

## 食パン製造プロセスにおけるエネルギーサイクリング (第2報)\*

松田 郁生\*\*・森嶋 博\*\*\*・瀬尾 康久\*\*\*・  
相良 泰行\*\*\*・芋生 憲司\*\*\*・川越 義則\*\*\*

## 要 旨

スパイラルオーブンの熱収支を計測し、トレイオーブンとの比較を行った。その結果、スパイラルオーブンの方が熱効率が高いため排熱エネルギーは少ないが、排熱回収は容易であることが分かった。エネルギーサイクリングの対象となるブレッドクーラの実態調査を行った。一部で外気を用いた通風冷却を行っているため、食パンの冷却は天候に左右されることが判明した。エネルギーサイクリングシステムをオープンおよびブレッドクーラのエネルギーフローチャートを用いて提示した。

## Energy Recycling in the Bread Baking Process (II)\*

Ikuo MATSUDA\*\*, Hiroshi MORISHIMA\*\*\*, Yasuhisa SEO\*\*\*

Yasuyuki SAGARA\*\*\*, Kenji IMOU\*\*\*\*, Yoshinori KAWAGOE\*\*\*

## Abstract

Heat balance of a spiral oven was measured and compared to that of the tray oven previously measured. Heat efficiency of the spiral oven was higher than that of the tray oven. Hence exhausted energy of the spiral oven was lower. Suppose the reuse of exhaust gas, the recovery of exhausted energy of the spiral oven is easier. The bread cooler for energy recycling was investigated. A part of the cooling room was cooled by ambient air, so cooling of bread depended on weather. Energy recycling system was proposed by using energy accounting diagram of oven and bread cooler.

[Keyword] energy, exergy, bread, baking, cooling, heat balance

## I 緒 言

前報<sup>1)</sup>ではトレイオーブンの熱および物質収支を測定し、排熱エネルギーの量および質を明らかに

\* 昭和61年4月農業機械学会年次大会(島根大学)および昭和61年8月農業機械学会関東支部年次大会(新潟県長岡市ホテル「サンルート長岡」)にて一部講演

\*\* 農林水産省食品総合研究所(〒305 つくば市観音台2-1-2 ☎0298-38-8027 National Food Research Institute, Tsukuba, 305 Japan

\*\*\* 東京大学農学部(〒113 東京都文京区弥生1-1-1 ☎03-3812-2111 5361) Faculty of Agriculture, The University of Tokyo, Tokyo, 113 Japan

した。さらに排熱エネルギーを吸収冷凍機の熱源とし、焼成工程に続く冷却工程にリサイクリングを行うことを想定した場合の冷凍能力を試算した。

本報では、近年熱効率がよいという理由で導入されているスパイラルオーブンについてトレイオーブンと同様の測定・評価を行ったので報告する。また、リサイクリングの対象となる冷却工程のブレッドクーラについても詳しい調査を行った結果を報告する。最後にリサイクリングを想定したエネルギーフローチャートに基づき考察する。

## II スパイラルオープンの熱収支

### 1. スパイラルオープンの特徴

今回計測の対象としたスパイラルオープンの概略見取り図を図1に示した。前報で計測したトレイオープンでは6000斤/hrの焼成能力であったが、このスパイラルオープンは8000斤/hrの焼成能力である。約3割焼成能力が高いにもかかわらず、設置面積はほとんど同じである。高さはスパイラルオープンの方がトレイオープンの2倍以上である。これはトレイオープンが上層および下層を水平にパン型が通るのに対し、スパイラルオープンは螺旋状に上から下へとパン型が通るからである。

スパイラルオープンとトレイオープンのパン焼成における特徴的な相違点はパン型が進む速度である。トレイオープンはパン型7個がひとつのトレイに載るため、パン型の速度がラインの速度の1/7になるのに対し、スパイラルオープンは直列に進むため、パン型の速度はラインの速度と同じになる。そのため対流によるパン型への伝熱量が多い点ではスパイラルオープンが優れている。スパイラルオープンでは螺旋の内部の空間を上昇気流が流れているため、さらに対流による伝熱量が増している。トレイオープンでは対流による伝熱量不足を補うために強制対流用噴射管(カラーエィダーチューブ)が設置されているが、焼色はスパイラルオープンのほうが優れている。

