

肉質および体重の変化からみたミナミマグロの産卵生態*

藁科 侑生・久田 幸一

(遠洋水産研究所)

Spawning Activity and Discoloration of meat and loss of weight in the southern bluefin tuna

Ikuo WARASHINA and Koichi HISADA

(Far Seas Fisheries Research Laboratory)

Synopsis

Fishermen and brokers at the market have noted a remarkable variation in quality of meat of the southern bluefin tuna, *Thunnus maccoyii* (CASTELNAU). We observed the seasonal and areal changes in quality of meat together with body weight of the fish landed at Yaizu, one of the largest tuna landing ports in Japan. Major points of interests disclosed through the observation are summarized as follows:

1. Two groups of the southern bluefin tuna are distinguished each other by inspection of meat: the one with beautiful red meat of much fat, and the other with brownish meat. Quality of meat is highly related to the relative weight of body. A set of data indicate that fish of red meat of 130 and 180 cm in body length weigh, on the average, 40 and 134 kg, but those of brownish meat of comparable length, 34 and 102 kg, respectively. In the present paper, the former is called "fat" fish and the latter "lean" fish. An average regression line of weight on length discriminates most of the catch into "fat" and "lean" groups.
2. The "fat" fish are found for any length class landed at Yaizu by longliners but "lean" fish only for large sized classes exceeding 130 cm. It is to be noted that the species attain to the adult stage at a length around 130 cm. The "lean" fish appear during the spawning season between October and March and among the fish caught in the spawning ground in the eastern equatorial Indian Ocean. They are also found in the waters of high latitude during November through June just after spawning season. These observations indicate that discoloration of meat and loss of weight are related to the spawning activity.
3. Shift of occurrences of the "fat" and "lean" fish indicates the migratory routes of spawning adults in the waters around Australia. In August and September the adults move toward the spawning ground along a northward branch of the West Wind Drift, which flows around 105°E Long. The pre-spawning adults are still heavy but gradually lose the red color of meat during their northward migration. In the spawning ground, only "lean" fish with brownish meat are taken throughout the spawning season. The "lean" fish probably just after spawning move to the West Wind Drift passing through the southward warm current along western coast of Australia, and, at least, some of them appear in the Tasman Sea since November. In the southern fishing ground, the fish after spawning dominate in February and March, regaining the fat there by June.
4. The ecological inference shows it more profitable for the longline fishery to operate in the

* 1969年11月1日受理 遠洋水産研究所業績 第26号

West Wind Drift than in the equatorial waters. It is required, for compiling reliable size and age composition of the catch, to measure body length rather than to use body weight records so far prepared by the fish market.

は し が き

経済の成長にともなう国内向け高級魚の需要増大を反映して、日本のまぐろはえなわ漁船はミナミマグロ、メバチというような高価な刺身用魚種を選択的に漁獲し、収益性を高めようとする傾向を強くしてきた。そのため、刺身材料としてとくに高値を呼ぶミナミマグロ（表1）に対する漁獲努力は増大を続け、それを主対象

Table 1. Monthly amount and mean price of tuna landed at Yaizu, as of 1966.

Species	southern bluefin				albacore		bigeye		yellowfin (grown fish)	
	indomaguro		goshumaguro		Landing	Price	Landing	Price	Landing	Price
	Landing	Price	Landing	Price						
	tons	yen/kg	tons	yen/kg	tons	yen/kg	tons	yen/kg	tons	yen/kg
January	797	148	1,641	228	703	156	974	200	1,192	175
February	1,715	167	216	285	955	175	1,387	164	1,761	176
March	3,123	194			1,482	173	1,221	186	1,711	187
April	2,055	183	273	304	2,648	136	1,132	179	1,813	173
May	1,134	194	779	249	2,834	172	1,212	168	2,509	172
June	136	230	706	280	7,450	182	627	163	1,107	166
July	45	212	646	202	1,497	176	1,298	138	2,002	152
August	67	219	1,301	253	753	170	1,327	163	2,391	167
September	20	264	1,078	308	566	173	898	165	1,140	178
October	37	224	1,305	274	731	185	618	216	1,345	199
November	361	177	1,185	283	520	182	442	218	556	212
December	2,079	178	1,521	298	978	184	882	240	1,318	218
total land- ing and mean price	11,569	183	10,651	267	21,117	172	12,018	178	18,845	178

Data from Yaizu Fisheries Cooperative Federation (1967)

としてオーストラリア近海を中心とする漁場が急速に拡大している。その結果 1964 年までは東部インド洋とオーストラリア南東沖合およびニュージーランド周辺とに分かれて形成されていたミナミマグロ漁場は、1965 年以降南緯40度以南の亜南極水が卓越する西風皮流域に拡がり、オーストラリアの南方で互に連続すると同時に西方および南方にむかって更に拡がっていった。漁場の発展にともなってミナミマグロの生態は次第に明らかになり、本種が南半球にすむマグロ類の中でもっとも高緯度に分布し、その主な生息域は 40 度以南の西風皮流中を東西方向に帯状に長く拡がり、その中で発育段階、生活年周期および海況の季節変化にともなって移動する事が判ってきた（新宮 1967, 1970）。

本種には、漁場の位置や漁獲物の商品価値によって二つの名称があたえられている。漁場が 1952 年にオーストラリア大陸インド洋側で、1956 年に同大陸南東岸からニュージーランドにいたる太平洋側で発見されたためにインド洋側の漁獲物はインドマグロ、太平洋側のそれはゴウシュウマグロと呼ばれてきた。両者はその後分類学的研究によって同一種であることが認められ（新宮・薬科 1965, 岩井他 1965）、岩井他によりミナミマグロという標準和名をあたえられた。しかし多くの漁業者は今日でもかつてのインドマグロとゴウシュウマグロとを区別している。それは従来の習慣だけでなく前者の多くは肉質が悪くやせているのに対して後者は

肉質が良く、たとえば平均価格で比べても前者は後者の 2/3 前後の価格で取引されているからである (表 1)。現在ではインド洋高緯度海域およびオーストラリア南方での漁場開発にともない、一般的にマグロという名称が用いられるようになりつつある。しかし、肉質の良否については、非常に強い関心がはらわれていて、焼津魚市場ではインドマグロの多くは加工用として数尾まとめて売買され、ゴウシュウマグロの多くは鮮魚用として個体別にせりにかけられている。

市場においてもっとも問題となる魚の肉質は色、脂ののり具合、味など多様な要素によって決まるものであって、その化学的特徴を単純にいうことはむずかしい。しかし現実にはミナミマグロには肉質とそれともなう体重の顕著な変異があり、しかもその変異は時期、漁場、体長、年令および成熟と関係をもっている。

ミナミマグロに近縁なクロマグロでは産卵直後非常にやせることが古くから知られ、漁業者はこれをラッキョウマグロと呼んでいる (中村, 1952)。この現象は同種の産卵とその後の移動を知る上で重要な手がかりをあたえてきた (山中, 1959, p 155)。

そこでミナミマグロについても肉質および体重の変化を産卵、成熟と関係づけて考えることは、本種の生態とくに産卵生態を明らかにする上にも、さらにそれに基づいてまぐろはえなわ漁業の収益性の向上をはかる上にも重要である。したがって筆者らは 1967 年に焼津港に水揚げされた漁獲物について本種の体重および肉質の変化を検討してみた。

本研究は遠洋水産研究所浮魚資源部上村忠夫前部長、須田明現部長、林繁一第一研究室長の下で進められた。研究に当って浮魚資源部第一研究室本間操技官、新宮千臣技官は具体的な助言と指導をあたえられ、また焼津漁業協同組合および焼津港に入港した漁船の各位からは資料の提供だけでなく、助言と討議を頂いた。矢部博前所長、木部崎修現所長、福田嘉夫企画連絡室長、山中一郎海洋部長には原稿の閲読をお願いした。以上の方々の御援助と御協力にたいして深謝の意を表する。

材 料 と 方 法

本研究は 1967 年 2 月から 12 月にわたって静岡県焼津魚市場でえられた資料にもとづいている。焼津港はミナミマグロを対象とするはえなわ漁船の主要な根拠地で、日本における本種の総漁獲量約 4 万トンの 60% 余りに当る 2.5 万トン前後が水揚げされている (新宮, 1969)。同港を根拠地としてミナミマグロを漁獲する漁船は主として静岡県船と高知県船とであって、ここでとりあつかった期間ではその漁場はオーストラリア周辺水域を中心に東は西経 160 度、西は東経 60 度におよんでいる。したがってここで用いた資料は当時のミナミマグロ漁場のほとんどすべてをカバーしていると考えて差支えない。

魚の肉質を区別するに当っては肉の化学的性質にはふれず魚の外観上の特徴である肉の良否の肉眼的判断によった。魚市場では冷凍して運搬されてきた魚を競売に先だてて解凍、秤量し、ついで体重約 35 kg 以上の魚では尾柄部を切断して肉質、つまり色、脂ののり具合を仲買人等に調べさせる。したがって熟練すれば、このさいに肉質組成の変動をおおまかに判断することができる。

肥った個体とやせた個体という二つのグループに分けることは外観からも容易であるが、体長と体重とを測定することによって計数化できる。ただしここでいう体長とは上顎先端から尾叉中央までの距離であって、木製キャリパーによって 1 cm 単位 (1 cm 未満の端数は切り上げ) で測定されている。体重は内臓および鰓を除いた重量であって台秤によって 1 kg 単位で表示され、1 kg 未満の端数は切り上げられてある。以上の判定、および測定のうち、肉眼観察による肉質の良否の判定、および体長測定はすべて薬科が行った。体重資料は魚市場が取引きのためにとった記録を転写したものである。

これらの資料はかならずしも系統的に集められたわけではない上に、個々の漁船の行動範囲は広く、タスマン海からインド洋南東部海域の範囲で操業した漁船もあるので、単純に時期別、漁獲位置別に集計することはできない。ここでは、まず漁場別、季節別、航海別に各漁船の体長、体重資料を整理し (表 2)、それを肉質に関する薬科の観察ならびに仲買人、漁業者の意見によって補充するという方式をとった。ここで設定した漁場の区分、開発年次および地理的位置はつぎのとおりである (図 1)。

Table 2. Number of southern bluefin tuna measured by body length and weight at Yaizu, February through December, 1967.

