カツオ・マグロ缶詰の褐変（オレンジミート）

防止に関する研究—VIII

G6P の蓄積におよぼす原料処理

および貯蔵条件の影響^{*1}

中村邦典・藤井 豊・石川宣次・沢田敏雄

下田雄四郎・長谷川薫・和田 卓

(1975 年 11 月 4 日受理)

Studies on the Prevention of the Browning of Canned Skipjack and Albacore
(Orange Discoloration)—VIIIEffects on G6P Accumulation of Raw Material Treatments
and Storage ConditionsKunisuke NAKAMURA^{*2}, Yutaka FUJII^{*2}, Senji ISHIKAWA^{*2},
Toshio SAWADA^{*3}, Yushiro SHIMODA^{*3}, Kaoru HASEGAWA^{*3},
and Taku WADA^{*3}

Twenty-four skipjack groups subjected to various combinations of prefreezing treatment, freezing, storage, and thawing conditions were examined for the amounts of glycolytic intermediates, ATP, and NAD formed in frozen and defrozen meat. The prefreezing treatments adopted were: leaving fish on board for 15 min or 3 hr, and immersion in iced sea water for 12 hr. Some fish were frozen immediately after instant blowing. The freezing methods used were air-blast freezing at about -50°C , and two kinds of brine immersion freezing at $-17\sim-20^{\circ}\text{C}$ and $-7.5\sim-14^{\circ}\text{C}$. Storage was carried out for one month at -40 , -20 , -17 , and -13°C . Thawing was performed by leaving the fish overnight in still water at 5°C , in running water at 14°C , and in air at 13°C .

Results showed that in all the groups stored at -40°C , glycogen in the meat was decomposed to lactic acid, the level of G6P not increasing significantly. In the groups stored at -17°C , the level of G6P in the meat increased to some extent when thawed.

The NAD content in the meat decreased sharply during storage at either -13°C or -20°C with a temperature rise up to -2°C . In these cases, a noticeable accumulation of G6P was observed in the defrozen meat. The G6P content was lower in the skipjack which was left standing for 3 hr on board before freezing and then frozen slowly.

^{*1} 東海区水産研究所業績 B 第 621 号

静岡県水産試験場（本場）業績 第 1024 号

^{*2} 東海区水産研究所 (Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Kachidoki, Chuo-ku, Tokyo)

^{*3} 静岡県水産試験場 (Shizuoka Pref. Fish. Exp. Stn., Kogawa-cho, Yaizu)

本報では以下の略号を使用した。

G6P; D-glucose-6-phosphate, F6P; D-fructose-6-phosphate, FDP; D-fructose-1, 6-diphosphate, GAP; glyceraldehyde-3-phosphate, PFK; phosphofructokinase, NAD; nicotineamide adenine dinucleotide, FDPase; fructose-1, 6-diphosphatase

前報¹⁾において、船上処理法、凍結法、貯蔵条件または解凍法を変えた 24 グループの原料カツオについて、缶詰肉のオレンジミートの発生状況を調べ、その結果から、オレンジミートの防止に有効と思われる原料魚の管理条件を提案した。本報では、前報において原料カツオを調製した各種の処理および貯蔵条件が肉中の解糖系代謝産物の含量にどのように影響するか、とくにオレンジミートのおもな原因物質と考えられている G6P^{2,3)} の蓄積がどのような場合に起こるかという点について検討した。

実験方法

試料および試験区 前報¹⁾で調製した原料カツオを用い、陸揚げ直後の凍結魚肉 (8 試験区, 40 尾), 1 カ月貯蔵後の凍結魚肉 (18 試験区, 192 尾) および解凍魚肉 (22 試験区, 172 尾) の尾部普通肉を採取して分析に供した。

原料魚は、釣獲してから、それぞれ甲板に 5~15 分放置後 (Na), 3 時間放置後 (Nb), 海水氷に 12 時間浸漬後 (Pc), または即殺後 (Kb) に凍結された。凍結法としては、 $-45\sim-55^{\circ}\text{C}$ エアースラスト凍結 (A), $-17\sim-20^{\circ}\text{C}$ (Bi) および $-7.5\sim-14^{\circ}\text{C}$ (Bii) ブライン凍結を、前記の処理法と組み合わせて用いた。陸揚げ後の貯蔵条件はおもに -40 と -13°C の 1 カ月貯蔵を用いたが、Na-Bi グループに対しては、さらに -17°C で 1 カ月貯蔵、 -20°C 貯蔵中に 2 日間の温度上昇および -40°C 貯蔵中に 1 度空気解凍など、3 種類の貯蔵条件を追加した。解凍法としては、1 晩 $2\sim5^{\circ}\text{C}$ の水に浸漬する止水解凍 (S) をおもに用いたが、Na-Bi の -40 と -13°C 貯蔵のグループに対しては、さらに $10\sim14^{\circ}\text{C}$ 流水解凍 (R), $7\sim13^{\circ}\text{C}$ 空気解凍 (A) を併用したほか、一部は解凍なしで直ちに蒸煮した。

