

真空圧力IH保温釜 RC-10VS

RC-10VS High&Low Pressure IH Rice Cooker

田中 和博

■ TANAKA Kazuhiro

渡辺 卓也

■ WATANABE Takuya

須藤 紀子

■ SUTO Noriko

「おいしいごはんを食べたい」というニーズから、電気炊飯器はIH (Induction Heating) や圧力あるいはスチームを利用した強力な火力によっておいしいごはんが炊けることを訴求して、近年大きく伸張した商品である。

東芝ホームテクノ(株)は、よりいっそうおいしいごはんを炊くために、炊飯の基本とも言うべき米の吸水工程に世界で初めて^(注1)真空を応用した真空圧力IH保温釜 RC-10VSを開発した。浸し時の吸水工程を0.6気圧^(注2)の真空にすることで、米の中まで水を吸水させ、加熱炊上げ時には1.4気圧^(注3)の圧力で米に熱を伝え、炊飯性能を格段に向上させている。

Electric rice cookers have developed remarkably in recent years with the application of induction heating (IH), pressurizing, or steaming, in order to meet customers' requirements for tasty cooked rice.

Toshiba Home Technology Corp. has developed the model RC-10VS rice cooker, the world's first rice cooker to apply both high and low pressure to make tasty cooked rice. The rice grains are cooked under a high pressure of 1.4 atm after being soaked in water under a low pressure of 0.6 atm for water absorption. This process greatly improves the cooking performance.

1 まえがき

東芝は昭和30年(1955年)に日本で初めて自動式電気釜を開発して以来、かまど式(1978年～)、マイコン式(1982年～)、溶湯鍛造IH (Induction Heating) 釜(1994年～)、圧力IH + 溶湯鍛造IH釜(2004年～)を開発し商品化してきた。電気炊飯器は毎日使うものとして、炊飯性能や保温性能、使いやすさなど、基本性能へのニーズが高い。更に近年は、食へのこだわりと健康志向の高まりで、従来の利便性や手軽さから、より本格的で本質的な機能と性能の向上が求められている。

そこで、炊飯の基本に立ち返り、炊飯プロセスでもっとも重要な工程の一つである“吸水”に着目し、従来の“加熱”による吸水から“真空”による圧力差を利用した吸水方式を採用した真空圧力IH保温釜 RC-10VS(図1)を開発したので、その技術と性能について述べる。

2 開発のポイント

炊飯とは、含水率15%前後の米に水を加え、加熱して、含水率63%前後の米飯に仕上げる調理過程をいう。生の米のでんぷん(β でんぷん)を水と熱の作用で食用可能な状態にすることをでんぷんの α 化と言う。通常の米は15%程度の



図1. 真空圧力IH保温釜 RC-10VS — 2色バックライト液晶で使いやすさを向上、圧力インジケータで真空、加圧状態を表示する(2006年9月発売)。

RC-10VS high&low pressure IH rice cooker

水分を保持しているが、十分吸水させることで炊飯が可能となる。最初の米の吸水が不十分だと、米の中に熱と水が伝わらず、芯(しん)の残ったごはんになってしまう。おいしいごはんを炊くには米の吸水が重要であることから、米の吸水に着目してごはんの食味向上を目指して開発した。

ごはんを保温すると、時間とともにごはんは乾燥し、黄色く変色し、保温臭がしてくる。おいしくごはんを保温するには水分蒸発を防ぎ、ごはんの黄変(メイラード反応)と酸化を抑制することにある。保温中の鍋内を真空、密閉することで酸素濃度を下げるとともに、水分蒸発を防ぐ保温釜の開発を目指した。

