한국 거문도 연안에 시설된 세라믹 어초 인접 어장에서의 어획량과 어획종 변동

박성욱† · 김대권 · 이정우 · 안희춘

국립수산과학원

Variations of Catch and Fish Species in the Adjacent Fishing Ground of Ceramic Artificial Reefs Constructed on the Coastal Area of Geomun-do, Korea

Seong-Wook PARK†, Dae-Kweon KIM, Jeong-Woo LEE and Hee-Chun AHN
National Fisheries Research and Development Institute

Abstract

In order to estimate the effect of ceramic artificial reefs on the fisheries resources enhancement, we have studied the variation of catch and species, which were caught by trammel net on the three fishing grounds of ceramic artificial reef, natural reef, and control(non-reef) in the coast of Geomun-do, Korea from 2001 to 2003. Catch per unit effort(CPUE ; *g*/panel) of fishing ground with the ceramic artificial reef area was 1,621.9*g*, it was about 67.9% higher than the natural reef area and 333.3% higher than the control area. The catch of fish with the ceramic artificial and the natural reef area was not significantly different based on statistical analysis of Tukey test, whereas the relationship between the ceramic artificial reef and the control area was significantly different ($P<0.05$). Monthly mean number of species caught by the artificial reef area, the natural reef area and the control area was no difference by ANOVA test. The catch of fish was highest in November and lowest in May, which was associated with the natural reef and the control area. The dominant species were demersal fishes living around rock such as *Pagrus major, Thamnaconus modestus, Stephanolepis sirrhifer, Pleuronichthys curntus,* and *Ostracion cubicus* in the artificial reef area, but demersal or migratory fishes in the natural reef and the control area.

Key words : fisheries resources enhancement(자원조성), ceramic artificial reef(세라믹어초), catching efficiency(어획효과), trammel net(삼중자망)

서 론

한국에서 수산자원 조성을 위한 정책사업의 일환으로 추진되고 있는 인공어초 시설사업은 1971년부터 시작하여 2000년까지 약 15만ha의 연안역에 시설되었다. 어초 종류별로는 10여종의 어초가 시설되었으며, 시설률은 사각형이 79.4%로 가장 많았고, 그 다음으로 점보형, 반구형 순이었다. 근래에 들어 정부에서는 인공어초 시설 효과를 높이기 위해 어초의 재질을 다양화하거나 크기를 대형화하기 시작하였다. 이 연구에서의 세라믹 어초는 황토와 굴패각을 일정 비율로 혼합시켜 고온에서 소성시킨

† Corresponding author : swp4283@momaf.go.kr

세라믹판을 강제 구조물에 부착한 것이다. 이 어초는 2001년 2월 전남 거문도 연안과 제주도 연안에 각각 어류용과 패·조류용 세라믹 어초를 시설한 것이 시초이다.

지금까지 한국 연안에 시설된 사각형, 점보형, 원통형, 육각형, 반구형어초의 시설 효과에 관해서는 박 등(1992), Lee and Kang (1994), Kim 등(1999), 박과 김(2000), Park 등(2003)이, 패·조류용 세라믹 어초의 시설 효과에 관해서는 김 등(2002)이, 어류용 세라믹 어초 시설구에서 삼중자망과 홑자망에 의한 어획성능에 관해서는 Park and Kim (2004)이 각각 보고한 바 있다.

그러나 어류용 세라믹 어초의 시설 효과로서 어초 시설구, 자연초구 및 비시설구 어장에서 어획량 및 종 조성을 상호 비교한 결과는 아직 보고된 바 없는 실정이다.

이 연구에서는 한국 거문도 연안에 세라믹 어초를 시설한 후 3개월이 경과한 시점부터 3년간 어초 시설구, 자연초구, 비시설구어장에서 삼중자망에 의한 어획량 및 종 조성을 조사하여 세라믹 어초 어장의 시설 효과를 검토하고자 한다.

재료 및 방법

조사해역은 어류용 세라믹 어초가 시설된 한국 남해 중부의 거문도 연안이며, 어초 시설구, 자연초구 및 비시설구 어장의 수심은 모두 20 m 전·후였다(Fig. 1 a). 이 해역에 시설된 어초는 Fig. 1 b에 나타낸 바와 같이 1개당 공용적이 8.032공㎥(L 2.3 X W 2.4 X H 1.5 m)인 어류용 세라믹 어초이다. 어초는 2001년 2월 22일과 동년 9월 25일 각각 20개씩 총 40개가 3개 그룹으로 나뉘어서 시설되었다(Fig. 1 c).

어획효과 시험에 사용된 어구는 삼중자망으로, 그 규격은 Table 1과 같다. 삼중자망의 내망과 외망의 망목 크기는 각각 84.8 mm, 360 mm였고, 어구 1폭의 뜸줄 길이와 전개된 폭은 각각 70 m, 2.5 m였다. 내망과 외망의 성형률은 각각 46 %, 55 %였으며, 외망에 대한 내망의 폭비는 1 : 1.3이 되도록 하였다.

