

황해 및 동중국해 참조기, *Larimichthys polyactis* 자원의 장기변동

연인자* · 이동우 · 이재봉 · 최광호 · 홍병규¹ · 김주일² · 김영섭³

국립수산과학원 자원관리과, ¹국립수산과학원 독도수산연구센터,
²국립수산과학원 남동해수산연구소, ³국립수산과학원 연구기획부

Long-term changes in the small yellow croaker, *Larimichthys polyactis*, population in the Yellow and East China Seas

Inja YEON, Dong-Woo LEE, Jae Bong LEE, Kwang-Ho CHOI, Byung-Kyu HONG¹,
Joo-II KIM² and Young-Seop KIM³

Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research & Development Institute,
Busan 619-705, Korea

¹Dokdo Fisheries Research Center, East Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Pohang,
Gyeongbuk Province, 791-119, Korea

²Southeast Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Tongyeong, Gyeongnam Province, 650-943, Korea

³Research and Development Planning Department, NFRDI, Busan, 619-705, Korea

The population of small yellow croaker, *Larimichthys polyactis*, in the Yellow and East China Seas has decreased significantly since the mid 1970s. Several management measures have been introduced to conserve it, but population size remains low. To rebuild this population, it is now necessary to consider more effective management methods based on the stock assessment. To determine long-term population changes, fishery and biological data collected over 34 years (1969–2002) were analysed. Yearly fish length compositions were analysed for the time periods 1968 through 1970, 1978 through 1982, and 1993 through 2002; and catch data was available from 1969 to 2002. Annual population sizes were calculated based on length composition, the relationship between total length and body weight, and total landings. Analyses showed that since the 1970s, average size of harvested fish decreased; the proportion of less mature fish (smaller than the 50% maturity length, 19cm) in catches has increased and the estimated biomass has decreased significantly. Consequently, the main management recommendation is that juvenile fish need to be better protected to allow the rebuilding of resources to a more sustainable population level. This will

*Corresponding author: ijyeon@nfrdi.go.kr, Tel: 82-51-720-2290, Fax: 82-51-720-2277

require fish size limit, permissible mesh size, and closed area and season regulations.

Keywords: Long-term population changes, Small yellow croaker, Yellow and East China Seas

서론

참조기는 우리나라 주변해역에서 주로 저인 망류 또는 자망류 어업에 의해 어획되는 주요 산업 종으로서 어업인의 선택적 조업의 대상으로 남획이 쉽게 일어날 수 있는 가능성을 가지고 있다 (Kim, 1977). 참조기 어획의 변화는 1974년에 54,000톤으로 최고 수준에 이른 후 감소되어 1985년에는 7,000톤으로 최저 수준에 다다랐다. 그 후 다소 증가되어 1992년에 40,000톤으로 자원회복의 징후를 보이는 듯하더니 다시 감소되어 2001년에는 1985년의 최저 수준과 유사한 8,000톤에 불과하였으며 (NFRDI, 2005), 단위노력당 어획량 (Catch Per Unit Effort, CPUE)도 계속하여 감소하는 경향을 나타내고 있었다 (Yeon and Park, 1991; Kim et al., 1993). 어획의 감소 현상은 양적인 면에서만 나타난 것이 아니라 어획물의 평균 체장이 1966년 22cm에서 1986년 16cm로 작아졌으며, 모드 (mode)도 1966년 22cm에서 1986년 15cm로 좌경화 현상이 나타났다 (Yeon and Park, 1991; Kim et al., 1993). 어획물에서 미성어 (가임군의 50%가 산란에 참여하는 체장, 19cm 이하)가 차지하는 비율이 1968년 약 50%에서 1986년에는 80% 이상을 차지하고 있으므로 어획물의 소형화 현상이 두드러지게 나타나고 있음을 알 수 있었다 (Yeon and Park, 1991; Zhang et al., 1992a). 이와 같은 참조기 자원변화에 따른 분포역의 변화는 참조기 자원이 비교적 풍부했던 1969년 및 1974년에는 분포 서식 해역이 광범위하고 밀도가 높았으며, 특히 서해안에 높은 밀도의 분포역이 나타났으나, 자원이 감소된 1979년과 1984년에는 분포역이 축소된 반면 밀도도 낮게 나타났으며, 특히 서해안의 높은 밀도의 분포역은 찾아볼 수 없었다 (Yeon

and Park, 1991). 일본에서는 참조기의 자원변화에 의한 분포역의 변화현상이 1961년 이후 나타나기 시작하였다고 하였다 (Otaki and Shojima, 1978). 최근 참조기 자원상태는 낮은 수준으로 참조기 자원의 효율적 이용을 위해서는 적절한 자원관리 방안 모색이 요구되고 있다 (Kim et al., 1993; Zhang et al., 1992c).

현재 범세계적인 자원관리 방안의 하나로 생태계 기반 어업관리 (FAO, 2003; Zhang et al., 2009)가 거론되고 있으며, 오스트레일리아 같은 일부 국가에서는 매우 효과적으로 수행되기도 하나 아직까지 적용의 실효성이 낮은 상태이다 (Zhang et al., 2009). 참조기 자원과 같이 광범위한 해역에 분포하며, 자원의 변동에 따라 분포역이 변화하는 어업자원에는 생태계 기반 자원관리에 전통적 방식의 자원관리를 보완하여 적용하는 것이 효과적일 것이다. 이와 같이 종합적이고 효과적인 관리방안 모색을 위해서는 우선적으로 정확한 자원평가가 이루어져야 한다. 그러나 현재까지 참조기 자원평가를 위해 사용되어 온 체급별 체장-key는 1968-1970년 자료에 의거 Lee (1977)가 산출한 것으로 그간의 참조기 자원변화를 반영하지 못하고 있으므로, 이를 이용하여 이루어진 자원평가 결과는 과대평가를 염두에 두지 않을 수 없다.

본 연구에서는 1969년부터 2002년까지 34년 동안 조사한 어업 및 생물학적 조사자료를 기반으로 그간의 자원변화에 따른 체급 구분의 변화와 체급에 따른 체장-key를 연대별로 추정하여 제시함과 동시에 이를 토대로 평가한 참조기 자원의 장기변동을 제시하여 향후 참조기 자원의 지속적 이용 방안 마련에 초석을 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

체급별 체장 - key

1969년부터 2002년까지 총 34년간 황해 및 동중국해에서 대형쌍끌이 기선저인망어업에 의해 어획되었으며, 부산 공동어시장에 양육된 참조기를 대상으로 하였다 (Fig. 1). 본 연구를 위한 참조기 샘플은 매월 상순, 중순, 하순마다 공동어시장에서 사용하고 있는 대 (大, Large), 중 (中, Medium), 소 (小, Small), 세 (細, Dead small)의 체급 구간에 따라 구분하고, 매회 체급별로 1상자 이상을 무작위로 추출하여 체장을 조사하였다. 1969년을 기준으로 연구에 적합한 자료가 보유되어 있는 1968년부터 1970년까지 3개년, 1978년부터 1982년까지 5개년, 그리고 1993년부터 2002년까지 10개년으로 연대를 구분하여, 총 18년간의 1,291 상자, 229,239 마리를 선별하여, 연대별 계절에 따른 체급별 체장조성을 추정하였다 (Table 1). 연대별 계절별에 따른 체급별 체장조성에서 분포 범위, 평균체장, 표준편차를 분석하였다.

