

# 大陸棚斜面資源開発調査

## エビ・バイ籠漁業試験

田中伸和・安達二郎

### 1. ま え が き

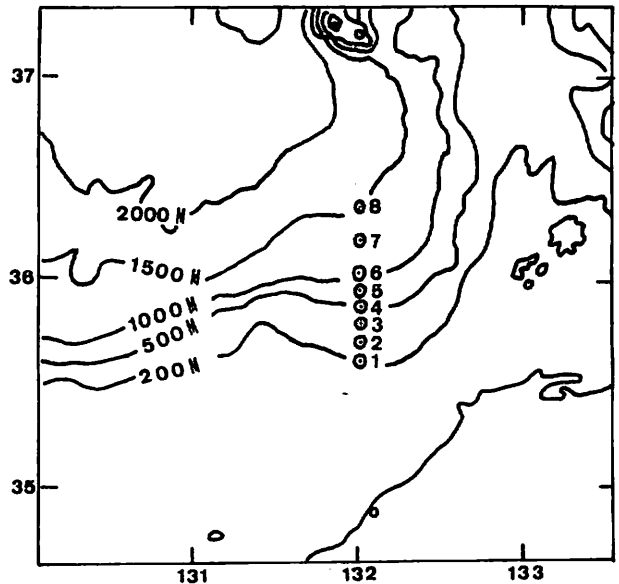
日本海西部の大陸棚斜面(水深200m~1,500m)は、比較的広い大陸棚(水深200m以浅)をもつ本県沖合においても、ほぼこれに匹敵する面積をもっている。この大陸棚斜面は、水温3℃以下の日本海固有冷水に接触する海域であるので、深海性冷水性の魚類、エビ・バイ類の存在が確認されている。しかし、極めて水深が大きいため、漁撈技術上の困難さもあって殆んど未利用資源として残されてきた。

この資源を200哩海洋分割によって締出された漁業に利用を計ることを目的とする。

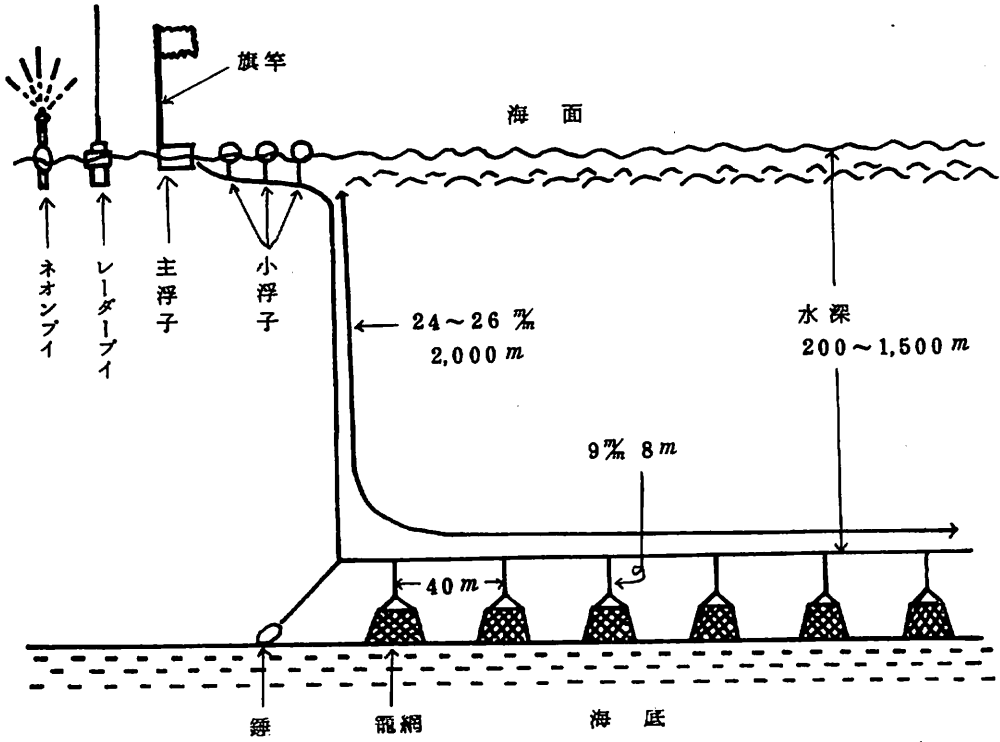
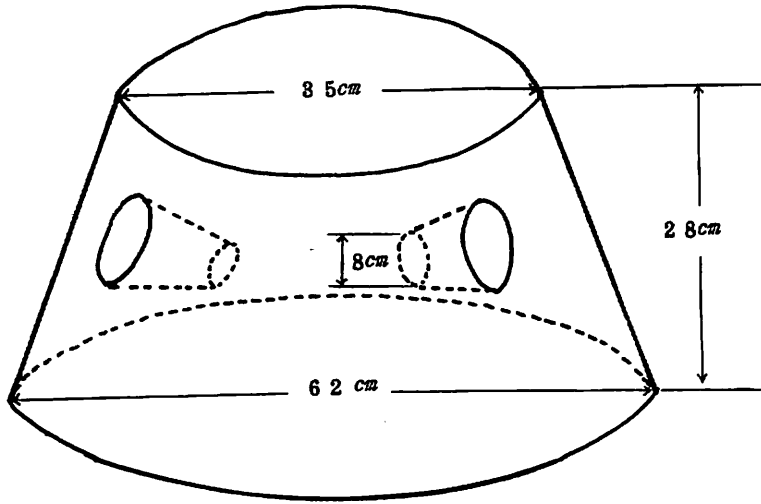
この調査は8年間を目標として、山口県外海水産試験場と共同して実施する計画である。今回、昭和52年度の調査が終了したのでその概要について報告する。

### 2. 調 査 方 法

第1図に示した水深200mから1,500mまでに8定点(水深200m, 300, 400, 500, 750, 1,000, 1,250, 1,500)を設け、延10回の試験操業を行った。使用した漁具は第2図に示した籠(φ35cm×φ62cm×H28cmの円椎台型, 網地; ハイセックス9本12節)50個である。籠の間隔は40mとしてそれぞれの定点で20時間の操業を行った。



第1図 調査定点



第2図 エビ・バイ籠網漁具の構造と操業模式図

### 3. 調査結果の概要

今回の報告は初年度であるのでその概要についてのみ述べる。

操業状況および漁獲状況を第1表にまとめた。この結果、主な漁獲物は、バイ類ではエッチュウバイ、ツバイ、オオエッチュウバイなど、エビ類ではイバラエビ、トヤマエビなどであり、バイ類

第1表 操業状況及び漁獲状況

定点	調査位置	水深 (m)	調査月日 操業時間	使用 籠数	エッチュウ バイ	ツバイ
1	N 35°38' ~ N 35°38' E 131°59.5' ~ E 132°01.5'	202 - 203	3月16日 - 17日 20時間	50	1183 42864.8	
2	N 35°51.9' ~ N 35°48.2' E 132°00.1' ~ E 131°58.7'	300 - 304	3月15日 - 16日 20時間	49	1282 35081.9	2 4.6
3	N 35°51.9' ~ N 35°51.7' E 132°01.0' ~ E 132°00.1'	405 - 410	3月8日 - 9日 15時間	48	943 55082.5	438 5241.5
4	N 35°53.5' ~ N 35°52.9' E 132°05' ~ E 132°2.9'	500 - 466	1月23日 - 24日 20時間	49	94 5478.0	1826 28137.0
4	N 35°54.7' ~ N 35°54' E 132°00' ~ E 132°01'	530 - 500	2月14日 - 15日 18時間	49	16 1205.5	1291 20871.6
5	N 35°58' ~ N 35°57' E 132°01.25' ~ E 132°02.5'	745 - 725	2月24日 - 25日 16時間	49		404 4000.0
5	N 35°57.6' ~ N 35°58.0' E 131°59' ~ E 131°57.4'	725 - 680	3月6日 - 7日 20時間	50		1066 12233.4
6	N 36°01.8' ~ N 36°01.8' E 132°02.3' ~ E 132°03.6'	1000 - 1040	3月26日 - 27日 16時間	50		78 684.0
7	N 36°05.5' ~ N 36°05.6' E 132°02.1' ~ E 132°00.8'	1220 - 1210	3月7日 - 8日 20時間	49		29 307.1
8	N 36°09.4' ~ N 36°09.4' E 132°02.5' ~ E 132°02.5'	1520 - 1440	3月25日 - 26日 20時間	49		6 136.0

を除いては数量的に多くなかった。

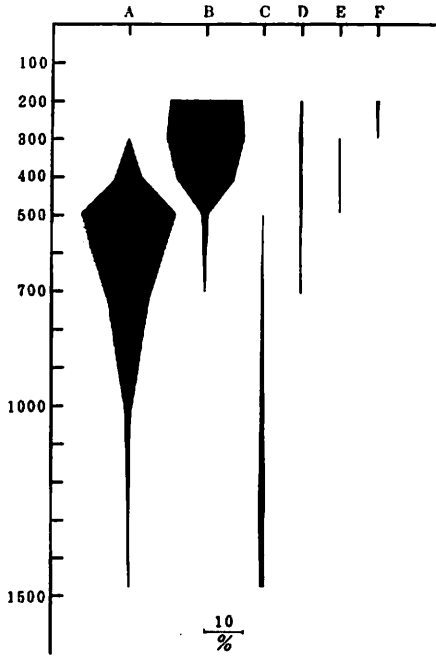
バイ類について水深別の分布状況をみると、ツバイは500mを中心として400~700mに、エッチュウバイは300mを中心として200~400mに、オオエッチュウバイは1,000m以深で主に分布がみられた(第8図)。

オオエッチュウバイ	シワミドリ ホソバイ	エゾボラ モドキ	チヂミ エゾボラ	ハサミモ エビ	トヤマ エビ	イドラ エビ	N.denta ta	ヒキガニ	ズワイ ガニ	ベニ ズワイ
	14 —	21 2145.1			25 472.0	102 3391.1	2 6.4	1 63.0	162 11907.0	
	28 —		1 187.0					1 97.0	80 —	
	25 115.2		1 105.8					1 125.0	21 1881.0	1 141.0
	6 35.1			4 19.2			1 2.1			
3 357.4	2 8.4		1 84.9							
9 1024.0				6 22.8			2 4.2			
8 1094.0	3 8.7									
24 1054.1										539 —
44 1050.7										167 16584.6
35 840.3	1 —						21 64.5			182 —

上段：個体数  
下段：重量(g)

1) バイ類の形態学的特性

(1) ツバイ, エッチュウバイ, オオエッチュウバイについて, 殻長と体重の関係を求めた(第4



第3図 バイ類の水深別分布状況

A: ツバイ      B: エッチュウバイ  
 C: オオエッチュウバイ      D: シワミドリホソバイ  
 E: チヂミエソボラ      F: エソボラモドキ

1~3図)。

ツバイ

$$W = 5.5898 \times 10^{-4} L^{2.615}$$

エッチュウバイ

$$W = 2.1827 \times 10^{-4} L^{2.7502}$$

オオエッチュウバイ

$$W = 3.2991 \times 10^{-4} L^{2.6812}$$

(W: 体重, L: 殻長)

(2) 同様に3種について、殻長と殻幅の関係を求めた(第5-1~3図)。

ツバイ

$$W = 8.9352 + 0.5568 L$$

エッチュウバイ

$$W = 1.6560 + 0.5109 L$$

オオエッチュウバイ

$$W = 3.1738 + 0.5495 L$$

(W: 体重, L: 殻長)

