기선권현망어업의 3척식 자동화 양망시스템 개발

안영수 · 장충식† · 이명규

경상대학교 해양산업연구소

Development of the Automatic Hauling Operation System by Three boats for Anchovy Boat Seine

Young-Su AN, Choong-Sik JANG† and Myeong-kyu LEE

Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University

This study was conducted in order to improve the automatic fishing operation system for anchovy boat seine by comparison with the fishing gear geometry and efficiency using the labor saving nets and the combined type net with midwater trawl. Field experiments were carried out to observe the geometry of nets and improve the fishing operation system by catcher boats. The vertical net opening of fore wing net, square, fore bag net and after bag net of the combined type net were varied in the range of 9.9~12.9, 16.2~28.2, 6.8~12.1 and 9.5~15.2m respectively, when the towing speed was 1.0m/sec and the distance between boats were 100m, 200m, 300m. The vertical net opening of the combined type nets was gradually decreased as function of with increasing the distance between catcher boats. Labor saving net which was maintained the net opening and towing depth stable was more suitable for the automatic hauling operation system by improvement of bag net rather than the combined type nets which was impossible in swallow depth and near to anchovy school. 3 boats hauling operation system of the labor saving net was carried out by crane with power block in 2 catcher boats for improvement of hauling operation and pushing equipment of anchovy cooking system in the processing boat for maintain more anchovy in dry frame. From the results of field experiments, 3 boats hauling operation system with power block and improved cooking system was very useful and more practical as hauling time 20~35min and No. of fishermen 12~13 in comparison with the traditional system such as hauling time 30~50min and No. of fishermen 28~38.

Key words : labor saving nets(생력형 어구), combined type nets(복합형 어구), bag net(자루그물), anchovy(멸치), towing speed(예망속도)

서 론

기선권현망어업은 우리나라 연안에서 어획되는 어종 중에서 평균어획량이 가장 많은 멸치만을 대상으로 하여 매년 일정량의 어획고를 유지하는 안정되고 지속가능한 어업이나 대표적인 선단조업형

†Corresponding author : jangcs@gaechuk.gsnu.ac.kr

어선어업인 관계로 자본 및 노동집약에 따른 경상경비가 과다하게 요구되고 있으며, 종사자의 고령화에 따른 생산성 저하로 인하여 어업경영에 큰 어려움을 겪고 있다.

그러나 기선권현망어업의 경영인 및 어로장은 생력형어구 개발 및 조업시스템 개선에 따른 경쟁력 확보 방안의 강구보다는 어구 규모의 증대를 통한 생산성 향상으로서 어업경쟁력의 개선을 원하고 있으나, 어자원의 감소로 인하여 생산량은 계속 답보내지는 감소하고 있는 실정이다.

그러므로 기선권현망어업은 현재의 선단조업(5-6척)과 어장막에 어획물 처리에 필요한 과다한 시설투자에 따른 어획량 증대 위주의 조업시스템에서 벗어나 현재의 조업시스템에서도 쉽게 적용할 수 있으면서 자동화를 이룰 수 있는 새로운 조업시스템의 개발에 관한 연구가 절실히 필요하다.

권현망어업의 어구 및 조업시스템의 개선에 관한 연구는 김(2000), 徐 등(1969), 李 등(1979a, 1979b), 장(1996, 1998, 2001), 멸치 처리가공에 관한 연구는 오(1990, 해양수산부; 2001), 선단조업어선에 관한 연구는 한국중소조선기술연구소(1998, 해양수산부 ; 2000)가 있으나, 이들 연구는 재래식 어구와 일본의 파치망식 어구를 결합한 어구로 현용어구와 조업선의 어로장비에 적용하기가 어렵기 때문에 보다 근본적인 권현망어업의 조업시스템 개선을 이루기 위해서는 현용어구의 문제점을 개선한 생력형 어구의 개발을 통한 자동화 조업시스템의 현장적용 실험이 요구된다.

기선권현망어업에서 자동화 조업시스템을 적용하기 위해서는 무엇보다도 자루그물 양망방법의 개선이 요구되며, 이를 위해 자루그물 양망의 생력화를 위해 데릭 붐(李 등, 1979c), 현측 롤러와 볼 롤러(金 등, 1995)의 적용을 통한 연구가 이루어져 왔으나, 조업 인력을 몇 명 줄이는 효과에 그쳤으며, 자동화 조업시스템에는 이르지 못하고 있는 실정이므로 네트드럼을 통한 자루그물 양망의 기계화, 자숙가마 시스템의 변경, 피시펌프의 활용 개선 등도 절실히 필요한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 기선권현망어업의 3척식 자동화 양망시스템의 개발을 위하여 개발된 생력형 어구와 복합형 어구(중층트롤어구와 기선권현망어구를 가미한 시험어구)를 가지고 현장조업선에 의한 해상실험을 통하여 어구의 전개성능과 조업시스템을 비교하고, 어로장비의 적정배치를 통한 작업능률의 개선 및 현장실용화 실험은 생력형 어구에 대해서만 실시함으로써 기선권현망어업의 3척식 자동화 양망시스템에 대한 개발 방향을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

시험어구

생력형 어구는 前報(장 등, 2005)에서 개발한 시험어구를 사용하였으며, 자루그물도 前報(장 등, 2005)와 동일한 어구를 사용하여 실험을 실시하였다.

