

ブリの鰓構造，とくに二次鰓弁 に関する計測学的知見*

小林 博・杉山 昭博**

Some Aspects on the Dimensions of the Yellowtail Gill, Especially on Measurements of the Secondary Lamellae by

Hiroshi KOBAYASHI and Akihiro SUGIYAMA

Various measurements were made on gill structure of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. Average length of gill fillaments increased between inner hemibranch of the first gill arch and outer hemibranch of the fourth gill arch. The secondary lamellae were large in the fillaments from middle part of each gill arch, whereas they decreased in number. About one fillament, however, no change was found in number of the secondary lamellae between proximal part and distal. Area of the secondary lamellae was calculated in the different part of fillaments of each gill arch. The results showed that large area was found in the fillaments from middle part of each gill arch, and total gill area of one individual was about 2100 cm² and gill area per gram of body weight was about 310 mm². Therefore, gill area of the yellowtail is considered to be moderate value between those of active swimming fish and sluggish one.

1. ま え が き

魚類における鰓の構造的特性と生理生態との関係については、すでに多くの報告がある。たとえば、GRAY¹⁾は31種の海産硬骨魚類の鰓表面積と体表面積および体重との関係を研究し、鰓構造の生態的特性を明らかにした。HUGHES²⁾は魚類の鰓について種々の計測をなし、この構造的特性が呼吸媒質である水と血液との間のガス交換に際して、どのような生理的意味をもつかを詳しく論じた。MUIR^{5,6)}はカツオ、マグロ属の鰓に見い出される特異的形態を明らかにし、これとカツオ、マグロ属の生態との関連についてのべた。さらに、鈴木⁷⁾は32種の淡水硬骨魚類の鰓について、種々の解剖学的計測をなし、鰓表面積を算出し、淡水魚の生態との関連を論じた。

本研究は、わが国で主要な養殖魚種であるブリの呼吸生理を研究する過程で、呼吸水の流通と血液への酸素の拡散に関する基礎資料を収集するために、鰓の構造とくに鰓弁（二次鰓弁を含む）の数、大きさの計

* 水産大学校研究業績 第866号，1980年2月23日受理。

Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 866. Received Feb. 23, 1980.

** 杉山昭博 (Akihiro Sugiyama) : 高知大学農学部 (Faculty of Agriculture, Kochi University).

本報告の内容の一部は昭和52年度日本水産学会中・四国支部大会 (於広島) で口述発表した。

測を行なったものである。今回、鰓表面積を算出し、鰓弁列の部位による計測値の相違を明らかにしたので、これらの結果について報告する。

2. 材料と方法

供試魚は養殖中のブリ, *Seriola quinqueradiata* で、実験には5個体を用い、その大きさを、第1表に示した。断頭による死直後の魚体から、両側の鰓を傷つけないように十分注意して取り出し、魚体番号No1からNo3までの個体の鰓はブアン液で、No4とNo5のものは8%リンガーホルマリン液で固定した。鰓弁長、鰓弁数等に関する計測には固定したものを用いた。なお、前以って固定による収縮率を40本の鰓弁長について求めたところ、ブアン液の場合は5.4%、リンガーホルマリン液の場合は7.7%であった。したがって、これらの収縮率を用いて各計測値を生鮮時の値に換算した。これらの計測は主として万能投影器(×10)と双眼実体顕微鏡によって行なった。

二次鰓弁の計測には魚体番号No3の左側鰓を用い、第1鰓弓から第4鰓弓までを注意して切り離した。そして第1図に示したように、各々の鰓弁列を背側部位、中間部位、腹側部位の3ヵ所に区分し、それぞれの部位のほぼ中央から二次鰓弁の底辺および高さの計測用組織片と、密度計測用の組織片の2個を切り出した。これら組織片はいずれも内側および外側鰓弁列とも、それぞれ5本の鰓弁をもつようにして、常法によりパラフィン包埋ブロックとした。したがって、二次鰓弁の計測のために作製した標本試料数は左側の鰓全体で24個であった。これより鰓弁の長軸に直角(二次鰓弁の形態計測用)、および平行(密度の計測用)の方向に切断して、顕微鏡組織切片標本を作製した。その切片の厚さは二次鰓弁の大きさ計測用のものは $20\mu\text{m}$ で、密度計測用のものは $10\mu\text{m}$ であった。切片にはデラフィールド、ヘマトキシリン・エオジンの2重染色を施した。

なお、計測方法の詳細については各実験項目のところでのべる。

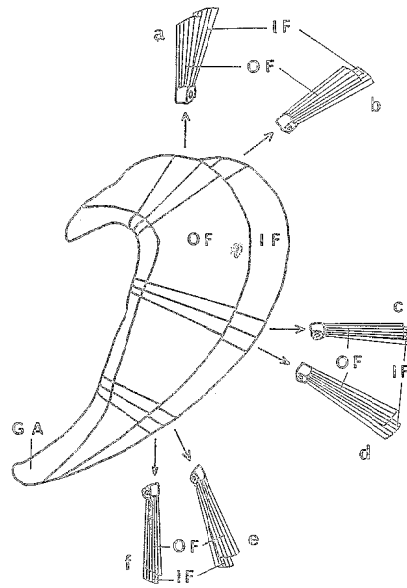


Fig. 1. Sampling part from gill filaments, for histological section and measurements. GA, gill arch; OF, outer filaments; IF, inner filaments. a and b, c and d, e and f, sampling from dorsal part, middle part and ventral part of filaments, respectively.

