박사학위논문

강릉 연안해역 문어흘림외줄낚시 어구의 개량에 관한 연구

제주대학교 대학원

어 업 학 과

박 진 영

2008년 12월

강릉 연안해역 문어흘림외줄낚시 어구의 개량에 관한 연구

지도교수 서 두 옥

박 진 영

이 논문을 수산학 박사학위 논문으로 제출함

2008년 12월

박진영의 수산학 박사학위 논문을 인준함

심사위원장 안 장 영

위 원 김 석 종

위 원 문 일 주

위 원 최 찬 문

위 원 서 두 옥

제주대학교 대학원

2008년 12월

A study on the improved drift-single line for giant pacific octopus, *Paroctopus dofleini*(wulker) in the coastal area of Gangneung in Korea

Jin-Young Park

(Supervised by professor Du-Ok Seo)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF FISHERIES SCIENCE

DEPARTMENT OF FISHERY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2008. 12

목 차

List of Figures ····· iv
List of Tables ····· vi
Summary ····· vii

Ⅰ. 서 론 ····· 1
1. 연구배경 ····· 1
2. 강릉 연안해역 문어어업 ····· 4
1) 문어의 생태적 특성 ····· 4
2) 문어어구 ····· 6
(1) 통발어구의 현황 ····· 6
(2) 흘림외줄낚시어구의 현황 ····· 8
3) 문어어획량 ····· 10
(1) 통발어구의 문어어획량 ····· 11
(2) 흘림외줄낚시어구의 문어어획량 ····· 11
3. 연구의 목적 ····· 12

Ⅱ. 재래식 흘림외줄낚시어업 ····· 13
1. 재료 및 방법 ····· 13
1) 어구어법 ····· 13
2) 어장환경 ····· 23
(1) 어장정보 ····· 23
(2) 재래식 어구가 해양환경에 미치는 영향 ····· 23
(3) 재래식 미끼가 해양환경에 미치는 영향 ····· 24
3) 어획량 ····· 27
2. 결과 ····· 29
1) 어구 ····· 29

2) 어장환경 ····· 30
(1) 어장정보 ····· 30
(2) 재래식 어구가 해양환경에 미치는 영향 ····· 33
(3) 재래식 미끼가 해양환경에 미치는 영향 ····· 34
3) 어획량 ····· 37
(1) 월별 어획량 ····· 37
(2) 수심별 어획량 ····· 39
(3) 조업시간별 어획량 ····· 41

Ⅲ. 개량식 흘림외줄낚시어구 ····· 43
1. 재료 및 방법 ····· 43
1) 개량식 흘림외줄낚시어구 ····· 43
(1) 낚시 봇돌 제작 ····· 43
(2) 낚시 바늘 규격화 ····· 46
(3) 색깔 봇돌에 따른 문어의 행동반응 ····· 48
(4) 인공미끼 ····· 51
2. 결과 ····· 57
1) 개량식 흘림외줄낚시의 물리적 특성 ····· 57
(1) 낚시 봇돌의 이동속력 ····· 57
(2) 낚시 봇돌의 무게변화 ····· 60
(3) 색깔 봇돌에 따른 문어의 반응 ····· 61
2) 낚시 봇돌의 친환경성 ····· 64
3) 인공미끼의 효과 ····· 66

Ⅳ. 재래식과 개량식 흘림외줄낚시어구의 어획성능 비교 ····· 71
1. 재료 및 방법 ····· 71
2. 결과 ····· 73

Ⅴ. 고 찰 ····· 76

1. 어장환경과 흘림외줄낚시와의 관계 ····· 76
2. 흘림외줄낚시어구에 의한 문어 어획 실험 ····· 77
3. 개량식 문어흘림외줄낚시의 보급 ····· 78

Ⅵ. 요약 ····· 79

Ⅶ. 참고문헌 ····· 82

Ⅷ. 부록 ····· 91

감사의 글

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952
제주대학교
JEJU 1952

List of Figures

Fig. Ⅰ-1. The bodily appearance of *Octopus dofleini.* ····· 5
Fig. Ⅰ-2. Cylinder shaped spring frame pot and setting diagram. ····· 7
Fig. Ⅰ-3. Fishing gear of octopus drift-single line a diagram. ····· 9
Fig. Ⅱ-1. Fishing method of the size octopus drift-single line. ····· 14
Fig. Ⅱ-2. Regional external form of octopus drift-single line. ····· 15
Fig. Ⅱ-3. Using feature of the current fishing gear. ····· 16
Fig. Ⅱ-4. Fishing gear manufacture with the handiwork of fisher men. ····· 17
Fig. Ⅱ-5. Octopus drift-single line of Japan. ····· 18
Fig. Ⅱ-6. Pig-fat skin and boiled fish paste using the artificial bait. ····· 26
Fig. Ⅱ-7. Fishing positions of octopus drift-single line boat. ····· 28
Fig. Ⅱ-8. Monthly/daily variation of bottom water temperature in the sea off Gangneung. ····· 31
Fig. Ⅱ-9. Monthly variation of bottom water salinity in the sea off Gangneung. ····· 32
Fig. Ⅱ-10. Comparison of water quality by three different baits inserted to artificial. ····· 35
Fig. Ⅱ-11. The concentration of total-phosphor(T-P), total-nitrogen(T-N), chemical oxygen demand(COD) to pig-fat skin by soaking time. ····· 36
Fig. Ⅱ-12. Relationship between octopus wet weight(gf) per drift-single line and depth. ····· 40
Fig. Ⅱ-13. Catch number of octopus per fishing operation by depth. ····· 40
Fig. Ⅱ-14. Relationship between octopus wet weight(gf) per drift-single line and soaking time. ····· 42
Fig. Ⅱ-15. Catch number of octopus per fishing operation by soaking time. ····· 42

Fig. Ⅲ-1. Manufacture process of improved gear. ····· 44
Fig. Ⅲ-2. The completed of the octopus drift-single line gear. ····· 45
Fig. Ⅲ-3. Current sinker by regional groups. ····· 46
Fig. Ⅲ-4. Sinker and fish hook manufacture by machine. ····· 47
Fig. Ⅲ-5. Experimental apparatus and colored sinker with artificial bait. ····· 50
Fig. Ⅲ-6. Artificial bait for octopus fishing. ····· 52
Fig. Ⅲ-7. A schematic diagram of the apparatus for recording the octopus behavior toward bait. ····· 54
Fig. Ⅲ-8. Fishing locations of octopus drift-single line boat. ····· 55
Fig. Ⅲ-9. Experimental bait of octopus drift-single line by fishing boat. ····· 56
Fig. Ⅲ-10. Experimental sinker with moving sinker of the flume tank at current speed. ····· 58
Fig. Ⅲ-11. Relationship between sinker weight and minimum current speed. ····· 59
Fig. Ⅲ-12. Selection process toward colored sinker. ····· 62
Fig. Ⅲ-13. Seletive rate(%) of octopus in relation to combination of color sinkers. ····· 63
Fig. Ⅲ-14. Reaction of the octopus toward the luminous bait. ····· 63
Fig. Ⅲ-15. Water tank examination to make observations of the aquarium. ····· 65
Fig. Ⅲ-16. Percentage of frequency of four behavioral types while foraging related bait conditions. ····· 67
Fig. Ⅲ-17. Percentage of staying time related to bait. ····· 69
Fig. Ⅲ-18. Frequency distribution of the staying time on bait in relation to combination of baits. ····· 70
Fig. Ⅳ-1. Fishing positions of fishing experiment. ····· 72
Fig. Ⅳ-2. Distribution of octopus weight caught by exiting gear and improved gear in the costal waters of Gnagneung. ····· 74

List of Tables

Table Ⅰ-1. Octopus catches and amounts in the Gangwon-do ····· 10
Table Ⅰ-2. Catches and amounts by several species, in the Gangwon-do 2007 ····· 10
Table Ⅱ-1. Regional situation of octopus angling gear ····· 21
Table Ⅱ-2. Monthly variations in CPUE of the octopus drift line fishery in the coastal waters of Gangneung from March to August, 2003 ····· 38
Table Ⅲ-1. Specific gravity according to the sinker weight ····· 60
Table Ⅳ-1. Catch of octopus caught by current gear and improved gear in the coastal waters of Gnagneung and Goseong ····· 75
Table Ⅳ-2. Number of octopuses caught by current gear and improved gear in the coastal waters of Gnagneung and Goseong ····· 75
Table Ⅳ-3. Number of losr current gear and lost improved gear per each regional gear in the coastal waters of Gnagneung and Goseong ····· 75
Table Ⅷ-1. Monthly catches of octopus catch in 2000 sample by trap fishing boat ····· 91
Table Ⅷ-2. Monthly species composition of fishes, collected of catches by pot fishing 19 boat in 2000 ····· 92
Table Ⅷ-3. Monthly catches of octopus in 2001 sample by trap fishing boat 93
Table Ⅷ-4. Monthly species composition of fishes, collected of catch by pot fishing 15 boat in 2001 ····· 94
Table Ⅷ-5. Monthly catches of octopus in 2002 sample by trap fishing boat 95
Table Ⅷ-6. Monthly species composition of fishes, collected of catches by pot fishing 20 boat in 2002 ····· 96
Table Ⅷ-7. Monthly catches of octopus in 2000 sample by drift-single line fishing boat ····· 97
Table Ⅷ-8. Monthly catches of octopus in 2001 sample by drift-single line fishing boat ····· 98
Table Ⅷ-9. Monthly catches of octopus in 2002 sample by drift-single line fishing boat ····· 99

Summary

By investigating *Octopus dofleini* traps and drift-single line fishery of Gangneung, and its data in 2000-2002, the study on improved drift-single line was performed to solve problem of pig-fat skin management by replacing that as artificial bait which is possible to use several times, made of economic material, PE, resemble to a crawfish, and replacing lead sinker as environment-friendly sinker, as if stone, steel, germanium, ceramics and inorganic paints. The experiment of water tank test, basic sea test, fishing test, of improved drift-single line was performed. The results obtained are summarized as follows;

1. In the yearly amount of the lead used in Gangwon province by the octopus drift single line, it is 83.7tons in Goseong, 20.2tons on Gangneung city, 51,7tons in Donghae city and 45.3tons in Samcheok city, and in total, it comes to the 200.9tons of lead.

2. In order to keep the advantages of the current lead sinker and stone sinker intact, the fish hook was designed to be included in the sinker at the time of being manufactured, and the shape was made similar to the current stone sinker, designed to be varied in the weight using such environment friendly material as mineral pigment, ceramic, germanium, powdered iron and others instead of lead.

3. The current fishing hooks were different from region to region, or from fisherman to fisherman. To improve this, as the material for fish hook, the steel wire was selected, because it was most preferred by fishermen in terms of the material and size(1.6mm in diameter), where the total length of

the wire for the hook was 60cm. The selected wire was sharpened at the tip of the wire, and bent it in the form of octopus hook, using the machine.

4. In the confluent water tank, the improved sinker weighed 231gf, which was heavier than that of lead, but was moved in the slow current, the improved sinker with 497gf in weight was heavier 142gf than 345gf, that of the lead sinker, but the minimum moving speed was the same.

5. The density of lead sinker is 15.065, but that of the environment friendly sinkers was not shown to be fixed by the weight, as seen in the range between 2.871 to 6.637, which was 0.19~0.44% heavier than that of the lead.

6. In the water tank test, in which the red color artificial baits were combined with the current sinkers of such colors as, white, black, yellow and green, the octopuses chose the white color in most cases, and the next was black and yellow in the order, and in the case of green color, the octopus chose at the least.

7. In the indoor water tank, the examination was made to check if there had been moss growing in the sinker. There was some moss attached to the environment friendly sinker, and also some moss to the wall of the water tank. There was little change in the moss attached to the sinking lead.

8. The lost numbers of current gear and improved gear in Gangneung, are 94 of 2,002 and 72 of 1,658 respectively, and the lost rate are 4.7% and 4.4% respectively, thus the lost rate of improved gear is 0.4% lower than one of current gear.

The lost numbers of current gear and improved gear in Goseong, are 33 of 980 and 35 of 803 respectively, and the lost rate are 3.4% and 4.4%

respectively, thus the lost rate of improved gear is 1% higher than one of current gear.

9. In the case of Gnagneung region in terms of the fishing work on the sea, the number of the current fishing gears and that of the improved fishing gears lifted from the sea were 1,876 ea and 1,546 ea, and the total number of the fish caught were 249 heads and 247 heads each, and in the number of the caught fish per unit fishing gear, the improved fishing gear was indicated to be a little higher than the current one, as it was 0.13 fish for the current fishing gear and 0.16 fish for improved fishing gear. In the case of Goseong region, the number of the current fishing gears and improved fishing gears lofted from the sea were 947 ea and 768 ea each and the number of the caught fish was 163 and 155 for each case, and in the number of the fish per unit fishing gear, the improved fishing gears showed a little better efficiency as it was 0.17 fish and 0.20 fish for each case.

In the effect of catching the fish, the improved fishing gear showed higher result than that of the current fishing gear and was better in terms of environment protection. And it is excellent in the choice of the fish targeted and can change the color. In the unit price, the current fishing gear is sheaper(labor fee not included) than the improved fishing gear, and the number of the fishing gears lost in the work is considered to be same as that of the current fishing gears even though it can different depending on the type of fishing ship or the place of fishing work. In the bait for the fish, the artificial bait(the lobster shape with pig-fat skin or squid put in) is more efficient than the pig-fat skin and can be converted into the handle, compared with the current fishing gear. Therefore, it can be said that the improved fishing gear is better in the economy and efficiency of the fishing work than the current one.

Ⅰ. 서 론

1. 연구 배경

강릉 연안해역은 대체적으로 수심이 깊고 해안선이 48km로 매우 단조로우나, 이곳 해류의 흐름은 북쪽에서 북한 연안을 따라 남하하는 리만해류의 북한한류와 남쪽에서 동해안을 따라 북상하는 쿠로시오의 쓰시마난류가 만나는 조경해역으로 해수순환이 잘 이루어지고 있어서, 수온에 의한 어업생물분포에 많은 영향을 미치고 있다. 더불어 한·난류성 어종이 풍부하고, 해저지형으로는 모래와 바위가 많아서 다른 저서 어업생물에 비하여 문어가 상대적으로 많이 서식하고 있다. 그래서 강릉시에서는 어선어업형태로 통발어구와 흘림외줄낚시어구로 문어를 어획하여 생계를 유지하는 어선원이 많이 있다.

강릉 연안해역에서 문어를 어획 대상으로 하는 대표적인 어업은 흘림외줄낚시어업과 통발어업을 들 수 있다. 흘림외줄낚시어구는 독립된 부표, 부표줄, 미끼를 매단 외줄낚시로 구성되어 있으며, 어법은 어구를 투승하여 해·조류의 흐름을 이용해서 문어를 어획하는 것이다. 통발어구는 일정한 장소에 서식하거나 유영력이 크지 않으면서 미끼에는 민감한 반응을 보이는 어업생물들이 스스로 통발 속으로 들어오도록 유인하는 어법을 사용한다. 두 어구에서 어획된 문어는 대부분 활어상태로 판매되고 있어서 어가가 높으며, 따라서 연안 어업에 종사하는 어선원에게 있어서는 매우 중요한 생계수단이 되고 있다.

한편, 흘림외줄낚시는 어장환경에 피해를 주지 않고 원하는 단일어종 만을 어획하므로 어획선택성이 매우 높다 할 수 있다. 또한 이 어법은 어획생물의 사망률이 매우 낮고 지속 가능하므로 오늘날 어업자원의 감소 및 유류비 상승, 어업종사자의 고령화 등에 대응할 수 있는 자원관리형 어업으로서 앞으로 중점 육성해야할 연안 어업중 하나이다. 그러나 현실적으로 문어낚시와 같은 소규모 어업에 관한 조사연구가 상대적으로 미흡하여 활성화에는 많은 어려움이 있다.

현재 흘림외줄낚시 어업은 우리나라의 동해안 강원도 연안과 경북, 울릉도 연안해역에서 많이 행하여지고 있다. 어구는 부표, 부표줄, 봇돌, 낚시로 구성되어 있다. 여기서 봇돌은 150~550gf의 납을 사용하고, 낚시에 부착하는 미끼는 돼지비계를 소금에 절여서 냉장고에 보관하였다가 사용한다. 이 어구를 사용하는 어선은 강원도의 경우 약 860척이나 있으며, 척당 30~50개를 사용하고 있다. 어구가 문어 서식지를 지나가면 문어는 낚시에 부착되어 있는 먹이를 향해 돌진하여 붙잡게 되고, 해·조류에 의해서 흘러가던 부표가 정지하게 되면 어선원은 어획상황을 판별 한다. 그런데 문어의 서식지인 해저가 보통 암반이므로 조업 중에 낚시가 암반에 걸려서 어구유실이 발생하는 경우가 있는데, 보통 척당 하루 2~3개씩 발생되며, 연간유실은 약 3~10톤 정도가 추정된다(An and Park, 2006).

봇돌의 재료인 납이 어류에 미치는 영향은 성장률과 사료효율의 감소(Kim et al. 2002; Burden et al., 1998; Ahern and Morris, 1999)와 호흡곤란(Sippel et al., 1983) 등이 있는데, 성어보다는 어린시기에 더 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다(Little et al., 1993). 그러나 최근어업자원의 고갈로 지속가능한 어업을 위한 어획노력량 감소, 부수 어종을 줄이고 목표어종만 어획하기, 어획에 의한 어장환경피해 최소화라는 환경친화적 어업에 대한 관심과 연구가 진행되고 있지만 친환경어구에 대한 연구는 생분해성 그물감(Andrady et al., 1993)외에 비교적 적은 편이다.

문어는 대단히 재주가 많은 편이어서 임기응변주의 포획자로 알려져 있으며(Fiorito and Gherardi, 1999), 갑각류 등을 공격할 때에는 예리한 시각을 사용함으로서 시각포식자(Mather, 1993)이기도 함과 동시에 섭이활동(Mather, 1991; Ambrose, 1984)시에는 촉각을 사용하기도 한다. 문어의 예리한 시각은 색이활동 중에 길 선택, 포식자에 대한 스캐닝, 물체의 색과 조화를 이루거나 자신의 생활근거지로 되돌아가는 길을 찾는데 사용한다(Forsythe and Hanlon, 1997). 또한 문어의 색이행동(採餌行動)으로는 먹이에 달려들어 움켜잡기(pounce; Yarnall, 1969), 더듬기(groping; Forsythe and Hanlon, 1997) 등의 행동을 한다. 이러한 행동은 보통 이른 아침과 오후 늦게 한 번씩 행하는 편이고, 주로 낮 시간에 행한다는 보고(Forsythe and Hanlon, 1997)가 있다.

문어를 포획하는 낚시의 미끼로 이용할 수 있는 어업생물로는 복족류, 갑각류,

부족류 등을 포함하여 약 50종류가 되는 것으로 알려져 있으며(Ambrose, 1982, 1984), 그 중에서 문어가 가장 선호하는 먹이는 새우류, 게류로 보고되고 있다(Ambrose, 1982; Boletzky and Hanlon, 1983; Smale and Buchan, 1981).

우리나라에서는 흘림외줄낚시의 미끼로 정어리, 청어, 조개류 등의 미끼를 사용하였지만, 남획으로 인한 어획생물자원의 감소와 어가격 상승으로 오늘날 대부분 돼지비계를 사용하고 있다. 그러나 구입비용, 취급상의 문제 등으로 이에 대한 개선도 필요하다.

따라서 위에서 언급한 것처럼 강릉연안 어선원에게 있어서 문어어업이 차지하는 중요성은 매우 크다 할 수 있으며, 그러한 문어를 주로 포획하는 흘림외줄낚시에 대한 심도 있는 연구도 절실한 실정이다. 더욱이 문어자원을 지속적으로 이용하기 위하여 매년의 어획동향을 관찰하여 자원의 상태를 파악하는 것도 필요하며, 현재 흘림외줄낚시어업에 사용되고 있는 유실된 납 봇돌에 의한 해양환경 오염과 돼지비계 미끼는 여러모로 불편한 점이 많아 새로운 것을 개발할 필요성이 요구되고 있다.

2. 강릉연안 문어어업

1) 문어의 생태적 특성

강릉 연안해역에서 어획되는 문어는 해양생물중 연체동물의 분류학상 두족강(Cephalopoda), 문어목(Octopoda), 문어과(Octopodidae), 대문어(*Octopus dofleini*)에 속하며, Fig. Ⅰ-1인 것으로 판단하였다. 대문어는 문어류에서 가장 큰 종으로 전장 3m에 달하며, 형태적 특징으로 외투막은 난원형으로 외투장이 외투 폭보다 약간 큰 정도이고, 표피는 부드럽게 늘어나 있어 주름이 잡힌다. 솔막은 없어서 제 4완간 솔막이 중간에 이르고, 누두는 원추형으로 누두기는 W자형이다. 눈은 작고 안상돌기는 3~4개가 있다. 완의 흡반은 기부에서는 1열로 배열을 하고, 그 외에는 2열이다. 대문어는 우리나라를 비롯해 중국, 일본, 알류산열도, 알래스카, 캘리포니아 등의 북태평양 해역에 분포하며, 서식처로 연안 저서성 종으로 아조대부터 수심 50m까지의 바위틈이나 구멍에 서식한다. 서식수온은 4~23℃이며, 최적수온은 15℃이하이다. 먹이로는 갑각류 및 어류 등을 탐식하는 다식성이며, 산란기는 봄~여름으로 산란수온은 5~15℃이고, 산란장은 수심 40~60m이다. 교미기는 11~12월로 포란수는 10만개 전후이며, 산란수는 5만개 정도이다. 문어의 성장은 1년생이 0.12~0.13kgf, 2년생은 1~5kgf, 3년생은 10~20kgf으로 성장한다. 보통 수명은 3~4년생으로 암컷은 산란후 약 6개월간 알을 보호하고 사망한다.

문어의 생태와 관련된 환경요인 중 수온은 알의 성숙(Hartwick, 1983), 재생산(Ree and Lumby, 1954; Hernandez-Garcia, et al., 2002) 등에서 특히 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 문어는 여름철에 깊은 수심으로 이동한다고 하며(Mangold, 1983), 문어의 산란은 일본에서 5~7월에 행하여진다고 한다(大久保, 1992). 특히 부화한 직후의 시기에는 외투를 개폐하면서 항상 떠서 유영하고, 해중의 플랑크톤을 먹이로 하며, 부화 후 2개월을 경과하면 전장 약 30mm된다.

Mather(1991)에 의하면 어린 문어의 경우, 색이활동 시간이 생활시간 중 24%로 상당히 짧은 편이다. 활동시간대는 해가 지고 어스름해질 때 이고, 활동범위도 자신의 생활 근거지이며, 머무는 기간이 평균 9일 정도로 대체로 짧다고 하였다. Hernandez-Garcia 등(1998)은 월별 참문어(*Octopus vulgaris*)어획량이 최대이었던 달은 4~5월과 9~11월로 연 2회 있었고, 여름철에 어획량이 가장 적었으

며, 산란 시에는 문어들이 얕은 수역에 집중하였는데, 봄과 가을에 2회 산란하며 봄에 가장 많이 산란하는 것으로 보고하고 있다. 여름철의 문어에 대한 CPUE 감소는 Mangold(1983)가 지적한 바와 같이, 문어어군이 깊은 수심으로 이동한 결과로 이 시기에 어군의 감소로 이어지기 때문이라고 한다.

Fig. Ⅰ-1. The bodily appearance of *Octopus dofleini*.

2) 문어어구

강릉시의 2002년 말 기준 총 연안어업 허가건수는 1,164건이다. 이중 46.5%인 연안자망어업이 541건으로 가장 많고, 다음으로 연안복합어업이 394건(33.8%), 연승어업 119건(10.2%), 통발어업이 64건(5.5%), 채낚기어업이 23건(2.0%)며, 외줄낚시는 8건(0.7%)에 불과하다. 그 외 양조망어업이 8건(0.7%), 연안쌍끌이선인망어업이 6건(0.5%), 연안들망이 1건(0.1%)이 있다. 그리고 강릉시의 문어어획과 관련한 어선척수는 통발협회와 연승협회(소돌, 남부, 번영)소속의 선박으로서 각각 43척과 100척이 있다.

(1) 통발어구의 현황

통발은 어구구조가 간단하고 어선에는 사이드드럼 이외에 그다지 큰 어로기기를 필요로 하지 않는다. 조업방법으로는 어선원 2~3명이 목선 2~3톤급 선박에 통발어구 1조(200~300개)를 적재하고서 오후 3~4시경 조업해역에 투승하였다가 다음날 오전 5~6시경에 양승한다. 통발 1조에 대한 투승 소요시간은 약 1시간정도이며, 양승 소요시간은 약 2~3시간이다. 원통형 통발의 어획물은 두족류, 어류, 복족류, 갑각류, 해조류 등에 이르기까지 매우 다양하여 대상물을 활어로 어획할 수 있다는 점 때문에 연안 어업에서 널리 사용하고 있다. 특히 조업선박에 어구 적재 시 많은 수의 통발을 쉽게 접어서 적재할 수 있기 때문에 소형어선에 가장 많이 보급되어 있다.

동해안의 강릉 연안해역에서는 Fig. Ⅰ-2와 같이, 문어를 대상으로 한 원통형 스프링 통발이 사용되고 있는데, 이는 코팅된 굵은 철사로 고리모양의 4~5개 틀을 적당한 간격으로 벌려서 망목 35mm의 그물감을 씌워 원추형으로 만들고 양쪽입구에 깔때기 그물을 부착하며, 깔때기 그물 끝에 입망된 어획물이 탈출하지 못하도록 적당한 길이의 그물감으로 혀그물을 부착한다. 문어를 유인하는 미끼로는 냉동 정어리를 2~3등분하여 사용하고 있으며, 조업은 어선에 2~3인이 승선하여 수행하며, 항해장비로는 GPS, 어업기구로는 어군탐지기 등이 대부분 설치되어 있다.

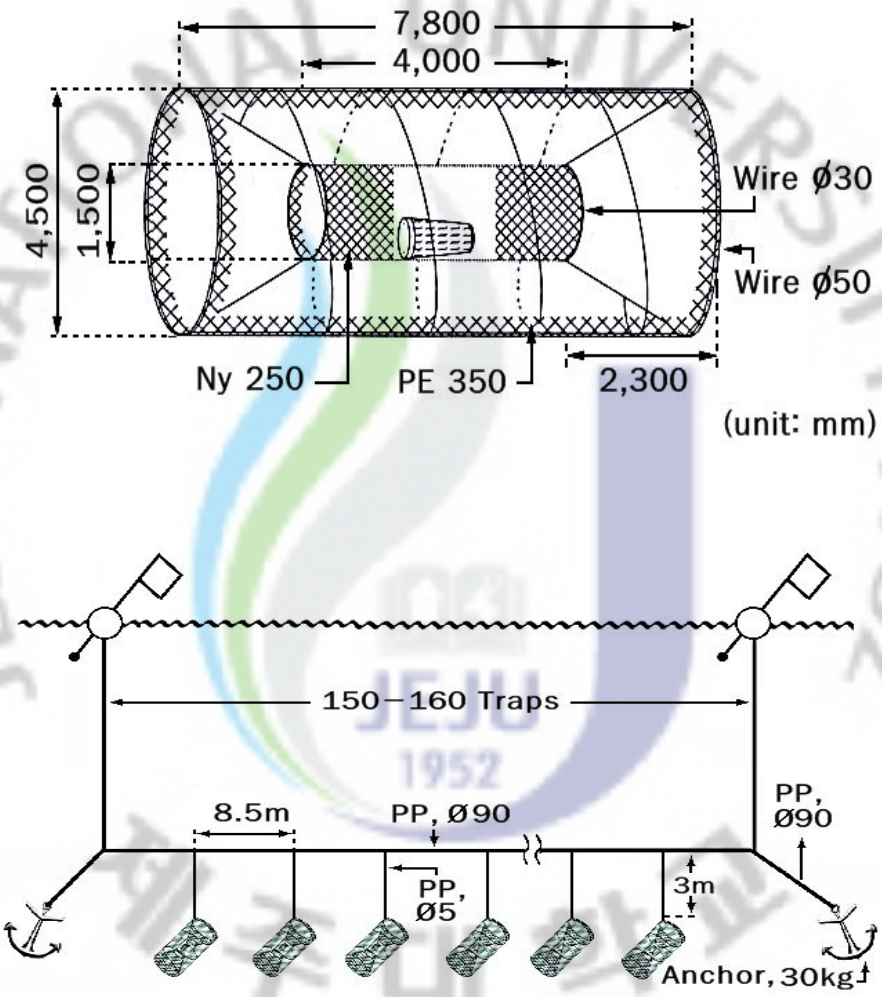


Fig. Ⅰ-2. Cylinder shaped spring frame trap and setting diagram.

