

# 우리나라 연근해어업의 어획능력 측정에 관한 연구

2006. 12

이정삼 · 신영태

□ 보고서 집필 내역

- ◆ 연구책임자
  - 이 정 삼 : 제1장, 제3장~제6장
- ◆ 연 구 진
  - 신 영 태 : 제5장
- ◆ 외부집필진
  - 김 도 훈 (국립수산과학원 연구사) :  
제2장, 제4장~제5장

□ 산 · 학 · 연 · 정 연구자문위원

- ◆ 송 정 헌 (부경대학교 교수)
- ◆ 이 상 고 (부경대학교 교수)
- ◆ 권 석 재 (한국해양연구원 선임연구원)
- ◆ 황 진 욱 (국립수산과학원 연구관)

\* 연구자문위원은 산 · 학 · 연 · 정 순임

## 머 리 말

1990년대에 들어 세계적으로 어업생산량이 정체 내지 감소상태로 돌아서면서 어업자원의 남획 방지 및 회복을 도모하기 위한 어획능력(fishing capacity) 관리의 필요성이 증가해왔다. 이에 따라 세계식량농업기구(FAO)는 1995년 10월 지속 가능한 어업발전을 목표로 ‘책임 있는 수산업 규범(Code of Conduct for Responsible Fisheries)’을 채택하면서 각 회원국들로 하여금 과도한 어획능력을 줄여 어업자원의 지속적 이용이 가능하도록 촉구하였다. 더욱이 이 규범의 실질적인 이행을 위해 FAO는 1999년 제23차 수산위원회(COFI) 회의에서 마침내 ‘어획능력 관리를 위한 국제행동계획(IPOA-Capacity)’을 채택하여 회원국들로 하여금 자국의 어업별 어획능력을 측정하고 과도한 어획능력 감축을 위한 관리방안을 마련하도록 하였다.

우리나라 또한 과도한 어획능력과 어업자원량 감소, 어업비용 증가 그리고 불법어획 등으로 인해 지속 가능한 어업발전을 위한 어업자원관리에 많은 어려움을 겪고 있다. 과거 연근해어업의 어획능력이 지속적으로 증가함에 따라 1980년대 1,000만 톤에 달했던 어업자원량은 이후 점차 감소하여 2004년에는 790만 톤 수준으로 감소하였고, 현재와 같은 추세가 지속되면 향후 10년 후에는 어업자원량이 더욱 감소하여 약 390만 톤 수준에 이를 것이라는 우울한 전망이 나와 있다. 따라서 우리나라의 연근해어업은 비단 어획능력에 대한 국제행동계획의 권고가 아니더라도 과도한 어획에 의한 어업자원의 감소를 더 이상 방치할 수 없는 수준에 이르렀다. 그러나 아직까지 우리 정부는 연근해 어업의 어획능력에 대하여 체계적인 평가를 실시한 바가 없고, 어선감척사업 또한 어업별 어획능력 감축에 대한 뚜렷한 장기목표의 설정 없이 진행되어 왔다는 지적을 받고 있다.

어업에 있어서 적정수준 이상으로 어획능력이 초과하게 되면 그만큼의 어업비용이 추가적으로 발생함에도 불구하고 어획량은 더 이상 늘지 않는다. 이에

따라 초과된 어획능력이 유희화되면서 추가적인 어업수입이 발생하지 않아 국민 경제적 관점에서 볼 때 자원의 비효율적 이용이 발생하게 된다. 하지만 일단 증강된 어선 및 어구 등과 같은 어획노력량 요소들은 대체성이 낮아 다른 산업적 용도로 활용하기 어려운 특징을 가지고 있다. 즉, 어업에 있어서 과도한 어획능력 현상은 일단 발생하면 장기 고착화되는 경향이 강하다.

따라서 어업자원의 회복을 통한 지속적이고 안정적인 어업발전을 달성하기 위해서는 무엇보다 과도한 어획능력을 적정한 수준 이하로 감축시키기 위한 대응방안의 마련이 시급한 실정이다. 하지만 이를 위해서는 우선적으로 우리나라 연근해 어업의 어업별 어획능력에 대한 측정 및 평가가 이루어져야 한다.

이러한 배경 하에서 본 연구는 어획능력 측정에 적용되는 여러 가지 기법을 검토하여 우리나라의 대표적인 어업에 적용시켜 보았다. 비록 자료 및 사례에 한계가 있음에도 불구하고 우리나라 연근해 어업의 어획능력 평가를 위한 여러 기법과 그 활용방법을 보여주고, 해당 사례에 대한 어획능력 감축수준을 정량적으로 제시하였다. 이에 더해 우리나라의 실태 파악과 함께 과도한 어획능력에 대한 효율적 관리방안을 개략적으로 제시하였다. 향후 본 연구결과를 참고하여 정부에서는 실제로 우리나라 연근해어업의 어획능력을 평가하여 문제점을 정확히 파악하고 개선방안을 찾아 지속 가능한 어업발전을 위한 어업자원관리에 기여하기를 바랄 뿐이다.

본 연구는 한국해양수산개발원 수산어촌연구본부의 이정삼 책임연구원과 신영태 연구위원, 그리고 국립수산물과학원 김도훈 박사가 공동으로 집필하였다. 또한 연구수행 과정에서 부경대학교 이상고 교수 및 송정현 교수, 한국해양연구원 권석재 박사, 국립수산물과학원 황진욱 박사께서 많은 조언을 해 주셨다. 이 지면을 통하여 깊은 감사를 드린다.

2006년 12월

韓國海洋水產開發院  
院長 李 正 煥

---

# 목 차

---

ABSTRACT	i
----------	---

요 약	iii
-----	-----

제1장 서 론	1
---------	---

1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 내용 및 방법	4

제2장 어획능력의 개념 및 측정에 관한 선행연구	7
----------------------------	---

1. 능력의 개념	7
1) 능력(Capacity)의 일반적 개념 / 7	
2) 능력활용도(Capacity Utilization) / 11	
2. 어획능력	13
1) 어획능력(Fishing Capacity)의 개념 / 13	
2) 초과어획능력(Excess Capacity)과 과잉어획능력(Overcapacity) / 14	
3. 어획능력 관리의 필요성	18
4. 어획능력 측정에 관한 선행연구	19
1) 국외 선행연구 / 19	
2) 국내 선행연구 / 24	

### 제3장 어획능력 분석방법 ————— 28

1. 어획능력 분석방법의 종류 ..... 28
2. 단위노력당 어획량(Catch-per-unit-effort) ..... 29
  - 1) 분석방법 / 29
  - 2) 장단점 / 31
3. 변동투입량활용도(Variable input utilization) ..... 32
  - 1) 분석방법 / 32
  - 2) 장단점 / 33
4. 정점비교법(Peak-to-peak) ..... 34
  - 1) 분석방법 / 34
  - 2) 장단점 / 39
5. 자료포락분석(Data envelopment analysis) ..... 41
  - 1) 분석방법 / 41
  - 2) 장단점 / 46
6. 확률적 생산 프런티어(Stochastic Production Frontier) ..... 48
  - 1) 분석방법 / 48
  - 2) 장단점 / 52

### 제4장 주요 근해어업의 어획능력 실증분석 ————— 53

1. 기선권현망어업의 어획능력 추정 ..... 55
  - 1) 기선권현망어업의 현황 / 55
  - 2) 어획능력 분석방법 및 자료 / 59
  - 3) 어획능력 추정결과 / 61
2. 대형트롤어업의 어획능력 추정 ..... 71
  - 1) 대형트롤어업의 현황 / 71
  - 2) 어획능력 추정결과 / 75

3. 대형선망어업의 어획능력 측정 .....	78
1) 대형선망어업의 현황 / 78	
2) 어획능력 측정결과 / 82	
4. 시사점 및 제약조건 .....	85
<b>제5장 효율적인 어획능력 관리를 위한 정책수단과 추진방향</b> .....	<b>88</b>
1. 어획능력 관리를 위한 정책수단 .....	88
2. 어획능력 증강방지수단 .....	90
1) 어업허가제도(limited license system) / 91	
2) 어선감척사업(vessel buyback program) / 93	
3) 어구 및 어선제한(gear and vessel restriction) / 95	
4) 총허용어획량(Total Allowable Catch) / 98	
5) 어선별 어획량제한(Vessel Catch Limit) / 100	
3. 어획능력 조정수단 .....	101
1) 개별양도성어획량(ITQ) 제도 / 102	
2) 세금(taxes) 부과 / 103	
3) 공동어업권(group fishing rights) 제도 / 105	
<b>제6장 결론 및 정책제언</b> .....	<b>107</b>
1. 요약 및 결론 .....	107
2. 정책제언 .....	109
1) 어획능력 관리 정책방향 / 109	
2) 연구결과의 활용방안 / 115	
<b>참고문헌</b> .....	<b>120</b>

부록 I. 어획능력 관리를 위한 국제행동계획	126
부록 II. 초과어획능력과 과잉어획능력 비교	135
부록 III. 어획능력과 어획사망계수와의 관계	137



## 표목차

〈표 2-1〉 단일 소유주 어업 가정 하에서 초과어획능력의 예 .....	16
〈표 2-2〉 영국 서부해협 트롤어업의 어종별 어획능력 측정 결과 .....	23
〈표 2-3〉 우리나라 근해어업의 어획동향 및 적정 어획강도 .....	25
〈표 3-1〉 단위노력당 어획량(CPUE) 방법 예시 .....	31
〈표 3-2〉 변동투입량활용도 예시 .....	33
〈표 3-3〉 PTP 방법 예시 .....	37
〈표 3-4〉 기준시점을 이용한 PTP 방법 예시 .....	39
〈표 4-1〉 멸치의 어업별 어획량 변화 .....	57
〈표 4-2〉 기선권현망어업 표본어선별 투입자료 .....	61
〈표 4-3〉 어획능력 감축을 위한 민감도 분석 결과 .....	67
〈표 4-4〉 민감도 분석에 따른 어선별 어획능력 감축 수준 .....	70
〈표 4-5〉 대형트롤어업의 어종별 어획량 변화(%) .....	73
〈표 4-6〉 대형트롤어업의 어획능력 감축을 위한 민감도 분석 결과 .....	77
〈표 4-7〉 대형선망어업의 어종별 어획량 변화(%) .....	80
〈표 4-8〉 대형선망어업의 톤당, 마력당, 그리고 양망당 CPUE 변화 .....	82
〈표 4-9〉 대형선망어업의 어획능력 감축을 위한 민감도 분석 결과 .....	85
〈표 5-1〉 근해어업의 업종별 허가건수와 허가정수 .....	92
〈표 5-2〉 연근해어선 감척실적 .....	95
〈표 5-3〉 근해어업 업종별 어획노력량 통제 .....	97
〈표 5-4〉 우리나라의 어구규제 내용 .....	97
〈표 5-5〉 2005년도 어종별 총허용어획량 현황 .....	99
〈표 5-6〉 어획능력 증강방지수단의 장점과 단점 .....	101
〈표 5-7〉 자율관리어업 공동체 현황 .....	106

## 그림목차

〈그림 1-1〉 연구체계도 .....	6
〈그림 2-1〉 능력에 대한 경제적 개념 .....	9
〈그림 2-2〉 고전적 생산곡선 .....	10
〈그림 2-3〉 DEA 방법에 의한 우리나라 대형선망어업의 어획능력 측정 결과 .....	26
〈그림 3-1〉 PTP 방법에 의한 어획능력 활용도 변화 .....	38
〈그림 3-2〉 생산가능곡선(Production possibility frontier) .....	42
〈그림 4-1〉 기선권현망어업의 어획량과 어선척수 변화(1978~2004년) ...	56
〈그림 4-2〉 기선권현망어업의 총톤수 및 마력수 그리고 어선척당 톤수 및 마력수 변화 .....	58
〈그림 4-3〉 기선권현망어업의 톤당 그리고 마력당 CPUE 연도별 변화	59
〈그림 4-4〉 PTP 방법에 의한 투입 어획노력량 변수별 CU 변화 .....	63
〈그림 4-5〉 DEA 방법에 의한 기선권현망어업의 CU 변화 .....	65
〈그림 4-6〉 DEA 측정 결과에 따른 기선권현망어선의 실제어획량과 최대어획량 비교 .....	68
〈그림 4-7〉 기선권현망어업 어선별 CU 분포 .....	69
〈그림 4-8〉 대형트롤어업의 어획량과 어선척수 변화(1984~2004년) .....	72
〈그림 4-9〉 대형트롤어업의 총톤수 및 마력수 그리고 어선척당 톤수 및 마력수 변화 .....	74
〈그림 4-10〉 대형트롤어업의 톤당 그리고 마력당 CPUE 연도별 변화 ...	75
〈그림 4-11〉 DEA 방법에 의한 대형트롤어업의 CU 변화 .....	76
〈그림 4-12〉 대형선망어업의 어획량과 어선척수 변화 .....	79

〈그림 4-13〉 대형선망어업의 총톤수 및 마력수 그리고 어선척당 톤수 및 마력수 변화 .....	81
〈그림 4-14〉 DEA 방법에 의한 대형선망어업의 어획능력 활용도(CU) 변화 ·	83
〈그림 6-1〉 향후 연근해 어업의 어획능력 관리를 위한 정책방향 .....	111
〈그림 6-2〉 어획능력 관리를 위한 어선감척사업 추진방향 .....	112
〈그림 6-3〉 어업별 기관마력과 선복량 상한선 설정 추진방향 .....	113
〈그림 6-4〉 어획능력 측정을 통한 정책적 시사점 .....	117

## ABSTRACT

---

Increased attention has been paid to the management of fishing capacity after realizing that many world fisheries are either fully exploited or overexploited. While environmental factors have affected some fish stocks, excessive levels of fishing capacity are the primary cause of the decline in the world fisheries production. In 1995, the FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries directly addressed this issue and called on nations to take measures to prevent or eliminate excess fishing capacity and to reduce capacity to levels commensurate with the sustainable use of fishery resources. In 1999, the FAO Committee on Fisheries (COFI) also adopted an International Plan of Action for the Management of Fishing Capacity.

Excessive fishing capacity involves over-investment in resources such as vessels and fishing gear. This implies inefficient allocation and a waste of economic resources in fisheries. Excess fishing capacity also generates pressure to continue harvesting past the point of sustainable yields. Therefore, many fisheries authorities endeavor to limit initially at existing levels and progressively reduce the fishing capacity. However, measurement of fishing capacity should be conducted in advance in order to determine the adequate reduction levels.

This study introduces various methods for the measurement of capacity and applies Peak-to-Peak (PTP) and Data Envelopment Analysis (DEA) methods recommended by the FAO to the major offshore fisheries in Korea. In the

analysis, both fishing capacities of total Powered Anchovy Dragnet Fishery (PADNF) and individual PADNF vessels were measured with time-series data and cross-sectional data, respectively. In addition, the results of the DEA measurement were analyzed in order to determine reduction levels of fishing capacity. Furthermore, a large trawl fishery and a large purse seine fishery were measured with time-series data.

In the case of total PADNF, the results by PTP and DEA methods showed a similar rate of capacity utilization(79%), indicating that the capacity was insufficiently utilized . In addition, the sensitivity analysis suggested that the number of vessels should be reduced by 20%, and the gross tonnage and the horsepower should be reduced by 20% and 21%, respectively if the current catch is to stay at the 2004 level.

The results of the study would be useful for measuring production efficiency in fisheries. They would also provide good policy information for efficient use of resources and capacity reduction levels, which are useful for vessel buyback programs of coastal and offshore fisheries. The Korean government has a plan to expand its vessel buyback programs in the near future. Therefore, this study would provide a useful guideline for the evaluation of fishing capacity in those fisheries, which is necessary for more efficient running of vessel buyback programs.

### 제1장 서론

#### 1. 연구의 필요성 및 목적

- 세계식량농업기구(FAO)의 어업생산통계에 따르면 과거 지속적으로 증가하던 해면어업 생산량(중국 생산량 제외)이 1988년 이후 정체 내지 감소상태로 돌아섰음
  - 이에 따라 FAO는 어업자원의 남획 방지 및 회복과 지속 가능한 어업 발전을 목표로 1995년 10월 ‘책임 있는 수산업 규범(Code of Conduct for Responsible Fisheries)’을 채택하여 각 회원국들로 하여금 과도한 어획능력(excess fishing capacity)을 줄여 어업자원의 지속적 이용이 가능하도록 촉구하였음
  - 이후 여러 차례의 국제회의를 통해 마침내 FAO는 1999년 제23차 수산위원회에서 ‘어획능력 관리를 위한 국제행동계획(International Plan of Action for the Management of Fishing Capacity)’을 채택하고, 각 회원국들로 하여금 우선적으로 자국의 어업별 어획능력을 측정하여, 초과어획능력 감축을 위한 관리방안을 마련하도록 하였음
- 어업에 있어서 이처럼 초과어획능력이 문제가 되는 것은 현재 어획량 수준을 초과하여 어획할 수 있는 유효 어획능력이 어업에 존재하기 때문에 어업활동에 대한 완전한 통제 및 관리가 이루어지지 않을 경우 적정 어획량을 초과하여 어획할 수 있기 때문임
  - 또한 이는 결국 어업자원에 대한 남획과 심각한 자원량 감소를 초래하

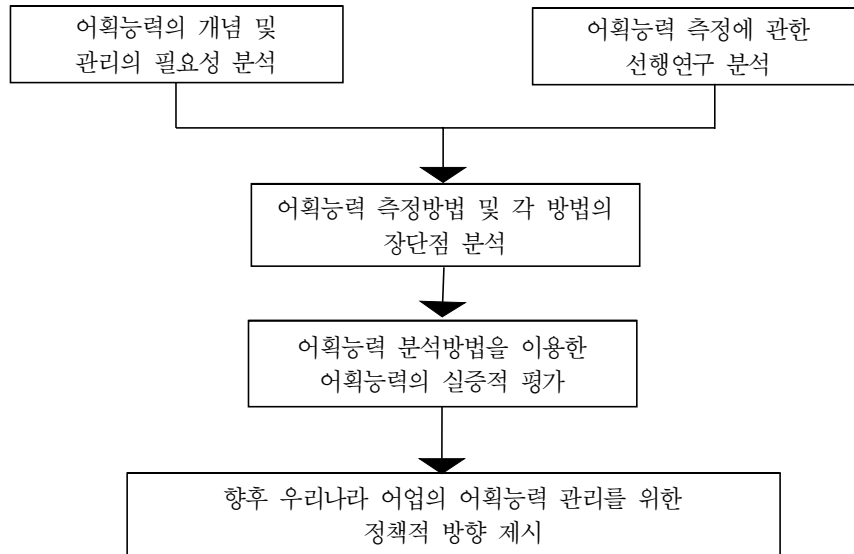
며, 이 외에도 어업비용을 증가시켜 결국 어업인들의 어업이익을 감소시키게 되기 때문이다

- 우리나라 또한 초과어획능력 현상과 어업자원량 감소, 어업비용 증가 그리고 불법어획 등으로 인해 지속 가능한 어업발전을 위한 어업자원관리에 많은 어려움을 겪고 있음
  - 과거 연근해어업 어획능력의 지속적인 증가에 따라 1980년대 1,000만 톤에 달했던 어업자원량은 이후 점차 감소하여 2004년에는 790만 톤 수준으로 감소하였음
  - 이러한 어업자원량 감소에 따라 과거 지속적 성장을 자랑하던 연근해어업 생산량 또한 1990년 대 중반 160만 톤을 최고치로 이후 감소하기 시작하여 2004년도에는 108만 톤까지 줄어들었음
  - 반면, 실질적 어획노력량 수준은 오히려 증가하고 있는데, 지난 2004년도의 연근해 총마력수는 1980년에 비해 무려 580% 이상이나 늘어났음
- 이처럼 우리나라의 어획능력 초과현상은 매우 심각한 수준에 이르러 어업자원의 회복을 통한 지속적이고 경영 안정적인 어업발전을 위해서는 초과된 어획능력을 감축시키기 위한 대응방안 마련이 시급한 실정임
  - 이에 앞서 우선적으로 시행되어야 하는 것은 특히 어획능력 감축을 위한 우리나라 국내행동계획의 수립 등 과도한 어획능력의 감축을 위해 우선 어업별 어획능력에 대한 측정이 이루어져야 함
- 이러한 배경 하에서 본 연구는 어획능력 측정에 널리 적용되는 여러 가지 기법을 검토하여 우리나라 근해어업의 어획능력 측정에 적용 가능한 기법을 찾아 주요 어업에 적용시켜 보고자 하였음
  - 구체적인 어획능력 분석방법으로는 FAO(2000)가 권고하고, 선진 어업국의 어획능력 측정에 주로 이용되고 있는 PTP 기법, DEA 기법 등을 우리나라 주요 근해어업에 적용시켜 보았고, 그 측정 결과를 바탕으로 우리나라 연근해어업의 효율적 어획능력 관리를 위한 정책적 방향을 제시하고자 하였음

## 2. 연구 내용 및 방법

- 본 연구의 내용을 보면 크게 어획능력의 개념 및 측정에 관한 선행연구, 어획능력 분석방법, 우리나라 주요 근해어업을 대상으로 한 실증분석, 그리고 효율적인 어획능력 관리를 위한 정책방향 및 과제 등으로 구성 되어 있음

〈요약 그림 1-1〉 연구체계도



## 제2장 어획능력의 개념 및 측정에 관한 선행연구

### 1. 능력의 개념

- □□어획능력(Fishing capacity)□□의 개념을 이해하기 위해서는 우선 ‘능력 (Capacity)’의 개념에 대한 이해가 필요한데,



- 일반적으로 가장 널리 이용되는 능력의 개념은□□주어진 생산요소 하에서 기업이나 산업이 산출할 수 있는 최대 잠재적 생산수준(maximum potential production)□□으로 정의되고 있음
- 이러한 능력의 개념은 크게 생산적 개념과 경제적 개념으로 구분됨

## 2. 어획능력

- 어업에서의 능력(어획능력)에 대한 개념은 최근 과도한 어획능력에 대한 문제가 국제적으로 제기됨에 따라 연구들이 본격화되기 시작하였음
  - 선행연구들에 있어 어획능력의 개념을 살펴보면, 일반적인 능력의 개념과 마찬가지로 생산적인 개념(production definition)과 경제적인 개념(economic definition)으로 크게 구분되어 정의되고 있음
  - 생산적인 개념에서의 어획능력은 생산 최대화에 근거하여 주어진 시장여건, 어업자원상태, 기술적 상황 하에서 조업활동에 아무런 제약조건이 없을 경우 일정 기간 동안 개별 어선이나 당해어업 전체가 산출할 수 있는 최대 생산량을 의미함
  - 반면에 경제적인 개념의 어획능력은 다소 광범위하게 해석되고 있는데, 주로 비용 최소화에 관련하여 주어진 시장여건, 어업자원상태, 기술적 상황 하에서 조업활동에 아무런 제약조건이 없을 경우 일정 기간 동안 어선이나 어업 전체가 산출할 수 있는 생산량 수준을 의미함
- 경제학적으로 본다면 당연히 경제적인 개념이 어획능력을 보다 잘 정의하는 것으로 볼 수 있는데,
  - 이는 경제적인 요인들, 특히 수익과 비용에 관련된 어업인의 생산행위를 고려하고 있어 보다 구체적인 어획능력 수준 등을 파악할 수 있기 때문임
  - 하지만 경제적인 개념의 어획능력을 측정하기 위해서는 조업활동과 관련된 비용 등의 경제적인 자료가 구비되어야 하는데, 이러한 자료들을 수집하는 것은 현실적으로 매우 어려운 일임

- 이에 따라 FAO 전문가그룹회의에서는 어획능력을 생산적인 개념으로 정의하고, 이에 근거하여 어획능력을 측정하도록 제안하였음
- FAO의 구분에 따르면 초과어획능력은 자원량 변화, 투입요소의 비용과 산출물의 가격 등 시장상황의 변화로 인하여 정상적인 생산조건 하에서 산출할 수 있는 생산량 수준보다 생산량이 적은 단기적인 현상으로 정의되고 있음
- 이에 반해 과잉어획능력은 정상적인 생산조건 하에서 산출할 수 있는 잠재적 생산량 수준이 최대 지속적 어획량(MSY)이나 최대 경제적 어획량(MEY) 등과 같은 목표 생산량 수준과 차이가 나는 장기적인 현상으로 정의되고 있음
- 초과어획능력과 과잉어획능력에 대한 보다 명확한 구분은 미국의□□어획능력에 관한 국제행동계획□□에서 엿볼 수 있는데, 이에 따르면 초과어획능력과 과잉어획능력은 다음과 같이 정의되고 있음

초과어획능력 : 어선/선단의 최대어획능력 > 실제어획량

과잉어획능력 : 어선/선단의 최대어획능력 > 관리목표(예로 MSY 또는 MEY)

### 3. 어획능력 관리의 필요성

- 어업에서는 초과어획능력 현상에 대해 어업인들이 투입 어획노력량 요소들을 변화시키지 못하고, 어업자원의 선점을 위해 자원보존에 대한 유인책을 가지지 못한 채 오히려 추가적으로 어획노력량 수준을 증가시키면 초과어획능력 현상은 장기화·고착화되어 과잉어획능력의 문제로 발전하게 됨
- 더욱이 과도한 어획으로 인해 어업자원이 감소하여 어획량이 줄어들게 되더라도 어업인들은 어업수입 보전을 위해 어획능력을 더욱 증강시켜 어획량을 증가시키려고 하기 때문에 어업자원의 감소경향에도 불구하고 오히려 어획능력은 증가하는 현상이 나타나게 됨

- 따라서 초과어획능력을 감소시키지 않으면 어업자원에 대한 어획압력이 커져 어업자원량이 더욱 격감하게 되고, 어업의 수익성도 크게 악화되어 결과적으로는 지속 가능한 어업발전을 기대할 수 없게 됨
- 또한 적정 수준 이상으로 어획능력이 초과하게 되면 그만큼의 어업비용이 추가적으로 발생하게 되는데, 유향 능력에 대한 추가적인 어업수입 없는 초과비용 발생은 결국 어업인들의 어업이익을 감소시키게 되기 때문이며, 이는 전체 국민 경제적 관점에서 볼 때 자원의 비효율적 사용으로 이어지게 됨

#### 4. 어획능력 측정에 관한 선행연구

- 본격적인 어획능력 측정에 관한 연구는 FAO가 ‘책임 있는 수산업 규범’을 채택하여 이에 대한 문제를 제기한 이후부터임
- 특히 이 규범의 실질적 이행을 위해 1999년도에 ‘어획능력 관리를 위한 국제적 행동계획’을 채택한 이후에는 각국들이 국내행동계획 수립을 위한 차원에서 어업의 어획능력 측정을 위한 연구가 활발히 행해지고 있음
- 우리나라에 있어서 어업별 어획능력의 측정에 대한 연구는 아직까지 초보적인 단계에 머물러 있음
- 특히 FAO가 권고한 어획능력 측정방법에 관한 연구는 2006년도에 들어와서야 비로소 시작되었음
- 본 연구는 어획능력 측정을 위한 선행연구에서 제시된 것 외에 여러 가지 분석기법에 대한 종합적인 검토 및 장단점 분석을 실시하였고 또한 FAO가 권고한 기법에 따라 주요 근해어업에 대한 실증분석을 추가하였음
- 특히 본 연구에서는 어선별 어획능력 활용도 비교를 통해서 어선별 생산성 향상을 위한 구체적인 분석과 방안 모색을 추가적으로 제시하였음
- 이에 더해 효율적 어획능력 관리를 위한 정책수단을 검토하고 이에 대한 추진방향을 제시하였음

## 제3장 어획능력 분석방법

### 1. 어획능력 분석방법의 종류

- 어획능력을 측정하는 데에는 정성적 기법에서 정량적 기법까지 다양한 분석기법이 이용되고 있음
  - 정성적 기법들이 주로 과잉어획능력의 발생 유무를 가리는 데 이용되는데 반해, 정량적 기법들은 어획능력의 활용이 어느 수준에 도달해 있는가에 대한 지표를 제공할 수 있음
  - 즉, 정량적 기법들은 주로 어획능력 활용도(CU)를 이용하여 관측된 실제의 산출량과 최대 산출량 간의 비율을 밝혀냄
- 정량적 기법에는 정점비교법(Peak-to-peak : PTP), 자료포락분석(Data Envelopment Analysis : DEA) 방법, 확률적 생산 프런티어(Stochastic Production Frontier : SPF) 방법 등이 있음
  - 이러한 기법들은 주로 어획능력 활용도(CU)를 통해 실제의 어획량과 잠재적인 최대 어획량 간의 비율을 밝혀냄
  - 각 방법은 방법론적인 정교함 외에도 이용 가능한 자료의 수준을 고려해서 결정하게 됨

### 2. 단위노력당 어획량(Catch-per-unit-effort)

- 어획능력에 대한 기초적인 지표를 제공해 주는 방법 가운데 단위노력당 어획량(CPUE) 방법이 있는데, 이는 어선의 어획량이나 어획금액을 톤수-조업일수 또는 엔진출력-조업일수로 나누어 환산한 것임
  - 즉, 투입된 어선의 자본과 조업활동에 따른 생산량을 나타낸 것임
- CPUE 방법은 비교적 단순한 투입요소와 산출요소에 관한 자료를 통해 어획능력에 대한 기초적인 지표를 제공하여 준다는 측면에서 대부분의 어업당국에 의해 널리 이용되고 있는 방법임
  - CPUE 방법은 계산에 이용되는 투입요소와 산출요소에 따라 톤당 어

- 획량, 마력당 어획량, 조업자당 어획량, 톤당 어획금액, 마력당 어획금액, 조업자당 어획금액 등 분석하고자 하는 대상에 맞는 다양한 해석의 도출이 가능하다는 장점이 있음
- 한편 CPUE 방법은 어획능력 활용도(CU)를 보여주지는 못한다는 단점이 있음

### 3. 변동투입량활용도(Variable Input Utilization)

- 어획능력을 측정하기 위해 조업일수와 같은 변동투입량에 대한 활용도를 직접적으로 나타내는 방법임
  - 즉, 실제 조업일수와 최대 조업일수의 비교를 통해 산출함
- VIU 방법은 유럽공동체의 공동어업정책에 따라 어획능력 활용도를 평가할 때 이용되고 있음
  - 이 방법은 단일의 변수를 사용하고 있어서 계산상 용이하며, 변동투입량에 따른 활용도를 보여준다는 장점이 있음
  - 하지만 VIU 방법은 최대 조업일수와 같은 최대 투입량에 대한 기준설정에 따라 그 결과치가 크게 변동하는 측면을 갖고 있음

### 4. 정점비교법(Peak-to-peak)

- 시계열자료를 이용한 PTP 방법은 어획량의 최대 정점(peak)과 비교시점(non-peak years)의 어획량 자료를 이용하여 생산성에 대한 추이를 측정하는 방법임
  - 이용 가능한 자료가 어획량과 어선에 관한 자료에 한정된 경우라면 PTP 방법이 해당어업의 어획능력 측정에 유효하게 이용될 수 있음
- PTP 방법은 다른 정량적인 어획능력 측정 방법과 비교하면 측정 방법이 비교적 간단하고 요구되는 자료가 상대적으로 적어 어획능력 평가에 있어서 널리 활용되고 있음

- 특히 비용에 관한 자료가 필요하지 않고, 각국이 현재 일반적으로 수집하고 있는 어획량과 어획노력량 자료를 이용하여 계산할 수 있다는 장점을 갖고 있음
- 즉, PTP 방법에 의한 어획능력과 활용도는 주로 어업별로 측정되기 때문에 어업별 어획량과 어선척수와 같은 해당어업의 산출량과 물리적 투입량 수준에 관한 정보가 필요한데, 대부분의 어업당국이 이러한 자료를 구비하고 있음
- PTP 방법은 비교적 단순한 추정방법과 낮은 수준의 자료가 요구되는 장점이 있지만 여러 가지 문제점 또한 안고 있음
  - 첫째, PTP 방법은 하나의 어획노력량 지표를 사용하여 어획능력을 측정한다는 장점이 있지만, 만약 사용된 지표가 바람직하지 않을 경우 측정된 결과치에 대한 신뢰성을 부여하기 어려운 측면이 있음
  - 둘째, 복수어종을 어획하는 어업의 경우, 어획능력 활용도에 대한 어종별 분석이 어려움

## 5. 자료포락분석(Data envelopment analysis)

- 자료포락분석(DEA)은 현재 여러 선진 어업국에서 어획능력을 측정하는데 가장 널리 활용되는 방법임
  - DEA 방법은 생산가능곡선(Production possibility frontier)에 기초한 방법으로 개별 어선의 어획량을 비교하여, 이 가운데서 가장 효율적인 어선에 의한 어획량이 벤치마크로서 이용되는데, 이러한 어선이 생산가능곡선의 프런티어(frontier)를 결정하게 됨
- FAO 어획능력 평가를 위한 기술자문회의(2000)에 따르면 DEA 방법은 복수의 투입요소(어선크기, 마력수, 어구 등)와 복수의 산출요소(복수어종의 어획량)를 직접 수용할 수 있어서 어획능력과 이의 활용도를 추정하기 위한 방법으로 가장 선호되고 있으며 다음과 같은 장점을 가지고 있음

- 첫째, DEA 방법은 생산능력에 관한 종합적인 성과지표로써 개별 기업과 같은 DMU에 효율적 생산을 위한 벤치마킹 정보를 제공함
  - 둘째, DEA 방법은 SPF 방법에서 요구되는 바와 같이 생산능력의 효율수치 계산에 필요한 투입과 산출을 연결짓는 생산관계의 함수적 형태에 제약이 없음
  - 셋째, DEA 방법은 DMU에 대한 개별적 관찰을 통해 개선가능성에 대한 유용한 정보를 제공함
- 이러한 다양한 장점에도 불구하고, DEA 방법은 다음과 같은 일반적인 단점을 갖고 있음
- 첫째, DMU의 개별적 관찰에 초점을 두고 있어서 모델에 이용된 변수들에 따라 DMU의 상대적 효율치가 달라질 수 있음
  - 둘째, DEA 방법은 절대적 효율성이 아닌 상대적 효율성 평가모델로서 만약 매우 효율적인 DMU가 분석대상에서 빠질 경우 효율성이 전반적으로 과대평가될 수 있음

## 6. 확률적 생산 프런티어(Stochastic Production Frontier)

- 최근 들어 어업의 어획능력을 측정하는 데에 확률적 생산 프런티어(SPF) 방법의 이용이 증가하고 있음
- SPF 방법은 수리프로그래밍과 통계적 기법을 결합시킨 것으로서, 확정적 모델인 DEA 방법을 대체하여 사용되고 있음
  - 확정적 DEA 방법에서는 임의변동이 없다고 가정하여 발생하는 모든 변동을 자료상의 잡음(noise)이라기보다는 생산의 비효율성으로 돌리는 반면, SPF 방법은 오차항(error term)을 통해서 생산의 확률적 성격을 포함시키려 하였음
- SPF 방법은 DEA 방법에서 제기된 어업의 확률적 특성을 모델에 반영시킬 수 있다는 장점을 가지고 있음
- 즉, 프런티어는 개별 기업이 통제할 수 없는 확률적 충격에 의하여 영

향을 받게 된다고 가정하여 오차항의 수용을 통해 확률적 특성을 허용하고 있음

- SPF 방법이 선호되는 다른 중요한 이유는 모델에 대한 확률적 검증 (statistical test)이 가능하다는 점임

○ 하지만 SPF 방법은 다음과 같은 여러 가지 단점에 의해 DEA 방법만큼 널리 활용되고 있지 않음

- 첫째, SPF 방법은 요구되는 자료수준이 매우 높은데, 대부분의 어업 당국이 이러한 자료를 확보하고 있지 않음

- 둘째, SPF 방법은 복수의 산출량을 적절히 수용하지 못한다는 단점을 갖고 있음

- 셋째, 오차항의 분포와 자료(독립 및 종속변수)의 이상값에 따라 상당히 민감한 반응을 보임

## 제4장 주요 근해어업의 어획능력 실증분석

○ 본 장에 있어서는 우리나라 연근해어업 중 특히 어획량 비중이 높고 상업적으로 중요한 대표적 근해어업인 기선권현망어업, 대형트롤어업, 그리고 대형선망어업을 대상으로 어획능력을 실증적으로 분석하였음

- 제1절에서는 우리나라 근해어업 중 기선권현망어업을 대상으로 어획능력을 측정해 보았음

- 이는 기선권현망어업의 어획량이 근해어업 전체 어획량 중 10% 이상을 차지하고 있을 뿐만 아니라, 특히 연안어장에서 조업하는 대규모 근해어업으로서 어획강도가 높은 업종 중의 하나로 평가되고 있기 때문임

- 실증분석에 있어서는 FAO(2000)가 권고한 방법인 PTP 방법과 DEA 방법 모두를 사용하였음

○ 제2절과 제3절에서는 우리나라 대형트롤어업과 대형선망어업에 관한



어획능력을 각각 DEA 분석방법을 이용하여 측정하였음

- 이들 어업에 대한 어획능력 측정에 있어서는 개별어선에 대한 투입량과 어획량 자료가 활용 가능하지 않아 각 어업별 전체 투입요소별 자료와 총어획량 자료를 이용하여 어업 전체의 어획능력과 연도별 변화를 실증적으로 측정하였음

## 1. 기선권현망어업의 어획능력 측정

- PTP방법을 사용하여 기선권현망어업의 어획능력을 분석한 결과, 전체 분석기간 동안의 어선척수 및 톤수별 평균 CU는 약 71%로 거의 동일하게 나타났음
  - 지난 5개년 동안의 평균 CU에서는 어선척수 및 톤수에 의한 CU가 약 73% 그리고 가장 최근 연도인 2004년도의 어선척수에 의한 CU는 78%, 톤수에 의한 CU가 80%로 각각 추정되었음
- DEA 방법은 PTP 방법과 달리 어선척수, 톤수, 마력수의 개별 투입요소 따른 최대 어획량 수준의 변화를 분석하지 않고, 세 가지 투입요소의 결합에 따른 최대 어획량 수준의 변화를 분석하였음
  - 분석 결과, DEA 방법에 의해 측정된 기선권현망어업의 평균 CU는 약 71% 수준으로 측정되었음
  - 지난 5년간 그리고 3년간의 평균 CU는 각각 73%와 82%로 측정되어 장기적으로 초과어획능력 현상이 지속되고 있는 것으로 분석되었음
  - 가장 최근 연도인 2004년도의 어선척수에 의한 CU는 79%로 나타났는데, 이는 2004년도 어획량인 10.5만 톤을 어획하기 위해서는 현재 기선권현망어업 어획능력의 79% 수준으로도 가능함을 의미함
  - 따라서 나머지 21%의 어획능력은 최적 활용에 이용되지 않는 유향 어획능력으로서 어업활동에 대한 통제가 제대로 이루어지지 않을 경우 어획경쟁이 더욱 과도해질 수 있고, 그 결과 대상 어업자원에 대한 어획압력이 더욱 커질 수 있는 우려가 있음

- 기선권현망어업의 초과어획능력 감축 수준을 보다 실증적으로 분석하기 위해서 DEA 분석 결과에 대한 민감도 분석(Sensitivity Analysis)을 추가적으로 실시하였음
- 민감도 분석에 있어서는 우선 2004년도 어획량을 기준으로 초과어획능력 감축을 위한 투입 어획노력량 요소들의 감축 범위를 추정하였음
- 분석 결과, 2004년 기준으로 투입 어획노력량 수준에서 어선척수 20%, 톤수 20%, 그리고 마력수가 21% 정도 감축되면 CU가 100% 수준을 달성하여 유류 어획능력이 존재하지 않을 것으로 평가되었음

〈요약 표 4-1〉 어획능력 감축을 위한 민감도 분석 결과

목표 어획능력	어획능력 감축 내용	CU
2004년도 어획량 기준	어선척수 20%, 톤수 20%, 마력수 21% 감축	100%
기선권현망어업의 MSY 기준	어선척수 9%, 톤수 8%, 마력수 10% 감축	100%

- 반면, 장기적인 어획능력은 어업자원의 특성에 따른 최대 어획량이 지속적으로 어획될 수 있는 수준에서 유지되어야 하므로 기선권현망어업의 최대 지속적 어획량(Maximum Sustainable Yield : MSY)을 우선적으로 구하고, 이에 따른 어획능력 감축 수준을 구하였음
- 국립수산물과학원(2004)에서 추정된 멸치의 MSY를 기선권현망어업의 MSY로 환산하여 민감도 분석을 실시한 결과, 효율적 어업생산을 위해서는 2004년 현재 수준에서 어선척수 9%, 톤수 및 마력수가 각각 8%와 10% 정도 감소되어야 하는 것으로 추정되었음
- 한편 2004년 표본 조사된 10통의 기선권현망어업 어선에 대한 DEA 분석을 실시하였는데, 전반적인 과정은 기선권현망어업 전체의 어획능력 측정 과정과 유사하지만 개별 어선별 어획능력 활용도를 보여준다는 측면에서 의의가 있음

- 기선권현망어업 표본어선들의 평균 CU는 72%로 나타났는데, 어선 4의 CU가 37%로 가장 낮게 측정되었음
- 이는 표본어선들에 있어 평균 28% 정도의 유허 어획능력이 존재하고 있다는 것을 의미함

## 2. 대형트롤어업의 어획능력 측정

- DEA 방법을 이용한 대형트롤어업의 어획능력 측정에 있어서는 해당기간 동안의 투입요소(어선척수, 톤수, 마력수)와 산출요소(어획량)에 대한 연도별 시계열자료를 이용하여 대형트롤 전체의 어획능력 측정과 연도별 변화를 평가하였음
  - 분석 결과, 1984~2004년 기간 동안의 평균 CU는 약 71% 수준으로 측정되었음
  - 최근 5년간 및 3년간의 평균 CU는 각각 87%와 83%로 측정되어 장기적으로 초과어획능력 현상이 지속되고 있는 것으로 나타났음
  - 2004년도 대형트롤어업의 CU는 69%로 나타났는데, 이는 2004년도 어획량 부진으로 31%의 어획능력이 유허화됨으로써 자원(투입요소)의 비효율적인 이용이 이루어지고 있음을 보여주고 있음
- 대형트롤어업에서의 민감도 분석 결과, 2004년의 투입 어획노력량 수준에서 어선척수 31%, 톤수 33%, 그리고 마력수가 약 31% 정도 감축되면 CU가 100% 수준을 달성하여 유허 어획능력이 존재하지 않을 것으로 평가되었음
  - 한편 대형트롤어업에서는 어업의 특성상 다양한 어종이 혼획되어 MSY 기준이 마련되지 않아 국립수산물과학원에서 제시한 ABC 수준을 사용하였음
  - 따라서 보수적인 MSY 기준과 달리 ABC를 기준으로 한 대형트롤어업의 감축수준은 여전히 높게 추정되었는데, 분석 결과를 보면, 어선척수는 27%, 톤수 29%, 그리고 마력수가 27% 정도 감축되어야 하는 것으로 추정되었음

〈요약 표 4-2〉 대형트롤어업의 어획능력 감축을 위한 민감도 분석 결과

목표 어획능력	어획능력 감축 내용	CU
2004년도 어획량 기준	어선척수 31%, 톤수 33%, 마력수 31% 감축	100%
대형트롤어업의 ABC 기준	어선척수 27%, 톤수 29%, 마력수 27% 감축	100%

### 3. 대형선망어업의 어획능력 측정

- DEA 방법을 이용한 대형선망어업의 어획능력 측정에 있어서는 지난 5년간과 3년간의 평균 CU는 각각 약 62%와 61%로 측정되어 장기적인 초과어획능력 현상이 지속되고 있는 것으로 분석되었음
  - 하지만 최근 어획노력량 수준의 감소에도 불구하고 어획량이 증가하여 2004년도 CU는 76%로 나타났음
  - 이는 2004년도 어획량 22만 톤을 어획하기 위해서는 현재 대형선망어업 어획능력의 76% 수준으로도 어획할 수 있음을 의미함
- 민감도 분석 결과, 2004년도 어획량을 기준으로 초과어획능력 감축을 위한 투입 어획노력량 요소들의 감축 범위를 추정한 경우, 2004년 기준에서 어선척수 24%, 톤수 26%, 그리고 마력수가 29% 정도 감축되면 CU가 100% 수준을 달성하여 유효 어획능력이 존재하지 않는 것으로 평가되었음
  - 한편 MSY를 기준으로 한 어획능력 감축 수준은 2004년을 기준으로 어선척수는 15%, 톤수 및 마력수는 각각 18%와 21% 정도인 것으로 분석되었음

〈요약 표 4-3〉 대형선망어업의 어획능력 감축을 위한 민감도 분석 결과

목표 어획능력	어획능력 감축 내용	CU
2004년도 어획량 기준	어선척수 24%, 톤수 26%, 마력수 29% 감축	100%
대형선망어업의 MSY 기준	어선척수 15%, 톤수 18%, 마력수 21% 감축	100%

