

东海群带鱼的增殖曲线和资源管理措施

顾惠庭

(上海市海洋渔业公司)

提 要

本文利用渔捞统计、年龄组成等生物学资料,探讨了东海群带鱼的增殖关系,得出东海群带鱼的增殖曲线为 $R = 1525Ae^{-0.0016A}$ 。最大补充量时所需的亲鱼量 $A_M = 600$ 。并将从增殖曲线公式求得的增殖关系理论值,用亲鱼与补充量关系模式进行了模拟计算。求得了最初被捕年龄 $t_c = 1 \sim 5$ 时的资源持续产量和最大持续产量。计算结果表明:

(1) $t_c = 1$ 时,原始资源水准时的亲鱼量 $A_V = 4659$,平均体重 $\bar{W} = 414.9$ 克,捕捞对象资源量(尾数) $N_V = 9.9 \times 10^3$ 。虽然鱼体大,平均体重大,但由于资源增殖率低,资源量水准也低。

(2) 最大持续产量时亲鱼量 $A = 600$,只有原始资源水准时的 $1/8$,平均体重只有原始资源水准时的 $1/4$ 。但由于补充量为最大,捕捞对象资源量(尾数)却增加了近 35 倍,资源量(重量)亦增加 9 倍。

(3) 目前由于捕捞强度不断增大,产量超过了资源最大持续产量,1978 年亲鱼量已下降到 $A = 154$,只有最大持续产量时的 $1/4$,这是资源利用过度的危险水平。捕捞对象资源量和补充量都只有最大持续产量时的 $1/2$ 多一点。

(4) 要使资源恢复到最大持续产量水准,必须采取限制产量的措施,将产量控制在低于持续产量水平,使剩余的亲鱼量能逐步恢复到 $A = 600$ 水平。如果 1979 年将产量控制在 1978 年产量的 80% 水平,到 1980 年亲鱼量或可恢复到 $A = 600$ 水平。这样再过两年,产量可能恢复到最大持续产量水准。

(5) 最大持续产量(重量)在 $t_c = 3$ 时为最高。但是,由于带鱼的形态特点,因此采用放大囊网网目对推迟带鱼的最初被捕年龄尚有困难。

前 言

水产资源是一种不断更新的生物资源。当它还处在原始状态时,它只受自然因子的制约。由于它本身具有维持平衡的调节能力,在自然因子没有特大变动的情况下,它能自动维持平衡。当它被人类开发利用后,除了自然因子外,它还受到人类捕捞的影响。在捕捞技术现代化的情况下,捕捞对水产资源的影响往往已超过自然因子而成为最大的制约因子。因此,一个原始资源被开发后,很快会出现鱼体小型化和性成熟年龄提前等现象。但是只要开发利用的程度没有使资源的增殖机制遭受破坏,上述现象的出现应该认为是正常的。资源能不能提供最大持续产量(Msy),应该取决于资源是不是处于正常状态的平衡水准。资源研究工作的主要任务之一,就是要判断目前的资源水准是否处于正常状

态。如果发现资源水准与渔业规模不相适应,就要采取措施,进行资源管理,使资源恢复到正常状态。为了进行资源管理,单靠统计资料的汇集整理和生物学的观察记载已不能为判断资源水准提供足够的依据,于是发展了用数理模式来描述资源变动的方法。目前在资源管理上应用的数理模式可分为两类:一类是以每年有同等程度的补充量为前提的综合产量模式和动态综合模式;另一类是考虑亲鱼与补充量关系的亲鱼与补充量关系模式。叶昌臣(1964)对辽东湾的小黄鱼和六十年代日本西海区水产研究所对日本以西底曳网渔业主要鱼种进行的资源管理研究都是用的第一类数理模式。这类模式着眼于分析捕捞强度对资源的影响或改变网目大小以改变最初被捕年龄对产量的影响,但以每年的资源补充量恒定为前提,因此,存在一定的缺陷。亲鱼与补充量关系模式在这问题上是有改进。最近对我国近海水产资源用这一模式进行了不少研究工作。最首(1968)对黑姑鱼,最首(1970)对东海江苏群小黄鱼、最首和池本(1970)对蛇鲭、最首(1973)对黄鲷、最首(1975)对真鲷,分别发表了这些鱼种的亲鱼量与补充量的增殖曲线。土井(1971)、费鸿年(1976)先后发表了对东海江苏群小黄鱼和粤东蓝圆鲹用亲鱼与补充量关系模式进行资源管理研究的报告。

带鱼(*Trichiurus haumela* Forskål)是我国产量最高的鱼种,洄游于东海(包括黄海南部)的带鱼可归属于一个系统群——东海群。在我国的带鱼资源中,东海群的资源量最大。本文利用渔捞统计、年龄组成等生物学资料,探讨了东海群带鱼的增殖关系。并以增殖曲线为基础,用亲鱼与补充量关系模式模拟计算了持续产量和最大持续产量,判断了带鱼资源的现状并提出了资源管理的意见。

资料和方法

东海群带鱼的产卵期很长,从四月份开始一直到九月份均有产卵。但是我国机轮拖网在五月份以前以东海群带鱼为主要捕捞对象进行作业的历史并不长,作业渔场年变动很大。所以选用六月份到九月份的作业资料作为东海群带鱼的基础资料。

真子(1963)曾用带鱼的各年龄组平均体长和标准偏差按正态分布计算出各年龄组的体长分布,并制作了带鱼的年龄——体长换算表。平均体长是用生长公式

$$L_{t,mm} = 45.57[1 - e^{-0.4088(t-0.44)}]$$

计算;标准偏差是用三栖(未发表)的各轮群的轮半径(R_{mm})平均值和标准偏差,按三栖(1958)发表的

$$R_{t,mm} = 0.2895L_{t,mm} + 15.60$$

关系式,换算到体长的标准偏差。并假定在轮半径和标准偏差之间是线性关系,用内插法求得各年龄组各季节的标准偏差。他还实测的带鱼分档规格的平均体长和标准偏差资料计算出分档规格的体长组成,再间接将带鱼渔获的分档组成换算成年龄组成。