3. 実験結果ならびに考察

3.1 鰓弁数

計測は1本の鰓弓から鰓隔膜をはさんで、両側に出る鰓弁列、すなわち外側および内側鰓弁列について、第1鰓弓から第4鰓弓までのものをそれぞれ数え、その合計値を2倍して1個体の総鰓弁数とした。

供試魚5個体について、各鰓弓の鰓弁数を計数した値を第1表に示した。これによると魚体の大きいもの

ほど鰓弁数が多くなる傾向がみられるが、このことは成長に伴って鰓弁が新しく発生することを推察させる。また、同一個体の各鰓弓から出ている鰓弁数については、咽喉に最も近い第4鰓弓の、しかも内側鰓弁列の鰓弁数が最も少ないことが確認された。

Table 1. Measurements of number and length of gill fillaments in the yellowtail, *Seriola quinqueradiata*.

No.	Body weight (g)	Fork length (mm)	Number of fillaments			Total no. of fillaments	Average length of fillaments (mm)		Total length of fillaments in one side (mm)		Total length of fillaments in entire gill (mm)
			gill arch	O F	I F		O F	I F	O F	I F	
1	783	371	1st. G	236	236	3574	10.0	10.5	2360	2478	36160
			2nd. G	227	227		10.6	10.5	2406	2384	
			3rd. G	230	230		10.7	9.9	2461	2277	
			4th. G	207	194		9.6	8.9	1987	1727	
2	700	380	1st. G	212	221	3412	11.30	11.30	2396	2497	38676
			2nd. G	226	219		11.44	11.81	2585	2586	
			3rd. G	240	206		11.19	11.68	2636	2406	
			4th G	192	190		11.42	10.47	2193	1989	
3	645	365	1st. G	217	222	3456	9.70	10.13	2105	2249	32728
			2nd. G	230	214		9.96	9.90	2291	2119	
			3rd. G	237	215		9.24	9.18	2190	1974	
			4th G	206	187		9.18	8.26	1891	1545	
4	635	355	1st. G	211	212	3258	11.29	11.64	2382	2468	36574
			2nd. G	204	204		11.98	12.12	2444	2472	
			3rd. G	210	194		11.34	11.10	2381	2153	
			4th G	203	191		11.12	9.06	2257	1730	
5	655	356	1st. G	213	213	3378	10.75	11.40	2290	2428	35252
			2nd. G	230	207		10.48	11.00	2410	2277	
			3rd. G	223	208		10.74	10.02	2395	2084	
			4th. G	205	190		9.82	9.10	2013	1729	

Notes : OF, an outer gill fillaments ; IF, an inner those.

3.2 鰓 弁 長

実験個体No.3は右側の、他はすべて左側の鰓について計測を行なった。万能投影器により、各鰓弁の長さを5本おきに計測し、その平均値を求めた。この際、鰓弁の基部が不鮮明であったが、鰓弁の各基底から先端までを鰓弁長として測定した。

第1表に示した実験結果から、鰓弁長は一般に第2、第3鰓弓のものが長く、第1、第4鰓弓のものが短い傾向がみられる。さらに、第4鰓弓の鰓弁は、第1鰓弓のものより短かく、しかも第4鰓弓の内側鰓弁列のものが最も短いことが判明した。次に、鰓弁長の平均値 (f) と総鰓弁数 (N) との積を総鰓弁長 (fN)

と称し、各鰓弁列毎に求めた総鰓弁長の比較を第2図に示した。供試魚5個体ともに、第3鰓弓の内側鰓弁列から第4鰓弓の内側鰓弁列にかけてその値は小さく、第1鰓弓の内側鰓弁列から第3鰓弓の外側鰓弁列にかけて鰓弁がよく発達していることがわかる。このことはまた、一例として選んだ個体の左側の鰓について、各鰓弓、各鰓弁列における鰓弁長の比較を画いたモデル(第3図)から、第3鰓弓の鰓弁が他に較べてよく発達していることが、明瞭に理解される。

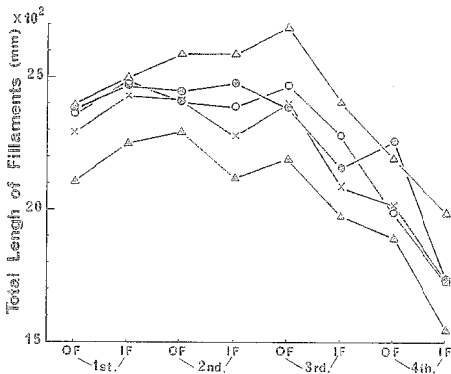


Fig. 2. Comparison of total length of gill filaments for each gill arch. Abscissa represents each outer (OF) and inner (IF) filaments from the first gill arch (1st.) to the fourth gill arch (4th.)

