

통발에 대한 어류의 행동과 어구개발

부산수산대학 어업학과

교수 김 용 해

현재까지의 어업은 어획량의 증대에만 노력해 온 나머지 어구의 개발도 주로 대형화 및 적극화의 방향에서 연구되어 왔으며, 그로 인해 어업의 성격자체가 연료소비형이고 자원남획의 길로 들어서 자원고갈이라는 극단적인 결과를 반복하여 왔다.

최근의 어업 분위기는 석유파동에 의한 에너지의 문제와, 경제수역 200 해리라는 배타적인 해양 분할로 어장의 문제는 종래의 연구개발 방향 자체를 완전히 전환하도록 종용하게 되었다. 즉, 외국에서의 원양어업보다는 국내의 연근해 어업을 내실있게 발전시켜 어구에 있어서는 보다 적은 에너지의 투입으로 보다 높은 어획성능을 가지면서 계속적인 최대어획이 가능하도록, 정교하고 복잡한 어구가 출현해야만 되는 것이다. 그러기 위해서는 우선 어획 대상생물의 생리·생태 등을 잘 파악하고, 이에 적당한 저에너지 소비형, 고 어획성능의 어구를 사용하여 자동기계화 조업방식을 채택한 다용도의 최신 어선에 의한 복합 어업경영이 바람직하다 하겠다.

여기서 다루고자 하는 통발어업은, 그 어법 자체가 소극적이면서도 선택적으로 어획하므로 자원의 재생산에 크게 영향을 끼치지 않을 뿐만 아니라 간단한 장비를 갖춘 소형어선에 의해 고급어종을 산채로 어획하므로 경제성이 높고 해저형태나 수심 등에 관계없이 조업이 가능하므로 심해나 암초어장 등 미이용 어장의 개발에도 높은 어획성능을 가진다.

우리나라 연근해에서는 오래 전부터 붕장어, 갯장어, 게, 새우, 문어, 기타 어류 등을 통발로 많이 어획하여 왔다.

여기서는 주 어획대상인 붕장어, 새우류, 게류 등의 생리 생태와 통발에 대한 선택행동 등을 면밀히 조사, 분석하고 실제 통발어구에 적용하여 현장에서의 통발어업에 참고할 수 있도록 기초자료를 정리하여 보았다.

1. 통발에 대한 어류의 행동

1) 통발에 대한 붕장어의 행동

붕장어는 우리나라의 남해안, 제주도근해, 남서해안, 동지나해 일대 수심 20~100 m인 대륙붕에 넓게 서식하고 있다. 성어는 산란기에 남하회유를 하여 서남제도(위도 20°N) 이북에서 산란하고, 부화한 자어는 변태기에 저층으로 하강하여 연안의 모래, 자갈, 암초 주변, 갈조류 수역에서 변태를 완료하고 뱀 또는 모래뱀인 해역으로 이동하여 생활한다.

붕장어가 어떻게 하여 통발로 들어가는지는 여러 학설이 있으나, 현재 사용중인 길다란 원통형의 대나무와 플라스틱통발을 사용하여 실내 수조에서 붕장어의 행동을 관찰한 결과는 다음과 같다.

붕장어가 통발에 접촉하는 부분은 주로 미끼가 있는 부분으로 미끼를 깔때기 입구에서 멀리 떨어지게 매달수록 들어가는 마리수가 적었다. 통발에 접촉하는 수는 통발 투하 직후 급격히 증가하여 15분이내에 최대에 달한 후 서서히 감소하였는데 입망은 30분이내에 주로 이루어졌고, 통발 접촉수에 비하여 입구 접촉수는 매우 작으며, 입구 접촉수에 비하여 입망수

는 더욱 작았다.

뱀장어 목에 속하는 곱치, 붕장어, 갯장어 등은 전비공과 후비공 사이, 즉 비강이 크고 길며 후각세포가 발달되어 후각이 매우 예민한 것으로 알려졌다. 이런 후각어가 냄새를 맡고 먹이에 도달하는 과정은 좌우로의 방향전환과 전후로의 유영으로 운동성에 의하여 냄새 경도의 차이를 감지하고, 냄새가 강한 쪽으로 이동해가는 반복운동으로 미끼가 들어 있는 통발에 까지 도달하는 것으로 보인다.

