

주요 양식어류 수급전망 고도화를 위한 모형 구축 연구

A Study on the Development of a Model to Advance the Supply
and Demand Forecasting of Major Farmed Fish

허수진 · 하현정 · 김철현 · 천성훈 · 이문석



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자 허수진, 하현정, 김철현, 천성훈, 이문석

내부연구진 연구책임자 허수진 한국해양수산개발원 수산정책사업본부 전문연구원
공동연구원 하현정 한국해양수산개발원 수산정책사업본부 연구원
공동연구원 김철현 한국해양수산개발원 수산정책사업본부 전문연구원
공동연구원 천성훈 한국해양수산개발원 수산정책사업본부 연구원
공동연구원 이문석 한국해양수산개발원 수산정책사업본부 연구원

연구기간 2021. 5. 14. ~ 2021. 12. 31.

보고서 집필내역

연구책임자 허수진 연구총괄, 제1장, 제2장 제2절 일부, 제3절, 제3장 제2절 일부, 제3절 일부, 제4절, 제4장 제1절 일부, 제2절, 제3절, 제5장

내부연구진 하현정 제3장 제2절 일부, 제3절 일부, 제4장 제1절 일부, 제2절 일부
김철현 제2장 제1절, 제2절 일부, 제3장 제3절 일부
천성훈 제3장 제3절 일부, 제4장 제1절 일부
이문석 제3장 제1절

산·학·연·정 연구자문위원 이현동 부경대학교 자원환경경제학과 교수
한석호 충남대학교 농업경제학과 교수
서홍석 한국농촌경제연구원 농식품시스템연구부 연구위원
이진면 산업연구원 동향·통계분석본부 선임연구원
강희정 해양수산부 서기관

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

우리나라의 천해양식어업 생산량은 지속적으로 증가세를 보이다가 최근 들어 주춤하는 모습을 보이고 있다. 특히 어류의 경우 연평균 증가율이 다른 부류에 비해 작았는데, 이는 이상해황에 따른 폐사율 증가, 경영비 상승, 소비트렌드 변화 등 다양한 대내외적인 요인이 영향을 미친 것으로 판단된다. 특히 2020년 이후에는 코로나19 발생에 따른 외식 감소, 외국인노동자 감소에 따른 인건비 상승 등으로 인해 미래 수급에 대한 불확실성이 가중되는 모습을 보였다. 이처럼 불확실한 상황 하에서는 장기적인 전망이 어려우므로 어가에서는 합리적인 경영 판단을 내리지 못하게 되고, 정책 입안자는 장기적인 시각에서의 정책 수립에 어려움을 겪게 된다. 이는 양식어가의 생산성 및 경영 효율성을 악화시킬 뿐만 아니라, 적합한 정책 대응까지 불가능하게 만들기 때문에 수급 불안정이 심화되는 문제를 발생시킨다. 따라서 대내외적 요인이 수급에 미치는 영향을 정밀하게 분석하여 합리적인 중장기 수급지표를 전망할 수 있는 수단이 필요하다.

이에 본 연구는 국내 양식어류 중장기 수급지표를 합리적으로 전망하고 정책 시뮬레이션 분석까지 가능한 계량경제모형을 구축하였다. 농업 및 수산부문의 관련 선행연구를 검토하여 적절한 모형 구축 방법을 도출하였다. 특히, 축차형 모형을 구축하였던 기존 수산부문 전망모형과 달리, 균형가격 도출방식을 수급동시균형모형으로 구축하여 경제적 이론에 적합한 계량경제모형을 구축하고자 하였다. 주요 양식어류의 수급 특성을 면밀히 검토한 후, 이를 모형에 반영하여 현실 설명력을 강화하기 위한 노력을 기울였으며, 수많은 개별방정식 추정을 통해 연구 목적에 적합한 방정식을 선정하였다. 이를 통해 주요 양식어류의 향후 5년 수급 전망치를 도출하였으며, 입식량 증가, 수입단가 하락, 대량폐사, 소득 감소 등 네 가지 정책 시나리오를 설정하고 충격에 따른 파급효과를 그래프로 제시함으로써 모형의 정책적 기능을 부각하였다. 이러한 중장기 전망치 도출 및 정책 시나리오 분석 기능을 활용하여 양식어류의 수급 안정화에 일부분이나마 기여할 수 있기를 기대한다.

그동안 한국해양수산개발원에서는 수산 부문의 합리적인 전망치를 도출하기 위한 다양한 계량경제모형을 개발해왔다. 2014년부터 주요 양식수산물의 단기에측모형을 개발 및 운영하고 있으며, 2019년과 2020년에는 수산부문 총량모형인 KMI-FOSiM

을 개발하였다. 또한 2020년에는 중장기 수급 전망이 가능한 김 중기 수급전망모형 Gim-MFoS를 개발하였는데, 이 연구에서 주요 양식수산물 중장기 수급전망모형 구축을 위한 향후 5년 로드맵을 제시했었다. 본 연구는 이 로드맵에 따른 후속 연구일 뿐만 아니라, 실질적인 정책 수요에 의해 진행되었다는 점에서 의의가 있다.

본 연구는 수산정책사업본부 수산업관측센터의 허수진 전문연구원이 연구책임을 맡았으며, 하현정 연구원, 김철현 전문연구원, 천성훈 연구원, 이문석 연구원이 연구진으로 참여하였다. 양식어류 수급전망모형의 현실 설명력을 높이기 위해 무수히 반복적인 추정작업에 많은 시간을 할애한 연구진의 노력에 감사를 전한다. 또한 본 연구에 자문과 조언을 아끼지 않은 부경대학교 이현동 교수와 충남대학교 한석호 교수, 산업연구원 이진면 선임연구위원, 한국농촌경제연구원 서홍석 연구위원, 해양수산부 강희정 서기관께 감사의 말씀을 드린다.

2022년 2월
한국해양수산개발원
원장 김 중 덕

목차

요약 _ i

Executive Summary _ xi

01

서론 _1

제1절 연구 배경 및 목적	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 연구 목적	4
제2절 연구 내용과 방법	5
1. 연구 내용	5
2. 연구 방법	7
제3절 선행연구 검토	9
1. 농업부문 전망모형	10
2. 수산부문 전망모형	16
3. 선행연구와의 차별성	22

02

주요 양식어류 수급전망모형 기초 설계 _25

제1절 주요 양식어류 수급 영향요인 검토	26
1. 공급부문 영향요인 검토	28
2. 수요부문 영향요인 검토	44
제2절 균형가격 도출 방식 검토	49
1. 축차형 균형가격 도출	50
2. 수급 동시 균형가격 도출	51
제3절 시사점	53
1. 공급부문 구축 방향	53
2. 수요부문 구축 방향	54

03	주요 양식어류 수급전망모형 구조 및 추정 결과 _57	
	제1절 주요 양식어류 수급 통계 DB 현황	57
	1. 거시변수 및 투입요소가격 DB	58
	2. 공급부문 DB	60
	3. 수요부문 DB	64
	4. 가격부문 DB	67
	제2절 주요 양식어류 수급전망모형 개별방정식 설정	70
	1. 주요 양식어류 수급전망모형 개별방정식 도출	70
	2. 주요 양식어류 수급전망모형 구조도	75
	제3절 추정 결과 및 예측력 검증	77
	1. 개별방정식 추정 결과	78
	2. 모형 예측력 검증 결과	119
	제4절 시사점	124
04	주요 양식어류 수급전망 및 정책 시뮬레이션 _125	
	제1절 2021~2025년 주요 양식어류 수급지표 전망 결과	125
	1. 주요 외생변수 가정	125
	2. 주요 양식어류 수급 및 가격 전망 결과	127
	제2절 정책 시뮬레이션 분석 결과	139
	1. 정책 시나리오 설정	139
	2. 시나리오별 시뮬레이션 결과	141
	제3절 시사점	163
05	결론 및 제언 _165	
	제1절 요약 및 결론	165
	1. 요약	165
	2. 결론	168

제2절 제언	170
1. 본 연구 기여	170
2. 제언	172

참고문헌_177

표 목차

〈표 1-1〉 본 연구의 추진방법	8
〈표 1-2〉 농업부문 주요 선행연구	15
〈표 1-3〉 수산부문 주요 선행연구	21
〈표 1-4〉 선행연구와 본 연구의 차이점	23
〈표 2-1〉 공급 및 수요부문 영향 요인	56
〈표 3-1〉 주요 거시경제 통계 구축 현황	58
〈표 3-2〉 투입요소가격 통계 구축 현황	59
〈표 3-3〉 광어, 우럭 공급부문 통계 구축 현황	61
〈표 3-4〉 참돔, 송어 공급부문 통계 구축 현황	64
〈표 3-5〉 수요부문 통계 구축 현황	65
〈표 3-6〉 광어 및 대체 수입수산물 HS코드 세부내역	65
〈표 3-7〉 가격부문 통계 구축 현황	68
〈표 3-8〉 광어 입식량 함수 추정 결과	79
〈표 3-9〉 광어 250g 미만 양성물량 함수 추정 결과	80
〈표 3-10〉 광어 250g 이상 500g 미만 양성물량 함수 추정 결과	81
〈표 3-11〉 광어 500g 이상 1kg 미만 양성물량 함수 추정 결과	82
〈표 3-12〉 광어 1kg 이상 양성물량 함수 추정 결과	83
〈표 3-13〉 광어 500g 미만 출하량 함수 추정 결과	84
〈표 3-14〉 광어 500g 이상 1kg 미만 출하량 함수 추정 결과	85
〈표 3-15〉 광어 1kg 이상 출하량 함수 추정 결과	86
〈표 3-16〉 활광어 일본 수출량 함수 추정 결과	87
〈표 3-17〉 활광어 미국 수출량 함수 추정 결과	88
〈표 3-18〉 활광어 기타국가 수출량 함수 추정 결과	89
〈표 3-19〉 광어 수요 함수 추정 결과	90
〈표 3-20〉 우럭 입식량 함수 추정 결과	92
〈표 3-21〉 우럭 300g 미만 양성물량 함수 추정 결과	93
〈표 3-22〉 우럭 300g 이상 400g 미만 양성물량 함수 추정 결과	94
〈표 3-23〉 우럭 400g 이상 500g 미만 양성물량 함수 추정 결과	95
〈표 3-24〉 우럭 500g 이상 600g 미만 양성물량 함수 추정 결과	96
〈표 3-25〉 우럭 600g 이상 양성물량 함수 추정 결과	98

〈표 3-26〉 우럭 400g 미만 출하량 함수 추정 결과	99
〈표 3-27〉 우럭 400g 이상 500g 미만 출하량 함수 추정 결과	100
〈표 3-28〉 우럭 500g 이상 600g 미만 출하량 함수 추정 결과	101
〈표 3-29〉 우럭 600g 이상 출하량 함수 추정 결과	102
〈표 3-30〉 우럭 수요 함수 추정 결과	103
〈표 3-31〉 참돔 입식량 함수 추정 결과	105
〈표 3-32〉 참돔 250g 미만 양성물량 함수 추정 결과	106
〈표 3-33〉 참돔 250g 이상 500g 미만 양성물량 함수 추정 결과	107
〈표 3-34〉 참돔 500g 이상 1kg 미만 양성물량 함수 추정 결과	108
〈표 3-35〉 참돔 1kg 이상 양성물량 함수 추정 결과	109
〈표 3-36〉 참돔 출하량 함수 추정 결과	110
〈표 3-37〉 참돔 수입량 함수 추정 결과	111
〈표 3-38〉 참돔 수요 함수 추정 결과	112
〈표 3-39〉 송어 입식량 함수 추정 결과	113
〈표 3-40〉 송어 250g 미만 양성물량 함수 추정 결과	114
〈표 3-41〉 송어 250g 이상 500g 미만 양성물량 함수 추정 결과	115
〈표 3-42〉 송어 500g 이상 양성물량 함수 추정 결과	117
〈표 3-43〉 송어 출하량 함수 추정 결과	118
〈표 3-44〉 송어 수요 함수 추정 결과	119
〈표 3-45〉 광어 수급전망모형 예측력 검정 결과	121
〈표 3-46〉 우럭 수급전망모형 예측력 검정 결과	122
〈표 3-47〉 참돔 수급전망모형 예측력 검정 결과	123
〈표 3-48〉 송어 수급전망모형 예측력 검정 결과	123
〈표 4-1〉 2021~2025년 주요 외생변수 가정	126
〈표 4-2〉 광어 수급 및 가격 전망 결과	128
〈표 4-3〉 우럭 수급 및 가격 전망 결과	131
〈표 4-4〉 참돔 수급 및 가격 전망 결과	134
〈표 4-5〉 송어 수급 및 가격 전망 결과	137
〈표 4-6〉 정책 시뮬레이션 시나리오 설정	141
〈표 4-7〉 광어 입식량 30% 증가 시 주요 지표 변화	142

〈표 4-8〉 우력 입식량 30% 증가 시 주요 지표 변화	145
〈표 4-9〉 활참돔 수입단가 20% 하락 시 주요 지표 변화	148
〈표 4-10〉 우력 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화	151
〈표 4-11〉 참돔 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화	153
〈표 4-12〉 송어 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화	155
〈표 4-13〉 소득 10% 감소 시 광어 주요 지표 변화	158
〈표 4-14〉 소득 10% 감소 시 우력 주요 지표 변화	161
〈표 5-1〉 주요 양식어류 수급전망모형 운용·개편 로드맵(향후 5년)	175

그림 목차

〈그림 1-1〉 본 연구의 목적	5
〈그림 1-2〉 연구의 범위 및 흐름	7
〈그림 1-3〉 계량경제모형의 분류	9
〈그림 1-4〉 KREI-KASMO 한육우 수급전망 모형 수급구조 개념도	13
〈그림 1-5〉 한우 수급모형 구조 모식도	14
〈그림 1-6〉 광어 월별모형 흐름도	20
〈그림 1-7〉 우럭 월별모형 흐름도	20
〈그림 2-1〉 광어 양성 및 출하 시기	28
〈그림 2-2〉 광어 크기별 출하량 추이	29
〈그림 2-3〉 광어 연도별 입식량 및 산지가격 추이	30
〈그림 2-4〉 광어 크기별 양성물량 추이	31
〈그림 2-5〉 우럭 양성 및 출하시기	32
〈그림 2-6〉 우럭 크기별 출하량 추이	33
〈그림 2-7〉 우럭 연도별 산지가격 및 입식량 추이	35
〈그림 2-8〉 우럭 크기별 양성물량 추이	36
〈그림 2-9〉 참돔 양성 및 출하 시기	37
〈그림 2-10〉 크기별 참돔 출하량 추이	37
〈그림 2-11〉 참돔 산지가격 및 입식량 추이	38
〈그림 2-12〉 참돔 크기별 양성물량 추이	39
〈그림 2-13〉 활참돔 연도별 수입량 추이	40
〈그림 2-14〉 송어 양성 및 출하 시기	41
〈그림 2-15〉 송어 크기별 출하량 추이	42
〈그림 2-16〉 송어 입식량 및 산지가격 추이	43
〈그림 2-17〉 송어 크기별 양성물량 추이	44
〈그림 2-18〉 1인당 국민처분가능소득(명목)	45
〈그림 2-19〉 활광어 연도별 수출량 추이	48
〈그림 2-20〉 축차모형 가격 도출 방식	51
〈그림 2-21〉 수급 동시균형모형 균형가격 도출 개념도	52
〈그림 2-22〉 수급 동시균형 모형 가격 도출 방식	53
〈그림 3-1〉 참돔 500g 이상 크기별 양성물량 보정 결과	62

〈그림 3-2〉 참돔 출하량 보정 결과	63
〈그림 3-3〉 송어 출하량 보정 결과	63
〈그림 3-4〉 참돔 산지가격 보정 결과	68
〈그림 3-5〉 참돔 도매가격 보정 결과	69
〈그림 3-6〉 송어 도매가격 보정 결과	69
〈그림 3-7〉 광어 수급전망모형 구조도	75
〈그림 3-8〉 우럭 수급전망모형 구조도	76
〈그림 3-9〉 참돔 수급전망모형 구조도	76
〈그림 3-10〉 송어 수급전망모형 구조도	77
〈그림 4-1〉 광어 수급 및 가격 전망 추이	129
〈그림 4-2〉 우럭 수급 및 가격 전망 추이	132
〈그림 4-3〉 참돔 수급 및 가격 전망 추이	134
〈그림 4-4〉 송어 수급 및 가격 전망 추이	137
〈그림 4-5〉 광어 입식량 30% 증가 시 주요 지표 변화 추이	143
〈그림 4-6〉 우럭 입식량 30% 증가 시 주요 지표 변화 추이	146
〈그림 4-7〉 활참돔 수입단가 20% 하락 시 주요 지표 변화 추이	149
〈그림 4-8〉 우럭 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화 추이	152
〈그림 4-9〉 참돔 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화 추이	154
〈그림 4-10〉 송어 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화 추이	156
〈그림 4-11〉 소득 10% 감소 시 광어 주요 지표 변화 추이	159
〈그림 4-12〉 소득 10% 감소 시 우럭 주요 지표 변화 추이	161

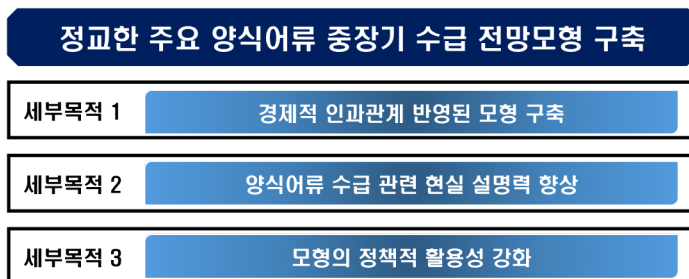
요약

1. 연구의 목적

- 대내외적 요인들로 주요 양식어류에 대한 미래 수급의 불확실성이 가중되고 있음
- 중장기적으로 양식어류의 수급이 어떻게 변화할지 합리적으로 전망하고 대응방안을 마련하는 것이 중요한 과제로 대두되고 있음
- 양식어가는 미래 경제 및 수급상황에 대해 경험으로 체득한 정보를 바탕으로 입식량, 출하 시점 등을 결정함
- 일반적으로 불확실한 상황 하에서 입식량 결정은 양적 확대를 통한 수익 증대를 도모하는 등 생산성 및 경영 효율성이 악화되는 문제가 발생함
- 특히 장기적인 수급전망에는 주관적인 경험으로 판단하기 어려운 거시경제변수까지 고려해야 하므로 더 큰 어려움 존재함
- 또한 미래에 대한 합리적인 전망이 불가능하면 적절한 수급안정 관련 정책을 수립하는데 어려움이 존재함
- 따라서 국내 양식어류 수급에 미치는 영향을 정밀하게 분석하여 합리적인 중장기 수급지표를 전망할 수 있는 계량경제모형이 필요함
- 이에 본 연구의 목적은 정교한 주요 양식어류 중장기 수급 전망모형을 구축하는 데 있음

- 이에 따른 세부 목적은 경제적 인과관계가 반영된 모형 구축, 양식어류 수급 관련 현실 설명력 향상, 모형의 정책적 활용성 강화임

〈요약 그림 2〉 본 연구의 목적



자료: 저자 작성

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구 방법

- 본 연구에서는 국내외 문헌 및 통계자료 조사 분석, 전문가 자문, 계량 분석 등을 수행하였음
- 문헌 조사를 통해 기 구축된 국내외 전망모형의 구조, 분석방법 등을 파악하였으며, 국내외 농업 및 수산부문의 부분균형모형을 검토하였음
- 다음으로 생산 및 유통 관련 전문가 자문을 통해 양식어류의 수급 구조를 파악하고, 모형을 구축하는 데 필요한 양식어류 관련 통계자료를 수집함
- 또한 최적의 모형 구조 설정을 위해 계량경제모형 전문가 자문을 수행하여 추정방법과 가격도출 방법 등을 설정함
- 문헌조사, 전문가 자문, 데이터 분석을 기반으로 설정된 개별방정식은 통상최소자승법(OLS; Ordinary Least Squares)을 이용하여 추정하였음

- 모형의 예측력은 수급전망모형 예측력 검토에 주로 사용되는 Theil의 불균등계수, MAPE, RMSPE 등을 통해 검토하였음
- 실질적인 정책 수요를 반영하기 위해 정책협의회를 통해 모형의 시나리오를 설정하였음

〈요약 표 2〉 본 연구의 추진방법

구분	세부 내용
국내외 문헌 조사	• 국내외 전망모형 구조 및 분석방법 검토 • 주요 양식어류 생산 구조 분석
통계 자료 분석	• 거시경제, 투입요소가격, 생산, 수출입, 소비 관련 DB 수집
전문가 자문회의	• 주요 양식어류 생산 및 유통 구조 관련 자문 • 모형 구조 설정 및 추정방법 관련 자문
개별방정식 추정	• 통상최소자승법(OLS) 이용 • 엑셀 시뮬레이션 구축(연립방정식 구조)
모형 예측력 검토	• Theil의 불균등 계수, MAPE, RMSPE 검토
정책 시나리오 분석	• 정책협의회를 통한 시나리오 설정

자료: 저자 작성

2) 연구의 특징

- 본 연구의 특징은 입식량, 양성물량 등 양식어류의 생물학적 특징을 고려할 수 있는 중장기 전망모형을 구축한다는 점임
- 기존 양식어류 수급전망모형에서 단기예측모형의 경우 동태적 생태방정식 체계를 갖추고 있으나 중장기 전망이 불가능하며, 수산부문 총량모형인 KMI-FOSiM은 중장기 전망은 가능하나 동태적 생태방정식 체계로 구축되지 못했음
- 이로 인해 기존 모형으로는 입식량 조절 효과, 대량폐사에 따른 영향 분석 등에 제약이 존재하였음

-
- 두 번째 특징은 주요 양식어류인 광어, 우럭뿐만 아니라 참돔, 송어까지 포함하여 양식어류 90% 이상을 전망할 수 있다는 점임
 - 기존 선행연구에서는 데이터의 안정성이 비교적 높은 광어, 우럭을 대상으로만 모형 구축이 이루어졌음
 - 그러나 최근 일본산 활참돔 수입 증가, 활어류 공급 부족에 따른 송어 가격 상승 등 기타 해상가두리 어종에서도 수급 문제가 발생하고 있음
 - 세 번째 특징은 수급 동시균형모형을 이용한 균형가격 도출을 시도한다는 점임
 - 기존 수산부문 수급전망모형에서는 단기예측뿐만 아니라 중장기 전망모형에서도 가격신축성함수를 이용하여 균형가격을 도출하는 축차형모형을 활용하였음
 - 그러나 축차형모형에서는 균형가격 결정에 있어 수요부문이 제대로 반영되지 못한다는 단점이 있으며, 경제학 이론상으로도 적합하지 않다는 문제가 존재함
 - 따라서 본 연구는 수산부문에서 아직까지 구축되지 않았던 수급 동시균형모형 구축을 시도하고, 다양한 양식어류의 생물학적 특성을 고려한 중장기 수급전망모형을 구축한다는 점에서 의의를 가짐

3. 연구 결과

1) 결과 요약

- 주요 양식어류의 공급부문(생육조건, 생산량, 입식량, 양성물량 등)과 수요부문(1인당 소비량, 수출량 등)에 영향을 미치는 요인을 검토한 결과는 다음과 같음

〈요약 표 3〉 공급 및 수요부문 영향 요인

구분		세부 내용
공급부문	입식량	• 기대수익률(+), 치어폐사량 _{t-1} (+), 생산대체재 기대순수익(-), 계절성
	양성물량	• 입식량(+), 양성물량 _{t-1} (+), 이전 개체 크기 양성물량 _{t-1} (+), 폐사량(-), 출하량(-), 기상요인(-)
	출하량	• 양성물량 _{t-1} (+), 산지가격(+), 계절성
	수입량	• 소비자가격(+), 환율(-), 소득(+), 관세율(-), 수입대상국 할참돔 가격(-)
수요부문	소비량	• 소득(+), 대체재 가격(+), 수산물 소비 관련 이슈 발생 여부(-), 기술진보(+), 계절성
	수출량	• 수출단가(-), 환율(+), 관세율(-), 수출대상국 가격(+), 수출경쟁국 가격(+)

자료: 저자 작성

- 현재 수집 가능한 양식어류 수급 통계 DB를 고려한 주요 양식어류의 개별방정식 구조는 다음과 같음

〈요약 표 4〉 주요 양식어류 개별방정식 구조

구분		세부 내용
공급부문	입식량	• 기대수익률, 입식량 _{t-1} , 계절성
	양성물량	• 입식량, 양성물량 _{t-1} , 이전 개체 크기 양성물량 _{t-1} , 출하량
	출하량	• 양성물량 _{t-1} , 산지가격, 계절성
	수입량	• (도매가격/환율×수입단가×(1+관세율)), 소득
수요부문	소비량	• 도매가격, 소득, 대체재 가격, 계절성
	수출량	• (수출단가×(1+관세율)), 환율

자료: 저자 작성

- 광어, 우럭은 입식 및 양성기간 등을 고려하여 분기별 모형으로 구축하였으며, 참돔, 송어는 반기별 모형으로 구축함
- 다수의 개별방정식 추정 결과 중, 추정된 계수의 부호 조건이 경제학적 이론에 부합하며, 통계적 유의수준이 가급적 10% 이내이고, 결정계수(R^2)가 1에 가까운 것을 채택하였음

-
- 최종적으로 채택된 개별방정식의 2018년부터 2021년까지의 예측력 검정 결과, 대부분 Theil의 불균등계수값이 0.1 이하로 나타났음
 - 일반적으로 RMSPE 및 MAPE 값이 10% 이하, Theil의 불균등계수가 0.1 이하일 때 모형의 예측력이 양호한 것으로 평가할 수 있음
 - 주요 양식어류 수급전망모형의 개별방정식 예측력 검정 결과, 우럭 600g 이상 양성물량 방정식을 제외한 모든 개별방정식의 Theil 불균등계수 값이 0.1 이하로 도출되어 예측력이 양호한 것으로 나타났음
 - 한편, 우럭 600g 이상 양성물량의 경우 다른 크기 양성물량에 비해 물량이 미미하여 추정이 어려웠던 것으로 판단됨
 - 주요 양식어류 수급전망모형을 이용해 4가지 시나리오 분석을 실시한 결과, 주요 수급지표 파급효과가 합리적으로 도출되었음
 - 4가지 시나리오는 ① 광어 및 우럭 입식량이 기준전망치 대비 30% 증가하는 경우, ② 활참돔 수입단가가 기준전망치 대비 20% 하락하는 경우, ③ 해사가두리(우럭, 참돔, 송어) 양성물량이 기준전망치 대비 20% 감소하는 경우, ④ 1인당 가처분소득이 기준전망치 대비 10% 감소하는 경우임
 - 분석 결과, 동태적 생태방정식 구조가 적합하게 나타났는데, 특히 충격에 따라 수급지표에 변화가 발생하는 반응 속도가 어종별 양성기간 등으로 인해 다르게 나타났음
 - 예를 들어, 해사가두리 어종이 대량폐사가 발생하여 작은 크기 양성물량이 20% 감소하는 시나리오에서 대부분의 어종이 2022년 입식 및 출하량, 가격 등에 변화를 보였으나, 양성기간이 3년 정도 소요되는 참돔은 수급지표에 큰 변화를 보이지 않았음

〈요약 표 5〉 시나리오 분석 결과

시나리오	2022년 주요 지표 변화
입식량 30% 증가	• (광어) 250g 미만 양성물량 5.2% 증가, 500g미만 출하량 4.5% 증가, 산지가격 2.0% 하락, 도매가격 1.6% 하락 • (우럭) 300g 미만 양성물량 12.8% 증가, 400g 미만 출하량 0.4% 증가, 산지 및 도매가격 0.2% 하락
활참돔 수입단가 20% 하락	• 입식량 2.3% 감소, 전체 양성물량 0.5% 감소, 출하량 0.7% 감소, 수입량 2.7% 증가, 소비량 1.1% 증가, 산지 및 도매가격 1.8% 하락
해상가두리 양성물량 20% 감소(대량폐사)	• (우럭) 입식량 2.6% 증가, 출하량 1.5% 감소, 산지가격 7.9% 상승, 도매가격 6.3% 상승 • (참돔) 입식량, 출하량, 산지 및 도매가격 변화 없음 → 양성기간 長 • (숭어) 입식량 변화 없음, 출하량 0.6% 감소, 산지 및 도매가격 1.8% 상승
1인당 가처분소득 10% 감소	• (광어) 입식량 11.1% 감소, 양성물량 2.6% 감소, 출하량 4.2% 감소, 수출량 4.4% 증가, 산지가격 21.9% 하락, 도매가격 18.8% 하락 • (우럭) 입식량 5.8% 감소, 양성물량 0.8% 감소, 출하량 7.1% 감소, 산지가격 15.2% 하락, 도매가격 12.5% 하락

자료: 저자 작성

2) 결론

- 본 연구는 세부 연구 목적을 달성함으로써, 정교한 중장기 어류 수급전망모형을 구축하였음
- 광어, 우럭, 참돔, 숭어 등 본 연구의 대상인 4개 어종의 수급전망모형을 경제적 인과관계를 반영할 수 있는 구조모형으로 구축하였음
- 모형의 현실설명력을 향상시키기 위해 어류의 수급 구조 및 특성에 맞는 동태적 생태방정식 체계를 모형에 고려함
- 정책적 활용성 강화를 위해 정책 시뮬레이션 분석이 가능한 모형을 구축하였으며, 시나리오 분석 결과까지 제시하였음

- 그러나 본 연구에는 몇 가지 한계가 존재함
 - 본 연구의 한계점은 첫째, 데이터의 한계로 모형에 반영되어야 할 폐사량, 대체재 같은 주요 변수들이 고려되지 못하였음
 - 둘째, 입식량, 양성물량, 출하량 데이터 단위가 상이하여 log-log 함수를 통해 추정식으로만 도출할 수 있다는 점임
 - 셋째, 수출입데이터가 어로어업 수산물, 양식수산물로 구분되어 있지 않아 활어류 수출입 데이터를 양식수산물로 가정하였다는 점임
 - 마지막으로 대체 수입수산물 관련 선행연구가 미흡하여 본 연구에서 연어, 방어 등 다양한 수입수산물을 설명변수로 투입하지 못하였다는 점임

3) 제언

- 본 연구는 다음과 같은 관점에서 의의가 있음
 - 첫째, 수산부문 수급전망모형에서 처음으로 동시균형모형을 적용하여 균형가격을 도출하였음
 - 둘째, 기존 광어, 우럭 등 주요 양식어류뿐만 아니라, 최근 소비트렌드를 반영하기 위해 참돔, 송어까지 확대하여 모형을 구축하였음
 - 셋째, 입식량, 양성물량, 출하량이 연결되는 동태적 생태방정식 체계를 갖춘 증장기 수급전망모형을 구축하였음
 - 넷째, 본 모형을 이용하여 대내외적 수급 영향요인으로 인한 충격에 사전적으로 대응할 수 있는 기초자료를 제공할 수 있음
- 향후 주요 양식어류의 정밀한 수급 전망치 도출을 위해 모형의 운용 및 관리와 관련하여 보완해야 할 과제는 다음과 같음
 - 첫째, 주요 양식어류의 축차형 수급전망모형을 추가 구축하여 앙상블 모형 체계를 갖출 필요가 있음

- 둘째, 모형을 통해 도출된 개별방정식 계수값에 대해 전문가 협의가 지속적으로 이루어져야 함
 - 셋째, 모형의 현실 설명력 강화를 위해 폐사량, 경영비와 같은 주요 변수를 수집할 수 있는 후속연구를 수행해야 함
 - 넷째, 주요 양식어류의 대체재 및 보완재를 모형에 반영하기 위해, 이와 관련 기초연구가 수행되어야 함
 - 다섯째, 정책적 활용성 강화를 위해 월별 단기예측모형과 주요 양식어류 증장기 수급전망모형을 연계하는 후속연구가 수행되어야 함
 - 마지막으로 모형 구축 이후 지속적인 업데이트와 관리가 필요함
- 이와 관련된 2022년부터 2026년까지 향후 5년간 주요 양식어류 수급 전망모형 운용 및 개편 로드맵은 다음과 같음

〈요약 표 6〉 주요 양식어류 수급전망모형 운용·개편 로드맵(향후 5년)

구분	2022	2023	2024	2025	2026
• 추가 변수 도출을 위한 검토					
• 단기예측모형-중기전망모형 연계					
• 주요 양식어류 축차모형 구축					
• 주요 양식어류 대체재·보완재 관련 기초연구 수행					
• 개별방정식 계수값 관련 전문가 협의					
• 자료 업데이트 및 개별방정식 재추정					

자료: 저자 작성

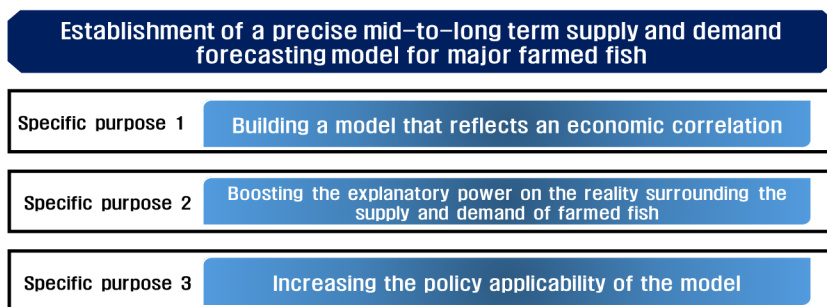
EXECUTIVE SUMMARY

1. Purpose

- The uncertainty surrounding the future supply and demand of major farmed fish has been increasing due to internal and external factors.
- It has become an important task to reasonably forecast the supply and demand of farmed fish in the mid-to-long term perspective, and then come up with countermeasures.
 - Aquaculture households determine the stocking amount and the point of shipments based on the information learned by experience on the future economy as well as supply and demand.
 - Determining the stocking volume under uncertain conditions may create problems of deteriorating the productivity and managerial efficiency by promoting the profit through a quantitative expansion.
 - Forecasting a long-term supply and demand poses bigger challenges of taking macro-economic variables into consideration which can be difficult to forecast based on subjective experience.

-
- If rational forecasting is not available, it is difficult to establish proper policies relevant to stable supply and demand.
 - Under these circumstances, a quantitative economic model is necessary that is able to precisely analyze the impact of the supply and demand of domestic farmed fish and forecast reasonable mid-to-long term indicators of supply and demand.
 - Therefore, the purpose of this study is to establish a precise mid-to-long term supply and demand forecasting model for major farmed fish.
 - And specific purposes following this aim include building a model reflecting an economic correlation, boosting the explanatory power on the reality surrounding the supply and demand of farmed fish and increasing the policy applicability of the model.

〈Summary Picture〉 Purpose of this study



Source: Prepared by the author

2. Methodology and Features

1) Methodology

- This study conducted an investigation and analysis of domestic and foreign literature as well as statistics, consultations with experts and quantitative analysis.
- Literature review enabled identifying the structure of domestic and foreign forecasting models already established, while the partial equilibrium model in domestic and foreign agricultural and fisheries sector was reviewed.
- Next, consultations with experts in production and distribution allowed the understanding of a supply and demand structure of farmed fish. In addition, this study collected statistical data of farmed fish necessary for the establishment of the model.
- For establishing an optimal model structure, a consultation with experts in econometric models was conducted in order to set estimation and price deduction methods.
- Individual equations set based on literature review, consultations with experts and data analyses were estimated through Ordinary Least Squares (OLS).
- The predictability of the model was evaluated through Thiel's inequality coefficient, MAPE, and RMSPE which are common methods for testing the predictability of a supply and demand forecasting model.
- Scenarios of the model were established via a policy

consultative meeting in order to reflect the actual policy demand.

〈Summary table 1〉 Implementation methods of this study

Category	Detailed content
Analysis of domestic and foreign literature	• Reviewing domestic and foreign forecasting models as well as analysis methods • Analyzing production structures of major farmed fish
Analysis of statistical data	• Collecting databases for macro economy, input price, production, export and import and consumption
Consultations with experts	• Receiving consultations on production and distribution structures of major farmed fish • Consulting on model structure settings and estimation methods
Estimation of individual equations	• Utilizing Ordinary Least Squares (OLS) • Constructing excel simulations (in the structure of simultaneous equation)
Evaluation of model predictability	• Testing with Thiel's inequality coefficient, MAPE, and RMSPE
Analysis of policy scenarios	• Setting scenarios through a policy consultation meeting

Source: Prepared by the author

2) Features

- A major characteristic of this study is to establish a mid-to-long term forecasting model capable of considering biological features of farmed fish such as stocking volume and cultivation quantity.
- Among existing supply and demand forecasting models of farmed fish, short-term forecasting models possess the framework of

dynamic ecological equations, but unable to conduct mid-to-long term forecasting. Although being capable of mid-to-long term forecasting, The KMI-FOSiM, which is an aggregate model for forecasting the fisheries sector, has not been established with the framework of dynamic ecological equations.

- Therefore, existing models own limitations in forecasting the effect of stocking volume adjustment as well as the impact resulting from mass mortality.
- Second, the model suggested by this study is able to forecast 90% of farmed fish including major species such as olive flounder, and black rockfish, along with red seabream and flathead grey mullet.
- Preceding studies have established a model primarily targeting olive flounder, and black rockfish due to high data stability.
- However, a number of problems have emerged in other species of marine cage fish farms such as increasing imports of Japanese live red seabream and rising price of flathead grey mullet due to a shortage of live fish supply.
- The third characteristic is to deduce the equilibrium price by utilizing the Simultaneous Equation Model.
- In existing supply and demand forecasting models in the fisheries sector, not only short-term forecasting but also mid-to-long term forecasting models have utilized recursive models, which draw the equilibrium price based on the Price Flexibility Function.
- However, Recursive models have disadvantages in that demand is

not properly reflected in determining the equilibrium price while not being appropriate from the viewpoint of an economic theory.

- Therefore, this study bears its significance by attempting to establish a Simultaneous Equation Model which has not been constructed in the fisheries sector. In addition, it intends to build a mid-to-long term supply and demand forecasting model that has taken ecological features of farmed fish into consideration.

3. Results

1) Summary

- This study reviewed elements having an impact on the supply (rearing conditions, production volume, stocking volume, and cultivation quantity etc.) and demand (per capital consumption, export volume etc.) of major farmed fish shown in the following;

〈Summary table 2〉 Influencing factors on supply and demand areas

Category		Detailed content
Supply	Stocking volume	• Expected yield(+), mortality rate of fryt-1(+), expected net income of production substitutes(-), seasonality
	Cultivation quantity	• Stocking volume(+), Cultivation quantityt-1 (+), cultivation quantity of prior entity sizet-1 (+), mortality rate(-), amount of shipment(-), weather factor(-)
	Volume of shipment	• Cultivation quantityt-1 (+), price at the place of origin(+), seasonality
	Import volume	• Consumer price(+), exchange rate(-), income(+), tariff rate(-), red seabream price of an importing country(-)
Demand	Consumption	• Income(+), price of a substitute good(+), whether issues related to seafood consumption take place(-), technological advance(+), seasonality
	Export	• Unit cost of export(-), exchange rate(+), tariff rate(-), price of an exporting country(+), price of an export competing country(+)

Source: Prepared by the author

- The structures of individual equations of major farmed fish are shown as below considering an available database of the supply and demand statistics of farmed fish.

〈Summary table 3〉 Individual equation structures of major farmed fish

Category		Detailed content
Supply	Stocking volume	• Expected yield, stocking volume t-1, seasonality
	Cultivation quantity	• Stocking volume, cultivation quantity t-1, cultivation quantity of prior entity size t-1, amount of shipment
	Volume of shipment	• Cultivation quantity t-1, price at the place of origin, seasonality
	Import volume	• (Wholesale price/exchange rate × unit cost of import × (1+ tariff rate)), income
Demand	Consumption	• Wholesale price, income, price of a substitute good, seasonality
	Export	• (Unit cost of export × (1+tariff rate)), exchange rate

Source: Prepared by the author

- A quarterly model was constructed for olive flounder and black rockfish considering periods for stocking and cultivation whereas a half-yearly model was constructed in the case of red seabream and flathead grey mullet.
- From a number of estimated individual equations, this study selected the results which fulfill the following criteria; the sign condition of estimated coefficients accords with economic theories, and the level of statistical significance is within a range of 10%, if possible, and determinant coefficient(R^2) is closer to 1.

- As the predictability of finally selected individual equations was tested during the period from 2018 to 2021, the majority of Theil's inequality coefficients were 0.1 and lower.
- In general, the predictability of a model is estimated solid when the values of RMSPE and MAPE are 10% and lower, and Theil's U coefficient is 0.1 and lower.
- As for this study's supply and demand forecasting model of major farmed fish, the predictability of individual equations was found to be quite accurate since the values of Theil's U of all individual equations were extracted 0.1 and lower, except for the cultivation quantity equation of black rockfish weighing 600g and higher.
- Meanwhile, it was analyzed that the quantity of black rockfish weighing 600g and higher was small so that the estimation was difficult compared to the cultivation quantity of other categories.
- This study analyzed four scenarios utilizing the supply and demand forecasting model of major farmed fish. The result showed that influencing impacts of major indicators of supply and demand were found to be reasonable.
- The four scenarios used in this study are as follows: ① when stocking volume of olive flounder and black rockfish increases by 30% compared to the reference projection, ② when the unit cost of imports for live red seabream declines by 20% compared to the reference projection, ③ when the cultivation quantity of marine cage fish farms (black rockfish, red seabream and flathead grey mullet) decreases 20% compared to the reference projection, and ④ per capita disposable income declines 10% compared to the

reference projection.

- According to the result, the structure of dynamic ecological equations was found to be suitable. In Particular, response time for changes to supply and demand indicators following shocks varies due to the cultivation period etc. per type of fish.
- For instance, in a scenario when mass death occurs fish species of marine cage farms resulting in a 20% decline in cultivation quantity in small-sized fish, most fish species show changes in terms of stocking volume, the quantity of shipment and price of 2022. However, red seabream whose cultivation takes approximately 3 years do not show changes to indicators of the supply and demand.

〈Summary table 4〉 Result of scenario analysis

Scenarios	Change of major indicators as of 2022
30% increase in stocking volume	(Olive flounder) 5.2% increase in cultivation volume of olive flounder lighter than 250g, 4.5% increase in shipment quantity of those lighter than 500g, 2.0% decline in the price of production of origin, 1.6% drop in wholesale price (Black rockfish) 12.8% rise in cultivation volume of rock fish lighter than 300g, 0.4% increase in shipment quantity of those lighter than 400g, 0.2% drop in prices of production of origin as well as wholesale
20% decline in unit cost of imports for live red seabream	2.3% decrease in stocking volume, 0.5% decline in overall cultivation quantity, 0.7% decrease on shipment volume, 2.7% increase in import volume, 1.1% rise in consumption, 1.8% decline in prices of origin and wholesale
20% decrease in the volume fish cultivated in marine cage farms (mass death)	(Black rockfish) 2.6% increase in stocking volume, 1.5% drop in shipment quantity, 7.9% rise in the price of production of origin, 6.3% increase in wholesale price (Red seabream) No changes to stocking volume, shipment quantity and the prices of production of origin as well as wholesale → long cultivation period

Scenarios	Change of major indicators as of 2022
	(Flathead grey mullet) No change to stocking volume, 0.6% decrease in shipment quantity, 1.8% increase in prices of production of origin as well as wholesale
10% decline in per capita disposable income	(Olive flounder) 11.1% decline in stocking volume, 2.6% reduction in cultivation quantity, 4.2% decrease in shipment volume, 4.4% rise in export volume, 21.9% drop in price of production of origin, 18.8% decline in wholesale price (Black rockfish) 5.8% reduction in stocking volume, 0.8% drop in cultivation volume, 7.1% decrease in shipment quantity, 15.2% drop in price of production of origin, 12.5% decline in wholesale price

Source: Prepared by the author

2) Conclusion

- By achieving specific purposes, this study established a precise mid-to-long term supply and demand forecasting model for fish.
- A supply and demand forecasting model of targeting 4 species of fish including olive flounder, black rockfish, red seabream and flathead grey mullet was developed capable of reflecting economic correlations.
- To improve explanatory power of the reality, this study considered the structure of dynamic ecological equations into the model befitting to the structure and characteristics of the supply and demand of fish.
- The model was constructed with the capability of analyzing policy simulations in order to strengthen policy applicability, while suggesting the analysis results of scenarios.

-
- However, this study possesses a number of limitations.
 - First, due to the limitations of data, major variables such as mortality rate and substitute goods have not been reflected in the model.
 - Second, a varying unit of data such as stocking volume, cultivation quantity and the volume of shipment only allowed deducing the result in estimated equations through log-log function.
 - Third, since export and import data were not classified into fishery products and farmed products, this study was conducted based on the assumption that import and export data of live fish were farmed fishery products.
 - Lastly, due to the lack of preceding studies related to substitute fishery imports, this study was not able to input a variety of importing fishery products such as salmon and yellowtail as explanatory variables.

3) Suggestion

- This study bears significance from the following perspectives;
- First, this study was the first to deduce the equilibrium price by applying the Simultaneous Equation Model in forecasting supply and demand models for fisheries sector.
- Second, this study reflected a recent trend of consumption by targeting not only major species of farmed fish such as olive flounder and black rockfish, but also red seabream and flathead grey mullet in the construction of a model.

- Third, a mid-to-long term forecasting model was constructed with the structure of dynamic ecological equations capable of connecting stocking volume, cultivation volume and the quantity of shipment.
- Fourth, this model is able to provide basic data for preemptively responding against shocks potentially arising from internal and external factors influencing the supply and demand.
- Pertaining the operation and management of the model, this study proposes follow-up studies in order to extract more precise forecasts of the supply and demand of farmed fish.
- First, a recursive model for forecasting the supply and demand of major farmed fish should be additionally constructed to form an ensemble with the models established.
- Second, a consultative meeting with experts should continue with regards to coefficient values of individual equations extracted by the model.
- Third, follow-up studies should be conducted that allow collecting major variables such as the mass mortality rate and managerial cost in order to strengthen the model's explanatory power.
- Fourth, relevant basic studies should be carried out to reflect substitutional goods complementary goods of major farmed fish into the model.
- Fifth, it is necessary to conduct a follow-up study that connects a monthly short-term forecasting model with a mid-to-long term forecasting model of major farmed fish in an effort to boost the applicability to policies.

- Last of all, continuous updates and management are required after the model is constructed.
- The roadmap for the operation and revision of a supply and demand forecasting model for major farmed fish for the next 5 years (2022~2026) are suggested as follows;

〈Summary table 5〉 Roadmap for operation and revision of a supply and demand forecasting model for major framed fish (5 years from now)

Classification	2022	2023	2024	2025	2026
• Reviewing additional variables for extraction					
• Connecting a short-term forecasting model with a mid-term forecasting model					
• Constructing a recursive model for major farmed fish					
• Conducting basic studies related to complementary and substitutional goods of major farmed fish					
• Consultative meetings with experts on coefficient values of individual equations					
• Data updates and Re-estimating individual equations					

Source: Prepared by the author

01

서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

수산물은 국민건강과 직결되는 건강한 동물성 단백질 공급원으로서, 수산물의 안정적인 공급에 대한 중요성이 높다. 그러나 우리나라의 일반해면어업 생산량은 1980년대 이후 지속적인 감소세를 보였으며, 최근에는 2015년 이후 일반해면어업의 생산량이 100만 톤 이하로 줄어드는 모습을 보였다.¹⁾ 건강한 식탁에 대한 국민들의 관심이 나날이 높아지고 있는 상황에서 일반해면어업 생산량 감소는 해결해야만 하는 중요한 문제이다.

이러한 의미에서 양식어업은 일반해면어업에 비해 비교적 안정적으로 건강한 동물성 단백질을 공급할 수 있는 중요한 산업이라고 볼 수 있다. 일반해면어업의 경우, 자원량, 해황 등 불확실한 요인의 영향을 크게 받는 반면, 양식어업은 상대적으로 공급 조절이 가능하다. 따라서 일반해면어업의 생산량 감소에 따른 영향을 양식수산물을 통해 일부 완화시킬 수 있는데,

1) 일반해면어업 생산량은 2015년 이후 100만 톤 이하로 감소하였다가 2018년에 다시 100만 톤 이상을 기록하였으나, 이후 다시 95만 톤 이하로 나타나고 있다.

실제로 천해양식어업의 생산량은 지속적으로 증가하는 모습을 보이고 있다.

양식수산물 중에서도 어류는 생산금액이 크고, 높은 비중의 단백질을 공급한다는 측면에서 중요성이 높다. 그러나 최근 5년간의 연평균 생산량 증감률을 봤을 때, 평균 4% 이상의 연평균 증가율을 보이는 다른 부류와 달리 어류는 0.8% 증가하는 데 그쳤다. 그럼에도 불구하고 2016년부터 2020년까지 천해양식어업 어류 생산단가²⁾의 변동계수(coefficient of variation)³⁾는 2011년부터 2015년보다 더 커져 가격 불안정성은 최근 들어 더 심화된 것으로 나타났다.

