

卵巣の成熟状態からみたインド洋におけるキハダの Sexual activity*

宋 薫 華**

The sexual activity of yellowfin tuna caught by the
longline fishery in the Indian Ocean, based on
the examination of ovaries.

SHUNG Shing-Hwa

The regional and seasonal changes in the sexual activity of the yellowfin tuna in the Indian Ocean and the size at which most individuals attain first spawning were considered in this report. Data used were collected on board tuna longline cruises conducted by Japanese experimental and training vessels of local governments during the period from January 1965 through December 1966. They consist of measurement on fork length and ovary weight, visual observation on stage of maturity of ovary and surface water temperature observed at the sampling location.

To analyse change in the sexual activity, the gonad index (G. I.) was employed by transforming the ovary weight with the following equation: $G. I. = W \times 10^4 / L^3$, where W is the ovary weight in gram and L the fork length in cm. A comparison of the stages of maturity with the frequency distribution of corresponding gonad indices indicates that (1) most fish at the immature condition (stage-I), early developing (stage-II) and spent-out (stage-V) are represented by the G. I. under 2.0 with modes at less than 1.0, (2) those at the advanced condition (stage-III) by the G. I. distribution with modes between 1.0 and 2.0, and (3) those at the most advanced and running ripe conditions (stages-IV and IV-R) by the G. I. distribution with modes between 1.5 and 2.5. Consequently, the majority of the fish with the G. I. of 2.0 and greater would be regarded to represent those at the highly advanced stage of maturity.

The size at first spawning was examined based on the ratio of individuals with highly developed stages of maturity (stages-III, IV and IV-R) against total number of sample by each size class. The result was that nearly half of the fish could attain first spawning at the 120-139 cm class. It is noted that there were fish becoming matured even under 80 cm in length, though numbers were few (Table 2).

The seasonal and areal changes in sexual activity of the fish were considered on the

* 1973年10月31日受理 遠洋水産研究所業績 第107号

** 台湾省水産試験所, 高雄分所 (海外技術協力事業団給費留学生として1971年3月1日より1972年2月29日の間、遠洋水産研究所, 浮魚資源部に滞在)

gonad index composition, its mean values and the group maturity, the last of which is the percentage of the sexually active fish to the total, and the results were as follows : 1) The distribution of the sexually active fish shown by 5° squares as shown in Fig. 3 indicates that there were squares marked with the high percentage of the sexually active fish in overall tropical waters north of 15°S in latitude in the western part and north of 20°S in the eastern part of the Indian Ocean. 2) The seasonal change in the group maturity was analysed by six areas as illustrated in Fig. 1 and six size classes. It is suggested that no discernible difference in the trend of seasonal change was found among size classes within a same area. 3) The phase of monthly change in the gonad index composition was slightly different between the western and the eastern parts of the ocean, as indicated in Fig. 4. It appears that in the eastern areas the sexual activity of the fish is higher from December through April and lower from May through September, whereas in the western areas it is higher from November through February. The peak season in the sexual activity of the fish seems to occur once a year.

It was observed that the sexual activity of the fish began to advance at a temperature of 26°C and greater. It is also noted that the sexual activity remained low throughout the areas from May through September even when a temperature of 26°C and greater were prevailing. Taking this into account, it seems that the development in the sexual activity of the fish is not only dependent upon the water temperature at the surface in their habitat but also upon other factors. The change in their sexual activity could be better understood with the consideration on the basis of further observation on the biotic and abiotic factors, for one instance in relation to the periodical change in the biological condition of the fish themselves.

は し が き

インド洋のキハダは主として、はえなわ漁業によって開発されてきた。最近では日本、台湾、韓国を合せて年間4万—6万トンの漁獲があげられている。しかし、近年は漁獲努力量の増加にもかかわらず、キハダの漁獲量は横ばい傾向にあり、釣獲率は開発初期の1/4程度に低下して資源状態はすでに開発の段階から管理を必要とする段階にまできている (KIKAWA *et al.*, 1970; 須田, 1971)。

このような資源開発の急速な進行にもかかわらず、インド洋における本種の生態的な知見、ことに産卵に関する知見は今日まだ充分とはいえない。ことに加入量の変動機構の考察に重要な手懸りを与える産卵活動の季節的および海域的变化、親魚資源量の見積りに必要な初成熟体長等、成熟や産卵に関する情報は依然として貧弱といわざるを得ない。本研究は、これらの点について、比較的最近日本の都道府県試験船および水産高等学校実習船によってインド洋から得られた資料をもとに考察を行ったものである。

報告にあたり調査と資料収集を担当された各県の試験船および実習船乗り組みの方々に、また、報告書作成にあたり終始御指導頂いた、遠洋水研、浮魚資源部長須田 明、第三研究室長木川昭二、第二研究室長上柳昭治、久米 漸、塩浜利夫、森田安雄の各氏ほか同部の方々に感謝の意を表す。

1. 資料およびその処理方法

1-1 資料の収集

この研究に用いた資料は、1965年1月—1966年12月の間にインド洋でマグロはえなわ操業を行った日本の各都道府県公庁船 (試験船、実習船) からの、1) 体長測定資料、2) 卵巣重量と肉眼による熟度判別資料および、3) 表面水温資料である。これらの資料の収集は「地方公庁船によるマグロ資源調査要領、昭和44年度および45年度」に定められた規定にそって行われたものである。

- 1) 体長測定および生殖腺調査：調査要領には次のように規定されている。
 - (1) キハダの体長測定は毎操業毎、漁獲順に、1尾おきに行う（1/2抽出）。
 - (2) 体長を測定した個体のうち、雌では最初から10尾、雄では最初から5尾までの個体について生殖腺重量を測定する。
 - (3) 雌ではこの際、後記の基準により、熟度判定を行う。

このような規定は標本個体の抽出に要求される任意性を保証する意味において定められたものである。体長は上顎先端より尾又底までの長さを 1 cm 単位（未満は切り上げ）で、また、生殖腺重量は左右合計の重量を 10 g 単位（未満四捨五入）で、それぞれ測定した値である。

この報告では雌に関する調査資料のみを使用した。上記 2 年間に卵巣について必要な資料の得られた個体数は 8372 尾である。

- 2) 卵巣熟度の判別基準：肉眼による観察の基準は次のとおりである。
 - 熟度 I；卵巣は小さく、卵粒は認められない。
 - 熟度 II；卵巣は肥大し始め、ごく小さい卵粒が認められる。卵巣表面に血管叢が発達する。
 - 熟度 III；個々の卵粒は卵径 0.4~0.5 mm 以上となり、卵巣内に充満している。卵粒はうすい桃色で、まだ透明卵粒は見られない。血管叢はよく発達している。
 - 熟度 IV；卵巣は著しく肥大する。卵粒の一部は半透明化し、はがれやすい。
 - 熟度 IV_R；卵巣の内腔に流動性の透明卵粒のあつまり、すなわち、ミズコがある。
 - 熟度 V；卵巣はかなり大きい内腔が広くすいている。透明卵がごく少量残っていることがある。産卵後間もない卵巣ではまだ組織中に卵粒が認められる。
- 3) 表面水温資料：B. T. 観測は通常投縄終了時と揚縄開始時の間に行われる。

1-2 資料の処理

マークセンス方式によるカード処理システムを採用した。公庁船からの調査報告書に記載された操業年、月、日、操業位置、当日の表面水温、体長、生殖腺重量、生殖腺熟度指数 (G. I.), 熟度段階についての記録が、各個体ごとにカードに転記された。カード枚数は8372枚、そのうち、水温資料を欠くものが130枚である。これらのカードをカード検索機を用いて必要な集計項目ごとに分類整理した。また、生殖腺熟度指数 (Gonad index.....G. I.) は次のように表わした。

$$G. I. = Gw \times 10^4 / BL^3$$

Gw.....生殖腺重量 (g)

BL.....尾又長 (cm)

1-3 海域の区分

バンドラ、フロレス海を含めたインド洋を第1図のように6海区に区分し、それぞれの海域について考察を行った。このような海域の区分はキハダの分布状態と調査資料の海域分布の両方を考慮して行ったものである。

各海域毎の四半期別の調査尾数を第1表にを示す。

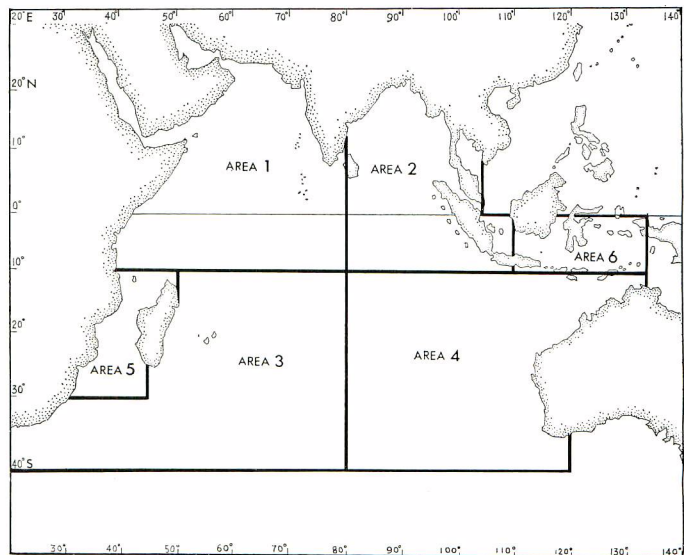


Fig. 1. Division of the areas studied.

