

韓國近海 병어類의 資源生物學的 研究*

6. 덕대의 資源解析과 管理

金容文 · 姜龍柱** · 朴炳夏 · 李東雨 · 李珠熙***

國立水產振興院

**釜山水產大學 資源生物學科

***釜山水產大學 漁業學科

Studies on the Fishery Biology of Pomfrets, *Pampus* spp. in the Korean Waters*

6. Stock Assessment of Korean pomfret, *Pampus echinogaster*

Yong Mun KIM, Yong Joo KANG**, Byung Ha PARK
Dong woo LEE and Joo Hee LEE

National Fisheries Research and Development Agency
Yangsan-gun, Kyongsangnam-do, 629-900 Korea

**Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan
Nam-gu, Pusan, 608-737 Korea

***Department of Fishing Technology, National Fisheries University of Pusan
Nam-gu, Pusan, 608-737 Korea

We examined the state of Korean pomfret(*Pampus echinogaster*) in Korean waters and considered the management strategy of the stock based on the theory yield per recruit. It is not facile to discriminate Korean pomfret distributed in Korean waters from silver pomfret (*P. argenteus*) due to the similarities in their external morphologies. For this reason, Korean pomfret has been treated in silver pomfret in fisheries statistics of Korea.

In this study, we assorted Korean pomfret from pomfrets caught commercially by the morphology, from which we recognized that Korean pomfret took 60~70% in catch(in weight) and that the smaller the body length, the higher the proportion of Korean pomfret.

Parameters estimated for Korean pomfret were as follows: natural mortality(M)=0.6, fishing mortality(F)=0.924(mean value for 1986~1988), age at recruit to fishery(t_r)=0.19 yrs, age at first capture(t_c)=0.49 yrs, and the rate of recruit of age-0 fish to fishery(Q)=0.29.

The results obtained from the theory of yield per recruit indicated that the present state of stock was below the optimum level of exploitation and that the control of fishing intensity rarely had an effect on the increasing of yield. Accordingly, we conclude that proper management can be made by increasing the current age of 0.49 yrs at first capture to 1.5 yrs.

*부산수산대학 해양과학연구소 업적번호 제232호 (Contribution No. 232 of Institute of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan). 이 논문은 1986년도 문교부 대학부설 연구소지원 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

序 言

우리나라 南西海 및 東支那海에 분포, 서식하는 덕대(*Pampus echinogaster*)는 외부형태가 병어(*Pampus argenteus*)와 거의 비슷하여 구별하기 쉽지 않으므로 통상 병어로 취급되고 있으며, 漁獲統計上에서도 병어로 一括集計되고 있다. 따라서 덕대의 漁獲量을 정확히 알 수 있는 자료는 없으며 다만, 우리나라 수산통계연보에 기재된 병어의 어획량이 1988년의 5,000톤을 제외하면 최근 10여년간 10,000톤에서 14,000톤 범위에 있었다는 것을 알 수 있다. 한편, 덕대에 대한 자원학적연구는 거의 없으나, 黃海·東支那海에서의 試驗操業結果에 의하면 덕대의 분포량이 병어보다 월등히 많았다는 보고가 있다(Yamada et al., 1988).

본 보고는 병어류의 어획물에 대하여 종류별 혼획비를 조사하고 그 중에서 양적으로 월등히 많은 것으로 확인된 덕대를 대상으로 자원특성치를 추정하고 또한, 자원관리방안의 검토에 필요한 資源狀態의 診斷과 適定漁獲水準 등을 분석하여 그 결과를 보고한다.

資料 및 方法

本 研究은 우리나라 대형기선저인망어업의 쌍끌이어선에 의하여 어획된 병어류의 體級別漁獲統計와 덕대의 體級別體長組成資料를 使用하여 이루어졌으며, 각 항목에 대한 조사 또는 연구방법은 다음과 같다.

병어류의 體級別漁獲統計: 1980년 부터 1988년 사이에 대형기선저인망 쌍끌이어선의 어획물을 양육하는 전국어항에서 국립수산진흥원에 의하여 全數實測調査된 資料를 使用하였다.

덕대의 混獲比率 및 體級別 體長組成: 1986년 1월 부터 1988년 12월 사이에 부산공동어시장에 입항하는 대형기선 쌍끌이어선의 병어류 어획물중에서 매월 체급별(大, 中, 小, 3體級)로 1상자씩 구입하여 실험실에서 병어와 덕대를 동정하고 각 상자에 들어있는 덕대의 혼획비율을 조사하였다. 또한, 각 체급별 상자안에 있는 덕대의 全個體에 대하여 體長(fork length: FL)을 1mm 單位까지 測定하고 그 자료로 부터 체급별로 체장조성을 구하였다.

體級-體長 key: 위에서와 같이 조사된 각 체급별 상자내에 있는 어체의 체장조성을 정규분포함수에 의거 각 체장체급별 期待度數로 수정하고, 이것을 체급별 어획미수를 체장조성으로 환산하는

표 즉, 체급-체장 key라 하였다. 이때의 體長範圍는 평균체장 $\pm 3\sigma$, 체장계급은 1cm 간격으로 하고, 期待度數는 천분율로 표시하였다.

漁獲物의 體長組成: 병어류의 체급별 어획량으로부터 덕대의 혼획비율에 의하여 덕대의 어획량을 분리하고, 어획미수로 환산한 후, 이것으로부터 체급-체장 key에 의하여 체장조성을 구하였다. 어획중량을 미수로 환산할 때는 체급별 평균체장(Table 2)과 체장-체중 관계식을 사용하였다.

Age-length key: 實測된 年齡別 체장의 平均과 分散으로부터 正規分布函數에 의하여 각 연령별로 평균체장 $\pm 3\sigma$ 범위에서 체장계급 1cm 간격마다 기대도수를 구한 후, 연령의 증가에 따른 生殘率을 도입시켜 組立한 것을 Age-length key로 하였다(Appendix Table 2). 이 때의 生殘率은 0.5*로 하였으며, 연령별 체장의 실측자료는 Kang et al.(1989)이 덕대의 연령과 성장에 관한 연구를 위하여 조사한 자료를 사용하였다.

