

# 異常ガツオ “石ガツオ”の発生原因に関する研究

誌名	静岡県水産試験場研究報告 = Bulletin of the Shizuoka Prefectural Fisheries Experiment Station
ISSN	03863484
著者名	平塚, 聖一 高木, 毅 和田, 鏡子 長谷川, 薫 澤田, 敏雄 岩橋, 義人 山内, 悟
発行元	静岡県水産試験場
巻/号	29号
掲載ページ	p. 39-44
発行年月	1994年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 異常カツオ “石カツオ” の発生原因に関する研究<sup>\*1</sup>

## 筋肉の硬さへのコラーゲンの関与

平塚聖一<sup>\*2</sup>・高木 毅<sup>\*3</sup>・和田鏡子<sup>\*4</sup>・長谷川薫<sup>\*2</sup>  
 澤田敏雄<sup>\*2</sup>・岩橋義人<sup>\*5</sup>・山内 悟<sup>\*2</sup>

Study on the Cause of “Ishi-Gatsuo”, Unusual Skipjack

Participation of Collagen on the  
 Hardness of Muscle

Seiichi HIRATSUKA, Tsuyoshi TAKAGI, Kyoko WADA  
 Kaoru HASEGAWA, Toshio SAWADA, Yoshito IWAHASHI  
 and Satoru YAMAUCHI

### はじめに

生鮮魚向けのカツオの中に、肉質が硬く、臭い、味なども異常なために生食としての利用ができずに廃棄されているものがある。このようなカツオは、“石カツオ”、“ゴリカツオ”などと称されており（以下、石カツオ）、以前からも混獲されていたと言われている。

石カツオの研究例は山澤ら<sup>1,2)</sup>の調査報告があるものの、発生原因の究明に関するものは皆無に近く、現在まで石カツオの発生原因は全く不明とされている。

著者ら<sup>3-5)</sup>は石カツオの発生原因究明の基礎資料とするために、1990年以降石カツオの出現状況を調査するとともに物性および化学成分について正常魚との比較を行ってきた。その中で、石カツオの官能的特徴とその一つである筋肉の硬さの原因について若干の知見を得たのでここに報告する。

なお、本研究を行うにあたり、試料を入手していただいた静岡県水産試験場（以下、静岡水試）調査船富士丸、駿河丸の乗組員の皆様と石カツオ出現状況調査の際にご協力いただいた静岡水試の職員の皆様に感謝します。

### 材料と方法

#### 1. 供試魚

本研究に用いたカツオ *Katsuwonus pelamis* の概要を第1表に示した。すなわち、静岡水試調査船富士丸と駿河丸が一本釣りによって漁獲したカツオを水揚げごとに100尾程度をサンプリングし、これらを三枚に卸して、硬さ、臭い、味の官能検査を行って石カツオと正常魚とを区別した。なお、石カツオと正常魚数尾は-50℃で凍結貯蔵し、適宜解凍して分析に供した。

第1表 供試魚の概要

試料No.	漁獲日	漁場	調査尾数	石カツオ尾数
1	1991.05.13	33°-28' N, 138°-17' E	101尾(41cm, 1.2kg)	6尾(42cm, 1.3kg)
2	1991.05.23	33°-26' N, 142°-47' E	100尾(43cm, 1.0kg)	4尾(42cm, 0.8kg)
3	1991.06.11	35°-35' N, 144°-41' E	100尾(43cm, 1.0kg)	4尾(42cm, 1.0kg)
4	1991.06.25	35°-37' N, 143°-18' E	100尾(43cm, 1.4kg)	1尾(44cm, 1.4kg)
5	1991.10.05	39°-06' N, 144°-14' E	100尾(50cm, 2.3kg)	3尾(43cm, 1.6kg)
6	1991.12.10	14°-30' N, 135°-30' E	104尾(41cm, 1.4kg)	2尾(40cm, 1.3kg)

