'23년 일본 참치류 RFMO에 따른 관리 방책 요약 보고

※ 본 보고서는 일본의 「국립연구개발법인 수산 연구·교육기구」에서 발간한 2023년도 보고서를 토대로 작성됨.

2024. 03.

한국원양산업협회
해외수산협력센터

Ⅰ 개 요

1. 현재 수산기구의 관리 상황

가. 논의 배경

□ 일반적으로, 수산자원 관리는 과학자가 제공한 자원평가/장래 예측 결과를 바탕으로 관리자(행정부)가 구체적 관리조치를 결정함.

□ 자원평가를 할 때마다 허용어획량 등이 재점검되지만, 평가가 새롭게 시작되면서 결과가 확연하게 변해, 관리조치가 크게 변화될 가능성이 있음.

□ 특히, 국제적 관리는 각국의 할당량에 대한 협상에 엄청난 시간과 노력이 소요되어, 때로는 새로운 조치를 합의할 수 없는 일이 생김

□ 이러한 접근방식은 근시적인 어획 가능량만 측정하기 때문에, 장기적인 비전이 아닌, 단기적인 이익만 추구되어 바람직한 자원관리를 할 수 없다는 의견이 나옴.

나. 관리 전략 (Harvest strategy)의 도입

□ 장기적인 자원관리를 위해, 1990년대부터 자원관리에 대한 예방적 접근방식으로 관리전략(Harvest Strategy)를 도입을 권장 (FAO 1995)

□ 매년 자원평가 방법을 재검토하거나 복잡한 협상을 거치지 않고, 사전 합의를 기초로 허용어획량이 대부분 자동으로 계산됨.

다. 관리 전략의 정의

□ 어획을 관리하기 위한 규칙 (Harvest Control Rule)

□ 자원의 상태를 추정하기 위한 자원평가 방법

○ 자원평가에 쓰이는 데이터 준비까지 포함

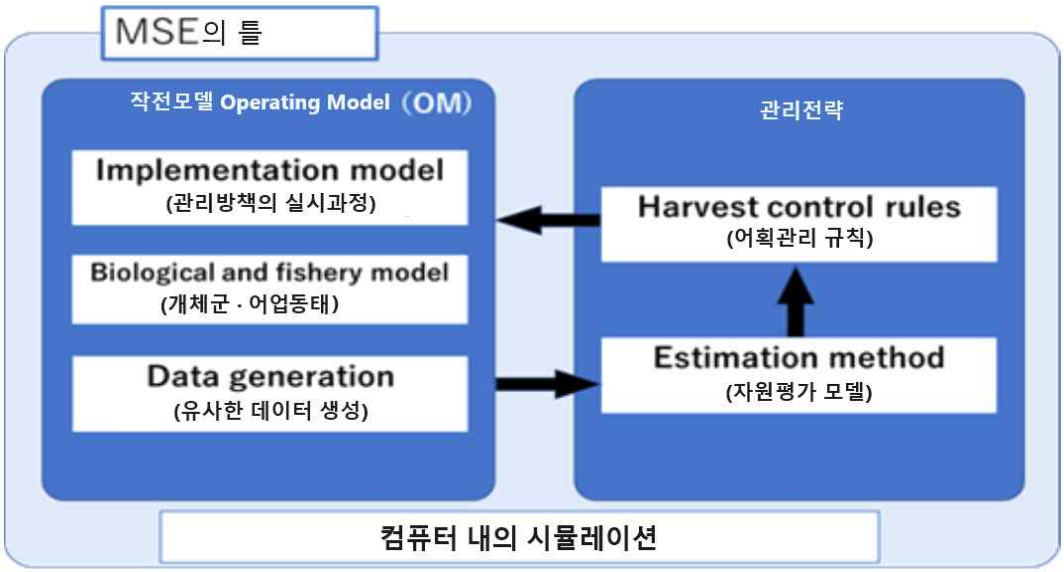


그림 1 MSE, Operating Model, 관리전략의 개념도

Ⅱ 관리 전략의 요소

1. Harvest Control Rule (HCR)

가. 정의

□ 자원상태에 대해, 얼마만큼의 어획을 관리할 것인가에 관한 약속 사항

○ 예: 자원상태가 좋을 때는 유지 가능한 정도의 어획을 진행하고, 자원상태가 나빠졌을 때는 자원이 회복할 수 있게 어획량을 감소한다

나. HCR의 구체적인 예시

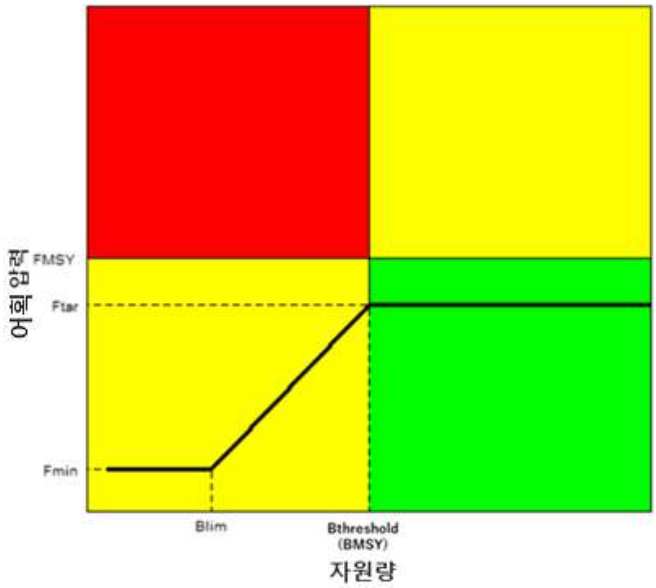


그림 2 HCR의 한 예

□ x축은 자원량, y축은 어획 압력(Fishing Pressure)을 나타냄.

□ 어획압력(Fishing Pressure)은 재고에 있는 어획량당 어획노력으로, 어획사망률을 결정함.

□ $B_{threshold}$는 어획압력이 감소하기 시작할 때의 자원량을 나타내며, 하기의 예시 그래프에서는 B_{MSY}로 나타냈음.

□ 자원량이 $B_{threshold}$보다 클 경우에는 어획압력을 F_{target}으로 유지하지만, 반대로, 자원량이 $B_{threshold}$보다 작을 경우에는 어획압력을 감소시킴.

□ 자원량이 Blimit보다 작으면 어획압력을 F_{min}으로 설정함.

□ 관리기준점(Reference Point)는 HCR의 구체적인 행동기준이 되는 값을 뜻함.

○ 상기의 그래프의 경우, B_{MSY}나, 어획압력이 F_{min}이 되는 자원량 (Blimit) 등이 해당됨.

□ 제한기준점(Limit Reference Point)은 어획압력이 F_{min}이 되는 자원량으로, 보통은 0으로 설정하나, 꼭 그럴 필요는 없음. 주로, LRP 또는 B_{limit}으로 표시됨.

○ 제한기준점은 생물학적인 정보를 바탕으로 정하므로, 그 이하의 자원은 지속성이 좋지 못하다는 뜻이며, 관리전략을 정할 땐 제한기준점을 밑도는 확률을 매우 낮게 책정해야 함.

○ 또한, 자원이 제한기준점 아래에 있을 때는 자원을 신속하게 회복시키는 조치가 도입되어야 함.

□ 목표기준점(Target Reference Point)는 자원의 바람직한 상태를 규정하는 기준점을 나타내며, TRP나 B_{tar}로 표시됨.

○ 목표기준점은 사회경제적 관점을 고려한 뒤, 바람직한 자원의 형태를 규정함.

○ 상기의 그래프에서는 자원상태가 높을 때 어획압력을 F_{target}으로 설정해, 자원을 장기적으로 좋게 유지한다는 의도가 담겨있음.

○ F_{target}이 F_{MSY}보다 낮게 설정되었다면, 장기적으로 자원이 B_{MSY}이상 유지될 것으로 기대됨.

