

해중림 조성사업의 경제성 분석 : 제주 우도 서광리 어장을 중심으로[†]

강 석 규*

Economic Analysis of the Seaweed Forest Creation Project : the Case of Jeju Woodo Seokwang-ri

Seok-Kyu Kang*

Abstract

This study is to examine the economic effects of seaweed forest creation project in the case of Jeju Woodo Seokwang-ri. Seaweed forest creation project will raise up the quality and quantity of coastal fisheries resource and improve the structure of coastal ecosystem as a project the recovery of coastal fisheries resource against barren ground like whitening event. The economic effect by seaweed forest creation project can be found not only in the income increase of fishermen but also in reduction of carbon dioxide.

The results of this study are summarized as follows: First, the income increase effect of fishermen has economic value of 26,945 thousand won under a 30-year cash flow based on a 8.5% discount rate. This suggests that the seaweed forest creation project increases income of fishermen. Second, the reduction effect of carbon dioxide has economic value of 1,083 thousand won per year. This indicates that the seaweed forest creation project reduces carbon dioxide. In conclusion, the results of this study suggest the seaweed forest creation project has economic value in the case of Jeju Woodo Seokwang-ri.

Key words : Seaweed Forest Creation Project, Economic Analysis, Jeju Woodo, Income Increase of Fishermen, Reduction of Carbon Dioxide.

I. 서 론

본 연구는 2009년 제주특별자치도 제주시 우도면 서광리 해역 해중림 조성사업에 따른 어업

소득의 증대효과와 이산화탄소 저감효과를 분석함으로써 해중림 조성사업의 경제성을 평가 하는데 그 목적이 있다.

2002년부터 「기르는 어업육성법」과 「수산자

접수 : 2011년 5월 23일 최종심사 : 2011년 6월 21일 게재확정 : 2011년 6월 24일

[†] 이 논문은 국립수산물과학원의 “2009년 제주도 해중림 조성사업의 경제성 분석” 보고서의 내용을 일부 수정 게재한 논문임을 밝혀둔다.

* 제주대학교 경영학과 부교수(Corresponding author:064-754-3120, kangsk@jejunu.ac.kr)

원관리법」 등에 의하여 해중립 조성사업을 인공 어초시설사업, 바다목장화사업, 수산종묘방류사업, 해양환경개선사업 등과 함께 국책사업으로 진행하여 왔다.

특히 제주해역에서의 해중립 조성사업은 2002년 단순한 투석에서 벗어나 감태, 모자반 등이 이식된 해중립초의 설치가 이루어진 2004년 애월읍 동귀리부터 시작되었다고 볼 수 있으며, 2005년 애월읍 애월리, 2006년 한경면 용수리, 2007년 한경면 고산리, 2008년 한림읍 비양리, 2009년 현재 우도면 서광리까지 제주도 62ha의 해역에 걸쳐 진행되고 있다.

이와 같이 추진된 해중립 조성사업은 수산자원의 증강, 어업생산력 증대 및 어업인의 안정적인 소득 기회를 제공하고, 유어 낚시와 스킨 스쿠버 등 해양레포츠 수요 확산에도 크게 기여하여 왔으며, 또한 최근 정부의 녹색성장사업에 부응하는 이산화탄소의 저감에도 크게 기여하여 왔을 것으로 판단된다.

그러나 이와 같은 해중립 조성사업에 따른 긍정적인 기대효과에도 불구하고, 아직까지 해중립 조성사업 시행이후 지난 9년 동안 해중립 조성사업이 투자비용 대비 경제적 가치를 지니는지, 얼마정도의 경제적 가치를 창출하는지 등에 대한 경제성 평가는 아직 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구는 해중립 조성사업에 대한 경제성 평가의 필요성이 대두되고 있는 시점에서 시사하는 바가 크다고 할 수 있다. 또한 사업 추진의 예산확보 및 효율적인 사업집행을 하려는 중앙정부나 지방자치단체의 수산자원 정책 담당자에게 유익한 답론을 제공할 것으로 기대한다.

Ⅱ. 해중립 조성사업의 현황

해중립 조성사업은 갯녹음 현상에 대응하기 위하여 유용한 해조류를 인공적으로 이식·부착하여 해양환경을 개선시킴으로써 수산자원의 산란과 서식을 유리하게 하는 자원조성사업을

말한다. 여기서 갯녹음 현상(whitening event)이란 미역, 감태, 모자반 등 유용한 대형 해조류가 소멸하고 그 자리를 대신하여 산업적 유용성이 떨어지는 탄산칼슘 성분의 홍조류인 무절산홍조류가 암반지역에 대량 번식하여 바위 표면이 홍색이나 백색으로 변화하는 현상을 말한다. 이러한 갯녹음의 현상은 세계 각지에서 발생하고 있다.

우리나라는 1980년대 이후부터 제주도와 남해안 일대의 해역에서 나타나기 시작하여 1990년대 이후부터는 동해 연안에서도 갯녹음 피해가 나타나고 있다. <표 1>에 나타나는 바와 같이 2008년도 현재 마을어장 35,101ha의 19.8%에 달하는 6,954ha가 갯녹음으로 인해 피해를 입고 있는 지역으로 알려지고 있어, 수산업이나 환경·생태적 측면에서 심각한 문제라 할 수 있다.

특히 제주도의 갯녹음 발생 총면적은 다른 시도와 달리 2008년 현재 4,541ha로서 제주도 마을어장 면적 14,451ha 대비 갯녹음 발생비율이 31.4%에 달하고 있어 그 피해의 심각성을 짐작할 수 있다.

<표 1> 갯녹음 발생 현황

| 구분 | 마을어장(ha) | 발생면적(ha) | 발생비율(%) |
|----|----------|----------|---------|
| 전국 | 35,101 | 6,954 | 19.8 |
| 강원 | 고성 | 3,489 | 48 |
| | 속초 | 551 | 15 |
| | 양양 | 1,854 | 26 |
| | 강릉 | 2,890 | 118 |
| | 동해 | 573 | 182 |
| | 삼척 | 1,859 | 540 |
| | 소계 | 11,216 | 929 |
| | 경북 | 포항 | 2,973 |
| 경주 | | 554 | 73 |
| 영덕 | | 1,372 | 225 |
| 울진 | | 2,730 | 340 |
| 울릉 | | 793 | 102 |
| 소계 | | 8,422 | 1,311 |
| 울산 | | 1,012 | 173 |
| 제주 | 14,451 | 4,541 | 31.4 |

자료 : 농림수산식품부 자원환경과 내부자료

이러한 갯녹음 현상의 원인은 여러 복합적 요인에 의해 발생한다. 우리나라 해역의 갯녹음 현상 발생요인으로는 쓰시마 난류에 의한 높은 수온과 영양염의 부족 등 물리·화학적 요인 뿐만 아니라 식해동물의 대량번식 등에 의한 생물학적 요인, 해안도로의 신설 및 해안 매립공사, 홍수 등에 의한 대량의 부니 및 사니질의 유입에 따른 광합성의 저해와 부착기질의 소멸 등 인위

적인 요인을 들 수 있다.

정부는 <표 2>와 같이 자원조성을 통한 어민 소득의 증대를 위하여 2002년부터 해중립조성 사업을 추진하고 있는데, 2009년 현재까지 191억원의 사업비가 투입되었으며, 667ha 면적에 달하는 해중립이 조성되어 있다.

지역별 해중립 조성사업의 추진실적은 <표 3>과 같이 2002년부터 2009년까지 갯녹음 발생비

<표 2> 해중립 조성사업의 추진현황

| 구분 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | 합계 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 해중립조성(ha) | 65 | 60 | 60 | 60 | 81 | 74 | 121 | 146 | 667 |
| 사업비(백만원) | 1,250 | 1,250 | 1,250 | 1,938 | 2,375 | 2,250 | 3,850 | 4,938 | 19,101 |
| - 국비(80%) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,550 | 1,900 | 1,800 | 3,080 | 3,950 | 15,280 |
| - 지방비(20%) | 250 | 250 | 250 | 388 | 475 | 450 | 770 | 988 | 3,821 |

자료 : 농림수산식품부 자원환경과

<표 3> 지역별 해중립 조성사업의 추진실적

(단위: ha, 백만 원)

| 구분 | '02 | | '03 | | '04 | | '05 | | '06 | | '07 | | '08 | | '09 | |
|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| | 면적 | 금액 | 면적 | 금액 | 면적 | 금액 | 면적 | 금액 | 면적 | 금액 | 면적 | 금액 | 면적 | 금액 | 면적 | 금액 |
| 울산 | | | | | | | | | | | | | 10 | 300 | 10 | 500 |
| 강원 | 12 | 125 | 23 | 236 | 28 | 280 | 28 | 1,000 | 51 | 1,125 | 44 | 1,125 | 48 | 1,000 | 48 | 1,000 |
| 충남 | | | | | | | | | | | | | 8 | 425 | 8 | 313 |
| 전남 | | | | | | | | | | | | | 35 | 500 | 35 | 500 |
| 경북 | 4 | 125 | 8 | 408 | 8 | 380 | 16 | 438 | 10 | 375 | 10 | 250 | 10 | 250 | 10 | 250 |
| 경남 | | | | | 20 | 200 | | | | | | | | | 20 | 750 |
| 제주* | 49 | 1,000 | 29 | 606 | 4 | 390 | 4 | 500 | 10 | 875 | 12 | 875 | 16 | 1,375 | 16 | 1,625 |
| 합계 | 65 | 1,250 | 60 | 1,250 | 60 | 1,250 | 48 | 1,938 | 71 | 2,375 | 66 | 2,250 | 127 | 3,850 | 147 | 4,938 |

자료 : 농림수산식품부 자원환경과 내부자료

*제주의 경우, 국립수산과학원 전략양식연구소 미래양식연구센터 내부 자료와 일부 차이 있음 조정함.

