

외줄낚시에 대한 대문어의 행동과 낚시형상 설계

박성욱[†] · 이정우 · 양용수 · 서두옥*

국립수산과학원 · 제주대학교*

A Study on Behaviour of Giant Pacific Octopus, *Parotopus dofleini* to Single Line Hook for Hook Design

Seong-Wook PARK[†], Jeong-Woo LEE, Yong-Su YANG and Du-Ok SEO*

National Fisheries Research and Development Institute,

*Cheju National University

Abstract

The single line hook fishery for giant pacific octopus, *Parotopus dofleini* is one of the important in coastal Kangwon-do of Korea, where was caught an average of 4,000 ton during the period of 1996~2000. The fishing gear is consisted of a single buoy line, a buoy and a hook.

In this study, the responses of giant pacific octopus to single line hook gear were examined in an experimental tank using a video camera in order to know hooking mechanism and improve hook. Giant pacific octopus tend to envelop the bait with their arms by rush or slowly swimming towards it. When they rush to the bait, they show much feeding behaviour as withdrawing after enveloping the bait using two arms. But when they approach with slowly swimming to bait, they show feeding behaviour as stopping after enveloping the bait using one arm. and then, the highly hooking rate appeared more often in the case of latter than former. The average feeding time on a sardine, giant pacific octopus and pork fat showed the range of 1 to 30 min, 10 to 50 min, and 50 min to over 1 hour, respectively. This indicates that it takes longer time for giant pacific octopus to eat the tough meat than the soft meat. The performance concerned with hooking showed that the 'B' type hook with a short shank was more favorable than the 'A' type hook with a long shank. However, the 'A' type hook has the advantage of easy dropping out caught octopus, compared to the 'B' type.

Key word : single line hook(외줄낚시), octopus behaviour(문어행동), hook design(낚시설계)

서론

우리나라 연근해에서 주로 어획되는 연체동물문

두족강 팔완목에는 참문어, 낙지, 주꾸미, 대문어 등이 있다. 대문어, *Parotopus dofleini*는 한국 동해안에서 외줄낚시와 통발로 어획되고 있다. 이 중 대

[†] Corresponding author : swp4283@momaf.go.kr

문어 외줄낙시어업은 강원도를 중심으로 3톤내외의 소형어선 1,500여척에 의해 연간 4천여톤씩 어획되고 있어 동해 북부 어업인들의 주 소득원이 되는 어업 중 하나이다. 어구의 구조는 한가닥의 낚시줄에 한 개의 부이와 낚시로 구성되어 있다. 낚시의 형상과 미끼를 꿰는 방법은 어류를 대상으로 하는 것과는 달리 바늘이 4개이고 채의 길이가 길며 미늘이 없고, 낚시의 꼭지부분에 납추가 부착되어 있다. 미끼는 염장된 돼지비계를 사용하며, 그 크기는 주로 80(L)×40(B)×20(D)mm이다. 이와 같이 절단된 미끼는 낚시마다 1개의 미끼를 납추와 밀착되도록 철사로 견고하게 묶는다.

해상에서의 조업방법은 일출 무렵에 출항하여 낚시가 해저바닥에 닿도록 부이줄을 조정하여 50여개의 어구를 수중에 투하한 후 선상에서 육안으로 부이의 상태를 관찰한다. 해·조류에 의해 동일한 속력으로 흘러가지 않는 부이는 낚시에 대상어가 조획되었다고 판단하여 가능한 빨리 부이에 접근하여 낚시줄을 양승하여 어획물을 수납한 후 재 투승한다. 이러한 조업방법은 과거 오랜 경험을 토대로 정착된 어법으로, 어업자마다 조획성능의 차이가 크게 나는 것이 새로운 어업자의 진입에 장벽이 되고 있고, 또한 돼지비계 사용으로 환경보호론자들이 반발하고 있어 조획기구를 고려한 어구어법의 개량도 검토할 필요가 있다.

지금까지 참문어의 섭이행동에 관한 연구로는 Packard(1963), Arnold and Arnold(1969), Villanueva *et al.* (1996), Fiorito and Gherardi (1999) 등이 있고, 대문어에 관련된 연구는 거의 찾아 볼 수 없는 실정이다.