복합형 어구는 Fig. 1과 같이 자루그물의 양망기계화와 3척식 자동화 조업시스템이 가능하도록 제작하였고, 어구의 구성은 날개그물의 길이를 짧게 하고, 그물목줄(WR ϕ18, 45m)을 2가닥씩 연결하여 총 길이를 90m로 하였으며, 날개그물은 망목의 크기가 7,000, 6,000, 5,000, 4,000mm인 망지를 각각 4, 6, 6, 8코 사용하여 뻗힌 길이가 126m로 현용 기선권현망어구 날개그물 길이의 1/4 정도이고, 생력형 어구 길이의 1/2 정도로 짧으며, 그물실 굵기는 현용어구보다 그물코의 크기가 크므로 9~6mm를 사용하였다.

날개그물을 짧게 하는 대신에 현용어구에는 없는 나팔그물 형태인 중층 트롤의 자루그물에 해당하는 그물이 있는데, 이 그물은 8단계로 구성되어 뻗힌 길이가 54m이고, 폭 방향 앞부분의 길이는 200m, 뒷부분의 길이는 100m 정도 되어 매우 크며, 망지의 각 단계 코크기는 4,000~200mm이다.

자루그물은 보편적으로 사용되고 있는 권현망 어구의 2/3 정도의 크기로 자루입구와 뒷부분의 크기가 같도록 폭이 60m(120골), 길이는 48m(32장대)로 하였는데, 이때 등판과 밑판은 36골, 옆판은 24골, 뒷판은 36×24골로 구성되었으며, 매 골마다 직경 8mm인 PA힘줄을 붙여 양망 시에 파망 위험을 줄였다. 깔때기는 앞부분의 폭은 자루그물과 같이 120골을 하였고, 뒷부분은 48골로 하였으며, 길이는 18m(12장대)로 하였다.

뜸줄(CPR ϕ20)의 앞창 중앙 좌우에는 뜸(ϕ300)을 각각 10개씩 부착하였고, 뜸 위에는 망고조절과 전개성능을 향상하기 위하여 KITE(400×700mm)를 좌우에 각각 3개씩 부착하였으며, 그물목줄에도 뜸(ϕ300)을 각각 4개씩 부착하였다. 발줄(PP ϕ50)과 그물코의 연결은 발줄에 체인을 연

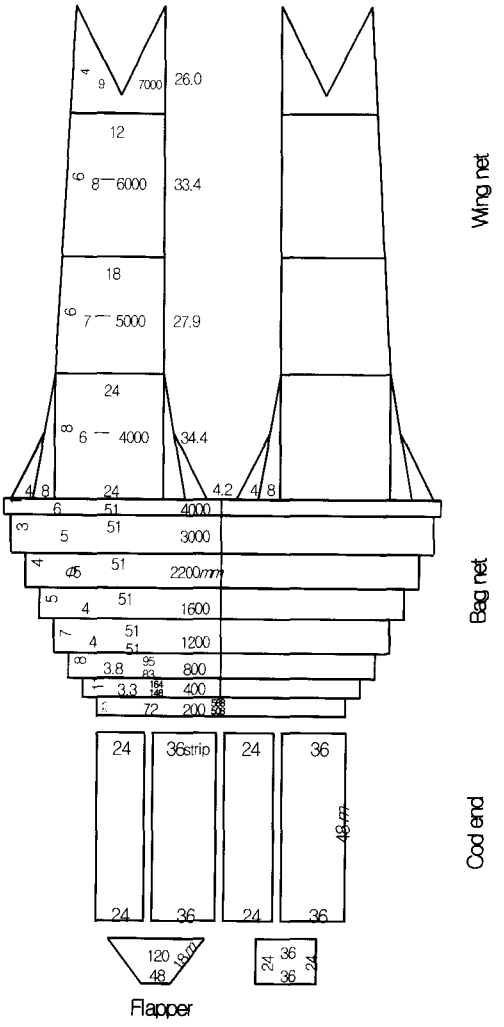

Fig. 1. Developed drawing of the combined type net.

결하고, 이 체인에 Wire rope를 연결한 후, Wire rope와 그물코를 연결하였으며, 발줄의 침강력은 그물목줄 좌우에 각각 150kg, 문턱에 300kg를 부착하여 전체를 600kg으로 구성하였다.

가공설비 시스템과 배치를 위한 자숙시스템 실험은 현재 조업선에서 사용하는 체인식 자숙가마(8,400×1,270×1,500mm)시스템과 Fig. 2의 밀어내기식 자숙가마(6,350×1,250×1,370mm) 시스템을 비교하여 실시하였으며, 자루그물의 양망기계화는 현재의 볼 롤러에 의한 양망법을 채택하지 않고 파워블록을 부착한 크레인(Table 1)을 사용하여 실험하였다.

