

## 한국 동해 울진 연안어업의 생태계 기반 자원평가

윤상철 · 장창익<sup>1</sup> · 서영일\* · 김장근

국립수산과학원 자원관리과, <sup>1</sup>부경대학교 해양생산시스템관리학부

### Ecosystem-based resource assessment on coastal fisheries of Uljin in East Sea of Korea

Sang-Chul YOON, Chang-Ik ZHANG<sup>1</sup>, Young-II SEO\* and Zang-Geun KIM

*Fisheries Resources Management Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan, 619-705, Korea*

*<sup>1</sup>Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea*

Coastal fisheries in Korean waters have highly complexity with a variety of fishing gears, and scale of those fisheries is smaller than that of offshore fisheries. As a result, important spawning and nursery grounds for many species of fish has been destroyed. The pragmatic ecosystem-based approach was developed for the assessment of fisheries resources in Korean waters by Zhang et al. (2009; 2010). As for the species risk index (SRI), common squid caught by coastal gillnet in the Uljin region had the highest risk. As for the fisheries risk index (FRI), coastal gillnet in the Uljin coastal waters had the highest risk. For the common squid which had the highest SRI, resources management strategies must be established such as catch prohibition of length and period with TAC. For the coastal gillnet in the Uljin region which had the highest FRI, it is judged to need management plans for conserving biodiversity as reducing the catch of non-target species and discards. Also to protect existing habitat, illegal fishery should be prohibited, and fishing gears should be designed in the environmental-friendly way considering when fishing gears lost.

Keywords: Coastal fisheries, Ecosystem-based resource assessment, East Sea, Coastal gillnet, Coastal jigging

#### 서론

우리나라의 다양한 수산자원관리 정책에도 불구하고 수산자원량은 여전히 낮은 상태에 머물러 있는데, 이는 어획노력량 규제의 비효과적 관리로 자원관리 효과가 미비하고, 어선마력 등 어획노력량 증대 및 고비용 어업구조 고착화로 자원왜곡 현상이 심각하며, 자원남획, 연안환경 오염 등으로 인해 자원량은 십사리 과거 수준

을 회복하지 못하고 있다. 이것은 수산자원관리 정책의 근간이 아직 단일종에 대한 자원관리 정책이나 어업관리 방식에 머물러 있기 때문이며, 이를 해결하기 위해서는 전통적인 단일종의 자원평가를 탈피한 통합적인 자원평가 생태계 기반 자원평가에 의한 자원관리가 필요한 실정이다 (Yoon, 2014).

국내에서도 이러한 필요성에 따라 생태계 기반 자원

\*Corresponding author: seoyi@korea.kr, Tel: 82-51-720-2296, Fax: 82-51-720-2337

관리에 대한 연구가 진행되었는데 생태계 차원에서의 어업자원관리 방안에 관한 연구 (Zhang, 2006), 생태계 위험도를 평가하는 생태계 기반 자원평가 기법 (Zhang et al., 2009), 바다목장 생태계에 적합한 목표, 지표, 기준점 개발에 관한 연구 (Zhang et al., 2010), 생태계 기반 자원평가 기법을 활용한 남해 어장생태계의 위험도 분석 연구 (Seo, 2011) 등이 수행된 바 있다. 기술한 연구 결과는 광역해양생태계 혹은 장기간에 걸쳐 대상생태계에 대한 충분한 조사결과가 뒷받침된 해역을 대상으로 연구된 결과이므로, 상대적으로 생태계 기반 자원평가를 위한 자료가 갖춰져 있지 않고, 가용한 정보의 수준도 낮은 연안어업에 대한 평가를 위해서는 기존의 연구결과를 바탕으로 연안어업의 특성을 고려한 방법론의 개발과 이에 따른 새로운 평가방법의 적용이 필요하게 되었다.

궁극적으로는 기존에 개발된 생태계 기반 자원평가 모델 중에서 과학적이고 객관적인 정량적 분석 모델에 의한 자원평가를 수행하고, 이에 따른 관리방안을 제시하는 것이 바람직하다고 할 수 있으나, 연안어업은 과학적인 자료나 정보가 부족한 실정으므로 정성적 분석 모델을 사용하여 생태계 기반 자원평가를 수행하는 것이 현실적인 방안으로 판단된다. 정성적 분석 모델에 의한 생태계 기반 자원평가가 현재 우리나라의 연안어업에서 어획되는 수산자원에 적용되고 있는 단일종에 대한 자원평가 보다는 더 효과적이고 포괄적인 자원관리 방안을 제시할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 연안어업에 적합한 생태계 기반 자원평가 방법의 개발을 통해 한국 동해의 울진연안생태계와 해당 생태계에서 조업이 이뤄지고 있는 3개 연안어업의 위험도를 평가하여 연안어업의 생태계 기반 관리를 위한 연안생태계와 연안어업 관리방안을 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 분석방법

#### 분석 방법 및 모델

대상해역, 대상어업 및 대상종 선정

본 연구에서 대상해역, 대상어업 및 대상종을 선정할 원칙은 평가대상어업은 각 어업별 어획량의 합이 평가대상 연안생태계 전체 어획량의 75%를 상회하고, 평가

대상 어종은 각 어종별 어획량의 합이 평가대상 연안생태계 전체 어획량의 50%를 상회하도록 2개 이상의 종과 2개 이상의 어업을 선정하여 종위험도 (Species risk index, SRI)로부터 어업위험도를 평가하는 어업위험도지수 (Fisheries risk index, FRI)와 어업위험도지수로부터 추정되는 생태계위험도지수 (Ecosystem risk index, ERI)가 대상생태계의 특징을 객관적으로 반영할 수 있도록 하였다.

국립수산과학원에서는 우리나라 주요하구해역 및 만에 해당하는 연안 생태계의 구조 기능의 변화와 어업자원 변동을 평가하기 위해 2007~2011년간 9개 해역에 대한 조사를 실시하였는데 (NFRDI, 2013), 본 연구에서는 연안어업의 생태계 기반 평가를 위해 국립수산과학원에서 조사한 해역 결과를 바탕으로 동해안의 경북 울진연안을 평가 대상해역으로 선정하였다 (Fig. 1).

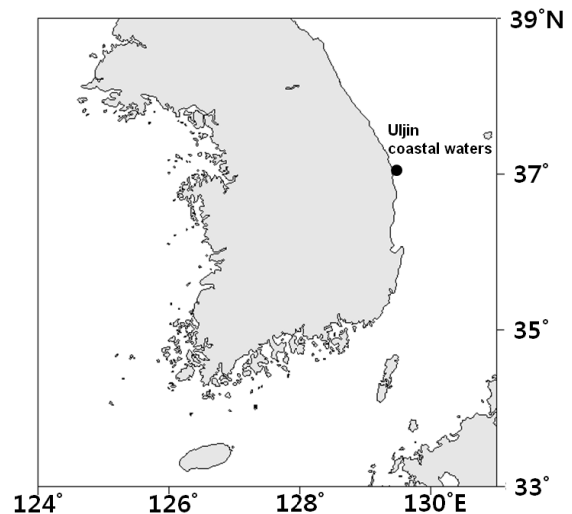


Fig. 1. A map showing the target ecosystem for this study.

2007~2011년간 동해 울진연안의 연안어업의 어업별 평균어획량과 평가대상어업 선정 원칙 (>75%)에 따라 어업별 누적어획량이 울진연안 연안어업 평균어획량의 78.4%를 이루는 연안자망, 정치망, 연안채낚기 어업을 평가대상어업으로 선정하였다 (Table 1). 평가대상종은 선정된 평가대상 연안어업의 어종별 어획량에서 평가대상종 선정 원칙 (>50%)에 따라 울진연안 연안어업 평균 어획량인 8,504톤의 50%인 4,027톤을 상회하는 어종별 어획량의 합계 (4,155톤, 103.2%)를 고려하여

연안자망어업에서 대게, 살오징어, 대구 등 3종, 정치망 어업에서 살오징어, 고등어, 전갱이 등 3종, 연안채낚기 어업에서 살오징어 1종 등 총 7종을 평가대상종으로 선정하였다 (Table 2).

