および糠炊きの体験型授業を実施する機会を頂き、NHKテレビの取材が入った。

体験型授業は、大学での体験型講義同様、学生による実習／実験と内在する科学に関する授業を同時提供し、対象に対する深い理解はもとより、更なる探求心と創造の心を刺激し、従来範疇にない新たな視点と創造の心を芽生えさせんとするものである。

1. 糠床の仕組に関する講義 & 学生さんによる糠床作り

2018.9.11

北九州小倉・糠床糠炊き研究会
木村洋、木村康子



先ず、糖床の基本、仕組と作成手順を解説 2018.9.11



糠床作り開始宣言 皆さん初めて床作りを体験

11名の3グループ
各グループ、床1基



床作り開始

2018.9.11



各グループ、床作り進行中

第1回目授業（1時限分）

時間配分	前半	糠床の仕組みと作成手順等をスライド解説
	後半	糠床作り

糠床のpHと塩分%の測定

100mlのビーカーに、固形分を除いて糠味噌5.0gを秤量し、水で5倍に希釈する。この混合物をフィルターで濾過し、濾液が半量溜まった時点でこれをフィルターに戻し最後まで濾過する。

塩分濃度計（電気伝導度法：簡便法）とpHメーターで濾液の塩分%とpHを計測する。塩分%の実測値は5倍して記録し、pH実測値をそのまま記録する。正式には中和滴定による乳酸換算酸度を求める。 $\text{pH} \propto \text{酸度}$ 。



さあ、床を作ろう！

次週予告：発酵成分(113成分)の分析事例、乳酸菌の種類
香気成分の標準試料、糠漬け官能評価の事例
研究者魂とガッツ、etc

2. 糠床の科学に関する講義 & テレビ取材 (NHK福岡)

2018.9.18

放映日 2018.10.3

“食いち” お殿様も大満足！ “ぬか炊き”

○糠床を混ぜる／容器の内側を綺麗に

○発酵香気成分の標準試料を嗅ぐ

プロピオン酸（糠床熟成香気）、酪酸（糠床底部の不快臭）、オレイン酸（米糠油）から誘導される γ -ノナラクトン（桃の香）乳酸（乳酸発酵による酸味成分）

糠漬け開始に先立ち
これだけは
知っておこう

糠床健康維持のための重要項目

1. 床の塩分濃度、% 4~5
2. 酸味の強さ、pH 3.6-4.2
3. 床の水分、% 55~65
4. 温度、℃ 20-25
5. 床は日陰に置く (直射日光を避ける)
6. 野菜漬けの維持 (糖質定常供給、床を混ぜるだけでは駄目)
7. 香辛料の過剰添加駄目 (床の熟成香無し。山椒床、激辛床に)
8. 糠床を混ぜる (天地返しの要領)

床の塩分濃度管理 (最重要)

(好適塩分 4-5% vs 糠床)

野菜からの水が床に蓄積



床の塩分濃度低下

↓ 閾値 (3%) を超すと

土壤細菌 / 環境細菌が急増殖



乳酸発酵停止 (酸味消滅 / pH上昇)



糠床の品質 (香味) が急低下

乳酸菌と酵母菌
の世界が消滅!

塩分濃度測定 (簡易分析器、ベロメータ要)

