“洗い”の現象に関する研究—Ⅳ.

赤色及び白色魚肉魚類の死後硬直について

野口栄三郎・山本常治

(日本海区水産研究所)

Studies on the “Arai” Phenomenon (the Muscle
Contration Caused by Perfusing Water)—Ⅳ.

On the Rigor-Mortis of White Meat Fish and of Red Meat Fish.

Eizaburo NOGUCHI and Jyoji YAMAMOTO

It is commonly believed that fish muscle rich in muscle pigment as like mackerel and sardine decays more rapidly than those of white meat fish such as carp or red-snapper. But, only few informations are available for their difference. In this conneciton, the present study is scheduled to find out, if possible, a difference of rigor mortis between the muscles of red and white meat fish. Mackerel was used as a model of red meat fish and carp and red-snapper as white one. Sample fish were treated in two ways; one was to cut off head immediately after catch and another was to put into death after heavy struggling. And the amount of ATP-P, glycogen, SH group and muscle contraction caused by perfusing water for each sample were determined and results were shown in Figs. 1—5.

Difference in the changes of these compounds due to the variety of fish was not significantly observed, but the struggling of the fish till the time of death appeared to give remarkable effect on biochemical changes in the muscle.

Therefore, the greater part of the freshness of commercial fish will depend on fishing method whether it involves the struggling or not at the time of catch.

If the amount of A.T.P., glycogen and pH value could be maintained in high level when fish were killed on board, the rigor-mortis might proceed similarly in red and white meat fish.

一般にサバの生き腐れと云われるように、イワシ、サバ、カツオのような赤色魚肉を有する魚類は、タイまたはスズキのような白色魚肉を有する魚類に比較して、極めて鮮度が低下し易く、早く腐敗すると云われている。しかしこのような差異に関する研究は極めて少く、僅か大谷¹⁾に依つてカツオ、サバのような洄游性の赤色魚肉魚類は、タイ、スズキのような白色魚類に比較して自己消化酵素作用が早く、これは各魚類の生前の活動性に依るものであると述べられている程度である。しかし死後硬直の期間、即ち生きの良さを保つ期間に於ても、果してこのような差異があるものであるか否かの研究は殆んど行われておらないので、死後硬直現象に於ても、魚種に依るこのような差異があるか否かを、サバ及びタイ、コイについて研究し、実験例は少いが興味のある結果を観察したので取敢えず報告する。尚御多用中本稿の御校閲を願い種々御教示を賜つた東海区水研右田博士、天野博士並びに本稿の発表に御後援下さつた静岡県佐詰協会及び静岡県各位に厚く御礼を申上げる。

実 験

試料としてはコイ及び定置網で漁獲後1夜水族館の水槽内で蓄養したタイ及びサバを使用した。死殺方法は共に断頭死であるが、苦悶死区のもの、サバは10分間、コイは30分間空气中に放置し、苦悶させた後断頭死を行つて試料に供した。魚体は直ちに3枚に卸し、大型シャーレーに入れて室温（タイ及びサバは

Fig. 1. Changes in contraction, pH, glycogen, $\Delta 7\text{P-P}$ and free SH group of the muscle of mackerel during storage at 20° C., which fish was decapitated immediately after catch.

Fig. 2. Changes in contraction, pH, glycogen, $\Delta 7\text{P-P}$ and free SH group of the muscle of mackerel during storage at 20° C., which fish was decapitated after struggling.

Fig. 3. Changes in contraction, pH, glycogen, $\Delta 7\text{P-P}$ and free SH group of the muscle of red-snapper during storage at 20° C., which fish was decapitated immediately after catch.

Fig. 4. Changes in contraction, pH, glycogen, $\Delta 7P-P$ and free SH group of the muscle of carp during storage at 30°C., which fish was decapitated immediately after catch

Fig. 5. Changes in contraction, pH, glycogen, $\Delta 7P-P$ and free SH group of the muscle of carp during storage at 30°C., which fish was decapitated after struggling.

20°C, コイは 30°C) に放置し、随時取出して実験に供した。筋肉は背側筋を用い、PH 値、 $\Delta 7P-P$ 、グリコーゲン量、遊離 SH 基、“洗い”に依る筋肉の縮み等は前報²⁾と同様の方法で行った。

結 果

結果は第1図乃至第5図に示すようである。即ち直殺区に於けるサバ及びタイでは、“洗い”に依る縮み ATP 量、遊離の SH 基等の変化では魚種に依る差異は少く、僅に pH 値及びグリコーゲンの減少速度が異つて解糖作用はサバの方が早い結果を示しているが、どちらも共に死後9時間内外で死後硬直が完了し、15~20時間で解硬が始まっている。コイの場合は実験の関係で 30°C に放置したのであるが、タイ、サバに比較して死後硬直の進行が遅く、死後 12 時間で完了したように見える。しかし実際には時間の間隔の取り方が異つた為で、曲線の傾斜から考えるとタイ、サバと同様に死後9時間頃には縮み及び $\Delta 7P-P$ は共に零となつておつたのではないと思われる。更にコイの場合に於てはタイ、サバに比較して、解糖作用は一遅延していることが観察された。

次に苦悶死区のもの直殺区のものと比較するとサバ、コイ共に既に死直後に於て、筋肉の収縮度、ATP 量、グリコーゲン量は甚だしく減少し、また筋肉の pH 値や遊離 SH 基の数も低い結果を示している。特に $\Delta 7P-P$ 量は苦悶に依つて、コイは 35%、サバは 53% に、グリコーゲン量はサバは 35%、コイは 60% に減少し、pH 値はサバは 6.4 から 5.7 に、コイは 6.5 から 6.1 と低下し、“洗い”に依る筋肉の縮みも約 70% に減少した。また遊離 SH 基の数も共に僅かではあるが減少している。従つて死後硬直発現期もサバの直殺区は死後9時間内外を要したものが苦悶死区は 5~6 時間で、コイの場合にも直殺区は 9