어획 시험은 삼중자망 5폭을 1조로 구성하여 2001년부터 2003년까지 매년 5월, 8월, 11월에 각각 1회씩 총 9회에 걸쳐 어초 시설구, 자연초구, 비시설구 어장에서 행하였다. 조업은 오후 3시경에

Table 1. Composition and materials of the trammel net used in this study

Item		Trammel net
Float line	Materials	PP Ø 6.0 × 2
	Length(m)	70
Lead line	Materials	PP Ø 8.0 × 2
	Length(m)	74
Inside net	Materials	Knot PA mono./3
	Mesh size(mm)	84.8
	Hanging ratio(%)	46.0
	No. of vertical mesh	43
Outside net	Materials	Knot PA 210Td/24
	Mesh size(mm)	360
	Hanging ratio(%)	55.0
	No. of vertical mesh	8.5

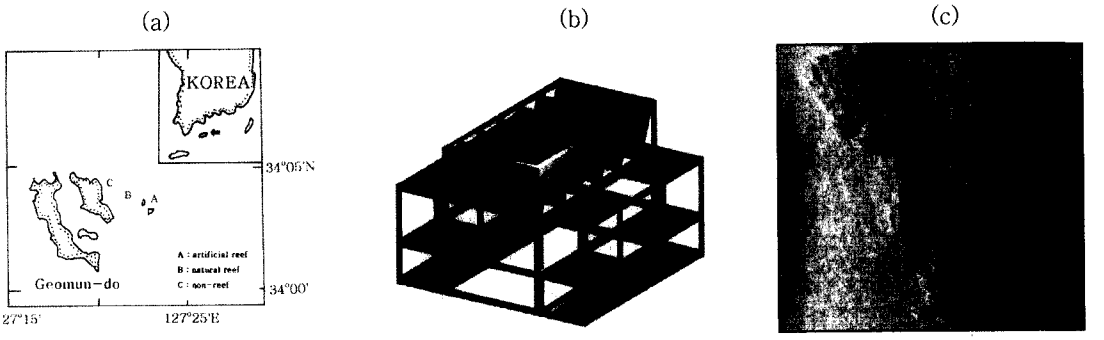

Fig. 1. Location of experimental fishing ground and ceramic artificial reefs constructed in the coastal area of Geomun-do, Korea.
a : location of the each fishing ground, b : schematic diagram of ceramic artificial reef, c : sonar image of ceramic artificial reefs by side scan sonar.

각각의 어장에 어구를 투망한 후 이튿날 오전 9시경에 양망하였다. 삼중자망에 의한 어장별 어획 성능을 평가하기 위하여 어획물중 두족류와 패류를 제외한 어류만을 대상으로 어종별로 분류하여 체중(BW)을 전수 측정하였다.

결 과

거문도 연안 세라믹 어초 시설구, 자연초구 및 비시설구 어장에서 삼중자망에 의해 어획된 월별 종조성 및 폭당 어획량은 Table 2와 같다.

Table 2에서 삼중자망에 의한 월 평균 어획 종수와 폭당 평균 어획량은 어초 시설구에서 각각 7.2종, 1,621.9 *g*, 자연초구에서 각각 7.8종, 966.0 *g*, 비시설구에서 각각 3.7종, 374.3 *g* 이었다. 어초 시설구의 폭당 평균 어획량은 자연초구와 비시설구에 비해 각각 67.9 %, 333.3 % 많았으며, 월 평균 어획 종수는 자연초구에 비해 7.1 % 적었던 반면 비시설구 보다 97.0 % 많았다. 특히, 어초 시설구의 월 폭당 어획량은 2003년 5월과 8월을 제외한 모든 월에서 자연초구 보다 많았으며, 비설구에 비해서는 모든 월에서 많았다. 어획 종수는 2002년 11월, 2003년 5월, 8월, 11월 등 4회를 제외한 모든 월에서 자연초구보다 많았으며, 비시설구에 비해서는 2003년 11월을 제외한 모든 월에서 많았다. 어장별 폭당 어획량을 분산분석(analysis of variance : ANOVA)으로 검정한 결과, 5 % 유의수준에서 유의차가 인정되었으며, 이를 다시 어장별로 세분하여 Tukey test로 검정한 결과, 어초 시설구와 자연초구, 자연초구와 비시설구에서는 유의차가 인정되지 않았으나 어초 시설구와 비시설구에서는 유의차가 인정되어 어초의 시설효과가 뚜렷한 것으로 나타났다 (Table 3). 그러나 어장별 어획 종수는 분산분석으로 검정한 결과 5 % 유의수준에서 유의차가 인정되지 않아 어장별 차이가 없는 것으로 나타났다.