한편, 낚시어업은 선택적 어획이 가능하여 수산자원을 지속적으로 보호할 수 있는 어구어법이나 해가 갈수록 조획 성능이 낮아지고 있다. 따라서 어구의 조획성능을 향상시키기 위해서는 대상어의 생태와 습성을 파악하고, 조획과정이 고려된 어구가 설계되어야 한다. 최근에 들어 대상어의 행동 습성을 토대로 조획에 적합한 낚시 형상이 제안되고 있다 (Huse and Ferno, 1990; Lee and Park, 1995).

본 연구에서는 대문어에 적합한 낚시의 형상 개발과 낚시에 대상어가 조획되었을 때 그 신호를 선상에서 수신하기 위한 연구의 일환으로 수조시험을 통하여 대문어가 낚시에 접근하여 섭이하는 일련의 행동연쇄를 분석하여 조획기구를 구명하였고, 재래식 낚시와 비교하여 조획성능의 차이가 없을 것으로 판단되는 낚시의 형상을 제안하였다.

재료 및 방법

1. 낚시의 형상 및 미끼의 부착방법

시험에 사용된 낚시의 형상과 규격은 각각 Fig. 1, Table 1에 나타내었다. A형낚시는 어업인들이 주로 사용하고 있는 상업용 낚시로서 미늘이 없고, 낚시바늘이 4개이다. B형은 A형 낚시에 비해 낚시바늘의 개수를 1/2, 채의 길이를 1/3 줄인 반면 미늘을 부가하여 제작하였다.

낚시에 접근하여 미끼를 섭이하는 일련의 행동연쇄는 A형 낚시를 대상으로 시험하였고, 미끼를 먹은 후 조획 시험은 A, B형 낚시를 사용하였다.

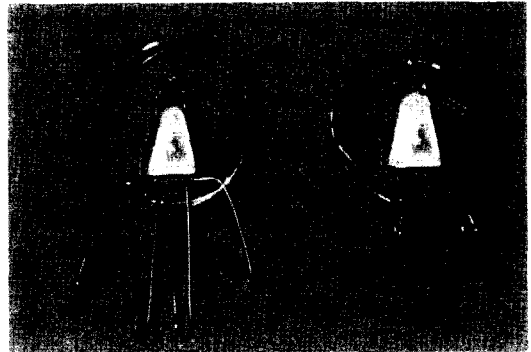


Fig. 1. Photograph of 2 kinds of hook used in this experiment.

A : Commercial hook

B : Experimental circle hook

Table 1. Dimensions of 2 kinds of hook used in this experiment

Type of hook	Shank (mm)	Gap (mm)	Barb (mm)	Diameter (mm)	Sinker (g)
A	long part : 68.9 short part : 55.3	33.5	nothing	1.58	160
B	37.5	30.0	1.2	1.62	160

미끼 종류별 크기와 부착방법은 각각 Table 2, Fig. 2에 나타내었다. 시험에 사용된 미끼는 냉동된 정어리, 대문어 및 염장된 돼지비계 등 3종을 사용하였다. 미끼의 부착은 Fig. 2와 같이 납추에 미끼를 밀착한 후 한 가닥의 철사로 2~3회 견고하게 감아서 고정시켰다.

Table 2. Species and dimensions of the baits given as feed in this experiment

Species of bait	Length (mm)	Breath (mm)	Thickness (mm)	Condition of bait
Sardine	80	30±5	20±5	Freezing
Giant pacific octopus	80	20±5	20±5	Freezing
Fat of pork	80	40±5	20±5	Salt

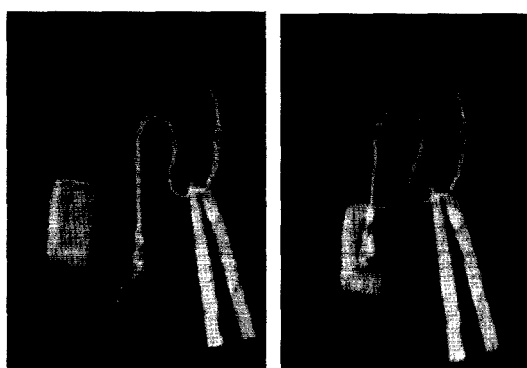


Fig. 2. Photograph that bait attached in hook. Left : before attaching, Right : after attaching