<표 4> 제주해역 해중립 조성사업의 추진 동향

| 구분 | '04 | '05 | '06 | '07 | '08 | '09 | |
|----------|------------|------------|------------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 사업비(백만원) | 390 | 500 | 875 | 875 | 1,375 | 1,625 | |
| 시설 현황 | 해조류 | 모자반 | 모자반 | 감태, 모자반 | 감태, 모자반 | 감태, 모자반 | 감태 |
| | 어초 | 귀갑형 | 귀갑형(150), 종모패널(600) | 종모패널 | 하우스형(6), 패널부착식(220), 암석(80) | 신요철형(198), 인공암반(50), 패널부착식(325) | 신요철형(174), 패널부착식(314), 하우스형(7) |
| | 수량 | 189개 | 150개 | 4,140개 | 306개 | 573개 | 495개 |
| 면적 | 4ha | 4ha | 10ha | 12ha | 16ha | 16ha | |
| 장소 | 애월읍 동귀리 | 애월읍 애월리 | 한경면 용수리 | 한경면 고산리 | 한림읍 비양리 | 우도면 서광리 | |

자료: 국립수산과학원 전략양식연구소 미래양식연구센터

중이 상대적으로 높은 제주도, 강원도, 경북 등에 집중 투자되고 있다. 특히 제주해역 해중림 조성사업은 2002년 투석사업부터 시작되었으며, 해중림초를 조성하는 본격적인 해중림 조성사업은 <표 4>에 제시하는 바와 같이, 2004년 애월읍 동귀리, 2005년 애월읍 애월리, 2006년 한경면 용수리, 2007년 한경면 고산리, 2008년 한림읍 비양리, 2009년 우도면 서광리 마을어장에서 추진되었으며, 2009년 현재까지 감태, 모자반 등이 이식된 귀갑형, 종모패널형, 하우스형 등의 해중림초가 62ha 면적에 달하는 제주 연안 해역에 시설되어 있다.

Ⅲ. 해중림 조성어장의 어업인 설문조사

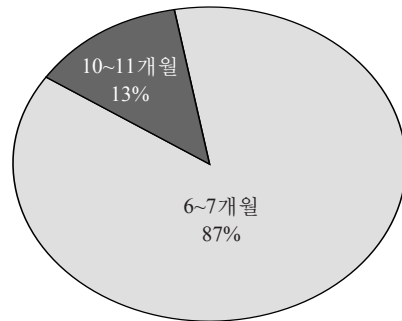
2009년 해중림이 조성된 우도면 서광리 하우스목동에는 현재 43호 110명이 거주하고 있으며, 37명의 해녀가 서광리 앞바다 지선어장을 대상으로 나잠어업을 영위하고 있다. 나잠어업은 현행 수산업법시행령 제29조에 의한 신고어업으로 산소공급장치없이 잠수한 후 낚·호미·칼 등을 사용하여 패류·해조류 기타 정착성 수산동식물을 포획·채취하는 어업을 말한다.

본 연구에서는 해중림 조성해역인 하우스목동 지선어장을 이용하는 서광리 나잠어업인들을 대상으로 어업실태, 자원량에 대한 인식 및 해중림 조성사업의 인지도를 조사하였다. 설문 내용은 [부록 1]에 제시하였으며, 가가호호 방문을 통한 심층 면담(in-depth interview) 방법에 의해 조사되었다.

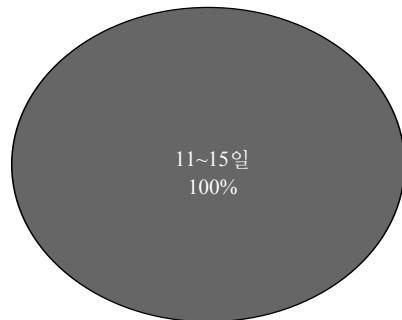
1. 어업실태 조사

어업실태 조사에서는 연간 어업 종사기간(시간), 어획량, 어업생산금액, 판매처, 어업비용 등을 조사하였다.

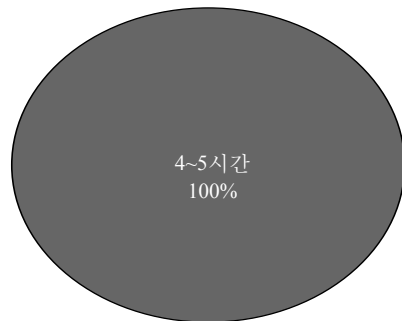
연간 어업의 종사 기간 즉 “지난 1년 동안 연간 어업에 종사한 기간”에 대한 설문 조사 결과는 <그림 1>에 제시되는 바와 같이 응답자의



<그림 1> 연간 어업의 종사기간



<그림 2> 월간 어업의 종사기간



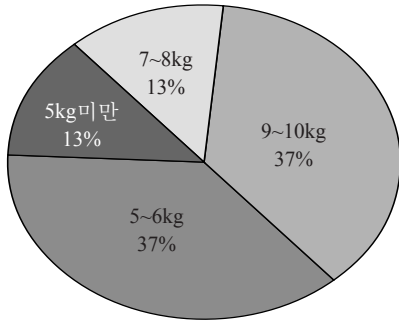
<그림 3> 일간 어업의 종사 시간

87%가 6~7개월 정도 어업에 종사하고 있다고 응답하고 있으며, 응답자의 13%가 10~11개월 어업에 종사한다고 응답하고 있다.

<그림 2>는 월간 어업의 종사기간을 설문 조사한 결과를 나타내고 있는데, “지난 1년 동안 월간 어업에 종사한 기간”에 대한 설문에 대해서는 응답자의 100%가 한 달 동안 11~15일 종

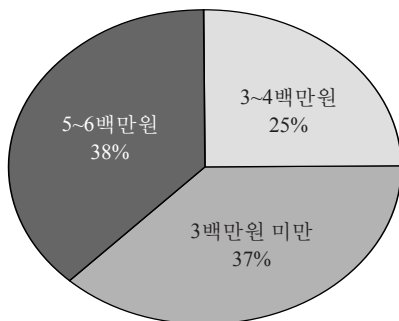
사하는 것으로 응답하고 있다. 또한 <그림 3>에 나타나는 바와 같이, 하루 동안 어업에 종사한 시간에 대한 설문조사 결과는 응답자의 100%가 4~5시간이라고 응답하였다.

한편, 지난 1년 동안 일간 어획량에 대해 설문 조사한 결과는 <그림 4>에서 보여주고 있다. 응답자의 37%가 각각 5~6kg과 9~10kg을 어획하고 있으며, 응답자의 13%가 각각 5kg 미만과 7~8kg을 어획한다고 응답하였다. 하우목동 지선 어장에서 채취되는 주요 어획물은 주로 소라(30%), 오분자기(20%), 성게(20%), 툇(15%), 우뚝가사리(15%) 등이다.



<그림 4> 일간 어획량

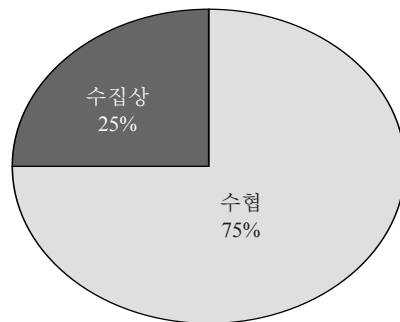
그리고 연간 어업소득금액 즉 지난 1년 동안 어업생산금액에 대해 설문 조사한 결과는 <그림 5>에 나타나고 있다. 응답자의 38%는 5~6백만원, 응답자의 37%는 3백만원 미만, 응답자의



<그림 5> 연간 어업소득

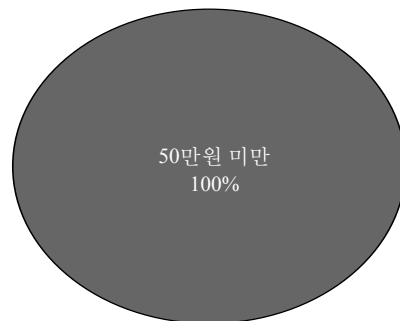
25%는 3~4백만원이라고 응답하고 있다. 하우목동 지선어장을 이용하는 나잠어업의 연간 어업소득은 개인별로 차이가 나지만, 上 (5~7백만원), 中 (3~4백만원), 下 (3백만원 미만) 정도의 분포를 지니며, 평균적으로 3백5십만 원 정도 벌어들이는 것으로 파악되고 있다.