缶詰は常法に従って、1 尾から 2 缶ずつ製造した。Table 1 に、試験区の調製法と缶詰肉のオレンジミートの発生状況を示した。

分析方法 グリコーゲン、D-グルコース、G6P, F6P, FDP および乳酸の測定は前報^{3,4)}の方法に従った。ATP 分解物の分析法は藤井⁵⁾の酵素法を用いた。ATP の測定は LAMPRECHT ら⁶⁾の方法に従い、グルコースと hexokinase の添加によつて生成する G6P 量から ATP 量を算出した。NAD の測定は KLINGENBERG⁷⁾の方法に従い、エタノールと alcohol dehydrogenase の添加によつて生成する NADH 量から NAD 量を算出した。

結果および考察

肉中の解糖関連物質含量 (1) 陸揚げ直後 Table 2 に、陸揚げ直後の凍結肉の分析結果を示した。なお、Table 2~4 の分析値はすべて試験区別の試料魚の平均値である。

釣獲後の処理時間が短い Na と Kb グループは、処理時間が長い Nb と Pc グループに比べて、グリコーゲン、D-グルコースおよび ATP 量が多かった。G6P 量はどのグループでもまだ非常に少なかった。乳酸量は、グリコーゲンが最も多い Na-A と Kb-Bi が目立って少なかった。NAD 量はグループ間に大きな差があつたが、グループ内の測定個体による変動もまた著しかった。なお、凍結法の違いによる差は、陸揚げ時の分析結果でははつきりしなかった。

(2) 貯蔵後 1 カ月貯蔵後、すなわち解凍前の凍結肉の分析結果を Table 3 に示した。

まず、処理および凍結法が同じグループ内で -40 と -13°C 貯蔵を比較すると、グリコーゲン、D-グルコース、乳酸、ATP および NAD 量はほとんどの場合に -40°C 貯蔵が多く、G6P, F6P および FDP 量は逆に -13°C 貯蔵が多かった。とくに NAD は、 -13°C 貯蔵ではほとんど消失していた。また、 -13°C 貯蔵の G6P 量は -40°C 貯蔵より増加していたが、まだ約 $2\sim4\text{ }\mu\text{mole/g}$ で、蓄積の初期の段階と思われた。

-17°C 貯蔵の Na-Bi-17 は、ほとんどの分析値が Na-Bi-40 と Na-Bi-13 の中間値を示した。温度上昇区の G6P 量は $8.4\text{ }\mu\text{mole/g}$ に達し、この試験区では、すでに G6P の蓄積が起つていると判断された。再凍結区ではグリコーゲンはほとんど消失していたが、G6P 量は温度上昇区ほど増加せず、乳酸が多かつ

Table 1. Details of 24 sample groups of skipjack and their degrees of orange discoloration on canning