本文也用类似方法先将三栖(1958)发表的带鱼年龄生长资料和田中(1960)发表的带鱼自然死亡系数 $M = 0.36$,制成东海群产卵带鱼(以八月为基准)的年龄—体长换算表(表1)。再将实测的产卵带鱼分档规格的体长分布按表1换算成产卵带鱼分档规格年龄

表 1 带鱼年龄-体长换算

(8月, $M=0.36$)

体长 \ 年龄	I 龄 (%)	II 龄 (%)	III 龄 (%)	IV 龄 (%)	V 龄 (%)	VI 龄 (%)
<15 cm	100.0					
15 cm~	99.0	1.0				
16 cm~	95.2	4.8				
17 cm~	76.9	23.1				
18 cm~	33.0	62.0				
19 cm~	11.3	88.7				
20 cm~	1.8	98.2				
21 cm~	1.2	98.8				
22 cm~		99.5	0.5			
23 cm~		99.1	0.9			
24 cm~		95.5	4.5			
25 cm~		91.6	8.4			
26 cm~		76.6	22.9	0.5		
27 cm~		48.1	51.3	0.6		
28 cm~		21.4	76.5	2.1		
29 cm~		6.3	89.3	4.4		
30 cm~		2.4	89.2	8.1	0.3	
31 cm~		0.8	83.3	15.1	0.8	
32 cm~			71.3	26.7	1.8	
33 cm~			53.2	41.7	4.9	
34 cm~			32.6	56.0	10.3	1.1
35 cm~			16.1	63.6	17.8	2.5
36 cm~			6.7	59.6	28.0	5.7
37 cm~			2.4	50.4	36.5	10.7
38 cm~			0.6	38.1	43.3	18.0
39 cm~			0.3	25.6	46.5	27.6
40 cm~				16.2	46.2	37.6
41 cm~				9.8	42.6	47.6
42 cm~				5.9	38.2	55.9
43 cm~				2.5	33.0	64.5
44 cm~				2.1	26.6	71.3
45 cm~				2.0	22.2	75.8
46 cm~					19.2	80.8
47 cm~					15.2	84.8
48 cm~					10.4	89.6
>49 cm						100.0

换算表(表 2)。利用表 1、表 2, 将 1959—1965 年实测的产卵带鱼体长组成和 1967—1978 年六月到九月实际上岸量的带鱼渔获分档组成分别换算成年龄组成。1966 年由于没有实测的体长组成和实际上岸量的分档组成资料, 借用了山田(1971)发表的 1966 年年龄组成资料。由这些资料汇总成 1959—1978 年东海群产卵带鱼的年龄组成列于表 3。

由于机轮拖网在六月到九月间捕捞东海群产卵带鱼的作业渔场比较稳定, 年变动较

表2 产卵带鱼分档规格年龄换算

规格 \ 年龄	I 龄(%)	II 龄(%)	III 龄(%)	IV 龄(%)	V 龄(%)	VI 龄(%)	平均体重(g)
大中条带鱼		85.54	14.00	0.45	0.01		264
小条带鱼	2.12	97.69	0.19				160
带鱼丝	56.49	43.51					82

表3 1959—1978年产卵带鱼年龄组成

年 \ 年龄	I 龄(%)	II 龄(%)	III 龄(%)	IV 龄(%)	V 龄(%)	VI 龄(%)	平均体重(g)
1959	3.67	74.04	17.04	3.23	1.23	0.79	243
1960	4.85	65.92	22.78	4.28	1.33	0.84	238
1961	9.76	66.18	16.62	4.72	1.62	1.10	229
1962	1.30	67.10	24.56	5.15	1.34	0.55	253
1963	2.31	73.27	19.33	3.63	1.01	0.45	229
1964	15.42	68.39	13.36	2.08	0.51	0.24	187
1965	2.42	87.54	8.34	1.09	0.38	0.23	198
1966	34.79	47.97	14.58	1.92	0.56	0.16	200
1967	4.86	88.03	6.89	0.21	0.01		205
1968	6.82	84.03	8.86	0.28	0.01		217
1969	9.02	82.78	7.93	0.25	0.01		207
1970	5.23	88.21	6.35	0.20	0.01		201
1971	17.54	79.23	3.12	0.10	0.01		160
1972	12.82	82.33	4.69	0.15	0.01		178
1973	22.86	74.88	2.18	0.07	0.01		145
1974	9.32	85.99	4.54	0.14	0.01		182
1975	22.32	75.23	2.37	0.07	0.01		148
1976	20.70	75.20	3.96	0.13	0.01		163
1977	18.08	78.93	2.89	0.09	0.01		157
1978	25.26	73.17	1.52	0.05			137

小。因此可以将渔捞力量近似地看作等于有效渔捞力量。这样将六月到九月东海群带鱼总产量除以总渔捞力量而得的单位渔捞力量渔获量(CPUE)就可以代表东海群产卵带鱼的资源量指数。在计算总渔捞力量时,由于各种马力拖网渔轮的捕捞性能不同,而且每作业天投网次数的年变动也较大,因此本文选定250匹马力混合式拖网渔轮的作业天作为渔捞力量的标准。其他各种马力的拖网渔轮,按使用网具的大小和实际产量情况与250匹马力混合式拖网渔轮对比,得出一定的捕捞性能系数,再折算成标准渔捞力量。根据上海市海洋渔业公司拖网渔轮作业资料算出的东海群产卵带鱼的资源量指数(尾数)和年龄组成如表4。