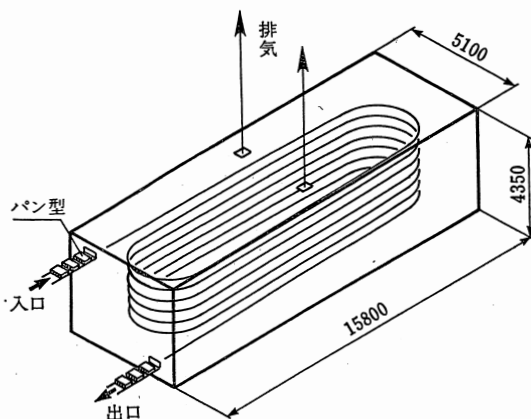


図1 スパイラルオープン見取図

Fig. 1 Schematic illustration of the spiral oven

トレイオープンには直列に流れていたパン型を7個ごとにグルーピングして、オープン内へ送るローダおよびその逆のアンローダが必要であるが、スパイラルオープンにはその必要がない。したがってオープンの開口部はスパイラルオープンがトレイオープンの1/10以下である。トレイオープンは外気と触れる面積が多いためオープンの熱容量を増やしている。

以上のようにスパイラルオープンはトレイオープンと比較して熱効率が高いことが予想されるオープンである。

### 2. 計測対象としたオープンの概略

測定は昭和61年7月24日～30日Y社Y工場において行った。オープンの長さは15.8m、幅は5.1m、および高さは4.35mである。螺旋状のコンベアはトレイオープンのトレイのように内部を循環するのではなく、オープンの外部に出てオープン入口へと向かう。この点はトレイオープンと比べて熱のロスになっている。コンベア一周の長さは255mでありそのうち37.4mは常に外部に露出している。オープン内には同時に約380個のパン型がある。パン型はトレイオープンで使われていたものと同じで、3斤分の食パン用生地が4列に並ぶタイプのものである。

パン型発酵(最終発酵)工程より自動的に送られて来たパン型は、蓋をされオープン上部入口から入る。入口から入ったパン型は、オープン内を螺旋状に降りていく。オープン内の上昇気流とは直向流方向となる。パン型は34分後に下部出口から出る。入口および出口の開口部の大きさはパン型1個がちょうど通れる大きさで、オープン内ガスの流出や外気の侵入は少ないと考えられる。コンベアの速度は10.6cm/sに設定されている。この値は前報で対象としたトレイオープンにおけるトレイの速度の約6倍である。

オープン内にはメタンガスを主成分とする都市ガス(13A)を燃焼させる32本のリボンバーナが設置されている。オープン内は、リボンバーナからの直接火炎放射によって熱せられる。オープン内雰囲気温度は、パン型が進む道程を8つのゾーンに分割しゾーン単位に燃焼用空気圧力を調整してバーナの燃焼速度を比例制御することにより各々一定値に設定される。

燃焼用空気はオープン上部の空気取込口からターボプロアにより供給される。燃焼ガスおよび生地より発生するガスの大部分はオープン上部の2本のダクトから排気され、さらに1本の排気管にまとめられて排気ファンにより屋外に排出される。トレイオープンでは排気が主排気管、副排気管および出入口フードから別々に排出されており、排熱回収が困難であったが、スパイラルオープンでは全排熱が1本の排気管から排出されているので排熱回収が容易である。排気量の調整は空気圧式ダンパーにより行われている。

3. 測定方法

スパイラルオープンの熱および物質収支の計測は前報のトレイオープンの計測に準じて行った。トレイオープンと異なる点は入熱および出熱の項目にコンベア顕熱が加わる点である。コンベア顕熱を明らかにするため、オープン入口および出口におけるコンベアの温度を熱電対を用いて測定した。

