Check for updates

JFMSE, 35(1), pp. 63~72, 2023.
수산해양교육연구, 제35권 제1호, 통권121호, 2023.
www.ksfme.or.kr
https://doi.org/10.13000/JFMSE.2023.2.35.1.63

우리나라 남해안 죽방렴 어업의 생태계 기반 준정량적 평가

강버들† · 장창익
부경대학교(교수)

A Semi-quantitative Ecosystem-based Assessment of the Jukbangryum Fishery in the South Coast of Korea

Beodeul KANG† · Chang Ik ZHANG
Pukyong National University(professor)

Abstract

This study aimed to assess the status of the Jukbangryum fishery in the south coast of Korea. The target species of the Jukbangryum fishery was anchovy. The assessment was carried out based on the semi-quantitative approach of the ecosystem-based fisheries assessment (EBFA), which used questionnaires data. The procedure of the approach applied was the screening of questionnaires, selection of reliable indicators including IUU fishing, estimation of risk scores, and estimation of two risk indices. In the analysis ten(55.5%) of indicators fell in the desirable green zone, five(27.8%) in the yellow zone, and three(16.7%) in the undesirable red zone out of a total of 18 indicators for assessing four management objectives. The risk score for the indication of IUU fishing was estimated at 0.11. Three indicators which were in the undesirable red zone were 'length at first capture,' 'employment rate' and 'cultural consideration'. The ORI values were estimated at 1.4, 0.2, 0.1 and 1.7 for sustainability, biodiversity, habitat quality and socio-economic status, respectively. The species risk index(SRI) was estimated to be 0.94, which was adjusted by the penalty of the IUU fishing. Management measures were suggested to change the uncertain situation of the indicators in the yellow zone to improve the status of the Jukbangryum fishery and the ecosystem, on the basis of the precautionary approach. First, the Jukbangryum fishery should be closed from April to May to protect not only fry and juvenile anchovy for avoiding growth overfishing, but also adult spawning anchovy for avoiding recruitment overfishing. Second, the regular assessment system of the Jukbangryum fishery should be established for monitoring the status of the fishery and their ecosystem.

Key words : Ecosystem-based assessment, Semi-quantitative, Jukbangryum fishery, Anchovy

Ⅰ. 서 론

우리나라의 죽방렴 어업은 남해안을 중심으로 1,000년이라는 오랜 기간 동안 지속되고 있는 어업방식이다. 죽방렴 어업시스템은 자연친화적 어업법으로서 생태계를 고려한 어업법으로 알려져 있다. 특히 남해 지족해협의 죽방렴 어업은 국가중요어업유산으로 지정되었으며, 세계중요농업유산으로 지정을 준비하고 있는 소중한 어업유산이다. 따라서 이 어업시스템을 과학적으로 평가해

† Corresponding author : 051-629-5977, badlle@pknu.ac.kr
※이 논문은 2022학년도 부경대학교 연구년 교원 지원사업에 의하여 연구되었음.

볼 필요성이 대두되었다.

생태계기반 관리는 21세기 해양수산분야의 새로운 패러다임으로서 지구상의 모든 국가들이 활발히 추진하고 있는 방법이다(UN, 2021). 생태계기반 관리의 목표는 생태계 내 종의 지속성과 생물다양성을 유지하면서 서식처를 파괴시키지 않고 경제적인 손실 없이 적정량의 수산자원을 지속적으로 이용하는 것이다.

이 생태계기반 관리는 유엔해양법과 FAO책임어업 행동지침에서 의무사항으로 규정하고 있으며, 여러 국제기구에서 전통적인 어업자원 관리 방식을 생태계기반 관리로 교체하여 조기 채택을 요구하고 있다.

2016년 세계 160여개국 정상들이 채택한 '포스트 2015 아젠다'라 부르는 '2030 지속가능발전목표(SDGs)'의 해양수산부문 제14 목표는 '해양과 수산자원 보존 및 지속가능한 이용'으로, 10개의 세부목표로 구성되어 있다. 여기서 어업관리에 관련된 항목(14-1항)은 '최소한 생물학적 특성에 따라 결정되는 최대지속적생산량 수준까지 가능한 최단기간 내에 어족자원 회복을 위해, 효과적으로 어획을 규제하고, 불법, 비보고, 비규제(IUU) 어업 및 파괴적인 어업 관행을 종식하며, 과학에 기초한 관리계획을 이행한다'고 규정하고 있다. 따라서 이와 관련하여 국내에서도 여러 차례 선행연구가 되어 왔으며(Kang and Zhang, 2017; Zhang and Kang, 2018), 이 규정의 항목인 자원의 지속성과 IUU, 파괴적인 어업으로 서식처 훼손 여부, 생물다양성 파괴 여부 등을 적절하게 따르고 있는지 여부는 기 개발된 생태계기반 어업평가 방식(EBFA)을 사용해서 평가가 가능하다(Zhang et al., 2009; Zhang et al., 2010).