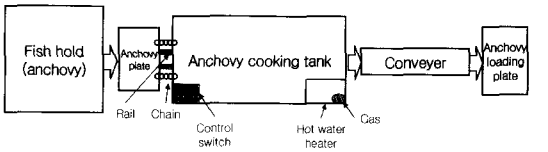

Fig. 2. Schematic diagram of the Anchovy cooking system of pushing type.

Table 1. Specification of crane and power block system used in experiment

Items		Specification
Crane	Working strength	10ton
	Working radius	10m
	Boom telescopic	ϕ75×2390 ST.
	Boom derrick	ϕ120× 150 ST.
	Slewing angle	360° (continuous)
	Slewing reducer	Double type
	Reducer	i = 28
	Slewing ring module	7
Power block	Working strength	7.5ton
	Material	AL Alloy
	Wheel diameter	750
	Driving motor	Double + Gear reducing

실험방법

생력형 어구의 해상실험은 2001년 6월 1일부터 6월 30일까지 1개월 동안 거제도 해역에서 명천수산 소속 조업선 7명천호와 8명천호(장 등, 2005)를 이용하여 실시하였으며, 7명천호를 주선으로 하고, 8명천호를 종선으로 하였다.

망고는 자기식수온수심계를 오비기 앞끝, 오비기, 수비, 앞창 및 문턱, 자루그물 입구, 깔때기, 자루그물 뒤끝의 상, 하단에 각각 부착하여 측정하였으며, 부착위치는 어구전체 길이에 그물목줄 앞끝을 기준으로 해서 생력형 어구는 오비기 앞끝 52m, 오비기 190m, 수비 329m, 앞창 및 문턱 366m, 자루그물 입구 376m, 깔때기 394m, 자루뒤끝 446m, 복합형 어구는 날개 앞끝 90m, 천장망(몸그물의 앞부분) 216m, 자루그물 입구 319m, 자루그물 뒤끝 367m되는 곳이다.

어구의 예망속도는 생력형 어구에서는 현장조업선에서 실용화되고 있는 0.46m/sec로 하였고, 복합형 어구에서는 중층트롤에서 실용화되고 있는 1.0m/sec로 하였으며, 양선간격은 생력형 어구는 100, 300m의 2단계, 복합형 어구는 100, 200,

300m의 3단계로 하여 측정하였으며, 양선간격은 선간거리계, 레이다, DGPS, 노트북 컴퓨터로 구성된 계측기로 측정하였고, 예망속도는 유속계로 측정하였다.

3척식 조업시스템의 개선을 위해 쌍끌이 기선저인망의 조업시스템을 적용하여 시험조업 한 결과, 생력형 어구는 오비기와 수비의 길이가 길기 때문에 조업의 효율성이 크게 저하하였고, 복합형 어구는 구성상의 특성으로 인해 조업수심이 얕거나 어군과의 근접거리에서는 해상실험이 불가하였기 때문에, 생력형 어구를 사용하여 현재의 조업시스템에서 자루그물의 양망을 기계화시키는데 초점을 맞춘 망선 2척, 가공선 1척이 조업하는 3척식 조업시스템 방식으로 해상실험을 실시하였다.

3척식 자동화 양망시스템 개발을 위한 해상실험은 네트드럼의 크기, 자동 자숙가마, 피시펌프 등의 적정 배치와 활용 · 개선뿐만 아니라 자루그물의 양망기계화를 위하여 파워블록(Young jin, 7.5ton)을 부착한 크레인(Young jin, 10ton)을 설치하여 실시하였다.

생력형 어구의 실용화 실험은 현재의 조업시스템을 적용한 망선 2척, 가공선 1척에 의한 3척식 조업시스템과 현용어구를 이용한 조업선의 선단에 의한 조업시스템의 비교 실험을 실시하여 투양망 소요 시간, 조업소요 인원을 분석 · 검토하였다.

결과 및 고찰

망고

생력형 어구에 대하여 예망속도를 0.46m/sec로 일정하게 하고, 양선간격을 100, 300m의 2단계로 변화시키면서 측정한 어구 각 부분의 망고변화는 前報(장 등, 2005, Fig. 5)와 같다.

복합형 어구에 대하여 예망속도를 쌍끌이 기선저인망과 비슷한 1.0m/sec로 일정하게 하고, 양선간격을 100, 200, 300m의 3단계로 변화시키면서 측정한 어구 각 부분의 망고 변화는 Fig. 3과 같다.

양선간격의 변화에 따른 각 부분의 망고는 날개 앞끝, 천장망, 자루그물 입구, 자루그물 뒤끝이 각각 9.9~12.9, 16.2~28.2, 6.8~12.1, 9.5~15.2m로 나타나 양선간격이 넓을수록 낮아지는 경향을 보였으며, 망고가 낮아지는 정도는 천장망(몸그물의 앞부분)에서 가장 뚜렷하게 나타났으며, 날개 앞끝, 자루그물 입구, 자루그물 뒤끝에서는 다소 완만하게 낮아지는 경향을 보였다.