漁獲物의 年齡組成: Age-length key에 의하여 어획물의 체장조성을 연령조성으로 환산하였다.

成長式과 體長-體重關係式: 본 연구에서 사용한 같은 자료에 의거 Kang et al.(1989)이 발표한 식을 사용하였다.

自然死亡係數, 加入率: 자연사망계수의 추정은 Alverson and Carney(1975)와 Pauly(1980)의 방법을 적용하여 추정하였으며, 가입율의 추정은 Doi(1977)의 방법을 적용하였다.

資源診斷과 管理方法의 檢討: Beverton and Holt(1957)의 加入當漁獲量理論에 따랐다.

結 果

1. 漁業의 實態

앞에서도 서술하였듯이 덕대의 어획량을 별도로 구분하여 집계된 어획통계자료는 없다. 그러나, 다음 항에서 보다 상세히 취급된 것과 같이 “병어”로써 一括集計된 漁獲量중에는 덕대의 漁獲比率이 월등히 많은 것으로 나타나고 있으므로 여기에서는 덕대의 조성비가 매년 큰 변동을 가지지 않는다는 가정 아래 병어류 전체의 어획량에 관한 자료

* Sato(1974)는 Age-length key의 조립시에 도입되는 生잔율은 임의의 값을 사용하여도 실제의 生잔율에는 변함이 없다는 것을 증명하였다. 따라서 본 연구에서는 일반적으로 사용되는 0.5를 택하였다.

로써 덕대의 어획량변동을 살펴보았다.

1970년 이전에 5,000톤 미만을 기록하였던 우리나라 병어류 漁獲量은 그 후 점차 增加되어 1975년에는 24,000톤으로 最高를 보인 후 감소되어 최

근 10여년간 10,000톤에서 14,000톤 범위의 수준을 유지하고 있었으며, 1988년에는 5,000톤 이하로 다시 減少되었다(Fig. 1).

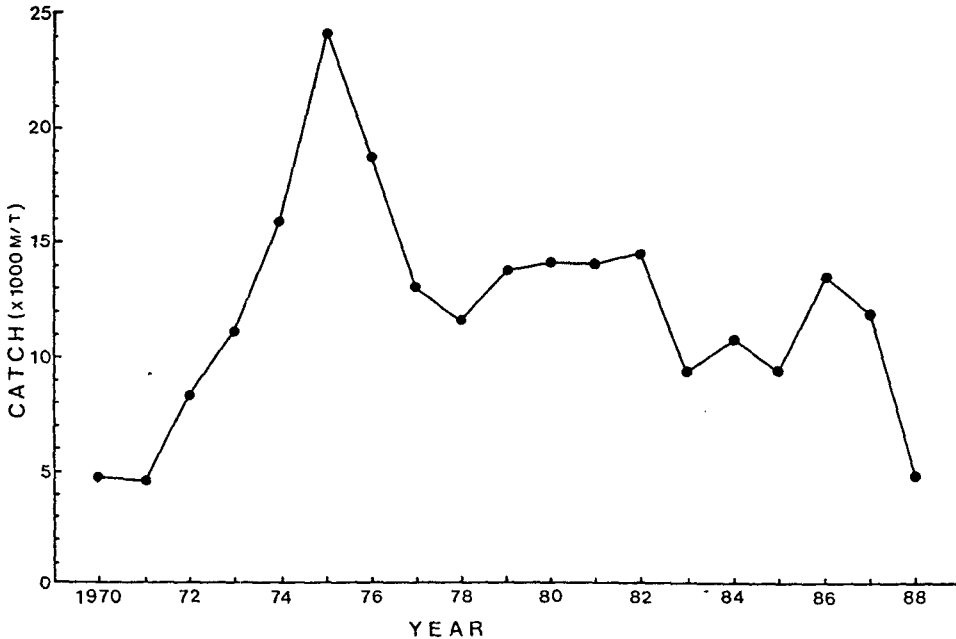


Fig. 1. Yearly change of catch for pomfrets in Korean waters.

한편, 우리나라 수산통계연보에 기재된 병어류에 대한 어업별 어획량 자료에 의하면 병어류를 대상으로 조업하고 있는 어업중에서 안강망에 의한 어획비율이 가장 높아 그 값은 병어류 총어획량의 약 60~70%를 차지한다. 다음으로 어획비율이 높은 것은 저인망으로써 병어류 總漁獲量의 20% 내외가 底引網에 의하여 어획되고 있는 것으로 나타났다. 1981년 부터 1988년 사이의 병어류에 대한 漁業別 平均漁獲比率을 보면 81.2%가 底引網과 안강網漁業에 의하여 어획된 것으로 나타났다. 기타 병어류를 대상으로 조업하는 어업으로 유자망, 트롤, 정치망 등이 있으나, 이들 어업에 의한 어획비율은 유자망의 8.0%를 제외한 트롤, 정치망 등은 병어류 총어획량의 1~2%에 불과하다.

月別平均漁獲量資料에 의하면 과거(1971~'75)에는 年 1회의 盛漁期가 있어 그 시기는 여름초기인 5~7월에 해당되고, 이 때 年間漁獲量의 60% 이상을 어획한 것으로 나타났으나, 最近(1984~'88)에는 5~7월과 9~11월의 年 2회 盛漁期가 있어 이 때 年間漁獲量의 35% 및 39%를 각각 어획하는 것으로 나타났다. 또한, 최근의 경향은 12~3월의 겨울철에도 연간 어획량의 14%정도 어획이 있는

것으로 나타나지만, 과거에는 겨울철의 어획비율은 빈약하였던 것으로 나타나고 있다(Fig. 2).

