

명태주낙어업의 자동화

부 산 수 산 대 학
교수 고 관 서

목 차

- 서 언
- 재료 및 방법
 - 1. 자동 연승기
 - 2. 자동투승장치의 설계원리
 - 3. 양승장치
 - 4. 실험방법
- 결과 및 고찰
 - 1. 미끼내는 장치
 - 2. 양승장치의 실험결과
 - 3. 해상실험의 결과
 - 4. 개선점 및 기대효과

서 언

주낙은 긴 모릿줄에 일정한 간격으로 많은 수의 아릿줄을 달고 그 끝에 낚시를 매단 어구로써 어장의 지형이나 어군의 위치에 따라 부설수심을 조절하면서 조업할 수 있다.

한편 어구는 많은 줄과 낚시로 구성되어 있어서 복잡할 뿐만 아니라 조업방법도 까다로워서 어구의 규모에 비해 많은 인력을 필요로 하는 어업이다. 그러나 어구가 각각 일정한 규격으로 연속되어 있고 어로작업도 동일한 과정을 반복하고 있는 점으로 보아 자동화의 가능성은 매우 밝다.

우리나라의 연근해 주낙어업은 '83년 기준 총

10,151 척(근해연승어선 716 척 포함)의 어선이 연간 23,433 톤을 생산하고, 이 중에서 명태주낙어업에 의한 생산량은 연근해연승어업 생산량중 전체의 32.5%(7,624 톤)를 차지하여 단일어종으로 연승어업에 의한 생산량중 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

명태주낙어업의 현 조업방법을 살펴보면 어구는 출어하기 전에 낚시에 미끼가 꿰어져서 투승될 순서대로 나무상자에 정리된다. 이것을 어장에 갖고 나가 미속진전하면서 투승하고, 투승이 끝나면 처음 투승을 한 곳으로 되돌아 와서 양승한다. 양승은 좌현에서 인력에 의해 줄을 당겨올리며, 낚시에 물린 고기를 떼어내고, 어구는 나무상자에 담아서 귀항하게 된다. 1회 조업을 마친 어구는 엉클어진 상태이고, 다음 출어를 위해서는 다시 정리하고, 미끼를 꿰어야 하는 작업이 필요하다. 따라서, 어로작업은 어장에서 이루어지나 육상에서 부녀자들의 손에 의한 작업도 상당히 포함되어 있는 실정이다.

본 연구에서는 낚시정리대에 저장된 낚시가 미끼 꿰는 장치를 통과하면서 자동으로 미끼가 꿰어져서 투승이 되고, 양승은 자동양승기에 의해 모릿줄이 당겨지면 미끼제거장치에서 잔여미끼와 낚시에 물린 고기를 떨어지게 한 후 낚시를 분리해 내서 낚시정리대에 걸어 주는 낚시분리장치에 의해서 양승의 종료와 함께 다음 투승을 위한 준비가 완료될 수 있는 조업시스템을 개발하여 실험해 보았다.

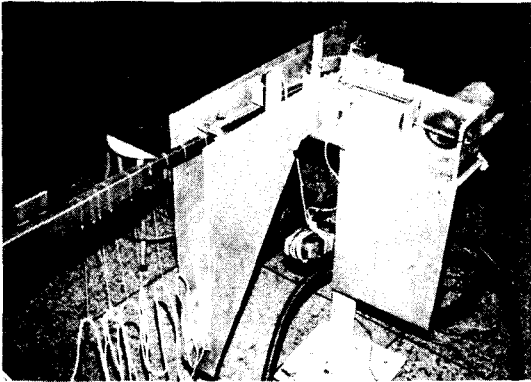


그림 1 미끼빼는 장치

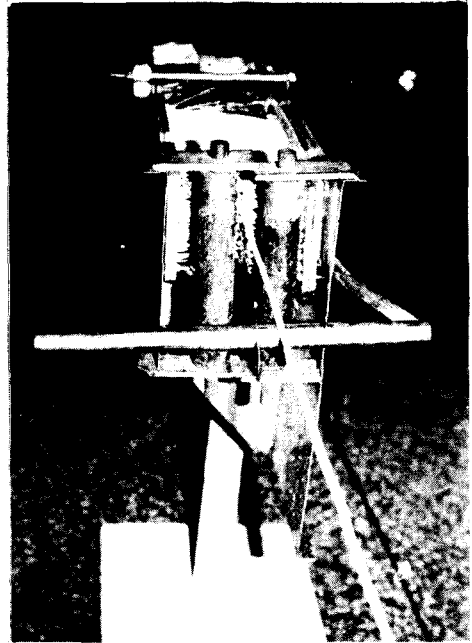


그림 2. 미끼제거장치

재료 및 방법

1. 자동연승기

본 실험에서 제작한 자동연승기는 자동투승기, 자동양승기 및 미끼제거장치와 낚시정리대로 구성된다. 동력장치는 유압구동으로 전기모터(2.2 kW, 6 P)에 의해서 유압펌프(GPPO-AOC 30 AR-111)를 회전시켜 이 때 도출되는 압유로 미끼빼는장치와 양승기의 유압모터(H-170, 100, CD2-6)를 작동시켰다.