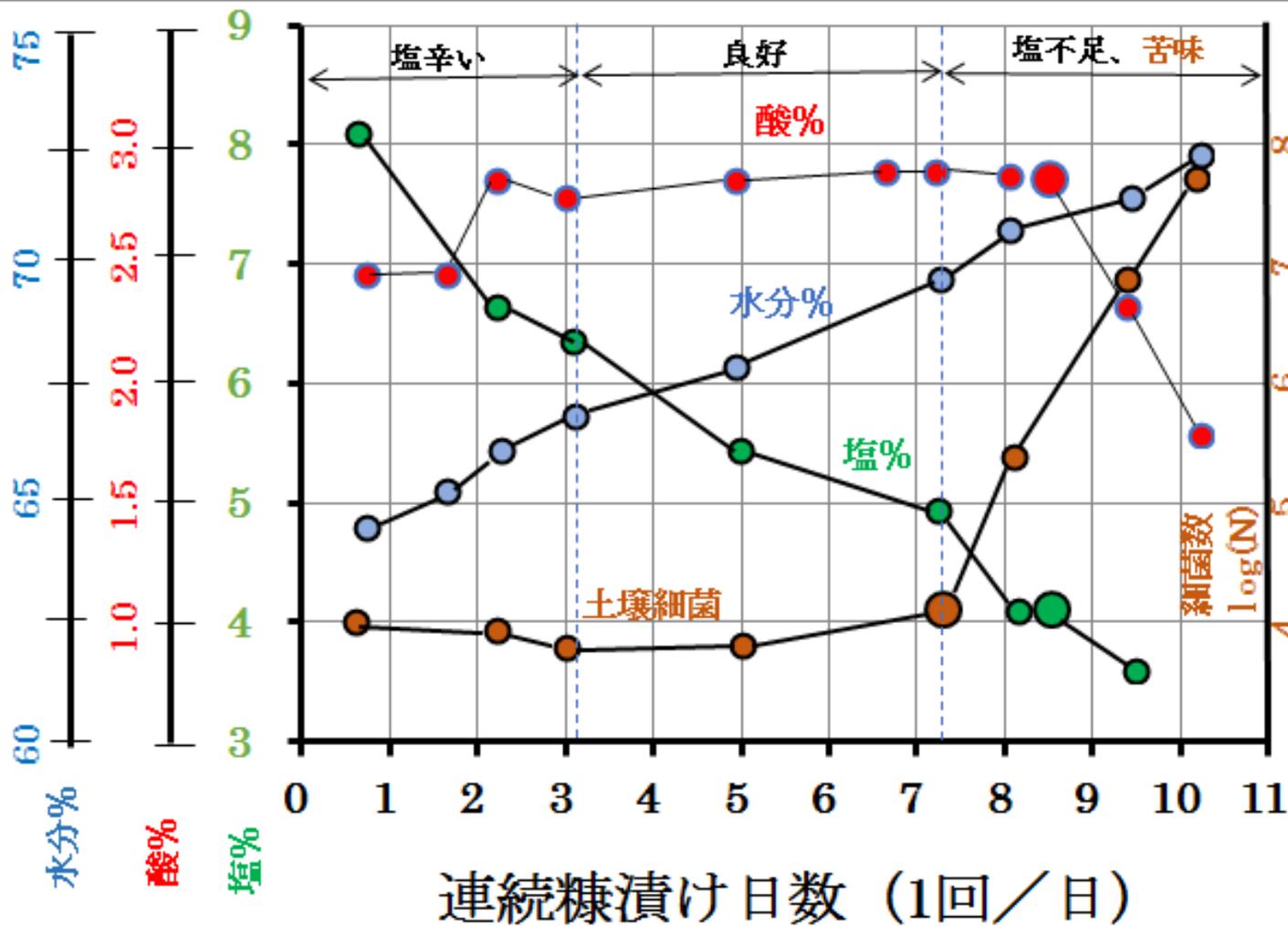
最重要項目

①塩分
4~5%

②酸味
pH 3.6~4.2

乳酸菌は自己
防御の為、酸
性物質を生産

食塩濃度が閾
値以下になると、不快臭生
産の土壌細菌
(●)が急増殖
し、乳酸発酵
が停止し糠床
の品質が急低
下する。

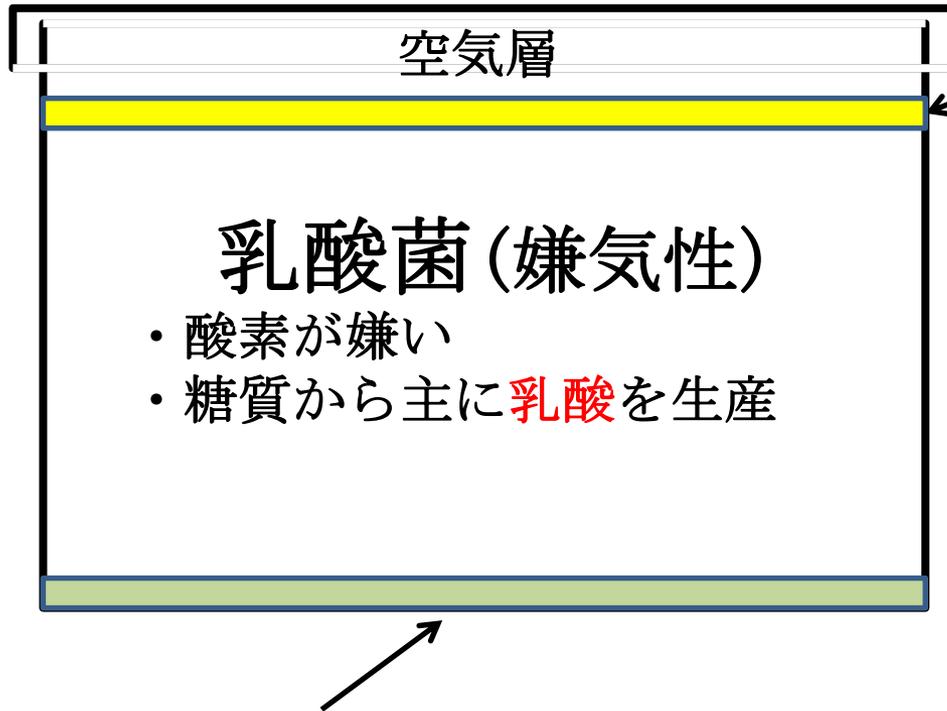


野菜漬けによる床の水分増の影響

20℃、黄瓜 3本/日、毎日漬ける

