鯖長および黄肌鯖青肉に関する研究

篠野雄一・小野戈止・俵 正・東 克巳

(1961 年 2 月 21 日受理)

STUDIES ON THE GREEN MEAT OF ALBACORE AND YELLOWFIN TUNA

Yuichi SASANO, Hokoto ONO, Tadashi TAWARA
and Katsumi HIGASHI*

As a part of studies for predicting the green meat appearance in canned albacore and yellow-fin tuna, various kinds of methods chiefly comprising known ones were examined of their reliability. After a number of examinations it was discovered that a certain compound, which is occasionally contained in flesh of albacore and yellow-fin tuna and gives a yellow ninhydrin paperchromatographic spot from alcoholic extracts, is closely connected with the occurrence of green meat. This compound, though it is still opened to be identified, has been presumed as a sort of peptide from some results of examination. The judgement from color of kidney, on the other hand, proved to be little reliable except when the flesh examined was that of yellow-fin tuna, especially of large body-lengths. The chromatographic judgement, in turn, despite of its far greater reliability as compared with the criticism referred to the kidney color seems also not perfectly satisfying as it requires time in its practice.

Since the greening tendency latent all over the muscular system of fish body was confirmed to be predicted from the behavior of small pieces of flesh on cooking, judgement by cooking test of small flesh pieces may be said for the time being to be a most practicable method of predicting the tendency. It must be noticed, however, the appearance of greenish color in the sample pieces depends upon the time of cooking. Too short a time of cooking proved always to fail in causing the color to develop irrespective as to whether the pieces were boiled in aqueous common salt or in plain water or canned and subjected to the routine heating in retort.

冷凍輸出鯖が青肉発生のため、しばしばクレームを受けるが、いまだにこれを予知する適当な実用的方法がない。

発生の原因ならびに青肉色の本体については、文献によれば魚体の生理的あるいは病理的要因により生体内における血色素ないしは筋肉色素の変化に伴なつて生ずる鎖状ピロール化合物とするもの¹⁾、他の動物肉において生ずるグリーン化の過程と同様にヘム蛋白の変則的な酸化に因るとするもの^{2,3)}、通常の良質肉のピンク色はヘモクロムであるが、青肉色はヘミクロムであり、適当な還元剤でヘモクロムに変化し得るというもの^{4,5)}、さらに発生原因が還元性物質の不足に因るものとしてニコチン酸アミドを採りあげ、その含量を正常肉と青肉とで比較して論じたものなどがある^{6,7)}。

事前の選別法としては、鯖生肉の表面色を測定して蒸煮後の肉色を推定するもの⁸⁾、生肉浸出液を加熱しその濁りにより判定するもの⁹⁾、あるいは凍結時魚体の内部摩擦を測定し選別する方法¹⁰⁾が考案されたが、実用にはやや不完全のようである。

さらに最近では腎臓の色調が青肉魚のは正常のものに比し著しく黒味を帯び、これにより簡易選別が行な

* 大洋漁業株式会社 研究所 (Taiyo Fish. Co. Ltd., Taiyo Res. Lab., 12-4 Nishigashidori, Tsukishima, Chuō-ku, Tokyo).

えるという報告もある¹¹⁾。

われわれは鰭長、黄肌の青肉を予知する方法を見出すのを目標に研究に着手、年間にわたり鮪缶詰工場において試料の採集を行ない、近海産冬鰭、夏鰭、太平洋、印度洋、太西洋の各種鮪につき文献の追試を含め種々の角度より検討を加え、さらにこれらのデータを基として昭和35年8月より11月にわたりフィジー諸島方面で操業した鮪母船広洋丸に小型クッカーと試験設備を設置し、冷凍前の鰭長、黄肌それぞれ120尾について約3カ月にわたり青肉発生を観察し、各種化学測定を行なった。