注1) 調査尾数、石カツオ尾数の ( ) 内の数字は尾長と体重の平均値を示す

注2) 石カツオ尾数：官能検査の結果、筋肉の硬さおよび味・臭いが著しく異常であったカツオの尾数

\*1 静岡県水産試験場（本場）業績第1076号  
 \*2 静岡県水産試験場利用普及部  
 \*3 静岡県林業・水産部水産課  
 \*4 静岡県栽培漁業センター  
 \*5 静岡県水産試験場

## 2. 測定項目およびその方法

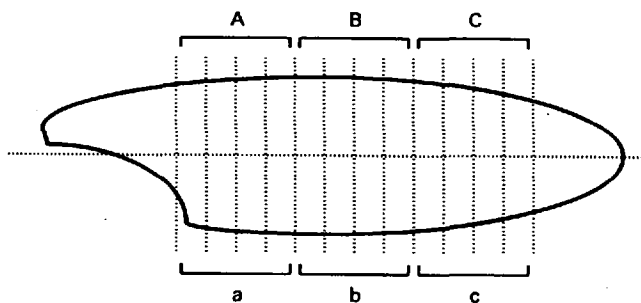
### 1) 官能検査

試料1～6について著者らが筋肉の硬さ、臭い、味を判定した。これら各項目ごとに正常なものは0点、異常なものは1点、著しく異常なものは2点として採点した。

また、試料6のうち著者らが石ガツオと判定したものの2尾と正常魚3尾について静岡水試職員7名をパネリストとして、筋肉の硬さ、味・臭いの判定を行った。採点は上記に準じた。

### 2) 物性(硬さ)

試料2～5について石ガツオと正常魚を1尾ずつ抽出し、魚体の半身のうち第1図に示した部位から測定試料を採取



第1図 硬さ測定用試料の採取部位

した。これをレオナーRE3305(山電社製)によってプランジャーを脊椎骨と同方向に押し込み破断させ、その際の破断荷重(g)/押し込み距離(mm)を硬さとして表した。測定条件は、プランジャー: 8mmφ円柱、押し込みスピード: 10mm/s、サンプルの大きさ: 30×30×15mm(縦×横×高さ)とした。

また、測定結果は部位ごとに3～4検体の平均値と標準偏差で表した。

### 3) コラーゲン含量

試料2, 4および5について硬さ測定終了後の試料を用いた。抽出は佐藤ら<sup>6)</sup>の方法で、定量はLOWRYら<sup>7)</sup>の方法で行った。

### 4) 一般成分

試料3と5について石ガツオと正常魚を1尾ずつ抽出しこれを分析試料とした。方法は魚介類有効栄養成分分析のマニュアル<sup>8)</sup>によった。

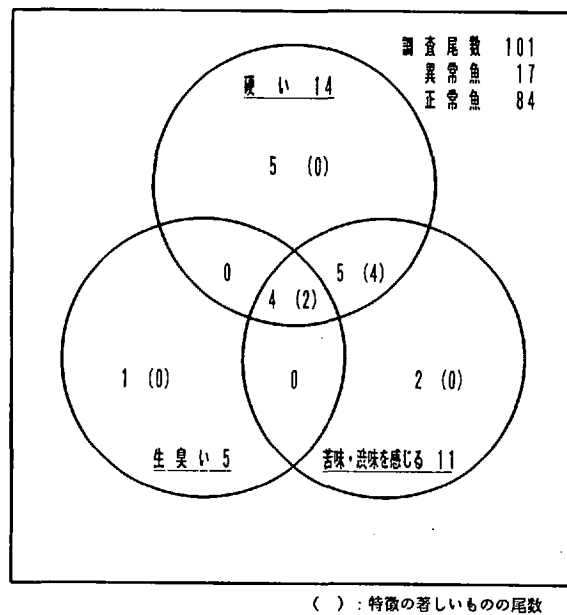
### 5) K値

試料5と6について石ガツオと正常魚を2尾ずつ抽出し、これらを凍結貯蔵後、5℃で一晩解凍したものの背内部から約1g採取し、これを分析試料とした。抽出は内山ら<sup>9)</sup>の方法で、定量は植本ら<sup>10)</sup>のHPLC法で行った。