2001년부터 2003년까지 각각의 어장에서 어획

Table 2. Total number of species and catch per unit effort(CPUE) caught by trammel net in the experimental fishing grounds of Geomun-do from 2001 to 2003

Item			2001			2002			2003			Average
			May	Aug.	Nov.	May	Aug.	Nov.	May	Aug.	Nov.	
Fishing ground	A	Species	4	8	9	6	12	5	12	5	4	7.2
		CPUE(g)	843	1,454	2,693	796	1,319	2,060	1,634	1,118	2,680	1,621.9
	B	Species	2	5	9	5	5	8	15	10	11	7.8
		CPUE(g)	193	340	1231	409	453	1,378	1,842	1,222	1,626	966.0
	C	Species	2	1	6	3	6	3	2	5	5	3.7
		CPUE(g)	268	298	564	184	380	291	753	509	122	374.3
Ratio (%)	A : B*	Species	100.0	60.0	0.0	20.0	140.0	-37.5	-20.0	-50.0	-63.6	-7.1
		CPUE(g)	336.8	327.6	118.8	94.6	191.2	49.5	-11.3	-8.5	64.8	67.9
	A : C**	Species	100.0	700.0	50.0	100.0	100.0	66.7	500.0	0.0	-20.0	97.0
		CPUE(g)	214.6	387.9	377.5	332.6	247.1	607.9	117.0	119.6	2,096.7	333.3

A : ceramic artificial reef, B : natural reef, C : non-reef.
* : (A-B)/B X100
* * : (A-C)/C X100

Table 3. Tukey test for reefs effect on the CPUE caught by trammel net in the experimental fishing grounds of Geomun-do from 2001 to 2003

Comparison	Difference $(\overline{X}_A - \overline{X}_B)$	SE	q	$q_{0.05,24,3}$	Conclusion
A vs. B	0.6229	0.1795	3.4702	3.532	Accept Ho : uA = uB
A vs. C	1.2146	0.1795	6.7661	3.532	Reject Ho : uA = uC
B vs. C	0.5916	0.1795	3.2959	3.532	Accept Ho : uB = uC

A : ceramic artificial reef, B : natural reef, C : non-reef.

된 연간 폭당 어획량 및 어획 종수의 합계를 각각 100이라 간주하고, 연도별 어초 시설구, 자연초구, 비시설구의 상대 어획률 및 어획 종수 비율을 Fig. 2에 나타내었다.

Fig. 2 a에서 어장별 상대 어획률은 모든 연도에서 어초 시설구가 제일 높았으며, 그 다음으로 자연초구였고, 비시설구가 제일 낮았다. 어초를 처음 시설한 2001년도 어초 시설구의 상대 어획률은 18.7 %였으며, 이듬해인 2002년에는 전년도보다 3 % 감소한 15.7 %였고, 2003년에는 2001년에 비해 4.7 % 증가한 20.4 %였다. 비시설구의 상대 어획률은 2001년 4.2 %, 2002년 3.2 %, 2003년 5.2 %로서 어초 시설구와 동일한 어획 변동 경향을 보였다. 자연초구의 상대 어획률은 2001년 6.6 %, 2002년 8.4 %, 2003년 17.6 %로서 해마다 어획률이 증가하여 어초 시설구와의 어획률 차이가 2001년 12.1%에서 2003년 2.8 %로 그 격차가 현저하게 줄어들었다.

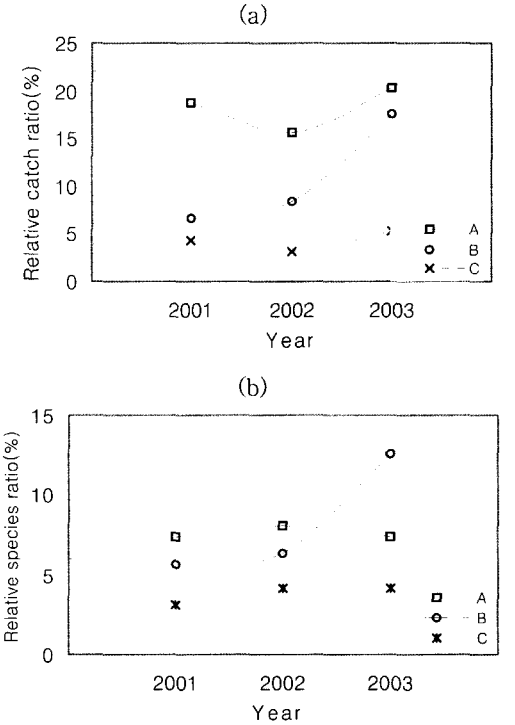

Fig. 2. Annual variation of relative catch(a) and species ratio(b) caught by trammel net in the experimental fishing grounds of Geomun-do from 2001 to 2003.
A : ceramic artificial reef, B : natural reef, C : non-reef.

그러나, 어초 시설구와 비시설구의 상대 어획률 차이는 12.5~15.2 %로 해가 지나도 그 차이가 일정한 경향을 보였다.

Fig. 2 b에서 2001년과 2002년의 상대 어획 종수는 어초 시설구가 제일 높았고, 비시설구가 제일 낮았으나 2003년에는 자연초구가 제일 높았다. 어초 시설구에서의 평균 어획 종수 비율은 2001년 7.4 % (7종), 2002년 8.1 % (7.8종), 2003년 7.4 % (7종)로 그 차이가 거의 없었다. 이러한 경향은 비시설구에서도 나타났다. 그러나 자연초구에서의 평균 어획 종수는 2001년 5.6 % (5.3종)에서 해마다 점점 증가하여 2003년에 12.6 % (12종)로 어초 시설구보다 5.2 % 많았다.

어초 시설구, 자연초구 및 비시설구 어장에서 어획량에 대한 월별 상대 어획률을 Fig. 3에 나타내었다.