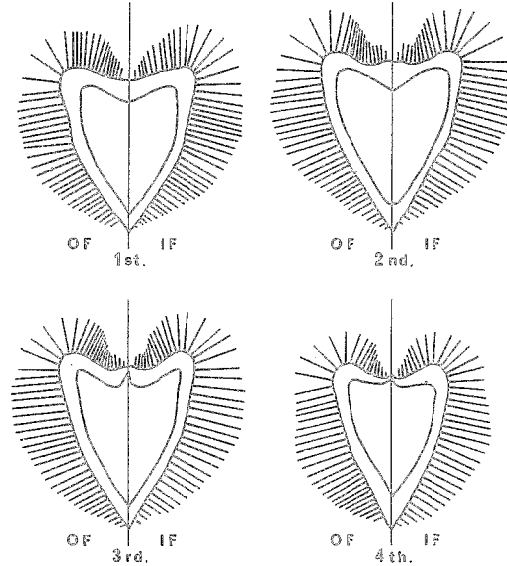


Fig. 3. Variations in number and length of gill filament on both sides of each gill arch (1st. to 4th.). Schemata show longitudinal section of each gill arch, and outer filaments (OF) is drawn in left and inner (IF), in right. Filaments represent every five ones.

3.3 二次鰓弁の大きさ

二次鰓弁は鰓面積を増大させるために鰓弁上に隆起した小突起で、鰓薄板、鰓弁片、あるいは呼吸細褶壁とも呼ばれる。血液と水との間で呼吸ガスの交換が行なわれるところで、生理学上極めて重要な所である。この二次鰓弁の形態を顕微鏡観察より三角形の薄板とみなし、その底辺と高さを、また鰓弁上における二次鰓弁の密度を測定した。

二次鰓弁の底辺の長さの計測は、各鰓弓、各鰓弁列の各部位(第1図)の切片から2本の鰓弁を選び、各鰓弁上の約150枚の二次鰓弁について行なった。その結果を第4図に一括して示した、この結果によると、二次鰓弁の底辺の長さは、どの鰓弓の鰓弁とも、鰓弁列の中央部位のものにおいて長く、背側、腹側両部位のものはそれに較べて短い。また、第1鰓弓内側鰓弁列と第4鰓弓外側鰓弁列では、それぞれ同じ鰓弓の反対側鰓弁列のものに較べて、2次鰓弁底辺の長さが大きくなる傾向が認められる。このことは第1鰓弓の外側鰓弁列と鰓蓋との間、および第4鰓弓の内側鰓弁列と咽喉との間における呼吸水の流れと何か関連があるのかも知れない。また、第4図にみられるように、第4鰓弓の内側鰓弁列の中間部位の値が、他のものに較べてやや長過ぎる結果となっているが、これは、この時の測定切片にみられる二次鰓弁の高さが異常に低くなっていることから(第5図)、セクションの方向が斜めになった実験上の操作ミスによるものと考えられる。し

かし、全般的に、二次鰓弁の底辺の長さは各鰓弁列の中間部位の鰓弁でよく発達していることが認められる。

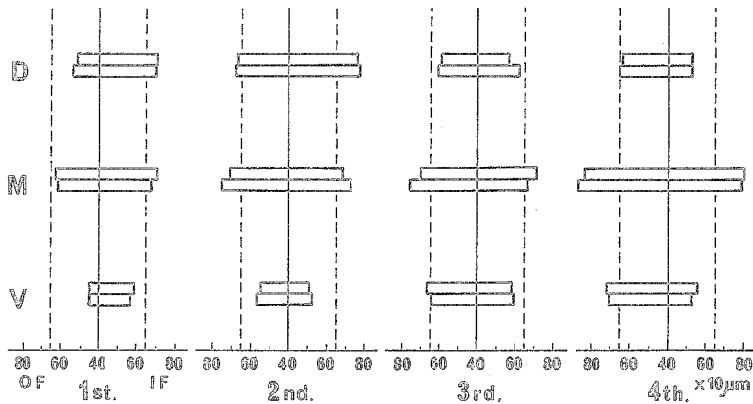


Fig. 4. Comparison of average base length of the secondary lamellae in different parts of the yellowtail gill. Measurements were made on two fillaments. Left side from center line in each schema represents the results of outer fillaments (OF) and right side, inner fillaments (IF). D, dorsal part of fillaments; M, middle part; V, ventral part. Broken line shows average value for all the secondary lamellae.

