

ヒラメの年令と成長について

篠 田 正 俊

ヒラメの栽培・養殖を目的とする調査にかぎらず、その資源の有効利用を検討する場合に、漁業生物学的に最も基礎となる問題はヒラメの成長を明らかにすることである。ヒラメの年令査定を試みた調査研究は今までに多くあったのであろうが、報告を身近に持たない。

最首(1957)が東海・黄海域におけるヒラメ資源について、また前川ら(1951)が山口県瀬戸内海におけるヒラメの成長について調査報告している。いづれにしても本県沖漁場を中心とするヒラメ資源については全く成長に関して参考にするべき資料がなく、今後の栽培・養殖漁業を中心とする資源有効利用、あるいはその資源管理において基本的な障害となるであろう。したがって、栽培・養殖を前提として現在の資源状態を把握することの重要性から、ヒラメの耳石による年令査定の可能性を検討し、昭和46年6月から昭和47年6月までのほぼ毎月採集した耳石から年令と体長の関係を調べた。

耳石の採集と計測までの処理

耳石を取り出すための個体は、他の生物調査項目を調査するのに使用した個体を併用した。採集海域は本県砂丘沖(賀露～酒津沖)水深5～80mであり賀露港に水揚げされたものを入手した。毎月の耳石採集用の個体数は、破損、奇型など計測することができないものを除き、下表に示す数の耳石を計測した。

第1表

	1971年							1972年						
	6月	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
耳石を採集したヒラメの個体数	84	31	0	45	34	94	40	56	26	29	15	26	44	
輪紋が計測出来た個体数	62	26	0	31	19	72	29	49	19	27	11	22	39	

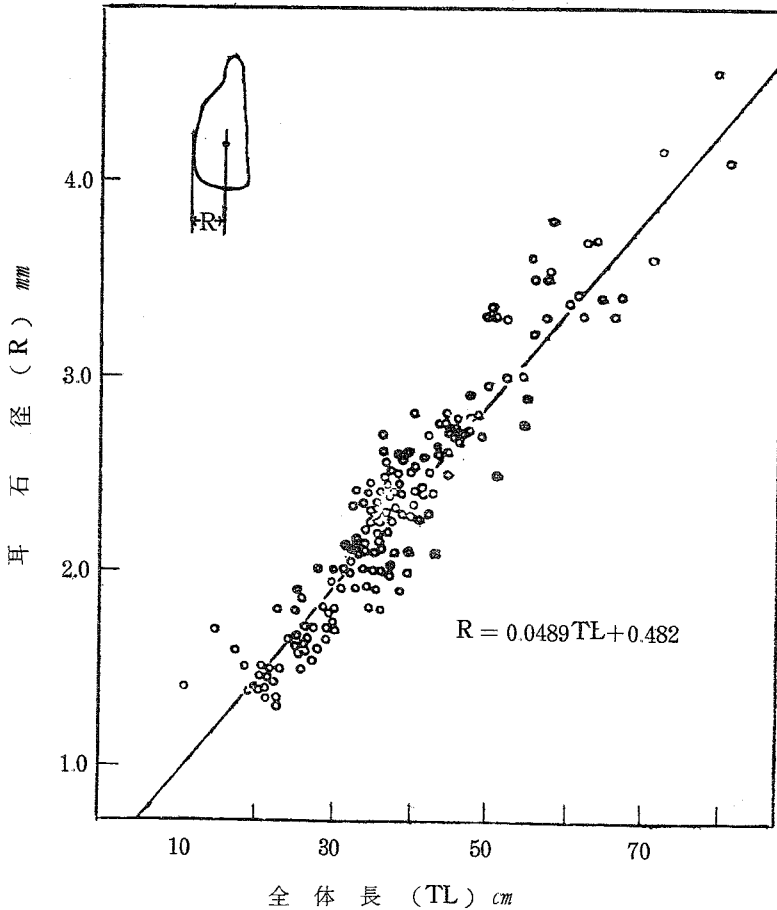
耳石の輪紋の計測やその観察は、耳石を魚体から取り出した後も乾燥させないで保管された状態で行うのが最良である。作業時間の関係から新鮮な耳石を観察できない場合は、取り出した耳石をグリセリン溶液中に保管して乾燥を防いでおくのがよい。しかし長期間のグリセリン溶液中での保管は不透明体(特に耳石の外側に近い輪紋)が消失してしまう危険性がある。この調査での保管方法は、乾

