

平成 22 年 6 月 1 日現在

研究種目：基盤研究（C）
研究期間：2007～2009
課題番号：19500669
研究課題名（和文）クックチルシステムによる煮物調理の条件と調理品の保存に伴うビタミン及び食味の変化
研究課題名（英文）Condition of the cooking by Cook-chill system, and the change of vitamin and taste during storage of cooking product.
研究代表者
後藤 昌弘（GOTO MASAHIRO）
神戸女子大学・家政学部・教授
研究者番号：20244775

研究成果の概要（和文）：スチームコンベクションオーブン(SC)を用いた煮物調理は、従来の鍋での調理(普通加熱)と調味液の調製濃度が異なるかどうかの検討を行った。普通調理では、SC加熱と比べて食塩含量が加熱初期から高くなること、SC、普通加熱とも加熱後冷却、保存中に浸透によりさらに高くなることがわかった。また、冷蔵保存2日で食塩濃度はほぼ一定となることがわかった。

研究成果の概要（英文）：It was examined that the difference of seasoning liquid contents of boiled food cooking with steam convection oven (SC) and ordinary cooking (ordinary heating). The salt content of ordinary heating rises from the first stage of heating compared with the SC heating. Salt contents of SC heating and ordinary heating were increased by cooling process after heating and during cold storage by permeation. The salt contents became approximately constant in 2days cold storage.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：調理科学

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学A

キーワード：スチームコンベクションオーブン、クックチルシステム、煮物、塩分、テクスチャー

1. 研究開始当初の背景

クックチルシステムは、大量調理・提供向

けの保存法として、1968年にスウェーデンの病院が、buffet形式で提供することを目的

に開発されたのが起源とされる。これは、揚げる、焼く、オーブン加熱、茹でるなどの調理で、食材の中心温度を 80℃まで加熱後、真空パックし、さらに 100℃で湯せんし、直ちに水冷 60 分間で 10℃まで冷却。さらに 4℃まで冷却し、保管するというものであった。これが 70 年代の初めにフランスへ渡り、病院や老人施設で使用されるようになった。後に、イギリスで普及が進み、77 年には英国政府（保健省）が衛生・安全面のガイドラインを制定、「料理は 90 分以内に、芯温 3℃以下まで冷却する。賞味期限は生産と消費の日を含めて 5 日間」といった、現在にも通じるクックチル運用の基準ができあがっている。その後、80 年代にドイツで厳密な温度管理と湿度管理が可能なスチームコンベクションオーブンが開発され、真空調理法のようなパッキングをせずにホテルパンに下処理した素材を入れて、1℃単位の温度管理と的確な時間管理が可能なブラストチラー方式のクックチルシステムが生まれた。一方、真空調理は、真空包装した食材を加熱し、冷蔵保存後に再加熱して提供する方法で、74 年にジョルジュ・プラリュが、フォアグラの調理法に用いたのが始まりとされている。84 年には、ジョエル・ロブションがフランス国有鉄道の列車食堂で料理を提供する調理法として提案、採用され、その後世界に広まった。真空包装して加熱することや食材により加熱温度を種々に変えて調理することがクックチルとはやや考え方が異なるが、それ以外のプロセスはかなり類似している。

近年、我が国においてもこの加熱調理した調理品（食品）を急速冷却し、冷蔵保存後提供時に再加熱する「クックチルシステム」が、冷凍保存に比べ、食味が良く、保管コストも低いことなどから大量調理に有効な新調理システムとして給食業界で注目されている。

この調理加熱には、スチームコンベクションオーブンが用いられるが、その際、従来わが国ではオーブンをを用いることがほとんどなかった煮物調理にも用いることができる。このため、オーブンをを用いた種々の煮物調理についての調味液濃度や加熱時間などに関する最適調理条件の設定が望まれる。