**Table 1. Average catch of coastal fisheries in the Uljin coastal waters from 2007 to 2011**

Ecosystem	Rank	Fisheries	Catch (mt)	Proportion (%)	Cumulative proportion (%)
Uljin coastal waters	1	Gillnet	2,689	33.4	33.4
	2	Set net	2,624	32.6	66.0
	3	Jigging	1,004	12.5	78.4
	4	Trap	671	8.3	86.8
	5	Purse seine	557	6.9	93.7
	6	Fyke net	509	6.3	100.0
	7	Community	1	0.0	100.0
	8	Dredge	0	0.0	100.0
Total			8,504	100.0	100.0

**Table 2. Average catch of species by coastal fisheries in the Uljin coastal waters from 2007 to 2011**

Fisheries	Rank	Species name	Catch (mt)	% to 50% catch	% to total catch
Gillnet	1	Snow crab	557	13.8	6.9
	2	Common squid	414	10.3	5.1
	3	Pacific cod	302	7.5	3.7
	Sub total		1,273	31.6	15.8
Set net	1	Common squid	930	23.1	11.5
	2	Chub mackerel	759	18.9	9.4
	3	Horse mackerel	226	5.6	2.8
	Sub total		1,915	47.5	23.8
Jigging	1	Common squid	968	24.0	12.0
	Sub total		968	24.0	12.0
Total			4,155	103.2	51.6

생태계 기반 자원평가 모델

본 연구의 자원평가 대상이 되는 연안어업은 아직까지 자원평가를 위한 정량적 자료가 결핍되어 있어 정성적 분석 모델을 선택하여 생태계 기반 자원평가를 실시하였다.

정성적 분석 모델 (tier 2)의 지표별 기준점은 Zhang et al. (2010)과 Seo (2011)에 제시된 내용을 연안어업의

특성에 맞게 개선시켜 새롭게 정립하였는데, 지속성 유지 (Sustainability) 목표에서는 생체량, 어획강도, 어획 개시크기, 잠재재생산, 유전적 구조의 5가지 특성 하에 고려된 지표는 생체량 (단위노력당 어획량), 어획사망 계수(어획노력량), 어획개시연령 (어획개시체장), 성숙 어 비율, 어획물 내 자연어 및 방류어 비율 등 5개였고, 생물다양성 유지 (Biodiversity) 목표에서는 총 혼획율, 총 폐기량, 다양성 등 특성 하에 혼획율, 폐기량, 종다양도 지수 등 3개의 지표를 고려하였다. 서식처 보존 (Habitat) 목표에서는 서식처 훼손, 쓰레기 폐기량 등 2개 특성 하에 고려된 지표는 서식처 훼손율, 산란장과 성육장 내 오염율, 어구 유실, 쓰레기 폐기량 등 4개의 지표를 고려하였다. 사회경제적 혜택 (Socio-economic benefit) 목표에서는 수입, 수익성, 고용 등 3개 특성 하에 어업인 당 소득, 비용 당 이윤비, 고용율 지표 등 3개의 지표를 고려하였다 (Table 3). 대부분의 기준점은 생태계 기반 위험도 분석방법을 개선시킨 Park (2013)의 연구에서 제시되었던 기준점을 고려하였지만, 생체량 지표의 기준점에서 현재 우리나라 연안어업에서 어획되는 대부분의 어종에 대한 표준화된 CPUE가 존재하지 않으므로 본 연구에서는 우리나라 연안어업 특성에 맞게 생체량 (단위노력당 어획량) 지표의 기준점을 수정하였다 (Tables 4~7). 또한, 각 지표별 위험도에 따른 평가기준은 Table 4~7에서 제시된 기준과 Table 8에 제시된 기준에 따라 각 지표의 위험도를 평가하였다.

위험도를 평가할 때 Table 3에 제시된 바와 같이 지속성 유지 목표의 지표는 어획사망계수 (어획노력량)를 제외한 모든 지표가 중 수준의 지표여서 각 종마다 해당종의 특성에 따라 위험도를 각각 평가하였고, 생물다양성 유지, 서식처 보존 및 사회경제적 혜택 목표의 각 지표는 서식처 보존 목표의 산란장 및 성육장 내 오염율 지표를 제외하고 모든 지표가 어업 수준의 지표여서 동일한 어업의 평가대상종에 대해서는 동일한 위험도로 평가하였다.

목표 위험도 지수 (ORI, Objective Risk Index), 종위험도지수 (SRI, Species Risk Index), 어업위험도지수 (FRI, Fisheries Risk Index) 및 생태계위험도지수 (ERI, Ecosystem Risk Index)는 Yoon (2014)에 제시된 방법에 따라 추정하였다.

**Table 3. Objectives and indicators for the tier 2 ecosystem-based fisheries assessment in this study**

Objectives	Attributes	No.	Indicator	Weighted value <sup>1</sup>	Level <sup>2</sup>
Sustainability (S)	Biomass	S-1	Biomass (B) or Catch per unit effort (CPUE)	***	s
	Fishing intensity	S-2	Fishing mortality (F) or fishing effort (E)	**	f
	Size at first capture	S-3	Age (length) at first capture (tc or Lopt)	***	s
	Reproductive potential	S-4	Rate of mature fish (MR)	**	s
	Genetic structure	S-5	Ratio of release stock abundance/wild stock abundance in catch (Rt/w)	*	s
Biodiversity (B)	Total bycatch	B-1	Bycatch rate (BC/C)	**	f
	Total discards	B-2	Discards rate (D/C)	**	f
	Diversity	B-3	Diversity index (DI)	**	f
Habitat (H)	Habitat damage	H-1	Critical habitat damage (DH/H)	**	f
		H-2	Pollution rate of spawning and nursery ground (PG/G)	**	s
		H-3	Lost fishing gear	**	f
		H-4	Discarded wastes	*	f
Socioeconomic benefit (E)	Income	E-1	Income per fisherman (IPF)	**	f
	Profitability	E-2	Ratio of profit to cost (RPC)	*	f
	Employment	E-3	Employment rate (ER)	*	f

<sup>1</sup>number of asterisk denotes weighted value  
<sup>2</sup>s and f denote level for species and fishery, respectively

**Table 4. Reference points and indicators of sustainability in the tier 2 ecosystem-based fisheries assessment**

Attribute	Indicator	Indicator status				
		Better than target	1.0	1.5	2.0	Beyond limit
Biomass or CPUE	0	More than x years of CPUE data are available	More than X years of CPUE data are available	Less than X years of CPUE data are available	Less than X years of CPUE data are available	CPUE data are not available, catch trend is declining
	0.5	More than x years of CPUE data are available	More than X years of CPUE data are available	Less than X years of CPUE data are available	Less than X years of CPUE data are available	CPUE data are not available, catch trend is declining
Biomass or CPUE	0	Current CPUE are extremely large compared with average of CPUE during X years	Current CPUE are moderately large compared with average of CPUE during X years	CPUE is unchanged	Current CPUE is moderately small compared with average of CPUE during X years	CPUE data are available, Current CPUE are extremely small compared with average of CPUE during X years
	0.5	Current CPUE are large compared with average of CPUE during X years	Current CPUE are moderately large compared with average of CPUE during X years	CPUE is unchanged	Current CPUE is moderately small compared with average of CPUE during X years	CPUE data are available, Current CPUE are extremely small compared with average of CPUE during X years
Biomass or CPUE	0	More than x years of CPUE data are available	More than X years of CPUE data are available	Less than X years of CPUE data are available	Less than X years of CPUE data are available	CPUE data are not available, catch trend is declining
	0.5	More than x years of CPUE data are available	More than X years of CPUE data are available	Less than X years of CPUE data are available	Less than X years of CPUE data are available	CPUE data are not available, catch trend is declining

