

Hokkaido  
Food  
Processing  
Research  
Center

# 平成7年度事業報告 平成8年度事業計画

北海道立食品加工研究センター

目次

1	試験研究		
1-1	試験研究テーマ一覧	-----	1
1-2	経常研究		
	加工食品部	-----	3
	・農産食品科		
	・畜産食品科		
	・水産食品科		
	発酵食品部	-----	31
	・調味食品科		
	・発酵食品科		
	応用技術部	-----	47
	・食品工学科		
	・生物工学科		
1-3	共同研究	-----	65
	・道立相互共同研究		
	・産学官共同研究		
	・民間等共同研究		
	・創造的共同研究		
1-4	特別研究	-----	85
1-5	受託研究	-----	95
2	技術普及・指導		
2-1	食品加工相談室	-----	101
2-2	食品工業技術高度化対策指導事業	-----	102
2-3	技術アドバイザー指導事業	-----	103
2-4	移動食品加工研究センター	-----	104
2-5	技術講習会	-----	105
2-6	技術研修生の受入れ	-----	106
2-7	試験測定検査機器及び加工機器の開放	-----	107
2-8	依頼試験分析	-----	108
2-9	食品加工リサーチプラザ	-----	109
2-10	食品加工研究センター通信	-----	110
2-11	技術情報の提供	-----	111



1 試験研究		実施年度	P
1-1 試験研究テーマ一覧			
1-2 経常研究			
【農産食品科】			
1	ハスカップの市場競争力強化に関する研究 (キャンディ・ド・ハスカップの試作)	完 (5~7)	3
2	冷凍ホールポテトの開発に関する研究	完 ( 7)	5
3	道産小麦粉の品質特性と利用拡大に関する試験研究	(7~8)	7
4	ラーメンの熟成機構の解明	(7~9)	9
5	調理冷凍食品の品質向上に関する試験研究	(7~8)	11
6	道産ニンジンの加工利用に関する研究	新 ( 8)	13
【畜産食品科】			
7	チーズホエーの有効利用に関する試験研究	完 ( 7)	15
8	低価格畜産物の高付加価値化技術の開発	(7~8)	17
9	羊乳利用に関する試験研究	(7~9)	19
10	ホエー中の有用成分の利用に関する試験研究	新 ( 8)	21
【水産食品科】			
11	水産未利用資源からの機能性天然調味料の開発	(7~9)	23
12	水産物脂質を利用した機能性複合化食品の開発	(7~9)	25
13	水産食品の酸化的劣化の抑制技術に関する試験研究	(7~9)	27
14	畜肉製造技術を用いた水産複合食品の開発	( 8)	29
【調味食品科】			
15	調味食品素材の開発に関する試験研究 (ヤーコン塊根汁液を用いた食酢の試作)	(4~8)	31
16	ライ小麦を麴原料に用いた新規味噌の開発	(7~8)	33
17	近赤外法を利用した食品成分の新規解析法の開発	(7~8)	35
18	道産味噌の色調に関する試験研究	(7~9)	37
【発酵食品科】			
19	乳酸菌を用いた新規発酵食品の開発 (ラクトパーオキシダーゼを用いた日持ち延長の検討)	(6~8)	39
20	微生物管理技術に関する試験研究 (プラスミドパターンによる工場内の大腸菌群汚染源の追跡)	(6~8)	41
21	酒類製造の省力化に関する研究 (乾燥酵母を用いた清酒の試験醸造)	(6~8)	43
22	果実酒の新しい減酸処理技術に関する研究	(6~8)	45
【食品工学科】			
23	超臨界流体を用いた抽出分離技術に関する試験研究	(6~8)	47
24	食品の品質計測技術に関する試験研究	(6~8)	49
25	エクストルーダを用いたデンプンを主成分とする食品の製造技術に関する研究	(7~8)	51

26	超高压処理技術を利用した食品加工技術の開発研究	(7~9)	53
27	粉体食品素材の殺菌技術の開発研究	(7~9)	55
【生物工学科】-木山 尚賢 掛堂中田 梓品食至豊品食工取			
28	有用酵素の発現調節に関する試験研究	(7~9)	57
29	有用乳酸菌の創製と利用に関する試験研究	(7~9)	59
30	新規レクチンの微生物制御など有効利用に関する研究 (キクイモレクチンの酵母凝集に及ぼす要因)	(7~9)	61
31	食品微生物の遺伝情報解析とそのデータベース化の研究	(7~9)	63
1-3 共同研究			
・道立相互共同研究			
32	ギョウジャニンニクの種子繁殖技術と加工食品の開発 (素材評価と加工食品の開発)	完 (5~7)	65
33	高性能分離カラム用充填材の開発と食品分野への応用に関する研究	完 (5~7)	67
34	食品の微生物制御における遺伝子工学技術の応用に関する研究 ・産学官共同研究	新 (8~10)	69
35	海洋生物コラーゲンを利用した機能性膜の開発	完 (5~7)	71
36	北方系機能性植物の食品素材化と新規加工食品の開発 (ハマボウフウ・マタタビ・ハスカップについて)	(7~9)	73
37	水産未利用資源を用いた食品素材開発 ・民間との共同研究	新 (8~10)	75
38	マロラクティック発酵における添加乳酸菌の動態解析	完 ( 7)	77
39	魚類コラーゲンの食品素材化に関する研究	完 ( 7)	79
40	野菜の冷凍保存技術の開発	新 ( 8)	81
41	糖類を用いた食品の品質向上に関する試験研究 ・創造的共同研究	新 ( 8)	82
42	抗菌殺菌作用を有する光半導体皮膜の形成に関する研究	新 (8~10)	83
1-4 特別研究			
43	乳酸菌乾燥菌体による食品製造用スターターの開発 (味噌、生もと清酒、水産発酵食品用スターターの試作) (乳製品用乳酸菌の乾燥化)	完 (6~7)	85 87
44	ブナザケ特異臭の同定と除去技術開発	(6~9)	89
45	酵素を用いた食品加工技術による新規食品の開発 (遺伝子組換え技術を利用した豆乳凝固酵素遺伝子の機能解明 と大量生産)	(7~8)	91
46	ホタテガイ副産物の有効利用システムの開発	新 (8~10)	93
1-5 受託研究			
47	北海道地域特有食品の成分値の評価に関する研究	(6~8)	95
48	キシロース等を多糖化する菌の検索と高効率培養法の検討	(8~8)	97

7  
9

## ハスカップの市場競争力強化に関する研究

## -キャンディ・ド・ハスカップの試作-

加工食品部農産食品科 田中常雄 榎賢治 山木一史 田中彰

## 1 研究の目的と概要

ハスカップは、果皮が柔らかく水分も多いため、原形を保つのが困難であり、収穫後、直ちに凍結保存されているのが現状である。そのため本試験では、糖漬けを行うことによって原形を保持し、保存性を高めた新規加工食品（キャンディ・ド・ハスカップ）の試作を行い、用途拡大を図ることとした。

試作試験には、入手し易い凍結ハスカップを使い、10種類の糖類に漬けて、次の5点に留意して試験を行うこととした。(1) 糖の種類による浸透速度の比較。(2) 糖の種類による形の保持効果。(3) 糖の種類による水分活性低減効果。(4) 糖の種類による呈味性。(5) 乳酸カルシウムによる果皮の硬度。

## 2 試験研究の方法

- (1) 使用した糖類（( )内はしょ糖を100とした時の甘味度）：エリスリトール(70~80)、ブドウ糖(60)、ソルビトール(70)、液糖(100以上)、しょ糖(100)、トレハロース(45)、水飴(33)、分岐オリゴ糖(40)、フラクトオリゴ糖(30)、直鎖オリゴ糖(30)。但し、エリスリトールとトレハロースは、溶解度が低く、しょ糖と併用した。
- (2) 試作方法: 予め所定の容器に500g程の水を入れ、最初は30%程の糖度になるように各糖を加え、乳酸カルシウム（約1.2%）を入れる区分と入れない区分を作り、その中にハスカップを約500g入れて密封し、60℃の恒温器に放置した。但し、水を含む液状の糖（ソルビトールなど）は、容器を開放とした。それ以後、朝夕に糖度を5%前後増すように糖を加え、8日目に完成とした。その間、表1に示す通り、糖液及び果実の糖度（Brix%）、果実の水分（赤外線水分計による）、水分活性(novasina社

表1 しょ糖を使った試作試験（最初に水500g、ハスカップ500gを添加して開始）

経過 日数	添加 時	しょ 糖 (g)	乳酸カルシウム添加(12g)					乳酸カルシウム無添加				
			糖液 糖度	果実 糖度	水分 (%)	水分 活性	硬度 (gf)	糖液 糖度	果実 糖度	水分 (%)	水分 活性	硬度 (gf)
1日 目	朝	250	33.3	10.8	78.4	0.98	10	33.3	10.8	78.4	0.97	10
	夕	200	30.3	18.8	—	—	—	24.6	20.3	—	—	—
2日 目	朝	100	38.1	30.9	66.4	0.94	28	40.4	30.8	68.8	0.93	10
	夕	250	43.7	35.8	—	—	—	44.1	34.8	—	—	—
3日 目	朝	200	55.0	46.8	50.6	0.88	28	53.7	47.9	52.7	0.88	13
	夕	250	58.2	55.0	—	—	—	58.4	58.0	—	—	—
4日 目	朝	200	67.2	62.0	39.9	0.81	35	66.1	63.9	37.5	0.80	12
	夕	250	70.6	72.5	—	—	—	68.6	71.3	—	—	—
5日 目	朝	450	74.7	72.4	30.7	0.74	21	74.9	71.5	32.0	0.73	9
	夕	650	76.4	73.6	—	—	—	76.5	75.1	—	—	—
8日	朝	—	81.9	82.7	13.7	0.57	36	81.6	81.3	15.0	0.56	9

製水分活性測定装置による)、硬度(レオメーターによる直径1mmの円筒形プランジャーの侵入強度)を測定した。試作品は、ハスカップ研究会で官能審査を行った。

### 3 実験結果

試作の一例(しょ糖を使用した場合)を表1に、官能審査の結果を表2に示した。エリスリトールは1日目の朝、糖度約30%溶液としただけで、以後はしょ糖を添加した。トレハロースも1日目の朝夕、糖度約40%溶液とした後は、しょ糖を添加した。ブドウ糖の試作品は、冷蔵庫に保存している間に糖の粉末が析出した。

表2 キャンディ・ド・ハスカップの官能審査

使用糖類	乳酸Ca	甘さ	硬さ	光沢	外観	色調	意見
エリスリトール+しょ糖	添加	3.5	3.2	3.8	3.9	3.8	甘いが自然な感じである
	無添加	3.5	3.2	3.3	2.8	3.7	甘いが自然な感じである
ブドウ糖	添加	2.5	2.1	1.4	1.4	1.6	色が悪く酸味が強い
	無添加	2.5	2.1	1.3	1.3	1.5	色が悪く酸味が強い
ソルビトール	添加	3.4	3.4	4.2	4.2	4.0	歯ごたえがよい
	無添加	3.5	2.9	3.9	3.4	3.8	柔らかくしわがある
液糖	添加	3.1	3.8	3.6	3.3	3.3	甘みが少しきつい
	無添加	3.2	3.1	3.4	2.9	3.3	甘みが少しきつく柔らかい
しょ糖	添加	3.6	3.5	3.5	3.2	3.4	歯ごたえがよい
	無添加	3.4	3.0	2.8	2.5	3.1	柔らかくしわがある
トレハロース+しょ糖	添加	3.2	3.3	3.4	2.9	3.4	少し甘い
	無添加	3.2	2.8	3.3	2.7	3.4	柔らかすぎる
水飴	添加	2.5	2.6	3.2	2.9	3.2	甘みが弱い
	無添加	2.5	2.2	2.7	2.3	3.2	酸味が強くしわがある
分岐オリゴ糖	添加	2.9	3.2	4.0	4.0	3.8	甘み、酸味ちょうど良い
	無添加	2.7	3.0	3.5	3.1	3.5	柔らかくしわがある
フラクトオリゴ糖	添加	3.2	3.1	3.2	2.8	2.6	色が悪く甘みが強い
	無添加	3.3	2.7	2.8	2.0	2.6	色が悪く形が悪い
直鎖オリゴ糖	添加	3.3	3.4	3.6	3.4	3.4	甘み酸味ちょうど良い
	無添加	3.2	2.8	3.1	2.5	3.5	しわが多い

※評価の目安…甘さ：5(最適)～1(甘すぎる、又は甘さ不足)。硬さ：5(最適)～1(皮が気になるほど硬い、又は柔らかすぎる)。光沢：5(なめらか、艶がある)～1(艶がない、ざらついている)。外観：5(しわがなくピンとしている)～1(しわがある、しなびている)。色調：5(ハスカップらしい濃い紫色)～1(褐変や、くすみがある)。

### 4 要約

- (1) 浸透速度は、しょ糖が他より良好だった。乳酸カルシウム添加により浸透速度が遅くなることはなかった。
- (2) 形の保持効果は、官能審査結果から、エリスリトール+しょ糖、ソルビトール、分岐オリゴ糖が良好と思われた。
- (3) 水分活性低減効果は、しょ糖(表1)以外は表示出来なかったが、他の糖での最終的水分活性は、エリスリトール+しょ糖で0.60まで低下した他は、0.67(ブドウ糖)～0.82(分岐オリゴ糖)となり、しょ糖の低減効果が比較的高かった。
- (4) 呈味性は、官能審査結果から、エリスリトール+しょ糖、しょ糖が良好だった。
- (5) 乳酸カルシウムによる果皮の保持効果(硬度による)は、明確に認められた。

## 1. 研究の目的と概要

道産馬鈴薯の品質の良さは他の追従を許さず、いまだ他府県からの需要は増加の方向にある。しかし馬鈴薯の貯蔵法はいまだ完璧な方法は見当たらない。従来法では精々 4月位までが限度で、それ以降の発芽期から翌年ものが出回る端境期を、九州産による市場制覇を容認してきた。そこで道産ものの最も旬な時期の原料を長期貯蔵して、通年供給を可能にする方法の開発及びそれを用途に応じて迅速簡便に提供できる加熱調理法が待たれていた。本研究では従来の長時間を要する蒸気加熱法に代えて、マイクロ波ブランチング (MBL) を行い冷凍保存後、またマイクロ波で解凍する方法の開発を目的とした。

## 2. 試験研究の方法

ニセコ産皮付きホールポテト (男爵、キタアカリ) を試料として90℃湯水で 9分間加熱後、電子レンジ (出力600W) を用いてブランチングした。すなわち L~2 L玉の3~4個を1 試験区として予備加熱後、直ちにレンジ内のテーブル中央にかためて置く集中法とテーブル周辺に等間隔に置く分散法の2法によって処理した。二段加熱処理後のそれぞれの温度、重量及び水分測定、ベンジジンプルー反応 (残存パーオキシダーゼ活性)、顕微鏡観察、貯蔵後の官能テストを実施した。

## 3. 実験結果

重量・ロス時間曲線に示す通り、分散・集中法のいかなを問わず、一定時間までの緩やかなカーブを描いた後、直線を描くことから変曲点を有し、それは一次微分曲線 B から求められるが、このときの品温はほぼ91℃を示している。加熱法の違いでは分散法では試料中心部が、また集中法では 2つのヒートスポットから同心円状に加熱が始まり、壁面反射を受けないテーブル中心部側が最加熱遅延部となった。分散法は本来的な内部加熱ではなくなっているが、2種の加熱法のいずれも最加熱遅延部が90℃付近に達したとき、パーオキシダーゼ活性が消失しており、それは先の変曲点にほぼ一致する。これは別途行ったフレンチフライ用のピースについての実験から得られた結果とほぼ一致し、91℃達温が最適 MBL時間と判定された。また水分減少はやはり L玉の方が大きかった。顕微鏡観察からは澱粉粒が膨潤して細胞同志の分離直前が変曲点に該当していると思われるが、同時にマイクロ波加熱の欠点である加熱のバラツキが認められた。

貯蔵半年後の官能テストの結果、91℃達温 MBL製品ではや苦みや辛み、アンモニア臭、ザラツキ感などが発生し明らかに加熱不足が判明した。熱不活性化の Z 値の大きなパーオキシダーゼが、マイクロ波のようなごく短時間加熱の場合は凍結までの間に賦活するためであり、フレンチフライ小片ピースであれば通常凍結法で問題ないが、ホール状の場合は窒素凍結か MBL時間を延長する必要がある。そこで91℃で

はなく96℃達温をもって完全失活を図った試料について凍結保存後官能テストを実施した。レンジ解凍調理後の試料は品種によって差が生じ、風味においては良好であったが粉質感にやや欠けるものとなった。これは MBL加熱および冷却凍結までの水分蒸発によって、澱粉粒が十分な膨潤を果たせなかったためと考えられたので、MBL加熱及び凍結処理をラップをかけて行ったところほぼ満足な結果が得られた。

#### 4. 要約

皮付きホールポテトの冷凍保蔵を目的にマイクロ波処理を検討した。理論的最適MBL時間は加熱重量・ロス時間曲線の変曲点から簡単に求められることが判明した。ただし、短時間処理を特徴とするマイクロ波加熱においては、凍結までの耐熱性酵素の戻りに対して、同時に加熱や凍結時の水分蒸散を防止して、澱粉粒の十分な $\alpha$ 化を進めるための一定の加熱時間の延長を考慮する必要がある、それらの条件を満たすことで初期の目的をほぼ達成することができた。

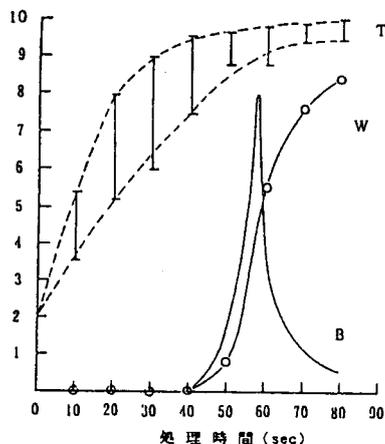


図1 細切りピースのsteamマイクロ波処理  
縦軸は以下を表す。W：重量ロス（%）、B：Wの微分値（ $\Delta W/\Delta$ 時間）、T：MBL中の品温（ $\times 10^\circ\text{C}$ ）。最適 MBL 時間は硬さ、残存酵素活性、組織観察及び官能テストなどから50秒と60秒の間にあることが確認されている。

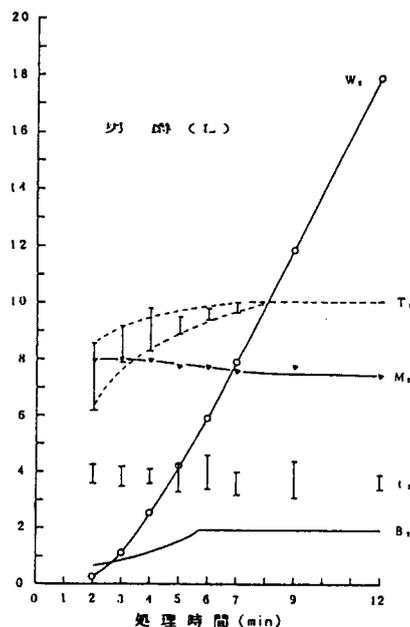
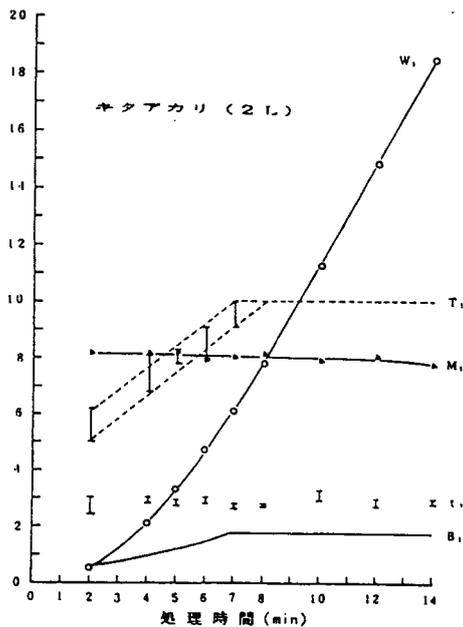


図2 皮付きホールポテトのマイクロ波ブランチング処理

図2-1 約750g/区(3個)、ノンラップ分散法

図2-2 約670g/区(4個)、ノンラップ集中法

縦軸は以下を表す。W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>: 重量ロス(%), B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>: Wの微分値( $\Delta W/\Delta$ 時間), M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>: 水分( $\times 10\%$ )  
T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>: MBL処理中の品温( $\times 10^\circ\text{C}$ ), t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>: 温水予備加熱中の品温( $\times 10^\circ\text{C}$ )。1: キタアカリ, 2: 男爵  
w曲線はノンラップテストのため、図1のようなシグモイドカーブはとらず、変曲点以降は直線的に増加した。

## 1. 研究の目的と概要

北海道産の小麦は、近年の食品に対する安全志向から注目され製パン業界でも道産小麦を利用する気運が高まっている。しかしながら、輸入小麦と比較して品質特性に差があり利用範囲が限定されている。

本研究では、道産小麦の製パン適性について詳細な原料特性を明らかにすることにより、道産小麦の安定利用と製パン業界の振興を促進することを目的とする。

## 2. 試験研究の方法

本年度は小麦粉の成分分析、製パンに関する各種特性試験を行った。さらに製パン試験を行い、その品質について市販小麦粉との比較をした。

1) 供試粉：コントロール（市販強力粉）、ハルユタカ（'92年、'95年）

2) 分析項目：a) **小麦粉の一般成分**

b) 小麦粉の物性（ブラベンダー試験3種）

c) 生地発酵特性試験（低糖生地にて実施）

・生地膨張力試験 シリンダー法による。

・炭酸ガス発生量試験 ウォルフ改変法による。

d) 製パン試験（ストレート法による）

・比容積 菜種置換法による。

・圧縮度 レオメーターによる圧縮試験。厚さ25mmのパンの内相をφ36mmのプランジャーを用い荷重速度100mm/minで、6.3mm（試料厚の25%）を圧縮してその応力を測定した。

・色調 パン内相部を色彩色差計にて測定した。

・X線回析 X線回析装置（日本電子 JDX-8030）を用いて、凍結乾燥させたパン内相部のX線回析強度を測定した。

## 3. 実験結果

1) 原料となる小麦粉の一般成分分析の結果は、ハルユタカは'92年と'95年いずれもコントロールと比較するとたんぱく質がやや少ない目ではあるが、その数値はほとんど差がみられなかった。ブラベンダー試験の結果からは最高粘度はコントロールより良好であったが、生地の安定度、伸張抵抗は劣っており、ハルユタカを用いた生地がだれやすいことを示している。

2) 生地発酵特性試験の結果、生地膨張力はハルユタカの方がコントロールを上回った。炭酸ガス発生量も同様結果を示した。これはハルユタカの方がガスを内

包するグルテンの膜が弱く、生地も柔らかく伸びやすいためと推測される。この結果はブラベンダー試験の結果と一致する。

- 3) 製パン試験の結果は、コントロールと比較してハルユタカの方がボリュームがでた。また、'92年のハルユタカは内相のかたさも良好であったが、他の2点に比べ内相の色がやや白く、パンの外皮質もやや粗く滑らかさに欠けていた。
- 4) X線回折図形は、小麦粉の状態ではいずれもA型を示し、パンではV型を示した。しかしながら、粉による大きな変化はみられなかった。
- 5) 小麦粉の経年変化による差はそれほどみられなかったが、'92年のハルユタカの方が製パン性は良好であった。

表1 小麦粉の一般成分分析

	水分 (%)	たんぱく質 (%)	灰分 (%)	グルテン (%)	アミロース (%)	マルトース価 (mg/10g)
コントロール	11.6	13.9	0.44	38.4	26.2	228.6
'92 ハルユタカ	13.8	12.3	0.43	38.8	24.9	249.3
'95 ハルユタカ	13.3	11.9	0.47	36.8	25.8	219.8

表2 ブラベンダーテストの結果

	アミログラフ		ファリノグラフ		エキステンソグラフ		
	最高粘度 (B. U.)	吸水率 (%)	生地の安定度 (min)	パロメーター バリュー	面積 (cm <sup>2</sup> )	伸張抵抗 (B. U.)	伸張度 (cm)
コントロール	250	68.5	11.7	76	185.6	825	167
'92 ハルユタカ	335	62.7	5.3	78	123.5	410	218
'95 ハルユタカ	475	63.0	6.0	39	162.6	600	207

表3 生地発酵特性試験の結果

	生地膨張力			炭酸ガス発生量		
	第1発酵	第2発酵	第3発酵	第1発酵	第2発酵	第3発酵
	60分 (ml)	40分 (ml)	40分 (ml)	60分 (ml)	40分 (ml)	40分 (ml)
コントロール	155	180	220	31.2	36.2	42.0
'92 ハルユタカ	195	219	235	34.5	38.0	44.0
'95 ハルユタカ	180	200	195	33.0	45.0	46.5

表4 製パン試験の結果

	比容積	圧縮度 (g)	色調		
			L*	a*	b*
コントロール	4.6	158.1	76.66	-2.24	8.84
'92 ハルユタカ	4.9	151.2	79.11	-1.69	8.45
'95 ハルユタカ	4.7	181.0	75.48	-2.05	9.61

#### 4. 平成8年度計画

製パン直後のパンは比較的良好な品質を持つことが解ったため、製パン後の経時変化が品質に影響を及ぼすと考えられる。そこで、平成8年度はでんぷんを中心としたパンの老化度の変化について解析を行いその品質特性を明らかにする。さらに、小麦粉の持ったたんぱく質とパンの品質特性との関連性についても検討を行う。

## 1. 研究の目的と概要

北海道の特産品のひとつであるサッポロラーメンは、市場の成熟化によりその生産量が伸び悩んでいる。今後の生産量を伸ばすためには、道外への進出が必要であり、それには品質の向上と品質保持技術の向上が急務である。

本研究ではラーメンの品質をもっとも左右すると言われている熟成過程中的の諸変化を科学的にとらえ、そのプロセスを明確にすることにより、ラーメンの品質向上と製造工程の効率化を図ることを目的とする。

## 2. 試験研究の方法

本年度は、ラーメンにおける微生物の影響と熟成中の水の動きについて、当センターで試作したラーメンについて検討を行った。

ラーメンの試作方法は昨年度に準拠し、加水量38%で試作した。

### (1) 保存試験

- 1) 保存方法 : 約50gずつチャック付きポリ袋(セイフエパック H-8)に入れ密閉し、18°C、25°Cの恒温機にて保存を行った。
- 2) 試料の採取 : 試作直後および試作後 1、4、7日目に1袋ずつ取り、必要量を採取した。
- 3) 試験項目 : a) 一般生菌数  
b) 好アルカリ性菌数  
c) pH

### (2) 熟成試験

- 1) 熟成方法 : 保存試験と同様の条件でめん線熟成を行った。
- 2) 試験項目 : a) 水分 常圧135°C法による。  
b) 緩和時間( $T_1$ )測定 核磁気共鳴装置(日本電子 JNM-270)を用いて測定し、線形法により計算した。  
c) 遊離アミノ酸分析 麺線2gを水6mlで抽出したものをPTC誘導体化方法で測定した。

## 3. 実験結果

- (1) 保存試験の結果、好アルカリ性菌はかなりの早さで特に4日目以降急激に増殖することが判明した。一般生菌数も好アルカリ性菌の増殖に伴って増加したが、好アルカリ性菌よりは若干少なめであった。また、菌の増殖に伴いpHも低下した。これらのことから、好アルカリ性菌が保存中のラーメンの化学成分に何らかの変化を与えている、と推測された。

(2) 熟成試験は温度を指標に試験を行った。

水分はわずかずつ減少したがほぼ一定値を保った。組織内の水分子の運動性を緩和時間によって調べたところ、ラーメン試作後日数を経るに従って、緩和時間が短くなることがわかった。これはめん線の水分の変化とも関係があり、水分の減少により緩和時間が短くなった。つまり、めん線中の自由水が減少し水はより安定した状態になっていくことを示している。

呈味性を持つ遊離のアミノ酸は、ばらつきはあるもののいずれの温度でも試作後3～5日目に値が増加した。温度による差は特にみられなかった。保存試験の結果とあわせると、試作後3～5日目に大きな変化があり好アルカリ性菌が熟成にも関与している可能性があると考えられる。

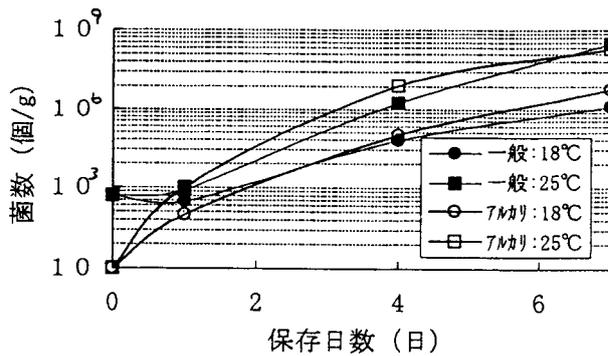


図1 各菌数の変化

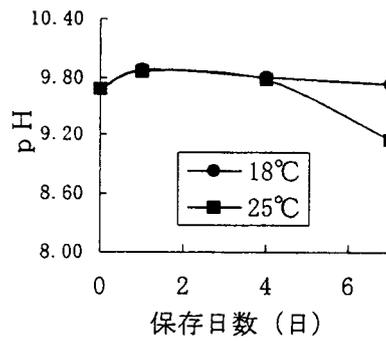


図2 pHの変化

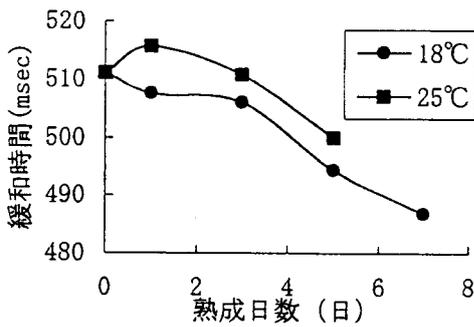


図3 緩和時間の変化

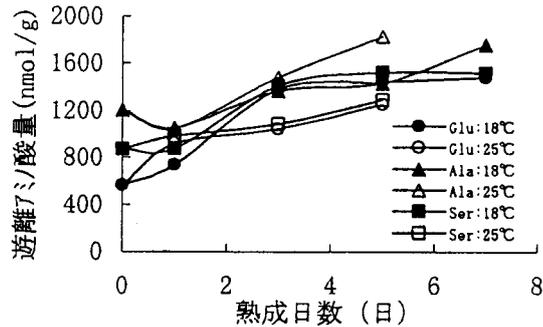


図4 遊離アミノ酸の変化

#### 4. 平成8年度計画

好アルカリ性菌が熟成に関与している可能性が示唆されたので、平成8年度は好アルカリ性菌の同定を含めて、ラーメンめん線熟成工程における好アルカリ性菌の働きについて検討を行う。また、化学反応の観点から好アルカリ性菌とは別に、アルカリ性を示す化学物質であるかんすいが原料および製品におよぼす影響についても検討を行う。

## 1. 研究の目的と概要

北海道における調理冷凍食品の主要品目はコロケに代表されるフライ類であり、パン粉はその品質を左右する重要な原料である。パン粉は原料パンの焼成方法により通電式と焙焼式の2種類に分けられ、それぞれ特徴を有する。通電式パン粉は焼き色がつかず揚げ色の制御が可能などの長所を持つが、焙焼式に比べて食感の悪さが問題となっている。そこで通電式と焙焼式のパンの特性を理化学的に明らかにするとともに食感に関わる要因を究明し、食感に優れた高品質な通電式パン粉の製法を開発して調理冷凍食品の品質向上を図る。

## 2. 試験研究の方法

パンの製造は、表1の原料配合によりストレート法で行った。焼成は2次発酵後、通電式は生地を9斤(1斤450g)、型詰めしてチタン板電極で生地を挟み、150Vの電圧を負荷して通電し、回路電流値が5Aまで低下した時点で通電を停止し焼成終了とした。焙焼式は、生地を3斤、型詰めして電気オーブンで200℃、50分間焼成した。焼成後、室温で1時間自然冷却した後、13℃湿度90%の恒温恒湿器中で24時間保持し老化した。

表1 原料配合

	小麦粉 (強力2等)	食塩	砂糖	酵母 (生)	ショートニング	水
配合比	100	1.3	2.5	1.65	1.0	60

測定は通電中のパン生地の温度と電流値の変化、焙焼中の生地の温度変化、焼減率、比容積および焼成直後(自然冷却後)と老化後のパン内相の水分、硬さについて行った。また、焼成直後と老化後のパン内相よりエタノール脱水粉末試料を調整し、でんぷん糊化度、膨潤度、可溶性固形物含量の測定を行った。

## 3. 実験結果

通電式および焙焼式の焼成中の生地温度の変化を図1に示した。通電式は焙焼式に比べ焼成に要する時間が著しく短く、通電焼成では通電開始8分後に生地温度は約96℃まで上昇し14分後には約97℃に達し焼成を終了した。焙焼式では焼成開始20分後から温度が徐々に上昇し50分後(焼成終了時)には約97℃に達した。焼減率(焼成による重量の減少率)は通電式で6.97%、焙焼式で7.35%であった。また、比容積は通電式は3.68、焙焼式は3.73であった。焼成方法別のパンの水分は焼成直後およ

び老化後とも通電式に比べ焙焼式のほうが高かった。硬さは通電式が焙焼式に比べかなり大きく、特に老化後の硬さには大きな違いが認められた(図2)。

パン粉は老化後のパンを粉砕して製造することから老化後の硬さの違いはパン粉の性質に大きく影響するものと考えられた。パン内相のでんぶんの糊化度は通電式に比べ焙焼式が高く、特に焼成直後は大きな違いが認められた(図3)。また、膨潤度も通電式に比べ焙焼式がやや大きかった。