## 結 果

### 1. 官能検査

試料1～6のうち、石ガツオの出現が最も多かった試料1における官能検査の結果について、各特徴の相互関係を第2図に示した。調査尾数101尾のうち官能検査で1つ以



第2図 各特徴の相互関係

上の項目が1点または2点であったもの、すなわち、筋肉の硬さ、臭い、味のいずれかに異常が認められたカツオは17尾であった。また、このうち硬さに異常があるものが14尾と最も多く、次いで味に異常があるものも11尾と多かった。臭いに異常があるものは5尾と少なかった。これらの相互関係をみてみると、17尾のうち9尾は硬さと味の両方が異常であった。そして、官能検査で2点と判定されたもの、すなわち、著しく異常な項目を有していたカツオはすべてこの9尾の中に含まれ、それは6尾であった。この6尾のカツオの食感のコリコリとして著しく硬く、口中には生臭みが広がり、渋み、苦みが強く、不快感を認め、さらにその味はしばらく口中に残るものであり、石ガツオと判定した。また異常カツオ17尾のうち、この6尾を除く11尾については擬石ガツオとして取り扱った。なお、今回の官能検査では生臭さの判定は咀嚼する前に行ったが、この時点で生臭さを感じられないものでも咀嚼すると生臭みが口中に広がり味の異常を認めるものも多かった。したがって、味の判定には臭いによる要素もかなり含まれていたものと考えられる。