Fishing ground	Month	Number of fish
Total		4,056
<i>Oka</i>	Aug.—Oct.	150
<i>Oki</i>	Feb.—Apr.	300
"	Aug.—Sept.	100
"	Sept.—Nov.	350
Southwest of Australia	Aug.—Sept.	344
"	Sept.—Nov.	390
West Wind Drift (80° E—120° E)	Feb.—Apr.	420
" (80° E—120° E)	July—Sept.	250
" (60° E—80° E)	Aug.—Oct.	282
Tasman Sea	Apr.—May	627
"	Apr.—June	671
"	Oct.—Nov.	172

“オカ”の漁場：1952年に開発された南緯 8～20 度，東経 100～120 度にわたる海域で最も北に位置している。

“オキ”の漁場：1958年に開発された南緯 20～35 度，東経 80～120 度にわたる海域をいう。

オーストラリア南西沖漁場：1966年に開発された南緯 35～40 度，東経 80～120 度にわたる海域である。この海域は“オキ”の漁場と隣接し，漁船はこの海域でとられたものとして，しばしばこれら両漁場にまたがって操業してきた。したがって整理した資料の一部には“オキ”の漁場からえられたものが含まれている。

インド洋西風皮流漁場：1966年に開発された南緯 40 度以南の水域で東西の限界はまだはっきりしていないがここでは一応東経 60～120 度にわたる海域とした。

タスマン海漁場：本格的には 1966 年以降開発された漁場で，タスマン海を中心におおむね南緯 40～50 度，東経 140～170 度に広がる海域である。

オーストラリア東南沖漁場：1961 年以降操業されている南緯 30～40 度，東経 170 度以西の海域をいう。

ニュージーランド東南沖漁場：1956 年以降開発された南緯 30～45 度，東経 170 度～西経 160 度に広がる海域である。

ただし，表 2 に示したようにオーストラリアおよびニュージーランドの東南沖漁場からは資料がえられなかった。

結 果

結論からいうと調査当初予想されたとおり肉の良否と肥満状態とは相互に関連をもっている。さらに肉質の良い肥った個体と肉質の悪いやせた個体との出現状態には規則性が認められる。これら二つの点についての観察結果はつぎのとおりである。

1. 肉質の良否と肥満状態との関係

肉質が良いと判断され高値を呼ぶ個体では尾柄部の切断面が鮮紅色をおび脂が多い。それに対して安値で取引される個体の肉は濃褐色に近く脂は少ない（図版 1）。この違いは一般に顕著で 4～6 月における漁獲物の一部を除けば，判断に迷うことはなかった。

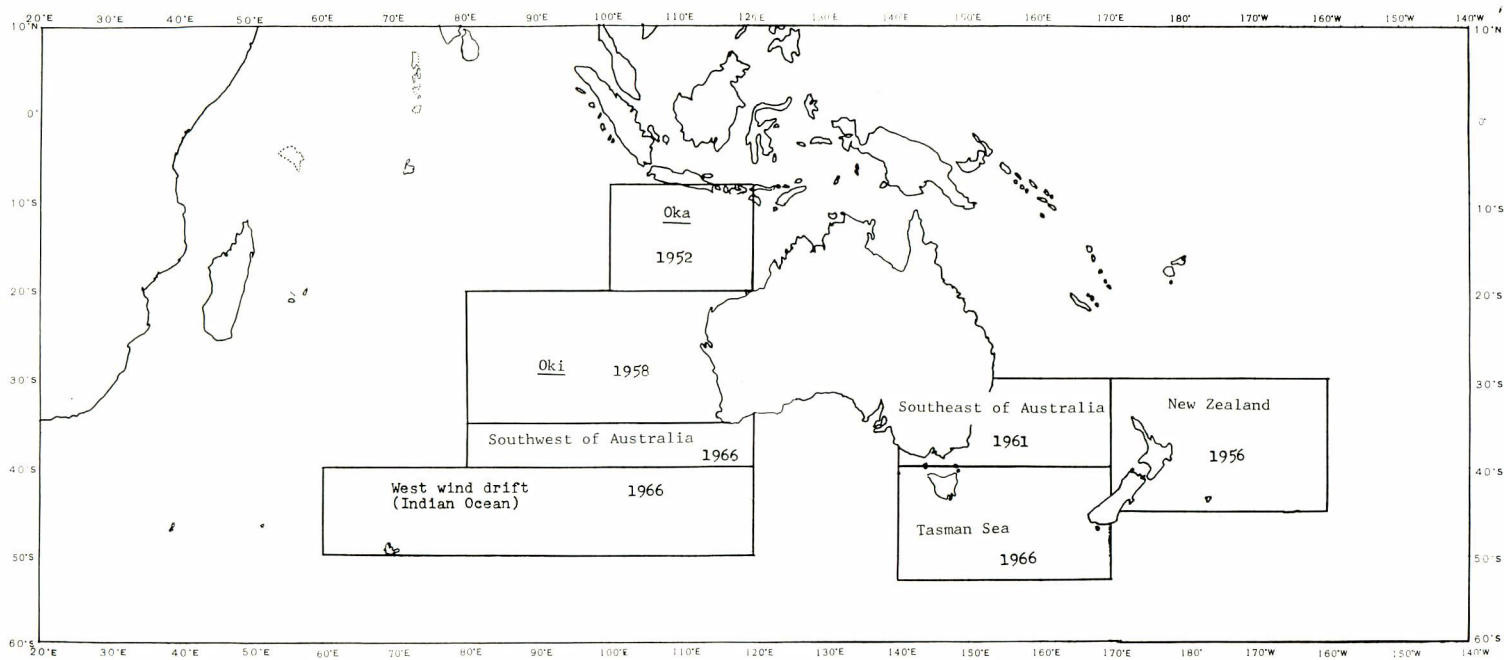


Fig. 1. Extent and year of first exploitation of seven fishing grounds defined as such in the text. Data were not made available from two fishing grounds, southeast of Australia and New Zealand.

今回調査した体長 80 cm (体重 10 kg 前後) 以上の範囲では、肉質が良いと判断された個体はすべての体長階級で認められたが、肉質の悪い個体は 130 cm (体重約 35 kg) 未満の階級では 3% 以下で、100 cm 未満の階級には現われなかった (表 3)。

Table 3. Frequency of "lean" southern bluefin tuna by body length class

Length class	100 cm or less	100-110 cm	110-120 cm	120-130 cm	130-140 cm	140-150 cm	150-160 cm	160-170 cm	170-180 cm	Over 180 cm	Total
Number of measured fish	194	152	150	150	149	140	156	155	47	4	1,297
Number of "lean" fish	0	2	3	5	16	42	59	80	22	1	230
Percentage of "lean" fish	0	1	2	3	11	30	38	52	47	25	18

ところで図示した 4 個体についていうと、肉質が良いと判断された体長 165 cm, 134 cm の 2 個体の体重はそれぞれ 102 kg, 45 kg であるのに対して、肉質が悪いと判断された 169 cm, 133 cm の 2 個体の体重は 81 kg, 36 kg に過ぎない。この事実は肉質が良いものは肥えており、悪いものはやせているという経験的判断を裏づけている。

肉質と体重との変異がおたがいに関係を持ち、さらに体長によって体重の変異自体が異なるという想定を多数の個体について吟味した。そのためにまず、体長と体重との一般的関係を調べた。ただし体重は、成熟のみでなく、環境要因によっても変化するであろうから、体長と体重との一般的な関係の吟味には、いくつかの条件を具えた資料を用いる必要がある。その条件とは、産卵の影響を受けていない個体のみからなる、体長範囲の広い、しかも同一の漁期、漁場でとられたなるべく大きい標本であるということである。これらの条件をほゞみたく資料として、インド洋西風皮流域で 2~4 月に漁獲された 420 個体の測定値をとりあげた。この資料における体長範囲は 80 cm から 180 cm にわたっている。

体長-体重関係を調べるにはまず体長に対する体重を図示して、体重が体長とともになめらかに増加しているかどうか、同じ体長に対して体重のちらばりが大きい小さいかを判断した。つぎに体長にたいする体重の相対成長係数 (HUXLEY 1932) とその変化とを調べた。