パン組織のでんぶんのゲル化状態は焙焼式のほうが通電式より良好と判断され、これらの特徴は焼成方法別のパン粉の食感の違いに大きく関わっているものと考えられた。

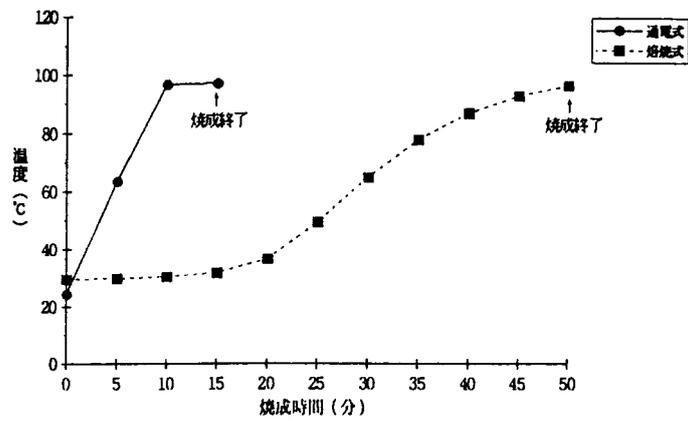


図1 焼成方法別の生地温度の変化

通电式-負荷電圧150V  
焙焼式-焙焼温度200℃

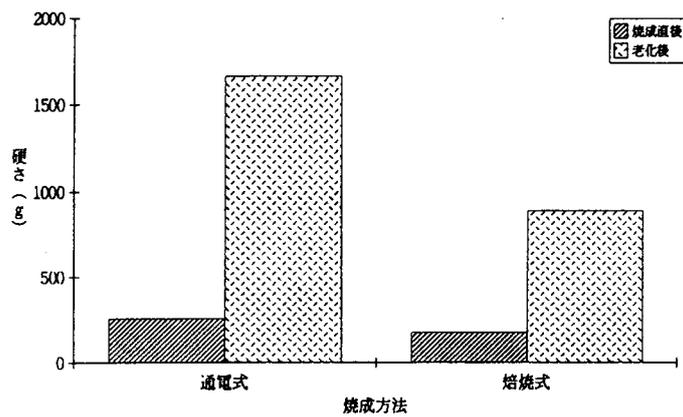


図2 焼成方法別のパンの硬さ

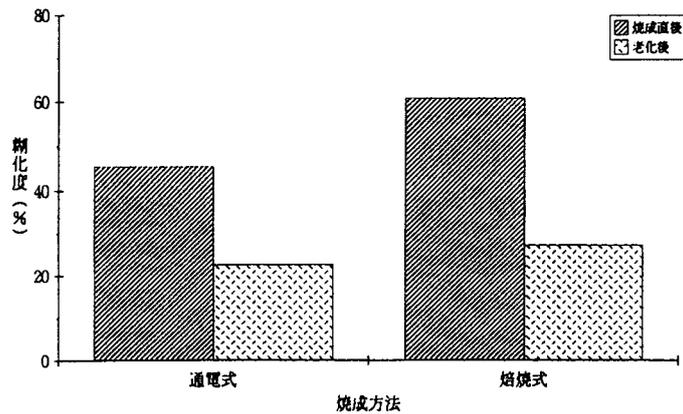


図3 焼成方法別のでんぶんの糊化度

#### 4. 平成8年度計画

通電焼成パンの食感を改善するための原料配合ならびに焼成容器等の改良方法について検討する。また、パン粉の性質と油ちょう時の吸油量の関係について調査する。

加工食品部畜産食品科 田村吉史 川上 誠

### 1 研究の目的と概要

牛乳よりチーズを製造する場合、約90%がホエーとして排出されている。現在主に行われているホエーの有効利用や処理には、大きな設備が必要であるため、処理量の大きい大手乳業メーカーでは行なえても、中小のメーカーでは難しい。そこで、中小のメーカーでも可能なホエーの利用方法の一つとして、ホエー中に含まれる乳糖分を酵母及び酢酸菌により発酵させ、ホエーを原料とする食酢の製造について検討した。

### 2 試験研究の方法

乳糖をアルコール発酵出来る酵母の *Kluyveromyces marxianus* 用いて、ホエー中に含まれる糖分である乳糖をアルコール発酵させ、次いで *Acetobacter aceti* subsp. *aceti* IFO 14818T株及び *Acetobacter pasteurianus* IFO 14814株を用いて酢酸発酵させた。酢酸発酵は、500ml容バツフル付きフラスコに100mlの液量を入れ、30℃で120rpmの攪拌を加えて行った。

酵母の培養には、YML培地(酵母エキス0.3%、マルトエキス0.3%、ポリペプトン0.5%、ラクトース1.0%)を用いた。

試験に使用したホエーは、10%脱脂粉乳溶液に1N HClを用いてpHを4.6とし、100℃、30分間加熱してカゼインを沈殿除去した。必要に応じて2~3倍濃縮液を調製した。また、発酵時のpH調製は、別途滅菌した1N NaClを加えることによって行なった。

エタノールはGLC、酢酸はHPLCによって定量した。

### 3 実験結果

図1にYML培地のラクトース濃度を変化させた場合の、供試酵母によるエタノール発酵の変化を示した。ラクトース濃度の増加とともにエタノール量は増加した。ラクトース濃度16%程度がエタノール発酵させる上で良好であった。また、供試酵母は8%程度のエタノール量が限界であった。

図2に3倍濃縮したホエーを用いて、各温度によりエタノール発酵させた場合のエタノール量の変化を示した。3倍濃縮したホエーのラクトース量は14%程度あり、理論的には7%程度のエタノールが生成される。エタノールから酢酸への変換は、理論的には1対1であることから、3倍濃縮ホエーを使用することで、食酢にするための十分な量のエタノールが得られた。供試酵母による良好な発酵温度は、30℃であることが示された。

ホエーのエタノール発酵により約5.5%のエタノールを含むホエーを作製し、これを殺菌後酢酸発酵させたところ、約5日で酢酸分3.5%となった。攪拌発酵したことに

より、エタノールの蒸発が起こり理論値よりも低い値となったが、作製されたホエー原料の食酢は、ミルク臭を持つ特徴を有していた。

#### 4 要約

チーズ生産による副産物であるホエーを利用して食酢の製造を検討した。ホエーのアルコール発酵条件を検討したところ温度は、30℃が良好であり、次いで行う酢酸発酵でも、良好な発酵がみられた。約5.5%のエタノールを含むホエーのエタノール発酵品を酢酸発酵させたところ、約5日で酢酸分3.5%となった。理論値よりも若干低い酢酸量となったが、作成されたホエー原料の食酢は、ミルク臭を持つ特徴を有していた。

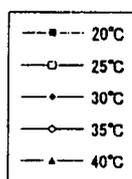
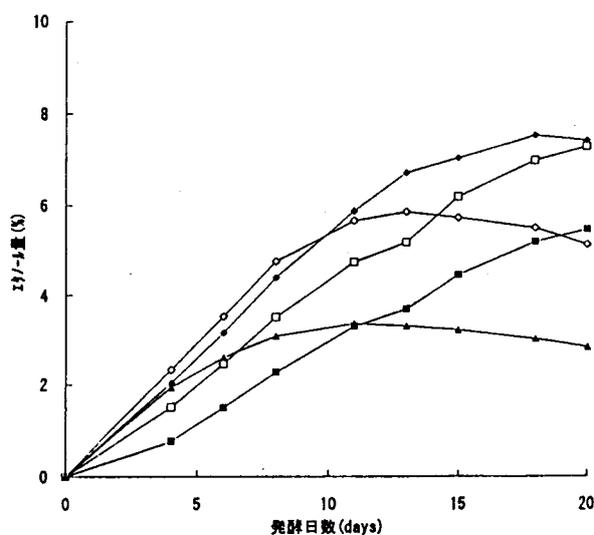
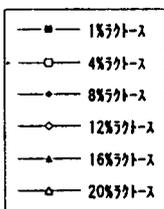
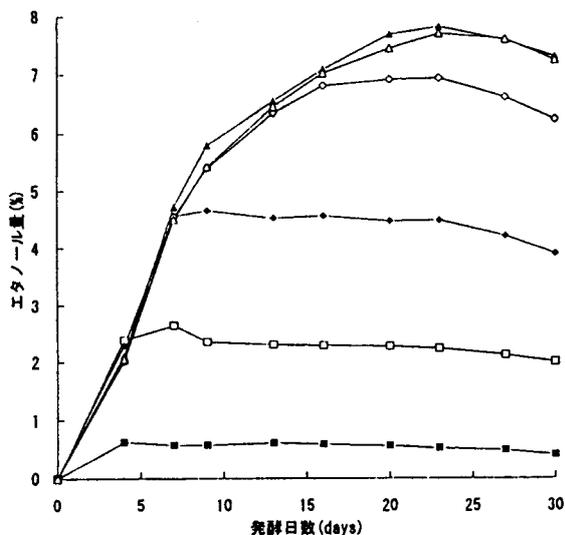


図1 エタノール発酵におけるラクトース濃度の影響

図2 エタノール発酵における温度の影響

## 1. 研究の目的と概要

北海道には全国の約4割に相当する乳牛が飼養されている。これら乳牛は一定期間搾乳した後淘汰されるが、これから発生する乳用廃用牛肉は肉質が硬く、肉および脂肪の色調も劣り、非常に安価に取引されている。

これら廃用牛肉は主にハンバーグ、ミートボールなど加工用原料として使用されているが貿易自由化の影響で輸入肉と真っ向から競合し、ますます安価に取引される傾向にあり、道内酪農家の経営をも圧迫する状況となってきた。このことから新鮮安価で豊富に存在する道内産の資源を加工して、付加価値の高い製品を製造する技術の開発が待望されている。初年度は乳用廃用牛肉の品質特性について把握するため、乳用雄去勢肥育牛肉と比較し、検討を行った。

## 2. 試験研究の方法

試験用サンプルとして、乳用廃用牛肉6頭分は8歳齢前後、枝肉重量270~280kg程度のもの、対照区として乳用雄去勢肥育牛3頭分は1歳7ヶ月齢、枝肉重量440kg前後のもので、共に屠殺後6日目の半腱様筋(M. semitendinosus)を使用し、その品質について比較検討した。

品質評価は、筋肉および脂肪の色調、クッキングロス、pH値、総色素量、一般成分値(水分、粗たんぱく、粗脂肪、灰分)の測定及び結合組織の加熱変性の指標としてコラーゲンの加熱溶解性(HILLの方法)を、結合組織含有量の指標としてヒドロキシプロリン含有量の測定(WOESSNERの方法)を行った。硬さの指標として切断応力の測定は未加熱と加熱の両方を測定し、その特性を比較検討した。

## 3. 実験結果

色調の測定結果を表1に示した。肉の色調はL値、a値、b値共廃用牛が肥育牛に比較して低い値を示し、従って肉の色調は廃用牛肉が暗く、赤みおよび黄色みに乏しいことがわかる。脂肪の色調は同様に比較して廃用牛はL値が低いので色調は暗くa値およびb値が極端に高く、赤みおよび黄色みが強いことがわかる。牛肉の取引基準を決定する格付け等級は脂肪交雑、肉の色沢、肉の締まり及びきめ、脂肪の色沢と質の4項目(各項目5段階)で判定されるが、この結果から、乳用廃用牛肉は肉および脂肪の色沢の項目で格付け等級が劣り、商品価値が低いことがわかる。

表1 肉および脂肪の色調の比較

	肉 色			脂 肪		
	L値	a値	b値	L値	a値	b値
廃用牛	38.26	18.25	9.10	63.73	8.87	26.81
肥育牛	41.10	21.04	10.76	75.27	1.37	7.26

ハンター表色法による

表2に廃用牛および肥育牛の一般成分などの測定値の比較を示した。この結果、廃用牛、肥育牛の成分に大きな差は認められなかったが加熱ロスが廃用牛で3%程度大きかった。

表2 廃用牛、肥育牛の一般成分などの比較

	一般成分(%)				総色素量	pH値	加熱ロス
	水分	粗蛋白	粗脂肪	灰分			
廃用牛	74.68	22.35	1.24	1.12	0.14	5.76	32.48
肥育牛	73.24	21.55	2.77	1.07	0.16	5.52	29.45

単位：一般成分値、加熱ロス(%)、総色素量(mg/g)

肉の硬さの指標として切断応力を測定し、結果を図1に示した。

肥育牛肉の切断応力を100としたときの廃用牛肉の切断応力の比は未加熱肉では111.4%と廃用牛肉がやや硬い結果となったが、加熱肉では162.5%と、加熱により肥育牛の硬さの変化は小さいが、廃用牛の硬さは大きく上昇した。

また、食肉の硬さに関与しているとされる、結合組織コラーゲンの含有量とこの加熱溶解性について測定した結果を図2に示した。

コラーゲンの含有量はその特有の構成アミノ酸であるヒドロキシプロリンの含有量を測定し結合組織量とした。

今回の測定結果ではヒドロキシプロリン量、コラーゲンの加熱溶解性共廃用牛に比較して肥育牛が高く、弱齢の肥育牛肉が結合組織量で廃用牛肉に比較して1.28倍多く、加熱溶解性は2.55倍高かった。

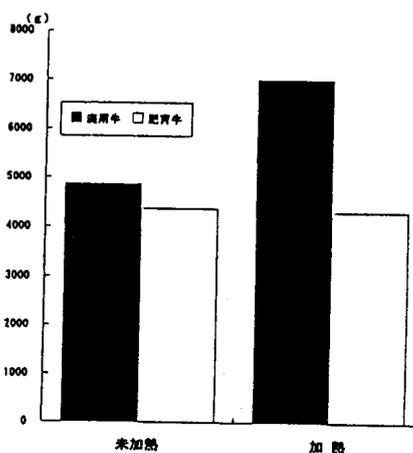


図1 廃用牛、肥育牛の未加熱肉及び加熱肉の切断応力の比較

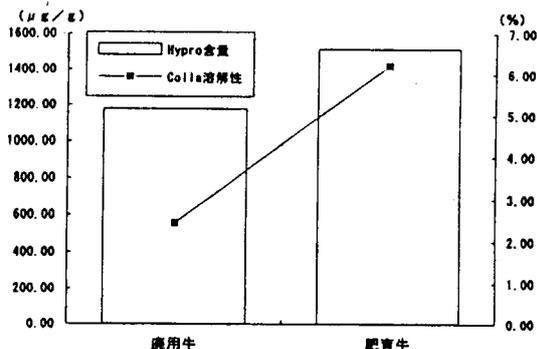


図2 Hydroxyproline含有量及びCollagen加熱溶解性の比較

#### 4. 平成8年度計画

- ・食肉加工用原料肉として各種食肉加工品の試作を行い、品質を評価する。  
食肉加工用原料肉としての前処理、配合割合などについて検討する。
- ・各種加工技術、処理条件と加工品の品質の関係を明かにする。  
加熱、酵素、熟成処理などの最適条件を検索する。
- ・他の食品素材と組み合わせ複合化製品の開発を検討する。  
農、水産物などとの組み合わせによる新たな食肉製品の開発を検討する。
- ・食肉に各種処理を施したときの微細構造の変化を観察する。

加工食品部畜産食品科 川上誠 田村吉史

## 1. 研究の目的と概要

欧州を中心とした海外では、羊乳を使用したナチュラルチーズ、乳飲料等の製造が盛んであり、国際的に羊乳は牛乳について、より多く利用されている。しかし、国内では、羊乳を使用した加工食品は作られておらず、羊乳を利用は極めて稀である。このため、乳及び乳製品の成分規格等に関する厚生省令も、「はつ酵乳」「チーズ」等の一部の乳製品に羊乳の使用を認めるのみで、「アイスクリーム類」等への使用は予定されていなかった。

そこで、羊乳製品を北海道の地場産品の1つとして確立するため、羊乳の一般成分分析を行い、製品の試作に着手した。

## 2. 試験研究の方法

羊乳の一般成分分析、細菌測定は道北美深産の3種類の羊（ロマノフ、フライスランド、ポールドーセット）ものを利用し、牛乳の成分分析に準じて行った。

羊乳製品の試作は、原料としてロマノフ種の羊乳と羊乳から分離した生クリーム、脱脂乳を用いて行った。アイスクリームはミックスを調合後、ホモゲナイザーで均一化し、殺菌後、アイスクリーマーで製造した。ヨーグルトは成分を調整し、殺菌後、スターターを添加し、42℃で発酵させて製造した。

原料等の粘度はB型粘度計を用いて測定した。アイスクリームの保型性試験は製造後 -25℃で硬化した直径 5cm、高さ 5cmのアイスクリームを網目 5mmの金網上に置き、30℃における重量減から求めた。ヨーグルトのカード張力はカードテンションメーターを用いて測定した。

## 3. 実験結果

3種類の羊乳（フライスランド、ロマノフ、ポールドーセット）および牛乳の成分分析の結果をを表1に示す。

表1 羊乳の一般成分

	(%)				
	水分	タンパク質	脂肪	乳糖	灰分
羊乳	82.0	5.9	6.4	4.6	1.1
ロマノフ	82.8	6.1	6.2	4.6	1.1
フライスランド	82.8	5.8	6.1	4.4	0.9
ポールドーセット	81.4	5.7	7.0	4.7	1.2
牛乳	88.6	2.9	3.2	4.5	0.7

羊乳の一般成分のうち脂肪分は季節により大きく変動(4.8~9.3%)する結果を得た。このため羊乳から乳製品を試作する場合、脂肪分の調製が不可欠と考えられる。成分を牛乳と比較すると、タンパク質、脂肪が牛乳の約2倍と高タンパク質、高脂肪であることがわかる。また、カルシウムも200mg/100ml含まれ、牛乳の約2倍であった。羊乳の風味は、わずかな金属味を示したが、独特のうま味とコクがあった。そこで、高タンパク質、高脂肪と特有の風味を活かしたアイスクリームの試作を行った。

試作アイスクリーム(以下羊乳アイス)の成分を表2に示す。牛乳を利用したアイスクリーム(以下牛乳アイス)を対照品として、粘度、保型性(図1)を比較した結果大きな差は認められなかった。羊乳アイスの風味についても官能検査の結果は良好であった。羊乳アイスの脂肪分を段階的に減少させると、脂肪分4%未満で羊乳特有のうま味が消失した。このことから、脂肪分を4%以上に保つことが羊乳アイス製造に有効と考えられる。

羊乳アイス製造時に発生する余剰の脱脂羊乳を利用してヨーグルトの試作を行った。試作品は乳固形分10%として製造した。牛乳を対照品として官能検査を行った結果、金属味を示した。また、カードの組織も対照品に比べ粗かった。カード張力については大きな差は認められなかった。

表2 羊乳アイスの成分

乳脂肪分	9%
無脂乳固形分	13%
全固形分	32%

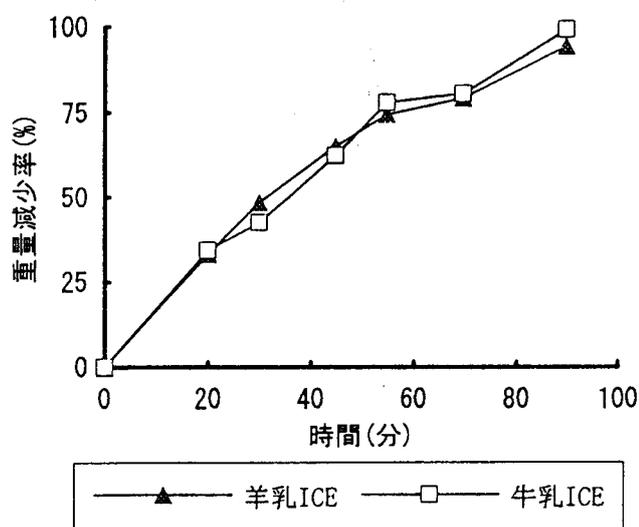


図1 アイスの保型性

#### 4. 平成8年度計画

今年度に引き続き、ヨーグルトの試作を実施し、風味、テクスチャーの改善を行う。さらに、羊乳を利用したナチュラルチーズ(特に青カビ系)の試作に着手する。また、チーズホエーの利用についても併せて検討する。

加工食品部水産食品科 太田智樹

## 1. 研究の目的と概要

水産物を原料とする調味料は東南アジア諸国で広く製造され、日本国内においても“しょつつる”、“いしり”などが一部の漁村地域で用いられてきた。最近、魚醤油をベースにしたタイやベトナムのエスニック料理が世界的なブームとなり、魚醤油の需要が増大してきている。さらに、魚醤油に多く含まれるペプチドは高血圧抑制作用や抗酸化作用等の健康機能の解析が進められ、新たな付加価値化が期待されている。これらのことから本研究では北海道の未利用水産資源であるシロサケ内臓組織を活用し、機能性を付与した新たな魚醤油の開発を試みる。本年度は魚醤油の熟成に關与する自己消化作用について検討を行い、至適条件を明らかにして魚醤油製造への応用を図る。さらに自己消化作用により生成したペプチドの機能性についてアンギオテンシン I 変換酵素阻害能 (ACE, 高血圧抑制作用) を測定し、機能性評価を行った。

## 2. 試験研究の方法

浦河沿岸域で漁獲されたシロサケの内臓を氷冷下で搬入し、肝臓と肝臓を除いたその他の内臓組織に分別後 $-80^{\circ}\text{C}$ で凍結保存したものを用いた。

それぞれの組織を細切したものを約5g取り、蒸留水25mlを加え、ポリトロンを用いて10,000rpm、1分間ホモジナイズし、試料を調製した。

自己消化活性は調製した試料0.5mlに所定の緩衝液1.5ml加え、所定の温度で1時間反応後、5%TCA2ml加えて反応を停止し、3,000rpmで5分間遠心分離して得られた上清に含まれる遊離アミノ酸をニンヒドリン (エキソプロテアーゼ作用) を用い、ペプチド量 (エンドプロテアーゼ作用) をLowry法で測定することにより求めた。各pHにおける自己消化活性はpH3から7はリン酸緩衝液、pH8、9はトリス緩衝液を用い、測定した。自己消化活性の温度に対する影響は $20^{\circ}\text{C}$ から $60^{\circ}\text{C}$ の範囲で設定して、測定した。ACE阻害活性はCushmanらの方法に準じACEの作用により遊離した馬尿酸をHPLC分析により測定し、各試料の阻害率を算出した。

## 3. 実験結果

消化管を含んだ内臓組織は様々なプロテアーゼが存在するため強力な自己消化作

用が期待でき、それらを魚醤油製造へ応用することでより効率的な製造技術が開発できるものと考えられる。そこでシロサケ各組織の自己消化活性を測定し、比較したところ消化管を含む内臓組織に極めて高い活性を認めた。この内臓組織の自己消化活性を効果的に活用するために活性の至適条件の検討を行った。各pHの自己消化活性を検討した結果、エンドペプチターゼの作用は酸性、アルカリ性の両域で認められたが、エキソペプチターゼの作用はアルカリ性域での活性が高く、両者の活性にはpH8付近が最も有効と考えられた(図1)。温度についてはいずれのプロテアーゼの作用も50℃での活性が最も高く、60℃ではエンドプロテアーゼの作用が低下した(図2)。以上のことからこの内臓組織の自己消化活性はpH8、50℃が至適条件であることが明らかとなった。この至適条件下での自己消化作用の経時変化を検討したところ活性は7時間で飽和に達し、自己消化作用による分解時間は7時間が適当と考えられた。さらに至適条件下で内臓組織あるいはこの内臓組織とともに肝臓や筋肉を加えて自己消化を行った時に得られた分解物についてそれぞれ機能性の評価を行い、比較したところ、消化管を含んだ内臓だけで自己消化を行ったものが最も活性が高くIC<sub>50</sub>は0.78mg/mlであった。

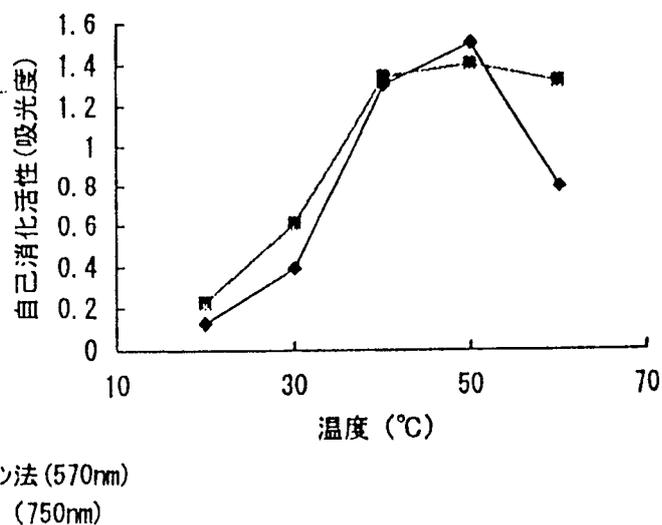
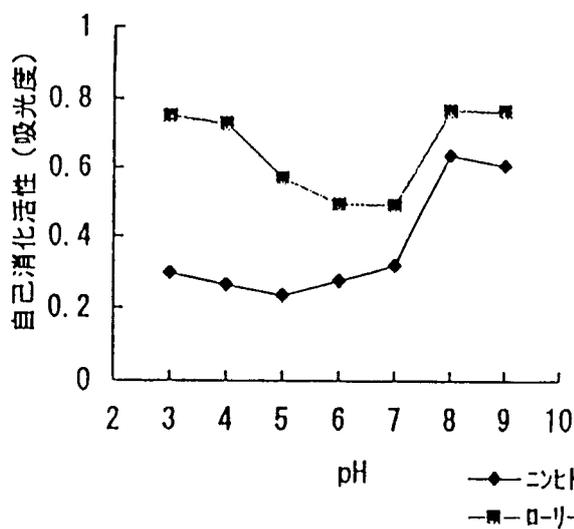


図1 各pHにおける自己消化活性の変化 (37℃)      図2 各温度における自己消化活性の変化 (pH8)

#### 4. 平成8年度計画

シロサケ内臓の強い自己消化作用を応用し、新たな熟成方法による魚醤油の試作を行う。試作に際し、自己消化における食塩濃度の影響、機能性の変化および呈味性について検討し、最適な製造条件の確立を目指す。また、微生物を利用した熟成条件についても検討を加え、呈味性や風味の変化を比較する。

加工食品部水産食品科 佐々木茂文

## 1. 研究の目的と概要

水産物脂質には抗血栓作用や抗アレルギー作用など様々な生理機能を持つイコサペンタエン酸(EPA)やドコサヘキサエン酸(DHA)が含まれ、その機能を付与した食品の開発が盛んに行われている。水産物脂質を原料特性の大きく異なる農畜産物に複合化することによってEPAやDHAの持つ生理機能を付与できるとともに食感などの新たな物理的特性を得られることが期待される。

これまでに北海道の主要水産物であるイカの肝臓には脂質が重量の30%以上占めEPA・DHAを多く含んでいること、そしてイカ肝臓脂質はイワシ油よりも酸化安定性に優れ、酸化安定性は脂質に含まれるトコフェロールとリン脂質の含量に影響されることを明らかにした。

この研究ではこれらの知見を発展させ、イカ肝臓脂質を農産物(ジャム、ゼリーなど)や畜産物(ソーセージ、乳製品など)に添加して魚臭が少なく酸化安定性に優れた複合食品の製品化を試みる。本年度はイカ肝臓脂質を豚肉ソーセージに添加し、酸化の進行度合いを検討した。

## 2. 試験研究の方法

一般的な配合割合(脂質20%)で豚肉ソーセージを試作した。食用油、イワシ油、イカ油はソーセージ内での分離を防止する目的で原料肉重量の20%のおから、植物性タンパク質、水でカードを作った後、原料肉と混合した。混合物を羊腸に充填し、80℃で1時間蒸煮後氷水で冷却し、約1時間乾燥してソーセージを作製した。

試作品の官能的評価を行うとともにクロロホルム・メタノールで脂質を抽出し、7% BF<sub>3</sub>-メタノール溶液で脂肪酸メチルエステルを調製し、ガスクロマトグラフィー(GLC)に供して脂肪酸組成を測定した。また、各ソーセージ1gを25ml容バイアルビンに密封し、37℃、暗所で保存して経時的にヘッドスペースガスを採取し、GLCで酸素吸収量を測定するとともに含気包装をした試作品を同一条件で保存し、経時的に脂質を抽出して過酸化価(POV)を測定した。

## 3. 実験結果

豚脂以外の油を添加したものでは油の分離が認められ、イワシ油とイカ油を添加した物は水産物油特有の臭いが感じられた。試作したそれぞれのソーセージの脂質含量と全脂質の脂肪酸組成を表1に示した。脂質含量は19-27%であり、添加油の性状によってソーセージの結着力が異なり、蒸煮工程における水分減少の相

違が脂質含量に反映していると推定された。脂肪酸組成では添加油の組成を反映し、豚脂ではオレイン酸(18:1 n-9)、パルミチン酸(16:0)、ステアリン酸(18:0)で全体の80%以上を占め、食用油ではリノール酸(18:2 n-6)が33.6%含まれていた。一方、イワシ油とイカ油では少なくとも28種の脂肪酸が検出され、16:0、18:1 n-9、18:2 n-6の3種で全体の45%以上を占めていた。EPAとDHAは豚脂と食用油では全く検出されなかったが、イワシ油、イカ油それぞれEPAは5.2%、9.4%、DHAは9.0%、6.7%含まれていた。

試作したソーセージの酸素吸収量とPOVの経時的变化を表2に示した。酸素吸収は食用油ではほとんど起こらなかったが、豚脂、イワシ油、イカ油では試験開始直後から始まり、10日目には豚脂で5.8ml、イワシ油とイカ油では14mlに達した。POVはイワシ油では試験開始2日目で

は変化なかったが、その後急速に増加して6日目で14meq/kgに達し、その後減少して10日目には6meq/kgになった。イカ油では試験開始から緩やかに増加し、6日目には5 meq/kgになった。一方、豚脂および食用油ではPOVはほとんど増加しなかった。このことからイワシ油とイカ油は豚脂や食用油と比較して著しく酸化進行が速いが、イカ油はイワシ油よりも酸化的な劣化の進行が遅いことが明らかになった。

表1 水産物油添加ソーセージの全脂質含量と脂肪酸組成

	豚脂	食用油	イワシ油	イカ油
全脂質 (wt%)	19.4	25.2	25.4	27.2
脂肪酸 (wt%)				
14:0	1.0	0.2	2.6	5.7
16:0	23.0	9.2	16.5	20.9
16:1 n-7	2.2	0.5	3.1	5.5
18:0	12.3	3.9	4.7	5.0
18:1 n-9	46.4	42.8	30.5	19.1
18:1 n-7	3.2	2.5	3.3	3.3
18:2 n-6	9.1	33.6	8.4	5.0
18:3 n-3	0.5	4.6	2.6	1.1
18:4 n-3	-	-	0.9	1.5
20:1 n-11	-	-	1.1	1.1
20:1 n-9	0.7	0.7	1.8	1.7
20:4 n-6	0.2	-	0.8	1.0
20:5 n-3	-	-	5.2	9.4
22:1 n-11,13	-	-	1.5	2.0
22:5 n-3	-	-	0.7	1.3
22:6 n-3	-	-	9.0	6.7
その他	1.5	2.2	7.4	9.8

表2 試作ソーセージの酸素吸収量とPOVの経時的变化

保存 日数	酸素吸収量 (ml/100g)				POV (meq/kg)			
	豚脂	食用油	イワシ油	イカ油	豚脂	食用油	イワシ油	イカ油
0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.1	1.4	1.5
2	4.3	0.4	10.3	4.3	0.6	0.5	1.0	2.1
6	5.3	2.0	3.6	5.5	0.6	0.6	14.0	5.0
8	5.4	-0.6	6.4	7.8	0.8	0.7	4.4	2.9
10	5.8	-2.3	14.3	14.4	1.1	1.3	7.8	3.9

#### 4. 平成8年度計画

水産物脂質を植物、動物、魚肉など各種タンパク質に添加した試作品を作製し、官能的評価と物性、成分組成の比較をするとともに一定条件で保存し、経時的に酸化度合いを測定して各種タンパク質による水産物脂質の酸化的劣化の進行度合いの違いを調べ、複合化によって得られる特性を究明する。

加工食品部水産食品科・マサチューセッツ大学\*

佐々木茂文、太田智樹、Eric A. Decker\*

### 1. 研究の目的と概要

食品中の油の酸化は品質低下の大きな原因の一つであり、特にEPAやDHAに代表されるような水産物の油は酸化の進行が著しく速く、効果的な酸化防止技術の確立が切望されている。食品の酸化的劣化を防ぐためにトコフェロール、アスコルビン酸、BHTなど各種の抗酸化剤が利用されている。最近、人工の食品添加物が敬遠される傾向が強くなってきているため、天然成分の持つ酸化抑制機能を利用する研究が進められている。

シロサケは道内で多量に水揚げされる主要な水産物であるが、内臓や精巢は有効に利用されずに大部分が廃棄されている。これまでの研究で精巢中には $\alpha$ -トコフェロール、ユビキノン、抗酸化酵素およびポリアミン類から成る幾つかの抗酸化機構が存在することが明らかにされている。したがって魚の精巢は”天然”の水溶性抗酸化物の原料としての活用が期待される。そこでシロサケの精巢に着目し、精巢に含まれている抗酸化成分を検索し、水産物油に対する酸化抑制作用について検討した。

### 2. 試験研究の方法

浦河町の水産加工工場から入手し、凍結したシロサケの精巢をリン酸緩衝液(pH 7.4)を加えてホモゲナイズした。ホモジネートを遠心分離し、得られた上清(水溶性成分)と、それをさらに限外濾過、透析により高分子量画分と低分子量画分に分画した。

酸化実験はイワシ油乳化物、サケ精巢成分、脂質酸化開始剤、リン酸緩衝液から成るモデルで行い、チオバルビツール酸法とロダン鉄法で乳化物の酸化度合いを測定した。

抗酸化活性があると考えられる還元型グルタチオン濃度は酵素的に求め、ポリアミンと核酸は高速液体クロマトグラフィーで定量した。すべての分析は同じ3つの試料を行い、少なくとも2回試験を繰り返した。

### 3. 実験結果

イワシ油乳化物を自動酸化させ経時的にロダン鉄法(図1A)とチオバルビツール酸法(図1B)で酸化度合いを測定した結果を図1に示した。最初(1日目)にシロサケ精巢の全水溶性画分と高分子量画分をそれぞれ添加した物では酸化が

