



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경 영 학 석 사 학 위 논 문

미성어 보호 어업관리수단의
효과 분석

- 대형선망어업을 중심으로 -



2016년 2월

부 경 대 학 교 대 학 원

해 양 수 산 경 영 학 과

천 성 훈

경 영 학 석 사 학 위 논 문

미성어 보호 어업관리수단의 효과 분석

- 대형선망어업을 중심으로 -

지도교수 김 도 훈

이 논문을 경영학석사 학위논문으로 제출함.

2016년 02월

부 경 대 학 교 대 학 원

해 양 수 산 경 영 학 과

천 성 훈

천성훈의 경영학석사 학위논문을 인준함.

2016년 2월 26일



위원장 수산학박사 송정헌



위원 이학박사 서영일



위원 경영학박사 김도훈



목 차

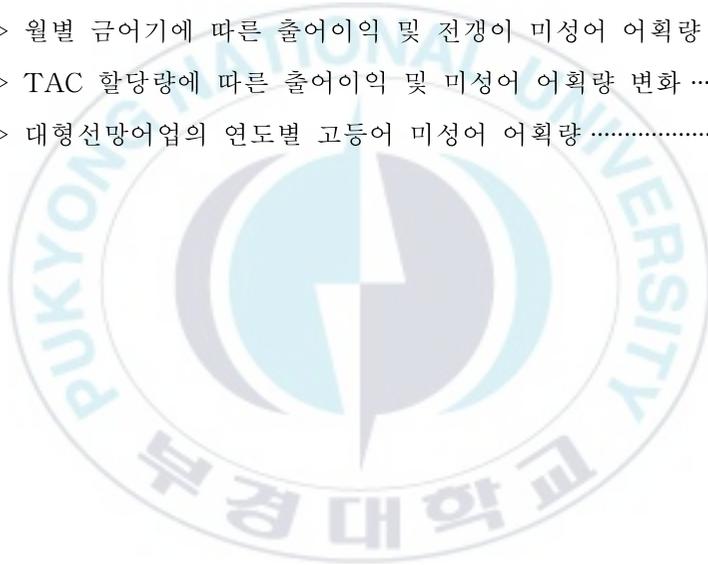
I. 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구방법 및 내용	3
II. 선행연구	4
1. 어업관리수단의 효과분석 선행연구	4
2. 선형계획법 활용 선행연구	9
III. 대형선망어업의 현황	13
1. 어선세력 및 수지 현황	13
2. 생산 현황	15
IV. 분석방법 및 자료	20
1. 분석방법	20
2. 분석모형	21
3. 분석자료	23
V. 분석결과	40
1. 월별 금어기 효과 분석	40
2. TAC 효과 분석	54
VI. 결론	59
참고문헌	62

표 목 차

<표 2-1> 어업관리수단의 효과분석 관련 선행연구	7
<표 3-1> 대형선망어업 연도별 어선세력	14
<표 3-2> 대형선망어업의 최근 5년 간 주요 어종의 연평균 생산량 및 생산금액	16
<표 3-3> 2011년-2015년 고등어, 전갱이, 오징어 TAC 할당량	17
<표 4-1> 2012년-2014년 50톤 이상급 선망어선 월별 출어척수	24
<표 4-2> 월별 출어일수 추정 예시	25
<표 4-3> 2012년-2014년 대형선망어업의 월별 출어일수 추정	26
<표 4-4> 월별 고등어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가	27
<표 4-5> 월별 전갱이 생산량, 출어일당 생산량 및 단가	29
<표 4-6> 월별 방어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가	30
<표 4-7> 월별 망치고등어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가	32
<표 4-8> 월별 삼치 생산량, 출어일당 생산량 및 단가	33
<표 4-9> 월별 오징어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가	35
<표 4-10> 월별 갈치 생산량, 출어일당 생산량 및 단가	36
<표 4-11> 월별 기타 어종 생산량, 출어일당 생산량 및 단가	38
<표 4-12> 월별 출어일당 미성어 어획량	39
<표 5-1> 자율휴어기 분석결과(요약)	41
<표 5-2> 자율휴어기 분석결과(어종별 생산량)	43
<표 5-3> 자율휴어기 분석결과(어종별 생산금액)	44
<표 5-4> 월별 금어기 분석결과(요약)	47
<표 5-5> 월별 금어기 분석결과(어종별 생산량)	52
<표 5-6> 월별 금어기 분석결과(어종별 생산금액)	53
<표 5-7> TAC 할당량 감소 구간별 출어이익 및 고등어 미성어 어획량 감소	56
<표 5-8> 분석결과(TAC 96,609톤)	58

그림 목 차

<그림 3-1> 대형선망어업 조업 모식도	13
<그림 3-2> 대형선망어업의 수지상황	15
<그림 3-3> 대형선망어업의 연도별 생산량	16
<그림 3-4> 대형선망어업의 연도별 고등어 생산량	18
<그림 3-5> 대형선망어업의 연도별 전갱이 생산량	19
<그림 5-1> 월별 금어기에 따른 출어이익 및 고등어 미성어 어획량 변화	50
<그림 5-2> 월별 금어기에 따른 출어이익 및 전갱이 미성어 어획량 변화	51
<그림 5-3> TAC 할당량에 따른 출어이익 및 미성어 어획량 변화	55
<그림 5-4> 대형선망어업의 연도별 고등어 미성어 어획량	57



Analyzing the effects of fisheries management measures for protecting immature fish

Seong Hoon, Cheon

Department of Marine & Fisheries Business and Economics,
The Graduate School, Pukyong National University

Abstract

Main purposes of fisheries management are to use fisheries resources persistingly and to maximize economic benefits. Thus, it would be biologically and economically more efficient to protect immature fish than to catch. Because fish grows up in the course of time so that it becomes reproductive and economically more valuable.

Unfortunately, two goals of fisheries management, sustainable use of fisheries resources and maximizing economic benefits, are generally conflicting in short-term. So, before an introduction of new fisheries measure or modification of existing one, it is vital to estimate the effect of the fisheries management measure.

A representative method for protecting immature fish is to set a minimum size limit on target fish. However, it is unrealistic to selectively catch fish above the minimum size limit in fisheries where a lot of fish are caught at a single operation. Then other measures limiting fishing efforts or catch amount can possibly be considered to reduce the amount of immature fish.

Seasonal closures limit fishing efforts for specific periods, and TACs(total allowable catch) limit yearly catches. These fisheries management measures could reduce expected catch and fishing revenue. By such means, fishing efforts would be reduced and redistributed over seasons. Of particular important in this regard is that fisheries productivity by target species and by fishing revenue are varied in season.

This study aimed to evaluate the effect of fisheries management measures for protecting immature fish, targeting Korean large purse seine fishery using ILP(integer linear programming). Seasonal closures and TACs are considered in 14 different scenarios. In order to evaluate the effects of seasonal closures and TAC, each scenario was compared to a baseline scenario that represents a status quo of Korean large purse seine fishery.

Model results showed that yearly fishing profit and catch of immature fish would fluctuate with change of the period of seasonal closures, and that not only does TAC limits an absolute amount of catch, but also affects the rate of immature fish among total catch.

Seasonal closures on March have positive effects on reducing immature fish of Jack mackerel. Seasonal closures On May, there is no significant difference with status quo. And TAC for Chub mackerel should decrease to 96 thousand tons to reduce immature fish catch to 16 thousand tons(catch of immature Chub mackerel in 2013).

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

수산자원의 생물학적 지속성과 수산업의 경제적 효율성을 높이기 위해서는 미성어 자원보호에 노력을 기울여야 한다. 수산자원은 시간이 지남에 따라 발생과 성숙, 사망의 과정을 거치며 지속적인 성장과 재생산을 통해 자원(stock)을 스스로 갱신하며 보존해 나간다(장호영 외, 2009).

미성어는 생식기관이 아직 완전히 성숙하지 않은 어류를 일컫는데, 시간이 지남에 따라 재생산능력을 갖게 되므로 잠재적인 산란자원으로 볼 수 있다. 또한 일반적으로 어업자원은 성숙할수록(클수록) 시장에서의 가치가 높아진다. 이러한 이유로 인해 미성어자원은 어획하기보다는 보호하는 것이 생물경제적으로 합리적이다.

우리나라의 연근해어업은 남획 및 기후변화 등의 요인으로 인해 자원량 및 생산량이 지속적으로 감소하고 있다(해양수산부, 2015). 이에 따라 TAC 할당량 감소 등 최근 자원관리가 강화되는 추세에 있으며, 특히 미성어 남획에 대한 문제가 대두되었다. 이에 따라 해양수산부에서는 수산자원 치어남획 방지 및 포획금지기준 조정을 위한 수산자원관리법 시행령 개정방안(해양수산부, 2015)을 발표하였다. 개정방안에서는 주로 대중성 어류의 미성어 보호를 위한 포획금지체장 및 산란기의 원활한 번식 유도를 위한 포획금지기간을 신설 또는 조정하는 방안을 제시하였다.

포획금지기간의 설정은 해당기간 동안의 조업을 제한함으로써 가능하다. 하지만 포획금지체장을 설정할 경우 저인망어업, 트롤어업, 선망어업 등과 같은 일시다획성 어업에는 효과적이지 않을 수 있다. 이는 한 번의 어획작업을 통해 군집한 어류를 한꺼번에 포획하는 방식의 어로행위에서 특정 체장 이상의 어류만을 선별적으로 어획하는 것은 사실상 불가능하기 때문이다. 따라서 어로과정에서 일정 크기 이상의 어류만을 선별적으로

어획할 수 있는 기술적인 혁신이 없는 상태에서 포획금지체장의 설정만으로 미성어 비율을 낮추는 데에는 현실적인 어려움이 있다.

이와 같은 경우 전체적인 노력량이나 어획량을 제한하는 다른 어업관리수단(금어기 및 TAC 등)을 통해 미성어 어획량을 감소시키는 것이 가능하다. 계절에 따른 회유범위나 자원의 성숙도는 어종마다 다르게 나타나므로 어획노력량을 계절적으로 조절하여 미성어 어획비율을 줄이는 것이다. 수산자원의 이러한 계절적 변동은 어업이익에도 영향을 미치므로 이러한 요인들을 종합적으로 고려하여 어업을 조절한다면 자원을 보호하면서 동시에 어업이익을 최대화할 수 있을 것이다.

금어기는 일정한 시기의 어획노력을 통제하는 것이다. 그러므로 금어기로 설정하고자 하는 기간의 미성어 어획량이나 어업이익 등의 요인을 고려한다면 자원보호 효과는 높이고, 금어기로 인해 발생할 수 있는 손실은 최소화 할 수 있다. 뿐만 아니라 보호대상 어종의 TAC를 제한했을 경우에도 계절적인 노력량의 변동으로 인해 미성어 어획량 또는 비율에 차이를 나타낼 수 있으므로 이러한 점을 고려할 수 있다.

따라서 미성어 보호를 위해서는 총어획량 제한, 포획금지체장·기간 설정 등의 방안을 고려할 수 있다. 그러나 이러한 수단들은 어획량이나 어획노력을 제한하는 방식이기 때문에 단기적인 어업수익의 감소를 야기할 수 있다. 그러므로 규제의 도입으로 인해 발생할 수 있는 영향을 사전에 검토하여 합리적인 방안을 마련하여야 한다.

본 논문에서는 미성어 보호를 위한 어업관리수단의 효과를 분석하고자 생물경제학적으로 분석하고자 한다. 이를 위해 현재 수산자원관리법 시행령 개정방안(해양수산부, 2015)에서 포획금지체장 신설 및 포획금지기간 조정을 추진 중인 고등어와 고등어를 대부분 어획하는 대형선망어업을 분석대상으로 설정하였다. 분석에서는 총허용어획량(이하 TAC)과 포획금지기간(이하 금어기)을 여러 가지 시나리오별로 가정하여 미성어 어업자원과 어업이익에 미치는 영향을 평가하고자 한다.

2. 연구방법 및 내용

본 연구에서는 금어기와 TAC의 변화가 고등어 미성어 어획량 및 대형선망어업의 이익에 미치는 영향을 분석하기 위해 정수선형계획법을 이용하였다. 이는 금어기 및 TAC에 따른 제약조건, 그리고 월별 어종별 어획량, 생산금액, 미성어 비율 등의 다양한 요인을 고려하여 연간 출어이익 최대화를 위한 목적함수를 설정하는데 정수선형계획법이 가장 용이하기 때문이다.

우선 금어기가 고등어 미성어 어획량 및 대형선망어업의 이익에 미치는 영향을 추정하기 위해 시나리오별로 각 기간(월)별 금어기를 가정하여 미성어 어획량 및 어업이익의 변화를 관찰한다. 다음으로는 TAC가 고등어 미성어 어획량 및 대형선망어업의 이익에 미치는 영향을 추정하기 위해 TAC 할당량을 조절하여 그 효과를 분석한다.

본 연구의 내용은 제1장 서론, 제2장 선행연구, 제3장 대형선망어업의 현황, 제4장 분석방법 및 자료, 제5장 분석결과, 그리고 제6장 결론으로 구성된다.

지금까지의 서론에서는 연구배경 및 목적 그리고 연구방법 및 내용을 설명하였다. 제2장 선행연구에서는 금어기 및 TAC 등의 어업관리수단의 영향에 관한 선행연구를 검토하고 제3장 대형선망어업의 현황에서는 대형선망어업의 현황을 살펴보기로 한다. 다음으로 제4장에서는 분석방법 및 자료를, 제5장에서는 분석결과를 다루고 마지막으로 제6장에서는 분석결과를 토대로 결론 및 연구의 한계점에 대해 논의한다.

II. 선행연구

1. 어업관리수단의 효과분석 선행연구

서영일 외(2014)는 복수어종어업에서의 어종별 TAC가 대형선망어업의 어업이익에 미치는 영향을 분석하였다. 분석에서는 선형계획법을 이용하여 고등어, 전갱이, 갈치, 삼치의 어획량, 단가, 단위원가 등을 고려하였으며, 시나리오별로 각 어종에 대한 TAC 설정 시 나타날 수 있는 대형선망어업의 어획량 및 어업이익의 변화에 대해 관찰하였다. 분석결과, 복수어종에 대해 TAC를 적용할 경우 특정 어종의 TAC가 먼저 소진되어 어획이 중단되고 이로 인해 전체 어업이익이 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 어종별 TAC에 따른 단위 잠재가격을 추정하여 실제 TAC 설정 시 잠재가격이 커서 어업이익에 민감한 영향을 주는 어종에 대해서는 TAC 할당량 제한을 완화하거나 다른 방식의 어업관리수단을 적용하는 방안을 제안하였다.

Ono et al.(2013)은 종의 연관성이 복수어종어업에 미치는 영향을 알아보기 위해 해양보호구역(marine protected areas, MAPs), 폐기 금지, 개별 어획할당량제도의 효과분석을 분석하였다. 분석을 위해 어업 자원의 공간적 분리 생물경제 모형(a spatially explicit bioeconomic model of a mixed-stock fishery)을 이용하였다. 모형에서는 각각의 어업관리방법 하에서 비생산적 자원(unproductive stock)과 생산적 자원(productive stock)의 공간적 중첩(spatial overlap)이 어떤 영향을 미치는지 시험하였다.

분석결과는 다음과 같다. 첫째, TAC 및 IVQ 상황에서 폐기를 금지시킬 경우 어종의 중첩과 관계없이 자원량이 B_{mey} 수준에 도달하면서 이익이 최대가 되었다. 둘째, MPAs는 대부분의 경우 이익을 감소시키는 것으로 나타났으며 비생산적 자원을 항상 목표수준까지 보호하지는 못하는 것으로 나타났다. 마지막으로 MEY를 목표로 IVQ를 설정할 경우 대부분

의 경우 어업자원을 보호하면서 이익은 최대화하는 것으로 나타났다. 그러나 MSY를 목표로 IVQ를 설정할 경우 비생산적 어종과 생산적 어종의 중첩 정도에 따라 TAC 상황에서 폐기를 금지하는 것보다 낮은 이익을 나타내었다.

Gaither(1980)는 알래스카 연안의 게어업(킹크랩, 대게, 대짜은행게)의 이익을 최대화 할 수 있는 조업계획(조업의 시기 및 길이, 출어일수, 금어기 등의 조정)을 제시하였다. 시뮬레이션에서는 확률 제한 최적화 모형(a stochastic constrained optimization model)을 이용하여, 어선 및 어구의 능력, 날씨 제약, 생물학적 고려사항, 시장의 수용능력, 가공능력, 가입(recruitment) 등 6가지 제약조건 하에서 이익을 최대화 하였다.

