

漁獲物の鮮度保持に関する研究

XVI. 魚の死後硬直におよぼす放置温度の影響

山本常治¹・野口栄三郎²

Studies on the Freshness of Fish

XVI. Effect of Temperature on the Duration of Rigor Mortis

JOJI YAMAMOTO¹ AND EIZABURO NOGUCHI²

Abstract

The degree of contraction of the muscle during rinsing by water and the change of the amount of sulfhydryl group contained in the muscle were measured under various temperature ranging from 0 to 30°C for several species of marine fishes. The results showed that for certain species such as *Epinephelus akava*, *Fugu rubripes rubripes*, *Heterodontus japonicus* and others, the duration of rigor mortis was prolonged when the sample was treated under 10 to 20°C rather than when treated at 0°C.

I. 緒言

著者の一人、野口(1957)は“洗い”による魚肉の収縮現象は死後除々に進行する魚肉の硬直現象を短時間に再現することを明らかにした。さらにコイの死後硬直の完了時間と放置温度の関係は30°C以下で放置した場合、 $Q_{10}=2.07$ の温度係数を求めている。斎藤等(1957)もコイのCP及びATPの分解速度を測定し、一般に0°C以上では放置温度が高いほど大きいとのべている。著者等はその後数種の魚種についていろいろの温度で放置した場合の“洗い”による筋収縮ならびに魚肉のSH基等を測定した結果、ある魚種においては0°C附近よりも10~20°Cに放置した方が死後硬直の完了が延長される現象がみられたのでこの結果について報告する。なお、この実験を実施するにあたり種々御便宜をはかっていたいただいた日水研香住支所長平井正夫技官*

^{1,2} 現在, 東海区水産研究所.

^{1,2} Present address : Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

* 現在, 鳥取県水産試験場長.

ならびに山形県鼠ヶ関水族館五十嵐芳郎館長に深甚なる謝意を表す。

Ⅱ. 実験方法

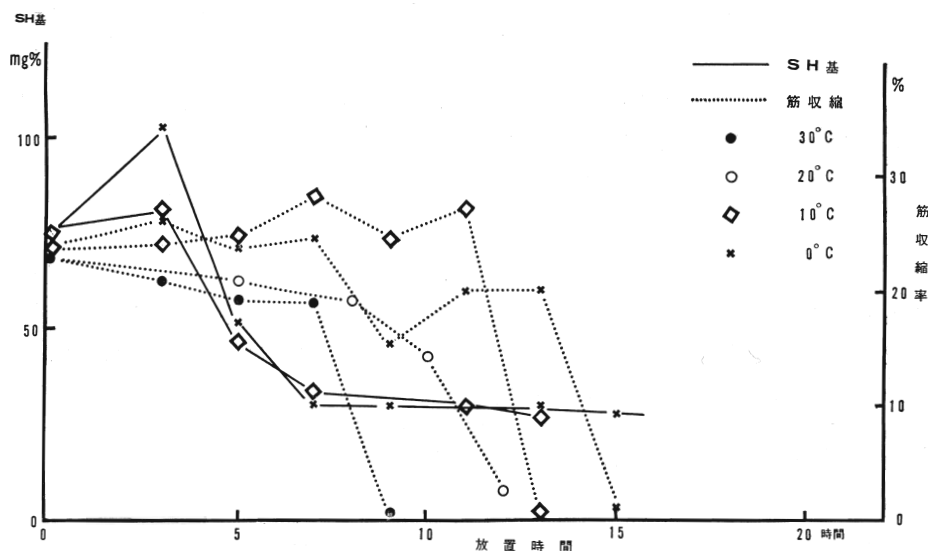
“洗い”の測定：“洗い”による筋収縮は個体及び部位によつてもかなりの差異がある（野口，1957）ので，サメ，シイラでは同一個体を，イサキ，キジハタ等では1尾の片身は0°C，他の片身は10°C，20°Cと30°Cは同一魚体というようにして行なつたが，実験を行なう上でこのような部位の差，あるいは個体による影響は止むを得ないものと思われた。