지난 1년 동안 어획물은 <그림 6>과 같이, 수협(75%)이나 수집상(25%)을 통해 판매된 것으로 파악된다.



<그림 6> 판매 경로

연간 어업비용에 대한 설문 조사결과는 <그림 7>과 같이 응답자의 100%가 연간어업에 소요되는 비용이 50만원 미만이라고 응답하였다. 연간 어업비용을 구성하는 항목은 잠수복 교체 등 어구비가 30만 원 정도 소요되며, 약품비 등 기타 비용이 5만 원 정도 소요된다고 한다¹⁾.

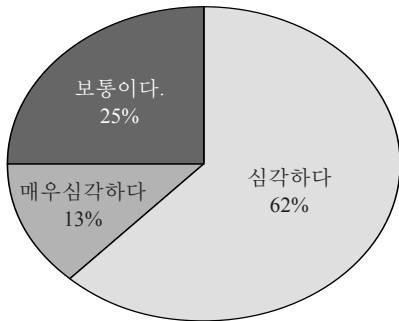


<그림 7> 연간 어업비용

1) 잠수복의 경우 제주도청에서 3, 4년마다 윤번식으로 잠수복을 지원해준다고 한다.

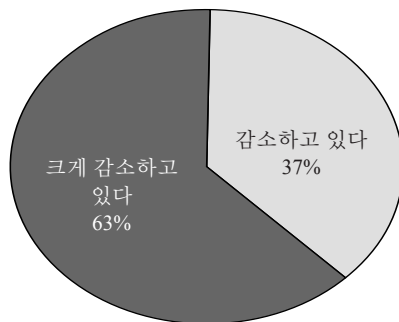
2. 자원량의 인식 조사

자원량의 인식조사에서는 우도 서광리 해역의 갯녹음 발생에 대한 인식, 갯녹음 발생 이전과 이후의 자원량과 어획량 인식 등을 설문 조사하였다. 우선 “우도 서광리 해역의 갯녹음 인식”에 대한 설문 조사 결과는 <그림 8>에 나타나는 바와 같이, 응답자의 75% 이상이 “심각하다” 이상에 응답하였으며, 이 중 13%는 “매우 심각하다”고 응답하였다. 갯녹음에 대한 인식이 “보통이다”라고 응답한 비율도 25%에 달하고 있다.

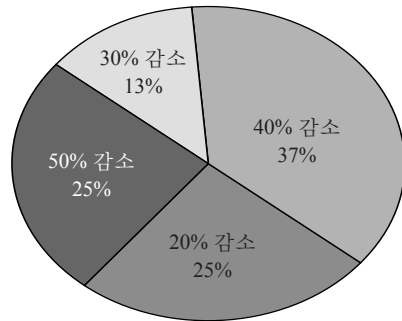


<그림 8> 갯녹음의 인식

한편 갯녹음 발생 이전과 이후의 자원량과 어획량 인식 등을 설문 조사하였는데, 그 결과는 <그림 9>와 <그림 10>에 제시되어 있다. “갯녹음 발생이전과 비교하여 현재의 자원량이 어떻다고 생각하십니까?”에 대한 설문 조사결과, 응답자의 63%는 “크게 감소하고 있다”고 인식하고



<그림 9> 갯녹음 발생 전후 자원량의 인식



<그림 10> 갯녹음 발생 전후 어획량의 비교

있으며, 응답자의 37%는 “감소하고 있다”고 인식하고 있어 응답자 모두가 갯녹음 발생이전과 비교하여 현재의 자원량이 감소하고 있음을 인식하고 있다.

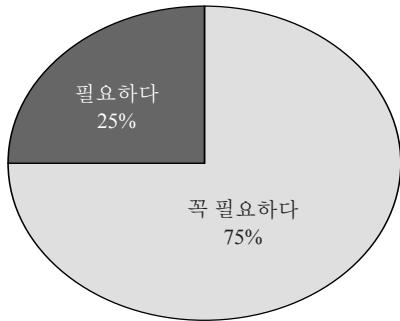
또한 “갯녹음 발생이전과 비교하여 현재의 어획량이 얼마나 줄었다고 생각하십니까?”에 대한 설문 조사결과, 응답자의 37%는 “40% 감소”라고 인식하고 있으며, 응답자의 25%는 각각 “50% 감소”와 “20% 감소”한 것으로 인식하고 있고, 응답자의 13%는 “30% 감소”한 것으로 인식하고 있음을 확인할 수 있었다.

3. 해중립 조성사업의 인지도 조사

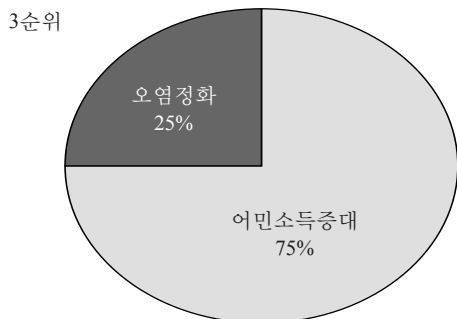
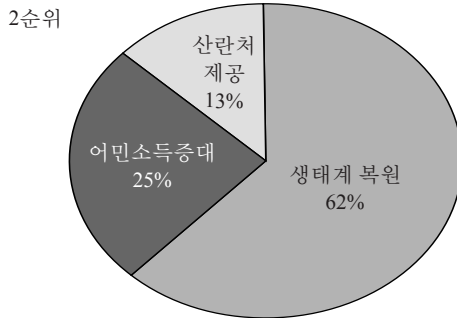
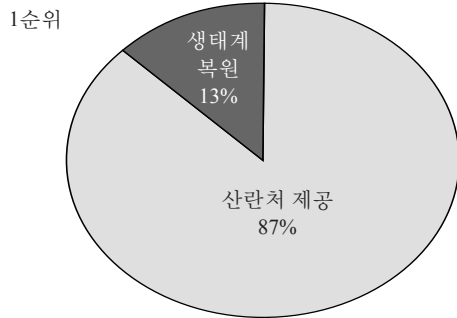
해중립 조성사업의 인지도 조사에서는 해중립 조성사업의 목적과 취지에 대한 인지 여부, 해중립 조성사업의 필요성 유무, 해중립 조성사업이 필요한 이유 등에 대해 설문조사하였다.

우선 국가와 지방자치단체에서 시행하고 있는 해중립 조성사업의 목적과 취지, 그리고 주변 수역에 있는 해중립 조성어장의 위치를 인지하고 있는 지 설문한 결과, 응답자 모두가 “예”라고 응답하여 해중립 조성사업의 인지도가 매우 높다는 것을 확인할 수 있었다.

해중립 조성사업의 필요성에 대한 설문조사 결과는 <그림 11>에 나타나는 바와 같이, 응답자 모두가 “해중립 조성사업이 필요하다.”라고 인지하고 있으며, 응답자의 75%는 “해중립 조성사업이 꼭 필요하다.”라고 인지하고 있어 인지



〈그림 11〉 해중립 조성사업의 필요성



〈그림 12〉 해중립 조성사업이 필요한 이유

도가 매우 높다는 것을 확인할 수 있다.

다음으로 해중립 조성사업의 필요한 이유에 대해 설문하였는데, 〈그림 12〉에 나타나는 바와 같이, 첫 번째 이유로 응답자의 87%가 “산란처 제공”을 들었고, 두 번째 이유로, 응답자의 62%가 “생태계 복원”을 들었고, 세 번째 이유로, 응답자의 75%가 “어업인 소득증대”에 있다고 하였다.

해중립 조성어장에서 이루어지기 적합한 어업의 형태에 대한 설문조사 결과, 응답자 모두가 나잠어업을 들고 있어, 궁극적으로 우도 서광리 해역의 해중립 조성사업은 산란처 제공 및 생태계 복원을 통해 어업인 소득증대를 위한 사업임을 어업인 스스로가 인식하고 있음을 확인할 수 있다.

IV. 해중립 조성사업의 경제성 분석

1. 평가모형

1) 비용-편익 항목의 선정

해중립 조성사업은 갯녹음 현상에 대응하여 유용한 해조류를 인공적으로 이식·부착하여 해양생태환경을 개선시킴으로써 해양생태환경을 복원하며, 또한 수산자원의 산란과 서식을 유리하게 하여, 궁극적으로 해중립 조성어장을 이용하는 어업인의 소득을 증대시키는데 그 목적을 두고 있다.