今井正武、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3層構造



酵母菌

- ・産膜酵母 (白色) **必要微生物**
 - ・酸素を好む
 - ・熟成香气成分を生産
グルタミン酸 ⇒ プロピオン酸
 - ・酢酸エチル (シナー臭), アルコール等
- 無精香も生産**
(過剰増殖時)

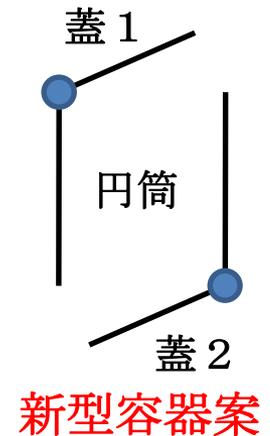
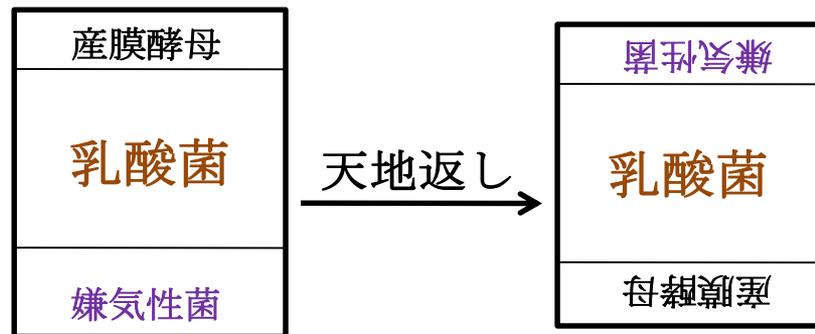
糠床を混ぜる

