

炊飯を起源としパン粉製造に続く電気パンの歴史（2） －終戦直後の電気パンの普及から現代のパン粉製造まで－

内田 隆¹

1. はじめに

終戦後の一般家庭に広く普及し、現在は理科実験等で行われる電気パンについて、その起源である戦時中の陸軍炊事自動車や終戦直後の電極式炊飯器を取り上げ「炊飯を起源としパン粉製造に続く電気パンの歴史（1）」にまとめ報告した。本稿では、電極式パン焼き器による電気パンが、終戦直後にどの程度普及していたのか、その実状を電極式炊飯器と比較しながら検討をすすめる。さらに、電極式パン焼き器の技術が、現在はコロッケやフライ等で使用されるパン粉の製造で活用されていることについて、電極板の改良の歴史と合わせて報告する。

2. 終戦後の電極式パン焼き器による電気パン

（1）製品化された電極式パン焼き器

電極式パン焼き器は、終戦直後の食糧不足のときに、アメリカ軍が備蓄していた食糧から放出された小麦粉や、GHQ やララ物資（LARA : Licensed Agencies for Relief in Asia）などから援助されて配給された小麦粉の調理用の器具として普及した。小麦粉の調理方法として、鍋でゆでうどんやすいとん、フライパンなどで焼くホットケーキが一般的であるが、鉄製の鍋やフライパンを戦時中に供出していた家庭も多く、電極式パン焼き器を廃材で自作できたことも、普及した要因の一つとして挙げられる¹⁾。また、終戦直後は薪炭が不足し、ガスの復旧も遅れていたが、軍需工場の閉鎖によって電力が一時的に余っていたことも、電極式パン焼き器の普及に影響している。

家庭用の電極式炊飯器を開発した国民栄養協会は、1946（昭和21）年5月頃に厚生式電気炊飯器の販売をはじめている。その3ヶ月後に発行された国民栄養協会の雑誌『食生活』8月号には「パンの焼き方・蒸し方」が2頁にわたって解説され、その中には電極式パン焼き器について「市販品の中には極めて粗悪品もあるので本協会に於いては一つ標準型を出そうというのでメーカーとの協力研究中ですから本号が読者の手に渡るころには廉価でしかも安全で電力消費量の少ない良品が世の中に出ていると思います」²⁾と書かれ、「電極式製パン器（新発売）」の広告も掲載されている。つまり、終戦から約1年後の1946（昭和21）年夏には、国民栄養協会から厚生型電極式製パン器が販売されていたこと、そして、それ以前から粗悪品も含まれるが市販の電極式パン焼き器が一般家庭に普及していたことがわかる。

『食生活』9月号の本部だよりには「待望の「電極式製パン器」がようやくできました」³⁾とあり、電極式調理の開発者でパンの専門家である阿久津正蔵（国民栄養協会嘱託）による「パンの科学」が4頁にわたって掲載され「電流製パン」についても触れられている⁴⁾。この9月号から11・12月合併号にわたって厚生型電極式製パン器の広告が一面に大きく掲載され粗悪品に対する標準型としての斡旋販売が展開されている（図1）。しかし、発売開始から約半年後の『食生活』1947

¹生命科学部教職課程研究室

5月には『主婦の友』に「電極式パン焼き器の作り方」⁹⁾、7月には『主婦と生活』に「標準型電極式パン焼き器の作り方」¹⁰⁾、10月には『働く婦人』に「電気パン焼き器 研究と作り方」¹¹⁾が、いずれも女性誌に掲載されている。

木製の箱と金属板2枚と電線があれば比較的簡単につくられたため、各家庭で電極式パン焼き器が自作されて広く普及した。終戦直後の回顧録の中には以下のように電極式パン焼き器の自作について述懐されているものも見られる。

電気パンも、ずい分と食べたっけ。木箱の端の一方にプラス、もう一方にマイナスの電極をつけるとパン焼き器になると、ロコミで伝えられ早速作った¹²⁾。

生活の工夫の一つが、手作りのパン焼き箱であった。空き缶を広げた極板を2枚作り、木箱に入れる。その中に小麦粉を練ったパン生地を入れ、コンセントにつなぐと、電気による熱でふっくらとしたパンが焼き上がった¹³⁾。

国民栄養協会は、このように電気パンが一般に広く普及していた状況下で、標準型として厚生型電極式製パン器を製造し販売していたが、器具の開発の他にも、多くの家庭が安価で電気パンをつくれるように、高値の重曹やふくらし粉を購入しなくても済むための工夫も行っていた。『食生活』9月号の本部だよりには「高い閾値で重曹やふくらし粉を求め、財布の底をたたいているところを見ると、一日も早く秀れたイーストを広く提供したい」ので「目下新イースト研究に苦心中」³⁾と、発酵効率のよいイーストの研究をすすめていたことが書かれている。しかし、以降の『食生活』にはイースト提供に関する記録が掲載されていないことから実現はしなかったと考えられる。

電極式パン焼き器が戦後の早い時期に広く一般家庭に普及していたことは、教育関連図書の記載からもわかる。1946（昭和21）年10月発行の『少年工作』創刊号には「家庭用電気パン焼き器の設計」¹⁴⁾が掲載され、ヒューズの飛ぶ理由と、ヒューズの飛ばない電気パン焼き器の設計方法が3頁にわたって解説されている。1947（昭和22）年9月発行の「科学自由研究文庫 理化」では、電極式パン焼き器を製作して性能等の比較検討を行うだけでなく、食塩水の電気伝導性や電解質の学習がすすめられている¹⁵⁾。実際に研究した中学生の研究成果も「科学と教育」で発表されている¹⁶⁾。また、実際に小学校の授業で製作した記録も残って



図2 電気パン焼き器でパンをつくる子供（1946年 毎日新聞社）



図3 小学5年生が学校での電気パン焼き器製作を書いた昭和21年8月2日の絵日記¹⁷⁾

おり、小学校5年生の夏休みの宿題の絵日記をまとめた書籍『昭和二十一年八月の絵日記』¹⁷⁾の1946(昭和21)年8月2日の日記に小学校で電気パン焼き器をつくり家でパンを作って食べたことが記録されている(図3)。つまり、終戦から1年後の1946(昭和21)年8月には電極式パン焼き器が食糧不足時の調理器具としてだけではなく、理科の教材として活用されているのである。