この結果、ツバイとオオエッチュウバイが、比較的似た殻の形をしていることが関係式から

も推察できる。

(3) 同様に3種について蓋の長径と短径の関係を求めた(第6-1~3図)。

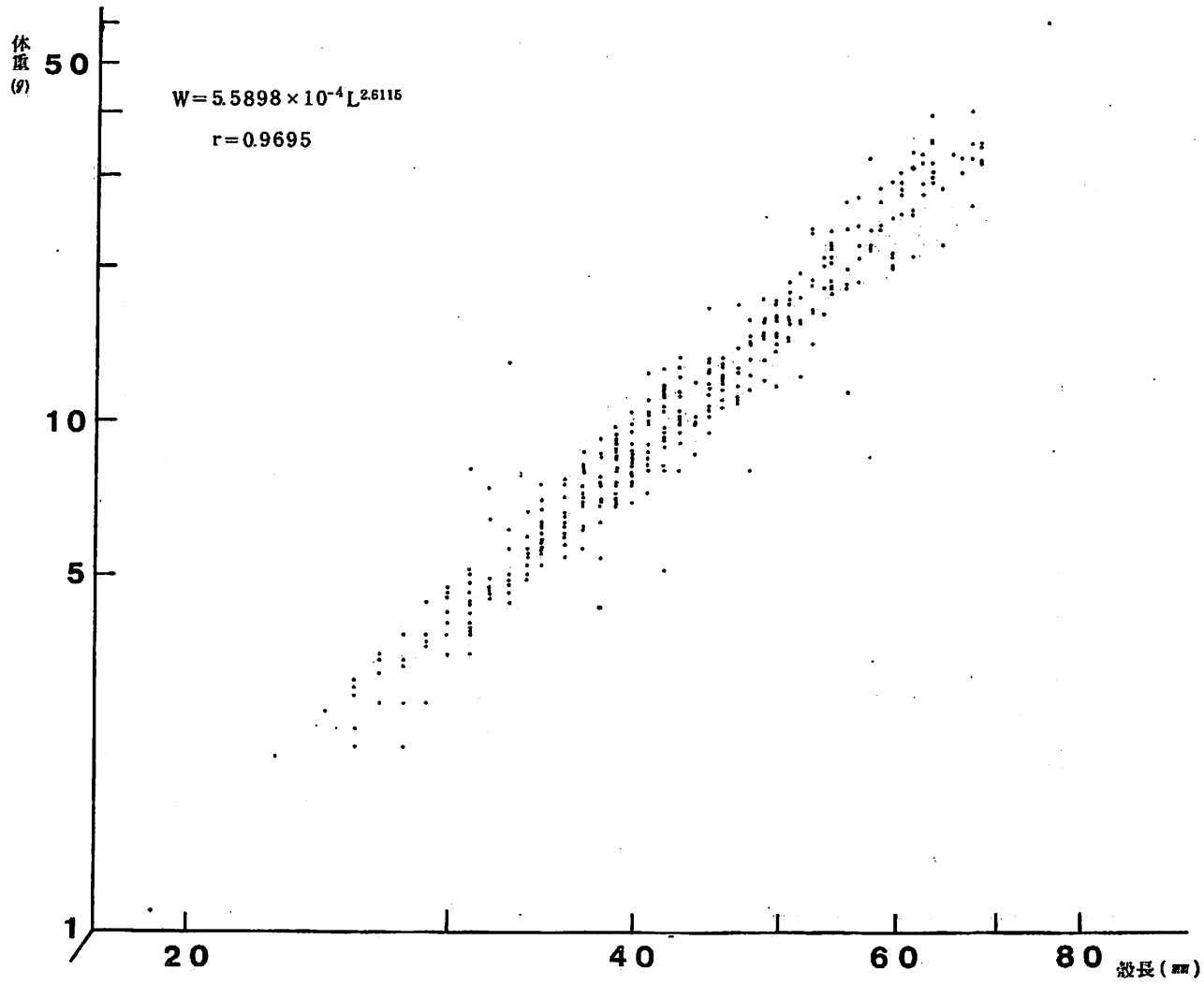
ツバイ       $l = 0.9182 + 0.6965 L$

エッチュウバイ       $l = 1.7878 + 0.6131 L$

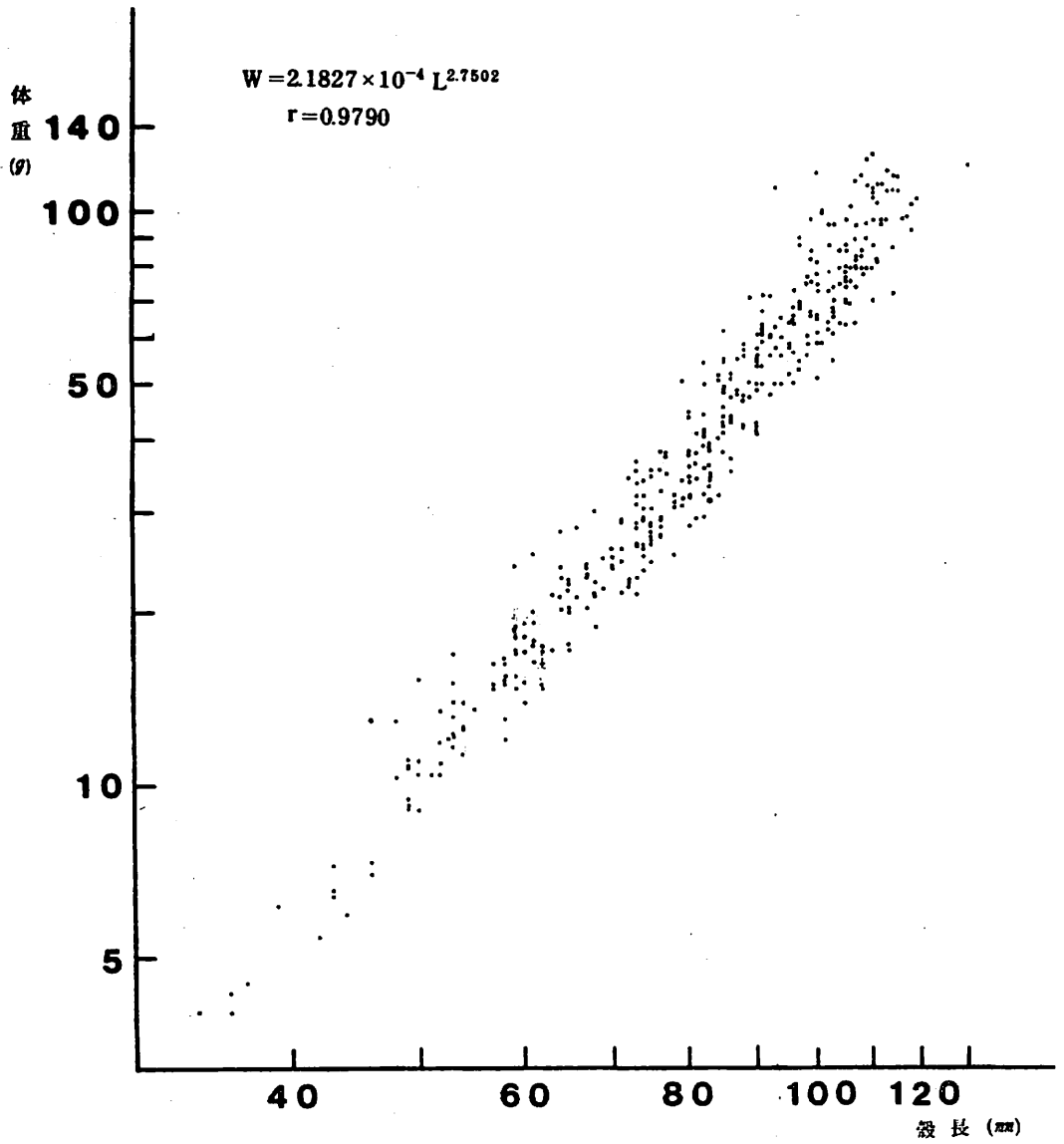
オオエッチュウバイ       $l = 1.2000 + 0.6385 L$

(l: 短径, L: 長径)

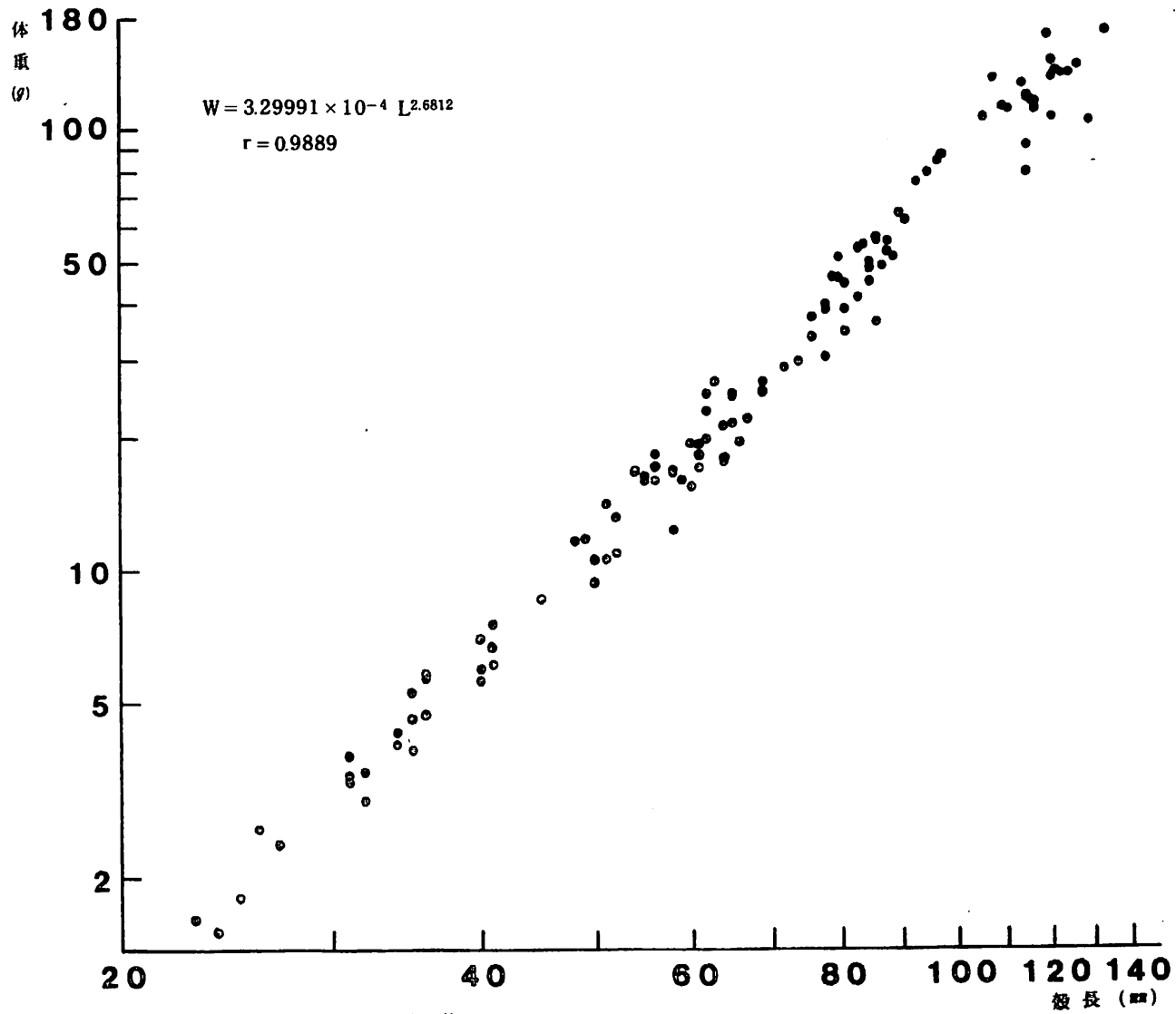
この結果エッチュウバイとオオエッチュウバイの蓋が、比較的似た形状をしていることが関係式からも推察できる。



