

## 트롤 어구의 선택 어획

김 삼 곤

(부경대학교)

대부분의 어구는 대상어종을 어획하기 위한 도구로서 발전되어 왔으나 조업중에는 이외의 종도 함께 어획되고 있으며, 최근에는 지구환경문제에 대한 관심이 높아지면서 참치선망은 참치와 다른 어종의 혼획, 새우트롤은 새우와 함께 어류 또는 바다거북에 대한 혼획의 문제가 제기되고 있다. 이와 연유하여 고래류의 상업포경과 공해상에서 표층유자망 조업이 금지되었다. 이와같은 국제 어업환경의 변화로 인하여 우리나라와 같은 원양어업국은 어업의 생산활동에 새로운 국면을 맞고 있다. 더군다나 수산자원생물의 대량 남획과 혼획으로 이용되지 못하는 부산물이 해상에 버려져 수산자원의 고갈이 심화되고 있으므로 어획활동은 예방차원에서 접근이 요구되고 있으며, 또한 대량의 혼획물은 선별작업이 지연되므로서 어로시간의 단축에 의한 생산량의 저하와 어선의 생역화에도 문제가 된다.

현재의 어업이 수산자원생물의 생산을 지속적으로 유지하기 위해서는 남획과 혼획을 막고 판매 또는 식용이 가능한 어종을 어획가능체장이 될 때 한정된 양만 어획하는 방법이 가장 효과적일 것이다. 이에 따라, 본고에서는 어업별 선택성과 트롤 어구의 혼획문제를 논하고, Diamond mesh와 Square mesh의 망목크기에 의한 효과를 망목선택성으로 비교하였으며, 필요한 어종을 잡기 위한 선택어구의 종류와 함께 금후의 발전에 대해 논의하였다.

### I. 어업별 선택성

어업에는 여러 종류의 어구와 어법이 있으며, 조업의 효율을 높이기 위한 수단으로 기술을 발달시켜 왔다. 어업이 목표로 하는 어종이나 일정크기를 선택하여 잡는 성질을 선택성이라 하며, 어구의 종류와 구조, 어구의 크기 및 어종에 따라 선택성이 다르다. 오징어낚시는 오징어류, 선망은 부어류, 형망은 조개류를 대상으로 하고 있는 것과 같이 어업별로 어구어법에 따라 어느 정도 어종을 선별하여 잡고 있다.

이러한 어구중에서 능동적으로 어획이 가능한 저인망은 대부분의 저서 수산생물이 포획되지만 망목의 크기에 따라 어종이나 체장의 크기를 분류하여 어획할 수 있다. 이러한 망목의 효과를 망목선택성이라 한다.

Thompson and Bena Yami(1984)는 어구의 종류에 따라 혼획된 어획물의 어종의 수로서 어업별 선택성을 판단하고 있다. 즉, 혼획이 작은 어구는 낚시어구, 중층트롤, 유자망, 참치연승, 조개형망, 참치선망, 풍치봉수망 등이며, 혼획이 많은 어구는 저인망, 정치망, 집어등을 사용하는 선망, 저자망, 저층주낙 등

이다. 이들 어구중에서 저인망의 혼획은 어느 어구 보다 자원에 미치는 영향이 심각하여 일찍부터 논의된 바가 있다.

1. 저층트롤의 혼획과 폐기

저인망류는 해저의 여러 종류의 생물을 동시에 어획하게 되므로 인간이 이용하지 못하는 수산생물도 어망에 포획되며, 다수의 어종이 서식하는 연근해에서는 이러한 현상이 두드러지게 일어난다. 저인망을 이용하여 선상에 올려진 어획물은,



으로 분류할 수 있다.

1991년 6월부터 1994년 7월 사이에 우리 나라 남해와 동중국해에서 Diamond 망목과 Square 망목으로 저층트롤의 끝자루를 제작하고, 이 끝자루에 망목의 내경이 18mm인 덩그물을 부착하여 망목선택성 시험을 실시하였다. 이 조업시험을 통한 전체어획물에서 어획종을 구분하여 끝자루의 잔존비율을 구하면 표 1 및 표 2와 같다.

