

어업기술의 새로운 전망



부 산 수 산 대 학 교
교수 高冠瑞

목 차

1. 개 요
2. 에너지절약대책
3. 조업의 예측시스템
4. 중요 어업기술의 전개
 - 가) 저인망어업
 - 나. 선망어업
 - 다) 연승어업

1. 개 요

우리나라 어업기술의 발전은 약 10년 단위의 기술혁신 단계가 있어 각각 그 년대의 중심이 되는 기술이 있었다. 1950년대에는 어군탐지기와 합성섬유가 출현하여 기존어업의 내적개선을 주도하였고, 1960년대는 참치주낙의 도입과 연근해어업에서 원양어업으로의 정책적 뒷받침이 주효하여 원양어업으로의 일대 전환을 하게 되었다.

1970년대는 고도 경제성장을 배경으로 하여 원양어장 개척을 위한 대형어선을 도입, 대규모 어구와 고성능 어구어법을 개발, 어업은 해마다 확대일로에 있었다. 그러나 제 2차 석유파동과 200해리 선언시대에 돌입하면서 국제어업 환경정세는 점점 힘들게 되어 원양어업은 축소시대로 들어가게 된다. 1980년대 이후의 우리는 인공위성을 이용한 각종 정보처리와 기계화를 넘어 각종 전자계기를 이용한 전자동화를 통한 관리형 어업으로 매진하고 있는 실정이다.

어업의 발전에 따른 총 어획량도 1976년에 240만톤을 생산한 후, 엄청난 어획노력에도 불구하고 1980년까지 250만톤을 초과하지 못했으나 1981년부터 점차 증가하여 1986년에는 366만톤을 넘어서게 되었다. 그 중 가장 많이 잡히는 취치, 정어리, 멸치 등과 같이 값싼 고기는 증가하였으나, 비싼 고기인 참조기, 전갱이, 새우류 등은 현상유지되거나 감소경향에 있다. 이와 같은 상황에서 정부당국은 자원관리에, 업자들은 이윤에 최대한 관심을 가지고 있기 때문에 이해관계가 일치하지 않는 가운데 조정은 하고 있으나 어려운 문제들이 가로놓여 있다. 참된 자원관리와 수산업의 발전을 위해서는 창조적 지혜를 총동원하지 않으면 안되게 되었다.

이 중에서 어업자원 관리에 관해서는 수산청에서도 중점시책의 하나로서 어류서식의 환경조사 및 조성, 자원의 보전관리, 자원번식 등을 들고 있으나 자원의 관리는 고사하고 수천척의 불법어로 행위조차 제대로 단속하지 못하는 실정이다.

일본에서는 “연안해역 어업관리 적정화 방식 개발사업”이라는 표제 하에 대표적 연안해역에 “모델해역”을 선정해서 그 해역의 조업실태, 어업자원의 재생산, 자연사망 매카니즘, 시장조건, 어업경영 등의 자료를 파악해서 시뮬레이션(모의 실험)에 의해서 그 해역의 어종, 어업종류에 가장 적합한 어업관리를 위한 어선의 척수, 총어획량, 제한체장, 총마력수 등의 모델을 작성, 관리생산 방법을 개발하고 있다.

2. 에너지절약대책

20여년전의 자료이기는 하지만 일본의 예를 들면 중유 1kl당 어획량이

대형정치망	: 12,500 kg/kl
고등어전착망어업	: 4,800 kg/kl
오징어낙기어업	: 1,800 kg/kl
쌍끌이기선저인망어업	: 960 kg/kl
채낙기어업	: 860 kg/kl
연어, 송어유자망어업	: 822 kg/kl
참치연승어업	: 270 kg/kl

로 이 가운데서 제일 연료를 많이 소비하는 어선은 참치어선으로 어장탐사 때문에 소비하는 연료가 총항해일수의 15 ~ 20%를 소비하고 있다.