#### 4. 시사점 및 제약조건

- 이상과 같이 시계열 자료와 횡단면 자료를 바탕으로 PTP 방법과 DEA 방법을 이용하여 측정된 어업별 어획능력 측정결과는 우리나라 어업관리에 있어서 다음과 같은 정책적 시사점을 제공해 줄 것으로 기대됨
  - － 첫째, 해당어업 전체의 어획능력 변화를 연도별로 측정함으로써 한 업종의 전체적인 잠재 어획량을 추정할 수 있는데, 이는 향후 어업생산 전망이나 어획량 통제제도의 활용 등에 유용하게 사용될 수 있음
  - － 둘째, DEA 측정결과에 대한 민감도 분석을 통해 어획능력 감축수준을 정량적으로 추정할 수 있는데, 이러한 결과는 어선감척사업이나 어획노력량 통제제도 등에 있어 어선척수나 어획노력량 요소들의 감축범위에 대한 정책적 근거자료로 유용하게 이용될 수 있음
  - － 셋째, 어선별 어획능력 측정결과는 어선간의 어업생산성 비교를 가능하게 할 뿐만 아니라 민감도 분석 등을 통해 개별어선의 생산성 향상을 위한 구체적인 방안이나 투입요소들의 감축수준에 대한 근거자료를 제공해 줄 수 있을 것임
  - － 넷째, 본 연구에서 분석한 어업의 어획능력 측정과 민감도 분석을 통한 어획노력량 감축 수준의 결정은 우리나라 연근해 자원관리정책에도 유용한 관리기법을 제공해 줄 수 있음

## 제5장 효율적인 어획능력 관리를 위한 정책수단과 추진방향

### 1. 어획능력 관리를 위한 정책수단

- 앞서 언급한 바와 같이, 어업에서 유휴 어획능력이 존재할 경우 어업활동에 대한 통제가 제대로 이루어지지 않으면 어획경쟁이 더욱 과도해질 수 있고, 그 결과 대상 어업자원에 대한 어획압력이 커져 어업자원의 남획을 초래할 수 있음
  - 뿐만 아니라 유휴 어획능력에 대한 추가적인 어업비용 발생은 어업경영 상태를 악화시킬 수 있는 요인으로 작용할 수도 있음
  - 따라서 초과 어획능력으로 인하여 이러한 생물학적인 문제점과 어업경제적인 문제들이 발생하고 있는 최근 국제 및 국내 어업상황 하에서는 유휴 어획능력 감축을 위한 효과적인 정책마련이 지속적인 어업발전과 어업경영 개선을 위하여 무엇보다 필요하고 시급한 과제임
- 어획능력 관리를 위한 효율적인 방안으로 FAO 전문가실무그룹에서는 크게 어획능력 증강방지수단(fishing capacity incentive-blocking measures)과 어획능력 조정수단(fishing capacity incentive-adjusting measures)으로 구분하여 구체적인 방안을 제안하였음
  - 본 장에서는 효율적 어획능력 관리를 위해 FAO 전문가실무그룹에서 제안한 정책수단을 검토하고 이와 관련한 우리나라의 실태를 파악하여 향후 우리나라 어획능력 관리를 위한 추진방향 및 과제를 제시하고자 함

### 2. 어획능력 증강방지수단

- 어획능력 증강방지수단은 비교적 단기적으로 어획능력 증가율을 둔화시키거나 차단시키기 위한 것으로, 구체적인 수단으로는 어업허가제도(limited license program), 어선감척사업(vessel buyback program), 어구 및 어선제한(gear and vessel restrictions), 총허용어획량제도(Total

Allowable Catch), 그리고 어선별 어획량 제한(Vessel Catch Limit) 등을 들 수 있음

- 물론 이러한 어획능력 증강방지수단은 단기적인 대응방안으로서 어획능력 증강방지를 위한 근본적인 치유책은 되지 못하기 때문에 미비점을 상호 보완하면서 타 관리수단과 병행할 경우 효과적인 적용이 가능해질 것임

### 3. 어획능력 조정수단

- 어획능력 조정수단은 단기적으로 어획능력을 통제하려는 어획능력 증강방지수단과 달리 어업인들 스스로가 어획능력을 감축할 수 있도록 하는 시장적 유인책 제공과 자유어업의 문제점을 교정할 수 있는 제도를 보완함으로써 장기적으로 어획능력을 감축시키기 위한 방안을 말함
- 이러한 수단으로는 개별양도성어획량제도(Individual Transferable Quota), 세금(Taxes) 부과, 그리고 공동어업권제도(Group Fishing Right) 등을 들 수 있음

## 제6장 결론 및 정책제언

### 1. 요약 및 결론

- 본 연구는 어획능력 측정에 널리 적용되고 있는 여러 가지 기법을 검토하여 각 분석기법이 갖는 특징과 장단점을 비교한 후 활용 가능한 모형을 선택해서 우리나라의 대표적인 근해어업인 기선권현망어업, 대형트롤어업 그리고 대형선망어업의 어획능력 측정에 적용시켜 보았음
- 여기에서 적용된 분석기법인 PTP 방법과 DEA 방법은 FAO가 적극 권고하고 있는 방법으로서, 선진 어업국의 어획능력 측정에 주로 이용되어 왔음

## 2. 정책제언

- 어획능력의 감축을 위해서 전 세계적으로 앞서 살펴본 어획능력 관리를 위한 정책수단 중 어획능력 증강방지수단이 대부분 제안되고 현실적으로 이용되고 있음
  - 우리나라 또한 이러한 흐름에 따라 이미 이상의 어업관리 정책수단들이 사용되어져 오고 있음
  - 구체적으로는 오래 전부터 어업허가제를 통해 업종별 허가건수를 제한하고 있고, 1994년부터 지금까지 연근해어선에 대한 감척사업을 계속 추진해 오고 있으며, 1986년부터는 어선의 선복량 제한을 통해 어선의 톤수도 제한하고 있음
  - 하지만 선복량 제한 정책에도 불구하고 마력수 등에 대한 제한이 제대로 이루어지지 않아 개별 어선들의 실질적인 어획능력은 계속 증강되어 왔으며,
  - 조업일수에 대한 규제도 부재하여 이에 따른 어획노력량 수준도 계속 증가되어 왔음
  - 이 외에도 지금까지 추진된 어선감척사업의 경우 장기적이고 뚜렷한 어업별 감축목표 없이 진행되어 실질적인 어업별 어획능력 감소에는 다소 미흡했다는 지적이 있음
- 어획능력 증강방지수단의 경우 앞서 언급한 바와 같이, 단기적으로는 어획능력에 대한 감축효과를 거둘 수 있지만, 지속적인 효과를 거두기 위해서는 다른 조치수단들과의 병행이 필요하거나 어획활동에 대한 철저한 통제 및 감시가 이루어져야 함
  - 따라서 이러한 조치수단들을 강구하여 향후 실질적인 어획능력을 감축하고 관리해 나가기 위해서는 우선적으로 어업별 어획능력을 보다 정확히 추정하고, 이를 바탕으로 어업별 투입 어획노력량 수준에 따른 어획능력 감축수준을 결정해야 할 것임
  - 그리고 설정된 어업별 목표 어획능력에 맞추어 어획능력 관리를 위한 조치수단들(어선감척, 조업일수 제한, 마력수 및 톤수 제한, 어업허가



제한)을 당해 어업의 여건에 맞게 강구하고, 어획활동에 대한 통제 및 감시·감독을 강화하여 어획능력을 감축하거나 관리해 가야 할 것임

- 한 단계 더 나아가서는 외국의 사례에서도 나타난 바와 같이, 장기적인 어획능력 관리를 위해서는 자유어업의 문제점을 보다 근본적으로 해결하고, 시장유인적 기능을 강화할 수 있는□□어획능력 조정수단□□의 도입도 신중히 고려해야 함

- 본 연구의 결과 및 시사점으로부터 제기할 수 있는 정책적 활용 및 건의는 다음과 같이 정리할 수 있음
  - 첫째, 본 연구의 결과는 국제행동계획에서 제시된 바에 따라 주요 어업의 어획능력 평가는 물론 초과어획능력에 대한 정책방향을 제시함으로써 FAO의 권고에 맞춰 우리나라의 어획능력 관리를 위한 국가행동계획(National Action Plan)의 수립 및 이행에 직접적으로 활용 가능할 것임
  - 둘째, 최근 우리나라 수산당국은 어선어업 구조조정을 본격적으로 추진하기 위하여 각종 계획들을 수립 중에 있는데, 이러한 각종 계획들이 그 기대효과를 극대화하기 위해서는 무엇보다 정책적 목표와 기준이 명확히 확립되어야 하며, 이러한 정책적 목표와 기준을 마련하는데 있어 본 연구에서 소개한 어획능력에 대한 개념 및 방법론은 유용하게 사용될 수 있을 것임
  - 셋째, 2007년부터 근해어업 어선감척사업이 추진될 계획인데, 향후 보다 효과적인 어선감척사업의 추진을 위해서는 본 연구에서 소개한 방법을 활용하여 어업별 그리고 어선별 어획능력을 측정하고, 그 결과를 바탕으로 어업별 어선감척사업에 대한 목표를 정하고, 연도별 감척물량 수준을 결정해 갈 수 있을 것임
  - 넷째, 어업별 그리고 어선별 어획능력을 보다 효율적으로 측정하기 위해서는 어업별 그리고 어선별 어획노력량 자료가 많이 필요한데, 어업구조조정을 위한 보다 유용한 정책적 근거자료 마련을 위해서는 업종별 어획노력량 자료 및 어선별 어획노력량에 대한 공신력 있는 자료들이 보다 집중적으로 수집되어야 할 것임

# 제1장

## 서론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

세계식량농업기구(FAO)의 어업생산통계에 따르면 과거 지속적으로 증가하던 해면어업 생산량(중국 생산량 제외)이 1988년 이후 정체 내지 감소상태로 돌아섰다. 이는 세계적인 수산물 수요의 증가와 함께 가열된 어획경쟁이 수산업에 대한 투자 증대로 이어져 어선의 대형화 및 고마력화가 가속화되었고, 결국 이러한 투자 증대에 따라 어획강도가 급증하여 어업자원의 재생산력이 크게 저하되었기 때문으로 판단된다.

이에 따라 FAO는 어업자원의 남획 방지 및 회복을 도모하기 위해서 과도한 어획능력의 투입을 억제하여 적정 수준 이하로 관리해야 할 필요성에 공감하고, 이에 대한 적극적인 정책적 노력을 기울여 왔다. 이는 결국 1995년 10월 지속 가능한 어업발전을 목표로 채택된 ‘책임 있는 수산업 규범(Code of Conduct for Responsible Fisheries)’을 통해 FAO가 각 회원국들로 하여금 과도한 어획능력(excess fishing capacity)을 줄여 어업자원의 지속적 이용이 가능하도록 촉구하였다(CCRF 조항 7.1.8).<sup>1)</sup>

더욱이 이 규범의 실질적인 이행을 위해 미국의 해양대기청(NOAA)과 국무

---

1) □□States should take measures to prevent or eliminate excess fishing capacity and should ensure that levels of fishing effort are commensurate with the sustainable use of fishery resources as a means of ensuring the effectiveness of conservation and management measures. □□

부는 1997년 FAO 수산위원회 회의에서 어획능력과 관련된 국제행동계획 수립을 제안하였다. 이에 따라 FAO는 1998년 4월 전문가그룹 회의에서 어획능력에 대한 개념을 정립하였고, 1999년 제23차 수산위원회에서 마침내 ‘어획능력 관리를 위한 국제행동계획(International Plan of Action for the Management of Fishing Capacity)’을 채택하였다.<sup>2)</sup> 이 계획에서는 회원국들로 하여금 우선적으로 자국의 어업별 어획능력을 측정하고, 초과어획능력 감축을 위한 관리방안을 마련하도록 하였다.<sup>3)</sup>

어업에 있어서 초과어획능력이 문제가 되는 것은 현재 어획량 수준을 초과하여 어획할 수 있는 유희(遊休) 어획능력이 어업에 존재하기 때문에 어업활동에 대한 완전한 통제 및 관리가 이루어지지 않을 경우 적정 어획량을 초과하여 어획할 수 있기 때문이다.<sup>4)</sup> 이는 결국 어업자원에 대한 남획을 초래하여 심각한 자원량 감소를 야기할 수 있게 된다. 이 외에도 적정 수준 이상으로 어획능력이 초과하게 되면 그만큼의 어업비용이 발생하게 되는데, 유희능력에 대한 추가적 어업수입이 없는 초과비용의 발생은 결국 어업인들의 어업이익을 감소시키게 되기 때문이다. 이는 또한 국민 경제적 관점으로 볼 때 자원의 비효율적 사용으로 이어지게 된다.

어업에 있어 초과어획능력 현상이 일어나는 것은 어업자원의 특성에서 기인된다. 즉, Gordon(1954)이 이미 지적한 바와 같이, 어업자원은 사유화가 불가능한 공유재(共有財)이므로 자원이용에 대한 배타권이 없어 누구나 어업에 참여할 수 있기 때문에 조업경쟁에서 어업자원을 선점하기 위해서는 추가적인 어획능력 증강이 불가피하기 때문이다.<sup>5)</sup>

---

2) 어획능력 관리를 위한 국제행동계획(IPOA-Capacity)의 상세한 내용은 부록 참조.

3) 어획능력 관리에 관한 국제행동계획(IPOA-Fishing Capacity)에서는 회원국들로 하여금 2000년 말까지 주요 어업의 모든 어선에 대하여 어획능력 평가를 위한 예비분석을 행하고(Section I, paragraph 13), 2002년까지 국가행동계획(National Action Plan) 수립을 완료하며, 2005년까지 행동계획의 이행을 완료함(Section II, paragraph 21)과 동시에 이행결과를 매 2년마다 보고하도록(Section IV, paragraph 48) 권고하였다(FAO 1999).

4) 유희 어획능력(idle fishing capacity)은 어선 및 어구가 유희화되어 더 이상 사용되지 않는 것을 의미한다. 따라서 초과어획능력은 초과분만큼의 유희화로 이어지기 때문에 경제적 비효율이 발생하게 된다.

더욱이 과도한 어획으로 인해 어업자원이 감소하여 어획량이 줄어들게 되더라도 어업인들은 어업수입 보전을 위해 어획능력을 더욱 증강시켜 어획량을 증가시키려고 하기 때문에 어업자원의 감소경향에도 불구하고 오히려 어획능력은 증가하는 현상이 나타나게 된다(Mattiasson, 1996). 따라서 초과어획능력을 감소시키지 않으면 어업자원에 대한 어획 압력이 커지게 되어 어업자원이 더욱 격감하게 되고, 어업의 수익성도 크게 악화되어 결과적으로는 지속 가능한 어업발전을 기대할 수 없게 된다.

우리나라 또한 초과어획능력 현상과 어업자원량 감소, 어업비용 증가 그리고 불법어획 등으로 인해 지속 가능한 어업발전을 위한 어업자원 관리에 많은 어려움을 겪고 있다. 과거 연근해어업 어획능력의 지속적인 증가에 따라 1980년대 1,000만 톤에 달했던 어업자원량이 이후 점차 감소하여 2004년에는 790만 톤 수준으로 감소하였다. 그리고 현재와 같은 어획강도 추세가 지속될 경우 향후 10년 후에는 어업자원량이 더욱 감소하여 약 390만 톤 수준에 이를 것으로 전망되고 있다(국립수산과학원, 2004). 이러한 어업자원량의 감소에 따라 과거 지속적 성장을 자랑하던 연근해어업 생산량 또한 1990년대 중반 160만 톤을 최고치로 이후 감소하기 시작하여 2004년도에는 108만 톤까지 줄어들었다.

우리나라의 연근해어업은 비단 어획능력에 대한 국제행동계획의 권고가 아니더라도 과도한 어획에 의한 어업자원 및 어획량 감소를 더 이상 방치할 수 없는 수준에 이르렀다. 지난 2004년도의 연근해 총어선수는 1980년에 비해 18% 가량 증가하였고, 총마력수는 무려 580% 이상이나 늘어났다(해양수산통계연보, 2004). 이처럼 연근해어업 어획량의 지속적인 감소에도 불구하고 실질적인 어획노력량 수준은 오히려 증가하고 있는 점을 감안할 때 간접적으로 우리나라의 어획능력 초과현상이 매우 심각할 것으로 판단된다.

따라서 어업자원의 회복을 통한 지속적이고 안정적인 어업발전을 위해서는

---

5) 어업참여에 대한 진입장벽이 없을 경우 어업이익이 발생하면 새로운 어업인이 어업에 참여하게 되어 어업자원을 둘러싼 어획경쟁이 심해지고, 무주물인 어업자원의 선점을 위하여 개별 어업인은 어획능력을 증강시키게 된다. 어획능력은 결국 총수입과 총비용이 같아지는 점까지 증가하게 되고, 어업에 있어서 경제적 지대는 소멸하게 된다(Clark, 1990; Anderson, 1986; Gordon, 1954).

초과된 어획능력을 감축시키기 위한 대응방안 마련이 시급한 실정이다. 특히 어획능력 감축을 위한 우리나라 국내행동계획의 수립 등 과도한 어획능력의 감축을 위해서는 우선 어업별 어획능력에 대한 측정이 이루어져야 한다.

이러한 배경 하에서 본 연구는 어획능력 측정에 널리 적용되는 여러 가지 기법을 검토하여 우리나라 연근해어업의 어획능력 측정에 적용 가능한 기법을 찾아 이를 주요 어업에 적용시켜 보고자 하였다. 이를 위해 우선적으로 어획능력 분석방법이 갖는 특징 및 장단점을 비교하여 분석목적과 어업여건별로 선택 가능한 모형을 판별함으로써 실증적 어획능력 측정을 위한 방법론을 채택하였다. 구체적인 어획능력 분석방법으로는 FAO(2000)가 권고하고, 선진 어업국의 어획능력 측정에 주로 이용되고 있는 PTP 기법, DEA 기법 등을 우리나라 주요 근해어업에 적용시켜 보았다. 그리고 측정 결과를 바탕으로 향후 우리나라 연근해어업의 효율적 어획능력 관리를 위한 정책적 방향을 제시하고자 하였다.

## 2. 연구 내용 및 방법

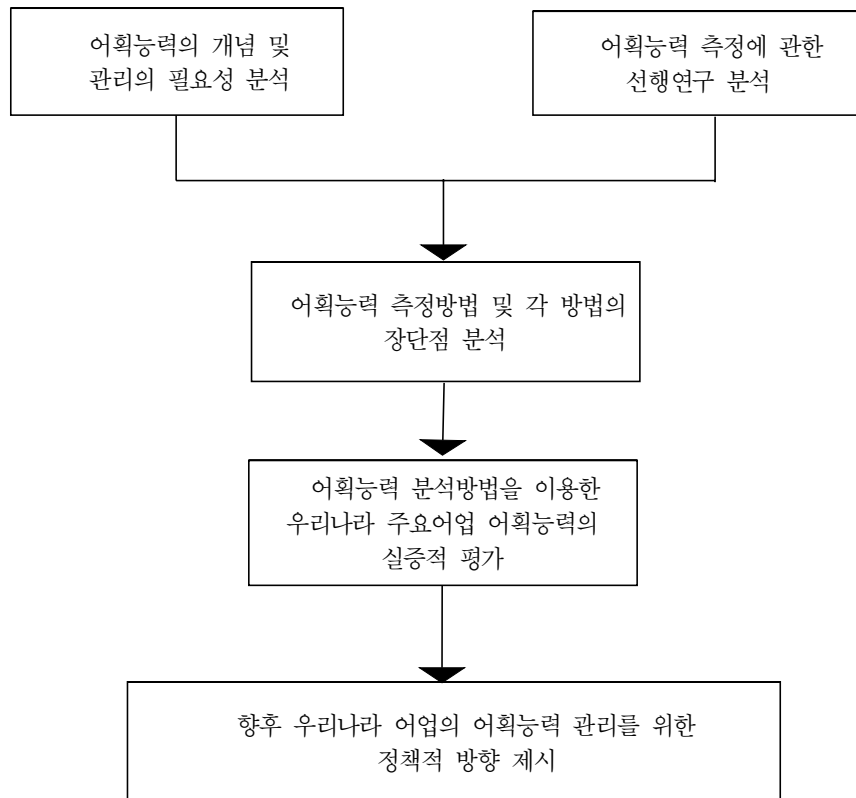
본 연구의 내용은 크게 어획능력의 개념 및 측정에 관한 선행연구, 어획능력 분석방법, 우리나라 주요 근해어업을 대상으로 한 실증분석, 그리고 효율적인 어획능력 관리를 위한 정책방향 및 과제 등으로 구성되어 있다. 즉, 제2장에서는 국제적으로 논의되고 있는 어획능력의 개념과 정책적 관리의 필요성, 그리고 어획능력 측정에 관한 선행연구에 대해 살펴보았다. 특히 어획능력의 개념에서는 보다 구체적으로 어획능력을 생산적인 개념과 경제적인 개념으로 구분하여 분석하였다. 그리고 적정 어획능력 수준 이상의 어획능력, 즉 초과어획능력과 과잉어획능력에 대해서도 각 개념을 정리하였다. 또한 선행연구 분석에 있어서는 어획능력 측정에 사용된 방법, 측정 결과, 그리고 측정상의 문제점과 시사점 파악을 중심으로 하였다.

제3장에서는 어획능력 측정의 분석방법에 대해서 살펴보았다. 여기서는 다양한 어획능력 측정방법 중 정량적 기법인 단위노력당 어획량(CPUE) 방법, 변동투입량활용도(Variable Input Utilization) 방법, 정점비교법(Peak-to-Peak), 자료포락분석(Data Envelopment Analysis) 방법, 그리고 확률적 생산 프런티어(Stochastic Production Frontier) 방법 등에 대해 검토하였다. 그리고 분석방법상 각 기법의 특징과 장단점을 서로 비교해 보았다.

제4장에서는 FAO가 권고한 어획능력 측정방법에 따라 우리나라 주요 근해 어업의 어획능력을 실증적으로 측정해 보았다. 구체적으로 본 연구에서는 근해어업 중 어획량 비중과 상업적 중요성이 높은 기선권현망어업, 대형트롤어업, 그리고 대형선망어업을 대상으로 정점비교법(PTP 방법)과 자료포락분석법(DEA 방법) 등을 활용하여 어획능력을 측정하였다. 그리고 각 방법에 의한 분석결과를 토대로 우리나라 어업관리에 있어서의 어획능력 측정결과의 활용성과 정책적 시사점을 제시하였다.

제5장에서는 지금까지 살펴본 어획능력의 개념, 측정방법, 사례연구, 그리고 우리나라 어업의 실증적인 어획능력 측정결과 등을 바탕으로 향후 우리나라 어업의 어획능력 관리를 위한 정책수단 검토 및 추진방향을 제시해 보았다. 마지막으로 제6장에서는 전체적인 분석 결과의 요약과 함께 그 활용방안을 제시하면서 본 연구를 마무리하였다. 이상 본 연구의 내용 및 수행방법을 체계화하면 <그림 1-1>과 같다.

〈그림 1-1〉 연구체계도



## 제2장

### 어획능력의 개념 및 측정에 관한 선행연구

#### 1. 능력의 개념

##### 1) 능력(Capacity)의 일반적 개념

‘어획능력(Fishing capacity)’의 개념을 이해하기 위해서는 우선 ‘능력(Capacity)’의 개념에 대한 이해가 필요하다. 지금까지 많은 연구자에 의해서 능력에 대한 다양한 개념 정의가 이루어져 왔지만 아직까지 이에 대한 명확한 통일적 개념은 정립되어 있지 않다. 하지만 일반적으로 가장 널리 이용되는 능력의 개념은 “주어진 생산요소 하에서 기업이나 산업이 산출할 수 있는 최대 잠재적 생산수준(maximum potential production)”으로 정의되고 있다. 이러한 능력의 개념은 다양한 산업부문에서 생산에 대한 의사결정이나 정책수립에서 널리 적용되고 있는데, 보다 구체적으로는 크게 생산적 개념과 경제적 개념으로 구분되어진다.

첫 번째, 생산적 개념은 능력에 대한 ‘물리적(physical)’ 혹은 ‘기술적(technological)’ 개념으로서 “주어진 생산요소 하에서 그리고 단기간 변동 투입 요소에 대한 제약 없이 기업이나 산업이 산출할 수 있는 최대 잠재적 생산수준(maximum potential output)”을 의미한다. 이러한 맥락에서 미국의 연방준비위원회(Federal Reserve)에서는 능력을 ‘완전 생산능력(full production capability)’으로 해석하면서 “정상적인 운영조건 하에서 일반적으로 기대할 수 있는 생산



단위의 최대 생산수준”으로 정의하였다. 여기서 ‘정상적인 운영조건’에는 첫째, 현장에 있는 준비된 기계, 설비 등의 시설만이 활용되고, 둘째, 일상적인 작업시간, 유지, 보수 및 청소 등에 따라 생산이 결정되며, 셋째, 노동력이나 원재료 등은 충분히(fully) 공급될 수 있는 요소라는 가정 등이 포함된다.<sup>6)</sup>

두 번째, 능력에 대한 경제적 개념은 다소 광범위하게 해석되고 있는데, 일반적으로 “이익 최대화 혹은 비용 최소화 등과 같은 경제활동 목표를 만족시키기 위한 생산수준”을 의미한다(Morrison, 1985; Coelli, Grifell-Tatje and Perelman, 2001). 이에 대해 Morrison(1985a, b)과 Nelson(1989)은 능력에 대한 경제적인 개념을 보다 구체적으로 다음과 같이 3가지로 제안하였다. 즉, ① 장·단기 평균비용곡선이 만나는 접점에서의 생산량 수준, ② 단기 평균비용곡선 최저점에서의 생산량 수준, 그리고 ③ 장기 평균비용곡선과 단기 평균비용곡선의 최저점이 만나는 접점에서의 생산량 수준으로 정의하였다.<sup>7)</sup>

한편 Klein(1960), Berndt and Morrison(1981), 그리고 Coelli, Grifell-Tatje and Perelman(2001)은 다음의 <그림 2-1>과 같이 능력을 자본의 사용에 대한 장기균형(A), 단기비용 최소화(B), 그리고 단기이익 최대화(C)에 대한 장기균형점에 대응하는 생산량으로 정의하였다.<sup>8)</sup>

구체적으로 Klein(1960)과 Berndt and Morrison(1981)은 단기 비용곡선에 근거한 경제적 개념의 능력을 정의하였는데, 먼저 Klein은 단기 평균비용곡선

6) U. S. Federal Reserve, *Capacity Utilization Explanatory Notes*, Washington D. C, 1999.

7) Morrison, C. J., □□Primal and Dual Capacity Utilization: An Application to Productivity Measurement in the U. S. Automobile Industry□□ *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 3, 1985a.

Morrison, C. J., □□On the Economic Interpretation and Measurement of Optimal Capacity Utilization with Anticipatory Expectations□□ *Review of Economic Studies*, Vol. 52, 1985b.

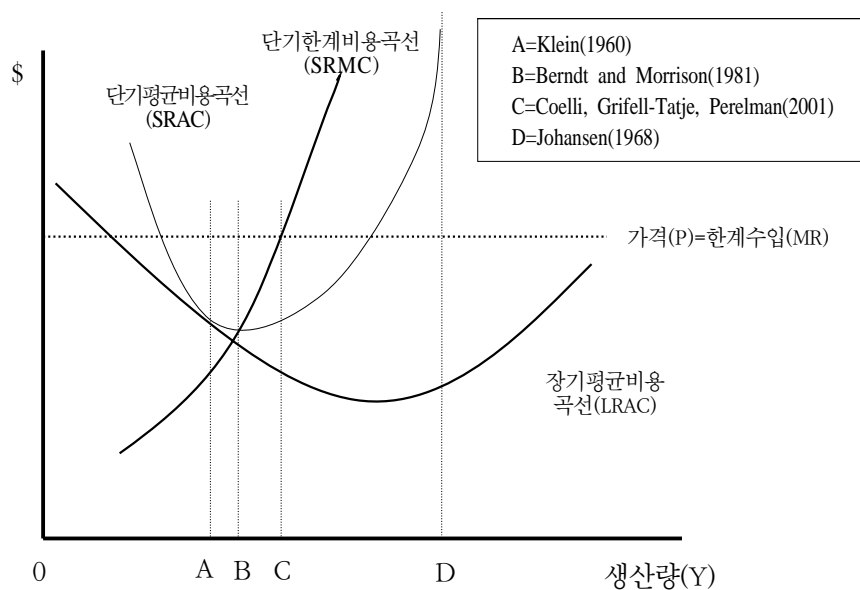
Nelson, R., □□On the Measurement of Capacity Utilization□□ *Journal of Industrial Economics*, 37(3), 1989.

8) Klein, L.R., □□Some Theoretical Issues in the Measurement of Capacity□□ *Econometrica*, 28, 1960. Berndt, E. and C. Morrison, □□Capacity Utilization Measures: Underlying Theory and an Alternative Approach□□, *American Economic Review*, 71, 1981.

Coelli, T., E. Grifell-Tatje, and S. Perelman, □□Capacity Utilization and Short Run Profit Efficiency□□ Draft Paper, 9/3/2001.

(SRAC)과 장기 평균비용곡선(LRAC)이 만나는 점에서의 생산량 수준을 최대 생산량으로 정의하였다. 그리고 Berndt and Morrison은 최대 생산량을 단기 평균비용곡선(SRAC)의 최저점에서 산출되는 생산량 수준으로 보았다. 한편 Coelli, Grifell-Tatje and Perelman(2001)은 정태적 이익 최대화에 근거하여 최대 생산량을 한계비용(MC)과 가격(P)이 일치하는 점에서의 생산량 수준으로 정의하였다.

〈그림 2-1〉 능력에 대한 경제적 개념



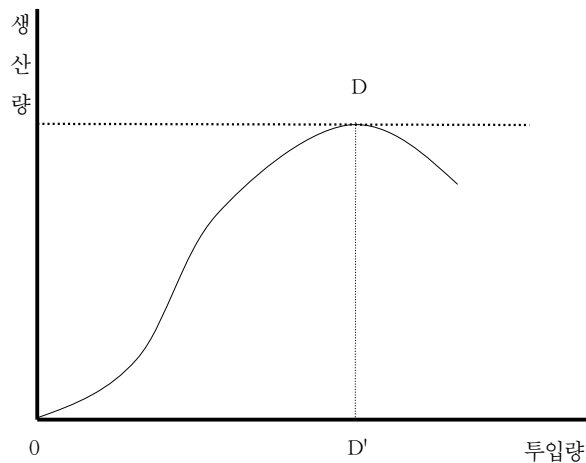
〈그림 2-1〉에서 단기 평균비용곡선은 주어진 고정 투입요소 하에서의 평균적인 비용을 나타내고 있다. 장기 평균비용곡선은 모든 투입요소들이 변동 투입요소일 때의 평균적인 비용을 나타낸다. 그리고 한계비용은 생산이 한 단위 증가할 때 발생하는 비용변화를 나타낸다.<sup>9)</sup>

9) 단기와 장기는 일반적으로 투입요소에 대한 조정 가능성에 의해 구분된다. 단기에는 하나 이상의 투입요소가 고정되어 있지만 장기에는 모든 투입요소가 변동요소에 해당된다(Ferguson, 1975).

그림에서 A는 Klein에 의한 최대 생산량을, B는 Berndt and Morrison에 의한 최대 생산량, C는 Coelli, Grifell-Tatje and Perelman에 의한 최대 생산량을 나타낸다. 그리고 D는 Johansen에 의한 물리적(생산적) 개념의 최대 생산량을 의미한다. 그림에서 Klein에 의한 최대 생산량이 Berndt and Morrison에 의한 최대 생산량보다 낮은 수준임을 알 수 있다. 하지만 두 가지 개념은 장기의 수확불변(Constant Returns to Scale) 상황 하에서는 일치하게 된다.

한편 Johansen에 의한 생산적 개념의 최대 생산량은 고전적 생산곡선에서 보다 쉽게 나타난다(〈그림 2-2〉).

〈그림 2-2〉 고전적 생산곡선



〈그림 2-2〉는 투입량과 산출량의 관계를 보여주는 고전적인 생산곡선으로서 생산량이 처음에는 계속 증가하다 점 D에 이르면 최대가 되어 더 이상 증가하지 않는다. 여기가 바로 Johansen에 의한 생산적 개념의 능력이 최대 생산량 수준이 되는 지점이다.

경제학적 관점에서는 당연히 경제적 개념이 능력을 보다 잘 정의하는 것으로 볼 수 있다. 이는 경제적 개념이 생산량 수준을 결정하는 중요한 경제적 요

인들, 특히 수익과 비용에 관련된 생산자의 생산행위를 고려하고 있어서 보다 신뢰할 수 있고, 구체적인 능력수준(생산량 수준)을 파악할 수 있기 때문이다. 뿐만 아니라 경제적 개념에서는 장기적인 최적의 능력수준에 대한 유용한 정보를 제공해 주기 때문이다. 예를 들어, 경제적 개념에서의 능력은 장·단기 평균비용곡선이 만나는 접점에서의 생산량 수준 등을 의미하기 때문에 주어진 투입요소에 대한 장기균형점에서 생산량이 이루어질 수 있게 된다(Morrison, 1985a and 1985b). 따라서 이 수준에서 생산자 및 생산기업의 능력수준은 최적점이 되고, 정책결정자들은 이 최적점에 대한 투입요소들의 최적 수준을 결정하여 능력의 증강 혹은 축소를 위한 방안을 효과적으로 강구할 수 있게 된다.

## 2) 능력활용도(Capacity Utilization)

능력과 관련된 가장 중요한 개념은 능력활용도(Capacity Utilization : CU)이다. CU는 기업 또는 산업의 능력(생산능력)이 어느 정도 활용되고 있는가를 나타내는 지표로서 다음의 식 (2-1)과 같이 일반적으로 잠재적인 최대 생산량 수준( $Y^*$ )에 대한 실질적인 생산량 수준( $Y$ )의 비율로 표현된다.

$$CU = \frac{Y}{Y^*} \dots\dots\dots \text{식 (2-1)}$$

보다 구체적으로는 능력의 개념과 마찬가지로 CU의 개념도 생산적인(혹은 물리적인) 개념과 경제적인 개념으로 구분하여 살펴볼 수 있다. 즉, 생산적 개념의 CU는 이미 앞서 언급한 바와 같이, 최대 생산량 수준에 대한 실제 생산량 수준의 비율을 의미한다. 이에 반해, 경제적 개념의 CU는 앞서 살펴본 능력의 경제적 개념의 종류에 따라 그 의미가 조금씩 달라질 수 있는데, 이를 일반적으로 표현하면 능력의 경제적 개념별 생산량 수준에 대한 실제 생산량 수준의 비율을 의미한다. 예를 들어, Klein(1960)과 Morrison(1985)의 능력에 대한 정의에 따르면, CU는 장·단기 평균비용곡선이 만나는 접점에서 결정되는

생산량 수준에 대한 실제 생산량 수준의 비율을 의미하게 된다.

하지만 생산적 개념의 능력활용도인  $CU_P$ 와 경제적 개념의 능력활용도인  $CU_E$  사이의 가장 큰 차이점은 각 개념의  $CU$  값 범위가 서로 다르다는 것이다. 즉, 경제적 개념의  $CU_E$  값은  $0.0 < CU_E < \infty$ 인 반면, 생산적 개념의  $CU_P$  값은 1.0보다 작거나 혹은 같게 된다( $CU_P \leq 1.0$ ). 따라서 경제적 개념의  $CU_E$  값이 1이라면( $CU_E=1.0$ ), 이는 생산업자나 생산기업이 능력을 최적으로 활용하고 있음을 의미한다. 이에 반해  $CU_E$ 가 1보다 크면( $CU_E > 1.0$ ) 수요에 대해 생산능력이 부족함을 의미하고,  $CU_E$ 가 1보다 작으면( $CU_E < 1.0$ ) 수요에 대해 잉여 생산능력이 존재함을 의미한다.

그리고 생산적 개념의  $CU_P$  값이 1이라면( $CU_P = 1.0$ ) 잠재적 최대 생산량을 달성하기 위해 능력이 최적으로 활용되고 있음을 의미한다. 하지만  $CU_P$ 가 1보다 작으면( $CU_P < 1.0$ ) 생산능력이 최적으로 활용되지 않고 있으며, 이에 따라 유향 생산능력이 존재하고 있음을 의미하게 된다.

한편 Färe 외 2인(1989)은  $CU$ 의 측정에 있어 식 (2-1)과 같이 분자에 실제 생산량을 사용하게 되면 편의된  $CU$  값을 얻을 수 있다고 지적하였다. 즉, 이들은 잠재적 최대 생산량에 대해 실제 생산량을 비교한  $CU$  값에서 실제 생산량이 항상 효율적인 방법에 의해 생산되지 않기 때문에, 궁극적으로는 활용도 값에 대한 하향편의(downward bias)를 일으킬 수 있다고 언급하였다.<sup>10)</sup> 이런 이유로 Färe 외 2인은  $CU$ 는 잠재적 최대 생산량 수준에 대한 기술적으로 효율적인 생산량(technically efficient production) 수준의 비율로 측정되어야 한다고 제안하였다. 이러한 효율적 생산량은 변동투입요소에 대한 제약조건을 추가함으로써 구할 수 있다.

---

10) Färe et al., □□Measuring Plant Capacity, Utilization and Technical Change: A Nonparametric Approach□□ *International Economic Review*, 30(3), 1989.

## 2. 어획능력

### 1) 어획능력(Fishing Capacity)의 개념

어업에서의 능력(어획능력)에 대한 개념은 일반적인 능력에 대한 개념과 마찬가지로 아직 구체적으로 명확하게 정립되지 않았을 뿐만 아니라 타 산업에 비해 상대적으로 널리 적용되지도 않았다. 이러한 어획능력에 대한 개념은 최근 과도한 어획능력에 대한 문제가 국제적으로 제기됨에 따라 이에 대한 개념과 측정방법론 등에 관한 연구들이 본격화되기 시작하였다.

선행연구들에 있어 어획능력의 개념을 살펴보면, 앞서 살펴본 일반적인 능력의 개념과 마찬가지로 생산적인 개념(production definition)과 경제적인 개념(economic definition)으로 크게 구분되어 정의되고 있다(Zheng and Zhou, 2005; Pascoe et al, 2004; Kirkley et al, 2001 등). 생산적인 개념에서의 어획능력은 생산 최대화에 근거하여 주어진 시장여건, 어업자원상태, 기술적 상황 하에서 조업활동에 아무런 제약조건이 없을 경우 일정 기간 동안 개별어선이나 당해어업 전체가 산출할 수 있는 최대 생산량을 의미한다.

반면에 경제적인 개념의 어획능력은 Morrison(1985a, b)과 Nelson(1989)의 정의처럼, 비용 최소화에 근거하여 주어진 시장여건, 어업자원상태, 기술적 상황 하에서 조업활동에 아무런 제약조건이 없을 경우 일정 기간 동안 어선이나 어업 전체가 산출할 수 있는 생산량 수준을 의미한다. 따라서 전자인 생산적 개념의 경우 자원상황, 시장여건, 기술적 상황 하에서 투입요소들이 잠재적인 최대 생산량을 결정하게 된다. 이에 반해 경제적 개념의 경우에는 자원상황, 시장여건, 기술적 상황 요인들 외에 어업인들의 의사결정 및 생산 활동, 투입요소들의 경제적 활용 등이 잠재적인 생산량이나 능력을 결정하게 된다.

물론 경제학적으로 본다면 당연히 경제적인 개념이 어획능력을 보다 잘 정의하는 것으로 볼 수 있다. 이는 앞서도 언급한 바와 같이 경제적인 요인들, 특히 수익과 비용에 관련된 어업인의 생산행위를 고려하고 있어 보다 구체적

인 어획능력 수준 등을 파악할 수 있기 때문이다.

하지만 경제적인 개념의 어획능력을 측정하기 위해서는 조업활동과 관련된 비용 등의 경제적인 자료가 구비되어야 하는데, 이러한 자료들을 수집하는 것은 현실적으로 매우 어려운 일이다. 또한 일반적으로 다양한 투입요소를 사용하여 다양한 종류의 어종을 어획하는 어업의 경우 경제적인 개념의 어획능력을 측정하는 것은 더욱 어려운 일이다.<sup>11)</sup> 따라서 경제적인 개념의 어획능력을 측정하고, 어획능력 감축을 위한 정책수립의 기초 자료로 활용하는 데 현실적인 어려움이 많다.

이에 따라 FAO 전문가그룹회의에서는 어획능력을 생산적인 개념으로 정의하고, 이에 근거하여 어업별 어획능력을 측정하도록 제안하였다. 즉, Johansen (1968)의 정의<sup>12)</sup>와 같이 주어진 시장여건, 어업자원상태, 기술적 상황 하에서 조업활동에 아무런 제약조건이 없을 경우 일정 기간 동안 어선이나 어업 전체가 산출할 수 있는 잠재적인 최대 생산량 수준을 구하고, 이를 실제 생산량 수준과 비교하여 어획능력의 초과정도를 측정하도록 하였다.<sup>13)</sup>

## 2) 초과어획능력(Excess Capacity)과 과잉어획능력(Overcapacity)

전통적인 경제학 문헌에서는 초과능력과 과잉능력에 대한 명확한 구분을 짓지 않고, 거의 유사한 개념으로 사용하였다. 또한 지금까지의 어획능력 관련 연구에 있어서도 대부분 초과어획능력과 과잉어획능력에 대한 구분을 행하지 않은 것이 사실이다. 게다가 대부분의 어획능력 관련 연구들은 초과어획능력의 측정에만 집중한 반면, 과잉어획능력에 대한 문제는 적정 어획량(optimum

---

11) Kirkley, et al, □□Assessing Capacity and Capacity Utilization in Fisheries When Data are Limited □□ *North American Journal of Fisheries Management*, 21, 2001.

12) Johansen은 □□Production Functions and the Concept of Capacity(1968) □□에서 능력의 개념을 다음과 같이 정의하였다. □□Maximum amount that can be produced per unit of time with existing plant and equipment, provided the availability of variable factors of production is not restricted □□.

13) FAO, □□Report of the Technical Consultation on the Measurement of Fishing Capacity □□ *FAO Fisheries Report*, No. 615, 2000.

yield)과 같은 이론적인 연구에만 머물러 있는 수준이다.<sup>14)</sup>

FAO의 구분에 따르면 어업에 있어서 초과어획능력은 자원량 변화, 투입요소의 비용과 산출물의 가격 등 시장상황의 변화로 인하여 정상적인 생산조건 하에서 산출할 수 있는 생산량 수준보다 생산량이 적은 단기적인 현상으로 정의되고 있다. 이에 반해 과잉어획능력은 정상적인 생산조건 하에서 산출할 수 있는 잠재적 생산량 수준이 최대 지속적 어획량(Maximum Sustainable Yield)이나 최대 경제적 어획량(Maximum Economic Yield) 등과 같은 목표 생산량 수준과 차이가 나는 장기적인 현상으로 정의되고 있다(FAO, 2002). 아래에서는 이러한 초과어획능력과 과잉어획능력의 개념을 보다 구체적으로 살펴보았다.

### (1) 초과어획능력

초과능력(Excess Capacity)은 대체적으로 주어진 산출가격과 변동투입요소 비용 하에서 변동투입요소들이 정상적 수준으로 활용될 때 기업이 산출할 수 있는 최대 생산량 수준과 실제 생산량 수준과의 차이를 말한다. 따라서 초과어획능력은 주어진 시간과 자원상태 하에서 정상적인 어획활동이 이루어질 경우 산출될 수 있는 생산량 수준과 실제 생산량 수준과의 차이를 의미하게 된다.

다음 <표 2-1>은 단일 소유주 어업(sole-owner fishery)에 있어서의 초과어획능력에 대한 간단한 예를 보여주는데, 주어진 시장가격, 유류비 등 변동투입요소들의 비용 하에서 10척의 어선이 10만 파운드를 산출하면 가장 큰 경제적 이익을 얻는다고 가정하자.

하지만 유류가격이 상승하여 기존 \$1에서 \$2가 되면, 어선 소유주는 단기적으로 어획노력량 수준을 줄이고, 이에 따라 어획량 수준도 낮아지게 된다. 단기적으로 현재의 어선척수 하에서 어선별 어업이익이 최대가 되는 어획량 수준을 6만 파운드로 가정하면 4만 파운드의 초과어획능력이 발생하게 된다. 또한 중기 조절 이후 적정 어획량이 8만 파운드가 될 때에는 2만 파운드의 초과

14) FAO, □□Report of the Expert Consultation on Catalyzing the Transition away from Overcapacity in Marine Capture Fisheries□□ Rome, FAO, 2002.



어획능력이 존재하게 된다. 그러나 유류가격이 다시 \$1로 하락하고, 다른 투입 요소들의 가격이 원래의 수준으로 돌아오면 초과어획능력 문제는 해결되게 된다. 이와 같이, 초과어획능력은 시장상황이나 자원상황 등의 변화에 따라 자율적으로 해결될 수 있는 단기적인 현상이다.