加速され、自動酸化開始後2日目では高分子量画分を添加した物はヒドロペルオキシドが無添加より低くなり、チオバルビツール反応生成物(TBARS)濃度は無添加とほぼ同じになった。一方、低分子量画分を添加したものではヒドロペルオキシド(図1A)とTBARS(図1B)ともに生成を阻害し、イワシ油の酸化進行を抑制することが明らかとなった。

精巢から得た低分子量画分の抗酸化に関する成分の濃度を表1に示した。スペルミン、プトレシン、ヒポキサンチン、キサンチン、還元型グルタチオンおよびこれらの成分を低分子成分と同じ濃度になるように混合したものの抗酸化活性を測定するとスペルミンとプトレシンのみ阻害活性が認められたが、ヒポキサンチン、キサンチン、グルタチオン、混合物では阻害効果は認められず、むしろ酸化促進効果がわずかに認められた。このことから低分子量画分中には調べた成分以外にイワシ油の酸化進行を強く抑制する成分が含まれていることが推測された。

表1 シロサケ精巢低分子量画分の抗酸化成分

	ug/ml 低分子量画分
スペルミン	353.0±33.3
プトレシン	13.7±2.9
スペルミジン	N.D.
還元型グルタチオン	10.2±0.3
ヒポキサンチン	49.5±10.1
キサンチン	20.3±4.8

N. D. : 検出せず

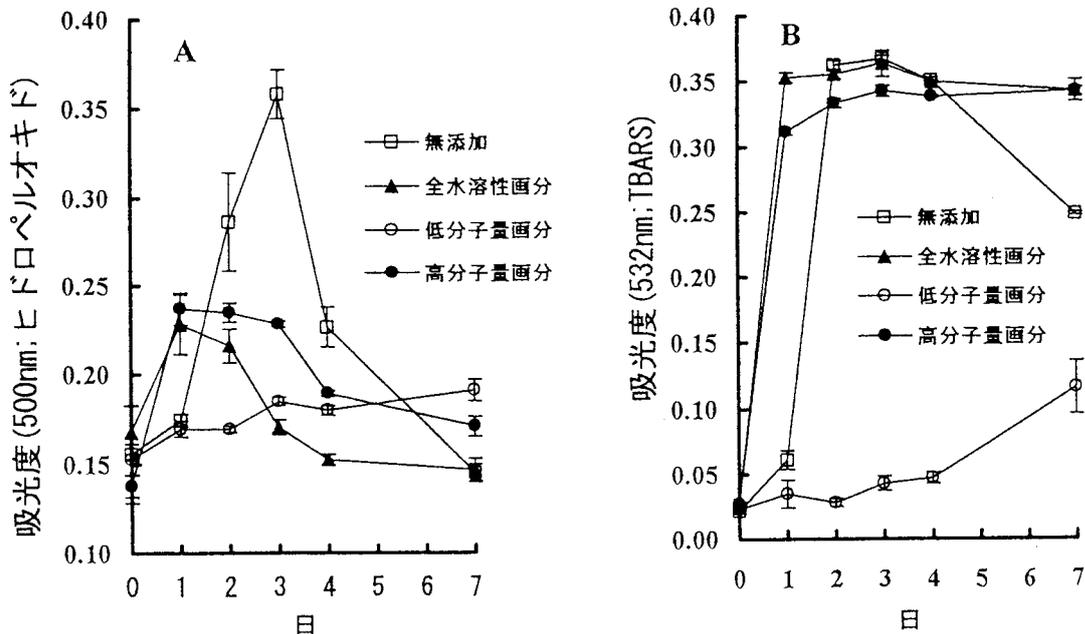


図1 イワシ油乳化物の自動酸化におけるシロサケ精巢の抽出成分の影響

#### 4. 平成8年度計画

シロサケ精巢から抽出した水溶性成分に強い抗酸化活性が存在することが明らかとなったので、強い抗酸化成分の同定および特性の解明を行う。また、水産乾製品と魚卵製品に添加したときの酸化抑制効果について検討する。

## 1 研究の目的と概要

キク科の根菜ヤーコンは、比較的病害虫に強く、また冷涼な気候や痩せた土壌などでもよく生育するため、道内で栽培するのに適した作物である。また、塊根中には健康保持や疾病予防に効果のあるフラクトオリゴ糖が多量に含まれ、健康野菜としての用途や需要が大いに見込めることから、格好の自然食品素材となっている。そのため、道内でも新たに栽培される地域が増加している。その一方で、生産量の増大に伴い、加工用途を開発する必要に迫られている。そこで、本センターでは、地域特産物の高次加工や高付価値化の一環として、ヤーコン塊根を利用した新規甘味食品の開発を検討した。これまで、ジュース、各種飲料及び甘味調味料などの素材として利用するため、ヤーコン塊根汁液の青臭み除去及び清澄化などの試験を実施した。その結果、活性炭や微生物処理により、好結果が得られたことを報告した。今年度より、ヤーコン汁液の青臭み除去及び清澄化と酸味及び香り醸成を同時に達成でき、なおかつ機能性や高付加価値が望める醸造調味料としての食酢開発の可能性を検討した。

## 2 試験研究の方法

供試汁液；置戸町産のヤーコン塊根を使用した。これを剥皮、破砕、プレス後、得られた汁液を熱湯処理し、酵素失活したものを用いた。供試した緑茶褐色の混濁汁液のpHは6.0、Brixは15.0%であった。

供試菌株；アルコール発酵用にはワイン酵母OC-2（協会酵母1号）を用いた。酢酸発酵用には*Acetobacter pasteurianus* IF014814を用いた。

培養方法；3L容のステンレス製キッチンポットに汁液1Lを入れ、80℃・15分加熱殺菌し冷却後、OC-2を汁液1ml対して $1 \times 10^7$ 個添加して、25℃、9日間、静置培養した。培養終了後、遠心分離して酵母を除去した。酢酸菌の前培養には、ブドウ糖0.5%、酵母エキス0.2%、ペプトン0.2%、グリセリン1%、酢酸1%及びエタノール4% (w/v) の組成からなる培地を用いた。これを殺菌し、100mlを含む1L容バツフル付き三角フラスコに本菌の保存菌体溶液200 $\mu$ lを添加して、30℃、2日間、140rpmで振とう培養した。次に、キッチンポットにアルコール発酵汁液800mlと蒸留水100mlを加え、60℃・15分加熱殺菌、冷却後、先の前培養液100ml全量を添加して、30℃、約1か月間、静置培養した。

分析；培養中の発酵汁液より、経時的にサンプリングし、pH、Brix、エタノール、有機酸及び糖質成分を測定した。

## 3 実験結果

アルコール発酵；汁液の青臭みは発酵で低減された。また遠心分離により

汁液は容易に清澄化された。発酵はpH, B r i x及び重量減少率(図1)から, 3~4日目あたりでほぼ終了したものと考えられた。その間, 汁液pHは6.3から4.8まで低下した(図1)。炭素源のフラクトース, グルコース, シュークロース及びフラクトオリゴ糖は順次資化され, ほとんど利用された。培養により, エタノールは5.4%生成され(図1), また, 乳酸は0.1%, コハク酸は0.1%, 酢酸が0.06%生成された。

酢酸発酵; 5%の酢酸を含む食酢を目標に仕込んだ。仕込み後, およそ1か月で酢酸含量が5.4%に達したため, 発酵を終了した(図2)。培養中, コハク酸はほぼ0.1%と変化がなかったが, 乳酸は0.1%から0.03%まで減少した。発酵汁液の官能審査結果より, 異味異臭はほとんどなく, 醸造酢としては, 果実酢に近い特徴を有し, 甘くフルーティな香りを呈し, 品質的には良好と考えられた。

#### 4 平成8年度計画

ヤーコン塊根汁液より食酢開発が可能と考えられたので, 更に品質のよいヤーコンビネガーの試作を目標に, 汁液のpH調整, 培地組成, 補糖, 培養方法(静置, 振とう), 培養量及び供試菌株の種類などを検討する。

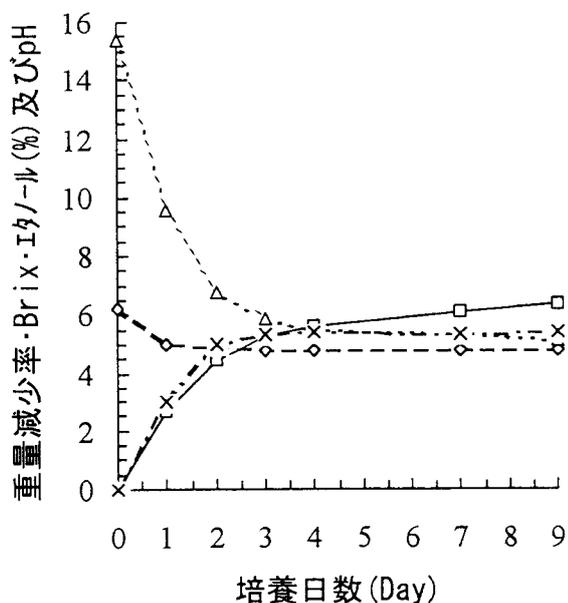


図 1 ヤーコン塊根汁液の重量減少率・pH・Brix及びエタノール生成量に及ぼす0C-2培養の影響

—□— : 重量減少率;      -○- : pH;  
 ...△... : Brix;            -×- : エタノール

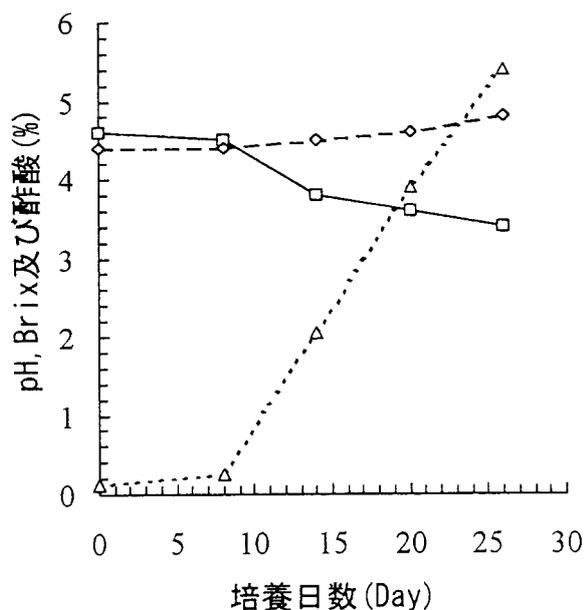


図 2 アルコール発酵したヤーコン塊根汁液のpH, Brix及び酢酸含量に及ぼすAcetobacter pasteurianus培養の影響

—□— : pH;      -○- : Brix;      ...△... : 酢酸

## 1 研究の目的と概要

ライ小麦はライ麦と小麦を交配した属間植物で生育旺盛で、粒が大きく収量が高い、養分を吸収する力が強い、病気に強く、クリーンな栽培に適するなどの特徴を持ち夏季冷涼な北海道に適しており、これからの作物として期待されている。このようにすぐれた長所を持っている作物であるが、その用途については十分な研究が行われていない。粉体はたんぱく質含量が平均15%前後と小麦に比べて多く、アミノ酸組成に特徴がある。リジンが小麦よりも3割ほど多く、栄養的に優れている。グルテンが少なく、水溶性のたんぱく質が多い。

ライ小麦が味噌用麴として適性であることが見出されれば用途が一つ拡大されることになり、また、ライ小麦麴を使用した新しい風味の味噌が開発されることにより、道内産味噌の需要拡大にもつながるものと考えられる。

## 2 試験研究の方法

ライ小麦は北海道農業試験場から提供されたものを使用した。このライ小麦は平成5年及び6年に北海道農業試験場の圃場において試験栽培・収穫された「プレスト」といわれる品種の種子である。

麴はライ小麦を洗浄し、水切り後の水分が約30%前後となるように水温と時間を調整して浸漬し、水切り後、 $0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ で30min.蒸した。放冷後、種麴を散布、麴蓋に盛って $30^\circ\text{C}$ 、97%の恒温恒湿装置内で製麴した。麴菌の破精込みを良くするために蒸す前にフードカッター破碎、スタンプミルによる圧ぺんなどの前処理及びパットライス試験機による膨化・製麴についても試験した。

フードカッターで破碎後、蒸煮して製造した麴を使用し、麴歩合10、表1に示した配合で味噌の仕込みを行った。

大豆は中国産中粒の皮付きを使用し、洗浄、一晚浸漬、水切りして、水を加え予熱してあった真空加圧蒸練機に入れ、 $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $110^\circ\text{C}$ 、30min.煮熟した。

表1 ライ小麦味噌配合割合

蒸煮大豆	15.95kg
ライ小麦麴	7.30kg
食塩	3.17kg
種水	0.27l
酵母培養液 ( $2 \times 10^9/\text{ml}$ )	1ml

放冷後、チョッパーで荒砕きし、麴、食塩、種水、酵母培養液と混合した。酵母培養液は味噌から採取された酵母菌株を液体培養で増殖し、遠心分離・濃縮した。ビニール袋を敷いた50lのステンレスタンクに入れ、ビニール袋に入れた水を重しとしてのせ、 $30^\circ\text{C}$ で一週間保持後、 $25^\circ\text{C}$ の恒温室で熟成させた。

### 3 実験結果

1) 麴 使用したライ小麦は種皮が付いたままで種皮が硬いため、麹菌が内部まで増殖することができず、破精込みが十分でなかった。しかし、試料の量が少なく、機械精麦することができなかつたので、フードカッターで大まかに破碎あるいはスタンプミキサーで圧べんするなどの前処理を行って、胚乳部を露出させてから蒸煮した。また、ライ小麦をパットライス試験機（どん製造機）で、9~12kg/cm<sup>2</sup>で11~18min. 加圧・加熱してα化と膨化を同時に行った。パットライスは水分が低いので、水を加えて水分を調整し、種麴を植え付け製麴した。表2に①種皮付きのまま、②フードカッター破碎、③10kg/cm<sup>2</sup>で12min. 加圧・加熱パットライス麴の水分、菌体量、酵素活性を示した。ライ小麦麴はアミラーゼ活性はあまり高くないが、プロテアーゼ活性が高く、味噌の熟成に働くpH6中性プロテアーゼ活性が十分に高かつた。パットライス麴の菌体量、グルコアミラーゼはあまり高くなかつたが、この結果では中性プロテアーゼ活性は3試料中、最も高かつた。また、製麴日数は種皮付きの場合に種皮の表面にはほとんど麹菌が観察されず、酵素活性を高めるために3日としたが、剥皮、割碎、その他の処理を行うことにより、2日製麴で十分と考えられる。

表2 前処理と酵素活性との関係

前 処 理	麦味噌用種麴・30℃, 95%湿度, 3日製麴		
	1 なし（種皮付き）	2 フードカッター破碎	3 パットライス
水 分 (%)	28.6	24.9	29.1
菌 体 量 (mg/g)	1.80	3.21	0.70
グルコアミラーゼ活性 (u/g)	298.7	284.4	190.8
α-アミラーゼ "	930.3	1666.7	1818.2
pH3プロテアーゼ "	13917.5	17723.0	21687.6
pH6プロテアーゼ "	6368.9	12436.1	16957.6

2) 味噌 25℃で40日、15℃で30日熟成させた味噌の分析結果を表3に示した。香りも良好で発酵・熟成は順調に進行した。しかし、麴には孢子が多く着生し、麴自体の色もくすんでいたもので、それが味噌の色調にも影響した。発酵熟成後も種皮は余り溶解しなかつたが、チョッパーで漉した味噌はなめらかで旨味も強かつた。

表3 ライ小麦味噌の成分分析結果

水分 (%)	食塩 (%)	酸度 I (ml)	滴定酸度 (ml)	全糖 (%)	直接還元糖 (%)	pH
47.5	11.93	8.45	19.15	15.31	9.1	5.2
全窒素 (%)	水溶性窒素 (%)	ホルモール窒素 (%)	色度			
1.85	1.18	0.56	Y (%)	x	y	
			13.22	0.4	0.386	

### 4 平成8年度計画

種皮のより効果的な剥皮方法、製麴条件、味噌の仕込みについてさらに検討する。  
ライ小麦麴の味噌以外の用途について検討する。

## 1. 研究の目的と概要

食品成分の分析に関して注目されている技術に、非破壊計測法を利用した分析技術がある。非破壊法の特徴のひとつはその迅速性であり、大量の試料を処理したり、製造プロセスにおけるオンライン管理において非常に有効な技術である。また、化学分析と異なる点として、大量の化学薬品を必要としない、試料の前処理が容易、同じ試料を反復して使える、などがあげられる。

近赤外法は、この非破壊法の中でも最も研究の進められている技術である。食品の分野では、現在のところ小麦など主に農産物を中心にして普及がなされている。本研究では試料として醤油をとりあげ、近赤外による分析法の確立を試みた。今年度は、醤油の近赤外スペクトルの特徴と、その測定条件について検討した。

## 2. 試験研究の方法

試料は北海道味噌醤油技術会より提供していただいたJAS格付け検査用の醤油を使用した。近赤外分光光度計はNIR Systems社の6500型を使用した。スペクトルの測定は、試料温度25℃、液体測定用のキュベットセルを使用し、透過検出器によって測定した。キュベットセルは、光路長1mmおよび2mmのものを使用した。

## 3. 実験結果

### (1)光路長によるNIRスペクトルの変化

光路長1mmおよび2mmのセルを使用して測定した醤油のNIRスペクトル(試料数20の平均)を図1に示した。1400~1500nm(B)、1900~2000nm(C)、2500nm(D)付近の大きな3つのピークは醤油中の水に由来するものである。光路長2mmのセルを使用した場合には、600~1900nmの波長域において、おおむね1mmセルの二倍の強度の吸収が得られた。ピークCおよびDは吸光度が高く、2mmセルを使用した場合には検出限界を超えたスペクトルとなった。2000nm以上の波長域には、有機物に特徴的なピークが存在するため、検量線作成の際に長波長領域を使用する場合には、1mmセルを使用する方が有効であると考えられた。

### (2)醤油の保管温度によるNIRスペクトルの変化

醤油を25℃および37℃で1週間~4週間保管しNIRスペクトルを測定した(図2,3)。その結果、800nm以下の可視領域でスペクトルに変化が見られた。保管期間が長いほど、あるいは温度が高いほど吸光度は増加する傾向にあることから、保管履歴が明らかでない試料を使用する場合には、可視領域を使用することは不適であると考えられた。

## 4. 平成8年度計画

JAS格付け検査に使用する分析項目について、近赤外法による検量線を試作する。また、検量線作成の際の多変量解析法について検討する。

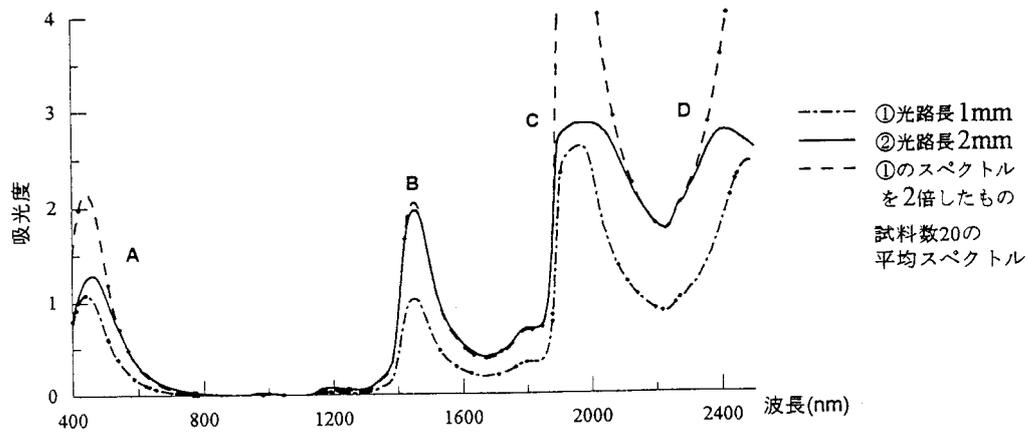


図1. 醤油の近赤外(NIR)スペクトル

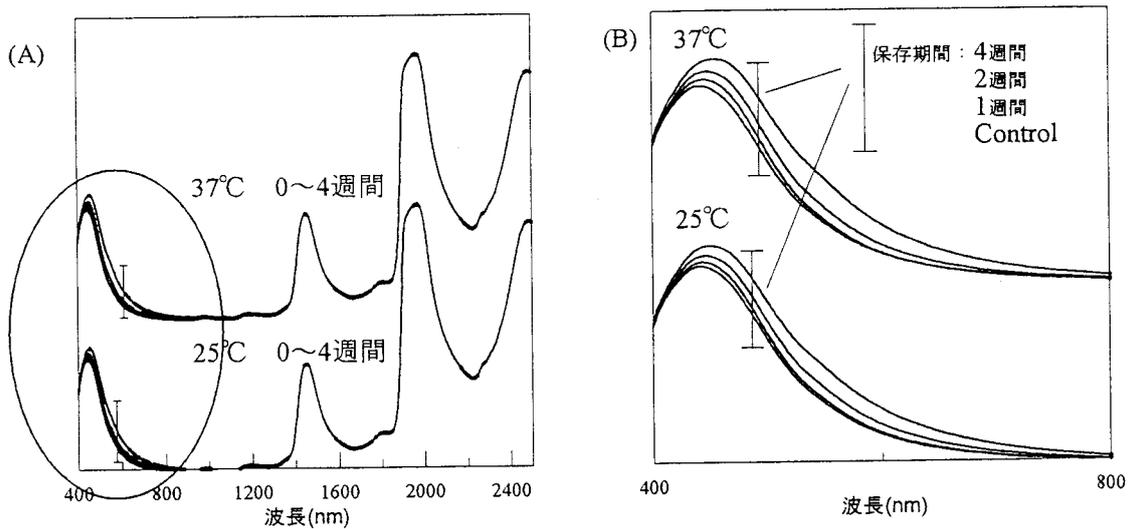


図2. 25°Cおよび37°C保存によるNIRスペクトルの変化(1) (試料数20の平均スペクトル)

A:400~2500nmのNIRスペクトル      B:400~800nmの拡大図

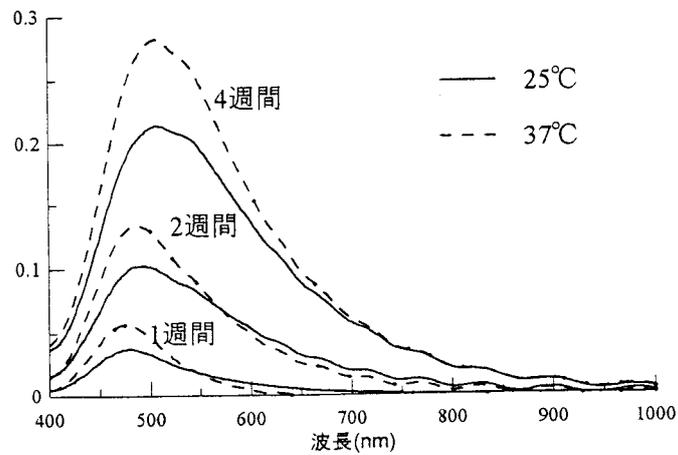


図3. 25°Cおよび37°C保存によるNIRスペクトルの変化(2)

Controlからの差スペクトル(400~1000nm. 試料数20)

## 1 研究の目的と概要

味噌は地域性の高い食品であり、北海道で好まれている味噌は主に淡色系の辛口米味噌で、特に味噌の色調に対しては、照りや冴えがありくすみの少ない色調の良い味噌を好む傾向が強い。しかしながら、味噌の色調には種々の要因がそれぞれ複雑に関与しているため、研究が十分になされているとはいえない状況である。

味噌の製造に利用されている有用微生物としては酵母と乳酸菌があり、酵母は香りの付与などに関与し、乳酸菌は塩馴れや未熟臭除去に効果のあることがわかっている。この乳酸菌に味噌の着色抑制作用を持つといわれている菌株があるが、現在北海道内では利用されていない。

そこで、今年度は味噌の着色抑制作用を有する乳酸菌株を用いて、その機能に関して検討を行った。

## 2 試験研究の方法

試験には *Pediococcus halophilus* P3901 (P 3 株) 乳酸菌を用い、培地には味噌エキス培地 (ME 培地) を調製して使用した。

ME 培地の調製は市販の味噌を 1,500ml の湯で攪拌・懸濁し、No.2ろ紙で吸引ろ過後、8,000rpm、30分遠心分離した。得た上清を減圧濃縮して 1,200ml に定容し、食塩濃度 11.1% まで NaCl を添加し、1N NaOH にて pH7 に調整した後、90ml ずつ分注し 121℃、10分高圧蒸気滅菌した。これとは別にマッキルベン緩衝液 (pH6) 10ml を同条件で滅菌し、乳酸菌接種時に無菌的に混合して ME 培地とした。

乳酸菌を接種後 30℃ で静置培養し、経日的にサンプリングを行い、生育量、着色度、pH、乳酸生成量、酸化還元電位を測定した。

生育量は 660nm での吸光度を測定し、乳酸菌無添加のコントロールの吸光度との差 ( $\Delta A_{660}$ ) で示した。着色度は培養液を遠心分離 (15,000rpm、10分) した後、上清の 550nm の吸光度を測定した。乳酸生成量は F-キット (ベーリンガーマンハイム山之内 (株)) を用いて測定した。酸化還元電位は pH メーターを電位差計とし、専用の電極を用いて測定した。酸化還元電位の指標となる rH は次式より計算し求めた。

$$Eh = 206 + V - 0.7(t - 25)$$

$$rH = 2 \times \left( \frac{Eh}{0.1981 \times (273 + t)} \right)$$

$$V; \text{測定電位 (mV)} \quad t; \text{温度 (}^\circ\text{C)}$$

## 3 実験結果

乳酸菌は培養 2 日目から 3 日目にかけて増大し、その後はほぼ一定となった (図 1)。乳酸量は生育にともなって増加し (図 1)、最終的に 340mg/100ml の乳酸を生成した。

これは味噌製造において十分効果を発揮する量であると予想された。

pHはコントロールがほぼ一定であったのに対して乳酸菌の生育にともなう乳酸の生成によって急激に低下し、4.5付近で一定となった(図2)。

着色度はコントロールが経日的に着色するのに比べて、乳酸菌の生育による着色抑制が認められた(図3)。特に生育の活発なときにその抑制効果の大きいことが示されている。ただし、乳酸菌の生育が停止した後に着色度が逆転しており、味噌の醸造熟成期間を考えるとさらに検討を加える必要があると思われる。

着色抑制能の要因と考えられている還元力について調べるために、酸化還元電位を測定した結果を図4に示した。培養2日目から3日目にかけてサンプルのrHが低下しており、着色度の変化の結果と似た傾向を示した。しかしながら着色抑制能と還元力の関係については今後さらに検討を加える必要があるように思われた。

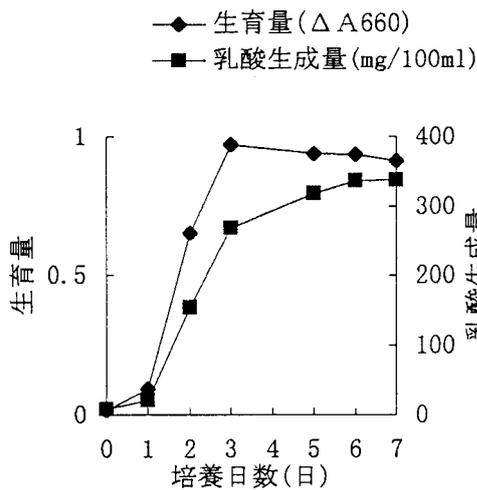


図1 生育量と乳酸量の経日変化

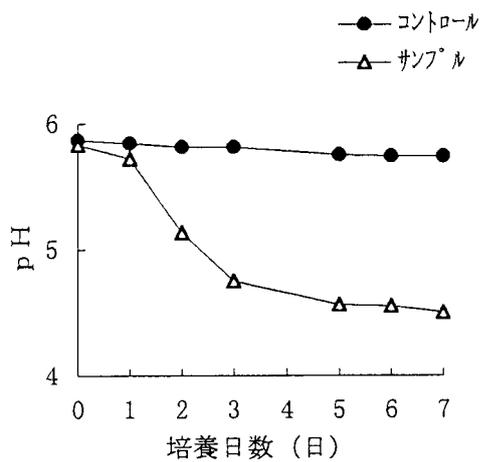


図2 pHの経日変化

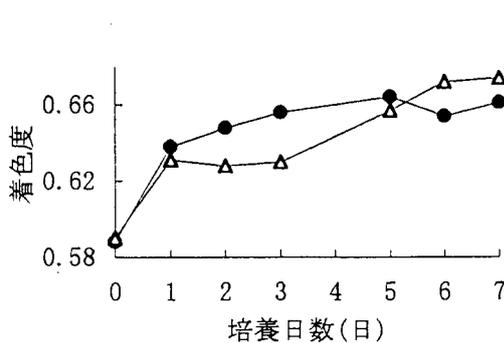


図3 着色度の経日変化

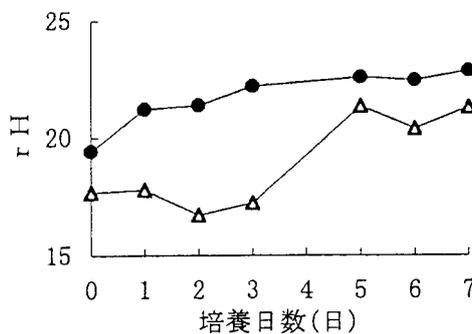


図4 rHの経日変化

#### 4 平成8年度計画

昨年度までの結果を踏まえて、P3株の味噌懸濁液での着色抑制能について検討する予定である。また、従来の乳酸菌株との比較によるP3株の着色抑制能についても検討していきたいと考えている。

ーラクトパーオキシダーゼを用いた日持ち延長の検討ー

発酵食品部発酵食品科 吉川修司 浅野行蔵 富永一哉

1. 研究の目的と概要

乳酸菌はマイルドな香りや味を形成したり、テクスチャーを変化させるなど、食品の熟成に寄与している。この優れた乳酸菌の特性を様々な食品素材に作用させ、新規の発酵食品開発が期待できる。前年度はホタテ貝柱を乳酸菌で発酵させて、ホタテ発酵食品を試作した。今年度はサケ発酵ゲル化食品の日持ち延長を図るため、冷蔵、およびラクトパーオキシダーゼの添加によるpH低下の防止を試みた。

2. 試験研究の方法

【ラクトパーオキシダーゼとは？】

酵素による過発酵防止の試験には、ラクトパーオキシダーゼを用いた。ラクトパーオキシダーゼは、欧米で食品の保存性向上の研究に使われている酵素である。ラクトパーオキシダーゼをヨーグルトに添加すると、乳酸菌の数を維持しながら過発酵によりpHが低下しすぎるのを防ぐことができる。つまりヨーグルトが、保存中に酸味がきつくなりすぎず、生きた乳酸菌を接種できる期間を延長できる。

今回はサケ発酵ゲル化食品に、ラクトパーオキシダーゼを終濃度10ppmになるように添加した。

【サケ発酵ゲル化食品の調製】

スターターは、乳酸菌ラクトバチルス・プランタラム(*Lactobacillus plantarum*)を、流動層乾燥法により乾燥粉末にしたものを用いた。

冷凍サケすり身を半解凍して裁断した後、すり身重量の2.5%の食塩、14.7%の乳酸菌スターター、30%の蒸留水と7%のグルコースを添加し混合した。これを真空包装機を用いて脱気後、ケーシングに充填し、20℃で3日間発酵させた。

破断強度および破断歪は、レオメーター（サン科学）、D-およびL-乳酸量は、D、L-乳酸測定用酵素キット（Fキット、ベーリンガーマンハイム社）を用いて測定した。

4℃での冷蔵試験は、発酵3日目にサケ発酵ゲル化食品が、pH4.9になった時点で開始した。保管中は、1週間毎にpHとテクスチャーの変化を調べた。

3. 実験結果

【ラクトパーオキシダーゼで歯ごたえが変化】

ラクトパーオキシダーゼを添加したもの（以下、添加区）と、無添加のもの（無添加区）にpHの差はみられなかった。しかし、ゲル強度は無添加区で6000g程度であるのに対し、添加区では4500gと大きな差が見られ、添加区の歯ごたえは無添加区に

比べ弱かった。4℃保管中は、両区ともゲル強度は変化したが、保管3週間目で、添加区は4000g弱、無添加区は5000g弱で、添加区と無添加区間のゲル強度（歯ごたえ）の差は依然として大きかった。もしも、ゲル化がpHに左右される酸変性やタンパク質表面の電荷の関係によるならば、保存開始時点で添加区と無添加区のpHが同じであるにも関わらず、両者のゲル強度に差があることを説明できない。よって、ゲルの形成が単に酸変性やタンパク質の電荷に基づくものではなく、ゲルの形成過程、あるいは乳酸菌のゲル化に関する作用がラクトパーオキシダーゼによって阻害されたと考えた。ラクトパーオキシダーゼの添加は、柔らかめの歯ごたえを実現するには有効であるが、歯ごたえの強さが要求される場合には不利であると考えた。

【4℃冷蔵で歯ごたえが維持可能】

保管中のゲルの過度の酸性化を懸念したが、ゲルがpH4.9になった時点で4℃以下で冷蔵すると、過発酵を起こさず、特別な手段を講じなくても、3週間は歯ごたえが維持できた。