이에 대한 원인은 다양한데, 우선 이상해황에 따른 폐사율 증가이다. 어로어업에 비해서는 환경의 영향을 덜 받을 수 있으나, 최근 고수온, 가을태풍 등 이상해황 현상이 발생함에 따라 해상가두리 양식어류의 폐사가 증가하고 있기 때문이다.

두 번째는 지속적인 경영비 상승으로 인한 어가경영부담 증가이다. 양식어업의 경영비는 지속적으로 증가하고 있는데, 양식어가의 경영비는 2011년 3,602만 원에서 2020년 1억 3,891만 원으로 4배 가까이 증가하였다. 이러한 급격한 경영비 상승은 어가를 안정적으로 경영하는 데 부정적 요인으로 작용하여 최종적으로는 수급 불안을 초래한다.

마지막으로 소비트렌드의 변화이다. ‘생선회’라고 했을 때 ‘광어’, ‘우럭’ 등 국내에서 주로 생산하는 어종 위주로 떠올리던 예전과 달리, 최근에는 ‘연어’, ‘방어’ 등 다양한 수입수산물까지 함께 생각하게 된다. 이는 과거의 경우, 양식어류의 소비가 횡집에서 주로 이루어지고 중장년층의 소비가 많았다면, 요즘은 연어전문요리점, 일식집 등 소비처가 다양해졌고, 특히 배

2) 통계청 천해양식어업 어류 생산금액에서 생산량을 나눈 값이다.

3) 변동계수는 표준편차를 평균으로 나눈 값으로(표준편차/평균*100), 천해양식어업 어류 생산단가의 2011년부터 2015년 변동계수는 5.1, 2016년부터 2020년은 7.2였다.

달앱(Application)을 이용한 20~30대 소비자들의 소비도 많아진 데 따른 것으로 판단된다. 이러한 소비트렌드 변화는 파악하기 어려우며, 이에 따른 결과도 예측하는 데 한계가 있으므로 과잉공급 등 수급 불안정을 야기한다.

이러한 대내외적 요인들로 미래 수급에 대한 불확실성이 가중되는 가운데, 중장기적으로 양식어류의 생산, 소비, 수출 등이 어떻게 변화할지 합리적으로 전망하고 대응방안을 마련하는 것이 중요한 과제로 대두되고 있다. 양식어가는 미래의 경제 및 수급상황에 대해 경험으로 체득한 정보를 바탕으로 입식량, 출하 시점 등을 결정한다. 그런데 일반적으로 불확실한 상황에서 입식량 결정은 양적 확대를 통한 수익 증대를 도모하는 경향으로 나타나기 때문에 생산성 및 경영 효율성이 악화되는 문제가 발생한다. 특히 1년 이내의 단기가 아닌 1년 이상의 장기적인 수급전망에는 주관적인 경험으로 판단하기 어려운 거시경제변수까지 고려해야 하므로 더 큰 어려움이 존재한다. 뿐만 아니라, 수급 불안정을 해결하기 위해 정책을 수립한다 하더라도 미래에 대해 합리적인 전망이 불가능하므로 적절한 정책을 수립하는데 어려움이 존재한다. 즉, 어류 양식어가의 경영 불안 완화 및 적합한 정책 수립을 위해서는 대내외적 요인들이 국내 양식어류 수급에 미치는 영향을 정밀하게 분석하여 합리적인 중장기 수급지표를 전망할 수 있는 계량경제모형이 필요하다.

그런데 이미 한국해양수산개발원에서는 양식어류의 수급과 관련된 계량경제모형 구축하여 운용 중에 있다. 하나는 수산업관측센터에서 운용하고 있는 광어, 우럭 단기예측모형이며, 다른 하나는 한국해양수산개발원에서 2018~2019년 2개년에 걸쳐 구축한 수산업총량모형 「KMI-FOSiM」인데, 이 모형으로는 정교한 양식어류 중장기 수급지표를 전망하는 데 몇 가지 한계가 존재한다. 우선 단기예측모형의 경우, 월별 단위의 단기예측을 위한 것으로 중장기적 수급전망과 정책 시나리오분석에 한계가 있다. 물론 월별 예측치를 중장기적으로 도출하여 중장기 전망을 시도할 수 있으나, 단기에

측모형의 특성상 6개월 이상의 예측치에 대해서는 신뢰성 및 적중률이 낮아질 수밖에 없다. 다음으로 KMI-FOSiM은 광어, 우럭의 증장기 전망이 가능한 구조로 되어 있으나, 모형의 구축 및 운용 목적이 수산업 총량지표를 전망하는 데 있으므로, 개별양식품목의 수급 구조가 정교하게 반영되어 있지 않다. 예를 들어, 광어의 경우, 생산량이 단수, 기대수익률을 통한 단일 개별방정식으로만 도출되어 입식량, 양성물량의 변화 등에 대한 시나리오 분석은 불가능한 구조이다. 또한 단기예측모형, KMI-FOSiM 모두 균형가격 도출방식이 생산이 수출입, 재고, 가격 등에 단방향(One-Way)으로 영향을 미치는 축차형으로, 경제적으로 이상적인 균형가격 도출방식을 이용하지 않고 있다.

따라서 기존 모형의 한계를 극복하고, 양식어류의 입식량, 양성물량 등이 반영된 세밀한 증장기 수급을 전망할 수 있는 신규 양식어류 수급전망모형 개발 연구가 시급히 추진될 필요가 있다. 또한 균형가격 도출방식을 기존의 축차형이 아닌 수급 동시균형 방식을 적용하여 전망치의 정합성을 향상시킬 필요가 있다. 이에 본 연구는 양식어류의 생산단계(입식-양성-생산)를 고려한 수급 동시균형 구조의 증장기 수급전망모형을 개발하여 주요 양식어류의 수급전망을 고도화하고자 한다.

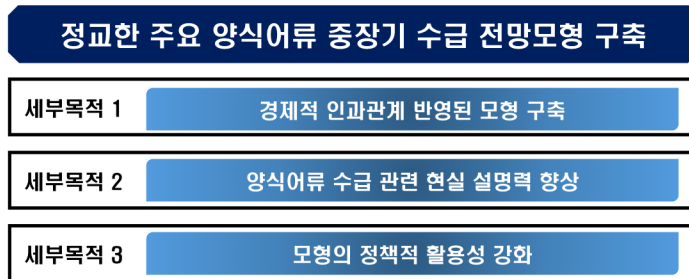
2. 연구 목적

본 연구는 주요 양식어류의 수급지표로 활용 가능한 정교한 증장기 수급전망모형을 구축하는 데 목적이 있다. 이에 대한 세부 목적은 3개로 구분할 수 있는데, 첫째, 개별방정식 및 모형의 구조 설정 시 경제적 인과관계가 반영되도록 한다. 즉, 모형을 통해 수급요인 변동에 따른 합리적 경제주체들의 경제적 행위를 분석할 수 있어야 한다.

둘째, 실제 양식어류 수급 영향 요인들을 모형에 반영하여 현실 설명력을 높이고자 한다. 즉, 양식어가에서 실질적으로 필요로 하는 수급정보를 전망하기 위해 입식량, 양성물량 등 세부적인 수급체계를 반영하고, 변화하는 소비트렌드 영향을 파악하기 위해 수입 수산물 또한 고려하여 고도화된 전망치를 도출하고자 한다.

마지막으로, 정책적 활용성이 높은 모형을 구축하고자 한다. 즉 입식량 증감, 이상해황에 따른 대량폐사, 환율 상승 등 다양한 시나리오에 따라 양식어류의 수급이 어떻게 변하는지 확인할 수 있도록 정책 시나리오 분석 기능이 탑재된 모형(Simulation Model)을 개발하는 데 중점을 두었다.

〈그림 1-1〉 본 연구의 목적



자료: 저자 작성

제2절 연구 내용과 방법

1. 연구 내용

본 연구에서 분석하고자 하는 주요 양식어류의 범위는 광어, 우럭, 참돔, 송어까지 4개 어종이다. 이 4개 어종의 생산량은 2020년 기준 전체 천해

양식어업 어류 생산량의 90% 이상을 차지하기 때문에 전체 양식어류의 수급을 전망하기에는 충분할 것으로 판단된다.⁴⁾

다음으로 내용적 측면에서의 연구의 범위를 살펴보면, 제1장에서는 주요 양식어류 중장기 수급전망 모형 개발의 배경과 필요성, 연구목적을 제시하였으며, 연립방정식 형태의 부분균형 전망모형과 관련된 선행연구를 검토하였다.

제2장에서는 모형의 현실 설명력을 높이기 위해 주요 양식어류의 수급 영향요인을 공급측면, 수요측면으로 구분하여 검토하였다. 또한 경제학적으로 이상적인 모형을 구축하기 위해 축차형 균형가격 도출방식과 수급 동시균형 방식에 대해 검토하였으며, 이상적인 주요 양식어류 수급전망모형 구축 방향에 대해 제시하였다.

제3장에서는 제2장에서 도출한 모형 구축 방향을 토대로 필요한 데이터를 수집하여 구축하였으며, 이 데이터를 통해 도출할 수 있는 개별방정식을 검토하였다. 결론적으로 현재 구축된 데이터 수준을 고려했을 때, 현실적으로 구축할 수 있는 모형의 구조도를 다시 제시함으로써 이상적인 모형과의 차이점을 비교하였다. 또한 개별방정식 추정 결과를 도출하고 주요 개별방정식의 예측력을 검정하였다.

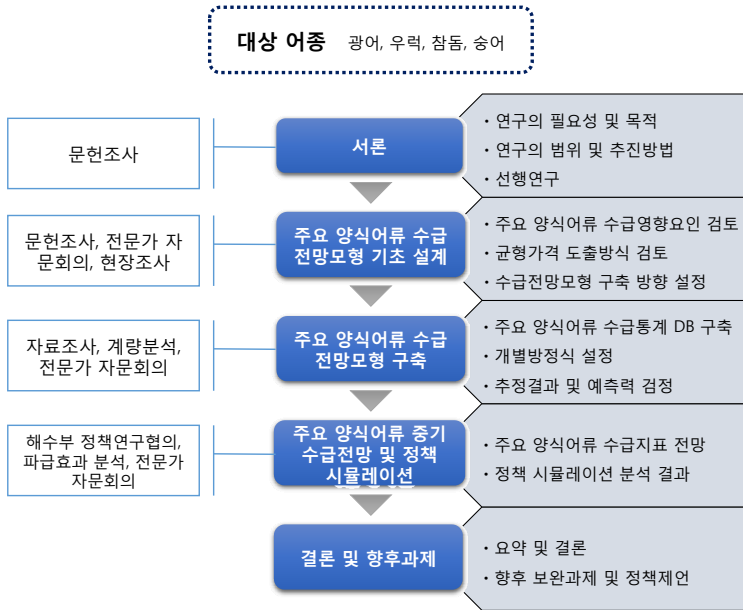
제4장에서는 제3장에서 구축한 모형을 토대로 2021년부터 2025년까지 주요 양식어류의 중장기 수급 전망치를 도출하였다. 또한 입식량 증가, 일본산 활참돔 수입단가 하락, 대량폐사, 소득 감소 등의 시나리오를 설정하여 모형을 통해 도출된 파급효과를 제시하였다.

제5장에서는 본 연구의 주요 결과에 대한 요약과 한계점을 제시하였으

4) 전체 천해양식어업 어류 생산량에서 광어, 우럭, 참돔, 송어가 차지하는 비중은 2020년 기준 90.3%였으며, 생산금액으로는 88.6%였다.

며, 모형의 한계점을 개선하기 위한 향후 보완과제 및 주요 양식어류의 수급 안정을 위한 정책방안을 추가로 제언하였다.

〈그림 1-2〉 연구의 범위 및 흐름



자료: 저자 작성

2. 연구 방법

본 연구에서는 국내외 문헌 및 통계자료 조사 분석, 전문가 자문, 계량분석 등을 수행하였다. 우선 문헌 조사를 통해 기 구축된 국내외 전망모형의 구조, 분석방법 등을 파악하였다. 국내외 전망모형에는 농업 및 수산부문의 부분균형모형을 검토하였다.

다음으로 생산 및 유통 관련 전문가 자문을 통해 양식어류의 수급 구조

를 파악하고자 하였으며, 모형을 구축하는 데 필요한 최대한의 양식어류와 관련된 통계자료를 검색 및 수집하였다. 아울러 최적의 모형 구조를 설정하기 위해 계량경제모형 전문가 자문을 수행하여 추정방법과 가격도출 방법 등을 설정하였다.

문헌조사, 전문가 자문, 데이터 분석을 기반으로 설정된 개별방정식은 경제학적 인과관계를 설명할 수 있는 구조방정식형태의 모형을 구축하기 위해 통상최소자승법(OLS; Ordinary Least Squares)을 이용하여 추정하였으며, 모형의 예측력은 기존 선행연구에서 일반적으로 사용되고 있는 Theil의 불균등계수, MAPE, RMSPE 등을 통해 검정하였다. 모형의 추정 결과는 연립방정식 형태를 갖추도록 엑셀에 구현하였으며, 공급량과 수요량이 일치되는 균형가격 도출도 엑셀을 통해 도출되는 구조로 설계하였다.

한편, 모형의 실질적인 정책 수요를 반영하기 위해 해양수산부와의 정책협의를 통해 실제 필요한 전망정보와 필요한 시나리오 분석이 무엇인지 논의하였고, 향후 모형이 갖추어야 할 분석모듈이 무엇인지 파악하고자 하였다.

〈표 1-1〉 본 연구의 추진방법

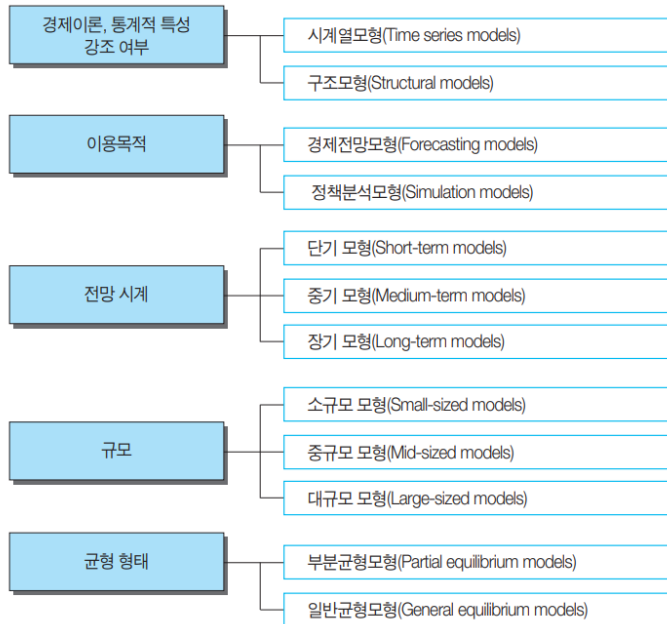
구분	세부 내용
국내외 문헌 조사	• 국내외 전망모형 구조 및 분석방법 검토 • 주요 양식어류 생산 구조 분석
통계 자료 분석	• 거시경제, 투입요소가격, 생산, 수출입, 소비 관련 DB 수집
전문가 자문회의	• 주요 양식어류 생산 및 유통 구조 관련 자문 • 모형 구조 설정 및 추정방법 관련 자문
개별방정식 추정	• 통상최소자승법(OLS) 이용 • 엑셀 시뮬레이션 구축(연립방정식 구조)
모형 예측력 검정	• Theil의 불균등 계수, MAPE, RMSPE 검정
정책 시나리오 분석	• 정책협의회를 통한 시나리오 설정

자료: 저자 작성

제3절 선행연구 검토

계량경제모형은 분석하고자 하는 내용 및 자료의 특성에 따라 다양하게 구분된다. 이진면(2013)은 계량경제모형을 <그림 1-3>과 같이 분류하였는데, 이에 따르면 본 연구의 목적에 적합한 모형의 분류는 다음과 같다.

<그림 1-3> 계량경제모형의 분류



자료: 이진면 외(2013), p. 32

첫째, 경제적 인과관계를 반영할 수 있는 구조모형(Structural models), 둘째, 경제전망 및 정책분석을 모두 수행할 수 있는 모형(Forecasting and Simulation models), 셋째, 3년 이상의 전망이 가능한 중기 전망 모형(Medium-term models), 넷째, 여러 가지 양식어류의 수급 전망이 가능한

중규모 모형(Mid-sized models), 마지막으로, 양식산업, 양식어류에 한정된 부분균형모형(Partial equilibrium models)이다. 이에 본 절에서는 구조모형, 경제전망 및 정책분석이 가능한 모형, 부분균형모형에 해당되는 선행연구를 농업 및 수산부문으로 구분하여 검토하였다.

1. 농업부문 전망모형

1) 국외 전망모형

농업부문에서는 국내외에서 다양한 계량경제모형을 통해 수급을 전망하고자 하는 연구가 수행되고 있으며, 기 구축한 모형에 대해서도 장기간 지속적인 업데이트가 이루어지고 있다.

대표적인 국외 농업부문 수급전망모형으로는 먼저 경제협력개발기구(OECD)와 세계식량농업기구(FAO)에서 전 세계 농업 수급 분석을 위해 운영하고 있는 Aglink-Cosimo⁵⁾가 있다. 이 모형은 OECD의 Aglink와 FAO의 Cosimo 하위모듈을 통합한 것으로, 예측하고자 하는 기간의 전망치가 이전 해의 결과에 영향을 받는 동태적 추차(recursive-dynamic)구조이다. 또한 부분균형모형으로 모형 내에서 내생적으로 결정되지 않는 요인들(농업 외 부문)은 외생적으로 결정된다고 가정한다.

Aglink-Cosimo는 공급측면에서 총 93개의 농산품과 40개의 세계 시장 청산 가격을 포함한다.⁶⁾ 이 모형에는 OECD 회원 국가 및 지역, OECD 비회원국 등 14개의 모듈로 구성되어 있는데, 매년 관련 국가를 대상으로 설문조사를 실시하여 베이스라인(baseline)⁷⁾을 설정하고 있다.

5) Aglink-Cosimo 관련 설명은 OECD(2015), 「Aglink-Cosimo model documentation」을 참고하여 작성하였다.

6) 수산물(fish and seafood) 모듈은 Aglink-Cosimo에서 분리되어 있다(OECD-FAO, 2015).

Aglink-Cosimo는 국가별 및 지역별 모듈을 통해 전 세계 국가의 주요 농산품에 대한 연간 수급 및 가격 전망이 가능하다는 장점이 있으나, 그만큼 국가별 및 지역별 시장에 대해 과도한 가정이 수반되고, 시장 특성이 고려되지 못했다는 단점이 존재한다. 예를 들어, 모형에서는 동일한 농산품이 다른 국가에서 수입되면 국내산 농산품과 완전대체(perfect substitutes) 관계를 가진다고 가정하며, 수입산과 국내산의 품질 차이도 존재하지 않는다고 가정한다. 그러나 실제로는 수입산과 국내산의 시장이 차별화되어 있는 경우가 많으며, 품질 차이 또한 존재하기 때문에 완전대체 관계를 가진다고 보기는 어렵다.

또 다른 국외 농업부문의 대표적인 수급전망모형으로는 미국 식품농업정책연구소(FAPRI)에서 운용하고 있는 모형⁸⁾이 있다. FAPRI 모형은 초기에는 몇 가지 주요 작물에 대한 미국 및 주요 국가의 모형으로 구성되어 있었으며, 개별 행태방정식 또한 단순한 수요와 공급 관계로 설정되어 있었다. 그러나 35년 이상의 지속적인 업데이트를 통해 더 많은 품목과 국가를 포함하는 대규모 모형으로 발전했으며, 개별행태방정식 또한 보다 정교한 관계를 반영할 수 있는 구조로 변경되었다.

미국의 FAPRI 모형은 부분균형모형으로, 농업보험부문, 낙농부문, 곡물부문, 축산부문, 유지작물부문, 설탕부문 및 총량부문에 구성되어 있다. 세부적으로는 16가지 작물, 20가지 작물 제품, 다섯 가지 유형의 가축 및 가금류, 12개의 동물성 제품을 포함하고 있다.⁹⁾

7) 정책 시나리오 분석을 실시하기 위한 기준으로, 시나리오 분석 시 기준 전망치(baseline) 대비 어느 정도 변동되는지를 확인한다.

8) Meyers, W. H. *et al.*(2010), 「The FAPRI Global Modelling System and Outlook Process」를 참고하여 작성하였다.

9) 2008년 기준으로 모형에 포함되어 있는 곡물은 미국 곡물 생산금액의 약 2/3를 차지하며, 가축 및 가금류는 96%를 차지한다(Meyers, W. H. *et al.*, 2010).

FAPRI 모형의 균형가격도출방식은 동시균형모형으로, 총공급량(생산+수입 및 초기 재고)과 총수요량(국내 소비+수출 및 기말 재고)이 일치되는 수준에서 가격이 결정되는 구조를 가지고 있다. 전망치 도출 및 시나리오 분석 시에는 확정적(deterministic) 기법이 아닌 확률적(stochastic) 분석을 이용하고 있다.¹⁰⁾

2) 국내 전망모형

국내 대표적인 농업부문 모형으로는 한국농촌경제연구원(KREI; Korea Rural Economic Institute)에서 운영하고 있는 농업부문 총량모형인 KREI-KASMO가 있다.¹¹⁾¹²⁾ KREI-KASMO는 2007년부터 FAPRI와의 공동연구를 통해 개발되었는데, 매년 업데이트 수행하면서 10년 장기 전망치를 도출하고, 모형을 통해 FTA 영향분석, 직접지불제 효과 분석 등 다양한 정책 시나리오 분석을 수행하고 있다. 분석방법 또한 순병민(2019), 서홍석(2021) 등의 연구를 통해 확률적 접근법을 시도하는 등 다양한 연구를 수행하고 있다.

KREI-KASMO는 국내 농업부문에 한정된 동태 부분균형모형으로, 일반 경제 거시변수 전망부문, 농업 생산요소 전망부문, 재배업 전망부문, 축산업 전망부문, 농업총량 전망부문 등 크게 5개 부문으로 구성되어 있다. 모형의 품목 범위로는 재배업 65개, 축산업 9개 등 총 74개 품목을 포함하고

10) 확률적 분석은 미래에 대한 불확실성이 높은 변수의 확률을 전망치 도출 시 적용하는 방법으로, Meyer, S.(2010)는 확률적 분석이 불확실성과 관련된 모든 원인을 설명변수에 포함시키지 않고서도 이를 어느 정도 확률적으로 반영한 전망치를 도출할 수 있다는 데 장점이 있다고 보았다.

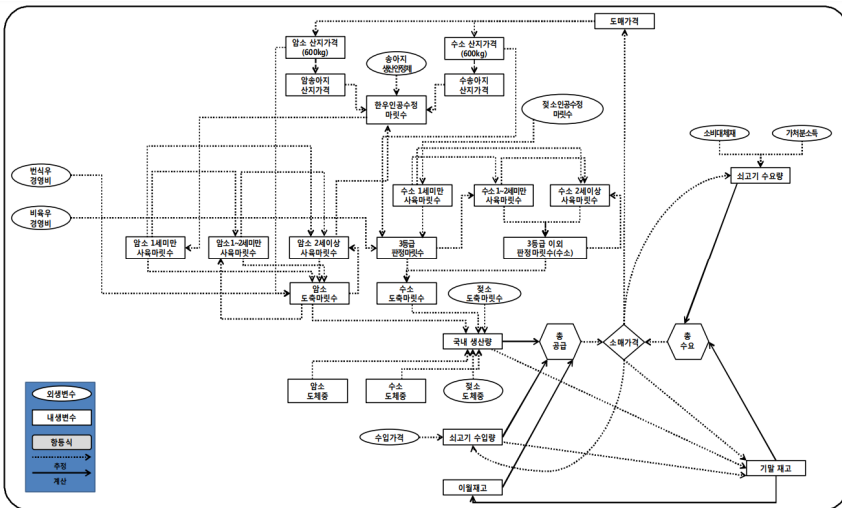
11) KREI-KASMO 관련 설명은 한국농촌경제연구원에서 2008년부터 매년 발간되고 있는 「농업부문 전망 모형 KREI-KASMO 운용·개발 연구」 보고서를 참고하여 작성하였다.

12) 1995년에 22개의 품목의 수급 및 농업총량지표를 전망할 수 있는 KREI-KASMO를 개발하였으며, 이를 전신으로 하여 기존 모형의 한계점을 개선한 KREI-KASMO를 개발하였다(서홍석·김충현·김준호, 2020).

있는데, 계절별 작물의 특성¹³⁾ 등을 고려하여 실제 모형의 품목 범위는 122개로 볼 수 있다.

KREI-KASMO의 여러 부문 중에서도 본 연구와 관련하여 자세히 살펴 볼 부분은 축산업 부문의 한육우 모형이다. 한육우는 양성기간이 1년 이상으로 길며 출하까지 장기간이 소요되는 특성을 가지고 있는데, 양식어류 또한 양성기간이 1년 이상 소요되는 경우가 많기 때문이다. 한육우 모형은 생육주기를 고려하여 연령별(1세 미만, 1세 이상, 2세 미만, 2세 이상)로 구축되어 있으며, 비육용, 번식용의 구분을 위해 수소, 암소로 구분하여 추정식이 설정되어 있다.¹⁴⁾

〈그림 1-4〉 KREI-KASMO 한육우 수급전망 모형 수급구조 개념도



자료 : 서홍석·김충현·김문희(2018), p. 26

- 13) 대상품목 중 감자는 봄, 여름, 가을로 구분되며, 배추와 무는 봄, 고랭지, 가을, 시설로 구분, 파는 대파, 쪽파, 낙농품은 치즈, 버터, 발효유, 연유, 분유(조제분유, 전지분유, 탈지분유)로 세분화되어 있다(서홍석 외, 2020).
- 14) “한우 수소는 주로 비육용이며, 한우 암소는 번식용임을 고려하여 한우 수소 도축마릿수는 수송아지 가격이 높을수록 증가하지만, 암소 도축마릿수는 암송아지 가격이 높을수록 감소하도록 구축”(서홍석·김충현·김문희, 2018, p. 23)

〈표 1-2〉 농업부문 주요 선행연구

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	• 과제명 : 농업부문 전망모형 KREI-KASMO 운용·개발 연구 • 연구자(연도) : 김명환 외(2007, 2008), 조영수·반현정·박상미 (2009), 한석호 외(2010, 2011), 김명환 외(2012, 2013), 박지연·김태우(2014), 한석호 외(2015), 서홍석·김충현(2016), 서홍석·김충현·김문희(2018), 서홍석·김충현·김준호(2020), 서홍석 외(2017, 2019) • 연구목적 : 농업부문 전망모형인 KREI-KASMO 모형의 기본구조 및 개편	• 문헌조사 • 수급방정식 추정 및 통계검정 • 신규품목 확대 • 추정 결과 안정성 및 예측력 검토 • 후속 개선과제 도출	• 농업부문 총량모형 구조 • 농업부문 총량모형 운용 현황 • 총량지표 전망 • 주요 탄성치 및 모형적합도 검정 • 환율, FTA 이행 시뮬레이션 등 • 향후 보완사항 및 과제
2	• 과제명 : Interactions Between Energy Markets And Agricultural In the U.S. : A Stochastic Approach • 연구자(연도) : Meyer, S. <i>et al.</i>(2010) • 연구목적 : FAPRI 확률적 추정모형을 통한 미국 에너지 시장과 농업 부문 간의 연관성 분석	• 통계분석 • 확률적 추정 • 동태적 부분균형모형을 이용한 시뮬레이션 분석	• FAPRI 확률적 추정 모형 이론적 설명 • 미국 바이오연료 관련 정책변동에 따른 향후 곡물, 축산 및 낙농업 시장 수급 전망
3	• 과제명 : The FAPRI Global Modelling System and Outlook Process • 연구자(연도) : Meyers, W.H. <i>et al.</i>(2010) • 연구목적 : FAPRI 모형 설명 및 모형의 신뢰성 제고	• 통계분석 • 동태적 부분균형모형을 이용한 전망치 도출 및 시나리오 분석 결과 제시(국내/국제)	• FAPRI 모형 역사 및 구조 설명(변수 및 범위) • 2009년 모형의 베이스라인 제시(기준 전망치) • 국내 및 국제 시나리오 분석
4	• 과제명 : 쇠고기이력제 자료를 이용한 한우 수급모형 구축 • 연구자(연도) : 김충현 외(2018) • 연구목적 : 쇠고기이력제 자료의	• 통계분석 • 단위근검정 및 공적분 검정 • 코호트요인법 및 계	• 쇠고기이력제 자료 설명 • 코호트요인법을 이용한 한우 수급모형 구축 • 주요 개별방정식 추정 결

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	장점 및 특징을 활용한 정교한 한우 수급모형 구축	량경제학기법 결합 • OLS, 2SLS	과 제시
5	• 과제명 : The Use of Price Elasticity to Estimate Future Volatilities in Stochastic Simulation : an Application to the Korean Rice Market • 연구자(연도) : 순병민(2019) • 연구목적 : 확률적 추정 (stochastic estimation) 방법을 이용한 점추정(point estimation) 결과 한계 보완	• 통계분석 • 확률적 추정 • 부분 평형 모델 확률적 시뮬레이션 분석	• 한국 쌀 시장을 사례로 확률적 시뮬레이션 결과 제공 • 공급 충격 또는 오차 변동과 수요 가격 탄력성 분석

자료: 저자 작성

2. 수산부문 전망모형

1) 국외 전망모형

수산부문에 있어서도 계량경제학기법을 이용하여 수산물 수급에 대한 전망치를 도출하고, 이를 정책적으로 활용하고자 하는 노력은 국내외에서 지속적으로 이루어지고 있다.

OECD에서는 수산자원 남획 및 자원감소 등의 문제를 예방하기 위해 FishPem을 구축하여 운용 중에 있다. FishPem은 정책평가모형에 기반한 어업부문의 부분균형모형으로, 총공급량과 총소비량이 일치하는 지점에서 균형가격이 결정되는 동시수급균형모형이다(Martini, R. and Innes, J. 2018). 그러나 이 모형은 어로어업에 한정된 모형으로 양식어업과 전혀 다른 구조를 가지고 있어 본 연구에서 참고하기에는 다소 한계가 존재한다.

또 다른 모형으로는 FAO에서 구축 및 운용하고 있는 Fish Model이 있다. 이 모형은 동태 부분균형모형으로 45개의 국가 및 지역을 포함하고 있는데, Fish Model은 크게 어류 및 수산물 모듈, 어분 모듈, 어유 모듈로 구분되며, 어류 및 수산물 모듈은 다시 어로어업과 양식어업으로 나누어진 다.¹⁶⁾ 양식어업 부분만 살펴보면, 공급함수는 사료비용, 사료 급이량, 양식 기간 등이 고려되었으며, 수요부문은 가격, 대체재 및 보완재가격, 1인당 GDP 등이 투입되었다.

FAO는 Fish Model을 통해 매년 10년 정도의 수산부문 장기 전망치를 공표하고 있는데, OECD-FAO(2021) 보고서에서는 코로나19 영향이 줄어들면서 어류 가격이 2021~2022년에 상승할 것으로 전망했으나, 2021~2030년에는 전반적으로는 가격이 하락할 것으로 예측했다.¹⁷⁾

중국에서도 농업 및 수산부문의 모니터링 및 조기경보시스템을 구축하여 장기 전망치를 도출하는 연구가 수행되었다. Xu,S., Li,G. and Li,Z.(2015)는 농업 및 수산부문 관련 수급정보를 분석하고, 향후 어떤 변화가 있을지 식별하기 위해 수급 불안정과 관련된 조기 경보 시스템 CAMES(China Agricultural Monitoring and Early-warning System)을 구축하였다. 기존에도 중국의 농업 및 수산부문을 전망하고자 하는 연구는 다수 있었으나, 중국의 지역별 경제적 소득 수준, 소비 구조 등이 고려되지 못했으며, 분석에 포함된 품목도 제한적이라는 단점이 존재한다. 이에 Xu,S., Li,G. and Li,Z.(2015)의 연구에서는 중국의 현 및 시단위 자료를 활용하면서 953가지에 해당되는 품목을 모형에 포함하였다.

CAMES는 부분균형모형으로, 생산, 소비, 가격, 수출입, 재고를 고려하

16) FAO의 Fish Model에 대해서는 대외적으로 공표된 자료가 없어 FAO 출장 조사를 수행했던 이현동 외 (2018) 연구를 참고하였다.

17) 2021~2030년 기간 동안 양식어업 가격은 0.3%, 어로어업은 1.1% 하락할 것으로 보이며, 어분 및 어유도 각각 0.6%, 0.4% 하락할 것으로 전망된다(OECD-FAO, 2021, p. 191).

였다. CAMES는 작물, 축산 등 식품과 관련된 대부분의 상품이 포함되어 있다. 이 중 수산업 부문만 살펴보면, 양식어업과 어로어업으로 구분되어 있는데, 양식어업은 시설량과 단수로 생산량이 결정되고, 어로어업은 자원량, 어획능력(fishing capability), 어획가능계수(fishable coefficient)에 의해 결정되는 구조이다. 양식어업 생산량과 어로어업 생산량은 작물 등과 함께 총공급량에 포함된다. 수요부문은 소득과 인구가 영향을 미치며, 마찬가지로 총수요로 합하여 포함되게 된다.

CAMES는 지역별로 추정되어 전망치의 편의(bias)를 줄였다는 장점이 있으며, 생산함수 추정 시, 질병, 온도 등 생물학적인 요인이 고려되었다는 부분에서 의의를 가진다. 그러나 수산업 부문의 경우, 생물학적 요인이 고려되지 못했으며, 비교적 다른 품목에 비해 단순하게 추정되어 수산업의 특성은 제대로 고려되지 못했다는 한계가 존재한다.

2) 국내 전망모형

국내 수산업 부문의 전망모형에 대해서는 이현동 외(2018, 2019), 허수진 외(2020) 등을 통해 비교적 많은 검토가 이루어졌다. 이에 본 연구에서는 양식어류와 관련된 선행연구 위주로 살펴보려고 한다.

우선 KMI-FOSiM을 살펴보면, KMI-FOSiM은 2018년부터 2019년까지 2개년에 걸쳐 구축되었는데, 이현동(2018) 연구에서는 수산부문 총량모형인 KMI-FOSiM의 양식어업 모듈을 구축하였다. 이 모형은 수산부문에 한정된 부분균형모형으로 균형가격이 가격신축성함수(price flexibility function)에서 도출되는 축차모형이다.

여기에는 총 9개¹⁸⁾의 양식수산물에 포함되어 있으며, 이 중 어류는 넙

18) 넙치, 조피볼락, 굴, 전복, 홍합, 김, 미역, 다시마, 우렁쉥이가 포함되어 있다.

치, 조피볼락 2개 어종만 포함되었다.¹⁹⁾ 개별방정식을 자세하게 살펴보면, 두 품목의 생산함수는 단위 및 기대가격(전기 산지가격/전기 경영비)을 통해 결정되었으며, 가격신축성함수는 1인당 소비량, 1인당 국민처분가능소득, 대체재 소비량 등이 설명변수로 투입되었다. 넙치 수출함수는 일본에 대해서만 추정하였는데, 전기 수출량, 일본 넙치 생산량, 수출단가, 환율 등이 고려되었다.

KMI-FOSiM은 양식어업 부문 수급전망모형을 품종별로 구축함으로써 기존 모형의 한계를 극복했다는 데 의의가 있다. 그러나 모형의 운용 목적이 수산부문 총량지표를 전망하는 데 있으므로, 개별 양식어류의 생물학적인 요인 등 생산 부분에 있어서 세부적인 다양한 요인들이 고려되지 못했다는 한계가 존재한다.

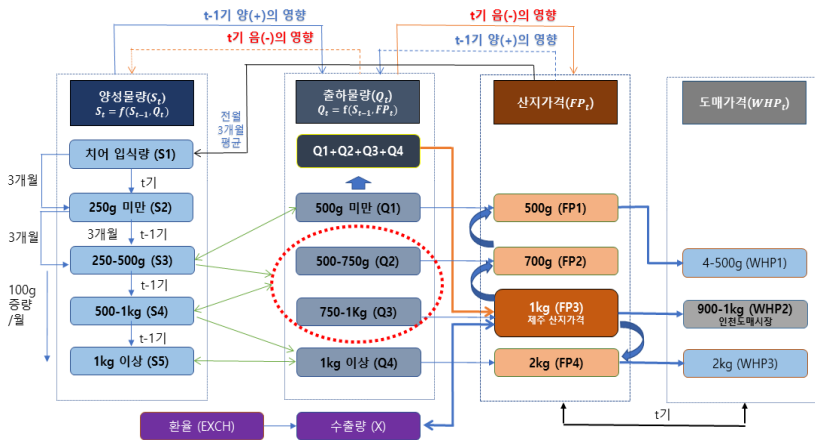
다음은 KMI 수산업관측센터에서 운영하고 있는 광어, 우럭 단기예측모형이다. KMI 수산업관측센터 품목 단기예측모형은 2014년 수산업관측센터의 주관으로 부산대학교, 제주대학교가 공동으로 연구하여 개발되었고, 이후 지속적인 개편 연구를 수행하고 있다. 한석호(2018, 2020)는 기존 우럭 및 광어 단기예측모형을 개편하는 연구를 수행하였는데, 생물학적 성장과정을 반영할 수 있는 동태적 생태방정식 모형을 구축하였다. 두 모형 모두 품목에 국한된 부분균형모형으로, 시장균형가격이 가격신축성함수로 계산되는 축차모형 구축방법을 이용하였다.

광어, 우럭 단기예측모형은 수산업관측센터 수산관측월보의 합리적인 전망치 도출을 위해 구축된 모형으로, 월별(monthly)로 전망치가 도출된다.

19) KMI-FOSiM 구축 시기인 2017년 기준으로, 넙치, 조피볼락은 양식어류 전체 생산량의 74.6%를 차지하였으며, 나머지 기타 어류는 3년 평균값을 통해 외생적으로 결정된다고 가정하였다.

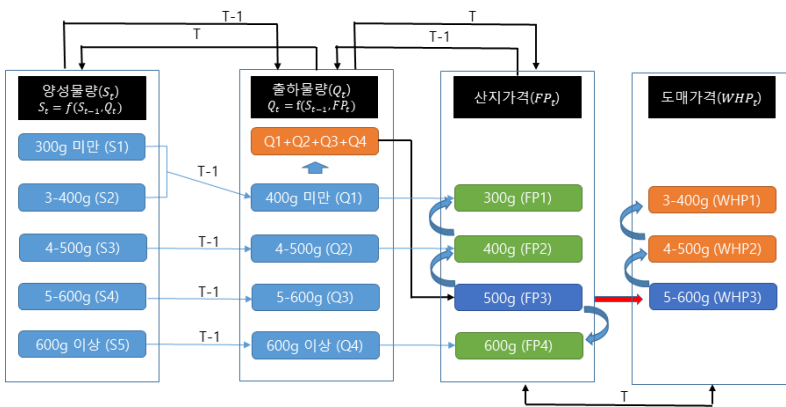
즉, 월별로 구축된 자료만 이용 가능하기 때문에 경영비, 우럭 입식량²⁰⁾ 등 주요 변수가 고려되지 못했다는 한계가 존재한다.

〈그림 1-6〉 광어 월별모형 흐름도



자료: 한석호·장희수(2020), p. 13

〈그림 1-7〉 우럭 월별모형 흐름도



자료: 한석호·장희수(2018), p. 9

20) 우럭의 주 치어 입식시기는 2분기, 1분기 및 4분기에는 입식이 거의 없어 월별 모형에 입식량 결정모형을 반영하기에는 한계가 존재한다.

〈표 1-3〉 수산부문 주요 선행연구

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
1	• 과제명 : 중단기 주요 수산지표 전망에 관한 연구 • 연구자(연도) : 이헌동·홍현표 (2013) • 연구목적 : KMI-FSM 2004 모형의 개선 및 정책 시뮬레이션 모형으로서의 활용가능성 제시	• 선행연구 검토 • 통계DB 구축및특징분석 • 외부전문가 자문 • 계량경제학적 분석 (OLS, 연립방정식모형 추정 등) • 위탁연구 및 출장조사	• 수산부문 여건변화와 국내외 전망모형 구축사례 • 중단기 주요 수산지표 전망 모형KMI-FSM2013 구축 • KMI-FSM 2013의 추정 및 시뮬레이션 결과 • 정책 제언
2	• 과제명 : 주요 수산물 품목별 수급전망모형 개발·유지보수 • 연구자(연도) : 김배성 외 (2015), 조재환 외(2014), 조재환·최세환·김배성(2016), 조재환·박성경(2017), 조재환·정호중(2018), 한석호·장희수 (2018, 2019, 2020) • 연구목적 : KMI 수산업관측센터의 수산물관측월보 전망에 활용가능한 월별 단기수급모형 구축 및 개편 연구	• 통계분석 • 계량경제학적 분석 (OLS, GLS, 패널분석 등) • 모형 구조 개선 • 추정 결과의 안정성 및 예측력 검토 • 후속 개선과제 도출	• 굴, 김, 미역, 광어, 우럭, 전복 등 6개 품목 대상 월별 단기수급모형 구축 및 모형 개선 • 추정 결과(생산량, 가격, 수출량 모형 등) 제시 및 예측력 검증 • 향후 보완사항 및 과제
3	• 과제명 : China Agricultural Outlook for 2015-2024 Based on China Agricultural Monitoring and Early-warning System(CAMES) • 연구자(연도) : Xu, Li and Li(2015) • 연구목적 : 중국의 특성을 고려한 농업(수산업 포함) 전망모형 구축 및 조기 경보 시스템 개발	• 통계분석 • 계량경제학적 분석 모델링 등 • 생물학적 메커니즘 및 경제적 메커니즘을 통합하는 동적 및 다중 시장 부문 평형모델	• 중국 농업 모니터링 및 조기 경보 시스템 (CAMES) 개발 • 향후 10년 간 중국 내 주요 농수산물 생산, 소비, 무역 전망치 도출
4	• 과제명 : Informing Fisheries-Related Trade Negotiations Relative Effects of Fisheries Support Policies • 연구자(연도) : OECD(2018) • 연구목적 : OECD Fish PEM(수산업 정책평가모형)을 활용한 수산지원정책 효과 분석	• 통계분석 • 계량경제학적 분석 모델링 등	• 시뮬레이션을 통해 수산지원 정책이 투입재 및 수산물 시장에 미치는 영향 도출 • 수산물 수요 및 공급, 투입재 수요 및 공급, 수산업의 생물학적 특성을 반영한 Schaefer Model 도입

자료: 저자 작성

3. 선행연구와의 차별성

지금까지 살펴본 선행연구와 본 연구의 차이점은 크게 세 가지로 볼 수 있다. 첫째, 입식량, 양성물량 등 양식어류의 생물학적 특성을 고려할 수 있는 중장기 전망모형을 구축한다는 점이다. 농업부문의 한우모형에서는 출생률, 사육마릿수, 도축두수 등 동태적 생물학적 요인을 고려하면서도 분기별 중장기 전망치를 도출할 수 있으나, 아직 양식어류 부문에서는 이러한 모형이 존재하지 않는다. KMI-FOSiM의 경우 생태방정식이 구축되지 못했으며, 광어, 우럭 단기예측모형은 생태방정식은 반영되었으나 월별 단기예측모형으로 중장기 전망을 수행하는 데에는 한계가 있다.

두 번째 차이점은 광어, 우럭뿐만 아니라, 참돔, 송어까지 포함하여 양식어류의 90% 이상을 전망할 수 있다는 점이다. 기존 선행연구에서는 데이터의 안정성이 비교적 높은 광어, 우럭을 대상으로만 모형 구축이 이루어졌었다. 그러나 최근 일본산 및 중국산 활참돔 수입 증가, 광어 및 우럭 가격 상승에 따른 송어 가격 상승 등 기타 해상가두리 어종에서도 수급 문제가 발생하고 있으며, 이로 인해 정량 전망치, 정책 시나리오 분석에 대한 정책 수요도 높은 상황이다. 이에 본 연구에서는 활용 가능한 모든 자료를 수집 및 분석하여 참돔 및 송어의 수급전망모형을 구축하였다.

마지막 차이점은 시장균형가격 도출 방식이다. 기존 수산부문의 수급전망모형에서는 단기예측모형뿐만 아니라 중장기 전망모형에서도 가격신축성함수를 통해 균형가격을 도출하는 축차형모형을 활용하였다. 그러나 축차형 구조에서는 균형가격 결정에 있어 수요부문이 제대로 반영되지 못한다는 단점이 있으며, 경제학 이론상으로도 적합하지 않다. 이에 본 연구에서는 총공급량과 총수요량이 일치하는 지점에서 균형가격이 결정되는 수급동시균형모형을 구축하고자 한다. 축차형 및 수급 동시균형 가격도출 방식에 대해서는 다음 장에서 자세히 설명하고자 한다.

이상의 차이점을 고려했을 때, 본 연구는 수산부문에서는 아직까지 시도되지 않았던 수급 동시균형모형 구축을 시도하고, 다양한 양식어류의 생물학적 특성을 고려한 정책적 활용성이 높은 중장기 수급 전망모형을 구축하였다는 점에서 의의를 가진다.

〈표 1-4〉 선행연구와 본 연구의 차이점

연구목적	연구방법	주요 연구내용
• 기존 수산부문 전망모형은 어종의 생물학적 특성이 반영된 중장기 전망치 도출이 불가능함 • 이에 본 연구는 동태적 생태방정식을 구축하여 중장기 양식어류 수급 전망 및 정책 시나리오 분석이 가능한 모형을 구축하고자 함 • 또한 기존에는 광어, 우럭만을 대상으로 모형 구축이 이루어졌으나, 본 연구에서는 광어, 우럭, 참돔, 송어 4개 어종이 포함된 수급 전망모형을 구축하고자 함 • 기존 수산부문 수급전망모형의 균형가격 도출방식은 축차형으로, 가격 신축성함수를 통해 균형가격을 계산했으나, 본 연구에서는 경제학적으로 이상적인 수급 동시균형모형을 구축하고자 함	• 선행연구 검토 • 계량경제학적 분석(양식어류 전망모형 구축 및 추정, 유의성 검정, 정책 시뮬레이션 등) • 양식어류 수급 구조 파악을 위한 산업동향 및 통계자료 검토 • 관련 분야 전문가 자문 • 정책수요자 자문을 통한 변수 설정 • 엑셀시뮬레이션 기반 연립방정식 체계 구축	• 농업 및 수산업 부문 수급 전망모형 구축 현황 및 운용 관련 선행연구 검토 • 양식어류 공급부문, 수요부문 동향 및 특징 • 주요 양식어류 수급전망모형 구축을 위한 통계 DB 검토 및 수집 • 개별방정식 추정 결과 및 예측력 검정 • 중기 수급 전망 결과 및 정책 시뮬레이션 결과 • 결론 및 향후과제 • 정책제언

자료: 저자 작성

02

주요 양식어류 수급전망모형 기초 설계

수급 동시균형 형태의 주요 양식어류 수급전망모형을 구축하기 위해서는 공급부문과 수요부문에 대한 개별행태방정식이 설정되어야 한다. 여기에 모형의 현실 설명력을 높이기 위해서는 공급 및 수요부문에 영향을 미치는 주요 요인들이 반드시 투입되어야 하며, 그 영향 또한 경제학적 인과관계에 맞게 명확하게 반영이 되어야 한다. 특히, 본 연구에서는 입식, 양성, 출하까지 유기적으로 연결되는 동태적 생태방정식을 구축하는 것이 목적이므로, 이 부분에 대한 요인들이 반영될 수 있어야 한다.

이에 본 장에서는 주요 양식어류의 공급부문(생육조건, 생산량, 입식량, 양성물량 등)과 수요부문(1인당 소비량, 수출량)에 영향을 미치는 요인들에 대해 어종별로 검토하고, 균형가격 도출방식에 대해서도 검토작업을 수행하였다. 이는 각 부문의 개별방정식 변수들에 대한 방향성을 도출하는 기초 설계 작업으로, 이를 토대로 모형 구축을 위한 데이터 수집, 구조 설정 등을 수행한다.

제1절 주요 양식어류 수급 영향요인 검토

전반적인 영향요인은 경제학적 이론과 수급특성을 고려하여 선정하였는데, 먼저 공급부문의 경우, 입식량은 이윤극대화구조를 반영하기 위해 기대순수익을 영향요인으로 선정하였다. 기대순수익은 생산자 수취가격과 생산비용을 통해 도출하는데, 가격이 높아지면 기대수익이 높아지면서 입식이 증가하지만, 반대로 경영비가 높아지면 기대수익이 낮아져 입식이 감소하는 영향을 미치게 된다. 이때, 경영비는 사료비, 종자비, 인건비 등이 모두 포함되어 있어야 한다. 또한 생산대체재에 대한 기대순수익도 고려하였다. 생산대체재란, 현재 기르는 어종의 가격이 하락했을 때 다른 어종으로 전환하는 생산자가 발생하는데, 이때 대체한 어종을 의미한다. 일반적으로 기르는 방법이 유사한 어종으로 생산이 대체되는 경우가 많은데, 현재 기르는 어종과 대체 어종의 가격 비율을 고려하면 이러한 영향요인을 고려할 수 있다.