〈표 2-1〉 단일 소유주 어업 가정 하에서 초과어획능력의 예

	원래 경제적 상황	단기 조정 이후	중기 조정 이후
어선척수	10	10	5
유류비용(\$/gallon)	\$1.00	\$2.00	\$2.00
기대 유류비용에서의 어선척당 적정 어획량	10,000	10,000	10,000
실제 유류비용에서의 어선척당 적정 어획량	10,000	6,000	8,000
실제 총어획량	100,000	60,000	80,000
초과어획능력	0	40,000	20,000
초과어획능력 비율	1.00	1.40	1.20

## (2) 과잉어획능력

과잉어획능력은 근본적으로 초과어획능력과는 다른 문제로서 시장상황이나 자원상황의 변화에 따라 자율적으로 해결될 수 없는 구조적인 문제로 볼 수 있다. 과잉어획능력 문제는 시장실패의 원인으로 자유어업(open access), 어업 제한(limited entry), 규제된 자유어업(regulated open access) 하에서 모두 발생할 수 있다. 여기서, 어업에 있어 시장실패는 어업자원의 특성에서 기인하는데, 어업자원은 사유화가 불가능한 공유재(共有財)이므로 자원이용에 대한 배타권이 없어 독자적이고 계획적인 상업적 활동이 불가능하다.

과잉어획능력의 대표적인 예로는 어선척수의 증가현상을 들 수 있다. 만약 한 어선이 어획활동으로부터 초과이익을 얻고 있다면, 다른 어업에서 조업하던 어선들이 해당어업으로 전환하여 초기에는 보다 많은 이익을 얻을 수 있게 된다. 그러나 이러한 어선척수의 증가에 따라 전체적인 어획노력량 수준이 오르

게 되면 어선별 어획노력당 어획량은 감소하고 어업비용은 증가하게 되어 결국에는 어선별 어업이익이 줄어들게 된다.

이러한 과잉어획능력 현상은 어선이 진입하여 어업이익이 영(0)으로 될 때까지 발생하게 된다. 이와 같이 과잉어획능력은 유가 변동 등과 같은 시장상황 변화 등에 따라 자동적으로 해결되지 않는 장기적인 문제이다.

### (3) 초과어획능력과 과잉어획능력의 비교

초과어획능력과 과잉어획능력에 대한 개념은 앞서 살펴본 FAO(2002)의 정의<sup>15)</sup>가 일반적으로 사용되고 있다. 이 외에, Greboval and Munro(1999)는 생물경제학적 모델을 이용하여 어업에 있어서의 초과어획능력과 과잉어획능력을 서로 비교하였다.<sup>16)</sup>

초과어획능력과 과잉어획능력에 대한 보다 명확한 구분은 미국의 “어획능력에 관한 국제행동계획”에서 엿볼 수 있다. 이에 따르면 초과어획능력과 과잉어획능력은 다음과 같이 정의된다.

초과어획능력 : 어선/선단의 최대어획능력 > 실제어획량

과잉어획능력 : 어선/선단의 최대어획능력 > 관리목표(예로 MSY 또는 MEY)

예를 들어 미국 뉴잉글랜드 지역의 대구어업에 대한 관리목표인 최대지속적 어획량(MSY)이 12,000톤이라고 가정하자. 또한 이 지역에서 조업하는 어선/선단이 정상적인 조업 하에서 최대로 어획할 수 있는 물량이 10,000톤이며 2005년도 실제어획량은 8,000톤이라고 가정하자. 이 경우 과잉어획능력은 발생하지 않고 2,000톤의 초과어획능력이 발생하고 있다. 하지만 일반적으로 어업자는 이러한 초과어획능력 현상에 대해 어획노력량을 감소시키기보다는 조업경쟁에서 어업자원의 선점을 위해 오히려 어획노력량 수준을 증가시키게 되므로 초과어획능력 현상이 장기화·고착화되는 경향을 보임과 동시에 과잉어

15) Ward and Metzner(2002), 그리고 Ward et al(2005)의 개념 정의 또한 FAO의 정의와 유사하다.

16) 부록을 참조하기 바람.

획능력의 문제로 발전하게 된다. 즉, 각각의 어업자가 조업경쟁을 통해 마력수, 조업일수, 어선원수 등 어획노력량 수준을 증가시킴으로써 최대 어획능력이 쉽게 MSY 수준을 초과해 버리는 현상이 발생한다.<sup>17)</sup>

이상과 같이 초과어획능력 현상에 대해 장기적으로 어업인들이 투입 어획노력량 요소들을 변화시키지 못하고, 조업경쟁에서 어업자원의 선점을 위해 자원보존에 대한 유인책을 가지지 못한 채 오히려 추가적으로 어획노력량 수준을 증가시키면 어업에 있어서 초과어획능력 현상은 장기화·고착화되어 과잉어획능력의 문제로 발전하게 된다.

### 3. 어획능력 관리의 필요성

어업에 있어서 어획능력의 초과현상이 일어나는 것은 근본적으로 어업자원의 특성에서 기인한다. 즉, Gordon(1954)이 이미 지적한 바와 같이, 어업자원은 사유화가 불가능한 공유재이므로 자원이용에 대한 배타권이 없어 누구나 어업에 참여할 수 있기 때문에 조업경쟁에서 어업자원을 선점하기 위해서는 추가적인 어획능력의 증강이 불가피하기 때문이다.<sup>18)</sup>

더욱이 과도한 어획으로 인해 어업자원이 감소하여 어획량이 줄어들게 되더라도 어업인들은 어업수입 보전을 위해 어획능력을 더욱 증강시켜 어획량을 증가시키려고 하기 때문에 어업자원의 감소경향에도 불구하고 오히려 어획능력은 증가하는 현상이 나타나게 된다.<sup>19)</sup> 따라서 초과어획능력을 감소시키지 않으면 어업자원에 대한 어획압력이 커져 어업자원량이 더욱 격감하게 되고, 어업의 수익성도 크게 악화되어 결과적으로는 지속 가능한 어업발전을 기대할 수 없게 된다.

---

17) FAO에 의하면 대부분의 상업적 어업에서 최대어획능력은 MSY 수준을 상회하고 있다.

18) Gordon, H.S., □□The Economic Theory of a Common-property Resources: the Fishery□□ *Journal of Political Economy*, 62, 1957.

19) Mattiasson, T., □□Why Fishing Fleets Tend to be Too Big□□ *Marine Resource Economics*, 11(3), 1996.

특히 어업에 있어 초과어획능력이 문제가 되는 것은 현재 어획량 수준을 초과하여 어획할 수 있는 유향 어획능력이 어업에 존재하기 때문에 어업활동에 대한 완전한 통제 및 관리가 이루어지지 않을 경우 적정 어획량을 초과하여 어획할 수 있기 때문이다. 이는 결국 어업자원에 대한 남획을 초래하여 심각한 자원량 감소를 야기할 수 있게 된다.

또한 적정 수준 이상으로 어획능력이 초과하게 되면 그만큼의 어업비용이 추가적으로 발생하게 되는데, 유향 어획능력에 대한 추가적인 어업수입이 없는 초과비용의 발생은 결국 어업인들의 어업이익을 감소시키게 되기 때문이다. 이는 전체 국민의 경제적 관점에서 볼 때 자원(어획노력량)의 비효율적 사용으로 이어지게 된다.

이 외에도 어업에 있어서 초과어획능력이 문제가 되는 이유는 일단 증강된 어획능력 수준은 감축시키기가 상당히 어렵다는 것이다. 이는 어선 등과 같은 어획노력량 요소들은 대체성이 낮아 다른 산업적 용도로 활용하기 어려운 특징을 가지고 있기 때문이다. 따라서 초과어획능력 현상은 장기화되거나 수산업에 있어 고착화되는 경향이 강해지게 된다.

따라서 어업자원의 회복을 도모하고, 경영 안정적인 지속 가능한 어업발전을 위해서는 무엇보다 어획능력에 대한 통제 및 관리가 필요하다. 특히 어업에 있어 어획능력의 장기화된 초과현상으로 인해 어업자원의 남획과 수익성 저하가 두드러진 경우 무엇보다 어업에 있어 초과된 어획능력을 감축시키기 위한 방안마련이 시급하다.

## 4. 어획능력 측정에 관한 선행연구

### 1) 국외 선행연구

어획능력을 측정하는 방법으로는 정성적 기법에서 정량적 기법까지 다양하게 제안되고 있다. 어획능력은 수산업에 있어 어업관리상 중요한 정책적 이슈

중의 하나로 이는 오래 전부터 연구대상의 한 과제로 대두되었다.

하지만 본격적인 어획능력 측정에 관한 연구는 FAO가 “책임 있는 수산업 규범(Code of Conduct for Responsible Fisheries)”을 채택하여 이에 대한 문제를 제기한 이후부터이다. 특히 이 규범의 실질적 이행을 위해서 1999년도에 “어획능력 관리를 위한 국제행동계획(IPOA- Fishing Capacity)”을 채택한 이후에는 각국에서 FAO의 권고에 따라 국내행동계획 수립을 위한 차원에서 어업의 어획능력 측정을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

한편 어획능력 측정을 위한 방법에 있어서는 FAO 전문가그룹회의에서 국제적인 어획능력 측정을 위한 가장 효과적인 방법으로 “정점비교법(Peak-to-Peak: PTP)”과 “자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)” 방법, “확률적 생산 프런티어(Stochastic Production Frontier: SPF)” 방법 등을 제안<sup>20)</sup>함에 따라 대부분의 연구들도 이들 방법 등을 주로 사용하고 있다.

어획능력에 관한 가장 오래된 연구 중의 하나로서 Ballard and Roberts (1977)는 PTP 기법을 활용하여 태평양 지역 전체 어획량의 72%를 차지하고 있는 10개 연안어업에 대한 어획능력 활용도(CU)를 측정하였다. 분석 결과, 1956~1975년 기간 동안 이들 어업의 어선톤수가 약 197.4% 가량 증가한 것으로 나타난 반면 어획량은 오히려 감소한 것으로 나타났다. 그 결과 CU도 지속적인 감소추세인 것으로 분석되었다.

Smith and Hanna(1990)는 1976~1985년 기간 동안 미국 오리건(Oregon) 지역 저층트롤어업의 CU를 분석하였다. 본 연구에서 CU는 어선규모별 척수에 기술적 효율성(Technical Efficiency), 그리고 출어횟수를 곱함으로써 측정되었으며, 측정 결과 CU는 전반적으로 감소한 것으로 나타났다. 특히 1976~1982년 기간 동안 외국 어선에 대한 축출정책으로 인해 오리건 지역 어선들의 어획능력이 약 3배 정도 증가한 것으로 나타났다. 그리고 1984년 이후에는 미국 국내어선의 어선척수 감소로 인해 CU가 다소 증가한 것으로 분석되었다.

---

20) FAO, □□Report of the Technical Consultation on the Measurement of Fishing Capacity□□ FAO Fisheries Report, No. 615, Rome, 2000.

Edwards and Murawski(1993)는 PTP 기법이나 DEA 기법 대신에 생물경제 모델(Bioeconomic Model) 방법을 사용하여 미국 뉴잉글랜드 저서어업에 대한 경제적 효과를 추정하였다. 특히 본 연구에 있어서는 뉴잉글랜드 저서어업의 어획능력이 적정 수준으로 삭감되어 어획이 이루어지게 되면 어업에서 보다 큰 경제적 이익이 창출될 수 있을 것으로 나타났다. 연구 결과를 보다 구체적으로 살펴보면, 저서어업의 적정 어획이 행해지기 위해서는 전체적으로 어획능력이 약 70% 정도 삭감되어야 하는 것으로 분석되었다. 저서어업의 어종별로는 대서양 대구어업의 경우 60%, 대서양 넙치어업의 경우 70%, 그리고 북대서양 해덕(Haddock) 어업의 경우에는 어획능력이 약 80% 정도 감축되어야 하는 것으로 나타났다.

Kirkley and Squires(1999)는 PTP 기법을 사용하여 1959~1973년 기간 동안의 미국 태평양 연안의 식용 게(Dungeness Crab) 어업에 대한 어획능력을 추정하였다. PTP 분석에 있어서는 잠재적 어획량을 어획률에 어선척수를 곱함으로써 계산하였고, CU 값은 실제 어획량을 잠재적 어획량으로 나눔으로써 측정하였다. 그 결과, Dungeness Crab 어업의 어획능력 활용도 값이 전반적으로 낮아지는 것으로 나타나 어업에 있어서 초과어획능력 현상이 심화되고 있음을 알 수 있었다.

Hsu(2000)는 FAO 전문가그룹회의의 권고에 따라 DEA 기법과 PTP 기법 모두를 활용하여 캐나다 주요 어업에 대한 어획능력을 측정하고, 각 기법에 따른 측정결과를 서로 비교하였다. 우선 1984~1991년 기간의 대서양 연안저서어업에 대한 어획능력 측정 결과 초과어획능력이 존재하는 것으로 나타났다. 그리고 1984~1995년 사이의 태평양 연안 어업에 있어서는 어획능력의 초과수준이 상당히 높은 것으로 측정되었다.

Pascoe and Coglan(2000)은 1997년 영국 저층트롤어업에 대한 어획능력을 DEA 기법으로 평가하였다. 평가 결과, 평가대상 저층트롤어선의 어획능력 활용도 차이가 큰 것으로 나타났다. 구체적으로는 전체 평가대상 어선의 70% 정도가 어획능력에서 약 10% 이상 초과된 것으로 측정되었으며, 더욱이 이 중

35% 어선의 초과어획능력 수준은 25% 이상인 것으로 나타났다. 특히 이러한 어선별 CU 값 차이는 어선의 물리적 특징뿐만 아니라 승선 어업자수, 어업자들의 기술력의 차이 등에 따라 달라지는 것으로 분석되었다.

Kirkley et al(2001)은 1987~1990년 기간 동안 미국의 중부 대서양 가리비 어업의 어선 10척에 대해 DEA 기법을 활용하여 어획능력을 측정하였다. DEA 모델 투입자료로는 어획량 자료, 변동 투입요소로 조업일수, 출어당 승선 어업자수 자료가 사용되었다. 그리고 고정 투입요소로는 톤수, 마력수, 그리고 자원지표 자료가 사용되었다. 측정 결과, 10척 어선의 어획능력은 1987~1990년 기간 동안의 실제 어획량보다 훨씬 높은 것으로 나타났다. 즉, 전체적인 평균 CU 값은 65%로 나타났으며, 연도별로 차이는 있지만 어선별 CU 값은 57.8~71.9% 수준으로 분석되었다.

Pascoe et al(2001)은 1995년 영국 서부해협에 있어 10m 이상의 어선을 사용하는 트롤어업에 대한 어획능력을 DEA 기법을 사용하여 측정하였다. DEA 모델에 있어서는 투입자료로서 어종별 어획량, 조업일수, 어선길이, 어선폭, 그리고 엔진파워(KW)가 이용되었다. 분석 결과, <표 2-2>와 같이, 어획능력 활용도는 어종별로 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 모든 어종에 대해 트롤어선들의 어획능력은 평균 약 20% 정도 초과된 것으로 측정되었다. 그리고 어종별로는 대구, 메틀루사, 수염대구, 아귀, 서대 등에 대한 CU 값이 대체로 90% 이하로 나타났으며, 오징어, 가자미, 민대구 등에 대한 CU 값은 모두 80% 이하인 것으로 측정되었다.

〈표 2-2〉 영국 서부해협 트롤어업의 어종별 어획능력 측정 결과

어종	실제(Observed) 어획량 (톤)	잠재(Capacity) 어획량 (톤)	CU
대구	89.5	108.3	0.83
오징어	472.2	649.6	0.73
메를루사(Hake)	15.1	17.5	0.86
수염대구(Ling)	33.8	38.1	0.89
아귀	218.4	260.1	0.84
가자미	121.7	158.0	0.77
서대	15.2	18.6	0.82
민대구	650.6	822.0	0.79
기타	2499.4	3550.4	0.70

Kirkley et al(2003)은 또한 DEA 방법을 사용하여 말레이시아 선망어업의 어획능력을 측정하였다. 분석 결과, 지역별로 어획능력의 과잉정도가 다르게 나타났지만, 전체적으로는 초과어획능력 문제가 심각하지 않은 것으로 나타났다. 하지만 어획능력의 초과수준이 점차 높아지고 있음을 지적하고, 말레이시아 정부의 어업진흥정책 추진보다는 어획능력 감축을 위한 방안 마련이 필요하다고 제안하였다.

Zheng and Zhou(2005)는 Hsu(2000)의 연구와 마찬가지로 PTP와 DEA 방법 모두를 사용하여 중국 지역별 어업의 어획능력을 측정하고, 각 방법별 분석 결과를 비교하였다. 분석 결과, 두 방법 모두에서 평균적으로 어획능력이 약 31% 정도 초과된 것으로 측정되었다. 그리고 PTP 방법 중 가장 적절한 어획 노력 투입지표로서 어선척수보다는 어선마력수가 훨씬 타당한 것으로 나타났는데, 이는 어선별 마력수 증강이 전체적으로 중국 어업의 초과어획능력을 유발시키는 것으로 분석되었기 때문이다. 또한 DEA 분석 결과에 대한 민감도 분석 결과, 1999년 어획량 수준을 유지하기 위해서는 어선척수가 35.2%, 총톤수 약 29.8%, 그리고 총마력수는 37.3% 정도 감축되어야 하는 것으로 나타났다.



## 2) 국내 선행연구

우리나라에 있어서 어업별 어획능력의 측정에 대한 연구는 아직까지 그리 활발히 행해지지 않았다. 특히 FAO가 권고한 PTP 방법 또는 DEA 방법 등을 우리나라 어업에 적용한 연구는 2006년에 들어와서야 비로소 시작되었다.

먼저 우리나라에서 어획능력의 개념과 관리의 중요성을 제기한 연구를 보면, 신영태·이형기(2000)는 어업별 어획능력의 실증적 측정보다는 우리나라 어획능력 관리를 위한 행동계획 수립의 기초연구로서 어획능력 관리에 관한 국제동향을 정리하고, 어업구조조정사업 등 어획능력 감축을 위한 정책적 방향을 제시하였다.

표희동·최재힘(2005)은 어선톤수와 어획량 정보를 이용하여 총량적 개념에 의해 개별 어업이 아닌 우리나라 전체 어업의 어획능력과 최적능력 및 초과능력을 평가하였다. 동 분석에 이용된 기법은 최대 어획량을 목표 어획량으로 두고 어선톤수에 의한 기술적 어획능력을 계산한 것이다. 따라서 분석기법상 어선톤수를 투입요소로 한 PTP 방법, 혹은 이에 대한 단변량 DEA 분석기법과 유사하다. 본 논문의 분석 결과에 의하면, 우리나라 연근해어업에서 총량을 기준으로 어선감척사업만으로 어업자원을 회복시키기 위해서는 2001년을 기준으로 최소한 어선세력(톤수 기준)의 65%를 감소시켜야 하는 것으로 평가되었다.

국립수산과학원(2005)에서는 업종별 어종별 혼획률과 어종별 적정 어획노력량 수준( $2/3f_{MSY}$  및  $f_{MSY}$ )으로부터 아래의 <표 2-3>과 같은 우리나라 근해어업의 적정 어획강도를 평가하였다.

〈표 2-3〉 우리나라 근해어업의 어획동향 및 적정 어획강도

(단위 : %)

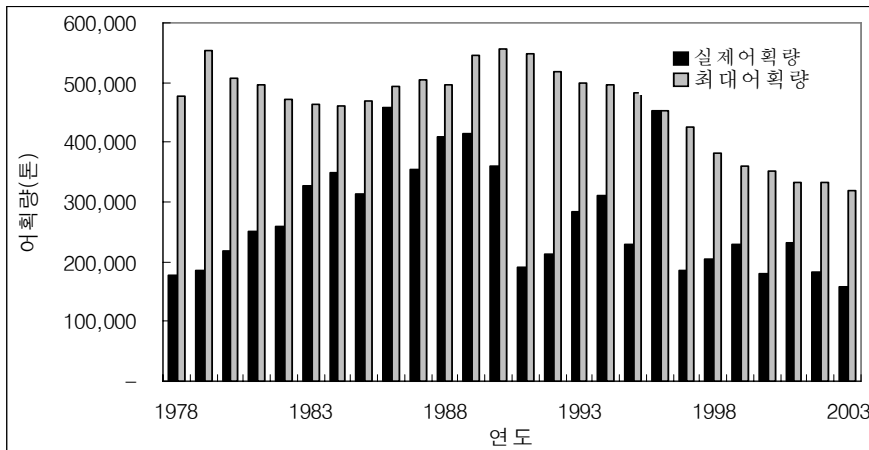
어업	어획동향	적정 어획강도
평균	중위, 감소 추세	63~87
쌍끌이 대형기저	저위, 감소 추세	56~74
외끌이 대형기저	저위, 감소 추세	57~77
동해구기저	저위, 최근 증가	77~99
외끌이 서남구기저	저위, 감소 추세	66~88
쌍끌이 서남구기저	저위, 일정 수준	55~77
대형트롤	중위, 최근 감소	65~92
동해구트롤	중위, 증가 추세	71~100
대형선망	중위, 최근 증가	73~98
근해채낚기	고위, 일정 수준	68~96
기선권현망	중위, 일정 수준	51~76
근해자망	중위, 증가 추세	52~74
근해안강망	저위, 감소 추세	60~81
근해통발	중위, 감소 추세	41~61
근해연승	중위, 증가 추세	35~49

자료 : 국립수산물과학원 내부자료

분석 결과, 우리나라 근해어업은 전체적으로 어획강도가 평균 13~37% 정도 초과된 것으로 나타났다. 그리고 어업별로는 기선권현망어업, 서남구쌍끌이어업, 근해연승어업, 근해통발어업 등의 어획강도 초과수준이 상대적으로 매우 높은 것으로 나타났다. 이에 반해 동해구기저, 동해구트롤어업 등에서는 편차는 크지만 다른 업종에 비해 초과 어획강도 수준이 상대적으로 낮은 것으로 평가되었다.

FAO(2000)에서 권고한 어획능력의 정의와 측정 방법론에 따라 우리나라 어업의 어획능력을 측정한 최초의 연구는 김도훈(2006a)에 의해 행해졌다. 본 연구에서는 DEA 기법을 사용하여 1978~2003년 기간 동안의 우리나라 대형선망어업에 대한 어획능력 변화를 측정하였다.

〈그림 2-3〉 DEA 방법에 의한 우리나라 대형선망어업의 어획능력 측정 결과



DEA 분석에 있어서는 투입자료로서 대형선망어업의 어선척수, 톤수, 마력수, 그리고 조업일수 자료를 이용하였다. 그리고 대형선망어업의 어획량 자료로는 고등어 어획량 자료만을 이용했는데, 이는 고등어 어획량이 대형선망어업 전체 어획량의 대부분을 차지하고 있기 때문이었다. 분석 결과, 2003년 현재 대형선망어업의 최대 어획량, 즉 최대 어획능력은 31만 8,397톤으로 추정되었는데, 이에 대한 실제 어획량은 15만 8,662톤으로 CU값이 약 50%로 나타나 유휴 어획능력이 존재하는 것으로 분석되었다. 그리고 대형선망어업의 MSY 수준에 대한 민감도 분석 결과 유휴 어획능력을 없애기 위해서는 어선척수가 약 30% 정도 감척되어야 하는 것으로 제안되었다.

그리고 김도훈(2006b)에서는 김도훈(2006a)의 선행연구를 확장하여 1978~2004년 기간 동안의 우리나라 대형선망어업에 대한 어획능력을 측정하였다. 분석방법에 있어서는 PTP 기법과 DEA 기법 모두를 활용하여 어획능력을 측정하고, 각 분석방법별 측정결과를 비교하였다. 그리고 투입자료에 있어서는 어선척수, 톤수 및 마력수 외에 자원량 대리지표(양망당 CPUE)도 함께 사용하여 어업자원상황을 고려한 대형선망어업의 어획능력을 측정하였다.

측정 결과, 2004년도를 기준으로 PTP와 DEA 두 방법 하에서 모두 대형선망어업의 어획능력이 약 24~28% 정도 초과된 것으로 분석되었다. 특히 1978~2004년 기간 동안에 있어서 평균 34~38% 정도의 유휴 어획능력이 존재하는 것으로 분석되어, 연도별 차이는 있지만 전체적으로 지속적인 어획능력의 초과 현상이 발생하고 있는 것으로 나타났다.

하지만 위 김도훈(2006a와 2006b)의 연구는 활용 가능한 자료수집상의 한계로 인해 특정 연도에 있어 구체적인 어선별 어획능력을 측정하지 못하였다. 이에 따라 기존 선행연구들과 달리 어선별 어획능력 활용도 비교를 통해 어선별 생산성 향상을 위한 구체적인 분석과 방안 모색이 다소 미흡하였다. 따라서 향후 우리나라 연근해어업의 어획능력 관리를 위한 국내행동계획 수립을 위해서는 어선별 어획능력에 대한 측정이 보다 집중적으로 행해져 구체적인 어선별 어획능력 활용도 분석과 어획능력 관리를 위한 효과적인 대응방안이 마련되어야 할 것이다.

## 제3장

### 어획능력 분석방법

#### 1. 어획능력 분석방법의 종류

어획능력을 측정하는 데에는 정성적 기법에서 정량적 기법까지 다양한 분석 기법이 이용되고 있다. 정성적 기법은 주로 어업자원의 남획이 발생하면 과도한 어획능력이 존재하는 것으로 판별하는 방식이다. 이러한 기법은 어획량이 최대 지속적 생산량(Maximum Sustainable Yield : MSY)을 초과하는 생물학적 남획 혹은 최대 경제적 생산량(Maximum Economic Yield : MEY)을 초과하는 경제학적 남획의 여부에 따라 과잉어획능력이 발생하였는지를 판별한다. 만약 총허용어획량(Total Allowable Catch : TAC)이 설정된 경우에는 어획량이 설정된 TAC를 초과하였는지의 여부 또한 과잉어획능력의 발생 여부를 가리는데 이용될 수 있다.

정성적 기법들이 주로 과잉어획능력의 발생 유무를 가리는 데 이용되는 데 반해, 정량적 기법들은 어획능력의 이용이 어느 수준에 도달해 있는가에 대한 지표를 제공함으로써 초과어획능력의 발생 정도를 파악할 수 있다. 즉, 정량적 기법들은 주로 어획능력 활용도(CU)를 이용하여 관측된 실제의 산출량과 잠재적 최대 산출량 간의 비율을 밝혀냄으로써 초과어획능력 수준을 나타낸다. 이러한 정량적 기법에는 대표적으로 정점비교법(Peak-to-peak : PTP), 자료포락분석(Data Envelopment Analysis : DEA) 방법, 확률적 생산 프런티어(Stochastic Production Frontier : SPF) 방법이 있다.

이하에서는 정량적 기법을 위주로 어획능력 분석방법 및 적용가능성에 대해 검토하고자 한다. 특히 이를 위해서는 우선적으로 앞서 살펴본 어획능력 활용도, CU(capacity utilization)에 대한 이해가 더욱 필요하다. 즉, CU는 실제 관측된 산출량과 비교하여 잠재적으로 생산될 수 있는 최대 산출량을 의미하며 (Smith and Hanna, 1990; Squires and Huppert, 1988; Corrado and Mattey, 1997), 이는 다음의 식 (3-1)과 같이 나타내어진다.

$$CU = \frac{\text{실제산출량}}{\text{최대산출량}} \dots\dots\dots \text{식 (3-1)}$$

여기에서 CU가 0.75이면 25%의 투자자본이 초과어획능력 수준에 놓여 있거나 혹은 최적에 비해 유향화되어 있고, 최적 활용(full utilization)에 도달하기 위해서는 이만큼의 어획능력 감축이 필요하다는 것을 의미한다. 한편 1/CU는 기존의 어획능력을 완전 활용할 경우의 산출량을 의미한다. 즉, 기존의 어획능력이 해당 어업에서 최대한 활용되면 기존 산출량인 어획량의 1.33(33% 추가 어획)배만큼 어획 가능하다는 것이다.

현재 어획능력과 그 활용도를 평가하는 데에 있어 전적으로 선호되는 만능의 접근방법은 존재하지 않는다. 즉, 이상의 모든 방법이 각각의 장단점을 갖고 있다고 할 수 있다. 이는 어획능력과 그 활용도의 평가에서 평가 방법의 정교함 이외에도 각각의 방법에 요구되는 이용 가능한 자료의 수준 또한 중요하게 고려되어야 하기 때문이다.

## 2. 단위노력당 어획량(Catch-per-unit-effort)

### 1) 분석방법

어획능력에 대한 기초적인 지표를 제공해 주는 방법 가운데 단위노력당 어획량(CPUE) 방법이 있는데, 이는 어선의 어획량이나 어획금액을 톤수-조업일

수(GT-DAS) 또는 엔진출력-조업일수(KW-DAS)<sup>21)</sup>로 나누어 환산한 것이다. 즉, 투입된 어선의 자본과 조업활동에 따른 생산량을 나타낸 것이다. 이러한 방법은 해당어업이 높은 생산가치를 창출하는 어업인지 아니면 높은 어획량을 창출하는 어업인지를 밝혀내는 데 용이하게 이용될 수 있다.

그리고 이러한 방법은 일반적으로 어업자가 어획량을 증대시키기 위해서 어선을 대형화하거나 혹은 기관출력을 증대시키는 것과 깊은 연관성이 있다. 즉, 어선의 대형화는 어구 사용규모의 대형화로 이어진다. 따라서 짧은 시간에 대량의 어획이 가능해지는 것이다. 기관출력의 증대는 어장 선점 및 선취 경쟁에서의 우위를 점하기 위해 필수적이다. 따라서 어선톤수와 엔진출력은 어획량의 변화에 커다란 영향을 미치는 투입요소이며, 이를 이용한 CPUE 방법에 의한 분석은 어획능력에 대한 기초적인 대리지표로서 이용될 수 있다. 보다 구체적인 CPUE 방법의 계산법은 다음의 식 (3-2)와 같다.

$$CPUE_{GT, KW} = \frac{\text{어획량}}{\text{자본}_{GT, KW} * \text{조업일수}} \dots\dots\dots \text{식 (3-2)}$$

여기서, GT는 톤수 그리고 KW는 엔진출력을 의미한다.

CPUE 방법은 고정투입량과 변동투입량에 대한 생산량의 직접적인 지표로서 어업에 있어서의 표준적인 생산에 비교되는 것이 일반적이지만, 만약 어획량이 수입(어획금액)으로 대체될 경우에는 단위노력당 생산가치(Value Per Unit Effort)의 측정 지표로도 이용 가능하다. 이와 같이 CPUE 방법은 계산에 이용되는 투입요소와 산출요소에 따라 톤당 어획량, 마력당 어획량, 톤당 어획금액, 마력당 어획금액 등 생산에 대한 다양한 정보를 제공해 준다.

---

21) 우리나라의 경우 엔진출력 대신 마력수(HP)를 사용하는 것이 일반적이다.

〈표 3-1〉 단위노력당 어획량(CPUE) 방법 예시

단위	어획량 (Kg)	조업일수 (DAS)	어선톤수 (GT)	엔진출력 (KW)	어획량/ (GT-DAS)	어획량/ (KW-DAS)
1	120,000	150	75	600	10.7	1.33
2	200,000	180	50	350	22.2	3.17
3	105,000	175	60	750	10.0	0.80
4	450,000	200	120	900	18.8	2.50
5	300,000	145	150	410	13.8	5.05
6	220,000	105	120	600	17.5	3.49

자료 : FAO Fisheries Circular, No. 994, 2004, p. 20

한편 CPUE 방법은 자원학적인 측면에서는 자원량에 대한 대리지표로서 이용되기도 한다(Cochrane, 2002). 즉, 동일한 어획노력량의 투입에도 불구하고 어획량이 계속 감소되는 것은 어업자원이 감소되고 있음을 나타낸다. 마찬가지로 투입량을 조업자수로 대체할 경우에 얻어지는 단위조업자당 어획량 혹은 단위조업자당 수입은 노동생산성과 같은 사회경제학적인 측면에서의 기초적인 자료를 제공할 수도 있다. 비록 어업생산의 모든 요소들을 어획노력량 개념으로 단순화하는 것은 무리가 있지만, CPUE 방법은 총투입량에 대한 평균산출량의 기초적인 방법으로 유용하게 이용될 수 있을 것이다(FAO, 2004).

## 2) 장단점

CPUE 방법은 비교적 단순한 투입요소와 산출요소에 관한 자료를 통해 어획능력에 대한 기초적인 지표를 제공하여 준다는 측면에서 대부분의 어업당국에 의해 널리 이용되고 있는 방법이다. 앞서 언급한 바와 같이, CPUE 방법은 계산에 이용되는 투입요소와 산출요소에 따라 톤당 어획량, 마력당 어획량, 조업자당 어획량, 톤당 어획금액, 마력당 어획금액, 조업자당 어획금액 등 분석하고자 하는 대상에 맞는 다양한 해석의 도출이 가능하다는 장점이 있다. 또한 CPUE 방법은 어업자 간의 효율성에 대한 명료한 비교가 가능하다는 장점이



있다. 이는 어획량과 어획금액과 같은 산출요소를 톤수, 마력수, 엔진출력, 조업일수, 조업자수 등 해당 어업에 투입되는 어획노력으로 나누어 어업자 간의 표준화된 단위노력당 어획량을 비교하기 때문이다.

한편 CPUE 방법은 어업자간 투입요소당 어획량의 단순한 비교를 제공하지만, 어획능력 활용도(CU)를 보여주지는 못한다는 단점이 있다. 즉, 투입요소당 실제 어획량을 통한 어획능력의 비교는 가능하지만 개별 어업자가 잠재 어획량에서 얼마만큼 자신의 어획능력을 활용하고 있는가에 대한 지표는 제공해주지 못한다.

### 3. 변동투입량활용도(Variable Input Utilization)

#### 1) 분석방법

어획능력에 대한 FAO(1998)의 정의를 보다 단순하게 생각하면 어획능력은 투입량에 대한 활용도를 의미한다. 따라서 어업에서의 어획능력을 측정하기 위해서 조업일수(Days at sea; DAS)와 같은 변동투입량에 대한 활용도를 직접적으로 나타내는 방법이 이용되기도 한다. 더욱이 이 방법은 어업자가 선택한 조업일수는 최소한 해당 어업활동에 대한 경제적 측면을 고려하고 있다는 것에 기초하고 있다.

유럽공동체(EC)는 공동어업정책(Common Fisheries Policy)에 따라 어획능력 활용도를 관측된 실제 조업일수와 최대 조업일수의 비교를 통해 산출하였다. 이러한 방법은 투입량 및 어획량 할당과 같은 어업규제와 조업 패턴에 크게 의존한다(FAO, 2004). 구체적으로 변동투입량활용도(VIU)는 다음 식 (3-3)과 같이 산출된다.

$$VIU = \frac{\text{실제조업일수}}{\text{최대조업일수}} \dots\dots\dots \text{식 (3-3)}$$

여기에서 최대 조업일수(잠재 조업일수)는 어업별 특수성에 크게 의존한다. 따라서 Kirkley and Squires(1999)는 최대 조업일수를 보다 객관적으로 결정하기 위해서는 제약조건에 대한 심층적인 조사 및 분석을 수행하여 변동투입량 활용도의 산출을 보다 일반화시키는 작업이 필요하다고 지적하였다. 예를 들어 유럽공동체에 의해 산출된 최대조업일수인 265일은 기상여건, 각국의 관리제도 등을 고려할 때 실제로 조업할 수 있는 일수와는 너무 큰 차이를 보인다고 할 수 있다(FAO, 2004).

〈표 3-2〉 변동투입량활용도 예시

단위	실제조업일수	최대조업일수	VIU
1	150	210	0.71
2	180	210	0.86
3	175	210	0.83
4	200	210	0.95
5	145	210	0.69
6	105	210	0.50

## 2) 장단점

VIU 방법은 현재 유럽공동체의 공동어업정책에 따라 어획능력 활용도를 평가할 때 이용되고 있다. 이 방법은 단일의 변수를 사용하고 있어서 계산상 용이하며, 변동투입량에 따른 활용도를 보여준다는 장점이 있다. 하지만 VIU 방법은 최대 조업일수와 같은 최대 투입량에 대한 기준설정에 따라 그 결과치가 크게 변동하는 측면을 갖고 있다. 또한 최대투입량과 같은 기준은 어업별 특수성에 크게 의존하기 때문에 기준 설정시 매우 객관적인 산출절차가 필요하다. 이를 위해서는 기상여건, 관리제도 등과 같은 투입요소에 대한 제약조건의 심

충적인 조사 및 분석이 필요하다.

VIU 방법의 또 다른 단점은 실제 조업일수와 같은 투입요소의 활용이 높다고 해서 효율적인 생산활동을 행하였다고 보기 어렵다는 것이다. 즉, 조업일수가 길지만 어획량이 낮은 경우에는 실질적으로 효율적인 생산에 반대되는 결과를 낸 것으로 볼 수 있기 때문이다.

## 4. 정점비교법(Peak-to-peak)

### 1) 분석방법

어획량과 어선에 관한 자료는 어업의 생산 활동을 설명하는 대표적인 자료로서 대부분의 어업당국이 이에 대한 자료를 확보하고 있다. 만약 이용 가능한 자료가 어획량과 어선에 관한 자료에 한정된 경우라면 정점비교법(Peak-to-peak: PTP)이 해당 어업의 어획능력 측정에 유효하게 이용될 수 있다.

시계열자료를 이용한 PTP 방법은 어획량의 최대 정점(peak)과 비교시점(non-peak years)의 어획량 자료를 이용하여 생산성에 대한 추이를 측정하는 방법이다. Ballard and Roberts(1977)는 PTP 방법을 이용하여 미국 태평양 어업의 어획능력을 추정하였고, Garcia and Newton(1997)도 같은 기법을 이용하여 세계 어업의 어획능력을 추정한 바 있다.<sup>22)</sup>

정점비교법은 단변량 시계열모형(univariate time series model)으로서 시간의 경과에 따른 어획능력 활용도를 측정할 수 있다. 주어진 투입량 대비 산출량의 비율 가운데 현저하게 높은 정점은 정상적인 조업조건 혹은 경제적 조건 하에서 어획능력의 완전활용(full capacity utilization)을 대표한다. 이러한 정점은 또한 시간의 흐름에 따른 기술변화를 반영한다. 정점들 간 최대 투입량-산출량

---

22) Garcia와 Newton의 연구에 따르면 전 세계 주요 어업자원에서 약 30%의 과도한 어획능력이 존재하는 것으로 나타났다.

비율은 수학적인 내삽법(interpolation) 혹은 외삽법(extrapolation)에 의해 측정될 수 있다. 즉, 어획능력 활용도는 실제 투입량-산출량 비율을 최대 투입량-산출량 비율로 나눈 것으로 정의될 수 있다(Ballard and Roberts, 1977; Hsu, 2003). 이를 수학식으로 나타내면 식 (3-4)와 같다.

$$\frac{U_t}{V_t} = AT_t \dots\dots\dots \text{식 (3-4)}$$

여기에서  $U_t$ 는 시점  $t$ 에서 생산될 수 있는 산출량을 나타내고,  $V_t$ 는  $t$ 시점에서의 투입량 혹은 투입량들의 종합지수를 나타낸다.  $A$ 는 상수이며  $T_t$ 는 기술변화(technology trend)의 조정을 나타낸다.

잠재 생산성(potential productivity)은 어획능력이 완전 활용되는 정점들 간에 놓인 시점에 대해 선형내삽법(linear interpolation)을 이용하여 구할 수 있는데, 이를 수학식으로 나타내면 식 (3-5)와 같다.

$$T_t = T_{t-m} + \left[ \frac{\left( \frac{U_{t+n}}{V_{t+n}} \right) - \left( \frac{U_{t-m}}{V_{t-m}} \right)}{\left( \frac{n+m}{m} \right)} \right] \dots\dots\dots \text{식 (3-5)}$$

여기에서  $m$ 은 선행하는 정점과의 시차를 그리고  $n$ 은 후행하는 정점과의 시차를 의미한다.

하지만 시계열자료를 이용한 식 (3-4)의 생산성 측정수단은 경제적 여건의 변화와 최적 생산수준에 대한 의사결정의 변화를 반영하므로, 가능한 한 기술적 요인과 경제적 요인을 분리하여 보다 더 정확한 어획능력의 지표를 획득하는 것이 바람직하다. 따라서 일반화된(normalized) 어획능력 활용도는 다음의 식 (3-6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{U_t}{X_t} = A_t \dots\dots\dots \text{식 (3-6)}$$

여기에서  $X_t = T_t V_t$ 이며,  $X_t$ 는 기술변화가 조정된 투입량지수(technology-adjusted input index)를 의미한다. 또한 여기에서  $A_t$ 는 더 이상 상수가 아니며 장기의 경제적 추세와 그 효과를 포괄하게 된다. 따라서 이러한 경제적인 변화 요인의 영향을 최소화하여 보다 정확한 어획능력을 측정하기 위해서 식 (3-7)의 최소화를 이용한 Hodrick-Prescott 필터<sup>23)</sup>가 이용될 수 있다(Statistics Canada, 1993; Wallace and Dion, 1993; Hsu, 2000).

$$\sum_t \gamma_t (Y_t - G_t)^2 + \beta \left\{ \sum_t [(G_{t+1} - G_t) - (G_t - G_{t-1})]^2 - \mu N \overline{Y^2} \right\} \cdots \text{식 (3-7)}$$

여기에서  $N$ 은 총기간수,  $Y_t (= U_t/X_t)$ 는 원래의 시계열 자료,  $G_t$ 는 평활화된 추세/순환자료(smoothed trend/cyclic series),  $\gamma_t$ 와  $\beta$ 는 가중 조절변수, 그리고  $\mu$ 는 평활화 분석을 위한 임계치를 나타낸다(Hsu, 2003).

〈표 3-3〉은 PTP 방법의 활용에 대한 간단한 예를 나타낸 것이다. 우선 PTP 방법의 첫 단계는 최대 어획비율을 나타내는 두 정점들 사이의 투입량과 산출량에 근거한 기술변화를 계산하는 것이다. 이러한 정점들은 어획능력에 대한 일차적인 기준점의 역할을 한다. 다음으로 어획능력 활용도는 잠재적인 최대 산출량에 대한 실제 산출량의 비율로써 계산된다.

23) HP 필터는 1980년에 Hodrick과 Prescott이 경제의 장기추세를 추출하기 위해 고안한 방법으로 최근 경제 시계열의 장기추세변동과 순환변동을 분석하는 데 자주 이용되는 평활법(smoothing method)에 근거한 계량경제학적 분석기법이다. 이 방법은 경제시계열이 추세변동과 순환변동으로 구성되어 있다는 가정에 기초하여 해당 시계열을 장기 성장을 의미하는 추세변동과 순환변동으로 구분하여 평활법에 의해서 장기적 추세변동을 추출하는 방법이다. 이 방법은 추세의 2차 차분(second difference)의 제곱 합이 일정 값보다 작도록 하는 제약 하에서 추세로부터의 편차제곱합을 최소화하여 장기 추세변동을 추출하는 방법이다(왕세종·강민석, 2004).

〈표 3-3〉 PTP 방법 예시

연도	어획량(톤)	조업단위	어획능력 활용도(%)	어획비율	
				최대	실제
1995	500	50	100	10.0	10.0
1996	490	48	97	10.5	10.2
1997	410	40	94	11.0	10.3
1998	475	42	98	11.5	11.3
1999	520	45	97	12.0	11.6
2000	500	40	100	12.5	12.5

자료 : FAO Fisheries Circular No.994, 2004, Table 2, p. 22

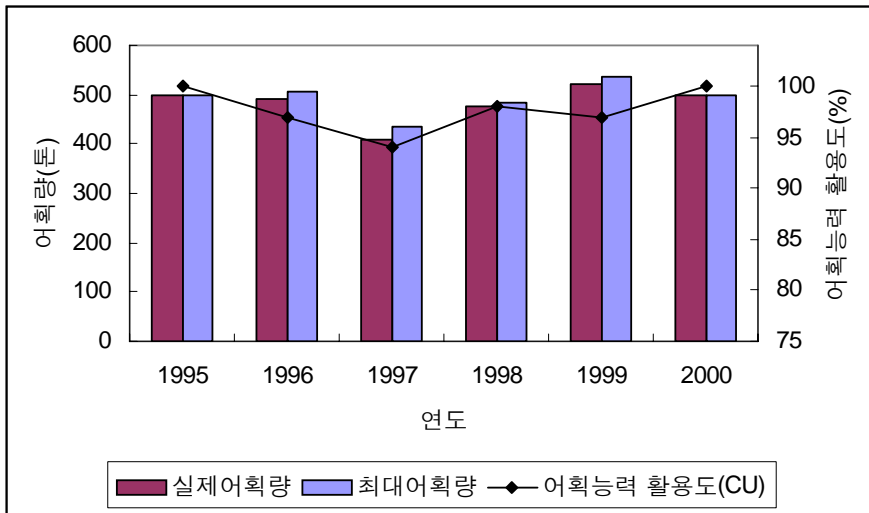
관측된 실제 어획비율은 어획량을 조업단위로 나누어 구한다. 즉, 〈표 3-3〉에서 어획비율은 1995년과 2000년에 정점을 보이고 있으며, 이 때의 어획능력 활용도(CU)는 1(100%)을 나타낸다. 이 경우 특정 시점의 기술변화는 1995년과 2000년 사이의 생산성에 대한 평균변화율에 의해 결정된다.

