

韓國海域에 分布하는 오징어의 系群分析

1. 群의 分離

金盈蕙 · 姜龍柱

부산수산대학교 해양생물학과

Population Analysis of the Common Squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup in Korean Waters

1. Separation of Population

Yeong-hye KIM and Yong-joo KANG

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

Populations of the common squid, *Todarodes pacificus* in the Korean waters were analyzed using the samples taken monthly from February, 1991 to July, 1992. Summer, Autumn and Winter cohorts were arbitrarily established based on frequency distributions of mantle lengths and maturation stages.

As cohorts were seperated in mantle length distributions on the basis of accumulated information of size and maturation of *T. pacificus*, cohorts seperated by the present method were mostly in accord with those by Tanaka's method. But they were not consistent with those by Bhattacharya's and Cassie's methods.

Key words : *Todarodes pacificus*, population, cohort, maturation stage, mantle length

서 론

지금까지 연구된 한국과 일본의 오징어에 관한 연구들을 종합하여 보면, 자원이 여러 개의 집단으로 구성되어 있음을 알 수 있었고, 특히 Hamabe (1965)의 연구 결과를 바탕으로 한 많은 연구자의 어업생물학적인 연구 결과로부터 우리 나라의 동해에 분포하는 오징어군은 발생시기에 따라 다음과 같이 冬季發生群(冬季成熟群), 夏季發生群(夏季成熟群) 및 秋季發生群(秋季成熟群)의 세 系群으로 구성되어 있다는 가설을 세울 수 있었다.

冬季發生群(冬季成熟群)은 東中國海에서 1~4월에 발생하고, 稚仔는 黑潮 및 對馬暖流에 의해 운송되며, 성장함에 따라 북상한다. 北上群은 8월경 외투장 20 cm 정도로 성장하고, 동해에서 북위 52°, 태평양측에서 북위 49°에 도달한 후, 10~11월경에 남하회유를 한다. 이 군은 태평양측 오징어의 主群으로서 황해에도

하나의 分派가 있다(Ito, 1972; Okutani, 1983).

夏季發生群(夏季成熟群)은 태평양과 동해의 극히 한정된 해역에서 5~8월경에 소규모의 산란을 한다. 主群은 동해에서는 佐渡~隱岐, 북태평양에서는 房總~伊豆에 각각 분포한다(Ito, 1972; Okutani, 1983).

秋季發生群(秋季成熟群)은 태평양에서는 분포량이 매우 적고, 많은 자원량은 동해에 존재한다. 9~11월에 九州西岸~東海沿岸에서 발생하고, 여름에는 동해 전 해역에 걸쳐 분포하며, 북위 45°~46°에 도달한다. 한국과 일본의 원양 채취기의 主對象群이다(Ito, 1972; Okutani, 1983).

이들 세 系群의 계절적인 북상, 남하의 분포회유와 산란장은 Fig. 1과 같다(Nasu et al., 1991).

우리 나라에서 오징어의 연구는 Kim (1990)의 연구를 제외하면 系群을 고려하지 않은 채 분포와 어장 형성에 관해 단편적으로 행하여져 왔을 뿐이다. 한국 근해의 오징어는 분포 범위가 넓고, 계절적으로 넓은

바다를 회유하는 생태를 가지고 있으며(Je et al., 1990), 한국, 일본, 중국 및 러시아 등이 공동으로 이용하고 있다. 그러므로 앞으로 이들 자원의 이용과 관리에 국가간의 이해가 상충할 가능성이 매우 높다. 따라서 이들 자원의 系群 構造를 究明하는 것은 우리의 국익 보존을 위해서 매우 중요하다.

한 산란기에 출생한 發生群(brood)의 체장 조성은 일반적으로 평균 체장을 중심으로 정규분포를 한다. 따라서 출생시기를 각기 달리하는 다수 개의 發生群이 혼재하는 생물 집단의 경우, 그 체장 조성은 發生群의 수에 따라 여러 개의 정규분포곡선이 부분적으로 중복되면서 연결되어 多峰(polymodal) 곡선을 이루며, 이 곡선에서 각 모드는 해당 發生群의 평균 체장을 나타낸다. 산란기를 달리하는 여러 개의 發生群으로 구성된 생물 집단에 대해 그 체장 조성을 정규분포에 적용시켜 각 發生群의 체장의 평균치와 표준편차를 구하여 각 發生群을 분리하는 방법에는 Harding (1949), Oka (1954), Cassie (1954), Tanaka (1956), Bhattacharya (1967) 등이 있다.

본 종에 대해 Adachi (1988)는 동해 서부 해역에 분포하는 오징어群的 외투장 조성을 정규확률지 분석법에 의해 세 系群으로 분리하여 보고하고 있다. 그러나 우리 나라에서는 전혀 연구된 바 없다.

본 연구는 우리 나라 해역 주변에 분포하는 오징어가 單一系群인지, 몇개의 系群으로 구성되어 있는지를 형태학적, 생태학적 및 유전학적 방법을 이용하여 究明하는 일환으로서 외투장 조성에 의한 群분리 실상 파악을 위해 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 1991년 2월부터 1992년 7월까지 우리나라 남해, 동해 및 제주도 부근(Fig. 2)에서 트롤, 채낚기, 선망 및 정치망에 의해 어획된 오징어를 揚陸되어지는 현장에서 매월 1~6회 채집하였다. 채집된 표본의 채집날짜, 장소, 어구 및 개체수는 Table 1과 같다.

