

論文要旨

学位論文題目 真空包装が野菜の組織に及ぼす影響と新規利用に関する研究

氏名 熊谷美智世

真空調理とは生または下処理した食材をそのまま、あるいは調味液などを加えて真空包装し、その後食材に合わせた適切な温度と時間で加熱する調理法である。

真空調理の特徴の一つとして、一般に味がよくしみ込むということがいわれている。これまで真空調理の調味に関しては、鍋などを用いた通常調理と比較して調味料濃度や好ましさ等を検討した報告はあるものの、味がよくしみ込むといわれていることの根拠を実験的に明らかにした報告は見られない。

野菜の味つけは調味料成分の食材内部への拡散によって起こり、細胞膜の半透性が消失すると拡散が起こり、味がつく。真空包装では到達真空圧力が 100~1000 Pa で、大気圧の 1013 hPa の 0.1~1.0% と非常に小さく特殊な環境になるが、真空包装が細胞膜の半透性へ及ぼす影響に着目した研究はない。そこで、本研究ではまず、真空包装が細胞膜の半透性に及ぼす影響について、ダイコンを試料とし、2 つの方法を用いて実験的に明らかにした。一つはダイコンの浸透圧よりも低張で細胞膜機能が維持されているはずの 0.5%NaCl 水溶液に試料を浸漬しダイコン中の NaCl 濃度を測定する方法であり、もう一つは電気インピーダンス法である。真空包装処理直後のダイコンを 0.5%NaCl 水溶液に浸漬した場合、真空包装処理により半透性が消失していればダイコン中の NaCl 濃度は増加するが、本実験では増加しなかったことから真空包装を行っても細胞膜機能は維持されていることが示唆された。

電気インピーダンス法では真空包装処理したダイコンのインピーダンスおよび細胞内外の抵抗、細胞膜の電気容量の変化から細胞膜機能の健全性を検討した。その結果、真空包装処理直後から放置 3 時間までは細胞外の抵抗の上昇が見られるものの、細胞膜機能の健全性はほぼ維持されていることがわかった。したがって、真空調理で味がよくしみ込むといわれているのは、真空包装処理による細胞膜の半透性の消失に因るわけではないことが示唆された。

そこで、別の角度から味がよくしみ込みむといわれている根拠について検討した。真空包装では減圧から常圧に戻る際に圧力勾配が起こることから、真空含浸法の流体力学メカニズムが当てはまる。それは真空チャンバー内で食材を液体に浸漬し減圧処理を行うと、食材の空隙にある気体が膨張、放出し、常圧に戻る際に空隙に残存していた気体が収縮し、それとともに外液が浸入するという考え方である。野菜には管状の道管、師管および細胞間の隙間に相当する細胞間隙があり、いずれも空隙とみなすことができる。したがって野菜と溶液を合わせて真空包装した場合、溶液が食材の空隙へ浸入することが味のしみ込みのよさに関与すると推察した。野菜の空隙が浸入量に影響を及ぼすと考えられることから、煮物に使用されることが多い 5 種の野菜（ダイコン、ニンジン、カブ、サツマイモ、トウガン）について真の空隙率と真空包装による溶液の浸入に利用される有効空隙率を測定し、空隙の状態は X 線 μ CT スキ

ヤンを用いて分析した。その結果、野菜の種類によって真の空隙率および有効空隙率が異なること、また、サツマイモとダイコンでは真の空隙率が同程度でも有効空隙率が異なり、サツマイモは有効空隙率が大きいことで真空包装処理による影響が大きいことを明らかにした。X線 μ CTスキャンの結果からは、サツマイモとダイコンの有効空隙率の差は空隙のサイズや連結性、開孔率などの違いに因ることが示された。

次に野菜の有効空隙率が調味に及ぼす影響について検討した。これまで野菜の空隙に着目し真空調理における調味について検討した報告はない。実際の調理を想定し、調味液には通常の煮物調理に用いられる1.5%NaCl水溶液（試料重量の300%）と真空調理では高濃度少量の調味液で行われることが多いため、5%NaCl水溶液（試料重量の30%）を用い、真空包装処理とその後の加熱に分けて試料及び溶液のNaCl濃度を測定した。その結果、真空包装処理直後においては、有効空隙率の大きい野菜では、いずれのNaCl水溶液においても真空包装処理試料が常圧下で包装処理した対照試料よりもNaCl濃度が有意に高くなった。すなわち、真空包装処理を利用すれば、細胞膜機能が健全な生の野菜においても調味が可能であることがわかった。真空包装処理後、袋の状態のまま加熱した場合について検討した結果、本実験で調べた野菜の中では有効空隙率が特に大きいものでは、真空包装処理による浸入量が多いため常圧包装処理試料よりも調味料濃度が高くなる場合もあるが、他の試料については有効空隙率よりも加熱による拡散の影響が大きく、包装処理直後に見られたような真空包装による調味効果は明らかとはいえないことがわかった。

真空包装による調味効果は生の野菜において明瞭であることから、真空包装処理を一つの調理法としてとらえ、その特徴を活かした新規利用法について検討した。ダイコンを高濃度のNaCl水溶液とともに真空包装処理しそのまま放置したところ、常圧包装処理試料に比べて重量減少が抑制される一方でNaCl濃度が有意に高いことがわかった。その効果は本実験で調べた野菜の中では有効空隙率が小さいニンジンではみられないことから、有効空隙率の比較的高い野菜では真空包装処理により、生のテクスチャーを保持しながら調味された、従来の漬け物とは異なる食感の新しい調理品となる可能性が示唆された。

これまで真空調理について、真空包装と加熱の工程に分けてその効果を研究した報告はみられない。本研究では、真空調理の真空包装という工程に着目し、真空包装処理そのものが細胞膜機能へ及ぼす影響および野菜の組織構造と真空包装による調味効果の関連性を明らかにするとともに、野菜の空隙を活かした真空包装の新規利用法の提案を試みた。

今後、食の外部化はさらに進むといわれているが、真空調理は一定の品質のものが大量に提供できることから、発展が期待されている調理法である。本研究で得られた知見は、野菜を用いた嗜好性の高い真空調理品の提供に貢献できるとともに、真空包装を従来とは異なる調理法として活用することで新たな食品の創出につながり、豊かな食生活に役立つものと考えている。