본 연구에서는 생태계기반 어업평가 방식(EBFA)의 준정량적 방법을 사용하여 우리나라 남해 죽방렴 어업에 대한 평가를 수행하였다. 이 방법은 소규모의 어업으로 자료가 충분하지 않은 경우에 적용되고 있다(Alsolami et al., 2020). 특히 어업의 규모가 작을 경우 설문조사에 의한 준정량적 방법으로 적용되기도 하였다(Munwane, 2021). 생태계기반 어업평가를 위해 자원의 지속가능성, 생물다양성, 서식처의 질, 사회경제적 편익 등 4개의 목표별 지표에 대해 평가하였으며, 이 평가 결과를 기반으로 하여 남해 죽방렴 어업의 관리방법을 제안하였다.

Ⅱ. 자료 및 방법

1. 연구 대상 및 자료

본 연구는 남해군의 지족해협에서 죽방렴 멸치 어업에 종사하는 어업인을 대상으로 2022년 8월 19일 - 10월 12일에 죽방렴 멸치 어업 관련 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 지족해협의 죽방렴 수가 총 21개이며, 개당 1-2인(주로 부부)이 종사하고 있는 상황을 감안하였다. 따라서 모든 죽방렴 21개를 대상으로 총 35부의 설문지를 배부하여 설문조사를 실시하였다.

설문조사 응답에 대한 신뢰도 향상을 위해 설문조사 결과 다음의 세 가지 기준에 해당하는 경우 분석에서 제외하였다. 첫째, 응답한 지표 중 응답에 일관성이 없거나 너무 일관된 응답을 한 경우, 둘째, 동일 지표 평균에 대한 1.0 이상 편차를 보이는 극단적인 응답 및 모드가 두 개인 응답의 경우, 셋째, 표준오차가 95% 신뢰구간(X-bar ± 2SE) 외에 있는 지표의 경우는 제외하였다. 이를 근거로 35부 중 기준에 어긋난 2부를 제외한 나머지 총 33부를 분석대상으로 하였다.

2. 연구 방법

우리나라에서 이루어지고 있는 죽방렴 어업의 생태학적 실태를 알아보기 위해 선행연구(Zhang et al., 2009; Zhang et al., 2010)를 토대로 죽방렴 어업 평가 관련 지표를 분석하기 위한 설문 문항을 만들었다. 설문 문항은 생산량, 어업 노력량, 어체 크기, 멸치의 산란 성숙, 유전적 구조, 부수어획, 폐기어, 종다양성, 어구 폐기, 어장 생태계

오염, 수입, 어업경비, 고용, 어업종사 만족도, 문화적 혜택, 불법·비보고·비규제어업(IUU어업) 등 16개 항목으로 구분하여 총 28문항을 만들었다. 만들어진 문항은 수산자원 전문가의 검토를 거쳐 수정 보완한 후 사용하였다.

본 연구에서는 생태계 기반 어업평가 방법(Zhang et al., 2009; Zhang et al., 2010) 중 준정량적 방법을 변형시켜서 죽방렴 어업평가를 위해 죽방렴 어업 멸치자원의 지속가능성, 생물다양성, 서식처 상태, 사회경제적 혜택 등 4개의 어업관리 목표에 대한 총 19개 지표를 <Table 1>과 같이 설정하였다.

<Table 1>은 설정된 지표를 평가하기 위해 사용되는 설문 내용과 문항들을 보여 준다. 또한, 평가를 위한 지표들의 중요도를 고려하여 가중치를 우측에 나타내었다. 설문 내용은 지표를 평가하기 위해서 주어진 7개의 항목 중 하나를 선택하는 것으로 구성되어 순위척도(ordinal scale) 자료를 얻도록 만들어졌다.

목표별 지표에 대한 위험도(Risk Score, RS)는 Zhang et al. (2010)을 참고하여 <Table 2>의 기준을 사용하여 계산하였다.

자원의 지속가능성을 평가하는 가장 중요한 지표이며 가중치가 3으로 가장 큰 지표는 자원상태를 나타내는 단위노력당어획량(Catch per unit effort, CPUE, S-1)이다. 어획노력량인 어구 수는 최근 5년간 15-16개 수준으로 유지되어 왔으며, 어구별 노력량인 조업일수도 4월 초부터 11월 말까지로 큰 변화가 없었다. 따라서 단위노력당어획량(S-1)의 평가에서는 설문지의 어업인 개인의 죽방렴 어업생산량 추세(1-1)와 어업노력량 추세(2-1)를 사용하여 위험도를 구하였다.

한편, 어획사망율(Fishing mortality, S-2)의 평가를 위해서는 자원상태를 나타내는 단위노력당어획량에서 어업노력량 추세를 사용한 적정어획강도를 기준으로 조정하였다. 어획개시최소체장(Length at first capture, S-3)을 평가하는데 사용한 성숙체장(L-mat)은 9cm(NIFS, 2017)로 하였다.