しかしながら、その調理条件に関する調理科学的な検討はほとんど行われておらず、現場の経験と勘でレシピが作成されているのが現状である。

2. 研究の目的

研究代表者は、クックチルシステムが我が国で注目される以前から、同様の手法で調理を行う真空調理法についてその特性や調理時に生じる問題点について明らかにしてきた。また、いくつかの料理について RCO 法を用いて減塩や減糖を目的とした最適調理条件を求めた。これらの成果から、クックチルシステムにおける煮物調理の最適な調理条件の決定にこの RCO 法を用いることは、より少ない実験回数で効果的に成果を得るために有効であると考ええる。また、クックチルシステムにおいては、加熱調理だけでなく、従来の調理には見られなかった急速冷却と冷蔵保存というプロセスが加わっている。しかし、このような食品に加えられる熱履歴が食味や栄養成分、抗酸化性物質（ビタミン類、ポリフェノール等）などの挙動におよぼす影響についての調査は調理科学分野ではほとんど行われていない。これらの研究の端緒として本研究では、クックチルシステムに組み込むことを前提としたスチームコンベクションオーブンをを用いた煮物調理の調理条件の標準化を目的として、まず、ガスコンロ加熱の従来法と SC 加熱による煮物について調理時及び冷却時並びに冷蔵保存中の塩分挙動や食味の変化 について調査した。

また、同様に近年話題となっている過熱水蒸気加熱やスチーミング加熱がスチームコンベクションオーブンと比較してどのような特性を持つかについても検討を行った。

3. 研究の方法

(1) SC加熱と普通加熱による塩分の挙動

サトイモ（冷凍品）を用い、同一濃度の調味液中でガスコンロとスチームコンベクションオーブン（ニチワ製 SCOSC-4RS）を用いて煮物を調製した。両者ともブラストチラー（福島工業製、QXR-005BC5）で芯温 2°C になるまで急速冷却し、 2°C の恒温庫（三洋製 MIR-41）で冷蔵保管した。加熱前、調理直後及び冷却時、保存後再加熱時について水抽出し、食塩含量を沈殿滴定法で求めた。同様にダイコン、ジャガイモを用いても調査を実施した。また、ジャガイモについて食塩水を用いて SC 加熱後、ブラストチラーで同様に冷却処理し、加熱後、冷却中、保存中の塩分濃度を外部と内部に分けて測定した。なお、以下、スチームコンベクションオーブンによる加熱を SC 加熱、ガスコンロを用い、鍋で煮る加熱を普通加熱とした。

官能検査は、女子学生 27-28 名をパネルとし、色、軟らかさ、味、総合評価については 2 点嗜好試験法、味の濃さについては 2 点識別試験法により行った。

(2) 煮物の SC 加熱時の設定温度とテクスチャーの関係

SC（既述）は、コンビネーションモードを用い、 100°C 、 150°C 、 200°C に設定し、蒸気量はいずれも 90(最大)とした。普通加熱は前述と同様である。加熱に伴う食塩含量の変化を沈殿滴定法により求めた。また、加熱後の試料について、クリープメータ（山電製、RE-3350）を用いてテクスチャー試験を行った。なお、プランジャーは直径 3mm を用いた。

(3) SC 加熱および冷却時の温度変化と塩分

の挙動について

ジャガイモは北海道産『メイクイン』を用い、3cm 角に切り、調味液（風味調味料、醤油、砂糖、みりん、酒）中または、1%食塩水中で、ホテルパンを用いて加熱した。加熱は SC(既述)をコンビネーションモード（ヒーターとスチームで加熱、 120°C 、加湿量 90）を用い、加熱終了後はブラストチラー（既述）で芯温 2°C まで冷却した。冷却後は 2°C の恒温機（三洋製、MIR-253）中で保存した。デジタル温度計（SATO 製、SK-1250MC）でイモの中心部及び煮汁の温度変化を測定した。食塩含量は煮汁、外側（表面から 1cm）と内側（外側を除いた残り）について沈殿滴定法で測定した。

(4) サツマイモを用いた過熱水蒸気オーブン加熱と SC 加熱の比較

サツマイモは、高系 16 号の宮崎紅（宮崎産）、鳴門金時（徳島産）を用いた。SC はホットエアーモード（ヒーターのみで加熱、以下 SC-C と略）またはコンビネーションモード（ヒーターとスチームで加熱、以下 SC-H と略）で 200°C 、過熱水蒸気オーブン（直本工業製 QF-5200C）は、蒸気温、庫内温とも 200°C に設定した。サツマイモは中央部分を 1cm 厚の輪切りとし、温度センサーを中心部に取り付けて、それぞれのオーブンに入れ、中心温 95°C 3 分間を維持した時点で加熱終了とした。加熱中の中心温度の変化、重量変化、還元糖含量の変化を調べるとともに、官能検査により食味の比較を行った。