〈표 3-3〉에서 1996년의 최대 어획비율은 다음의 식 (3-8)의 과정을 통해 구해진다. 최종적으로 어획능력 활용도(CU)는 실제 어획비율을 최대 어획비율로 나누어 구하면 된다.

$$TTrend = \frac{\left(\frac{U_{t+n}}{V_{t+n}}\right) - \left(\frac{U_{t-m}}{V_{t-m}}\right)}{\frac{n+m}{m}} = \frac{12.5-10}{5} = 0.5t/\text{년} \dots\dots\dots \text{식 (3-8)}$$

여기서, n =4, m=1.

〈그림 3-1〉 PTP 방법에 의한 어획능력 활용도 변화



한편 Ballard and Roberts(1977)는 이용 가능한 자료에서 정점의 수가 불충분하거나 또는 정점이 불분명하고 기술변화가 뚜렷하지 않을 경우에 대안으로서 다음의 식 (3-9)와 같은 기준시점을 이용한 비교방법을 제시하였다.

$$TTrend = \frac{Y_{\text{기준시점}}}{V_{\text{기준시점}}} \dots\dots\dots \text{식 (3-9)}$$

여기서 Y는 산출량 그리고 V는 투입량을 각각 의미한다.

식 (3-9)는 식 (3-4)와 거의 유사해 보이지만, 식 (3-4)의 A와  $T_i$ 가 식 (3-9)에서는 상수화되었다. 즉, 식 (3-9)에서  $A=1$ 이 되며, 기술변화의 기준은 임의로 미리 정한 시점 혹은 전체 시점간의 평균값으로 구할 수 있다.

예를 들면, 기준시점 이후의 어획비율은 초기 실제 어획비율의 평균으로 구해질 수 있다. 다음의 〈표 3-4〉에서는 1995~1996년의 평균치인 10.1이 이용되었다.

〈표 3-4〉 기준시점을 이용한 PTP 방법 예시

연도	실제 어획량 (톤)	최대 어획량 (톤)	조업 단위	어획능력 활용도 (%)	어획비율	
					최대	실제
1995	500	500	50	100	10.0	10.0
1996	490	485	48	101	10.1	10.2
1997	410	404	40	101	10.1	10.3
1998	400	404	40	99	10.1	10.0
1999	420	455	45	92	10.1	9.3
2000	285	303	30	94	10.1	9.5

자료 : FAO Fisheries Circular, No. 994, 2004, p. 23

여기에서 10.1이 최대 어획비율이 된다. 이후 최대 어획비율과 조업단위를 곱하여 잠재적 최대 어획량을 산출하고, 이는 다시 실제 어획량과 비교하여 어획능력 활용도(CU)를 구하게 된다.

기술변화가 고려되지 않는 상황 하에서 실제 어획비율이 증가하는 패턴을 보이는 경우에는 이에 대한 어획능력 활용도가 증가하게 된다. 특히, 수집된 자료에서 정점이 불명확하지만 실제 어획비율이 증가하는 경향을 나타내는 경우 기준시점 PTP 방법은 어획능력 활용도의 값을 상향시키는 경향이 있다. 또한 기준시점 PTP 방법은 기준시점을 정하는 기준이 제한된 시계열 자료의 선택에서 다소 주관적인 측면이 있을 수 있다.

## 2) 장단점

PTP 방법은 다른 정량적인 어획능력 측정 방법과 비교하면 측정 방법이 비교적 간단하고 요구되는 자료가 상대적으로 적어 어획능력 평가에 있어서 널리 활용되고 있다. 특히 비용에 관한 자료가 필요하지 않고, 각국이 현재 일반적으로 수집하고 있는 어획량과 어획노력량 자료를 이용하여 계산할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 즉, PTP 방법에 의한 어획능력과 활용도는 주로 어업



별로 측정되기 때문에 어업별 어획량과 어선척수와 같은 해당어업의 산출량과 물리적 투입량 수준에 관한 정보가 필요한데, 대부분의 어업당국이 이러한 자료를 구비하고 있다.

PTP 방법은 비교적 단순한 추정방법과 낮은 수준의 자료가 요구되는 장점이 있지만 여러 가지 문제점 또한 안고 있다.

첫째, PTP 방법은 하나의 어획노력량 지표를 사용하여 어획능력을 측정한다는 장점이 있지만, 만약 사용된 지표가 바람직하지 않을 경우 측정된 결과치에 대한 신뢰성을 부여하기 어려운 측면이 있다. 더욱이 어선톤수 또는 기타 조업단위(operating units)는 단지 어획능력을 측정하는 데에 있어 사용되는, 투입된 자본스톡의 대략적인 측정치이므로 이러한 결과치에 대한 신뢰성 문제는 계속 제기될 수 있다.

둘째, 복수어종을 어획하는 어업의 경우, 어획능력 활용도에 대한 어종별 분석이 어렵다. 어업자가 대상어종을 정해서 어종 간에 어획능력이 변경될 경우에는 어획능력을 과소 추정하는 경향이 있다. 이 경우, 어선은 완전히 활용되었지만 어종별로는 과소 활용되는 것으로 나타난다.

셋째, 자원상태와 같은 어류의 생물학적 특성을 고려하지 않는다는 것이다. 수년간의 낮은 어획비율은 어획능력의 과소 활용이라기보다는 감소된 자원에 기인할 수 있다. 반대로 최고 정점에서의 어획비율은 자원량이 평균 이상으로 증가된 경우에 나타날 수 있다.

넷째, 어획능력 및 활용도의 평가에 있어서 중요한 투입요소에서 가변요소와 자본에 대한 직접적인 연계가 이루어지지 않는다는 것이다.

다섯째, 시간의 경과에 따라 여러 유형의 어선어구가 사용되거나 기술상태의 큰 변화(선체의 변화 혹은 보다 효율적인 전자장비의 도입)가 있을 수 있다. PTP 방법은 어선어구의 유형이 달라도 톤수와 조업단위를 통해 동일하게 취급한다. 여러 가지 어구를 사용할 경우 어획률이 크게 변화하기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위해 각각의 어구에 대한 분리된 조사가 필요하다.

여섯째, PTP 방법은 암묵적으로 일정한 기상과 생물학적 조건을 내포한다.

일곱째, 기술적 제약조건이나 제도적 제약조건이 있을 경우 잠재 어획능력은 과소 추정될 수 있다.

여덟째, 기술변화(technology trend)가 모든 현상을 설명하고 다른 어떤 변수도 고려되지 않았다. 예를 들어, 정책의 변화, 생물학적 가용성 혹은 숙련된 노동의 적용 등은 전혀 고려되지 않고 있다.

## 5. 자료포락분석(Data envelopment analysis)

### 1) 분석방법

자료포락분석(DEA) 방법은 현재 어업에서의 어획능력을 측정하는 데에 가장 널리 활용되는 방법이다. DEA 방법은 주어진 일련의 제약조건 하에서 생산 최적화 문제를 해결하기 위한 비모수프로그래밍 기법으로서 Charnes, Cooper와 Rhodes(1978)에 의해 최초로 제안되었다.<sup>24)</sup> 이후 Färe, Grosskopf, Kokkelenberg(1989)와 Färe, Grosskopf, Lovell(1994)에 의해 생산능력 활용도를 구하는 것으로 확대되어졌고, Kirkley와 Squires(1998)에 의해 수산업의 어획능력 활용도를 평가하는 데에 적극 응용되기 시작했다.

이와 같이 타 산업에서 효율성 분석에 전통적으로 이용되던 DEA 방법은 주어진 투입량에 의한 어획능력 또는 어업의 잠재적 최대산출량을 측정할 수 있는 유용한 기법이 되었다. 여기에서 생산의 효율성을 평가하기 위해 필요한 최대 산출량(capacity output) 수준은 선형계획법에 의해 구해지고, 계산된 산출량은 주어진 제약조건 하에서 변동투입량의 최적 활용에 의해 생산될 수 있는 산출량으로 해석되어진다. 특히 DEA 방법의 장점은 복수의 투입량과 산출량

---

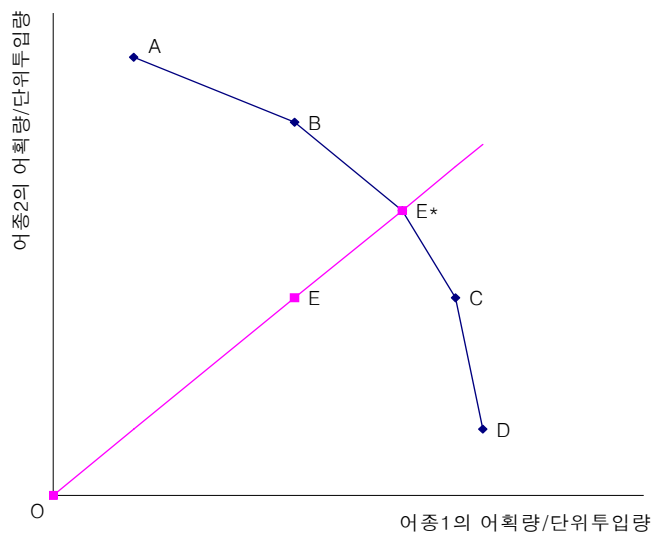
24) 사전적으로 구체적인 함수형태를 가정하고 모수(parameter)를 추정하는 통계학적 회귀분석과는 달리 일반적으로 생산가능 집합에 적용되는 몇 가지의 제약조건 하에서 평가대상의 투입요소와 산출물 간의 자료를 이용하여 효율성 프런티어와의 비교를 통해 평가대상의 효율치를 측정하는 비모수적 접근방법이다(손승태, 1993).

을 허용한다는 것이다.<sup>25)</sup>

기본적으로 DEA 방법은 생산가능곡선(Production possibility frontier)에 기초한 방법으로서 개별 어선의 어획량을 비교하여 이 가운데서 가장 효율적인 어선에 의한 어획량이 벤치마크로서 이용된다. 즉, 이러한 어선이 생산가능곡선의 프런티어(frontier)를 결정하게 된다(Pascoe 외, 2004).

예를 들면, <그림 3-2>에서 X축과 Y축은 2개 어종에 대한 단위투입량당 평균어획량(Kg/GRT)을 나타낸다.<sup>26)</sup> 생산가능곡선상의 A, B, C, D는 4명의 개별어선에 의한 어획량 조합을 나타낸다. 이러한 4개의 어선에 의한 어획량은 단위투입량당 어획량에 있어서 타 어선보다 항상 높기 때문에 프런티어를 형성하게 된다. 반면 점 E는 A, B, C, D 어선에 의한 어획량에 비해 더 낮은 어획량을 생산하는 어선을 나타낸다. 만약 어선 E가 타 어선과 같은 수준에서 조업을 하게 된다면 어획량의 증가가 가능하게 된다.

<그림 3-2> 생산가능곡선(Production possibility frontier)



25) Charnes 외(1978)는 Farrell(1957)의 복수투입-단일산출에 대한 기술적 효율성 개념을 다수투입-다수산출로 확장하여 DEA 모형을 제시하였다.

26) GRT는 총등록톤수(Gross Registered Tonnage)를 나타낸다.

이 경우 어선 E는 점 E\*에서 조업이 가능함을 의미한다. 여기에서 거리의 비율인 OE/OE\*는 어획능력 활용도(CU)를 의미하게 된다(Pascoe 외, 2004).

앞서 언급한 바와 같이 DEA 방법은 비모수적 수리모형(non-parametric mathematical programming)으로서 개별 기업과 같은 비교대상 의사결정단위(Decision Making Unit : DMU)들의 효율성은 1보다 작거나 같다는 제약조건 하에서 목적함수를 최적화하는 방법을 이용한다. 이에 따라 현 상태의 기술과 관측된 최적 기술(optimal frontier technology)의 비교를 통해서 효율성을 평가하게 된다. 제약조건 하에서 DMU의 효율성을 극대화하는 모형(Charnes, Cooper, Rhodes 모형)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Max } \frac{\sum_{m=1}^M Z_m U_{jm}}{\sum_{n=1}^N Z_n X_{jn}} \dots\dots\dots \text{식 (3-10)}$$

$$\text{s.t } \sum_{m=1}^M Z_m U_{jm} / \sum_{n=1}^N Z_n X_{jn} \leq 1 \dots\dots\dots \text{식 (3-10-1)}$$

$$Z_m, Z_n \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, J \dots\dots\dots \text{식 (3-10-2)}$$

여기에서  $X_{jn}$ 은 DMU j의 투입물,  $U_{jm}$ 은 DMU j의 산출물을 나타내며, N은 투입요소의 수, M은 산출요소의 수를 나타낸다. 또한  $Z_n$ 과  $Z_m$ 은 각각 DMU의 투입요소의 가중치와 산출요소의 가중치를 의미한다. 따라서 목적함수는 가중치를 고려한 산출요소의 합을 가중치를 고려한 투입요소의 합으로 나눈 효율성 수치로 나타내고 있다. 한편 식 (3-10-1)은 모든 비교대상 DMU들의 효율성이 1(100%)보다 작거나 같다는 제약조건을 나타낸다. 식 (3-10-2)는 가중치들의 비음수조건을 나타낸다. 따라서 이 모델에서는 가중치인  $Z_n$ 과  $Z_m$ 이 결정변수(decision variables)가 되며, 제약조건 하에서 이들 가중치의 값을 구하는 것을 목표로 한다.

Färe 외(1989)는 투입량과 생산량에 대한 가정 하에서 생산능력 평가를 위

한 DEA 모델을 구축하였다. 이에 기초하여 모델 구축을 위해 N 투입요소를 이용하여 M 산출량을 생산하는 산업을 가정하면, DMU j의 투입량은  $X_{jm}$ , 그리고 DMU j의 산출량은  $U_{jm}$ 으로 나타내어지며, 이들은 다음의 조건을 만족해야 한다.

$$U_{jm} \geq 0, X_{jn} \geq 0 \dots\dots\dots \text{식 (3-11)}$$

$$\sum_{j=1}^J U_{jm} > 0, \quad m=1,2,\dots,M \dots\dots\dots \text{식 (3-12)}$$

$$\sum_{j=1}^J X_{jn} > 0, \quad n=1,2,\dots,N \dots\dots\dots \text{식 (3-13)}$$

$$\sum_{m=1}^M U_{jm} > 0, \quad j=1,2,\dots,J \dots\dots\dots \text{식 (3-14)}$$

$$\sum_{n=1}^N X_{jn} > 0, \quad j=1,2,\dots,J \dots\dots\dots \text{식 (3-15)}$$

여기에서 식 (3-11)은 투입량과 산출량이 항상 양(+)이어야 하는 조건을 나타낸다. 식 (3-12)와 식 (3-13)은 투입량의 집합과 산출량의 집합이 모두 양(+)이어야 하는 조건을 나타낸다. 즉, 각 생산요소(n)가 어느 기업(j)에 의해 투입되어지고, 이에 따라 생산(m)이 이루어짐을 의미한다. 식 (3-14)와 식 (3-15)는 투입량의 집합과 산출량의 집합이 모두 양(+)이어야 하는 조건을 나타낸다. 즉, 개별 기업들이 적어도 한 단위 이상의 생산요소를 투입하여, 최소한 한 단위 이상의 생산물을 산출해야 하는 조건을 나타낸다.

이상과 같은 투입요소와 산출량에 대한 가정 하에서 생산능력 평가를 위한 DEA 모형은 다음과 같다.<sup>27)</sup>

27) 초과어획능력은 주어진 어획수준 하에서 투자자본의 유희가 너무 많아 자원이 낭비됨을 의미한다. 이는 반대로 기존의 어획능력에 비해 산출량이 너무 낮은 것으로 해석될 수 있다. 이러한 개념은 상호 쌍대적인(dual) 문제이다. 첫 번째가 투입량에 기초한 개념이고 두 번째가 산출량에 기초한 개념이다. 경제학자들과 정책입안자들은 생산능력과 생산능력 활용도를 측정할 때에 전통적으로 산출량에 초점을 두어왔다. 특히, 어업에서 어획능력과 그 활용도를 측정할 때 주로 산출량 기준이 이용되어 왔다(Klein 1960; Färe 외 1989; Dupont 외 2002).

$$\text{Max } \theta \dots\dots\dots \text{식 (3-16)}$$

$$\text{s.t. } \theta U_{jm} \leq \sum_j Z_j U_{jm}, \quad m=1,2,\dots,M \dots\dots\dots \text{식 (3-16-1)}$$

$$\sum_{j=1}^J Z_j X_{jn} \leq X_{jn}, \quad n=1,2,\dots,N \dots\dots\dots \text{식 (3-16-2)}$$

$$Z_j \geq 0, \quad j=1,2,\dots,J \dots\dots\dots \text{식 (3-16-3)}$$

여기에서  $\theta$ 는 DMU인 개별 기업이 투입요소를 활용하여 얼마만큼 생산량을 증가시킬 수 있는지를 보여주는 스칼라(scalar)이다. 즉, 기술적 효율성과 최대 생산을 달성하기 위한 산출량 확대의 조합을 나타낸다. 식 (3-16-1)은 DMU별 산출요소별 생산량에 대한 제약조건을 나타내고, 식(3-16-2)는 DMU별 투입요소별 제약조건을 의미한다. 즉, 해당 DMU의 산출량이 관찰된 모든 산출량의 선형결합을 초과하지 않아야 하며, 투입량에 있어서는 모든 투입량의 선형결합보다 커야 함을 나타낸다. 그리고 식(3-16-3)은 투입요소별 가중치에 대한 제약조건으로서 비음수 조건을 나타낸다(Pascoe, 2001).

어획능력 활용도(CU)는 0에서 1의 값으로 나타내어지는데, 1은 어획능력 활용도가 가장 높은 완전 활용을 의미한다. 따라서 1 이하의 값은 주어진 투입량 하에서 완전활용 이하로 조업하고 있음을 나타낸다.

$$CU = \frac{1}{\theta} \dots\dots\dots \text{식 (3-17)}$$

DEA 모형에서는 이상과 같이 투입요소와 산출량에 대한 가정 하에서 목적 함수를 극대화하는  $\theta$ 와  $Z$ 의 값이 결정된다.

한편 이상의 DEA 모형은 수확불변(CRS)에 대한 가정을 내포하고 있다.<sup>28)</sup>

28) 투입량을 2배로 증가시킬 경우 산출량도 정확히 2배로 증가한다면 생산기술은 규모에 대한 수확불변(constant returns to scale)의 성격을 갖는다고 말한다. 기본적으로 CRS 모형은 일차함수인 직선 형태로 나타나게 된다. 반면 수확변동을 가정하는 VRS 모형은 수확체증과 수확체감의 혼합된 곡선의 형태로 나타나게 된다.

이러한 모형에 수확변동(variable returns to scale : VRS)의 가정을 추가시키기 위해서는 다음의 조건식이 필요하다.

$$\sum_{j=1}^J Z_j = 1 \dots\dots\dots \text{식 (3-18)}$$

이러한 수확변동에 대한 가정은 환경·밀도 종속적인 어업자원의 특성상 수확변동, 특히 수확체감 현상이 발생하기 때문이다. 어획능력 추정에 관한 선행 연구들도 VRS 가정을 제약조건으로 고려하고 있다(Coglan et al., 2000 ; Kirkley et al., 2001 ; Pascoe et al., 2001).

## 2) 장단점

DEA 방법은 현재 어획능력을 측정하는 데에 있어서 세계적으로 가장 널리 활용되고 있는 기법이다. 지난 2000년 FAO 어획능력 평가를 위한 기술자문회의에 따르면 DEA 방법은 복수의 투입요소(어선크기, 마력수, 어구 등)와 복수의 산출요소(복수어종의 어획량)를 직접 수용할 수 있어서 어업에서의 어획능력과 이의 활용도를 추정하기 위한 방법으로 가장 선호되고 있음을 밝혔다. 따라서 PTP 방법에서 나타나는 단일 투입요소와 단일 산출요소에 관련된 여러 가지 문제점을 극복할 수 있다는 장점이 있다. 또한 어획능력 활용도가 각 시기별로 분리되어 측정될 수 있어서 자원의 변동에 크게 영향을 받지 않는다.

DEA 방법은 이외에도 다음과 같은 여러 가지 장점을 가지고 있어서 어업 이외의 산업에서도 생산능력의 효율성을 평가를 위한 주된 방법으로 널리 활용되고 있다.

첫째, DEA 방법은 생산능력에 관한 종합적인 성과지표로서 개별 기업과 같은 DMU에 효율적인 생산을 위한 벤치마킹의 정보를 제공한다. 즉, 투입요소를 활용하여 바람직한 산출물을 생산하는 관점에서 피평가 단위인 각 DMU의 종합적 효율수치를 제시함으로써 효율성 정도를 파악할 수 있다. 또한 벤치마

킹 대상이 어느 기업인지 그리고 이러한 준거집단(reference group)이 되는 기업과의 격차를 알 수 있어 효율적 생산을 위한 벤치마킹의 정보를 제공한다.

둘째, DEA 방법은 SPF(확률적 생산 프런티어) 방법에서 요구되는 바와 같이 생산능력의 효율수치 계산에 필요한 투입과 산출을 연결하는 생산관계의 함수적 형태에 제약이 없다. 따라서 SPF 방법에서 나타날 수 있는 함수설정 오류(specification error)를 피할 수 있다.

셋째, DEA 방법은 DMU에 대한 개별적 관찰을 통해 개선가능성에 대한 유용한 정보를 제공한다. 즉, DEA 방법은 회귀분석과 같이 모집단의 평균 수치를 이용하지 않고 프런티어와의 비교를 통해 개별 DMU의 벤치마킹에 대한 유용한 정보를 제공한다.

넷째, 지리적 위치(어장과의 거리)나 경쟁 환경의 심화정도 등 외생 변수를 고려하는 것이 가능하다. 또한 필요한 경우에는 관리자(선장) 또는 실무자(어선원) 등의 판단을 수용할 수 있다.<sup>29)</sup>

한편 DEA 방법은 이상과 같은 여러 가지 장점에도 불구하고 모델의 확정적인 성격으로 인해 어업의 확률적 특성을 반영하지 못한다는 비판이 있다. 즉, DEA 방법은 효율성에서 잡음(noise)을 따로 구분하지 않기 때문에 어업의 확률적 특성에 따른 변동을 생산의 비효율성으로 돌린다는 것이다.<sup>30)</sup> 따라서 잡음이 많을 경우에는 최대 산출량을 과대 추정하는 경향이 있을 수 있다(Holland and Lee 2002).

이 외에도 DEA 방법은 다음과 같은 일반적인 단점을 갖고 있다.

첫째, DMU의 개별적 관찰에 초점을 두고 있어서 모델에 이용된 변수들에 따라 DMU의 상대적 효율치가 달라질 수 있다. 이는 DEA 방법이 평균적인 수치를 이용하는 것이 아니라 선정된 투입 및 산출요소만을 이용하여 이들 요소들 간의 관계를 실제로 이용되는 자료를 토대로 개별적으로 파악하기 때문

---

29) 대부분의 어업당국이 이러한 자료를 확보하고 있지 못하며, 자료 또한 주관적인 성격을 띠고 있어 지수화를 통한 자료 생성이 필요한 경우가 많다.

30) 이러한 비확률적 성격은 부스트래핑(bootstrapping)을 이용하여 극복될 수 있다.



이다. 따라서 효율성 평가에 있어서 특정 DMU에 유리한 산출변수가 평가모델에 포함될 경우, 대상 DMU가 상대적 우위를 점하게 되어 유리한 결과를 얻게 될 수 있다.

둘째, DEA 방법은 절대적 효율성이 아닌 상대적 효율성 평가모델이다. 만약 매우 효율적인 DMU가 분석대상에서 빠질 경우 효율성이 전반적으로 과대평가될 수 있다. 따라서 이러한 과대 혹은 과소평가가 나타나지 않도록 충분한 수의 표본이 가능해야 한다.

## 6. 확률적 생산 프런티어(Stochastic Production Frontier)

### 1) 분석방법

최근 들어 어업의 어획능력을 측정하는 데에 확률적 생산 프런티어(SPF) 방법의 이용이 증가하고 있다(Kirkley 외, 2002). SPF 방법은 수리프로그래밍과 통계적 기법을 결합시킨 것으로서, 확정적 모델인 DEA 방법을 대체하여 주로 사용되어 왔다. SPF 방법과 DEA 방법의 가장 큰 차이점은 DEA 방법이 확정적인 데 반해 SPF 방법은 확률성(randomness)을 허용한다는 것이다. 따라서 SPF 방법은 함수의 형태 또한 계량경제학적인 시행(Econometric implementation)이 가능하도록 가정하고 있다.

SPF 방법을 이용한 모형은 Aigner, Lovell and Schmidt(1977)와 Meeusen and van den Broeck(1977)에 의해 개발된 이후 여러 연구에서 이 모형을 확대되고 새로운 방법으로 응용하는 연구들이 발표되었다. 확정적 DEA 방법에서는 임의변동이 없다고 가정하여 발생하는 모든 변동을 자료상의 잡음(noise)이라기보다는 생산의 비효율성으로 돌린다. 이에 반해, SPF 방법은 오차항(error term)을 통해서 생산의 확률적 성격을 포함시키려 하였다(Kirkley 외, 2004).

SPF 방법은 일반적으로 확률적 효과(random effect)와 기술적 비효율성을

나타내는 2개의 오차항을 이용한다. 하나는 평균이 0이고 분산이 상수인 일반적인 정규오차항(normal error term)이고, 다른 하나는 주어진 투입량 하에서의 최대산출량을 나타내는 최적 관행 프런티어(best-practice frontier)로부터의 기술적 비효율성 편차(technical inefficiency deviations)를 나타내는 오차항이다.

여기에서 기술적 비효율성 오차항이 0이면 주어진 투입량과 자원 하에서 최대 산출량이 생산됨을 의미한다(FAO, 1999). 따라서 동 오차항이 0보다 크면 최대산출량은 달성될 수 없음을 의미한다. 한편 기술적 효율성은 이러한 두 개의 오차항에 대한 생산함수의 최대우도(maximum likelihood) 추정을 이용하여 측정된다.

Aigner et al(1977)와 Meeusen et al(1977)에 의해 제시된 최초의 SPF 모델은 다음과 같다.

$$Y_j = X_j \beta + (V_j - U_j), \quad j = 1, \dots, N \quad \text{식 (3-19)}$$

$Y_j$  : 기업 j의 생산(또는 로그화된 생산)

$X_j$  : 기업 j의 투입량 벡터

$\beta$  : 미지의 모수 벡터

$V_j$  : 독립동일분포(iid)인  $N(0, \sigma_v^2)$ 의 가정을 만족시키는 오차항<sup>31)</sup>

$U_j$  : 기술적 비효율성을 설명하는 독립동일분포인  $N(0, \sigma_u^2)$  비음수 오차항<sup>32)</sup>

여기에서 기술적 비효율성을 설명하는 오차항  $U_j$ 는 확률변수로서 항상 양

31) iid(independently and identically distributed)는 독립적이고 동일한 분포를 의미한다.

32) 오차항  $U_j$ 는 독립동일분포인 반정규분포(half normal distribution)로 가정되었다. 경우에 따라 오차항  $U_j$ 는 지수분포, 절단정규분포로 가정하고 있다. 이러한 세 가지 가정에 의한 모형의 결과치는 일반적으로 크게 다르지 않다(이주희, 1997). Greene(1990)에 따르면 감마분포에 의한 모형과 반정규분포에 의한 모형은 결과치에서 차이를 나타낸다고 한다. 하지만 일반적으로 국내외의 많은 문헌들이 반정규분포 모형을 기본적으로 사용하고 있다.

의 값을 가진다고 가정한다. 따라서  $U_j$ 에 의하여 실제값  $Y_j$ 가 프런티어인  $X_j\beta + V_j$ 에 비하여 같거나 적어도 아래에 위치하게 하는 역할을 한다. 즉, 오차항  $U_j$ 는 개별 기업이 프런티어에서 미달하는 정도를 나타냄과 동시에 기술적 비효율성을 나타내게 된다. 이러한 기술적 비효율성 오차항은 개별기업의 통제범위 내에 있어서 통제가 불가능한  $V_j$ 와 구분되며, 서로 독립적인 것으로 가정한다.

이상의 모델은 과거 20여 년간 SPF 방법을 이용한 광범위한 연구에 적용되었다. 하지만 동 모델은 횡단면 자료(cross-section data)만을 사용할 경우 SPF 모델의 추정량이 일치적(consistent)이지 않을 수 있다. 또한 기술적 비효율성을 나타내는 오차항의 분포에 따라 그 추정치가 달라지는 경향이 있다(허윤·신범철, 2004).<sup>33)</sup> 이후 비효율성 오차항의 분포에 대한 가정, 즉 절단정규분포(truncated normal distribution), 감마분포 등이 발전하면서 패널자료와 시간의 경과에 따른 기술적 효율성의 동태적인 패턴을 추정하는 방법이 개발되었다.

Schmidt and Sickles(1984)는 이상의 횡단면 자료와 오차항의 분포에 따른 문제점은 패널자료를 사용함으로써 완화시킬 수 있다고 제안하였다. 이는 패널자료를 사용할 경우 비효율성 오차항의 분포에 대한 특별한 가정을 하지 않아도 되고, 개별 관측치에 대해 여러 번 관측함으로써 기술적 비효율성을 보다 정확히 추정할 수 있기 때문이다. 특히 관측시점 T가 무한대로 접근하는 경우 개별 관측치의 효율성에 대한 일치추정량을 구할 수 있기 때문이기도 하다(오승은, 2001).

Battese and Coelli(1995)는 시간의 경과에 따른 변화를 허용하는 절단정규분포를 가진 패널자료에 대한 SPF 방법을 제안하였는데, 그 모델은 다음과 같다.

---

33) 횡단면 자료를 사용하는 경우 통계적 무작위 오차와 기술적 비효율을 분리하기 위해서는 기술적 비효율성 오차항의 분포에 대한 특별한 가정이 필요한데, 이를 어떻게 가정하느냐에 따라 다른 결과치가 얻어지는 문제점이 있다.

$$Y_{jt} = X_{jt}\beta + (V_{jt} - U_{jt}), \quad j=1, \dots, N \quad t=1, \dots, T \dots\dots\dots \text{식 (3-20)}$$

$Y_{jt}$  : t기 동안의 기업 j의 생산(또는 로그화된 생산)

$X_{jt}$  : t기 동안의 기업 j의 투입량 벡터

$\beta$  : 미지의 모수 벡터

$V_{jt}$  : 독립동일분포(iid)인  $N(0, \sigma_v^2)$ 의 가정을 만족시키는 오차항

$U_{jt}$  : 기술적 비효율성을 설명하는 독립동일분포인  $N(Z_{jt}\delta, \sigma_u^2)$  비음수 오차항

$U$ 를 기술적 비효율성 오차항이라고 할 때, 기술적 효율성은 오차항  $U$ 의 조건 하에서 예측된 프런티어 산출량의 기대값과 오차항  $U$ 가 0일 때의 예측된 프런티어 산출량의 기대값에 대한 비율로서 나타낼 수 있다.

$$TE_j = \frac{E(Y | U_j, X_j)}{E(Y | U_j=0, X_j)} \dots\dots\dots \text{식 (3-21)}$$

여기에서  $E$ 는 기대값,  $Y$ 는 산출량 벡터,  $X$ 는 투입량 벡터를 의미한다. 식 (3-20)에서 보는 바와 같이 최대 산출량은 오차항  $U$ 가 0인 프런티어 산출량과 일치한다.<sup>34)</sup>

Kirkley et al(2004)는 미국 북서부대서양 가리비어업에 DEA와 SPF 방법을 활용하여 어획능력을 비교 측정하였다. 이 연구에 의하면 DEA 방법에 의한 최대 산출량이 SPF 방법을 사용하였을 경우보다 다소 높게 나왔다. 하지만 두 가지 방법이 일정한 조건 하에서 전반적 어획능력 수준 혹은 어선별 어획능력 수준에 대하여 유사한 방향을 제시해 주었다.

34) 기술적 비효율성 오차항이 0일 때 Primal 최대산출량은 프런티어 산출량과 일치하게 된다. Primal-based CU는 개별 회사 또는 산업에 대한 관측된 산출량과 프런티어 산출량의 비율로 나타내어진다. 산업별 최대산출량은 단순히 프런티어 산출량의 합과 같다. 따라서 산업별 CU는 관측된 산출량의 합을 산업별 최대산출량으로 나누게 된다.

## 2) 장단점

SPF 방법은 DEA 방법에서 제기된 어업의 확률적 특성을 모델에 반영시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다.<sup>35)</sup> 즉, 프런티어는 개별 기업이 통제할 수 없는 확률적 충격에 의하여 영향을 받게 된다고 가정하여 오차항의 수용을 통해 확률적 특성을 허용하고 있다. SPF 방법이 선호되는 다른 중요한 이유는 모델에 대한 확률적 검증(statistical test)이 가능하다는 점이다. 즉, 모델의 예측력 등을 통계적으로 평가할 수 있고, 모델에서 사용된 독립변수의 기여도를 체계적으로 측정할 수 있기 때문이다(주영혁 외 2001). 이 외에도 SPF 방법은 자원량에 대한 변수를 이용하여 자원량 수준을 쉽게 수용한다는 장점을 갖고 있다.<sup>36)</sup>

DEA 방법과 SPF 방법 모두 장단점을 갖고 있어서 이 중 하나가 월등히 뛰어난 방법이라고 단언하기 어렵지만(Resti 2000; Reinhard 외 2000), SPF 방법은 다음과 같은 여러 가지 단점에 의해 DEA 방법만큼 널리 활용되고 있지 않다.

첫째, SPF 방법은 요구되는 자료수준이 매우 높은데, 대부분의 어업당국이 이러한 자료를 확보하고 있지 않다.

둘째, SPF 방법은 복수의 산출량을 적절히 수용하지 못한다는 단점을 갖고 있다. 따라서 복수어종이 포획되는 어업에 적용시키기 곤란한 점이 있다.

셋째, 오차항의 분포와 자료(독립 및 종속변수)의 이상값에 따라 상당히 민감한 반응을 보인다(Kirkley, 1999). 반정규분포(half normal distribution) 또는 지수함수적 분포가 이용될 경우, 비효율성 효과(inefficiency effects)는 0의 주변에서 나타난다. 즉, 확정적 측정수단의 결과와 비교할 경우 상대적으로 높은 어획능력 활용도를 나타낸다.

35) DEA 방법은 회귀분석과 같은 통계적 모델이 아니라 확정적 모델로서 통계적 오류를 수용하지 않는다. 따라서 모델에 이용되는 실증자료에 통계적 오류가 포함되어 있을 경우, DEA 결과는 동 오류가 미치는 효과를 비효율성으로 간주하게 된다.

36) 어획능력과 과잉어획능력을 결정하는 데에 있어서 자원량에 대한 고려가 이루어져야 한다. 하지만 아직까지 이러한 자원량의 고려가 크게 이루어지지 않아 왔다. 자원량이 낮을 경우에 추정된 어획능력은 잠재어획능력의 과소추정을 발생하게 하여 결국 더 많은 어업자들이 해당 어업에 잔존하도록 권고하게 된다. 반대로 자원량이 매우 높을 경우에는 높은 수준의 어획능력 감축에 대한 권고안으로 이어질 수 있다. 한편 자원량이 높을 경우에 추정된 어획능력은 예방적 접근법의 차원에서 이용될 수 있다.

## 제4장

### 주요 근해어업의 어획능력 실증분석

본 장에 있어서는 앞서 살펴본 어획능력의 개념, 어획능력 측정방법, 선행연구 분석 등을 바탕으로 우리나라 주요 어업의 어획능력을 실증적으로 측정해보고자 한다. 실증분석에 있어서는 우리나라 연근해어업 중 특히 어획량 비중이 높고 상업적으로 매우 중요한 대표적 근해어업인 기선권현망어업, 대형트롤어업, 그리고 대형선망어업을 대상으로 하였다.<sup>37)</sup>

보다 구체적으로, 우선 제1절에서는 우리나라 근해어업 중 기선권현망어업을 대상으로 어획능력을 측정해 보았다. 이는 기선권현망어업의 어획량이 근해어업 전체 어획량 중 10% 이상을 차지하고 있을 뿐만 아니라, 특히 연안어장에서 조업하는 대규모 근해어업으로서 어획강도가 높은 업종 중의 하나로 평가되고 있기 때문이다(국립수산물과학원, 2005).<sup>38)</sup> 실증분석에 있어서는 FAO(2000)가 권고한 방법인 PTP 방법과 DEA 방법 모두를 이용하여 기선권

37) 2005년도 연근해 어선어업 총생산량 중 기선권현망어업의 생산량이 12.0%, 대형트롤어업이 6.2%, 대형선망어업이 15.8%를 각각 차지하고 있다. 이 중 대형선망어업과 기선권현망어업 생산량은 연근해 어선어업 생산량에서 각각 1, 2위를 차지하고 있고, 대형트롤어업은 2004년에는 3위, 그리고 2005년에는 생산량이 크게 하락하면서 쌍끌이 대형기저에 밀려 4위를 차지하였다. 이들 3개 어업에 의해 어획되는 주요 어종은 멸치, 오징어, 고등어로서 품종별 연근해 어선어업 생산량 또한 1~3위를 차지하고 있다.

38) 기선권현망어업의 어선척수, 톤수 및 마력수 규모는 우리나라 전체 근해어업 규모 중 각각 약 13%, 11%, 8% 정도에 상당하는 대규모 어업이다. 그리고 국립수산물과학원(2005)에서 평가한 우리나라 근해어업 적정어획강도 평가에 따르면 기선권현망어업의 경우 어획강도가 적정 수준 이상으로 아주 높은 것으로 나타났다. 또한 본 장의 실증분석 중 유일하게 어선별 횡단면 자료의 확보가 가능하여 분석 대상에 적합하였다.

현망어업의 어획능력을 측정하고, 각 방법에 의한 측정결과를 서로 비교해 보았다. 특히, 분석에 있어서는 기선권현망어업에 대한 시계열자료와 어선별 횡단면자료의 활용이 가능하였기 때문에 DEA 방법에 의한 분석에서는 이들 자료를 모두 이용하여 기선권현망어업 전체의 연도별 어획능력과 표본 조사된 2004년도 기선권현망 개별 어선의 어획능력을 측정해 보았다.

제2절과 제3절에서는 우리나라 대형트롤어업과 대형선망어업의 어획능력을 각각 DEA 분석방법을 이용하여 측정하였다. 특히 이들 어업에 대한 어획능력 측정에 있어서는 각 어업별 어선에 대한 투입량과 어획량 자료가 활용 가능하지 않아 각 어업별 전체 투입요소별 자료와 총어획량 자료를 이용하여 어업 전체의 어획능력과 연도별 변화를 실증적으로 측정하였다.

본 장의 실증분석에서는 PTP 방법과 DEA 방법을 주된 분석기법으로 사용하고 있는데, 이는 다음과 같은 이유 때문이다.

첫째, 두 가지 방법 모두 FAO가 적극 권장하는 어획능력 분석기법으로서 우리나라 또한 이러한 국제적 기준에 맞추어 어획능력을 분석할 필요가 있기 때문이다.

둘째, 여러 가지 어획능력 분석기법 가운데 어획능력 활용도인 CU를 직접적으로 보여주는 기법은 PTP 방법, DEA 방법, SPF 방법의 세 가지이다. 이 중 PTP 방법과 DEA 방법은 요구되는 자료가 상대적으로 적어 세계 여러 나라의 어획능력 평가에 있어서 널리 활용되고 있다. 하지만 SPF 방법은 요구되는 자료수준이 매우 높아 대부분의 어업당국이 이러한 자료를 확보하고 있지 못하며, 우리나라 또한 예외가 아니어서 분석기법의 장점에도 불구하고 자료가 체계적으로 축적될 때까지 기법의 적용이 거의 불가능한 실정이다.

한편 제2절과 제3절에서는 DEA 방법만을 사용하였는데, 이는 제1절에서 PTP 방법과 DEA 방법에 의한 비교분석 결과, 마력수만을 투입요소로 한 PTP 방법의 측정결과에서 문제점이 나타나고 있기 때문이다. 즉, PTP 방법은 하나의 어획노력량 지표를 사용하기 때문에 만약 사용된 지표가 바람직하지 않을 경우(기선권현망어업 마력수의 통계상 오류) 측정된 결과치에 대한 신뢰

성을 부여하기 어려운 측면이 나타나기 때문이다. 하지만 DEA 방법은 복수의 투입요소를 수용하고 있어서 PTP 방법에서 나타나는 이러한 문제점을 극복할 수 있고, 요구되는 자료 또한 대부분이 우리나라 어업당국에 의해 이미 체계적으로 축적되고 있다.

## 1. 기선권현망어업의 어획능력 측정

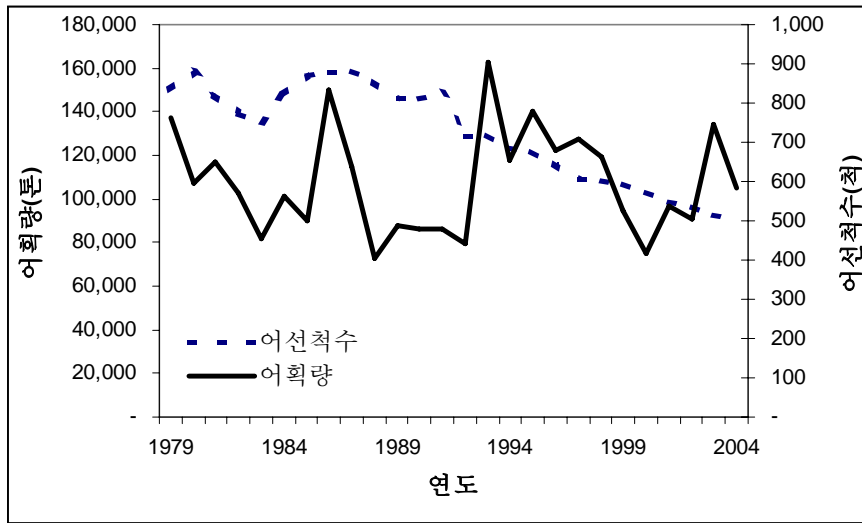
### 1) 기선권현망어업의 현황

기선권현망어업은 2척의 어망을 탑재한 망선(網船)이 규모가 큰 권현망 어구를 예인해서 자루그물 속에 갇힌 멸치를 주된 어획대상으로 어획하는 어업이다. 여기서 권현망 어구는 어구분류상 예망(曳網) 어구류 중 쌍끌이 표층트롤류에 속한다. 기선권현망 어선은 비록 연안어장을 주 조업구역으로 하지만, 망선 2척, 가공선-운반선-어탐선 각 1~2척으로 총 5~6척이 하나의 선단을 이루어 조업을 행하는 규모가 큰 어업이다. 이는 기선권현망어업 어획대상자원의 특성상 어획-자숙-운반-건조 및 포장 등의 과정을 일괄적으로 처리해야 하는 어업의 특수성에서 기인한다.

1979~2004년 기간 동안의 기선권현망어업의 어획량 변화를 살펴보면 <그림 4-1>에서 보는 바와 같이 증감을 반복하고 있다.



〈그림 4-1〉 기선권현망어업의 어획량과 어선척수 변화(1978년~2004년)



즉, 어획량이 1979년에 약 14만 톤을 기점으로 이후 계속 하락하다가 1986년에 다시 약 15만 톤 수준으로 급격하게 증가하였다. 하지만 이후 곧 감소추세에 접어들어 1992년에는 약 8만 톤 수준까지 어획량이 감소하였다.

이듬해인 1993년에는 어획량이 16만 톤으로 최고치를 기록한 이후 계속 감소하다 2003년 일시적으로 13만 톤으로 증가한 이후 2004년에는 약 10.5만 톤으로 1993년 최고치의 63% 수준에 머무르고 있다.

앞서 언급한 바와 같이 기선권현망어업은 멸치를 주 어획대상으로 하고 있는데, 기선권현망어업의 총 어획량 가운데 멸치의 어획량 비중이 98% 이상을 차지하고 있다. 2004년 기준 기선권현망어업의 멸치 어획량은 우리나라 전체 멸치 어획량 중 약 53% 수준으로 1990년대 후반 이후 어획량 비중이 점차 감소하고 있다. 하지만 기선권현망어업은 여전히 우리나라 멸치 어획량 변화를 주도하고 있다(〈표 4-1〉 참조).

