

\*漁獲物の鮮度保持に関する研究 (第5報)

死後硬直時に於ける鮮度判定法としての試み

野口榮三郎・山本常治

Studies on the freshness of fish - (5)

On a method for determination of freshness of fish  
by "Arai" phenomenon

Eizabro NOGUCHI and Joji YAMAMOTO

The freshness of fish during the rigor mortis period was studied by measuring the muscle contraction in "Arai" phenomenon.

Using several species and under some different ways of killing, the time lapse after death could be estimated within the range of one hour by the muscle contraction in "Arai". The nutritive condition before death and the degree of struggling at death could be, in addition, judged by the same method. The temperature coefficient  $Q_{10}$  of the progress speed of rigor mortis is ca. 2.1 in the case of carp at the temperature range 0-30°C.

緒 言

従来魚肉や鳥獣肉の鮮度判定法としてはアムモニヤの定量、或いはアミノ酸やアミン類の測定、昇汞沈澱反応、pHの変化の測定等極めて多数の提案があつて枚挙に暇が無い程であるが、しかしこのような鮮度判定法の大多数のものはこのような肉類の初期腐敗の検出を目的としたものであり、いわゆる筋肉の“生きの良さ”と云うか、初期腐敗以前の即ち死後硬直期間中の鮮度判定に適用出来るものは極めて少ない。

勿論死後硬直時の鮮度判定法としては弾力の変化を利用した田内式の鮮度計であるとか、或いは解糖作用の結果に基く乳酸、pHの変化、電気伝導度の変化等を見る方法も試みられているが、弾力測定の方法は死後に於ける筋肉の縮み方即ち比較的自由に縮むことが出来る切身や調理された魚の場合と、自由に縮み難い丸のままの魚体の場合では大きな差異があつて、切身のような場合には弾力の変化は小さくその判定が困難である。また乳酸量やpH値の変化では、乳酸等の発生がなく死後硬直が行われる事実、或いは死後に於ける解糖作用に依つてその増減があり一定の傾向を示さないので適当な方法とは云え難い。

先きに報告<sup>1)</sup>したように死後硬直の進行状況を見ると、筋肉内の glycogen や ATP は減少し、pH 値の低下、free の SH 基数の減少が見られ、死後硬直完了時には之等の数値は共に最低を示し、特に

\* 日本水産学会、昭和30年度年会で発表 (東京昭30. 4)

ATP量は既に Bate-Smith, Erdös 等が述べているように零を示すようになる。

一方“洗い”の現象に於いてもこのような解糖現象が急速に進行して、glycogen, ATP, free SH基等が減少し、この場合の筋肉の収縮度と筋肉内のATP量との間には密接な関係を示し、筋肉内のATP量が零即ち死後硬直が完了している時には筋肉は“洗い”に依る縮みが行われない。即ちこの場合の“洗い”に依る筋肉の縮みと死後硬直時に於ける筋肉の縮みとは、その機構は異つてゐるかも知れないが、死後数時間乃至数十時間に亘つて徐々に進行完了される死後硬直の現象即ち筋肉の死後の解糖収縮の現象を、“洗い”の現象に於いては数分乃至数十分間の短時間に完了するものではないかと思われる点があり、また筋肉の新らしさ、或いは生きの良さと呼ぶものが筋収縮、或いはその他の生活現象のエネルギー源と現在考えられているATPの如き高エネルギー磷酸化合物と、之を再合成する解糖作用の状態に依つて示されるものとすれば、このようなATP量や解糖作用に依つて強く影響される“洗い”に依る筋肉の縮みからその筋肉の新らしさを示すことも可能ではないか。特に筋肉内のATP量が零の時には“洗い”に依る縮みも零となるようなことから、この縮みの大きさに依つて筋肉の新らしさを測定することも可能であろうと考えた。

### 実験及び考察

実験方法としてはサバ、マダイ、クロダイ、ブリ、コイの5種について死殺方法を異にした7例について、20°Cに放置した場合の“洗い”に依る縮みの量と、硬直完了までの時間との関係を見た。結果は第1図のようでコイの場合にはサバ、タイ、ブリ等に比較して傾斜が緩く又死殺方法の影響も

