

模型定置網에 대한 방어 및 말귀치의 行動

權赫師 · 李秉錡*

浦項專門大學 · *釜山水產大學校

(1990년 7월 31일 접수)

Behavior of Yellow Tail, *Seriola quinqueradiata* and File Fish, *Navodon modestus* to the Model Set Net

Hyuk-Sa KWUN and Byoung-Gee LEE*

Pohang College and *National Fisheries University of Pusan

(Received July 31, 1990)

To examine the behavior of yellow tail *Seriola quinqueradiata* and of file fish *Navodon modestus* to set net, the 1/30 scale model net of the actual set net used in the east coast of Korea was made of netting and was set in the indoor experimental tank (700cm W×700cm L×100cm D), of which the water depth was kept 70cm.

Total length of yellow tail examined were 37~45cm and file fish were 18~21cm. The fishes were released as groups of 3 to 20 individuals.

The number of fish entered into the pound net or the bag net, escaped from the net was counted every minute and accumulated for 10minutes to check the ratio entered and the ratio escaped.

The result obtained can be summarized as follows :

1. In case of yellow tail, even though the ratio entered into the pound net was not so high, that into the bag net was comparatively high. Traces of the fish swimming were comparatively smooth and both entering into the pound net and escaping from it was easily done.
2. In case of file fish, even though the ratio entered into the pound net was higher than that of yellow tail, that into the bag net was lower than that into the pound net. Traces of the fish swimming were roundly meandered. Entering into the bag net was not so smoothly done, even though that into the playground was smoothly done.
3. Both yellow tail and file fish, the ratio escaped from the bag net was almost 0 and that from the pound net was less than 10%.

緒 論

定置網에 대한 魚群의 行動에 관한 연구는, 定置網漁法의 效率을 향상시키는데 기본적인 중요한 과제의 하나이다. 이 문제의 접근방법에는 現場에서 직접 그것을 관찰·분석하는 방법과 模型을 써서 실험하는 방법이 있는데, 前者는 실제

적이기는 하나 지역적 특성과 환경조건이 각기 다른데서 얻어진 것을 일반화시키기가 곤란한 경우가 많으며, 後者는 일정한 조건하에서 여러가지 漁具에 대한 行動을 상대적으로 비교할 수 있으나, 實物로 의 환산방법이 문제이다.

實物漁具에 대한 魚群行動의 研究는 鈴木(1971)에 의하면 三浦가 대모망과 낙망 등을 잠

模型定置網에 대한 방어 및 말귀치의 行動

수관찰한 것이 시초이며, 최근에는 町中 등(1977)에 의해 biotelemetric system 같은 遠隔觀測方法도 쓰이고 있다.

模型漁具에 대한 魚群 行動의 計測은 田內·安田(1933a, 1933b)가 그물에 부딪친 魚群의 進路에 관하여, 岡(1948)가 고기가 網目을 통과하는 메카니즘에 관하여, 落合·淺野(1955)가 송사리 魚群의 크기와 網地의 차단효과에 관하여, 神田(1953)가 網地의 주름과 魚群의 網目通過에 관하여, Blaxter 등(1964)이 網絲의 굵기, 網目の 모양 등에 따른 차단효과에 관하여 연구한 바 있다. 模型定置網에 대한 魚群 行動에 관한 최근의 研究로는 兼廣 등(1985)이 플라스틱판으로 만든 定置網의 模型에 대하여 담수어가 出入하는 行動을 계측한 것이 있으나 이것은 模型을 플라스틱 판으로써 만든데에 기본적인 문제점이 있다.

本 研究는 韓國 東海區에서 보편적으로 쓰이고 있는 落網을 1/30로 축소한 模型을 網地로써 제작하고 魚種도 실지로 定置網에 어획되는 방어와 말귀치를 써서, 漁具에 대한 魚群의 行動을 數量的으로 계측·해석하였다.