乾燥することによる計測上の困難さをある程度認め、取り出した耳石に付着している組織片をのぞいて紙袋に一個ごと保管した。その耳石は計測する数日前（3～7日）にグリセリン溶液中につけ、多少透明度を回復させた後に計測した。この方法で行う場合には、透明帯と不透明帯との境界判断に困難な個体が、新鮮な標本による計測に比べて増加することは免がれない。

グリセリン溶液中に乾燥した古い耳石を入れるのは、少しでも計測困難な個体（すなわち透明体が不明瞭な個体）の数を減少させるのに役立つからである。

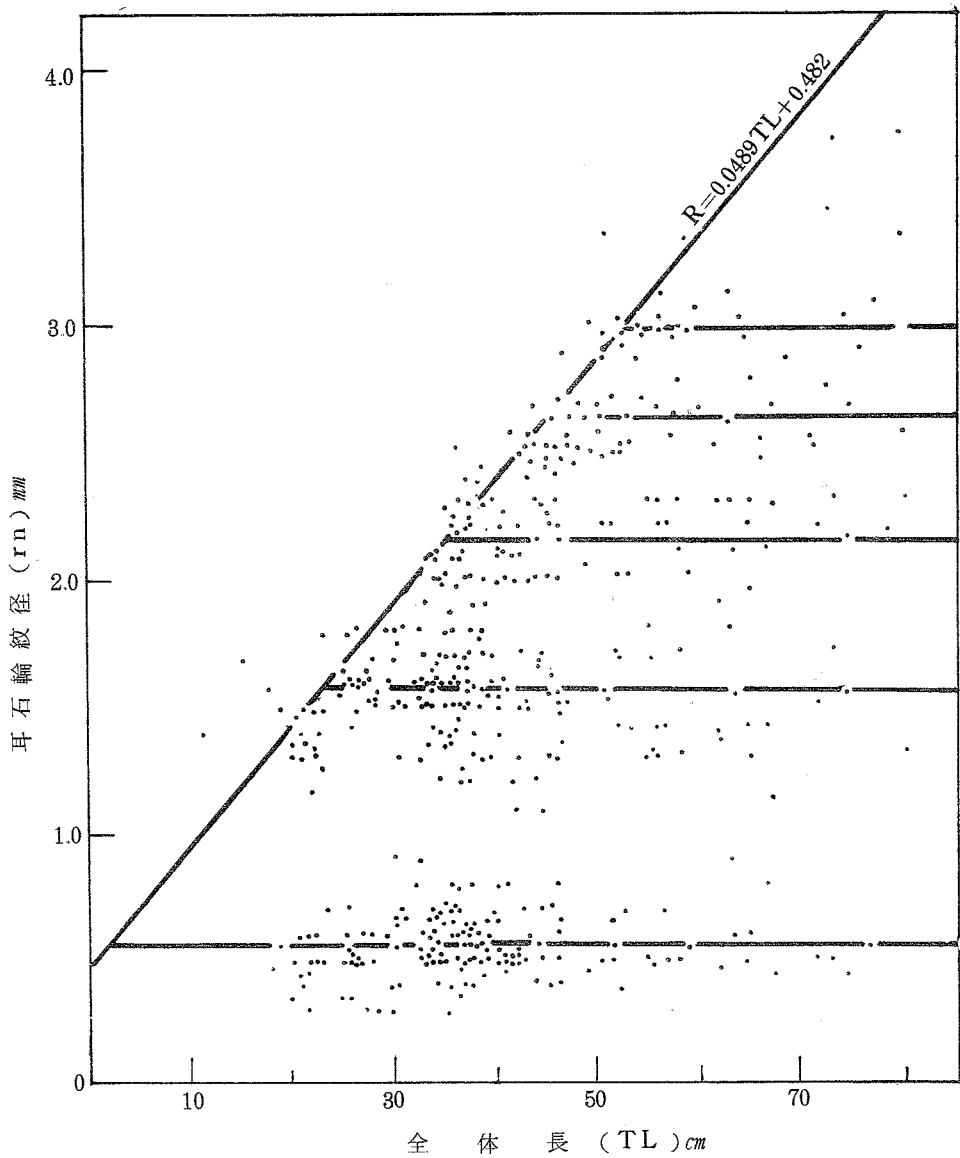
輪紋の計測結果

耳石平面に観察される全ての不透明帯の外側から核中心までの長さ（ r ） mm と、耳石の外辺から核中心までの長さ（ R ） mm を計測した。図1にみるように、全体長（ TL ） mm の増加に伴い耳石の成長はほぼ直線関係（ $TL = 212.8R - 100.2$ ）にある。



第1図