1970년 이전에는 연료의 소비를 그다지 문제시 하지 않았으나 오일쇼크 이후에는 어획률의 저하와 함께 어업경영을 약화시키게 되어 연료의 절약문제가 두드러지게 되었다. 따라서 비만형 고마력어선에서 에너지 절약형을 개발하게 되어 현재는 재태형 어선에 비하여 20 ~ 30% 절약이 가능하게 되었다. 예를 들면 참치 연승어선에서는 선체설계, 추진기효율, 저연비기관, 냉동효율, 기관배기이용, 어획물 코팅보냉기술, 연료 절약전환장치, 투양승 생력장치 등을 개선하게 되었다.

이것을 좀 더 자세하게 설명하면 어업의 종류에도 관계되지만 방형비배계수(方形肥背係數)가 적은 날씬한 형의 배가 일반화하게 되었고, 직경이 큰 프로펠러를 채용해서 프로펠러의 단독 효율을 높이므로 주기관 출력을 낮게 하는 것 등 유효한 방법이 고안되었다.

이것은 기관의 회전수를 감속해서 저속으로 프로펠러를 돌려 손실을 적게 하여 추진 효율을 높일 수 있다는 것이다. 또 가변피치를 사용하던가, 선미밸브를 사용하여 프로펠러의 유수를 정류해서 추진력을 증가하는 방법도 있고, 선수밸브를 사용하여 항해 중의 조파저항을 감소시키는 방법도 있다.

기관에는 전술한 저속형 생연비기관의 도입이 시도되어 롱스트로크(Long stroke) 방식에 의한 연쇄효율을 높이든가, 과급기를 개량해서 배

기를 적게 하여 연비효율을 높이거나 기관의 배기열을 회수해서 증기나 온수를 만들어 에너지의 재개발에 투입하고 있다.

디젤오일과 그 윤활장치를 개량해서 교환일수를 연장하면 경비절약을 기할 수도 있다. 기타 C 중유의 혼합사용이나, 발전기의 용량과 구동방법을 합리화하는 일, 유효한 선저도료를 사용해서 선저를 평활하게 하여 선체의 우수저항 계수를 감소시키는 일, 선망에서는 데릭 붐 대신에 양망 크레인(Crane)을 사용해서 여러대의 윈치(winch)를 생략하고 또한 선체중량을 경감시켜 에너지 절약에 이바지 할 수도 있다.

참치조업에서는 현재 아직 남아 있는 수동작업 부분(가짓줄의 부착, 뜸줄의 부착, 부표, 라디오 부표의 투입 등)을 가짓줄의 자동스넵장치, 자동미끼부착장치 등 시험적으로는 완전자동화 단계까지 이르고 있다. 작업의 로봇화 장치도 멀지 않은 것 같다.

또한 모릿줄이 올라오는 상태를 각도계나 “스캐닝 소너(Scanning sonar)”로 관측해서 낚시줄의 수중형성에 따라 컴퓨터가 조타장치나 추진기관을 자동제어하여 효율적 조선을 하는 자동조선방법 개발이나, 자동조타에 의한 경제항법 등도 에너지 절약의 한 방법이 될 것이다.

3. 조업의 예측시스템

어류에 대한 여러가지 정보를 입수해서 이것을 종합적으로 판단, 어구조정에 활용하는 일이 이제부터 어로장의 중요한 일이 될 것이다. 그것은 하드웨어(hard ware: 전자계산기를 구성하고 있는 장치) 뿐만 아니라 소프트웨어(soft ware: 시스템 분석 및 설계)를 이용함과 동시에 어로적 감각을 가미해서 정확한 판단을 하는 일이다. 이 때 정보의 기억, 분석처리를 하는 것은 컴퓨터가 하게 되나 멀지 않아 컴퓨터를 정지 인공위성과 연결시켜 어업의 과학적 조업방식이 발전하게 될 것이다.

