

サワーブレッドの簡易製造技術の開発

橋本 卓也・長沼 孝多・斎藤 美貴・辻 政雄

Development of the Simple Production Technology of the Sour Bread

Takuya HASHIMOTO, Kota NAGANUMA, Miki SAITO and Masao TSUJI

要 約

市販の *Lactobacillus* 属を含む乳酸菌スターター 15 種類を用いて、サワー種中での乳酸発酵の状態を、種の pH の経時変化を測定することにより検討した。その結果、大きく 3 つのグループ (A : pH が顕著に低下したもの、B : pH が徐々に低下したもの、C : pH が低下しなかったもの) に分類され、A の pH が顕著に低下したものは、*Lactobacillus sakei* の乳酸菌を含むスターター 2 種類であった。このうちの 1 種類を用いて、発酵条件の検討を行ったところ、小麦粉に同量の水を加え、スターターの初発菌数が小麦粉 1g あたり 2.0×10^6 個になるように添加し、14 時間発酵させることが最適であることがわかった。その条件を用いてサワーブレッドを試作したところ、酸味と風味が向上したサワーブレッドを作製することができた。

1. 緒 言

サワーブレッドは、北ヨーロッパや米国サンフランシスコなどで消費されている独特の酸味と風味を有するパンである。一般に、欧米ではサワーブレッドの製造は、伝統的に受け継がれてきたサワー種を種継ぎすることによって行われている。サワー種には、パン酵母とともに乳酸菌が多く見出されており、両者のバランスがその土地の気候や風土に影響されるため、日本で欧米のサワー種を継代することは、困難とされている。

本研究では、簡易的なサワーブレッド製造技術として、市販の乳酸菌スターターを用いることに着目した。しかし、市販乳酸菌スターターは、パン専用でないためサワー種として使用する研究は実施されていない。そこで、今回、各種市販乳酸菌スターターを用いて、サワー種中での発酵形式を検討するとともに、酸味・風味に特徴を有するサワーブレッドの製造方法の開発を目的とした。

2. 実験方法

2-1 供試市販乳酸菌スターター

サワー種に一般的に生息している乳酸菌は、*Lactobacillus* 属である¹⁾と言われている。そこで、市販の乳酸菌スターターの中から *Lactobacillus* 属の乳酸菌を含むものを試験サンプルとして選択した。供試乳酸菌株は、表 1 のとおりである。

2-2 サワー種の作製方法

図 1 に示すとおり、小麦粉と水と乳酸菌スターターを混合し、一般的なパンの発酵条件である 28℃、湿度 70% で発酵させることによって作製した。加水量は小麦粉に対して 60~100% とした。

2-3 サワーブレッドの製造方法

図 2 に示すとおり、サワー種を小麦粉、食塩、ドライイースト、水と共にミキシングした後、一次発酵、成形、二次発酵、焼成を行い、サワーブレッドを製造した。

2-4 分析方法

2-4-1 pH の測定

サワー種の発酵状況をみるため、サワー種の pH を測定した。すなわち、サワー種 20g に 100ml の蒸留水を加えてホモジナイズし、得られた水溶液を堀場製 pH メーター (F シリーズ F-14) を用いて測定した。

2-4-2 乳酸量の測定

サワー種 5g にメタノール 40ml を加えて攪拌し、65℃ で 20 分間加熱抽出した。その後、3000rpm で 30 分間遠心分離して上澄み液を分取し、その液をエバポレーターにて濃縮後、蒸留水にて 50ml に定容し測定用試料とした。測定は試料をメンブランフィルタ (0.45μm) で濾過して、高速液体クロマトグラフ (SHIMADZU 社製、SCR-102H カラム使用) により行った。