各輪紋の形成される耳石上の位置は大きなばらつきを示すが、核中心からの一定距離に注目して輪紋径の分布を調べると、図2における4つの点に集中している。また、同図からヒラメの耳石輪紋にはリ一現象は認められないようである。核中心から外辺までの長さ (R) mmと全体長 (TL) mmとの直線から概想される耳石最小径 (平均 0.5 mm) は核の大きさに相当する。

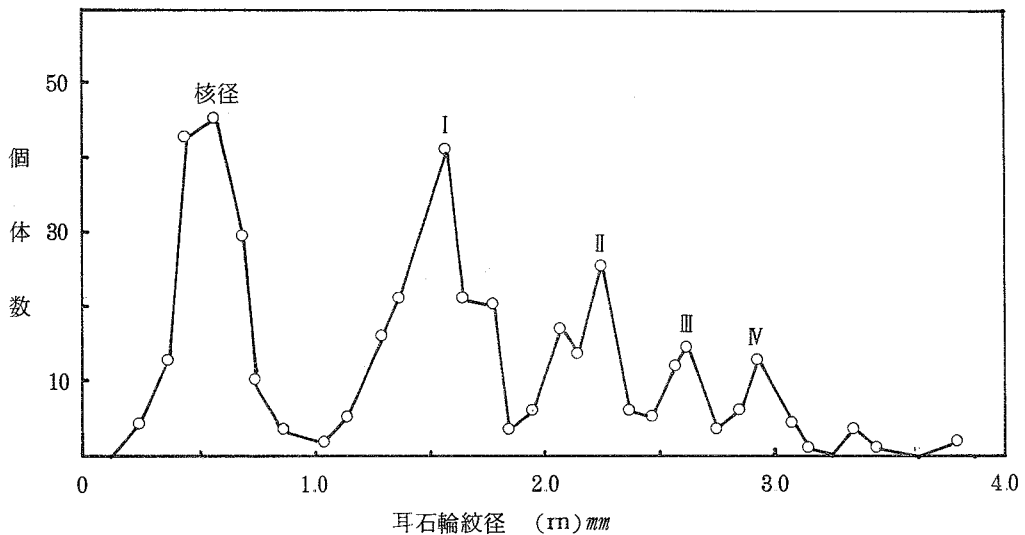


第2図

この核の大きさにも各輪紋形成位置の分散と同様に、かなりの個体間差異が認められた。耳石核径の変異は発生時期などによって、その大きさと透明帯と不透明帯の差異をももたらすが、ヒラメの場合は全て不透明帯核であると考えてよい。

第1輪紋から第4輪紋までのそれぞれが形成される平均的な体長は、輪紋径分布図(図3)のモードから逆算による推定を行って、下記の結果をえた。

第1輪紋径	1.54mm	全体長	227.5mm
第2 "	2.12mm	"	350.9mm
第3 "	2.60mm	"	453.1mm
第4 "	2.95mm	"	527.6mm