1. 作为补充量的 I 龄群资源量的推算

表5是按世代进行排列的东海群产卵带鱼的资源量指数(尾数)的年龄组成。取 II 龄

表 4 1959—1978年产卵带鱼资源量指数及年龄组成

(尾)

年 份	资源量指数	I 龄	II 龄	III 龄	IV 龄	V 龄	VI 龄	III 龄以上亲鱼
1959	6296	231	4662	1073	203	77	50	1403
1960	8613	418	5678	1962	369	114	72	2517
1961	8210	801	5433	1365	388	133	90	1976
1962	9881	128	6631	2427	509	132	54	3122
1963	8995	208	6590	1739	327	91	40	2197
1964	13957	2152	9546	1865	290	71	33	2259
1965	13081	316	11451	1091	143	50	30	1314
1966	9400	3270	4509	1370	180	53	15	1618
1967	16634	808	14643	1146	35	2		1183
1968	12350	842	10378	1094	35	1		1130
1969	10869	980	8997	862	27	1		890
1970	10248	536	9040	651	21	1		673
1971	15375	2697	12182	480	15	1		496
1972	14157	1815	11655	664	21	1		686
1973	22482	5139	16835	490	16	2		503
1974	16648	1552	14316	756	23	1		780
1975	13175	2941	9912	312	9	1		322
1976	10674	2209	8027	423	14	1		438
1977	9745	1762	7691	282	9	1		292
1978	9781	2470	7157	149	5			154

表 5 各世代产卵带鱼的年龄组成和 I 龄群补充量推算值

(尾)

世 代 \ 年 份	II 龄	III 龄	IV 龄	V 龄	VI 龄	I 龄群补充量
1959	5433	2427	327	71	30	25100
1960	6631	1739	290	50	15	33700
1961	6590	1865	143	53		37100
1962	9546	1091	180	2		63800
1963	11451	1370	35	1		239000
1964	4509	1146	35	1		73100
1965	14643	1094	27	1		427000
1966	10378	862	21	1		279000
1967	8997	651	15	1		261000
1968	9040	480	21	2		139000
1969	12182	664	16	1		391000
1970	11655	490	23	1		263000
1971	16835	756	9	1		918000
1972	14316	312	14	1		412000
1973	9912	423	9	1		384000
1974	8027	282	5			355000