一般家庭に広く普及した電気パンであるが、終戦から2年後の1947(昭和22)年9月発行の「科学自由研究文庫 理化」には、以下の通り電気パンの普及が過去のことで、すでにブームが去ったように書かれていることから、電極式パン焼き器が普及していたのは、終戦後のごく短期間であったことがうかがえる。

たべものが不足して、お米にばかりたよっていられなくなった私達の家では、アメリカ合衆国の好意によって小麦や小麦粉(メリケン粉)がたくさんゆにゅうされて、一時はすっかりパン食になりましたね。そして、パンを作るいろいろなどうぐが工夫されて使われだしたのは、皆さんもよく知っていることと思います¹⁵⁾

1997年のラジオ放送で電極式パン焼き器について触れた永六輔が、放送終了後の反響が大きく多くの問い合わせ等があったことを報告した毎日新聞の記事の中で「昭和も二十五年、つまり朝鮮戦争の頃には姿を消す」¹⁸⁾と書いていることや、和光大学名誉教授の岩城正夫が終戦直後に活躍した自作の生活道具について語る中で、1948(昭和23)年頃には「私の身边では電気パン焼き器のことは話題にもならなくなっていました」¹⁹⁾と語っていることから、一般家庭への普及は早かったが使用されていたのは終戦直後の短期間だけであったことがわかる。

3. 電極式の炊飯器とパン焼き器の普及度

(1) 電極式の炊飯器とパン焼き器の一般家庭への普及度の比較

前節では、電極式パン焼き器が終戦直後には製造・販売され、さらに自作もされていたこと、電極式パン焼き器が一般家庭に広く普及していたが、使用されていたのは終戦直後からの短期間であったことがあきらかになった。本章では、電極式の炊飯器とパン焼き器がそれぞれどの程度普及していたのかについて、現存する器具や文献等の調査からあきらかになった結果をまとめる。

1) 現存する電極式の炊飯器とパン焼き器

現存する電極式の炊飯器・パン焼き器について調査を行った結果は以下のとおりである。終戦後に使用されていた電極式炊飯器の中で現在残っているものは、厚生式電気炊飯器2個、タカラオハチ4個(大阪、埼玉、愛媛、東京)、タカラオハチと類似の電極式炊飯器1個の計7個で、販売されていないがソニー株式会社の試作品も残っている²⁰⁾。一方、電極式パン焼き器は、東京都千代田区九段の昭和館、東京電力電気の史料館(2011年3月以降閉鎖)、岐阜県明宝歴史民俗資料館、北海道博物館、埼玉県飯能市立博物館、神奈川県平塚市博物館などに当時使用されていたものが残っている。それぞれ現存する物が少ないのは、その後流用できるような使い道がなかったこと、木製容器に金属板と電気コードが付属しているだけの簡単な構造で保存価値が低いと判断されたこと、腐食しやすいことなどの理由から、その多くが廃棄されてしまったと考えられる。

2) 電極式の炊飯器とパン焼き器に関連する博物館等の企画・催し物

博物館や郷土資料館等では、所蔵物の保管だけでなく、地域で使用されていた民具や道具を展示したり、当時の暮らしを再現したりする企画や催し物を行うことがある。そこで、博物館や郷土資料館等で電極式の炊飯器とパン焼き器に関連する企画や催し物について調査を行った。すべての博物館等に個別に調査するのは困難であるため、インターネット上に掲載されている企画・催し物についての調査で傾向をつかむことができると判断し分析を行った。以下の表1に、電極式の炊飯器とパン焼き器に関連する博物館等での企画・展示をまとめたものを示す。

表1 電極式の炊飯器とパン焼き器に関連する博物館等の企画・催し物

電極式炊飯器	<ul style="list-style-type: none"> ・「日本人とすまい／第7回企画展『家事展／KAJI』家事って、なんだろう？」(2002)リビングデザインセンターOZONEでタカラオハチが展示された²¹⁾。 ・昭和の炊飯体験「ごはんのたき方の歴史としくみを知ろう」(2019)調布市郷土博物館 ※ 内田隆と神奈川大学青木孝が本研究と関連して運営・企画に携わっている。
電極式パン焼き器	<ul style="list-style-type: none"> ・「戦後の蒸しパン再現」(1991)品川歴史館 ・「昔の生活の体験学習」(2001)北海道開拓記念館(現在北海道博物館) ・「科学実験！電極式パン焼き器で戦時中のパンを焼いてみよう」(2017～現在)昭和くらしの博物館 ・「科学の目で解き明かす！戦後の自家製パン 電極式パン実験」(2018)国指定重要文化財熊谷家住宅 ・「パンと昭和」(2019)宇和民具館 ・「作ってみよう調べてみよう 戦時中のたべものと道具」(2019)奈良県立民俗博物館 ※「東京理科大学川村研究室 電気パンを作ろう」(2017)東芝未来科学館のように、科学教室としての電気パン実験は多数ある。

博物館や郷土資料館等での電極式炊飯器に関する企画・催し物は、リビングデザインセンターOZONEで行われた昔と現在の住まいを比較する「家事展」で、終戦直後の家電製品として電極式炊飯器タカラオハチが展示されているものと、調布市立郷土博物館企画「お米にまつわる調布ものがたり」でタカラオハチの紹介と電極式炊飯器を使用した炊飯体験が行われたものの2件であった。ただし、調布の企画は筆者が関わっており、筆者が本研究で関わらなければ、電極式炊飯器に関連する企画・催し物は1件だけであった。

一方、電極式パン焼き器に関連する企画・催し物は6件あった。うち、昭和くらしの博物館、国指定重要文化財熊谷家住宅、宇和民具館の3件の企画は共同研究者の神奈川大学青木氏が関わっているものであるため、こちらも実質の件数は少ないが、炊飯器に比べ、パン焼き器に関連する企画・催し物の方が多いいえよう。なお、表1で取り上げた電極式パン焼き器は、戦後のくらしと電気パンに関連する企画・催し物であり、科学館や公民館等で多く実施されている、科学・工作教室における電気パン実験は含まれていない。