다음으로 양성물량은 수급 구조를 반영하기 위해 입식량, 전기 양성물량, 출하량, 폐사량 등을 선정하였다. 당기 양성물량은 전기 양성물량에 입식량을 더하고 당월 출하량과 폐사량을 뺀 값으로 볼 수 있다. 따라서 양성물량 결정 요인으로는 이러한 요인들이 모두 반영될 필요가 있다.

출하량은 일반적인 공급부문 함수 도출식과 동일하게 품목의 가격을 고려하였으며, 수산물의 생물학적 특성을 고려하기 위해 전기 양성물량도 선정하였다. 일반 공산품과 달리 수산물, 특히 어류는 양성기간이 1년 이상 걸리기 때문에 양성물량이 적으면 출하가능한 물량이 적어 출하 감소 요인으로 작용하게 된다.

다음으로 수입량에는 소비자가격과 환율, 수입대상국의 대상어종 가격을

고려하였다. 국내산과 수입산이 완전대체 관계에 있다고 가정한다면, 국내 소비자가격이 높을 때 수입이 증가하므로 소비자가격을 고려하였다. 또한 환율이 높아지면 원화가 평가 절하되면서 수입이 감소하게 되며, 수입대상국의 대상어종 가격이 오르면 수입단가가 상승하므로 수입은 감소하게 된다.

수요부문에 있어서는 소비량과 수출량 결정방정식을 추정하는데, 먼저 소비량함수를 보면, 일반적으로 정상재일 경우, 소득이 늘어나게 되면 소비량이 증가하는 방향으로 움직이게 되므로, 이를 고려하기 위해 소득을 영향요인으로 고려하였다. 다음으로 대체재 가격을 검토하였는데, 완전 대체 가능한 품목이 존재한다면 대체재 가격이 낮아질 때 상대적으로 대상 어종의 가격이 높아져, 소비량은 감소하게 된다. 이 외에도 기술진보와 수산물 소비 관련 이슈 발생 여부를 검토하였는데, 기술진보의 경우, 최근 비대면 소비 증가, 유통기술 발전 등 수산물 소비에 있어서 긍정적인 영향을 미치고 있으므로 이를 고려하기 위해 영향요인으로 검토하였다. 수산물 소비 관련 이슈 발생은 정기적으로 발생하지는 않지만, 한 번 발생했을 때 소비량에 큰 영향을 미치기 때문에 이를 고려하는 것으로 설정하였다.

마지막으로 수출량 함수에서는 수출단가, 환율, 수출대상국 가격, 수출경쟁국 가격을 고려하였는데, 수출단가가 높으면 수출은 감소하는 반면, 수출대상국의 가격이 높으면 수출은 증가하는 영향을 미치게 된다. 수출경쟁국의 가격은 우리나라와 달리, 수출경쟁국의 대상어종 가격이 상승할 경우, 가격경쟁에서 우위를 점할 수 있으므로 양의 영향을 미칠 것으로 판단하였다. 환율은 수입과 반대로, 환율이 상승할 때 원가가 평가절상되므로 수출이 증가하는 방향으로 작용하게 된다.

이상의 공급 및 수요부문에서의 영향요인을 고려하여 각 어종별 수급동향과 함께 어떤 영향요인이 반드시 고려되어야 할지 검토하고자 한다.

1. 공급부문 영향요인 검토

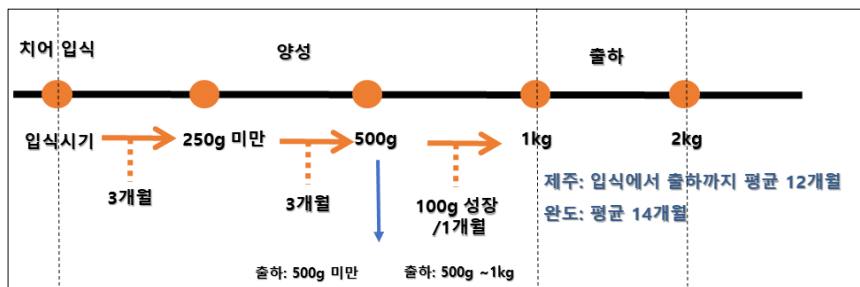
1) 광어

(1) 생육조건

광어는 제주도와 완도 지역이 주요 생산지이며 경북 등 일부 지역에서도 생산된다. 광어 치어는 연중 입식이 이루어지지만, 주로 봄과 가을에 입식이 집중된다.

입식 이후 출하까지 소용되는 양성기간은 수온 등 성장 여건의 영향으로 지역별로 다소 차이가 있다. 일반적으로 제주도는 입식 이후 12개월이면 1kg 내외로 성장하여 출하가 시작되지만, 완도 등 기타지역은 출하가능 크기까지 약 14개월이 소요된다. 제주지역을 기준으로 봤을 때, 입식 이후 3개월이 지나면 250g 크기로 성장하고, 6개월이 되었을 때는 500g까지 성장한다. 그리고 그 이후에는 매월 100g씩 성장이 이루어진다.

〈그림 2-1〉 광어 양성 및 출하 시기



자료: 한석호·장희수(2020), p. 5

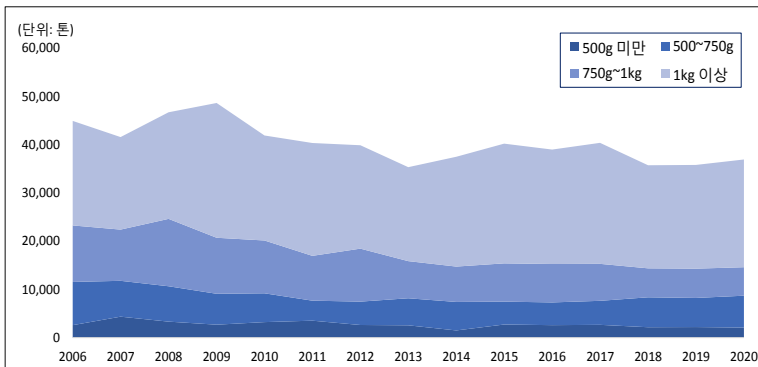
치어 입식 이후 3개월 단위로 양성물량이 구분되는 양성 및 생육특성을 고려했을 때, 광어는 연도별(yearly) 모형이 아닌 분기별(quarterly) 모형이

적합할 것으로 판단된다. 연도별로 모형이 구축되면 1kg 미만의 양성물량, 출하량은 1년 내에 변동이 이루어지기 때문에 세부적으로 추정식을 도출하는 데 한계가 있다.²¹⁾

(2) 생산동향

광어의 연도별 출하동향을 살펴보면, 전체 출하량은 2009년 4만 8,600톤을 기록한 이후에는 점차 감소하여 약 4만 톤 수준을 유지하였다. 그러나 2018년부터는 3만 6,000~3만 7,000톤 수준을 기록할 정도로 출하량이 감소하였다. 이는 2018년 이후 산지가격이 하락으로 기대수익률이 낮아지면서 입식량이 7천만 마리 정도로 감소했기 때문이다.

〈그림 2-2〉 광어 크기별 출하량 추이



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터

크기별 출하동향을 살펴보면, 광어의 대표적인 출하 크기인 1kg 이상의 비중이 가장 높았으며, 모든 연도에서 가장 높은 출하 비중을 차지하고 있

21) 일반적으로 출하량을 추정할 때 전기 양성물량과 산지가격이 설명변수로 투입되는데, 500~1kg 미만 출하량은 6~12개월 전에 입식된 물량이므로, 1년 전의 500~1kg 미만 양성물량이 설명변수로 투입되면 설명력이 낮아지게 된다.

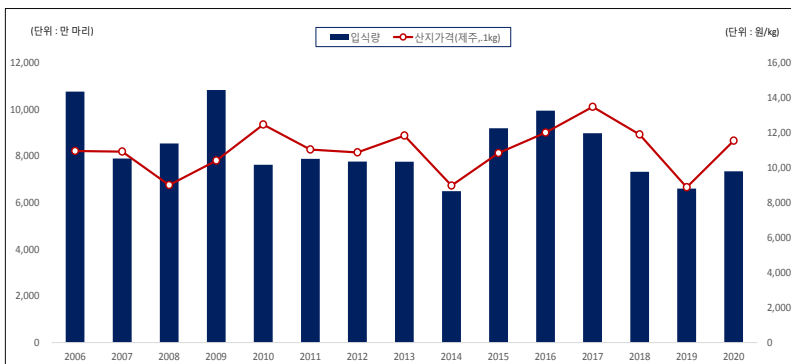
었다. 특히 2000년 대보다 2010년대 들어서는 1kg 이상 크기의 출하 비중이 더 증가하는 모습을 보였다.

일반적으로 광어 출하량에 영향을 미치는 요인은 양성물량과 산지가격이다. 양성물량이 많고 산지가격이 높을수록 출하하고자 하는 의향이 높을 것이기 때문이다. 그리고 또 하나 고려할 수 있는 부분은 치어 입식시기이다. 치어 입식 시기에 생산자들은 수조 확보를 위해 출하하고자 하는 의향이 높을 수 있기 때문이다. 따라서 주요 출하 크기인 1kg 이상 출하량 추정에는 산지가격과 양성물량뿐만 아니라, 주 입식 시기까지 고려할 필요가 있다.

(3) 입식량 동향

광어 입식량을 살펴보면, 2016년 약 1억 마리가 입식되어 가장 많은 입식량을 기록하였으며, 이후 점차 하락하여 2020년에는 약 7천만 마리가 입식되었다. 2018년과 2019년도는 광어 가격이 하락한 시기이므로 어업인의 기대가격이 낮아 입식을 줄였던 것으로 보인다. 즉, 입식량에 영향을 미치는 요인으로는 기대가격이 변수로 반드시 포함되어야 할 것이다.

〈그림 2-3〉 광어 연도별 입식량 및 산지가격 추이



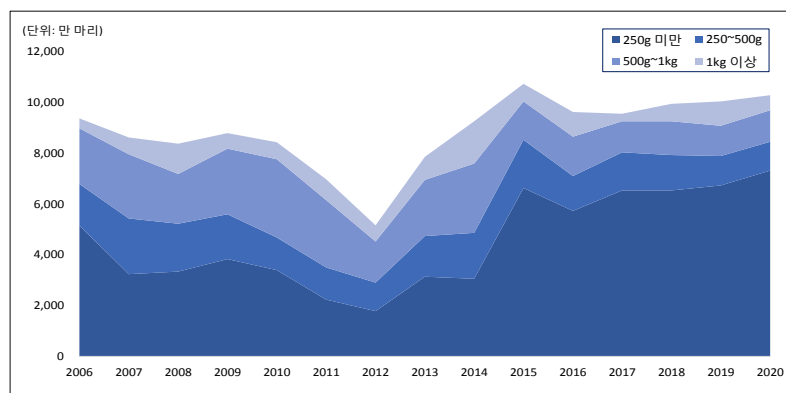
자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터

추가적으로 입식량에 영향을 미치는 요인을 살펴보면, 먼저 치어 폐사량을 생각해 볼 수 있다. 만약 전기에 치어 폐사가 많이 발생했다면 다음 기에 추가로 입식하고자 하는 의향이 높을 수밖에 없으므로 입식량에 영향을 미치는 요인이라고 볼 수 있다. 다음으로 생산대체재의 기대순수익이 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어 광어의 생산대체재가 우럭이고, 우럭의 기대순수익이 높아진다면 우럭으로 생산을 전환하는 어가가 많아질 것이고 이로 인해 입식량은 감소하는 결과가 나타날 수 있다.

(4) 양성물량 동향

광어의 양성물량은 출하에 가장 밀접한 영향을 미치는 요인 중 하나이다. 양성물량은 2012년 약 5천만 마리로 가장 낮았으나 이후 지속적으로 상승하였고 최근에는 약 1억만 마리 수준을 유지하고 있다.

〈그림 2-4〉 광어 크기별 양성물량 추이



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터

크기별로는 250g 미만 크기의 양성물량 비중이 가장 높으며, 250g 이상 크기 양성물량은 비슷한 비중을 보이고 있다. 특히 눈여겨 볼만한 부분은

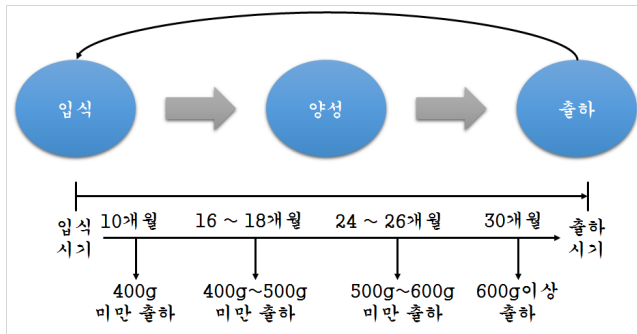
2015년 250g 미만 양성물량이 크게 늘었지만, 250g 이상 크기는 큰 변화를 보이지 않았다는 점이다. 이는 250g 미만 크기에서 그 이상 크기로 성장할 때 폐사가 많이 발생한다는 것을 의미한다. 즉, 양성물량 추정에는 전기 양성물량뿐만 아니라 폐사량, 출하량까지 고려가 되어야 한다.

2) 우력

(1) 생육조건

우력은 5~7월에 집중적으로 치어 입식이 이루어지며 이외에는 특별히 입식을 추가로 진행하지 않는다. 입식 이후 10개월 정도 성장하면 400g 미만의 크기로 출하가 시작되고, 주 출하크기인 500g 크기 수준까지 성장하는데 약 17개월이 소요된다. 이후 500~600g 크기까지는 24~26개월이 소요되고 600g 이상까지 성장하는 데 30개월이 소요된다.

〈그림 2-5〉 우력 양성 및 출하시기



자료: 김배성 외(2014), p. 9

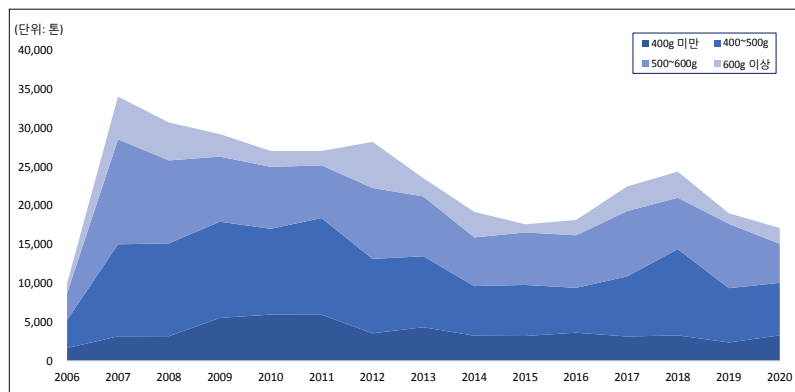
우력의 이러한 생육특성을 모형에 반영하기 위해서는 광어와 마찬가지로 연도별 모형보다는 분기별 모형이 구축되는 것이 바람직하다. 우력의 주 출하 크기는 500~600g이지만, 500g 미만 크기도 출하가 이루어지기 때문

에 이 크기에 대한 추정식이 필요하다. 그런데 크기별 양성기간이 10개월, 6개월 등 월단위로 나뉘져 있어, 1년 단위로 추정식을 설정하게 되면 양성 물량과 출하량이 세밀하게 반영되지 못해 합리적인 전망치를 도출할 수 없다. 특히 크기별 양성물량은 연말 기준 양성물량을 이용할지, 연평균 양성 물량을 이용할지에 따라 추정계수에 큰 차이를 보일 수 있다.

(2) 생산동향

우럭의 연도별 출하동향을 살펴보면, 2007년 3만 4,066톤을 기록한 이후 감소추세를 보이다가 2017년과 2018년에 일부 회복되는 모습을 보였다. 그러나 2020년에는 다시 감소하여 1만 7,128톤이 출하되었는데, 이 양은 2007년의 절반 수준이었다.

〈그림 2-6〉 우럭 크기별 출하량 추이



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터

크기별 출하 비중은 400~500g이 약 35~40%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 다음으로 500~600g, 400g 미만, 600g 이상 순이다. 각 크기별 출하량에 영향을 미치는 요인은 전기 양성물량, 산지가격, 계절성 등

으로 볼 수 있다.

전기 양성물량은 출하가능한 물량이 많다는 의미이므로, 출하의향을 높이는 요인으로 작용한다. 또한 산지가격이 높으면 수익에 대한 기대가 높아지게 되므로 출하량이 증가하는 요인으로 작용하게 된다. 마지막으로 주입식시기에 수조 확보를 위해 출하하고자 하는 의향이 높아지므로, 계절성을 고려할 필요가 있다.

(3) 입식량 동향

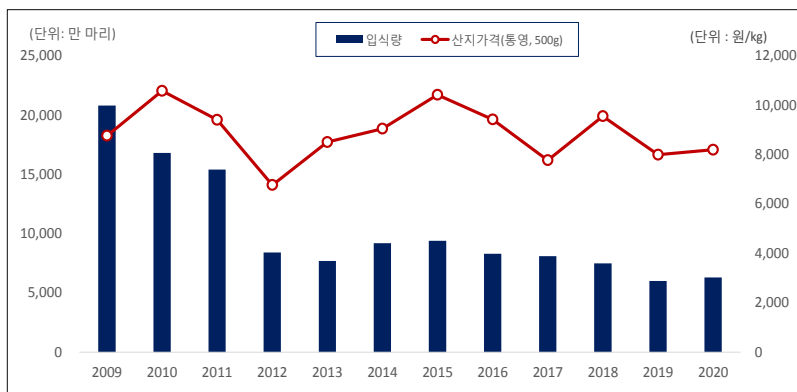
우럭의 연도별 입식량을 살펴보면, 2009년 약 2억 마리를 입식할 정도로 입식량이 많았으나, 이후 급격하게 입식량이 감소하였다. 2012년부터는 약 8천만 마리를 입식하였고, 2019년부터는 더욱 감소하여 6천만 마리 수준이 입식되고 있다.

우럭 입식량에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위해 산지가격과 우럭 입식량의 추이를 살펴보면, 전반적으로 양(+)의 관계를 보이고 있는데, 이는 기대가격이 높아졌기 때문으로 판단된다.

또 다른 요인으로는 경영비가 고려되어야 한다. 경영비 상승률이 산지가격 상승률보다 클 경우, 어업 이탈이 이루어지면서 입식량이 감소할 가능성이 존재하기 때문이다.

마지막으로는 생산대체재의 기대순수익이 고려되어야 한다. 광어의 경우 육상수조식 생산이 많아 다른 어종으로의 전환이 쉽지 않으나, 우럭은 참돔, 송어 등 가두리 어종이 많기 때문에 타 어종의 기대가격이 높아지면 우럭 입식량을 줄이고 다른 어종을 입식하려는 의향이 높아질 수 있다.

〈그림 2-7〉 우럭 연도별 산지가격 및 입식량 추이



주: 산지가격은 통영지역 500g 기준 우럭 가격임
 자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터

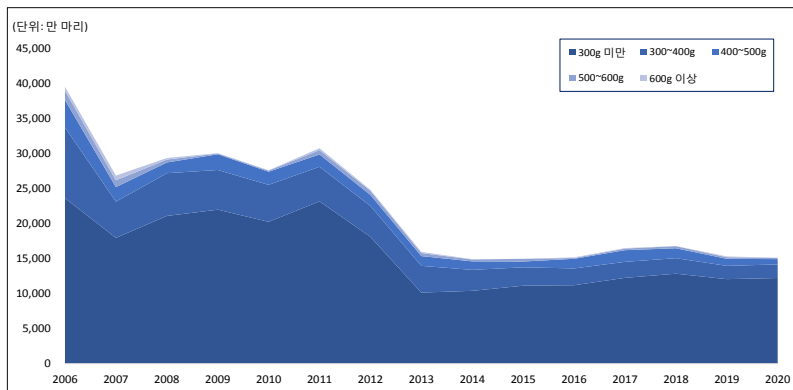
(4) 양성물량 동향

우럭 양성물량은 2006년 약 4억 마리였으나, 이후 지속적으로 줄어들어 2013년 약 1억 6천만 마리까지 감소하고 2014년부터는 약 1억 5천만 마리 수준이 유지되고 있다.

크기별로는 300g 미만이 가장 높은 비중을 차지하였는데, 최근에는 전체 양성물량의 60% 이상을 기록하였다. 이는 치어 입식 이후 300g까지 성장하는 데 오래 걸리기도 하지만, 이 과정에서 폐사하는 물량도 많기 때문으로 판단된다.

우럭 양성물량의 경우, 2012년 이후 급격하게 감소한 것을 확인할 수 있는데, 2012년은 입식량이 감소하기도 했지만 태풍 ‘볼라벤’의 영향으로 해상가두리 시설 피해가 컸으며 고수온으로 인해 폐사량도 많은 해였다. 따라서 우럭 양성물량에 영향을 미치는 요인으로는 입식량, 폐사량이 고려되어야 하며, 여름철 고수온, 태풍 등 기상요인도 포함될 필요가 있다.

〈그림 2-8〉 우럭 크기별 양성물량 추이



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터

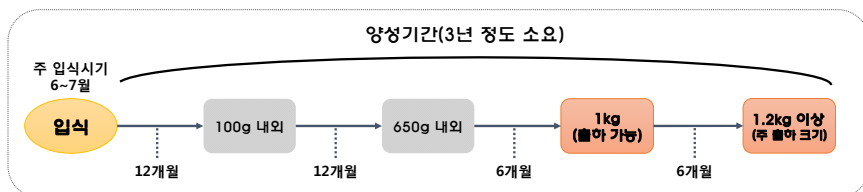
3) 참돔

(1) 생육조건

참돔의 입식은 주로 우럭 치어가 입식된 이후 6~7월에 이루어진다. 우럭이나 송어 같은 어종에 비해 성장이 다소 느린 대신 수명이 긴 약 20년으로 추정된다. 치어입식 이후 100g 내외 크기까지 12개월이 소요되며, 24개월이 지나면 650g 크기까지 성장한다. 즉시 판매가 가능한 크기인 1kg 내외까지는 30개월 이상 소요되며, 주요 판매 크기인 1.2kg까지는 평균 3년 정도가 소요된다.

참돔의 경우, 입식 이후 출하까지 3년 정도의 양성기간이 소요되므로, 연단위의 수급전망모형 구축을 고려해 볼 수 있으나, 출하가 가능한 1kg 이상 크기는 650g에서 6개월 정도가 소요되며, 주 출하 크기인 1.2kg까지 다시 6개월이 소요된다. 따라서 세밀한 모형 구축을 위해서는 반기(semi-annual) 모형을 구축할 필요가 있다.

〈그림 2-9〉 참돔 양성 및 출하 시기

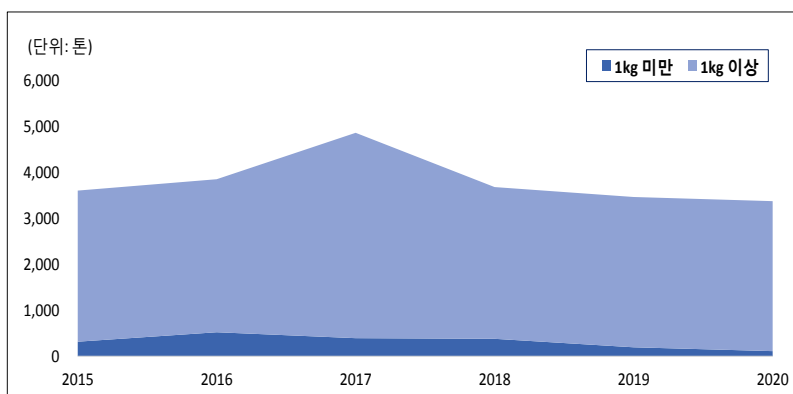


자료: 저자 작성

(2) 생산동향

참돔은 1kg미만 크기와 1kg 이상 크기로 구분되어 출하량 통계가 집계된다. 연도별 출하동향을 살펴보면, 2015년 3,601톤에서 2017년 4,857톤까지 증가하였으나, 이후 감소하여 2020년에는 3,369톤이 출하되었다. 두 가지의 크기로 구분되어 있지만 1.2kg 크기의 참돔을 가장 많이 출하하기 때문에 1kg 이상 크기의 출하 비중이 90% 이상이며, 최근 들어서는 95% 이상 출하되고 있다.

〈그림 2-10〉 크기별 참돔 출하량 추이



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터

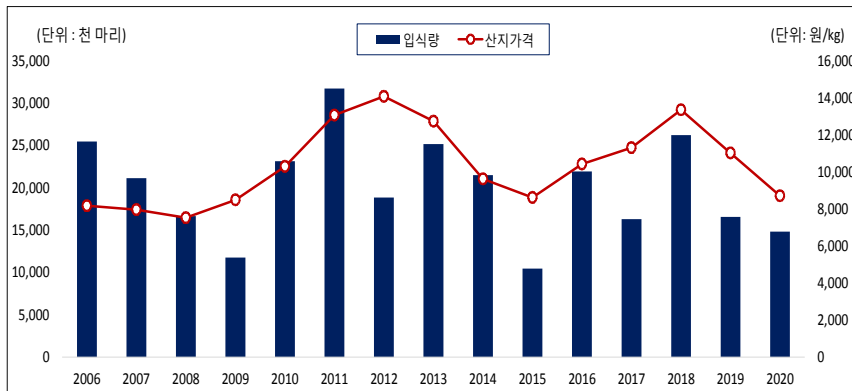
이처럼 참돔은 1kg 이상 크기의 출하량이 대부분을 차지하고 있으므로, 출하량 추정 방정식에도 1kg 미만과 1kg 이상을 구분하지 않고 전체 출하량을 기준으로 추정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

(3) 입식량 동향

참돔 입식량은 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 공표자료가 존재하지 않아 통계청 자료를 통해 동향을 살펴보았다.

2006년부터 2020년까지 입식량을 살펴보면, 2011년에 3,170만 마리로 가장 많은 양이 입식되었으나, 이후 감소하여 2015년에는 가장 적은 1,047만 마리가 입식되었다. 이는 참돔 가격이 2013년 이후 만 원 이하로 떨어지면서 기대가격이 하락한 데 따른 것으로 판단된다. 실제 산지가격과 입식량을 비교해 보면, 비슷한 추이를 보이면서 움직이는 모습을 확인할 수 있다.

〈그림 2-11〉 참돔 산지가격 및 입식량 추이



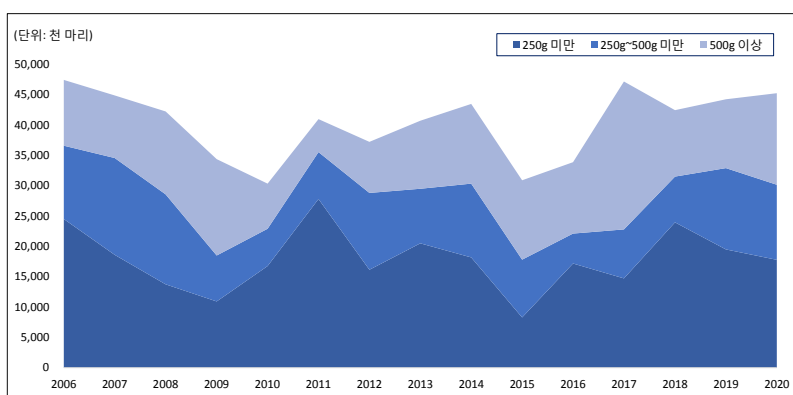
주: 산지가격(생산단가)=생산금액/생산량
자료: 통계청, 「어류양식동향조사」

(4) 양성물량 동향

참돔의 양성물량은 변동성이 다소 존재하는 것으로 나타났다. 2015년에 약 3천만 마리까지 줄어들었던 양성물량은 최근에 회복하여 2020년 기준으로 약 4,500만 마리를 기록하였다.

크기별로는 250g 미만의 작은 크기가 가장 많은 비중을 차지하고 있는데, 다른 어종에 비해서는 작은 크기가 차지하는 비중이 적었다. 이는 참돔이 고수온에 상대적으로 강하여, 사료 관리만 잘 된다면 폐사율이 매우 낮기 때문이다.

〈그림 2-12〉 참돔 크기별 양성물량 추이



자료: 통계청, 「어류양식동향조사」

(5) 수입

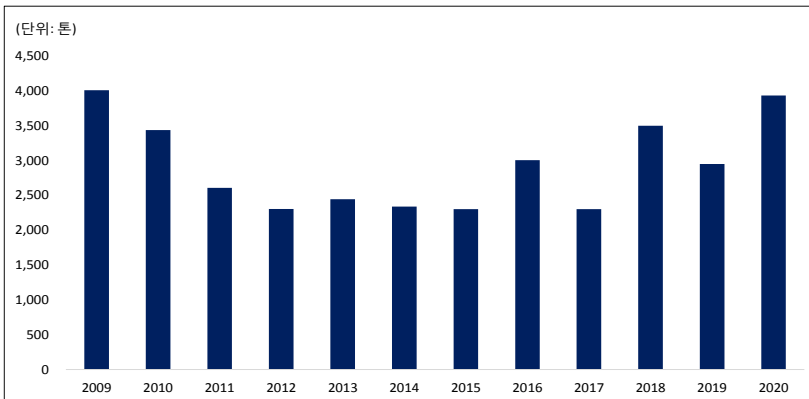
대다수의 양식어류는 수입되는 경우가 많지 않으나, 참돔은 일본산, 중국산 등 활참돔 수입량이 우리나라 참돔 수급에 큰 영향을 미치고 있다. 이는 일본과 중국이 위치적 이점으로 인해 우리나라보다 참돔을 1kg 내외까지 성장시키는 데 소요되는 기간이 짧기 때문으로, 양성기간이 긴 만큼

우리나라의 참돔 양성비용이 더 많이 요구되어 가격경쟁력에서 우위를 점하지 못한다는 것을 의미한다.²²⁾

활참돔 수입량은 2009년 4,010톤에서 지속적으로 감소하여 2015년에는 2,303톤까지 줄어들었다. 그러나 2016년 이후 매년 수입량이 증가하는 추세에 있으며, 변동성 또한 이전에 비해 매우 커진 것을 확인할 수 있다. 2020년에는 일본산 활참돔 수입량이 늘어나 3,933톤을 기록했다.

활참돔 수입량에 영향을 미치는 요인으로는 우리나라의 소비자가격, 환율, 소득, 주요 수입대상국의 관세율 및 활참돔 가격 등이 고려되어야 한다. 일반적으로 우리나라 소비자가격이 수입대상국의 활참돔 가격보다 높을 경우 수입이 증가하게 된다. 반대로 환율이 상승하면 원화가 평가절하되면서 수입은 줄어들게 된다.

〈그림 2-13〉 활참돔 연도별 수입량 추이



자료: 국립수산물품질관리원 수입(수출)검역통계

22) 3년 동안 양성해야 하는 우리나라와 달리, 일본산의 경우 18~20개월, 중국산은 20~22개월이면 1kg 정도까지 성장한다.

4) 송어

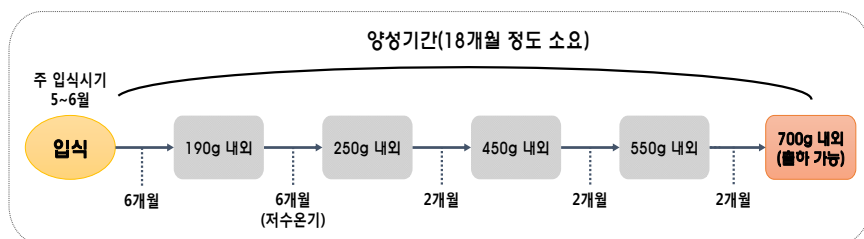
(1) 생육조건²³⁾

가두리 양식장의 경우, 송어 입식은 수온이 17~22℃ 정도인 5~6월에 이루어지는데, 출하 가능한 600g 이상 크기로 성장하기까지는 일반적으로 18개월 정도가 소요된다. 18개월의 기간 사이에 12월 초순부터 이듬해 3월 하순까지 수온이 12℃ 이하로 떨어지는 저수온기가 있는데, 이 기간 동안은 송어가 먹이를 먹지 않는 월동기간으로 성장이 정체된다.

입식 이후 성장 과정을 살펴보면, 입식 이후 3개월이 지나면 20g 정도로 성장하며, 6개월 이후에는 190g, 12개월 이후 250g, 14개월 이후 450g, 16개월 이후 550g, 18개월 이후 700g 정도로 성장하게 된다.

송어의 경우, 입식 이후 출하까지 총 18개월이 소요되기 때문에 연 단위 모형 구축보다는 6개월 단위의 반기 모형을 구축하는 것이 생육특성을 반영하는 데 더 적합할 것으로 판단된다. 특히 250g 이후 700g 크기로 성장하기까지 6개월이 소요되기 때문에 반기 모형이 정확한 양성 및 출하 시기를 고려할 수 있을 것으로 보인다.

〈그림 2-14〉 송어 양성 및 출하 시기



자료: 저자 작성

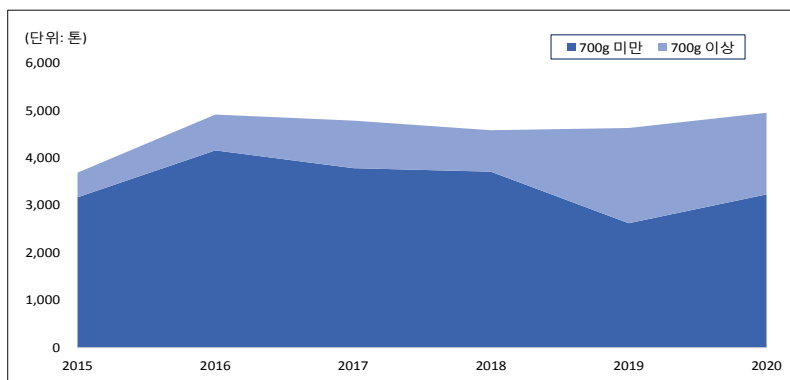
23) 국립수산물과학원(2019), 「송어 양식기술 매뉴얼」의 내용을 재구성하였다.

(2) 생산동향

숭어 출하량은 2015년에 3,688톤이었으나, 이후에는 4,600~4,900톤으로 증가하였다. 2020년에는 4,950톤을 기록하여 5천 톤에 근접하는 물량이 출하되었다. 이는 숭어 양성물량이 2016년 이후 증가하고 있으며, 특히 500g 이상 크기의 양성물량이 크게 늘었기 때문이다.

숭어의 출하량 자료는 700g을 기준으로 나뉘어져 있으나, 실제 주 출하 크기는 600~650g 정도이다. 다만 2018년까지만 해도 700g 미만 크기의 출하 비중이 80% 이상으로 높았으나, 최근 들어서는 700g 이상 크기의 출하 비중이 증가하고 있는 것으로 나타났다.

〈그림 2-15〉 숭어 크기별 출하량 추이

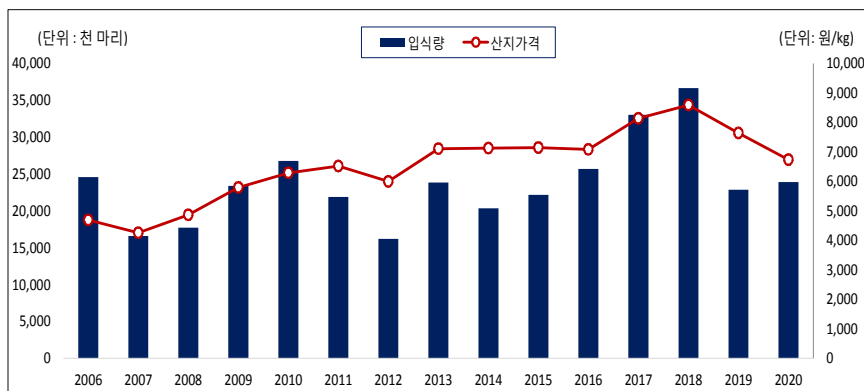


자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터

(3) 입식량 동향

숭어 입식량 또한 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서 공표하고 있지 않아, 통계청 어류양식동향조사 자료를 참고하였다. 2012년에 큰 폭으로 감소했던 숭어 입식량은 이후 2018년까지 증가세를 보였으나, 2019년 이후 다시 감소하여 2,300만 마리 정도가 입식되고 있다.

〈그림 2-16〉 송어 입식량 및 산지가격 추이



주: 산지가격(생산단가)=생산금액/생산량

자료: 통계청, 「어류양식동향조사」, 「어업생산동향조사」

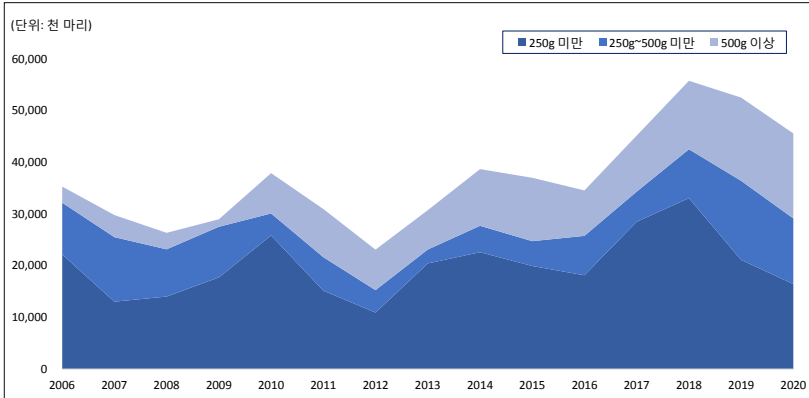
(4) 양성물량 동향

송어의 양성물량은 변동성이 매우 큰 모습을 보이고 있다. 양성물량이 가장 적었을 때는 2012년으로 약 2,300만 마리였으며, 가장 많았을 때는 2018년으로 약 5,600만 마리였다.

크기별 양성물량 비중을 살펴보면, 250g 미만 크기가 절반 이상의 비중을 차지하고 있었으나, 시간이 흐름에 따라 500g 이상 크기의 양성물량 비중이 늘어났다. 2020년 기준으로는 250g 미만 크기와 500g 이상 크기의 양성물량 비중이 동일한 것으로 나타났다. 2020년 500g 이상 크기의 양성물량 비중 증가는 2018년 송어 입식 증가에 따른 영향으로 볼 수 있으며, 이후 2019~2020년 입식이 감소함에 따라 250g 미만 양성물량은 줄어든 것으로 보인다. 즉, 양성물량 추정을 위해서는 전기의 이전 개체 크기²⁴⁾ 양성물량이 반영되어야 하며, 출하량, 폐사량 등도 고려되어야 한다.

24) 500g 이상일 경우 250~500g 미만 양성물량, 250~500g 미만일 경우 250g 미만 양성물량이 고려되어야 한다.

〈그림 2-17〉 송어 크기별 양성물량 추이



자료: 통계청, 「어류양식동향조사」

2. 수요부문 영향요인 검토

1) 1인당 소비량

경제학에서 수요의 법칙은 다른 조건이 일정할 때 재화의 가격이 상승하면 수요량이 감소한다는 법칙이다. 따라서 수요량을 결정하는 요소는 해당 재화의 가격이며 본 연구에서는 광어, 우럭, 참돔, 송어의 가격으로 볼 수 있다.

그러나 본 연구에서 구축하고자 하는 모형에서는 총공급량과 총수요량이 일치하는 지점에서 균형가격이 도출되기 때문에, 가격 외 1인당 소비량에 영향을 주는 요인들을 살펴볼 필요가 있다.

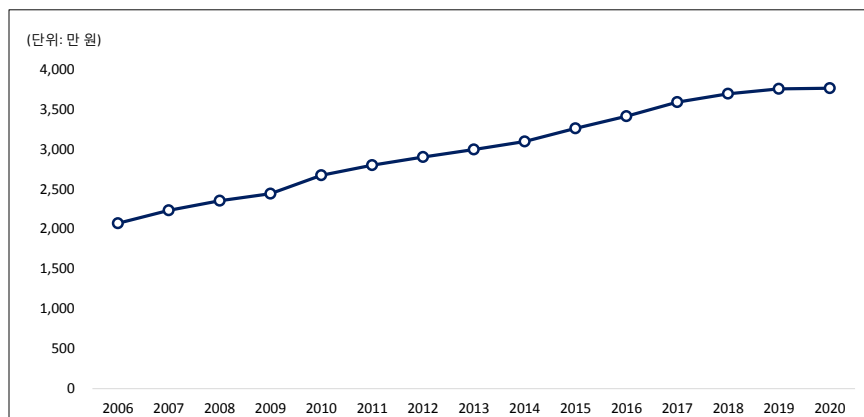
(1) 소득

가장 먼저 살펴볼 부분은 소득이다. 1인당 소득이 증가하면 개인의 구매력이 높아지게 되므로 소비량도 증가하는 방향으로 움직이게 된다. 양식어

류의 경우 소득이 증가하면 소비가 감소하게 되는 열등재라고 보기는 어려우므로, 소득이 증가하면 소비 또한 증가한다고 가정하는 것이 적합하다.

우리나라의 1인당 소득 수준을 파악하기 위해 소비나 저축으로 자유롭게 처분할 수 있는 소득인 1인당 국민처분가능소득을 살펴보았다. 1인당 국민처분가능소득 역시 1인당 국내총생산과 동일하게 지속적으로 증가하는 추세에 있었다. 2017년 이후에는 다소 증가세가 둔화된 모습을 보이기도 하였으나, 특별한 경제위기 등이 없는 이상 상승하는 추세에 있을 것으로 판단된다.

〈그림 2-18〉 1인당 국민처분가능소득(명목)



자료: 통계청 국가통계포털

(2) 대체재

양식어류의 수요에 영향을 미치는 요인으로 대체재의 가격을 생각해 볼 수 있다. 대체재는 양식어류의 수요를 대체할 수 있는 상품을 의미하는데, 양식어류는 대부분 '생선회'로 소비되는 경우가 많기 때문에 서로를 대체 관계에 있다고 볼 수 있다. 즉, 우럭, 참돔 등의 1인당 소비량을 추정할 때

광어, 송어의 가격을 고려할 수 있다. 만약 대체재인 광어의 가격이 상승한다면 소비자는 광어 소비를 줄이고 상대적으로 가격이 저렴한 우럭, 참돔 등을 소비하므로 양(+)의 관계를 보일 것이다.

또 다른 대체재로는 수입수산물이다. 최근 소비트렌드 변화로 연어, 방어 등 수입수산물의 공급이 증가하고 있는데, 이러한 수입수산물도 생선회로 소비되기 때문에 국내 양식수산물과 일부 대체 관계가 있을 수 있다. 따라서 생선회 소비 목적으로 수입이 많이 이루어지고 있는 어종을 대체재로 고려해 볼 수 있다. 다만 여기에 대해서는 모형의 적합성을 위해서 실질적으로 대체관계가 존재하는지 파악할 수 있는 연구가 선행될 필요가 있다.

(3) 기타 요인

소득과 대체재 외에 주요 양식어류의 수요에 영향을 미치는 요인 중 고려해 볼 수 있는 부분은 첫 번째로 계절성이다. 대체로 생선회는 안전성 등의 문제로 여름철에는 소비가 줄어드는 경향이 있으며, 행락철인 봄, 가을에는 소비가 늘어나는 패턴을 보인다. 따라서 분기별로 모형을 구축한다면 이러한 계절성을 고려할 필요가 있을 것이다.

두 번째로 생각해 볼 수 있는 것은 식중독, 쿠도아충 등 안전성과 관련된 문제 발생이다. 이 부분은 모형 내에서 통제할 수 있는 요인은 아니지만, 주요 양식어류의 소비 감소에 직접적인 영향을 미치게 되므로 이러한 요인을 모형에 어떤 변수로 반영할 수 있을지 생각해 볼 필요가 있다.

세 번째는 코로나19에 따른 외식 소비 감소이다. 2020년 국내 코로나19 발생 및 확산으로 사회적 거리두기가 강화되면서 감소한 외식 소비가 2021년까지도 회복되지 못하고 있다. 그런데 생선회는 대부분 외식 소비가 많기 때문에 소비 감소에 다소 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 11월 이후 위드코로나(with COVID19)로 전환되면서 외식 소비가 점차 증가할

것으로 예상되는데, 이에 대한 영향을 모형 내에서 반영할 수 있는 방법을 강구해 볼 필요가 있다.

마지막은 기술의 발전이다. 앞서 외식 소비 감소에 따른 주요 양식어류 소비량 감소를 언급했는데, 사실상 광어, 우럭, 송어 등 주요 양식어류는 오히려 코로나19 발생 이후 가격이 상승하는 모습을 보였다. 이는 출하가 능한 큰 크기 양성물량 감소의 영향도 분명히 있으나, 가격이 지속적으로 상승한다는 것은 그만큼의 수요도 분명히 존재한다는 것으로 생각된다. 외식 소비 감소에도 이처럼 수요가 존재하는 것은 배달앱(APP) 등 비대면 소비로의 전환이 빠르게 이루어지고 있기 때문으로 판단된다. 실제로 2021년 8월 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서 실시한 소비자조사 결과, 생선회 소비 방법에 대해 ‘횃집(외식)’보다 ‘포장 및 배달’이라는 응답이 20%p. 정도 더 높게 조사되었다.²⁵⁾ 따라서 이러한 비대면 소비, 온라인 쇼핑, 새벽배송(셋별배송)과 같은 기술의 발전 등이 주요 양식어류 소비에 대한 설명변수로 투입될 필요가 있다.

2) 수출

수출은 수요와 관련된 요인으로, 주요 양식어류의 수출량 결정함수를 모형 내에서 도출할 필요가 있다. 그런데 수출입 자료의 경우 어로어업 수산물, 양식어업 수산물로 구분되어 있지 않기 때문에, 자료 내에서 활어일 경우를 양식어업 수산물로 가정할 수밖에 없다. 그런데 주요 양식어류 중 활어 상태로 수출이 이루어지는 품목은 거의 광어밖에 없어 광어에 대해서만 수출함수를 도출할 수 있다.

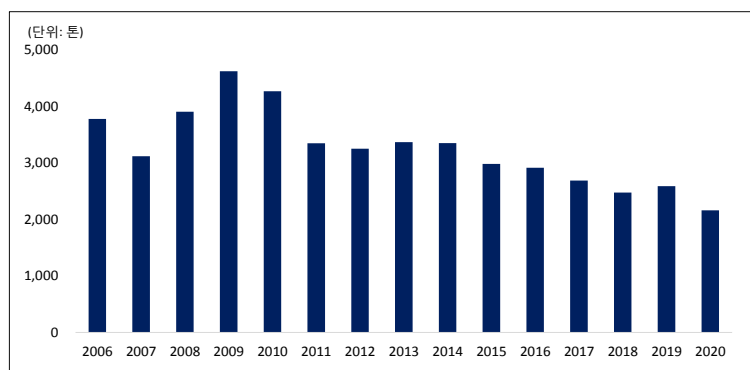
광어의 연도별 수출실적을 살펴보면, 2010년부터 지속적으로 하락하는

25) 본 조사는 성인남녀 1,200명을 대상으로 실시되었는데, 코로나19 발생 이후 생선회 주 소비처를 묻는 질문에 ‘포장 및 배달’이라는 응답은 50.8%, ‘횃집(외식)’이라는 응답은 30.6%였다.

추세에 있다. 2009년에는 4,622톤을 기록할 정도로 수출량이 많았으나 이후 감소하여 2020년에는 절반 수준인 2,160톤이 수출되었다. 주요 수출대상국은 일본, 미국 등이며, 일본으로의 수출량이 가장 많은 비중을 차지하고 있다.

이러한 광어의 수출 동향을 살펴보았을 때, 일단 주요 수출대상국가별로 수출모형을 구성할 필요가 있을 것으로 판단된다. 수출대상국가별로 수출함수를 구축할 경우, 관세율 변화 등에 따른 시나리오 분석이 가능하다. 이러한 국가별 수출함수 추정에 있어 고려해야 할 변수는 수출단가, 환율, 관세율, 수출대상국의 광어 가격, 수출경쟁국의 광어 가격 등이 포함되어야 한다. 각 변수별 방향성을 살펴보면, 수출단가가 높으면 수출이 감소할 것이며, 환율이 상승하면 원화가 평가절하되면서 수출은 늘어나는 양(+)의 방향의 계수값이 도출되게 된다. 또한 수출대상국의 광어 가격 또는 수출경쟁국의 광어 가격이 상승하면 수출량은 증가할 것이다.