Table 4. Continued

Attribute	Indicator	Indicator status				
		Better than target	1.0	1.5	2.0	Beyond limit
Fishing intensity	Fishing mortality or fishing effort	Effort is extremely small compared with average of effort during X years and active self-regulation exist	Effort is moderately small compared with average of effort during X years fisheries management or self-regulation exist partly	Effort is similar to average of effort during X years	Effort is moderately large compared with average of effort during X years	Number of license or fishing gear is unchanged or Effort is in an increasing state or IUU fisheries exist largely
Size at first capture	Age (or length) at first capture	Length at first capture is extremely large compared with mature length	Length at first capture is moderately large compared with mature length	Length at first capture is similar to mature length	Length at first capture is moderately small compared with mature length	Length at first capture is extremely small compare with mature length
Reproductive potential	Rate of mature fish (MR)	Fishing never occurs during the spawning season or Prohibition season(prohibition fishing ground) is set up and conduct to conserve mature fish	No more than a moderate amount of the catch is allowed to be harvested during the spawning season	No more than a moderate to a considerable amount of fish is allowed to be taken during the spawning season	A significant amount of catch is allowed to be taken during the spawning season	Average length of catch is moderately small compared with mature length or Institutional prohibition length is established and managed or Self-regulated prohibition length is established and managed
Genetic structure	Ratio of stock abundance/(wild stock abundance) in catch (Rr/w)	Never release fish in the area (There is no entrance from external area)	Release conducted once in recent X year ( X = generation period at release) on the area	Release conducted twice in recent X year ( X = generation period at release) on the area	Release conducted three times and considerable amount in recent X year ( X = generation period at release) on the area	Release conducted more than four times and considerable amount in recent X year ( X = generation period at release) on the area

Table 5. Reference points and indicators of biodiversity in the tier 2 ecosystem-based fisheries assessment

Attribute	Indicator	Indicator status					
		Better than target	Between target and limit	Beyond limit			
		0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Total bycatch	Bycatch rate (BC/C)	Bycatch never occurs compared with average of bycatch rate during X years	Current bycatch rate is small compared with average of bycatch rate during X years	Current bycatch rate is moderately small compared with average of bycatch rate during X years	Current bycatch rate is similar compared with average of bycatch rate during X years	Current bycatch rate is moderately large compared with average of bycatch rate during X years	Current bycatch rate is large compared with average of bycatch rate during X years
Total discards	Discards rate (D/C)	Amount of discarded fish is extremely small	Amount of discarded fish is moderately small	Amount of discarded fish is average	Amount of discarded fish is moderately large	Amount of discarded fish is large	Amount of discarded fish is extremely large
Diversity	Diversity index (DI)	There are sufficient time series data (more than recent 5 years) on species composition by scientific survey, Number of species is unchanged	There are time series data (recent 3-5 years) on species composition by catch data, Number of species is unchanged	There are part of data (less than recent 3 years) on species composition by catch data, Number of species is part decreased	There are part of data (less than recent 3 years) on species composition by catch data, Number of species is some decreased or	There are part of data (less than recent 3 years) on species composition by catch data, Number of species is considerable decreased	Number of species is most decreased
		Dominant species is unchanged	Dominant species is unchanged	Dominant species is part changed	Dominant species is some changed	Dominant species is considerable changed	Dominant species is most changed

Table 6. Reference points and indicators of habitat in the tier 2 ecosystem-based fisheries assessment

Attribute	Indicator	Indicator status					Beyond limit	
		Better than target	1.0	1.5	2.0	2.5		
Habitat damage	Critical habitat damage rate (DH/H)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
		Fishing gear that has extremely small impact on the habitat (Purse seine, Midwater trawl etc.)	Fishing gear that has small impact on the habitat (Surface gillnet, anchovy tow net, boat seine, jigging, pole and line, lift net etc.)	Fishing gear that has moderately small impact on the habitat (Stow net, swing net on stakes, long bag set net, setnet etc.)	Fishing gear that has average impact on the habitat (bottom longline, bottom drift gill net)	Fishing gear that has moderately large impact on the habitat (Trap, bottom gill net etc.)	Fishing gear that has large impact on the habitat (Beam-trawl, Danish seine, haul net etc.)	Fishing gear that has extremely large impact on the habitat (Bottom trawl, dredge, spray fishing gear etc.)
		or	Operating period of fishing gear is very long	Operating period of fishing gear is very long	Operating period of fishing gear is very long	Operating period of fishing gear is very long	Operating period of fishing gear is very long	Operating period of fishing gear is very long
		Fishing gear that has small impact on the habitat (Surface gillnet, anchovy tow net, boat seine, jigging, pole and line, lift net etc.)	or	Fishing gear that has moderately small impact on the habitat (Stow net, swing net on stakes, long bag set net, setnet etc.)	or	Fishing gear that has large impact on the habitat (Beam-trawl, Danish seine, haul net etc.)	or	Fishing gear that has extremely large impact on the habitat (Bottom trawl, dredge, spray fishing gear etc.)
		Operating period of fishing gear is short	Operating period of fishing gear is long	Operating period of fishing gear is long	Operating period of fishing gear is long	Operating period of fishing gear is long	Operating period of fishing gear is long	Operating period of fishing gear is long
	Pollution rate of spawning and nursery ground (PG/G)	There is information on the magnitude of pollution by the target fisheries on the spawning and nursery grounds, no pollution by the target fisheries on the spawning and nursery grounds	There is information on the magnitude of pollution by the target fisheries on the spawning and nursery ground and a few pollution by the target fisheries on the spawning and nursery grounds	There is information on the magnitude of pollution by the target fisheries on the spawning and nursery ground and some pollution by the target fisheries on the spawning and nursery grounds	There is information on the magnitude of pollution by the target fisheries on the spawning and nursery ground and considerable pollution by the target fisheries on the spawning and nursery grounds	There is information on the magnitude of pollution by the target fisheries on the spawning and nursery ground and much pollution by the target fisheries on the spawning and nursery grounds	There is no information on the magnitude of pollution by the target fisheries on the spawning and nursery ground and existence of oil spillage accident within recent 3-5 years	There is no information on the magnitude of pollution by the target fisheries on the spawning and nursery ground and existence of oil spillage accident within recent 3 years
	Lost fishing gear	Possibility for potential loss of fishing gear is high degree of uncertainty	Possibility for potential loss of fishing gear is highly unlikely	Possibility for potential loss of fishing gear is unlikely	Possibility for potential loss of fishing gear is ambiguous	Possibility for potential loss of fishing gear is likely	Possibility for potential loss of fishing gear is highly likely	Possibility for potential loss of fishing gear is high degree of certainty
		Setting period of fishing gear is extremely short	Setting period of fishing gear is short	Setting period of fishing gear is moderately short	Setting period of fishing gear is average	Setting period of fishing gear is moderately long	Setting period of fishing gear is long	Setting period of fishing gear is extremely long
Discarded wastes	Discarded wastes	Discarded waste is extremely small	Discarded waste is small	Discarded waste is moderately small	Discarded waste is average	Discarded waste is moderately large	Discarded waste is large	Discarded waste is extremely large
								or
								Fatal fishing wastes is being discarded

**Table 7. Reference points and indicators of socio-economic benefit in the tier 2 ecosystem-based fisheries assessment**

Attribute	Indicator	Indicator status				
		Better than target	Between target and limit	Beyond limit		
Income	Income per fisherman (IPF)	0	1.0	1.5	2.0	3.0
		Income for recent X years is extremely larger than the minimum living cost	Income for recent X years is moderately larger than the minimum living cost	Income for recent X years is similar to the minimum living cost	Income for recent X years is moderately smaller than the minimum living cost	Income for recent X years is extremely smaller than the minimum living cost
		Income is increasing or stable	Income is increasing or stable	Income is stable	Income is stable	Income is decreasing
Profitability	Ratio of profit to cost(RPC)					
		Profit by target fisheries (production value-cost) is extremely large	Profit by target fisheries (production value-cost) is moderately large	Profit by target fisheries (production value-cost) is average	Profit by target fisheries (production value-cost) is moderately small	Profit by target fisheries (production value-cost) is extremely small
Employment	Employment rate (ER)					
		Index of fisheries employment (number of fisherman×number of fishing vessels) for recent X years is extremely large	Index of fisheries employment (number of fisherman×number of fishing vessels) for recent X years is moderately large	Index of fisheries employment (number of fisherman×number of fishing vessels) for recent X years is average	Index of fisheries employment (number of fisherman×number of fishing vessels) for recent X years is moderately small	Index of fisheries employment (number of fisherman×number of fishing vessels) for recent X years is extremely small

**Table 8. Criteria of risk states for the tier 2 ecosystem-based fisheries assessment**

Magnitude	Abundance	Condition	Likelihood	Risk score	Range (%)
Extremely small	Never or None	Optimal, Best	High degree of uncertainty	0	<5%
Small	Part or a few	Negligible	Highly unlikely	0.5	5-20%
Moderately small	Some	Minor	Unlikely	1.0	20-40%
Average	Considerable or Average	Moderate	Ambiguous	1.5	40-60%
Moderately large	Many or Major	Major	Likely	2.0	60-80%
Large	Most	Severe	Highly likely	2.5	80-95%
Extremely large	All	Catastrophic, Worst	High degree of certainty, evident	3.0	>95%



## 자료

### 목표별 지표위험도 평가를 위한 자료

#### 지속성 유지 (Sustainability)

어획량 자료는 해당 연안생태계에서 조업중인 어업인에 대한 청취조사를 통해 파악한 해당수협 어획량 자료를 통계청에 요청하여 어업별, 어종별 어획량을 분석하였다. CPUE 추정을 위한 대상어업의 어선척수 자료는 해양수산부에서 제공하는 어업별 허가척수 통계자료를 사용하였다 (MOF, 2007~2011). 평가대상종의 체장자료는 국립수산물과학원에서 조사된 자료를 사용하였다. 대상해역의 종묘방류실적 자료는 울진군을 통해 울진군의 연도별 어종별 종묘방류 실적자료를 수집하였다.