また、真空と加圧では正反対の方向に力が働く。この両方

(注1) 2006年7月現在。

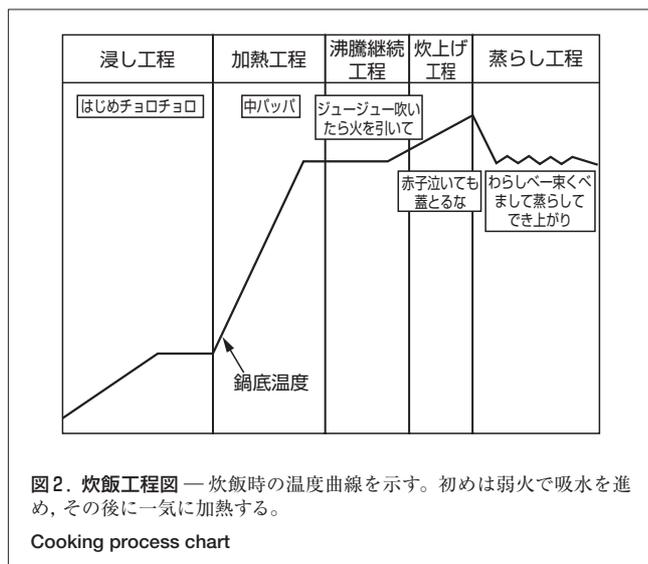
(注2),(注3) 標準大気圧1 atm=101.325 kPaとして、ゲージ圧で-40 kPaを0.6気圧、ゲージ圧で+40 kPaを1.4気圧と記載。

を成り立たせるシール構造の設計と、静音と吸引能力を満足する真空ポンプの開発がポイントとなった。

3 炊飯技術

3.1 炊飯制御技術

「はじめチョロチョロ、中パッパ・・・」と昔から言われることを再現したのが、炊飯工程図である(図2)。



米に水を吸水させる浸し工程、加熱工程(沸騰まで)、沸騰継続工程、炊上げ工程、蒸らし工程の順に温度と時間を制御して自動的に炊き上げる。沸騰継続、炊上げ、及び蒸らし工程において、鍋内の圧力を1.1気圧～1.4気圧に制御して炊き上げるのが圧力式のIH保温釜である。

一般に2時間ぐらい水に浸すと、米の含水率が30%程度で吸水が飽和するとされているが、米を研いでからごはんが炊けるまで3時間もかかるのは、時間がかかりすぎて現代の炊飯器には受け入れられない。浸しを終えた時点で米の含水率が25%以上であれば炊飯可能な状態で、理想としては、28%以上である。従来の機種は、浸し工程で鍋内の温度を40～60℃程度に加熱し、15～20分かけて米の含水率25%程度まで吸水させていた。RC-10VSは、より吸水を促進するために、真空ポンプを用いて鍋内を真空(0.6気圧)にすることを特長としている。単に水温を高くして吸水を促進させるだけでなく、鍋内を真空にすることで、米内に残存した空気を圧力差で膨張させ米外へ排出することにより、米の内部まで水の吸収が促進される。

食紅を用いて、米を常圧で浸した場合と真空で浸した場合の比較写真を図3に示す。真空で浸した場合、米内部までの水分の浸透が確認できる。また、室温及び水温を20℃に一定とした条件で、常圧の浸しと真空の浸しを行った場

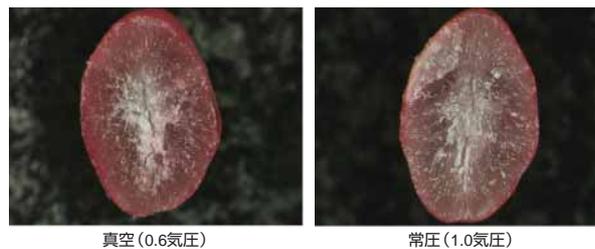


図3. 食紅を用いた米の吸水比較 — 吸水工程終了時点で米を取り出し、CCD(電荷結合素子)カメラで撮影した。真空で浸した場合、米内部まで水分が浸透している。

Comparison of water absorption in rice grains colored with food color

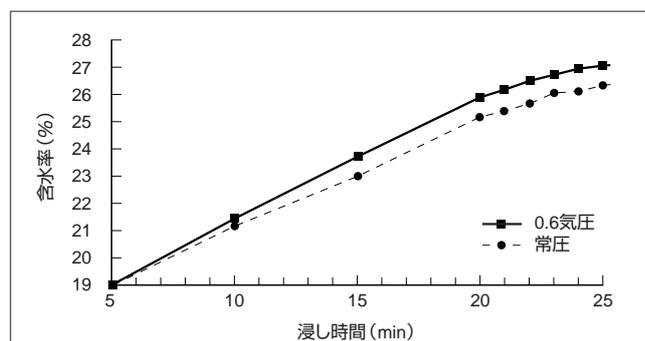


図4. 常圧と真空浸しの米の含水率比較 — 真空の効果により米の含水率が上がっている(室温及び水温を20℃一定とした条件において)。

Comparison of water content of rice grains subjected to low-pressure and normal water absorption process