青肉本体の究明と実用に適する選別法の確立はいまだなし得ないが、二、三の新しい知見を報告する。

実験ならびに考察

(1) 魚体の大きさと青肉との関係

従来魚体の大きなものほど青肉が多いといわれ、特に黄肌では実際に100ポンド以上の大型魚にクリームが多いことは、この事実を示すものである。

高年魚と若年魚とでの生理的違いはあるかも知れないが、それについて具体的に青肉と関連ある事実は見出せない。

われわれが近海、印度洋、太西洋の鰭長および南太平洋の鰭長、黄肌について調べた範囲でも大型魚に発生率の高い傾向は認められるが、小型にも青肉がかなりあり、いちがいいはいえない (Table 1)。

Table 1. Possible correlation of color of Precooked meat with body length examined for tuna.

(1) Albacore of Atlantic Ocean.

Grade of Cooked meat*	Length (cm) 88~90	90~92	92~94	94~96	96~98	98~100	100~102	102~104	104~106	106~108	108~110	Total
A	1	1	1	2	2	1	1	0	1	0	2	12
B	0	0	0	3	2	3	2	1	1	0	0	12
C	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	4
D	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
Total	1	1	1	8	4	5	5	1	2	0	2	30

(2) Albacore of Indian Ocean.

Grade of Cooked meat*	Length (cm) 84~86	86~88	88~90	90~92	92~94	94~96	96~98	98~100	100~102	Total
A	0	0	1	2	3	1	0	0	0	7
B	1	0	1	2	4	0	1	0	0	9
C	0	0	0	2	2	5	0	1	1	11
D	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
Total	1	0	2	6	9	6	3	2	1	30

(3) Albacore of Inshore fishing.

Grade of Cooked meat*	Length (cm) 72~74	74~76	76~78	78~80	80~82	82~84	84~86	86~88	88~90	Total
A	0	0	0	1	2	3	1	0	0	7
B	1	0	0	6	8	7	2	3	3	30
C	0	0	0	0	2	2	5	1	0	10
D	0	0	1	0	1	1	2	0	1	6
Total	1	0	1	7	13	13	10	4	4	53

(4) Albacore of Southern Pacific Ocean.

Grade of Cooked meat*	Length (cm) below 70	70~75	75~80	80~85	85~90	90~95	95~100	100~105	Total
A	0	0	0	9	14	19	3	3	48
B	1	4	6	15	9	2	7	0	44
C	4	1	6	2	2	4	1	0	20
D	0	2	1	0	1	1	0	3	8
Total	5	7	13	26	26	26	11	6	120

(5) Yellow fin tuna of Southern Pacific Ocean.

Grade of Cooked meat*	Length (cm) 80~90	90~100	100~110	110~120	120~130	130~140	140~150	150~160	Total
A	1	4	11	21	10	8	1	0	56
B	0	0	11	10	3	1	1	0	26
C	0	3	7	4	0	1	0	0	15
D	0	0	3	4	3	4	3	1	18
Total	1	7	32	39	16	14	5	1	115

A: Brine A grade.
 B: Brine B or Oil A grade. } Suitable for export.
 C: Oil B or Exceptional grade (Dark meat).
 D: Green meat.

(2) 肥満度と青肉との関係

青肉は痩せたものに多いという文献¹²⁾があり、缶詰工場でも選別基準とするものもあるが、われわれが測定し有意差検定を行なった結果では有意の差を認めることはできなかった。

$$F_0 = 2.41 \quad F_{86}^1(0.01) = 7.12$$

$$(0.05) = 4.02$$

(3) 外観、鮮度と青肉との関係

工場および船上の試験結果でも鮮度のかなり悪い原料から良質の蒸煮肉が得られ、その間の関係は見出せない。また、目の濁り、体表の色、副鱗の色など外観上の差も認められなかった。