次に、前述の実験と同様の各部位における二次鰓弁の高さを、2本の鰓弁の背側および腹側のものについて、それぞれ100~200枚宛計測した。これらの計測値を整理して、平均の値を第5図にまとめて示した。二次鰓弁の高さは、鰓弁の基部と先端では低い傾向にあるが、第5図の結果では中間部位の鰓弁において鰓弁の背腹側ともに、高くなり、二次鰓弁がよく発達していることを示している。なお、第4鰓弓の内側鰓弁列のものは全体的にみて低い傾向にある。

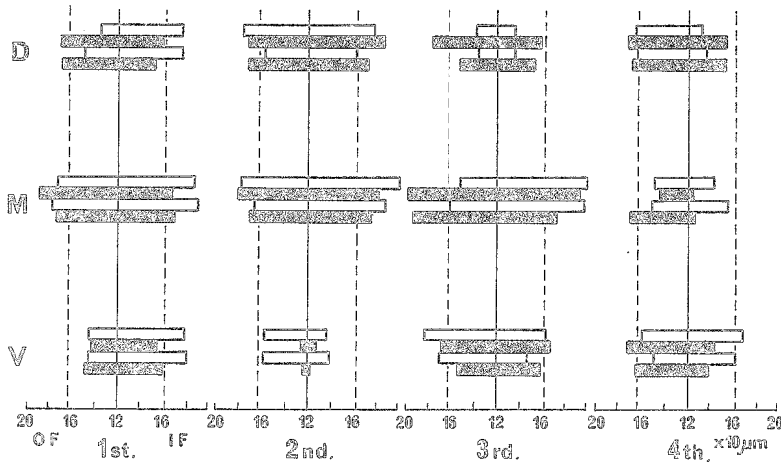


Fig. 5. Comparison of average height of the secondary lamellae in different parts of the gill. Abscissa represents height. Measurements were made on two fillaments. White stick shows the secondary lamellae on dorsal side of the fillament; black stick, that of ventral side. Other legends are same as in Fig. 4.

3.4 二次鰓弁の密度

各鰓弓における背側、中間、腹側の各部位の鰓弁の組織切片標本から(第1図)、2本の鰓弁を選び、各鰓弁の背側および腹側のそれぞれの二次鰓弁について、単位の長さ当りの枚数を計測し、1mm当りの枚数に換算して密度とした。各鰓弁の種々の個所について、各々50回以上にわたって計測して、その平均値を求めた結果を第6図に要約して示した。この結果によると、各鰓弓とも鰓弁列の中間部位のものにおいて二次鰓弁の密度が低く、背側、腹側部位など鰓の周縁部では高くなる傾向がみられる。とくに第1鰓弓の外側鰓弁列、第4鰓弓内側鰓弁列では、これが顕著にみられた。密度のこのような傾向は、HUGHES²⁾がのべているように、二次鰓弁の密度の増加は鰓の水に対する抵抗性を増すことに関係している。すなわち、ブリでは、鰓を通過する水流の速度が早いために、通過水量の多い鰓弓中央付近の鰓弁においては、二次鰓弁の密度を低くして鰓による抵抗を減少させ、すみやかに呼吸水を通わせて、薄い二次鰓弁を保護するであろう。また、鰓中央付近の鰓弁では、二次鰓弁の底辺の長さが高さが大きく、また鰓弁が長いために、一本の鰓弁上にある二次鰓弁の総面積が他の部位のものに較べて著しく大きくなるので、たとえ呼吸水の通過速度が早くても、呼吸のために鰓を通過する水から十分な酸素拡散時間を保つことができるものと考えられる。一方、二次鰓弁の底辺の長さが大きくなることは、換言すれば鰓弁の幅が大きくなることを意味し、それだけ流水に対する強度も増大するものと考えられる。さらに前述の鰓弁列中間部位の鰓弁における二次鰓弁の密度の小さいことと合わせて、二次鰓弁は流水の通過に過度の抵抗とはならず、むしろ水圧の高い流水に十分に耐えうるなど、ブリの呼吸水の流れの性質に見合った構造的特性を示しているものと考えられる。また、鰓の外周部で二次鰓弁の密度が高いことは、外周部における流水の抵抗性が中間部位に較べて高いことを示すから、呼吸水はその鰓における通過抵抗の分布に従って流量を変化させる。つまり、鰓における換水量は全体的に均等ではなく、中間部位を中心として周囲に徐々に減少するものと思われる。鰓はこのようにして、全体が効果的な一つの酸素摂取機構をもっているものであろう。なお、外周部の二次鰓弁の密度が高く、また個々の二次鰓弁の高さが中間部位のものにくらべて低いことは、鈴木⁷⁾がのべているように外周部の鰓弁の分化が中間部位のものにくらべて遅れているのかも知れない。

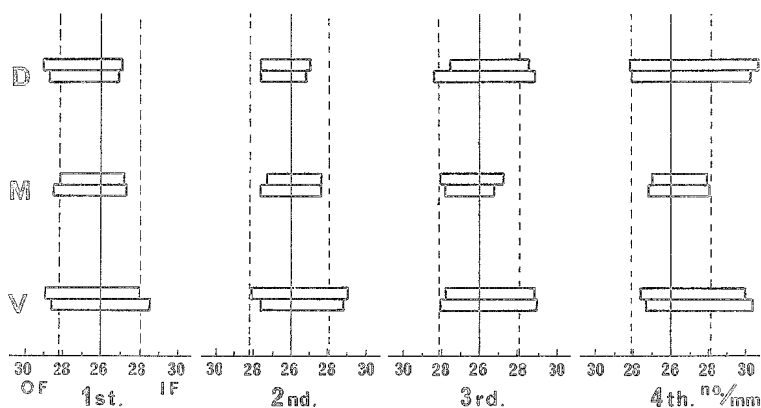


Fig. 6. Comparison of the density of the secondary lamellae in different parts of the gill. Abscissa represents number of the secondary lamellae per mm of the filament as the density. Other legends are same as in Figs. 4 and 5.