2. 다랑어류 지역수산기구(RFMO)의 관리 기준점

가. 특징

□ RFMO에 따라 접근방식이 다름.

□ 중서부태평양수산위원회(WCPFC)를 제외한 다른 RMFO에서는 기본적으로 B_{MSY}를 목표기준점으로 삼는 한편, WCPFC에서는 B_{MSY}의 근삿값으로 초기 자원의 20%를 한계기준점으로 채택함.

나. 각 기구의 관리기준점

□ 전미열대참치위원회(IATTC)

○ 눈다랑어 및 황다랑어의 제한기준점은 초기자원의 7.7%이며, 목표기준점은 B_{MSY}임.

□ 대서양다랑어보존위원회(ICCAT)

○ 동부자원의 참다랑어 목표기준점은 $B_{0.1}$이며, 서부자원의 참다랑어 목표기준점은 B_{MSY}임.

- $B_{0.1}$은 $F_{0.1}$로 장기적으로 기대되는 자원량임.

○ 날개다랑어는 비자원이긴 하지만, 제한기준점은 B_{MSY}의 40%이며, 목표기준점은 F_{MSY}의 80%임.

□ 인도양참치위원회(IOTC)

○ 가다랑어의 제한기준점은 초기자원의 20%이며, 목표자원량은 초기자원의 40%임.

○ 눈다랑어의 제한기준점은 B_{MSY}의 50%이며, 목표기준점은 B_{MSY}임.

○ 황다랑어의 제한기준점 역시 B_{MSY}의 50%이며, 목표기준점 또한 B_{MSY}임.

○ 날개다랄어의 제한기준점은 B_{MSY}의 40%이며, 목표기준점은 B_{MSY}임.

□ 중서부태평양수산위원회(WCPFC)

○ 가다랑어의 제한기준점은 초기자원의 20%이며, 목표기준점은 2018~2021년간의 자원량과 2012년 노력량의 평균 자원량 사이의 평균값임.

○ 눈다랑어 및 황다랑어의 제한기준점은 초기자원의 20%임.

○ 날개다랑어의 제한기준점 역시 초기자원의 20%이며, 남부자원의 목표기준점은 초기자원의 56%임.

○ 참다랑어의 잠정회복목표는 초기자원의 6.8%이며, 제2의 회복목표는 초기자원의 20%임.

□ 남방참다랑어보존위원회(CCSBT)

○ 참다랑어의 회복목표는 초기자원량의 30%인데, 2035년까지 초기자원의 20% 수준을 70%의 확률로 달성하는 것도 아울러서 필요로 하고 있음.

다. 관리 전략에 편입되는 자원평가와 자료 준비 방법

□ 자원평가가 관리전략의 한 부분으로 포함되는 이유는 자원평가방법을 사전에 고정하기 위함임.

□ 이렇게 자원평가 방법을 정기적으로 개선하는 것을 전제로 하면, 장기적인 규칙을 확립할 수 없으므로, 책정에 있어서 자원평가 방법에 관해 사전에 합의할 필요가 있음.

□ 관리 전략을 움직이기 위해 이용되는 자료 또한, 그 수집 방법 및 분석 방법에 대해서도 합의가 필요함.

□ 이렇게 하면, 미래의 데이터에 관해서도 정해진 규칙에 근거해 자료를 수집, 분석하고 관리 평가에 사용하게 됨.

결론: 관리전략이 정확히 기능하기 위해서는 HCR, 자원평가방법, 자료 수집방법, 이 세가지 요소가 사전에 명확하게 규정되고 합의되어야 함.

III 자원전략의 평가 (Management Strategy Evaluation)

1. 정의

□ 어획 가능성이 거의 자동으로 계산되는 시스템인 관리전략의 성능을 평가.

2. 목적

□ 과학자들뿐만 아니라 행정관을 포함한 이해관계자도 참가하게 해, 관련된 모든 사람의 토론에 근거하여 장기적인 관리전략에 합의하는 장을 마련.

○ 이해관계자에는 어업종사자 또는 환경보호단체 등이 포함됨.

3. MSE의 개념도

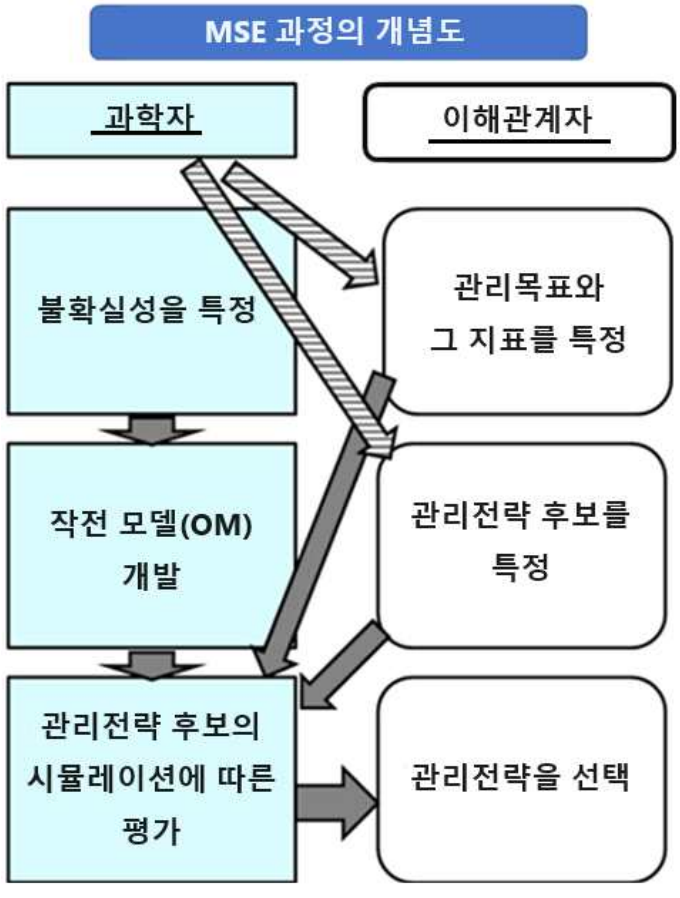


그림 4 MSE로 나아가는 개념도

색이 입혀진 박스는 주로 과학자가 책정하고, 흰 박스는 주로 행정관을 포함한 이해관계자가 책정한다. (Punt et al. 2016) 빗줄의 화살표는 조언을 나타낸다.

가. 이해관계자

□ 우선 이해관계자는 관리의 장기적 비전으로 관리 목표를 정해야함. 이때, ‘허용어획량을 최대화한다’ 같이 막연한 목표여도 상관 없음.

□ 다음, 해당 관리목표를 달성하는 관리전략을 선택하기 위해, 더 구체적인 평가 지표를 설정한뒤, 그 달성상태를 시뮬레이션해 비교함.

○ 이러한 여러 가지 평가지표를 performance indicator, 도는 performance measure라고 부름.

○ 통상, 지속성, 안전성, 생산성, 안정성에 따라 지표가 검토되고, 필요에 따라 추가지표가 더해짐.

□ 이해관계자는 관리전략을 비교할 때, 여러 지표를 보고 결정해야 함.

나. 과학자

□ 관리전략 후보를 평가하기 위한 작전 모델(Operating Model)이라 불리는 자원동태 모델을 준비함.

○ 작전모델은 가상현실임

○ 모델은 실제 어업 자료 등을 사용해 구축한다는 점에서 구조적으로는 자원 평가모델과 같으나, 자료에 가장 부합하는 ‘정답’을 찾는 자원평가모델과는 달리, 불확실한 정보에 관해 선택의 폭을 제공해 ‘정답’이 아닌 복수의 설정 모델을 구축하는 점에서 차이가 있음

○ 1개 이상의 자원평가모델이 필요한 이유는 한 개의 자원평가모델이 틀렸을 경우에도 다른 자원평가모델로 평균값을 이뤄, 불확실한 상태에도 대응할 수 있기 때문임.