材料 및 方法

1. 實驗裝置

實驗用的 模型漁具는 東海岸에서 보편적으로 쓰이는 방어落網을 1/30크기로, 축소한 것이며, 網地配置圖는 Fig.1과 같다. 網地는 통그물에는 회색 나일론 210D, 3絲를 썼으며, 코의 크기는 헛통과 外登網은 43.3mm, 內登網은 33.7mm, 원통은 23.3mm를 썼다. 길그물은 회색 PE 260

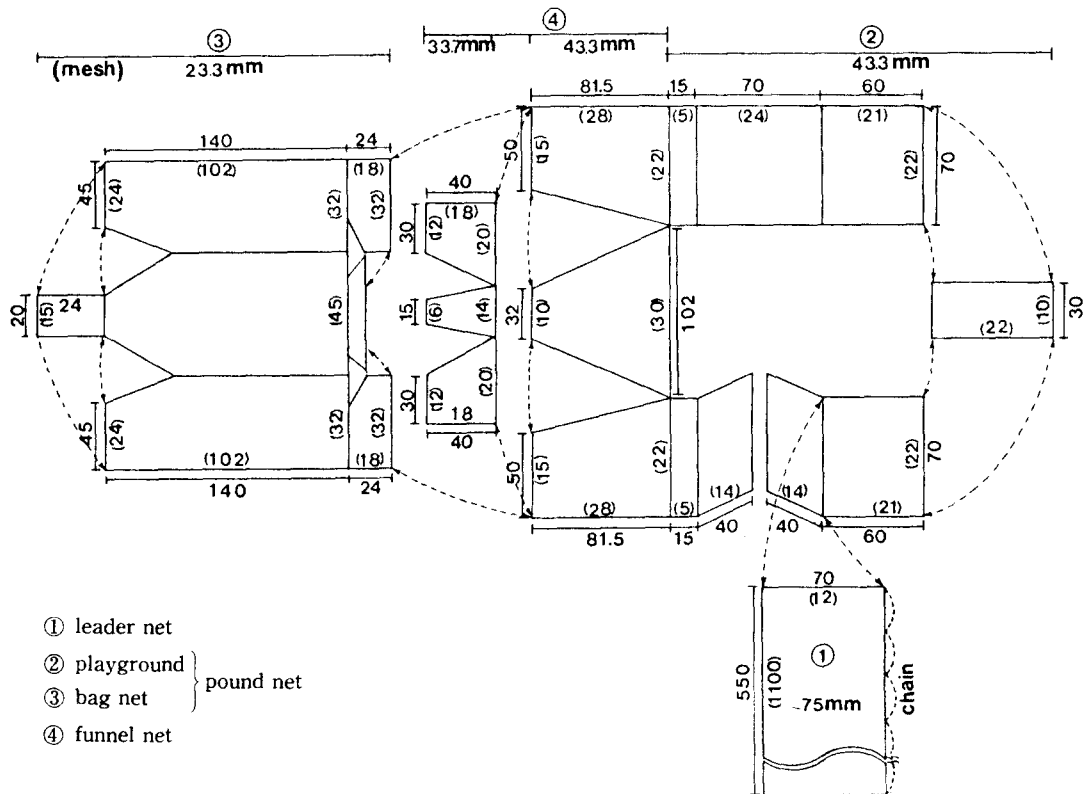


Fig. 1. Developed drawing of the model set net.

Netting twine of the leader net is polyethylene 260T/15plies, and of the pound net is nylon multifilament 210T/3plies. The numerals parenthesized denote the number of mesh and the numerals bared denote the length of frame(unit in cm).

D, 15絲, 75mm를 썼다.

통그물의 사개는 회색 PVC파이프 13φ를 써서 Fig. 2와 같이 배치했다. 길그물의 뜬줄·발줄은 회색 PE로프를 썼으며, 직경은 뜬줄은 5φ, 발줄은 6φ이다. 뜬줄에는 직경 45mm×95mm되는 뜬을 50cm간격으로 달았고, 발줄은 82.5g/m되는 체인을 썼다.

實驗室은 東海岸에서 넙치 양식장으로서 보편적으로 쓰이는 넓은 방을 썼는데, 벽은 블록으로 되어 있고, 천장은 슬레이트로 되어 있다.

實驗은 해질무렵부터 밤에 걸쳐서 했으며, 實驗時에는 창문에 커튼을 쳐서 實驗時의 水面照度가 1lux내외가 되도록 했다.

實驗에 쓰인 水槽는 넙치 양식용 탱크의 하나이며, 벽면은 시멘트로 되고, 크기는 가로·세로 각각 700cm, 깊이 100cm 되는 것이나, 實驗時 물의 깊이는 70cm되게 했다.