Sample marks	Treatments after catch	Freezing methods	Temp. and period of storage	Thawing methods	Number of sample fish	E ₄₆₀ of canned meat juice* ¹	Orange discoloration* ² of meat
Na-A-40S	Standing on board at 29~31°C for 5~15 min	Air-blast at -45 ~ -55°C	-40°C; 1 month	Still water immersion at 2~5°C; overnight	2	0.094	-4
Na-A-13S			-13 " ; "		10	0.220	+3, #13 ##4
Na-Bi-40S		Brine immersion at -17 ~ -20°C	-40 " ; "	" "	"	0.098	-20
Na-Bi-40R			" " ; "	Running water immersion at 10~14°C; overnight	"	0.068	-20
Na-Bi-40A			" " ; "	Standing in air at 7~13°C; overnight	"	0.095	-20
Na-Bi-40 I			" " ; "	Without thawing	"	0.070	-17, ±3
Na-Bi-17S			-17 " ; "	Still water immersion at 2~5°C; overnight	"	0.091	-18, +2
Na-Bi-13S			-13 " ; "	" "	"	0.192	-6, ±3 +11
Na-Bi-13R			" " ; "	Running water immersion at 10~14°C; overnight	"	0.203	-4, ±2 +6, #8
Na-Bi-13A			" " ; "	Standing in air at 7~13°C; overnight	"	0.191	-4, ±3 +11, #2
Na-Bi-13 I			" " ; "	Without thawing	"	0.185	-7, ±1 +4, #8
Rise in temp.* ³			-20 " ; "		"	0.171	-6, +8 #6
Refreezing* ⁴			-40 " ; "		"	0.098	-19, ±1
Na-Bii-40S		Brine immersion at -7.5 ~ -14°C	-40 " ; "		"	0.076	-20
Nb-A-40S	Standing on board at 29~31°C for 3 hr	Air-blast at -45 ~ -55°C	-40 " ; "	Still water immersion at 2~5°C; overnight	2	0.061	-4
Nb-A-13S			-13 " ; "		10	0.094	-15, ±5
Nb-Bi-40S		Brine immersion at -17 ~ -20°C	-40 " ; "		2	0.073	-4
Nb-Bi-13S			-13 " ; "		10	0.120	-7, ±7 +4, #2
Nb-Bii-40S		Brine immersion at -7.5 ~ -14°C	-40 " ; "		2	0.056	-4
Nb-Bii-13S			-13 " ; "		10	0.084	-14, ±6

Table 1. continued

Sample marks	Treatments after catch	Freezing methods	Temp. and period of storage	Thawing methods	Number of sample fish	E ₄₅₀ of canned meat juice* ¹	Orange discoloration* ² of meat
Pc-Bi-40S Pc-Bi-13S	Precooling in iced sea water at -1°C for 12 hr	Brine immersion at -17 ~ -20°C	-40 " ; " -13 " ; "	Still water immersion at 2~5°C; overnight	2 10	0.093 0.087	-4 -20
Kb-Bi-40S Kb-Bi-13S	Killing by blow		-40 " ; " -13 " ; "		2 10	0.084 0.257	-4 ±2, +4 ‡10, ‡4

*¹ Average value for sample cans in each group.

*² From negative to intensely positive: -, ±, +, ‡, and ‡‡.

*³ Kept at -2~-5°C for two days during storage at -20°C.

*⁴ Kept at 0~5°C for one day during storage at -40°C.

Table 2. Amounts of glycolytic intermediates, ATP and NAD in frozen skipjack meats immediately after landing (μmole/g)*¹

Sample marks* ²	Glyco-gen* ³	D-Glucose	G6P	F6P	FDP	Lactic acid	ATP	NAD
Na-A	58.5	8.7	1.3	0.3	1.3	101	9.24	0.33
Na-Bi	34.4	3.4	1.4	0.3	4.9	201	9.16	0.36
Na-Bii	47.3	4.5	1.8	0.3	5.2	216	8.75	0.76
Nb-A	12.8	2.5	2.2	0.4	3.6	239	6.61	1.00
Nb-Bi	31.6	3.0	1.4	0.3	5.6	175	8.37	0.99
Nb-Bii	19.9	1.5	0.7	0.1	3.3	209	7.77	1.03
Pc-Bi	22.1	2.8	0.7	0.1	10.2	249	5.32	0.36
Kb-Bi	69.8	13.1	2.2	0.4	0.7	111	10.26	0.75

*¹ Average value for sample fish in each group.

*² See Table 1 for sample marks.

*³ Expressed as glucose.

た。温度上昇区と再凍結区では、ともに ATP と NAD はほとんど消失していた。

つぎに、釣獲後の処理の違いでは、Pc グループのグリコーゲンの減少および乳酸の増加がとくに目立っていた。凍結法の違いでは、Na-(A, Bi, Bii)-40 と Nb-(A, Bi, Bii)-40 のそれぞれのグループ内の比較で、ともに A 凍結のグリコーゲンが最も多く、以下 Bi, Bii 凍結の順に少なくなっていた。

(3) 解凍後 Table 4 に解凍肉の分析値を示した。グリコーゲンは、解凍中にほとんど消失するため測定しなかった。さらに、ATP と NAD は解凍後は極めて微量となるため、また、F6P は常に G6P の約 1/4 であることが確められているため、⁷⁾ それぞれ一部の試験区では分析を省略した。