□ 시뮬레이션이 가능하게 되고, 이해관계자들이 performance indicator를 합의했다면, 관리전략 후보를 모델에 넣고 시뮬레이션 시험을 진행함.

○ 모델은 가상의 어획데이터를 생성하고, 그 가상 자료를 활용해 관리전략 규칙에 따라 자원평가를 실행함.

○ 그 이후, 어획 규칙을 결정, 그에 따른 어획이 모델에 반영되는 루프가 수십년 분 반복됨.

다. 결과분석 및 관리전략 채택

□ 결과는 performance indicator로 나타나기 때문에, 다수의 관리전략 후보안에서 performance indicator를 배교해 바람직한 관리전략을 선택함.

○ 관리 전략을 비교할 때는 performance indicator가 맞교환 가능하다는 사실을 인식해야함. 예를 들어, 어획을 증가시키는 일과 자원상태를 높게 유지하는 것은 맞교환해야하는 교환관계임.

□ 이해관계자의 입장에 따라 지지하는 관리전략이 다르므로, 여러 가지 사항을 고려해 균형잡힌 관리 전략을 선택하는 것이 중요함.

Ⅲ MSE 그 이후

1. 관리 전략에 기반한 실제 자원관리 실시

□ 관리 전략으로 결정된 규칙을 바탕으로 자료를 수집해서 허용어획량(또는 노력량)을 산출해 적용함.

□ 지속적인 감시가 중요.

□ 혹시 모를 예상 범위 밖에서 문제가 발생했을 경우를 대비하여, 예외 상황과 그 정도에 따라 대응까지 사전에 합의해둬야함.

2. 다랑어류에 따른 관리전략 검토상황의 개요

가. 남방참다랑어보존위원회 (CCBST)

□ 자원평가가 합의되지 않는 등, 국제적인 자원관리가 진전되지 않아, 사태를 타개하기 위해 빨리 MSE를 개발에 몰두함.

□ 2011년 MSE에 의해 평가된 관리전략인 Bali-prodecure가 합의되었고, 이후 이를 바탕으로 허용어획량이 3년에 한 번씩 결정되며, 3번 갱신함.

□ 관리전략 채택으로 국제협상의 원활함을 도모하는 동시에, 자원의 회복 경향이 확인되고 있음.

□ 더구나, 2019년에는 Bali-procedure가 재검토되어, 인풋데이터를 바꿔 새로운 관리전략인 Cape Town Procedure가 채택됨.

□ 2022년에는 이 새로운 관리전략을 기반으로 총허용어획량(TAC)이 갱신되었으나, 그 실시에 관해 위원회가 토론했음에도 아직 합의되지 않고 있음.

나. 전미열대참치위원회 (IATTC)

□ 2016년 열대 다랑어류(눈다랑어, 황다랑어, 가다랑어)를 대상으로 HCR가 채택되었으나, 어디까지나 관리 지침과 같은 형태로, 데이터 수집, 자원평가방법, 또는 TAC의 자동설정까지를 포함한 포괄적인 관리전략이 되고 있지는 않음.

□ 관리조치안을 평가할 시, 사무국이 MSE에 근접한 시뮬레이션을 자주적으로 실시하고 있음.

□ 열대 다랑어류(눈다랑어, 황다랑어, 가다랑어)를 대상으로 MSE 작업이 진전 중.

다. 대서양다랑어보존위원회 (ICCAT)

□ 2017년에 MSE를 바탕으로 북대서양날개다랑어의 HCR가 채택되어 (데이터 수집, 자원평가방법까지 포함한 포관적인 관리전략은 아님), 2020년에 이 HCR을 바탕으로 산출된 2021년의 TAC이 합의되었음. 2021년에는 HCR을 발전하는 형태로 포괄적인 관리전략이 책정되었음.

□ 이 밖에도 대서양참다랑어, 북대서양황새치에 관한 MSE작업도 진행되고 있음. 대서양참다랑어에 관해서는 2계군의 혼합모델이라는 매우 복잡한 OM 구축에 시간이 걸렸지만, 2022년에 자원량지수를 바탕으로 한 동서 해역의 TAC를 산출하는 관리전략이 합의되어, 2023년 TAC부터 적용되고 있음.

□ 열대다랑어어업에 관해서도 MSE 실시가 결정되었고, 서부 대서양 가다랑어 MSE와 3종의 다어종(多魚種) MSE검토가 병행하여 전진 중.

□ MSE실시나 어획 관리규칙 개발의 기본방침에 관한 보존관리 조치가 채택 완료.

라. 인도양참치위원회 (IOTC)

□ 가다랑어에 관해서는 2016년 HCR이 채택되었으나, 이것은 MSE를 완성한 관리정책으로 사료되지 않음. MSE를 바탕으로 한 관리전략을 개발하기 위해 작업 진행 중.

□ 날개다랑어, 눈다랑어, 황다랑어, 황새치에 관해서도 MSE 작업이 진행 중이고, 눈다랑어에 관해서는 2021년 관리방식(MP)가 채택되었음.

□ 2016년, 관리전략기술 소위원회의 설립이 합의됨.

마. 중서부태평양수산위원회 (WCPFC)

□ 관리전략 기본방침에 관한 보존관리 조치를 2014년에 채택.

□ 2022년, 가다랑어 관리전략이 채택됨.

□ 북태평양 날개다랑어에 관해서는 MSE에 따른 관리전략 개발이 진행되고 있고, 이때까지는 수많은 이해관계자와의 의견교환을 이행하면서 토론을 진행, 이를 바탕으로 2022년 Harvest Strategy가 개정됨.

□ 태평양참다랑어에 관해서는 2025년까지 MSE를 완성할 것이 요구되고 있음.

(붙임) 1. 참치류 RFMO에 따른 관리 방책 (설명) 번역본

참치류 RFMO에 따른 관리 방책 (설명)

— 어업자원의 ‘관리전략’이란. 그리고 그 평가방법인 MSE에 대하여—

관리전략(Harvest strategy)란

수산자원의 관리는 과학자가 제공한 자원평가나 장래 예측 결과를 바탕으로, 관리자(행정부)가 어획 가능량 등의 구체적 관리조치를 결정하는 게 일반적이다. 그럴 경우, 자원평가를 할 때마다 허용어획량 등이 재점검되지만, 여기서 문제는 자원평가가 새롭게 실시되면서 결과가 그 전과 확연하게 변하거나, 관리조치에 큰 변경을 가해지는 것이다. 특히, 국제적 관리는 자원평가를 할 때마다 각국의 어획 가능량의 할당에 대한 협상에 엄청난 시간과 노력이 소요되어, 때에 따라 새로운 조치를 합의할 수 없는 일이 생긴다.

게다가 더 큰 문제는 이러한 접근방식으로는 결정되는 것은 불과 몇 년 후의 어획 가능량인 경우가 많아서 자원관리 방법의 장기적인 비전 등으로 고려할 수 없고, 나아가 단기적인 이익만 추구되어 장기적으로 바람직한 자원관리를 달성하지 못할 우려가 있다.