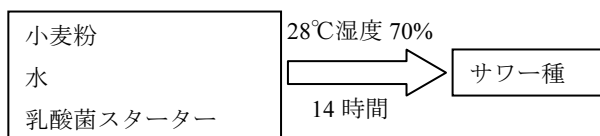


図1 サワー種の作製方法

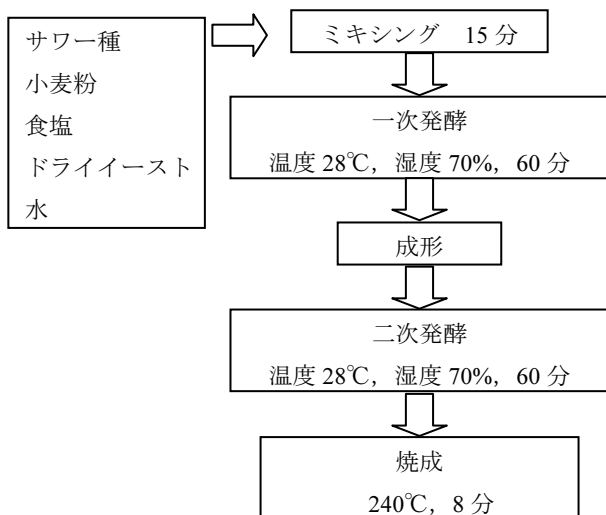


図2 サワーブレッドの製造方法

2-4-3 菌数の測定

乳酸菌スターター添加時の菌数を統一するため、スターターの乳酸菌数測定を行った。また、サワーブレッドの保存試験においては一般生菌数と真菌数測定を行った。乳酸菌測定には BCP 加プレートカウント培地を使用し、嫌気培養した。一般生菌数測定には標準寒天培地を、真菌数測定には PDA 培地を使用した。なお、乳酸菌数及び一般生菌数は混釈培養法により、真菌数は表面塗抹培養法により、それぞれ測定した。

2-4-4 サワーブレッドの官能試験

パネラー 20 名にて、酸味と風味に関して、コントロールと比較した 5 段階の評価方法で行った。すなわち、酸味と風味がコントロールと比較して、1 (弱い) , 2 (やや弱い) , 3 (同程度) , 4 (やや強い) , 5 (強い) として評価した。

2-4-5 サワーブレッドの保存試験

作製したサワーブレッドをポリプロピレン製の袋に密封して 25°C の恒温室で保存し、その後、経時的に一般生菌数及び真菌数を測定した。

3. 結果および考察

3-1 市販乳酸菌スターターのサワー種での発酵性

表 1 に示した *Lactobacillus* 属を含む市販乳酸菌スター

ター 15 種類を、それぞれ加水した小麦粉生地添加到して、温度 28°C、湿度 70%下で 24 時間での発酵性を検討した。加水は小麦粉に対して 60%とし、初発乳酸菌数を、 1.0×10^7 個/小麦粉 1g とした。

その結果、表 1 に示したが、15 種類のスターターは 3 グループ (A : pH が顕著に低下したもの、B : pH が徐々に低下したもの、C : pH が低下しなかったもの) に分類され、それぞれのグループの pH 変化は図 3 のとおりであった。pH の低下が顕著に認められた A グループは、*Lactobacillus sakei* の乳酸菌を含むスターター 2 種であった。

乳酸発酵が行われていることを確認するため、A グループでの 12, 24 時間の乳酸量を測定したところ、それぞれ約 250mg/100g の乳酸が生成され、たしかに乳酸発酵が行われていた。

3-2 発酵条件の検討

A グループのサンエイ糖化 (株) のサンエイラクト MMF-LS151 を用いて、最適な発酵条件の検討を行った。

表 1 供試した市販乳酸菌スターター

メーカー	品名(グループ)※	含まれる乳酸菌
サンエイ 糖化	MMF-161(A)	<i>Lactobacillus sakei</i>
	MMF-LS151(A)	
CHR HANSEN	La-5(C)	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
	L caseiol(C)	<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>Paracasei</i>
	YC-350(C)	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i>
	CH-1((B)	
	YF-3331(B)	
	YC-180(B)	
	YC-370(C)	
	YC-380(C)	
	YC-381(C)	
	YC-X11(C)	
	YC-X16(C)	
	YF-L811(C)	
YF-L812(C)		