표 1, 2와 같이 Diamond 망목의 각 종별 전체어획량에 대한 어획비율을 보면 어류 66%, 두족류 29%, 갑각류 5% 이었으며, Square 망목은 어류 75%, 두족류 23%, 갑각류 2% 이었다. 각 종별 망목크기에 따라 끝자루와 덩그물의 어획량으로 각각 잔존율을 구해보면, 망목이 커질수록 끝자루의 잔존율이 작아짐

Table 1. The retained rate of diamond mesh(1991.6~1992.12)

| Category                     | No.of species |            |            |             |            |             | Total(kg)     |              |
|------------------------------|---------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|---------------|--------------|
|                              |               | A (51.2mm) | B (70.2mm) | C (77.36mm) | D (88.0mm) | E (111.3mm) | Cod.          | Cov.         |
| Fishes retained rate(%)      | 131           | 89         | 53         | 54          | 46         | 41          | 6,991         | 4,828        |
| Cephalopods retained rate(%) | 5             | 90         | 46         | 43          | 29         | 18          | 3,074         | 2,215        |
| Crustacea retained rate(%)   | 9             | 92         | 84         | 71          | 81         | 71          | 488           | 95           |
| Others retained rate(%)      | -             | -          | -          | -           | -          | -           | 20            | 1            |
| <b>Total</b>                 | <b>145</b>    |            |            |             |            |             | <b>10,573</b> | <b>7,139</b> |

Table 2. The retained rate of square mesh (1992.7~1994.7)

| Category                     | No.of species |            |            |            |            | Total(kg)    |              |
|------------------------------|---------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
|                              |               | A (51.2mm) | B (70.2mm) | C (77.6mm) | D (88.0mm) | Cod.         | Cov.         |
| Fishes retained rate(%)      | 77            | 76         | 47         | 38         | 37         | 3,162        | 3,698        |
| Cephalopods retained rate(%) | 4             | 88         | 76         | 47         | 22         | 958          | 932          |
| Crustacea retained rate(%)   | 8             | 93         | 58         | 36         | -          | 77           | 12           |
| Others retained rate(%)      | -             | -          | -          | -          | -          | 7            | 2            |
| <b>Total</b>                 | <b>89</b>     |            |            |            |            | <b>4,204</b> | <b>4,644</b> |

을 알 수 있다.

이것은 망목이 작아질수록 끝자루에 어획되는 양이 많아지기 때문에 폐기되는 양이 많아짐을 뜻한다.

특히 망목의 크기가 51.2mm와 70.2mm간에 잔존율의 차이가 큰 이유는 망목이 작을수록 소형어가 빠져나갈 수 있는 망목의 전개를 제한하는 것으로 생각된다.

Diamond 망목의 어종별 끝자루와 덮그물의 전체어획량으로 각각 도피율을 구해보면 어류 41%, 두족류 49%, 갑각류 13% 이었으며, Square 망목은 어류 75%, 두족류 23%, 갑각류 2% 이었다. Square 망목의 도피율이 크게 되어 diamond 망목 보다 폐기량이 감소됨을 짐작할 수 있다.

Diamond 망목으로 어획된 131종중 가장 어획량이 많았던 전갱이와 창오징어에 대해 폐기되는 체장을 각각 100mm, 50mm(김, 1994), 최소성숙체장을 각각 185mm, 180mm(일본수산청, 1988) 일 때, 전체어획량, 폐기되는 체장 이상의 어획량(상품이 되는 어획량), 최소성숙체장 이상의 어획량으로 망목크기별 예망당 어획량을 구하여 나타내면 그림 1과 같다.

조업시험을 통하여 망목크기가 51.2mm, 70.2mm, 77.6mm, 88.0mm, 111.3mm의 시험 끝자루를 이용한 총예망횟수는 각각 89회, 54회, 55회, 52회, 20회 이었다. 그림 1과 같이 전갱이와 창오징어에 대해 시험 끝자루별 전체어획량, 상품이 되는 어획량 및 최소성숙체장 이상의 어획량으로 각각 예망당어획량

(CPUH)을 나타내면, 전체어획량의 CPUH와, 상품이 되는 어획량의 CPUH는 차이가 거의 없었으나 망목이 작은 끝자루일수록 CPUH가 컸다. 그러나 70.2mm부터 111.3mm 범위의 망목에서는 CPUH의 차이가 작아지며 최소성숙체장 이상의 CPUH도 차이가 적어졌다. 그러므로 적정체장을 어획대상으로 한다면 망목을 확대하여도 어획량은 차이가 크게 없음을 알 수 있다.