이렇듯, 이전부터 지금까지의 자원관리 과제에 대응하기 위해, 1990년대부터 번성한 자원관리에 관한 예방적 접근방식은 자원관리에 있어서 ‘관리전략(Harvest Stretegy)’의 도입을 권장하고 있다. (FAO 1995) 관리전략이라는 단어는 여러 뜻으로 해석할 수 있는데, ①어획을 관리하기 위한 어획관리 규칙 (Harvest Control Rule : HCR)과 ②자원상태를 추정하기 위한 자원평가방법(자원평가에 쓰이는 데이터 준비까지 포함)이라는 2가지 의미가 함께 사용된다.[1] [그림 1]

[1] 관리전략에 관한 용어 통일은 국제적으로도 제대로 이루어지지 않고 있다. 여기서는 관리전략(management strategy)를 harvest strategy나 management procedure(관리방식)와 같은 뜻으로 처리하나, management strategy나 harvest strategy는 관리의 방침이나 모니터링 전략 등도 포함한 management procedure보다 포괄적인 개념으로서 처리되는 일도 있음 (예: WCPFC)

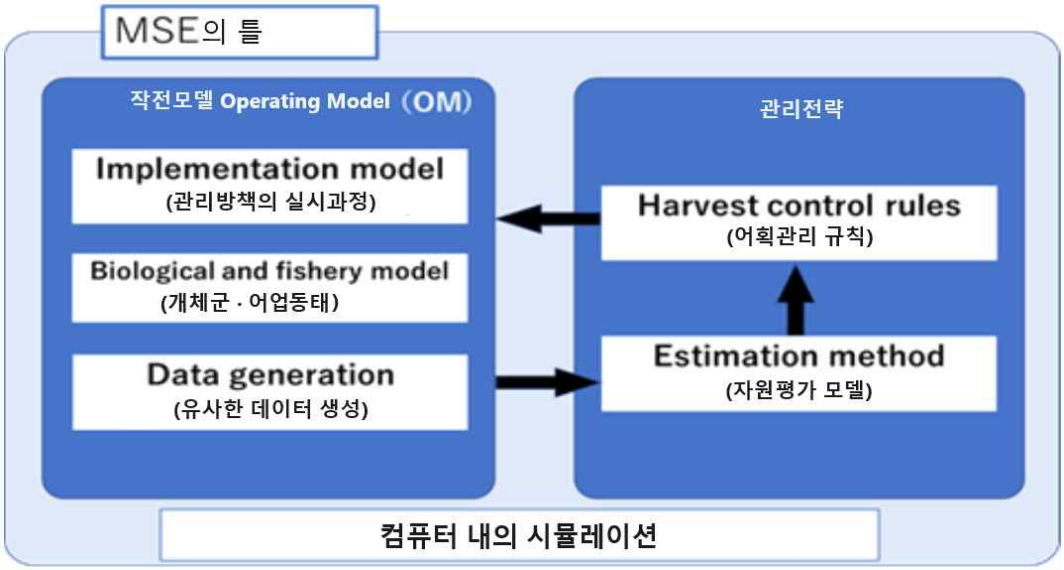


그림 5 MSE, OM(후술참조), 관리전략의 개념도

이러한 요소를 포함하는 관리전략이 사전에 합의되면, 연도별 결정 사항에 관해서는 사전에 결정된 규칙을 바탕으로 자료를 수집하고 자원평가 모델에 도입하여, 자원평가를 시행하고 어획 관리규칙에 따른 구체적인 관리 조치(예 : 허용어획량)이 도출된다. 즉, 매년 자원평가 방법을 재검토하거나 복잡한 협상을 거치지 않고, 사전 합의를 기초로 허용어획량이 대부분 자동으로 계산되는 것이다. 그리고, 이렇게 장기간 적용되는 관리전략을 토론하기 위해서는 '자원을 얼마만큼 관리하고 싶은가?' 라는 장기적인 비전을 꼭 명확하게 할 필요가 있다. 이러한 장기적인 자원관리의 비전은 '관리목표' 라고 불리며, 관리자를 포함한 이해관계자는 관리전략 검토할 때, 우선 이걸 적용할 필요가 있다. 이건 그 어업, 또는 자원을 얼마나 관리하고 싶은가에 대한 본연의 모양새를 규정하는 것이다.

다음으로는, 관리전략 요소에 관해 자세히 설명하겠다. [그림 1] 우선, 어획을 관리하기 위한 HCR이 있는데, 이는 자원상태에 응해서 어획을 얼마만큼 관리할 것인가에 관해 약속한 사항이다. 예를 들어, 자원상태가 좋을 때는 그걸 유지할 수 있을 정도의 어획을 진행하고, 지원이 나빠졌을 시에는 자원이 회복할 수 있게 어획량을 감소하는 등의 규칙을 자원상태 전부에 대응하여 미리 정해놓는다. 그것을 구체적으로 가리킨 예가 <그림 2>가 된다. 이 예에서는 가로축이 자원량, 세로축이 어획압력을 나타내고 있으나, 이 HCR에 따르면, 자원량이 $B_{threshold}$(어획압력이 감소하기 시작하는 자원량. 이 경우엔 B_{MSY})를 웃돌 때는 어획압력을 F_{target}으로 유지하나, $B_{threshold}$를 밑돌 때는 어획압력을 감소시키고, 자원량이 B_{limit}을 밑돌 때는 자원압력을 F_{min}으로 한다. HCR에 있어서 구체적인 행동 기준이 되는 값을 '관리기준점(reference point)' 라고 부른다. <그림 2>의 경우, $B_{threshold}$(이 그림에서는 B_{MSY}가 된다)나 어획압력이 F_{min}이 되는 자원량 (B_{limit}) 등이 해당한다.

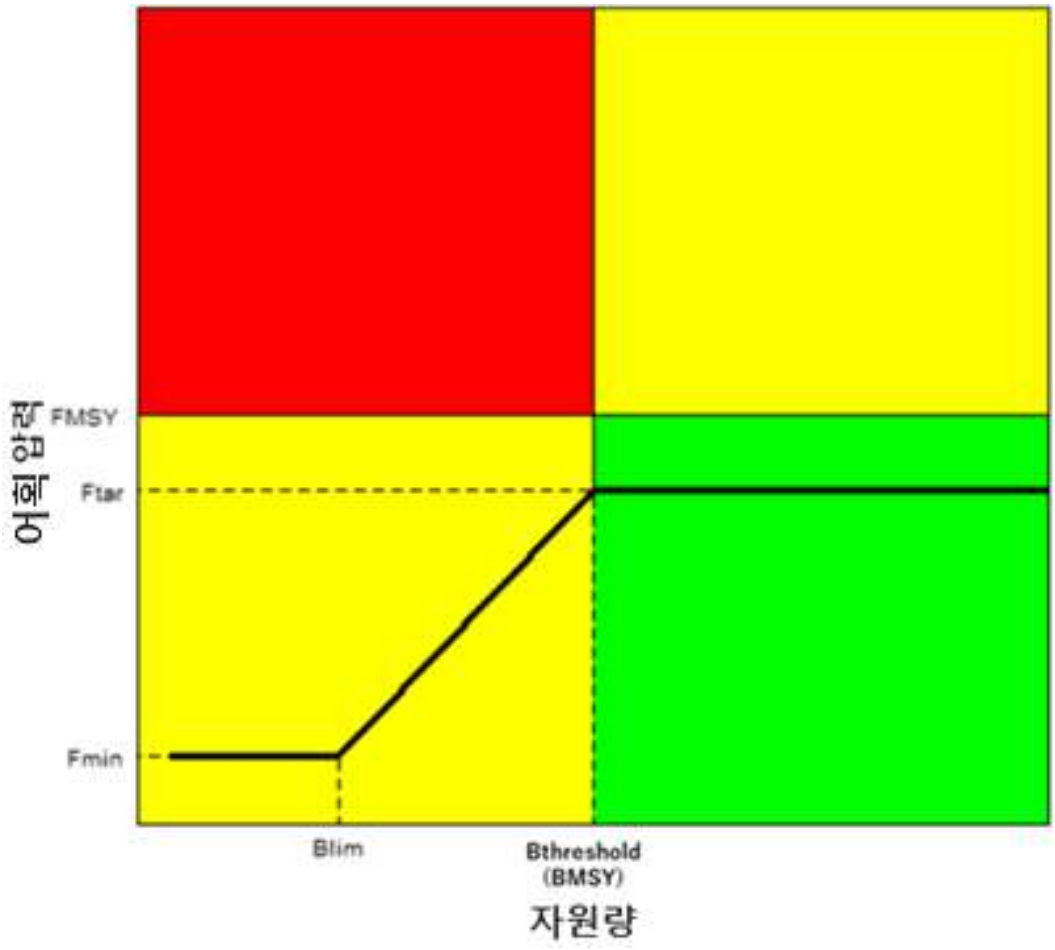


그림 6 HCR의 한 예

자원량이 $B_{threshold}$를 웃돌고 있는 경우는 어획 압력을 F_{target}으로 유지하지만, $B_{threshold}$를 밑돌 때는 어획 압력을 삭감해 나가고, 자원량이 B_{limit}을 밑돌 때는 어획 압력을 F_{min}으로 한다.