上述のインド洋西風皮漁場で 2~4 月にえられた資料では体長 (l cm) に対する体重 (w kg) の関係は

$$w = 0.00001384l^{3.0522}$$

となる (図 2)。この関係をよくみると二つの事実が目される。第 1 に上式 (図中の細線) は体長 110~140 cm では、測定値の上を、100 cm 以下および 150 cm 以上では測定値の下を通過して、相対成長係数が 130 cm 前後で変化していることを示唆している。体長 130 cm 未満と 130 cm 以上とに分けて改めて体重の回帰式を求めると、それぞれ、

$$w = 0.00004159l^{2.8160}$$

および $w = 0.000002178l^{3.4229}$

となり、130 cm 未満の第 1 次相対成長係数は 130 cm 以上のそれよりも、1% 以下の危険率で低い。

第 2 に体長に対する体重の変異は、体長の増大とともに増加し、とくに体長 130 cm 前後を境に大きくなるようである。対数でとった体重の体長に対する回帰からの標準偏差は 130 cm 未満の個体では 0.0084 であるのに対して、それ以上では 0.0440 である。対数でとった値の標準偏差は、真数で計算した場合の変動係数に比例するから (たとえば DEMING 1950, 森口訳 p.11), 上述の標準偏差の増大は、体重の変動係数が体長 130 cm 以上になると大きくなることを示している。

ミナミマグロには体長 130 cm 前後で性的に成熟し始めるといわれている (新宮 1967p.24, 1969)。この体長以下の階級では肉質の悪い個体が少なく、しかも体長と体重との回帰関係がそれ以上の個体とは異っているという事実は体型が成熟とともに変化することを示している。本研究では以下主として 130 cm 以上の個

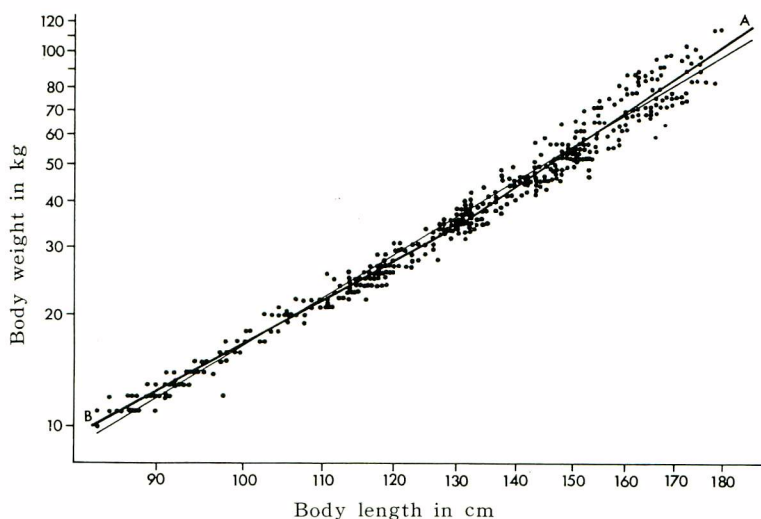


Fig. 2. Length-weight relation of 420 southern bluefin tuna taken in the West Wind Drift during February through April, 1967.

Fine line, bold line A, and bold line B denote relative growth curves of body weight on body length determined for all the 420 fish, 202 fish less than 130 cm in length, and 218 fish of 130 cm or larger, respectively.

体のみをとりあつかう。

体長 130 cm 以上の体長範囲で、しかも典型的に肉質の良い個体と悪い個体とが集中的にえられたのは 1967 年 2~4 月の“オキ”の漁場の資料である。そこでは各 150 個体の肉質の良い魚と悪い魚との体長と体重とが測定されているが肉質の良いものに対して求めた体長-体重関係式は

$$w = 0.0000005392l^{3.7232}$$

肉質の悪い個体のそれは

$$w = 0.000002942l^{3.3438}$$

であって、これから求めた平均体重の差は体長の大きいものほど顕著で、170 cm 以上では 20~30 kg も異なり (表 4)、個々の測定値をみても同一体長にたいする体重はほとんど重ならない (図 3)。

Table 4. Mean body weight based on regression lines on body length for the “fat” and “lean” southern bluefin tuna taken in the *oki* fishing ground, February through April, 1967.

Body length	Body weight		Ratio of body weight of “fat” fish to that of “lean” fish
	“fat” fish	“lean” fish	
cm	kg	kg	
130	40.03	34.45	1.162
140	52.75	44.13	1.195
150	68.21	55.59	1.227
160	86.74	68.98	1.257
170	108.69	84.47	1.287
180	134.48	102.27	1.315

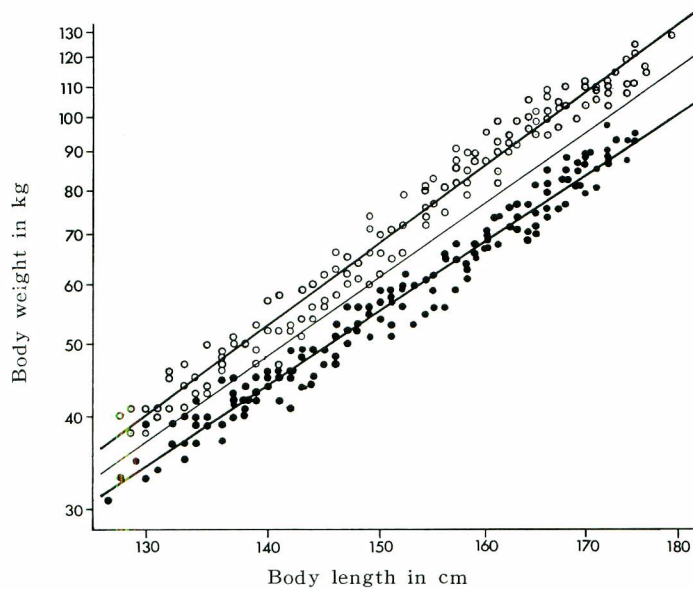


Fig. 3. Length-weight relation of each 150 of “fat” (open circle) and “lean” (closed circle) southern bluefin tuna taken in the *Oki* fishing ground during February through April, 1967.

Upper and lower bold lines denote relative growth curves of body weight on body length for “fat” and “lean” fish, respectively. Fine line denotes the curve for all the 300 fish.

このように肉質と体重とのあいだには密接な関係があるので、肉質の良い 150 個体、悪い 150 個体を含む 300 個体の測定値を用いて、体長に対する体重の相対成長曲線を求めた。これを基準線となずけて、それより重いものを肥えた個体、それより軽いものをやせた個体と呼ぶ。一般的に言えば肥えた個体の肉質は良く、やせた個体の肉質は悪い。

もっとも、この規準にはつぎの二つの例外がある。第一は、オーストラリア西部でとられた個体の肉質である。ここでは、肉質は南から北に向って傾向的に変っており、肥えた個体でも“オカ”の漁場でとられたものは西風皮流のものに比べて、肉質は劣っている。第二は南緯 40 度以南の高緯度漁場でとられる肥えた個体とやせた個体との中間型である。この水域、とくにタスマン海漁場では 4 月から 6 月に限って、肉質においても中間的であって、肥えた個体とも、やせた個体とも判断し切れないものが漁獲される。

各漁場でえた体長と体重との測定資料を用いて、“オキ”の漁場でえた体長、体重関係を基準として、肥えた個体とやせた個体との出現率を検討した。しかし体長、体重測定は個々の漁場についてはごく一部の期間に限られているので、これのみからやせた個体の出現率の海域、漁期による変化の全容をとらえることはむずかしい。一方目視による肉質の判定はかならずしも出現率を集計できるほどげんみつに実施されたわけではないが、魚市場における定型的な体長または体重測定調査にともなって周年にわたる漁獲物を対象として行われてきた。そこで体長、体重測定資料をおぎなうために、目視の情報も加えて、両者の出現時期を漁場別にのべる。

“オカ”の漁場 (8~20°S, 100~120°E): 本漁場の漁期は 8 月に始まり 3 月末に終了する。8 月から 10 月にこの漁場で操業した 2 隻から得られた体長 110~180 cm にわたる 150 尾について体長、体重を測定した。その値を上述の 300 個体から求めた基準線と対比すると、13 尾 (約 10%) を除いて基準線より重く (図 4)、体長と体重との関係からはこの漁獲物のほとんどは肥えた個体と判断された。しかし目視観察によるとその肉質は悪かった。肥えていても肉質が劣る個体はミナマガロの全漁場を通じて本漁場の漁期始めにえられただ

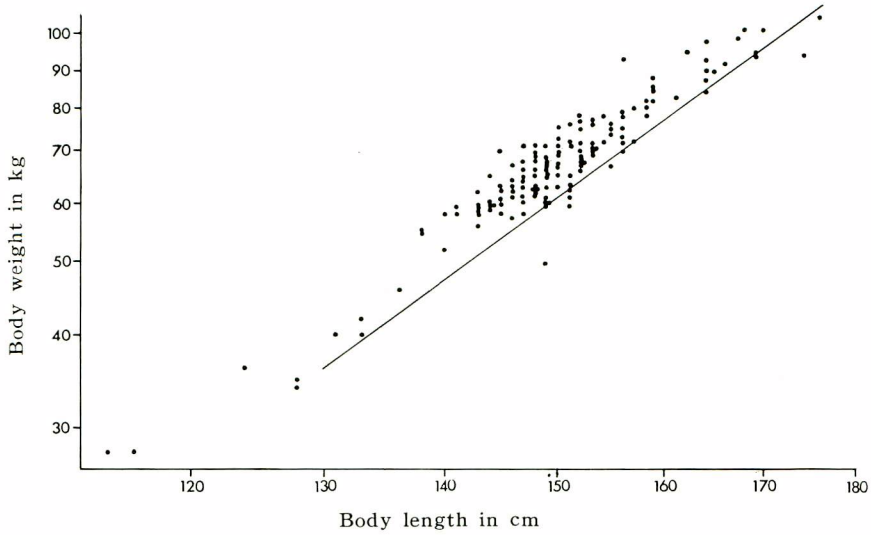


Fig. 4. Length-weight relation of 150 southern bluefin tuna taken in the *Oka* fishing ground during August through October, 1967.