(4) 雌雄と青肉との関係

太西洋、南太平洋鱈長について調べたが、相関は見出せなかった。

(5) 生肉の紫外線照射と青肉との関係

紫外線 ($\lambda = 257 \text{ m}\mu$) の下で生肉色を観察したが、青肉に対する特異反応はなかった。

(6) 生肉色と青肉との関係

生肉色の褐色の強いもの程青肉になるものが多く、また赤味の強いものにも青肉になるものがある。しかし選別の基準とするには不正確である。

(7) 生肉浸出液の加熱時の濁りと青肉との関係

青肉との相関を指摘した文献⁹⁾の追試を行なったところ、ある群では相関が比較的認められたが、ある群では相関性なく、選別の基準とはしがたい結果となつた。この濁りは pH と関係があり、pH 6.2 を境いとしてこれよりアルカリ側で透明になる。

(8) 生肉の pH と青肉との関係

前に述べたように、濁りと pH は相関があり、試験当初の群は pH と青肉との関連性が認められたので多数の魚体について測定した結果、ある群では良く相関性があるが、ある群ではなく、全体として選別の基準とはなしがたい結果となつた。

ので、改めて鮪母船上において鮮魚で試験したところ (Table 2-(5), (6)), 青肉魚の腎臓に黒味を帯びたものが多い傾向は認められたが、黒味のないものもあり、また鱈長では正常魚で黒味を帯びたものかなりあり、選別方法としては適中率が低いようである。ただし黄肌は大型になるほど選別確率が高くなる (Table 3)。

(12) 肉の燐含量と青肉との関係

青肉と正常肉の生肉中の燐含量を比較したが、いずれも 250~270mg% で差は認められない。

(13) 生肉抽出液のペーパークロマトグラフィーと青肉との関係

a. 黄色 Spot について

青肉と正常肉の遊離アミノ酸を比較する目的で、生肉のアルコール抽出液についてペーパークロマトグラフィーを行なった。ニンヒドリン発色によるクロマトグラムはA級品の肉も青肉も同様であつたが、ただ一つ R_f 0.52~0.54 に青肉では黄色の Spot が現われるが、A級の肉には現われないことを発見した。他の多数の魚体につき黄色 Spot 出現の有無と蒸煮後の肉色等級との関連性を調べた結果、蒸煮後の肉色等級上位のものには黄色 Spot がほとんど現われず、下位になるに従い出現頻度が高くなることが解つた。さらに試験装置を鮪母船に持込み、小型クッカーによる蒸煮と併行して黄色 Spot と蒸煮肉色との関係を調べ、この傾向を再確認した。

この結果は鱈長、黄肌およびその生、冷凍いずれについても同様である (Table 4)。

さらに蒸煮後のものについて調べたところ、同様に青肉には黄色 Spot が現われたがA級には現われな

Table 3. Possible correlation of body weight and color of kidney examined for Yellowfin tuna (green meat).

Weight (kg) \ Color of Kidney	Dark brown	Not colored in dark brown
10 ~ 20	0	4
20 ~ 30	2	2
30 ~ 40	2	1
40 ~ 50	1	3
50 ~ 60	4	0

Table 4. Relationship between the appearance of yellow spot in chromatogram and grade of precooked meat.

Grade of cooked meat*	Degree of yellow-spot						Grade of cooked meat*	Degree of yellow-spot					
	卄	卅	+	±	-	Total		卄	卅	+	±	-	Total
(1) Frozen Albacore of Atlantic and Indian Ocean.							(3) Fresh Albacore of Southern Pacific Ocean.						
A	0	0	1	2	12	15	A	0	0	6	14	28	48
B	0	0	2	1	3	6	B	3	6	21	11	3	44
C	0	2	3	1	0	6	C	6	3	9	2	0	20
D	1	1	4	0	0	6	D	5	2	1	0	0	8
Total	1	3	10	4	15	33	Total	14	11	37	27	31	120
(2) Fresh Albacore of Inshore fishing and Indian Ocean.							(4) Fresh Yellowfin tuna of Southern Pacific Ocean.						
A	0	0	2	3	4	9	A	0	0	3	12	44	59
B	1	2	9	3	5	20	B	0	3	11	3	9	26
C	0	4	6	2	3	15	C	0	5	9	2	0	16
D	3	2	5	0	0	10	D	8	5	6	0	0	19
Total	4	8	22	8	12	54	Total	8	13	29	17	53	120

* A, B, C, D Grade is same to Table 1, 3.