(5) マルチスチーマー加熱と SC 加熱の温度とテクスチャーの比較

ジャガイモは、市場より購入したメイクインを用い、3cm 角に切断して試料とした。SC（既述、スチームモード）、マルチスチーマー（直本工業製、MS-306B4）とも、それぞれ 75°C から 100°C まで 5°C 毎に設定し、加熱中

の温度変化をポータブルマルチログガー（オムロン製，ZR-RX40）を用いて記録した。

加熱後の試料について，クリープメータ（既述）を用いてテクスチャー試験を行った。

4. 研究成果

(1) SC 加熱と普通加熱による塩分の挙動

① サトイモを用いた普通加熱および SC 加熱による煮物のクックチルとクックサーブの食味および食塩含量の比較

サトイモの煮物を SC 加熱と普通加熱で調理し，それぞれについてクックサーブ（調理後すぐ提供）とクックチル（加熱，冷却後 4 日保存，再加熱後提供）で食味の官能検査を行ったところ，普通加熱では，味の濃さがクックチルで有意にたかかった。しかし，他の項目では有意差は見られなかった。SC 加熱でも，味の濃さは，クックチルが有意に高く，総合評価もクックチルが好まれていた。

SC 加熱，普通加熱とも「味の濃さ」がクックチルを行ったものが有意に高かったこと

から，クックチル処理で味のしみこみがおきていることが推察された。このため，イモと煮汁について，加熱調理前後および冷却後，

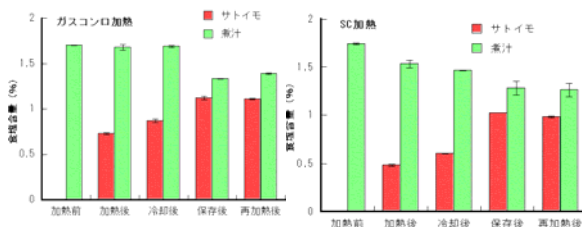


図 1 加熱法と処理による塩分含量のちがいを保存後，再加熱後について食塩含量を調べた。イモでは，SC よりも普通調理で食塩含量が高かった（図 1）。また，両加熱法とも加熱後から冷却，保存中に食塩含量が増加した。煮汁については SC では普通に比べ，食塩含量が加熱後から低下する傾向にあった。また，SC，普通加熱とも冷却後と再加熱後の食塩含量に変化はなかった。

② ダイコンの煮物を用いた SC 加熱と普通調理の比較

冷却処理を行わない場合の SC 加熱と普通加熱の違いを見るため，同一の煮汁で 20 分加熱を行い，加熱終了後のダイコンについて官能検査を行ったところ，「味の濃さ」が普通加熱で有意に高かった。煮汁の食塩含量は，普通加熱で高く，加熱中に濃縮され，味の濃さにつながるものと推察された。

③ ジャガイモを用いたモデルでの塩分挙動

SC，普通加熱により 1.2%食塩水中で加熱したジャガイモの食塩含量は，普通加熱が加熱初期から高かった（図 2）。

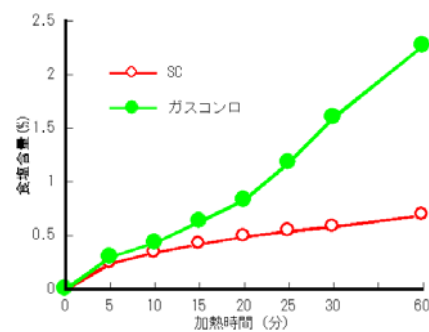


図 2 加熱に伴う食塩含量変化のちがいを

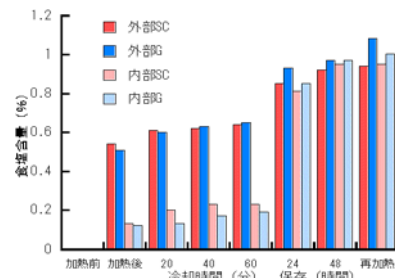


図 3 加熱，冷却，保存に伴う食塩含量の変化 SC:コンビモト，G:ガスコンロ（普通加熱）

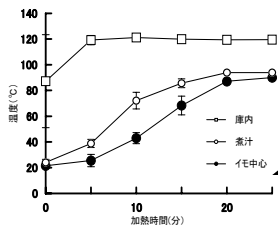
クックチル処理したところ，両加熱法とも冷却時までは外部の食塩含量が高かったが，保存中に内部の食塩含量は急増し，保存 48 時間で内部外部がほぼ同じとなった。また，再加熱後は，普通調理が外部，内部とも高くなった（図 3）。

