

박사학위논문

제주도 연근해 연속식 채낚기 어구의
생력화에 관한 연구



제주대학교 대학원

어업학과

김 병 엽

2006년 6월

박사학위논문

제주도 연근해 연속식 채낚기 어구의
생력화에 관한 연구



제주대학교 대학원

어업학과

김 병 엽

2006년 6월

제주도 연근해 연속식 채낚기 어구의 생력화에 관한 연구

지도교수 서 두 옥

김 병 엽

이 논문을 수산학 박사학위 논문으로 제출함

2006년 6월

김병엽의 수산학 박사학위 논문을 인준함



심사위원장 김 석 종

위 원 안 장 영

위 원 박 성 옥

위 원 문 일 주

위 원 서 두 옥

제주대학교 대학원

2006년 6월

STUDY ON THE ELIMINATION OF LABOR FOR
CONTINUOUS HAND LINE IN THE COSTAL AND
OFFSHORE AREA OF JEJU ISLAND IN KOREA

Byung-Yeob KIM

(Supervised by professor Du-Ok Seo)



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

DEPARTMENT OF FISHERY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2006. 6

목 차

LIST OF FIGURES	iv
LIST OF TABLES	vii
SUMMARY	viii
I. 서 론	1
II. 제주도 연근해 채낚기 어구	5
1. 갈치 채낚기 어구	5
1) 수동식 갈치 채낚기 어구	5
2) 수동식 갈치 채낚기 어구의 조업방법	7
2. 오징어 채낚기 어구	17
1) 수동식 오징어 채낚기 어구	17
2) 수동식 오징어 채낚기 어구의 조업방법	20
3. 수동식 갈치 채낚기 어구의 조획특성	23
1) 재료 및 방법	23
2) 결과	26
(1) 낚시의 침지시간에 따른 조획률	26
(2) 낚시의 침지시간에 따른 미끼탈락률	32
III. 연속식 채낚기 어구의 모형시험	34
1. 재료 및 방법	34
1) 연속식 채낚기 어구의 구성	34
(1) 갈치 채낚기 어구	34

(2) 오징어 채낚기 어구	36
2) 모릿줄 회전장치	38
3) 육상 모형시험	42
4) 해상 모형시험	46
2. 결과	50
1) 육상 모형시험	50
2) 해상 모형시험	57
(1) 모릿줄과 아릿줄의 꼬임해석	57
(2) 모릿줄 회전장치의 구성	59
(가) 구동장치	61
(나) 구동드럼	63
(다) 설치대	63
(라) 현측롤러와 유도롤러	65
(마) 낚시 걸림 방지 보호판	67
(바) 수력 저항판	69
IV. 연속식 채낚기 어구의 해상시험	71
1. 재료 및 방법	71
1) 연속식 채낚기 어구의 구성	71
(1) 갈치 채낚기 어구	71
(2) 오징어 채낚기 어구	73
2) 모릿줄 회전장치의 구성	75
(1) 구동장치	78
(2) 구동드럼	80
(3) 설치대	82
(4) 유도롤러	83

(5) 유도관	85
(6) 현측롤러	87
(7) 수력 저항판	89
3) 해상 시험	90
2. 결과	91
1) 모릿줄 회전장치	91
(1) 구동장치	91
(2) 구동드럼	93
(3) 설치대	94
(4) 유도롤러	95
(5) 유도관	96
(6) 현측롤러	98
(7) 수력 저항판	99
2) 해상 시험	100
V. 고 찰	102
1. 수동식 채낚기 어구의 조획 특성	102
2. 연속식 채낚기 어구	103
3. 모릿줄 회전장치	107
VI. 요 약	110
VII. 참고문헌	113
감사의 글	117



LIST OF FIGURES

Fig. 2-1. Schematic drawing of the traditional hairtail hand line (unit : mm).	6
Fig. 2-2. Schematic drawing of the operating for the hairtail hand line.	7
Fig. 2-3. Photograph of the fishing operation of a hairtail in the fishing ground.	8
Fig. 2-4. Photograph of the casting of a sea anchor.	12
Fig. 2-5. Photograph of the setting of fishing gears.	12
Fig. 2-6. Photograph of the arrangement of baits.	13
Fig. 2-7. Photograph before casting.	13
Fig. 2-8. Photograph of casting.	14
Fig. 2-9. Photograph after casting.	14
Fig. 2-10. Photograph of the hauling of fishery products.	15
Fig. 2-11. Photograph of the handling of fishery products.	15
Fig. 2-12. Photograph of the arrangement for casting again.	16
Fig. 2-13. Photograph of fishing boats for hairtail.	16
Fig. 2-14. Schematic drawing of the traditional squid hand line (unit : mm)	18
Fig. 2-15. Photograph of the branch line of the traditional squid hand line	19
Fig. 2-16. Schematic drawing of the operating for squid hand line.	21
Fig. 2-17. Photograph of the fishing process of a squid hand line in the fishing ground.	22
Fig. 2-18. Experimental gear of a hairtail hand line for fishing test.	24
Fig. 2-19. Hooking rate according to soaking time for a hairtail.	30

Fig. 2-20. Hooking rate according to hooks for a hairtail.	31
Fig. 2-21. Bait loss rate of soaking time for a hairtail.	33
Fig. 3-1. Schematic drawing of the continuous jigging machine for a hairtail.	35
Fig. 3-2. Schematic drawing of the continuous jigging machine for a squid.	37
Fig. 3-3. The motor and the each name of the continuous automatic jigging machine for a hairtail.	39
Fig. 3-4. Schematic drawing of the squid automatic jigging machine (unit : mm).	41
Fig. 3-5. Schematic drawing of experimental testing for the hairtail hand line on the ground.	44
Fig. 3-6. Schematic drawing of experimental testing for the squid hand line on the ground.	45
Fig. 3-7. Schematic drawing of the continuous hairtail hand line on the fishing boat.	48
Fig. 3-8. Schematic drawing of the continuous squid hand line on the fishing boat.	49
Fig. 3-9. Photograph of the rotary equipment for revolving a main line of the continuous hairtail hand line.	51
Fig. 3-10. Photograph of the movement of a main line and a branch line on the model continuous hairtail hand line.	52
Fig. 3-11. Photograph of the rotary device for revolving a main line of the continuous squid hand line.	53
Fig. 3-12. Photograph of the movement of a main line and a branch line on the model continuous squid hand line.	54
Fig. 3-13. Photograph of the rotary device for revolving a main line of the	

continuous hairtail and squid hand line.	56
Fig. 3-14. Photograph of the continuous hairtail hand line at sea test.	59
Fig. 3-15. Photograph of the continuous squid hand line at sea test.	60
Fig. 3-16. Photograph of the rotary device renovated for the continuous hairtail hand line.	62
Fig. 3-17. Photograph of the continuous hand line (unit : mm).	64
Fig. 3-18. Photograph of the side roller at the underwater model test.	66
Fig. 3-19. Photograph of the induced tub used at the sea test.	68
Fig. 3-20. Photograph of the movement of resistance board at the sea test.	70
Fig. 4-1. Schematic drawing of the continuous hairtail hand line.	72
Fig. 4-2. Schematic drawing of the continuous squid hand line.	74
Fig. 4-3. Schematic drawing of the continuous hairtail hand line on the fishing boat.	76
Fig. 4-4. Schematic drawing of the continuous squid hand line on the fishing boat.	77
Fig. 4-5. Rotary device renovated for the continuous hand line.	79
Fig. 4-6. Schematic diagram of a rotary drum (unit : mm).	81
Fig. 4-7. Schematic drawing of a frame (unit : mm).	82
Fig. 4-8. Schematic drawing of the induced roller renovated (unit : mm).	84
Fig. 4-9. Schematic drawing of the induced tub renovated (unit : mm).	86
Fig. 4-10. Schematic drawing of the side roller renovated (unit : mm).	88
Fig. 4-11. The resistance board for reducing twist of the main line and branch line at the sea (unit : mm).	89
Fig. 4-12. Photograph of the rotary device renovated for the continuous hand line.	92
Fig. 4-13. Photograph of the rotary drum of the continuous hand line (unit :	

mm).	93
Fig. 4-14. Photograph of the frame of the continuous hand line.	94
Fig. 4-15. Photograph of the induced roller of the continuous hand line.	95
Fig. 4-16. Photograph of the induced tube renovated for the continuous hand line.	97
Fig. 4-17. Photograph of the side roller of the continuous hand line.	98
Fig. 4-18. Photograph of the resistance board renovated for the continuous hand line.	99
Fig. 4-19. Photograph of the continuous hand line established at the sea test.	101
Fig. 5-1. Twist relation between a main line and a branch line according to the length of a branch line.	106
Fig. 5-2. Photograph of the continuous hand line established at the sea test.	109



LIST OF TABLES

Table 2-1. Specifications of materials for the traditional hairtail hand line (unit : mm)	6
Table 2-2. Specifications of materials for the traditional squid hand line (unit : mm)	18
Table 2-3. Hooking rate and bait loss rate according to soaking time	27
Table 3-1. Specifications of materials for the continuous hairtail hand line (unit : mm)	35
Table 3-2. Specifications of materials for the continuous squid hand line (unit : mm)	37
Table 3-3. Specifications of materials for the continuous hairtail hand line (unit : mm)	44
Table 3-4. Specifications of materials for the continuous squid hand line (unit : mm)	45
Table 3-5. Specifications of materials for the continuous hairtail hand line (unit : mm)	48
Table 3-6. Specifications of materials for the continuous squid hand line (unit : mm)	49
Table 4-1. Specifications of materials for the continuous hairtail hand line (unit : mm)	72
Table 4-2. Specifications of materials for the continuous squid hand line (unit : mm)	74
Table 5-1. Twist relation between a main line and a branch line	105
Table 5-2. Specifications of the continuous hand line	108

SUMMARY

In order to obtain basic data for the elimination of labor in the manual hand line in the adjacent seas of Jeju Island, the present study developed a automated system tool, which can check the status of a bait, collect the catch, arrange branch, and exchange a damaged hook continuously by moving a main line to underwater, upper deck, and underwater in sequence.

In this system, the number of a hook was increased by extending the length of main line. The ratios of the bait loss and the fish catch were examined in accordance with the soaking time of the hooking rate. The hand line system consists of (i) the driving equipment by using a three-way electric motor to consecutively advance, stop, and retreat a movement of main line on the upper deck,

(ii) the driving drum, (iii) the guiding roller to prevent the distortion of main line, (iv) a twist in branch line, (v) a jam in a hook, (vi) a guiding plate, (vii) side roller, (viii) main line revolving tool using a water power resistant plate, (ix) a revolving tool.

Using this system, model tests on the ground, underwater and field tests over seas were conducted. the results are summarized as.

1. The manual hand line required an intensive manpower(100 rounds in 10hours per day) for fish catch because it depends on the manual works of the routine such as attaching a bait midnight, arranging branch line, casting, perceiving hook, hauling a line, collecting a fish catch, checking a bait, exchanging a hook damaged, dismantling a twist in branch line.

2. The length of main line in the continuous hand line was 2.4 times longer than that in the manual hand line, resulting in increasing the number

of the hook connected to branch line. This contributes to increase the quantity of the fish catch per unit effort.

3. The percentage of the bait loss was 50% at 78 seconds and 100% at 1,941 seconds after casting. The percentage of the fish catch according to the soaking time was 90.4% ~ 92.3% between 546 ~ 967 seconds, showing a trend of decrease after 967 seconds.

4. The speed of revolution in the driving drum of the main line varied from 0.1 m/s to 3 m/s allowing advancing, stopping and retreating without any gear change.

5. In a model test for a continuous hand line on the ground, the twist according to the length of branch line showed less in the order of 3000, 2500, 2000, 1500, 1000, and 500mm. In the case of a continuous squid hand line, it showed less in the order of 1500, 1000, 500, 10m.

6. To reduce a twist of branch line due to a distorting of main line by a revolving of weight in a model test on the ground, a length of a direction roller was extended in the fore and after of the vessel. A water resisting plate was attached at the end of main line and the width of a driving drum was reduced from 370mm to 130mm.

7. In a test at sea, it was possible to reduce a twist in branch line which frequently occurred in a model test on the ground and at sea. However, a hook was caught in main line and upper deck, etc.

8. To reduce a jam in a hook, frame made of an angle was changed to the one of cylindrical iron tube. An angle for 3 axes of a guiding roller was

adjusted. The length for 3 axes of side roller was extended and the relevant angle was adjusted. in addition these, a guiding pipe was installed between a guiding roller and a side roller.

9. A continuous hand line was divided into hand line and revolving tool of main line. This revolving tool consisted of a driving tool, a driving drum, frame, a guiding roller, a guiding pipe, a side roller and a water power resisting plate.

10. Main line in continuous hand line was smoothly moved by a driving drum in underwater, upper deck and underwater in sequence without any twist in branch line, jam in a hook, distortion, etc. in main line.

11. Horizontal moving of main line, branch line and a hook on an upper deck enabled a consecutive operation such as casting, checking a bait, collecting a fish catch, exchanging a hook damaged, dismantling a twist in branch line, hauling a line, etc.

I. 서 론

채낚기는 낚시 어법의 일종으로 긴 낚시줄에 한개 또는 수 개의 낚시를 매단 어구이다. 어구의 운용과정은 낚시줄을 바다에 투하하는 과정과 낚시줄을 인력 또는 기계적인 힘으로 낚시줄을 선내로 끌어 올리는 과정으로 구분된다. 낚시에 물고기가 걸리는 과정은 낚시줄을 선내로 끌어 올리는 과정에서 이루어진다. 즉 채낚기는 낚시에 물고기가 걸리면 이를 감지하여 조획하는 외줄낚기 어법과 달리 물고기의 조획 여부에 관계없이 낚시줄을 투승하고 양승하는 어법이다. 따라서 이 어법은 군집성 및 탐식성이 강한 어종을 대상으로 조업이 이루어지고 있다. 특히 갈치와 한치오징어류는 주광성 및 탐식성이 강한 어종으로서 제주도 연근해에서 채낚기 어법으로 조업이 이루어지고 있다.

갈치(Hairtail, *Trichiurus lepturus*)는 농어목 갈치과에 속하는 어종으로서 수심 5~140m층에 서식하며, 젓새우, 곤쟁이 등 동물성 플랑크톤을 섭이하다가 성어가 되면서 소형 어류를 섭이하고, 어군 밀집기인 월동기와 7월에는 동족끼리 서로 잡아먹는 등 탐식성이 강한 어종이다. 형태적으로는 몸이 아주 길고 측편되어 있으며 꼬리 쪽은 띠 모양으로 꼬리 끝은 긴 끈과 같고, 비늘이 없으며 몸 빛깔은 은백색이다(국립수산과학원, 2004).

한치오징어류는 살오징어목 꼴뚜기과에 속하는 두족류로서 한치꼴뚜기(Mitre squid, *Loligo chinensis*), 창꼴뚜기(Swordtip squid, *Loligo edulis kensaki*), 부도창꼴뚜기(Budo squid, *Loligo edulis*), 화살꼴뚜기(Spear squid, *Loligo bleekeri*) 등 4종류가 있다(제와 유, 1990; 국립수산과학원, 2000; 奥谷, 1980, 2005). 이들 어종들은 한국 전 연안과 일본 북해도 이남해역에 분포하는 어종으로 수심 15~170m층에 서식하며, 겨울철에는 수심이 깊은 해역에 서식하다가 수온 상승기인 봄철에 수심이 얕은 연안쪽으로 내유

하여 가을철까지 서식한다. 이 계절에는 많은 개체들이 군을 이루어 생활하며, 수심 40m 이천의 해역에 서식하며 산란하고, 정치망과 채낚기에 의해 5월~11월에 주로 어획되고 있다(제와 유, 1990; 奥谷, 1988, 2005).

채낚기 어업에 의한 어획물은 타 어구에 의해 어획된 물고기보다 선도가 양호하며, 활어상태로 어획할 수 있어 고가로 위판할 수 있는 장점이 있는 반면 어구를 바다에 투입하여, 끌어올리고, 낚시에 미끼를 켜는 일련의 행동이 인력에 의존한다는 단점을 갖고 있다.

제주도의 어업 건수는 2004년도 총 5,169건으로 이 중 연안 복합어업이 60% (2,997건)로 가장 많이 차지하고 있으며, 분기초망이 1,183건으로 24%, 유자망이 790건으로 16%를 차지하고 있다. 연안 복합어업에는 연승 어업, 채낚기 어업, 문어단지 어업 등이 있으며, 이 중 갈치 및 한치오징어류를 대상으로 하는 채낚기 어업이 90%를 차지하고 있다(제주도, 2005).

특히, 1980년대 이후 우리나라의 수산업은 국내·외의 어업환경 변화로 어업 자원의 감소와 어장 축소, 그리고 수입 자유화의 3중고를 겪고 있다. 국외 여건으로는 UR협상에 따른 수산물 수입 개방화와 한·중, 한·일 어업협정에 따른 어장 축소 및 저가 수산물의 수입 증가로 수산물의 시장경쟁력이 악화되고 있다. 국내여건으로는 수산업이 4D 업종이라는 인식 때문에 젊은 노동력이 도시로 이탈하고, 어구의 대형화와 경쟁 조업으로 수산 자원은 감소하고 있으며, 어업비용 상승으로 연근해 어업의 생산기반이 취약해지고 있다. 또한 매립, 간척, 산업폐수 및 생활하수의 바다 유입으로 인해 수산 생물의 산란·서식장이 파괴되는 등으로 수산 생물자원은 해마다 감소하는 추세이다. 이로 인해 일부 국가에서는 자국의 수산 자원을 보호하기 위해 TAC 제도를 시행하고 있으며, 우리나라에서는 2006년도에 오징어를 TAC 대상종으로 추가되어 총 9종이며, 2010년도까지는 갈치를 TAC어종에 포함시켜 수산 자원을 관리, 보호할 예정이다. 또한 업계에서는 동남아시아 국가의 저임금 인력을 고용하는 등 조업인력을 구하기 위한 자구책 마련에 고심하고 있다.

제주도 연근해에서 갈치를 대상으로 하는 채낚기 어업은 5월부터 다음해 1월까지 4~6톤급어선 2,000여척이 조업하고 있으며, 척당 4~5명이 승선하여 조업하고 있다. 조업 방법은 오후 3시경에 출항하여 어장에 도착하면 해·조류와 함께 배가 흘러가도록 물뚫을 투묘한 후 대기하였다가 해가 지면 1.5kw 백열 집어등 40~60개를 점등한 후 조업하기 시작한다. 1인당 1개 또는 2개의 어구를 사용한다. 조업 준비가 완료되면 낚시에 미끼를 꿰어 갑판상에 어구를 정렬한 다음 추를 잡아서 현 외측으로 멀리 던진다. 추의 무게에 의해 어구가 현측과 수직 방향이 되면 인력으로 어구를 양승하면서 낚시에 걸린 어획물을 떼어내고 낚시에 미끼를 꿰어 정렬한 후 추를 바다에 던진다. 이러한 작업과정은 해가 뜰 때까지 100여회 투·양승작업을 한 후 귀항한다.

또한 한치오징어류를 대상으로 하는 채낚기 어업은 6월부터 11월까지 4~6톤급 어선 500여척이 조업하고 있으며, 척당 4~5명이 승선하여 조업하고 있다. 조업 방법은 갈치 채낚기와 유사하나, 어구운용이 다르다. 즉 한 줄에 낚시 6~10개를 달아 현 직하 방향으로 투승 한 다음 인력으로 상·하 왕복운동을 하다가 촉감으로 조획 여부가 감지되면 양승한다.

이와 같이 갈치와 한치오징어류를 대상으로 하는 채낚기 어업은 전적으로 인력에 의존하고 있는 노동집약형 조업 방법 때문에 인건비의 상승, 유가의 급등 및 어업인력 부족 등으로 어업 경영이 날로 악화되고 있다.

따라서 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 고령자 및 미숙련자도 손쉽게 운용할 수 있는 연속식 채낚기 어구 개발이 절실히 요망되고 있다.

갈치와 오징어에 대한 연구를 보면, 갈치의 재생산에 관한 성숙과 산란(차와이, 2004), 갈치의 회유와 분포(박 등, 2002), 갈치의 생태학적 특성치 추정과 자원량 변동(장, 1996; 장과 손, 1997; 박 등, 2000)에 관해 보고된 바 있으며, 한국 해역에 분포하는 오징어의 계군 분석(金과 姜, 1995; 金 등, 1997), 제주해협 갈치 어장 형성기구에 관한 연구(김, 1995) 등이 보고된 바 있다. 집어등의 수중조도에 관한 연구로서는 제주도 연안의 갈치 채낚기 어업에 있어서 집어등의 수중조도(徐, 1988; 오 등, 2001), 소형 오징어 채낚기 어선의 낚시 깊이

에 따른 조획량과 수중조도 및 분포(稻田, 1988; 荒川 등, 1996; 崔와 荒川, 2001), 집어등 광력에 따른 어획량 관계(안과 추, 1993; 崔, 2002) 등에 관해 보고된 바 있으며, 집어등과 더불어 음향을 이용하여 집어 및 어획 효과를 높이기 위해 가청 수중음에 대한 오징어 어군의 유집, 오징어 채낚기 어업에 음향 이용시 어획 효과(서 등, 1995; 추와 안, 1998)에 관해 보고된 바 있다. 채낚기 어업의 물뚝에 관한 연구로는 오징어 채낚기 어선의 물뚝 개발 및 유체역학적 특성과 물뚝 개량 및 투·양묘 방법 기계화(안, 1997, 2000), 물뚝의 형상에 따른 수중저항(현 등, 1998)에 관해 보고된 바 있다.

낚시 어구에 관한 연구로서 살오징어를 대상으로 수중에서의 인조미끼 낚시의 운동과 어구특성(不破 등, 1996, 1999), 낚시 어구를 자동화하기 위한 어구로서 자동 예승 낚시 어구의 개발(朴 등, 1982, 1984)에 관해 보고된 바 있다. 또한 채낚기 어구를 자동화하기 위하여 갈치 채낚기용 라인홀러 개발(박과 김, 2000a, 2000b, 2001) 연속식 자동 어구의 모형실험에 관한 연구(서 등, 2000)와 자동식 채낚기 어구의 모형실험에 관한 연구(오 등, 2001) 등이 보고된 바 있다. 일본의 경우, 끝낚시 어업(坂詰, 1971)과 끝낚시 어구의 개량(Nedelec, 1972)을 시도한 경우도 있었다.

그러나 집어등을 이용한 갈치와 한치오징어류 대상으로 하는 연속식 채낚기 어구 자동화 시스템 및 이에 적합한 어구 개발에 관해서는 연구가 미흡한 실정이다.

이 연구에서는 제주 연근해에서 갈치 및 한치오징어류를 대상으로 하는 인력 의존형 채낚기 조업을 생력화시키기 위하여 연속식 채낚기를 개발하여 침지시간에 따른 조획률, 아릿줄의 길이에 따른 모릿줄과 아릿줄의 꼬임빈도 등을 조사·분석하였다. 연속식 채낚기 어구는 모릿줄의 이동을 연속적으로 전진, 정지, 후진할 수 있는 3상 전동기를 사용한 구동장치와 구동드럼, 모릿줄의 뒤틀림, 아릿줄의 꼬임, 낚시의 걸림을 방지하기 위해서 유도롤러, 유도관, 현측롤러, 수력 저항판을 사용한 모릿줄 회전장치와 낚시 어구를 구성, 제작하여 육상 모형시험, 수중 모형시험 및 해상 시험을 수행하였다.

II. 제주도 연근해 채낚기 어구

1. 갈치 채낚기 어구

1) 수동식 갈치 채낚기 어구

갈치 채낚기 어구는 5,000~8,000mm 정도되는 대나무 장대의 낚시대 끝에 연결된 분리줄의 끝에 도래를 연결하고, 각각의 도래에는 자새에 감은 모릿줄을 연결하여 조업 수심을 조절한다. 자새에 감긴 어구를 전개 하였을 때 뒷줄 경심줄 60호는 조업 수심에 따라 조절하여 사용하기 때문에 50,000~100,000mm 정도를 사용한다. 채낚기용 대나무 낚시대는 1인 조업자당 2개의 낚시 어구와 타 조업자의 낚시 어구 사이에 모릿줄 또는 아릿줄이 엉키지 않고 가급적 원거리에서 전개되도록 하고, 낚시의 경합방지 역할을 한다. 뒷줄과 모릿줄(경심 35호)을 민도래(8호)에 연결하여 연결된 지점에서 약 10,000mm 간격을 둔 곳부터 낚시와 연결된 아릿줄은 목적물이 눈에 띄지 않도록 가는 경심 18호를 보통 2,600~2,700mm의 길이로 사용하고 있지만, 최근에는 사용자에 따라 3,000mm 정도 되는 것을 쓰기도 한다. 모릿줄에 아릿줄이 연결되는 사이의 간격은 보통 약 2,700~3,000mm 간격으로 아릿줄의 길이보다 항상 평균길이 100mm 정도 더 길게 간격을 유지하여 민도래(8호)에 아릿줄을 연결한다. 낚시의 수는 평균 15개 정도를 사용하며, 사용자에 따라 많을 때는 20개 정도 사용하는데, 보통 16호 크기의 낚시를 사용하며, 낚시와 아릿줄이 묶여 연결된 부분은 어획 효과를 높이고 낚시를 보호하기 위하여 야광성을 띄는 얇은 야광 고무호스를 끼워 사용한다. 모릿줄의 최하단인 모릿줄 끝부분에 모릿줄과 아릿줄이 엉키지 않고, 가급적 어구와 먼 거리에서 전개되도록 하기 위해서 납추 800~1,200 gw 중에서 1개를 연결하여 사용한다. 이와 같이 제주도 연근해에서 갈치 채낚기 어업에 사용되는 어구는 Fig. 2-1에, 어구의 각 부분에 대한 제원 및 규격은 Table 2-1에 나타내었다.

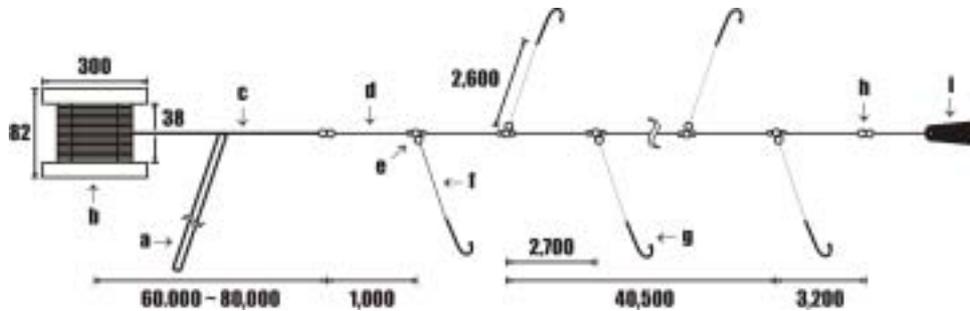


Fig. 2-1. Schematic drawing of the traditional hairtail hand line (unit : mm).



