

現代のパン製造システム

インスタ・ベーカリー、フランチャイズ・チェーンなど、いろいろな販売形態の普及によって、パンの需要は年々伸びる一方である。そこでパン工場では、材料のミキシングから包装までをすべて自動化して、1時間に1万個という驚くべきスピードで製造している。

(〒113) 東京都文京区弥生1-1-1
東京大学農学部農業工学科
農産機械学研究室
相良泰行
TEL. (03) 812-2111 EXT. 6369

S. A. マーツ

米国では、1万7000の製パン業者が、1日あたりざっと2000万個のパンを生産している。また、大量のケーキ、パイ、クッキー、ピザクラスト（ピザ生地）、ベーグル（ドーナツ型ロールパン）、クロワッサン、カラ（ユダヤ人が祝日などに食べる白パンの一種）のような特殊品目の製造も行なっている。生産量が膨大なので、製パン業者は、進歩した機械化や自動化プロセスの方向へとますます進まざるをえなくなってきた。需要の増加（販路拡大の努力の成果）、スーパーマーケット内の典型的な“インスタ・ベーカリー”、フランチャイズ方式のクッキー・ショップのような新しい流通形態、といった要素もこの傾向を強めている。1984年は、小売店向けの卸し販売、リテイル（製造直売）、インスタ・ベーカリーでの総売上高が301億ドル（約7兆2240億円）に達すると期待されている。

パン用粉

一般的な白パンでも、フランスパンでも、基本となる原料は共通して小麦粉である。小麦粉の最も注目すべき成分はグルテン（タンパク質の1つのグループの総称）である。グルテンは、一定の条件下で水を加えてこね混ぜると、可塑性（自由に形を変えることのできる性質）と伸展性をもたらしてくれる。水和したグルテンのこのような物理的特性のおかげで、生地に、製パン工程のいくつかの段階で発酵ガスを含ませ

ることができる。これがパン製品に、微細で均一な“きめ”と柔軟で弾力のある触感（テクスチャー）を与えるのである。

ライ麦や大麦のような、小麦以外の穀物の粉から作った生地は、弾力性や伸展性が少ない。つまり、この生地は発酵ガスをうまく保持できない。だから、でき上がった製品は、小麦パンよりもきめが粗い。

パンの膨化

ほとんどのパン製品は、生地の内部で発生したガスによって膨張したものである。これを膨化という。おもな発酵原料は、イースト（酵母）とベーキング・パウダー（ふくらし粉）である。イーストは、パン、ロール類、ピザクラスト、デニッシュ・ペストリー（デンマークから広まった多脂生地の菓子パン）、ベーグル、プレッツェル（結び目状または棒状の、外側に塩のついたかりかりした乾性ビスケット）などのパン製品の発酵原料である。イーストは、ショ糖をはじめ、フルクトース、グルコースなどの糖類を発酵させる。糖類が発酵すると、炭酸ガスが発生し、パン生地が膨張するのである。

ベーキング・パウダーは2つの物質を含む。1つは炭酸水素ナトリウム、もう1つは、水と混ぜると酸として反応する物質である。炭酸ガスは、この2つの物質、つまり重炭酸塩と酸性物質の相互作用から発生する。ベーキン

グ・パウダーは、ケーキ、ビスケット、クッキーの膨化剤として役立つ。エンゼル・フード・ケーキ（カステラの一類）のようなパン製品の中には、ミキシング中に、バターや生地に含まれる空気によって多少膨化するものもある。

リッチ配合とリーン配合

製パン業界では、パンの生地を“リッチ配合”、ロール類の生地を“リーン配合”と呼んでいる。リッチ生地は、小麦粉、イースト、水、食塩の他に甘味料、乳製品、ショートニング、卵が多く含まれている。当然ながらこの生地は、甘味の強いパン製品、つまり、ペストリー、コーヒーケーキ、ドーナツ、プリオッシュ、クロワッサン、その他多くの品目のもとになっている。

リーン生地は、小麦粉、水、イースト、食塩が原料の90~95%を占め、あとは、ショートニング、甘味料、牛乳、麦芽シロップを適量ずつ配合してあり、白パン、ロール類、ピタパン、ピザクラスト、イングリッシュ・マフィン、プレッツェル、ベーグル、クラッカーのもとになる。

ミキシング効果

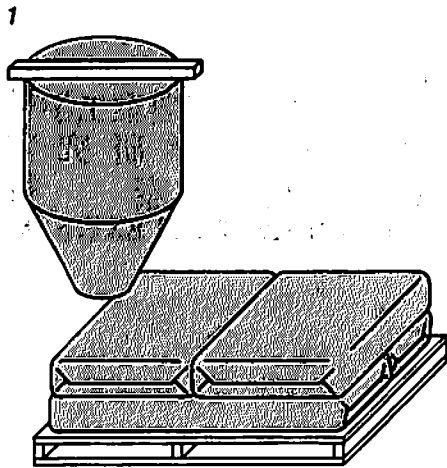
ミキシングは、製造工程のつぎのステップで、そのおもな目的は、イースト発酵生地の育成である。この“育成”とは、つぎの加工工程への準備と品質のよい最終製品の生産のための工程、つまり“ミキシング”で起こる、いろ

いろいろな反応のことをいう。

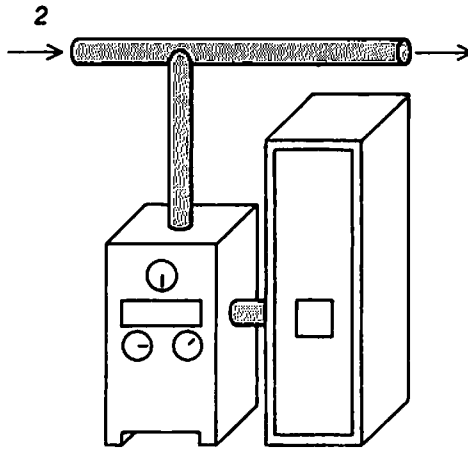
生地原料がミキサー内で混ざり始めると、湿っていて粘着性が高く、いくぶんかまとまった塊になる。その表

面のきめはまだ粗い。しかし、ミキシングが進むにつれて、この塊は滑らかで弾力性をもつようになり、比較的乾いた状態になる。そして、引き裂きに

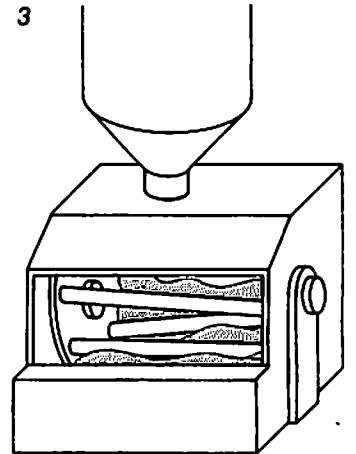
くくなる。残念ながら、このような変化を起こす、物理的・化学的反応の多くは、まだ十分には理解されていない。これらの変化のうち、最も注目される