〈표 4-1〉 멸치의 어업별 어획량 변화

	1990		1994		1998		2002		2004	
	어획량 (톤)	%	어획량 (톤)	%	어획량 (톤)	%	어획량 (톤)	%	어획량 (톤)	%
전체	130,192	100	193,395	100	249,519	100	236,315	100	196,646	100
쌍끌이기선저인망	21	0	26	0	1,162	1	3,418	1	12,854	7
기선권현망	85,831	66	117,812	61	117,596	47	90,080	38	104,023	53
근해자망	22,019	17	15,016	8	17,109	7	14,156	6	7,160	4
연안자망	10,509	8	12,702	7	16,807	7	35,232	15	7,653	4
연안개량안강망	2,636	2	4,546	2	10,020	4	6,873	3	8,897	5
정치망	1,500	1	25,150	13	32,932	13	19,140	8	15,879	8
기타	7,676	6	18,143	9	53,893	21	67,416	29	40,180	19

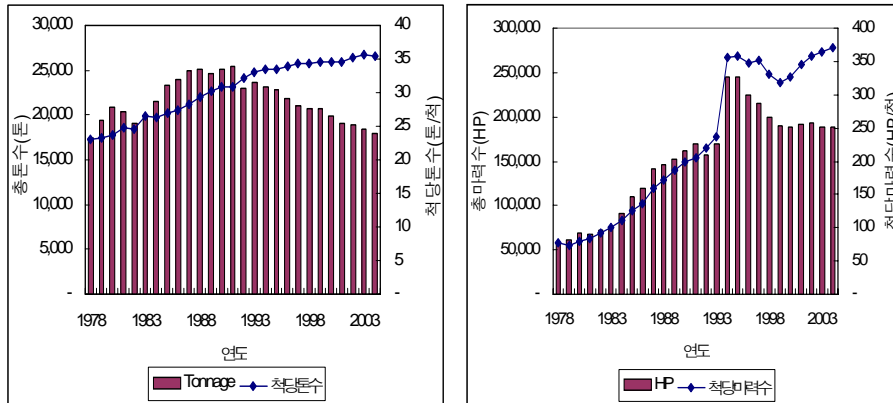
자료 : 해양수산부, 「해양수산통계연보」, 각 년도

기선권현망어업의 실질적인 어획능력 지표라고 할 수 있는 어선척수, 톤수 및 마력수의 연도별 변화를 살펴보면, 어선척수는 1987년 총 885척을 기점으로 이후 지속적으로 감소하여 2004년에는 508척 수준에 머무르고 있다. 이러한 어선척수의 감소에 따라 다른 어획노력량 요소들의 변화도 어선척수의 변화와 비슷한 유형을 보이고 있다. 우선 총톤수의 경우 1991년 약 25,373톤을 최고치로 이후 지속적으로 감소하고 있다. 그리고 총마력수의 경우는 꾸준히 증가한 이후 1994년을 기점으로 감소경향에 있지만, 다른 어획노력량 요소들의 변화와 달리 감소율은 그리 크지 않다.<sup>39)</sup>

한편 기선권현망어업의 어선별 어획능력 변화를 분석해 보면, 〈그림 4-2〉에서 보는 바와 같이, 기선권현망어업의 전체적인 어선척수의 감소에도 불구하고 어선척당 톤수 및 마력수는 계속적인 증가추세에 있는 것으로 분석되었다. 즉, 기선권현망어업 어선들의 실질적인 어획강도는 계속 증강되고 있음을 알 수 있다.

39) 1994년에 기선권현망어업의 총마력수에서 급격한 증가가 나타났는데, 이는 통계자료의 오류로 추정된다.

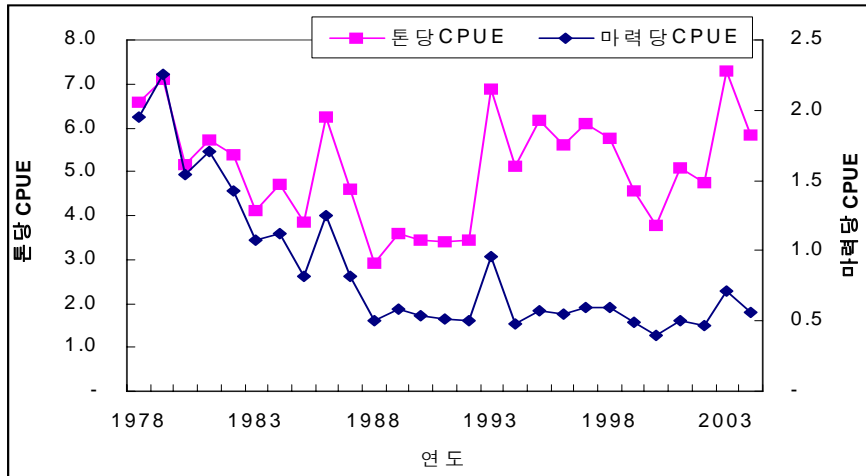
〈그림 4-2〉 기선권현망어업의 총톤수 및 마력수 그리고 어선척당 톤수 및 마력수 변화



특히 자원량의 대리지표라고 할 수 있는 기선권현망어업의 톤당 및 마력당 어획량(CPUE) 변화를 분석해 보면(〈그림 4-3〉), 톤당 CPUE는 증감의 변화를 반복하고 있지만, 마력당 CPUE는 계속 하락하는 것으로 분석되었다.<sup>40)</sup> 즉, 단위노력당 어획량의 감소에도 불구하고 기선권현망어업의 어선별 어획강도는 오히려 증가되는 것으로 평가되어 간접적으로는 기선권현망어업에서 초과어획 능력 현상이 발생하고 있을 것으로 판단된다.

40) 국립수산물자원연구소(2004)에 따르면, 계량어탐 및 트롤조사 자료를 이용한 남해안 멸치 자원의 현존량을 추정한 결과, 2002년 3월에는 황해 남동부와 동해 남서부에서 180,120톤으로 추정되었다. 참고적으로 2000년에는 198,970톤 그리고 2001년도에는 117,740톤으로 추정되었다.

〈그림 4-3〉 기선권현망어업의 톤당 그리고 마력당 CPUE 연도별 변화



## 2) 어획능력 분석방법 및 자료

기선권현망어업의 어획능력 측정에 있어서는 앞서 언급한 바와 같이, PTP 방법과 DEA 방법 모두를 이용하여 측정하고, 각 방법별 분석 결과를 비교해 보고자 하였다. 그리고 분석에 있어서는 크게 시계열자료를 이용한 기선권현망어업 전체의 어획능력 측정과 횡단면자료를 이용한 기선권현망어업 어선별 어획능력으로 구분하여 측정해 보았다. DEA 모형분석에 있어서는 Coelli (1996)가 개발한 *DEAP Program*을 이용하여 최대 어획량(최대 어획능력)을 추정하고, 이를 실제 어획량과 비교함으로써 기선권현망어업 전체와 개별 어선별 어획능력을 측정하였다.

보다 구체적으로 시계열자료를 이용한 기선권현망어업 전체의 어획능력 측정에 있어서는 1978~2004년 기간 동안의 어획량과 투입 어획노력량 변수별 시계열 자료(어선척수, 톤수 및 마력수)를<sup>41)</sup> 이용하여 PTP 방법과 DEA 방법 하

41) 투입요소로서는 기본적으로 실질적인 투입 어획노력량으로 평가되고 있을 뿐만 아니라 선행연구들에서도 주로 사용되고 있는 어선척수, 톤수 및 마력수 자료를 이용하였다.

에서 어획능력을 측정하였다.<sup>42)</sup>

특히 PTP 방법 하에서는 변수별 어획능력에 있어 투입 어획노력량 변수별 어획능률의 기술적 변화를 고려하기 위해서 Hsu(2000)의 연구에서 사용한 방법에 따라 1986년을 기준(어획능률의 기술적 계수=1)으로 하여 전후 기술적 변화계수가  $\pm 3\%$ 씩 변하는 것으로 가정하였다. 그리고 산출물(어획량) 대 투입물(투입변수) 비율에 있어서는 HP필터(Hodrick-Prescott Filter) 기법을 이용하여 경제적 변화요인의 영향을 최소화하였다.

DEA 방법 하에서도 PTP 방법과 마찬가지로 기선권현망어업의 전체 투입요소별 자료와 총어획량 자료를 이용하여 1978~2004년 기간 동안의 연도별 기선권현망어업 전체의 어획능력을 측정하였다. 이에 따라 PTP 방법과 DEA 방법으로 기선권현망어업 전체의 어획능력 연도별 변화를 분석하는 것이 가능하게 되었고, 두 방법 하의 측정결과를 서로 비교 분석하였다.

횡단면자료를 이용한 기선권현망 어선별 어획능력 측정에 있어서는 2004년에 실시된 연근해어업 표본조사에서 수집된 기선권현망 어선별 자료를 바탕으로 DEA 방법을 사용하여 어선별 어획능력을 평가하였다. DEA 분석에 있어서는 구체적으로 2004년도 기선권현망어업 어선별 어획량, 톤수, 마력수, 그리고 조업일수 자료를 이용하였다(〈표 4-2〉 참조).<sup>43)</sup> 이러한 어선별 어획능력 측정 방법은 조사된 개별 어선들 간의 어획능력 활용도 분석을 통해 어선별 어업생산성 비교를 가능케 함으로써 유용한 어선별 평가자료를 제공할 수 있다.

42) 앞서 기선권현망어업 현황에서도 언급한 바와 같이, 기선권현망어업은 일반적으로 '통'이라고 하는 망선, 가공선, 운반선, 어탐선 등 총 5~6척으로 구성된 하나의 선단을 이루어 조업하고 있다. 기선권현망어업은 수산자원보호령 제17조 1항 별표 12에 의거하여 우리나라에서는 총 86통이 허가되어 있다. 따라서 PTP와 DEA 방법을 이용한 기선권현망어업의 어획능력 측정에 있어서는 '통' 별 어획노력량 자료를 이용하는 것이 보다 현실적일 수 있다. 하지만 통계자료(해양수산부, 「해양수산통계연보」)에서는 '통' 별 자료가 아니라 개별 어선들의 척수, 톤수 및 마력수를 합계한 기선권현망어업의 총어선척수, 총톤수 및 총마력수 자료만을 제시하고 있다. 이로 인해 기선권현망어업 전체에 대한 시계열자료를 이용한 기선권현망어업 전체의 어획능력 측정에서는 '통' 별 자료를 활용하지 못하고, 「해양수산통계연보」 상의 어획노력량 자료를 이용하였다.

43) 횡단면자료를 이용한 기선권현망어업의 어획능력을 측정하기 위해서 수협중앙회 「어업경영조사보고」의 내부자료를 이용하였다. 수협중앙회는 동 보고서에서 기선권현망어업 경영실태조사를 위해 10개(통)의 경영체 표본만을 이용하여, 본 연구 또한 10개의 표본에 대해 분석기법을 적용하였다.

한편 어선별 자료는 앞의 기선권현망어업 전체의 어획능력 분석과는 달리 기선권현망 어선(어선단)의 ‘통’ 별 자료를 활용하였다. 특히 기선권현망 어선별 어획능력 측정에 있어서는 어획능력 측정 결과와 함께 민감도 분석을 통해 어선별 생산성 향상을 위한 방안을 중점적으로 모색하였다.

〈표 4-2〉 기선권현망어업 표본어선별 투입자료

어선*	어획량 (톤)	톤수 (톤)	마력수 (마력)	조업일수 (일)
어선 1	444	195	2,095	251
어선 2	570	252	2,617	242
어선 3	524	235	2,644	245
어선 4	273	186	2,299	246
어선 5	281	185	2,106	228
어선 6	698	153	1,817	233
어선 7	530	205	2,167	230
어선 8	547	130	1,770	210
어선 9	597	188	2,030	214
어선 10	519	202	2,055	238
평균	498	193	2,160	234

\*여기서의 어선은 총 5~6척으로 구성된 어선단을 의미함

### 3) 어획능력 측정결과

#### (1) 기선권현망어업 전체의 어획능력 측정결과

기선권현망어업 전체의 어획능력 분석에 있어서는 앞서 언급된 각 방법을 통해 계산된 어획능력 측정치들을 비교하였다. 특히 PTP 방법에 의한 분석 결과에 있어서는 각 투입변수(어선척수, 마력수, 톤수)에 따른 결과치를 서로 비교 분석하여 기선권현망어업의 어획능력 측정을 위한 합리적인 변수를 살펴보고자 하였다. 그리고 DEA 방법에 의한 분석 결과에 있어서는 어획능력 측정

결과를 검토하여 초과어획능력 정도를 파악하였다. 이와 더불어, DEA 측정 결과에 대한 민감도 분석을 통해 목표 어획량 수준에 대한 투입 어획노력 요소들의 감축 범위를 추정해 보았다.

#### (가) PTP 방법에 의한 어획능력 측정결과

우선 PTP 방법을 사용하여 기선권현망어업의 어획능력을 분석한 결과 <그림 4-4>에서 보는 바와 같이 투입 어획노력량 요소별 기선권현망어업의 연도별 최대 어획량이 추정되었다.

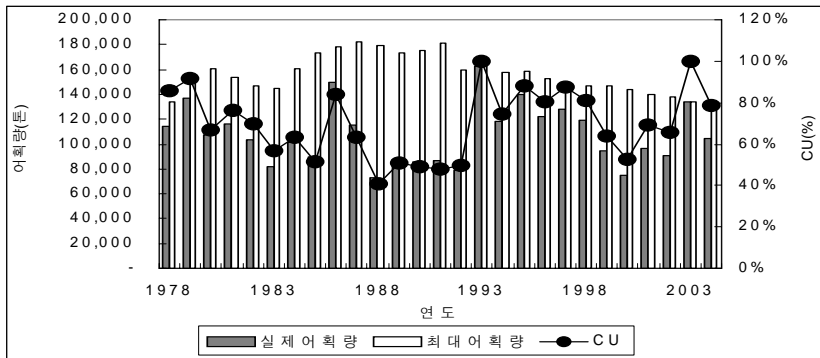
어선척수, 톤수, 마력수의 투입 어획노력량 요소에 따른 최대 어획량에 대한 실제 어획량 비율인 어획능력 활용도(CU)의 변화를 살펴보면, 마력수에 의한 CU 변화를 제외하고는 거의 비슷한 추세인 것으로 나타났다. 즉, 어선척수와 톤수에 의한 PTP 분석 결과에서 최대 어획량은 1991년 이전까지 대체적으로 증가하다 1991년에 최고치에 도달한 이후 지속적으로 감소하는 형태를 띠고 있다.

이에 반해 마력수에 의한 최대 어획량은 1997년과 1998년 사이의 마력수 급증에 따라 이 시기의 최대 어획량이 가장 높은 것으로 나타났으며, 이후에는 감소하는 형태를 나타내고 있다. 1978~2004년 기간 동안의 어선척수 및 톤수별 평균 CU는 약 71%로 거의 동일하게 나타난 반면, 마력수에 의한 CU는 약 53%로 분석되었다.<sup>44)</sup>

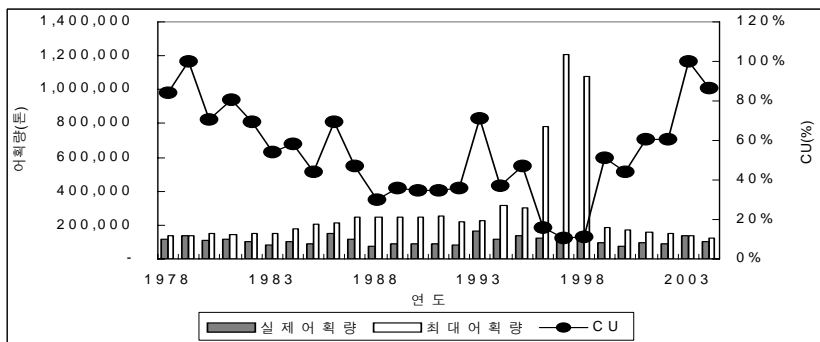
---

44) 통계자료의 오류로 추정되는 마력수의 급증에 따라 마력수를 투입요소로 한 CU는 과소평가되는 편의를 보이고 있다.

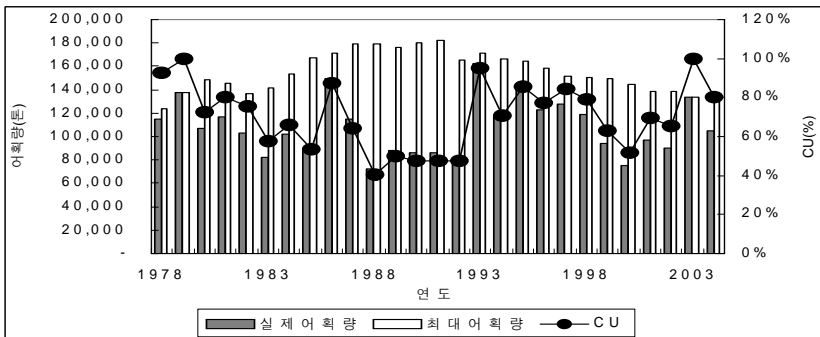
〈그림 4-4〉 PTP 방법에 의한 투입 어획노력량 변수별 CU 변화



(a) 어선척수에 의한 CU 변화



(b) 마력수에 의한 CU 변화



(c) 톤수에 의한 CU 변화



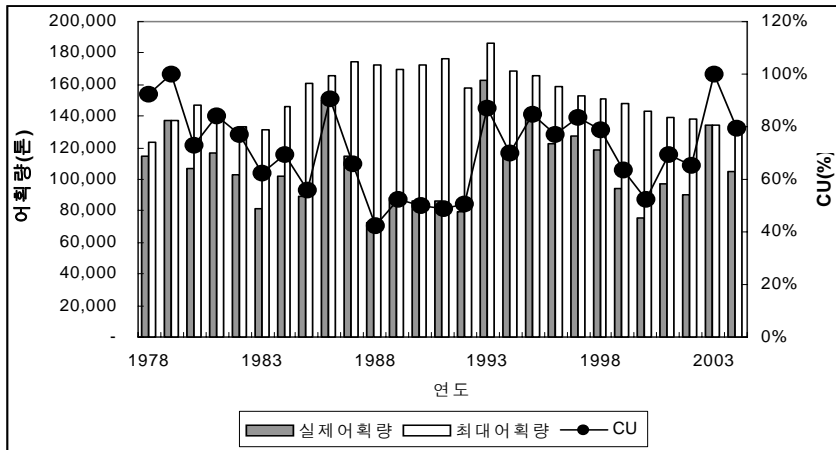
반면, 지난 5개년 동안의 평균 CU에서는 어선척수 및 톤수에 의한 CU가 약 73%, 그리고 마력수에 의한 CU가 약 70%로 측정되었다. 그리고 가장 최근 연도인 2004년도의 어선척수에 의한 CU는 78%, 마력수에 의한 CU는 86%, 그리고 톤수에 의한 CU가 80%로 각각 추정되었다. 이에 따라 PTP 방법을 이용하여 어획능력을 분석한 결과 기선권현망어업은 전체적으로 약 14~22% 정도의 유향 어획능력이 존재하는 것으로 나타났다.

#### (나) DEA 방법에 의한 어획능력 측정결과

DEA 방법을 이용하여 기선권현망어업의 전체 어획능력을 분석한 결과는 <그림 4-5>에서 보는 바와 같다. 우선 DEA 방법에 의한 최대 어획량 수준의 변화를 살펴보면, 어획노력량 투입요소들의 변화에 따라 최대 어획량 수준이 변하는 것으로 분석되었다. 하지만 DEA 방법은 PTP 방법과 달리 어선척수, 톤수, 마력수의 개별 투입요소에 따른 최대 어획량 수준의 변화를 분석하지 않고, 세 가지 투입요소의 선형결합에 따른 최대 어획량 수준의 변화를 분석하였다. 따라서 PTP 방법 하의 어선척수 및 톤수에 의한 최대 어획량 변화와 달리, DEA 방법에 의한 최대 어획량은 1993년 약 19만 톤을 기점으로 이후 감소하는 추세를 나타내고 있다.

이러한 최대 어획량에 대한 실제 어획량의 비교로부터 측정된 기선권현망어업의 연도별 CU는 1979년 100% 수준에 이른 후 감소하다 2003년 다시 100%를 기록한 이후 재감소하는 추세로 나타났다. 분석 결과, 1978~2004년 기간 동안의 평균 CU는 약 71% 수준으로 측정되었다. 그리고 지난 5년간과 3년간의 평균 CU는 각각 73%와 82%로 측정되어 장기적으로 초과어획능력 현상이 지속되고 있는 것으로 분석되었다.

〈그림 4-5〉 DEA 방법에 의한 기선권현망어업의 CU 변화



DEA 방법에 의한 기선권현망어업의 어획능력 측정 결과를 PTP 방법을 이용한 투입 어획능력 요소별 어획능력 측정 결과와 비교해 보면, 어선척수 및 톤수에 의한 변화와 거의 비슷한 것으로 나타났다. 특히 1978~2004년 기간 동안 및 지난 5개년 간의 평균 CU 비율이 거의 유사한 것으로 나타났는데, 두 방법 하에서 모두 기선권현망어업의 어획능력이 다소 초과상태인 것으로 평가되었다.

이상의 두 가지 방법을 이용한 어획능력 평가에서 이처럼 기선권현망어업의 어획능력이 초과상태인 것으로 나타나는 이유는 무엇보다 개별 기선권현망어선들의 투입 어획능력 수준이 과거에 비해 크게 높아졌기 때문으로 판단된다. 그리고 이러한 개별 어선의 어획강도 증강에도 불구하고 어획량은 자원량 변동 등 자연적인 영향에 따라 비례적으로 증가되지 않았기 때문이다. 특히, 주로 해황 등 해양환경에 민감한 멸치를 주된 어획대상으로 하는 기선권현망어업의 경우 연도별 자원량 변동에 따른 어획량 증감현상으로 인해 CU 값이 연도별로 큰 차이를 보이는 것으로 분석되었다.

한편 PTP 방법과 DEA 방법으로 측정된 최근 2004년도 기선권현망어업의

CU는 약 79%로 나타났다. 이는 2004년도 어획량인 10.5만 톤을 어획하기 위해서는 현재 기선권현망어업 어획능력의 79% 수준으로도 가능함을 의미한다. 따라서 나머지 21%의 어획능력은 최적 활용에 이용되지 않는 유향 어획능력으로서 어업활동에 대한 통제가 제대로 이루어지지 않을 경우 어획경쟁이 더욱 과도해질 수 있고, 그 결과 대상 어업자원에 대한 어획압력이 더욱 커질 수 있다는 우려가 있다.<sup>45)</sup>

뿐만 아니라 유향 어획능력에 대한 추가적인 어업비용 발생은 결국 기선권현망어업의 경영 상태를 악화시킬 수 있는 요인으로 작용할 가능성도 있다. 특히 최근의 동향과 같이, 유류비, 인건비, 어선 및 어구수선비 등 어업비용의 급증으로 인해 기선권현망어업의 어업경영이 악화되고 있는 점을 고려할 때 유향 어획능력 감축은 어업경영 개선을 위해서 필요한 것으로 판단된다.

#### (다) 민감도 분석 결과

기선권현망어업의 초과어획능력 감축 수준을 보다 실증적으로 분석하기 위하여 DEA 분석 결과에 대한 민감도 분석(Sensitivity Analysis)을 추가적으로 실시해 보았다. 민감도 분석에 있어서는 우선 2004년도 어획량을 기준으로 초과어획능력 감축을 위한 투입 어획노력량 요소들의 감축 범위를 추정하였다.<sup>46)</sup> 분석 결과, 2004년 기준으로 투입 어획노력량 수준에서 어선척수 20%, 톤수 20%, 그리고 마력수가 21% 정도 감축되면 CU가 100% 수준을 달성하여 유향 어획능력이 존재하지 않을 것으로 평가되었다.<sup>47)</sup>

45) 예를 들어 현재 어획능력의 79% 수준만으로도 2004년도 어획량인 10.5만 톤의 어획이 가능한데, 만약 현재 어획능력이 모두 최적 활용되면 이론적으로는 13.2만 톤의 어획이 가능하게 된다. 하지만 현실적으로는 자원량 변동 등에 따라(혹은 타 어업의 경우 TAC와 같은 목표 어획량 기준에 따라) 10.5만 톤의 어획만이 가능하므로, 현재 어획능력의 79% 수준만이 활용되고 나머지 21%의 어획능력에 대한 여력은 감축 혹은 기타의 통제를 거치지 않을 경우 투입요소 간의 소모적인 어획경쟁에 사용될 것이다. 따라서 그만큼의 어획경쟁과 어획비용 증대가 추가적으로 발생하게 되는 것이다. 또한 나머지 21%의 어획능력에 대한 여력은 추가적 어획가능성을 의미하므로 어업자원에 대한 추가적인 압력으로 이어질 수 있다.

46) 여기서의 민감도 분석은 Excel 프로그램에서 해찾기(Excel solver) 기능을 실행한 후 얻을 수 있는 세 가지 보고서(해답, 민감도, 한계값) 중의 하나로서 의사결정 변수와 목적함수에 미치는 영향을 파악하기 위한 기법이다.

〈표 4-3〉 어획능력 감축을 위한 민감도 분석 결과

목표 어획능력	어획능력 감축 내용	CU
2004년도 어획량 기준	어선척수 20%, 톤수 20%, 마력수 21% 감축	100%
기선권현망어업의 MSY* 기준	어선척수 9%, 톤수 8%, 마력수 10% 감축	100%

\* 기선권현망어업의 MSY는 국립수산물과학원(2004)에서 추정된 멸치의 MSY를 기선권현망어업 MSY의 98%로 가정하여 계산하였음

하지만 2004년도 어획량을 기준으로 기선권현망어업의 어획능력 감축 수준을 정하고 이에 따라 어획능력을 감축시키게 되면 향후 자원량 증가에 따라 어획량 수준이 높아지더라도 더 이상 어획할 수 없게 될 우려가 있다. 즉, 2004년을 기준으로 목표 어획능력을 설정한 것은 단기적인 목표치는 될 수 있지만 기선권현망어업의 장기적인 목표치는 될 수 없다. 따라서 장기적인 어획능력은 어업자원의 특성에 따른 최대 어획량이 지속적으로 어획될 수 있는 수준에서 유지되어야 하므로 기선권현망어업의 최대 지속적 어획량(Maximum Sustainable Yield : MSY)을 우선적으로 구하고, 이에 따른 어획능력 감축 수준을 구하는 것이 바람직하다.<sup>48)</sup>

본 연구에서는 기선권현망어업의 MSY는 동 어업의 전체 어획량 중 멸치가 약 98%를 차지한다는 가정 하에서 국립수산물과학원(2004)에서 추정한 멸치의 MSY를 기선권현망어업 MSY의 98%로 가정하여 계산하였다.<sup>49)</sup> 이 MSY 값을 DEA 측정 결과에 대입하여 민감도 분석을 실시한 결과, 효율적 어업생산

47) 본 연구의 결과치인 어선척수 20% 감축은 최근 업계가 작성한 기선권현망어업 구조조정(감척) 사업 요청 건의서에 나타난 총 86통 중 16통 감척의 비율인 19%와 거의 근접한 결과치를 보인다.

48) 장기적인 어획능력 목표치로서는 MSY 외에 MEY(Maximum Economic Yield)를 설정할 수도 있다. 하지만 어업 전체의 MEY를 구하는 것이 현실적으로 상당히 어려울 뿐만 아니라 양적인 물리적 개념에서의 합리적 기준치로서는 MSY가 보다 타당한 것으로 판단하여 본 연구에서는 이를 장기적인 목표 기준치로 설정하였다. FAO 또한 최적 어획능력(Optimal capacity)의 기준을 MSY로 삼고 있다.

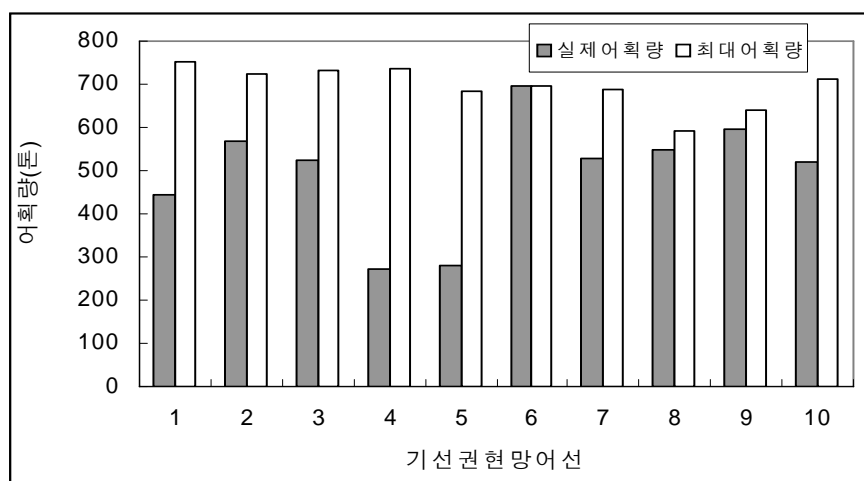
49) 국립수산물과학원(2004)에서 멸치의 연도별 어획량 및 기선권현망어업의 마력당 자료를 바탕으로 Fox 모델을 사용하여 멸치 자원량을 추정한 결과 멸치의 MSY는 117,417톤으로 추정되었다.

을 위해서는 2004년 현재 수준에서 어선척수 9%, 톤수 및 마력수가 각각 8%와 10% 정도 감소되어야 하는 것으로 추정되었다. 이와 같이 MSY를 목표 어획량으로 한 어획능력 감축 수준의 분석결과는 생물학적으로 바람직한 최대 지속적 어획량에 기초하고 있어서 2004년도 어획량 기준에 따른 어획능력 감축 수준보다 상대적으로 보수적인 감축수준을 보이고 있다.

## (2) 기선권현망어업 어선별 어획능력 측정결과

2004년 표본 조사된 10통의 기선권현망어업 어선에 대한 DEA 분석 결과, 〈그림 4-6〉에서 보는 바와 같이, 어선별 실제 어획량에 대한 최대 어획량이 구해졌다.<sup>50)</sup> 어선 6은 실제 어획량과 최대 어획량이 거의 일치하여 어획능력 활용도(CU)가 1(100%)로 나타났다. 하지만 다른 어선들의 최대 어획량은 실제 어획량 수준보다 높아 CU는 1(100%) 미만으로 나타났다.

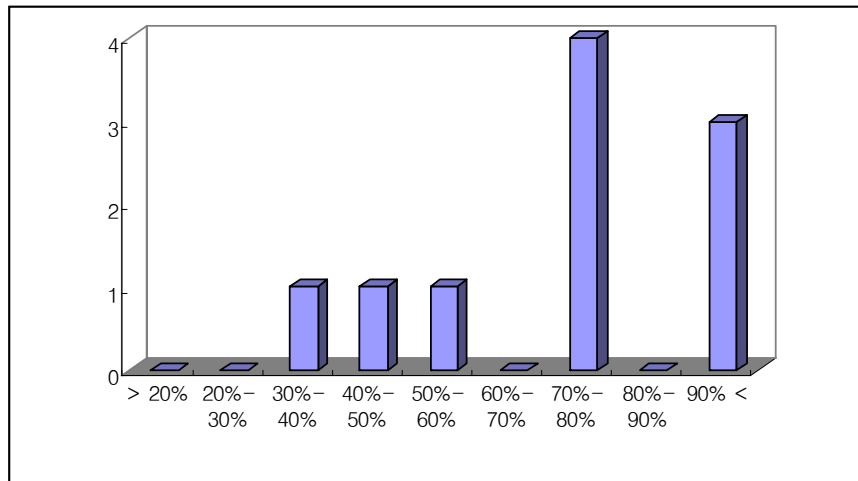
〈그림 4-6〉 DEA 측정 결과에 따른 기선권현망어선의 실제어획량과 최대어획량 비교



50) 여기서의 어선 단위는 '척' 이 아닌 '통' 으로 기선권현망 어선단을 의미한다.

기선권현망어업 표본어선들의 평균 CU는 72%로 나타났는데, 어선 4의 CU가 37%로 가장 낮게 측정되었다. 이는 표본어선들에 있어 평균 28% 정도의 유휴 어획능력이 존재하고 있다는 것을 의미한다.

〈그림 4-7〉 기선권현망어업 어선별 CU 분포



특히 어선 4의 경우는 실제 어획량 273톤을 어획하기 위해서는 현 어획능력의 37% 수준으로도 어획할 수 있음을 의미하여 어획능력 초과수준이 상당히 높음을 시사한다. 혹은 주어진 투입 어획노력량 요소들을 보다 효과적으로 이용하면 어획량을 현재의 273톤에서 737톤으로 증가시킬 수 있음을 의미한다.

표본 어선에 대한 유휴 어획능력 감축 수준을 보다 실증적으로 분석하기 위하여 본 연구에서는 DEA 결과에 대한 민감도 분석을 추가적으로 실시해 보았다(〈표 4-4〉 참조).

〈표 4-4〉 민감도 분석에 따른 어선별 어획능력 감축 수준

	어획능력 감축 내용			CU	
	톤수 (톤)	마력수 (HP)	조업일수 (일)	감축 전	감축 후
어선 1	-50%	-45%	-41%	59%	100%
어선 2	-50%	-43%	-21%	79%	100%
어선 3	-51%	-48%	-29%	71%	100%
어선 4	-68%	-69%	-63%	37%	100%
어선 5	-67%	-65%	-59%	41%	100%
어선 7	-43%	-36%	-23%	77%	100%
어선 8	-8%	-20%	-13%	92%	100%
어선 9	-30%	-23%	-7%	93%	100%
어선 10	-44%	-34%	-27%	73%	100%

민감도 분석 결과, 어선 1의 경우 톤수 50%, 마력수 및 조업일수가 각각 45%와 41% 정도 감축되어야 CU가 1(100%)로 되는 것으로 추정되었다.<sup>51)</sup> CU 값이 가장 낮은 어선 4의 경우 효율적 어업생산을 위해서는 톤수 68%, 마력수 69%, 그리고 조업일수가 63% 정도 크게 감축되어야 하는 것으로 분석되었다. 그리고 비교적 CU 값이 높은 어선 9의 경우 CU가 1(100%)이 되기 위해서는 톤수 30% 그리고 마력수가 23% 정도 감축되어야 하지만, 조업일수는 약 7%만 줄어들면 되는 것으로 평가되었다.

이처럼 횡단면 자료를 이용한 어선별 어획능력 측정으로부터는 어선들 간의 생산효율성 비교를 통해 어선의 효율적 생산여부를 판단할 수 있게 된다. 뿐만 아니라, 민감도 분석에서 살펴본 바와 같이, 비효율적 생산의 어선에 대해서는 어획능력 활용도 향상을 위한 개별적인 방안을 효과적으로 강구할 수 있게 된다. 이는 어선감척사업에 있어 감척대상 어선 선정을 위한 정책적 자료 등으로

51) 어선별 어획능력 감축 수준에서 어선통수 및 마력수는 어선 크기 및 선체와 직결되므로 장기적 관점에서는 선체의 변경과 함께 조정이 가능하지만 단기적 관점에서는 조정이 불가능하다. 하지만 조업일수는 변동요소로서 쉽게 조정 가능하다.

유용하게 활용될 수 있을 것이다.

한편 본 연구의 한계점으로는 기선권현망어업 개별어선에 대한 표본 자료가 부족하여 어업 전체 어선들의 생산성 비교가 불가능하였다. 앞서 제3장에서 언급한 바와 같이 DEA 방법은 절대적 효율성이 아닌 상대적 효율성에 대한 평가모델이므로 충분한 표본 자료의 확보를 통해 측정의 편이가 발생하는 것을 최소화할 수 있다.<sup>52)</sup> 특히 어선별 자료 확대와 더불어 어선별 경제적인 자료가 구비된다면 경제적인 개념의 어획능력 측정이 가능해질 수 있어 합리적인 비용수준에 대한 구체적인 어선별 어획능력 감축범위를 파악할 수 있을 것이다. 이를 통해서도 어선별 경영 상황을 개선시킬 수 있는 구체적인 방안 등 지속적이고 경영안정적인 기선권현망어업의 발전을 위한 정책적 시사점을 보다 풍부하게 얻을 수 있을 것이다.

## 2. 대형트롤어업의 어획능력 측정

### 1) 대형트롤어업의 현황

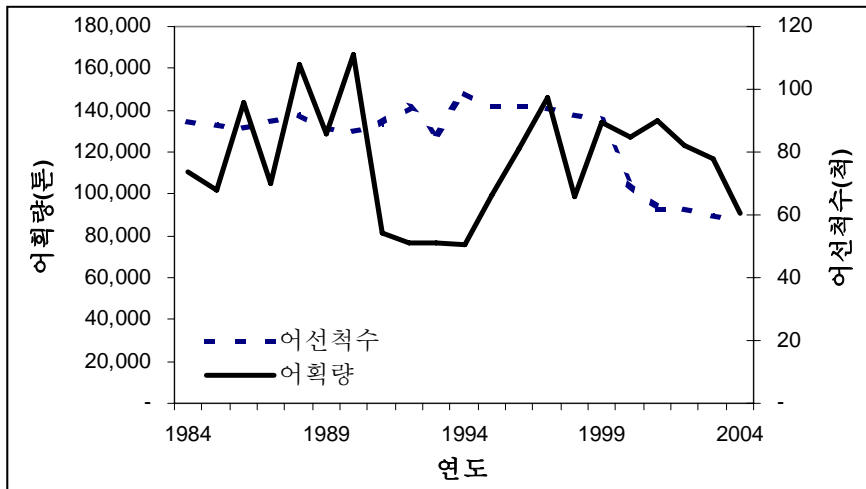
대형트롤어업은 동력선에 의하여 망구 전개판(otter board)을 장치한 인망을 사용하여 어획하는 어업이다. 동 어업에 사용되는 어선은 톤수가 70~140톤으로서 근해어업 가운데 어선규모가 가장 큰 어업에 해당된다. 대형트롤어업은 1980년부터 본격적으로 성장하기 시작하였는데, 당시에 약 6만 톤의 어획량을 보이던 것이 1990년에는 말쥐치의 품어로 17만 톤까지 크게 증가하였다.

---

52) 시계열 자료를 이용한 기선권현망어업 전체의 어획능력 분석 결과에서 2004년의 CU가 79%인 것에 비해 표본 추출된 10통에 대한 횡단면 자료를 이용한 개별 어선의 평균 CU가 72%로 나타나 다소 어획능력이 낮은 표본이 추출된 것을 알 수 있다. 이러한 표본상의 문제는 충분한 표본 자료의 확보에 의해 완화될 수 있다.



〈그림 4-8〉 대형트롤어업의 어획량과 어선척수 변화(1984~2004년)



하지만 당시 주 어획대상종이던 말쥐치 자원량이 크게 감소함에 따라 1990년대 초반의 어획량 또한 급격히 감소하였다. 이후 1994년부터는 주 어획대상종이 오징어로 바뀜에 따라 어획량이 다시 증가하는 추세를 보였으나 1998년부터 또 다시 감소 추세로 돌아섰다.<sup>53)</sup>

대형트롤어업의 연도별 어획물 구성현황을 보면 1980년에 82%를 차지하던 말쥐치는 2000년도 이후에는 약 1% 미만으로 감소한 반면, 오징어의 어획비율은 1980년에 약 2%에서 2000년 이후 70% 이상으로 증가하였다.

53) 대형트롤어업은 1980년대에는 제주도~대마도 간 해역 및 제주도 서방해역에서 중심어장이 형성되었으나 1990년대 들어 동해까지 어장이 확대되었다. 최근에는 오징어를 대상으로 동해남부~남해동부해역에서 높은 밀도의 어장이 형성되고 있으며 동중국해까지 어장이 확대되었다(해양수산부, 2003). 대형트롤은 동경 128° 이동에서 조업이 금지되어 있지만, 현재 주 대상어종이 되고 있는 오징어의 주된 조업어장이 동해이므로 동경 128° 이동 조업금지를 어기면서 오징어채낚기와의 공조 조업을 벌이고 있다.

〈표 4-5〉 대형트롤어업의 어종별 어획량 변화(%)

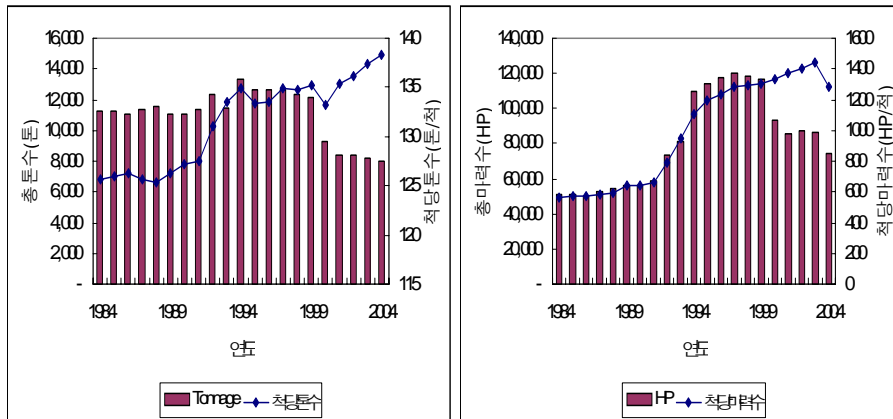
연도	어획량 (톤)	오징어	갈치	멸치	고등어	삼치	병어류	강달이	전갱이	참조기	말쥐치	기타
1980	57,070	2.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.4	82.0	13.7
1985	101,952	1.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.1	0.1	89.4	7.9
1990	166,185	2.1	1.3	0.0	0.0	1.5	1.1	0.1	0.0	0.1	91.1	2.8
1995	99,714	64.4	16.9	0.3	1.3	3.1	3.4	0.9	0.2	1.0	0.4	8.0
2000	127,113	70.6	13.8	1.8	4.0	1.8	1.5	0.2	1.0	0.6	0.9	3.9
2001	134,971	64.7	14.2	3.4	5.5	0.9	1.1	0.8	0.5	0.1	0.3	8.3
2002	123,412	73.2	7.5	4.3	2.7	1.0	0.7	0.4	0.4	0.2	0.1	9.4
2003	116,559	74.9	7.2	7.2	0.3	1.0	0.6	1.3	0.1	0.2	0.1	7.1
2004	88,688	78.6	6.3	8.4	0.5	0.8	1.1	0.1	0.2	-	-	4.0

자료 : 해양수산부, 「해양수산통계연보」, 각 년도

그 외 갈치의 어획이 동 기간 동안 1%에서 10% 내외로 증가하였다. 최근에는 갈치의 어획이 다소 감소하여 2004년에 대형트롤어업 전체 어획량의 6.3% 정도를 차지하였고, 오징어는 78.6%로 어획비율이 다소 증가한 것으로 나타났다(해양수산부, 2004).

대형트롤어업의 어획능력 측정에 이용되는 투입요소인 어선척수, 톤수 및 마력수의 연도별 변화를 살펴보면, 우선 어선척수는 1994년 총 99척을 기점으로 이후 지속적으로 감소하여 2004년 기준 58척 수준에 머무르고 있다. 이러한 어선척수의 감소에 따라 톤수 및 마력수도 유사하게 변화해 왔다. 다만 총 마력수의 경우 1994년 이후에도 증가추세를 보이다가 1997년을 기점으로 이후 꾸준한 감소추세에 있다.

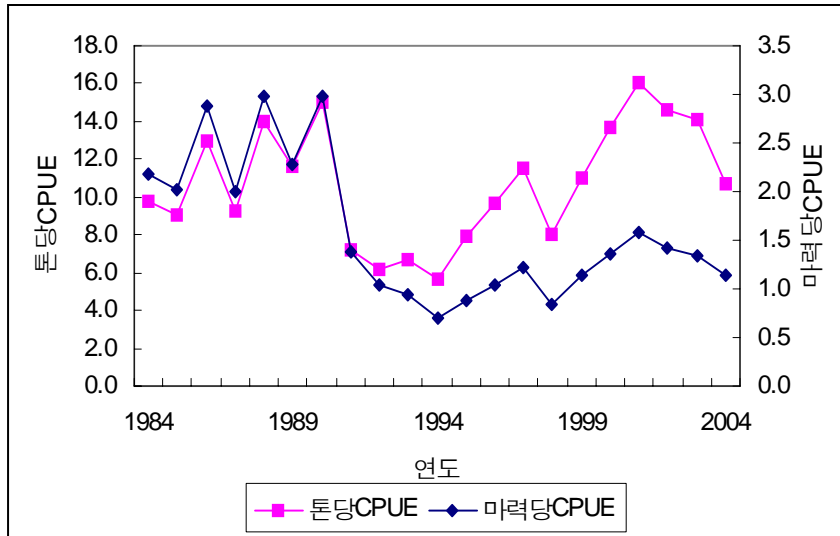
〈그림 4-9〉 대형트롤어업의 총톤수 및 마력수 그리고 어선척당 톤수 및 마력수 변화



하지만 대형트롤어업의 어선별 어획능력 변화를 분석해 보면, 〈그림 4-10〉에서 보는 바와 같이, 대형트롤어업의 전체적인 어선척수의 감소에도 불구하고 어선척당 톤수 및 마력수는 계속 증가하고 있는 것으로 나타났다. 즉, 대형트롤 어선들의 실질적인 어획강도는 계속 증가하고 있음을 알 수 있다.

한편 톤당 및 마력당 어획량(CPUE) 추이를 살펴보면, 톤당 CPUE는 1990년 이후 급격한 감소를 보이다가 1994년부터 다시 증가한 후 2001년부터 재감소하는 추세에 있다. 마력당 CPUE는 1990년 이후 크게 감소하여 2톤 이하의 낮은 수준을 계속 유지하고 있다.