저층트롤중에서 새우트롤의 혼획에 의한 폐기는 매우 심각한 것으로서, Saila(1983)의 FAO보고서에 의하면 혼획과 폐기는 저인망에서 존재하며, 새우트롤에서 대량의 유용어종의 소형어가 어획되어 폐기되는 것으로 보고하고 있다.

최근에는 저인망류에 어획되어 폐기되는 어류의 생산에 대한 연구가 활발히 되고 있다. 선상의 기온 및 폭로시간의 영향이 큰 것으로 보고되고 있으므로 혼획은 자원관리적인 면에서 여러면으로 문제가 되고 있음을 알 수 있으며, 부산물의 폐기는 자원고갈의 문제뿐만 아니라 어업생산 및 수

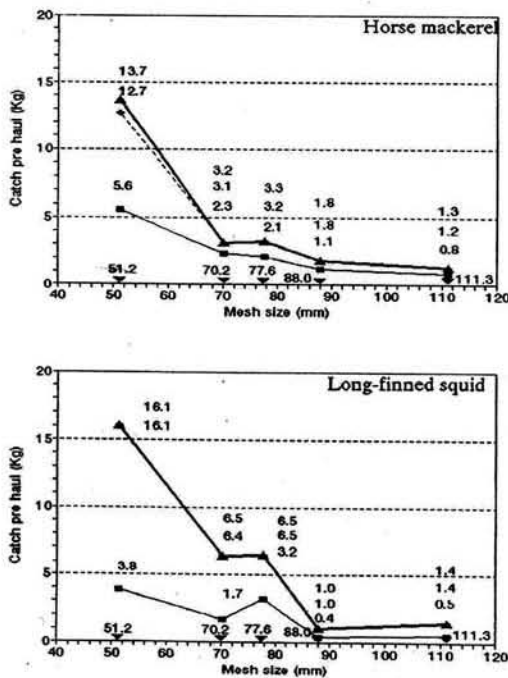


Fig. 1. Catch per unit haul of each mesh size for horse mackerel and long-finned squid. Hard solid line is total catch per haul, dash line is discard length upsize catch, and soft solid line is first maturity length upsize catch.

산생물에 미치는 생태계 영향에 대해서도 연구조사가 필요한 것으로 보고하고 있다(Garocia, 1988).

## II. 선택 어획

선택어획이란 필요한 특성의 어종만 어획하거나 특성의 크기만을 어획하기 위한 어획방법을 말한다. 저인망에 대한 선택어획의 연구는 구조 및 어구에 대응하는 어류의 탈출행동 등이 진행되고 있다. 즉, 스코트랜드의 Aberdeen 해양연구소에서는 수중카메라를 이용한 직접관찰에서 어류의 행동을 관찰하여 보고하고 있으며, 수중촬영기술에 의한 응용연구가 진행되고 있다(Wardle, 1983). 예를들면, 트롤 어구에서 망목에 의한 자극을 받지 않는 어구의 개량과 망목의 선택성, 저인망어구에 대한 어류의 유영행동 등이 연구되고 있다(Robertson, 1986).

### 1. 망목선택성에 의한 소형어의 보호

우리 나라 수산자원보호령에 규정하고 있는 저인망과 트롤 어구 끝자루의 최소망목내경의 제한에 관한 내용을 보면, 동해 트롤 어구 43mm 이상, 중형기선저인망 33mm 이상, 대형기선저인망 54mm 이상으로 되어 있다. 김 등(1992,1993,1994)의 보고에서 망목선택성곡선을 이용하여 구한 선택성의 특성치 및 최소성숙체장으로 추정한 적정망목을 비교하면 어종에 따라 적정망목이 다를 뿐만아니라 대형기선저인망에 대해 규정하고 있는 망목의 크기로서는 자원관리면에서 의미가 없으므로 망목의 확대가 필요함을 알 수 있었다.