해중립 조성사업은 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다. 첫째, 주민소득의 증대 효과를 기대할 수 있다. 주민소득은 어업인 소득과 기타 주민소득으로 구분되며, 어업인 소득은 어업 소득과 어업외 소득으로 구분할 수 있다. 어업 소득은 어업인이 어업을 통하여 직접적으로 얻을 수 있는 소득을 말하며, 해중립 조성에 의한 자원의 위집 및 산란, 서식 및 성육어장을 통한 자원증식 때문에 기인하는 소득으로서 조업어장의 접근성과 용이성으로 얻은 절감되어진 어업비용 등도 포함된다. 어업외 소득은 자원의 위집 등으로 어업인의 어업외 소득 즉 유어객의 용선이나

숙박 등으로 벌어들인 수입을 말한다. 기타 주민 소득은 어장환경개선 등으로 해양 레포츠를 즐기려는 관광객이나 스킨 스쿠바 고객의 증가에 따른 어업인이 아닌 주민의 숙박료, 렌탈료 등의 수입을 말한다.

둘째, 이산화탄소의 저감효과를 기대할 수 있다. 모자반이나 다시마는 열대우림에 비해 약 2배 이상의 이산화탄소 흡수효과를 가진다고 한다²⁾. 현재 흡수원 CDM(clean development mechanism) 사업으로는 신규조림, 재조림, 산림 전용 및 산림경영 부문과 농업부문으로 국한되어 있지만 앞으로 해조류도 탄소 흡수원으로 인정받는다면, 해중림 조성사업에 의한 이산화탄소의 저감효과를 기대할 수 있다.

셋째, 해양생태 환경 개선에 따른 해양생태계 복원 효과를 기대할 수 있다. 해중림은 수중의 유기물을 흡수하고 환경을 청정화하며, 생물이 생육하는 장소를 제공하는 등 많은 역할을 담당하고 있다.

이와 같은 해중림 조성사업에 따른 기대효과에 기초하여 산출한 비용-편익 항목은 <표 5>와 같이 요약할 수 있다.

본 연구에서는 해중림 조성사업에 따른 어업인에게 직접편익이 제공되는 어업소득 증대효과와 간접편익이라 할 수 있는 이산화탄소 저감효과를 고려하여 우도 서광리 해역 해중림 조성사업의 경제성을 평가하고자 한다.

2) 해중림 조성사업의 경제성 평가 모형

(1) 어업소득 증대효과 측정

해중림 조성사업은 유용한 해조류를 이식·부착한 해중림초 시설을 통해 해양환경의 개선뿐만 아니라 수산자원의 위집과 증식을 통해 수산자원을 증대하게 한다. 이에 따라 어업수익이 증대하며, 어업비용은 감소하게 되는데, 이를 해중림 조성사업에 따른 어업소득 증대효과라 한다.

본 연구에서는 우도 서광리 해중림 조성어장을 이용하는 주체인 나잠어업의 소득증대 효과를 통해 경제성을 평가한다.

해중림 조성에 따른 어업소득 증대효과는 식(1)과 같이 기존의 인공어초효과와 마찬가지로 해중림 조성효과가 해중림초 시설이후 30년 동안 지속된다는 가정 하에서 해중림 조성어장에서 발생하는 어업현금흐름에서 초기 시설비, 사후관리비 등을 포함하는 해중림 조성 투자비용을 차감하여 현재가치로 환산한 금액에 의하여 평가된다.

우도 서광리 해중림 조성어장을 이용하는 주체인 나잠어업인을 대상으로 이루어진 심층 면접조사에서 얻어진 자료를 이용하여 어업현금흐름, 어업수익, 어획효과를 산정한다.

$$\text{어업소득 증대효과} = \sum_{t=0}^{30} [\{\Delta \text{어업현금흐름} - (\text{해중림조성투자비용})\} \times \text{현재가이자요소}] \quad (1)$$

<표 5> 해중림 조성사업의 경제성 평가 항목

| 구분 | 항목 | 내용 및 설명 | | | |
|----|-------------|----------------------------|-----------------|---------|-----------------|
| 비용 | 조성사업비 | 해중림 조성에 소요되는 비용, 사후관리비 포함 | | | |
| 편익 | 1. 주민소득증대 | 어업인 소득 | 어업 | 어업소득 증대 | 어장형성에 따른 어획량 증가 |
| | | | 어업외 | 어업비용 감소 | 어장의 접근성과 용이성 |
| | 기타 주민소득 | 어업인의 어업외 수입 | 유어객의 용선료, 민박료 등 | | |
| | 2. 탄소저감 | 비어업인의 수입 | | | |
| | 3. 해양생태계 복원 | 숙박료, 렌탈료 등 | | | |
| | | 해중림에 의한 이산화탄소 저감 | | | |
| | | 오염정화에 따른 해양환경 개선과 해양생태계 복원 | | | |

2) 자세한 내용은 박재일 외(2008)의 연구를 참고하기 바란다.

$$\Delta \text{어업현금흐름} = \Delta \text{어업수익} - \Delta \text{어업비용}$$

(감가상각비 제외)

$$\Delta \text{어업수익} = \Delta \text{어업생산량} \times \text{평균어가}$$

$$\Delta \text{어업생산량} = \text{총어업생산량} \times \left(1 - \frac{1}{\text{어획효과}}\right),$$

$$\text{어획효과} = \frac{\text{해중립조성어장의 어획량}}{\text{비조성어장의 어획량}}$$

Δ 는 증분을 의미

① 증분 어업현금흐름

증분은 해중립 조성사업이 있는 경우와 해중립 조성사업이 없는 경우간의 차이를 말하며, 증분기준(incremental basis)의 현금흐름 추정원칙을 반영한 것이다. 증분 어업현금흐름은 증분 어업수익에서 증분 어업비용을 차감하여 계산되며, 증분 어업이익을 말하는 것으로, 해중립 조성사업에 의해 증가된 어업이익을 의미한다. 어업비용은 어업활동에 지출되는 비용을 말하며, 나잠어업에는 잠수에 필요한 피복비, 갈고리, 낚 등의 어구비와 약품비 등이 어업비용을 구성하며 어획량에 관계없이 발생하는 고정 어업비용이라 할 수 있다. 증분 어업비용은 해중립 조성사업에 의해 감소된 어업비용을 말하는데, 나잠어업의 경우, 해중립 조성사업으로 인해 줄어든 나잠어업의 어업비용은 없는 것으로 파악되어, 본 연구에서는 나잠어업의 증분 어업비용은 없다고 가정하였다.

② 증분 어업수익

증분 어업수익은 증분 어업생산량에 평균어가를 곱하여 산출된다. 증분 어업생산량은 해중립 조성사업이 있는 경우의 어업생산량과 해중립 조성사업이 없는 경우의 어업생산량의 차이를 말하며, 해중립 조성사업에 따른 어업생산량의 증가분을 의미한다.

③ 어획효과

어획효과는 해중립 조성사업에 따른 어업생산량의 증가분을 산출하는 지표로서, 해중립 조성어장의 어획량을 비조성어장의 어획량으로 나누는 값으로 측정되며, 해중립 조성사업이 있는 경우(with project)와 해중립 조성사업이 없는 경우(without project)간의 비교로, 증분기준의 현금흐름 추정원칙을 반영하고 있다. 예를 들면, 해중립 조성어장의 생산량이 10톤이고, 비조성어장의 생산량이 5톤이라면, 어획효과는 2로 계산된다. 이를 활용하여 해중립 조성사업이 있는 경우와 해중립 조성사업이 없는 경우의 어업생산량 차이를 의미하는 증분어업생산량을 계산하면, $10\text{톤} \times [1 - (1/2)] = 5\text{톤}$ 이 구해진다.

일반적으로 어획효과는 자연과학적 조사방법에 의해 측정된 해중립 조성어장에서 어획되거나 채포된 수산자원의 체중량을 비조성어장에서 어획되거나 채포된 수산자원의 체중량으로 나누는 값에 의해 측정된다.

그러나 해중립 조성 효과는 국립수산과학원 미래양식연구센터의 보고에 따르면 일반적으로 이식한 해조류의 포자가 발생하여 성체로 반복·구현되는 시점인 해중립초 시설 3년 이후부터 발생한다고 한다. 그래서 2009년도에 해중립 조성사업이 실시된 서광리 해역의 경우, 현 시점에서 해중립 조성사업에 따른 어획효과 즉 해중립 조성에 따른 어획량의 증가분을 측정하기가 곤란하다.

따라서 본 연구에서는 해중립 조성사업이 해양생태환경의 복원을 통해, 궁극적으로 갯녹음 발생이전의 어획량으로 복원하는데 있으므로, 이들 어장을 이용하는 나잠어업인들의 심층면접 설문조사에 기초하여 어획효과를 추정하였다. 앞서 설문조사 결과를 토대로 갯녹음 발생이전과 비교하여 현재 어획량이 40% 정도 감소한 것으로 파악하였으며³⁾, 해중립 조성이전에 자연

3) 앞서 우도 서광리 해중립 조성어장을 이용하는 나잠어업인에게 “갯녹음 발생이전과 비교하여 현재의 어획량이 얼마나 줄었다고 생각하십니까?”에 대한 설문 조사결과, “40% 감소”에 응답자의 높은 비중을 나타내고 있어 “40% 감소”를 선택하였다.