3) 現在語られている電極式炊飯器とパン焼き器に関する記録

終戦当時に、電極式の炊飯器とパン焼き器がどの程度普及し使用されていたのか、その実状を知る手掛かりを得るために、実際に使用した人が当時の体験を現代になって語っている経験談等の記

録について一般書籍や新聞等の調査を行った。一般書籍は、国立国会図書館、昭和館図書室、防衛省防衛研究所資料室、国立公文書館アジア歴史資料センターの検索システムを、新聞は、朝日新聞、毎日新聞、読売新聞の全国紙3社の記事の索引・検索システムを利用して、電極式炊飯器および電極式パン焼き器に関連する記載について網羅的に調査を行った。電極式炊飯器および電極式パン焼き器に関する記録のすべてを抽出することは困難であるが、使用状況や普及度等についての傾向等は推察できると判断した。一般書籍および新聞等を調査した結果、電極式パン焼き器に関する記録や体験談は多く見られたものの、電極式炊飯器に関するものは管見の限り見られなかった。以下の表2に、電極式パン焼き器に関して触れられている近年の書籍や新聞への投書等をまとめたものを示す。

表2 電気パンに関する記述がある書籍・新聞投書・新聞記事等

書籍	『どくとるマンボウ小辞典』中央公論社、北杜夫（1963） 『たえがたき・を・たえ 母娘の戦争生活記録』PMC出版、Iの会編（1982） 『パンと麺と日本人』集英社、大塚茂（1997） 『昭和二十一年八月の絵日記』トランスビュー、山中和子（2001） 『続路地裏』麦同人社、細山番司（2005） 『誰も「戦後」を覚えていない』文藝春秋、鴨下信一（2005） 『終わりから二番目の旅』ウェルテ、山田雅子（2007） 『戦中戦後 少女の日記 家庭や学校に昭和のよさがあった頃』中央公論事業出版、品川洋子（2008） 『私の昭和史 平和から戦争へ・そして敗戦』昭和館保管自筆資料、横山穰二（2016） 『パンと昭和』河出書房新社、小泉和子編（2017） 『北区における戦中・戦後の暮らしの変遷』東京都北区教育委員会編（2017）
新聞への投書	『『代用』でないパンに幸せ（ひととき）』1989年8月30日朝日新聞 「パン焼き箱を工夫し作った」2005年10月5日朝日新聞 「パン焼き器に飽食の今懸念」2006年5月11日朝日新聞 「女の気持ち：電気パンとコーリヤン」2014年7月26日毎日新聞
新聞記事	「戦後60年正しい戦争ってないだよ、祖父母らが重い口開いた」2005年8月13日毎日新聞

新聞の投書には、第2章で触れた電極式パン焼き器を自作した思い出以外にも「そこに角切りのサツマイモと水に溶いた小麦粉を流し込んだ」²²⁾といったパン増量のための工夫や、「あのころはこの家庭にも電気パン焼き器があって食べました。なつかしい味ですけど、戦後の苦しかった生活は二度としたくない」²³⁾といった体験談があった。使用されていたのは戦後の短期間であったが、食糧不足の中で食べたことで強く印象に残っているためか、また、広く使用されていたので経験した人の数が多いためか、書籍や新聞等に電極式のパン焼き器や電気パンについての記録が多く残っていた。

終戦直後の食事情を振り返って書かれた一般書籍や新聞投書、また、博物館等での企画・催し物は、電極式パン焼き器の方が炊飯器に関するものよりも圧倒的に多く、炊飯はほとんどないといってよい状況であった。

4) 終戦直後の書籍に記載されている電極式の炊飯器とパン焼き器

1) 2) 3) では、電極式の炊飯器とパン焼き器が、現代にどれだけ残っていて記憶・記録されて

いるのか調査を行った。本項では、実際に使用されていた昭和 20 年代には、電極式の炊飯器とパン焼き器が書籍等にどのように記載されていたのか、国立国会図書館の検索システムを利用して調査を行った。以下の表 3 に昭和 20 年代に刊行された書籍の記事をまとめたものを示す。

表 3 昭和 20 年代に刊行された雑誌・書籍中の電極式調理に関する記述

雑誌、書籍名	炊飯の記事	パンの記事
『栄養と料理』2(3)、女子栄養大学出版部、河口武豊 (1946)		電極式製パン器
『主婦の友』5月号、主婦の友社、河口武豊 (1946)		手軽にできる電極式パン焼き器の作り方
『主婦と生活』1(3)、主婦と生活社、関口守次 (1946)		標準型電気パン焼き器の作り方
『働く婦人』4、日本民主主義文化連盟、長安保 (1946)		わが家の技師 電気パン焼き器研究と作り方
『少年工作』創刊号、科学教材社、小林喜通 (1946)		家庭用電気パン焼き器の設計
『燃料と電気と台所用品 工夫と使い方』、主婦の友社、守屋磐村編 (1947)	電極式炊飯器の作り方と使い方	電極式パン焼き器の作り方と使い方
『電熱器の設計及製作法』電気日本、赤見昌一 (1947)	電極式炊飯器	電極式蒸しパン器
『家庭の電化』彰考書院、関重弘 (1947)	飯炊き	パン焼き
『家庭文化食料の化学』愛育社、石川清一 (1947)		電気パン焼き
『家庭科学』家庭科学研究所、沼畑金四郎 (1947)		電極式製パンに就いて
『家庭用電気器具』資料社、眞野國夫 (1947)	電極式電気炊飯器	
『科学自由研究文庫 理化』高桐書院、京都師範学校男子部附属小学校科学教育研究部 (1947)	ごはんたき	電気パン焼き器
『家庭で学ぶ電気学』長谷川書店、中村幸雄 (1947) ²⁴⁾		電気パン蒸し器はどう働くか 電気パン蒸し器の作り方使い方
『初等電気学』府中書院、早尾卓・田中正士 (1948)		電流の熱作用－電気パン焼き器
『科学と教育』3、科学と教育刊行会、小林秀年 (1948)		電気パン焼き器についての実験
『小学家庭科の学習指導』明治図書出版社、東京女子高等師範学校教諭二見美喜・阿部廣司 (1949)		電気パンやき器
『発明工夫の教室』長谷川書店、三石巖・下西正博 (1952)		自動式電気パン焼き器