채집된 표본은 실험실로 즉시 운반하여 외투장을 0.1mm까지 측정하였으며, 외투장 조성은 월별로 관찰하였다. 외투장 조성의 모드로서 群을 분리하기에 앞서, 채집시의 외투장과 생식소 발달 상태를 고려하여 시험적으로 群을 구분하였다. 그러나 외투장과 생식소 발달 상태에 의한 群 분리에는 연구자의 주관적인 결정이 개입될 소지가 있다고 판단되어 多峰性 도수분포를 정규분포로 해석하는 Tanaka (1956), Bhatta-

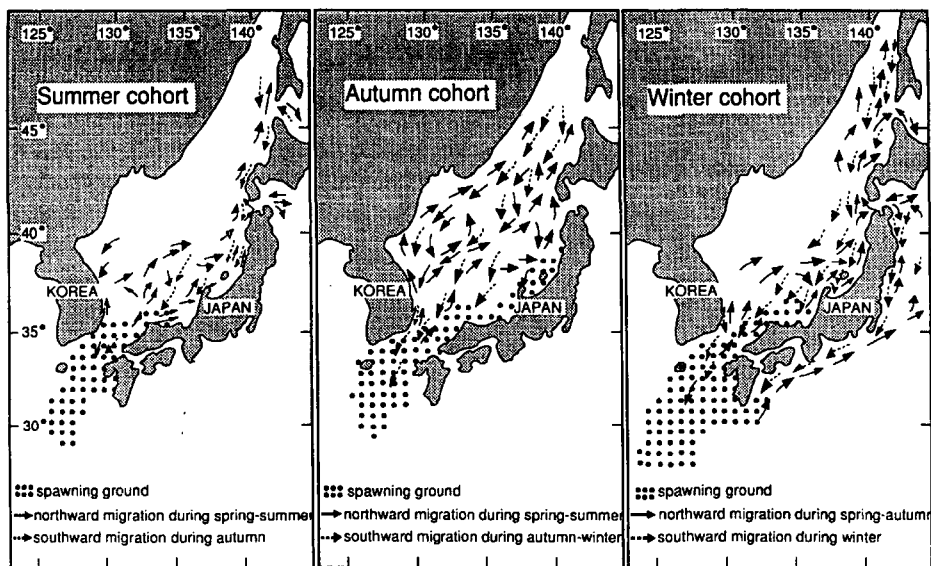


Fig. 1. Spawning ground and migration pattern of the common squid, *Todarodes pacificus* in the neighboring waters of Korea(from Nasu et al., 1991).

Table 1. Sampling date, fishing area and number of individuals of the common squid, *T. pacificus*. Numbers in parenthesis denote the location number of the fishing area on the grid map established by the Fisheries Research and Development Agency, Korea

Sampling date			Fishing area	Fishing gear	Number of individuals
25	Feb.	1991	Namhae Hongdo	Trawl	137
17	Mar.	1991	Namhae Hongdo	Trawl	196
23	Apr.	1991	Namhae Hongdo	Trawl	93
27	May	1991	Namhae Hongdo	Trawl	156
5	June	1991	Chejudo	Trawl	15
7	June	1991	Ullungdo(66/5)	Squid Angling	100
14	June	1991	Yeongil Bay(82/5)	Squid Angling	50
3	July	1991	Pohang(82/5)	Squid Angling	50
11	July	1991	Pohang(82/7)	Small Powered Purse Seines	13
12	July	1991	Ganggu(82/1)	Small Powered Purse Seines	33
8	Aug.	1991	Ullungdo(66/5)	Squid Angling	29
8	Aug.	1991	Pohang(82/7)	Small Powered Purse Seines	85
9	Aug.	1991	Pohang(82/7)	Small Powered Purse Seines	51
3	Sept.	1991	Ullungdo(66/5)	Squid Angling	100
3	Sept.	1991	Pohang(82/7)	Large Powered Purse Seines	113
3	Sept.	1991	Pohang(70/7)	Small Powered Purse Seines	50
12	Sept.	1991	Pohang(82/7)	Small Powered Purse Seines	182
3	Oct.	1991	Pohang(82/7)	Small Powered Purse Seines	29
5	Oct.	1991	Pohang(82/5)	Small Powered Purse Seines	75
10	Oct.	1991	Ullungdo(72)	Squid Angling	87
30	Oct.	1991	Pohang(82/7)	Small Powered Purse Seines	29
7	Nov.	1991	Pohang	Small Powered Purse Seines	43
27	Nov.	1991	Pohang	Squid Angling	94
20	Dec.	1991	Namhae Hongdo	Squid Angling	60
23	Jan.	1992	Namhae Hongdo	Squid Angling	69
20	Feb.	1992	Namhae Hongdo	Trawl	40
11	Mar.	1992	(112/4)	Large Powered Purse Seines	81
3	Mar.	1992	(82/7)	Small Powered Purse Seines	32
9	Apr.	1992	(99)	Squid Angling	30
23	Apr.	1992	(224/6)	Large Powered Purse Seines	60
4	May	1992	(81)	Purse Seines	42
4	June	1992	Pusan	Squid Angling	57
8	June	1992	Pusan	Squid Angling	52
9	June	1992	Ilkwang	Squid Angling	52
12	June	1992	Namhae	Set Nets	61
25	June	1992	Pohang	Purse Seines	27
27	June	1992	Namhae Hongdo	Squid Angling	52
1	July	1992	Pohang	Small Powered Purse Seines	53
3	July	1992	Pohang	Purse Seines	110
Total					2,688