#### 생물다양성 유지 (Biodiversity)

혼획율, 종다양도 지수 추정을 위한 자료는 해당 수협의 연도별 어종별 어획량 자료를 분석하였으며, 폐기량은 대상어업의 어업인 청취조사 자료를 사용하였고, 위험도를 평가하는 기준은 FAO (2005)를 참고하였다.

#### 서식처 보존 (Habitat)

서식처 훼손을 추정을 위해 대상 연안어업에서 사용하고 있는 어구의 종류와 어구부설 기간을 어업인 청취조사로부터 파악하였고, 산란장과 성육장 내 오염율, 어구 유실 자료는 대상어업의 어업인으로부터 청취조사한 자료를 사용하였으며, 쓰레기 폐기량은 울진군의 해양 쓰레기 처리량 자료를 수집하였다.

#### 사회경제적 혜택 (Socio-economic benefit)

사회경제적 혜택 목표의 각 지표인 어업인 당 소득 지표를 평가하기 위한 자료는 도시가구 4인기준 월평균소득 (KOSIS, 2011) 자료와 청취조사로부터 파악한 연간 소득자료를 사용하였다. 비용 당 이윤비 자료는 통계청에서 제공할 수협 위판실적 상 대상어업의 어업별 위판금액 자료와 어업인 청취조사로부터 수집한 비용자료를 사용하였다. 고용율 자료는 해당 연안어업의 연도별 허가척수자료와 청취조사로

부터 파악한 해당어업의 조업인원수 자료 등을 사용하여 분석하였다.

## 결 과

### 목표별 및 지표별 위험도 지수

#### 지속성 유지

##### 생체량 (단위노력당 어획량)

2007~2011년 연안자망어업에서 어획된 살오징어의 평균 CPUE에 비해 2011년 CPUE는 83% 감소하여 Table 4에 제시된 단위노력당 어획량 지표의 기준점인 CPUE 자료가 있으나, 현재 CPUE가 x년간 평균 CPUE보다 극히 작아짐에 따라 위험도 (RS)는 3.0으로 평가되었다. 대게의 5년 평균 CPUE에 비해 2011년 CPUE는 8% 증가한 것으로 나타나 Table 4에 따라 위험도는 1.5로 평가되었다. 대구의 5년 평균 CPUE에 비해 2011년 CPUE는 57% 감소한 것으로 나타나 Table 4에 따라 위험도는 2.5로 평가되었다 (Table 9).

2007~2011년 정치망어업에서 어획된 살오징어의 평균 CPUE에 비해 2011년 CPUE는 90%가 감소하여 Table 4에 따라 위험도는 3.0으로 평가되었다. 고등어는 평균 CPUE에 비해 2011년 CPUE는 52% 감소하여 위험도는 2.5로 평가되었다. 전갱이는 평균 CPUE에 비해 2011년 CPUE는 91%가 감소하여 위험도는 3.0으로 평가되었다 (Table 10).

2007~2011년 연안채낚기어업에서 어획된 살오징어는 평균 CPUE에 비해 2011년 CPUE가 83% 감소하여 위험도는 3.0으로 평가되었다 (Table 11).

##### 어획사망계수 (어획노력량)

연안자망어업의 어획노력량 지표에서 어업인 청취조사 결과 연안자망에서는 사용이 금지된 삼중자망 어구를 사용하는 것이 일부 존재하는 것으로 조사됨에 따라, Table 4에 제시된 어획노력량의 기준점인 불법 어업이 일부 존재하는 경우로 판단되어 위험도는 2.5로 평가되었고, 어획노력량 지표는 어업 수준의 지표여서 평가대상종 간에 동일한 위험도를 적용하였다 (Table 9).

2007~2011년 정치망의 평균 허가척수에 비해 2011년 허가척수는 3%가 줄어들어 Table 4에 따라 위험도는 1.5로 평가되었고, 어획노력량 지표는 어업 수준의 지표여서 평가대상종 간에 동일한 위험도를 적용하였다 (Table 10).

2007~2011년 연안채낚기어업의 평균 허가척수에 비해 2011년 허가척수는 16%가 줄어들어 Table 4에 따라 위험도는 1.5로 평가되었다 (Table 11).

어획개시연령 (어획개시체장)

연안자망어업에서 어획된 살오징어의 어획개시체장 자료가 없었고, 현재 살오징어에 대해서는 금지체장도 설정되어 있지 않아 Table 4에 따라 위험도는 3.0으로 평가되었다. 2011년 연안자망어업에서 어획된 대게의 최소갑폭은 91.6 mm였고, 대게의 성숙갑폭은 63.9 mm (NFRDI, 2008)이고 어획개시체장이 성숙체장보다 커서 위험도는 1.0으로 평가되었다. 2011년 대구의 어획개시체장은 31.0 cm였고, 대구의 성숙체장은 56.3 cm (Cha et al., 2007)로 2011년 어획개시체장은 성숙체장의 55% 수준으로 Table 4에 따라 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 9).

**Table 9. Risk scores (RS), objectives risk index (ORI) and species risk index (SRI) for the tier 2 EBFA of coastal gillnet fisheries in the Uljin coastal waters, 2011**

Objectives <sup>1</sup>	Indicator <sup>2</sup>	Risk score of coastal gillnet		
		Common squid	Snow crab	Pacific cod
Sustainability (S)	S-1	3.0	1.5	2.5
	S-2	2.5	2.5	2.5
	S-3	3.0	1.0	2.0
	S-4	2.5	1.5	0.5
	S-5	0.0	0.0	0.0
Biodiversity (B)	B-1	2.5	2.5	2.5
	B-2	3.0	3.0	3.0
	B-3	1.5	1.5	1.5
Habitat (H)	H-1	2.0	2.0	2.0
	H-2	2.0	2.0	2.0
	H-3	3.0	3.0	3.0
	H-4	2.0	2.0	2.0
Socio-economic benefit (E)	E-1	2.5	2.5	2.5
	E-2	2.0	2.0	2.0
	E-3	1.5	1.5	1.5
	ORI_S	2.5	1.4	2.0
	ORI_B	2.3	2.3	2.3
	ORI_H	2.3	2.3	2.3
	ORI_E	2.1	2.1	2.1
	SRI	2.4	1.9	2.2

<sup>1</sup> ORI\_S, B, H and E denote objectives risk index of sustainability, biodiversity, habitat and socio-economic benefit, respectively

<sup>2</sup> Abbreviations of indicator are presented in Table 3

2011년 정치망에서 어획된 살오징어의 어획개시체장은 8.4 cm였고, 살오징어의 성숙체장은 20.0 cm (NFRDI, 2010a)로써 어획개시체장은 성숙체장의 42% 수준이므

로 위험도는 2.0으로 평가되었다. 2011년 고등어의 어획개시체장은 18.0 cm였고, 성숙체장은 28.6 cm (NFRDI, 2010a)로써, 2011년 어획개시체장은 성숙체장의 63% 수준이었으므로 위험도는 2.0으로 평가되었고, 2011년 울진연안 정치망에서 어획된 전갱이의 어획개시체장은 13.0 cm, 성숙체장은 19.9 cm (NFRDI, 2010a)로 2011년 어획개시체장은 성숙체장의 65% 수준으로 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 10).