實驗用 漁具는 實驗水槽內에 Fig. 3과 같이 설치했으며, 漁具가 움직이지 않도록 水槽의 벽면에까지 줄을 뻗쳐 고정했다.

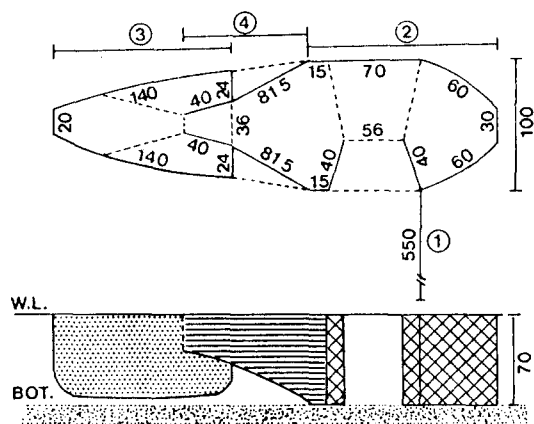


Fig. 2. The top-view of the frameworks(upper) and the side-view of the model net(lower). In the upper, solid lines denote the frameworks where netting are hung down and the broken lines denote false frameworks and suspending lines(unit in cm). Frameworks are made of 13φ PVC pipe.

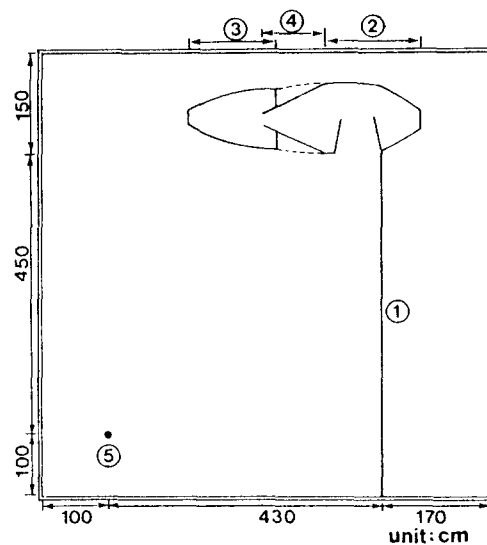


Fig. 3. Schematic drawing of the model set in the water tank.

①, ②, ③, ④ are the same in Fig. 1, ⑤ denotes the fish released point.

2. 供試魚

供試魚의 魚種, 全長 및 量은 방어 *Seriola quinqueradiata* 37~45cm짜리 100마리, 말귀치 *Navodon modestus* 18~21cm짜리 600마리이다. 이들 供試魚는 慶北 浦項 근방의 정치망에 어획된 것이며, 그것을 實驗室內의 飼育水槽에서 3일간 순응시킨 후 실험에 사용했다.

3. 實驗方法

供試魚를 飼育水槽로부터 實驗水槽로 옮기는데는 플라스틱 물통을 썼다. 즉 시중에 판매되는 플라스틱 물통(아궁이 직경 60cm×높이 70cm)의 뚜껑과 통의 밑면에 각각 4개씩 구멍을 뚫고, 뚜껑에 고정된 4가닥의 로프가 대응하는 밑면의 구멍을 통과하도록 만들었다. 이 통으로써 供試魚를 운반할 때는 먼저 통을 水槽에 가라앉힌 후 供試魚를 3~20마리씩 담고, 그것을 그대로 實驗水槽로 옮겨 가라 앉혔다. 그 후, 밑면을 통하는 줄을 당겨 뚜껑을 밀착시키고, 물통 전체를 조용히 뒤집어 3분간 방치하여 안정시킨 후, 통을 들

模型定置網에 대한 방어 및 말쥐치의 行動

어울리므로서 供試魚가 자유롭게 행동하도록 했다.

供試魚의 行動은 한번의 放流尾數를 3~20마리로 하여 관찰하였으며, 관찰에는 低照度用 ITV (inspection television, National WL-1550)을 썼다. 즉 視野에 實驗水槽 전체가 들어가도록 水槽의 중앙부 천장에 ITV카메라를 설치하고 모니터는 實驗室의 바깥에 설치하여 관찰했으며, 그 영상을 VTR에 수록·재생하여 行動을 분석했다.

