

「中種発酵時間が生地物性、製品品質に及ぼす影響」

(一社)日本パン技術研究所 教育部 佐藤 淳

今回は中種発酵時間が生地物性、製品品質に及ぼす影響について考えたいと思います。中種法は生地の機械耐性が良いこと、製品はソフトで老化が遅いことからホールセールベーカリーの主製法となっています。

中種法は中種と呼ばれる発酵種を事前を作るため、ミキシング工程を2回行います。中種のミキシングでは一般的に70%の小麦粉、酵母、生地改良剤、(加糖中種には糖を添加)、水でミキシングをし、中種を作り、2~4時間発酵させます。

この中種発酵は糖を入れない無糖中種で3~4時間、糖を入れる加糖中種で2~2.5時間行います。中種発酵後、残りの小麦粉、副材料、水を入れて本捏という2回目のミキシングを行います。

この本捏ミキシングではグルテンが抵抗なく伸びるフルディベロップと言われる状態まで十分に捏ねます。本捏捏上後はフロアタイム、分割・丸め、成形、ホイロ、焼成となります。本捏ミキシングから4時間程度で製品は焼き上がりますが、中種発酵に時間がかかるため、全工程時間は7~8時間かかります。

ここでの中種発酵は後の製パン工程、製品品質に大きく影響します。この影響を具体的に考えてみます。中種発酵ということから発酵が行われています。この発酵は酵母によるもの、そして酵母に比べるとごくわずかですが、酵母に付着している乳酸菌も発酵を行います。

また、小麦粉と水が合わさることで酵素の反応が進みます。それぞれで起こっていること、また工程、製品への影響を以下に挙げます。

1. 酵母による発酵

酵母が小麦粉中の糖(小麦粉には1~1.5%の糖質が含まれている)、また損傷澱粉から分解される麦芽糖をえさとして発酵を行います。加糖中種の場合には添加した糖をえさとします。これにより二酸化炭素、アルコール類(主にエタノール)がつけられます。

二酸化炭素は生地中の気泡にたまることで、中種生地を膨張させます。この膨張は発酵終了時に

約3~4倍になると言われています。これにより、中種中のグルテンが引き伸ばされます。

また、アルコール類はグルテンを滑らかにします。また、生地中に蓄積されたアルコール類が焼成時に熱により気化することで窯伸びの助けとなります。そして製品に残ったものは香り、味に影響します。

2. 乳酸菌による発酵

酵母には乳酸菌が付着しています。これはパン酵母の製造中に使用する糖蜜に由来すると言われており、酵母(生イーストでは1g当たり100~200億個)に比べると少ないですが、それでも生イーストには1g当たり1~10億個の乳酸菌が存在するそうです¹⁾。

これが酵母と同じく、糖をえさとするので発酵を行います。これにより、乳酸、酢酸、クエン酸、コハク酸などの有機酸がつけられます。中種発酵終了後に香りを嗅ぐと鼻にツンとすること、また発酵により生地のpHが下がることから有機酸が生成されていることがわかります。

この有機酸はグルテンを滑らかにします。また、有機酸は食塩と合わさることでグルテンの結合を強くする働きがあります。

フロアタイム中にグルテンの絡みが進むとき、この有機酸の量により絡みの程度が異なります。そして製品に残ることで香り、味、更にpHを下げるので日持ちにも影響します。

3. 酵素の働き

小麦粉には多種類の酵素が存在します²⁾。

ここではその中で影響が大きいβアララーゼについて考えます。このβアミラーゼは小麦粉と水が合わさった時点で小麦粉中の損傷澱粉を麦芽糖単位で分解します。これにより、麦芽糖ができ、損傷澱粉は小さくなっていきます。

この損傷澱粉は製パンにおいて水を抱える役割をしますが、分解されることで水を抱えることができなくなります。よって、この分解が進むほど、生地を適正な硬さに調整する場合には、本捏ミキシング時に加水を落とさなければなりません。

無糖中種の場合にはこの麦芽糖が酵母・乳酸菌の発酵に使われます。加糖中種では発酵に使用する糖が添加されているため、麦芽糖は製品の色づき、香り、味に影響を与えてでしょう。