次に、鰓弁一本について、その基部から先端までの二次鰓弁の密度変化を、鰓の種々の場所について調べた。その結果を第7図に示した。鰓弁列の背側部位では、いづれの鰓弓のものでも、鰓弁の先端付近では密度が高くなる傾向が一般にみられたが、その他の部位ではこのような傾向は明瞭に認められなかった。

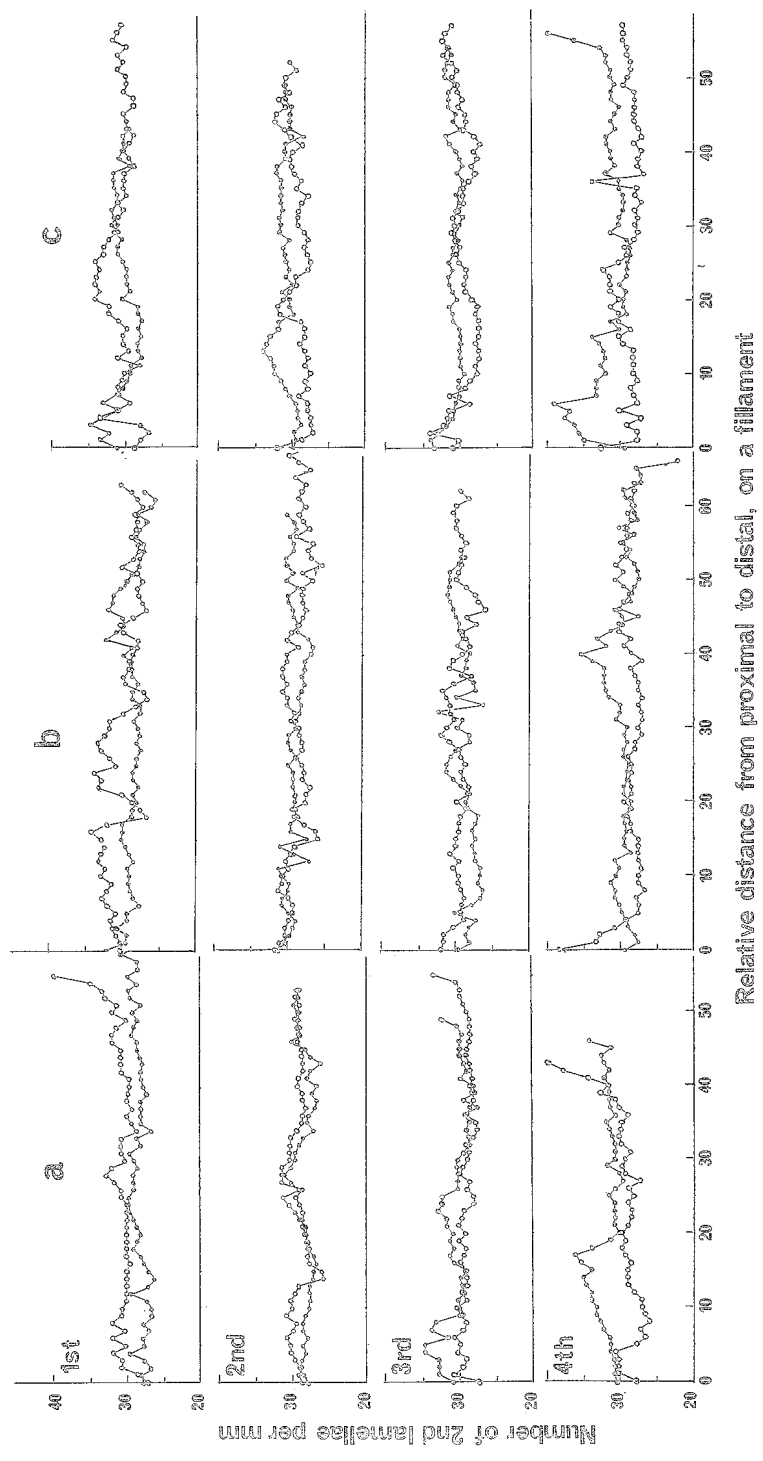


Fig. 7. Change in the density of the secondary lamellae which exists from proximal part to distal part of one filament. Abscissa represents relative distance from proximal portion of the filament. The column of a shows the results about a filament in dorsal part of the gill ; b, that of middle part ; c, that of ventral part. Open circles show the density in outer filaments ; filled circles, that in inner filaments. Other legends are same as in Fig. 6.