天地返しの要領で、
菌層構造を壊さない
グチャグチャに混ぜない

- 混ぜた方がいい(基本)
- 混ぜない方がいい

①床上層を内部に押し込み、空気と遮断

②床底部を上層に引っ張り出し、空気に晒す





床を天地返しよう（床作成後1週間）

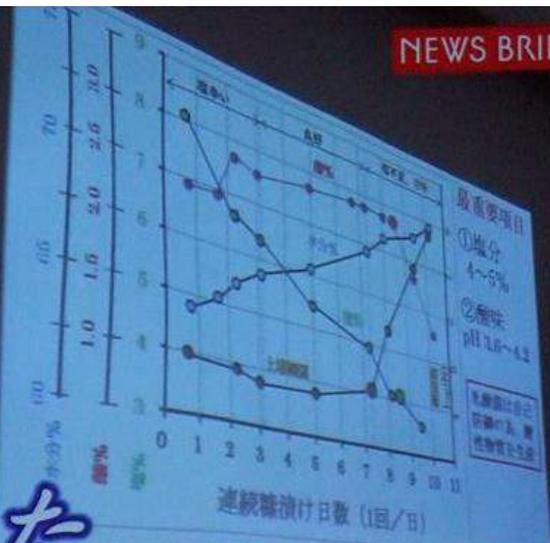
6:37

NEWS BRIDGE 歴史香る
北九州のめぐみ



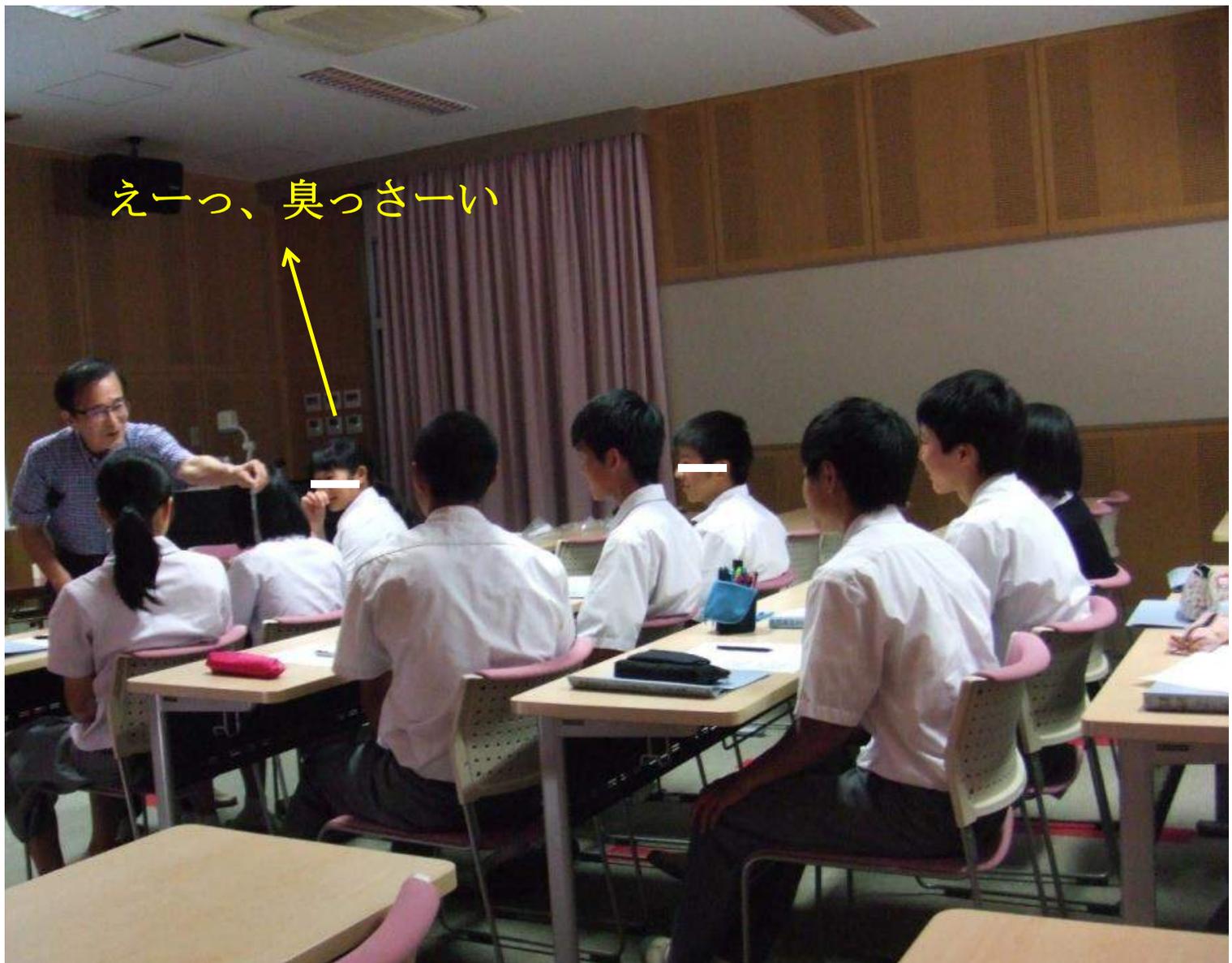
6:37

NEWS BRIDGE 歴史香る
北九州のめぐみ



優れた
発酵食品

水分増の影響
毎日漬ける
「おなかの健康」に関する研究 (発酵中の腸内細菌叢と腸内環境)