4. 測定結果および考察

計測結果から得られたデータに基づき前報と同様の計算を行い表1に熱収支の結果をまとめて示した。ここで示したものは単位時間当たりの収支であるが、58kg/minで除すれば単位生産量当たりの収支が求められる。表に示されるように入熱の86%は燃料発熱量であり、出熱のうち32%は焼

表1 熱収支の結果  
Table 1 Results of heat balance

入熱	[kJ/min]	%
燃料発熱量	41660	85.8
燃料顕熱	27	0.0
燃焼用空気顕熱	811	1.7
生地顕熱	2215	4.6
パン型・蓋顕熱	1403	2.9
コンベア顕熱	2247	5.0
計	48563	100.0
出熱	[kJ/min]	%
排ガス顕熱	9027	17.2
蒸発潜熱	17063	32.4
パン顕熱	11670	22.2
パン型・蓋顕熱	9310	17.7
熱貫流損失	1000	1.9
コンベア顕熱	3670	7.0
漏出ガス顕熱	871	1.6
計	52611	100.0

表2 スパイラルオープンとトレイオープンの熱収支の比較

Table 2 Heat balance comparison between spiral oven and tray oven

入熱	トレイオープン		スパイラルオープン	
	[kJ/kg]	%	[kJ/kg]	%
燃料発熱量	798	90.4	722	85.8
燃料顕熱	1	0.1	0	0.0
燃焼用空気顕熱	14	1.6	14	1.7
生地顕熱	39	4.4	38	4.6
パン型・蓋顕熱	22	2.4	24	2.9
コンベア顕熱			42	5.0
ブースタ顕熱	10	1.1		
計	884	100.0	840	100.0
出熱	トレイオープン		スパイラルオープン	
	[kJ/kg]	%	[kJ/kg]	%
排ガス顕熱	185	22.9	156	17.2
蒸発潜熱	305	37.7	296	32.4
パン顕熱	204	25.2	202	22.2
パン型・蓋顕熱	91	11.3	161	17.7
熱貫流損失	23	2.9	17	1.9
コンベア顕熱			64	7.0
漏出ガス顕熱			15	1.6
計	808	100.0	911	100.0

成プロセスにおけるの水の蒸発潜熱として使用されていることが明らかとなった。リサイクリング可能な排気顕熱は17%であった。表2には単位を[kJ/min]から[kJ/kg-bread]に変換してトレイオープンとスパイラルオープンの熱収支の比較を示した。単位を変換したのは両者の焼成能力が約3割異なるためである。両者の規模が異なるため厳密な比較はできないが、燃料発熱量だけに注目するとスパイラルオープンの方が約1割少ない。これはスパイラルオープンの方が熱効率が低いことを示している。熱貫流損失においてもスパイラルオープンの方が少ない。コンベア顕熱がスパイラルオープンの出熱項目中で7%を占めているが入熱中で5%を占めているので実質は2%のロスである。出熱項目中、パン型・蓋顕熱の値がトレイオープンとスパイラルオープンとで異なるのはトレイオープンでは出入口部でパン型が冷えるためである。なお、表2におけるトレイオープンの結果は前報と同じオープンを対象にして、新たに昭和61年5月25日～31日にかけて測定を行ったものである。これはオープンに次の2点の改良が施されたためである。

- (1) オープンブースタが設備された。
- (2) 燃料がブタンガスから都市ガス(13A)に変わった。

オープンブースタとはボイラより送られてきた飽和蒸気をガスバーナの燃焼炎中で400°Cに加熱し、その加熱蒸気をオープン内に吹き込むことにより、オープンのパンに対する焼成性能改善を図る装置で、主に焼色がよくなるといわれている。