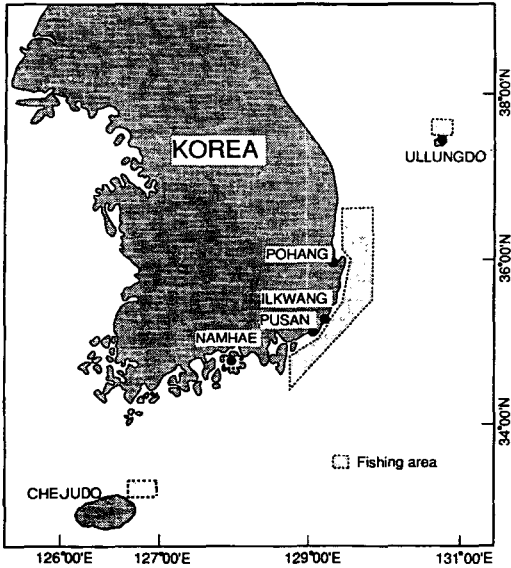


Fig. 2. Map showing the fishing areas of the common squid, *T. pacificus* in the south eastern coast of Korea.

charya (1967) 및 Cassie (1954)의 방법을 사용하여 群을 분리하였다. 多峰性 도수분포를 정규분포로 해석하는 데는 Akamine (1982) 및 Pauly and Caddy (1985)에 의해 개발된 프로그램을 적용하였으며, 월별로 모드를 분리하고 분리된 모드에 대해 표본 크기, 외투장의 평균 및 표준편차의 추정치를 구하였다.

群 분리는 외투장 조성에 의해 분리한 모드를 월별로 추적하여, 각 모드별 발생시기를 추정한 후 발생시기가 여름으로 추정된 모드(群)는 夏季群으로, 가을로 추정된 모드(群)는 秋季群으로, 겨울로 추정된 모드(群)는 冬季群으로 각각 정의하였다.

결 과

1. 외투장과 생식소 발달상태에 의거한 분리

외투장 조성을 살펴보면(Fig. 3), 외투장의 범위는 6~32cm이었다. 외투장이 6~12cm인 幼體의 가입시기는 5월~6월, 8월~9월 및 1월~3월로 1年 동안 3회이었다.

외투장과 생식소 발달 상태를 고려하여 群을 분리한 결과, 1991년 5월의 표본은 외투장의 범위가 6~14cm로 발육단계가 유체기이었고, 생식소 발달 상태는

주로 미숙이었다. 따라서 이 群은 겨울에 발생한 冬季群으로 판단된다. 그리고 1991년 10월의 표본은 외투장 범위가 20~32cm로 발육단계가 성체기이었고, 생식소 발달 상태는 주로 완숙으로, 이 群은 가을에 발생한 것으로 秋季群으로 판단된다. 따라서 한 系群으로만 구성된 것으로 확인된 표본은 1991년 5월, 10월의 것이었다.

1991년 4월의 표본은 외투장 범위가 14~26cm이었다. 그 중에서 외투장 14~18cm의 표본에서 발육단계가 미성체기이고 생식소 발달 상태가 중숙인 개체가 조사되었으며, 이들은 발생시기가 가을인 秋季群으로 판단된다. 외투장 16~22cm의 표본에서 발육단계가 성체기이고 생식소 발달 상태가 성숙인 개체가 조사되었다. 이들은 발생시기가 여름인 夏季群으로 판단된다. 그리고 외투장이 22~26cm의 표본에서 발육단계가 성체기이고 생식소 발달 상태가 방란후인 개체는 발생시기가 겨울인 冬季群으로 판단된다. 이와같이 세 系群으로 분리된 달은 1991년 4월, 8월, 1992년 6월 및 7월이었다.

1991년 2월, 3월, 6월, 1992년 3월 및 4월의 표본은 夏季群과 冬季群인 것으로, 1991년 7월과 1992년 1월의 표본은 夏季群과 秋季群인 것으로, 1991년 9월과 11월, 12월 및 1992년 2월은 秋季群과 冬季群인 것으로 판단된다. 따라서 두 系群으로 분리된 달은 1991년 2월, 3월, 6월, 7월, 9월, 11월, 12월과 1992년 1월, 2월, 3월, 4월이었다.