미끼빼는장치는 압유가 릴리프밸브(BT-06-32)에서 적정 압력으로 조정된 후 솔레노이드 밸브(전자전환밸브)를 거쳐서 유압모터로 입력된다. 실험은 DSG-01-3060-A100-50 (AC 100 V용)과 DG-4V38C-UD-11-JA-3310 (DC 24 V용)의 두 가지 전자전환밸브를 사용하여 작동성능의 차이를 검토했다.

양승장치는 압유가 유량조정밸브(MRV-04BV)를 거쳐서 유압모터에 입력되어 이 모터축에 연결된 양승용 V홈풀리가 회전하면서 모릿줄이 당겨지도록 하였다.

압력계이지는 부르동관(bourdon tube)식 용량 100 kgw/cm²을 사용하였고 호스는 1/2 내압 140 kgw/cm²으로 구성하였다.

2. 자동투승장치의 설계원리

미끼빼는장치는 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. 즉 미끼의 이송과 절단을 하는 동력장치와 이

때 잘려진 미끼를 빼는 베이팅(Baiting)장치이다.

먼저 미끼를 이송하고 절단하는 것은 앞서 설명된 유압장치에 의해서 행해지게 되는데, 미끼의 이송은 콘베이어벨트에 의해서 이루어지고 절단은 벨트의 끝쪽에 장치된 미끼 이송방향과 직각 방향으로 회전하는 칼에 의해서 행해진다. 미끼는 1.5 cm 이송될 때마다 절단되도록 장치가 설계되어 있다.

잘려진 미끼는 베이팅장치에서 낚시가 지나가는 길에 정확히 위치하게 되고, 낚시는 낚시정리대를 타고 이동하면서 미끼가 있는 위치 바로 앞에서 채가 수평으로 되고 낚시 끝이 위를 향한 자세로 바뀌어 미끼에 꽂힌다. 줄이 투승되는 힘과 낚시의 끝이 미끼에 박히는 적당한 정도를 조절하기 위해서 미끼를 지지하는 용수철 레버가 상측과 우측에 설치되어 있다. 그림 1은 미끼빼는 장치를 나타내고 있다.

유압장치의 동작원리는 낚시가 베이팅부의 입구쪽을 지나갈 때 근접스위치가 이를 검출하여 전기적 신호로 바꾸어 주면 그 신호에 의해서 솔레노이드밸브가 열린다. 그 순간 압유가 도출되어 목적인 양만큼 모터가 회전(미끼 1.5 cm 길이

로 이송하고 절단)하면 또다른 근접스위치가 이것을 검출하고 회로의 전기를 차단하여 솔레노이드밸브를 닫는다. 이 과정을 1 사이클로 하여 낚시가 지나갈 때마다 계속적으로 반복동작을 하는 시퀀스제어방법이다.

3. 양승장치

양승장치는 미끼제거장치와 자동양승기로 구성된다. 그림 2는 미끼제거장치로써 낚시에 물린 고기와 잔여미끼를 떼어내는 장치이다. 그 구조는 양쪽에 솔을 맞붙이고 입구쪽에 수직 로울러를 세워서 그 사이로 모릿줄이 통과되도록 하여 낚시에 물린 고기는 입구의 수직 로울러에서 떨어지도록 하고 잔여미끼는 뒤의 솔 사이를 통과하면서 떨어지도록 하였다.

그림 3은 자동양승기와 낚시정리대를 나타내고 있다. 자동양승장치는 모릿줄을 당겨올리는 기능과 낚시를 줄로부터 가려내어 낚시정리대에 걸어주는 낚시분리기능을 모두 갖춘 장치이다. 낚시를 분리시키는 장치는, 양승용 V홈폴리에 의해서 줄이 당겨지면 낚시는 수직으로 선 영구자석(자력 1,500 Gauss)에 흡인되어 유도봉에 걸려서 낚시 이송용 튜브까지 이동된다. 모릿줄이 당겨지는대로 낚시가 걸린 튜브도 회전하여 낚시정리대까지 낚시를 이동시켜 준다. 낚시정리대는 낚시가 양승된 순서대로 배열되어 저장되는 장치로 낚시는 정리대의 홈에 걸리고 모릿줄은 아래로 드리워진다.