붕장어가 통발에 들어가는 메커니즘은 여러가지 요인이 작용하는 복합적인 것이나 크게는

첫째, 먹이를 찾는 색이행동과 탐구행동,

둘째, 주축성 등에 의한 재료에의 선택행동 및 외적으로 부더의 보호본능 등이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 사료된다.

붕장어 통발의 재료로 대나무, 플라스틱, 합성섬유, 망지 등을 사용할 경우 어획에 큰 차이는 없어 보이며, 붕장어 통발의 미끼로 멸치와 명태 내장 가공품을 같이 사용하였을 경우는 멸치미끼쪽에 더 많이 잡히는 경향이 있으나 총조업경비의 70% 가량 차지하고 있는 멸치미끼 대신 값이 싸고 유집효과가 좋은 미끼의 확보가 시급하다.

2) 통발에 대한 새우류의 행동

통발에 주 대상이 되는 새우는 동해의 수십 100 m 이상 심해에 서식하는 갑장 5 cm 정도의 도화새우, 북쪽분홍새우, 물렁가시 붉은새우, 철모새우 등과 펼닭새우, 남해안 진흙, 모래밭에 서식하는 갑장 6 cm 정도인 가시발 새우, 부채새우 등을 들 수 있다.

통발에 대한 새우류의 선택행동을 조사하기 위해 연안 조간대에 서식하는 태평줄새우를 사용하여 여러가지 함정모형과 미끼에 대한 실험을 해본 결과, 새우가 통발에 들어가는 것은 먹이를 찾는 탐구행동과 색이행동이 주가 되는 것을 알 수 있었다.

Inoue 등이 면사와 사란 평면망지를 수조바닥에 깔았을 경우 모여드는 담수산줄새우의 수는 망지별로 차이가 있다고 하였으나, 필자 등이 나이론, 폴리에틸렌 및 면사로 된 각각의 평

면망지와 원통 통발모형 등을 사용한 결과, 모여드는 태평줄새우의 수에는 차이를 인정할 수 없었다. 즉, 재료에 의해서는 붕장어의 경우와 비슷하게 어획 자체에는 큰 영향이 없는 것 같으며, 새우가 통발내에서 주축성에 의하여 정위한다기 보다는 미끼를 찾으면서 계속 움직이는 탐구행동을 주로 보인다.

통발 입구의 단면을 원형, 삼각형, 사각형으로 할 때 태평줄새우의 입구, 접촉수는 큰 차이가 없으나 통발내로의 입통수는 원형이 가장 많았다.

평면 입구의 경사각도를 0°, 30°, 60°, 90°로 놓을 경우 경사가 급할수록 입통수가 적었으나, 일단 통발에 들어간 새우가 도피하는 것은 30°, 60°일때 가장 도피수가 적었다. 통발의 입구는 윗쪽에 다는 것 보다 옆쪽에 다는 것이 훨씬 입망이 용이하고, 입구 끝에 허그물을 달았을 경우는 입망도 어렵고 도피하는 것도 어려운 것으로 나타났다. 이와 같이 통발의 망지위에서 머뭇거리거나 접촉만 하고 다시 돌아 나가는 것은 그물에 대한 거부감과 함께 보행에 어떤 장애를 받고 있는 것이다.

징거미새우는 망지위에서 그물실 위로 보행해야 하므로 평지에서 보다 운동이 불안정하여, 진행방향으로 내뻗는 다리의 발가닥마디가 그물코 사이로 빠져 다리의 중간마디가 그물실위에 걸리게 되는 현상이 일어 나는데, 망목크기가 커질수록 3쌍의 다리간의 연쇄적인 동작이 불규칙 해진다. 즉, 평면에서 보다 망지위에서는 보행속도, 보폭, 다리의 이동순서, 각 다리간의 시간차, 착지위치 등에서 현저한 차이가 있으며 따라서 그물로 구성된 통발로 이동하고 입구로 들어가서 입통하는 비율이 낮아지는 것 같다.

새우류의 화학적 감각은 가슴다리, 집게다리, 더듬이 등에 매우 예민한 감각기관을 가진 것으로 알려졌다.