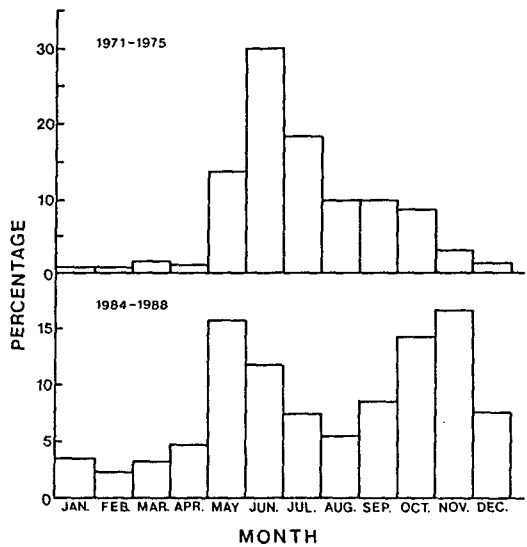


Fig. 2. Monthly change of catch rate for pomfrets in Korean waters in the periods 1984~1988 and 1971~1975.

2. 混獲比率 및 體長組成

병어류의 어획량 중에서 덕대의 혼획비율은 해에 따라 다소 차이가 있으나 대체적으로 60~70% (重量比)를 차지하고 있다.

또한 體級別 魚箱子에 混在되어 있는 덕대의 혼획비율을 보면, 大型體級에서는 1.0~8.9%에 불과하였으나, 中型體級에서는 68.4~80.0%로 급증하고 小型體級에서는 88.1~99.8%로 거의 덕대로 나타남으로써 작은 체급으로 갈수록 덕대의 혼획비율이 급속히 증가하는 것으로 나타났다(Table 1).

또한, 각 체급별 상자에 있는 덕대에 대하여 체장(fork length: FL)을 1cm 간격으로 구분한 體長階級別 度數分布와 平均體長 및 標準偏差를 정리한 결과는 Table 2와 같다. Table 2에서 알 수 있듯이 Small 體級(소상자)의 어체들은 FL 7cm부터 25cm까지 발견되었으나 대체적으로 20cm 미만의 체급에 속하는 어체들이 대부분이었으며, Medium 體級(중상자)에는 14cm 체급의 어체도 발견되었으나, FL 18cm에서 22cm 사이의 어체비율이 높았다. 또한, Large 體級(대상자)에는 22cm 이상의 어체들로 이루어지고 있었다.

한편, 덕대의 체급별 어획비율을 체장조성으로 환산하는 체급-체장 key(Appendix Table 1)에 의하여 추정된 1980~1988년 사이의 9개년간 덕대의 어획물에 대한 체장조성은 FL 15cm를 중심으로 한 단일 mode로 구성되며, 平均體長은 15cm 전후로써 큰 변동없이 안정된 분포를 나타내었다(Fig. 3).

3. 年齡組成的 推定

3-1. 年齡別 體長組成

魚體調査를 實施한 시료중에서 年齡査定된 어체에 대하여 平均體長 및 分散을 연령별로 정리하면 Table 3과 같다. 이들 자료중 가입이 전부 이루어졌다고 볼 수 없는 0세를 제외한 1~5세의 값에 의거 年齡別 平均體長에 대한 分散과의 關係를 指標函數式으로 표시하면 다음 식과 같다.

$$V_t = 5.2086 \cdot \exp(-0.3247 t)$$

t: 年齡

V_t: t歲魚 平均體長의 分散

Table 3의 年齡別 平均體長은 滿年齡時의 값들이 아니고 어획시의 평균값이다. 成長式으로 부터 逆計算할 수 있는 연령별 체장은 輪紋形成時(9~10월)의 값이다(Kang et al., 1989). 그러나 어체의 표본 출현시기는 주년에 걸쳐 있었으므로 t+0.5세 때의 年齡別 平均體長과 標準偏差를 成長式과 分散式에 의거 逆計算하였다(Table 4).

Table 5는 年齡別 體長分布는 正規分布한다고 할

수 있으므로 Table 4의 평균체장(\bar{L}_t)과 표준편차(σ) 값들을 이용하여 정규분포함수에 의거 계산된 연령별 체장조성을 $\bar{L}_t + 3\sigma$ 의 範圍에서 千分率로 표시한 것이다. Table 5에서 알 수 있듯이 덕대의 0세 어는 FL 11cm 미만의 개체들이 대부분이며, 1세에

Table 1. Weight proportion of Korean pomfret to the catch of pomfrets by market category size

Unit: %

Market category size	Year			
	1986	1987	1988	Total
Large	5.0	8.9	1.0	4.2
Medium	80.0	77.8	68.4	75.7
Small	99.8	89.6	88.1	92.6
Total	72.3	74.3	58.9	68.7

Table 2. Length composition of Korean pomfret by market category size

Unit: number

Fork length (cm)	Market category size		
	Small	Medium	Large
7~	10		
8~	10		
9~	425		
10~	980		
11~	904		
12~	864		
13~	722		
14~	745	1	
15~	760	7	
16~	793	9	
17~	683	43	
18~	527	108	
19~	350	165	
20~	178	162	
21~	58	138	
22~	19	113	7
23~	4	45	5
24~	2	16	6
25~	1	2	6
26~		2	3
27~			2
Total no. of fish examined	8,035	811	29
Weighted Mean length(cm)	14.3	20.5	24.5
S. D.	3.11	1.83	1.54