4. 平成8年度計画

サケ発酵ゲル化食品やホタテ発酵食品の改質を図るために、酵素の併用や、これまで用いた乳酸菌と異なる性質の乳酸菌で発酵試験を行う予定である。

さらにサケやホタテなどの水産物に限らず様々な乳酸菌を使用した食品の開発も検討する予定である。

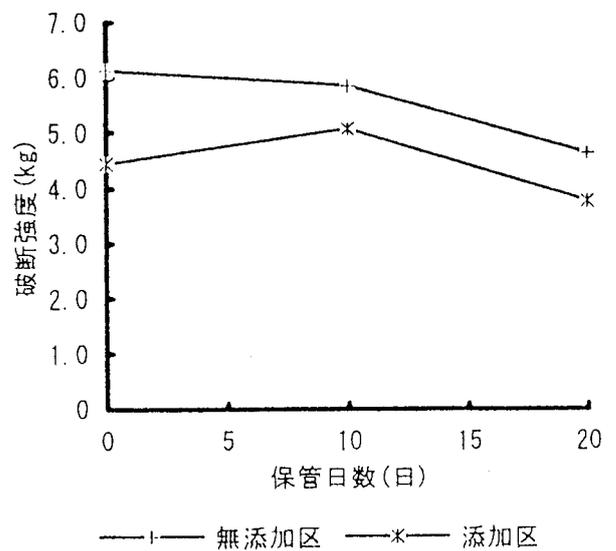


図1 冷蔵中の破断強度の変化

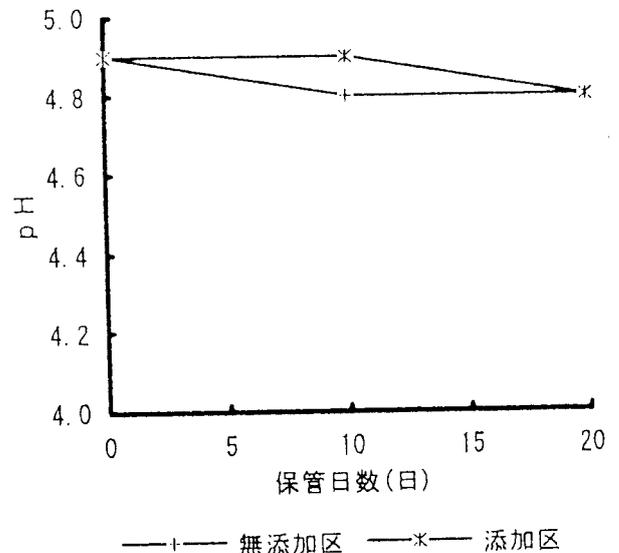


図2 冷蔵中のpHの変化

## —プラスミドパターンによる工場内の大腸菌群汚染源の追跡—

発酵食品部発酵食品科 吉川修司 浅野行蔵 富永一哉

## 1. 研究の目的と概要

## 【大腸菌群汚染は元から絶とう】

小売店での管理基準が、年々厳しくなり、大腸菌群は汚染指標菌とされ、必ずチェックされる項目となっている。製品や工場より大腸菌汚染が指摘された場合は、早急に原因の究明と対策をとる必要がある。汚染源を探り、元を絶つことが必要である。しかし、従来の微生物の検査法では、大腸菌群の生菌数がわかるのみであった。前年度は真性大腸菌のプラスミドパターン（プラスミドの数と大きさ、図1）を手がかりに、食品工場の真性大腸菌汚染源の追跡を試みた。今年度は、対象を大腸菌群に広げ、さらに菌の検出からプラスミドパターンの解析までの時間の短縮にも取り組んだ。

## 2. 試験研究の方法

大腸菌群が検出され検査要請のあった食品企業2社を訪れ、以下の試験を行った。

## 【製造工程の大腸菌群の検出】

検査には市販の簡易微生物検査キット（フードスタンプ、日水製薬）を用いた。培養は37℃で18~24時間行った。デゾキシコレート培地上で赤色、X-Gal寒天上で青色コロニーを形成したものを大腸菌群と判定した。

## 【大腸菌群の確認】

大腸菌群の確認は、クロモカルトColiform寒天培地（Merck、以下、クロモカルト寒天）で行った。デゾキシコレート培地、X-Gal培地上で大腸菌群とされた菌をクロモカルト寒天に塗抹した。37℃24~27時間培養後、培地上に濃い桃色から赤紫色のコロニーを生じたものを大腸菌群と確認した。

## 【プラスミドパターンの解析】

大腸菌群と確認した株は、LB培地で培養後集菌した。クロモカルト寒天培地上で大腸菌と同定したものは、寒天培地上から直接菌体を採取した。プラスミドの抽出は菌体をアルカリSDS法で溶菌し、プラスミド溶液を調製した。プラスミド溶液を1%アガロースゲルで電気泳動し、プラスミドパターンを解析した。

## 3. 実験結果

## 【実際の食品工場での調査】

調査を行った企業2社は、魚薫製品を作っている。以下にそのうち1社で、試験を行った結果を示す。製造の各段階および器具の微生物検査を行った結果、原料から製品に至る製造工程の随所に大腸菌群が検出された。具体的には、解凍した魚A、塩蔵した魚B（薫製の原料となる魚は2種で、AとBは魚種が異なる）、洗浄機のネット、乾燥室のネット、原料魚の腹骨を取る工程で使用した包丁、製品の成型に使用した包丁から大腸菌群が検出された。調味液からは、大腸菌群が検出されな

った。よって、原料由来の大腸菌群が加工工程の機械や器具も汚染しながら、製品まで残っていると推察された。

#### 【プラスミドパターンの解析】

工場から検出した大腸菌群のプラスミドパターンは、多様性が見られた(図2)。原料から検出された大腸菌群と同一のプラスミドパターンを示す菌が、洗浄機、塩蔵工程、薫煙工程および製品に見いだされた。また、同一の製造工程で処理されていた魚であっても、原料の魚種が違っていた場合には、検出された大腸菌群のプラスミドパターンも異なっていた。

#### 【試験時間が大幅に短縮】

昨年度の試験方法では、サンプル回収から、プラスミドパターンの解析までに5日間を要した。真性大腸菌の同定も煩雑であった。本試験では、呈色が明瞭であるクロモカルト寒天を用い、真性大腸菌の同定試験を簡略化した。その結果、サンプル回収からプラスミドパターンの確認までを3日間で行う事ができた。試験した工場からは、幸いにも真性大腸菌は検出されなかった。

#### 4. 平成8年度計画

大腸菌群、および真性大腸菌汚染源の追跡技術の応用例を広げていく。さらに、試験の効率化、ならびに精度向上を測る予定である。

### 大腸菌群

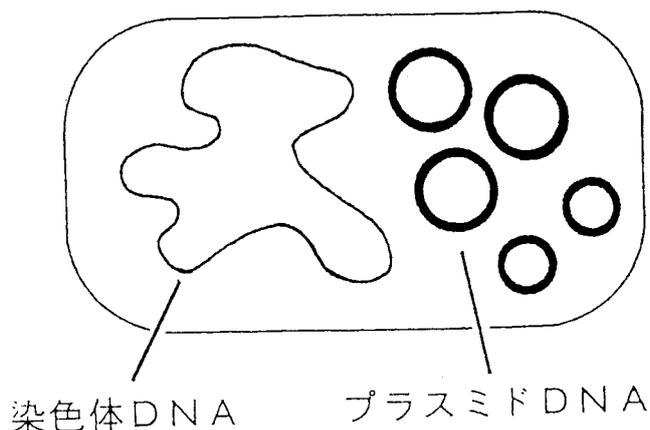


図1 大腸菌群とプラスミド  
大腸菌群のプラスミドの数と大きさで菌株を識別して、汚染源を追跡できる。

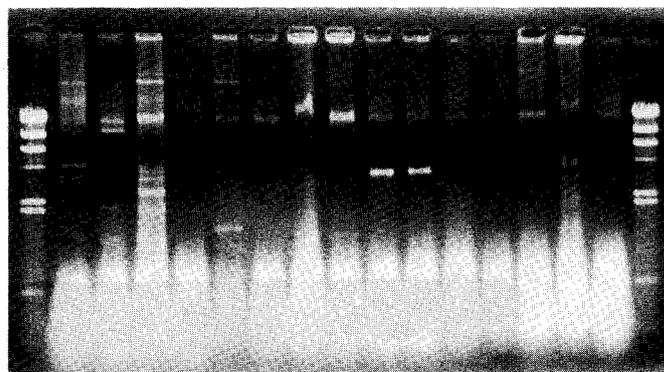


図2 大腸菌群のプラスミドパターン  
両端はプラスミドの大きさの指標となるマーカー。工場内の大腸菌群のプラスミドパターンに多様性が見られる。

# 酒類製造の省力化に関する研究 (H6 ~ H8)

## —乾燥酵母を用いた清酒の試験醸造—

発酵食品部 発酵食品科 浅野行蔵 富永一哉 吉川修司

### 1. 研究の目的と概要

清酒用酵母を培養し、乾燥酵母とした。これを用い北海道内6社の清酒工場で現場試験を行った。発酵は順調で、後半になっても衰えることなく、切れの良い、すがすがしい香りの清酒ができあがった。

従来の酒造りでは、酵母は、試験管から酒母(シホ)と呼ばれる育成期間をへて増殖し本培養に移る。これに2週間以上かかり1名以上の専門技術者を要した。乾燥酵母を使えば、いっきょに期間短縮と省力化が可能となる。いままで正月さえ休むことのできなかつた蔵人のきびしい労働条件を改善できる。

乾燥酵母は、1年以上の長期保存が可能なおうえ、同じ活性の酵母を多量に使用できるので、発酵を安定化し酒質向上にも役立つ。乾燥酵母による仕込みは、どの清酒企業においても実施しやすい技術である。

一方、乾燥酵母は、北海道の特性を生かすことにもなる。北海道には日本で数少ないパン用乾燥酵母の製造工場があり、この設備で清酒用乾燥酵母を作ることは、異業種融合となる。

### 2. 試験研究の方法

**【泡なし酵母を使用】** 酵母は、日本醸造協会701号酵母および901号酵母を用いた。いずれも各酒造メーカーで使用実績がある。また、泡なし酵母はタンクあたりの仕込量を多くできるので製造能力のアップとなる。

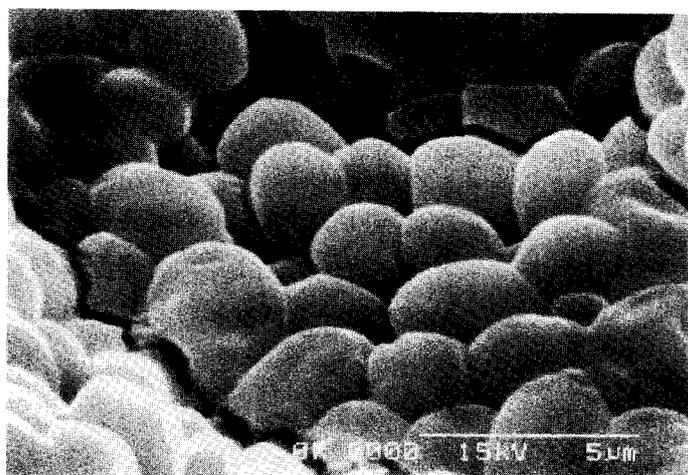


図1. 『乾燥・北海道きょうかい701号酵母』の表面

走査型顕微鏡による観察。酵母はふっくらとして、出芽痕もほとんど観察されず、酵母が若いことを示している。写真中のマーカーは、5μm。

**【酵母は好気培養】** 酵母はジャーフェーマンターを用いて好氣的に培養した。アルコール発酵を抑えた培養法である。糖蜜を糖源とし、分割フィードして低糖濃度を保った。培養温度30℃、回転数300rpm、通気量1v/vm。流動層乾燥で乾燥酵母とした。

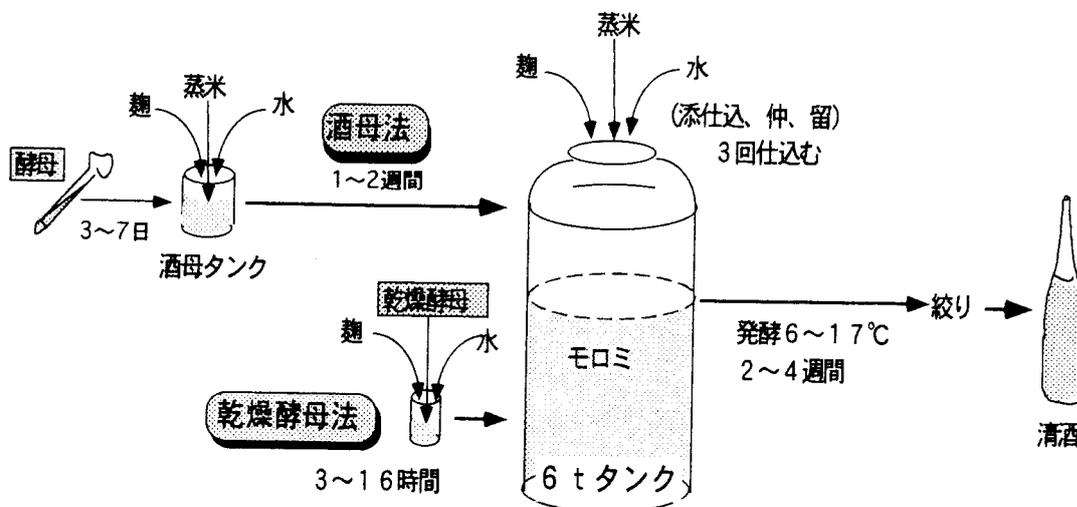
**【酵母の生菌数およびモロミ成分の分析】** 生菌数の測定は、メチレンブルー染色法を用いた。顕微鏡撮影して写真上で酵母の染色率から生菌率を求めた。アルコール濃度、日本酒度、酸度、アミノ酸度は、国税庁所定分析法に従った。ピルビン酸濃度は、酵素キット（ペーリガ・マツム社）で測定した。

### 3. 実験結果

**【乾燥酵母はフレッシュ酵母】** 乾燥酵母を電子顕微鏡で見ると、ふっくらとした酵母が重なり合っているのがわかる（図1）。出芽痕はほとんど観察されず、分裂経験の少ないフレッシュな酵母であることを意味している。

**【40℃での復水がポイント】** 復水とは、乾燥酵母を水に浸して生菌に戻すことだ。復水時の温度は、きわめて重要であった。最も生菌率が高かったのは、40℃のお湯で復水したときであった。一方、0℃の場合は酵母の生菌率はゼロであった。水が乾燥酵母の菌体内に流入するときの温度が大切であった。乾燥酵母は、いわば仮死状態にあるといえ、水が酵母内に入ってくる際に生死が決定されていると考えた。

**【現場試験仕込み】** 試醸は6社の清酒企業で行われた。従来法の酒母にかえて、乾燥酵母仕込みとして一挙に時間短縮を行った（下図）。



**【試醸結果は良好】** 清酒企業の求める、乾燥酵母の満足すべき醸造特性は、「発酵の後半でも良く切れる」「後半でもアミノ酸度が低い」「有機酸生成が少ない」ことである。現場試験の各社で使用した米の種類、精米歩合、用水は、それぞれ異なっていた。にもかかわらず試醸結果は、「切れの良い」発酵となり、良好であった。また、再現性も良く、同一企業内ではどの製造ロットも良質の原酒が造られた。よって、乾燥酵母を販売する決断をした。

4. 要約 食品加工研究センターで試作した乾燥酵母は、日本甜菜製糖・清水工場で商業生産を開始し、平成7年12月より販売を始めた。販売元は、北海道酒造協同組合 (tel:011-241-6311)。商品名は『乾燥・北海道きょうかい701号酵母』1Kgあたり2万円。なお、この乾燥酵母の使用には酒造免許が必要です。

## 果実酒の新しい減酸処理技術に関する研究

発酵食品部発酵食品科 富永一哉 浅野行蔵 吉川修司

### 1. 研究の目的と概要

北海道には、山野に自生している美味しい果物がたくさんあります。ハスカップはその代表的な果物で、ジャムやジュース、ゼリーなどに加工されています。しかし、酸度がとても高く、とても飲食しづらい欠点があります。そこで、私たちはハスカップ果汁の、微生物による新しい減酸処理法の開発を試みました。

従来から知られている微生物による減酸処理法には、マロラクティック発酵 (MLF) があります。この方法では、乳酸菌によりリンゴ酸が乳酸に変換されて酸味が和らぎ、さらに発酵香によって果汁の風味が良くなります。しかし、ハスカップなどのベリー類の果物にはクエン酸が大量に含まれ、MLF だけでは酸味は緩和されません。一部の乳酸菌にはクエン酸を代謝する能力があり、酢酸とジアセチルあるいはアセトインなどに交換します。酢酸とジアセチルは僅かな量でも不快臭となり、生成量を抑える必要があります。酢酸とジアセチルの生成量が少なく、かつクエン酸分解性の高い乳酸菌を検索した結果、*Pediococcus* 属の乳酸菌にこの性質があることが分かりました。そこで、この属の乳酸菌の能力を確認すると共に、ハスカップの実から分離した同属の乳酸菌の同定をしました。

### 2. 試験研究の方法

微生物保存機関より入手した *Pediococcus* 属の乳酸菌 2 種とハスカップより分離した MK-5 株のクエン酸分解能を、ハスカップの有機酸組成と相同のモデル培地を用いて、*Leuconostoc* 属など 3 種の乳酸菌と比較しました。分析は、ポストカラム反応法を使用した高速液体クロマトグラフィー (HPLC) による有機酸分析と、ヘッドスペースサンプリング法を用いたガスクロマトグラフィー (HSS-GLC) による香気成分分析を行いました。

MK-5 株の同定試験は、電子顕微鏡による形態観察、糖類の資化性試験などを含む生理試験、16S リボソーム RNA 遺伝子をコードしている DNA 塩基配列の決定 (16SrRNA 試験) 等の方法で行いました。

### 3. 実験結果

好氣的にクエン酸を最も速く減少させる乳酸菌は *Lactobacillus plantarum* でしたが、多量の酢酸とジアセチルを生成しました。これに対し、*Pediococcus acidilactici* と *Leuconostoc mesenteroides* などの菌株はクエン酸の減少量も速度も大きくはありませんが、酢酸とジアセチルの生成量が少なく、特にこの点で優れていました。

分離株 MK-5 は酢酸生成量こそ多いものの、クエン酸分解の初速が速く、減酸処理に有効な性質を持っていることが分かりました。MK-5 株は形態と生理試験から、*Ped. acidilactici* か *Ped. pentosaceus* の何れかの種に分類されることが分かりました。MK-5 株の DNA の G+C 含量は 44.7% で、*Ped. acidilactici* の G+C 含量の文献値 38~

44%に近く、16SrRNA 試験の結果からも 97.8%の相同性が得られ、MK-5 株を *Ped. acidilactici* と同定しました。

#### 4.要約

ハスカップのモデル培地を用いた試験から、*Pediococcus acidilactici* と *Leuconostoc mesenteroides* が優れたクエン酸の減酸特性を持つことが分かりました。分離株 MK-5 は、クエン酸分解の初速が速い点で減酸処理に有効な性質を持っていました。

形態観察と生理試験による同定試験、DNA の G+C 含量測定と 16SrRNA 試験の結果から、MK-5 株を *Ped. acidilactici* と同定しました。

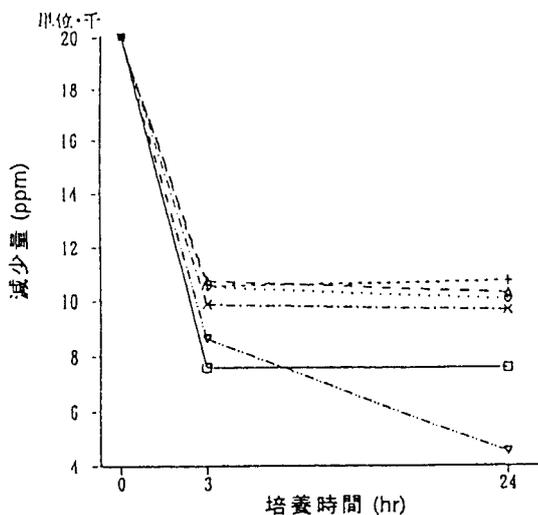


図 クエン酸の代謝量

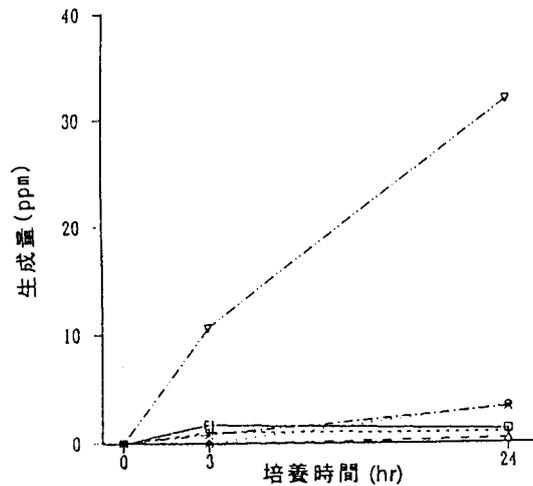


図 シアセチルの生成量

表 分離株の同定表

	<i>Ped.acidilactici</i>	<i>Ped.pentosaceus</i>	MK-5
形態	cocci	cocci	cocci
発酵形式	homo	homo	homo
Trehalose	d	+	—
Mannitol	—	—	—
Sorbitol	—	—	—
Arabinose	d	+	+
Lactose	d	d	—
Sucrose	—	—	—
デキストラン形成	—	—	—
カタラーゼ反応	—	—	—
乳酸旋光性	D, L	D, L	D, L
アルコール生成	—	—	—
ゲラム	+	+	+
grow at pH 8.5	±	±	+
grow at pH 4.2	+	+	+
grow at 40°C	+	+	+
grow at 50°C	+	—	+

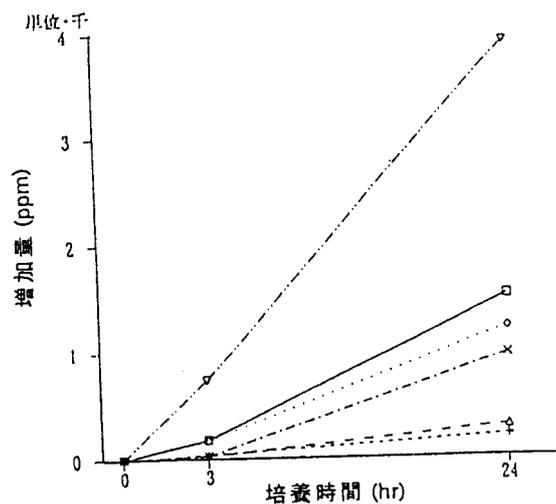


図 酢酸の生成量

+ : *Leuconostoc mesenteroides* JCM 6124  
 ◇ : *Leuconostoc oenos* JCM 6125  
 ▽ : *Lactobacillus plantarum* JCM 1149  
 △ : *Pediococcus acidilactici* JCM 5885  
 × : *Pediococcus pentosaceus* JCM 5890  
 □ : MK-5 (分離株)

(経常研究)

## 1 研究の目的と概要

超臨界流体を用いた抽出法は、流体の圧力・温度条件により、その溶解力を容易にコントロールできる特徴をもつ。特に二酸化炭素を用いた場合は、安全性、経済性、熱力学的性質等の点で他の抽出剤に比べて有利であり、食品分野においても研究、実用化がなされている。今年度は、超臨界二酸化炭素を用いた抽出法が有機溶剤抽出よりも安全性に優れていることに着目し、魚皮からコラーゲンを抽出精製する際に不可欠となる脱脂工程への、超臨界二酸化炭素による抽出法の適応性について試験を行った。

## 2 試験研究の方法

試料には凍結保存した鱈皮を解凍後、ミンチ状にして用いた。

装置は、三菱重工業（株）MSCF-5型（抽出槽500ml）を用いた。

抽出操作は、試料10gを円筒ろ紙に秤取して抽出槽に入れ、循環ポンプで抽出槽内部の抽出媒体を循環させて1時間抽出を行った後、5l/minの速度で合計500lの抽出媒体を排出した。抽出時の操作条件を以下に示した。

－操作条件－

圧力(kgf/cm <sup>2</sup> )	エントレーナー	抽出操作回数
150	－	1
200	－	1
250	－	1
150	＋	1
200	＋	1
250	＋	1
200	＋	2
200	＋	3

\*抽出温度は40℃。

\*エントレーナーには、エタノールを用いた。抽出槽への連続供給が装置上不可能なため、抽出操作毎にエタノール50mlを抽出槽内にセットした。

以上の条件で抽出を行った試料から、残存している脂質をクロロホルム-メタノールで抽出して残存量を求め、処理前の試料中に含まれる脂質量との比を残存率とした。

### 3 実験結果

各操作圧力における脂質残存率、およびそれらの条件下におけるエントレーナーの添加効果について、結果を図1に示した。

その結果、エントレーナーを添加しない場合は圧力の増加に伴い残存率が減少し、圧力250kgf/cm<sup>2</sup>で約58%であった。エントレーナーを添加した場合も圧力の増加で残存率が減少する傾向にあるが、200kgf/cm<sup>2</sup>と250kgf/cm<sup>2</sup>では同程度であり、約37%の残存率であった。また、エントレーナー添加の有無を比較すると、どの圧力条件下においても添加した場合の残存率が低く、その効果はあきらかであった。

エタノールのような極性溶媒をエントレーナーとして添加することにより、超臨界状態の二酸化炭素のみでは抽出できない比較的極性の高い脂質も抽出されたと考えられる。

次に、圧力200kgf/cm<sup>2</sup>、エントレーナー添加の条件下で抽出操作を繰り返し行った場合の脂質残存率の変化を表1に示した。

その結果、抽出操作の繰り返して脂質残存率は減少する傾向にあり、3回の操作で8%まで減少した。この操作をさらに繰り返すことにより、残存率はさらに低下すると推察され、有機溶剤による方法と同レベルまでの脱脂が可能であると考えられる。また、エントレーナーを連続供給し得る装置であれば、バッチ操作の繰り返しではなく連続抽出ができるため、より効率的な抽出が可能と考えられる。

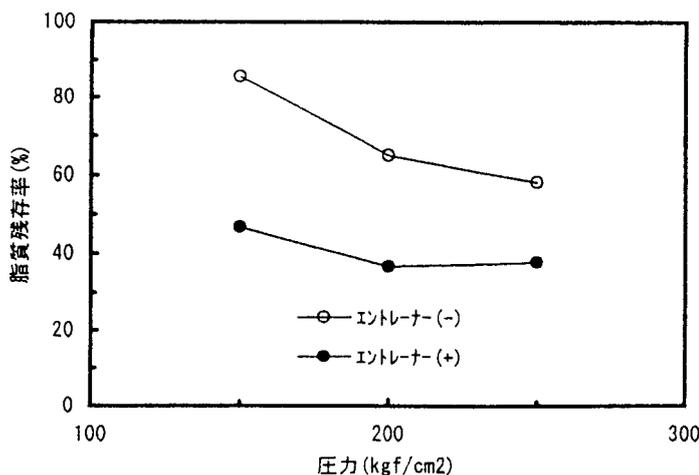


図1 各操作圧力における脂質残存率

表1 繰り返し抽出操作による脂質残存率

抽出操作回数	残存率(%)
1	36.6
2	12.8
3	8.0

### 4 平成8年度計画

魚皮の脱脂については、操作条件と抽出脂質組成との関係について分析を行う。また、平成6年度の試験の継続で、種々の脂溶性食品成分の抽出と、食品内部への吸着・浸透性に関する基礎、応用試験を行う。

## 1. 研究の目的と概要

食品製造工程において、水分管理は品質維持という点からはもちろん、歩留り向上などの経済的な面からも極めて重要であり、水分の計測は重要な測定項目の一つとなっている。また、製造工程で使用することを考慮すれば、迅速、簡易、正確、さらに低コストな水分測定技術が望まれている。

本研究は迅速、小型で低コストな技術になる可能性のあるマイクロ波ドップラーセンサを利用した食品水分の計測技術の研究開発を行うことを目的とする。

前年度は、マイクロ波ドップラーセンサに空洞共振器を接続し、共振特性測定用の装置を製作した。共振器中の一部に被測定物を挿入することでマイクロ波の共振特性を変化させ、その変化の程度と被測定物の水分濃度との関係を調査した。今年度は、この装置で得られる共振特性の温度特性など基本特性を調査し、測定技術として実際の食品への適用の可能性を検討した。

## 2. 試験研究の方法

測定は、前年度製作したマイクロ波ドップラーセンサ（東芝製 S-RX17）に空洞共振器（矩型 TE102モード）を接続した共振特性測定用の装置を用いて行った。空洞共振器内に向けて放つマイクロ波の発振周波数は、ポテンショメーター出力電圧値としてパーソナルコンピュータ（PC）に取り込んだ。空洞共振器から反射してくるマイクロ波は、ドップラーセンサ内の検出器で受信した。検出器の出力は所定の増幅率で増幅し、センサ出力電圧値としてPCに取り込んだ。発振周波数を変化させていくと、それに伴い空洞共振器からの反射波が変化し、共振特性の波形が得られる。この波形から共振点の周波数やセンサ出力電圧を求めた。共振特性の波形と評価ポイントを図1に示した。

温度特性は、装置を恒温槽中に設置して所定温度における共振特性を測定し、温度による共振特性への影響を調べた。恒温槽の設定温度は、5、15、25、35、45℃とし、測定の際の実際の温度を記録した。

次に被測定物を空洞共振器に挿入する際に使用するテフロンチューブの共振特性への影響を調べた。空洞共振器の高周波電流が流れていない向かい合う2つの面に穴をあけ、そこにテフロンチューブを貫通させた。テフロンチューブには、フロン工業製 F-8006（外径3.0，内径2.0mm）を使用した。測定は、25℃で行った。さらに空洞共振器にテフロンチューブを挿入した状態における温度による共振特性への影響についても調べた。環境温度の設定は前述の方法と同様に行った。測定は各々の所定温度において20回行った。

## 3. 実験結果

得られた共振特性から求めた共振周波数の温度特性は、温度が高くなるに従い、

共振周波数は低くなる傾向があることがわかった。温度差40°Cで約20kHzの変動があった。共振点電圧は、温度が高くなるに従い、高くなる傾向があった。また、図1中の基点の電圧も同様に変化しており、特性の形に大きな変化はなかった。図2に共振点と基点の電圧の温度特性を示した。共振点と基点との電圧の差を求めて25°Cの値を基準としたときの変動率を計算し、その温度特性を図3に示した。45°C付近では約-1.2%と大きくなっているが、5°Cから35°Cまでの変動率は、+/-0.4%以内となっていた。このことから温度を変えても波形の形は大きく変化せず、共振周波数だけが変化し、全体的に平行移動した形となっていることがわかった。共振点の電圧と温度との関係を一次式で近似した場合、共振点電圧=0.007301x温度+2.431606(r=0.994\*)で表わせれた。

テフロンチューブを挿入することにより共振周波数は低くなり、共振点電圧は高くなる傾向があった。共振点と基点との電圧差はチューブがない場合に比べて小さくなった。この影響により変動率は-1.5%から-4.0%となった。テフロンチューブの影響で全体的に変動率がマイナス方向に移動し、変動の幅は2.5%とやや大きくなった。

共振特性の温度変化およびチューブ挿入による影響と温度変化は、比較的小さいことがわかった。共振点の電圧に着目して水分値を求める場合、温度の影響は簡易的に一次式で補正可能と考えられる。実際の食品の水分値および他の成分による影響を中心に検討すれば良いことがわかった。

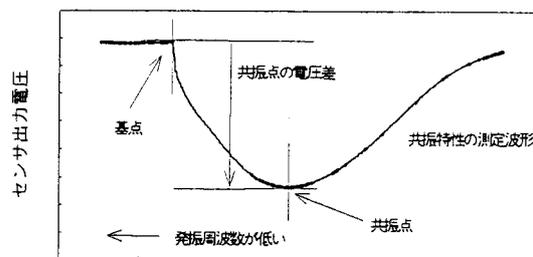


図1 共振特性の測定波形

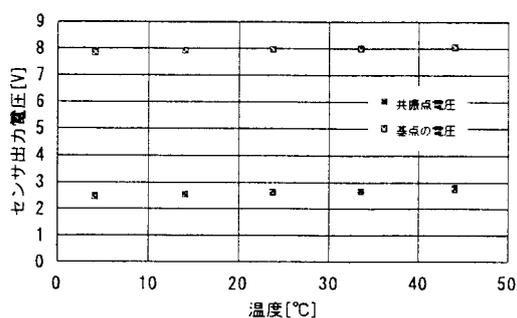


図2 共振特性波形の温度特性

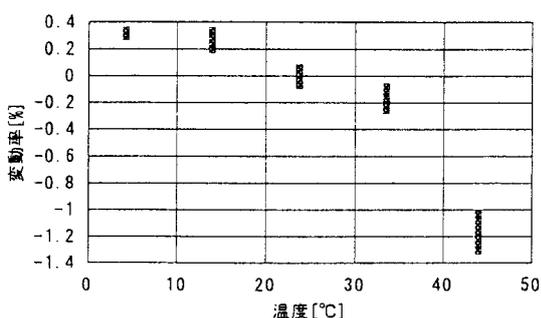


図3 共振点の電圧差の変動率

#### 4. 平成8年度計画

実際の食品水分の計測を行い、この計測技術の適用範囲を検討する。また、水以外の食品成分の影響を検討する。さらに、現状の共振器の構造は液状の食品や流動性のある食品用のため、固形物の含水率測定用に新たな構造の共振器を開発し、各種食品素材への応用検討を行う。

## 1. 研究の目的と概要

エクストルーダの問題点に、起動から安定状態になるまでの操作が難しい、製品の性状を左右するパラメータが多いため、勘や慣れに頼る運転になりやすいなどがある。本試験では原料に馬鈴薯デンプンを用いて、緩衝剤を用途とする膨化品の製造を行った。運転条件が製品の性状に与える影響を調査し、安定運転の操作条件を検討した。

## 2. 試験研究の方法

原料は馬鈴薯デンプンおよび馬鈴薯デンプンに米糠を混ぜたものを用いた。米糠の配合割合は20%とした。

エクストルーダはバレル内径が30mmであるが、バレルの数を変えることで長径比(L/D)を18、24と変化させて試験を行った。成形部分であるダイは直径3mm、丸形、2穴のものを用いた。スクリュパターンはフォワードスクリュを組み合わせた。運転条件は、バレル温度、原料供給量に相当するフィーダ回転数、スクリュ回転数、添加水量を変化させ、表1の様な組合せとした。エクストルーダ運転の際には、これらの値の他、材料温度、ダイ温度、モータの負荷、材料圧力をパーソナルコンピュータとデータロガーを用いた計測システムにて記録した。