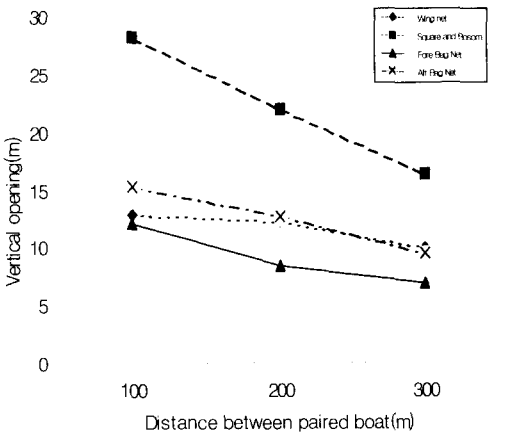

Fig. 3. Vertical opening of the combined type net as function of the distance between boats(towing speed ; 1.0m/sec).

양선간격이 100m인 경우 각 부분의 망고를 살펴보면 날개 앞끝 12.9m, 천장망 28.2m, 자루그물 입구 12.1m, 자루그물 뒤끝 15.2m로 나타나 현용의 권현망 어구보다는 매우 높게 나타났다.

망고변화에 가장 큰 영향을 주는 요소가 예망속도인 점을 감안하면 복합형 어구의 예망속도가 1.0m/sec이므로 예망속도를 0.5m/sec 미만으로 낮춘다면 망고는 매우 높아질 것으로 판단된다. 이러한 경향은 매우 큰 자루그물을 사용하고, 망고를 높이기 위하여 여러 장의 Kite를 사용하였기 때문인 것으로 판단된다.

어구형상

자동화조업시스템 적용 가능여부를 파악하기 위하여 생력형 어구와 복합형어구에 대하여 예망속도를 0.46m/sec와 1.0m/sec 일정하게 하고, 양선간격을 100, 300m의 2단계로 변화시키면서 측정한 어구의 형상은 Fig.4와 같다.

3척식 조업시스템 적용 가능 여부를 파악하기 위하여 생력형 어구의 형상을 복합형어구 형상과 비교 · 분석할 수 있도록 前報(장 등, 2005, Fig. 6)를 인용 Fig. 4 에 비교하여 나타내었으며, 양선간격 100, 300m일 때 형상에 대한 분석은 前報(장 등, 2005)와 같다.

복합형 어구는 Fig. 4와 같이 양선간격 100, 300m일 때 각 부분 어구의 형상변화는 날개 앞부분에서부터 자루그물 뒤끝에 이르기까지 일정한 깊이로 유지되는 비교적 양호한 형상으로 나타났다. 양선간격이 넓을수록 망고가 낮아져 자루그물에 의한 필터링 용적이 작아지는 경향을 보였고, 수중형상의 변화가 가장 큰 곳은 천장망 부근이었으며, 날개부분, 자루그물의 앞부분과 뒷부분은 그 변화폭이 비교적 적었다.

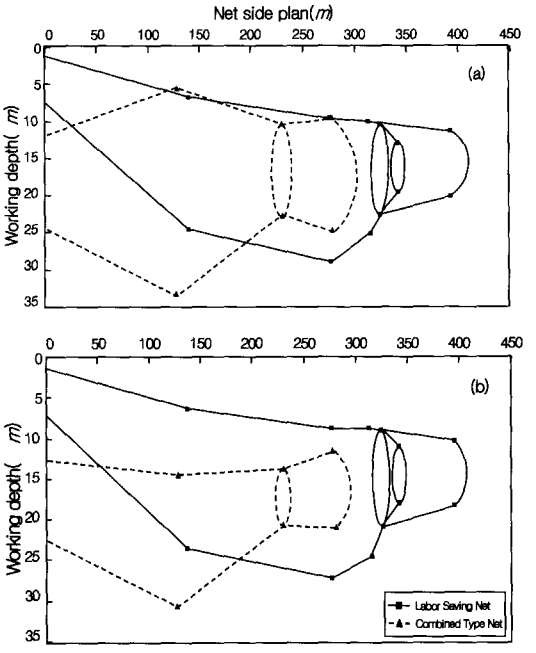

Fig. 4. Working depth of the labor saving net and combined net as function of the distance between boats. (a) 100m, (b) 300m (towing speed ; 0.46m/sec in labor saving net, 1.0m/sec in combined type net).

어구의 각 부분별 깊이범위를 살펴보면 날개 앞끝 부분은 10~25m, 천장망 부분은 5~35m, 자루그물의 앞끝 부분은 10~25m, 자루그물의 뒤끝부분은 8~28m로 어구 전체로 볼 때 앞부분과 뒷부분이 비교적 평형상태를 이루었다.

또한, 날개 앞끝에서 천장망에 이르는 경우 뜸줄 쪽은 비교적 급하게 들렸고, 발줄 쪽은 가라앉았으며, 천장망에서 자루입구에 이르는 경우에는 앞의 경우와 반대로 뜸줄 쪽은 급격하게 가라앉고, 발줄 쪽은 들렸으며, 자루 부분에서는 뜸줄 쪽은 뒤로 갈수록 들렸고, 발줄 쪽은 뒤로 갈수록 가라앉는 경향을 보였는데, 이러한 경향은 양선간격이 좁을수록 뚜렷하게 나타났다.