群至VI龄群,将各世代的年龄组成外推,按最小二乘法推算的各世代I龄群补充量的值亦列入表5(图1)。

从世代I龄群补充量的年变化来看(图2),1965世代与1971世代出现的二次高峰和

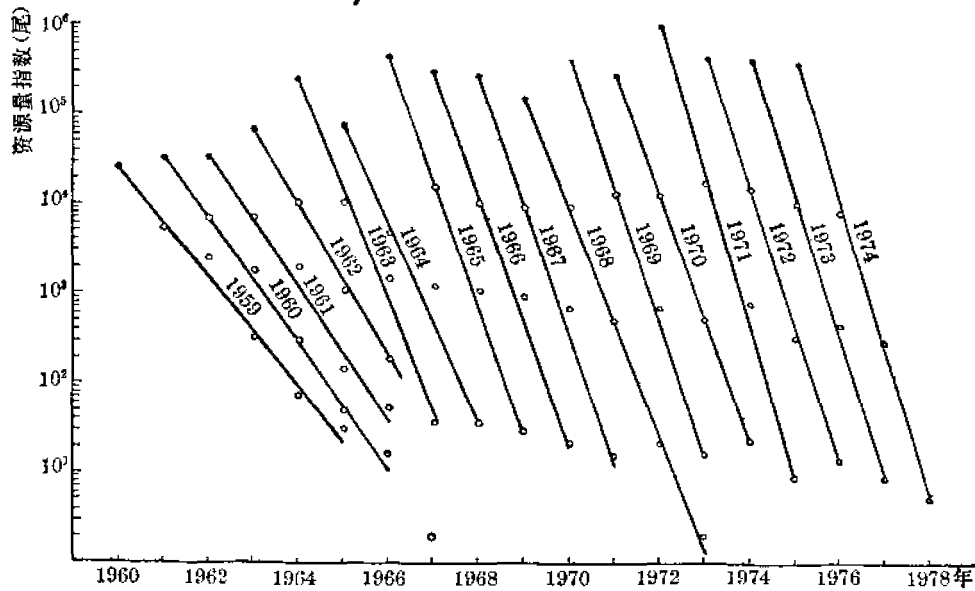


图1 各世代产卵带鱼年龄组成

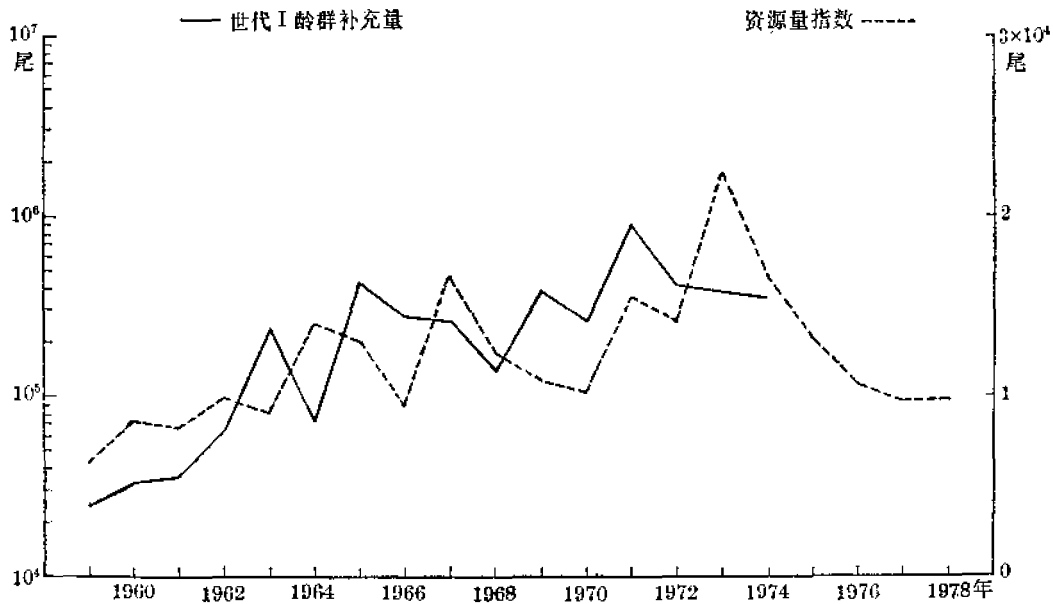


图2 世代I 龄群补充量与资源量指数年变化

二年后出现的资源量指数高峰完全一致。这表明资源量的波动与补充量有密切关系。

2. 亲鱼量的计算

根据三栖(1959)的报告,在1954—1957年间带鱼是满Ⅲ龄开始产卵,满Ⅳ龄大部分产卵;但山田(1971)报告在1966—1967年间主要产卵群由满Ⅲ龄以上群组成,可能有若干Ⅱ

龄鱼参加,由于成熟体长的变小,二个时期的产卵开始年龄提前了一年。这种参加产卵年龄的变化,对亲鱼量的计算带来了困难。本文为了统一标准,仍将各年的Ⅲ龄以上鱼作为产卵亲鱼,各年亲鱼量的计算结果见表4。

讨 论

1. 增殖曲线

最首(1972)在总结他研究的东、黄海底鱼的增殖曲线结果时曾指出多数增殖曲线可用 Ricker 型增殖曲线来描绘。Ricker 型增殖曲线为:

$$R = aAe^{-bA} \quad (1)$$

式中 a, b 为常数, R 为补充量, A 为亲鱼量。将(1)式变形可得:

$$\lg \frac{R}{A} = \lg a - bA \quad (2)$$

从表4、表5所示的东海群产卵带鱼各世代的补充量 R 与当年产卵群中Ⅲ龄以上亲鱼量 A 之间的关系来看,在 $\lg \frac{R}{A}$ 与 A 之间是存在直线相关,直线关系式为:

$$\lg \frac{R}{A} = 7.3299 - 0.00166 A$$

(相关系数 = -0.85)

与(2)式相比,可得 $\lg a = 7.3299$, 即 $a = 1525$; $b = 0.00166$ 。这样东海群带鱼的增殖曲线(图3)为:

$$R = 1525Ae^{-0.00166A} \quad (3)$$

最大补充量时所需的亲鱼量指数 A_M 为:

$$A_M = \frac{1}{b} = \frac{1}{0.00166} = 600$$

最大补充量 R_M 为:

$$R_M = 1525 \times 600 \times e^{-0.00166 \times 600} \approx 338 \times 10^3$$

最大补充量时的增殖率 K 为:

$$K = \frac{R_M}{A_M} = \frac{338 \times 10^3}{600} = 563$$

增殖率高是带鱼资源的一个特点,这可能与带鱼产卵场范围广,产卵期长等增殖有利因素有关。另外由于在计算亲鱼量时没有将实际已参加产卵的一部分Ⅱ龄鱼包括在内,对增殖率偏高亦有关系。

