

망지를 이용한 트롤 탈출장치 개발

조삼광* · 신종근¹ · 차봉진¹ · 양용수¹

국립수산과학원 서해수산연구소, ¹국립수산과학원 수산공학과

Development of a Trawl Escapement Net using net material

Sam-Kwang CHO*, Jong-Keun SHIN¹, Bong-Jin CHA¹ and Yong-Su YANG¹

Fisheries Resources Division, West Sea Fisheries Research Institute, NFRDI, Incheon 400-420, Korea

¹Fisheries Engineering Division, National Fisheries Research & Development Institute,
Busan 619-902, Korea

Sea experiment for this study was carried out to develop a Trawl Escapement Net(TEN) using net material to improve the survival rate of undersized fishes that escaped from trawls in the Korean southern sea in May and November, 2005. Three kinds of Trawl Escapement Net(TEN) were examined to increase the escapement rate for fishes escaped from the TEN, and total catches in the codend and cover-net were investigated. The main catch species in the experimental fishing trials using a V shape TEN(A type) in May were Korean pomfret(*Pampus echinogaster*), slimy(*Leiognathus nuchalis*), gizzard shad(*Konosirus punctatus*), white croaker(*Pennahia argentata*) and smelt(*Sillago sihama*). In the experimental fishing trials using a V shape TEN with a protector for undersized fishes(B type) and a panel shape TEN with a protector(C type) in November, the main catch species were horse mackerel(*Trachurus japonicus*), sea pike(*Sphyraena japonica*), large-head hairtail(*Trichiurus lepturus*), kammal thryssa(*Thryssa kammalensis*), white croaker(*Pennahia argentata*), butterfish(*Psenopsis anomala*) and red gurnard(*Lepidotrigla microptera*). Most of large-sized fish species like Korean pomfret and Spanish mackerel could not escape through the TEN in the B type and C type. Catches of horse mackerel were highest in the experimental fishing of November and escapement rates for most fish species including horse mackerel were higher in the C type compared with B type.

Key words : TEN(Trawl Escapement Net), Survival rate, Undersized fishes

*Corresponding author: skcho@nfrdi.re.kr, Tel: 82-32-745-0571, Fax: 82-32-745-0569

서 론

지금까지 개발된 고품체의 탈출장치는 끝자루의 탈출성능과 비교하여 그 탈출효과는 입증되었지만, 현장에서의 사용을 위해서는 선박에서 취급이 용이하고 선상에서 탈·부착이 쉬운 유연성 있는 재질의 탈출장치가 요구되었다. 고품체 탈출장치의 문제점을 개선하기 위하여, Andrew et al.(1993)은 호주의 남부 해역에서 Morisson soft TED의 적용 시험을 실시하였고, Angel and Lilleng(2001)은 플라스틱과 고무로 만들어진 새로운 형태의 선택 시스템에 대한 연구를 수행하였지만, 우리나라에서는 Cho et al.(2005)의 고품체를 이용한 탈출장치 개발 이외에는 이와 같은 연구가 없었다.

기존의 연구에서 개발된 탈출장치와 동일한 탈출효과를 가지면서 선박에서의 사용이 용이한 탈출장치를 제작함으로써 일반적인 상업 어선에서도 사용할 수 있는 소형어류 탈출장치를 개발하기 위하여 본 연구를 수행하게 되었다. 이 연구를 통해 개발하고자 하는 탈출장치는 기존의 스테인리스 혹은 플라스틱 재질과는 달리 유연성이 있는 직사각망지(PE Ultracross)를 사용하여 소형어류 탈출장치를 제작하였다. 트롤에 입망된 어류가 소형어류와 성어로 분리되도록 유도 장치를 탈출장치 부착 그물의 아랫부분에 부착하였으며, 특히 소형어류가 끝자루로 들어가는 것을 막기 위하여 프로젝터를 추가하였다. 프로젝터는 풀어헤친 로프를 사용하여 제작하였으며, 유도 그물의 상부에 부착하여 자루그물 속으로 입망된 소형어류에 위협을 가함으로써 소형어류가 끝자루 속으로 들어가기 전에 위협을 느껴 탈출장치를 통하여 빠져나가도록 하는 원리로 제작하였다.

본 연구에서는 탈출장치의 망목 크기에 따른 소형어류의 탈출률을 조사하였으며, V자 모양 탈출장치와 평판형 탈출장치의 비교 시험을 통하여 탈출률과 탈출행동을 비교·분석하였다.