또한, 자루그물의 구성을 입구와 뒤끝을 동일하게(120골) 제작하여 부착함으로 인하여 입망된 멸치군이 자루그물 내에서 되돌아 거슬러서 유영하여 탈출(김 등, 2001)할 수 있는 가능성과 어구 저항의 증가로 인해 예망속도에 부정적인 영향이 미치는 것으로 나타났다.

양선간격이 100m일 때에는 날개 앞끝에서 자루그물 앞끝에 이르는 경우 발줄 쪽은 양선간격이 300m인 경우와 같이 가라앉다가 들리는 경향을 보였으나 뜸줄 쪽에는 양선간격이 300m인 경우와는 달리 완만하게 가라앉는 경향을 보였다.

어구 깊이 변화에 가장 큰 영향을 주는 요소가 예망속도와 끌줄길이인 점을 감안하면 복합형 어구의 형상이 안정적인 것은 예망속도와 끌줄길이의 변화가 없었기 때문에 그러한 것으로 판단된다.

그러나 복합형 어구는 Kite 부착 및 어구 구성상의 부력과 침강력으로 인해 수심이 10m 정도로 얕은 경우와 연안의 만내에서 멸치 군을 둘러싸서 어획하는 선망형태의 조업방식 및 어군과의 근접거리에서의 투망이 사실상 불가하므로 수심이 얕은 연안에서의 조업은 생력형 어구보다 매우 불리하다.

따라서 자동화 조업시스템 적용실험은 현행조업선의 조업시스템에서도 적용가능하고 어구의 전개성능 및 어획량이 현용어구보다 증가(장 등, 2005)한 생력형 어구를 사용하는 것이 적합하며, 복합형 어구는 예망속도가 빠르므로 수심이 깊은 어장에서는 조업효율을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

조업시스템 개선 실험

3척식 조업시스템

생력형 어구를 가지고 분석한 3척식 조업시스템에서 오비기와 수비의 투망은 어군을 탐색하여 어군이 발견되면 그물을 반씩 싣고 다니다가 자루그물에 달린 스티로폼 뜸을 먼저 투입한 후 자루그물의 끝부분을 투입하면 자루그물의 유체저항에 의하여 나머지 자루그물이 투입된다. 수비와 오비기는 네트드럼을 역회전시켜 차례로 투입하면서 양선간격을 넓혀간다. 투망이 완료되면 2척의 망선은 300m 정도의 간격을 유지하면서 0.46m/sec의 속

력으로 40~80분 정도 예망 후 어로장의 양망 지시에 따라 양망 준비를 한다. 양망 지시를 받은 후에 2척의 망선이 양선간격을 좁히어 접현하여 오비기와 수비가 일직선 되도록 예망한 후 네트드럼을 회전시켜 오비기와 수비를 감아 들인다. 자루입구 부분이 선미에 걸쳐지면 크레인의 상단에 있는 파워블록에 자루그물을 넣고 Photo 1과 같이 감아 들이면서 자루에 붙어 올라오는 멸치를 털어 멸치 군이 자루그물 끝에 모이게 되면 피시펌프의 후드가 들어갈 수 있도록 자루그물 연결부분을 개방하여 피시펌프(직경 5 Inch)후드를 넣고 Photo 2와 같이 이송하면 어획물이 가공선의 고기칸에 쏟아지게 된다. 고기칸의 멸치는 Photo 3과 같이 밀어내기식 자숙가마에 넣고 1분 30초~2분정도 자숙하는 조업과정으로 실험하였다.

Photo 1. Scene which is hauling bag net by power block.

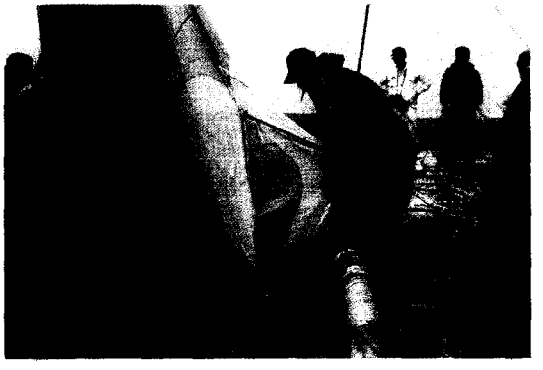

Photo 2. Scene which is pumping anchovy school in cod end by the fish pump and power block.

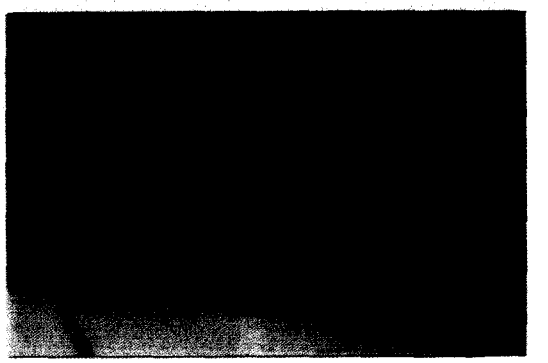

Photo 3. Scene of anchovy cooking system of pushing type.