일반적으로 생물의 체장빈도는 한 체급 내에

서 정규분포를 나타낸다. 그렇다면 각 체급내의 체장간격 ($l_i - l_j$)에 포함되는 마리수 N 는 평균과 표준편차에 의한 정규분포곡선 (normal distribution curve)에 의거 정규분포화시킬 수 있으며 (식 1), 이때에 체장 범위는 신뢰구간 98% ($\bar{l} \pm 3\sigma$)내

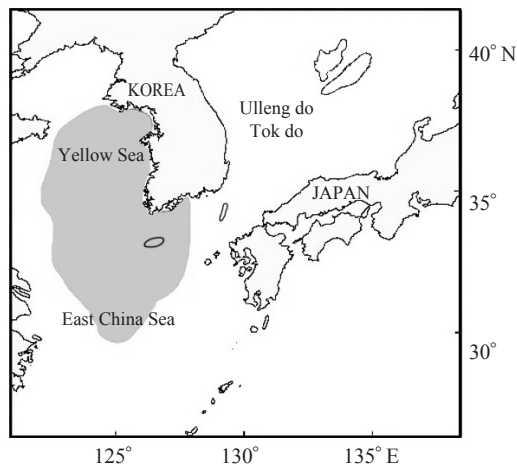


Fig. 1. Catch area of the small yellow croaker in the Yellow and East China Seas for 34 years from 1968 to 2002.

Table 1. Number of boxes and individuals by the fish market categories, seasons and decades of fishes measured for estimation of the length frequency composition of the small yellow croaker caught by the large pair bottom trawl in the Yellow and East China Seas

Year	Large		Medium		Small		Dead Small		Total	
	Box	Individual	Box	Individual	Box	Individual	Box	Individual	Box	Individual
1968	65	2,902	70	6,249	59	10,607	14	6,020	208	25,778
1969	139	5,522	135	11,293	129	21,052	67	28,621	470	66,488
1970	18	817	33	2,833	22	3,209	5	2,106	78	8,965
1978	6	311	16	1,722	14	2,469	10	2,688	46	7,190
1979	17	972	9	1,937	11	2,203	12	4,231	49	9,343
1981	28	1,674	29	3,059	32	6,560	26	7,378	115	18,671
1982	21	1,029	25	2,330	27	4,367	28	9,697	101	17,423
1993	2	114	6	683	16	5,041	4	1,994	28	7,832
1994	2	139	8	1,117	10	4,468	4	2,960	24	8,684
1995	3	195	8	1,147	11	3,743	2	1,095	24	6,180
1996	1	88	8	1,197	15	5,178	3	2,527	27	8,990
1997			4	480	14	4,366	5	4,486	23	9,332
1998			3	633	10	1,020	2	1,611	15	3,264
1999			1	169	11	4,284	5	3,291	17	7,744
2000			4	1,068	8	2,681	2	1,110	14	4,859
2001			7	906	16	5,369	6	4,056	29	10,331
2002					15	5,322	8	2,843	23	8,165
Total	302	13,763	366	36,823	420	91,939	203	86,714	1,291	229,239

로 정하였다. 정규분포 곡선에 의거 추정된 체장 조성을 친분율로 환산하여 연대별 계절별에 따른 체급별 체장-key를 산출하였다.

$$N(l_i - l_j) = \sum N_y = \int_{l_j}^{l_i} \left(\frac{1}{2\pi\sigma_y} \right) e^{-\frac{(l_i - l_j)^2}{2\sigma_y^2}} \cdot dl \quad (1)$$

여기서 $N(l_i - l_j)$ 는 체장 l_i 와 l_j 에 포함되는 마리 수, y 는 체급구간. σ 는 표준편차, 그리고 T 는 평균체장을 나타낸다.

체급별 평균체중

어획물의 체장조성을 추정하기 위해서는 어

Table 2. Mean length, standard deviation and range by the fish market categories, seasons and decades of the length frequency distribution of the small yellow croaker caught by the large pair bottom trawl fishery in the Yellow and East China Seas

Category	Season	Year	Mean length (TL, cm)	Standard deviation	Range (TL, cm)
Large	Winter	1969 - 1970	34.26	2.88	25.62 - 42.90
		1978 - 1982	32.43	2.44	25.10 - 39.75
		1993 - 2002	32.00	3.12	22.64 - 41.36
	Spring	1969 - 1970	34.00	3.54	23.38 - 44.62
		1978 - 1982	32.60	2.09	26.34 - 38.87
		1993 - 2002	30.18	1.69	25.11 - 35.25
	Summer	1969 - 1970	34.94	3.17	25.43 - 44.45
		1978 - 1982	33.40	2.03	27.30 - 39.51
		1993 - 2002	29.64	1.39	25.47 - 33.81
	Autumn	1969 - 1970	34.33	3.20	24.73 - 43.93
		1978 - 1982	33.39	2.35	26.34 - 40.44
		1993 - 2002	29.74	1.97	23.83 - 36.65
Medium	Winter	1969 - 1970	27.10	2.42	19.84 - 34.36
		1978 - 1982	26.88	1.84	21.36 - 32.39
		1993 - 2002	25.75	1.82	20.28 - 31.20
	Spring	1969 - 1970	27.27	2.71	19.14 - 35.40
		1978 - 1982	28.01	1.85	22.46 - 33.57
		1993 - 2002	26.19	1.74	20.97 - 31.41
	Summer	1969 - 1970	27.10	2.58	19.36 - 34.84
		1978 - 1982	26.63	1.59	23.45 - 29.81
		1993 - 2002	25.79	1.61	20.96 - 30.62
	Autumn	1969 - 1970	27.24	2.24	20.52 - 33.96
		1978 - 1982	26.75	1.91	21.03 - 32.48
		1993 - 2002	25.27	1.96	19.38 - 31.16
Small	Winter	1969 - 1970	22.38	2.41	15.15 - 29.61
		1978 - 1982	21.93	1.80	16.53 - 27.34
		1993 - 2002	20.44	1.99	14.47 - 26.41
	Spring	1969 - 1970	21.94	2.28	15.10 - 28.78
		1978 - 1982	21.58	2.52	14.00 - 29.15
		1993 - 2002	20.00	2.32	13.04 - 26.96
	Summer	1969 - 1970	21.48	2.03	15.39 - 27.57
		1978 - 1982	21.41	2.03	15.33 - 27.49
		1993 - 2002	19.73	2.08	13.50 - 25.97
	Autumn	1969 - 1970	22.19	2.05	16.04 - 29.34
		1978 - 1982	21.74	1.75	18.25 - 25.24
		1993 - 2002	20.09	2.30	13.19 - 26.99
Dead Small	Winter	1969 - 1970	14.97	2.32	8.01 - 21.93
		1978 - 1982	16.25	1.88	10.61 - 21.90
		1993 - 2002	14.93	1.93	9.14 - 20.72
	Spring	1969 - 1970	15.16	2.17	8.65 - 21.67
		1978 - 1982	17.16	1.84	11.65 - 22.67
		1993 - 2002	15.14	1.66	10.16 - 20.12
	Summer	1969 - 1970	15.79	2.49	8.32 - 23.26
		1978 - 1982	16.16	2.00	10.16 - 22.16
		1993 - 2002	15.50	2.05	9.35 - 21.66
	Autumn	1969 - 1970	15.61	1.96	9.73 - 21.49
		1978 - 1982	15.73	1.89	10.07 - 21.40
		1993 - 2002	14.15	1.93	8.36 - 19.94