재료 및 방법

시험어구 및 탈출장치

본 연구에 사용된 선박은 국립수산물학원 소속의 탐구3호(369tons, 1600ps)를 이용하였으며, 시험어구는 Fig. 1과 같이 탈출장치의 해상시험을 위하여 뜰줄 길이 37.5m, 발줄 길이 45.1m, 끝자루를 포함한 그물 길이가 43.1m인 저층 트롤 어구를 사용하였다. 끝자루에 들어온 어류가 빠져나갈 수 없도록 끝자루 안쪽에 망목 내경이 30mm인 내망을 부착하였고, 예인시 어구의 안정성을 높이기 위해 끝자루 앞부분에는 연장 그물을 달았으며, 연장 그물의 상부에 탈출장치를 부착하였다.

또한 어류의 탈출률을 조사하기 위하여 탈출망의 상부에 내경 30mm인 덮망을 부착하여 탈출장치를 통해 빠져나온 어류의 종류, 개체수, 체장 및 체중을 조사하였으며, 폭 및 길이 방향이 끝자루와 같은 크기가 되도록 설계 제작하여 부착하였다. 탈출장치의 제작은 철제 그리드 등과 같은 고품체를 사용하지 않고 직사각형 망지(PE Ultracross)를 사용함으로써 선상에서의 어로작업 및 탈출장치의 교체시 위험을 줄이고 다루기 편리하도록 하였다.

본 연구에서 사용된 탈출장치는 3가지 형태(A, B, C)의 탈출장치를 비교 시험용으로 제작하여 해상시험을 실시하였다. A형은 1,370(B) × 1,130mm(L)인 V자 모양으로서 직사각형 망지 폭 방향의 망목 간격을 결정하기 위하여 길이 방향의 크기를 75mm로 하고 15mm, 24mm, 30mm의 간격으로 폭의 크기를 다르게 한 세 종류의 장치에 대하여 시험조업을 실시하였고(Fig. 2), B형은 A형과 같은 직사각 망지에 폭 방향의 크기를 24mm의 간격으로 하였으며, 어린고기의 탈출을 도울 수 있도록 풀어헤친 로프를 이용한 프로젝터를 부착하여 시험조업을 실시하였다(Fig. 3). B형은 어민들이 사용하기에 다소 구조가 복잡하고 해파리 등이 함께 입망하였을 때 어류가 어구 내에서 회피할 수 있는 공간이 부족하

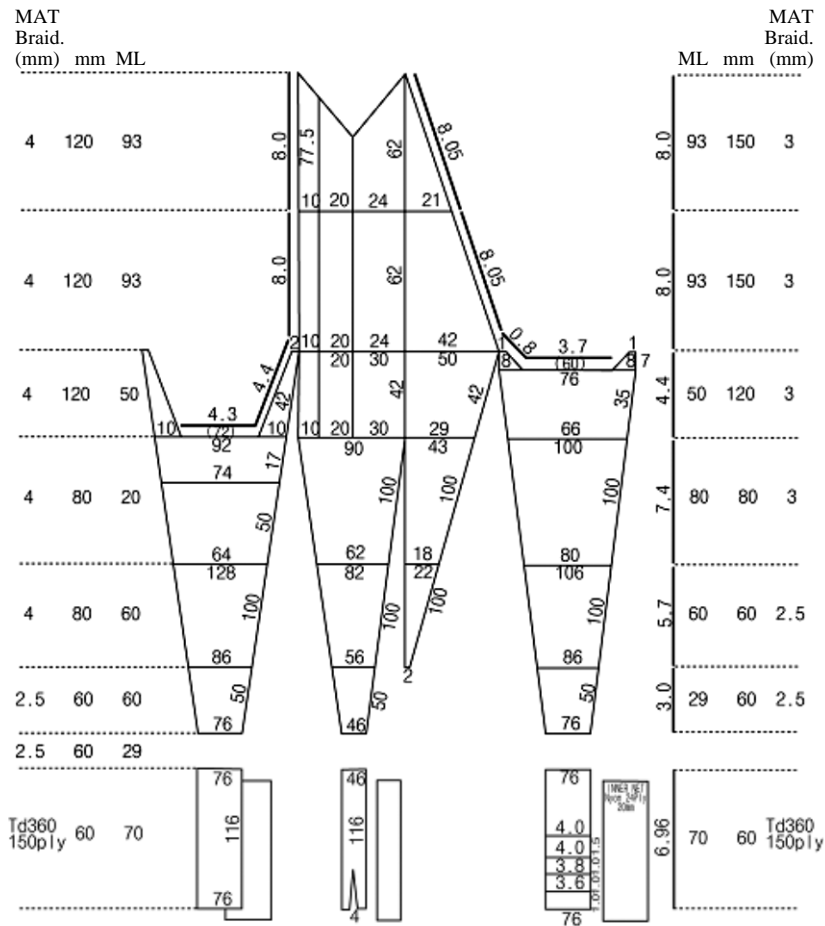


Fig. 1. Layout of the bottom trawl net used for the sea experiment of Trawl Escapement Net.