〈그림 2-19〉 활광어 연도별 수출량 추이



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터

제2절 균형가격 도출 방식 검토

1절에서 공급과 수요부문에서 어떤 개별방정식들이 필요하고, 어떤 요인들이 모형에서 고려되어야 하는지 살펴보았다. 이제는 이러한 개별방정식들을 통해 도출되는 총공급량과 총수요량 사이에서 균형가격이 어떻게 도출되어야 할지 살펴보려고 한다.

본 연구에서 구축하고자 하는 모형은 여러 개별방정식의 종속변수와 설명변수들이 상호 연관되어 영향을 주고 받는 연립방정식모형(Simultaneous Equations Model)이다. 이러한 연립방정식모형에서의 시장균형가격(market clearing price) 도출 방식은 크게 축차모형(recursive model)과 수급 동시균형모형(simultaneous model)으로 구분할 수 있다.

선행연구에서 살펴보았듯이 농업부문에서는 축차모형보다는 수급동시균형 방식을 더 많이 이용하고 있는 반면, 수산업부문에서는 아직까지 축차모형 방식으로만 균형가격을 도출하고 있다. 이에 대한 이유로는 데이터의 한계라는 부분도 물론 있었지만, 그동안 수산업은 공급측면이 더 영향을 미치는 구조가 적합하다는 의견도 존재했기 때문이다.²⁶⁾ 그러나 어로어업보다는 양식어업의 공급이 비교적 탄력적이며, 축차형방식보다는 수급 동시균형 방식이 정밀한 추정이 가능하므로²⁷⁾ 본 연구에서는 수급 동시균형 방식으로 균형가격을 도출하고자 한다. 이에 우선 축차형 가격 도출방식과 수급 동시균형 방식에 대해 살펴보려고 한다.

26) 이현동 외(2018) 연구에서는 KMI-FOSIM 설계 시 수급 동시균형 방식으로 구축하고자 하였으나, 중간 연구심의회에서 공급의 비탄력적 제약이 큰 양식어업의 특성상 가격탄력성보다 가격신축성계수가 더 중요한 의미를 가진다는 심의위원들의 의견을 받아들여 축차형 방식으로 구축하였다.

27) Thurman(1986)은 미국의 가금류에 대한 수요함수 추정에서 수요함수의 종속변수가 가격 또는 소비량인 경우, 어떤 것이 더 정밀한 추정이 가능한지 Wu-Hausman 검정을 통해 추정 계수값에 대한 내생성 검정을 실시하였다. 그 결과, 가격보다 소비량 방정식의 추정 계수값의 일치성이 높았고, 점근적으로 효율적인 것으로 나타났다.

1. 축차형 균형가격 도출

축차형 모형은 연립방정식 체계에서 개별방정식이 순차적으로 내생변수 값이 계산되는 형태이다. 즉, 처음 개별방정식의 종속변수가 외생변수로 도출되면, 이 다음 2번 방정식에는 1번 방정식의 종속변수가 설명변수로 들어가고, 다시 2번 방정식의 종속변수가 3번 방정식의 설명변수로 투입되는 구조이다. 이를 방정식으로 표현하면 (식1)²⁸⁾과 같다.

$$\begin{aligned} Y_{1t} &= \beta_{10} && + \gamma_{11}X_{1t} + \gamma_{12}X_{2t} + u_{1t} \\ Y_{2t} &= \beta_{20} + \beta_{21}Y_{1t} && + \gamma_{21}X_{1t} + \gamma_{22}X_{2t} + u_{2t} \\ Y_{3t} &= \beta_{30} + \beta_{31}Y_{1t} + \beta_{32}Y_{2t} + \gamma_{31}X_{1t} + \gamma_{32}X_{2t} + u_{3t} \end{aligned} \quad (\text{식1})$$

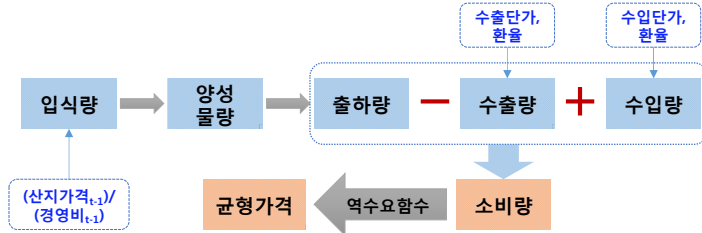
(식1)에서 Y 는 모형에서 값이 결정되는 내생변수이며, X 는 외생변수를 의미한다. 여기서 처음 내생변수 Y_{1t} 는 외생변수에 의해 계산되며, 순차적으로 이 값은 다시 Y_{2t} 추정을 위한 설명변수로 투입된다. 그리고 Y_{2t} 는 다시 Y_{3t} 추정을 위한 설명변수로 투입된다.

이러한 과정을 주요 양식어류를 예로 들어 설명하면 다음과 같다. 처음 입식량을 결정할 때 전기 산지가격과 경영비가 외생변수로 투입되고,²⁹⁾ 추정된 입식량은 다시 양성물량을 추정하기 위한 설명변수로 투입된다. 양성물량은 출하량을 추정하기 위한 설명변수로 들어가며, 출하량은 수출량, 수입량과 함께 소비량으로 계산되어 역수요함수(가격신축성함수)의 설명변수로 투입된다.³⁰⁾

28) Gujarati and Porter(2008), p. 713.

29) 전기 산지가격과 전기 경영비는 이미 주어진 값(predetermined variable)이므로, 모형 외부에서 결정된 외생변수로 볼 수 있다.

〈그림 2-20〉 축차모형 가격 도출 방식



자료: 저자 작성

축차모형에서 가격신축성함수를 통해 균형가격을 도출할 때 소비량은 계산된 값으로 이미 정해져서 설명변수로 투입되는데, 이는 가격 변화에 따른 소비량 조정이 반영되지 않음을 의미한다. 즉, 공급주도로 가격이 형성됨을 의미하는데, 공급이 비탄력적인 시장이나 단기(short-term) 예측모형에는 오히려 이러한 방식이 적합할 수 있다.

2. 수급 동시 균형가격 도출³¹⁾

수급 동시균형 모형에서는 총공급량(Q_s)과 총수요량(Q_D)이 동일할 때 균형가격이 도출되는데, 이때 가격은 총공급량과 총수요량이 같아지게 만드는 수단이 된다.

이 과정을 자세히 설명하면, 먼저 $Q_D > Q_s$ 인 상황일 경우 초과수요가 발생하므로 가격이 상향 조정되게 된다. 반대로 $Q_s > Q_D$ 인 상황에서는 초과공급이 발생하므로 가격은 하향 조정된다. 이러한 단계가 무수히 반복되

30) 가격신축성함수 추정 시 출하량은 1인당 소비량으로 계산된 값이 투입된다(1인당 소비량=(생산량+수입량-수출량)/인구수).

31) 서홍석(2018. 10), 「KREI-KASMO 구축 및 운용사례 연구 자문보고서(KMI 제출)」의 내용을 일부 인용하였음을 밝힌다.

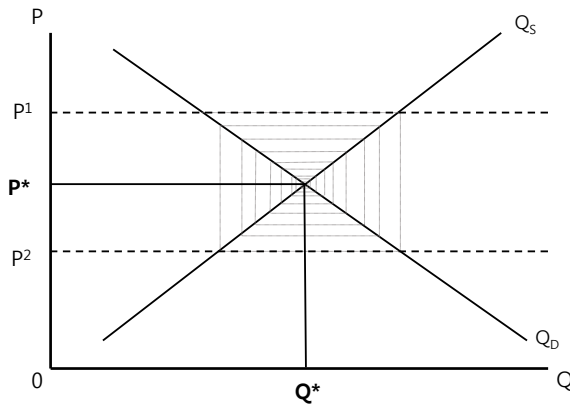
면서 $Q_S = Q_D$ 가 되는 지점에서 균형가격(P^*)이 결정된다. 이를 식으로 표현하면 (식2)와 같다.

$$P_i = P_{i-1} - \delta(Q_{s_i} - Q_{d_i}) \quad (\text{식2})$$

주: i = 반복횟수, $i=1 \sim \infty$, P = 가격, Q_S = 총공급량, Q_D = 총수요량, δ = 조정계수

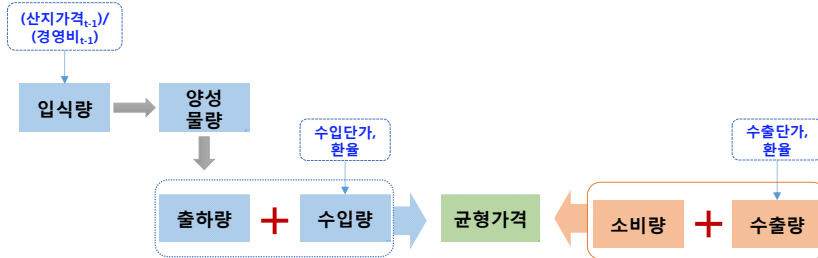
(식2)에서 조정계수(equilibrator)는 초과공급, 초과수요 시 가격을 하향 또는 상향 조정하는 역할을 한다. 즉, 초과공급이 발생하면 $-\delta$ 로 인해 금기 가격은 전기보다 하락하게 되고, 초과수요가 발생하면 반대로 δ 가 양(+)이 영향을 미치면서 금기 가격은 전기 가격보다 상승하게 된다. 이러한 과정은 총공급과 총수요가 같아지는 균형상태($Q_S - Q_D = 0$)가 될 때까지 반복된다.

〈그림 2-21〉 수급 동시균형모형 균형가격 도출 개념도



자료: 서홍석 외(2017), p. 40을 참고하여 저자 작성

〈그림 2-22〉 수급 동시균형 모형 가격 도출 방식



자료: 저자 작성

제3절 시사점

1. 공급부문 구축 방향

지금까지 살펴본 주요 양식어류의 공급 및 수요부문 특성, 균형가격 도출 방식을 고려했을 때 모형의 구축 방향은 다음과 같다. 우선 공급부문에서 도출되어야 할 개별방정식은 입식량 결정모형, 양성물량 결정모형, 출하량 결정모형, 수입량 결정모형이다. 입식량 결정모형에서 반영되어야 할 부분은 기대수익률, 전기 치어 폐사량, 생산대체재의 기대순수익, 그리고 계절성이다. 기대수익률이 높으면 입식량은 증가할 것이고, 전기 치어 폐사량이 많으면 추가로 입식하고자 하는 의향이 높아 입식량은 증가할 것이다. 반면 생산대체재 기대순수익은 음(-)의 관계에 있는데, 생산대체재의 기대순수익이 높으면 다른 어종으로 이탈하면서 입식량이 줄어들기 때문이다.

두 번째로 양성물량 결정모형의 설명변수로는 전기 양성물량, 이전 크기 개체의 전기 양성물량, 폐사량, 출하량, 수온, 태풍 등이다. 전기 양성물량

과 이전 크기 개체의 전기 양성물량은 양(+)의 영향을 미칠 것이나, 폐사량, 출하량, 수온 및 태풍은 음(-)의 관계에 있을 것으로 판단된다.

세 번째로 출하량은 전기 양성물량과 산지가격, 계절성이 반영되어야 한다. 전기 양성물량이 많으면 출하가능물량이 많다는 의미이므로 출하의향이 높을 것이며, 산지가격이 높아도 출하하고자 하는 의향이 높을 것이다. 계절성의 경우 주 입식시기에 수조 및 자금 확보를 위해 출하 의향이 높을 것이므로 양(+)의 영향을 미칠 것이다.

마지막으로 수입량 결정모형의 설명변수로는 국내 소비자가격, 환율, 소득, 관세율, 수입대상국의 소비자가격이 고려되어야 한다. 국내 소비자가격은 수입량과 양(+)의 관계를 보이지만, 환율 및 수입대상국의 소비자가격은 음(-)의 영향을 미칠 것이다.

2. 수요부문 구축 방향

수요부문의 개별방정식은 1인당 소비량 함수와 수출수요함수를 추정해야 한다. 우선 1인당 소비량 함수에 설명변수로 들어가야 하는 요인들은 첫째, 소비자가격과 1인당 국민처분가능소득이다. 일반적으로 소비자가격이 상승하면 소비량은 감소하게 되며, 반대로 소득이 증가하면 구매력이 향상되므로 소비량은 증가하는 방향으로 움직이게 된다.

두 번째는 대체재 가격이 반영되어야 한다. 대체재는 주요 양식어류 어종 간의 관계일 수도 있고, 수입수산물과의 관계일 수도 있다. 만약 대체재의 가격이 하락하게 되면, 대상어종보다 대체재를 소비하고자 하는 의향이 높아질 것이므로 음(-)의 영향을 미치게 된다. 다만 앞서 언급했듯이 대체재를 함수에 반영하기 위해서는 국내 주요 양식어류와 어떤 품종이 대체관계에 있는지에 대한 연구가 선행될 필요가 있다.

세 번째는 계절성이 고려되어야 한다. 주요 양식어류는 주로 생선회로 소비되는데, 생선회는 계절에 따라 수요가 다소 변동되는 모습을 보이고 있다. 일반적으로 여름에는 기온이 상승하면서 부패성이 높은 수산물은 안전성 등의 이유로 잘 소비하지 않기 때문에 여름과는 음(-)의 관계를 보일 것으로 예상된다. 반면, 행락철인 봄, 가을에는 외식 수요가 증가하므로, 양(+)의 관계를 보이게 될 것이다.

네 번째는 식품안전성 문제, 코로나19에 따른 사회적 거리두기 등 소비 관련 이슈 발생 여부이다. 수산물뿐만 아니라 다른 식품도 마찬가지로 식품안전성 문제가 발생했을 때 수요가 큰 폭으로 감소하게 된다. 또한 코로나19와 같은 사회적 거리두기 강화로 외식 소비가 감소하여 양식어류 소비량에 직접적인 영향력을 미치고 있다. 따라서 이러한 부분을 반영할 수 있는 설명변수를 찾아서 투입할 필요가 있다. 그러나 식품안전성, 코로나19 발생과 관련된 정량적인 설명변수를 찾기에는 어려움이 존재하며, 온라인 검색량, 코로나19 신규 확진자 수 등을 반영한다 하더라도 제대로 된 대표성이 있는지 판단할 필요가 있다. 무엇보다 코로나19의 경우, 아직까지도 발생 이후 긴 시간이 흐르지 않아 조금 더 추세를 파악해 볼 필요가 있다.

마지막은 기술 진보이다. 최근 비대면 소비를 위한 플랫폼 증가, 새벽배송 등 유통산업의 발전과 같이 다양한 기술의 발전이 소비를 증가시키는 요인으로 작용하고 있다. 따라서 양(+)의 영향을 미치는 기술진보 변수가 투입될 필요가 있다.

수출수요함수 또한 수요부문의 방정식 중에 하나인데, 수출량에 영향을 미치는 요인은 수출단가, 환율, 관세율, 수출대상국의 가격, 수출경쟁국의 가격이 있다. 수출단가의 경우 수출량과 음(-)의 관계에 있으나, 환율, 수출대상국 및 수출경쟁국의 가격은 모두 양(+)의 영향을 미친다. 지금까지의 내용을 정리하며 <표 2-1>과 같다.

〈표 2-1〉 공급 및 수요부문 영향 요인

구분		세부 내용
공급부문	입식량	• 기대수익률(+), 치어폐사량 _{t-1} (+), 생산대체재 기대순수익(-), 계절성
	양성물량	• 입식량(+), 양성물량 _{t-1} (+), 이전 개체 크기 양성물량 _{t-1} (+), 폐사량(-), 출하량(-), 기상요인(-)
	출하량	• 양성물량 _{t-1} (+), 산지가격(+), 계절성
	수입량	• 소비자가격(+), 환율(-), 소득(+), 관세율(-), 수입대상국 활참돔 가격(-)
수요부문	소비량	• 소비자가격(-), 소득(+), 대체재 가격(+), 수산물 소비 관련 이슈 발생 여부(-), 기술진보(+), 계절성
	수출량	• 수출단가(-), 환율(+), 관세율(-), 수출대상국 가격(+), 수출경쟁국 가격(+)

자료: 저자 작성

이처럼 입식량, 양성물량 등 각 개별방정식에 영향을 미치는 요인들은 다양하게 존재한다. 그러나 이를 실제 모형으로 구축하여 추정할 때는 단순한 영향 관계뿐만 아니라 합리적인 전망치를 도출할 수 있도록 내생변수와 외생변수의 비율도 고려되어야 한다. 예를 들면, 지금 수출량 개별방정식에 영향을 미치는 요인들로 수출단가, 환율, 관세율, 수출대상국 가격, 수출경쟁국 가격 등이 포함되어 있는데, 본 연구에서 구축하고자 하는 모형은 부분균형모형이므로 사실상 수출단가를 제외하면 대부분 외생변수로 볼 수 있다. 외생변수는 모형에서 결정되는 것이 아니라, 모형 외적으로 주어지므로 모형 운용자의 주관에 개입될 수밖에 없다. 따라서 실제 모형 구축 시에는 개별방정식에서 내생변수와 외생변수의 비율에 대해서도 고려할 필요가 있다.

03

주요 양식어류 수급전망모형 구조 및 추정 결과

제1절 주요 양식어류 수급 통계 DB 현황

제2장에서의 주요 양식어류 수급 특성 검토, 균형가격 도출 방식 등을 통해 주요 양식어류 수급전망모형 구축을 위한 기초설계를 마무리하였다. 이에 이번 절에서는 기초설계 내용을 기반으로 모형 구축에 필요한 데이터를 수집하였다.

본 연구에서 구축하려는 모형은 광어, 우럭, 참돔, 숭어 등 양식어류 수급전망모형으로서, 어종별 및 크기별로 양성물량, 출하량, 산지가격, 도매가격 등의 자료가 구축될 필요가 있다. 이에 이러한 자료를 파악할 수 있는 한국해양수산개발원 수산업관측센터 자료와 통계청 어류양식동향조사 자료를 기반으로 데이터베이스(DB)를 구축하였다. 또한 품목별로 살펴보면, 광어, 우럭의 경우 분기별 자료를 수집하였으며, 참돔, 숭어는 반기별 자료를 수집하였다.

그 외 국내총생산, 환율, 물가지수, 수출량 등 모형 구축에 필요한 자료들은 통계청, 한국은행, 한국무역협회(KITA) 등의 자료를 활용하였다. 데이터 수집은 지금 바로 모형에 활용 가능한 자료뿐만 아니라, 향후 이용가능한 것으로 판단되는 자료까지 광범위하게 수집·구축하였다.

1. 거시변수 및 투입요소가격 DB

1) 거시변수

본 연구에서 구축한 거시경제 변수로는 소득변수로 활용하기 위한 명목 및 실질 GDP, 명목 국민처분가능소득, 추계인구가 있으며, 실질가격 변환을 위한 GDP 디플레이터, 생산자물가지수, 소비자물가지수, 수출입 물가지수까지도 수집하였다. 특히 생산자물가지수는 총지수 외에도 가자미, 넙치, 우럭, 기타어류에 대해서, 소비자물가지수는 총지수를 포함하여 생선초밥, 생선회까지 수집하였다. 추가적으로 관련 수출 국가의 수출합수 추정을 위해 대미환율, 대일환율, 엔/달러 환율 등을 수집하였다.

〈표 3-1〉 주요 거시경제 통계 구축 현황

구분	단위	자료출처	시계열 기간
GDP 디플레이터	2015=100	한국은행	2004년 1분기~2021년 2분기
국내총생산(명목, 실질)	십억 원	한국은행	2004년 1분기~2021년 2분기
국민처분가능소득(명목)	십억 원	한국은행	2004년~2020년
환율	원/달러	한국은행	2004년 1분기~2021년 2분기
	원/100엔	한국은행	2004년 1분기~2021년 2분기
	엔/달러	한국은행	2004년 1분기~2021년 2분기
(추계)인구	명	통계청	2004년~2026년
생산자물가지수 (총지수, 가자미, 넙치)	2015=100	한국은행	2004년 1분기~2021년 2분기
생산자물가지수(우럭)	2015=100	한국은행	2005년 1분기~2021년 2분기
생산자물가지수(기타어류)	2015=100	한국은행	2014년 1분기~2021년 2분기
소비자물가지수 (총지수, 생선초밥, 생선회)	2015=100	통계청	2004년 1분기~2021년 2분기
수출물가지수(총지수)	2015=100	통계청	2004년 1분기~2021년 2분기
수입물가지수(총지수)	2015=100	통계청	2004년 1분기~2021년 2분기

자료: 저자 작성

2) 투입요소가격

주요 양식어류의 경영비 자료는 어업경영비가 어로어가, 양식어가와 같이 어가를 기준으로 공표되고 있으나, 양식어업의 개별 어종별·어업별로는 구분되어 있지 않아, 어종별·어업별 자료가 공표되고 있는 수산업협동조합중앙회의 어업별 건당 영어자금소요액조사 자료를 대신 이용하였다.

양식어업 건당소요액 자료 어류양식 부분은 양식어업 방법에 따라 육상수조식(넙치)과 해상가두리(조피볼락), 외해증충가두리(돌돔), 육상수조식(참다랑어)로 구분되어 있는데, 본 연구에서 주 대상이 되는 육상수조식(넙치)과 해상가두리(조피볼락) 자료만 수집하였다.

〈표 3-2〉 투입요소가격 통계 구축 현황

구분		단위	자료출처	시계열 기간
육상수조식(넙치)	건당 소요액	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	종묘대	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	시설유지비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	보조선비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	인건비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	운영관리비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	사료비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	기타	천 원	수협중앙회	2009~2020년
해상가두리(조피볼락)	건당 소요액	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	종묘대	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	시설유지비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	보조선비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	인건비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	운영관리비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	사료비	천 원	수협중앙회	2004~2020년
	기타	천 원	수협중앙회	2009~2020년

자료: 저자 작성

영어자금소요액조사 자료는 전체 비용의 합계인 건당 소요액을 포함하여 종묘대, 인건비, 보조선비, 시설유지비, 운영관리비 등 세부적으로 구축하였다. 특히 사료비는 건당 소요액에서 가장 큰 부분을 차지했는데, 2020년 기준 육상수조식에서 51.1%, 해상가두리에서 37.3%로 나타났다. 다음으로 종묘대가 높은 비중을 나타냈는데, 육상수조식에서 13.2%, 해상가두리에서 32.5%였다. 즉, 사료비와 종묘대가 건당 소요액의 60% 이상을 차지하였다.

2. 공급부문 DB

1) 광어, 우럭(분기별 자료)

광어, 우럭은 어종의 생육 특성을 고려하기 위해 분기별 모형을 구축한다. 따라서 분기별 자료를 수집하였는데, 전체 경영체 수, 사육수면적은 통계청 자료를, 양성물량, 출하량은 수산업관측센터 자료를 참고하였다. 입식량은 통계청과 수산업관측센터 자료를 모두 수집하였다. 또한 경영체 수, 사육수면적, 입식량 등은 해상가두리, 육상수조식, 축제식 등 세부항목별 자료를 수집하였다.

어종별로 양성기간, 주 출하 크기가 다르기 때문에 광어, 우럭의 양성물량, 출하량 크기별 구분도 다르게 공표되고 있다. 광어의 양성물량은 250g 미만, 250~500g 미만, 500g~1kg 미만, 1kg 이상으로 구분되며, 출하량은 500g 미만, 500~750g 미만, 750g~1kg 미만, 1kg 이상으로 구분된다. 반면, 우럭은 300g 미만, 300~400g, 400~500g, 500~600g, 600g 이상으로 양성물량이 구분되며, 출하량은 400g 미만, 400~500g, 500~600g, 600g 이상으로 구분된다.

〈표 3-3〉 광어, 우럭 공급부문 통계 구축 현황

구분		단위	자료출처	시계열 기간
광어 (넙치)	전체 경영체	개소	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	사육수면적	m ²	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	입식량	천 마리	통계청	2004년 상반기~2021년 상반기
	입식량	만 마리	수산업관측센터	2006년 1분기~2021년 2분기
	크기별 양성물량	만 마리	수산업관측센터	2005년 3분기~2021년 2분기
	크기별 출하량	톤	수산업관측센터	2005년 3분기~2021년 2분기
우럭 (조피볼락)	전체 경영체	개소	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	사육수면적	m ²	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	입식량	만 마리	수산업관측센터	2008년 1분기~2021년 2분기
	크기별 양성물량	만 마리	수산업관측센터	2006년 4분기~2021년 2분기
	크기별 출하량	톤	수산업관측센터	2006년 1분기~2021년 2분기

자료: 저자 작성

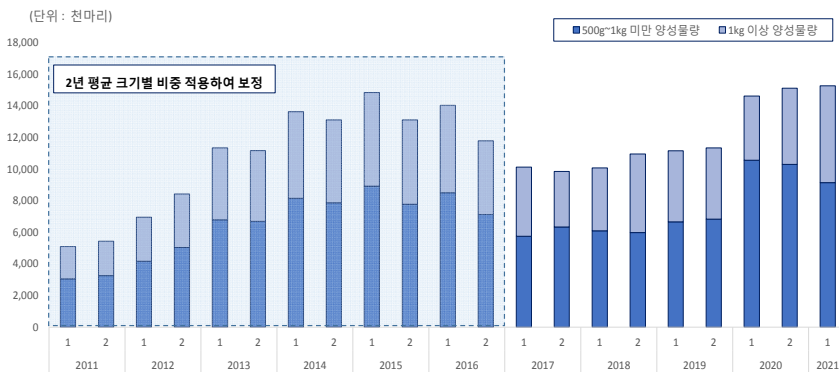
3) 참돔, 송어(반기별 자료)

참돔, 송어의 경우 반기별 자료로서 전체 경영체 수, 사육수면적, 생산량, 급이량, 양성물량은 통계청 자료를, 출하량은 수산업관측센터 자료를 참고하였다. 또한 참돔 수출입 자료의 경우, 관세·통계통합분류표(HSK) 상에서 ‘돔류’로 묶여 있어 참돔만 별도로 구분할 수 없었다. 따라서 국립수산물품질관리원의 수입검역통계 중 참돔 수입검역실적 자료를 대리변수로 이용하였다. 특히 참돔은 일본, 중국 등에서 ‘활참돔’의 형태로 주로 수입되고 있으므로 해당 자료에서 ‘활참돔’³²⁾만 별도로 분류하여 자료를 수집하였다.

32) 국립수산물품질관리원 수입검역통계에서 ‘활참돔(품종코드 0900591800011)’으로 조회하여 나온 자료를 이용하였다.

통계청 양성물량 자료는 2017년을 기점으로 조사 기준이 변경되었는데, 2017년 이전까지 250g 미만, 250~500g, 500g 이상으로 공표되던 자료가 2017년 이후 100~250g 미만, 250~500g 미만, 500~1kg 미만, 1kg 이상으로 좀 더 세분화되었다. 이에 자료의 연속성을 위해 본 연구에서는 2017년 이후 100~250g 미만 양성물량을 250g 미만 양성물량으로 가정하였다. 또한 1kg 이상 크기 양성물량이 중요한 참돔의 경우, 2017년 이후 자료에서 500g~1kg 미만 양성물량 비중과 1kg 이상 양성물량 비중의 평균을 이용하여, 2011년~2016년까지의 500g~1kg 미만 양성물량과 1kg 이상 양성물량을 보정하였다.

〈그림 3-1〉 참돔 500g 이상 크기별 양성물량 보정 결과



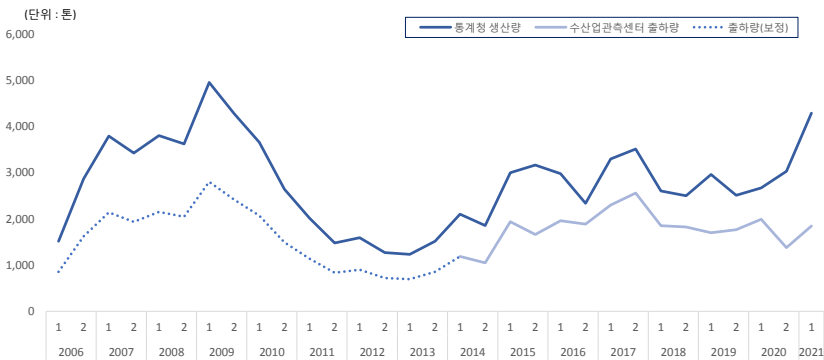
자료: 저자 작성

숭어 양성물량 기준 또한 2017년을 기점으로 변경되었으나 숭어의 주 출하 크기는 600~650g이므로, 1kg 이상 크기 양성물량을 구분하는 것은 큰 의미가 없다. 이에 2017년 이후 구분된 500g~1kg 미만 양성물량과 1kg 이상 양성물량을 합하여 500g 이상 양성물량으로 이용하였다.

수산업관측센터의 출하량 자료는 참돔의 경우, 1kg 미만, 1kg 이상으로

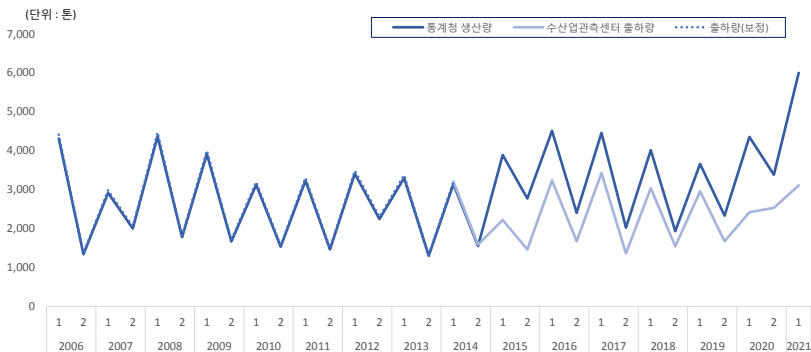
공표하고 있으며, 송어는 700g 미만, 700g 이상 기준 출하량 자료가 존재한다. 그러나 자료의 시계열 길이가 2014년 하반기부터 존재하여, 추세를 추정하기에는 시계열이 짧은 한계가 있었다. 이에 통계청 생산량과의 추이를 비교 후, 증감률로 역산하여 2006년 상반기부터 2014년 상반기까지 출하량을 보정하는 작업을 거쳤다.

〈그림 3-2〉 참돔 출하량 보정 결과



주: 2006~2014년 상반기 참돔 출하량은 비슷한 추이를 가지는 통계청 생산량 증감률 적용
자료: 저자 작성

〈그림 3-3〉 송어 출하량 보정 결과



주: 2006~2014년 상반기 송어 출하량은 비슷한 추이를 가지는 통계청 생산량 증감률 적용
자료: 저자 작성

〈표 3-4〉 참돔, 송어 공급부문 통계 구축 현황

	구분	단위	자료출처	시계열 기간
참돔	전체 경영체	개소	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	사육수면적	m ²	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	입식량	천 마리	통계청	2011년 상반기~2021년 상반기
	크기별 양성물량	천 마리	통계청	2011년 상반기~2021년 상반기
	크기별 출하량	톤	수산업관측센터	2014년 하반기~2021년 상반기
	생산량	톤	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	급이량	M/T	통계청	2011년 상반기~2021년 상반기
	활참돔 수입량	톤	국립수산물품질관리원	2009년 상반기~2021년 상반기
	활참돔 수입금액	천 달러	국립수산물품질관리원	2009년 상반기~2021년 상반기
송어	전체 경영체	개소	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	사육수면적	m ²	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	입식량	천 마리	통계청	2011년 상반기~2021년 상반기
	크기별 양성물량	천 마리	통계청	2011년 상반기~2021년 상반기
	크기별 출하량	톤	수산업관측센터	2014년 하반기~2021년 상반기
	생산량	톤	통계청	2006년 상반기~2021년 상반기
	급이량	M/T	통계청	2011년 상반기~2021년 상반기

자료: 저자 작성

3. 수요부문 DB

본 연구의 수요부문 추정에 쓰인 자료는 수출단가, 수출량, 1인당 수요량, 대체품목 수입단가 등으로 주로 한국무역협회(KITA) 자료를 참고하였다. 수출단가, 수출량 자료는 활광어를 중심으로 일본, 미국, 기타로 구분하여 국가별 자료로 수집하였다. 추가적으로, 수요에 영향을 줄 수 있는 농어, 방어, 연어 등 대체품목 수입단가도 수집하였다.

광어, 우럭, 참돔, 송어의 1인당 소비량은 출하량과 수출입량을 이용하여 계산한 값을 이용하였다.³³⁾

〈표 3-5〉 수요부문 통계 구축 현황

구분	단위	자료출처	시계열 기간
국가별 활광어 수출량 (일본, 미국, 기타)	톤	KITA	2004년 1분기~2021년 2분기
국가별 활광어 수출금액 (일본, 미국, 기타)	천 달러	KITA	2004년 1분기~2021년 2분기
대체품목 수입량 (넙치, 볼락류, 농어, 방어, 연어, 참치, 활참돔)	톤	KITA	2004년 1분기~2021년 2분기
대체품목 수입금액 (넙치, 볼락류, 농어, 방어, 연어, 참치, 활참돔)	천 달러	KITA	2004년 1분기~2021년 2분기

자료: 저자 작성

본 연구에서 고려하고 있는 수출량 및 수입량은 수율을 적용하여 원물 기준으로 환산한 값을 수집하였으며, 이를 위해 수집한 광어 및 대체재 수입수산물의 HS코드 세부 내역은 아래와 같다.

〈표 3-6〉 광어 및 대체 수입수산물 HS코드 세부내역

구분	HS코드	코드명	수율	종료일
광어 (넙치)	0301998000	넙치(flat fish/활어)	1	-
	0302210000	넙치(신선·냉장)	1	-
	0302290000	넙치류(기타/신선·냉장/어류의 필레(fillet)와 그 밖의 어육은 제외)	1	-
	0302240000	터벳(신선 또는 냉장)(프세타 맥시마)	1	-
	0304439000	넙치류 기타(신선 또는 냉정한 피레트)	0.3	-
	0303310000	넙치(냉동)	1	-

33) 총공급=생산량+수입량, 총수요=국내수요+수출량

구분	HS코드	코드명	수율	종료일
	0303390000	넙치류(기타/냉동/어류의 필레(fillet)와 그 밖의 어육은 제외)	1	-
	0303340000	터벗(냉동)(프세타 맥시마)	1	-
	0304839000	넙치류 기타(냉동한 피레트)	0.3	-
볼락류	0301999040	볼락(적어포함/활어)	1	-
	0303799070	볼락(rock fish/간장, 어란제외/냉동)	1	2011-12
	0303899050	볼락(냉동)(적어를 포함한다)	1	-
농어	0301999050	농어(활어)	1	2006-12
	0301999059	농어(기타)	1	-
	0302840000	농어(신선 또는 냉장)(디센트라쿠스종)	1	-
	0303770000	농어(간장, 어란제외/냉동/피레트, 어육제외)	1	2011-12
	0303840000	농어(냉동)(디센트라쿠스종)	1	-
방어	0301992000	방어(yellow tail/활어)	1	-
	0302692000	방어(yellow tail/간장, 어란제외/신선냉장)	1	2011-12
	0302891000	방어(신선 또는 냉장)	1	-
연어	0301999093	연어(활어)	1	-
	0302120000	연어(간장, 어란제외/태평양, 대서양, 다뉴브 연어/신선,냉장)	1	2011-12
	0302190000	기타(신선·냉장/송어·태평양 연어·대서양 연어 외 기타)	1	-
	0302130000	태평양 연어(신선·냉장)	1	-
	0302140000	대서양 연어(신선·냉장/살모 살라와 다뉴브 연어)	1	-
	0304410000	태평양연어·대서양연어·다뉴브연어(필레(fillet)/신선·냉장)	0.3	-
	0304521000	연어류 연육(기타, 신선 또는 냉장한 것)	0.38	-
	0304529000	연어류 기타(기타, 신선 또는 냉장한 것)-연육 이외	1	-
	0303290000	기타(냉동/틸라피아·메기·잉어·뱀장어·나일 퍼치·가물치 외 기타)	1	-
	0303220000	대서양연어(냉동/피레트, 어육제외)	1	2011-12
	0303100000	태평양연어(간장, 어란제외/냉동/피레트, 어육 제외)	1	2001-12

구분	HS코드	코드명	수율	종료일
	0303110000	소크아이 연어(홍연어/(양코링쿠스넬카/냉동)	1	-
	0303190000	연어(기타/냉동)	1	-
	0303120000	그 밖의 태평양 연어(냉동)	1	-
연어	0303130000	대서양 연어(살모 살라와 다뉴브 연어 (후코 후코)/냉동)	1.00	-
	0304810000	태평양연어·대서양연어·다뉴브연어 (필레(fillet)/냉동)	0.3	-
	0305410000	태평양연어·대서양연어·다뉴브연어 (필레(fillet)/훈제)	0.2	-
	0305691000	연어(염장, 염수장)	0.92	-
	1604111000	연어(조제/밀폐용기에 넣은 것)	0.65	-
	1604119000	연어(조제/밀폐용기에 넣은 것 이외 기타)	0.2	-

자료: 저자 작성

4. 가격부문 DB

가격부문은 크게 산지가격과 도매가격이 있으며, 본 연구에서는 한국해양수산개발원 수산업관측센터 자료를 이용하였다. 산지가격은 기대수익 및 치어 입식량에 영향을 미치고, 도매가격은 수요, 공급의 균형 관계와 밀접한 관련이 있기 때문에 모형의 중심이 되는 자료라고 볼 수 있다.

광어와 우럭은 산지가격 및 도매가격이 2005년부터 분기별 자료가 존재하기 때문에 충분한 시계열 자료를 수집하였다. 반면 참돔과 송어의 경우, 산지가격 및 도매가격 자료가 2014년부터 존재하기 때문에 시계열 길이가 다소 짧다. 이를 보완하기 위해 참돔 산지가격은 통계청 생산단가의 증감률을 적용하여 자료를 보정하였으며, 송어는 통계청 생산단가를 그대로 이용하였다.³⁴⁾

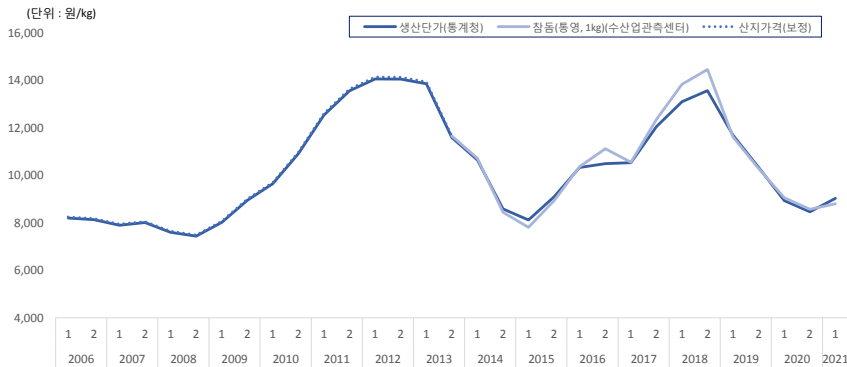
34) 송어는 주요 생산지인 하동의 산지가격이 2018년 하반기부터 존재하여, 통계청 생산단가(생산금액/생

〈표 3-7〉 가격부문 통계 구축 현황

구분		단위	자료출처	시계열 기간
광어	산지가격(제주, 완도)	원/kg	수산업관측센터	2005년 3분기~2021년 2분기
	도매가격(인천, 하남, 부산)	원/kg	수산업관측센터	2005년 4분기~2021년 2분기
우럭	산지가격(통영, 여수, 완도)	원/kg	수산업관측센터	2006년 4분기~2021년 2분기
	도매가격(인천, 하남, 부산)	원/kg	수산업관측센터	2006년 4분기~2021년 2분기
참돔	산지가격(통영, 여수)	원/kg	수산업관측센터	2014년 상반기~2021년 상반기
	생산단가	원/kg	계산(통계청)	2006년 상반기~2021년 상반기
	도매가격(인천, 하남, 부산)	원/kg	수산업관측센터	2014년 상반기~2021년 상반기
송어	산지가격(여수)	원/kg	수산업관측센터	2014년 상반기~2021년 상반기
	산지가격(하동)	원/kg	수산업관측센터	2018년 하반기~2021년 상반기
	생산단가	원/kg	계산(통계청)	2006년 상반기~2021년 상반기
	도매가격(인천, 하남, 부산)	원/kg	수산업관측센터	2014년 상반기~2021년 상반기

자료: 저자 작성

〈그림 3-4〉 참돔 산지가격 보정 결과



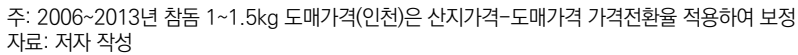
주: 2006~2013년 참돔 1kg 산지가격(통영)은 비슷한 추이를 가지는 통계청 생산단가 증감률 적용

자료: 저자 작성

도매가격의 경우, 참돔은 산지가격과 도매가격 간 가격전환율, 송어는

산량)을 그대로 이용하였다.

〈그림 3-5〉 참돔 도매가격 보정 결과



주: 2006~2014년 상반기 송어 700~800g 도매가격(부산)은 생산단가-도매가격 가격전환율 적용하여 보정
자료: 저자 작성

제2절 주요 양식어류 수급전망모형 개별방정식 설정

모형의 현실 설명력을 높이기 위해 공급 및 수요부문에서 영향을 미치는 여러 요인들에 대해 사전 검토하였으나, 데이터 미구축, 짧은 시계열, 데이터의 불안전성 등의 문제로 모형에 반영할 수 있는 변수는 다소 제약을 가진다. 예를 들어 모형의 양성물량, 출하량에 큰 영향을 미치는 폐사량 데이터가 존재하지 않아 이를 모형에서 고려할 수 없는 상황이다.

이에 본 절에서는 이러한 데이터의 한계를 반영한 현재 수집된 데이터 수준에서 실제 구축 가능한 모형의 개별방정식을 도출한다. 또한 모형의 현실 설명력 향상을 위해 향후 보완되어야 할 데이터에 대해서는 제5장의 보완과제에서 다뤄보고자 한다.

1. 주요 양식어류 수급전망모형 개별방정식 도출

주요 양식어류의 기본 구조가 되는 수급모형은 어종별로 약간의 차이는 있으나 기본적으로는 입식량 결정함수, 크기별 양성물량 결정함수, 출하량 결정함수, 1인당 소비량 결정함수, 수입함수, 수출함수를 추정한다. 각 개별방정식의 구조를 수집된 DB 하에서 도출하면 다음과 같다.

1) 입식량 결정함수

입식량은 최종적으로는 출하량과 연결되는 중요 요인으로, 입식량 증감 여부에 따라 가격의 등락률에 영향을 미치므로 정책적으로도 중요성이 매우 큰 내생변수이다. 입식량에 영향을 미치는 요인으로는 기초 설계 시, 기대수익률, 전기 치어 폐사량, 생산대체재 기대순수익, 계절성 등을 필요 변

수로 보았으나, 실제 수집된 데이터로는 기대수익률과 전기 입식량, 계절성만 반영이 가능하다.

$$IA_t = f(FP_{t-1}/COST_{t-1}, IA_{t-1}, Seasonality) \quad (식3)$$

주: IA = 입식량, FP = 산지가격, $COST$ = 경영비, $Seasonality$ = 계절성

치어 폐사량의 경우, 관련 데이터가 공표되고 있지 않으며, 생산대체재는 어종별로 어떠한 품종이 생산대체재가 될 수 있는지에 대한 연구가 진행되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 기대수익률($산지가격_{t-1}/경영비_{t-1}$)과 전기 입식량, 계절성만 입식량 설명변수로 고려하였다.

2) 양성물량 결정함수

양성물량은 크기별로 개별방정식을 추정하는데, 크기별로 각각 영향을 미치는 요인이 상이하다. 우선 가장 작은 크기의 양성물량의 경우, 당기 입식량이 영향을 미치는 구조로 설정이 되어야 한다. 그리고 다음 크기 양성물량에는 이전 크기 양성물량이 성장해서 들어오기 때문에 전기의 이전 크기 양성물량이 반영되어야 한다. 또한 전기에 양성 중이던 물량 또한 당기 양성물량에 영향을 미칠 수 있으므로 고려되어야 하며, 만약 해당 크기의 출하가 이루어질 경우, 이 크기에 대한 출하량도 설명변수로 투입되어야 한다.

$$\begin{aligned} S_{1,t} &= f(IA_t, S_{1,t-1}) \\ S_{2,t} &= f(S_{1,t-1}, S_{2,t-1}, Q_2) \end{aligned} \quad (식4)$$

주: S_1 = 1크기 양성물량, IA = 입식량, S_2 = 2크기 양성물량, Q_2 = 2크기 출하량

양성물량에서도 데이터의 부재로 반영할 수 없는 변수가 있었는데, 폐사량과 수온 등 기상요인이다. 폐사량은 중요한 변수임에도 불구하고 치어 폐사량과 마찬가지로 현재 공표되고 있는 자료가 없어 이용할 수 없었으며, 기상요인은 어종별로 수온에 따른 양성물량의 영향이 어느 정도인지 판단할 수 있는 연구자료가 없어 본 연구에서는 고려하지 않았다.

3) 출하량 결정함수

출하량 또한 크기별로 개별방정식이 설정된다. 일반적으로 해당 크기의 양성물량이 많다면, 출하하고자 하는 의향이 높으므로 각 출하 크기에 따른 전기 양성물량이 변수로 반영된다. 또한 해당 크기의 산지가격과 계절성이 출하량 추정을 위한 설명변수로 투입된다.

$$Q_{2,t} = f(S_{2,t-1}, FP_{2,t}, Seasonality) \quad (\text{식5})$$

주: Q_2 = 2크기 출하량, S_2 = 2크기 양성물량, FP_2 = 2크기 산지가격, $Seasonality$ = 계절성

출하량은 기초 설계에서 반영하려고 했던 모든 요인이 고려되었다. 그러나 출하량 추정을 위해 투입되는 양성물량이 폐사량 등 데이터의 한계를 가지고 있으므로 출하량 추정 결과에도 다소 영향을 미칠 것으로 판단된다.

4) 수입량 결정함수

주요 양식어류는 대부분 수입이 이루어지지 않고 있으므로, 본 연구에서는 참돔에만 적용하였다. 활참돔은 전체 수입량 함수를 추정하였는데, 일본에서 식용으로 수입된 물량이 대부분이며, 기타 국가에서 수입된 것은 비식용이 많아 일본의 돔류 수입관세율을 적용하여 추정하였다.

수입량에 영향을 미치는 요인으로는 소비자가격, 환율, 관세율, 수입대상국 활참돔 가격, 소득 등이 있는데, 수입대상국 참돔 가격 자료가 존재하지 않아 수입단가를 대신 이용하였다.

$$M_t = f(WP_t / (EXCH_t \times MP_t \times (1 + TEM_t), DINC_t) \quad (\text{식6})$$

주: M_t = 수입량, WP_t = 도매가격, $EXCH_t$ = 대미환율, MP_t = 수입단가, TEM_t =수입관세율, $DINC_t$ = 1인당 국민처분가능소득

5) 1인당 소비량 결정함수

1인당 소비량은 국내 소비량(생산량-수출량)에서 수출량을 더한 값을 인구수로 나눈 값이다. 1인당 소비량에 영향을 미치는 요인을 기초설계에서 다양하게 살펴보았는데, 실제 설명변수로 투입 가능한 요인은 소득, 대체재 가격, 계절성, 도매가격이다. 소득의 경우, 국민처분가능소득을 인구수로 나눈 1인당 처분가능소득을 이용하였으며, 대체재가격의 경우 광어, 우럭, 참돔, 송어 도매가격뿐만 아니라 생선회 시장에 영향을 미칠 것으로 판단되는 볼락류, 농어, 방어, 연어 등의 수입단가를 함께 고려하였다.³⁵⁾

$$PERD_t = f(WP_t, DINC_t, SWP_t, Seasonality) \quad (\text{식7})$$

주: $PERD_t$ = 1인당 소비량, WP_t = 도매가격, $DINC_t$ = 1인당 국민처분가능소득, SWP_t = 대체재가격, $Seasonality_t$ = 계절성

다만 한 가지 유의하여야 할 부분은 대체재로 선정한 어종의 경우, 정밀한 대체재 관련 연구가 수반되지 못한 채 정책적 이슈, 생선회 소비트렌드

35) 앞서 언급한 어종의 가격을 이용하여 1인당 소비량 방정식 추정을 다수 시도하였으나, 최종적으로 유의한 결과를 얻을 수 없었다. 단, 우럭의 1인당 소비량 결정함수 도출 시 광어 도매가격 변수가 유의하게 도출되어 대체관계에 있는 것으로 나타나, 광어 도매가격 변수를 대체재 가격으로 이용하였다.

등을 고려하여 투입된 것이라는 점이다. 따라서 향후에는 생선회의 대체관계, 보완관계에 대한 연구가 수행된 후 대체재 변수를 보완할 필요가 있다.