Table 3. Relationship between total length (TL) and body weight (BW), mean total length and mean body weight by the fish market categories, seasons and decades of the small yellow croaker caught by the large pair bottom trawl in the Yellow and East China Seas

Year	Season	Relationship between TL and BW	Mean							
			Large		Medium		Small		Dead Small	
			TL (cm)	BW (g)	TL (cm)	BW (g)	TL (cm)	BW (g)	TL (cm)	BW (g)
68-70	Winter	BW=0.0043TL ^{3.227}	34.27	386.00	27.29	180.00	21.90	98.00	15.20	27.00
	Spring	BW=0.0043TL ^{3.228}	34.00	376.00	27.10	185.00	21.52	91.00	15.84	28.00
	Summer	BW=0.0043TL ^{3.229}	34.89	409.00	27.20	181.00	22.20	86.00	15.53	32.00
	Autumn	BW=0.0043TL ^{3.230}	34.30	387.00	27.13	183.00	22.24	95.00	15.48	30.00
78-82	Winter	BW=0.0046TL ^{3.212}	32.43	337.06	26.76	181.54	21.93	95.64	15.25	29.69
	Spring	BW=0.0013TL ^{3.601}	32.60	364.99	27.99	210.80	21.58	82.64	17.16	36.21
	Summer	BW=0.0065TL ^{3.131}	33.36	382.60	26.63	188.94	21.41	95.41	16.16	39.54
	Autumn	BW=0.0023TL ^{3.441}	33.39	402.39	26.75	187.63	21.74	91.91	15.73	30.18
93-02	Winter	W=0.0030TL ^{3.344}	32.00	323.62	25.74	156.28	20.44	72.29	14.93	25.29
	Spring	BW=0.0047TL ^{3.205}	30.18	259.42	26.19	164.69	20.00	69.40	15.14	28.44
	Summer	BW=0.0055TL ^{3.187}	29.64	270.20	25.79	173.41	19.73	73.85	15.50	34.22
	Autumn	BW=0.0036TL ^{3.307}	29.74	268.22	25.27	156.52	20.09	73.30	14.15	23.00

획물의 마리수 환산이 우선되어야 하며, 어획물을 마리수로 환산하기 위해서는 체급별 평균체장 및 중량이 필요하게 된다. 그러므로 체급별 어획물의 평균 체장은 정규분포곡선 추정을 위해 사용된 체급별 평균체장 (Table 2) 을 사용하였으며, 체장에 대한 평균 중량은 체장과 체중과의 관계식 (2)식에 의거 추정하였다 (Table 3). 체장과 체중의 관계식 (2)식은 체급별 체장-key를 추정한 같은 시기의 어체측정자료를 이용하여 산출하였다. 산출된 체장-체중 관계식 (2)식에 체장조성에 의거 추정한 연대별 계절에 따른 체급별 평균체장을 외삽하여 연대별 계절에 따른 체급별 평균체중을 계산하였다 (Table 3).

$$BW = aTL^b \quad (2)$$

여기서 *BW*는 체중 (body weight), *TL*은 전장 (total length), *a*와 *b*는 상수이다.

어획량, 체장조성 및 자원량의 장기변동

1969년부터 2002년까지 34년간 각 항구에서 위판된 대형쌍끌이 기선저인망 전 어선에 대해 매일 어선별로 대, 중, 소, 세 체급을 구분하여 참조기 어획량을 조사한 후, 이를 기 산출된 체급별 평

균중량으로 나누어 연도에 따른 월별 체급별 어획마리수를 추정하였다. 그 결과를 연대별로 추정한 계절에 따른 체급별 체장-key (Appendix 1-3)를 토대로 체장구간별로 배분함으로써 연도별 체급별 월별 어획물의 체장조성을 산출하였다.

이때 체급별 체장-key의 적용은 체급별 체장-key 추정시 사용된 자료의 연도를 기준으로 양 연대의 중간 연도를 나누어 각각 연대의 체급별 체장-Key를 적용하였다. 즉 1969년부터 1974년까지는 1969-1970년의 체급별 체장-key를, 1975년부터 1987년까지는 1978-1982년의 체급별 체장-key를, 1988년부터 2002년까지는 1993-2002년의 체급별 체장-key를 적용하였다.

연도별 체급별 월별 어획물의 체장조성을 연도별로 합산하여 연도별 어획물의 체장조성을 산출하고, 이를 Jones model (Jones, 1981; 1984)에 적용하여 연도별 참조기 초기자원량을 추정한 후, 본 연구의 초기 연도인 1969년의 초기자원량을 1로 하여 지수로서 나타내었으며, 이를 토대로 34년간의 참조기자원의 변동을 분석하였다. 그리고 우리나라 근해에서 어획된 참조기 총어획량의 변동추이를 이용하여 어획량의 장기적 변동을 분석하였다.

결 과

체장조성 변동

표본 어체에 대한 체급에 따른 계절별 체장조성의 결과를 Table 2에 나타내었다. 대 체급의 평균체장 29.64–34.94cm, 표준편차 1.39–3.54, 체장범위 22.64–44.62cm이었으며, 중 체급의 평균체장 25.27–28.01cm, 표준편차 1.59–2.71, 체장범위 19.14–35.40cm이었고, 소 체급의 평균체장 19.73–22.38cm, 표준편차 1.75–2.52, 체장범위 13.04–29.61cm이었으며, 세 체급의 평균체장 14.15–17.16cm, 표준편차 1.66–2.49, 체장범위 8.01–23.26cm이었다. 어체크기의 차이는 체급 간에 평균적으로 약 4–6cm이었다. 그리고

같은 체급 내에서 연구 초기연도 (1969)와 말기연도 (2002) 간의 평균체장 변화는 대 체급에서 2–5cm, 중 체급에서 1–2cm, 소 체급에서 약 2cm 작아졌고, 세 체급에서는 1978–1982년 간의 어체가 가장 컸으나, 전체적으로 약간 작아졌다. 표준편차와 체장분포범위는 체급이 작아지면서 함께 작아지는 경향을 나타냈고, 또한 해가 경과되면서도 작아지는 경향이 있었다.