4. 魚群行動의 分析

魚群의 行動은 각 개체가 존재하는 위치와 行動의 양태에 따라

N : 한번의 放流尾數 (the number of fish released in every examination)

A : 10분간의 累積放流尾數 (the accumulated number of fish released within 10 minutes)

E_p : 헛통에의 入網尾數 (that entered into the playground)

E_b : 원통에의 入網尾數 (that entered into the bag net)

E_{pb} : 통그물에의 入網尾數 (that entered in to the pound net = $E_p + E_b$)

S_p : 헛통에서의 脫出尾數 (that escaped from the playground)

S_b : 원통에서 헛통으로의 脫出尾數 (that escaped from the bag net)

로 구분하였으며, 이로부터

r_1 : 통그물入網率 (the ratio entered into the pound net) ($= \frac{E_{pb}}{A} \times 100(\%)$)

r_2 : 원통入網率 (the ratio entered into the bag net) ($= \frac{E_b}{E_{pb}} \times 100(\%)$)

s : 헛통脫出率 (the ratio escaped from the pound net) ($= \frac{S_p}{E_{pb}} \times 100(\%)$)

를 계산하였다.

그러나 실제로는 개체의 入網과 脫出이 때때로 반복해서 일어나는 것이 아니므로 1분마다의 계수에 있어서 入網尾數는 헛통이나 원통에 이미 체류하고 있는 尾數에 새롭게 入網한 것이 합쳐진 尾數이며, 脫出한 尾數는 1분마다 원통에서 헛통으로, 혹은 헛통에서 통그물 바깥으로 脫出

한 尾數이다.

하나의 魚群의 行動은 1분 단위로 조사했으나 行動의 分析은 10분간의 것을 누적 계산하였다.

또, 放流된 供試魚가 통그물에 入網하거나 脫出할 때의 軌跡도 定置網 漁具의 성능을 평가하는데 중요한 지표가 될 수 있고, 또한 漁具를 設計할 때는 이 軌跡에 무리가 없도록 하는 것이 중요하다고 생각되므로 여러개체의 軌跡으로부터 대표적이고 공통적인 것을 추출하여 검토하였다.

結果 및 考察

1. 魚群의 入網과 脫出

模型 定置網에 대한 방어와 쥐치 魚群의 行動을 분석하기 위하여 한번의 放流尾數를 방어의 3, 5, 10마리의 3가지, 쥐치는 5, 10, 20마리의 3가지로 한 각각의 경우에 대하여 2~5번씩 반복 실험하여 그 평균값을 계수치로 삼았다. 그리하여 放流後 10분 사이에 供試魚가 어디에 있었는가를 1분 간격으로 조사하여 10분간의 累計를 내고, 또 그것으로부터 통그물入網率 r_1 , 원통入網率 r_2 , 헛통脫出率 s 등을 계산하면 Table 1과 같다.

Table 1. Accumulated number of fishes located in the every part of the model net within 10 minutes, and the ratio entered into the pound net and the bag net

fish species	N	A	E_p	E_b	E_{pb}	S_b	S_p	r_1	r_2	s
yellow tail	3	30	2	11	13	1	1	43.3	84.6	7.7
	5	50	4	28	32	0	2	64.0	87.5	6.3
	10	100	19	25	44	0	7	44.0	56.8	15.9
file fish	5	50	29	4	33	1	4	66.0	12.1	12.1
	10	100	66	3	69	0	3	69.0	4.3	4.3
	20	200	73	52	125	0	10	62.5	41.6	8.0

이것에서 보면 통그물入網率은 방어가 43.3~64.0%, 쥐치가 62.5~69.0%로서 쥐치가 방어보다 높으며, 원통入網率은 방어가 56.8~87.5%, 쥐치가 4.3~41.6%로서 방어가 훨씬 높게 나타났다.

통그물入網率에 있어서 방어가 쥐치보다 낮게 나타난 원인으로서 생각할 수 있는 것은 방어가 쥐치에 비하여 통그물에 쉽게 入網을 하지 않거

나 혹은 일단 入網했다가도 쉽게 脫出하는 성질이 있다고도 볼 수 있으나, Table 1에서 보아서는 통그물예의 入網 자체가 적은 것이 주된 이유라고 생각된다.

그러나 통그물入網率이 아무리 높더라도 원통入網率이 낮아서는 漁獲이 잘 안될 것인데, 원통入網率은 방어가 오히려 높아 定置網에 어획될 가능성은 방어가 더 높는데, 이것은 방어가 쥐치보다 行動이 활발하여 일단 헛통에 들어간 이후에 그물을 인식하여 활발하게 脫出口를 찾아 이동하는 과정에서 오히려 登網을 타고 원통으로 들어가게 된 것으로 생각된다.

