

牙山灣 底魚類

I. 適正 採集 方法

李 泰 源

忠南大學校 海洋學科

The Demersal Fishes of Asan Bay

I. Optimal Sample Size

Tae-Won LEE

Department of Oceanography, Chungnam National University

Taejon, 305-764, Korea

The demersal fishes of Asan Bay were collected by an otter trawl in August 1990 to determine optimum sample size for the analysis of community structure. A total of 17 species comprising 957 individuals and 21,840 grams in biomass was collected. Predominant species were *Cynoglossus joyneri*, *Thrissa koreana*, *Hexagrammos otakii* and *Johnius belengerii*. Coefficients of variation for fish numbers in ten replicate tows ranged from 2.2 to 385.1% for four abundant species and from 52.2 to 162.0% when all species were considered. The cumulative number of species increased rapidly until 4 hauls, and less than 1 species per haul in average was added thereafter. The cumulative diversity index reached nearly an asymptote value when three of samples were combined. Variance in the number of individuals diminished as the sample size increased. The ratio of variance to mean numbers (dispersion index) was not significantly different from the unity when first 4-haul samples were combined. Four of 20-minute trawl haul are proposed to be a proper sampling size for the unbiased estimation of abundance in the study area.

緒 論

연안 부유생물의 양적변동, 생물생산 등에 대하여는 많은 연구가 수행되었으나 유영생물의 군집 구조, 분포 및 양적 변동에 대한 연구는 미비한 편이다. 어류는 서식처에 따라 편이상 부어류(pelagic fishes)와 저어류(demersal fishes)로 대별할 수 있다. 부어류는 일반적으로 유영력이 커서 시공간에 따른 변화가 심하여 정량채집에는 상당한 어려움이 따른다. 저어류는 부어류에 비하여 유영력이 약하고 바닥에 머무르는 시간이 길기 때문에 반정량,

혹은 정량채집이 부어류에 비하여 용이한 편이다. 이러한 이유로 적합한 어업자료가 없는 해역에서 어류의 양적변동을 추정할 때 저어류를 대상으로 하는 경우가 많으며, 채집기기로는 otter trawl이 널리 이용된다(Livingston, 1976; Horn, 1980; Allen, 1982; 이, 1989).

연구대상생물의 모집단(population)에서 표본(sample)을 추출할 때 모수(parameters)와 통계치(statistics) 사이에는 오차(errors)가 생기며, 이 오차 때문에 자료의 변이(sample variability)가 생긴다. 자료의 변이는 1)대상생물의 시공간 분포, 2)도피나 그물의 선택성(mesh selection)과 같은 어

구에 대한 어류의 행동에 의하여 결정되며, 이 변이를 최소화하기 위하여는 1)대상생물의 시공간 분포 양상을 파악하여 적정한 표본을 추출하고, 2) 어류의 습성에 따라 적합한 채집기기의 선택과 채집방법이 필요하다. 표본 추출과정에서 표본량이 증가하면 자료변이의 폭이 줄고 통계치는 모수에 접근한다. 그러나, 표본량을 무한히 늘릴 수 없기 때문에 주어진 여건하에서 신뢰도를 높일 수 있는 적정채집방법이 필요하다.

한반도 서남해안에는 많은 방조제와 산업시설이 건설되면서 연안환경이 변화하고 있어 해양생물군집도 변하고 있는 것으로 판단된다. 이러한 인위적 환경변화에 대한 관리의 목적으로 어류를 포함한 해양생물에 대한 많은 조사가 수행되고 있다. 그러나, 연구여건의 미비로 자료수집과정에서 자료의 신뢰도에 대한 검토없이 자료를 수집 분석하고 있어 자료의 신뢰도를 높일 수 있는 자료수집 방법에 대한 연구가 절실히 요구된다.

본 연구에서는 연안환경분석을 위한 어류채집에 이용되고 있는 trawl을 대상으로, 자료 변이 양상을 파악하고 어류의 양적 변동 및 군집구조 분석을 위하여 주어진 조사점점에서 신뢰도 높은 자료수집을 위한 적정채집회수를 추정하였다.