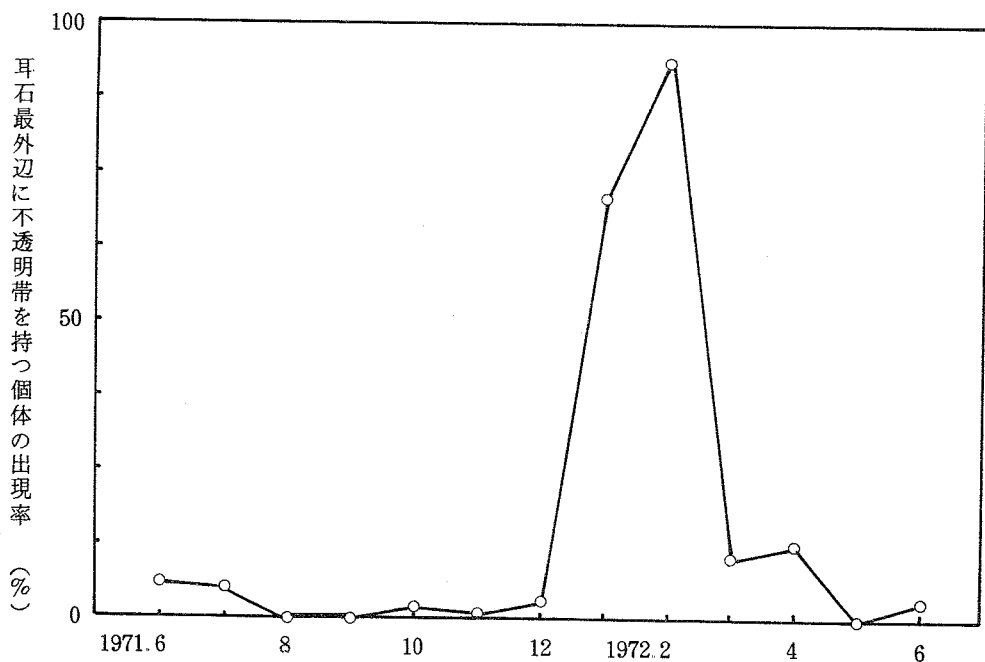


第3図

結果の検討

求めた耳石上の輪紋が年輪であると判断するには、不透明帯が規則的に年一度形成されることを確認すればよい。時間経過とともに輪紋の形成状態を表現するには、一般に月々の縁辺成長率を求める方法がある。ここでは耳石の外径(R)と最外輪径との一致する個体が最も多く出現する時期に輪紋が形成されると判断してもよいので、その個体が多数出現する時期をヒラメについて図4に示す。すなわち、他の多くの魚種と同様に冬期の成長が緩慢になる時に不透明輪紋が形成されることがわかり、その期間は12月から翌年2月におよぶ。したがって、計測した耳石輪紋は年令指標であり、前述4

輪紋に注目した全体長はそれぞれ1才～4才魚であると判断してよい。なお第一輪ができるまでの0才期間は産卵期が4～5月であるから、ほぼ発生後一年を経た時点で第一輪紋形成期を迎えていることから概略一年としてよいであろう。