발생적인 자원회복이 없고, 앞으로 해중립 조성 사업을 통해 어획량이 궁극적으로 갯녹음 발생 이전으로 회복된다는 가정 하에서 어획효과를 추정하였다. 예컨대, 갯녹음 발생이전 1인당 하루 어획량 12kg이 갯녹음 발생 이후 40%감소하여 현재 어획량이 7.2kg라면, 해중립 조성사업을 통해 갯녹음 발생이전으로 자원이 회복하여 하루 어획량이 12kg에 달한다면, 어획효과는 1.67[= 해중립조성어장(12kg)/비조성어장(7.2kg)]로 계측되어진다. 이를 기초로 어업소득 증대효과를 측정하였다.

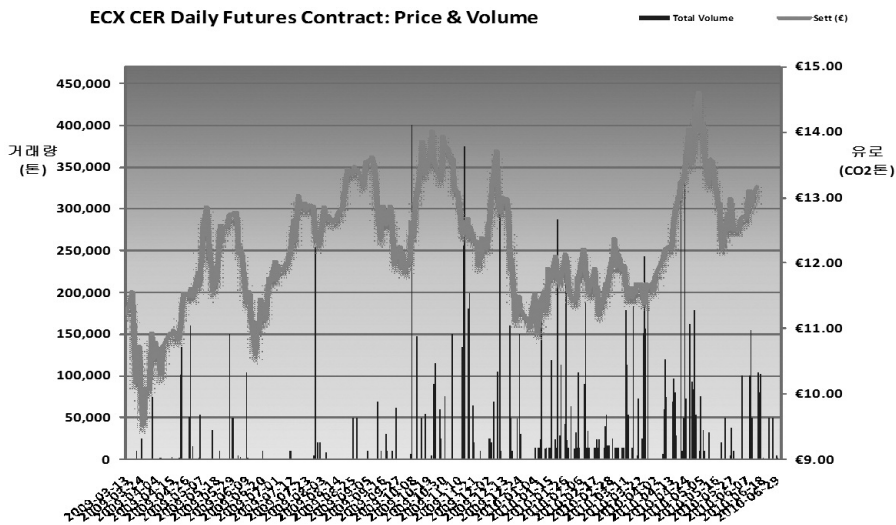
(2) 이산화탄소 저감효과

이산화탄소 저감효과는 식 (2)와 같이 평가하고자 한다. 앞서 어업소득 증대효과와 마찬가지로 해중립 조성효과가 해중립초 시설 이후 30년 동안 지속된다는 가정 하에서 이산화탄소 저감효과를 평가하였다.

$$(2) \text{ 이산화탄소 저감 효과} = \sum_{t=3}^{30} [\text{톤당 흡수원 CERs가격} \times \text{증분 해조류 CERs 생산량}(\text{CO}_2\text{톤/ha}) \times \text{해중립 면적}(\text{ha}) \times \text{현재가이자요소}]$$

① 톤당 흡수원 CERs가격

해중립 조성의 탄소저감효과에 따른 수익은 미래 흡수원 CDM사업으로부터 기대되는 수익을 말하며, 해중립 조성어장의 해조류 탄소저감량 또는 배출권(certified emission reductions, 이하 CERs)의 크레딧 판매수익에 의존한다⁴⁾. CDM사업으로부터 발생할 수 있는 크레딧은 일반 pCERs(permanent CERs), tCERs(temporary CERs), ICERs(long-term CERs)가 있으며, 일반 CDM사업에서는 일반 pCERs가 발행되고, 흡수원 CDM사업에서는 탄소 저감량의 비영속성으로 인해 tCERs 또는 ICERs가 발행된다⁵⁾.



자료 : 유럽기후거래소(www.ecx.eu)

<그림 13> 유럽기후거래소의 CERs 선물가격과 거래량

- 4) 주지하는 바와 같이 현재 흡수원 CDM사업으로는 신규조림, 재조림, 산림전용 및 산림경영 부문과 농업부문에 국한되어 있지만 앞으로 흡수원으로 해조류가 인증받는다라는 가정하에서 판매수익을 추정하였다.
- 5) tCERs는 발행한 크레딧을 일정기간만 인정하고 기간이 만료되면 다시 갱신하거나 발행한 tCERs 양만큼 영구적인 일반 pCERs 크레딧으로 바꾸어야 한다. ICERs는 CERs 발행기간의 종료와 함께 무효화되어 ICERs 양만큼 영구적인 일반 pCERs 크레딧으로 대체해야 한다.

〈표 6〉 일반 pCERs에 대한 흡수원 CERs의 상대적 가치

| 할인율 (%) | 흡수원의 만기에 따른 tCERs 또는 ICERs 상대적 가치(%) | | | | |
|----------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 5년 | 10년 | 15년 | 20년 | 25년 |
| 3 | 14 | 26 | 36 | 45 | 52 |
| 5 | 22 | 39 | 52 | 62 | 70 |
| 7 | 29 | 49 | 64 | 74 | 82 |
| 9 | 35 | 58 | 73 | 82 | 8 |

자료 : Olschewski et al.(2005), p.88

유럽기후거래소는 일반 CDM사업의 일반 pCERs를 기초자산으로 선물상품을 거래하고 있다. 〈그림 13〉은 유럽기후거래소에 상장되어 있는 일반 CERs 선물계약의 2009년 3월 13일부터 2010년 7월 1일 기간 동안의 일별 선물가격과 거래량을 도시한 것이다.

흡수원 CERs가격은 일반 pCERs가격과 달리 시장에서 가격이 형성되어 있지 않은데, Olschewski et al.(2005)는 일반 pCERs가격과 흡수원 CERs가격의 상대적 가치를 할인율과 흡수원의 내용연수에 따라 〈표 6〉과 같이 비교하고

있다. 할인율이 5%일 때, 흡수원의 만기가 25년인 ICERs 크레딧의 가치는 일반 pCERs 크레딧의 70%를 나타내며, 크레딧이 5년후에 종료되는 tCERs 크레딧의 가치는 일반 pCERs 크레딧의 22%에 해당된다.

본 연구에서는 가장 합리적인 불특정다수의 개별경쟁매매 방식에 의해 가격이 결정되는 유럽기후거래소의 2009년 일별 일반 pCERs 선물 평균가격 유로(EURO) 12.25에 Olschewski et al.(2005)의 일반 pCERs에 대한 25년 만기 ICERs의 상대적 가치 70%를 적용하였다. 따라서 식 (2)의 톤당 흡수원 CERs 가격은 8.575 유로라고 가정하였다.

② 증분 해조류 CERs 생산량

증분 해조류 CERs 생산량은 해중립 조성사업이 있는 경우와 해중립 조성사업이 없는 경우간의 CERs 생산량 차이를 말하며, 증분기준의 현금흐름 추정원칙을 반영하고 있다.

국립수산과학원 동해수산연구소는 〈표 7〉에 제시하는 바와 같이, 우리나라 연안에 서식하는

〈표 7〉 우리나라 주요 연안 해조류의 연간 이산화탄소 흡수량

| 채집지역 | 종명 | CO ₂ 흡수율 (kg CO ₂ .ton FW ⁻¹ .hr ⁻¹) | CO ₂ 연간 흡수량 (ton CO ₂ .ton FW ⁻¹ .yr ⁻¹) |
|--------------|--------|---|---|
| 동해 (사근진, 삼척) | 구멍갈파래 | 9.49 | 20.5 |
| | 칭각 | 0.54 | 1.17 |
| | 참다시마 | 0.67 | 1.45 |
| | 참모자반 | 0.46 | 0.99 |
| | 팽생이모자반 | 1.77 | 3.82 |
| | 우뚝가사리 | 1.66 | 3.59 |
| | 마른나무 | 0.54 | 1.17 |
| 울릉도 | 대황 | 0.3 | 0.65 |
| 진도 | 참다시마 | 0.38 | 0.82 |
| | 참미역 | 0.99 | 2.14 |
| | 곰피 | 0.8 | 1.73 |
| | 참모자반 | 1.6 | 3.46 |
| | 팽생이모자반 | 1.91 | 4.13 |
| 제주도 | 감태 | 0.41 | 0.89 |
| | 우뚝가사리 | 1.04 | 2.25 |
| | 돌가사리 | 0.9 | 1.94 |

자료 : 국립수산과학원 동해수산연구소 내부자료

〈표 8〉 우도 서광리 해중립 조성해역의 연간 CERs 생산량과 금액

| 감태생산량 (1ha 기준) | 연간 CERs 생산량 (1ha 기준, CO ₂ ton) | 연간 해중립 해역 CERs 생산량(16ha) | 연간 이산화탄소 저감금액(유로) |
|-------------------|--|-----------------------------|----------------------|
| 5톤 | 4.45 | 71.2 | 610.54 |

해조류의 광합성에 의한 이산화탄소(CO₂) 흡수 능력을 조사하였다.

제주도 해중립 사업에 조성된 감태의 경우, 감태 1톤이 시간당 흡수하는 이산화탄소 양은 0.41 kg으로 이는 1톤의 감태가 해중립에서 하루 12 시간씩 최대 광합성률을 유지하고 1년에 6개월 동안 생육하고 있다고 가정을 할 경우, 연간 약 0.89톤의 이산화탄소를 흡수하는 것으로 추정하고 있다.

