

*漁獲物の鮮度保持に関する研究 (第3報)
死後に於ける筋肉の pH, ATP, 遊離 SH 基等の変化

野口 栄三郎・山本 常治

Studies on the freshness of fish - (3)
Changes in the value of pH and the amounts of ATP and
SH group in fish muscle after death

Eizaburo NOGUCHI and Joji YAMAMOTO

Post-mortem changes in the amounts of ATP, glycogen and free SH group as well as in pH value in muscles of mackerel (*Scomber japonicus*), red-snapper (*Pagrosomus major*) and, carp (*Cyprinus carpio*) were examined with reference to the muscle contraction caused by perfusing water. The results were shown in Tables 1 to 4.

No significant difference was noticed among these kinds of fishes in the mode of change for the above-mentioned compounds except glycogen; the rate of breakdown of glycogen was, however, found higher in the muscle of mackerel than in that of red-snapper. These compounds in fish muscle decreased very rapidly at 20°C. and reached their minimum values after 9 hours of death where fishes seemed to enter full-rigor state.

After dissolution of rigor mortis, reincrease of the free SH group was observed in each fish muscle and the liberation of this group may be considered as a result of denaturation occurring in the muscle protein and to be in intimate relation to the relaxation of rigor.

It is commonly believed that the fish muscle rich in red pigments as like mackerel and sardine decays more rapidly than those of white meat fish such as carp or red-snapper. But little information has been available for the physical mechanism of this difference.

The difference in the changes of these compounds due to the kinds of fishes was not significantly observed, but the degree of agony and struggling of fish till quiet death appeared to give remarkable effects on the biochemical changes ensuing in its muscle.

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

* 日本水産学会誌 Vol.20, No.11, 1020~1026, 1954 “洗い”の現象に関する研究(Ⅲ), (Ⅳ)報を加筆訂正した。

If fishes are killed on board in such a way as the amounts of ATP and glycogen and the value of pH may be maintained in high level, the rigor mortis will proceed similarly both in red and white meat fishes.

緒 言

前報¹⁾で“洗い”の現象に於ける筋肉の縮みは魚種及び魚体部位で差異があり、その差異は主として魚類の游泳運動と関連し、筋肉内の ATP 量や pH 値と密接な関係が認められること、“洗い”及び死後硬直時に ATP が減少するのは筋肉が収縮する際のエネルギー源として使用されているのではないかと報告した。しかしこのように筋肉が収縮する際には ATP が消費されると共に、Baely²⁾等に依つて述べられている遊離の SH 基の消長も重要で、天野³⁾も既に南氷洋産冷凍鯨肉の解凍硬直の際に遊離 SH 基が急速に減少することを報告している。そこで魚類の死後硬直時の変化に於いても、ATP 量や SH 基の変化は極めて重要な意義があると考えられるので数種の魚類につきこれらの死後変化の状況を観察したのでその結果を報告する。

実 験

実験に供したタイ及びサバは定置網で漁獲したものを1夜水族館内の水槽に蓄養し、死殺後その背側筋を用いて試料とした。ATP 量、“洗い”に依る筋肉の収縮度、pH 値、glycogen 量の測定等は第1報の場合と同様の方法で行つた。遊離 SH 基の測定は森⁴⁾等の行つた方法に準拠し、Ferricyanide 法を用い、光電比色計を使用してフェロシアン加里の標準液と比較し、そのミリモル数で示した。

結 果

(I) pH 値の変化

筋肉の死後に於ける筋肉 pH 値の変化については陸上動物肉のように詳細な研究は少いが、普通生活時の筋肉 pH 値は 7.0 内外を示すものと考えられている。しかし天野³⁾、川端⁵⁾、山本⁷⁾等が報告しているようにこれらの筋肉 pH 値は魚体の各部位で異なるばかりではなく、死殺前の栄養、死殺時の苦悶運動等に依つても甚しい影響を受けることも明らかとされている。

著者等の測定した各魚類の部位別の筋肉 pH 値⁸⁾も同様に魚種及び魚体部位に依つて可成り著しい差異を示しているが、一般に迴游性の赤色魚肉魚類の筋肉 pH 値は低く、定着性の白色魚肉魚類は高く、glycogen の含有量とは反比例するような結果を得た。