Table 1. Number of fish examined by area and quarter of the year in the Indian Ocean during 1965 and 1966.

Area \ Quarter	1	2	3	4	5	6
Jan.-Mar.	497	155	155	519	8	199
Apr.-Jun.	92	261	157	259	11	217
Jul.-Sep.	413	318	592	62	170	185
Oct.-Dec.	1978	263	393	556	43	869
Total	2980	997	1297	1396	232	1470

2. キハダの成熟体長および産卵に関する過去の知見

キハダの最小成体についての研究者の推定値はかなりまちまちで、尾叉長 60 cm 内外から 100 cm 内外までとかなり大きな幅がある。中村 (1939) は本種の最小成体は第2背鰭が急に伸びる体長 100 cm 程度であろうと推定している。YUEN and JUNE (1957) は中部太平洋のキハダについて、雄は尾叉長 70 cm で最小成体に達するが雌が産卵能力を持つのは 120 cm 以上とみている。HENNEMUTH (1961) は東部太平洋の表層漁業の対象となるキハダについて一応 60 cm を最小成体の大きさと推定している。インド洋のキハダについては最小成体の推定は行なわれていないが KIKAWA and FERRARO (1966) によれば、成熟中の卵巣卵を持った個体は 100 cm 以上のものに認められている。

キハダの稚魚の出現に関しては、インド洋についても多くの報告がある (JONES 1959, YABE and UEYANAGI 1962, JONES and KUMARAN 1962, GORBUNOVA 1965, 上柳 1969)。稚魚は熱帯海域から広く出現していて、その範囲は中部インド洋ではおよそ 10°S~10°N である。ただし、西部のアフリカ大陸寄りでは稚魚はかなり南方からも出現しており、その最南点は 33°33'S に達している (JONES and KUMARAN 1962)。したがって、産卵海域は相当に広範囲に及んでいることがわかる。成熟個体の出現は2月~7月にわたっており、このことは魚群の産卵期がかなり長期にわたっていることを示唆している (KIKAWA and FERRARO 1966)。

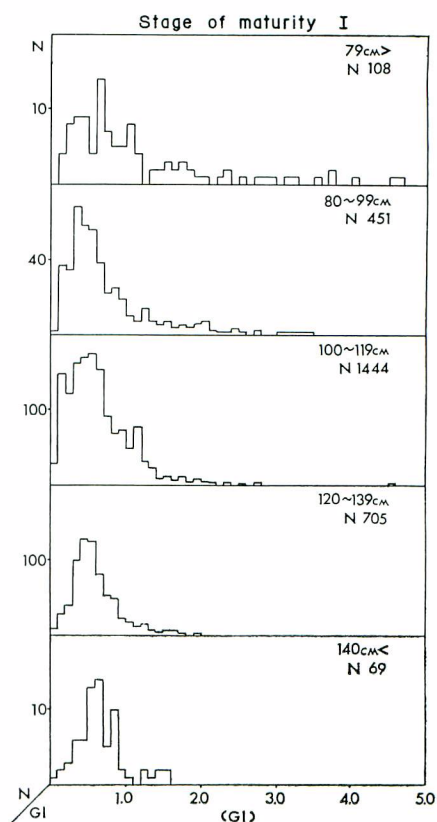


Fig. 2. Frequency distribution of G.I. by stages of maturity and by size classes.

Fig. 2. a Stage of maturity I

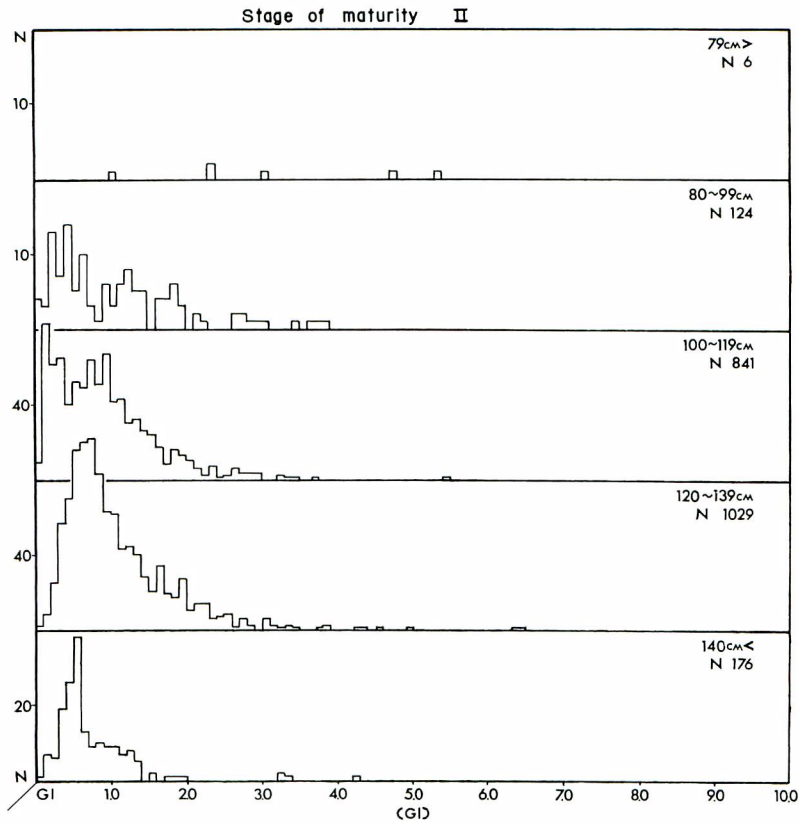


Fig. 2. b Stage of maturity II.

3. 肉眼観察による卵巣成熟段階と体長別 G. I. 分布との比較

この研究で熟度の指標として用いた G. I. は前述したとおり体長の 3 乗に対する生殖腺重量の比として求められる。この場合、生殖腺の重量は必ずしも体長の 3 乗には比例しないとしても近似的には 3 乗関係があり、その間の不一致は実用的には G. I. を用いて魚群の成熟状態を大別するときの妨げにはならないという前提がある。G. I. が有効なのは、その値（基本的には生殖腺の重量）が生殖腺の熟度に対応すると認められる範囲内においてであるということも注意する必要がある。公庁船からの報告書には、雌の各個体毎に、前記の基準による成熟段階の肉眼判定結果が含まれているので、これを用いて魚群の G. I. の頻度分布と成熟段階についての肉眼観察結果とを対比することが出来る。このような目的でそれぞれの熟度段階ごとに魚群の G. I. 分布を示してみた。第 2 図はそれを、体長級別に示したものである。1 体長級の幅は 20 cm、ただし、79 cm 以下と 140 cm 以上のものはそれぞれ一括した。

第 2 図に示すように、熟度 I と II、についてみると、小さい体長級、とくに 100 cm 以下の体長級に属するものほど大きい G. I. たたとえば 2 以上を示す個体が多く出現する傾向がある。同じ傾向は後に掲げる第 3 表からもうかがわれる。この現象については一応次のような 4 つの原因が想定される。

1) 肉眼観察では、魚体が小さいほど、その卵巣の成熟状態が実際より低めに判定される。2) 小型魚の小さい卵巣では、卵巣間膜や、その他の部分の蓄積脂肪分の重量が相対的に大きくなり、それが G. I. の値に影響する。3) 測定用桿秤の精度はせいぜい 10 g であるが、小型魚とくに 100 cm 以下のものの卵巣には 1 ~