6) 수출량 결정함수

수산물 수출량 데이터는 어획수산물과 양식수산물의 구분이 불가능한 형태로, 이현동(2018, 2019)의 연구에서는 HS코드 중 ‘활어’로 분류된 수출자료만 양식수산물 수출량으로 간주하였다. 본 연구에서도 활어 수출을 기준으로 데이터를 수집하였는데, 광어를 제외한 다른 어종은 활어 수출이 거의 없어 광어에 대해서만 수출량 결정함수를 추정하였다. 광어는 대부분 일본과 미국으로 수출되고 있고, 이에 대한 데이터도 존재하므로 광어 수출량함수는 일본, 미국을 구분하여 추정하였다.

기초 설계 단계에서 수출량에 고려되어야 할 요인으로 수출단가, 환율, 수출대상국의 광어 가격, 수출경쟁국의 광어 가격을 선정했다. 그러나 데이터 수집 이후 실제 고려 가능한 변수는 수출단가, 환율이었으며, 향후 정책적인 이용을 위해 수출관세를 반영하였다.

$$X_t = f(EP \times (1 + TEX), EXCH) \quad (\text{식8})$$

주: X = 수출량, EP = 수출단가, TEX = 수출관세율, $EXCH$ = 대미환율

수입단가의 경우 외생변수로 처리하였으나, 수출단가는 국내 도매가격과의 연계함수 형태로 도출되는 내생변수로 설정하였다.

$$EP_t = f(WP_t) \quad (\text{식9})$$

주: EP = 수출단가, WP = 도매가격

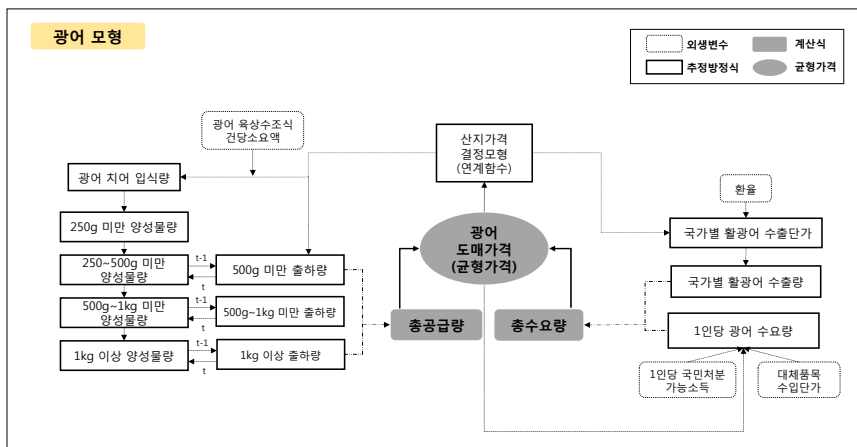
2. 주요 양식어류 수급전망모형 구조도

주요 양식어류 수급전망모형은 광어, 우럭의 경우, 분기별 데이터를 이용하여 분기별 전망이 가능한 구조로 구축하였으며, 참돔, 송어는 반기별 전망이 가능한 모형으로 구축하였다. 모든 어종의 균형가격 도출방식은 총공급량과 총수요량이 동일한 지점에서 균형가격이 결정되는 수급동시균형방식을 이용하였다.

어종별 개별행태방정식은 입식량, 양성물량 등 생장요인을 고려할 수 있는 동태적 생태방정식 모형 체계를 구축하였는데, 자료의 특성에 따라 양크기별 양성물량, 출하량 등 개별방정식을 달리 구축하였다.

주요 양식어류 수급전망모형의 개별방정식은 총 41개³⁶⁾로 구성되어 있으며, 개별 어종별 구조를 도식화하면 다음과 같다.

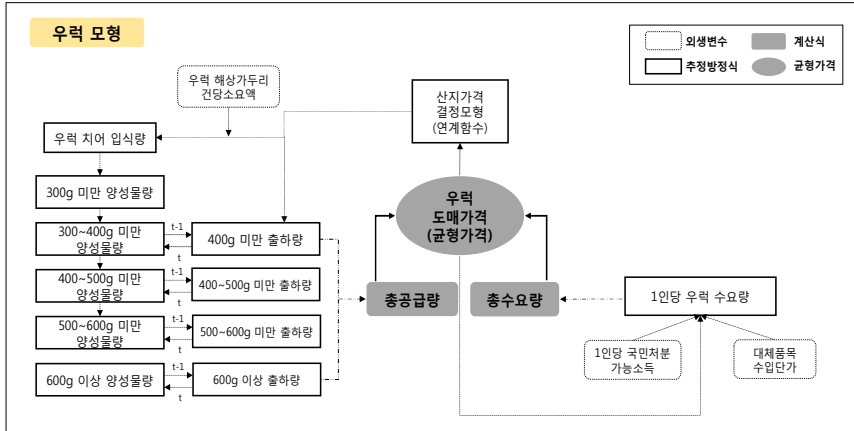
〈그림 3-7〉 광어 수급전망모형 구조도



자료: 저자 작성

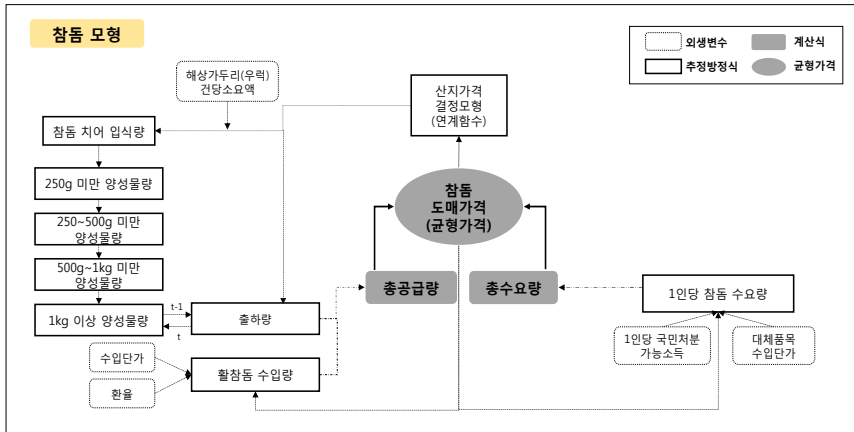
36) 산지가격 가격연계함수까지 포함된 방정식 개수이다.

〈그림 3-8〉 우력 수급전망모형 구조도



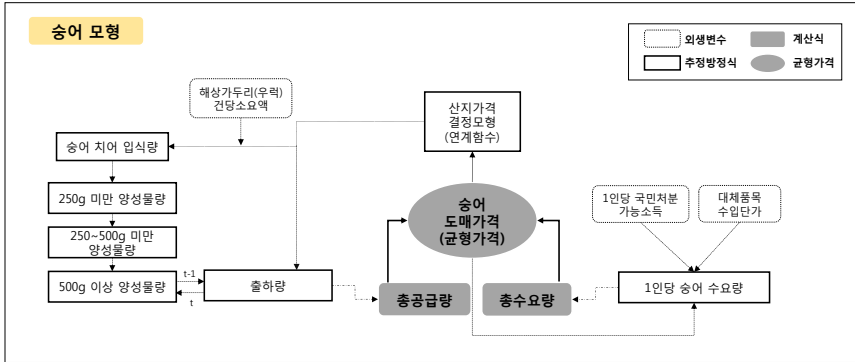
자료: 저자 작성

〈그림 3-9〉 참돔 수급전망모형 구조도



자료: 저자 작성

〈그림 3-10〉 송어 수급전망모형 구조도



자료: 저자 작성

제3절 추정 결과 및 예측력 검정

앞서 제2절에서 설정하였던 개별 방정식 및 구조도를 바탕으로 광어, 우럭, 참돔, 송어 등 주요 양식어류에 대한 수급전망모형을 추정하였다. 큰 틀에서는 개별 품목별 입식량, 크기별 양성물량, 출하량, 수출량, 가격 등이 결정되는 구조이나, 각 품목별 특성에 따라 일부 구조상 차이를 두었다. 한편, 품목별 생육 주기에 따라 광어 및 우럭은 분기 모형으로, 참돔 및 송어는 반기 모형으로 구축되었다.

각 개별 방정식 추정에는 E-Views 통계패키지 프로그램을 이용하였으며, 추정 방법은 기본적으로 통상최소자승법(Ordinary Least Square Method, OLS)을 이용하였다. 대부분 Log-Log 함수 형태로 추정하였으나, 일부는 Level-Level 함수 형태로 도출하였다. 한편, 모형에 이용된 산지가격, 도매가격, 수출입단가, 경영비 등은 소비자물가지수(CPI), 생산자물가지수(PPI) 등을 이용하여 모두 실질화하였다.

추정된 개별방정식에 대해 모형 적합성을 판별하는 기준은 다음과 같다. 먼저, 추정된 계수의 부호 조건이 경제학적 이론에 부합해야 하며, 통계적 유의수준이 가급적 10% 이내여야 한다. 다음으로 다수의 개별 방정식 추정 결과 중 결정계수(R^2)가 가장 1에 가까운 것을 채택해야 한다. 세 번째는 자기상관(Autocorrelation) 문제가 발생하지 않도록 자기상관 검정을 실시하며, 더빈-왓슨 통계량(Durbin-Watson)이 기본적으로 1.5~2.5 사이 값을 가져야 한다. 단, 자기시차변수를 설명변수로 도입하거나, D-W 통계량이 해당 범위를 벗어날 경우, 추가적으로 자기상관 검정(Breusch-Godfrey LM Test)을 실시하여 자기상관 유무를 확인한다. 마지막으로 모형 예측력 검정에 이용되는 RMSPE, MAPE 값이 10% 이하이거나, Theil의 불균등계수가 0.1 이하인 모형을 가장 적합한 것으로 판단한다.

1. 개별방정식 추정 결과

1) 광어

광어 수급전망모형은 입식량 함수, 크기별 양성물량 함수, 크기별 출하량 함수, 국가별 수출량 함수, 수요 함수로 구성하였다. 분기 모형으로 구축되었으며, 2005년 5분기~2021년 2분기까지의 광어 수급 관련 DB를 이용하여 개별방정식을 추정하였다.

(1) 입식량

광어 입식량 추정에는 전분기 광어 입식량과 광어 양식여가의 기대수익률을 설명함수로 사용하였는데, 기대수익률은 전분기 산지가격과 전분기 경영비(넙치 육상수조식 건당 소요액) 간의 상대비로 도출하였다. 이와 함께 입식량 변수에 일정한 계절성이 있는 것으로 판단되어 2분기, 4분기에

별도의 계절 더미변수를 추가하였다.

광어 입식량 함수 추정 결과, 광어 양식어가의 기대수익률이 높을수록 입식량이 증가하는 것으로 나타나 부호 조건이 경제 이론에 부합하였다. 모형의 설명력 및 계수의 유의성이 양호하게 나타났으며 자기상관이 없는 것으로 추정되었다.

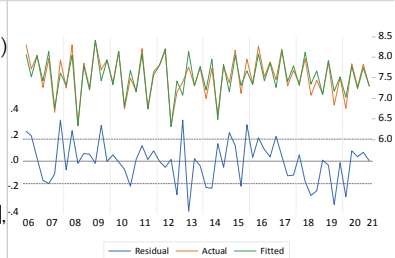
한편, 전분기 입식량의 계수값은 0.31로, 이를 Koyck의 분포시차모형으로 해석하면 조정속도(speed of adjustment)가 0.69로, 당기의 입식량은 전기의 입식량과 차이가 크다고 볼 수 있다.

〈표 3-8〉 광어 입식량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{IA1_1}) = & 5.4372 + 0.3651 \cdot \text{LOG}(\text{FP1_J3}(-1)/\text{COST1}(-1)) + 0.3054 \cdot \text{LOG}(\text{IA1_1}(-1)) \\ & (7.03)^{***} \quad (2.47)^{**} \quad (3.68)^{***} \\ & + 0.9813 \cdot \text{DM_s2} + 0.6447 \cdot \text{DM_s4} - 1.0600 \cdot \text{DM1} + 0.6247 \cdot \text{DM2} \\ & (13.33)^{***} \quad (7.03)^{***} \quad (-8.05)^{***} \quad (3.49)^{***} \\ & - 0.6627 \cdot \text{DM3} + 0.4132 \cdot \text{DM4} \\ & (-6.92)^{***} \quad (3.61)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.897$ $D-W = 2.083$ 추정기간: 2006년 2분기~2021년 1분기($n=60$)
B-G LM test = 0.322(0.570)

IA1_1: 광어 입식량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
FP1_J3: 제주 1kg 광어 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
COST1: 육상수조식(넙치) 건당 소요액(천 원, 수협중앙회)
DM_s2: 계절 더미변수(2분기=1, 그 외 0)
DM_s4: 계절 더미변수(4분기=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2008년 3분기, 2012년 3분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2012년 1분기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2007년 3분기, 2010년 3분기, 2011년 3분기, 2014년 4분기=1, 그 외 0)
DM4: 더미변수(2008년 4분기, 2009년 2분기, 2014년 4분기=1, 그 외 0)



주: 1) ()는 t-value를 나타내며, ***, ** *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준에서 통계적으로 유의함을 의미함. 해당 내용은 이어지는 모든 개별방정식 추정 결과에도 동일하게 적용되므로 별도 표기를 생략하였음
2) B-G LM 검정은 χ^2 통계량(괄호는 p 값)이 특정 유의수준에서 갖는 임계치보다 클 경우 '오차항은 자기상관을 갖지 않는다'는 귀무가설을 기각하는데, 검정 결과, 귀무가설을 기각할 수 없어 자기상관이 존재하지 않는 것으로 나타남. 이러한 해석은 이어지는 모든 B-G LM 검정 결과에서도 동일하게 적용되므로 이후에서는 표기를 생략하였음

자료: 저자 작성

(2) 양성물량

가. 광어 250g 미만 양성물량

광어 250g 미만 양성물량 함수 추정에는 당분기 입식량을 설명변수로 사용하였으며, 250g 미만 양성물량이 급격히 증가한 2015년 3분기를 기점으로 구조변화 더미변수를 도입하였다. 이와 함께 양성물량이 줄어드는 4분기에 계절 더미변수를 적용하였다.

추정 결과, 당분기 입식량이 많을수록 광어 250g 미만 양성물량이 증가하는 것으로 도출되어, 250g 미만 양성물량은 당분기 입식량과 양의 관계를 가지며, 광어 입식량이 1% 증가할 경우, 광어 250g 미만 양성물량은 0.40% 많아지는 것으로 나타났다. 한편, 자기상관은 존재하지 않았으며, 모든 변수의 추정 계수가 통계적으로 유의하였다.

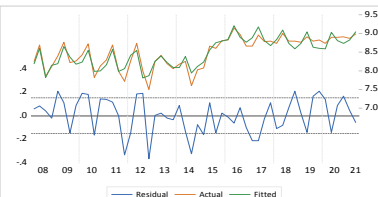
〈표 3-9〉 광어 250g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\text{LOG}(S1_1) = 5.2762 + 0.4006 * \text{LOG}(IA1_1) + 0.6081 * SD1 - 0.2874 * DM_s4$$

(16.38) (9.30)*** (14.53)*** (-5.80)***

$R^2 = 0.865$ D-W = 1.75 추정기간: 2008년 1분기~2021년 2분기(n=54)

S1_1: 광어 250g 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
 IA1_1: 광어 입식량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
 SD1: 구조변화 더미(2015년 3분기 이후=1, 그 외 0)
 DM_s4: 계절 더미변수(4분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

나. 광어 250g 이상 500g 미만 양성물량

광어 250g 이상 500g 미만 양성물량 추정에는 전분기 250g 미만, 전분기 250g 이상 500g 미만 양성물량, 당분기 500g 미만 출하량을 설명변수로 사용하였다. 이와 함께 2016년 3분기 이후로 250g 이상 500g 미만 양

성물량이 감소세를 보여 해당 시점을 기준으로 구조변화 더미변수를 적용하였다. 광어 양성물량과 출하량은 상호 간에 단위가 상이하므로 Log-Log 함수 형태로 추정하였다.

추정 결과, 250g 이상 500g 미만 양성물량은 전분기 250g 미만 및 전분기 250g 이상 500g 미만 양성물량과는 양의 관계를, 당분기 500g 미만 출하량과는 음의 관계를 가지는 것으로 나타나 부호조건이 경제이론에 부합하였다. 모형의 결정계수 및 추정 계수의 통계적 유의성이 양호했으며 자기상관도 나타나지 않았다.

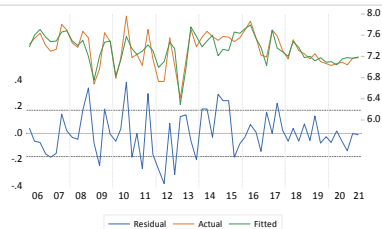
한편, 전분기 광어 250g 미만 양성물량과 250g 이상 500g 미만의 계수 값은 각각 0.54, 0.36으로, 250g 미만 양성물량의 조정속도가 더 느린 것으로 나타났다. 이는 250g 이상 500g 미만 크기에서는 출하가 이루어지기 때문으로 판단된다. 당분기 광어 250g 이상 500g 양성물량은 각각 0.54%, 0.36% 많아지는 것으로 나타났으며, 당분기 500g 미만 출하량이 1% 증가할 경우에는 0.17% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 3-10〉 광어 250g 이상 500g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S1_2) = & 1.4045 + 0.5405^* \text{LOG}(S1_1(-1)) + 0.3566^* \text{LOG}(S1_2(-1)) - 0.1716^* \text{LOG}(Q1_1) \\ & (1.42) \quad (6.58)^{***} \quad (4.90)^{***} \quad (-2.31)^{**} \\ & - 0.5068^* \text{SD1} + 0.6763^* \text{DM1} - 0.6314^* \text{DM2} + 0.4125^* \text{DM3} \\ & (-7.24)^{***} \quad (3.76)^{***} \quad (-5.79)^{***} \quad (3.90)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.733$ D-W = 2.010 추정기간: 2006년 1분기~2021년 2분기(n=62)
B-G LM test = 0.0034(0.954)

S1_2: 광어 250~500g 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
S1_1: 광어 250g 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
Q1_1: 광어 500g 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
SD1: 구조변화 더미(2016년 3분기 이후=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2017년 2분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2009년 1분기, 2010년 1분기, 2013년 1분기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2007년 4분기, 2013년 3분기, 2018년 2분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

다. 광어 500g 이상 1kg 미만 양성물량

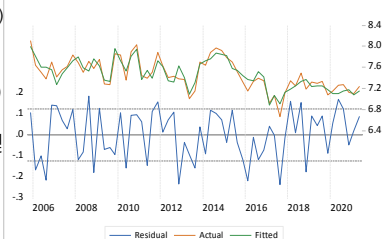
광어 500g 이상 1kg 양성물량 함수 추정에는 전분기 동일 크기의 양성물량과 함께 250g 이상 500g 미만 양성물량을 설명변수로 고려하였으며, 500g 이상 1kg 미만 출하량 또한 설명변수로 도입하였다. 2015년 2분기 이후 양성물량이 감소세를 보여 이 시점을 기준으로 구조변화 더미변수를 추가적으로 적용하였다.

〈표 3-11〉 광어 500g 이상 1kg 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S1_3) = & 2.9159 + 0.3984^* \text{LOG}(S1_2(-1)) + 0.4270^* \text{LOG}(S1_3(-1)) \\ & (3.76)^{***} \quad (7.99)^{***} \quad (6.16)^{***} \\ & - 0.1791^* \text{LOG}(Q1_2+Q1_3) - 0.2287^* \text{SD1} - 0.3903^* \text{DM1} + 0.3757^* \text{DM2} \\ & (-2.28)^{**} \quad (-5.24)^{***} \quad (-6.05)^{***} \quad (4.07)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.841$ $D-W = 2.126$ 추정기간: 2005년 4분기~2021년 2분기($n=63$)
 $B-G \text{ LM test} = 0.4908(0.4836)$

S1_3: 광어 500g 이상 1kg 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
 S1_2: 광어 250~500g 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
 Q1_2: 광어 500g 이상 750g 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
 Q1_3: 광어 750g 이상 1kg 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
 SD1: 구조변화 더미(2015년 2분기 이후=1, 그 외 0)
 DM1: 더미변수(2007년 1분기, 2011년 1분기, 2017년 1분기 및 3분기=1, 그 외 0)
 DM2: 더미변수(2009년 4분기, 2010년 3분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

Log-Log 함수 형태로 추정한 결과 모형의 결정계수가 양호했으며, 자기상관 문제도 발견되지 않았다. 당분기 500g 이상 1kg 미만 출하량은 음(-)의 부호로 추정되어 부호조건이 경제 이론에 부합하는 것으로 나타났는데, 1kg 미만 출하량이 1% 증가할 경우에는 0.18% 감소하는 것으로 나타났다. 양성물량의 경우, 250g 이상 500g 미만 양성물량과 500g 이상 1kg 미만 양성물량 모두 계수값이 0.4 정도로 조정속도가 다소 빠른 것으로 나타났다.

라. 광어 1kg 이상 양성물량

광어 1kg 이상 양성물량 함수의 설명변수로는 전분기 500g 이상 1kg 미만 양성물량과 전분기 1kg 이상 양성물량, 그리고 당분기 1kg 이상 출하량을 이용하였으며, 양성물량이 증가하는 4분기에는 계절 더미변수를 추가하였다. 이와 함께 양성물량이 증가세를 보이는 2013년 3분기를 기점으로 구조변화 더미변수를 추가적으로 고려하였다.

Log-Log 함수 추정 결과, 전분기 각 크기별 양성물량과는 양의 관계로, 당분기 1kg 이상 출하량과는 음의 관계로 나타나 경제학적으로 부호조건이 적합하였으며, 결정계수 또한 양호하였다. 1kg 이상 크기는 주 출하 크기인 만큼 출하량이 양성물량에 미치는 영향이 다른 크기보다 큰 것으로 나타났는데, 1kg 이상 크기 출하량이 1% 증가할 때 1kg 이상 양성물량은 0.59% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 3-12〉 광어 1kg 이상 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S1_4) = & 5.756 + 0.3646 \cdot \text{LOG}(S1_3(-1)) + 0.4482 \cdot \text{LOG}(S1_4(-1)) - 0.5859 \cdot \text{LOG}(Q1_4) \\ & (2.60)^{**} \quad (2.30)^{**} \quad (4.43)^{***} \quad (-2.17)^{**} \\ & + 0.2016 \cdot \text{DM_s4} + 0.2134 \cdot \text{SD1} - 0.6407 \cdot \text{DM1} + 0.4918 \cdot \text{DM2} + 0.3040 \cdot \text{DM3} \\ & (2.41)^{**} \quad (2.42)^{**} \quad (-4.73)^{***} \quad (3.34)^{***} \quad (1.88)^{*} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.836$ $D-W = 1.925$ 추정기간: 2011년 1분기~2021년 2분기($n=42$)

B-G LM test = 0.0097(0.922)

S1_4: 광어 1kg 이상 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
S1_3: 광어 500g 이상 1kg 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
Q1_4: 광어 1kg 이상 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
DM_s4: 계절 더미변수(4분기=1, 그 외 0)
SD1: 구조변화 더미(2013년 3분기 이후=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2016년 2분기, 2017년 2분기 및 3분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2018년 1분기, 2020년 1분기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2014년 4분기, 2016년 3분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(3) 출하량

가. 광어 500g 미만 출하량

광어 500g 미만 출하량 추정에는 전분기 500g 미만 양성물량과 당분기 500g 크기 산지가격을 설명변수로 이용하였으며, 산지가격은 생산자물가지수(PPI)를 이용하여 실질화하였다. 추가적으로 출하량 감소세가 나타난 2013년 3분기를 기점으로 구조변화 더미변수를 적용하였다.

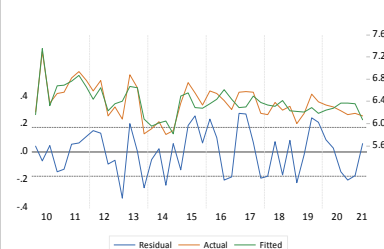
추정 결과, 결정계수는 0.727로 다른 개별 방정식에 비해 상대적으로 낮았으나, 추정 계수의 통계적 유의성이 비교적 양호하게 도출되었다. 이와 함께 전분기 500g 미만 양성물량과 당분기 500g 산지가격의 부호가 양(+)으로 도출되어 모든 설명변수의 부호조건이 경제 이론에 부합하는 것으로 나타났다. 이는 전분기 500g 미만 양성물량이 1% 증가할 경우, 500g 미만 출하량은 0.59% 많아지는 것으로, 당분기 500g 산지가격이 1% 상승할 경우에는 500g 미만 출하량이 0.29% 증가하는 것으로 볼 수 있다.

〈표 3-13〉 광어 500g 미만 출하량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q1_1) = & -0.9445 + 0.5897 \cdot \text{LOG}(S1_1(-1) + S1_2(-1)) + 0.2895 \cdot \text{LOG}(\text{FP1_J1}/\text{PPI} \cdot 100) \\ & (-3.46) \quad (4.68)^{***} \quad (1.83)^* \\ & - 0.6782 \cdot \text{SD1} + 0.5196 \cdot \text{DM1} - 0.6303 \cdot \text{DM2} - 0.3217 \cdot \text{DM3} \\ & (-8.22)^{***} \quad (5.26)^{***} \quad (-5.21)^{***} \quad (-2.49)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.727$ $D-W = 1.652$ 추정기간: 2010년 1분기~2021년 2분기($n=46$)

Q1_1: 광어 500g 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
S1_1: 광어 250g 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
S1_2: 광어 250g 이상 500g 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
FP1_J1: 제주 500g 광어 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
SD1: 구조변화 더미(2013년 3분기 이후=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2010년 2분기, 2013년 3분기, 2015년 1분기 및 2분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2010년 1분기 및 3분기, 2012년 3분기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2012년 4분기, 2021년 2분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

나. 광어 500g 이상 1kg 미만 출하량

광어 500g 이상 1kg 미만 출하량 함수를 추정하기 위해 전분기 500g 이상 1kg 미만 양성물량과 700g~1kg 산지가격을 설명변수로 도입하였으며, 산지 가격은 생산자물가지수로 실질화하여 추정에 이용하였다. 2009년 3분기부터 출하량이 감소하는 경향을 보이므로 해당 시점 이후로는 구조변화 더미를 적용하였다.

Log-Log 함수를 추정한 결과, 광어 500g 이상 1kg 미만 출하량은 전분기 500g 이상 1kg 미만 양성물량 및 700g~1kg 산지가격과 양의 관계에 있는 것으로 도출되어 설명변수의 부호조건이 적합한 것으로 나타났다. 추정 계수 모두 통계적으로도 유의했으며, 자기상관 문제는 나타나지 않았다.

한편, 전분기 500g 이상 1kg 미만 양성물량이 1% 증가하거나 당분기 700g~1kg 산지가격이 1% 상승할 경우, 당분기 500g 이상 1kg 미만 출하량은 각각 0.22%씩 많아지는 것으로 추정되었다.

〈표 3-14〉 광어 500g 이상 1kg 미만 출하량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q1_2) = & 4.8155 + 0.2215 * \text{LOG}(S1_3(-1)) + 0.2187 * \text{LOG}(((FP1_J2 + FP1_J3)/2)/PPI * 100) \\ & (4.24) \quad (3.70)^{***} \quad (2.29)^{**} \\ & - 0.3910 * SD1 - 0.2752 * DM1 + 0.3100 * DM2 \\ & (-10.39)^{***} \quad (-4.82)^{***} \quad (6.03)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.795$ $D-W = 1.637$ 추정기간: 2006년 1분기~2021년 2분기(n=62)

Q1_2: 광어 500g 이상 1kg 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
S1_3: 광어 500g 이상 1kg 미만 양성물량만마리, KMI 수산업관측센터
FP1_J2: 제주 700g 광어 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
FP1_J3: 제주 1kg 광어 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
SD1: 구조변화 더미(2009년 3분기 이후=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2007년 1분기 및 3분기, 2010년 2분기, 2011년 1분기, 2013년 4분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2008년 2분기, 2010년 1분기 및 4분기, 2012년 2분기, 2013년 2분기, 2019년 4분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

라. 광어 1kg 이상 출하량

광어 1kg 이상 출하량 함수의 설명변수로는 전분기 1kg 이상 양성물량과 당분기 1~2kg 산지가격을 이용하였으며, 출하량이 상대적으로 적은 3분기, 반대로 출하량이 많아지는 4분기에는 각각 계절 더미변수를 추가하였다.

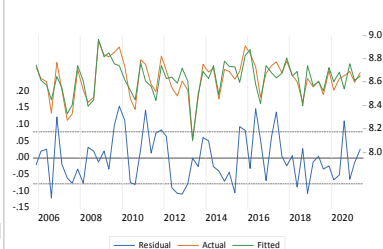
추정 결과, 결정계수가 비교적 높게 도출되었으며 모든 설명변수가 통계적으로도 유의하여 모형의 설명력이 높은 것으로 나타났다. 이와 함께 전분기 1kg 이상 양성물량이 많을수록, 당분기 1~2kg 산지가격이 높을수록 1kg 이상 출하량이 많은 것으로 나타나 경제 이론에 부합하였다. 이는 전분기 1kg 이상 양성물량이 1% 증가할수록, 당분기 1~2kg 산지가격이 1% 상승할수록 광어 1kg 이상 출하량은 각각 0.18%, 0.17% 많아지는 것을 의미한다.

〈표 3-15〉 광어 1kg 이상 출하량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q1_3) = & 5.8803 + 0.1756 \cdot \text{LOG}(S1_4(-1)) + 0.1685 \cdot \text{LOG}(((FP1_J3 + FP1_J4)/2)/PPI * 100) \\ & (7.03)^{***} \quad (5.25)^{***} \quad (2.38)^{**} \\ & - 0.0963 \cdot \text{DM_s3} + 0.1244 \cdot \text{DM_s4} - 0.4663 \cdot \text{DM1} \\ & (-3.77)^{***} \quad (5.03)^{***} \quad (-5.85)^{***} \\ & + 0.2502 \cdot \text{DM2} + 0.1527 \cdot \text{DM3} - 0.1823 \cdot \text{DM4} \\ & (7.21)^{***} \quad (3.12)^{***} \quad (-3.89)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.803$ $D-W = 1.657$ 추정기간: 2005년 4분기~2021년 2분기($n=63$)

Q1_3: 광어 1kg 이상 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
S1_4: 광어 1kg 이상 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
FP1_J3: 제주 1kg 광어 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
FP1_J4: 제주 2kg 광어 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
DM_s3: 계절 더미변수(3분기=1, 그 외 0)
DM_s4: 계절 더미변수(4분기=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2013년 2분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2008년 4분기, 2009년 2분기 및 3분기, 2016년 1분기, 2017년 3분기 및 4분기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2009년 1분기, 2014년 2분기, 2018년 1분기=1, 그 외 0)
DM4: 더미변수(2007년 2분기, 2008년 2분기, 2018년 3분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(4) 수출량

가. 활광어 일본 수출량

일본으로의 활광어 수출량 함수 추정에는 당분기 활광어 일본 수출단가와 대미환율을 설명변수로 도입하였다. 이때 수출단가는 활광어의 대일본 수출관세율을 적용하였으며, 생산자물가지수를 반영하여 실질화하였다. 3분기와 4분기에 수출이 증가하는 경향을 보이므로 해당 시기에 계절 더미변수를 추가하였으며, 전반적인 수출 감소세에 따라 추세(TREND) 변수 또한 추가적으로 고려하였다.

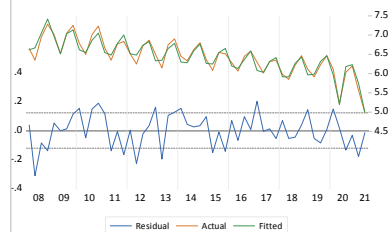
추정 결과, 결정계수는 0.927로 모형의 설명력이 우수하였으며, 설명변수의 통계적 유의성 또한 양호하였다. 한편, 당분기 수출단가가 상승할수록 일본으로의 수출량은 감소하는 것으로, 반대로 대미환율이 상승할수록 원화가치가 평가 절하되면서 수출량은 증가하는 것으로 추정되어 경제 이론에도 부합하는 것으로 나타났다.

〈표 3-16〉 활광어 일본 수출량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(LX1_JP)} = & 3.0495 - 0.3191 \cdot \text{LOG(LEP1_JP} \cdot (1 + \text{TEX1_JP}/100) / \text{PPI} \cdot 100 \\ & (1.37) \quad (-2.41)^{**} \\ & + 0.6873 \cdot \text{LOG(EXCH)} - 0.0191 \cdot \text{@TREND} + 0.3177 \cdot \text{DM_s3} \\ & (2.32)^{**} \quad (-16.59)^{***} \quad (7.48)^{***} \\ & + 0.4792 \cdot \text{DM_s4} - 0.7264 \cdot \text{DM1} - 0.3246 \cdot \text{DM2} \\ & (11.31)^{***} \quad (-7.60)^{***} \quad (-2.43)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.937$ D-W = 1.889 추정기간: 2008년 1분기~2021년 2분기(n=54)

LX1_JP: 활광어 일본 수출량(톤, 한국무역협회)
LEP1_JP: 활광어 일본 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
TEX1_JP: 광어 일본 수출관세율(% , 관세청)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
@TREND: 추세변수(@TREND=0, 1, 2, ...)
DM_s3: 계절 더미변수(3분기=1, 그 외 0)
DM_s4: 계절 더미변수(4분기=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2020년 2분기, 2021년 2분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2009년 2분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

한편, 당분기 수출단가가 1% 상승할 때 수출량은 0.32% 증가하는 것으로, 환율이 1% 상승할 때는 0.69% 많아지는 것으로 나타나, 활광어 일본 수출량은 환율 변동에 상대적으로 영향을 더 많이 받는 것으로 보인다.

나. 활광어 미국 수출량

미국으로의 활광어 수출량을 추정하기 위해 당분기 활광어 미국 수출단가와 대미환율을 설명변수로 이용하였으며, 수출단가에는 대미국 수출관세율을 고려하였으며, 생산자물가지수를 반영하여 실질화하였다. 2014년 1분기를 기점으로 수출량이 증가하는 경향을 보이므로 해당 시점 이후로 구조변화 더미변수를 추가하였다.

Log-Log 함수 형태로 추정한 결과, 수출단가는 수출량에 음(-)의 영향, 환율은 양(+)의 영향을 미치는 것으로 부호조건이 적합하였으며, 통계적으로도 유의하였다. 이는 수출단가가 1% 상승할 경우 수출량은 0.42% 감소하는 반면, 대미환율이 1% 상승할 경우 수출량은 0.91% 증가함을 뜻한다.

〈표 3-17〉 활광어 미국 수출량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(LX1_US)} = & -1.1571 - 0.4203 * \text{LOG}((\text{LEP1_US} * (1 + \text{TEX1_US}/100)) / (\text{PPI} * 100)) \\ & (-0.40) \quad (-2.58)^{**} \\ & 0.9077 * \text{LOG(EXCH)} + 0.8987 * \text{SD1} + 0.5538 * \text{DM13} + 0.4372 * \text{DM1} - 0.308 * \text{DM2} \\ & (2.44)^{**} \quad (21.26)^{***} \quad (8.38)^{***} \quad (6.49)^{***} \quad (-3.72)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.926$ $D-W = 1.449$ 추정기간: 2009년 1분기~2021년 2분기($n=50$)

B-G LM test = 2.422(0.120)

LX1_US: 활광어 미국 수출량(톤, 한국무역협회)

LEP1_US: 활광어 미국 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)

TEX1_US: 광어 미국 수출관세율(% , 관세청)

PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

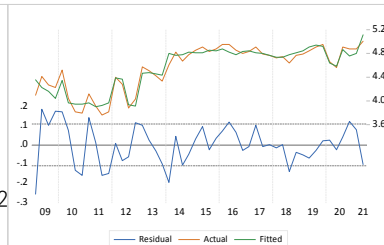
SD1: 구조변화 더미(2014년 1분기 이후=1, 그 외 0)

DM13: 더미변수(2013년=1, 그 외 0)

DM1: 더미변수(2010년 1분기, 2012년 1분기 및 2분기, 2021년 2분기=1, 그 외 0)

DM2: 더미변수(2020년 1분기 및 2분기=1, 그 외 0)

자료: 저자 작성



다. 활광어 기타국가 수출량

마지막으로 기타 국가로의 활광어 수출량 함수 추정에는 당분기 활광어 기타국가 수출단가와 대미환율을 설명변수로 도입하였으며, 수출단가는 생산자물가지수로 실질화 하였다. 이와 함께 수출량 증가세를 보였던 2012년 2분기 및 2017년 2분기 이후에는 구조변화 더미변수를 추가하였다.

기타국가로의 활광어 수출량을 추정한 결과 당분기 수출단가와와는 음의 관계에, 대미환율과는 양의 관계에 있는 것으로 추정되어 부호조건이 경제 이론에 부합하였으며 모든 설명변수가 통계적으로 유의하게 도출되었다. 결정계수 또한 0.944로 높게 추정되어 모형 설명력이 우수하였다.

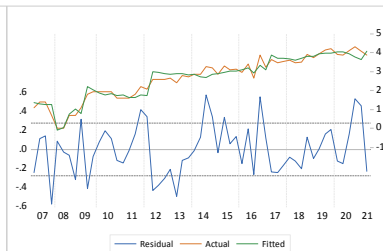
한편, 수출단가가 1% 상승할 경우, 수출량은 0.35% 감소하는 것으로, 대미환율이 1% 높아질 경우, 수출량은 2.25% 증가하는 것으로 나타나 기타국가로의 활광어 수출량은 환율 변동에 매우 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다.

〈표 3-18〉 활광어 기타국가 수출량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(LX1_ETC)} = & -13.0155 - 0.3526 \cdot \text{LOG(LEP1_ETC/PPI} \cdot 100) + 2.2478 \cdot \text{LOG(EXCH)} \\ & (-2.85)^{***} \quad (-2.14)^{**} \quad (3.62)^{***} \\ & + 1.2276 \cdot \text{SD1} + 0.8378 \cdot \text{SD2} - 1.6106 \cdot \text{DM08} - 1.4884 \cdot \text{DM1} \\ & (12.42)^{***} \quad (8.95)^{***} \quad (-8.93)^{***} \quad (-6.00)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.944$ $D-W = 1.536$ 추정기간: 2007년 1분기~2021년 2분기(n=57)

LX1_ETC: 활광어 기타국가 수출량(톤, 한국무역협회)
LEP1_ETC: 활광어 기타국가 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
SD1: 구조변화 더미(2012년 2분기 이후=1, 그 외 0)
SD2: 구조변화 더미(2017년 2분기 이후=1, 그 외 0)
DM08: 더미변수(2008년=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2009년 1분기 및 2분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(5) 수요함수

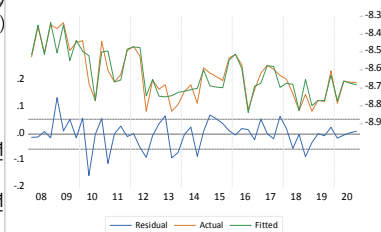
광어의 1인당 소비량을 추정하기 위하여 당분기 광어 도매가격과 1인당 처분가능소득을 설명변수로 이용하였다. 이때 광어 도매가격과 1인당 처분가능소득은 소비자물가지수를 적용하여 실질화하였다. 한편, 2012년 3분기부터 수요가 감소하는 모습을 보여, 이 시점을 기준으로 구조변화 더미변수를 추가하였다.

〈표 3-19〉 광어 수요 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(D1_1/\text{POP}) = & -12.7444 - 0.1319 \cdot \text{LOG}(\text{WP1_I2}/\text{CPI} \cdot 100) + 0.5470 \cdot \text{LOG}(\text{DINC}/\text{CPI} \cdot 100) \\ & (-7.92)^{***} \quad (-1.888)^* \quad (3.29)^{***} \\ & - 0.2784 \cdot \text{SD1} - 0.2515 \cdot \text{DM1} + 0.1723 \cdot \text{DM2} - 0.1689 \cdot \text{DM3} \\ & (-8.76)^{***} \quad (-4.24)^{***} \quad (6.30)^{***} \quad (-5.43)^{***} \\ & + 0.1065 \cdot \text{DM4} - 0.1395 \cdot \text{DM5} \\ & (4.17)^{***} \quad (-4.17)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.858$ $D-W = 2.076$ 추정기간: 2008년 1분기~2020년 4분기($n=52$)

D1_1: 광어소비량(톤, KMI 수산업관측센서); POP: 추계인구(명, 통계청)
WP1_I2: 인천 광어(900~1kg) 도매가격(원/kg, KMI 수산업관측센서)
CPI: 소비자물가지수(2015=100, 통계청)
DINC: 1인당 처분가능소득(천 원, 명목, 한국은행)
SD1: 구조변화 더미(2012년 3분기 이후=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2010년 3분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2008년 2분기 및 4분기, 2009년 2분기, 2015년 4분기, 2016년 1분기, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2011년 2분기 및 3분기, 2018년 3분기, 2019년 1분기=1, 그 외 0)
DM4: 더미변수(2009년 4분기, 2012년 4분기, 2014년 4분기, 2016년 2분기, 2017년 2분기, 2017년 3분기=1, 그 외 0)
DM5: 더미변수(2016년 3분기, 2019년 2분기 및 3분기, 2020년 1분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

추정 결과, 광어 도매가격이 하락할수록, 소득이 높아질수록 광어의 1인당 소비량이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 광어 도매가격이 1% 상승할 경우 광어의 1인당 소비량은 0.13% 감소하며, 소득이 1% 상승할 경우 1인당 소비량은 0.55% 증가하는 것을 의미한다.

결정계수가 비교적 높게 도출되어 모형 설명력이 양호하였으며, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하였다. 자기상관 또한 존재하지 않는 것으로 나타났다.

2) 우력

우력 수급전망모형은 입식량 함수, 크기별 양성물량 함수, 크기별 출하량 함수, 수요 함수로 구성하였으며, 광어 수급전망모형과 마찬가지로 분기모형으로 구축되었다. 개별 방정식 추정에는 2007년 1분기~2021년 2분기까지의 우력 수급 관련 DB가 이용되었다.

(1) 입식량

우력 입식량 함수 추정에는 우력 양식어가의 기대수익률과 전분기 입식량을 설명함수로 사용하였다. 우력 양식어가의 기대수익률은 산지가격과 경영비(조피볼락 해상가두리 건당 소요액) 간의 상대비율로 계산하였다. 우력 입식은 주로 2분기에 이루어지므로 매년 2분기마다 계절 더미변수를 추가하였다.

우력 입식량 함수 추정 결과, 결정계수는 0.976으로 모형 설명력이 매우 높았으며, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하게 도출되었다. 이와 함께 전분기 입식량 및 기대수익률의 부호 조건이 양(+)으로 추정되어 우력 양식어가의 기대수익률이 높아질수록 우력 입식량은 증가하는 것으로 나타났다.

한편, 변수별 탄력성 도출 결과 우력 양식어가의 기대수익률이 1% 상승할 때는 0.47% 증가하는 것으로 추정되어 우력 입식량은 기대수익률의 영향을 더 많이 받는 것으로 나타났다. 전분기 입식량의 경우, 계수값이 0.05로 조정속도가 매우 빠른 것으로 나타났는데, 이는 우력의 경우, 주로 2분기에 집중적으로 입식이 이루어지기 때문으로 판단된다.

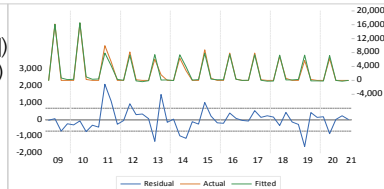
〈표 3-20〉 우럭 입식량 함수 추정 결과

$$IA2 = -1225.898 + 4668.809*(FP2_T3(-1)/COST2(-1)) + 0.0477*IA2(-1) \\ (-2.09)^{**} \quad (2.18)^{**} \quad (1.79)^{*} \\ + 7516.286*DM_s2 + 8763.476*DM1 + 3798.134*DM2 \\ (28.51)^{***} \quad (16.26)^{***} \quad (7.32)^{***}$$

$R^2 = 0.976$ $D-W = 1.946$ 추정기간: 2009년 1분기~2021년 1분기(n=49)

B-G LM test = 0.038(0.846)

IA2: 우럭 입식량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
FP2_T3: 통영 500g 우럭 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
COST2: 해상가두리(조피볼락) 건당 소요액(천 원, 수협중앙회)
DM_s2: 계절 더미변수(2분기=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2009년 2분기, 2010년 2분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2011년 3분기, 2014년 3분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(2) 양성물량

가. 우럭 300g 미만 양성물량

우럭 300g 미만 양성물량 함수를 추정하기 위해 당분기 우럭 입식량과 전분기 우럭 300g 미만 양성물량을 설명변수로 도입하였으며, 양성물량이 크게 증가했거나 감소했던 일부 시점에는 더미변수를 적용하였다.

추정 결과, 우럭 300g 미만 양성물량은 당분기 입식량 및 전분기 300g 미만 양성물량과 양(+)의 관계를 가지는 것으로 추정되어 설명변수의 부호 조건이 경제 이론에 부합하는 것으로 나타났다. 결정계수가 0.981로 모형의 설명력이 매우 높았으며, 설명변수의 통계적 유의성 또한 양호하였다.

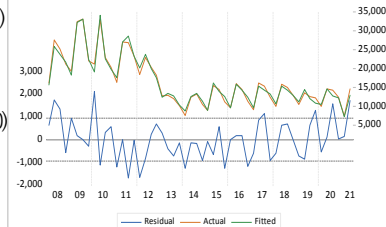
변수별로 탄력성을 도출해 보면, 당분기 입식량이 1% 증가할 경우, 당분기 300g 미만 양성물량은 0.16% 늘어나는 것으로 나타났는데, 이는 치어 입식 이후 폐사되는 물량이 많기 때문으로 볼 수 있다. 전분기 양성물량은 계수값이 0.87로 도출되었는데, 이는 조정속도가 0.13으로 매우 느리기 때문에 전분기 양성물량과 당분기 양성물량에 큰 차이가 없음을 의미한다.

〈표 3-21〉 우력 300g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned}
 S2_1 = & -73.482 + 0.956*IA2 + 0.8676*S2_1(-1) + 5134.263*DM1 \\
 & (-0.14) \quad (27.95)^{***} \quad (25.91)^{***} \quad (8.36)^{***} \\
 & - 6283.91*DM2 - 3341.194*DM3 + 3417.141*DM4 \\
 & (-9.05)^{***} \quad (-22.69)^{***} \quad (10.22)^{***}
 \end{aligned}$$

$R^2 = 0.981$ $D-W = 1.871$ 추정기간: 2008년 1분기~2021년 2분기(n=54)
 B-G LM test = 0.042(0.838)

S2_1: 우력 300g 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
 IA2: 우력 입식량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
 DM1: 더미변수(2009년 3분기=1, 그 외 0)
 DM2: 더미변수(2009년 4분기, 2010년 3분기=1, 그 외 0)
 DM3: 더미변수(2013년 1분기 및 2분기, 2021년 1분기=1, 그 외 0)
 DM4: 더미변수(2011년 2분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

나. 우력 300g 이상 400g 미만 양성물량

우력 300g 이상 400g 미만 양성물량 추정에는 전분기 우력 300g 미만 양성물량과 전분기 300g 이상 400g 미만 양성물량, 당분기 우력 400g 미만 출하량을 설명변수로 이용하였다. 이와 함께 4분기에 양성물량이 증가하는 경향을 보이므로 해당 시점에 계절 더미변수를 추가하였다.

Log-Log 함수 형태로 추정한 결과, 전분기 우력 300g 미만 양성물량 및 전분기 300g 이상 400g 미만 양성물량은 양(+)의 부호로, 당분기 우력 400g 미만 출하량은 음(-)의 부호로 추정되어 부호조건이 경제 이론이 부합하였으며, 모든 변수가 통계적으로 유의하게 도출되었다.

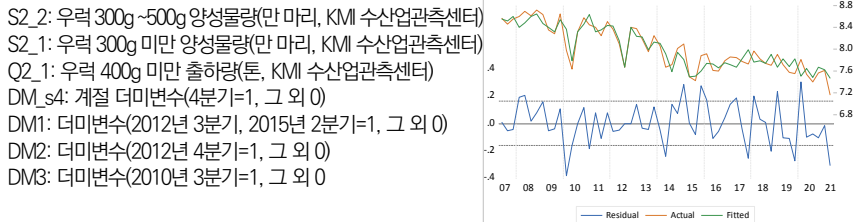
한편, 전분기 우력 300g 미만 양성물량 계수값은 0.16으로 조정속도가 매우 빠른 것으로 나타났으나, 300g 이상 400g 미만은 0.88로 조정속도가 매우 느려 전분기 양성물량과 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

당분기 우력 400g 미만 출하량이 1% 증가할 경우에는 0.16% 줄어드는 것으로 나타났다.