第4-1図 ツバイの殻長と体重の関係

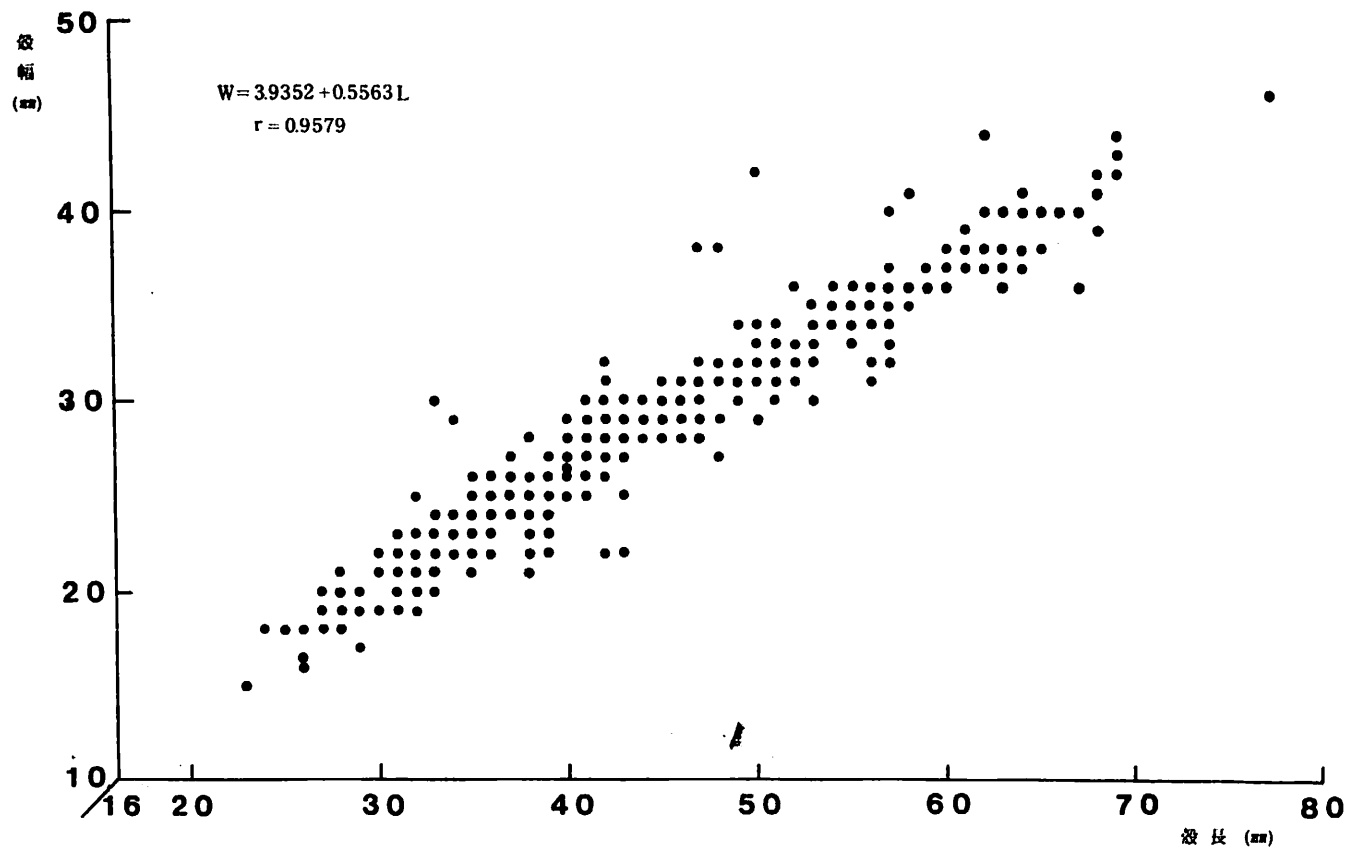


第4-2図 エッチェウバイの殻長と体重の関係

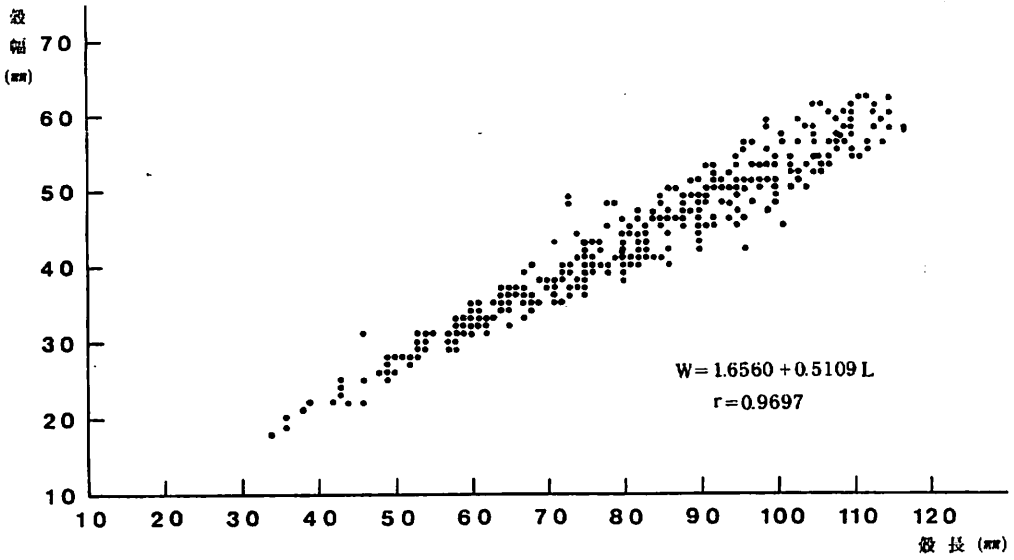


第4-3図 オオエッチュウバイの殻長と体重の関係

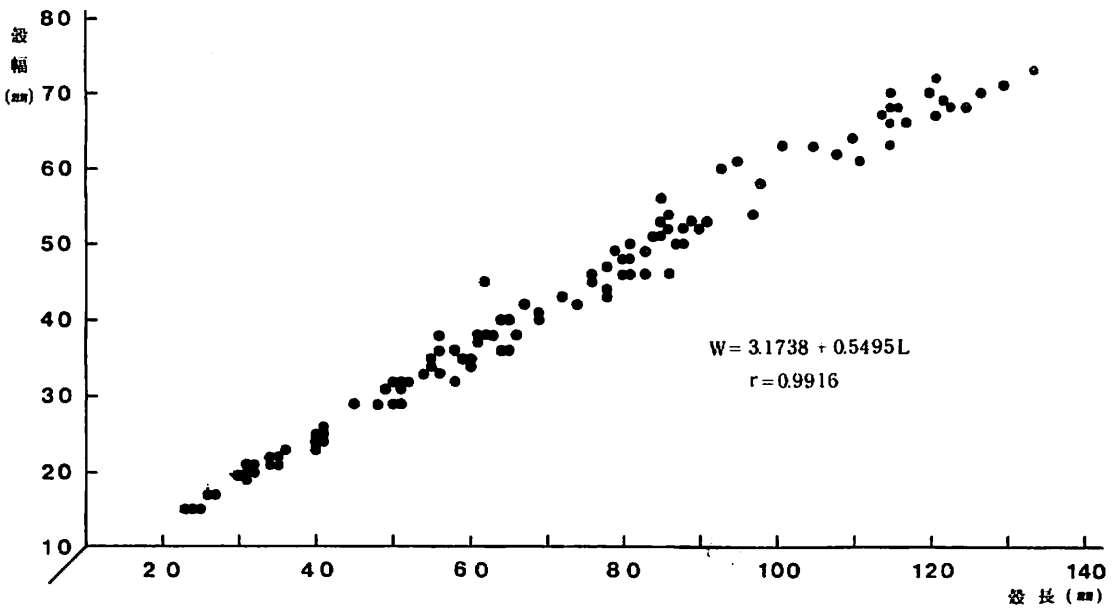




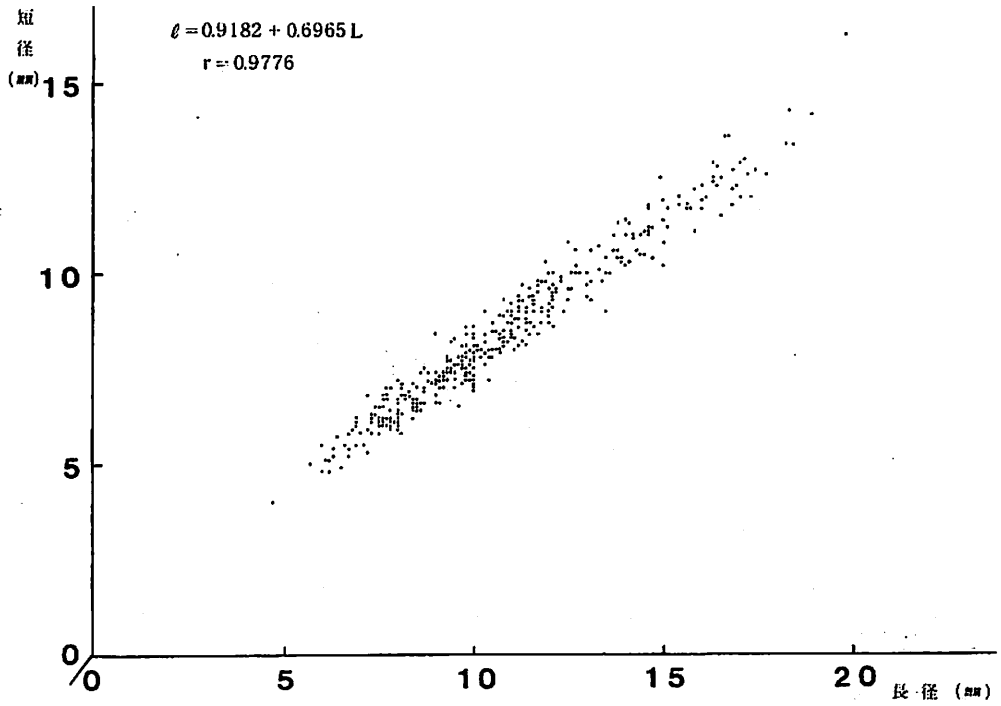
第5-1図 ツバイの殻長と幅の関係



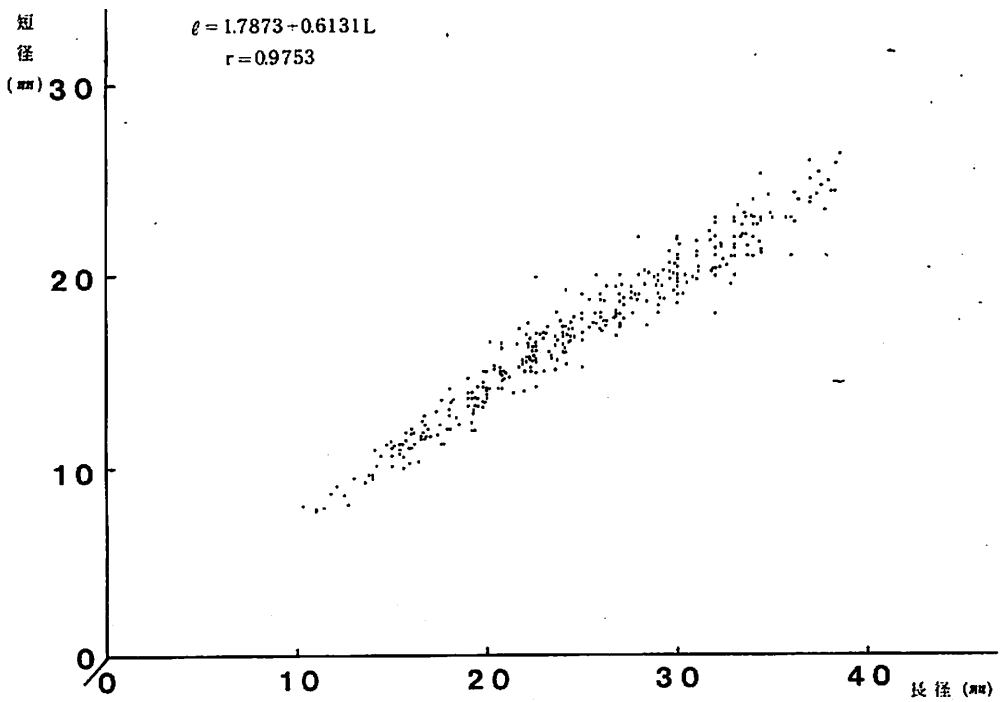
第5-2図 エッチェウバイの殻長と殻幅の関係



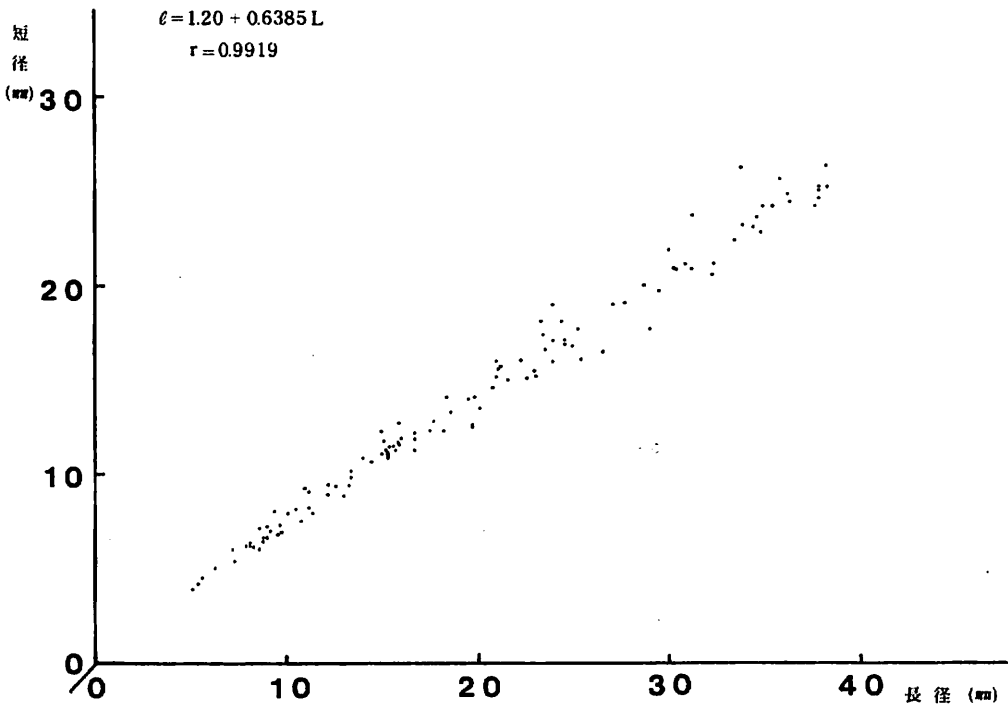
第5-3図 オオエッチェウバイの殻長と殻幅の関係



第 6-1 図 ツパイの蓋の長径と短径の関係



第 6-2 図 エッチェウパイの蓋の長径と短径の関係



第6-8図 オオエッチェウバイの蓋の長径と短径の関係

## 2) バイ類の空間分布についての統計学的検討(第7~23図, 第2表)

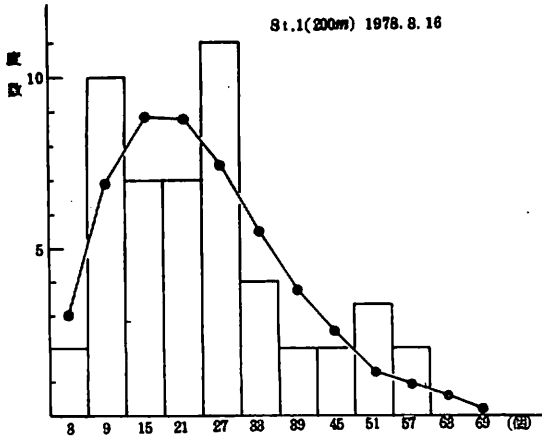
バイ類の単位成績あたりの分布型を推定し、バイの分散の分布様式を究明する。パターンとサンプルの度数分布が混同されやすいけれど、前者は空間的な分散構造についてであり、後者は単位成績に関するものである。すなわち生態学的な目的と統計学的な目的がある。