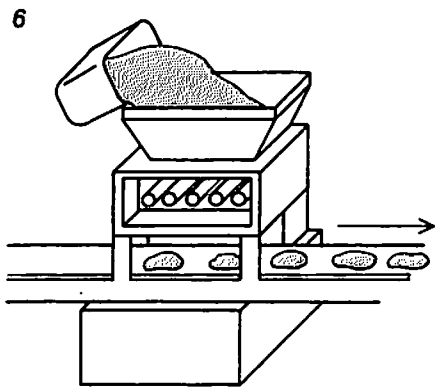
貯蔵



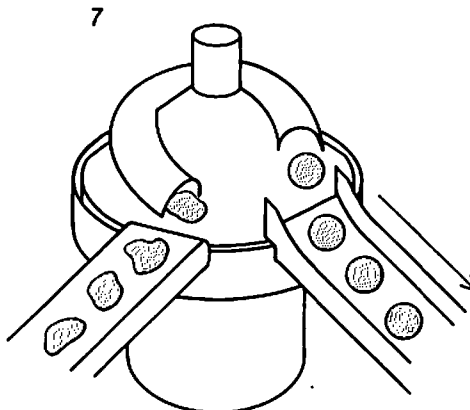
秤量、計量、配合



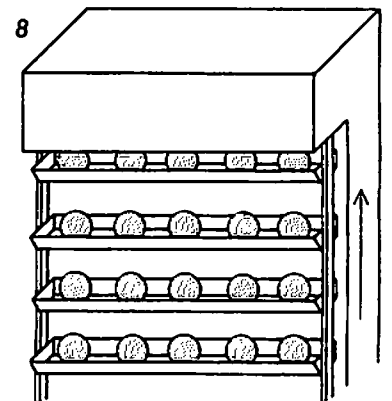
中種ミキシング



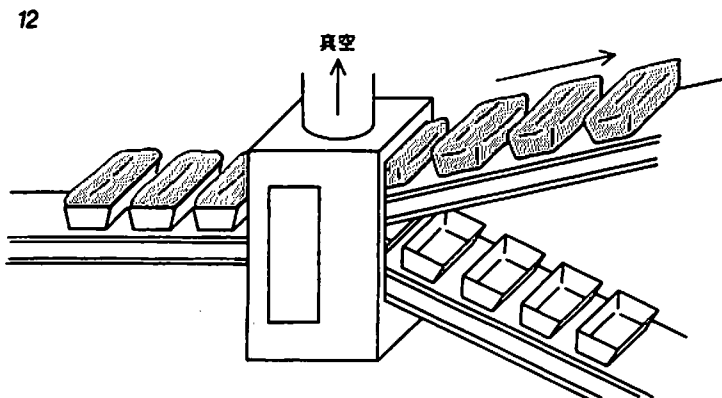
分割



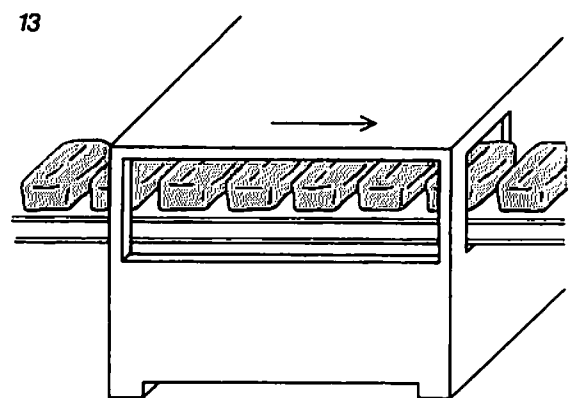
丸目



中間発酵



デパンニング



冷却

自動化された製パン工程 大規模に自動化された白パン製造工程は、数多くの操作から成り立っている。加工の各段階で加工される材料を赤色で示した。バルク状態で工場に引き渡された原料は、必要となるまで貯蔵され

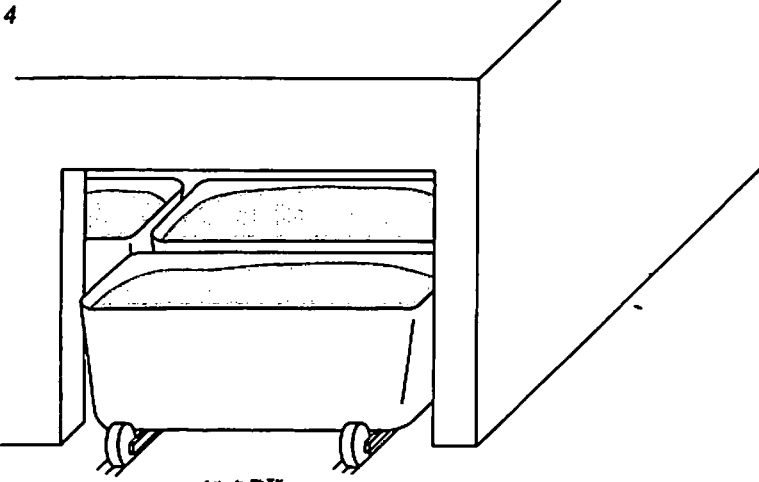
る(1)。つぎに、計量されてから配合される(2)。ミキサー(3)内部では、大部分の小麥粉と水、すべてのイースト(膨化のための)、一定量の他の原料類をミキシングして、中種を作る。生地をバルク発酵(4)する。つまり、

のは、グルテン繊維が、面や網目構造になるような方向にそろって結びついていることである。

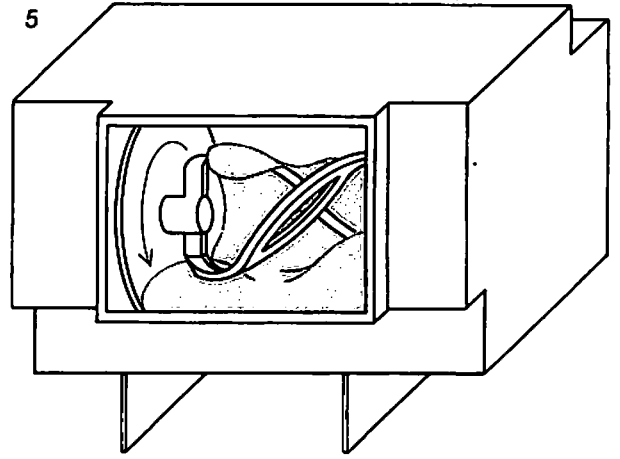
グルテン繊維がこのような効果を生

むためには、生地を引き裂いたりすることより、引っ張ったり、折り重ねたり、圧縮したりする作業をミキサーで行なうことが重要である。こうして作

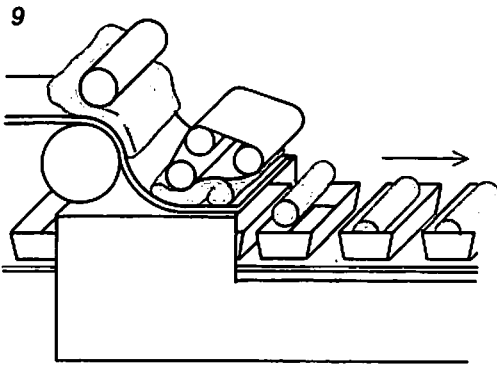
られた生地は、後に続く加工工程を通じて、機械に粘着することなく、切ったり丸めたり山型に形づくったりできる。そしてこの生地が、イーストやペ



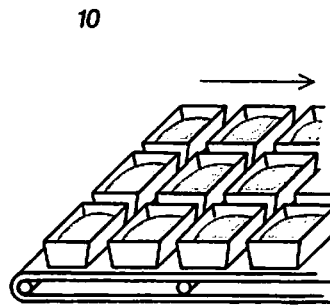
バルク発酵



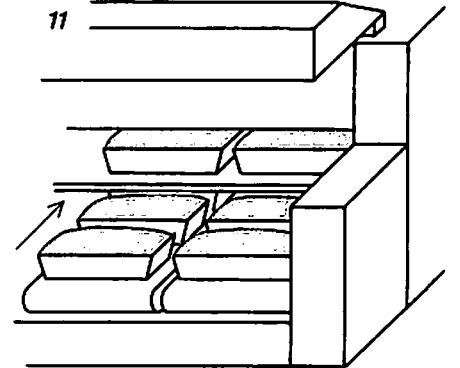
再ミキシング (原料の追加)