生地改良剤によりαアミラーゼを添加している場合には損傷澱粉をランダムに分解するため、βアミラーゼが作用しやすくなり、働きは促進されます。

しかし、アミラーゼの働きが過度になると、損傷澱粉の分解が過度になり、生地の伸展性が高まる、またはベタつく、製品において食感がくちゃつく恐れがあります。

中種発酵時間はこれらの働きが生地状態、製品品質にちょうど良い状態となるように中種配合、発酵条件を踏まえて決められています。もし、中種発酵時間が過剰（不十分）だったらどうなるでしょうか。

本捏ミキシング時の影響として、アミラーゼの働きが過剰（不十分）となり、本捏時に加水が入らない（入る）。また二酸化炭素による生地膨張が過剰（不十分）で、ミキシング耐性が下がる（上がる）。

フロアタイム時の影響として、有機酸生成量が多い（少ない）ことから、生地の締まりが強く（弱く）なります。これにより、通常フロアタイムでは生地の弾性が過剰（不十分）になります。

製品への影響として、本捏ミキシング時に加水やミキシング程度で生地状態が適正にコントロールされたとしても、発酵臭は強く（弱く）、食感はやや引きが強い（弱い）傾向となるでしょう。

これらの働きを確認する目的で、中種発酵時間を通常の工程よりも短く、また長くした比較試験を行いました。以下がその試験になります。

4. 試験及び結果

試験は加糖中種法での菓子パン生地で行った。基準となる発酵時間を2.5時間とし、短い場合を発酵時間1時間、長い場合を発酵時間4時間とした。配合・工程を表1に示す。

各条件小麦粉3kg仕込み、ミキサーは30Q縦型4速ミキサーを使用した。成形はモルダー使用（最終間隙2.0mm、展圧板15mm）で棒状にした。なお、モルダー設定は全ての条件で一定とした。

工程結果を表2に示す。中種はまとめて仕込み、それを3等分した。

表1 配合、工程

中種配合(%)		中種工程	
強力粉	70	ミキシング(分)	L4ML3
生イースト	3.5	捏上温度(°C)	26
生地改良剤	0.15	発酵条件	27°C 75%
砂糖	2	本捏工程	
水	40	ミキシング(分)	L5ML5MH1~↓ L1ML5MH1~
本捏配合(%)		捏上温度(°C)	26.5
強力粉	30	フロアタイム(分)	30
砂糖	20	分割重量(g)	50
食塩	1	ベンチタイム(分)	25
ショートニング	10	成形	モルダー
水	19~	ホイロ条件	38°C 85%
		焼成条件	215/180°C 8分~



写真1 フルディベロップの生地状態

表2 工程結果

	1時間発酵	2.5時間発酵	4時間発酵
中種発酵終了時の生地温度(°C)	27.3	29.5	31.5
中種発酵終了時の生地pH	5.2	5.0	4.8
本捏加水量(%)	21	20	19
本捏ミキシング(分)	L5ML5MH1 ↓ L1ML5MH6	L5ML5MH1 ↓ L1ML5MH2	L5ML5 ↓ L1ML5
捏上温度(°C)	26.2	26.4	26.2
分割・丸め時の生地状態	丸めたときに締まりづらく、 生地表面を張りにくい。	丸めるときクッと締まり、 生地表面が張る。	丸めるときによく締まり、 生地表面を張りやすい。
成形時の生地長さ(cm)	15-16	14-15	13.5-14.5
ホイロ時間(分)	60	67	75

このときの生地捏上温度は 25.9°C、生地 pH は 5.9 であった。中種生地の発酵後は、中種発酵時間が長くなるほど、生地温度は上がり、生地の pH は下がった。

中種の発酵臭は 1 時間では弱かったが、2.5 時間では発酵臭があり、鼻につんときた。4 時間では発酵臭が強く、鼻に強くツンときた。また生地状態は発酵時間が長くなるほど、生地膨張は進み、生地のベタつきは増した。