3.5 二次鰓弁の表面積

1枚の二次鰓弁を近似的に三角形と見なして、その表裏の表面積を底辺の長さ (l) と高さ (b) の積とした。前述のように、二次鰓弁の底辺の長さ、高さ、および鰓弁上の密度が鰓の各部位によって相違するために、二次鰓弁表面積の算出はそれら各部位の値を、第1鰓弓から第4鰓弓の鰓弁にいたるまで、それぞれ外側鰓弁列、内側鰓弁列の別に平均値で求め、次式により各鰓弓の鰓弁がもつ表面積 (S_n) を求めた。

$$S_{n(i+o)} = l_{ni}b_{ni} \times 2f_{ni} \cdot N_{ni}d_{ni} + l_{no}b_{no} \times 2f_{no} \cdot N_{no}d_{no}$$

Table 2. Area measurements of the secondary lamellae in the various parts of gill fillaments in the yellowtail, *Seriola quinqueradiata*.

			Average length of fillaments (mm)	Average length of 2nd. lamella base (mm)	Average height of 2nd. lamella (mm)		Density (number of 2nd. lamellae per mm)	Area of one 2nd. lamella ($\times 10^{-2}$, mm ²)		Area of 2nd. lamellae per one filament (mm ²)	
					d. s.	v. s.		d. s.	v. s.	d. s.	v. s.
1st. G	D	O F	8.87	0.520	0.142	0.170	28.9	7.4	8.8	18.9	22.7
		I F	7.99	0.718	0.178	0.158	27.1	12.8	11.3	27.7	24.6
	M	O F	13.92	0.618	0.174	0.180	28.3	10.8	11.1	42.4	43.8
		I F	15.92	0.698	0.190	0.170	27.4	13.3	11.9	57.9	51.8
	V	O F	6.69	0.448	0.145	0.145	28.8	6.5	6.5	12.5	12.5
		I F	8.10	0.589	0.181	0.142	28.4	10.7	8.4	24.5	19.2
2nd. G	D	O F	6.56	0.671	0.167	0.172	27.6	11.2	11.5	20.3	20.9
		I F	6.67	0.777	0.172	0.181	27.0	13.4	14.1	24.1	25.3
	M	O F	16.16	0.729	0.172	0.176	27.5	12.5	12.8	55.7	57.0
		I F	15.51	0.711	0.195	0.180	27.7	13.9	12.8	59.6	55.0
	V	O F	7.52	0.561	0.158	0.125	27.9	8.9	7.0	18.6	14.7
		I F	7.88	0.523	0.139	0.125	29.0	7.3	6.5	16.6	14.9
3rd. G	D	O F	6.71	0.600	0.137	0.164	28.0	8.2	9.8	15.4	18.5
		I F	6.68	0.602	0.136	0.158	28.8	8.2	9.5	15.8	18.3
	M	O F	16.00	0.731	0.157	0.197	28.0	11.5	14.4	51.4	64.5
		I F	15.28	0.695	0.199	0.183	27.1	13.8	12.7	57.3	52.7
	V	O F	6.27	0.658	0.177	0.161	28.0	11.6	10.6	20.4	18.6
		I F	5.38	0.595	0.156	0.164	29.0	9.3	9.8	14.5	15.2
4th. G	D	O F	7.18	0.648	0.165	0.170	28.2	10.7	11.0	21.6	22.3
		I F	5.74	0.536	0.135	0.155	30.5	7.2	8.3	12.7	14.5
	M	O F	14.17	0.858	0.151	0.158	27.1	13.0	13.6	49.8	52.1
		I F	13.58	0.801	0.150	0.126	28.1	12.0	10.1	45.8	38.5
	V	O F	7.28	0.717	0.155	0.168	27.5	11.1	12.0	22.2	24.1
		I F	6.61	0.545	0.167	0.141	30.2	9.1	7.7	18.2	15.3

Notes : G, gill arch ; D, dorsal part of gill fillaments ; M, middle part ; V, ventral part ; d.s., dorsal side of a filament ; v.s., ventral side.

ただし、 n : 鰓弓の番号 ($n = 1 \dots 4$), i : 内側鰓弁列, o : 外側鰓弁列, d : 密度, f , N , は前述の通り。
 さらにこの式により、第1鰓弓から第4鰓弓までの各鰓弁について求めた値を合計し、さらにその値を2倍して、左右の鰓の全二次鰓弁の表面積すなわち、1個体をもつ鰓の総表面積 (S) を求めた。これを式で表わせば次のようになる。

$$S = 2 \times \{S_1(i+o) + S_2(i+o) + S_3(i+o) + S_4(i+o)\}$$

ただし、 i , o は前述の通り。

以上の方法によって鰓の種々の部位で計測した値を用いて、それぞれの部位における1枚の二次鰓弁の表面積、ならびに1本の鰓弁をもつ二次鰓弁の総表面積を計算した結果を第2表に一括して示した。また、これらの結果を各鰓弓のもつ鰓弁列毎に比較するために第4~6図の方法にならって画いたのが第8, 9図である。これらの図から各鰓弓の鰓弁列の中間部位、すなわち鰓葉の中央部のもつ二次鰓弁の表面積が、他の部位のものにくらべて非常に大きいことが示されている。なお、第1鰓弓外側鰓弁列および第4鰓弓内側鰓弁列の二次鰓弁の表面積が、他の鰓弁列のものにくらべて、他の要素と同様に小さいことも示されている。