Table 2-1. Specifications of materials for the traditional hairtail hand line (unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Fishing pole	Bamboo	L 5,000~8,000	1
b	Reel	Sponge	ø 300 × 82	1
c	Rear main line	PA mono-filament	# 60, L 60,000~80,000	1
d	Front main line	PA mono-filament	# 35~40, L 40,000~50,000	1
e	T type swivel	Steel	# 8 ~ 10	15
f	Branch line	PA mono-filament	# 18	15~20
g	Hook	Steel	# 16	15~20
h	Swivel	Steel	# 5	1
i	Weight	Lead	800, 1,000, 1,200 gw	1

PA : Polyamide

2) 수동식 갈치 채낚기 어구의 조업 방법

수동식 갈치 채낚기 어구의 조업 과정은 ① 물뚫(Sea Anchor)투묘, ② 조획용 낚시대 설치, ③ 어구정리, ④ 미끼 꿰기, ⑤ 정리대기, ⑥ 일몰 후 집어등 켜기, ⑦ 투·양승의 순으로 반복하여 이루어진다. 갈치 채낚기 어업의 조업 구성도는 Fig. 2-2와 같고, 어장에서의 야간 조업 광경은 Fig. 2-3에 나타내었다.

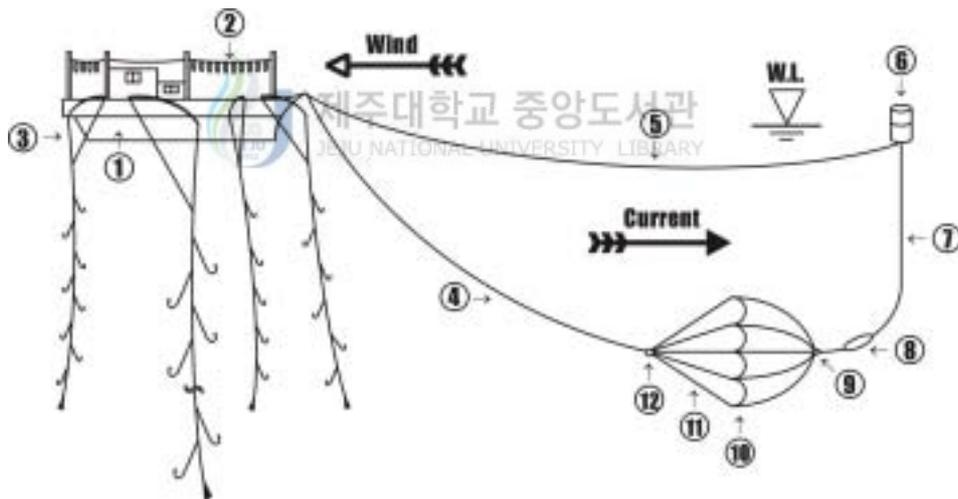


Fig. 2-2. Schematic drawing of the operating for the hairtail hand line.

- ① Fishing boat
- ② Attracting fish lamp
- ③ Hairtail hand line
- ④ Sea anchor line
- ⑤ Hauling line
- ⑥ Buoy
- ⑦ Buoy line
- ⑧ Sinker
- ⑨ Vent
- ⑩ Canopy
- ⑪ Suspension
- ⑫ Swivel



Fig. 2-3. Photograph of the fishing operation of a hairtail in the fishing ground.

일몰 전에 어장에 도착하여 어군탐지기를 이용하여 조업 어장과 조업 수심을 결정, 자선의 위치를 GPS로 확인 한 후 어업무선국에 통보한다. 갈치 조업 어장의 수심은 70~80m이고 저질은 대부분 암반이다. 조업 어장이 결정되면, 물뚫을 투하하는데 풍향과 유향을 확인하여 조업선은 정선수 쪽에서 바람을 받게 하고, 유향은 선미 쪽에서 조류를 받아 선수에서 물뚫을 투묘한다(Fig. 2-4).

투묘가 끝나면 낚시대와 낚시 어구의 설치가 이루어진다. 조업자는 각자 조업 위치인 조업선의 선수·선미, 양현에 조업자 1인당 2개의 대나무 낚시대를 현측으로 내밀어 낚시대를 고정기구에 설치한 후, 낚시대 끝에 연결되어 있는 분리 줄의 끝단에 도래를 연결하여 자새에 감긴 모릿줄을 연결한다. 조획용 낚시 어구의 사용 기준과 설치 방법은 조업선의 톤수와 조업자의 조업 능력과 숙련도에 따라 다르다. 조업선 5톤을 기준으로 하였을 때, 조업 위치는 보통 선수와 선미의 양현에 각 1명씩 총 4명이 위치하여 조업자 1인당 2개의 대나무 낚시대에 각각 1개의 낚시 어구로 연결하여 사용되고 있으며, 조업 선박의 조업자 능력에 따라 1인 1개의 낚시대에 2개의 낚시 어구로 연결하여 사용함으로써 선수와 중간부 그리고 선미의 양현에 각 1명씩 총 6명이 조업하기도 한다(Fig. 2-5).

자새에 감긴 모릿줄과 아릿줄에 연결된 낚시가 서로 엉키지 않도록 낚시 수납 띠에 낚시를 가지런히 정리하여 모릿줄을 선상에 정돈한 후, 낚시 수납 띠의 낚시 정리대 위에 정리되어진 낚시에 미끼를 꿰어 정리한다(Fig. 2-6).

조획에 사용되는 미끼는 냉동꽂치, 어획된 소형 갈치, 삼치, 줄삼치 등이 사용되기도 한다.

미끼가 꿰어진 각각의 낚시를 다시 낚시 수납 띠의 낚시 정리대 위에 순서대로 정돈한 후 낚추를 잡고 투승 채비를 하여 해가 지면 집어등을 켤 때까지 대기한다(Fig. 2-7). 집어등은 1.5kW 용량의 백열 집어등을 사용하는데 조업 선박의 톤수에 따라 다르며, 5톤의 조업 선박을 기준으로 했을 때 20~25조(40~50개)의 집어등을 사용한다. 그러나 집어등의 발전기는 주 기관에 의해서 구동

되기 때문에 미속이상의 어선 이동이 어려워서 물뚫을 사용하고 있다.

일몰과 동시에 집어등을 켜면, 어구의 투승이 이루어진다. 조업자는 먼저 모릿줄의 아랫부분을 잡고 조업자의 허리와 어깨의 회전력을 이용하여 허공에 원을 그리듯이 낚추를 돌리다가 원심력을 이용하여 가급적 원거리에 낚추를 던진다. 이때 뱃전에 나열한 낚추의 무게로 인하여 공중에서 해중으로 투승되면서 모릿줄과 아릿줄이 엉키지 않고 전개된다. 투승된 어구는 낚추의 무게로 인하여 낚시대 끝의 아래쪽으로 반원을 그리면서 서서히 침강한다. 이때 투승한 낚추의 길이가 길어질수록 조업선으로부터 멀리 떨어진 갈치 어군이 미끼에 반응할 확률이 높아지고 낚시대 근처로 유인되어 집어 된 갈치 어군을 어획하게 된다.

낚시 어구의 투·양승에 있어서 1인이 2개의 낚시대에 2개의 낚시 어구를 사용하는 경우에는 낚시대와 낚시대 사이에 공간 확보가 되기 때문에 시간적 여유를 가지고 조업을 하지만, 1인이 1개의 낚시대에 2개의 낚시 어구로 사용하는 경우에는 조업자와 낚시 어구 사이의 공간이 협소하여 고도의 숙련자들이 많이 사용하며, 미숙련자들인 경우 서로간의 낚시 엉킴으로 인하여 양승시간이 길어서 조획률이 떨어진다(Fig. 2-8).

낚추가 어획 수층에 도달 여부가 확인되면 자세에 감긴 모릿줄을 분리줄 끝단의 도래에 연결하여 조업 수심에 알맞게 뒷줄을 조절하고 조절이 끝나면 조업자는 본인의 낚시대 2개를 번갈아 확인하여 목적물이 입질을 하는지 확인하면서 대기한다(Fig. 2-9).

입질이 확인되면 서서히 모릿줄을 손으로 당기면서 갈치를 낚아 올리는데, 이때 조획 여부는 현측으로 내민 대나무 끝이 상하로 까닥거리면서 움직이는 것과 낚시대의 휘는 정도를 보고 파악한다(Fig. 2-10).

조획되어진 갈치를 떼어낸 후(Fig. 2-11), 낚시를 양 현에 설치된 수납 띠의 낚시 정리대에 올라오는 순서대로 가지런히 나열 정리한 후 다시 미끼를 꿰고 투승하는 방식을 반복하여 조업하며, 하루 밤에 투·양승과정은 약 100여회 정도 행하여진다(Fig. 2-12).

제주도 연근해에서 갈치 채낚기 어업의 조업은 일몰시간 때부터 다음날 일출 전까지 조업이 이루어진다. 갈치 어장이 형성되는 주어기인 9월에서 11월에는 조업 선박들이 일정한 한 장소에 조업 선박이 집중되므로 인하여 집어등에 의한 유집 효과가 떨어져서 조획률이 감소하는 등 조업에 막대한 지장을 받는다(Fig. 2-13).





Fig. 2-4. Photograph of the casting of a sea anchor.



Fig. 2-5. Photograph of the setting of fishing gears.



Fig. 2-6. Photograph of the arrangement of baits.



Fig. 2-7. Photograph before casting.



Fig. 2-8. Photograph of casting.



Fig. 2-9. Photograph after casting.



Fig. 2-10. Photograph of the hauling of fishery products.



Fig. 2-11. Photograph of the handling of fishery products.



Fig. 2-12. Photograph of the arrangement for casting again.



Fig. 2-13. Photograph of fishing boats for hairtail.

2. 오징어 채낚기 어구

1) 수동식 오징어 채낚기 어구

제주도 연근해에서 조업하는 한치오징어류 채낚기 어업은 한치류인 부도창꼐뚜기, 한치꼐뚜기, 화살꼐뚜기, 창꼐뚜기 4종류가 조획되고 있다. 한치류를 대상으로 하는 채낚기 어구의 구성도는 Fig. 2-14와 같고, 사용 어구의 체원 및 규격은 Table 2-2에 나타내었다.

제주도 연안 한치오징어류 채낚기 어구는 자새에 감긴 어구를 전개하였을 때 뒷줄 경심은 18~22호가 쓰이며, 조업 수심에 따라 조절하여 사용하기 때문에 뒷줄 50,000mm 정도를 사용한다. 뒷줄과 모릿줄(PA 0.5mm)을 민도래(6~8호)에 연결하여 연결된 지점에서 약 2,500mm 간격을 둔 곳에 한치오징어류 채낚시가 연결된 아릿줄을 도래에 연결한다. 모릿줄은 경심 12호를 약 1,200mm 간격으로 도래와 아릿줄을 연결하는데, 이 때 한치오징어류 채낚시의 수는 6~10개를 사용하고, 아릿줄 경심 16호의 길이는 보통 200~450mm의 길이를 사용하지만, 사용자에 따라서 짧게는 10mm에서 길게는 1,500mm 정도의 길이로 사용한다. 모릿줄의 최하단 끝부분에 모릿줄과 아릿줄이 영키지 않고, 가급적 어구와 먼 거리에서 전개되도록 하기 위해서 납추 800 gw을 연결하여 사용한다. 그러나 울릉도 연근해에서 조업하는 살오징어 채낚기 어구는 아릿줄이 없이 한 가닥의 모릿줄로 오징어낚시의 윗부분과 아랫부분에 1열로 연결된 것을 자동 조획기로 조업을 하고 있다.

오징어류는 어류처럼 미끼를 직접 입으로 무는 것이 아니고, 미끼인 것처럼 보이는 것은 일단 잡는 성질이 있으므로, 이와 같이 먹이 집착성이 강하고 소형 어류를 잡아먹는데 이때 행동이 공격적이면서 불빛에 잘 모이는 습성이 있다. 한치오징어류를 대상으로 하는 낚시는 낚시 몸체 외부에 색을 넣거나 형광색 물질로 된 실크 천을 감싸 제작된 낚시를 이용하여 자연산 미끼처럼 보이도록 함과 동시에 집어등을 이용하여 수면 가까이로 유집시켜 어획 효과를 높이고 있다(Fig. 2-15).

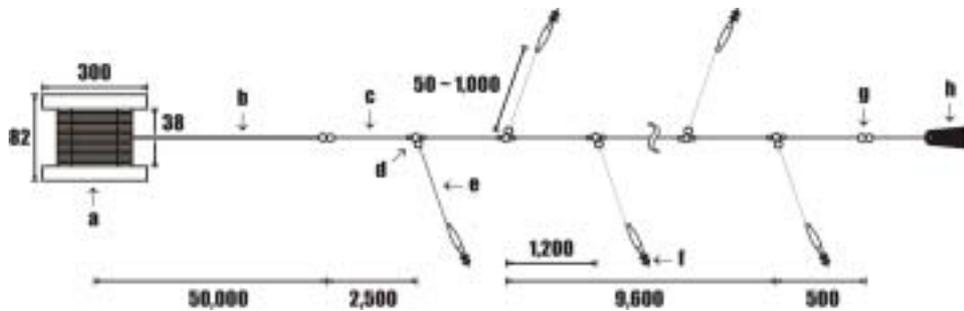


Fig. 2-14. Schematic drawing of the traditional squid hand line (unit : mm).

Table 2-2. Specifications of materials for the traditional squid hand line (unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Reel	Sponge, Wood, Plastic	$\phi 300 \times 82$ L 330 \times D 160	1
b	Rear main line	PA mono-filament	# 18~22, L 50,000	1
c	Front main line	PA mono-filament	# 12, L 10,000~15,000	1
d	T type swivel	Steel	# 6~8	6-10
e	Branch line	PA mono-filament	# 16 (10~1,500)	6-10
f	Hook	Plastic, Silk, Steel	0.6 \times 7.0 \times 16 \times 2	6-10
g	Swivel	Steel	# 6~8	2
h	Weight	Lead	800 gw	1

PA : polyamide



Fig. 2-15. Photograph of the branch line of the traditional squid hand line .

2) 수동식 오징어 채낚기 어구의 조업 방법

제주도 연안에서 조업하는 한치오징어류 채낚기 어구의 조업 과정은 먼저 일몰 전에 어장에 도착하여 어군탐지기로 어장을 탐색하고, 조업할 위치의 조업 수심을 결정, 자선의 위치를 GPS로 확인 한 후 어업무선국에 통보한다. 한치오징어류를 대상으로 하는 조업선은 물뿔(Sea Anchor)을 사용하지 않고 선박 고정용 닻을 이용하며, 선수로부터 닻을 투하하여 선박을 고정시킨다.

그 후 조업을 하기 위한 낚시 도구를 정리하여 일몰 때까지 대기하다가 완전히 일몰이 되면 주기관에 의해 발전기로 집어등을 점차 켜기 시작하여 한치오징어류의 유집을 개시하게 된다. 조업 수심은 육지에서 조금 떨어진 3~4m의 얕은 해역에서부터 최대수심 50m까지 조업이 이루어지는데, 평균 조업 수심은 약 10m에서 30m 사이에서 대부분 이루어지며, 어장의 저질은 대부분 모래와 자갈이다. 조업 모식도는 Fig. 2-16에, 조업 광경은 Fig. 2-17과 같다.

조업자는 조업 어선의 선수와 선미의 양현에 한 위치를 선정하여 자세에 감긴 모릿줄을 수심에 맞게 조절한다. 아릿줄과 낚시(7~8개)가 서로 얽히지 않도록 수납 때에 가지런히 정돈하여 투승 준비를 하는데 보통 1인이 2~3m 간격으로 2개의 어구를 설치 사용한다.

어구의 투승은 아릿줄과 낚시가 잘 전개되도록 가급적 원거리로 납추를 던져 수면상으로 잘 뻗치게하여 납추가 어획 수층에 도달할 때까지 기다린 후, 납추가 어획 수층에 도달한 것으로 확인되면 자세에 감긴 모릿줄을 조업 수심에 맞게 조절하고 고정시킨다. 조업 인원은 평균적으로 5톤 이하인 경우는 2~3명, 6톤 이상인 경우에는 3~4명이 소요되며, 숙련자는 어구를 1인당 2~3개, 미숙련자는 1개의 어구를 사용한다. 양쪽으로 번갈아 손으로 낚시줄을 상하로 움직이면서 기존의 수중 무게와 비교하여 조업자의 느낌과 감각으로 모릿줄을 당겼을 때 묵직한 느낌으로 어획이 확인되면 서서히 모릿줄을 손으로 잡아당기면서 낚아 올린다.

모릿줄을 당겨 올리면서 한치오징어류를 떼어낸 후, 낚시를 양현에 설치된 수납 때에 가지런히 나열 정리하는 방법, 또는 조업자의 한쪽 손에 순서대로 잡아 정리

하는 방법 등으로 투·양승을 반복하여 조업한다.

조획에 있어서 바다의 상태에 따라 조금씩 다른데, 조류의 세기가 강할 때는 모릿줄의 길이를 짧게 주고, 조류가 약할 때는 모릿줄의 길이를 길게 하여 조획한다.

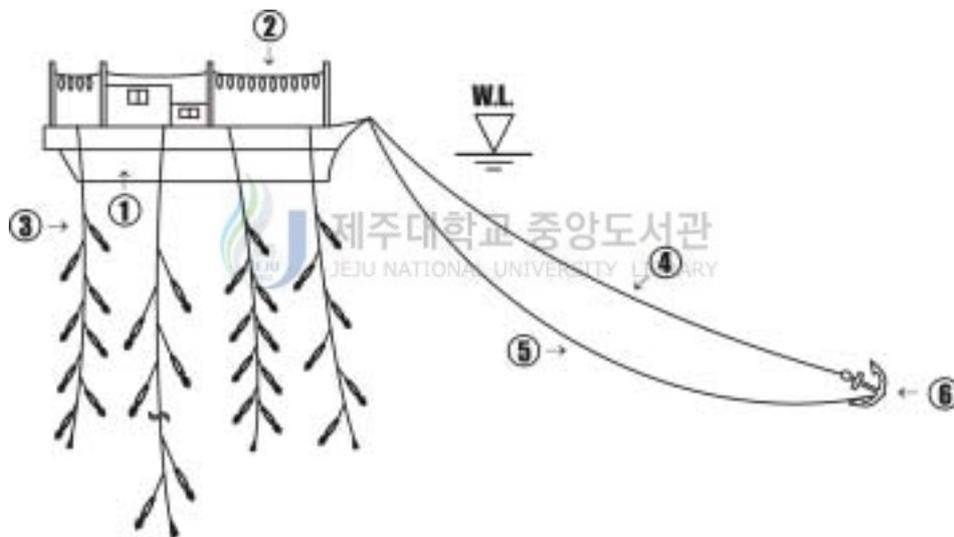


Fig. 2-16. Schematic drawing of the operating for squid hand line.

- ① Fishing boat ② Attracting fish lamp ③ Squid hand line
④ Anchor line ⑤ Hauling line ⑥ Anchor



Fig. 2-17. Photograph of the fishing process of a squid hand line in the fishing ground.

3. 수동식 갈치 채낚기 어구의 조획 특성

1) 재료 및 방법

제주도 연근해 수동식 채낚기 어구를 연속식 시스템으로 생력화하기 위한 조획 특성시험은 현 수동식 채낚기 어구 중 미끼를 사용하는 갈치 채낚기 어구에 대하여 어구의 침지시간에 따른 미끼탈락률과 목적어에 대한 조획률의 관점으로부터 낚시에 걸린 목적어의 색이시간대를 고려하여 갈치의 탈락과 식해가 증가하기 시작하는 이전에 양승하도록 침지시간을 변경해서 시험하여, 목적어의 색이시간대를 함께 추정하고 한번 조획되었던 목적어의 도피·탈락·식해 등을 감소시키는 기구에 대한 시험을 행하였다.

침지시간이 침지율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 제주도 남제주군 성산항으로 부터 약 8마일 떨어진 곳의 수심 50 m~150 m의 해역을 시험어장으로 선정해서 2000년 9월 27일 일몰 후부터 투승한 후 양승하여 재투승할 때까지의 대기시간을 변화시키면서 침지시간의 차이를 두고 조업하였다.

어구는 현재 제주도 연근해에서 사용되고 있는 갈치 채낚기 어구(Fig. 2-1, Table 2-1)를 사용하였으며, 시험어구는 모식도 Fig. 2-18과 같다.

어구는 아릿줄로서 설낚시 형식의 것을 3 m 간격으로 연결하여 구성하고 아릿줄 수는 13가닥으로 각 아릿줄의 낚시에는 갈치 낚시바늘 16호를 사용하였으며, 총 낚시 수는 413본이었다.

이 어구는 종래의 외줄낚시에 조획률을 높이기 위해서 연승어구처럼 원줄에 여러 개의 아릿줄을 연결한 구조를 하고 있는데, 손에서 미끄러지지 않으면서 용이하게 어구를 투·양승할 수 있도록 경심을 땀은 뒷줄에 모릿줄을 연결하고 그 끝에는 납추 약 800~1,200gw을 장착하였다.

조업할 때 투·양승시각, 낚시마다 조획된 어종 및 시각을 기록하고, 또 식해와 경심의 절단, 어구의 전략, 낚시·미끼의 탈락 등 일단은 조획에 관여하면서도 어획에까지 도달하지 못한 낚시에 대해서도 기록하였다.

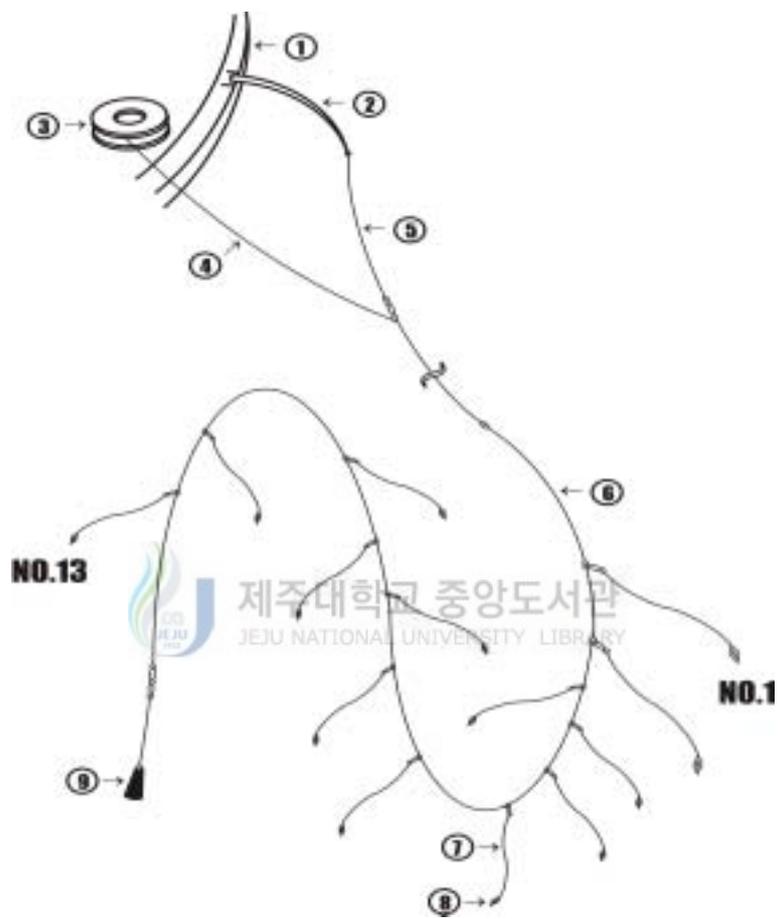


Fig. 2-18. Experimental gear of a hairtail hand line for fishing test.

- ① Bulwark ② Fishing pole ③ Reel ④ Hauling line
- ⑤ Real main line ⑥ Front main line ⑦ Branch line
- ⑧ Hook and bait ⑨ Weight

조업 방법은 상기와 같이 통상의 조업 방법으로 일몰 후부터 투승한 후 입질 상황에 따라서 대기하면서 양승하는 것을 일출 전까지 반복하였다.

각 조업에 대해서 투승할 때 모릿줄의 끝에 달린 낚추가 수면에 닿는 순간부터 양승할 때 낚추의 가장 가까운 곳에 있는 낚시가 수면 상에 나올 때까지의 시간을 어구의 침지시간이라고 정의하였다. 뒷줄에 가까운 낚시부터 1번 낚시로, 침자에 가장 근접해 있는 것을 13번 낚시로 정의하여 자료를 기록하고 분석하였다.

시험에 사용한 미끼는 냉동뽕치를 얇게 저민 것으로, 당초에 낚시에 썬 미끼의 양을 100%로 보고 목측으로 4등분하여, 양승하였을 때의 잔량을 침지시간과 함께 기록하였다.

1회의 투·양승에서 낚시의 총수를 H_t , 조획된 마리수를 F_h 라고 하면 한 번의 투·양승당 조획률 H_r 은 식(1)과 같이 정의할 수 있다.

$$H_r = \frac{F_h}{H_t} \times 100\% \quad (1)$$

이 때 투승 전의 낚시 한 개당 미끼의 전량을 B_t 라 하고, 양승 후의 미끼의 잔량을 B_r 이라고 하면 미끼탈락률은 식(2)와 같이 정의할 수 있다.

$$\left(1 - \frac{B_r}{B_t} \times 100\%\right) \quad (2)$$

조획률 및 낚시별 미끼탈락률은 위의 (1), (2)식으로부터 침지시간과 함께 분석하였다.

2) 결과

(1) 낚시의 침지시간에 따른 조획률

총 32회에 대한 투·양승의 조업 기록을 Table 2-3에 나타내었다. 이 조업에 의한 어획물 가운데 98%는 어획 대상의 목적어인 갈치를 들 수 있다. 그 외에는 상어·만새기 등의 심해어 또는 어업 대상이 되지 않는 고등어, 오징어류 등의 비목적어종으로 점유되고 있다. Table 2-3에서는 조획된 어종을 목적어와 비목적어로 대별하여 집계하였다.

비목적어로서 정리한 어종 가운데 유용어인 고등어 및 오징어류의 조획비는 1%였다. 또, 만새기는 시장 가치가 없고, 이들 조획에 의한 아릿줄의 전략 및 절단 등 어구 피해가 조업상 매우 불리하므로 비목적어로 취급하였으며, 포획비는 1%였다.