材料 및 方法

재료는 1990년 8월 25일 10시부터 8월 26일 05시 사이 아산만 입구의 입파도 동부 해안에서 otter trawl을 이용하여 2시간 간격으로 주야 각각 5회의 채료를 수집하였다. 채집해역은 수심 10~25m 정도이고 저질은 모래로 되어 있으며 조류가 강한 편이다. 저질에 따라 저어류의 종조성이 달라질 수 있기 때문에 저질이 거의 유사한 입파도 동부의 남북 약 2km, 동서 약 3km의 범위 내에서 채집하였다. 채집에 이용된 otter trawl은 망구의 바닥줄(bottom rope)이 20m, 날개그물(wing net)이 좌우 각각 7.4m, 가운데 뜰에서 자루그물(cod end) 끝까지의 길이는 8m이었다. 당긴 그물 눈크기(stretched mesh size)는 날개그물과 몸통그물이 24mm, 자루그물이 22mm이었다. 그물은 날개그물 끝으로부터 15m 앞에 부착한 0.5m×1m의 전개판(otter board)에 의하여 예인시 그물이 벌어진다. 예인 동안 그물이 벌어지는 폭은 그물의 형태, 예인속도, 잡혀진 생물량 등의 복합작용으로 수시로 변하기 때문에 그 폭을 정확히 추정하기는 어렵다(Oviatt and Nixon, 1973). 본 연구에서는 현장 어부들의

경험으로 약 3m 정도 벌어지는 것으로 알려져 있어 이 값을 이용하였다. 그물은 조류흐름과 같은 방향으로 1회에 20분씩 예인하였다. Trawl로 채집할 수 있는 곳은 저질이 평탄하여 장애물이 없어야 하고 예인과정에서 예인 방향을 수시로 바꾸기 어렵기 때문에, 서남해안과 같이 해저면이 불규칙한 곳이 많고 양식시설이 많은 곳에서는 예인시간을 임의로 결정하는데에 어려움이 있어, 대부분의 내만 해역에서 가능한 20분을 예인시간으로 정하였다. 예인거리는 조사선박에 비치된 LORAN을 이용하여 투망위치와 인망 위치로부터 예인 거리를 측정하였다. 이렇게 하여 계산된 20분간의 평균예인거리는 2km이었으며 편차는 5% 미만이었다. 따라서, 1회 예인 면적은 3×2,000m², 즉, 6,000m²에 해당된다.

채집된 자료는 냉장보관하여 실험실로 운반한 후 종별 개체수와 무게를 측정하였다. 종의 동정에는 정(1977), Masuda et al.(1984), Lindberg and Legeza(1965), Lindberg and Krasnyukova(1969) 등을 이용하였다.

채집면적 증가에 따른 자료 변이 정도를 파악하기 위하여 인접 시간대에 채집된 개체수를 합하면서 분산을 계산하고, 채집면적 증가에 따른 분산지수(ID)를 분석하였다(in Ludwig and Reynolds, 1988).

$$ID = s^2/\bar{x}$$

$$\chi^2 = \left[\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right] / \bar{x}$$

$$= ID(N-1)$$

여기서, \bar{x} = 평균개체수
 s^2 = 개체수의 분산
 x_i = i번째 표본의 개체수
 N = 총표본수이다.

표본의 수가 적은 경우(N<30) ID는 자유도(degree of freedom; df) N-1에서 χ^2 분포에 가까운 것으로 알려져 있다. 계산된 χ^2 값이 χ^2 표에서의 2.5~97.5 % 범위일 때(ID=1) Poisson(random) 분포, 97.5% 값보다 크면(ID>1) 무리(aggregated) 분포, 2.5% 값보다 작으면(ID<1) 균일(regular) 분포함을 의미한다.

적정 채집회수를 추정하기 위하여 표본을 누적시키면서 개체수와 종다양성지수의 변화를 분석하였다. 종다양성지수(H')는 Shannon and Weaver(1949)의 식을 이용하였다.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i)$$

여기서, S=출현종수
 $p_i = N_i/N$
 N=총개체수
 $N_i = i$ 번째 종의 개체수이다.