表 3 で挙げた、昭和 20 年代に発行された雑誌・書籍の中で、炊飯のみ記述があるものが 1 件、電気パンのみ記述があるものが 12 件、炊飯と電気パンの両方の記述があるものが 4 件で、こちらも、電気パンに関する記述の方が多かった。

本節における、現代の新聞や書籍中の戦時中の体験談、博物館等における企画・催し物、また、昭和 20 年代の書籍・雑誌の記事における電極式炊飯器およびパン焼き器の出現頻度の調査結果をそのまま普及度の指標とするのは難しい。しかし、いずれにおいても、パン焼き器の方が炊飯器よりも多く出現していることから、電極式パン焼き器の方が普及度が高く、また印象に残っていると行ってよいだろう。

(2) 電極式のパン焼き器が炊飯器よりも一般家庭に普及した理由

1) 電極式炊飯器はパン焼き器に比べて自作が難しいため

表3で示した書籍の多くは、家庭用調理器具の工夫や製作について、すぐに役立つように書かれた実用書であり、子どもや主婦向けの書籍もある。各書籍では電極式パン焼き器について、一般家庭でも入手しやすい廃材などを利用して木製の箱をつくり、木箱の内側両脇にブリキや鉄板等の金属極板を2枚取り付けて電線をつなぐだけで、比較的簡単に製作できることが、実例を挙げて解説されている。一方、炊飯器は、実際に自作するのは難しいと思われるガラス製の容器の底に電極を設置する製作方法が示されているものもあり²⁵⁾、炊飯器とパン焼き器では自作の容易さの面で差があった。

また、自作にあたって参考になる市販の電極式炊飯器である厚生式電気炊飯器やタカラオハチは形状が円柱状のおひつ型で、箱型のパン焼き器に比べると木材の加工が難しい。また、極板の形状が厚生式電気炊飯器は同心円状、タカラオハチは楕形でもともに複雑であり、板状のパン焼き器に比べて金属加工が難しい。したがって、電極式炊飯器を自作するのが困難であるため、各家庭ではほとんど自作されなかったと考えられる。

陸軍炊事自動車搭載の電極式炊飯器は、パン焼き器と同じで箱型容器に板状の電極を向かい合わせに立て置きに設置した構造なので、実際には電極式炊飯器もパン焼き器と同様の容器・形状の簡単な構造で製作することができる。しかし、いずれにしても極板間の距離、極板の枚数、添加する塩分の量など、炊飯は電気パンに比べて調整が難しいため、ソニー株式会社の前身の東京通信工業が試作に失敗したように、一般家庭で自作するのは困難だったのであろう。

2) 電極式炊飯器はパン焼き器に比べ耐久性が低い

電極式炊飯器の電極は、炊飯時には長時間電気が流れ（厚生式電気炊飯器では45分）酸化や溶出等による腐食が進みやすい。また、おひつの中にご飯が残っている間、長く水分にさらされるため、鉄製の極板はさびやすく腐食が早かったと考えられる。さらに、木製のおひつの底に電極を設置するために下部に電線を通すための穴が開いていることから、炊飯時に水漏れ等が起りやすく、電極式炊飯器は耐久性が低く長期間にわたっての使用は困難であったと考えられる。

一方で、電極式パン焼き器は、電極が対向立置型で電線を上から通すことが多いため、炊飯器に比べると水漏れを気にする必要はない。また、パンを作る時間は炊飯に比べて短く水にさらされる時間が少ないので、電極は炊飯器に比べると腐食しにくい。したがって、パン焼き器は炊飯器よりも耐久性が高く、長く使用することが可能だったと考えられる。

3) 電気炊飯器のごはんがかまどで炊いたごはんよりも味がおとるため

電極式炊飯器は底の電極付近から加熱され温度が上昇するが、水の沸点以上には温度が上昇しないため、いわゆるお焦げができない。したがって、電極式炊飯器で炊いたご飯にはおこげの香ばしい匂いや独特の風味がない。また、沸騰時に水蒸気が電極周辺部を覆うので通電しにくくなって電流が安定しないため、高温を維持することができず、お釜で炊いたごはんに比べて味が劣る。したがって、薪炭やガスが復旧すれば、かまどで炊いたご飯が選ばれ、電極式炊飯器は廃れてしまい、あまり普及しなかったのではないかと考えられる。

一方、電極式パン焼き器は、配給された小麦粉だけでなくトウモロコシ粉なども使用できるうえ

にイモや野菜等を入れて調理することも可能である。また、フライパン等の普及度が低かった終戦直後には、小麦粉を使用した調理方法の一つとして電極式パン焼き器が便利で応用可能であることから多用されたと考えられる。

4) ご飯を炊くことができ一人前の女性という昭和の価値観

炊事自動車を開発した阿久津の上官で栄養学や炊飯の専門家である川島四郎が著書の『続まちがい栄養学』の「日本の主婦よ、本当にうまいご飯を炊きなさい」の章で「昔は祖母から母へ、母から娘へ伝えられ、本当にうまいご飯をたいて食べていた」、「『唄を忘れたカナリヤは・・・』』という歌のように、日本の女性は今や、本当にうまいご飯の炊き方を忘れてしまっている」、「うまいご飯を炊くことこそ、日本の主婦の務めである」²⁶⁾と語っているように、電気炊飯器の普及によってかまどでご飯を炊くことができなくなった女性を嘆いている。これは川島の個人的な意見ではなく、この時代を代表する雰囲気であるといえよう。

ご飯を炊くのは各家庭の女性の仕事で、かまどの火加減を調整しながらおいしいごはんを炊くことができ一人前であり、手間を惜しまずに電極式炊飯器でご飯を炊くことが美德とされない昭和の文化的な面も、昭和20年代に電極式炊飯器が普及しなかった理由であると考えられる。