Table 2-3. Hooking rate and bait loss rate according to soaking time

Operating number	Soaking time (sec)	Hook number													No. of fish caught		Hooking rate (%)	bait loss rate (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Hairtail	Other		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
1	406	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	30.8	67.5
2	346	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	5	0	38.5	84.6	
3	414	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	4	0	30.8	75.0	
4	319	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	10	0	76.9	59.6	
5	592	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	9	0	69.2	59.6	
6	393	0	0	0	0	1	1	1	0	1				5	0	50.0	69.2	
7	473	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	7	1	61.5	86.5	
8	1,941	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	23.1	100.0	
9	410	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	5	0	38.5	38.5	
10	382	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	15.4	9.6	
11	763	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	15.4	57.7	
12	1,045	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	7	0	53.8	82.7	
13	609	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3	0	23.1	82.7	
14	815	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	11	0	84.6	65.4	
15	350	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	7	0	53.8	63.5	
16	426	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	4	0	30.8	48.1	

Table 2-3. Continued

Operating number	Soaking time (sec)	Hook number													No. of fish caught		Hooking rate (%)	bait loss rate (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Hairtail	Other			
17	1,867	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6	0	46.2	76.9
18	546	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	9	0	69.2	90.4
19	546	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	9	0	69.2	61.5
20	1,147	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0	30.8	75.0
21	578	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	30.8	51.9
22	532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	7.7	53.8
23	1,414	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7	0	53.8	88.5
24	1,554	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	6	0	46.2	90.4
25	967	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	9	0	69.2	92.3
26	1,350	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	6	0	46.2	90.4
27	1,009	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	8	0	61.5	90.4
28	540	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	4	0	30.8	30.8
29	684	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	6	0	46.2	82.7
30	779	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7	0	53.8	78.8
31	965	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	23.1	94.2
32	790	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	0	92.3	78.8
Average	780	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	0.6	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	6	0	46.0	71.2

각 조업의 갈치 채낚기 어구의 침지시간은 319초부터 1,941초에 걸치고 있으며, 목적어 및 비목적어에 대한 각각의 침지시간과 조획률의 관계를 정리하여 Fig. 2-19에 나타내었다. 침지시간 546~967초의 경우를 제외하면 침지시간이 길어짐에 따라서 목적어의 조획률이 감소하는 경향이 나타났다.

일반적으로 조업 해역 안에서 목적어의 분포가 균일하고 갈치 채낚기의 미끼의 효과가 조업 시간 범위 안에서는 저하하지 않는 경우를 고려할 때 물고기의 색이행동이 시각에 무관계하고, 조획어의 탈락과 식해가 없다면 낚시의 침지시간에 비례해서 어획이 증가하여 오른쪽 위로 올라가는 경향의 곡선이 얻어질 것으로 기대된다. 그러나 Fig. 2-19에서는 침지시간 815초까지는 오른쪽 위로 증가하고 있지만, 그 후 조획 관여 낚시 출현율이 다소 감소하면서 시간의 경과와 함께 조획률이 저하하고 있다. 이것은 목적어의 색이시간대와 관련이 있다는 것을 시사하고 있으며, 색이시간대 이후에 침지시간을 길게 취하여도 어획이 침지시간에 비례해서 증대하지 않는다고 생각된다. 실제로 어획이 있었던 전 조획어의 조획률과 목적어 조획률의 변화를 보면 815초 이후 침지시간의 증가와 더불어 감소경향이 나타나고 있으며, 특히 목적어만의 조획률의 경우 그 경향이 강하다. 이때는 한 번 조획되었던 고기에 도피·탈락·식해 등의 현상이 발생하기 때문이라고 추측되며, 경심 절단, 식해 등의 어획을 감소시키는 현상의 출현율이 침지시간 815초 이후에 증가하였다고 추측된다.

채낚기 어업에서 자료의 내용과 기대되는 결과를 생각하여 어장의 위치 선정과 적정어구, 그리고 어획 시스템을 결정하려면, 될 수 있는 한 많은 어획 자료를 종합적으로 검토할 필요가 있다. 채낚기 어구라면, 일련의 어구 안에서의 한 개의 낚시마다의 어획의 유무, 낚시바늘, 낚시줄과 미끼의 상황, 어획물의 종류와 어체측정, 소화관 내용물 등의 생물측정이며, 이것들을 토대로 조획 분포에 대하여 다양한 관점에서 자료를 해석하여야 한다. 여기에서는 조획 분포와 일련의 채낚기 어구 중에서 한 개의 낚시마다 조획 유무를 연속적으로 다루었다고 간주하여 인접하는 낚시 사이의 어획 상황으로부터 수평 및 수직 분포로서 검토하는 경우와 투·양승시각의 차이로부터 각 낚시의 침지시간과

어획에 대해서 검토하는 경우가 있다.

한편 대상생물과 어구와의 관계로부터 생각할 때 실제로 어구가 조획 작용을 완수하는 것이 채낚기라면 어구가 조업 수심에 도달하고 나서 양승할 때까지의 사이이며, 조업 수심에서의 어구의 침강과정과 양승 중의 양승과정에 요하는 시간을 뺀 조획 작용시간의 개념이 필요하다. 그러나 본 연구에서는 투·양승 중에도 목적어가 조획되므로 침지시간에 투·양승시간을 포함시켜서 분석하였다.

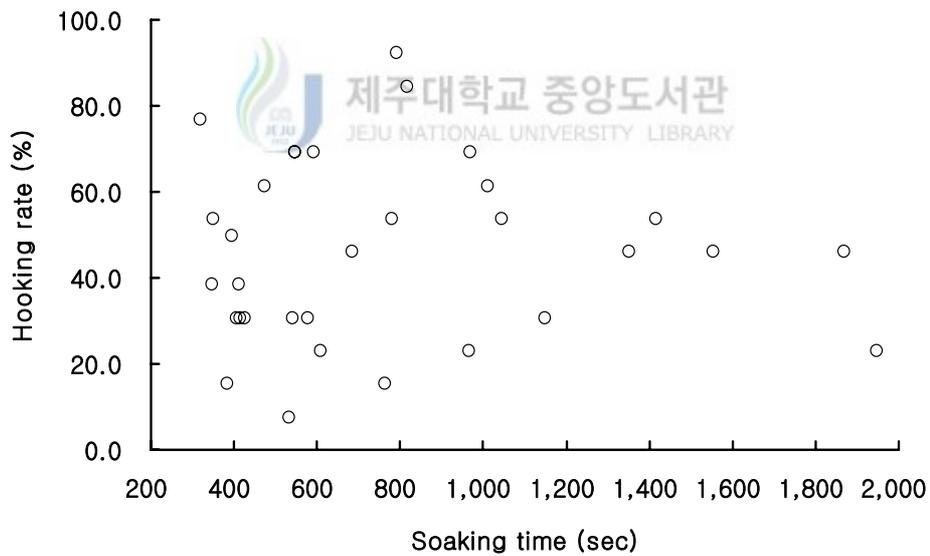


Fig. 2-19. Hooking rate according to soaking time for a hairtail.

有元 등은 1977년에 실시한 12회의 조업 실험 결과에서 일정시간 이상 어구를 침지한 경우 목적어의 조획률이 감소경향을 보인다고 보고하였으며, 그 원인으로서 목적어의 색이행동이 일출 전후의 한정된 시간대에 집중되어 있고 일단은 낚시에 걸린 어류가 도피·탈락 또는 식해의 영향을 받아서 실제의 어획률이 감소한다고 분석하였다.

Fig. 2-20에 각 낚시별 목적어의 조획률을 계산하여 도시하였다. 조업에 사용한 1~13번 낚시 중 4~7번 낚시의 조획률이 가장 우수하게 나타났는데, 이 어구는 갈치의 유명수심에 적정하게 투승하여 조업되었다고 판단된다.

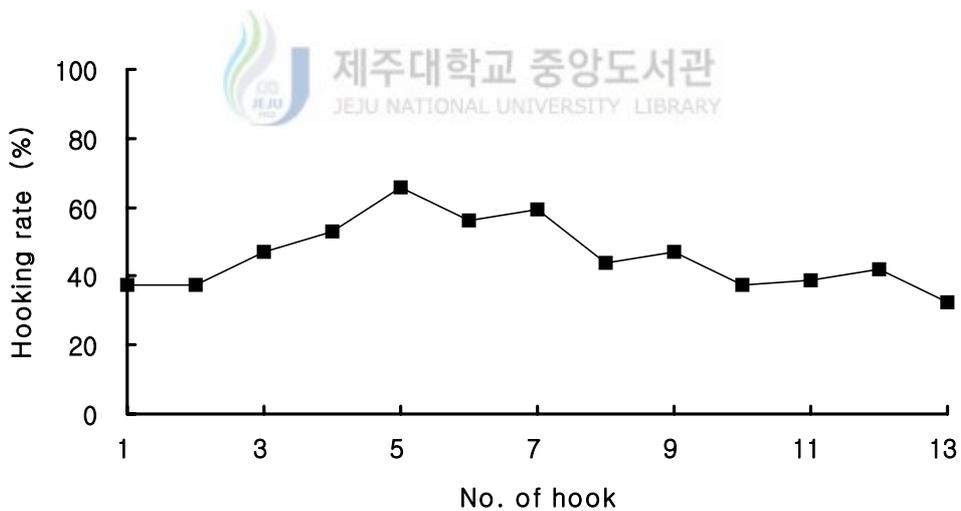


Fig. 2-20. Hooking rate according to hooks for a hairtail.

(2) 낚시의 침지시간에 따른 미끼탈락률

Fig. 2-21은 침지시간의 경과에 의한 미끼탈락률을 나타낸 것으로, 침지시간이 증가할수록 미끼탈락률도 증가하는 경향을 보이고 있다. Fig. 2-21과 Table 2-3에서 볼 때 투승 직후부터 미끼의 탈락현상이 나타나기 시작하여 투승 후 78초가 경과하면 미끼의 50% 이상이 탈락하면서 그 현상이 침지시간의 경과와 함께 증가하는 경향을 보이다가 침지시간이 1,941초를 경과하면 미끼가 100% 탈락하였다. 따라서 시간이 경과할수록 미끼가 탈락하는 현상은 조획된 목적어의 어체에 나타난 비목적어인 오징어류의 흡반 자국 등으로 추정할 때 오징어류가 미끼를 섭식하는 식해라고 추정할 수 있다.

Fig. 2-19와 Fig. 2-21에서 조획률과 미끼탈락률의 상호 관계를 살펴보면 침지시간이 546~967초 사이에는 조획률도 90.4~92.3%였지만, 967초 경과 후부터는 조획률이 감소하고 미끼의 탈락률이 높아져서 조획 성능이 저하하는 것으로 나타났으므로 이 시간대가 가장 효율적으로 조획할 수 있는 기준이 될 수 있을 것이라 판단된다.

이상의 결과로부터 목적어의 어획 효과를 높이고 갈치 채낚기 어구를 한치 오징어류 자동조상기와 같은 어구로 설계하려면 어구의 침지시간에 따른 미끼 탈락률과 목적어의 조획률에 대한 관점으로 볼 때 낚시에 물린 목적어의 색이 시간대를 고려하여 갈치의 탈락과 식해가 증가하기 시작하는 이전에 양승하도록 침지시각을 변경해서 시험하여 목적어의 색이시간대를 함께 추정하고 한번 조획되었던 물고기의 도피·탈락·식해 등의 어획량을 감소시키는 기구에 대해서도 더욱 상세하게 검토할 필요가 있다.

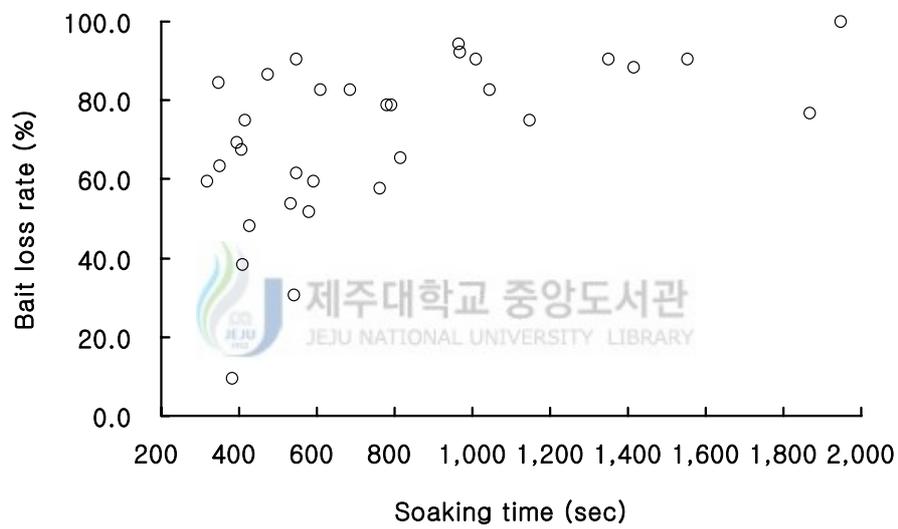


Fig. 2-21. Bait loss rate of soaking time for a hairtail.

Ⅲ. 연속식 채낚기 어구의 모형시험

1. 재료 및 방법

1) 연속식 채낚기 어구의 구성

(1) 갈치 채낚기 어구

연속식 채낚기의 모형어구는 현재 사용하고 있는 갈치 채낚기 어구(Fig. 2-1)를 기초로 개량하여 모릿줄의 길이와 아릿줄 사이의 간격을 시험방법에 따라 다양하게 접목시킨 것이다. 모릿줄을 조업 선박의 양쪽 현측에서 상하·좌우방향으로 연속적으로 회전시킬 수 있는 어구로 구성하였고, 어구의 구성도는 Fig. 3-1에, 어구의 제원 및 규격은 Table 3-1에 나타내었다.

연속식 채낚기 모형어구의 구성은 모릿줄이 조상기 회전 장치인 구동드럼에 의해 구동되면, 양쪽 롤러에 의지하여 상하, 좌우방향으로 이동할 수 있게 하였고, 이때 사용되는 모릿줄은 기존에 사용했던 경심 40호, 길이는 시험 장소의 수심에 따라 선택적으로 조절하여 사용할 수 있게 하였다(Fig. 3-1의 a).

모릿줄에는 민도래 10호를 결합하고, 이 결합된 부분에는 낚시 16호와 결합된 아릿줄 경심 18호를 연결했다. 이때 민도래의 부착 간격은 시험에 사용되는 아릿줄과 낚시가 결합된 길이에 약 100mm를 더한 길이만큼의 간격을 두어 부착하여 아릿줄 사이에 엉키거나 꼬이는 것을 방지할 수 있도록 하였다(Fig. 3-1의 b~d). 또한 시험시에 갈치 낚시는 아릿줄과 결합되어 모릿줄에 부착된 민도래에 연결했는데, 각 낚시의 아릿줄 끝에는 클립 핀을 결합하여 기존 모릿줄은 그대로 사용하고, 아릿줄 부분만 쉽게 탈·부착이 가능하도록 하였다. 모릿줄 양쪽 끝부분의 민도래 5호를 연결하여 바로 밑으로는 납추(1,200gw)를 부착하였다(Fig. 3-1의 e, f).

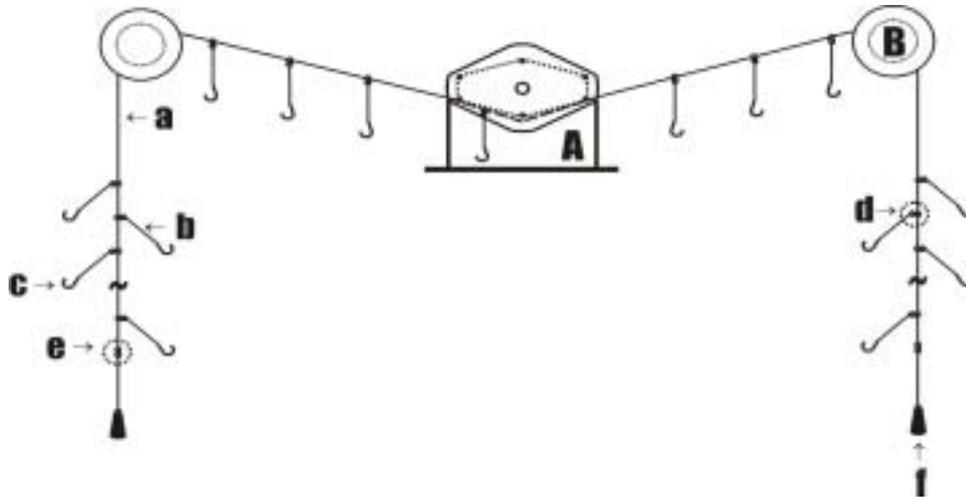


Fig. 3-1. Schematic drawing of the continuous jigging machine for a hairtail.
 A : Continuous hand line jigging system B : Roller



Table 3-1. Specifications of materials for the continuous hairtail hand line
 (unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Main line	PA mono-filament	# 40×L40,000	1
b	Branch line	PA mono-filament	# 18×L2,600	20
c	Hook	Steel	# 16	20
d	T type swivel	Steel	# 10	20
e	Swivel	Steel	# 5	2
f	Weight	Lead	1,200 gw	2

PA : Polyamide

(2) 오징어 채낚기 어구

연속식 채낚기의 모형어구는 현재 사용하고 있는 수동식 한치오징어류 채낚기 어구(Fig. 2-14)를 기초로 개량하여 모릿줄의 길이와 아릿줄 사이의 간격을 시험방법에 따라 다양하게 접목시킨 것이다. 모릿줄을 조업 선박의 양쪽 현측에서 상하·좌우방향으로 연속적으로 회전시킬 수 있는 어구로 구성하였고, 어구의 구성도는 Fig. 3-2에, 어구의 제원 및 규격은 Table 3-2에 나타내었다.

연속식 채낚기 모형어구의 구성은 모릿줄이 조상기 회전 장치인 구동드럼에 의해 구동되면, 양쪽 롤러에 의지하여 상하, 좌우방향으로 이동할 수 있게 하였고, 이때 사용되는 모릿줄은 기존에 사용했던 경심 40호, 길이는 시험 장소의 수심에 따라 선택적으로 조절하여 사용할 수 있게 하였다(Fig. 3-2의 a).

모릿줄에는 민도래 10호를 결합하고, 이 결합된 지점에는 오징어낙시(0.6×7.0×16×2mm)와 결합된 아릿줄 경심 10호를 연결했다. 이때 민도래의 부착 간격은 시험에 사용한 아릿줄과 낙시가 결합된 길이에 약 100mm를 더한 길이만큼의 간격을 두어 부착하여 아릿줄 사이에 엉키거나 꼬이는 것을 방지할 수 있도록 하였다(Fig. 3-2의 b~d). 또한 시험시에 오징어낙시는 아릿줄과 결합되어 모릿줄에 부착된 민도래에 연결되는데, 각 낙시의 아릿줄 끝에는 클립 핀을 결합하여 기존 모릿줄은 그대로 사용하고, 아릿줄 부분만 쉽게 탈·부착이 가능하도록 하였다. 모릿줄 양쪽 끝부분의 민도래 5호를 연결하여 바로 밑으로는 납추(1,200gw)를 부착하였다(Fig. 3-2의 e, f).

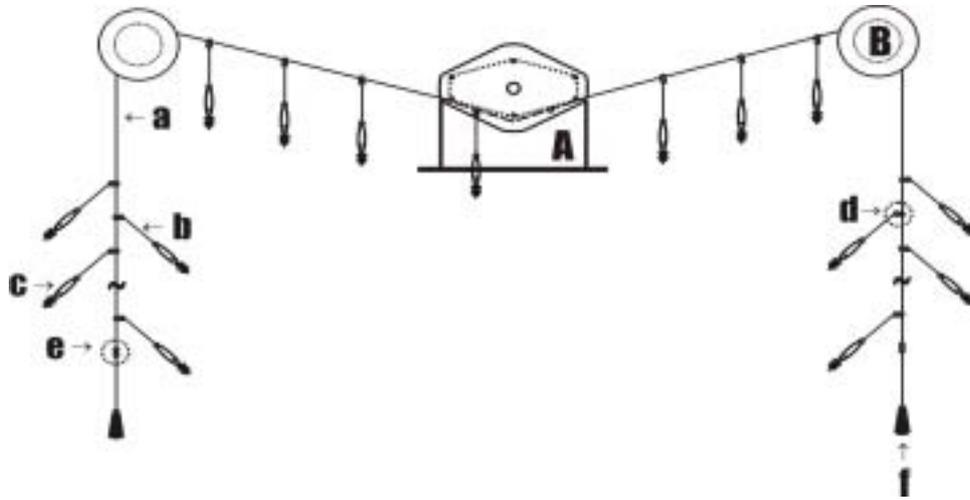


Fig. 3-2. Schematic drawing of the continuous jigging machine for a squid.
 A : Continuous hand line jigging system B : Roller



Table 3-2. Specifications of materials for the continuous squid hand line
 (unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Main line	PA mono-filament	# 40×L25,000	1
b	Branch line	PA mono-filament	# 10×(L10~1,500)	12~20
c	Hook	Plastic, Silk, Steel	0.6 × 7.0 × 16 × 2	12~20
d	T type swivel	Steel	# 8	12~20
e	Swivel	Steel	# 5	2
f	Weight	Lead	1,200 gw	2

PA : polyamide

2) 모릿줄 회전장치

한국 동해안의 살오징어 조획용 자동조상기에는 캠가이드 및 캠가이드 브라켓이 있어서 구동드럼판에 낚시줄이 균등하게 권상되도록 제작되어 있다. 살오징어 채낚기의 어구 구조는 경심에 30~50개의 오징어 낚시를 1열로 달고 이것을 전동 모터를 이용한 자동조상기로 투·양승하면서 조업하는 구조로 되어 있다. 구동드럼판으로 경심을 균일하게 감았다가 되풀어주어도 아릿줄이 없고, 오징어낚시에 미늘이 없으므로 모릿줄, 아릿줄, 낚시 등이 서로 전락하는 경우가 발생하지 않아서 구동장치로 투·양승이 용이한 구조로 되어 있다. 그러나 제주도 연근해 채낚기 어구의 모릿줄과 아릿줄은 살오징어 채낚기의 경심보다 가늘며, 여러 가닥의 긴 아릿줄에 미늘이 있는 낚시를 연결한 것이 특징이다. 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어구를 자동조상기로 양승하였다가 다시 투승하려고 하면 모릿줄과 낚시, 아릿줄과 낚시, 낚시끼리 서로 엉킴으로 인하여 투승에 막대한 지장을 초래한다.

따라서 살오징어 대상 조획용 자동조상기를 제주 연근해 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어업에 도입하려면 이들 어구구조 및 조업상의 장점을 최대한 살려가면서 낚시줄을 양승할 수 있는 여러 가지 방법을 고안 할 수 있다. 우선적으로 미늘이 있는 낚시, 낚시가 연결된 여러 가닥의 아릿줄을 고려하여 어로기기를 개발하여야 한다. 연속식 채낚기 어구의 모릿줄 회전장치는 현재 울릉도 근해에서 살오징어를 대상으로 널리 사용되고 있는 전자동 컴퓨터식 조상기(LG-7520C, LC)를 이용하였고, 이를 이용해 고안·구성된 구동장치는 Fig. 3-3에, 회전장치는 Fig. 3-4와 같다.

구동장치 내부의 구성은 전동기, 스프로킷, 체인, 샤프트, 캠가이드, 캠가이드 브라켓으로 구성되어 있고, 기존의 살오징어용 조상기의 전동기는 단상 직류전동기(단상 220 V, 500W, LG식 직류서보모터)로 한 롤러 방향으로만 모릿줄을 구동드럼에 의해 권양(양승)하고, 투승(하강)시에는 제어없이 추의 무게에 의해서 하강되도록 하는 방식이다. 그러나 양 방향으로의 회전 및 구동력 제어를 필요로 구성되

는 연속식 채낚기 어구에 사용하기 위해서는 회전시 모릿줄에 걸리는 장력에 의해 스스로 역회전하지 못하도록 제어해야 할 필요가 있다. 따라서 Fig. 3-3의 ①에 전동기는 감속비가 1/20인 3상 교류 모터(220 V, 1 HP, 1,500 RPM)로 교체 사용하였고, 모릿줄의 전진, 정지, 후진, 회전속력은 인버터(STARVERT-IG, LG ; YSD-075, 유신)를 이용하여 조절하였다.

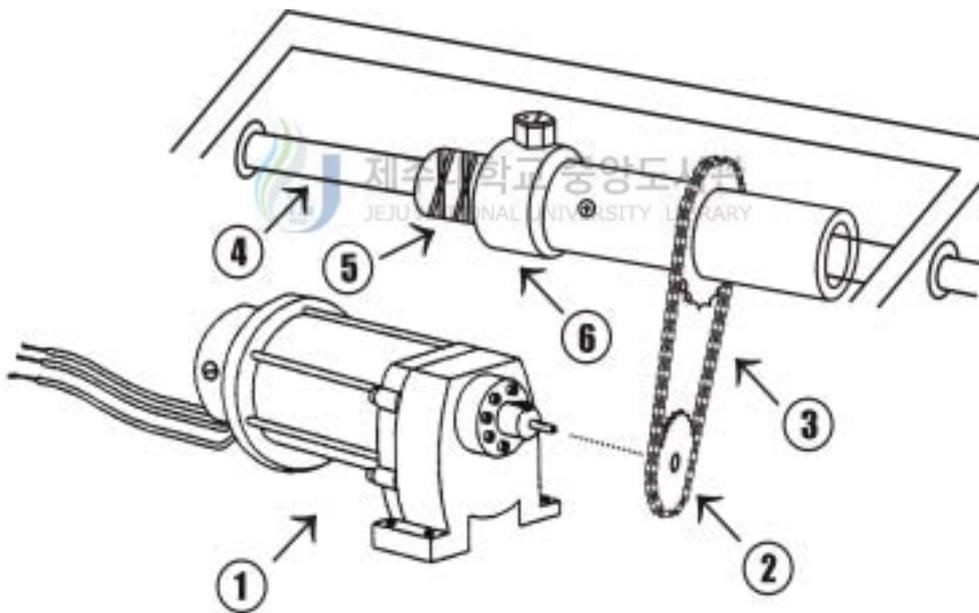


Fig. 3-3. The motor and the each name of the continuous automatic jigging machine for a hairtail.

- ① AC three-phase electric motor
- ② Sprocket
- ③ Chain
- ④ Shaft
- ⑤ Cam guide
- ⑥ Cam guide bracket

모릿줄 구동장치의 외부구성은 Fig. 3-4에 나타내었으며, 본체(Fig. 3-4의 (a))와 내부의 구동장치와 연결된 샤프트($\phi 28$, L1,500mm)는 구동장치 본체 양 외측으로 도출되어 구동드럼과 연결되어 전체의 크기(L1,500×W333×H625mm)는 구성되어 있고, 본체(L490×W300×H435mm)에는 조종상자 인버터(Fig. 3-4의 (b))는 본체와 연결 및 결합 후 프론트 보드 플레이트와 결합하여 회전속력의 증감과 방향전환 그리고 조업 수심 설정 등을 선택적으로 사용할 수 있다.

구동드럼은 조업자가 낚아채는 듯한 동작을 구현할 수 있도록 마름모꼴(L612×W370×H412mm)로 제작하였으며, 현측롤러를 통과해서 올라온 모릿줄 및 아릿줄은 구동드럼에 의해 회전한 후 반대편의 현측롤러를 통과해서 내려가도록 하였는데, 이때 모릿줄이 구동드럼에서 마찰력을 높여 미끄러지지 않고, 원활한 이동을 돕기 위해 구동드럼에는 고무관(L1,150×W450×H2mm)을 부착하였다(Fig. 3-4의 (c)).