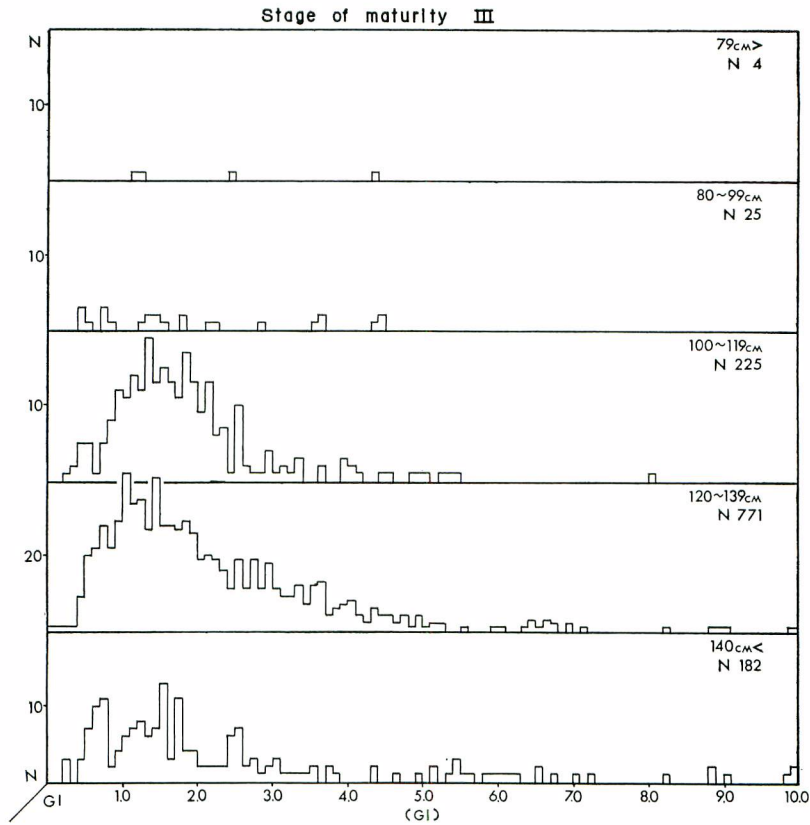


Fig. 2. c Stage of maturity III.

10g 程度のものもかなり多い。したがって、小型魚についてはとくに卵巣重量の測定誤差が大きく、この結果が G. I. の値に著しい影響を与える。4) 卵巣重量と体長との関係が成長過程で異なっている。卵巣重量の体長に対する相対成長が生涯一定だと考えなければならない理由は必ずしもない。

ここで測定誤差の問題を考えてみる。たとえば、体長 70 cm, 肉眼観察熟度 I のものについてみると、第 2 図-a に示すように、G. I. が 3 とか 4 という値をとるためには卵巣重量は 100g 前後の筈である。一方、他の体長級の平均 G. I. が 1 以下であること、また、79 cm 以下の体長級についてみても G. I. のモードが 1 より小さいところにあることから推して、70 cm 前後の個体でもっとも多く出現する卵巣重量は 30g か、それ以下と思われる。このような推量 が正しいとすれば、30g 程度、またはそれより小さい卵巣が 100g として測定されるには、よほど大きな測定誤差があったことになる。しかし、これ程大きい誤差は実際にはおこりそうにない。こういう観点から、測定誤差が、小型のものほど大きい G. I. をもつという現象の主因であるとは考え難い。考えられる 4 つの原因のうち、どれがもっとも効果的な原因となっているかは別として、それぞれが多かれ少なかれ同時に関係しあっていると考えておきたい。いずれにしても、小型群（とくに 100 cm 以下）の成熟状態を G. I. だけで考察する場合には、実際以上に成熟が進んだものとして判断される危険性がある。G. I. のもつこの問題を検討するためには小型魚の卵巣の組織学的研究をもっとすすめること、重量測定の精度をもっとよくすることが基本的には重要である。

さらに、第 2 図によれば一般に成熟段階と G. I. の頻度分布との間では次のような関係が認められる。

1) 熟度 I, II および V の段階にある魚群の大部分は 1.5 以下の G. I. の値をもつもので占められてお

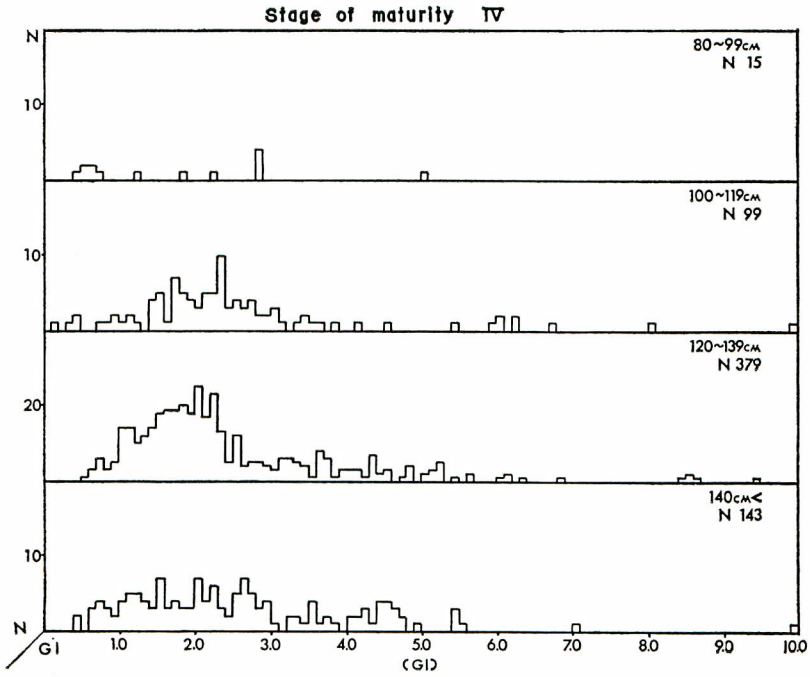


Fig. 2. d Stages of maturity IV and IV-R.

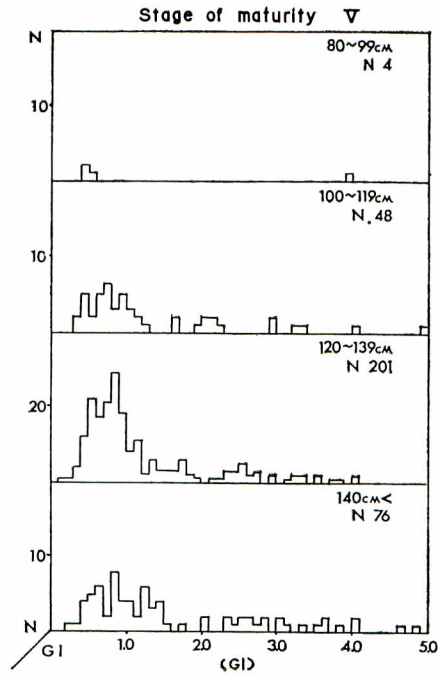


Fig. 2. e Stage of maturity V.

り、また、いづれの段階でも G. I. のモードは 1.0 を超えてはいない。

2) 産卵期に近いと思われる熟度ⅢおよびⅣの段階にある魚群についても、大部分は G. I. 3.0 以下の個体で占められている(第2図, c-d)。この場合 G. I. のモードははっきりしないが、熟度Ⅲでは 1.0~2.0 の間、熟度Ⅳではそれよりもっと大きく 1.5~2.5 の間にあると認められる。

以上のように熟度段階が進むにつれて、G. I. のモードは大きい方へ移るが、その移動の幅はそれほど大きくない。第2図によれば 2.0 未満の G. I. の値をもつ個体 (G. I. の平均値の場合には魚群の平均熟度) は熟度Ⅰ~Ⅴまでのすべての段階の何れにも属する可能性がある。しかし、G. I. 2.0 以上のものでは熟度Ⅰ, ⅡおよびⅤの個体の割合は小さい。したがって、魚群全体の中で G. I. 2.0 以上の値をもつ個体が占める割合によって、その魚群の Sexual activity を表現する事が可能であろうと思われる。

4. 初成熟体長

第2表は進んだ成熟状態にあると考えられる熟度Ⅲ, ⅣおよびⅣ_Rの個体が全体の中で占める割合を体長級別に示している。この表はインド洋の 15°S-10°N の範囲で10月~3月の期間に得られた資料を用いてつくったものである。表によると、成熟期の魚群についてみると 79 cm 以下の魚体では 5%, 80~99 cm 級で 11%, 100~119 cm 級で 16%, 120~139 cm 級で 47%, 140 cm 以上のもので 50% となっており、79 cm 以下でもごく少数のものは成熟することが認められる。しかし、約半数の個体が成熟に達するのは、体長 120 cm 以上に達してからである。そして、この結果ははえなわで漁獲された太平洋のキハダについて得られた結果とよく似たものである。

Table 2. Percentage of sexually matured fish by size categories in the area between 15°S and 10°N in the Indian Ocean.