Fig. 3에서 5월, 8월, 11월의 상대 어획률을 어장별로 보면, 어초 시설구에서의 상대 어획률은 모든 해에서 비시설구 보다 높은 경향을 보였다. 이에 비해 자연초구에서의 상대 어획률은 2001년 5월, 2002년 8월을 제외한 모든 해에서 어초 시설구 보다 낮았고, 비시설구보다는 2001년 5월을 제외한 모든 해와 월에서 높은 경향을 보였다.

이를 월별로 세분해 보면, Fig. 3 a에서 5월의 경우, 어초 시설구에서의 상대 어획률은 어초를 시설한 후 3개월이 경과한 2001년에 12.2 %였고, 그 이듬해에서는 전년도보다 0.7 % 적은 11.5 %로 소폭 감소한 반면, 2003년에는 2001년보다 93.4 % 증가한 23.6 %로 대폭 증가하였다. 이러한 경향은 자연초구, 비시설구에서도 동일한 현상을 나타내었다. Fig. 3b에서 8월의 경우, 어초 시설구의 상대 어획률은 2001년 20.5 %에서 해마다 감소하여 2003년에 15.8 %로 5월과 반대의 경향을 보였다. 이에 비해 자연초구, 비시설구에서의 상대 어획률은 해마다 소폭 증가하여 5월과 동일한 경향을 나타내었다. Fig. 3 c에서 11월의 경우, 어초 시설구와 자연초구의 상대 어획률은 5월과 유사한 경향을 보인 반면, 비시설구에서는 해가 갈수록 감소하는 경향을 보였다.

시험기간 동안 삼중자망에 의해 어획된 어장별 폭당 평균 어획량과 어종별 어획 회수는 각각 Table 4, Table 5와 같다.

Table 4에서 어초 시설구의 월별 어종과 어획량은 5월과 8월에 말쥐치가 각각 56.8 %, 23.3 %, 11월에 참돔 51.7 %로 최고를 나타내었고, 자연초

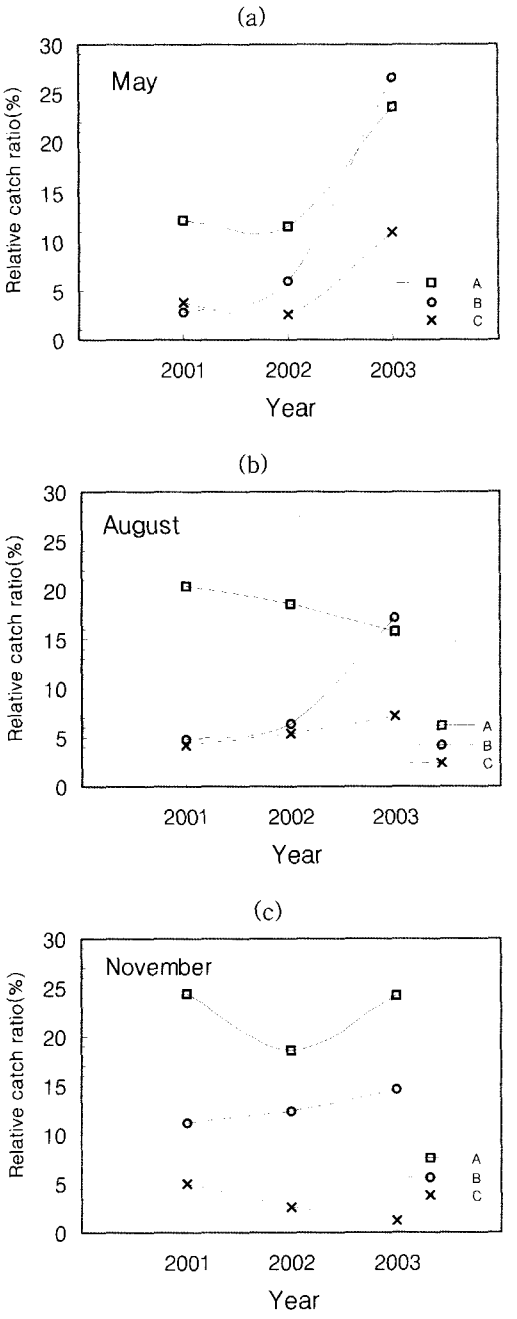

Fig. 3. Monthly variation of relative catch ratio caught by trammel net in the experimental fishing grounds of Geomundo from 2001 to 2003.
A : ceramic artificial reef,
B : natural reef, C : non-reef.

구에서는 5월에 말쥐치 21.0 %, 8월에 불볼락 14.6 %, 11월 참돔 25.9 %, 비시설구에서는 5월에 말쥐치 53.7 %, 8월에 홍어 21.1 %, 11월에 성대 21.2 %로 각각 최고의 어획을 보였다. 어장별 어획 종수는 어초 시설구 36종, 자연초구 34종, 비시설구 19종이었다. 이 중 어장별로 총 어획량의 70 %를 점유하는 우점종은 어초 시설구에서 참돔 31.7 %, 말쥐치 22.4 %, 쥐치 9.6 %, 도다리 4.6 %, 거북복 3.8 % 등 5종이었고, 자연초구에서는 참돔 19.3 %, 말쥐치 12.8 %, 볼락 6.1 %, 여덟동가리 5.6 %, 벵에돔 5.3 %, 농어 5.2 %, 불볼락 5.1 %, 쥐치 5.0 %, 혹돔 4.7 % 등 9종이었으며, 비시설구에서는 말쥐치 20.8 %, 홍어 16.1 %, 쥐치 12.0 %, 두툽상어 9.7 %, 성대 7.7 %, 가다랑어 7.1 % 등 6종이었다.