統計学的に1かごあたり漁獲量の分布型は、負の二項分布とポアソン分布が想定される。その分布型が推定できれば、分布密度(1かごあたり漁獲量の平均)を統計的に比較する場合、母数を独立させるために適当な変換が必要となってくる。また、生態学的には推定された分布型から、個体分散のパターン(集中, ランダム, 一様)が推測される。分布の集中度を比較するものとして、負の二項分布の母数  $k, \frac{1}{k}, S^2/\bar{x}$ ,  $I\delta$  指数(Morishita)がある  $\left( S^2/\bar{x} = 1 + \frac{\bar{x}}{k}, I\delta = n : \frac{\sum_{i=1}^n x_i(x_i - 1)}{N(N-1)} \right)$

これらを用いて、バイ類の分布様式を推定した。

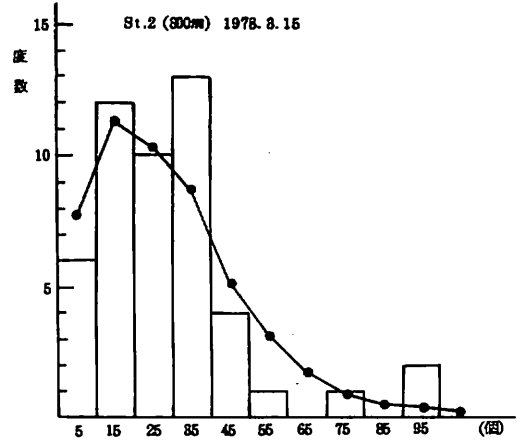
St.3, St.4ではポアソン分布, 他の定点では負の二項分布を示した。これら水深別の分布密度, 種別の分布密度を統計学的に比較する場合に変数変換が必要条件となる。

ポアソン分布を示したSt.3, St.4(400~500m)において、ツバイ, エッチェウバイは

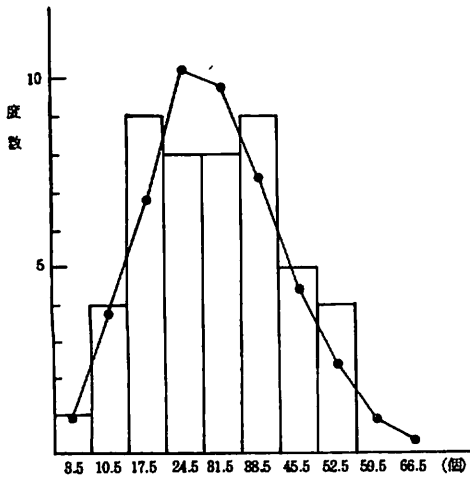
均一に分布していると推定される。負の二項分布を示した他の定点では集中分布していると推定されるが、 $k$ の値から次のことが仮説される。バイ類が中位の密度の場合は集中的な分布をし、低密度あるいは高密度の場合には機会的な分布をする。