본 실험에 사용된 양승용 폴리는 V홈의 각도 90°

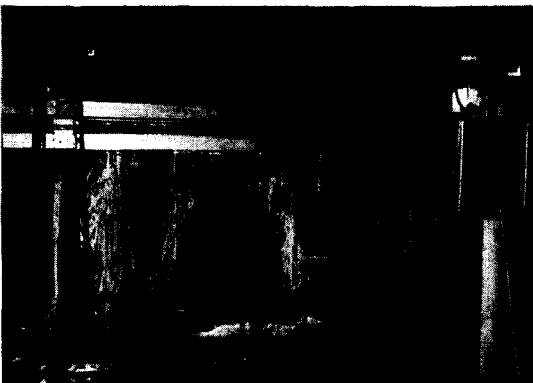


그림 3. 자동양승기 및 낚시정리대

직경 220 mm의 알루미늄제이다. 양승폴리와 모릿줄의 접촉각은 170°이고 역압 로울러의 압력은 8 kg이다.

4. 실험방법

가. 육상실험

자동미끼제거장치(투승기)의 성능을 파악하기 위해서 유압회로의 설정압력에 따른 솔레노이드밸브의 동작시간을 오실로스코프(CS-1559 A)로 측정하였고, 아울러 각 설정압력에 따라 절단날이 정지하는 각도를 미끼를 넣었을 때와 넣지 않았을 때로 나누어 측정하여 위치검출의 정도를 비교하였다. 이 때 솔레노이드밸브의 전원차단신호는 칼날이 미끼를 완전히 절단하는 순간에 나오도록 하였다.

양승장치 실험은 유량조정밸브로 양승속도를 15~51 m/min으로 변화시키면서 실험용으로 제작된 주낙어구의 낚시를 100개 단위로 양승하여 낚시의 분리율과 탈락율을 조사하였다. 실험에 사용된 주낙어구는 모릿줄에 나일론 땅은 줄 23.3 Tex × 160 슘을 사용하였고 아릿줄은 23.3 Tex × 12 슘과 경심(모노필라멘트) 6호를 간격 65 cm, 길이 30 cm 정도로 모릿줄에 달아서 아릿줄 재료에 따른 분리성능의 차이를 비교해 보았다.

나. 해상실험

해상실험은 1986. 11. 10 ~ 13일까지 강원도 속초항 소속 덕광호를 용선하여 실험장치를 장착한 후 속초앞 5 mile 해상에서 실험을 실시하였다. 그림 4는 해상실험의 광경을 나타낸다.

결과 및 고찰

1. 미끼제거장치의 실험결과

미끼제거장치의 동력을 제어하는 솔레노이드밸브의 설정압력 변화에 따른 밸브개방 지속시간의 변화는 그림 5와 같다. 전체적으로 회로압력이 증가됨에 따라 밸브를 열고 있는 시간도 감소되고 있으나 AC 솔레노이드밸브보다는 DC 솔레노이드밸브가 개방지속시간이 약간 작음을 알 수 있다. 이것은 솔레노이드밸브의 모델과 규격이 같지 않고 따라서 스폴(Spool)의 형태도 틀리므로

관성 등의 차이에 기인된 것으로 생각된다.

한편, 미끼가 정확히 이송되고 절단되려면 유압장치의 위치점출도 정확해야 할 것이다. 본 실험장치에서 절단날이 미끼절단 후 정지하는 위치를 유압회로의 압력에 따라 측정한 결과는 그림 6 과 같다. 그림 6 에서 보면 AC 솔레노이드밸브의 관성이 DC 솔레노이드 밸브의 관성보다 현저하게 작음을 알 수 있다. 유압회로의 압력이 일정할 때 절단날이 진행되는 각도가 클수록 미끼를 쪼는 정확도는 떨어진다고 볼 수 있으므로 AC 솔레노이드밸브가 DC 솔레노이드밸브보다는 자동투송장치에 적합함을 알 수 있다.

실제 실험에서도 압력이 20 kgw/cm² 이상일 때 DC 솔레노이드밸브는 상당히 불안정한 상태를 나타내어 1 회 동작신호에 2 회전 하는 경우도 있었다.