Table 5에서 월별로 2회 이상 어획된 종수는 어초 시설구 13종 (36.1 %), 자연초구 14종(41.2 %), 비시설구 6종 (31.6 %)이었다. 어초 시설구에서 5월, 8월, 11월에 모두 어획된 어종은 말쥐치, 볼락, 쥐치, 참돔 등 4종으로 모두 암초에 서식하는 저서성 어종이었다. 자연초구에서는 어초 시설구에서 어획된 말쥐치, 볼락, 참돔 외 쏨뱅이, 홍어 등 5종이 어획된 반면 비시설구에서는 홍어 1종만 어획되었다. 월별 출현 어종수는 어초 시설구와 자연초구에서 5월, 8월, 11월에 각각 23종, 29종, 17종이었으며, 이 중 두 어장에서 모두 어획된 종수는 5월 12종 (52.2 %), 8월 9종 (31.0 %), 11월 6종 (22.2 %)이었다. 어초구와 비시설구에서 5월, 8월, 11월에 어획된 종수는 각각 17종, 25종, 22종이었으며, 이 중 두 어장에서 어획된 종수는 각각 4종 (23.5 %), 6종 (24.0 %), 4종 (18.2 %)이었다.

고 찰

인공어초에 위집하는 어류상 및 시설 효과는 어초의 형상, 시설규모, 지역, 계절 등에 따라 차이를 보인다. 따라서 대상 생물과 수심, 해역에 따라 어초의 형상과 시설 방법을 다르게 하고 있다. 패·조류용 어초는 해조류 부착 및 번식이 용이하고, 패류가 서식하기 적합하도록 공간을 만들어 주며, 1단 배열하여 시설하고 있다. 이에 비해 어류용 어초는 어류의 색이, 산란, 은신 등이 용이하도록 공용적을 크게 하고, 2~3단으로 상적하여 시설하고 있다. 어초는 해양환경에 의해 전도 또는 매몰의 우려가 없으며, 해저의 저질이 펄로 구성되지 않은 해역에 시

Table 4. Catching ratio of species caught by trammel net in the experimental fishing grounds of Geomun-do from 2001 to 2003