第7図 1かごあたり漁獲量の度数分布  
ヒストグラム…実測値  
折線グラフ…負の二項分布の理論値

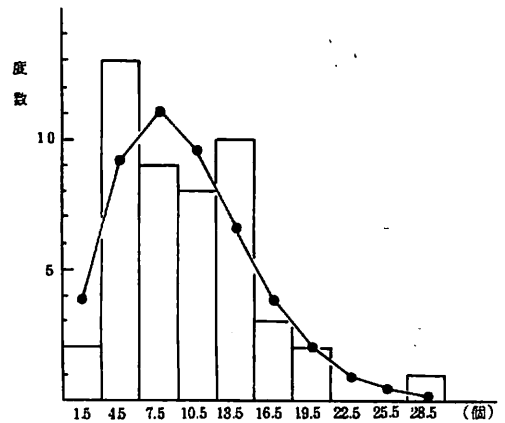


第8図 1かごあたり漁獲量の度数分布

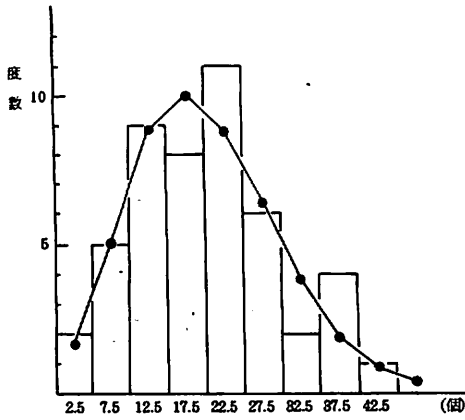


第9-1図 St. 3における1かごあたり漁獲量の度数分布

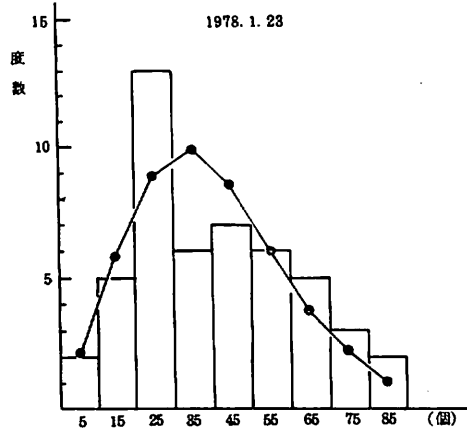
1978. 3. 9



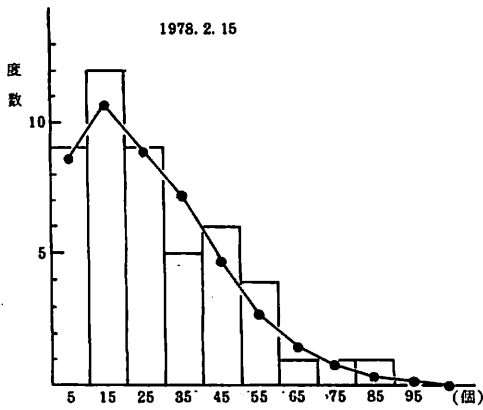
第9-2図 St. 3におけるツバイの度数分布



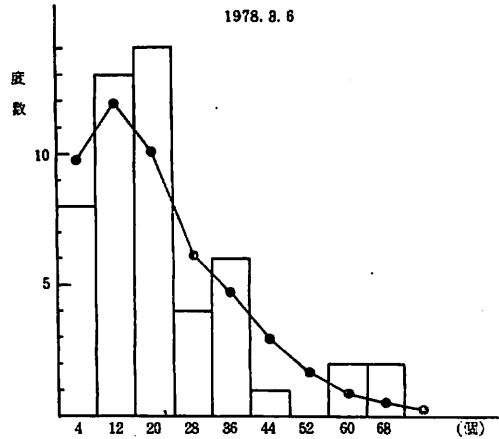
第9-3図 St.3におけるエッチュウ  
パイの度数分布



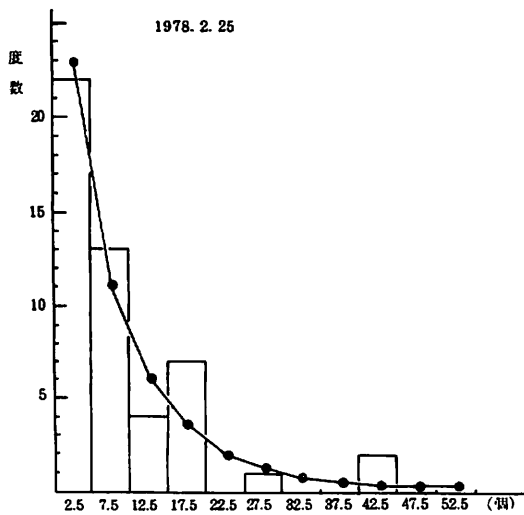
第10-1図 St.4(500m)におけ  
る1かごあたり漁獲量の度数分布



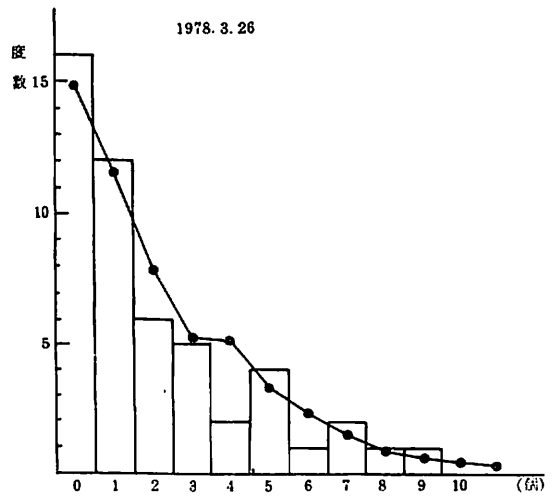
第10-2図 St.4(500m)にお  
ける1かごあたり漁獲量の度数分布



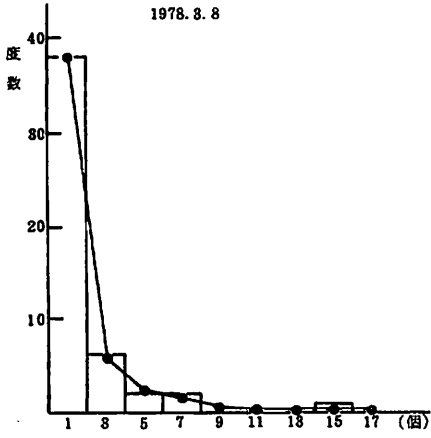
第11-1図 St.5(700m)におけ  
る1かごあたり漁獲量の度数分布



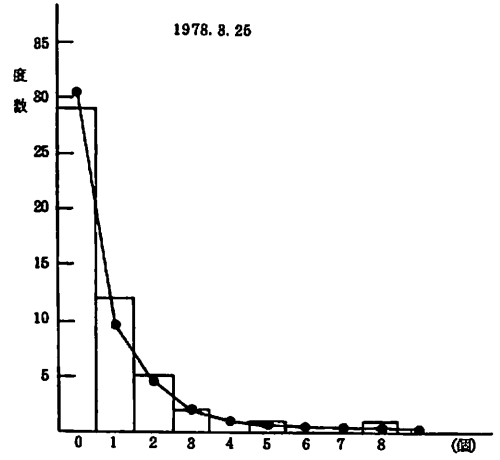
第11-2図 St.5(700m)にお  
ける1かごあたり漁獲量の度数分布



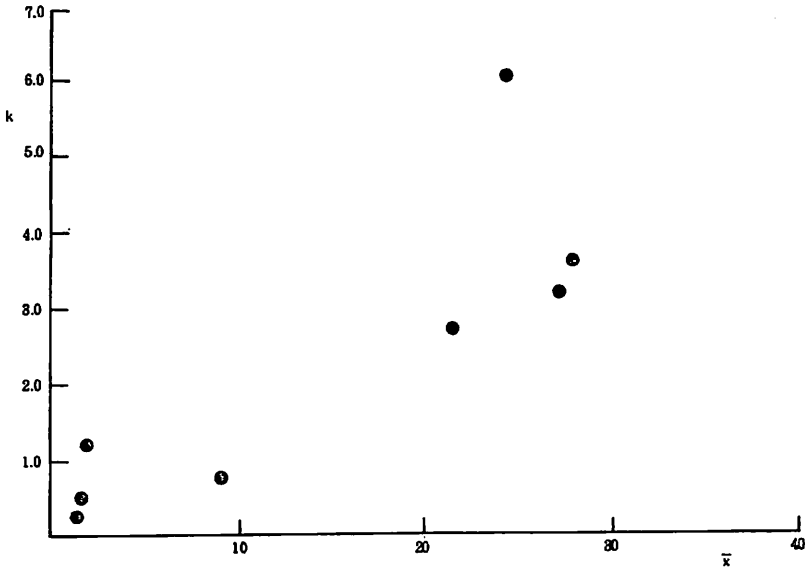
第12図 St.6(1,000m)におけ  
る1かごあたり漁獲量の度数分布



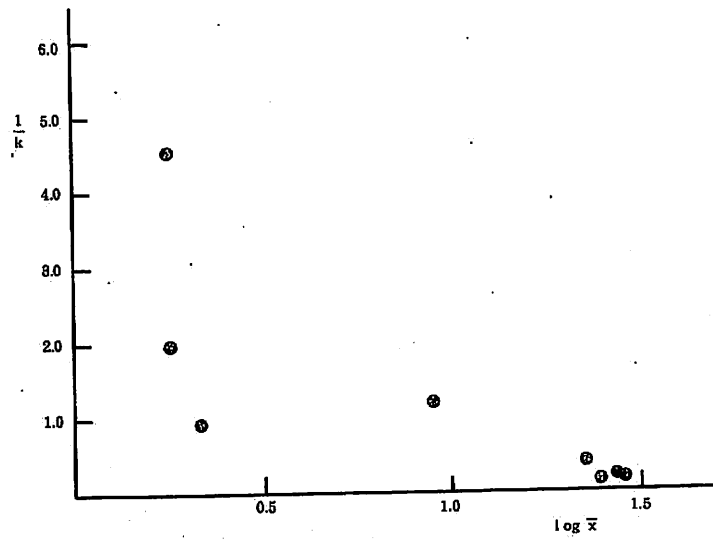
第 13 図 St. 7 (1,200 m) における  
1 かごあたり漁獲量の度数分布



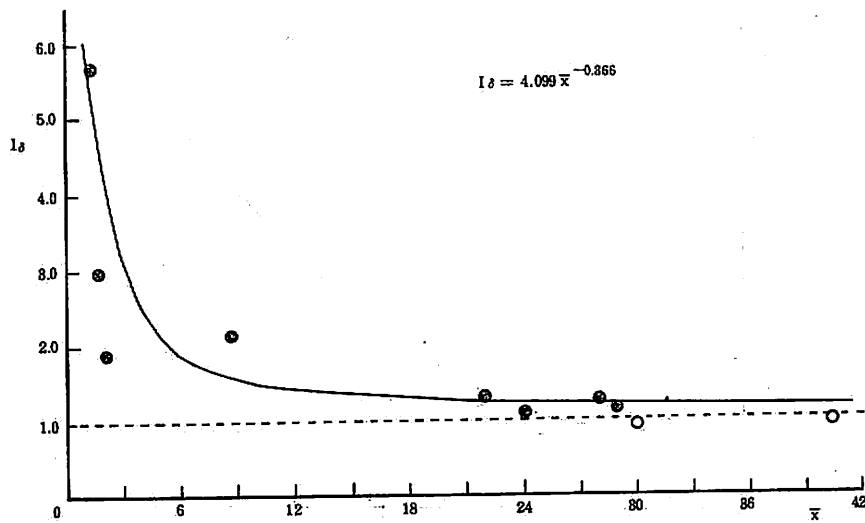
第 14 図 St. 8 (1,500 m) における  
1 かごあたり漁獲量の度数分布



第 15 図 k と  $\bar{x}$  の関係



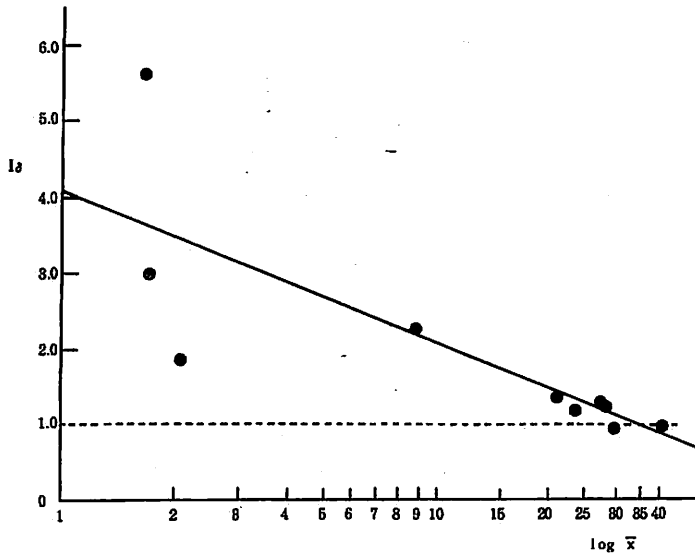
第16図  $\frac{1}{k}$  と  $\log \bar{x}$  の関係