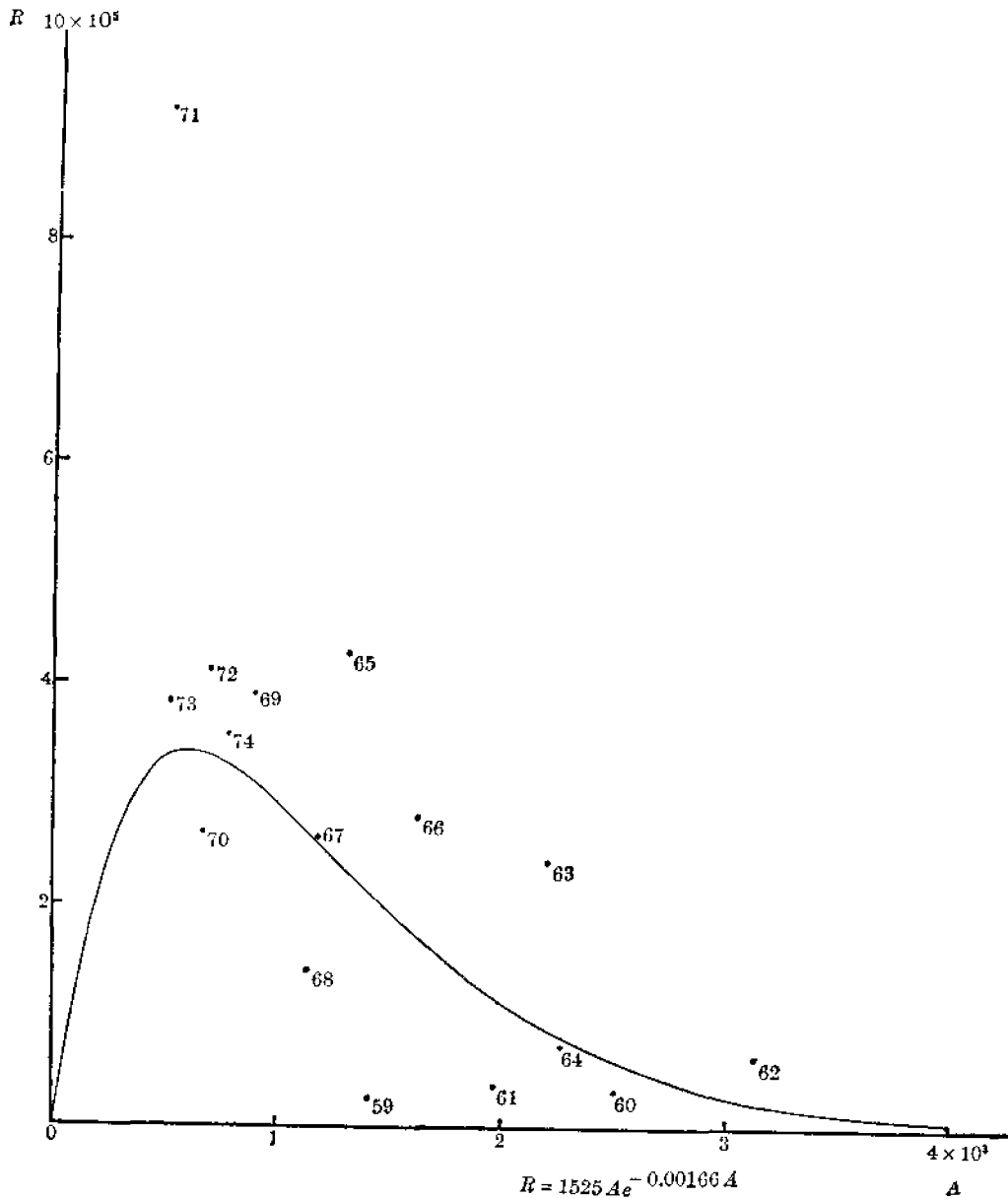


图3 带鱼的增殖曲线

2. 亲鱼与补充量关系模式和模拟计算

表6是根据东海群带鱼的增殖曲线 $R = 1525 A e^{-0.00186 A}$ 求得的各种亲鱼量 A 时的补充量 R 和增殖率 K 等增殖关系的理论值。

设最初被捕年龄为 I 龄(即 $t_c = 1$), I 龄的补充量为 R , 则以后各龄资源将按残存率 S 减少。根据三栖(1958)的报告, 带鱼的最高年龄为 IX 龄, 则捕捞对象资源(尾数) N 为:

$$N = R + RS + RS^2 + \dots + RS^8 = \frac{R(1 - S^9)}{1 - S} \quad (4)$$

表 6 带鱼的增殖关系

<i>A</i>	<i>E</i>	<i>K</i>
100	129182	1292
250	251777	1007
500	332526	665
600	338001	563
750	329285	439
1000	289902	290
2000	110288	55.1
3000	25773	8.59
4000	6535	1.63

III 令以上的亲鱼量 *A* 为:

$$A = RS^2 + RS^3 + \dots + RS^n = \frac{RS^2(1-S^r)}{1-S} \quad (5)$$

(5) 式移项得:

$$\frac{R}{A} = \frac{1-S}{S^2(1-S^r)} = K \quad (6)$$

如果(6)式的 *K* 值与表 6 按增殖曲线求得的 *K* 值相等时, 资源就能保持稳定。即能够保持持续产量的资源残存率 *S* 可由(6)式求得。

$$\text{这时, 总死亡系数 } Z = -lgS \quad (7)$$

$$\text{捕捞死亡系数 } F = Z - M \quad (8)$$

$$\text{渔获率 } E = \frac{F}{Z}(1-S) \quad (9)$$

$$\text{持续产量(尾数)} C_s = NE \quad (10)$$

捕捞对象资源的平均体重 \bar{W} 可用表 7 所示的各龄带鱼体重 *W*_{*i*} 按下式进行计算。

表 7 各龄带鱼的体长、体重

(据三栖, 1958)

年 龄	体 长 <i>L_i</i>	体 重 <i>W</i>
0	46.7 mm	3.2 g
I	183.0 mm	103.2 g
II	277.3 mm	297.2 g
III	331.8 mm	469.3 g
IV	370.7 mm	622.3 g
V	401.0 mm	760.1 g
VI	421.4 mm	862.1 g
VII	432.8 mm	925.2 g
VIII	440.3 mm	966.6 g
IX	445.2 mm	997.2 g

$$\bar{W} = \frac{\sum_{t=t_0}^9 W_t S^{t-t_0}}{\sum_{t=t_0}^9 S^{t-t_0}} \quad (11)$$

式中 t 为年龄。

$$\text{捕捞对象资源(重量)} \quad P = N \cdot \bar{W} \quad (12)$$

$$\text{持续产量(重量)} \quad Y_s = C_s \cdot \bar{W} \quad (13)$$

表 8 为最初被捕年龄为 I 龄时,按上述亲鱼与补充量关系模式模拟计算的结果。最大持续产量不论是尾数还是重量均出现在亲鱼量 $A = 600$ 处,是和最大补充量时所需的亲鱼量完全一致。