2. 외줄낙시에 대한 행동실험

실험에 사용한 대문어는 2002년 3월에 강원도 주문진 연안에서 외줄낙시어선에 의해 조획된 활어로 체중이 200~500g의 것 50마리였다. 이것을 동해수산연구소의 사육수조에서 3주 순치시킨 후 Fig. 3에 나타낸 사각수조에 1마리씩 넣으면서 실험하였다. 사각수조의 크기는 길이 1.5m, 폭 60cm 이고, 수조의 수심은 90cm였다. 실험에 사용된 어구는 길이 70cm의 원줄 끝에 A형 낚시를 달고 정어리, 문어, 돼지비계 등을 미끼로 사용하였다. 어구에 대한 행동실험은 09시부터 12시까지 15일간 실시하였고, 시험어는 매 시험마다 교환해 주었다. 어군행동의 관찰은 수조 정면에서 1.2m 떨어진 지점에 비디오 카메라를 설치하여 대문어의 행동을 녹화하여 영상을 해석하였다.

실험어가 미끼를 잡고 낚시에 걸리는 행동 패턴은 Table 3에 나타낸 바와 같이 미끼에 접근하는 행동(Approach)으로서 돌진하는 행동(Rush), 천

천히 접근하는 행동(Slow swimming), 미끼를 잡는 행동으로는 한 개의 팔로 잡는 행동(One arm using), 두 개의 팔로 잡는 행동(Two arms using)으로 구분하였다. 미끼를 잡은 후의 행동으로는 그 자리에 정지하는 행동(Stop), 앞으로 전진하는 행동(Forward swimming), 뒤로 유영하는 행동(Backward swimming), 미끼를 놓는 행동(Spitting out)으로 분류하였으며, 행동연쇄는 아니나 행동의 결과로서 나타나는 조획(Hooking)과 탈락(Drop out)으로 분류하였다.

본 연구에서 이들 행동의 연쇄는 지속시간은 무시하고 각 행동이 나타나는 순서에 주안점을 두었다. 행동연쇄의 해석은 관측치를 토대로 기대치를 구한 후 새로운 기대치를 구하는 방법으로 10회 반복 계산하여 통계적 검증을 실시하였다. 기대치의 검정은 χ^2 에 의한 1항 검정법을 사용하였다.

그리고 미끼 종류별 지속성능 실험에서는 낚시에 부착된 미끼를 전부 섭이하거나 또는 낚추에서 미끼를 탈락시키는데 걸리는 소요시간을 측정하여 분석하였다.

Table 3. Classified behaviour patterns towards a baited hook

Element	Description	Code
Approach	Swimming toward the bait while looking at it	A
Rush	Swimming fast toward the bait while looking at it	R
Slow swimming	Swimming slowly toward the bait while looking at it	SS
One arm	Enveloping it with one arm	OA
Two arms	Enveloping it with two arms	TA
Stop	After envelop it by arms, begin to suck bait in the position	S
Forward swimming	After swim forward enveloping it by arms, begin to stop and suck bait	FS
Backward swimming	After swim backward enveloping it by arms, begin to stop and suck bait	BS
Spitting out	The bait spit out of the mouth	SO
Hooking	The hook is pricked arm or body	H
Drop out	The hook is not pricked arm or body	D

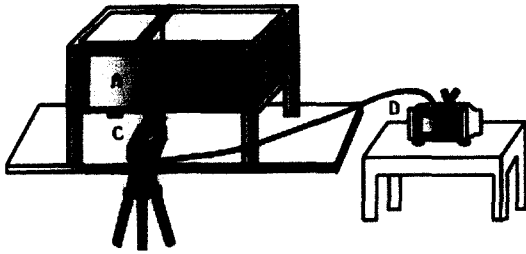


Fig. 3. Schematic diagram of an experimental tank.

- A : water tank
- B : single line hook
- C : hi-6mm video camera
- D : T.V. monitor

결 과

1. 미끼 종류별 섭이 시간

어업인들은 수 십년전부터 대문어 외줄낚시의 미끼로서 돼지비계를 염장하여 사용하고 있다. Fig. 4는 실내수조에서 대문어가 A형 낚시에 부착된 3종의 미끼를 전량 섭이하는데 소요되는 시간을 나타내었다. 미끼종류별 시험회수는 정어리 26회, 대문어 27회, 돼지비계 7회였다. 미끼로서 효력을 발휘할 수 있는 시간을 보면, 정어리인 경우 최대지속시간은 30분이내였고, 평균 지속시간은 16분 정도였다. 대문어를 미끼로 사용한 경우 최대지속시간은 55분 이내였고, 평균 지속시간은 30분 정도였다. 돼지비계인 경우는 최소 45분 이상 지속되었다.