## 3. 実験結果

デンプンの膨化には圧力が大きく影響している。水は大気圧よりも高い圧力下では液体の状態を保ち、この100℃以上になった水は圧縮水と呼ばれる。原料を加圧下で加熱して、原料に含まれる水を圧縮水の状態にした後に、急激に圧力を低下すると水は爆発的に蒸発して水蒸気となる。このときの体積膨張の力で原料の組織が破壊、膨張することが膨化である。よって膨化率を大きくすること、すなわち膨化品の体積を大きくして、多量の空気を含ませるには、高い圧力をかけることが望ましい。

その一方で、馬鈴薯デンプンは流動性が悪く、エクストルーダで加工を行う場合、押し出す力が小さいと、熱を多く受け、最終的に固まってしまい、ダイから出てこなくなり、「詰まる」状態になる。

つまり、エクストルーダでデンプンの膨化品を製造する場合は高圧をかけ、かつ「詰まり」を起こさぬようにしなければならない。このため運転が難しいとされている。この対策としてエクストルーダの押し出す力を大きくすることが上げられる。こ

表1 エクストルーダの運転条件

No.	原料	バレル数 (個)	L/D比 (-)	バレル温度			スクリュ 回転数 (rpm)	フィーダ 回転数 (rpm)	添加水量 (l/h)
				1 (°C)	2 (°C)	3 (°C)			
I	デンプンのみ	3	24	20	100	180	300	15	0.6~2.5
II	デンプンのみ	2	18	30	200	-	380	50	1.2~2.0
III	デンプン+米糠	2	18	30	200	-	380	40	0.6~1.2

では、バレルの数を減らしモータのトルクを大きくして実験を行った。

図1に材料圧力と添加水量との関係を示した。バレル数3の条件Iとバレル数2の条件IIを比較すると条件Iは材料圧力が低くなった。表1より、条件Iはスクリュ回転数、フィーダ回転数が低く、圧力が低くなる条件で運転を行っているためである。

ここで条件Iのスクリュ回転数を大きくした時、すなわち条件Iよりも圧力を高くする方向の運転を行ったときの運転記録を図2に示した。フィーダ回転数およびスクリュ回転数を上げ始めた3分付近より圧力は瞬間的に高くなる現象が認められた。11分付近でモータの負荷が高まり安全装置の働く20A付近まで上昇した。このためフィーダを止めると、その後圧力が急激に上昇し30kg/cm<sup>2</sup>となった。デンプンはスクリュが回らなくなるほど固まってしまった。これは、バレル数が3個の時は条件Iの運転条件よりも圧力を上げることが困難であり、また、バレル数が2個の時は高い圧力でも比較的安定した運転が出来ることを示している。

以上より、バレルの数を減らすことにより、スクリュを回すモータのトルクが上がり、高粘度の原料の高圧下運転に対応出来ることが示された。

一方、デンプンの膨化品製造では、エクストルーダの押し出す力を大きくすることの他に、原料に添加物を加え物性を変化させることも有効な方法であると考えた。そこで、原料に米糠を加え膨化品の製造を行った(表1の条件III)。

図1の条件IIIより、原料に米糠を混合することで圧力低下が認められ運転は安定した。製造した膨化品も他の条件のものに比較し良好なものが得られた。デンプンの膨化には圧力が大きく影響されると前述したが、原料の物性にも大きな影響を受けることが示された。膨化品は緩衝剤としては弾力性に欠けるため、添加剤の種類や量、加熱温度等の検討が必要であると思われる。

#### 4. 平成8年度計画

- ・ 緩衝剤の作成。添加剤の種類や量、加熱温度。
- ・ 膨化品の形状測定を行い、膨化率を制御する機能を持ったプログラムの作成。

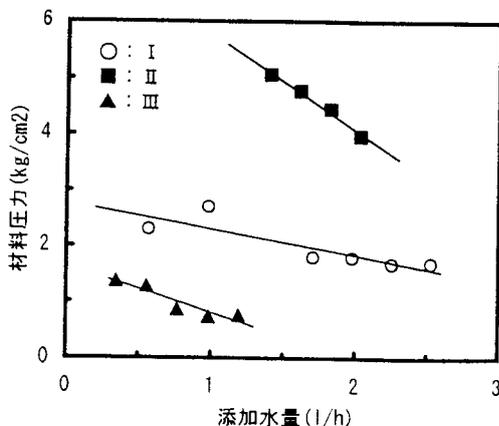


図1 添加水量と材料圧力

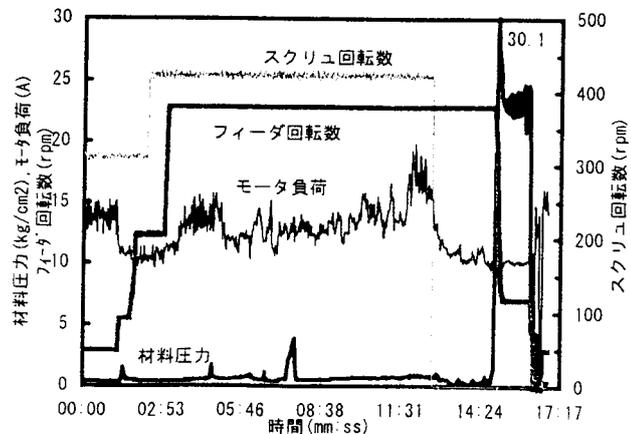


図2 運転記録 (バレル数3)

## 超高压処理技術を利用した食品加工技術の開発研究

— 調理工程に及ぼす圧力の影響 —

(117~119)

応用技術部食品工学科 山崎邦雄 熊林義晃 清水英樹 河野慎一

### 1. 研究の目的と概要

食品素材に数千気圧の静水圧をかけると加熱処理と同じようにタンパク質は変性し酵素や微生物は不活性化あるいは死滅する。超高压処理は加熱と異なり熱による変質がない利点があり、食品加工の新しい技術として注目されている。本研究は食品加工工程に超高压処理技術を利用した新しい食品加工技術を開発するものである。高压処理が食品素材の成分、組織構造、物性変化に与える効果の調理工程への利用の可能性を検討する。今年度は味付け工程での調味液の浸透現象を解析し特徴ある味付け方法の開発をする目的で加圧処理大根について基礎試を行った。

### 2. 試験研究の方法

使用した加圧処理装置は神戸製作所の小型試験機（WIP）で試料容器は直径6cm、高さ20cmの円筒形、最高圧力700MPa、ピストン直圧方式、水を圧力媒体とした。

試料として用いた大根は対軸方向に直角に両端を5cm切断し、皮部を除き一辺1cmの立方体としポリエチレン製袋に入れ真空パックし高压処理を行った。

未処理および高压処理試量について重量変化、色については色差計（ミノルタ；CR300）を用いてL、a、bを測定、硬さについてはレオメーター（サン科学；CR200D）を用いくさび型プランジャーで破断荷重および破断距離を測定、表面構造を走査型電子顕微鏡（日立；S-2400）により観察した。

食塩水溶液に0~24時間浸漬した大根は表面を蒸留水で洗い、水を加え10000r.p.m5分ホモジナイズし、ろ過した後チオシアン酸水銀（Ⅱ）法により塩素イオンを測定して試料中の食塩濃度を算出した。

### 3. 実験結果

#### 【加圧処理による大根の色調変化】

大根を200MPa~600MPaで10分間かけた場合の色調変化を示した（表1）。200MPaでL（明度）の低下が大きくみられ400MPa以上ではほとんど変化がなくa、bの低下はいずれもわずかであった。加圧処理物は透明感を帯びており明度の低下として示される。細胞内の気泡が加圧によって細胞内液に溶け込み、加圧処理後にその液の一部が試料外に浸出し透明感が増加したと思われる。加圧保持時間を0~60分変化させた場合、所定圧になった時点（1~2分）で明度の低下がみられ10分以後はほとんど変化がなかった。

#### 【加圧処理によるテクスチャーの変化】

加圧処理により大根のパリパリした感じがなくなり、しんなりとした食感の変化をレオメーターにより破断荷重、破断距離を測定し、0~10%NaCl水溶液に24h浸漬

してしなりさせた大根の値と比較した（表2）。0.5%NaCl溶液に浸漬した大根はほぼ生に近い値を示した。1%以上では濃度が高くなるにつれ増加した。600MPa、10分間加圧処理した大根は2%溶液に浸漬したものと同等の値を示した。

加圧処理により大根の組織が何らかの影響を受け、塩漬物様の食感に変化したものと考えられる。

加圧処理による表面構造の変化を走査型電子顕微鏡による観察をしたが全体的に大きな変化はみられず細胞壁の破壊、損傷などは認められなかった。セルロース類から成る植物特有の強固な細胞壁は加圧による変化を受けなかったと考えられる。また細胞膜については変化が生じたと考えられるが区別は出来なかった。

#### 【加圧処理大根への調味料の浸透】

大根の物性変化を及ぼさない濃度、膜機能を損なわないと考えられる濃度である0.5%NaCl溶液に未処理および600MPa、10分間加圧処理した大根を浸漬し大根中のNaCl濃度を測定した（表3）。加圧処理大根のNaCl濃度は未処理に比較して高い値を示した。未処理大根のNaCl濃度はほとんど増加していないことから細胞膜の機能がほぼ保たれ、加圧処理では細胞膜の機能が破壊されたと考えられる。

加圧処理により食品内部へ調味料の浸透が促進される効果は新しい調理加工手段として可能性がある。

#### 4. 平成8年度計画

農産品への調味液の高圧浸透による新漬物の製造。

加熱処理の前処理としての調理技術の開発。

表1 加圧処理大根の色調変化

	未処理	200MPa10min	400MPa10min	600MPa10min
L	68.3	47.6	44.7	42.6
a	-1.2	-0.9	-1.0	-0.9
b	+2.9	+2.7	+1.6	+0.5

表2 加圧処理及びNaCl水溶液浸漬による物性変化

	600MPa10分	0%	0.5%	1%	2%	5%	10%
破断荷重 (g)	2269	1160	1301	1487	2163	3243	3926
破断距離 (mm)	5.8	2.1	2.3	3.3	6.1	7.3	8.3

表3 0.5%NaCl溶液浸漬による大根のNaCl濃度 (%)

浸漬時間	0	0.5	1.0	1.5	2.0	4.0	8.0	24
未処理大根	0.058	0.079	0.088	0.083	0.086	0.093	0.111	0.129
600MPa10分処理	0.064	0.262	0.281	0.293	0.308	0.383	0.392	0.421

応用技術部食品工学科 山崎邦雄 熊林義晃 清水英樹 河野慎一

## 1. 研究の目的と概要

年々食品等の安全性に関する消費者の要求が高まってきており、特に加工食品の原料である各種粉体食品素材の微生物管理は、食品業界にとって重要な問題である。粉粒体を原料とする加工工程で水分を添加する食品については、菌体の増殖に必要な水分となった時点で、殺菌処理をするか、あらかじめ原料素材の菌数を下げておく必要がある。粉粒体の殺菌方法として非加熱殺菌法では、薬剤殺菌（ガス殺菌剤、液体・固体殺菌剤）、放射線殺菌、紫外線殺菌があり、加熱殺菌法では、乾熱殺菌（火炎、加熱空気）、蒸気殺菌（飽和蒸気、加熱蒸気）、マイクロ波殺菌、エクストルーダやオーミック加熱（通電加熱）などがある。

本研究は加熱殺菌として、マイクロ波、エクストルーダ、通電加熱を、また非加熱殺菌として紫外線(UV)の利用による殺菌を行い粉粒体食品素材（穀粒粉、乾燥野菜粉末、生薬、香辛料、健康食品等）の殺菌効果を検討する。

併せて、原料に与える影響、色や、香り、有効成分の損失劣化、二次加工性の变化を評価し最適処理条件を見いだすものである。また各種の殺菌方法を組合わせた殺菌技術の開発を目的とする。

本年度はマイクロ波加熱によるそば粉の殺菌条件について検討を行った。

## 2. 試験研究の方法

**加熱装置** 日本製鋼所製マイクロ波減圧乾燥機ML0-4506、発振周波数2450MHz、発振出力0~1.5kWの連続可変、チャンバーW75×D60×H60cm。

**供試材料** 市販の国内産そば粉、水分11.7%、かさ密度0.57を使用した。

**温度測定** ノーテック・ファイブロニック社製・光ファイバー式温度計NoEMI-TS HAND HELDを用いマイクロ波の影響なしに品温測定を行った。

**菌数の測定** 標準寒天培地で平板希釈培養法で測定し生菌数の変化から殺菌効果を検討した。

そば粉350gを37×27cmトレーに厚さ約3mmに拡げチャンバー底より14cmの所に置きマイクロ波を出力、殺菌温度、時間を変え殺菌を行った。別にチャンバー底部6cmの所に45×33cmのトレーに水 1 l を入れ飽和水蒸気的环境下同様の実験を行い、均一加熱性、マイクロ波の照射効率の向上について検討した。

## 3. 実験結果

マイクロ波出力を0.5kW、1.0kW、1.5kWの3段階で照射加熱を行い110℃までの到達時間とそば粉の含水率、外観、色、品温度むらの有無を示す。

マイクロ波出力 (kW)	0.5	1.0	1.5
到達時間 (秒)	1200	320	110
含水率 (%)	1.1	4.2	6.5
外観・色	変化無し	変化無し	変化無し
品温むら	有り	有り	有り

この条件下では色の変化はないが水分の変動が有り、0.5kW の場合に大きくみられた。マイクロ波の方向と位相の偏り、水分の少ない粉粒体原料の熱伝導の悪い事による不均一加熱のため品温むらがいずれの場合にもみられ、高出力ほど大きくみられたので以後の実験は出力1kWで行った。

一般性菌数 $1.1 \times 10^5$ のそば粉についてマイクロ波出力1kWで照射時間を80秒, 160秒, 240秒, 360秒とした時の殺菌効果を比較する。殺菌率で見ると各々 2%、32%、38%、69%で低効率で1オーダ(1/10)下がらなかった。360秒照射の場合に加熱むらにより直径2~3cmの褐変色スポットが3箇所現れた。

低水分雰囲気下での加熱による微生物の死滅効果は悪いうえマイクロ波による殺菌は原料中の水分が必要でそば粉等の含水率の低い粉体食品は殺菌効果が低かった。そのため均一加熱と加湿のため飽和水蒸気中でマイクロ波と水蒸気の併用効果について検討した。飽和水蒸気中のマイクロ波照射では品温の上昇はゆるやかになり加熱むらによる局部的加熱はやや改善されたものの1kW出力で75℃10分の照射でも殺菌率は72%で水蒸気併用による著しい効果は確認されなかった。

均一加熱をするためにはマイクロ波の入射部分を多数に分けたりベルトコンベアを用いたトンネル型オープンにより粉粒体の移動などの工夫が必要である。

#### 4. 平成8年度計画

マイクロ波、紫外線利用による粉体食品素材の殺菌処理。

紫外線放射線量(放射照度×放射時間)と殺菌効果の関係、試料の最適供給条件の検討。

## 1. 研究の目的と概要

酵素は製品の付加価値向上、機能性付与、生産工程の簡略化等に有用な手段であり、近年食品加工分野でも積極的に取り入れられている。遺伝子組換えにより、有用酵素生産菌の培養管理の簡略化、生産量の増大、培養後の酵素生成過程の簡素化が可能になり、酵素生産コストを低減化できる。また、組換え微生物を食品加工に直接使用するということも可能である。

本研究では遺伝子組換えによる有用酵素の量産技術を支援するため、微生物による酵素生産効率を転写量、翻訳量（酵素活性）の両面で比較検討する。

## 2. 試験研究の方法

生産させる酵素として、担子菌 *Corticium rolfsii* の生産するアピセラゼを選択し、*C. rolfsii* のアピセラゼを精製、ウサギ抗アピセラゼ抗血清を作製した。

*C. rolfsii* を微細結晶セルロース（フナセル SF）0.4g を含むセルラーゼ誘導培地 200ml に接種、2日間 30℃ で培養し mRNA を調製、cDNA ライブラリーを作製した。

ニトロセルロースフィルターにプラークをプロットし、上記抗血清を反応させ、VECTASTAIN ABC-PO kit（フナコシ）を用いてスクリーニングを行った。

陽性プラークを回収後、2次スクリーニングを行い、陽性クローンを ZAP-cDNA Synthesis Kit の EXAssist helper phage と大腸菌 SOLR 株を用いてプラスミドとして回収した。deletion クローンは Kilo-Sequence Deletion Kit（宝酒造）を用いて作製した。ABI 社 Taq Dye Deoxy Terminator Cycle Sequencing Kit を用い、PERKINELMER 社 GeneAmp PCR System 2400 で PCR 反応を行い、ABI 社 373A DNA Sequencer で塩基配列を決定した。解析は GeneWorks release 2.45（帝人）を用いて行った。

## 3. 実験結果

セルラーゼ誘導培地 200ml に *C. rolfsii* を接種、2日間培養後、湿菌体重量（残存セルロース粉末を含む）で 8.2g の菌体を得た。ISOGEN 中で菌体を破碎し、1.4mg の total RNA を取得した。このうち 1mg から Oligotex-dT30〈Super〉を用いて 5.8  $\mu$ g の poly(A) RNA を分取した。ZAP-cDNA Synthesis Kit を用いて cDNA を合成し、1.2  $\mu$ g の cDNA を取得した。100ng の cDNA を Uni-ZAP XR vector に連結、パッケージング後 XLI-Blue MRF' 株に感染させ、cDNA ライブラリーを作製した。

60,000 クローンからスクリーニングし、12 個の陽性クローンを取得、2次スクリーニングを行った。シグナル強度の強い 6 クローンの陽性ファージをプラスミド化し塩基配列を決定した。その結果 4 クローンが 5'-末端の位置が違うものの、同一の塩基配列を示した。5'-末端が最も伸長したクローンについて塩基配列を基に

推定アミノ酸配列を検討した結果、398アミノ酸残基で推定分子量約42,000となった。抗血清作製に用いた *C. rolfssii* のアビセララーゼは分子量約43,000であったことから、目的とする cDNA クローンが取得できたものと考えられる。さらに、既知セルラーゼと SWISS-PROT において比較検討を行ったところ *Trichoderma reesei* の endoglucanase および exoglucanase と高い相同性が認められ、*T. reesei* の endoglucanase と完全に一致したアミノ酸で約43%、化学的類似性も含めたアミノ酸配列で約65%の相同性を示した。図1にアビセララーゼ推定アミノ酸配列と *T. reesei* の endoglucanase のアミノ酸配列の N-末端のみを示した。第25アミノ酸残基目までは疎水性が高く、シグナル配列であると推定した(図2)。第26アミノ酸残基目から第61アミノ酸残基目までは *Humicolagrisea*、*Phanerochaete chrysosporium*、*Penicillium janthinellum*、*Neurospora crassa*、及び *Trichoderma viride* の exoglucanase の C-末端配列と相同性が高く、セルロース結合ドメインと推定した。

<i>T. reesei</i> endoglucanase	MN-KSVAPLL LAASI--LYG GAV-AQQTW GQCGGLGWEG FVNCARFSAC	46
<i>C. rolfssii</i> avicelase	<u>gsl</u> l <sup>s</sup> t <sup>y</sup> k <sup>m</sup> f ipialv <sup>l</sup> l <sup>a</sup> a svv <sup>n</sup> a <sup>o</sup> o <sup>s</sup> a <sup>w</sup> GQCGGCGWIG <u>PTSC</u> IS <sup>C</sup> Y <sup>C</sup>	50
Consensus	...S.....L...M AQQ...W GQCGG...G...T...C...C...C	50
<i>T. reesei</i> endoglucanase	STLN <sup>E</sup> HY <sup>A</sup> Y <sup>A</sup> Q <sup>C</sup> I <sup>P</sup> G <sup>A</sup> T <sup>I</sup> L <sup>I</sup> T <sup>T</sup> S TRPP <sup>S</sup> G <sup>P</sup> T <sup>T</sup> TRAT <sup>S</sup> TS <sup>S</sup> SS <sup>T</sup> PPT <sup>S</sup> SS <sup>G</sup> VR <sup>F</sup> A	96
<i>C. rolfssii</i> avicelase	<u>QA</u> Q <sup>N</sup> S <sup>Y</sup> Y <sup>S</sup> Q <sup>C</sup> M <sup>P</sup> G <sup>T</sup> A <sup>T</sup> S <sup>K</sup> T <sup>A</sup> R <sup>S</sup> T <sup>S</sup> T <sup>A</sup> P <sup>S</sup> S <sup>T</sup> ---G <sup>S</sup> S <sup>G</sup> A <sup>R</sup> L P-----Y <sup>L</sup> G	91
Consensus	...N...V...V...Q...P...G...T...T...L...T...S...P...D.....	100

図1 *Trichoderma reesei* の endoglucanase と *C. rolfssii* の アビセララーゼ cDNA 推定アミノ酸配列の比較

N-末端のみを示し、一致したアミノ酸は四角で囲った。小文字は推定されたシグナル配列、下線は推定シグナル配列中の疎水性アミノ酸、矢印の間は推定セルロース結合ドメインを表す。

K-D

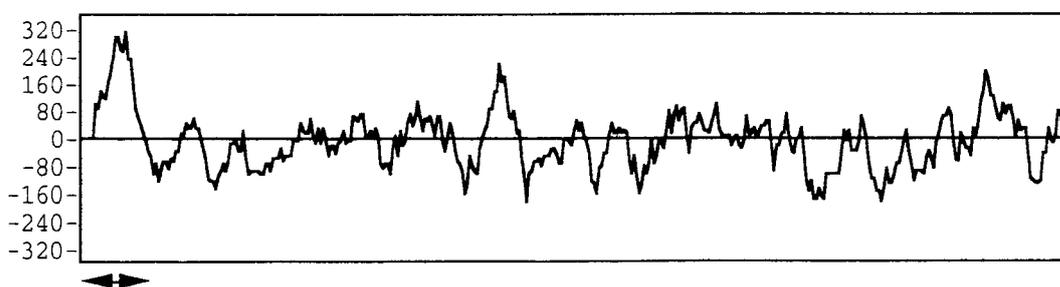


図2 *C. rolfssii* アビセララーゼ推定アミノ酸配列の疎水・親水性領域の分布

矢印の間は推定シグナル配列を表す。グラフの0から上に行くほど疎水性、下に行くほど親水性が高い。

#### 4. 平成8年度計画

宿主菌株に本アビセララーゼ cDNA 遺伝子を導入、発現させ、アビセル分解活性(セルラーゼ活性)及び抗アビセララーゼ抗血清との反応性を確認する。分子生物学的手法を用いて発現量を増大させる。

### 1. 研究の目的と概要

乳酸菌は多くの発酵食品製造に関与する重要な菌である。特に本道においては各種乳製品、味噌、醤油、漬物などの乳酸菌関与食品の生産額が食品工業出荷額の約15%を占めている。これらの食品の付加価値をさらに高めるために、乳酸菌改良技術の確立は極めて重要な研究課題の一つである。中でも、味噌、醤油、漬物などの農産品発酵食品に極めて重要な役割を果たしている *Tetragenococcus* 属及び *Pediococcus* 属乳酸菌の育種改良技術は、乳関係の乳酸菌に比べて非常に研究が遅れている。一方、遺伝子組換え技術は近年急速に発展した育種改良技術であり、目的と方向性が明確でしかも短期間で微生物から動植物の品種改良が行えるという利点があり、新規食品の開発や食品製造プロセスの改善に必要不可欠となる先端技術である。この様な観点から、本試験研究は中 *Tetragenococcus* 属及び *Pediococcus* 属心とする乳酸菌の育種改良を目指して、乳酸菌宿主ベクター系を確立し食品工業への応用を目的として研究を行っている。本年度は、本プラスミドを分離した味噌由来乳酸菌の同定試験を行った。

### 2. 試験研究の方法

乳酸菌 B18 株の培養には GYP 培地 (Glucose 1.0g、Yeast Extract 1.0g、Beef Extract 0.2g、Polypeptone 0.5g、 $\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  0.2g、NaCl 5.0g、Salt Solution( $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  40.0mg、 $\text{MnSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  2.0mg、 $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  2.0mg、NaCl 2mg/ml)0.5ml、Tween 80 50.0mg/100ml、pH 8.0) を用いて 30℃ で 72 時間培養した。平板培地には GYP 培地に寒天を培地 100ml 当り 1.5g 加えた GYP 寒天培地を使用した。各同定試験にはそれぞれの試験に適した培地を用い、比較として *T.halophila* JCM5888 の試験も同時に行った。

試験方法は、グラム染色、カタラーゼ試験、硝酸還元試験、リトマスミルク試験、ゼラチン液化試験、運動性試験、Glucose らのガス発生試験、初発 pH 試験、生育温度試験、糖類発酵性試験、発酵形式試験、Sucrose からの Dextran 形成試験、乳酸旋光性試験、アルギニンからのアンモニア生成試験、耐塩性好塩性試験をそれぞれ常法通り行った。なお糖類発酵性試験において検討した糖類は L-Arabinose、D-Ribose、D-Xylose、Gluconate(Na)、Glucose、Fructose、Galactose、Mannose、Rhamnose、Cellobiose、Lactose、Maltose、Melibiose、Sucrose、Raffinose、Salicin、Trehalose、Melezitose、Mannitol、Sorbitol、Starch(soluble)、D-Arabinose、Glycerol、Esculin、Maltotriose、Dextrin、Inulin の 27 種類である。

### 3. 実験結果

結果を図 1 に示した。顕微鏡観察の結果、乳酸菌 B18 株はグラム陽性の直径

1 $\mu$ m の球菌で、細胞形態は二つあるいは四つの細胞群を形成していた。二つの細胞群は連鎖せず、四つの細胞群は球細胞が四聯に配列した細胞群を形成し孢子の形成も認められなかったことから、乳酸菌 B18 株は *Pediococcus* 属か *Tetragenococcus* 属に属していると推察し、以後の同定試験には *T.halophila* JCM5888 と対比しながら乳酸菌 B18 株の同定試験を行った。生化学的試験の結果は、カタラーゼ陰性、硝酸還元能力陰性、リトマスミルク試験陰性、運動性無し、Glucose からのガス発生無し、Sucrose からの Dextran 形成能無し、アルギニンからのアンモニアの生成能無しであった。また、発酵形式はホモ型で L-乳酸：D-乳酸 = 97.2:2.8 の割合で生成することから旋光性は L 型と判断した。至適温度及び至適 pH はそれぞれ 30℃、pH9.0 で 45℃ または pH5.0 の条件下では生育できなかった。糖類資化性試験では L-Arabinose、D-Ribose、D-Xylose、Gluconate(Na)、Glucose、Fructose、Galactose、Mannose、Rhamnose の単糖、Cellobiose、Trehalose、Raffinose の少糖、Dextrin、Inulin の多糖及び Esculin、Glycerol、Salicin を含む培地で生育することが明らかになった。さらに、20% の NaCl 濃度で生育可能であったが、NaCl を含まない培地でも生育できたことから好塩性菌ではなく耐塩性菌であることが判明した。以上のことから、分離した乳酸菌 B18 株は *Tetragenococcus halophila* B18 株と同定された。この菌は極めて安全な菌であることから pSKPB18 も安全な遺伝子であると判断され、食品に用いることのできるプラスミドベクターとして有用であると考えられた。

図 1 乳酸菌 B18 株の生化学的同定

Gram staining	+	Dextran from	Sorbitol	-
Cell form	cocci	Sucrose	Starch	-
Cell arrangement	tetrad	Nitrate reduction	D-Arabinose	-
Motility	-	Catalase activity	Glycerol	+
Spore formation	-	Gas frpm gluconate	Esuclin	+
Fermentation		Arginine hydrolysis	Maltotriose	-
type	homo	Lactate formed	Dextrin	-
Growth at 35℃	+	Acid produced from	Inulin	+
40℃	-	or splitting of	Sucrose	-
45℃	-	Arabinose	Cellobiose	+
50℃	-	Ribose	Rhamnose	-
Maximum NaCl		Xylose	Mannose	+
concentration	20%	Salicin	Galactose	+
Growth at pH5.0	-	Trehalose	Fruucose	+
pH7.5	+	Melezitose	Glucose	+
pH8.0	+	Mannitol	Gluconate(Na)	+

#### 4. 平成 8 年度計画

プラスミドベクターとしての改良を目的として pSKPB18 の機能をさらに解明するとともに、乳酸菌宿主の開発を進める。

新規レクチンの微生物制御など有効利用に関する研究 (H7~H9)  
—キクイモレクチン (HTA) の酵母凝集に及ぼす要因—

応用技術部生物工学科 中川良二 八十川大輔 池田隆幸 長島浩二

### 1. 研究の目的と概要

レクチンは細胞を凝集させたり、多糖類や糖蛋白質を沈降させるという特性を持った蛋白質で、植物、動物、微生物など広く生物界に分布している。我々はこれまでの研究で、キクイモ塊茎由来のカルスからマンノースに強い親和性を持つレクチン (以下、HTAと略す) を見つけ、幾つかの生化学的性質を明らかにした。さらに、HTAが酵母凝集能を有し、蛍光標識することで酵母を検出できることを示した。本研究はHTAの微生物制御など有効利用を目的としている。ここでは、HTAによる酵母凝集反応に及ぼすpH、アルコール濃度など幾つかの要因について述べる。

### 2. 試験研究の方法

酵母はYPD液体培地を用い、25℃で培養した。培養菌体はリン酸緩衝食塩水 (以下、PBSと略す) で4回遠心洗浄 (2700rpm, 7分, 4℃) した後、PBSを加えて酵母懸濁液を調製した。凝集反応は検鏡と濁度 (660nm) を測定する方法で調べた。酵母細胞の生存率は、各種条件下で処理した酵母懸濁液にメチレンブルーを加え、非着色細胞をトーマの計算盤を用いて検鏡により計測した。酵母のマンノシダーゼ処理は、0.1Mクエン酸緩衝液 (pH4.5) に酵母懸濁液とマンノシダーゼ (ナタマメ由来) を添加し、25℃、2~24時間反応させる。反応液をPBSでよく洗浄した後、酵母懸濁液として用いた。酵母凝集の活性単位 ( $U_Y$ ) は1/2希釈系列で、凝集が陽性であると判定された最高希釈度で表示した。

### 3. 実験結果

#### 1) 各種条件下における酵母の生存率に対するHTAの影響

*Saccharomyces carlsbergensis* AHU 3181と*Saccharomyces cerevisiae* AHU 3532を用いて試験を行った。両酵母ともpHが低くなったり、アルコール濃度や塩濃度が高くなるに伴い生存率が低下した。このとき、HTAを共存させても酵母の生存率に変化はなかった。

2週間以上にわたって培養し続けた*S. carlsbergensis* は、HTAなしでも凝集する (自己凝集) ようになった。*S. cerevisiae* はHTA未添加の場合は、塩濃度を高くしたときにのみ自己凝集するようになった。

#### 2) マンノシダーゼ処理における酵母の凝集能の変化

酵母 (上記の2種) をマンノシダーゼ処理すると、HTAによる凝集反応は反応開始後4時間を経ても未処理の場合と同じ値を示したが、8時間後にはHTAを共存させなくても凝集 (自己凝集) しはじめた。特に、*S. cerevisiae* は2週間以上培養したときでも自己凝集能を示さないが、マンノシダーゼ処理によって強い凝集反応を示すようになった (図2)。したがって、マンノシダーゼ処理によるHTAの影響は明らかにできなかった。また、

反応時間の経過と共に生存率が低下し、反応開始から24時間後には70~80%の生存率になったが、この傾向は未処理のものも同じであったことから、マンノシダーゼ処理は酵母の生存率に影響しない。

### 3) 各種酵母のHTAによる凝集反応の差違

HTAによる酵母の凝集はStrainによって凝集反応に差違がみられるが、本試験に用いた*Saccharomyces*属(13Strain)はHTA添加後、20分ほどで凝集しはじめ、1時間でほぼ完全に凝集反応を終えた。図1に*S. carlsbergensis* AHU3181の結果を記す。特に、*S. cerevisiae* AHU3051や*S. cerevisiae* AHU3915は高い凝集反応を示した。また、*S. cerevisiae* K-9や*S. cerevisiae* K-901はほとんど凝集反応を示さず、濁度を調べるとコントロールとほとんど同じような曲線の値を示した。

HTAによって高い凝集反応を示す*S. cerevisiae* AHU3051や*S. cerevisiae* AHU3915は15℃中で7日間置いたとき、その生存率を調べたところ、およそ50%であった。一方、凝集反応の弱い*S. cerevisiae* K-9や*S. cerevisiae* K-901の生存率は、同様の条件下で非常に強く、90%以上が生存していた。このことから、HTAによる凝集反応の強さと生存率の間に負の相関が示唆された。この点について今後、より詳しく調べる予定である。