試料6における静岡水試職員が行った官能検査の結果は第2表のとおりで、石ガツオについてはパネリスト全員が硬さと味・臭いに異常を認めた。

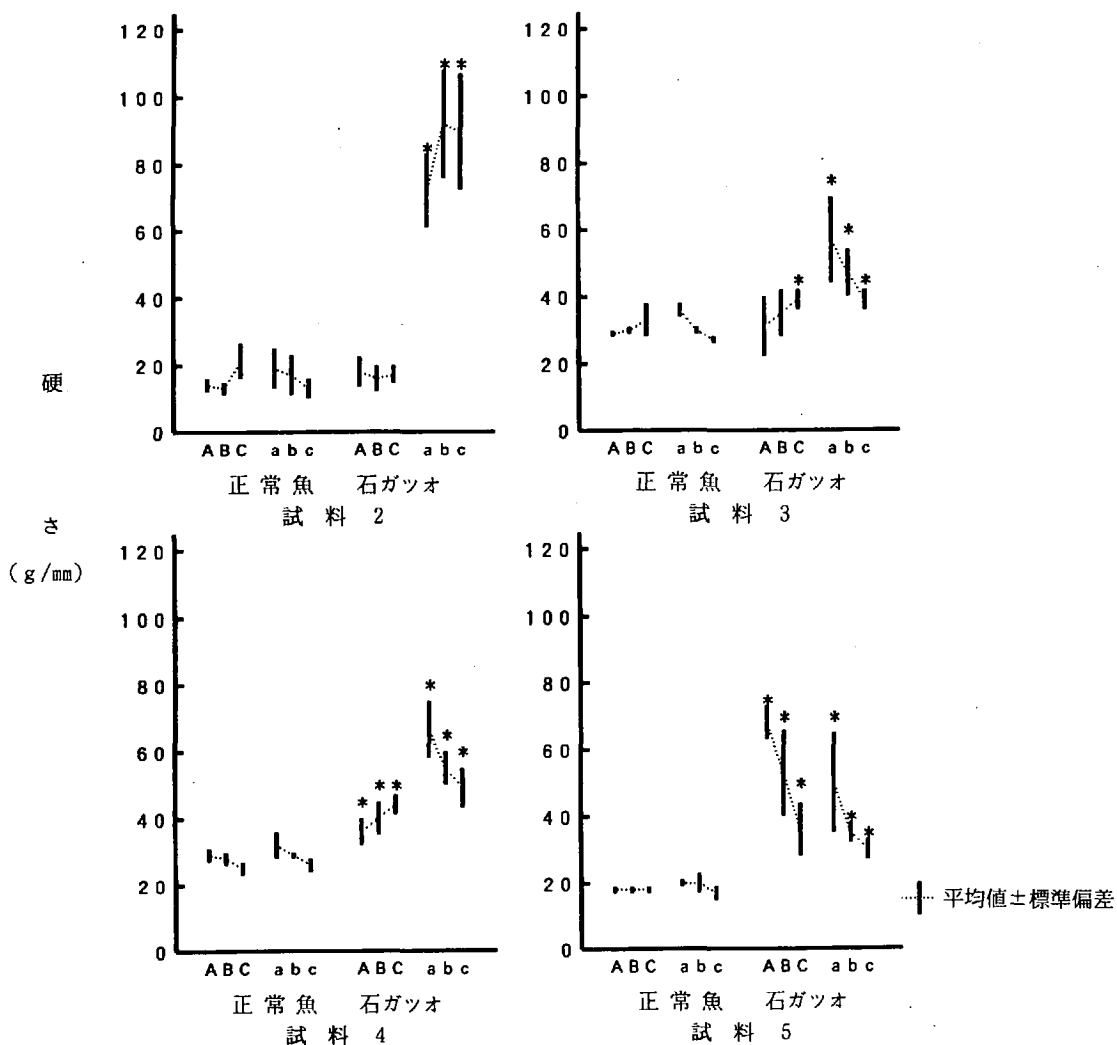
第2表 石ガツオと正常魚の官能検査結果

試料	項目	パネリスト							平均
		A	B	C	D	E	F	G	
1. 石ガツオ	硬さ	2	2	2	2	2	2	2	2
	味・臭い	2	2	2	2	2	1	2	1.9
2. 石ガツオ	硬さ	2	2	2	2	1	2	2	1.9
	味・臭い	2	2	2	2	1	1	2	1.7
3. 正常魚	硬さ	0	0	0	0	0	0	0	0
	味・臭い	0	0	0	0	0	0	0	0
4. 正常魚	硬さ	0	0	0	0	0	0	0	0
	味・臭い	0	0	0	0	1	0	0	0.1
5. 正常魚	硬さ	0	0	0	0	0	0	0	0
	味・臭い	0	0	0	0	0	0	0	0

採点の基準  
 0 普通のカツオと変わらない  
 1 " より硬い、異味・異臭を感じる  
 2 " より非常に硬い、非常に異味・異臭を感じる

2. 硬さ

石ガツオと正常魚の部位ごとの硬さの比較を第3図に示した。全般的に石ガツオの方が正常魚よりも硬い傾向がみられた。また、正常魚は部位による差は小さかったのに対し、石ガツオは差が大きかったが、特に硬い部位を特定することはできなかった。すなわち、試料2においては石ガツオの背側肉の硬さは正常魚と変わらなかったのに対し、腹側肉は極めて硬かった。試料3と4においてはともに石ガツオの腹側肉の前部で硬く、似た傾向を示した。試料5においては石ガツオの背側肉、腹側肉ともに前部で硬い傾向が見られた。著者らが官能検査を行った際にも部位によって硬さ、味が異なることを経験しており、今回の結果でも同様な傾向が認められた。なお、石ガツオの各部位と、同一試料の正常魚の最も平均値が高い部位とで有意差検定を



第3図 石ガツオと正常値の部位ごとの硬さの比較

A : 背側前部 B : 背側中央部 C : 背側後部  
 a : 腹側前部 b : 腹側中央部 c : 背側後部

\* : 同一漁獲群の正常魚のうち、平均値が最も高い部位と比較して有意差あり (危険率5%)