死後に於ける筋肉 pH 値の変化を見る為に、断頭死を行つたマダイ、サバ、コイ及び空気中で苦悶後断頭死を行つたサバ(10分間空気中放置)、コイ(30分間空気中放置)の背側筋を室温に放置した場合の筋肉 pH 値の変化を示すと第1表の様である。

即ち直殺区の場合には死直後の筋肉 pH 値には、魚種に依る甚しい差異が見られず 6.6~6.8 附近を示しているが、苦悶死の場合は既に天野³⁾等が指摘しておるように急激に pH 値が低下し、コイの場合には 6.3 を示し、特にサバではその影響が強くと pH は 5.9 を示している。ついで死後時間の経過と共に pH 値は低下し、“洗い”に依る筋肉収縮が零となり、肉眼的にも死後硬直が最大であると思

Time elapsed, hour			0	3	4	6	8	9	10	12	20	28	44
Mackerel (Scomber japonicus)	Head cut off immediately after catch	pH	6.80	6.10	-	5.70	-	5.70	-	-	5.90	6.20	7.00
		muscle contracti- on by "Arai" %	15.8	11.2	-	3.5	-	0.0	-	-	0.0	-	-
	Head cut off after struggl- ing	pH	5.90	5.55	-	5.65	-	5.70	-	-	5.76	5.70	6.70
		muscle contracti- on by "Arai" %	9.4	2.0	-	0.0	-	0.0	-	-	-	-	-
Red-snapper (Pagro- somus ma- jor)	Head cut off immediately after catch	pH	6.55	6.00	-	5.90	-	5.90	-	-	6.50	-	-
		muscle contracti- on by "Arai" %	16.4	11.2	-	3.6	-	0.0	-	-	-	-	-
Carp (Cyprinus carpio)	Head cut off immediately after catch	pH	6.74	-	6.57	-	6.56	-	6.56	6.68	-	-	-
		muscle contracti- on by "Arai" %	22.0	-	17.0	-	3.8	-	0.0	-	-	-	-
	Head cut off after struggl- ing	pH	6.50	-	6.32	-	6.50	-	-	6.86	-	-	-
		muscle contracti- on by "Arai" %	13.3	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Table. 1 Changes in pH value of muscle during storage at room temperature
(carp 30°C, mackerel and red-snapper 20°C.)

われる時には pH 値は最低値を示し、タイ、サバは共に pH 5.8 附近を、コイは 6.5 を示した。その後タイ、サバの断頭死区では20時間後、苦悶死区のサバでは6時間頃から上昇を始め、コイは放置温度が高かつたのでそれぞれ10時間及び4時間頃から pH 値は上昇を初め、この頃から肉眼的にも解硬現象が初まるように観察された。

(Ⅰ) glycogen 量の変化

天野²⁾のソーダガツツの研究に依れば、死直後の筋肉中の glycogen 量は延髄刺殺区が最も多く、断頭死区が之につき、苦悶死区が最も少い、且つ死後1時間半乃至2時間で glycogen の増加が認められ、glycogen の再成が行われるのではないかと報告されている。

マダイ、サバ、コイの実験結果は第2表のようで、死直後のものは同様に断頭死区の glycogen 量が多く、苦悶に依つて glycogen が甚しく消耗されることが示された。この場合死後に於ける glycogen の増加は見る事が出来なかつたが、唯断頭死区のタイ及びコイの場合に僅かに之を認めるような結果が見られてはいるが、このことは実験の場合、比較的高温度に放置され、且つ試料採取の時間の間隔が長い為このような現象が見出されなかつたのではないかとも思われる。