※ : (グループ) はサワー種の発酵性から

A : pH が顕著に低下したもの
B : pH が徐々に低下したもの
C : pH が低下しなかったものを示している。

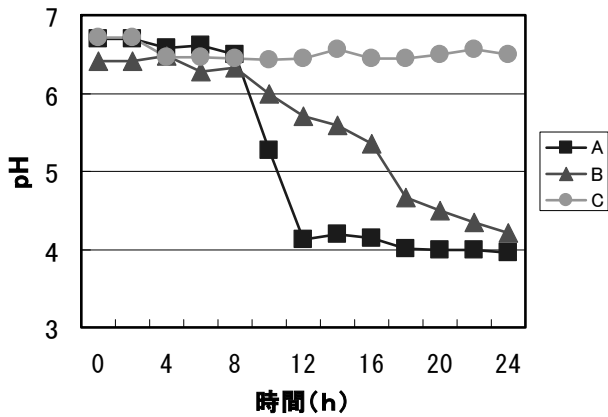


図3 サワー種の pH 変化

すなわち、サワー種は、基本的に乳酸菌が加水した小麦粉生地を発酵したものであるため、小麦粉に対する加水量と乳酸菌スターターの添加量を検討した。

3-2-1 加水量の検討

小麦粉量に対する加水量を 60~100%で変化させた時のサワー種の pH 変化を図 4 に示した。なお、スターター添加量は乳酸菌初発菌数で 1.0×10^7 個/小麦粉 1g とした。その結果、いずれの加水量でも、最終的に pH4 で安定するが、4 に到達するまでの時間は加水量が多いほど短縮されるという結果が得られた。よって、作業性などの面から、最も短時間で pH4 で安定した加水量 100%の条件が適切な加水量であると考えられた。

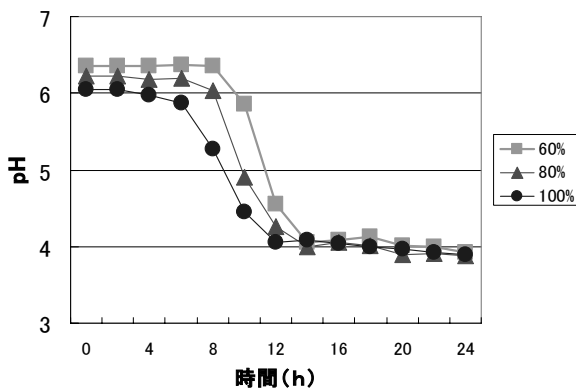


図4 加水量が乳酸発酵に与える影響

3-2-2 スターター添加量の検討

今までの検討では、スターターの初発菌数を小麦粉 1g あたり 1.0×10^7 個に統一して行ったが、ここではコスト面から、この添加量をどの程度まで抑えることができるか検討した。まず、初発菌数 10^5 , 10^6 , 10^7 個の 3 試験区により、スターター添加量が発酵に与える影響を検討し、その結果を図 5-1 に示した。最終的に pH4 となる

が、pH4 となるまでの時間が、初発菌数 10^7 では 12 時間であったが、 10^6 では 18 時間に、 10^5 では 20 時間に延長した。前日仕事終了時にサワー種を仕込んで、当日その種を使用してサワーブレッドを作製すると考えた場合、12 時間では作業上問題ないが、18, 20 時間では作業性が悪い。

次に、さらなるコスト低減を考慮し、初発菌数 10^7 と 10^6 の間でさらに 3 (2.0×10^6 , 3.0×10^6 , 5.0×10^6 個) 条件検討を行った。図 5-2 に示すとおり、この 3 条件ではほぼ同様の傾向を示し、いずれも 14 時間で pH4 に到達するという結果が得られた。ちなみに 14 時間であれば、一晩でサワー種を作製でき、作業上問題ないと思われる、スターターの適切な添加量をこの 3 条件の中で、最もその量が少ない初発菌数 2.0×10^6 個とした。

以上のように、加水量、スターター添加量の検討結果から、サワー種の発酵条件として、加水量を小麦粉と同量、市販乳酸菌スターターを初発菌数で小麦粉 1g あたり 2.0×10^6 個で添加することで、実際のサワーブレッド製造工程で問題のない 14 時間で発酵することができた。