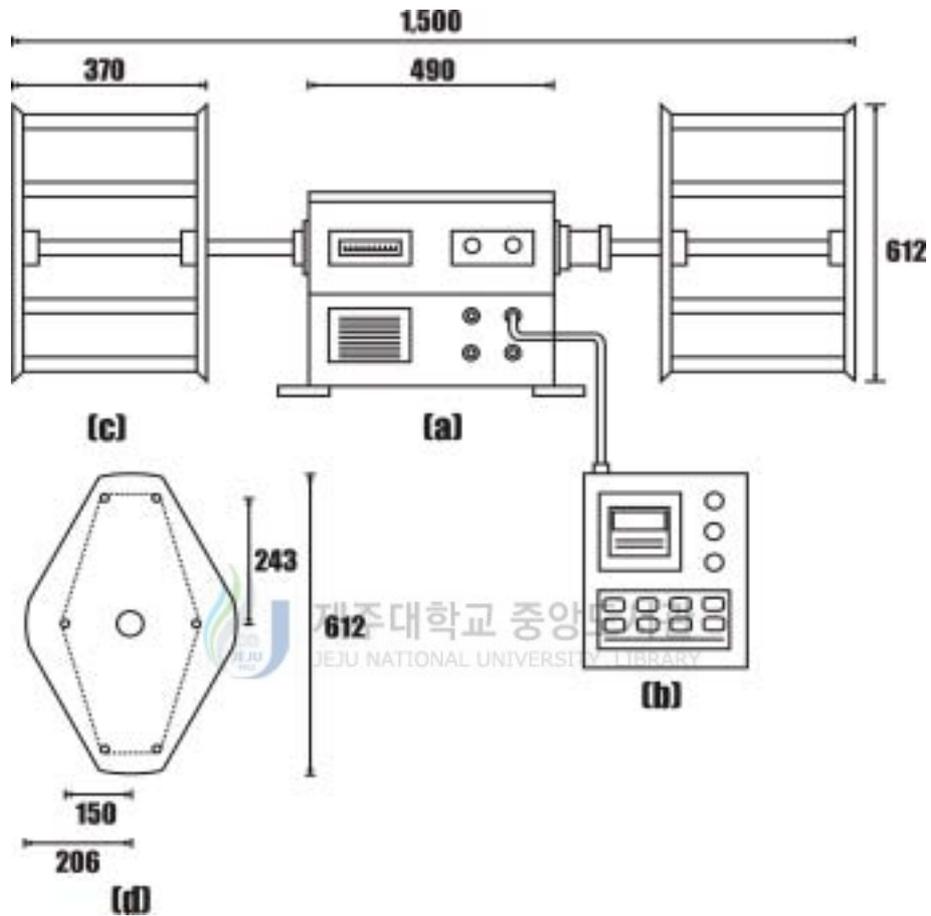


Fig. 3-4. Schematic drawing of the squid automatic jigging machine (unit : mm).

(a) Rotary equipment

(b) Inverter

(c) The front of view of a rotary drum

(d) The side of view of a rotary drum

3) 육상 모형시험

연속식 채낚기 어구가 구동장치의 구동드럼에 의해 이동될 때 현측롤러와 유도롤러의 역할에 대한 성능, 연속식 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어구의 아릿줄 및 낚시와 모릿줄 사이의 전개상태를 조사하기 위한 육상 모형시험 및 육상 수중모형시험을 실시하였다.

육상 모형시험은 제주대학교 해양과학대학 5층 옥상에서 실시하였고, 연속식 갈치 채낚기 시험장치의 구성도는 Fig. 3-5에, 어구의 체원 및 규격은 Table 3-3과 같고, 연속식 한치오징어류 채낚기 시험장치의 구성도는 Fig. 3-6에, 어구의 체원 및 규격은 Table 3-4와 같다. 육상 모형의 모든 현상을 디지털 카메라(Agfa ephoto 1080)를 이용하여 촬영하고 자료를 검토·분석하였다.

연속식 갈치 채낚기 어구의 시험장치와 구조는 옥상의 외벽 위에 울릉도 근해 살오징어 채낚기용 현측롤러 2개를 벽으로부터 일정한 거리 약 2m를 두어 설치대에 모릿줄 회전장치인 구동장치에 구동드럼을 장착한 후, 구동장치의 상부에는 3축형 유도롤러 2개를 고정·설치하였다(Fig. 3-5).

낚시 어구는 지상과 옥상의 높이를 고려하여 모릿줄의 길이를 25,000mm로 하였고, 여기에 민도래 도래를 시험에 사용할 아릿줄의 길이보다 2배를 더한 길이 간격으로 부착하여 사용하였다. 시험에 사용한 아릿줄의 길이는 6종류(500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000mm)로 하였으며, 모형미끼는 검은 고무관(두께:4 mm, 길이:100mm, 폭:20 mm), 모형 갈치(두께:4 mm, 길이:300 ~ 400mm, 폭:30 mm, 아래폭:100mm)을 꿰어 사용하였다. 모릿줄에 아릿줄과 낚시를 결합하였고, 모릿줄 양 끝에는 납추를 부착하여 옥상 밖으로 내린 다음 구동장치의 구동드럼에 의해 낚시 어구가 상하·좌우 이동상태와 꼬임의 관계 및 각각의 조획 장치인 모릿줄 회전장치 시스템에 대한 운영능력을 시험하였다.

연속식 한치오징어류 채낚기 어구의 시험장치와 구조는 옥상의 외벽 위에 현측롤러 2개를 벽으로부터 일정한 거리 약 2m를 두어 설치대에 모릿줄 회전장치인 구동장치에 구동드럼을 장착한 후, 구동장치의 상부에는 유도롤러 2개를 고정·설

치하였다(Fig. 3-6).

낚시 어구는 지상과 옥상의 높이를 고려하여 모릿줄의 길이를 25,000mm로 하였고, 여기에 민도래를 시험에 사용할 아릿줄의 길이보다 2배를 더한 길이 간격으로 부착하여 사용하였다. 시험에 사용한 아릿줄의 길이는 현재 어업인들이 사용하고 있는 길이 4종류로 클립 핀으로 연결하여 길이 10, 500, 1,000, 1,500mm로 하였으며, 한치오징어류 채낚기 어구의 모형시험에서 한치오징어류는 미끼를 사용하지 않기 때문에 낚시만 결합하여 모릿줄 양 끝에 납추를 부착하여 옥상 밖으로 내린 다음, 구동장치의 구동드럼에 의해 낚시 어구의 모릿줄이 상하·좌우 이동 상태와 꼬임의 관계 및 각각의 모릿줄 회전장치 시스템에 대한 운영능력을 시험하였다.

수중 모형 시험은 육상 모형시험과 같은 어구를 사용하였고, 북제주군 한경면 두모리 내항 안벽 끝단에 4.5t 트럭을 고정하고 화물칸에 모릿줄 회전장치를 설치하여 육상 모형시험과 같은 방법으로 행하였다.



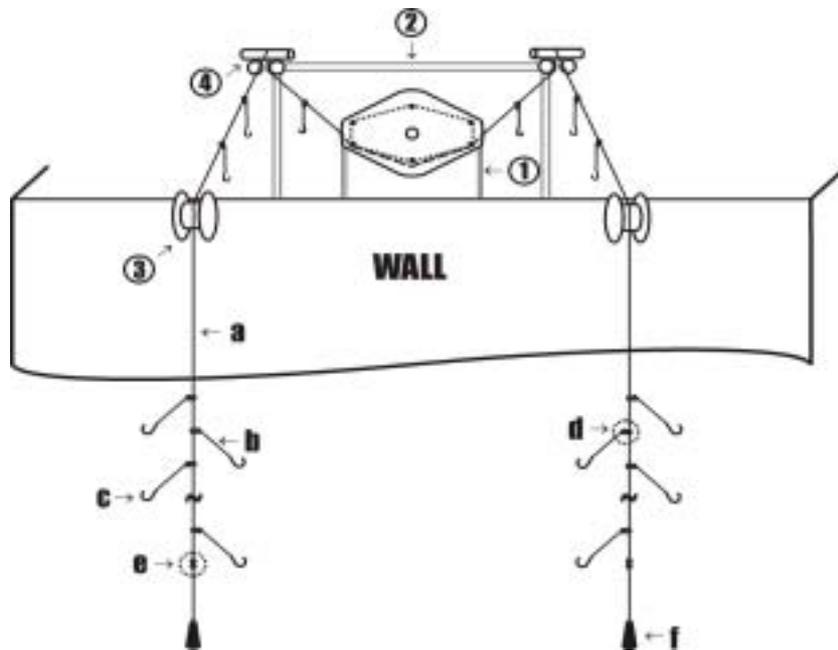


Fig. 3-5. Schematic drawing of experimental testing for the hairtail hand line on the ground.

- ① Continuous hand line jigging system ② Frame
 ③ Side roller ④ Inducement roller

Table 3-3. Specifications of materials for the continuous hairtail hand line
 (unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Main line	PA mono-filament	# 60×L25,000	1
b	Branch line	PA mono-filament	# 18(L500~3,000)	4~25
c	Hook	Steel	# 16	4~25
d	T type swivel	Steel	# 8 ~ 10	4~25
e	Swivel	Steel	# 5	2
f	Weight	Lead	1,200 gw	2

PA : Polyamide

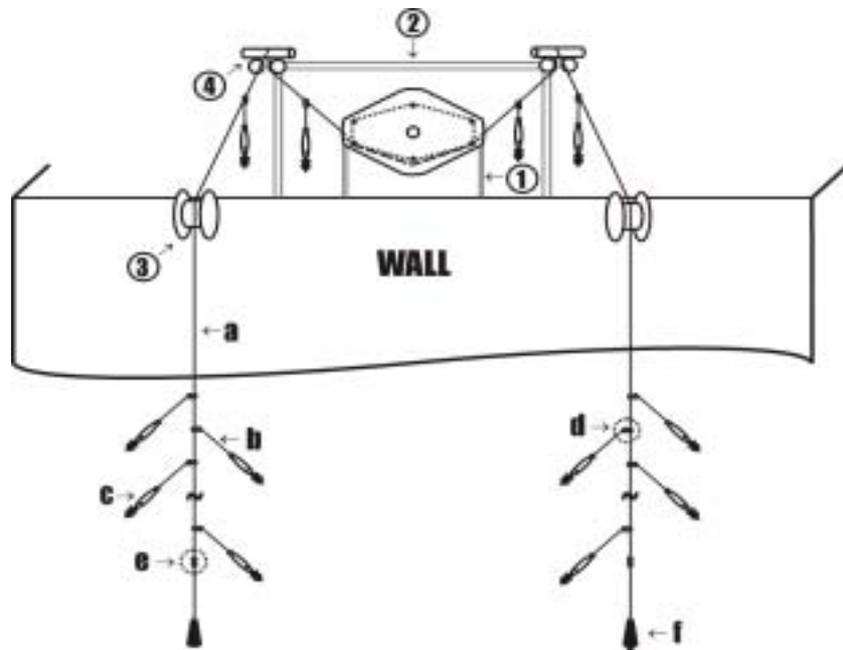


Fig. 3-6. Schematic drawing of experimental testing for the squid hand line on the ground.

- ① Continuous hand line jigging system ② Frame
 ③ Side roller ④ Inducement roller

Table 3-4. Specifications of materials for the continuous squid hand line (unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Main line	PA mono-filament	# 40×L25,000	1
b	Branch line	PA mono-filament	# 10(L10~1,500)	8~25
c	Hook	Plastic, Silk, Steel	0.6 × 7.0 × 16 × 2	8~25
d	T type swivel	Steel	# 6~8	8~25
e	Swivel	Steel	# 5	2
f	Weight	Lead	1,200 gw	2

PA : polyamide

4) 해상 모형시험

해상 모형시험에 있어서의 주요시험 내용은 육상 모형시험과 수중모형시험에서의 도출된 내용을 가지고 이들 문제점들에 대해 수정 및 보완하여 북제주군 한경면 금동리 및 용수리 연안해역에서 대왕호(총톤수 4.71톤, 223마력)를 이용하였다.

수동식 채낚기 어구에서는 인력에 의한 양망에는 아릿줄이 길이가 길수록 모릿줄과의 엉킴이 적다고 하여 아릿줄 길이를 2,600~3,000mm로 사용하고 있으며, 투하 수심에 비해 낚시의 개수가 적다. 해상 모형시험에서는 아릿줄의 길이를 줄이는 반면, 모릿줄에 연결되는 아릿줄 사이의 간격을 줄여 낚시의 개수를 현재보다 늘려 목적물이 조획 가능한 기회가 많아지도록 구성하였다.

해상 모형시험에 사용한 연속식 갈치 채낚기 어구의 시험 구성도는 Fig. 3-7, Table 3-5에, 연속식 한치오징어류 채낚기 어구의 시험구성도는 Fig. 3-8, Table 3-6에 나타내었다. 육상 모형시험과 육상 수중모형시험에서 모릿줄의 뒤틀림 및 아릿줄의 꼬임의 현상이 많았다. 그래서 이러한 현상을 줄이기 위해 납추 위부분에 십자형 수력 저항관(350×250×10mm)을 부착하였다.

벧전에서 연속식으로 조업할 수 있는 자료를 구하기 위해서 연속식 갈치 채낚기 해상 모형시험에서는 미끼를 이용하였고, 육상 모형시험 결과에서와 같이 아릿줄이 짧을수록 꼬임이 적었기 때문에 아릿줄을 1,000mm 이내의 길이를 기준으로 하여 아릿줄의 길이 300, 450, 600, 750, 900mm 4종류를 순서대로 3번 반복하여 총 15가닥의 아릿줄이 되도록 구성해서 총 20회에 걸쳐 아릿줄의 길이와 조획 관계, 아릿줄과 모릿줄의 꼬임관계를 조사하였다.

또한 아릿줄 길이 4종류에 검은 고무관으로 제작한 모형 갈치(두께 4mm, 길이:300~400mm, 폭:30mm, 아래폭:100mm)를 켜어 모릿줄을 이동시켰을 때 아릿줄에 낚시와 모형 갈치가 상갑판과 주변 조획 장치 기구에 대한 걸림, 꼬임 등 이동 상태를 조사하였다.

연속식 한치오징어류 채낚기 해상 모형시험에는 한치오징어류는 미끼를 사용하

지 않기 때문에 낚시에 모형오징어(PVC 호스, $\phi 45\text{mm}$, L200~250mm)를 꿰어 사용하였고, 아릿줄의 길이는 육상 모형시험에 사용했던 아릿줄의 길이 10, 500, 1,000, 1,500mm 4종류를 순번대로 4번 반복하여 총 14가닥에 대한 아릿줄과 모릿줄의 꼬임관계를 조사하였다.

또한, 연속식 낚시 어구의 모릿줄을 회전시키고자 할 때 구동장치의 회전능력과 구동드럼의 마찰능력, 낚시 어구의 모릿줄이 이동시 현측롤러와 유도롤러의 이동 및 유도능력, 수력 저항판 성능에 대해 해황특성 적응 및 모릿줄 회전장치 시스템에 대한 운용능력 시험을 행하였다.

해상 모형시험의 모든 장면은 디지털카메라(Agfa ephoto 1080)를 이용하여 촬영하고 자료를 검토·분석하였다.



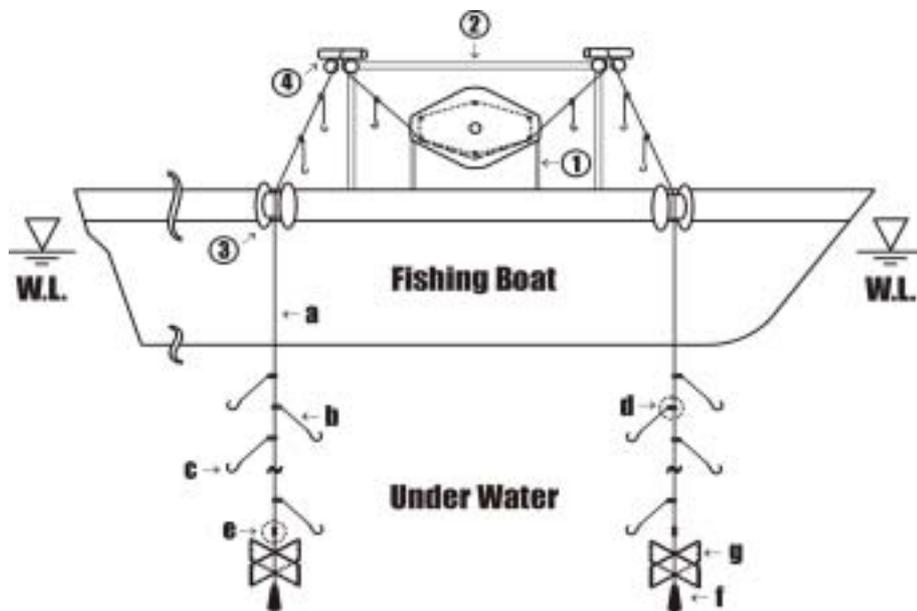


Fig. 3-7. Schematic drawing of the continuous hairtail hand line on the fishing boat.

- ① Continuous hand line jiggling system ② Frame
 ③ Side roller ④ Inducement roller

Table 3-5. Specifications of materials for the continuous hairtail hand line (unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Main line	PA mono-filament	# 60×L25,000	1
b	Branch line	PA mono-filament	# 18(L300~900)	15
c	Hook	Steel	# 16	15
d	T type swivel	Steel	# 8 ~ 10	15
e	Swivel	Steel	# 5	2
f	Weight	Lead	1,200 gw	2
g	Resistance board	Acrylic	350 × 250 × 10	2

PA : Polyamide

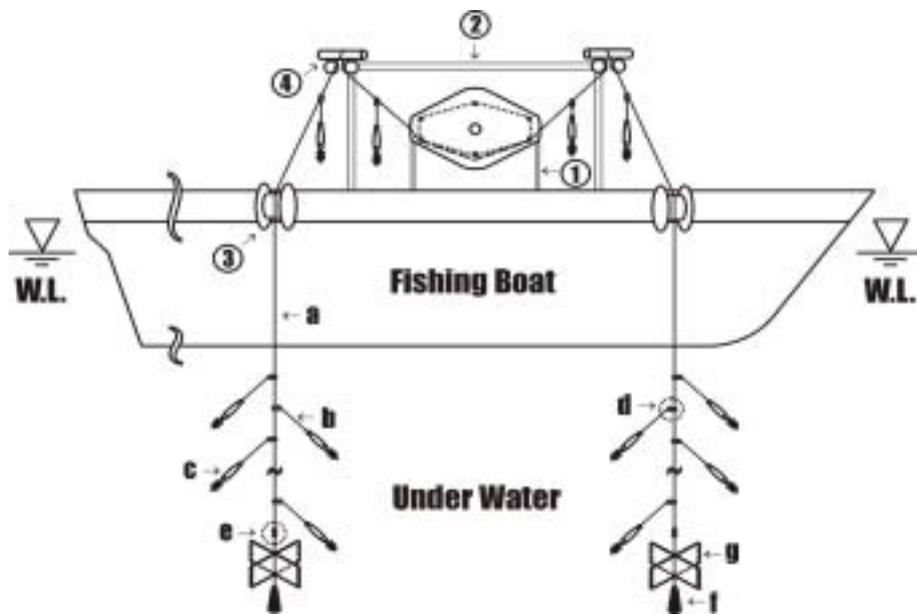


Fig. 3-8. Schematic drawing of the continuous squid hand line on the fishing boat.

- ① Continuous hand line jiggging system ② Frame
 ③ Side roller ④ Inducement roller

Table 3-6. Specifications of materials for the continuous squid hand line (unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Main line	PA mono-filament	# 40×L25,000	1
b	Branch line	PA mono-filament	# 10(L10~1,500)	14
c	Hook	Plastic, Silk, Steel	0.6 × 7.0 × 16 × 2	14
d	T type swivel	Steel	# 6~8	14
e	Swivel	Steel	# 5	2
f	Weight	Lead	1,200 gw	2
g	Resistance board	Acrylic	350 × 250 × 10	2

PA : polyamide

2. 결과

1) 육상 모형시험

제주대학교 해양과학대학 5층 옥상에서 실시한 육상 모형시험에 대한 연속식 갈치 채낚기 시험은 Fig 3-9와, Fig 3-10, 연속식 한치오징어류 채낚기 시험은 Fig 3-11과, Fig 3-12에 나타내었다.

연속식 갈치 채낚기 어구시험에 사용한 아릿줄의 길이 500mm에서부터 3,000mm까지 6종류를 모릿줄에 500mm의 간격으로 하여 모릿줄을 상하·좌우방향으로 회전시킨 결과, 3,000, 2,500, 2,000, 1,500, 1,000, 500mm 순으로 아릿줄의 길이가 짧을수록 꼬임횟수가 적게 나타났다(Fig. 3-9의 ⑤, ⑥).

연속식 한치오징어류 채낚기 어구의 모형시험에 사용한 아릿줄의 길이 10~1,500mm에 대한 4종류의 아릿줄을 회전시킨 결과 1,500, 1,000, 500, 10mm의 순으로 아릿줄의 길이가 짧을수록 꼬임횟수가 적게 나타났지만, 대체적으로 갈치의 아릿줄에 비해 꼬임횟수가 적게 나타났다(Fig 3-11의 ⑥).

연속식 채낚기 모릿줄 회전장치는 감속비가 1/20인 3상 교류 전동기와 인버터로 모릿줄의 전진, 정지, 후진 등은 신속히 변환되었고, 구동드럼의 회전속력은 0.1 ㎥에서 3 ㎥까지 무단변속이 가능하였다.

구동드럼은 폭이 370mm로 모릿줄이 닿는 면적에 비해 너무 넓으므로 인해 모릿줄이 구동드럼에 의해 회전되면서 모릿줄이 뒤틀림작용으로 아릿줄이 모릿줄에 감기거나 꼬이는 현상을 보였다(Fig. 3-9, Fig. 3-11). 또한, 모릿줄 끝의 납추(800~1,200gw)를 연결하여 공기 중의 회전시에는 침자의 무게가 가벼워 미끌림(슬립)현상도 보였다.

현측롤러와 유도롤러는 공기 중 상태에서는 모릿줄이 원활히 이동하였지만 낚시바늘이 설치대에 걸림현상을 보여 모릿줄이 이동하는 데에는 많은 결함을 보였다(Fig. 3-9의 ②, Fig. 3-11의 ②).



Fig. 3-9. Photograph of the rotary equipment for revolving a main line of the continuous hairtail hand line.

- ① Continuous hand line jiggging system
- ② Frame
- ③ Side roller
- ④ Inducement roller
- ⑤ Main line
- ⑥ Branch line
- ⑦ Hairtail hook
- ⑧ Swivel
- ⑨ Model hairtail



Fig. 3-10. Photograph of the movement of a main line and a branch line on the model continuous hairtail hand line.

① Main line ② Side roller ③ Weight



Fig. 3-11. Photograph of the rotary device for revolving a main line of the continuous squid hand line.

- ① Continuous hand line jigging system
- ② Frame
- ③ Side roller
- ④ Inducement roller
- ⑤ Main line
- ⑥ Branch line
- ⑦ Swivel
- ⑧ Squid hook



Fig. 3-12. Photograph of the movement of a main line and a branch line on the model continuous squid hand line.

① Main line ② Side roller ③ Weight

육상 수중모형시험에서는 연속식 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어구의 시험 장면을 Fig 3-13에 나타내었다.

모릿줄이 좌우 유도롤러를 통과하여 모릿줄의 장력으로 아릿줄이 유도롤러를 통과시, 낚시가 어구의 고정용 설치대에 낚시의 걸림을 방지하기 위해 유도롤러와 연속식 구동장치의 구동드럼 부분을 제외한 설치대에 합판(40mm)을 부착시켜 모릿줄을 이동한 결과, 낚시바늘이 설치대에 걸림현상을 방지할 수 있었다. 그리고 모릿줄이 이동되면서 수면 위로 나와 현측롤러와 유도롤러를 통과할 때 꼬임현상을 보였지만, 다시 현측롤러 아래방향의 수중으로 내려가면서부터는 아릿줄과 모형미끼의 수력 저항에 의해 꼬임이 다소 풀리는 것이 확인되었다. 구동드럼은 폭이 370mm로 모릿줄이 닿는 면적에 비해 너무 넓으므로 인해 모릿줄이 구동드럼에 의해 회전되면서 모릿줄이 뒤틀림작용으로 아릿줄이 모릿줄에 감기거나 꼬이는 현상을 보였다. 또한, 모릿줄 양끝에 납추(800~1,200gw)를 연결하여 공기 중의 회전시에는 침자의 무게가 가벼워 미끌림(슬립)현상도 보였지만 납추 2개(총 3,200gw)를 추가한 회전시에 미끌림 현상은 현저히 줄일 수 있었다. 그리고 납추 윗부분에 십자형 수력 저항판을 부착한 결과, 모릿줄의 뒤틀림, 아릿줄의 꼬임, 낚시의 걸림이 감소하였다.



Fig. 3-13. Photograph of the rotary device for revolving a main line of the continuous hairtail and squid hand line.

- ① Continuous hand line jigging system ② Frame ③ Side roller
④ Inducement roller ⑤ Main line ⑥ Branch line ⑦ Hook

2) 해상 모형시험

(1) 모릿줄과 아릿줄의 꼬임해석

갈치 채낚기 어구의 생력화에 가장 어려운 단점은 모릿줄의 길이 및 간격을 어느 정도 적정하게 조절하면 조획 효과를 높일 수 있는가 라고 할 수 있다. 살오징어용 자동조상기처럼 구동드럼으로 투·양승한다고 가정하였을 때, 갈치 채낚기 어구는 아릿줄이 있기 때문에 살오징어용 자동조상기의 원리를 그대로 적용할 수는 없다. 즉 살오징어용 채낚기는 모릿줄에 낚시를 직선으로 매는 어구이지만, 제주도 연근해 수동식 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어구의 구조는 아릿줄이 짧게는 10mm에서부터 길게는 3,000mm를 6~17가닥 연결하여 사용하기 때문에 구동드럼에 그대로 감을 경우 아릿줄과 낚시, 모릿줄과 낚시, 아릿줄과 모릿줄이 걸려서 투승을 할 수가 없다.

채낚기의 문제점을 극복하고 구동드럼식으로 양승하면서도 살오징어용 자동조상기처럼 연속식 어구어법으로 전환시키기 위해서 드럼판에 1/2회 정도 권양 되도록 하고, 이 줄들은 구동드럼의 한쪽에 있는 현측롤러, 유도롤러를 통과해서 권양된 다음 제차 다른 한쪽의 유도롤러, 현측롤러를 경유해서 수중으로 투승되도록 설계 제작되었다. 즉 두레박처럼 한 쪽을 잡아당기면 다른 한 쪽은 두레박이 물을 떠서 올라오는 것과 같은 원리를 적용하였다. 이 때 구동드럼에서 모릿줄인 경심이 미끄러지지 않도록 모릿줄의 양 쪽 끝에는 수력 저항판을 연결하였고, 바로 밑에는 납추를 연결하여 해상 시험을 실시하였다.

현재 현장에서 사용하는 갈치 채낚기 어구의 설계 요소 중 아릿줄의 적정한 길이를 도출하기 위해 아릿줄의 길이를 300, 450, 500, 750, 900mm로 5종류의 시험 어구를 사용하여 배전에서 현장 실험한 결과는 아릿줄의 길이가 짧을수록 모릿줄과 아릿줄의 엉키는 빈도는 낮아지는 반면 아릿줄의 길이가 길어질수록 엉키는 빈도가 높아졌다.