자루그물의 양망기계화

자루그물의 양망기계화 실험은 피시펌프와 네트드럼, 피시펌프와 크레인을 각각 달리 사용한 방식으로 실험을 하였으며, 첫째 양망법은 네트드럼으로 직접 감아 들이기 위하여 자루그물 등판의 중앙에 쟈크를 부착하여 양망 중 자루그물 앞부분이 올라오면 쟈크를 개방하고 피시펌프의 후드를 넣어 자루그물안의 어획물과 물을 동시에 가공선으로 이송하면서 이송속도에 맞추어 서서히 자루그물을 네트드럼으로 감아올린다.

두 번째 양망법은 자루그물 뒷부분 상단에 쟈크를 부착하고 부착위치에 뜸을 달아 투망 한 후, 양망 시에 크레인으로 자루그물을 양망하면서 자루그물이 일정부분 올라오면 뜸을 당겨 쟈크를 개방하고 피시펌프 후드를 넣어 어획물이 일부 밀집되면 이송하면서 자루그물을 크레인으로 계속 감아올린다.

후자의 양망법은 현재의 조업시스템을 유지하는 2척의 망선에서 투양망하고 가공선에서 피시펌프로 어획물을 이송하는 경우에 가장 실용화 가능성이 큰 것으로 분석되었다.

자동화 조업시스템을 위한 어로장비 특성

3척식 조업시스템의 개선을 위해 네트드럼, 자동자숙가마, 피시펌프, 파워블록을 부착한 크레인 양망법의 적용에 따른 어로장비의 특성 분석을 위한 해상실험의 결과는, 첫째, 네트드럼의 크기 및 배치에 있어 망선 2척, 가공선 1척으로 이루어진 3척식 조업시스템은 투양망을 기존의 방식과 같게 하고, 자루그물의 양망만을 기계화한 것이므로 네트드럼의 크기 및 배치에 있어 현재의 네트드럼으로도 가

능하나, 1척의 망선으로 어구 전체를 감을 수 있는 자동화 조업시스템을 채택할 경우의 네트드럼 크기를 계산식(김 등, 2002)으로 구하면, 생력형 어구의 길이가 300m, 그물을 뭉쳤을 때의 직경이 20cm, 네트드럼의 폭이 2m, 속통의 직경이 0.3m이므로 네트드럼의 직경은 2.9m정도는 되어야만 한다.

그런데, 2.9m의 직경은 무게 중심이 높아져서 복원력의 저하가 예상되므로, 선박의 안전을 고려하여 네트드럼의 폭을 가능한 최대인 3m 정도로 넓힌다면 높이를 2.3m 정도로만 하여도 되므로 현재의 것보다 높이를 50cm 정도 높이면 되고, 오비기와 수비를 무결절망지를 사용할 경우 다소 작아도 될 것이다.

둘째, 가공설비 시스템과 배치에 있어 가공설비는 멸치를 삶는 자숙가마로, 어획된 멸치 자숙은 멸치를 담은 발이 가마를 자동으로 통과하여 오른쪽으로 빠져나가도록 하는 시스템인데, 체인에 의하여 멸치 발을 이동시키는 체인식 자숙 시스템은 현재의 조업시스템에 의한 실험에서, 밀어내기식 자숙시스템(Photo 3)은 뒤에 오는 멸치 발이 앞의 발을 밀어서 이동시키는 자숙가마인데 3척식 조업시스템에서 실험하였다.

체인식 자숙시스템은 현재 사용중인 체인식 자숙가마에 적합한 크기인 대발(840×580×40mm)을 사용하여 멸치를 담은 대발 5개가 1조가 되어 자숙가마를 자동으로 통과하여 자숙 후 자숙가마 내를 이동하는 체인에 의하여 빠져나오도록 하며, 선원 2명이 1개조로 하여 3개조가 교대로 운반하여 적재하는 방식이며, 밀어내기식 자숙시스템은 대발보다 크기가 작은 플라스틱 발(750×490×40mm)을 사용하여 Photo 3과 같이 뒤에 오는 발이 앞의 것을 밀어내면서 자숙을 하게 되고 자숙 후 빠져나온 발을 선원 1명이 적재 장소에 운반 적재하거나, 일정한 높이로 적재한 후 적재 장소로 밀어서 이동시키는 방법으로 채발 1명, 발 투입 1명, 적재 2명, 빈 발 이동작업 1명으로 총 5명 정도가 투입된다.

체인식 자숙시스템에서 사용하는 대발은 적재가용이하나, 위생상의 문제점과 멸치 비늘이 탈락하기 쉽고 자숙과정에서 멸치가 발에서 유실되는 량이 많으며, 청소작업에 어려움이 있는 반면에 밀어내기식 자숙시스템에서 사용하는 플라스틱 발은 자숙되어 나온 어획물의 선도가 우수하고, 멸치가 유실되는 정도가 대발에 비해 적으며 청소작업에 용이한 장점이 있으나, 우기에는 습기가 차는 단점이 있다.

체인식과 밀어내기식 자숙시스템에 의한 자숙작업 소요 인원은 Table 3과 같이 나타났으며, 3척식 조업시스템은 현재의 조업시스템에 비해 절반 정도로 조업인원이 줄어들었으며, 자숙 시 발생되는 멸치의 분산율도 큰 폭으로 감소하였다.