結 果

1. 種組成

주야 각 5회의 채집 중에 총 17종, 957개체, 21,840g의 어류가 채집되었다. 출현빈도에서는 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 곤어리(*Thrissa koreana*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)와 민태(*Johnius belengerii*)가 9회 이상 출현하여 이 시기 이 해역을 대표하는 종으로 판단된다(Table 1). 개체수와 생체량은 계속 출현하였던 참서대와 곤어리의 2종이 총개체수와 생체량의 79%와 63%를 차지하여 우점하였다. 온대 내만 어류군집에서 소수종에 의하여 우점하는 것은 일반적인 현상이며, 인접한 천수만에서도 하계에 참서대, 곤어리 및 민태가 우점하여 유사한 양상을 나타내었다(이, 1989).

Otter trawl의 1회 예인 평균 개체수는 95.7 개체이었으며, 그 범위는 50에서 155 개체로, 평균으로부터 52.2~162.0%의 범위를 나타내었다. 평균 생

체량은 2,184g, 그 범위는 657.5~4,726.6g으로 평균에 대하여는 30.1~216.4%의 넓은 범위를 보였다. 이와 같이 한 조사정점에서 동일한 조건으로 채집한 저어류 자료가 큰 변이를 보이기 때문에, 위 자료를 기준으로 할 때 1회 채집으로는 개체수에서 3배, 생체량에서는 7배 정도의 차이가 있더라도 유의한 차이가 있다고 볼 수 없음을 의미한다. 각 종에서의 차이는 이 보다 심하여 10회 채집동안 계속 출현한 참서대 개체수의 경우는 평균에서 2~264%, 곤어리의 경우는 3~385%의 차이를 보였다. 이와 같은 자료의 변이는 otter trawl로 20분 채집한 자료는 한 조사정점의 대표값으로 이용할 수 없음을 의미한다.

이러한 자료 변이가 밤낮에 따른 어류의 어구에 대한 행동의 차이에 의한 것인지를 파악하기 위하여 주야 각각 5회 채집한 자료의 평균을 t-test하여 비교하였다(Table 2). 출현종의 주간 평균은 7.4종, 야간에는 8.8종이 출현하여 그 차이는 위험을 5%에서 주야에 따라 유의한 차이를 보이지 않았다. 개체수와 생체량도 위험을 5%에서 유의한 차이를 보이지 않았기 때문에 적정채집방법 분석을 위한 자료의 종합과정에서 주야를 구분하지 않았다.

2. 適正採集回數

Table 1. Species rank and ranges of abundance in numbers and biomass (g) of the demersal fishes collected from Asan Bay in August 1990.

Species	Number of occurrence	Abundance in numbers			Biomass		
		Total	%	Range	Total	%	Range
<i>Cynoglossus joyneri</i>	10	447	46.71	1~118	11,365.2	52.04	13.1~2,691.3
<i>Thrissa koreana</i>	10	309	32.29	1~119	2,421.6	11.09	6.5~ 932.0
<i>Hexagrammos otakii</i>	9	78	8.15	2~ 16	2,700.9	12.37	67.8~ 770.8
<i>Johnius belengerii</i>	9	27	2.82	1~ 8	660.5	3.02	9.9~ 152.3
<i>Repomucenus valencienni</i>	7	24	2.51	1~ 8	408.4	1.87	6.3~ 121.4
<i>Zoarces gillii</i>	5	15	1.57	1~ 7	778.3	3.56	51.4~ 388.7
<i>Platycephalus indicus</i>	6	11	1.15	1~ 4	1,023.2	4.69	52.1~ 603.3
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	3	10	1.04	2~ 5	590.2	2.70	122.4~ 299.6
<i>Zebrias zebra</i>	4	9	0.94	1~ 4	561.9	2.57	28.2~ 198.4
<i>Inimicus japonicus</i>	3	6	0.63	1~ 3	473.2	2.17	50.4~ 269.8
<i>Sillago japonica</i>	4	5	0.52	1~ 2	84.9	0.39	17.3~ 30.2
<i>Conger myriaster</i>	3	4	0.42	1~ 2	249.8	1.14	49.2~ 145.0
<i>Tridentiger barbatus</i>	1	3	0.31	3	44.9	0.21	44.9
<i>Konosirus punctatus</i>	3	3	0.31	1~ 1	117.8	0.54	27.0~ 61.7
<i>Takifugu niphobles</i>	2	2	0.21	1~ 1	132.9	0.61	37.6~ 95.3
<i>Argyrosomus argentatus</i>	1	2	0.21	2	90.1	0.41	90.1
<i>Kareius bicoloratus</i>	1	1	0.10	1	136.0	0.62	136.0
Total		957	100.00	50~155	21,840.0	100.00	657.5~4,726.6