<Table 1> Relevant categories of the questionnaire for assessing indicators of the semi-quantitative approach

Objectives		Indicators	Questionnaires	Weight
Sustainability	S-1	Catch per unit effort(CPUE)	1-1, 2-1	3
	S-2	Fishing martality	1-1, RS(S-1)	2
	S-3	Length at first capture	3-1, 3-2	2
	S-4	Rate of mature fish	4-1, 4-2	2
	S-5	Genetic structure	5-1	1
Biodiversity	B-1	Bycatch rate	6-1	2
	B-2	Discard rate	7-1	2
	B-3	Diversity index	8-1	1
Habitat Quelity	H-1	Critiacl habitat damage	9-1	2
	H-2	Lost fishing gear	9-2	1
	H-3	Pollution rate of spawning and nursery ground	10-4	1
	H-4	Discarded wastes	10-1, 10-2, 10-3	2
Socio-economic Benefits	E-1	Income per petson employed(IPPE)	11-1	2
	E-2	Trend in income	11-2	2
	E-3	Ratio of fishing expense to fish production	12-1	2
	E-4	Employment rate	13-1, 13-2, 13-3	2
	E-5	Job satisfaction	14-1	1
	E-6	Cultural consideration	15-1	1
IUU	I-1	Illegal, Unreported, Unregulated fishery	16-1	3

<Table 2> Methods for estimating risk score (RS) of each indicator of four objectives

<table>
<tr><th>Indicator</th><th>Number</th><th>Method for estimating risk score (RS)</th></tr>
<tr><td>S-1</td><td>1-1
2-1</td><td>F = (Number of 1-1) - (Number of 2-1)
<table><tr><td>F</td><td>≥3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>-1</td><td>-2</td><td>≤-3</td></tr><tr><td>RS(S-2)</td><td>0.0</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>1.5</td><td>2.0</td><td>2.5</td><td>3.0</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>S-2</td><td>1-1
RS(2-1)</td><td>RS(2-1) is 0.0 for number ①, 0.5, ②, 1.0, ③, 1.5, ④, 2.0, ⑤, 2.5, ⑥, and 3.0 for number ⑦
RS(S-2) = RS(2-1) + {RS(S-1) - 1.5}</td></tr>
<tr><td rowspan="2">S-3</td><td>3-1</td><td>·Compare mean length(L-bar) with mature length(L-mat) and estimate M
·M = Sum of monthly catch ratio(%) for the months of {(L-bar)<(L-mat)}
<table><tr><td>M</td><td><5%</td><td>5-10%</td><td>10-20%</td><td>20-30%</td><td>30-40%</td><td>40-50%</td><td>>50%</td></tr><tr><td>RS(3-1)</td><td>0.0</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>1.5</td><td>2.0</td><td>2.5</td><td>3.0</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>3-2</td><td>RS(S-3) = RS(3-1) - 0.5, if the answer is ‘Yes’</td></tr>
<tr><td rowspan="2">S-4</td><td>4-1</td><td>RS(4-1) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td>4-2</td><td>RS(S-4) = RS(4-1) - 0.5, if the answer is ‘Yes’.</td></tr>
<tr><td>S-5</td><td>5-1</td><td>RS(5-1) = 0.0 if the answer is ‘No’.
RS(S-5) = RS(5-1) + x, if the answer of ‘Yes’ is x times.</td></tr>
<tr><td>B-1</td><td>6-1</td><td>RS(B-1) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td>B-2</td><td>7-1</td><td>RS(B-2) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td>B-3</td><td>8-1</td><td>RS(B-3) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td>H-1</td><td>9-1</td><td>RS(H-1) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td>H-2</td><td>9-2</td><td>RS(H-2) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td>H-3</td><td>10-4</td><td>RS(H-3) = 0.0 if the answer is ‘No’.
RS(H-3) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦ if the answer is ‘Yes’.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">H-4</td><td>10-1
10-2</td><td>RS(10-1) is 3.0 for number ①, 1.5, ②, and 0.0 for number ③,
RS(10-2) is 3.0 for number ①, 1.5, ②, and 0.0 for number ③,
RS(10-A) = {RS(10-1) + RS(10-2)}/2</td></tr>
<tr><td>10-3</td><td>RS(H-4) = RS(10-A) - 0.5, if the answer is ‘Yes’</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>E-1</td><td>11-1</td><td>Compare urban income (A) with fisher's overall income (B)
P = B/(A×0.8)
Q = Jukbangryum income rate (%) = Jukbangryum income/Fisher's overall income
<table><tr><td>P</td><td>1.4--1.6</td><td>1.2--1.4</td><td>1.0--1.2.</td><td>0.8--1.0</td><td>0.6--0.8</td><td>0.4--0.6</td><td><0.4</td></tr><tr><td>RSP</td><td>0.0</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>1.5</td><td>2.0</td><td>2.5</td><td>3.0</td></tr><tr><td>Q</td><td>>80%</td><td>70--80%</td><td>60--70%</td><td>50--60%</td><td>40--50%</td><td>30--40%</td><td><30%</td></tr><tr><td>RSQ</td><td>0.0</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>1.5</td><td>2.0</td><td>2.5</td><td>3.0</td></tr></table>RS(E-1) = (RSP+RSQ)/2</td></tr>
<tr><td>E-2</td><td>11-2</td><td>RS(E-2) is 0.0 for number ①, 0.5, ②, 1.0, ③, 1.5, ④, 2.0, ⑤, 2.5, ⑥, and 3.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td>E-3</td><td>12-1</td><td>RS(E-3) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td rowspan="3">E-4</td><td>13-2
13-1</td><td>Compare the trend in laboring opportunity(A)
RS(13-2) is 0.5 for number ①, 1.5, ②, and 2.5 for number ③, and RS(13-2A) is RS(13-2) +-0.5 if the increase/decrease amount exceeds the optimum laboring person.
RS(13-A) = RS(13-2A) + 0.5 if the current number of labors is less than the optimum number of labors.</td></tr>
<tr><td>13-3</td><td>Laboring effect (B)
RS(13-B) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td colspan="2">RS(E-4) = {RS(13-A) + RS(13-B)}/2</td></tr>
<tr><td>E-5</td><td>14-1</td><td>RS(E-5) is 0.0 for number ①, 0.5, ②, 1.0, ③, 1.5, ④, 2.0, ⑤, 2.5, ⑥, and 3.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td>E-6</td><td>15-1</td><td>RS(E-6) is 0.0 for number ①, 0.5, ②, 1.0, ③, 1.5, ④, 2.0, ⑤, 2.5, ⑥, and 3.0 for number ⑦</td></tr>
<tr><td>IUU</td><td>16-1</td><td>I. RS(I) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦
II. RS(II) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦
III. RS(III) is 3.0 for number ①, 2.5, ②, 2.0, ③, 1.5, ④, 1.0, ⑤, 0.5, ⑥, and 0.0 for number ⑦
RS_{IUU} = (RS_I+RS_{II}+RS_{III})/3</td></tr>
</table>