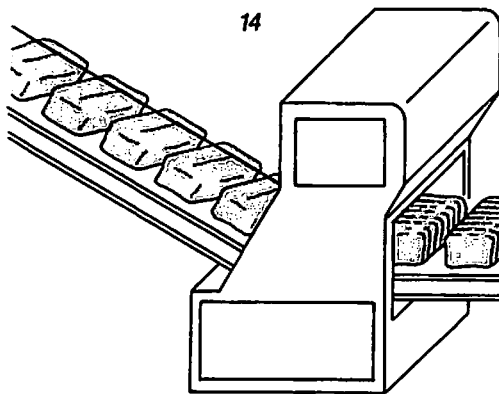
整形と型詰め



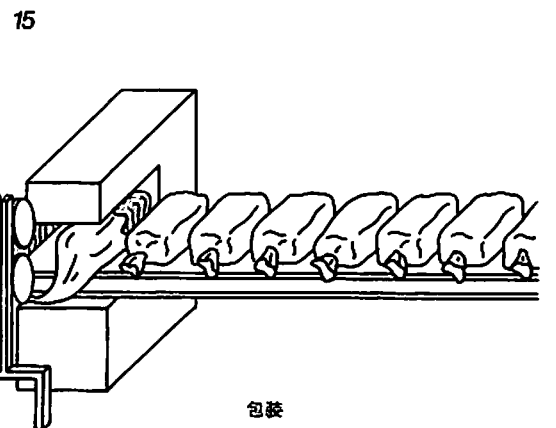
パン型発酵



焼成



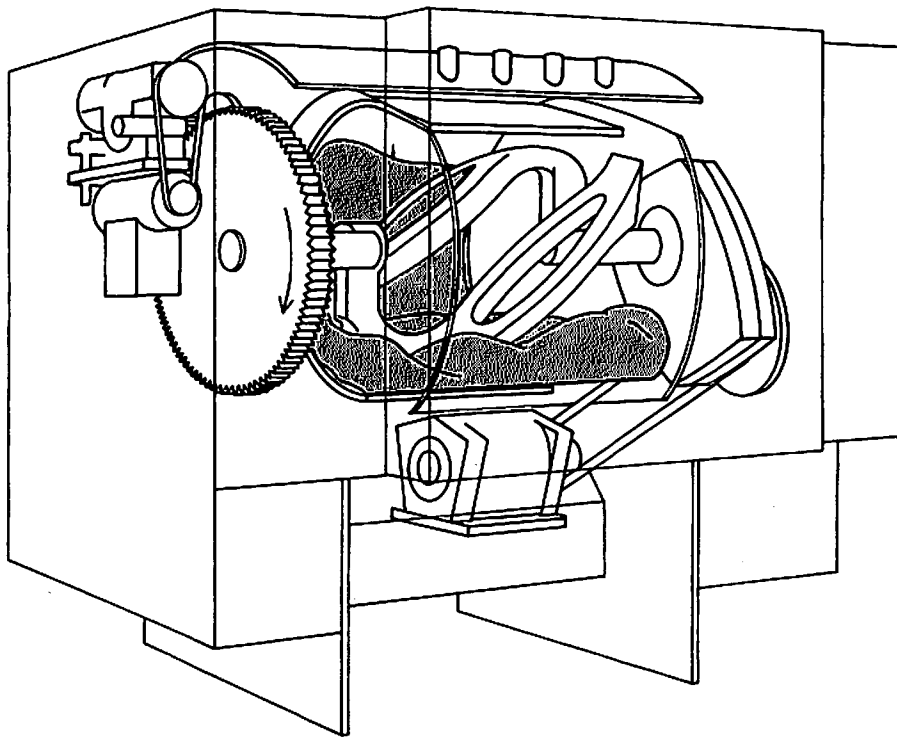
スライシング



包装

生地内の糖類を発酵させるイーストの膨化作用によって、生地は軟化する。残りの原料を加えてから(5)、生地は仕上げ工程(6-10)へと進む。この工程で生地を生地片へと分割し、球形に丸めて、ブルーフィンガシ(再度短

時間発酵させ)、山型へ整形し、焼き型に詰める。そして、最終発酵、焼成、型抜き、冷却、スライシング、包装(11-15)へと進んでいく。このタイプの製パン業者は1時間あたり約1万個のパンを生産できる。寸尺は不統一。



製パン用ミキサー 製パン用ミキサーは、中種をさらに加工するための準備を行なう。ミキシング工程の目的は、生地を育成することである。ここで、生地（中種）は粘着性が強く凝集性の弱い塊から、滑らかで弾力性に富んだ乾いた材料へと変わり、後に続く工程で、引き裂きや粘着への抵抗を示すようになる。典型的ミキサーは、一度に約1000ポンド（約450kg）の生地を加工できる。

ーキング・パウダーによって発生した炭酸ガスを保持するおかげで、表面が滑らかで絹のようなテクスチャーのパンが生まれる（パイやクッキーの生地、ケーキ用練り粉などは、通常の育成工程を通らない。なぜならば、これらの生地には、伸展性や弾力性が不必要だからである）。

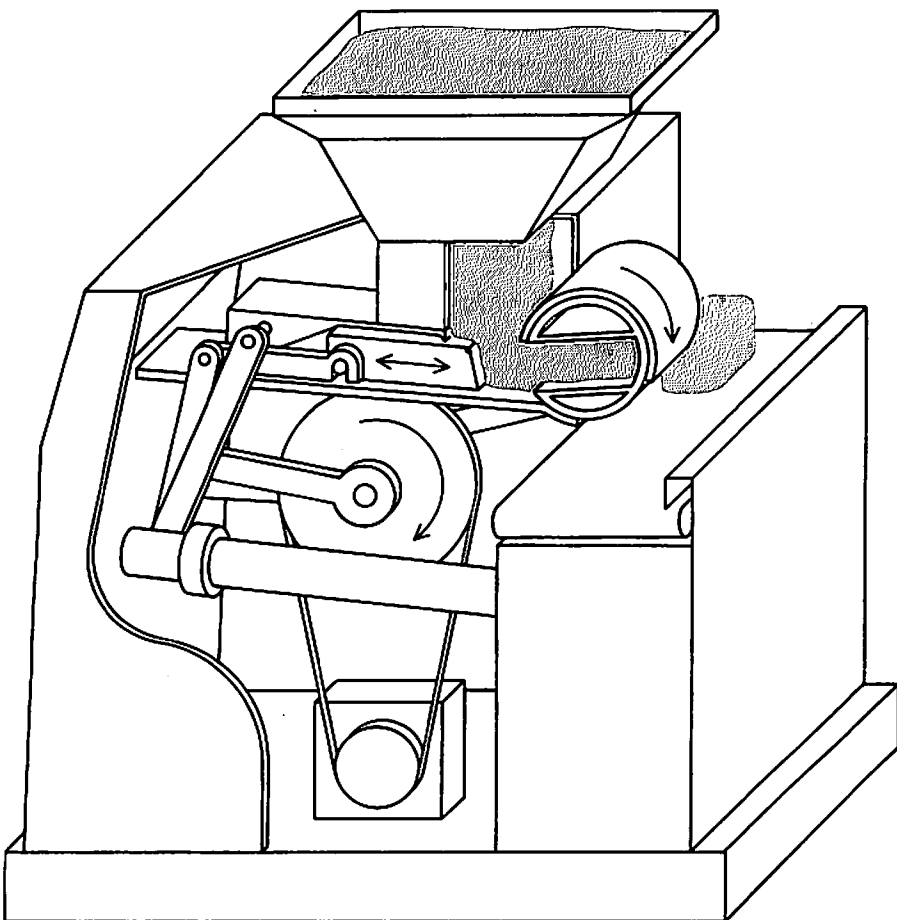
ミキシングの方法

パン屋は昔から、イースト発酵した生地を“中種（かなだね）法”や“直捏（じかごね）法”で作っている。白パンを生産している大規模な製パン業者は、一般的に中種法を用いている。この方法では、まず大部分の小麦粉と水、そしてイースト、その他のいくつかの材料を配合して中種を作り、これを長時間発酵させてから、さらに他の材料とのミキシングを行なう。