Na と Kb グループの -13°C 貯蔵では G6P は 8~12 μmole/g まで顕著に増加したが、逆に乳酸は他のグループの約 300 μmole/g に比べて非常に少なく、約 200 μmole/g であった。また同じ -13°C 貯蔵でも、Nb と Pc グループは Na と Kb グループに比べて G6P 量の増加は少なく約 4~9 μmole/g で、乳酸量も 250~295 μmole であった。なお、解凍肉の FDP は、PFK の作用が低下した肉中では FDPase の作用によつて F6P に変化し、G6P 蓄積の一因になっているものと推定されているが、⁸⁾ Na-A-13S と Kb-Bi-13S の FDP 量がとくに多かった。

Table 3. Amounts of glycolytic intermediates, ATP and NAD in frozen skipjack meats after one-month storage ($\mu\text{mole/g}$)*¹

Sample marks* ²	Clyco-gen* ³	D-Glu-cose	G6P	F6P	FDP	Lactic acid	ATP	NAD
Na-A-40	61.2	24.5	1.8	0.5	1.3	170	7.01	1.06
Na-A-13	44.0	9.6	3.6	0.7	6.6	99	7.10	0.06
Na-Bi-40	39.3	8.6	1.2	0.3	4.5	174	6.32	0.62
Na-Bi-17	30.8	11.8	1.9	0.6	0.3	197	4.19	0.32
Na-Bi-13	23.8	5.4	2.4	0.6	6.8	204	4.07	0.05
Rise in temp.	13.5	2.7	8.4	1.8	4.4	223	0.58	trace
Refreezing	4.4	5.4	5.5	1.4	2.7	319	0.18	0.06
Na-Bii-40	25.3	11.5	1.2	0.4	4.2	272	4.78	0.82
Nb-A-40	29.3	7.2	1.4	0.4	3.7	280	4.54	0.76
Nb-A-13	7.4	2.1	2.4	0.7	5.2	288	2.12	0.05
Nb-Bi-40	14.9	6.6	0.9	0.3	6.5	280	5.63	1.04
Nb-Bi-13	14.1	4.0	3.4	0.8	6.7	239	2.44	0.03
Nb-Bii-40	7.1	4.1	0.9	0.2	3.3	296	5.85	0.63
Nb-Bii-13	10.3	1.8	2.2	0.4	4.4	265	2.83	0.02
Pc-Bi-40	3.8	5.0	1.1	0.4	9.3	347	3.69	0.24
Pc-Bi-13	2.5	2.1	1.3	0.2	6.2	320	1.43	0.05
Kb-Bi-40	37.9	15.0	1.5	0.4	3.0	241	10.86	0.64
Kb-Bi-13	5.6	14.2	3.3	1.1	6.9	156	2.32	0.05

*¹, *³ See the footnote in Table 2.

*² See Table 1 for sample marks.

ATP 分解物の変化 試料魚の鮮度低下を調べるため、イノシン酸 (IMP), イノシン (HxR) および ヒポキサンチン (Hx) 量を測定したが、鮮度の指標としては3者の合計に対する IMP および Hx のモル百分比を用いた。著者ら³⁾はカツオ肉について、IMP 比約 50% 以上、Hx 比約 10% 以下の凍結魚は、缶詰原料としてすぐれたものであることを確認している。

本試験の試料魚は、陸揚げ直後で IMP 比 90~97%, Hx 比 0.5~2.0%, 1 ヶ月貯蔵後でも、温度上昇区、再凍結区および Pc-Bi-13 を除いたすべての試料魚の IMP 比と Hx 比は陸揚げ時とほとんど差がなかった。また、前記3試験区については、IMP 比は 60~80% まで低下していたが、Hx 比は 3% 以下であった。このため、本試験の試料魚の鮮度は、すべて良好であったと推定される。

オレンジ強度との関係 Fig. 1 に、除たん白した缶詰液汁の 450 nm の吸光値と解凍肉の G6P および乳酸量との関係を示した。この吸光値については、オレンジ強度の指標として有効であることがすでに報告されている。^{1,3)}

Fig. 1 に明らかなように、吸光値と G6P および乳酸量との間には、それぞれ $Y=1.5 \times 10^{-2} X + 0.024$, $Y=-9.3 \times 10^{-4} X + 0.375$ (但し、Y: 吸光値, X: G6P および乳酸量) の式で表わされる直線関係が認められ、それぞれ 0.775 と -0.876 の高い相関係数が得られた。なお、陸揚げ直後および貯蔵後の凍結肉の解糖系代謝生産物量とオレンジ強度との間には、いずれもほとんど相関は認められなかった。