即ち表に依れば苦悶に依つてコイ、サバ共に 500mg % の glycogen 量がサバは約36%の 180mg %に、コイは 67%の 330mg %に低下し、また死後時間の経過と共に減少して死後硬直完了時には 20~30mg %となつている。そして glycogen の減少は pH の低下と同様にタイよりはサバの方が早く、解糖作用はサバの方が遙に速やかであることが示されている。またコイの場合は高温に放置されたのにかかわらず glycogen の減少は比較的緩慢で従つて pH 値も高く、解糖作用がサバ、タイに比較して可成り遅いことを示している。苦悶死の場合の glycogen の減少もサバは苦悶に依つて約35%に、コイは60%に減少し、死殺時に於ける苦悶の影響もサバの方がコイに比較して遙に大きいことを示しているようである。

Time elapsed hour			0	3	4	6	8	9	10	12	20
Mackerel (Scomber japonicus)	Head cut off immediately after catch	glucose mg. %	510.0	305.0	-	148.0	-	16.8	-	-	-
		pH	6.80	6.10	-	5.70	-	5.70	-	-	5.90
		muscle contraction by „Arai” %	14.8	11.2	-	3.5	-	0.0	-	-	-
	Head cut off after struggling	glucose mg. %	186.0	23.4	-	34.0	-	-	-	-	-
		pH	5.9	5.55	-	5.65	-	5.85	-	-	5.70
		muscle contraction by „Arai” %	9.4	2.0	-	0.0	-	-	-	-	-
Red-snapper (Pagrosomus major)	Head cut off immediately after catch	glucose mg. %	206.6	214.4	-	33.4	-	33.4	-	-	-
		pH	6.55	6.00	-	5.90	-	5.90	-	-	6.50
		muscle contraction by „Arai” %	16.4	11.2	-	3.6	-	0.0	-	-	-
	Head cut off after struggling	glucose mg. %	490.0	-	560.0	-	288.0	-	120.0	112.0	-
		pH	6.74	-	6.57	-	6.56	-	6.56	6.68	-
		muscle contraction by „Arai” %	22.0	-	17.0	-	3.8	-	0.0	-	-
Head cut off after struggling	glucose mg. %	330.0	-	60.0	-	34.0	-	-	34.0	-	
	pH	6.50	-	6.32	-	6.50	-	-	6.86	-	
	muscle contraction by „Arai” %	16.30	-	0.0	-	-	-	-	-	-	

Table. 2 Changes in amount of glycogen in muscles during storage at room temperature (carp 30°C, mackerel and red-snapper 20°C.)

(III) ATP量の変化

筋収縮のエネルギー源と考えられている $\Delta 7P-P$ 等の adenylyl polyphosphate 等が死後減少して死後硬直完了時に零となることは、既に Erdös⁹⁾, Bate-Smith¹⁰⁾ 等が之を明らかとし、また苦悶に依つて $\Delta 7P-P$ 等が激しく減少することも既に藤巻¹⁰⁾ 等が報告している。

サバ、タイ及びコイを使用して行つた実験結果も第3表に示すように全く同様な結果を示した。即ち苦悶に依つて死直後の $\Delta 7P-P$ 量はサバの場合 41mg % のものが53%に相当する 22mg % に、コイの場合は36.7%のものが35%に相当する 13.3mg % に減少し、“洗い”に依る縮みの量も共に断頭死の約70%に相当する9.4%及び16.3%と著るしく減少している。そして死後硬直が完了し、“洗い”に依る縮みが零となり、pH 値が最低を示す時には同時に $\Delta 7P-P$ 量も零となつている。

(IV) 遊離SH基数の変化

筋肉が収縮する際には $\Delta 7P-P$ のような adenylyl polyphosphate が消費されると共に、myosin が actomyosin になるものとすれば myosin の free SH基が封鎖されて遊離のSH基が減少することが予想され、すでに天野⁹⁾ は南氷洋産冷凍鯨肉の解凍硬直に際して free のSH基が減ずることを報告している。そこで魚類の死後硬直現象に際しても当然このような free のSH基の消長が見られることが予想されたのでタイ、サバ、コイの背側筋についてSH基の測定を行つた。結果は第4表に示す通りであつた。