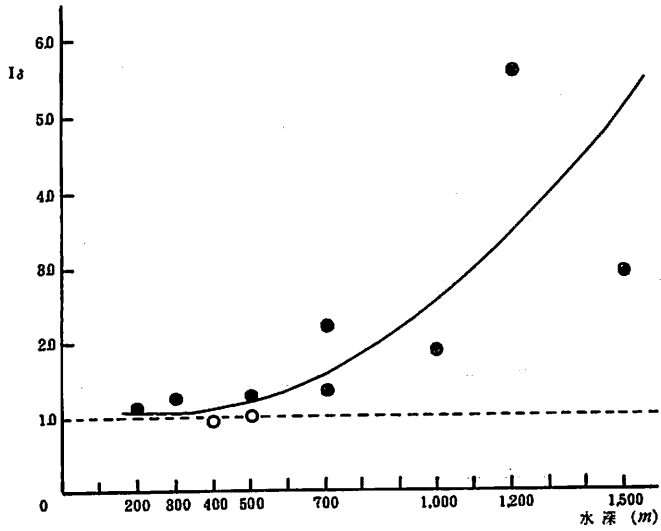
第17図  $I\delta$  と  $\bar{x}$  の関係

○; ポアソン分布



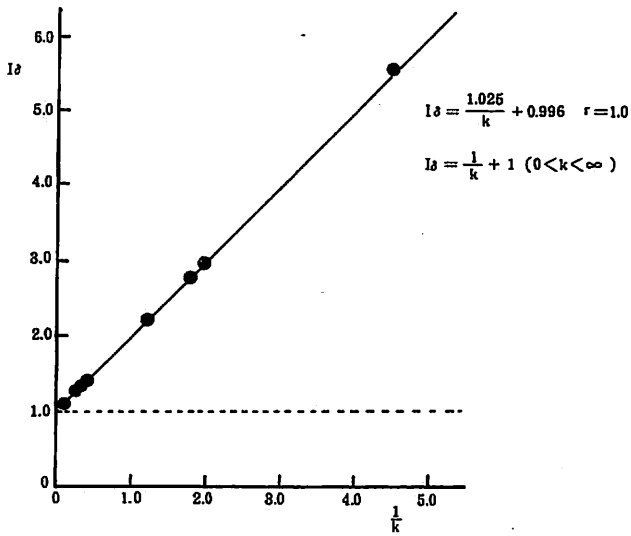


第18図  $I\delta$  と  $\log \bar{x}$  の関係

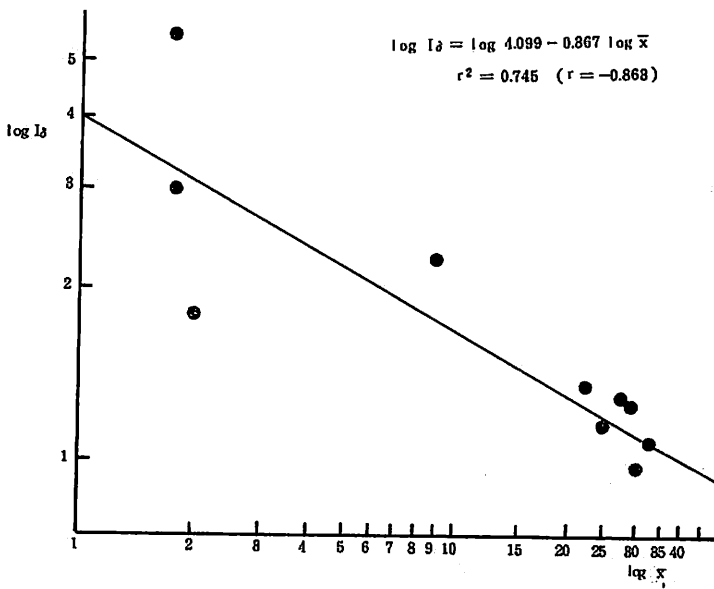


第19図  $I\delta$  と水深の関係

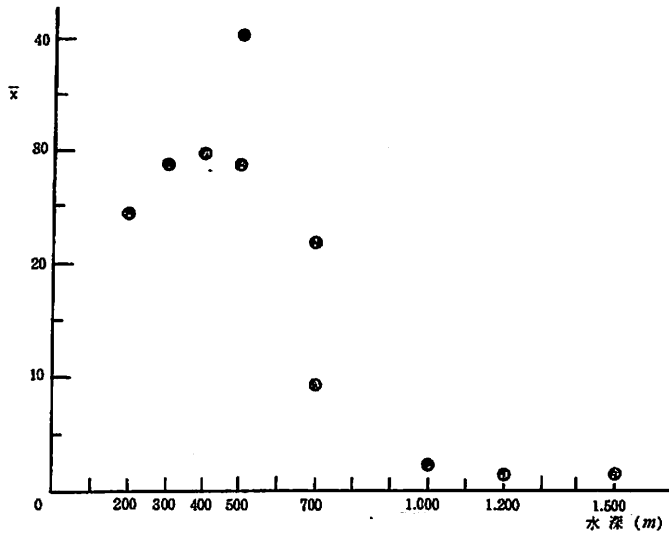
○ ; ポアソン分布



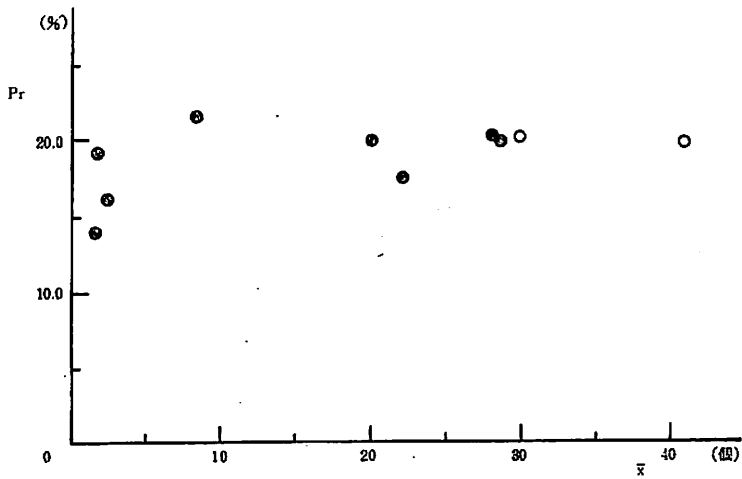
第20図  $I\delta$  と  $\frac{1}{k}$  の関係



第21図  $\log I\delta$  と  $\log \bar{x}$  の関係



第 2 2 図 分布密度と水深の関係



第 2 3 図  $\bar{x}$  の 確 率

○ ; ポアソン分布

第2表 1かごあたり漁獲量の分布型の推定

1かご あたり 漁獲量	数							
	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4 ①	
	実現度数	N. B	O.	N. B	O.	N. B	O.	N. B
0	2	3.07	6	7.81	1	0.89	2	2.02
1	10	6.87	12	11.27	4	3.77	5	5.83
2	7	8.95	10	10.86	9	7.73	13	8.94
3	7	8.87	13	7.71	8	10.22	6	9.71
4	11	7.41	4	5.07	8	9.86	7	8.37
5	4	5.50	1	3.07	9	7.88	6	6.09
6	2	3.74	0	1.75	5	4.46	5	3.88
7	2	2.37	1	0.96	4	2.24	3	2.22
8	3	1.43	0	0.50		0.96	2	1.17
9	2	0.82	2	0.33		0.35		0.57
10		0.46 0.25		0.17		0.11		
11		0.13 0.07		0.08		0.03		
12		0.04 0.02						
計	50	50.00	49	49.00	48	48.00	49	49.00
X <sup>2</sup>		5.325		5.358		1.498		4.053
d. f		3		2		3		3
母数	m = 3.54	$\hat{\mu} = 6.0821$ (24.40)	2.3878	3.6488 (28.88)	3.7708	- 36.6543 (29.89)	3.5510	15.2547 (40.51)
分散指数 S <sup>2</sup> / $\bar{x}$	** 1.5820		** 1.6545		0.8942		1.2328	

1 かご あたり 漁獲量	度 数							
	St. 4 ②		St. 5 ①		St. 5 ②		St. 6	
	O.	N. B	O.	N. B	O.	N. B	O.	N. B
0	9	8.57	8	9.79	22	2.296	16	14.85
1	12	11.38	13	11.96	13	11.11	12	11.41
2	9	9.95	14	10.08	4	6.15	6	7.99
3	5	7.20	4	7.12	7	3.55	5	5.40
4	6	4.66	6	4.60	0	2.09	2	5.31
5	4	2.80	1	2.80	1	1.24	4	3.50
6	1	1.60	0	1.63	0	0.74	1	2.29
7	1	0.88	2	0.92	0	0.45	2	1.49
8	1	0.47	2	0.51	2	0.27	1	0.96
9		0.24		0.27		0.17	1	0.62
10		0.16		0.14		0.10		0.40
11		0.06		0.07		∴		0.26
12		∴						0.17 ∴
計	48	48.00	50	50.00	49	49.00	50	50.00
X <sup>2</sup>		1.293		4.127		5.414		0.616
d. f		3		3		2		1
母 数	2.2917	3.1563 (27.92)	2.2400	2.6911 (21.92)	1.2857	0.7757 (8.93)		1.2200 2.0800
分散指数 S <sup>2</sup> / $\bar{x}$	※※ 1.7261		※※ 1.8324		※※ 2.6575		※※ 2.7049	

度				数			
St. 7		St. 8		St. 3 (ツバイ)		St. 3 (エッチェウバイ)	
O.	N. B	O.	N. B	O.	N. B	O.	N. B
38	38.08	29	30.72	2	3.91	2	1.58
6	5.73	12	9.60	13	9.02	5	5.23
2	2.38	5	4.47	9	11.10	9	8.81
2	1.19	2	2.31	8	9.68	8	10.07
0	0.65	0	1.25	10	6.70	11	8.78
0	0.37	1	0.70	3	3.91	6	6.24
0	0.22	0	0.40	2	2.02	2	3.75
1	0.13	0	0.26	0	0.93	4	1.96
	:	1	0.18	0	0.39	1	0.92
			0.07	1	0.15		0.38
			:				0.15
							0.05
49	49.00	50	50.00	48	48.00	48	48.00
	0.860		1.039		5335		1.197
	2		1		3		4
0.4694	0.2218 (1.78)	0.8200	0.5053 (1.80)	2.7292	15.0870 (9.69)	3.5208	55.4384 (20.10)
※※ 3.1150		※※ 2.6227		1.1809		1.0635	

### 3) バイ類の殻長組成の分析

年令形質が不明のため殻長の度数分布(ポリモード)を分析し、年令を推定した。その結果からエッチェウバイの成長曲線を推定した。

(1) モードが2つ以上の場合の群の分離(第24-1~26-2図, 第3~6表)

$\log f(x) = \log \frac{N}{\sqrt{2\pi}\sigma} - \frac{(x-m)^2}{2\sigma^2} \cdot 0.4343$  の式を利用して分離を試み、エッチェウバイについては4群、ツバイは2群、オオエッチェウバイは5群に分離した。

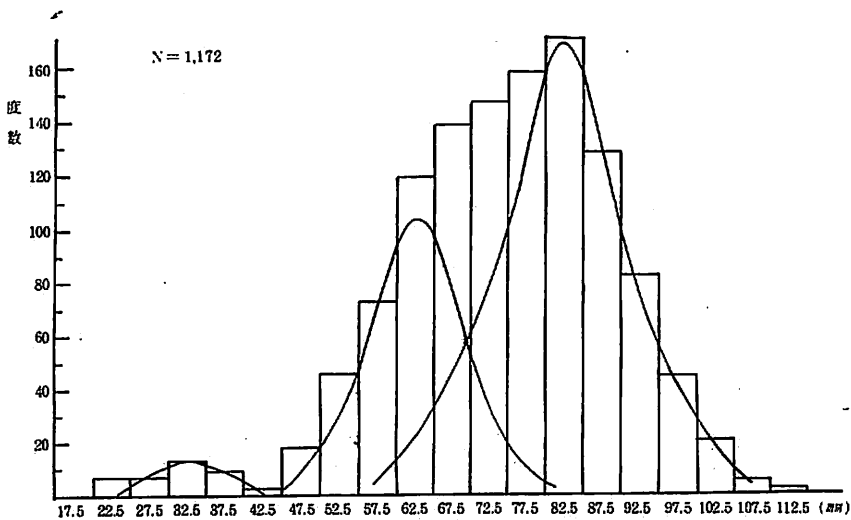
(2) エッチェウバイの成長(第27~28図, 第7表)