つぎに、解凍肉の G6P および乳酸量とオレンジミートの発生状況との関係を調べるため、個体別の2成分量を Fig. 2 に示し、Table 1 のオレンジミートに対する官能判定結果および缶詰液汁の吸光値と比較した。

-40°C 貯蔵の場合は、釣獲後の処理または凍結法に関係なく、Na-Bii-40S を除く 10 試験区のすべての個体で G6P が非常に少なく乳酸が多かった。Na-Bii-40S は他の -40°C 貯蔵の試験区に比べて、G6P

Table 4. Amounts of glycolytic intermediates, ATP and NAD in skipjack meats after thawing ($\mu\text{mole/g}$)*¹

Sample marks* ²	D-Glu- cose	G6P	F6P	FDP	Lactic acid	ATP	NAD
Na-A-40S	9.8	3.7	1.0	0.1	359	0.18	0.01
Na-A-13S	7.3	8.1	—	6.5	174	0.15	0.01
Na-Bi-40S	3.4	3.9	—	—	328	—	—
Na-Bi-40R	5.8	3.3	—	0.1	285	0.09	0.01
Na-Bi-40A	4.0	5.3	—	—	358	—	—
Na-Bi-17S	3.5	5.4	—	3.9	252	0.13	0.01
Na-Bi-13S	5.2	10.9	—	—	203	—	—
Na-Bi-13R	6.8	12.1	—	1.8	203	0.66	0.03
Na-Bi-13A	5.4	10.1	—	—	207	—	—
Rise in temp.	3.5	9.6	—	2.3	208	0.79	trace
Refreezing	4.5	5.6	—	1.5	261	0.13	0.01
Na-Bii-40S	4.9	7.1	—	0.4	328	0.27	0.02
Nb-A-40S	4.9	1.5	0.5	0.1	332	0.01	0.02
Nb-A-13S	1.4	6.1	—	4.6	268	0.21	0.01
Nb-Bi-40S	4.6	2.9	1.0	0.2	322	0.11	0.01
Nb-Bi-13S	2.8	9.1	—	4.9	253	0.39	trace
Nb-Bii-40S	3.3	2.2	0.7	0.1	337	0.15	0.01
Nb-Bii-13S	1.9	6.8	—	1.5	275	0.13	0.01
Pc-Bi-40S	6.2	5.3	1.5	1.9	337	0.14	trace
Pc-Bi-13S	3.0	4.3	—	3.7	295	0.20	0.01
Kb-Bi-40S	8.1	3.4	1.1	0.5	327	0.14	trace
Kb-Bi-13S	9.6	9.8	—	7.8	202	0.37	trace

*¹ See the footnote in Table 2.

*² See Table 1 for sample marks.

が幾分多い個体が認められたが、Table 1 にみられるように、オレンジ缶の出現はなかつた。−13°C 貯蔵の場合は、Na と Kb グループは G6P が非常に多く、乳酸の少ない個体が大部分であつたが、Table 1 のように缶詰液汁の吸光値が高く、強度のオレンジ缶も多数出現していた。しかし、同じ −13°C 貯蔵でも、Nb と Pc グループは逆に G6P が少なく、乳酸の多い個体が多数認められたが、この場合は吸光値はあまり高くなくて、オレンジ缶の出現も少なくなつた。

また、−17°C 貯蔵の Na-Bi-17S と再凍結区では、G6P と乳酸がともに −13 と −40°C 貯蔵の中間値を示したが、オレンジ缶の出現はほとんど認められなかつた。温度上昇区は −20°C の低い貯蔵温度であつたが、G6P が多く、乳酸の少ない個体が多数出現し、この試験区の吸光値は高く、オレンジ缶の出現も著しかった。

Fig. 3 に貯蔵後の凍結肉の NAD 量と缶詰液汁の吸光値との関係を示した。NAD については、山中^{8,9)} は GAP-dehydrogenase の助酵素であることから、凍結肉中での消失が ATP の減少、さらには PFK 作用の低下をもたらすものと推定している。Fig. 3 の点線で示した約 0.15 の吸光値をオレンジ缶の吸光値の下限とすると、NAD が約 0.15~0.20 $\mu\text{mole/g}$ 以上の個体には、オレンジ缶はほとんど認められなかつた。しかし、NAD 量がそれ以下の場合には、オレンジ缶になる個体と正常缶になる個体がほぼ半分ずつ出現したが、前者はおもに Na と Kb グループの −13°C 貯蔵と温度上昇区の試料魚で、後者はおもに Nb と Pc グループの −13°C 貯蔵の試料魚であつた。なお、貯蔵後の凍結肉の NAD 量と解凍肉の G6P 量との間にも、Fig. 3 の場合と同様の関係が認められた。

Fig. 1. Relations between the amounts of G6P and lactic acid in defrozen skipjack meat after one-month storage and the optical density at 450 nm of their canned meat juice after deproteinization.