Time elapsed hour			0	3	4	6	8	9	10	12	20	28
Mackerel (Scomber japonicus)	Head cut off immediately after catch	$\Delta 7P-P$ mg. %	41.7	28.3	-	11.4	-	0.0	-	-	0.0	-
		pH	6.50	6.10	-	5.70	-	5.70	-	-	5.90	6.20
		muscle contraction by "Arai" %	15.8	11.2	-	3.5	-	0.0	-	-	0.0	-
	Head cut off after struggling	$\Delta 7P-P$ mg. %	22.0	8.3	-	0.0	-	0.0	-	-	-	-
pH		5.90	5.55	-	5.65	-	5.70	-	-	5.70	5.70	
muscle contraction by "Arai" %		9.4	2.0	-	0.0	-	0.0	-	-	-	-	
Red-snapper (Pagrosomus major)	Head cut off immediately after catch	$\Delta 7P-P$ mg. %	41.3	25.0	-	8.4	-	0.0	-	-	0.0	-
		pH	6.55	6.00	-	5.90	-	5.90	-	-	6.50	-
		muscle contraction by "Arai" %	16.4	11.2	-	3.6	-	0.0	-	-	0.0	-
	Head cut off after struggling	$\Delta 7P-P$ mg. %	36.7	-	20.4	-	4.2	-	0.0	0.0	-	-
pH		6.74	-	6.57	-	6.56	-	6.56	6.68	-	-	
muscle contraction by "Arai" %		22.0	-	17.0	-	3.8	-	0.0	0.0	-	-	
Carp (Cyprinus carpio)	Head cut off immediately after catch	$\Delta 7P-P$ mg. %	13.3	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-
		pH	6.50	-	6.32	-	6.50	-	-	6.86	-	-
		muscle contraction by "Arai" %	16.3	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-
	Head cut off after struggling	$\Delta 7P-P$ mg. %	36.7	-	20.4	-	4.2	-	0.0	0.0	-	-
pH		6.74	-	6.57	-	6.56	-	6.56	6.68	-	-	
muscle contraction by "Arai" %		22.0	-	17.0	-	3.8	-	0.0	0.0	-	-	

Table. 3 Changes in amount of $\Delta 7P-P$ in muscles during storage at room temperature (carp 30°C., mackerel and red-sanpper 20°C.)

Table. 4 Changes in amount of free SH group in muscles during storage at room temperature (carp 30°C., mackerel and red-sanpper 20°C.)

Time elapsed hour			0	3	4	6	8	9	10	12	20	28
Mackerel (Scomber japonicus)	Head cut off immediately after catch	SH group m. mol.	0.554	0.506	-	0.216	-	0.126	-	-	0.124	0.224
		$\Delta 7P-P$ mg. %	41.7	28.3	-	11.4	-	0.0	-	-	0.0	-
		muscle contraction by "Arai" %	15.8	11.2	-	3.5	-	0.0	-	-	0.0	-
	Head cut off after struggling	SH group m. mol.	0.514	0.136	-	0.124	-	0.116	-	-	0.106	0.136
		$\Delta 7P-P$ mg. %	22.0	8.3	-	0.0	-	0.0	-	-	-	-
		muscle contraction by "Arai" %	9.4	2.0	-	0.0	-	0.0	-	-	-	-
Red-snapper (Pagrosomus major)	Head cut off immediately after catch	SH group m. mol.	0.466	0.394	-	0.224	-	0.116	-	-	0.140	0.240
		$\Delta 7P-P$ mg. %	41.3	25.0	-	8.4	-	0.0	-	-	0.0	-
		muscle contraction by "Arai" %	16.4	11.2	-	3.6	-	0.0	-	-	0.0	-

Time elapsed hour			0	3	4	6	8	9	10	12	20	28
Carp (Cyprinus carpio)	Head cut off immediately after catch	SH group m. mol.	0.350	-	0.290	-	0.225	-	0.225	0.290	-	-
		$\Delta 7P-P$ mg. %	36.7	-	20.4	-	4.2	-	0	0.0	-	-
		muscle contraction by "Arai" %	22.0	-	17.0	-	3.8	-	0	0.0	-	-
	Head cut off after struggl- ing	SH group m. mol.	0.180	-	0.128	-	0.188	-	-	0.380	-	-
		$\Delta 7P-P$ mg. %	13.3	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-
		muscle contracti- on by "Arai" %	16.3	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-

* free SH group indicated by m. mol. of Ferocyanide solution.