直捏法はもっと簡単だが、融通性に乏しい。つまり、途中でうまくいかなかった場合に、すぐ補正できないのである。この方法では、すべての原料を一度に混合するので、小規模の製パン業者には都合がよい（乾いた状態の原料の中には、配合し終わってから水を加えるものもある）。中種法は、調節された温湿度条件下で、大量の生地を保管して発酵させなければならないし、原料を2回ミキシングするための余分な設備、労力、エネルギーが必要である。

最近、英国やカナダで注目されている方法に“ノータイム法”がある。この名前は、大量の生地発酵に必要な時間、設備、労力を省いて、生地を、直接仕上げ装置に送る事実から来ている。

この方法は、従来の方法と2つの点で大きく違っている。1つは、短時間に大量のエネルギーが生地に投入される、高度に集約化したミキシング工程。もう1つは、ミキシング期間とバルク発酵で起こる反応を促進する高レベルの酸化剤・酵素・添加物を利用することである。ノータイム法のミキシング操作では、機械がグルテンの繊維構造



分割機の役割 分割機は、ミキサーから来る大量の生地を切断して一定容積の生地片にする。標準的1ポンド（約450g）の山型パンを作る場合、それぞれの生地片の重さは約18オンス（約500g）で、超過分は、後に続く加工工程でのロスを見越したものである。

を切断しやすいので、生地がなかなか育成されない。そのかわりに、酸化剤を使って従来とよく似たグルテン分子の連鎖を引き起こすのである。

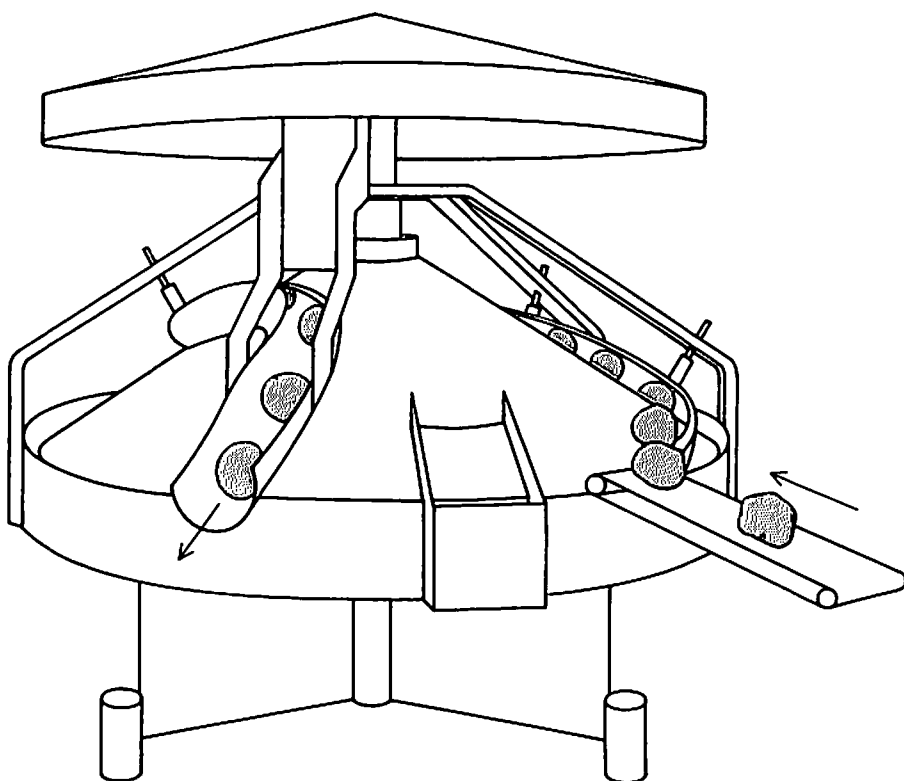
中種のミキシングと発酵工程を、簡単な装置と少ない労力でブレンド・貯蔵・搬送できる液種（ブリューまたはプロスという）に置き換える試みもある。この方法では、一般に水分量が多いうえ、従来のミキサーではできないようなブレンド操作をあらかじめ行なっておかなければならない。

このブレンド工程で、後のミキシングのために、小麦粉を全部残しておくこともあるが、最近では、少なくとも25%の小麦粉を液種に加えている。いずれにしても、イースト、一定量の水、発酵原料（何らかの糖）の3つを、このブレンド工程で混ぜ合わせる。ブリューは、本質的には液体なので、小動力の単純なミキサーでもブレンドでき、ポンプ輸送もできる。従来の中種は、約450kgの容積のトロー（ドウボックス）の中で発酵させ、トローは人力か特別の搬送システムで発酵室からの出し入れをしなければならなかったが、ブリューは、一般的に大容量の垂直タンク内で発酵させ、ブリューと残りの原料は、初期発酵の後でミキシングする。

ミキシングが終わるといよいよ仕上げである。生地は、分割機、丸目機、プルファー、整形機などを通過する。この間に、不定形の大きな生地の塊が、一定の大きさとしに整って出てくる。

まず分割機は、生地を一定容積の生地片に分ける（この容積は、山型食パン1個あたり約450gに相当する）。

丸目機は、分割機から不定形の塊を受け取って、これを、比較的厚い表皮の滑らかな球体へ整える。この表皮は、生地片のガスが押し出されて、表面付近の気泡が押しつぶされることによってできる。そして、小麦粉をふりかけたり、表面から若干の水分を除いたりして表皮を補強する。表皮は、つぎのブルーフィング工程で、ガスが生地か



丸目機の詳細 この図は、分割機から送られた不定形生地片をいかにして滑らかな球体へ整形するかを示している。丸目の1つの目的は、ブルーフィング工程でのガスの散逸を抑制するために、球体上に比較的厚い表皮を発育させることである。表皮は、生地片の表面が、水の蒸発やふりかけた小麦粉の蓄積によって乾燥し、表面近くの気泡が押しつぶされる結果、密度が高くなることによって形成される。

ら逃げるのを抑える役割を果たす。

“中間発酵”は業界用語だが、語源を知らない製パン業者も多い。製パンのプルーフとは、本来“生地を一定の柔らかさにする”という意味だったが、現在では、この働きをする発酵工程の方を意味する。中間発酵は、中種発酵と、焼成直前の最終発酵（ファイナル・プルーフ）との中間に位置している。

中間プルファー

中間プルファーは、高温度に保った部屋またはキャビネットのことである。丸められた生地を、ここで3～12時間発酵させる。丸目機を通過して、バルク発酵中に蓄積した大量のガスを散逸した生地は、伸展性に乏しい。ゴムのような弾力性があり整形しにくくなる。中間発酵中に、生地は本来の伸展性をとり戻す。ガスの蓄積という現