2. Tanaka (1956)의 방법에 의거한 분리

이 방법의 적용을 위해 Akamine (1983)이 개발한 Basic 프로그램을 이용하여 1991년 2월부터 1992년 7월까지 모드를 분리한 결과, 한 모드로 구성된 달은 1991년 5월과 10월이었으며, 세 모드로 구성된 달은 1991년 4월, 8월, 1992년 6월 및 7월이었다. 그 외 나머지 달은 두 모드로 구성되었다(Table 2).

各 모드의 개체수, 외투장의 평균 및 표준편차의 추정치는 Table 2와 같다. Table 2의 추정치를 적용하여 추정한 정규분포곡선과 실제 관찰한 多峰性 도수분포와의 일치 정도를 잔차합수(d^2)에 의거하여 알아보면(Table 2), 1991년 9월과 10월을 제외하고는 조사한 모든 달이 잔차합수가 100이하로 관찰 도수분포와 추정 도수분포가 잘 일치하고 있음을 알 수 있었

Table 2. Polymodal distributions of mantle length of the common squid, *T. pacificus* analyzed by the method of Akamine (1982)

Month	Cohorts	Parameters			d ²
		n	m	s	
Feb. 1991	Summer	55.00	19.36	0.76	2.17
	Autumn	-	-	-	
	Winter	213.55	22.39	1.41	
Mar. 1991	Summer	53.00	17.84	2.11	73.13
	Autumn	-	-	-	
	Winter	344.00	23.36	2.16	
Apr. 1991	Summer	46.81	19.51	0.95	6.77
	Autumn	114.80	15.45	1.31	
	Winter	24.64	23.50	0.95	
May 1991	Summer	-	-	-	1.18
	Autumn	-	-	-	
	Winter	305.00	9.56	0.99	
June 1991	Summer	284.00	20.76	1.62	27.76
	Autumn	-	-	-	
	Winter	43.14	11.63	4.04	
July 1991	Summer	104.94	23.29	1.71	8.94
	Autumn	83.89	16.82	1.63	
	Winter	-	-	-	
Aug. 1991	Summer	29.60	25.47	1.10	8.70
	Autumn	167.87	21.96	0.85	
	Winter	136.16	16.33	2.44	
Sept. 1991	Summer	-	-	-	646.08
	Autumn	574.72	23.88	1.87	
	Winter	319.28	14.04	2.20	
Oct. 1991	Summer	-	-	-	135.52
	Autumn	894.23	25.02	1.93	
	Winter	-	-	-	
Nov. 1991	Summer	-	-	-	26.96
	Autumn	183.91	26.97	1.57	
	Winter	92.47	22.21	1.59	
Dec. 1991	Summer	-	-	-	1.35
	Autumn	16.84	22.32	0.67	
	Winter	109.00	18.07	1.28	
Jan. 1992	Summer	-	-	-	1.44
	Autumn	44.26	21.75	0.84	
	Winter	92.51	18.48	1.16	
Feb. 1992	Summer	-	-	-	33.67
	Autumn	26.06	21.58	1.08	
	Winter	34.35	18.55	0.99	
Mar. 1992	Summer	64.24	15.64	1.33	5.27
	Autumn	-	-	-	
	Winter	160.72	21.88	1.55	
Apr. 1992	Summer	133.50	19.69	1.43	0.08
	Autumn	-	-	-	
	Winter	52.44	15.58	2.27	
May 1992	Summer	44.47	19.58	1.40	6.53
	Autumn	36.32	13.51	1.34	
	Winter	-	-	-	
June 1992	Summer	309.80	20.80	1.39	18.00
	Autumn	152.77	15.25	1.62	
	Winter	133.97	10.63	1.22	
July 1992	Summer	102.34	25.10	1.89	5.74
	Autumn	179.40	18.34	1.21	
	Winter	142.49	15.73	1.89	