第4図

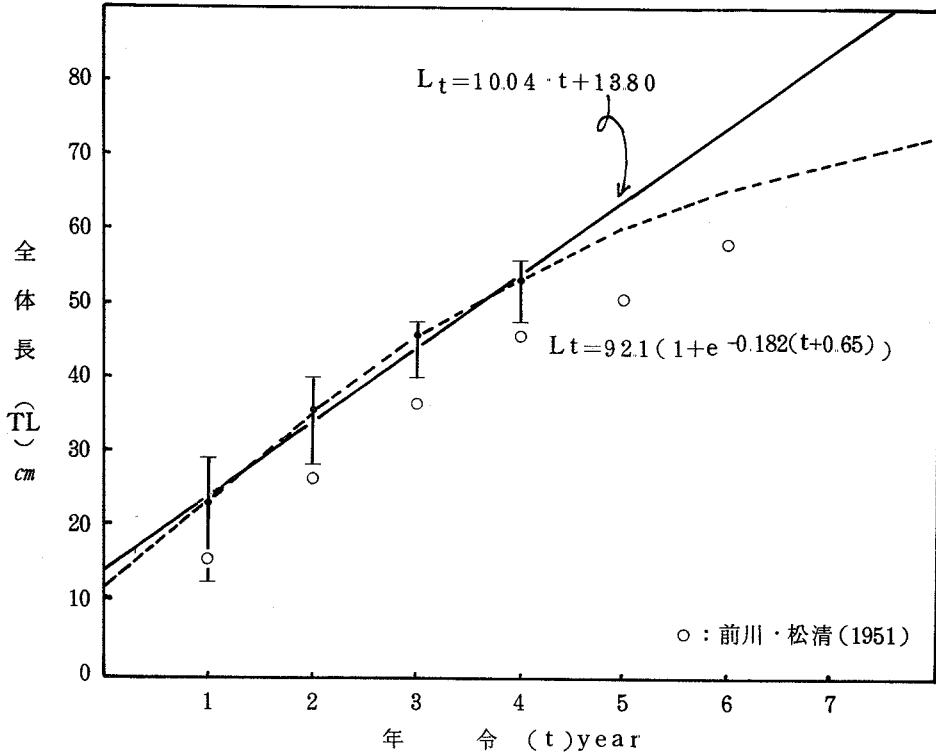
漁獲されるヒラメの体長は80cm前後におよぶ個体もあることから、勿論ここで推定した年令以上の高令群は存在するが、耳石輪紋を年令形質として用いる方法から査定を行うことは困難であった。より多くの大型個体の耳石からそれらの年令を査定することは原理上可能であるが、取り出した耳石の鮮度保持のための処理とか計測誤差などから、4才以上について推定することは困難が多い。しかし、前川ら(1951)が行なった鱗による査定と並行して調査することによってより計測の誤差を少なくすることができるであろう。

前川ら(1951)が推定した体長と年令の関係は、最首(1957)が行った査定結果とは各年令とも平均4～5cmずつ差がある。図5からわかるように当調査における結果を前川ら(1951)と比較してもやはり、一年ごとの差が認められる。すなわち、0才魚の体長が当調査の1才魚の体長にほぼ相当するし、それ以上の年令相当の体長に対しても同様一年級群ごとのちがいがあがる。こうした調査ごとによるヒラメの年令と体長との関係の差異が、年令指標形質によるちがいのか、調査海域のちがいによる成長差なのか、あるいは年輪紋の計測誤差によるものであるのかは現在納得のゆく根拠のもとに説明はできない。しかしヒラメの養殖による観察とか、自然状態での標本調査などから時間的な追跡を行なうことによって、各海域ごとの成長状態は確実なものとして推定されるであろう。

当面の成長に関する問題は0才魚の体長を明らかにすることによって、前に述べた3つの調査結果のちがいは多少説明される。

和歌山県水試の養殖試験と京都府水試の丹後海での調査結果からは、発生後ほゞ1ヶ年で20cm前後の体長に達し得ると思われる。すなわち生後約6ヶ月で和歌山水試の養殖試験では16.5cmに、京都府水試の調査では14cm以上の体長であると報告されているからである。

したがって、当調査で0才魚の平均体長を15cm程度(図5)であると推定している内容は、かなりの確かさがあると思われ、前川らの結果とのちがいは主として海域による差異であろう。



第5図

Bertalanffy の成長モデルに従ってヒラメが成長すると仮定し、その式におけるパラメーターを次のように推定した。

$$l_{\infty} = 92.1 (\text{cm}) \quad k = 0.182 \left(\frac{1}{\text{year}} \right) \quad t_0 = -0.65 (\text{year})$$

$$L_t = 92.1 (1 + e^{-0.182(t+0.65)})$$

この結果に基づいて成長曲線を求め、少数ながら漁獲される大型ヒラメ(70cm以上)の年令を推定することができる。(表2)