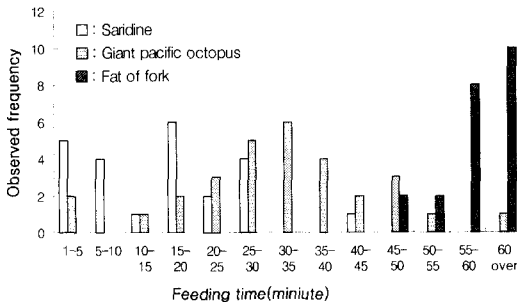


Fig. 4. Relationship between feeding time and observed frequency according to the 3 kinds of bait in the experimental tank.

그리고 대문어는 한번 낚시를 감싸 안으면 미끼가 없어질 때까지 지속적으로 섭이하였으며, 미끼가 없을 경우에는 낚시에 대한 접근행동은 전혀 보이지 않았다.

2. 외줄낚시에 대한 대문어의 행동

Fig. 5는 미끼를 부착한 낚시에 대한 대문어의 행동 연쇄를 나타내었다. 원 안의 숫자는 해당 행동의 관찰 회수를, 화살표의 방향은 행동의 흐름을, 화살표의 굵기는 그 행동을 나타낸 회수에 비례시켜 나타내었다. 대문어가 미끼에 접근하는 행동으로는 천천히 유영하는 행동에 비해 돌진하는 행동이 많이 관찰되었다. 돌진시 미끼에 대한 행동으로는 한 개의 팔보다 두 개의 팔을 이용하여 미끼를 감싸는 경우가 대부분이었으며, 미끼를 잡은 후에는 약간 뒤로 물러서거나 그 자리에서 정지하여 미끼를 먹는 행동이 많이 관찰되었다. 대문어의 팔이나 몸체에 낚시가 꽂히는 행동은 미끼를 잡고 난 후 그 자리에 정지하여 미끼를 섭이할 때 보다 뒤로 물러서거나 앞으로 전진하여 미끼를 섭이할 때 잘 일어났다. 그리고 천천히 유영하여 미끼에 접근할 때에는 두 개의 팔보다 한 개의 팔로 미끼를 잡는 경우가 많았으며, 미끼를 잡은 후에는 다시 두 개의 팔로 미끼를 감싸는 행동이 많이 관찰되었다. 대문어가 미끼에 대해 반응을 나타낸 회수는 493회이었으며, 이 중 조획된 것은 36%로 적었다.

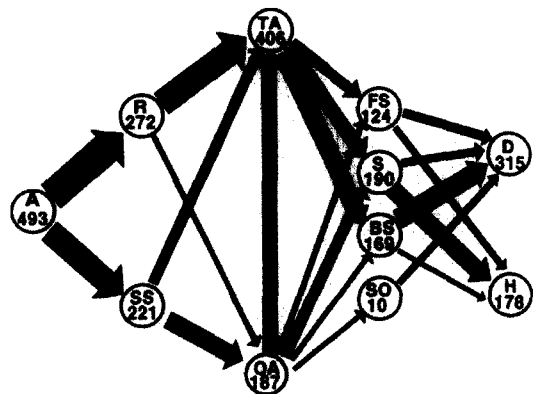


Fig. 5. Behaviour sequence chart to baited hook. The letters and numbers in the circles are the symbol for the behaviour patterns and their observed frequencies, respectively.

Table 4. Transition matrixes of behaviour patterns to a baited hook

	TA	OA	FS	S	BS	SO	D	H
R	255	17	0	0	0	0	0	0
	171.41	100.59	0	0	0	0	0	0
	40.76	69.46	0	0	0	0	0	0
SS	51	170	0	0	0	0	0	0
	139.27	81.73	0	0	0	0	0	0
	55.95	95.33	0	0	0	0	0	0
TA	0	0	110	137	169	10	0	0
	0	0	105.67	161.92	152.54	17.04	0	0
	0	0	0.18	3.84	1.78	2.91	0	0
OA	100	0	14	53	10	10	0	0
	87.75	0	23.99	36.76	34.63	3.87	0	0
	1.71	0	4.16	7.17	17.52	9.71	0	0
FS	0	0	0	0	0	0	85	39
	0	0	0	0	0	0	78.31	45.70
	0	0	0	0	0	0	0.57	0.98
S	0	0	0	0	0	0	68	122
	0	0	0	0	0	0	119.97	70.02
	0	0	0	0	0	0	22.51	38.59
BS	0	0	0	0	0	0	152	17
	0	0	0	0	0	0	106.71	62.27
	0	0	0	0	0	0	19.22	32.91
SO	0	0	0	0	0	0	10	0
	0	0	0	0	0	0	10.00	0
	0	0	0	0	0	0	0	0

* Upper numbers are observed frequencies, middle numbers are expected frequencies, lower numbers are χ^2 values.