(2) 흘림외줄낚시어구의 현황

낚시어구는 기다란 줄에 낚시를 매달고 낚시에 미끼를 꿰어 대상물이 낚시에 걸리게 하여 잡는 것으로, 크게 외줄낚시(채낚기), 주낙(연승), 끌낚시(예승)로 나눌 수 있다(김, 2000). 외줄낚시는 대상어를 한 마리씩 낚아 올리는 것을 목적으로 한 것이며, 구조상 한 가닥의 줄에 한 개의 낚시를 단 것으로 한 개의 독립된 어구로 본다.

강원도 연안에서 사용하는 흘림외줄낚시 어선은 FRP 약 0.6~3.23톤이며, 조업시간은 보통 오전 4~5시경에 출항하여 오전 10~11시경에 입항한다. 어구는 Fig. Ⅰ-3과 같이, 문어를 유인하기 위하여 4~5가닥의 낚시에 돼지비계(L80×B40×D20mm)를 납추에 밀착되도록 하고, 철사로 묶어서 사용한다. 어법은 먼저 낚시 몇 개를 투승하여 조류상태를 파악한 후에 일정한 간격으로 약 30~50개를 조류 방향에 평행하게 일정한 간격으로 투승해 놓고, 낚시어구가 조류를 따라 흘러가도록 한 다음 육안으로 부표를 주의 깊게 살펴본다. 그리고 부표가 조류를 따라 흘러가지 않고 제자리에 멈추어 있는 것을 발견하면 문어가 낚시에 걸린 것으로 판단하여 낚싯줄을 천천히 당겨 올려 걸린 문어를 떼어내 어창수조에 보관하고 다시 투승한다. 경우에 따라 조류의 흐름이 없으면 어선이 어구를 천천히 예인하면서, 투승한 낚싯줄을 긴 막대기로 당겼다가 놓았다 반복하면서 문어가 걸렸는가를 확인하고서 중량감을 느끼면 잠시 줄을 늦추었다가 일정한 속도로 다시 올린다. 이렇게 하면 문어가 먹이가 도망가는 것으로 알고 갈퀴모양의 낚시에 더욱 밀착하는 것으로 알려져 있다. 흘림외줄낚시 어선의 조업은 1인이 수행하고, 항해장비로는 나침반은 있으나 GPS는 거의 없으며, 어업기구로 어군탐지기가 대부분 설치되어 있다.

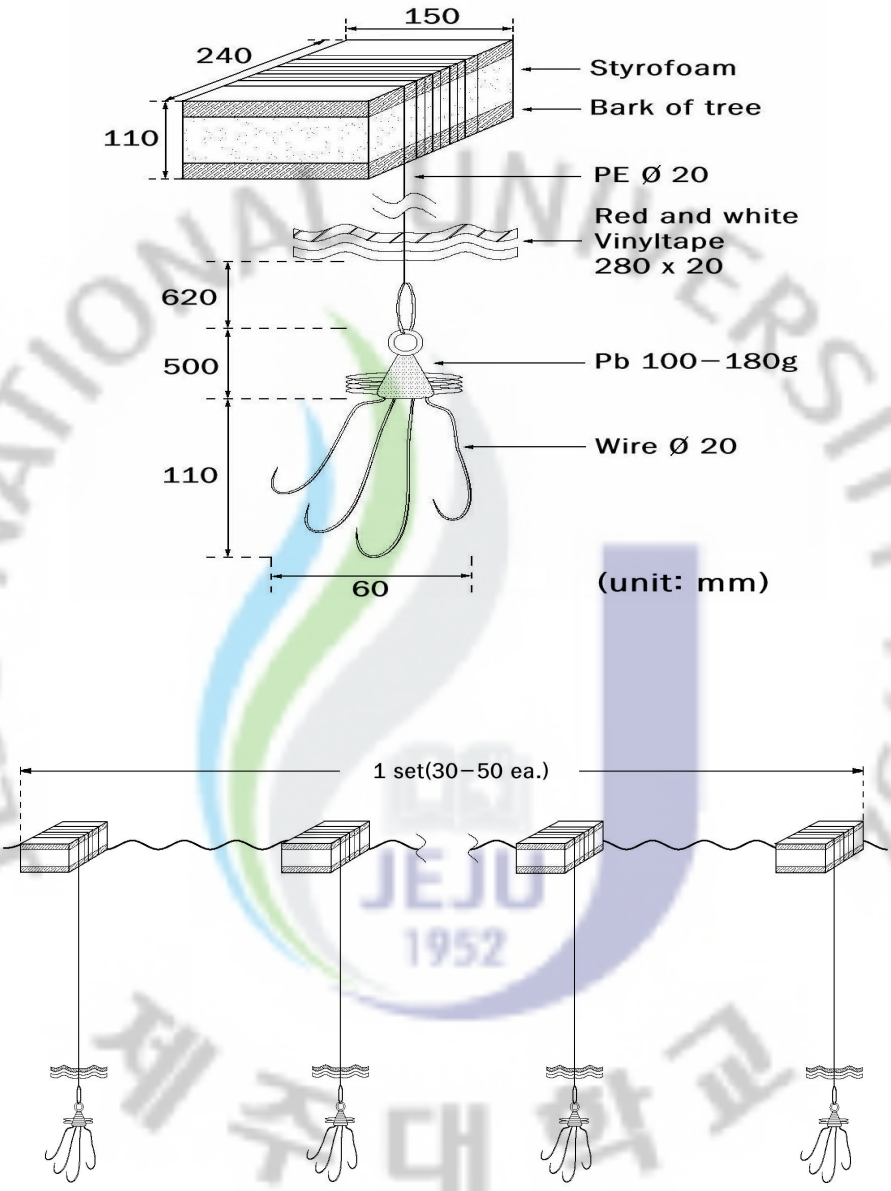


Fig. I -3. Fishing gear of octopus drift-single line and setting diagram.

3) 문어어획량

최근 10년간 강원도 연안해역의 연도별, 금액별 문어어획량 변동은 강원도 환동해출장소의 수산기본통계(1998~2007년)의 자료를 이용하였고, 문어어획량은 연간 약 930~1,692톤이며 금액으로는 약 101~196억원이었고(Table Ⅰ-1), Table Ⅰ-2에서 2007년 강원도 연안해역에서 어획되는 대표어종 중 문어어획량이 73%, 판매금액도 59%로 연안어업에 종사하는 어선원들에게 중요한 소득원이 되고 있다.

따라서, 통발어구와 문어흘림낚시 어구에 대한 2000~2002년까지의 문어어획량을 강릉시수협에서 위판 실적이 있는 표본어선의 자료를 분석하였다.

Table Ⅰ-1. Octopus catches and amounts in the Gangwon-do

Year	Catch(tons)	Amount(million won)
1998	1,692	11,655
1999	1,267	10,145
2000	1,300	11,794
2001	1,080	10,927
2002	930	11,129
2003	979	10,720
2004	1,117	12,194
2005	1,175	14,657
2006	1,124	14,579
2007	1,498	19,625

Table Ⅰ-2. Catches and amounts by several species, in the Gangwon-do 2007

Items	Catch(tons)	Amount(million won)
Todarodes pacificus	27,350	54,086
Octopus dofleini	1,498	19,625
Family Pleuronectidae	2,449	12,119
Hypoptychus dybowskii	3,682	3,120
Cololabis saira	2,545	2,559

(1) 통발어구의 문어어획량

통발어구의 문어어획량을 위하여 2000년부터 2002년까지 강릉시의 수협자료를 활용하였으며, 수협을 통한 위판실적이 있는 20척의 통발어선을 대상으로 표본추출하여 조사하였다. 3년간 문어의 총어획량은 181.2톤이었으며, 연도별로 2001년도가 약 87.7톤(48.4%)으로 2000년 약 55.3톤(30.5%)보다 많았고, 2002년도는 약 38.2톤(21.1%)으로 가장 낮았는데, 이는 6월에 조업하지 못한 것과 태풍 '루사' 등의 영향도 있는 것으로 생각된다(Table Ⅷ-1, Ⅷ-3, Ⅷ-5). 월별 어획량은 2000년 7~9월이 약 6.7~11.8톤, 2001년 7, 8월에 약 15.1톤과 13.7톤, 2002년 8월이 약 7.7톤으로 다른 월보다 많았고, 어선별 어획량 차이는 많은 편이었다(Table Ⅷ-2, Ⅷ-4, Ⅷ-6).

(2) 흘림외줄낚시어구의 문어어획량

흘림외줄낚시어구의 문어어획량을 위하여 강릉시의 수협자료를 활용하였으며, 수협을 통한 위판실적이 있는 20척의 흘림외줄낚시 어선을 대상으로 표본추출하여 조사하였다. 3년간 문어의 총어획량은 54.4톤이였으며, 연도별로 2001년도가 약 21.9톤(40.2%)으로 2000년 약 19.9톤(36.6%)보다 많았고, 2002년도가 12.6톤(23.2%)으로 가장 낮았는데, 이는 태풍 '루사' 등의 영향이 있는 것으로 생각된다. 월별로 가장 많이 어획된 어획량은 2000년 5월이 약 4.1톤(20.6%)이고, 2001년 7월에는 약 4.6톤(21%)으로 연중 가장 많았고, 2002년 7월에는 약 2.1톤(16.7%)으로 다른 월보다 적었다(Table Ⅷ-7, Ⅷ-8, Ⅷ-9).

이와 같이 3~8월의 경우 봄과 여름철이 가을과 겨울보다는 어획량이 많은데 이는 흘림외줄낚시의 조업방법, 어선크기 및 해상 날씨 등의 영향을 많이 받았기 때문인 것으로 생각되며, 어선별 어획량의 차이는 다소 많았다.

3. 연구의 목적

이 연구는 강릉 연안해역에서 문어를 대상으로 하는 대표어업인 통발어업과 흘림외줄낚시어업의 현황비교, 흘림외줄낚시어구에 있어서 관리보관이 어렵고 경비가 많이 드는 미끼인 돼지비계를 가재모양인 인공미끼로의 개발, 그리고 납으로 제작된 봇돌을 환경친화적인 재료로 만든 개량봇돌로 대체한 다음 육상수조시험, 해상기초시험 및 어획시험을 통하여 재래식외줄낚시어구를 친환경어구로 개량화 하는데 목적이 있다.

첫째, 강릉 연안해역에서 문어는 타 어종에 비하여 부가가치성이 높은 어종으로 어선원에게 중요한 소득원이 되고 있다. 그러나 강릉 연안해역의 문어어획을 위한 대표적인 두 어업인 통발어업과 흘림외줄낚시어업은 일부어장을 공동으로 사용함으로서 조업해역 중복현상으로 인한 문제가 야기될 수 있다. 따라서 어업별 조업해역의 분리를 위해 이들 어업의 현황을 조사하여 비교분석 하였다.

둘째, 문어흘림외줄낚시 조업을 하기 위해서는 가장 불편하고 경비가 많이 소요되는 것이 미끼재료인 돼지비계를 사용하는 것이다. 돼지비계를 문어낚시용 미끼로 사용하기 위해서는 구입한 후 적당한 크기로 잘라서 냉동 보관하고, 사용한 미끼는 소금에 절여서 선박에 보관한 후 반복 사용하는 것과 돼지지방기름의 젤라틴성분으로 취급이 불편하여 이러한 문제를 해결할 PE재질을 이용한 가재모양인 인공미끼를 개발하여 육상수조에서 인공미끼에 대한 문어 행동반응을 조사분석하였다.

셋째, 해상조업에서 유실되는 합성섬유로 된 그물, 줄, 부이, 그리고 납으로 된 추 등으로 인하여 연안 어장오염이 가속화되고 있다. 이는 문어흘림외줄낚시에서 사용하고 있는 납으로 된 봇돌을 환경친화적 재료인 돌, 철, 게르마늄, 세라믹, 무기안료 등으로 제작하고 개량하여 개량봇돌의 물리적 특성을 육상수조시험, 해상기초시험을 시행하여 측정 분석하였다. 그리고 개량식 문어흘림외줄낚시어구는 재래식 문어흘림외줄낚시어업의 현장조사를 기초로 하여 PE재질인 가재모양의 인공미끼, 환경친화적 재료로 제작된 개량봇돌로 구성하였고, 재래식과 개량식 문어흘림외줄낚시어구를 해상어획시험으로 어획성능을 비교 분석하여서 재래식 어구를 해양환경친화적인 개량식 문어흘림외줄낚시어구를 개발하여 강릉시 연안해역 문어흘림외줄낚시 어업종사자에게 보급하였다.

Ⅱ. 재래식 흘림외줄낚시어업

1. 재료 및 방법

1) 어구어법

재래식 흘림외줄낚시어업의 조업모식도는 Fig. Ⅱ-1과 같고, 강원도 고성, 강릉, 삼척 지역과 경남사천 및 일본 북해도를 직접 방문하여 현장 조사한 어구의 봇돌과 낚시의 외형은 Fig. Ⅱ-2와 같다. 어구의 특성으로 강원도의 경우는 대문어(*Octopus dofleini*)를 대상으로 하고 있으며, 어구는 스티로폼 부이(L240×B150×D110mm)와 부이줄 및 낚시 부분으로 구성되어 있다. 조업방법은 Fig. Ⅱ-1과 같이 수심에 따라서 부이줄을 조절하고 해·조류의 흐름에 따라 봇돌의 무게를 100~150gf 정도로 다르게 사용하였고, 봇돌재료는 대부분 납 또는 자갈이었다. 낚싯바늘은 주로 4가닥으로 낚시의 품(gap)중 가장 긴 것이 22~38mm이고, 채(shank)의 길이는 147mm이다. 경남 사천의 경우에는 참문어(*Octopus vulgaris*)를 대상으로 하며, 낚시와 봇돌의 무게는 390gf 정도이고, 낚싯바늘은 2가닥으로 채가 없고 품은 30~40mm이지만 조업 시기와 문어 크기에 따라 다르게 사용하였다. 일본의 경우는 낚시와 봇돌의 무게가 3kgf으로 가장 무거웠으며, 봇돌 부분도 가장 컸다. 낚싯바늘은 4가닥으로 균형을 유지하기 위하여 좌우에 1가닥씩 지지대가 있었으며, 받침대가 있는 것이 특징이다. 이는 2.5kgf 미만의 문어를 채포하지 않는 큰 문어를 대상으로 하는 것과 관련이 있는 것으로 생각된다. 어법상 흘림외줄낚시는 해·조류의 흐름에 의하여 다른 어구가 설치된 곳이나 바위 등이 있는 어장에서 조업을 할 경우, 가끔 낚시를 인양하지 못하여 유실되는 경우가 있는데, 유실된 어구는 Ghost fishing은 발생되지 않으나 철로된 낚시 및 납으로 된 봇돌에 의하여 어장환경을 더럽히거나 유해환경을 조성 할 수 있다.

어구의 구조상 봇돌과 낚싯바늘은 어선원이 직접 제작하여 사용하며, 어선원에 따라 무게, 크기, 모양 등이 규격화 되어있지 않다. 문어의 미끼로는 Fig. Ⅱ-3(a)

과 같이 돼지비계를 직접 구입하여 적당한 크기로 잘라서 냉장보관하고, 조업을 할 때 납 봇돌에 묶어서 사용한다. 특히, 돼지비계를 낚시에 부착할 때 마다 어선원은 돼지의 지방조직에서 나온 기름으로 다소 불편함을 느끼고 있으며, 조업 후에는 반복 사용하기 위하여 소금에 절여서 Fig. Ⅱ-3(b)과 같이 어구함에 보관한다. 봇돌 제작과정은 Fig. Ⅱ-4와 같이, 어선원의 고령화로 인하여 어구제작에 많은 어려움이 예상되며, 제작순서는 대략 다음과 같다. ① 적당한 철사를 구입하고 일정크기로 자른다. ② 철사 한쪽 끝을 연마기로 갈아 낚싯바늘을 만든다. ③ 봇돌에 사용할 납을 적당한 용기에 넣고 가스버너로 녹인다. ④ 쇠로 제작된 틀에 낚싯바늘용 철사를 넣고 녹인 납 물을 붓는다. ⑤ 철사를 구부려 낚시를 완성한다.

이와 같이 가내수작업 과정을 반복하여 제작은 하지만 어선원의 노동력 절감과 표준화된 제품생산으로 경제적인 어구가 보급될 수 있도록 해야 할 것이다. 한편 일본의 경우 Fig. Ⅱ-5와 같이 갈고리 모양의 커다란 낚시와 원통형 플라스틱 부이 통으로 구성되어 있으며, 어법은 강원도와 유사하다.

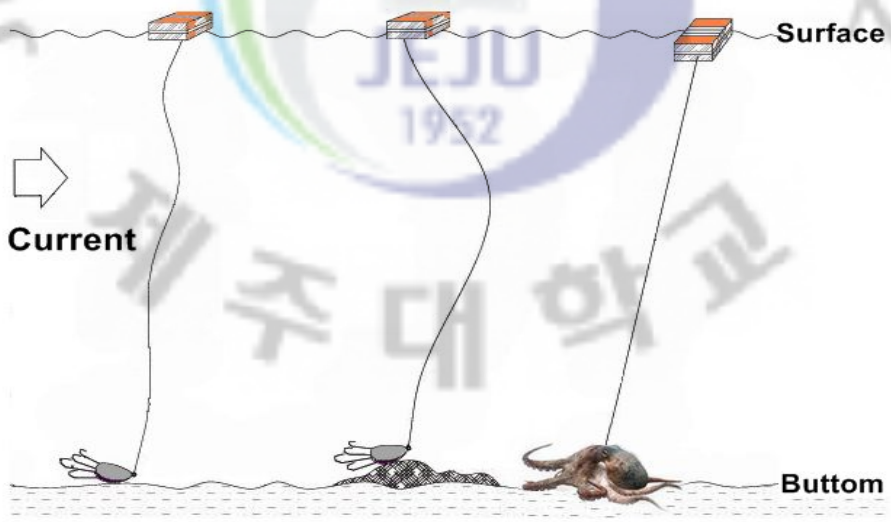


Fig. Ⅱ-1. Fishing method of the octopus drift-single line.

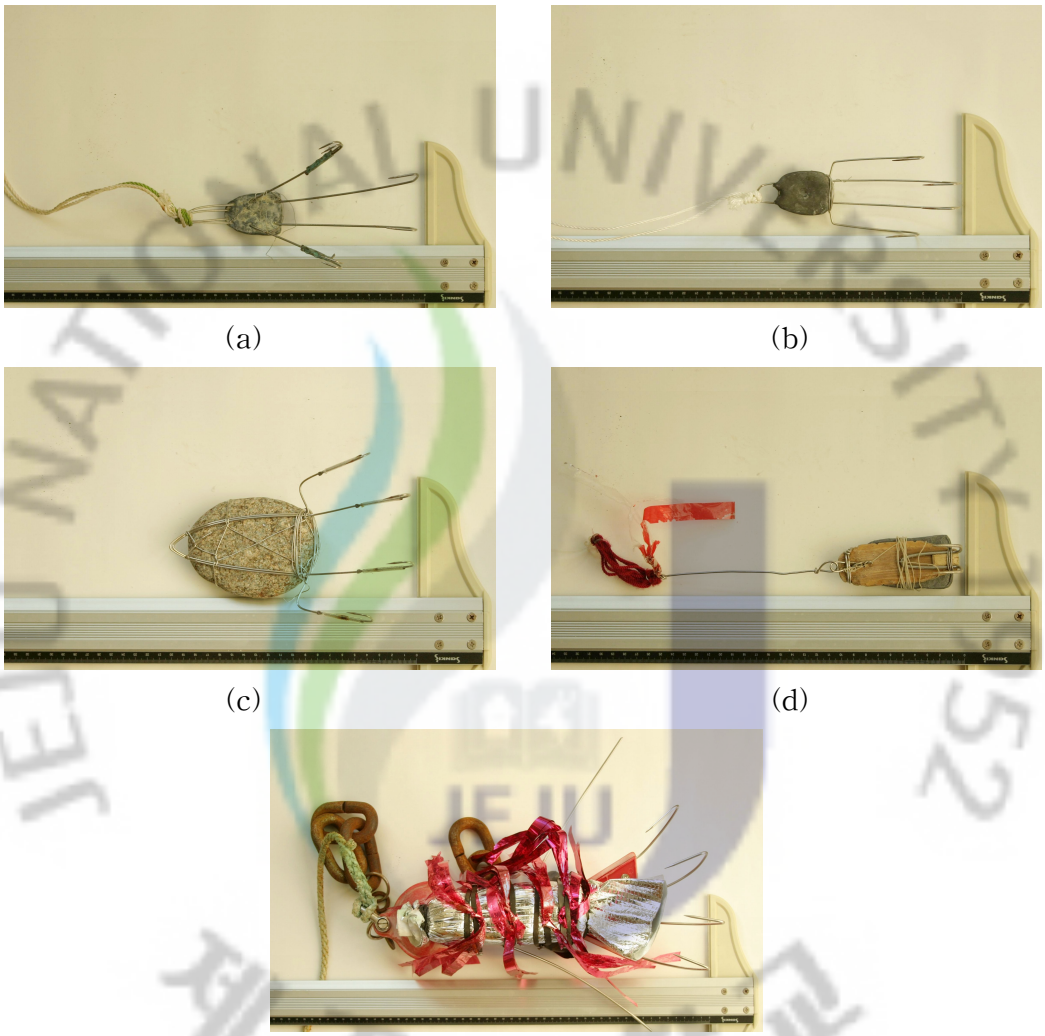


Fig. Ⅱ-2. Regional external form of octopus drift-single line.

(a) Goseong (b) Gangneung (c) Samcheok (d) Sacheon (e) Hokkaidou

(a)

(b)

Fig. Ⅱ-3. Using feature of the current fishing gear.

(a) Lead sinker with pig-fat skin

(b) Fishing gear array on fishing boat

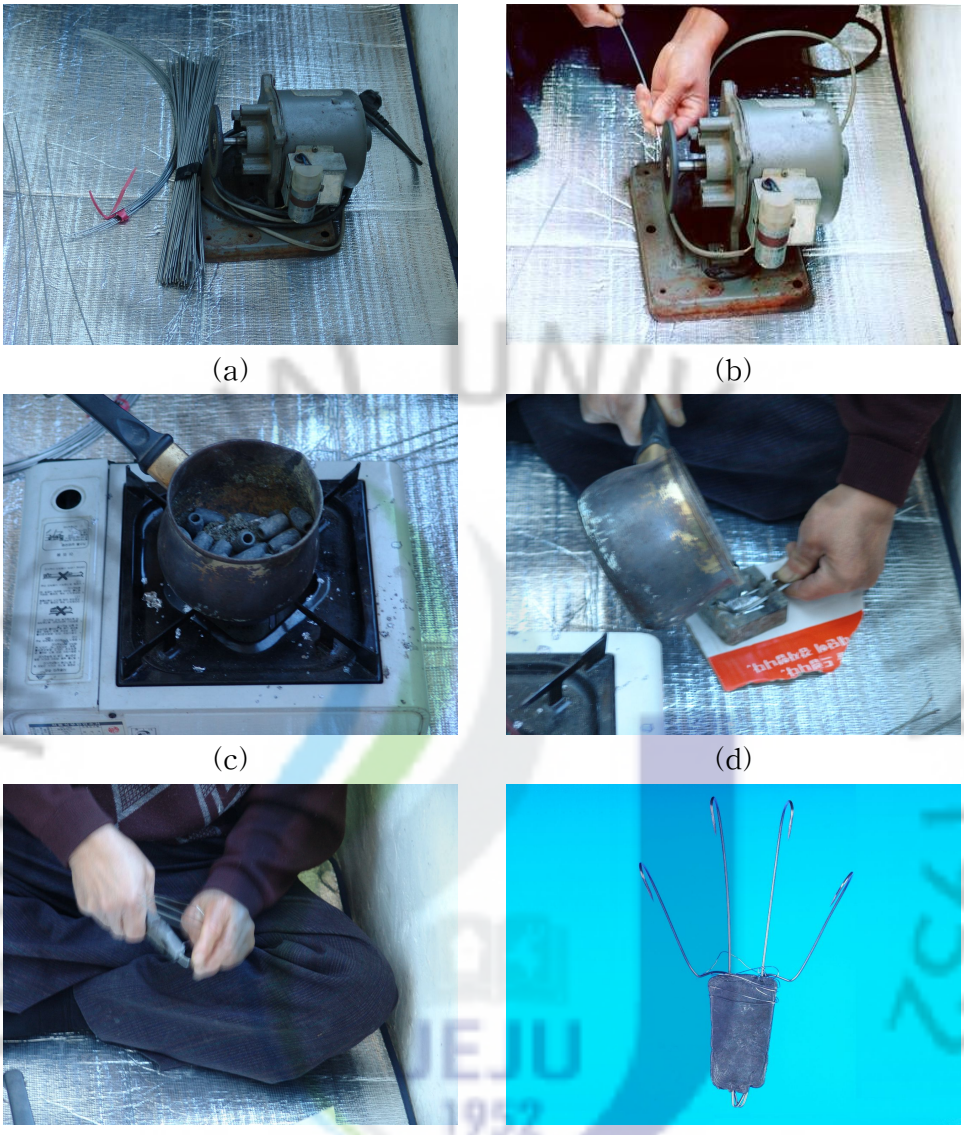


Fig. Ⅱ-4. Fishing gear manufacture with the handiwork of fisher men.

(a) Preparation for the fishhook manufacture

(b) Sharping the end of steel wire by grinder

(c) Melting lead for the sinker

(d) Pouring melted lead into the mold

(e) Making shape of fishhook

(f) Completed octopus fishhook

(a)

(b)

Fig. Ⅱ-5. Octopus drift-single line of Japan.

(a) drift-single line gear and the buoy

(b) drift-single line gear

해역별에 따른 흘림외줄낚시어구의 특징은 Table Ⅱ-1에 나타낸 바와 같이, 고성군의 흘림외줄낚시용 어선은 대략 1~2톤이고, 어선척수는 약 380척이다. 척당 1회 투승개수는 약 50~70개이며, 봇돌의 무게는 어기에 따라 250~300gf 또는 450~500gf을 사용하며, 조업수심은 50m이내와 60~80m이다. 그리고 강릉시의 경우 사용선박은 대략 0.5~3톤이며, 어선척수는 약 180척이다. 척당 1회 투승개수는 약 30~50개이고, 봇돌의 무게는 어기에 따라 150~200gf 또는 250~300gf을 사용하며, 조업수심은 30m이내와 70m전후이다. 고성군과 강릉시의 1일 조업시 유실되는 어구수는 척당 2~3개이지만, 많은 경우에는 수십 개까지 발생한다. 동해시는 다른 해역과 달리 봇돌의 재료로 자갈을 사용하며, 미끼는 저인망 등에서 어획된 소형어류미끼를 사용하고 있다. 흘림외줄낚시용 어선은 5톤 미만이며, 어선척수는 약 142척이다. 척당 1회 투승개수는 약 30~40개이고, 봇돌의 무게는 어기에 따라 300~400gf 또는 400~600gf을 사용하며, 조업수심은 20~30m, 40~60m, 60~90m이다. 삼척시도 자갈 봇돌을 사용하고 있으며, 사용어선은 대략 2~3톤으로 어선척수는 약 160척이다. 조업수심은 60~80m로 척당 1회 투승개수는 약 25~30개로 적은 편이지만, 봇돌의 무게는 500~550gf으로 다른 해역보다 대체적으로 무겁다. 해역별에 따라 낚시모양은 어선원에 따라 달랐고, 1일 조업시 유실되는 어구수는 동해시의 경우 보통 척당 3~6개, 삼척시는 보통 2~3개이며 많은 경우에는 수십 개까지 발생된다. 또한 사용된 미끼로는 고성군, 강릉시, 삼척시에서는 돼지비계를 사용하였다.