行ったところ、試料2の背側と試料3の背側の前部と中央部を除く他のすべての部位で有意差(危険率5%)が認められた。

### 3. コラーゲン含量

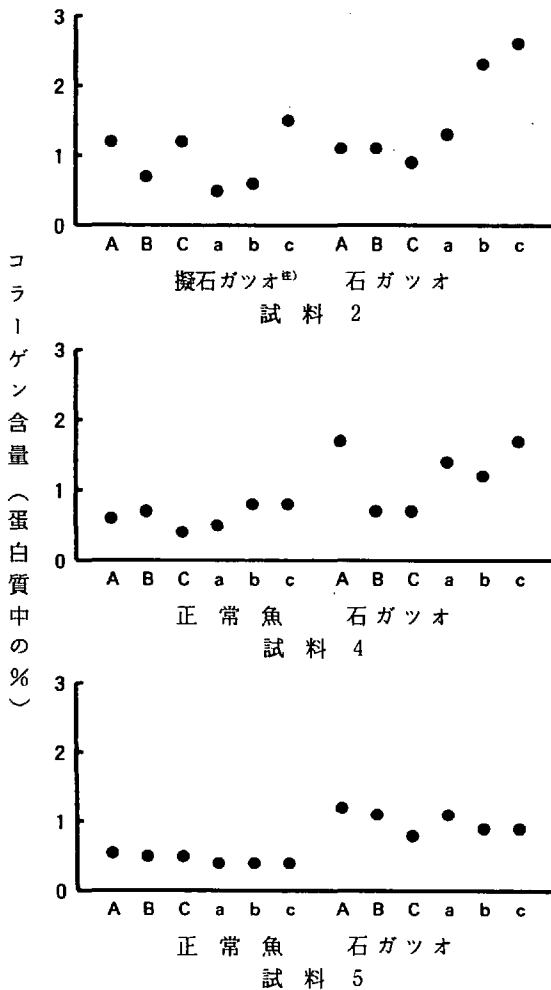
石ガツオと正常魚の部位ごとのコラーゲン含量の比較を第4図に示した。石ガツオの方が、正常魚よりコラーゲン含量が高い傾向が見られた。また、正常魚のコラーゲン含量は部位による差は小さかったのに対し、石ガツオのそれは大きかった。