### III ブレッドクーラの測定

#### 1. ブレッドクーラの必要性和その現状

230°C、34分の焼成工程の後、オープンを出たパン型はデリッダで蓋をとられる。さらにデパンナにより食パンはパン型からだされ、冷却工程へ進む。一般に冷却工程は次の2点により必要とされる。第一には、オープンを出た食パンの内部温度は96°Cであり、それを32°Cまで冷やさなければスライスが不可能な点であり、第二には、温度が高いまま包装すると袋の内部に結露を生じて流通に支障をきたす点である。食パンの品質のためには食パンを木箱に置いて放置して冷却するのが最もよいといわれているが、大規模製造工程では効率向上のため、品質を損なわない範囲で強制冷却を行うのが通常である。

クーラにはコンベアタイプのブレッドクーラとラックタイプのブレッドクーラがある<sup>2)</sup>。前者はコンベア上を移動することによりパンは冷却され、後者はラック上にのせられてパンは冷却される。現在ではラインの流れと連動できるコンベアタイプのブレッドクーラが主流である。コンベアタイプのブレッドクーラのコンベアはまず自然冷却室を通過したのち、強制冷却室に入る。冷却時間は90分程度であるが焼成時間ほど厳密ではない。

冷却工程は単に冷却するだけの消極的な工程のため経験によるところが多く、その実態および問題点はほとんど明らかにされていない。ケイブイン(cave in; 食パンの平らな面がへこむ現象、サンドイッチ等でパンの耳を取る際には重大な問題になる。)や重量減少を防ぐために、一方で冷凍機で冷却し、他方で生蒸気を吹き込み加湿するという熱経済的に矛盾した対処療法的操作が行われ、クーリングシステムのあり方については基本

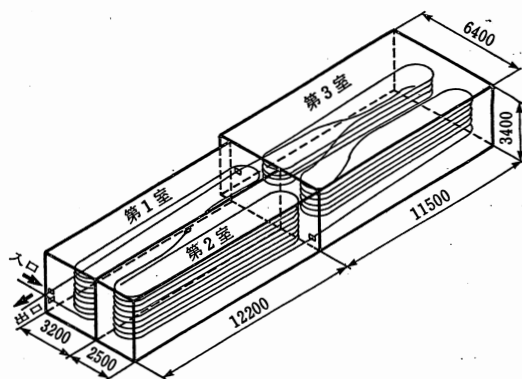


図2 ブレッドクーラ見取図  
Fig. 2 Schematic illustration of the bread cooler

的な解明を必要としている。

#### 2. 計測対象としたブレッドクーラの概略

図2に計測対象としたブレッドクーラの概略見取り図を示した。このクーラは前報で調査したトレイオープンと同じ食パンラインに用いられているものである。幅6.4m、奥行23.7m、高さ3.4mで、その内部は3部屋に仕切られており、全長650mのコンベアが各部屋を螺旋上に循環している。コンベアの色度は12.5cmで、食パンは8cm間隔に並べられ、第1室～第3室を移動することによって冷却される。図に示されるように食パンは第1室の下部入口より入り、コンベア上を螺旋状に第1室の上部に上がっていき、第2室に入る。第2室に入ったパンは上部から下部へと螺旋状に下がっていき、第3室へ入る。第3室ではコンベアを上り下りし、最後に第1室を横切って入口の横から出る。各室におけるパンの滞在時間は第1室が25分間、第2室が28分間および第3室が38分間である。

第1室および第2室は、外気を取り入れることによる自然冷却を行なっている。自然冷却用給気ファン(540m<sup>3</sup>/min)から両室に送られた外気は、第2室上部の排気用換気扇(110m<sup>3</sup>/min×3)および排気ファン(283m<sup>3</sup>/min)より排出される。

第3室は蒸気圧縮式冷凍機(三菱電気SSR-220F; 公称能力60000kcal/hr)2台を用いて強制冷却を行っている。第3室内空気を天井部の取り込み口から取り込み、冷凍機の蒸発器において

冷却し、室内中部および下部のダクトから吹き出す方式をとっており、天井部の取り込み口から取り込んだ室内空気の温度と設定温度を比較することによる ON-OFF 制御の温度コントロールがなされる。冬期には1台の冷凍機しか作動させなくても十分であるが、夏期には2台が100%稼働する。第3室の食パンの滞在時間は38分である。第3室では生蒸気を用いた加湿が行われることがある。これは第1室および第2室が外気を取り入れて冷却するため、気象条件によって第3室に入るパンの状態が異なり、その状態を人間が見て加湿を行うものである。この加湿は主に冬場に行われているが、熱的にはロスになっている。加湿の際の蒸気吹き出し量は75kg/hrである。