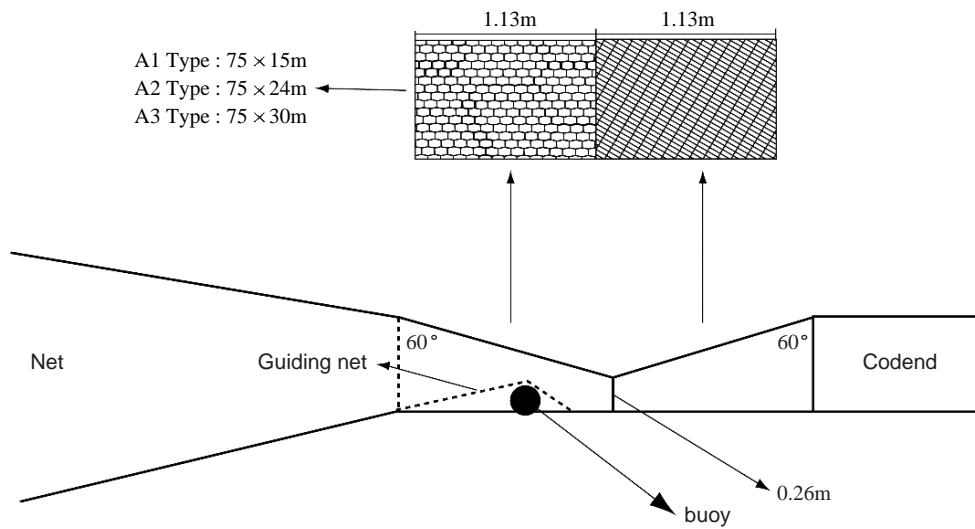


Fig. 2. Schematic view of Trawl Escapement Net of V shape (A type).

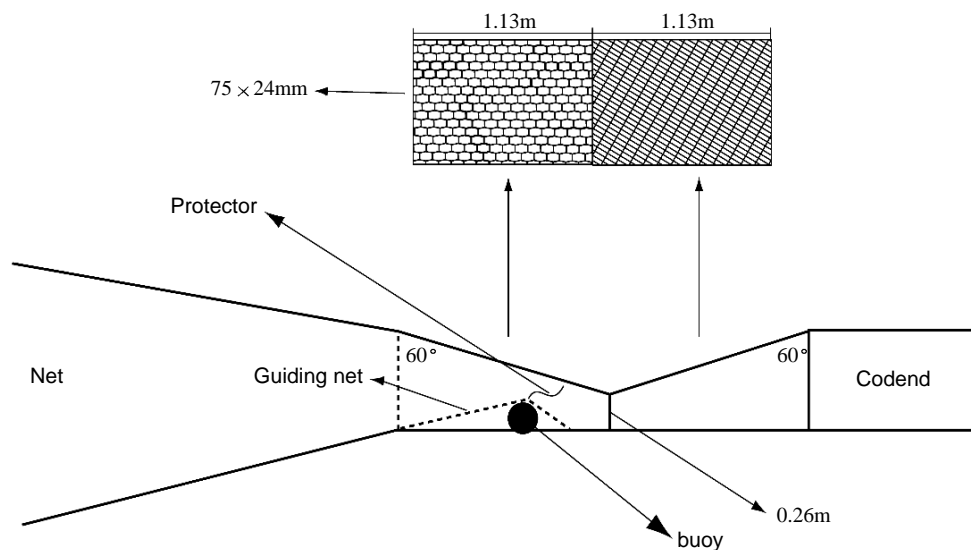


Fig. 3. Schematic view of Trawl Escapement Net of V shape having a protector on the guiding net (B type).