Table 4는 행동의 흐름을 알 수 있는 추이행렬의 기대치를 통계적으로 계산하여 나타낸 것이다. 각 항의 위의 숫자는 관찰회수, 중간 숫자는 통계적으로 계산된 기대치, 아래의 숫자는 χ^2 검정치를 나타내었다. 기대치가 5이상이고, χ^2 값이 3.84이상(유의수준 5%)인 행동연쇄를 사각형으로 나타내었다.

Table 4의 좌열 첫행의 R 행동 다음 TA 행동이 기대치보다 관찰치가 많으므로 랜덤한 추이 행렬로부터 기대보다 유의하게 높은 빈도로 나타날 수 있는 행동이고, OA 행동이 기대치보다 관찰치가 적으므로 기대보다 유의하게 낮은 빈도로 나타날 수 있는 행동이다. 즉 R 행동 다음에는 TA행동이 잘 나타날 수 있고, OA행동은 잘 나타나지 않는다. 다음의

행동에서 잘 나타날 수 있는 행동 연쇄는 SS→OA, OA→S; SO, S→H, BS→D 등이 있고, 잘 나타날 수 없는 행동연쇄는 SS→TA, TA→S, OA→FS; BS, S→D, BS→H 등이다.

3. 낚시형에 따른 대문어의 조획률

Table 5는 A, B형 낚시에 정어리, 대문어 등을 Table 2와 같은 크기로 절단하여 미끼로 사용하였을 때의 대문어의 조획률을 나타내었다. A형과 B형 낚시에 대한 실험회수는 각각 30회, 20회였다. A형과 B형 낚시에 부착된 미끼의 섭이율은 각각 93.3%, 90%로 유의한 차이가 거의 인정되지 않았

다. 그러나 조획률은 A형낚시 30%, B형낚시 50%로 A형에 비해 B형낚시의 조획률이 1.7배 증가하였다.

Table 5. The hooking ratio and bait status according to the 2 kinds of hook in this experiment

Type of hook	No. of experiment	Bait status		Hooking ratio (%)
		No. of loss	No. of remnant	
A	30	28	2	30
B	20	18	2	50

고찰

외줄낚시어구는 어구 특성상 야간보다 주간 조업이 용이하도록 되어 있고, 또한 동해연안의 일중 해황을 보면 정오 이후부터 파도가 비교적 높아지는 경향을 보이고 있다. 따라서 동해안의 어업인들은 과거의 경험을 토대로 낚시에 염장된 돼지비계를 끼워서 외줄낚시로 대문어를 어획하고 있으며, 수심 30~80m의 해역에서 조업을 하고 있다.

그러나 최근에 들어 조업 중 낚 추의 유실과 돼지비계를 미끼로 사용하는 것은 해양환경을 악화시키는 저해요인의 하나라고 환경보호론자들이 이의 제기를 하고 있어 이에 대한 대책마련이 시급한 실정이다.

대문어를 대상으로 하는 외줄낚시는 낚시줄과 낚시로 구성되어 있어 낚시의 형상과 크기가 조획 성능에 영향을 미치는 주요 요소이다. 대문어에 적합한 낚시의 형상과 크기는 대상종의 생태와 습성 그리고 물리적 운동능력 등을 면밀히 분석하고, 현재 사용하고 있는 낚시의 형상을 참고로 도출할 수 있다.

지금까지 대문어와 유사한 참문어, *Octopus vulgaris*의 섭이행동을 보면, 먹이를 잡을 때에는 몸체를 먹이가 있는 쪽으로 향하도록 하여 팔을 전방으로 내밀며, 먹이를 잡기 위하여 접근할 때의 속력은 불규칙하나 먹이를 잡고 나서는 매우 짧은 시간 전진하였다가 후진하는 행동을 한다(Villanueva et al., 1996). 해저의 조개류를 섭이할 때는 한 개 또는 두 개의 팔을 이완시켜서 잡은 후 은신처로 이동하여 패각에 구멍을 뚫고 섭이하며(Fiorito and Gherardi, 1999), 주로 갑각류, 패류, 어류 등을 섭이하는 잡식성으로 특히 갑각류와 패류를 선호하며,

먹이를 잡을 때에는 팔로 붙잡거나 완간막(腕間膜)으로 덮은 후 섭이하는 습성을 갖고 있다.