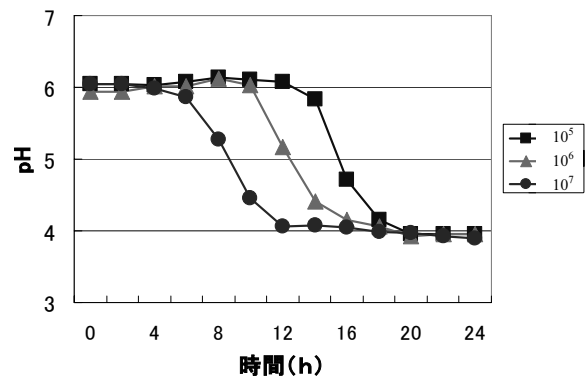


図5-1 スターター添加量が発酵に与える影響—その1—

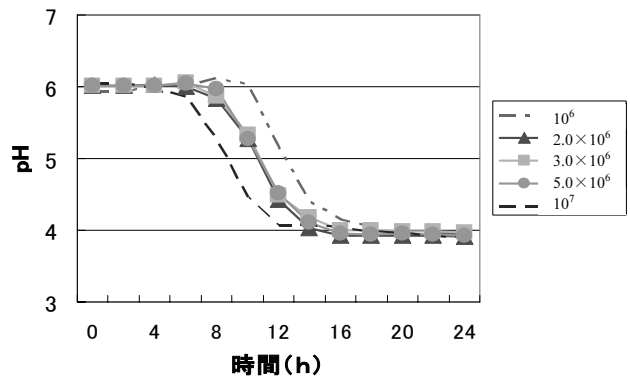


図5-2 スターター添加量が発酵に与える影響—その2—

3-2-3 サワーブレッドの試作

使用するサワー種用の小麦粉の比率を、サワーブレッド製造に用いる全小麦粉量に対して 0, 10, 30, 50, 60, 80, 100%とした。その結果、サワー種 60%では、パンのふくらみはあるが生地の粘着性が大きく成形が困難な状況であった。また、80, 100%では成形も困難で、しかもふくらみのあるパンにならなかった。一方、10, 30, 50 パーセントでは、図 6 に示すとおり、いずれの条件でもサワー種使用率 0%と比較して、変わらないふくらみを持つことがわかった。

3-2-4 サワーブレッドの官能試験

それぞれのパンの酸味と風味を官能試験により検討した。官能試験はパネラー 20 人で行い、コントロール（サワー種 0%使用パン）と比較した酸味と風味の強弱を 3（同程度）を基準に 5 段階で評価した。その結果を図 7 に示した。サワー種を 10, 30%使用したパンでは、酸味、風味ともにコントロールとの差異を感じたパネラーの割合は少なかった。しかし、サワー種を 50%使用したパンでは、パネラーの 8 割以上がコントロールと比較して酸味と風味を感じ、このパンに含有する乳酸量を測定したところ、238mg/100g（コントロール 0mg/100g）であった。よって、酸味と風味を感じるパンの作製には、サワー種を 50%使用することが最適であると考えられた。

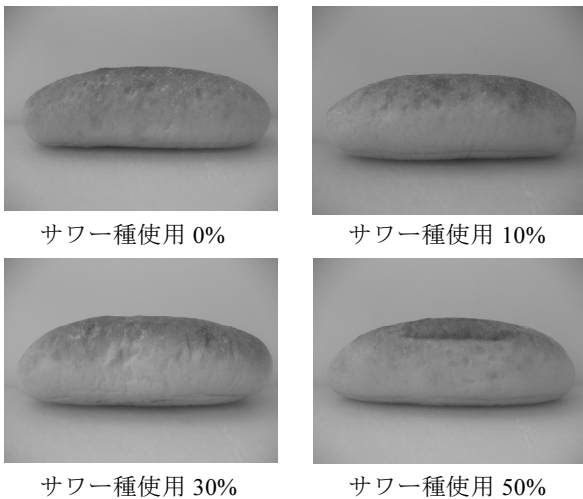


図 6 試作したパン

3-2-5 サワーブレッドの保存試験

サワーブレッドは、一般的に酸性であるため微生物の繁殖が抑制され、保存性が向上するという特徴がある。そこで、試作したパン（サワー種 50%使用）の保存性を検討した。25℃の恒温で保存したときのパンの一般生菌数、真菌数及びカビの目視での変化を図 8 及び表 2 に示した。その結果、一般生菌数、真菌数と

もにサワー種 50%使用のパンは、コントロール（サワー種 0%使用のパン）と比較して、いずれの菌の増殖も抑制され、また、表 2 に示したカビの発生も 50%使用のパンでは 6 日目にみられ、コントロールの 3 日目と比較して 3 日間延長し、保存性の向上が確認された。