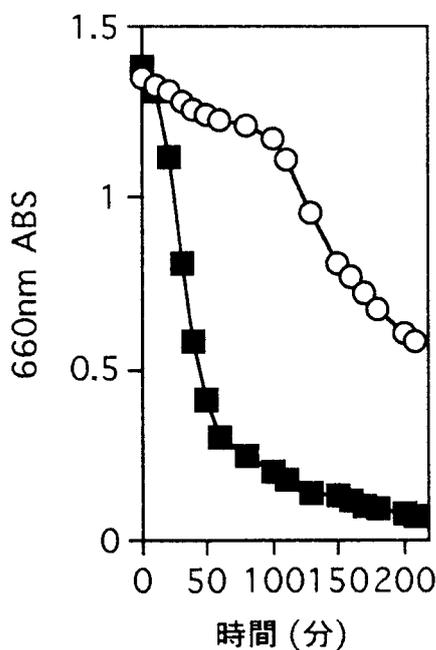


図1

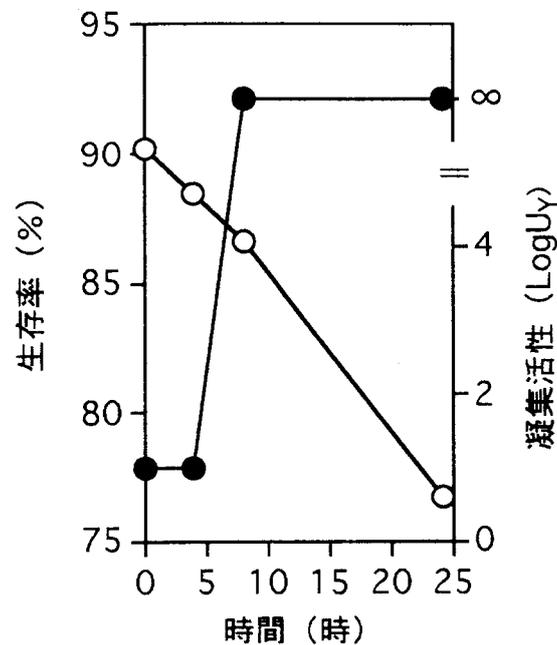


図2

HTAによる酵母液の濁度の変化 マンノシダーゼ処理による酵母の凝集能の変化

○ — コントロール  
 ■ — HTA添加

○ — 生存率 (%)  
 ● — 凝集活性 (LogUy)

### 4. 平成8年度の計画

- ・ HTAによる酵母の凝集反応と生存率の関係
- ・ 標識レクチンによるモデル微生物の検出
- ・ レクチンのキクイモ培養細胞での生理機能の解明

## 食品微生物の遺伝情報解析とそのデータベース化の研究 (H7~H9)

応用技術部生物工学科 長島浩二 池田隆幸 八十川大輔 中川良二

### 1 研究の目的と概要

原料や製品の微生物相（マイクロフローラ）を明らかにすることは食品の微生物制御を行う上で非常に重要なことである。微生物相を解析するには微生物の同定が必要であるが、最近、遺伝子情報の蓄積により、これに基づく微生物の同定が簡易で短時間に行えるようになってきた。本研究では、遺伝子解析に基づく微生物の分類・同定技術をより発展させるために、その改良と食品関連微生物の遺伝情報（16SリボソームRNA遺伝子の塩基配列）をさらに蓄積することを目的としている。

### 2 試験研究の方法

#### 1) 菌株とその培養

*Bacillus licheniformis* B-6-4Jと*Pediococcus*属乳酸菌6種(*P. halophilus* JCM5888, *P. butuliacidofaciens* AHU1430, *P. damnosus* JCM5886, *P. dextrinicus* JCM5887, *P. parvulus* JCM5889, *P. urinae-equi* IFO12173)を供試菌とし、それぞれ標準寒天培地およびGYPN白亜寒天培地に成育させた。

#### 2) プライマー

細菌16SリボソームRNA遺伝子の増幅および塩基配列の決定に用いたプライマーは表にまとめて示した。

#### 3) PCRによる細菌の16SリボソームRNA遺伝子の増幅

染色体DNA（約0.1 μg）あるいは菌体懸濁液（滅菌水中でOD660が1程度のものを50 μlの反応系に1 μl使用する）を鋳型とし、プライマーとして“A”と“J\*”のプライマー）を用いて、93℃で1分、55℃で2分、72℃で6分の反応を36サイクル行った。PCR産物は1.5%アガロース電気泳動で確認した。

#### 4) 塩基配列の決定

増幅されたリボソームRNA遺伝子はゲル濾過法（マイクロスピノカラMS-400HR, ファルマシア社）によって精製した。場合によっては、PCR産物を1.5%アガロース電気泳動で分画後、リボソームRNA遺伝子をガラスビーズ法（ジーンスクリーンキット, BIO 101社）によって精製回収した。塩基配列は図に示したプライマーを用いて、ジデオキシターミネータ法（ジデオキシターミネータ・サイクルシークス・キット, パーキン・エルマー社）によって決定した。得られた塩基配列の編集と解析はジーンワークス遺伝子解析ソフト（帝人システムテクノロジー社）を用いて行った。

プライマー名	塩基配列(5'→3')	方向性	塩基番号※
A	AGAGTTTGATCCTGGCTCAG	+	08 - 28
C	CTACGGGAGGCAGCAGTGGG	+	341 - 361
C*	CCCCTGCTGCCTCCCGTAG	-	361 - 341
D	CAGCAGCCGCGGTAATAC	+	518 - 536
D*	GTATTACCGCGGCTGCTG	-	536 - 518
E	AAACTCAAAGGAATTGACGG	+	908 - 928
E*	CCGTCAATTCCTTTGAGTTT	-	928 - 908
I	GAAGGTGGGGATGACGTC	+	1178 - 1195
I*	GACGTCATCCCCACCTTC	-	1195 - 1178
J*	GGTTACCTTGTTACGACTT	-	1510 - 1492
K	TAGATACCCTGGTAGTCC	+	789 - 806
K*	GGACTACCAGGGTATCTA	-	806 - 789

※大腸菌遺伝子での位置

### 3 実験結果

16SリボソームRNA遺伝子の増幅および塩基配列の決定における各種反応条件を検討し、“試験研究の方法”で述べたところの方法を確立した。これにより、約1週間で解析を終えることが可能である。上記細菌の16SリボソームRNA遺伝子のほぼ全領域の塩基配列（約1.5kb）をこの方法を用いて決定した。*B.licheniformis* B-6-4Jは土壌からの分離株であり、形態学的及び生化学的方法で分類同定されたが、その16SリボソームRNA遺伝子の塩基配列をデータベースに登録されている同遺伝子の塩基配列と比較したところ、*B.licheniformis* NCDO1772及びDSM13株のものと最も高いホモロジー（99%以上）を示した。また、乳酸菌6種についても、すでにCollinsらによって決定されている16SリボソームRNAそのものの塩基配列（本研究で用いた株と一部同じ株もあるが、未決定の塩基が相当含まれている）と極めて良く一致した。これらの結果は、16SリボソームRNA遺伝子の塩基配列に基づく細菌の分類同定が有効であることを示している。なお、*B.licheniformis* B-6-4Jの16SリボソームRNA遺伝子の塩基配列は日本DNAデータベースに登録した（Accession No. D31739）。

### 4 平成8年度計画

真菌類（カビ・酵母）のミトコンドリア16SリボソームRNA遺伝子について塩基配列の解析を行う。

## - 素材評価と加工食品の開発 -

加工食品部農産食品科 田中彰 榎賢治 山木一史 田中常雄

## 1 研究の目的と概要

ギョウジャニンニクは、その成分の一部に薬理作用を持つことがわかり、北方系機能性食品としての評価が一層高まっている。しかしながらその供給源はほとんど山採りに依存していて、栽培研究は始まったばかりである。また、食品素材としての研究も少なく、その加工利用は緒についたばかりである。そこで、ギョウジャニンニクの栄養成分を明らかにすることによって食品素材としての性格を解明し、また、加工試作を行い加工利用の適性について検討する。

## 2 試験研究の方法

## (1) 収穫時期における成分の変化

収穫時期：展葉前、展葉後、抽台期

分析項目：ピルビン酸、アスコルビン酸

## (2) 凍結保存中における成分の変化

保存条件：-20℃の冷凍庫に保存

保存期間：6カ月後まで1カ月毎に分析

分析項目：ピルビン酸、アスコルビン酸

## (3) ギョウジャニンニクコンニャクの試作

ギョウジャニンニクとビタミンB<sub>1</sub>を添加したコンニャクを試作し、退色試験と臭いの低減効果を調べた。

## 3 実験結果

## (1) 収穫時期における成分の変化

ピルビン酸は展葉前が100gあたり575mgと最も高く、展葉後、抽台期では半分以下に減少していた。この結果から、展葉前がアリシン含量が高いことが推測できる。アスコルビン酸は展葉前から展葉後にかけて増加し、その後は減少していた。

## (2) 凍結保存中における成分の変化

ピルビン酸は凍結保存前は100gあたり234mg含まれていたが、1カ月後に50mgまで急激に減少し、4カ月後には検出されなかった。タマネギのピルビン酸が凍結保存中に減少するという報告があるが、ギョウジャニンニクでも同様の結果となり、アリナーゼ活性も失われている可能性も考えられた。凍結保存中のアスコルビン酸は保存前は89mg含まれていたが、2カ月後に約半分、6カ月後には約5分の1にまで減少していた。

### (3) ギョウジャニンニクコンニャクの試作

試作したコンニャクは鮮やかな緑色を呈していた。退色試験は、7000LUXの光を照射し、室温に放置したが、7日間経過しても色差 ( $\Delta E^*_{ab}$ ) は5以下と小さく、見た目にも退色は感じられなかった。対照にpHを低くしたのものについて測定したが、1日後で色差は約10となり、7日後には20を越えていた。また、ビタミンB<sub>1</sub>を添加したほうが色差は小さく抑えられた。

ギョウジャニンニクにビタミンB<sub>1</sub>を添加して臭いを抑えようと試みたが、B<sub>1</sub>を添加したものと無添加のものではガスクロマトグラムに大きな差は見られず、また、実際に感じる臭いからも低減効果は見られなかった。

表.1 収穫時期別の成分値

		収穫時期		
		4/27	5/8	5/18
		展葉前	展葉後	抽台期
ピルビン酸	(mg/100g)	575	234	209
アスコルビン酸	(mg/100g)	71	89	51
草丈	(cm)	12	26	36

表.2 凍結保存中の成分値(mg/100g)

	凍結前	保存期間				
		1か月	2か月	3か月	4か月	6か月
ピルビン酸	234	50	27	2	0	0
アスコルビン酸	89	60	43	41	32	18

表.3 ギョウジャニンニクコンニャクの退色試験

試験区		色差 ( $\Delta E^*_{ab}$ )				
V. B <sub>1</sub>	pH	1日後	2日後	3日後	4日後	7日後
1 添加	5.01	9.4	12.2	13.7	14.8	20.3
2 添加	12.60	1.9	2.0	2.3	2.3	2.4
3 無	5.44	12.2	18.6	21.2	23.4	27.6
4 無	12.56	2.8	3.4	3.9	4.0	5.0

#### 4 要約

アリシン含量の指標としてピルビン酸を分析したが、展葉前が高かった。また、凍結保存中にピルビン酸は減少し、アリナーゼ活性が失われている可能性が示唆された。試作したコンニャクは鮮やかな緑色を呈し、強い照度でも室温で1週間は充分にその色を保持していた。しかし、ビタミンB<sub>1</sub>を添加して臭いの低減を図ったが、効果は認められなかった。コンニャクは加熱調理して食する機会が多いと考えられるので、臭気を和らげる調理方法を検討することにより、実用化が図られるものと思われる。

(共同研究機関 北海道立十勝農業試験場)

## 高性能分離カラム用充填剤の開発と食品分野への応用に関する研究

発酵食品部発酵食品科 富永一哉 浅野行蔵 吉川修司

### 1. 研究の目的と概要

従来ハイドロキシアパタイト (HAp) は、生理活性のあるタンパクや核酸などのクロマトグラフィーに利用され、その有用性が高く評価されていましたが、物理的な強度が弱い点が欠点であるとされてきました。北海道立工業試験場において開発されたハイブリッド HAp (HyHAp) は、HAp をシリカ (Si) の表面にコーティングして、この欠点を改善した画期的なクロマトグラフィー担体でした。そこでこの HyHAp の、タンパクの分離に関する特性を検討しました。

### 2. 試験研究の方法

スプレー・ドライ法で球状に成形した HyHAp (50% HAp+50% Si、20~50  $\mu$  m、HAp は 400°C で焼成) を、ガラスカラム ( $\phi$  10mm×200mm、15.7ml) に充填しました。分離試験に用いるタンパクとしては、等電点 (pI) が大きく異なる 4 品を供試しました。酸性タンパクである牛血清アルブミン (BSA、pI 4.7) とポリ L-グルタミン酸 (Poly-L-Glu、アミノ酸として pI 3.2)、塩基性タンパクである卵白リゾチーム (Lysozyme、pI 10.5) とポリ L-リシン (Poly-L-Lys、pI 9.7) を用いました。溶出の溶媒には、0~500mM の直線的濃度勾配を付けたリン酸カリウム (pH 7.0) 緩衝液または、0~3.0M の直線的濃度勾配を付けた塩化カリウム水溶液を用いました。溶出液は 2.5ml ずつ分取し、タンパク量を測定しました。また、HyHAp の粒度分布と、X-線微少分析による表面の原子組成も測定しました。

### 3. 実験結果

リン酸カリウム液での溶出試験では、Lysozyme、Poly-L-Lys、BSA、Poly-L-Glu がこの順番に溶出し、その溶出最大ピーク画分の番号はそれぞれ 14、22、24、25 でした。塩基性タンパクが酸性タンパクより先に溶出するこの結果は、従来知られている HAp カラムにおけるタンパクの挙動と異なります。また、等電点と最大ピーク番号の関係をプロットするとほぼ負の相関があり、HyHAp が陰イオン交換樹脂のように振る舞っていることが分かりました。塩化カリウム溶液での溶出試験でも、ほぼ同様の結果が得られました。HAp は両性のイオン吸着サイトを持ち、アフィニティークロマトグラフィーのような性質を持つとされていることから、HyHAp の性質が極めて特異であると言えます。粒度分布測定から、HyHAp の粒子は 50  $\mu$  m と 280  $\mu$  m を頂点とする 2 つのグループに分かれており、それぞれの構成比は約 50% と 40% でした。大きい方の粒子に多く見られる不定形の粒子の表面の原子組成を測定すると、Si が非常に多く含まれており、ラフな定量ですが原子の量比で約 62% にもなりました。小さい方の粒子はほぼ全てが球形で表面にはリン酸カルシウムが多いのですが、Si との量比は粒子によって一様ではないことも分かりました。HyHAp の特異な性質は、この表面の微細な不均一性が原因である可能性があります。

#### 4.要約

Si とのハイブリッド HAp 担体でのタンパクの分離試験では、塩基性タンパクが酸性タンパクより先に溶出し、従来知られている HAp 担体におけるタンパクの挙動と異なり、HyHAp が陰イオン交換樹脂のように振る舞っていることが分かりました。

粒度分布測定は 2 つの粒子グループの存在を示し、大きい方の粒子の中には Si を非常に多く含むのが見られ、リン酸カルシウムと Si との量比は粒子によって一様ではなく、HyHAp の特異な性質の原因である可能性が示唆されました。

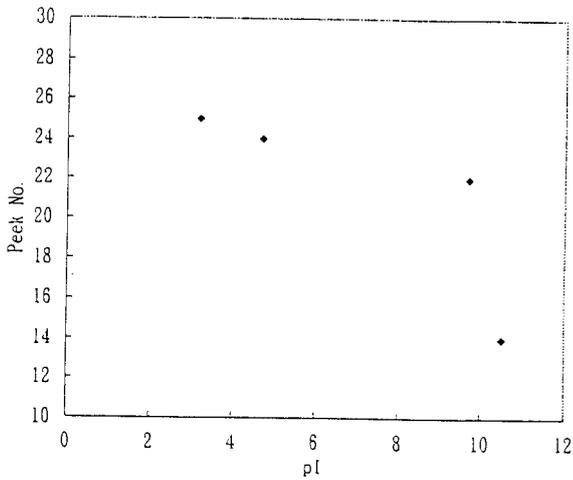


図 タンパクの等電点とハイブリッドHApカラムからの溶出ピークとの関係  
 溶離液はリン酸カルシウム緩衝液 (pH7.0)  
 ポリ-L-アミノ酸の等電点 (pI) は単体のアミノ酸と同様とした

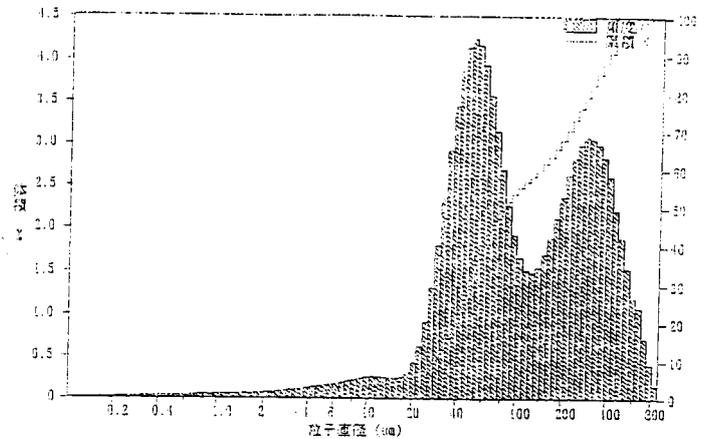


図 ハイブリッドHApの粒度分布  
 ハイブリッドHApは特級メタノールに分散  
 粒度分布計 (COULTER、LS130) の測定時間は90秒

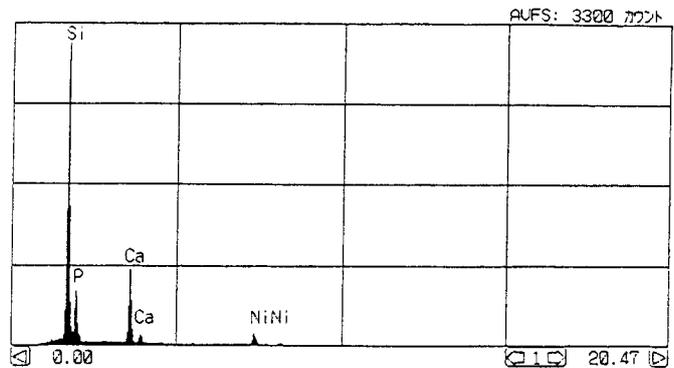


図 ハイブリッドHApのX-線微少分析  
 写真3の非球形の粒子を測定  
 SEM (HITACHI、S-2400) に接続したX-線微少分析装置 (HORIBA、EMAX S245H) で点分析し、測定時間は100秒

(道立機関共同研究、共同研究機関：北海道立工業試験場)

### 1. 研究の目的と概要

水産加工工程で発生する廃棄物の有効利用を図るため、魚皮コラーゲンを用いた機能性膜の開発を目的として検討を行った。本年度は、化学修飾により改質したコラーゲン膜の気体透過性の検討およびセンサ膜としての用途開発を目指して基礎的な検討を行った。

### 2. 試験研究の方法

抽出精製したコラーゲン凍結乾燥物に化学修飾としてサクシニル化、N-カルボキシエチル化を行い、コラーゲン膜を調製した。得られた膜を用いて食品の包装材料としての用途を考えた場合に重要と思われる、 $N_2$ 、 $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $C_2H_4$ の4種の気体について、透過係数を求めた。比較対象として未修飾のコラーゲン膜も測定試料とした。測定には、ASTM方式（圧力法）を原理とするガス透過率測定装置（ヤナコ分析工業製 GTR-10）を用いた。測定は25°Cで行った。

コラーゲン膜を担体として用い、グルコースオキシダーゼ（GOD）を固定化して固定化酵素膜を製作した。この膜をDOメータに装着し、グルコースセンサとしての特性を検討した。担体として用いた膜は、0.2M酢酸に溶解させた1w/w%濃度のコラーゲン溶液を5mm厚にキャストした後、5°Cで風乾して得た。GODの固定化は、0.1Mリン酸緩衝液（pH7）にGOD（東洋紡績（株）製：Grade II）を所定酵素濃度に溶解し、グルタルアルデヒドを濃度1v/v%になるように添加し、コラーゲン膜（厚さ：約30um）を5°C下で24時間浸漬して行った。その後、水で十分洗浄し5°C下で風乾した。固定化したGOD量は、アミノアンチピリンとフェノールを用い、グルコースとの反応で生成される過酸化水素の定量を行うことで行った。

GOD固定化膜は、DOメータ（YSI社製：model 58、酸素電極：5739型、メンブレン：0.0254mm厚 FEP テフロン）の酸素電極先端部に装着した。酸素電極の先端部は、容器に入れた所定pH値の一定量（15ml）の0.1Mリン酸緩衝液に浸漬し、DOメータの指示値が安定するまで放置した。緩衝液は、スターラーで一定の攪拌を加えた。指示値が安定した後、所定濃度になるようにグルコース溶液を添加し、指示値の変化を読みとった。測定は23°Cの環境で行った。

### 3. 実験結果

$N_2$ 、 $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $C_2H_4$ の透過係数について測定結果を表1に示した。今回行った化学修飾では、ガス透過能の改変はみられず、どの気体においても未修飾コラーゲンと同様に非常に低いガス透過係数であった。

GOD固定化量と膜を浸漬した溶液の酵素濃度との関係を図1に示した。酵素濃度10w/v%までの範囲では濃度を高くするに従い固定化量も増え、飽和する傾向は見られなかった。10w/v%の酵素濃度で固定化した場合、固定化量は約12U/gであった。

DOメータを用いたグルコースセンサは、グルコース添加後指示値が定常状態になるまで約10分を要した。添加開始時の指示値と10分後の値との差を溶存酸素減少量とした。この減少量と測定したグルコース濃度との関係（酵素濃度1w/v%で固定化した膜）を図2に示した。溶存酸素減少量はグルコース濃度が1mg/mlまではグルコース濃度が高くなるに従い、ほぼ直線的に数値が大きくなった。1mg/ml以上のグルコース濃度で飽和し始め、5mg/ml以上では値が変化しなくなった。グルコース濃度が1mg/ml以下の領域でグルコースセンサとして使用できると考えられる。

グルコースセンサの溶存酸素減少量は、pH依存性があり、pH6付近での減少量が一番大きな値を示した。また温度依存性については、試料温度が30℃付近で減少量が一番大きな値を示した。フルクトース、ラクトース、スクロースについて減少量はほぼゼロであり、良好な基質の選択性が確認された。

表1 N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>の透過係数

	透過係数			
	P <sub>N<sub>2</sub></sub>	P <sub>O<sub>2</sub></sub>	P <sub>CO<sub>2</sub></sub>	P <sub>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></sub>
未修飾コラーゲン膜（膜厚30.5μm）	1.2×10 <sup>-13</sup>	2.9×10 <sup>-13</sup>	2.6×10 <sup>-15</sup>	N. D.
ナクソニル化コラーゲン膜（膜厚25.6μm）	4.0×10 <sup>-14</sup>	7.7×10 <sup>-14</sup>	6.7×10 <sup>-15</sup>	N. D.
N-カルボキシエチル化コラーゲン膜（膜厚30.2μm）	1.3×10 <sup>-13</sup>	4.8×10 <sup>-14</sup>	6.9×10 <sup>-15</sup>	N. D.

透過面積：15.2cm<sup>2</sup>

\*N. D.：検出されず

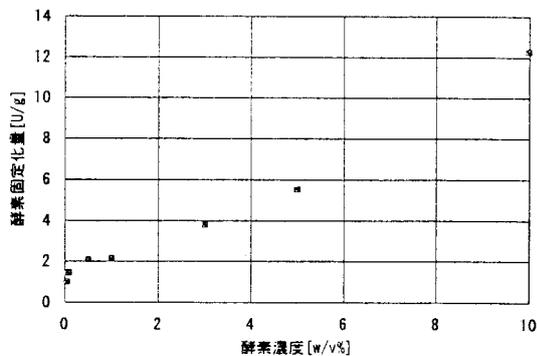


図1 酵素の固定化量

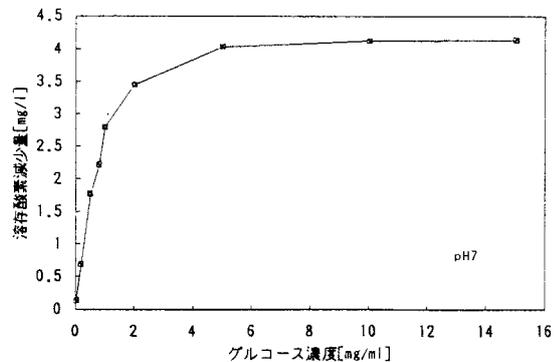


図2 グルコース濃度と溶存酸素減少量

#### 4. 要約

N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>ガスについて、今回行った化学修飾ではガス透過能の改変はみられず、未修飾コラーゲンと同様に低いガス透過係数であった。

酵素の固定化量は、酵素濃度10w/v%までの範囲では、濃度の増加に伴って増え、飽和する傾向は見られなかった。10w/v%の濃度で固定化した場合固定化量は約12U/gであった。

DOメータを利用したグルコースセンサでは、グルコース濃度が1mg/ml以下の領域でセンサとして使用可能と考えられた。

(共同研究機関 北海道大学工学部 大同ほくさん(株) 北海道糖業(株) 和弘食品(株))

## 北方系機能性植物の食品素材化と新規加工食品の開発

—ハマボウフウ・マタタビ・ハスカップについて—

加工食品部農産食品科 田中常雄 田中彰 榎賢治 山木一史

## 1 研究の目的と概要

北方系機能性植物として、ハマボウフウ、マタタビ、ハスカップを取り上げ、その栽培から加工までを各研究機関で分担して検討することとした。

当センターでは、ハマボウフウとマタタビの食品素材としての性質を解明するため、その栄養成分の分析を行い、ハスカップについては、退色防止が課題とされることから、市販のゼリー製品の光による退色試験を行って、実態調査とした。

## 2 試験研究の方法

- (1) 供試試料：栄養成分分析に供したハマボウフウは、平成7年5月8日に浦幌町で収穫したもの、マタタビは、平成7年9月21日に鶴川町近郊で採取したものをを用い、マタタビについては採取後4日間風乾させて、黄色く熟した果実を供試試料とした。

退色試験に供したハスカップゼリー製品は3社（A社、B社、C社）で、B社製品はゼリー中にハスカップ果実が含まれていた。

- (2) 栄養成分分析：試料は $-90^{\circ}\text{C}$ で保存し、分析の都度必要量を解凍して、四訂日本食品標準成分表（科学技術庁資源調査会）に準じた方法で分析を行った。

- (3) 退色試験：ハスカップゼリー製品のシールを剥がし、サランラップでゼリー表面とラップ部分が密着するように包んで輪ゴムで止めた。各社製品は2個ずつ、ライトボックスNEW5000（フジカラー販売(株)製）上にサランラップ面を光源に向けて置き、 $4^{\circ}\text{C}$ と $18^{\circ}\text{C}$ の部屋に放置した。ライトボックス表面の照度は、約7000 LUXあり、光源から出る熱によって、ライトボックス表面温度は、 $4^{\circ}\text{C}$ の部屋では約 $17^{\circ}\text{C}$ 、 $18^{\circ}\text{C}$ の部屋では約 $31^{\circ}\text{C}$ まで上がった後、その温度を保っていた。

色調は、サランラップ面を測定部として反射測定を行い、 $L^*a^*b^*$ で表示した。測定は、供試試料1個につき同時に3回測定し、その平均をもってその時点での色調とした。

退色の程度を表す指標としては、最初に測定した $L^*a^*b^*$ 値を基準として計算した色差（ $\Delta E^*_{ab}$ ）を用いて表示した。 $\Delta E^*_{ab}$ の計算方法は、JIS Z 8730<sup>1980</sup>（色差表示法）によった。

## 3 実験結果

- (1) 栄養成分分析：ハマボウフウとマタタビの一般成分及び無機質分析の結果を表1、2に示した。マタタビの4日間の風乾による歩留まりは67.3%であり、風乾前の水分を計算すると83.3%となる。風乾後の果実の一粒重は1.7~5.6gと、かなりのばらつきはあるが、平均は2.8g（ $n=30$ ）であった。

ハマボウフウのビタミン分析の結果を表3に示した。

表1 ハマボウフウ及びマタタビの一般成分

品名	エネルギー		水分 ( )	蛋白質 … g/100g …	脂質 … g/100g …	炭水化物 … g/100g …	灰分 ( )
	kcal	kJ					
ハマボウフウ	29	121	90.8	2.1	0.4	5.7	1.0
マタタビ	88	369	75.2	2.7	0.9	19.9	1.3

※エネルギー換算係数は四訂日本食品標準成分表により、ハマボウフウでは「その他の野菜」、マタタビで「その他の果実」を適用した。また、窒素-蛋白質換算係数は、6.25とした。

表2 ハマボウフウ及びマタタビの無機質

品名	カルシウム	リン	鉄	ナトリウム	カリウム	マグネシウム	亜鉛	銅
	( … g/100g … )						( … µg/100g … )	
ハマボウフウ	61	78	3.9	7	382	30	437	129
マタタビ	49	6	0.7	1	324	32	298	174

表3 ハマボウフウのビタミン

A				E			
βカロチン	A効力	B <sub>2</sub>	C	α	β	γ	δ
(µg/100g)	(IU)	(…mg/100g…)		( … mg/100g … )			
721	401	0.27	47	2.2	0	0.3	0

(2) ハスカップゼリーの退色試験

退色試験の結果を表4に示した。5日目での変化はC社の18℃保存区でのΔE値が高く、色調の変化は他社に比べて大きいものと思われた。C社製品の糖度は、18.5%と他社製品（A社21.8%, B社31.5%）に比べて低かった。糖類が低温及び室温でアントシアニン系色素を安定化するという報告もあり、興味ある結果となった。

表4 ハスカップゼリーの蛍光灯照射による色調の変化（退色試験）

	スタート時〔18℃保存〕						スタート時〔4℃保存〕					
	5日目			5日目			5日目			5日目		
	A社	B社	C社	A社	B社	C社	A社	B社	C社	A社	B社	C社
L*	7.54	6.30	3.71	8.40	6.15	5.17	7.60	3.37	3.79	8.46	3.60	4.29
a*	10.64	22.33	13.18	11.51	20.68	20.25	10.88	9.67	13.85	11.14	9.64	15.18
b*	2.91	6.50	2.91	3.73	6.33	4.99	3.10	1.76	3.29	3.15	1.94	3.42
ΔE	—	—	—	1.5	1.7	7.5	—	—	—	0.9	0.3	1.4

4 平成8年度計画

ハマボウフウは同じセリ科の野菜（ミツバなど）、マタタビは同じマタタビ科の果実（キウイフルーツなど）との比較をしながら、未分析の栄養成分の分析を続ける。ハスカップは、貯蔵中のビタミンC分析などから最適貯蔵条件の解明を行う。

（共同研究機関 北海道大学農学部 北海道東海大学工学部 北海道文教短期大学 藤女子短期大学 雪印種苗（株）（株）のうきょう興産 千歳市農業協同組合）

## マロラクティック発酵における添加乳酸菌の動態解析

発酵食品部発酵食品科 富永一哉 浅野行蔵 吉川修司

### 1. 研究の目的と概要

マロラクティック発酵 (MLF) は、赤ワインと一部の白ワインの品質を高める後熟発酵です。MLF では、*Leuconostoc oenos* と呼ばれる乳酸菌によりワイン中のリンゴ酸が乳酸に変換されて酸味が和らぎ、発酵香によって風味も良くなります。伝統的には自然界、例えばブドウや樽由来のワインに住み着いた乳酸菌により発酵します。MLF を確実に進め、不快な成分の生成を制御するため、近年は人為的に乳酸菌をスターターとして添加する方法が普及してきています。しかし、自然界の乳酸菌とスターターとの間に競争があり、MLF が安定しないことがしばしば起こります。そこで、MLF での乳酸菌の挙動を確認するために、MLF しているワインから乳酸菌を分離し、そのプラスミドパターンを基にその動態を解析する方法の確立を目指しました。また、ワインから分離した乳酸菌の同定を行いました。

### 2. 試験研究の方法

MLF 中のワインから乳酸菌を分離するために、JCM 指定 *Leuconostoc oenos* 培地に真菌類の生育を阻害するシクロヘキシミドや、乳酸菌の生育を促進するビタミンなどを加えて改変したものを使用し、市販のスターターとワインから乳酸菌を分離しました。乳酸菌のプラスミドを抽出する溶菌操作では、培養初期の若い菌体を用いました。菌体をガラスビーズで破碎後、リゾチームとアクロモペプチダーゼで消化し、さらにアルカリ溶解法によって溶菌しました。フェノール、クロロフォルム、イソamilアルコールなどで精製したプラスミドは、0.6%アガロースゲルで電気泳動しました。分離株の同定は、顕微鏡観察及び生理化学試験、例えば糖の資化性や生成した乳酸の旋光性により行いました。

### 3. 実験結果

14 ロットのワインの内、7 ロットから乳酸菌が分離できました。その内、1 ロットのワインから分離した乳酸菌 10 株と市販の乳酸菌スターター 2 種類からプラスミドの検出に成功しました。2 種の市販スターターの *Leuconostoc oenos* は、それぞれ 1 種類ずつのプラスミドを保有し、大きさは 12kbp と 16kbp でした。10 株の分離株は、持っているプラスミドの本数と大きさから判断して、7 タイプに分類されました。1 本、2 本、4 本のプラスミドを持つものが 2 種類ずつ、3 本持つものが 1 種類ありました。1 本のプラスミドを持つものの一方は 16kbp の大きさで、市販スターター的一方と区別が付きませんでした。しかし、もう一方のスターターの 12kbp に相当するプラスミドを持つ分離株はなく、このスターターを使えば MLF 中の動態追跡が可能と考えられます。

生成した乳酸の旋光性とグルコースからのガスの発生から、分離株は大部分 *Pediococcus* 属と部分同定できました。分離源のワインは MLF が進行してい

ることから、*Pediococcus* 属乳酸菌も *Leuconostoc oenos* と同様に MLF に関与していることが示唆されました。

#### 4.要約

2種の市販スターターの *Leuconostoc oenos* は、それぞれ1種類ずつのプラスミドを保有し、大きさは12kbpと16kbpでした。プラスミドを検出できた10株の分離乳酸菌には、12kbpプラスミドを持つものはなく、このスターターを使えばMLF中の動態追跡が可能と考えられます。