2011년 연안채낚기어업에서 어획된 살오징어의 어획개시체장은 11.2 cm였고, 살오징어의 성숙체장은 20 cm (NFRDI, 2010a)로써 어획개시체장은 성숙체장의 44% 수준이므로 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 11).

성숙어 비율

살오징어의 산란기는 춘계군 1~3월, 여름군 6~8월 및 동계군 9~11월 (NFRDI, 2010a)이고, 2009~2011년 연안자망어업에서 어획된 살오징어의 산란기 어획비율의 합계는 91.1%로써 Table 4에 따라 위험도는 2.5로 평가되었다 (Table 10). 대게의 산란기인 2~3월과 6~8월 (NFRDI, 2008)간 대게의 산란기 어획비율 합계는 40.1%로써 위험도는 1.5로 평가되었다. 대구의 산란기인 11~2월 (Cha et al., 2007)간 대구의 산란기 어획비율의 합계는 10.0%로 위험도는 0.5로 평가되었다 (Table 9).

정치망에서 어획된 살오징어의 산란기의 어획비율은 94.0%로 추정되어 위험도는 2.5로 평가되었다. 고등어의 산란기인 3~7월 (NFRDI, 2010a)간 어획비율은 0.4%로 위험도는 0으로 평가되었다. 전갱이의 산란기인 1~5월 (NFRDI, 2010a)간 어획비율의 합은 1.5%로 위험도는 0으로 평가되었다 (Table 10).

살오징어의 산란기 시 연안채낚기어업에서 어획된 살오징어의 어획비율의 합계는 86%로 위험도는 2.5로 평가되었다 (Table 11).

어획물 내 자연어 및 방류어 비율

2004~2011년간 울진군 연안의 종묘방류 실적 자료로부터 대상해역 내에 연안자망어업의 평가대상종인 살오징어, 대게, 대구와 정치망의 평가대상종인 살오징어, 고등어, 전갱이 및 연안채낚기의 평가대상종인 살오징어의 종묘방류는 전혀 이루어지지 않았으므로 Table 4에 따라 위험도는 0으로 평가되었다 (Table 9, 10 and 11).

**Table 10. Risk scores (RS), objectives risk index (ORI) and species risk index (SRI) for the tier 2 EBFA of set net fisheries in the Uljin coastal waters, 2011**

Objectives <sup>1</sup>	Indicator <sup>2</sup>	Risk score of set net		
		Common squid	Chub mackerel	Horse mackerel
Sustainability (S)	S-1	3.0	2.5	3.0
	S-2	1.5	1.5	1.5
	S-3	2.0	2.0	2.0
	S-4	2.5	0.0	0.0
	S-5	0.0	0.0	0.0
Biodiversity (B)	B-1	3.0	3.0	3.0
	B-2	1.5	1.5	1.5
	B-3	1.0	1.0	1.0
Habitat (H)	H-1	1.0	1.0	1.0
	H-2	2.0	2.0	2.0
	H-3	0.5	0.5	0.5
	H-4	1.0	1.0	1.0
Socio-economic benefit (E)	E-1	1.0	1.0	1.0
	E-2	2.0	2.0	2.0
	E-3	1.5	1.5	1.5
ORI_S		2.1	1.5	1.6
ORI_B		1.8	1.8	1.8
ORI_H		1.1	1.1	1.1
ORI_E		1.4	1.4	1.4
SRI		1.7	1.5	1.5

<sup>1</sup> ORI\_S, B, H and E denote objectives risk index of sustainability, biodiversity, habitat and socio-economic benefit, respectively

<sup>2</sup> Abbreviations of indicator are presented in Table 3

### 생물다양성 유지

#### 흔획율

평가 대상연안어업의 어종별 어획량에서 각 대상어업의 평가 대상종을 제외하고 2011년의 어종별 어획량 상위 5개종의 어획비율의 합을 흔획율로 정의하여 분석하였다 (Park, 2013). 연안자망어업의 2007~2011년 평균 흔획율에 비해 2011년 흔획율은 36%가 증가하여, Table 5에 따라 위험도는 2.5로 평가되었다 (Table 9).

정치망어업에서 2007~2011년 평균 흔획율에 비해 2011년 흔획율은 118%가 증가하여 Table 5에 따라 위험도는 3.0으로 평가되었다 (Table 10).

2011년 연안채낚기어업 살오징어의 2007~2011년 평균흔획율에 비해 2011년의 흔획율은 141%가 증가하여, Table 5에 따라 위험도는 3.0으로 평가되었다 (Table 11).

**Table 11. Risk scores (RS) of tier 2 ecosystem-based fisheries assessment approach for the coastal jigging fisheries in the Uljin coastal waters, 2011**

Objectives <sup>1</sup>	Indicator <sup>2</sup>	Risk score of coastal jigging
		Common squid
Sustainability (S)	S-1	3.0
	S-2	1.5
	S-3	2.0
	S-4	2.5
	S-5	0.0
Biodiversity (B)	B-1	3.0
	B-2	0.5
	B-3	0.5
Habitat (H)	H-1	0.5
	H-2	2.0
	H-3	2.5
	H-4	2.5
Socio-economic benefit (E)	E-1	2.5
	E-2	3.0
	E-3	2.0
ORI_S		2.1
ORI_B		1.3
ORI_H		1.8
ORI_E		2.5
SRI		1.9

<sup>1</sup> ORI\_S, B, H and E denote objectives risk index of sustainability, biodiversity, habitat and socio-economic benefit, respectively

<sup>2</sup> Abbreviations of indicator are presented in Table 3

### 폐기량

FAO (2005)에 따르면 자망어업의 어획물의 평균 폐기율은 0.5%이고 연안자망어업의 청취조사 결과 울진 연안 연안자망어업의 어획물의 폐기량은 15~20%로 나타나 FAO (2005)에서 제시한 평균 폐기율에 비해 높았고 Table 5에 따라 위험도는 3.0으로 평가되었다 (Table 9). 정치망어업의 폐기율은 정치망어업의 어종별 평균 어획비율에서 1% 미만인 어종별 어획량의 어획비율의 합을 폐기율로 정의하여 분석한 결과, 평균폐기율에 비해 2011년 폐기율은 13%가 증가하였다. 따라서, Table 5에 따라 위험도는 1.5로 평가되었다 (Table 10). 울진 연안 연안채낚기어업의 경우 낚시를 이용하여 야간에 살오징어를 대상으로 주로 조업하는 어구이고 어획폐기물이 거의 없으며 청취조사 결과에서도 폐기량은 거의 없으므로 조사되어 Table 5에 따라 위험도는 0.5로 평가되었다 (Table 11).

### 종다양도 지수

연안자망어업의 어업인 청취조사 결과 울진연안에서 연안자망어업에서 어획되던 임연수어 등은 최근 거의 어획되지 않는다고 조사되어 Table 5에 따라 출현종수가 일부감소한 것으로 판단되어 위험도는 1.5로 평가되었다 (Table 9). 정치망어업은 평균 어종수에 비해 2011년 어종수가 10% 증가하여 위험도는 1.0으로 평가되었다 (Table 11). 연안채낚기어업의 평균 어종수에 비해 2011년 어획 어종수는 71% 증가하여 위험도는 0.5로 평가되었다 (Table 11).

### 서식처 보존

#### 서식처 훼손율

연안자망어업의 청취조사 결과 주 사용어구는 저자망어업으로 서식처에 영향을 많이 미치고 어구 부설 기간도 10~15일로 긴 것으로 나타나 Table 6에 따라 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 9). 정치망어업은 Table 6에 따라 위험도는 1.0으로 평가되었다 (Table 10). 울진연안 연안채낚기어업은 Table 6에 따라 위험도는 0.5로 평가되었다 (Table 11).

#### 산란장과 성육장 내 오염율

서식처 훼손율 지표에서 제시된 연안자망어업의 청취조사 결과와 Table 6에 따라 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 9). 정치망어업은 서식처에 영향이 어느 정도 있는 어구 (안강망, 주목망, 낭장망, 정치망 등)에 해당되어 위험도는 1.0으로 평가되었다 (Table 10). 울진연안 연안채낚기어업의 경우 어업인 청취조사 결과 하루 조업에 자동조상기 10틀 중 1~2틀이 유실된다는 조사 결과에 따라 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 11).