～10 時間であるのに対して、苦悶死区は4時間以内と殆んど半分の時間で完了している。

考 察

上述したように死後の変化を、“洗い”に依る筋肉の縮み、 $\Delta 7P-P$ 量、グリコーゲン量、pH 値、遊離 SH 基等の変化から考察すると、死後硬直完了時間は魚種に依る差異よりは死殺時の苦悶、即ち死殺直前の激しい運動の方が強く影響し、魚種に依る差異は小さい。勿論死後に於ける解糖作用は pH 値及びグリコーゲンの減少速度から考えて、サバが最も早くコイが最も遅い結果を示し、この影響が死後の ATP の減少、従つて“洗い”に依る筋肉の縮みや遊離 SH 基の減少等に影響することが認められるが、死後に於ける解糖作用の遅速よりも死殺時の激しい苦悶、運動に依る影響の方がはるかに強く反映するように思われる。別の実験に於ても、一本釣りのサバを直ちに延髄刺殺すれば $10^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{C}$ の気温で漁獲 13 時間後に於いても末だ肉色は透明で、“洗い”に依る縮みや ATP 含有量も多く、死後硬直完了前であつたのに対し、空気中に放置し、苦悶に依つて死に到らしめたものは漁獲後9時間で既に解硬し軟化して鮮食出来ず、死殺方法の影響が強く認められた。しかし定置網で漁獲し、死殺前に激しい運動を行つたソーダガツオに於ては、延髄刺殺と自然死との間には余り顕著な差異が見られなかつた実例もあつて、死殺直前の苦悶、運動の影響は極めて大きいと考えられる。特にサバの場合はコイに比較して極めて短時間の苦悶であるのに pH の低下、グリコーゲンの減少が甚しく、またこの際の ATP 量の減少量が少いことは、苦悶時に於ける解糖作用が盛んでグリコーゲンが消費されると同時に ATP の再合成、補給も盛んに行われるが、コイの場合には解糖作用が遅く従つてグリコーゲンの減少も少いが同時に ATP の再合成、補給量も少いと考え、このような赤色魚肉魚類の生活時の解糖作用は白色魚肉魚類に比較して旺盛であると思ふように思われる。更に一般にサバ、カツオ、イワシのような赤色魚肉の魚類は漁獲若しくは羅網の際には極めて激しい運動を行うと共に、生前の筋肉中のグリコーゲン量が多く、且つ解糖作用も早いので、死直後に於ける pH 値の低下が早く、普通 6.0 以下となり、従つて BATE—SMITH³⁾ が述べているように、死後 ATP 等の再合成を行う酵素作用は阻害され、無機磷酸に分解する酵素作用が促進されて急速に死後硬直が完了されることが予想される。一方白色魚肉を有する魚類は一般に筋肉内のグリコーゲン量が少く、且つ苦悶時の解糖作用も遅いと推察され、漁獲時の苦悶、運動も亦赤色魚肉魚類に比較すると極めて小さい。従つて通常漁獲の際に於ける筋肉内の ATP 量の消費や pH 値の低下が小さく、pH 値も 6.5 内外であるので死後に於いても ATP 等の再合成が行われる可能性が多く、死後硬直への移行も比較的長時間を要するのであらうと考えられる。

即ちこのような観点から赤色魚肉魚類と白色魚肉魚類の鮮度低下の速度が異なる原因は肉質本来の自己消化酵素作用又は解糖作用等の死後の影響の差異と云ふよりは、漁獲より死に到る間の苦悶運動に基く生前の解糖作用の影響の方が大であつて、サバ及びカツオのような洄游性の赤色魚肉魚類も、漁獲及び死殺の際の苦悶、運動を少くして、筋肉内の pH 値、グリコーゲン量及び ATP の保持量等を高い状態で保持したまま死殺すれば、白色魚肉魚類であるタイ或はコイ等と殆んど異なることなく或る程度死後硬直期間を延長することが出来、長時間生きの良さを保つことも可能であるように思われる。

摘 要

(1) 鮮度低下が早いと云われる赤色魚肉魚類と、そうでない白色魚肉魚類の死後硬直期間の差異を見る為に、断頭死及び苦悶後断頭死を行つたタイ、コイ及びサバについての死後に於ける筋肉の“洗い”の現象に依る縮み、 $\Delta 7P-P$ 量、グリコーゲン量、pH 値、遊離 SH 基等の変化を比較した。

(2) 死後硬直時に於ける魚種に依るこれらの変化の差異は小さく、却つて死殺前の苦悶、運動に依る影響の方が極めて影く出現する。

(3) 魚種間の鮮度低下の差異は漁獲時の苦悶、運動に依る影響が強いと考えられるので、死殺前の苦悶、運動を少くし、死殺時の筋肉の pH 値及びグリコーゲン量、ATP 量を高めることに依つて、洄游性の赤色魚肉魚類も、定着性の白色魚肉魚類と同様に或る程度死後硬直期を延長することが出来、生きの良さを保つことも可能であると考えられる。

文 献

- 1) 大谷武夫：水産学会報，5，1928.
- 2) 野口栄三郎・山本常治：日水会誌，20，1020～2 (1955).
- 3) E. C. BATE-SMITH and J. R. BENDALL：J. Physiol. 106，177～185，(1947).