인공위성을 이용한 정보수집기술은 일진월보하여 현재도 해면정보관계는 기상위성에 실린 적외선방사온도계와 분광방사계를 이용하여 해면온도의 관측치를 기상위성센터에서 수신, 그것을

분석해서 해면온도의 분포도가 작성된다. 이것을 어업정보 서비스로서 해양에 있어서의 난류, 한류, 조경의 분포, 난·냉수피의 분포 등을 표시한 해항도를 만들어 팩시밀리(Facsimile)로 전송 필요에 따라 각 지방의 부분을 확대한 도면도 만들어 특정어군의 어장을 추정하는 일이 현실화 되어 가고 있다. 곧 인공위성이 통과하고 난 뒤 1 시간 이내에 어선에 그 정보를 분석, 처리한 결과를 제시하게 될 것이다. 즉 어로장은 앞으로 어장 일선에서도 어항정보를 판단자료로 이용할 수 있다는 말이다.

이 일은 우주정거장을 건설해서 대기억 용량의 컴퓨터를 설치, 인공위성에서 얻은 관측자료를 지상에서가 아니라 그 정거장에서 즉석으로 분석, 처리하여 직접 어선이나 기지에 송신하게 되기 때문이다. 이와는 별도로 바다에 설치한 로보트에서 보내진 수직수는 측정치도 이 정거장에서 받아 분석처리하여 어선에 보내지게 된다.

어선은 인공위성을 이용하여 선위를 측정할 수 있다. 이들 정보에서 얻어진 유력한 어장수역의 위치를 자동조타장치에 입력하면 곧 그 어장으로 직행할 수 있다. 현재는 아직 이 단계까지는 와 있지 않으나 어업정보 서비스센터는 신뢰도가 높은 어장형성 예측시스템을 개발하는데 많은 노력을 하고 있다.

인공위성에서 얻은 표면수온 이외에 앞서 말한 여러 가지 해양정보를 입력시키는데, 특히 어선의 어획고, 어체의 크기, 어군의 규모, 수심 400 m까지 투하해서 얻은 수온정보 등을 수집해서 해황과 어항도를 작성해서 현재부터 10 일 정도 뒤의 어항을 예측하려는 것이다.

측정하는 감도는 더욱 발달하겠지만 현재도 바다의 색깔로 전선이나 조경은 물론 식물성 부유생물의 농도분포까지 알 수 있기 때문에 가까운 장래에는 어류생산력의 계산이나 예상이 가능해질 것이고, 효율적 자원관리와 어장관리에도 도움이 될 것이다.

일본에서는 이미 참치인양어업, 기선저인양어업 등 중요어업에 대하여 어획 및 어선의 모의실험프로그램(Simulation program)을 완성하였는데 그 입력정보 내용은 어류의 종류, 조업해역, 조획율, 평균체중, 어획량, 어구규모, 조업율, 항해

속력, 항해일수, 미끼의 중량, 평균어가, 미끼의 가격 및 기름의 가격 등과 이외에 경영정보로는 차입율, 이자율, 상환율을 입력시켜 필요에 따라서는 예정해역에서의 평균어획율, 어획량, 노력당 어획량 등의 어업정보와 채산면의 이익을까지 계산하고 있다. 그러기 때문에 관리형 어업으로서의 이상적 경영전략이 세워질 수 있는 것이다. 또한 해상정보수단으로서 인공위성을 이용한 항법장치로 선위나 항적을 자동적으로 구하는 것은 전술한 바와 같으나, 이 장치와 컬러스캐닝소너(Color scanning sonar)와 해상(海象)디스플레이(表示)의 3자를 병용하면 어군의 해중정보는 소너가, 해표면온도나 조목 등의 정보는 인공위성이, 그리고 선위와 항적은 이미 알기 때문에 어구에 부착한 발신기의 정보를 원격수신하면 과학적 어구조업이 확립된다. 현재도 전자동향해시스템(비디오파이롯을 사용하면 항구를 나와 자동항해를 개시해서, 조류나 바람의 영향을 수정해 가면서 침로를 유지할 수 있다)은 개발이 되어 있고, 건착망 어업에서 많이 사용하고 있는 칼러 코스 플롯터는 자신의 위치, 항적 투망과 양망위치, 예정항로, 조업구역 등이 명시되고 어군에 대한 상대적 위치가 파악되므로 바다 속이라고 하지만 그물어구의 조정을 눈으로 보면서 할 수 있다. 앞으로의 어업은 이와 같이 어획성능이 한층 비약적 발전을 하게 되므로 전체적 어업의 운영을 관리형 어업으로 전환할 수밖에 없다.