n: Number of individuals
s: Standard deviation

m: Mean values of mantle length (cm)
d²: Residual function

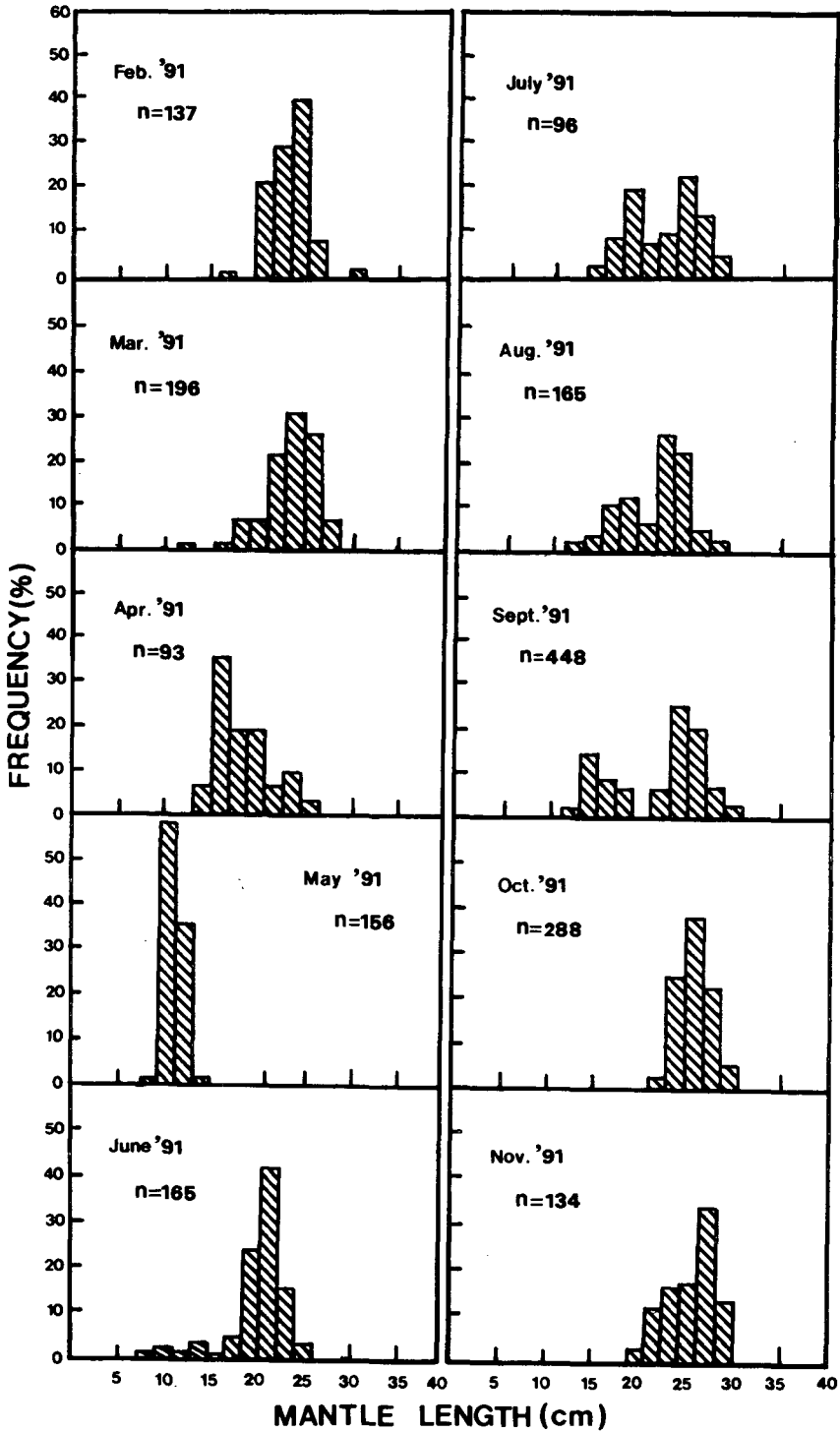


Fig. 3. Monthly frequency distributions of mantle length of the common squid, *T. pacificus*.