5) 電極式パン焼き器は一般書籍で戦前から紹介されていたため

電極式調理を開発した阿久津は電極式の炊飯については軍事機密のためか、戦前にその技術について公開していない。しかし、電極式のパン焼き器については、1943（昭和18）年出版の書籍『パン科学』に詳細にまとめて報告している。したがって、専門家の間では電極式パン焼き器が戦前から知られており、普及に一役買っていると考えられる。東京の昭和の暮らし博物館の小泉和子館長が、戦前に父親が自作した電極式のパン焼き器でパンを作った経験を語っていることから、戦前から知られていたことがうかがえる²⁷⁾。

4. 電極式パン焼き器での事故

電極式パン焼き器は広く使用されたためか、事故も報告されている。例えばヒューズが飛ぶ事故で、1946（昭和21）年10月創刊の雑誌『少年工作』には、家庭で使われ始めた電極式パン焼き器のヒューズがとぶ事故が多いことから、ヒューズが飛ぶ理由の解説と家庭用パン焼き器の設計について3頁にわたって解説されている¹⁴⁾。

また、極板から溶出した亜鉛による中毒事故も起こっている。1946（昭和21）年6月19日には「電極応用パン焼器で代用パンをつくり夕食としたところ」、「亜鉛引きトタンを用いたパン焼箱の電極面が電熱でパンに溶け込んだ」²⁸⁾ことが原因で26名が中毒を起した事故が発生している。7月2日にも議会の傍聴人食堂で同様の事故が起きており、こちらの原因は使用した材料の腐敗と電気パン焼き器の亜鉛板の電気分解による溶出だと報じられている²⁸⁾。このような中毒事故が頻発しているため、衛生検査所技官が「トタン板製のものは紙やすりで表面の亜鉛を取り去ってから使ってもらいたい」²⁸⁾と読売新聞で注意喚起している²⁹⁾。

これら中毒については広く問題意識が共有されていたようで、『家庭で学ぶ電気学』では、「一時新聞社にはこの板がもとの中毒事件がやかましかったことがありました」³⁰⁾としたうえで、安全のために極板への鉄板もしくは、銀メッキの鉄板の使用が推奨されている。

1947（昭和22）年には専門家による分析も行われており、鉄・ブリキ・トタンの極板ともに人体への影響はきわめて少ないとし、硫酸紙を隔膜として用いればなおよいと結論づけている³¹⁾。

この後、電極式のパン焼き器は一般家庭から姿を消すため、極板の溶出による中毒事故等は起こらなくなるが、この電極の溶出はパン粉用のパンの製造においても長年にわたる課題となる。この課題解決に向けたパン粉業界での取り組みの経緯等の詳細は次章で触れる³²⁾。

5. 現代の電極式調理パン粉製造

(1) パン粉製造の歴史

戦後、電気パンが一般家庭に広く流行したが、昭和20年代中頃にもなると薪炭等の燃料事情が回復したのか、次第に行われなくなり、家庭から通電加熱による電極式の炊飯器やパン焼き器は姿を消す。しかし、電極式の製パン技術は、戦後パン粉の製造に応用されていく。

明治から大正にかけて、西洋料理を日本人の味覚に合わせて改良したコロケ、カツレツ、カレーライス、チキンライス、オムライスなどが生み出された。初期のコロケやカツレツは、衣として外国製のビスケットや乾パンを粉末にしたようなものをまぶし、ラードで揚げたものであった。その後日本でも、調理人がパン屋で購入した食パンをほぐし、金網に通して粒子を整えたパン粉が作られるようになった。

1907（明治40）年に、当時パン屋を営んでいた丸山寅吉がパン粉製造用の食パン粉砕機を発案しパン粉屋が誕生する。食パン粉砕機は、丸胴の内側から表に向けて釘を打ち、その上から釘を抑えるための板をはり、丸胴の外側を丸胴に合わせてパンが入るほどの間をもうけて全体を板で囲んだ機械である。この食パン粉砕機は手回しでパンを粉砕する機械であったが、後には電力による機械化にも成功する。丸山は、1909（明治42）年の東京勸業博覧会でトンカツ、フライ、コロケなどを揚げて無料の試食会を設けたり、その場で作り方を教えてパン粉を無料で提供するなど、家庭での利用を積極的に奨励し、需要増加に尽力している。

大正時代になると、食の西洋化にともない多くのパン粉製造業者が誕生し、パン粉業界は好況な時期を迎える。丸山は、新しいパン粉業者が開業したことを知るとライバルとは捉えず、自らその工場に出向きパン粉のつくり方から正常販売価格のつけ方や販売方法まで指導してまわっている。

昭和初期には開業者が増加し市場が混戦状態となり、粗悪品による安売り競争が激化したうえに、1929（昭和4）年には、世界的経済恐慌となって不況が深刻化したため、1931（昭和6）年に日本最初のパン粉組合である帝都パン粉組合が誕生し、初代理事長に丸山寅吉が選任されている。

しかし、戦争が始まると節米のために、国民の主食がすいとんなど小麦粉主体となり、パン粉向けの小麦粉は削減され、昭和20年初期にはパン粉が市場から姿を消し組合も解散している。終戦後も小麦粉はうどんやすいとんに使用され、パン粉屋は粗悪な小麦粉しか入手することができず、質の低いパン粉しか作ることができなかった。1951（昭和26）年に小麦粉が自由に売買されるようになると配給用のパンの製造からパン粉製造に切り替える業者が増加し、1956（昭和31）年には全国パン粉工業協同組合が誕生している。

昭和30年代になると国民の食生活は急速に改善され、洋食化が進んだことによりパン粉の消費量が急増し、パン粉の種類も製造量も大幅に増加する。設備機械の大型化・自動化が進み生産規模

が拡大され、家内工業的なパン粉屋からパン粉製造メーカーへと発展していく。

当初パン粉は、通常の食パンを焼くのと同じように、発酵させたパン生地をオーブン等で焼いたパンを使用してパン粉を製造していた。しかし、1958（昭和33）年頃に名古屋のミカワ電機製作所が電極式パン焼窯を開発し、周辺のパン粉製造業者がこれを使用してつくった電極式パン粉を紹介したことをきっかけに全国的に広まっていった。この頃にはパン粉の輸出が始まり、特にアメリカでは多くの反響を呼び、電極式のパン粉生産方式も輸出されるようになる。