수조시험에서 대문어의 행동을 각 단계별로 분석해 보면, 미끼에 접근할 때에는 돌진하거나 천천히 유영하여 접근하는 경우가 반반씩 나타났고, 돌진시에는 거의 대부분 두 개의 팔로, 천천히 유영하여 접근할 때에는 한 개의 팔로 미끼를 잡는 경향이 많았다. 조획되는 과정은 미끼를 잡은 후 정지하여 미끼를 섭이할 때 많았으나, 미끼를 잡은 후 약간 뒤로 물러서서 섭이할 때는 탈락되는 경향이 많았다.

평균 체중 1kg의 대문어가 정어리, 대문어, 돼지비계 등을 전량 섭이하는데 소요되는 시간은 각각 1~30분, 10~50분, 50분~1시간 이상으로서 미끼의 육질이 질길수록 대문어가 미끼를 섭이하는데 장시간 소요되고 있음을 알 수 있었다. 그리고 Fig. 1에 나타난 A형과 B형 낚시의 조획률은 각각 30%, 50%였다. A형낚시는 B형낚시에 비해 바늘의 개수가 2배정도 많았음에도 불구하고 조획률이 저조하였다. 바늘의 개수가 많다는 것은 어체에 낚시가 꽂여질 통계적 확률이 높다는 의미이나 이 연구에서는 이와 반대의 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 Fig. 6에 나타난 바와 같이 낚시의 형상과 크기 및 대문어의 섭이행동에서 알 수 있었다. 즉 대문어가 미끼를 섭이할 때 문어의 팔에 있는 흡반으로 낚시줄과 낚시를 붙잡고 미끼만을 섭이하는 습성을 갖고 있었다. 또한 낚시의 형과 크기에 따른 섭이행동을 관찰한 결과, A형 낚시는 체의 길이가 길기 때문에 대문어의 팔 밖으로 낚시가 노출된 반면 B형낚시는 입 주위에 낚시를 감싸는 경향이 많았다. 그 결과 A형낚시는 주로 팔에 낚시가 꽂인 반면 B형낚시는 입 주위나 완간막에 낚시가 꽂여서 조획되는 현상을 나타내었다. 그러나 조획된 대문어를 인위적으로 이탈시킬 때에는 미늘이 있는 B형낚시에 비해 미늘이 없는 A형 낚시가 용이하였다.

따라서 낚시에 대문어를 장시간 체류시키기 위해서는 육질이 질긴 미끼를 선택하는 것이 보다 효율적이고, 조업시 불편을 감수하더라도 조획률을 향상시키기 위해서는 체의 길이를 짧게 하고, 미늘이 있는 것이 효율적이라고 판단된다. 그러나 조획성능만을 지나치게 강조하면 조업시 어체로부터 낚시를 떼어 내고, 조획된 어구를 양송하는데 어려운 결점이 수반되므로 조획되는 대문어의 무게가 500g이상인 점을 감안하여 일정 이상의 체의 길이를 유지하며, 낚시 끝에 미늘이 없는 것이 적절한 것으로 판단된다.