Species		May			August			November			Mean		
Korean name	Scientific name	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
가다랑어	*Katsuwonus pelamis*	-	-	-	-	-	20.4	-	-	-	-	-	7.1
객 주 리	*Aluterus monoceros*	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	1.3	-	-
거 복 복	*Ostracion cubicus*	-	-	-	16.0	-	-	-	-	-	3.8	-	-
고 등 어	*Scomber japonicus*	-	-	-	-	-	-	2.3	-	-	1.2	-	-
노랑각시서대	*Zebrias fasciatus*	0.5	-	-	1.0	-	-	-	-	-	0.4	-	-
노 래 미	*Hexagrammos agrammus*	3.8	3.7	-	1.4	-	17.0	-	-	-	1.3	1.3	5.9
농 어	*Lateolabrax japonicicus*	-	7.1	-	2.5	-	-	-	6.4	-	0.6	5.2	-
능 성 어	*Epinephelus septem fasciatus*	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	-	0.8	-
다금바리	*Niphon spinosus*	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-
달 고 기	*Zeus japonicus*	-	-	-	6.1	12.6	1.6	-	-	-	1.4	2.9	0.6
도 다 리	*Pleuronichthys curntus*	1.0	-	-	-	-	3.5	8.4	-	-	4.6	-	1.2
독가시치	*Sigarus fuscescens*	3.6	5.2	-	-	-	-	-	0.2	-	0.9	1.9	-
돌 돔	*Oplegnathus fasciatus*	-	1.3	-	-	-	-	4.7	-	-	2.4	0.4	-
두툽상어	*Scyliorhinus torazame*	-	3.8	6.4	-	-	-	-	-	27.0	-	1.3	9.7
말 쥐 치	*Thamnaconus modestus*	56.8	21.0	53.7	23.3	3.6	-	5.3	11.4	-	22.4	12.8	20.8
망 상 어	*Ditrema temmincki*	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	0.3	-	-
멸 치	*Engraulis japonicus*	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	0.0	-	-
방 어	*Seriola quinqueradiata*	-	-	-	-	-	-	3.0	7.2	-	1.6	3.2	-
범 돔	*Microcanthus strigatus*	2.1	1.0	-	-	-	-	0.6	-	-	0.8	0.3	-
뱅 에 돔	*Girella punctata*	-	-	-	4.8	11.8	-	-	5.9	-	1.1	5.3	-
보 구 치	*Argyrosomus agrentatus*	-	2.4	-	-	-	-	-	-	9.8	-	0.8	2.6
보 리 멸	*Sillago sihama*	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	-	0.5
볼 락	*Sebastes inermis*	7.1	2.9	-	2.9	5.8	-	0.9	8.9	-	2.9	6.1	-
불 볼 락	*Sebastes thempsoni*	-	-	-	-	14.6	-	-	4.2	-	-	5.1	-
붉 바 리	*Eplinephelus akaara*	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-
삼 치	*Scomberomorus nophonius*	-	-	-	-	11.8	-	-	-	-	-	2.7	-
성 대	*Chelidonichthys spinosus*	-	-	-	-	-	1.4	0.9	-	27.2	0.5	-	7.7
세동가리돔	*Chaetoden modestus*	-	-	-	0.2	-	-	-	0.3	-	0.1	0.1	-
쏨 벵 이	*Sebasticus marmoratus*	0.9	1.3	-	1.6	9.6	-	-	2.4	-	0.6	3.7	-
쑤 기 미	*Inimicus japonicus*	2.3	2.4	-	2.0	-	-	-	-	4.1	1.0	0.8	1.1
쑥 감 펭	*Scorpaenopsis cirrhosa*	-	-	-	2.7	2.0	-	-	0.4	-	0.6	0.6	-
아 귀	*Lophiomus setigerus*	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	-	-	0.7
아홉동가리	*Coniistius zonatus*	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-	-	0.8	-
양 태	*Platycephalus indicus*	-	-	-	5.4	-	-	-	-	-	1.3	-	-
여덟동가리	*Goniistius quadricornis*	-	-	-	-	-	-	-	12.7	-	-	5.6	-
용치놀래기	*Halichoeres poecilopterus*	1.4	0.4	-	-	4.9	-	-	-	-	0.3	1.3	-
자 리 돔	*Chromis notata*	-	0.3	-	0.3	0.5	-	-	-	-	0.1	0.2	-
잿 방 어	*Seriola dumerili*	-	-	-	1.4	-	15.5	1.9	-	-	1.3	-	5.4
전 갱 이	*Trachurus japonicus*	-	-	-	2.8	6.3	4.8	0.3	-	2.6	0.8	1.4	2.4
점가자미	*Limanda schrencki*	-	-	-	-	2.0	1.2	-	-	-	-	0.4	0.4
점 감 펭	*Scorpaena neglecta*	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	0.1	-	-
점 넙 치	*Pseudorhombus pentophthalmus*	0.7	2.0	0.8	-	2.2	-	-	-	-	0.2	1.2	0.3
쥐 치	*Stephanolepis sirrhifer*	1.7	10.4	25.1	8.5	-	6.7	14.0	3.5	-	9.6	5.0	12.0
참가자미	*Limanda herzensteini*	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	-	0.5
참 돔	*Pagrus major*	9.9	18.0	-	11.3	8.7	6.6	51.7	25.9	10.0	31.7	19.3	5.0
철갑둥어	*Monocentris japonicus*	-	-	-	0.3	1.0	-	-	-	-	0.1	0.2	-
흑 돔	*Semicossyphus reticulatus*	-	8.4	-	-	-	-	1.8	4.3	-	0.9	4.7	-
홍 어	*Raja kenojei*	3.3	6.8	14.0	-	1.6	21.1	3.3	2.2	12.5	2.5	3.6	16.1
황 볼 락	*Sebastes owotoni*	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	0.2	-
황 줄 돔	*Histiopterus typus*	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	0.2	-
흑 대 기	*Paraplagusia japonica*	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

A : ceramic artificial reef, B : natural reef, C : non-reef.

Table 5. The number of occurrence for each species caught by trammel net in the experimental fishing grounds of Geomun-do from 2001 to 2003

Species		Artificial reef			Natural reef			Non-reef		
Korean name	Scientific name	May	Aug.	Nov.	May	Aug.	Nov.	May	Aug.	Nov.
가다랑어	*Katsuwonus pelamis*								+	
객주리	*Aluterus monoceros*		+							
거북복	*Ostracion cubicus*		+							
고등어	*Scomber japonicus*			+						
노랑각시서대	*Zebrias fasciatus*	+	+							
노래미	*Hexagrammos agrammus*	+	+		+				+	
농어	*Lateolabrax japonicicus*		+		+		+			
능성어	*Epinephelus septem fasciatus*						+			
다금바리	*Niphon spinosus*	+								
달고기	*Zeus japonicus*		+			+			+	
도다리	*Pleuronichthys curntus*	+		+					+	
독가시치	*Sigarus fuscescens*	+			+		+			
돌돔	*Oplegnathus fasciatus*			+	+					
두툽상어	*Scyliorhinus torazame*				+			+		+
말쥐치	*Thamnaconus modestus*	+++	++	+	++	++	++	++		
망상어	*Ditrema temmincki*			+						
멸치	*Engraulis japonicus*		+							
방어	*Seriola quinqueradiata*			+			+			
범돔	*Microcanthus strigatus*	++		+	+					
벵에돔	*Girella punctata*		+				+			
보구치	*Argyrosomus agrentatus*				+					++
보리멸	*Sillago sihama*									+
볼락	*Sebastes inermis*	++	+	+	++	++	++			
불볼락	*Sebastes thempsoni*					+	+			
붉바리	*Eplinephelus akaara*	+								
삼치	*Scomberomorus nophonius*					+				
성대	*Chelidonichthys spinosus*			+					+	+
세동가리돔	*Chaetoden modestus*		+				+			
쏨벵이	*Sebasticus marmoratus*	+	+		+	++	++			
쑤기미	*Inimicus japonicus*	+	+		+					+
쑥감펭	*Scorpaenopsis cirrhosa*		+			+	+			
아귀	*Lophiomus setigerus*									+
아홉동가리	*Coniistius zonatus*						+			
양태	*Platycephalus indicus*		+							
여덟동가리	*Goniistius quadricornis*						++			
용치놀래기	*Halichoeres poecilopterus*	+			+	+				
자리돔	*Chromis notata*		+		+	+				
잿방어	*Seriola dumerili*		+	+					+	
전갱이	*Trachurus japonicus*		+	+		+			+	++
점가자미	*Limanda schrencki*					+			+	
점감펭	*Scorpaena neglecta*			+						
점넙치	*Pseudorhombus pentophthalmus*	++			+	+		+		
쥐치	*Stephanolepis sirrhifer*	+	+++	++	++		+++	+	+	
참가자미	*Limanda herzensteini*									++
참돔	*Pagrus major*	++	++	+++	+	++	+++		+	+
철갑둥어	*Monocentris japonicus*		+			+				
흑돔	*Semicossyphus reticulatus*			+	+	+				
홍어	*Raja kenojei*	+		+	+	+	+	++	+	+
황볼락	*Sebastes owotoni*					+				
황줄돔	*Histiopterus typus*						+			
흑대기	*Paraplagusia japonica*				+					