第2表

年令	推定方法	耳石による推定体長 (cm)	Bertalanffyの式にあてはめて求めた体長 (cm)	前川ら(1951)が鱗によって推定した体長 (cm)
1		2 2.7 5	2 3.8 5	1 6.6
2		3 5.0 9	3 5.0 9	2 6.6
3		4 5.3 1	4 4.4 8	3 6.2
4		5 2.7 6	5 2.7 7	4 5.5
5		—	6 0.8 8	5 0.5
6		—	6 4.6 5	5 8.5
7		—	6 9.1 7	—
8		—	7 2.9 4	—

成長の良い魚種で、その若令期の範囲では成長曲線は直線式によって満足する場合が多い。漁獲物として量的に多いヒラメ若令期についても、図5に示すように直線式で全体長(L_t)mmと年令(t)の関係を表現しうる。あえてBertalanffyの成長式にあてはめるまでもなく、この年令範囲(0才~4才)については回帰直線による表現で十分に目的を達しうる。

$$L_t = 100.4t + 138 \quad (4 \geq t \geq 0)$$

ヒラメを栽培・養殖の対象種とすることの妥当性は、まず商品としての十分な体長と体重が短期に確保できること、すなわち人為的な環境下においてヒラメの潜在的な成長速度の増大が期待できることである。前に述べたLaxery BayにおけるP. platessa L.の場合を参考に検討してみると、商品体重250g、全体長285mmに達するには自然条件下で約2.5年を要する。しかし自然条件下で特に成長状態が良い個体は、1年11ヶ月で体重300g、体長約310mm、2年8ヶ月で体重500g、体長360mmに達する。この個体間の成長差は生息環境との抵抗による成長抑制のためと思われるが、抵抗を緩和することによって成長を促すことができると考えられる。たとえば同種を養殖すると、1年6ヶ月で250gの体重に、1年10ヶ月で300gに達した。すなわち、自然条件下で認められる最も成長の良い個体の状態までは人為的な生息環境調整によって成長を促進できるものと考えてよいであろう。

参 考 資 料

- 昭和45年度 和歌山県水産増殖試験場事業報告 第3号
- 昭和46年度 同 上 第4号
- 水産海洋シンポジウム「日本浅海域の開発と保全」 昭和47年11月 京都府水試資料
- 「山口県瀬戸内海に於ける重要生物の資源学的研究 第2報 ヒラメ *Paralichthys olivaceus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)の年令査定について」 前川兼佑、

- 「魚類学」下 恒星社厚生閣 911~913頁
- 「THE GROWTH OF PLAICE IN LAXEY BAY (ISLE OF MAN)」 A. B. BOWERS and JONG WHA LEE, J. Cons. Explor. Mer Vol.34, No.1, 昭和46年

体重と体長 (total length) の関係

一般に、魚の体型が立体的に相似であり、その比重が均一であるならば、魚の重さ (W) g は長さ (L) cm の3乗に比例する。

$$W = kL^n \quad (n \approx 3) \quad (1)$$

ヒラメ型の魚類にたいしてもこの関係式が成り立つことはすでに認められているが、成長段階によって生態および形態の変異の著しい場合には、群肥満度 k と n が変化して当然であろう。したがって、特に3乗の法則が成り立たない年令範囲あるいは体長範囲を成長生態的な検討を行う上からも明らかにしなくてはならない。

図1と図2に示すように、両対数グラフに体重と体長をプロットすると、一つの直線で全体長範囲の体重-体長関係を表現することができない。すなわち、最小2乗法によって3つの体長時間隔についてそれぞれ表1のように k と n の値は成長に伴って段階的に変化し、全体長 15 cm 以上に達すると $n = 3$ と近似される。しかし、あえて3つの直線 (成魚に対して求めた直線式) で当ヒラメ個体群の体重-体長関係を表わすとすれば、図1の中の点線となる。

表1 ($W = kL^n$) の関係における k と n の推定値

		全体長 1 ~ 5 cm	5 ~ 15 cm	15 cm 以上
鳥 取	k	3.36×10^{-2}	3.12×10^{-2}	1.16×10^{-2}
	n	1.97	2.50	3.07
島 根	k	2.02×10^{-2}	7.34×10^{-3}	
	n	2.24	3.04	