경상남도 사천시는 흘림외줄낚시용 어선이 대략 1~2톤이고, 척수는 약 80척이며, 척당 1회 사용어구수가 2개이다. 오늘날 강원도 해역에서 조업하는 방법이 아니고 옛날 어법으로서, 문어가 있을 것으로 추정되는 곳에 어선 양쪽에 1개씩의 낚시를 내려 조업하는 흘림외줄낚시이다. 어획되는 문어는 주로 참문어고, 문어의 크기를 고려하여 낚싯바늘의 높이를 조절한다. 봇돌은 납추를 제작하여 부착하는데 무게가 약 390gf으로 봇돌의 모양은 일본의 유어낚시용과 비슷하다. 미끼는 장어와 게를 사용하며, 장어의 경우 흰색부분이 잘 보이도록 봇돌에 묶어서 사용하고 주로 이용하는 수심은 약 10~20m이다. 1일 유실되는 어구수는 거의 없는데, 조업중에 바위틈에 걸릴 경우는 문제없이 빼낼 수 있는 도구를 준비하고 있으나 그물에 걸리면 유실될 확률이 높다. 조업시기는 음력 6~9월이며, 보통

반일 조업하는 강원도와 달리 하루 종일 조업을 하는데, 조수 간만차를 이용하여 1~5몰에 조업한다.

일본의 북해도 흘림외줄낚시의 경우 어법으로는 강원도와 거의 유사하였고, Fig. Ⅱ-5(a)와 같이 어구는 PE재질의 몸체부분에 연결된 갈고리 모양의 커다란 낚시와 유인미끼로 PP재질의 분홍색 필름, PET병을 둘러싼 길이 300mm 정도의 반사단열재(Reflective insulation)를 묶어서 분홍색 또는 황색의 원통형 밀폐식 플라스틱 부이를 사용하였다. 일본의 경우 척당 1회 사용 어구수는 18개이고 Fig. Ⅱ-5(b)와 같이 낚시의 무게가 3kgf으로 무거우며 봇돌 부분이 가장 크다. 낚싯바늘을 4가닥으로 균형을 유지하기 위하여 좌우에 1가닥씩 지지대가 있으며, 품은 77mm이고 채의 길이는 101mm이며 300mm의 받침대가 있는 것이 특징이다.

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952
JEJU 1952
제주대학교

Table Ⅱ-1. Regional situation on octopus angling gear

Items	Vessel number	Shooting number per operation	Lost number per operation	Sinker weight (gf)	Sinker materials	Fish-hook(mm)		Bait
						Gap	Shank	
Goseong	380	50-70	2-3	250-300 450-500	lead	26	147	pig-fat skin
Gangneung	180	30-50	2-3	150-200 250-300	lead	38	93	pig-fat skin
Donghae	142	30-40	3-6	300-400 400-600	stone, lead	29	137	fish
Samcheok	160	25-30	2-3	500-550	stone, lead	22	107	pig-fat skin
Gyeongnam Sacheon	80	2	0.2	390	lead	30-40	0	eel, crab
Japan Hokkaidou	-	18	-	3,000	lead and plastic	77	101	luring bait

각 해역별 연간 어구사용량에 따른 어구유실은 Table Ⅱ-1 자료와 앞에서 언급한 해역별 외줄낚시 어구의 특징을 참조하여 다음과 같이 추정 하였다. 대략 조업일수는 '연안 통발 및 문어연승어업 분쟁조정연구조사, 2003년'의 내용을 참조하여 조업일수를 260일로 하였다. 따라서 고성군의 경우 척당 1일 조업시 유실된 어구수를 2개로 추정하면, 연간 유실어구수는 260×2=520개이다. 그러나 투승어구수를 50～70개로 고려하면 척당 연간 사용 어구수는 약 600개이다. 강릉시의 경우 유실어구수를 1.5개로 추정하면 260×1.5=390개 이지만 투승어구수를 30～50개로 고려하면 척당 연간 사용 어구수는 약 400개이다. 또한 동해시의 경우 유실어구수를 3개로 가정하면 유실어구수는 260×3=780개이고 투승어구수를 30～40개로 고려하면 척당 연간 사용 어구수는 약 800개이다. 삼척시의 경우 유실어구수를 2개로 가정하면 유실어구수는 260×2=520개이고 투승어구수를 25～30개로 고려하면 척당 연간 사용 어구수는 약 550개이다.

따라서, 문어흘림외줄낚시의 유실되는 양을 추정해보면 사용어구수를 평균하여 34개를 1조로 할 경우 1척당 약 0.8개 유실되는데, 흘림외줄낚시 100척에 대한 연간 유실되는 어구량을 Table Ⅱ-1로부터 연간 평균조업가동률 72.8%를 활용하면 0.8×100척×265.72일로 약 21,258개 유실되는 것으로 추정할 수 있으며, 21,258개×200gf(평균 납 봇돌 중량)에서 유실되는 납 약 4.3톤이 해저 환경을 오염시키고 있다.

2) 어장환경

(1) 어장정보

강릉 연안해역에서 행하여지고 있는 흘림외줄낚시의 어장 수온과 염분자료는 2003년 국립수산과학원 동해수산연구소의 실시간어장정보시스템(KECFFS: Korea East Coast Farming Forecast System)으로부터 수심 27~29m의 것을 활용하였으며, 수온은 1일 중 최고치와 최소치이고 염분은 평균치이다.

(2) 재래식 어구가 해양환경에 미치는 영향

납은 자연 중에 존재하는 기본적 원소이지만 화합물로부터 분해되어 환경에 노출되었을 때 그 독성이 없어지지 않으며 체내에 축적되어 오랜 시간이 지난 후 그 독성이 나타나므로 발병하였을 때에는 치명적인 것으로 알려져 있다 (Michael, 2006). 특히 다른 물질로 변형되어 우리 주변의 생활환경에서 어업에서 납의 사용량이 증가하지만, 해양환경에서 납의 유실로 인한 오염에 대한 경각심은 매우 낮다. 특히 우리나라 일반 정상인의 평균 혈중 납량은 4.4±1.5㎍/dℓ로 알려져 있다(윤 등, 2003). 그리고 환경운동연합(최, 1999)에서는 '바다의 납 오염'에 대하여 폐그물의 예를 들면서, 동해안의 연근해 길이 약 350km에 1천만 개의 납추가 있을 것이라고 추정하였고 이에 대한 정부차원의 적극적인 대처를 요구하고 있다. 따라서 해양환경에 미치는 강원도의 어업별 납 사용량을 추정하면 어구의 특성에 따라 납 사용량을 어구 부위별로 세분화하고 여유분을 포함하여 산출하였다. 업종별 어구량은 2006년도 강원도 환동해출장소의 연근해허가관련 자료를 근거로 하였으며 어업별 납사용량은 정치망의 경우 619.38톤, 정치성 구획어업 283.86톤, 연근해자망 690.0톤, 소형선망 7.15톤, 연안선인망 2.67톤, 기타 29.45톤으로 총 1,632.51톤이다. 그러나 이 수치는 어구의 유실량을 고려하지 않았고, 그 외 일시적으로 납을 사용하는 어구는 제외하였다. 만약 어구유실을 고려한 연간 납사용량의 경우 문어흘림외줄낚시의 경우는 다음과 같이 추정할 수 있을 것이다.

조업일수는 먼저 어구어법상 기상조건과 해상조건에 따라 제약이 많은 관계로 강원도의 기상특보 등을 고려한 '연안 통발 및 문어연승어업 분쟁조정연구조사, 2003년'의 자료를 참조하여 260일로 하였고, Table Ⅱ-1에서 '해역별 어구사용량'

을 추정하면 고성군 해역의 연간 어구사용량은 83.7톤, 강릉시의 연간 어구사용량은 20.2톤, 동해시의 연간 어구사용량은 51.7톤, 삼척시의 연간 사용어구량은 45.3톤이다. 따라서 강원도 문어흘림외줄낚시 어업의 연간 납 사용량은 약 200.9톤 정도이다.

(3) 재래식 미끼가 해양환경에 미치는 영향

문어흘림외줄낚시어구의 미끼로 사용되는 돼지비계를 인공미끼로 전환하기 위하여 돼지비계, 인공미끼 속에 넣을 살오징어 및 어묵이 수질에 어느 정도 영향을 미치는지 알기 위하여 수행하였으며, 수질조사는 2004년 11월 9일부터 12월 23일까지 강원도립대학 환경시스템과에서 실시하였다. 실험분석에 사용된 미끼는 돼지비계, 오징어, 어묵 3종류로 실시하였고, 수조(L350×W285×D335mm, 33.4ℓ)에 해수 10ℓ를 넣고 일정한 시간경과 후 채수하였으며, 수질변화 조사를 하였다(Fig. Ⅱ-6).

돼지비계미끼는 현지 어민이 사용하는 비슷한 크기이며, 무게는 약 50gf이다. 인공미끼에 넣는 양은 살오징어와 어묵을 각각 약 10gf으로 하였다. 미끼가 해수에 침지되는 시간은 실제 조업시간을 고려하여 1일에 한번 약 4시간으로 하였고, 조업현장에서 사용한 돼지비계 미끼는 소금에 절이고 나서 다시 어구함에 보관한다. 이러한 점을 고려하여 침지된 돼지비계 미끼는 다음날 침지하기 전까지 어선원과 동일한 방법으로 굵은 소금으로 절인 후 서늘한 곳에 보관하였다. 돼지비계미끼에 대한 수질조사는 사용된 해수를 교환하지 않고 침지시간 4, 8, 12, 16, 20시간 후에 채수하여 행하였다. 한편 오징어와 어묵에 대한 수질조사는 기기의 측정값을 고려하여 살오징어와 어묵을 각각 5개의 인공미끼에 넣고 수조에 4시간 경과한 후 채수하여 행하였다.

이 실험의 분석 항목은 해양환경수질의 일반 검사항목인 수온, 염분, pH, DO, COD, T-N, T-P, NH_3, NO_2, NO_3의 10가지였으며, 수질 분석은 환경부의 수질오염공정시험법, 농림부의 해양환경공정시험법, 미국의 Standard Methods에 준하여 시료 채취 후 실험실에서 분석하였고, 각 항목별 분석방법 및 주요 사용기기는 다음과 같다. ① 수온(W.T)은 수질측정기(YSI 85)로 현장에서 측정하고 단위는 섭씨(℃)로 소수점 1자리까지 나타내었다. ② 용존산소(DO)는 수질측정기

(YSI 85)로 측정하고 단위는 mg/ℓ로 소수점 2자리까지 나타내었다. ③ 염분(Sal.)은 수질측정기(YSI 85)로 측정하고 소수점 1자리까지 나타내었다. ④ 수소이온농도(pH)는 수질측정기(Cyberscan 200)로 측정하고 소수점 2자리까지 나타내었다. ⑤ 화학적 산소요구량(COD)은 항온수조(J-BSCD)에서 알칼리성과 망간산칼륨법으로 분석하였으며 단위는 mg/g으로 소수점 2자리까지 나타내었다. ⑥ 총질소(T-N)는 흡광광도계(SPECTRONIC 20D+)를 이용하여 암모니아질소(NH_4-N), 아질산질소(NO_2-N) 및 질산질소(NO_3-N)의 합으로 나타내었으며 단위는 mg/g로 소수점 3자리까지 나타내었다.

- 암모니아질소(NH_4-N): Indophenol법의 의한 흡광정량(mg/g)
- 아질산질소(NO_2-N): Sulfanilamide-NED법에 의한 흡광정량(mg/g)
- 질산질소(NO_3-N): Cu-Cd 환원법에 의한 흡광정량(mg/g)

⑦ 총 인(T-P)은 흡광광도계(SPECTRONIC 20D+)를 이용하여 Ascorbic acid를 사용한 몰리브덴법으로 분석하였으며(PO_4-P를 말한다) 단위는 mg/g으로 소수점 3자리까지 나타내었다.

(a)

(b)

(c)

Fig. Ⅱ-6. Pig-fat skin and boiled fish paste using the artificial bait.

(a) Pig-fat skin a quality of water change investigation

(b) **Quality of water change investigation by accumulated pig-fat skin**

(c) **Built-in boiled fish paste is quality of water change to artificial bait**

3) 어획량

흘림외줄낚시 조업의 조사해역은 강릉 연안해역이고 주 어기가 3~8월인 관계로 조사기간은 2003년 3월부터 8월까지의 기간 중 총 17일간 조사하였다. 1회 조업시 사용되는 어구 수는 30~50개 였다. 현장조사는 보통 오전 4~6시경에 출항하여 10~11시경에 입항하는 민간어선(0.63~3.23톤)에 승선하여 행하였으며 조업지점은 Fig. Ⅱ-7에 나타낸 바와 같다.

조업은 주로 수심 30m 내외의 해역에서 행하였으며 무게가 100~180gf 정도인 봇돌 30~50개를 해·조류방향에 대하여 가로지르면서 일정한 간격으로 투승해 놓고, 육안으로 감시하였다. 어구가 해·조류를 따라 흘러가지 않고 제자리에 멈추어 있는 것을 발견하면 문어가 낚시에 걸린 것으로 판단하여, 낚싯줄을 선상으로 천천히 당겨 올린 후 조획된 문어를 떼어내고 다시 투승하여 반복 조업하였다. 조업 과정 중에 수심은 어군탐지기(Furuno, FCV-581), 위치는 GPS(Samyoung, SGV-1000), 문어의 체중은 디지털저울(Kern, CH15K20) 또는 용수철저울(경인산업, 0~1kg/2~5kg)을 사용하여 측정하였다. 어획수심은 양승시의 양승시작수심과 양승완료수심을 평균하여 나타내었으며 조업시간은 제일 먼저 낚시를 투승한 시각에서 마지막 낚시를 양승한 시각까지이다.

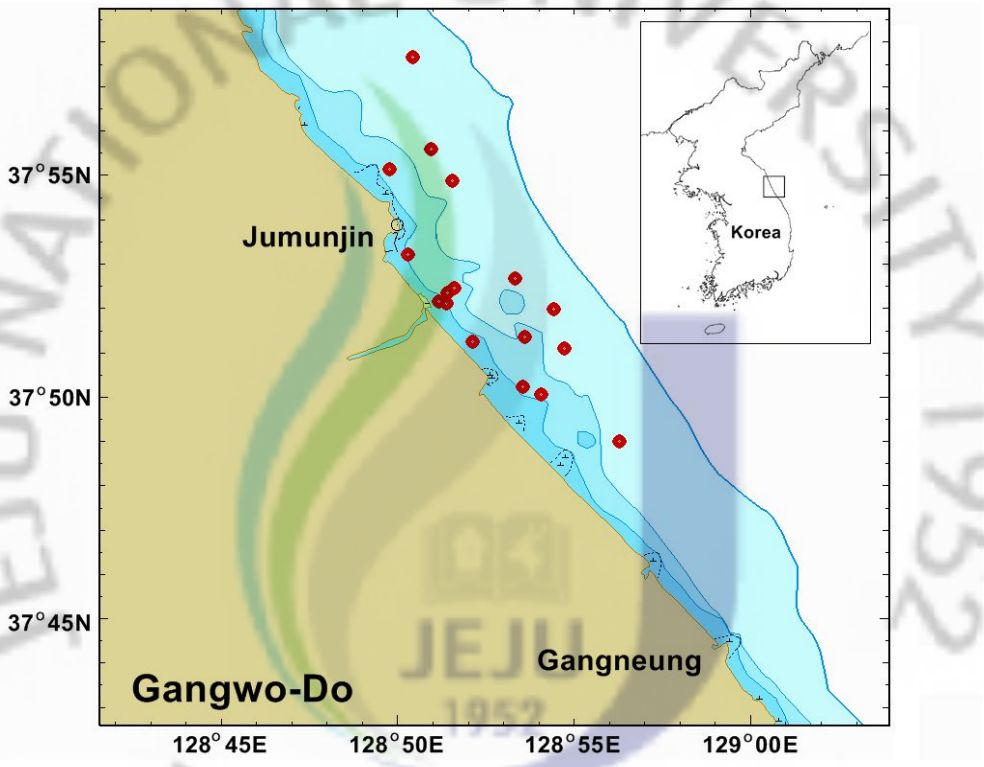


Fig. Ⅱ-7. Fishing positions of octopus drift-single line boat.
(●: Fishing position)

2. 결과

1) 어구

흘림외줄낚시용 어선은 대부분 수 톤 이하의 소형어선으로 1인 조업을 한다. 어선의 척수는 강원도의 경우 해역에 따라 약 142~380척이 있으며, 경남 사천에는 약 80척이 조업하고 있다(Table Ⅱ-1). 척당 사용 어구 수는 강원도의 경우 약 25~70개이고 경남사천은 2개, 일본 북해도에서는 18개이다. 조업일수는 강원도 지방기상청 자료를 활용하여 연간 180일로 추정하였고 해·조류의 흐름이 거의 없거나 강우로 인한 투명도가 낮은 경우에는 대부분 조업하지 않았다. 강원도 해역의 연간 유실어구 수는 보통 조업 당 2~5개 정도이므로 약 360~900개가 된다. 경남 사천의 연간 유실어구 수는 약 36개로 강원도 해역보다 훨씬 적었다. 이것은 조업방법과 해저지형, 투승 어구 수, 봇돌의 모양에 따른 영향인 것으로 생각된다. 미끼는 강원도의 경우 대부분 돼지비계이며, 마름모형(L80×W40×D20mm)으로 잘라서 납 봇돌 위에 철사로 묶어서 사용하고, 사용한 후에는 염장처리 하여 보관한다. 경남 사천의 경우 붕장어, 게 등의 어패류 미끼를, 일본의 경우 페트병에 폴로늄 반사 단열재를 덮는 속임 인공미끼를 사용하고 있다. 부이의 재질은 우리나라에서는 스티로폼에 참나무껍질 또는 타포린 천을 감싸서 사용하고, 일본의 경우는 밀폐식 플라스틱 물통을 사용하고 있다.

따라서 강원도 해역의 경우 봇돌의 주재료인 납으로 어구를 직접 제조하고 사용하는데, 이를 개량식 흘림외줄낚시어구의 납 봇돌은 친환경 재료로 대체하고 돼지비계 미끼부분은 속임 인공미끼로 대체하고자 한다.

2) 어장환경

(1) 어장정보

흘림외줄낚시 조업어장인 강릉 연안해역의 저층(27~29m) 일일 수온변화는 Fig. Ⅱ-8과 같다. 2003년도 1~3월의 1일 저층수온범위는 3.8~8.2℃로 대체적으로 낮고 일교차가 거의 없었다. 그러나 4, 6월의 경우 3.2~12.4℃이었으며, 일교차는 최대 8℃로 다소 차이가 있었고, 7~9월의 수온범위는 5.0~24.3℃로 점차 높아지며 일교차도 커졌지만, 문어의 서식수온이 4~23℃인 경우를 고려하면 큰 영향은 없지만, 7~9월의 수온범위는 문어의 산란수온인 봄~여름의 5~15℃ 경우보다는 다소 높게 나타났다.

한편, 강릉 연안해역 저층에서 조사한 1~9월의 염분 변화는 Fig. Ⅱ-9와 같다. 염분은 1~6월에 33.2~33.8‰로 대체로 안정적이지만, 7~9월에서는 33.3~35.3‰로 6월 이전보다 고염이고 염분차도 많았다(An and Park, 2003). 문어는 20‰보다 높은 염분을 요구하는 것으로 알려져 있고(Newman, 1963) 염분은 문어의 치어 생존에 영향을 미친다고 알려져 있다. Hartwick 등(1984)은 19~27‰의 염분범위에서 염분과 문어자원이 상관관계가 있고, 17‰ 이하에서 문어가 사망하게 되는 것으로 보고하고 있다(Hartwick, 1983). 그러나 본 연구에서는 염분이 33.2~35.3‰ 으로 나타나 문어의 서식에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

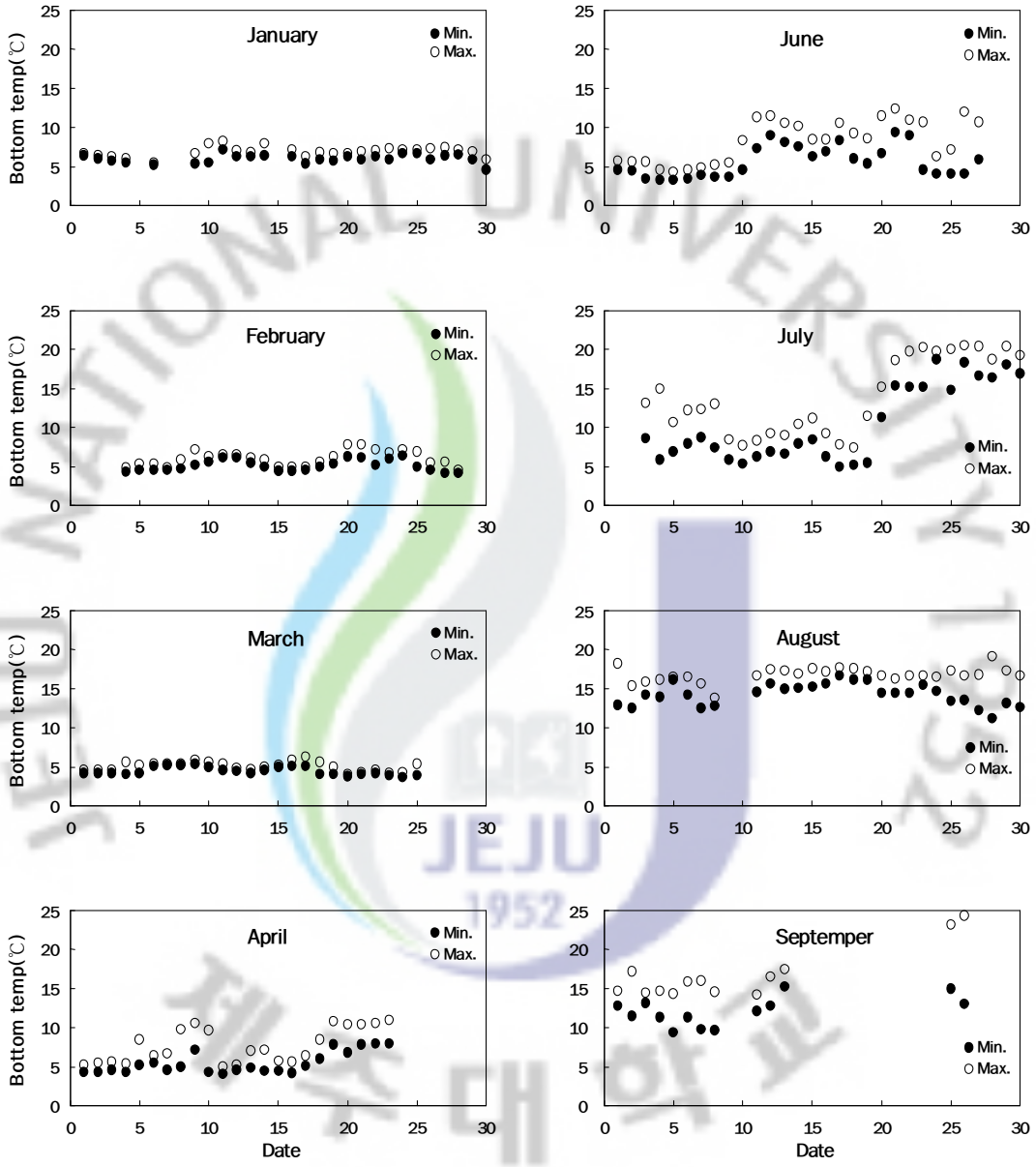


Fig. Ⅱ-8. Monthly/daily variation of bottom water temperature in the sea off Gangneung.

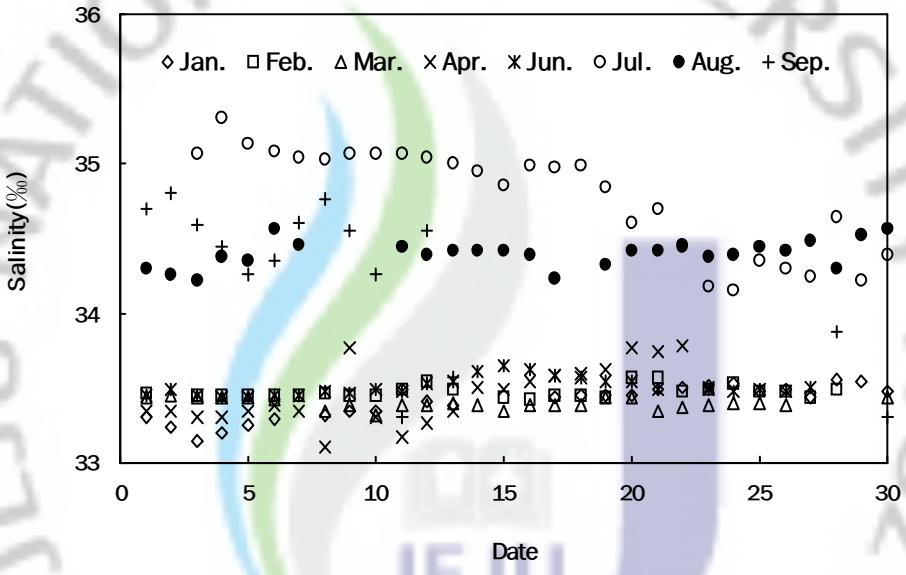


Fig. Ⅱ-9. Monthly variation of bottom water salinity in the sea off Gangneung.

(2) 재래식 어구가 해양환경에 미치는 영향

일본 오끼나와 미군기지의 환경영향조사 결과에서는 약 49톤의 납이 연안해역에 축적되고 있을 것으로 예상하고, 미군기지해역에 서식하는 톳(갈조류)의 납 농도를 분석하였다. 그 결과 톳의 납 함유량은 식품위생상의 관점에서는 영향을 주지 않지만, 2002년부터 톳 채취를 금지시키고 있다(http://www.takagifund.org). 그리고 포르투갈에서 문어의 납 농도를 조사한 결과, 문어 외투막에서 납 농도는 유럽위원회에서 제시한 1mg/kgf(젖은 무게)보다 낮았고, FAO에서 제시한 2.5~3.0mg/kgf(건조무게)보다는 높았다(Seixas et al., 2002). 또한 영국에서의 연구결과는 조개류에서 0.27mg/kgf(젖은 무게), 바다 어류에서 평균 납의 농도가 0.01mg/kgf(젖은 무게)인 것으로 나타났다(Maff, 1988). Jacks et al.(2001)는 스웨덴 강에서 유실된 납 발돌로 부터 방출되는 연구를 보고하였는데, 유속이 빠른 곳에 있던 납 발돌은 일정한 시간이 지나면 상당한 무게 차이를 나타내었고, 경우에 따라 반 염분지역인 강 하구에서 발견된 발돌은 상당히 줄어 있다고 한다. 일반적으로 pH가 중성인 개울이나 호수에서 납산화 제품은 불용성이지만 모래가 있는 개울에 침전되었을 때는 납이 부식되고 물속에 미량의 납성분이 방출되며, 산성인 물에는 납이 쉽게 용해된다고 한다(Michael, 2006). 특히 캐나다에서는 어획용 납추가 매년 자연환경에 약 500톤가량이 유실되었거나 침적되고 있다고 한다(Scheuhammer et al., 2003).