1976년 7월부터 1977년 8월까지의 조업계획을 수립하여 실제 자료와 비교하였으며, 그 결과, 계획에 의한 조업이 실제 조업보다 월별 생산량이 고르고 연간 생산량은 더 높게 나타났다. 이 경우, 시뮬레이션에 의한 결과에서 실제보다 생산량은 약 7%, 이익은 약 11% 높게 나타났다. 이 논문에서 사용한 모델은 수산업 관리의 중요한 4가지 고려사항(자원보호, 수익성, 작업량의 안정성, 적절한 공급의 유지)을 동시에 고려하였다는 점에서 유용성을 가진다고 주장하였다.

Cheng and Townsend(1993)는 미국 바닷가재어업의 금어기에 대한 잠재적 영향에 대해서 연구하였다. 1981년부터 1988년까지 로브스터의 월별 수입량, 생산량, 가격, 물가지수 및 가처분소득 자료 등을 이용하였다. 분석에서는 주성분 회귀를 통해 가격 반응(Price Response)을 추정하고, 금어기 및 연간 생산량의 월별 재분배를 가정하여 금어기의 영향을 추정하였다.

분석 결과, 1-2개월의 금어기는 수익을 증가시키지 않고, 3개월 이상의 금어기를 통해 성어기의 생산량을 재분배함으로써 잠재수익을 18%까지 증가시킬 수 있는 것으로 나타났다. 하지만 이런 장기간의 조업 중지는 현실적으로 어려움이 있으며, 특히 성어기에만 조업에 참여하는 파트타임 어업자(part-timer)의 수익에 매우 부정적인 영향을 미칠 것으로 예상하였다.

Somers and Wang(1997)은 호주 북부 새우어업(Northern Prawn Fishery,

NPF)의 금어기를 평가하였다. 평가에는 NPF의 금어기에 대한 가입당생물경제분석(bioeconomic per-recruit analysis)의 복수어종 시뮬레이션모델이 사용되었다. 이들은 banana prawn, brown tiger prawn, grooved tiger prawn 등 3가지 새우종의 시기별 생물학적 자료(연령별 개체수 및 체장, 중량, 성비, 가입, 사망률 등), 노력량, 어획량, 가격, 비용자료 등을 이용하였다.

당시의 NPF는 tiger prawn 준성체(subadult)자원 보호를 위해 1년에 두 번(12월부터 4월 중순, 6월 중순부터 8월)의 금어기에 의해 조업이 제한되었으며, 이에 따라 연중 두 번의 어기를 가지게 되었다. 시뮬레이션에서는 1993년의 NPF를 바탕으로 기본모형을 설정하였으며, 금어기를 달리 하며 결과를 기본모형과 비교하였다.

분석 결과, 첫 번째 금어기(시작 날짜를 12월 1일로 고정)를 조정할 경우, 총수익(total income)은 금어기를 4월 말 까지 연장했을 때 최대화 되었고, 순이익(net income)은 금어기를 5월 7일까지 연장했을 때 최대화 되었다. 또한 금어기 시작을 지연시킬 경우(종료 날짜를 3월 31일로 고정)에는 총어획량 및 수익은 증가하지만, 이익은 감소하는 것으로 나타났다. 한편, 두 번째 금어기(6월 중순부터 8월까지)를 실시하지 않은 경우에는 순이익은 증가하지만 산란자원(spawning stock)이 크게 줄어드는 것으로 나타났다.

이외에도 Grantham et al.(2008)과 Oliveira et al.(2014)의 논문에서 어업 제한에 의한 효과를 연구하였다. Grantham et al.(2008)은 남아프리카 연승어업에서 나타나는 바닷새 3종, 거북이 2종, 상어 3종의 혼획을 줄이기 위해 연승의 대상어종인 다랑어와 혼획보호대상 생물 7종의 어획률 및 혼획률을 시간적·공간적으로 고려하였다. 전체 어장에 대해 금어기를 설정한 경우와 영구적인 조업금지구역을 설정한 경우, 그리고 구역별로 임시 금어기를 설정하는 세 가지 경우를 비교하였으며, 분석결과 구역별 임시 금어기의 효과가 가장 큰 것으로 나타났다.

다음으로 Oliveira et al.(2014)은 포르투갈의 패류형망어업(artisanal dredge fleet)의 어획량 제한(quota)에 대해 계절성을 고려하여 연구하였다. 이들의 연구에 의하면, 수입효율성(Revenue Efficiency)의 계절적 변

동은 일간/주간 어획량 제한을 상황에 따라 재분배함으로써 감소시킬 수 있다고 주장하였다.

<표 2-1> 어업관리수단의 효과분석 관련 선행연구

서영일 외 (2014)	주제	생태계기반 TAC어업관리
	분석 방법	선형계획법
	분석 자료	대형선망어업의 연도별 어종별 생산량 및 금액, 출어일수, TAC등
	결과	특정 어종의 TAC조기소진에 따른 어획중단 및 전체 어업이익 감소, 잠재가격이 큰 어종에 대한 할당량 제한 완화 및 다른 어업관리수단의 적용 제시
Oliveira (2014)	주제	포르투갈 영세패류형망어업의 어획량제한에 대한 영향분석
	분석 방법	비모수효율성분석법
	분석 자료	어선 및 어구의 능력, 대상품종별 주간어획량, 가격 등
	결과	일간/주간어획량제한을 상황에 따라 재분배함으로써 수입효율성 변동 최소화 가능
Ono et al. (2013)	주제	어업관리방법별 어업자원의 공간적 중첩이 복수어종어업에 미치는 영향 분석
	분석 방법	공간적 분리 생물경제모형
	분석 자료	비생산적자원 및 생산적자원의 생물학적 특징, TAC, MPA, IVQ 등 어업관리수단
	결과	IVQ 상황에서 폐기 금지를 하였을 경우 어업이익 최대화 및 자원 보호, MPA 적용시 어업이익 감소 및 자원 보호효과 불확실
Grantham (2008)	주제	남아프리카 연승어업의 바닷새, 거북이, 성어 혼획률 감소를 위한 금어구역/금어기 설정

	분석 방법	금어구역 및 금어기 설정 시뮬레이션 가상분석
	분석 자료	다랑어와 혼획 대상 바다생물의 혼획률에 대한 시기/구역별 자료
	결과	구역별로 다른 시기의 금어기적용을 통해 혼획률 최소화 및 이익 최대화 가능
Somers and Wang (1997)	주제	호주북부새우어업의 금어기 평가
	분석 방법	가입당 생물경제분석 복수어종 시뮬레이션
	분석 자료	대상새우종의 생물학적 자료, 어획노력량, 어획량, 가격, 비용자료 등
	결과	금어기의 연장을 통해 어업이익 향상 및 산란자원 보호 가능
Cheng and Townsend (1993)	주제	미국 바닷가재어업의 금어기 영향 평가
	분석 방법	주성분회귀분석을 통한 가격반응함수 추정, 생산량 월별 재분배
	분석 자료	월별 바닷가재 수입량, 생산량, 가격, 물가지수, 가치분소득 등
	결과	금어기 조정을 통해 잠재수익을 18%까지 향상 가능
Gaither (1980)	주제	알래스카연안 게어업의 어업이익 최대화를 위한 조업계획 수립
	분석 방법	확률제한최적화모형
	분석 자료	어선 및 어구의 능력, 날씨제약, 생물학적 고려사항, 시장의 수용능력, 가공능력 등
	결과	월별 생산계획을 통해 연간생산량 7%, 어업이익 11% 향상 가능

2. 선형계획법 활용 선행연구

Siegel et al.(1979)은 선형계획법을 이용하여 복수어종어업의 어획능력 (harvesting capacity)에 대해 연구하였다. 연구에서는 복수어종어업의 이익 최대화를 목적함수로, TAC, 가공능력(processing capacity), 그리고 어획능력(harvesting capacity)을 제약조건으로 하여 아래와 같은 선형계획 모형을 수립하였다.

$$Max Z = \sum_{i,j,t} P_{ijt} L_{ijt} - \sum_{i,j,t} C_{ijt} L_{ijt}$$

$$\text{또는} = \sum_{i,j,t} L_{ijt} (P_{ijt} - C_{ijt})$$

$$s.t. \quad \sum_{i,t} A_{mijt} L_{ijt} \leq T_{mj}$$

$$\sum_{i,j} b_{ijt} L_{ijt} \leq B_t$$

$$\sum_i d_{ijt} L_{ijt} \leq FC_{jt}$$

여기서 $Z =$ 어업이익

$L_{ijt} =$ t기간 동안 j구역에서 어획한 i어종의 중량(lb)

$P_{ijt} =$ t기간 동안 j구역에서 어획한 i어종의 단위가격

$C_{ijt} =$ t기간 동안 j구역에서 어획한 i어종의 단위비용

$A_{mijt} =$ t기간 동안 j구역에서 어획된 i어종 lb당 m어종의 혼획량(lb)

$T_{mj} =$ j구역에서 m어종의 TAC

$b_{ijt} =$ t기간 동안 j구역에서 어획된 i어종의 lb당 요구되는 가공능력(lb)

$B_t =$ t기간 동안의 유효한 가공능력(lb)

$d_{ijt} =$ t기간 동안 j구역에서 i 어종 lb 어획에 요구되는 물리적 어획능력

$FC_{jt} =$ t기간 동안 j구역에서 선단이 어획 가능한 어류의 총 중량(lb)

이 연구에서는 위의 선형계획모형을 미국 뉴잉글랜드의 오테트롤(otter trawl)선단에 적용하여 대서양대구(Atlantic cod), 헤덕(Haddock) 등 총 11개 어종을 뉴잉글랜드 오테트롤 어업의 어획 및 혼획 어종으로 분석하였다. 또한 분석결과를 통해 최적 조업전략 및 최적 조업에 의한 수입, 그리고 잠재가격 분석 등을 제시하였다.

Igwe et al.(2011)은 선형계획법을 나이지리아 아비아 주의 반상업적 농업 및 어업 겸업에 적용하였다. 연구에서는 최적의 조합(enterprise combination)을 결정하기 위해 2009/2010 farm data를 사용하여 아래와 같은 선형계획모형을 수립하였다.

$$Max Z = \sum_{j=1}^m P_j X_j - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij}$$

$$s.t. \quad \begin{aligned} \sum a_{ij} X_j &\leq b_i \\ \sum f_{ic} X_j &\geq F_{ic} \\ \sum f_{if} X_j &\geq F_{if} \\ X_j &\geq 0 \end{aligned}$$

여기서 Z = 총이익

X_j = j 생산에 사용한 면적

P_j = j 생산에 의한 면적당 수입

C_{ij} = j 생산에 사용된 i 생산요소의 단위 비용

X_{ij} = j 생산에 사용된 i 생산요소의 양(quantity)

a_{ij} = j 의 단위당 생산에 사용된 i 생산요소의 양

b_i = 사용가능한 i 생산요소의 양

F_{ic} = 가족 구성원 1인당 연간 자급에 필요한 농작물의 최저 수량(톤)

F_{if} = 가족 구성원 1인당 연간 자급에 필요한 단백질의 최저 수량(톤)

이 연구에서는 위와 같은 선형계획모형을 이용한 분석을 통해 총이익을 최대화시키는 농업과 어업의 최적 조합을 도출하였으며, 잠재가격분석 및 민감도 분석을 실시하였다.

Hasan and Raffensperger(2006)는 혼합정수선형계획법을 이용하여 뉴질랜드 상업적 어업의 트롤어선 조업계획, 조업, 가공, 그리고 노동력 분배 등을 최적화 하였다. 이 연구의 모형에서는 총이익 최대화를 목적함수로 하였으며, 어획능력, 날씨, 원재료, 재고, 수요 등의 여러 가지 요인을 제약조건으로 설정하였으며, 연구모형은 아래의 수식으로 표현될 수 있다.

$$\begin{aligned}
Max Z = & \sum_i \sum_j \sum_l \sum_t P_{i,j,l} s_{i,j,l,t} - \sum_p \sum_a \sum_u \sum_t \sum_v V_{t,v} w_{p,a,u,t,v} \\
& - \sum_i \sum_l \sum_t \sum_v \sum_a C_{a,i,t,v} f_{a,i,l,t,v} - \sum_t \sum_c Lr y_{t,c} \\
& - \sum_t \sum_c L o y_{t,c} - \sum_i \sum_l \sum_t I_t z_{t,l,t} - \sum_i \sum_j \sum_l \sum_t J_t r_{i,j,l,t}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
s.t. \quad & \sum_i \sum_l f_{a,i,l,t,v} \leq A_v \\
& L R_{i,l,t} \leq \sum_j F_{i,j} x_{i,j,l,t} \leq U R_{i,l,t} \\
& \sum_i \sum_l z_{i,l,t} \leq M I \\
& s_{i,j,l,t} \leq U M_{i,j,l,t} \\
& \sum_i \sum_j \sum_l r_{i,j,l,t} \leq M I P \\
& \sum_i \sum_j \sum_t H_{i,j,c} x_{i,j,l,t} - y_{t,c} - y_{o,t,c} \leq 0 \\
& L A r_t \leq y_{r,c} \leq U A r_t \\
& y_{t,c} \leq R t \times y_{r,c}
\end{aligned}$$

여기서 $Z =$ 총이익

$P_{i,j,l} =$ j공장에서 1품질의 i원재료 가공의 이익

$s_{i,j,l,t} =$ t기간 동안 1품질의 i원재료로 만든 j 제품의 판매 중량

$V_{t,v} =$ t 기간의 v 어선의 출어비

$w_{p,a,v,t,v} =$ v트롤러선이 p회사에서 a어장에 u기간 출어하여 t기간에 돌아올 경우 1, 나머지는 0

$C_{a,i,t,v} =$ t기간 v어선이 a어장에서 어획한 i어종의 양륙비

$f_{a,i,l,t,v} =$ t기간 v어선이 a어장에서 어획한 1 품질의 i어종의 중량(kg)

$Lr =$ 규정시간 인건비

$y_{t,c} =$ c워크센터에서 t기간 동안 사용된 규정시간 인건비

$L o =$ 초과시간 인건비

$y_{o,t,c} =$ c워크센터에서 t기간 동안 사용된 초과시간 인건비

$I_t =$ t기간 동안 원재료 보관비

$z_{i,l,t} =$ t기간 말에 보관된 1품질의 i어종의 중량(kg)

$J_t =$ t기간 동안 제품 보관비

$r_{i,j,l,t} =$ t기간 말에 보관된 1품질의 i어종으로 만들어진 j제품의 중량(kg)

$A_v =$ v트롤러선의 어획능력

$L R_{i,l,t} =$ t기간 동안 가공되는 1품질 i어종의 중량(kg)의 하한 값

$F_{i,j} =$ j제품 1kg을 만들 때 요구되는 i어종의 중량(kg)

$x_{i,j,l,t} =$ t기간 동안 1품질의 i원재료로 만든 j제품의 중량(kg)

$U R_{i,l,t} =$ t기간 동안 가공되는 1품질 i어종의 중량(kg)의 상한 값

- MI = 최대 원재료 보관 중량(kg)
 $UM_{i,j,l,t}$ = t기간 동안 i원재료로 만든 l품질의 j제품의 마케팅 상한 값
 MIP = 재고품의 저장 능력
 $H_{i,j,c}$ = c워킹센터에서 j제품 생산 시 i어종 1kg 당 작업 시간
 LAr_t = t기간 정규 근무시간의 하한 값
 UAr_t = t기간 정규 근무시간의 상한 값
 Rt = 초과근무시간 비율

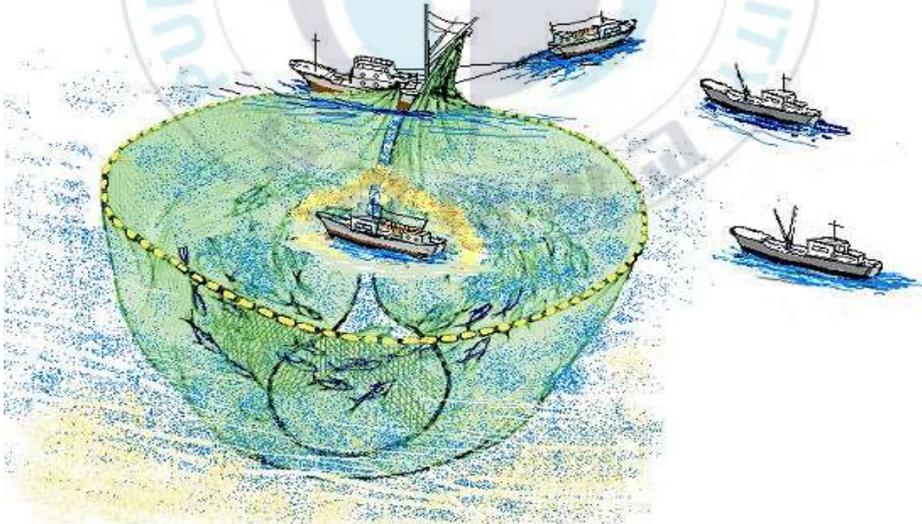
이 연구에서는 위의 혼합정수선형계획모형을 이용하여 트롤어선의 조업계획, 어획쿼터 할당, 가공 및 노동력 할당 등을 조직화 하였다. 또한 모형을 통해 조업시기, 원재료 생산량, 제품 생산량, 정규 근무시간 및 초과 근무시간 등에 대해서 제안하고 민감도 분석을 실시하였다.