〈표 3-22〉 우력 300g 이상 400g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S2_2) = & 0.3916 + 0.1587 * \text{LOG}(S2_1(-1)) + 0.8809 * \text{LOG}(S2_2(-1)) - 0.1575 * \text{LOG}(Q2_1) \\ & (0.63) \quad (1.96)^* \quad (11.47)^{***} \quad (-2.87)^{***} \\ & + 0.2627 * \text{DM_s4} - 0.4151 * \text{DM1} + 0.4757 * \text{DM2} + 0.7780 * \text{DM3} \\ & (4.54)^{***} \quad (-3.53)^{***} \quad (2.79)^{***} \quad (3.93)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.859$ D-W = 2.11 추정기간: 2007년 2분기~2021년 2분기(n=57)
B-G LM test = 0.723(0.395)



자료: 저자 작성

다. 우력 400g 이상 500g 미만 양성물량

우력 400g 이상 500g 양성물량 함수의 설명변수로는 전분기 우력 300g 이상 400g 미만 양성물량과 400g 이상 500g 미만 양성물량을 도입하였으며, 당분기 우력 400g 이상 500g 미만 출하량 또한 고려하였다.

Log-Log 함수 추정 결과, 결정계수가 0.910으로 모형 설명력이 높았으며, 모든 설명변수의 통계적 유의성이 양호하였다. 이와 함께 우력 400g 이상 500g 미만 양성물량은 전분기 우력 300g 이상 400g 미만 양성물량 및 400g 이상 500g 미만 양성물량과는 양(+)의 관계가 있으며, 당분기 400g 이상 500g 미만 출하량과는 음(-)의 관계에 있는 것으로 나타나, 설명변수의 부호조건 또한 경제학적 이론에 부합하였다.

변수별 추정 결과를 살펴보면, 전분기 우럭 300g 이상 400g 미만 양성물량과 전분기 400g 이상 500g 미만 양성물량은 계수값이 각각 0.52, 0.45로 나타났다. 이는 조정속도가 0.5 정도임을 의미하므로, 전기 양성물량이 당기 양성물량에 바로 영향을 미치고 있다고 판단할 수 있다. 한편, 출하량의 경우 당분기 우럭 400g 이상 500g 미만 출하량이 1% 증가하면 반대로 0.22% 줄어드는 것으로 나타났다.

〈표 3-23〉 우럭 400g 이상 500g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S2_3) = & 1.5451 + 0.5154^* \text{LOG}(S2_2(-1)) + 0.4537^* \text{LOG}(S2_3(-1)) - 0.2192^* \text{LOG}(Q2_2) \\ & (2.35)^{**} \quad (7.65)^{***} \quad (7.57)^{***} \quad (-3.45)^{***} \\ & - 0.1568^* \text{SD1} - 0.4887^* \text{DM1} + 0.5718^* \text{DM2} + 0.3998^* \text{DM3} + 0.2876^* \text{DM4} \\ & (-2.79)^{***} \quad (-6.12)^{***} \quad (7.10)^{***} \quad (5.64)^{***} \quad (3.52)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.910$ $D-W = 2.30$ 추정기간: 2007년 1분기~2021년 2분기($n=58$)

B-G LM test = 2.188(0.139)

S2_3: 우럭 400g 이상 500g 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업 관측센터)

S2_2: 우럭 300g 이상 400g 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업 관측센터)

Q2_2: 우럭 400g 이상 500g 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)

SD1: 구조변화 더미(2013년 3분기 이후=1, 그 외 0)

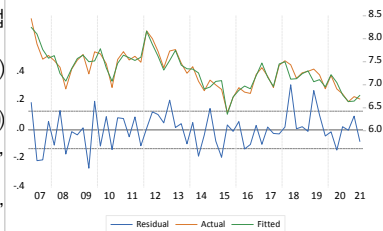
DM1: 더미변수(2008년 2분기 및 3분기, 2015년 3분기=1, 그 외 0)

DM2: 더미변수(2012년 1분기, 2017년 4분기, 2018년 1분기=1, 그 외 0)

DM3: 더미변수(2010년 4분기, 2016년 4분기, 2017년 1분기, 2020년 1분기=1, 그 외 0)

DM4: 더미변수(2015년 4분기, 2018년 4분기, 2019년 1분기=1, 그 외 0)

자료: 저자 작성



라. 우럭 500g 이상 600g 미만 양성물량

우럭 500g 이상 600g 미만 양성물량을 추정하기 위해 전분기 우럭 400g 이상 500g 미만 양성물량과 전분기 500g 이상 600g 미만 양성물량, 그리고 당분기 우럭 500g 이상 600g 미만 출하량을 설명변수로 도입하였다. 이

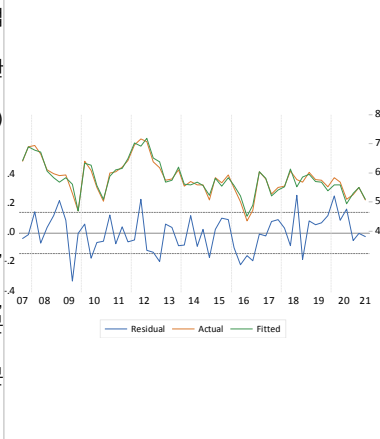
와 함께 매년 2분기와 3분기에 해당 크기 양성물량이 감소세를 보여 2분기와 3분기에 각각 계절 더미변수를 추가하였다. 그 외 양성물량 변동이 컸던 시점에 대해 더미변수를 적용하였다.

〈표 3-24〉 우력 500g 이상 600g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{S2_4}) = & -2.2960 + 0.9028 \cdot \text{LOG}(\text{S2_3}(-1)) + 0.4500 \cdot \text{LOG}(\text{S2_4}(-1)) - 0.1179 \cdot \text{LOG}(\text{Q2_3}) \\ & (-4.35)^{***} \quad (12.90)^{***} \quad (11.22)^{***} \quad (-1.77)^* \\ & - 0.3833 \cdot \text{DM_s2} - 0.7534 \cdot \text{DM_s3} + 0.7194 \cdot \text{DM1} - 1.0669 \cdot \text{DM2} + 0.6027 \cdot \text{DM3} \\ & (-7.57)^{***} \quad (-14.18)^{***} \quad (8.34)^{***} \quad (-7.32)^{***} \quad (8.51)^{***} \\ & - 0.4983 \cdot \text{DM4} + 0.4037 \cdot \text{DM5} + 0.2977 \cdot \text{DM6} \\ & (-8.39)^{***} \quad (6.24)^{***} \quad (2.02)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.955$ $D-W = 1.900$ 추정기간: 2007년 3분기~2021년 2분기($n=56$)
 $B-G \text{ LM test} = 0.178(0.673)$

S2_4: 우력 500g 이상 600g 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업 관측센터)
 S2_3: 우력 400g 이상 500g 미만 양성물량(만 마리, KMI 수산업 관측센터)
 Q2_3: 우력 500g 이상 600g 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
 DM_s2: 계절 더미변수(2분기=1, 그 외 0)
 DM_s3: 계절 더미변수(3분기=1, 그 외 0)
 DM1: 더미변수(2012년 3분기, 2015년 2분기 및 4분기=1, 그 외 0)
 DM2: 더미변수(2009년 4분기=1, 그 외 0)
 DM3: 더미변수(2011년 3분기, 2012년 1분기, 2015년 3분기, 2017년 1분기=1, 그 외 0)
 DM4: 더미변수(2009년 1분기, 2010년 4분기, 2012년 4분기, 2013년 2분기, 2014년 1분기, 2015년 1분기, 2018년 1분기, 2019년 4분기=1, 그 외 0)
 DM5: 더미변수(2007년 4분기, 2008년 2분기 및 3분기, 2010년 1분기, 2018년 2분기, 2019년 3분기=1, 그 외 0)
 DM6: 더미변수(2021년 1분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

추정 결과, 전분기 우력 400g 이상 500g 미만 양성물량과 전분기 500g 이상 600g 미만 양성물량의 부호는 양(+)으로, 당분기 우력 500g 이상 600g 미만 출하량은 음(-)의 부호로 추정되어 경제 이론에 부합하였으며, 통계적으로도 모두 유의하게 도출되었다.

한편, 전분기 우력 400g 이상 500g 미만 양성물량 계수값이 0.9로 조정 속도가 매우 느린 것으로 나타났는데, 이는 전분기 400g 이상 500g 미만 양성물량이 당분기 500g 이상 600g 미만 양성물량과 큰 차이가 없음을 의미한다. 우력의 경우, 주 출하 크기가 500g 이상 600g 미만이므로, 400g 이상 500g 미만은 출하가 많지 않기 때문에 양성물량 차이가 크지 않은 것으로 판단된다. 출하량의 경우, 당분기 우력 500g 이상 600g 미만 출하량이 1% 늘어날 경우에는 반대로 0.12% 줄어드는 것으로 나타났다.

마. 우력 600g 이상 양성물량

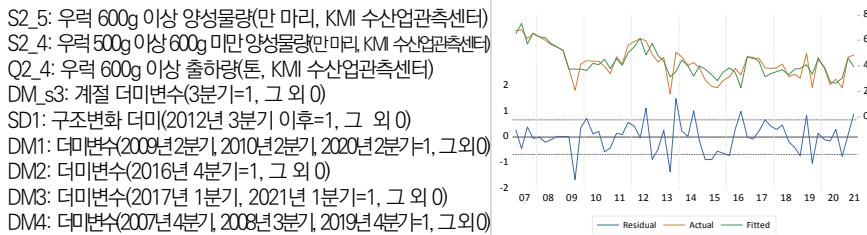
우력 600g 이상 양성물량 함수 추정에는 전분기 우력 500g 이상 600g 미만 양성물량과 전분기 600g 이상 양성물량, 그리고 당분기 우력 600g 이상 출하량을 설명변수로 이용하였다. 이와 함께 3분기에 해당 크기의 양성물량이 감소세를 보여 3분기에 계절 더미변수를 추가하였으며, 양성물량이 감소 기조를 보이기 시작한 2012년 3분기 이후부터는 구조변화 더미변수를 적용하였다.

Log-Log 함수 형태로 추정한 결과, 우력 600g 이상 양성물량은 전분기 우력 500g 이상 600g 미만 양성물량과 전분기 600g 이상 양성물량과는 양(+)의 관계, 당분기 우력 600g 이상 출하량과는 음(-)의 관계에 있는 것으로 나타나 부호조건이 경제학적 이론에 부합하였다. 이는 당분기 우력 600g 이상 출하량이 1% 증가할 경우에는 0.11% 줄어드는 것을 의미한다. 양성물량의 경우, 이전 크기인 500g 이상 600g 미만 양성물량은 계수값이 0.97로, 전분기 양성물량과 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 전분기 600g 이상 양성물량의 경우, 0.23으로 조정속도가 빠른 것으로 나타났다.

〈표 3-25〉 우력 600g 이상 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S2_5) = & -1.158 + 0.9651 \cdot \text{LOG}(S2_4(-1)) + 0.2284 \cdot \text{LOG}(S2_5(-1)) - 0.1098 \cdot \text{LOG}(Q2_4) \\ & (-0.99) \quad (4.82)^{***} \quad (2.21)^{**} \quad (-0.85) \\ & - 0.9495 \cdot \text{DM_s3} - 0.6496 \cdot \text{SD1} - 1.2974 \cdot \text{DM1} + 2.2282 \cdot \text{DM2} \\ & (-4.47)^{***} \quad (-2.98)^{***} \quad (-3.08)^{***} \quad (3.05)^{***} \\ & + 1.5367 \cdot \text{DM3} + 0.9188 \cdot \text{DM4} \\ & (2.97)^{***} \quad (2.25)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.758$ $D-W = 2.120$ 추정기간: 2007년 1분기~2021년 2분기($n=58$)
 $B-G \text{ LM test} = 0.756(0.385)$



자료: 저자 작성

(3) 출하량

가. 우력 400g 미만 출하량

우력 400g 미만 출하량 함수 추정에는 전분기 우력 300g 이상 400g 미만 양성물량과 당분기 300g 크기 산지가격을 설명변수로 도입하였다. 이때 산지가격은 생산자물가지수를 적용하여 실질화 하였다. 그 외 해당 크기 출하량의 변동폭이 컸던 시점에는 더미변수를 적용하였다.

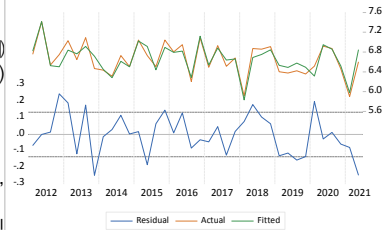
Log-Log 함수 추정 결과 결정계수가 0.853으로 비교적 양호하였으며, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하게 도출되었다. 이와 함께 전분기 우력 300g 이상 400g 미만 양성물량과 당분기 300g 크기 산지가격 모두 양(+)의 부호로 추정되어 경제 이론에 부합하였다.

〈표 3-26〉 우럭 400g 미만 출하량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q2_1) = & -4.796 + 0.5416 \cdot \text{LOG}(S2_2(-1)) + 0.8402 \cdot \text{LOG}(\text{FP2_T1}/\text{PPI} \cdot 100) \\ & (-2.85)^{***} \quad (5.42)^{***} \quad (6.40)^{***} \\ & + 0.8934 \cdot \text{DM1} - 0.7373 \cdot \text{DM2} - 0.4007 \cdot \text{DM3} + 0.3925 \cdot \text{DM4} \\ & (5.96)^{***} \quad (-7.32)^{***} \quad (-5.88)^{***} \quad (5.20)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.853$ $D-W = 1.793$ 추정기간: 2012년 1분기~2021년 2분기(n=42)

Q2_1: 우럭 400g 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
S2_2: 우럭 300g 이상 400g 미만 양성물량(만마리, KMI 수산업관측센터)
FP2_T1: 통영 300g 우럭 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
DM1: 더미변수(2012년 2분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2018년 1분기, 2021년 1분기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2014년 1분기, 2분기 및 4분기, 2015년 3분기, 2016년 3분기, 그 외 0)
DM4: 더미변수(2016년 4분기, 2017년 2분기, 2020년 2분기 및 3분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

한편, 전분기 우럭 300g 이상 400g 미만 양성물량이 1% 증가할 경우 우럭 400g 미만 출하량은 0.54% 많아지는 것으로, 당분기 300g 크기 산지가격이 1% 상승할 경우에는 0.84% 증가하는 것으로 나타났다.

나. 우럭 400g 이상 500g 미만 출하량

우럭 400g 이상 500g 미만 출하량을 추정하기 위해 전분기 우럭 400g 이상 500g 미만 양성물량과 당분기 400g 크기 산지가격을 설명변수로 이용하였으며, 산지가격은 생산자물가지수로 실질화하여 적용하였다. 2013년 1분기를 기점으로 해당 크기 출하량이 감소세를 보여 해당 시점 이후로 구조변화 더미변수를 추가하였다.

우럭 400g 이상 500g 미만 출하량 함수를 추정한 결과, 전분기 우럭 400g 이상 500g 미만 양성물량 및 당분기 400g 크기 산지가격과는 양(+)의 관계를 가지는 것으로 도출되어 설명변수의 부호조건이 양호하고 통계적으로도 유의

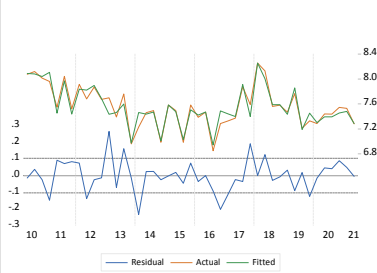
한 것으로 나타났다. 이는 전분기 우력 400g 이상 500g 미만 양성물량이 1% 증가하면 우력 400g 이상 500g 미만 출하량은 0.17% 많아지며, 당분기 400g 크기 산지가격이 1% 상승하면 우력 400g 이상 500g 미만 출하량은 0.48% 증가하는 것을 의미한다.

〈표 3-27〉 우력 400g 이상 500g 미만 출하량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q2_2) = & 2.4231 + 0.1729^* \text{LOG}(S2_3(-1)) + 0.4794^* \text{LOG}(\text{FP2_T2}/\text{PPI} \times 100) - 0.4455^* \text{SD1} \\ & (1.89)^* \quad (2.61)^{**} \quad (4.69)^{***} \quad (-9.27)^{***} \\ & - 0.5435^* \text{DM1} + 0.8190^* \text{DM2} + 0.4982^* \text{DM3} - 0.2917^* \text{DM4} \\ & (-11.48)^{***} \quad (7.66)^{***} \quad (7.69)^{***} \quad (-4.61)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.916$ $D-W = 2.025$ 추정기간: 2010년 2분기~2021년 2분기($n=45$)

Q2_2: 우력 400g 이상 500g 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
S2_3: 우력 400g 이상 500g 미만 양성물량(만마리, KMI 수산업관측센터)
FP2_T2: 통영 400g 우력 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
SD1: 구조변화 더미(2013년 1분기 이후=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2011년 2분기 및 4분기, 2013년 4분기, 2014년 4분기, 2015년 3분기, 2016년 3분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2018년 1분기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2017년 3분기, 2018년 2분기, 2019년 2분기=1, 그 외 0)
DM4: 더미변수(2012년 4분기, 2019년 3분기, 2021년 2분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

다. 우력 500g 이상 600g 미만 출하량

우력 500g 이상 600g 미만 출하량 함수 추정에는 전분기 우력 500g 이상 600g 미만 양성물량과 당분기 500g 크기 기준 산지가격을 설명변수로 이용하였으며, 산지가격은 생산자 물가지를 적용하여 실질화하였다. 이와 함께 출하량 변동이 컸던 시점의 경우 더미변수를 적용하였다.

Log-Log 함수 추정 결과 전분기 우력 500g 이상 600g 미만 양성물량과 500g 크기 기준 산지가격의 부호가 모두 양(+)으로 도출되어 해당 크기

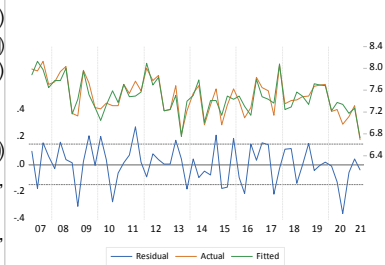
의 전분기 양성물량이 많고 당분기 산지가격이 높게 형성되면 출하량이 증가한다는 경제 이론에 부합하였다. 이는 전분기 우럭 500g 이상 600g 미만 양성물량이 1% 증가할 경우 우럭 500g 이상 600g 미만 출하량은 0.39% 많아지며, 500g 크기 기준 산지가격이 1% 상승할 경우에는 0.31% 증가하는 것을 의미한다.

〈표 3-28〉 우럭 500g 이상 600g 미만 출하량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q2_3) = & 2.307 + 0.3909 \cdot \text{LOG}(S2_4(-1)) + 0.313 \cdot \text{LOG}(\text{FP2_T3}/\text{PPI} \cdot 100) \\ & (1.61) \quad (9.51)^{***} \quad (2.25)^{**} \\ & + 0.8962 \cdot \text{DM1} - 0.6633 \cdot \text{DM2} + 0.5191 \cdot \text{DM3} - 0.3658 \cdot \text{DM4} + 0.3066 \cdot \text{DM5} \\ & (7.84)^{***} \quad (-7.31)^{***} \quad (7.05)^{***} \quad (-4.70)^{***} \quad (3.91)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.829$ $D-W = 2.06$ 추정기간: 2007년 1분기~2021년 2분기(n=58)

Q2_3: 우럭 500g 이상 600g 미만 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
S2_4: 우럭 500g 이상 600g 미만 양성물량(만마리, KMI 수산업관측센터)
FP2_T3: 통영 500g 우럭 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
DM1: 더미변수(2016년 4분기, 2017년 4분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2012년 4분기, 2013년 3분기, 2021년 2분기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2009년 2분기, 2011년 1분기, 2012년 1분기, 2014년 2분기, 2017년 1분기=1, 그 외 0)
DM4: 더미변수(2008년 4분기, 2010년 2분기, 2013년 1분기, 2014년 3분기=1, 그 외 0)
DM5: 더미변수(2008년 3분기, 2019년 2분기~4분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

라. 우럭 600g 이상 출하량

우럭 600g 이상 출하량 함수의 설명변수로는 전분기 우럭 600g 이상 양성물량과 당분기 600g 크기 기준 산지가격을 도입하였으며, 다른 함수들과 마찬가지로 산지가격은 생산자물가지수를 반영하여 실질화한 후 이용하였다. 그 외 해당 크기 출하량 변동이 컸던 시점에 대해서는 더미변수를 적용하였다.

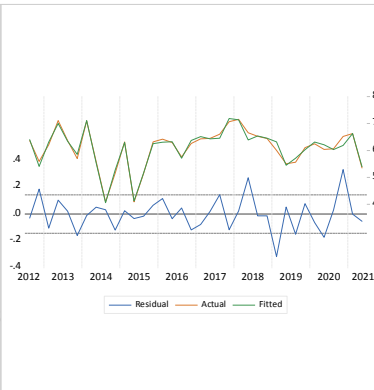
우럭 600g 이상 출하량 추정 결과, 전분기 우럭 600g 이상 양성물량 및 당분기 600g 크기 기준 산지가격과 양(+)의 관계에 있는 것으로 나타났으며, 통계적으로도 유의하게 도출되었다. 한편, 전분기 우럭 600g 이상 양성물량이 1% 증가하면 우럭 600g 이상 출하량은 0.15% 늘어나고, 당분기 600g 크기 기준 산지가격이 1% 상승하면 0.42% 증가하는 것으로 추정되었다.

〈표 3-29〉 우럭 600g 이상 출하량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q2_4) = & 1.7517 + 0.1540 \cdot \text{LOG}(S2_5(-1)) + 0.4206 \cdot \text{LOG}(FP2_T4/PPI*100) \\ & (0.99) \quad (5.18)^{***} \quad (2.24)^{**} \\ & + 2.2075 \cdot SD1 - 0.1324 \cdot SD2 - 2.1590 \cdot DM1 - 1.0751 \cdot DM2 + 0.7911 \cdot DM3 \\ & (3.31)^{***} \quad (-2.00)^* \quad (-20.06)^{***} \quad (-12.62)^{***} \quad (9.67)^{***} \\ & - 0.7262 \cdot DM4 + 0.4934 \cdot DM5 \\ & (-9.18)^{***} \quad (3.07)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.970$ $D-W = 2.270$ 추정기간: 2012년 3분기~2021년 2분기($n=36$)

Q2_4: 우럭 600g 이상 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
S2_5: 우럭 600g 이상 양성물량(만 마리, KMI 수산업관측센터)
FP2_T4: 통영 600g 우럭 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
SD1: 구조변화 더미(2015년 2분기 이후=1, 그 외 0)
SD2: 구조변화 더미(2019년 3분기 이후=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2014년 3분기, 2015년 2분기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2012년 4분기, 2014년 4분기, 2015년 3분기, 2021년 2분기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2013년 2분기, 2014년 1분기 2017년 4분기, 2018년 1분기=1, 그 외 0)
DM4: 더미변수(2014년 2분기, 2016년 3분기, 2019년 2분기 및 3분기=1, 그 외 0)
DM5: 더미변수(2021년 1분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(4) 수요

우럭의 1인당 소비량 추정에는 당분기 우럭 500~600g 도매가격과 1인당 가처분소득, 대체재 가격 등을 설명변수로 이용하였으며, 도매가격과 1

인당 가처분소득은 소비자물가지수를 반영하여 실질화하였다. 대체재 가격으로는 우럭과 대체관계에 있다고 판단되는 광어 900g~1kg 도매가격을 적용하였으며, 소비자물가지수를 적용하여 실질화한 후 추정에 이용하였다. 이와 함께 수요가 급격하게 줄어든 2012년 3분기 이후로는 구조변화 더미변수를 추가하였다.

우럭 수요 함수 추정 결과, 당분기 우럭 도매가격은 음(-)의 부호로, 소득 및 대체재인 수산업 어류 가격은 양(+)의 부호로 추정되어 경제 이론에 부합하였으며, 통계적으로도 유의하였다. 모형의 결정계수가 비교적 높아 모형 설명력이 양호하였으며, 자기상관 또한 존재하지 않았다.

〈표 3-30〉 우럭 수요 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(D2/\text{POP}) = & -13.0488 - 0.2402 \cdot \text{LOG}(\text{WP2_I3}/\text{CPI} \cdot 100) + 0.4175 \cdot \text{LOG}(\text{DINC}/\text{CPI} \cdot 100) \\ & (-5.04)^{***} \quad (-2.79)^{***} \quad (1.76)^* \\ & + 0.2278 \cdot \text{LOG}(\text{WP1_I2}/\text{CPI} \cdot 100) - 0.4343 \cdot \text{SD1} - 0.3261 \cdot \text{DM1} \\ & (2.24)^{**} \quad (-9.58)^{***} \quad (-5.68)^{***} \\ & + 0.3204 \cdot \text{DM2} + 0.2168 \cdot \text{DM3} - 0.1946 \cdot \text{DM4} + 0.1257 \cdot \text{DM5} \\ & (6.75)^{***} \quad (6.11)^{***} \quad (-4.67)^{***} \quad (2.84)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.928$ $D-W = 2.122$ 추정기간: 2010년 1분기~2020년 4분기(n=44)

D2: 우럭 소비량(톤, KM 수산업관측센터); POP: 추계인구(명, 통계청)
 WP2_I3: 인천 우럭(500~600g) 도매가격(원/kg, KM 수산업관측센터)
 CPI: 소비자물가지수(2015=100, 통계청)
 DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
 WP1_I2: 인천 광어(900g~1kg) 도매가격(원/kg, KM 수산업관측센터)
 SD1: 구조변화 더미(2012년 3분기 이후=1, 그 외 0)
 DM1: 더미변수(2013년 4분기, 2016년 3분기=1, 그 외 0)
 DM2: 더미변수(2012년 3분기, 2017년 4분기, 2018년 1분기 및 2분기=1, 그 외 0)
 DM3: 더미변수(2010년 3분기, 2012년 1분기, 2013년 2분기, 2015년 1분기 및 4분기, 2016년 4분기=1, 그 외 0)
 DM4: 더미변수(2015년 2분기 및 3분기, 2020년 1분기 및 3분기=1, 그 외 0)
 DM5: 더미변수(2013년 1분기 및 3분기, 2014년 1분기, 2018년 3분기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

한편, 우럭 1인당 소비량은 우럭 500~600g 도매가격이 1% 상승할 때 0.24% 감소하며, 소득이 1% 증가하거나 광어 가격이 1% 상승할 때는 소비량이 각각 0.42%, 0.23% 많아지는 것으로 나타나, 우럭 수요는 소득에 큰 영향을 받는 것으로 추정되었다.

3) 참돔

참돔 수급전망모형은 앞서 살펴본 광어, 우럭과는 달리 생육 주기 특성상 반기 모형으로 구축되었으며, 개별 방정식은 다른 모형과 마찬가지로 입식량 함수, 크기별 양성물량 함수, 출하량 함수, 수입량 함수, 수요 함수로 구성하였다. 참돔 수급전망모형 추정에는 2009년 상반기~2021년 상반기까지의 참돔 수급 관련 DB를 이용하였다.

(1) 입식량

참돔 입식량 함수 추정에는 전기 참돔 입식량과 함께 참돔 양식여가의 기대수익률을 설명변수로 도입하였으며, 기대수익률은 전기 참돔 산지가격과 경영비(조피볼락 해상가두리 건당 소요액)³⁷⁾의 상대비로 도출하였다. 마지막으로 하반기에 비해 상반기 입식량이 많으므로 매년 상반기에 계절 더미변수를 추가하였다.

입식량 함수 추정 결과, 결정계수가 0.934로 모형의 설명력이 높게 추정되었으며, 설명변수의 통계적 유의성이 양호하였다. 참돔 입식량은 양식여가의 기대수익률과 양(+)의 관계에 있는 것으로 나타나, 기대수익률이 높을수록 양식여가에서는 입식량을 증가시킨다는 경제 이론에 부합하였다.

37) 참돔의 경우, 별도의 경영비 자료가 존재하지 않아 조피볼락 해상가두리 건당 소요액을 대리변수로 이용하였다.

한편, 참돔 양식어가의 기대수익률이 1% 상승할 때에는 입식량이 0.58% 많아지는 것으로 나타났으며, 전기 입식량의 계수값은 0.39로 조정 속도가 빠른 것으로 나타났다.

〈표 3-31〉 참돔 입식량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{IA3}) = & 5.9016 + 0.5810 \cdot \text{LOG}(\text{FP3}(-1)/\text{COST2}(-1)) + 0.3897 \cdot \text{LOG}(\text{IA3}(-1)) \\ & (3.01)^{**} \quad (2.26)^{**} \quad (2.13)^{*} \\ & + 0.4164 \cdot \text{DM_sa} + 0.6163 \cdot \text{DM1} - 0.3664 \cdot \text{DM2} + 0.3904 \cdot \text{DM3} \\ & (3.33)^{***} \quad (5.02)^{***} \quad (-3.37)^{***} \quad (1.90)^{*} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.921$ $D-W = 1.574$ 추정기간: 2011년 하반기~2021년 상반기($n=20$)
B-G LM test = 0.3079(0.579)

IA3: 참돔 입식량(천 마리, 통계청)

FP3: 통영 1kg 참돔 산지가격(원/kg, 수산업관측센터)

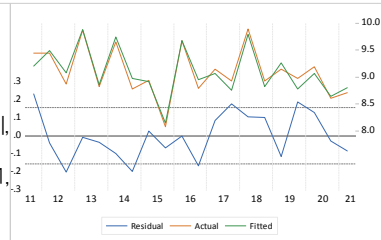
COST2: 해상가두리(조피볼락) 건당 소요액(천 원, 수협중앙회)

DM_sa: 계절 더미변수(상반기=1, 그 외 0)

DM1: 더미변수(2013년 상반기, 2014년 상반기, 2016년 상반기, 2018년 상반기=1, 그 외 0)

DM2: 더미변수(2013년 하반기, 2018년 하반기, 2015년 하반기=1, 그 외 0)

DM3: 더미변수(2016년 상반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(2) 양성물량

가. 참돔 250g 미만 양성물량

참돔 250g 미만 양성물량을 추정하기 위하여 당기 참돔 입식량과 전기 참돔 250g 미만 양성물량을 설명변수로 이용하였다. 이와 함께 해당 크기 양성물량이 크게 감소했던 2012년 하반기 및 2015년 상반기, 양성물량이 크게 증가했던 2018년 하반기에는 더미변수를 적용하였다.

추정 결과, 참돔 250g 미만 양성물량은 당기 입식량 및 전기 250g 미만 양성물량과 양(+)의 관계에 있는 것으로 추정되었는데, 당기 입식량이 1% 증가할 경우, 250g 미만 양성물량은 0.47% 많아지는 것으로 나타났다.

한편, 결정계수값이 0.959로 모형의 설명력이 매우 높았으며, 설명변수 모두 통계적으로 유의하게 도출되었다. 자기상관 또한 존재하지 않았다.

〈표 3-32〉 참돔 250g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S3_1) = & 0.1677 + 0.4683 \cdot \text{LOG}(IA3) + 0.5501 \cdot \text{LOG}(S3_1(-1)) \\ & (0.25) \quad (12.68)^{***} \quad (9.60)^{***} \\ & - 0.2385 \cdot \text{DM1} - 0.4195 \cdot \text{DM2} + 0.1896 \cdot \text{DM3} \\ & (-3.07)^{***} \quad (-5.59)^{***} \quad (2.48)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.957$ $D-W = 2.201$ 추정기간: 2011년 하반기~2021년 상반기($n=20$)
B-G LM test = 0.351(0.554)

S3_1: 참돔 250g 미만 양성물량(천 마리, 통계청)
IA3: 참돔 입식량(천 마리, 통계청)
DM1: 더미변수(2012년 하반기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2015년 상반기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2018년 하반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

나. 참돔 250g 이상 500g 미만 양성물량

참돔 250g 이상 500g 미만 양성물량 함수 추정에는 전기 참돔 250g 미만 양성물량과 전기 250g 이상 500g 미만 양성물량을 설명변수로 이용하였으며, 해당 크기 양성물량의 변동이 컸던 시점에는 더미변수를 적용하였다.

Log-Log 함수 형태로 추정한 결과, 결정계수 값이 높게 도출되어 모형 설명력이 양호하였으며, 설명변수 또한 통계적으로 유의하였다. 자기상관 문제가 의심되었으나, Breusch-Godfrey LM test 결과, 자기상관이 존재하지 않는 것으로 나타났다. 전기 250g 미만 양성물량과 전기 250g 이상 500g 미만 양성물량이 많을수록 당기 참돔 250g 이상 500g 미만 양성물량이 증가하는 양(+)의 관계에 있는 것으로 나타나 부호 조건이 경제 이론에도 부합하였다.

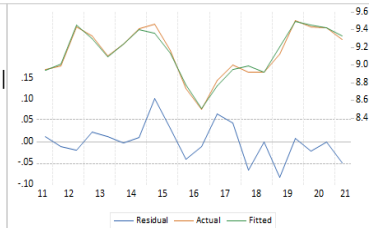
한편, 전기 250g 이상 500g 미만 양성물량의 계수값은 0.72로 조정속도가 0.28로 느리게 도출되었는데, 이는 전기 양성물량과 당기 양성물량이 큰 차이가 없음을 의미한다.

〈표 3-33〉 참돔 250g 이상 500g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S3_2) = & -1.7042 + 0.4385*\text{LOG}(S3_1(-1)) + 0.7184*\text{LOG}(S3_2(-1)) + 0.1514*DM1 \\ & (-1.43) \quad (4.96)^{***} \quad (8.54)^{***} \quad (2.00)^* \\ & - 0.3321*DM2 - 0.2008*DM3 \\ & (-4.19)^{***} \quad (-1.81)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.901$ $D-W = 1.358$ 추정기간: 2011년 하반기~2021년 상반기($n=20$)
B-G LM test = 1.562(0.211)

S3_2: 참돔 250-500g 양성물량(천 마리, 통계청)
S3_1: 참돔 250g 미만 양성물량(천 마리, 통계청)
DM1: 더미변수(2011년 하반기, 2012년 하반기, 2019년 하반기
=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2013년 하반기, 2016년 하반기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2018년 하반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

다. 참돔 500g 이상 1kg 미만 양성물량

참돔 500g 이상 1kg 양성물량 함수의 설명변수로는 전기 참돔 250g 이상 500g 미만 양성물량과 전기 참돔 500g 이상 1kg 양성물량을 도입하였으며, 양성물량 변동이 컸던 일부 시점에는 더미변수를 추가하였다.

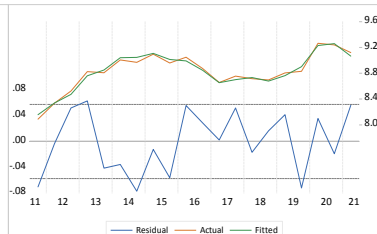
추정 결과, 전기 참돔 250g 이상 500g 미만 양성물량과 전기 참돔 500g 이상 1kg 양성물량의 부호가 양(+)으로 도출되어 해당 크기들의 전기 양성물량이 많을수록 당기 500g 이상 1kg 양성물량이 증가하는 것으로 나타났다. 설명변수의 통계적 유의성이 양호하였으며, 결정계수는 0.973으로 모형 설명력이 높은 것으로 나타났다.

〈표 3-34〉 참돔 500g 이상 1kg 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S3_3) = & 0.5325 + 0.4489^* \text{LOG}(S3_2(-1)) + 0.4683^* \text{LOG}(S3_3(-1)) \\ & (0.92) \quad (6.98)^{***} \quad (5.43)^{***} \\ & + 0.1520^* \text{SD1} + 0.1432^* \text{DM1} - 0.1773^* \text{DM2} - 0.0906^* \text{DM3} \\ & (2.58)^{**} \quad (2.83)^{**} \quad (-3.58)^{***} \quad (-1.94)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.973$ $D-W = 1.928$ 추정기간: 2011년 하반기~2021년 상반기($n=20$)
 $B-G \text{ LM test} = 1.366(0.712)$

S3_2: 참돔 250~500g 양성물량(천 마리, 통계청)
 S3_3: 참돔 500g 이상 양성물량(천 마리, 통계청)
 SD1: 구조변화 더미(2014년 1분기 이후=1, 그 외 0)
 DM1: 더미변수(2014년 상반기, 2020년 상반기 =1, 그 외 0)
 DM2: 더미변수(2015년 하반기, 2021년 상반기 =1, 그 외 0)
 DM3: 더미변수(2018년 상반기 및 하반기 =1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

라. 참돔 1kg 이상 양성물량

참돔 1kg 이상 양성물량을 추정하기 위해 전기 500g 이상 1kg 미만 양성물량과 전기 1kg 이상 양성물량, 그리고 당기 참돔 총 출하량을 설명변수로 이용하였다. 이와 함께 상반기에 양성물량이 증가하는 경향을 보여 매년 상반기에 계절 더미변수를 추가하였다.

Log-Log 함수 추정 결과, 전기 500g 이상 1kg 미만 양성물량과 전기 1kg 이상 양성물량과는 양(+)의 관계를, 당기 참돔 총 출하량과는 음(-)의 관계를 가지는 것으로 나타나 부호조건이 경제 이론에 부합하였다. 당기 참돔 총 출하량이 1% 증가할 경우에는 1kg 이상 양성물량이 0.21% 줄어드는 것으로 나타났다.

한편, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하였으며, 결정계수가 0.974로 도출되어 모형 설명력이 우수한 것으로 나타났다.

〈표 3-35〉 참돔 1kg 이상 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S3_4) = & 1.8481 + 0.4837^* \text{LOG}(S3_3(-1)) + 0.4451^* \text{LOG}(S3_4(-1)) \\ & (5.62)^{***} \quad (6.74)^{***} \quad (5.22)^{***} \\ & -0.2111^* \text{LOG}(TQ3_1) + 0.1614^* \text{DM_sa} + 0.3429^* \text{DM1} + 0.1142^* \text{DM2} \\ & (-5.51)^{***} \quad (6.75)^{***} \quad (6.23)^{***} \quad (3.98)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.974$ $D-W = 2.221$ 추정기간: 2011년 하반기~2021년 상반기(n=20)

B-G LM test = 0.712(0.399)

S3_4: 참돔 500g 이상 양성물량(천 마리, 통계청)
S3_3: 참돔 250g ~500g 양성물량(천 마리, 통계청)
TQ3_1: 참돔 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
DM_sa: 계절더미변수(상반기=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2018년 하반기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2012년 하반기, 2014년 상반기, 2015년 상반기, 2019년 하반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(3) 출하량

참돔 출하량 함수 추정에는 전기 참돔 출하 가능 크기인 1kg 이상 양성물량과 당기 참돔 1kg 크기 기준 산지가격을 설명변수로 도입하였으며, 산지가격은 생산자물가지수를 적용하여 실질화한 후 추정에 이용하였다. 2015년 하반기 이후 참돔 출하량이 증가세를 보여 해당 시점에 구조변화 더미변수를 추가하였으며, 그 외 출하 변동이 컸던 시점 또한 더미변수를 적용하였다.

추정 결과, 전기 참돔 1kg 이상 양성물량과 당기 산지가격의 부호는 모두 양(+)으로 추정되어 경제 이론에 부합하는 것으로 나타났으며, 설명변수의 통계적 유의성 또한 양호하였다. 결정계수는 0.927로 모형 설명력이 높았으며, 자기상관은 존재하지 않았다.

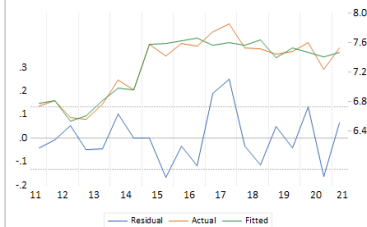
한편, 전기 참돔 1kg 이상 양성물량이 1% 증가하거나 당기 산지가격이 1% 상승할 경우, 참돔 총 출하량은 각각 0.40%, 0.46% 늘어나는 것으로 나타났다.

〈표 3-36〉 참돔 출하량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{TQ3_1}) = & -0.6634 + 0.4014 \cdot \text{LOG}(\text{S3_4}(-1)) + 0.4625 \cdot \text{LOG}(\text{FP3_1}/\text{PPI} \cdot 100) \\ & (-0.20) \quad (2.40)^{**} \quad (1.91)^* \\ & + 0.5482 \cdot \text{SD1} + 0.6541 \cdot \text{DM1} - 0.3902 \cdot \text{DM2} - 0.2262 \cdot \text{DM3} \\ & (6.40)^{***} \quad (4.05)^{***} \quad (-3.24)^{***} \quad (-2.06)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.927$ $D-W = 2.160$ 추정기간: 2011년 하반기~2021년 상반기($n=20$)

TQ3_1: 참돔 출하량(톤, 수산업관측센터)
S3_4: 참돔 1kg 이상 양성물량(천 마리, 통계청)
FP3_1: 통영 참돔(1kg) 산지가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
SD1: 구조변화 더미(2015년 하반기 이후=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2015년 상반기 =1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2012년 하반기, 2013년 상반기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2013년 하반기, 2019년 상반기 =1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(4) 수입량

활참돔 수입량 함수 추정에는 참돔 국내가격과 수입가격 간의 상대비와 소득을 설명변수로 도입하였는데, 참돔 국내가격은 1~1.5kg 크기 기준 도매 가격을, 수입가격은 환율과 주 수입대상국인 일본의 관세율을 적용한 활참돔 수입단가를 이용하였다. 참고로, 국내가격이 수입가격보다 더 높을수록 수입량은 증가하는 경향을 보이므로 경제 이론상 국내가격과 수입가격 간의 상대비는 양(+)의 부호로 추정되어야 한다. 또한 소득은 소비자물가지수로 실질화하여 이용하였다.

이 외에도 2010년 하반기 이후로는 활참돔 수입 감소세, 2017년 상반기 이후로는 수입 증가세를 보여 해당 시점 이후로는 구조변화 더미변수를 추가하였으며, 그 외 수입 변동이 컸던 시점에는 더미변수를 추가적으로 고려하였다.

활참돔 수입량 함수 추정 결과, 모형의 설명력 또한 양호하였으며, 국내

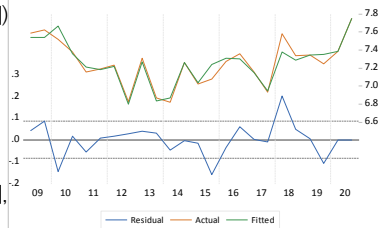
가격과 수입가격 간의 상대비가 양(+)의 부호로 추정되어 경제학적 이론에 부합하였다. 이는 국내가격이 수입가격보다 높을 경우, 활참돔 수입량이 증가하는 것을 의미하며, 환율이나 활참돔 수입가격이 상승할 경우에는 반대로 수입이 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 3-37〉 참돔 수입량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{LM3}) = & -2.0962 + 0.2973 \cdot \text{LOG}(\text{WP3}/(\text{EXCH} \cdot \text{LMP3} \cdot (1 + \text{TEM}/100))) \\ & (-0.68) \quad (2.49)^{**} \\ & + 0.9517 \cdot \text{LOG}(\text{DINC}/\text{CPI} \cdot 100) - 0.4259 \cdot \text{SD1} \\ & (3.10)^{***} \quad (-0.43)^{***} \\ & - 0.2592 \cdot \text{DM1} - 0.4006 \cdot \text{DM2} + 0.3662 \cdot \text{DM3} \\ & (-3.87)^{***} \quad (-7.90)^{***} \quad (3.88)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.913$ $D-W = 1.938$ 추정기간: 2009년 상반기~2020년 하반기(n=24)

LM3: 활참돔 수입량(kg, 국립수산물품질관리원)
 WP3: 인천 참돔(1~1.5kg) 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터)
 EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
 LMP3: 활참돔 수입단가(원/kg, 국립수산물품질관리원)
 TEM: 동류 일본 수입관세율(% 관세청)
 DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
 SD1: 구조변화 더미(2011년 상반기 이후=1, 그 외 0)
 DM1: 더미변수(2010년 하반기, 2015년 상반기=1, 그 외 0)
 DM2: 더미변수(2012년 하반기, 2013년 상반기, 2014년 상반기, 2017년 하반기=1, 그 외 0)
 DM3: 더미변수(2020년 하반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(5) 수요

1인당 참돔 소비량 추정을 위해 1~1.5kg 크기 기준 참돔 도매가격과 1인당 가처분소득을 설명변수로 이용하였으며, 참돔 도매가격과 소득은 소비자물가지수를 적용하여 실질화하였다.

추정 결과, 결정계수가 0.931로 모형 설명력이 높았으며, 1인당 참돔 소비량은 도매가격과는 음(-)의 관계, 소득 및 대체재 가격과는 양(+)의 관계

에 있는 것으로 나타나 부호조건이 경제 이론에 부합하였다. 모든 설명변수의 통계적 유의성도 양호하였다.

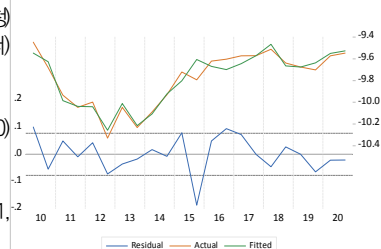
한편, 참돔 도매가격이 1% 상승할 경우, 1인당 소비량은 0.64% 감소하는 것으로, 소득이 1% 늘어날 경우에는 0.72% 증가하는 것으로 도출되어, 참돔 수요는 소득 변동에 상대적으로 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.

〈표 3-38〉 참돔 수요 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(D3_1/POP)} = & -10.8829 - 0.6398^* \text{LOG(WP3/CPI*100)} + 0.7153^* \text{LOG(DINC/CPI*100)} \\ & (-2.9)^{**} \quad (-5.25)^{***} \quad (1.91)^* \\ & + 0.2980^* \text{DM1} + 0.1506^* \text{DM2} - 0.3181^* \text{DM3} - 0.2228^* \text{DM4} \\ & (5.77)^{***} \quad (1.81)^* \quad (-5.08)^{***} \quad (-4.01)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.931$ $D-W = 2.369$ 추정기간: 2010년 상반기~2020년 하반기(n=22)

D3_1: 참돔 소비량(톤, KMI 수산업관측센터); POP: 추계인구(명, 통계청)
WP3: 인천 참돔(1~1.5kg) 도매가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
CPI: 소비자물가지수(2015=100, 통계청)
DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
DM1: 더미변수(2010년 상반기 및 하반기, 2018년 상반기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2017년 하반기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2013년 하반기, 2014년 상반기=1, 그 외 0)
DM4: 더미변수(2012년 하반기, 2014년 하반기, 2015년 상반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

4) 숯어

숭어 수급전망모형은 입식량 함수, 크기별 양성물량 함수, 출하량 함수, 수요 함수로 구성하였으며, 참돔과 마찬가지로 반기 모형으로 구축하였다. 모형 추정에는 2008년 하반기~2021년 상반기 숯어 수급 관련 DB를 이용하였다.

(1) 입식량

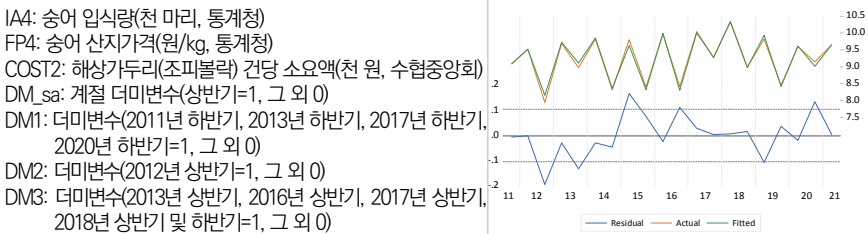
숭어 입식량 함수 추정에는 전기 숭어 입식량 및 숭어 양식어가의 기대 수익률을 설명변수로 도입하였으며, 기대수익률은 전기 숭어 산지가격과 전기 경영비(조피볼락 해상가두리 건당 소요액)³⁸⁾ 간의 상대비율로 도출하였다. 숭어 입식은 주로 상반기에 이루어지므로 매년 상반기에 계절 더미변수를 추가하였으며, 입식량 변동이 컸던 시점에 대해서는 더미변수를 적용하였다.

입식량 함수 추정 결과, 기대수익률의 부호가 양(+)으로 도출되어 숭어 양식어가의 기대수익률이 높을수록 숭어 입식량이 증가하는 것으로 나타났다. 결정계수 값이 높아 모형의 설명력이 양호하였으며, 모든 설명변수가 통계적으로도 유의하였다.

〈표 3-39〉 숭어 입식량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{IA4}) = & 7.3776 + 0.9762 \cdot \text{LOG}(\text{FP4}(-1)/\text{COST2}(-1)) + 0.2631 \cdot \text{LOG}(\text{IA4}(-1)) \\ & (6.47)^{***} \quad (3.26)^{***} \quad (3.22)^{***} \\ & + 1.5828 \cdot \text{DM_sa} + 0.7870 \cdot \text{DM1} - 0.2776 \cdot \text{DM2} + 0.3125 \cdot \text{DM3} \\ & (12.79)^{***} \quad (11.44)^{***} \quad (-2.39)^{**} \quad (4.85)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.984$ $D-W = 1.855$ 추정기간: 2011년 하반기~2021년 상반기($n=20$)
B-G LM test = 0.117(0.733)



자료: 저자 작성

38) 숭어의 경우, 참돔과 마찬가지로 별도의 경영비 자료가 존재하지 않아 조피볼락 해상가두리 건당 소요액을 대리변수로 이용하였다.