SH基の測定：森・等（1949）の方法に準拠し比色は島津製光電管比色計を使用した。

Ⅲ. 実験結果

1. イ サ キ

断頭死直後のイサキの“洗い”による筋収縮率は25%前後でSH基量は70~80mg%であった。死後硬直の完了，即ち“洗い”による筋収縮がみられなくなる状態は30°Cで放置した場合には9時間，20°C及び10°Cでは殆んど差異がみられず12~13時間前後で，0°Cに放置した場合には15時間で死後硬直が完了した。SH基量は0°C及び10°Cで放置した場合のみしか測定しなかつたが，いずれの放置温度の場合でも死後3時間で増加し，死後5時間ではいずれも急減し，7時間では30mg%前後に達しその後もいくらか減少する傾向がみられるが，ほぼ一定値を示している。イサキの実験においては“洗い”による筋収縮がみられなくなる時間とSH基量が減少しほぼ一定になる時間は必ずしも一致しなかつた（第1図）。

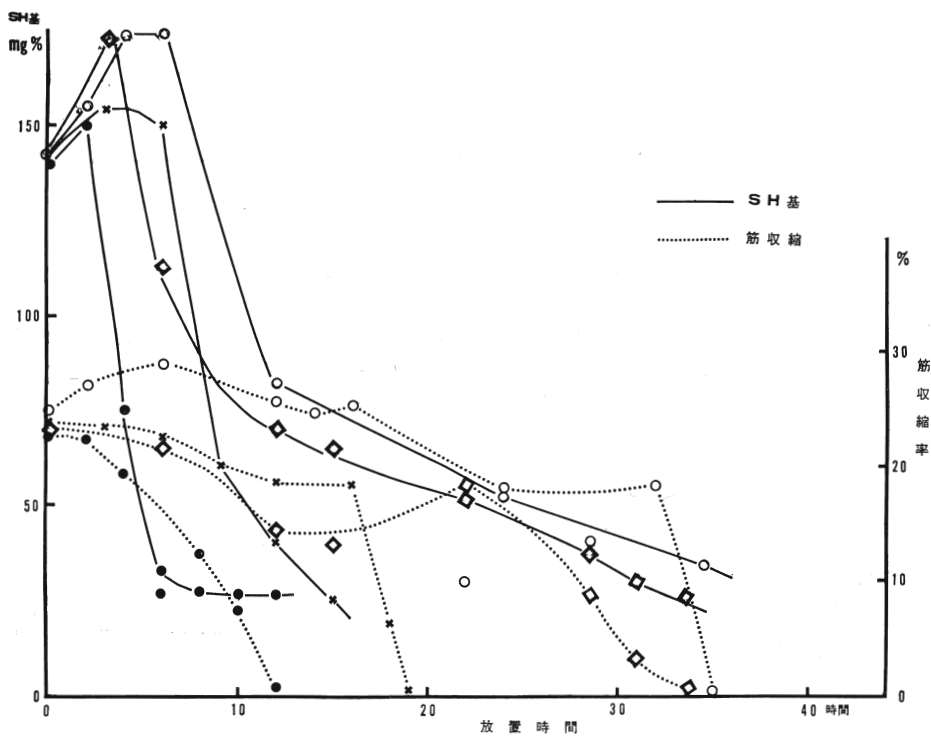


第1図 イ サ キ

2. キ ジ ハ タ

断頭死直後のキジハタの“洗い”による筋収縮率は23%前後で，SH基量は140mg%であった。死後硬直の完了，即ち“洗い”による収縮筋がみられなくなる状態は30°Cに放置した場合