연속식 한치오징어류 채낚기 어구의 아릿줄의 길이, 낚시의 걸림 등에 대한 해상 모형시험은 육상 모형시험에서와 같이 해상 모형시험에 사용한 아릿줄의

길이 10~1,500mm에 대한 4종류의 아릿줄을 회전시킨 결과 1,500mm, 1,000mm, 500mm, 10mm의 순으로 아릿줄의 길이가 짧을수록 꼬임횟수가 적게 나타났으며, 4종류에 대해서는 대체적으로 꼬임횟수가 적게 나타났고, 낚시의 걸림도 감소하였다.



(2) 모릿줄 회전장치의 구성

해상 모형시험은 앞에서의 육상 모형시험과 수중모형시험에서 도출된 결과를 가지고 조업장 위치에서 연속식 채낚기 어구에 모형어구를 부착시켜, 각 부분 구성 시스템의 성능 및 활용 가능성에 대한 해상 시험을 북제주군 한경면 용수리 연안 해역에서 어선 대왕호(4.71톤, 223마력)를 이용하였으며, 연속식 갈치 채낚기 어구의 시험장치는 Fig. 3-14와 같고, 연속식 한치오징어류 채낚기 어구 해상 모형시험 장치는 Fig. 3-15와 같다.



Fig. 3-14. Photograph of the continuous hairtail hand line at sea test.

- ① Continuous hand line jigging system ② Frame
- ③ Side roller ④ Inducement roller ⑤ Model hairtail
- ⑥ Rudder protective plate



Fig. 3-15. Photograph of the continuous squid hand line at sea test.

- ① Continuous hand line jigging system ② Frame
③ Side roller ④ Inducement roller ⑤ Model squid

(가) 구동장치

연속식 채낚기 어구에 적용하기 위한 구동장치의 특성은 모릿줄을 전진, 정지, 후진, 속도조절은 자유롭게 하기 위해서는 수동제어가 요구되어 기존 살오징어용 자동조상기의 단상전동기를 감속비가 1/20인 3상 교류전동기로 교체 사용하였고, 구동 드럼의 전진, 정지, 후진, 회전속력은 인버터를 사용하여 자동 구동제어가 가능하였다. 그러나 육상 및 해상 모형시험에 연속식 갈치 및 한치오징어류 구동드럼에 의해 회전시 모릿줄이 좌우로 움직임에 의해서 모릿줄과 아릿줄 서로간의 꼬임의 결합이 발생하였다.

기존 살오징어용 자동조상기에서는 경심과 오징어 낚시가 한 줄로 구성되어 있고, 구동드럼이 일정한 속력으로 좌우로 움직이면서 모릿줄이 균일하게 감기면서 정리하여 재 투승 할 수 있는 구조로 되어있다. 이렇게 구동드럼에 균일하게 감을 수 있게 한 것은 구동장치 내부에 장치된 전동기와 구동체인에 의해 캠가이드 브라켓(Fig. 3-16의 ⑤)이 회전되면서 샤프트와 연결된 캠가이드(Fig. 3-16의 ④)의 홈을 따라서 좌우로 이동시킬 수 있는 구조로 되어있기 때문이다. 그러나 연속식 채낚기 어구의 모릿줄은 1/2회전을 하기 때문에 구동드럼에 균일하게 감는 장치인 스프로킷, 체인, 샤프트, 캠가이드, 캠가이드 브라켓 등을 제거하여 샤프트가 고정회전을 하도록 하였다.



Fig. 3-16. Photograph of the rotary device renovated for the continuous hairtail hand line.

- ① AC tree an electric motor ② Sprocket ③ Chain
④ Cam guide ⑤ Cam guide bracket ⑥ Shaft

(나) 구동드럼

해상 모형시험에 사용한 구동드럼은 구동드럼 폭(370mm)에 의해 마찰력을 높이기 위하여 고무판(1,150×410×2mm)을 부착하여 구동하였다. 구동장치의 회전장치인 전동기로 속력 0.1m/sec에서 3m/sec까지의 속력으로 모릿줄을 구동드럼에 의한 회전은 가능하였다(Fig. 3-17의 ③).

수중에서 수면 위로 현측롤러, 유도롤러를 통과해서 올라온 모릿줄 및 아릿줄을 구동드럼에 의해 다시 반대편의 유도롤러, 현측롤러를 통과하여 수중으로 내려가는 동작의 반복으로 모릿줄과 아릿줄에 해수가 묻게 된다. 이 때문에 모릿줄이 이동시 미끄럼(슬립) 현상을 보였고, 드럼판 폭이 370mm로 모릿줄이 닿는 면적에 비하여 너무 넓어 좌우로 움직임이 많아 모릿줄이 뒤틀림으로 아릿줄과의 꼬임현상을 보였다. 연속식 구동장치와 구동드럼을 조정하여 해수가 닿아도 미끄럼 없이 마찰력을 높일 수 있는 구조가 요구된다.

(다) 설치대

육상 및 해상 모형시험에 사용한 연속식 채낚기 어구의 모릿줄 회전장치의 설치대(Fig. 3-17의 ②)는 L자형 앵글을 이용하여 L144 × B54 × H900mm의 크기로 제작하고 설치대 안쪽으로 연속식 구동장치를 안착·고정하여, 설치대 상부의 좌·우측 양 끝부분에 유도롤러 각 1개(총 4개)를 설치한 후 모형시험에 사용하였다. 그 결과, 시험 선박이 해황특성에 따른 횡·동요에 의해 설치대 안에 장착된 구동장치는 연속식 낚시 어구의 모릿줄을 이동시킴에 있어서 모릿줄 이동시에 아릿줄과 연결된 낚시바늘이 설치대(L자 앵글)에 걸리는 문제점이 발생하였다.

설치대는 안쪽에 조상기를 고정시켜 선상 조업을 하는 데 있어서 거친 해양 환경에도 연속식 모릿줄 회전장치 시스템이 이동 및 흔들림이 없이 안정적으로 원만한 조업이 이루어질 수 있도록 할 필요성이 있다.



Fig. 3-17. Photograph of the continuous hand line (unit : mm).

- ① Continuous hand line jigging system
- ② Frame
- ③ Rotary drum

(라) 현측롤러와 유도롤러

현측롤러와 유도롤러에 대한 해상 모형시험 장치 및 장면을 Fig. 3-18에 나타내었다.

현측롤러와 유도롤러의 역할 기능은 연속식 구동장치의 구동드럼에 의해 연속식 낚시 어구의 모릿줄이 구동되면 수중에서 수면 위로 올라오면서 현측롤러와 유도롤러에 의해, 현측롤러 → 유도롤러 → 구동드럼 → 유도롤러 → 현측롤러 순서로 모릿줄을 원활하게 안내 및 이동할 수 있도록 하는 역할을 한다.

현측롤러는 설치대에 연속식 구동장치를 중심으로 조업선 양현의 선수 및 선미에 각각 2개, 총 4개를 설치하여, 구동장치의 구동드럼에 의해 낚시 어구가 이동될 때 모릿줄과 아릿줄이 수면에서 올라오면서부터 처음 맞는 부분으로 원활한 이동을 할 수 있도록 모릿줄을 안내해 주는 역할을 한다.

해상 모형시험에 사용한 현측롤러는 울릉도에서 한치오징어류 조획시에 기존 사용되어지고 있는 현측롤러(직경 250mm, 줄이 닿는 길이 120mm, 폭 100mm)를 사용하였다(Fig. 3-18의 ②).

유도롤러는 연속식 채낚기 어구의 모릿줄 회전장치의 설치대 상부 4각(직사각형)의 끝 지점, 좌·우측에 각각 2개씩 총 4개를 설치하여 현측롤러와 함께 사용된다. 해상 모형시험에 사용한 유도롤러의 재질 및 사양은 두 개의 받침대는 철판(두께 10 mm)을 사용하여, 회전롤러의 직경이 50 mm가 되는 것을 길이 200 mm 크기로, 세 개의 회전롤러를 받침대에 부착·설치하여 사용하였다(Fig. 3-18의 ③).

모릿줄이 구동드럼에 의해 이동될 때 현측롤러와 유도롤러의 기능은, 파랑 및 조류 등 거친 해황특성의 외적인 영향에 의한 연속식 낚시 어구의 모릿줄은, 조류가 우측 방향으로 흐를 경우 현측롤러는 오른쪽, 유도롤러는 왼쪽에 설치된 것에서 이탈현상을 보였고, 반대로 조류가 좌측 방향으로 흐를 시 현측롤러는 왼쪽, 유도롤러는 오른쪽에 설치된 롤러에서 모릿줄이 롤러 밖으로 이탈되는 문제점이 발생하였다.

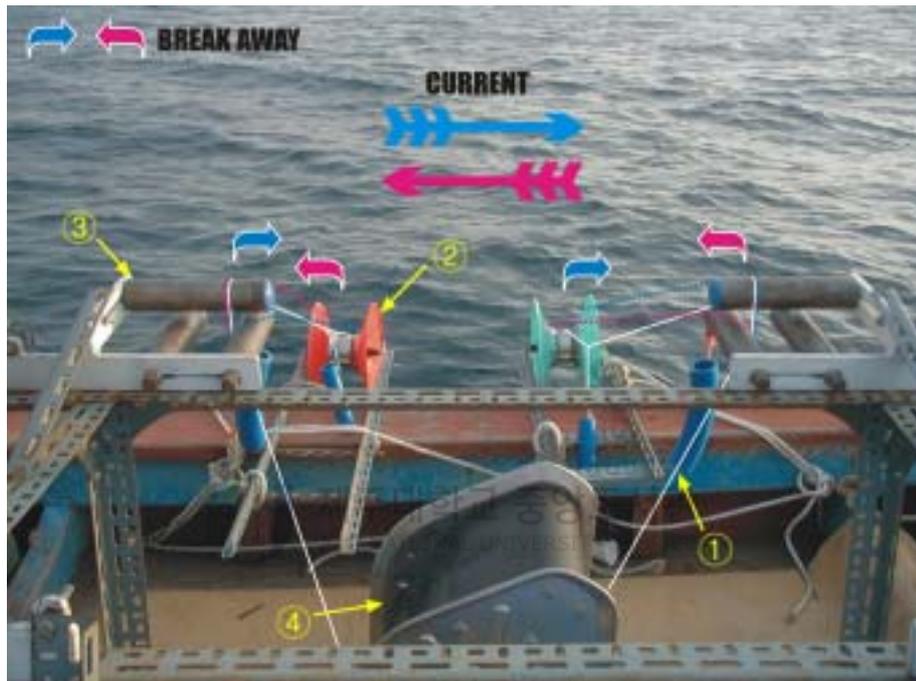


Fig. 3-18. Photograph of the side roller at the underwater model test.

- ① Main line
- ② Side roller
- ③ Inducement roller
- ④ Continuous hand line jiggling system

(마) 낚시 걸림 방지 보호판

연속식 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어구의 모릿줄이 구동드럼에 의해 회전하면, 현측롤러와 유도롤러에 의해 모릿줄, 아릿줄, 낚시가 해중에서부터 수면 위까지 조업 갑판상을 연속적으로 반복·번갈아 이동이 이루어진다. 이 같은 모릿줄 이동 과정에서 낚시가 어선의 상갑판에 걸림 등을 방지 및 보호하기 위해 현측롤러 고정대 위에 고무판 두께 2mm를 Fig. 3-19의 ⑤와 같이 설치하여 해상 모형시험 결과, 거친 해황과 조업선의 횡·동요현상 등으로 인해 아릿줄 또는 낚시바늘이 고무 보호 방지판에 꽂이거나 걸리는 등의 여러 문제가 발생하였고, 모형 갈치 및 한치오징어류(Fig. 3-19의 ⑥)가 이동과정에서 시험 조업 어선의 상갑판에 닿아 끌려, 실제로 어획이 되어질 경우 어획물의 어체 손상 등으로 연속적인 조업에 있어서 기능을 잃게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 아릿줄에 연결된 낚시의 모릿줄이 현측롤러와 유도롤러 사이의 이동시에 선체 외부와 상갑판에 걸림현상을 막고 낚시의 손상예방과 어획 대상물인 갈치 및 한치오징어류의 어체를 보호하기 위한 시스템 장치의 구성이 요구된다.





Fig. 3-19. Photograph of the induced tub used at the sea test.

- ① Side roller ② Inducement roller ③ Main line
- ④ Continuous hand line jigging system
- ⑤ Rudder protective plate ⑥ Hook and model hairtail

(바) 수력 저항판

육상 및 수중모형시험에서 낚시 어구의 모릿줄 끝에 연결한 납추의 회전에 의해 아릿줄이 모릿줄에 꼬이는 현상이 나타났다. 유도롤러와 현측롤러의 수직롤러 부분이 회전에 의해 모릿줄이 수면 밑의 수중 및 수면 위의 공기 중으로 이동하는 과정에서 모릿줄의 뒤틀림 및 모릿줄과 아릿줄이 서로 꼬이는 현상을 방지하기 위해 수력 저항판의 재질 및 사양은 투명 아크릴판(350×200×10mm)이고, 세로 방향으로 $\phi 12\text{mm}$ 의 홈을 내어서, (+)자형으로 겹치게 하여 제작하였다(Fig. 3-20).

제작된 수력 저항판은 연속식 채낚기 낚시 어구의 모릿줄 양쪽 끝에 핀도래와 연결하였고, 그 밑으로는 납추를 연결하여 해상 모형시험에 사용하였다. 수력 저항판의 특성은 수력 저항이 해황특성에 영향을 받을 때 모릿줄과 수력 저항판 사이에서 서로 다른 방향의 운동으로 인하여 모릿줄과 아릿줄의 꼬임을 방지하기 위한 것이다. 그러나 해상 모형시험에서는 Fig. 3-20과 같이 모릿줄 끝 부분에 핀도래와 수력 저항판을 연결하였고, 그 밑으로 다시 납추가 연결되어 3가지 기구에 유수저항이 가해짐으로 인해 약간의 꼬임현상의 문제는 있었다.

따라서 납추와 수력 저항판은 같은 운동방향으로 회전되어야 하는 단선 시스템으로 구성되어져야 할 것으로 보여진다.

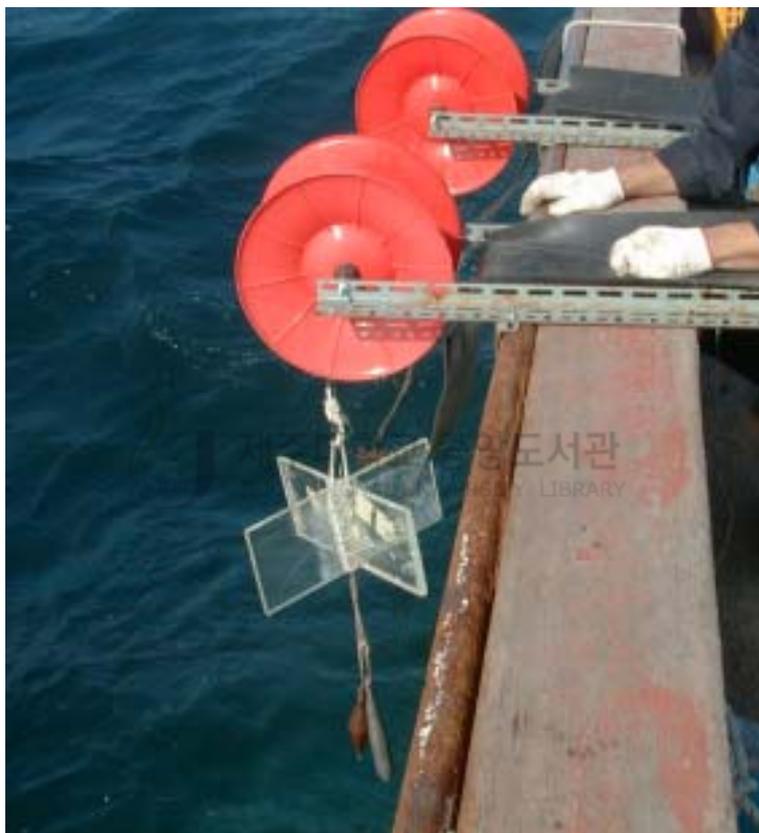


Fig. 3-20. Photograph of the movement of resistance board at the sea test.

IV. 연속식 채낚기 어구의 해상 시험

1. 재료 및 방법

1) 연속식 채낚기 어구의 구성

(1) 갈치 채낚기 어구

연속식 갈치 채낚기의 낚시 어구는 육상 모형시험과 해상 모형시험에서 얻은 자료를 분석하여 해상 시험에 사용하기 위한 어구를 재구성하여 Fig. 4-1에 나타내었고, 제원 및 규격은 Table 4-1과 같다.

Fig. 4-1은 연속식 갈치 채낚기의 낚시 어구를 보완하여 구성한 것으로 해상 시험에서 사용하게 될 모릿줄은 해상 모형시험에 수력 저항판과 납추가 해수 중에서 많은 수력 저항을 받으므로 인해 모릿줄의 굵기를 좀더 보강시킬 필요성이 요구되어 모릿줄 경심 60호로 보강하여 70,000mm를 사용하였다. 아릿줄은 해상 모형시험에서 도출된 길이인 750mm를 모릿줄 길이 70,000mm에 1,000mm 간격으로 민도래 10호에 낚시바늘 16호와 결합된 경심 18호의 아릿줄 70개를 연결하여 사용하였다.

모릿줄은 10,000mm 간격으로 민도래를 연결하여 꼬임을 방지하고 수심에 따라 선택적으로 조절하여 사용할 수 있게 하였다. 민도래(Fig. 4-1의 d) 부분과 연결되는 아릿줄 (Fig. 4-1의 b)의 끝 부분에는 클립 핀 도래를 결합하여 사고에 의해 손상 및 파손되었을 때 기존 모릿줄은 그대로 사용하고, 아릿줄 부분만 교환하기 쉽게 탈·부착이 가능하도록 하여 아릿줄도 사용하고자 하는 길이에 따라 선택적으로 활용할 수 있도록 하였다.

모릿줄 양끝에는 수력 저항판과 납추를 함께 부착하였다(Fig. 4-1의 f, g).

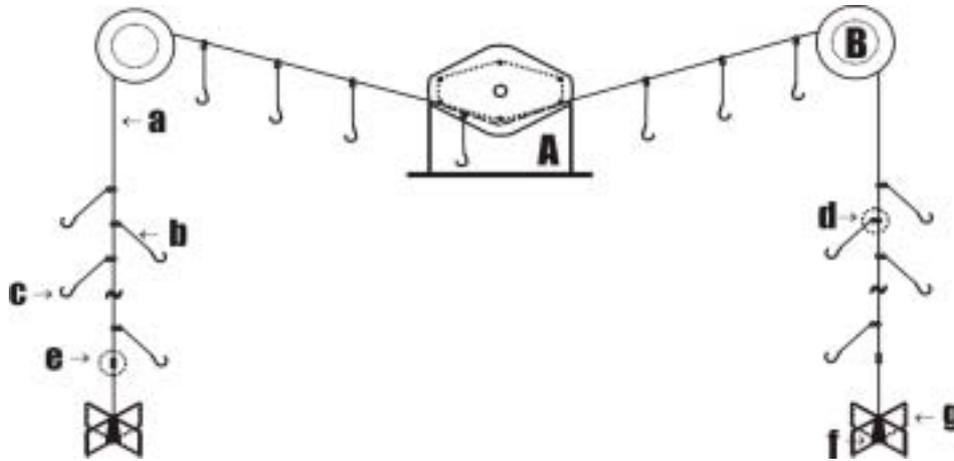


Fig. 4-1. Schematic drawing of the continuous hairtail hand line.
 A : Continuous hand line jigging system B : Roller



Table 4-1. Specifications of materials for the continuous hairtail hand line
 (unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Main line	PA mono-filament	# 60×L70,000	1
b	Branch line	PA mono-filament	# 18×L750	70
c	Hook	Steel	# 16	70
d	T type swivel	Steel	# 8 ~ 10	70
e	Swivel	Steel	# 5	9
f	Weight	Lead	1,200 gw	2
g	Resistance board	Acrylic	350 × 250 × 10	2

PA : Polyamide

(2) 오징어 채낚기 어구

연속식 한치오징어류 채낚기의 낚시 어구는 육상 모형시험과 해상 모형시험에서 얻은 자료를 분석하여 해상 시험에 사용하기 위한 어구를 재구성하여 Fig. 4-2에 나타내었고, 제원 및 규격은 Table 4-2와 같다.

Fig. 4-2는 연속식 갈치 채낚기의 낚시 어구를 보완하여 구성한 것으로, 해상 시험에서 사용하게 될 모릿줄은 해상 모형시험에서 사용했던 모릿줄 경심 40호는 모릿줄 양끝에 부착된 수력 저항판과 납추가 해수 중에서 많은 수력 저항을 받으므로 인해 모릿줄의 굵기를 좀더 보강시킬 필요성이 요구되어 연속식 갈치 채낚기 어구의 모릿줄 굵기와 같은 경심 60호로 보강하여 30,000mm 길이를 사용하였다. 아릿줄은 해상 모형시험에서 도출된 길이인 10, 500, 1,000mm 3종류를 모릿줄 길이 30,000mm에 600mm 간격으로 민도래 8호에 한치오징어류 낚시바늘(0.6×7.0×16×2mm)과 결합된 아릿줄 경심 10호를 10, 500mm는 50개, 1,000mm는 25개를 연결하여 사용하였다.

모릿줄은 10,000mm 간격으로 민도래를 연결하여 꼬임을 방지하고 수심에 따라 선택적으로 조절하여 사용할 수 있게 하였고, 민도래(Fig. 4-2의 d) 부분과 연결되는 아릿줄(Fig. 4-2의 b)의 끝 부분에는 클립 핀 도래를 결합하여 사고에 의해 손상 및 파손되었을 때 기존 모릿줄은 그대로 사용하고, 아릿줄 부분만 교환하기 쉽게 탈·부착이 가능하도록 하여 아릿줄도 사용하고자 하는 길이에 따라 선택적으로 활용할 수 있도록 하였다.

모릿줄 양끝에는 수력 저항판과 납추를 함께 부착하였다(Fig. 4-2의 f, g).

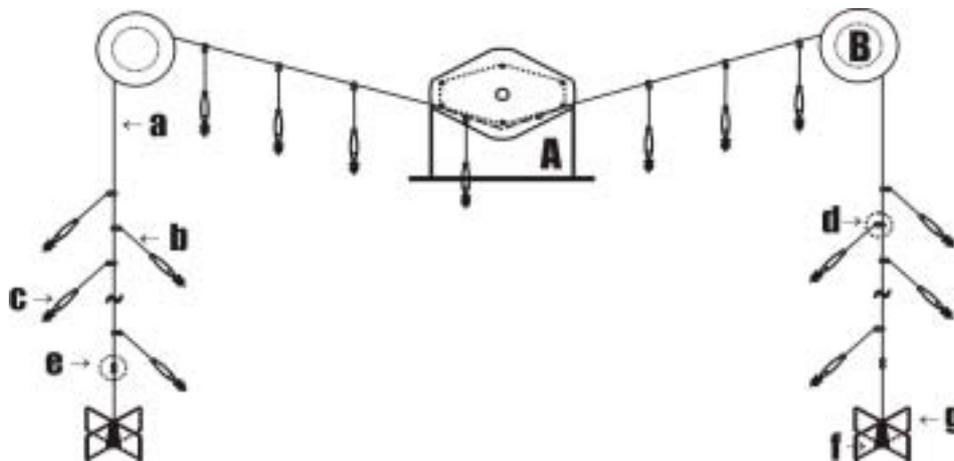


Fig. 4-2. Schematic drawing of the continuous squid hand line.

A : Continuous hand line jigging system B : Roller



Table 4-2. Specifications of materials for the continuous squid hand line
(unit : mm)

Code	Name	Materials	Dimension	Quantity
a	Main line	PA mono-filament	# 60×L30,000	1
b	Branch line	PA mono-filament	# 10×(L10, 500, 1,000)	75
c	Hook	Plastic, Silk, Steel	0.6 × 7.0 × 16 × 2	75
d	T type swivel	Steel	# 6~8	75
e	Swivel	Steel	# 5	5
f	Weight	Lead	1,200 gw	2
g	Resistance board	Acrylic	350 × 250 × 10	2

PA : polyamide

2) 모릿줄 회전장치의 구성

연속식 채낚기 어구의 모릿줄 회전장치는 Fig. 4-3, 4-4와 같으며, 이는 구동장치, 구동드럼, 설치대, 유도롤러, 유도관, 현측롤러로 구성되었다. 설치대(Fig. 4-3의 ②, Fig. 4-4의 ②)는 연속식 채낚기 어구의 중심부로 낚시 어구의 모릿줄을 회전시킬 수 있는 모든 조획 장치인 모릿줄 회전장치 시스템의 기기가 대부분 여기에 설치되는 기구로 매우 중요한 부분이다. 해황환경에 이동 및 흔들림이 없도록 모릿줄 회전장치인 구동장치를, 외부의 양쪽 샤프트에 2개의 구동드럼을 결합하였다(Fig. 4-3의 ①, Fig. 4-4의 ①). 기구 설치대 상부는 유도롤러(Fig. 4-3의 ④, Fig. 4-4의 ④)는 좌·우측에 각 2개씩, 총 4개 고정하였고, 조업선의 양 현측에 현측롤러(Fig. 4-3의 ③, Fig. 4-4의 ③)는 각 2개씩, 총 4개가 고정 설치되어 낚시 어구인 모릿줄 낚시가 현측의 수면에서 상하·좌우 방향으로 걸림이 없이 이동·전환할 수 있는 장치이다. 그리고 현측롤러와 유도롤러 사이에 유도관(Fig. 4-3의 ⑤, Fig. 4-4의 ⑤)을 연결하여 목적이어 어획되어 현측롤러를 통과하였을 때 어체손상과 낚시가 상갑판에 걸리는 것을 방지하고 원활한 이동을 할 수 있도록 설계하였다.