象を除いて、プルファーに入れてからの生地の物理的・化学的变化は、よく理解されていないが、とにかく、ここを通過した生地片は、通過前よりも大きく、柔らかく、曲げやすくなり、表皮は硬くて弾力性に富んだものになる。

中間プルファーには、いろいろな形式があるが、生地片の搬送方法がそれぞれ違っている。1つは、エンドレス・ベルトを数段階水平に重ねて配置する方法である。1番上のベルトに乗っている球形の生地片は、ベルトの端までくると、逆方向に回っているすぐ下のベルトの上に落ちる。この動きが、プルファーを離れるまで続くのである。もう1つは、トレイ・タイプで、これには、球形生地を運搬する容器がついている。

整形機は、まず中間発酵した生地片を受け取る。そして、山型やロール型

広告主索引

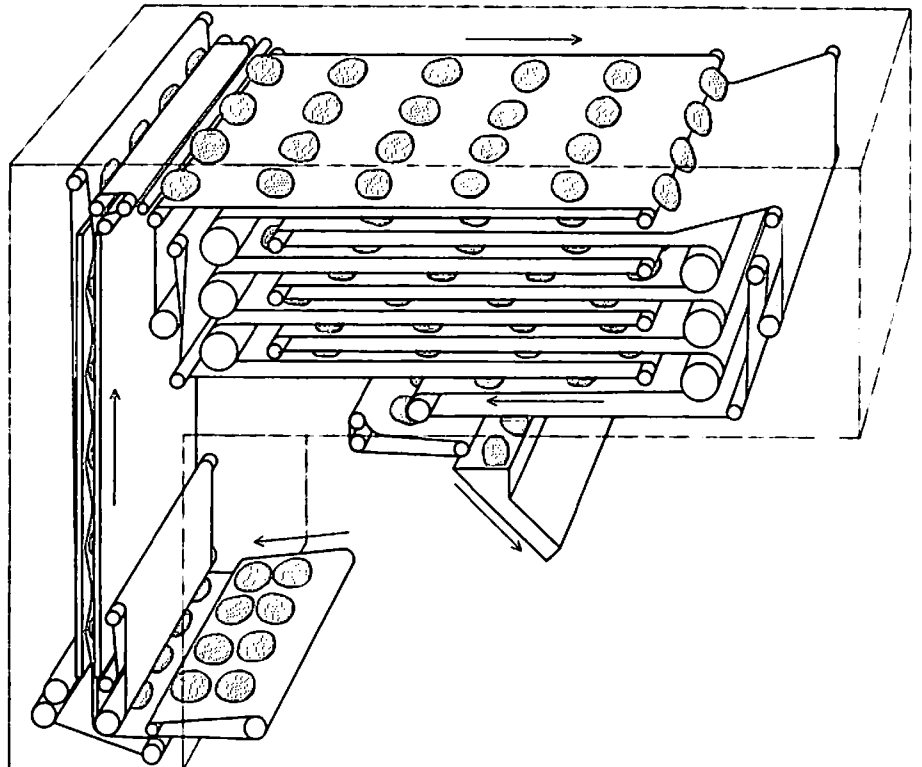
1985/1

御牛方商会	145
中部興産機	9
御エイ・エス・ティ総研	5
御小原光学硝子製作所	134
御東海産機	157
日本アイ・ピー・エム機	表2・1・2・3・4
日本テキサス・インスツルメンツ機	48・49
御培風機	154・155
御福武書店	69
三田工業機	表3・181・182
ユサコ機	157
横河ヒューレットパカード機	92・93
御横河北辰電機	表4

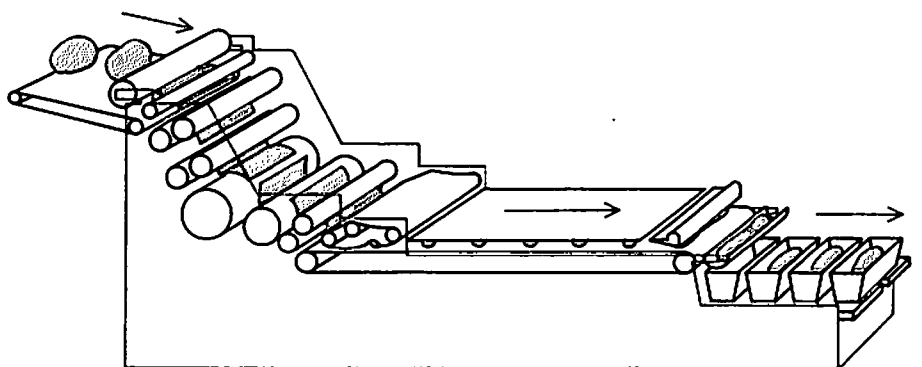
に整形してから焼型に移す。整形機にはいくつかの形式があるが、これらすべてに共通した4つの機能がある。すなわち、圧延、巻き込み、ローリング、そしてシーリングである（ローリングとシーリングは、ふつう同時に行なわれる）。

4つの機能

中間プルファーから出てきた生地は、球体である。この球形生地を、整形機はまず圧延して、一定の厚さの平板にする。この作業は、2対以上（3対のことが多い）の連続したローラーで行なわれる。各組のローラーの間げきは、



中間プルファー 中間プルファー内は発酵を促進するために、高温度に保たれている。イーストは、生地内のショ糖をはじめ、フルクトース、グルコースのような糖を発酵させて炭酸ガスを発生させる。このガスによって、生地の膨化・膨張・軟化が生じる。もともと、「プルーフ」という用語は、生地を一定の軟らかい状態にする意味だったが、現在では、その軟らかさをもたらす発酵工程を指す。



整形機の機能 丸目機で作られ、中間プルファー内で発酵されたボール生地を受け取り、それぞれの生地を山型に（ロールが製造される場合はロール型に）形づくる。連続したローラーやベルトを用いてボールを平板に圧延し、この平板を巻き込んでゆるい円筒を作り、さらに焼成の際にこの板層が巻き戻されないように互いに接層させる。この操作が終わると、整形機は自動的にパンを焼型内に詰める。

<50頁順>

生地は進行に伴って狭くなっている。つぎに、板状の生地を巻いて、円筒形にする（断面は渦巻き状）。この操作は、数本のローラーを特別にセットして、生地の先端を取り上げて逆回転させるようにする（前ページ下図）。この操作を、一對のベルトで実行する機種もある。この機種では、低い位置にあるベルトコンベヤーで平板生地を前方へ送っていくと、上部の巻き込み用ベルトが生地の先端を取り上げて後方へ運び、円筒形に巻き込んでいく。最近では、この巻き込み用ベルトは、金属製金網のマットとか、短冊状に連結した金属棒に変わってきた。

このような機種では、巻き込み装置（カーラー）の先端だけがすぐコンベヤーの上部に固定してあり、残りの部分はコンベヤー上にただ乗っているだけである。生地がカーラーの下を通過する時、カーラーはその自重により生地の先端部を引っ張り上げる。そして、生地がカーラーを離れる時には、円筒内部の層は、ゆるく巻かれている。

整形機のつぎの機能は、円筒生地を焼成する際に、生地が巻き戻されることなく典型的山型に膨張するように、生地層のつなぎ目が離れないようにすることである。さらに円筒生地は、その軸方向の大きさがパン型の長さより若干短くなるように伸ばされ、生地層の間にあった空気は押し出される。