〈그림 4-10〉 대형트롤어업의 톤당 그리고 마력당 CPUE 연도별 변화



이와 같이, 1990년을 기점으로 CPUE가 커다란 변화를 보이고 있는 이유는 1990년 이후 말쥐치 자원량이 급감하였기 때문이다.<sup>54)</sup> 또한 1994년 이후 주 어획대상종이 오징어로 전환되면서 2001년까지 어획량이 전반적인 증가세를 보여 CPUE가 더 이상 하락하지 않은 것으로 나타났다. 하지만 2001년 이후 총어획량이 다시 감소하면서 톤수 및 마력수와 같은 어획노력량의 감소에도 불구하고 CPUE는 지속적으로 감소하고 있다.

## 2) 어획능력 측정결과

기선권현망어업의 어획능력 측정과 마찬가지로 DEA 방법을 이용한 대형트롤어업의 어획능력 측정에 있어서는 1984~2004년 기간 동안의 대형트롤어업

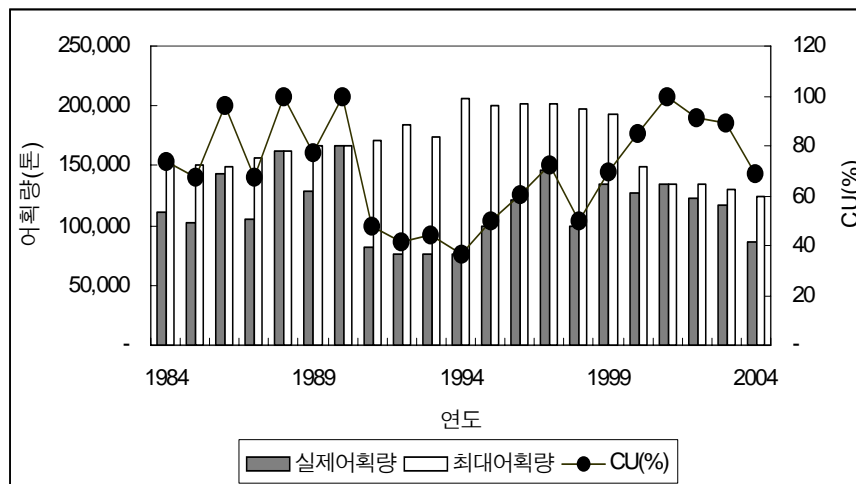
54) 말쥐치의 어획량은 1986년에 33만 톤으로 최고치를 기록하였으나 1987~1990년 동안에는 15만~23만 톤 사이에서 심한 어획의 기복을 보이다가 1996년에는 2천 톤 수준으로 급격한 하락세를 보였다(국립수산물과학원, 2004).

투입요소(어선척수, 톤수, 마력수)와 산출요소(어획량)에 대한 연도별 시계열자료를 이용하여 대형트롤어업 전체의 어획능력 추정과 연도별 변화를 평가하였다.<sup>55)</sup>

분석 결과, <그림 4-11>에서 보는 바와 같이, DEA 방법에 의한 연도별 대형트롤어업의 최대 어획량은 어획노력량 투입요소들의 증감에 따라 변화하면서, 어선척수와 총톤수가 최고치에 도달한 1994년에 약 20.5만 톤을 기록한 이후 점차 감소하는 추세를 보이고 있다.

대형트롤어업에 있어 최대 어획량에 대한 실제 어획량 비율인 연도별 CU는 1990년까지 높은 수준을 보이다가 이후 급감한 후 1994년 이후부터는 주 어획 대상종이 오징어로 바뀜에 따라 CU가 다시 증가하였다.

<그림 4-11> DEA 방법에 의한 대형트롤어업의 CU 변화



하지만 2001년부터 어획량이 다시 감소하면서 CU 또한 재차 감소하는 경향을 보이고 있다. 어획능력 추정결과를 좀 더 구체적으로 분석해 보면, 1984년~2004년 기간 동안의 평균 CU는 약 71% 수준으로 추정되었다. 그리고 최근

55) 횡단면자료를 이용한 어선별 어획능력의 추정은 활용 가능한 자료의 부재로 대형트롤어업과 대형선망어업에서는 실시하지 않았다.

5년간 및 3년간의 평균 CU는 각각 87%와 83%로 측정되어 장기적으로 초과어획능력 현상이 지속되고 있는 것으로 나타났다.

최근 2004년도 대형트롤어업의 CU는 69%로 나타났는데, 이는 2004년도 어획량의 부진으로 31%의 어획능력이 유향화됨으로써 자원(투입요소)의 비효율적인 이용이 이루어지고 있음을 보여주고 있다. 바꿔 말하면, 2004년도 어획량 8.6만 톤을 어획하기 위해서는 현재 대형트롤어업 어획능력의 약 69% 수준으로도 가능하다는 것이다.

대형트롤어업의 초과어획능력 감축 수준을 보다 실증적으로 분석하기 위하여 앞서 기선권현망어업에서 행한 것과 마찬가지로 대형트롤어업의 DEA 분석 결과에 대해서도 민감도 분석을 실시하였다. 분석 결과, 2004년의 투입 어획능력 수준에서 어선척수 31%, 톤수 33%, 그리고 마력수가 약 31% 정도 감축 되면 CU가 100% 수준을 달성하여 유향 어획능력이 존재하지 않을 것으로 평가되었다. 이는 기선권현망어업의 유향 어획능력 감축 수준보다 10% 정도 높은 수준이다.

〈표 4-6〉 대형트롤어업의 어획능력 감축을 위한 민감도 분석 결과

목표 어획능력	어획능력 감축 내용	CU
2004년도 어획량 기준	어선척수 31%, 톤수 33%, 마력수 31% 감축	100%
대형트롤어업의 ABC* 기준	어선척수 27%, 톤수 29%, 마력수 27% 감축	100%

\* 대형트롤어업의 ABC는 국립수산물과학원(2004)에서 추정된 대형트롤어업의 ABC(90,910톤)를 이용하였음

한편 대형트롤어업에 대한 보다 장기적인 감축수준을 결정하기 위하여 국립수산물과학원(2004)에서 제시한 ABC 수준을 대입해서 민감도 분석을 실시하였다. 앞서 기선권현망어업에서 적용된 경우와 마찬가지로 장기적인 감축수준을 결정하는 데에는 MSY 기준을 이용하는 것이 보다 바람직하지만 대형트롤어

업의 특성상 다양한 어종이 혼획되어 MSY 기준이 마련되지 않아 국립수산물  
학원에서 제시한 ABC 수준을 사용하였다.

따라서 기선권현망어업에서의 결과와 달리 ABC를 기준으로 한 대형트롤어  
업의 감축 수준은 여전히 높게 추정되었다. 분석 결과를 보면, 어선척수는  
27%, 톤수 29%, 그리고 마력수가 27% 정도 감축되어야 하는 것으로 추정되었  
다.<sup>56)</sup>

### 3. 대형선망어업의 어획능력 측정

#### 1) 대형선망어업의 현황

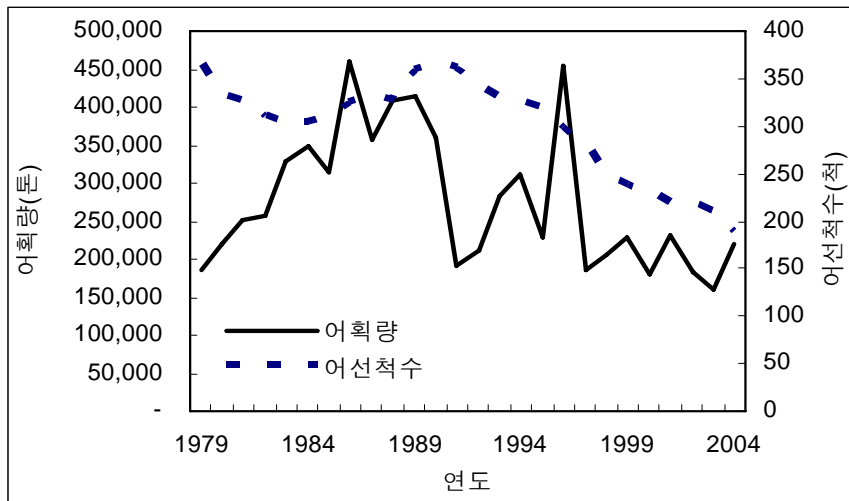
대형선망어업은 평균 6척(본선 1척, 등선 2척, 운반선 3척) 정도의 선단을  
이루어 표층이나 중층에 있는 어군을 확인하고, 그물로 둘러싸서 우리에 가둔  
후, 그물의 아래쪽 변에 있는 조임줄을 죄어서 어업자원을 어획하는데, 고등어,  
전갱이, 삼치 등 주로 부유어종을 어획대상으로 하고 있다(국립수산물과학원,  
2001).

대형선망어업은 우리나라 연근해 어선어업 중에서 어획량이 가장 높은 어업  
으로서 그 상업적 중요성이 매우 높다. 우선 대형선망어업의 어획량 변화를 살  
펴보면 <그림 4-12>에서 보는 바와 같이, 1986년 약 46만 톤을 정점으로 이후  
전반적인 추이에서 큰 감소세를 나타내었다.

---

56) DEA 방법을 적용한 결과 2004년도의 어획량을 유지하면서 CU가 100% 수준을 달성하기 위해서는  
어선척수를 43척으로 감축해야 하는 것으로 나타났다. 한편 국립수산물과학원에서 제시한 ABC를 기  
준으로 민감도 분석을 실시한 결과 2004년도 어선척수를 27% 감축해야 하는 것으로 나타났는데(42  
척 잔존), 이는 “근해저인망류어업 구조개편에 관한 연구(2004)”에서 산출한 적정규모인 45척에 비  
교해 매우 비슷한 결과치를 나타내었다.

〈그림 4-12〉 대형선망어업의 어획량과 어선척수 변화



하지만 1991년 이후 어획량이 다시 증가하기 시작하여 1996년에는 거의 1986년도의 어획량 수준인 약 45만 톤을 기록하였다. 그 이후에는 다시 어획량이 격감하였는데, 2000년도 이후에는 약 20만 톤 수준 내외에서 증감을 반복하고 있다.

대형선망어업의 어종별 어획동향을 살펴보면, 아래 〈표 4-7〉에서 보는 바와 같이, 고등어, 정어리, 전갱이, 삼치 등 주로 부유(浮遊)류 어종을 어획대상으로 하고 있다. 특히 대형선망어업은 고등어를 주 어획대상으로 하고 있는데, 1990년대 후반 이후 대형선망어업의 총 어획량 가운데 고등어의 어획량 비중이 70% 이상(2004년에는 80% 수준)을 차지하고 있다. 따라서 대형선망어업에 의해서 어획되는 고등어의 물량이 우리나라 고등어 총 어획량의 대부분을 차지하고 있을 뿐만 아니라, 고등어 어획량이 대형선망어업의 총 어획량 변화를 주도하고 있다.



〈표 4-7〉 대형선망어업의 어종별 어획량 변화(%)

연도	어획량 (톤)	고등어	정어리	전갱이	오징어	갈치	삼치	쥐치	기타
1978	178,467	48	27	-	-	1	2	11	11
1983	328,028	36	41	3	-	1	3	9	6
1988	409,708	38	32	8	-	1	6	10	6
1993	283,577	55	9	11	10	1	4	-	11
1998	205,037	73	3	7	2	1	3	-	10
2003	158,662	70	-	9	9	4	3	-	5
2004	220,004	79	-	8	4	2	3	-	3

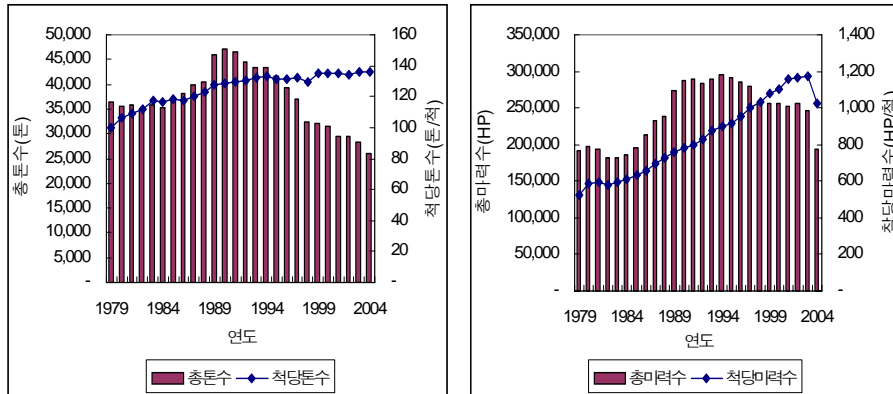
자료 : 해양수산부, 「해양수산통계연보」, 각 년도

대형선망어업의 실질적인 어획능력 지표라 할 수 있는 어선척수, 톤수 및 마력수의 연도별 변화를 살펴보면 〈그림 4-12〉와 〈그림 4-13〉에서 보는 바와 같다. 즉, 어선척수는 1990년 367척을 기점으로 이후 지속적인 감소추세에 있다. 이러한 어선척수의 감소에 따라 다른 어획노력량 요소들의 변화도 어선척수의 변화와 비슷하게 나타나고 있다.

우선 총톤수의 경우 어선척수와 마찬가지로 1990년에 약 47,000톤을 최고치로 이후 지속적으로 감소하고 있다. 그리고 총마력수의 경우는 처음에는 꾸준히 증가한 후 1994년을 기점으로 감소경향에 있지만, 다른 어획노력량 요소들의 변화와 달리 감소율이 크지 않은 것이 특징적이다.

하지만 대형선망어업의 어선별 어획능력 변화를 분석해 보면, 〈그림 4-13〉에서 보는 바와 같이, 대형선망어업의 전체적인 어선척수의 감소에도 불구하고 어선척당 톤수 및 마력수는 지속적인 증가세를 보이고 있는 것으로 분석되었다(2004년도 어선척당 마력수는 예외적으로 2003년에 비해 다소 감소).

〈그림 4-13〉 대형선망어업의 총톤수 및 마력수 그리고 어선척당 톤수 및 마력수 변화



즉, 대형선망어업 어선들의 실질적인 어획강도는 타 어업의 경우와 마찬가지로 계속 증강되고 있음을 알 수 있다. 특히 자원량 대리지표라 할 수 있는 대형선망어업의 톤당, 마력당, 그리고 양망당 CPUE가 2004년도 이전까지는 전반적으로 계속 하락하는 것으로 분석되어 대형선망어업의 어획대상 자원량 수준은 다소 감소경향에 있는 것으로 추정되었다.<sup>57)</sup> 따라서 어획대상 자원량의 감소경향에도 불구하고 대형선망어업의 어선별 어획강도는 오히려 증가되는 것으로 평가되어 간접적으로는 대형선망어업에서 초과어획능력 현상이 발생하고 있을 것으로 판단된다.

57) 고등어 자원량은 1985년까지 약 30만 톤 수준이었으며, 1986년 38만 톤 수준으로 증가하여 1987~1989년 40만~46만 톤 수준에 이른 후 1990년대에는 약 35만 톤으로 다소 감소하였다. 하지만 1992년부터 자원량이 다시 증가하기 시작하여 1995년 55만 톤, 1996년에는 66만 톤으로 최대의 수준에 달한 후 1997년 이후 점차 감소하여 2002년에는 약 35만 톤 수준에 이르고 있다(최영인 외 4인, 2004a).

〈표 4-8〉 대형선망어업의 톤당, 마력당, 그리고 양망당 CPUE 변화

연도	톤당 CPUE1) (어획량/톤수)	마력당 CPUE1) (어획량/마력수)	양망당 CPUE2) (어획량/양망횟수)
1978	6.2	1.3	16.5
1983	9.2	1.8	13.3
1988	10.1	1.7	15.4
1993	6.5	1.0	16.7
1998	6.3	0.8	18.0
2003	5.6	0.6	14.1
2004	8.5	1.1	27.6

자료 : 1) 해양수산부, 「해양수산통계연보」, 각 년도

2) 국립수산물과학원(2004b)에서 조사한 대형선망어업 자료

## 2) 어획능력 측정결과

앞서 측정된 두 어업과 마찬가지로 DEA 방법을 이용하여 대형선망어업의 어획능력을 측정하기 위해 사용된 산출물 자료로서는 어획량 자료를 이용하였다. 그리고 투입물 자료로서는 기본적으로 실질적인 투입 어획노력량으로 평가되고 있을 뿐만 아니라 선행연구들에서도 주로 사용되고 있는 어선척수, 톤수 및 마력수 자료를 이용하였다.<sup>58)</sup>

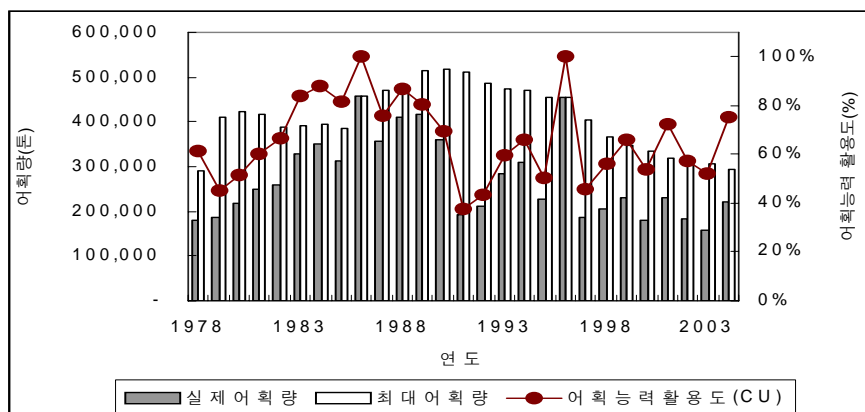
보다 구체적인 DEA 방법에 있어서는 연도별 대형선망어업의 개별 어선에 대한 투입량과 어획량 자료가 활용 가능하지 않았기 때문에 1978~2004년간의 어획량과 투입 어획노력량 변수별 시계열 자료를 이용하였다. 즉, 대형선망어

58) 대형선망어업은 일반적으로 '통' 이라고 하는 6~7척으로 구성된 선단을 이루어 조업을 하고 있다. 현재 우리나라에서는 대형선망어선 약 33통 정도가 조업 중이다. 따라서 PTP와 DEA 기법을 이용한 대형선망어업의 어획능력 분석에 있어서는 '통' 별 어획노력량(통수, 통별 톤수 및 마력수 등) 자료를 이용하는 것이 보다 현실적일 수 있다. 하지만 통계자료(해양수산부, 「해양수산통계연보」)에서는 '통' 별 자료가 아니라 개별어선들의 척수, 톤수 및 마력수를 합계한 대형선망어업의 총어선척수, 총톤수 및 총마력수 자료만을 제시하고 있다. 이러한 자료 활용상의 한계로 인해 본 연구에서는 '통' 별 자료를 활용하지 못하고, 「해양수산통계연보」 상의 어획노력량 자료를 이용하였다.

업의 전체 투입요소별 자료와 총 어획량 자료를 이용하여 1978~2004년간의 연도별 대형선망어업 전체의 어획능력을 측정하였다.

DEA 방법을 이용하여 대형선망어업의 어획능력을 분석한 결과는 〈그림 4-14〉에서 보는 바와 같다. DEA 방법에 의한 최대 어획량(어획능력) 수준의 변화를 살펴보면, 어획노력량 투입요소들의 변화에 따라 최대 어획량 수준이 변하고 있는 것으로 분석되었다. 즉, 최대 어획량은 1980년 약 42만 톤을 기점으로 이후 감소경향을 보이다가 어선수가 증가하고, 이에 따른 톤수 및 마력수가 크게 증가된 1990년도에 약 52만 톤으로 최고치를 기록하였다. 하지만 이후 어획노력량 요소의 투입이 줄어들면서 최대 어획량 수준도 감소하는 경향을 보이고 있다. 이에 반해, 실제 어획량은 최대 어획량의 변화와 관계없이 변하고 있는데, 최대 어획량으로 측정된 시기와 달리 1986년 약 46만 톤의 최고치를 기록한 후 이후 감소하다 다시 1996년 약 45만 톤으로 급증한 이후 재차 감소추세에 있다.

〈그림 4-14〉 DEA 방법에 의한 대형선망어업의 어획능력 활용도(CU) 변화



이러한 최대 어획량에 대한 실제 어획량의 비교로부터 측정된 대형선망어업의 연도별 CU는 1986년 100% 수준에 이른 후 감소하다 1996년 다시 100%를 기록한 이후 감소하는 추세를 보였다. 그리고 1978~2004년 기간 동안의 평균

CU는 약 66% 수준으로 나타났으며, 지난 5년간과 3년간의 평균 CU는 각각 약 62%와 61%로 측정되어 장기적인 초과어획능력 현상이 지속되고 있는 것으로 분석되었다. 하지만 최근 2004년의 경우에는 2003년에 비해 투입 어획노력량 수준의 감소에도 불구하고 어획량은 오히려 증가하여 2003년도에 비해 CU가 크게 증가한 것으로 나타났다(2003년 52%→2004년 76%).

이는 2004년도 어획량 22만 톤을 어획하기 위해서는 현재 대형선망어업 어획능력의 76% 수준으로도 어획할 수 있음을 의미한다. 따라서 나머지 24%의 어획능력은 유허 어획능력으로서 어업활동에 대한 통제가 제대로 이루어지지 않을 경우 어획경쟁이 더욱 과도해 질 수 있고, 그 결과 대상 어업자원에 대한 어획압력이 더욱 커질 수 있는 우려가 있다. 뿐만 아니라 유허 어획능력에 대한 추가적인 어업비용 발생은 대형선망어업의 경영 상태를 악화시킬 수 있는 요인으로 작용할 우려도 있다. 더군다나 기선권현망어업과 마찬가지로 대형선망어업 또한 선단조업을 하고 있어서 특히 최근의 동향과 같이 유류비, 인건비, 어선 및 어구 수선비 등 어업비용의 급증으로 인해 어업경영상황이 악화되고 있는 점을 고려할 때 유허 어획능력 감축은 어업경영 개선을 위하여 반드시 필요하고 시급한 일이다.

대형선망어업 또한 초과어획능력 감축 수준을 보다 실증적으로 분석하기 위하여 DEA 분석 결과에 대한 민감도 분석을 추가적으로 실시해 보았다.

민감도 분석에 있어서는 우선 2004년도 어획량을 기준으로 초과어획능력 감축을 위한 투입 어획노력량 요소들의 감축 범위를 추정하였다. 분석 결과, 2004년의 투입 어획노력량 수준에서 어선척수 24%, 톤수 26%, 그리고 마력수가 29% 정도 감축되면 CU가 100% 수준을 달성하여 유허 어획능력이 존재하지 않는 것으로 평가되었다.<sup>59)</sup>

---

59) 본 연구의 결과치인 어선척수 24% 감축은 최근 업계가 마련한 대형선망업계 현안사항 자료에 나타난 총 25% 감축 요구와 거의 일치하는 결과치이다.

〈표 4-9〉 대형선망어업의 어획능력 감축을 위한 민감도 분석 결과

목표 어획능력	어획능력 감축 내용	CU
2004년도 어획량 기준	어선척수 24%, 톤수 26%, 마력수 29% 감축	100%
대형선망어업의 MSY 기준	어선척수 15%, 톤수 18%, 마력수 21% 감축	100%

하지만 기선권현망어업과 대형트롤어업의 경우와 마찬가지로 2004년도 어획량을 기준으로 대형선망어업의 어획능력 감축 수준을 정하고 이에 따라 어획능력을 감축시키게 되면 향후 자원량 증가에 따라 어획량 수준이 높아지더라도 더 이상 어획할 수 없게 될 우려가 있다. 따라서 대형선망어업에서는 기선권현망어업의 경우와 마찬가지로 장기적인 목표치가 될 수 있는 최대 지속적 어획량인 MSY 기준을 구해서 이에 따른 어획능력 감축 수준을 추정하였다.

따라서 대형선망어업의 MSY는 전체 어획량 중 고등어의 어획량이 약 56% (1978~2004년 평균)를 차지한다는 가정에 따라 최영민 외 4인(2004b)의 연구 결과로부터 추정된 고등어의 MSY를 대형선망어업 MSY의 56%로 가정하여 계산하였다. 그리고 여기에서 구해진 MSY 값을 DEA 측정 결과에 대입하여 민감도 분석을 실시하였다. 분석 결과, 어획능력 감축 수준은 2004년을 기준으로 어선척수는 15%, 톤수 및 마력수는 각각 18%와 21% 정도인 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 기선권현망어업에서 MSY 기준을 이용한 민감도 분석의 결과와 마찬가지로 대형선망어업의 2004년 기준 어획능력 감축 수준 결과에 비해 보수적인 감축수준을 보이고 있다.

#### 4. 시사점 및 제약조건

이상과 같이 시계열 자료와 횡단면 자료를 바탕으로 PTP 방법과 DEA 방법을 이용하여 측정된 어업별 어획능력 측정결과는 우리나라 어업관리에 있어서

다음과 같은 정책적 시사점을 제공해 줄 것으로 기대된다.

첫째, 해당 어업의 전체 어획능력 변화를 연도별로 측정함으로써 한 업종의 전체적인 잠재 어획량을 추정할 수 있다. 이러한 분석결과는 향후 어업생산 전망이나 어획량 통제제도의 활용 등에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

둘째, DEA 측정결과에 대한 민감도 분석을 통해 어획능력 감축수준을 정량적으로 추정할 수 있다. 이러한 결과는 어선감척사업이나 어획노력량 통제제도 등에 있어 어선척수나 어획노력량 요소들의 감축범위에 대한 정책적 근거자료로 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

셋째, 어선별 어획능력 측정결과는 어선간의 어업생산성 비교를 가능하게 할 뿐만 아니라 민감도 분석 등을 통해 개별어선의 생산성 향상을 위한 구체적인 방안이나 투입요소들의 감축 수준에 대한 근거자료를 제공해 줄 수 있을 것이다. 특히 어선감척사업이 진행될 경우 개별어선별 감척 우선순위 선정에 있어서 어선간의 어업생산성 측정결과 자료는 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

넷째, 본 연구에서 분석한 어업의 어획능력 측정과 민감도 분석을 통한 어획노력량 감축 수준의 결정은 우리나라 연근해 자원관리정책에도 유용한 관리기법을 제공해 줄 수 있다. 특히 자연과학적인 자원량 조사 및 평가가 미비하고, 자원량 추정에 관한 불확실성이 클 경우 연근해 자원관리를 위한 목표나 기준의 설정이 어렵고, 어업관리수단의 효과를 평가할 수 없는 문제가 발생하게 된다. 이러한 경우, 어업의 어획능력을 측정하고, 자원회복을 도모할 수 있는 목표 어획량에 맞추어 어획노력량 수준을 결정하고 감축방안을 강구해 간다면 보다 실효성 있는 자원관리가 가능해질 수 있을 것이다.

이상의 실증분석을 통해 알 수 있듯이 어획능력 측정을 위한 분석기법에 있어서 PTP와 DEA 방법은 투입물과 산출물 자료를 이용하여 어획능력을 비교적 쉽게 측정할 수 있는 장점이 있었다. 그러나 PTP 방법은 단일 투입자료를 활용할 수밖에 없는 단점이 있어 다양한 투입요소에 따른 어획능력 측정이 불가능하다. 그리고 DEA 방법은 확정적(deterministic) 모형이기 때문에 추정된 산출물에 대한 통제가 불가능한 확률적 오차 등의 무작위적 영향들이 모두 비

효율로 간주될 우려가 크다. 이에 따라 비효율성 수준이 실제보다 과장되게 나타날 수 있는 문제점이 있다. 이러한 한계점을 극복하기 위해서는 또 다른 어획능력 측정방법 중의 하나인 확률적 프런티어(SFP) 분석기법을 활용할 수 있을 것이다. 하지만 이 기법의 사용을 위해서는 개별어선들의 어획능력에 관한 많은 양의 자료가 필요하다. 향후 이러한 필요한 자료를 수집하여 각 방법에 의한 결과들을 비교해 간다면 보다 정확한 어획능력 측정과 효과적인 관리방안 마련을 도모할 수 있을 것이다.



## 제5장

### 효율적인 어획능력 관리를 위한 정책수단과 추진방향

#### 1. 어획능력 관리를 위한 정책수단

앞서 언급한 바와 같이, 어업에서 유휴 어획능력이 존재할 경우 어업활동에 대한 통제가 제대로 이루어지지 않으면 어획경쟁이 더욱 과도해질 수 있고, 그 결과 대상 어업자원에 대한 어획압력이 커져 어업자원의 남획을 초래할 수 있다. 뿐만 아니라 유휴 어획능력에 대한 추가적인 어업비용의 발생은 어업경영 상태를 악화시킬 수 있는 요인으로 작용할 수도 있다. 따라서 초과 어획능력으로 인하여 이러한 생물학적인 문제점과 어업경제적인 문제들이 발생하고 있는 최근의 국제 및 국내 어업상황 하에서는 유휴 어획능력 감축을 위한 효과적인 정책마련이 지속적인 어업발전과 어업경영 개선을 위하여 무엇보다 필요하고 시급한 과제 중의 하나이다.

제4장의 어획능력 실증분석에서 나타난 바와 같이 우리나라 주요 근해어업에서도 장기적인 초과어획능력 현상이 발생하고 있다. 최근의 동향과 같이 우리나라 근해어업이 유류비, 인건비 등 어업비용 증가로 인해 어업경영의 어려움을 겪고 있는 점을 고려할 때 지속 가능한 어업자원의 이용은 물론 어업경영의 개선을 위해 유휴 어획능력의 감축은 매우 중요한 과제이다. 이러한 유휴 어획능력의 감축은 기선권현망어업, 대형선망어업, 대형트롤어업 등 업계에서 요구하는 어선감척과 같은 단기적 수단 외에도 여러 가지 정책

수단에 의해 복합적으로 관리될 수 있다.

어획능력 관리를 위한 효율적인 방안으로 FAO 전문가실무그룹에서는 구체적으로 어획능력 증강방지수단(fishing capacity incentive-blocking measures)과 어획능력 조정수단(fishing capacity incentive-adjusting measures)을 각각 제안하였다.<sup>60)</sup> 여기서, 어획능력 증강방지수단은 단기적으로 어획능력 증가율을 감소시키거나 혹은 중단시킴으로써 어획능력 문제를 해결하기 위한 조치수단이다.<sup>61)</sup> 이에 반해 어획능력 조정수단은 어업자원의 특성상 야기되는 자유어업(open access)의 문제점을 교정할 수 있는 조치수단을 사용함으로써 장기적으로 어획능력 문제를 어업인의 조정에 의해 해결하려는 조치수단을 말한다.

본 장에서는 효율적 어획능력 관리를 위해 FAO 전문가실무그룹에서 제안한 정책수단을 검토하고 이와 관련한 우리나라의 실태를 파악하여 향후 우리나라 어획능력의 효율적 관리를 위한 추진방향 및 과제를 제시하고자 한다. 즉, 본 장에서는 어획능력 관리를 위한 구체적인 방안까지는 제시하지 않고 있는데, 이는 본 연구가 효율적인 어획능력 관리를 위해 우선적으로 갖추어야 할 정확한 어획능력 측정 및 그 활용방안에 초점을 두고 있기 때문이다. 또한 본 장에서 제시된 어획능력 관리를 위한 정책수단의 세부적인 추진방안은 대상 어업 및 어종 그리고 사회경제적 여건 등을 복합적으로 고려하면서 다루어져야 할 내용이므로 여기서는 어획능력 관리를 위한 구체적인 방안보다는 정책수단별 추진방향을 중심으로 기술하였다.

---

60) FAO, "Report of the Technical Working Group on the Management of Fishing Capacity", *FAO Fisheries Report*, No. 586, 1998, p. 57.

61) 참고적으로 FAO 전문가그룹에서는 허가제한제도(license limitation program)를 가장 전형적인 어획능력 증강방지수단으로 제한하였다.

## 2. 어획능력 증강방지수단

어획능력 증강방지수단은 비교적 단기적으로 어획능력 증가율을 둔화시키거나 중단시키기 위한 것으로, 구체적인 수단으로는 어업허가제도(limited license program), 어선감척사업(vessel buyback program), 어구 및 어선제한(gear and vessel restrictions), 총허용어획량제도(Total Allowable Catch), 그리고 어선별 어획량 제한(Vessel Catch Limit) 등을 들 수 있다. 이러한 어획능력 증강방지수단은 어획능력이 증가할 수 있는 유인(incentive)을 직접 차단함으로써 어획능력이 증가하는 것을 방지하는 수단이다.<sup>62)</sup>

물론 이러한 어획능력 증강방지수단은 단기적인 대응방안으로서 어획능력 증강방지를 위한 근본적인 치유책은 되지 못한다. 하지만 우리나라를 비롯한 세계 여러 선진어업국에서 어획능력을 관리하기 위한 단기적 방편으로 이러한 정책수단들을 활용하고 있다. 이는 세계의 어업당국이 어획능력 증강방지를 위한 완벽한 해결책이 존재하지 않는 상황에서 이상의 정책수단을 어획능력 관리를 위한 유일한 대안으로 받아들이고 있기 때문이다. FAO 전문가실무그룹에 의하면 이러한 정책수단의 단점은 이미 잘 알려져 있으며, 많은 부분이 운영상의 문제에서 기인하므로 상기 정책수단에 대한 축적된 경험을 바탕으로 미비점을 보완하고 기타 관리수단과 병행할 경우 효과적인 적용이 가능할 것으로 판단하고 있다.

---

62) 어선감척은 기존의 어획능력을 감척에 의해 하향 조정하는 것으로서 어획능력 조정수단과 같은 어감을 주지만, FAO에 따르면 어선감척은 어획능력 증가의 물리적 유인인 어선을 직접 차단한다는 의미에서 ‘incentive-blocking’ 수단에 속한다. 반면, 어획능력 조정수단은 특정한 제도 하에서 어획능력 증가의 유인을 어업인 스스로에 의해 조정하는 과정을 포함한다. 이 외에도 어획능력 관리수단과 관련해 휴어제를 생각해 볼 수 있는데, 실제로 휴어제는 여기서 언급하는 어획능력 관리수단과는 커다란 차이점이 있다. 휴어제는 기본적으로 자원 회복 및 남획방지를 위해서 일정 기간 동안 조업을 하지 않고 ‘쉬는 것’으로서 어선 및 어구 등의 어획능력을 실제로는 존치시키지만 그 사용만을 유희화시키는 것이다. 반면, 본 연구에서의 어획능력 관리는 휴어제에 의한 어선 및 어구의 유희화 자체를 자원의 비효율적 이용으로 보고 어선 및 어구 등의 물리적 어획능력 자체를 감축(혹은 증가)시켜 관리하고자 하는 것이다.

## 1) 어업허가제도(limited license system)

어업허가제도는 어선척수제한 등 어업으로의 진입참여를 제한하기 위한 정책수단으로서 어업별 전체 어획능력을 제한하는 데 어느 정도 효과적일 수 있다. 하지만 허가받은 어선별 어획능력을 제한하기에는 다소 한계가 있을 수 있다. 따라서 어업허가제도 하에서 개별어선별 어획능력을 효과적으로 제한하기 위해서는 어선별 마력수 및 톤수 제한, 조업기간 및 조업구역의 제한, 어선별 어구제한 등의 조치수단들이 병용되어야 한다.

어업허가와 관련해서는 다음과 같은 몇 가지 문제가 중요한 고려사항이 된다. 첫째, 무엇을 허가할 것인가 하는 것으로서 통상 어구에 대해서 허가를 하지만 어업자에 대해 허가를 하는 경우도 있다. 둘째, 관리당국(국가 또는 지자체)은 허가권을 어떻게 배분할 것인가 하는 문제이다. 이에 대해서는 과거 실적을 기준으로 배분하는 방법, 특정 기간 중에 일정한 생산·양륙량을 설정하고 그 이상 생산한 자에게 모두 허가를 부여하는 방법 등이 있다. 셋째, 어업 허가를 부여받은 자들에게는 일종의 특혜를 가져다주나 그렇지 않은 자에 대해서는 아무런 혜택을 주지 않은 결과를 가져오는데 이러한 문제의 해결을 위해서 지대에 해당하는 허가료를 부여하는 방법이 있다. 넷째, 과거의 예를 볼 때 어업에 참여하는 자의 수가 너무 많은 경우가 있다. 따라서 이때 관리당국은 허가제도를 보완하기 위한 다른 방안을 강구하거나 부여한 허가의 일부를 환수해야 한다.

현재 우리나라에서는 어업허가제도와 관련하여 허가정수와 허가건수를 설정, 운용하고 있는데, 이때 허가정수는 바람직한(또는 적정) 허가규모로서 2005년 현재는 21개 업종 전체에 있어 4,132건이 설정되어 있다.<sup>63)</sup> 반면 허가건수는 실제 어업허가가 부여된 건수로서 2005년 말 현재 4,359건이 있다.

63) 허가정수에 관한 규정은 수산업법 제41조 및 제52조에 근거하여 어획능력 확대를 사전에 제한하려는 목적으로 연근해어업에 대해 규정하고 있다.

〈표 5-1〉 근해어업의 업종별 허가건수와 허가정수

(단위 : 건)

어업명칭	2000			2005		
	정수(A)	건수(B)	B/A	정수(A)	건수(B)	B/A
합 계	4,794	6,915	1.44	4,132	4,359	1.05
외끌이 대형기저	80	87	1.09	35	48	1.37
쌍끌이 대형기저	180	136	0.76	45	45	1.00
동해구 기저	42	42	1.00	35	43	1.23
외끌이 서남구기저	65	65	1.00	37	47	1.27
쌍끌이 서남구기저				10	10	1.00
대형 트롤	60	85	1.42	50	59	1.18
동해구 트롤	43	43	1.00	35	39	1.11
대형 선망	35	36	1.03	30	35	1.17
소형 선망	-	67	-	60	50	0.83
근해채낚기	-	1,514	-	915	1,002	1.10
기선권현망	150	104	0.69	80	84	1.05
근해자망	2,200	1,363	0.62	855	922	1.08
근해안강망	850	666	0.78	290	271	0.93
근해봉수망	-	85	-	60	67	1.12
자리돔들망	-	-	-	10	11	1.10
잠수기	249	236	0.95	230	237	1.03
장어통발	300	190	0.63	90	86	0.96
기타통발	-	560	-	190	284	1.49
문어단지	-	92	-	40	67	1.68
패류형망	540	191	0.53	170	143	0.84
근해연승	-	1,353	-	865	809	0.94

자료 : 해양수산부

허가정수 대비 허가건수의 비율을 보면, 2000년 당시 절반 이상의 업종에 있어 허가건수가 허가정수에 미달됨에도 불구하고 어업자원상태가 열악한 상태에 있었는데 이것은 허가정수가 설정되어 있지 않은 업종에서 어획노력량이 계속 증가했거나 허가정수 자체가 합리적으로 설정되어 있지 못했음을 나타낸다.<sup>64)</sup>

64) 기존의 허가정수는 면밀한 과학적 자원조사·평가를 통한 자원상태에 대한 고려 없이 설정되었다는 비판이 있다.

따라서 이후 근해어업의 경우 전 업종에 걸쳐 허가정수를 설정했는데 상당한 규모의 어선감척에도 불구하고 14개 업종의 허가건수가 허가정수를 초과하고 있고, 양자가 같은 업종은 2개, 허가건수가 허가정수에 미달되는 업종은 5개에 불과하다. 이런 점에서 볼 때 우선 14개 업종에 대해서는 신규 허가를 억제하거나 어선감척사업을 계속 추진해 나가야 할 것이며, 아울러 과학적 자원조사 및 평가를 통해 자원량 수준에 맞는 합리적인 허가정수 설정을 위해 노력을 해나가야 할 것이다.

또한 허가정수와 같은 어업진입 제한만으로는 어획능력의 증강방지에 대한 충분한 효과를 거두기 어렵기 때문에 앞서 언급한 어선별 마력수 및 톤수 제한, 조업기간 및 조업구역의 제한, 어선별 어구제한 등의 조치수단들이 병용되는 것이 바람직하다. 더 나아가서는 개별 어획량 할당 등을 통해서 어업자원 선점에 대한 동기를 감소시켜 어업인 스스로가 어획능력을 감축할 수 있도록 유도하는 정책수단의 도입이 신중히 고려되어야 할 것이다.

## 2) 어선감척사업(vessel buyback program)

어선감척사업은 어획능력 감축을 위해 최근 전 세계적으로 널리 사용되거나 제안되고 있는 수단 중의 하나이다. 이는 문자 그대로 어선척수나 허가건수를 환수함으로써 어획능력을 감축시키는 정책수단이다. 현재 어선감척사업을 추진 중인 국가로는 우리나라를 포함하여 일본, 미국, 캐나다, 노르웨이, 호주, EC, 그리고 대만 등이 있다.

어선감척사업은 국가별로 다소 상이하게 추진되고 있는데, 어떤 국가에서는 어선 자체를 환수하고 있는 반면 어선 대신 허가권만을 환수하는 국가도 있다. 그리고 일부 국가에서는 허가권 사용을 제한하거나 상업적 어업에 대한 참여를 제한하는 조치를 취하고 있다. 그러나 어선감척사업의 목적은 공통적으로 어업자원의 회복, 적정 어선수준 유지를 통한 경영합리화 도모 등에 있다.

Holland, Gudmundsson, and Gates(1999)는 전 세계적인 어선감척사업의 동

향을 분석하여 그 유용성을 평가하였다. 분석 결과, 앞서 언급한 바와 같이 어선감척사업의 목적은 대부분 유사한 반면, 사업내용은 크게 상이한 것으로 나타났다. 이들은 어선감척사업을 통해 단기적으로는 어획능력이 다소 감소될 수 있지만, 자유어업(open access) 혹은 불완전한 규제어업(regulated open access) 하에서는 어선감척사업을 통한 어획능력 감축에 한계가 있는 것으로 결론지었다. 이는 자유어업 하에서는 어선감척사업 후에도 어업자원 변동 등에 따라 추가적인 어선진입이 이루어질 수 있어 결과적으로 어획능력이 다시 증강될 수 있기 때문이다. 하지만 어선참입 등에 대한 관리 및 통제가 제대로 이루어지고 또한 어선감척 후 더욱 능률적인 어구어법을 사용하여 어획능력이 다시 증강되지 않도록 기술적 규제 등이 병행된다면 어선감척사업은 어획능력 감축을 위한 효과적인 수단이 될 수 있다고 주장하였다.

우리나라에서는 1994년 연근해어선 감척사업을 시작한 이래 2004년까지 근해어선 1,942척, 연안어선 1,175척 등 총 3,117척을 감척하였다.<sup>65)</sup> 하지만 아직까지 어선감척 척수가 충분하지 않고, 불법어업 등 어선감척의 효과를 상쇄시키는 요인들이 상존하고 있어 앞으로 어선감척의 확대와 더불어 이러한 문제를 해결해 나가야 할 것이다. 그리고 향후 우리나라에서 감척사업이 실질적이고 가시적인 효과를 거두기 위해서는 사업시행 이전에 유휴 허가를 정리한 후 과학적 자원조사 및 평가에 근거하여 적정 허가정수를 설정하고, 감척사업과 병행하여 톤수 및 마력수 제한 등 기존의 어업관리수단에 대한 철저한 준수를 통해 더 이상 어획능력이 증가하지 않도록 해야 한다.

(65) 어선감척은 어업인지원특별법 제19조, 농어촌발전특별조치법 제11조 등에 근거하여 어획능력의 감소를 통한 자원회복 및 잔류어업인 소득증대를 도모하기 위한 수단으로 시행되고 있다(해양수산부, 2005).

〈표 5-2〉 연근해어선 감척실적

(단위 : 척)

구 분	합 계	근해어선	연안어선
합 계	3,117	1,942	1,175
1994	54	-	54
1995	117	6	111
1996	136	26	110
1997	135	87	48
1998	159	96	63
1999	730	730 <sup>1)</sup>	-
2000	139	104 <sup>2)</sup>	35
2001	586	531 <sup>3)</sup>	55
2002	276	245 <sup>4)</sup>	31
2003	73	57	16
2004	712	60	652

주 : 1) 국제규제감척 652척, 일반감척 78척

2) 국제규제감척 31척, 일반감척 73척

3) 국제규제감척 509척, 일반감척 22척

4) 국제규제감척 116척, 일반감척 129척

자료 : 해양수산부

### 3) 어구 및 어선제한(gear and vessel restriction)

어구 및 어선제한은 어업생산 투입요소에 대한 통제를 통해 어획능력을 제한하기 위한 조치수단이다. 이러한 조치수단의 구체적인 예로서 최소 망목 사이즈 제한, 통발수 제한, 망폭 제한, 특정어구 사용금지 제한 등이 전 세계적으로 다양하게 사용되고 있다. 이 외에도 어선의 물리적 특징(마력수 및 톤수 제한 등)에 대한 규제도 어획능력의 제한을 위해 사용되고 있다.

하지만 어구 및 어선제한 조치수단에 대해 어업인들이 규제대상 이외의 어구를 사용하거나 새로운 형태의 어구를 개발하여 투입요소로서 사용하게 되면



어획능력 감축효과가 나타나지 않을 수 있다. 따라서 어획능력의 효과적인 감축 및 관리를 위해서는 새로운 어구개발 등 기술진보를 감안하여 이에 대한 통제 및 규제가 제대로 이루어져야 할 것이다.