合の米の含水率比較を図4に示す。真空の効果により、米の含水率が上がることがわかる。

RC-10VSの真空運転モードを説明する。

炊飯スイッチONと同時に真空ポンプを起動し一定時間運転させると、鍋内は0.6気圧に減圧される。浸し時間中は電磁弁を閉じて、そのまま真空に保った状態で浸しを行う。このときの温度制御は糊化(こか)が開始しないように60℃以下にする。

加熱制御、沸騰継続、及び炊上げ制御中は、加熱量及び調圧弁で1.1～1.4気圧(炊飯コースにより変動)に圧力を制御する。

3.2 炊飯性能

真空浸しを行った場合の米の含水率を図5に、真空浸しを行った場合の炊上がり直後と冷やごはんの含水率を図6に示す。

含水率は28%前後に向上することで、加熱工程、及び炊上げ工程においても十分に熱が伝わり、十分なa化が進む。炊上がり時のごはんの含水率は一般に63%前後が理想とされている。真空浸しは常圧浸しに比べ、含水率が高くなっていて、冷やごはんになったときの含水率の低下が小さい。これ

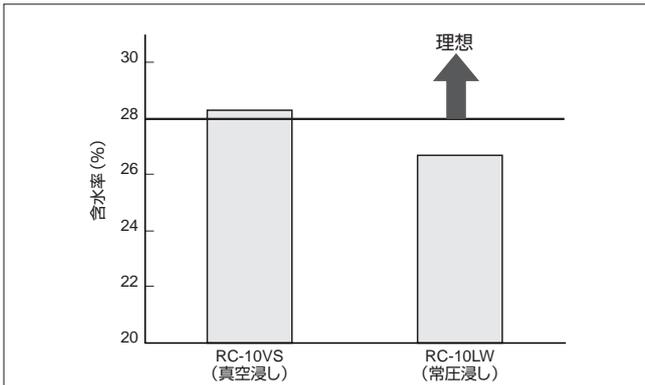


図5. 浸し終了時点での米の含水率の比較— 3カップの米を浸した後、米の中央部分の含水率を測定した。真空浸しの場合には理想の含水率となっている。

Comparison of water content of rice grains of both types at end of water absorption process

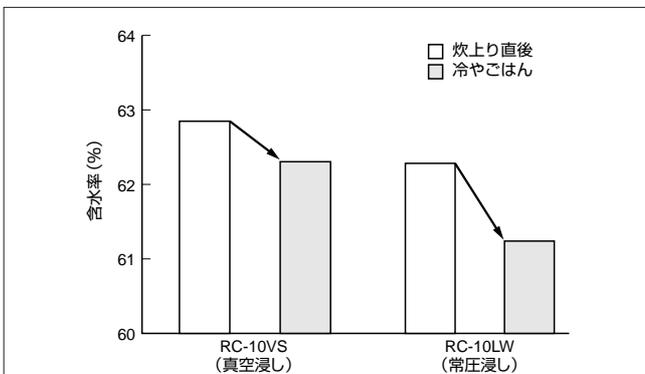


図6. ごはんの含水率比較— 常圧浸しに比べ、真空浸しの炊上り直後の含水率は高く、冷やごはんになったときの含水率低下が少ない(測定条件は同5と同じ)。

Comparison of water content of cooked rice of both types

は、ごはんが十分に a 化して冷やごはんになっても老化しにくい(ごはんが硬くなりにくい)ことを示している。

最大炊飯量(5.5カップ)を炊飯したときの鍋内の上部、中央部、下部それぞれのごはんの含水率を図7に示す。

上	63.06 %	← 0.71 %増	上	62.35 %
中	60.67 %	← 0.92 %増	中	59.75 %
下	62.95 %	← 0.12 %増	下	62.83 %
RC-10VS (真空浸し)			RC-10LW (常圧浸し)	