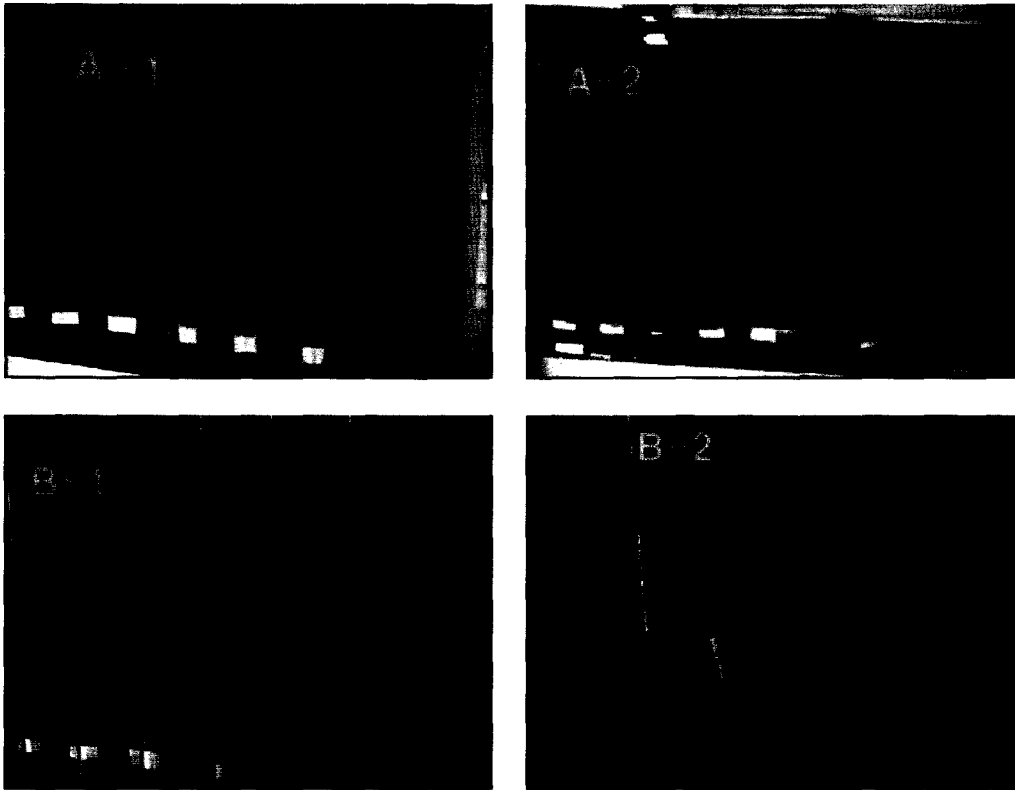


Fig. 6. Photograph of feeding behaviour to a baited hook(A-1, B-1) and hooked giant pacific octopus(A-2, B-2) in the experimental tank.
upper : A type hook, lower : B type hook

요 약

외줄낙시에 대한 대문어의 조획기구를 알아내고, 낚시를 개량하기 위하여 수조에서 외줄낙시어구에 대한 대문어의 행동패턴을 비디오카메라로 관찰 조사하였다. 대문어는 돌진하거나 천천히 유영하며 미끼를 잡았다. 돌진할 때에는 두개의 팔로 미끼를 잡은 후 약간 뒤로 물러서서 정지하였고, 천천히 접근할 때는 한 개의 팔로 미끼를 잡은 후 그 자리에 정지하여 섭이하는 행동을 보였다. 조획은 약간 뒤로 물러서서 섭이할 때보다 그 자리에 정지할 때가 많았다. 평균 체중 1kg의 대문어가 정어리, 대문어, 돼지비계 등을 전량 섭이하는데 소요되는 시간은 각각 1~30분, 10~50분, 50분~1시간 이상으로서 미끼의 육질이 질길수록 대문어가 미끼를 섭이하는데 장시간 소요되었다. 조획성능에서는 낚시의

채가 긴 A형낙시보다 채가 짧은 B형낙시가 양호하였으나 어체로부터 낚시를 탈락시키는 데는 B형낙시보다 A형낙시가 용이하였다.

참 고 문 헌

- Arnold J. M. and Arnold K. O.,(1969) : Some aspects of hole boring predation by *Octopus vulgaris*. Am. Zool, 9, 991~996.
- Fiorito G. and Gherardi F.(1999) : Prey-handling behavior of *Octopus vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda) on Bivalve preys. Behavioural Processes, 46, 75~88.
- Huse I. and Ferno A.(1990) : Fish behavior

- studies as an aid to improved longline hook design. Fish. Res., 9, 287~297.
- Lee C. W. and Park S. W.(1995) : Behaviour Studies of Tile Fish, *Branchiostegus Japonicus* to a longline Gear for Hook Design. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 31(3), 240~246.
- Packard A.(1963) : The behaviour of *Octopus vulgaris*. Bull. Inst. Oceanogr., Monaco 1D,35~49.
- Villanueva R., Nozais C. and Boletzky S.(1996) : Swimming behaviour and food searching in planktonic *Octopus vulgaris* Cuvier from hatching to settlement. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 208, 169~184.
-
- 2003년 10월 10일 접수
2003년 11월 3일 수리