これらの結果から，ガスコンロ加熱は，SC 加熱に比べて加熱初期から食塩含量が高くなり，保存中に浸透によりさらに高くなることがわかった。また，SC 加熱では煮汁が濃縮されないことから，クックサーブとクックチ

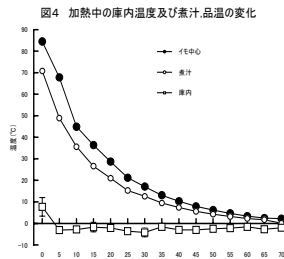
ルでは提供時の食塩含量が異なることから、調味液の濃度を変える必要性が示唆された。

(2) SC 加熱および冷却時の温度変化と塩分の挙動について

庫内温度(120℃)は、扉を開けると急激に低下するが、扉を閉めて5分でほぼ設定温度に回復した。煮汁温度、中心温度とも庫内温が安定する5分以降に大きく上昇し、どちらも



20分程度で90℃に達した(図4)。また、煮汁がイモよりも温度が高い傾向であった。



冷却中は急速に温度が低下し、40分で10℃、70分で2℃に達しており、クックチルシステムの条件を満たしていた。煮汁の温度は常にジャガイモより低く、70分では、0.7℃であった(図5)。

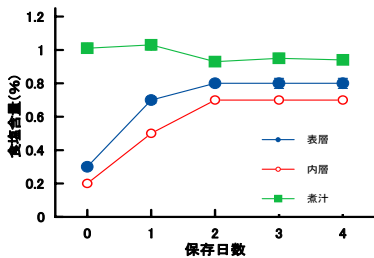


図6 食塩水加熱ジャガイモの低温保存に伴う食塩含量の変化

1%食塩水加熱の場合、加熱直後のジャガイモの塩分濃度は、表層部で0.3%、内層部で0.2%であった(図6)。保存1日では表層部0.7%、内層部0.5%、2日では、表層部0.8%、内層部0.7%、3日以降は、ほぼ

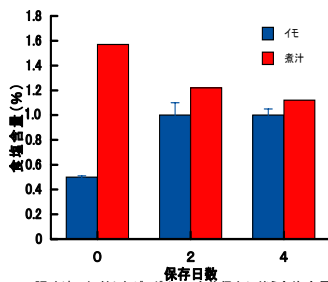


図7 調味液で加熱したジャガイモの冷蔵保存に伴う食塩含量の変化

同じであった。このことから、保存中に外側から内側への浸透が見られ、保存2日で

ほぼ一定になることが示唆された。

調味液を用いて同様に加熱した場合、加熱前の食塩含量は約1.7%で、前項の実験の1%食塩水より塩分濃度が高い。このため、0日(加熱直後)のイモの塩分量は、食塩水よりもやや高い値であった。塩分濃度は、保存2日で約1%となり、4日でもほぼ同じ値であった(図7)。

(3) 煮物のSC加熱時の設定温度とテクスチャーの関係

SC加熱20分での中心温度および調味液温は、SC100℃で80.5℃と92.0℃、SC150℃で86.7℃と94.5℃、SC200℃で91.1℃と99.1℃と庫内温度が高い方が中心温度および調味液温度が高温になっていた。しかし、調味液温は、最高でもSC100℃で約93℃、150℃で約98℃、200℃で約100℃、普通加熱で99℃といずれも100℃以下であった。最終的な中心温度はSC100℃で87℃、150℃で95℃、200℃で98℃、普通調理で84℃であった。