과학어탐을 이용하면 항주(航走)한 장소의 어군밀도를 알 수 있으므로 표본추출법으로 어장전체를 추정할 수 있다. 미개발 어장의 어군체의 크기가 추정되면 자원의 합리적 이용에도 도움이 될 것이다.

4. 중요 어업기술의 전개

가) 저인망어업

각종 어법 중에서 가장 기술적으로 현대화된 어법의 하나이다. 이제부터의 과제는 어군의 중심위치에 관한 정보를 정확하게 탐지하는 어탐을 개발해서 배의 상대적 위치를 어떻게 정확하

게 조정하느냐가 문제이다.

예를 들어 모의실험 프로그램에 어군의 위치, 유영방향, 유영속도, 망구의 위치, 어군과 그물의 수평 및 수직거리, 예망속도, 배의 회두조건 등의 정보를 입력해서 망구를 어군의 중심위치에 오도록 하는데 필요한 배의 조정조건을 구하여 이 조건을 자동조종조망장치에 연동시키는 시스템이 개발될 것이다. 특히 저격적(狙擊的) 어법이 필요한 증층트롤 그물에서는 이에 맞는 이상적인 설계를 모형실험을 통하여 구해져야 할 것이고, 그물의 속도를 증가시키기 위해서는 그물의 저항을 경감시켜야 할 것이다. 이를 위해서는 3~10 m 정도의 큰 망목을 앞부분에 사용하게 되는데 (현재 이와 같은 방법의 하나로 로프트롤도 일부에서는 사용하고 있다) 특별한 색깔을 사용하여 천정망에서의 이탈을 방지하는 것도 시도하고 있다. 이 경우 취급이 번거롭고 로프사이로 어류가 도피하는 일들이 생겨 어종에 따른 적절한 로프의 간격을 확정짓지 못하고 있는 실정이다.

영국 수산기술협력협회(White Fish Authority)에서는 케플러(폴리아미드계 섬유)를 심(芯)으로 한 폴리에스테르 로프를 사용하여 종래보다 현저한 어획효과를 보았다고 한다. 이와 같이 그물의 설계와 새로운 재료의 채택으로 고속그물(高速網)을 제작하려고 한다. 또한 자원보호상 탐지된 어군의 혼획방지를 피하기 위해 선택적 어획방법도 생각하고 있다. 예를 들면 새우트롤에서 새우만을 선택적으로 잡기 위해 그물 한 가운데 잡어를 걸러서 위쪽으로 도망가게 하거나 잡어는 별도로 어획하는 방법을 사용하고 있다.

이상과 같은 연구는 시험어업단계에 있어서는 이미 이루어졌고, 앞으로는 어군위치의 정확한 탐지어탐의 개량, 수평어탐에 의한 어군의 수량화 및 디스플레이화, 트롤윈치의 성능, 텔레사운드의 응용확대, 줄에 관한 계기(저항 및 장력, 양색(揚索)시의 저항경감상태), 어업계기와 어로기계의 연계, 어구조정의 합리화 및 자원보호관점에서의 선택적 어로방식, 이들 어구의 합리적 규제법 등 각각의 과제해결이 급후의 할 일이다.

또한 그물의 소해면적, 망고, 물의 여과율 등

생산성을 쌍끌이와 외끌이 어법에서 비교, 각 어구에 대한 어군의 행동이 어떻게 달라지는지를 규명, 어군행동의 이미지(Image)화가 중요한 일이다.

아르헨티나와 칠레의 경우 저인망이나 증층예망에서는 메루루사, 고등어, 오징어 등을 대상으로 할 때 시간당 6 마일 정도의 고속망이 요구되고 있고, 이들은 하루에 한척당 10~15톤 정도의 어획을 하며, 최성어기에는 30~50톤까지 어획한 실적이 있다.