한편, 쥐치는 헛통까지 入網하여 滯留하게 되는 比率은 높으나, 원통入網率은 방어에 비하여 낮다. 이것은 野澤(1961)가 改良網에 관한 연구 결과, 쥐치가 방어보다 入口가 좁은 자루그물을 더 잘 기피하는 성질이 있다고 한 것을 여기에도 그대로 적용한다면 수공이 가는 현상이라 볼 수 있다.

또, 魚群의 行動은 群의 크기에 따라서도 달라질 수 있으므로, 한꺼번에 放流한 尾數의 차이로 인한 入網率의 차이도 검토해 볼 필요가 있다. 그런데 Table 1에서 보면, 방어의 원통入網率은 放流尾數가 3마리인 경우 84.6%, 5마리인 경우 87.5%여서 양자 사이에는 큰 차가 없으나 10마리의 경우는 56.8%여서 앞의 경우에 비하여 원통入網率이 20% 정도 낮다. 放流尾數가 10마리인 경우, 원통入網率이 낮은 것은 원통의 크기 자체가 최대폭 84cm, 길이 140cm에 지나지 않으므로 상당히 體形이 큰 방어가 많이 들어가기에는 공간이 너무 작은 탓도 있을 것 같다.

그런데, 쥐치의 원통入網率은 放流尾數가 5마리인 경우 12.1%, 10마리인 경우 4.3%, 20마리인 경우 41.6%여서 전반적으로 방어의 그것보다 상당히 낮다.

원통入網率에 있어서 방어와 쥐치 사이에 이와 같은 차이가 나타나는 이유로서는 供試魚의 크기 자체가 방어는 37~45cm, 쥐치는 18~21cm로서 방어가 쥐치보다 크며, 또 體形도 방어는 단면이 세로선 타원형이고 측면은 실꾸리형이어서 遊泳能力이 큰데 비하여, 쥐치는 단면이 세로로 훌쭉하고 측면도 타구 라켓모양으로 넓적하여 遊泳能力이 그다지 크지 않은데도 원인이 있는 것 같

고, 또한 模型定置網의 크기 자체가 헛통의 최대폭 100cm 길이 145cm, 원통의 최대폭 84cm, 길이 140cm에 지나지 않아 遊泳空間이 좁으므로 방어와 같이 遊泳能力이 큰 고기는 群을 이루는 個體數가 많을 때는 그 일부가 발작적으로 통그물로부터의 脫出을 시도하기 때문에 통그물入網率이 낮은 것이 아닌가 생각된다.

한편, 일단 통그물에 入網했던 魚群이 어느 정도 잘 脫出하는가를 검토하기 위해 산정한 脫出率을 보면, 원통脫出率은 방어나 쥐치나 다같이 거의 0인데, 이것은 일단 원통에 들어간 魚群이 가로 15cm, 세로 30cm인 內登網의 落口를 원통 쪽에서 찾아내어 脫出하기란 거의 불가능하다는 것을 의미하며, 통그물脫出率도 어느 경우나 거의 10%이하 인데, 이것은 원통脫出率보다는 높으나 가로 56cm, 세로 70cm로서 內登網 落口에 비해서는 상당히 큰 헛통 入口도 헛통 안쪽에서 그것을 찾아내기는 그렇게 쉽지 않다는 것을 의미하며, 그런 의미에서는 落網이 역시 상당히 효과적인 漁具라는 것을 증명해 주고 있다.

또한 井上(1978)는 고기가 群을 이룰 때는 상호간에 행동을 모방하는 模倣本能이 있다고 설명하고 있는데, 위와 같은 방어와 쥐치의 行動도 그와 같은 模倣本能에 기인하는 것이지는 본 研究의 結果로서 판단하기는 곤란하므로 供試魚를 1마리씩으로 했을 경우와 비교해 볼 필요가 있다고 생각된다.

2. 魚群의 行動軌跡

실험중 수조에 放流된 魚群이 模型 定置網에 대하여 취하는 行動중 비교적 공통적인 것으로서 방어는 3마리를, 쥐치의 경우에는 10마리를 동시에 방류한 경우를 선정하여 그 대표적인 行動軌跡을 나타내면 각각 Fig. 4와 같다.