우리나라에서는 수산업법에서 업종별로 어선톤수를 제한하고 있는데 연안어업의 경우 8톤 내지 10톤 미만으로 되어 있고, 근해어업은 다음 <표 5-3>에서 보는 바와 같이 업종별로 다양하게 규정하고 있다.

또한 어업자원의 수준이 어획능력에 비해 낮은 것으로 평가됨에 따라 어선세력 증가를 억제하기 위해 근해어업 전 업종에 신규허가 금지조치를 실시하고 있다. 이에 더해 어선 대체시 어선규모 증톤으로 어획능력이 계속 증가되는 것을 억제하기 위해서 연근해 어선에 대한 선복량 제도가 실시되고 있다.

한편 어구규제에 대해서는 수산업법 제79조 및 수산자원보호령 제 5, 6, 23조 등에서 정하고 있는데 그 구체적인 내용을 보면 다음 <표 5-4>와 같다. 이러한 어구규제 수단은 기술적 대체로 어획능력이 다시 증가하는 것과 불법어구에 대한 단속이 문제가 되고 있다. 최근 국제관계에 의해 조업어장이 축소되고 환경오염 및 과도한 어획으로 인해 어업자원이 감소함에 따라 조업경쟁이 심화되면서 과도한 어구사용 및 조업분쟁, 어업경비 증가 그리고 다시 자원남획이라는 악순환이 지속되고 있다. 이에 대해 연근해 어업별 어구의 적정규모를 설정하여 과도한 어구 사용을 제한해 나가야 한다.<sup>66)</sup>

---

66) 현재 우리나라에서는 과도한 어구사용을 자제하고 폐어구를 해상에 방치하거나 불법 투기하는 사례를 예방하기 위해 어구실명제가 도입되어 시범적으로 실시되고 있다.

〈표 5-3〉 근해어업 업종별 어획노력량 통제

업 종	톤급 제한
대형기저 외끌이 쌍끌이	60톤 이상~80톤 미만 60톤 이상~80톤 미만
중형기저 동해구 서남구	20톤 이상~60톤 미만 20톤 이상~60톤 미만
근해트롤 동해구 대 형	20톤 이상~60톤 미만 70톤 이상~140톤 미만
기선선망 대 형 소 형	50톤 이상~130톤 미만 8톤 이상~20톤 미만
근해채낚기 채낚기 외줄낚시	8톤 이상~90톤 미만 8톤 이상~90톤 미만
기선선인망	40톤 미만
근해유자망	8톤 이상~70톤 미만
근해안강망	8톤 이상~90톤 미만
잠수기	8톤 미만
근해통발 장 어 기 타 문어단지	8톤 이상~70톤 미만 8톤 이상~70톤 미만 8톤 이상~70톤 미만
근해형망	20톤 미만
근해연승	8톤 이상~70톤 미만
근해봉수망	8톤 이상~70톤 미만

〈표 5-4〉 우리나라의 어구규제 내용

근 거	내 용
수산자원보호령 5조	해조인망류 어구 또는 2중 이상의 자망사용 금지
수산자원보호령 6조	업종별로 어망목 제한
수산자원보호령 6조2	어구의 규모제한 : 어업종류별로 어구규모 제한
수산자원보호령 23조	면허, 허가, 신고된 어업 이외의 어구사용 금지

#### 4) 총허용어획량(Total Allowable Catch)

총허용어획량(TAC)은 어업인들로 하여금 연간 설정된 양만을 어획하게 함으로써 어업자원의 관리 및 회복을 도모하기 위한 수단이다. 따라서 어업인들이 추가적인 어획노력량 증가 없이 정해진 어획량만을 어획한다면 어획능력은 증강되지 않을 수 있다.

하지만 FAO 전문가그룹에서는 TAC 제도에 따라 어획능력이 보다 급속히 증강될 수 있음을 우려하였는데, 어업참입에 대한 규제가 없을 경우 TAC 시행 이후 어업자원량 회복에 따라 추가적인 신규 어업인의 참입이 이루어지게 되고 이에 따라 어획능력이 증강될 수 있다고 지적하였다.

특히 소위 ‘올림픽 방식의 TAC 제도’<sup>67)</sup>의 경우 어선 간의 어획경쟁이 치열해짐에 따라 어업인들은 어선의 어획능력을 더욱 증강시키게 되고, 그 결과 조업일수 단축 및 어업경비 상승 등의 부작용이 발생할 수 있게 된다. 따라서 TAC 제도에 따른 어획능력 감축을 위해서는 새로운 어업진입에 대한 통제가 제대로 이루어져야 하며, 어획경쟁에 따른 추가적인 어획노력량 증가가 일어나지 않도록 하는 조치수단이 병용되어야 한다.

우리나라에서는 TAC 제도를 1997년부터 도입하였는데 정부에서는 TAC 제도의 도입을 위하여 그 동안 수산업법(1995년 12월) 및 수산자원보호령(1996년 12월)을 개정하여 그 시행근거를 마련하였고, ‘총허용어획량의 관리에 관한 규칙(2002년 3월)’을 제정하여 제도정비를 완료하였다.

도입 초기에는 몇 개 어종을 대상으로 시범사업을 실시하였고, 2005년에는 고등어, 정어리, 전갱이(대형선망어업), 붉은 대게(근해통발어업), 대게(근해자망 및 근해통발어업), 키조개 및 개조개(잠수기어업), 제주도 소라(마을어업), 꽃게(연근해 자망 및 통발어업 : 연평어장과 서해 특정해역에 한정) 등 7개 업종, 9개 어종에 대하여 실시하고 있다. 특히 오징어 자원을 관리하고 업종 간

---

67) ‘올림픽 방식의 TAC 제도’라 하면 ‘먼저 잡는 자가 주인’이라는 개념으로 TAC가 도달되기 전까지 남보다 먼저 어획하기 위하여 경쟁하는 것을 말한다.

갈등 해소를 위하여 2004~2005년간 오징어를 대상으로 도상연습을 실시했는데 최근 동해안 오징어채낚기, 대형선망, 대형기선저인망, 동해구트롤, 근해채낚기 등 업계 대표들이 모여 2007년부터 오징어에 대해 TAC 제도를 실시하기로 합의하였다. 또한 그 동안 정부에서는 이 제도의 효율적인 추진을 위하여 전국 7개 지역에 14명의 읍서비용원을 배치하여 체계적인 어획량 관리, 생물자원에 대한 과학적인 자료수집, 관련법령의 준수 확인 등 많은 노력을 기울여 왔다.

〈표 5-5〉 2005년도 어종별 총허용어획량 현황

(단위 : 톤, %)

대상업종	대상어종	TAC(총허용어획량) 현황		
		TAC	어 획 량	소 진 율
대 형 선 망	고 등 어	160,000	111,169	69.5
	전 쟁 이	12,000	11,991	99.9
	정 어 리	5,000	2	0.0
근 해 통 발	붉은 대게	22,000	21,813	99.1
잠 수 기	개 조 개	7,000	3,814	55.1
	키 조 개	2,300	2,293	99.7
마 을 어 업	제주도소라	1,683	1,585	94.2
근해자망통발	대 게	1,000	805	80.5
연근해자망통발	꽃 게	6,000	864	14.4

자료 : 해양수산부 자원관리과

이 제도에 대한 지금까지의 경과를 두고 볼 때 TAC 제도는 제도 운영에 있어 여러 가지 문제점들이 제기되는 등 아직까지 제대로 정착되지 못하고 있다. 현행 제도 하에서는 동일한 어종에 대해 TAC 제도의 적용을 받는 업종이 있는가 하면 그렇지 않는 업종도 있어 특정 자원의 관리에 한계가 있고, 어획량의 확인 등에도 아직 미흡한 측면이 있다. 또한 총허용어획량을 결정하기 위한 자원조사 및 평가에 있어서는 아직 개선할 점이 많다.

특히 어획능력과 관련해 현행 우리나라의 TAC 제도에서 문제점이 되고 있

는 것으로 어선별 균등배분을 들 수 있다. 타 산업과 마찬가지로 어업에서도 어업자별 혹은 어선별 어획능력이 다름에도 불구하고 이러한 점이 고려되지 않아 일부는 남고 일부는 모자라는 문제가 발생하고 있다. 따라서 어획능력을 효율적으로 활용하기 위해서는 어획량 할당에 있어서 일률적인 할당보다는 개별 어업자 또는 어선의 특성을 감안하여 다양한 형태를 취하는 것이 필요하다. 여기에서 더 나아가 선진어업국에서는 개별양도성어획량(ITQ) 제도를 도입하여 할당을 통해 경쟁을 완화하고 할당량 거래를 통해 개별 어업인 혹은 어선의 어획능력에 맞추어 어업을 수행함으로써 어업에서 발생하는 비효율성의 감소에 노력하고 있다.<sup>68)</sup>

#### 5) 어선별어획량제한(Vessel Catch Limit)

어선별어획량제한(VCL)은 어선 간의 허용어획량 양도 없이 개별 어선별 어획량을 설정하여 어획하도록 하는 수단이다. 이 수단은 어선별 어획량을 설정함으로써 어선 간의 조업경쟁을 다소 완화할 수 있어 어선별 어획능력 증강을 억제할 수 있는 장점이 있다.

하지만 어선별 어획량에 대한 철저한 통제가 이루어지지 않을 경우 할당량을 초과하여 어획할 수 있으며, 특히 더 많은 어획을 위하여 어선별 어획능력이 증강될 우려도 있다. 따라서 VCL을 통한 어획능력의 감축효과를 극대화하기 위해서는 어선별 어획에 대한 철저한 통제 및 관리가 필요하며, 어선별 어획능력 증강방지를 위한 추가적인 제한조치(마력수 및 톤수 규제, 어선 및 어구제한 수단 등)도 마련되어야 한다.

---

68) ITQ 제도의 시행은 자칫하면 어업이 소수의 어업인에게 집중되는 현상을 초래할 수 있으므로 이를 방지하기 위해 할당량 취득 상한의 도입을 병행하는 것이 사회적으로 바람직하다.

〈표 5-6〉 어획능력 증강방지수단의 장점과 단점

어획능력 증강방지수단	장점	단점
어업허가제도 (limited license system)	<ul style="list-style-type: none"> <li>어업 참여자수 제한을 통한 어획능력 증강제한 및 감소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>참여 어업인들 간의 조업경쟁 심화</li> <li>개별 어선들의 어획능력 증강문제</li> </ul>
어선감척사업 (vessel buyback program)	<ul style="list-style-type: none"> <li>어선환수를 통한 어획능력 감축 및 제한</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>새로운 어선에 대한 진입규제가 없으면 새로운 어획능력이 증강될 수 있음</li> <li>환수된 어선이 다른 어업으로 전용되어 사용될 경우 전체적인 어업의 어획능력이 증강될 수 있음</li> <li>개별어선의 어획능력 수준이나 어획량을 제한할 수 없음</li> </ul>
어구 및 어선 제한 (vessel & gear restriction)	<ul style="list-style-type: none"> <li>어획능력 수준 제한을 통한 어획능력 감축 및 제한</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>규제대상 이외의 어획능력량 사용에 따른 어획능력 증강 문제</li> <li>개별어선의 규제대상 이외의 어획능력량이나 어획량을 제한할 수 없음</li> </ul>
총허용어획량 (TAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>어획량 제한을 통한 생산적인 개념의 어획능력 제한</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>올림픽방식의 조업을 통한 어선별 어획능력 증강 우려</li> <li>일시적인 대량생산으로 가공부문에서의 유희능력 존재 우려</li> <li>어획량 통제에 대한 철저한 감시 및 감독이 필요</li> </ul>
어선별어획량제한 (VCL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>어선별 어획량 제한을 통한 어획능력 감축 및 제한</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>어획량 통제에 대한 철저한 감시 및 감독이 필요</li> <li>어선별 어획능력 증강방지를 위한 추가적인 제한조치(톤수 및 마력수 규제 등) 필요</li> </ul>

### 3. 어획능력 조정수단

어획능력 조정수단은 앞서 살펴본 것처럼 단기적으로 어획능력을 통제하려는 어획능력 증강방지 수단과 달리 어업인들 스스로가 어획능력을 감축할 수 있도록 하는 시장적 유인책 제공 및 자유어업의 문제점을 교정할 수 있는 제

도를 보완함으로써 장기적으로 어획능력을 감축시키기 위한 방안을 말한다. 이러한 수단으로는 개별양도성어획량제도(Individual Transferable Quota), 세금(Taxes)<sup>69)</sup>, 그리고 공동어업권제도(Group Fishing Right) 등을 들 수 있다.

### 1) 개별양도성어획량(ITQ) 제도

개별양도성어획량 제도는 어업인에게 할당 배분된 어획할당량의 일부 또는 전부를 매매, 임대할 수 있는 것을 말한다. 특히 이 제도의 도입배경은 어업자원이 지니고 있는 공유재적 성격에 기인하는 어업의 제 문제점들을 해결하고자 하는 동기에서 시작되었다.

ITQ 제도 하에서는 개별어업인의 어획량이 제도적으로 제한되기 때문에 개별 어업인들은 자신의 어업이익을 극대화하기 위하여 자신에게 할당된 ITQ의 재산권적 권리를 자발적으로 관리 및 운영하게 된다. 그 결과 어업인들 간의 조업경쟁을 근절할 수 있게 되고, 이는 어획능력의 유희화(遊休化) 현상 및 어업경비의 증가 문제 등을 해결할 수 있게 된다.

뿐만 아니라 개별 어업인들은 배당된 ITQ를 이용하여 직접 어획하거나 혹은 보유하고 있는 ITQ의 전체 또는 일부를 ITQ 시장을 통해 매매, 임대함으로써 어업이익을 확보할 수 있게 된다. 따라서 개별 어업인은 어획노력량을 투입하여 어획된 어획물이 시장가격을 통해 초과이익을 발생시킬 경우에는 그 자원을 배타적으로 이용할 수 있는 권리를 얻기 위하여 일정 가격을 지불하고서라도 배타적 어획권을 구매하려고 할 것이다. 그러나 직접 어획활동을 통하여 이익을 얻을 수 없는 경우 어업인은 ITQ 시장을 통하여 자신의 ITQ 보유량을 매매 및 양도함으로써 거래차액을 얻을 수 있어 시장유인책에 따른 어업경영이 가능해질 수 있다. 이 외에도 ITQ 제도 하에서는 ITQ 보유자에 한하여 어업이 가능하므로 신규 참여자의 제한 또한 ITQ 시장을 통해 자동적인 조절이

---

69) 세금은 부과방법에 따라 크게 어획량에 대한 부과와 어획노력량에 대한 부과로 나눌 수 있다. 하지만 여기서 FAO는 부과방법에 상관없이 세금부과라는 제도 하에서 어획능력 증가와 연결되는 유인을 어업인 스스로가 조정한다는 관점에서 세금부과를 어획능력 조정수단에 포함하였다.

가능하다. 이에 따라 시장유인책과 신규 참입에 따른 통제를 통해 어획능력에 대한 관리가 효과적일 수 있게 된다.

이미 이러한 ITQ 제도를 시행한 어업에서는 장기적인 어획능력 감축효과가 큰 것으로 알려지고 있다. 예를 들어, Arnason(1998)은 구체적으로 아이슬란드 ITQ 제도 시행에 따른 어획능력 감축효과를 분석하였다. 분석 결과, ITQ 제도 시행 이후 어선척수의 감소, 어업설비에 대한 투자 감소, 어선별 어획노력량 수준의 감소 등 어획능력이 크게 감소된 것으로 나타났다. 게다가 이러한 어획능력의 감소에 따라 어업경비의 절감 등 어선별 어업경영 개선에도 상당한 효과가 있는 것으로 분석되었다.

현재 우리나라에서는 9개의 TAC 어종이 ITQ 제도의 사전 단계라고 할 수 있는 개별할당 수준에 도달해 있다. ITQ 제도의 시행은 개별 어업자의 참여를 기반으로 관리 주체인 정부와 개별 어업자 간의 공동관리체제가 구축될 때 효과를 거둘 수 있으므로 신중한 고려와 충분한 준비기간을 통해서 적용하기 용이한 어업부터 부분적, 단계적으로 이행해 나가는 것이 필요하다.

## 2) 세금(taxes) 부과

자유입어의 경우 어업생산의 한계비용(MC)이 평균비용(AC)을 초과하고 있고, 경제적 지대는 사회적 최적 생산량에서만 발생한다. 따라서 어업경제학자들은 조세부과를 통하여 경쟁의 바람직한 측면에 영향을 주지 않고 자유입어가 가지는 준최적 상태의 교정이 가능하다고 주장하고 있다. 즉 조세부과를 통하여, 어업자로 하여금 자유입어 하에서는 수익이 없음을 인지하게 함으로써 조세의 크기에 따라 어업자들이 최적수준으로 이행하게 할 수 있다는 것이다.

이론적으로는 조세를 어획량에 부과하든 어획노력량에 부과하든 큰 차이가 없는데 전자는 수입의 감소를 가져오고 후자는 비용의 상승을 가져온다. 그러나 시행의 측면에서는 어획량에 부과하는 것이 더 단순한데 어획노력에 대한 부과는 어획노력에 대한 정의 자체가 매우 어려울 뿐 아니라 그 구성을 완전



히 알고 있다 하더라도 생산요소별로 차등적으로 부과해야 한다는 문제가 있다. 그렇지 않으면 어업자들은 한 요소를 다른 요소로 대체하려고 노력할 것이고 이것은 바람직하지 않은 결과를 가져올 수도 있기 때문이다.

조세부과의 효과는 생산량을 감축하게 하여 이론적으로 어획능력에 대한 ITQ 제도 효과와 거의 유사하다(FAO, 2002; Jensen, 2002). 하지만 ITQ 제도와 달리 세금부과정책에 의한 어획능력 감축효과는 현실적으로 검증되지 않았다. 또한 양자간에 근본적으로 다른 점은 조세부과의 경우 생산량을 감축함으로써 발생하는 경제적 지대를 관리당국(국가)이 획득함으로써 어획노력의 추가를 유인하지 않는다는 것이다. 이때 조세가 어업자에게는 비용이 되나 사회적으로는 지속적으로 획득 가능한 이익이 된다.

이상과 같은 조세부과는 어획노력을 줄이는 다소 고통스러운 방법으로서 많은 어선은 세금부과에 의해 어업을 포기할 것이다. 따라서 어업자가 충분히 빠져 나가면 한계어업자들은 정상이윤을 올리고 이탈과정이 중단될 것이다. 어업을 떠나는 자들은 상대적으로 높은 기회비용을 가진 자들이며 잔존자들은 낮은 기회비용으로 기존의 어업에 종사함으로써 최적의 자원배분효과를 가져오게 된다. 그러나 지속적인 경제적 지대를 관리당국이 모두 획득하므로 잔존자들의 경제적 지위는 더 개선되지 않는데 이런 점에서 세금부과는 최선의 방안이 아니다.

또한 세금부과는 시행에 있어 경직성이라는 문제점을 가지고 있는데 제도의 특성상 조세율을 신속하게 바꿀 수 없기 때문이다. 또한 세금부과정책을 효율적으로 추진하기 위해서는 무엇보다 세율(tax rate)이 적정하게 산정되어야 한다. 이는 어업에 있어서의 어획능력 수준은 대체적으로 어업자원량, 시장가격, 어획능력량 단위비용 등에 따라 정해지는데, 이들 요소가 변동할 경우 어획능력 수준이 적정한 세율에 의해 결정되기 때문이다. 따라서 세율은 시기적절하게 결정되어야 한다. 이에 반해 ITQ 제도의 경우 이런 적정 어획능력 수준은 ITQ 시장에서 자동적으로 결정되는 장점이 있다.

앞서 언급한 바와 같이, 세금부과정책은 어업에 있어 거의 사용되지 않고 있

다. 특히 아시아지역 영세 어업인들의 경우 세금부과정책에 대해 상당히 저항하고 있는데, 이는 세금부과에 따라 어업비용이 크게 증가하여 어업경영에 큰 타격이 있을 것으로 우려하기 때문이다(FAO, 1998). 하지만 조세 환원 및 어업관리비용 충당 등 다른 보완수단의 사용과 함께 어획능력 감축 등 향후 어업구조조정사업에 있어 하나의 효과적인 수단으로 고려해 볼 필요성이 클 것으로 판단된다.

### 3) 공동어업권(group fishing rights) 제도

최근 들어 어촌공동체를 기반으로 한 어업관리시스템(communitiy-based management system)이나 협동관리시스템(co-management system)에 대한 관심이 고조되면서 세계 여러 국가들에서 적용되고 있는데, 몇몇 국가들 사례에서 이들 시스템이 어획능력 감축 및 관리에 효과적인 것으로 나타났다. 이는 동질적인 어업으로 구성된 공동체가 하나가 되어 관리조직, 회원구성, 조업활동에 대한 통제 등을 구성원 합의에 의해 행함으로써 보다 효과적으로 어획능력 수준을 통제하고 관리할 수 있기 때문이다.

최근 미국도 어획능력 감축 및 관리를 위한 효과적인 조치수단으로서 이러한 공동어업권제도를 확대해 갈 계획으로 있는데, 이는 알래스카지역의 공동어업권제도(CDQ: Community Development Quota) 시행 결과 어획능력이 효과적으로 통제될 수 있는 수단으로 입증되었기 때문이다.

우리나라에서는 이와 유사한 개념으로 지역 어촌계를 중심으로 한 마을어업과 자율관리어업이 존재한다. 마을어업이란 일정한 지역 안에 거주하는 어업인의 공동이익을 증진하기 위하여 시장·군수 또는 자치구 구청장의 면허를 받아 일정한 수면을 구획하여 패류(貝類), 해조류(海藻類) 등의 정착성 수산동물을 관리·조성하여 포획·채취하는 어업으로서, 어촌계(漁村契) 또는 지구별수산업협동조합에 면허된다.<sup>70)</sup> 마을어업권의 행사는 어장관리규약의 내용에 따라

70) 마을어업의 면허범위는 강원·경북·제주의 경우에는 평균수심(平均水深) 7m 이내, 그 외의 지방의 경우에는 평균수심 5m 이내의 수역(대통령령 제 15639호 개정 수산업법)으로 정하고 있다.

어촌계의 계원 및 지구별조합의 조합원이 배타적으로 관리·행사하고 있다. 마을어업은 이러한 배타적 이용에 의해 어장 이용자가 제한됨에 따라 타 지역 어업인의 진입에 의한 급격한 어획능력 증강이 없고 또한 동질적 구성원으로 이루어져 상대적으로 어획능력의 감축 및 관리에 효과적인 것으로 판단된다.

한편 자율관리어업은 어업인들이 공동체를 결성하고 지역특성에 맞게 현행 수산물 관련 법령의 규정보다 더욱 강화된 자율규약을 스스로 제정하여 수산자원 조성 및 관리, 불법어업 추방, 어장환경 개선, 경영개선, 분쟁해소 등을 실천하는 것을 목적으로 한다. 자율관리어업에 참여하는 공동체는 매년 증가하여 2005년 현재 308개에 이르렀다.

〈표 5-7〉 자율관리어업 공동체 현황

	2001	2002	2003	2004	2005
공동체 합계	63	79	122	174	308
(공동체 증가율)	-	25.4	54.4	42.6	77.0
마을어업	32	35	61	92	159
양식어업	11	12	15	22	46
어선어업	8	19	29	34	52
복합어업	12	13	17	26	43
내수면어업	-	-	-	-	8
참여어업인(명)	5,107	6,575	10,765	15,469	24,805
(참여어업인 증가율)	-	28.7	63.7	43.7	60.4

자료 : 해양수산부

현재 자율관리어업은 마을을 중심으로 그 효과가 나타나고 있으나 아직까지 어선어업은 인식 부족과 실천의지의 미흡으로 인하여 시행에 문제점과 한계가 발생하고 있다. 하지만 어획능력의 감축 및 효율적인 관리를 위해서는 어획강도가 상대적으로 큰 어선어업으로 자율관리어업이 확산될 수 있도록 지속적인 교육과 홍보가 뒤따라야 할 것이다.<sup>71)</sup>

71) 현재 진행되고 있는 바다목장사업에서는 수산자원관리수면의 이용을 통해 자원의 이용자인 어업인이 자율관리어업위원회를 결성하여 자율관리어업을 제도권으로 끌어들이는 방안이 모색되고 있다.

## 제6장

### 결론 및 정책제언

#### 1. 요약 및 결론

어업에 있어 과잉어획능력 현상이 문제가 되는 것은 현재 어획량 수준을 초과하여 어획할 수 있는 유효 어획능력이 어업에 존재하기 때문에 어업활동에 대한 철저한 통제 및 관리가 이루어지지 않을 경우 적정 어획량을 초과하여 어획함으로써 어업자원에 대한 남획현상이 일어날 수 있기 때문이다. 이뿐만 아니라, 적정 수준 이상으로 어획능력이 초과하게 되면 그만큼의 어업비용이 추가적으로 발생하게 되는데, 유효능력에 대한 추가적인 어업수입이 없는 초과비용의 발생은 결국 어업경영 상황을 더욱 악화시키기 때문이다. 그 결과 건전하고 지속 가능한 어업발전을 기대할 수 없게 된다.

전 세계적으로도 어획능력의 꾸준한 증대로 인해 어업자원의 감소경향이 심각해짐에 따라 어획능력 감축을 위한 필요성의 목소리가 국제기구를 중심으로 커지고 있다. 특히 FAO는 ‘책임 있는 수산업 규범(Code of Conduct for Responsible Fisheries)’의 채택을 통해 과도한 어획능력 감축을 위한 방안을 제안하였고, 이 규범의 실질적 이행을 위해 1999년 FAO 수산위원회에서는 ‘어획능력 관리를 위한 국제행동계획(IPOA-Fishing Capacity)’을 채택하여 각 회원국으로 하여금 어획능력 평가와 과도한 어획능력 감축을 위한 방안 마련을 촉구하였다.

우리나라의 경우도 연근해 자원량과 어획량 감소에도 불구하고 실질적인 어

획노력량 수준은 증가하고 있는 점을 감안할 때, 어업자원의 회복을 통한 지속적이고 경영안정적인 어업발전을 위해서는 어업별 어획능력을 실증적으로 측정해 보고, 초과된 어획능력을 감축시킬 수 있는 정책적 대안마련이 시급한 실정이다. 하지만 우리나라에서는 아직까지 어획능력 측정을 위한 방법론과 그 활용에 대한 연구가 미진한 실정이다.

이에 따라 본 연구에서는 우리나라 어획능력 감축을 위한 국내행동계획 수립의 선행단계로서 어획능력 측정을 위한 방법론과 국내의 대표적 근해업종을 대상으로 어획능력을 실증적으로 분석해 보고자 하였다. 특히 본 연구에서는 다양한 어획능력 측정방법 중 FAO에서 권고한 방법론을 살펴보고, 이들 방법론을 사용하여 우리나라 주요 근해어업의 어획능력을 실증적으로 평가하고자 하였다. 제2장에서는 현재의 어획능력 평가가 주로 생산적인 개념에서 이루어지고 있으며, 경제적 자료의 활용이 가능할 경우 경제적 개념의 어획능력 측정도 상당한 정책적 의의가 있을 것으로 파악되었다. 그리고 선행연구 분석을 통해서 FAO가 권고한 방법에 따라 다양한 어업에 대한 어획능력 측정이 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

제3장 어획능력 분석방법에서는 어획능력 측정을 위한 다양한 방법론을 살펴보고, 각 방법별 장단점을 분석해 보았다. 특히 FAO가 권고한 어획능력 측정방법에 대한 이론적 배경과 실제 적용시 장단점을 구체적으로 분석함으로써 각 방법의 활용도를 평가할 수 있었다. 그리고 무엇보다 한 가지 방법에 의한 측정정보는 다양한 방법에 의해 어획능력을 측정하고, 각 측정결과를 비교하면서 정책적 시사점을 도출하는 것이 중요함을 알 수 있었다.

제4장에서는 우리나라의 대표적 근해 업종(기선권현망, 대형트롤, 대형선망)을 대상으로 FAO가 권고한 방법에 따라 어획능력을 실증적으로 측정해 보았다. 측정 결과, 각 어업별로 초과어획능력이 존재하는 것으로 나타났는데, 구체적으로 2004년도 어획량을 기준으로 했을 경우, 기선권현망어업의 경우 약 21%, 대형트롤 31%, 그리고 대형선망어업의 경우 약 24% 정도의 유향 어획능력이 존재하는 것으로 평가되었다. 또한 각 어업의 초과어획능력에 대한 감축

수준을 보다 실증적으로 분석하기 위하여 DEA 분석 결과에 대한 민감도 분석을 추가적으로 실시해 보았다. 특히 민감도 분석에 있어서는 우선 2004년도 어획량을 기준으로 투입 어획노력량 요소들의 감축 범위를 추정하고, 이에 더해 자원량 변동을 고려한 장기적인 목표치를 제시하기 위해서 최대 지속적 어획량(MSY)을 기준으로 한 어획능력 감축 수준을 제시하였다. 제5장에서는 효율적인 어획능력 관리를 위한 정책수단과 추진방향을 제시하였는데, 특히 FAO 전문가실무그룹에서 제안한 어획능력 증강방지수단과 어획능력 조정수단을 통해 우리나라 어획능력 관련 정책수단의 실태를 파악하고 향후 이러한 정책수단이 어획능력 관리에 효율적으로 운영되기 위한 추진방향 및 과제를 논의하였다. 또한 세계의 모든 어업에 있어서 과도한 어획능력의 감축 및 방지를 위한 만능의 해결책이 존재하지 않으므로 개별 어업 및 해역 그리고 해당 어업 자원의 이용자인 어업인의 특성을 감안하여 상황에 맞추어 어획능력 관리수단을 병용해 나가는 것이 필요함을 알 수 있었다. 마지막으로 한 단계 더 나아가서는 과도한 어획능력을 어업인들 스스로 관리할 수 있도록 하는 시장적 유인책이 될 수 있는 ITQ 제도 등의 점진적 도입에 대한 신중한 고려가 필요함을 제안하였다.

## 2. 정책제언

### 1) 어획능력 관리 정책방향

전 세계적으로 어업당국은 자국의 어획능력을 감축하기 위하여 어획능력 관리를 위한 정책수단 중 대체로 어획능력 증강방지수단을 제안하여 현실적으로 이용하고 있다. 미국의 경우만 보더라도 2009년까지 미국 연근해 어업의 어획능력을 25% 감축시킨다는 목표 아래 어업허가제(limited license), 어획량 통제제도, 그리고 어선감척사업(vessel buyback program) 등을 통해 이를 추진하려

고 노력하고 있다.<sup>72)</sup>

이러한 어획능력 감축은 구체적으로 앞서 제4장과 제5장에서 살펴본 바와 같이, 어선감척사업을 통해 어선 자체를 감축하거나 어선의 마력수와 톤수를 제한함으로써 어획능력을 어느 정도 줄일 수 있다. 그리고 어선척수, 톤수 및 마력수 등과 같은 고정적인 어획노력량 투입요소 외에도 조업일수 등 가변요소를 제한함으로써 어획능력을 감축시킬 수도 있다. 또한 다소 소극적인 방법 이기는 하지만, 어업허가제를 통해 허가수를 조절함으로써 어업의 총어획능력을 제한할 수도 있을 것이다.

다행스럽게도 우리나라에서는 이미 이러한 어업관리 정책수단들이 사용되어져 오고 있다. 오래 전부터 어업허가제를 통해 업종별 허가건수를 제한하고 있으며(〈표 5-1〉 참조), 1994년부터 지금까지 연근해어선에 대한 감척사업을 계속 추진해 오고 있다. 더욱이 1986년부터는 어선의 선복량 제한을 통해 어선의 톤수도 제한하고 있다.

하지만 이러한 선복량 제한 정책에도 불구하고 마력수 등에 대한 제한이 제대로 이루어지지 않아 개별 어선들의 실질적인 어획능력은 계속 증강되어 왔다. 그리고 조업일수에 대한 규제도 부재하여 이에 따른 어획노력량 수준도 계속 증가되어 왔다. 이 외에도 지금까지 추진된 어선감척사업의 경우 장기적인 어업별 감축목표 없이 진행되어 실질적인 어업별 어획능력 감소에는 다소 미흡했다는 지적이 있다.

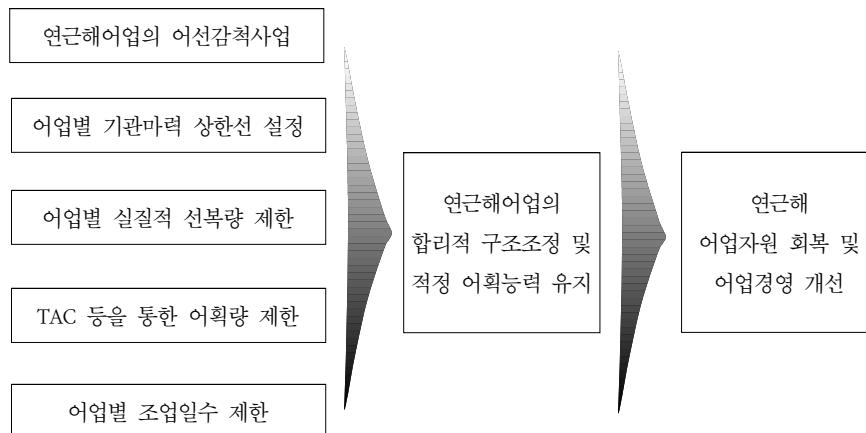
특히 이러한 어획능력 증강방지수단의 경우 앞서 구체적으로 살펴본 바와 같이, 단기적으로는 어획능력에 대한 감축효과를 거둘 수 있지만, 지속적인 효과를 거두기 위해서는 다른 조치수단들과의 병행이 필요하거나 어획활동에 대한 철저한 통제 및 감시가 이루어지지 않으면 안 된다. 따라서 이러한 조치수단들을 강구하여 향후 실질적인 어획능력을 감축하고 관리해 나가기 위해서는 우선적으로 어업별 어획능력을 보다 정확히 추정하고, 이를 바탕으로 어업별

---

72) National Marine Fisheries Service(NMFS), United States National Plan of Action for the Management of Fishing Capacity, NOAA, August, 2004.

투입 어획노력량 수준에 따른 어획능력 감축수준을 결정해야 할 것이다.<sup>73)</sup> 그리고 설정된 어업별 목표 어획능력에 맞추어 어획능력 관리를 위한 조치수단들(어선감척, 조업일수 제한, 마력수 및 톤수 제한, 어업허가 제한)을 당해어업의 여건에 맞게 강구하고, 어획활동에 대한 통제 및 감시체제를 강화하여 어획능력을 감축하거나 관리해 가야 할 것이다.

〈그림 6-1〉 향후 연근해 어업의 어획능력 관리를 위한 정책방향



향후 우리나라 연근해 어업의 어획능력 관리를 위한 정책방향과 과제를 보다 구체적으로 제안하면 다음과 같다.

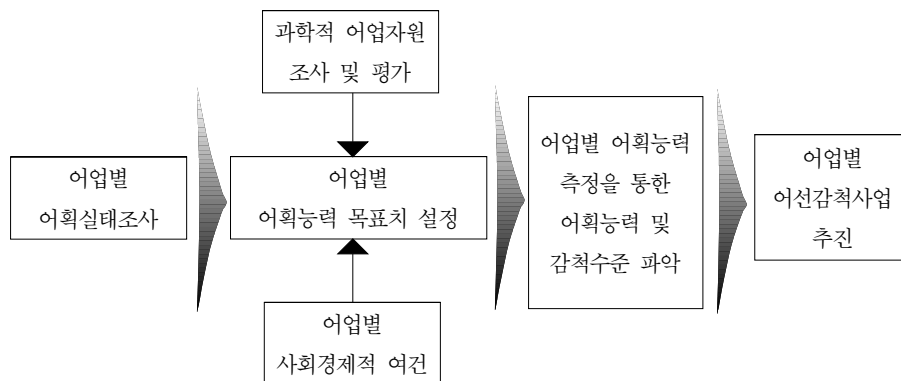
첫째, 향후 추진될 연근해어업 어선감척사업이 보다 효과적으로 이루어져야 한다. 이미 앞서 지적한 바와 같이, 1994년부터 진행된 어선감척사업에서는 감척목표가 불명확했고, 실질 감척수준도 불충분하여 어획능력 제한에 한계가 있었다.

73) 이전의 어선감척사업은 감척범위 및 감척효과 추정 등에 있어서 과학적인 자료를 근거로 하여 정책대상인 어업인들과의 충분한 논의를 거쳐 이루어지기보다는 부족한 과학적 자료에 의거하여 정부중심의 계획이 수립되었다는 비판이 있다. 동 연구의 목적 중 하나는 향후 우리나라가 이러한 “부족한 과학적 자료”를 보완해 나갈 수 있도록 FAO가 제시한 방법에 따라 보다 과학적이고 객관적인 어획능력 측정방법을 제시하고 합리적인 감척범위를 검토하기 위해서이다.



향후 추진될 어선감척사업에 있어서는 무엇보다 연근해 어업별 감척목표량을 보다 명확히 설정해야 한다. 이를 위해서는 연근해 어업별 실태조사를 충분히 하여야 한다. 그리고 실태조사 자료를 이용하여 본 연구에서 제시한 어획능력 추정방법에 따라 실제 어획능력 수준을 측정하고, 목표치 설정에 맞추어 어획능력 감축수준(어선감척 목표 수준)을 설정해야 할 것이다.

〈그림 6-2〉 어획능력 관리를 위한 어선감척사업 추진방향

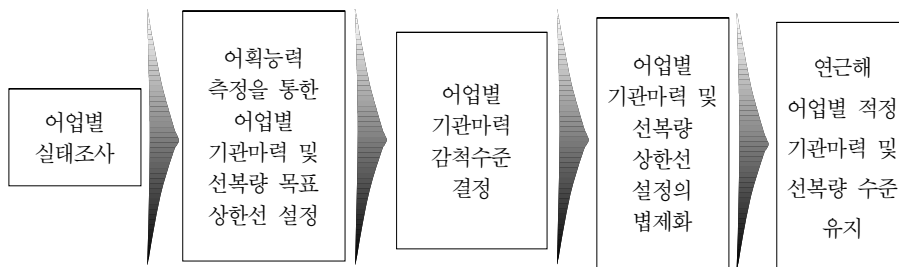


연근해 어업별 어획능력 목표치 설정에 있어서는 장기적이고 지속적인 생산량 수준에 맞추어져야 한다. 이를 위해서는 당해어업의 목표 어종에 대한 자원량 조사 및 평가가 제대로 이루어져야 할 것이다. 또한 이러한 자원평가 결과를 바탕으로 당해어업의 사회경제적인 생산수준을 고려하여 목표치가 결정되어야 할 것이다.

둘째, 어선별 기관마력 및 선복량에 대한 제한이 보다 효과적으로 이루어져야 한다. 지금까지 우리나라에서 다양한 어업관리수단이 사용되어 왔음에도 불구하고 어선별 기관마력 수준에 대한 제한은 행해지지 않았으며, 그 결과 자원량 감소에도 불구하고 실질적인 어획강도는 증강되었다. 또한 근해어업 및 일부 연안어업에 대한 선복량 제한수단이 취해지고 있지만 실질적인 제한은 이루어지지 않고 있다.

특히 앞에서 언급한 어선감척사업 이후에도 잔존 어선의 기관마력 수준과 선복량이 증대될 경우 어획능력은 목표치 이상으로 다시 증강될 수 있으므로 어선별 기관마력과 선복량에 대한 상한선을 설정하여 어획능력의 추가적인 증강을 실효성 있게 억제할 필요가 있다.

〈그림 6-3〉 어업별 기관마력과 선복량 상한선 설정 추진방향



어업별·어선별 기관마력 및 선복량 상한선 설정에 대한 향후 정책방향으로 는 우선 연근해 어업별 실태조사를 통해 어선별 기관마력과 선복량 수준을 파악해야 한다. 그리고 본 연구에서 제시한 어획능력 측정방법 등을 이용하여 목표 어획능력 수준에 대한 기관마력과 선복량의 상한선을 설정해야 한다. 다음 으로는 상한선에 대한 수준과 실제 기관마력과 선복량 수준을 비교하여 점진 적으로 기관마력과 선복량 수준을 감축해 가야 할 것이다.

향후 정책 과제로는 실태조사와 어획능력 측정 결과를 바탕으로 연근해 어 업별 기관마력과 선복량 상한선 계획안을 우선적으로 확정해야 한다. 그리고 이를 법제화하여 효과적으로 운용될 수 있도록 해야 한다. 또한 연근해 어업에 대한 어선별 실태조사 및 감시·감독을 강화하여 불법적인 기관마력 및 선복 량 증강이 이루어지지 못하도록 통제해 가야 할 것이다.

셋째, 향후 연근해어업의 효과적인 어획능력 관리를 위해서는 어획량 및 조 업일수 등에 대한 가변적인 요소의 제한정책도 병행되어야 한다. 이는 고정적 인 투입요소(어선, 톤수 및 마력수 등)에 대한 어획능력 제한이 이루어지더라

도 어획량 수준, 조업일수 등 가변적인 요소의 투입 증대에 따라 어획능력이 증강될 수 있기 때문이다.

특히 목표 자원량 수준을 달성하기 위해 주어진 고정요소들의 적정 수준 하에서는 일정 기간 어획량 수준을 제한할 필요가 있게 된다. 이를 위해서는 연간 적정 어획량 수준을 정해 어획량 수준을 제한해 가야한다. 가장 좋은 방안 중의 하나는 TAC 제도를 이용해 가변적인 어획량 수준의 제한을 통해 어획능력을 관리해 가는 것이다. 과학적인 어업자원 조사 및 평가를 통해 연간 TAC 물량을 설정하고, 어획에 대한 감시·감독을 철저히 행함으로써 적정 어획능력 수준을 유지할 수 있을 것이다.

또한 TAC 제도 운영상의 문제점(예를 들어, 일시적 다량 어획, 어선 간 어획경쟁에 따른 조업기간 단축 등)을 해결하고 연간 적정 어획능력 수준을 유지하기 위해서는 어선별 조업일수 제한수단을 병행하여 활용할 수 있다. 적정 조업일수 설정을 위해서는 본 연구에서 행한 어획능력 측정과 민감도 분석방법을 이용하여 적정 어획량 수준에 따른 조업일수 등의 가변적인 변수의 적정 수준을 파악할 수 있을 것이다.

물론 가변요소 제한을 통한 적정 어획능력의 효율적 유지를 위해서는 어선별 어획활동에 대한 실태조사 및 감시·감독이 더욱 강화되어야 할 것이다.

이 외에 한 단계 더 나아가서는 외국의 사례에서도 나타난 바와 같이, 자유어업의 문제점을 보다 근본적으로 해결하고, 시장유인적 기능을 강화하여 장기적인 어획능력 관리를 위해서는 ‘어획능력 조정수단’의 도입도 신중히 고려해야 한다.

특히 ITQ 제도의 경우 어획능력 관리를 위한 효과적인 수단일 뿐만 아니라 어업자원 회복이나 어업경영 개선에도 효과적인 수단일 수 있으므로 이에 대한 외국사례 분석이나 도입 타당성 등을 면밀히 검토하여 도입여부를 신중히 고려해 볼 필요성이 크다.

그리고 어업자원의 이용자인 어업인이 자원에 미치는 부정적 효과에 대해 세금을 부과함으로써 어획노력의 증가를 방지하고, 획득된 조세수입을 다시 해

당어업에 환원하여 어업관리비용 등을 충당하게 하는 세금부과정책의 도입 타당성 또한 면밀히 검토해 볼 필요가 있다. 이 밖에 마을어업뿐만이 아닌 어선어업에 있어서도 공동어업권제도의 적용 및 효율적 운영을 위한 방안도 함께 다각적으로 모색해 볼 필요가 있다.

비록 어획능력 감축을 위한 이러한 정책수단을 당장 모든 어업에 적용하는 것은 많은 부작용과 저항이 예상되지만 특정 어업과 해역에서는 최소한의 부작용으로 비교적 쉽게 적용될 수도 있을 것이다. 따라서 모든 어업에 있어서 과도한 어획능력의 감축 및 방지를 위한 완벽한 해결책이 존재하지 않는 상황에서 문제의 완화를 위해 병용해 나갈 수 있는 대안을 하나씩 찾아가는 것은 분명 의미가 있다고 할 수 있다.

## 2) 연구결과의 활용방안

본 연구는 어획능력 측정에 널리 적용되고 있는 여러 가지 기법을 검토하여 각 분석기법이 갖는 특징과 장단점을 비교한 후 활용 가능한 모형을 선택해서 우리나라의 대표적인 근해어업인 기선권현망어업, 대형트롤어업 그리고 대형선망어업의 어획능력 측정에 적용시켜 보았다. 여기에서 적용된 분석기법인 PTP 방법과 DEA 방법은 FAO가 적극 권고하고 있는 방법으로서, 선진 어업국의 어획능력 측정에 주로 이용되고 있다.