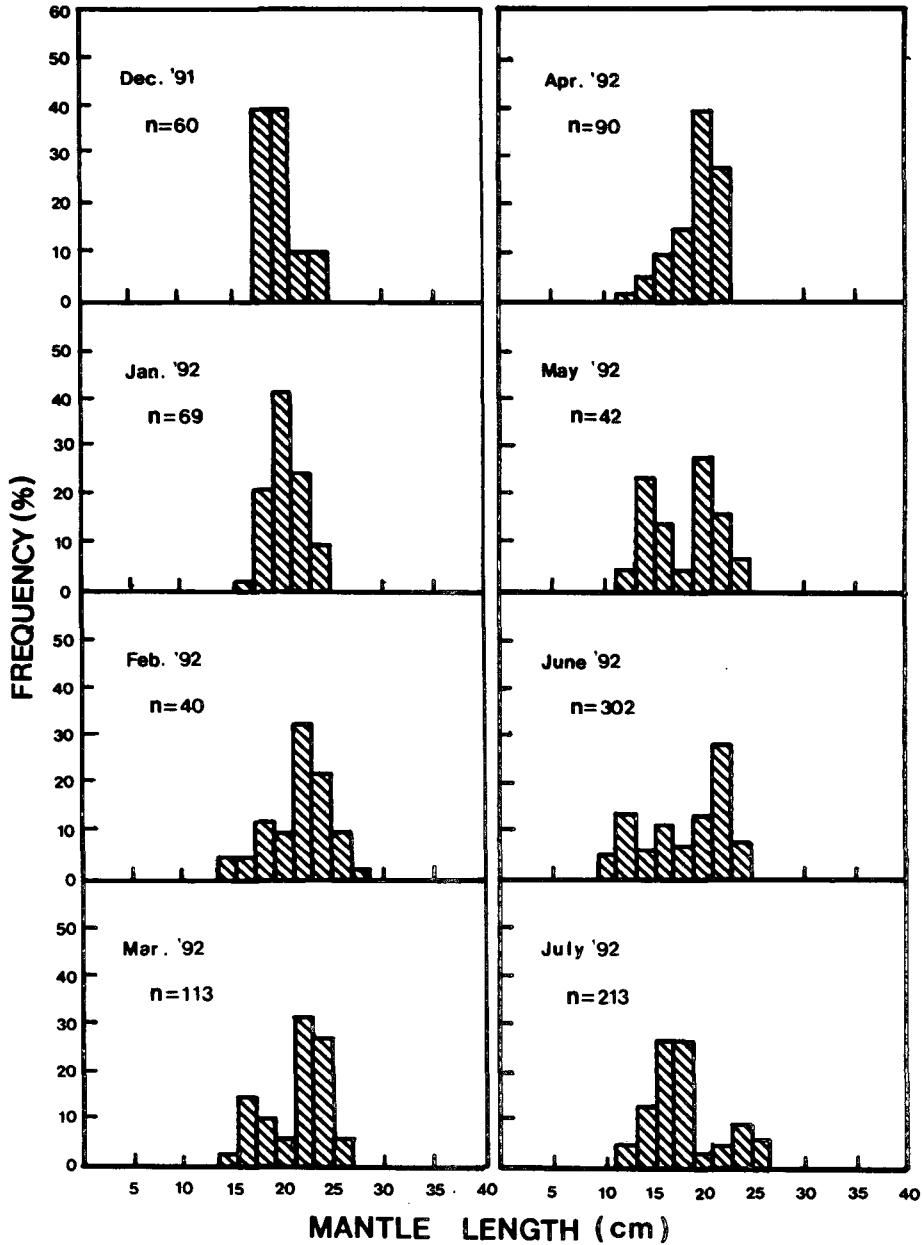


Fig. 3. (Continued)

다(Fig. 4).

3. Bhattacharya (1967)의 방법에 의거한 분리
이 방법의 적용을 위해 Pauly and Caddy (1985)가
개발한 ELEFAN 프로그램을 이용하여 1991년 2월부터
1992년 3월까지 모드를 분리한 결과, 한 모드로

구성된 달은 1991년 2월, 10월, 12월 및 1992년 1월이
었다. 그 외 나머지 달은 두 모드로 구성되었다.

각 모드의 개체수, 외투장의 평균 및 표준편차의
추정치를 계산하고(Table 3), 이들 추정치를 적용하여
구한 각 모드의 도수분포에 대해, 그 분리 정도를 분
리지수(si)로 알아보면(Table 3), 1992년 2월을 제외