従来の整形機は、円筒生地を、キャンバスで包んだ大きなドラムと滑らかな表面の円形に近い圧縮板との間で回転させて、上のような効果を得ていた。このドラムと圧縮板の間げきは、生地の搬送方向につれて狭くなっているのので、生地は常に両者の表面に接着した状態に保っており、徐々に圧縮されていく。

これに代わる組み合わせとして、平板状の圧縮板と搬送ベルトからなる装置もあり、しだいに狭くなっていく通路を円筒生地が通過するのに伴って圧縮整形が行なわれる。

圧延加工に伴う生地水分の変化

生地が整形機内の圧延ローラーを通過して移動するにつれて、生地の前部分の水分が押されて後尾部に移動し、後尾部の水分は増えてくる。従来の操作では、この後尾部分が山型パンの外層になっていた。

長年の間、平板生地の水分の高い部分を山型の中心部分へ折りたたむことができるとすれば、好都合であると考えられてきた。このような生地は、焼型内での膨化や焼成に対してよい反応を示すと考えられてきた。整形機設計の最近の改善目標は、円筒生地内の水分分布を均一にし、平板生地の湿った部分の最終位置を変えることである。

多くの製パン業者が採用してきた新設計の機種には、交差型モルダーや逆転圧延型モルダーがある。交差型は生地平板を、その移動方向に対して直角方向から巻き込む。その結果、湿った生地の部分が山型の外層ではなく端部を形成する。

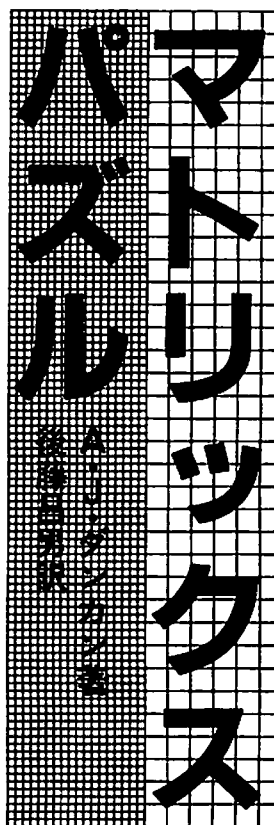
逆転圧延は、整形機の圧延ローラーのうち、2番目か3番目にセットしたローラーの間で生地を反転させて流し、もともと後尾端だった部分を先端部分へ置き変える。他の形式のモルダーとしては、生地片が回転して円筒生地になった後でひねりを加えて、パンに均一な気泡構造を与えるものがある。この機種は、ツイスト・モルダーという。1組のU字型カップの中へシリンダーが降下し、逆方向の回転を加えてパンにひねりを与える。この結果できるのが、“ひねりパン”である。

最新の整形機には、自動型詰め装置が含まれている。コンベヤーが空のパン型を整形機の出口へ搬送し、そこで、圧縮空気で作られる装置が、パン型の中へパンを詰める。

オープンと焼成

オープンは、製パン業者の注意を引き、その業者の特徴を最もよく示す機械装置部分である。オープンには、本

サイエンスの単行本



論理のジグソーパズル傑作80選！ 始めたらやみつきになります。

論理と推理を駆使してマトリックス(マス目)を色分けしていけば、どんなにむずかしいパズルもすつきり解ける。親切な2色刷りの解き方説明に従って、80の楽しいパズルに挑戦してみませんか。680円(税200)

サイエンスのバズル本 ひらめき思考シリーズ

マーチン・ガードナー著 竹内昭雄訳

aha! Gotcha 1・2

●ゆかいなパラドックス 各700円(税200)

マーチン・ガードナー著 島田一男訳

aha! Insight 1・2

●ひらめき思考 各700円(税200)

Match Quiz 1・2

栗田常雄著 各680円(税200)

●発行 日経サイエンス社

●発売 日本経済新聞社

物理学の一大エンサイクロペディア登場。

物理学 辞典

20世紀は、エレクトロニクスの時代
21世紀は、素粒子の時代。

絶賛好評発売中

特価28,000円(期限60年3月末日)
定価32,000円

- 編集委員長：西川哲治
(高エネルギー物理学研究所所長)
 - 編集副委員長：中嶋貞雄
(元東京大学物性研究所所長)
 - 執筆陣：760余名
- 本文8部組、26字×57行×2段
B5判、2538頁、総布クロス装、箱入

特色

- 隣接諸領域を含めた13,000項目
- 綿密な項目の選択
- 項目間の有機的関連をはかる
- 豊富な図表と平易な解説
- 歴史的展開にも触れた解説
- 便利な英・独・仏・露語索引
- 日常役立つ付録

半導体超格子の 物理と応用

日本物理学会編 A5・288頁 定価3900円
超格子への入門的解説から種々の物理現象、MBE、MOCVD法等による設計、作製、評価ほかについて詳しく解説。

人工生命

—遺伝子工学の誕生—

チャーファス編/鈴木聖之訳
A5・272頁 定価1600円

遺伝子工学の原理、研究成果、問題点等を多くの興味深いエピソードや研究者の言葉をまじえながら詳しく解説。

無限・カオス・ ゆらぎ —物理と数学の はざまから—

山口・寺本・武者・広田共著
B6・224頁 近刊

「カオス」と「ゆらぎ」をメインテーマに物理と数学の立場から問題提起、討議をした初学者にとり指標となる書。

東京都千代田区九段南4-3-12
☎262-5256 振替東京4-44725

培風館

体の他にローダー、アンローダー、型抜き機、ブレード・クーラー、コンベヤーの類が付随する。だからオープンには、工場内の他の機械の配置を左右する。オープンの能力は、パン工場の生産高を決める主要因でもある。これらの理由から、オープンの選択、適切な操作、最高速度での運転などは、製パン業者の操業を成功に導くかぎとなる。

オープンは、製品の品質に重大な影響を及ぼす。製造工程の初期の段階での誤りをオープンで補正することはできないが、設計が良好で適切に操作されれば、それまでうまく加工されてきた生地片がもっている可能性を最大限発揮させることができる。オープン建設時の機械的な細かい配慮がオープンの効率、焼料消費量、その他の要因を決定することになるので、オープンは非常に重要なのである。しかしこの中で最も基礎的な要因は、オープンの熱伝達機構が製品の品質に及ぼす影響であろう。

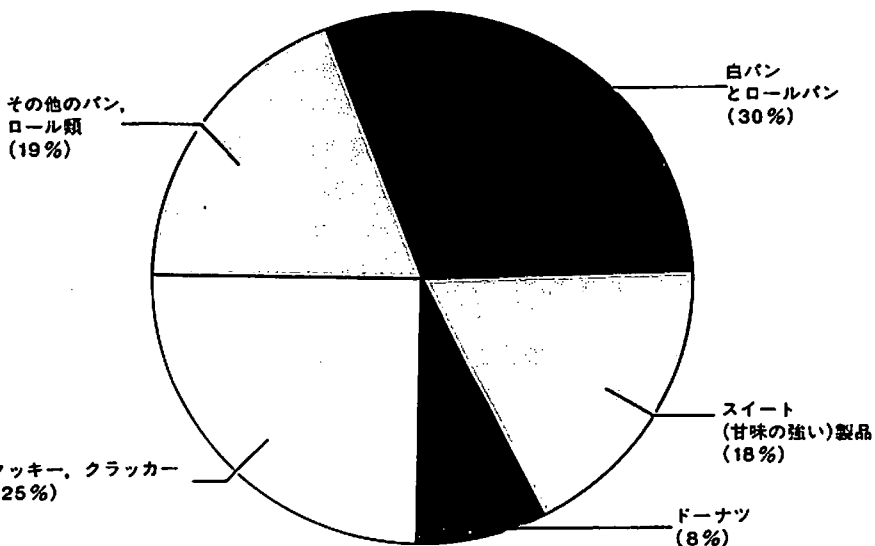
熱移動

オープンは、伝導、対流、輻射によって熱を伝える。この3つの機構によ

って伝達された熱量の割合は、オープンによって違いがある。オープンの種類により焼成結果が異なるのは、このためである。

伝導はある物体を通して熱が伝えられることである。焼成中に、パン型とそのまわりの構造物を通して、この伝導が生じる。伝導による部分的な熱伝達がパン生地に生じるので、生地内部にはきわめて急激な温度こう配ができる。最も温度の高い生地表面は焼き型に接触した面である。だから、接触面の熱入力が注意深く制御されなければ、熱接触反応に、好ましくない速度差が生じることになる。この制御が行なわれないと、パンの底面は焦げてしまう。