Ⅲ. 대형선망어업의 현황

1. 어선세력 및 수지 현황

대형선망어업은 우리나라 일반해면어업 중 생산량 및 자본 규모가 가장 큰 기업적 어업이다. 여러 척의 배가 선단을 이루어 조업하는데 주로 본선(그물배) 1척, 등선(불배) 2척, 운반선 3척의 총 6척의 배가 1개 선단을 구성하며 이를 일반적으로 1통이라고 한다. 본선은 건착망을 소유하고 어로 과정에서 투망 및 양망과 같은 어획작업을 수행하는 선박이며, 등선은 어군탐색기 및 집어등을 이용해 대상어군을 탐색·집어하는 역할을, 운반선은 어획물을 본선에서 육지까지 운반하는 역할을 한다. 주로 고등어, 전갱이 등의 밀집성이 강한 어종을 대상으로 조업한다(이해님, 2009; 장호영 외, 2009).



자료: 국립수산과학원 홈페이지 (<http://www.nifs.go.kr/>)

<그림 3-1> 대형선망어업 조업 모식도

대형선망어업의 어선척수는 1992년 342척에서 2011년 143척까지 꾸준히 감소한 이후, 현재까지 143척을 유지하고 있다. 어선톤수에서도 전반적인 하락세를 보이고 있는데, 1992년 44,652톤에서 2011년 22,235톤까지 감소하였다가, 2014년 현재 22,847톤으로 소폭 증가하였다. 마력수의 경우에는 1992년 282,924마력에서 2005년 176,881마력까지 감소하였으나, 2006년 228,933마력까지 상승했지만, 이후 다시 하락세를 보이며 2014년에는 197,688마력 수준이다.

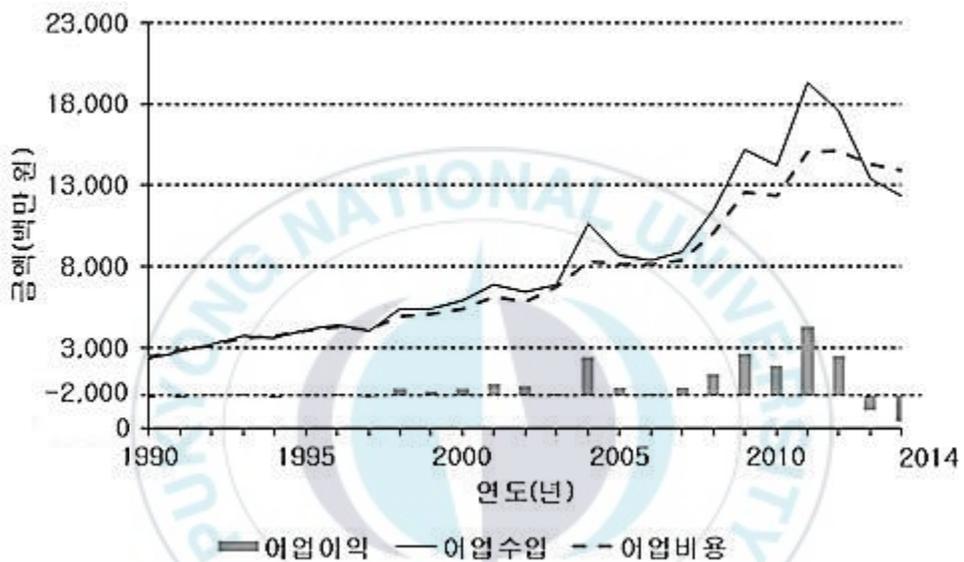
<표 3-1> 대형선망어업 연도별 어선세력

연도	척수	톤수	마력수	연도	척수	톤수	마력수
1992	342	44,652	282,924	2004	190	25,880	194,166
1993	329	43,454	289,211	2005	188	25,664	176,881
1994	327	43,494	295,383	2006	191	26,191	228,933
1995*	318	41,650	290,567	2007	191	28,004	236,838
1997	280	37,047	279,551	2008	175	24,491	220,834
1998	251	32,482	259,070	2009	154	22,614	200,451
1999	238	32,060	256,416	2010	153	22,361	200,426
2000	232	31,377	255,927	2011	143	22,235	195,559
2001	219	29,546	252,840	2012	143	22,235	195,559
2002	220	29,512	255,641	2013	143	22,834	198,771
2003	210	28,463	246,957	2014	143	22,847	197,688

자료: 해양수산부, 등록어선통계(각 연도별), 해양수산부(1996), 해양수산통계연보

<그림 3-2>는 1990년대 이후 대형선망어업의 수지상황을 나타낸다. 대형선망어업의 어업이익과 어업비용은 전반적으로 상승하는 추세를 보이고 있다. 어업이익 역시 대체로 증가하는 추세이기는 하나, 어업수입의 변화

가 불규칙적이고 증감폭이 커서 어업이익이 불안정한 흐름을 나타내고 있다. 최근의 흐름을 살펴보면, 2011년에는 어업수입이 193억 원, 어업비용이 150억 원으로 43억 원의 어업이익을 기록했다가, 이후 감소하기 시작하여 2014년에는 어업수입 123억 원, 어업비용 139억 원으로 어업이익은 16억 원의 적자를 기록하였다.

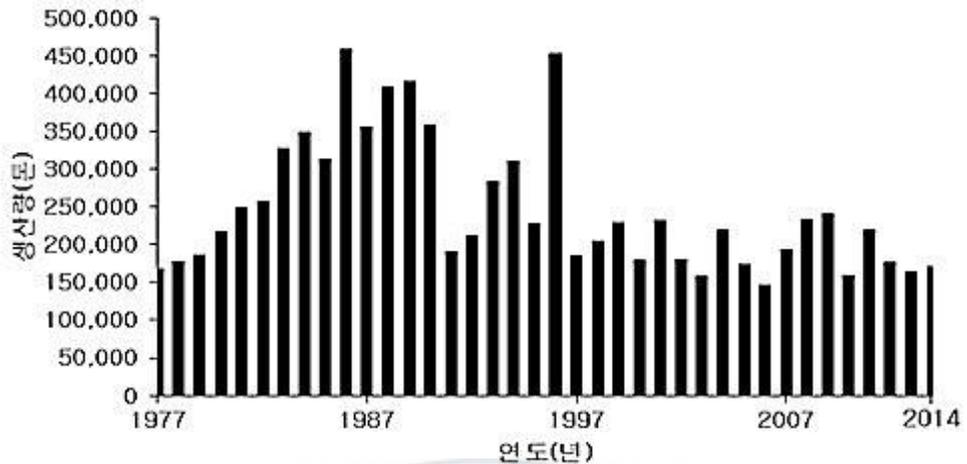


자료: 수산업협동조합중앙회, 어업경영조사보고(각 연도별)

<그림 3-2> 대형선망어업의 수지상황

2. 생산 현황

대형선망어업의 생산량은 1970년대부터 1980년대까지 큰 폭으로 상승하여 1986년에는 45만 9천 톤을 기록하였다. 이후 급감하기 시작하여 2000년부터 주로 20만 톤 이하의 생산량을 기록하고 있다. 최근 5년(2010-2014년) 동안의 연 평균 생산량은 17만 8천 톤으로 일반해면어업 전체 생산량 111만 2천 톤 중 16%를 차지하였다.



자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

<그림 3-3> 대형선망어업의 연도별 생산량

주 대상어종은 고등어, 전갱이, 방어, 살오징어, 삼치, 갈치 등이며, 이 어종들의 생산량이 전체의 88.4%, 생산금액은 91.8%로 대부분을 차지하였다. 이 중 특히 고등어의 생산량이 가장 많았으며, 생산량은 10만 9천 톤, 생산금액은 2,100억 원으로 전체의 60% 이상을 차지하고 있었다.

<표 3-2> 대형선망어업의 최근 5년(2010-2014년) 간 주요 어종의 연평균 생산량 및 생산금액

(단위: 톤, 백만 원)

	생산량	비중	생산금액	비중
모든 어종	178,295	100.0%	330,557	100.0%
고등어	109,494	61.4%	210,353	63.6%
전갱이류	19,215	10.8%	20,259	6.1%
방어류	8,952	5.0%	14,183	4.3%
살오징어	7,292	4.1%	23,871	7.2%
삼치류	6,533	3.7%	23,877	7.2%
갈치	6,037	3.4%	10,898	3.3%

자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

이 외에 전갱이의 생산량이 1만 9천 톤, 생산금액은 200억 원, 방어의 생산량이 9천 톤, 생산금액은 142억 원 등으로 고등어 뒤를 이었다.

앞서 살펴본 대형선망어업의 대상어종 중 고등어, 전갱이, 오징어는 현행 총허용어획량(이하 TAC)에 의해 관리되며, 최근 5년간 TAC 할당량의 변화는 아래의 <표 3-3>과 같다. 고등어와 전갱이 TAC 물량은 대형선망어업에 한해서만 해당되며, 살오징어의 경우 전체 TAC 물량이 산정되면 근해채낚기, 대형선망, 대형트롤, 동해구 트롤에 각각 분배된다. 각 품종별 TAC의 설정은 국립수산과학원의 연도별 TAC 설정을 위한 대상어종별 자원평가 결과의 생물학적허용어획량(ABC) 목표값 및 한계값을 토대로 설정되므로, TAC 할당량의 변화는 자원의 증감을 반영한다.

2011년부터 2015년까지 고등어와 전갱이 TAC 할당량은 큰 폭으로 감소하였다. 고등어 TAC 할당량은 16만 톤에서 12만 2천 톤으로 23.75% 감소, 전갱이 TAC 할당량은 2만 1천 톤에서 1만 6천 6백 톤으로 20.95% 감소, 살오징어 TAC의 할당량은 18만 8천 톤에서 18만 6천 톤으로 약 1.1% 감소하여 해당기간 동안 자원이 감소하였음을 유추할 수 있다.

<표 3-3> 2011년-2015년 고등어, 전갱이, 오징어 TAC 할당량

(단위: 톤)

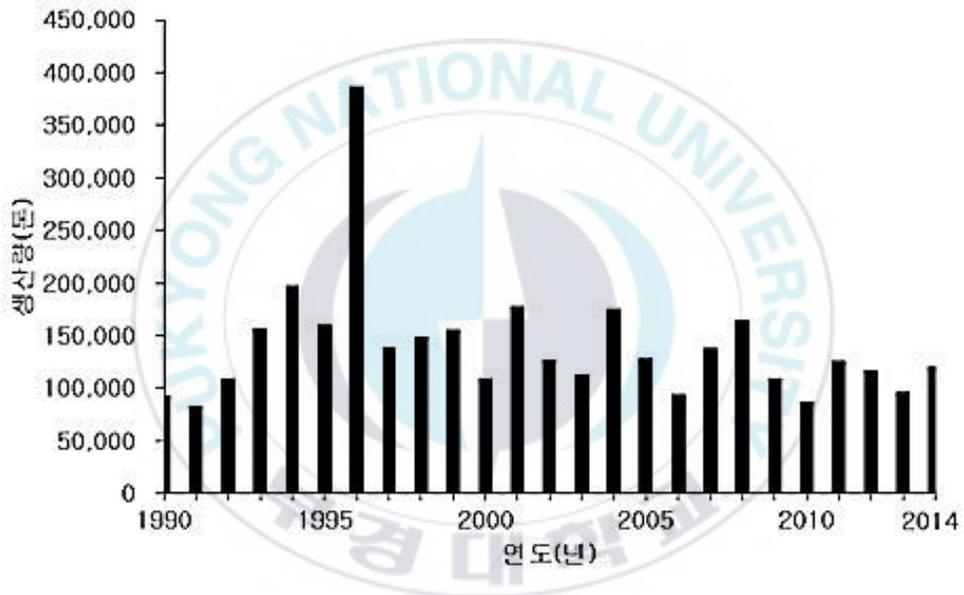
	2011	2012	2013	2014	2015
고등어	160,000	135,000	135,000	135,000	122,000
전갱이	21,000	21,000	14,700	18,000	16,600
살오징어	188,100	189,000	191,000	191,000	186,000

자료: 해양수산부, 수산자원관리 시행계획(각 연도별)

특히 감소폭이 큰 고등어와 전갱이는 대형선망어업의 전체 생산량 중 72.2%를 차지하고 있으며, 이와 같은 주력 어종의 TAC 할당량의 감소는 대형선망어업의 어업소득에 악영향을 초래할 수 있다.

대형선망어업의 TAC 대상어종 중 생산량 및 생산금액이 가장 많은 고

등어의 90년대 이후 생산량 변화를 살펴보면, 최대 38만 6천 톤에서 최저 8만 2천 톤까지 생산량의 증감이 불규칙적이고 변화의 폭이 큰 것을 알 수 있다. 90년대 중반 크게 상승했던 대형선망어업의 고등어 생산량은 1996년 386,877톤으로 정점을 기준으로 이후 생산량이 큰 폭으로 감소하였고 불규칙적이지만 대체로 감소하는 추세를 보이고 있다. 2010년 이후에는 주로 연간 10만 톤 전후의 생산량을 보이고 있으며 2014년에는 12만 톤을 기록하였다.

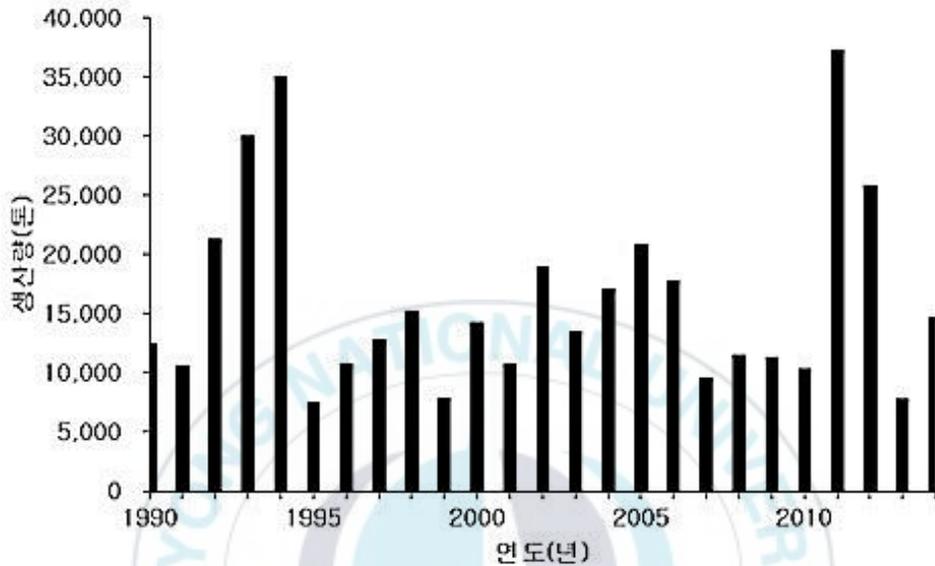


자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

<그림 3-4> 대형선망어업의 연도별 고등어 생산량

대형선망어업의 TAC 대상어종 중 두 번째로 생산량이 많은 전갱이의 90년대 이후 생산량 변화를 살펴보면, 최대 3만 7천 톤에서 최저 7천 5백 톤까지 생산량의 증감이 불규칙적이고 변화의 폭이 큰 것을 알 수 있다. 94년 3만 5천 톤을 기록했다가 바로 다음해에는 7천 5백 톤까지 1년 만에 무려 80%에 가까이 감소했고, 이후 1만-2만 톤 사이의 증감을 보이다가 2010년 1만 톤에서 2011년에는 3만 7천 톤까지 상승하는 등 매우 불안정

적인 생산량을 보이고 있다. 최근에는 2013년 7천 8백 톤까지 감소하였다가 2014년에 다시 1만 4천 톤까지 상승하였다.



자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

<그림 3-5> 대형선망어업의 연도별 전갱이 생산량

IV. 분석방법 및 자료

1. 분석방법

선형계획법(linear programming, LP)은 널리 이용되고 있는 최적화 기법 중 하나로서, 몇 가지 가정을 전제로 한 수리모형의 한 종류이다. 최적화는 제약조건이 주어진 상황에서의 수치적인 최적화, 즉 목적으로 하는 수를 최대화 하거나, 최소화하는 것을 말한다. 산업이 고도화 되면서 경영이나 정책의사결정시에 고려해야 할 요인이 다양하고 복잡해져 왔고, 이러한 최적화 문제를 컴퓨터를 이용하여 보다 효율적으로 해법을 찾는 것이 가능해 졌다. 최적화 이론은 제2차 세계대전 당시 군사작전의 최적화를 위해 이용되면서 급속도로 발전하기 시작했다(천정옥, 2003).