Table 4-(3), (4) について相関係数を求めると $r = 0.714$, $r = 0.818$ となり、いずれも明かに有意である。

かつた。これより見て黄色 Spot 物質は肉色と関係があり、その出現する魚体はすでに生においてこれを有し、蒸煮後も消失せずに残るものと考えられる。

この物質の本体については、魚肉中に含まれる各種アミノ酸との比較をクロマトグラフィーによつて行なつたが該当するアミノ酸はない。黄色 Spot の区分を分離抽出し、酸で加水分解すると黄色 Spot は消失し新たに数個のニンヒドリン陽性 Spot が出現するのでペプチドと推定する。この黄色 Spot と青肉色との関係はいまのところ説明し得ないが、青肉鮪の体質的な特長を示す indicator として大きな役割を持つものと考えられる。

試料調整 鯖長および黄肌生肉に4倍量の95% アルコールを加えホモジナイザーで充分攪拌後沈澱を汙別し、汙液の一定量を湯浴上でアルコールを除きながら濃縮し、乾固物を一定量の蒸留水に溶かしてこれをクロマト試料とする。

展開および呈色 *n*-ブタノール：酢酸：水の割合が(25：6：25)、(40：5：7)、(4：1：1)および*n*-ブタノール：エタノール：水(1：2：1)の4種の展開溶媒を試みたが、*n*-ブタノール：酢酸：水(4：1：1)がもつとも良好で以下すべてこの溶媒で一次元展開を行なつた。呈色は0.1% ニンヒドリン(アセトンに溶解)を噴霧し加熱して発色させる。

生肉中の黄色 Spot の有無、その濃さと蒸煮肉色との関係は Table 4 のごとくである。

b. 青肉の色と黄色 Spot との関係

黄色 Spot が青肉の色そのものと直接関係があるのか、あるいは青肉となる鮪の生理現象に関係があるのか不明であるが、以下の実験では後者の可能性が大きい。

すなわち青肉になる黄肌生肉に4倍量の95% アルコールを加え、濃縮乾固物を蒸留水に溶かした試料液(このなかに黄色 Spot 物質が含有されることを確かめ)を注射器により蒸煮肉色A級の生肉に注入し蒸煮したが、充分肉中に浸透せず注入附近だけごく一部分褐色になつたのみで判定しがたかつた。この液を播身にしたA級生肉と充分混ぜボリエチレン袋に入れて沸騰水中で約1時間煮熟し、同時に対照として試料液を混ぜないA級ならびに青肉鮪の生肉播身も煮熟し比較したが、液添加の播身は僅かに黄褐色を呈する程度で青肉色とはいいがたかつた。またA級生肉から同様にして調製した試料液と上記青肉からの試料液を湯浴中で加熱し(100°Cで1時間)色調を比べたが、いずれも黄褐色でほとんど差がなかつた。

(14) 加熱と青肉との関係

魚体の一部小肉片を加熱して青肉を判定するのはもつとも簡単な方法であるが、果して丸あるいはフィレーを蒸煮したときと同じ色調が再現されるかどうかを確かめる必要がある。これを確認するために母船に設置した小型クッカーによりフィレーとその一部小肉片を別々に蒸煮して比較した。(多少の馴れを要する。)その結果、蒸煮小肉片の色で全魚体の色調がほぼ推定し得ることを認めた。さらに小肉片を沸騰水中に約10分加熱し、切断面の肉色を調べたが、正常肉、青肉の識別は困難であつた。そこで蒸煮方法により青肉出現に差があるかと考え、肉色を判定した魚体の半身を冷凍にして持帰り、そのなかから青肉黄肌フィレーを選び、クッカー蒸煮、塩水、常水沸騰水煮熟の3方法で行ない、また加熱時間も変えてみたところ、短時間の加熱では3方法いずれも青肉色は出現せず長時間になると3方法いずれも青色を呈することがわかつた。