即ち死直後のこの方法で測定された free SH 基数は相当高く、サバ及びタイでは 0.46~0.55 ミリモル附近を示すが、死後硬直が進行すると共に急激に減少して硬直完了時には共に 0.1 ミリモル程度にまで低下している。続いて解硬が初まると見られる 20 時間附近から再び SH 基数は増加して、初期腐敗の段階と見られる 30 時間附近では 0.2 ミリモル程度にまで増加する。死殺方法に依る影響は glycogen, pH, $\Delta 7P-P$ 程死殺時の苦悶に依る影響は見られないが、苦悶に依つて幾分の free SH 基の減少が見られている。コイの場合に於いても全く同様の結果を示した。

考 察

死後硬直時及び“洗い”の現象に於いて、 $\Delta 7P-P$ が減少することは既に前述した如くであるが、このような現象に於ける $\Delta 7P-P$ の減少は筋肉収縮の際のエネルギー源として消費されるものと考えられる。勿論この場合には共に glycogen の減少も見られるので解糖作用が行われる結果 ATP 等の再合成を伴うものであろうことが予想されるが、しかし勿論これらの筋肉は死後であるので血流は既に停止されており、生活時とは異つて酸化現象が行われ難く、従つて無氣的解糖作用が行われる為に分解の方が早く再合成が之に伴わないので、全般的に見れば ATP 等は一方的に減少して筋肉の収縮を進行させると思われる。しかし死直後に於いては筋肉の短縮も行われるが同時にまた再び伸長することもあり得ると考えられる。

第 3 表、4 表から $\Delta 7P-P$ 量は死後急速に減少しているが、死直後の 3 時間に於ける“洗い”の現象に依る縮みや SH 基の減少はその後の 3 時間に比較すると緩慢である。このことは死直後に於いては或る程度 ATP 等の再合成が行われておるが、死直後のこのような筋肉の収縮及び伸長を繰り返す為に再成量以上の ATP が消費されて ATP 量は急激に減少しているが、筋肉の SH 基数や“洗い”に依る縮みの減少量は小さいのではないかと考えられる。そして死後一定時間を経過すると ATP 等の再合成が困難となると共に筋肉は伸長することなく、一方的に急激に短縮に進むのであろうと思われる。

ATP 等の再合成を行う ATP ase, myokinase, 移動素等の至適 pH 値は 7.0 以上で、6.0 以下となればその作用が阻害され、一方 ATP 等から無機磷酸を作る mineralizing Enzyme は 6.0 附近でその作用が盛んである⁷⁾と云われているが、pH 6.5 附近に低下すると急速に死後硬直が進行するように思われる。

タイ、サバ等は死後既に pH 値は 6.5 以下であるので急速に ATP 等も減少し、死後硬直も速やか

に進行するが、コイの場合には比較的 pH 値が高いので、放置温度が高いのかかわらず $\Delta 7P-P$ 量の減少も小さく、死後硬直現象がタイ、サバ等に比較して徐々に進行し長時間を要したのではないかと思われる。そして上述したようにサバ、タイ及びコイで実験した結果では、縮み、pH 値、glycogen 量、 $\Delta 7P-P$ 量及び SH 基等の減少曲線や肉眼観察の結果から判断すると、死後硬直の進行に対する魚種の影響は小さくて、死殺時の苦悶、運動の影響が極めて大きく反映するように思われた。勿論死後に於ける解糖作用は筋肉の pH 値及び glycogen 量の減少速度等から考えて、サバが最も早く、ついでタイ、コイの順を示し、この影響が死後の ATP の減少、従つて筋肉の収縮度や SH 基の減少等に影響し、死後硬直完了時間に影響を与えることも見られているが、死後の解糖作用の遅速と云うよりは却つて死殺時の激しい苦悶運動に依る影響の方が遂に強く反映するように見えた。