이와 같이 납이 퇴적물에 쌓이게 되고 생태계의 먹이 사슬로 생물에 축적되어 결국 인간의 몸에 축적될 수 있다(Barwick and Maher, 2003). 현재까지 문어낚시어선원은 어구를 직접 제작하는데, 발돌 제작시 납 화합물이 인체에 들어가면 중독 증세를 일으킬 수 있다. 또한 문어흘림외줄낚시 조업중 유실되는 납을 추정해 보면 연간 약 4.3톤가량이 해저 환경을 오염시키고 있고, 납이 있는 곳에는 해조류가 엽록소 형성을 못하여 서식하기 어렵다고 알려져 있어 납을 어구구성 재료로 납사용하는 것을 개선할 필요가 있다.

(3) 재래식 미끼가 해양환경에 미치는 영향

해양환경수질의 기본항목에 있어서 Fig. Ⅱ-6과 같이 실험하는 동안 먹이종류별 침지시간은 4시간으로 하였고, 수온은 3.0~7.0℃ 범위로 나타나 계절적 영향 때문에 낮게 조사되었다. 용존산소(DO)는 실험 전 7.19~8.93mg/L, 실험 후 5.22~8.77mg/L로 나타나 낮은 온도의 영향으로 높게 나타났고, 염분은 실험 전 30.5~32.6‰, 실험 후 32.0~32.8‰ 으로 나타났으며, 수소이온 농도(pH)는 실험 전 7.27~8.01, 실험 후 7.55~7.77로 나타나 큰 변화가 없었다. Fig. Ⅱ-10에 나타낸 바와 같이 문어먹이단위별 화학적 산소요구량(COD)의 경우 돼지비계는 0.10mg/g, 어묵은 0.18mg/g, 오징어는 0.57mg/g로 나타났는데, COD 농도는 오징어, 어묵, 돼지비계 순으로 오징어가 높고 돼지비계가 낮게 나타났다. 이는 해수중에서 먹이의 분해 속도가 염장된 돼지비계보다 오징어나 어묵이 빠르게 진행되어 발생한 것으로 생각된다. 또한 총질소(T-N)의 경우, 돼지비계는 0.006mg/g, 어묵은 0.005mg/g, 오징어는 0.002mg/g로 평이하게 나타났다. 그러나 총질소는 COD의 경우와 달리 돼지비계, 어묵, 오징어 순으로 돼지비계가 높게 나타났으며, 총인(T-P)은 돼지비계는 0.006mg/g, 어묵은 0.012mg/g, 오징어는 0.02mg/g로 오징어, 어묵, 돼지비계 순으로 COD의 경우와 같이 돼지비계가 낮게 나타났다.

일반적으로 수산물은 사후 효소의 작용에 의한 자가 소화가 빨리 일어나며 미생물의 작용에 의한 부패 또한 육상동물에 비하여 변질되기 쉬운 것으로 알려져 있다. 따라서 Fig. Ⅱ-11에서 돼지비계만을 침지시간에 따른 COD, T-N, T-P 농도 변화를 조사한 결과, COD의 농도는 0.12~0.24mg/g 으로 침지시간 12시간에서 가장 높게 나타났고, 이후 일정한 경향이 없는데, 이는 매 침지시간마다 소량의 해수에 염장된 돼지비계만을 사용하였기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 T-N과 T-P의 경우는 상대적으로 낮았으며 거의 일정한 경향을 나타내었다.

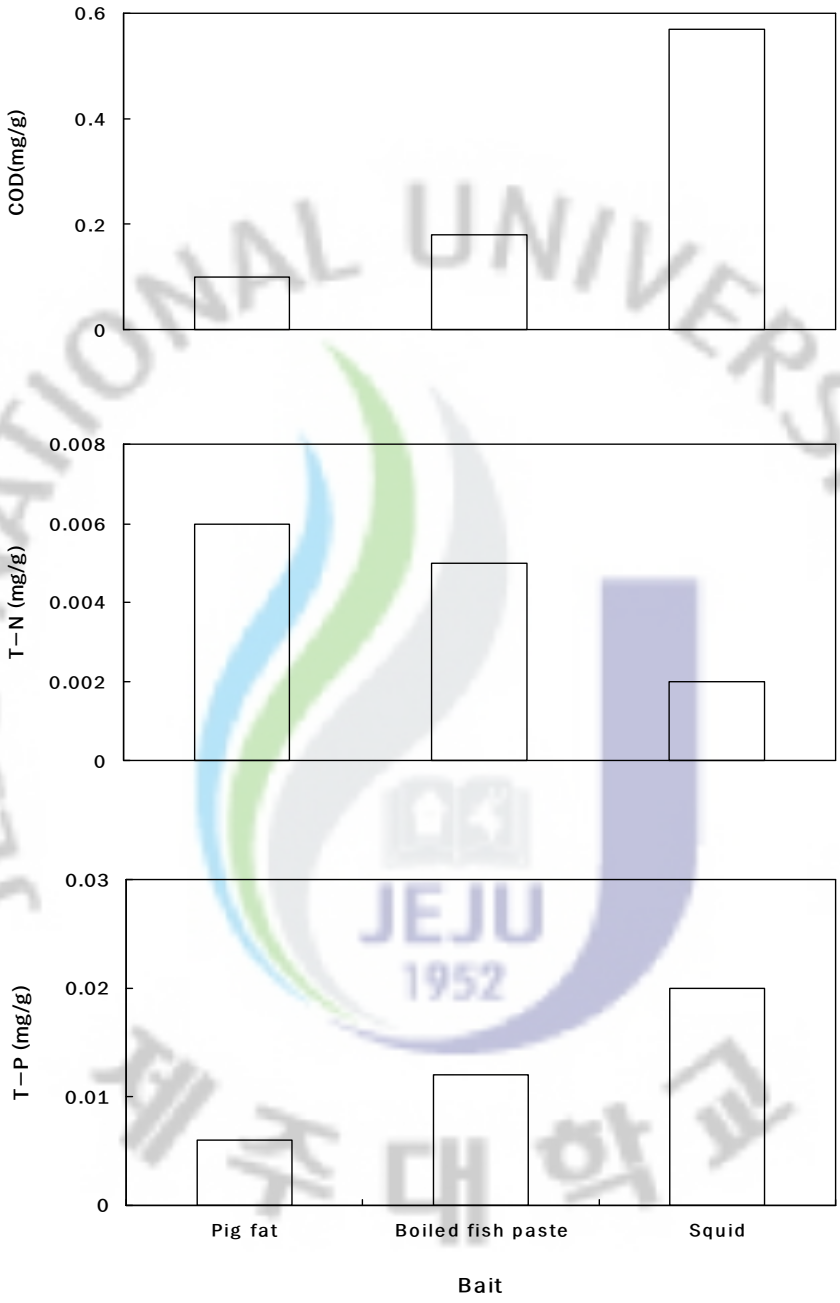


Fig. Ⅱ-10. Comparison of water quality by three different baits inserted to artificial.

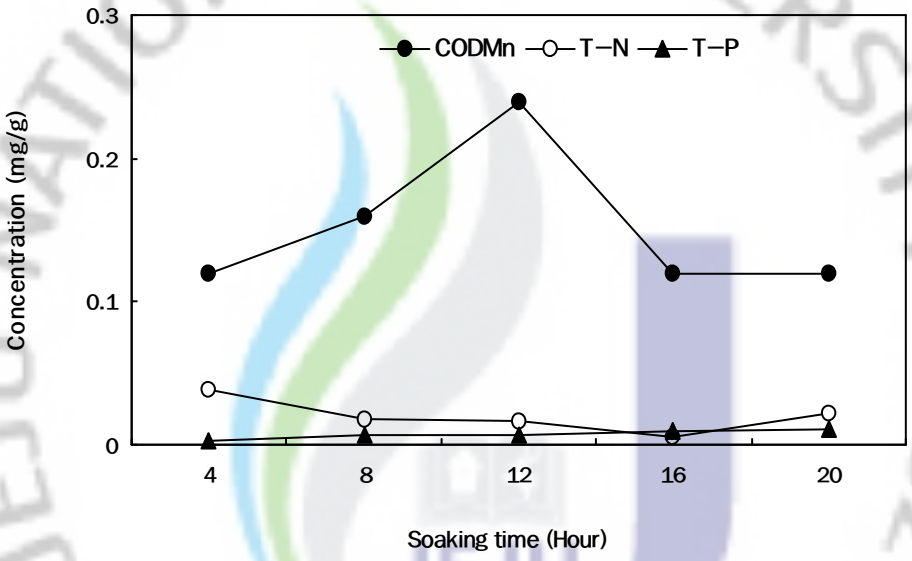


Fig. Ⅱ-11. The concentration of total-phosphor(T-P), total-nitrogen(T-N), chemical oxygen demand(COD) to pig-fat skin by soaking time.

3) 어획량

(1) 월별 어획량

흘림외줄낚시에 의한 월별 어획량을 Table Ⅱ-2에 나타내었다. 2003년 3~8월까지 매월 2~5회 시험조업한 결과, 체중 0.18~5.0kgf의 문어 5~41마리를 어획하여 총 17회 조업에서 103마리를 어획하였다. 월별 총 어획마리수는 3월 5마리, 4월 6마리였으며 이중 1kgf 미만의 문어는 3월에 4마리(80%), 4월에 3마리(50%)로 주로 2년생 미만의 소형 문어가 어획되었다(Hartwick, 1983; Choe et al., 2000). 그리고 5~7월의 매월 2~5회 조업에서 어획된 문어의 개체수는 21~41마리로서 다른 월에 비해 어획마리수가 상대적으로 많았으나 1kgf 이상의 개체수는 2~10마리(9.5~26.9%)였고, 8월에는 3회 조업에서 어획된 1kgf이상의 개체수는 총 4마리 중 1마리(25.0%)였다. 조업당 평균 어획마리는 3월, 4월 및 8월에 모두 3마리 이하였고, 5~7월에는 8~11마리로 상대적으로 많았다. 또한 낚시 1개당 어획된 문어 체중은 3월, 4월 및 8월이 41.2~52.4gf이고, 5~7월이 113.7~229.7gf 으로 비교적 높았다.

이상의 본 조사기간 동안 어획된 문어의 개체수는 총 103마리였으며, 이중 1kgf 미만의 개체수는 79마리로 소형 문어(76.7%)가 대부분이었고, 5~7월의 문어어획량은 다른 월보다 비교적 많았다. 이와 같은 현상은 통발의 경우에서도 비슷한 경향을 나타내었는데(An and Park, 2005), 6~7월에 어획량이 높았으며, 어획된 문어 중 1kgf미만의 소형 문어가 75.9%였다.

Table Ⅱ-2. Monthly variations in CPUE of the octopus drift line fishery in the coastal waters of Gangneung from March to August, 2003

Month	Catch number (Number of operation)	Body weight (kgf)	Total weight (gf)	Number of average drift line used	CPUE	
					(Num./oper.)	(gf/drift line)
March	5(2)	0.34-1.6	3,590	35.5	2.5	50.6
April	6(2)	0.25-1.3	4,300	41.0	3.0	52.4
May	26(3)	0.30-5.0	25,960	37.7	8.7	229.7
June	21(2)	0.24-1.2	10,570	46.5	10.5	113.7
July	41(5)	0.18-3.0	34,700	30.4	8.2	228.3
August	4(3)	0.34-1.1	2,840	23.0	1.3	41.2
Total	103(17)		81,960			

(2) 수심별 어획량

수심에 따른 문어어획량은 낚시에 대한 문어의 무게(g/drift line)로 Fig. Ⅱ-12에 나타내었다. 문어가 어획된 수심은 16.0～55.0m 이었으며, 수심 20m 전후에서 어획된 문어의 비율은 47.1%였고, 수심 30m 전후에서는 17.7%가 어획되었다. 그러나 수심 30m 이상의 해역에서는 전혀 어획되지 않는 경우도 있었다. 수심과 문어어획량(g/drift line)은 대체로 수심이 깊을수록 어획량이 낮은 경향을 나타내었다.

한편 수심에 따른 문어의 어획마리수를 Fig. Ⅱ-13에 나타낸 바와 같이, 수심 20～30m에서 어획된 개체수는 9.2마리로 가장 많이 어획되었고, 수심 50～60m에서는 평균 2마리가 어획되었는데, 이들 간에는 유의성이 나타났다($P<0.05$). 다음으로는 수심 30～40m에서 평균 7.2마리가 어획되었다.

따라서 흘림외줄낚시어업은 수심 40m 이내의 해역에서 조업하는 것이 보다 효율적이라고 생각된다. 그러나 통발의 경우는 수심 40m 이상의 해역에서 어획량이 높게 나타나(An and Park, 2005), 향후 문어를 대상으로 하는 통발어업과 흘림외줄낚시어업의 조업구역 설정에 참고가 될 것으로 생각된다.

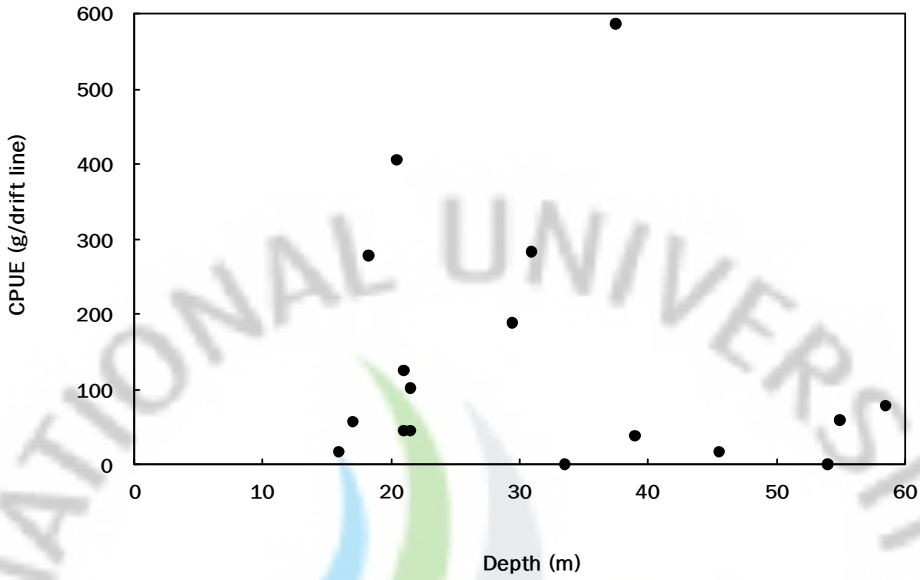


Fig. Ⅱ-12. Relationship between octopus wet weight(gf) per drift-single line and depth.

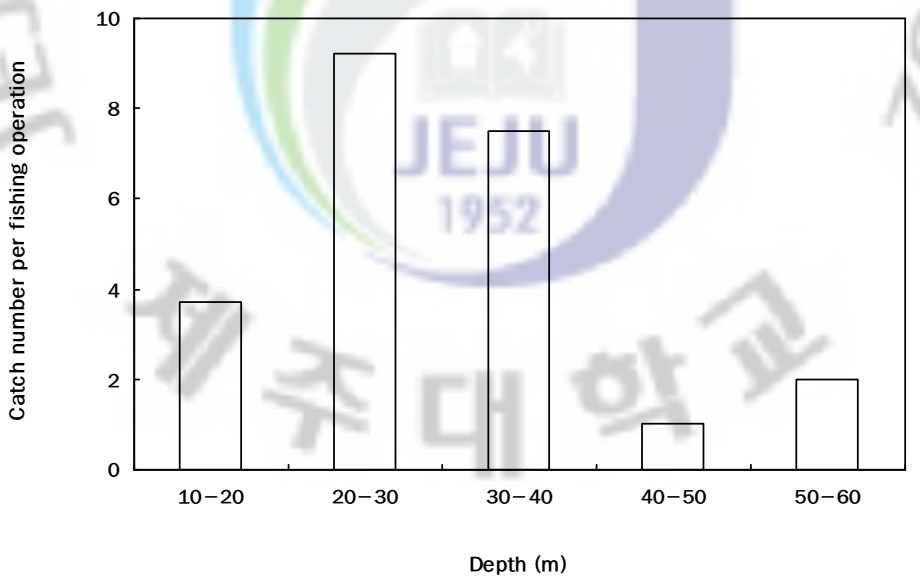


Fig. Ⅱ-13. Catch number of octopus per fishing operation by depth.

(3) 조업시간별 어획량

어구의 조업시간 따른 문어의 어획량(g/drift line)은 Fig. Ⅱ-14와 같다. 흘림외줄낚시의 조업시간은 3.25~6.25시간이었으며, 이 가운데 가장 많이 어획된 조업시간은 4.67시간(489g/drift line)이었다. 그리고 문어의 어획량은 대체로 조업시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 나타내었다.

한편, 조업시간에 따른 흘림외줄낚시 1조(30-50)당 평균 어획마리수는 Fig. Ⅱ-15와 같다. 어획마리수는 조업시간에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 조업시간 360~420분에서 14마리로 가장 많았는데 180~240분에서 1마리, 240-300분에서 2마리와는 $P<0.05$ 수준에서 유의한 차이를 나타내었다.

따라서 문어어획을 위한 흘림외줄낚시의 조업시간은 약 6시간이 적당하지만, 통발의 경우는 침지시간이 6~7일이 적당한 것으로 나타나, 조업방법에 의한 적정 조업시간 또는 침지시간의 차이가 크게 나타남을 알 수 있다. 또한 조업방법에 따라 어구유실도 통발의 경우가 흘림외줄낚시의 경우보다 많고(An and Park, 2005), 어획어종도 흘림외줄낚시의 경우는 단일어종을 어획하는 반면에 통발은 37종이였다(An and Park, 2004).

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952 제주대학교

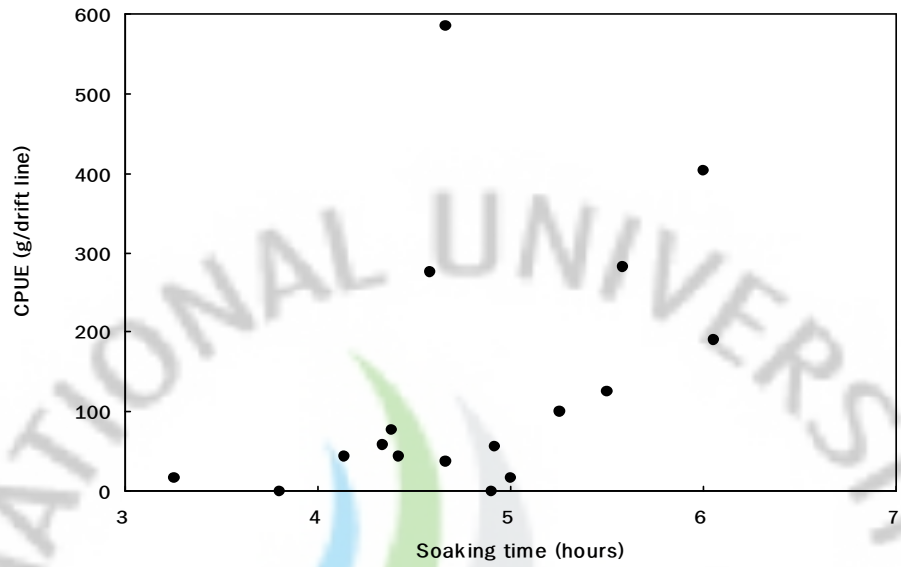


Fig. Ⅱ-14. Relationship between octopus wet weight(gf) per drift-single line and soaking time.

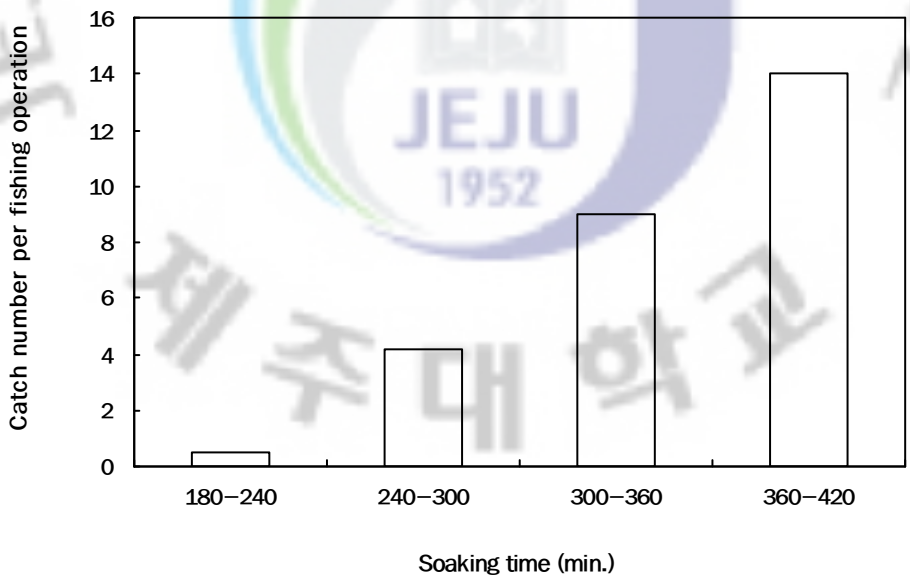


Fig. Ⅱ-15. Catch number of octopus per fishing operation by soaking time.

Ⅲ. 개량식 흘림외줄낚시어구

1. 재료 및 방법

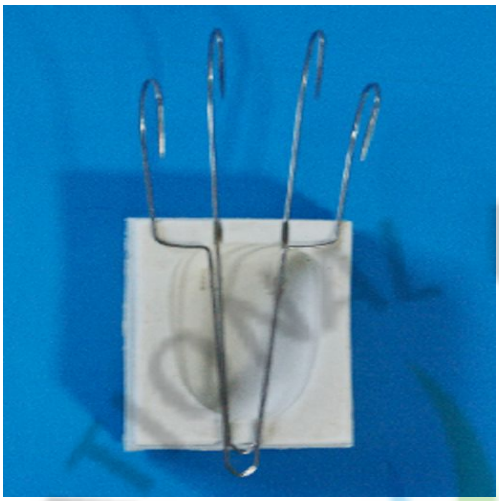
1) 개량식 흘림외줄낚시어구

개량식 흘림외줄낚시어구는 재래식 흘림외줄낚시어구의 납으로 된 봇돌을 친환경 봇돌로 크기가 다른 낚싯바늘을 규격화된 바늘로, 돼지비계 미끼를 인공미끼로 바꾸어 구성하였다.

(1) 낚시 봇돌 제작

개량한 흘림외줄낚시어구에서 봇돌 부분은 해양환경을 생각하여 '친환경 봇돌'이라 명명하였으며, 제작과정은 Fig. Ⅲ-1과 같다. 먼저 (a)와 같이 봇돌 틀 속에 만곡된 4개의 낚싯바늘을 돌출하도록 하였으며 제작 중인 봇돌에는 재래식에 사용된 납 대신 환경친화적인 면을 고려하여 돌가루, 철가루, 게르마늄, 세라믹 무기안료 등의 재료를 넣고서 (b)와 같이 혼합하였다. 완성된 재료는 (c)의 봇돌 틀에 유인제를 뿌린 후 혼합된 재료를 반죽하여 채워 넣는데, 이것은 인공미끼가 쉽게 앉히도록 표면을 매끄럽게 제작하기 위한 것이다. 따라서 규격화된 봇돌의 무게는 (d)와 같이 어기에 따라 다양하게 조업 할 수 있도록 150gf, 200gf, 250gf. 300gf. 400gf, 500gf의 6종으로 제작 되었으며, 모양은 반타원형으로 완성하였다 (Fig. Ⅲ-2(a)).

봇돌의 제원은 Fig. Ⅲ-2와 같이 150gf을 표본으로 총길이(봇돌의 끝에서 낚싯바늘 최대 길이까지)는 약 180mm이고 낚싯바늘은 4개의 갈고리 모양으로 되어 있으며 간격은 약 20mm이다. 봇돌의 최대 폭은 약 55mm, 최대 길이는 약 80mm이고 두께는 약 15mm이며 봇돌의 한 쪽 끝은 부이줄을 맬 수 있도록 고리 모양으로 되어 있다. Fig. Ⅲ-2(b)의 부이는 직사각형(L150×W160×D70mm)의 스티로폼으로 되어있고 조업전에는 낚시 줄을 부이에 감아서 보관한다.



(a)

(b)

(c)

(d)

Fig. Ⅲ-1. Manufacture process of improved gear.

(a) Mold of sinker

(b) Mixing work of materials for sinker

(c) Under production of primary product

(d) Improved sinker for octopus drift-single line

(a)

(b)

Fig. Ⅲ-2. The completed of the octopus drift-single line gear.

(a) six sized kind of improved sinker

(b) Improved buoy

(2) 낚시 바늘 규격화

흘림외줄낚시어구에서 낚시 바늘규격은 어선원의 수작업으로 인하여 지역마다 다소 차이가 있었으며, Fig. Ⅲ-3과 같이 강원도 해역과 울릉도에서는 조업해역의 조업수심과 유속에 의하여 낚싯바늘의 길이도 다르게 사용하는 것으로 나타났다. 이와 같이 낚싯바늘을 규격화하기 위하여 어선원들에게 설문조사를 실시한 결과, 대부분 염분에 의한 부식성을 고려하였고 재질에 의한 강도 등을 선택하였다. 따라서 낚시의 재질은 스테인리스가 가장 적당하다고 판단하여 굵기는 1.6mm로 하고, 낚시 만들 부분의 총길이는 600mm로 절단한 후, 낚싯바늘을 만들기 위하여 연마용 기계에서 날카롭게 갈고 구부리는 작업으로 제작하였다.

따라서 이 연구에서는 Fig. Ⅲ-4와 같이 기계화가 가능한 부분은 낚싯바늘 끝부분을 그라인딩(a) 작업 후 낚싯바늘의 총길이만큼 절단(b)하고 기계의 프레스를 이용하여 허리굽이 부분을 구부려서(c) 2개의 낚싯바늘(d)을 일률적으로 적용하여 규격화하였다.