Length	Number of fish	Stage of maturity			Percentage (%)
		Ⅲ	Ⅳ-Ⅳ _R	Total	
~ 79 cm	83	4	0	4	4.81
80~ 99 cm	366	25	15	40	10.92
100~119 cm	2050	225	99	324	15.80
120~139 cm	2470	771	379	1150	46.55
140 cm~	646	182	143	325	50.30
Total	5615	1207	636	1843	32.82

$$\% : \frac{\text{Number of sexually matured fish}}{\text{Total number of fish examined}} \times 100$$

5. 海域および季節による群成熟度の変化

5-1 海域による変化

第3図は緯度 5° 経度 5° 区域ごとの魚群の群成熟度の分布を示している。ここに群成熟度とは G. I. 2.0 以上の個体の全体に対する割合であらわしてある。第3図では群成熟度を 4 段階に分けてあらわし、それを四半期別と年間こみの場合とで示した。また、ここでは一応成熟体長に近いと思われる 100 cm 以上の魚群だけを扱っている。

インド洋でもキハダの分布範囲は南北方向には 40°S~20°N、東西方向にはアフリカ東岸から豪印諸島に至る海域にわたっているが、第3図に示すように、群成熟度の高い魚群の出現する海域は年間集計値についてみると 15°S~10°N、つまり赤道を中心とする熱帯海域である。四半期別にみると、群成熟度は第Ⅳ四半期には概して東部印度洋で高い。しかし、第Ⅰ四半期になると全熱帯域にわたって群成熟度の高い海域が拡がる。第

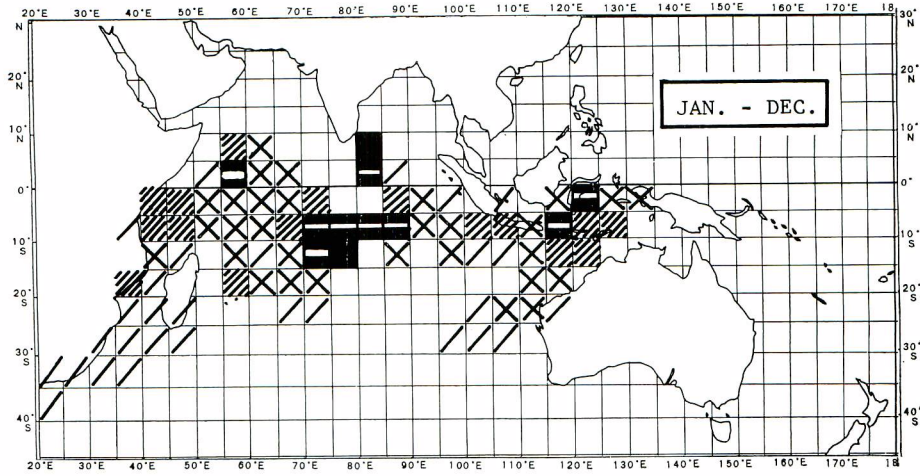


Fig. 3. Distribution of sexually active yellowfin tuna by 5° squares, under the following categories. Sexually active fish are designated here as those with G. I. values of 2.0 and greater. Percentage of sexually active fish :

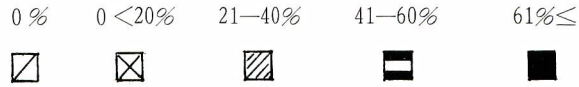


Fig. 3. a All year round.

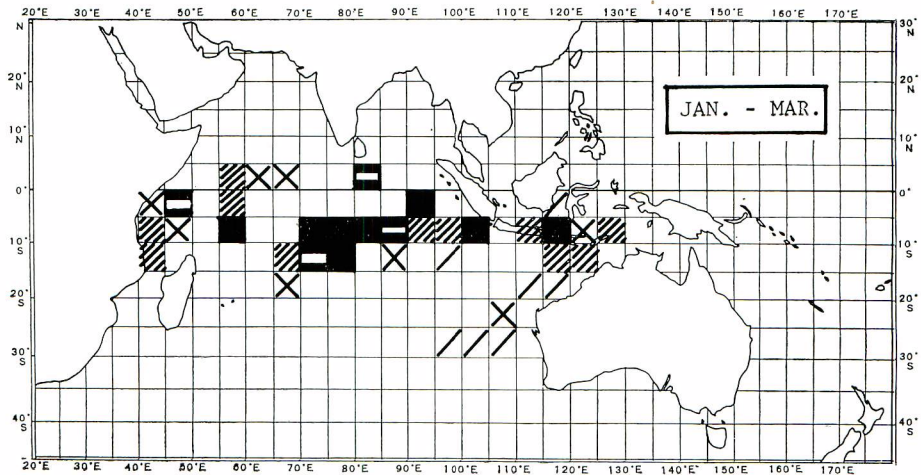


Fig. 3. b I-quarter (January-March)

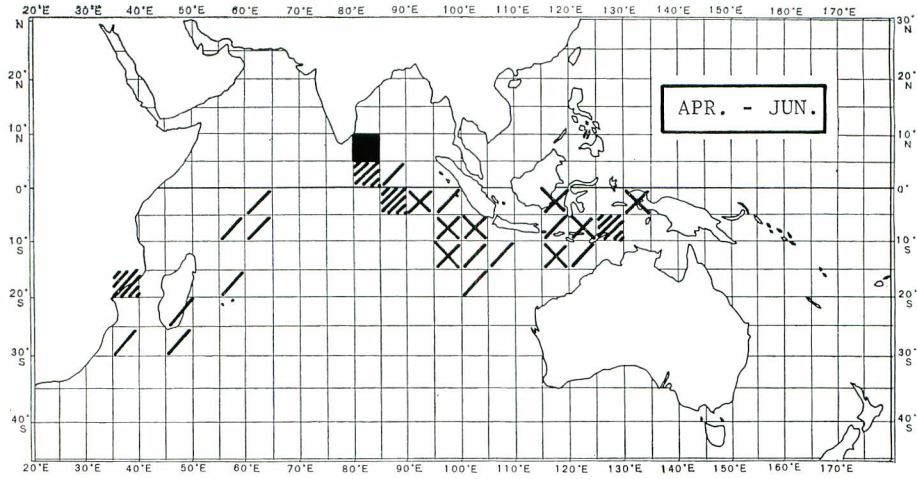


Fig. 3. c II-quarter (April-June)

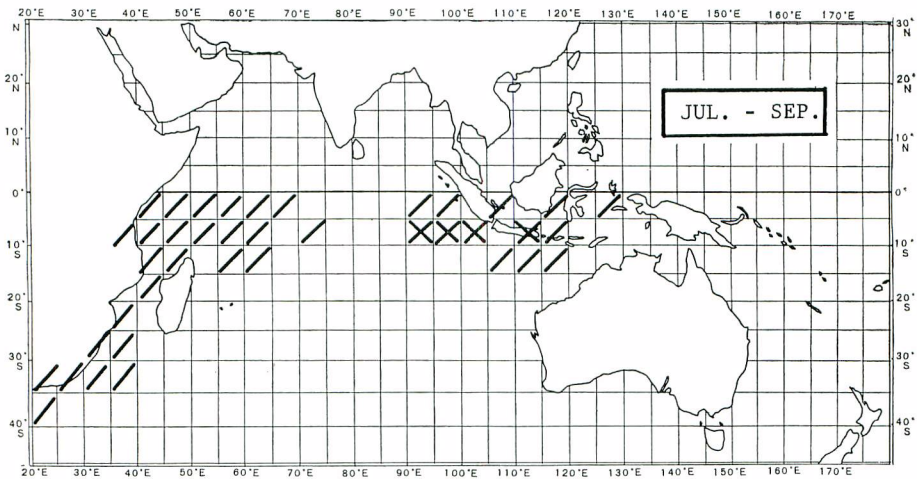


Fig. 3. d III-quarter (July-September)