모형통발에 미끼를 넣었을 경우는 넣지 않았을 경우보다 3배정도 입통수가 많았다. 통발을 수조에 넣은 초기에는 급격히 입통수가 증가하나 시간이 경과하여 미끼의 냄새가 감소함과 동시에, 통발내의 새우가 과포화 상태에 달하여 개체간에 공간을 확보하기 위한 공간 점유 행

동이 치열해지면 통발에서 빠져 나오는 새우가 많아지게 된다. 미끼에 대한 유집효과를 비교하기 위해 각종 미끼의 5% 추출용액을 방출할 때 모여드는 태평줄새우의 수를 조사한 결과, 바지락과 전갱이, 고등어와 새우, 새우와 족발, 고등어 육과 내장간에는 큰 차이가 없었다. 그러나 멀치정보다는 고등어 쪽에 더 많이 모였는데 고등어 육질이 선도가 좋아서 효과가 큰 것으로 보인다. 일반적으로 단순 아미노산보다는 복합 천연 아미노산에, 닭새우류는 조개류보다 육질쪽에 더 잘 유집되었다는 보고도 있다. 일본 등지에서는 닭새우 통발의 미끼로 족발을 사용하기도 하나 효과를 높이면 추출액이 해수에서 잘 빠져나와 냄새가 강하게 퍼지도록 해야 할 것이다.

3) 통발에 대한 계의 행동

통발에 잡히는 계종류는 동해의 진흙, 모래, 자갈바닥인 수심 50 ~ 1,500 m에 서식하는 갑폭 10 cm 정도의 대개(일명 영덕계), 털계, 동해와 남해연안 수심 10 ~ 50 m인 모래, 진흙바닥에 서식하는 갑폭 20 cm인 꽃계 그외 갑폭 10 cm 정도 되는 닭계, 깨다시 꽃계, 동남참계, 참계, 민꽃계, 또 황해의 범계 등이 있다.

계종류는 망지위를 보행하거나 기어오르는데 4쌍의 다리를 사용하여 주로 옆쪽으로 이동하는데, 풀개의 경우는 망지에서 보행할 때 다리 마디가 그물코 사이에 빠져서 평면에서보다 이동하는데 장애를 많이 받는다.

새우류보다 계종류가 망지에서 보행에 더 어려움을 받는 것은, 새우는 운동하는데 배다리로 유평하여 걷는 다리의 부담을 덜어주나 계는 이동수단이 오직 걷는 다리에 의존하기 때문이다.

통발의 입구를 윗쪽과 옆쪽에 낼 경우, 통발에 들어가는 계의 행동을 Miller가 수조에서 관찰한 결과, 측면입구가 흐름의 하류쪽에 놓았을 경우가 가장 입통수가 많았고 다음은 흐름에 직각이 되도록 놓은 경우, 윗쪽에 입구가 있는 것이 가장 적었다.

이에 대하여 도피하는 순서는 입통하는 현상과 반대로 되었는데, 측면입구를 흐름과 평행하게 하류쪽에 놓았을 경우가 들어가기는 쉬우나

나오기는 어렵다고 하였다. 직육면체와 원추형 통발에서는 측면입구일 때가 상면입구일 때 보다 민꽃계의 어획이 더 많았고, 허그물을 단 측면입구 일 때는 허그물이 없는 경우보다 어획이 적은 것으로 보아 허그물은 입망과 도피에 거의 같은 어려움을 주는 것 같다.

현재 일본이나 국내에서 사용중인 계통발의 대부분은 상면입구를 쓰고 있어서 종류에 따른 행동을 더 조사하여 보충하고 고려되어야 한다.

계종류의 화학적 감각은 집게다리, 턱다리, 더듬이 등에 잘 발달되어 있으며 미끼를 얻는데 개체간에 치열한 경쟁을 하는 것으로 알려졌다.

미끼가 있는 통발에는 없는 통발보다 입통수가 2배이상 되었으며, 입통후 미끼를 차지하려고 치열하게 쟁탈전을 전개하여 경쟁에 지는 개체는 황급히 도피행동을 취하게 된다. 일례로 닭새우류와 계종류가 한 통발에 혼획될 경우는 총어획량이 상당히 떨어 졌으나 통발을 누 구역으로 칸을 막아 한쪽에 닭새우가 들어가면 다른 쪽에는 계가 많이 들어갔다.

2. 통발의 구조에 따른 어획성능

1). 통발의 형태와 크기

현재 일반적으로 쓰여지고 있는 통발의 형태와 크기는 다음 표와 같다.

계나 새우류를 잡는데는 그물로 된 직육면체나 원추형 통발이 동일하게 사용되나 닭계나 닭새우류 등 대형 어족은 주로 목재와 철사로 구성된 직육면체나 반원통형 통발을 사용한다.