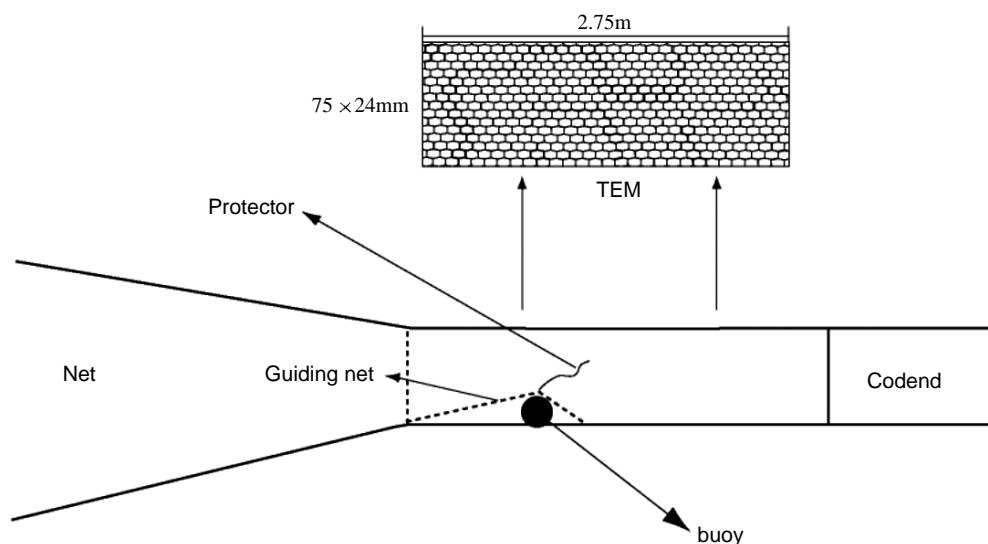


Fig. 4. Schematic view of Trawl Escapement Net of panel shape having a protector on the guiding net (C type).

여 작은 어류와 함께 끝자루로 휩쓸려 들어갈 우려가 있어 그것을 방지하기 위하여 탈출장치의 크기가 1,370(B) × 2,750mm(L)이고 탈출망의 망목 크기가 24(B) × 75mm(L)인 평판형 탈출장치 C형을 제작하였다(Fig. 4)

시험 해역 및 조사방법

Fig. 5는 시험해역을 나타내는 것으로서 해상

시험은 97, 98, 99 해구에서 수행되었으며, 망목 간격(15(B) × 75mm(L), 24 × 75mm, 30 × 75mm)이 서로 다른 V자 모양의 A형 탈출장치를 사용하여 총 9회의 해상시험을 2005년 5월에 실시하였다. 그리고 B형과 C형의 탈출장치를 이용하여 각각 7회 및 8회의 해상시험을 2005년 11월 동 해역에서 실시하였으며, 해상시험시 평균 예망속도와 예망시간은 약 3knots 및 1시간으로 하

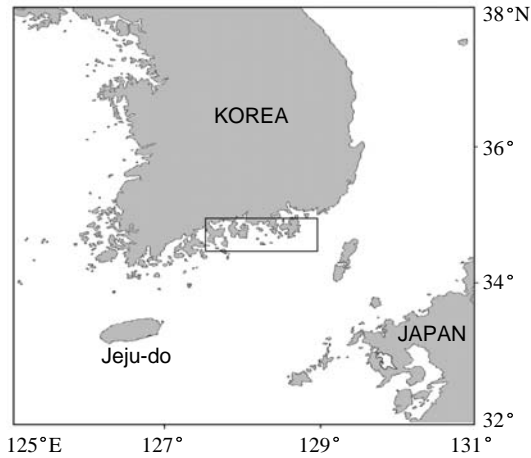


Fig. 5. Sea experiment areas for investigating the escapement rate of fishes escaped from Trawl Escapement Net.

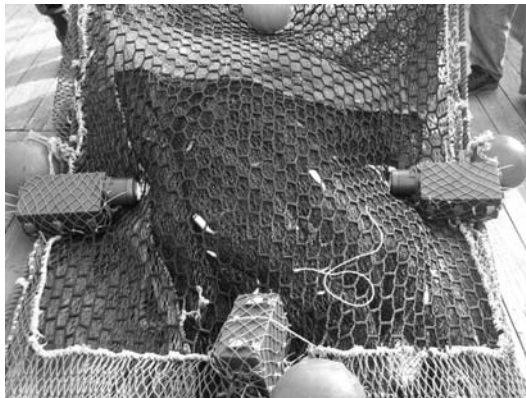


Fig. 6. Photo of underwater camera and lights attached to the Trawl Escapement Net.