### 3. ブレッドクーラの測定内容

食パンの冷却には、水分の蒸発が伴っている。オープンを出た直後の食パンの水分は42% d. b. であるが、冷却工程において2%減少する。この水分減少を含めて考察すると自然冷却室および強制冷却室において、それぞれ以下に述べる熱および物質の収支が考えられる。

自然冷却室においては、外気が自然冷却室を通過することによってエンタルピーおよび絶対湿度が上昇する。エンタルピー上昇分はパンから放出された熱量に等しく、絶対湿度上昇分はパンからの水分蒸発量に等しい。

強制冷却室においては、蒸気圧縮式冷凍機の実効冷凍能力がパンから放出された熱量に等しく、蒸発器で結露する水分がパンからの蒸発水分量に等しい。

この収支を調べるために食パンの重量および温度の変化、外気取り込み口および排気の温湿度、冷凍機の実効能力および稼働状況を調査した。蒸発器で結露する水分は測定不能であった。特に食パンの重量および温度の変化の測定は今後ブレットクーラを見直す資料として重要であると考えられるのでその方法を以下に説明する。

(1) 重量変化 同一のパンを追跡測定した。試料の前後に目印をつけたパンを置き、コンベアから試料を持ち上げて秤量した後、もとの位置に戻した。測定箇所は自然冷却室入口、自然冷却室出口（＝強制冷却室入口）および強制冷却室出口の3箇所である。

(2) 温度変化 安立計器製データコレクタ (AM-7001) を用いて、食パン内部温度および食パン間雰囲気温度の経時変化を測定した。この装置は、温度センサとして用いるK型熱伝対 (CA熱伝対) の出力を最大6チャンネル一定時間ごとに測定し、メモリに蓄える機能を有している。メモリの内容を測定後、RS-232C を経てパーソナルコンピュータ (NEC 製 PC-9801) に入力しデータ処理を行った。この装置を試料と共に移動させ、20秒間隔で92分間、計276回の測定を6チャンネルについて行った。6チャンネルのうち5チャンネルを食パン内部温度の測定に用いたが、そ

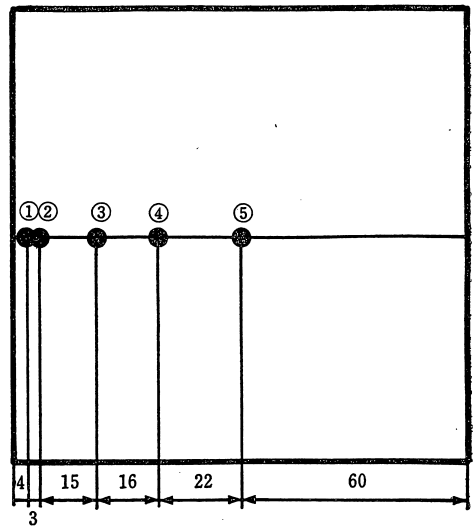


図3 パン垂直断面上の温度測定位置  
Fig. 3 Temperature detecting points arranged on a vertical section