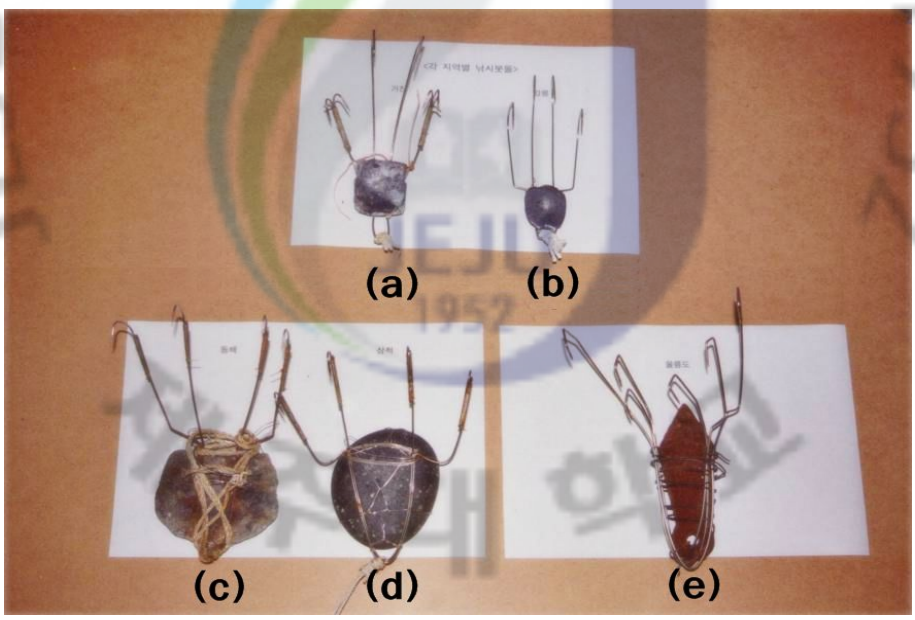
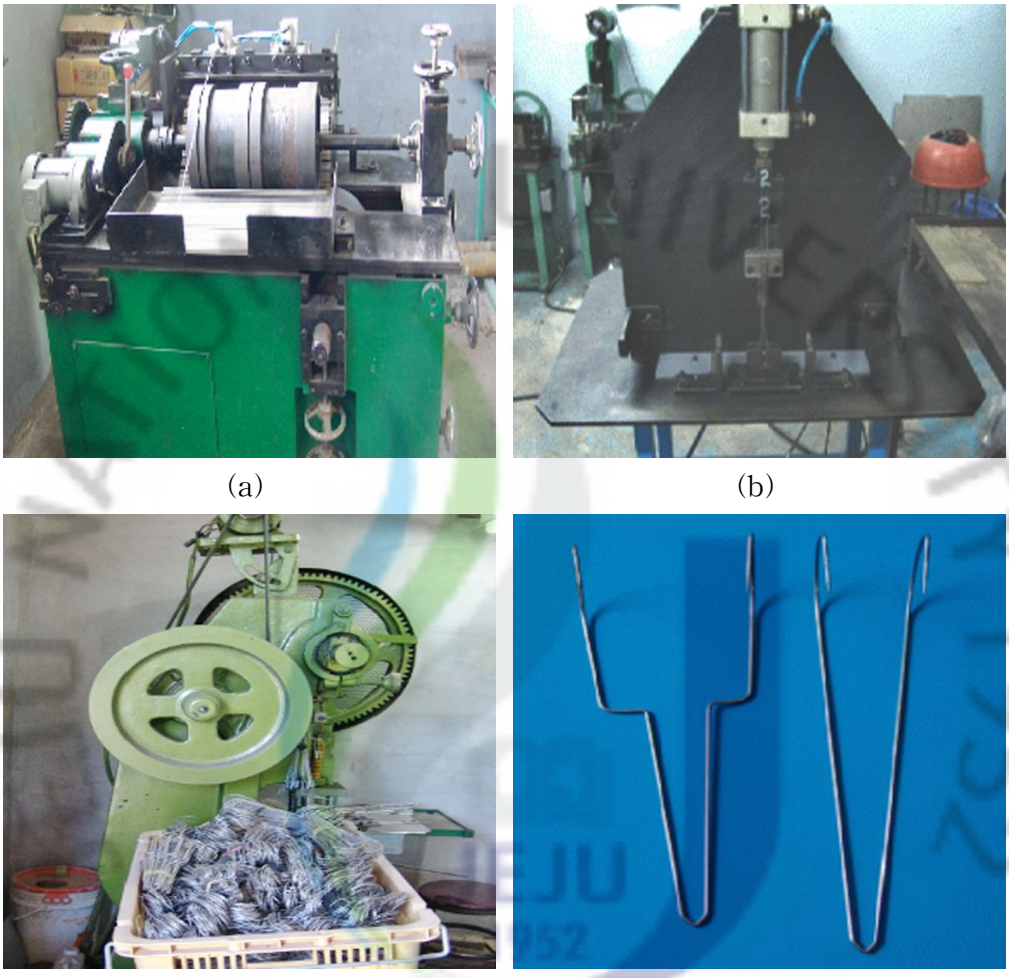


Fig. Ⅲ-3. Current sinker by regional groups.
(a) Geojin (b) Gangneung (c) Donghae (d) Samcheok (e) Ulleung



(a) (b)

(c) (d)

Fig. Ⅲ-4. Sinker and fish hook manufacture by machine.

(a) Cultivating end part sharply

(b) Cutting of wire

(c) Bending in order to make fishhook

(d) Completed fishhook for octopus drift-single line

(3) 색깔 봇돌에 따른 문어의 반응

이 실험에 사용한 재료는 강릉 연안해역에서 어획한 활문어 체중이 400~1,060gf이며, Fig. Ⅲ-5와 같이 순환식 여과사육수조에서 20일 이상 순치시킨 다음, 실험은 강원도립대학 해양산업과 어군행동학실험실에서 2005년 6, 7월에 행하였으며, 문어를 적응시키기 위해 2개의 순환식 원형여과실험수조 A type(D1,950×H700, D600mm)과 B type(D1,500×H700, D600mm)를 이용하였다. 수질조건은 해수냉각기(Burim, BW-05), 수온염분계(YSI, 30), 수온계(Tektronix, DTM 920)를 사용하여 수온, 염분 등을 조사하였다.

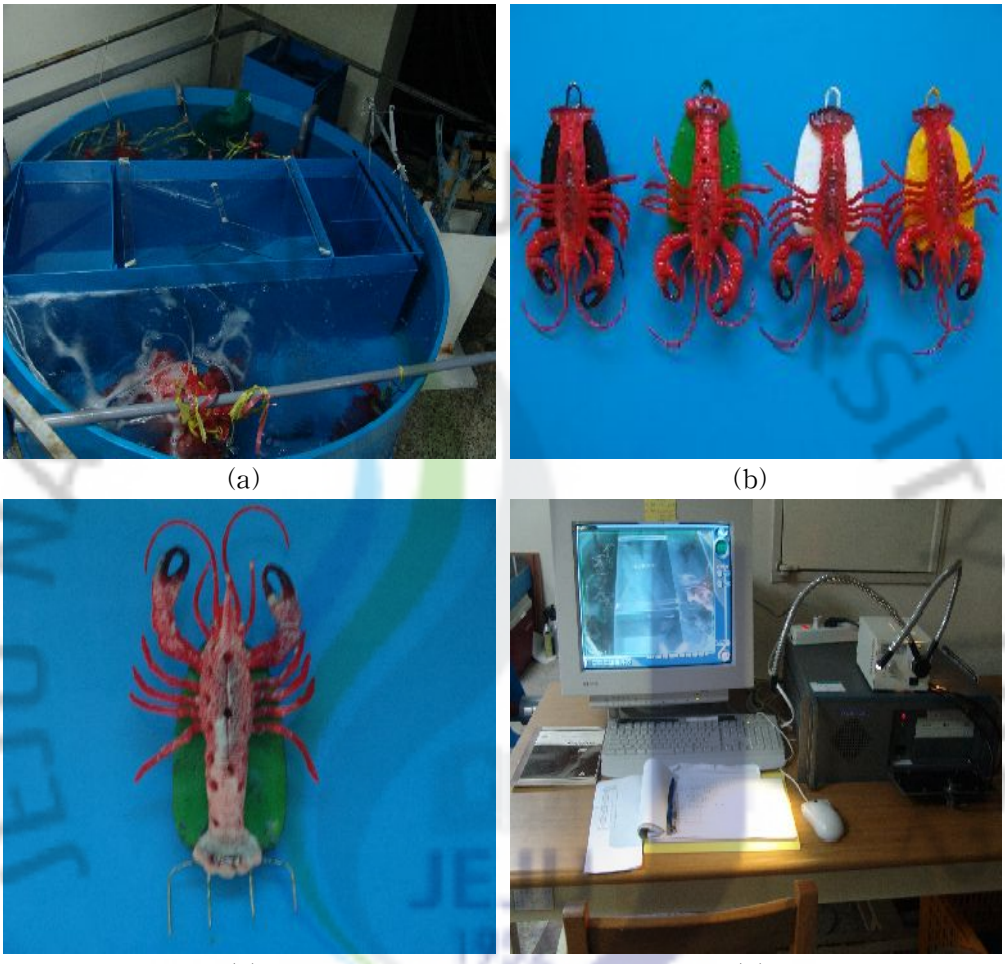
색깔 봇돌에 대한 문어의 반응을 조사하기 위하여 제작한 사각형여과실험수조(L1,700×W600×H700mm)는 Fig. Ⅲ-5의 원형여과실험수조(a) 내부에 위치한 청색으로 된 PVC이며, 수질관리와 실험어의 적응 등을 감안하여 원형여과실험수조(D1,950×H700mm)에 사각형 여과실험수조를 넣고 실험수조의 사방에 구멍을 만들어 물이 순환되도록 하였으며, 수온은 8.2~10.2℃, 염분은 32.8~33.6‰, 수심은 600mm로 유지하였다. 실험수조는 대기부와 실험부로 되어 있는데, 대기부에는 실험수조의 한쪽 끝부분에 대기구간(L400×W600×H700mm)을 만들고 수조 반대쪽으로 청색 아크릴판으로 된 칸막이 문이 있어 실험어가 자유로이 실험부로 나올 수 있도록 하였다. 실험부에는 유도로가 있으며 칸막이 문으로부터 1,000mm 떨어진 곳에 길이 300mm, 높이 600mm로 된 청색 아크릴판의 칸막이를 수조의 길이방향으로 2개의 수로를 만들었다. 유도로는 투명 아크릴판을 V자 모양으로 만들어 실험어가 수조의 중앙으로 오도록 하였고, 유도로 중간지점의 폭은 200mm, 유도로 중간지점에서 수로용 칸막이까지의 거리는 약 550mm이다. 실험용 봇돌은 수로 양쪽 수조 벽에 각각 설치하였으며, Fig. Ⅲ-5(b)와 같이 봇돌의 색깔은 흰색, 검정, 노랑, 녹색의 4가지 색으로 하였고 각각의 봇돌에 빨강색의 가재모양인 인공미끼를 부착하였다.

또한 야광미끼 반응을 조사하기 위하여 Fig. Ⅲ-5(c)와 같이 색 봇돌실험에서 가장 선택률이 낮았던 녹색 봇돌에는 야광미끼를 부착하였고, 가장 높은 흰색 봇돌에는 인공미끼를 부착하였다. 조명장치는 실험수조 위 1,700mm에 형광등기구(220V, 40W) 1개를 천청으로 향하도록 설치하였고, 그 위에 흰색 아크릴 덮개를 씌워 반사된 빛이 수조에 도달하도록 하였다. 수중조도는 조도계(Minolta, T-10)

로 측정하였으며 각 봇돌이 위치하는 수로 중앙 바닥에서 평균수중조도는 20.6-21.6*lux* 이었으며, 야광미끼 조건에서는 평균수중조도는 0.12-0.15*lux* 였다.

기록장치(Kodicom, Diginet-44216NK-L)는 Fig. Ⅲ-5(d)와 같이 미끼에 대한 문어의 반응을 촬영하기 위하여 CCTV(Samsung, SHC-721NH) 카메라를 수상 1,300mm에 설치하여 미끼가 있는 곳을 향하도록 하였다. 실험방법은 적응된 실험어 1마리를 실험수조의 대기부에 넣고 약 1분 경과한 후 칸막이 문을 열고, 실험어가 유도로를 통과하여 수로 양쪽에 있는 봇돌 중 어느 것을 선택하는가를 조사하였다. 실험횟수는 봇돌의 색 조합별로 20회씩 행하였으며 색 선택을 하였다고 보는 기준은 색 봇돌 위에 있는 먹이를 잡거나 잡으려는 행동을 한 경우로 하였다.

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952
JEJU 1952
제주대학교



(a) (b)

(c) (d)

Fig. Ⅲ-5. Experimental apparatus and colored sinker with artificial bait.

(a) Action investigation of octopus for color sinker

(b) Improved sinker colored black, green, white, yellow

(c) Reaction investigation for a luminous bait

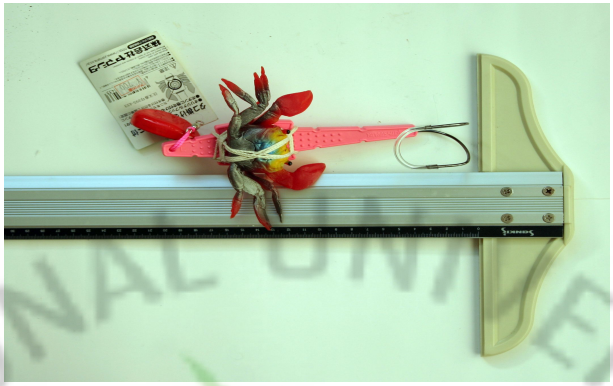
(d) System equipment for investigating octopus reacting of bait

(4) 인공미끼

옛날 흘림외줄낚시어구의 미끼로는 어류, 갑각류 등을 사용하였는데, 최근에는 경제적인 비용을 고려하여 돼지비계를 사용하고 있다. 그러나 일본의 유어낚시에는 Fig. Ⅲ-6(a)와 같이 게 모양의 인공미끼를 사용하여 문어를 잡기도 하며 현재 북해도 稚內해역에서는 PET병을 이용한 인공미끼가 사용되고 있다(Fig. Ⅱ-5).

이러한 인공미끼는 우리나라에서 오징어 채낚시 외에 유어낚시 등에 많이 사용되고 있는데, 문어낚시와 관련하여 朝日新聞社의 동물들의 지구 65(Ookilyou, 1993)에서 문어가 갑각류인 가재를 포획하는 것을 참고하여 몸체가 게나 새우등과 같이 문어가 좋아하는 표본 형상으로 만든 것이 좋겠다고 판단하여, 이 연구에서는 가재모양을 주문 제작하였다. Fig. Ⅲ-6(b)와 같이 가재모양인 인공미끼의 몸체 중앙 내부에는 소형 어패류미끼를 삽입할 수 있도록 하였고 삽입구의 좌우측면에 유인제의 냄새를 멀리 퍼지도록 Ø 5mm인 구멍 18~20개를 뚫어서 머리 및 꼬리 부분에 철사 등의 고정도구로 봇돌에 부착하였다. 또한 가재모양의 인공미끼 몸체 색깔은 붉은색으로 만들었고, 체장은 105mm이며 무게는 29.0gf이다(An and Park, 2007).

이 연구에서는 인공미끼가 문어의 시각을 자극하여 문어를 효과적으로 유인하고 내장된 유인제를 먹기 위해 유인된 문어가 장시간 낚시어구에 머물러 앉을 수 있도록 하여 문어의 어획증대를 도모하였으며, 특히 인공미끼는 봇돌에 오랜 시간동안 부착하여 반복 조업할 수 있도록 제작하였다.



(a)

(b)

Fig. Ⅲ-6. Artificial bait for octopus fishing.

(a) The Japanese bait shaped crab

(b) The Korean bait shaped crab

실험은 2004년 7~11월, 46일간 강원도립대학 어군행동학실험실에서 행하였으며 Fig. Ⅲ-7과 같이 실험수조에 미끼 상하운동 장치에 인공미끼를 매달아 미끼 종류별 어획성능을 관찰하였다. 실험에 사용한 문어는 통발로 어획한 체중 440~1,800gf의 활대문어(*Octopus dofleini*) 55마리를 사용하였고 이들은 수조에서 15일 이상 순치 후 실험에 사용되었다.

실험수조(a)는 PVC 청색 원형여과실험수조(D1,950×H700mm)이며 수심은 600mm를 유지하였고 실험을 위한 녹화장치(Kodicom, Diginet-44216NK-L)로는 미끼에 대한 문어의 반응을 촬영(b)하기 위하여 CCTV(Samsung, SHC-721NH) 카메라를 실험수조의 수면에서 1,300mm 상부에 설치하고 기록(c)하였으며 미끼가 있는 곳을 향하도록 하였다. 실험수조의 수질유지를 위하여 순환식 여과장치를 가동시켰으며 실험수온 및 사육수온은 냉각기를 이용하여 12±1℃로 유지하였다. 수조내의 수중밝기는 수중조도계(Minolta, T-10WL)로 측정하였는데, 미끼가 설치되는 바닥으로부터 190mm 떨어진 곳의 평균수중조도는 10.5~13.5*lux* 였다. 그리고 흘림외줄낚시의 어법이 현장에서는 낚시가 유속에 의해 이동하므로 이를 감안하여 실험수조 내의 상단 윗부분에 미끼상하운동장치(c)를 제작하여 설치하였고, 반대편에는 문어가 수조에 적응을 할 수 있도록 PVC 적응통(W300×L300×H400mm)을 설치하였다. 미끼상하운동장치는 미끼의 시각효과를 높이기 위한 것으로 길이 600mm인 알루미늄 막대를 가로로 놓고, 문어낚시를 양쪽 끝 부분에 줄로 매달고 실험용 미끼를 각각 삽입하였으며, 운동장치의 상하운동 횟수는 33회/분이었다. 실험에서 어획성능 비교는 인공미끼에 돼지비계, 어묵, 냉동 살오징어를 서로 번갈아 넣어서 3종류를 병행하여 분석하였다. 또한 실험의 신뢰도를 높이기 위해 두 가지 비교 대상 미끼는 수시로 위치를 바꾸면서 행하였고, 실험 순서는 다음과 같다. ① 녹화장치를 작동시킨다. ② 기록용지에 실험조건, 환경조건, 실험조사자 등을 기록한다. ③ 사육수조에 있는 문어 1마리를 선택하여 실험수조의 적응통에 넣는다. 단, 약 1주일이내에서 동일한 문어는 사용을 하지 않았다. ④ 미끼상하운동장치에 미끼를 장착하여 작동시키고 최초 먹이에 머무르는 시점에서 정지시킨다. ⑤ 미끼에 최초 안착하는 시각부터 60분간 녹화하며 실험을 종료한다. 실험조건별 20회 또는 24회 반복실험을 하였고 분석은 미끼선택에 대한 문어행동을 중심으로 행하였다.

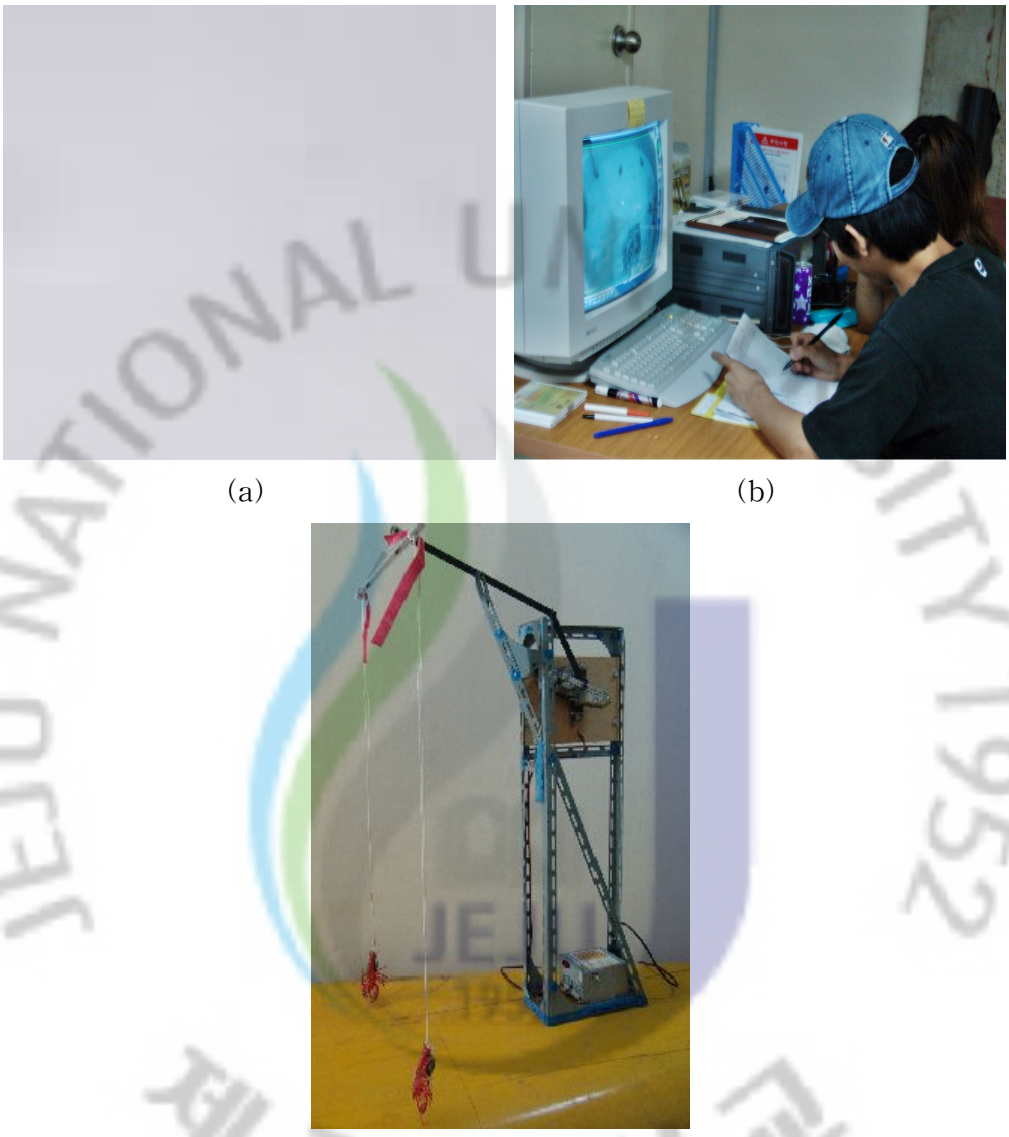


Fig. Ⅲ-7. A schematic diagram of the apparatus for recording the octopus behavior toward bait.

(a) Reaction investigation of artificial bait
(b) Reaction video recording of octopus for bait
(c) Behavior toward bait

해상어획시험은 Fig. Ⅲ-8과 같이 2006년 4~5월, 강원도 강릉 연안해역의 수심 30m 이내에서 조업선 2척, 만선호(1.22톤)와 일호호(0.73톤)을 이용하여 총 41회 조사하였다.

흘림외줄낚시어구를 이용한 해상어획시험은 Fig. Ⅲ-9와 같이 만선호는 친환경 개량봇돌(a)을 사용하였으며, 일호호는 재래식 납 봇돌(b)을 사용하였다. 또한 조업시간과 방법 등에 관해서는 앞에서 언급한 경우와 같으며, 1회 사용 어구 수는 20~30개이다. 미끼는 2종으로 인공미끼에 돼지비계미끼를 넣은 경우와 돼지비계만을 사용한 경우이고, 사용된 어구수는 동일한 개수로 하였다.

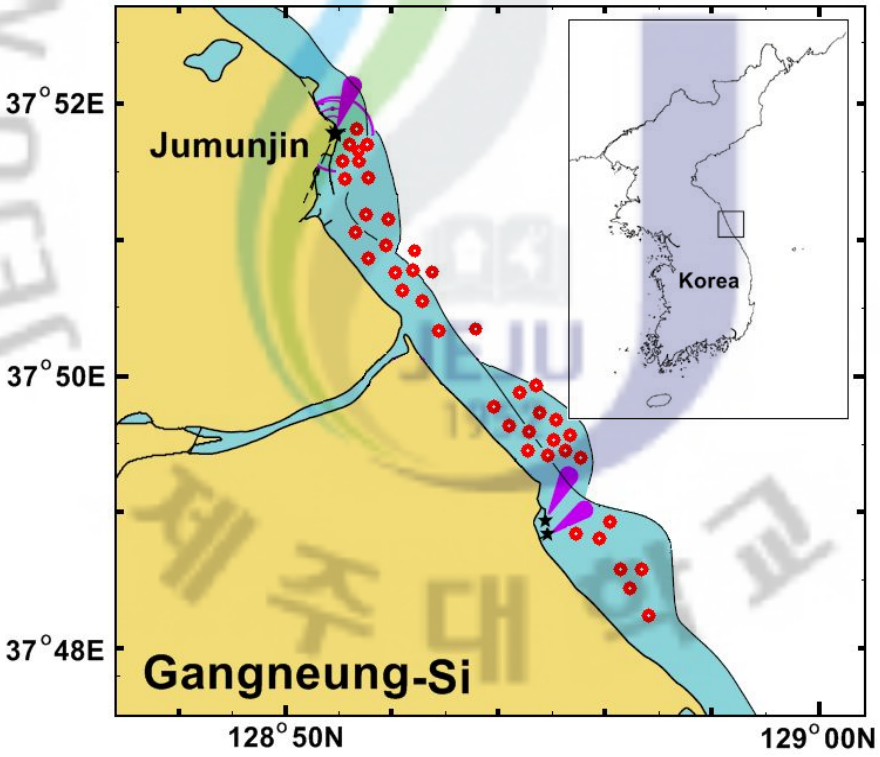


Fig. Ⅲ-8. Fishing locations of octopus drift-single line boat.
(●: Fishing position)

(a)

(b)

Fig. Ⅲ-9. Experimental bait of octopus drift-single line by fishing boat.
(a) Improved gear (b) Current gear

2. 결과

1) 개량식 홀림외줄낚시의 물리적 특성

(1) 낚시 봇돌의 이동속력

봇돌이 움직이는 최소속력을 측정하기 위하여 Fig. Ⅲ-10(a)과 같은 회류수조(관찰창: L1,200×W300×H300mm, 속력: 100-500mm/sec)를 이용하였다. 사용한 봇돌의 종류는 Fig. Ⅲ-10(b)와 같이 개량봇돌 4종, 강릉시의 재래식 납 봇돌 1종, 삼척시의 자갈 봇돌 1종으로 모두 6종류이고 사용된 봇돌들은 무게 또는 모양이 서로 다른 개량봇돌, 납 봇돌, 자갈 봇돌이다.

속력실험은 Fig. Ⅲ-10(c)와 같이 현장에서의 낚싯줄에 의한 현수저항을 감안하였으며 회류수조의 바닥은 아크릴수지로 되어 있고 수심은 240mm이다. 봇돌을 쉽게 이동하기 위해서 봇돌에 길이 250mm의 줄로 부이를 매달았으며, 최소이동속력은 50mm를 1분 이내에서까지 봇돌이 이동하는 속력을 분석하였다. 그 결과 현재 강릉해역에서 사용 중인 납 봇돌(176gf)의 최소이동속력은 369mm/sec이였고, 삼척시의 자갈 봇돌(438gf)의 최소이동속력은 390mm/sec, 개량봇돌(155gf)의 최소이동속력은 242mm/sec이며, 161gf의 경우는 263mm/sec, 231gf의 경우는 284mm/sec, 397gf의 경우는 432mm/sec이였다(Fig. Ⅲ-11).

현재 사용 중인 176gf 납 봇돌의 최저이동속력은 438gf의 자갈 봇돌의 경우보다 약간 작고, 개량봇돌 무게 231gf보다 훨씬 크지만 봇돌을 이동시키기 위한 속력은 비슷한 봇돌의 무게에서 납의 경우가 훨씬 빨라야 함을 알 수 있었는데 봇돌이 움직이는 것은 무게보다 모양과 크기에 의한 것도 있을 것으로 추정되고, 이는 속력이 받는 표면적이 크면 수력저항이 증대되어 속력이 빨라진다.

(a)

(b)

(c)

Fig. Ⅲ-10. Experimental sinker with moving sinker of the flume tank at current speed.

(a) Circulating water tank for smallest transfer speed measurement
(b) Sinker weight for smallest transfer speed measurement
(c) Smallest transfer speed measurement of sinker

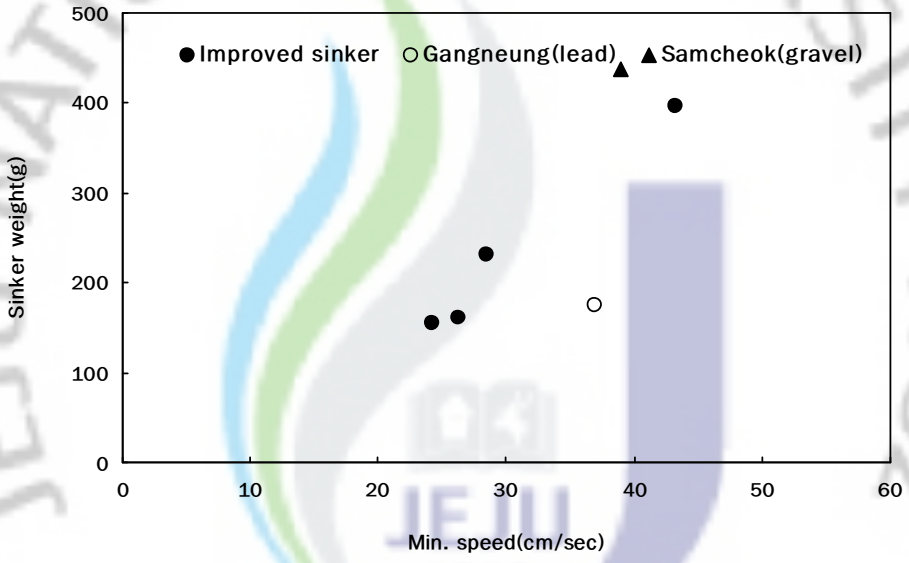


Fig. Ⅲ-11. Relationship between sinker weight and minimum current speed.

