

氏 名	山中 由実
学 位 の 種 類	博 士 (栄養科学)
学 位 番 号	第 2 2 号
学位授与年月日	令和 7 年 3 月 20 日
学 位 論 文 名	加熱調理過程における視覚情報が料理の品質に及ぼす影響
論 文 審 査 委 員	主査 教 授 岸本 満 副査 小原 章裕 副査 教 授 山田 千佳子 副査 教 授 和泉 秀彦

論 文 内 容 の 要 旨

目的

誰が調理をしてもほぼ同じ品質の料理を得るために温度や時間を測って調理操作する場合もあるが、上級の調理技術をもつ料理人は、温度計や時計に頼らず、調理過程中的食材の状況を見た目（視覚）、香り（嗅覚）、味見（味覚）、聴覚、食材に触れる（触感）などの五感から判断する。

本研究では五感の中の「視覚」に注目し、調理過程における視覚情報と料理の品質（できあがり）との関係について検討した。上級の調理技術をもつ料理人は、おいしい料理を作るための調理過程中的注視するところやその際の素材の変化について、調理経験の豊富さからそれらを熟知しているため、おいしい料理を作ることができる考える。そこで、1. 調理中の「目配り」を研究 1 と研究 2 として、2. 調理過程における料理の「見た目」を研究 3 として調べ、調理過程における視覚情報と料理のできあがりの関係を検討することとした。

これにより適切な調理操作を判断するための視覚情報を明らかにすることができれば、五感を使った調理技術の教育資料として示すことができるとともに、調理過程中的視覚情報を画像処理することで得られた AI を大量調理中のできあがりの判断に応用することが可能になる。

研究 1

調理中の「目配り」が料理の品質に影響を及ぼすか、調理熟練者と非熟練者にきんぴらごぼうを同じ手順で作成してもらい、炒め調理時の目の動きときんぴらごぼうの品質を調べた。目の動きは第三者による観察と画像処理から評価した。第三者による観察は、高温となるフライパン中央と食材が滞留するフライパン側面と底面の境目付近の両方を見ているかを目の動きから推測し評価した。画像処理では頭にカメラをつけ、目を撮影し、目の形からフライパンの見ている場所を検出し、視点の移動距離を測定した。きんぴらごぼうの品質は硬さと調味液の浸透から調べた。硬さはクリープメーターで測定し、官能評価から得られた好ましいきんぴらごぼうの硬さと比較した。調味液の浸透はきんぴらごぼうの塩分濃度を Na イオンメーターで測定した。

調理熟練者は非熟練者に比べ高温となるフライパンの中央と食材が滞留するフライパンの側面と底面の境目付近を見る頻度が高く、視点の移動距離が長かった。また、作製したきんぴらごぼ

うは好ましい硬さとなり、調味液の浸透が良かった。

調理熟練者は調理過程で重要となる場所を見ることがと、目を大きく動かし全体的にごぼうの状態を把握することで調味液が浸透した好ましい硬さのきんぴらごぼうを作ることができたと考えられ、調理時の目の動きは調理技術の一つであることを明らかにした。

研究 2

調理時の「目配り」の指導により、料理の品質が向上するか、加熱攪拌調理であるごま豆腐から調べた。加熱攪拌中の調理熟練者の目の動きは非熟練者に比べ鍋の中央と側面の上下左右の 5 か所を繰り返し見る回数が多かった。非熟練者にこの目の動かし方を指導し、指導の有無による目配り技術とごま豆腐のできあがりの品質変化を調べた。

指導有りの非熟練者は指導無しの非熟練者に比べ、澱粉が糊化され、官能評価において好ましいと評価された硬さに近い硬さのごま豆腐を作ることができるようになり、画像処理した視点の移動距離も長くなったことから、目配り技術が品質向上及び指導方法として有効であることを明らかにした。

研究 3

調理過程における料理の「見た目」から料理の品質を推定するために、えびの天ぷらを用い、揚げ過程の油面の様子から天ぷらの品質を評価できるか調べた。えびの天ぷらは 180℃で 150 秒揚げて作製し、30 秒毎の油面の様子と天ぷらの品質を調べた。油面の様子は、揚げている様子をカメラで撮影し、水分蒸発により出現する気泡量の変化を 2 値化処理した画像から推定した。同時に、秤の上で天ぷらを揚げ、重量減少量から水分蒸発量を測定した。また、揚げ過程時の水分蒸発が衣からなのか、えびからなのかを、衣を水と分子量の異なる重水に置き換えて天ぷらを作製し、GC-MS により天ぷら中の水分挙動を推定した。天ぷらの品質は、えびは硬さと水分量及びたんぱく質の変化（水溶性蛋白質量と電気泳動）から、衣は破断応力と水分量から調べ、えびと衣の好ましさは官能評価から調べた。