우리나라에 있어서 어업별 어획능력의 측정에 대한 연구는 아직까지 초보적인 단계에 머물러 있다. 특히 FAO가 권고한 어획능력 측정방법에 관한 연구는 선행연구에서 기술한 바와 같이 2006년도에 들어와서야 비로소 시작되었다. 하지만 어획능력 측정을 위한 여러 가지 분석기법에 대한 종합적인 검토 및 장단점 분석, 그리고 대형선망어업 이외의 주요 근해어업에 대한 적용은 본 연구가 최초인 셈이다. 특히 본 연구는 기존 선행연구들과 달리 어선별 어획능력 활용도 비교를 통해서 어선별 생산성 향상을 위한 구체적인 분석과 방안 모색을 추가적으로 제시하였다. 이에 더해 본 연구는 효율적 어획능력 관리를

위한 정책수단을 검토하고 이에 대한 추진방향을 제시하였다.

보다 구체적으로 본 연구에 의한 분석 결과는 다음과 같이 우리나라 어업관리에 있어 많은 정책적 시사점을 제공해 줄 수 있을 것이다.

첫째, 근해 업종별 전체적인 잠재 어획량 수준을 추정할 수 있어 향후 어업생산 전망이나 어획량 통제제도 활용 등에 유용한 정보를 제공해 준다. 특히 향후 식량 안보적 차원(Food Security)에서의 우리나라 어업의 생산능력 추정이 중요한데, 연근해 어업별 어획능력 측정을 통해 어업의 잠재적 생산능력 추정이 가능할 수 있어 향후 식량정책 수립을 위한 근거자료로 활용될 수 있을 것이다.

이 외에도 향후 우리나라 연근해 어종별 어획량 통제제도가 보다 확대될 전망이다, 어종별 어획량 설정에 있어 당해어업의 어획능력 측정결과는 어획량 설정에 대한 당해어업의 영향정도, 어획전망 등 유용한 자료를 제공해 줄 수 있을 것이다.

둘째, 어획능력 측정 결과에 대한 민감도 분석을 통해 어획능력 감축 수준을 정량적으로 추정할 수 있어 어선감척사업이나 어획노력량 통제제도 활용에 정책적 근거자료를 제공해 준다. 즉, 어선감척사업 추진에 있어 어업별 어획능력 측정결과는 목표 감척물량의 설정과 어선별 감축수준 결정에 근거자료로 활용될 수 있을 것이다.

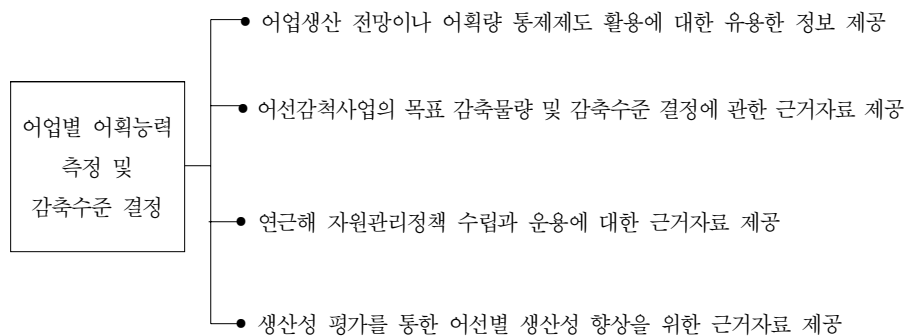
그리고 선복량 제한이나 기관마력 상한선 설정에 있어서도 어업별 어획능력 감축결과와 민감도 분석 결과는 목표 선복량과 기관마력의 설정, 그리고 어선별 기관마력 및 선복량 감축설정을 위한 중요한 정책적 근거자료로 활용될 수 있을 것이다.

셋째, 어업별 어획능력 측정과 민감도 분석을 통한 어획노력량 감축 수준의 결정은 우리나라 연근해 자원관리정책에 유용한 관리기준을 제공해 준다. 특히 자연과학적인 자원량 조사 및 평가가 미비하고, 자원량 추정에 관한 불확실성이 클 경우 연근해 자원관리를 위한 목표나 기준의 설정이 어렵고, 어업관리수단의 효과를 평가할 수 없는 문제가 발생하게 된다.

하지만 어업의 어획능력을 측정하고, 자원회복을 도모할 수 있는 목표 어획량에 맞추어 어획노력량 수준을 결정하고 감축방안을 강구해 간다면 실효성 있는 어업관리가 가능해질 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 어획노력량 감축 수준 결정을 위한 민감도 분석 등을 통해 어업관리수단에 대한 효과분석도 가능해질 수 있을 것이다.

넷째, 어선별 어획능력 측정결과는 어선 간의 어업생산성 비교를 가능하게 하고 민감도 분석 등을 통해 개별 어선의 생산성 향상을 위한 유용한 근거자료를 제공해 준다. 또한 개별 어선 간의 생산성 비교를 통해 어선별 감척우선 순위 선정에 대한 객관적인 자료를 제공해 준다.

〈그림 6-4〉 어획능력 측정을 통한 정책적 시사점



이상과 같은 본 연구의 결과 및 시사점으로부터 제기할 수 있는 정책적 활용 및 제언은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 본 연구의 결과는 FAO의 권고에 따라 ‘어획능력 관리를 위한 국제행동계획(IPOA-Fishing Capacity)’의 이행에 적극 동참할 수 있는 토대로 활용 가능하다. 지금까지 우리나라는 FAO의 권고와 여러 선진 어업국의 동참에도 불구하고 어획능력 평가를 위한 이론적 토대 및 정책방향이 마련되지 못하여 ‘책임 있는 수산업 규범(Code of Conduct for Responsible Fisheries)’이라는

국제사회의 요청에 적극적으로 대응하지 못하였다. 즉, 여러 선진 어업국에서 본 연구에 활용된 어획능력 측정방법을 토대로 자국의 어획능력을 측정하고 초과어획능력의 감축을 위한 관리방안을 마련하고 있음에도 불구하고 우리나라는 어획능력 측정에 대한 방법론 및 그 적용에 대한 연구가 축적되지 못해 지금까지 국제사회의 권고에 적극적으로 부응하지 못하였다. 본 연구는 이상과 같은 배경 및 필요성에 따라 우리나라 어획능력 측정에 대한 이론적 토대를 마련함으로써 향후 더 많은 후속 연구의 축적에 대한 기대와 함께 지속 가능한 어업관리라는 국제사회의 흐름에 적극 동참하고자 시작되었다. 따라서 본 연구의 결과는 국제행동계획에서 제시된 주요 어업의 어획능력 평가는 물론 초과어획능력에 대한 정책방향을 제시함으로써 우리나라의 어획능력 관리를 위한 국가행동계획(National Action Plan)의 수립 및 이행에 직접적으로 활용 가능할 것이다.

둘째, 최근 우리나라 수산당국은 어선어업 구조조정을 본격적으로 추진하기 위하여 각종 계획들을 수립 중에 있다. 각종 계획들이 그 기대효과를 극대화하기 위해서는 무엇보다 정책적 목표와 기준이 명확히 확립되지 않으면 안 된다. 이러한 정책적 목표와 기준을 마련하는 데 있어 본 연구에서 소개한 어획능력에 대한 개념 및 방법론은 매우 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

본격적인 어선어업 구조조정사업 추진에 앞서 각 어업별 어획능력을 과학적으로 측정하고, 그 측정결과를 바탕으로 구조조정 목표나 기준을 명확히 설정할 수 있을 것이며, 각종 수단의 사용에도 가이드라인을 제공해 줄 수 있을 것이다.

셋째, 2007년부터 근해어업 어선감척사업이 추진될 계획이다. 지금까지 어선감척사업에 대해서는 뚜렷한 장기적 정책목표가 미약하였고, 정확한 감척기준이 설정되지 않은 점 등으로 인해 그 효과에 대한 의문이 제기되고 있다.

따라서 향후 보다 효과적인 어선감척사업의 추진을 위해서는 본 연구에서 소개한 방법을 활용하여 어업별 그리고 어선별 어획능력을 측정하고, 그 결과를 바탕으로 어업별 어선감척사업에 대한 목표를 정하고, 연도별 감척물량 수

준을 결정해 갈 수 있을 것이다. 특히 어업별 어선별 어획능력이 보다 구체적으로 추정된다면 어선감척 우선순위 결정에 많은 근거자료를 확보할 수 있을 것이므로 이에 대한 자료수집과 분석이 선행되어야 할 것이다.

넷째, 어업별 그리고 어선별 어획능력을 보다 효율적으로 측정하기 위해서는 어업별 그리고 어선별 어획노력량 자료가 많이 필요하다. 현재 해양수산부 통계연보자료에서는 어업별 톤수, 마력수, 그리고 어선척수 자료만을 구할 수 있다.

하지만 조업일수 등의 가변 어획노력량 자료 등은 구할 수 없는 실정이다. 특히 어선별 어획노력량에 대한 활용 가능한 자료는 접근이 매우 어렵고 또한 체계적으로 정보화되어 있지 않아 현재로서는 업종별 어선별 어획능력을 측정하는 것은 거의 불가능한 실정이다.<sup>74)</sup>

어업구조조정을 위한 보다 유용한 정책적 근거자료 마련을 위해서는 업종별 어획노력량 자료 및 어선별 어획노력량에 대한 공신력 있는 자료들이 보다 집중적으로 수집되어야 할 것이다. 이러한 자료들을 매년 체계적으로 축적해 나간다면, 최근 들어 PTP 방법과 DEA 방법에 대한 최신의 보완적 기법으로서 활용되기 시작한 확률적 생산 프런티어(SPF) 모형의 적용 또한 가능해짐으로써 향후 보다 유용한 정책적 근거자료 확보에 도움이 될 것이다.

---

74) FAO 전문가실무그룹에서는 어획능력 측정에 필요한 자료를 다음의 두 가지 단계로 분류하였다 (FAO, 1998)

- 1단계 자료 : 목표 어획능력에 대한 현재 어획능력의 예비 추정치를 마련하기 위해 필수적인 자료. 여기에는 어획량, 어선척수, 주요 어선 특성(마력수, 톤수, 선체길이, 어구유형 등), 기초적인 조업 관련 특성(조업일수, 계절성, 업종), CPUE, MSY(대략적인 추정치)
- 2단계 자료 : 정확한 추정치를 결정하는 데 필요한 자료. 어선, 어구, 생물학적 특성치, 수익 및 비용 등 정확한 분석에 이용될 수 있는 불확실성에 대한 활용 가능한 정보.



## 참고문헌

- 국립수산물과학원, 수산자원회복계획 심포지엄, 해양수산부, 2004a.
- \_\_\_\_\_, 「한국 근해 2005년도 TAC 대상어종에 대한 어획동향 분석 및 자원상태평가」, 2004b.
- 김도훈, “우리나라 근해어업의 어획능력 측정에 관한 연구”, 「한국수산경영론집」, 제37권, 제1호, 2006.
- \_\_\_\_\_, “DEA 기법을 이용한 우리나라 대형선망어업의 어획능력 측정에 관한 연구”, 「자원환경경제연구」, 제15권, 제1호, 2006.
- 김용민, “자료포락분석(DEA)에 의한 지역사회복지관의 상대적 효율성 측정”, 한국지방자치학회보, 제6권, 제3호, 2004.
- 류정곤, “우리나라 수산업 여건과 자원관리 정책현황 및 문제점”, 수산자원회복계획 심포지엄, 해양수산부, 2004.
- 신영태 · 이형기, 「우리나라의 어획능력관리를 위한 행동계획수립 연구」, 한국해양수산개발원, 2000. 12.
- 왕세종 · 강민석, 「주택가격의 지역간 상관관계 분석 연구: 수도권 아파트 가격을 중심으로」, 한국건설산업연구원. 2004.
- 장창익 · 이상고, 「어업관리학」, 부산: 세종출판사, 2002.
- 조정희 외 3인, 「어선감척사업의 국제비교와 정책적 함의」, 기본과제 연구보고서(2003-14), 한국해양수산개발원, 2003.
- 지유나 외 2인, “DEA 로지스틱 회귀분석을 이용한 정보화 촉진기금 융자사업의 효율성 분석”, 「기술혁신연구」, 제12권, 제1호, 2004.
- 최영민 외 4인, “한국 근해 고등어의 생태학적 특성치 및 자원량 변동”, 「한국수산자원학회지」, 6(2), 2004.

\_\_\_\_\_, “한국 근해 고등어의 자원평가 및 관리”, 『한국수산자원학회지』 6(2), 2004.

표희동·최새힘, “우리나라 근해 어업의 잠재적 감척규모분석에 관한 연구”, 『Ocean and Polar Research』, 2005.

해양수산부, 『해양수산통계연보』, 각 년도.

Aigner, D. J., C. A. K. Lovell, and P. Schmidt, “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Models”, *Journal of Econometrics*, 6:21-37, 1977.

Anderson, L. G., *The Economics of Fisheries Management*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 1986.

Arnason, R., “Notes on the Impact of ITQs in Iceland”, Technical Working Group on the Management of Fishing Capacity, FAO, 1998.

Charnes, A., W. Cooper, A. Lewin, and L. Seiford, *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 1994.

Charnes, A. et al., “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 1978.

Clark, C. W., *Mathematical Bioeconomics*, John Wiley & Sons, Inc., 1990.

Coelli, T., “A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis(Computer) Program”, CEPA Working Paper 96/08, 1996.

Coglan, L., et al., “Physical versus Harvest Based Measures of Capacity : The Case of the UK Vessel Capacity Unit System”, In Proceedings of the IIFET 2000 Conference, Oregon, USA, 2000.

DFO, “Economic and Commercial Directors Committee”, Report of the Working Group on Ccapacity Measurement, Canada Department of Fisheries and Oceans, Ottawa, 1990.

- FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture*, 2004.
- \_\_\_\_\_, "Measuring and Assessing Capacity in Fisheries : Basic Concepts and Management Options", *FAO Fisheries Report*, No. 433/1, Rome, 2004.
- \_\_\_\_\_, "Measuring and Assessing Capacity in Fisheries : Issues and methods", *FAO Fisheries Report*, No. 433/2, Rome, 2004.
- \_\_\_\_\_, *State of World Fisheries and Aquaculture*, Rome, 2003.
- \_\_\_\_\_, "Measuring Capacity in fisheries", *FAO Fisheries Technical Paper* 445, Rome, 2003.
- \_\_\_\_\_, *State of World Fisheries and Aquaculture*, Rome, 2002.
- \_\_\_\_\_, "Report of the Technical Consultation on the Measurement of Fishing Capacity", *FAO Fisheries Report*, No. 615, Rome, 2000.
- \_\_\_\_\_, International Plan of Action for Reducing Incidental Catch of Seabirds in Longline Fisheries, International Plan of Action for the Conservation and Management of Sharks, International Plan of Action for the Management of Fishing Capacity, FAO, 1999.
- \_\_\_\_\_, "Report of the Technical Working Group on the Management of Fishing Capacity", *FAO Fisheries Report*, No. 586, Rome, 1998.
- \_\_\_\_\_, "Report of the Consultation on the Management of Fishing Capacity, Shark Fisheries and Incidental Catch of Seabirds in Longline Fisheries", *FAO Fisheries Report*, No. 593, Rome, 1998.
- Färe, R. et al., *Production Frontiers*, New York: Cambridge University Press. 1994.
- \_\_\_\_\_, "Measuring Plant Capacity Utilization and Technical Change : A Non-parametric Approach", *International Economic Review*, Vol. 30, 1989.
- Farrell, M., "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society Series*, 120, 1957.

- Fox, W. W., "An Exponential Surplus-yield Model for Optimizing Exploited Fish Populations", *Transactions of the American Fisheries Society*, Vol. 99, 1970.
- Gordon, H. S., "The Economic Theory of a Common-property Resource : The Fishery", *Journal of Political Economy*, 62, 1954.
- Holland, D., E. Gudmundsson, and J. Gates, "Do Fishing Vessel Buyback Programs Work: A Survey of the Evidence", *Marine Policy*, 23(1), 1999.
- Hsu, T., *Simple Capacity Indicators for Peak to Peak and Data Envelopment Analyses of Fishing Capacity-preliminary Assessment*, AGR/FI/RD (2000)9, COFI, 2000.
- Jensen, C. L., "Reduction of the Fishing Capacity in "Common Pool" Fisheries", *Marine Policy*, 26, 2002.
- Johansen, L., *Production Functions and the Concept of Capacity*, Namur: Centre d'Etudes et de la Recherche Universitaire de Namur, 1968.
- Kirkley, J. E., C. J. Morrison Paul, and D. E. Squires, "Deterministic and Stochastic Capacity Estimation for Fishery Capacity Reduction", *Marine Resource Economics*, 19: 271-294, 2004.
- Kirkley, J. E. et al., "Excess Capacity and Asymmetric Information in Developing Country Fisheries : The Malaysian Purse Seine Fishery", *Amer. J. Agr. Econ.*, Vol. 85(3), 2003.
- \_\_\_\_\_, "Assessing Capacity and Capacity Utilization in Fisheries When Data are Limited", *North American Journal of Fisheries Management*, Vol. 21, 2001.
- Kirkley, J. and D. Squires, "Capacity and Capacity Utilization in Fishery Industry", FI:MFC/99 Background document 20, Technical Consultation on the Measurement of Fishing Capacity, Mexico, 1999.

- Kirkley, J. E. et al., "Assessing Technical Efficiency in Commercial Fisheries: The Mid-Atlantic Sea Scallop Fishery", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 77, 1995.
- Mattiasson, T., "Why Fishing Fleets Tend to be Too Big", *Marine Resource Economics*, Vol. 11(3), 1996.
- Meeusen, W., and J. van den Broeck, "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error", *International Economic Review*, 18:435-44, 1977.
- Morrison, C. J., "Primal and Dual Capacity Utilization: An Application to Productivity Measurement in the U. S. Automobile Industry", *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 3, 1985.
- \_\_\_\_\_, "On the Economic Interpretation and Measurement of Optimal Capacity Utilization with Anticipatory Expectations", *Review of Economic Studies*, Vol. 52, 1985.
- National Marine Fisheries Service(NMFS), United States National Plan of Action for the Management of Fishing Capacity, NOAA, August, 2004.
- Nelson, R., "On the Measurement of Capacity Utilization", *Journal of Industrial Economics*, Vol. 37(3), 1989.
- Pascoe, S. et al., "Measuring and Appraising Capacity in Fisheries: Framework, Analytical Tools and Data Aggregation", *FAO Fisheries Circular*, No. 994, Rome, 2004.
- \_\_\_\_\_, "Physical versus Harvest-based Measures of Capacity: The Case of the United Kingdom Vessel Capacity Unit System", *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 58, 2001.
- Pascoe, S. and Coglán, L., "Implications of Differences in Technical Efficiency of Fishing Boats for Capacity Measurement and Reduction", *Marine Policy*, Vol. 24, 2000.

- Wallace, D and R. Dion., “Industry Capacity Utilization Rates in Canada : New Methodology”, Statistics Canada Working Group Paper, Ottawa, Canada, 1993.
- Ward, J. et al., “The Relationship of Fish Harvesting Capacity to Excess Capacity and Overcapacity”, *Marine Resource Economics*, Vol. 19, 2005.
- Ward, J. and R. Metzner, “Fish Harvesting Capacity, Excess Capacity & Overcapacity”, *FAO Fisheries Report*, No. 691, 2002.
- Zheng, Y. and Y. Zhou, “Measures of the Fishing Capacity of Chinese Marine Fleets and Discussion of the Methods”, *Journal of Oceanography*, Vol. 61, 2005.

## 부 록 I

### 어획능력 관리를 위한 국제행동계획 (International Plan of Action for the Management of Fishing Capacity)

이하의 어획능력 관리를 위한 국제행동계획은 신영태·이형기(2000)에 의한 해설을 토대로 지침서 원문에 맞추어 수정한 것이다.

#### 도입

1. '책임 있는 수산업 규범'의 내용과 지속 가능한 수산업의 목표와 관련하여 세계 어업에 나타나고 있는 초과 어획능력에 대한 관심이 고조되고 있다. 과도한 어획능력의 문제는 남획, 어업자원의 감소, 식량생산에 대한 잠재력 감소, 그리고 상당한 경제적 낭비를 유발한다.
2. '책임 있는 수산업 규범'은 각 국가가 초과어획능력을 방지하거나 또는 제거하기 위한 조치를 취하고 또한 각 국의 어획능력 수준이 어업자원의 지속 가능한 이용에 상응하도록 해야 한다고 규정하고 있다.
3. 1997년도에 수산위원회(COFI) FAO로 하여금 어획능력에 관한 문제를 거론하도록 요청하였고, 이에 따라 FAO는 이듬해인 1998년 4월 15~18일까지 미국의 La Jolla에서 어획능력 관리를 위한 전문가그룹회의를 개최하였다. 이후 1998년 7월 22~24일의 예비회의를 거쳐 10월 26~30일까지 로마에서 FAO 자문회의가 개최되었다.

## Part I. 국제행동계획의 성격 및 범위

4. 국제행동계획(IPOA)은 자발적이다. 이것은 ‘책임 있는 수산업 규범’ 제2조 d항에서 규정된 대로 ‘책임 있는 수산업규범’을 기초로 작성되었다. ‘책임 있는 수산업 규범’ 제3조는 국제행동계획의 해석과 적용 그리고 타 국제기구와의 관계에 적용된다.
5. ‘책임 있는 수산업규범’을 이행해야 하는 모든 국가<sup>75)</sup>는 동 행동계획도 이행하여야 할 책임이 있다. 국가 및 지역<sup>76)</sup>수산기구는 동 지침을 국제법과 일치되게, 그리고 관련 기구 각각의 권한범위 체계 안에서 적용해야 한다.
6. 국제행동계획은 기본적으로 어업자원의 보존 및 지속 가능한 관리를 지향하고 있다.

## Part II. 목적 및 원칙

7. 국제행동계획의 일차적인 목적은 국가와 지역수산기구가 가급적이면 2003년까지, 그리고 늦어도 2005년까지 효율적이고 공평하며 투명한 어획능력관리를 전세계적으로 달성하는 것이다. 특히 장기 지속 가능한 생산을 저해하는 과잉어획능력 문제에 직면한 국가나 지역수산기구는 우선적으로 현재 수준에서 어획능력을 제한하고, 어획능력을 점진적으로 줄이도록 노력해야 한다. 장기 지속 가능한 생산이 달성되더라도 각 국가와 지역수산기구는 이를 저해할 정도로 어획능력이 다시 증가하지 않도록 계속해서 주의를 기울여야 한다.
8. 상기의 목적은 다음의 4가지 주요 전략과 관련된 조치를 통하여 달성할 수 있다.

---

75) 동 지침에서, 용어 ‘국가’라 함은 FAO의 회원국과 비회원국을 포함하는 물론 국가 이외의 어업기구(또는 조직체)도 포함한다.

76) 동 지침에서 사용하고 있는 ‘지역’이라는 용어는 필요에 따라 소지역을 포함한다.



- i) 국가적·지역적·세계적 수준에서의 어획능력 평가와 어획능력 감시 기능의 강화
  - ii) 어획능력을 효과적으로 관리하기 위한 국가 계획과 심각한 상태에 있는 연안어업에 대한 긴급조치의 준비와 이행
  - iii) 지역적·세계적 수준에서 어획능력 관리의 개선을 위해 지역수산기구의 기능과 관련 제도를 강화
  - iv) 심각한 상태에 있는 경계왕래어족과 고도회유성어족을 대상으로 하는 어업 및 공해어업(公海漁業)에 대한 긴급조치
- 이러한 조치들은 국제행동계획에 대한 인식제고 및 교육, 국제적 수준에서의 기술협력이나 조정 등의 보완적 조치를 통하여 이행이 증진될 수 있다.
9. 어획능력관리는 ‘책임 있는 수산업규범’에 근거를 두어야 하고 다음과 같은 주요 원칙과 접근방법을 고려해야 한다.
- i) 참여 : 국제행동계획은 각국이 직접 또는 타 국가나 지역수산기구를 포함하는 정부간 기구와의 협력 하에 FAO를 통하여 이행되어야 한다. 국가와 지역수산기구는 동 행동계획을 시행하고 이를 위해 채택한 조치를 FAO에 통보한다. FAO는 규칙적으로 동 계획의 이행에 관한 정보를 제공할 것이다.
  - ii) 단계적 이행 : 국가 및 지역계획에 의거한 어획능력관리는 다음의 3단계를 통하여 달성되어야 한다. 첫째, 평가 및 진단(2000년 말까지 예비분석 완료), 둘째, 관리조치의 채택(2002년 말까지 예비조치 채택), 셋째, 상기의 평가와 진단에 따른 조치의 주기적 조정이다. 국가와 지역수산기구는 2005년까지 이러한 단계를 완료하고 국제행동계획에서 명시된 보완조치를 점진적으로 이행하여야 한다.
  - iii) 전체적 접근 : 어획능력관리를 함에 있어서 자국 및 해외수역에서 어획능력에 영향을 미치는 모든 요소를 고려해야 한다.
  - iv) 보존 : 어획능력관리란 어업자원의 보존과 지속 가능한 이용, 그리고 해양환경의 보호를 달성할 수 있도록 다음을 고려하여 계획되어야 한다.

- 사전예방의 원칙,
  - 혼획·쓰레기·해상투기 최소화하고, 선택적이며 환경적으로 안전한 어로활동을 위해 노력
  - 생물다양성의 보호
  - 특별한 배려가 필요한 서식지의 보호
- v) 우선순위 : 이미 명백한 과잉어획이 존재하는 어업의 어획능력 관리가 우선되어야 한다.
- vi) 신기술 : 어획능력관리를 위하여 모든 채포어업 분야에서 환경적으로 건전한 신기술을 도입하여야 한다.
- vii) 어업전환가능성 : 효율적인 어획능력의 이용을 장려하되 이것이 어업 자원의 지속적 이용성에 부정적으로 영향을 미칠 때는 이를 억제하여야 하며, 다른 어업에 대한 사회경제적 영향을 고려해야 한다.
- viii) 투명성 : 국제행동계획은 '책임 있는 수산업 규범' 제6조 13항에 따라 투명한 방법으로 이행되어야 한다.
10. 국제행동계획은 '책임 있는 수산업규범'에 기초를 두되 특히 제5조에 기초하여 이행되어야 한다. 즉 개도국이 자국 수산업을 발전시키고, 국제법적으로 갖는 법적 권리 및 의무에 따라 공해어업에 참여함과 동시에 이 어족자원에 접근할 수 있는 권리를 가지도록 해야 한다.

## Part III. 긴급조치

### Section I : 어획능력 평가 및 감시

#### 어획능력 측정

11. 각 국가는 어획능력 측정과 감시에 관련된 문제의 기본적인 사항을 보다 더 잘 이해할 수 있도록 국가적·지역적·세계적 수준에서 공동의 노력과 연구를 지원해야 한다.

12. 각 국가는 ‘어획능력 정의 및 측정에 관한 기술회의’의 결과가 국가적·지역적·세계적 수준에서 어획능력 및 초과어획능력의 사전평가를 위한 구체적인 지침을 제공한다는 것을 유의하면서, FAO에 의해 1999년 중 가능한 빨리 회의가 소집될 수 있도록 지원하여야 하며 자료 수집과 분석을 위한 기술 지침서의 준비를 지원하여야 한다.

#### **긴급조치가 필요한 어업 및 어선단의 평가 및 확인**

13. 각 국가는 2000년 말까지 주요 어업의 모든 어선에 대하여 국가 수준의 어획능력에 대한 예비평가를 해야 하고, 이를 주기적으로 갱신하여야 한다.
14. 각 국가는 2001년 말까지 긴급한 조치가 필요한 국내어업 및 어선단에 대하여 체계적인 확인 작업을 진행하고 이러한 분석도 주기적으로 갱신해야 한다.
15. 각 국가는 같은 기간에 지역적 수준(관련 지역수산기구 내에서 또는 필요시 그들과 협력하여)과 세계적 수준에서(FAO와 협력하여) 경계왕래 어족과 고도회유성어족을 어획하는 어업 및 공해어업의 어획능력에 대하여도 유사한 예비평가를 계획하고, 긴급조치를 요하는 지역적 혹은 세계적 어업 및 어선을 확인하는데 협력하여야 한다.

#### **어선기록제도의 확립**

16. 각 국가는 FAO가 적절하고 균형 있는 어선기록의 표준지침을 개발하는 것을 지원해야 한다.
17. 각 국가는 동시에 자국 어선에 대한 적절하고 균형 있는 국가기록체계를 개발·유지하고 정보에 대한 이용 조건을 명시해야 한다.
18. 각 국가는 공해상 어선의 국제적 보존관리조치 이행증진협정(이행협정)의 발효 이전에 FAO가 이행협정에서 제시한 모델에 따라 2000년 말까지 공해상에서 조업하는 어선에 대한 국제기록을 수립하도록 지원하여야 한다.

## Section II : 국별 계획의 준비 및 이행

### 국별 계획 및 정책의 개발

19. 각 국가는 특히 다양한 자원관리체제가 어획능력에 미치는 영향을 고려하면서 어획능력 관리를 위한 국별 행동계획을 개발, 이행, 감시·감독하여야 한다.
20. 각 국가는 체계적이고 정확하게 어획능력을 감독하고 지속 가능한 어업 자원의 유지 및 관리목적에 배치되는 부분을 규칙적으로 평가하기 위한 수단도 개발하여야 한다.
21. 각 국가는 2002년 말까지 어획능력 관리를 위한 국별행동계획을 수립·채택·공표하여야 하고, 필요할 경우 지속적 이용이 가능한 어업자원량과 어획능력이 균형을 이루도록 어획능력을 감축하여야 한다. 이들 계획은 어업자원의 평가에 근거하여야 하며, 심각하게 남획된 어업자원에 대한 어획능력 관리문제를 다루기 위하여 즉각적인 조치를 취하고, 긴급한 조치가 필요한 사안에 대해서는 특별한 관심을 두어야 한다.
22. 각 국가는 국별 계획을 수립함에 있어서, 어획능력 감축으로 인해 영향을 받게 되는 어촌사회의 고용 및 생계유지 등 사회·경제적 요구사항에 대하여 적절한 배려를 하여야 한다.
23. 어획능력을 관리하기 위한 국별 계획이 불필요하다고 판단되는 경우, 각 국가는 어획능력 문제가 어업관리에 있어 지속적으로 다루어지도록 보장하여야 한다.
24. 각 국가는 실효성 제고를 위하여 자국의 국별 계획의 이행사항을 최소한 4년마다 검토해야 한다.

### 보조금 및 경제적 유인책

25. 어획능력 관리를 위한 국별 계획을 수립할 때, 각 국가는 과잉어획 또는 지속적 이용을 저해하는 요소와 긍정적·중립적 영향을 미치는 요소를 구별하여 평가하여야 한다.

26. 각 국가는 전통적 어업의 필요성도 충분히 고려하되, 직·간접적으로 과잉어획능력의 확대를 유도하여 해양생물자원의 지속적 이용가능성을 해치는 모든 요소(보조금과 경제적 인센티브를 포함한)를 점진적으로 제거해야 한다.

#### **지역적 고려사항**

27. 각 국가는 어획능력의 효과적인 관리를 보장하기 위하여 필요시 지역수산물기구와 약정을 체결하거나 기타 형태로 협력해야 한다.
28. 각 국가는 어획능력의 효율적 관리를 위하여 FAO 또는 지역기구와의 협력 하에 연구, 훈련 및 정보와 교육자료의 마련에 노력해야 한다.

#### **Section III : 국제적 고려사항**

29. 각 국가는 어획능력관리와 관련된 국제적 협정, 특히 ‘이행협정(편의치적선금지협정)’ 과 ‘경계왕래어족 및 고도 회유성어족의 보존 및 관리에 관한 1982. 12. 10의 유엔해양법협약 이행협정(유엔공해어족보존협정)’에의 가입을 고려하여야 한다.
30. 각 국가는 지역수산물기구와의 협력 및 정보교환을 지원하여야 한다.
31. 각 국가는 공해어업에 종사하는 자국 어선의 어획능력을 관리하기 위한 조치를 취해야 하고, 공해어족자원이 과도 어획되는 경우 어획능력을 감축하기 위하여 다른 국가들과 협력하여야 한다.
32. 각 국가는 필요시 지역수산물기구를 통하거나 FAO와의 협력 하에 공해 및 연안에서 자국 어선이 어획하는 어획량에 관한 자료수집을 확대해야 한다.
33. 각 국가는 기국(旗國)으로서 특히 국제법의 관련규칙 및 국제보존관리조치를 위반하는 어선에 대하여 효과적으로 통제하는 문제에 관심을 가져야 한다. 또한 그러한 국가들이 있다면 어획능력을 관리하기 위한 지역적 노력에 기여하도록 다자간 협력을 지원하여야 한다.

34. 각 국가는 지역수산기구나 약정의 회원국이 되거나, 또는 그러한 기구에 의해 확립된 보존관리조치 및 약정을 자국의 어선에 적용하도록 장려하여야 한다.
35. 각 국가는 이행협정(편의치적선금지협정) 제6조의 규정에 따라 지역수산기구 및 약정에 의해 채택된 보존관리조치와 약정을 준수하지 않는 어선의 어획활동에 관한 정보교환을 FAO의 지원 하에 촉진하여야 한다.
36. 이행협정의 발효 이전이라도 각 국가는 이 협정 제3조의 규정을 채택하기 위하여 노력하여야 한다.
37. 각 국가는 타 국가의 명시적 동의나 공식적 승인 없이는 어획능력이 자국의 관할권 내로 이전되지 않도록 보장하여야 한다.
38. 각 국가는 기국으로서의 의무에 따라 자국 기를 게양하는 어선이 공해에서 '책임 있는 수산업규범' 을 위반하는 것을 허용해서는 안 된다.

#### **Section IV : 긴급조치를 요하는 주요 국제어업에 대한 즉각적인 행동**

39. 각 국가는 긴급조치를 요하는 국제어업상의 어획능력을 관리하기 위한 즉각적인 조치를 취해야 한다. 이때 심각하게 남획되고 있는 경계왕래 어족, 고도회유성어족 및 공해어족을 어획하는 어업에 대해 우선적으로 이를 추진해 나가야 한다.
40. 각 국가는 남획된 어업자원을 지속적으로 이용이 가능한 수준으로 회복하기 위한 조치의 일환으로서 이들 자원에 투입된 어선능력을 실질적으로 감축해야 한다. 이를 위해서는 다음과 같은 국제행동계획의 관련 규정을 동시에 고려하여야 한다.
  - i) 과잉어획상태에 있는 어업자원을 어획하는 어선을 자원의 지속적 이용과 경제적 중요성에 상응하는 수준으로 제한할 필요성
  - ii) 어업자원상태를 고려하면서, 어획능력이 완전히 개발되었거나 과도 개발된 어업으로 이전되는 것을 규제하기 위한 적절한 조치의 강구

## Part IV. 이행증진체제

41. 각 국가는 어획능력관리의 필요성과 어획능력 조정으로부터 발생하는 비용 및 편익에 관한 인식을 제고시키기 위하여 국가적·지역적·세계적 수준의 정보프로그램을 개발하여야 한다.

### 과학기술협력

42. 각 국가는 어획능력관리와 관련된 이슈에 관한 과학기술정보의 교류를 지원하여야 하고, 기존의 지역적·세계적 협의체를 통하여 정보의 이용을 증진시켜야 한다.
43. 각 국가는 훈련 및 제도강화를 지원하고, 개도국에 어획능력관리와 관련한 재정적, 기술적 지원을 제공하도록 한다.

### 보고

44. 각 국가는 “책임 있는 수산업 규범” 상 FAO에 대한 격년 보고의 일환으로서 어획능력관리를 위한 자국 계획의 평가, 개발 및 이행에 관한 진전사항을 FAO에 보고하여야 한다.

### FAO의 역할

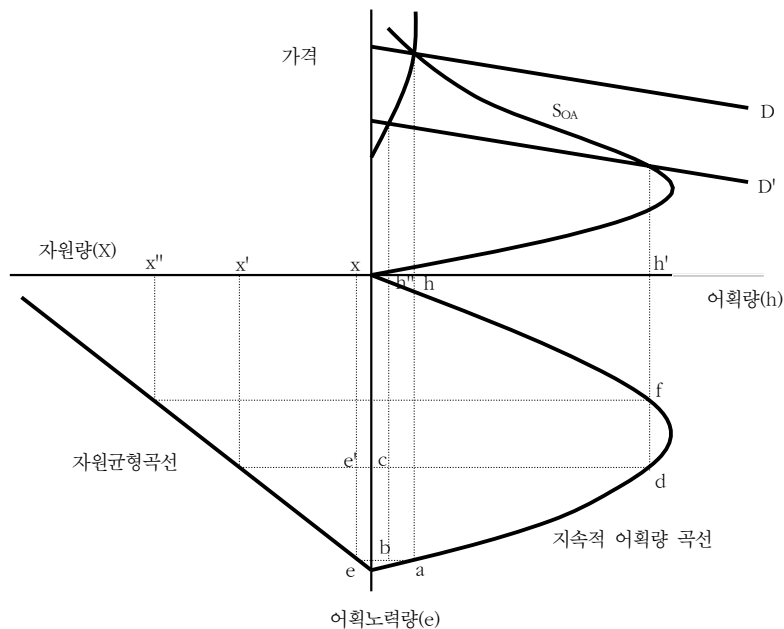
45. FAO는 어업자원의 지속적 이용을 저해하는 어업관리방법과 보조금과 같이 과잉어획능력을 가져오는 요소의 확인분석에 사용할 관련정보와 자료를 수집하고 어획능력을 관리하기 위한 각국의 행동계획의 이행을 지원한다.
46. FAO는 학술회의와 정기프로그램을 통해 어획능력관리를 위한 국별 계획의 이행을 지원한다.
47. FAO는 어획능력 관리를 위한 국별 계획의 개발과 이행을 지원하기 위해 특정 기술원조를 함에 있어서 통상적으로 이용 가능한 예산외에 특별 기금을 사용할 수 있다.
48. FAO는 수산위원회(COFI)를 통하여 국제행동계획의 이행상황을 매 2년마다 보고해야 한다.

## 부 록 II

### 초과어획능력과 과잉어획능력 비교

제2장에서 살펴본 초과어획능력과 과잉어획능력에 대한 FAO(2002), Ward and Metzner(2002), 그리고 Ward et al(2005)의 개념 정의 외에 Greboval and Munro(1999)는 〈그림 부록-1〉과 같은 생물경제학적 모델을 이용하여 어업에 있어 초과어획능력과 과잉어획능력을 서로 비교하였다.<sup>77)</sup>

〈그림 부록-1〉 단일어종 어업에 있어 초과어획능력과 과잉어획능력



77) Greboval, D. and G. Munro, Overcapitalization and Excess Capacity in World Fisheries: Underlying Economics and Methods of Control, FAO Fisheries Technical Paper 386, 1999.



자유어업 하에서 단일어종 어업의 공급곡선( $S_{OA}$ )과 수요곡선( $D$ ), 그리고 자원량이  $x$ 일 때의 단기적인 공급곡선( $S(x)$ )이 일치하는 곳에서의 균형 어획량 수준은 점  $h$ , 균형 어획노력량 수준은 점  $e$ , 그리고 균형 자원량 수준은 점  $x$ 이다. 시장에 있어 어종가격이 하락하여 수요곡선이  $D$ 에서  $D'$ 로 이동하게 되면 장기적인 균형 어획량 수준은 점  $h'$ 로 증가하게 된다. 하지만 단기적으로는 어획량 수준은 오히려 새로운 수요곡선( $D'$ )과  $S(x)$ 가 일치하는 점  $h''$ 로 감소하게 된다. 여기서 잠재적 어획량( $h$ )은 실제 어획량( $h''$ )보다 많으므로, 현재의 어획노력량 수준( $e$ )과 자원량( $x$ ) 하에서 초과어획능력이 발생하게 된다.

그러나 장기적으로는 어획노력량 수준  $e$ 와 어획량 수준  $h'$ 에 해당되는 점  $b$ 가 지속적 어획량 곡선상의 점  $a$ 보다 적기 때문에 자원량은 증가하기 시작한다. 이러한 경우  $S(x)$  곡선은 우하향 이동하게 되고, 어획경비는 감소하게 된다. 궁극적으로는  $S(x)$  곡선은 자유어업 하의 공급곡선( $S_{OA}$ )과 새로운 수요곡선( $D'$ )이 일치하는 점에 교차하게 되고, 여기서 새로운 균형 어획량은 점  $h'$  그리고 균형 자원량 수준은 점  $x'$ 로 결정된다. 즉, 시간이 지남에 따라 시장의 수요상황의 변화에 따라 어업의 어획노력량 수준이 변하게 되면 초과어획능력 현상은 어업에 있어 사라지게 된다.

이에 반해 과잉어획능력은 이미 앞서 언급한 바와 같이, 공유재 어업관리에서 흔히 나타나는 과잉어획투자나 남획현상과 같은 징후를 말한다(Anderson, 1986; Hannesson, 1978 and 1993; Clark, 1990). 즉, 〈그림 부록-1〉에서 과잉어획능력은 점  $f$ 와 같이 장기 균형 어획량 수준으로 표현될 수 있다. 현재의 어획노력량 수준( $e$ )과 어업자원량 수준( $x$ ) 하에 있어서의 균형 어획량 수준은 수요곡선( $D$ )과 자유어업 하의 공급곡선( $S_{OA}$ ) 그리고  $S(x)$ 가 일치하는 점  $a$ 에서 결정된다. 여기서 목표 어획량 수준( $f$ )과 현재 어획량 수준( $a$ )과의 차이가 어업에 있어 과잉어획능력을 의미하게 된다.

이와 같이 점  $a$ 에 있어서는 어업에 있어 초과어획능력 현상은 발생하지 않지만, 과잉어획능력 현상을 나타내게 된다. 이미 살펴본 바와 같이, 어종에 대한 시장가격 하락으로 인해 수요곡선이  $D$ 에서  $D'$ 로 이동하게 되면 초과어획능력 현상이 일어나지만, 마찬가지로 과잉어획능력 현상도 존재하게 된다.

### 부 록 Ⅲ

#### 어획능력과 어획사망계수와의 관계

어획능력의 개념 그리고 초과어획능력 개념은 어획노력량 수준, 즉 어획사망계수(fishing mortality) 수준과의 관계로도 설명할 수 있다(FAO, 2002). 이는 자원평가(stock assessment) 결과 등에 따라 어획사망계수 수준이 파악될 경우 어업관리자는 당해어업에 있어 어획능력의 정도를 판단하는데 유용하게 활용될 수 있다.

일반적으로 어획량은 아래 식 (부록-1)와 같이 평균 자원량 수준과 어획사망계수의 곱으로 표현할 수 있다.

$$C = F \cdot B \dots\dots\dots \text{식 (부록-1)}$$

여기서, C는 어획량, B는 어업자원량, 그리고 F는 어획사망계수의 수준을 의미한다. 식 (부록-1)을 어획사망계수의 수준(F)에 대해 정리하면 식 (부록-2)와 같이 나타낼 수 있게 된다.

$$F = \frac{C}{B} \dots\dots\dots \text{식 (부록-2)}$$

그리고  $C^*$ 를 실제 어획량 수준,  $C^T$ 를 생물학적 계수들에 의해 설정된 목표 어획량 수준,  $B^*$ 를 실제 자원량 수준,  $F^*$ 를 실제 어획사망계수 수준, 그리고  $B^T$ 를 목표 자원량 수준이라고 가정하면, 실제 어획사망계수의 수준( $F^*$ )과 목표 어획사망계수의 수준( $F^T$ )은 각각 식 (부록-3)과 식 (부록-4)로 나타낼 수 있게 된다.

$$F^* = \frac{C^*}{B^*} \dots\dots\dots \text{식 (부록-3)}$$

$$F^T = \frac{C^T}{B^T} \dots\dots\dots \text{식 (부록-4)}$$

따라서 식 (부록-5)와 같은 목표 어획사망계수 수준에 대한 실제 어획사망계수 수준의 비율로부터 초과어획능력이 어획사망계수의 수준과 깊이 연관되어 있음을 알 수 있고, 그 수준 정도를 가늠할 수 있게 된다.

$$F^*/F^T = [C^*/C^T][B^T/B^*] \dots\dots\dots \text{식 (부록-5)}$$

여기서,  $B^T=B^*$ 인 경우, 초과어획능력은  $F^*/F^T = C^*/C^T$ 로 표시되어 실제와 목표어획사망계수의 비율은 어획능력활용도인 CU와 동일하게 된다.

우리나라 연근해어업의 어획능력 측정에 관한 연구

---

2006年 12月 26日 印刷

2006年 12月 28日 發行

編輯兼  
發行人            李            正            煥

發行處    韓 國 海 洋 水 產 開 發 院  
             서울특별시 서초구 방배3동 1027-4  
             수암빌딩

전 화    2105-2700    FAX : 2105-2800

등 록    1984년 8월 6일    제16-80호

---

組版・印刷 / 영진인쇄사 02)734-3713    정가 15,000원

판매 및 보급 : 정부간행물관매센터

Tel : 394-0337, 734-6818