(体重はグラム、全体長はセンチメートルで表わす)

全長 3 cm 以下のヒラメ個体群に対する回帰性は悪くなるが、それ以上の漁獲対象となるヒラメに対しては、 $k = 1.2 \times 10^{-2}$ 、 $n = 3$ (ただし体重はグラム、全体長はセンチメートルで表わす) を用いて体重~体長関係を表現しても実用上充分である。

$$W = 0.012TL^3 \quad (3 < TL < 80) \quad (2)$$

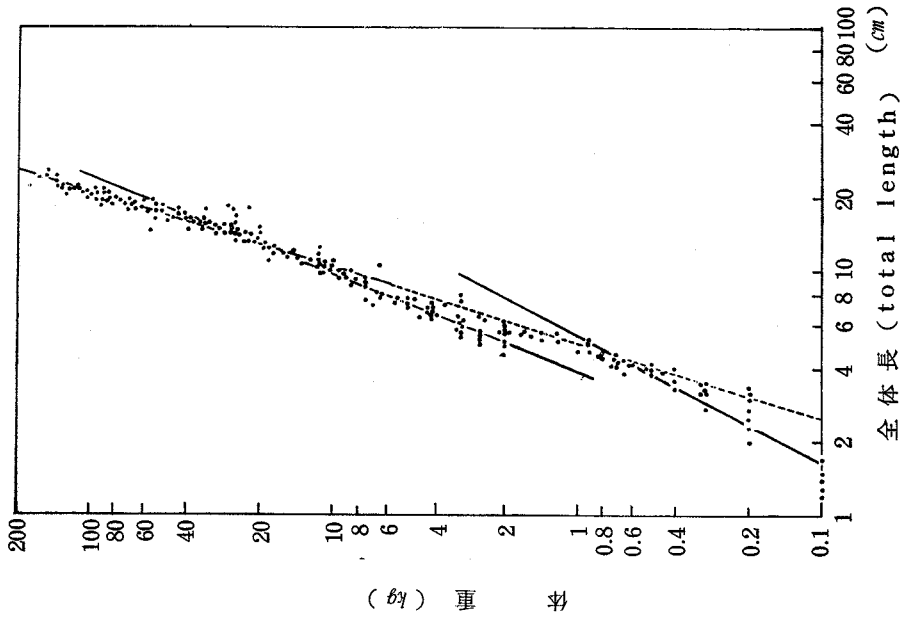


図 1

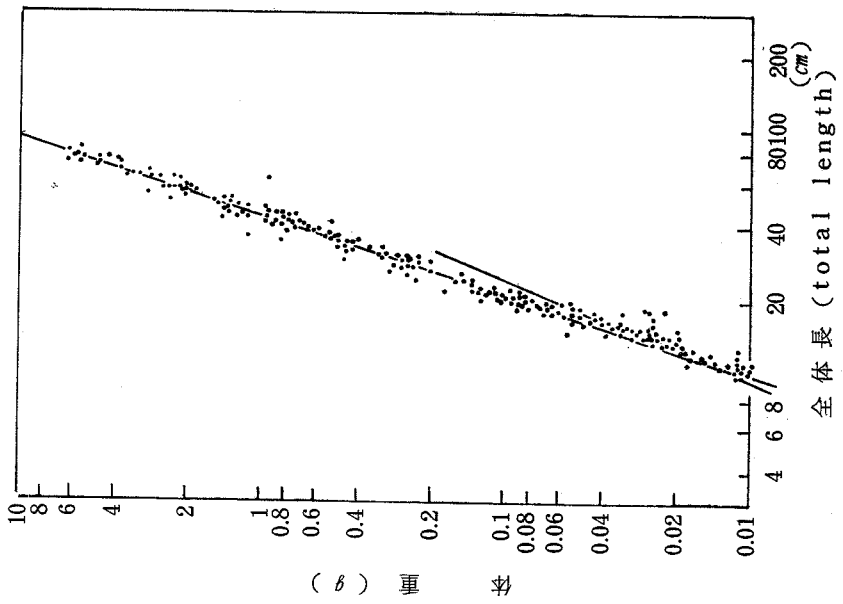


図 2

群肥満度 k はヒラメの摂餌生態の内容を反映しているパラメーターであるから、餌料生物の生産量、あるいは生殖腺の成熟による体重の増加とか、成長に特に関与する生息環境要因の季節変動などによって影響を受けるであろう。