The fine line denotes relative growth curve of body weight on body length for the 300 fish shown in Fig. 3. The line is drawn on Figs. 4-13 for segregating "fat" and "lean" fish.

けで他の漁場には出現しなかった。

これ以外に体長、体重の測定は行なわれなかったけれども、市場調査における筆者らの経験によると本漁場からは10月以降に操業した漁船の漁獲物のほとんど肉質が悪くやせた個体であった。したがって漁期始めの9月中旬頃まで肥えた個体が現われ、10月以降の漁獲物はほとんどやせた個体となるといえる。

“オキ”の漁場(20°~35°S, 80°~120°E): 1966年までは“オキ”の漁場では“オカ”の漁場に約1ヶ月おくれて9月に漁獲が開始されていたが、1967年には8月から操業が始められた。この漁場からは8~9月お

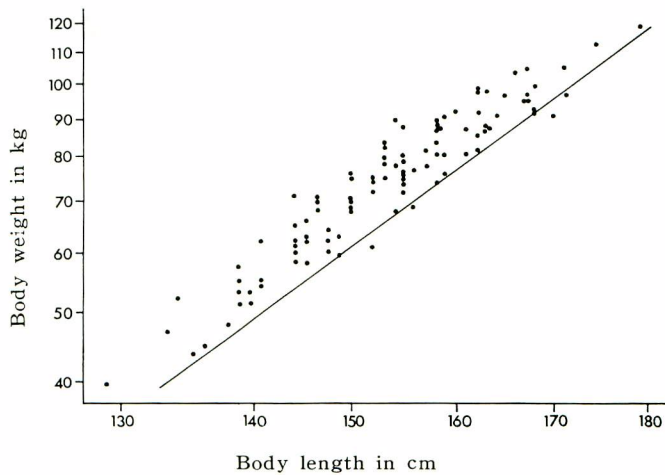


Fig. 5. Length-weight relation of 100 southern bluefin tuna taken in the *Oki* fishing ground in August and September, 1967.

See footnote of Fig. 4 for the fine line.

よび9~11月の2つの時期に漁獲されたそれぞれ100尾および250尾の体長、体重資料をうることができた。前期における漁獲物は6尾(6%)を除いて肥えた個体(図5)、後期のそれは肥えた個体約30%、やせた個体約70%であった(図6)。

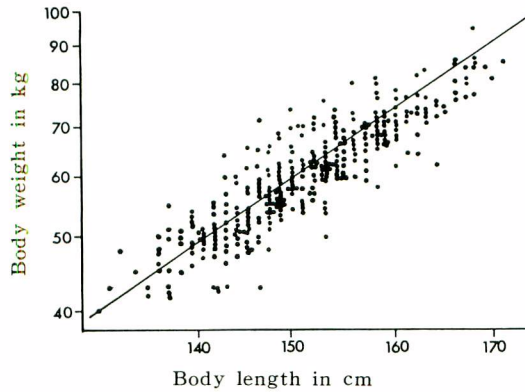


Fig. 6. Length-weight relation of 350 southern bluefin tuna taken in the *Oki* fishing ground during September through November, 1967.

See footnote of Fig. 4 for the fine line.

肉質の観察によると毎年漁期始めの9月までは肉質の良いすなわち肥えた個体で占められるが、次第に肉質の劣るやせた個体が出現し、12月以降急激にやせた個体の割合が大きくなり、2月頃からほとんど100%にたつする。もっとも漁業者からの聞取りによると11、12月以降はやせた個体の出現割合は、海域によって多少変動し、105°E付近を境としてそれ以西では肥えた個体、以東ではやせた個体の割合が高いようである。

オーストラリア南西沖漁場(35~40°S, 80~120°E): 1966年以前にはこの海域で操業する漁船はほとんどなかったが、1967年8月以後この海域へ多くの漁船が出漁した。体長、体重の測定値は、体長130cm未満の未成魚を含めて8~9月に漁獲された320尾、9~11月に漁獲された390尾についてえられた。それによ

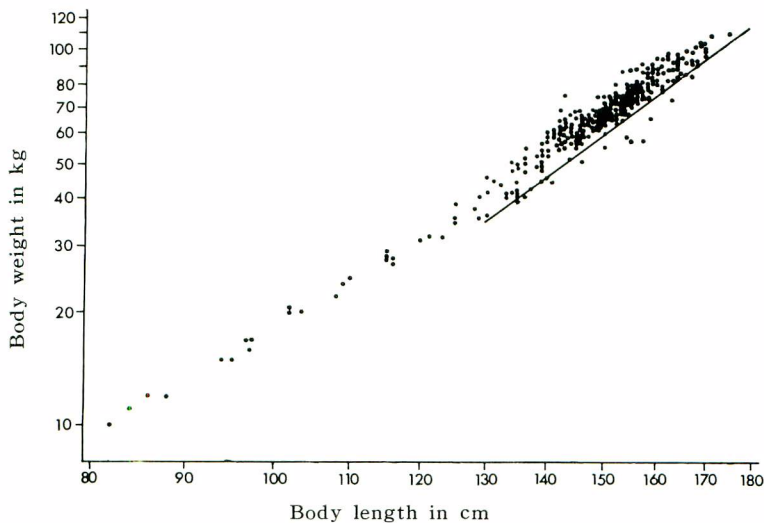


Fig. 7. Length-weight relation of 320 southern bluefin tuna taken in the southwestern fishing ground of Australia in August and September, 1967.

See footnote of Fig. 4 for the fine line.

ると、8~9月の成魚はほとんど肥えた個体であったのに対して(図7)、9~11月には肥えた個体55%、やせた個体45%でほぼ半ばずつになっており、しかも肥えた個体とやせた個体との体重による分離は不明瞭であった(図8)。

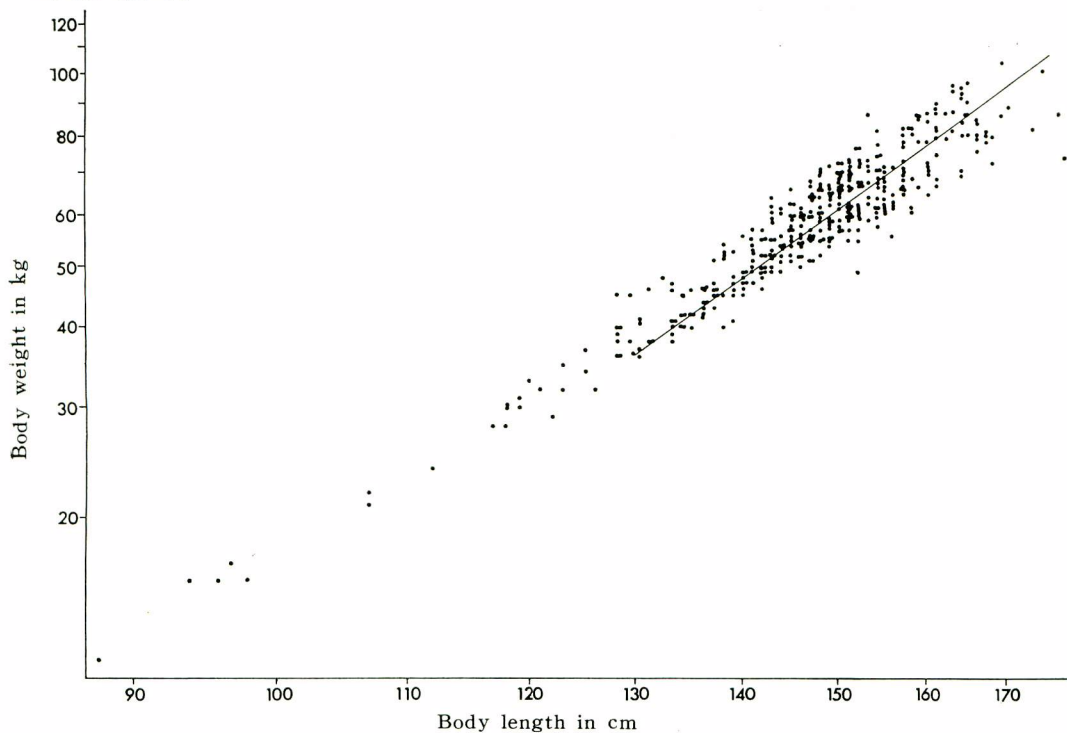


Fig. 8. Length-weight relation of 390 southern bluefin tuna taken in the southwestern fishing ground of Australia during September through November, 1967.
See footnote of Fig. 4 for the fine line.