어업의 사회경제적 혜택을 평가하는 중요한 지표인 어업인 소득(Income per person employed, E-1)의 위험도(RS)를 구하는데 사용한 도시근로자 가계소득은 최근 5년간(2017년-2021년) 도시근로자 가계소득(Statistics Korea, 2022)을 평균하여 도출된 58,980,000원의 0.8%를 사용하였다. 여기서 0.8%를 한 이유는 어촌과 다른 도시만이 가지는 원천적인 소비요인을 감안한 것이다.

구해진 위험도(RS)를 사용하여 4개의 목표에 대한 목표 위험지수(ORIi)를 식(1)과 같이 계산하였다.

$$ORIi = \Sigma(Wi \times RSi)/Wi \quad \cdots\cdots (1)$$

마지막으로 죽방렴 어업 대상 멸치에 대한 종위험지수(SRI)는 아래의 식(2)로 구하였다.

$$SRI = \lambda SSORIS + \lambda BORIB + \lambda HORIH + \lambda EORIE \quad \cdots\cdots (2)$$

여기서 $\lambda S = \lambda B = \lambda H = \lambda E = 0.25$로 간주하였다.

본 연구에서는 기존 EBFA에서 어업관리 및 자원상태에 큰 영향을 주는 불법, 비보고 및 비규제어업(Illegal, Unreported and Unregulated

fisheries, IUU 어업)을 고려하였다. IUU어업은 수산자원의 어획사망(F) 및 자연사망(M) 등 전 사망(Z)에 영향을 미치며, IUU어업의 증가에 비례하여 어업의 위험도는 증가하는 것으로 가정하였다. 본 연구에서는 IUU어업의 증가에 비례하여 어업의 위험도가 증가하는 것으로 가정한 선행연구(Munwane, 2021)에 근거하여 IUU어업에 대한 위험도를 EBFA에서 벌점(penalty)으로 고려하였으며, 아래의 식(3)과 같이 종위험지수(SRI)를 보정하였다.

보정된 SRI=SRI(1+RSIUU) ····· (3)

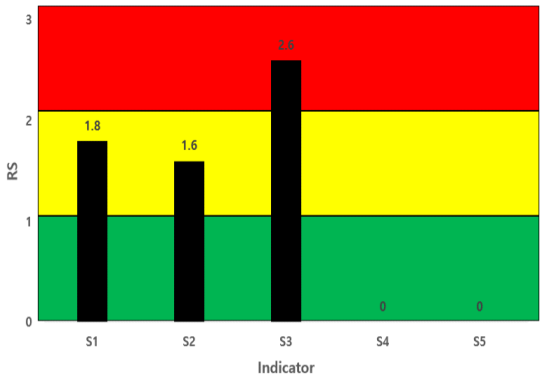
Ⅲ. 연구 결과

1. 목표별 지표의 위험도

가. 죽방렴 어업 및 자원의 지속가능성 (sustainability)