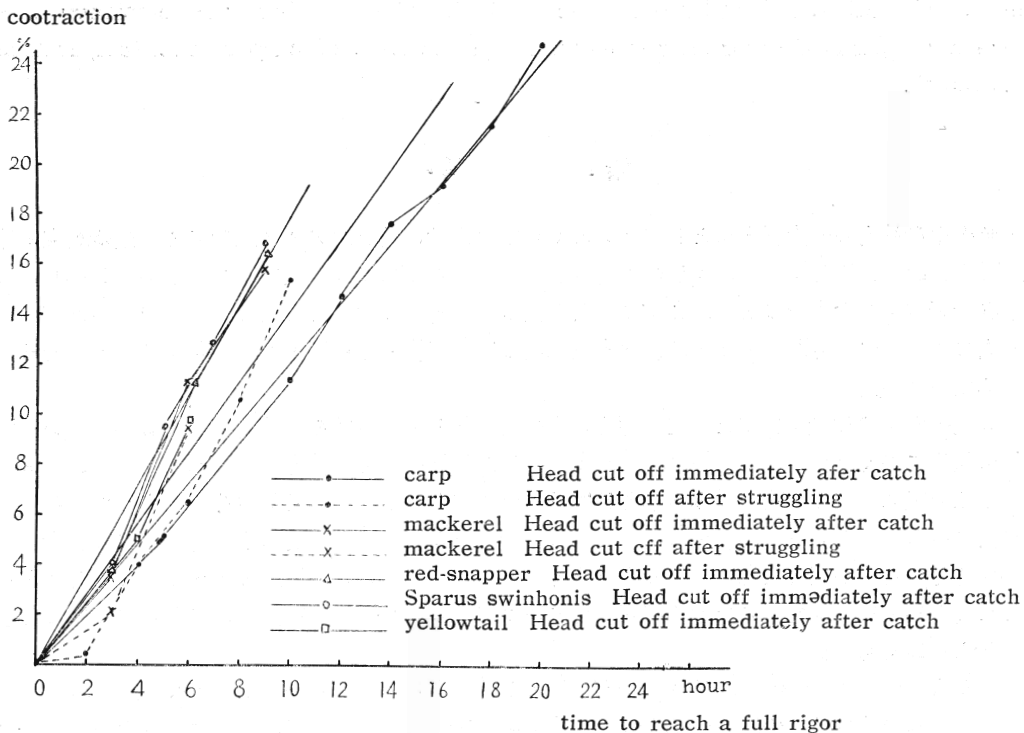


Fig. 1 A relation between the muscle contraction in "Arai" phenomenon and the time to reach a full rigor state. (20°C)

見られるが、これは死後に於ける解糖作用の相違の影響の為であると思われる。しかしいずれにしてもその縮みと硬直完了までの期間との間には密接な関係があり、またその関係は大體直線的であると見られるので縮みの量と完全硬直までの時間との関係は

$$\left. \begin{array}{l} \text{コイの場合 } y=0.84x \\ \text{サバの場合 } y=0.57x \end{array} \right\} \text{全体としては } y=0.7x$$

と云う式が導かれ、“洗い”縮に依るみにこのような係数を乗じた時間で死後硬直完了までの時間を示すことが出来るように思われた。勿論この場合の係数は魚種とか死殺方法等で異なるのが当然であるが、この数値を当てはめた結果は第1表のようで、最大2.9時間、平均1時間以内の誤差でこれを予測することが可能のようである。次にこのような死後硬直現象は酵素化学的な変化に依つて行われるも

Table. 1 The muscle contraction in “Arai” phenomenon and the time to reach a full rigor state.