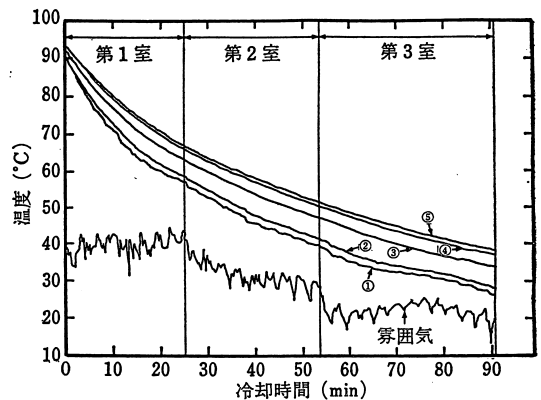


図4 食パン内部および雰囲気温度の経時変化  
Fig. 4 Temperature profiles of bread and atmosphere

表3 測定結果  
Table 3 Results of measurements

	食パン		外気取入口		排出口		冷凍機	
	温度減 [°C]	重量減 [g]	温度 [°C]	湿度 [%RH]	温度 [°C]	湿度 [%RH]	能力 [MJ/min]	稼働率 [%]
自然冷却室	43.8	23.9	33.2	56	41.9	38		
	52.3	18.1	6.3	55	21.3	33		
強制冷却室	13.5	4.7					5.9	100
	10.0	2.9					5.4	50

上段 1986.8.22 14p.m. 下段 1986.2.21 9a.m.

の測定点を図3に示した。1チャンネルはパンがさらされる雰囲気温度の測定に用いた。

4. 測定結果および考察

自然冷却室は外気を導入しているため、室温の季節変動が予想された。したがって、測定は夏期調査(昭和61年8月20日~23日)および冬期調査(昭和61年2月10日~23日)の2回行った。図4にブレードクーラにおける食パン内部および食パン間雰囲気温度の経時変化の一例を示した。また収支計算に必要なデータをまとめて表3に示した。この表は夏期冬期それぞれの典型的なデータに基きまとめたものである。

このうち各室におけるパンの温度減少の計算のためにはパンの平均温度を定める必要があるが、本研究においては以下の手順により、近似的な質量平均温度(mass average temperature)を求めて計算した。

- (1) 各時刻毎に各部位における温度をプロットする。
- (2) 最小二乗法により温度分布関数 $T(x)$ をあてはめる。ここでは温度分布関数として、パンの中心を頂点とする放物線を用いた。
- (3) 各時刻毎に求めた $T(x)$ を用いて、積分計算により質量平均温度を求める。

図5にブレードクーラにおける食パンの質量平均が減ることにより値が小さくなるが、2.6kJ/kg均温度の経時変化を夏期冬期それぞれ3例ずつ示した。図に示されるように夏期と冬期では冷却速度がかなり異なることが判明した。これは焼成前の各工程で綿密な温湿度管理がなされているのに比べると対照的である。このことは冷却工程の品質に及ぼす影響

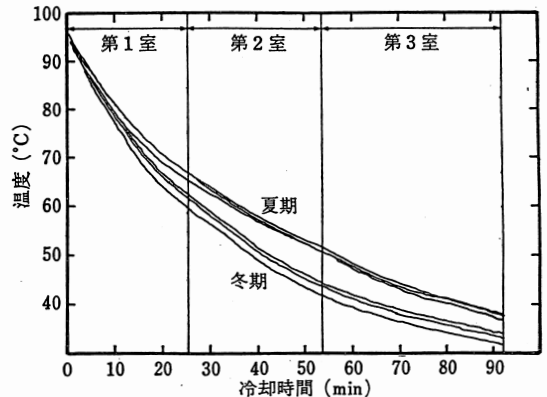


図5 質量平均温度経時変化  
Fig. 5 Mass average temperature profiles

が明らかにされていないことを意味している。

通風空気のエンタルピー増加  $\Delta i$  および水分増加  $\Delta x$  を湿り空気線図を用いて計算し、食パンの温度減少および重量減少と比較して表4に示した。計算に用いた諸値は以下の通りである。

- (1) 通風量 540m<sup>3</sup>/min (自然冷却用給気ファンの流量)
  - (2) 食パン重量1300g/本
  - (3) 食パン比熱2.6kJ/kg·deg
  - (4) 食パン流量33本/min
- (3)の食パン比熱は冷却前と冷却後において水分

表4 エンタルピーおよび水分の収支  
Table 4 Enthalpy balance and water balance

	食パン		通風空気		冷凍機 冷凍能力 [MJ/min]
	放出熱量 [MJ/min]	水分蒸発 [kg/min]	$\Delta i$ [MJ/min]	$\Delta x$ [kg/min]	
自然冷却室	5.0	0.79	8.6	1.2	
	5.9	0.60	9.4	1.3	
強制冷却室	1.5	0.16			5.9
	1.1	0.10			2.7

上段 1986.8.22 14p.m. 下段 1986.2.21 9a.m.