1962（昭和37）年には、電極式のパン粉が香川県のメーカーの冷凍エビフライの衣に使用され、電極式のパン粉は油切れがよいため、時間が経過しても揚げたコロケやフライの食感が落ちないことから評判になる。冷凍技術の進化により、スーパーマーケットなどでも冷凍食品の取り扱いが増えるにつれ、家庭用のパン粉だけでなく冷凍食品用の業務用パン粉が大量に製造されるようになる。さらに、電極式のパン粉は白い均一なパン粉が得られることや熱効率が良く製造コストを抑えることができることから広く採用されるようになった。

電極式パン焼窯を開発したミカワ電機製作所が、1990（平成2）年に電極式パン焼き器やパン粉機械を英国で出品したことも、日本のパン粉の知名度を上げた一因であり、2012年にはオックスフォード英語辞典に「PANKO」が英単語として採用されている³³⁾。

（2）焙焼式パン粉と電極式パン粉

パン粉製造には大きく分けると焙焼式パン粉と電極式パン粉の2種類がある。焙焼式パン粉はオーブン等で焼いたパンを使用してつくるパン粉で、パンの表面に生じる香ばしい褐色の焦げの部分と中の白い部分とを分けられないため褐色の部分を含むパン粉である。電極式パン粉は、小麦粉と水とイーストを混ぜたパン生地を発酵させ、発酵させたパンを極板間に入れて通電し、ジュール熱で加熱してつくったパンを使用したパン粉である。

理科実験の電気パンや終戦直後の電極式パン焼き器は、小麦粉を水で溶いたものに炭酸水素ナトリウムを加えた液状のものに通電するが、電極式パン粉ではイーストで発酵させたパン生地を、オーブンで焼くのではなく通電によるジュール熱で加熱する。したがって、いわゆる電気パンと電極式パン粉用のパンでは、パンを加熱する仕組みは同じであるが、膨張させる方法と通電のタイミングの2点が異なる。いずれにしても、電極式のパン焼きでは水の沸点以上に温度が上昇することがないため、パンの表面が焦げることなく全体が白いので、電極式パン粉は焦げた褐色の部分を含まない白いパン粉になる。

中部以西では電極式パン粉の製造量が多い。これは、1958（昭和33）年に名古屋のメーカーが電極式のパン焼き釜を開発し中部地区から広まったことに加え、もともと関西では表面の焦げた部分には価値がなく、中身の白い部分だけが商品として売られていたためである。関東では、もともと焙焼式パン粉の焦げの部分と白い部分を分けることなく製造していたメーカーが多かったため、電極式のパン粉が広まった現在でも、関東のパン粉メーカーは焙焼式と電極式の両方式のパン粉が製造されている。

焙焼式パン粉は、気泡が扁平な形状でソフトな食感であるが、機械耐性に劣り油切れが悪い。一方、電極式パン粉は、食感がややハードであるが、気泡が剣状で機械耐性に優れており、油切れが

よい。また、焙焼式によるパンの焼成時はオーブンの予熱が必要であるなど熱効率が悪くエネルギー消費量が多い。一方で電極式による製パンでは電気エネルギーの多くがパンの生成に使われるため熱効率がよいという特徴がある。

現在、冷凍食品のコロケやフライの工業化・均一化がすすみ、製品が均一でエネルギー消費量の少ない電極式パン粉が多く用いられている。ただし、焙焼式パン粉も、褐色の部分の漂白や、表面を焦がさずに白く焼き上げる方法が一般化しつつあり、それぞれの利点があるため、現在の製造量は同程度である。

(3) 鉄からアルミニウム被覆鉄板そしてチタンにいたる電極開発

電極式パン粉の製造において、極板に当初は鉄板が使用されていたが、パンに赤錆が付着・混入してしまうという課題があった。そこで、赤錆を防ぐために、使用の認められていなかった亜鉛引き鉄板やステンレス板などを不正に使用する業者があったが³⁴⁾、1967(昭和42)年に名古屋、1968(昭和43)年に神奈川の業者が、県衛生局の立ち入り検査を受けている。名古屋では愛知県警や名古屋市保健課の立ち入り検査を受けて改善命令が出され、改善されるまで製造販売が差し止められた。

パン粉工業共同組合では、財団法人日本食品分析センターに市販のパン粉の安全性の確認を依頼し、厚生省食品衛生課に極板改善に向けて努力をしていることを陳述し、同時にパン粉業者に鉄の極板の使用を推し進めた。

その一方で、鉄板では錆が生じパン粉に混入してしまうという営業使用上の難点を克服するための研究も並行して行っている。当初は、アルミニウム板の使用を検討したが、アルミニウム板ではやわらかく工業利用には不相当であることから、アルミニウム被覆鋼板の使用が検討される。泰平食糧とライオンパン粉で製造試験を行い営業使用に問題が無いことや、日本食品分析センターによって重金属等の溶出がなく安全性が確認されたことから、1968(昭和43)年にアルミニウム被覆鋼板の使用について厚生省に認可申請し³⁵⁾、1970(昭和45)年2月に食品衛生法が改正され、アルミニウム被覆鋼板の使用が認められた。

アルミニウム被覆鋼板は、アルミニウムと鉄の形成するアルミナイド合金層が、防錆に有効であるため、良質なパン粉を焼成できる。しかし、アルミニウムとパン生地中の有機酸が反応して黄色のアルミニウム塩が形成し、生地に付着しパンの品質に影響がでることや、アルミナイド合金層は非常に薄く消失しやすいため耐久性が低く、頻繁に電極を取り換えなければならないという作業面やコスト面の課題が残されていた。

その後、アルミニウム被覆鉄板の課題を解決すべく全国パン粉工業協同組合連合会技術委員長清水康夫によって極板へのチタン使用の研究が進められる。アルミニウム被覆鉄板では、約50回の使用で錆が発生し、パン生地に赤錆が付着するため、赤錆が付着して褐変した部分を取り除くか極板を交換するかをしなければならなかったが、チタン板では200回使用しても錆が発生しなかった。また、チタンはアルミニウムや鉄に比べて電気伝導率が低いと、製造テストの結果、パン生地内部の温度上昇や生地のアルファ化等については差は無く、純度99.8%のチタン板で製造したパン粉にチタンや重金属の溶出も見られなかった³⁶⁾。