1) 累積種數와 累積種多樣性指數

본 조사 결과에서 시간에 따른 자료 변동양상은 뚜렷하지 않았으나 어류군집 자료수집은 한 정점에서 연속적으로 이루어지기 때문에 각 조사시간을 기준으로 채집된 어류를 누적시키며 누적종수와 다양도지수값을 계산하였다(Fig. 1). 10시의 자료로부터 종을 누적시켰을 때 10시(1회)에는 10종, 12시에는 새로운 종이 추가되지 않았고, 14시에 1종이 추가되어 11종, 16시에 3종이 추가되어 4회 누적에는 14종이 채집되었다. 그 이후 21시의 자료까지를 누적시킬 때 종의 증가는 없었고 23시에 2종, 01시에 1종이 추가되어 8회 채집까지 조사동안 출현한 17종 모두가 채집되었다. 다른 시간대를 기준으로 종을 누적시켰을 때, 19시를 제외하고는 3회 채집자료 누적까지 새로이 출현하는 종의 수가 급격히 증가하고 4회 이후는 1~2종만이 새로이 출현하였다. 이 경우도 4회 이후 새로이 출현하는 종은 10회 채집 중 1~2회의 출현빈도를 보이고 소수개체가 채집된 종들이었다. 채집면적의 증가에 따른 상대적 평균종수의 증가를 살펴보면(Table

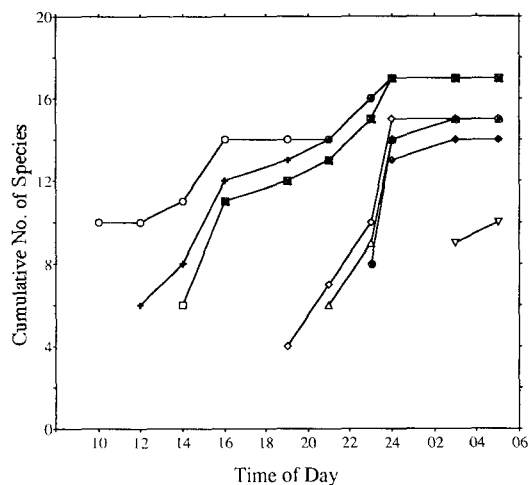


Fig. 1. Cumulative number of species from successive trawl hauls versus different starting time of accumulation.

3), 1회 채집에는 8.1종이, 2회 누적에는 평균 10.6종으로 30% 증가하였고, 3회 누적에는 2회 누적보다 20%, 4회에는 3회보다 13% 증가하였다. 5회 누적 이후에는 5% 미만이 증가하였다. 10회 채집에 총출현한 17종을 기준으로 보면 가운데 3회 누적에서는 평균 12.6종이 출현하여 74%, 4회 누적에서는 84%의 종이 채집되었다.

누적종다양성지수는 누적종수에 비하여 빠르게 2~3회 자료의 누적에서 거의 점근선에 도달하였다(Fig. 2). 기준시간 10시의 경우는 12시와 14시에 큰어리가 대량으로 출현하여 우점하였기 때문에 종다양도지수가 3회 누적까지 감소한 후 4회 이후부터 증가하였다. 1회 채집의 평균 종다양성지수는 1.11이었고, 2회 누적의 평균 종다양성지수는 1.21로 1회 평균보다 9%가, 3회 누적 이후는 5% 이하가 증가하였다(Table 3).