表 8 最初被捕年龄为 I 龄时的持续产量计算结果

A	S	Z	F	E	N	C_s	$\bar{W}(\text{g})$	$P(\text{kg})$	$Y_s(\text{kg})$
0	0	0	0	0	0	0		0	0
100	0.0275	3.59	3.23	0.875	132.8×10^3	116.2×10^3	108.4	14.4×10^3	12.6×10^3
154	0.0287	3.55	3.19	0.873	187.8×10^3	163.5×10^3	108.6	20.3×10^3	17.8×10^3
250	0.0310	3.47	3.11	0.868	259.8×10^3	225.5×10^3	109.1	28.3×10^3	24.6×10^3
500	0.0380	3.27	2.91	0.856	345.7×10^3	295.9×10^3	110.6	38.2×10^3	32.7×10^3
600	0.0410	3.19	2.83	0.851	352.1×10^3	299.9×10^3	111.2	39.2×10^3	33.4×10^3
750	0.0165	3.07	2.71	0.842	345.3×10^3	290.8×10^3	112.4	38.8×10^3	32.7×10^3
1000	0.0570	2.86	2.50	0.824	307.4×10^3	253.3×10^3	114.7	35.3×10^3	29.1×10^3
2000	0.126	2.07	1.71	0.722	96.4×10^3	69.6×10^3	130.4	12.6×10^3	9.1×10^3
3000	0.289	1.24	0.88	0.504	36.2×10^3	18.3×10^3	178.1	6.5×10^3	3.3×10^3
4000	0.533	0.63	0.27	0.200	13.9×10^3	2.8×10^3	293.5	4.1×10^3	0.8×10^3
4659	0.700	0.36	0	0	9.9×10^3	0	414.9	4.1×10^3	0

如果最初被捕年龄 t_0 大于 I 龄,则在 t_0 年龄之前,资源的残存率是与捕捞死亡无关,只取决于自然死亡。即:

$$S_0 = e^{-M} \quad (14)$$

当 $t_0 = 2$ 时,捕捞对象资源(尾数) N 为:

$$N = RS_0 + RS_0 S + R_0 S^2 + \dots + RS_0 S^7 = \frac{RS_0(1-S^7)}{1-S} \quad (15)$$

III 龄以上的亲鱼量 A 为:

$$A = RS_0 S + RS_0 S^2 + \dots + RS_0 S^7 = \frac{RS_0 S(1-S^7)}{1-S} \quad (16)$$

(16) 式移项得:

$$\frac{R}{A} = \frac{1-S}{S_0 S(1-S^7)} = K \quad (17)$$

当 $t_0 = 3$ 时,捕捞对象资源(尾数) N 为:

$$N = RS_0^2 + RS_0^2 S + RS_0^2 S^2 + \dots + RS_0^2 S^6 = \frac{RS_0^2(1-S^7)}{1-S} \quad (18)$$

III 龄以上的亲鱼量 A 为:

$$A = N = \frac{RS_0^2(1-S^7)}{1-S} \quad (19)$$

(19) 式移项得:

$$\frac{R}{A} = \frac{1-S}{S_0^2(1-S^7)} = K \quad (20)$$

当 $t_c = 4$ 时, 捕捞对象资源(尾数) N 为:

$$N = RS_0^3 + RS_0^3S + RS_0^3S^2 + \dots + RS_0^3S^5 = \frac{RS_0^3(1-S^6)}{1-S} \quad (21)$$

III 龄以上的亲鱼量 A 为:

$$A = RS_0^2 + N = RS_0^2 \left[1 + \frac{S_0(1-S^6)}{1-S} \right] \quad (22)$$

(22) 式移项得:

$$\frac{R}{A} = \frac{1}{S_0^2} \times \frac{1}{1 + \frac{S_0(1-S^6)}{1-S}} = K \quad (23)$$

当 $t_c = 5$ 时, 捕捞对象资源(尾数) N 为:

$$N = RS_0^4 + RS_0^4S + RS_0^4S^2 + \dots + RS_0^4S^4 = \frac{RS_0^4(1-S^5)}{1-S} \quad (24)$$

III 龄以上的亲鱼量 A 为:

$$A = RS_0^2 + RS_0^4 + N = RS_0^2 \left[1 + S_0 + \frac{S_0(1-S^5)}{1-S} \right] \quad (25)$$

(25) 式移项得:

$$\frac{R}{A} = \frac{1}{S_0^2} \times \frac{1}{1 + S_0 + \frac{S_0(1-S^5)}{1-S}} = K \quad (26)$$

(4)~(26) 式为 $t_c = 1 \sim 5$ 时带鱼的亲鱼与补充量关系模式, 从用这模式模拟计算的持续产量结果中, 将在最大持续产量时的各种参数列于表 9。并将在不同最初被捕年龄条件下各亲鱼量的持续产量(重量)绘成产量等值线群图如图 4

表 9 最大持续产量时各种参数

t_c	A	C_s	Y_s (kg)	\bar{W} (g)	E
1	600	299.9×10^3	33.4×10^3	111.2	0.851
2	600	222.3×10^3	66.1×10^3	297.5	0.937
3	600	165.6×10^3	76.7×10^3	469.0	1.000
4	600	115.9×10^3	72.1×10^3	622.0	1.000
5	600	81.2×10^3	61.7×10^3	760.0	1.000

3. 资源现状的分析

三栖(1964)曾用 1958—1962 年的带鱼年龄组成资料算得的残存率, 按田内(1963)判断资源现状的方法, 计算了原始资源时的亲鱼尾数与现在亲鱼尾数的比值, 对带鱼资源进行过分析。他认为要维持资源, 对东海群带鱼应将渔获率比 1961~1962 年水平降低 13%。