・deg のオーダーでは無視できる。

表に示されるように、熱および物質の収支が一致していない。この原因は自然冷却室と強制冷却室とで異なる。自然冷却室では通風量を自然冷却用給気ファンの流量と等しいとしてダクトその他における圧力損失を無視していることが原因である。現場測定においては真の通風量を求める手段が無かった。強制冷却室ではコンベア駆動モータ等の冷凍負荷および冷凍機の蒸発器における熱交換効率を考慮していないことが原因である。

#### IV エネルギーサイクリングシステム

以上のようにブレッドクーラでパンから放出している熱量は夏期で1.5MJ/min、冬期で1.1MJ/minであることが明らかとなった。前報で述べたとおり、オープンからの排熱エネルギーを吸収冷凍機の熱源とすることによりこの冷熱量を賄うことが可能である。

前報および本報の結果に基づき、食パン焼成工程におけるリサイクリングによる省エネルギーシステムを R. P. Singh<sup>3)</sup> が提唱したエネルギーフローチャート法により整理した。この図により（トレイオープン+ブレッドクーラ）の熱および物質収支の全容の把握が可能となる。図6に現在のエネ

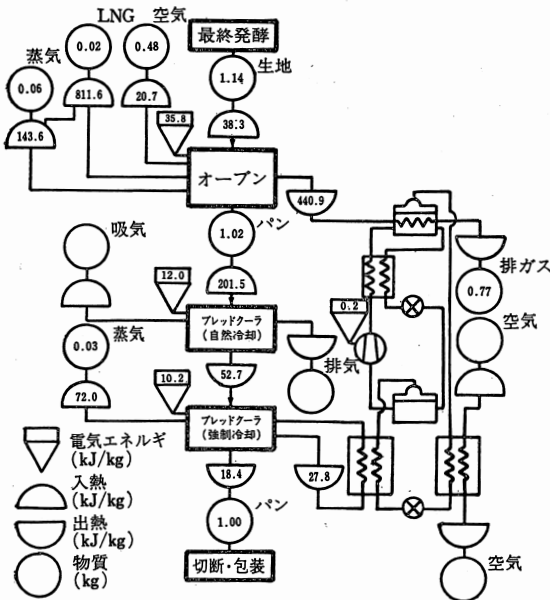


図6 現在のエネルギーフローチャート  
Fig. 6 Energy accounting diagram at present

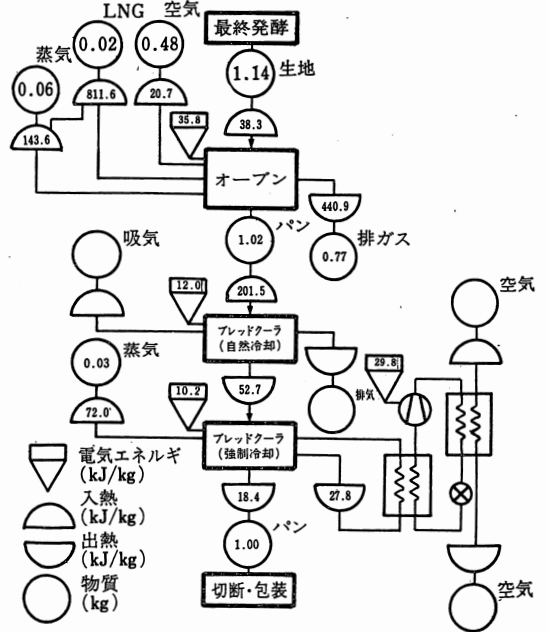


図7 エネルギーサイクリングシステムのエネルギーフローチャート  
Fig. 7 Energy accounting diagram of energy recycling system