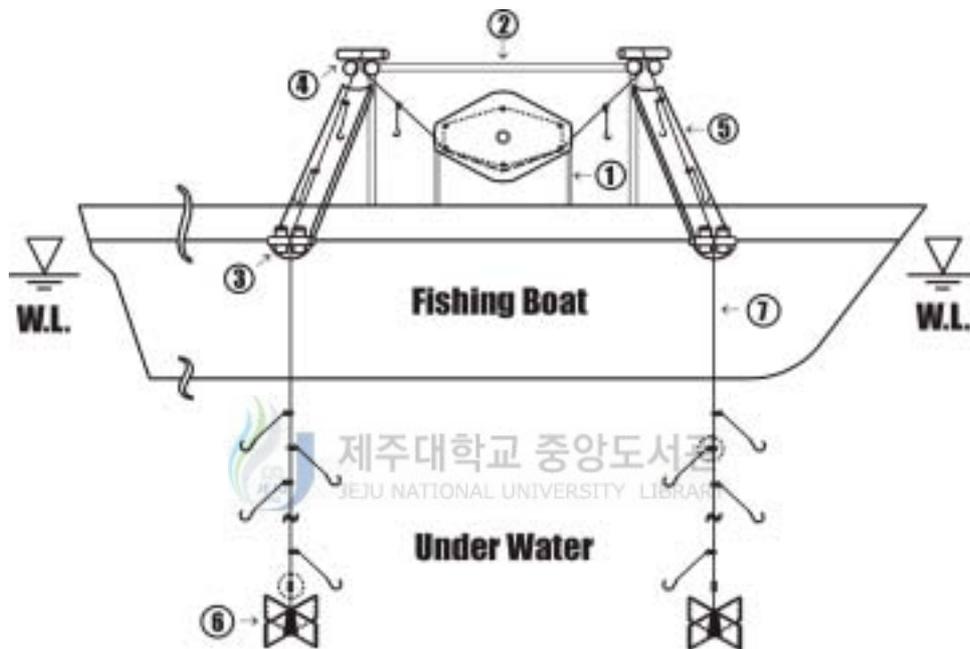


Fig. 4-3. Schematic drawing of the continuous hairtail hand line on the fishing boat.

- ① Continuous hand line jigging system
- ② Frame
- ③ Side roller
- ④ Inducement roller
- ⑤ Induced tube for a main line
- ⑥ Resistance board

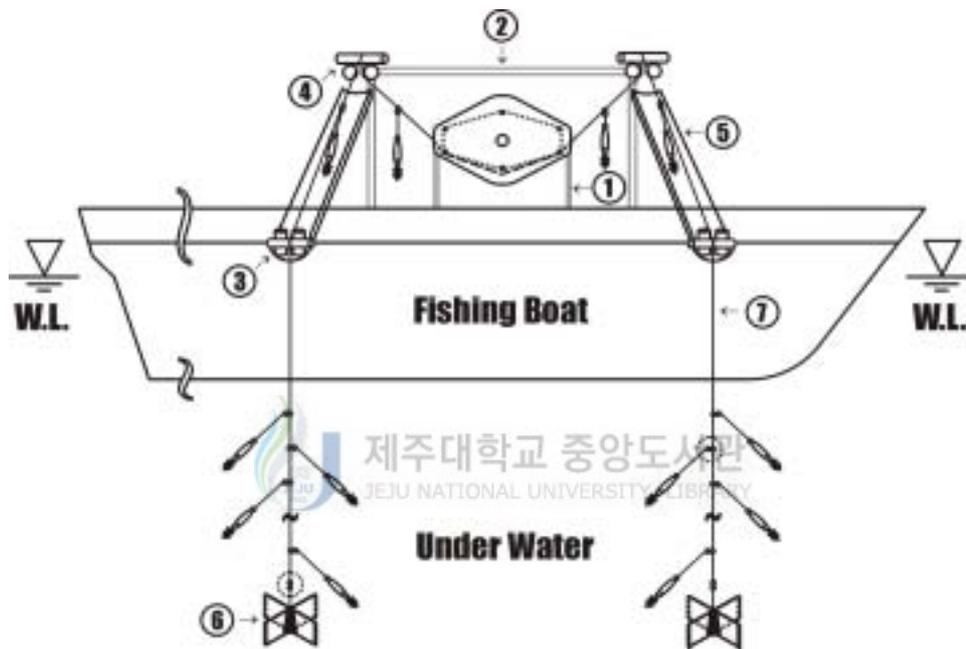


Fig. 4-4. Schematic drawing of the continuous squid hand line on the fishing boat.

- ① Continuous hand line jiggling system
- ② Frame
- ③ Side roller
- ④ Inducement roller
- ⑤ Induced tube for a main line
- ⑥ Resistance board

(1) 구동장치

연속식 채낚기 어구에 적용하기 위한 구동장치의 특성은 연속식 낚시 어구를 회전시키기 위한 자유로운 정·역회전과 자동정지, 비상정지할 수 있어야 한다.

수동제어가 요구되어 기존 한치오징어류 자동조상기의 단상 전동기를 감속비가 1/20인 3상 교류 모터(220 V, 1 HP, 1,500 RPM)로 교체 사용하였고, 인버터(STARVERT-IG, LG ; YSD-075, 유신)를 사용한 결과 구동드럼이 전진, 정지, 후진, 속력조절 등 구동제어가 가능하였다. 그러나 모릿줄 이동에 대해서는 조상기 내부에 장치된 전동기와 구동체인에 의해 캠가이드 브라켓이 회전되면서 샤프트와 연결된 캠가이드의 홈을 따라서 좌우로 회전 이동하여 모릿줄과 아릿줄이 꼬이는 문제가 발생하였다.

메인샤프트가 좌우로 회전 이동하여 움직이지 않도록 하기위하여 기존 조상기의 구조에서 메인샤프트에 전동기의 스프로킷을 연결시켜주는 구동체인을 모두 제거하여 고안된 연속식 구동장치의 구성도는 Fig. 4-5와 같다.

메인샤프트(Fig. 4-5의 ④)에는 캠가이드, 캠가이드 브라켓에 결합된 스프로킷을 제거한 후, 샤프트는 캠가이드(Fig. 4-5의 ⑤)로 조상기 본체에 고정시켰고, 무거운 스프로킷과 체인 대신 폴리(Fig. 4-5의 ②)와 고무벨트(Fig. 4-5의 ③)로 교체하는 것을 구상하였으며, 구동장치를 경량화시킬 필요성이 제기되었다.

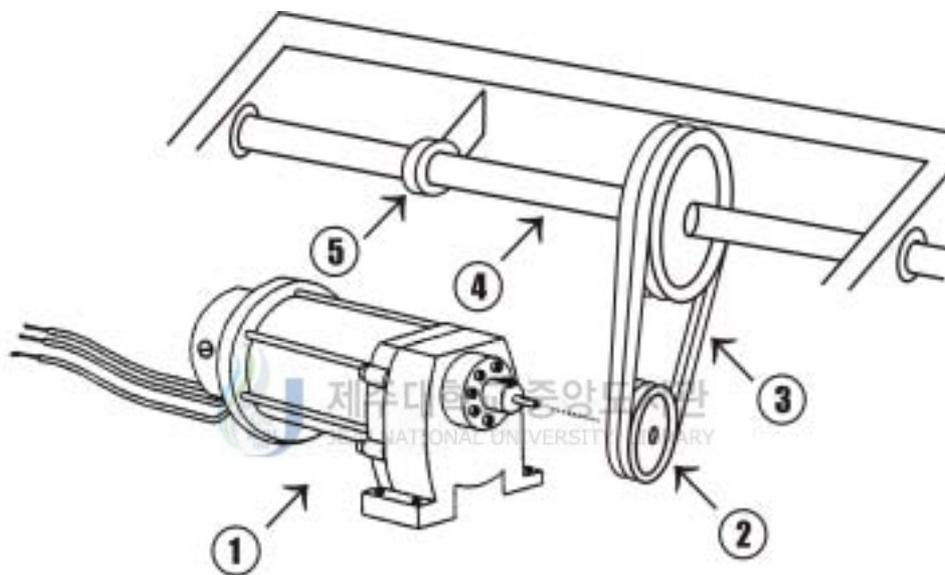


Fig. 4-5. Rotary device renovated for the continuous hand line.

- ① AC three-phase electric motor ② Pulley Rubber belt
④ Shaft ⑤ Shaft guide

(2) 구동드럼

연속식 모릿줄 회전장치의 구동드럼은 회전장치 샤프트의 외측에 결합하여 모릿줄을 좌우·상하방향으로 이동시키는 장치로 기존의 한치오징어류 자동조상기에 사용되어지고 있는 구동드럼을 연속식 채낚기 어구의 시스템에 적합한 형태의 구성도는 Fig. 4-6과 같다.

제작·완성된 구동드럼은 외판(스테인레스), 고정 축, 고정 축을 감싸고 있는 고무판으로 구성하였다. 구동드럼의 외부구성의 정면도를 보면, 이것은 마름모꼴 모형으로 외판의 둘레는 1,600mm, 아릿줄의 접촉 길이는 1,250mm이고, 아릿줄의 접촉면은 6각으로 되어있어 드럼이 구동시에 아릿줄의 마찰력을 높일 수 있도록 하였다.

구동드럼 외판의 단축이 길이가 400mm, 장축의 길이가 600mm이고, 모릿줄이 접촉되는 장축의 축사이의 길이는 500mm, 단축의 축사이의 길이는 250mm로 모릿줄과 아릿줄 및 낚시가 끼이거나 걸리지 않고 회전이 원활히 이루어지도록 하였다. 연속식 한치오징어류 채낚기 어구의 구동드럼의 경우, 기존의 한치오징어류 자동조상기와 달리 모릿줄을 감아 정리하는 것이 아니고, 한 개의 모릿줄만 통과하기 때문에 부피가 크고 무거울 필요성이 없었다. 따라서 연속식 한치오징어류 채낚기 어구의 구동드럼을 울릉도 근해 자동조상기의 것과 비교하여 폭을 370mm에서 130mm로 줄였고, 고정축용 볼트는 18개에서 6개로 줄여서 무게를 경량화하였다. 고정 축 부분에는 모릿줄이 좌우로 쏠리지 않도록 하기 위하여 양끝의 고정축용 볼트를 U자 형의 골격으로 제작한 후 그 위에 고무판(L1,150×D130×B2mm)을 부착함으로써 마찰력을 높이고 모릿줄이 구동드럼에 의해 원활한 이동이 이루어지도록 구성하였다.

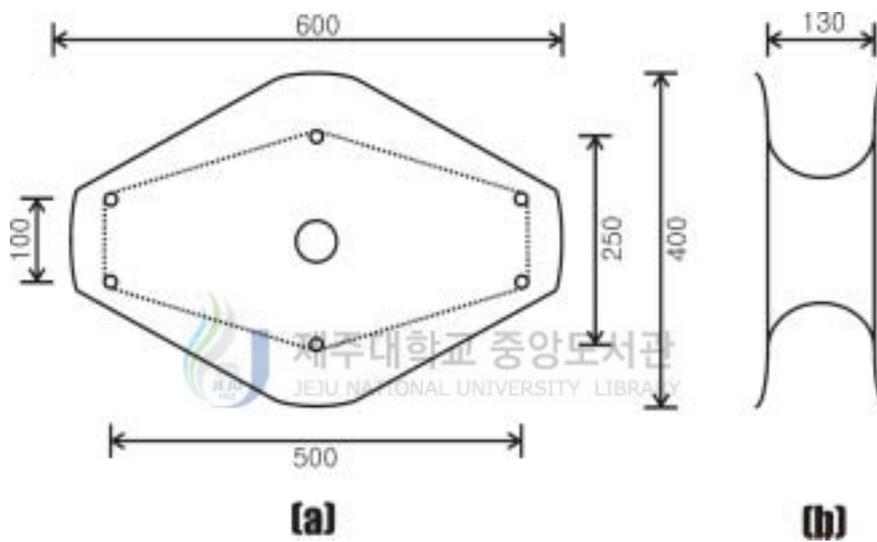


Fig. 4-6. Schematic diagram of a rotary drum (unit : mm).
 (a) The front view (b) The side view

(3) 설치대

연속식 채낚기 모릿줄 회전장치의 설치대 구성은 Fig. 4-7과 같다. 설치대의 규격은 KS 백관파이프 $\phi 60\text{mm}$ 를 사용하여 L144×B540×H900mm의 크기로 제작하였으며, 설치대의 안쪽에 구동장치를 고정시켜 선상 조업을 하는데 있어서 거친 해황 환경에서도 이동 및 흔들림이 없이 구동롤러가 원활히 구동하면서, 불편없이 안전한 조업이 이루어질 수 있도록 하였다.

그리고 설치대의 내부 중앙에 구동장치를 위쪽의 좌·우측 끝부분에 유도롤러를 각각 2개(총4개)씩 설치하였으며, 설치대 상부의 유도롤러에서 약 200mm 밑으로 유도관을 설치할 수 있도록 구성하였다. 이 설치대는 구동드럼에 의해 이동하는 낚시 어구가 구동드럼, 유도롤러, 유도관, 현측롤러를 통하여 원활히 반복 이동할 수 있도록 하기위한 것이다.

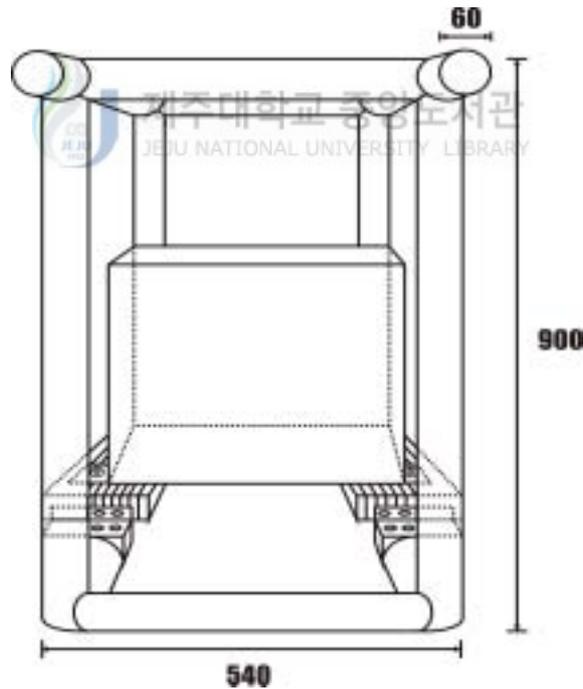


Fig. 4-7. Schematic drawing of a frame
(unit : mm).

(4) 유도롤러

유도롤러의 구성도는 Fig. 4-8과 같으며, 모릿줄 회전장치인 구동드럼에 의해 이동되는 과정에서 어구 고정 설치대 상부 4각(직사각형)의 끝 지점, 좌·우측에 각각 2개씩 총 4개를 설치하여 현측롤러와 함께 사용되는데, 사용경로는 구동드럼에 의해 낚시 어구의 모릿줄이 수중에서 수면위로 올라오면 현측롤러 → 유도관 → 유도롤러 → 구동드럼 → 유도롤러 → 유도관 → 현측롤러 → 수중의 순서로 원활하게 이동할 수 있도록 하는 중간 롤러의 역할을 하게 된다.

유도롤러의 모형시험은 현측롤러와 같은 형태로 하였고, 재질 및 사양은 철판(두께 10mm)을 이용하여 두 개의 받침대를 제작하여 여기에 회전롤러 직경 50mm 되는 것을 길이 200mm 크기로, 세 개의 회전롤러를 부착·설치하였다.

육상 시험을 시행한 결과, 시험환경이 공기 중 상태, 즉 외적인 영향을 받지 않는 조건에서는 낚시 어구의 모릿줄이 걸림이나 이탈현상은 없이 원활한 이동이 이루어 졌으나, 해상 시험에 있어서는 조류 및 수력 저항 등 해황특성의 외적인 영향에 의해 낚시 어구의 모릿줄이 롤러 밖으로 이탈현상이 일어나는 문제점이 발생하였다. 이러한 문제점들을 고려하여 육상 모형시험에서 사용한 것을 변형시켜 구성하였다. 재질은 육상 모형시험에 사용한 것과 같으며, 회전롤러($\phi 50\text{mm}$)는 각각 원통모양의 길이 200, 300, 400mm 로 크기가 다른 3종류로 하고, 수직 및 수평롤러의 받침대에 홈을 100mm에서 150mm로 늘려 롤러 사이를 보다 폭 넓게 조절이 가능하도록 하였으며, 변형한 유도롤러에서는 모릿줄이 이탈하는 것을 방지하기 위해 수직롤러 받침대와 수평롤러 받침대의 각을 80° 로 조금 기울게 하고, 수평롤러를 연결하는 것을 구상하였다.

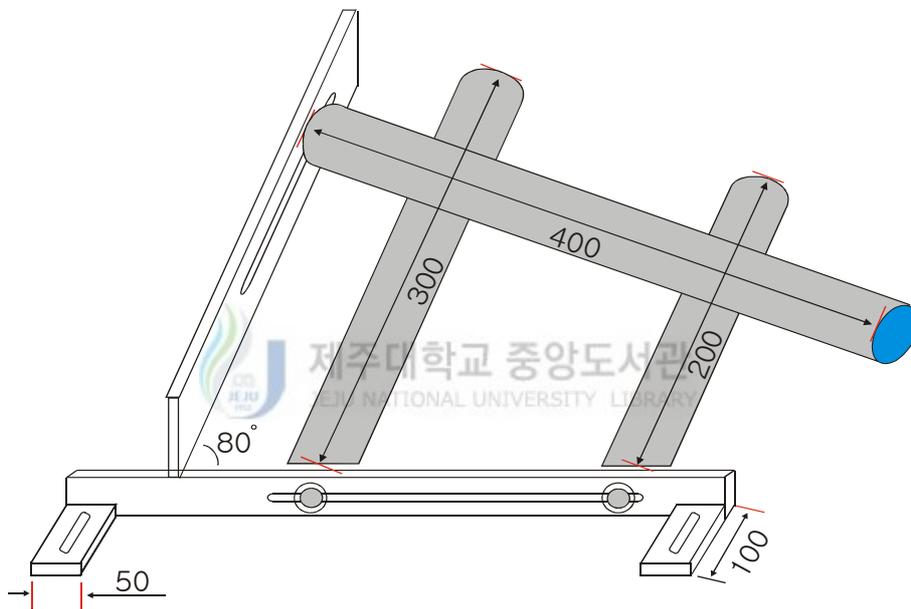


Fig. 4-8. Schematic drawing of the induced roller renovated (unit : mm).

(5) 유도관

유도관 장치의 주요 역할은 연속식 채낚기 어구의 모릿줄이 구동드럼에 의해 회전하면, 현측롤러와 유도롤러에 의해 모릿줄, 아릿줄, 낚시가 해중에서부터 수면 위까지 조업 갑판상을 연속적으로 반복·번갈아 이동이 이루어지도록 하는 것인데, 구성도는 Fig. 4-9와 같다. 이와 같은 과정에서 해황과 조업선의 횡·동요현상 등으로 인해 아릿줄 또는 낚시가 어선의 상갑판에 걸리게 되는 등의 여러 문제가 발생하게 되면 연속적인 조업에 있어서의 기능을 잃게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 연속식 채낚기 어구 시스템의 설치대를 중심으로 좌·우측 각각 2개(총 4개)의 유도관 장치를 현측롤러와 유도롤러 사이에 설치·연결한 장치로, 설치된 유도관 장치는 아릿줄에 연결된 낚시가 조업시에 선체 외부와의 걸림 현상을 막고 낚시의 손상예방과 어획물의 몸체를 보호하기 위해 구성하였다.

유도관 장치의 재료 및 사양은 PVC ϕ 400mm 관을 길이 2,000mm가 되게 하고, 호의 각이 180°가 되도록 가운데를 절단하여 유도롤러 아래쪽 부분과 현측롤러에 연결하였다. 또한 유도롤러에 걸친 아릿줄이 PVC 관에 걸리지 않게 유도롤러 설치대 쪽 부분의 PVC 관을 가로 200mm, 세로 300mm를 절단하여 연결하였다. 그리고 현측롤러에 유도관을 결합하는데 있어서 유도관의 한쪽 부분은 2개의 ϕ 55mm 정도되는 구멍을 뚫어 현측롤러의 수직롤러 부분이 끼워지도록 하였고, 수직롤러 사이의 PVC는 열을 가하여 안쪽방향으로 수직이 되게 한 후, 그 위에 수평롤러가 설치되도록 하여 아릿줄과 낚시가 유도관을 이탈하거나, 유도관과 수평롤러 틈 사이에 걸리거나 빠지는 것을 방지하도록 구성하였다.

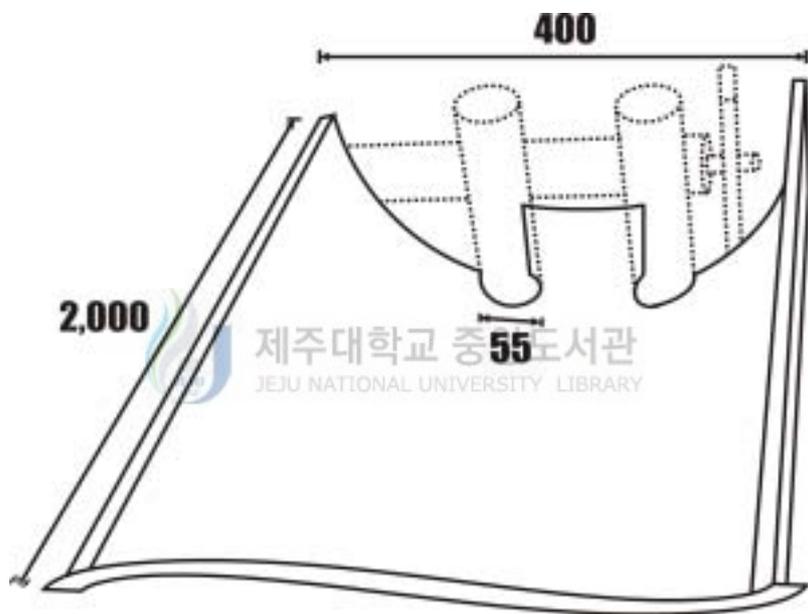


Fig. 4-9. Schematic drawing of the induced tub renovated (unit : mm).

(6) 현측롤러

현측롤러의 설치 및 구성도는 Fig. 4-10에 나타내었다. 현측롤러는 받침대에 모릿줄 회전장치의 구동장치를 중심으로 조업선 양현의 선수 및 선미에 각각 2개, 총 4개를 설치하여, 구동장치의 구동드럼에 의해 낚시 어구가 이동될 때 모릿줄과 아릿줄이 수면에서 올라오면서부터 처음 맞는 부분으로 원활한 이동을 할 수 있도록 구성하였다. 울릉도에서 살오징어 조획시에 사용되어지고 있는 현측롤러(직경 250mm, 줄이 닿는 길이 120mm, 폭 100mm)를 해상 시험에 사용하였으나, 해상에서 조류 및 수력 저항 등 해황특성의 영향에 의해 낚시 어구의 모릿줄이 롤러 밖으로 이탈하는 현상이 일어나는 문제점이 발생하여 연속식 한치오징어류 채낚기 어구시스템에 적용시키는 데는 어려움이 있었다. 이러한 문제점들을 고려하여 새로운 개념의 현측롤러를 구성하였다. 재질은 회전롤러 직경 ϕ 50mm되는 각각 원통모양의 길이 200mm로 2개, 400mm로 1개를 제작하여 받침대에 홈을 100mm에서 150mm로 늘려 롤러 사이를 보다 폭 넓게 조절이 가능하도록 하였고, 여기에 수직(200mm) 방향으로 2개, 수평(400mm) 방향으로 1개를 받침대에 설치할 수 있도록 구성하였고, 롤러의 받침대에 홈을 150mm로 하여 넓이 조절이 가능하도록 하였다.

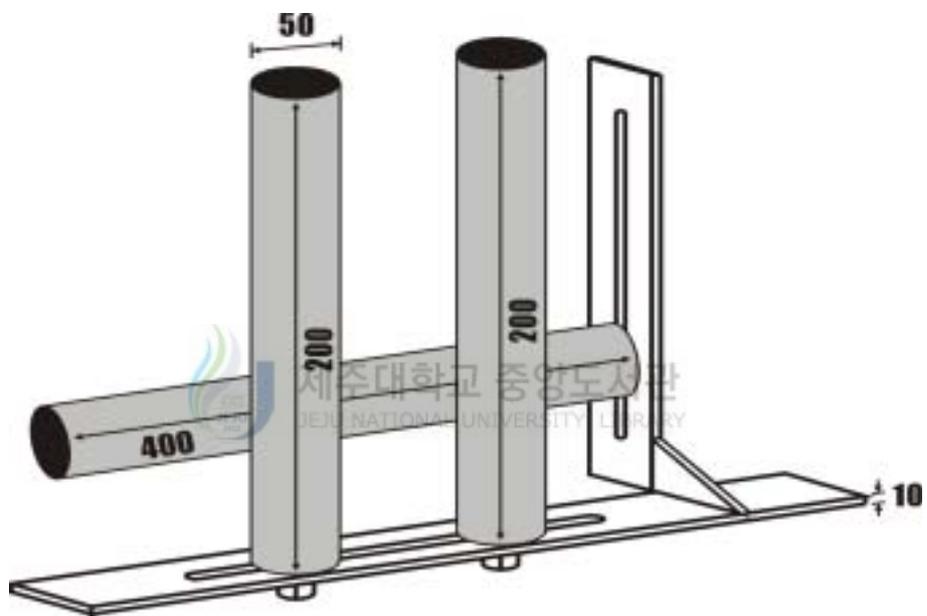


Fig. 4-10. Schematic drawing of the side roller renovated (unit : mm).

(7) 수력 저항판

육상 모형시험에서 납추의 회전에 의해 아릿줄이 모릿줄에 꼬이는 현상이 매우 심하였다. 따라서 해상 시험에서는 유도롤러와 현측롤러의 수직롤러 부분이 회전에 의해 모릿줄이 수면 밑의 수중 및 수면 위의 공기 중으로 이동하는 과정에서 모릿줄의 뒤틀림 및 모릿줄과 아릿줄이 서로 꼬이는 현상을 방지하기 위한 수력 저항판을 한 개의 낚시 어구 모릿줄 양 끝에 2개, 총 4개를 제작하여 여기에 납추 2개(1,200gw)를 각각의 수력 저항판에 부착시켜 탈 부착이 쉽도록 하였다. 수력 저항판의 재질 및 사양은 투명 아크릴판(350×200×10 mm)의 세로 방향으로 $\phi 12\text{mm}$ 의 홈을 내어서, (+)자형으로 겹치게 구성하였다 (Fig. 4-11).

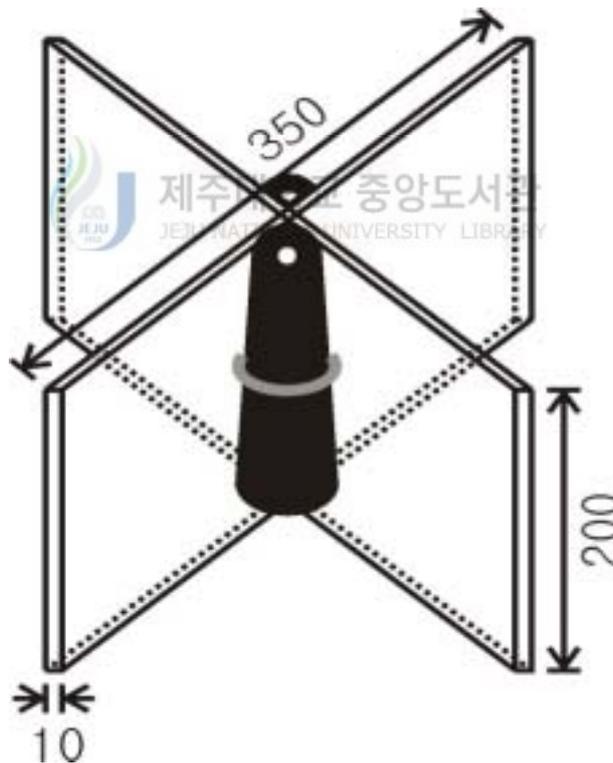


Fig. 4-11. The resistance board for reducing twist of the main line and branch line at the sea (unit : mm).