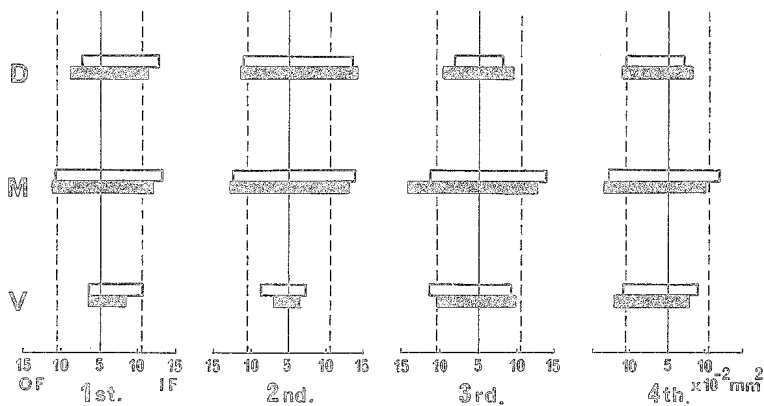


Fig. 8. Comparison of area of one secondary lamella, both sides, in different parts of the gill. Abscissa represents area. Other legends are same as in Fig. 5.

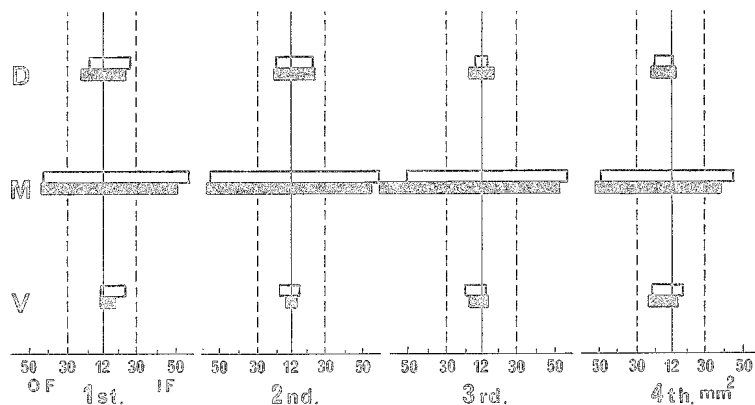


Fig. 9. Comparison of area of all the secondary lamellae of one filament in different parts of the gill. Abscissa represents area. Other legends are same as in Fig. 5.

次に、実験個体 No. 3 について求めた上述の二次鰓弁に関する値を用いて (第 2 表)、他の 4 個体における鰓の総表面積を計算した結果を第 3 表に示した。この結果によると、二次鰓弁の表面積についての各鰓弓、各鰓弁列の関係は、No. 3 の個体と全く同様の関係が他の個体においても認められる。すなわち、ガス交換の機能が鰓の中間部位で著しいことが推察される。このことは、第 2 表の結果から考えて、鰓弁の長さ、および二次鰓弁の形が他の部位のものに較べて大きいことが主要な要因となっていると思われる。なお、第 1 鰓弓内側鰓弁列と第 4 鰓弓外側鰓弁列では、その反対側鰓弁列に較べて、二次鰓弁の表面積が大きくなっており、さらに鰓全体では第 2、第 3 鰓弓がもつ鰓弁の中間部位の鰓弁表面積が最も大きいことが認められる。しかし、これら表面積の大きい所では二次鰓弁の密度が前述のように低い傾向にあるので、ブリでは二次鰓弁密度よりも鰓弁の全長 (平均鰓弁長 × 鰓弁数) が、鰓の表面積を支配している最大の要因であると考えられる。

GRAY¹⁾は、高速遊泳性魚種は密度の高い、小さい二次鰓弁を持つことをのべた。GRAY¹⁾および HUGHES and MORGAN^{2,3)}の研究結果と本研究に用いたブリの二次鰓弁の結果とを比較すれば、ブリの二次鰓弁の形は

Table 3. Summary of measurements of gill area for five individuals of the yellowtail, *Seriola quinqueradiata*.