2) 採集面積 增加에 따른 平均個體數의 變化

채집면적이 증가될 때 분산의 변화를 추적하기 위하여 인접한 시간대에 채집된 개체수를 합하면서 분산을 계산하고 채집면적 증가에 따른 분산지

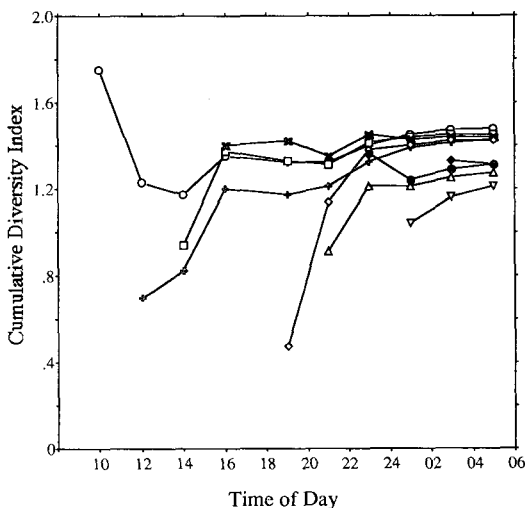


Fig. 2. Cumulative diversity index from successive trawl hauls versus different starting time of accumulation.

Table 2. Day-night difference in abundance of fishes collected by an otter trawl from Asan Bay in August 1990.

Source	Mean of day catch	Mean of night catch	Variance	t	Significance
No. of species	7.4	8.8	7.8	0.795	NS
Total biomass(g)	2,012.3	2,355.7	1,619,887.5	0.427	NS
Numbers	105.0	86.4	1,476.4	0.764	NS

Table 3. Mean number of species and diversity, and increases in proportion as the sample size increased.

Cumulative no. of samples	No. of species Increase (%)		Diversity Increase (%)	
	Mean		Mean	
1	8.1		1.11	
2	10.6	30.3	1.21	9.0
3	12.6	19.6	1.27	5.0
4	14.3	13.2	1.32	3.9
5	15.0	5.0	1.34	1.5
6	15.8	5.3	1.38	3.0
7	16.8	6.0	1.42	2.9
8	17.0	1.5	1.44	1.4
9	17.0	0.0	1.45	0.7
10	17.0	0.0	1.48	2.1

수(ID)를 분석하였다(Fig. 3). 1회 채집의 평균개체수는 95.7개체, 그 분산은 1,407.8이었으며, ID=14.7로, 분산이 평균에 비하여 유의하게 큰 값을 나타내었다. 채집면적이 증가함에 따라 분산은 감소하여 채집면적이 6회를 누적시켰을 때에는 평균이 94.5, 그 분산이 49.2로 평균에 대한 분산의 값이 1보다 작았다. 그러나, χ^2 검정 결과 3회 이하의 채집 누적에서는 평균에 대한 분산의 비가 유의하게 1보다 컸으나, 4회 누적에서의 $\chi^2=8.87$ 로, $df=6$ 일 때의 $\chi^2_{0.025}=1.24$ 와 $\chi^2_{0.975}=14.45$ 사이 값을 가져 ID=1과 같다고 볼 수 있었다. 따라서, 채집면적이 otter trawl 20분 예인 4회 이상을 누적시킨 면적에

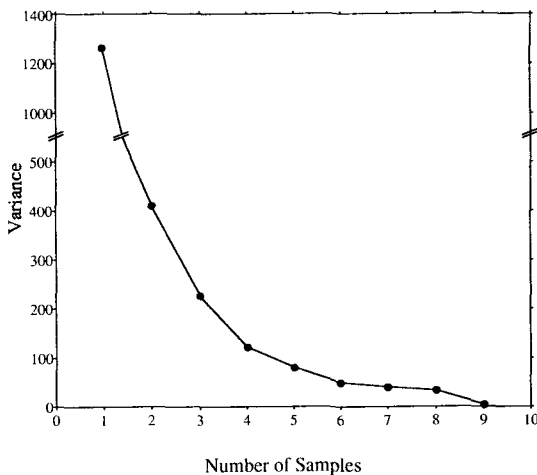


Fig. 3. Variances of number of demersal fishes versus number of sample hauls. The dotted line represents the mean number of individuals.