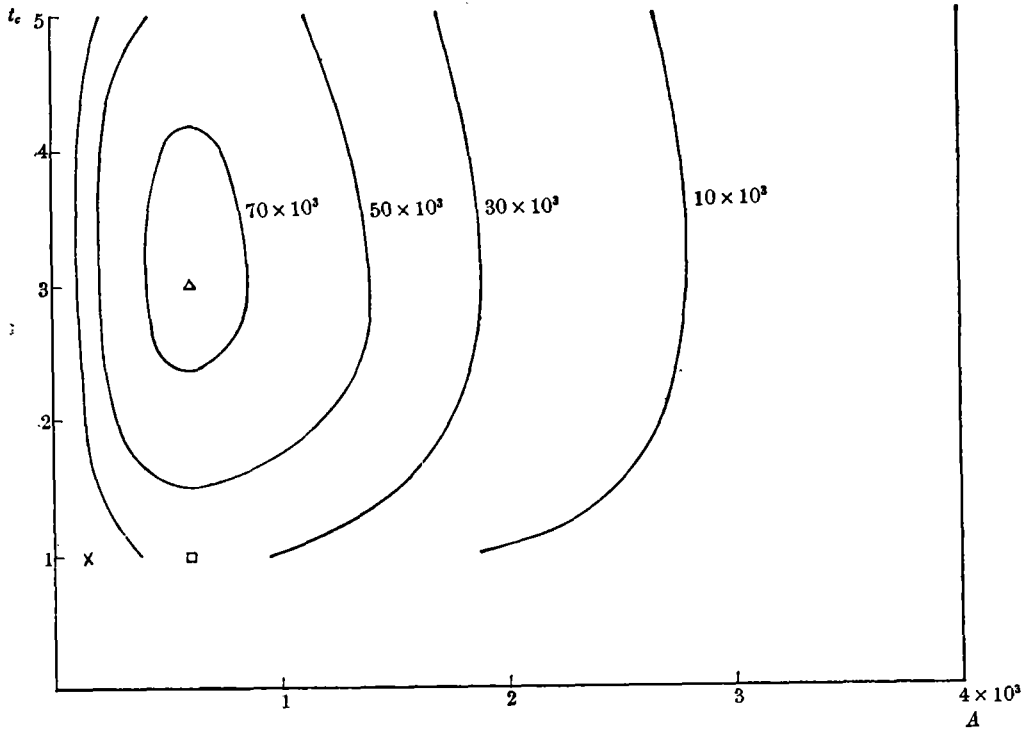


图4 东海群带鱼产量等值线群图

这个判断与实际出入很大,实际上带鱼资源在六十年代是处于上升时期,没有下降迹象。

根据亲鱼与补充量关系模式,带鱼在原始水准时, $Z = M = 0.36$, $S_0 = e^{-M} = 0.700$,当最初被捕年龄为 I 龄时,增殖率 $K_V = \frac{1 - S_0}{S_0^2(1 - S_0^2)} = 0.667$ 。根据上面的增殖曲线

$R = 1525Ae^{-0.0016A}$, 在 $K_V = 0.677$ 时, 原始资源水准时的亲鱼量应为 $A_V = 4659$, 补充量应为 $R_V = 3109$, 平均体重 $\bar{W} = 414.9$ 克, 捕捞对象资源量(尾数) $N_V = 9.9 \times 10^8$ 。与表 8 最初被捕年龄为 I 龄时的持续产量计算结果相比, 这些参数表明带鱼在原始资源水准时, 虽然鱼体大, 平均体重大, 但由于当时资源增殖率低, 资源量水准亦低。随着开发利用程度的提高, 增殖率和资源量亦随之增加。到最大持续产量时与原始资源水准时相比, 虽然鱼体显著小型化, 平均体重只有原始资源水准时的 $\frac{1}{4}$; 亲鱼量亦只有原始资源水准时的 $\frac{1}{8}$ 。但是由于增殖率高了, 补充量达到最大水准, 所以捕捞对象资源量(尾数)反而增加了近 35 倍, 资源量(重量)亦增加 9 倍。这和带鱼资源的开发过程实际情况很一致。从五十年代一直到七十年代初期, 随着捕捞强度的增加, 虽然带鱼的鱼体出现小型化, 但总产量却愈来愈高。但是从 1974 年以来, 出现了新的情况。由于捕捞强度的继续加大, 产量超过了最大持续产量, III 龄以上亲鱼量已下降到最大补充量所需的亲鱼量 $A_M = 600$ 以下, 转到了增殖曲线顶峰的偏左半部。1978 年亲鱼量更下降到 $A = 154$, 这已经是资源利用过渡的危险水平。根据计算, 捕捞对象资源量和补充量都只有最大持续产

量时的 $\frac{1}{2}$ 多一点。如果不采取适当措施,亲鱼量再继续下降的话,补充量还将进一步减少。这样下去势必陷入恶性循环,导致资源增殖机制的破坏,使资源不易恢复。

4. 资源管理意见

资源管理的目的是使资源维持最大持续产量。根据计算,维持最大持续产量水准时的亲鱼量为 $A_M = 600$,而1978年亲鱼量 A 已下降到154(已经是资源利用过渡的危险水平)。因此,必须立即采取限制产量的措施。如果将产量控制在低于持续产量水平,或能使剩余的亲鱼量逐步恢复到维持最大持续产量水准时的亲鱼量 $A = 600$ 。

根据计算, $A = 154$ 时,持续产量时的资源残存率 $S = 0.0287$,Ⅱ龄以上鱼占的比例为2.87%,Ⅲ龄以上鱼占的比例为0.082%,持续产量(尾数) $C_s = 163.5 \times 10^8$ 。Ⅱ龄以上鱼残存到明年全部可转为Ⅲ龄以上亲鱼量,因此控制产量减少的百分比为:

$$D = \frac{600 - 154}{163.5 \times 10^8 \times 2.87\%} = 9.5\%$$

这是理论上控制产量减少百分比的最小值。如果按Ⅲ龄以上鱼占的比例计算,则控制产量减少的百分比为:

$$D = \frac{600 - 154}{163.5 \times 10^8 \times 0.082\%} = 33.2\%$$

这个数字比较偏大,取二者的平均数,则控制产量减少的百分比为 $\frac{9.5 + 33.2}{2} = 21.4\%$ 。也就是说如果能在1979年将产量控制在1978年产量80%的水平,这样剩余的亲鱼量到1980年或可以恢复到维持最大持续产量水准时的亲鱼量 $A = 600$ 。由于带鱼资源是Ⅱ龄鱼为捕捞对象的主体,因此要再过二年,即到1982年,产量或可恢复到最大持续产量水准。