#### 1) Diamond mesh 끝자루의 망목선택성곡선에 의한 선택성

그림 2와 같이 선택성을 보다 정량적으로 분석하기 위하여 시험조업을 통한 어획자료에서 전갱이와 창오징어의 망목선택성곡선을 선형식 로지스틱방법으로 나타내어(김, 1992) 망목크기별 50% 선택체장을 비교하였다. 전갱이는 망목크기별 시험끝자루의 50% 선택체장이 각각 105mm, 179mm, 194mm, 212mm, 236mm 이었으며, 창오징어는 84mm, 132mm, 149mm, 200mm, 217mm이었다.

두 종 모두 망목이 커질수록 50% 선택체장이 커짐으로 망목을 확대할수록 체장이 큰 개체가 50%는

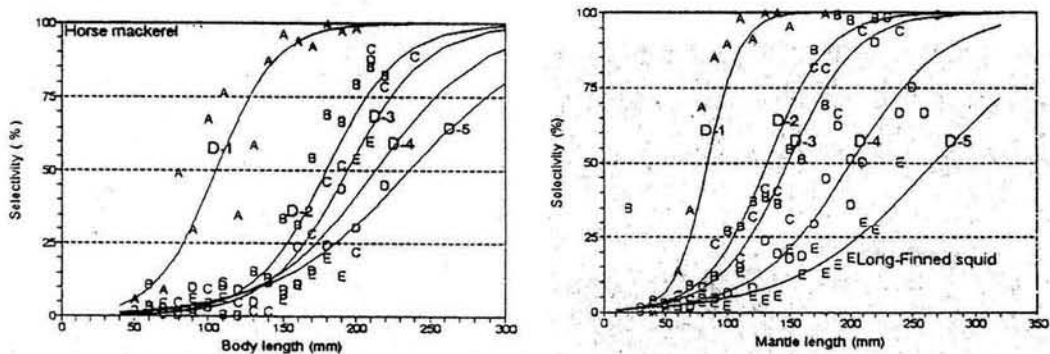


Fig. 2. Mesh selection curves of diamond mesh cod-ends for Horse mackerel and Long-finned squid. (D-1 : 51.2mm, D-2 : 70.2mm, D-3 : 77.6mm, D-4 : 88.0mm, D-5 : 111.3mm)

자원에 돌아갈 수 있으므로 소형어의 보호에 보다 유효함을 알 수 있다.

2) Square mesh에 의한 자원관리

카메라에 의한 수중관찰에서 망목선택성의 유효성이 확인되었으나 수중에서 어구의 조건에 따라 망목의 전개가 변하여 어류의 도피율이 낮아짐으로 가능한 일정하게 망목이 전개될 수 있도록 Square mesh를 사용한 선택성시험이 진행되고 있다(Robertson, 1986 ; Millar, 1992).

그림 3과 같이 Square mesh의 모양은 Diamond mesh를 일정방향으로 돌린 형태로서 수중에서 망목의 전개가 일정하게 유지할 수 있다(Robertson, 1983 ; 김, 1994). 그림 4와 같이 Diamond mesh와 Square mesh 끝자루는 수중관찰에서 그 형태가 다르게 유지되며, Square mesh 끝자루는 자원관리에 유용하게 이용될 수 있음을 보고하고 있다(Robertson, 1986 ; Main and Sangster, 1990).

3) Square 망목 끝자루의 망목선택성곡선에 의한 선택성

그림 5와 같이 전항의 Diamond 망목과 같은 방법으로 Square 망목으로 전갱이와 창오징어의 망목선택성곡선(김, 1994)을 나타내어 망목크기별 50% 선택체장을 비교하였다. 전갱이는 망목크기별 시험끝자루의 50% 선택체장은 각각 148mm, 183mm, 215mm, 254mm이었으며, 창오징어는 105mm, 142mm, 165mm, 223mm이었다. 두 종 모두 망목이 커질수록 50% 선택체장이 커졌다. 전항의 Diamond 망목과 비교해 보면 같은 크기의 망목에서 모두 Square 망목이 50% 선택체장이 커짐으로 Diamond 망목 보다 Square 망목 끝자루의 선택성이 양호함을 알 수 있다.