서 나온 개체수 자료는 정규분포하는 것으로 볼 수 있다.

考 察

Otter trawl에 채집되는 저어류의 양과 종조성의 자료변이는 1)채집장소와 시기에 따른 어류의 시공간 분포, 2)채집기기의 구조와 예인방법 등에 따른 어획율(catch efficiency)과 그물의 선택성에 영향을 받게 되며 적정 채집방법을 찾기 위하여는 위의 두 사항에 따른 문제점을 파악하고 주어진 여건하에서 자료의 변이를 최소화할 수 있는 방법을 찾아야 한다. 1)어류의 시공간분포는 모집단의 생물 분포로 저어류는 저질과 계질이 가장 중요한 분포요인으로 알려져 있다(Livingston, 1976; Horn, 1980; 이, 1989). 본 연구에서는 표본이 같은 모집단에서 추출되도록하기 위하여 생물량이 많은 하계에 저질이 모래질로 되어 있는 입파도 동부해역에서 채료를 수집하였다. 2)Otter trawl의 어획율은 망의 구조, 인망속도에 영향을 받으며, 일단 망안으로 들어간 어류는 망목의 크기에 따라 작은 것은 빠져 나가고 나머지는 채집되게 된다. Otter trawl의 정확한 어획율 추정是最 어려운 과제 중의 하나로, 저어류 연구에서 동일 채집기기로 같은 방법으로 예인하여 반복 채집동안 어획율이 같다는 가정하에 자료를 분석하는 것이 일반적으로(Oviatt and Nixon, 1973), 본 연구에서는 현지어부들이 통상적으로 예인하는 속도로 예인하고 예인거리를 LORAN으로 측정하였다. 망목에 의한 선택성은 중요한 연구과제 중의 하나이나 본 연구에서는 선정된 채집기기를 기준으로 예인회수에 따른 자료의 변이만을 대상으로 하였다.

Otter trawl로 저어류를 채집할 때, 1회 채집면적의 크기(S)와 채집회수(n)는 밀도의 정밀도에 영향을 준다. 어류밀도의 정밀도(P_d)는 Lenarz and Adams(1980)에 의하면 다음 식으로 표시된다.

$$P_d = (1/\bar{d}nS + 1/nk)^{-1/2}$$

여기서, \bar{d} =어류밀도

n =채집회수

S =1회 채집면적

k =aggregation을 나타내는 상수로, aggregation 정도가 클수록 0에 가까워지고, 작아질수록 k 값은 커지며 Poisson 분포에 접근한다. 위 식에서 어류가 무리지어 분포하여 $k \gg \bar{d}$ 일 때 P_d 는 $(\bar{d}nS)^{1/2}$ 에 접근한다. 즉, 어류가 무리를 지어 분포

하는 정도가 클 때 총채집면적(nS)을 증가시킴으로써 추정한 어류밀도의 정밀도가 증가됨을 의미한다. 조사 해역에서 같은 방법으로 10회 반복 채집한 결과 우점어류인 참서대, 곤어리 및 쥐노래미의 개체수는 평균에 대하여 각각 2.2~264.0%, 3.2~385.1% 및 23.1~184.6%, 출현어류 전체는 52.2~162.0%의 넓은 자료 변이를 보였다. 이렇게 자료변이의 폭이 큰 것은 어류가 무리분포함을 의미한다. 자연상태에서 생물의 분포는 정규분포하는 경우는 드물며 정도에 차이는 있으나 일반적으로 무리지어 분포하며 저어류도 거의 대부분 이와 같은 것으로 알려져 있다(Taylor, 1953; Clark, 1974; Oviatt and Nixon, 1973; Lenarz and Adams, 1980). 따라서, 채집된 어류의 개체수는 0 쪽에 높은 빈도를 갖는 왜도(skewness)가 큰 분포를 하여 음의 이항분포(negative binomial distribution)가 보편적으로 이용된다. 조사해역 어류밀도의 정밀도를 증가시키기 위하여는 nS를 증가시켜야 하며, nS를 증가시키기 위하여는 n이나 S를 늘려야 한다. 주어진 총채집시간 중 n이나 S중 하나를 늘리면 다른 하나는 감소한다.