至于从一定的补充量中,如何获得最大的资源持续产量,这是一个合理利用资源问题。从图4的产量等值线群图中可以看出带鱼的最适最初被捕年龄为Ⅲ龄,如果最初被捕年龄从Ⅰ龄推迟到Ⅱ龄,能增加98%的产量。从Ⅱ龄再推迟到Ⅲ龄,又能增加17%的产量。推迟最初被捕年龄在拖网渔业中一般是采用放大囊网网目的方法。根据青山(1961)研究拖网囊网网目大小与带鱼最初被捕年龄关系的结果,囊网网目为57毫米时,最初被捕年龄为1.37龄;囊网网目放大到105毫米,最初被捕年龄也只能推迟到1.50龄。放大囊网网目对推迟带鱼的最初被捕年龄没有现实意义。三栖(1964)也指出至少要将囊网网目放大到150毫米以上,才有可能把带鱼的最初被捕年龄推迟到Ⅳ龄左右。但这样大的囊网网目的拖网,用在东黄海渔场作业是不切实际的。因此,如何改革现用渔具渔法,能确保推迟带鱼的最初被捕年龄,尚待科研部门进行专题研究。

参 考 文 献

- [1] 叶昌臣, 1964. 应用 Beverton-Holt 理论模式研究辽东湾小黄鱼数量变动。辽宁省海洋水产研究所调查报告, 17:1—14。
[2] 费鸿年, 1977. 研究水产资源数理模式的发展和应。国外海洋水产, 1977(1):1—18。

- [3] 七井长之, 1972. 再生産機構を考慮したキグチ(東シナ海江蘇群)の資源診断法と資源管理方策について。東海区水産研究所報告, 69:1-14。
- [4] 三栖寛, 1958. 東海・黄海産タチウオ資源の研究, 第一報, 年齢と成長について。西海区水産研究所報告, 15:1-13。
- [5] 三栖寛, 1959. 東海・黄海産タチウオ資源の研究, 第二報, 成熟と産卵について。西海区水産研究所報告, 16:21-33。
- [6] 三栖寛, 1961. 東シナ海・黄海産タチウオの漁業生物学の研究。西海区水産研究所報告, 32:1-57。
- [7] 山田梅芳, 1971. 栖息于东海的带鱼生殖/生态的变化。西海区水産研究所報告第274号。[译文载国外海洋水产, 1975(2): 34-37。]
- [8] 田中昌一, 1960. 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理。東海区水産研究所報告, 28:1-200。
- [9] 田内森三郎, 1963. 演習漁業物理学。恒尾社厚生閣(東京), 1-116。
- [10] 青山恒雄, 1961. 底びき網の選択作用とその以西底びき網漁業資源管理への応用。西海区水産研究所報告, 23:1-63。
- [11] 真子渺, 1961. 銘柄別漁獲統計による以西漁場の底魚資源の研究。西海区水産研究所報告, 24:1-113。
- [12] 真子渺, 1963. 銘柄組成による底魚資源の解析(Ⅱ), タチウオの年齢組成について。西海区水産研究所報告, 29:35-43。
- [13] 最首光三, 1968. 東シナ海クログチ *Argyrosomus nibe* の再生産曲線について。日本生態学会誌, 18(1): 32-39。
- [14] 最首光三, 1970. 東シナ海産キグチ江蘇群の再生産曲線について。日本生態学会誌, 20(1):31-39。
- [15] 最首光三、池本麗子, 1970・ワニエソ東シナ海群の再生産曲線について。西海区水産研究所報告, 33:41-59。
- [16] 最首光三, 1972. 鱼类分析基本問題——包括対以西底曳網漁業的探讨。水产科学, 18(1):1-14(日文)。
- [17] 最首光三, 1973. 東シナ海産レンコグイ資源の再生産曲線について。西海区水産研究所報告, 43:1-32。
- [18] 最首光三, 1974. 東シナ海産マグイの夕再生産曲線について。西海区水産研究所報告, 44:27-33。
- [19] Ricker, W. F., 1958. Handbook of computation for biological statistic of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 119: 1-300.
- [20] Ricker, W. F., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 191: 1-382.

A STUDY ON THE REPRODUCTION CURVE AND REGULATION MEASURES ON THE DONG HAI POPULATION OF HAIRTAILS (*TRICHIURUS HAUMELA* FORSKÅL)

Gu Huiting

(Shanghai Marine Fishing Company)

Abstract

Recently, reproductive mechanism have been widely used in studying fish population dynamics. In this report, the reproduction curve is plotted by the formula $R = 1525Ae$ on the hairtails in the Dong Hai, although numbers, parent and offspring, described here are in relative index instead of absolute number. The theoretical value of the reproductive relation obtained from the formula of the reproduction curve is treated by the mathematical model in stationary state from the known parameter of hairtails mentioned above. The results obtained by solving the mathematical model indicate that:

(1) According to various values of age at first capture t_c , sustainable yield curves can be plotted. At the maximum sustainable yield the number of parents $A = 600$ lies on $1/8$ of virgin stock level, and the age of first capture is $t_c = 1 - 5$.

(2) In considering the maximum sustainable yield in weight, age at first capture is desirable to be 3, instead of 1, 2, 4 and 5.

(3) If the present status of stock level has been reduced to $1/4$ of stock level, on which the maximum sustainable yield was provided, it is the signal of overfishing.

(4) For the purpose of recovery of this hairtails population, regulation measures should be considered. The yield must be limited under the level of the sustainable yield. If 20% should be reduced, for 1—2 years and if number of parents gradually reach to $A = 600$, then the yield would be recovered to the optimum level of the maximum sustainable yield.