Carp ( <i>Cyprinus carpio</i> )	Head cut off immediately after catch	contraction %	0	5.1	11.4	14.7	17.6	19.1	21.5	24.7
		time to full rigor (hour)	0	5.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
		$y=0.84x$ (hour)	0	4.3	9.6	12.3	14.8	16.0	18.1	20.7
		$(y)=0.70x$ (hour)	0	3.6	8.0	10.3	12.3	13.4	15.1	17.3
		difference $\frac{y}{(y)}$	0	-0.7	-0.4	+0.3	+0.8	0	+0.1	+0.7
	Head cut off after struggling	contraction %	0	0.4	4.0	6.4	10.6	15.4		
		time to full rigor (hour)	0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0		
		$y=0.84x$ (hour)	0	0.3	3.4	5.4	8.9	12.9		
		$(y)=0.70x$ (hour)	0	0.3	2.8	4.5	7.4	10.8		
		difference $\frac{y}{(y)}$	0	-1.7	-0.6	-0.6	+0.9	+2.9		
mackerel ( <i>Scomber japonicus</i> )	Head cut off immediately after catch	contraction %	0	3.5	11.2	15.8				
		time to full rigor (hour)	0	3.0	6.0	9.0				
		$y=0.57x$ (hour)	0	2.0	6.4	9.0				
		$(y)=0.70x$ (hour)	0	2.5	7.8	11.1				
		difference $\frac{y}{(y)}$	0	-1.0	+0.4	0				
	Head cut off after struggling	contraction %	0	2.0	9.4					
		time to full rigor (hour)	0	3.0	6.0					
		$y=0.57x$ (hour)	0	1.1	5.4					
		$(y)=0.70x$ (hour)	0	1.4	6.6					
		difference $\frac{y}{(y)}$	0	-1.9	-0.6					
red-snapper ( <i>Pagrosomus-major</i> )	Head cut off immediately after catch	contraction %	0	3.6	11.2	16.4				
		time to full rigor (hour)	0	3.0	6.0	9.0				
		$y=0.57x$ (hour)	0	2.1	6.4	9.3				
		$(y)=0.70x$ (hour)	0	2.5	7.8	11.5				
		difference $\frac{y}{(y)}$	0	-0.9	+0.4	+0.3				
		0	-0.5	+1.8	+2.5					

"Kurodai" ( <i>Sparus swinhonis</i> )	Head cut off immediately after catch	contraction %	0	4.0	9.5	12.8	16.8		
		time to full rigor (hour)	0	3.0	5.0	7.0	9.0		
		$y=0.57x$ (hour)	0	2.3	5.4	7.3	9.6		
		$(y)=0.70x$ (hour)	0	2.8	6.7	9.0	11.8		
		difference $\frac{y}{(y)}$	0	-0.7	+0.4	+0.3	+0.6		
		0	-0.2	+1.7	+2.0	+2.8			
Yellowtail ( <i>Seriola quinqueradiata</i> )	Head cut off immediately after catch	contraction %	0	5.0	9.5				
		time to full rigor (hour)	0	4.0	6.0				
		$y=0.57x$ (hour)	0	2.5	5.4				
		$(y)=0.70x$ (hour)	0	3.5	6.7				
		difference $\frac{y}{(y)}$	0	-1.1	-0.6				
	0	-0.5	+0.7						

のであつて、放置温度が極めて重大な影響を与える。そこで断頭死を行つたコイを 30°C, 20°C, 0°C の温度に放置した場合の“洗い”に依る縮み,  $\Delta 7P-P$  量, SH 基等の変化を調査した。この場合の“洗い”に依る縮みと完全硬直までの時間即ち  $\Delta 7P-P$  や縮みが零となるまでの時間との関係は第2図に示すようであつて、この図から速度恒数を求めると

30°C の場合  $K=2.50$   
 20°C の場合  $K=1.21$   
 0°C の場合  $K=0.28$

となり、温度係数  $Q_{10}=2.07$  を示した。即ち死後硬直の進行は 0~30°C の範囲では温度 10°C 上昇毎に約 2.1倍の速度で進行するようである。