Ⅲ. 수산자원관리에 이용되는 저인망어구의 종류

그림 3-1은 North sea에서 사용되고 있는 트롤 끝자루이며, 소형어의 대구를 보호하기 위하여 망목을 확대하면 대상어인 새우류가 많이 빠져나가므로, 새우류의 잔존율을 높이고 어류는 도피할 수 있도록 한 방법으로서 Square mesh를 사용한 Window형의

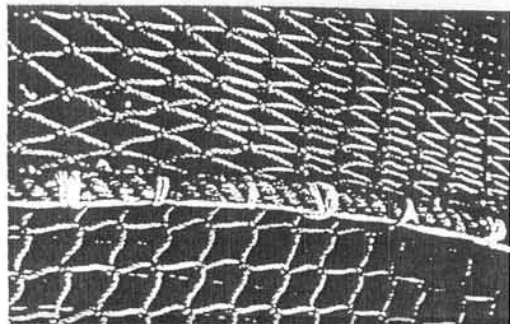


Fig. 3. Diamond mesh and Square mesh.

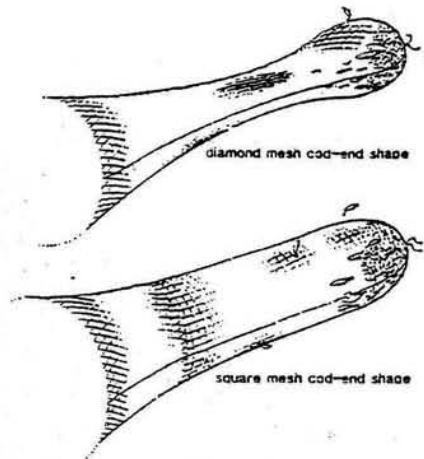


Fig. 4. Diamond mesh and Square mesh cod-end shape.

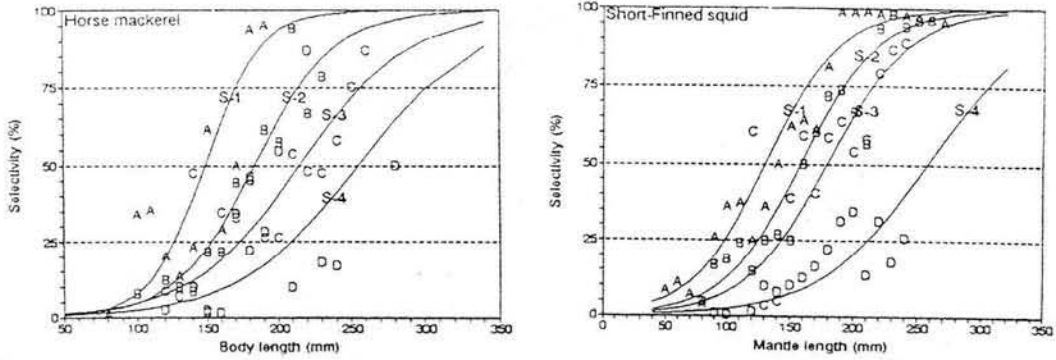


Fig. 5. Mesh selection curves of square mesh cod - ends for Horse mackerel and Long - finned squid. (D - 1 : 51.2mm, D - 2 : 70.2mm, D - 3 : 77.6mm, D - 4 : 88.0mm)

끝자루를 고안하여 시험연구중에 있는 어구이다(Ferro, 1991).

그림 3-2는 어류의 수중행동에 대한 관찰에서 어종에 따라 입망행동과 빠져나가는 어구의 부위가 다르므로 상하에 망목의 크기가 다른 망지로서 제작하여 분리망으로 구분하고, 상층에는 대구류와 같은 부어류, 하층은 새우류와 같은 갑각류를 어획하도록 설계된 분리어획 어구이다(Main and Sangster, 1982 ; Galbraith and Main, 1989).

