


(別記様式第5号)

論文審査の結果の要旨

報告番号	博(水・環)甲第55号	氏名	Jiang Tong (蒋彤)
学位審査委員	主査 副査 副査	橋勝康 亀田和彦 谷山茂人	

論文審査の結果の要旨

Jiang Tong氏は2012年に大連海洋大学食品工程学院を卒業後、2013年大連海洋大学大学院食品科学専攻に進学した。この間、2015年4月より2016年3月まで長崎大学に研究留学生として在籍し、2016年7月に大連海洋大学大学院食品科学専攻を修了し、2016年10月に長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科博士後期課程に進学し、現在に至っている。

同氏は、水産・環境科学総合研究科博士後期課程においては、環境海洋資源学を専攻し、所定の単位を修得するとともに、主論文「Influence of blood deposition phenomenon on quality of ordinary muscle in yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) during storage (血液就下現象がブリ普通筋の保存中における肉質に及ぼす影響)」を完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文2編(審査付き論文2編)を付して、博士(学術)の学位の申請をした。長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科教授会は、2019年7月17日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2019年8月28日の水産・環境科学総合研究科教授会に報告した。

提出論文では、以西底曳や小型底曳網漁業等で大量漁獲された魚は脱血されずに、頭部を左にして箱に並べて(即ち魚体の右側部を下方に、左側部を上方に)流通されている。これら脱血死されなかった魚体は致死後、血圧が下がり、体内の血液は重力の作用で魚体下方に集まる血液就下現象を生じる。そのため魚体の下方、即ち右側部に血液が溜まった状態、即ち血液就下現象が発生して、保存されていると述べている。本論文では、この血液分布の違いが、魚体の上方と下方における魚肉質の違いを発生させるのではないかと考え、養殖ブリをモデル魚として、普通筋の肉質に及ぼす血液就下現象の影響について、保存中の血液の集中する右側部と集中しない左側部普通筋における肉質を検討している。本論文では、まず養殖ブリを出血しないように致死死させ、血液就下現象を生じさせ実験群とし、対照として脊髓破壊後脱血を行った魚体を試料魚とし10°C保存中における普通筋の感覚色度(赤さ: a^*)、ヘモグロビンの含量より血液就下現象の発生を検討している。また、保存中における破断荷重を測定するとともに、筋肉と血液中のカテプシン様酵素活性を検討し、血液由来のカテプシン様酵素活性とミオシン重鎖の分解を検討した。その結果、感覚色度 a^* とヘモグロビンの

含量は、保存4時間目から苦悶の下側が上側や対照の脱血魚体より高く、苦悶区において血液就下現象が確認されたと述べている。破断荷重は、就下の下側が保存期間を通じて低く、対照では保存4時間目でもミオシン重鎖の分解が認められなかったが、就下区では4時間目から分解が認められ、保存時間を通じて血液就下現象を生じた下側が上側より分解が大きかったと述べている。また、普通筋中カテプシンBとカテプシンB+L様活性は血液就下現象で血液の多かった生じた下側が上側より高く、白血球画分では両カテプシン様活性が赤血球、血漿より高いという結果を得ている。これらのことより、本実験のブリでは保存中に血液就下現象が発生し、上側より下側の軟化現象が早く進行すると述べており、この肉質軟化にはミオシン重鎖の分解が関与し、その原因には白血球由来のカテプシン等の酵素群が関与すると考察している。次に、血液就下現象がブリ普通筋の保存中における筋原線維タンパク質の変化及び透過電子顕微鏡を用いた微細構造の変化について検討を行っている。すなわち、養殖ブリを用い、先と同様の試料魚を10℃で保存し、普通筋の保存中におけるK値とZ線を構成する α -アクチニンおよび透過型電子顕微鏡を用いた微細構造の変化について検討を行っている。10℃におけるK値上昇率は血液就下現象を起こさせた両側または対照の上側と下側で違いを認めず、カテプシンB様活性は保存4、24時間目では血液就下現象を起こした下側が上側より高いという結果を得ている。さらに、 α -アクチニンの分解は血液就下現象を起こした下側が上側より大きく、透過型電子顕微鏡観察によるZ線の断裂や筋小胞体の崩壊も速かったと述べている。このことより、血液就下現象による魚体下側への血液分布の増加は白血球由来の酵素群の分布に影響を及ぼし、ひいては筋細胞のZ線を構成する α -アクチニンや筋小胞体の構造崩壊を加速させ、保存中における普通筋の肉質低下を引き起こすと考察している。次に血液就下現象における肉質軟化機序解明のため、筋内膜構造に着目し、保存中における細胞外マトリックス(EMC)の分解に及ぼす影響を検討している。また、保存中における破断荷重を測定するとともに、筋肉と血液由来のゼラチン分解酵素及びコラーゲンの分解を検討している。その結果、血液就下現象を起こした試料魚下側普通筋の保存中の変化では、EMCの構造崩壊が大きく、ゼラチン分解酵素活性も高く、コラーゲン含量が少なくなったと述べている。以上から、血液就下現象による魚体下側への血液分布の増加は、保存中における普通筋のコラーゲン分解を加速すると考察している。以上を総括して、魚類の血液就下現象に伴う魚体下側への血液分布の増加はK値からみた化学的鮮度変化には大きく影響はしないが、保存中における肉質軟化を加速すると考えられ、その軟化には血液中の白血球由来のカテプシン類やゼラチン分解酵素等による筋原線維の分解と筋細胞内小器官の崩壊に加え、EMCの崩壊、特に筋内膜の主要成分であるコラーゲン線維の分解、双方が引き起こされたことに起因すると結論している。

以上の結果は食品学分野において貴重な知見を得ている。このことは水産・環境科学の進歩に大きく貢献するものと認め、博士(学術)の学位に値するものとして合格と判定した。