제주도 감태의 연간 이산화탄소 흡수량을 기초로 하여 우도 서광리 해중립 조성해역의 1ha 당 감태 생산량에 따른 연간 이산화탄소 흡수량 즉 CERs 생산량과 금액의 추정 결과는 〈표 8〉에 제시하였다. 〈표 8〉은 16ha의 감태 해중립 조성으로, 연간 이산화탄소 저감금액은 610.54 유로에 달할 수 있음을 보여준다.

③ 기타 사항

본 연구에서는 해중립 조성에 따른 이산화탄소 저감효과는 해중립초 시설 3년 이후부터 발생한다고 가정하며, 이산화탄소 저감효과를 얻기 위해서는 CDM 사업에 따른 인증비용 등이 수반되나 이들 비용은 없는 것으로 처리하였다. 원화 대 유로의 환율은 2009년 일별 평균환율에 기초하여 1유로당 1,744.4원으로 환산하였다.

2. 경제성 분석 결과

1) 일반적인 전제조건

(1) 조성사업비, 조성 면적 및 조성 효과

2009년 우도 서광리 해역의 해중립 조성사업비는 16억 2천 5백만 원이 투입되었으며, 해중립 조성 면적은 16ha에 달한다. 해중립 조성 면적 16ha는 우도 서광리 하우목동 나잠어업의 어장 면적 대략 40ha에 포함되어 있고, 일반적으로 해

중립 조성은 시설면적에 비해 2~5배에 달하는 파생 효과를 기대할 수 있다고 한다. 따라서 본 연구에서는 2009년 해중립 조성효과는 해중립 조성 면적 16ha를 포함한 우도 서광리 나잠어업의 전체 어장으로 확대되어, 궁극적으로 우도 서광리 나잠어업의 전체 어장은 갯녹음 현상에 대응하고, 해양생태환경의 복원을 통해, 갯녹음 발생이전으로 자원량이 회복된다고 가정한다.

(2) 해중립의 조성효과

해중립의 조성효과는 해양환경이나 해중립초의 재질에 따라 차이가 있지만, 시설 2년 후부터 포자가 발생하여 시설 3년 후부터 반복·구현이 되는 것을 고려하여, 시설 3년 후부터 발생하며, 해중립초의 내용연수 30년을 고려하여 이후 28년간 지속된다고 가정한다. 또한 이 기간 동안 인공적으로 이식된 해조류도 반복·구현된다고 가정한다.

(3) 사회적 할인율

사회적 할인율은 다양하게 4.04%, 6.5%, 8.5%로 산정하였다. 우선 투자자본의 비용은 2009년 해중립 조성사업이 경제성을 지니기 위해서는 그 사업안이 벌어들여야 하는 최소한의 필수 수익률로서 소요자본의 기회비용을 의미한다. 따라서 2009년도 국고채 3년 만기 년 수익률을 대용변수로 하여 연 4.04%의 국채수익률을 2009년 해중립 조성사업의 사회적 할인율로 이용하였다. 다음은 한국개발연구원에서 공공투자사업의 경제성 분석에서 적용하고 있는 6.5%의 사회적 할인율을 이용하였다. 끝으로, 인공어초 시설사업의 경제성분석에서 적용하고 있는 8.5%의 사회적 할인율에서도 경제성을 평가한다.

〈표 9〉 연간 기대 증분 어업현금흐름의 추정

| 구분 | 계산근거 | 내용 |
|--------------------|---------------|------------|
| 연간조업일수(일) | A | 105 |
| 1일 1인당 어업생산량(kg) | B | 12 |
| 연간 1인당 어업생산량(kg) | C=A*B | 1260 |
| 어획효과 | D | 1.67 |
| 연간 1인당 증분어업생산량(kg) | E=C*(1 - 1/D) | 505.51 |
| kg당 가중평균어가(천원) | F | 9.84 |
| 연간 1인당 어업수익(천원) | G=C*F | 12,398.40 |
| 연간 1인당 증분 어업수익(천원) | H=E*F | 4,974.21 |
| 1인당어업비용(천원) | I | 350 |
| 연간 조업인원수(명) | J | 37 |
| 연간 어업수익(천원) | K=G*J | 458,740.80 |
| 연간 어업비용(천원) | L=I*J | 12,950 |
| 연간 어업현금흐름(천원) | M=K - L | 445,790.8 |
| 연간 증분어업수익(천원) | N=H*J | 184,045.71 |
| 연간 증분어업비용(천원) | O | 0 |
| 연간 증분어업현금흐름(천원) | P=N - O | 184,045.71 |

2) 분석결과

(1) 어업소득 증대효과

어업 소득은 어업인이 어업을 통하여 직접적으로 얻을 수 있는 소득을 말하며, 어업 소득 증대는 해중립 조성에 따른 자원의 위집 및 산란, 서식 및 성육어장 등의 자원증식 때문에 증가한 소득을 말한다.

〈표 9〉는 연간 기대 증분어업현금흐름의 추정 결과를 나타내고 있다. 조사지역에서 조업을 하는 나잠어업인을 대상으로 연간조업일수, 갯녹음 발생이전의 1인당 어업생산량, 1인당 어업비용 등을 산출하였다. 어획효과는 앞서 언급한 바와 같이, 본 연구에서는 해중립 조성사업이 갯녹음 현상에 대응하고, 해양생태환경의 복원을 통해, 궁극적으로 갯녹음 발생이전의 어획량으로 복원하는데 있으므로, 앞서 설문조사에 기초하여 어획효과를 추정하였다.

앞서 언급한 바와 같이, 심층 면접조사 결과, 우도 서광리에서 어획되는 주요 어종은 소라, 오

분자기, 성게, 톳, 우뚝가사리 등이며, 각 어종의 생산비중은 소라 30%, 오분자기 20%, 성게 20%, 톳 15%, 우뚝가사리 15% 등이라고 한다.

kg당 가중평균어가는 2009년 어업생산통계 시스템에서 제시하는 제주도 해면어업에서 우도 서광리 주요 어획어종의 kg당 어가로 환산하여 생산비중에 따라 가중평균한 값으로, 9,840원을 형성하고 있다⁶⁾. 이와 같은 kg당 가중평균어가에 기초하여 연간 1인당 증분 어업수익, 해중립 조성어장의 연간 증분 어업수익과 증분 어업현금흐름을 추정하였다.

어업소득 효과에 대한 경제성분석 가정은 〈표 10〉과 같이 제시할 수 있다. 기준년도는 우도 서광리 해역에 해중립 조성사업이 시작된 2009년도이며, 해중립초와 해조 이식 비용 등 해중립 조성사업비 16억 2천 5백만 원은 기준년도에 투하된다. 해중립 조성효과는 시설 3년 이후부터 발생하며 28년간 지속된다고 가정한다. 어업생산량과 어획효과는 일정하며, 미래의 물가상승

6) 2009년 소라, 오분자기, 성게, 톳, 우뚝가사리 등의 kg당 가격은 각각 3,910원, 37,610원, 4,250원, 톳 1,070원, 910원에 형성되고 있어 이를 기초로 생산비중에 따른 가중평균어가를 계산하였다.

〈표 10〉 해중립 조성사업의 어업소득 증대효과 측정을 위한 가정

| 항목 | 내용 |
|--------------------|-----------------------------------|
| 기준년도 | 2009년 |
| 초기투자 (해중립조성사업비) | 16억 2천 5백만원 |
| 해중립 조성 효과 | 30년(시설 후 3년후부터 해중립 조성 효과 발생) |
| 어업생산량 | 일정 |
| 어획효과 | 일정 |
| 어가 | 불변가격 |
| 사회적 할인율 | 4.04%, 6.5%, 8.5% |
| 분석방법 | 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR), 비용편익(B/C) |

〈표 11〉 해중립 조성사업의 어업소득 증대효과

| 구분 | NPV(천원) | IRR(%) | B/C |
|---------|-----------|--------|------|
| k=4.04% | 1,195,196 | 8.66 | 1.74 |
| k=6.5% | 443,315 | 8.66 | 1.27 |
| k=8.5% | 26,945 | 8.66 | 1.02 |

률은 그 예측이 쉽지 않으므로 어가는 불변가격이라 가정하였다. 사회적 할인율은 4.04%, 6.5%, 8.5% 조건하에서 분석하였으며, 경제성 분석은 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR), 비용편익(B/C) 등의 방법에 의해 수행되었다.

해중립 조성사업의 어업소득 증대효과는 〈표 11〉에 제시하였다. 다양한 사회적 할인율을 적용하여 2009년 우도 서광리 해중립 조성사업에 따른 어업소득 효과를 분석하였다. 분석결과, 자

본의 기회비용인 연 4.04%의 국내수익률을 사회적 할인율로 적용할 경우, 순현재가(NPV) 1,195,196천원, 내부수익률(IRR) 8.66%, 편익비용(B/C) 1.74를 나타내고 있고, 비교적 엄격하게 적용한 8.5%의 사회적 할인율 하에서도 순현재가(NPV) 26,945천원, 내부수익률(IRR) 8.66%, 편익비용(B/C) 1.02를 나타내고 있어 2009년 우도 서광리 해중립 조성사업은 경제성을 지니는 것으로 판단할 수 있다.