모든 생물은 평균체장을 중심으로 정규분포 한다는 가정 하에 표본 어체의 체장조성에서 구해진 평균체장, 표준편차, 체장범위 (Table 2)를 기준으로 정규분포곡선의 면적을 산출하여 연대별 계절에 따른 체급별 체장-key를 추정하였고, 그 결과

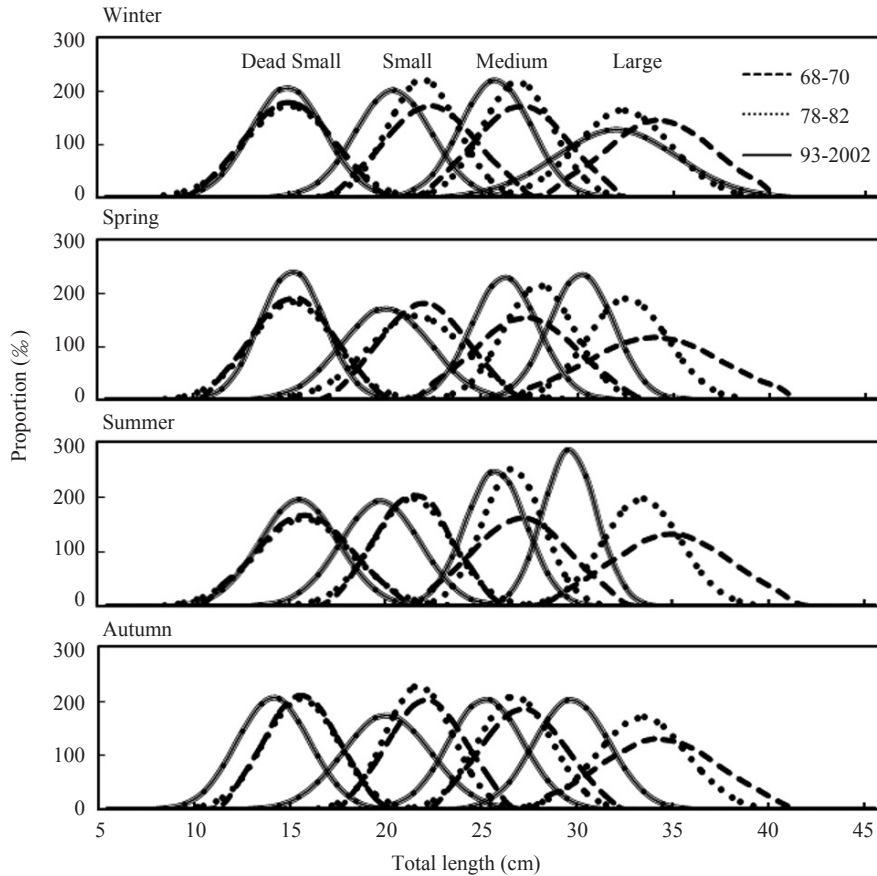


Fig. 2. Length-Key, normal probability distribution by the fish market categories, seasons and decades based on the length frequency distributions of the small yellow croaker caught by the large pair bottom trawl fishery in the Yellow and East China Seas.

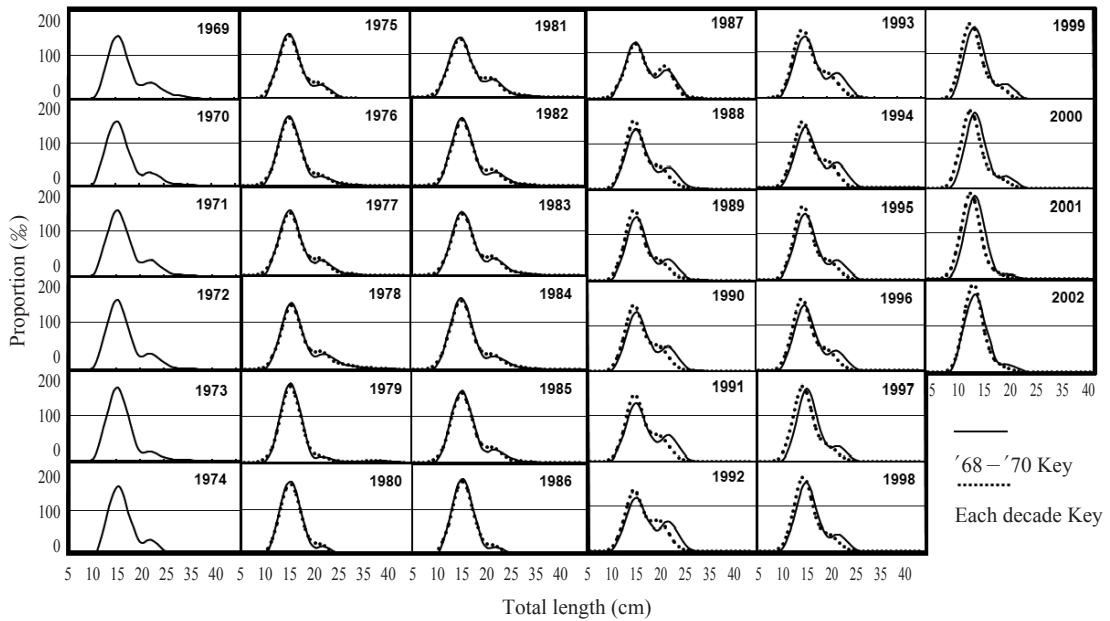


Fig. 3. Yearly length distribution calculated based on the Length-Keys of the small yellow croaker off the yellow and East China Seas from 1969 to 2002.

를 Fig. 2와 Appendix 1-3에 나타내었다. 모든 체급과 모든 계절에서 시간이 지남에 따라 체장범위의 축소, 표준편차의 감소, 평균 및 모드(mode)의 좌경화 현상이 있었다. 이러한 현상은 특히 대, 중 및 소 체급에서 더욱 현저하게 나타났다.

어체측정자료를 활용하여 추정된 연대별 계절에 따른 체장-체중 관계식 (Table 3)에 기 추정된 연대별 계절에 따른 체급별 평균체장을 외삽하여 체급별 평균체중을 구하였다 (Table 3). 연도별 월별 체급별 어획량을 체급별 평균체중으로 나누어 연도에 따른 월별 체급별 어획마리수를 계산한 후, 이를 계절에 따른 체급별 체장-key (Appendix 1-3)를 기반으로 체장 구간별로 배분하여 체장조성을 구한 후, 이를 연도별로 합산하여 연도별 어획물의 체장조성을 추정하여 그림으로 나타내었다 (Fig. 3). 그림에서 보는 바와 같이 본 연구에서 산출된 각 연대에 따른 체급별 체장변화를 고려하여 추정된 체장-key를 기반으로 나타낸 어획물 체장조성이 현재까지 참조기 자원평가를 위해 이용된 1968-1970

년의 체장-key를 기반으로 추정한 것에 비해 어체 크기가 2-3cm 작아졌음을 알 수 있었다.