였다. A형을 이용한 해상시험에서는 망목 크기에 따라 각 3회씩 해상시험을 실시하였으며, B형과 C형의 경우에 있어서는 선상에서 탈출장치가 부착된 연장 그물의 교체에 따른 시간을 줄이기 위하여 각각 2회씩 교대로 해상시험을 실시하였다. 또한 탈출어류의 어군행동을 관찰하기 위하여 탈출장치에 부착된 덮망을 제거한 후 Fig. 6과 같이 탈출장치 상부에 수중카메라를 부착하여 탈출장치를 탈출하는 어류의 탈출 장면을 촬영하였다.

어획물 조사는 끝자루 내망과 탈출장치 덮망의 것을 분리하여 전수 측정을 원칙으로 하였으며, 어획량이 아주 많은 경우는 어종별 무작위로 50 - 100마리를 추출하여 체장 및 체중을 조사하였다.

결 과

탈출장치의 망목 크기에 따른 해상시험

PE 무결질 망지로 만들어진 탈출장치(망목 간격 15mm(A1), 24mm(A2), 30mm(A3))를 통해 빠져나간 소형어류의 어종별 평균체장 및 탈출률을 조사하여 비교한 결과를 Table 1에 나타내었다. Table 1에 나타난 것처럼 탈출장치를 빠져나가 덮망에 어획된 주 어획종은 덕대(Korean pomfret, *Pampus echinogaster*), 주둥치(Slimy, *Leiognathus nuchalis*), 전어(Gizzard shad, *Konosirus punctatus*) 등이었으며, 그 외 보구치(White croaker, *Pennahia argentata*), 보리멸(Smelt, *Sillago sihama*), 밴댕이(Bigeyed herring, *Sardinella zunasi*), 준치(Chinese herring, *Ilisha elongata*), 달강어(Red gurnard, *Lepidotrigla microptera*) 등이 어획되었다. 탈출장치의 망목 크기에 따라 각각 3회씩의 어획시험을 실시한 결과를 살펴보면, 주 어획종의 끝자루와 탈출장치 덮망에 어획된 동일 어종의 평균체장에서는 큰 차이가 없었으며, A2형의 3차 실험에서 주둥치의 대부분이 탈출하지 못해 탈출률이 낮았던 것을 제외하고 대부분 어종의 탈출률이 A3형에서 높게 나타났다.

$$\text{탈출률(\%)} = \frac{\text{덮망 어획중량}}{\text{덮망 어획중량} + \text{끝자루 어획중량}} \times 100 \quad (1)$$

탈출률의 계산은 식 (1)과 같이 덮망에서 어획된 어획중량을 총 어획중량으로 나눈 값을 말하며, 덕대의 경우 탈출장치의 망목 간격이 15mm, 24mm, 30mm로 증가함에 따라 각각 31.3%, 50%, 60%로 증가하였으며, 그 외 어종들도 망목 크기가 증가함에 따라 탈출률도 증가

Table 1. Escapement Rate(ER), Average Length(AL) and Total Catches(TC) of main catch species in the sea experiment of May, 2005

| Fish species | | V shape (A1) | | | V shape (A2) | | | V shape (A3) | | |
|-----------------|--------|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|--------------|------|-------|
| | | Codend | TEN | ER(%) | Codend | TEN | ER(%) | Codend | TEN | ER(%) |
| Korean pomfret | AL(cm) | 11.69 | 10.97 | 31.3 | 11.22 | 10.75 | 50 | 12.0 | 10.0 | 60 |
| | TC(kg) | 165.6 | 75.4 | | 38.5 | 38.2 | | 41.3 | 61.9 | |
| Slimy | AL(cm) | 6.2 | 6.0 | 89.5 | 6.14 | 5.95 | 35 | 6.0 | 6.0 | 93 |
| | TC(kg) | 1.42 | 12.1 | | 149.15 | 79.8 | | 0.48 | 6.4 | |
| Gizzard shad | AL(cm) | 13.05 | 12.59 | 93 | 11.71 | 11.24 | 65.9 | 11.6 | 11.8 | 88.1 |
| | TC(kg) | 0.14 | 1.85 | | 0.72 | 1.39 | | 0.35 | 2.6 | |
| White croaker | AL(cm) | 20.75 | 11.98 | 4.96 | 15.47 | 13.92 | 25.8 | 15.7 | 13.6 | 31.4 |
| | TC(kg) | 1.53 | 0.08 | | 1.21 | 0.42 | | 0.7 | 0.32 | |
| Smelt | AL(cm) | - | - | 0 | 12.72 | 11.7 | 7.4 | 16.4 | - | 0 |
| | TC(kg) | 0 | 0 | | 0.25 | 0.02 | | 0.02 | 0 | |
| Bigeyed herring | AL(cm) | 11.39 | 11.35 | 98.5 | - | - | 0 | 10.5 | 10.2 | 95.2 |
| | TC(kg) | 0.07 | 4.23 | | 0 | 0 | | 0.01 | 0.2 | |
| Chinese herring | AL(cm) | 10.22 | 10.24 | 90.1 | - | - | 0 | 10.3 | 10.3 | 94.8 |
| | TC(kg) | 0.62 | 5.7 | | 0 | 0 | | 0.8 | 14.5 | |
| Red gurnard | AL(cm) | 27.6 | - | 0 | 26.05 | 20.28 | 6.34 | 27.1 | 25.9 | 9.6 |
| | TC(kg) | 4.5 | 0 | | 9.3 | 0.63 | | 16.95 | 1.8 | |