최적화 문제를 해결하는 방법 중 하나인 선형계획법은 Dantzig(1947)에 의해 심플렉스법이 개발된 이후 여러 분야의 최적화 문제를 해결하기 위한 방법으로 사용되어 왔다(서영일 외, 2014; Dantzig and Thapa, 1997; Rodrigues, 1990). 선형계획법의 기본적인 형태는 의사결정변수로 구성된 선형의 목적함수식과 변수들에 대한 일련의 제약조건들로 구성되며, n 개의 의사결정변수와 m 개의 제약조건을 가진 문제를 다룰 경우 다음과 같은 수식으로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \max \text{ or } \min \quad & f(X_1, X_2, \dots, X_n) = Z \\ \text{s.t.} \quad & g_1(X_1, X_2, \dots, X_n) \leq c_1 \\ & g_2(X_1, X_2, \dots, X_n) \leq c_2 \\ & \vdots \\ & g_m(X_1, X_2, \dots, X_n) \leq c_m \end{aligned}$$

위 식의 목적함수와 제약조건의 각 함수는 다시 아래와 같이 각각의 개수에 곱해진 의사결정변수의 합으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \max \text{ or } \min Z &= \sum_{i=1}^n c_i X_i \\ \text{s.t. } \sum_{i=1}^n a_{ij} X_j &\leq b_j \quad (i = 1, 2, \dots, n)(j = 1, 2, \dots, m) \end{aligned}$$

여기서, 의사결정변수의 성질에 따라 비음제약조건과 정수제약조건을 추가하여 문제에 적합한 형태의 선형계획법을 수립할 수 있다.

선형계획법은 다수의 제약조건을 만족시키면서 특정 함수를 최대화 또는 최소화시키는데 적합한 기법으로서, 많은 변수와 함께 복잡한 조건을 고려해야 하는 경우 유용하게 사용될 수 있다. 실제로 많은 분야에 적용되고 있으며, 예를 들어 생산·운송·혼합 계획 등의 여러 종류의 기업 경영 및 생산 활동, 그리고 다양한 이론경제 분석에까지 폭넓은 활용이 가능하다(천정옥, 2003).

한편 본 연구에서 사용하게 될 선형계획법은 의사결정변수를 정수로 제한하는 정수선형계획법(integer linear programming, ILP)이다. 선형계획법과 정수선형계획법은 의사결정변수가 정수인지 아닌지에 의해 구분되며, 다수의 의사결정변수 중 일부에만 정수 제약조건이 주어지는 경우에는 이를 혼합정수계획법(mixed integer programming, MILP)이라고 한다.

정수선형계획모형은 분단탐색법(branch and bound method) 등의 해법을 이용해 최적해를 찾는데, 일반적으로 선형계획모형의 최적해를 구하는 과정에 비해 훨씬 복잡하고 시간이 오래 걸린다. 실제로는 다양한 응용소프트웨어를 이용함으로써 시간을 단축시킬 수 있으며 엑셀을 이용해서도 간단히 해결할 수 있다(김기석, 2006).

2. 분석모형

본 연구의 분석모형에서는 계절적 변동을 반영하기 위해 고등어의 생산량, 미성어 어획량, 가격 등의 월별 변동을 고려하였다. 모형의 목적함수는 대형선망어업의 연간 어업수입의 최대화, 제약조건은 월별 최대출어

일수 및 연간 TAC 할당량으로 설정하였으며 아래와 같은 수식으로 나타낼 수 있다.

$$Max \sum_t^{12} P_t = \sum_{t=1}^{12} (TR_t - TC_t)$$

$$s.t. \sum_{t=1}^{12} Q_{ti} \leq T_i$$

$$0 \leq d_t \leq D_t$$

$$d_t \in \text{정수}$$

여기서,

$t =$ 생산 시기, 월($t = 1, \dots, 12$; $t = 1$, 1월; $t = 2$, 2월; \dots ; $t = 12$, 12월)

$i =$ 어종, ($i = 1, \dots, 7$; $i = 1$, 고등어; $i = 2$, 전갱이; $i = 3$, 방어; $i = 4$ 오징어; $i = 5$, 삼치; $i = 6$, 갈치; $i = 7$, 기타)

$p_t =$ t 월의 고등어의 톤당 가격

$c =$ 생산량 1톤당 출어비

$D_t =$ t 월의 대형선망어업의 최대 출어일 수

$d_t =$ t 월의 대형선망어업의 출어일 수

$q_{ti} =$ t 월의 출어 1일당 i 어종 생산량

$I_i =$ t 월의 i 어종 미성어 어획량($i = 1, 2$, 고등어, 전갱이 미성어에 한함)

$i_{ti} =$ t 월의 i 어종의 출어일당 미성어 어획량

$T_i =$ i 어종의 연간 총허용어획량(TAC); 고등어, 전갱이, 오징어에 한함

$Q_{ti} =$ t 월 i 어종생산량

$TR_t =$ t 월의 생산금액

$TC_t =$ t 월의 출어비

목적함수에서 각 월의 생산금액은 월별 어종별 가격과 생산량의 곱으로, 월별 어종별 생산량은 각 월의 어종별 출어 1일당 생산량과 출어일수의 곱으로 나타낼 수 있다. 따라서 목적함수의 의사결정변수는 이 중 유일하게 통제 가능한 변수인 월별 출어일수 d_t 이며 이는 아래의 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$TR_t = p_t \times Q_t$$

$$Q_{ti} = d_t \times q_{ti}$$

총 출어비는 각 월별 출어비의 합이며, 각 월별 출어비는 해당하는 월의 총생산량과 단위비용의 곱으로 나타낼 수 있다.

$$\sum_{t=1}^{12} TC_t = \sum_{t=1}^{12} \sum_{i=7}^6 Q_{ti} \times c$$

분석에서는 고등어와 전갱이의 각 시나리오별 미성어 어획량을 추정하였다. 연간 어종별 미성어 어획량은 각 월별 어종별 미성어 어획량의 합으로 표현할 수 있다. 또한 각 월별 미성어 어획량은 해당하는 월의 출어일당 각 어종별 미성어 어획량과 출어일수를 곱하여 계산할 수 있으며 이는 아래의 식과 같이 나타낼 수 있다..

$$\sum_{t=1}^{12} \sum_{i=1}^2 I_{ti} = \sum_{t=1}^{12} \sum_{i=1}^2 (i_{ti} \times d_t)$$

3. 분석자료

(1) 대형선망어업의 최근 3년간 월별 출어일수

<표 4-1>은 최근 3년간 50톤급 이상 선망어선의 월별 출어척수를 보여주고 있다. 출어척수의 경우 자율 휴어기의 영향으로 인해 4월과 5월의 출어척수가 낮은 것을 제외하고 나머지 월의 출어척수는 3천 척 내외로 대체로 비슷하게 나타났다.

<표 4-1> 2012년-2014년 50톤 이상급 선망어선 월별 출어척수

(단위: 척)

출어척수	2012년	2013년	2014년
1월	3,030	3,730	3,317
2월	2,796	2,219	2,193
3월	3,005	3,167	2,989
4월	382	2,431	1,504
5월	2,729	633	1,731
6월	3,056	3,058	2,921
7월	3,198	3,282	3,133
8월	2,728	3,443	2,963
9월	2,816	3,244	2,707
10월	3,016	3,270	2,585
11월	3,068	3,060	2,854
12월	2,982	3,211	2,489
합계	32,806	34,748	31,386

자료: 수산업협동조합중앙회, 어선조업현황(www.suhyup.co.kr)

<표 4-3>은 최근 3년간 대형선망어업의 월별 출어일수를 추정한 것이다. 월별 출어일수의 추정은 어업경영조사보고(수협중앙회) 상의 대형선망어업의 연간 출어일수 및 수협중앙회 홈페이지의 어선조업현황을 바탕으로 추정하였다.

월별 출어일수의 추정은 다음과 같이 이루어진다. 우선 수협 중앙회 홈페이지의 50톤급 이상 선망어선의 일별 출어척수를 각 월별, 그리고 연간 출어척수로 합산하여 구한다. 다음으로는 월별 출어척수를 연간 총 출어척수로 나누어 각 월의 비중을 구하고, 이를 어업경영조사보고에 기록된 대형선망어업의 연도별 출어일수에 곱하여 월별 출어일수를 구한다. 마치

막으로, 구해진 각 월별 출어일수는 다시 각 연도별 같은 달의 출어일수의 평균을 구하여 분석에 사용하였다.

예를 들어, 1월의 출어일수를 구하는 과정은 <표 4-2>와 같다. 2012년 1월의 50톤 이상급 선망어선 출어척수 3,030을 연간 출어척수 32,806으로 나누는 뒤 연간 출어일수 259를 곱하여 23.9일의 출어척수를 추정할 수 있다. 마찬가지로의 방법으로 2013년과 2014년의 1월의 출어일수를 추정하면 각각 29.0일 및 30.2일이 된다. 따라서 최근 3년(2012년-2014년) 동안의 1월의 평균 출어일수를 바탕으로 1월의 출어일수를 구하면 28일로 계산된다.

<표 4-2> 월별 출어일수 추정 예시

출어일수 추정 예시	1월의 50톤 이상급 선망어선 출어척수(A)	연간 총 출어척수 (B)	연간 출어일수(C)	(A/B)×C
2012년	3,030	32,806	259	23.9
2013년	3,730	34,748	270	29.0
2014년	3,317	31,386	286	30.2
3년간 1월 평균 출어일수				27.7

월별 출어일수의 경우 자율휴어기의 영향으로 인해 4월과 5월의 출어일수가 낮게 추정되었고 나머지 월의 경우 최저 20일에서 최고 28일까지로 나타났다. 주로 24일에서 25일로 추정된 빈도가 높았는데 이것은 대형 선망어선이 월명기(매 음력 월 14일부터 19일)의 6일간 출어하지 않은 결과로 해석할 수 있다.

<표 4-3> 2012년-2014년 대형선망어업의 월별 출어일수 추정

(단위: 일)

	2012년	2013년	2014년	평균
합계	259	270	286	272
1월	24	29	30	28
2월	22	17	20	20
3월	24	25	27	25
4월	3	19	14	12
5월	22	5	16	14
6월	24	24	27	25
7월	25	26	29	26
8월	22	27	27	25
9월	22	25	25	24
10월	24	25	24	24
11월	24	24	26	25
12월	24	25	23	24

자료: 수산업협동조합중앙회, 어업경영조사보고(각 연도별)

(2) 대형선망어업 주요 어종의 월별 생산량 및 단가

가. 고등어

<표 4-4>는 대형선망어업의 최근 3년(2012년-2014년) 동안의 평균 월별 고등어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가를 나타낸다. 우선 대형선망어업의 월별 고등어 생산량을 살펴보면, 1월의 생산량은 16,221톤이었으나 2월 3,345톤, 3월 2,692톤, 4월 971톤, 5월 832톤 등으로 감소하다가 이후

상승하기 시작하여 6월 1,822톤, 7월 5,661톤, 8월 11,513톤, 9월 12,538톤을 기록하였다. 10월의 경우 9월보다 약 2천 톤 낮은 10,730톤, 11월부터는 다시 상승하며 18,302톤, 12월에는 26,498톤으로 연중 가장 생산량이 많았다.

**<표 4-4> 월별 고등어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가
(2012년-2014년 평균)**

(단위: 톤, 천 원)

	생산량	출어일당 생산량	단가
1월	16,221	616	1,479
2월	3,345	163	3,323
3월	2,692	107	3,025
4월	971	101	3,623
5월	832	52	4,393
6월	1,822	75	4,303
7월	5,661	217	2,404
8월	11,513	454	1,859
9월	12,538	518	1,954
10월	10,730	446	2,245
11월	18,302	732	2,229
12월	26,498	1,125	1,235

자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

생산량 및 월별 출어일수 추정치를 기준으로 계산한 출어일당 생산량을 살펴보면, 1월에는 616톤이었다가 2월 163톤, 3월 107톤, 4월 101톤, 5월 52톤까지 하락하며 연중 최저치를 기록하였다. 이후부터는 상승하기 시작하여 6월에는 75톤, 7월 217톤, 8월 454톤, 9월 518톤을 기록했으며,

10월에는 446톤으로 하락하였으나 11월과 12월에는 다시 상승하며 각각 732톤 및 1,125톤을 기록하였다.

월별 생산량 및 생산금액을 기준으로 구한 대형선망어업의 고등어 톤당 가격을 살펴보면, 1월 148만 원에서 2월에는 332만 원, 3월에는 303만 원, 4월에는 362만 원 등 매월 증감을 반복하는 흐름을 보였다. 5월과 6월에는 각각 449만 원 및 430만 원으로 4백 만 원대의 단가를 유지하다가 이후 하락하며 2백 만 원 내외의 단가를 나타냈다. 7월에는 240만 원, 8월에는 186만 원, 9월에는 195만 원, 10월에는 225만 원, 11월에는 2239만 원 등의 단가를 나타냈으며 12월에는 124만 원을 기록하였다.

나. 전갱이

<표 4-5>는 대형선망어업의 최근 3년(2012년-2014년) 동안의 평균 월별 전갱이 생산량, 출어일당 생산량 및 단가를 나타낸다. 먼저 월별 생산량의 변화를 살펴보면, 1월 대형선망어업의 전갱이 생산량은 1,880톤에서 2월에는 2,858톤, 3월에는 3,387톤으로 상승하여 연중 가장 높은 생산량을 나타내었다. 4월에는 693톤까지 급감 하였다가 다시 증가하기 시작하여 5월에는 1,018톤, 6월에는 1,295톤, 7월에는 1,924톤을 기록하였다. 이후 다시 1천 톤 미만으로 하락하여 8월에는 522톤, 9월에는 520톤, 10월에는 443톤, 11월에는 663톤, 12월에는 908톤 등의 흐름을 나타내었다.

생산량 및 월별 출어일수 추정치를 기준으로 계산한 출어일당 생산량을 살펴보면, 1월에는 67톤을 기록하였다가 2월과 3월에 각각 132톤 및 141톤으로 상승하였고, 4월에는 전월 대비 40톤 하락하며 101톤을 기록하였다. 5월 이후에는 100톤 미만의 낮은 출어일당 생산량을 보이고 있는데, 5월 58톤, 6월 50톤, 7월 72톤, 8월 21톤, 9월 21톤, 10월 19톤, 11월 27톤, 12월 39톤 등의 흐름을 나타내었다.

다음으로 월별 생산량 및 생산금액을 기준으로 구한 톤당 가격을 살펴보면, 1월에는 81만 원을 기록하였다가 2월부터 5월까지의 각 월별로 103

만 원, 126만 원, 105만 원, 114만 원 등 백만 원 초반의 흐름을 보였다. 6월부터 7월까지의 171만 원, 180만 원, 171만 원 등을 기록했으며 9월에는 130만 원, 10월에는 162만 원, 11월에는 127만 원, 12월에는 89만 원을 기록하였다.

<표 4-5> 월별 전갱이 생산량, 출어일당 생산량 및 단가(2012년-2014년 평균)

(단위: 톤, 천 원)

	생산량	출어일당 생산량	단가
1월	1,880	67	814
2월	2,858	132	1,030
3월	3,387	141	1,261
4월	693	101	1,051
5월	1,018	58	1,138
6월	1,295	50	1,709
7월	1,924	72	1,798
8월	522	21	1,713
9월	520	21	1,299
10월	443	19	1,615
11월	663	27	1,265
12월	908	39	893

자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

다. 방어

<표 4-6>은 대형선망어업의 최근 3년(2012년-2014년) 동안의 평균 월별 방어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가를 나타낸다. 우선 월별 생산량을 살펴보면, 1월에는 1,096톤을 기록하였다가 급감하며 2월에는 188톤, 3

월에는 255톤, 4월에는 193톤, 5월과 6월에는 각각 135톤, 7월에는 6톤 까지 감소하였다. 이후 상승하기 시작하여 8월에는 22톤, 9월에는 119톤, 10월에는 233톤, 11월에는 723톤 등을 기록하였으며 12월에는 연중 최고치인 4,082톤을 기록하였다.

생산량 및 월별 출어일수 추정치를 기준으로 계산한 월별 출어일당 생산량을 살펴보면, 1월에는 40톤, 2월부터 5월까지는 각 월별로 10톤, 10톤, 11톤, 10톤, 6월에는 6톤을 기록하였으며 7월에는 1톤 미만, 8월에는 1톤 9월에는 5톤, 10월에는 10톤, 11월에는 30톤, 그리고 12월에는 연중 가장 높은 171톤을 기록하였다.