이상의 두 그림에서 미끼를 이송하고 절단하는 데 가장 적당한 유압회로의 압력은 15 ~ 20 kgw/cm²으로 생각되었고 AC 솔레노이드밸브를 기준으로 했을 때 초당 3 ~ 5 개의 낚시에 미끼를 쪼 수 있을 것으로 생각되었다. 실제 조업시 투승은 15,000 개 정도의 낚시를 1 시간만에 투승완료하여 초당 4 개의 낚시를 투승하는 셈이므로 거의 비슷하다고 볼 수 있다. 미끼쪼는 효율은 미끼의 종류와 상태에 따라 다르지만 실험실 실험에서는 보통 90 % 이상은 되는 것으로 보였다.



그림 4. 해 상 실험

2. 양승장치의 실험결과

양승속도의 증가에 따른 낚시 분리율의 변화는 그림 7 과 같다. 양승속도가 51 m/min 까지 증가됨에 따라 낚시분리율은 큰 변화없이 95 % 정도로 일정한 경향을 보이고 있다. 또한 아릿줄 재료의 차이에서 오는 낚시 분리율의 변화도 거의 없었다.

낚시가 분리되지 않는 원인은 대부분이 모릿줄에 아릿줄이 심하게 감기어 올라오는 경우이거나 모릿줄에 낚시가 꽂혀서 올라오는 경우였고, 이와 같은 엉킴과 꽂힘이 없는데도 분리되지 않는 낚시는 거의 없었다.

따라서 현재 조업하고 있는 규격의 어구를 사용한다고 할 때 자동양승장치에 의한 양승시간은

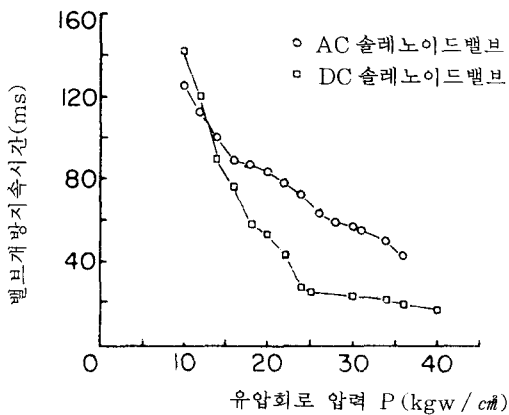


그림 5. 설정압력에 따른 밸브의 개방지속시간

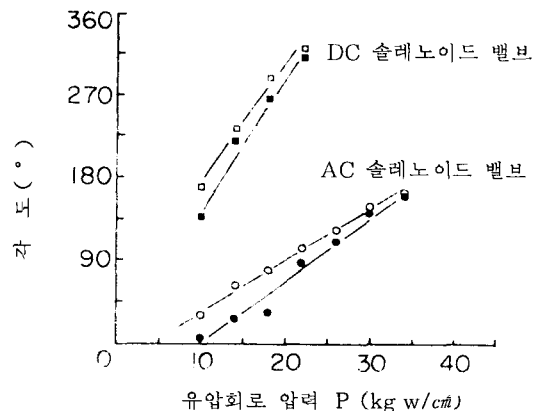


그림 6. 설정압력과 절단날이 정지하는 각도

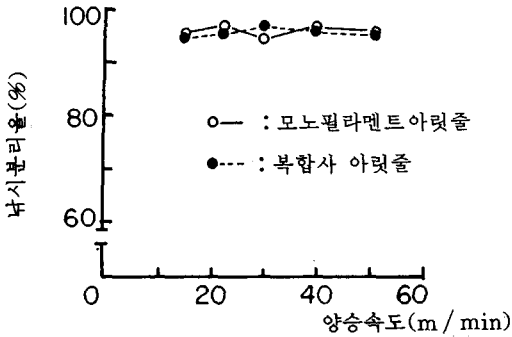


그림 7. 양승속도에 따른 낚시분리율

평균 양승속도를 30 m/min 으로 할 때 5시간 정도면 모든 낚시를 양승하여 정리(건조)할 수 있다.

3. 해상실험의 결과

해상실험은 덕광호에 설치된 주기로 구동되는 유압펌프에서 나오는 압유로 미끼빼는장치 및 양승장치를 동작시켰다.