には死後11時間であつた。20°C及び10°Cではイサキ同様これらの放置温度による差異はそれほどみられず、また筋収縮がみられなくなる時間は非常に延長され、死後34時間前後であつた。0°Cに放置した場合にはイサキの場合と異なり20°Cあるいは10°Cに放置した場合よりも死後硬直が早く20時間以内で完了した。SH基量はいづれの温度で放置した場合でも死後2～6時間にかけて死後よりもかなり増加している。またSH基量が急減するのは30°Cでは死後2時間以降で6～8時間でほぼ一定値を示すようになる。20°C及び10°Cで放置した場合には死後6～12時間で急減し、その後は徐々に減少する傾向がみられ死後35時間前後で一定値に達するようになる。0°Cでも同様な傾向を示すが、SH基量が一定値に達する時間は非常に早く死後15時間前後と思われる(第2図)。

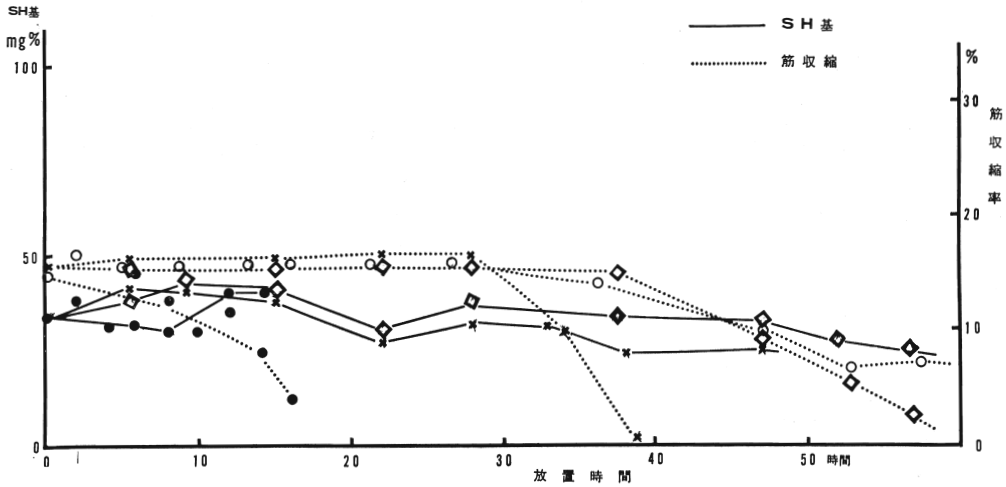


第2図 キジハタ

3. ネコザメ

断頭死直後のネコザメの“洗い”による筋収縮率は15%前後でSH基量は非常に少なく35mg%前後であつた。30°Cに放置した場合には死後15～20時間で“洗い”による筋収縮がみられなくなつた。20°Cでは死後40時間までは“洗い”による筋収縮は死直後と殆んど変わらないが、その後は徐々に減少する傾向がみられ、死後60時間前後で筋肉がアンモニア臭あるいはトリメチルアミン臭が生じているような状態にかかわらず、なお“洗い”による筋収縮がみられた。10°Cで放置した場合も20°Cと同様な傾向を示した。0°Cに放置した場合には20°Cあるいは10°Cに放置した場合にくらべて早く、死後40時間前後で“洗い”による筋収縮がみられなくなつた。SH基量は死直後でも非常に少なく、また死後早期にみられるSH基量の増加現象もみられな