<표 4-6> 월별 방어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가(2012년-2014년 평균)

(단위: 톤, 천 원)

	생산량	출어일당 생산량	단가
1월	1,096	40	2,029
2월	188	10	2,192
3월	255	10	2,185
4월	193	11	1,537
5월	135	10	1,934
6월	135	6	2,194
7월	6	0	1,360
8월	22	1	2,160
9월	119	5	1,669
10월	233	10	1,665
11월	723	30	1,832
12월	4,082	171	1,641

자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

다음으로 월별 생산량 및 생산금액을 기준으로 구한 톤당 가격을 살펴 보면, 대체로 2백만 원 전후의 가격을 보였는데, 1월에는 203만 원, 2월에는 219만 원, 3월에는 219만 원 등을 기록하였으며 4월과 5월에는 각각 154만 원 및 193만 원을 기록하였다. 6월에는 다시 상승하여 219만 원, 7월에는 136만 원, 8월에는 216만 원을 기록하였고 이후 2백만 원 미만의 가격을 보이며 9월과 10월에는 167만 원, 11월에는 183만 원, 12월에는 164만 원 등의 흐름을 보였다.

라. 망치고등어

<표 4-7>은 대형선망어업의 최근 3년(2012년-2014년) 동안의 평균 월별 망치고등어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가를 나타낸다. 우선 월별 망치고등어의 생산량을 살펴보면, 1월에는 1,144톤이었다가 2월 81톤, 3월 14톤, 4월 28톤, 5월 5톤까지 하락하였다. 이후 다시 증가세를 보이며 6월에는 24톤, 7월에는 308톤, 9월에는 1,187톤, 10월에는 1,490톤까지 상승하였고, 11월과 12월에는 다시 천 톤 미만으로 하락하여 각각 882톤 및 735톤을 기록하였다.

생산량 및 월별 출어일수 추정치를 기준으로 계산한 출어일당 생산량을 살펴보면, 1월에는 44톤, 2월에는 4톤, 3월에는 1톤 4월에는 2톤, 5월에는 0.3톤 등으로 감소하였다. 6월에는 1톤, 7월에는 11톤, 8월에는 9톤 등의 흐름을 보이다가 이후 큰 폭으로 늘어나며 9월에는 47톤, 10월에는 59톤, 11월에는 36톤, 12월에는 30톤을 기록하였다.

다음으로 월별 생산량 및 생산금액을 기준으로 구한 톤당 가격을 살펴 보면, 1월 211만 원에서 2월 305만 원, 3월 522만 원까지 상승하였다가 4월에 369만원으로 하락, 5월에는 892만 원까지 상승하며 연중 최고치를 기록하였다. 이후 큰 폭으로 하락하며 6월에는 505만 원, 7월에는 177만 원, 8월에는 142만 원까지 감소하였으며, 9월과 10월에는 각각 167만 원 및 165만 원, 11월과 12월에는 각각 205만 원 및 208만 원을 기록하였다.

**<표 4-7> 월별 망치고등어 생산량, 출어일당 생산량 및
단가(2012년-2014년 평균)**

(단위: 톤, 천 원)

	생산량	출어일당 생산량	단가
1월	1,144	44	2,109
2월	81	4	3,046
3월	14	1	5,221
4월	28	2	3,688
5월	5	0.3	8,924
6월	24	1	5,050
7월	308	11	1,773
8월	242	9	1,416
9월	1,187	47	1,674
10월	1,490	59	1,646
11월	882	36	2,052
12월	735	30	2,078

자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

마. 삼치

<표 4-8>은 대형선망어업의 최근 3년(2012년-2014년) 동안의 평균 월별 삼치 생산량, 출어일당 생산량 및 단가를 나타낸다. 먼저 월별 생산량의 변화를 살펴보면, 1월의 생산량은 1,364톤으로 연중 가장 높았으며 2월에는 1,242톤으로 소폭 하락하였다. 이후 천 톤 미만의 생산량을 나타내고 있는데 3월에는 477톤, 4월에는 284톤, 5월에는 5톤, 6월에는 3톤 까지 감소하였다. 이후 다시 상승하기 시작하여 7월에는 6톤, 8월에 97톤, 9월에 399톤, 10월에 419톤, 11월에 751톤, 12월에는 908톤을 기록하였다.

생산량 및 월별 출어일수 추정치를 기준으로 계산한 출어일당 생산량을 살펴보면, 1월과 2월에는 각각 50톤 및 64톤에서 이후 감소하기 시작

하여 3월과 4월에는 각각 19톤, 5월에는 0.4톤, 6월에는 0.1톤까지 하락하였다. 이후 상승하기 시작하여 7월에는 0.2톤, 8월에는 4톤, 9월과 10월에는 각각 17톤, 11월과 12월에는 각각 31톤 및 39톤까지 상승하였다.

**<표 4-8> 월별 삼치 생산량, 출어일당 생산량 및
단가(2012년-2014년 평균)**

(단위: 톤, 천 원)

	생산량	출어일당 생산량	단가
1월	1,364	50	4,219
2월	1,242	64	4,315
3월	477	19	6,456
4월	284	19	3,717
5월	5	0.4	4,005
6월	3	0.1	2,736
7월	6	0.2	2,647
8월	97	4	2,116
9월	399	17	2,298
10월	419	17	2,195
11월	751	31	2,498
12월	908	39	3,758

자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

다음으로 월별 생산량 및 생산금액을 기준으로 구한 톤당 가격을 살펴보면, 1월 422만 원에서 2월에는 432만 원, 3월에는 646만 원까지 상승하였다가 감소하기 시작하여 4월에는 372만 원, 5월에는 401만 원, 6월에는 274만 원, 7월에는 265만 원, 8월에는 212만 원까지 하락하였다. 이후 9월에는 230만 원, 10월에는 220만 원, 11월에는 250만 원, 12월에는 376만

원을 기록하였다.

바. 오징어

<표 4-9>는 대형선망어업의 최근 3년(2012년-2014년) 동안의 평균 월별 오징어 생산량, 출어일당 생산량 및 단가를 나타낸다. 우선 월별 생산량을 살펴보면, 1월의 생산량이 2,576톤으로 연중 가장 많았으며 나머지 기간에는 500 톤 미만의 생산량을 나타내고 있다. 2월부터 4월까지의 월별로는 308톤, 159톤, 32톤까지 하락하여 연중 최저치를 기록하였다. 이후 상승하기 시작하여 5월 70톤, 6월 203톤, 7월 364톤, 8월 462톤, 9월 476톤까지 증가하였으며 10월과 11월에는 각각 140톤 및 59톤, 12월에는 446톤을 기록하였다.

생산량 및 출어일수 추정치를 기준으로 계산한 출어일당 생산량을 살펴보면, 1월에 93톤으로 최고치를 기록한 이후 나머지 기간 동안은 20톤 이하의 출어일당 생산량을 기록하였다. 2월에는 15톤, 3월에는 6톤, 4월에는 3톤까지 감소하였으며 5월에는 4톤, 6월에는 8톤, 7월에는 14톤 8월과 9월에는 각각 19톤까지 상승하였다. 또한 10월과 11월에는 6톤 및 2톤까지 감소하였다가 12월에는 다시 19톤까지 증가하였다.

다음으로 월별 생산량 및 생산금액을 기준으로 구한 톤당 가격을 살펴보면, 1월에는 286만 원에서 2월 369만 원, 3월 390만 원까지 상승하였다. 이후 감소세를 보이며 4월에는 339만 원, 5월에는 212만 원, 6월에는 232만 원, 7월에는 165만 원까지 하락하였다. 또한 8월과 9월에는 각각 185만 원 및 233만 원까지 상승하였으며 10월에는 210만원으로 감소, 11월과 12월에는 각각 237만 원 및 254만 원으로 상승하는 흐름을 보였다.

**<표 4-9> 월별 오징어 생산량, 출어일당 생산량 및
단가(2012년-2014년 평균)**

(단위: 톤, 천 원)

	생산량	출어일당 생산량	단가
1월	2,576	93	2,860
2월	308	15	3,689
3월	159	6	3,902
4월	32	3	3,394
5월	70	4	2,120
6월	203	8	2,316
7월	364	14	1,646
8월	462	19	1,847
9월	476	19	2,332
10월	140	6	2,101
11월	59	2	2,367
12월	446	19	2,543

자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

사. 갈치

<표 4-10>은 대형선망어업의 최근 3년(2012년-2014년) 동안의 평균 월별 갈치 생산량, 출어일당 생산량 및 단가를 나타낸다. 우선 갈치 생산량의 월별 변화를 살펴보면, 1월 484톤, 2월 73톤, 3월 261톤, 4월 236톤, 5월 97톤, 6월 310톤 등 매월 증감을 반복하고 있다. 이후 7월에는 292톤이 었다가 8월에는 389톤, 9월에는 872톤, 10월에는 972톤까지 상승하며 연중 최고치를 기록하였다. 11월과 12월에는 각각 274톤 및 87톤의 생산량을 기록하였다.

생산량 및 월별 출어일수 추정치를 기준으로 계산한 출어일당 생산량을 살펴보면, 1월의 출어일당 갈치 생산량은 17톤, 2월은 4톤, 3월은 10톤, 4월은 19톤, 5월은 5톤을 기록하였다. 이후 6월에는 13톤, 7월에는 11톤, 8월에는 15톤, 9월에는 35톤, 10월에는 40톤으로 상승하며 연중 최고치를 기록하였다. 또한 11월과 12월에는 각각 11톤 및 4톤의 출어일당 생산량을 기록하였다.

**<표 4-10> 월별 갈치 생산량, 출어일당 생산량 및
단가(2012년-2014년 평균)**

(단위: 톤, 천 원)

	생산량	출어일당 생산량	단가
1월	484	17	3,224
2월	73	4	2,564
3월	261	10	1,836
4월	236	19	4,523
5월	97	5	4,763
6월	310	13	4,410
7월	292	11	3,590
8월	388	15	4,529
9월	872	35	2,675
10월	972	40	1,359
11월	274	11	2,338
12월	87	4	1,714

자료: 통계청, 어업생산동향조사 (<http://kosis.kr/>)

다음으로 월별 생산량 및 생산금액을 기준으로 구한 톤당 가격을 살펴보면, 1월 322만 원에서, 2월에는 256만 원, 3월에는 184만 원까지 하락하였으며 4월과 5월에는 각각 452만 원 및 476만 원까지 상승하였다. 이후

6월에는 441만 원, 7월에는 359만 원, 8월에는 453만 원, 9월에는 268만 원 등을 나타내었으며 10월에는 136만 원으로 연중 최저치를 기록하였다. 또한 11월 및 12월에는 각각 234만 원 및 171만 원을 기록하였다.

아. 기타

<표 4-11>은 대형선망어업의 최근 3년(2012년-2014년) 동안의 평균 월별 기타 어종 생산량, 출어일당 생산량 및 단가를 나타낸다. 대형선망어업의 월별 기타어종 생산량을 살펴보면, 1월 2,031톤, 2월 1,251톤, 3월 2,981톤 등을 기록하였다. 이후 4월부터 11월까지는 6월을 제외하고 천 톤 미만의 생산량을 보이고 있으며 4월에는 390톤, 5월에는 581톤, 6월에는 1,013톤, 7월에는 503톤, 8월에는 813톤, 9월에는 599톤, 10월에는 419톤, 11월에는 311 톤을 기록하였다. 12월에는 3,615톤까지 상승하며 연중 최고치를 기록하였다.

생산량 및 월별 출어일수 추정치를 기준으로 계산한 출어일당 생산량을 살펴보면, 3월과 12월을 제외하고는 100톤 미만의 생산량을 보였다. 1월에는 78톤, 2월에는 65톤, 3월에는 118톤, 4월에는 30톤 등을 기록하였다. 이후 5월에는 34톤, 6월에는 40톤, 7월에는 19톤, 8월에는 31톤, 9월에는 25톤, 10월에는 17 톤, 11월에는 13톤을 기록하였으며 12월에는 146톤으로 연중 최고치를 기록하였다.

다음으로 월별 생산량 및 생산금액을 기준으로 구한 톤당 가격을 살펴보면, 1월에는 134만 원, 2월에는 102만 원, 3월에는 111만 원, 4월에는 318만 원, 5월에는 254만 원을 기록하였다. 이후 6월에는 338만 원, 7월에는 361만 원을 기록하였고 나머지 기간 동안에는 200만 원 미만의 단가를 보였다. 8월부터 11월까지는 각 월별로 147만 원, 9월에는 124만 원, 10월에는 128만 원, 11월에는 184만 원 등의 월별 단가를 보였으며 12월에는 99만 원을 기록하였다.

**<표 4-11> 월별 기타 어종 생산량, 출어일당 생산량 및
단가(2012년-2014년 평균)**

(단위: 톤, 천 원)

	생산량	출어일당 생산량	단가
1월	2,031	78	1,342
2월	1,251	65	1,015
3월	2,981	118	1,114
4월	390	30	3,180
5월	581	34	2,540
6월	1,013	40	3,384
7월	503	19	3,613
8월	813	31	1,472
9월	599	25	1,242
10월	419	17	1,276
11월	311	13	1,838
12월	3,615	146	991

자료: 통계청, 어업생산동향조사(<http://kosis.kr/>)

(3) 미성어 어획량

<표 4-12>는 최근 3년간 대형선망어업의 월별 출어일당 고등어 및 전갱이 미성어 어획량을 나타낸다. 미성어 생산량의 추정은 부어체장자료(국립수산과학원 내부자료) 및 체중체장 관계식(최영민 외, 2000; Nakashiima, 1982)을 이용해 어종별 미성어의 중량 비율을 구하고, 여기에 출어일당 생산량을 곱하여 추정하였다.

미성어의 기준은 고등어의 경우 체장 28cm 미만, 전갱이의 경우 체장 20cm 미만(국립수산과학원, 2010)으로 하였다. 또한 어획물의 중량은 체장

을 기준으로 하여 최영민 외(2000)의 고등어 체중체장 관계식과 Nakashima(1982)의 전갱이 체중체장 관계식을 이용하여 추정하였다.

최근 3년 동안의 대형선망어업의 월별 출어일당 고등어 미성어 생산량의 평균을 살펴보면, 5월과 6월에 각 5톤으로 가장 낮았으며, 12월에 355톤으로 가장 높았다. 또한 전갱이 미성어의 출어일당 어획량은 1월부터 4월까지의 기간 동안이 높았고, 특히 3월에 82톤으로 가장 높게 나타났다. 나머지 기간의 전갱이 미성어의 출어일당 어획량은 주로 20톤 미만을 나타내었다.

<표 4-12> 월별 출어일당 미성어 어획량(2012년-2014년 평균)

(단위: 톤)

	출어일당 미성어 어획량	
	고등어(체장 28cm미만)	전갱이(체장 20cm 미만)
1월	155	46
2월	52	64
3월	43	82
4월	39	80
5월	5	25
6월	5	15
7월	10	12
8월	84	2
9월	31	1
10월	20	1
11월	112	4
12월	355	14

자료: 국립수산과학원 내부자료

V. 분석결과

분석에서는 IV장의 선형계획모형을 이용하여 시나리오별로 금어기(휴어기)의 시기 및 TAC 할당량을 다르게 설정하여 분석하였다.

1. 월별 금어기 효과 분석

현재 대형선망어업은 자율휴어기에 따라 음력 3월 14일부터 4월 14일까지는 조업을 하지 않는다. 최근의 자율휴어기는 양력 4월부터 5월에 걸쳐있었고, 이로 인해 4월과 5월의 출어일수가 각각 12일과 14일로 다른 달의 절반 수준으로 적었다. 따라서 월별 금어기를 가정한 분석에서는 4월과 5월의 출어일수를 자율휴어기에 해당되지 않았던 나머지 달의 출어일수의 평균값을 최대 출어일수로 설정하였다.

(1) 자율휴어기(현 상황)

시기별 금어기의 효과를 알아보기 위해 우선 현재와 같은 자율휴어기 상황에서의 조업을 가정한 경우의 월별 출어일수, 총생산량, 총생산금액, 생산비용, 이익, 고등어 미성어 어획량을 추정하였다. 분석 결과, 출어일수 및 총생산금액은 1월이 가장 높을 것으로 추정되었으며, 총생산량 및 고등어 미성어 어획량은 12월, 출어이익은 11월이 가장 높을 것으로 추정되었다. 이때의 연간 총출어이익은 1,716억 원, 고등어 미성어 어획량은 21,654톤, 전갱이 미성어 어획량은 7,160톤이 될 것으로 추정되었다.

출어일수는 자율휴어기에 해당하는 4월과 5월이 각각 12일 및 14일 인 것을 제외하고는 20일 이상을 나타내었다. 생산량 및 생산금액은 고등어 성어기인 1월과 11월 12월이 다른 달에 비해 높았으며, 이 중 11월의 출어이익이 가장 높은 것으로 나타났다. 고등어 미성어 어획량의 경우에도

생산량이 많았던 1월과 11월, 12월이 높게 나타났으며, 특히 12월의 고등어 미성어 어획량이 8,174톤으로 전체의 37.7%를 차지하며 연중 가장 높은 수치를 보였다. 그리고 전갱이 미성어 어획량은 1월, 2월, 3월이 각각 1,276톤, 1,287톤 및 2,048톤으로 연간 어획량의 64.3%를 차지하였다.