Taylor(1953)에 의하면 총채집면적(nS)이 정하여졌을 때 1회 채집면적의 크기가 작을수록 정밀도가 증가함을 밝혔다. 그러나, trawl 채집에서는 trawl을 예인하는 시간보다 투망을 위하여 준비하는 시간, 투망시간, 인망시간 등이 더 소요되어, 주어진 연구여건 하에서 총채집시간이 정하여졌을 때 1회 채집면적, 즉, 예인시간을 줄이게되면 총채집면적은 줄게된다. 본 조사에 이용된 trawl의 경우 1회 채집을 위하여 예인 이외에 소요되는 시간은 약 40분 정도로 20분 예인할 경우 1시간이 소요된다. Lenarz and Adams(1980)는 1회 평균 개체수가 많고, 어류가 무리지어 분포하는 경우 단위 예인면적을 줄임으로 추가되는 어류밀도에 대한 정밀도는 무시할 정도임을 밝혔다. 정하여진 총채집시간 중 n을 늘리면 실제 그물 예인에 쓰이는 시간이 감소하기 때문에 1회 예인면적 S를 증가시키는 것이 총채집면적을 증가시키는 방법이다.

아산만의 경우 수심이 깊은 곳은 얇은 자갈이 산재하여 있고 해안선 주변에는 기반암이 노출되어 있거나 어장시설이 산재하여 trawl 예인이 가능한 곳이 제한되어 있고 예인 시간을 임의로 조절하기 어렵다. 이러한 제한요소 때문에 단위 예인 시간을 20분 이상으로 늘리기는 어려워 단위 예인 시간을 20분으로 고정하고 자료를 수집하여 분석하였다. 특히, 연안의 종합환경조사에서는 어류조사 뿐 아니라 부유생물, 저서생물, 환경변화 등의

조사가 수반되는 경우가 많다. 이 경우, 조사정점 간의 거리가 수 km 미만인 경우가 대부분으로 trawl의 예인 시간이 길어질 경우 조사정점이 무의미해질 수 있다. 따라서, 20분 예인의 경우 이러한 문제점이 해결되어 다른 조사와 균형을 유지할 수 있는 장점도 있다.

어류가 공간상으로 음의 이항분포를 할 때 위의 Lenarz and Adams의 식에서와 같이 채집면적이 증가함에 따라 정밀도가 증가한다. 본 연구 자료에서 단위면적에서 채집된 어류를 누적시키며, 즉 채집면적을 증가시키며 자료를 분석하면, 저어류의 밀도에 대한 분산은 감소경향을 나타내었다. 4회 채집이상의 자료를 합쳤을 때의 분산은 평균밀도보다 유의하게 작은 값을 나타내어 표본의 개체수가 음의 이항분포에서 Poisson분포로 이전됨을 알 수 있다. 자연상태의 개체들은 무리지어 분포하지만 생물의 무리를 한 단위로 볼 때 무리는 공간상에서 정규분포에 가까운 분포를 하는 것으로 알려져 있다. 조사해역에서 저어류의 개체들은 무리지어 분포하여 채집면적이 작을 때에는 개체의 특성이 표본에 나타나 음의 이항분포를 하지만, 채집면적이 증가하여 otter trawl 20분 예인 자료를 4회 이상 합한 자료에는 개체분포의 특성보다는 무리들의 분포 특성이 자료에 나타나 Poisson 분포 양상을 보이는 것으로 추정된다. 따라서, 조사해역의 한 정점에서 20분 trawl 예인 4회 이상을 합한 자료는 정규분포하므로 정량분석에서 그 정점의 추정치로 이용될 수 있음을 뜻한다. 누적종수의 변화에서도 4회 누적 이후에는 새로운 종의 증가가 급격히 둔화되어 아산만 저어류의 경우 한 정점에서 otter trawl 20분 4회, 즉, 채집면적이 24,000m² 정도가 적정 채집면적으로 판단된다.