※ TEN: Trawl Escapement Net

하였으므로 A형 탈출망의 탈출성능을 결정하는 중요한 요인은 탈출장치의 망목 간격인 것으로 확인되었다.

탈출장치 형태별 해상시험

5월 해상시험과 마찬가지로 한국 남해안에서 B type 과 C type 을 사용하여 해상시험을 실시한 결과, 어획된 주 어종은 전갱이(Horse mackerel, *Trachurus japonicus*), 애꼬치(Seapike, *Sphyraena japonica*), 갈치(Largehead hairtail, *Trichiurus lepturus*), 청멸(Kammal thryssa, *Thryssa kammalensis*), 보구치 등이었으며, 그 외 셋돔(Butterfish, *Psenopsis anomala*), 달강어, 열동가리돔(Cardinal fish, *Apogon lineatus*), 덕대, 삼치(Spanish mackerel, *Scomberomorus niphonius*), 까지가자미(Rock sole, *Lepidopsetta bilineata*), 도다리(Finespotted flounder, *Pleuronichthys cornutus*),

황아귀(Yellow gosefish, *Lophius litulon*) 등이 어획되었다(Table 2). V자 모양(B type)과 평판형 탈출장치(C type) 모두 덕대, 삼치, 까지가자미, 황아귀 등 대형어의 경우 대부분 탈출하지 못하였으며, V자 모양의 탈출장치에서 끝자루와 탈출장치 덮망에 어획된 덕대와 까지가자미를 제외한 대부분의 어종에 있어 평균체장에서 큰 차이는 발견되지 않았다. 본 시험조업에서 어획이 가장 많았던 가랑이 체장 12cm 내외인 전갱이(성숙 체장 20cm)의 탈출률은 평판형에서 37.7%로 높게 나타났으며, 갈치를 제외한 애꼬치 등 대부분의 어종이 평판형에서 탈출률이 높게 나타났다. 이러한 현상은 11월의 해상시험에서 해파리의 혼획이 많아 평판형에 비하여 유입되는 해파리에 대한 도피행동을 하기 협소한 구조를 가진 V자 모양 탈출장치의 구조적 문제인 것으로 사료된다.

Table 2. Escapement Rate(ER), Average Length(AL) and Total Catches(TC) of main catch species in the sea experiment of November, 2005