+ : once, ++ : twice, +++ : thrice

설하고 있다. 이 연구에서 제안된 세라믹 어초의 개당 공용적 및 중량은 각각 8.032공 ㎥, 1,940 kg (L 2.3 X W 2.4 X H 1.5 m)으로 시멘트로 제작된 사각어초(공용적 8공 ㎥) 보다 42.7 % 가볍게 설계되어 있다. 따라서 연안역 저질이 주로 사니질 또는 니사질로 형성되어 있는 한국 남 · 서해에 2002년부터 동 어초를 시설하기 시작하였다.

이 연구에서 세라믹 어초 시설구의 폭당 평균 어획량은 1,621.9 g으로 자연초구와 비시설구에 비해 각각 67.9 %, 333,3 % 많았다. 이를 Tukey test로 분석한 결과, 어초 시설구와 자연초구와는 유의한 차이를 나타내지 않았던 반면 어초 시설구와 비시설구와는 현저한 유의차를 보여 어초의 시설효과가 있는 것으로 나타났다($P < 0.05$). 이는 박과 김(2000) 및 Park 등(2003)이 동해안과 서해안에서 어초 시설구의 어획량은 비시설구에 비해 각각 3.6배, 2.7배 높았고 ($p < 0.05$), 자연초구에 비해서는 적거나 유사하다고 보고한 결과와 일치하는 경향을 보였다. 세라믹 어초 시설구에서의 월별 어획종수는 4~12종 (평균 7.2종)으로 자연초구에 비해 7.1 % 적었던 반면, 비시설지 보다 97.0 % 많았으며, 또한 3년간 어초구에 어획된 종수는 36종으로 자연초구와 유사한 반면 비시설구 보다 89.5 % 많았는데, 이를 ANOVA로 분석한 결과, 어장별 어종수의 유의차는 나타나지 않았다. 이것은 박 등(1992)이 삼중자망에 의한 어초 시설구와 자연초구와의 어획 종수는 차이가 없었다는 보고와 Lee and Kang(1994)이 비시설구보다 어초구 어장에서 종 다양성이 나타났다는 보고와 일치하는 경향을 보인다.

또한, 이 연구에서 세라믹 어초구에 어획된 종수는 Lee and Kang (1994)이 남해안에 시설된 사각형어초에 위집된 어종수 10~17종보다 2배정도 많았다. 이는 시험에 사용된 삼중자망 내망의 망목크기 및 조사 기간의 차이가 있었기 때문이라고 판단된다. 삼중자망에서 내망의 망목이 클 경우 소형의 개체는 어획되지 않고 통과하며(Koike and Takeuchi, 1985), 그리고 Park and Kim(2004)이 소형의 벵에돔과 전갱이군이 어초 상부에 위집되어 있었으나 삼중자망에 의한 어획량이 전무하였다고 보고한 것으로 보아 이 연구에서 세라믹 어초 시설구에 위집된 어종수는 36종보다 많을 것으로 판단된다.

세라믹 어초 시설구의 연도별 폭당 평균 어획량은 어초를 처음 시설한 2001년도 1,663.3 g이었고, 2년이 경과한 2003년도에는 2001년도보다 다소 증가하였으나 평균편차 범위내에 있었다(Table 2). 이에 비해 2003년도 자연초구에서의 폭당 평균 어획량은 2001년보다 2.7배 증가한 1,563.3 g으로 어초 시설구와 거의 유사한 수준까지 도달하였다. 이러한 원인은 Fig. 4에 나타낸 바와 같이 어초 시설구와 자연초구에서 어획된 우점종 (참돔, 말쥐치, 쥐치)의 연도별 폭당 어획량과 2001년도를 기준으로 한 이들 우점종 어획량의 증가율에서 알 수 있었다. 즉 2003년도 어초 시설구에서 우점종의 폭당 어획량은 2001년보다 63.3 % 소폭 증가한 반면 자연초구에서는 2001년보다 469 %로 대폭 증가하였기 때문이라고 판단된다.