試料 全身にわたり濃厚な青肉となる黄肌フィレー(番号を魚体に附し予め判明している)とその対照として肉色A級のフィレーをとり、バンド・ソーにて巾4cmの小切に切断して試験に供した。

試験方法ならびに結果 加熱方法を10%食塩水、常水の沸騰水およびクッカーの3方法で、加熱時間はそれぞれ15、30、60、120分の4段階に分け、煮熟肉の冷却にはシャワーによる急冷と自然放置の緩慢冷却を行ない、さらにそれぞれの肉を缶に詰め常法のレトルト殺菌(110°C、70分)を行ない、開缶後肉色判定した。レトルト殺菌後の段階での結果は煮熟方法による肉色差はなく、加熱時間が15分のは対照品と変わらず、30分で僅かに褐色、60分で青肉色を呈し、120分のは60分のものでほとんど同じであつた。急冷、緩慢冷却による肉色の差は加熱15分で僅かに認められるが、それ以後では差はなかつた。次にレトルト殺菌を経たものはいずれも青肉となり、その強さも同程度になつた。すなわち加熱殺菌前の段

階では青肉色を呈さなかつたものも、この行程を経ると、青肉の素因を有する肉はすべて青肉色を出現するようになる。

給 論

いくつかの試験の結果、黄肌の腎臓の色および鱗長、黄肌の肉におけるペーパークロマトグラフィーで黄色 Spot を与えるペプチドと推定される物質の有無が青肉と関連があり、特に黄色 Spot 呈示性の有無がかなり高い相関関係を示している。実用的予知方法とするには、腎臓の色調では適中率が低く、クロマト法は手間のかかるのが難点である。生まの小肉片を蒸煮すると、その肉色で全魚体の肉色をほぼ推定できるので、現段階ではこれがもつとも簡単な方法であり、これ以外の適当な方法は見出せなかつた。ただし生肉の蒸煮時間が短かいと、青肉は青肉色を呈さず、一定時間の加熱によりはじめて現われることが認められ、これより見て青肉発生の原因は漁獲以後の変化ではなく、すでに生存中に存在する血液蛋白中の変則的酸化物質の存在と同時に、加熱時の還元性物質の不足が充分考えられる。

本研究を行なうに当たり、種々御協力頂いた林兼水産工業静岡工場ならびに鮪母船広洋丸乗組の方々に深く感謝の意を表する。

文 献

- 1) 静岡缶詰協会：缶詰誌，**31** (2)，27～45 (1952)。
- 2) NAUGHTON, J. J., FRODYMA, M. M. and ZEITLIN, H.: *Special Scientific Report, Fisheries* No. 197 (1956)。
- 3) NAUGHTON, J. J., FRODYMA, M. M. and ZEITLIN, H.: *Special Scientific Report, Fisheries* No. 247 (1957)。
- 4) BROWN, W. D. and TAPPEL, A. L.: *Food Research*, **22** (2), 214～221 (1957)。
- 5) BROWN, W. D., TAPPEL, A. L. and OLCOTT, H. S.: *Food Research*, **23** (3), 262～268 (1958)。
- 6) 藤巻正生：食品工業，**2** (5)，(1959)。
- 7) 藤巻正生・柳田淑子・桜井芳人：日本水産学会年会講演，(1960)。
- 8) 高橋信之・松阪安正：缶詰時報，**36** (8)，45～71 (1957)。
- 9) 長谷川昇一：缶詰時報，**36** (8)，31～43 (1957)。
- 10) 宝谷幸男：缶詰時報，**36** (11)，39～63 (1957)。
- 11) 平尾秀一ほか7名：本誌，**24**，671～681 (1958)。
- 12) 静岡缶詰協会：缶詰誌，**30** (10)，51～70 (1951)。