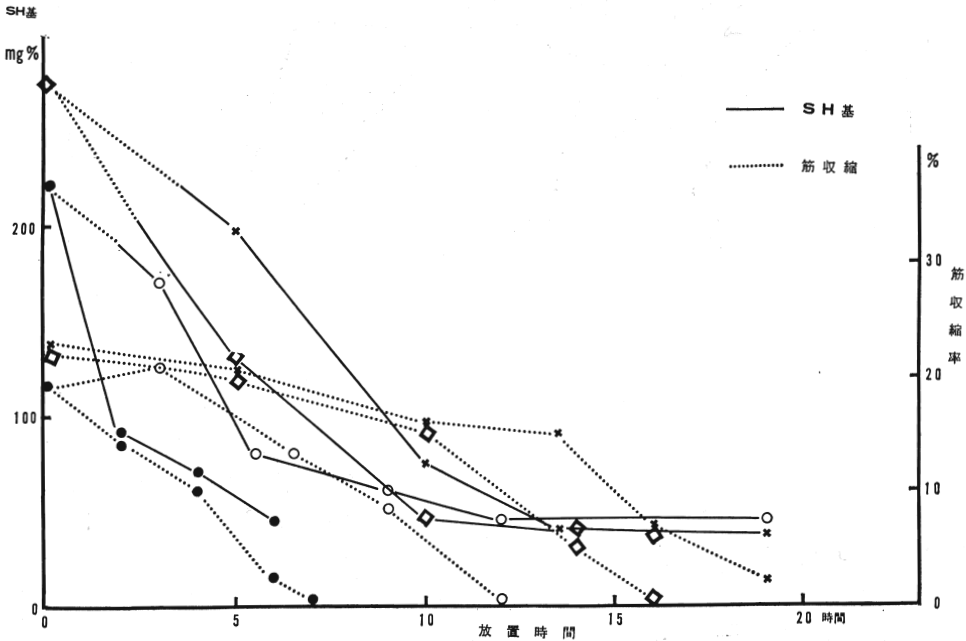
つた。またいづれの温度で放置した場合も“洗い”による筋収縮と関係なく、殆んど変化を示さず死直後と同様な数値を示した(第3図)。



第3図 ネ コ ザ メ

4. シ イ ラ

断頭死直後のシイラの“洗い”による筋収縮率は20%前後であり SH 基量は110~140mg%前後であった。“洗い”による筋収縮は30°Cに放置した場合には死後7時間でみられなくなり、20°Cでは12時間、10°Cでは16時間、0°Cでは19時間前後でちぢまなくなる。死後早期にみられ

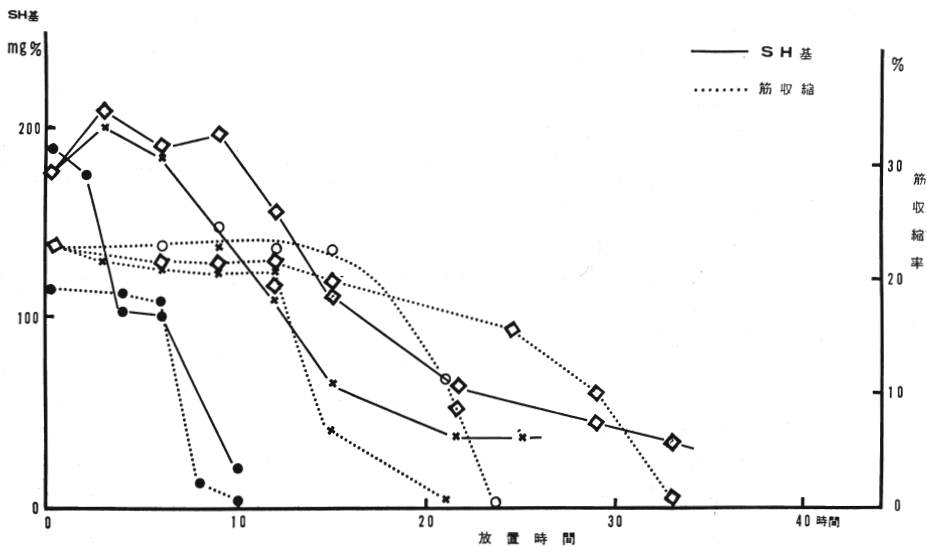


第4図 シ イ ラ

る SH 基量の増加現象はつかめなかつたが、これは恐らく SH 基量が増加する死後短時間にサンプリングをしなかつたためと思われる。SH 基量の平衡値に達する時間は 0°C では 13 時間前後、10°C では 10 時間前後であるが いずれの場合でも “洗い” による 筋収縮はまだ認められる (第 4 図)。