어획압력이 F_{min}이 되는 자원량(F_{min}이 0으로 설정된 경우가 많으나, 반드시 0으로 해놓을 필요는 없음)은 제한기준점(Limit Reference Point)이라고 부르며, LRP나 B_{limit}으로 지표된다. (일본에서 새로운 자원관리에서는 B_{ban}에 상응함. 또한 일본의 B_{ban}은 어획압력이 0이 됨.[2]) 제한기준점은 생물학적인 정보를 기반으로 정했으므로, 이걸 밑도는 자원은 지속성이 바람직하지 않다고 여겨져야 하며, 관리전략을 정할 땐 이것을 밑도는 확률을 '매우 낮게' 해야 바람직하다고 여겨진다. 게다가, 제한기준점을 밑돌 때는 자원을 신속하게 회복시키는 조치가 도입되어야만 한다.

한편, 자원의 바람직한 상태를 규정하는 것이 목표기준점(Target Reference Point)이다. 여기서는 TRP나 B_{tar}로 표시되었다. 제한기준점이 기본적으로 생물학적인 정보를 기반으로 정해진 것에 반해, 목표기준점은 사회경제적 관점을 고려한 뒤, 바람직한 자원의 형태를 규정하는 것으로, 예를 들어 '바람직한 어획효율을 얻

을 수 있는 자원 레벨’ 또는, ‘자원의 지속성에 근심이 생기지 않는 레벨’ 등으로 여겨진다. <그림 2>에서는 자원상태가 높을 때는 어획압력을 F_{target}으로 설정해, 자원을 장기적으로 바람직한 상태로 유지한다는 의도가 담겨있다. F_{target}이 F_{MSY}보다 낮게 설정되었다면, 장기적으로 자원은 평균적으로 B_{MSY}이상 유지될 것으로 기대된다.

이러한 구체적인 관리기준점은 어종과 같이 과학적 정보를 바탕으로 관계자들이 토론해서 결정한다. (하기의 관리전략평가(MSE)의 조항 참조) 목표기준점도 한계기준점도 자원량(그림 2의 가로축)을 정하는 것도, 자원압력(그림 2의 세로축)을 정하는 것도 가능하고, 다른 지표로는, 예를 들어, CPUE(단위노력당 어획량)등을 바탕으로 HCR을 규정하는 것도 가능하다. 즉, 여러 형태의 HCR이 가능하다.

[2] 관리기준점의 정의는 국제적으로 통일되어 있지 않다. 예를 들어, 어획압력의 감소가 LRP를 밑도는 지점에서부터 도입하는 때도 있다. 따라서, 관리기준점의 값만이 아닌, HCR 안에서 어떻게 자리매김하고 있는지를 확인하는 것이 중요하다.

현재 지역수산기구(RFMO)에 관한 다랑어류에서 채택된 관리기준점은 아래와 같다. [표 1] RFMO에 따라 접근방식이 다르다는 것도 알아둬야 한다. 중서부태평양수산위원회(WCPFC)를 제외한 다른 RMFO에서는 기본적으로 B_{MSY}를 목표기준점으로 삼는 한편, WCPFC에서는 B_{MSY}의 근삿값으로 초기자원의 20%를 한계기준점으로 여태까지 채택하고 있다.

다음으로, 관리전략에 편입되는 자원평가와 거기서 이용되는 데이터 준비 방법에 관해 기술하겠다. 관리전략에 의해 구체적인 관리조치를 정할 때는 당연히 자원상태에 관한 정보가 이용되지만, 자원평가가 관리전략의 한 부분으로 포함되는 이유는 자원평가방법을 사전에 고정하기 위함이다. 보편적으로, 자원평가를 시행하는 대부분은 그때마다의 개선 가능성을 모색하기 위함이고, 결과적으로 자원평가 방법을 바꿔 그 결과도 변동되게 된다. 그렇지만, 장기적인 관리를 결정하는 관리전략은 자원평가 방법을 정기적으로 개선하는 것을 전제로 하면 장기적인 규칙을 확립할 수 없기 때문에, 책정에 있어서 자원평가 방법에 관해 사전에 합의할 필요가 있다. 또한, 관리전략을 움직이기 위해 이용되는 데이터에 관해서도 마찬가지로 수집 방법 및 분석 방법에 대해 합의할 필요가 있다. (혹은 남방참다랑어보존위원회(CCSBT)에서 이용되는 관리방식처럼 수집된 데이터에서부터 관리평가를 거치지 않고, 간단한 계산 규칙을 기본으로 허용어획량을 계산하는 방법도 있음) 이렇게 하면, 미래의 데이터에 관해서도 정해진 규칙에 근거해 데이터를 수집, 분석하고, 관리평가에 사용하게 된다. 관리전략이 정확히 기능하기 위해서는 이 3가지 요소(HCR, 자원평가방법, 데이터수집방법)가 사전에 명확하게 규정되고 합의되어야만 한다.

표 1. 기역수산기구(RFMO)별 채택된 관리기준점

	가다랑어	눈다랑어	황다랑어	날개다랑어	참다랑어
IATTC	-	LRP : 초기자원의 7.7% TRP : B_{MSY}	LRP : 초기자원의 7.7% TRP : B_{MSY}	-	-
ICCAT	-	-	-	(비자원) LRP : B_{MSY}의 40% TRP : F_{MSY}의 80%	TRP : $B_{0.1}$*(동부자원) TRP : B_{MSY}(서부자원)
IOTC	LRP : 초기자원의 20% TRP : 초기자원의 40%	LRP : B_{MSY}의 50% TRP : B_{MSY}	LRP : B_{MSY}의 50% TRP : B_{MSY}	LRP : B_{MSY}의 40% TRP : B_{MSY}	-
WCPFC	LRP : 초기자원의 20% TRP : 2018-2021의 자원량과 2012년의 노력량의 평균자원량 사이의 평균	LRP : 초기자원의 20%	LRP: 초기자원의 20%	LRP : 초기자원의 20% TRP(남부자원) : 초기자원의 56%	잠정회복목표 : 초기자원의 6.8% 제2화복목표 : 초기자원의 20%
CCSBT	-	-	-	-	회복목표 : 초기자원량의 30%**

* $B_{0.1}$은 $F_{0.1}$로 장기적으로 기대되는 자원량

** 2035년까지 초기자원의 20% 수준을 70%의 확률로 달성하는 것도 아울러서 필요함

자원전략의 평가 (MSE)

그렇지만, 자원전략이 어느 정도 장기적으로 어업관리를 규정하며, 여기에 합의한다는 것은, 비유하자면, 어획가능성이 거의 자동으로 계산되는 '자동 조종시스템'에 합의하는 것과 같다. 당연하게도, 이렇게 장기간으로 사용될 자동 조정시스템에 관해서는 그 시스템이 제대로 기능하는지를 확인할 필요가 있다. 이 관리전략의 성능평가를 위한 과정을 '관리전략평가 (Management Strategy Evaluation: MSE)'라고 부른다. [그림 1] 자동차의 자동 조정시스템으로 치자면, 직선도로에서 가능할 뿐만 아니라, 다양한 교통사정이나 예상치 못한 사태에도 대응할 수 있는 것이 중요한 것과 마찬가지로, MSE에서는 관리전략이 대상자원으로 상정되는 다양한 상황(불확실성)에서도 제대로 기능하는 것을 관리전략이 실행되기 전에 확인하는 것이 중요하다. 구체적으로 말하자면, 다수의 관리전략 후보를 여러 상황에서 시뮬레이션 시험을 해서, 더 가능성이 큰 관리정책을 선택하는 것이다. 더해서, MSE의 또 한 가지 중요한 목적은 그 과정이 과학자들만이 아니라 행정관을 포함한 이해관계자도 참가하게 해, 관련된 모든 사람의 토론에 근거하여 장기적인 관리전략을 합의하는 '합의의 장'을 제공하는 것이다. (Punt et al. 2016) 이해관계자에는 어업종사자나 환경보호단체 등이 포함된다.