수산진흥원이 동해의 심해어장에서 시험조사 시 직립 원추형과 수평 반원통형 계통발을 사용한 적이 있으나, 통발수와 조업회수가 적어서 직접 비교하기가 곤란하며, 여수에서 측면 입구를 가진 원추형과 직육면체 통발에 어획된 민꽃계에서는 마리수에 차이가 거의 없다고 하였다.

남해에서 붕장어를 잡는데 사용하는 대나무 또는 플라스틱으로 직경 13 ~ 15 cm, 길이 50 ~ 60 cm인 원통형 통발은 오랜 세월이 걸쳐 정립된 형태로, 통발당 평균 1마리가 어획되었으나 직육면체 그물통발에는 약 0.5마리가 어획되었다.

통발의 형태와 크기

주 대 상 어 족	형 상	밑면직경 밑면길이	윗면직경 윗면길이	높 이	입구위치	입 구 수
북 양 대 게	원 추 형	150 cm	80 cm	60 cm	상 면	1
털 게	//	84- 92	40- 45	39- 50	//	1
대 게	//	121-140	50-104	57- 74	//	1
꽃 게	장원통형	70- 82	-	40- 42	측 면	1
깨 다시 꽃게	자 루 형	100	37- 45	45- 65	//	2
닭 게	평 자루형	50	-	-	-	-
king crab	직 육면체	183	91	86	//	2
dungeness crab	원 추 형	107	100	35.6	//	2
도 화 새 우	//	70	50	32	//	2
북쪽분홍새우	//	70- 95	55- 65	21- 50	//	2
가시발새우	//	80-100	60- 75	47- 50	//	2
부 채 새 우	//	80	40	30	//	1
닭 새 우	직 육면체	100	40	60	//	2
Shrimp (square trap)	//	120	60	60	//	2
shrimp (flat trap)	//	120	60	30	//	1
shrimp (collapsible)	원 추 형	80	60	36	//	4
spiny lobster (parlour)	직 육면체	81	51	30	//	2
spiny lobster (scottish creel)	//	81	51	30	//	2
spiny lobster (cornish ink-well)	원 추 형	91	31		상 면	1
american lobster	직 육면체	91	64	36	측 면	1
lobster (cornish pot)	장원통형	68	-	51	상 면	1
cray fish	직 육면체	92	122	46	//	1
붕 장 어	//	48- 54	45	20- 54	//	1
문 어	//	60	45	20- 23	//	1
취 노 래 미	//	120	50	50	//	1
오 징 어	//	100-120	90	45- 50	//	1-3
복 어	//	50- 55	45	30	//	1
복 어	장원통형	40- 43	45- 55	33- 45	//	1
승 어	원 추 형	60- 70	0- 50	45- 52	측 면	1
혹 돛	평 자루형	60	60	60	//	1
sabieflsh	직 육면체	244	86	86	//	1
고기 (jamaica Z-trap)	Z 형	229	122	61	//	2
고기 (cuban S-trap)	직 육면체	183	122	61	//	2
고기 (midi-trap)	//	122	122	61	//	2
고기 (pollar-trap)	//	183	122	61	//	2

2). 통발의 입구

통발의 입구는 대상어가 들어가기는 쉽게, 나 오기는 어렵게 두가지 상반된 조건을 충족하도록 만들어야 하는 통발어구의 핵심 부분이다. 앞에서 살펴본 바와 같이 입구의 부착위치,

입구의 직경과 길이, 경사각도 등은 어류의 입 통과 도피행동에 바로 영향을 미치게 된다. 통발 은 수동적인 어구이므로 실제 어획되는 것은 양 망시까지 도망가지 못하고 남아 있는 것이므로 도피를 하지 못하게 입구를 설계하는 것이 성공

의 열쇠가 될 것이다. 이러한 점에서 입구에 혀그물을 달거나 이중 입구를 달거나, 또는 양망시 줄을 당기면 뚜껑이 닫히도록 하는 방법 등이 시도되고 있으나 그다지 큰 성과는 없는 것 처럼 보이며, 보다 교묘한 함정어구가 고안되기를 기대한다.