えーっ、臭っさーい



グルタミン酸
から生成 ↓

糠床の熟成香気成分の標準試料を嗅ぐ

プロピオン酸 (床の熟成指標物質)、酪酸、 γ -ノナラクトン (桃の香)、乳酸 (酸味) 等

3. 糠床健康診断と香味評価

床作成日	2018.9.11
第1回検診	2018.10.6
第2回検診	2018.11.5

初めて糠床を作った学生さんの1ヶ月経過後の床の状態（pH、塩分測定）を検査し、床の管理上のコメントを提供するとともに、研究会顧問で糠床専門店「榎乃家」代表の波多野淳子先生に糠床の官能評価をして頂いた。

【小倉高校の糠床分析 2018】

	床	G1	G2	G3
塩分	11/5	3.8	4.3	4.0
	10/9	4.6	4.7	4.9
pH	11/5	4.5	4.6	4.7
	10/9	4.2	4.2	4.2

追い塩の必要性 (11.5)

G1: 塩分%が最も大きく低下(野菜漬け量多い)故、追い塩要。
G3が2番目に塩分低下。

【各床の追い塩量の概算値】
床の塩分を4.5%に増加させる。
床重量を3Kgとすると、

G1の追い塩量

$$(4.5-3.8)/100 \times 3000=21g$$

$$G2: (4.5-4.3)/100 \times 3000=6g$$

$$G3: (4.5-4.0)/100 \times 3000=15g$$

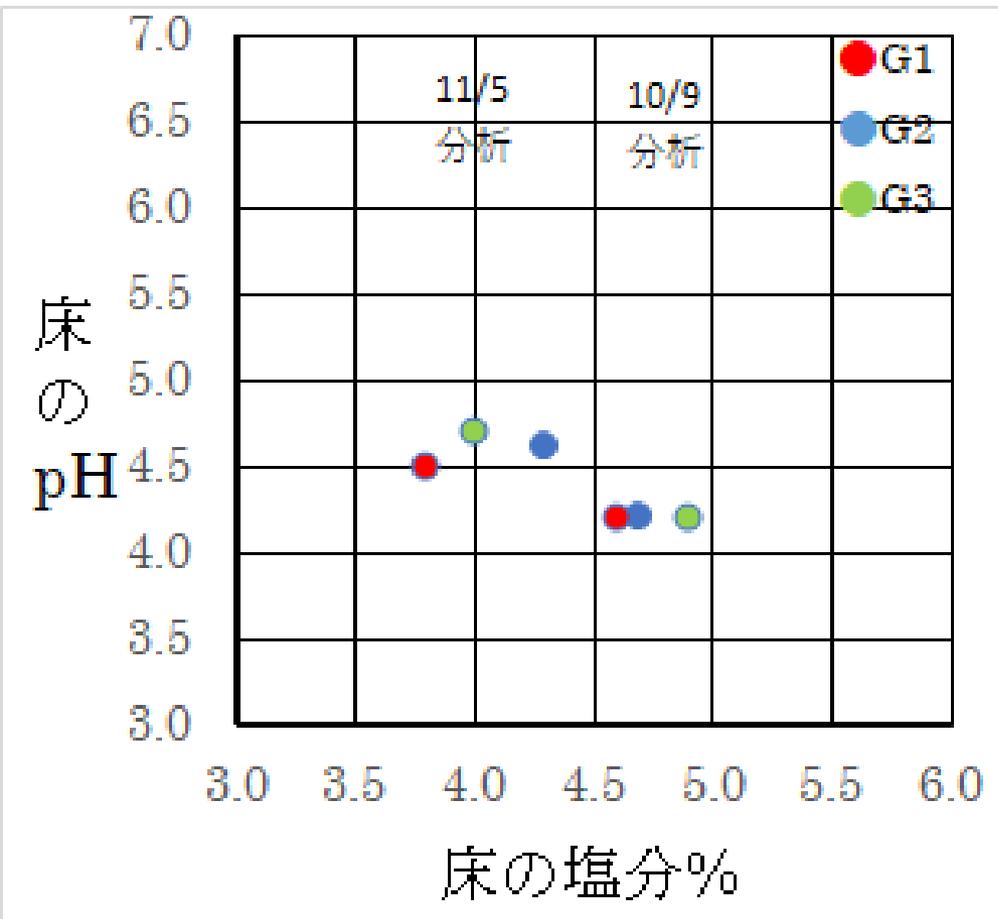
各Gr.、床に上記追い塩を実施下さい。
塩分 ≤ 3%: 糠床の品質低下

追い糠の必要性

3床とも野菜漬けにより床が水で緩んでいました。篩った生糠を50g追い糠しましょう。糠床の柔らかさの目安は、手で握った時、水が滲み出る硬さ(水分60%)とされています。
生糠の追い加で糖質が供給され、乳酸発酵が促進されます。

野菜漬けの必要性

漬ければ漬けるほど床の品質が向上します。糠炊きも一層美味しくなります。



4. 糠炊き実習

2018.11.6

自分で作った糠床を使用し、
自分で魚を捌いて、
自分で糠炊きを作る。

体験課題

- ① 3種のレシピで糠炊きを作り、食べ比べる。
- ② 古式糠炊き（調味料無添加）を作り、
糠炊きの基本の香味を体験する。
- ③ 調味料と香辛料添加の効能を体験する。

*糠炊きレシピ設計システムを活用

研究会の糠炊きレシピ作成システム

— 複数のレシピによる糠炊きを同時作成し、食べ比べ可能 —

【ピリ辛処方】									
【材料の標準仕込組成（重量%） vs 魚仕込量】									
		酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒
		35.4	11.0	10.3	37.0	25.0	3.1	0.45	0.32
材料									
総重量	小羽鰯	酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒
941	423	150	47	43	157	106	13.2	1.9	1.4

【嗜好、健康指標】					
糠炊きの塩分、g				味の濃さ	
醤油	糠味噌	追加塩	総塩量	対魚%	
6.5	4.8	0.0	11.3	2.7	
糠炊きの糖分、g				味の濃さ	
みりん	砂糖	総砂糖量	対魚%		
18.6	13.2	31.8	7.5		
総砂糖量／総塩量		2.8	【甘さ指標】		

研究会は上記の8種材料の仕込重量%（対魚仕込量）を詳細検討し、上記仕込組成を基準に変動させて任意の嗜好と香味の糠炊きを作成するレシピ設計システムを活用しています。上記レシピは甘口ピリ辛処方ですが、唐辛子と山椒の仕込重量%（0.45, 0.32）を変えれば任意の辛みとなります。直ぐ下の表に小羽鰯仕込量423gを入力すれば上表の仕込組成の時の他の材料の仕込重量が一括計算されます。下段の表は、嗜好としての甘味度、健康指標としての糠炊きの塩分の算出である。

糠炊きのレシピ (1)

女性用甘口ピリ辛レシピ (常圧調理 : 1atm, 100℃)

【材料仕込組成 (重量%) vs 魚仕込量(g)】

最適化推奨 レシピ	酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒	調理時間
	35.4	17.7	8.2	74.0	20.0	2.5	0.45	0.16	60-90分

↓ ×魚の重量

【材料仕込量 (g)】

小羽鰯	酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒
761	269	135	62	563	152	19.0	3.4	1.2
460	163	81	38	340	92	11.5	2.1	0.7

女性用甘口ピリ辛レシピ (加圧調理 : 2atm, 120℃)

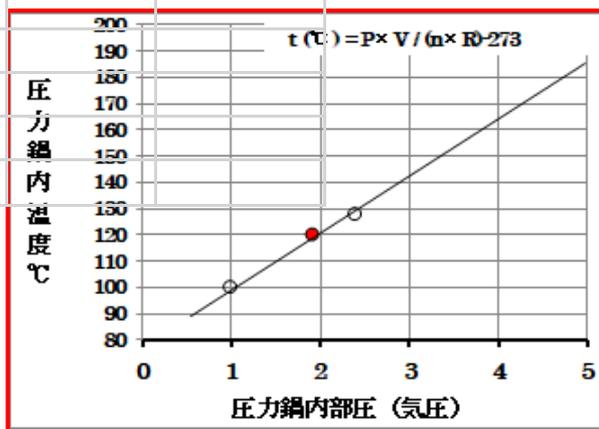
【材料仕込組成 (重量%) vs 魚仕込量(g)】

酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒	調理時間
0	17.7	8.2	9.3	20.0	2.5	0.45	0.16	15-17分