참조기자원의 변동

대형쌍끌이 기선저인망어업에 의해 어획된 참조기의 체급별 혼획율은 세 및 소의 혼획비율이 해가 거듭될수록 증가하는 반면, 대 및 중 체급 어체의 혼획비율은 감소하고 있다. 특히 대 체급어의 혼획비율은 1991년 이후, 중 체급어의 혼획율은 1996년 이후 거의 그림에 나타나지 않았다. 그러므로 어획물의 어체 크기는 해가 거듭될수록 확연하게 감소되고 있음을 알 수 있었다 (Fig. 4).

연대별 체장-key에 의거 추정된 어획물 체장조성의 평균체장 (Fig. 5)은 1969년 이후 1988년까지 16.1-17.7cm의 범위에서 연변동을 보이면서 비교적 일정수준을 유지하고 있었으나, 그 후 급격하게 소형화되어 2000-2001년에는 14.9-15.4cm의 범위 내에서 연변동을 보이고 있어 어획물의 크기가 1970년대에 비해 1.2-2.3cm 작

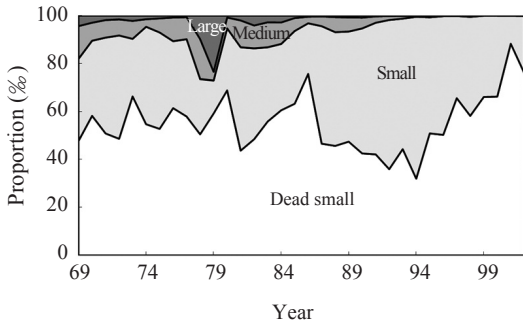


Fig. 4. Trend of proportion by the fish market categories of the small yellow croaker caught by the large pair bottom trawl in the Yellow and East China Seas from 1969 to 2002.

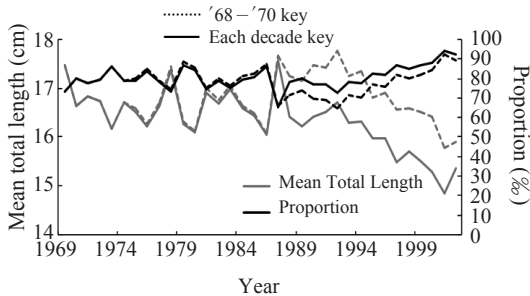


Fig. 5. Variation of mean total length and proportion of less mature fish (smaller than the 50% maturity length, 19 cm) based on the length distribution derived by the Length-Keys of the small yellow croaker off the Yellow and East China Seas from 1969 through 2002.

아진 것을 알 수 있었다. 체장조성에 의거 분석한 50% 성숙체장 (19cm) 이하의 개체가 차지하는 비율은 1969년부터 1992년까지는 65–87% 내에서 연변동을 보이는 가운데 일정수준을 유지하고 있었으나, 그 후 점진적 증가경향을 보이고 있으며, 2001년에는 어획물의 94.3%가 성숙체장 이하의 미성어로 구성되어 있었다 (Fig. 5). 그러나 1968–1970년에 분석되어 현재까지 사용되는 체급별 체장-key에 의거 분석한 결과에 의하면 평균체장은 1969년부터 1994년까지 16.1–17.8cm의 범위 내에서 연변동을 보이는 가운데 비교적 일정수준을 유지하고 있었으나, 그 후 감소되어 2001년에는 15.8cm에 이르렀다. 미성어 비율도 1969년부터 1996년까지 66–85% 내

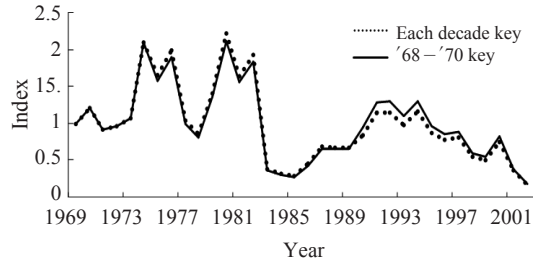


Fig. 6. Fluctuation of the index of estimated biomass based on the length distribution derived by Length-Keys of the small yellow croaker off the Yellow and East China Seas from 1969 to 2002.

에서 연변동을 보이는 가운데 일정수준을 유지하였으나, 그 후 증가되어 2001년에는 92.6%로 어획물의 대부분이 미성어로 구성되어 있었다. 본 연구에서 산출된 각 연대에 따른 체급별 체장변화를 고려하여 추정된 체급별 체장-key를 기반으로 나타난 어획물 체장조성의 결과들이 현재까지 참조기 자원평가를 위해 이용된 1968–1970년의 체장-key를 기반으로 추정한 것에 비해 평균체장은 0.5cm 작아졌으며, 미성어 혼획율은 1.7% 증가되었다.

어획물의 체장조성자료를 Jones model (Jones, 1981, 1984)에 적용하여 추정된 참조기자원량을 본 연구의 초기연도인 1969년을 1로 가정하여 지수로 표현한 자원량지수의 변동 (Fig. 6)은 1970년대 중반 이후 1980년대 초반까지는 1.6–2.1의 범위 내에서 비교적 높은 수준을 유지하고 있었으나, 1980년대 중반에 급격히 감소되어 극히 낮은 수준을 나타내었다. 1990년대 초반에 약간의 증가징후를 보이면서 연구 초기연도인 1970년대 초반의 수준에 이르렀으나, 1990년 중반 이후 다시 감소추세를 나타내고 있으며, 2002년 현재에는 1969년에 비해 0.1 수준까지 이르렀다. 1960년대 말에 분석한 체급별 체장-key로 추정한 자원량지수는 1990년대 중반까지는 연대를 구분하여 분석한 체장-key에 의거 추정한 값과 유사하였으나, 그 후 약 0.1 정도 높은 수치를 보이고 있다 이와 같이 본 연구에서 1960년대 말에 분석한 체급별 체장-key에 의거 평가된 자원수준이 연대

를 구분하여 분석한 체장-key에 의거 평가된 자원수준보다 높게 평가된 것을 알 수 있었다.

고 찰

어류 자원량을 추정하는 방법들은 직접적인 방법과 간접적인 방법으로 구분된다. 직접적인 방법들로는 트롤탐사법, 어류플랑크톤법, 음향탐사법, 방형구법 등이 주로 많이 쓰이고 있으며, 간접적인 방법에는 어획물의 연령구조자료를 이용하여 분석하는 Cohort analysis법, 표지방류법, 조성변화법, CPUE 이용법 등이 있다. 근래에는 연령구조 분석법 또는 체장에 의한 분석법 (Jones, 1981, 1984)에 의거 자원량 추정이 많이 이루어지고 있으나, 참조기 자원과 같이 공동어시장에서 체급별로 구별하여 포장 판매되는 저어류자원에 대해 어획물을 대표할 정도의 표본 어체를 선정하고, 이에 대한 체장조성 및 연령구조를 파악하기까지는 많은 시간과 노력 또한 예산이 요구됨으로 현실적으로 매우 어려운 실정이다. Zhang et al. (1992a, 1992b, 1992c)과 같이 표본에 의거 연령구조 자료를 얻는다고 하더라도 일시적인 자료에 한정되는 경우가 많아 자원변동에 따라 시장의 체급구분이 달라지고 이에 따라 체급별 체장도 변화하고 있는 것을 반영할 수 있는 장기적 자원 평가에는 활용하기 곤란하다. 그러므로 체급에 따른 어체의 크기를 나타낼 수 있는 체급별 체장-key 또는 연령구조를 파악할 수 있는 연령-체장-key를 추정하여 사용하게 되며, 체급별 체장-key와 어획물의 체급별 어획량을 근거로 어획물의 전체적 체장조성을 추정하고, 이에 연령-체장-key를 조합하여 연령구조를 파악하고, 이를 기반으로 자원량을 추정하며, 또한 그 수준을 정확히 평가하고, 그 평가결과를 토대로 자원의 효율적 관리방안 마련이 검토되어야 할 것이다 (Lee, 1977; Zhang, et al., 1992c).