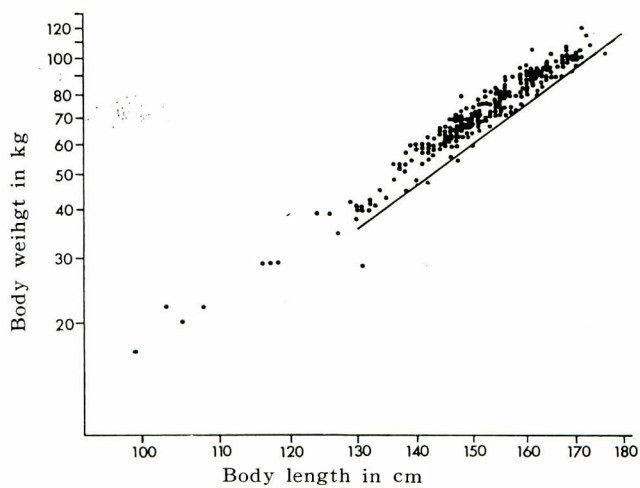


Fig. 9. Length-weight relation of 250 southern bluefin tuna taken in the West Wind Drift during July through September, 1967.
See footnote of Fig. 4 for the fine line.

肉質の観察では 9 月までは肥えた個体が圧倒的に多いが 10 月からはやせた個体も出現すると判断された。

インド洋西風皮流漁場 (40°S以南, 60~120°E): この海域は 1965 年にはじめて開発され, 1967 年には漁船が最も集中した。体長, 体重は 2~4 月および 8~9 月にかけて 80~110°E でそれぞれ 420 尾, 250 尾, 8~10 月に 60~80°E で 282 尾について測定された。さらに 7 月末から 11 月に至る漁獲物の肉質を観察した。2~4 月の漁獲物では肥えた個体とやせた個体との分離は不明瞭でそれぞれ約 50 % ずつであった (図 2)。

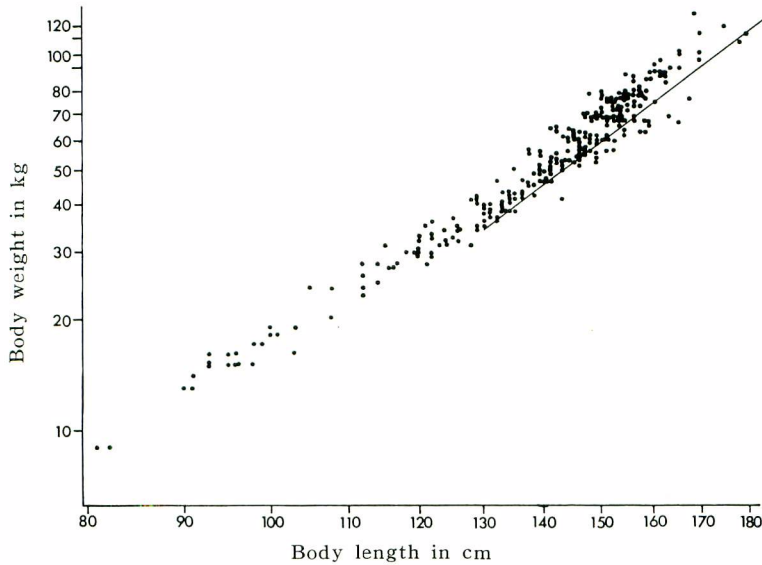


Fig. 10. Length-weight relation of 282 southern bluefin tuna taken in the West Wind Drift during August through October, 1967.

See footnote of Fig. 4 for the fine line.

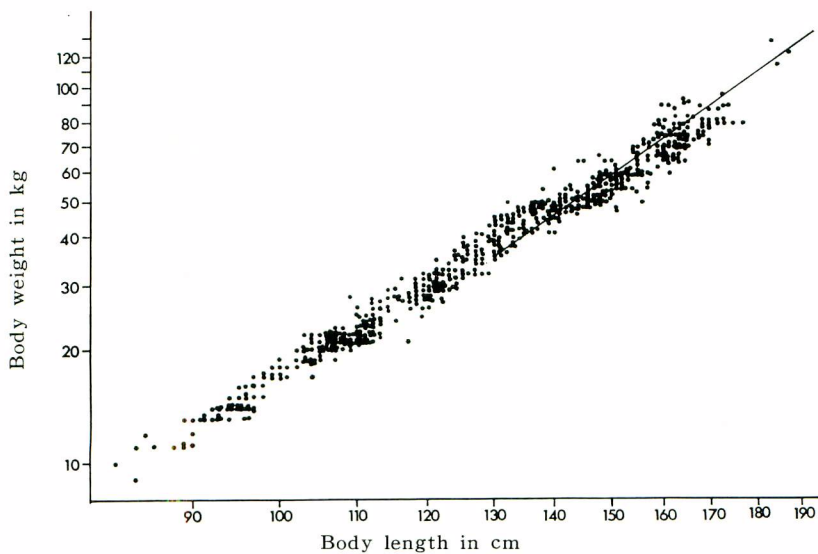


Fig. 11. Length-weight relation of 627 southern bluefin tuna taken in the Tasman Sea in April and May, 1967.

See footnote of Fig. 4 for the fine line.

成魚漁獲物の体長と体重との関係を見ると、7~9月にとられた成魚漁獲物は肥えた個体のみで占められていたが(図9)、これより西側の60~80°Eの間で8~10月にとられた成魚ではやせた個体が若干出現した(図10)。

肉質についていうと7月末頃から100°Eを中心に肥えた個体が卓越し、9月頃までやせた個体は現われなかった。10月頃より肥えた個体に混りやせた個体の出現がみられ、11月以降後者の割合は増すようであった。また60~80°Eにおいても10月頃より肥えた個体に混りやせた個体が多く認められた。

タスマン海漁場(40°S以南, 140°~170°E): この海域では漁期が長く、1, 2月を除いて操業が行なわれている。体長、体重資料は、4, 5月の627尾、4~6月の671尾および10~11月にかけてとられた172尾分で、いずれも未成魚を含んでいる。4, 5月にとられた成魚では、基準線より軽いやせた個体が80%を占め、残りの20%も基準線をわずかに上廻る程度で(図11)、肉質においても、良いとも悪いとも判定に迷うものであった。5, 6月の成魚では、やせた個体が60%近くで、4, 5月のものよりやゝ減っていたのみでなく、平均体重そのものも、基準線に近づいた(図12)。しかし、やせた個体と肥えた個体との体重の分離はいぜんとし

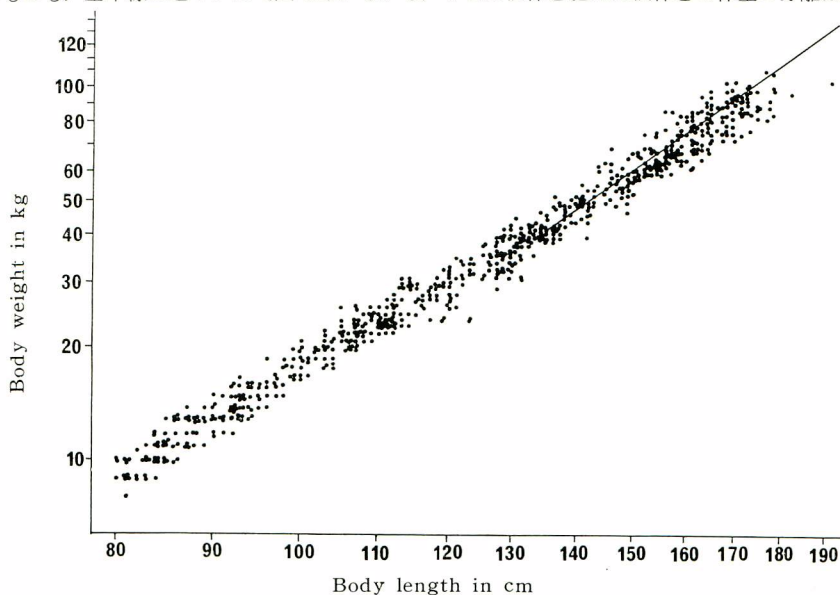


Fig. 12. Length-weight relation of 671 southern bluefin tuna taken in the Tasman Sea during April through June, 1967.

See footnote of Fig. 4 for the fine line.