MSE는 복잡하고 시간이 오래 걸리는 과정이며 (대서양참다랑어의 경우에는 10년 이상), 이에 참가하는 과학자 및 이해관계자(행정관 포함)는 그들만의 중요한 역할이 있다. [그림 3]

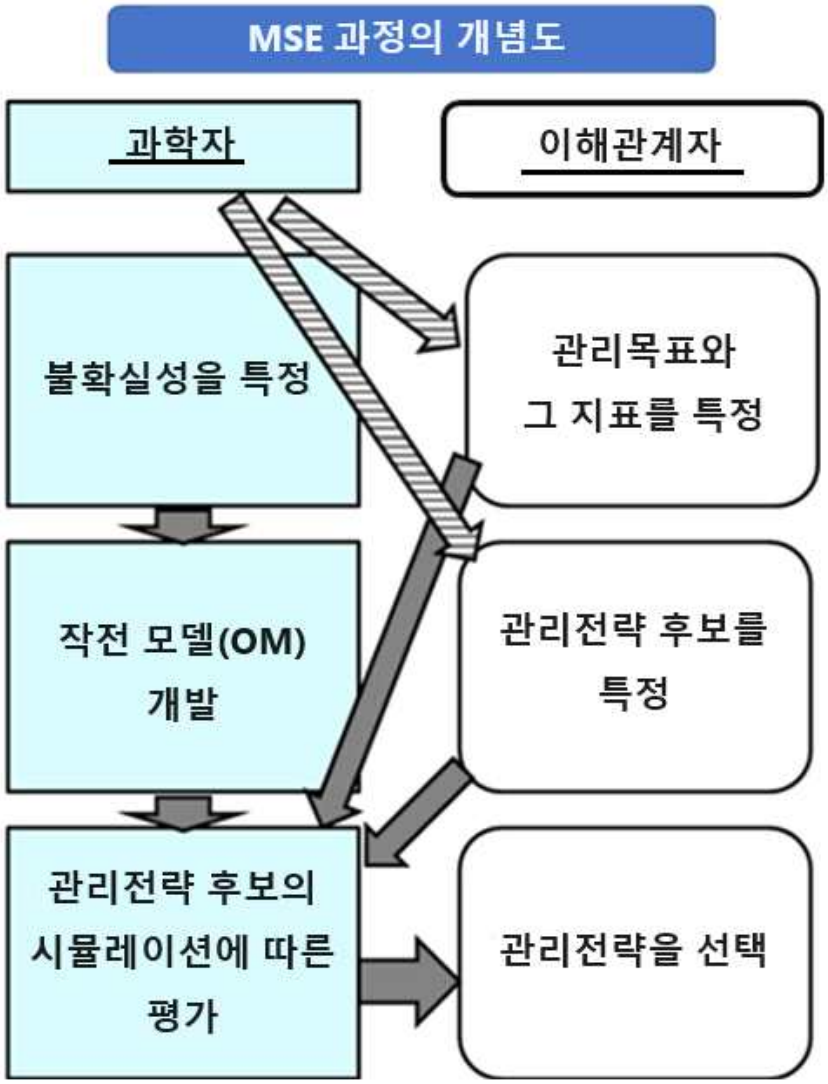


그림 7 MSE로 나아가는 개념도

색이 입혀진 박스는 주로 과학자가 책정하고, 흰 박스는 주로 행정관을 포함한 이해관계자가 책정한다. (Punt et al. 2016) 빗줄의 화살표는 조언을 나타낸다.

이해관계자는 먼저 위의 위 그림과 관련된 관리의 장기적 비전으로서 관리목표를 정할 필요가 있다. 이 단계에서는 '미래에 미치는 지속생산을 가장 크게 유지하다,' '허용어획량을 최대화한다' 처럼 막연해도 상관없다. 다음으로, 이 관리목표를 달성하는 관리전략을 선택하기 위해, 더 구체적인 평가를 위한 지표를 설정한 뒤, 그 달성 상태를 시뮬레이션해서 비교하게 된다. 이 여러 가지 관리전략 평가지표를 performance indicator, 또는 performance measure라고 부르며, 통상, 지속성(예 : 자원상태), 안전성(예 : 제한기준점을 밑도는 확률), 생산성(예 : 어획량), 안정성(예 : 어획량의 변동)에 따라 지표가 검토되고, 필요에 따라 추가지표가 더해진다(아래에 상세 설명). 관리전략을

비교할 때, 여러 지표를 보고 관리전략을 결정하는 것이 이해관계자다.

반면, 과학자는 관리전략 후보를 평가하기 위해 가상현실인 작전 모델(Operating Model : OM)이라 불리는 자원 동태 모델을 준비한다. [그림 1 및 3] 이것은 실제의 어업 데이터 등을 사용해 모델을 구축한 점에서 구조적으로는 자원평가모델과 같으나, 데이터에 가장 부합하는 '정답'을 찾는 자원평가모델과는 달리, 불확실한 정보에 관해 굳이 선택의 폭을 제공함으로써 '정답'이 아닌 가능성 있는 복수의 설정 모델을 구축하는 점에서 차이가 있다. (예 : 그림 4)

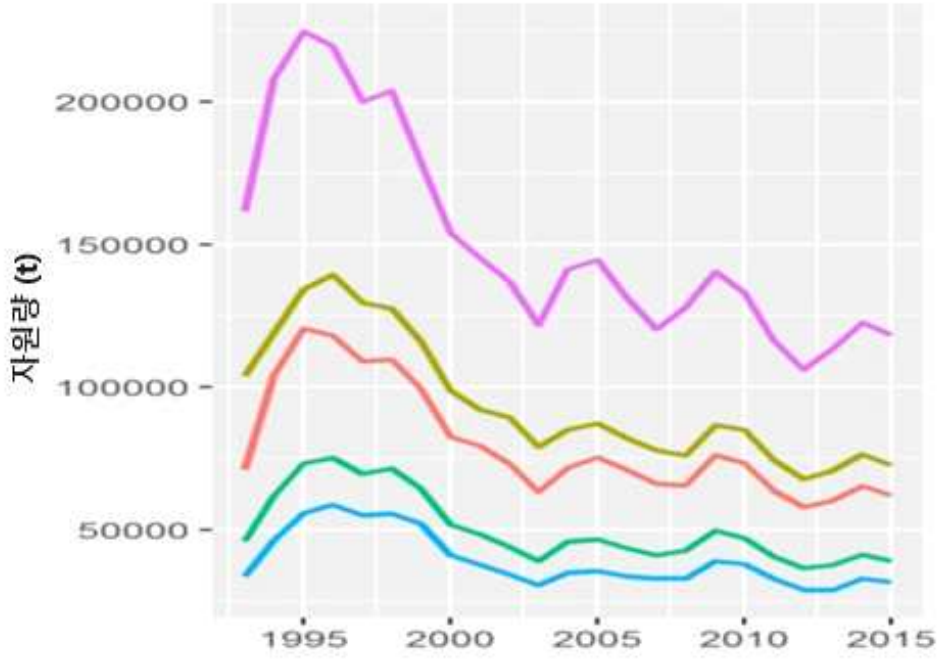


그림 8 북태평양날개다랑어의 MSE를 사용한 5개의 OM에 따른 과거 자원량 추정값의 추이

현재의 자원평가모델은 빨간 라인이지만, 불확실성이 입력된 설정으로 변화한 나머지 4개의 모델(빨강 제외)도 이용한다. (Tommasi and Teo 2019)