II 四半期に入るとインド洋の全域にわたって魚群の群成熟度は急速に低くなるが、洋心部方面、バンダ海およびアフリカ沿岸にはやや群成熟度の高い海域が僅かに残っているのが認められる。

第III 四半期は海域全体にわたって群成熟度がもっとも低くなる時期である。こうして群成熟度には明らかな季節変化がある。全体として群成熟度が高くなる期間は第IV および第I 四半期、つまり10月～3月のほぼ半年間である。

5-2 魚体の大きさおよび季節による変化

第3表は、第1図に示した海区区分により、それぞれの海区について四半期別に各体長級ごとの群成熟度を示している。ただし、この表では G. I. の値が1.5または、それ以上の個体の全体に対する割合で群成熟度をあらわしている。ここで前節まで用いてきた群成熟度の基準値2.0を1.5に引き下げたのは、考察の対象とする魚群の成熟段階の範囲をより未熟な段階にまで広げ、産卵盛期のみならず周年にわたる魚群の Sexual

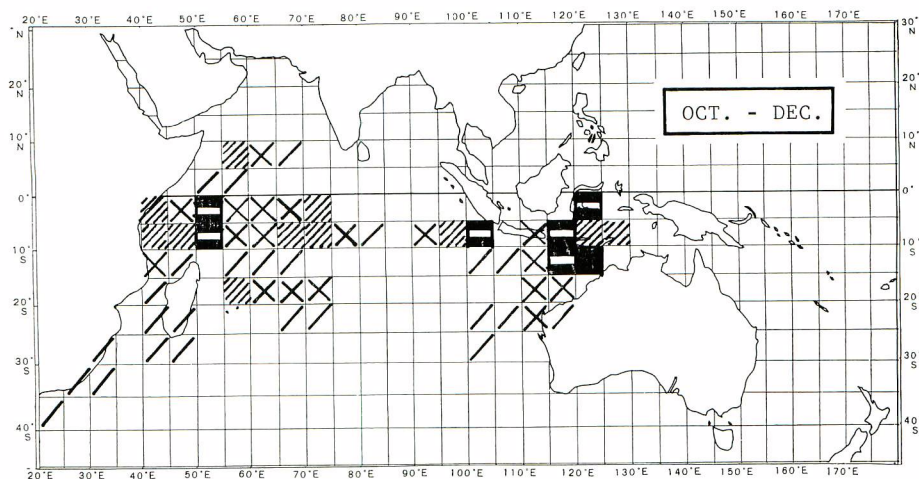


Fig. 3. e IV-quarter (October-December)

Table 3. Percentage group maturity of female yellowfin with G.I. 1.5 and greater by size categories.

N : Number of fish examined in each length category.

T : Total number of fish examined.

$$P : \frac{\text{Number of fish with G.I. 1.5 and greater}}{\text{Total number of fish examined}} \times 100$$

(Area 1)

Length class	Jan.~Mar.		Apr.~Jun.		Jul.~Sep.		Oct.~Dec.	
	n	%	n	%	n	%	n	%
79 cm	3	66.67	0	—	0	—	1	0
80~99 cm	14	28.45	36	0	67	1.49	137	29.92
100~119 cm	117	33.33	33	3.03	186	3.22	844	17.65
120~139 cm	283	49.82	20	20.00	132	11.36	896	42.29
140 cm	80	58.78	3	33.33	28	3.57	100	54.00
T	497		92		413		1978	
P		46.68		6.52		7.74		31.49

(Area 2)

Length class	Jan.~Mar.		Apr.~Jun.		Jul.~Sep.		Oct.~Dec.	
	n	%	n	%	n	%	n	%
79 cm	2	50.00	6	50.00	6	16.67	9	33.33
80~99 cm	13	23.07	103	4.85	15	6.67	22	18.18
100~119 cm	23	65.21	47	8.51	156	3.84	109	20.18
120~139 cm	69	72.46	94	6.38	114	16.66	106	49.05
140 cm	48	50.00	11	36.36	27	14.81	17	76.47
T	155		261		318		263	
P		60.00		7.66		9.74		35.74

(Area 3)

Length class	Jan.~Mar.		Apr.~Jun.		Jul.~Sep.		Oct.~Dec.	
	n	%	n	%	n	%	n	%
79 cm	0	—	0	—	1	0	2	0
80~99 cm	0	—	19	0	45	0	10	0
100~119 cm	5	40.00	83	1.20	283	0	33	15.15
120~139 cm	85	70.58	35	0	215	0.46	195	5.12
140 cm	65	73.84	20	0	48	0	153	15.68
T	155		157		592		393	
P		70.96		0.63		0.16		9.92

(Area 4)

Length class	Jan.~Mar.		Apr.~Jun.		Jul.~Sep.		Oct.~Dec.	
	n	%	n	%	n	%	n	%
79 cm	2	50.00	1	0	1	0	4	50.00
80~99 cm	63	41.26	42	14.28	1	0	3	33.33
100~119 cm	158	44.93	95	20.00	35	2.85	276	9.05
120~139 cm	225	46.22	106	7.54	22	0	221	42.08
140 cm	71	36.61	15	13.33	3	0	52	38.46
T	519		259		62		556	
P		43.93		13.51		1.61		25.35

(Area 5)

Length class	Jan.~Mar.		Apr.~Jun.		Jul.~Sep.		Oct.~Dec.	
	n	%	n	%	n	%	n	%
79 cm	0	—	0	—	0	—	0	—
80~99 cm	0	—	0	—	2	0	1	0
100~119 cm	0	—	0	—	0	—	0	—
120~139 cm	0	—	9	0	139	0	31	16.12
140 cm	8	37.50	2	0	29	0	11	18.18
T	8		11		170		43	
P		37.50		0		0		16.27

(Area 6)

Length class	Jan.~Mar.		Apr.~Jun.		Jul.~Sep.		Oct.~Dec.	
	n	%	n	%	n	%	n	%
79 cm	2	50.00	0	—	18	27.77	20	45.00
80~99 cm	17	11.76	4	75.00	1	0	87	33.33
100~119 cm	128	20.31	71	38.02	78	1.28	394	53.29
120~139 cm	49	40.81	131	62.59	88	6.81	330	71.51
140 cm	3	66.66	11	45.45	0	—	38	63.15
T	199		217		185		869	
P		25.62		53.91		6.48		56.70

activity の変化の詳細をみようとしたためである*。

第3表によると、100 cm 以下の小型群で群成熟度がかえって大きい傾向がある。これはすでに述べたように（第2図）見掛け上の傾向と思われるので、ここでは 100 cm 以上の体長級についての測定値のみを重視することにする。

100~119 cm 級；この体長級の群成熟度は 0~65% の間で変化している。

季節変化についてみると第I, 第IV, 四半期で高く, 第II, 第III四半期で低いが, 第Iと第IV四半期間とを比較すると, 第I四半期の方が群成熟度が高い。季節的なこの変化傾向は第1~第5海区に共通している。し