チタンの強度は、ステンレス鋼を上回り、アルミニウムの3倍であることから、電極式のパン粉製造においてチタン極板を使用するのが、安全性・耐久性のいずれの面でも有効であることがあきらかになり、1988（昭和63）年8月に食品衛生法が改正され、極板へのチタンの使用が認められた。現在はチタン極板でパン粉用のパンが製造されている。

導入当時の1988（昭和63）年のデータでは、アルミニウムコーティング鉄板が1枚650円に対してチタン板は1枚11,000円と非常に高価だが、アルミ板は15日で交換しなければならないもののチタン板は10年持つとされ³⁷⁾、安全性だけでなく経済性の面でもチタン板が優れていることがわかる。

チタン電極の普及に貢献した清水は「パン粉は元来西欧より取り入れられたフライ料理の原料で、日本で発展を遂げた食品素材であるが日本式パン粉の生産技術は著しく優れており、とくに通電式製パン法は日本独特のものである」³⁶⁾としたうえで、「通電式製パン法は、日本で開発された方法であるので、欧米における、Tiの通極板としての、利用の例はない」³⁸⁾と語っているように、開発した技術と努力は誇るべきものである。

清水は「軍事用に研究された電気パンが戦後の食糧難のときに家庭用のパン焼き器として利用され、これが更にパン粉用のパン焼成法に発展したのは興味深いことである」³⁸⁾とも語っており、日本における軍事技術の民間転用の事例、科学技術と社会の関連性の事例として共有し、語り継ぐ必要があるだろう。



図4 パン粉製造工場の業務用の電極式パン焼き器³⁹⁾

6. 電極式調理のレトルト食品への応用

食品に直接通電することによって生じるジュール熱を利用した調理は、現在、パン粉製造の他にもさまざまな用途の食品加工等で応用されている。

昭和50年代に、全国蒲鉾水産加工業協同組合連合会蒲鉾研究所の柴真によって、スケトウダラ・シログチ・イトヨリダイ・マイワシのすり身を使用したかまぼこ等の水産ねり製品の、ジュール熱による製造が検討されている⁴⁰⁾。その後も、製造したかまぼこの品質分析⁴¹⁾やかまぼこ連続製造装置の開発⁴²⁾など継続して研究が行われている。一連の研究においてその装置製作に携わった株式会社フロンティアエンジニアリングは、1990年代に入るとその技術を研究室で使用するテスト機から生産工場で使用する製造装置へと発展させる。

現在では、ジャム、フルーツソース、固形入り食品、メカブ、コチュジャン類、アンコ、マカロニサラダ、ドレッシングなどの殺菌及び滅菌用加熱装置としての実用化に成功している⁴³⁾。

通電加熱による食品の加熱は、一般的な食品加熱法のように蒸気や熱水や油等の熱媒を使用しないことから、装置から油や煙や蒸気漏れが少なく衛生的であり放熱も少ない。また、通電加熱は、食品に直接電気を流して加熱するので、電気エネルギーが食品内部で熱エネルギーに変換されるため熱効率がよいうえに、短時間で均一に加熱することができるなど多くのメリットがあることから

食品分野の生産工場において導入が進められている。

通常の電極式調理では交流電流の周波数が 50Hz もしくは 60Hz であるが、周波数を 5kHz にすることで極板表面の電気分解が抑制され、安全性が増すだけでなく均一かつ迅速な加熱が可能であること⁴⁴⁾、また、通常加熱よりも殺菌効果が高いうえに、有効成分や香気成分の熱的な分解が抑制されることなど、高周波の電極式調理の有効性が注目され、ジュースの殺菌やお酒の火入れに応用されて採用されるなど、活用の幅が広がっている。

7. おわりに

国会図書館や国立公文書館アジア歴史資料センターなどに保管されている資料の電子化がすすめられているおかげで本調査を遂行することができた。一方で、国民栄養協会はその活動を縮小し、雑誌『食生活』も 2015 年 11 月を最後に発刊していない。過去の雑誌も保管していないうえに、国会図書館に保存されていない巻もあることから、一部の資料については調査することができなかった。労働科学研究所も 2014 年に資料室を閉鎖し多くの資料を廃棄している。古い資料の電子化が進む一方で、電子化されないまま廃棄されてしまっている貴重な資料も多く、調査は困難になっている。さらに、戦時中を知る人の高齢化がすすみ、体験を語る人は減少する一方である。

本稿は、こういった状況下で、電極式調理について現段階でわかっていることをまとめて資料化したものである。十分な調査報告ではないが「炊飯を起源としパン粉製造に続く電気パンの歴史(1)」および本稿に目をとめた方から新たな情報を得ることで、研究内容をさらに深め、日本において独自の歴史をたどり発展した電極式調理について語り継いでいきたい。

本研究は、筆者の電気パン実験の教材としての意義に関する論文を目にした神奈川大学の青木氏から連絡を頂いたことをきっかけに広がったものである。青木氏の先行研究がなければ本研究は実を結ばなかったことを記して謹んで感謝申し上げます。なお、パン粉工業共同組合連合会藤川氏には多くの資料を閲覧させて頂くだけでなく、貴重な助言を頂いた。謹んで感謝申し上げます。

註および参考文献

1) 終戦後の闇市などでは、戦闘機の機体などに使われていたジュラルミンを使用したフライパン代用の「パン焼き器」がつくられ販売されていた。

NHK スペシャル戦後 70 年ニッポンの肖像 <http://www.nhk.or.jp/po/sorenani/2362.html>

2) 石原妙子 (1946) 「パンの焼き方・蒸し方」財団法人国民栄養協会『食生活』450、20-21.

3) 財団法人国民栄養協会 (1946) 『食生活』451、46.

4) 阿久津正蔵 (1946) 「パンの科学」財団法人国民栄養協会『食生活』451、14-17.

5) 細山喬司 (2005) 『続路地裏』、98-99、麦同人社.

6) 平野隆彰 (2004) 『シャープを創った男 早川徳治伝』、234-235、日系 BP 社.

7) 日本経済新聞「私の履歴書」で進藤貞和三菱電機名誉会長が語ったことが以下に文献に記されている。

パン産業の歩み刊行会編 (1987) 『パン産業の歩み』、25、毎日新聞社.