モードを年級と仮定すると1年で82.5mm, 2年で62.5mm, 3年で82.5mm, 4年で102.5mmという成長をすることが推定される。Wolfordの定差図から Bertalanffy の成長方程式を求めると

$$\text{殻長 } l_t = 170.3 \{ 1 - e^{-0.23573(t - 0.12912)} \}$$

$$\text{体重 } W_t = 298.7 \{ 1 - e^{-0.2373(t - 0.12912)} \}$$

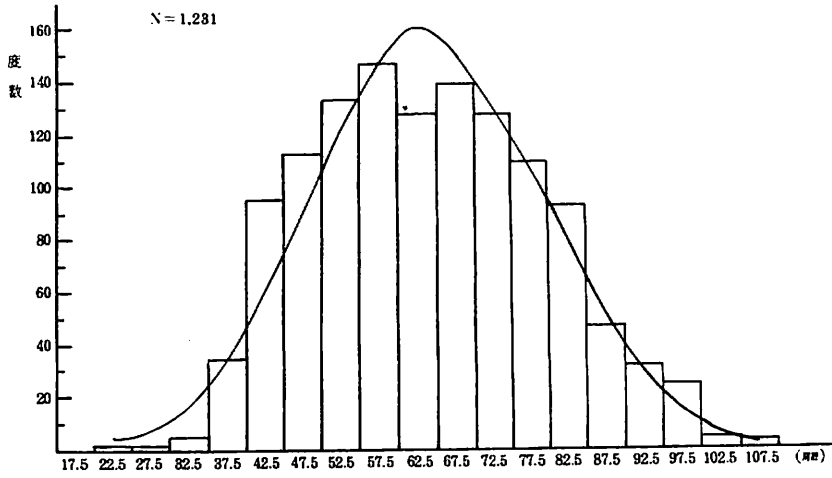
と表わされ、これらは将来の資源解析に有効である。



第24-1図 エッチェウバイの殻長組成

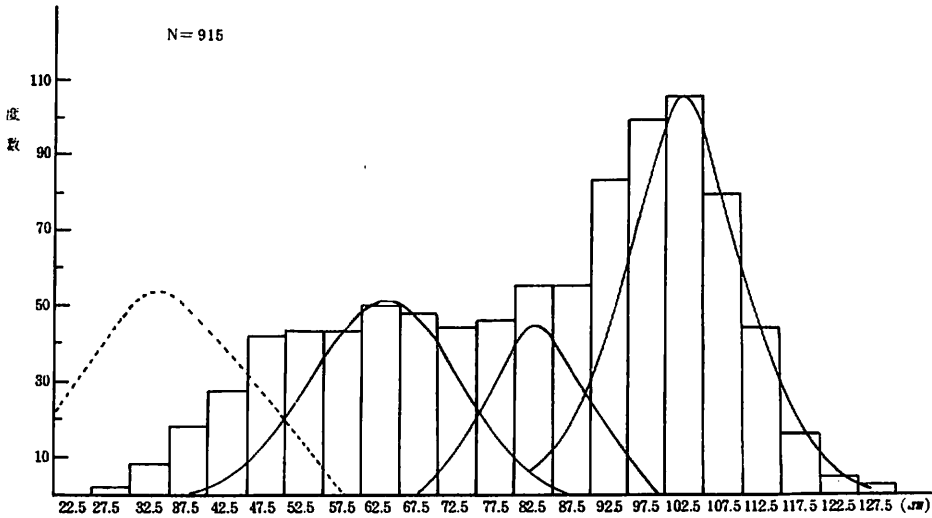
St. 1 (200m)

1978. 3. 16



第 2 4 - 2 図 エッチュウバイの殻長組成

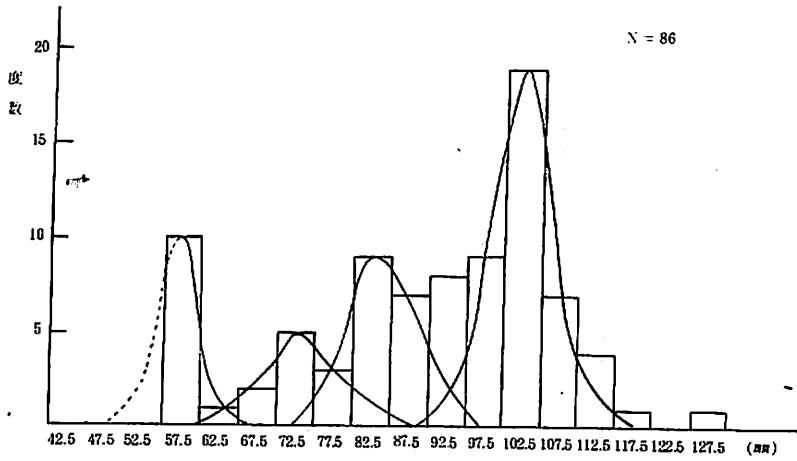
St. 2 ( 300 m )  
1978. 3. 15



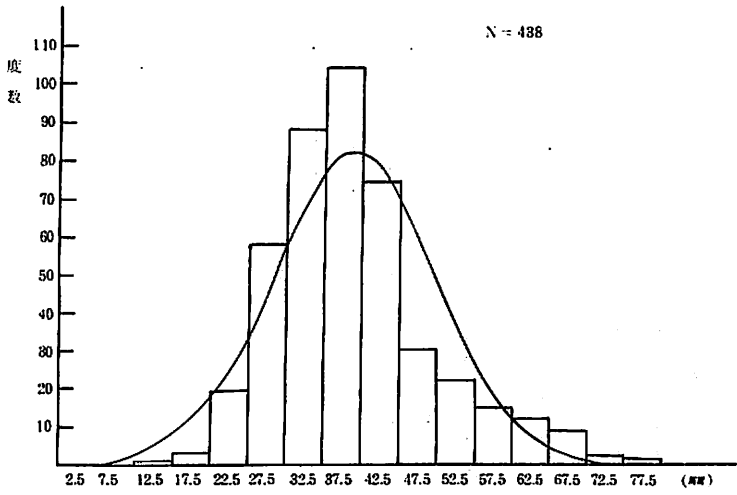
第 2 4 - 3 図 エッチュウバイの殻長組成

St. 3 ( 400 m )  
1978. 3. 9

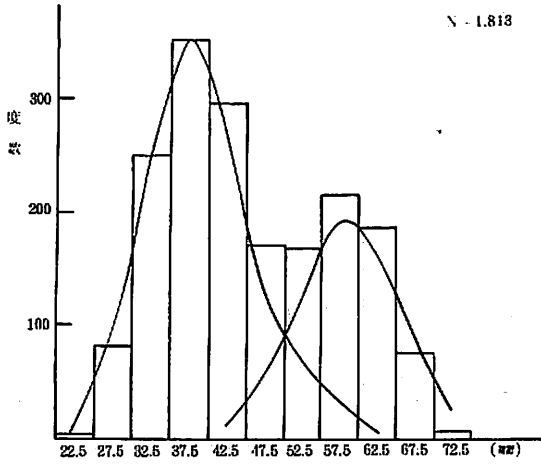




第24-4図 エッチェウバイの殻長組成  
St. 4 (500 m)  
1978. 1. 23

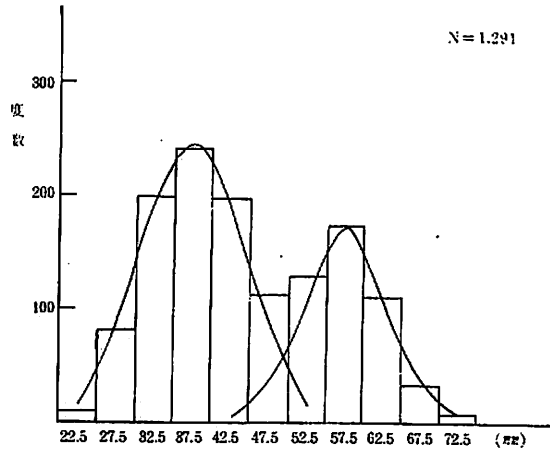


第25-1図 ツバイの殻長組成  
St. 3 (400 m)  
1978. 3. 9



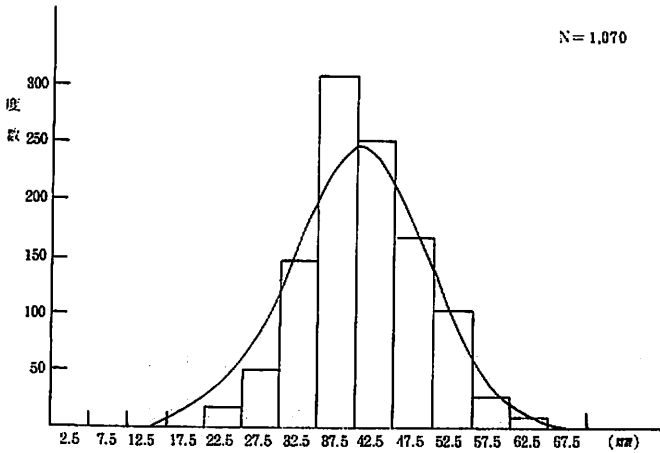
第 2 5 - 2 図 ツバイの殻長組成

St. 4 ( 400 m )  
1978. 1. 23



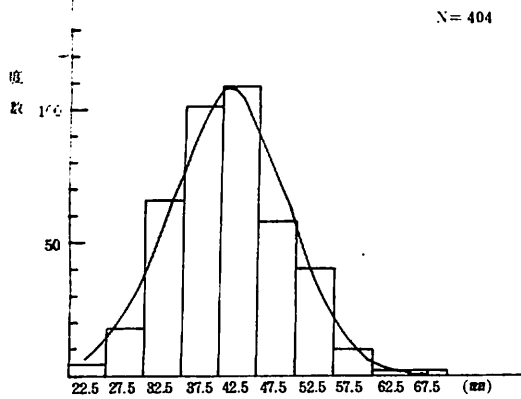
第 2 5 - 8 図 ツバイの殻長組成

St. 4 ( 500 m )  
1978. 2. 15

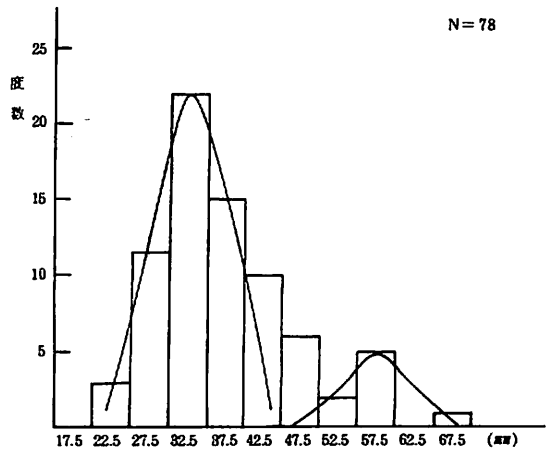


第 2 5 - 4 図 ツバイの殻長組成

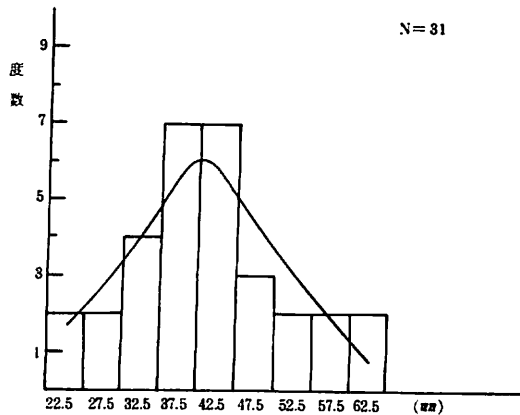
St. 5 ( 700 m ) 1978. 3. 6



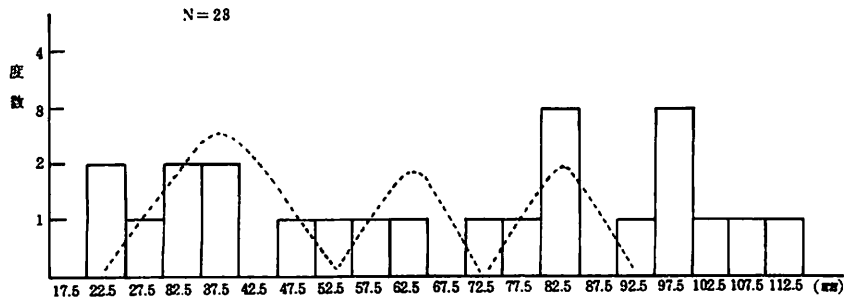
第 2 5 - 5 図 ツバイの殻長組成  
St. 5 ( 700 m )  
1978. 2. 25