<표 5-1> 자율휴어기 분석결과(요약)

(단위: 톤, 백만 원)

월	출어 일수	총 생산량	총생산 금액	생산 비용	출어 이익	미성어 어획량	
						고등어	전갱이
1	28	28,100	49,604	26,174	23,430	4,330	1,276
2	20	9,143	22,409	8,517	13,893	1,032	1,287
3	25	10,316	20,648	9,608	11,040	1,063	2,048
4	12	3,422	9,084	3,187	5,897	466	960
5	14	2,275	6,068	2,119	3,949	70	355
6	25	4,812	15,878	4,482	11,396	122	379
7	26	8,945	20,846	8,331	12,515	268	312
8	25	13,813	26,203	12,866	13,337	2,092	47
9	24	16,503	32,063	15,372	16,691	751	25
10	24	14,694	30,431	13,686	16,745	478	34
11	25	22,028	48,114	20,518	27,596	2,809	106
12	23	36,749	49,338	34,230	15,108	8,174	331
합계	271	170,798	330,686	159,089	171,597	21,654	7,160

자율휴어기 상황에서의 고등어 생산량은 총 111,745톤으로 전체 생산량의 65%를 차지하였으며, 전갱이 생산량은 16,256톤으로 10%를 차지하였다. 또한 방어와 망치고등어, 그리고 삼치의 생산량이 각각 전체의 4%를, 갈치의 생산량이 전체의 2%를 차지했으며 기타 어종의 생산량이 전체

8%를 차지하였다.

각 어종별로 월별 생산량의 변화는 <표 5-2>에 나타난 바와 같다. 고등어의 월별 생산량은 5월이 721톤으로 가장 낮았고, 12월이 26,416톤으로 가장 높게 나타났다. 대체로 1월부터 5월까지의 생산량은 감소하였고, 이후 12월까지의 생산량은 증가하는 추세를 보였다.

전갱이 생산량은 10월에 446톤으로 가장 낮았고, 3월에 3,531톤으로 가장 높게 나타났다. 대체로 상반기의 생산량이 높았으며, 하반기의 생산량이 낮게 나타났다. 갈치 생산량은 5월에 72톤으로 가장 낮게 나타났고 10월에 954톤으로 가장 높게 나타났다. 주로 1월에서 5월까지의 생산량은 감소, 10월까지의 생산량은 증가했다가 이후 다시 감소하는 모양을 보이고 있다.

삼치 생산량의 경우 6월에 최저치인 3톤, 1월에 최고치인 1,389톤의 생산량을 보이며 월별로 차이가 매우 크게 나타났다. 생산량의 증감은 6월의 최저점을 기준으로 1월부터 6월까지 감소, 이후 12월까지 증가하는 추세를 보여주고 있다. 오징어 생산량은 4월에 34톤으로 가장 낮은 수치를, 1월에 2,590톤으로 가장 높은 수치를 보였다. 생산량의 증감은 1월부터 2월까지의 감소폭이 2,281톤인 것을 제외하고 나머지 기간에는 최저 34톤에서 최고 470톤 사이에서 증감을 반복하였다.

망치고등어의 생산량은 5월에 최저 4톤에서 10월에 최고 1,425톤으로 월별 차이가 매우 크게 나타났다. 생산량 증감의 추세는 5월의 최저점을 기준으로 1월부터 5월까지의 생산량은 감소, 이후 증가하였으며 10월 이후 다시 하락하는 모습을 보이고 있다. 방어 생산량은 7월에 6톤으로 가장 낮게 나타났으며 12월에 3,936톤으로 가장 높게 나타나 월별 생산량의 차이가 매우 크게 나타났다. 1월 1,115톤, 11월 752톤, 12월 3,396톤의 세 달을 제외한 나머지 기간에는 모두 250톤 미만의 생산량을 나타내고 있다.

기타 어종의 생산량의 경우 11월에 315톤으로 최저치를, 12월에 3,362톤으로 최고치를 나타내었다. 1월부터 3월까지의 기간과 12월을 제외한 나머지 기간에는 모두 1,000톤 미만의 생산량을 기록하였다.

<표 5-2> 자율휴어기 분석결과(어종별 생산량)

(단위: 톤)

월	고등어	전갱이	갈치	삼치	오징어	망치 고등어	방어	기타
1	17,257	1,879	470	1,389	2,590	1,223	1,115	2,176
2	3,263	2,640	80	1,278	309	80	195	1,298
3	2,683	3,531	259	480	159	13	245	2,946
4	1,208	1,209	231	225	34	23	127	364
5	721	811	72	5	50	4	141	469
6	1,870	1,253	317	3	207	23	139	999
7	5,629	1,869	289	6	365	288	6	492
8	11,328	526	367	97	470	228	24	774
9	12,429	513	842	404	467	1,136	123	588
10	10,671	446	954	412	136	1,425	233	416
11	18,271	669	283	772	61	905	752	315
12	26,416	910	85	911	437	692	3,936	3,362
합계	111,745	16,256	4,250	5,983	5,284	6,042	7,038	14,201

자율휴어기 상황에서 고등어의 생산금액은 2,162억 원으로 전체의 65%를 차지하였으며, 삼치의 생산량이 227억 원으로 전체의 7%를 차지하였다. 이외에 전갱이의 생산량이 6%, 갈치와 오징어, 방어의 생산량이 각각 4%, 망치고등어의 생산량이 3%를 차지했으며, 기타 어종의 생산금액은 전체의 6%를 차지하였다.

각 어종별로 월별 생산금액의 변화는 <표 5-3>에서 나타나 있는 바와 같다. 고등어의 생산금액은 5월에 32억 원으로 연중 최저를 기록했으며, 11월에 407억 원으로 최고를 기록하였다. 생산량과 유사하게 1월부터 5월

까지는 하락세를 보이다가 이후 증가하는 추세를 보이고 있다.

<표 5-3> 자율휴어기 분석결과(어종별 생산금액)

(단위: 백만 원)

	고등어	전갱이	갈치	삼치	오징어	망치 고등어	방어	기타
1	25,527	1,531	1,516	5,862	7,407	2,579	2,263	2,920
2	10,843	2,719	206	5,513	1,140	243	428	1,317
3	8,114	4,453	475	3,101	620	70	534	3,281
4	4,375	1,271	1,044	838	116	87	195	1,159
5	3,169	922	344	21	107	40	273	1,192
6	8,047	2,140	1,400	7	480	116	306	3,382
7	13,535	3,360	1,037	16	600	511	8	1,778
8	21,053	901	1,663	204	867	322	52	1,140
9	24,287	667	2,252	930	1,088	1,902	206	731
10	23,957	721	1,297	904	286	2,346	389	530
11	40,719	847	662	1,928	143	1,857	1,378	579
12	32,615	813	146	3,423	1,111	1,439	6,459	3,333
합계	216,242	20,345	12,041	22,748	13,966	11,513	12,491	21,341

전갱이 생산금액은 9월에 6억 원대로 연중 가장 낮았으며 3월에 45억 원으로 가장 높았다. 특히 1월부터 7월까지의 생산금액이 높게 나타났으며 연간 생산금액의 81%를 차지하였다.

갈치의 생산금액은 12월에 1억 원대로 가장 낮았으며, 9월에 23억 원으로 가장 높게 나타났다. 대체로 6월부터 10월까지의 생산금액이 높았으며, 이 기간의 생산금액이 연간 생산금액의 64%를 차지하였다.

삼치의 생산금액은 6월에 7백만 원으로 가장 낮았으며, 1월에 59억 원으로 가장 높게 나타났다. 생산금액의 증감은 1월부터 5월의 최저점에 이르기까지 감소하다가 이후 기간 동안에는 상승하는 추세를 보이고 있다.

오징어의 생산금액은 5월에 1억 원으로 가장 낮게 나타났으며, 1월에 74억 원으로 가장 높았다. 주로 겨울 12월과 1월, 2월의 생산금액이 높게 나타났으며, 이 기간 동안의 생산금액이 연간 생산금액의 69%에 달했다.

망치고등어의 생산량은 5월에 4천만 원으로 연중 가장 낮은 생산금액을 보였으며, 1월에 26억 원으로 가장 높게 나타났다. 주로 1월과 9월-12월 기간의 생산금액이 집중되어 있었으며 이때의 생산금액이 연간 생산금액의 88%를 차지하였다.

방어의 경우 7월에는 최저치인 8백만 원을 기록하였다가 12월에는 65억 원의 최고치를 나타내었다. 1월부터 8월까지의 감소하다가 이후 12월까지 크게 증가하는 모양을 나타내고 있다.

기타어종의 생산량은 10월에 5억 원으로 가장 낮았고, 6월에 34억 원으로 가장 높게 나타났다. 9월부터 11월을 제외한 기간의 생산금액이 높았으며, 9월부터 11월까지 석 달 동안의 생산금액은 전체의 9%에 미치지 못하였다.

(2) 월별 금어기

자율휴어기 대신 각 월별로 금어기를 설정했을 경우 총생산량 및 총생산금액, 그리고 이익은 5월에 금어기를 실시했을 경우 1% 미만의 증가를 보인 것을 제외하고 나머지 달의 금어기를 실시할 경우 감소하는 것으로 나타났다. 또한 미성어 어획량의 경우 5월과 6월, 7월에 금어기를 실시할 경우 각각 현재보다 1%대의 증가를 보였으며 나머지 달의 금어기는 감소하는 것으로 나타났다.

세부사항은 <표 5-4>에 나타난 바와 같다. 1월에 금어기를 실시했을 경우 자율휴어기와 비교했을 경우에 비해 출어일수는 6일 감소, 총생산량

은 13.5%, 총생산금액은 10.9%, 이익은 8.6% 감소하며 미성어 어획량 역시 17.6% 감소할 것으로 추정되었다. 2월에 금어기를 실시했을 경우에는 출어일수는 2일 늘어나지만 총생산량과 생산금액, 그리고 이익은 각각 2.4%, 2.7%, 3.0% 감소할 것으로 나타났고 미성어 어획량은 2.4% 감소할 것으로 추정되었다.

3월에 금어기를 실시할 경우 출어일수는 268일로 감소하고 총생산량 및 총생산금액은 각각 3.1% 및 2.2%, 출어이익은 1.4% 감소할 것으로 나타났으며 미성어 어획량은 2.5% 감소할 것으로 나타났다. 4월에 금어기를 실시할 경우 출어일수는 269일로 나타났고 총생산량은 1.1%, 생산금액은 1.4%, 이익은 1.8%, 그리고 미성어 어획량은 1.9% 감소할 것으로 나타났다.

5월에 금어기를 실시할 경우 출어일수는 268일로 감소하지만 총생산량은 0.4%, 총생산금액은 0.7%, 이익은 0.9%, 그리고 미성어 어획량은 1.6%씩 각각 증가할 것으로 추정되었다. 6월에 금어기를 실시할 경우에 출어일수는 266일까지 감소, 총생산량은 0.3%, 총생산금액은 1.2%, 출어이익은 2.1% 감소할 것으로 나타났으며 미성어 어획량은 1.4% 증가할 것으로 추정되었다.

7월에 금어기를 실시할 경우 출어일수는 267일이었으며 총생산량은 2.3%, 총생산금액 및 출어이익은 각각 2.2%씩 감소하며 미성어 어획량은 1.1% 증가할 것으로 나타났다. 8월에 금어기를 실시했을 경우에는 출어일수는 261일까지 감소, 총생산량은 6.8%, 총생산금액은 5.6%, 이익은 2.2%, 그리고 미성어 어획량은 8.7% 감소할 것으로 나타났다.

<표 5-4> 월별 금어기 분석결과(요약)

(단위: 톤, 백만 원)

금어기 (월)	출어일수	총생산량	총생산금액	출어비	이익	미성어 어획량	
						고등어	전갱이
자출 휴어	271	170,798	330,686	159,089	171,597	21,654	7,160
1	265	147,745	294,501	137,616	156,885	17,839	7,097
증감	-2.2%	-13.5%	-10.9%	-13.5%	-8.6%	-17.6%	-0.9%
2	273	166,701	321,695	155,273	166,422	21,137	7086
증감	0.7%	-2.4%	-2.7%	-2.4%	-3.0%	-2.4%	-1.0%
3	268	165,529	323,456	154,181	169,275	21,107	6,325
증감	-1.1%	-3.1%	-2.2%	-3.1%	-1.4%	-2.5%	-11.7%
4	269	169,001	325,937	157,415	168,521	21,238	6,454
증감	-0.7%	-1.1%	-1.4%	-1.1%	-1.8%	-1.9%	-9.9%
5	268	171,533	332,877	159,773	173,103	22,007	7,683
증감	-1.1%	0.4%	0.7%	0.4%	0.9%	1.6%	7.3%
6	266	170,208	326,575	158,539	168,036	21,962	7,831
증감	-1.8%	-0.3%	-1.2%	-0.3%	-2.1%	1.4%	9.4%
7	267	166,900	323,259	155,458	167,800	21,902	8,062
증감	-1.5%	-2.3%	-2.2%	-2.3%	-2.2%	1.1%	12.6%
8	261	159,143	312,120	148,233	163,887	19,780	7,753
증감	-3.7%	-6.8%	-5.6%	-6.8%	-4.5%	-8.7%	8.3%
9	262	156,453	306,260	145,727	160,533	21,121	7,775
증감	-3.3%	-8.4%	-7.4%	-8.4%	-6.4%	-2.5%	8.6%
10	261	157,850	307,066	147,029	160,038	21,351	7,684
증감	-3.7%	-7.6%	-7.1%	-7.6%	-6.7%	-1.4%	7.3%
11	262	151,341	291,036	140,966	150,070	19,106	7,776
증감	-3.3%	-11.4%	-12.0%	-11.4%	-12.5%	-11.8%	8.6%
12	266	137,445	291,463	128,022	163,440	13,825	7,715
증감	-1.8%	-19.5%	-11.9%	-19.5%	-4.8%	-36.2%	7.8%

9월에 금어기를 실시할 경우에는 출어일수가 262일까지 감소하고 총생산량은 8.4%, 생산금액은 7.4%, 출어이익은 4.5%, 그리고 미성어 어획량은 2.5% 감소할 것으로 추정되었다. 10월에 금어기를 실시할 경우에는 출어일수는 261일로 감소하고, 총생산량은 7.6%, 생산금액은 7.1%, 출어이익은 6.7%, 그리고 고등어 미성어 어획량은 1.4% 감소할 것으로 나타났다.

11월에 금어기를 실시할 경우 출어일수는 262일로 나타났고 총생산량은 11.4%, 생산금액은 12.0%, 출어이익은 12.5%, 그리고 고등어 미성어 어획량은 11.8% 감소할 것으로 나타났다. 12월에 금어기를 실시할 경우 출어일수는 266일로 나타났으며, 총생산량은 19.5%, 총생산금액은 11.9%, 출어이익은 4.8% 감소할 것으로 나타났으며 미성어 어획량은 36.2% 감소할 것으로 분석되었다.

월별 금어기를 실시했을 경우 어종별 생산량 및 생산금액은 증가하는 경우보다 감소하는 경우가 더 많이 나타났다. 특히 오징어나 방어와 같이 특정 시기의 생산량이 연간 생산에서 차지하는 부분이 클수록 특정 시기의 금어기가 특정 어종의 생산량 및 생산금액을 크게는 53%까지 감소시키는 것으로 나타났다. 어종별 월별 금어기에 따른 세부사항은 <표 5-5> 및 <표 5-6>에 나타나 있다.

고등어의 생산량 및 생산금액은 대부분의 달에 금어기를 실시했을 경우 모두 감소하는 것으로 나타났다. 특히 11월과 12월에 금어기를 가정한 경우의 감소폭이 컸으며 11월 금어기의 경우 생산량은 15.4%감소, 생산금액은 16.7% 감소, 12월 금어기의 경우 생산량은 22.5% 감소, 생산금액 12.6% 감소할 것으로 분석되었다. 2월부터 6월까지의 기간 중 금어기는 생산량에 미치는 영향이 1%대 혹은 그 미만으로 자율휴어기와 큰 차이를 보이지 않았다.

전갱이 생산량은 2월, 3월, 4월에 금어기를 실시한 경우를 제외하고 1%대 이하의 증감을 나타내었으며 생산금액의 경우 2월, 3월, 4월, 7월을 제외한 달의 금어기는 2%대 이하의 증감을 보였다. 특히 3월에 생산량 및 생산금액의 감소폭이 컸으며 생산량은 10.7%, 생산금액은 12.4% 감소하

는 것으로 나타났다.