別の実験に於いても、一本釣りのサバを直ちに延髄刺殺すれば $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ の気温で漁獲13時間後に於いても肉色は透明で、“洗い”に依る縮みや ATP 含有量も高く死後硬直中であつたのに対し、空气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が、定置網で漁獲し漁獲前に激しい運動を行つたソーダガツヲ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、glycogen の減少が甚しいのに拘わらず ATP 量の減少が小さいことは、苦悶時に於ける解糖作用が盛んで、glycogen が消費されると共に 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 glycogen の減少、pH の低下も小さいが、ATP の再合成、補給量も少い為 ATP の減少が大きいと考えると、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云えるように思われる。

即ち一般にサバ、カツオのような迴游性の赤色魚肉の魚類は筋肉中に glycogen が多く、且つ解糖作用も盛んであり、然も漁獲の際には極めて活潑な激しい運動を行うので、ATP 等は急速に消費補充されるが、死直後の筋肉 pH は 6.5 以下に低下しておるのが普通で、従つて Bate-Smith⁹⁾ が述べているように ATP 等の再合成を行う酵素作用が阻害されて急速に死後硬直が進行完了されるのではないか。一方定着性の白色魚肉魚類は筋肉中の glycogen 量も少く解糖作用も比較的遅いが、漁獲時の苦悶運動も小さく、従つて ATP 等も比較的維持され易く、特に pH 値の低下も小さいので、死後に於いても或る程度の ATP 等の再合成も行われて無機燐酸への分解が遅れ、従つて死後硬直への移行、進行も比較的長時間を要するのではないかと想像される。

即ちこのような観点からすれば、サバ、カツオ、イソシのように、鮮度の低下し易い魚類も出来る限り漁獲時及び死殺時の苦悶運動を少くして、筋肉内の ATP 量や pH 値を生活時の高い状態のままに保持したままで死殺すれば、従来比較的鮮度保持が可能であると云われておつたタイやコイ等の白色魚肉魚類と同等に或る期間筋肉の“生きの良さ”即ち死後硬直完了期間の延長も可能であると思われる。

死後に於ける筋肉中の SH 基の消長については既に森⁹⁾等が10数種の魚肉に付研究し、死後多くの魚肉の SH 基数は 0.1 ミリモル附近に相当するが、時間の経過と共に増加して 0.27 ミリモル程度の Ferrocyanid 溶液に相当するようになると初期腐敗と見なせると報告している。しかし天野¹⁰⁾は死直後の魚類筋肉中には相当多量の SH 基が存在し、死後急激に減少すると報告している。著者のこの実験に於いても、全く天野の場合と同様に死直後に於いては SH 基数は可成り高く 0.45~0.55 ミリモルに相当するが、時間の経過と共に急速に減少して、死後硬直完了時には 0.1 ミリモル台となり、解硬が始まると再び増加し始め 0.25 ミリモル附近では森等が観察した如く初期腐敗に達しておることが見られた。

森等の実験で初期に SH 基数が 0.1~0.2 ミリモル附近にあるとの観察は、試料の死殺方法、死後経

過時間等の記載がないので不明であるが、恐らくは死後硬直期にある死後5～6時間経過のもの、若くは碎氷処理、水漬け、凍結等の処理を行つた魚体を使用して測定したのではないかと思われる。

即ち死後に於けるSH基数の減少は死後硬直に際して筋肉中縮の際 myosin から Actomyosin 形成の為にSH基が封鎖される為であり、解硬時及び腐敗時に再びSH基が増加するのは、解硬時に於いて蛋白の変性が行われると共に微生物、酵素等の作用に依つて蛋白が分解され、再びSH基が出現する為ではないかと思われる。