이것을 OM의 조건붙임(Conditioning)이라고 부른다. 즉, 1개의 자원평가모델만 존재하면, 그 모델이 틀렸을 때 그 모델로 평가된 자원전략도 실패할 우려가 있으나, 가능성이 있는 다수의 모델을 통해 평가하면, 불확실한 상태에 대응할 수 있는 견고한 관리전략을 고르는 것이 가능하다고 사료된다. 따라서, OM을 구축할 때는 고려해둔 불확실성을 정확히 입력한 복수의 모델 설정을 구축하는 것이 중요하다. 예를 들어, CCSBT에서는 불확실성을 입력하기 위해, 432개로 설정된 OM을 사용해서 관리전략을 평가하고 있다.

과학자에 의해 현실 자원 동태의 가능성을 충분히 재현할 수 있고, 성능이 좋은 OM이 구축되어, performance indicator가 이해관계자들에 의해 합의되었다면, 관리전략 후보를

OM에 넣고 시뮬레이션 시험을 진행하는 것이다. [그림 1 및 3] OM은 가상의 어획 데이터를 생성해서 그 가상 데이터를 사용해 관리전략 규칙에 따라 자원평가를 실행하여, 그 이후의 어획 규칙을 결정, 그에 따른 어획이 OM에 반영되는 시뮬레이션 루프가 수십 년분 반복된다. [그림 1] 그리고 그 결과가 performance indicator로 나오기 때문에, 복수의 관리전략후보 안에서 performance indicator를 비교해 바람직한 관리전략을 선택하는 것이다.

관리전략을 비교할 때는 performance indicator가 교환(trade off) 가능하다는 사실을 인식하는 것이 중요하다. 예를 들어, 어획을 증가시키는 일과 자원상태를 높은 상태로 유지하는 것은 당연한 일임과 동시에 교환관계이기도 하다. 어떤 지표가 더 중요한가는 이해관계자 간에도 입장에따라 다르다. 따라서, 같은 시뮬레이션 결과를 보더라도 어떤 관리전략을 선호하는지는 이해관계자라고 다 같지는 않다. 여기서 모든 이해관계자가 수용한 타당한 레벨의 이러저러한 교환 균형을 관리전략 시뮬레이션의 일정한 지표 결과 비교를 통해서 찾아야 한다. (예 : 그림 5) MSE의 가장 유용한 점 중 하나는 목표가 다른 각각의 이해관계자가 MSE를 통해서 투명성을 확보한 채 컨센서스(consensus)를 가지고 관리전략을 선택할 수 있다는 것이다.

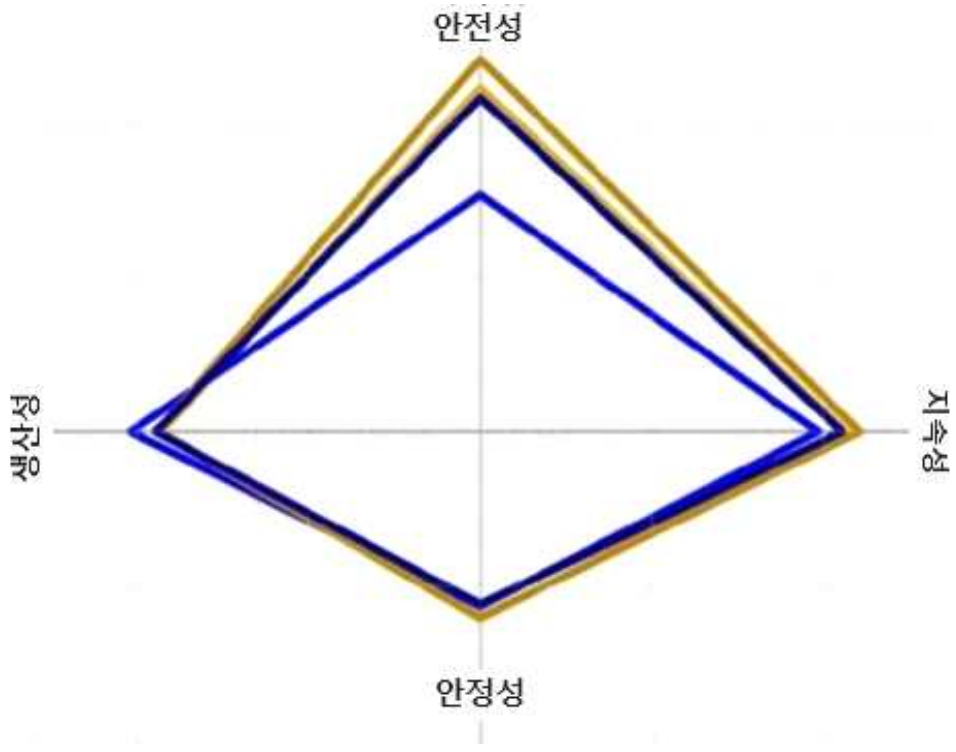


그림 9 관리전략 후보를 비교하기위한 MSE 아웃라인의 한 예

여기서는 3개의 관리전략 후보마다 4개의 평가축에 관한 성과를 나타내고 있다. (ICCAT 2019) 이처럼 결과를 바탕으로 이해관계자 간에 바람직한 관리전략을 토론한다.

게다가, MSE과정은 1회 한정이 아니다. 한번 과학자가 관리전략 시뮬레이션 결과를 보여줬다 하더라도, 최종적으로 합의에 이르기 전까지는 그 전략을 근거로 여러 수정을 더한 뒤에 한 번 더 시뮬레이션을 시행해 결과를 평가하는 것을 되풀이하는 일도 많다. 그리고, 이러한 MSE과정은 이해관계자가 정확히 관여되어 관계자 전원의 양해하에 장기적인 '자동조종' 규칙에 합의하는 것이 핵심적으로 중요하다. 또한, MSE에 따른 관리전략의 검토는 항상 잘 이뤄지는 것이 아니다. 예를 들어, 데이터가 자원실태를 전부 포착하고 있지 않다면, 데이터에 기반한 OM을 구축해서 관리전략을 평가해도 현실에서는 기능을 제대로 하지 못하는 관리전략이 될 가능성이 있고, 불확실성이 너무 많은 설정일 경우에는 관리전략이 불필요하게 보수적(산출되는 어획량이 적음)으로 될 가능성도 있다.

MSE 그 이후 (관리전략의 실시)

MSE를 통해서 관리전략이 합의되었다면, 그걸 기반으로 실제 자원관리가 들어간다. 관리전략으로 결정된 규칙을 바탕으로 데이터를 수집해서, 허용어획량(또는 노력량)을 산출해 적용한다. 여기서부터는 적용된 관리전략이 예상했던 대로 적절히 기능하는지를 검토해 나아가는 것이 중요하다. 보편적으로, 자원량이나 어업지표 등을 모니터링 해야하기 때문에 관리전략이 적절히 기능을 하는가 계속 감시해 나아가야 한다.

모니터링 결과, 어떠한 지표가 예상 범위 안에서 크게 벗어난 값을 나타낼 때는 관리전략 실시, 또는 예상한 안의 범위에 무언가 문제가 발생하지 않았는가를 한층 더 검토할 필요가 있다. 이렇듯, 예상에서 벗어나는 사태를 '예외 상황'이라 부르며, 그때 이행해야 할 행동은 MSE를 통한 관리전략 개발 시에 미리 정해둘 필요가 있다. 예를 들어, 어느 지표가 예상 범위를 빗나간 경우, 또는 관리전략이 사용될 예정이었던 데이터수집이 되지 못한 경우 등, 구체적인 '예외 상황'과 그 정도에 따라 대응까지 사전에 합의해두는 것이 요구된다.