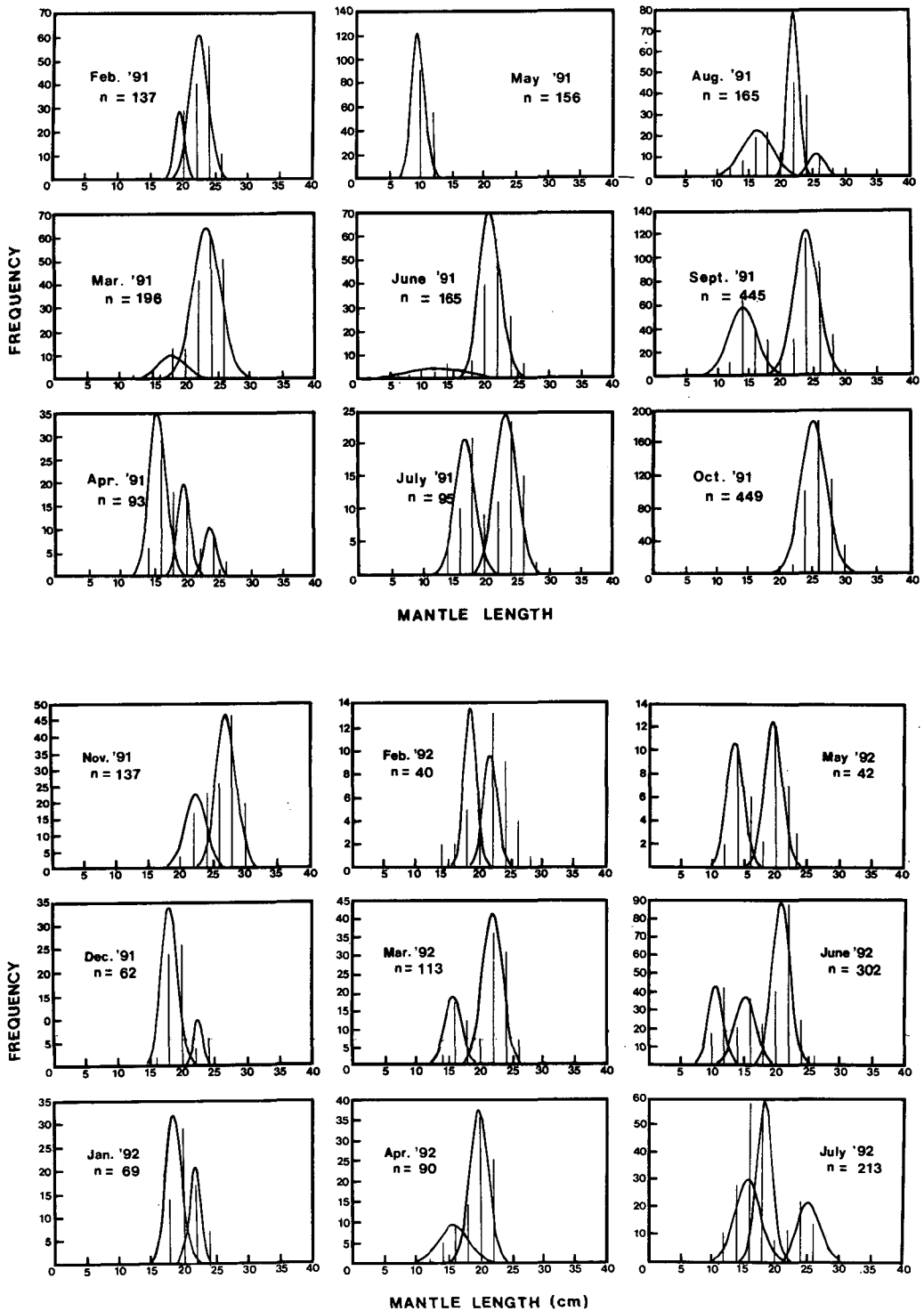


Fig. 4. Frequency distributions of mantle length of the common squid, *T. pacificus* and the normal curves adjusted by the method of Akamine (1982).

Table 3. Polymodal distributions of mantle length of the common squid, *T. pacificus* analyzed by the method of Pauly and Caddy (1985)

Month	Cohorts	Parameters			
		n	m	s	si
Feb. 1991	Summer	-	-	-	
	Autumn	-	-	-	
	Winter	150.50	22.39	1.44	-
Mar. 1991	Summer	32.05	18.00	2.11	
	Autumn	-	-	-	
	Winter	150.95	23.15	2.13	2.87
Apr. 1991	Summer	-	-	-	
	Autumn	81.38	17.00	2.26	
	Winter	11.62	23.50	1.00	3.98
May 1991	Summer	-	-	-	
	Autumn	2.00	16.00	2.40	
	Winter	153.00	10.08	1.09	3.39
June 1991	Summer	142.65	20.62	1.75	
	Autumn	-	-	-	
	Winter	16.35	10.47	2.49	4.80
July 1991	Summer	89.20	23.24	1.67	
	Autumn	84.80	16.93	1.59	
	Winter	-	-	-	3.87
Aug. 1991	Summer	-	-	-	
	Autumn	91.15	21.87	1.77	
	Winter	68.58	16.37	2.33	2.68
Sept. 1991	Summer	-	-	-	
	Autumn	263.94	23.79	1.66	
	Winter	160.55	15.00	2.27	4.47
Oct. 1991	Summer	-	-	-	
	Autumn	428.93	25.16	1.73	
	Winter	-	-	-	-
Nov. 1991	Summer	-	-	-	
	Autumn	81.74	27.12	1.46	
	Winter	55.26	22.53	1.87	2.75
Dec. 1991	Summer	-	-	-	
	Autumn	-	-	-	
	Winter	56.00	18.02	1.36	-
Jan. 1992	Summer	-	-	-	
	Autumn	-	-	-	
	Winter	62.00	19.19	1.59	-
Feb. 1992	Summer	-	-	-	
	Autumn	24.79	20.97	2.71	
	Winter	14.11	17.61	1.87	1.47
Mar. 1992	Summer	40.00	16.50	1.88	
	Autumn	-	-	-	
	Winter	66.00	21.82	1.71	2.97

하고는 각 모드의 분리가 뚜렷하였다.

4. Cassie (1954)의 방법에 의거한 분리

이 방법에 의거하여 정규확률지에 누적도수를 나

타낸 결과, 변곡점이 나타난 부분을 경계로 하여 1991년 2월부터 1992년 3월까지 모드를 분리하였다. 한 모드로 구성된 달은 1991년 2월, 5월, 10월 및 12월이었다. 그 외 나머지 달은 두 모드로 구성되었다.

고찰

외투장 조성에서 채집시의 외투장과 생식소 발달 상태를 오징어의 크기와 성숙에 관한 연구자의 축적된 지견에 근거하여 분리한 群과 Tanaka (1956)의 방법을 적용하여 분리한 群이 가장 잘 일치하는 것을 알 수 있었다. 그러나 Bhattacharya (1967)와 Cassie (1954)의 방법에 의해 분리된 群과는 잘 일치하지 않았다. 후자의 두 방법은 오징어에 대한 연구자의 축적된 지견을 전혀 고려하지 않고, 외투장 조성의 모드수에 영향을 받은 것으로 판단된다.

본 연구에서 분리된 群과 다른 연구자의 분리 방법을 살펴보면, Adachi (1988)는 외투장 조성을 정규확률지 분석법에 의해 群을 분리한 후, 발생시기를 역추정하여 夏季에 발생된 群을 夏季發生群, 秋季에 발생된 群을 秋季發生群 및 冬季에 발생된 群을 冬季發生群으로 정의하였다.

Hamabe and Shimizu (1966)는 회유 경로에 존재하는 해류와 어획시의 성숙 외투장에 의해 群을 분리한 후, 各群을 南下第1群(秋季産卵群), 南下第2群(冬季産卵群) 및 北上第3群(夏季産卵群)으로 각각 정의하였다.

Murata (1978)는 여름에 주로 어획되는 群을 夏漁期群, 가을에 주로 어획되는 群을 秋漁期群으로 구분하였다.