図7. 炊上り直後のごはんの含水率比較— 真空浸しの含水率が高く、特に中央部の含水率が上がっている(最大炊飯量5.5カップ時)。

Comparison of water content distribution of cooked rice of both types immediately after cooking

常圧浸しに比べ、真空浸しの含水率が高くなっている。特に鍋内の中央部分のごはんの含水率が増加していることがわかる。

従来の加熱による浸し炊きの制御では、最大量を炊飯したときにどうしても鍋の中央部分の吸水が遅れ、温度が早く上昇する鍋周囲部分や鍋底部分の吸水が進み吸水率に差が生じていたが、真空を作用させることで、鍋全体の吸水が均一に進み吸水率に差が生じにくくなり、全体的に均一な炊上りとなっていることがわかる。

3.3 食味の官能比較

ごはんのおいしさを決定づけるのは、外観(形状、色、香り)と、硬さや粘り、歯ごたえといった物理的特性とされている。また、日本人の好むおいしいごはんは“粘り”があって、適当な“硬さ”があり、水っぽくないこととされている。RC-10VSと従来の圧力IH保温釜RC-10LWタイプとの食味比較(官能試験)を行った結果、7名の官能評価モニター全員が真空浸しのRC-10VSがおいしいと答えた。

4 真空の構造と特徴

鍋内を真空にするために、鍋の上面を覆う蓋(ふた)に真空ポンプを設けている。真空にするときは電磁弁を開き、ポンプで鍋内の空気を吸引する。加圧するときは電磁弁を閉じ、圧力調節部を動作させ、調圧弁を閉じる構造となっている(図8)。

圧力をかけて炊飯するには、蒸気が漏れないように内鍋を密閉構造にする必要がある。内鍋の上に内蓋を設け、内蓋にシール用のパッキンを組み込んでいる。加圧時(1.4気圧)は内鍋の外方向に力が働くため、鍋の開口部内面でシールをする。しかし、真空時は内鍋の内方向に力が働くため内蓋パッキンの加圧シール部ではシールすることができないので、つば状のシール部を設け、内鍋フランジ天面でシールする(図9)。