세라믹 어초 시설구의 월 폭당 어획량은 11월에 최고, 5월에 최저를 나타내었는데, Lee and Kang (1994)이 보고한 결과와 일치하는 경향을 보인다. 어장별 우점종은 어초 시설구에서 참돔, 말쥐치, 쥐치, 도다리, 거북복 등 암초성이 강한 저서어종이었고, 자연구와 비시설구에서는 참돔, 말쥐치 등 저서어종과 농어, 홍어, 두툽상어, 성대, 가다랑어 등 저서성 및 회유성이 있는 어종이 혼재하였다. 계절에 따라 어초 시설구와 자연초구에서는 동일한 어종이 22.2~52.2 % 어획된 반면 자연초구와 비시설구에서는 18.2~24.0 % 어획되어 어장에 따라 어획 어종의 차이를 보였는데, 이는 어종의 생태학적 특성 때문이라고 판단된다.

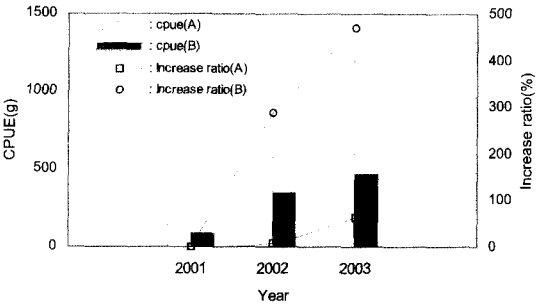

Fig. 4. Annual variation of CPUE for three dominant species, *Pagrus major, Thamnaconus modestus, Stephanolepis sirrhifer* caught by trammel net in the experimental fishing grounds of Geomundo from 2001 to 2003.
A : ceramic artificial reef,
B : natural reef.

요 약

한국 거문도 연안에 시설된 세라믹 어초의 시설 효과를 구명하기 위하여 2001년부터 2003년까지 어초 시설구, 자연초구 및 비시설구 어장에서 삼중 자망에 의한 어획량과 어획종을 조사하였다. 어초 시설구에서의 폭당 어획량은 1,621.9 g으로 자연초구와 비시설구에 비해 각각 67.9 %, 333.3 % 많았는데, 이를 Tukey test로 검정한 결과, 어초 시설구와 자연초구에서는 유의차가 없었으며, 어초 시설구와 비시설구와는 유의차가 인정되었다($P < 0.05$).

어초 시설구에서 어획된 월 평균 종수는 7.2종으로 자연초구에 비해 7.1 % 적었던 반면 비시설구보다 97 % 많았는데, ANOVA 분석결과 유의차가 없었다.

어초 시설구의 어획률은 11월에 최대, 5월에 최소치를 보였으며, 이러한 현상은 자연초구, 비시설구에서도 나타났다.

어초 시설구의 우점종은 참돔, 말쥐치, 쥐치, 도다리, 거북복 등 암초성이 강한 저서어종이었고, 자연구와 비시설구에서는 저서성 및 회유성 어종이 혼재하였다.

참고문헌

Kim, J. O., Kim, I. O., Cho, H. D., Cho, S. H., and Jung, C. S.(1999) : Studies on the Fisheries Resources Enhancement Efficiency of Tetragon Artificial Reef in the Western Sea of Korea, Bull Nat'l. Fish. Res. Dev. Inst. Korea 56, 27~34.

Koike, A. and Takeuchi, S.(1985) : Effect of Trammel Net with Different Sizies of Mesh of Inside Net on Catching Efficiency, Nippon Suisan Gakkaishi 51(6), 895~901.

Lee, J. W. and Kang, Y. S.(1994) : Variations of Fish and Density on Artificial Reefs, Bull. Korean Fish. Soc. 27(5), 535~548.

Park, H. H., Shin, J. K., Kim, J. O., Park, S. Y., Kim, H. S., Lim, D. H., Park, Y. C., Cho, S. H., Hong, S. H., Lee, J. W., and Ahn, B. G.(2003) : An Effect on Fisheries Resources Enhancement of Hollow Jumbo Structure and a Search for Artificial Reefs by Side Scan Sonar in the Western Sea of Korea, Bull. Korean Soc. Fish. Tech. 39(3), 230~238.

Park, S. W. and Kim, D. K.(2004) : Catching Efficiency of Gill Net and Trammel Net for Ceramic Artificial Reefs Fishing Ground in the Coastal Area of Geomun-do, Korea, Bull. Korean Soc. Fish. Tech. 40(3), 182~188.

김대권, 고태승, 안희춘, 윤장택, 하동수, 조성환(2002) : 세라믹어초 효과조사 결과 보고서, 국립수산과학원 남해수산연구소, 1~40.

박성욱, 김인옥(2000) : 인공어초에 관한 종합 연구 - 동해안 인공어초 연구-, 국립수산과학원 동해수산연구소, 66~75.

박주석 외 21명(1992) : 한국연안 인공어초의 자원조성 효과에 관한 연구, 국립수산과학원 사업보고, 95, 1~75.

2004년 8월 24일 접수
2004년 10월 12일 수리