본 연구에서는 1969년부터 2002년까지 34년간의 어획통계자료와, 체장조성자료, 어체측정자료를 근거로 1969년부터 1970년까지 3년간, 1978

년부터 1982년까지 5년간, 1993년부터 2002년까지 10년간의 자료를 선별하여, 연대별 계절에 따른 체급별 체장-key를 추정하였다. 그 결과 평균 체장은 체급 구간 간 4-6cm의 차이가 났으며, 같은 체급 내에서 해가 경과되면서 일어나는 변화는 대 체급에서 2-5cm, 중 체급에서 1-2cm, 소 체급에서 2cm 작아졌고, 세 체급에서는 미미하게나마 작아진 현상이 타나났다. 모드 (mode)에서는 좌경화현상이 나타났고, 체장의 범위는 점차 축소되는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 어획노력량을 표준화하여 자원을 평가하는 방법에 의한 자원평가결과에서도 나타난 바 있으며 (Yeon and Park, 1991), 자원의 역학적 평가 결과에서도 나타난 바 있다 (Kim, 1977)

체급별 체장-key에 의거 추정한 어획물의 체장조성에서 평균 체장이 1969년 이후 2004년까지 평균적으로 2-2.3cm 작아졌으며, 어획물에서 미성어 (50% 균성숙체장, 19cm 이하)가 차지하는 비율은 65%에서 94.3%로 1990년대 중반 이후 급격하게 증가하였다. 참조기 어획물의 개체크기가 작아지고 소형어의 비율이 높아지는 현상은 일본 해역에서는 1961년 이후 (Otaki and Shojima, 1978), 한국 근해 해역에서는 1974년 이후 (Yeon and Park, 1991) 나타나기 시작하였다. 그러므로 참조기 어획의 양적인 측면에서는 증가했을지라도 질적인 감소는 그 이전부터 일어나고 있었음을 알 수 있었다.

본 연구에서 산출된 각 연대에 따른 체급별 체장-key를 이용하여 나타난 어획물 체장조성의 결과치가 현재까지 참조기 자원평가를 위해 이용된 1968-1970년의 체급별 체장-key를 기반으로 추정한 것에 비해 평균체장은 0.5cm 작아졌으며, 미성어 혼획율은 1.7% 증가 되었고, 체장조성에 의거 추정한 초기자원 수준도 0.1정도 낮은 수치를 나타냈다. 그러므로 체급이 같다고 해서 같은 체장-key를 장기간 적용하여 평가한다는 것은 자원의 과대평가 결과를 초래할 가능성이 매우 높다. 따라서 참조기 체급별 체장-

key는 효율적 자원관리의 고안을 위해 정규적으로 재평가되어야 할 것으로 사료된다.

체장조성자료를 기반으로 추정된 참조기 초기자원의 수준은 2002년의 것이 1970년의 것에 비해 불과 7%에 지나지 않아 참조기 자원은 감소되어 극히 낮은 수준에 있음을 알 수 있었다. 그리고 어획노력량의 증가에 따라 어획량이 증가하는 경향을 보정하기 위하여 어획노력량을 표준화하여 평가한 참조기자원은 과도한 어획으로 인하여 1974년을 정점으로 총어획량의 감소, 주 산란장의 남하, 소형어(미성어) 어획비율의 증가 등 뚜렷한 자원의 감소 징후가 나타나고 있다 (Yeon and Park, 1991; Otaki and Shojima, 1978). 그렇다면 참조기 자원은 이용개발의 한계를 벗어난 것이라 할 수 있다.

우리나라 해역에서 어획되는 참조기는 절강군, 강소군, 한국군, 발해군, 4개의 계군으로 구분되고 있다 (Ikeda, 1964; Lee, 1977). 그러나 각 계군은 시기 또는 생리작용에 따라 연안과 근해 또는 월동장으로 회유한다 (Ikeda, 1964). 특히 동계에는 각각의 분포한계를 분리할 수 없을 정도로 거의 같은 해역에 혼재하는 것으로 알려져 있어 각각의 군을 분리하여 관리하는 것은 매우 어려운 실정이므로 여기서는 참조기자원 전체를 하나의 관리단위 군으로 보고 해석하였다.

미개발된 자원이 어업적으로 산업화가 이루어지면 일반적으로 개발된 후 15년 이내에 자원량의 80%까지 감소한다 (Myers and Worm, 2003). 이에 비추어 보면 우리나라 어업은 1970년대 초반까지는 큰 변동 없이 변화하고 있었으나 1970년대 중반이후 급격하게 어선의 크기 및 마력 (Hp)이 커지기 시작하였다 (NFRDI, 2005). 이러한 어선 성능의 급속한 증가 현상은 1970년대 말까지 지속되며 그 후 완만한 증가현상을 나타내었다. 허나 이러한 어선의 어획성능의 증가 경향도 한계에 이르러 1990대 중반 이후로는 정체성을 나타내었다 (NFRDI, 2005). 따라서 우리나라 어업을 1970년대 중반까지는 개발단계라

보고 그 후 개발이 완료되어 어획강도의 감소 등 적절한 자원관리가 요구된다. 그러므로 참조기 자원의 지속적 이용을 위해 소형어를 보호하여 자원회복의 기회를 부여하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

참조기자원의 회복을 위한 관리방안으로는 생물학적 최소형 (19cm) 이하 체급어의 어획금지, 소형어가 탈출할 수 없는 망목 사용 제한, 참조기의 주 산란장 및 산란기에 대한 어획금지 등을 들 수 있을 것이다. 이와 같은 질적 관리를 위해서는 관리 방안 하나하나에 대한 연구가 별도로 이루어져야 할 것이다. 그리고 Cohort analysis 법의 적용에 의한 자원평가를 위해서는 연령구조를 파악할 수 있는 연령-체장-key를 추정하여야 할 것이다.