셋째, 피시펌프의 배치와 활용개선에 있어 피시펌프는 자루그물의 어획물과 가공선의 고기칸과 가깝게 위치하여 작업에 편리성이 도모되어야 하나, 현재의 조업시스템에서 피시펌프는 망선에 장치되어 있으며, 가공선으로 어획물을 이송하기 위해서는 호스의 연결부분에서 수밀이 이루어지도록 가공선의 피시펌프 호스와 연결작업이 매 조업 시 마다 계속적으로 이루어져야만 한다. 피시펌프 호스의 연결작업에 소요되는 많은 인원과 더불어 피시펌프 호스의 길이가 길어져서 어획물 이송의 효율도 저감되고 있다.

3척식 조업시스템에서는 피시펌프를 가공선의 선수부 현측에 설치하여 자루그물에서 고기칸으로 바로 이송할 수 있도록 개선하여 작업소요 인원 및 인력의 절감과 어획물 이송 효율 증대, 양망 소요시간의 단축, 어획물의 선도 향상이 가능하였다.

넷째, 자루그물의 양망기계화를 위해 기존의 볼롤러에 의한 양망법을 채택하지 않고, 파워블록을 부착한 크레인을 Photo 1과 같이 망선의 네트드럼 후방 1~2m에 설치하고 양망시에 활용하여 조업시스템 개선의 가능성을 분석하였다.

크레인 사용에 의한 자루그물 양망법은 수비가 망선에 걸쳐지면 크레인 끝에 부착되어 있는 파워블록 안에 수비를 넣고 크레인의 데릭을 해상상태에 따라 적정 높이로 세워서 수비뒤끝, 문턱, 앞창, 자루그물 순으로 양망을 하게 되고, 선원들은 자루그물을 당겨 올리는 작업이 필요 없이 곧바로 투망을 위한 그물정리 작업을 한다. 크레인 사용에 의한 자루그물 양망시스템의 채택으로 Table 2, 3과 같이 작업소요 인원의 대폭 감소, 양망소요 시간의 단축, 어획물의 선도 향상이 가능하였다.

작업효율성 분석 및 개선방안

현용어구를 사용한 현재의 조업시스템과 생력형 어구를 사용한 3척식 조업시스템의 해상실험 결과에서 투양망 소요시간을 비교하면 Table 2와 같다. 투망소요 시간은 현용어구의 조업시스템에서 짧게 나타났으나, 양망소요 시간은 투망과는 반대로 생력

형 어구에서 짧게 나타났으며, 현용어구보다 10분 이상 단축되었다.

어로작업 소요인원은 Table 3과 같이 현용어구 조업시스템에서는 총 조업소요 인원이 45명, 생력형 어구에서는 20명으로 나타났으며, 파워블록을 부착한 크레인의 사용으로 어로작업 소요인원이 현용어구에 의한 조업시스템에 비해 절반 이하로 대폭 줄어들었다.

Table 2. Comparison of the casting and hauling time according to the fishing system

Fishing system	Traditional system	Labor saving system
Casting time(min)	5(±2)	6(±2)
Hauling time(min)	40(±10)	30(±5)

Table 3. Comparison of the fishermen according to the fishing system

Fishing system	Traditional system (No. of fishermen)	Labor saving system (No. of fishermen)
Fish detecting boat	3	-
Catcher boat	8(±1)×2 = 16	3 + 4 = 7
Anchovy cooking boat	10(±2)	5(±1)
Fish transporting boat	4(±1)	-
Headquarter of anchovy boat seine	12(±3)	8(±2)
Total	45(±7)	20(±3)

생력형 어구에 의한 망선 2척, 가공선 1척의 3척식 조업시스템의 실험은 오비기와 수비의 투양망은 현재의 방식대로 하고, 자루그물의 양망만을 기계화하는 방식이므로 현장조업선들의 채택이 매우 용이하여 현장실용화가 가능하였다.

상기의 3척식 조업시스템은 선단에서 기존의 운반선이 없어지는 방식이며, 현재 조업선에서 1일 최대어획량이 가공선과 운반선 2척이 적재할 수 있는 량을 어획하지 못하고 있는 실정이기 때문에 운반선의 추가적인 사용은 어업자의 사용필요성 여부 판단에 따라 추가적으로 활용될 수도 있다.

또한 3척식 조업시스템에서는 현재의 조업방식과는 달리 조업 중 어탐선이 자루그물 입구에 머무르지 않는 조업방식이며, 망선 2척, 가공선 1척에 어군탐지기를 설치하여 어군탐색을 공동으로 실시하여 조업을 행하므로 어탐선 없이도 조업이 가능하도록 개선하였다.

자루그물의 양망은 파워블록을 부착한 크레인의 사용으로 양망 소요시간을 현재보다 10분 이상 단축할 수 있었으며, 어로작업 소요 인원수도 20~23명으로 현재 조업시스템의 절반으로 줄어 조업인원이 절감되어 선원수급이 용이해졌을 뿐만 아니라 선원의 노령화에 따른 문제점도 해결할 수 있었다.