一般に魚肉蛋白の抽出窒素量が死後時間の経過と共に変化し、その過程中或る時間後にはその量が減少し魚肉蛋白が不溶性となる現象が見られるが、天野¹²はこの原因を、魚肉のpH値及び魚肉の塩類溶出量が時間の経過と共に変化するのでこの影響ではないかと考え、大竹¹³は沈澱蛋白量、粘度変化等から蛋白の構造的変化ではないかと考えた。更にこの現象は Deuticke, Weber, Mirsky 等の多くの研究者¹⁴に依つても研究され、死後硬直時の myosin 系蛋白の集合若くは凝固に依るらしいと述べられている。大竹は数種の魚肉につき20°Cに放置の際、死後10～20時間で抽出窒素量が最少となり、20時間頃から再び増加し、また粘度と沈澱窒素量との関係も死後10時間を境として異なるので分子形の大きさが異なるのではないかと述べているが、大竹の研究は酸可溶性の抽出蛋白に依る変化であるので抽出時の変性と云うことも考えられるがその変化の傾向はこの実験に於けるSH基の増減と良く一致しているように思われる。また北林¹⁵が行つた死後に於けるヒラメの Actomyosin 量の変化の研究結果も、死後 Actomyosin は急激に増加して10時間後に最高に達し、後徐々に減少した結果を示しているが、これらの結果から死後に於ける魚肉の抽出窒素量の変化を見ると、死後時間が経過し、死後硬直が進行すると共に myosin は構造的変化を來して Actomyosin となり抽出窒素量が減少するが、解硬と共に Actomyosin は構造的変化を來してSH基が出現すると共に再び水に可溶性となり、抽出窒素量が増加するのではないかと考えられる。何れにしても死後に於ける $\Delta 7P-P$ 量や free SH基の減少、“洗い”に依る縮みの減少等が死後硬直の進行状況を示すものであることは明らかなことのように思われる。

摘 要

- 1) 死後に於ける筋肉のpH値、glycogen量、ATP量、遊離SH基数の変化を死殺方法を異にしたコイ、タイ、サバについて研究した。
- 2) これらの変化及び死後硬直の進行状況は、魚種の差と云うよりは死殺時に於ける苦悶の影響、即ち死殺時に於ける解糖作用の影響が強く反映するようである。
- 3) 死後の筋肉pH値、glycogen量、 $\Delta 7P-P$ 量、SH基数、“洗い”に依る縮みの量等はどれも死後硬直の進行と共に減少し、死後硬直完了時には最低値を示し、 $\Delta 7P-P$ 量、“洗い”に依る縮みは零を示し、pH値及びSH基数は解硬と共に再び上昇する。
- 4) 筋肉pH値が6.5以下を示すようになると急速に死後硬直が進行完了するので、死殺の際は苦悶運動を少くして出来る限り高pH値、高ATP量の状態で死殺することが肝要である。
- 5) 死後に於ける遊離SH基の消長は死後硬直と密接な関係があり、myosin系蛋白の構造的変化に依るものではないかと考えた。

文 献

- 1) 本誌: 第1報~第2報
- 2) K. Bailey: *Biochem. et Biophys. Acta.*, 1, 506, 1947.
- 3) 天野慶之(外3名): 南氷洋産鯨肉に関する研究報告(1950~51), 水産庁, 1952
- 4) 森高次郎・奏満夫: 日本水産学会誌, 15, 407~411, 1949.
- 5) 天野慶之・尾藤方通・河端俊治: 日本水産学会誌, 19, 487~498, 1953.
- 6) 河端俊治(外3名): 日本水産学会誌, 18, 124~132, 1952.
- 7) 山本 允・曾根原正典: 日本水産学会誌, 19, 761~765, 1953.
- 8) T. Erdős: *Stud. Inst. Med. chem. Univ. szeged.*, 3, 51, 1943.
- 9) E. C. Bate-Smith: *J. Physiol.*, 106, 177~185, 1947.
- 10) 藤巻正生・古城健三: 日本水産学会誌, 19, 499~504, 1953.
- 11) 天野慶之外: 日本水産学会年会講演, 1954.
- 12) 天野慶之: 水産食品の鮮度判定の化学的研究, 東海区水研. 研究報告, 1号, 1950.
- 13) 大竹茂夫・山本常治: 日本海区水研業績集, 1号, 169~174, 183~188, 1954.
- 14) K. Bailey: *Advance in protein chemistry*, 1, 294~295, 1944.
- 15) 北林 邦次: 北水試月報, 11(5), 40, 1954.