内蓋中央には最大圧力を調節する調圧弁を設ける。調圧

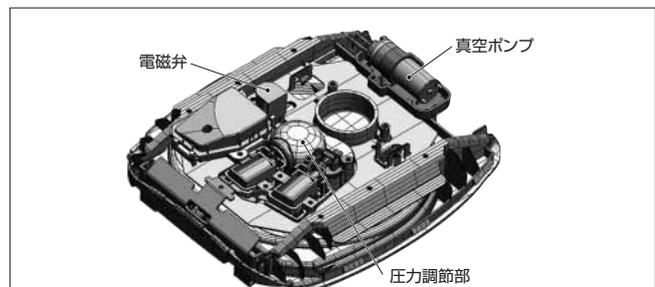


図8. 蓋の構造— 真空ポンプの配置を蓋の後方に置くことで、本体の小型化を図った。

Structure of lid

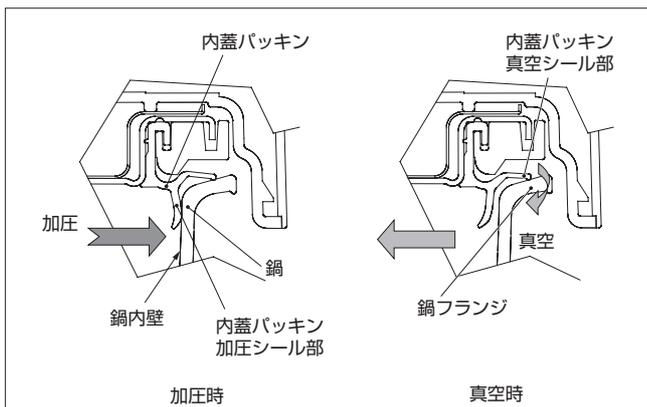


図9. 内蓋パッキンのシール構造 — 加圧時は鍋の内壁にパッキンを密着させ、真空時は鍋のフランジ表面にパッキンのフランジを密着させてシールする構造とした。

Sealing structure of inner lid packing

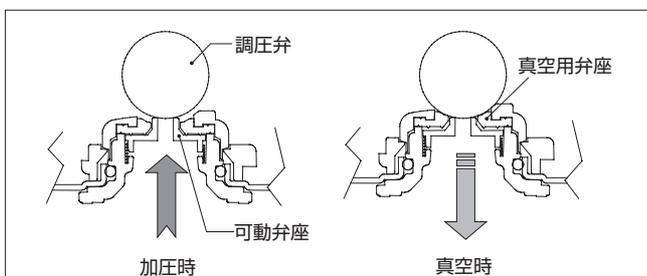


図10. 圧力調節部の構造 — 加圧時は内圧により可動弁座が上昇し、調圧弁を持ち上げて弁の重量で調圧する。真空時は可動弁座は吸引されて内側に引き込まれ、調圧弁が真空用弁座に座り、密閉されて真空を保持する。

Structure of pressure control part

弁は、オーステナイト系のステンレスで形成するボールとする。更に、可動弁座と可動弁座外周にシリコンラバー製の真空用弁座を設ける(図10)。

加圧時は、内部の圧力で可動弁座は上方に押され、可動弁座の弁座部は調圧弁に押し付けられた状態となり、調圧弁の自重と弁座の開口面積の比により圧力を調整している。

真空時は、可動弁座は引き下げられ、調圧弁は可動弁座から離れ真空用弁座に載り、鍋内の真空圧を受けて弁座孔を閉止する構造としている。

5 真空保温技術

保温は、ごはんの腐敗防止と食味を維持するために73℃前後で保温するが、時間とともに乾燥しパサパサしたごはんになり、メイラード反応(アミノ基を持つたんぱく質とカルボニル基を持つ炭化水素の熱反応)で黄色く変色する。また、ごはんを長時間保温すると独特の保温臭が発生する。これはごはんの不飽和脂肪酸の熱による酸化臭と、メイラード反

応による反応臭によるものである。つまり、保温温度を低くすれば乾燥と黄変、保温臭は抑えられる。しかし、保温温度が低いと(65℃以下)、枯草菌などによる腐敗のおそれがある。

そのためRC-10VSは、単に保温温度を低くするのではなく、保温時に鍋内を密閉し、真空(0.6気圧程度)に保つことで乾燥と黄変、酸化の低減を狙った。

RC-10VSと従来機種との保温性能の比較を表1に示す。真空保温のRC-10VSのほうが、乾燥(含水率の変化)が少なく、保温臭がなく、変色レベルも低い結果となり、食味の低下が少なかった。従来機種よりもおいしさを保ったまま保温できるようになった。

表1. 保温性能の比較

Comparison of performance in warming mode

項目	RC-10VS (真空保温)	RC-10LW (通常保温)
保温24時間後の外観		
白さ	白い	VSに比べ黄色い
保温臭	なし	あり
含水率変化量(表面)	-1.28%	-2.41%

* 3カップの米を炊飯して24時間保温。

6 あとがき

おいしいごはんを食べたいという日本人のニーズは永久不変と思う。今後も炊飯の本質を追求し、ユーザーが好む炊上りの実現に向けて開発を進めていく。



田中 和博 TANAKA Kazuhiko

東芝ホームテクノ(株) 技術センター家電技術部長。
IH保温釜及び調理商品の設計・開発に従事。
Toshiba Home Technology Corp.



渡辺 卓也 WATANABE Takuya

東芝ホームテクノ(株) 技術センター家電技術部 調理技術グループ主任。
保温釜の構造設計・開発に従事。
Toshiba Home Technology Corp.



須藤 紀子 SUTO Noriko

東芝ホームテクノ(株) 技術センター家電技術部 調理技術グループ主任。
保温釜の炊飯ソフトウェア開発に従事。
Toshiba Home Technology Corp.