コラーゲン含量と硬さの関係を第5図に示した。コラーゲン含量を(X)、硬さを(Y)として両者の間の回帰式を求めると、

$$Y = 31.8X + 6.1 \quad (r = 0.752)$$

なる関係式が得られた。

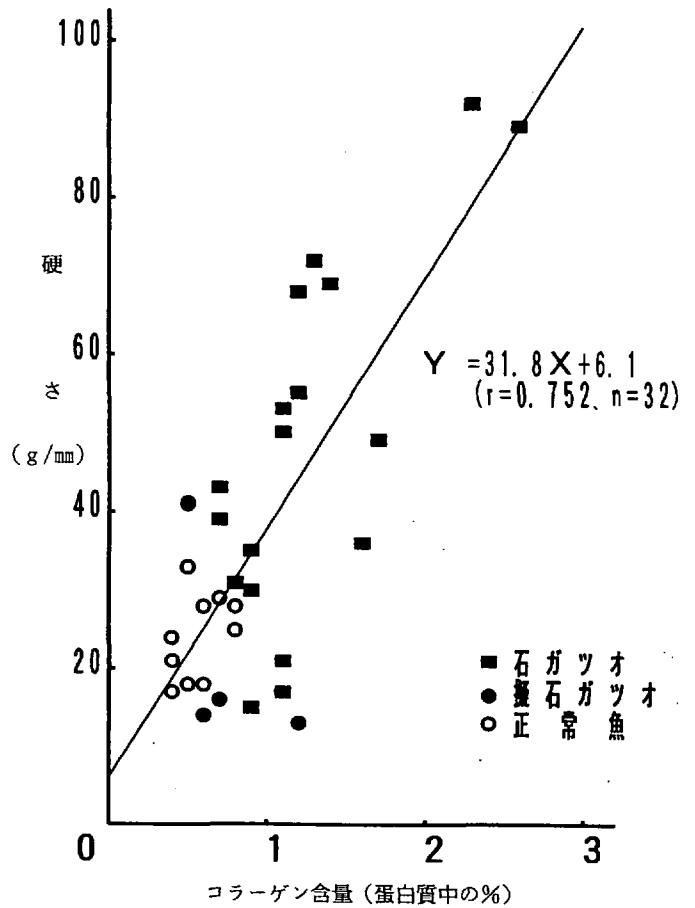
なお、この回帰式は危険率1%で有意性が認められた。



第4図 石ガツオと正常魚の部位ごとのコラーゲン含量の比較

A: 背側前部 B: 背側中央部 C: 背側後部  
A: 腹側前部 B: 腹側中央部 C: 腹側後部

注) 水揚げ直後の官能検査では正常魚として判定したが、硬さの測定時に再度官能検査したところ、部分的にやや硬かったので擬石ガツオとした



第5図 カツオ筋肉のコラーゲン含量と硬さとの関係

### 4. 一般成分

石ガツオと正常魚の一般成分の比較を第3表に示した。

第3表 石ガツオと正常魚の一般成分の比較

試料No.	区分	水分	粗蛋白質	粗脂肪	灰分
3	石ガツオ	71.4	25.7	1.1	0.8
	正常魚	71.5	26.3	1.1	0.6
5	石ガツオ(背側)	68.9	26.2	1.8	1.4
	(腹側)	68.7	26.7	2.0	1.4
	正常魚(背側)	70.5	24.6	1.2	1.3
	(腹側)	69.8	24.9	1.3	1.3

石ガツオと正常魚ではいずれの成分とも特に差は認められなかった。また、分析数は少ないが、部位による差も認められなかった。

### 5. K値

石ガツオと正常魚のK値の分析結果を第4表に示した。

第4表 石ガツオと正常魚のK値の比較

試料No.	区分	検体1	検体2	平均(%)
5	石ガツオ	26.1	32.8	29.5
	正常魚	29.1	40.5	34.8
6	石ガツオ	33.7	35.6	34.7
	正常魚	28.9	29.1	29.0

石ガツオ、正常魚ともにK値は30%前後であり、両者に差は認められなかった。

## 考 察

### 1. 石ガツオの官能的特徴

山澤ら<sup>1)</sup>と本研究の結果とを比較し、次のように考察した。

**硬さ** 石ガツオの筋肉は正常魚よりも明らかに硬く、咀嚼すると歯にかなりの抵抗を感じるものであった。指で身を強く押してみると、正常魚は身が崩れてしまうのに対し、石ガツオはしっかりしているものが多く、指で身を押し出すことは石ガツオを見分けるのに有効な手段と考えられた。しかし、部位による硬さの違いも観察されたので数箇所を調べてみる必要がある。

**臭い** 石ガツオの中には、山澤ら<sup>1)</sup>にあるように生臭さ、青臭さを感じるものもあったが、正常魚と変わらないものも多かった。したがって、臭いにより石ガツオを見分けるのは難しいと考えられた。

**味** 水産物の味は鮮度などでかなり変わり、特にカツオはその傾向が著しい。今回の味の官能検査においても、同一漁獲物の正常魚であってもうま味を感じるものとそうでないものがあった。しかし、石ガツオの味は口中に生臭さが広がり、かつ、その味がしばらく口中に残るものであるため、明らかに正常魚と異なっていた。よって、魚肉を口に入れ味わってみることで石ガツオか否かを見分けることが可能と考えられた。

**肉色** 山澤ら<sup>1,2)</sup>によると、石ガツオの中には白く変色しているものがあるとしている。今回の官能検査においては色が際立って白いものは確認できなかったが、卸した時に表面に近い部分で白く変色しているものも認められた。しかし、正常魚とほとんど変わらないものも多くあり、色で石ガツオの判定をするのは難しいと考えられた。

以上のことから、石ガツオの官能的特徴は筋肉の硬さと味の異常であると考えられる。

### 2. 硬さの原因とコラーゲンの関与

魚肉が硬くなる原因として考えられるものには死後硬直がある。死後硬直が起こる時間は致死条件によって異なることが知られている<sup>13)</sup>。しかし、石ガツオ、正常魚ともにK値が30%であったのに前者の筋肉は著しく硬く、後者のそれは柔らかであった。したがって、石ガツオの筋肉の硬さの原因は死後硬直とは無関係と考えられた。