먼저, Fig. 4의 A에서 방어의 軌跡을 보면 대체로 그것이 원활하며, 3마리중 2마리가 함께 헛통에 入網하여 주저함이 없이 원통까지 그대로 入網했다. 그리하여 원통에서 3분 정도 체류한 후 그 중의 1마리가 원통에서 통그물 바깥으로 비교적 용이하게 脫出하고 있다. 이처럼 방어는 행동이 빠르고 그물벽으로부터 일정한 거리를 두고서 원활하게 유영해 가는 것을 알 수 있으며, 3마리로서 실험한 것중 헛통에 입망하여 헛통에

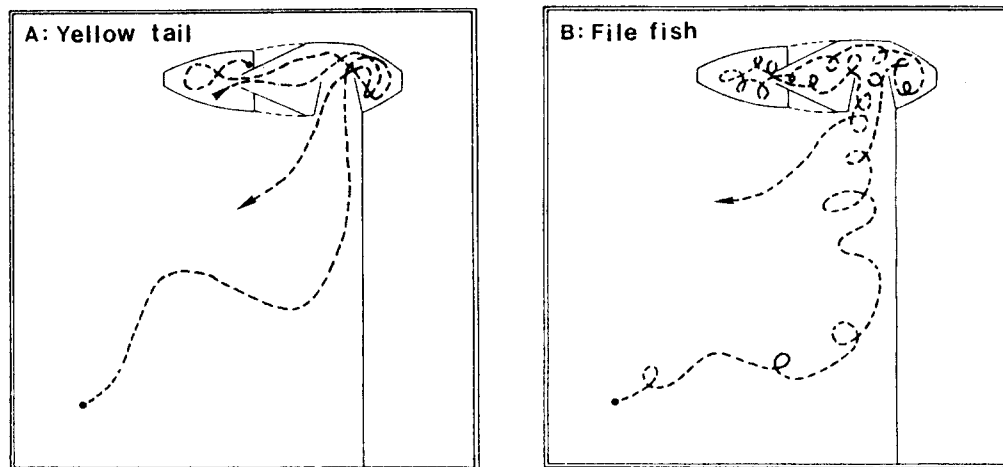


Fig. 4. Examples of typical trace of experimented fishes in the tank moving from the released point to the pound net.

서 원통으로 가지 않고 통그물바깥으로 脫出해 나온 경우는 단 한번밖에 없었고, 대부분이 원통까지 바로 들어갔다 그대로 원통내에서 체류하거나 원통에서 일단 脫出하기 시작하면 통그물바깥으로 쉽게 탈출해 버리는 경향도 강하다.

한편, 귀치는 Fig. 4의 B에서 보는 바와 같이 放流地點에서부터 대체로 군을 흐트리지 않고 이동을 하며, 방어모양으로 원형한 궤적을 그리고 않고 꼬불꼬불하게 원형으로 맴돌면서 천천히 이동하여, 放流地點으로부터 헛통入口까지 불과 6m 정도밖에 안되는 거리를 이동하는데 3분이나 소요되었다.

그리하여 헛통入口에서는 의외로 주저함이 없이 잘 入網하였고 헛통에 入網한 후에도 그 行動 패턴은 변하지 않았으며 헛통 入口의 분쇄 부근을 맴도는 과정에서 일부는 群을 이탈하여 바깥으로 脫出하는 것도 발견되었다.

그러나 Table 1에서도 알 수 있듯이 원통에의 入網은 저조하였는데 이것은 귀치의 遊泳行動 패턴을 볼 때 登網을 특히 인식하여 그것을 기피하는 행동이라기 보다는 매우 천천히 작은 원을 그리면서 전진과 후퇴를 거듭하는 귀치어군에게는 模型定置網의 登網이 이와 같은 원을 그리기에는 너무 작아서가 아닌가 생각되며, 원통으로 入網한 것은 오히려 예외적으로 群에서 이탈한 개체의 우연한 行動에 지나지 않은 것 같다.