No.	gill arch	Measurements in one side				Total gill area in one individual	
		Total length of fillaments		Total area of 2nd. lamella in each fillaments			
		O F	I F	O F	I F	× 10 ⁴ , mm ²	mm ² /g
1	1st. G	2360	2478	1.14	1.55	21.32	272.3
	2nd. G	2406	2384	1.40	1.47		
	3rd. G	2461	2277	1.51	1.35		
	4th G	1987	1727	1.31	0.93		
2	1st. G	2396	2497	1.15	1.57	22.80	325.7
	2nd. G	2585	2586	1.50	1.60		
	3rd. G	2686	2406	1.65	1.42		
	4th G	2193	1989	1.44	1.07		
3	1st. G	2105	2249	1.01	1.41	19.30	299.2
	2nd. G	2291	2119	1.33	1.31		
	3rd. G	2190	1974	1.34	1.17		
	4th G	1891	1545	1.25	0.83		
4	1st. G	2382	2468	1.15	1.55	21.58	339.8
	2nd. G	2444	2472	1.42	1.52		
	3rd. G	2381	2153	1.46	1.27		
	4th G	2257	1730	1.49	0.93		
5	1st. G	2290	2428	1.10	1.52	20.76	316.9
	2nd. G	2410	2277	1.40	1.40		
	3rd. G	2395	2084	1.47	1.23		
	4th. G	2013	1729	1.33	0.93		

Perch-Pike 型で底辺のやや長い、緩い山型であるが、その密度は今迄に報告されている魚種¹⁻⁴⁾の中では大きい方で、遊泳性魚種の特徴を示しているものと考えられる。一方、鈴木⁷⁾および HUGHES²⁾ は、活動性の魚種は鰓弁数が多く、総鰓弁長が大きい傾向にあることを報告している。ブリもこの点からみれば鰓弁数は多く、また総鰓弁長も大きいので、やはり活動性魚種の特徴を示している。しかし、単位体重当りの鰓表面積は平均、 $310\text{mm}^2/\text{g}$ で、この値は典型的な高速遊泳魚種であるカツオ・マグロ類の $800\sim 1.000\text{mm}^2/\text{g}$ の値(HUGHES³⁾)にくらべると小さい。体重が異なるので比較は難しいが、遊泳速度との関係があるのかもしれない。この点はさらに検討が必要であるが、ブラウントラウト($339\text{mm}^2/\text{g}$)や、クラ($426\text{mm}^2/\text{g}$)の値に近似的であり、底生魚であるアンコウ($143\text{mm}^2/\text{g}$)や、カナガシラ($224\text{mm}^2/\text{g}$)よりは大きい値であった。³⁾したがって、ブリの鰓表面積が活発な遊泳魚種と緩慢な底生魚種との中間の大きさであったとはいえ、やはり鰓構造は遊泳魚種としての特徴をもっているものと考えられる。

4. 要 約

1. ブリ(体長 $35.5\sim 38.0\text{cm}$ 、体重 $635\sim 783\text{g}$)の鰓について、各鰓弓の内、外鰓弁列毎に、鰓弁長、鰓弁数を、また各鰓弁列の背側、中間、腹側の3つの部位の鰓弁についてそれぞれ二次鰓弁の大きさ・密度に関する計測を行なって、ブリがもつ鰓の総面積を計算した。

2. 平均鰓弁長は第1鰓弓の内側鰓弁列から第3鰓弓の外側鰓弁列にかけて、明らかに長い、すなわちこの部分で鰓弁がよく発達していることが認められた。

3. 二次鰓弁の形態は HUGHES³⁾ の分類によれば perch-pike 型で、ほぼ三角型とみなされ、その底辺の長さ・高さを計測した。これらは各鰓弓の鰓弁列とも、その中間部位の鰓弁で大きい値を顕著に示した。

4. 二次鰓弁の密度(鰓弁 1mm 当りの枚数)は、各鰓弁列とも中間部位の鰓弁で、明らかに低い値を示し、この部位で呼吸水の流れに対する抵抗が、他の部位にくらべて小さいことが推察された。

5. 鰓弁の基端から先端にいたるまでの、二次鰓弁の密度については、先端部を除き、とくに著しい変化は認められなかった。

6. 二次鰓弁の表面積を各鰓弓、各鰓弁列について背側、中間、腹側の各部位毎に算出して比較した結果、いづれも中間部位の鰓弁において、著しく大きい値が示された。

7. 本実験に用いた魚体の大きさの範囲内では、1個体のブリがもつ鰓の総表面積は約 $2,100\text{cm}^2$ で、これは体重 1g 当り約 310mm^2 の値に相当した。この値は、既報の研究結果からみると、活発な遊泳性魚種と緩慢な底生性魚種との中間であった。

文 献

- 1) GRAY, I.E., 1954: Comparative study of the gill area of marine fishes. *Biol. Bull.*, 107, 219-225.
- 2) HUGHES, G.M., 1966: The dimensions of fish gills in relation to their function. *J. Exp. Biol.*, 45, 177-195.
- 3) HUGHES, G.M. and M. MORGAN, 1973: The structure of fish gills in relation to their respiratory function. *Biol. Rev.*, 48, 419-475.
- 4) 小林博・市川和博, 1970: 海産魚類の鰓弁片密度に関する知見, 水大研報, 19(1), 29-34.
- 5) MUIR, B.S. and J.I. KENDALL, 1968: Structural modifications in the gills of tunas and some other oceanic fishes. *Copeia*, 1968 (2), 388-398.
- 6) MUIR, B.S., 1970: Contribution to the study of blood pathways in teleost gills. *Copeia*, 1970 (1), 19-28.
- 7) 鈴木紀雄, 1969: 淡水魚の鰓の構造とガス交換の機能. 生理生態, 15(2), 79-100.