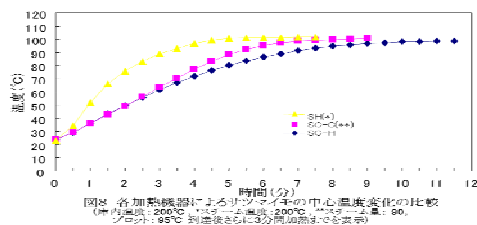
試料の食塩含量は温度変化と同様に調理開始5分後から差がみられ、時間とともにSC200℃および普通調理の食塩含量が残りの2つに比べ大きく上昇している。これは調味液の食塩濃度の上昇すなわち調味液の濃縮が大きく関係していると考えられる。SC200℃と150℃の2つを比べると、両者の中心温度および調味液温度の差が大きい加熱時間5~10分の時は塩分濃度に大きな差が無いのに対し、温度差が小さくなった加熱時間30分以降には大きな差が出ていることからもうかがえる。

テクスチャーについてSC100℃では45分加熱しても他に比べて硬く、普通加熱の約6.5倍、SC200℃加熱の約7.6倍であった。これは中心温度および調味液温度が低いことが影響している。中心温度がほぼ同じ普通加熱では軟らかくなっていることから温度が上

昇する所要時間が関係しているものと推察される。これらから温度条件の違いは塩分濃度よりもテクスチャーに大きな影響を与えていることが明らかとなった。

以上の結果から SC 加熱の温度条件は、150℃が調味液の濃縮がおこらず適当であると考えられた。また、200℃加熱では短時間で調理可能であるが、調味液の蒸発、濃縮がおこるため塩分濃度の上昇と調味液量を多くする必要が出てくること明らかとなった。

(4) サツマイモを用いた過熱水蒸気オープン加熱と SC 加熱の比較
中心温度はSHが4分、SC-Cが5分30秒、SC-Hが8分で95℃に達し可食状態となった(図8)。



重量変化はSC-Cで小さく、SHで大きかった。外観は、SCよりもSHで焦げ色が強く見られた。還元糖含量は、SHで低く、SC-C、SC-Hの順に高かった。官能検査で、硬さはSC-Cに比べSC-Hが硬いと評価されたが、SHとSC-Hの間には有意差はなかった(表1)。甘さは、SC-HがSHに比べて甘いとされた。

表1 各種オープンで加熱したサツマイモの官能検査結果

評価項目	SC-H	SC-C	評価項目	SC-H	SH
硬さ	19**	6	硬さ	17	8
甘さ	16	9	甘さ	18*	7

SC-H: ホットエア SC-C: コンベクション, SH: 過熱水蒸気オープン
*: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$

これらの結果から、サツマイモを同じ温度に設定したSC-CとSHの加熱では、SHの方が早く加熱されること、甘味の評価ではSC-Cが高いことが明らかとなった。

(5) マルチスチーマー加熱とSC加熱の温度とテクスチャーの比較

①ジャガイモの中心温度の変化について

設定温度75~100℃のスチーマー、SCで一定時間(75℃:120分, 80℃:60分, 85~100℃:30分)加熱した場合、75~95℃では加熱開始後5~7分まではSC加熱の中心温度が高いが、その後スチーマー加熱が高くなった。100℃では、加熱開始からスチーマー加熱の中心温度が高かった。また、いずれの設定温度においてもスチーマー、SCともジャガイモの中心温度は加熱後5分までは急激に温度上昇し、ゆるやかな上昇となった後、加熱後10分まで上昇した。

②温度とテクスチャー

SC、スチーマーとも温度が高いほど柔らかくなるが、75℃~85℃加熱では硬く、可食状態とは言えなかった。90~100℃では可食状態となっていた。どの温度においてもスチーマーがSCより軟らかかった。これには庫内の蒸気量が関係しており、蒸気量が多いスチーマーで熱の伝わりが大きかったものと推察された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計2件)

①後藤昌弘・西川和孝: クックチルシステムによる煮物調理の加熱及び冷却中の温度変化と冷却中の塩分変化について - ジャガイモを用いた場合 -, 第62回日本家政学会大会, 2010年5月30日, 広島大学

②後藤昌弘・西川和孝: 業務用過熱水蒸気オープンを用いた食品の調理特性について, 第61回日本家政学会大会, 2009年8月31日, 武庫川女子大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

後藤 昌弘 (GOTO MASAHIRO)

神戸女子大学・家政学部・教授

研究者番号: 20244775