油面の様子と水分蒸発量の結果は類似し、揚げ過程の画像処理により天ぷらからの水分蒸発量の変化が推定できることが確認できた。また、重水を用いた実験により揚げ過程でのえびおよび衣からの水分蒸発やえびと衣間の水分挙動が推定できたことから、揚げ過程の画像処理により天ぷら中の水分挙動が推定できることが示唆された。

水分量の変化はえびのたんぱく質変性に関わり、たんぱく質変性はえびの硬さに影響する。また、水分量は衣のサクサク感（破断応力）にも影響することから、好まれるえびの天ぷらは水分量と深く関わる。好まれるえびの天ぷらはえびと衣両者からの水分蒸発量が少なくなったタイミングであり、揚げ過程の様子から天ぷらの品質を評価できることを明らかにした。これにより、調理過程を画像処理で判断することで、安定した品質の料理の作製に繋がることが示唆された。

結論

調理中の「目配り」の違いや調理過程中の「見た目」の変化は料理の品質に影響を及ぼしたことより、調理中の「目配り」や調理過程中の料理の「見た目」の「視覚」という視点は調理技術の

向上や安定した品質の料理の完成に繋がることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

料理の出来上がりの品質は、調理人に五感により判断されることが多い。本研究論文は調理技術向上における「視覚」の重要性に着目し、加熱処理(調理)における目配りと処理中の見た目を視覚情報として出来上がりへの影響に与える要素を調べまとめたものである。

調理過程における視覚情報と料理の品質との関係について、1) 炒め調理における目配りと調理技術が関連していることを明らかにし、かつ視点移動距離を画像処理して目配りを客観的かつ数値化する計測手法を開発し、この方法が目配りと調理技術の関係を評価できることを示唆した。また、2) 加熱攪拌調理における目配りが出来上がりの品質に影響することをごま豆腐の炒め調理をモデルに、熟練者と非熟練者の目配り技術について画像処理システムを用いて計測し、出来上がりの品質と目配り技術評価点の関係を考察し、加熱攪拌(炒め)調理では高温となる場所に視線を移動させることが品質向上に関連することを示唆した。さらに 3) 重水を用いて天ぷらを調理する際の具材と衣の間で起こる水分挙動について明らかにし、えびの天ぷらをモデルに油面の気泡の画像処理データから水分蒸発量を把握し、揚げ過程の視覚情報が天ぷらの品質を左右すること、また油面の気泡の出現量で料理人が油から天ぷらを引き上げるタイミングを画像処理によって判定できることを示唆した。

本研究論文は料理の出来上がり品質を向上させるため熟練料理人が行う目配りに注目し、目配りが品質に関与することを各種測定法を用いて科学的に検証した。また、画像処理技術を用いて視点移動を数値化するなど客観的評価測定方法を開発し、安定した品質の料理の作製に画像処理が有効であることを明らかにし、おいしさと出来上がり品質にこの測定結果が活用できることを示唆した。

4名の審査員は、本研究科の博士学位論文審査基準に示す審査項目に適合する論文であると評価した。すなわち、①視覚と調理の出来上がりの品質について追及しており、単なる個別論文の寄せ集めではなく、一貫したテーマとそれにかかわる問追及の姿勢を保持したものになっている。②調理過程を画像処理し、その情報を用いて品質評価を実施しており、栄養科学に関して、新規性、有用性、独創性をもっている。③調理科学分野の研究における現在の研究水準を十分に消化したうえで、視点の動きと料理の品質との関連に新たな知見、独自の解釈・発見などが含まれている。④発表会における質問に対する受け答えなどから研究課題、その周辺の分野についても十分な学識が備わっていることと評価できる。⑤十分な参考文献や研究動向の調査が行われ、本研究テーマの意義や重要度と他研究との関連性や相違を理解できている。⑥調理科学における適切な実験方法が選択され適切に実施されている。⑦博士論文としての文章表現、論文の体裁、要旨のまとめ方、目次・章立ての的確性、結論の示し方、参考文献などは整っている。

以上のことから本研究は一貫したテーマで、AIによる調理品質の評価のための測定法開発につながる進歩性のある研究であり、多岐にわたる実験データを駆使して説得力のある論説を展開した論文構成となっており本研究科の博士学位審査基準に照らし学位を与えるのに適当であると判

断する。