갈치의 생산량 변화는 9월과 10월에 금어기를 실시한 경우를 제외하고는 5% 미만의 변화를 보였으며 생산금액은 모두 10% 미만의 변화를 보였다. 9월에 금어기를 가정했을 경우 생산량은 14.9% 감소, 생산금액은 9.1% 감소할 것으로 분석되었으며 10월에 금어기를 실시할 경우에는 생산량은 17.8% 감소하지만 생산금액은 1.3% 감소할 것으로 나타났다. 반면 12월의 금어기는 생산량 및 생산금액을 각각 3.7%, 8.9% 증가시킬 것으로 분석되었다.

삼치의 생산량은 5월, 6월, 7월, 8월 금어기의 경우 각각 3%대 이하의 증가를 보였으나 나머지 기간의 금어기에는 감소할 것으로 나타났다. 특히 1월과 2월의 생산량 감소가 각각 19.4% 및 17.5%로 다른 시기에 비해 클 것으로 분석되었으며 이때의 생산금액 감소는 각각 22.0% 및 20.5%가 될 것으로 나타났다.

오징어의 생산량은 4월 금어기를 제외한 나머지의 경우 모두 감소하는 것으로 나타났으며 대부분 10% 미만의 감소를 보였다. 그러나 1월의 금어기를 실시할 경우 47.7%의 오징어 생산량 감소가 추정되어 다른 기간의 금어기에 비해 생산량에 미치는 영향이 클 것으로 나타났고 이때의 생산금액은 51.7% 감소하는 것으로 분석되었다.

망치고등어의 생산금액은 1월, 그리고 9월, 10월, 11월, 12월의 금어기의 경우 각각 생산량을 10%이상 감소시킬 것으로 나타났으며 나머지 기간에는 5% 미만의 생산량 및 생산금액의 증감이 추정되었다. 특히 1월과 10월의 금어기에 의한 변화가 컸으며 1월에 금어기를 가정한 경우 생산량은 19.8%, 생산금액은 21.4% 각각 감소할 것으로, 10월에 금어기를 가정한 경우 생산량은 23.2%, 생산금액은 19.6% 감소할 것으로 나타났다.

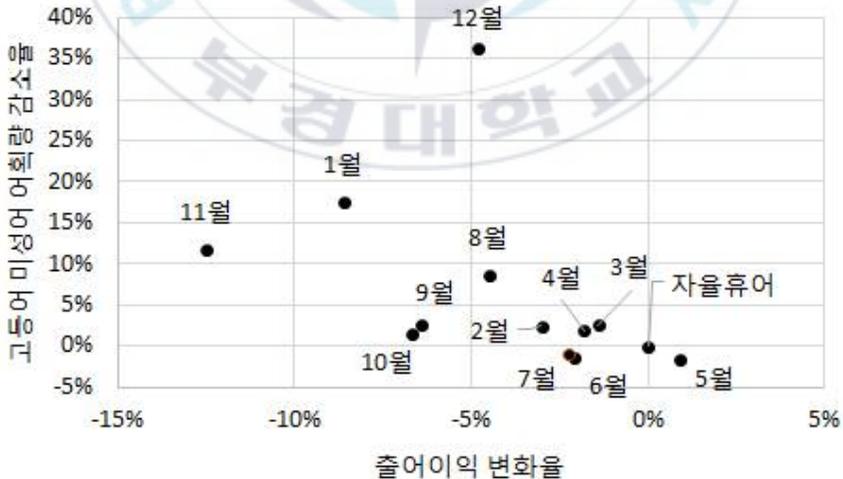
방어의 생산량 및 생산금액은 1월, 11월, 12월 금어기를 제외한 나머지 기간의 금어기는 생산량 및 생산금액에 5% 미만의 영향을 미칠 것으로 나타났다. 특히 12월 금어기의 경우 생산량을 53.2% 감소, 생산금액을 49.3% 감소시킬 것으로 분석되었다. 또한 1월에 금어기 실시를 가정한 경

우 생산량은 12.6% 감소, 생산금액은 15.0% 감소, 11월에 금어기를 가정한 경우 생산량은 8.3%, 생산금액은 8.9% 등으로 나타났다.

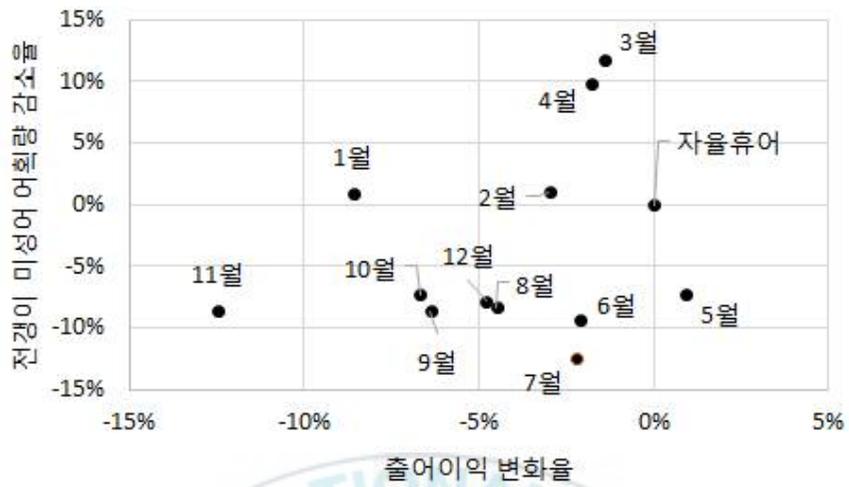
기타어종의 생산량은 1.5%에서 -22.1%, 생산금액은 3.2%에서 -8.7%의 증감을 보일 것으로 추정되었다. 특히 12월의 감소가 크게 나타났으며 생산량은 22.1%, 생산금액은 8.7% 각각 감소할 것으로 추정되었다.

이상의 결과를 그래프에 표시하면 아래의 <그림 5-1> 및 <그림 5-2>와 같다. 각 그래프의 x축은 출어이익의 증감을, y축은 미성어 어획량 감소율을 나타낸다. 현 상황(자율휴어)을 기준(0)으로 할 때, 각 월별 금어기의 효과는 그래프 상에서 우상향 할수록 우수하다고 볼 수 있다.

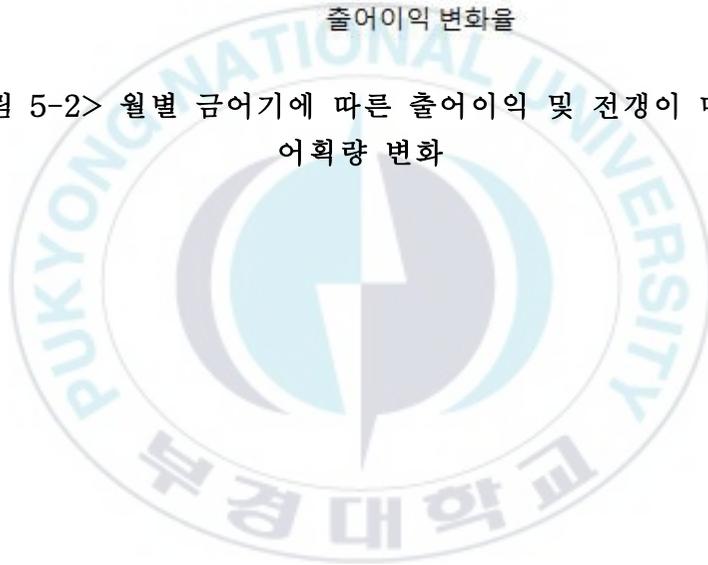
<그림 5-1>의 그래프를 통해 고등어 미성어 감소효과가 가장 클 것으로 예상되는 금어기는 12월, 출어이익에 가장 긍정적인 영향을 주는 금어기는 5월이 될 것임을 간단하게 알 수 있다. 또한 <그림 5-2>는 y축에 전갱이 미성어 어획량 감소율을 표시한 것으로, 이 경우 3월의 금어기를 시행했을 경우 다른 월의 금어기에 비해 전갱이 미성어 보호효과가 뛰어난 것을 확인할 수 있다.



<그림 5-1> 월별 금어기에 따른 출어이익 및 고등어 미성어 어획량 변화



<그림 5-2> 월별 금어기에 따른 출어이익 및 전쟁이 미성어 어획량 변화



<표 5-5> 월별 금어기 분석결과(어종별 생산량)

(단위: 톤)

금어기 (월)	고등어	전갱이	갈치	삼치	오징어	망치 고등어	방어	기타
자율 휴어	111,745	16,256	4,250	5,983	5,284	6,042	7,038	14,201
1	96,211	16,165	4,062	4,822	2,765	4,846	6,150	12,724
증감	-13.9%	-0.6%	-4.4%	-19.4%	-47.7%	-19.8%	-12.6%	-10.4%
2	110,205	15,405	4,452	4,934	5,045	5,989	7,070	13,602
증감	-1.4%	-5.2%	4.8%	-17.5%	-4.5%	-0.9%	0.5%	-4.2%
3	110,785	14,514	4,274	5,731	5,195	6,055	7,021	11,954
증감	-0.9%	-10.7%	0.6%	-4.2%	-1.7%	0.2%	-0.2%	-15.8%
4	111,053	15,626	4,071	5,761	5,286	6,022	7,011	14,172
증감	-0.6%	-3.9%	-4.2%	-3.7%	0.0%	-0.3%	-0.4%	-0.2%
5	112,124	16,513	4,398	6,183	5,261	6,061	7,014	13,978
증감	0.3%	1.6%	3.5%	3.4%	-0.4%	0.3%	-0.3%	-1.6%
6	111,383	16,509	4,194	6,171	5,134	6,045	7,106	13,665
증감	-0.3%	1.6%	-1.3%	3.1%	-2.8%	0.0%	1.0%	-3.8%
7	107,838	16,176	4,243	6,206	4,989	5,780	7,259	14,408
증감	-3.5%	-0.5%	-0.2%	3.7%	-5.6%	-4.3%	3.1%	1.5%
8	101,389	16,530	4,093	5,981	4,840	5,837	7,173	13,301
증감	-9.3%	1.7%	-3.7%	0.0%	-8.4%	-3.4%	1.9%	-6.3%
9	100,288	16,542	3,618	5,673	4,843	4,929	7,073	13,487
증감	-10.3%	1.8%	-14.9%	-5.2%	-8.3%	-18.4%	0.5%	-5.0%
10	101,939	16,468	3,496	5,646	5,167	4,639	6,953	13,542
증감	-8.8%	1.3%	-17.8%	-5.6%	-2.2%	-23.2%	-1.2%	-4.6%
11	94,553	16,528	4,187	5,324	5,255	5,160	6,454	13,878
증감	-15.4%	1.7%	-1.5%	-11.0%	-0.5%	-14.6%	-8.3%	-2.3%
12	86,623	16,569	4,406	5,224	4,892	5,374	3,290	11,067
증감	-22.5%	1.9%	3.7%	-12.7%	-7.4%	-11.1%	-53.2%	-22.1%

<표 5-6> 월별 금어기 분석결과(어종별 생산금액)

(단위: 백만 원)

금어기	고등어	전갱이	갈치	삼치	오징어	망치 고등어	방어	기타
차출 휴어	216,242	20,345	12,041	22,748	13,966	11,513	12,491	21,341
1	197,355	20,744	11,815	17,738	6,751	9,049	10,618	20,431
증감	-8.7%	2.0%	-1.9%	-22.0%	-51.7%	-21.4%	-15.0%	-4.3%
2	212,038	19,556	13,125	18,087	13,018	11,384	12,452	22,034
증감	-1.9%	-3.9%	9.0%	-20.5%	-6.8%	-1.1%	-0.3%	3.2%
3	214,767	17,822	12,856	20,499	13,538	11,557	12,346	20,070
증감	-0.7%	-12.4%	6.8%	-9.9%	-3.1%	0.4%	-1.2%	-6.0%
4	214,131	19,732	11,243	21,925	13,926	11,455	12,491	21,034
증감	-1.0%	-3.0%	-6.6%	-3.6%	-0.3%	-0.5%	0.0%	-1.4%
5	217,123	20,515	12,722	23,440	13,950	11,557	12,392	21,177
증감	0.4%	0.8%	5.7%	3.0%	-0.1%	0.4%	-0.8%	-0.8%
6	214,185	19,778	11,894	23,345	13,629	11,506	12,532	19,707
증감	-1.0%	-2.8%	-1.2%	2.6%	-2.4%	-0.1%	0.3%	-7.7%
7	209,347	18,915	12,294	23,584	13,558	11,116	12,872	21,573
증감	-3.2%	-7.0%	2.1%	3.7%	-2.9%	-3.4%	3.1%	1.1%
8	199,556	20,127	11,535	22,528	13,117	11,286	12,679	21,292
증감	-7.7%	-1.1%	-4.2%	-1.0%	-6.1%	-2.0%	1.5%	-0.2%
9	196,322	20,361	10,946	21,802	12,896	9,706	12,525	21,702
증감	-9.2%	0.1%	-9.1%	-4.2%	-7.7%	-15.7%	0.3%	1.7%
10	196,327	20,129	11,882	21,704	13,673	9,259	12,321	21,771
증감	-9.2%	-1.1%	-1.3%	-4.6%	-2.1%	-19.6%	-1.4%	2.0%
11	180,215	20,359	12,555	20,928	13,866	9,754	11,374	21,985
증감	-16.7%	0.1%	4.3%	-8.0%	-0.7%	-15.3%	-8.9%	3.0%
12	188,968	20,749	13,109	19,681	12,948	10,178	6,336	19,493
증감	-12.6%	2.0%	8.9%	-13.5%	-7.3%	-11.6%	-49.3%	-8.7%

2. TAC 효과 분석

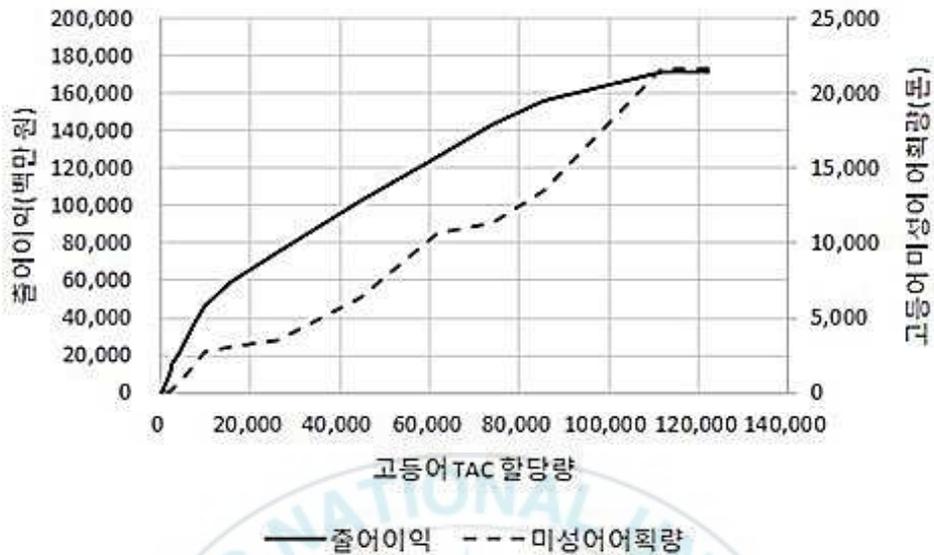
TAC 효과분석에서는 TAC할당량에 따른 월별 최적 출어일수를 구하고 이에 따른 출어이익 및 고등어 미성어 어획량의 변화를 관찰하였다. 이를 위해 TAC 할당량을 현재 고등어 어획량 보다 낮은 수준으로 조절했을 때의 상황 변화를 관찰하고 미성어 어획량의 목표를 설정하여 이에 맞는 TAC를 제시하고자 한다.

(1) TAC 할당량에 따른 미성어 어획량 및 어업이익 변화

고등어 TAC 할당량을 현재의 고등어 어획량인 111,745톤 이하로 감소시켰을 경우 출어에 영향을 각 월별 어종별 어획량이 변화되었으며 이에 따라 출어이익 및 미성어 어획량에도 감소가 나타났다.

TAC 할당량에 따른 출어이익 및 미성어 어획량의 변화는 <그림 5-3>에 나타나 있다. 고등어 TAC 할당량이 감소할 경우, 어업이익을 나타내는 곡선은 TAC 할당량이 줄어들수록 기울기가 커지는 형태를 보이고 있다. 반면 고등어 미성어 어획량을 나타내는 곡선은 TAC 할당량 감소에 따라 W 형태의 기울기 증감을 보이고 있다.

TAC 할당량 감소 구간에 따라 출어이익 및 미성어 어획량의 감소폭은 다르게 나타났는데, TAC 할당량을 현재의 어획량 111,745톤 미만으로 감소시킬 경우 85,329톤까지는 TAC 1톤 감소에 따라 출어이익은 57만 원, 고등어 미성어 어획량은 309kg 감소하는 것으로 나타났다. 다음으로 85,329톤보다 낮게 감소시킬 경우에는 TAC 1톤당 출어이익은 118만 원, 고등어 미성어 어획량은 185kg 감소하는 것으로 나타났다.