熱が空気その他の流体を通して伝えられるのが対流である。この効果は、焼室内全体に渦巻く熱ガスの乱流によって高められる。この流れは、おもにバーナーから生じるが、製造物とその運搬装置の動きも、対流による熱移動の効果を高める。対流は生地片の内部と周囲の温度差をなくす。また、生地の露出面だけに影響を及ぼすので、有孔鋼板やメッシュ製のパン型が、この効果を高めるのに用いられることもある。



販売高の割合 パン製品に関する販売高の割合を示した。「ベーカリー・プロダクション・アンド・マーケティング」が集めた1984年のデータである。1981年に比べておもに変化したのは、白パンとロール類(33%から低下)そしてスイート製品(15%から上昇)である。

3番めの輻射は、加熱面によるエネルギーの放出現象である。他の2つの熱移動の様相とは異なる焼成時に重要な2つの特性をもっている。その1つは輻射効果が遮へいされやすいことである。これは輻射がパン型やオープンの部品類のような生地以外の物体にさえぎられた場合に生じる。これによって、生地の表面に一様でない暗黒色の粗面ができる。もう1つの特性は、輻射が、生地の吸収能に対して高度に敏感なことである。赤外線照射を用いると、色の変化の度合が大きく、マイクロ波を用いると、水分量に変化する。加熱が誘発した化学的变化によって生地片がだんだん黒くなると、より多くの輻射エネルギーが吸収されるようになるために、色の変化は加速されるのである。

オープンのバリエーション

大規模の菓子類製造業者のあいだで、最も有力なオープンの型はトンネル・オープンである。この焼室は、90mと長いわりには、狭くて低い。焼室全体を通して、連続した鋼鉄製バンドまたはパン型の搬送装置が走っている。パンの焼成ラインに共通している機種が、“トレイ移動型オープン”である。それぞれのトレイは、それをオープンの前部から後部へと引くチェーンに装着されている。オープンの後部で、トレイは一段低い軌道に移されたのち、再び前方へ送り返され、そこで、パンは外に出される。

移動焼床オープンは、焼室を通してチェーンコンベヤー上を移動する鋼鉄製セグメントがついている。生地の入口・排出口はトンネルの両側にある。この配置は、補助的な装置を置き変えたりできるので、かなり融通がきく。つまり、単独のパン型、帯状の連結パン型、もしくは型詰めされない生地片もそのままこの焼床上に置くことができる。

バンド・オープンは、中断されてい

ない帯状の金属製焼床を用いるという、一歩進んだ連続加工法である。バンドは、鋼鉄板、有孔鋼鉄板または金網でできている。このオープンでは、クッキー、クラッカー、直焼（じかやき）パンのように、生地を直接焼床に置いたり、バンド上にセットしたパン型内へ詰めたりすることができる。

加熱装置

加熱装置もだんだん新しくなっている。一般にこの装置は、生地運搬用コンベヤーの上部や下部の空洞へ延びているガス燃焼バーナーから成り立っている場合が多い。オープン内の温度をいくつかの温度帯に区別して調節するために、バーナーは、その温度区域別にグループ分けして配置される。また、焼室横断方向の温度バランスを調節するために、バーナーの大部分はその長さ方向に沿って、火の強さを換えられるように作られている。

間接加熱方式という方法も用いられている。焼室外部に設置された1台、またはそれ以上の加熱用ユニットが高温ガスをファンに供給し、このファンがさらにそのガスをオープン内部へ強制的に送りこむ。製パン業者のなかには、従来のオープンで十分な焼成をしたクラッカー内の水分を、さらに減少させるために、マイクロ波加熱を用いているところもある。しかし、この利用には限界がある。

デバンニング

山型パンは、焼型を反転してたたくと、容器から一度に抜き取れる。そして、スライス装置や包装機へ続くコンベヤーの上に落ちる。従来、パン型をたたいて衝撃を与えるのは作業員の手作業だったが、現在、大規模工場では、この作業が機械化されている。

当然ながら、機械的デバンニング（容器からパンを取り出すこと）は、パンを傷つける場合が多い。現代の製パン業者は、真空カップでパンを吸着する

ライフサイエンス・パソコン・シリーズ5

実験データの整理

(PC-8801,9801)ミニフロッピーディスク付
若林克己著 B5・208頁 定価5400円
ファイリングとグラフィックを基調とし、28種のプログラムが実際の入・出力例を用いて、その利用方法を解説。

ライフサイエンス・パソコン・シリーズ6

生化学パソコン戦略法

＝プログラムの作成から応用まで
中村健一著 B5・112頁 定価2000円
数値計算、統計処理、グラフの解析ほか実際の学習や研究に役立つプログラムの作成法から応用までの基礎を解説。

化学の話シリーズ

5 化学反応の話

妹尾 学著 B6・168頁 定価980円
燃焼反応、酸化還元などの化学反応はどのようにおこるのかについて、具体的にできるだけ平易に書かれた入門書。

6 水の話

伊勢村寿三著 B6・160頁 定価980円
水の精製・浄水から水の特異な性質、水や液体の水の構造、溶解の仕組みや溶液の話ほかを広く化学的立場から解説。

7 結晶の話

斎藤喜彦、伊藤正時共著
B6・136頁 定価980円
マクロに見た結晶の性質や結晶の成長の話をはじめ、結晶に関する話題を具体例をあげながら平明に解説した好著。

9 色の科学

中原勝俊著 B6・136頁 近刊
星の色や虹、レーザーなど物理の話から花の色などの生物の話題、また身近な宝石の色ほかを楽しくまとめた好著。

東京都千代田区九段南4-3-12
☎262-5256 振替東京4-44725

培風館

Writing Scientific English

科学英語の書き方

J・スウェイルズ著
菅原基晃訳

科学英語を読む時
書く時の必携書!