(2) 낚시 봇돌의 무게변화

봇돌이 마른 상태와 젖은 상태의 무게변화를 조사하기 위하여 2005년 6월 3일부터 6일까지 3일간 약 9℃의 해수에 넣은 후 측정기(CAS, AD-05)로 무게 변화를 측정한 결과, 젖은 봇돌의 무게가 마른 상태보다 3~6gf으로 약간 무거웠고, 봇돌의 비중 측정 공인시험기관인 한국기기유화시험 연구원에 의뢰하여 낚시봇돌의 비중을 조사하였으며, 시료는 봇돌의 제조가 수작업인 관계로 Table Ⅲ-1과 같이 제품 무게별 150gf, 200gf, 250gf, 280gf, 300gf, 350gf, 400gf, 450gf의 8종과 납 1종이었다. 시험환경으로 온도는 21~22℃였고, 상대습도는 47~49℃였다. 그 결과 납 봇돌의 비중은 15.065이었지만, 친환경 봇돌은 비중이 2.871~6.637 범위로 무게별로 일정한 경향을 나타나지 않았고, 납 봇돌이 약 0.19%~0.44% 정도였다.

Table Ⅲ-1. Specific gravity according to the sinker weight

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Sinker weight(gf)	150	200	250	280	300	350	400	450
Specific gravity	2.871	4.784	6.637	4.646	4.918	4.953	5.201	5.376

(3) 색깔 봇돌에 따른 문어의 반응

수산동물은 시각에 의존해서 행동하는 경우가 많기(岡本 등, 2001) 때문에 어구에 대한 대상어의 접근이나 회피는 시각이나 청각에 의존하는 경우가 많은 것에 비하여 먹이에 대한 접근은 후각에 주로 의존하며 문어나 오징어는 고도의 시각을 갖고 있다(井上, 1978). 문어류의 시각에 대해서는 망막중의 시세포가 대단히 고밀도이므로(原富之, 1975) 지금까지 연구로부터 명도의 차는 인식할 수 있는 것으로 알려졌다(Messenger et al., 1973; Messenger, 1977; Roffe, 1975). 시각에는 색체시각이 있는데, 문어류는 환경색에 맞추어 색체무늬가 변화하는 것을 보고 일반적으로 색각을 가지고 있을 것이라고 믿고 있다. 岡本 등(2001)은 서로 다른 배경색에 대한 문어의 은신처 색 선택에서 배경색과 상관없이 어두운 색을 좋아하였다. 그러나 문어류의 색각에 대해서는 많은 행동실험을 행하였지만 색각의 유무에 대한 결론은 얻지 못하였으며(Carter, 1948), 또한 망막의 감광색소와 ERG에 의한 Purkinje shift(망막색소)를 조사한 결과 감광색소가 1종류인 관계로 두족류는 색을 구별 못하는 색맹이거나(Hamasaki, 1968; Munz and Johnson, 1978), 색각이 약한 것으로 알려져 있다(Roffe, 1975). 그렇지만, 대문어에 대해서 명확히 색맹이라고 할 만한 근거가 없고 최소한 콘트라스트는 구별할 것으로 판단된다. 川村 등(2001)은 색변별 학습을 통한 문어의 색각비교에서 문어류 중에도 색각을 가지고 있는 종도 있을 것이라고 하였다.

이 연구에서는 문어의 색깔 봇돌에 대한 행동을 조사하기 위하여 Fig. Ⅲ-12와 같이 적응된 실험어 1마리를 실험수조의 대기부(a)에 넣고 약 1분간 경과한 후 칸막이 문을 열고 실험어가 유도로(b)를 통과하여 수로 양쪽에 있는 봇돌 중 어느 것을 선택(c)하는가를 조사하였으며, 색 선택은 색 봇돌위에 있는 먹이를 잡거나 잡는 행동(d)을 한 경우로 하였다. 문어에게 서로 다른 색깔 봇돌로 각각 시각자극을 조사한 결과, 색깔 봇돌의 6가지 조합에서 대문어의 선택률은 Fig. Ⅲ-13에서 봇돌의 색이 흰색과 녹색의 조합일 때 선택률의 차가 60%로서 가장 컸으며, 황색과 녹색의 조합일 때는 0%로서 가장 적었다. 이와 같이 평균 선택률의 차가 30%로 돌돔 및 복섬의 색 선택성(Yang, 1980)보다는 높은 것으로 생각된다. 그리고 봇돌의 색이 흰색과 녹색, 흰색과 검정, 흰색과 황색의 조합일 때는 선택률의 차가 각각 60%($P>0.01$), 50%($P>0.05$), 10%로 흰색을 더 많이 선택하였고, 검정과 황색, 검정과 녹색의 조합인 경우에는 선택률의 차가 각각 30%,

30%로 모두 검정을 선택하였으며, 황색과 녹색의 조합일 때는 선택률의 차가 없었다. 따라서 본 실험에서 문어는 4가지 색깔 봇돌 중 흰색을 가장 많이 선택하였고 검정, 노랑 순으로 녹색일 경우가 가장 선택률이 낮았다. 그리고 야광미끼의 반응을 조사한 결과, 일반 인공미끼를 부착한 흰색과 녹색의 봇돌에서는 흰색의 선택률이 녹색보다 60% 높게 나타났고(Fig. Ⅲ-14), 야광미끼를 부착한 녹색과 흰색봇돌에서는 녹색이 20% 더 높은 선택률을 나타내었다. 따라서 조업현장에서 야광미끼의 효과는 수심에 의한 빛이 없는 곳에서도 효과가 있을 것으로 생각된다.

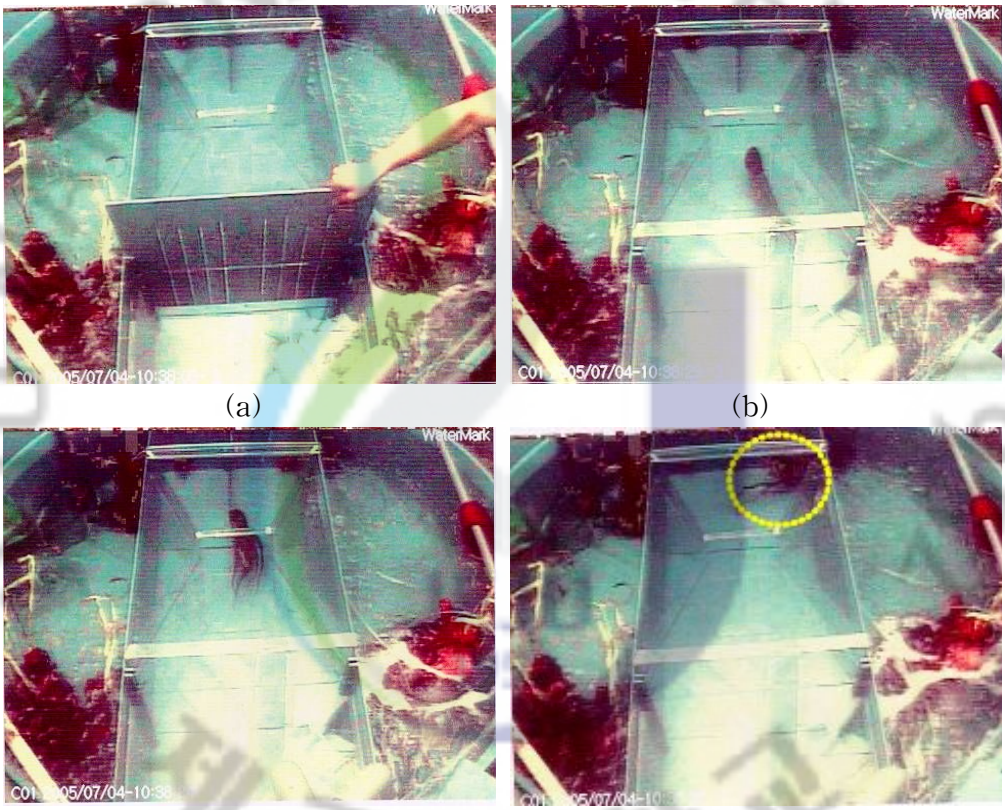


Fig. Ⅲ-12. Selection process toward colored sinker.

(a) Open the gate of adaptation section
(b) Octopus proceed to attraction way
(c) Octopus arriving in the middle partition
(d) Octopus selecting to the right sinker

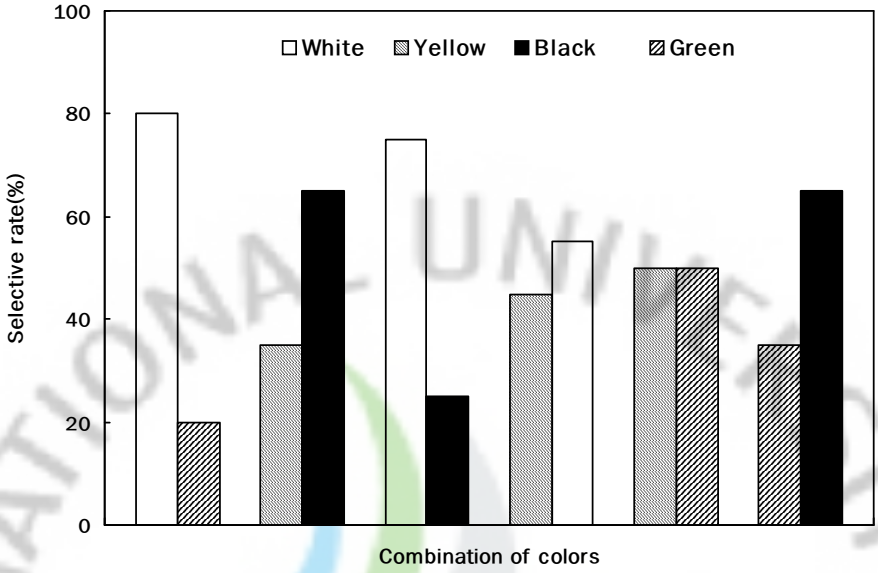


Fig. Ⅲ-13. Seletive rate(%) of octopus in relation to combination of colored sinkers.

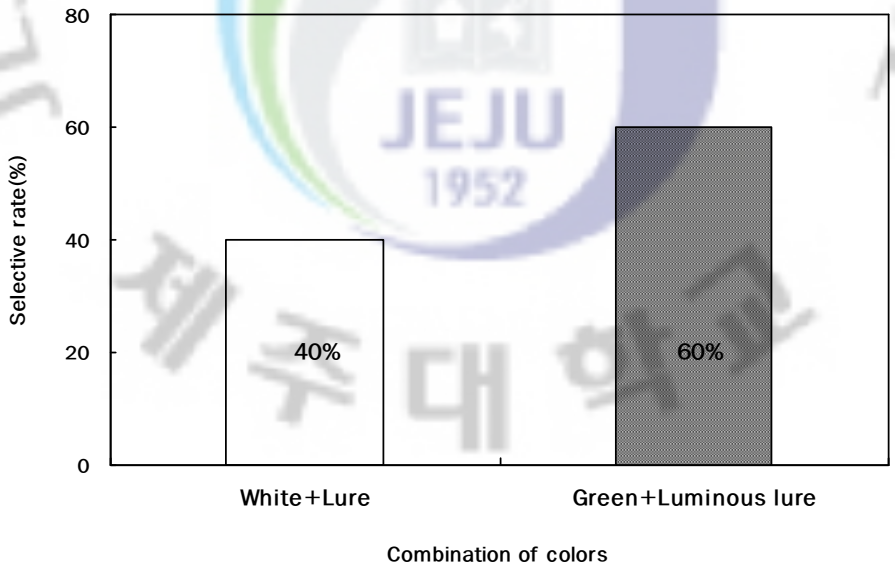


Fig. Ⅲ-14. Reaction of the octopus toward the luminous bait.

2) 낚시 봇돌의 친환경성

어민들에게 보급된 친환경 흘림외줄낚시에 대한 연구조사 중, 강원도 고성군 어선원에 의하면 분실된 봇돌에 이끼가 있었다고 한다. 이를 검증하기 위해 투명 유리 실험수조(L350×W285×H335mm)에 해수를 수심 300mm로 유지하였고, 수온은 본 조사기간 동안 조업환경보다는 다소 높은 평균수온 29.6℃를 나타낸 상태에서 실험중 수조의 해수가 증발할 경우 수시로 보충하였다. 그리고 Fig. Ⅲ-15와 같이 개량봇돌과 납 발돌을 각각 2개씩 넣어서 봇돌의 이끼 부착 여부(a)를 2주 동안 관찰하였지만 특별한 변화가 없었다. 그러나 해양환경을 감안하여 현지에 있는 이끼류가 부착된 돌을 수조에 넣고, 햇볕이 있는 창문에서 약 2개월간 위치시키고 관한한 결과, 수조 벽과 개량봇돌(b)에는 이끼류가 생성되었고 실험용 납 봇돌(b)의 경우에는 이끼류가 없었으며 낚싯바늘 부분에서 녹이 발생하는 것을 확인하였다. 따라서 어구유실이 발생될 경우 개량봇돌이 납 봇돌보다는 어업생물환경에 영향을 덜 미치는 어구로 판단한다.

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952
JEJU 1952
제주대학교

(a)

(b)

(c)

Fig. Ⅲ-15. Water tank examination to make observations of the aquarium.

(a) Sinkers in the water tank

(b) Mossed sinker

(c) Lead sinker with rusty fishhook

3) 인공미끼의 효과

가. 미끼에 대한 문어의 행동패턴

미끼에 대한 문어의 행동 패턴은 Forsythe and Hanlon(1997)과 같이 다음의 4가지로 분류하여 분석하였다. ① 돌진(Pouncing)은 순간적으로 먹이를 향하여 온몸(8개의 팔)으로 먹이를 잡는 경우, ② 천천히 접근(Crawling)은 미끼를 향하여 천천히 다가가서 팔(1개 이상)로써 먹이를 먼저 잡는 경우, ③ 체류(Sitting)는 하나의 먹이에 30분 이상 계속해서 앉아 있는 상태이며, ④ 이동(Pacing)은 하나의 먹이에 30분미만 앉아 있으면서 다른 먹이 또는 이리저리 다니는 경우이다.

미끼에 대한 문어의 행동은 Fig. Ⅲ-16에 나타낸 바와 같이 인공미끼와 돼지비계의 조건에서 미끼에 돌진하는 경우와 체류하는 경우가 30%로 비교적 많았고, 미끼에 30분 이상 앉아 있는 경우가 30%로 짧게 앉은 경우의 20%보다 많았다. 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 것과 돼지비계를 넣은 경우의 조건에서는 미끼에 돌진으로 접근하는 경우가 50.8%로 월등히 많았고, 다음은 체류하는 경우가 37.5%로 많았으며, 이동하는 경우는 12.5%로 적었고 접근하는 경우는 없었다. 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 것과 어묵을 넣은 경우에서는 돌진하는 경우와 체류하는 경우가 비교적 많았고, 접근하는 경우와 이동하는 경우는 16.7%이하로 적었다.

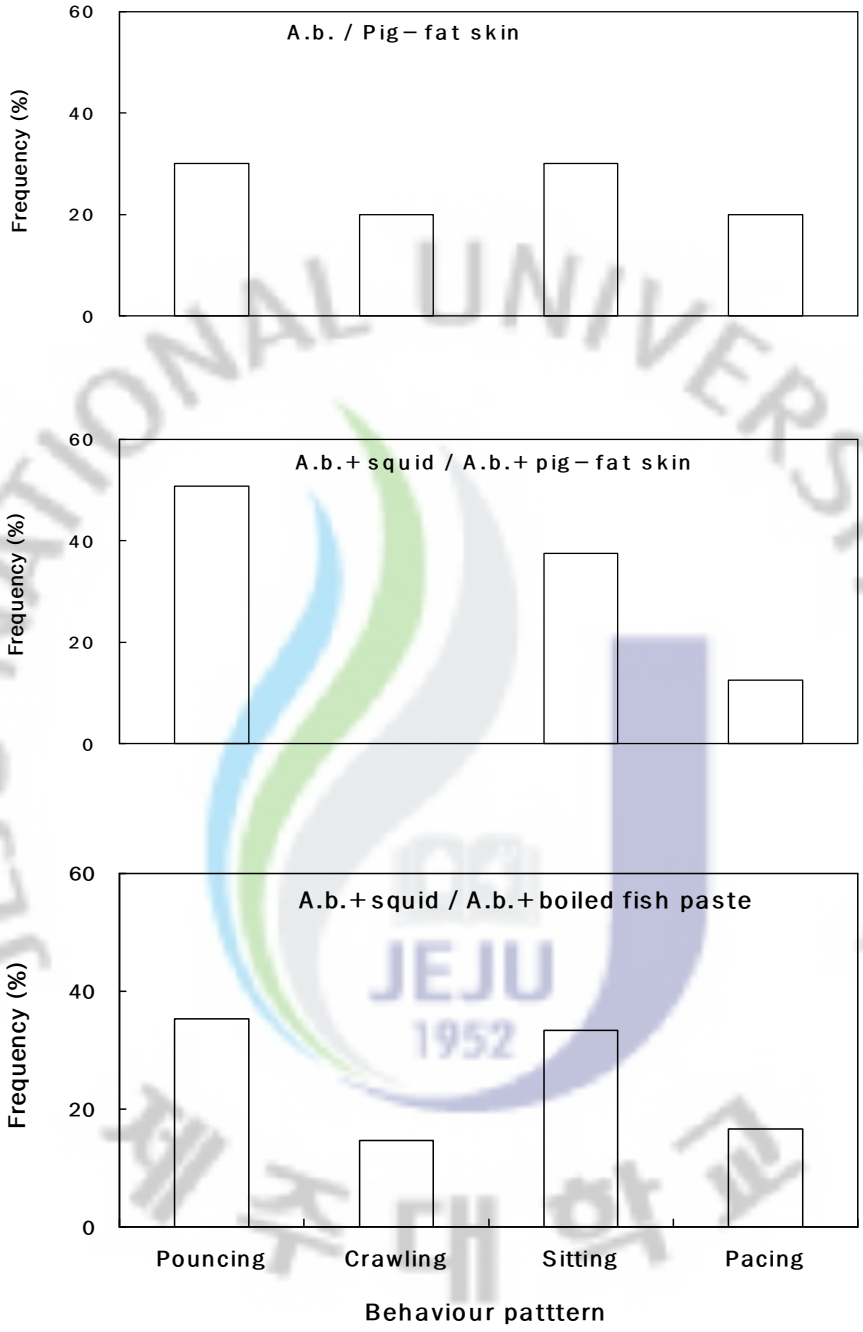


Fig. Ⅲ-16. Percentage of frequency of four behavioral types while foraging related bait conditions(A.b.: Artificial bait).

나. 미끼별 머무르는 시간

미끼별 문어가 머무르는 시간은 Fig. Ⅲ-17과 같이 인공미끼와 돼지비계의 조건에서 돼지비계에서는 25.1%에 불과한 데 반해, 인공미끼(63.7%)에서는 많았다. 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 것과 돼지비계를 넣은 경우에는 냉동 오징어를 넣은 인공미끼(48.8%)가 돼지비계를 넣은 경우(36.9%)보다 길었다. 또한 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 것과 어묵을 넣은 경우에서도 냉동오징어(44.6%)의 경우가 어묵(21.2%)의 경우보다 길었으며, 전반적으로 인공미끼의 효과가 우수하였고 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 경우가 보다 효과적이었다.

다. 미끼에 머무는 빈도

미끼에 머무는 빈도 Fig. Ⅲ-18과 같이 인공미끼와 돼지비계 미끼의 조건에서 인공미끼에 체류하는 경우(총17회)가 돼지비계의 경우(총3회)보다 5배 이상 많았는데, 그 중 60분 이상의 경우가 11회로 가장 많았고, 다음은 10~20분 사이의 경우(3회)였다. 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 것과 돼지비계를 넣은 경우에서는 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 것에 체류하는 경우(총18회)가 돼지비계의 경우(총6회)보다 3배나 많았는데 그 중 60분 이상의 경우가 10회로 가장 많았고, 다음은 0~10분 사이의 경우가 4회였다. 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 것과 어묵을 넣은 경우의 조건에서는 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 것에 체류하는 경우(총17회)가 어묵의 경우(총7회)보다 2배 이상 많았으며 60분 이상의 경우가 6회였고, 다음은 10~20분 사이의 경우가 4회였다.

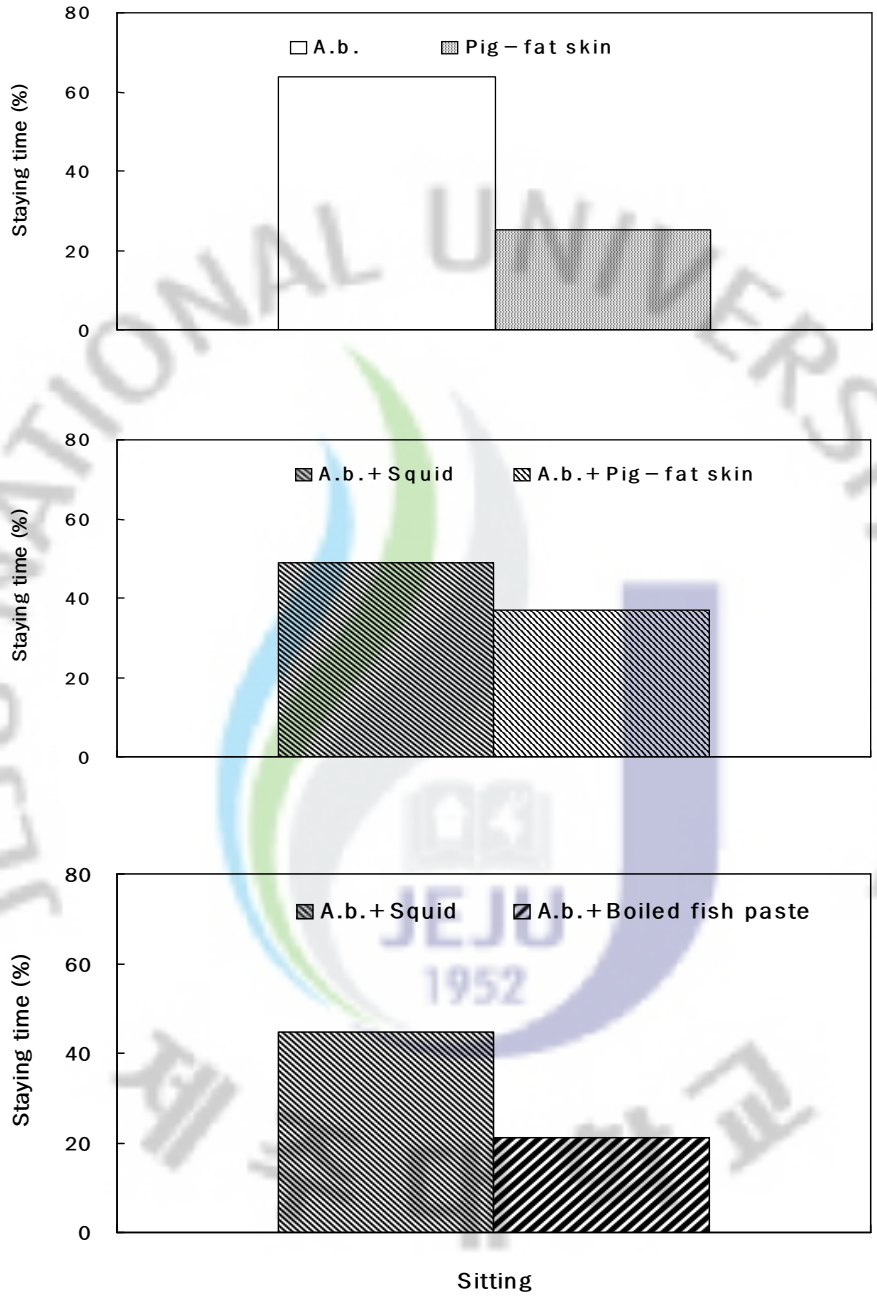


Fig. Ⅲ-17. Percentage of staying time related to bait(A.b.: Artificial bait).

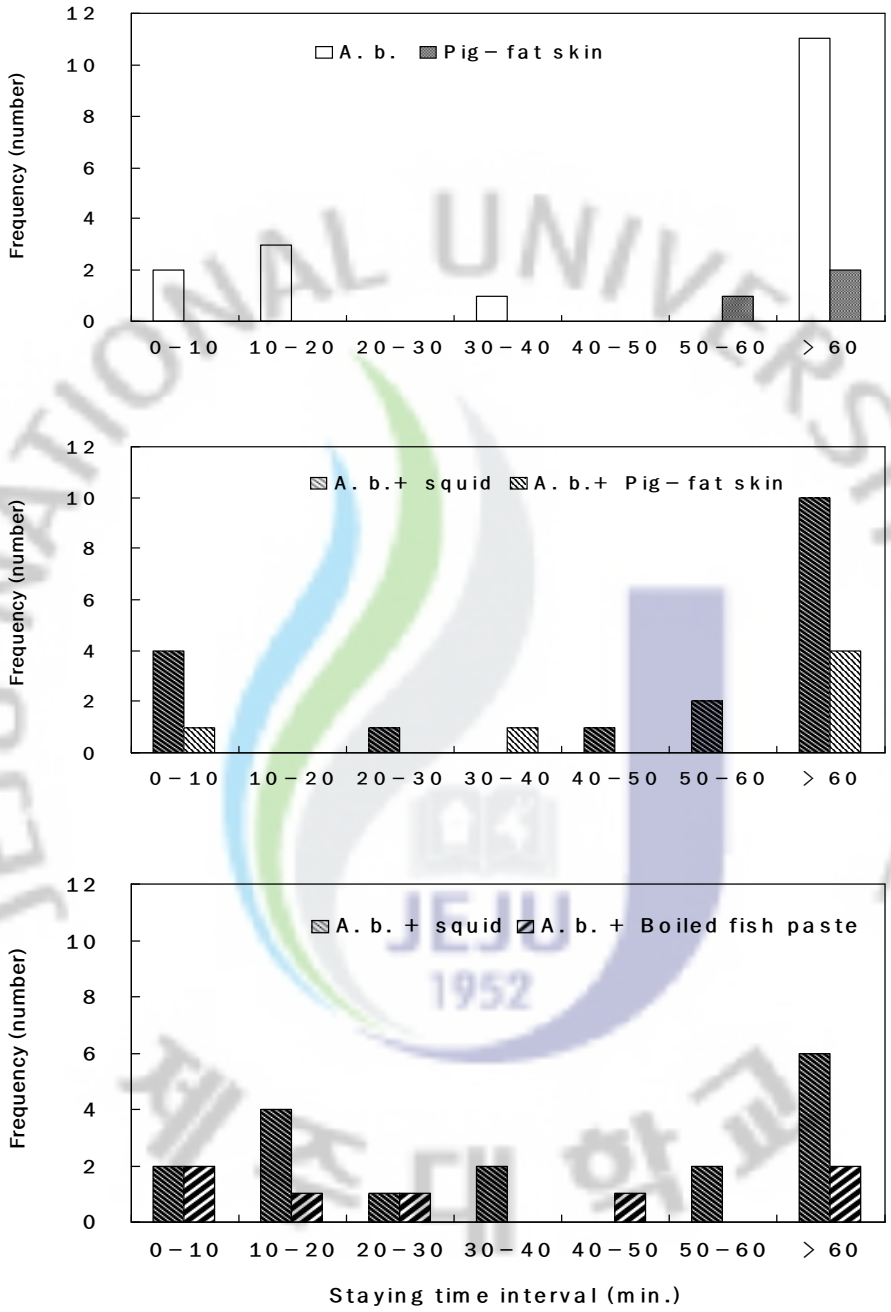


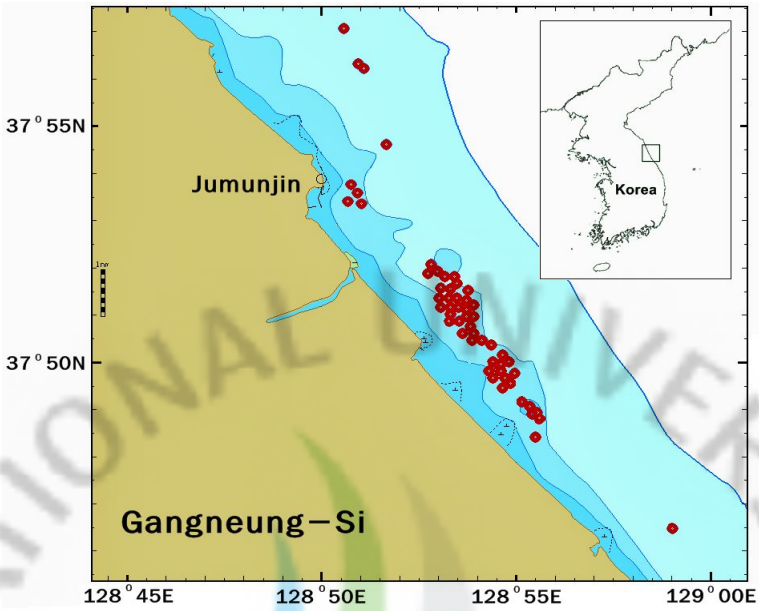
Fig. Ⅲ-18. Frequency distribution of the staying time on bait in relation to combination of baits(A.b.: Artificial bait).