그림 3-3(a, b)는 최근 노르웨이에서 고안된 것으로서 head cod - end에 경계망 대신 금속제 grid를 이용한 어구이다. 그림 3-3(a)는 어류가 망속에서 grid를 통과하기 전에 집결되는 망을 넣고 끝자루 쪽에 경사진 grid를 설치하여 이 grid에서 새우만 빠져나가고 체장이 큰 어류는 grid의 상부까지 유영하여 grid 앞 상부의 탈출구에서 빠져나가도록 제작한 어구이다(Isaksen, 1992). 또한 끝자루의 윗면에 망목

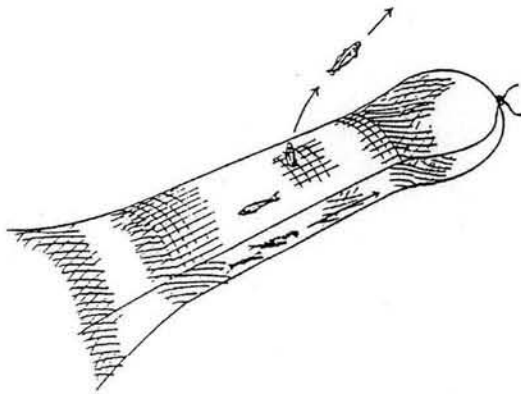


Fig. 3 - 1. The type of square mesh cod - end.

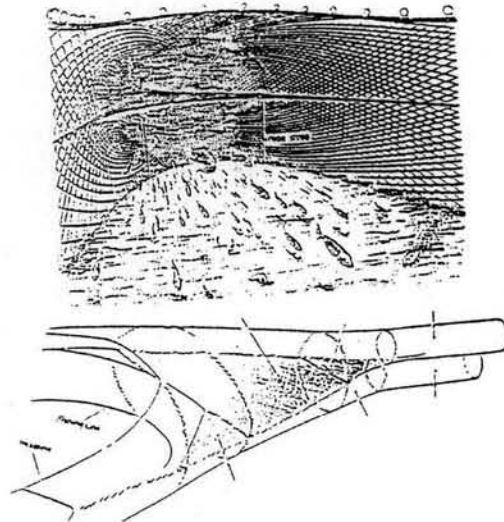


Fig. 3 - 2. The type of horizontal separator panel.



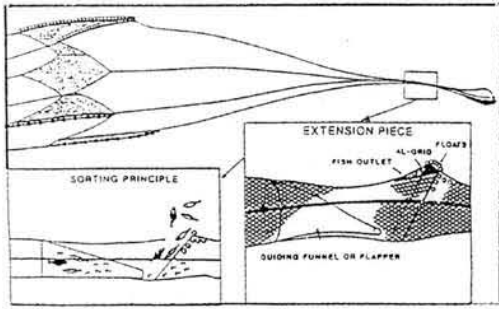


Fig. 3-3(a). The type of used on large mesh and grid.

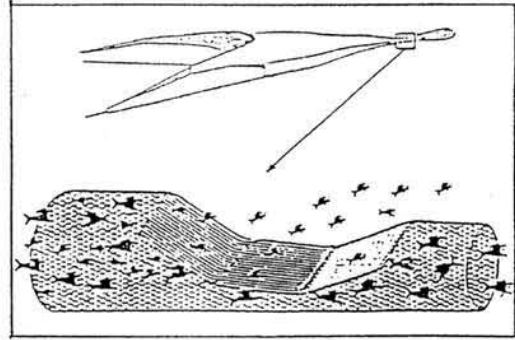


Fig. 3-3(b). The type of used on steel grid and plastic grid.

이 큰 망지를 이용하면 소형어도 탈출이 가능하므로 효과적인 것으로 보고되고 있다.

그림 3-3(b)는 grid가 head cod-end 뒷판에 장치된 어구로서 소형어의 탈출에 매우 유용하며 (Larsen, 1992), 일본연안에서 소형저인망을 대상으로 이 grid를 이용한 시험조업 결과 유용함을 보고하고 있다(Tokai, 1994).