지족해협 죽방렴 어업 멸치자원의 지속가능성 평가를 위해 사용된 생태계기반 준정량적 어업평가 결과는 지속가능성 목표에 대한 위험도 추정치이다. 지속가능성 목표를 평가하기 위해 설정된 지표는 단위노력당어획량(Catch per unit effort, CPUE, S-1), 어획사망률 또는 어획량(Fishing mortality, S-2), 최초어획개시체장(Length at first capture, S-3), 산란성어 비율(Rate of mature fish, S-4), 유전학적 구조(Genetic structure, S-5) 등 5개이다. 이 5개의 지표에 대한 위험도 추정치는 [Fig. 1]과 같다.

산란성어 비율(S-4)과 유전학적 구조(S-5)의 위험도는 0으로 녹색지역에 있었다. 그리고 단위노력당어획량(S-1)과 어획사망률 또는 어획량(S-2)은 위험도가 1.8과 1.6으로서 황색지역에 있었다. 그러나 최초어획개시체장(S-3)의 위험도는 2.6으로 적색지역에 있었다. 따라서 지속가능성 목표를 평가하기 위해 설정된 5개의 지표에 대한 위험도는 안정상태를 나타내는 녹색지역 지표가 40%, 불분명 상태를 나타내는 황색지역 지표가 40%였으며, 위험상태를 나타내는 적색지역 지표가 20%였다. 특히, 자원량의 변화를 나타내는 단위노력당어획량(S-1) 변화의 위험도는 1.8로 다소 높은 값을 보였다.



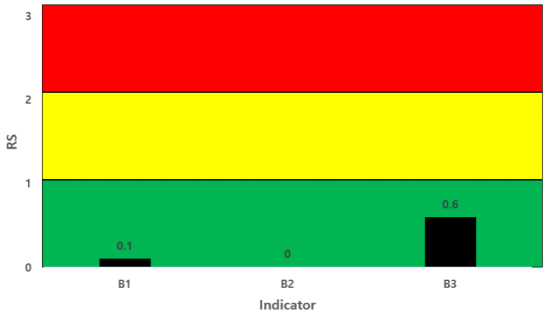
[Fig. 1] Risk scores of indicators for assessing the sustainability of the anchovy stock and the Jukbangryum fishery in the south coast of Korea.

나. 지족해협 죽방렴 어장의 생물다양성 (biodiversity) 영향

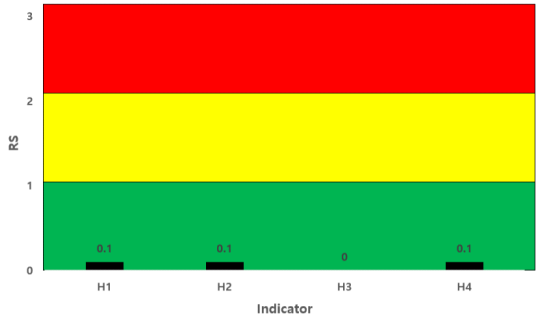
지족해협 죽방렴 어장의 생물다양성은 생태계기반 준정량적 어업평가 설문자료를 사용하여 생물다양성의 변동성(variability)에 대한 위험도 분석으로 평가하였다.

생물다양성 목표를 평가하기 위해 설정된 지표는 부수어획률(Bycatch rate, B-1), 폐기율 (Discard rate, B-2), 다양도 지수(Diversity index, B-3) 등 3개이다. 이 3개의 지표에 대한 위험도 추정치는 [Fig. 2]와 같다.

부수어획률(B-1)의 위험도는 0.1, 폐기율(B-2)의 위험도는 0, 다양도 지수(B-3)는 0.6으로서 3개의 지표 모두 녹색지역에 있었다. 따라서 생물다양성 목표를 평가하기 위해 설정된 3개의 지표에 대한 위험도는 안정상태를 나타내는 녹색지역 지표가 3개 중 3개를 차지하여 100%, 불분명 상태를 나타내는 황색지역과 위험상태를 나타내는 적색지역 지표는 없었다.



[Fig. 2] Risk scores of indicators for assessing the biodiversity of the marine ecosystem of the Jukbangryum fishery in the south coast of Korea..



[Fig. 3] Risk scores of indicators for assessing the habitat quality of the marine ecosystem of the Jukbangryum fishery in the south coast of Korea.

다. 죽방렴 어업의 지족해협 생물의 서식처 상태(habitat quality) 영향

서식처 상태는 생물이 생존하는 터전이므로 생물다양성에 직접적인 영향을 미치기 때문에 생물다양성을 이해하는데 아주 중요하다. 지족해협 죽방렴 어장의 생물 서식처 상태는 생태계 생물다양성에 크게 영향을 미치기 때문에 생물다양성을 평가하는데 함께 고려되어야 하는 항목이다. 따라서 생태계기반 준정량적 어업평가 설문자료를 사용하여 생물 서식처의 질에 대한 위험도 분석에 의해서 평가하였다.