#### 어구 유실

연안자망어업의 청취조사 결과 연안자망어업의 어구 유실 비율은 20~30%로 조사되었고, 어구 설치 기간이 평균 10~15일로 어구의 설치 기간이 매우 긴 것으로 나타나 Table 6에 따라 위험도는 3.0으로 평가되었다 (Table 9). 정치망어업은 수중에 어구를 고정시켜 어획하는 어법으로 어구유실가능성이 크게 없어 위험도는 0.5로 평가되었다 (Table 10). 울진연안 연안채낚기어업의 청취조사에서 조사된 어구유실율 (1~2틀/1일)을 고려하여 위험도는 2.5로 평가되었다 (Table 11).

### 쓰레기 폐기량

청취조사에서 조사된 연안자망어업의 어구유실율을 고려하여 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 9). 정치망어업의 쓰레기 폐기량은 대상어업에 의한 쓰레기 폐기량 정보 자료를 구할 수가 없어 울진군 해양쓰레기 처리량 결과를 참고하여 (Yoon, 2014) 위험도는 1.0으로 평가하였다 (Table 10). 울진연안 연안채낚기어업은 어구유실율을 고려하여 위험도는 2.5로 평가하였다 (Table 11).

### 사회경제학적 혜택

#### 어업인 당 소득

어업인 당 소득 지표의 위험도를 평가하기 위해 Park (2013)에서 제시된 방법에 따라 도시가구 월평균소득자료 (KOSIS, 2011)와 청취조사 결과로부터 각 어업의 연간 소득 자료를 수집하였다.

2011년 도시가구 4인 가구 기준의 연간소득은 약 5,546만원이었고, 청취조사를 통해 파악된 울진연안자망어업 어업인의 연간 평균소득은 3,000만원으로 도시가구 소득의 54% 수준에 불과하여 Table 7에 따라 위험도는 2.5로 평가되었다 (Table 9).

정치망어업의 소득은 4억 7천 5백만원이었고, 어업비용은 3억 9천 1백만원이었으며, 따라서 어업이익은 8천 4백만원으로 (NFRDI, 2010b) 도시가구 4인 가구 기준의 연간 소득에 비해 51% 높은 수준으로 위험도는 1.0으로 평가되었다 (Table 10).

청취조사를 통해 파악된 울진연안채낚기어업 어업인의 연간 평균소득은 2,000만원으로 도시가구 소득의 36% 수준에 불과하여 위험도는 2.5로 평가되었다 (Table 11).

#### 비용 당 이윤비

비용 당 이윤비 지표의 위험도를 평가하기 위해 2007~2011년의 평가대상어업의 위판금액 자료와 청취조사 결과로부터 비용자료를 수집하였다. 2007~2011년 연안자망어업의 평균 위판금액에 비해 2011년 위판금액은 14% 증가하였으나 청취조사 결과 비용은 평균 40% 증가된 것으로 나타나 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 9). 2007~2011년 정치망어업의 평균 위판금액에 비해 2011년 위판금액이 31% 감소한 것으로 나타나 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 10). 2007~2011년 연안채낚기어업의 평균 위판금액에 비해 2011년 위판금액

이 59% 감소한 나타났고, 청취조사 결과 비용은 평균 50% 증가되어 위험도는 3.0으로 평가되었다 (Table 11).

#### 고용율

고용율 지표의 위험도를 평가하기 위해 평가대상어업의 허가적수 자료와 청취조사로부터 조업인원수 자료를 분석하였다. 2007~2011년 연안자망어업의 평균고용인원수와 2011년 고용인원수는 거의 같아 위험도는 1.5로 평가되었다 (Table 9). 2007~2011년 정치망어업의 평균고용인원수에 비해 2011년 고용인원수는 3% 감소한 것으로 분석되어 위험도는 1.5로 평가되었다 (Table 10). 2007~2011년 연안채낚기어업의 평균고용인원수에 비해 2011년 고용인원수는 16% 감소한 것으로 분석되어 위험도는 2.0으로 평가되었다 (Table 11).

#### 중위험도지수 (SRI), 어업위험도지수 (FRI), 생태계위험도지수 (ERI)

연안자망어업의 살오징어의 목표위험도지수 (ORI)는 지속성 유지 2.5, 생물다양성 유지 2.3, 서식처 보존 2.3, 사회경제적 혜택 2.1이었고 (Table 9 및 Fig. 2), 목표위험도지수로부터 살오징어의 중위험도지수 (SRI)는 2.4로 추정되었다. 대게의 목표위험도지수는 지속성 유지 1.4, 생물다양성 유지 2.3, 서식처 보존 2.3, 사회경제적 혜택 2.1이었고, 대게의 중위험도지수는 1.9로 추정되었다. 대구의 목표위험도지수는 각각 2.0, 2.3, 2.3, 2.1로 추정되었고, 중위험도지수는 2.2로 추정되었다.

올진연안 연안자망어업에서 어획되는 살오징어, 대게 및 대구의 목표위험도지수를 살펴보면 대게의 지속성 유지 목표위험도 지수 1.4를 제외하고 모두 고위험도로 나타났다. 살오징어의 지속성유지 목표에서 2011년 CPUE는 평균에 비해 83%나 줄어들어 단위노력당어획량 지표가 고위험도로 추정되었고, 사용이 금지된 삼중자망 어구를 사용하는 것이 일부 존재하는 것으로 조사됨에 따라 노력량 지표도 고위험도로 추정되었으며, 금지체장도 설정되어 있지 않아 고위험도로 추정되었다. 또한, 산란기에 어획이 대부분이 이루어져 성숙어비율도 고위험도를 나타냈다. 생물다양성 유지 목표에서도 연안자망어업은 비목표종의 어획물이 극히 많고, 어획물의 폐기량도 FAO (2005)에서 제시한 자망의 평균 폐기율보다 훨씬 높은 것으로 나타났다. 서식처 보존 목표에서도 서식처에 영향이 많이 있는 저자망 어구를 사

용하고, 최근 불법조업으로 인한 어구 유실이 많으며, 어구유실율도 20~30%로 높고, 어구설치기간도 10~15일로 매우 길어 어구 유실로 인한 폐기된 쓰레기량도 높은 것으로 분석되었다. 사회경제적 혜택 목표에서도 소득은 4인 도시가구 월평균소득에 비해 적어 고위험도로 평가되어 살오징어의 중위험도는 2.4로 고위험도를 나타냈다 (Table 9).

올진연안 정치망어업의 살오징어의 목표위험도지수는 지속성 유지 2.1, 생물다양성 유지 1.8, 서식처 보존 1.1, 사회경제적 혜택 1.4였고 (Table 10 및 Fig. 2), 살오징어의 중위험도지수는 1.7로 추정되었다. 고등어의 목표위험도지수는 지속성 유지 1.5, 생물다양성 유지 1.8, 서식처 보존 1.1, 사회경제적 혜택 1.4였고, 고등어의 중위험도지수는 1.5로 추정되었다. 전갱이의 목표위험도지수는 각각 1.6, 1.8, 1.1, 1.4로 추정되었고, 중위험도지수는 1.5로 추정되었다.

올진연안 정치망어업에서 어획되는 살오징어, 고등어 및 전갱이의 목표위험도지수를 살펴보면 살오징어의 지속성 유지 목표위험도 지수 2.1을 제외하고 모두 중위험도로 나타났다. 살오징어의 지속성유지 목표에서 2011년 CPUE는 평균에 비해 90%나 줄어들어 단위노력당어획량 지표가 고위험도로 추정되었고, 어획개시체장은 성숙체장보다 작았고, 산란기에 어획이 대부분이 이루어져 성숙어비율도 고위험도를 나타냈다 (Table 10). 나머지 지표들은 대부분 중위험도를 나타내어 연안자망어업의 목표위험도지수와 비교하여 낮은 위험도를 나타냈다.