一方、近年コラーゲンと筋肉の硬さに関する研究が幾つか見られる。吉中ら<sup>12)</sup>、水田ら<sup>13)</sup>は魚の遊泳様式や甲殻類

の運動様式とコラーゲンとは深い関係があり、遊泳時の筋肉組織の構造保持や力の伝達にコラーゲンが寄与していると報告している。すなわち、マグロ類のような回遊魚では尾部のコラーゲン含量が他部よりも多く、ウナギのように全身をくねらせて泳ぐ魚では全身のコラーゲン含量が多い。また、畑江ら<sup>14)</sup>は生の魚肉の場合、肉質が硬い魚は柔らかいものに比べてコラーゲン含量が多いと報告している。本研究においても筋肉の硬さとコラーゲン含量とは正の相関関係が認められた。よって、石ガツオの筋肉の硬さの原因の一つにはコラーゲンが関与しているものと推察された。しかし、本研究の結果、同一魚種、同一群であるにもかかわらず石ガツオと正常魚とが存在すること、また、石ガツオの場合、部位によって硬さがかなり異なり、かつそのパターンに規則性が見出せないことなどが注目される。

### 3. 石ガツオの発生原因

石ガツオと正常魚とではK値、蛋白質変性率<sup>2)</sup>、pH<sup>2)</sup>などで差がなかったが、コラーゲン含量に大きな差を見出した。このことから、石ガツオは漁獲方法や漁獲後の処理によって発生するのではなく、生存中から出現あるいはその要因があったものと考えられた。徳田ら<sup>15)</sup>は、クロアワビのテクスチャーの年変化について、伊藤ら<sup>16)</sup>は性成熟に伴うアユの肉質劣化についてそれぞれ考察し、いずれも硬さが低下する時期に筋肉中のコラーゲン含量が減少する一方、エキス成分中のヒドロキシプロリン量の増加を認めている。また、LAVETYら<sup>17)</sup>は飢餓の間にcodの結合組織は強化されること、安藤ら<sup>18)</sup>はニジマス絶食飼育の結果、筋細胞が細くなることによりコラーゲンの筋肉体積あたりの量が増加したため、筋肉の硬さが増加したこと、高木ら<sup>19)</sup>、和田ら<sup>20)</sup>は飼育条件を変えたウナギの品質を調べた結果、露地池で飼育したウナギの方がハウスで飼育したものや台湾産のものよりも身が硬くかつコラーゲン含量が多かったことなどを報告している。これらのことはコラーゲンが生活環境に対応して増減している可能性が高いことを意味している。したがって、石ガツオの発生原因も水温、摂餌状態など生活環境との関係が示唆された。

今後は、石ガツオのコラーゲンの性状などを検討するとともに筋肉の組織学的観察を行うことにより、さらに発生原因が明らかになるものと思われる。また、臭い、味についての原因は今のところ全く不明であるが、これについても今後の検討課題としたい。

要 約

石ガツオの官能的特徴とその一つである筋肉の硬さの原因について検討し、以下の結果を得た。

- 1) 石ガツオの官能的特徴は筋肉の硬さと味の異常であると考えられた。
- 2) 石ガツオの一般成分、K値は正常魚と差が認められなかった。
- 3) 石ガツオの筋肉の硬さ(物性値)は正常魚よりも高かった。
- 4) 正常魚の筋肉の硬さ(物性値)とコラーゲン含量は部位に関係なくほぼ一定であったのに対し、石ガツオのそれらは同一魚体においても部位によってかなりの差が認められた。
- 5) カツオの筋肉中のコラーゲン含量(X)と硬さ(Y)との間には  

$$Y = 31.8X + 6.1 \quad (r = 0.752)$$
 の関係があった。
- 6) 石ガツオの官能的特徴の一つである筋肉の硬さの原因にはコラーゲンが関与しているものと推察された。