서식처 상태를 평가하기 위해 설정된 지표는 주요서식처 훼손(Critical habitat damage, H-1), 어구 분실(Lost fishing gear, H-2), 산란 및 보육장 오염도(Pollution rate of spawning and nursery ground, H-3), 쓰레기 폐기(Discarded wastes, H-4) 등 4개의 지표가 설정되었는데 이에 대한 위험도 추정치는 [Fig. 3]과 같다.

주요서식처 훼손(H-1), 어구 분실(H-2), 쓰레기 폐기(H-4)의 위험도는 0.1, 산란 및 보육장 오염도(H-3)는 0으로서 4개의 지표 모두 녹색지역에 있었다. 따라서 서식처 상태를 평가하기 위해 설정된 4개의 지표에 대한 위험도는 모두 안정상태를 나타내는 녹색지역에 100%가 위치했으며, 불분명 상태를 나타내는 황색지역이나 위험상태를 나타내는 적색지역 지표는 하나도 없었다.

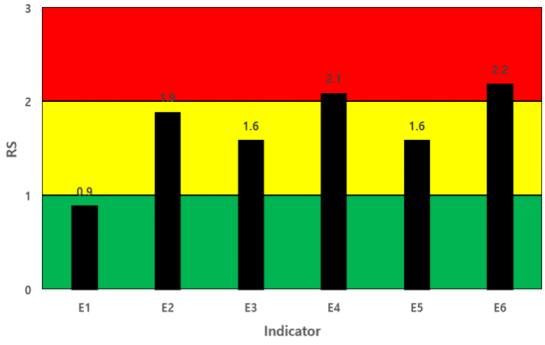
라. 죽방렴 어업의 사회경제적 혜택(socio-economic benefits) 영향

지족해협 죽방렴 어업생태계 서비스에 해당하는 죽방렴 어업의 사회경제적 혜택에 대한 영향을 평가하기 위해서 생태계기반 준정량적 어업평가 설문자료를 사용하여 위험도 분석에 의해서 평가하였다.

사회경제적 혜택을 평가하기 위해 설정된 지표는 어업인 소득(Income per person employed, E-1), 소득의 추세(Trend in income, E-2), 생산량 대비 경비(Ratio of fishing expense to fish production, E-3), 고용율(Employment rate, E-4), 직업선호도(Job satisfaction, E-5), 문화적 요소(Cultural consideration, E-6) 등 6개의 지표에 대한 위험도 추정치는 [Fig. 4]와 같다.

어업인 소득(E-1)의 위험도는 0.9로서 녹색지역에 있었다. 소득 추세(E-2), 생산량 대비 경비(E-3), 직업선호도(E-5)의 위험도는 1.9, 1.6, 1.6으로서 황색지역에 있었다. 그러나 고용율(E-4)과 문화적 요소(E-6)의 위험도는 2.1, 2.2로서 적색지역에 있었다.

따라서 사회경제적 혜택 목표를 평가하기 위해 설정된 6개의 지표에 대한 위험도는 안정상태를



[Fig. 4] Risk scores of indicators for assessing the socio-economic benefits of the Jukbangryum fishery in the south coast of Korea.

나타내는 녹색지역 지표는 어업인 소득 (E-1) 1개로 16.7%, 불분명 상태를 나타내는 황색지역 지표가 50%였으며, 위험상태를 나타내는 적색지역 지표가 33.3%였다. 특히, 죽방렴 어업인의 소득이 안정상태를 보여 공동체 생활은 안정된 것으로 나타났다.

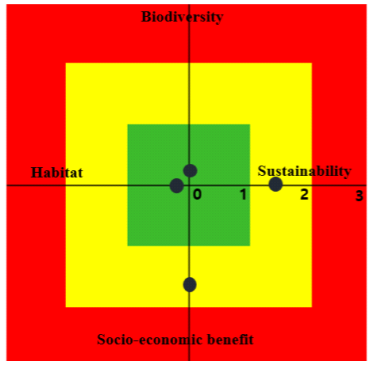
한편, 평가 대상 지표 중 IUU 어업에 대한 위험도는 불법과 비규제 항목에 대한 위험도는 없었고(RS = 0), 비보고 항목에 대한 위험도만 존재하였으며, 추정된 위험도는 0.11이었다.

2. 죽방렴 멸치의 목표위험지수(ORI) 및 종 위험지수(SRI)

생태계기반 어업평가 방식에 의한 우리나라 죽방렴 어업 멸치자원의 지속가능성, 생물다양성, 서식처 질 및 사회경제적 혜택에 대한 위험지수 분포도는 [Fig. 5]와 같다.

[Fig. 5]에서 보는 바와 같이 생물다양성의 목표위험지수는 0.2, 서식처 상태는 0.1로서 녹색지역에 있다. 그리고 지속가능성은 1.4, 사회경제적 혜택은 1.7로서 황색지역에 있다.