ルギ使用状況を図7に本研究で提唱するエネルギーサイクリングシステムが採用された場合のエネルギー使用状況を予想して示した。図中の空欄は気象条件に依存する部分である。図に示されるようにエネルギーサイクリングシステムにより蒸気圧縮式冷凍機の電力（最大30kW×2）を節減することが可能である。このシステムその他、排熱を利用する方法としてお湯を沸かししたり空調用熱源としたりする方法があるが<sup>4)5)</sup>、これは一般的なものなのでここではとりあげなかった。いずれにせよ本研究のデータが排熱を利用する際の基礎資料となる。

食パン焼成工程は経験的な工程であり、食パンの焼成現象は十分に解明されていない。したがって焼成に必要なエネルギーの値が不明なため、現在要しているエネルギーを評価することが不可能である。また冷却工程は焼成工程以上に未知の問題が多く、品質向上のために従来以上にエネルギーを投入すべき工程である可能性が高い。食品製造においては製品品質が最も重要とされ、品質がよくなれば投入エネルギーには重きをおかないという傾向がある。これは省エネルギーとは相反するものであるが、本報で提唱したエネルギーサイクリングシ

システムを採用する以前の問題として、焼成工程および冷却工程が品質に及ぼす影響を解明し、品質と省エネルギーを両立させていく必要があると思われる。

#### 参考文献

- 1) 松田郁生, 森嶋 博, 瀬尾康久, 相良泰行: 食パン焼成プロセスにおけるエネルギーサイクリング(第1報), 農業機械学会誌, 52(3), 75-82, 1990

- 2) Matz: Bakery technology and engineering, AVI, 433-435, 1972  
 3) Singh R.P.: Energy accounting in food process operations, Food Technology, 32(4), 40-46, 1978  
 4) ベーキングオープンからの排熱利用, 省エネルギー, 32(4), 37-42, 1980  
 5) 排ガスの熱を利用した工場空調システム, 省エネルギー, 32(4), 11-14, 1980  
 (原稿受理平成2年8月1日・質問期限平成4年1月31日)

### 〈新しい出版物〉

#### シンポジウム 21世紀に向けて

### “生物生産におけるニューテクノロジー”

編集・発行 農業機械学会・平成3年9月25日

造 本 B5版 61頁

定 価 2,000円(送料込)

21世紀を目前にして、今や農業は新たな改変と発展を迫られている。増大する世界人口と食生活の向上にともなう食料需要の急増に対して、森林破壊や砂漠化による地球環境の劣化を避けながら食料生産を急速に高めていくことが求められている。そのためには、現在よりも遙かに多面的で、環境にやさしい、生物生産技術が開発されなければならない。すなわち、種苗生産、多種多様の食料飼料生産、家畜生産、アクアカルチャ、さらにバイオリアクタによる菌体生産なども一層高度化、高能率化され、新しい生物生産の技術体系が組み込まなければならないだろう。

また、現在化石資源によりかかっているエネルギー、多くの工業原料、繊維、肥料、薬品類なども、化石資源の減少、枯渇とともに、いずれは新しい生物生産に依存することになるだろう。これもまた将来の生物生産の役割である。このためには飛躍的な生産量の増大と生産の多様化が必要で、機械・装置関連のニューテクノロジーを投入してこれを達成しなければならない。

このシンポジウムでは21世紀初頭の生物生産を予測し、そのために必要な新しい主要技術を取り上げた。

#### 内 容

##### 基調報告

21世紀へのブレイクスルー.....	京都大学農学部	山崎 稔.....	1
21世紀を予測する			
21世紀における生物生産と機械化.....	生研機構	三浦恭志郎.....	10
農業機械研究・開発のターゲット			
知能化と情報.....	農業研究センター	江 毅.....	22
低コスト化のために.....	㈱クボタ	船曳 文陽.....	32
農産物の品質向上をめざして.....	農業研究センター	下名迫 寛.....	43
環境・資源にやさしく			
環境・資源にやさしい農業技術.....	生研機構	道宗 直昭.....	52