게다가, 관리전략이 순조롭게 기능하고 있다고 생각될 때도 정기적으로 관리전략을 재검토하는 것이 필요하다. (예 : CCBST의 경우에는 6년에 1번) 관리전략은 장기적인 시뮬레이션을 바탕으로 한 자원관리 규칙이지만, 완성된 후에도 정기적인 점검과 유지가 중요하다.

다랑어류에 따른 관리전략 검토상황의 개요

다랑어류의 자원관리를 이행하는 RFMO에서는 MSE를 사용한 관리전략 검토가 적극적으로 진행되고 있다. (Nakatsuka 2017) 아래는 다랑어류 지역수산관리기구 간에 따른 관리전략 검토상태를 간단히 줄인 것이다.

(1) 남방참다랑어보존위원회 (CCBST)

- 자원평가가 합의되지 않는 등, 국제적인 자원관리가 진전되지 않아, 사태를 타개하기 위해 빨리 MSE를 개발에 몰두함. 2011년 MSE에 의해 평가된 관리전략인 Bali-prodecure가 합의되었고, 이후 이를 바탕으로 허용어획량이 3년에 한 번씩 결정되며, 3번 갱신함. 관리전략 채택으로 국제협상의 원활함을 도모하는 동시에, 자원의 회복 경향이 확인되고 있음. 더구나, 2019년에는 Bali-procedure가 재검토되어, 인풋데이터를 바꿔 새로운 관리전략인 Cape Town Procedure가 채택됨. 2022년에는 이 새로운 관리전략을 기반으로 총허용어획량(TAC)이 갱신되었으나, 그 실시에 관해 위원회가 토론했음에도 아직 합의되지 않고 있음.

(2) 전미열대참치위원회 (IATTC)

- 2016년 열대 다랑어류(눈다랑어, 황다랑어, 가다랑어)를 대상으로 HCR가 채택되었으나, 어디까지나 관리 지침과 같은 형태로, 데이터 수집, 자원평가방법, 또는 TAC의 자동설정까지를 포함한 포괄적인 관리전략이 되고 있지는 않음.
- 관리조치안을 평가할 시, 사무국이 MSE에 근접한 시뮬레이션을 자주적으로 실시하고 있음.
- 열대 다랑어류(눈다랑어, 황다랑어, 가다랑어)를 대상으로 MSE 작업이 진전 중.

(3) 대서양다랑어보존위원회 (ICCAT)

- 2017년에 MSE를 바탕으로 북대서양날개다랑어의 HCR가 채택되어 (데이터 수집, 자원평가방법까지 포함한 포관적인 관리전략은 아님), 2020년에 이 HCR을 바탕으로 산출된 2021년의 TAC이 합의되었음. 2021년에는 HCR을 발전하는 형태로 포괄적인 관리전략이 책정되었음.
- 이 밖에도 대서양참다랑어, 북대서양황새치에 관한 MSE작업도 진행되고 있음. 대서양참다랑어에 관해서는 2계군의 혼합모델이라는 매우 복잡한 OM 구축에 시간이 걸렸지만, 2022년에 자원량지수를 바탕으로 한 동서 해역의 TAC를 산출하는 관리전략이 합의되어, 2023년 TAC부터 적용되고 있음.
- 열대다랑어어업에 관해서도 MSE 실시가 결정되었고, 서부 대서양 가다랑어 MSE와 3종의 다어종(多魚種) MSE검토가 병행하여 전진 중.
- MSE실시나 어획 관리규칙 개발의 기본방침에 관한 보존관리 조치가 채택 완료.

(4) 인도양참치위원회 (IOTC)

- 가다랑어에 관해서는 2016년 HCR이 채택되었으나, 이것은 MSE를 완성한 관리정책으로 사료되지 않음. MSE를 바탕으로 한 관리전략을 개발하기 위해 작업 진행 중.
- 날개다랑어, 눈다랑어, 황다랑어, 황새치에 관해서도 MSE 작업이 진행 중이고, 눈다랑어에 관해서는 2021년 관리방식(MP)가 채택되었음.
- 2016년, 관리전략기술 소위원회의 설립이 합의됨.

(5) 중서부태평양수산위원회 (WCPFC)

- 관리전략 기본방침에 관한 보존관리 조치를 2014년에 채택.
- 2022년, 가다랑어 관리전략이 채택됨.
- 북태평양 날개다랑어에 관해서는 MSE에 따른 관리전략 개발이 진행되고 있고, 이때까지는 수많은 이해관계자와의 의견교환을 이행하면서 토론을 진행, 이를 바탕으로 2022년 Harvest Strategy가 개정됨.
- 태평양참다랑어에 관해서는 2025년까지 MSE를 완성할 것이 요구되고 있음.

지금까지 살펴본 바와 같이, MSE를 통한 관리전략 책정은 복잡하고 시간이 소요되는 과정이다. 또, 어떠한 자원으로도 MSE 개발이 다 가능하지 않다. 그리고, 복잡한 과학적 작업과 이해관계자의 다양한 요구에 응하는 기초가 되는 충분한 데이터의 존재가 전제되어야 한다. 이처럼, MSE를 통한 관리전략 책정을 RFMO라는 복잡한 국제협상의 장에서 달성하는 것은 간단하지 않다. (Nakatsuka 2017) CCSBT 등 성공적인 예도 존재하나, ICCAT의 대서양참다랑어 MSE처럼 개시까지 10년이상이 지나서야 겨우 합의가 이뤄지는 일도 있다. RFMO의 MSE에서는 어업이나 이해관계자의 복잡함, 의사결정 기관(위원회)과 과학자들 간 의견 소통의 구조적 어려움. 장기적 관리전략에 동의하는 것에 관한 협상담당자의 망설임, MSE 개발 중, 통상적으로 자원평가에 할애하는 시간・노력 등의 삭감 등, MSE 그 자체의 어려움과 더불어 국제적 협상 특유의 과제가 추가되었다. 기본적으로, MSE를 기반으로 한 관리전략을 책정하는 것은 바람직한 자원관리이며, 이후 국제적으로도 이를 요구하는 목소리가 강하게 나올 것으로 예상된다. 실제로 각 RFMO에서 그 대처가 진행되고 있으나, 향후 RFMO에서 MSE에 기반한 관리전략이 계속하여 채택될 것인가를 예측하기엔 어려운 상황이다.

집필자

수산자원연구소 수산자원연구센터 광역성자원부 나카츠카 슈야

참고자료

- FAO.1995.CodeofConductforResponsibleFisheries. http://www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.htm（20 22年 12月 5日）
- ICCAT.2019.Reportofthe2019IntersessionalMeetingo fTheICCATBluefinTunaSpeciesGroup. https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2019/REPORTS/2019_BFT_ENG.pdf（2022年12月5日）
- Nakatsuka,S.2017.Managementstrategyevaluationinr egionalfisheriesmanagementorganizations-Howtop romoterobustfisheriesmanagementininternationalse ttings.Fish.Res.,187:127-138.
- Punt,A.E.,Butterworth,D.S.,deMoor,C.L.,deOliveira,J. A.A.,andHaddon,M.2016.Managementstrategyevalu ation:bestpractices.FishFish.,17:303-334.
- Tommasi,D.,andTeo,S.L.H.2019.Summaryofresultsfo rtheNorthPacificalbacoretuna(Thunnusalalunga)m anagementstrategyevaluation. http://isc.fra.go.jp/pdf/ALB/ISC19_ALB_1/ISC19-ALBWG-01
- _01.pdf（2022年 12月 5日）