따라서 우리나라 죽방렴 어장의 생물다양성과 서식처 상태는 위험도가 낮은 안정상태를 나타내는 녹색지역에 위치하고 있다. 그러나 죽방렴 어업



[Fig. 5] Risk assessment diagram for ORI (objectives risk index) for the ecosystem-based fisheries assessment approach.

멸치자원의 지속가능성과 죽방렴 어업에 의한 사회경제적 혜택은 불분명 상태를 나타내는 황색지역에 위치해 있음을 알 수 있다.

2022년 9월 현재, 우리나라 죽방렴 멸치와 죽방렴 어업생태계의 SRI는 네 개의 ORI로부터 0.83으로 추정되었다. 그러나 IUU어업 지표의 위험도 0.11에 대한 벌점을 고려하여 계산된 SRI는 0.94였다. [Fig. 6]에서 보는 바와 같이 전반적으로 멸치자원과 죽방렴 어업생태계는 안정상태에 있었다. 그러나 앞에서 지적한 바와 같이 멸치자원의 지속가능성과 죽방렴 어업에 의한 생태계 서비스에 해당하는 사회경제적 혜택은 불분명 상태인 황색지역에 위치하였다.

[Fig. 6] The SRI diagram for the anchovy stock and the Jukbangryum fishery in the south coast of Korea.

Ⅳ. 결 론

본 연구는 우리나라에서 유일하게 이루어지고

있는 죽방렴 멸치 어업의 자원 생태학적 실태를 파악하여 지속적인 생태계 기반 수산자원 관리가 이루어질 수 있도록 기초 평가 결과와 이를 바탕으로 하여 관리방안을 제시하는 것이다.

본 연구의 죽방렴 어업생태계 및 멸치자원에 대한 생태계 기반 평가 결과에 의하면 유엔 지속가능발전목표(SDGs)의 어업관리 관련 항목(14-1항)인 자원의 지속성과 IUU, 파괴적인 어업으로 인한 서식처 훼손 여부, 생물다양성 파괴 여부, 과학적인 평가방식 사용 여부 등을 충족시킨 것으로 볼 수 있다. 한편, 본 연구에서 사용한 생태계기반 어업평가 방식(EBFA, IFRAME)은 최근 국제연합(UN) 해양평가보고서(WOA II)이 활용 가능성을 인정한 바 있는 국제적으로 검증된 방법이다 (UN, 2021).

먼저, 평가 결과로서 첫째, 죽방렴 멸치 어업의 종위험지수(SRI)는 0.94로 낮고, 녹색지역에 있는 것으로 보아 전반적으로는 죽방렴 어업생태계와 멸치자원은 현재 양호한 상태에 있는 것으로 보인다. 또한, IUU 어업은 평가 결과 아주 낮은 값을 보였으므로 불법어업은 거의 없는 것으로 나타났다.

둘째, 죽방렴 어업생태계의 생물다양성과 서식처 상태는 목표위험지수(ORI)에 있어서 생물다양성(0.2)과 서식처 상태(0.1)는 녹색지역에 있는 것으로 보아 양호한 것으로 판단되며, 이 두 목표는 적절하게 관리되고 있는 것으로 분석된다. 그러나 지속가능성(1.4)과 사회경제적 혜택(1.7)은 황색지역에 있으므로 어업관리에 주의가 필요한 것으로 보인다.

셋째, 죽방렴 어업 멸치자원의 지속가능성 지표인 최초어획개시체장(Length at first capture)과 죽방렴 어업의 사회경제적 혜택의 지표인 고용율(Employment rate) 및 문화적 요소(Cultural consideration)의 위험도는 바람직하지 못한 적색의 위험지대에 있었다. 최초어획개시체장 지표의 위험도가 높은 이유는 5월에 어획이 이루어짐에 따라 갓 부화된 멸치를 포획하기 때문이다. 그리고 사회경제적 혜택의 지표인 고용율의 위험도가 높은 이유는 죽방렴 어업이 주로 가족 단위로 수행되기 때문이며, 죽방렴 어업을 실시하는 사회공동체에 대한 문화적인 혜택이 도시에 비하여 상대적으로 열악하기 때문에 문화적 위험도가 높게 나타났다.

이 세 개의 지표에 대해서는 적절한 관리를 통해서 지속적으로 개선되어야 한다. 특히, 죽방렴 어업의 사회경제적 혜택의 지표 중 어업인의 소득은 양호한 편이었으나, 어업인들의 문화적 혜택에 대한 정책적인 고려가 필요한 것으로 보인다.

한편, 자원량 변화를 나타내는 단위노력당어획량(CPUE, S1) 변화의 위험도가 다소 높은 값을 보였는데 이 현상은 우리나라 연근해 멸치자원의 감소 추세가 반영된 것으로 볼 수 있다. 이에 대응하여 우리나라는 2022년부터 멸치를 총허용어획 (TAC) 시범관리 대상으로 추가하였으므로 차후 우리나라 멸치자원은 적정 수준에서 유지될 수 있을 것으로 예상되며, 따라서 죽방렴 대상 멸치자원의 지속가능성에도 긍정적인 효과가 기대된다.