연안채낚기어업의 살오징어의 목표위험도지수는 지속성 유지 2.1, 생물다양성 유지 1.3, 서식처 보존 1.8, 사회경제적 혜택 2.5이었고 (Table 11 및 Fig. 2), 살오징어의 중위험도지수는 1.9로 추정되었다. 살오징어는 지속성 유지 목표와 사회경제적 혜택 목표에서 고위험도를 나타냈는데, 이는 지속성 유지 목표의 단위노력당어획량 지표에서 최근 CPUE가 평균 CPUE에 비해 83%나 감소하였고, 어획개시체장 지표에서도 어획개시체장이 성숙체장보다 작아 고위험도로 평가되었으며, 산란기에 어획이 집중되어 성숙어비율 지표에서도 고위험도를 나타냈다. 사회경제적 혜택 목표의 어업인 당소득 지표에서 평균소득이 도시가구 월평균 소득의 36%에 불과하여 고위험도를 나타냈고, 2011년 위판금액도 평균 위판금액에 비해 41% 수준에 불과하고 비용

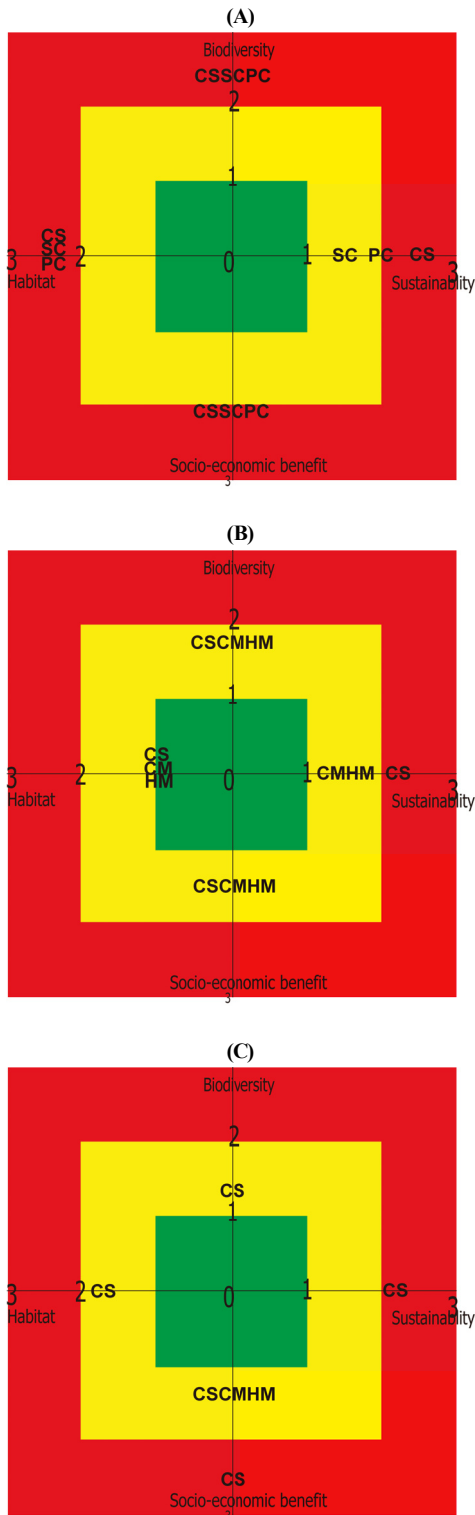


Fig. 2. Diagram showing objectives risk index for coastal gillnet fisheries (A), set net fisheries (B) and coastal jigging fisheries (C) using tier 2 EBFA in the Uljin coastal waters, 2011. CS, SC, PC, CM and HM denote common squid, snow crab, Pacific cod, chub mackerel and horse mackerel, respectively.

도 증가하여 고위험도를 나타냈으며, 조업고용지수도 작아지고 있는 것으로 나타났다 (Table 11).

울진연안 평가대상종인 7종의 종위험도지수에서는 연안자망의 살오징어가 2.4로 가장 높은 종위험도를 보였고, 다음으로 연안자망의 대구 2.2, 연안자망의 대게 및 연안채낚기의 살오징어 1.9의 순으로 종위험도가 높았다 (Table 12). 울진연안 연안자망어업의 어업위험도지수 (FRI)는 각 목표위험도지수와 2011년 대상종별 CPUE에 따라 2.0으로 추정되었고, 정치망어업과 연안채낚기어업의 어업위험도지수는 각각 1.5, 1.9로 추정되어 연안자망은 고위험도, 정치망과 연안채낚기는 중위험도를 나타냈고, 각 어업위험도지수와 2011년 각 어업의 어획량 가중치로부터 울진연안 생태계위험도지수 (ERI)는 1.8로 고위험도에 가까운 높은 중위험도를 나타냈다 (Table 12).

Table 12. Species risk index (SRI), fishery risk index (FRI) and ecosystem risk index (ERI) of coastal fisheries in the Uljin coastal waters, 2011

Fisheries	Species	Risk index		
		SRI	FRI	ERI
Coastal gillnet	Common squid	2.4		
	Snow crab	1.9	2.0	
	Pacific cod	2.2		
Set net	Common squid	1.7		1.8
	Chub mackerel	1.5	1.5	
	Horse mackerel	1.5		
Coastal jigging	Common squid	1.9	1.9	

## 고찰

본 연구에서 사용한 생태계 기반 자원평가 모델은 지속성 유지, 생물다양성 유지, 서식처 보존 및 사회경제적 혜택이라는 네 가지 목표하에서 설정된 15개의 지표들의 위험도를 수치로 제시하여 위험수준의 판단이 가능하였다. 또한, 각 지표 개개의 위험도 요인을 파악할 수 있는 것과 더불어 각 지표의 위험도를 기반으로 추정되는 종위험도지수 (SRI), 어업위험도지수 (FRI), 생태계위험도지수 (ERI)는 절대비교가 가능하여 각기 다른 어종간, 어업간, 해역간 비교를 통해 평가대상의 위험도를 가늠할 수 있다. 이러한 각 지표간의 위험도 수준의 높고 낮음은 관련 지표를 개선하기 위해 투입되어야 할 정책과 수단의 우선순위를 가늠하는 잣대로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

생물다양성 유지 목표 하에 설정된 폐기량 지표의 경

우 거의 조사된 결과가 없어 어업인 청취조사 결과를 사용하여 위험도를 평가하였다. 서식처 보존 지표 하에 설정된 서식처 훼손율, 산란장과 성육장 내 오염율, 어구 유실, 폐기된 쓰레기 지표와 사회경제적 혜택 목표 하에 설정된 어업인 당 소득, 비용 당 이윤비, 고용율 지표의 경우에도 수집된 결과가 부족하여 어업인 청취조사 결과를 사용하여 평가를 수행하였다. 청취조사 결과의 특성상 정확하고 객관적인 사실관계의 파악이 힘들고, 특히 대상종의 체장은 경험적 수치에 의한 것이라 객관적인 분석에 사용되기에 어려움이 있고, 소득과 관련된 사항의 경우에는 자신의 소득을 정확하게 타인에게 밝히기를 꺼리는 경향이 존재하였을 것으로 판단된다.

향후 지속적이고 주기적인 연안어업 생태계 기반 평가를 위해서는 본 연구에서 제시한 것처럼 많은 자료들에 대한 자료구축이 이뤄지고 평가자의 자료 접근이 용이해져야 보다 객관적이고 정확한 평가결과를 도출할 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 이러한 자료들은 위험도 지수를 추정하는 가중치의 중요성에 따라 월별로 혹은 연도별로 연속적으로 수집되어야 평가대상연도에 해당 지표의 위험도를 판단하는 기준에 활용가능할 것이라 판단된다.

동해연안어업에서 고려된 중위험도에서는 울진연안 연안자망에서 어획되는 살오징어가 2.4로 가장 높은 중위험도를 나타냈고, 다음으로 연안자망 대구 2.2, 연안자망의 대게 및 연안채낚기의 살오징어 1.9의 순으로 울진연안 연안자망에서 어획되고 있는 세 종이 높은 중위험도를 나타냈다 (Table 12).

울진연안 연안자망의 살오징어가 가장 높은 중위험도를 나타낸 것은 지속성유지 목표와 관련된 지표에서 전반적으로 고위험도로 평가되었기 때문인데, 현재 살오징어는 TAC에 의해 자원이 관리되고 있지만, 수산자원관리법 상 포획금지체장과 포획금지기간 등과 같은 기술적 자원관리 수단은 전무한 상태이며, TAC 대상어업도 근해채낚기, 근해대형선망, 대형트롤, 동해구트를 등 근해어업에 대해서만 적용되고 있어 연안어업에 대해서는 아무런 제약없이 어획되고 있는 실정이다. 이러한 상황이 지속된다면 살오징어 자원의 지속성 유지에 있어 심각한 악영향이 초래될 것이 예상된다. 따라서, 연안어업에 의한 살오징어 자원관리를 위해 TAC 외의 합리적인 자원관리 수단을 강구해야 할 필요성이 있다.