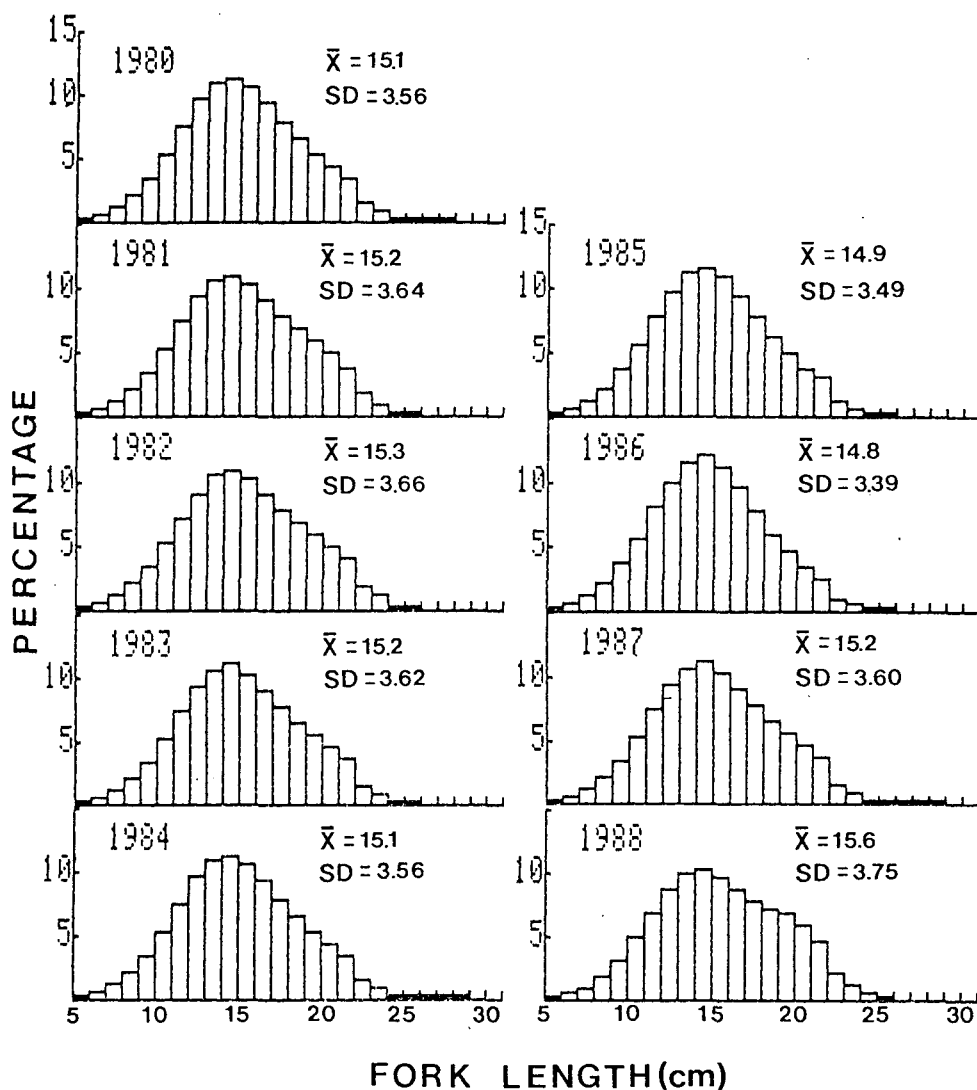


Fig. 3. Length frequency distribution of Korean pomfret in Korean waters by year. \bar{X} : mean fork length, SD: standard deviation.

Table 3. Observed mean length and variance of Korean pomfret by age

Items	Age					
	0	1	2	3	4	5 ≤
Sample size	18	123	230	136	26	2
Mean length (cm)	11.9	15.8	18.7	21.9	23.4	27.5
Variance (cm)	0.9216	3.5344	2.7225	2.3104	1.3229	1.0000

Table 4. Calculated fork length and standard deviation of Korean pomfret unit: cm

Items	Age					
	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5 ≤
Fork length	9.5	14.9	18.8	21.6	23.7	25.1
Standard deviation	2.10	1.79	1.52	1.29	1.10	0.93

서는 FL 13~16cm를 중심으로 한 개체들로 구성되고 있으며, 2세어는 FL 17~20cm, 3세어는 FL 20~23cm, 4세어는 FL 22~25cm의 개체들에 대한 組成비가 높다. 또한, 5세 이상에서는 FL 23cm 이상의 개체가 대부분인 것으로 나타났다.

Table 5. Age-length composition of Korean pomfret
Unit: %

Fork length (cm)	Age					
	0	1	2	3	4	5 ≤
5~	32					
6~	69					
7~	121					
8~	169					
9~	188	2				
10~	169	11				
11~	121	38				
12~	69	92				
13~	32	164				
14~	12	216	5			
15~	3	209	27			
16~		148	86			
17~		79	181	1		
18~		31	253	20		
19~		9	233	86		
20~			141	214	6	
21~			57	300	54	
22~			15	230	202	11
23~			2	118	346	107
24~				28	274	339
25~				3	101	377
26~					17	147
27~						19

3-2. 年齡組成

앞에서 구한 Age-Length key(Appendix Table 2)에 의하여 1980~1988의 덕대 漁獲物에 대한 體長 組成을 年齡組成으로 변환시킨 결과, 덕대 어획물은 1세어의 비율이 41~46%를 차지하며, 다음으로 많은 비율을 차지하는 것은 0세어로 나타났으며 4세 이상의 개체는 전체어획물의 1~2% 정도에 불과하였다(Table 6).

4. 資源特性值의 推定

4-1. 死亡率

生殘率과 全死亡係數: 全死亡係數 Z는 年齡組成(Table 6)으로부터 구하고(Fig. 4), 또한 生殘率

Table 6. Age composition of Korean pomfret by year
Unit: Number(×1000)

Year	Age					
	0	1	2	3	4	5 ≤
1980	4,259	6,584	2,846	904	170	33
1981	3,594	6,168	2,884	997	197	37
1982	2,305	3,601	1,705	598	122	25
1983	3,962	6,158	2,786	934	187	40
1984	3,079	4,759	2,051	650	124	25
1985	4,415	6,782	2,760	813	146	28
1986	6,191	9,439	3,551	929	150	27
1987	3,133	4,868	2,198	732	140	25
1988	1,229	1,952	1,045	407	85	16

S는 $S = \exp(-Z)$ 의 관계로 부터 계산하여 Table 10에 정리하였다. 推定結果에 의하면 우리나라 근해에 분포하는 덕대의 全死亡係數는 1.4~1.6 範圍로 비교적 높은 값을 보이며 또한 年間生殘率은 20~30% 사이에 있는 것으로 나타났다.