결 론

연대별 (1969-1970년, 1978-1982년, 1993-2002) 체장조성자료와 이에 대한 평균 표준편차를 중심으로 연대별 체장-key를 산출하였고, 1969년부터 2002년까지 34년간의 체급별 어획량 자료와 체급별 체장-체중관계식을 적용하여 연도에 따른 체급별 어획미수를 추정하였으며, 이를 체장-key에 적용하여 연도별 어획물의 체장조성을 분석하였고, 이를 Jones model (1981, 1984)에 적용하여 참조기자원량 지수를 추정하였다. 체급별 체장조성에서 평균체장은 체급 간에 4-6cm의 차이가 있었고, 같은 체급 내에서는 연구 초기연도 (1969)와 말기연도 (2002) 간에는 대 체급에서 2-5cm, 중 체급에서 1-2cm, 소 체급에서 2cm 작아졌고, 세 체급에서는 미미한 감소 경향이 나타났다. 체장조성을 기반으로 분석한 2002년 참조기 자원상태는 1969년의 것에 비해 어획물의 어체 크기는 1.2-2.3cm 작아졌고, 미성어 (개체군의 50%가 산란에 참여하는 체장, 19cm 이하의 크기)가 어획물에서 차지하는 비율이 약 30% 증가하였으며, 추정된 자원량의 수준도 자원이 가장 높았던 1980년대에 비해 87% 감

소하였다. 체급에 따른 체장-key를 추정하여 평가한 것이 1968년 이래 현재까지 사용해온 1968-1970년의 체급별 체장-key에 의거 분석한 값에 비해 평균체장은 0.5cm 작아졌으며, 미성어 혼획율은 1.7% 증가되었고, 초기자원량은 0.1정도로 낮은 수준을 나타내었다.

지속적 이용을 위한 수준까지 자원을 회복하기 위해서는 소형어관리 정책의 도입이 시급하다 할 수 있다. 가입군이 성장하여 산란군에 이르러 산란함으로서 차기 가입군을 증가시킬 수 있도록 미성어를 보호하는 것이 참조기 자원회복을 위해 최우선적으로 실행되어야 할 것이다. 그러기 위해서는 금지체장의 확대, 망목조정, 금어기, 금어구 설정 등을 들 수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 국립수산과학원 (연근해 어업자원 평가 및 관리연구, RP-2010-FR-051)의 지원과 자원관리과 연구원들의 협력으로 수행되었습니다.

참고문헌

- FAO, 2003. Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. FAO Tech. Guidelines for Responsible Fisheries 4. Suppl. 2, pp. 112.
- Ikeda, I., 1964. Estimation on the fishery biology of the yellow croaker in the East China Sea and the Yellow Sea. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab. Lab. 31, 49-81.
- Jones, R., 1981. The use of length composition data in fish stock assessments (with notes on VPA and cohort analysis). FAO fisheries circular No. 734, pp. 60.
- Jones, R., 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data. FAO fish. tech. paper 256, pp. 118.
- Kim, Y.M., 1977. Dynamical study on effective method of the stock management of Yellow cracker, *Pseudosciaena manchurica* (JORDAN et THOMPSON), in the East China Sea and Yellow Sea. Nat' l. Fish. Res. Dev. Institute, 16, 33-50.
- Kim, Y.M., J.Y. Kim, J.I. Kim, D.W. Lee, C.S. Park, I.J. Yeon and J.H. Park, 1993. Assessment of fisheries resources and fishery management in Korean waters. Fish. Res. Report, 12, NFRDI, Sinheung Publish Company, pp. 181.
- Lee, J.U., 1977. Estimation of age composition and survival rate of the Yellow croaker, *Pseudosciaena manchurica* JORDAN et THOMPSON, in the Yellow Sea and the East China Sea. Nat' l. Fish. Res. Dev. Institute, 16, 7-31.
- NFRDI, 2005. Ecosystem and fishing grounds of commercially important species in Korean Waters. Yemunsa, pp. 383.
- Myers, R.A. and B. Worm, 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. Nature, 423, 280-283.
- Otaki, H. and E. Shojima, 1978. On the reduction of distributional area of the yellow croaker resulting from decrease of abundance. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab., 51, 111-122.
- Yeon, I.J. and C.S. Park. 1991. Changes in distribution area on the stock fluctuation of yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis* Bleeker. Nat' l. Fish. Res. Dev. Institute, 45, 85-100.
- Zhang, C.I., Y.M. Kim, S.J. Yoo, C.S. Park, S.A. Kim, C.K. Kwan and S.B. Yoon, 1992a. Estimation of population ecological characteristics of small yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis* off Korea. Bull. Kor. Fish. Soc. 25, 29-36.
- Zhang, C.I., Y.M. Kim, S.J. Yoo, C.K. Kwan and S.M. Ahn, 1992b. A study on fluctuation in biomass of small yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis* off Korea. Bull. Kor. Fish. Soc. 25, 37-44.
- Zhang, C.I., S. Kim and S.B. Yoon, 1992c. Stock assessment and management implication of small yellow croaker in Korean waters. Bull. Kor. Fish. Soc. 25, 282-290.
- Zhang, C.I., S. Kim, D. Gunderson, R. Marasco, J.B. Lee, H.W. Park and J.H. Lee, 2009. An ecosystem-based fisheries assessment approach for Korean fisheries. Fish. Res., 100, 26-41.

2010년 11월 4일 접수

2010년 11월 13일 1차 수정

2010년 11월 16일 수리

Appendix 1. Length-Key calculated based on the normal probability distribution of the small yellow croaker off the Yellow and East China Seas from 1969 to 1970