| Fish species | | V shape with a protector (B type) | | | Panel type with a protector (C type) | | |
|----------------------|--------|-----------------------------------|-------|-------|--------------------------------------|-------|-------|
| | | Codend | TEN | ER(%) | Codend | TEN | ER(%) |
| Horse mackerel | AL(cm) | 14.06 | 13.87 | 18.5 | 14.22 | 14.0 | 37.7 |
| | TC(kg) | 39.81 | 9.06 | | 106.25 | 64.2 | |
| Sea pike | AL(cm) | 23.12 | 22.83 | 14.6 | 23.05 | 22.56 | 28.4 |
| | TC(kg) | 50.9 | 8.7 | | 30.6 | 12.11 | |
| Largehead hairtail | AL(cm) | 11.93 | 11.2 | 25.6 | 12.22 | 10.36 | 31.6 |
| | TC(kg) | 14.0 | 4.82 | | 11.25 | 5.19 | |
| Kammal thryssa | AL(cm) | 10.62 | 10.5 | 10.9 | 10.66 | 11.06 | 76.9 |
| | TC(kg) | 10.15 | 1.24 | | 0.69 | 0.23 | |
| White croaker | AL(cm) | 21.65 | 21.47 | 6.4 | 21.82 | 21.75 | 22.9 |
| | TC(kg) | 104.4 | 7.13 | | 58.8 | 17.47 | |
| Butterfish | AL(cm) | 14.49 | 14.22 | 16.6 | 15.62 | 15.28 | 38.3 |
| | TC(kg) | 16.85 | 3.35 | | 4.36 | 2.71 | |
| Red gurnard | AL(cm) | 22.21 | 21.04 | 6.8 | 22.39 | 21.26 | 8.5 |
| | TC(kg) | 32.6 | 2.36 | | 17.3 | 1.61 | |
| Cardinal fish | AL(cm) | 8.12 | 8.75 | 4.3 | 8.68 | 8.69 | 51.2 |
| | TC(kg) | 10.0 | 0.45 | | 2.27 | 2.38 | |
| Korean pomfret | AL(cm) | 16.87 | 12.0 | 0 | 17.39 | 15.67 | 0.2 |
| | TC(kg) | 139.25 | 0 | | 117.5 | 0.25 | |
| Spanish mackerel | AL(cm) | 39.78 | 40.8 | 3.2 | 39.94 | 40.88 | 3.6 |
| | TC(kg) | 15.15 | 0.5 | | 55.9 | 2.1 | |
| Rock sole | AL(cm) | 27.37 | 17.15 | 1.0 | 28.64 | - | 0 |
| | TC(kg) | 10.35 | 0.1 | | 6.1 | 0 | |
| Finespotted flounder | AL(cm) | 21.54 | 19.0 | 2.3 | 22.42 | - | 0 |
| | TC(kg) | 2.95 | 0.07 | | 3.09 | 0 | |
| Yellow goosefish | AL(cm) | 29.79 | - | 0 | 28.66 | - | 0.6 |
| | TC(kg) | 60.7 | 0 | | 12.4 | 0.08 | |

고찰

고형체 탈출장치는 장치의 과중한 무게로 인하여 어업인들이 사용 및 취급에 어려운 점이 많아 상업적인 트롤어선에서 사용하기가 불편할 것으로 사료된다. Coreil(1985)은 새우 트롤어선에서 철제 그리드의 재질을 알루미늄으로 교체하여 탈출장치의 무게를 줄일 수 있었으며, Angel and Lilleng(2001)은 저층 트롤에서 성숙체장 이하의 어류를 탈출시키기 위하여 탈출장

치의 재질을 플라스틱과 고무로 제작하여 장치의 개선에 관하여 연구하였다. 이외에, Mounsey et al.(1995)과 Robbins-Troeger et al.(1995)은 호주의 새우 트롤어업에서 그리드 Bar의 재질을 고형체가 아닌 유연체인 로프 등으로 교체하여 기존의 고형체와 비교연구를 한 결과 새우의 어획에 큰 차이가 없음을 증명하였다. 그리고 Andrew et al.(1993)은 새우 트롤어업에서 탈출장치를 그물감으로 사용되는 망지를 이용하여

제작한 거북 탈출장치 시험결과 거북의 혼획이 감소한 결과를 얻었다.

본 연구에서, 유연성이 있는 그물감을 이용하여 V자 모양 및 평판형 탈출장치를 제작하여 어종별 탈출률을 비교하기 위한 해상시험을 실시한 결과를 고찰해 보면 망지를 이용한 트롤 탈출장치는 고형체 탈출장치와 마찬가지로 탈출장치의 망목 크기가 커질수록 대부분의 어종에 있어 탈출률도 증가하는 것으로 나타났지만, 끝자루와 탈출장치를 통과하여 덮망에 어획된 대부분의 어종들에 있어 평균체장의 차이는 크지 않았다. 이것은 다양한 어종이 어획되는 트롤어구의 특성상 어획중에 따라 탈출장치의 Bar 간격을 조정함으로써 어종특성에 맞는 탈출장치를 제작하여 사용할 수 있을 것으로 보여진다.

또한 어린고기가 자루그물 속에서 끝자루 속으로 들어가는 것을 막기 위하여 V자 모양 탈출장치에 유도 그물의 상부에 프로텍터를 부착한 V자 모양과 프로텍터를 부착한 평판형 탈출장치의 어종간 탈출률 비교에서는 대부분의 어종이 평판형에서 높은 탈출률을 나타내었다. 이것은 2005년 11월의 해상시험에서 해파리의 혼획이 많았는데 V자 모양 탈출장치의 구조가 평판형 탈출장치에 비하여 해파리에 대한 도피행동을 하기에 협소한 구조를 가졌기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 해파리나 대형어류의 유입시에도 소형어류의 탈출이 원활하게 이루어질 것으로 기대되는 평판형의 구조가 탈출장치의 형태로 적합할 것으로 사료된다.