自然死亡과 漁獲死亡: Table 7은 Pauly(1980) 및 Alverson and Carney(1975)의 방법에 의하여 추정된 자연사망계수이다.

Table 7에서 보는 바와 같이 두가지 방법에 의한 推定結果는 어느 것이나 0.6 전후의 값을 보이고 있다. 여기에서 우리나라 근해에 분포하는 덕대의 自然死亡係數(M)를 0.6으로 간략화하고 앞에서 추정된 全死亡係數(Z), 生殘率(S)로 부터 漁獲死亡係數($F = Z - M$), 漁獲率($E = F(1 - S) / Z$)을 계산한 결과, 우리나라 근해에 분포하는 漁獲死亡係數는 0.8~1.0 사이로써 漁獲死亡率은 50% 전후로 나타났다(Table 8).

Table 7. Estimated values of natural mortality (M) coefficient of Korean pomfret

Methods	Estimated values	Used parameters
	0.61 (T=13°C)	T*=13-15°C
Pauly's	0.63 (T=14°C)	k=0.3228
	0.65 (T=14°C)	L _∞ =29.0cm
Alverson and Carney's	0.58	t _m **=8

* T is the range of water temperature of 50m depth in the East China Sea(from Japan Oceanographic Data Center and National Oceanographic Data Center of the People's Republic of China, 1988).

** t_m is the back calculated age for the observed maximum length(FL: 27.5cm).

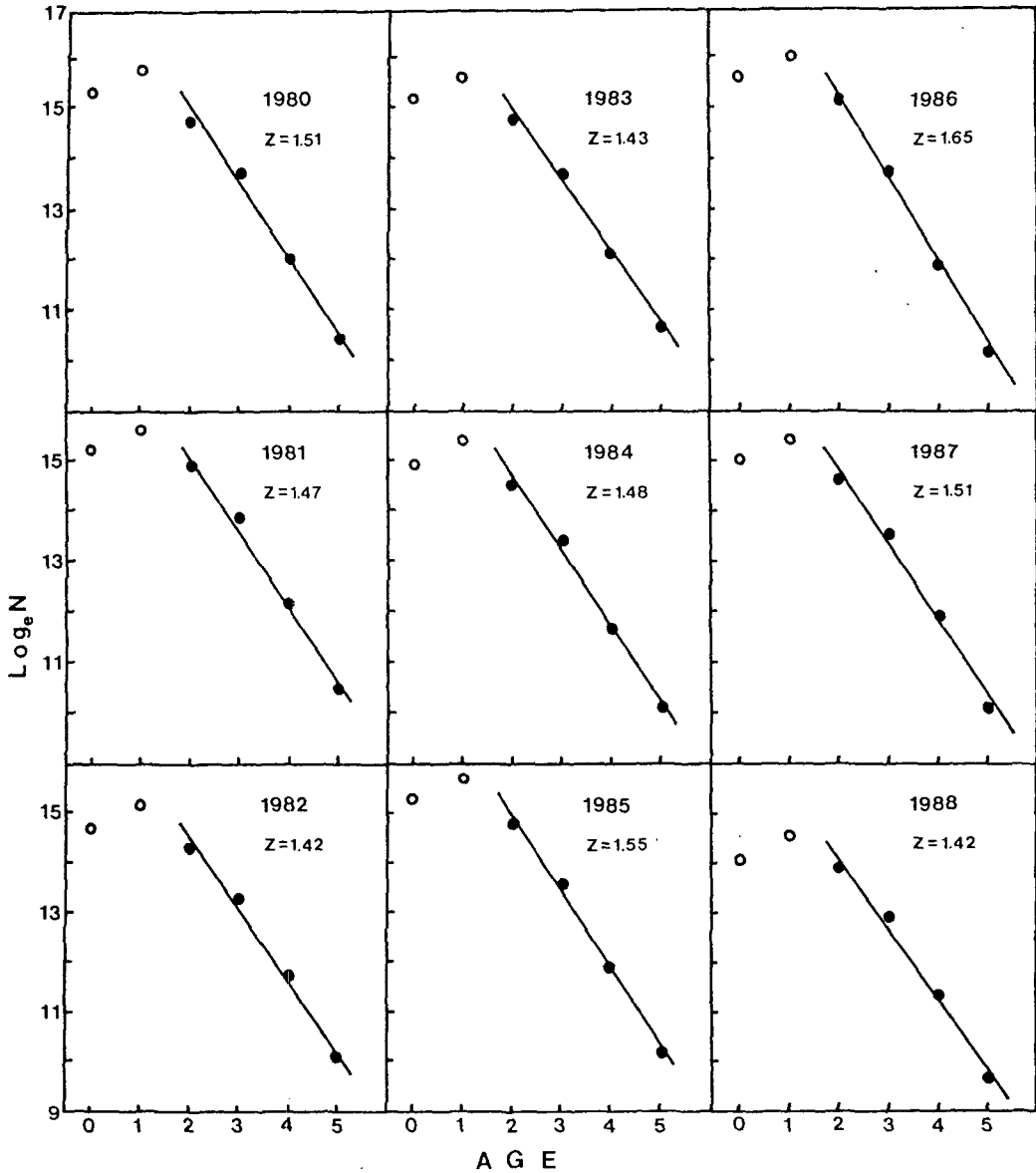


Fig. 4. Catch curves for Korean pomfret of Korean waters.

$\text{Log}_e N$: logarithm of the number of fish occurring at age, z : total instantaneous mortality rate. Solid circles are used in estimating values of z .

4-2. 加入年齡 및 加入率

加入年齡과 漁獲開始年齡: 實測調査된 體長組成 (Table 3)에 나타난 最小體長은 7cm (FL) 體級에 있으므로 이 체장의 中央值 7.5cm를 성장식에 의하여 연령으로 환산하면 0.19세에 해당된다. 이것을 漁場加入年齡(t_c)으로 하였다. 또한, 體長組成에서 出現頻度가 급격히 增加되기 시작하는 체급 FL 9cm의 中央值 9.5cm를 年齡으로 換算하면 0.49세에

해당된다. 이것을 漁獲開始年齡(t_c)으로 하였다.