Length (TL, cm)	Winter (Jan. – Mar.)				Spring (Apr. – Jun.)				Summer (Jul. – Sep.)				Autumn (Oct. – Dec.)			
	Large	Medium	Small	Dead Small	Large	Medium	Small	Dead Small	Large	Medium	Small	Dead Small	Large	Medium	Small	Dead Small
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0
9	0	0	0	11	0	0	0	6	0	0	0	7	0	0	0	2
10	0	0	0	27	0	0	0	18	0	0	0	17	0	0	0	7
11	0	0	0	56	0	0	0	44	0	0	0	36	0	0	0	23
12	0	0	0	98	0	0	0	87	0	0	0	67	0	0	0	58
13	0	0	0	141	0	0	0	137	0	0	0	105	0	0	0	114
14	0	0	1	169	0	0	0	176	0	0	0	140	0	0	0	173
15	0	0	3	168	0	0	3	182	0	0	3	159	0	0	0	203
16	0	0	8	139	0	0	10	152	0	0	10	154	0	0	4	184
17	0	0	21	95	0	0	26	103	0	0	29	127	0	0	14	128
18	0	0	45	54	0	0	56	56	0	0	67	89	0	0	39	69
19	0	1	81	26	0	2	99	25	0	2	122	53	0	0	82	28
20	0	4	122	10	0	7	144	9	0	6	175	27	0	2	139	9
21	0	11	155	3	0	15	172	3	0	15	197	12	0	7	184	2
22	0	27	165	0	0	31	170	0	0	32	173	4	0	19	193	0
23	0	55	149	0	1	56	139	0	0	58	120	0	0	44	159	0
24	0	93	112	0	3	87	93	0	0	93	65	0	1	84	103	0
25	1	132	72	0	6	119	52	0	1	128	28	0	3	132	53	0
26	4	160	38	0	12	142	24	0	4	151	9	0	6	169	21	0
27	9	163	17	0	21	147	9	0	8	153	2	0	13	177	7	0
28	19	139	7	0	34	133	3	0	16	134	0	0	24	152	0	0
29	35	101	2	0	50	105	0	0	29	100	0	0	40	107	0	0
30	59	61	0	0	69	72	0	0	47	65	0	0	61	62	0	0
31	88	32	0	0	88	44	0	0	70	36	0	0	84	29	0	0
32	115	14	0	0	103	23	0	0	94	17	0	0	106	11	0	0
33	134	5	0	0	112	10	0	0	114	7	0	0	121	4	0	0
34	138	2	0	0	112	4	0	0	125	3	0	0	125	0	0	0
35	126	0	0	0	103	1	0	0	124	0	0	0	117	0	0	0
36	102	0	0	0	88	0	0	0	112	0	0	0	99	0	0	0
37	74	0	0	0	69	0	0	0	91	0	0	0	76	0	0	0
38	47	0	0	0	50	0	0	0	67	0	0	0	53	0	0	0
39	26	0	0	0	34	0	0	0	45	0	0	0	34	0	0	0
40	13	0	0	0	21	0	0	0	27	0	0	0	19	0	0	0
41	6	0	0	0	12	0	0	0	15	0	0	0	10	0	0	0
42	2	0	0	0	6	0	0	0	7	0	0	0	5	0	0	0
43	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Appendix 2. Length-Key calculated based on the normal probability distribution of the small yellow croaker off the Yellow and East China Seas from 1978 to 1982

Length (TL, cm)	Winter (Jan. – Mar.)				Spring (Apr. – Jun.)				Summer (Jul. – Sep.)				Autumn (Oct. – Dec.)			
	Large	Medium	Small	Dead Small	Large	Medium	Small	Dead Small	Large	Medium	Small	Dead Small	Large	Medium	Small	Dead Small
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	5
11	0	0	0	9	0	0	0	2	0	0	0	13	0	0	0	17
12	0	0	0	29	0	0	0	9	0	0	0	37	0	0	0	49
13	0	0	0	73	0	0	0	30	0	0	0	82	0	0	0	105
14	0	0	0	137	0	0	3	76	0	0	0	141	0	0	0	171
15	0	0	0	196	0	0	9	144	0	0	3	189	0	0	0	210
16	0	0	2	210	0	0	21	204	0	0	11	196	0	0	3	195
17	0	0	11	170	0	0	43	214	0	0	31	159	0	0	12	137
18	0	0	36	104	0	0	75	167	0	0	70	100	0	0	41	72
19	0	0	89	48	0	0	113	97	0	0	127	49	0	0	100	29
20	0	0	161	17	0	0	145	42	0	0	178	19	0	0	178	9
21	0	3	215	4	0	0	158	13	0	1	197	6	0	5	227	2
22	0	13	211	0	0	3	148	3	0	9	170	1	0	18	208	0
23	0	40	152	0	0	11	118	0	0	36	116	0	0	49	138	0
24	0	94	80	0	0	36	81	0	0	102	62	0	0	104	66	0
25	3	164	31	0	0	86	47	0	0	195	26	0	0	169	23	0
26	9	213	9	0	3	155	24	0	0	250	8	0	2	208	6	0
27	21	205	2	0	10	207	10	0	3	216	2	0	7	194	0	0
28	45	147	0	0	28	208	4	0	11	126	0	0	20	138	0	0
29	80	79	0	0	63	156	1	0	31	49	0	0	43	74	0	0
30	120	31	0	0	115	87	0	0	71	13	0	0	80	30	0	0
31	152	9	0	0	166	36	0	0	127	2	0	0	123	9	0	0
32	164	2	0	0	191	11	0	0	178	0	0	0	158	2	0	0
33	149	0	0	0	174	3	0	0	196	0	0	0	170	0	0	0
34	114	0	0	0	127	0	0	0	170	0	0	0	152	0	0	0
35	74	0	0	0	73	0	0	0	115	0	0	0	114	0	0	0
36	41	0	0	0	34	0	0	0	61	0	0	0	71	0	0	0
37	19	0	0	0	12	0	0	0	26	0	0	0	37	0	0	0
38	7	0	0	0	4	0	0	0	8	0	0	0	16	0	0	0
39	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Appendix 3. Length-Key calculated based on the normal probability distribution of the small yellow croaker off the Yellow and East China Seas from 1993 to 2002

Length (TL, cm)	Winter (Jan. – Mar.)				Spring (Apr. – Jun.)				Summer (Jul. – Sep.)				Autumn (Oct. – Dec.)			
	Large	Medium	Small	Dead Small	Large	Medium	Small	Dead Small	Large	Medium	Small	Dead Small	Large	Medium	Small	Dead Small
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	11
10	0	0	0	15	0	0	0	5	0	0	0	10	0	0	0	35
11	0	0	0	43	0	0	0	22	0	0	0	29	0	0	0	81
12	0	0	0	94	0	0	1	68	0	0	0	67	0	0	0	144
13	0	0	0	157	0	0	3	148	0	0	2	121	0	0	3	196
14	0	0	2	202	0	0	10	224	0	0	8	173	0	0	9	204
15	0	0	9	198	0	0	26	235	0	0	24	195	0	0	24	162
16	0	0	28	149	0	0	55	172	0	0	57	173	0	0	51	99
17	0	0	67	85	0	0	96	87	0	0	108	121	0	0	92	46
18	0	0	125	37	0	0	140	31	0	0	161	67	0	0	137	16
19	0	0	179	13	0	0	168	8	0	0	191	29	0	3	168	4
20	0	3	201	3	0	1	168	1	0	1	180	10	0	11	171	0
21	0	14	174	0	0	6	140	0	0	7	134	3	0	32	144	0
22	1	45	117	0	0	24	96	0	0	31	79	0	0	75	100	0
23	3	102	62	0	0	69	55	0	0	90	37	0	1	135	58	0
24	7	173	25	0	0	143	26	0	0	180	14	0	6	188	28	0
25	15	217	8	0	5	212	10	0	3	244	4	0	20	202	11	0
26	27	202	2	0	22	226	3	0	22	225	0	0	52	167	4	0
27	45	138	0	0	67	173	0	0	88	141	0	0	106	107	0	0
28	68	70	0	0	144	95	0	0	205	60	0	0	166	52	0	0
29	93	26	0	0	218	38	0	0	286	17	0	0	201	20	0	0
30	114	7	0	0	232	11	0	0	237	3	0	0	188	6	0	0
31	126	1	0	0	174	2	0	0	117	0	0	0	136	1	0	0
32	126	0	0	0	92	0	0	0	35	0	0	0	76	0	0	0
33	114	0	0	0	34	0	0	0	6	0	0	0	33	0	0	0
34	93	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0
35	68	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
36	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
37	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000