島根県沖ヒラメ資源に対して推定された k と n の値は当県の場合と比較して多少の差異があるが、その根拠は上で述べたような両資源の生態的な要因の複合によるものであって、個々の要因との相関によって今のところ説明出来ない。

前述した年令とそれに相当する全体長との関係式と上式(2)から年令ごとの体重を求めることができる。Bertalanffy の成長式で与えられる 0 才から 8 才魚までの全体長を求め、その全体長に対する体重を(2)式から求めればよい。あるいは下で述べる(3)式を適用しても同じである。

図 3 に各年令に対する体重と全体長の関係を示したが、この図の精度は年令査定における誤差に全面的に左右されると考えてよいであろう。すなわち、5 才魚以上の全体長は成長式における t の値を 5~8 として機械的に計算されたものであって、年令形質によって確かめられているのではない。また、当調査の場合では耳石輪紋の計測誤差も同様に年令-体重の関係に二次的に影響している。こうした推定上の問題は残されているが、体重が全体長の 3 乗に比例することはかなり確実であるから、Bertalanffy の全体長に対する式を体重について求めておくのが便利であろう。年令 t 才魚の体重 (W_t) g は次の式で与えられる。

$$W_t = W_\infty \{ 1 - e^{-0.182(t+0.65)} \} \quad (3)$$

ここで L_∞ に相当する W_∞ は次の関係にある。

$$W_\infty = k(L_\infty)^3 = 9,344(g)$$

たとえば、1 才魚の体重 W_1 は上式から約 1,622 g 、3 才魚の体重 $W_3 = 1,052 g$ 、5 才魚の体重 $W_5 = 2,699 g$ 、7 才魚の体重 $W_7 = 3,958 g$ とそれぞれ計算出来る。

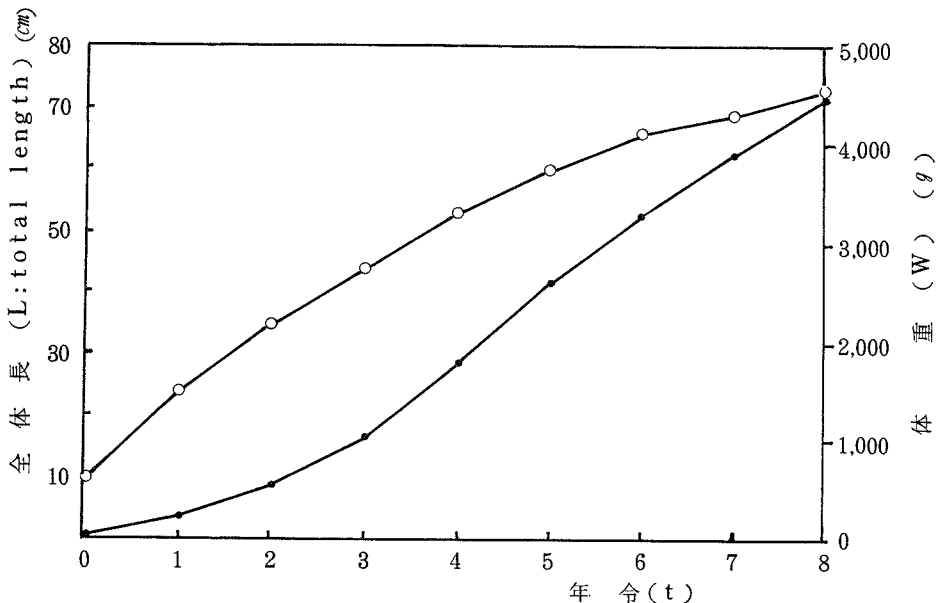


図 3