어획시의 생식소 발달 상태와 외투장을 가지고 발생시기를 역추정하여, Kasahara (1977)와 Adachi (1979)는 秋季發生群으로, Murata and Araya (1977)는 冬季發生群으로 각각 구분하였다.

본 연구와 다른 연구자의 결과를 비교하여 보면, Adachi (1988)가 외투장 조성에 의해 群을 분리한 후, 발생시기를 역추정하여 夏季群(夏季發生群), 秋季群(秋季發生群) 및 冬季群(冬季發生群)으로 분리한 연구 결과와 잘 일치하였다. Kasahara (1977), Adachi (1979) 및 Murata and Araya (1977)가 외투장 조성에 의해 群을 분리하지 않은 점을 제외하고는 발생시기를 역추정하여 群을 분리한 점은 잘 일치하였다. Hamabe and Shimizu (1966)의 연구 결과에서 오징어의 수명이 1년이고, 성숙회유 또는 산란회유를 하는 것을 고려한다면, 發生群과 産卵群은 동일하다고 판단할 수 있다. 따라서 외투장 조성에 의해 群을 분리하지 않은

점을 제외하고는 群의 분리는 잘 일치한다고 할 수 있다. 그러나 Murata (1978)의 연구는 본 연구와는 달리 어획시의 어획 대상군으로 群을 분리하였으므로, 各群을 본 연구 결과와 비교하여 보면, 夏漁期群은 主對象群이 夏季群의 성체와 秋季群의 미성체로 판단되고, 秋漁期群은 主對象群이 秋季群이 성체와 冬季群의 미성체로 판단된다.

이상의 연구 결과를 종합하여 보면, 동해에 분포하는 오징어는 세 系群이 존재하는 것으로 판단된다.

요약

본 연구는 1991년 2월부터 1992년 7월까지 우리나라 해역에 분포하는 오징어에 대해 외투장 조성과 생식소 발달 상태에 의해 夏季群, 秋季群 및 冬季群과 같이 세 群으로 분리하였다.

오징어의 크기와 성숙에 관한 축적된 지견에 근거하여 외투장 조성에서 群을 분리시, 채집시의 외투장과 생식소 발달 상태를 오징어의 크기와 성숙에 관한 연구자의 축적된 지견과 비교하여 분리한 群과 Tanaka (1956)의 방법을 적용하여 분리한 群이 가장 잘 일치하는 것을 알 수 있었다. 그러나 Bhattacharya (1967)와 Cassie (1954)의 방법에 의해 분리된 群과는 잘 일치하지 않았다.

참고문헌

- Adachi, J. 1979. Studies on the stocks of the common squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup-III. Clues on the estimation and the forecasting of the stock level of the autumn population in the Japan Sea. Bull. Japan. Soc. Fish. Oceanogr., 34, 32~42.
- Adachi, J. 1988. Fisheries biological studies on the common squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup in the western waters of Japan Sea. Bull. Shimane Pref. Fish. Exp. Station, 5, 93 p.
- Akamine, T. 1982. A basic program to analyse the polymodal frequency distribution into normal

- distributions. Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., 33, 163~166.
- Bhattacharya, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 115~129.
- Cassie, R. M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., 5, 513~522.
- Hamabe, M. 1965. Embryological and Ecological studies on the common squid, *Ommastrephes sloani pacificus* Steenstrup, in the Japan Sea. Ph. D. Thesis. Kyoto Univ., 189pp.
- Hamabe, M. and T. Shimizu. 1966. Ecological studies on the common squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup, mainly in the southwestern waters of Japan Sea. Bull. Japan Sea Fish. Res. Lab., 16, 13~55.
- Harding, J. P. 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 28, 141~153.
- Kasahara, S. 1977. Symposium of population and fishing condition. III-Problem and population situation of autumn cohort of the common squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup in Japan Sea. Rept. Japan Sea Bloc Lab., 1, 1~37.
- Kim, Y. S. 1990. Population analysis with electrophoresis on *Todarodes pacificus* (Streenstrup) collected from the East Sea and West Sea. MS Thesis, Inha Univ., 46 pp.
- Murata, M. 1978. The relation between mantle length and body weight of the squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., 43, 33~51.
- Murta, M. and H. Araya. 1977. II-Problem and population situation of Winter cohort of the common squid, *Todarodes pacificus* Steenstrup. Rept. Japan Sea Bloc Lab., 1, 1~14.
- Nasu, K., T. Okutani and M. Ogura. 1991. Squid - From the organism to consumption-. Seongsandang, Tokyo, 330pp.
- Oka, M. 1954. Ecological studies on the Kidai by the statistical method II. On the growth of Kidai (*Taius tumifrons*). Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 2, 8~25.
- Okutani, T. 1983. Systematics and life of Ommastrephidae (6) Ecology of Todarodinae. Aquat. Biol., 26, 5(3), 180~183.
- Pauly, D. and J. F. Caddy. 1985. A modification of Bhattacharya's method of mixtures of normal distributions. FAO Fish. Cir., 781, 1~16.
- Tanaka, S. 1956. One method of polymodal frequency distribution and application to analyze frequency distribution of body length of *Dentex tumifrons*. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 14, 1~13.

1994년 8월 9일 접수

1994년 3월 4일 수리