分離株は大部分 *Pediococcus* 属と部分同定できたことから、*Pediococcus* 属乳酸菌も MLF に関与していることが示唆されました。

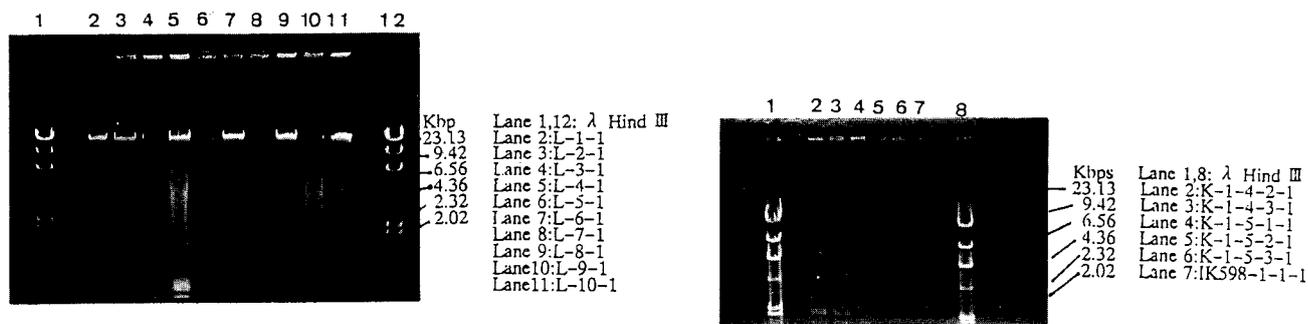


図 市販スターターのプラスミドパターン

図 ワインから分離された乳酸菌のプラスミドパターン

表 生理同定試験結果

	<i>L. oenos</i> (Type strain)	isolates			<i>Pediococcus</i> (species)
		K-3	IK-589	IK-556	
Morphology	Cocci in chain	Cocci in chain	Cocci in chain	Cocci in chain	Cocci in tetrads
Glucose	+	+	+	+	+
Fructose	+	+	+	+	n. d.
Trehalose	+	+	+	+	±
Sucrose	-	-	-	-	-
Arabinose	-	-	-	-	±
Type of lactic acid	D	D, L	D, L	D, L	DL or L
Gas from glucose	+	-	-	-	-
Growth at pH 4.8	+	+	+	+	±

(産官共同研究、共同研究機関：池田町ブドウ・ブドウ酒研究所)

## 1 研究の目的と概要

北海道の主要水産物であるサケ・マスは、近年の養殖放流事業の進展により過剰みであることから、これらを使った高次加工食品の開発が盛んである。これに伴い未利用部位が大量に排出され、その有効利用は本道の重要課題である。サケ・マスの皮はその代表的なものの一つであり、年間1万トン近くが排出されている。この皮の主要成分はコラーゲンである。ほ乳類コラーゲンはすでに広く食品素材として利用されているが、魚類コラーゲンはほ乳類のものと性質が異なり、食品素材化には検討が必要となる。本研究では、サケ・マスの皮からコラーゲンをゼラチンとして抽出し、その性質を把握するとともに、その特性を活かした食品素材としての用途について試験を行うことを目的とする。

## 2 試験研究の方法

原料には凍結保存したマス皮を用い、以下のフローのようにゼラチンを調製した。原料を解凍・洗浄・細断－エタノール脱脂－水洗浄－抽出（70℃、2時間）－ろ過－活性炭処理－ろ過－温風乾燥（70℃）－粉碎  
調製した魚皮ゼラチンを用い、以下の項目について牛ゼラチン（武田薬品工業製）との比較を行った。

### (1)ゼラチン溶液の物性試験

- ・透過率：10%溶液の570nmにおける透過率を蒸留水をブランクとして測定した。
- ・凝固点：35℃の10%溶液を10℃の水浴中で冷却しながら溶液を攪拌し、攪拌を止めた時の溶液の戻り現象が現れた時の温度を測定した。
- ・融点：直径10mmのガラス管に下端から5mmの位置から10mmの高さに10%溶液を入れ、氷水中でゲル化させ、これを水浴中に設置して5℃から1℃/minで昇温した時のゲル下端の気泡が上昇した時の温度を測定した。
- ・ゲル強度：レオメーターを用い、プラスチック容器（32mmφ）中で5℃に冷却した6.67%ゼラチンゲルの表面を円柱平底プランジャー（12mmφ）で4mm押し下げるのに要する荷重を測定した。
- ・凍結解凍ゲルの観察：-20℃で凍結、5℃で解凍したゼラチンゲルの形状をSEMで観察した。

### (2)食品素材としての利用試験

ゼラチンを1%濃度となるように添加した絹ごし豆腐を試作し、-20℃で凍結した後、5℃で解凍して離水量を測定し、凍結解凍時の保水性を比較した。  
離水量の測定は、1.5mlのサンプリングチューブに1mlの豆乳（0.3%GDL含有）を充填

して加熱凝固させた豆腐を凍結解凍し、チューブの下端に穴をあけ、空のチューブを受け器として重ね、3000rpmで10分間遠心分離し、受け器にたまった水の重量を測定した。

### 3 実験結果

#### (1)ゼラチン溶液の物性試験

表1 ゼラチン溶液の物性値

測定結果を表1に示した。  
魚皮ゼラチンは牛ゼラチンと比較して、凝固点、融点、ゲル強度ともに低い結果であった。

	魚皮ゼラチン	牛ゼラチン
透過率(%)	88.1	89.6
凝固点(℃)	16.5	22.0
融点(℃)	16.2	26.2
ゲル強度(g)	266	340

また、ゲル強度の測定においてプランジャーを深く進入させると、牛ゼラチンは進入跡が崩壊したのに対し魚皮ゼラチンは

崩れなかった。このことから、魚皮ゼラチンは、牛ゼラチンよりゲル強度は低く軟らかいが、弾力性に富むゲルであることが推察された。

また、凍結解凍後のゲルは、牛ゼラチンゲルが脆く容易に崩壊するのに対し、魚皮ゼラチンゲルは弾力性を保持しており、離水量も少なかった。凍結解凍後のゲルの構造をSEMにより観察した結果、魚皮ゼラチンゲルは牛ゼラチンゲルよりも空隙が小さく、スポンジ状の構造を有しているのが確認された。この構造の違いが、凍結解凍後の両ゼラチンゲルの弾力性、保水性の違いに関与していると考えられた。

#### (2)食品素材としての利用試験

試作した絹ごし豆腐の凍結解凍後の離水量を表2に示した。その結果、ゼラチンの添加により、あきらかな離水量の減少が認められ、その傾向は牛ゼラチンよりも魚皮ゼラチンの添加で顕著であった。

	離水重量(mg)	相対比(%)
無添加	300.6	100.0
牛ゼラチン添加	131.8	43.8
魚皮ゼラチン添加	48.3	16.1

以上の結果から、魚皮ゼラチンは牛ゼラチンよりも保水力が強く、凍結解凍時の離水防止、保水性の向上を目的とした場合にその添加が有効であると考えられた。

### 4 要約

魚皮(サケ・マス)から抽出したゼラチンは、市販の牛ゼラチンよりも凝固点、融点、ゲル強度が低く、軟らかいが弾力性に富むものであった。また、保水性に優れているという特徴をもち、凍結解凍時の離水防止に有効な素材と考えられた。

(共同研究機関 ニッピコラーゲン工業株式会社)

# 乳酸菌乾燥菌体による食品製造用スターターの開発（第1報）（H6～H7） —味噌、生もと清酒、水産発酵食品用スターターの試作—

発酵食品部 吉川修司 浅野行蔵 富永一哉 下林義昭  
応用技術部 池田隆幸 長島浩二 中川良二 八十川大輔 清水條資  
加工食品部 田村吉史 川上誠 井上貞仁

## 1. 研究の目的と概要

### 【今、求められている乳酸菌スターター】

乳酸菌で食品を発酵させると、pHを低下させる他に、マイルドな香りや味を付与したり、テクスチャーを変化させるなど、食品の熟成に寄与している。

乳酸発酵食品を工業的規模で安定生産する上でスターターは欠かせない。しかし、北海道の食品企業において、乳酸菌スターターはヨーグルトなど発酵乳製品で使用されるのみであるが、乳製品以外でも潜在需要は高いと思われる。

よって、取扱いと発酵管理が容易な低価格の乳酸菌スターターが望まれる。乳酸発酵食品への利用により、品質の安定化に資する。

本研究は食品に好適な乳酸菌を生きのまま乾燥させる菌体加工方法を確立し、食品の製造工程の安定化と高品質化を図ることを目的として行った。

## 2. 試験研究の方法

### 【乳酸菌を生きのまま乾燥】

試験に用いた菌株は、*Lactobacillus plantarum*、味噌乳酸菌 *Tetragenococcus halophila*、生もと清酒乳酸菌 *Leuconostoc mesenteroides* の3種である。

流動層乾燥法を用いたのが本法の特徴で、食品分野用に低コストで乾燥が可能である。乳酸菌を液体培地で培養後、菌体を遠心分離で集め、乾燥処理から菌体を守る糖などの物質（保護剤）の溶液を加えて混合した。流動層の中で温風で舞い上がる粉体（基材）に菌懸濁液をスプレーして乾燥した（図1）。

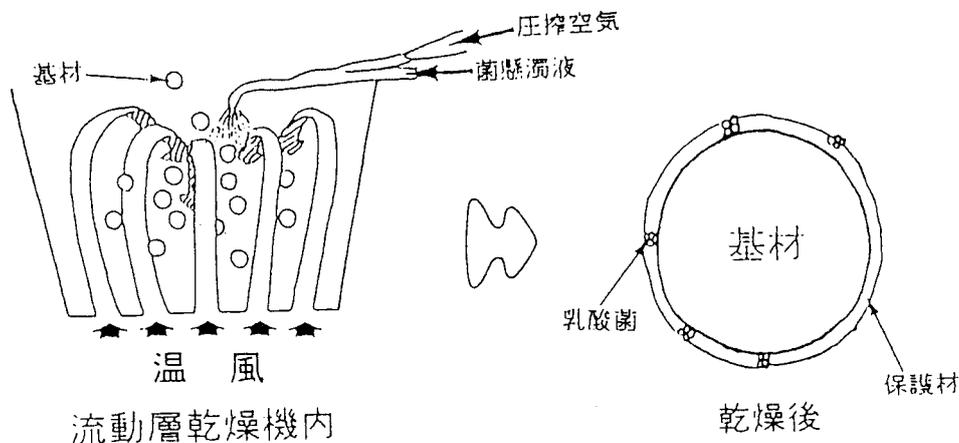


図1 流動層乾燥法によるスターターの製造原理

### 3. 実験結果

#### 【乾燥の成否の決め手】

試験に用いた乳酸菌ごとに、乾燥に用いる基材の種類、保護剤の種類や濃度など乳酸菌の生残率を高めるための諸条件を検討した。味噌用乳酸菌について、保護材として2糖類、3糖類を使用した場合の乾燥後の生残率を図2に示した。用いた糖の種類や濃度により、生残率が左右されることがわかった。シュクロースが有効であった。乾燥に用いる基材の種類によっても、生残率が左右される事がわかった。特にスキムミルクが有効であった(図3)。

#### 【優れた保存性・広がる品揃え】

菌懸濁液の送液速度などを検討した結果、生残率はほぼ100%となり、2週間の4℃での冷蔵保存も可能であった。

他の菌について同様に検討した結果、乾燥後の生残率は、*Lactobacillus plantarum* の場合約100%で、スターターは1カ月冷蔵保存が可能であった。生もと清酒用乳酸菌 *Leuconostoc mesenteroides* の場合は、生残率は約90%を示した。4℃でのスターター保存試験では、2週間保存が可能であった。

### 4. 要約

発酵食品に好適な乳酸菌を生きたまま流動層乾燥法により乾燥し、粉末スターターを製造する試験を行った。味噌乳酸菌 *Tetragenococcus halophila*、水産発酵食品乳酸菌 *Lactobacillus plantarum*、および生もと清酒乳酸菌 *Leuconostoc mesenteroides* の3株で、乾燥処理後の生残率を90~100%に高める事に成功した。4℃、2週間の保存性試験の結果も良好であった。

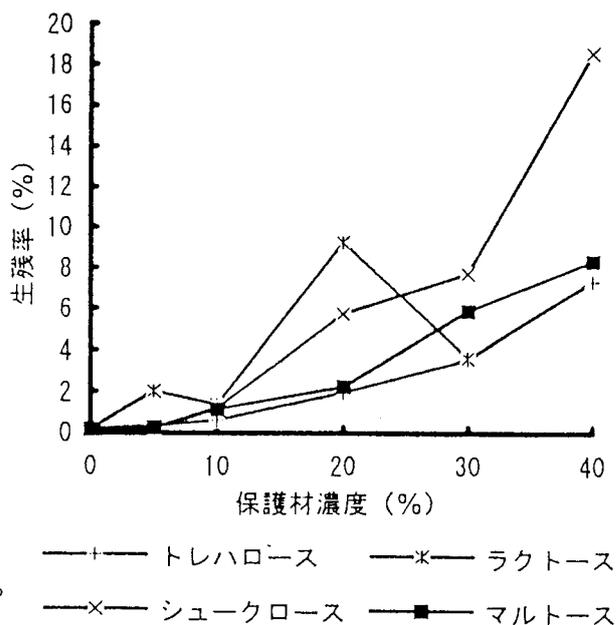


図2 保護材の種類によるスターターの乳酸菌の生残率・水分含量

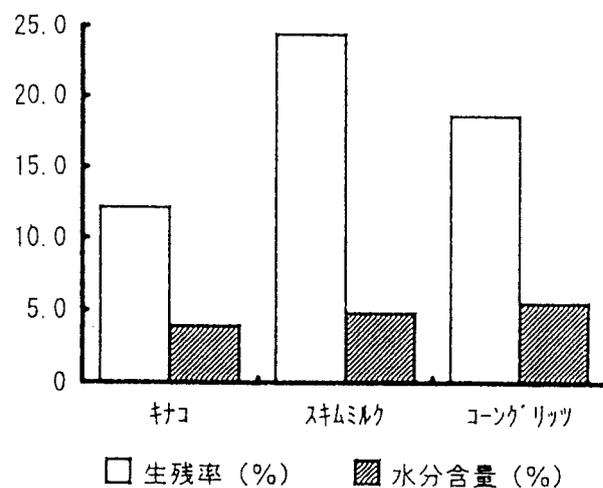


図3 基材の種類によるスターターの乳酸菌の生残率・水分含量

## - (第2報) 乳製品用乳酸菌の乾燥化 -

加工食品部畜産食品科 田村吉史・川上 誠

発酵食品部発酵食品科 吉川修司・浅野行蔵・富永一哉  
下林義昭応用技術部生物工学科 池田隆幸・八十川大輔・中川良二  
清水條資・長島浩二

## 1 研究の目的と概要

ヨーグルトやチーズなど発酵乳製品の製造に、乳酸菌スターターが広く使用されている。現状のスターターの問題点は価格が高いこと、供給形態・バリエーションが乏しいことが上げられる。現在食品用乳酸菌スターターは、凍結品あるいは凍結乾燥品として供給されている。乳酸菌スターターの多くは外国からの輸入に頼っており、凍結乾燥品として供給されている。このため保管に場所を取らず、取扱いと管理が容易な低価格のスターターが望まれている。またスターターのバリエーションを豊富にすれば、様々な特徴を持った乳製品が製造される可能性が秘められている。

そこで、乳製品用乳酸菌の流動層乾燥法による乾燥化を試みたので報告する。

## 2 試験研究の方法

1. 供試菌株：菌株は、乳業技術協会より購入した *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* B-5b (以下 *L.bulgaricus*)、*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* 510 (以下 *S.thermophilus*)、*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* H-61 (以下 *L.cremoris*) 及び *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 527 (以下 *L.lactis*) を用いた。
2. 供試菌の大量培養と菌濃縮液の調製：供試乳酸菌は、*Bifidobacterium* 分離用培地であるTPY培地を用いて培養した。菌濃縮液は、培養液を8000rpm, 15分間、遠心分離により集菌し、TPY培地100mlに懸濁して調製した。
3. 生菌数の測定：生菌数測定には、BCP加プレートカウント培地を用いた。
4. 流動層乾燥
  - 1) 流動層乾燥の方法及び条件：第1報に準じ、基材としてはスキムミルクを用いた。
  - 2) 供試乳酸菌の流動層乾燥における乾燥化条件の影響：保護剤の濃度及び種類、乾燥温度及び時間を変化させて生菌数の変化を測定した。
  - 3) 保存性の検討：乾燥粉末化した試料を4℃で保存中し、生菌数の変化を測定した。

## 3 実験結果

1. *L.bulgaricus*：生菌数は、図1に示したように保護剤の種類及び濃度に関わらず、乾燥により著しく低下し、乾燥温度、乾燥時間を変えることによっても改善されな

かった。

2. *S.thermophilus* : 生菌数は, 図2に示したように *L.bulgaricus* の様に著しい低下は見られなかった. 保護剤としてシュクロースを添加しても影響はあまりなかった.
3. *L.cremoris* : 生菌数は, *S.thermophilus* 同様あまり低下しなかった. 保護剤としてのシュクロースの添加により生菌数の低下は若干抑えられた.
4. *L.lactis* : 生菌数は, *S.thermophilus*, *L.cremoris* 同様にあまり低下しなかった. 保護剤としてシュクロースを添加しても影響はあまりなかった.
5. 保存性 : 生菌数の低下が少なかった3菌種について保存中の生菌数の低下を測定したところ, いずれも著しい低下は見られなかった.

#### 4 要約

乳製品用乳酸菌である *L.bulgaricus*, *S.thermophilus*, *L.cremoris*, *L.lactis* の流動層乾燥を試みた. 大量培養培地はいずれもTPY培地を用いた. *L.bulgaricus* を流動層乾燥させた場合は, 著しい生菌数の低下を起こした. 保護材などの乾燥条件を検討しても改善されなかった. 他3菌種は, 保護材無添加の場合においてもほとんどの菌が生存し, 4℃における保存性も高かった.

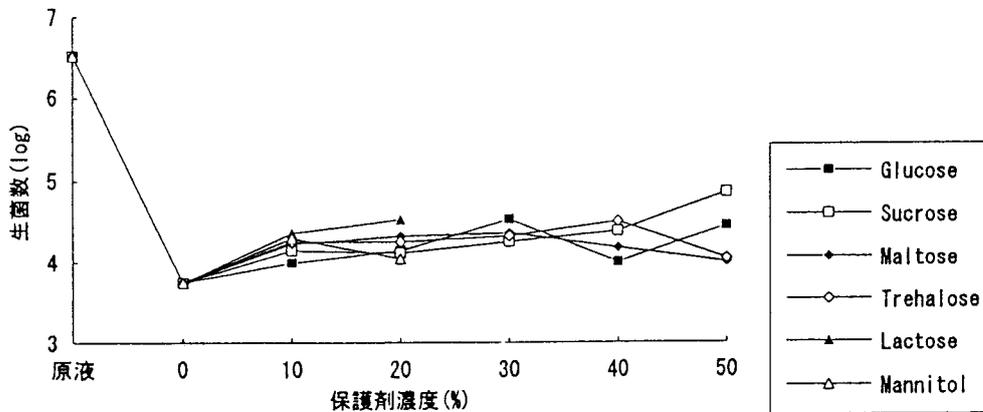


図1 *L.bulgaricus*を流動層乾燥した時の保護剤種類及び濃度による生菌数の影響

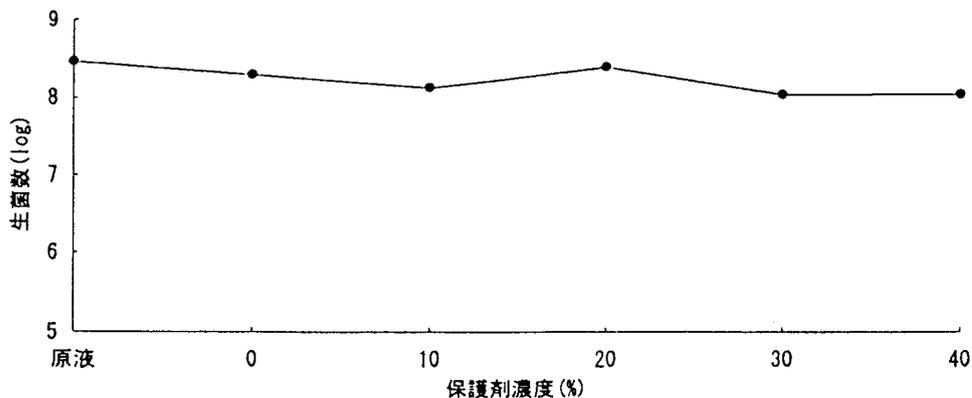


図2 *S.thermophilus*を流動層乾燥した時の保護剤濃度による生菌数の影響

1. 研究の目的と概要

近年、秋サケの漁獲が増大し、それに伴いブナザケの比率も増加し、その有効利用が求められている。秋サケはブナ度合いが進むにつれ、いわゆる「ブナ臭」が生じ、利用加工上、問題となっている。また「ブナ臭」についてはこれまで究明された例はないが、表皮および粘質物に存在し、ガスクロマトグラフィー（GLC）で比較的、重たい成分ではないかといわれている。

このため、種特異臭の特定と個別臭成分および全臭成分の抽出（捕集）における溶媒系、抽出条件によるこれら臭成分について究明する。さらに、ブナザケ臭の除去技術について、サイクロデキストリン（CD）により検討する。

2. 試験研究の方法

(1) 調査およびサンプリング

ブナザケ臭について現地に出向き、また電話により聞き取り調査を行い、静内産（10.23）および標津産（11.24）秋サケをブナ度合、性別にサンプリングし、セミドレスとし、一尾ずつ真空包装用袋（NY/PE、O<sub>2</sub>透過率30ml/m<sup>2</sup>day）に入れ、-20℃で冷凍した。

(2) ブナザケ臭の官能評価およびGLC分析

試料 5g + 内標として0.1%シクロヘキサノール5μl添加  
 室温で3分放置後、30分Tenax GCに吸着（N<sub>2</sub> 35ml/min.） 官能評価  
 |  
 室温で30分ドライバージ  
 |  
 200℃で30分加熱脱着（キャピラリーカラムの一部を液体窒素に浸漬して、  
 クライオフォーカシングを行った）  
 キャピラリーGC分析 使用機器：島津GC-14AH FLS-3 検出器：FID  
 カラム：TC-WAX（0.32mm \* 30m、膜厚0.25μm） キャリアーガス：He 1ml/min.  
 スプリット比：1:25 カラム温度：40-220℃、5℃/min. 220℃-10分  
 注入口および検出器温度：220℃、230℃

表1に示した区分により、凍結した各区3尾の背部を切り出し、背肉と皮部に分け、供試した。試料は凍結状態で細切して均一とし、その5gを臭成分捕集びん（木下式ガス吸収洗浄びん）に入れ、図1に示したように、ページ&トラップ法（P&T法）で濃縮後、GLC分析を行った。また臭成分の捕集後、各試料について官能評価した。

図1 P & T法およびGLC分析条件

### 3. 実験結果

(1) 静内(日高沿岸)産、3カ統(漁協)の秋サケのブナ度合いとブナザケ臭について観察した。ギンケとブナザケの比率は約50%ずつで、ブナ度合いはAブナが大部分(市場ではAブナで取引)で、このためBブナに近いものを選んだ。また川ブナについても採集した。川ブナはセミドレスとした時、腹腔内で内臓臭が強かった。秋サケは陸揚げ後、退色防止のため、海水氷に浸漬されるが、浸漬前でも、ブナザケ臭についてはよくは解らなかった。

標津(根室海峡)産、秋サケ(後期群)について、ギンケ(Aブナに近い)は1%以下、Bブナ数%で、大部分はBBと称するCブナで、ブナザケ臭については現地および担当者でも感じられなかった。このCブナは体色および表皮の粘質物の多さは川ブナとよく似ており、ミールなどの原料になる。

(2) 図2に静内産秋サケの全臭成分のガスクロマトグラムを示した。秋サケランク別(銀毛、Bブナおよび川ブナ)のガスクロマトパターンは似ているものの、いくつかの顕著な差異のあるものを含め、約13ピークでブナ度合いによる臭成分の差異がみられた。

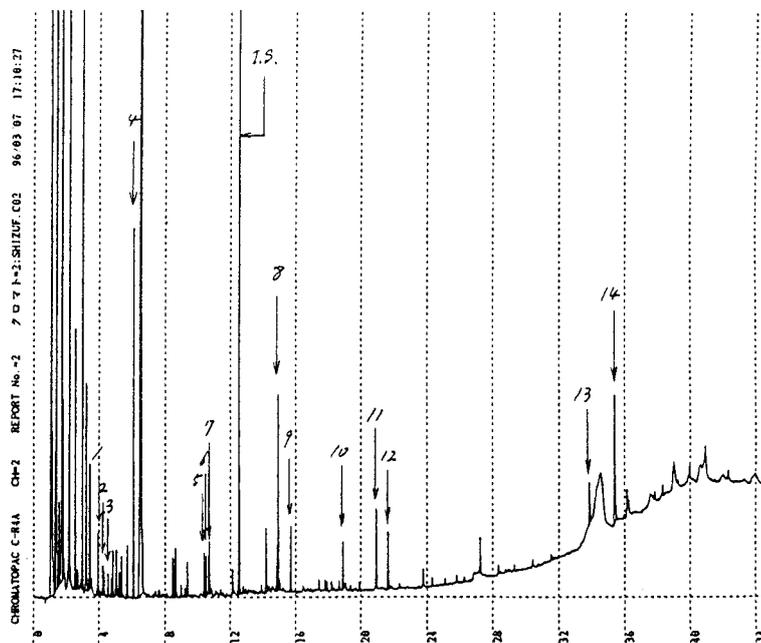


図2 静内産秋サケ(Bブナ♀)背肉の全臭成分のガスクロマトグラム  
↓No. : ブナ度合いによりピーク強度が異なる臭成分

### 4. 平成8年度計画

前年に引き続き、ブナザケ臭成分の調査分析を行い、捕集法(捕集剤、溶媒系、抽出条件など)について検討する。また、全臭成分および臭成分を中性、塩基性、酸性および含硫化合物に分画し、P & T法などにより、濃縮してGC分析を行う。

さらに、ブナザケ臭の究明のため、比較的、分子量の大きい高沸点カルボニル化合物、ポリアミン類について検索を行う。

(特別研究 農林水産省)

酵素を用いた食品加工技術による新規食品の開発 (H7~H8)  
—遺伝子組換え技術を利用した豆乳凝固酵素遺伝子の機能解明と大量生産—

応用技術部 生物工学科 池田隆幸 八十川大輔 中川良二 長島浩二

### 1. 研究の目的と概要

*Bacillus licheniformis* B-6-4J 株由来豆乳凝固酵素は、これまでの研究成果から分子量約3万のセリンプロテアーゼで、その至適 pH は 6.1 から 6.5、至適温度は 55 から 65 °C であることが明かとなっていた。本豆乳凝固酵素は、豆乳から苦み、渋みの少ないカードを形成できるという利点を有しており、食品加工業への応用が可能な数少ない酵素の一つであると考えられた。そこで我々は豆乳凝固酵素遺伝子をクローニングすることを目的に、*B.licheniformis* B-6-4J 株染色体 DNA を制限酵素 *Sau3AI* で部分消化し、スキムミルク分解活性を指標に約 5.2Kb の DNA 断片を大腸菌を用いてクローニングした。簡単な制限酵素地図を作製後その塩基配列 5167bp を決定した。この遺伝子断片の中に、目的の豆乳凝固酵素が存在すると考え、以下の遺伝子構造解析を行った。

### 2. 試験研究の方法

遺伝子の解析には、帝人システムテクノロジー（株）DNA 解析ソフトウェア Gene Works、DNA データベース GenBank および蛋白質配列データベース SWISS-PROT を用いて行った。また、デレーションプラスミドの作製には宝酒造（株）Deletion Kit を用いて行った。プロテアーゼの検出には 0.5% のカゼインを含む LB 寒天培地（1% Tripton、0.5% Yeast Extract、0.3% NaCl、pH 7.3）を用いて行った。

### 3. 実験結果

遺伝子解析ソフトウェア Gene-Works を用いて、塩基配列から 100 アミノ酸残基以上の蛋白質をコードできるオープンリーディングフレーム（ORF）の検索を行ったところ、7カ所存在した。このうち、どの ORF にスキムミルク分解活性を示すプロテアーゼ遺伝子が存在するかを確認するために、クローニングした遺伝子断片の両方向からのデレーションプラスミドを作製した。それぞれのプラスミドで形質転換した大腸菌をスキムミルクを含む LB 寒天培地上に塗布しプロテアーゼ活性を検出した。その結果（図 1）、ORF2 と考えられる位置にプロテアーゼ活性が存在していることが明かとなった。図 2 にこの部分の 1203bp の塩基配列と推定アミノ酸配列を示した。開始コドン TTG から終始コドン TAA までの 948bp、316 アミノ酸をコードする ORF が存在し、その上流にはリボソームバインディングサイト（RBS）、 $\sigma_A$  によって認識されるプロモーター配列のコンセンサス配列が存在した。また、その下流に逆位反復配列構造を持つ  $\rho$  因子が関与しないターミネーターが存在していると考えられた。

図1 プロテアーゼ遺伝子部分の決定

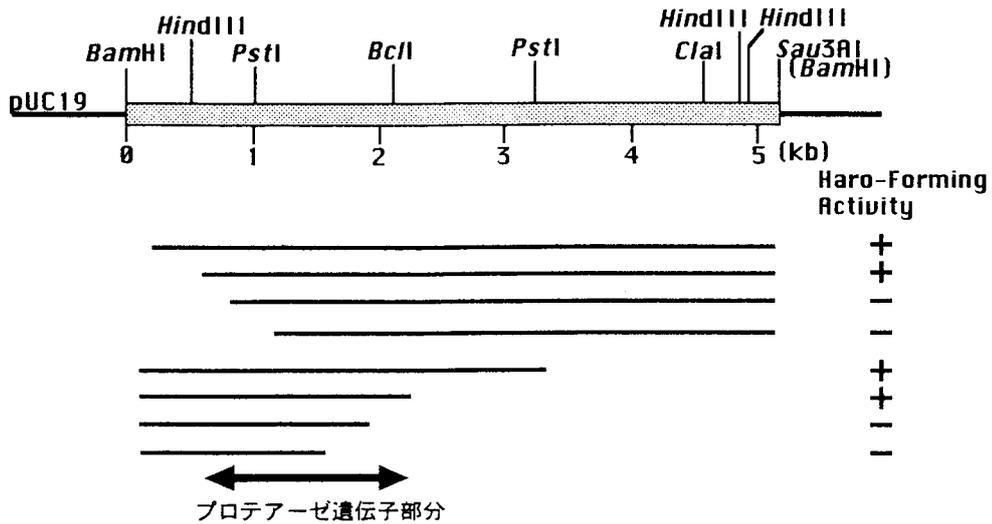


図2 豆乳凝固遺伝子の塩基配列とアミノ酸配列

ACTATACAACCTAAACACCCCTCAATTCCTTTCTCCATGTACATACCCCGGTATCAATATGATCAAAACAAATGTTAATACACACCTTT	90	
AGTATGATCTTTTTAAACATAICGAAAATTGAGAAATTTGTTGTAATAICTAACTTGACTTACAACAAAATAAGGAAATGATATGAT	180	Promoter
TTGGTTAGTAAAAGAGTGTTAAACGAGGTTTATCAGGTCCTATTGGTATTTCTATTTATTTCTTTAGGTATGCACCCGGCCCAAGCC	270	Open Reading Frame
MVSKKSVKRG LITGLIGIS IYSLGMHPAQA		
GGCCATCGCCTCATACTCCTGTTCAAGCGATCCTTCATACAAAGCGGAAACATCGGTTACTTATGACCAAACATTAAAGCGGATCAA	360	
APSPHTPVSVSDPSYK AETS VTYD PNIKSDQ		
TACGGCTGTATTCAAAGCGTTTACAGGCACCGGCAAGTGAATGAAACAAAGGAAAGCGGAAAAAAGTCAACCCGCAAGCTCT	450	
YGLYSKAF TGTGKVN ETK EKAEKKS PAKAP		
TACAGCATTAAATCGGTGATTGGTCTGATGATCGGCAAGGTCACCAACCAACCGCATATCCGTACAGAGCGGATCGTTTCATATTTCA	540	
YSIKSVIGSDDRTRV T N T T A Y P Y R A I V H I S		
AGCAGCATCGGTTTCATGCACCGGATGGATCGGTCGAAAACCGTCGCAACAGCCGGACACTGCATCTATGACACATCAAGCGGTTCA	630	
SSIGSCTGWMIGPKTVATAGHC IYDTSSSGS		
TTTCCGGTACAGCCTGTTTCGCCGGGACGGACGGACAAGCTATCCTTACGGCTCAGTTAAATCGACCGCTACTTTATTCGGTCA	720	
FAGTATVSPGRNGT SYPYGSV KSTRYFIP S		
GGATGGAAGCGGAAACCAATTACGATTACGGCGCAATCGAACTAAGCGAACCAGTCCGCAATCTGTCGGAATCTCGGATCTCGGATCTCG	810	
GWRSGNTNYDYGAIELESEPIGN TVGYFGYS		
TACACTACTTCACTTGTGGGACAACGTTACCATCAGCGGCTACCCAGGCGATAAAACAGCAGGCACACAATGGCAGCATTGAGGA	900	
YTFSSSLVGTTVTISGYPGDKTAGTQWQHSG		
CCGATTGCCATCCGAAACGTATAAATGCAGTACGCAATGGAACGTCACGGAGGACAAAGCGGTTCCCGGTAATCGAAACAAAGCAGC	990	
PIAISEET YK L Q Y A M D T Y G G Q S G S P V F E Q S S		
TCCAGAACGAACTGCAGCGGTCGCTGCTCGCTTGGCGTACACAAATGGAGTATACGGCGCTCCTCGTACACAGAGGCAACCCGGATT	1080	
SRTNCSG P C S L A V H T N G V Y G G S S Y N R G T R I		
ACAAAAGAGGTGTCGAAATTTGACCAACTGGAACAAAGCGGCAATAATACACGAAAGACAGCCCGCTTCCTTTTGGAAACGGGCTGTC	1170	
TKEVFDNL TNWKN SA Q ***		
ACATCTAACGGCGTATACTTAATTCCTTTAAT	1203	Terminator