て不明瞭であった。つまり4~6月には、肥えたものとやせたものとの中間型が現われるといえそうである。先にもふれたとおり(P 156)、中間型はタスマン海域の4~6月に特に多く認められた。10~12月の成魚では体重の分離はやゝ明瞭となり、肥えた個体が80%、やせた個体が20%を占めていた(図13)。

肉質は7~9月以外の漁獲物について観察された。それによると3月から5月にかけて肉質の悪いものが多くなったが、4~6月には、それらに混って、良いとも悪いとも判断し切れない中間的なものがとれた。10月には肉質の良いものが多かったけれども、11, 12月にかけて、次第に肉質の悪いものの割合が増加する傾向がみられた。

体長、体重関係および肉質、体形の観察結果はつぎのとおり要約される。成熟親魚がとられる“オカ”の漁場では漁期始めの8, 9月まではやせた個体は少ない。しかしこゝでとられる個体は肥えてはいても肉質はむしろ悪い。やせた個体の割合は産卵が盛んになると思われる10月以降急激に増加し、12月からは漁期末の3月まではやせた個体だけとなる。“オキ”の漁場でも大体同じような季節変化をたどるが2つの点で異なっ

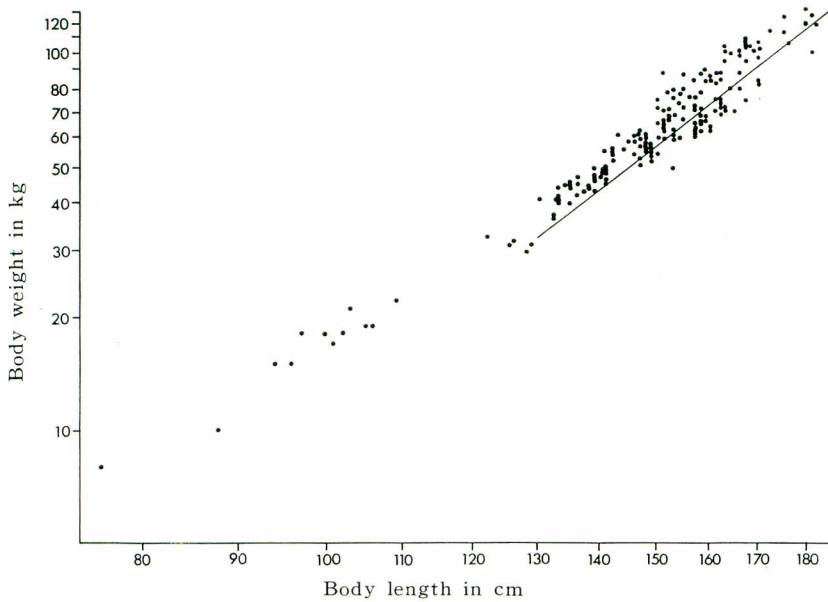


Fig. 13. Length-weight relation of 172 southern bluefin tuna taken in the Tasman Sea in October and November, 1967.

See footnote of Fig. 4 for the fine line.

いる。第1に肥えた個体の肉質は西風皮流域内にとったものよりは若干劣るが“オカ”の漁場にとったものよりは良い。第2にやせた個体と肥った個体との割合が操業位置により異り、105°Eより西側では肥えた個体がまたその東側ではやせた個体の割合が多いようである。インド洋西風皮流漁場では産卵期にやゝ遅れて、

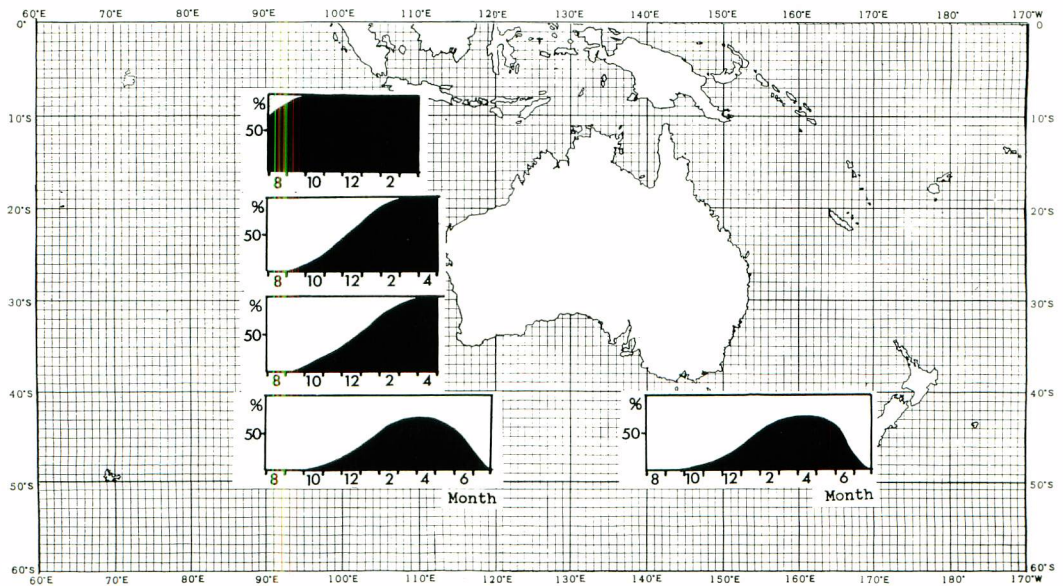


Fig. 14. Schematic representation of monthly percentage of “lean” fish in the adult stock of southern bluefin tuna taken by the longline fishery.

10～5月にわたってやせた個体が出現する。もっともやせた個体の割合は1月までは低く、2～5月に高くなる。この海域では操業位置のみでなく、同じ場所でも日によって肥えた個体が多かったり、やせた個体が多かったりするといわれる。タスマン海漁場でも10月末頃からやせた個体が混合し始め産卵終了直後の3～5月には、もっとも多くなる。さらにこの海域では肥えているとも、やせているとも判断し切れない個体が4～6月に現われる。上述のやせた個体の出現割合の季節変化は図14に示したように模式化される。なお、資料がえられなかった二つの漁場のうち、オーストラリア南東漁場の沿岸部では、体長130 cm未満の小型魚が主漁獲物であると考えられるので肉質の悪いものはほとんどとられないであろう。同漁場沖合部およびニュージーランド南東漁場でとられる大型魚は、タスマン海漁場の漁獲物にみられるような肉質の変化を示すと思われる。

考 察

ミナミマグロの肉質および体重はだいたいあいともなって大巾に、そしてかなり規則的に変化する。肉質および体重にみられる規則的な変化を、従来えられていた本種の生態学的情報と対応させることによって、産卵前後におけるミナミマグロの成熟および移動を一層くわしくうらづけ、それにもとづいて本種の個体群構造を論じ、さらに操業の海域と時期とを選択するための指針をうることができる。また同じ体長階級に属する個体間でみとめられる体重の大巾な変異は現在実施されているマグロ資源調査に大きな問題を提出する。

ミナミマグロの生態に関しては、つぎの順序で推論を進めた。第一に従来の知識に基づく、発育および成熟にともなう分布の特徴を要約し、それとの対応において肉質と体重とが成熟および産卵と関連して変化していることを示す。第二に第1の推論を背景として、産卵の前後におけるミナミマグロの分布と移動を推論する。

第一の問題について、まず新宮(1967, 1970)がオーストラリア近海のミナミマグロの漁期、漁場、体長組成、生殖腺重量、標識放流の資料をとりまとめて、推論した生活史を要約しておく。本種はオーストラリア北西沖合の“オカ”の漁場またはその付近で発生し、満1才になるとオーストラリア南西沿岸に現われ、その後4才までの若魚期に南岸および南東岸で漁獲され、その終りに主として、南岸から西風皮流域の中層に移動する。4才をこえて沖合に移動した未成魚はオーストラリアおよびニュージーランドの東方水域を北上する場合もあるが、産卵場を含めて19～20°C以上の高温域には現われない。ミナミマグロは体長130 cm前後で成魚となり産卵期である8月～翌年3月には、産卵場およびそこに達する北上経路にあたるオーストラリア北西および、西方水域でとられる。それ以外の季節には西風皮流域に分布する。

この推論に照してつぎの二つの理由から肉質と体重との変化は産卵に関係していると判断できる。その一つは肉質の悪化、体重の減少が、ほとんど体長130 cm以上の成魚に限ってみられ、しかも体長にたいする体重の回帰直線からのふれが、未成魚期に比べて成魚期になると大きくなるということである。なお成魚期になると、たとえやせていても、未成魚期に比べて、体長にたいする体重の一次の相対成長係数が大きくなるということは、発育段階による体型の相違、ひいては生理状態の変化を示唆している。

他の一つは肉質と体重から定義したやせた個体が産卵期、またはその後に産卵場およびその関連水域に出現することである。索餌期の成魚の主分布域である西風皮流域では産卵期中はやせた個体は少なく、産卵末期の2月から5月にかけてやせた個体の割合が多くなる。成魚は8月頃からオーストラリア北西沖合の産卵場に北上するが、それに対応して1966年に開発されたオーストラリア南西沖では8月から9月頃までは肥えた個体のみが現われる。この水域では、漁期は半年以上も続き10月以降には肥えた個体に混り、やせた個体の割合が大きくなる。また“オキ”の漁場では“オカ”の漁場で産卵が始まる8～9月には肥えた個体が主としてとられている。しかし9月下旬以降肉質の悪いやせた個体が混りはじめ、10月以降その割合は多くなる。“オカ”の漁場では産卵期の始めに当る9月まではやせた個体は少ないが、産卵が始まる10月以降やせた個体のみとなり、その肉質は非常に悪い。つまりミナミマグロの成魚は産卵前には肥えているが産卵場に近づくにつれてまず肉質が悪くなり、産卵後はさらに体重が減り、しかもこの体型の変化は索餌期の分布域である西風皮流域に南下したのちも続くと考えられる。上の二つの理由の他にわずかではあるが肉質、体重が成熟にともな

って変化する例が観察された。魚市場に水揚げされた個体は漁場で内臓および鰓を除去されるが、ときに内臓の除去が不完全で生殖腺が一部または完全な形で残っていることがある。生殖腺の状態をみると、雌雄ともに発達期にあると思われる個体の肉質は良く、放出後と思われる個体は肉質が悪くやせている（図版2）。