그림 3-4는 소형어의 도피 뿐만 아니라 체장이 큰 어류가 입망되지 않도록 경계망을 이용하였다. 미국 플로리다 반도에서 사용되고 있는 새우트롤에 가자미류의 소형어를 보호하고, 가능한 새우류만 어획하기 위해 고안된 어구로서(High, 1969 ; Seidel, 1975 ; Waston, 1977), 날개그물에서 끝자루까지 망목이 큰 망지를 이용하고 새우류만 물의 흐름에 따라 경계망을 넘어 입망시켜 어류는 경계망의 아래 부분의 탈출구에서 빠져나가도록 한 어구이다.

그림 3-5는 플로리다 반도, 멕시코만의 새우트롤에서 바다거북의 혼획문제가 지적되므로써 금속제의 grid를 이용한 TED(Turtle Exclusive Device) 그물을 개발하였다(Seidel, 1975 ; Watson, 1986 ; Kendal, 1990). 새우트롤에 입망된 거북이와 같은 대형의 동물은 경사진 grid에 들어가면 닫혀있는 문이 밀려 열리므로서 밖으로 탈출할 수 있도록 되어있다. 거북이가 나가는 문의 후방 아래쪽에 간격이 좁은 grid에서 새우와 어류가 분리되어 새우는 물의 흐름에 따라 끝자루에 입망되고 어류는 grid 앞 옆면에 열린 탈출구에서 나가도록 되어있으므로 Trawl Efficiency Device의 생략형으로 사용되고 있다. 이 개량 어구는 현재 상해역에서 행정적규제가 의무화되어 있다.

이와 같은 연구외에도 연어 트롤 어구에 망목이 큰 천장망을 사용한 어구의 시험, 저서 어종의 소형어가 탈출할 수 있도록 트롤 어구의 발줄과 몸통그물이 부착되는 공간의 확보 등 많은 어구개량이 연구되고 있다.

## 맺 는 말

어업은 지구상에 서식하는 생물의 재생산력을 이용한 산업으로서 양호한 지구환경위에서 성립되므로

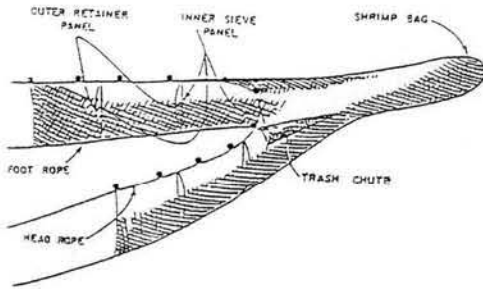


Fig. 3-4. The type of escape door and trash chute installed in a shrimp net.

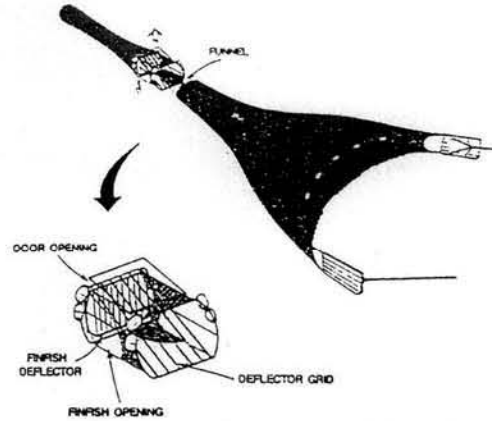


Fig. 3-5. The type of TED installed in a shrimp net.

환경과의 조화를 생각할 필요가 있다. 계속적으로 기계화, 대형화 된 어업이 환경이나 생태계에 미치는 영향이 적지 않다. 국제환경개발회의에서도 어업은 환경에 영향을 주는 산업으로 되어 있다. 이와같이 국제적인 어업환경변화에 대한 대처와 지속적인 생산활동의 유지를 위해서 앞에서 소개한 선택어업을 위한 어구어법의 개량이 절실히 요구되며, 어업이 환경과 생태계에 미치는 영향, 어업효율 및 선택성 등의 특성을 밝히기 위해서는 우선 우리나라와 인접연안국간의 조사연구에서부터 필요할 것이다.