Fig. 2. Comparison with the amounts of G6P and lactic acid in the defrozen meat of each group of skipjack. See Table 1 for sample marks. Short crossing bars and dotted lines show their mean values.
●, G6P ×, lactic acid

Fig. 3. Relation between the amount of NAD in frozen skipjack meat after one-month storage and the optical density at 450 nm of its canned meat juice after deproteinization. A dotted line shows the lower limit for the orange discolored skipjack.

に、また温度上昇区では2日間の処理中に起るものと思われる。

なお、釣獲後の処理および凍結法の影響は -13°C 貯蔵の場合にのみ現われ、処理時間が長いほど、また凍結法が緩慢なほど、G6P の蓄積量は少なかった。すなわち、Kb-Bi-13, Na-A-13 および Na-Bi-13 に比べて、Nb-A-13, Nb-Bi-13 および Nb-Bii-13 の G6P 蓄積量はかなり少なく、とくに Pc-Bi-13 では G6P の蓄積はほとんど認められなかった。

このように G6P の蓄積量からみても、前報りで提案した釣獲原料を速やかに凍結し、以後の貯蔵条件を常に -20°C 以下に保ち、流水中で速やかに解凍する方法は、オレンジミートの発生を防止するための原料魚の管理条件として非常に有効と思われる。

終りに、試験の実施にご協力いただいた鯉鮪缶詰輸出組合、日本缶詰検査協会、清水水産株式会社ならびに試料魚の調製にご尽力いただいた静岡県水産試験場富士丸の乗組員ご一同に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 長谷川 薫・和田 卓・下田雄四郎・沢田敏雄・藤井 豊・石川宣次・中村邦典： 本誌，**42**，187-195 (1976).
- 2) 山中英明・尾藤方通・横関源延： 同誌，**39**，1299-1308 (1973).
- 3) 藤井 豊・石川宣次・中村邦典： 同誌，**40**，315-320 (1975).
- 4) 中村邦典・藤井 豊・石川宣次・和田 卓・沢田敏雄・長谷川 薫： 同誌，**41**，305-314 (1975).
- 5) Y. FUJII, K. SHUDO, K. NAKAMURA, S. ISHIKAWA, and M. OKADA: *This Bull.*, **39**, 69-84 (1973).
- 6) H. U. BERGMAYER: in "Methods of Enzymatic Analysis", Academic Press, New York and London, 2nd ed., 1974, Vol. 4, pp. 2045-2050, 2101-2109.
- 7) 石川宣次・中村邦典・藤井 豊： 本誌，**41**，315-320 (1975).
- 8) 山中英明： 同誌，**41**，217-223 (1975).
- 9) 山中英明： 同誌，**41**，573-578 (1975).

すなわち、 -13°C 貯蔵では、 -40°C 貯蔵に比べて ATP, NAD のような助酵素の貯蔵中の減少が著しく、そのため、以後の解凍における乳酸までの完全な解糖が阻害され、G6P などの中間代謝産物の蓄積が起るものと思われる。また、Nb と Pc グループでは、助酵素が分解する前に解糖過程の大半が経過しているため、G6P の蓄積が少なかった。

以上の結果から、解糖系代謝産物量の変化に対する原料魚の管理条件の影響を整理すると次のようになる。

影響が最も著しいと思われる貯蔵温度については、 -40°C 貯蔵では他の管理条件の影響は認められず、グルコースはすべて順調に乳酸まで分解し、G6P の蓄積はどの処理段階においても起らなかった。また、 -17°C 貯蔵では解凍肉の G6P が幾分増加したが、オレンジ缶の出現はなかった。つぎに、 -13°C 貯蔵と温度上昇区では、貯蔵中または温度上昇処理によつて NAD 量の急激な減少が起り、それにもなう G6P の顕著な蓄積が認められた。この場合、G6P の蓄積は、 -13°C 貯蔵では解凍中