Ⅳ. 재래식과 개량식 흘림외줄낚시어구의 어획성능 비교

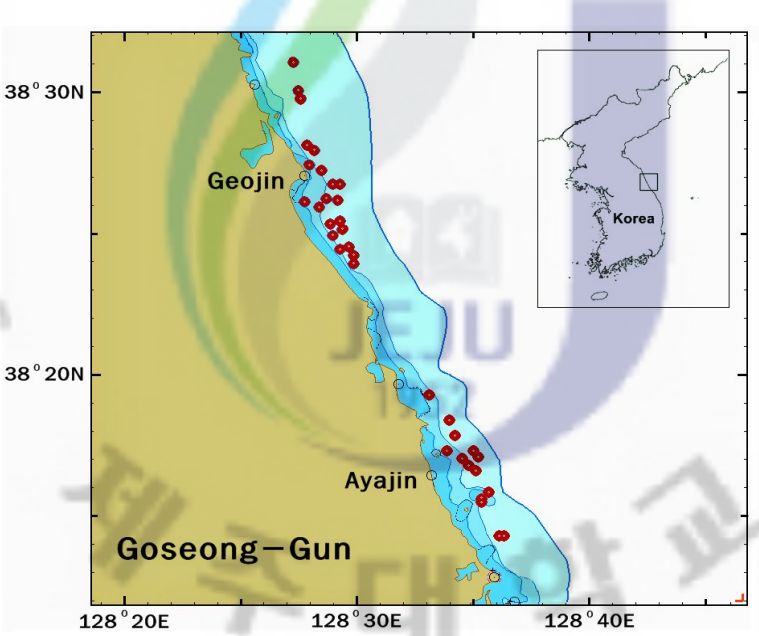
1. 재료 및 방법

조업시험은 겨울철의 해상날씨와 문어의 주 어획 시기가 아닌 관계로 2004년 11월~2005년 3월 사이는 거의 할 수 없었다. 따라서 4~7월 강릉시와 고성군의 연안해역에서 조업한 결과를 활용하였으며, 어획물 측정은 자체 제작한 체장판과 디지털 체중계(Kern, CH15K20)와 용수철저울 체중계(경인산업, 0~1kgf, 2~5kgf)를 사용하였다. 조업지점은 Fig. Ⅳ-1과 같이 강릉해역의 경우 (a)와 같고, 고성해역의 경우는 (b)와 같다. 개량식어구는 개선된 친환경 봇돌에 인공미끼를 이용하였고, 재래식어구는 납 봇돌에 돼지비계를 이용하였다(Fig. Ⅲ-9). 사용어선은 강릉시의 경우 은성호(6.0톤), 만선호(1.22톤), 원진호(1.00톤), 길승호(1.05톤) 4척이고, 고성군의 경우 동북호(2.12톤), 명복호(2.11톤), 민창호(2.3톤), 만창호(1.0톤), 세은호(0.9톤), 청우호(2.6톤), 명성호(2.15톤) 7척이며, 조사회수는 강릉시의 경우 64회이며 고성군의 경우는 33회이다.

조업방법은 척당 재래식어구(20~30개)와 개량식어구(20~30개)를 동시에 투·양승하여 1회에 30~60개를 사용하였다. 조업해역의 수심은 가까운 연안에서는 20m이내, 강릉 연안해역에서는 20~60m, 고성 연안해역에서는 20~50m 이었고, 봇돌의 무게는 강릉시 해역에는 약 100~200gf, 고성 해역에는 약 250~280gf을 사용하였다.



(a)



(b)

Fig. Ⅳ-1 Fishing positions of fishing experiment.

(a) Gangneung-Si (b) Goseong-Gun

2. 결과

강릉 연안해역에서 재래식어구와 개량식어구로 어획한 문어의 체중분포는 Fig. Ⅳ-2와 같다. 강릉 연안에서 어획된 문어는 체중이 10kgf 이하가 508마리였으며, 조업기간동안 하루에 1마리도 어획하지 못한 경우도 있었다. 어획된 마리수는 체중 1kgf 미만과 1~2kgf의 경우 재래식어구가 개량식어구보다 약간 많았으나, 2kgf 이상의 경우는 개량식어구가 재래식어구보다 약간 많은 경향을 나타내었는데, 이는 개량식어구가 보다 큰 문어를 어획하는데 어획선택성을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

각 해역별 문어어획량(Table Ⅳ-1)은 강릉해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 양승어구수가 각각 1,908개와 1,586개에 대하여 어획량은 298.7kgf, 366.4kgf이였으며, 단위어구당 어획량은 156.6gf와 230.1gf으로 개량식어구가 73.5gf 높았다. 고성해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 양승어구수가 각각 947개와 768개에 대하여 어획량은 287.3kgf, 297.0kgf이였으며, 단위어구당 어획량은 303.4gf 과 386.7gf으로 개량식어구가 83.3gf 높았고, 각 해역별 어획마리수(Table Ⅳ-2)는 강릉해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 양승어구수가 각각 1,908개와 1,586개에 대하여 어획마리수는 249마리, 247마리였으며, 단위어구당 어획마리수는 0.13마리와 0.16마리로 개량식어구가 0.03마리 높았다. 고성해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 양승어구수가 각각 947개와 768개에 대하여 어획마리수는 163마리, 155마리였으며, 단위어구당 어획마리수는 0.17마리와 0.20마리로 개량식어구가 0.3마리 높았다. 또한 각 해역별 어구유실량(Table Ⅳ-3)은 강릉해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 투승어구수가 각각 2,002개와 1,658개에 대하여 어구유실이 94개, 72개였으며, 어구유실률은 4.7%와 4.4%로 개량식어구가 0.4% 낮았다. 고성해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 투승어구수가 각각 980개와 803개에 대하여 어구유실이 33개, 35개였으며, 어구유실률은 3.4%와 4.4%로 개량식어구가 1% 높았다.

따라서 재래식어구와 개량식어구를 비교하면 개량식어구가 해·조류에 의한 수력저항 조업면적이 같을 경우 재래식어구보다 조업시간이 짧아지거나 투승 어구수를 줄일 수 있다. 어획량은 개량식어구가 재래식어구보다 약간 높고 환경측

면에서도 개량식어구가 우수하고 어획선택성도 높다. 어구단가는 재래식어구가 저렴(인건비제외)하고 유실 어구수는 비슷하지만 암반이 많은 곳에서는 재래식어구가 유실이 작다. 미끼는 돼지비계보다 인공미끼가 효과적이며, 야광미끼로도 전환가능하다. 또한 인공미끼는 돼지비계에 비하여 계속 반복사용이 가능하며, 취급이 간편하다. 그러므로 개량식어구가 재래식어구보다 경제성이 높고 조업효율이 높다고 할 수 있다.

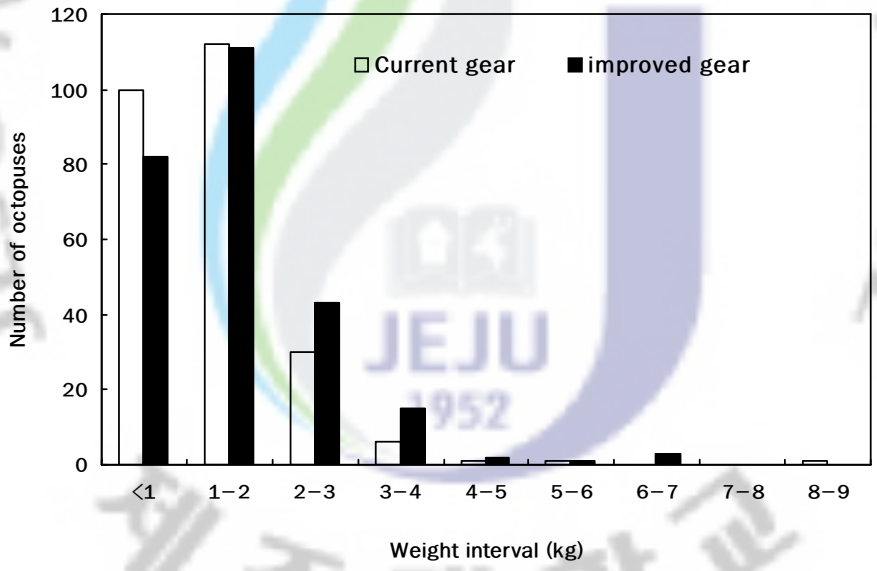


Fig. Ⅳ-2. Distribution of octopus weight caught by current gear and Improved gear in the costal waters of Gnagneung.

Table Ⅳ-1 Catch of octopus caught by current gear and improved gear in the coastal waters of Gnagneung and Goseong

Area	Item	Current gear	Improved gear
Gangneung	Number of hauling gears	1,908	1,586
	Total catch(kgf)	298.7	366.4
	CPUE(gf/gear)	156.6	231.0
Goseong	Number of hauling gears	947	768
	Total catch(kgf)	287.3	297.0
	CPUE(gf/gear)	303.4	386.7

Table Ⅳ-2. Number of octopuses caught by current gear and improved gear in the coastal waters of Gnagneung and Goseong

Area	Item	Current gear	Improved gear
Gangneung	Number of hauling gears	1,908	1,586
	Catch in number	251	257
	CPUE(N/gear)	0.13	0.16
Goseong	Number of hauling gears	947	768
	Catch in number	163	155
	CPUE(N/gear)	0.17	0.20

Table Ⅳ-3. Number of lost current gear and lost improved gear per each regional gear in the coastal waters of Gnagneung and Goseong

Area	Item	Current gear	Improved gear
Gangneung	Number of shooting gears	2,002	1,658
	Number of lost gears	94	72
	Rate of lost gear(%)	4.7	4.3
Goseong	Number of shooting gears	980	803
	Number of lost gears	33	35
	Rate of lost gear(%)	3.4	4.4

Ⅴ. 고 찰

1. 어장환경과 흘림외줄낚시와의 관계

대문어(*Octopus dofleini*)는 우리나라, 북해도, 알라스카, 북미태평양연안 등 널리 분포하며, 문어류에서 가장 큰 종으로 전장 3m, 체중 30kgf도 초과하는 냉수역의 문어인데, 이 연구에서 어획된 것은 대문어(*Octopus dofleini*)라고 판단된다(Hartwick, 1983; Choe et al. 2000; Min, 2004). 그러나 우리나라에서는 문어의 종류를 7종으로 분류하고 있으나(Min, 2004), 일본은 18종 이상으로 분류하고 있는 것을 고려하면(Tsuchiya et al., 2002), 어획된 모든 문어가 동일문어 라고 단정할 수 없다.

월별 문어 어획상황과 어선원의 조업실태를 보면 봄에는 연안에서, 여름에는 보다 깊은 수심에서 조업하는데 이는 문어의 생태학적 특성과 관련이 있다고 판단되며 통계조사에서도 여름인 7, 8월에 어획량이 최대이었고, 6, 7월경부터 문어가 깊은 수심으로 이동하는 것으로 생각된다. Mangold(1983)는 여름철에 문어어군이 깊은 수심으로 이동한다고 하며, 문어의 산란은 일본에서 5~7월에 행하여진다고 한다(大久保, 1992). 문어의 교미는 가을에 최고조로 수심 20~100m에서 행하며, 산란은 연중 수심 13~30m의 바위나 자갈에 주로 밤에 행하고, 주로 수온이 7~15℃에서 문어가 서식하는 것으로 알려져 있다(Hartwick, 1983). 강릉연안해역에서도 Fig. Ⅱ-8과 같이 4, 6월의 수온이 일반적으로 문어가 어획되는 수온범위에 속한다고 판단된다.

Hernandez-Garcia et al.(1998)는 월별 참(왜)문어(*Octopus vulgaris*)의 어획량이 최대인 달은 4~5월과 9~11월로 연 2회이고 여름철에 어획량이 가장 적었으며, 산란 시에는 문어들이 수심이 얕은 수역에 집중하며, 봄과 가을에 2회 산란하는데 봄에 가장 많이 산란하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 문어는 교미, 산란, 해양환경 등의 영향으로 얕은 수심과 깊은 수심으로 이동하는 것으로 생각된다. 문어체중은 성장함에 따라 먹이의 양, 수온 등과 밀접한 관계가 있으므로 체

중으로 연령을 판단하기가 어렵지만, 2년생은 1~5kgf이고, 3년생은 10~20kgf으로 간주하며(Choe et al., 2000), Hartwick(1983)은 생물학적 최소 크기를 15kgf, 성숙은 3년으로 주장하였다. 참문어의 성숙체중은 1,200~1,300gf(Hernandez et al. 2002), 2,023gf(Silva et al., 2002), 2,250gf(Pereira, 2003) 으로 보고하고 있다.

한편, 수산자원보호령에서는 문어 종류와 관계없이 문어어획금지 체중을 300gf 미만으로 정하고 있으나 영국은 750gf, 포르투갈은 750gf, 하와이는 1파운드(453.6g)로 제한하고 있다. 또한 캐나다에서는 문어(*Paroctopus dofleini*)에 대해서 2kgf 미만에 대하여 방류하는 자율규제를 행하고 있고, 일본 大分縣에서는 참문어(*Octopus vulgaris*)에 대하여 200gf 미만을 어획제한 체중으로 정하고 있다.

따라서 문어의 어획금지체중은 어종에 따라 서식 해역과 성숙 체중이 다르지만, 어획시험에 어획된 체중 300gf 미만이 8.7% 이므로 자원보호를 위해서도 현재 300gf 미만으로 하고 있는 것을 재검토할 필요가 있을 것으로 생각된다.

2. 흘림외줄낚시어구에 의한 문어 어획실험

강원도 연안의 주요 어선원 문어흘림외줄낚시 어업에 관하여 어구 현황, 어장환경 및 조업실태를 조사·분석 하였다. 어구는 어선원이 직접 제작하고 봇돌로 납을 사용하며, 미끼는 돼지비계를 주로 이용한다. 강원도의 연안에서 사용하고 있는 흘림외줄낚시의 무게는 주로 100~500gf이며 사용 어구수는 보통 30~50개이다.

강릉 연안해역의 4, 6월 저층수온은 문어가 서식하기 알맞은 3.2~12.4℃이지만, 7~9월의 수온은 5.0~24.3℃로 일일 수온차는 최대 11.3℃로 큰 편이었다. 염분은 문어의 서식에 큰 영향을 미치지 않는 33.2~35.3‰로 대체로 안정적이다. 문어의 어획량은 비교적 5~7월에 많았고, 어획량 중 76.7%가 1kgf 미만의 소형 문어였다. 흘림외줄낚시어업은 수심 40m 이내의 해역에서 6시간 정도 조업하는 것이 효율적이라고 판단되며, 앞으로 흘림외줄낚시어구를 규격화하고 봇돌에 사용 중인 납을 친환경 재료로 대체하며, 미끼도 인공미끼로 대체할 필요성이 있다. 또한 문어통발(An and Park, 2005)과 흘림외줄낚시에 어획된 문어의 약 76%가 1kgf 미만의 소형 문어인 것은 앞으로 체계적인 자원관리의 필요성을 시사하

고 있다. 흘림외줄낚시어업은 수심 40m 이내에서, 통발어업은 40m 이상에서 어획량이 많다는 것은 두 업종간의 마찰을 줄이기 위한 제도 개선에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

3. 개량식 문어흘림외줄낚시의 보급

1) 강원도연안 각시군의 반응

강원도 환동해출장소 주관으로 개최된 “봇돌제작지원 사업 설명회”와 “시제품 설명회”에서 강원도 고성에서 삼척지역까지의 문어흘림외줄낚시 어선원은 환경친화적인 봇돌과 인공미끼에 대한 높은 관심과 구입의사가 있었다. 사용자인 어선원은 인공미끼의 크기와 봇돌 모양과 무게에 대한 다양한 요구를 하였으며, 2004년부터 현재까지 환동해출장소의 지원으로 강원도 각 시군에 낚시봇돌과 인공미끼를 1세트로 만들어 약 314,081개를 보급하였으며, 현재 인공미끼의 경우는 대부분 어선원이 만족하고 있고, 개인별로 추가 구입하는 사례도 있다. 인공미끼의 경우 고성군, 동해시, 삼척시 등 지역에서 더욱 큰 미끼를 요구하는 실정에 있다.

2) 개량된 어구의 실용화를 촉진시키는 사항

현재 개량식어구의 보급률이 높아지기 위해서는 지금까지 어선원이 보유 중인 재래식어구를 회수하거나 소멸되어야하며 개량식어구에 대한 충분한 홍보와 설명으로 어선원들이 만족 할 수 있는 전담교육이 필요하다. 특히 다양한 크기의 개량식 봇돌에 대응하기 위해서는 가재모양인 인공미끼의 크기도 더 크게 제작할 필요성이 있고, 재료 및 제작경비 등의 단가도 더욱 낮아질 수 있도록 어구의 지속적인 개선이 필요하다. 그리고 조업해역의 해양환경조성을 위해서는 동일한 조업해역에서 사용되는 어구의 납 발돌 부분이 시급히 개선되어야 할 것이다.

Ⅵ. 요 약

강릉 연안해역에서 문어를 대상으로 하는 대표 어업인 통발어업과 흘림외줄낚시어업의 현장조사와 어획량을 2000년부터 2002년까지 3년간을 비교분석하여 흘림외줄낚시어구에 사용하고 있는 돼지비계미끼를 관리보관이 쉽고, 재사용이 가능하고 경비가 저렴한 PE재질을 이용한 가재모양인 인공미끼로 대체하였으며, 어구유실로 해양환경을 오염시키는 납으로 제작된 봇돌은 환경친화적 재료인 돌, 철, 게르마늄, 세라믹, 무기안료 등으로 제작하여 개량식 문어흘림외줄낚시어구를 육상수조시험, 해상기초시험, 어획시험한 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 강원도 연안해역에 조업하고 있는 문어흘림외줄낚시어구의 봇돌용으로 사용되는 납은 연간 고성군 해역이 83.7톤, 강릉시 해역이 20.2톤 동해시 해역이 51.7톤, 삼척시 해역이 45.3톤으로 총 200.9톤이다.

2. 개량봇돌은 재래식 납 봇돌과 돌 봇돌의 장점을 살려 낚시를 제작시 봇돌내에 삽입되도록 하였고, 형상은 돌 봇돌과 유사하고 무게는 다양하게 할 수 있도록 납 대신 환경친화적인 재료인 철, 게르마늄, 세라믹, 무기안료 등을 사용하였다.

3. 재래식 낚싯바늘은 개인과 해역에 따라 일정하지 않았다. 이를 개선하기 위하여 낚싯바늘의 재료는 어선원이 선호하는 재질과 굵기(0.16mm)의 철사를 선정하였고, 낚시부분을 만들 철사의 총길이는 600mm로 하였다. 선정된 철사는 문어 낚시모양을 만들기 위하여 기계로 끝부분을 날카롭게 갈고 구부렸다.

4. 회류수조에서 개량봇돌 무게 231gf은 176gf 납 봇돌보다 무게는 무겁지만 느린속력에서 이동되었고, 497gf의 개량봇돌이 345gf의 납 봇돌보다 142gf 무겁지만 최소이동속력은 동일하였다.

5. 납 봇돌의 비중은 15.065이었지만, 친환경 봇돌의 비중은 2.871~6.637 범위로 무게별로 일정한 경향을 나타내지 않았으며, 납 봇돌이 약 0.19~0.44% 정도였다.

6. 실내수조실험에서 봇돌에 빨강색의 인공미끼를 부착시킨 흰색, 검정, 노랑, 녹색의 4가지 봇돌의 색깔에 대한 행동실험에서 문어는 흰색을 가장 많이 선택하였고 다음이 검정, 노랑 순이며, 녹색일 경우가 가장 선택률이 낮았다.

7. 실내수조에서 봇돌의 이끼부착여부를 조사하였다. 친환경 봇돌에서는 이끼가 조금 부착되어 있었으며 수조 벽에서도 이끼가 부착되었지만, 납 봇돌에는 이끼 부착변화가 거의 없었다.

8. 각 해역별 어구유실량은 강릉해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 투승어구수가 각각 2,002개와 1,658개에 대하여 어구유실이 94개, 72개였으며, 어구유실률은 4.7%와 4.4%로 개량식어구가 0.4% 낮았다. 고성해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 투승어구수가 각각 980개와 803개에 대하여 어구유실이 33개, 35개였으며, 어구유실률은 3.4%와 4.4%로 개량식어구가 1% 높았다.

9. 해상어획시험에서 강릉해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 양승어구수가 각각 1,876개와 1.546개에 대하여 어획마리수는 249마리, 247마리였으며, 단위어구당 어획마리수는 0.13마리와 0.16마리로 개량식어구가 0.03마리 높았다. 고성 해역의 경우, 재래식어구와 개량식어구의 양승어구수가 각각 947개와 768개에 대하여 어획마리수는 163마리, 155마리였으며, 단위어구당 어획마리수는 0.17마리와 0.20마리로 개량식어구가 0.3마리 높았다. 어획효과는 개량식어구가 재래식어구보다 약간 높고, 환경측면에서도 개량식어구가 우수하고 어획선택성도 높으며 색깔변화도 가능하다. 어구단가는 재래식 어구가 저렴(인건비제외)하고 유실어구수는 선박, 조업장소에 따라서 달라지지만 대체로 비슷하다고 생각된다. 미끼는 돼지비계보다 인공미끼(가재모형에 돼지비계나 오징어가 삽입된 형태)가 효과적이며, 야광미끼로도 전환이 가능하다. 또한 인공미끼는 돼지비계에 비하여 계속 반복사용이 가능하며, 취급이 간편하다. 따라서 개량식어구가 재래식어구보다 경제성이 높고 조업효율이 높다고 할 수 있다.

Ⅶ. 참 고 문 헌

김대안(1999): 어구총론. 63-93.

김영규(2003): 자율관리어업의 추진현황. 「자율관리어업의 개발방향」, (해양과학심포지엄), 제주대학교 해양과환경연구소, 1-10.

김용억 등 5명(2001): 한국해산어류도감. 한글.

김진건(2000): 연근해 어구어법학. 유일문화사.

박구병 등(1996): 수산사전, 형설출판사.

박성욱, 이정우, 양용수, 서두옥(2004): 외줄낚시에 대한 문어행동과 낚시형상설계. 한국어업기술학회지, 40, 1-8.

서진하 등 7명: 생물학적 모니터링이 연작업자들의 혈중열량에 미치는 영향. 순천 향산업의학, 제8권 제1호, 2002.

안영일·박진영(2003): 연안통발 및 문어연승(외줄낚시)어업분쟁조정 연구조사. 강릉시.

안영일, 박진영(2004): 환경친화적 외줄낚시어구 및 미끼개선. 중소기업.

안영일, 박진영(2005): 강릉시 연안 문어어업에 관한 연구 Ⅰ-통발어업. 한국어업기술학회, 41(4), 271.

안영일, 박진영(2006): 강릉시 연안 문어어업에 관한 연구 Ⅱ-문어흘림낚시어업. 한국어업기술학회, 42(2), 78-85.

안영일, 박진영(2007): 문어흘림낚시용 인공미끼 개발. 한국어업기술학회, 43(4), 291-300.

안영일 등 7명(2007): 친환경어업을 위한 문어낚시어구와 자망어구의 발돌개발과 실용화. 해양수산부.

양용림(1980): 색광에 대한 돌돔과 복섬의 반응. 한국어업기술학회지, 16, 37-42.

윤강호 등 7명(2003): 정상인의 혈중 연량 수준. 순천향산업의학, 제9권 제1호.

이상고, 장창익(1999): 해양환경어업론. 아르케.

이주희(2002): 문어에 대한 스프링통발과 고리테통발의 어획성능 비교. 부경대학

교 석사학위논문, 4-25.

장호영 등 3명(2003): 서해구 자원관리형 자망·통발 어구어법기술개발에 관한연구, 1. 서해구 자망·통발어업의 현황과 주어획물의 체장분포. 한국어업기술학회지 39(1), 50-55.

장호영 등 3명(2003): 서해구 자원관리형 자망·통발 어구어법 기술개발에 관한 연구. 2. 수조에서의 통발에 대한 어군의 입망행동, 한국어업기술학회지 39(1), 56-62.

정순범(2002): 플라스틱 붕장어통발의 Ghost fishing에 관한 연구. 부경대학교 박사 학위논문, 86-102.

최병래 등 4명(2000): 한국연근해 유용연체동물도감. 구덕출판사.

김영규(2005): 한국연근해 유용어류도감. 한글인쇄.

배봉성 외 23명(2002): 한국어구도감. 국립수산과학원, 도서출판한글. 118-120.

岡本一、安樂和彦、川村軍藏、田中淑人(2001): 異なる背景色におけるタコの隱れる場の色選擇。日本水産學會誌、67、672—677。

館野聰子(1992): 運動機能と行動の秘密。動物たちの地球, 第65号, 146-147.

金田禎之(1986): 日本漁具漁法図說.

大久保 修三(1992): 卵を孵化まで守り續ける。動物たちの地球, 第65号、148-150.

奥谷喬司(1992): 貝類の同類とは思えないほど、イカ・タコたちは腕と吸盤を使って海の中を 動き 回る。動物たちの地球, 第65号、130-131.

原富之(1975): 頭足類網膜の感光色素。「光感覺」 (日本動物學會編) 學會出版センター、東京、53-88.

井上 實(1978): 魚の行動と漁法。63-100.

川村軍藏、信時一夫、安樂和彦、田中淑人、岡本一(2001): 色弁別學習を用いたスナダコとマダコの色覺比較。日本水産學會誌、67、35—39。

Ambrose, R.(1982): Shelter utilization by the molluscan cephalopod *Octopus bimaculatus*. P. S. N. Mar. Ecol. Prog. Ser., 7, 67-73.

Ambrose, R.F.(1984): Food preferences, prey availability, and the diet of Octopus bimaculatus Verrill. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 77, 29-44.

Andrady AL, Pegram JE, and Y. Song(1993): Studies on enhanced degradable

plastics. 2. Weathering of enhanced photodegradable polyethylene under marine and freshwater floating exposure. J. Environ. Polymer Degrad.; 1: 117-126.

Anderson, T.(1997): Habitat selection and shelter use by octopus *tetricus*. Marine Ecology Progress Series 150, 149-155.

Ahern, M.D. and Morris, S.(1999): Respiratory, acidbase and metabolic responses of the fresh-water crayfish Cherax destrutor to lead contamination. Comp. Biochem. Physiol., 124A, 105-111

AN, Y. I(2002): Retrieval project for the lost bottom gillnet in Korea. Fisheries Science. 68, 380-383.

An, Y.I and J.Y. Park(2004): The present condition and problems of the coastal octopus fishery of Gangwon province in Korea. Proceedings of the 4th Japan-Korea joint seminar on fisheries sciences. Dec. 15-16, 2004. Sapporo, Japan, 75-81.