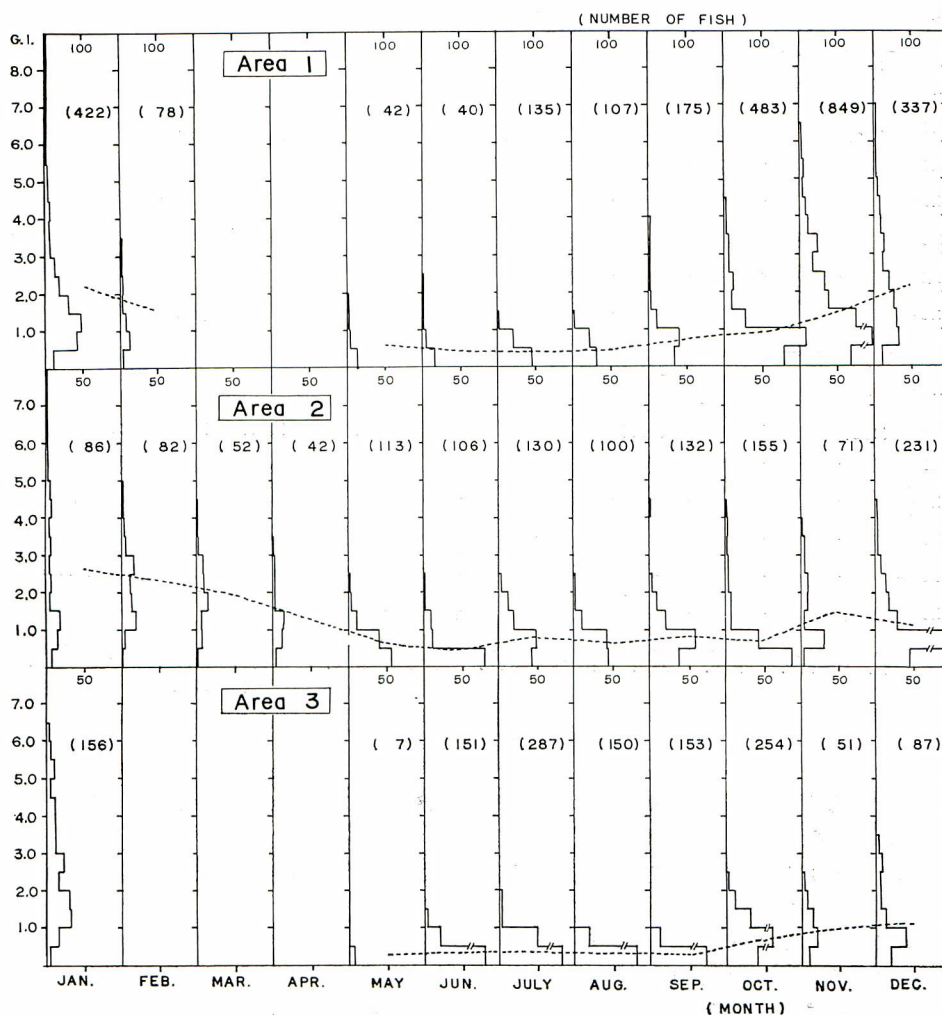


Fig. 4. Monthly changes in the frequency distribution of G.I. by areas. Dotted lines are connecting the monthly mean values of G.I. in each stratum.

* この結果, 第3表の群成熟度 (P) の季節, 海域別変化から予想されるところは第3図の状態とは細部では一致していない。

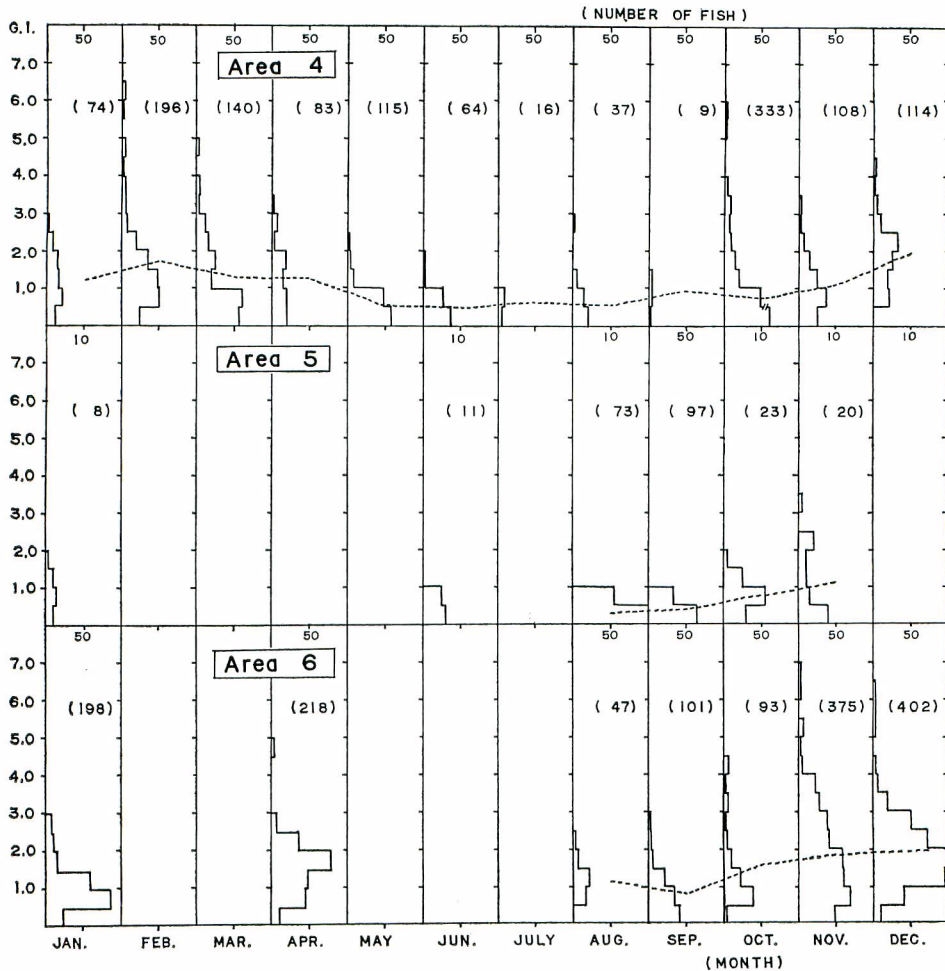


Fig. 4. Continued.

かし、豪印諸島海域に当る第6海区では第II四半期でも群成熟度が高い。また、この海区では第IV四半期で群成熟度がもっとも高い。

120~139 cm 級；群成熟度は0~72%の間で変化している。季節的および海域的な変化傾向は100~119 cm 級の場合と全く同様である。

140 cm 以上の体長級；群成熟度は0~76%の間で変化している。季節的および海域的な変化の型はこれより小さい魚群の場合ときわめてよく似ている。

以上のように、個々の海域毎にみると、Sexual activity の季節変化の型には魚体の大小による差はみとめられない。

第4図は G. I. の頻度分布を海域別、月別に示している。図中の点線は各月の平均値を結んだものである。各海域ごとに G. I. の平均値について季節変化の傾向を述べると次のようである。

海区1；平均 G. I. は5~9月にかけて1.0以下の低い水準にあるが、10月からやや高くなり、12月、1月に最大となる。G. I. は2月には再び低くなる。3月、4月の資料は得ていないが、前後の季節での傾向から判断すると、この期間の値は5月~9月の間の各月と同様に低いものと推定される。この海区では12月を中

心とした、前後1ヶ月ぐらゐの間がもっとも G. I. の平均値の高い時期である。

海区2；海区1とやや異なり平均 G. I. は5月から12月頃の間を通じて低い。G. I. の最大値は1月に現われ、以後4月までかなり高い。この海域でもっとも G. I. の平均値が高いのは2、3月を中心とした前後1ヶ月位の間である。すなわち、海区1より約2ヶ月おくらせて G. I. の値が高くなる。

海区3；この海区では2～4月の間調査資料を欠いているが、平均 G. I. の季節変化の傾向は前記の2つの海区のそれと大差ないようである。そのいづれの海区に近いかは図からは判断し難い。しかし、この海区でもっとも G. I. の平均値が高い時期は1月またはそれ以後長くとも4月までの間である。

海区4；季節変化の傾向は海区2の場合と似ている。やや異なる点は平均 G. I. が10月頃から高くなることである。ただし、G. I. の最大値そのものは海区1や2の場合と較べて低い。その理由はこの海区からの資料として、かなりの高緯度(40°S まで)水域からのものが含まれているためと思われる。この海区でもっとも G. I. の平均値が高くなるのは12月～4月の間と推定される。

海区5；マダガスカル島西方 10°S～30°S のアフリカ東岸沖に分布するキハダを対象として設定した海区である。図はこのような高緯度海区の魚群の平均 G. I. にも季節的な高まりがあることを示唆している。その季節変化の傾向は海区3でのそれに似ているように思われる。

海区6；資料の欠けた月が多いが、平均 G. I. の季節変化は海区2または海区4の傾向に似ているようである。とくに、平均値が11月頃から高くなっている点については海区4での傾向に近いものが感じられる。2月、3月の資料を欠くので決定的にはいえないが、もっとも G. I. の平均値が高くなるのは11月頃から4月頃までにわたると推定される。