나) 선망어업

참치선망어업은 여러 배로 구성될 뿐만 아니라 어구의 규모가 커서 경비도 많이 들어가는 어업이다. 대형 선망은 설비투자도 많고 조업인원도 많아 그동안 그 나름대로 기계화와 조업의 간소화에 힘써 많은 효과를 올리고 있으나 적정선형의 결정과 대형단선조업의 문제가 장래의 과제로 부상되고 있다. 단선조업화되었을 때의 적정규모를 몇 톤급으로 하는가 하는 문제는 생산효율이 재래어선에 비하여 어떻게 달라지는가 또는 시설투자의 삭감, 인건비의 절약 등 채산성과 안정성은 어떻고, 자원관리상의 영향, 어업조정상 관리형 어업과는 어떻게 연계되는가 등이 문제가 된다.

전문가의 검토결과에 의하면 400 톤급 2층갑판, 탐재정 3척, 트리플렉스장비, 어창용적(600㎥), 항해일수(25일), 주년조업, 승무원 20명의 설계 내용이 된다. 기계화에 관해서는 종래의 파워블록이나 넷홀러의 기술적 재검토, 조임줄의 신속한 조임방법에 따른 그물의 설계와 조임줄의 윈치 개량이 요구되고 어획물 수납에 있어서는 고기펌프에 의한 능률화가 필요하다. 어군탐지기는 소너와 기타 기기와의 연결로 어군과 어구 및 어선의 3자의 상대위치를 정확하게 확인하는 방법, 비디오카메라를 탑재한 무인비행기에 의한 어군탐색과 최적 투망조건(투망위치, 선망속도, 조임 이후의 대기시간, 조임줄 조임속도 등)을 계산하는 종합적 조정시스템의 확립이 앞으로의 과제이다. 빠야오(집어장치)를 이용한 어법에서는 어군의 집어원리를 구명해서 강한 조류에도 유실되지 않는 적절한 설계에 의

한 어업의 능률화를 기한다는 것이 장래의 과제이다.

다) 연승어업

석유파동 이전에는 참치연승어선의 연료비는 전 경비의 10% 이하였으나 그 이후에는 30% 전후가 되어 많은 문제점을 나타내었다. 최근에는 여러 부분에서 30% 절감효과를 얻고 그 이상의 절감효과를 얻을려고 하고 있다. 예를 들면 연료를 A 연료에서 B 연료로 전환하거나 냉동기 보기의 대수를 줄이는 것도 한가지 방법이다.

고성능어탐에 의한 참치의 탐어기술, 참치의 어군형성과 이동의 원리를 규명해서 이것에 맞는 낚시의 적정수심분포를 산출하던가, 낚시의 크기에 대한 미끼의 크기의 관계 등도 규명하여 조업하고 있다. 경영면에서도 종래와 같은 어선 집중조업에 의한 채산성 저하를 효율적 배선계획과 유효자원이용 계획으로 어장자원, 어획노력량을

종합적으로 검토해서 관리형 어업을 추구하려고 한다.

최근에는 소형어선에 의한 저연승의 자동화가 급진전하고 있다. 노르웨이에서 개발한 마스타드자동연승기는 대구를 대상으로 한 20~80톤급 어선에서 사용하고 있는 것인데 이 방법은 투승시 콤베어로 운반된 미끼가 자동으로 끼워져 5~7 노트의 속도로 투승하고 양승할 때는 고기의 제거가 자동화되고, 영킨 가짓줄은 판안에서 강한 분사수에 의해서 풀리며, 자동적으로 정리대에 정리되어 다음 투승을 준비하게 된다.

미국에서 개발한 것은 모릿줄을 한 릴에 감고 낚시는 700~1,000 개를 한 스포크(바퀴의 살)에 걸어 보관하게 된다. 투승할 때는 이 바퀴의 낚시를 순서대로 연결하여 연속 투승하나 이 때 수압식 미끼장진기가 미끼를 자동적으로 걸어 장착한다. 이 방법은 점차 로봇화 방식으로 개선되리라고 보고 있다.

뜻 모 아 하나로

힘 모 아 세계로