5. ト ラ フ グ

断頭死直後のトラフグの “洗い” による筋収縮率は約 20% で SH 基量は 190 mg% 前後である。“洗い” による筋収縮が完了するのは 30°C に放置した場合には 10 時間、20°C では 23 時間、10°C では 33 時間であつた。0°C に放置した場合にはキジハタあるいはネコザメにみられたように 20°C あるいは 10°C に放置したものにくらべてかなり早く筋収縮が完了した。SH 基量は 0°C 及び 10°C に放置した場合に死後早期にみられる SH 基量の増加現象はみられた。SH 基量は 20 mg% 前後で平衡になり、“洗い” による筋収縮の完了と SH 基量が平衡になる時間とはほぼ一致している (第 5 図)。



第 5 図 ト ラ フ グ

IV. 考 察

死後硬直の速度に及ぼす放置温度の影響については、既に野口 (1957) はコイを用いて 0°~30°C に放置し “洗い” による筋収縮率の測定や $\Delta 7P-P$ の減少等から、低温度ほど硬直の進行完了が遅れ $Q_{10}=2.07$ を示すことを報告した。また斎藤・等(1957) もコイの CP 及び ATP の分解は 0°C 以上では温度の高いほど早く行なわれたと述べている。最近実際に活魚出荷 (延髄部を刺し殺して死後硬直前の状態で市場に出荷する) を行なっている業者は、延髄刺殺を行なつた魚体を急激に冷却した場合には却つて硬直状態を促進するものとして、普通生前の魚体温より僅かに数度低い温度で保持するようにつとめ、冬期厳寒の候では外気の低温の影響をさけるために保温して出荷している。また、DE FREMERY and POOL (1960) はトリ肉について実験を行ない、0~40°C に放置した場合には ATP の減少は 40°C では最も早い、10~30°C、

特に20°C付近では0°Cの場合よりも減少が遅く、硬直の開始が遅れることを報告している。これらの事実は前のコイの実験結果とはかなりことなっている。この実験ではシイラ、イサキ、トラフグ、キジハタ及びネコザメを用いて死後硬直の進行に及ぼす放置温度の影響をみたのであるが、第1表に示すようにシイラ及びイサキの場合はコイの場合とほぼ同様に放置温度の低いほど硬直の進行、完了が遅いように思われた。

しかしながらトラフグ、キジハタ、ネコザメの場合には30°Cでは死後硬直は早く完了するが、20°Cまたは10°Cの場合には0°Cに放置した場合よりもかなり硬直の進行が遅れ、硬直完了期は相当延長されるといふ前と矛盾した結果がえられた。

死後硬直の進行が筋肉内のATPやCPの減少と

密接な関係があることは一般に明らかな事実であり、また死直後の筋肉内ではATPやCPの分解とともに、再成も行なわれておりそれらの総合の上になつて死後の変化が行なわれているので、魚肉の死後変化は放置条件のみならず、魚種、生前の休息や栄養状態等でもかなり異なるものがあることは充分予測される(右田, 1962)。また死直後の筋肉は電気的刺戟等の生理的作用によつても容易に筋収縮がみられるので、急速に魚体を0°C近くに冷却した場合には、このような寒冷の刺戟によつても筋収縮が行なわれることも想像される。そしてその際にATP, CPの減少やグリコゲンの分解等を促進される可能性も考えられる。このことから魚肉をいろいろな温度で放置した場合の死後硬直の進行は、0°C近くの低温で放置したものよりも10~20°Cに放置した場合の方が死後硬直の完了がより延長されることも予想される。ただこの実験ではいづれの場合でも20°C内外の水温(魚体温)の魚を実験したのに、魚種によつてこのような差が出た原因についてはよくわからないし、また“洗い”による筋収縮率は魚種はもちろん各個体及び部位によつてもかなりの差がある(野口, 1957)ので、さらに多くの試料について実験を行なわないと結論はだせない。