産卵前後における成魚の群行動という第二の問題は、すでに先の論議でふれられているが、釣獲率の季節的、地理的变化の観察も加えて、やゝくわしく推論してみたい。体長 130 cm 以上の成魚は産卵に先立つ 8, 9 月頃から、インド洋西風皮流域から、オーストラリア西方水域、“オキ”の漁場を経て“オカ”の漁場に北上し主として 10 月以降産卵する。北上の過程ではミナミマグロははえなわによって漁獲されるが、“オカ”の漁場で生殖腺の最も発達する 11~1 月になるとその釣獲率は低下する（三村・薬科, 1962 p. 140, 新宮 1967, p. 19), 生殖腺係数 10 以上という個体もとられているけれども（木川, 1964, p. 39), 産卵盛期と思われる 11~1 月における釣獲率の低下は、産卵中の成魚が、はえなわでは漁獲されにくい条件におかれていることを示唆している。産卵を終えたやせて、肉質が悪い個体は“オキ”の漁場を経て南下する。

ここで“オキ”の漁場における産卵前の北上群と、産卵後の南下群との移動経路について、一つの推論をつけ加える。この漁場では、“オカ”の漁場で産卵が始まる 8, 9 月にはこえた個体が、また産卵が終った 3~5 月にはやせた個体のみが主体を占めるけれども、その間では、こえた個体とやせた個体とが混って漁獲される。そしておおまかにいうと東経 105 度附近を境にその西側ではこえた個体、東側ではやせた個体が多い。一方時間的に変動はあるとはいえ、西側では温度の低い西風皮流の北上分枝、東側では温度の高い南下流が卓越している（図 15）。つまり産卵前の群れは、索餌期の分布域である西風皮流から低温域を通して北上し、産卵後の群れは高温の産卵場から南下暖流を通して西風皮流の索餌場へ移動すると考えられる。

ここで、水温の海域的、季節的变化から、本種の産卵場の拡がりに関する一つの推論をつけ加えておきたい。マグロ類は成熟にともなって、その種に固有な環境を求め、種によっては索餌期とは異った水域に移行するといわれている（上柳 1966, p. 15）。ミナミマグロについても産卵場は索餌期における分布域とは異った環境条件をもっているはずである。環境条件の一つの指標として漁場の表面水温が測られているので、ここでは“オカ”と“オキ”の漁場における季節別の水温分布を検討してみた。

産卵場として確認されている“オカ”の漁場（木川 1964, 上柳 1969）における表面水温は産卵が始まる 9 月には 23°C 以上である（図 16）。この温度域は一漁期を通じて次

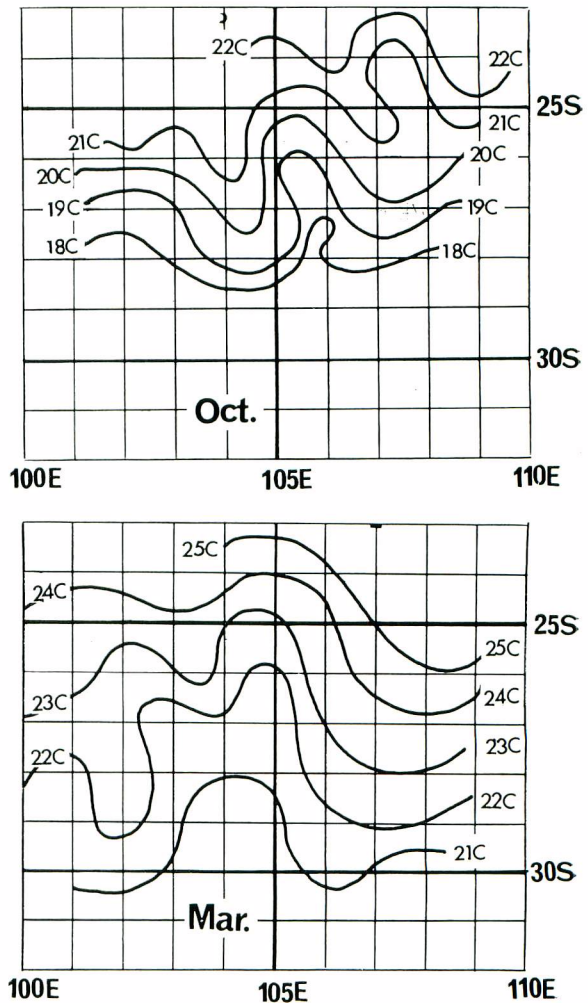


Fig. 15. Distribution of surface temperature measured by commercial longliners in the waters west of Australia, March and October, 1963.

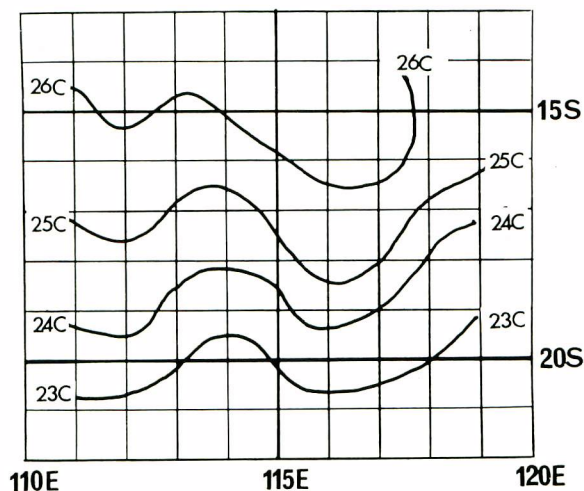


Fig. 16. Distribution of surface temperature measured by commercial longliners in the waters northwest of Australia, September, 1963.

第に南方に拡大してゆく。その結果 23°C 以上の水温域は 10 月には“オキ”の漁場にはまったく現われていないが、3 月になると広く 27°S 以北の水域をおおっている（図 15）。したがって“オキ”の漁場の一部も、少なくとも産卵期の終りには、産卵場となっている可能性がある。この水域の産卵を確かめるには、今後、産卵をすすると考えられる季節に、生殖腺採集および稚魚採集を実施する必要がある。

ところでミナミマグロの肉質や体重は産卵によって変化し、脂ののった肥えた魚が高い価格をつけられるのであるから、単価の高い個体を選別的に漁獲しようとするれば、索餌期と産卵前期の個体を狙えば良いことになる。したがってインド洋西風皮流域では 7~12 月、“オキ”の漁場では 8~10 月、ニュージーランドおよびタスマン漁場では 7~12 月で操業すれば良い（図 14）。12 月から翌年 5 月の間では各漁場とも産卵後の個体が多く混るから未成魚および索餌成魚の主分布域である 40°S 以南の西風皮流域内で操業せざるをえない。

遠洋水産研究所で収集している漁獲物の体長組成資料は公庁船による漁獲物の体長測定と、全国 6 ヶ所の水揚港（釜石、東京、三崎、清水、焼津、鹿児島）における体長測定のほかに、魚市場自体が測定した体重から換算して求められている（本間他未刊）。ところでミナミマグロでは体重から換算される資料が比較的大きい割合を占めており、たとえば 1966 年に集められた 42,000 尾のうち、その約 80% に当る約 34,000 尾に達している。つまり体長組成資料の大部分は

$$w = 0.000031061l^{2.9655}$$

という回帰式（ROBINS 1962, p. 578）によって体重から換算されたものである。この式を用いて表 4 に示した体長 160 cm の肥えた個体の平均体重 87 kg の体長を計算すると 165 cm になるし、やせた個体のそれ 69 kg は 153 cm になる。そして体長 165 cm および 153 cm にたいする年令を現在用いられている体長一年令関係式

$$l_t = 223.00(1 - e^{-0.14(t-0.01)})$$

によって年令に換算するとそれぞれ、9 才未および、8 才始めになる。この一例からも明らかのように、ミナミマグロの研究では、正確な年令組成を得るために、少なくとも成魚については体長を直接測定する必要がある。

要 約

1967年2~11月に漁獲されたミナミマグロの体長-体重関係および肉質の良否別の出現状態を調べ、つぎの結果をえた。

1. 肉質の良いものは体長80 cm以上のすべての体長階級に認められるが、肉質の悪いものは体長130 cm以上の個体に多く認められ、それ以下ではほとんど出現しない。肉質の変化にともなって体重も変化し、肉質の良いものは肥え、悪いものは一般的にやせている。また産卵期の始めまでにとられた漁獲物は肉質の良い肥えたもので占められるが、盛期以降では肉質の悪いものの割合が大きくなり、産卵末期にはほとんどが悪いもののみとなる。索餌群の主分布域である高緯度海域でも産卵末期を中心に肉質の悪い個体が出現する。したがって肉質および体重の変化は産卵によるミナミマグロの生理的变化を反映していると判断される。
2. ミナミマグロの成魚は、8、9月頃に東経105度附近の西風皮流北上分枝内を北上して産卵場にむかう。産卵場の魚はよく肥えているが、肉は産卵が近づくにつれて脂を失なう。現在のはえなわの操業状態では産卵中の親魚はとれにくいので、体重の減少や肉色の変化がおこる段階は明らかにできないが、産卵期である10月~3月にかけて、産卵場である“オカ”の漁場では産卵後のやせて、茶褐色に近く脂のない肉をもつ個体のみがとられる。産卵後のやせた魚は、オーストラリア西方を南下する暖流内を移動し、少なくともその一部は11月頃からタスマン海にも出現する、西風皮流域に広がるこの水域ではやせた親魚は2、3月頃に漁獲物の過半を占めるようになる。5、6月には、やせたとも、肥えたとも判断し切れない肉質においても、体形においても中間的な魚がとられ、この時期には一部の個体はすでに産卵後の疲弊から回復しつつあると判断される。やせた魚は7月になると殆んど出現しなくなる。
3. ミナミマグロは主として生鮮消費に廻されるが、産卵にともなう肉質の変化はその価格をいちじるしく低下させる。したがって本種を産卵期やその直後にとることは不得策である。高価な魚は主として索餌期の分布域である西風皮流内で漁獲される。ただし西風皮流域においても産卵期直後の5、6月には、回復しきっていない個体が過半を占めるから、この時期の操業は見合わせるようにしたい。
4. ミナミマグロ成魚の年齢組成を推定するためには体重ではなくて体長を直接測定する必要がある。