(2) 이산화탄소 저감효과

해중립 조성의 탄소저감효과는 미래 흡수원 CDM사업으로부터 기대되는 수익을 말하며, 해중립 조성어장의 해조류 탄소저감량 또는 배출권의 크레딧 판매수익에 달려있다.

우도 서광리 해역에 해중립 조성으로부터 기대할 수 있는 연간 이산화탄소 저감금액의 추정결과는 〈표 12〉와 같다. 현재 흡수원 CDM사업으로는 신규조립, 재조립, 산림전용 및 산림경영 부문과 농업부문에 국한되어 있지만 앞으로 흡수원으로 해조류가 인증받고, 환율 등 항목이 변화하지 않는다면, 연간 이산화탄소 저감금액은 해중립 조성 3년 이후부터 28년간 매년 1,083천원의 수익을 기대할 수 있다. 이에 기초한 해중립 조성에 따른 이산화탄소 저감의 경제적 가치는 〈표 13〉과 같이 제시할 수 있다. 자본의 기회비용 4.04%에서 해중립 조성에 따른 이산화탄소 저감효과는 16,595천원의 경제적 가치를

〈표 12〉 기대 이산화탄소 저감금액의 추정 결과

| 항목 | 계산근거 | 내용 |
|----------------------------|-------|--|
| 톤당 흡수원의 CERs가격 | A | 유로 8.575/CO ₂ ton |
| 연간 감태의 CO ₂ 흡수량 | B | 0.89(ton CO ₂ .ton FW ⁻¹ .yr ⁻¹) |
| 연간 1ha 감태 생산량 | C | 5ton |
| 연간 감태 CERs 생산량 | D=B*C | 4.45CO ₂ ton(1ha 기준) |
| 연간 해중립 조성 면적 | E | 16ha |
| 연간 해중립 해역 CERs 생산량 | F=D*E | 71.2CO ₂ ton |
| 연간 이산화탄소저감금액(유로화) | G=A*F | 유로 610.54 |
| 환율 | H | 1,774.4원/유로 |
| 연간 이산화탄소저감금액(원화) | I=G*H | 1,083천원 |

〈표 13〉 해중립 조성사업의 이산화탄소 저감효과

| 구분 | NPV(천원) |
|---------|---------|
| k=4.04% | 16,595 |
| k=6.5% | 12,171 |
| k=8.5% | 9,721 |

지니고 있음을 보여준다.

V. 요약 및 결론

본 연구의 목적은 2009년 제주특별자치도 제주시 우도면 서광리 해역 해중립 조성사업에 따른 어업소득의 증대효과와 이산화탄소 저감효과를 분석함으로써 해중립 조성사업의 경제성을 평가하는데 있다.

본 연구는 2009년 해중립 조성해역인 우도면 서광리 하우목동 앞바다 지선어장을 이용하는 나잠어업을 대상으로 어업실태, 자원량에 대한 인식 및 해중립 조성사업의 인지도를 조사하였으며, 이 조사에 기초하여 어업소득 증대효과를 측정하였다. 그리고 현재 흡수원 CDM사업으로 신규조립, 재조립, 산림전용 및 산림경영 부문과 농업부문으로 국한되어 있지만 앞으로 해조류도 탄소 흡수원으로 인정받는다 가정하여 해중립 조성사업으로 이산화탄소 저감효과를 측정하였다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 제주해역의 해중립 조성사업은 2002년 투석사업부터 시작되었으며, 해중립초를 조성하는 본격적인 해중립 조성사업은 2004년 애월읍 동귀리, 2005년 애월읍 애월리, 2006년 한경면 용수리, 2007년 한경면 고산리, 2008년 한림읍 비양리, 2009년 우도면 서광리 마을어장에서 추진되었으며, 2009년 현재까지 감태, 모자반 등이 이식된 귀갑형, 종모패널형, 하우스형 등의 해중립초가 제주 62ha 해역에 시설되어 있다.

둘째, 어업실태 조사결과를 보면, 지난 1년 동

안 일간 어획량에 대해 설문 조사한 결과는 응답자의 37%가 각각 5~6kg과 9~10kg을 어획하고 있으며, 응답자의 13%가 각각 5kg 미만과 7~8kg을 어획한다고 응답하였다. 하우목동 지선어장에서 채취되는 주요 어획물은 주로 소라(30%), 오분자기(20%), 성게(20%), 톳(15%), 우뚝가사리(15%) 등이다. 그리고 연간 어업소득금액에 대해 응답자의 38%는 5~6백만 원, 응답자의 37%는 3백만 원미만, 응답자의 25%는 3~4백만 원이라고 응답하고 있다. 하우목동 지선어장을 이용하는 나잠어업의 연간 어업소득은 개인별로 차이가 나지만, 上 5~7백만 원, 中 3~4백만 원, 下 3백만 원 미만 정도의 분포를 지니며, 평균적으로 3백5십만 원 정도 벌어들인 것으로 파악되고 있다. 연간 어업비용에 대한 설문 조사 결과는 응답자의 모두가 연간어업에 소요되는 비용이 50만원 미만이라고 응답하였다. 연간 어업비용을 구성하는 항목은 잠수복 교체 등 어구비가 30만 원 정도 소요되며, 약품비 등 기타비용이 5만 원 정도 소요된다고 한다.

셋째, 자원량의 인식조사 결과를 보면, 우선 “우도 서광리 해역의 갯녹음 인식”에 대한 설문 조사 결과는 응답자의 75% 이상이 “심각하다” 이상에 응답하였으며, 이중 13%는 “매우 심각하다”고 응답하였다. 한편 갯녹음 발생 이전과 이후의 자원량과 어획량 인식 등을 설문 조사하였는데, 응답자의 63%는 “크게 감소하고 있다”고 인식하고 있으며, 응답자의 37%는 “감소하고 있다”고 인식하고 있어 응답자 모두가 갯녹음 발생이전과 비교하여 현재의 자원량이 감소하고 있음을 인식하고 있다. 그리고 “갯녹음 발생이전과 비교하여 현재의 어획량이 얼마나 줄었다고 생각하십니까?”에 대한 설문 조사결과, 응답자의 37%는 “40% 감소”라고 인식하고 있으며, 응답자의 25%는 각각 “50% 감소”와 “20% 감소” 한 것으로 인식하고 있고, 응답자의 13%는 “30% 감소”라 인식하고 있음을 확인할 수 있었다.

넷째, 해중립 조성사업의 인지도 조사결과를 보면, 우선 국가와 지방자치단체에서 시행하고 있는 해중립 조성사업의 목적과 취지, 그리고 주변 수역에 있는 해중립 조성어장의 위치를 인지하고 있는 지 설문한 결과, 응답자 모두가 “예”라고 응답하여 해중립 조성사업의 인지도가 매우 높다는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 해중립 조성사업의 필요성에 대한 설문조사 결과는 응답자의 모두가 “해중립 조성사업이 필요하다.”라고 인지하고 있으며, 응답자의 75%는 “해중립 조성사업이 꼭 필요하다.”라고 인지하고 있어 인지도가 매우 높다는 것을 확인할 수 있다. 다음으로 해중립 조성사업의 필요한 이유에 대해 설문하였는데, “산란처 제공”, “생태계 복원”, “어업인 소득증대” 순으로 응답하여 궁극적으로 우도 서광리 해역의 해중립 조성사업은 산란처 제공과 생태계 복원을 통해 어업인 소득증대를 위한 사업임을 어업인 스스로가 인식하고 있음을 확인할 수 있었다.

다섯째, 해중립 조성사업의 어업소득 증대효과는 다양한 사회적 할인율을 적용하여 2009년 우도 서광리 해중립 조성사업에 따른 어업소득 증대효과를 분석하였다. 분석결과, 자본의 기회비용인 연 4.04%의 국채수익률을 사회적 할인율로 적용할 경우, 순현재가(NPV) 1,195,196천원, 내부수익률(IRR) 8.66%, 편익비용(B/C) 1.74를 나타내고 있고, 비교적 엄격하게 적용한 8.5%의 사회적 할인율 하에서도 순현재가(NPV) 26,945천원, 내부수익률(IRR) 8.66%, 편익비용(B/C) 1.02를 나타내고 있어 2009년 우도 서광리 해중립 조성사업은 경제성을 지니는 것으로 판단할 수 있다.

여섯째, 현재 흡수원 CDM사업으로는 신규조립, 재조립, 산림전용 및 산림경영 부문과 농업 부문으로 국한되어 있지만 앞으로 흡수원으로 해조류가 인증받고, 환율 등 항목이 변화하지 않는다면, 연간 이산화탄소 저감금액은 해중립 조성 3년 이후부터 28년간 1,083천원의 수익을 기대할 수 있으며, 자본의 기회비용 연 4.04%의 할

인율에서 해중립 조성에 따른 이산화탄소의 저감효과는 16,595천원의 경제적 가치에 달하고 있음을 보여주었다.