멸치를 자숙하는 자숙가마시스템을 체인식에서 밀어내기식 시스템으로 전환한 결과 자숙에 소요되는 시간의 단축과 자숙 시 발생되는 멸치의 유실이 대폭 감소하였고, 자숙에 소요되는 인원수도 5명 정도 줄일 수 있었다.

향후 가공선의 조업설비시스템의 설비 구조를 개선하여 멸치의 대량 어획 시 자숙하지 못하고 버려지는 것을 방지하도록 고기 칸에 급속냉동, 냉수 또는 빙장 처리 후 자숙하는 방안이 요구되며, 고기 칸을 3단계로 분리해서 피시펌프로 이송 시 체장별로 자동으로 분리되어 적재되게 하고, 채반으로 멸치를 담는 과정의 자동화 시스템도 구축하여 최종적으로 조업인원 2~3명으로도 자숙이 가능한 자동자숙시스템 구축에 대한 연구가 필요하다. 또, 가공선의 태양열 이용, 초고속건조시스템 구축 및 어장막의 제품처리시스템 개선을 통하여 고품질의 제품이 생산될 수 있도록 개선할 필요가 있다.

결 론

기선권현망 어구 규모의 대폭적인 축소를 통한 어구개량과 자동화 조업시스템을 목적으로 생력형 어구와 복합형 어구를 제작하여 현장조업선에 의한 해상실험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

복합형 어구 각부의 망고 변화폭은 예망속도 1.0 m/sec, 양선간격 100, 200, 300m에서 날개 앞끝, 천장망, 자루그물 입구, 자루그물 뒤끝이 각각 9.9~12.9, 16.2~28.2, 6.8~12.1, 9.5~15.2m로 나타나 양선간격이 넓을수록 낮아지는 경향을 보였다.

생력형 어구는 수직전개 및 예망수층이 안정되었

고, 자루그물의 개량으로 자동화 조업시스템이 가능하였으며, 복합형 어구는 수심이 얕은 곳이나 어군과의 근접거리에서는 조업이 매우 곤란하였다.

생력형 어구를 사용한 자동화 양망시스템을 위한 해상실험의 결과, 망선 2척, 가공선 1척의 3척식 조업시스템의 현장실용화가 가능하였으며, 파워블록을 부착한 크레인의 활용, 밀어내기식 자숙가마시스템의 도입으로 자루그물 양망의 자동화 및 자숙 시발에서 멸치가 유실되는 것을 줄일 수 있었다.

3척식 자동화 양망시스템의 현장실용화 실험 결과 투·양망의 소요시간 및 작업인원을 현용어구의 조업시스템인 3~5분, 30~50분, 28~38명에 비하여 각각 4~6분, 20~35분, 12~13명으로 크게 줄일 수 있었다.

참고문헌

김광홍(2000) : GPS船間距離計測시스템의 構成과 그 應用에 관한 硏究, 부경대학교 대학원 수산학박사 학위 논문.

김용해·장충식·안영수·김형석(2001) : 기선권현망어업의 어구 개량과 자동화조업시스템 개발 -II - 수중광 및 예망유속과 멸치의 도피반응 행동 분석-, 한국어업기술학회지 37(2), 78-84.

김용해·서두옥·이대재·조봉곤(2002) : 해양생산기기학, 경신인쇄사, 159.

서영태(1969) : 기선권현망어업에 대한 연구, 통영수전 논문집 5, 1-24.

이병기·서영태·염말구·한희수(1979a) : 기선권현망의 연구-III, 79형 개량식어구의 실지시험, 어업기술 15(2), 83-94.

이병기·서영태·한희수(1979b) : 기선권현망어구의 개량 및 성역화에 시험, 1979년 기선권현망수협연구보고서, 7-37.

이병기·한희수·윤차안·김광홍(1979c) : 기선권현망의 연구-IV, 자루그물 양망과정의 성역화 시험, 어업기술 15(2), 95-100.

오광수(1990) : 멸치 처리가공의 현황과 개선방안, 水産硏究 4, 33-42.

張忠植(1990) : 權現網漁業의 現況과 漁具·漁法의 展望, 水産硏究 4, 25-31.

張忠植(1996) : 權現網漁業의 現況과 改善方向에 關하여, 慶尙大學校 水産大學 海洋産業硏究所報 1, 17-19.

장충식(1998) : 새로운 수산환경하의 권현망어선의 개발방향, 선단조업어선기술개발에 관한 세미나, 21-29.

장충식(2001) : 개량식 기선권현망 어구의 성능 조사보고서, 경상대학교 해양산업연구소보, 6-67.

장충식·안영수·김광홍(2005) : 생력형 기선권현망 어구의 전개성능, 한국어업기술학회지 41(1), 9-16.

한국중소조선기술연구소(1998) : 선단조업어선 기술개발에 관한 세미나, 2-29.

해양수산부(2000) : 선단조업어선의 생인력화에 관한 연구, 1-125.

해양수산부(2001) : 해상에서 멸치 가공을 위한 태양열 온수 개발, 1-103.

2005년 3월 14일 접수
2005년 4월 20일 수리