また、それぞれのパン生地の pH を測定したところ、コントロール 5.41、サワー種 50%使用パン 4.12 であり、pH の違いがサワーブレッドの保存性の向上に影響したと考えられた。

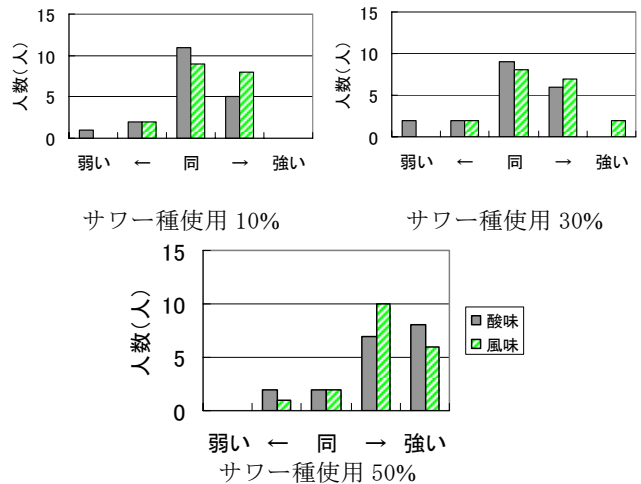


図 7 試作したパンの官能試験結果

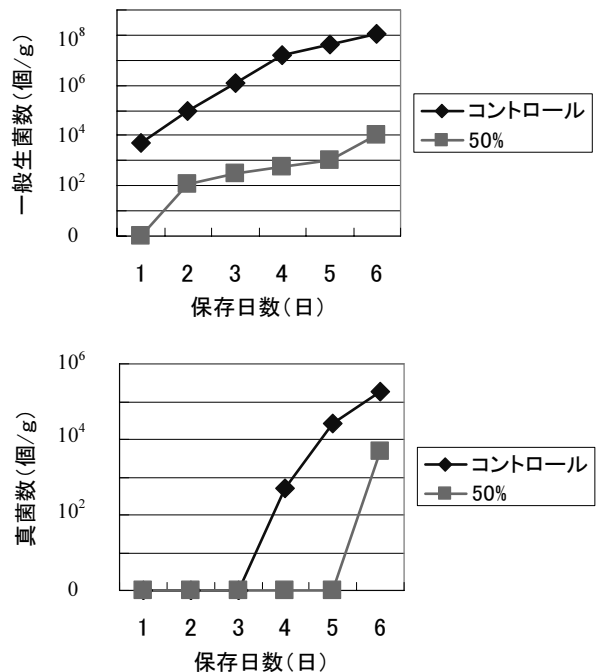


図 8 試作パンの保存試験結果 (上：一般生菌数、下：真菌数)

表2 試作パンのカビの発生状況

保存日数	コントロール	50%
～2 日目	0/10	0/10
3 日目	2/10	0/10
4 日目	10/10	0/10
5 日目	10/10	0/10
6 日目	10/10	2/10
7 日目	10/10	2/10

※ a/10 は 10 個の検体の内、a 個カビの発生が確認されたことを示す。

※※25℃で保存

4. 結 言

市販の *Lactobacillus* 属を含む乳酸菌スターター 15 種類を用いて、サワー種中で良好な発酵を示すものを選抜した。その結果、大きく 3 つのグループ (A : pH が顕著に低下したもの、B : pH が徐々に低下したもの、C : pH が低下しなかったもの) に分類され、A の pH が顕著に低下したものは、*Lactobacillus sakei* の乳酸菌を含むスターター 2 種類であった。

選抜したスターターを用いて、発酵条件の検討をしたところ、最適な条件は小麦粉に対して同量加水し、乳酸菌スターターを初発菌数で小麦粉 1g あたり 2.0×10^6 個で添加して、14 時間発酵させることであった。

得られた条件によりサワー種を作製し、サワーブレッドを製造した。使用するサワー種の小麦粉量の比率を、使用する全小麦粉量の 50%用いることにより、酸味と風味を有するサワーブレッドを製造することができた。

参考文献

- 1) 小崎道雄, 佐藤英一: 乳酸発酵の新しい系譜, p.210 (2004)