입구의 크기는 통발어구에서 어획선택성을 가장 크게 좌우하므로 자원보호상 법적으로 제한하여야 한다. 구미에서는 lobster 통발에 작은 개체가 도망갈 수 있는 별도의 구멍(bent)을 달아 주고 있다. 입구의 크기에 대하여 어느정도 크기의 어종이 잡히는지 수산진흥원이 동해, 울릉도, 독도근해에서 조업결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 새우류는 원추형 통발에 직경 9.5 cm인 입구를 윗쪽에 부착하여, ~~고~~ 새우는 갑장범위 2~6 cm, 평균 4 cm, ~~물행~~가시 붉은새우는 2~5 cm 평균 4 cm인 새우가 많이 잡혔다.

한편 일본에서는 북쪽 분홍새우의 경우, 입구 직경이 4 cm이면 갑장 1 cm, 직경 9 cm이면 갑장 2 cm, 직경 12 cm인 경우는 갑장 3 cm인 새우가 가장 많이 잡혔다고 하였다.

둘째, 붉은 대게의 경우 입구직경이 5 cm 일 때 갑폭범위 5~18 cm, 평균갑폭 8 cm인 게가 가장 많이 잡혔다.

3). 망목의 크기

통발어구에서 입구의 크기 다음으로 자원보호상 제한 되어야 할 요소는 망목의 크기인데, 보호되어야 할 작은 개체는 전부 빠져나갈 수 있도록 망목의 크기를 조정해야 한다.

일본에서의 조사결과, 대게류의 일종은 망목 크기가 9 cm 이면 갑폭 8 cm 이상, 망목 12 cm 이면 갑폭 10 cm 이상, 망목 15 cm 이면 갑폭 13 cm 이상되는 게는 통발에서 빠져나가지 못하였으며, 북쪽분홍새우의 경우는 망목크기보다 갑장이 큰 새우는 빠져나가지 못하였다.

4). 어로작업

붕장어 통발의 경우 입구쪽이 해저와 수평이거나 또는 약 30° 까지 해저쪽으로 기울어졌을 때 붕장어가 빨속에서 기어나와 통발에 접촉하고 입구를 찾아서 들어가는데 유리하였고, 실제

어획도 많았으므로 가짓줄의 길이를 조정하거나 철심을 넣어 입구가 들리지 않도록 하여야 한다. 통발의 조업은 단순한 작업과정으로 보이나 보다 작업능률을 높이기 위해서는 자동 기계화 방식으로 점차 개선되어야 하겠다. 그러기 위해서는 어구의 조작과 투양망이 간편하도록 적육면체 통발인 경우 옆으로 접어서 평평하게 하여 적재량을 늘리거나, 원추형이나 샷갓형 등은 꼭지부분의 망지를 느슨하게 하여 포개어 쌓아서, 사용 통발수를 늘이면서 작업이 일괄적으로 처리되도록 하며 아울러 작업인원의 감소를 꾀해야 될 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 고관서, 김용해(1983) : 함정어구와 미끼에 대한 태평줄새우의 선택행동, 한국어업기술학회지 제 19 권 제 2 호 85~95.
- 2) 고관서, 김대안(1984) : 통발에 대한 어류의 행동과 어획성능에 관한 연구, 한국수산학회지 제 17 권 제 1 호 15~24.
- 3) 김용해, 고관서(1984) : 망지에 대한 풀게의 보행운동, 한국수산학회 추계 학술발표요지
- 4) 김대안, 고관서(1984) : 장어, 게 통발 어구의 어획기구 및 개량에 관한 연구. 한국수산학회 추계 학술발표요지.
- 5) 문교부(1977) : 한국 동식물 도감 동물편 (새우류) 83~410.
- 6) 문교부(1977) : 한국 동식물 도감 동물편 (집게, 게류) 258~470.
- 7) 서영태, 김광홍, 이주희(1977) : 장어 통발어구의 어획성능 비교. 통영수산전문대학 13(2) 15~20.
- 8) 김광홍, 이주희(1977) : 붕장어 미끼 개발에 대하여, 통영수전 논문집. 17~23.
- 9) 국립수산진흥원(1977) : 동해 심해어장 개발조사. 사업보고 39, 7~84.
- 10) 恒星社厚生閣(1981) : かが漁業, 水産學會誌. 36.
- 11) 小池篤(1979) : かがの漁獲選擇性 日本水産學會編. 28, 97~111.
- 12) 全國漁業協同組合連合會・全國水産業改良普及職員協議會(1977, 1979) : 全國籠網 漁具漁法集(第 1編, 第 2編, 第 3編)