생물다양성 유지 목표에서도 연안자망어업은 비목표

종의 어획물이 극히 많고, 폐기량 또한 FAO (2005)에서 제시한 기준에 비해 매우 높은 것으로 분석되어 고위험도를 나타냈다. 자망어구의 특성상 선택적 어획이 힘들며, 부수적으로 어획된 어종에 대한 폐기가 매우 많이 일어나고 있어 생물다양성 유지에 악영향을 미칠 것으로 판단된다. 1990~2011년간 분석한 한국 연안어업의 어획량에서도 연안자망어업은 7만톤으로 한국의 연안어업 중 가장 많은 평균 어획량을 보였다 (Yoon et al., 2014). 7만톤의 어획량을 기록하면서 야기된 비목표종에 대한 어획과 폐기량은 정량적으로 얼마만큼인지 분석조차 되어 있지 않지만, 금번 연구를 통해 수집된 폐기량인 15~20%를 적용한다면 약 10,500~14,000톤 수준으로 추정된다. 따라서, 연안자망어업에 대해서 목표어종에 대한 어획가능성을 높일 수 있도록 적정망목에 대한 연구와 폐기량 저감방안에 대한 연구가 수행되어 혼획과 폐기에 관한 관리방안을 제시할 필요성이 있다.

서식처 보존 목표에서도 울진연안에서 사용하고 있는 자망어구는 저자망어구로써 연간 20~30%가 유실되며, 어구의 설치기간도 10~15일로 매우 길어서 서식처 보존에 악영향을 줄 수 있는 가능성이 매우 높아 서식처 보존 목표 위험도 지수가 고위험도인 2.3으로 추정되었다. 청취조사 결과 연안자망 어구의 유실은 타 지역 어업인에 의한 조업 침범이 어구의 유실을 증가에 영향을 미치고 있는 것으로 조사되었다. 따라서, 이러한 불법 어업을 방지하기 위해 해경과 어업관리단의 적극적인 단속이 뒤따라야 할 것으로 판단되었고, 친환경 어구 개발을 통해 불가피한 어구 유실에도 서식처에 미치는 영향을 최소화하기 위한 방안을 마련해야 할 필요성이 있다.

본 연구의 결과는 각 대상생태계에서 소수의 종과 소수의 어업을 고려하여 추정된 결과로써 그 결과가 해당 생태계에 대한 전체적인 위험수준으로 판단하기에는 한계가 있을 것으로 생각된다. 그러나, 연안어업에 대해 직접적으로 생태계 기반 자원평가를 적용한 첫 번째 시도로써 생태계 기반 평가를 위해 필요한 자료들이 과학적, 객관적, 주기적으로 수집되고 이렇게 수집된 결과를 활용하여 보다 많은 평가대상종과 평가대상어업을 선정 후 생태계 기반 평가를 실시한다면 보다 정확한 대상생태계, 대상어업, 대상종의 위험수준을 파악할 수 있을 것이고, 본 연구에서 제시된 생태계 기반 자원평가 모델은 그러한 결과를 구체화시키고 정량화시켜줄 수 있는 의미있는 평가모델로 생각된다.

## 결 론

본 연구에서는 연안어업에 적합한 생태계 기반 자원 평가 방법의 개발을 통해 한국 동해의 울진연안생태계와 해당 생태계에서 조업이 이뤄지고 있는 3개 연안어업의 어업위험도와 해당 연안어업에서 어획되는 7종의 종위험도를 평가하여 연안어업의 생태계 기반 관리를 위한 연안생태계와 연안어업 관리방안을 제시하였다.

한국 동해연안어업 생태계 기반 자원평가 결과, 종위험도지수는 울진연안 연안자망에서 어획되는 살오징어가 가장 높은 고위험도를 나타냈고, 어업위험도지수는 울진연안 연안자망어업의 위험도가 가장 높은 것으로 평가되었다. 가장 높은 종위험도를 나타낸 살오징어에 대해서는 TAC를 비롯한 포획금지체장과 포획금지기간 등과 같은 기술적 자원관리 수단을 강구해야 하고, 가장 높은 어업위험도를 나타낸 울진연안 연안자망어업에 대해서는 비목표종 어획저감과 폐기량 감소 방안과 같은 생물다양성 유지와 관련된 관리방안과 불법 어업 방지와 친환경 어구 개발을 통해 불가피한 어구 유실로 인한 서식처에 미치는 영향을 줄이기 위한 관리방안 등이 필요한 것으로 판단되었다.

본 연구결과는 연안어업에 대해 직접적으로 생태계 기반 자원평가를 적용한 첫 번째 시도로서 생태계 기반 평가를 위해 필요한 자료들이 과학적, 객관적으로 수집되고 이렇게 수집된 결과를 활용하여 보다 많은 평가대상종과 평가대상어업을 선정한 후 생태계 기반 평가를 주기적으로 실시한다면 보다 정확한 대상생태계, 대상어업, 대상종의 위험수준을 지속적으로 파악할 수 있을 것이고, 본 연구에서 제시된 생태계 기반 자원평가 모델은 그러한 결과를 구체화시키고 정량화시켜줄 수 있는 의미있는 평가모델로 생각된다.

## 사 사

본 연구는 국립수산과학원 (RP-2014-FR-040)의 지원에 의해 수행되었습니다. 본 논문을 심사해주신 익명의 심사위원 세 분께 감사드립니다.

## 참고문헌

Cha HK, Lee SI, Yoon SC, Kim YS, Chun YY, Chang DS and Yang JH. 2007. Maturation and spawning of the Pacific cod, *Gadus macrocephalus* TILESIIUS in East Sea of Korea. J Kor Soc Tech 43(4), 320-329.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2005. Discards in the world's marine fisheries. FAO Technical Paper, 470, 1-131.

KOSIS (Korean Statistical Information System). 2011. <http://kosis.kr>

MOF (Ministry of Ocean and Fisheries). 2007-2011. Fisheries Policy Supporting System. <http://10.184.55.45/sign/index.jsp>.

NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2008. The Report on the examination and research of snow crabs in Kyeongsangbukdo. 1-158.

NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2010a. Ecology and fishing ground of major commercial species in the Korean EEZ. Ye-Moon Publ. 1-405.

NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2010b. The research on the coastal and offshore fisheries in Korea -Kyoungsangbukdo-. 1-327.

NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 2013. The annual report on improvement of fishing quality of coastal and offshore in Korea V-. 1-223.

Park HW. 2013. A study on the risk scoring and risk index for the ecosystem-based fisheries assessment. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, 1-198.

Park HW, Zhang CI, Kwon YJ, Seo YI and Oh TY. 2013. A study on the risk scoring and risk index for the ecosystem-based fisheries assessment. J Kor Soc Tech 49(4), 469-482. (DOI : <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2013.49.4.469>)

Seo YI. 2011. Ecosystem-based stock assessment and fisheries management in the southern sea of Korea. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, 1-168.

Zhang CI. 2006. A study on the ecosystem-based management system for fisheries resources in Korea. J Kor Soc Fish Tech 42(4), 240-258.

Zhang CI, Kim S, Gunderson D, Marasco R, Lee JB, Park HW and Lee JH. 2009. An ecosystem-based fisheries assessment approach for Korean fisheries. Fish Res 100, 26-41. (DOI : 10.1016/j.fishers.2008.12.002)

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. (DOI : 10.3796/KSFT.2010.46.1.032)

Yoon SC. 2014. Characteristics of Korean coastal fisheries and ecosystem-based resource assessment. Ph.D. Thesis, Pukyong National University, Korea. 1-226.

Yoon SC, Zhang CI, Yang JH, Choi KW and Lee DW. 2014. Characteristics of Korean coastal fisheries. J Kor Fish Soc. (Submitted).

2014. 10.21 Received  
 2014. 11.23 Revised  
 2014. 11.27 Accepted