漁場加入率: 덕대의 漁獲物에 대한 年齡組成 (Table 6)을 보면, 매년 1세에서 mode를 나타내고 있다. 그러므로 1세 부터는 모든 어체가 가입한다고 보고 1세가 되기 이전인 0歲魚의 漁場加入率 Q 를 Doi(1977)에 의거 구하였다 (Table 9). 계산결과에 따르면 덕대의 當歲魚는 약 29%가 漁場으로 加入하여 漁獲對象이 되는 것으로 나타났다.

Table 8. Survival rates(S), total mortality coefficients (Z), fishing mortality coefficients(F) and exploitation rates(E) for Korean pomfret by year

Year	Parameters			
	S	Z	F	E
1980	0.221	1.51	0.905	0.467
1981	0.230	1.47	0.869	0.455
1982	0.301	1.42	0.824	0.405
1983	0.239	1.43	0.831	0.442
1984	0.228	1.48	0.883	0.461
1985	0.212	1.55	0.946	0.481
1986	0.192	1.65	1.047	0.513
1987	0.221	1.51	0.906	0.467
1988	0.301	1.42	0.820	0.404

Table 9. Availabilities(Q) at age 0 for the Korean pomfret by year

Year	Availability
1980	0.293
1981	0.292
1982	0.293
1983	0.294
1984	0.294
1985	0.293
1986	0.291
1987	0.291
1988	0.291

5. 資源診斷과 管理

5-1. 漁獲強度的 變動과 加入當漁獲量

Fig. 5는 漁獲開始年齡(t_c)를 현재의 상태($t_c=0.49$)로 두고 漁獲死亡係數(F)를 여러가지로 變化시켰을 때 나타나는 加入當漁獲量(Y/R) 값의 變動추이를 상대값으로 나타낸 것이다. Fig. 5에서 알 수 있듯이 어획개시연령을 현재의 상태에 놓았을 경우에는 어획사망을 높인다 하더라도 가입당어획량은 오히려 서서히 감소하는 것으로 나타나며 가입당어획량이 최고의 값을 보이는 곳은 어획사망이 현재의 수준보다 20% 정도 낮은 곳에서 나타난다. 그러나 그 때의 가입당어획량 값은 현수준보다 약간 높게 나타나고 있을 뿐이다.

이 결과에 의하면 우리나라근해의 덕대자원은 漁獲開始年齡을 현재의 상태에 둘 경우 漁獲強度를 아무리 높인다 하더라도 어획량증가는 기대하지 못할 것으로 판단된다.

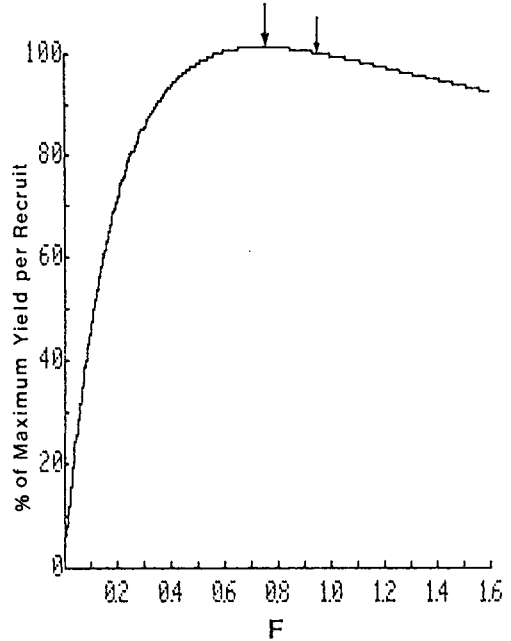


Fig. 5. Yield per recruit of Korean pomfret as a function of fishing mortality coefficient(F), with $t_c=0.49$. Bold arrow indicates level of maximum sustainable yield per recruit(MSY), thin arrow represents level of F in 1986~1988.

5-2. 漁獲開始年齡의 變動과 加入當漁獲量

漁獲死亡係數(F)를 현재의 수준($F=0.924$)에 두고 漁獲開始年齡을 여러가지로 變動시켰을 경우 나타나는 加入當漁獲量(Y/R)을 상대값으로써 Fig. 6에 plot하였다.

Fig. 6에서 보는 것과 같이 현재의 어획사망수준에서 가입당어획량은 漁獲開始年齡이 1세와 2세의 중간정도 즉, 1.5세 부근에서 최고값을 나타내며 이때의 값은 현재의 가입당어획량보다 15% 정도 높은 수준의 값을 보인다.

이 결과에 의하면 어획강도를 현재의 수준에서 유지시키면서 덕대자원을 관리하고자 할 경우 어획개시연령을 현재보다 높게 하여야만 보다 많은 어획량이 기대되는 것으로 판단된다.

5-3. 等漁獲量曲線에 의한 資源診斷

Fig. 7은 여러가지의 漁獲開始年齡(t_c)과 漁獲死亡係數(F)를 組合하여 대응시켰을 때 加入當漁獲量(Y/R)의 變化하는 상태를 나타낸 덕대의 等漁獲量曲線이다.

Fig. 7에 의하면 현재의 덕대 資源狀態는 漁獲開始年齡과 漁獲死亡의 두가지의 기준에서 모두 적

정수준 이하에 있으며 특히, 어획개시연령이 너무 낮은 것으로 나타났다. 이 결과에 의하면 어획강도와 어획개시연령의 두가지 측면에서 어획량수준을 높이기 위한 最善의 方法은 어획강도의 조절보다 漁獲開始年齡을 1.5세 부근까지 높이는 것이라고 생각된다.