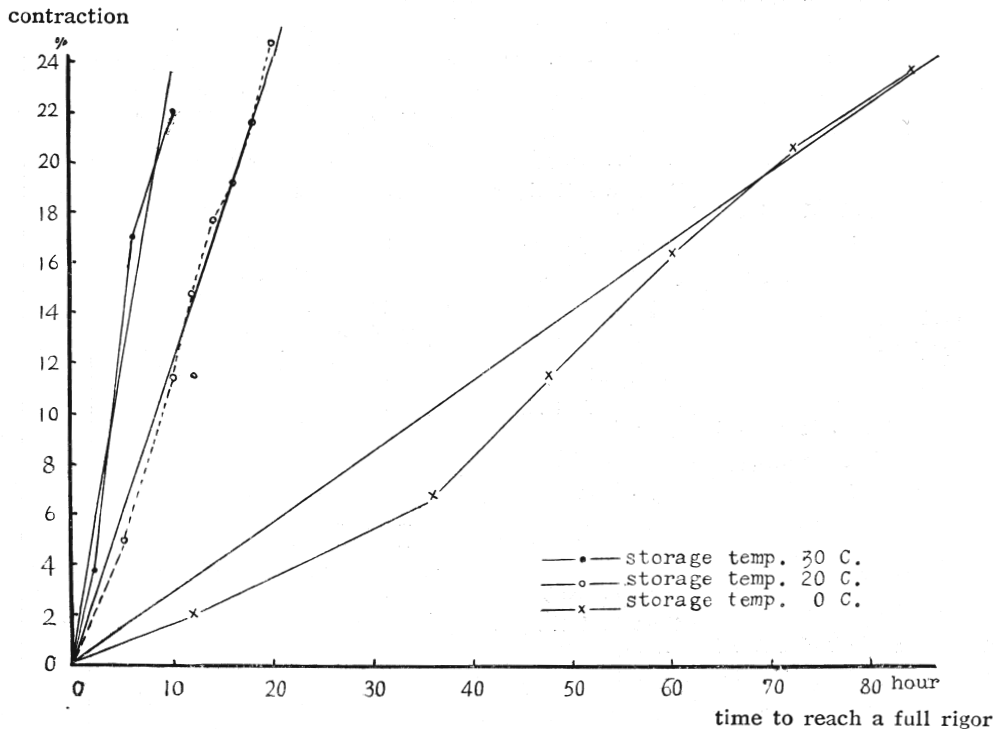


Fig. 2 A relation between the contraction of muscle of carp in "Arai" and the time to reach a full rigor state at various temperatures.

そこで例えばコイの場合、筋肉の“洗い”に依る縮みが10%であるとすれば、死後硬直完了までの時間は20°Cの場合は0.84倍して8.4時間後には完了し、10°Cの場合にはこれを更に2.1倍して約17.6時間で完了することが予測される。またこのコイが温度20°Cで死後5時間経過のものであるとすれば、死直後の筋肉の縮みは約16%となり、正常のコイの背側筋では20~30%の縮みが普通であるので、死殺時に苦悶させたものか、或いは栄養状態等が悪かつたのではないかと云うようなことも予想される。勿論この場合の係数については実験例が少く、試料が少ないのですべての魚種や、あらゆる場合を満足させるか否かは疑問であり、今後数多くの実験を重ねて適当な数値を見出さなければならないが、少なく共従来このような魚肉の死殺方法とか或いは死後硬直完了時間の予測等は長年の経験に依つてのみ初めて予測されたものであつたが、この方法を用いることに依つて、何人にも容易に科学的に且つ定量的に之を取扱うことが可能となつたと考える。勿論この方法の欠点とする所は硬直完了後の鮮度判定が困難であること、或いは筋繊維の方向に依つて縮みが異なるので、試料の切片調製に或る程度の技術を要すること、魚体部位或いは魚種に依つて差異のあること等の多くの欠点があるが、硬直後の鮮度判定には例えば free S H 基数の測定等<sup>9)</sup>を併用することで解決出来、また試料調製については大型魚であれば比較的筋繊維の長い咬筋、または鰭筋等を使用すれば良いのではないかと考えられるが、この実験では背側筋を使用した。

またこの実験では普通の硬骨魚と異つたサメ等の軟骨魚類、イカ、タコ等の軟体動物についての実験は行えなかつたが、恐らく適用することも可能であると考えられるが、今後更にこの点について多くの実験例を繰返えす必要がある。

## 摘 要

(1) 死後硬直期間中の鮮度即ち“生きの良さ”の程度を測定する方法として“洗い”に依る筋肉の縮みの測定法を研究した。

(2) “洗い”に依る筋肉の縮みは筋肉中の ATP 量や pH 値に強く影響され、死後硬直完了時には零を示すが、コイ、サバ等の数種の魚種につき死殺方法を異にした実験例で死後硬直完了までの時間等を予測することが出来た。

(3) 生きの良さを死後硬直完了までの時間で示すとすれば“縮み”の量に或る係数例えば20°Cではコイの場合0.84、サバの場合0.57を乗ずれば可成りの精度(普通1時間以内の範囲)で予測することが出来た。更にこの式から死殺時の筋肉の縮み量が算出出来るので、死殺時の苦悶の状況等も推察することが出来る。

(4) 死後硬直の進行速度は0°C~30°Cの範囲では温度10°C毎に約2.1倍の速度で早くなる。

## 文 献

本 誌：第3報