본 연구의 결과에 따르면 지족해협의 죽방렴 어업은 적절한 어업관리가 필요한 것으로 판단된다. 따라서 멸치자원을 지속 가능한 상태에서 이용하고, 지속 가능한 어업생태계를 유지하기 위해서는 생태계기반 어업관리가 이루어져야 한다. 이를 위해 첫째, 죽방렴 시작 어기를 현재의 4월에서 6월로 조정하여 주 산란기인 4월에는 산란친어를 보호하여 가입남획을 예방하고, 5월에는 자치어(소형 미성어)를 보호하여 성장남획을 방지할 필요가 있다.

둘째, 죽방렴 어구에 어획되는 비목표 어종과 미성어를 방류하여 생물다양성의 유지를 위해 노력해야 한다. 동시에 어장과 어구 내의 쓰레기를 지속적으로 수거하기 위한 쓰레기 수거 계획을 수립하여 서식처를 보호해야 한다.

셋째, 어업생산량의 정시 보고 체계의 수립이

필요하다. 이 보고에는 목표종인 멸치의 어획량 뿐만 아니라 부수 어획종의 어종별 어획량과 폐기되는 어획종의 어종별 어획량도 포함된다.

넷째, 어업의 모니터링과 통제 및 감시 (MCS) 기능을 강화하기 위하여 자원의 지속성, 서식처 상태, 생물다양성, 사회경제적 혜택 등 4개의 생태계 관리목표에 대한 생태계기반 평가를 주기적으로, 최소 3년에 한 번씩, 실시할 수 있는 시스템을 구축해야 한다.

이를 실현하기 위해서는 성문화된 죽방렴 어업관리 관련 조례의 제정이 필요하다. 그러나 현재 죽방렴 어업관리와 관련된 조례는 없으며, 죽방렴 어업인들 간 불문율 성격의 내규 만 존재하는 것으로 알려져 있다. 현지 조사에 의하면 내규에는 조업기간(4월 초 - 11월 말), 어구 내 어획물 중 멸치가 20-30% 미만이면 어구 내 어획물 전체 방류, 어구 내 쓰레기 우선 수거 육상 운반 등의 내용이 있었다.

현재 죽방렴 어업인들과 행정 기관 간 죽방렴 어업관리 조례 제정 계획이 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 계획이 조기에 시행되어 죽방렴 어업의 생태계기반 관리 시스템이 제대로 작동된다면 환경친화적이며 지속 가능한 죽방렴 어업이 유지될 수 있을 것이다.

본 연구는 죽방렴 어업이 소규모의 영세 어업의 특성상 과학적 자료와 정보가 충분하지 못하였기 때문에 설문조사에 의한 준정량적 방법을 채택하여 평가할 수밖에 없었다. 따라서 본 연구의 결과는 과학적인 신뢰도에 한계가 있을 수 있다. 차후에 이 어업을 평가하기 위해서는 좀 더 과학적인 생태계 기반 정량적 평가가 이루어져야 할 것으로 보인다.

References

Alsolami LS., M. Abdelaty, and Zhang CI(2020). An ecosystem-based fisheries assessment approach and management system for the Red Sea. Fisheries Research, 227: 1~8. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105551

Kang BD and Zhang CI(2017). Directions to fisheries education for achieving UN sustainable development goals(SDGs). JFMSE. 29(2): 455~467. http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.2.455

Munwane, A(2021). An ecosystem-based fisheries assessment(EBFA) and management implications for shallow water shrimp fishery in Mozambique. MS thesis, Pukyong National University.

NIFS(2017). Ecology and fishing grounds of major fisheries resources in coastal and offshore areas. National Institute of Fisheries Science, Special Publication: 1~390.

Statistics Korea(2022) 2022 year 2/4 Statistics Korea News. 2022. 08. 18.

United Nations(2021). UN World Ocean Assessment II. Ch.27. Developments of Management Approaches: 441~469.

Zhang, CI, S. Kim, D. Gunderson, R. Marasco, Lee JB, Park HW and Lee JH(2009). An ecosystem-based fisheries assessment approach for Korean fisheries. Fisheries research, 100(1): 26~41.

Zhang CI, Park HW, Lim JH, Kwon HC and Kim DH(2010). A study on indicators and reference points for the ecosystem-based resource assessment. J. KOR. SOC. FISH. TECH. 46(1): 32~49. https://doi.org/10.3796/KSFT.2010.46.1.032

Zhang CI and Kang BD(2018). Status and countermeasures of fisheries research for achieving UN's sustainable development goals (SDGs). JFMSE. 30(2): 555~571. https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.04.30.2.555

• Received : 20 December, 2022
• Revised : 11 January, 2023
• Accepted : 17 January, 2023