以上を要約してみると、平均 G. I. の季節変化には全海区に共通する一つの特長があり、それは5月～9月の間では常に平均値が低いということである。10°S 以南の東部インド洋(海区4)とそれに接続する豪印諸島海域(海区6)とでは、11月又は12月から翌年4月頃までの約半年間にわたって G. I. の平均値が高くなると推定され、年間でのその変化傾向もこの2海区の間ではわりあい良く一致しているようである。他方、これ以外の水域(海区1, 2, 3 および5)では G. I. 平均値が高い期間はいく分短かいようで、12月または1月をふくむ3～4ヶ月の間とみられないこともない。しかし、このことについては資料の欠けている時期が多いので今後検討の余地がある。

6. 漁場の表面水温と漁獲魚の G. I. との関係

ここでは魚群の Sexual activity と気象、海況との関係を理解するの一助として魚群の G. I. と漁場表面水温との関係を考察する。第5図に海域別、四半期別および 1°C 単位の漁獲水温別にまとめた魚群の G. I. 分布を示す。

この図によると、各海域で平均 G. I. がもっとも大きくなる第IVあるいは第I四半期(10～3月)では、G. I. の高い個体の出現割合は、水温 26°C または 27°C 以上の水域で高くなり、このような水域で Sexual activity が高くなることが推察される。ところが同じ水温領域でも、第II, III四半期では魚群の平均 G. I. は低い。このことは魚群の G. I. は季節が変れば水温とは無関係に変わることをあらわしているようにみえる。つまり、この結果から Sexual activity の変化は必ずしも魚群の分布する場所の水温変化に一方向的に従属するものとは云えないことがわかる。この問題は将来総合的な海洋条件や生物固有の生態的周期変動と関連させつつ考察される必要がある。

上記のように魚群の Sexual activity の高まりが観察される海域の表面水温は 26°C 以上である。ところで、これまでの研究報告を総合すると、キハダの仔稚魚が採集されている場所の表面水温の範囲は 26°C 以上であり(RICHARDS, 1969, 上柳 1969) G. I. から推定した Sexual activity が高まる水温域と仔稚魚が出現する水温域とはよく一致している。仔稚魚の出現点付近では実際に産卵が行われている筈であるから 26°C 以上の海域で漁獲された魚群の卵巣を通して推定した Sexual activity の高まりは、その海域での魚群の産卵を示唆していると考えられる。

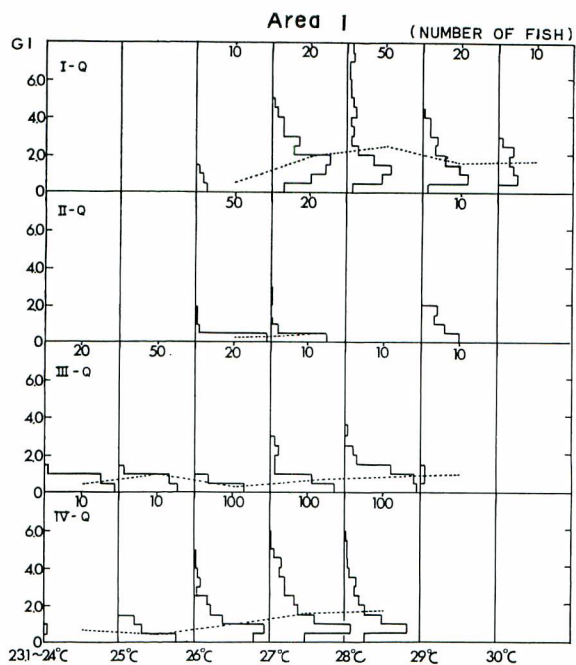


Fig. 5. Frequency distribution of G.I. by area, quarter of the year and surface temperature. Dotted lines are connecting the mean G.I. values in each stratum. The scale in frequency of the number of fish examined in each stratum is shown at the above line in each panel.

Fig. 5. a Area 1.

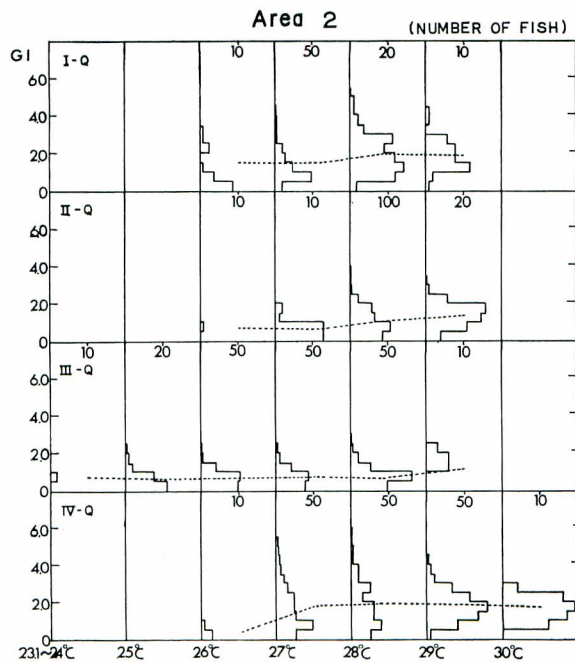


Fig. 5. b Area 2.

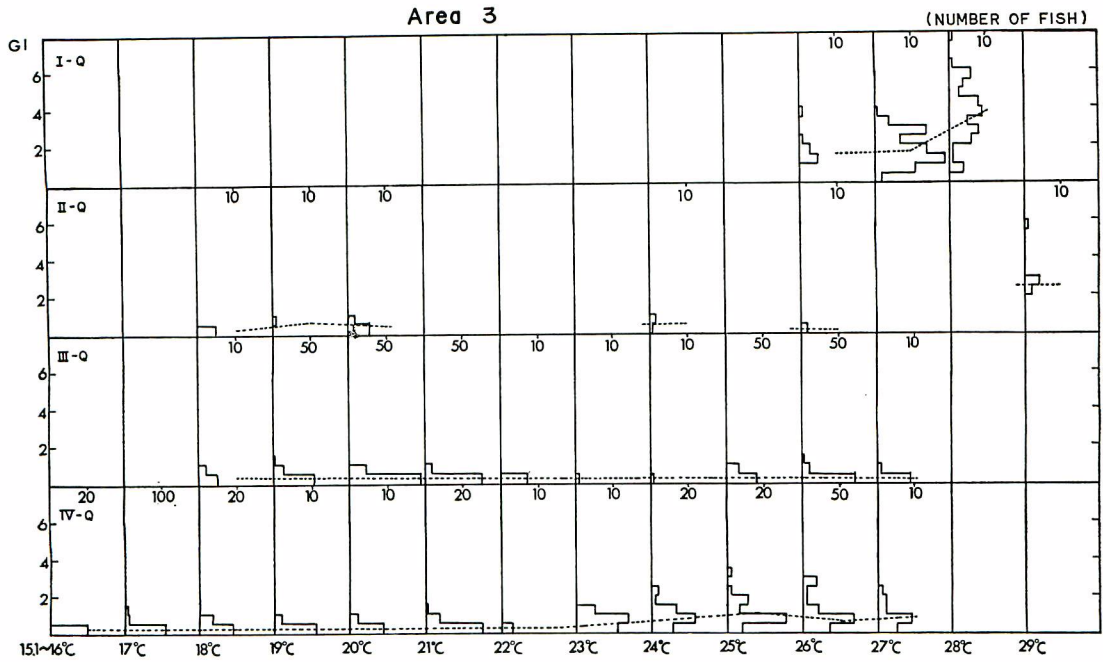


Fig. 5. c Area 3.