本捏ミキシングは生地の硬さが同じとなるように加水量を調整した。また、油脂入れ前、捏上時の生地状態が同じとなるようにミキシング時間を調整した。

捏上時の生地状態は手で生地をつかむと抵抗なく伸びる、フルディベロップの状態である。(写真 1)。

中種発酵時間が長くなるほど、ミキシング時間は短く、加水量は減った。

丸め時の強さは各条件同程度とした。このときの生地状態は発酵時間が長くなるほど、生地がより締まるようになり、表面は張りやすくなった。

成形時はモルダー設定を一定としたが、丸め時の生地状態の違いの通り、より締まる、弾性が高くなるにつれ、長さが短くなった。

そしてホイロ時間は長くなった。弾性が高くなり、生地の張りが強く、緩むまでに時間がかかったのであろう。

製品結果を表 3、製品写真を写真 2 に示す。長さは 1、2.5 時間では同程度であるが、断面積は 2.5 時間の方が大きい。

4 時間は他条件より長さがやや短い、断面積は一番大きい。1 時間は発酵臭が弱く、内相、食感、味は未熟傾向同様、気泡は丸く、詰まっており、食感は口溶けが悪かった。

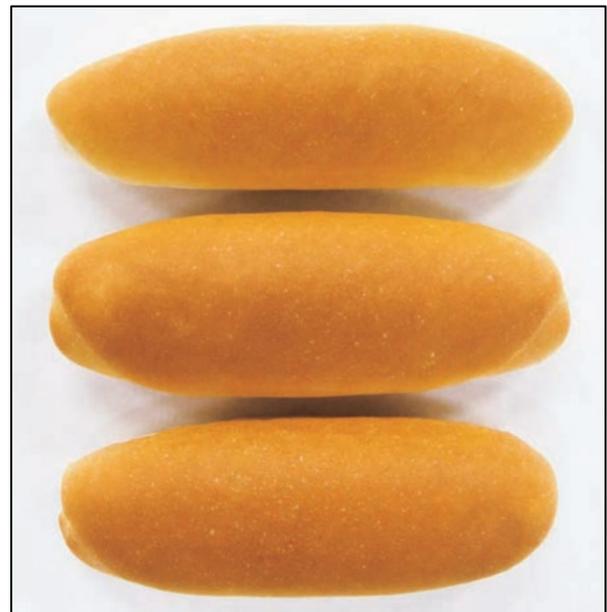


写真 2 製品写真 (上から発酵時間 1、2.5、4 時間の製品)

そしてやや甘味を強く感じた。一方、4 時間は窯ではよく伸びたが、途中で落ちたため、側面に縮みが見られた。

発酵臭は強く、味ではこの発酵臭が口に強く残った。また、内相、食感は過熟傾向で、気泡はやや大きく、食感は引きがあった。

この結果より、中種発酵時間は製パン工程、製品品質に大きく影響を与えることがわかります。

中種発酵時間が変わってしまった場合、同じ配合(加水)、工程で生地を作成しようとする本捏ミキシングの段階で生地状態は大きく異なってしまいます。

中種発酵が短いと加水を若干増やし、ミキシングは長く、逆に中種発酵が長いと加水は若干減らし、ミキシングは短くする必要があります。

表 3 製品結果

	1時間発酵	2.5時間発酵	4時間発酵
比容積(cm ³ /g)	5.8	6.2	6.2
外観	長さは同程度、高さはやや低い 底面がつるんとしている	基準	伸びて縮んだあとが ホワイトラインにある。 長さはやや短い。 断面積はやや大きい。
内相	気泡が丸めで細かい。	白い、所々やや大きい気泡あり	やや気泡が大きい。
香り	やや発酵臭弱い。	程よい発酵臭	発酵臭がやや強い。
食感	はじめ、もそとして、 あとでクチャつく。	はじめソフト、歯切れ、 口溶け良い	はじめソフトだが、 だんだん抵抗があり、 クチャつく。
味	発酵臭は口に残らない。 やや甘味強い。	-	発酵臭が強く 口に残る。

そして中種発酵が短いとフロアタイムで弾性の高まりが弱く、また中種発酵が長いとフロアタイムで弾性の高まりが強くなると想定されるため、フロアタイムの調整が可能であれば、中種発酵が短いものは長く、中種発酵が長いものは短くすることで適正な生地状態に近づけることができるでしょう。

このように生地物性はある程度調整できますが、製品への風味の違いは調整することができません。

もし可能であれば中種発酵が短いものは発酵液等で風味の付与、中種発酵が長いものは中種の割合を落とす、

もしくは一部、発酵不十分の中種と交換する等が考えられるでしょうか。

生産現場では正確に工程が組まれているため、中種発酵時間が大きくずれることは稀でしょう。

しかし、中種発酵での働きを知っておくことで適正状態の把握、また、中種発酵時間がずれてしまったときの適切な対応につながれば幸いです。

5. 参考文献

- 1) 乳酸菌 小崎道雄 八坂書房 p161-162
- 2) 製パン原料 井上好文
一般社団法人日本パン技術研究所 p20