文 献

- 1) 山澤正勝・徳永俊夫(1988) : 石ガツオの出現状況とその特徴—アンケート調査まとめ—、さかな(東海水研)、No.40. 29-36.
- 2) 山澤正勝・宇田川美穂・江平重男・小澤千重子・角田聖斎・小堀由美子・松田由美子・和田 卓・鳥本淳司・澤田敏雄・石川宣次(1993) : カツオ異常肉“イシガツオ”の性状調査、中央水研報、129-142.
- 3) 平塚聖一・和田 卓・高木 毅(1991) : 近海カツオの鮮度保持に関する研究IV、平成2年度静岡水試事報、111-112.
- 4) 平塚聖一・高木 毅・和田鏡子・長谷川薫・澤田敏雄・岩橋義人(1992) : 近海カツオの鮮度保持に関する研究V、平成3年度静岡水試事報、115-119.
- 5) 平塚聖一・和田鏡子・長谷川薫・澤田敏雄・山内 悟(1993) : 近海カツオの鮮度保持に関する研究VI、平成4年度静岡水試事報、80-82.
- 6) 水産庁研究課(1985) : 昭和59年魚介類有効栄養成分利用技術研究成果の概要、379-390.
- 7) 内山 均・鈴木たね子・江平重男・野口栄三郎(1966) : ヒラメ・カツオの氷蔵中における鮮度低下に関する生化学的研究、日水誌、32(3)、280-285.
- 8) 植本六良・三嶋敏雄・宇津木照洋・北島俊一・矢田殖

- 朗・保田正人(1985) : 動揺の激しい船中でのATP関連化合物の分離定量法、日水誌、51(8)、1363-1369.
- 9) K.SATO, R.YOSHINAKA, M.SATO and S.IKEDA (1986) : a Simplified Method for Determining Collagen in Fish Muscle, Nippon Suisan Gakkaishi, 52, 889-893.
- 10) 吉中禮二・佐藤 守(1989) : 水産化学実験法、恒星社厚生閣、東京、55-57.
- 11) 岡 弘康・大野一仁・二宮順一郎(1990) : 養殖ハマチの致死条件と冷蔵中における魚肉の硬さとの関係、日水誌、56(10)、1673-1678.
- 12) R.YOSHINAKA, K.SATO, H.ANBE, M.SATO and Y.SHIMIZU (1988) : Distribution of Collagen in Body Muscle of Fishes With Different Swimming Modes, Comp. Biochem. Physiol, 89B. 147-151.
- 13) 水田尚志・吉中禮二・沖本公志・佐藤 守・坂口守彦(1992) : 数種甲殻類筋肉のコラーゲン含有量と物性、平成4年度日本水産学会秋季大会講演要旨集、199.
- 14) 畑江敬子・飛松聡子・竹山まゆみ・松本重一郎(1986) : 魚肉の物性とその魚種差に対する結合組織の寄与、日水誌、52(11)、2001-2007.
- 15) 徳田仁美・畑江敬子・島田淳子・渡部終五(1992) : クロアワビの呈味成分とテクスチャーの周年変化、平成4年度日本水産学会秋季大会講演要旨集、158.
- 16) 伊藤公成・豊原治彦・安藤正史・坂口守彦(1992) : 性成熟に伴うアユの肉質劣化機構(Ⅲ)、平成4年度日本水産学会秋季大会講演要旨集、198.
- 17) J.LAVETY and R.M.LOVE (1972) : The strengthening of cod connective tissue during starvation, Comp. Biochem. Physiol. 41A. 39-42.
- 18) 安藤正史・川瀬博士・豊原治彦・坂口守彦・中川孝之・牧之段保夫(1992) : 絶食飼育による養殖魚の肉質改善—I、平成4年度日本水産学会秋季大会講演要旨集、183.
- 19) 高木 毅・澤田敏雄・平塚聖一・和田鏡子・西尾和民(1992) : 飼育条件を変えたウナギの成分比較、平成3年度静岡水試事報、110-114.
- 20) 和田鏡子・澤田敏雄・平塚聖一・(1993) : 飼育条件を変えたウナギの成分比較(2)、平成4年度静岡水試事報、73-79.