한편, 전기 입식량 계수값은 0.26으로 조정속도가 매우 빠른 것으로 나타났는데, 이는 송어의 주 입식시기는 5~6월로, 상반기에 집중되어 있기 때문이다. 송어 양식어가의 기대수익률은 1% 상승할 때 입식량이 0.98% 증가하는 것으로 나타나, 송어 입식량은 기대수익률에 매우 민감하게 하는 것으로 추정되었다.

(2) 양성물량

가. 송어 250g 미만 양성물량

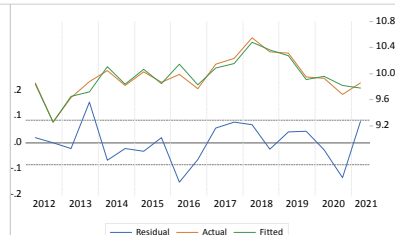
송어 250g 미만 양성물량 추정에는 당기 송어 입식량과 전기 송어 250g 미만 양성물량을 설명변수로 이용하였다. 해당 크기 양성물량이 감소세를 보이는 2019년 상반기 이후로는 구조변화 더미변수를, 양성물량이 크게 감소했던 2012년 하반기에는 더미변수를 추가하였다.

〈표 3-40〉 송어 250g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S4_1) = & 0.8468 + 0.2544 \cdot \text{LOG}(IA4) + 0.6848 \cdot \text{LOG}(S4_1(-1)) \\ & (1.01) \quad (7.49)^{***} \quad (9.70)^{***} \\ & - 0.1517 \cdot \text{SD1} - 0.3608 \cdot \text{DM1} \\ & (-3.31)^{***} \quad (-3.57)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.933$ $D-W = 2.105$ 추정기간: 2012년 상반기~2021년 상반기($n=19$)
 $B-G \text{ LM test} = 0.207(0.649)$

S4_1: 송어 250g 미만 양성물량(천 마리, 통계청)
 IA4: 송어 입식량(천 마리, 통계청)
 SD1: 구조변화 더미(2019년 상반기 이후=1, 그 외 0)
 DM1: 더미변수(2012년 하반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

한편, 당기 송어 입식량 또는 전기 송어 250g 미만 양성물량이 증가할 경우 당기 송어 250g 미만 양성물량은 많아지는 것으로 추정되어 부호조건 또한 경제학적 이론에 부합하였다. 당기 입식량이 1% 증가할 경우, 250g 미만 양성물량은 0.25%로 소폭 늘어나는 것으로 나타났는데, 이는 치어 폐사량 등이 영향을 미친 것으로 판단된다. 또한 전기 250g 미만 양성물량은 계수값이 0.68로 조정속도가 느린 것으로 나타났는데, 이는 입식 이후 250g 내외 크기까지 성장하는 데 12개월 정도가 소요되기 때문으로 보인다.

나. 송어 250g 이상 500g 미만 양성물량

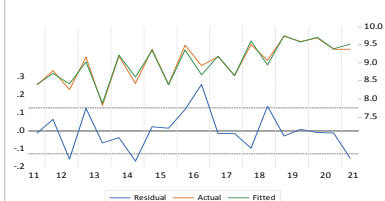
송어 250g 이상 500g 미만 양성물량 함수의 설명변수로 전기 250g 미만 양성물량과 전기 250g 이상 500g 미만 양성물량을 도입하였으며, 해당 크기 양성물량이 증가하는 상반기에 계절 더미변수를 적용하였다. 그 외 양성물량 변동이 컸던 시점에도 더미변수를 추가하였다.

〈표 3-41〉 송어 250g 이상 500g 미만 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S4_2) = & 1.4197 + 0.4820 \cdot \text{LOG}(S4_1(-1)) + 0.2558 \cdot \text{LOG}(S4_2(-1)) + 1.0346 \cdot \text{DM_sa} \\ & (1.15) \quad (3.87)^{***} \quad (3.67)^{***} \quad (14.93)^{***} \\ & + 0.6981 \cdot \text{DM1} - 0.5144 \cdot \text{DM2} - 0.2545 \cdot \text{DM3} \\ & (6.30)^{***} \quad (-4.80)^{***} \quad (-2.56)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.961$ $D-W = 2.067$ 추정기간: 2011년 하반기~2021년 상반기($n=20$)
B-G LM test = 0.265(0.607)

S4_2: 송어 250~500g 양성물량(천 마리, 통계청)
S4_1: 송어 250g 미만 양성물량(천 마리, 통계청)
DM_sa: 계절더미변수(상반기=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2019년 하반기, 2020년 하반기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2012년 상반기, 2013년 하반기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2015년 하반기, 2017년 상반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

Log-Log 함수 추정 결과, 모형의 설명력 및 설명변수의 통계적 유의성이 양호하였으며, 자기상관도 존재하지 않았다. 전기 250g 미만 양성물량과 전기 250g 이상 500g 미만 양성물량의 부호가 양(+)으로 도출되어 경제 이론에도 부합하는 것으로 나타났다. 전기 250g 이상 500g 미만 양성물량의 경우 계수값이 0.26으로 조정속도가 빠른 것으로 나타났는데, 이는 송어가 250g으로 성장한 이후에는 450g 내외, 550g 내외까지 성장하는데 각 2개월 정도만 소요되기 때문이다.

다. 송어 500g 이상 양성물량

송어 500g 이상 양성물량 함수 추정을 위해 전기 250g 이상 500g 미만 양성물량과 전기 500g 이상 양성물량, 그리고 당기 송어 총 출하량을 설명변수로 이용하였다. 이와 함께 해당 크기 양성물량이 크게 감소했던 2013년 상반기, 2015년 상반기, 2018년 상반기와 양성물량이 많았던 2020년 하반기에는 각각 더미변수를 추가하였다.

Log-Log 형태로 추정한 결과, 결정계수가 0.960으로 높게 도출되어 모형 설명력이 양호하였으며, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하였다. 전기 250g 이상 500g 미만 양성물량과 전기 500g 이상 양성물량과는 양(+)의 관계, 당기 송어 총 출하량과는 음(-)의 관계에 있는 것으로 나타나 부호조건 또한 경제이론에 부합하였다.

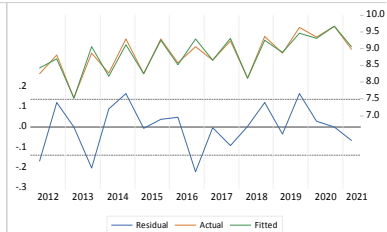
한편, 전기 송어 250g 이상 500g 미만 양성물량의 계수값은 0.44로, 당기 500g 이상 양성물량에 바로 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 전기 500g 이상 양성물량의 경우, 0.22로 조정속도가 매우 빠른 것으로 추정되었다. 이는 앞서 250g 이상 500g 미만 양성물량의 경우와 동일하게, 크기가 커지면서 성장 속도가 빨라지므로 전기 양성물량과 당기 양성물량의 차이가 큰 것으로 판단된다.

〈표 3-42〉 송어 500g 이상 양성물량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(S4_3) = & 8.3426 + 0.4367 \cdot \text{LOG}(S4_2(-1)) + 0.2241 \cdot \text{LOG}(S4_3(-1)) \\ & (4.53) \quad (4.04)^{***} \quad (2.03)^* \\ & - 0.6898 \cdot \text{LOG}(TQ4_1) - 0.8021 \cdot \text{DM1} - 0.5392 \cdot \text{DM2} + 0.4016 \cdot \text{DM3} \\ & (-3.15)^{***} \quad (-5.12)^{***} \quad (-4.36)^{***} \quad (2.53)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.960$ $D-W = 2.191$ 추정기간: 2012년 상반기~2021년 상반기($n=19$)
 $B-G \text{ LM test} = 1.028(0.311)$

S4_3: 송어 500g 이상 양성물량(천 마리, 통계청)
 S4_2: 송어 250~500g 양성물량(천 마리, 통계청)
 TQ4_1: 송어 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
 DM1: 더미변수(2013년 상반기 =1, 그 외 0)
 DM2: 더미변수(2015년 상반기, 2018년 상반기 =1, 그 외 0)
 DM3: 더미변수(2020년 하반기 =1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(3) 출하량

송어 총 출하량을 추정하는 데에는 전기 송어 500g 이상 양성물량과 당기 송어 산지가격을 설명변수로 이용하였으며, 산지가격은 생산자물가지수를 적용하여 실질화하였다. 2013년 하반기부터 출하량이 전반적으로 감소하는 경향을 보여 해당 시점을 기점으로 구조변화 더미변수를 추가하였으며, 그 외 출하량 변동이 컸던 시점에도 더미변수를 고려하였다.

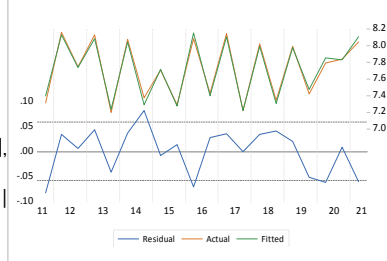
추정 결과 모형의 설명력이 매우 양호했으며, 통계적으로도 유의하였다. 전기 송어 500g 이상 양성물량과 당기 송어 산지가격의 부호가 양(+)으로도 출되어 부호조건이 경제학적 이론에 부합하였는데, 이는 전기 송어 500g 이상 양성물량이 1% 증가하면 송어 총 출하량은 0.47% 늘어나는 것으로, 당기 송어 산지가격이 1% 상승할 경우에는 0.66% 많아지는 것으로 볼 수 있다.

〈표 3-43〉 송어 출하량 함수 추정 결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{TQ4_1}) = & -1.8198 + 0.4652^* \text{LOG}(\text{S4_3}(-1)) + 0.6640^* \text{LOG}(\text{FP4}/\text{PPI}^*100) \\ & (-0.72) \quad (13.45)^{***} \quad (2.45)^{**} \\ & - 0.5093^* \text{SD1} - 0.2109^* \text{DM1} + 0.3496^* \text{DM2} - 0.4930^* \text{DM3} \\ & (-6.32)^{***} \quad (-4.21)^{***} \quad (6.13)^{***} \quad (-5.13)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.964$ $D-W = 2.356$ 추정기간: 2011년 하반기~2021년 상반기(n=20)

TQ4_1: 송어 출하량(톤, KMI 수산업관측센터)
S4_3: 송어 500g 이상 양성물량(천 마리, 통계청)
FP4: 송어 산지가격(원/kg, 통계청)
PPI: 생산자물가지수(2015=100, 통계청)
SD1: 구조변화 더미(2013년 하반기 이후=1, 그 외 0)
DM1: 더미변수(2015년 하반기, 2016년 하반기, 2019년 하반기, 2020년 상반기=1, 그 외 0)
DM2: 더미변수(2014년 상반기, 2016년 상반기, 2017년 상반기=1, 그 외 0)
DM3: 더미변수(2017년 하반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

(4) 수요

1인당 송어 소비량 추정을 위해 송어 700~800g 크기 기준 도매가격, 1인당 가처분소득을 설명변수로 도입하였으며, 도매가격과 1인당 가처분소득은 소비자물가지수를 적용하여 실질화하였다.

1인당 송어 소비량 함수 추정 결과, 송어 도매가격은 음(-)의 부호로, 소득은 양(+)의 부호로 추정되어 부호조건이 경제 이론에 부합하는 것으로 나타났다. 결정계수는 0.953으로 모형 설명력이 높았으며, 설명변수 모두 통계적으로 유의하게 도출되었다.

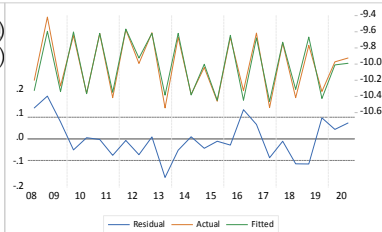
한편, 송어 도매가격이 1% 상승할 경우, 1인당 송어 소비량은 0.38% 감소하는 것으로 나타나, 송어 수요가 자체 가격에 매우 민감하게 반응하는 것으로 보인다. 이와 함께 소득이 1% 증가할 경우, 1인당 송어 소비량은 0.07% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 3-44〉 송어 수요 함수 추정 결과

$$\begin{aligned}
 \text{LOG(D4_1/POP)} = & -6.8348 - 0.3823 \cdot \text{LOG(WP4/CPI} \cdot 100) \\
 & (-3.44)^{***} \quad (-1.77)^{*} \\
 & + 0.0708 \cdot (\text{LOG(DINC/CPI} \cdot 100) \cdot \text{DM_sa}) - 0.0708 \cdot \text{SD1} \\
 & (17.09)^{***} \quad \quad \quad (-1.88)^{*} \\
 & - 0.3364 \cdot \text{DM1} + 0.3918 \cdot \text{DM2} \\
 & (-4.62)^{***} \quad \quad (5.44)^{***}
 \end{aligned}$$

$R^2 = 0.953$ $D-W = 1.250$ 추정기간: 2008년 하반기~2020년 하반기($n=25$)
 $B-G \text{ LM test} = 2.653(0.103)$

D4_1: 송어소비량(톤, KMI 수산업관측센터); POP: 추계인구(명, 통계청)
 WP4: 부산 송어(700~800g) 도매가격(원/kg, KMI 수산업관측센터)
 CPI: 소비자물가지수(2015=100, 통계청)
 DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
 DM_sa: 계절 더미변수(상반기=1, 그 외 0)
 SD1: 구조변화 더미(2015년 상반기 이후=1, 그 외 0)
 DM1: 더미변수(2015년 상반기, 2020년 상반기=1, 그 외 0)
 DM2: 더미변수(2012년 하반기, 2020년 하반기=1, 그 외 0)



자료: 저자 작성

2. 모형 예측력 검정 결과

앞서 추정된 어종별 수급전망모형의 개별 방정식은 모형의 적합성을 판단하기 위해 기본적으로 t-value의 통계적 유의성이나 설명변수의 부호 조건 등이 일정한 기준에 부합하는지를 확인하였다. 그러나 연립방정식 체계 하의 수급전망모형 전체에 대한 예측력을 검정하려면 역사적 시뮬레이션(historical simulation) 방법을 이용해야 하는데, 모형으로 추정된 예측치(predicted value)와 실제치(actual value)를 비교하여 모형의 적합 여부를 판별할 수 있다.

모형의 예측력 검정에 주로 이용되는 방법은 RMSPE(Root Mean Square Percent Error), MAPE(Mean Absolute Percent Error), Theil의

불균등계수(Theil's inequality coefficient; Theil's U) 등이 있다. RMSPE 및 MAPE는 10% 이하의 값을, Theil의 불균등계수는 0.1 이하의 값을 가질 때 모형의 예측력이 양호한 것으로 평가할 수 있다. 모형 예측력 검정 방법의 계산식은 다음과 같다.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{Y_t^s - Y_t}{Y_t} \right)^2} \times 100 \quad (\text{식10})$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t^s - Y_t}{Y_t} \right| \times 100 \quad (\text{식11})$$

$$Theil's U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s - Y_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s)^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t)^2}} \quad (\text{식12})$$

(Y_t^s 는 예측치, Y_t 는 실제치)

주요 양식어류 어종별 수급전망모형의 예측력 검정에는 RMSPE, MAPE, Theil's U를 이용하였으며, 예측력 검정 기간은 광어 및 우럭의 경우 2018년 1분기~2021년 2분기, 참돔 및 송어의 경우 2018년 상반기~2021년 상반기로 설정하였다.

1) 광어 수급전망모형 예측력 검정 결과

광어 입식량, 크기별 양성물량, 크기별 출하량, 수출량, 수요량(1인당 소

비량) 함수의 예측력 검정을 실시하였다. 검정 결과 양성물량, 출하량, 수출량 함수의 일부에서 RMSPE 및 MAPE가 10% 이상으로 계측되어 예측력이 다소 낮은 것으로 나타났으나, Theil의 불균등 계수는 모두 0.1 이하의 값을 가져 모형의 적합성이 양호한 것으로 판단된다.

〈표 3-45〉 광어 수급전망모형 예측력 검정 결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
입식량		2.37	1.75	0.01
양성물량	250g 미만	12.60	11.47	0.06
	250g 이상 500g 미만	6.95	5.82	0.03
	500g 이상 1kg 미만	10.46	9.05	0.06
	1kg 이상	15.03	13.20	0.07
출하량	500g 미만	15.79	13.87	0.08
	500g 이상 1kg 미만	9.52	7.69	0.04
	1kg 이상	5.81	4.61	0.03
수출량	일본	18.23	13.66	0.06
	미국	6.95	5.56	0.03
수요량(1인당 소비량)		3.17	2.14	0.02

자료: 저자 작성

2) 우럭 수급전망모형 예측력 검정 결과

우럭 입식량, 크기별 양성물량, 크기별 출하량, 수요량(1인당 소비량) 함수의 예측력 검정 결과, 양성물량 및 출하량의 RMSPE와 MAPE가 기준치보다 높게 도출되었으나, Theil의 불균등계수는 0.1 이하의 값을 가지므로 모형의 예측력이 양호한 것으로 나타났다. 그러나 600g 이상 양성물량의 경우 예측력이 매우 낮은 것으로 계측되었는데, 이는 다른 크기의 양성물

량에 비해 해당 크기의 양성물량이 미미하여 추정이 어려웠던 것으로 판단된다. 따라서 해당 크기 양성물량 함수는 다양한 추정 방식을 적용하여 지속적인 개선 작업이 이루어져야 할 필요가 있다.

〈표 3-46〉 우력 수급전망모형 예측력 검정 결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
입식량		-	-	0.08
양성물량	300g 미만	6.35	5.19	0.03
	300g 이상 400g 미만	18.57	15.23	0.09
	400g 이상 500g 미만	11.26	7.67	0.07
	500g 이상 600g 미만	17.55	13.78	0.09
	600g 이상	70.34	51.82	0.27
출하량	400g 미만	13.39	11.54	0.06
	400g 이상 500g 미만	6.35	4.81	0.03
	500g 이상 600g 미만	14.26	9.40	0.05
	600g 이상	15.83	11.15	0.07
수요량(1인당 소비량)		15.06	8.78	0.05

자료: 저자 작성

3) 참돔 수급전망모형 예측력 검정 결과

참돔 입식량, 크기별 양성물량, 출하량, 수입량, 수요량(1인당 소비량) 함수의 예측력 검정 결과, 입식량 함수를 제외하고는 RMSPE, MAPE, Theil의 불균등계수 모두 기준치 이내의 값으로 도출되어 모형의 예측력이 우수한 것으로 나타났다. 입식량 함수의 경우, RMSPE와 MAPE 값이 10%보다 다소 높게 계측되었으나, Theil의 불균등계수가 0.1보다 적으므로 해당 함수 또한 예측력이 양호한 것으로 볼 수 있다.

〈표 3-47〉 참돔 수급전망모형 예측력 검정 결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
입식량		12.64	10.73	0.05
양성물량	250g 미만	4.86	3.99	0.03
	250g 이상 500g 미만	4.17	3.12	0.02
	500g 이상 1kg 미만	4.20	3.68	0.02
	1kg 이상	5.11	3.47	0.02
출하량		10.14	8.79	0.05
수입량		8.39	5.11	0.04
수요량(1인당 소비량)		5.85	4.41	0.03

자료: 저자 작성

4) 송어 수급전망모형 예측력 검정 결과

송어 입식량, 크기별 양성물량, 출하량, 수요량(1인당 소비량) 함수의 예측력 검정을 실시한 결과, 모든 함수의 RMSPE 및 MAPE가 10% 이내이며, Theil의 불균등계수는 0.1보다 적은 값을 가져 예측력이 매우 우수한 것으로 나타났다.

〈표 3-48〉 송어 수급전망모형 예측력 검정 결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
입식량		3.71	2.86	0.03
양성물량	250g 미만	5.42	4.50	0.03
	250g 이상 500g 미만	8.78	6.38	0.04
	500g 이상	7.89	5.80	0.05
출하량		6.06	4.72	0.03
수요량(1인당 소비량)		7.44	6.53	0.03

자료: 저자 작성

제4절 시사점

3장에서는 2장의 주요 양식어류 수급 특성 및 균형가격 도출 방식 검토를 통해 설계된 내용을 토대로 모형 구축에 필요한 DB를 수집하고, 활용 가능한 자료를 기반으로 한 모형 구조를 도출하였다. 그 결과, 광어 및 우럭은 분기별 수급전망모형을 구축하고, 참돔 및 송어는 반기별 수급전망모형을 구축하였다.

광어의 개별방정식은 입식량 결정모형, 크기별 양성물량 결정함수, 크기별 출하량 결정함수, 국가별 수출량 결정함수, 1인당 소비량 결정함수, 수출단가 연계함수, 산지가격 연계함수 등 16개 방정식을 추정하였다. 우럭은 입식량 결정함수, 크기별 양성물량 결정함수, 크기별 출하량 결정함수, 1인당 소비량 결정함수, 산지가격 연계함수 등 12개 방정식을 추정하였다. 참돔은 입식량 결정함수, 크기별 양성물량 결정함수, 생산량 결정함수, 수입량 결정함수, 1인당 소비량 결정함수, 산지가격 연계함수 등 9개 방정식을, 송어는 입식량 결정함수, 크기별 양성물량 결정함수, 생산량 결정함수, 1인당 소비량 결정함수, 산지가격 연계함수 등 7개 개별방정식을 추정하였다. 이렇게 총 44개의 개별방정식에 대한 추정 결과를 도출하고, 주요 개별방정식에 대한 예측력 검정을 실시하였다.

예측력 검정 결과, 광어는 모든 개별방정식의 Theil's U값이 0.1 이하로 계측되어 예측력이 양호한 것으로 나타났다. 그러나 우럭의 경우, 600g 이상 양성물량 Theil's U값이 0.27로 매우 높게 나타났는데, 이는 600g 이상 양성물량이 미미하기 때문에 추정이 어려웠던 것으로 판단된다. 참돔과 송어 수급전망모형 예측력은 Theil's U값이 모두 0.1 이하로 계측되어 양호한 것으로 나타났다.

04

주요 양식어류 수급전망 및 정책 시뮬레이션

제3장에서는 주요 양식어류 어종별 수급자료를 수집하여 주요 양식어류 수급전망모형 구조를 도출하고, 어종별 개별방정식을 추정하여 이에 대한 예측력을 검정함으로써 주요 양식어류의 수급전망모형을 구축하였다. 본 장에서는 제3장에서 구축한 주요 양식어류 수급전망모형의 토대로 주요 지표에 대한 중기 수급 전망을 수행하였다. 또한 전망치 도출 결과를 기준으로 특정 충격이 가해졌을 때 수급 변화를 살펴보는 시나리오 분석을 실시하였다. 이러한 전망 및 시나리오 분석 결과를 통해 모형의 개별 구조들이 유기적으로 연결되어 합리적으로 도출되는지 확인하고자 하였다.

제1절 2021~2025년 주요 양식어류 수급지표 전망 결과 —

1. 주요 외생변수 가정

본 절에서는 제3장의 주요 양식어류 어종별 수급전망모형 추정 결과를 바탕으로 주요 지표에 대한 중기 수급 전망을 수행하였다. 전망 수행 기간은 광어 및 우럭의 경우, 2021년 3분기부터 2025년 4분기까지, 참돔 및

승어의 경우, 2021년 하반기부터 2025년 하반기까지 총 5개년으로, 모형에 이용된 주요 외생변수는 <표 4-1>과 같이 가정하였다.

<표 4-1> 2021~2025년 주요 외생변수 가정

구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	비고
인구(천 명)	연간	51,822	51,846	51,868	51,888	51,905	통계청
국민처분가능소득 (명목, 십억원)	연간	1,606,776	1,661,767	1,718,641	1,777,460	1,838,293	KMI-FOSiM 전망치
대미환율 (원/달러)	상반기	1117.6	1158.1	1160.0	1160.0	1160.0	한국무역 보험공사
	1분기	1114.1	1156.3				
	2분기	1121.2	1160.0				
	하반기	1161.2	1160.0				
	3분기	1157.4					
	4분기	1165.0					
생산자물가지수 (2015=100)	상반기	107.32	114.2	120.3	125.3	130.1	5개년 평균 추세치 변화율
	1분기	106.0	113.1	119.4	124.5	129.1	
	2분기	108.6	115.3	121.2	126.1	131.1	
	하반기	111.2	117.8	123.1	127.5	133.3	
	3분기	110.8	117.4	122.8	127.3	132.9	
	4분기	111.6	118.3	123.4	127.8	133.6	
소비자물가지수 (2015=100)	상반기	107.1	113.7	119.7	125.5	131.1	한국은행
	1분기	106.9	112.7	119.0	124.7	130.2	
	2분기	107.4	114.6	120.5	126.2	132.1	
	하반기	109.5	116.9	122.6	128.1	134.4	
	3분기	108.2	116.1	121.9	127.5	133.6	
	4분기	110.8	117.7	123.3	128.8	135.1	

자료: 통계청, 한국은행 등 주요 기관의 전망치를 활용하여 저자 작성

먼저 인구는 통계청의 장래인구추계, 국민처분가능소득은 수산부문 전망 모형인 「KMI-FOSiM」의 전망치³⁹⁾를 이용하였다. 대미환율의 경우, 2022

39) 1인당 국민처분가능소득은 전망기관에서 전망치가 공표되고 있지 않으므로 「KMI-FOSiM」에서는 1인당 국민처분가능소득 함수를 추정하여 활용하고 있다. 1인당 국민처분가능소득은 국내총생산(GDP)의 영향을 받는 것으로 설정되어 있는데, 이때 국내총생산은 한국은행과 같은 국내 전망기관의 전망 자료를 이용한다.

년 2분기까지는 한국무역보험공사에서 매월 발표하고 있는 'K-sure FX Market Monthly(2021.11)'의 대내 금융기관 환율 전망 자료를 적용하였으나, 이후의 전망치는 별도로 제공하고 있지 않아 부득이하게 2022년 2분기 전망 수준이 계속 유지되는 것으로 가정하였다. 생산자물가지수는 별도의 전망 자료가 없어 5개년 평균 추세치 변화율을 적용하여 전망치를 추정하였으며, 소비자물가지수는 한국은행에서 분기별로 발간 중인 '경제전망보고서(2021. 8)'의 소비자물가 상승률 전망자료를 활용하여 전망치를 도출하였다. 그러나 해당 자료는 2022년 4분기까지만 공표된 관계로, 2023년부터는 생산자물가지수와 마찬가지로 5개년 평균 추세치 변화율을 적용하여 전망치를 추정하였다.

2. 주요 양식어류 수급 및 가격 전망 결과

앞서 가정한 외생변수를 바탕으로 향후 5년간 광어, 우럭, 참돔, 송어의 주요 수급 지표를 전망하였다. 주요 양식어류 수급전망모형은 2021년 상반기까지의 통계 DB를 이용하여 추정되었으나, 편의상 2020년을 실제치, 2021~2025년을 전망치로 구분하였다. 한편, 광어와 우럭은 분기별로, 참돔과 송어는 반기별로 전망치를 도출하였으나, 본 연구에서는 분석의 편의를 위해 연도별 전망치를 제시하였다.

1) 광어 수급 및 가격 전망 결과

2021~2025년까지 광어 주요 수급 지표인 입식량, 양성물량, 출하량, 수출량, 소비량, 도매가격, 산지가격에 대한 전망 결과는 <표 4-2> 및 <그림 4-1>과 같다. 광어 입식량은 2020년 산지가격 상승의 영향으로 양식어가의 기대수익률이 높아지면서 2025년까지 연평균 3.2% 증가할 것으로 전망

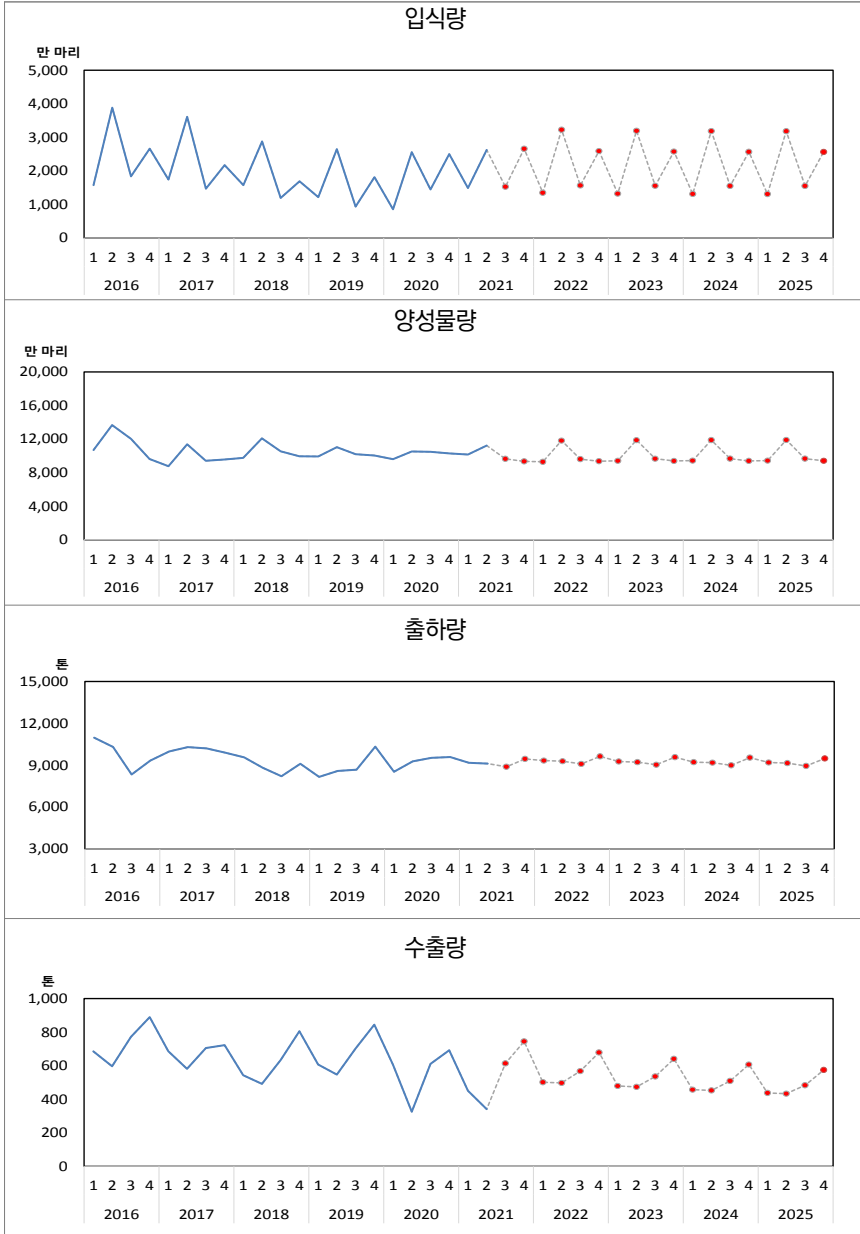
된다. 그러나 기존에 보유하고 있던 양성물량이 많지 않아 2025년까지 전체 평균 양성물량은 0.8%로 소폭 증가하는 데 그칠 것으로 예상된다. 소비량은 2025년까지 연평균 0.4% 소폭 증가하는 것으로 나타났는데, 이로 인해 산지 및 도매가격은 연평균 각각 5.3%, 5.1% 상승할 것으로 전망된다. 수출은 국내 가격 상승의 영향으로 2025년까지 연평균 1.5% 줄어든 것으로 전망되며, 출하량은 양성물량 증가 영향으로 대부분 400g 미만 크기 출하량이 증가함에 따라 2025년까지 연평균 0.3% 증가할 것으로 예상된다. 크기별로는 400g 미만 크기 출하량이 연평균 5.0%, 1kg 이상은 1.7% 증가하는 것으로 나타났다.

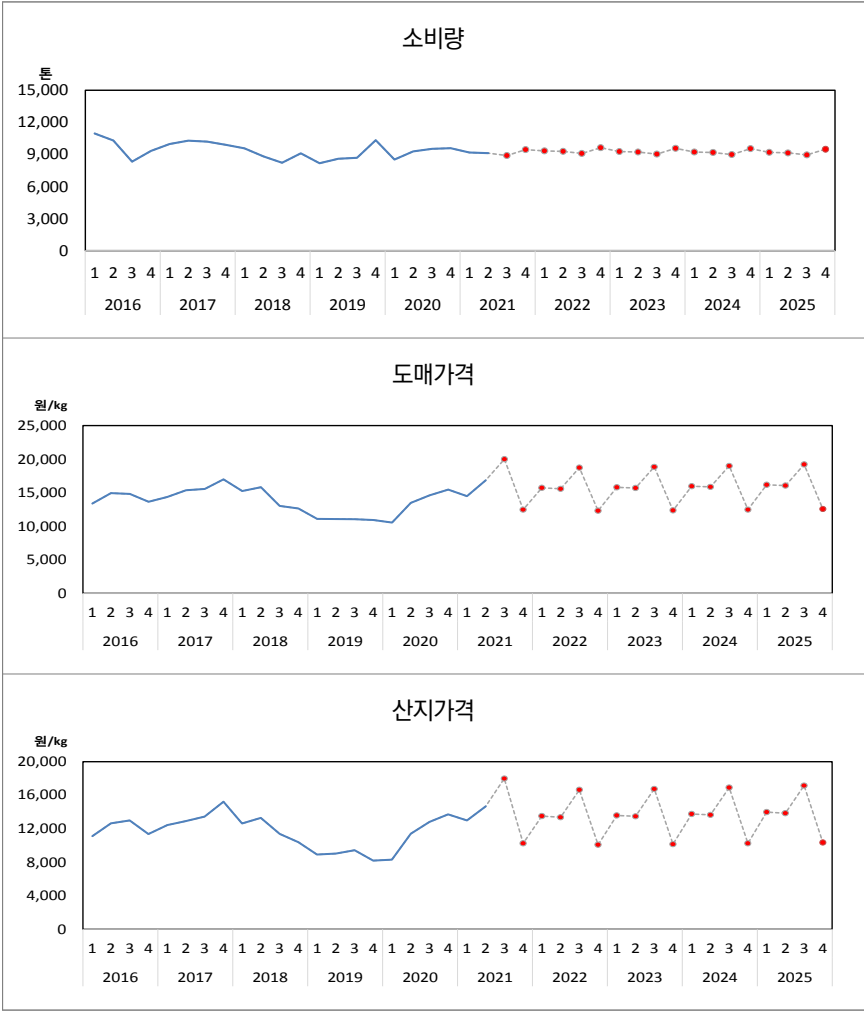
〈표 4-2〉 광어 수급 및 가격 전망 결과

구분	실제치	전망치					연평균 증감률(%)
	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	
입식량(만 마리)	7,353	8,299	8,724	8,644	8,618	8,608	3.2
양성물량(만 마리)	10,224	10,362	10,619	10,612	10,613	10,618	0.8
250g 미만	6,980	7,021	7,176	7,148	7,139	7,135	0.4
250~500g 미만	1,152	1,280	1,235	1,236	1,237	1,239	1.5
500g~1kg 미만	1,344	1,387	1,473	1,484	1,487	1,491	2.1
1kg 이상	747	674	735	745	750	754	0.2
출하량(톤)	36,904	37,175	37,400	37,188	37,030	36,864	0.3
500g 미만	2,088	2,224	2,452	2,417	2,396	2,378	5.0
500g~1kg 미만	12,480	11,928	11,396	11,309	11,249	11,187	-3.2
1kg 이상	22,336	23,023	23,552	23,462	23,385	23,299	1.7
수출량(톤)	2,234	2,112	2,250	2,138	2,033	1,935	-1.5
소비량(톤)	34,671	35,071	35,148	35,051	34,997	34,928	0.4
도매가격(원/kg)	13,522	15,948	15,586	15,676	15,822	16,009	5.1
산지가격(원/kg)	11,560	13,964	13,396	13,489	13,638	13,830	5.3

자료: 저자 작성

〈그림 4-1〉 광어 수급 및 가격 전망 추이





자료: 저자 작성

2) 우력 수급 및 가격 전망 결과

다음으로 2021~2025년까지 우력 주요 수급 지표에 대한 전망 결과는 <표 4-3>, <그림 4-2>와 같다. 우력 산지가격이 2020년 kg당 8,195원에

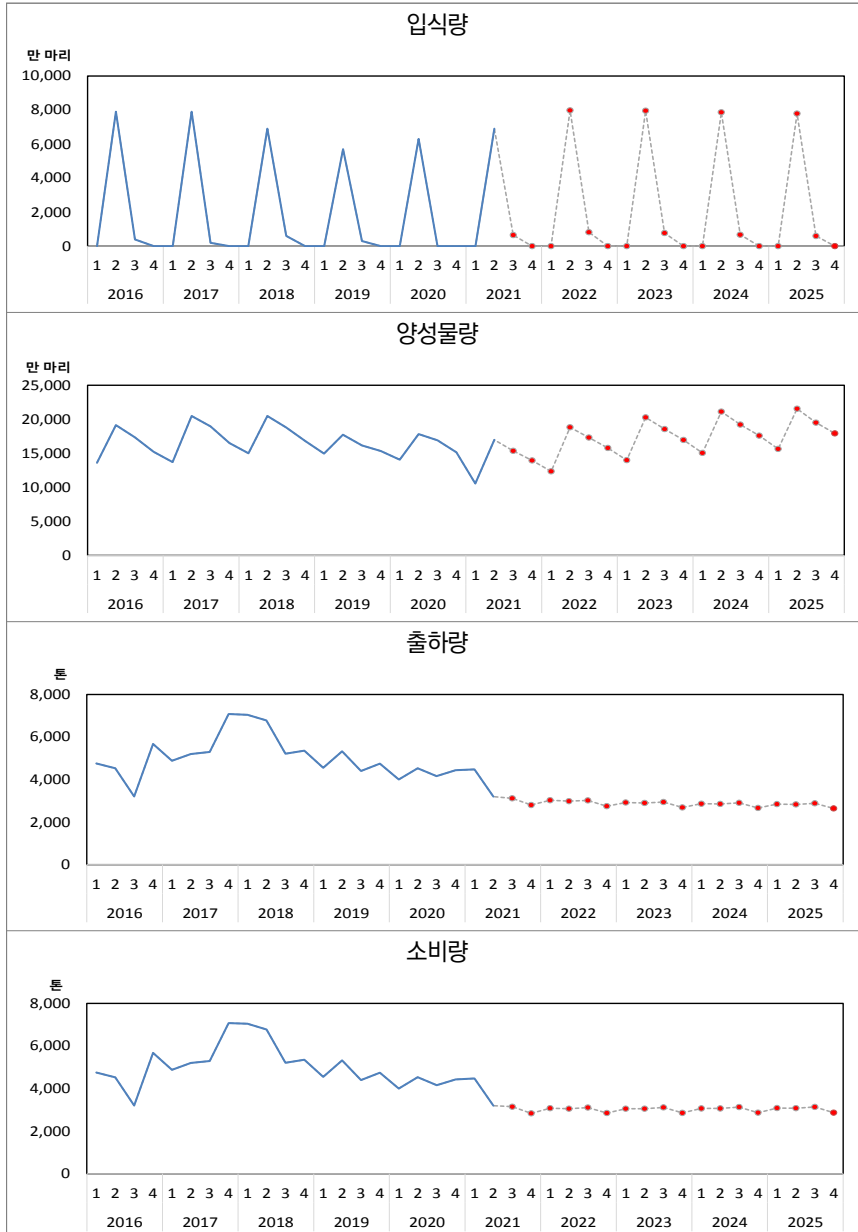
서 2021년 1만 3,600원으로 크게 상승하면서 양식어가의 기대수익률 또한 크게 높아져, 2025년까지 우럭 입식량은 연평균 5.8% 증가할 것으로 전망된다. 양성물량의 경우, 2021년에 크게 감소한 이후 입식량이 증가함에 따라 2025년까지 지속적으로 증가세를 보일 것으로 예상된다. 반면, 출하량은 2025년까지 연평균 11.1% 줄어든 것으로 전망되는데, 이는 우럭의 경우, 출하까지 양성기간이 길어 양성물량 증가가 대부분 400g 미만 크기에서 이루어졌기 때문이다. 출하량이 줄면서 산지 및 도매가격은 크게 상승하는 것으로 나타났다.

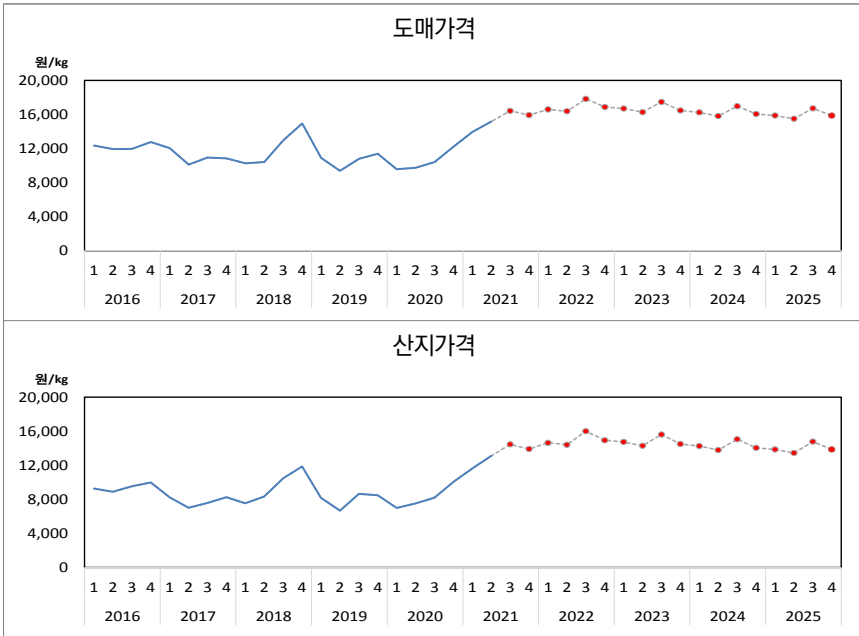
〈표 4-3〉 우럭 수급 및 가격 전망 결과

구분	실제치	전망치					연평균 증감률(%)
	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	
입식량(만 마리)	6,300	7,551	8,794	8,704	8,514	8,360	5.8
양성물량(만 마리)	15,976	14,196	16,043	17,421	18,218	18,624	3.1
300g 미만	12,734	11,661	13,560	14,592	15,044	15,164	3.6
300~400g 미만	1,974	1,580	1,658	1,893	2,106	2,276	2.9
400~500g 미만	6,746	6,299	5,812	5,748	5,668	5,592	-5.2
500~600g 미만	246	154	109	125	151	178	-6.3
600g 이상	22	66	14	14	18	22	0.7
출하량(톤)	17,128	13,794	12,059	12,047	12,106	12,140	-11.1
400g 미만	3,290	2,511	3,078	3,138	3,139	3,116	-1.6
400~500g 미만	6,746	6,299	5,812	5,748	5,668	5,592	-5.2
500~600g 미만	5,048	3,612	2,505	2,523	2,659	2,787	-20.6
600g 이상	2,044	1,372	664	638	640	643	-32.2
소비량(톤)	17,128	13,795	12,060	12,047	12,106	12,139	-11.1
도매가격(원/kg)	10,481	15,644	16,878	16,634	16,158	15,865	16.6
산지가격(원/kg)	8,195	13,576	14,953	14,685	14,165	13,848	21.5

자료: 저자 작성

〈그림 4-2〉 우럭 수급 및 가격 전망 추이





자료: 저자 작성

3) 참돔 수급 및 가격 전망 결과

참돔의 2021~2025년 주요 수급 지표 관련 전망 결과는 <표 4-4>와 <그림 4-3>에서 확인할 수 있다. 참돔 입식량은 2021년에는 산지가격의 영향으로 기대수익률이 낮아져 감소하나, 2022년부터 산지가격이 상승세를 보임에 따라 입식량이 증가할 것으로 예상된다. 그러나 전체 양성물량은 2020년 이후 감소세를 보이는 것으로 나타났는데, 이는 참돔이 입식 이후 출하까지 3년 정도가 소요되기 때문으로, 250g 미만 크기의 경우, 2024년부터 증가세를 보이기 시작한 것으로 나타났다. 출하량은 양성물량 감소에도 불구하고 2025년까지 연평균 0.6%로 소폭 감소할 것으로 전망되는데, 이는 산지가격이 상승하면서 출하하고자 하는 의향이 높을 것으로

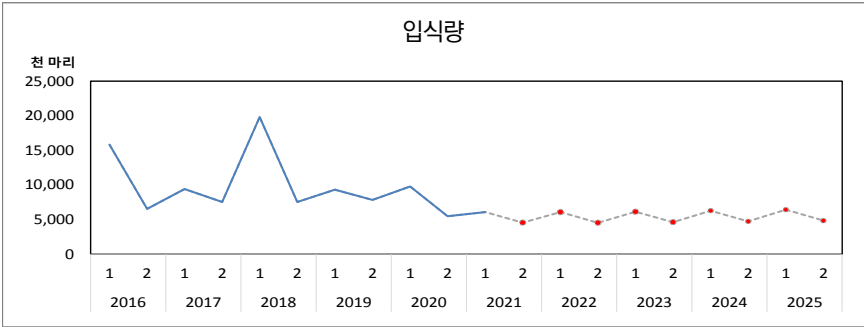
예상되기 때문이다. 한편 도매가격은 2021년에는 수요가 늘면서 상승하였는데, 이후에는 출하량이 줄면서 가격이 상승하는 것으로 나타났다. 이로 인해 수입량은 2025년까지 연평균 5.6% 증가하는 것으로 나타났다.