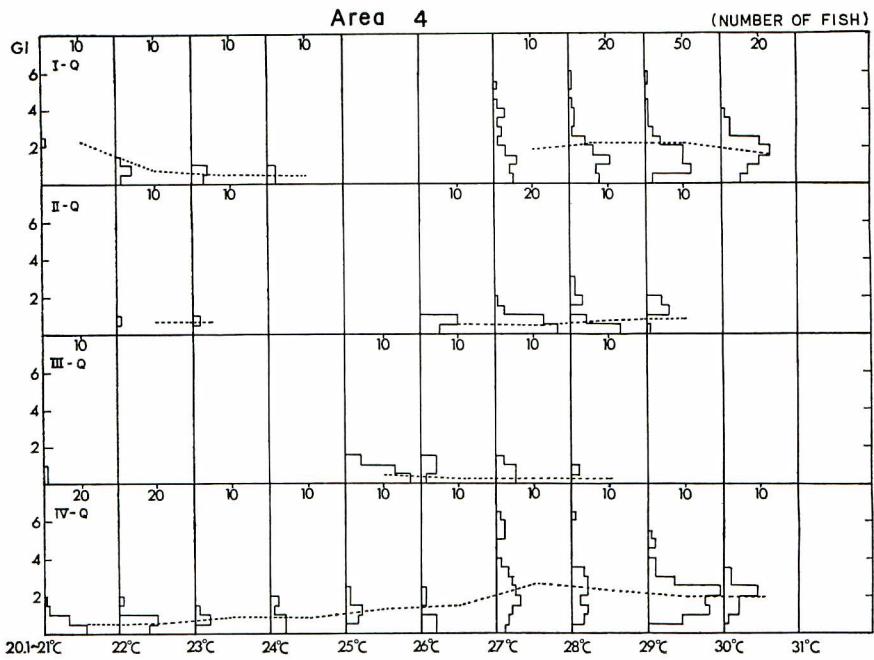


Fig. 5. d Area 4.

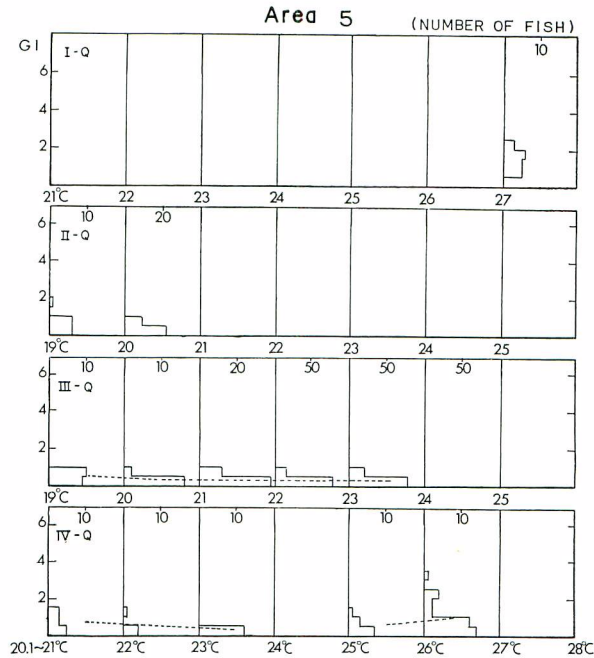


Fig. 5. e Area 5.

7. 論 議

この研究ではインド洋の各海域で漁獲されたキハダについて、1) 観察された成熟段階をもとに初成熟時の魚体の大きさと 2) G. I. をもとにした魚群の Sexual activity の季節変化について考察を行った。

初成熟体長には2通りの定義がある。

それは、生物学的な最小成体 (Biological minimum) と、魚群の大部分が成熟に到達する最小の体長級との二つである。

資源研究にとっては後者がより重要であり、この研究では 120~139 cm 級がそのような最小の体長級であるということが指摘できた。つまり、体長 120 cm が成熟の一応の目安となる。

G. I. については、まず、この指数が実際の魚群の Sexual activity を判断する手掛りとしてどこまで有効なのかという点をまず考察した。その結果、1) 小型のもの、とくに、100 cm 以下の小型の未成熟群に G. I. を適用すると、見掛上 Sexual activity を過大にみることになる危険性があること 2) 個体による G. I. の値の変動が非常に大きいことが指摘された。しかし、これらの事柄は G. I. にもとづいて魚群全体の Sexual activity の変化を考察するときの大きな妨げにはならないと考えられる。G. I. を通して推察された主産卵期はインド洋の東寄りの海域では西寄りの海域より 1~2 ヶ月程度長くなっていることも考えられる。インド洋全体としてみれば産卵期は12月~2月を中心とした数ヶ月間のものであり、5~9月にかけての間では Sexual activity は非常に低いらしいことが推定された。言い換えると Sexual activity は北東風季で高く 南西風季で低くなる。これは、北半球の夏期には北半球で、また、南半球の夏期には南半球で Sexual activity が高くなり、全体としてみると周年どこかで、Spawning activity が高くなる太平洋や大西洋の場合とは異なった点である (木川 1959; 1966, 森, 1970; 本間, 久田 1971)。このような産卵習性上の特性が、資源変動にどのような影響を及ぼすか関心のもたれることであり、現に、インド洋では年級群変動によると思われる著しい漁獲変動のあることに注目したい (本間, 鈴木, 1972)。

漁獲された魚群の G. I. の値から間接的にその海域に分布する魚群の Sexual activity が推測できる可

能性についてもこの研究では一つの根拠がえられている。それは、大部分の仔稚魚が出現するときの表面水温と、魚群の G. I. の値が大きくなり始めるときの表面水温とが共に 26°C 以上でよく一致していることである。このことは漁獲物の G. I. を通して推定される Sexual activity が同海域に分布する魚群の Spawning activity とほぼ対応していることを示唆している。

文 献

- 遠洋水産研究所 1969 : 地方公庁船によるマグロ資源調査要領, マグロ漁業研究協議会配布資料, パンフレット : 1—39.
- GORBUNOVA, N. N., 1965 : The distribution of scombroid larvae (Pisces Scombroidei) in the eastern part of the Indian Ocean. Trudy Instituta Okeanologii, 80 : 32—35. Translated by U. S. Joint Publication Research Service for Bureau of Commercial Fisheries (1966).
- HENNEMUTH, R. C., 1961 : Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean, for the years 1954—1958., Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., 5 (1) : 1—112.
- 本間 操・久田幸一, 1971 : 大西洋におけるキハダ個体群の構造, 遠洋水研報, (4) : 93—124.
- 本間 操・鈴木治郎, 1972 : インド洋ではえなわ漁業の対象となったキハダの資源評価, 1959—1969年, 遠洋水研報, (7) : 1—26.
- JONES, S., 1959 : Notes on eggs, larvae and juveniles of fishes from Indian waters, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus) and *Neothunnus macropterus* (Temminck and Schlegel). Indian Jour. Fish., 6 (2) : 360—373.
- JONES, S. and M. KUMARAN., 1962 : Eggs, larvae and juveniles of Indian scombroid fishes. Proceedings of the symposium on the scombroid fishes, Part I. Mar. Biol. Asso. India, Mandapan Camp, S. India : 343—378.
- 木川昭二, 1959 : キハダの産卵期とその海域的差異について, 南海水研報, (11) : 59—76.
- , 1966 : 太平洋のマグロ延縄漁場におけるメバチ及びキハダ成熟魚の分布と海域別産卵可能量の考察, 南海水研報, (23) : 131—208.
- KIKAWA, S. and M. G. FERRARO, 1966 : Maturation and spawning of tunas in the Indian Ocean. Proc. Indo-Pacific Fish. Coun., 12 (II) : 65—78.
- KIKAWA, S., T. KOTO, C. SHINGU and Y. NISHIKAWA., 1970 : The status of tuna fisheries of the Indian Ocean as of 1968. Far Seas Fish. Res. Lab., S-Series (2) : 1—28.
- 森慶一郎, 1970 : 日本近海太平洋側におけるマグロ類とくにキハダ (*Thunnus albacares*) の産卵についての一考察, 遠洋水研報, (3) : 215—228.
- 中村広司, 1939 : キハダとイトシビの異同に関する一考察, 台湾水産雑誌, (288).
- RICHARDS, W. J., 1969 : Distribution and relative apparent abundance of larval tunas collected in the tropical Atlantic during Equalant Survey. Proceedings of the Symposium on the Oceanography and Fisheries Resources of the Tropical Atlantic—Review Papers and Contributions. UNESCO, Paris, 289—315.
- SUDA, A., 1971 : Tuna fisheries and their resources in the LPFC area. Far Seas Fish. Res. Lab., S-Series (5) : 1—58.
- 上柳昭治, 1969 : インド太平洋におけるマグロ類仔稚魚の分布—ビンナガ産卵域の推定を中心とした検討, 遠洋水研報 (2) : 177—256.
- YABE, H. and S. UEYANAGI., 1962 : Contribution to the study of the early life history of tunas. Occasional Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., (1) : 57—72.

YUEN, H. S. H., F. C. JUNE., 1957 : Yellowfin tuna spawning in the central equatorial Pacific.
U. S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull., (112) : 251—264.