Suuronen et al.(1991)이 연구한 표층트롤을 탈출한 발틱산 청어의 탈출행동을 연구한 결과를 보면, 빠른 예인속도에서 그리드형 탈출장치를 빠져나간 소형 청어는 그리드 앞쪽의 두 번째 Bar를 통해서 빠져나가는 것이 보여 졌고, 또한 체장이 큰 청어들은 어구를 탈출하기 위한 시도로써 머리부분이 탈출장치의 Bar 사이를 향하여 유영하는 것도 관찰되었다.

이러한 결과는 2006년 8월의 해상시험에서 탈



Fig. 7. Photos of undersized fishes escaping from Trawl Escapement Net.

출어류의 어군행동을 관찰하기 위하여 수중카메라를 이용하여 분석한 결과에서 보여준 탈출 행동과 유사한 것으로 나타났다. Fig. 7은 탈출장치를 탈출하는 어류의 탈출 직후의 모습을 수중에서 촬영한 사진을 보여주고 있으며, 추후 탈출 이전의 어군행동에 대해서도 수중카메라를 활용하여 구명함으로써 탈출장치를 개선하고 장치의 활용도를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

결 론

트롤어업에서 소형 어류의 탈출효율을 극대화시키고 탈출어류의 생존율도 높일 수 있는 3종의 탈출장치를 제작하여 소형 어류의 탈출성능에 관한 해상시험을 한국 남해안에서 2005년 5월과 11월에 실시하여 어종별 탈출률을 비교한 후 실용화의 가능성을 조사하였다. V자 모양의 탈출장치를 부착한 5월 시험조업에서의 주 어획종은 덕대, 주둥치, 전어 등이었으며, 그 외 보구치, 보리멸 등이 어획되었다. 프로텍터를 부착한 V자 모양의 탈출장치와 프로텍터를 부착한 평판형 탈출장치를 이용한 11월의 해상시험에서 주 어획종은 전갱이, 애꼬치, 갈치, 청멸, 보구치 등이었으며, 그 외 셋돔, 달강어 등이 어획되었다. V자 모양과 평판형 탈출장치 모두 덕대, 삼치 등 대형어의 경우 대부분 탈출하지 못하였다.

본 시험조업에서는 어획이 가장 많았던 가랑이 체장 12cm 내외인 전갱이(성숙 체장 20cm)는 평관형의 탈출률이 37.7%로 V자 모양의 18.5% 보다 높게 나타났으며, 애꼬치 등 대부분의 어종이 프로텍터를 부착한 평관형에서 탈출률이 높게 나타났다.

사 사

본 논문은 국립수산물학원(친환경 어업 기술 개발, RP - 2008 - FE - 006)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- Andrew, N.L., S.J. Kennelly and M.K. Broadhurst, 1993. An application of the Morisson soft TED to the offshore prawn in New South Wales, Australia. Fisheries Research, 16, 101 - 111.
- Angel, S. and D. Lilleng, 2001. New type of size selective system made of plastic and rubber: The "Flexgrid". Technical regulations and by-catch criteria in the Barents Sea fisheries, pp. 108 - 113.
- Cho, S.K., H.C. An, J.K. Shin, Y.S. Yang and C.D. Park, 2005. Study on the development of trawl escapement device. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 41(4), 241 - 247.
- Coreil, P.D., 1985. Trawling efficiency device acceptance and use by Louisiana commercial shrimpers. Int. Symp. on Kemp's Ridley Sea Turtle Biology, Conservation and Management, Galveston, TX(USA), pp. 1 - 4.
- Mounsey, R.P., G.A. Baulch and R.C. Buckworth, 1995. Development of a trawl efficiency device for Australian prawn trawl fisheries, I. The AusTED design. Fisheries Research, 22, 99 - 105.
- Robbins-Troeger, J.B., R.C. Buckworth, and M.C.L. Dredge, 1995. Development of a trawl efficiency device (TED) for Australian prawn fisheries II: Field evaluations of the AusTED. Fisheries Research, 22, 107 - 117.
- Suuronen, P., E. Lehtonen, V. Tschernij and A. Orrensalo, 1991. Behaviour and survival of Baltic herring (*Clupea harengus*) escaping from a pelagic trawl and possibilities to increase survival. Nordisk Ministerrad, Project No. 660701(1991 - 1992). pp. 1 - 12.

2008년 6월 9일 접수

2008년 7월 5일 1차 수정

2008년 7월 24일 수리