<그림 5-3> TAC 할당량에 따른 출어이익 및 미성어 어획량 변화

TAC 할당량 감소 구간별 세부사항은 <표 5-7>과 같다. 현재의 어획량인 111,745톤 미만으로 감소시킬 경우 TAC 1톤을 감소시킬 때마다 출어이익은 57만 원, 미성어어획량은 309kg 감소하며, 85,329톤 미만부터는 TAC 1톤 감소당 출어이익은 118만원, 미성어 어획량은 185kg 감소할 것으로 나타났다.

74,001톤-61,573톤 구간에서는 TAC 1톤 감소당 출어이익 134만 원, 미성어 어획량 60kg이 감소하며 61,573톤-44,316톤 구간에서는 TAC 1톤 감소 당 출어이익 136만 원, 미성어 어획량은 251kg이 감소하는 것으로 나타났다. 44,316톤-2,6045톤 구간에서는 TAC 1톤 감소 당 출어이익 151만 원, 미성어 어획량 154kg, 다음으로 26,045톤-15,374톤 구간에서는 출어이익은 157만 원, 미성어 어획량은 45kg, 15,374톤-9,745톤 구간에서는 출어이익 222만 원, 미성어 어획량 48kg이 각각 감소할 것으로 나타났다.

다음으로 9,745톤-7,062톤 구간에서는 TAC 1톤 감소당 출어이익 412만 원 미성어 어획량은 396kg, 7,062톤-3,799톤 구간에서는 TAC 1톤 감소당 출어이익 426만 원, 미성어 어획량은 316kg, 3,799톤-2,591톤 구간에서는

출어이익 488만 원, 미성어 어획량 386kg이 감소하는 것으로 나타났다. 또한 2,591톤-1,870톤 구간에서는 출어이익은 547만 원, 미성어 어획량은 97kg이 감소하고 마지막으로 1,870톤-0톤 구간에서는 TAC 1톤 감소에 따라 출어이익은 609만 원, 미성어 어획량은 65kg씩 감소하는 것으로 분석되었다.

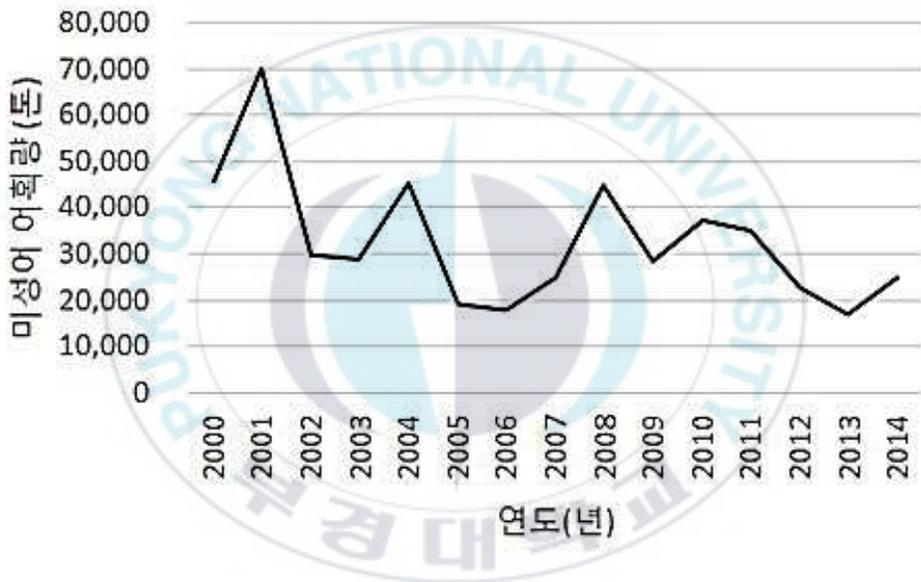
<표 5-7> TAC 할당량 감소 구간별 출어이익 및 고등어 미성어 어획량 감소

(단위: 천 원, kg)

	TAC 톤당 감소에 따른 출어이익 감소	TAC 톤당 감소에 따른 미성어 어획량 감소
111,745톤-85,329톤	572	309
85,329톤-74,001톤	1,177	185
74,001톤-61,573톤	1,343	60
61,573톤-44,316톤	1,358	251
44,316톤-26,045톤	1,510	154
26,045톤-15,374톤	1,569	45
15,374톤-9,745톤	2,223	48
9,745톤-7,062톤	4,116	396
7,062톤-3,799톤	4,258	316
3,799톤-2,591톤	4,883	386
2,591톤-1,870톤	5,474	97
1,870톤-0톤	6,094	65

(2) 미성어 어획량 목표치 설정에 따른 TAC 할당량 변화

미성어 어획량의 목표치를 설정하기 위하여 먼저 과거의 미성어 어획량을 살펴보았다. 2001년에 17만 8천 톤의 고등어와 함께 7만 톤에 가까운 미성어가 어획되었던 것을 제외하고는 대체로 4만 5천 톤에서 1만 7천 톤 사이의 증감을 보이고 있으며 2013년에는 16,970톤으로 역대 최저치를 기록하였다.



자료: 국립수산과학원 내부자료. 통계청

<그림 5-4> 대형선망어업의 연도별 고등어 미성어 어획량

이에 따라 고등어 미성어 어획량 목표치를 역대 최저치인 16,678톤으로 설정하였고, 이를 위해서는 연간 고등어 TAC할당량을 96,609톤으로 낮추어야 하는 것으로 나타났다. 이에 따른 최적 출어일수는 연간 257일, 생산량은 148,429톤, 생산금액은 3천억 원, 출어이익은 1천 6백억 원대로 분석되었다.

<표 5-8>은 고등어 미성어 어획량 목표치를 16,678톤으로 감소시킬 경우의 최적 조업에 대한 세부사항을 나타낸다. 이때의 최적 TAC 할당량은 96,609톤이며, 이에 따라 출어일수는 5%, 총생산량은 13% 감소하였다. 또한 생산금액은 9%, 출어이익은 5% 감소하였고, 고등어 및 전갱이 미성어 어획량은 각각 23%, 3% 감소하는 것으로 분석되었다.

<표 5-8> 분석결과(TAC 96,609톤)

(단위: 톤, 백만 원)

고등어 TAC	출어 일수	총 생산량	총생산 금액	생산 비용	출어 이익	미성어 어획량	
						고등어	전갱이
122,000	271	170,798	330,686	159,089	171,597	21,654	7,160
96,609	257	148,429	300,655	138,254	162,401	16,678	6,959
증감	-14	-22,369	-30,031	-20,835	-9,196	-4,976	-201
	-5%	-13%	-9%	-13%	-5%	-23%	-2%

VI. 결론

본 연구는 어업관리수단에 의한 미성어 보호효과 및 어업이익에 미치는 영향을 알아보고, 어업관리수단의 신설 또는 조정 시 합리적인 의사결정 방안을 도출하고자 하였다. 이를 위해 정수선형계획법을 이용하여 대형선망어업의 월별 금어기 선정에 따른 효과와 총허용어획량 변화에 따른 효과를 시나리오별로 분석하였다.

현재 대형선망어업에서는 음력 3월 14일부터 4월 14일까지 자율휴어기를 실시하고 있으며, 고등어의 총허용어획량은 2015년 기준 122,00톤이다. 현재와 같은 자율휴어기를 유지한 경우 대형선망어업의 출어일수는 271일, 총 어획량은 170,789톤, 출어이익은 1,715억 원, 미성어에 대한 어획량은 고등어와 전갱이가 각각 21,654톤 및 7,160톤이 될 것으로 추정되었다.

다음으로 자율휴어기를 각 월별 금어기로 대체하는 것을 가정하여 시나리오 분석을 실시하였다. 그 결과 2월부터 7월까지의 기간 중 금어기를 실시할 경우 대형선망어업의 출어이익 및 고등어 미성어 어획량에 미치는 영향이 각각 3% 이하가 될 것으로 나타나 현행 자율휴어기와 큰 차이를 나타내지 못했다. 다만, 이 중 5월 금어기의 경우 전체 시나리오 중 유일하게 출어이익을 증가(0.9%)시킬 것으로 나타났으며, 3월과 4월 금어기는 전갱이 미성어 보호효과가 비교적 높은 것으로 분석되었다.

반면 1월 및 11월, 12월에 금어기를 실시할 경우 고등어에 대한 어획이 집중되는 시기인 만큼 고등어 미성어 어획량이 11.8%-36.2%까지 큰 폭으로 감소할 것으로 나타났다. 또한 총생산량의 감소는 10% 이상, 전갱이 미성어 어획량은 오히려 늘어날 것으로 나타났다. 이 중 12월에 금어기를 실시할 경우 출어이익은 4.8% 감소하였을 뿐만아니라 전갱이의 미성어 어획량도 7.8% 늘어났다. 하지만 이 경우 미성어 어획량은 36.2% 줄어들어 다른 달의 금어기에 비해 미성어에 대한 보호효과가 크게 나타났다.

TAC할당량 조정에 의한 효과를 분석한 결과, TAC 할당량을 줄임에

따라 출어이익의 감소폭은 커지는 경향을 보였다. 그리고 TAC 할당량을 줄임에 따라 미성어 어획량의 감소폭은 대체로 감소하는 경향이 나타났다. 연간 고등어 미성어 어획량이 가장 낮았던 2013년 수준(16,970톤)까지 낮추기 위해서는 TAC 할당량을 96,609톤 이하로 감축시켜야 하는 것으로 분석되었다. 이때 출어일수는 5%, 총 어획량은 13%, 출어이익은 5% 감소하는 것으로 나타났다.

이상으로 분석결과를 종합하여 볼 때, 금어기를 신설하게 될 경우 대형선망어업의 이익 측면에서는 5월의 금어기가, 미성어 보호 측면에서는 12월의 금어기가 타당해 보인다. 하지만 5월에 금어기를 실시할 경우 오히려 미성어 어획량은 늘어날 것으로 나타났다. 반면 12월의 경우 미성어 보호 효과는 크지만 산란기에 해당되지 않으며 성어기에 해당하므로 이러한 측면에서 문제가 될 수 있다.

그리고 고등어의 산란기에 해당하는 3월 및 4월에 금어기를 실시할 경우에는 출어이익은 감소하지만 고등어와 전갱이의 미성어 어획량은 동시에 줄일 수 있을 것으로 추정되었다. 특히 3월의 경우 출어이익이 1.4% 감소하지만 고등어 미성어 어획량은 2.5%, 전갱이 미성어 어획량은 11.7% 감소할 것으로 예측되어 다른 기간의 금어기에 비해 미성어 보호 효과가 뛰어난 것으로 나타났다.

결과적으로, 현재 수산자원관리법 개정방안에서 추진 중인 대형선망어업에 대한 5월의 금어기는 대형선망어업의 단기 경영적 측면에서는 타당성이 있다. 또한 금어기 신설을 통해 기존의 자율휴어기 보다 제도를 운영을 강화하고 통제력을 가진다는 점에서 자원관리에 긍정적 효과가 기대된다. 향후 5월 금어기 신설 이후 추이를 관찰하면서 제도에 대한 추가적인 보완 및 조정이 필요할 것이다. 또한 일시적으로 자원감소 현상이 심각해짐에 따라 수산자원관리법 제 14조 제 4항 등에 의해 필요성이 인정될 경우 12월의 추가적인 금어기 또는 휴어제의 실시 등도 고려해 볼 수 있다.

한편, TAC 할당량을 제한하여 고등어 미성어를 보호하고자 하는 경우, 예를 들어, 2013년과 동일한 수준으로 고등어 미성어 어획량을 낮추기 위

해서는 고등어 TAC 할당량을 96,600톤 이하로 낮추어야 하는 것으로 나타났다. 이 경우 현재 상황에 비해 고등어 미성어 어획량은 23%, 전갱이 미성어 어획량은 3% 감소시킬 수 있지만 생산량 13% 및 생산금액 9% 감소, 그리고 출어이익의 5% 하락을 감수하여야 하는 것으로 나타났다.

이상의 분석을 통해 월별 금어기 및 TAC 할당량 설정에 따라 어업이익과 미성어 어획량이 어떻게 변화하는지 살펴보았다. 어획물 중 미성어 비율을 줄이는 것은 전체적인 어획물의 단가 측면에서 유리할 수 있으며 잠재적 산란자원을 보존함으로써 향후 자원의 성장률을 증가시키는 등의 생물학적인 이점을 가질 수 있다. 어업관리정책을 새로이 도입 또는 수정 시에 이러한 요인을 더불어 고려한다면 어업의 이익과 어업관리의 목표를 동시에 최대화 하는 것이 가능할 것이다.

본 연구는 현재 시행 중인 제도를 수정하거나 새로운 어업관리수단을 도입함에 앞서 여러 가지 시나리오를 통해 어업관리수단의 효과를 비교하여 평가할 수 있다는 점에서 의미를 가진다. 하지만 본 연구에서는 미성어 보호에 따른 장기적 자원량 증대 효과를 정확히 제시하지는 못했고, 월별 출어일수, 생산량, 단가 등의 요인만을 분석에 반영하였다는 점에서 한계점을 가진다. 따라서 향후 연구에서는 미성어 보호에 따른 장기적 자원량 및 어획량 증대 효과를 제시하고, 어업의 생산성 및 어업인의 의사결정에 영향을 미치는 추가적인 요인을 고려한 분석이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 김기석 (2006), 엑셀활용 경영과학(제 2판), 학현사.
- 서영일, 천성훈, 김도훈 (2014), 선형계획법을 이용한 행태계 기반 TAC 어업관리에 관한 연구, 45(2), 61-72.
- 이햇님 (2009), 대형선망어업의 어황 및 해황 특성, 부경대학교 대학원 석사학위논문.
- 천정옥 (2004), 최적화 이론에서 선형계획법에 관한 고찰, 한국외국어대학교 대학원 석사학위 논문.
- 장호영, 이상호, 정병곤, 류동기, 조수근, 박성우, 김영식, 구재근, 김수관 (2009), 수산학개론, 바이오사이언스주.
- 최영민, 박종화, 차형기, 황강석 (2000), 한국근해 고등어의 연령과 성장. 한국수산자원학회지, 3, 1-8.
- 수산업협동조합중앙회 (1991-2015), 어업경영조사보고.
- 해양수산부 (1992-2014), 등록어선통계.
- 해양수산부 (1997), 해양수산통계연보.
- 해양수산부 (2010-2015), 수산자원관리 시행계획.
- 해양수산부(2015), 수산자원관리법 시행령 개정방안.
- 국립수산과학원, 조업모식도 <http://www.nifs.go.kr/>.
- 수산업협동조합중앙회, 어선조업현황, <http://www.suhyup.co.kr/>.
- 통계청 (2015), 어업생산동향조사, <http://kosis.kr/>.
- Cheng, H. T., & Townsend, R. E. (1993). Potential impact of seasonal closures in the US lobster fishery. *Marine Resource Economics*, 101-117.
- Dantzig, G., & Thapa, M. (1997), *Linear Programming 1: Introduction*, Springer.
- Gaither, N. (1980). A stochastic constrained optimization model for

- determining commercial fishing seasons. *Management Science*, 26(2), 143-154.
- Grantham, H. S., Petersen, S. L., & Possingham, H. P. (2008). Reducing bycatch in the South African pelagic longline fishery: the utility of different approaches to fisheries closures. *Endangered Species Research*, 5(2-3), 291-299.
- Hasan, M. B., & Raffenberger, J. F. (2006). A mixed integer linear program for an integrated fishery. *ORiON: The Journal of ORSSA*, 22(1), 19-34.
- Igwe, K. C., Onyenweaku, C. E., & Nwaru, J. C. (2011). Application of Linear Programming to Semi-Commercial Arable and Fishery Enterprises in Abia State, Nigeria. *International Journal of Economics and Management Sciences*, 1(1), 75-81.
- Nakashima, J. (1982), On the growth and age of three populations of Jack mackerel, *Trachurus japonicus*, in the western seas of Japan, *Bulletin of the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory*, 57, 47-58.
- Oliveira, M. M., Camanho, A. S., & Gaspar, M. B. (2014). Enhancing the performance of quota managed fisheries using seasonality information: The case of the Portuguese artisanal dredge fleet. *Marine Policy*, 45, 114-120.
- Ono, K., Holland, D. S., & Hilborn, R. (2013). How does species association affect mixed stock fisheries management? A comparative analysis of the effect of marine protected areas, discard bans, and individual fishing quotas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70(12), 1792-1804.
- Rodrigues, A.(1990), *Operations Research and Management in Fishing*, Kluwer Academic Publishers.

Siegel, R. A., Mueller, J. J., & Rothschild, B. J. (1979). A linear programming approach to determining harvesting capacity: a multiple species fishery.

Somers, I., & Wang, Y. G. (1997). A simulation model for evaluating seasonal closures in Australia's multispecies northern prawn fishery. *North American Journal of Fisheries Management*, 17(1), 114-130.