Young-Il AN * Jin-Young Park * T. ARIMOTO(2006): Impovement of octopus drift line in Korea, for enhancing the environmentally friendly performance. ICES Symposium on FISHING Technology in the 21st Century, 8.3-9.3.

Barwick and Mather(2003): Biotransference and biomagnification of selenium copper, cadmium, zinc, arsenic and lead in a temperate seafrass ecosystem from Lake Macquarie estuary, NSW, Australia. Marine Environmental Research 56, 471-502.

Bjordal A. and S. Lokkeborg(1996): Longlineing.

Boletzky, V.S. & Hanlon, R,T.(1983): A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. Mem. Natl. Mus. Vic., 44, 147-187.

Burden, V. M., Sandheinrich, M,B. and Caldwell, C,A(1998): Effects of lead on the growth and δ-aminolevulinic acid dehydratase activity of juvenile rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. Environ. Pollut.m 101, 285-289.

Carter G. S.(1948): Colour and colour vision in animals. Nature, 162, 600-6001.

Choe, B. L. M. S. Park, L. G. Jeon, S.R. Park and H. T. Kim(2000): Vommercial molluscs from the freshwater and continental shelf in Korea. Gu-Deok, pp. 180.

Fiorito, G., Gherardi, F.(1999): Prey-handling behaviour of Octopus *vulgaris*(Mollusca, Cephalopoda) on Bivalve preys. Behavioural Processes 46, 75-88.

Fisheries and oceans Canada(2001): 2001 Octopus by Dive experimental harvest guideline, 2-7.

Forsythe, J.W, Hanlon, -R.T.(1997): Foraging and associated behaviour by Octopus *cyanea* Gray, 1849 on a coral atoll, French Polynesia. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 209, 15-31.

Hamasaki DI.(1968): The ERG-determined spectral sensitivity of the octopus. Vision Res. 8, 1013-1021.

Hartwick, E.B., L. Tulloch and S. MacDonald(1981): Feeding and growth of Octopus defleini(Wülker). Veliger, 24, 129-138.

Hartwick, E.B.,(1983): Octopus defleini. Boyle, P.R. ed.「Cephalopod life cycle s」. Academic Press, London, pp. 277-291.

Hartwick, E. B., R. F. Ambrose and S. M. C. Robinson(1984): Dynamics of shallow-water populations of Octopus *defleini*. Marine Biology, 82, 65-72.

Hernandez-Garcia, V., J.L. Hernandez-Lopez and J.J. Castro(1998): The octopus in the small-scale trap fishery off the Canary islands. Fisheries Research. 35, 183-189.

Hernandez-Garcia, V., J.L. Hernandez-Lopez and J.J. Castro(2002): On the reproduction of octopus *vulgaris* off the coast of the Canary islands. Fisheries Research. 57, 197-203.

Hirayama, N.(1981): Some characteristics of pot fishery resources. The

Japanese society of fisheries science ed.「Pot Fishery」. Kouseisha, Tokyo, pp. 120-139.

Hickey, J. J. and Anderon, D. W,(1968): Chloriniated hydro-carbons and eggshell changes in ratorial and fish-eating birds, Science, 252, pp. 520-521.

Holcombe, G.W., Benoit, D.A. Leonard, E. N. and Mckim, J.M.(1976): long-term effects of lead exposure on three generations of brook thout (Salvelinus fontinalist). J. Fish. Res. Board Can., 33, 1731-1741.

Hodson, p.v., Blunt, B.R,. and Spry, D. J,(1978): Choronic toxicity of water-borne and dietary lead to rainbow trout Salmo gaildneri. Arch. Environ. Contam. Toxicol,. 12, pp. 869-878.

Hughes, R.N.(1980): Optimal foraging theory in the marine context. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev., 18, 423-481.

http://marine.alaskapacific.edu/octopus/nathist.html

http://www.takagifund.org/06/2001/2001okinawa.htlm

Inoue, M.,(1978): Fish behavior and Fishing method. Kouseisha-kouseikaku, Tokyo, pp. 63-100.

Jacks, Gunnar, M. Bystron, and L. Johansson.(2001): Lead emissions from lost fishing sinkers. Boreal Enviroment Research 6: 231-236.

Januma, S., K. Miyajima, and T. Abe,(2003): Decelopment and comparative test of squid liver artificial bait for tuna longline. Fisheries Science, 69, 288-292.

Kalland A.(1996): Marine management in coastal Japan [Fisheries management in crisis](edited by Crean K. and Symes D.). Fishing News Books, 71-83.

kaimmer, S. M.(1999): Direct observations on the hooking behavior of Pacific halibut, Hippoglossus stenolepis. Fishery Bulletin, 97, 873-883.

Laist D. W. (1996): Marine debris entanglement and ghost fishing. Proceedings of the Solving Bycatch Workshop, 25-27, 1995, Seattle,

Wasthinton. 33-40.

Lee J. S,. Kand, J. C,. and Shin, Y. K,(2001): Histological Respponses of the Flounder, Paralichthys olivaceus Exposed to opper, J. Fish patholo, 14(2), pp 81-90.

Little, E. E., Fairchild, J. F. and Delonay, A.J.(1993): Behaioral methods for assessing impacts of contaminants on early life stage fishes. Transactions Am. Fish. Soc. Symposium. 14, 67-76.

LΦkkeborg S. and Å. Bjordal(1995): Size-selective effects of increasing bait size by using an inedible body on longline hooks. Fisheries Research, 24, 273-279.

LΦkkeborg S.(1991): Fishing experiments with an alternative longline bait using surplus fish products. Fisheries Research.

Maff.(1988): Concentration of metals and other elements in marine fish and shellfish. Food Surveillance Information Sheet 151, 1-13

Mangold, K.(1983): Octopus Vulgaris. In: Boyle, P.R.(Ed.) Cephalopod life cycles, Vol. 1. Academic Press, London, 335-364.

Mather, J.A.(1982): Factors affecting the spatial distribution of natural populations of Octopus *joubini* Robson. Animal Behaviour 30, 1166-1170.

Mather, J.A.(1988): Daytime activity of juvenile Octopus *vulgaris*(Mollusca, Cephalopoda) in Bermuda. Malacologia, 29. 69-76.

Mather, J.A.(1991): Foraging, feeding and prey remains in middens of juvenile Octopus *vulgaris*(Mollusca, Cephalopoda) J. Zool. lond., 224. 27-39.

Matsuoka T, Osako T. and M. Miyagi(1997): Underwater observation and assessment on ghost fishing by lost fish-traps. In Proceedings of the Fourth Asian Fisheries Forum. 179-183.

Messenger J.B. Wilson AP, Hedge A.(1973): Some evidence for color-blindness in octopus. J. Exp. Biol. 59, 77-94.

Messenger JB,(1977): Evidence that octopus is color blind. J. Exp. Biol. 70,

49-55.

Newman, M.A.,(1963): "Marijean" octopus expedtion. Vancouver Pub. Aquar. Newst., 7(7), 467-471

Michael, P.(2006): Fish and wildlife issues related to use of lead fishing gear. Washington Department of fish and wildlife fish program, 1-28.

Min, D. K.,(2004): Mollusks in Korea. Hanguel graphics, pp. 501-503.

Munz WRA, Johnson MS(1978): Rhodopsins of oceanic decapods. Vision Res. 18, 601-602.

Ogura, M.(1975): Studies on the catching efficiency of anfling baits. Journal of the Tokyo University of Fisheries, 61, 17-22.

Ookilyou, K.(1993): The earth of animals 65. Asahi encyclopedia, pp. 146.

Pereire, J. M. F.,(2003): http://www.fao.org/docrep/x3900e/x3900e9.htm

Portugal(2002): A preliminary study. Bulletino of Marine Science, 71(2), 1091-1093.

Pruter A T.(1987): Sources, Quantities and Distribution of Persistent Plastics in the Marine Environment. Mar. Pollut. Bull. 18 : 305-310.

Rees, W. J. and J. R. Lumby(1954): The abundance of octopus in the English channel. J. Mar. biol. Ass. U. K. 33, 515-536.

Roffe T.(1975): Spectral perception in octopus-A behavioral study. Vision Res. 15, 353-356.

Roper C. F. E., M.J. Sweeney and C.E. Nauen, 1984. FAO species catalogue. Vol. 3 Cephalopods of the world. pp.191-226.

Sawara, Y.,(1987): Foraging behavior of fish. University of Tokyo press, Tokyo, pp. 1-12.

Scheuhammer, A.M., S.L. Money, D.A. Kirk, and G. Donaldson.(2003): Lead Fishing sinkers and jigs in Canada: Review of their use patterns and toxic impacts on wildlife Service Occasional Paper 108. Environment Canada, Ottowa pp48.

Seixas S. B., T. Pinheiro and C.S. Reis(2002): Lead in octopus(octopus

vulgaris) in 2002.

Sippel, A., Geraci, J. and Hodson, P.,(1983): Histopathological and physiological responses fo rainbow trout(Salmo gairdneri) to sublethal levels of lead. Water Res., 17, 1115-1121.

Silva, L.I. Sobrino and F. Ramos(2002): Reproductive biology of the common octopus, octopus vulgaris cuvier, 1797(cephalopoda: octopodidae) in the gulf of Cadiz(SW Spain). Bulletin of Marine Science, 71(2), 837-850.

Smale, M.J. and Buchan, P.R.(1981): Biology of Octopus *vulgaris* off the east coast of South Africa. Mar. Biol., 65, 1-12.

Stomer, A.W.(2003): Hunger and light level alter response to bait by Pacific halibot: laboratory analysis of detection, location and attack. Journal of fish Biology, 62, 1176-1193.

Takeuchi, S.,(1981): Fishing with pots 「Pot fishery」. Fisheries series 36, Kouseisha-kouseikaku, Tokyo, pp. 22-35.

Tsuchiya, K.T.R., N.A. Yamamoto and H. D. Abe, 2002. Cephalopods in Japanese waters. Tbs-Britannica, Tokyo, pp.86-115.

Vincent, T.L.S., D. Scheel and K.R. Hough,(1988): Some aspects of diet and foraging behavior of Octopus dofleini(Wulker, 1910) in its northernmost range. Marine Ecology, 19, 13-29.

Weber, D.N., Russo, A., Seale, D.B. and Spoeler, R.E.,(1991):Waterborne lead affects feeding avilities and neurotransmitter levels of juvenile fathead minnows Pimephales promelas. Aquat. Toxicol., 21, 71-80.

Well, M.J.(1962): Brain and Behaviour in Cephalopods. Heinemann, Toronto.

Yarnall, J.L.(1969): Aspects of the behaviour of Octopus *cyanea* Gray. Anim. Behav. 17, 747-754.

Zenz C(1994): Occupational medicine. Year Book Medical Publisher Inc., Chicago, pp. 509-528.

Ⅷ. 부 록

Table Ⅷ-1. Monthly catches of octopus in 2000 sample by trap fishing boat.

(unit: kgf)

No.	Month												Total
	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1	312	383	380	267	703	445	314	705	604	374	150	228	4,865
2	27	277	186	128	321	212	485	780	500	166	123	179	3,384
3	-	-	-	-	-	367	679	765	703	164	-	-	2,678
4	119	451	491	328	397	331	630	788	540	193	-	-	4,268
5	263	412	271	247	165	131	594	557	645	200	20	8	3,513
6	248	314	289	166	133	-	31	499	466	117	-	-	2,263
7	160	261	216	86	331	117	320	584	440	102	138	126	2,881
8	-	-	-	-	-	-	-	-	368	364	169	238	1,139
9	-	-	176	237	-	299	415	832	205	296	-	48	2,508
10	303	322	309	183	256	54	234	480	396	160	189	319	3,205
11	212	407	333	308	483	440	547	647	433	245	-	-	4,055
12	136	332	166	56	206	187	360	1,766	330	234	214	178	4,165
13	159	203	162	95	126	69	172	441	375	218	72	114	2,206
14	239	207	46	179	345	182	498	772	653	327	178	87	3,713
15	32	101	69	51	453	229	695	571	497	315	163	211	3,387
16	-	-	-	144	71	451	245	901	508	301	285	289	3,195
17	266	215	58	-	45	92	475	246	505	190	130	189	2,411
18	-	62	110	99	46	-	48	481	397	182	-	-	1,425
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	2,476	3,947	3,262	2,574	4,081	3,606	6,742	11,815	8,565	4,148	1,831	2,214	55,261

Table Ⅷ-2. Monthly species composition of fishes, collected of catches by pot fishing 19 boat in 2000.

(unit: kgf)

No.	Scientific name	Month												Total
		Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1	*Octopus dofleini*	2,476	3,947	3,262	2,574	4,081	3,606	6,742	11,815	8,565	4,148	1,831	2,214	55,261
2	*Todarodes pacificus*	-	-	-	-	-	2,531	642	-	447	-	-	-	3,620
3	*Takigugu porphyreus*	63	-	-	-	-	-	-	-	-	423	2,069	563	3,118
4	*Hemiramphus sajori*	162	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	344	512
5	*Cololabis saira*	-	-	-	-	16,814	6,510	-	-	-	-	-	-	23,324
6	*Limanda herzensteini*	-	4	-	14	13	6	5	3	-	-	-	25	70
7	*Sebastes schlegeli*	-	1	3	4	1	2	1	-	-	-	-	-	12
8	*Gadus macrocephalus*	-	24	-	-	-	-	-	-	-	18	-	-	42
9	*Paralichthys olivaceus*	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
10	*etc.*	4	1	-	1	3	9	78	110	52	283	73	111	725
11	*Neptunea frator*	10	6	11	-	-	11	83	-	-	-	-	-	121
	Total	2,715	3,989	3,280	2,593	20,912	12,675	7,551	11,928	9,064	4,872	3,973	3,257	86,809

Table Ⅷ-3. Monthly catches of octopus in 2001 sample by trap fishing boat.

(unit: kgf)

No.	Month												Total
	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	290	168	146	6,371	128	210	636	791	464	306	325	427	10,262
3	140	76	92			284	1,074	916	470	262	118	344	3,776
4	314	254	170	228	362	702	888	873	354	303	244	307	4,999
5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	347	164	217	131	111	214	581	721	377	275	200	254	3,592
7	246	148	151	108	88	324	674	682	336	201	180	204	3,342
8	343	180	219	131	186	173	355	752	314	333	312	211	3,509
9	7,431	158	79	84	6,909	269	4,259	946	675	289	358	491	21,948
10	291	169	89	283	225	306	940	1,129	517	220	350	491	5,010
11	389	227	223	190	211	414	568	942	288	249	224	249	4,174
12	359	171	205	211	218	239	817	1,023	78	183	201	297	4,002
13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	333	376	270	317	115	59	1,372	1,279	685	497	412	392	6,107
15	445	328	263	236	140	206	614	853	436	367	333	418	4,639
16	582	209	227	239	147	249	804	893	629	368	160	307	4,814
17	323	286	223	240	147	218	792	822	346	275	137	128	3,937
18	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
19	–	–	–	232	55	166	770	1,079	431	396	274	234	3,637
20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Total	11,833	2,914	2,574	9,001	9,042	4,033	15,144	13,701	6,400	4,524	3,828	4,754	87,748

Table Ⅷ-4. Monthly species composition of fishes, collected of catches by pot fishing 15 boat in 2001.

(unit: kgf)

No.	Scientific name	Month												Total
		Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1	*Octopus dofleini*	11,833	2,914	2,574	9,001	9,042	4,033	15,144	13,701	6,400	4,524	3,828	4,754	87,748
2	*Todarodes pacificus*	-	-	-	-	-	-	-	-	3,389	-	-	-	3,389
3	*Takigugu porphyreus*	1,094	-	-	-	-	-	547	-	-	-	1	26	1,668
4	*Hemiramphus sajori*	-	-	-	1,759	-	-	-	-	-	-	-	200	1,959
5	*Cololabis saira*	-	-	-	-	1,920	885	-	-	-	-	-	-	2,805
6	*Limanda herzensteini*	45	58	43	14	11	6	6	-	-	5	51	66	305
7	*Sebastes schlegeli*	-	-	19	-	10	-	-	1	-	13	6	6	55
8	*Gadus macrocephalus*	36	-	-	-	-	-	18	-	20	-	-	-	74
9	*Conger myriaster*	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	5	-	13
10	*Mugil cephalus*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
11	*Navodon modestus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	2	-	43
12	*etc.*	163	34	65	140	203	58	100	68	62	203	20	29	1,145
13	*Neptunea frator*	10	-	-	204	172	67	99	-	-	2	-	-	554
14	Shrimp	-	-	-	12	47	28	-	-	-	3	3	-	93
	Total	13,181	3,006	2,701	11,135	11,409	5,077	15,914	13,770	9,871	4,791	3,916	5,081	99,852

Table Ⅷ-5. Monthly catches of octopus in 2002 sample by trap fishing boat.

(unit: kgf)

No.	Month												Total
	Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1	224	229	390	342	45	-	274	499	369	191	259	103	2,925
2	276	67	14	109	25	-	26	610	246	200	183	398	2,154
3	253	120	33	220	-	-	166	394	-	-	-	-	1,186
4	279	279	748	306	110	-	89	-	265	191	132	170	2,569
5	-	122	169	265	48	-	156	630	517	174	192	235	2,508
6	188	95	43	75	44	-	126	413	220	108	-	-	1,312
7	189	84	87	171	68	-	79	400	167	126	127	260	1,758
8	293	155	138	151	120	-	197	846	354	235	267	177	2,933
9	317	212	92	19	-	-	256	551	376	242	328	83	2,476
10	374	178	128	172	56	-	167	305	204	117	152	180	2,033
11	307	270	189	205	51	-	31	111	116	122	122	121	1,645
12	237	143	192	301	98	-	199	638	354	193	157	163	2,675
13	8	85	48	154	45	-	180	317	158	82	115	48	1,240
14	164	389	417	351	150	-	-	497	224	83	141	112	2,528
15	351	244	339	222	47	-	160	253	187	101	158	149	2,211
16	175	97	79	-	-	-	-	-	256	-	-	-	607
17	173	76	10	76	21	-	132	373	324	170	130	106	1,591
18	-	38	-	55	13	-	100	235	235	132	126	132	1,066
19	-	-	-	-	-	-	-	219	211	67	-	-	497
20	152	66	572	135	128	-	51	456	348	161	158	53	2,280
Total	3,960	2,949	3,688	3,329	1,069	-	2,389	7,747	5,131	2,695	2,747	2,490	38,194

Table Ⅷ-6. Monthly species composition of fishes, collected of catches by pot fishing 20 boat in 2002.

(unit: kgf)

No.	Scientific name	Month												Total
		Jan.	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1	*Octopus dofleini*	3,960	2,949	3,688	3,329	1,069	-	2,389	7,747	5,131	2,695	2,747	2,490	38,194
2	*Todarodes pacificus*	-	-	-	-	-	716	10,892	104	222	-	-	-	11,934
3	*Takigugu porphyreus*	-	-	-	-	-	-	2	-	1	1,620	3,048	56	4,727
4	*Hemiramphus sajori*	2,131	2,218	4,022	1,051	-	-	-	-	-	-	-	5,416	14,838
5	*Cololabis saira*	-	-	-	-	1,725	-	-	-	-	-	450	92	2,267
6	*Glyptocephalus stelleri*	51	34	3	-	4	-	-	1	-	-	-	-	93
7	*Sebastes schlegeli*	14	2	-	2	-	-	-	-	-	5	2	2	27
8	*Gadus macrocephalus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	14
9	*Histiopterus typus*	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	9	2	17
10	*Mugil cephalus*	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
11	*Conger myriaster*	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	6
12	*Arctoscopus japonicus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
13	*Lophiomus setigerus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
14	*Navodon modestus*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
15	*etc.*	24	31	62	89	14	-	78	236	149	124	148	119	1,074
16	*Buccinum bayani*	26	10	-	17	3	-	-	2	1	1	1	-	61
17	Shrimp	-	-	-	-	-	-	-	-	6	11	-	-	17
18	Crab	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	10	12
19	Echinoidea	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	-	-	6
	Total	6,206	5,250	7,776	4,488	2,815	716	13,361	8,090	5,516	4,463	6,424	8,187	73,292

Table Ⅷ-7. Monthly catches of octopus in 2000 sample by drift-single line fishing boat

(unit: kgf)

No.	Month												Total
	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1	-	-	97	92	255	83	222	109	9	64	15	10	956
2	8	77	162	83	203	246	142	157	21	47	16	-	1,162
3	10	71	138	104	178	129	74	89	-	-	-	-	793
4	83	148	281	158	270	199	229	136	43	126	130	40	1,843
5	-	-	-	-	-	-	79	236	11	-	-	-	326
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	92	13	-	-	-	-	-	-	-	105
8	17	38	158	293	371	394	291	247	40	-	14	-	1,863
9	75	169	163	253	346	369	223	206	30	32	6	6	1,878
10	2	-	6	226	245	128	99	188	19	33	12	36	994
11	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4
12	7	49	96	126	209	103	117	61	11	-	3	5	787
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	34	202	383	406	211	197	-	-	-	7	17	1,457
15	155	302	359	358	448	82	92	46	28	-	-	-	1,870
16	-	22	223	216	253	64	54	88	36	6	11	21	994
17	71	150	262	325	367	262	285	286	41	31	25	4	2,109
18	-	42	35	17	50	-	25	160	31	-	-	-	360
19	74	152	203	214	437	284	256	257	78	56	-	12	2,023
20	-	-	-	36	112	73	111	22	21	-	-	-	375
Total	502	1,254	2,385	2,976	4,163	2,631	2,496	2,288	419	395	239	151	19,899

Table Ⅷ-8. Monthly catches of octopus in 2001 sample by drift-single line fishing boat

(unit: kgf)

No.	Month												Total
	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1	-	57	197	207	138	226	445	143	82	41	-	-	1,536
2	14	76	177	224	203	254	294	17	8	12	-	-	1,279
3	-	104	111	118	106	123	195	68	33	11	-	-	869
4	7	137	230	216	193	219	200	126	113	54	63	27	1,585
5	-	67	264	247	82	-	216	42	28	-	-	-	946
6	-	-	-	-	-	-	283	33	-	-	-	-	316
7	-	-	-	6	10	20	23	-	-	-	-	-	59
8	-	83	197	180	131	299	407	24	12	12	-	14	1,359
9	9	191	207	210	272	214	177	26	30	15	-	7	1,358
10	45	121	204	185	165	240	425	113	27	24	27	17	1,593
11	-	-	67	159	258	278	424	113	39	20	15	50	1,423
12	8	84	85	122	99	190	136	75	13	2	10	5	829
13	-	126	199	227	253	186	143	49	31	-	-	-	1,214
14	-	108	312	200	220	215	272	88	58	13	-	32	1,518
15	48	270	331	161	225	32	199	104	81	29	-	-	1,480
16	39	75	209	159	97	145	244	14	32	40	61	26	1,141
17	54	75	177	206	170	261	375	137	53	44	83	41	1,676
18	-	-	142	104	64	50	-	-	15	-	-	-	375
19	19	199	200	84	171	115	-	68	12	3	-	-	871
20	-	42	32	98	90	149	88	-	-	-	-	-	499
Total	243	1,815	3,341	3,113	2,947	3,216	4,546	1,240	667	320	259	219	21,926

Table Ⅷ-9. Monthly catches of octopus in 2002 sample by drift-single line fishing boat

(unit: kgf)

No.	Month												Total
	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
1	-	103	117	97	203	145	245	30	67	40	-	8	1,055
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	61	71	94	101	88	206	22	50	9	-	-	702
4	-	72	103	193	41	165	134	56	30	271	461	-	1,526
5	-	24	30	160	-	48	70	-	-	-	-	-	332
6	-	-	-	89	153	155	325	149	-	-	-	-	871
7	6	53	97	130	187	34	-	-	-	-	-	-	507
8	40	46	132	193	203	123	95	65	29	23	8	-	957
9	11	108	149	166	190	109	150	62	69	35	8	-	1,057
10	-	78	157	106	116	166	161	4	24	22	21	3	858
11	9	81	226	212	180	253	224	79	70	16	-	-	1,350
12	12	121	267	142	155	142	129	23	96	20	-	-	1,107
13	-	79	-	-	-	11	52	-	-	-	-	-	142
14	14	80	135	110	121	157	150	32	57	-	-	-	856
15	-	-	-	-	20	8	-	-	-	-	-	-	28
16	-	-	-	27	126	118	185	30	72	21	315	-	894
17	-	17	100	69	93	83	-	-	-	-	-	-	362
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	92	923	1,584	1,788	1,889	1,805	2,126	552	564	457	813	11	12,604

감사의 글

기나긴 시간 속에 얻은 결실이기에 모두에게 감사하는 마음을 가지며, 이 논문을 완성하기까지 혼자만의 힘으로는 불가능한 부분을 도와주신 모든 분들에게 이 글로 감사의 마음을 전하고자 합니다.

지금까지 부족함이 많은 저에게 수산학 연구에 입문할 수 있도록 길을 열어 주신 이춘우 교수님, 신종근 연구관님, 양용수 연구관님과 따뜻한 격려와 조언으로 학위를 받을 수 있도록 지혜를 주신 서두옥 교수님의 가르침과 은혜에 깊이 머리 숙여 감사를 드립니다. 그리고 바쁘신 가운데서도 부족한 저에게 인생과 학문의 길을 늘 가르쳐 주시고 정성스럽게 논문을 교정해 주신 김석종 교수님, 최찬문 교수님께 감사드리며, 논리적이지 못한 문장들을 세세히 읽으시고 정성스럽게 다음어 주신 문일주 교수님 그리고 자상함과 세심하게 체계적으로 논문을 다듬어 주시고 조언해 주신 안장영 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 재학시절 학문의 길로 이끌어 주신 손태준 교수님, 정공흔 교수님, 박정식 교수님, 노홍길 교수님, 안영화 교수님께도 감사를 드립니다. 특히 이 연구의 결실이 맺기까지 시험분석에 열과 성의로 도움을 주신 안영일 교수님, 논문이 완성되기까지 공부할 수 있도록 연구 환경을 만들어 주신 조현정 교수님, 해상실험을 헌신적으로 함께해주신 강릉시 연승협회 관계자 및 이중남 회장님께 감사를 드립니다. 아울러, 자료정리와 해상실험을 함께한 강원도립대학 해양산업과 학생들에게도 감사의 마음을 전하며, 논문심사를 받기까지 큰 힘이 되어 주신 김병엽 박사님, 힘들고 어려운 시간을 함께한 김성호 후배님 및 어구공학 실험실원 여러분께도 감사드립니다. 그리고 과중한 업무 속에서도 아낌없는 배려를 해주시고 원고를 꼼꼼히 교정해 주시며, 탈고할 수 있도록 세심한 배려와 격려를 아끼지 않으신 국립수산과학원 동해수산연구소 배봉성 박사님께 깊은 감사를 드립니다.

끝으로 정성과 헌신으로 사랑을 베풀어 주신 어머님과 각별한 사랑으로 보살펴 주신 장인, 장모님의 은덕에 감사드리며, 항상 관심을 가지고 지켜봐 주신 큰형님과 작은형님께도 머리 숙여 고마움을 전합니다. 그리고 정신적으로 도움주신 형수님과 사랑하는 조카들 성현, 성민에게도 기쁨을 전합니다. 또한 힘들고 어려운 생활 속에서도 내색하지 않고 학위를 받을 수 있기까지 내조해 준 사랑하는 아내 정정연님과 사랑하는 딸 정은이와 이 기쁨을 함께 나누며, 박사학위를 받는 이 순간부터 비로소 학문을 새롭게 시작한다는 겸손한 마음가짐으로 더욱 노력할 것을 다짐합니다. 다소 일일이 열거하지 못한 분들에게도 고개 숙여 감사드리며, 살아생전 항상 자식이 잘 되기만을 바라시고, 정성과 사랑으로 헌신하시고 믿음으로 지켜봐 주신 아버님 영전에 이 논문을 바칩니다.

JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952
JEJU 1952
제주대학교