次にSH基(還元値)の消長と“洗い”による筋収縮の関係であるが、著者等の一人、野口(1957)はタイ、サバ、コイ等の背側筋の死後における消長をみ、死直後は相当量のSH基が存在するが、その後急激に減少し死後硬直の完了時には最低値を示すことから、死後におけるSH基の減少は死後硬直に際して筋収縮が進み、ミオシン→アクトミオシンの反応系が進むためにSH基が封鎖されるのではないかと想像した。斎藤等(1956)はコイ精肉から抽出された精製ミオシンの単位窒素あたりのSH基は死後経過によつてそれほど変わらないとし、その後佃等(1958)は死直後のコイ肉の各溶性区分におけるSH基の割合はダイヤ法による塩溶性区分では全体の80%を示すが、アクトミオシン区分では僅かに40%内外であることから、死後硬直期における游離SH基の減少がすべてミオシンに由来するとするには疑問があると述べた。第1図~第5図の結果ではイサキ、シイラ及びキジハタでは“洗い”による縮みが完了する以前にSH基量は最低値に達している。またネコザメでは死直後から縮みが完了するまで殆んど変化がみられない。このことは死後硬直の完了とSH基の最低値に達することは直接的な関係はないように思われる。断頭死直後のSH基量は第2表に示した。フクラギではSH基含量が非常に多いが、イサキ、特にネコザメでは少なく魚種間の差異が著しい。佃等(1958)によれば断頭死直後のコイ背側筋中のSH基量は個体によつてかなりの差があり、最低と最高では約2倍の開きがあり、生理的条件や環境等によつて変化するものだろうと想像している。もちろん

第1表 “洗い”による筋収縮の完了時間と放置温度

	30°C	20°C	10°C	0°C
シイラ	7.0	12.0	16.0	20.0
イサキ	9.0	12.5	13.0	15.0
トラフグ	9.0	24.0	34.0	17.0
キジハタ	12.0	34.5	34.0	12.0
ネコザメ	17.5	57>	57>	38.5

これらの SH 基の定量は示された還元値がそのまま蛋白の SH 基量を示さないが、このような SH 基（還元値）が死直後より死後硬直開始に増加し、その後急激に減少する事実や、ネコザメのように死直後から30～40mg%という極めて低い値を示し、死後も殆んど増減を示しておらないという事実は興味がある。なおネコザメの場合“洗い”による筋収縮が20°C内外の温度で50時間以上も認められ、アンモニア臭、あるいはトリメチールアミン臭を生じたものでも筋収縮が認められているのは興味がある。この場合 ATP の測定等が行なわなかつたためにそれが ATP 等の存在のための収縮であるか、あるいは他の原因による筋収縮であるかはよく判らないが、いずれにしても一般の魚の場合とはかなり異なっており今後これらの原因等については追試してみる必要がある。

第2表 魚肉の断頭死直後のSH基

			SH 基量 mg%
シ	イ	ラ	110 ~ 140
イ	サ	キ	70 ~ 80
ト	ラ	フ	190
キ	ジ	ハ	140
ネ	コ	ザ	30 ~ 40
フ	ク	ラ	300

V. 摘 要

1. イサキ、キジハタ、ネコザメ、シイラ、トラフグ、フクラギ等を0～30°Cに放置した場合にみられる魚肉の“洗い”による筋収縮、SH 基（還元値）を測定した。
2. 30°Cに放置した場合ではどの魚種でも“洗い”による筋収縮が非常に早く進行する。シイラ、イサキ等では0～30°Cの温度範囲では放置温度が低くなるほど“洗い”による筋収縮の完了の時間が延長されるが、キジハタ、ネコザメ、トラフグ等では10～20°Cで放置した場合には0°Cに比較して“洗い”による筋収縮の完了時間が延長される。
3. 魚肉を0～30°Cに放置した場合には“洗い”による筋収縮が完了する時間と魚肉のSH 基（還元値）量が最低値を示す時間は一致しない場合が多かつた。

引 用 文 献

- DE FREMERY, D. and M. POOL (1960). *Food Research*, 25(1): 73-87.
 右田正男 (1962). 日水誌, 28(4): 456-470.
 森高次郎・奏満夫 (1949). 日水誌, 15(8): 407-411.
 野口栄三郎 (1957). 日水研報告, (5): 41-46.
 斎藤要・日高富男 (1955). 日水誌, 21(8): 929-933.
 斎藤恒行・新井健一 (1957). 日水誌, 22(9): 569-573.