이러한 방어 및 귀치의 遊泳行動 패턴과 Table 1의 실험 결과들에서 볼 때, 定置網漁具를 설계할 때 방어를 주대상으로 하는 경우에는 入網이 다소 어렵더라도 일단 入網한 魚群의 脫出을 최대한 억제할 수 있도록 할 필요가 있다고 생각되며, 귀치를 주대상으로 하는 경우에는 귀치群이 맴도는 성질이 있다는 것을 인식하여 헛통입구나 登網부근에서 魚群이 쉽게 맴돌수 있도록 入口를 조금 크게 해주는 대신, 헛통 入口의 분쇄 부분 등을 잘 조성하여 그물 벽을 따라서 움직이는 群이 흩어지지 않고 헛통과 원통내부에서도 맴돌수 있도록 漁具를 구성할 필요가 있다고 생각된다.

要 約

定置網에 대한 방어와 귀치의 行動을 분석하기 위하여 韓國 東海岸에서 보편적으로 쓰이는 落網의 1/30크기의 模型定置網을 網地로서 제작하고, 이것을 水面照度 1lux 정도의 室內에 설치된 가로·세로 700cm, 깊이 100cm, 水深 70cm의 水槽에 고정했다.

供試魚는 定置網에서 어획된 全長 37~45cm짜리 방어와 18~21cm짜리 귀치이며, 이것을 3~20마리씩 放流하여 통그물내의 入網數, 脫出數 등을 1분 간격으로 조사하고 10분간 누적하여

검토한 결과는 대략 다음과 같다.

1. 방어는 통그물入網率은 그다지 크지 않으나 원통入網率은 상당히 크다. 遊泳軌跡은 비교적 원활하며, 入網도 잘하나 脫出도 잘하므로 定置網을 설계할 때는 入網하기가 다소 어렵더라도 脫出하기가 쉽지 않도록 하는 것이 유리할 것 같다.

2. 쥐치는 통그물入網率은 방어보다 크나 원통入網率은 매우 낮다. 遊泳軌跡은 원활하지 않고 꼬불꼬불 원형으로 맴돌면서 전진하므로 入口가 넓은 헛통에는 잘 入網하나 원통에는 잘 入網하지 않는 것 같다. 따라서 쥐치를 주대상으로 하는 定置網을 설계할 때는 특히 登網부분을 조금 넓게 하여 群이 맴도는데 지장이 없도록 해주는 것이 유리할 것 같다.

3. 방어나 쥐치의 어느 경우에도 원통脫出率은 거의 0이고 헛통脫出率도 거의 10% 이하여서 落網이 상당히 효과적인 漁具임을 보여주고 있다.

謝 辭

이 研究를 수행함에 있어 많은 助言을 해주신 釜山水產大學校의 尹甲東, 梁龍林, 李珠熙 教授님께 깊은 감사를 드리고 實驗의 보조, 원고의 정리와 삽화등에 많은 수고를 해 주신 助教 金炯碩君의 노고를 밝혀 치하한다.

文 獻

井上 實(1978) : 魚의 行動と 漁法, 恒星社原生閣,

58~59.

岡 正雄(1948) : 魚群의 網目의 通過에 關する 實驗, 日水誌 13(5), 203-206.

落合 明·淺野博利(1955) : 메가카群集의 大きさと 網地의 遮斷效果에 關하여, 日水誌 21(3), 154-158.

兼廣春之·鈴木誠·松田 皎(1985) : 定置網模型에 對する 魚群 行動實驗および 其의 解析, 日水誌 51(12), 1983-1988.

神田 獻二(1953) : 網의 縮結と 魚群의 網目의 通過에 關하여, 日水誌, 18(8), 33-40.

鈴木 誠(1971) : 定置網에 對する 魚類의 行動と 漁具의 機能에 關する 基礎的 研究, Jour. Tokyo Univ. Fish. 57(2), 95-171.

田內森三郎·安田秀明(1933a) : 網에 出會つた 魚群의 進路, 日水誌 2(1), 17-19.

田內森三郎·安田秀明(1933b) : 魚群は 如何に 誘引されるか, 日水誌 2(3), 124-127.

町中 茂·今村 明·橋田 新(1977) : 바이오텔레메トリ-시스템에 由る 브리의 行動生態에 關する 研究, 石川縣水試研報 2, 1-42.

野村 清(1952) : 改良 罾網에 關하여, ていち, 31, 25-34.

Blaxter, J.H.S., B.B. Parish and W. Dickson (1964) : The Importance of Vision in the Reaction of Fish to Drift Nets and Trawls M.F.G-2, 529-536.