↓ ×魚の重量

【材料仕込量 (g)】

小羽鰯	酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒
761	0	134.7	62	70	152	19.025	3.4	1.2



糠炊きのレシピ（2） 現代風定番と古式

（研究会：官能評価対応、香辛料無添加）

【女性用甘口現代風推奨レシピ（官能評価用）】

【材料仕込組成（重量%） vs 魚仕込量（g）】

①	現代風 糠炊き	酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒	調理時間 60-90分
		35.4	17.7	8.2	74	20	0	0.0	0.0	
							2.5	0.45	0.16	

官能評価用

【調味料無添加】

【材料仕込組成（重量%） vs 魚仕込量（g）】

③	古式 糠炊き	酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒	調理時間 60-90分
		0	0	0	74	35	0	0.0	0.0	

官能評価用

① 2018.2.17作成

現代風 糠炊き	鰯	酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒	加熱開始	糠床添加	煮汁濃縮	冷却開始
	449	159	79	37	332	90	0	0.0	0.0	14:45	15:45	15:49	16:00

官能評価用

③ 2018.2.17 【調味料無添加】

古式 糠炊き	鰯	酒	ミリン	醤油	水	糠味噌	砂糖	唐辛子	山椒	加熱開始	糠床添加	煮汁濃縮	冷却開始
	447	0	0	0	331	156	0	0.0	0.0	14:45	15:23	15:34	15:45

官能評価用

糠炊きの栄養的価値／効能

米糠

- 難消化性多糖類（食物繊維）⇒ 快便
- フィチン酸
- ミネラル吸収

	総脂肪酸、100g当たり	
	EPA(g)	DHA(g)
いわし	9	10
さば	0.16	0.48

青魚の脂質

- 多不飽和脂肪酸（EPA、DHA）

Eicosapentaenoic acid

C20:5 n-3

血小板凝集抑制

赤血球膜の流動性向上 血液サラサラ

血小板の構成脂肪酸に占める多不飽和脂肪酸の含有率（%）

	EPA	DHA
エスキモー人	8.1	5.8
デンマーク人	0.5	1.5
Docosahexaenoic acid		0.5
C22:6 n-3		

糠炊き

- 死んだ乳酸菌の細胞膜 抗変異原性（免疫機能向上）

糠炊き作製時の重量分析例

糠炊き材料	仕込重量, g	糠炊き重量, g
鰯	319	317
糠味噌	62	材料重量減, g
山椒の実	0.5	497
赤唐辛子	1.4	重量減少率, %
砂糖	7.9	61
【固体材料】	391	
酒	111	重量減少率 (煮汁濃縮度) 最高レベルに近い
みりん	55	
醤油	26	
水	231	
【液体材料】	423	
総重量	814	

隠し味

(適量の調味料、香辛料)

糠漬けを
よく作る床

高品質糠床
(主役調味料)

最適調理条件

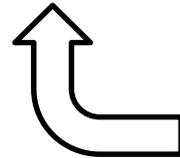
青魚の旨みと糠床との
融合、食感/味の染込

青魚の鮮魚
皮脂未酸化

丸福水産開発技術

窒素超微細気泡

魚体皮脂酸化抑制



青魚の生臭み成分

(魚体の皮脂酸化物)

中鎖アルデヒド、アルコール：

1-pentanol, 1-hexanol

1-heptanol, 2-hexenal

4-heptenal, 2-octenal

2,4-hexadiena, 2,4-heptadienal

Miyasaki, J.Food Sci., 76(9), C1319-1325 (2011).

高品質糠炊きを作る為の要素



糠炊き講習当日早朝、
丸福水産(株)から高鮮度の小鰯を仕入れ

みんなで小鰯を捌く





初めての糠炊きにチャレンジ中
【ピリ辛レシピ】



【定番レシピ】グループ



【ピリ辛レシピ】グループ



【古式レシピ】グループ



【ピリ辛レシピ】グループ

3種レシピによる
小鰯の糠炊きの試食



1
班



各レシピから、一人2匹ずつとり、食べ比べてアンケート用紙に記入