8) 鴨下信一 (2005) 『誰も「戦後」を覚えていない』、61、文藝春秋.

- 9) 河口武豊(1946)「電極式パン焼き器の作り方」『主婦の友』5、37、主婦の友社.
- 10) 関口守次(1946)「標準型電極式パン焼き器の作り方」『主婦と生活』1(3)、105、主婦と生活社.
- 11) 長安保(1946)「電気パン焼き器 研究と作り方」『働く婦人』4、58-59、日本民主主義文化連盟.
- 12) 「『代用』でないパンに幸せ(ひととき)」1989年8月30日朝日新聞.
- 13) 「パン焼き箱を工夫し作った」2005年10月5日朝日新聞.
- 14) 小林喜通(1946)「家庭用電気パン焼き器の設計」『少年工作』1、14-16、科学教材社.
- 15) 京都師範学校男子部附属小学校科学教育研究部 大槻隆一(1947)『科学自由研究文庫 理化』7-14、高桐書院.
- 16) 小林秀年(1948)「電気パン焼き器の実験」『科学と教育』3、83-87、科学と教育刊行会.
- 17) 山中和子(2001)『昭和二十一年八月の絵日記』、13、トランスビュー.
- 18) 永六輔(1997)「食糧難時代の『電気パン焼き器』」1997年1月25日毎日新聞、23面.
- 19) 岩城正夫「懐かしの電気パン焼き器－実演と試食－」
<http://www013.upp.so-net.ne.jp/tukutte-shaberu/010index.html>
- 20) それぞれの保管場所等の詳細は、以下の文献を参照されたい。
内田隆(2020)「炊飯を起源としパン粉製造に続く電気パンの歴史(1)－陸軍炊事自動車と厚生式電気炊飯器とタカラオハチー電極式調理」『東京薬科大学研究紀要』23、1-14.
- 21) 住友和子編集室・鈴木eワークス編(2002)『KAJI日本人とすまい⑦家事』リビングデザインセンター.
- 22) 「女の気持ち：電気パンとコーリャン」2014年7月26日毎日新聞.
- 23) 「戦後の蒸しパン再現 品川歴史館 東京」1991年11月10日朝日新聞.
- 24) 1948年発行の『家庭で学ぶ電気学』長谷川書店、1950年発行の『楽しい電気学』長谷川書店も、記載内容は同じである.
- 25) 守屋磐村編(1947)『燃料と電気と台所用品 工夫と使い方』、61-68、主婦の友社.
- 26) 川島四郎(1989)『続まちがい栄養学』、134-137、新潮文庫.
- 27) 神奈川大学の青木孝氏が、東京の昭和のくらし博物館の小泉和子館長から聞いた話である.
- 28) 「電極応用パン焼き器ご注意を」1946年7月3日読売新聞
- 29) 「パン焼き器にご注意 電極板に鉄が安全」1946年7月4日朝日新聞に、28)読売新聞と同様の記事がある.
- 30) 中村幸雄(1947)『家庭で学ぶ電気学』、59-72、長谷川書店.
- 31) 林右市・清田両亮夫・能美幸子(1947)「金属電極式製パン器の電極金属析出防止に関する研究」『発酵工学雑誌』25(1~3)、30-35、大阪醸造学会.
- 32) 理科授業における電気パンの実験でも、電極溶出による食の安全性の問題は指摘されており、多くの教師によって工夫されている。詳細は、以下の文献を参照されたい。
内田隆(2018)『「電気パン」実験の教材的意義の考察』『東京薬科大学研究紀要』21、41-48.
- 33) 以下の文献をもとにまとめた.

- 兵庫パン粉株式会社（1992）『一步、未来へ 兵庫パン粉 30年のあゆみ』大阪書籍。
- 全国パン粉工業協同組合連合会編（1977）『パン粉百年史』食料タイムス社。
- 34) 以下の文献に「鉄以外のものを使用してはならないと規定されている。しかし、現実には亜鉛引き鉄板あるいはステンレススチール板が電極として使用されている場合がある」と記載され、亜鉛引き鉄板を使用したパン粉からは亜鉛が、ステンレススチールを使用したパン粉からはクロムが検出されたことが報告されている。
- 森山繁隆・熊沢恒・石原利克（1960）「電極式パン焼機によるパン中の金属について」『衛生化学』8、56-57。
- 35) 全国パン粉工業協同組合連合会編（1977）『パン粉百年史』食料タイムス社。
- 36) 清水康夫（1988）「通電式製パン法とチタン通極板について—チタンの科学と生物学的安全性について—」『食品と科学』30(5)、114-117、食品と科学社。
- 清水康夫（1970）「パン粉の品質規格およびフライの問題について 新極板認可までの経過」『食品工業』13(22)、96-104、光琳。
- 37) 「クラウン・フーズ、電極式パン製造機改良—チタンで耐久性向上」1988年1月5日付日本経済新聞。
- 38) 清水康夫（1987）「通電式製パン法とチタン通極板について（チタンの科学と生物学的安全性について）」『パン粉品質向上に関する資料7』、2-46、全国パン粉工業協同組合連合会。
- 39) 神奈川大学青木孝氏が撮影。
- 40) 柴眞（1991）「ジュール熱を利用したかまぼこの加熱製造装置とゲル物性」『日本水産学会誌』58(5)、895-901。
- 41) 柴眞・沼倉忠弘（1992）「ジュール熱を利用してスケトウダラすり身から製造した加熱ゲルの品質」『日本水産学会誌』58(5)、903-907。
- 42) 柴眞（1993）「ジュール熱を利用したかまぼこの連続製造装置の開発および製品の特性」『日本水産学会誌』59(10)、795-800。
- 43) 星野明（2012）「食品業界におけるジュール加熱技術の利点」『エレクトロヒート』32(6)、26-31、日本エレクトロヒートセンター。
- 星野明（2014）「食品用ジュール加熱殺菌装置のご紹介」『エレクトロヒート』35(4)、17-21、日本エレクトロヒートセンター。
- 44) 井上孝司（2009）「交流高電界処理」『日本食品科学工学会誌』56(1)、56。