미끼빼는장치의 실험에서는 낚시가 낚시정리대로부터 미끼빼는장치로 들어가는 과정에서 선체의 심한 진동 때문에 낚시순서가 뒤바뀌어 모릿줄이 엉켜서 투승작업에 방해가 되었다. 또한 주기 구동형의 동력원으로는 적절한 압력을 유지시키기 가 곤란하였고, 솔레노이드밸브도 선내전원에 맞는 DC 밸브 밖에 쓸 수가 없어서 실험이 제한되었다.

양승장치의 실험에서는 투승된 낚시줄을 자동 양승기로 당겨 올리면서 미끼제거장치와 낚시분리장치의 성능을 파악하였다. 미끼제거장치에서는 모릿줄이 양 술 사이를 통과하면서 낚시에 달려 올라오는 미끼를 완전히 제거할 수 있었다. 자동양승기의 낚시분리기에서는 거의 대부분의 낚시가 양호하게 분리되었고, 작동 성능도 실험실에서 실험할 때와 차이가 없었다. 한편 아릿줄이 복합사(12合)로 된 어구는 모릿줄에 심하게 감겨져 올라오는 것이 대부분이고 이런 낚시는 분리되어 정리대로 이송되어도 나중에 엉킨 것을 풀어주어야 하는 작업이 필요하였다. 그러나 아릿줄을 모노필라멘트(경심)로 한 어구는 거의 감기지 않고 양승되어 작업과정도 간단하였다.

4. 개선점 및 기대효과

조업방법이 자동기계화되면 어구가 많은 기계장치와 접촉하기 때문에 어구재료의 마모도 심하게 되고, 충격적인 응력을 받을 수도 있다. 따라서 어구의 사용력과 안전계수를 고려한다면 현재 사용하고 있는 줄보다는 굵은 줄을 선택하여 사용하여야 할 것이다. 줄이 굵어지면 조획성능에도 영향이 있을 것이므로 적절한 선택이 필요하나, 현재 명태주낙의 조업수심이 보통 300 m의 수층이라는 점을 감안하면 어획메카니즘은 명태의 시각보다는 후각에 의존하는 바가 클 것으로 줄이 현저하게 굵어지지 않는 한은 조획성능에 큰 차이는 없을 것이다.

한편 아릿줄의 재료는 복합사보다는 모노필라멘트(경심)를 사용하여 어구를 구성하는 것이 유리할 것으로 생각되었다. 이것은 경심으로 구성된 아릿줄이 양승중에 모릿줄에 훨씬 덜 감기어 올라와서 양승이 편리하며 또한 표·중층 주낙에서 아릿줄을 모노필라멘트로 쓸 경우 조획성능이 현저하게 증가되었다는 보고도 있다.

조업방법에서의 문제점은 주낙의 부설수심을 맞추는 데 돌(자연석)을 낚시에 꿰어서 침자로 사용하고 있는 방법도 투·양승의 자동화를 위해서는 개선이 요구되었다.

동력장치는 주기구동형의 동력에서는 유압장치에 적절한 압력을 유지시키는 것이 곤란하므로 가능하면 독립된 동력원으로부터 유압장치를 구동시키는 것이 좋을 것으로 생각된다.

개발된 자동연승기에서는 자동투승기의 내진성의 향상 등이 문제점으로 드러났으나, 양승장치는 큰 문제점없이 실용화가 가능할 것으로 생각되었다.

이상의 실험으로 개발된 자동투승기가 실용화된다면 조업인원을 6명에서 4명으로 줄일 수 있고, 양승이 고속화되어 조업시간도 20~30% 단축시킬 수 있을 것이다. 한편 모든 작업은 기계력에 의해서 행해지므로 노동력의 부담이 줄어들고, 안전사고의 위험도 줄일 수 있을 것이다. 또한 육상에서 낚시정리 등에 드는 일손을 크게 줄일 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) 李春雨·高冠瑞(1986): 주낙漁具의 自動化 (電磁式 낚시 分離裝置에 관한 研究 I), 韓水志, 19(2) 93~99.
- 2) Bjordal, A(1982): Meknisert Linedrift I Kytfiskflaten Del I Ekisterende egne-Og Line behand lingssystemer Fiskeritekno- logisk Forskningsinstitut, Norway, 1~32.
- 3) Bjordal, A(1981): Engineering and fish reaction aspect of longline- A review, Institute of fishery technology research, Norway, 1~22.
- 4) Sheldon, C(1981): Mechanized longline fishing - a technique with a future. National fisherman, 62(11), No. 7, 106~109.
- 5) 日比 昭·石橋仁也(昭和 58): 高頻切換, 大流量オンオフ電磁弁の試作研究, 秋季油壓講演會, 5~8.

인류에 평화를

민족에 영광을