文 献

- DEMING, W. E. 1964. "Statistical adjustment of data". 1st. ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- HUXLEY, J. S. 1932. "Problems of relative growth". 276p. Methuen & Co. Ltd., London.
- 岩井 保・中村 泉・松原喜代松 1965. "マグロ類の分類学的研究". 京都大学みさき臨海研究所特別報告.
- 木川昭二 1964. "産卵生態上からみた沖漁場"のインドマグロ (*Thunnus thynnus maccoyii*?) 南水研報 (20), 37-58.
- 三村皓哉・薬科侑生 1962. "インドマグロ (*Thunnus maccoyii*?) の研究, 漁業の発展経過, 分布の地域差と季節変化, およびゴウシュウマグロ・Southern bluefin との分布上の関連について". 南水研報 (16), 135-154.
- 中村広司 1952. "既往の資料からみたマグロ延縄漁場" 南水研報 (1), p 28.
- ROBINS, J. P. 1962. "Synopsis of biological data on bluefin tuna *Thunnus thynnus maccoyii* (CASTELNAU) 1872". *Proc. World Sci. Meet. Biol. Tunas and related species*. 2, 562-587.
- 新宮千臣 1967. "ミナミマグロの分布と回遊". 南水研報 (25), 19-36.
- 新宮千臣 1970. "ミナミマグロの分布と回遊に関する研究". 遠洋水研報 (3), 57-114.
- 新宮千臣・薬科侑生 1965. "ミナミマグロ *Thunnus maccoyii* (CASTELNAU) の研究-I. ミナミマグロの外部形態の比較". 南水研報 (22), 85-93.
- 上柳昭治 1966. "まぐろ漁業に関するシンポジウム第1部漁業生物" 日本水産学会誌, 32 (9), 739-755, 828.

- 上柳昭治 1969. “仔魚出現状況よりみたミナミマグロ (*Thunnus maccoyii*) の産卵生態”. 遠洋水研報(1), 1-4.
- 焼津漁業協同組合指導部指導課 1967. “水揚高統計 昭和42年” (16), p. 13
- 山中 一 1959. “クロマグロ”. マグロ延縄漁業平年漁況図 (本文) 昭和33年版, 153-204.

Plate I

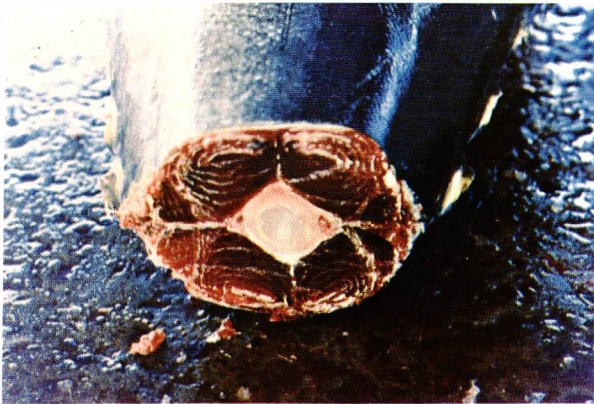
Cut end of caudal peduncle of the "fat" and "lean" southern bluefin tuna landed at Yaizu.



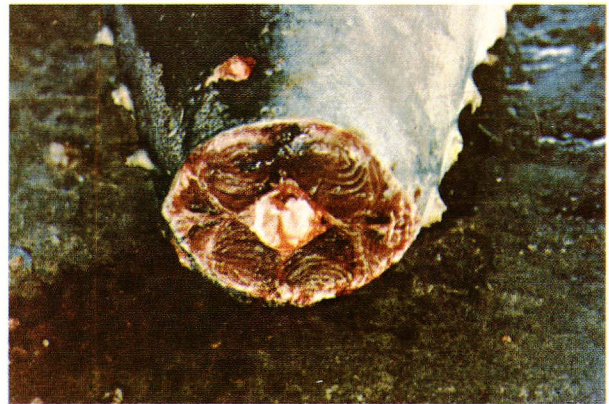
"Fat" fish, 165 cm in body length and 102 kg in body weight.



"Fat" fish, 134 cm in body length and 45 kg in body weight.



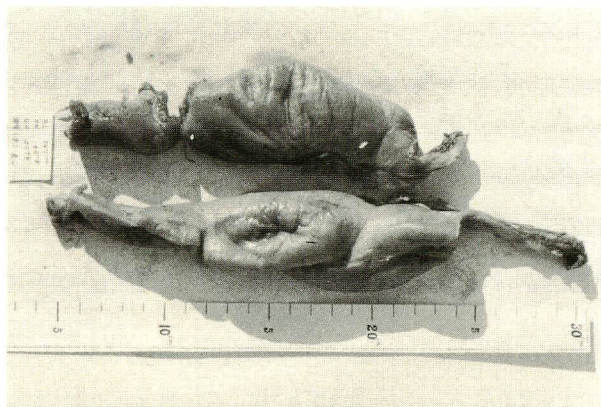
"Lean" fish, 169 cm in body length and 81 kg in body weight.



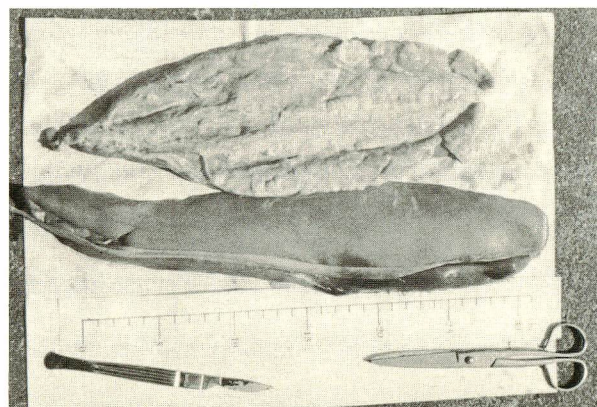
"Lean" fish, 133 cm in body length and 36 kg in body weight.

Plate II

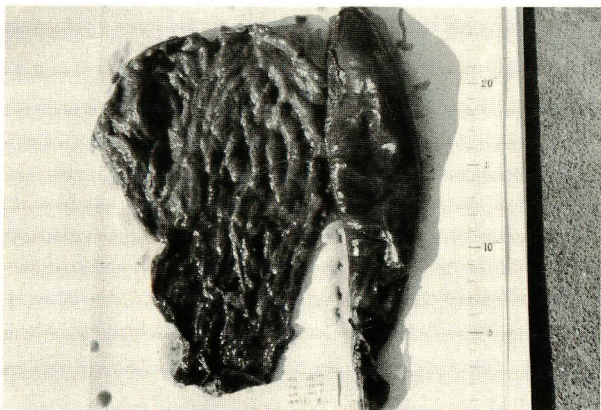
Gonads of "fat" and "lean" southern bluefin tuna landed at Yaizu.



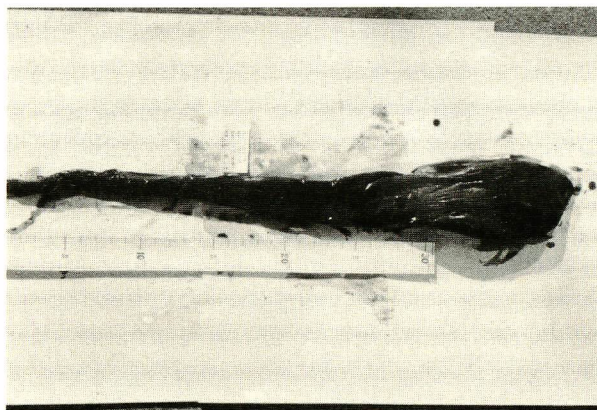
Ovaries from a "fat" female, 147 cm in body length and 52 kg in body weight, taken at Lat. 40° S, Long. 101° E, in October, 1967.



Testes from a "fat" male, 157 cm in body length and 75 kg in body weight, taken at Lat. 33° S, Long. 95° E, in November, 1967.



Ovaries from a "lean" female, 166 cm in body length and 72 kg in body weight, taken at Lat. 28° S, Long. 100° E, in November, 1967.



A testis from a "lean" male, 170 cm in body length and 82 kg in body weight, taken at Lat. 27° S, Long. 104° E, in October, 1967.