4. 平成8年度計画

解析した豆乳凝固酵素遺伝子を枯草菌プラスミドベクターに連結し組換えプラスミドを作製し、枯草菌に導入する。得られた組換え枯草菌を用いて豆乳凝固酵素の高生産の検討を行う。

(特別研究 通商産業省)

## 1 研究の目的と概要

北海道にはその特異な気候から、特有の自生植物が多く存在する。その中には健康増進に資すると思われる植物も多い。しかし、それらの植物の食品素材としての成分を調査研究した事例は少ない。このため、北海道に多く見られ、その栽培研究も行われている植物として、北海道地域特有食品を取り上げ、その産地別、自生・栽培別、系統・品種別に栄養成分分析を実施し、その成分値の評価を行う。

## 2 試験研究の方法

### (1) 品種、産地別による栄養成分の比較

供試試料：ハスカップ・・・ゆうふつ、千歳5号、千歳6号、千歳8号

ギョウジャニンニク 道内7カ所から栽培または山採りしたものを供試

測定項目：食物繊維（水溶性、不溶性）、亜鉛、銅

方 法：食物繊維（水溶性、不溶性） Prosky 変法

亜鉛、銅 原子吸光光度法

### (2) 凍結保存中における $\alpha$ トコフェロールの変化

供試試料：ハスカップ・・・ゆうふつ、千歳6号、千歳8号

測定項目： $\alpha$ トコフェロール

方 法：高速液体クロマトグラフ法

## 3 実験結果

### (1) 品種、産地別による栄養成分の比較

ハスカップの4品種については亜鉛や銅含量は品種間による差はあまりなく、100gあたり亜鉛は93～137 $\mu$ g、銅は50～82 $\mu$ g含まれていた。また、食物繊維はゆうふつ、千歳5号、千歳6号は100gあたり、水溶性食物繊維（SDF）は約0.6～0.7g、不溶性食物繊維（IDF）は1.6～1.8gとほとんど差が見られなかったが、千歳8号は、100gあたりSDFは0.4g、IDFは1.0gと他の3種の約60%程度しか含まれていなかった。

ギョウジャニンニクについては栽培されたものについては亜鉛と銅は栽培より自生の方が高含量であった。しかし、山採りは100gあたり亜鉛は235～870 $\mu$ g、銅は98～300 $\mu$ gと産地により大きな差が見られた。食物繊維は栽培と山採りでは差は見られなかったが、浜中産が他よりも多く含まれていて、SDFは帯広、鶴川、浜中産のものが高かった。

### (2) 凍結保存中における $\alpha$ トコフェロールの変化

凍結保存前のゆうふつ、千歳6号、千歳8号の $\alpha$ トコフェロールは100gあた

り 0.7～0.8mg であった。3種ともに4カ月後までは全く変化がなかった。しかし、6カ月後にはゆうふつと千歳6号は0.8mgから0.5mgと減少していた。また、千歳8号については0.7mgから0.6mgと減少していたが減少量は少なかった。冷凍保存中に抹茶のαトコフェロールが22週間後に75%まで減少したという報告があり、ハスカップについても同じような傾向が見られた。

表. 1 ハスカップの栄養成分(100gあたり)

		ゆうふつ	千歳5号	千歳6号	千歳8号
亜鉛	μg	137	111	112	93
銅	μg	82	74	50	78
食物繊維					
水溶性	g	0.6	0.7	0.7	0.4
不溶性	g	1.8	1.8	1.6	1.0
総量	g	2.4	2.5	2.3	1.4

表. 2 ギョウジャニンニクの栄養成分(100gあたり)

		栽培				山採り				
		帯広	門別	中川	平均	鶴川	浜中	豊頃	浦幌	平均
亜鉛	μg	328	403	393	375	455	870	303	235	466
銅	μg	135	115	135	128	183	300	98	125	177
食物繊維										
水溶性	g	0.7	0.3	0.2	0.4	0.7	0.7	0.3	0.4	0.5
不溶性	g	2.8	2.9	2.5	2.7	2.6	3.5	2.4	2.8	2.8
総量	g	3.5	3.2	2.7	3.1	3.3	4.2	2.7	3.2	3.4

表. 3 凍結保存中のαトコフェロール含量(mg/100g)

	保存期間					
	凍結前	1カ月	2カ月	3カ月	4カ月	6カ月
ゆうふつ	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.5
千歳6号	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.5
千歳8号	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6

#### 4 平成8年度計画

- 1) ハスカップ、ギョウジャニンニクの品種、系統別の栄養成分分析の補足をする  
とともに収穫年次別の成分値評価を行う。
- 2) ハスカップ、ギョウジャニンニクの凍結貯蔵中の成分値の変化を観察し、適正貯蔵条件の検討を行う。

(受託研究 科学技術庁)

## キシロース等を多糖化する菌の検索と高効率培養法の検討

発酵食品部発酵食品科 富永一哉 浅野行蔵 吉川修司

### 1. 研究の目的と概要

北海道はその広大な土地から、多種多様な農産物を供給してきました。近年、単に1次産物の供給のみならず、1.5次、2次産物の生産も活発になり、大量の廃棄物が排出されるようになってきています。環境保全の観点から、廃棄物の処理は国際問題化してきています。一方、我が国は巨大な紙の消費国で、世界中からパルプ用の森林資源を集めてきており、やはり環境保全の上から批判されています。

既に、グルコースからセルロースを生産する微生物についての研究は進んでおり、酢酸菌 (*Acetobacter* 属) の一部に能力の高いものがあることが知られています。この微生物が作るバイオ・セルロース (BC) は、パルプから作られるセルロースよりも結晶性が高く、これを加えて漉いた紙は、強度や印刷の発色の点で従来の紙より格段に優れています。そこで、本研究では、農産廃棄物の固形分が大部分糖質 (炭水化物) で構成されていることに着目して、これを紙の構成多糖であるセルロースに転換し、廃棄物処理と木材資源の保全を同時に実現しようと考えました。農産廃棄物の構成糖の大部分は、グルコース及びキシロースであることが知られています。廃棄物をより高度に利用するために、キシロースなどの利用しにくいとされる五炭糖類にも目を向け、これをセルロースあるいはその誘導体を生産する技術の開発に取り組むことにしました。

なお、共同研究全体の最終目的としては、特殊な機能性を持った新規な構造のBCの製造法の研究と、その生活関連分野と食品関連分野への応用研究も行う予定です。

### 2. 試験研究の方法

当センターで保存している株より *Acetobacter* に属する5株 (*A. acetii* IFO 14818<sup>T</sup>, 14821, *A. acetii* subsp. *xylinum* IFO 15237<sup>T</sup>, 13772, 13773) について、生育試験を行いました。JCM、ATCC等の微生物保存機関が *Acetobacter* 属の生育に適しているとして指定している培地の他、ニュートリエント・ブロス等の培地についても試験しました。

また、保存菌株についてセルロースの生成能をグルコース、フラクトース、キシロースなどの複数の糖源について試験しました。*A. acetii* subsp. *xylinum* は従来からBC生成微生物として良く知られていました。当研究室では、他の類縁菌株も含めた酢酸菌について検討しました。

### 3. 実験結果

バイオセルロースの生産菌として知られている *A. acetii* subsp. *xylinum* では、保存機関が推奨している培地を使用しても、基準株の生育が著しく遅いことが分かりました。環境から分離した微生物の同定試験などの際に、基準株との比較が難しくな

る可能性があります。

培地の糖源によるバイオセルロースの生成能の試験では、フラクトースを糖源としたとき、使用したほとんどの菌株でセルロースの生成が認められました。特に生産能の高かった株は、基準株である *A. aceti* subsp. *xylinum* IFO 15237<sup>T</sup> 株でした。しかし、*A. aceti* subsp. *xylinum* IFO 13773 では生成が認められませんでした。酢酸菌の分類上、従来セルロースの生成能が亜種である *A. aceti* subsp. *xylinum* の区別のキーとなっていました。これが必ずしも正しくないことが分かりました。セルロース生成の栄養条件等については、さらに詳しい検討を進める必要があることも分かりました。

#### 4.要約

*A. aceti* subsp. *xylinum* の基準株は、保存機関が推奨している培地を使用しても生育が著しく遅く、同定試験などで基準株との比較が難しくなる可能性があります。

バイオセルロースの生成能の試験では、フラクトースを糖源とするとほとんどの菌株でセルロースの生成が認められました。特に生産能の高かった株は、基準株である *A. aceti* subsp. *xylinum* IFO 15237<sup>T</sup> 株でした。

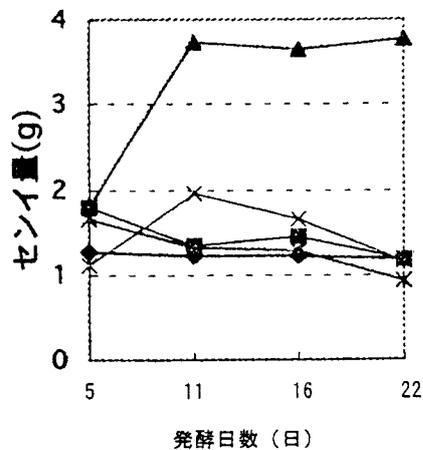


図 発酵日数によるセルロース生産量（糖源はフラクトース）

- ◆1: *A. aceti* IFO 14818<sup>T</sup>
- 2: *A. aceti* IFO 14821
- ▲3: *A. aceti* subsp. *xylinum* IFO 15237<sup>T</sup>
- ×4: *A. aceti* subsp. *xylinum* IFO 13772
- \*5: *A. aceti* subsp. *xylinum* IFO 13773

（受託研究：化学技術庁、共同研究機関：北海道大学、北海道東海大学、北海道糖業（株））

## 2 技術普及・指導

### 2-1 食品加工相談室

食品製造企業等が行う新製品開発、新技術導入などの各種技術相談に応じる窓口として、「食品加工相談室」を開設する。

- 1 相談内容 食品加工に関すること
- 2 申し込み 随時
- 3 相談方法 電話、来所、文書いずれの方法でも可能
- 4 相談窓口 江別市文京台緑町589番地4 食品加工研究センター内

#### 【平成7年度報告】

相談件数については、総数484件となっており、相談方法別にみると電話が最も多く、食品製造企業等から気軽に相談が持ち込まれている。

また、相談内容については、加工方法、品質・評価、装置・機械など食品加工技術全般にわたる内容となっており、全道各地から相談が持ち込まれた。

- 1 相談件数 総件数 484件
- 2 相談方法 面接 180件  
電話 294件  
文書 10件

#### 3 月別相談状況

区分 \ 月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
相談件数	54	50	56	45	38	39	53
面接	26	27	14	21	10	17	19
電話	27	20	42	24	28	21	34
文書	1	3	0	0	0	1	0

区分 \ 月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
相談件数	45	18	29	32	25	484
面接	16	4	7	10	9	180
電話	28	13	21	21	15	294
文書	1	1	1	1	1	10

## 2-2 食品工業技術高度化対策指導事業（現地技術指導）

食品製造企業等が行う新製品開発等を支援するため、各企業等からの依頼を受けて、研究員を派遣し、食品加工技術についての助言や指導を行う。

- 1 指導地域 道内各地
- 2 指導対象 道内食品製造企業、食品加工研究グループ等
- 3 申し込み 随時
- 4 指導依頼の方法 電話または文書
- 5 指導を行う者 センター研究員
- 6 費用 無料

### 【平成7年度報告】

全道各地において、125企業に対し延べ140日間、研究員を派遣し、製品開発、製造技術、保存技術、品質管理等についての助言や指導を行った。

- 1 指導企業数 125企業
- 2 指導日数 140日
- 3 支庁別指導状況

区分	指導企業数	指導日数	区分	指導企業数	指導日数
石狩支庁	33	34	網走支庁	13	13
渡島支庁	9	15	胆振支庁	7	7
後志支庁	15	15	日高支庁	4	4
空知支庁	9	10	十勝支庁	8	9
上川支庁	12	15	釧路支庁	2	2
留萌支庁	4	6	根室支庁	5	6
宗谷支庁	4	4	合計	125	140

## 2-3 技術アドバイザー指導事業

中小企業が独自では解決が困難な技術的な諸問題を解決するため、中小企業者からの依頼を受けて、技術アドバイザーを派遣し、食品加工技術についての助言や指導を行う。

- 1 指導対象分野 食品製造
- 2 申し込み 随時
- 3 指導依頼の方法 「技術アドバイザー指導事業依頼書」を当センターに提出する。
- 4 指導を行う者 北海道があらかじめ委嘱した技術アドバイザー  
(食料品製造分野10名)
- 5 指導期間 年間10日以内
- 6 経 費 無料
- 7 そ の 他 企業秘密は厳守

### 【平成7年度報告】

全道各地域において、21企業に対し延べ93日間、技術アドバイザーを派遣し、製品開発、製造技術、保存技術、品質管理等についての助言や指導を行った。

#### ○ 支庁別指導状況

区 分	指導企業数	指導日数	区 分	指導企業数	指導日数
石狩支庁	4	21	上川支庁	4	14
渡島支庁	1	3	網走支庁	4	29
檜山支庁	1	5	胆振支庁	1	3
後志支庁	2	6	釧路支庁	1	5
空知支庁	2	5	根室支庁	1	2
			合 計	21	93

## 2-4 移動食品加工研究センター

道内食品工業の食品加工技術力の向上を図るため、「移動食品加工研究センター」を開催し、講習会や技術相談、技術指導等を行う。

- 1 開催地域 道内各地域
- 2 開催内容 (1)講習会（食品加工技術、商品企画等）  
(2)試験研究成果発表会  
(3)意見交換会  
(4)展示会（パネル展、技術指導成果品の展示等）  
(5)個別技術相談会  
(6)現地技術指導 他
- 3 開催時期等 開催時期、場所、内容等については、各支庁等と協議の上、決定する。

### 【平成7年度報告】

11支庁管内において、「移動食品加工研究センター」を開催し、講習会、研究成果説明会や個別技術相談、技術指導などを行った。

開催支庁	開催地	開催年月日	主な内容
渡島支庁	砂原町	7. 7. 24～ 7. 7. 25	<ul style="list-style-type: none"> <li>・講習会</li> <li>・意見交換会</li> <li>・研究成果説明会</li> <li>・個別技術相談会</li> <li>・現地技術指導 他</li> </ul>
檜山支庁	北檜山町	7. 10. 23～ 7. 10. 24	
後志支庁	小樽市	7. 9. 7	
空知支庁	奈井江町	7. 6. 15～ 7. 6. 16	
上川支庁	旭川市	7. 9. 28～ 7. 9. 29	
留萌支庁	留萌市	7. 7. 5～ 7. 7. 6	
宗谷支庁	稚内市	7. 3. 26	
胆振支庁	室蘭市	7. 12. 6～ 7. 12. 7	
日高支庁	浦河町外	7. 10. 16～ 7. 10. 17	
釧路支庁	釧路市	7. 7. 19～ 7. 7. 20	
根室支庁	中標津町	7. 4. 25～ 7. 4. 26	
合 計		11支庁管内	

## 2-5 技術講習会

食品加工に関する新しい製造技術等について、外部講師やセンター研究員による講習を行う。

### 1 食品加工高度技術講習会

- (1) 開催場所 食品加工研究センター
- (2) 対象者 食品製造企業等の研究者、技術者等
- (3) 開催回数 年間2回（1回の講習期間－2日程度）
- (4) 開催方式 座学及び実技講習

### 2 地域食品技術講習会

- (1) 開催場所 食品加工研究センター
- (2) 対象者 市町村立等食品加工（研究）施設の技術指導者等
- (3) 開催回数 年間2回（1回の講習期間－2日程度）
- (4) 開催方式 座学及び実技講習

### 【平成7年度報告】

次のとおり技術講習会を開催した。

#### 1 食品加工高度技術講習会

講習会の名称	開催年月日	参加者数
食品加工高度技術（食塩分析）講習会	7.11.27 - 7.11.28	15
遠心式薄膜真空濃縮技術講習会	8.3.21 - 8.3.22	16

#### 2 地域食品技術講習会

講習会の名称	開催年月日	参加者数
食品加工（アイスクリーム製造）技術講習会	7.4.14	27
微生物管理技術講習会	8.3.7 - 8.3.8	10

## 2-6 技術研修生の受入れ

食品製造企業等の技術者の資質向上を図るため、随時、研修生を受け入れる。

- 1 研修内容 食品加工に関する技術の修得
- 2 申し込み 随時
- 3 研修期間 原則として6ヶ月以内
- 4 費用 無料（ただし、研修に関する試料、消耗品などは企業負担）

### 【平成7年度報告】

26名の研修生を当センターに受け入れ、各種食品加工技術の向上を図った。

研 修 項 目	研 修 期 間	人 数
電気融合法を利用した細胞融合技術の習得	7. 4. 1～7. 7. 31	1
ゆで卵の滅菌真空包装及び日持ち試験、卵の加工品研究開発	8. 4. 1～7. 4. 14	1
カハノアタケの培養及び液体培養液のフックス、PH、酵素活性、免疫増強指数、水溶性リクニン含量の測定	7. 4. 1～7. 8. 31	1
機能性の評価技術及び加工技術取得	7. 4. 1～7. 7. 31	1
微生物の取扱い、サロヘツ珪藻土による食品機能性成分の分離技術、サロヘツ珪藻土及び焼成珪藻土のカス吸着性能について	7. 4. 24～8. 3. 29	2
乳酸菌検査法	7. 4. 12～7. 10. 11	1
DNAソーケンソク技術及びその他関連の遺伝子工学的手法	7. 5. 8～8. 3. 31	1
納豆のアノモニア態窒素量の測定（日持ち検査）	7. 5. 10～7. 7. 30	1
ホタテ加工残滓からの液体調味料の開発（カトミウム除去技術）	7. 6. 12～8. 3. 31	1
味付用粉末剤の性質の確認、適正使用条件	7. 6. 8～7. 6. 22	1
食品機能開発及び食品加工技術の習得	7. 6. 28～8. 3. 31	1
野菜の凍結保存技術の修得	7. 7. 10～7. 12. 28	1
機能性の評価技術及び粉体加工技術、食品加工技術	7. 8. 1～8. 3. 31	1
濃縮ラーメンスープに発生する塩結晶化の原因解明、酵母の同定試験法取得及び酵母菌の同定	7. 8. 16～8. 3. 31	1
発酵飲料等の分析	7. 8. 14～7. 8. 15	2
カハノアタケ液体培養の至適条件の検討	7. 9. 1～8. 3. 31	1
微生物試験技術	7. 9. 18～7. 9. 22	1
道産牛を用いた新商品に関する研究	7. 12. 11～8. 3. 10	1
モロヘイヤ粉末滅菌技術、顆粒製造技術	8. 1. 23～8. 1. 26	2
蒸発濃縮の理論を得るための薄膜真空蒸発装置の利用技術	8. 2. 5	1
遠心式薄膜真空蒸発装置の操作及び水戻し昆布の濃縮・殺菌技術	8. 2. 7～8. 2. 19	1
粘度測定法の修得（機器選定に伴う粘度基準の作成及び製品の経時変化データ収集、影響因子調査）	8. 2. 7～8. 3. 31	1
漬物の調味液の成分分析技術	8. 3. 6～8. 3. 8	1
合 計		26名 (21企業)

## 2-7 試験測定検査機器及び加工機械の開放

食品製造企業等の研究開発を支援するため、試験測定検査機器や加工機械を開放する。

### 1 主な開放機器

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| (1) 試験、測定<br>及び検査機器        | ガスクロマトグラフ質量分析計、核磁気共鳴装置、透過型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、X線回折装置、近赤外分光分析計、高速液体クロマトグラフ、粒度分布測定装置、F値測定装置、原子吸光分光光度計、自記分光光度計 等 |
| (2) 加工機械                   | チーズ製造装置、エクストルーダー、超高压処理装置、薄膜真空蒸発装置、膜分離装置、遠赤外線減圧・常圧乾燥機、マイクロ波減圧乾燥機、噴霧乾燥機、加圧・減圧かくはん試験機、試料粉碎機、超遠心粉碎機 等        |
| (3) オープンラボ<br>ラトリー施設       | 全自動食塩定量装置、全自動センイ分析装置、アルコールアナライザー、水分活性測定装置、K値測定装置 他   |
| (4) バイオテクノ<br>ロジー開放試<br>験室 | クリーンベンチ、高压滅菌機、バイオリクター装置、恒温恒湿装置、顕微鏡及び画像解析装置 他   |

2 利 用 金 額            1, 8 6 0 ~ 4 7, 0 6 0 円 / 日

### 【平成7年度報告】

設備使用実績は次のとおり。

(単位：日)

試験測定 検査機器	加工機械	オープンラボ ラトリー施設	バイオテクノ ロジー開放試 験室	合 計
3 8	2 5 5	1 8	4	3 1 5

## 2-8 依頼試験分析

食品製造企業等からの依頼により、試験分析を行う。

- 1 依頼試験 一般生菌数、大腸菌群、耐熱性菌数、PH測定、粘度測定、色測定、比重測定、屈折率測定 等
- 2 依頼分析 灰分分析、水分分析、たんぱく質分析、脂質分析、繊維分析、食塩分析、アルコール分析、脂肪酸組成分析、アミノ酸組成分析、有機酸組成分析、無機質分析 等
- 3 手数料金額 1, 820～43, 530円/件

### 【平成7年度報告】

次のとおり試験分析を行った。

区 分	申 込 件 数	試験分析件数
試 験 分 析	52	276

2-9 食品加工リサーチプラザ

食品工業における業種や技術別の共通課題を検討するとともに、産官の研究者や技術者の交流を図るため、各種研究会を開催する。

【平成7年度報告】

技術別、業種別に食品加工リサーチプラザを開催した。

区分	研究会名	開催年月日	出席者数	開催地
食品加工 リサーチ プラザ	冷凍食品技術研究会	7. 10. 5	24	札幌市
		8. 1. 26	40	小樽市
	ハスカップ研究会	7. 5. 29	30	
		7. 12. 11	30	
		8. 3. 12	100	
	食肉加工研究会	7. 4. 11	24	
		7. 6. 12	19	
		7. 10. 31	15	帯広市
	水産食品加工技術研究会	7. 8. 10	24	
	調味食品研究会	7. 11. 27	14	
	漬物製造技術研究会	7. 5. 26	50	札幌市
		8. 1. 29	85	
		8. 3. 12	100	
	食品工学研究会	7. 10. 23	80	
	バイオ食品研究会	8. 3. 12	100	
	合計	8 研究会		

※ 8. 3. 12のハスカップ研究会、漬物製造技術研究会及びバイオ食品研究会は合同で開催  
開催地は、食品加工研究センター以外での開催のみ記入

## 2-10 食品加工研究センター通信

食品加工技術に関する各種情報のデータベースを作成し、パソコン通信を利用した各種技術情報等の収集提供や情報交換を行う。

### 1 食品加工研究センター通信の内容

#### (1) データサービス

- ◆ 全国の国公立試験研究機関及び大学の食品加工関係研究報告書をキーワード等で検索し、その全文を会員のファックスで、即座に取り出すことができる。(ファクシミリメールサービスの登録が必要)
- ◆ 当センターが所蔵している図書、定期刊行物を知ることができる。
- ◆ 当センターが設置している試験研究機器類を知ることができる。
- ◆ 当センターの研究員に関する情報を取り出すことができる。
- ◆ 道商工労働観光部が作成したデザイナー情報カードの主な事業の概要報を取り出すことができる。
- ◆ 食品加工技術に関する「Q & A」を利用することができる。

#### (2) 電子掲示板

自分が言いたいこと、みんなに知ってもらいたいことを書き込んだり、他の会員が書いたものを読んだり、どなたでも自由にメッセージを交換できる公開の告知板。

当センターでは、講習会、講演会、展示会などの案内を行う。

#### (3) 電子メール

ネットワークを通じて、会員同士が特定の相手とメッセージのやり取りをすることができる。

### 2 会員加入手続き

「食品加工研究センター通信会員申込書」を当センターに提出する。

### 3 会費等 入会金・会費は無料

### 4 運用時間

原則として24時間運用(但し、年末年始及び毎週水曜日9:00~18:00は休止)

### 【平成7年度報告】

食品加工研究センター通信の加入状況等

会 員 数	ロ グ イ ン 件 数	取 出 件 数	取 出 枚 数
2 1 3	3 8 3	1 4 5	4 2 8

## 2-11 技術情報の提供

### 【平成7年度報告】

- 1 技術情報誌「食加研だより」の発行  
センターの業務案内、研究報告を中心とした技術情報を主な内容として、3回発行し、関係機関、団体などに提供した。
- 2 食品加工研究センター研究報告書の発行  
平成7年度研究成果発表会において、試験研究成果発表会要旨集を発行した。
- 3 図書・資料室の開放  
国内外の食品工業関係専門誌、大学・国公設試験研究機関から提供を受けた図書、報告書類を一般に開放する。  
(1) 図書・資料室利用時間  
月曜日～金曜日 9:00～17:00

## 【平成7年度報告】

## 1 講習会などへの講師派遣

市町村、団体等からの依頼を受けて、センター研究員を講師として派遣した。

講習会等の名称	派遣日	派遣地	依頼者	派遣者
平成7年度改良普及員生活部門専門研修	6. 8	栗山町	北海道農政部	宇野豊子、吉川修司
第10回食品衛生協会空知連絡協議会	6. 23	美瑛市	美瑛地方食品衛生協会	下林義昭
合同分科会	7. 7	札幌市	ハ`イオ&食品工業研究会	岩崎達也
第1回生産装置研究会	7. 18	北見市	オホーツク圏地域食品加工技術センター	清水條資
蒲鉾夏期研修会	7. 22	小樽市	北海道蒲鉾水産加工業協同組合	西田 孟
北海道味噌醬油技術会講習会	7. 25	江別市	北海道味噌醬油工業協同組合	下林義昭
北海道園芸研究談話会例会	8. 11	札幌市	北海道園芸研究談話会	田中常雄
夏期酒造講習会	8. 24 8. 25	札幌市	北海道酒造組合	下林義昭、浅野行蔵 富永一哉
清酒貯蔵・出荷管理講習会	9. 5	札幌市	北海道酒造組合	下林義昭、富永一哉 吉川修司
水産食品研究会	9. 19	北見市	オホーツク圏地域食品加工技術センター	下林義昭
平成7年度中央ブ`ロック保健所衛生課研修	9. 22	江別市	美瑛保健所	西田 孟、本堂正明 井上貞仁、山木一史
産炭地域立地企業加工食品新製品開発セミナー	9. 27	江別市	社団法人北海道産炭地域振興センター	清水條資、浅野行蔵
平成7年度地域技術指導研究会	10. 5	帯広市	工業試験場	清水英樹
平成7年度第3回農業改良普及員生活部門分担当 研修プロジェクト	10. 11	江別市	石狩中部地区農業改良普及センター	浅野行蔵、吉川修司
平成7年度地域技術指導研究会	10. 19	北見市	工業試験場	下林義昭
通産省補助研究事業 成果普及発表会	10. 19	名古屋	中小企業庁	浅野行蔵、田村吉史
農産食品研究会	10. 24	北見市	オホーツク圏地域食品加工技術センター	岩崎達也
通産省補助事業 平成7年度第1回推進会議	10. 31	島根県	中小企業庁	吉川修司
北海道醸造研究会及び(社)日本醸友会札幌支部 講演会	11. 2	札幌市	北海道醸造研究会、(社)日本醸友会 札幌支部	下林義昭
平成7年度農林水産業北海道地域研究成果発表会	11. 8	富良野市	農林水産省	清水條資、浅野行蔵
全国酒造技術指導機関合同会議	11. 10	西条市	国税庁	下林義昭
牛乳等衛生講習会	11. 21	札幌市	北海道牛乳普及協会	岩崎達也
北海道ハ`イオステーション` 実行委員会	11. 22	帯広市	北海道ハ`イオステーション` 実行委員会	下林義昭
平成7年度中小企業技術者研修	11. 29 11. 30	江別市	社団法人北海道商工指導センター	山崎邦雄、熊林義晃 清水英樹、河野慎一
道東地域研究交流会	12. 26	釧路市	北海道ハ`イオ振興協議会	浅野行蔵
新春研修会	1. 26	小樽市	社団法人北海道冷凍食品協会	岩崎達也
機能的食品分科会	2. 7	札幌市	ハ`イオ&食品工業研究会	岩崎達也、下林義昭
食品加工関係試験研究機関合同成果発表会	3. 11	札幌市	北海道商工労働観光部	浅野行蔵、宇野豊子
平成7年度中小企業技術者研修	3. 11 3. 12 3. 13 3. 14 3. 15	江別市	社団法人北海道商工指導センター	田中常雄、榎 賢治 山木一史、田中 彰 浅野行蔵、富永一哉 吉川修司、長島浩二 池田隆幸、中川良二 八十川大輔
薬剤部研修会	3. 12	札幌市	札幌医科大学医学部付属病院	池田隆幸
合 計			30 回	57 人

## 2 技術審査

国、団体等からの依頼を受けて、製品の品質や新開発技術の内容について、審査を行った。

内 容	依 頼 者	部 別 審 査 件 数			
		加 工 食 品 部	発 酵 食 品 部	応 用 技 術 部	計
推奨申請に係る技術 審査（1次）	（社）優良道産品推 奨協議会	10	1	1	12
推奨申請に係る技術 審査（2次）	（社）優良道産品推 奨協議会	37	65		102
研究開発助成に係る 技術審査	（財）たくぎんフロ ンティア基金	6			6
研究開発助成に係る 技術審査	（財）札幌中小企業 新技術研究助成基 金	1			1
研究開発助成に係る 技術審査	（社）北海道中小企 業振興基金協会			1	1
合	計	54	66	2	122

## 3 展示会・紹介展

センターの試験研究と技術開発成果を展示会等に出展し、技術の普及振興及び交流を図った。

展 示 会 等 の 名 称	主 催 者	開催地	開催期間
平成7年度研究発表会	食品加工研究センター	札幌市	7. 4. 21
食加研まつり	食品加工研究センター	江別市	7. 9. 2~ 3
'95試験研究機関おもしろ祭り	北海道	札幌市	7. 9. 21
'96北海道技術ビジネス交流会	北海道技術・ビジネ ス交流会実行委員会	札幌市	8. 1. 19~20
平成7年度食品加工関係試験研 究機関合同成果発表会	北海道	札幌市	8. 3. 11

#### 4 学会誌投稿

発 表 題 目	投 稿 者	投 稿 誌 名
Purification and Characterization of Two Lectins Callus of <i>Helianthus tuberosus</i>	中川 良二 八十川大輔 池田 隆幸 長島 浩二	Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry

#### 5 学会における発表

発 表 題 目	発 表 者	発 表 年 月 日	発 表 学 会 名
乳酸菌プラスミドの検索と構造解析	池田隆幸、○前田貴宣、 八十川大輔、長島浩二、 中川良二、菊地政則、 高尾 彰一	7. 8. 1	日本農芸化学 会
メタノール含量の低いフルーツプ ランダーの製法	○浅野行蔵、富永一哉、 吉川 修司	7. 8. 1	同 上
<i>Bacillus licheniformis</i> B-6-4J 株豆乳凝固酵素遺伝子のクローニ ングと枯草菌での発現	○池田隆幸、八十川大輔、 中川良二、長島浩二	7. 8. 1	同 上
北海道産野生ホップを使用したビ ールの試験醸造	○富永一哉、浅野行蔵、 吉川修司	7. 8. 4	日本農芸化学 会若手シンポジウム ホスターセッション
乳酸菌の食品への利用	○吉川修司、浅野行蔵、 富永一哉	7. 8. 4	同 上
北海道産米の品質向上を目指して ーポストハーベストテクノロジー 新しい試みとその応用ー	河野慎一、○川村周三、 谷口健夫、夏賀元康	7. 8. 11	農業機械学会 北海道支部
ホタテエキス調味料の開発 (第一報)	○池田順子、秋葉隆、 池田隆幸	7. 11. 11	日本農芸化学会北海道支部 日本食品科学工学会北海道 支部、北海道農芸化学協会 合同学術講演会
エクストルーダを利用したパスタ 様食品の製造試験	河野慎一、○熊林義晃、 清水英樹、山崎邦雄、 清水修賢	7. 11. 11	同 上
超高压処理イヌリナーゼ粗酵素溶 液を用いたフラクトオリゴ糖の生 産	○本堂正明、宇野豊子、 奥村幸広、山本博、 小野寺秀一、塩見篤夫	7. 11. 11	同 上
<i>Corticium rolfsii</i> セロビオハイ ドローラーゼ遺伝子のクローニ ング (I)	○八十川大輔、中川良二、 池田隆幸、長島浩二	7. 11. 11	同 上
プラスミドパターンによる食品工 場の大腸菌汚染源の追跡	○吉川修司、浅野行蔵、 富永一哉	7. 11. 11	同 上
ISDNを使ったPoint to Point ProtocolによるLAN間接続実験	○浅野行蔵	8. 2. 26	Northシンポ ジウム'96

## 6 出願済工業所有権「特許」

発 明 の 名 称	出 願 年 月 日	出 願 番 号
果実酒およびその製造方法	4. 1 2. 1 6	4-355233
水産発酵ゲル化食品およびその製造方法	5. 6. 3 0	5-189452
大豆の軟化法	5. 1 2. 2 2	5-346185
生分解性を有する成形品用原料の製法と生分解性を有する成形品の製法	6. 2. 7	6-37669
キクイモ由来レクチンおよび分離精製法	6. 1 0. 1 9	6-281416
水産発酵食品およびその製造法	6. 1 0. 2 5	6-284244
海洋生物を原料とした代用皮膚	7. 6. 2 6	7-182172
アルコール飲料の製造法	7. 7. 3 1	7-214141

## 7 視察実績

平成7年度の視察者は、90団体、1,213人でセンター業務内容の説明、各施設の案内、懇談、意見交換等により普及指導に努めた。

### ○ 月別視察状況

区 分 \ 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
視 察 件 数	3	7	8	8	9	8	9
視 察 人 数	8	83	136	126	161	188	161

区 分 \ 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	計
視 察 件 数	7	3	7	11	10	90
視 察 人 数	156	26	51	57	60	1,213