이와 같이 제주 우도 서광리 해중립 조성사업의 경제성 분석결과를 기초해서 볼 때, 해중립 조성사업은 어업인의 소득을 증대하고, 또한 최근 정부의 녹색성장사업에 부응하는 이산화탄소의 저감에도 일조하고 있는 것으로 판단할 수 있다.

본 연구에서는 어업실태조사 및 자원량의 인식 조사 등 사회과학적인 설문조사에 기초하여 추정된 어획효과를 고려하여 경제성을 평가하였다. 그러나 보다 객관적이고 과학적인 담보를 끌어낼 수 있도록, 향후 연구에서는 해중립 조성 효과가 해중립초 시설 3년 이후부터 발생하는 점을 반영하고, 생태계 복원과 관련한 자연과학 분야의 축적된 자료 및 자연과학적 조사방법에 의해 산출된 어획효과를 고려하여 경제성을 평가해야 할 것이다. 또한 본 연구에서는 해중립 조성사업에 따른 유어낚시 등의 편익효과를 반영하지 않았으며, 이를 포함한 경제성 분석 연구도 향후의 연구 과제로 남겨두고자 한다.

본 연구는 이러한 한계점에도 불구하고 갯녹음 방지, 연안 어장생태계 회복 및 기후변화 대응을 위한 해중립 조성사업을 대상으로 경제성 평가를 처음으로 시도한 점에서 큰 의미를 부여할 수 있으며, 또한 해중립 조성사업에 대한 경제성 평가의 필요성이 대두되고 있는 시점에서 시사하는 바가 크다고 할 수 있다. 그리고 사업 추진의 방향 및 예산확보나 효율적인 사업집행을 하려는 중앙정부 및 지방자치단체의 수산자원 정책 담당자에게 유익한 담론을 제공할 것으로 기대한다.

참고문헌

국립수산과학원 제주수산연구소, 해조 “갯태 양식” 경제성 분석, 2010.

- 국립수산과학원 제주수산연구소, 제주특별자치도, 2006년, 2007년 제주해역 해중림 조성사업 보고서.
- 국립수산과학원 제주수산연구소, 제주특별자치도, 2008년 제주해역 해중림 조성사업 보고서, 2008.
- 국립수산과학원 제주수산연구소, 2009년 해중림 조성사업 시설 전 효과조사, 2009.
- 국립수산과학원 제주수산연구소, 2009년 해중림 조성사업 시설 후 효과조사, 2009.
- 국립수산과학원 동해수산연구소, 증식연구과, 동해안 해조장조성에 관한 연구, 2007.
- 국립수산과학원 해조류연구센터, 해조류 양식산업의 현황과 전망
- 김대영, 류정곤, 이정삼, 수산자원조성사업의 평가체계 구축방안에 관한 연구, 한국해양수산개발원, 2008.
- 김상봉, 공공투자분석, 세창출판사, 2009.
- 박재일, 우희철, 이재화, “해양조류로부터 바이오에너지 생산: 현황 및 전망,” 화학공학, 제46권 제5호, 2008, pp.833 – 844.
- 어업통계시스템 웹사이트(<http://fs.fips.go.kr/main.jsp>)
- 유럽기후거래소 웹사이트(www.ecx.eu)
- 한국개발연구원, 제4판 예비타당성 조사 연구보고서 - 예비타당성조사 수행을 일반지침 수정·보완 연구, 2004.
- 한국은행 웹사이트(www.bok.or.kr)
- 한국해양수산개발원·한국수산회, 바다숲 조성의 타당성 및 정책방향 연구, 중간보고 발표자료, 2010. 6.
- 해양수산부, 인공어초 시설사업의 경제성분석에 관한 연구, 2차년도 최종보고서, 2007.
- 해양수산부, 해조류를 이용한 온실가스 저감연구 사업 타당성 연구, 2006.
- Olschewski, R., Benitez, P.C., de Koning, G.H.J., and, Schlichter, T., “How attractive are forest carbon sinks? Economic insights into supply and demand of Certified Emission Reductions,” *Journal of Forest Economics*, 11, 2005, pp.77 – 94.

[부록 1]

해중림 조성사업의 실태조사표

I. 기본사항

| | | |
|------|-----------|-------|
| 어업명 | | |
| 성명 | (연령: 세) | |
| 주소 | | |
| 이용어장 | | |
| 연락처 | 유선전화: () | 휴대전화: |

II. 어업실태 조사

1. 지난 1년 동안 연간어업에 종사한 기간은?

- ① 3개월 미만 ② 4~5개월 ③ 6~7개월 ④ 8~9개월 ⑤ 10~11개월

2. 지난 1년 동안 월간 어업에 종사한 기간은?

- ① 5일이하 ② 6~10일 ③ 11~15일 ④ 16~20일 ⑤ 21~25일

3. 지난 1년 동안 일간 어업에 종사한 시간은?

- ① 1시간미만 ② 2~3시간 ③ 4~5시간 ④ 6~7시간 ⑤ 8시간이상

4. 지난 1년 동안 연간 어획량은?

- ① 300kg 미만 ② 300~450kg ③ 450~600kg ④ 600~750kg ⑤ 750kg 이상

5. 지난 1년 동안 월간 어획량은?

- ① 50kg미만 ② 50~70kg ③ 70~90kg ④ 90~110kg ⑤ 110kg이상

6. 지난 1년 동안 일간 어획량은?

- ① 5kg미만 ② 5~6kg ③ 7~8kg ④ 9~10kg ⑤ 11kg이상

7. 지난 1년 동안 연간 어업생산금액은?

- ① 3백만원미만 ② 3백만원이상 4백만원미만 ③ 4백만원이상 5백만원미만
④ 5백만원이상 600만원미만 ⑤ 6백만원이상

8. 지난 1년간 판매금액이 가장 많았던 판매처는 어디입니까?

- ① 수협 ② 수집상 ③ 음식점 ④ 소비자직접판매 ⑤ 도매시장 ⑥ 소비시장

9. 지난 1년간 어업이외에 종사한 기간은?

- ① 없음 ② 1~2개월 ③ 3~4개월 ④ 5~6개월 ⑤ 7개월 이상

10. 지난 1년간 어업하는데 들어간 비용은?

- ① 없음 ② 50만원미만 ③ 50~100만원 ④ 100~200만원 ⑤ 300만원 이상

10-1 지난 1년간 어업비용은 어떠한 것들이 있습니까?

- ① 어구비(잠수복, 갈꾸리 등) ② 용선비 ③ 약품비 등

III. 자원량의 인식 조사

1. 우도 서광리 해역의 갯녹음 발생에 대해 어떻게 생각하십니까?

- ① 매우 심각하다. ② 심각하다. ③ 보통이다. ④ 심각하지 않다. ⑤ 매우 심각하지 않다.

2. 갯녹음의 발생이전과 비교하여 현재의 자원량이 어떻다고 생각하십니까?

- ① 크게 증가하고 있다. ② 증가하고 있다. ③ 변화없다. ④ 감소하고 있다. ⑤ 크게 감소 있다.

3. [앞의 2번 문항에서 ④, ⑤ 에 답하신 경우], 갯녹음의 발생이전과 비교하여 현재의 어획량이 얼마나 줄었다고 생각하십니까?

- ① 10%정도 감소 ② 20%정도 감소 ③ 30%정도 감소 ④ 40% 감소 ⑤ 50% 감소 ⑥ 기타 (%) 감소

IV. 해중림 조성사업의 인지도 조사

1. 국가와 지방자치단체에서 시행하고 있는 해중림 조성사업의 목적과 취지에 대하여 알고 계십니까?

- 예 □ 아니오

2. 자원조성사업으로써 해중림조성사업이 필요하다고 생각하십니까?

- ① 꼭 필요하다. ② 필요하다. ③ 모르겠다. ④ 필요 없다. ⑤ 전혀 필요 없다.

3. [앞의 2번 문항에서 예라고 답하신 경우], 해중림 조성이 필요한 이유는 무엇이라고 생각하십니까?
(우선순위에 따라 3가지 표시)

| | | | | | |
|-----|--|-----|--|-----|--|
| 1순위 | | 2순위 | | 3순위 | |
|-----|--|-----|--|-----|--|

- ① 어업인 소득증대 ② 이산화탄소 저감 ③ 오염정화 ④ 생태계 복원 ⑤ 산란처 제공

4. 주변 수역에 있는 해중림조성어장의 위치를 알고 계십니까?

- 예 □ 아니오

5. 해중림 조성어장에서 이루어지기 적합한 어업의 형태는 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 낚시어업 ② 통발어업 ③ 나잠어업 ④ 자망어업 ⑤ 기타

☞ 귀중한 시간을 할애하여 성실하게 답변해주셔서 감사합니다?