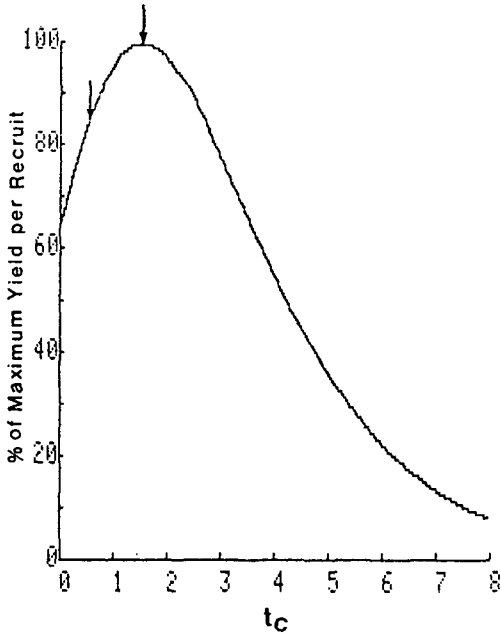


Fig. 6. Yield per recruit of Korean pomfret as a function of age of recruitment to fishery(t_c), with $F=924$. Bold arrow indicates level of maximum sustainable yield per recruit(MSY), thin arrow represents level of t_c in 1986~1988.

考 察

덕대는 우리나라 西海 및 南海를 비롯하여 東支那海 등에 分布棲息하는 것으로 알려져 있으며 우리나라의 안강망, 저인망어업의 漁獲對象이 되고 있으나, 병어와 外部形態가 거의 비슷하여 “병어”로 취급되고 어획통계상에서도 병어로 일괄 집계되고 있다. 그러나 Yamada et al.(1988)은 시험조업에 의한 덕대와 병어 두 종의 漁獲比率은 尾數比로써 70:30이었다고 기술하고 있다. 본 연구에서는 1986년 1월부터 1988년 12월 사이에 대형기선저인망 쌍끌이어선이 어획하여 양육된 병어류의 어획물에 대하여 두 어종의 混獲比를 조사한 결과 해에 따라 다소의 차이는 있으나 대체로 덕대가 60~70

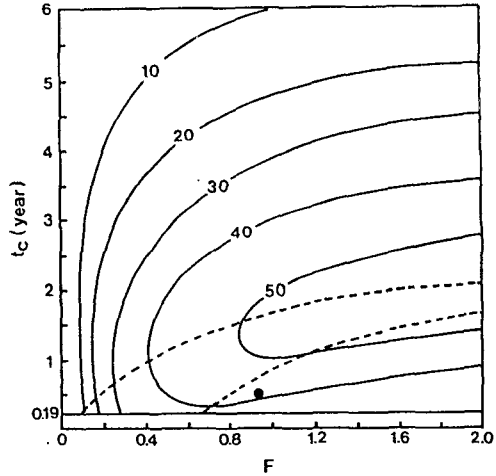


Fig. 7. Isopleth diagram of yield per recruit(g) for Korean pomfret in Korean waters. Yields are computed using $M=0.6$, $K=0.3228$, $t_0=-0.73$, 61 , $W_{\infty}=816.8$, $t_r=0.19$. Solid circle represents of mean fishing mortality and age at first capture in 1986~1988.

%를 차지한다는 결과를 얻었다. 본 調査 결과가 重量比로 계산된 점을 감안하면 혼획비는 Yamata et al.(1988)의 조사결과 보다 더욱 높을 가능성이 있다.

이러한 결과는 黃海, 東支那海에 分布하는 병어류중에는 덕대의 분포량이 월등히 많다는 것을 뒷받침하는 것이라고 볼 수 있으며 또한 지금까지 “병어”로 일괄 집계된 漁獲統計 등은 덕대의 혼획량이 병어보다 월등히 많을 가능성이 많다고 생각된다.

한편, 體級別 混獲比는 체장(FL) 25cm를 중심으로 한 大型體級에서는 덕대의 혼획비가 1~9%에 불과하였으나 체장 14~15cm를 중심으로 한 小型體級에서는 88.1~99.8%가 덕대인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 병어보다 덕대가 小形種이라는 것을 암시하는 것이라고 생각되며, 이 점에 대해서는 두 어종의 성장에 관한 연구로써 밝혀지리라고 믿는다.

어업자원생물의 自然死亡係數(M)는 현재 인용되어지는 거의 대부분의 자원해석 model의 사용에 반드시 필요한 parameter이지만, 실제 정확한 자연사망계수의 값을 얻기는 매우 어렵다.

Pauly(1980)는 魚類의 自然死亡은 어체의 크기와 성장 parameter인 k값과의 사이에 관계가 있다는 가정에서 175개 系統群에 대한 自然死亡係數와

Appendix Table 1. Size-length key of Korean pomfret by market category size Unit: %

Fork length (cm)	Market category size		
	Small	Medium	Large
5~	2		
6~	6		
7~	12		
8~	23		
9~	39		
10~	61		
11~	86		
12~	108		
13~	124		
14~	128	2	
15~	119	10	
16~	100	32	
17~	76	77	
18~	52	141	
19~	32	195	
20~	18	207	10
21~	13	166	41
22~	1	91	113
23~		57	208
24~		17	256
25~		5	208
26~			113
27~			41
28~			10

von Bertalanffy 성장식의 parameter 및 平均環境水溫과의 相互關係를 중회귀식으로 표시하고 검정하여 M값을 결정하는 데 유효한 방법임을 증명했다. 또한, Alberson and Carney(1975)도 M값과 k 및 어체의 최대크기와의 상호관계를 회귀식으로 표시하였다. 本 研究에서도 상기 두가지 방법에 의하여 덕대의 自然死亡係數를 구한 결과 도출된 M값이 0.58~0.65사이의 비슷한 결과를 얻었다(Table 7). 그러므로 本 研究에서는 덕대의 自然사망계수를 M=0.6으로 간략화하여 사용하였다. 한편, 이 값을 이용하여 연령조성으로 부터 구해진 全死亡係數(Z)로 부터 漁獲死亡係數(F)를 분리하고 우리나라 근해에 분포하는 덕대에 대한 最近 8년간의 平均死亡率을 계산해 보면 年間總死亡率은 76%로써 그 중 自然死亡率 약 30%, 漁獲死亡率 약 46% 정도로 계산되어 진다.