3) 해상 시험

해상 시험은 2003년 7월 제주도 용수리 해역에서 5해리 떨어진 수심 70m해역에서 대왕호(4.71톤 223마력)를 이용하여 실시하였다. 시험의 주요내용은 육상 모형시험과 수중모형시험, 해상 모형시험에서 도출된 기초 자료를 분석하여 연속식 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어구를 재구성 하였고, 낚시 어구인 모릿줄을 이동시켜 조획할 수 있는 모릿줄 회전장치를 단일화하여 사용할 수 있는 시스템들에 대해 보완·구성된 것을 제작·완성한 후 해상 시험에 사용하였다.

연속식 낚시 어구를 회전시키고자 할 때 구동장치의 회전능력과 구동드럼의 마찰계수 능력, 모릿줄이 구동드럼에 의해 회전시 현측롤러와 유도롤러의 이동 및 유도능력, 아릿줄이 모릿줄에 꼬임, 낚시가 모릿줄에 걸림 등에 대한 결함을 알아내기 위해 수중에서도 각각의 시스템들에 관한 전개상태 및 수력 저항관에 대한 성능시험을 행하였고, 해상 시험의 모든 장면을 디지털 카메라 (Agfa ephoto 1080)를 이용하여 촬영하고 자료의 검토분석에 사용했다.



2. 결과

1) 모릿줄 회전장치

(1) 구동장치

구동장치는 울릉도 근해 해역에서 살오징어 조획시에 사용되어지고 있는 전자동 컴퓨터식 조상기(LG-7520C, LC)를 이용하여 연속식 채낚기 어구를 고안·제작하였으며, 제작된 구동장치는 Fig. 4-12와 같다.

구동드럼을 회전시키기 위한 전동기로는 감속비가 1/20인 감속기가 내장된 3상 교류전동기(220 V, 1 HP, 1500 RPM)를 사용하였으며(Fig. 4-12의 ①), 회전장치의 동력을 전달시켜주는 폴리 부분은, 기존 단상 전동기에는 톱니모양의 기어와 무거운 체인으로 동작되어지던 것을 폴리과 가벼운 벨트를 연결하여 변형시켰다(Fig. 4-12의 ②). Fig. 4-12의 ③의 샤프트(L1, 500×D25 mm)와 Fig. 4-12의 ④의 캠가이드는 기존 살오징어용 자동조상기의 것으로 샤프트는 조상기 상자 밖의 양 외측으로 도출되어져 있어서 이 부분에 구동드럼을 결합하게 되며, 캠가이드로 샤프트를 고정·지지시켜 줌으로 회전이 원활히 이루어질 수 있도록 하였다. 구동장치를 작동시켜주는 조종상자는 회전속력의 증감과 방향 전환을 사용자가 요구하는대로 사용할 수 있도록 자동조절 인버터(STARVERT-IG, LG; YSD - 075, 유신)를 사용하였고, 공급 전원은 휴대용 발전기(9.7KW, ADX740, ACME motori)를 사용하였다.

구동장치에 전원이 공급되면, 인버터에 의해 전동기에 동력이 전달되고, 폴리과 고무벨트에 의해 샤프트가 움직여 회전이되면서 샤프트에 결합된 구동드럼에 의해 모릿줄을 이동시켜 투·양승 과정이 연속적으로 이루어지도록 제작된 것이다.

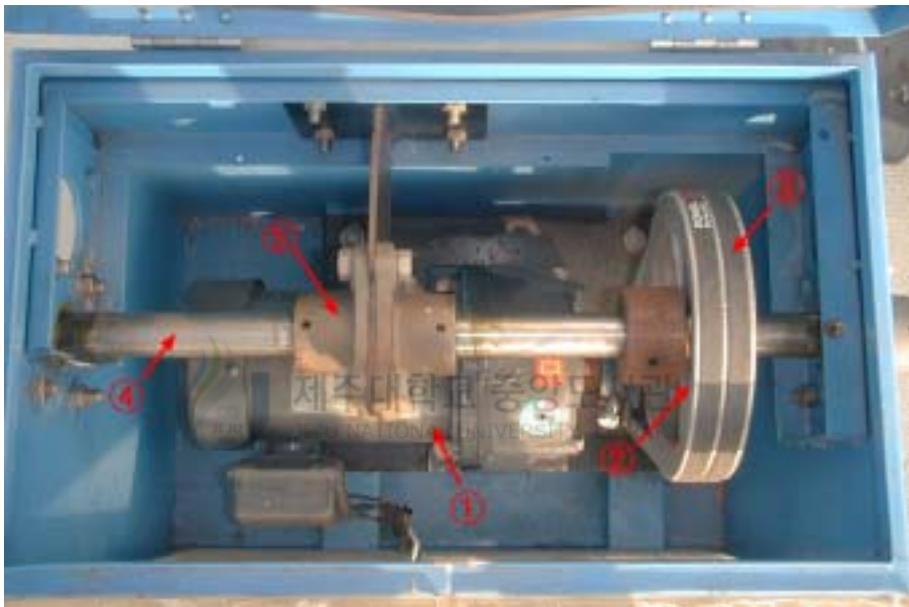


Fig. 4-12. Photograph of the rotary device renovated for the continuous hand line.

- ① AC three-phase electric motor ② Pulley ③ Rubber belt
④ Shaft ⑤ Cam guide

(2) 구동드럼

구동장치와 샤프트가 결합되어 조상기의 양쪽 외측으로 도출된 샤프트에 구동드럼을 연결 및 결합하여 모릿줄을 좌우·상하방향으로 이동시키는 장치로 제작·완성된 구동드럼은 Fig. 4-13과 같다. 연속식 채낚기 어구의 구동드럼을 울릉도 근해 살오징어용 자동조상기의 것과 비교하면 폭을 370mm 에서 130mm 로 줄였고, 단축사이의 길이를 350mm 에서 250mm 로, 고정 축용 볼트는 18개에서 6개로 줄여서 무게를 경량화 하였다. 고정축 부분에는 모릿줄이 좌우로 쏠리지 않도록 하기위하여 양끝의 고정축용 볼트를 U자형의 골격으로 제작한 후 그 위에 고무판(L1,150×D130×B2mm)을 부착함으로써 마찰력을 높이고 모릿줄이 구동드럼에 의해 원활한 이동이 이루어지도록 제작하였다.



Fig. 4-13. Photograph of the rotary drum of the continuous hand line (unit : mm).

(3) 설치대

연속식 채낚기 어구 조업 시스템의 제작·완성된 설치대의 그림은 Fig. 4-14와 같다. 설치대의 규격은 KS 백관파이프 $\phi 60\text{mm}$ 를 사용하여 $L144 \times B540 \times H900\text{mm}$ 의 크기로 제작하였고, 설치대 하부 안쪽에는 모릿줄 회전장치인 구동장치를 안착시켜 설치대와 구동장치를 스텐볼트로 고정시켰다. 설치대 위쪽, 상부의 좌·우측 끝부분에 유도롤러를 각각 2개(총 4개)를 설치·고정하여 거친 해양환경에 조업선이 횡·동요에도 안정적으로 조업 효율을 높일 수 있다.

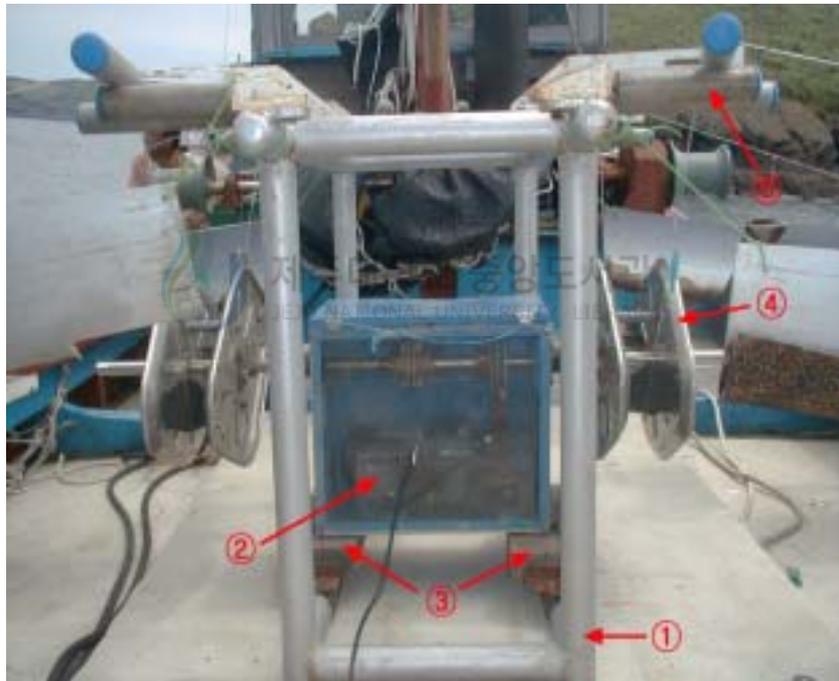


Fig. 4-14. Photograph of the frame of the continuous hand line.

- ① Frame ② Rotary equipment ③ Fixed plate
- ④ Rotary drum ⑤ Inducement roller

(4) 유도롤러

유도롤러의 제작 완성된 그림은 Fig. 4-15와 같으며, 모릿줄이 구동장치인 구동드럼에 의해 이동되는 과정에서 어구 고정설치대 상부 4각(직사각형)의 끝 지점, 좌·우측에 각각 2개씩 총 4개를 설치하여 현측롤러와 함께 사용된다.

낚시 어구의 모릿줄이 구동드럼에 의해 구동되어 수중에서 수면 위로 올라 오면, 현측롤러 → 유도관 → 유도롤러 → 구동드럼 → 유도롤러 → 유도관 → 현측롤러 → 수중의 순서로 원활하게 이동할 수 있도록 하는 중간 지점에서 모릿줄을 방향전환 시켜주는 역할을 하게 된다. 이러한 모릿줄이 이탈되는 문제점들을 고려하여 모형시험에서 사용한 것을 변형시켜 구성·제작하였다. 재질은 육상 모형시험에 사용한 것과 같으며, 회전롤러($\phi 50$ mm)는 각각 원통모양의 길이 200, 300, 400mm로 크기가 다른 3종류로 하고, 수직 및 수평롤러의 받침대에 홈을 100mm에서 150mm로 늘려 롤러 사이를 보다 폭 넓게 조절이 가능하도록 하였으며, 변형한 유도롤러에서는 모릿줄이 이탈하는 것을 방지하기 위해 수직롤러 받침대와 수평롤러 받침대의 각을 80° 로 조금 기울게 하고, 수평롤러를 연결하여 제작하였다.



Fig. 4-15. Photograph of the induced roller of the continuous hand line.

(5) 유도관

유도관 장치의 주요 역할은 해황과 조업선의 횡·동요현상 등으로 인해 아릿줄 또는 낚시가 어선의 상갑판에 걸리게 되는 등의 여러 문제가 발생하게 되면 연속적인 조업에 있어서의 기능을 잃게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 연속식 채낚기 어구 시스템의 설치대를 중심으로 좌·우측 각각 2개(총 4개)의 유도관 장치를 현측롤러와 유도롤러 사이에 설치·연결한 장치이고, 설치된 유도관 장치는 아릿줄에 연결된 낚시가 조업시에 선체 외부와의 걸림 현상을 막고 낚시의 손상예방과 어획 대상물인 갈치 및 한치오징어류의 몸체를 보호하기 위한 장치이다(Fig. 4-16).

유도관 장치의 재료 및 사양은 PVC $\phi 400\text{mm}$ 의 관을 길이 2,000mm가 되게 하고, 호의 각이 180° 가 되도록 가운데를 절단하여 유도롤러 아래쪽 부분과 현측롤러에 연결하였다. 또한 유도롤러에 걸친 아릿줄이 PVC 관에 걸리지 않게 유도롤러 설치대쪽 부분의 PVC 관을 가로 200mm, 세로 300mm를 절단하여 연결하였다. 그리고 현측롤러에 유도관을 결합하는데 있어서 유도관의 한쪽부분은 2개의 $\phi 55\text{mm}$ 정도되는 구멍을 뚫어 현측롤러의 수직롤러 부분이 끼워지도록 하였고, 수직롤러 사이의 PVC는 열을 가하여 안쪽방향으로 수직이 되게 휜 후, 그 위에 수평롤러가 설치되도록 하여 아릿줄과 낚시가 유도관을 이탈하거나 유도관과 수평롤러 틈 사이에 걸리거나 빠지는 것을 방지할 수 있게 제작하였다.



Fig. 4-16. Photograph of the induced tube renovated for the continuous hand line.

(6) 현측롤러

현측롤러는 설치대에 연속식 구동장치를 중심으로 조업선 양현의 선수 및 선미에 각각 2개, 총 4개를 설치하여 구동장치의 구동드럼에 의해 낚시 어구가 이동될 때 모릿줄과 아릿줄이 수면에서 올라오면서부터 처음 맞는 부분으로 유도롤러와 같이 원활한 이동을 할 수 있도록 하는 장치이다(Fig. 4-17). 울릉도 근해에서 살오징어 조획시에 사용되어졌던 기존 현측롤러(직경 250mm, 줄이 닿는 길이 120mm, 폭 100mm)를 해상 시험에 사용하였으나, 해상에서 조류 및 수력 저항 등 해황특성의 영향에 의해 낚시 어구의 모릿줄이 롤러 밖으로 이탈현상이 일어나는 문제점을 개선하였다.

재질은 회전롤러 직경(ϕ 50mm)되는 각각 원통모양의 길이 200mm로 2개, 400mm로 3개를 제작하여, 받침대에 홈을 100mm에서 150mm로 늘려 롤러 사이를 보다 폭 넓게 조절이 가능하도록 하였고, 여기에 수직(200mm) 방향으로 2개, 수평(400mm)방향으로 1개를 받침대에 고정 하였고, 롤러 사이의 간격은 조업 상황에 따라 조절하여 사용이 가능하다.



Fig. 4-17. Photograph of the side roller of the continuous hand line.

(7) 수력 저항판

육상 모형시험에서 납추의 회전에 의해 아릿줄이 모릿줄에 꼬이는 현상이 매우 심하였다. 따라서 해상 시험에서는 유도롤러와 현측롤러의 수직롤러 부분이 회전에 의해 모릿줄이 수면 밑의 수중 및 수면 위의 공기 중으로 이동하는 과정에서 모릿줄의 뒤틀림 및 모릿줄과 아릿줄이 서로 꼬이는 현상을 방지하기 위한 수력 저항판을 한 개의 낚시 어구 모릿줄 양 끝에 2개, 총 4개를 제작하여 여기에 납추 2개(2,400gw)를 각각의 수력 저항판에 부착시켜 탈 부착이 쉽도록 하였다. 수력 저항판의 재질 및 사양은 투명 아크릴판(350×200×10 mm)의 세로방향으로 $\phi 12\text{mm}$ 의 홈을 내어서, (+)자형으로 겹치게 하여 제작하였다(Fig. 4-18).



Fig. 4-18. Photograph of the resistance board renovated for the continuous hand line.

2) 해상 시험

해상 시험은 2003년 7월 27일 제주도 용수리 해역에서 5마일 떨어진 수심 70m해역에서 대왕호(4.71톤 223마력)를 이용하여 실시하였다. 시험의 주요내용은 육상 모형시험과 수중모형시험, 해상 모형시험에서 도출된 기초 자료를 분석하여 연속식 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어구를 재구성 하였고, 낚시 어구인 모릿줄을 이동시켜 조획할 수 있는 모릿줄 회전 장치를 단일화하여 사용할 수 있는 시스템인 모릿줄 회전장치는 구동장치, 구동드럼, 설치대, 유도롤러, 현측롤러, 유도관, 수력 저항판에 대해 보완 구성된 것을 제작 완성하여 해상 시험에 사용하였다.

연속식 낚시 어구를 회전시키고자 할 때 구동장치의 회전능력과 구동드럼의 마찰계수 능력, 모릿줄이 구동드럼에 의해 회전시 현측롤러와 유도롤러의 이동 및 유도능력, 아릿줄이 모릿줄에 꼬임, 낚시가 모릿줄에 걸림 등에 대한 결함을 알아내기 위함과 수중에서도 각각의 시스템들에 관한 전개 상태 및 수력 저항판에 대한 성능시험을 행하였다.

해상 시험에서는 연속식 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어구 아릿줄의 꼬임을 방지하기 위해 모릿줄 양쪽 끝단과 낚추 사이에 수력 저항판(Fig. 4-18)을 부착하여 모릿줄 구동장치와 구동드럼에 의해 모릿줄을 수중에서 수면 위로 올라오면, 현측롤러 → 유도관 → 유도롤러 → 구동드럼 → 유도롤러 → 유도관 → 현측롤러 → 수중의 순서로 모릿줄을 연속적으로 좌우·상하방향으로 아릿줄이 모릿줄에 감기는 꼬임과 슬립현상 없이 원활하게 이동시킬 수 있었다.

연속식 채낚기 모릿줄을 이동시킬 수 있는 구동장치(Fig. 4-19의 ①)의 전동기는 감속비가 1/20인 감속기가 내장된 3상 교류모터(220V, 1HP, 1,500RPM)이고, 구동드럼의 회전속력은 0.1 $\%$ 에서 3 $\%$ 까지 무단변속이 가능하였다. 구동장치의 동력을 전달시켜주는 폴리 부분은 기존 단상전동기에는 톱니모양의 기어와 무거운 체인으로 동작되어지던 것을 폴리과 가벼운 벨트를 연결하여 변형시켜 사용한 것이 효과적이었다.

구동드럼(Fig. 4-19의 ②)은 회전력에 의해 이동시킬 때 슬립 현상과 고무판에 끼이는 문제점에 대해서는 드럼폭을 370mm에서 130mm를 축소 제작하여 사용한 결과 모릿줄의 미끄럼 현상과 고무판에 끼이는 것을 방지할 수 있었다.

현측롤러(Fig. 4-19의③)와 유도롤러(Fig. 4-19의④)는 원통형의 회전롤러의 재질과 고정각(80°)을 조절한 결과, 모릿줄은 현측롤러와 유도롤러에서 이탈하는 현상이 없었으며, 유도롤러와 현측롤러 사이에 모릿줄 이동 도움 장치인 유도관(Fig. 4-19의 ⑤)을 설치함으로써 아릿줄에 연결된 낚시와 모형 목적물의 걸림 현상도 없었다.



Fig. 4-19. Photograph of the continuous hand line established at the sea test.

- ① Continuous hand line jiggling system ② Frame
- ③ Rotary drum ④ Side roller ⑤ Inducement roller
- ⑥ Induce tube for a main line ⑦ Inverter
- ⑧ An alternating current dynamo

V. 고 찰

1. 수동식 채낚기 어구의 조획 특성

제주도 연근해 채낚기의 어획 효과를 높이고 갈치 및 한치오징어류 채낚기 어구를 자동조상기 시스템을 이용한 연속식 어구로 설계하려면, 우선 미끼를 사용 중인 갈치 채낚기 어구에 대하여 침지시간에 따른 미끼탈락률과 목적어 조획률의 관점으로부터 낚시에 물린 목적어의 색이시간대를 고려하여, 갈치의 탈락과 식해가 증가하기 시작하는 이전에 양승하도록 침지시간을 변경해서 시험하고, 목적어의 색이시간대를 함께 추정하여 한 번 조획되었던 대상 어류의 도피·탈락·식해 등의 어획량을 감소시키는 기구에 대해서도 더욱 소상하게 규명 하는 것이 필요하였다.

채낚기 어업에서 자료의 내용과 기대되는 결과를 얻기 위하여 어장의 위치 선정과 적정어구, 어획 시스템을 결정하려면, 될 수 있는 한 많은 어획 자료를 종합적으로 검토할 필요가 있다. 채낚기 어구는, 일련의 어구 안에서의 한 개의 낚시마다 어획 유무, 낚시바늘, 낚시줄과 미끼의 상황, 어획물의 종류와 어체측정, 소화관 내용물 등의 생물측정 및 이것들을 토대로 조획 분포에 대하여 다양한 관점에서 자료를 해석하여야 한다. 有元과 岩崎(1983), 有元 등(1983)은 연안 저연승 어업에서 조획 분포와 일련의 채낚기 어구 중에서 한 개의 낚시마다 조획 유무를 연속적으로 다루었다고 간주하여 인접하는 낚시 사이의 어획 상황으로부터 수평 및 수직 분포로서 검토하는 경우와 투·양승시각의 차로부터 각 낚시의 침지시간과 어획에 대해서 검토하는 경우에 대하여 보고하고 있다. 한편 대상생물과 어구와의 관계로부터 생각할 때 실제로 어구가 조획 작용을 완수하는 것이 채낚기라면 어구가 조업 수심에 도달하고 나서 양승할 때까지의 사이와 조업 수심에서의 어구의 침강과정과 양승 중의 양승 과정에 요하는 시간을 빼 조획 작용 시간의 개념이 필요하다. 그러나 본 연구에서는 투·양승 중에도 목적어가 조획되므로 침지시간에 투·양승시간을 포

함시켜서 분석하였다.

有元(1983)은 같은 어장에서 12회의 조업 실험 결과에서 일정 시간 이상 어구를 침지한 경우 목적어의 조획률이 감소 경향을 보인다고 보고하였으며, 그 원인으로서 목적어의 색이행동이 일출 전후의 한정된 시간대에 집중되어 있고 일단은 낚시에 걸린 어류가 도피·탈락 또는 식해의 영향을 받아서 실제의 어획량이 감소한다고 분석하였고, 平山(1969); 小倉(1980); 嶋村과 添田 (1979) 등은 투승시간별 낚시 조획률 분포 형에서 사용연승 낚시 침하수층이 그 어종이 섭이시간중의 유행층보다 너무 깊으면 일찍 투승한 낚시 침지시간이 가장 긴 시간 낚시 부분에서 어획률이 전반적으로 낮게 나타났다고 분석하였다.

조획률과 미끼탈락률 상호 관계를 살펴보면 침지시간 546~967초 동안에는 조획률도 90.4~92.3 %였지만, 967초 경과 후부터는 조획률이 감소하고 미끼의 탈락률이 높아져서 조획 성능이 저하하는 것으로 나타났는데, 낚시 어구를 연속적으로 움직임으로 인해 침지시간을 줄일 수 있어 효율적으로 조획할 수 있는 연속식 채낚기 어구의 적용이 가능한 기준이 되리라고 판단된다

이상의 결과로부터 목적어의 어획 효과를 높이고 갈치 채낚기 어구를 오징어 자동조상기와 같은 어구로 설계하려면 어구의 침지시간에 따른 미끼탈락률과 목적어의 조획률의 관점으로부터 낚시에 물린 목적어의 색이시간대를 고려하여 갈치의 탈락과 식해가 증가하기 시작하는 이전에 양승하도록 침지시각을 변경해서 시험하고 목적어의 색이시간대를 함께 추정하고 한 번 조획 되었던 물고기의 도피·탈락·식해 등의 어획량을 감소시키는 기구에 대해서도 더욱 소상하게 검토할 필요가 있다.

2. 연속식 채낚기 어구

울릉도 근해에서 오징어를 어획하는 자동 조상기를 사용하여 모릿줄의 투·양승을 기계화함에 있어 걸림돌이 되는 부분이 아릿줄인데, 아릿줄의 길이가 짧고, 개수가 소수일 때에는 권양드럼을 사용해서 모릿줄과 아릿줄을 동시에 감아올리는 데는 문제가 없지만, 현재 제주도 연근해에서 조업하고 있는 수동

식 갈치 및 한치오징어류 채낚기의 경우 아릿줄이 6~17개로 개수가 많고, 아릿줄 때문에 권양장치와 같은 자동화 시스템 어업기계를 도입하는데 큰 장애가 되고 있다. 따라서 채낚기의 어구 구조 및 조업 상의 장점을 최대한 살려가면서 낚시줄을 양승할 수 있는 여러 가지 방법을 고안 할 필요가 있는데, 우선적으로 미늘이 있는 낚시, 낚시가 연결된 여러 가닥의 아릿줄 등을 고려하여 어로기기를 개발하여야 한다.

모릿줄과 아릿줄을 이용한 낚시 어구의 생력화 및 자동화의 연구로朴과徐(1982), 박 등(1984),徐와鄭(1985)은 예승어구를 이용하여 모릿줄 길이 30,000mm에 아릿줄 길이 1,500mm를 5,000mm간격으로 연결하여 모릿줄을 연속 회전이 가능하였다고 보고하고 있다. 낚시 어구를 자동화하는 연구로는朴 등(1982, 1984)의 자동 예승 낚시 어구의 시작에 관한 연구와 자동 예승 낚시 어구에 관한 연구가 있다. 낚시 어구의 개량에 대해서는 국내에서 무단 방어 채낚기를 실험실 차원에서 연구한 경우가 있었지만, 제주 연근해 채낚기의 어구어법 개량 및 생력화에 관한 연구는 이루어진 경우가 없다. 갈치 채낚기 어구를 자동화 하는 연구로는 박 등(2000)의 연속식 갈치 채낚기 어구개발에 관한 연구와 연속식 자동 어구의 모형실험에 관한 연구, 서 등(2000)과 오 등(2001)이 연속식 자동 어구의 모형실험에 관한 연구, 집어등의 수중조도와 제주도 연안 갈치 채낚기 어구의 기계화에 관한 연구, 오 등(2001)의 자동식 채낚기 어구의 모형실험에 관한 연구 등이 있다.

따라서, 이 연구에서의 연속식 채낚기 어구를 회전장치로 모릿줄, 아릿줄, 낚시를 마름모형 구동드럼에 의해서 아릿줄의 한쪽 끝에 부착된 추가 해수면 위로 올라오면 다른 아릿줄의 끝은 해수면 아래로 내려가는 운동을 연속적으로 반복하도록 하기 위한 육상 모형시험에서는 아릿줄 길이를 500mm에서 3,000mm로 500mm간격 6종류의 아릿줄을 모릿줄에 연결하여 회전시킨 결과 아릿줄의 길이가 1,000mm이내에서 꼬임이 횡수가 적게 나타났다. 이는 서 등(2000)이 실시한 모형 시험에서도 모릿줄 40,000mm에 낚시와 연결된 아릿줄길이 500~3,000mm, 160개를 연결하여 모릿줄을 연속적으로 회전시켰을 때 모릿줄과 아릿줄의

꼬임에 대한 시험에서도 아릿줄이 길이가 짧은 것 일수록 꼬임이 적었다고 보고하고 있는 것과 유사한 결과를 보이고 있다.

해상 모형시험에서는 아릿줄의 길이를 1,000mm 이내 범위의 길이로 하여 아릿줄의 길이가 300~900mm인 5종류의 아릿줄을 갈치 채낚기의 모릿줄에 연결해서 뱃전에서 아릿줄의 적정 길이에 관한 실험으로부터 아릿줄의 길이가 750mm일 때 조획 효과가 우수한 것으로 나타났다(Fig. 5-1, Table 5-1).