要 約

1990년 8월 아산만에서 otter trawl을 이용하여 저어류를 채집하여 정점을 대표할 수 있는 저어류 군집 자료수집 방법을 추정하였다. 조사기간 중 총 17종, 957개체, 21,840g의 어류가 채집되었으며, 참서대(*Cynoglossus joyneri*), 곤어리(*Thrissa koreana*), 쥐노래미(*Hexagrammos otakii*)와 민태(*Johnius belengerii*)가 출현 빈도도 높고 개체수와 생체량에서 우점하였다. 주야 10회 반복 채집결과 종조성은 주야에 따라 유의한 차이를 보이지 않았으나, otter trawl 20분 예인의 개체수 자료는 우점종의 경우는 평균에 대하여 2.2~385.1%, 전어종은 52.2~162.0%

의 넓은 변이를 보였다. 채집면적을 늘려 갔을 때 누적종수는 예인 4회 자료 누적 이후에는 증가가 둔화되었고 종다양성지수는 3회 이후 거의 점근선에 도달하였다. 개체수의 평균에 대한 분산은 자료를 누적시켰을 때 감소하여 4회 이후에는 자료가 Poisson 분포 양상을 보였다. Otter trawl을 이용하여 아산만 저어류를 채집할 때 20분 예인 4회 이상의 자료를 합하면 정성, 정량적으로 한 조사정점을 대표할 수 있는 것으로 판단된다.

謝 辭

자료수집과 분석을 도와준 충남대학교 해양학과 김광천, 이상운, 황선완, 장석형군에게 감사드립니다. 이름을 밝히지 않은 심사위원 두분의 재언에 감사의 뜻을 표합니다.

參 考 文 獻

- 이태원. 1989. 천수만 저서성어류군집의 계절 변화. 한국수산학회지, 22, 1~8.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울. 727pp.
- Allen, L. G. 1982. Seasonal abundance, composition and productivity of the littoral fish assemblage in upper Newport Bay. Fish. Bull. U. S. 80, 769~790.
- Clark, S. H. 1974. A study of variation in trawl data collected in Everglades National Park, Florida. Trans. Am. Fish. Soc. 103, 777~785.
- Horn, M. H. 1980. Diel and seasonal variation in abundance and diversity of shallow-water fish populations in Morro Bay. California. Fish. Bull. U. S. 78, 759~770.
- Lenarz, W. H. and P. B. Adams. 1980. Some statistical considerations of the design of trawl surveys for rockfish (Scopaeidae). Fish. Bull. U. S. 78, 659~674.
- Lindberg, G. U. and M. I. Legeza. 1965. Fishes of the Sea of Japan and the adjacent areas of the Sea of Okhotsk and the Yellow Sea. Part II. Translated in English by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. 498pp.
- Lindberg, G. U. and Z. V. Krasnyukova. 1969. Ibid, Part III. 389pp.
- Livingston, R. J. 1976. Diurnal and seasonal fluctuations of organisms in a north Florida estuary. Est. Coastal Mar. Sci. 4, 373~400.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. Wiley, New York, 337pp.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Arago, T. Ueno and T. Yoshino (eds). 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. Text and Plates: 437pp+370 plates.
- Oviatt, C. A. and S. W. Nixon. 1973. The demersal fishes of Narrangasett Bay: an analysis of community structure, distribution and abundance. Est. Coast. Mar. Sci. 1, 361~378.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. Univ. Illinois Press. 117p.
- Taylor, C. C. 1953. Nature of variability in trawl catches. Fish. Bull. U. S. 76, 617~627.

1991년 4월 22일 접수

1991년 7월 13일 수리