Beverton and Holt(1957)의 加入當漁獲量理論을 적용하여 우리나라 근해에 분포서식하는 덕대의

Appendix Table 2. Age-length key of Korean pomfret Unit: %

Fork length (cm)	Age					
	0	1	2	3	4	5 ≤
5~	1000					
6~	1000					
7~	1000					
8~	1000					
9~	995	5				
10~	968	32				
11~	864	136				
12~	600	400				
13~	281	719				
14~	99	891	10			
15~	26	915	59			
16~		776	224			
17~		466	533	1		
18~		191	778	31		
19~		61	793	146		
20~			565	429	6	
21~			259	680	61	
22~			82	632	278	8
23~			13	367	537	83
24~				112	549	339
25~				20	342	638
26~					188	812
27~						1000

資源狀態를 검토하였다. 資源診斷理論을 적용함에 있어 사용된 自然사망계수(M)는 앞에서 언급되었으며, 가입연령(t_1), 어획개시연령(t_2)에 대하여는 4항에서 언급되었다. 또한 수명을 뜻하는 최대연령(t_m)은 觀測魚體중에서 가장 큰 체장이었던 FL 27.5cm를 성장식에 의거 연령으로 환산한 8세를 사용하였다. 또한, 1986~1988년 3년간 F의 값 F=0.924를 現水準의 漁獲係數로 하였다. 검토결과 현재 어획되는 덕대의 最小漁獲體長은 FL로써 9cm 이하의 체급도 가끔 발견되었지만 대체로 최소체장의 중심을 이루고 있는 것은 9cm체급이었다. 이 체급은 年齡으로 환산하면 0.5세 정도에 해당된다. 그러나 漁獲強度를 현상태로 유지하였을 때 어획개시연령을 기준으로 한 MSY 수준은 1.5세(FL 14.9±1.8cm) 부근에서 나타나며 이 때의 加入當漁獲量水準은 현재의 어획량보다 15% 정도 높게 나타났다.

한편, 漁獲開始年齡을 현상태로 유지하면서 어획강도만을 조절할 경우는 현재의 수준보다 20% 정

도 낮은 어획강도 수준에서 MSY가 존재하나, 어획량증가의 효과는 미미한 것으로 나타났다.

이상을 종합하면 덕대자원에 대한 最善의 管理方法은 어획강도의 조절보다 漁獲開始年齡을 1.5세 부근까지 높이는 것이라고 판단되었다. 그러나, 이 결과는 자원생물학적 측면만을 고려한 것이므로 앞으로 社會, 經濟 등 여러가지 조건을 綜合한 研究檢討가 필요하다고 생각된다.

要 約

우리나라 近海에서 어획되는 병어류의 漁獲物에 혼재된 “병어”와 “덕대”의 混獲比를 조사하고, 그 중에서 양적으로 월등히 많은 것으로 확인된 덕대를 대상으로 실추조사된 체급별 체장조성과 어체조사자료를 기초로 하여 資源解析을 실시하고 資源管理方案을 검토하였다.

병어류의 어획물중에서 덕대의 混獲比率는 重量比로써 60~70%를 차지하는 것으로 밝혀졌으며, 어획물의 體長組成은 FL 15cm를 중심으로 한 단일 mode로 구성되고 체장조성의 연변동은 거의 없었으며, 年齡組成은 1세어가 41~46%를 차지하며 다음으로 많은 조성비를 차지하는 것은 0세어로 나타났다.

현재의 資源特性値는 다음과 같이 추정되었다.

自然死亡係數(M) : 0.6

漁獲死亡係數(F) : 0.924(1986~1988년 값의 平均)

漁場加入年齡(t_1) : 0.19

漁獲開始年齡(t_c) : 0.49

0歲魚의 漁場加入率(Q) : 0.29

加入當漁獲理論에 의하여 이루어진 資源診斷結果 어획개시연령과 어획사망의 두 가지 기준에서 볼 때 덕대의 現在 資源狀態는 適定水準以下에 있으며, 漁獲強度의 조절에 의한 어획량증가효과는 거의 없으므로 最善의 管理方法은 어획강도의 조절보다 漁獲開始年齡을 현재의 0.49로 부터 1.5세 부근까지 높이는 것으로 판단되었다.

文 獻

- Alverson, D. L. and M. J. Carney. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. J. Cons. Int. Explor. Mer., 36(2), 133~143.
- Beverton, R. J. H. and S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish population. Fish. Inv. Ser., II, 19, 1~533.
- Doi, T. 1977. Diagnosis of *Haliotis corrugata* in Mexico - as an example to rapid analysis procedures -, Monthly Report of Japan Marine Resources Conservation, No. 154, 5~13.
- Japan oceanographic data center and National oceanographic data centers of the people's republic of China. 1988. Japan-China joint research program on the Kuroshio oceanographic atlas, I. Jan-Dec. 1986. p. 107.
- Kang, Y. J., D. W. Lee, B. Q. Hong and Y. S. Kim. 1989. Studies on the fishery biology of pomfrets, *Pampus* spp., in the Korean Waters. 3. Age and growth of Korean pomfret, *Pampus echinogaster* from the East China Sea. Bull. Korean Fish. Soc., 22(5), 281~290.
- Pauly, D. 1989. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons., Int. Explor. Mer., 39(3), 175~192.
- Sato, T. 1974. Studies on the fishery Biology of Black croaker, *Argyronomus nibe*, in the East China sea. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., 45, 23~185.
- Yamada, U. M. Tagawa, S. Kishida and K. Honjo. 1988. Fishes of the East China Sea and the Yellow Sea. Contributions from the Seikai Reg. Lab., 422, p. 501.

1989년 10월 30일 접수

1989년 12월 2일 수리