이 실험으로부터 아릿줄의 길이에 따라서 조획 효과에 현저한 차이가 나타나지 않는다면 아릿줄의 길이를 줄여서 수동식 채낚기를 연속식으로 개발할 수 있는 여지가 충분히 있다고 생각된다. 몇 시간 동안의 노동력에 의한 수동식 갈치 채낚기는 연속식 채낚기에 의한 조획 효과와 큰 차이가 발생하지 않아 생력화의 기초 자료로 자리매김할 수 있다고 기대한다.

Table 5-1. Twist relation between a main line and a branch line

Branch line length (mm)	Handed twist time and Handed twist frequency(%)						No. of fish caught
	0	1~3	4~6	7~9	10~12	13~15	
300	85	3	0	0	0	0	3
450	65	6	1	0	0	0	2
600	55	7	1	0	0	0	3
750	47	8	2	0	0	0	6
900	43	7	2	0	0	1	3

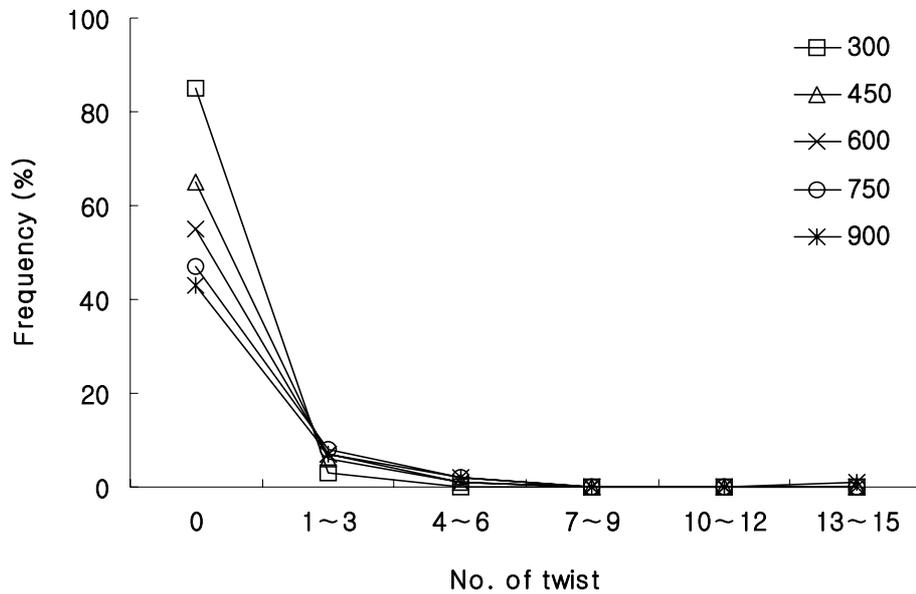
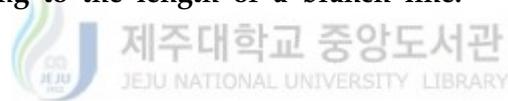


Fig. 5-1. Twist relation between a main line and a branch line according to the length of a branch line.



연속식 한치오징어류 채낚기의 모릿줄과 아릿줄의 연속회전 및 꼬임시험에서도 아릿줄의 길이 10, 500, 1,000, 1,500mm를 이용한 결과에서도 꼬임현상은 없었다. 이러한 결과를 보면, 수동식 갈치 채낚기 어구에서의 낚시 개수 15개, 한치오징어 채낚기 어구에서의 낚시 개수는 6~10개를 사용하고 있어 모릿줄 길이에 비해 낚시 개수가 너무 적다. 이 연구를 통하여 아릿줄의 길이에 따라 다소 차이는 있지만 연속식 갈치 채낚기의 낚시 어구는 70개, 연속식 한치오징어 채낚기 어구에는 75개 까지 연결 사용가능하여 보다 더 많은 어획률 효과를 높일 수 있을 것으로 사료되며, 아릿줄의 길이는 조업 어장의 환경과 조업 상황에 따라 조업자의 사용 요구에 맞춰 아릿줄의 길이를 선택하여 사용할 수 있도록 아릿줄을 클립 핀으로 연결함으로써 선택적으로 사용이 가능하다.

또한 모릿줄이 상하방향으로 수직 운동을 함으로 인하여 아릿줄에 연결된

낚시와 낚시바늘에 케인 미끼가海中 중력부력에 살아 움직이는 효과로 시각 및 청각에 영향을 주어 조획 효율이 증가할 것으로 사료된다.

3. 모릿줄 회전장치

제주도 연근해 수동식 채낚기 어업에 있어서 갈치 채낚기 어업은 5월부터 익년 1월까지 어장이 형성되어 갈치 어군의 유영층과 조업 수심층은 100m 이상에서 투·양승이 이루어진다. 한치오징어류는 연안성 어종으로 5월부터 11월에 연안 얕은 수심에서 40m 층의 깊은 곳까지 투·양승이 이루어진다. 이렇게 어장수심이 깊은 곳에서 형성될 때는 낚추 및 어획물의 무게, 유수저항 하중이 증가하여 양승작업에 큰 힘이 소요된다. 어업인들은 이와 같이 인력에 의존하고 있는 조업 방법의 생력화 하는 것을 바라고 있다.

이 연구에서는 기존 살오징어 조획 시에 사용되는 전자동 컴퓨터식 조상기(LG-7520C, LC)를 기초로 하여 모릿줄을 이동시킬 수 있는 모릿줄 회전장치의 구동장치를 Table 5-2와 같이 고안하여 자동조절 인버터(STARVERT-IG, LG ; YSD - 075, 유신)를 사용하였다. 공급 전원은 휴대용 발전기(9.7KW, ADX740, ACME motori)를 사용하여 수심 70m해상에서 모릿줄 이동능력에서도 모릿줄 회전장치의 구동드럼 속력은 0.1 ㎥에서 3 ㎥까지 전진, 정지, 후진으로 무단변속이 가능하여 성능이 확인 되었다. 見上 등(2001)은 구동드럼의 형태에 따른 회전속도에 관한 보고서에도 6각형 드럼에서의 회전속력은 2.36 ㎥로 최고의 값을 나타내었다. 이는 구동드럼의 단축길이 350mm의 고정 볼트 18개였던 것을 고정볼트 6개를 사용한 단축길이 250mm를 제작 사용한 것이 효과적이었다는 것을 뒷받침 하고 있다.

Table 5-2. Specifications of the continuous hand line

ITEM	SPEC
Voltage Range	AC three-phase electric motor 220~380Vac, ±10%
Motor	Permanent Magnet Type, 750W
Frequency Range	60Hz±10%
Reduction gear	750W, Helical Mode
Torque	60kg, 60rpm
Depth	10~999m
Hauling Speed	10~1000rpm
Lowering speed	10~100rpm

제주도 연근해 채낚기 어장의 환경은 거친 해황환경 속에서 조업이 이루어지는 경우도 많다. 조업선이 파랑과 조류 등 해황환경에 의해 횡·동요현상에 연속식 채낚기 어구의 모릿줄 이동에 대해서는 Fig. 5-2와 같이 현측롤러(Fig. 5-2의 ④)와 유도롤러(Fig. 5-2의 ⑤)사이에 유도관(Fig. 5-2의 ⑥)의 장치를 이용함으로써 모릿줄(Fig. 5-2의 ⑧)의 아릿줄, 낚시가 상갑판 위를 수평적으로 이동하게 되어 투승, 미끼상태 확인, 어획물 확인 및 수납, 파손된 낚시 교환, 아릿줄의 꼬임 해체, 양승 등의 작업을 연속적으로 할 수 있다.

수동식 채낚기 어구에서는 4~5명의 인력에 의한 투·양승의 조업 방식이 연속식 채낚기 어구의 생력화로 2명의 인원으로도 조업이 가능하여 고령자 및 여성 어업종사자등 미숙련자들도 손쉽게 사용가능 하다. 이처럼 연속식 채낚기 어업을 생력화함으로써 조업자의 피로누적 해소 등 인력난을 해소할 수 있는 기틀이 마련됨은 물론 어로 행위에 대한 거부감을 줄일 수 있을 것이다.



Fig. 5-2. Photograph of the continuous hand line established at the sea test.

- ① Frame ② Continuous hand line jiggling system
- ③ Rotary drum ④ Side roller ⑤ Inducement roller
- ⑥ Induce tube for a main line ⑦ Inverter ⑧ Main line

VI. 요약

제주도 연근해에서 조업하고 있는 수동식 채낚기 어업의 조업 생력화에 적합한 기초 자료를 얻기 위하여 모릿줄을 수중, 상갑판, 수중 순서로 이동 시키면서 미끼 상태 확인, 어획물 수납, 아릿줄 정리, 파손된 낚시 교환 등을 연속적으로 할 수 있는 시스템장치를 설계 제작하였다.

연속식 채낚기 어구는 모릿줄 길이를 연장시켜서 낚시 개수를 늘리고, 낚시의 침지시간에 따른 미끼탈락률 및 조획률을 조사하였고, 상갑판 위에서 모릿줄의 이동을 연속적으로 전진, 정지, 후진 할 수 있는 3상 전동기를 사용한 구동장치와 구동드럼, 모릿줄의 뒤틀림, 아릿줄의 꼬임, 낚시의 걸림을 방지하기 위해서 유도롤러, 유도관, 현측롤러, 수력 저항판을 사용한 모릿줄 회전장치와 채낚기 어구를 구성, 제작하여 육상 모형시험, 수중 모형시험 및 해상 시험을 한 결과 다음과 같다.

1. 수동식 채낚기 어구는 야간에 미끼부착, 아릿줄 정리, 투승, 조획 감지, 양승, 어획물 수납, 미끼 상태확인, 파손된 낚시 교환, 아릿줄 꼬임 해제의 작업을 일일 10시간 100회 정도를 인력에 의존하고 있는 노동집약적인 조업 방법을 채택하고 있다.

2. 모릿줄의 길이는 수동식 채낚기 어구보다 연속식 채낚기 어구가 2.4배가 길어 아릿줄에 연결된 낚시 개수가 많아서 단위노력당 어획량을 증가시킬 수 있다.

3. 수동식 채낚기 어구의 미끼탈락 현상은 투승 후 78초에서 50%, 1,941초에서 100% 탈락하였다. 낚시의 침지시간에 따른 조획률은 546~967초에서 90.4%~92.3%였고, 967초 이후는 감소하는 경향을 보였다.

4. 모릿줄 회전장치의 구동드럼 속력은 0.1 ㎥에서 3 ㎥까지 전진, 정지, 후진으로 무단변속이 가능하였다.

5. 연속식 갈치 채낚기 어구의 육상의 모형시험에서 아릿줄 길이에 따른 꼬임은 아릿줄 길이 3,000, 2,500, 2,000, 1,500, 1,000, 500mm의 순으로 길이가 짧을수록 적게 나타났다. 연속식 한치오징어류 채낚기 어구의 모형시험에서도 꼬임순은 아릿줄 길이가 1,500, 1,000, 500, 10mm의 순으로 길이가 짧을수록 적게 나타났다.

6. 해상 모형시험은 육상 모형시험에 납추의 회전에 의해 모릿줄의 뒤틀림 작용으로 아릿줄을 꼬임현상을 줄이기 위해서 유도롤러의 선수미 방향롤러의 길이 연장, 모릿줄 끝에 수력 저항판 부착, 구동 드럼의 폭을 370mm에서 130mm로 축소하였다.

7. 해상 시험은 육상 및 해상 모형시험에 많이 일어난 아릿줄의 꼬임을 감소시킬 수 있었으나, 낚시가 모릿줄, 현측, 상갑판에 걸리는 현상이 나타났다.

8. 낚시가 걸리는 현상을 감소시키기 위해 앵글로 제작된 설치대를 원통형철관으로, 유도롤러의 3개축 각도조절, 현측롤러 3개축의 길이 연장 및 각도조절, 유도롤러와 현측롤러 사이에 유도관을 설치하였다.

9. 연속식 채낚기 어구는 채낚기 어구, 모릿줄 회전장치로 구분되었고, 이 회전장치에는 구동장치, 구동드럼, 설치대, 유도롤러, 유도관, 현측롤러, 수력 저항판으로 구성되었다.

10. 채낚기 어구의 모릿줄은 구동드럼에 의해서 아릿줄의 꼬임, 낚시의 걸림, 모릿줄의 뒤틀림 등이 없이 수중, 상갑판, 수중을 원활히 이동되었다.

11. 모릿줄, 아릿줄, 낚시가 상갑판 위를 수평적으로 이동하게 되어서 투승, 미끼 상태 확인, 어획물 확인 및 수납, 파손된 낚시 교환, 아릿줄의 꼬임 해체, 양승 등의 작업을 연속적으로 할 수 있다.



VII. 참고 문헌

- C. Nedelec. 1972. FAO Catalogue of small scale fishing gear. p. 183.
- M. Ben-Yami. 1987. Fishing with Light, FAO Fishing Manuals. News Books Ltd., Farnham Surrey, England, pp. 104~114.
- Mototsugu Hamabe, Chikamasa Hamuro, Michio Ogura. 1982. Squid jigging from small boats, FAO Fishing Manuals. News Books Ltd., Farnham Surrey, England, pp. 25~43.
- 見上隆克, 山下成治, 管木清治. 2001. 自動いか釣機の巻上げドラム形状と釣針速の制御. 日水誌, 67(3), pp. 481~488.
- 九州, 山口水試. 1972. 一本釣漁業. 恒星社, 東京, pp. 247~250.
- 九州, 山口水試. 1977. 曳縄釣漁業. 恒星社, 東京, pp. 30~33.
- 嶋村哲哉, 添田秀男. 1979. マグロ延縄漁業における漁具の浸漬時間, 浸漬時間帯と漁獲について. 日水誌, 45(9), pp. 1081~1084.
- 不破茂, 石崎宗周, 橋口博仁, 今井健彦. 1999. アオリイカ擬餌針の漁具特性. 日水誌, 35(3), pp. 283~291.
- 不破茂, 石崎宗周, 新屋敷, 宮本昌治, 今井健彦. 1996. アオリイカ擬餌針の運動. 日水誌, 33(2), pp. 97~103.
- 小倉通男, 有元貴文, 井上喜洋. 1980. 沿岸底延縄漁業における浸漬時間と釣獲率. 日水誌, 46(8), pp. 963~966.
- 奥谷喬司. 1980. 新・世界有用イカ類圖鑑. 全国いか加工業協同組合. pp. 26~37.
- 奥谷喬司. 2005. 世界有用イカ類圖鑑. (株)成山堂書店, 東京, pp. 103~192.
- 有元貴文, 小倉通男, 井上喜洋. 1983. 沿岸底延縄漁業における漁具の浸漬時間日の影響. 日水誌, 49(5), pp. 705~709.
- 有元貴文, 岩崎俊彦. 1983. 沿岸底延縄漁業における釣獲の垂直分布. 日水誌, 49(5), pp. 1479~1486.
- 有元貴文. 1983. 沿岸底延縄漁業における枝縄間の釣獲水平分布. 日水誌, 49(12),

- pp. 1797~1802.
- 坂詰博, 金盛浩吉. 1971. 曳繩釣漁業の研究-III, 操業中に鉤にかかった魚の引きの強さについて. 日水誌, 37(10), pp. 953~959.
- 平山信夫. 1969. マグロ延繩の漁獲機構に関する研究. IV. 漁獲作用の理論的取り扱い. 日水誌, 35(7), pp. 635~640.
- 荒川久幸, 崔漸珍, 有元貴文, 中村嘉彦. 1996. 小型イカ釣り漁船の集魚燈光の海中放射照度分布. 日水誌, 62(3), pp. 420~427.
- 稲田博史. 1988. イカ釣り操業船下の水中分光放射照度. 東水大研究報告, 75, pp. 487~798.
- 국립수산과학원. 2000. 한국연근해 유용연체동물도감. 도서출판 구덕, 부산, pp. 172~174.
- 국립수산과학원. 2004. 한국연근해 유용어류도감. 도서출판 한글, 부산, p. 229.
- 국립수산과학원. 2005. 배타적 경제수역(EEZ) 주요 어업자원의 생태와 어장, 국립수산과학원, pp. 9~12.
- 國立水産振興院. 1967. 韓國漁具圖鑑. 亞成出版社, 부산, pp. 389~391.
- 國立水産振興院. 1987. 漁具分類 및 各部名稱. 太和出版社, 부산, pp. 65~67.
- 金盈蕙, 姜龍柱, 白哲仁. 1997. 韓國海域에 分布하는 오징어의 系群分析. 2. 形態學的 分析. 한수지, 30(5), pp. 903~905
- 金盈蕙, 姜龍柱. 1995. 韓國海域에 分布하는 오징어의 系群分析. 1. 群의 分離. 한수지, 28(2), pp. 163~173.
- 김무상, 정우건. 2003. 수산동물의 생태. 아카데미서적, 서울, pp. 252~256.
- 김상현. 1995. 제주해협의 갈치 어장 형성기구에 관한 연구. 제주대학교 일반대학원 박사학위 논문, p. 8.
- 박용석, 김문관. 2000a. 연속식 갈치 채낚기 어구 개발에 관한 연구. 제주도 해양수산 자원연구소 연구사업보고서, 창간호, pp. 33~46.
- 박용석, 김문관. 2000b. 낚시의 침지시간에 의한 갈치 채낚기의 조획률 및 미끼탈락율. 제주도해양수산자원연구소 연구사업보고서, pp. 6~16.
- 박용석, 김문관. 2001. 갈치 채낚기용 양승기 개발. 제주도해양수산자원연구소 연구 사업보고서, pp. 4~15.
- 박용석, 이창현, 김고환, 김석중, 서두옥. 2000. 갈치 채낚기의 연속식 자동어구

- 어법개발, 연속식 자동어구의 모형실험. 2000년도 추계학술대회, 한국 어업기술학회, pp. 50~51.
- 朴正植, 徐斗玉. 1982. 自動曳繩釣漁具에 試作. 濟州大學校 海洋資源, 6, pp. 41~46.
- 朴正植, 林琦琫, 徐斗玉. 1984. 自動曳繩釣漁具에 關한 研究. 국립수산진흥원 연구보고, 32, pp. 41~50.
- 박정식, 임기봉, 서두옥. 1984. 자동예승조어구에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, pp. 41~50.
- 박차수, 이동우, 김장근, 강용주. 2000. 한국 연근해 갈치, *Trichiurus lepturus Linnaeus*의 자원평가 및 관리방안. 한국수산자원학회지, 3, pp. 29~38.
- 박차수, 이동우, 황강석. 2002. 한국 연근해 갈치, *Trichiurus lepturus Linnaeus*의 분포와 회유. 한수지, 5, pp. 1~11.
- 서두옥, 정공훈, 김진건, 김삼곤, 김동수. 1995. 가칭 수중음에 대한 오징어 어군의 위집. 어업기술학회, 31(3), pp. 220~227.
- 서두옥, 정용진, 김석중, 이창현, 김고환, 박용석. 2000. 제주도 연안 갈치 채낚기 어구의 생력화. 1. 연속식 채낚기 어구의 모형 실험. 濟州大學校 海洋研究所 研究論文集, 25, pp. 37~42.
- 徐斗玉, 鄭龍晉. 1985. 방어 自動曳繩釣漁具. 濟州大學校 論文集, 21, pp. 49~54
- 徐斗玉. 1988. 濟州道沿岸의 갈치 채낚기 漁業에 있어서 集魚燈의 水中照度. 濟州大學校 海洋研究所 研究報告, 15, pp. 1~7.
- 수산업협동조합 중앙회. 1988. 한국의 어구어법. p. 72.
- 안희춘, 추해대. 1993. 오징어 채낚기 집어등 광력 변화에 따른 어획효과. 수진연구보고, 48, pp. 179~186.
- 안희춘. 1997. 오징어 채낚기 어업의 Sea Anchor 개량 및 투양묘 방법 기계화에 관한 연구. 농림수산특정연구사업 최종 연구보고서, p. 208.
- 안희춘. 2000. 오징어 채낚기 어선의 물돛 개발 및 유체역학적 특성 연구. 부경대학교 대학원 박사학위논문, p. 86.
- 오승훈, 서익조, 김병엽, 이창현, 김석중, 서두옥, 김동근. 2001. 제주도 연안 갈치 채낚기 어구의 생력화. 1. 자동식 채낚기 어구의 모형실험. 제주대학교 해양연구소 연구논문집, 25, pp. 11~16.

- 오승훈, 서익조, 김병엽, 이창현, 김석중, 서두옥, 김동근. 2001. 제주도 연안 갈치, *Trichiurus lepturus* 채낚기 어구의 생력화. 2. 자동식 채낚기 어구의 모형실험. 제주대학교 해양과환경연구소 研究論文集, 25, pp. 11~16.
- 오승훈, 서익조, 김병엽, 이창현, 정용진, 서두옥, 김동근. 2001. 제주도 연안 갈치 채낚기 어구의 생력화. 3. 집어등의 수중조도. 제주대학교 해양연구소 연구논문집, 25, pp. 17~21.
- 이병기, 박승원, 김진건. 1983. 연근해 어업개론. 태화출판사, 부산, pp. 105~106.
- 장창익, 손명호. 1997. 한국 연근해 갈치의 자원평가 및 관리방안 연구. 2. 한국 연근해 갈치의 자원량 변동. 한수지, 30(4), pp. 620~626.
- 장창익. 1996. 한국 연근해 갈치의 자원평가 및 관리방안 연구. 1. 한국 연근해 갈치의 자원생태학적 특성치 추정. 한수지, 29(5), pp. 567~577.
- 정문기. 1998. 韓國魚圖譜. 一志社, 서울, pp. 445~446.
- 제종길, 유재영, 손민호. 1990. 한국산 두족류에 관한 연구(I) - Preliminary Study on the Cephalopod Molluscs of the Korea Waters. 한국과학기술연구원 해양연구소 사업보고서, pp. 25~94.
- 제주도. 2005. 제주도 수산현황. p. 42.
- 차형기, 이동우. 2004. 한국 연근해 갈치, *Trichiurus lepturus* Linnaeus의 재생산에 관한 연구. -성숙과 산란- 한수지, 6(2), pp 54~62.
- 催漸珍, 荒川久幸. 2001. 소형 오징어 채낚기 어선의 낚시 깊이별 釣獲量과 수중조도. 한수지, 34(6), pp. 624~631.
- 催漸珍. 2002. 일본 소형 오징어 채낚기 어선의 톤수 및 집어등 광원 출력과 어획량과의 관계. 한수지, 35(6), pp. 644~653.
- 추해대, 안희춘. 1998. 오징어 채낚기 어업에 음향 이용시 어획효과. 수진연구보고, 54, pp. 169~179.
- 玄允基, 金鎮乾, 權炳國, 安熙瑋. 1998. 오징어 채낚기 漁船用 물돛의 形態에 따른 水中抵抗. 韓國漁業技術學會誌, 34(4), pp. 39~45.
- 황갑수. 1999. 수산업법해설. (주)수협문화사, pp. 115~118.

감사의 글

재학시절부터 석사과정을 거쳐 지금의 박사논문을 마치기까지 부족함이 많은 저에게 힘들고 어려울 때마다 따뜻한 격려와 조언으로 학문의 길을 인도해 주시고 끝임 없는 충고와 지혜로 가르쳐주신 서두옥 교수님의 은혜에 머리숙여 깊이 감사드립니다.

그리고 논리적이지 못한 문장들을 꼼꼼히 다듬어주신 김석종 교수님과 바쁘신 와중에도 논문을 세심히 심사해 주신 안장영 교수님, 문일주 교수님, 먼 길마다하지 않고 달려오셔서 지도와 편달을 해주시고 심사해 주신 박성욱 연구관님께 깊은 감사를 드립니다. 항상 깊은 마음으로 조언과 격려를 해 주신 안영화 교수님과 정용진 교수님, 최찬문 교수님께도 감사를 드립니다.

또한, 논문이 완성되기까지의 자료 분석과 많은 조언을 해주신 박용석 박사님, 김문관 박사님, 홍성완 박사님, 김인옥 박사님, 양용수 박사님, 이창헌 박사님께도 감사드립니다.

이 논문이 완성 될 수 있도록 여러 가지 배려와 격려를 해주신 제주수산연구소 이정희 소장님, 최영민 연구관님, 문태석 연구관님과 무엇보다 같은 자원 연구실에서 많은 조언과 협조를 해 주신 유준택 박사님, 양문호 박사님, 조성환 박사님, 윤장택 박사님, 이창훈 박사님, 김재우 박사님 그리고 행정실 김영희, 김경란, 고광철, 변숙녀 선생님께도 감사의 마음을 전합니다.

멀리서나마 많은 관심과 격려를 아끼지 않으신 장대수 연구관님, 김대권 연구관님, 전 제주지방해양수산청 수산관리과 김대환 과장님을 비롯한 직원 여러분들과 제주대학교 해양과 환경연구소 직원 여러분들께도 감사드립니다.

그리고 힘들고 어려울 때 마다 많은 조언과 용기를 북돋아 주신 김수철 선배님, 해양경찰에 근무하시는 경정 이운성 선배님, 경정 김도준 선배님께도 고마움을 전합니다.

특히 이연구의 결실을 맺을 때까지 처음 자료수집, 정리에서부터 마지막 원

고정리까지 헌신적으로 도와 준 문종욱 안젤마 후배님, 어려운 여건 속에서 해상실험을 헌신적으로 함께해 준 오승훈, 김성호 후배님, 어구공학 실험실의 맏형으로 든든한 버팀목이 되어주신 김태완 선배님, 묵묵히 자료정리를 도와 준 김병기, 임종철, 김우장, 오승호, 박천기 후배와 어구공학 실험실원 여러분께도 감사드립니다.

논문심사 기간 중에 논문을 꼼꼼히 읽어 교정해 준 김홍수 후배님과 여러 가지 행정에 있어 도움을 준 강경범 조교선생님을 비롯한 어업학과 대학원 학우 여러분들께도 감사의 마음을 전합니다.

끝으로 항상 자식이 잘 되기만을 바라시고 정성과 사랑으로 헌신하시고 믿음으로 지켜봐 주신 아버님, 어머님과 각별한 사랑으로 보살펴주신 장모님, 할머니님, 그리고 언제나 염려와 각별한 관심으로 지켜봐주신 작은아버님, 작은어머님, 고모님에게도 감사드리며, 항상 관심을 가지고 지켜봐 주신 형제들과 처남들에게도 고마움을 전합니다.

특히, 넉넉하지 못한 상황에서도 내색하지 않고 늘 곁에서 정성어린 내조를 해준 사랑스러운 아내 김미견님과 힘들 때 마다 항상 밝은 웃음으로 아빠를 응원해준 딸 민경이와 아들 형건이, 희건이와도 기쁨을 나누고자 합니다.

박사학위를 탈고하는 이 순간부터 학문을 새롭게 시작한다는 겸손한 마음이 짐으로 더욱 노력할 것을 다짐하며, 일일이 열거하지 못한 분들에게 고개 숙여 감사드립니다. 끝으로 장인어른의 영전에 이 논문을 받칩니다.