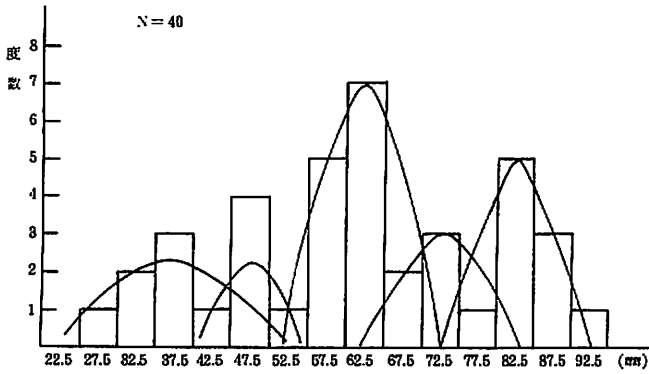
第 2 5 - 6 図 ツバイの殻長組成  
St. 6 ( 1,000 m )  
1978. 3. 26



第 2 5 - 7 図 ツバイの殻長組成  
St. 7 ( 1,200 m )  
1978. 3. 8

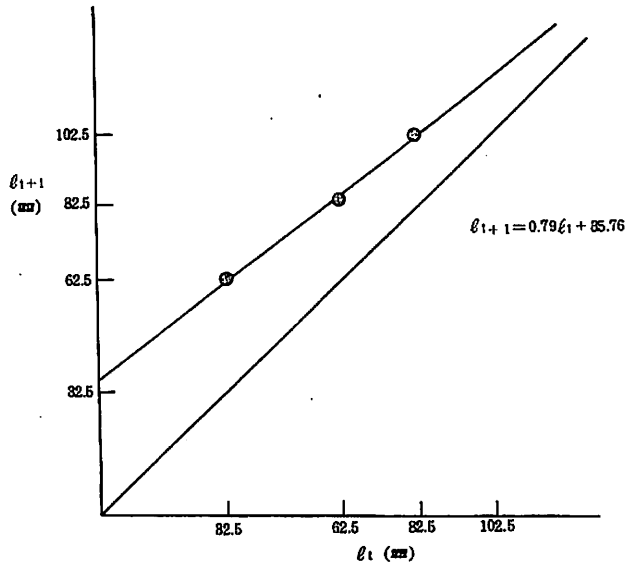


第 2 6 - 1 図 オオエッチュウバイの殻長組成  
St. 6 ( 1,000 m ) 1978. 3. 26

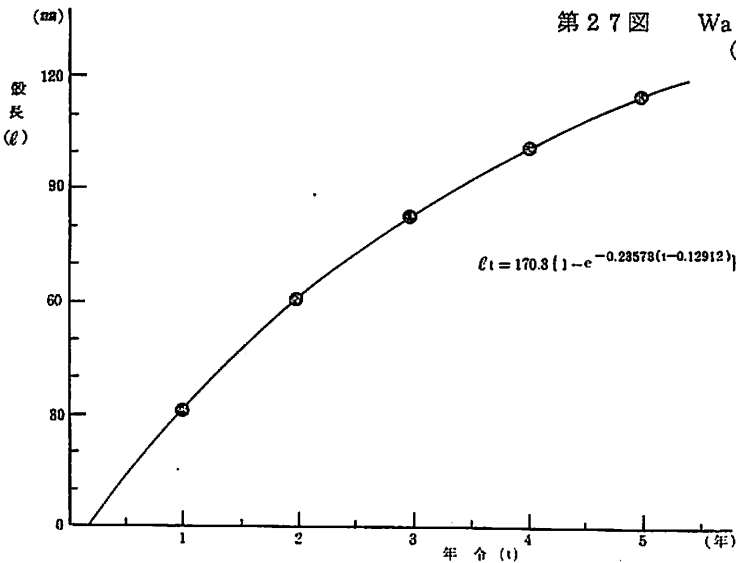


第 26-2 図 オオエッチュウバイ  
の殻長組成

St. 7 (1,200m)  
1978. 8. 6



第 27 図 Walford の定差図  
(エッチュウバイ)



第 28 図 エッチュウバイ 殻長の理論成長曲線

第3表 ツパイの殻長組成の分析

St. 4 (500 m) 1978. 1. 23

階 級	実現度数	理論度数	群 I	群 II	X <sup>2</sup>
20 ~ 25	3	7.8	7.8		2.95
~ 30	84	82.6	82.6		0.02
~ 35	251	251.0	251.0		0
~ 40	351	351.0	351.0		0
~ 45	295	295.1	279.8	15.3	0
~ 50	173	176.8	101.3	75.5	0.08
~ 55	172	172.1	81.8	90.3	0
~ 60	221	221.1	32.1	89.0	0
~ 65	183	183.1	11.1	172.0	0
~ 70	77	107.9	3.5	104.4	8.84
~ 75	15	48.0	1.0	47.0	22.68
合 計	1,825	1,896.5	1,203.0	593.5	34.57
平 均					d. f = 5
分 散					
比 率 %			63.4	36.6	

※殻長  $x$  が正規分布するものと仮定すると ( $m$ …平均,  $\sigma$ …分散, 個数  $N$ ), 期待される殻長分布は

$$f(x) = \frac{N}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp \left\{ -\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2} \right\}$$

$$\text{対数をとると } \log f(x) = \log \frac{N}{\sqrt{2\pi}\sigma} - \frac{(x-m)^2}{2\sigma^2} - 0.4343$$

$$= -\frac{0.4343}{2\sigma^2} x^2 + \frac{0.4343m}{\sigma^2} + \left\{ \log\left(\frac{N}{2\pi\sigma}\right) - \frac{0.4343m^2}{2\sigma^2} \right\}$$

となる。すなわちほり物線の関係式である。

第4表 エッチュウバイの殻長組成分析

St. 4 (500m) 1978. 1. 23

階 級	実現度数	理論度数	群 I	群 II	群 III	群 IV	X <sup>2</sup>
55 ~ 60	10	10	10.0				0.00
~ 65	1	1	1.0				0.00
~ 70	2	2		2.0			0.00
~ 75	5	5		5.0			0.00
~ 80	3	6		3.0	3.0		1.50
~ 85	9	9		1.0	8.0		0.00
~ 90	7	7			7.0		0.00
~ 95	8	3			2.0	1.0	8.33
~ 100	9	9				9.0	0.00
~ 105	19	19				19.0	0.00
~ 110	7	7				7.0	0.00
~ 115	4	1				1.0	9.00
~ 120	1	0				0.01	98.01
~ 125	0	0					
~ 130	1	0					
合 計	86	79	11	11	20	37	107.84
平 均							d. f = 1
分 散							
比 率 %			13.9	13.9	25.3	46.9	

第5表 ツバイ股長組成の正規分布へのあてはめ(1)

St.5(700m) 1978. 2. 25

度数	階級 X	$X - \bar{X}$	U統計量	面積 S	確率 P	理論度数	$X^2$
4	25	- 16.1	- 2.1268	- 0.4880	0.0170	6.87	1.198
17	30	- 11.1	- 1.4663	- 0.4278	0.0552	22.30	1.259
65	35	- 6.1	- 0.8058	- 0.29103	0.13677	55.26	1.716
101	40	- 1.1	- 0.1453	- 0.05962	0.23141	93.49	0.603
107	45	3.9	0.5152	0.19847	0.25809	104.27	0.071
57	50	8.9	1.1756	0.37900	0.18053	72.93	3.479
40	55	13.9	1.8362	0.46638	0.08738	35.30	0.625
9	60	18.9	2.4967	0.49361	0.02723	11.01	0.363
2	65	23.9	3.1571	0.49918	0.00557	2.25	0.824
2	70	28.9	3.8177	0.49993	0.00075	0.30	
404						404.00	10.138

$$\bar{X} = 41.1 \quad S = 7.57$$

$$X_0^2 = 10.138 < X^2(6, 0.01) = 16.81$$

データ  $X_i$  について母平均  $\mu$  からの偏り ( $X_i - \mu$ ) を標準偏差  $\sigma$  の単位としてあらわして、その値を  $U_i$  とすると

$$U_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma}$$

$U_i$  は  $N(0, 1^2)$  という標準正規分布にしたがう。

第6表 ツバイ殻長組成の正規分布へのあてはめ(2)

St. 7 (1,200m) 1978. 3. 8

度数	階級 X	$X - \bar{X}$	U 統計量	面積 S	確率 P	理論度数	$X^2$
2	25	-16.21	-1.5458	-0.48822	0.06178	1.92	0.088
2	30	-11.21	-1.0686	-0.85548	0.08279	2.57	0.126
4	35	-6.21	-0.5919	-0.22240	0.13308	4.12	0.008
7	40	-1.21	-0.1158	-0.04880	0.17860	5.54	0.884
7	45	3.79	0.3618	0.14058	0.18438	5.72	0.286
3	50	8.79	0.8379	0.29678	0.15615	4.84	0.691
2	55	13.79	1.3088	0.40490	0.10817	3.35	0.544
2	60	18.79	1.7912	0.46327	0.05837	1.81	0.019
2	65	23.79	2.2678	0.48809	0.02482	0.77	1.965
31						31.00	4.051

$$\bar{X} = 41.2 \quad S = 10.49$$

$$X_0^2 = 4.051 < X^2(6, 0.01) = 16.81$$



第7表 各定点におけるパイ類の平均殻長

定 点	種 類	平 均 殻 長		
		エ ッ チ ュ ウ パ イ	ツ パ イ	オ オ エ ッ チ ュ ウ パ イ
1	① 32.5 ② 62.5 ③ 82.5			
2	② 62.5			
3	② 62.5 ③ 82.5 ④ 102.5	37.5		
4	57.5 72.5 ③ 82.5 ④ 102.5	37.5 57.5		
5		37.5~42.5 37.5~42.5		
6		32.5	37.5 (est) 62.5 (est) 82.5 97.5	
7		32.5~42.5	37.5 47.5 62.5 72.5 82.5	
備 考	○ナンバーは推定 年令			