- 日常英語と科学的記述に用いる英語の相違を明解に分析。
- 練習問題が多数あり、本文と有機的に結びつき、解答が自然に得られる。解答つき。
- 科学英語を読むことにも役立つ。

わかりやすく正確な科学英語入門。イギリスの大学で、科学論文を書くための手引書として知られる隠れた名著の邦訳。
▶1500円(税別)250

発行 日経サイエンス社
発売 日本経済新聞社

機械を使って、焼型からパンを徐々に持ち上げて、傷つけないようにしている。また、パンを抜きやすくするためのエア・ジェットを、焼型からパンを持ち上げる前に用いることもある。真空デパンニングは他の方法に比べて静かで、パンの損傷を防ぎ、所要労働力も少なくすむ。この方式は食パンに限らず、ロール類、バンズ（ハンバーガー用丸型パン）、その他の形をしたいろいろなパンのデパンニングに用いられている。

その他のパン製品

機械化の波は山型パン以外の品目の製造にも押し寄せている。クロワッサンやデニッシュ・ペストリーの製造工程はこの傾向の一例である。

現在でも小規模なパン屋で広く用いられている伝統的手造りの方法は、次に示すような手順から成り立っている。それは、イースト発酵したリッチ生地をの圧延、バターやマーガリン層の添加、生地とショートニングの多重層を作るためのコンビネーション折り込み、折り込み生地から薄い平板を作るためのローリング、再度の折り込み、そして、必要な数の脂肪層を持つ平板生地を得るための折り込みと圧延操作の繰り返しなどである。生地はふつう、圧延工程間で冷凍される。これは、生地のストレスを解消して“リラックス”させることにより、後に続く搬送工程の途中で生地が裂けるのを防ぐためである。また、冷却して脂肪が硬化すると、脂肪が溶けて生地層に吸収されることもない。

このようにして望ましい厚さにローリングした生地は、適当な形に切断され、果物やチョコレートのような付属物も加えられ、手や機械によって最終的な形に整えられる。この製品に独特のテクスチャーや、薄くはがれやすくして光沢のある表皮をもたらしめているのは、実は脂肪と生地とが交互に存在するように形成された多重層構造なので

ある。

これらの製品を作るために、最も進歩した機械設備が、長くて複雑な連続工程に組み込まれている。このような機械は、まず生地を押し出して連続した平板にして、この上にショートニング層を押し出す。そして、この両層を自動的に円筒形へ巻き込んで脂肪と生地が渦巻く状態にする。つぎに、この円筒生地を連続した平板へ圧延し、さらに、多重層を形成するのに必要な回数だけ、折り込みと圧延を繰り返す。最後の整形工程の前に、回転刃が平板生地を切断する。

さて、ここでいろいろなパンの製造工程を紹介しておこう。

ベーゲル

ベーゲルはリーン生地から作る。まず、1個のベーゲル分の生地をボールの形にする。このボールを短時間発酵させてから、ナイロンでコーティングした垂直棒のまわりを回転させてドーナツ状に整形する。つぎに温度38°C、相対湿度75%で2回目の発酵を行なう。約2分間沸騰水でゆでて水洗いをし、表面乾燥を行なう。そして、焼成、冷却、包装工程に進んでいく。現代のプラントは、これらの工程をすべて機械的に連続的に行なっている。

ピザクラスト

ピザクラストもリーン生地から作られるが、発酵の期間は必要なクラストの種類によって異なる。生地は、ミキシングしてから分割され、さらに円板状に整形される。この整形には、球形の生地片を圧縮して平板にしたり、生地の塊を圧延して円形に切り抜く方法がある。クラッカーに似たクラストを作るために、薄板層形成、つまり形層工程を導入した製パン業者もある。小売即売用に準備したピザクラストは焼成を行なうが、大部分を占める冷凍ピザは、油脂で揚げたクラストで作られる。

イングリッシュマフィン

イングリッシュマフィンに用いられる生地はリーンであるが、同時に、焼成に用いる焼型の形に適合させるために、軟らかくて伸展性がなければならない。この効果を得るために、ふつうより多量の水分を加えたり、軟化作用のある添加剤を用いたりする。生地はミキサーから出てきた時点で、生地片へと分割され、粘着を抑えるために、コーン粉をまぶしてからブルファー容器に移される。発酵した生地片は自動的に焼型に詰められ、トンネル型オープン内の鋼鉄製コンベアー・ベルト上を移動する。また、“トップフライト板”が焼型上部を動き、マフィンの上向きの膨張を制限するとともに、頂上部のクラストの着色をさらに深める。マフィンはトンネル型オープンを出ると、冷却・包装される。

将来への期待

将来に対して私たちは何を期待できるだろうか。現在、ショッピングセンターでよく見かけるフランチャイズ方式の菓子パンやフレッシュ・ロールベーカーリーのように、製造元直売による専門店が数のうえでも、また、多様化の傾向においても増えるものと思われる。

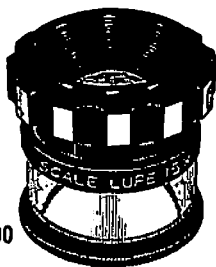
スーパーマーケット内の多品目ベーカーリーでも、その数や規模、さらに取り扱い品の種類が増え続けるだろう。レストランの多くは、その店独自のピザクラスト、ピタパン、パイ、ビスケット、トウモロコシパンなどを作るものと思われる。

製パン業者は、これらの販売店へ供給するための乾燥ミックス、冷蔵・凍結生地などのような部分的に加工したパン製品を生産することになる。また、消費者が購入するパン製品を、理想的に新鮮なホームメイドの製品に近づける方針が採られ、配合、加工法、流通形態が改善されていくものと考えられる。

(相良泰行 訳)

ピーク・スケール・ルーペ
15X

おそろく世界で最初の
マルチ・コーテッド・ルーペ!!
広い視野、高い倍率!!
3群4枚構成の高級拡大鏡!!



価格 ¥7,500

■カタログ(〒500円)



東海産業株式会社

東京都文京区湯島3-24-2
TEL834-5711(代)~5 〒113

サイエンスの単行本
米国の科学・技術は
何をめざしているのか

これからの
科学・技術

10年後をめざす米国の戦略
米国科学アカデミー編

牧野 昇監訳・1800円(税)300

米国議会の要請にもとづき、米国科学アカデミーが科学・技術の8つの分野についてまとめた報告書“Frontiers in Science and Technology”の翻訳。米国を中心とした科学・技術の動向を知る上で見逃せない一書。

好評発売中

科学と技術 10年間の
全米研究会編/工業技術院 通産
技術政策研究会訳 18000円(税)450

●発行 日経サイエンス社

●発売 日本経済新聞社

ニューヨーク
科学アカデミー
主催の会議録集

新刊の御案内

- ▶ **TIMING & TIME PERCEPTION** ————— 654pp ¥48,960
- ▶ **BRIDGE TO THE FUTURE: A CENTENNIAL CELEBRATION OF THE BROOKLYN BRIDGE** ————— 356pp ¥25,500
- ▶ **BRAIN & INFORMATION: EVENT-RELATED POTENTIALS** ————— 768pp ¥57,460
- ▶ **TECHNOLOGY IMPACT: POTENTIAL DIRECTIONS FOR LABORATORY MEDICINE** ————— 334pp ¥21,760
- ▶ **CLINICAL ASPECTS OF LIFE-THREATENING ARRHYTHMIAS** ————— 326pp ¥25,500
- ▶ **BIOLOGY AND CHEMISTRY OF THE CARBONIC ANHYDRASES** ————— 640pp ¥47,600
- ▶ **PRESYNAPTIC MODULATION OF POSTSYNAPTIC RECEPTORS IN MENTAL DISEASES** ————— 140pp ¥10,540

●表示「円」価格は、版元の都合で変更されることがありますので、予めご了承ください。
●JCBカードも取扱いますので、詳細は本社「代理店業務部」までお問合せ下さい。

（日本総代理店） **ユサコ株式会社**

-USACO-

本社 〒105 東京都港区新橋1丁目13番12号ビル ☎(03)502-6471(代表)
大阪営業所 〒530 大阪府北区堂島1丁目2番2号ビル ☎(06)344-6624(代表)
名古屋営業所 〒461 名古屋市中区栄4丁目3番3号 ☎(052)931-2801(代表)
横浜営業所 〒220 横浜市富士町1丁目7番21号ビル ☎(022)23-1773(代表)