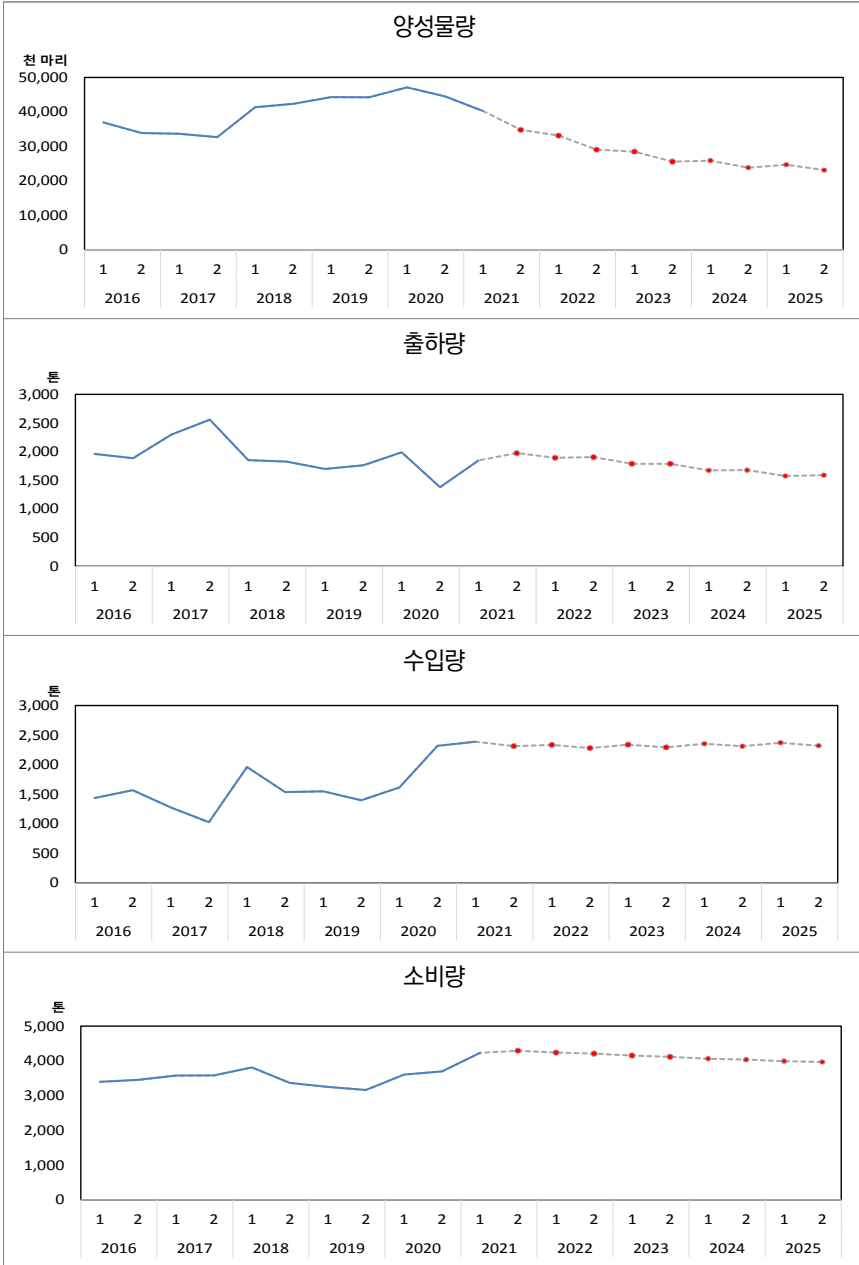
〈표 4-4〉 참돔 수급 및 가격 전망 결과

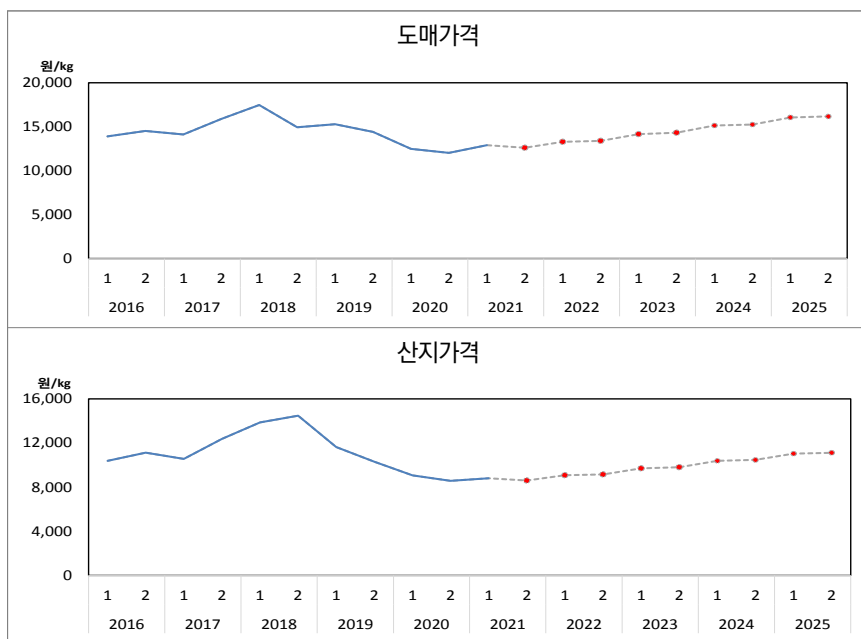
구분	실제치	전망치					연평균 증감률(%)
	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	
입식량(천 마리)	15,270	10,623	10,663	10,990	11,458	11,931	-4.8
양성물량(천 마리)	45,805	37,541	31,093	27,174	25,276	24,698	-11.6
250g 미만	18,484	13,022	11,489	11,269	11,538	11,972	-8.3
250~500g 미만	12,450	10,123	7,575	6,107	5,452	5,257	-15.8
500g 이상	10,427	8,633	6,822	5,417	4,574	4,168	-16.8
1kg 이상	4,444	5,765	5,208	4,974	4,574	4,168	-1.3
출하량(톤)	3,369	3,824	3,831	3,636	3,432	3,270	-0.6
수입량(톤)	3,933	4,701	4,615	4,631	4,666	4,693	3.6
소비량(톤)	7,302	8,525	8,446	8,268	8,099	7,963	1.7
도매가격(원/kg)	12,251	12,752	13,340	14,241	15,190	16,109	5.6
산지가격(원/kg)	8,819	8,699	9,114	9,751	10,422	11,075	4.7

자료: 저자 작성

〈그림 4-3〉 참돔 수급 및 가격 전망 추이







자료: 저자 작성

4) 송어 수급 및 가격 전망 결과

마지막으로 송어의 2021~2025년까지 입식량, 양성물량, 출하량, 소비량, 도매가격, 산지가격 등 주요 수급 지표에 대한 전망 결과는 <표 4-5> 및 <그림 4-4>와 같다. 입식량은 산지가격이 하락함에 따라 2022년까지 감소하는 것으로 나타났으나, 2023년부터는 산지가격이 상승세로 전환됨에 따라 기대수익률이 높아져 입식량 또한 증가세를 보일 것으로 예상된다. 양성물량은 입식량 감소의 영향으로 2023년까지는 감소할 것이나, 2024년부터는 입식량이 늘면서 증가세를 보이는 것으로 나타났다. 크기별 양성물량을 살펴보면 250g 크기의 경우, 2023년부터, 250~500g은 2024년, 500g 이상은 2025년부터 증가하는 것으로 나타나 동태적 생태방정식이

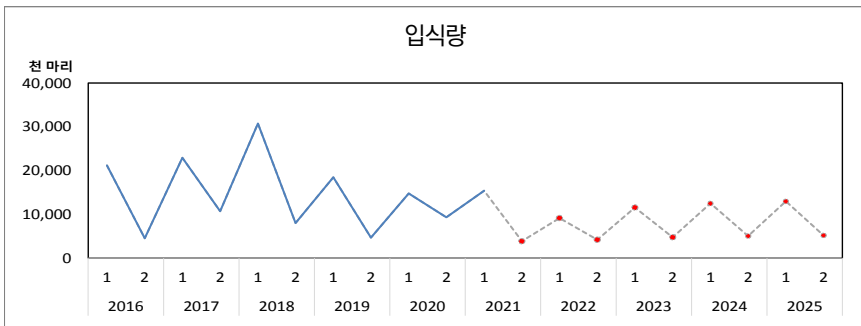
제대로 작동하고 있음을 확인할 수 있다. 출하량은 주 출하크기가 600g 이상이므로 500g 이상 양성물량이 증가하기 시작하는 2025년부터 증가하는 것으로 나타났다. 2020년부터 2025년까지 출하량은 연평균 2.1% 감소하는 것으로 나타났는데, 이로 인해 2025년까지 송어 산지 및 도매가격은 연평균 6.6~6.7% 가량 상승할 것으로 전망된다.

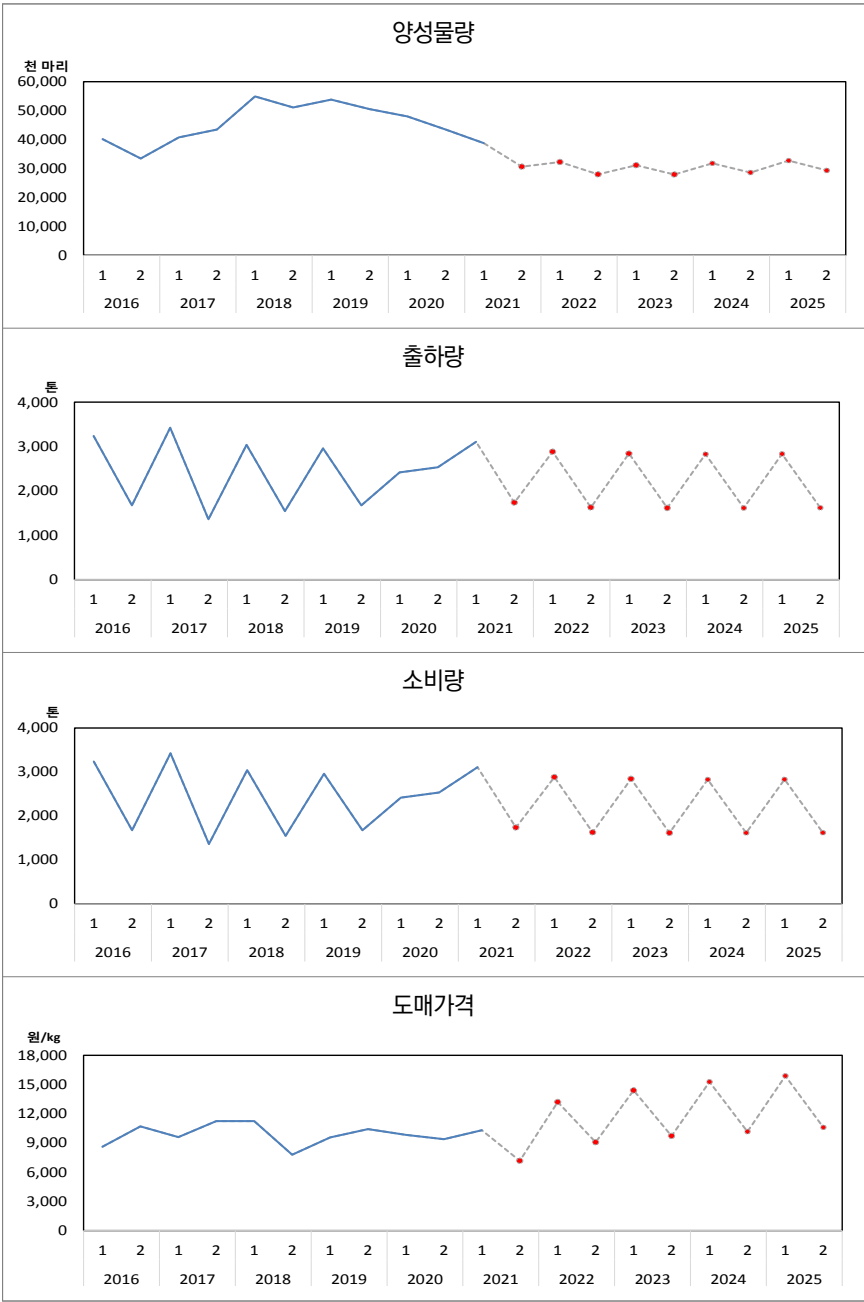
〈표 4-5〉 송어 수급 및 가격 전망 결과

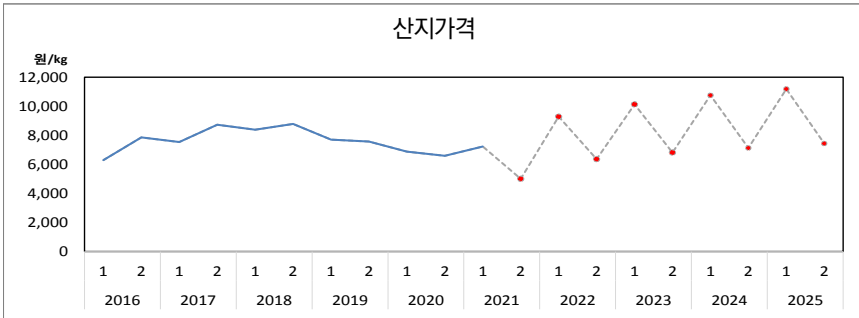
구분	실제치	전망치					연평균 증감률(%)
	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	
입식량(천 마리)	24,073	19,239	13,342	16,301	17,531	18,145	-5.5
양성물량(천 마리)	45,733	34,692	30,103	29,515	30,191	31,020	-7.5
250g 미만	18,193	17,107	14,931	15,082	15,702	16,270	-2.2
250~500g 미만	13,975	8,466	7,752	7,329	7,419	7,608	-11.5
500g 이상	13,565	9,120	7,420	7,105	7,070	7,142	-12.0
출하량(톤)	4,950	4,843	4,510	4,458	4,443	4,451	-2.1
소비량(톤)	4,950	4,843	4,510	4,458	4,443	4,451	-2.1
도매가격(원/kg)	9,613	8,737	11,141	12,059	12,720	13,242	6.6
산지가격(원/kg)	6,737	6,123	7,825	8,476	8,945	9,316	6.7

자료: 저자 작성

〈그림 4-4〉 송어 수급 및 가격 전망 추이







자료: 저자 작성

제2절 정책 시뮬레이션 분석 결과

1. 정책 시나리오 설정

이 절에서는 주요 양식어류 수급전망모형을 이용하여 다양한 정책 시뮬레이션을 실시하여 그에 따른 파급효과를 분석하였다. 정책 시뮬레이션은 모형 내 특정 변수에 외생적으로 충격을 주었을 때 생산량, 가격 등 주요 내생 변수가 어떻게 반응하는지를 파악하는 일종의 ‘민감도 분석’으로, 구축된 모형의 적합성 또는 안정성을 검토할 수 있는 하나의 방법을 의미한다.

정책 시뮬레이션 수행을 위해 어종별로 추정된 주요 지표 전망 결과를 기준전망치(baseline)로 설정하였으며, 정책 실험을 요하는 특정 외생 변수에 충격을 준 후 그에 따른 내생 변수 변동의 파급효과를 계측하였다. 이 때 파급효과는 외생 변수의 변동 시나리오에 의해 도출된 내생 변수값과 앞서 추정된 기준전망치를 상호 비교하여 확인할 수 있다. 파급효과를 도출하는 식은 다음과 같다.

$$\text{과급효과}(\%) = \frac{\text{시나리오 전망치}(Y_t^s) - \text{기준전망치}(Y_t^b)}{\text{기준전망치}(Y_t^b)} \times 100 \quad (\text{식13})$$

본 연구에서는 최근 수급 이슈 및 정책적 수요를 반영하여 총 네 가지의 시나리오를 설정하여 정책 실험을 실시하였다. 첫째는 과도한 입식으로 인한 공급물량 증가 및 가격하락 영향을 파악하기 위해 광어 및 우럭 입식량이 기준전망치 대비 30% 증가하는 시나리오를 설정하였다. 둘째는 일본산 활참돔 수입증가로 인한 국내 수급 영향 등 최근의 소비트렌드를 반영하기 위해 기준전망치 대비 참돔 수입단가가 20% 하락하는 시나리오를 설정하였다. 셋째는 고수온, 이상해황 등으로 인한 대량폐사가 수급에 미치는 영향을 분석하기 위해 해상가두리 양식어종인 우럭, 참돔, 송어에서 작은 크기 양성물량이 20% 감소하는 시나리오를 설정하였다. 마지막으로 코로나 19 발생으로 인한 소득 감소 등 수요측면의 요인이 양식어류 수급에 미치는 영향을 분석하기 위해 1인당 가처분소득이 10% 감소하는 시나리오를 설정하였다. 일반적으로는 외생 변수에 충격을 주는 시나리오 분석을 주로 실시하지만, 입식량의 경우, 공급량 조절의 가장 기초 단계이므로 정책적 영향 분석을 위해 내생변수인 입식량에도 충격을 부여하여 정책실험을 시도하였다.

한편, 시나리오별로 충격 시기를 달리하였는데, 첫 번째 입식량 증가 시나리오와 네 번째 소비량 감소 시나리오에서는 2021년 3분기~2022년 2분기까지 총 1년의 기간에 일정 충격을 주었으며, 두 번째 시나리오는 2021년 하반기부터 2022년 상반기까지 1년 동안의 활참돔 수입단가가 2021년 상반기보다 20% 하락한다고 가정하였다. 세 번째 대량폐사 시나리오에서는 우럭의 경우, 2021년 3분기에 300g 미만 크기와 300~400g 미만 크기의 양성물량이 20% 감소한다고 가정하였으며, 참돔과 송어는 2021년 하반기에 500g 미만 양성물량이 20% 감소하는 것으로 충격을 주

었다. 2021년부터 2025년까지 총 5년간의 파급효과를 계측하였다.

〈표 4-6〉 정책 시뮬레이션 시나리오 설정

구분	내용
시나리오 1	광어 및 우럭 입식량, 기준전망치 대비 30% 증가
시나리오 2	활참돔 수입단가, 기준전망치 대비 20% 하락
시나리오 3	해상가두리 어류(우럭, 참돔, 송어) 양성물량, 기준전망치 대비 20% 감소
시나리오 4	1인당 가처분소득, 기준전망치 대비 10% 감소

자료: 저자 작성

2. 시나리오별 시뮬레이션 결과

1) 시나리오 1 : 광어 및 우럭 입식량 증가

2021년 3분기부터 2022년 2분기까지 향후 1년 동안 광어, 우럭 입식량이 30% 증가한다는 시나리오를 모형 상에서 적용하고, 주요 수급 전망치가 어떻게 변화하는지 분석하였다. 그 결과, 광어 250g 미만 양성물량은 2021년과 2022년에 기준 전망치(Baseline)보다 각각 5.2%, 6.8% 증가하는 것으로 나타났다. 또한 250~500g 미만 양성물량은 2022년에 기준 전망치보다 6.4% 증가하는 것으로 나타났으며, 500g~1kg 양성물량은 2022년과 2023년에, 1kg 이상 양성물량은 2022년부터 2024년에 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 기준 전망치 대비 증가 시점에 차이를 보이는 것은 생육과정이 반영된 것으로 판단된다.

출하량은 500g 미만의 경우, 2021년과 2022년에 각각 1.3%, 4.5% 증가하는 것으로 나타났으며, 500g 이상 크기에서도 2023년과 2024년에 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 산지가격과 도매가격의 경우, 출하량이 증가

함에 따라 2021년부터 2024년까지 기준 전망치 대비 소폭 하락하는 것으로 나타났다. 한편, 입식량 증가폭에 비해 출하량 및 가격의 변동폭은 크지 않았는데, 이는 상대적으로 작은 500g 미만 크기에서 출하가 많이 되었을 뿐만 아니라, 양성기간 동안의 폐사량도 일부 영향을 미쳤기 때문으로 판단된다.

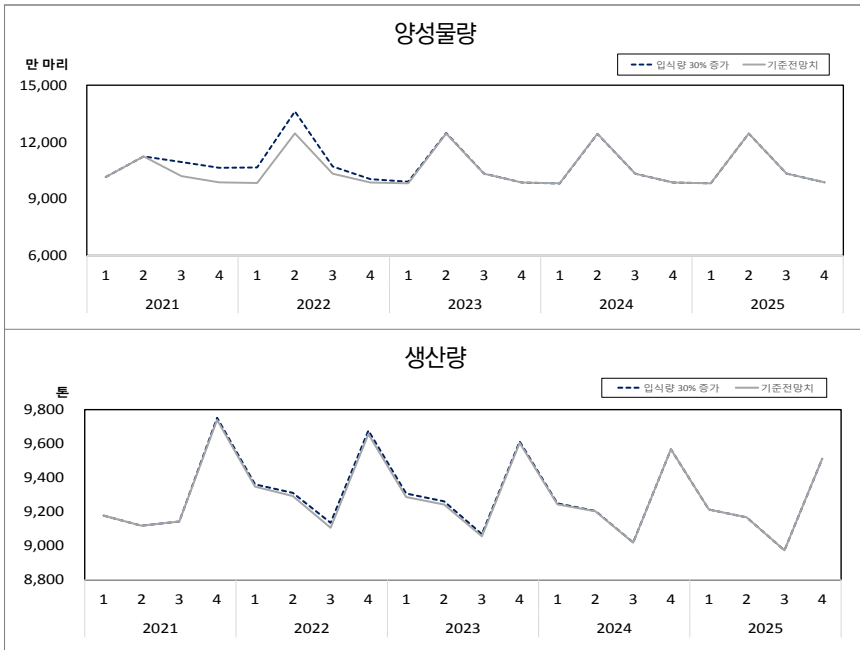
〈표 4-7〉 광어 입식량 30% 증가 시 주요 지표 변화

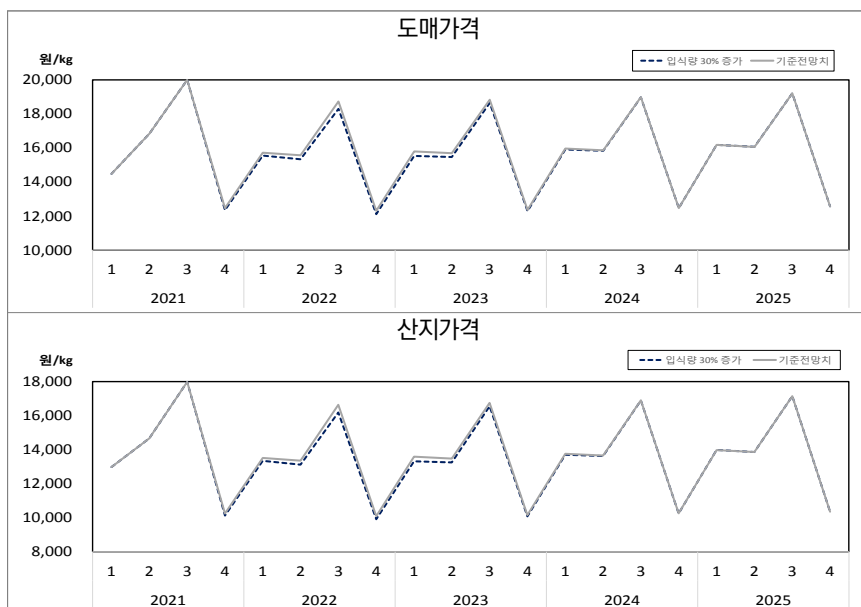
구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
250g 미만 양성물량 (만 마리)	기준전망치	7,021	7,176	7,148	7,139	7,135
	30% 증가	7,384	7,667	7,128	7,131	7,135
	변화율	5.2	6.8	-0.3	-0.1	0.0
250~500g 미만 양성물량 (만 마리)	기준전망치	1,280	1,235	1,236	1,237	1,239
	30% 증가	1,296	1,314	1,243	1,236	1,239
	변화율	1.2	6.4	0.6	-0.1	0.0
500g~1kg 미만 양성물량 (만 마리)	기준전망치	1,387	1,473	1,484	1,487	1,491
	30% 증가	1,387	1,526	1,510	1,488	1,490
	변화율	0.0	3.7	1.8	0.0	0.0
1kg 이상 양성물량 (만 마리)	기준전망치	674	735	745	750	754
	30% 증가	674	745	760	751	753
	변화율	0.0	1.4	1.9	0.2	0.0
500g 미만 출하량 (톤)	기준전망치	2,224	2,452	2,417	2,396	2,378
	30% 증가	2,252	2,563	2,409	2,393	2,378
	변화율	1.3	4.5	-0.3	-0.1	0.0
500g~1kg 미만 출하량 (톤)	기준전망치	11,928	11,396	11,309	11,249	11,187
	30% 증가	11,925	11,410	11,341	11,247	11,187
	변화율	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0
1kg 이상 출하량 (톤)	기준전망치	23,023	23,552	23,462	23,385	23,299
	30% 증가	23,011	23,510	23,500	23,399	23,298
	변화율	-0.1	-0.2	0.2	0.1	0.0
소비량(톤)	기준전망치	35,071	35,148	35,051	34,997	34,928
	30% 증가	35,083	35,225	35,106	35,004	34,928
	변화율	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0

구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
산지가격(원/kg)	기준전망치	13,964	13,396	13,489	13,638	13,830
	30% 증가	13,934	13,134	13,294	13,612	13,832
	변화율	-0.2	-2.0	-1.4	-0.2	0.0
도매가격(원/kg)	기준전망치	15,948	15,586	15,676	15,822	16,009
	30% 증가	15,918	15,330	15,486	15,796	16,010
	변화율	-0.2	-1.6	-1.2	-0.2	0.0

자료: 저자 작성

〈그림 4-5〉 광어 입식량 30% 증가 시 주요 지표 변화 추이





자료: 저자 작성

우럭은 입식량이 30% 증가함에 따라 양성물량이 기준 전망치보다 전반적으로 증가하는 것으로 나타났는데, 크기가 커질수록 증가 영향을 받는 시점이 늦은 것으로 나타났다. 300g 미만 양성물량의 경우, 2022년에 가장 크게 증가했으나, 500~600g의 경우, 2025년에 11.3%로 가장 큰 증가 폭을 보였다. 이는 광어보다 우럭의 양성기간이 더 길기 때문에 입식량 증가가 좀 더 장기적으로 양성물량에 영향을 미친 것으로 판단된다. 이로 인해 출하량은 기준 전망치보다 소폭 증가하는 데 그쳤는데, 주 출하 크기인 500~600g 미만 출하량의 경우, 2024년과 2025년에 2.6%, 3.2% 증가하였다. 한편, 400~500g의 경우, 양성물량이 증가했음에도 불구하고 기준 전망치보다 감소하는 모습을 보였는데, 이는 산지가격이 낮게 형성되면서 주 출하 크기인 500~600g까지 키워서 출하하려는 경향이 반영된 것으로 판단된다. 산지가격 및 도매가격은 출하량이 증가함에 따라 기준 전망치 대비 3% 정도 하락하는 것으로 나타났다.

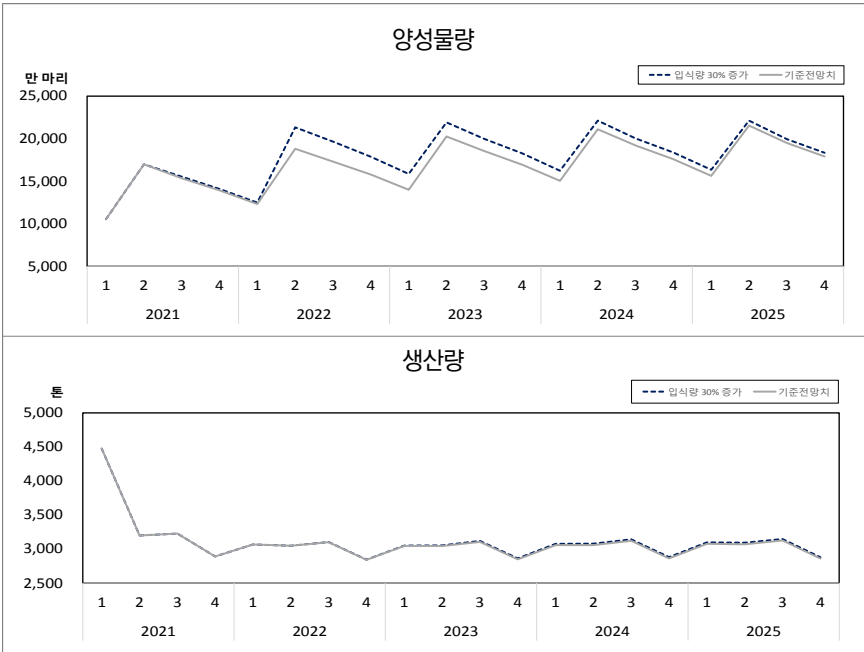
〈표 4-8〉 우럭 입식량 30% 증가 시 주요 지표 변화

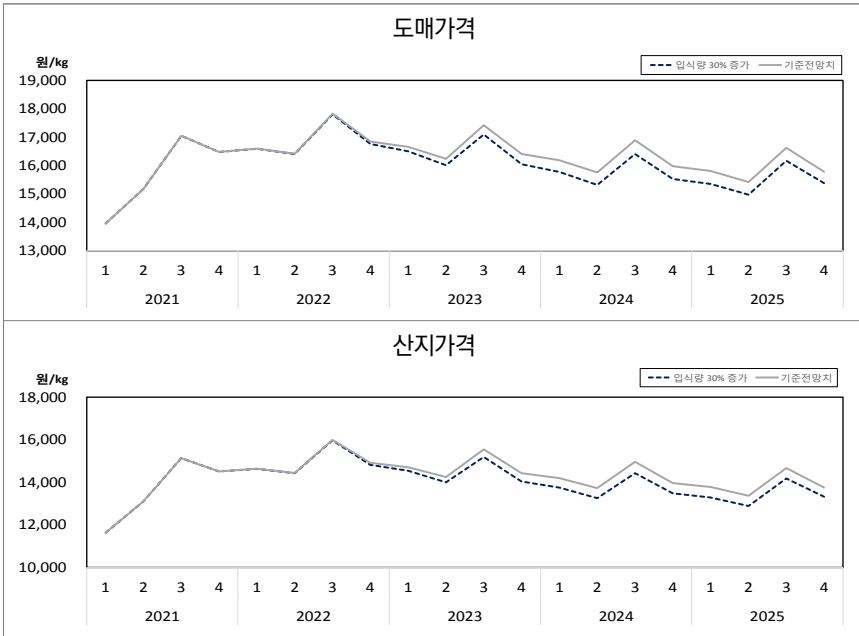
구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
300g 미만 양성물량 (만 마리)	기준전망치	11,661	13,566	14,604	15,060	15,181
	30% 증가	11,753	15,308	15,996	15,777	15,501
	변화율	0.8	12.8	9.5	4.8	2.1
300~400g 미만 양성물량 (만 마리)	기준전망치	1,579	1,655	1,889	2,103	2,273
	30% 증가	1,580	1,693	2,028	2,263	2,412
	변화율	0.1	2.3	7.3	7.6	6.1
400~500g 미만 양성물량 (만 마리)	기준전망치	736	703	797	898	984
	30% 증가	736	707	839	964	1,049
	변화율	0.0	0.6	5.2	7.4	6.6
500~600g 미만 양성물량 (만 마리)	기준전망치	154	109	125	151	178
	30% 증가	154	110	131	168	198
	변화율	0.0	0.5	4.8	10.7	11.3
600g 이상 양성물량 (만 마리)	기준전망치	66	14	14	18	22
	30% 증가	66	14	14	20	25
	변화율	0.0	0.0	0.0	9.7	13.5
400g 미만 출하량 (톤)	기준전망치	2,515	3,085	3,145	3,146	3,123
	30% 증가	2,515	3,096	3,201	3,183	3,140
	변화율	0.0	0.4	1.8	1.2	0.5
400g~500g 미만 출하량 (톤)	기준전망치	6,290	5,795	5,730	5,648	5,573
	30% 증가	6,290	5,790	5,712	5,625	5,546
	변화율	0.0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5
500g~600g 미만 출하량 (톤)	기준전망치	3,613	2,509	2,526	2,663	2,790
	30% 증가	3,613	2,507	2,537	2,733	2,880
	변화율	0.0	-0.1	0.4	2.6	3.2
600g 이상 출하량 (톤)	기준전망치	1,373	665	638	641	644
	30% 증가	1,373	665	634	641	646
	변화율	0.0	0.0	-0.6	0.0	0.3

구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
소비량(톤)	기준전망치	13,791	12,053	12,039	12,098	12,132
	30% 증가	13,791	12,057	12,085	12,180	12,213
	변화율	0.0	0.0	0.4	0.7	0.7
산지가격(원/kg)	기준전망치	13,600	15,002	14,735	14,214	13,895
	30% 증가	13,600	14,967	14,443	13,730	13,420
	변화율	0.0	-0.2	-2.0	-3.4	-3.4
도매가격(원/kg)	기준전망치	15,666	16,923	16,680	16,203	15,909
	30% 증가	15,666	16,892	16,413	15,756	15,469
	변화율	0.0	-0.2	-1.6	-2.8	-2.8

자료: 저자 작성

〈그림 4-6〉 우력 입식량 30% 증가 시 주요 지표 변화 추이





자료: 저자 작성

2) 시나리오 2 : 활참돔 수입단가 20% 하락

국내에서 생산되는 양식어류 대부분은 수입이 많지 않으나, 참돔의 경우, 일본에서 많은 양이 수입되고 있다. 특히 2021년에는 수입량이 큰 폭으로 늘었는데, 수입량 증가가 활참돔 수급에 어떤 영향을 미치는지 확인하기 위해 두 번째 시나리오로 2021년 하반기 및 2022년 상반기 활참돔 수입단가가 2021년 상반기보다 20% 하락하는 시나리오를 적용하여 살펴 보았다.

우선 활참돔 수입량은 수입단가가 하락함에 따라 2021년과 2022년에 기준 전망치보다 3% 정도 증가하는 것으로 나타났다. 수입량 증가로 공급이 증가함에 따라 산지 및 도매가격은 하락했는데, 산지가격 하락의 영향

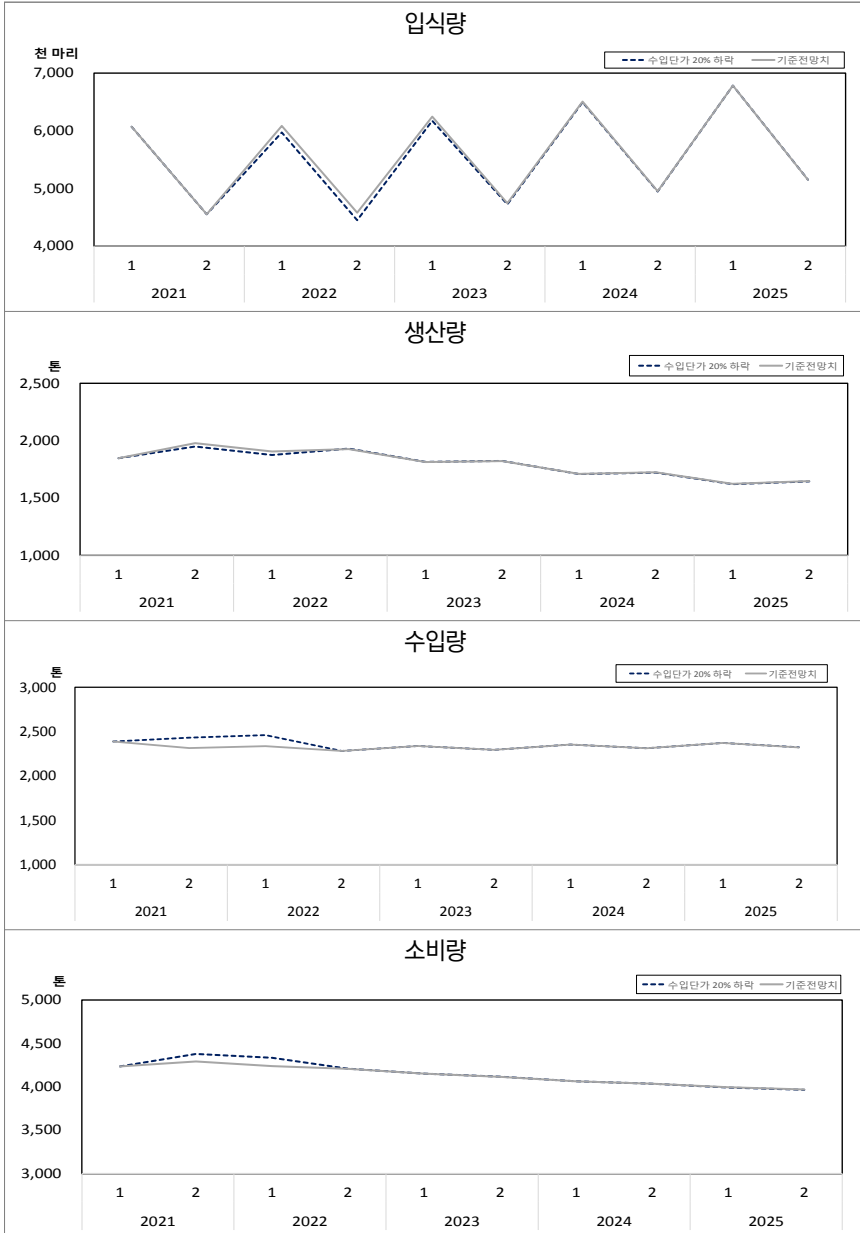
으로 출하량은 2021년과 2022년에 0.8%, 0.7% 감소하는 것으로 나타났다. 산지가격 하락은 입식량에도 영향을 미쳤는데, 기대수익률이 하락하면서 2022년과 2023년에 입식량은 기준 전망치 대비 2.3%, 0.9% 감소하였다. 입식량 감소의 영향으로 양성물량이 줄면서 2025년 출하량은 기준 전망치보다 0.2% 감소하는 것으로 나타났다. 한편, 소비량은 도매가격 하락의 영향으로 2021년과 2022년에 1% 정도 증가하는 것으로 나타났다.

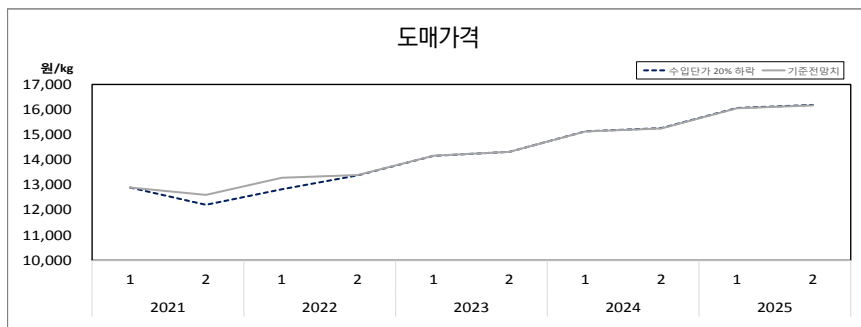
〈표 4-9〉 활참돔 수입단가 20% 하락 시 주요 지표 변화

구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
입식량 (만 마리)	기준전망치	10,623	10,663	10,990	11,458	11,931
	20% 하락	10,623	10,421	10,896	11,442	11,935
	변화율	0.0	-2.3	-0.9	-0.1	0.0
전체 양성물량 (만 마리)	기준전망치	37,541	31,093	27,174	25,276	24,698
	20% 하락	37,549	30,945	26,932	25,074	24,553
	변화율	0.0	-0.5	-0.9	-0.8	-0.6
전체 출하량 (톤)	기준전망치	3,824	3,831	3,636	3,432	3,270
	20% 하락	3,794	3,804	3,638	3,431	3,263
	변화율	-0.8	-0.7	0.1	0.0	-0.2
수입량 (톤)	기준전망치	4,701	4,615	4,631	4,666	4,693
	20% 하락	4,819	4,739	4,631	4,667	4,693
	변화율	2.5	2.7	0.0	0.0	0.0
소비량(톤)	기준전망치	8,525	8,446	8,268	8,099	7,963
	20% 하락	8,613	8,543	8,268	8,098	7,958
	변화율	1.0	1.1	0.0	0.0	-0.1
산지가격(원/kg)	기준전망치	8,699	9,114	9,751	10,422	11,075
	20% 하락	8,561	8,949	9,749	10,426	11,087
	변화율	-1.6	-1.8	0.0	0.0	0.1
도매가격(원/kg)	기준전망치	12,752	13,340	14,241	15,190	16,109
	20% 하락	12,556	13,106	14,238	15,194	16,127
	변화율	-1.5	-1.8	0.0	0.0	0.1

자료: 저자 작성

〈그림 4-7〉 활참돔 수입단가 20% 하락 시 주요 지표 변화 추이





자료: 저자 작성

3) 시나리오 3 : 해상가두리 어종(우럭, 참돔, 숭어) 대량폐사

세 번째로 상대적으로 해황의 영향을 많이 받는 해상가두리 어종이 대량 폐사하는 시나리오를 설정하였다. 최근 고수온, 적조, 태풍 등 이상해황에 따른 폐사 문제가 발생하고 있어, 이에 따른 수급 영향을 분석하고자 대량 폐사 시나리오를 분석하였다. 대량폐사를 모형에 적용하기 위해 2021년 3분기 및 2021년 하반기 양성물량이 20% 감소하는 충격을 적용하였는데, 대부분의 어종이 큰 크기보다 작은 크기의 폐사가 많기 때문에 이를 고려하기 위해 우럭은 400g 미만, 참돔 및 숭어는 500g 미만 크기의 양성물량을 20% 감소시켰다.

먼저 우럭의 2021년 3분기 400g 미만 크기 양성물량이 20% 감소할 경우의 주요 수급 지표 변화에 대해 살펴보았다. 연평균 전체 양성물량은 2021년 3분기 감소의 영향으로 기준 전망치보다 2022년에 가장 크게 줄어드는 것으로 나타났는데, 이는 400g 미만의 작은 크기 물량이 감소함에 따라 큰 크기로 성장하는 양성물량이 줄어들었기 때문으로 판단된다. 양성물량이 줄면서 출하량은 2021년부터 2025년까지 계속 감소하는 것으로 나타났는데, 양성물량 감소폭에 비해서는 출하 감소폭이 크지 않았다. 이는

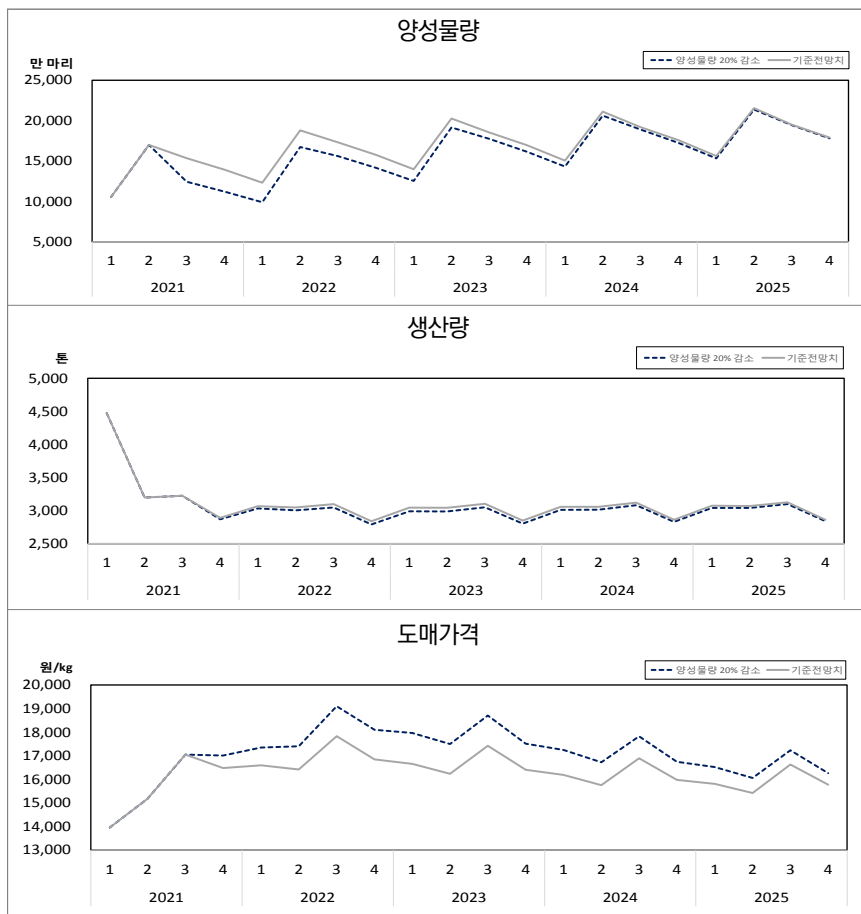
공급물량 감소에 따른 산지가격 상승이 출하 증가 요인으로 작용했기 때문이다. 산지 및 도매가격 또한 2021년부터 2025년까지 기준 전망치 대비 상승하는 것으로 나타났다.

〈표 4-10〉 우럭 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화

구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
입식량 (만 마리)	기준전망치	7,551	8,804	8,715	8,525	8,370
	20% 감소	7,551	9,030	9,042	8,775	8,533
	변화율	0.0	2.6	3.8	2.9	1.9
전체 양성물량 (만 마리)	기준전망치	14,196	16,047	17,430	18,230	18,638
	20% 감소	12,790	14,090	16,387	17,762	18,484
	변화율	-9.9	-12.2	-6.0	-2.6	-0.8
전체 출하량 (톤)	기준전망치	13,791	12,054	12,039	12,098	12,132
	20% 감소	13,769	11,878	11,833	11,936	12,022
	변화율	-0.2	-1.5	-1.7	-1.3	-0.9
소비량(톤)	기준전망치	13,791	12,053	12,039	12,098	12,132
	20% 감소	13,769	11,878	11,833	11,937	12,021
	변화율	-0.2	-1.5	-1.7	-1.3	-0.9
산지가격(원/kg)	기준전망치	13,600	15,002	14,735	14,214	13,895
	20% 감소	13,744	16,183	16,104	15,233	14,559
	변화율	1.1	7.9	9.3	7.2	4.8
도매가격(원/kg)	기준전망치	15,666	16,923	16,680	16,203	15,908
	20% 감소	15,798	17,990	17,920	17,134	16,519
	변화율	0.8	6.3	7.4	5.7	3.8

자료: 저자 작성

〈그림 4-8〉 우럭 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화 추이



자료: 저자 작성

참돔은 2021년 하반기에 500g 미만 크기 양성물량이 20% 감소할 경우의 주요 수급 지표 변화에 대해 살펴보았다. 연평균 전체 양성물량은 2022년에 기준 전망치보다 가장 크게 줄어 2025년까지 감소폭이 점점 줄어드는 것으로 나타났다. 우럭에 비해서는 양성물량 감소의 영향이 더 장기적으로 이어지는 것으로 나타났는데, 이는 참돔의 양성기간이 3년으로 우럭

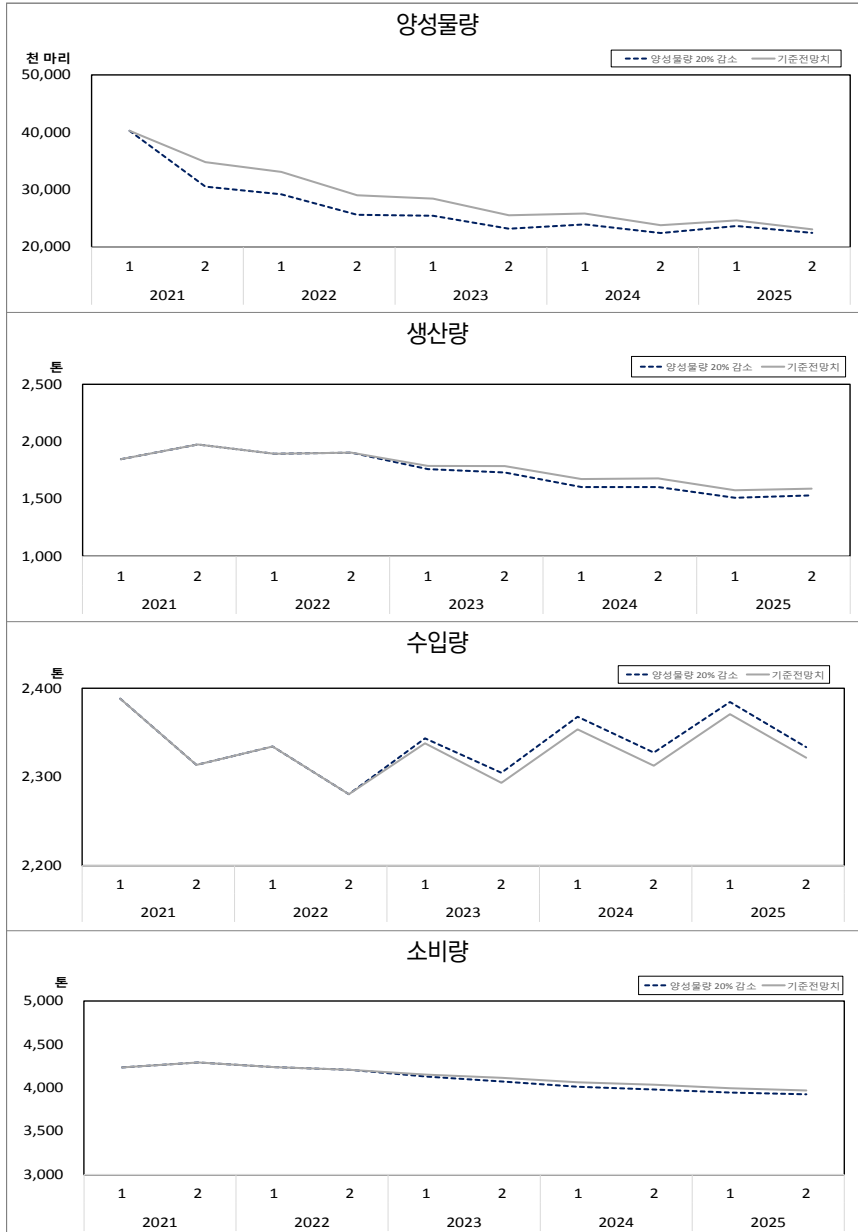
보다 더 출하까지 소요되는 기간이 더 길기 때문에 판단된다. 이로 인해 출하량은 2021년과 2022년에는 영향이 없었으나, 2023년부터 기준 전망치보다 감소하는 모습을 보였다. 출하량이 줄면서 산지가격은 상승하고, 이로 인해 수입량이 증가하는 것으로 나타났는데, 출하량 감소폭을 수입량이 보완하면서 소비량 감소폭은 크지 않은 것으로 나타났다.

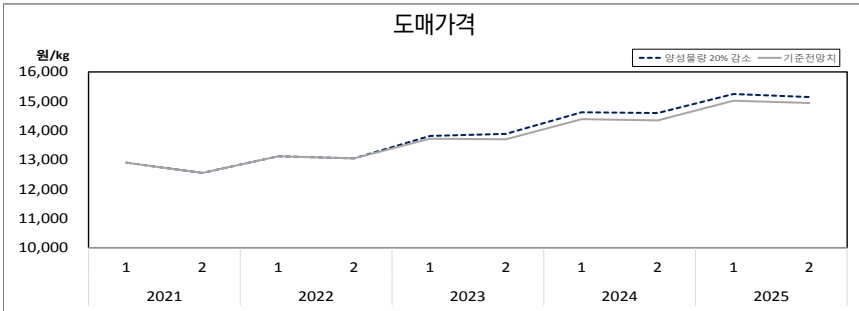
〈표 4-11〉 참돔 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화

구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
입식량 (만 마리)	기준전망치	10,623	10,663	10,990	11,458	11,931
	20% 감소	10,623	10,663	11,013	11,619	12,165
	변화율	0.0	0.0	0.2	1.4	2.0
전체 양성물량 (만 마리)	기준전망치	37,541	31,093	27,174	25,276	24,698
	20% 감소	35,413	27,430	24,500	23,671	23,936
	변화율	-5.7	-11.8	-9.8	-6.4	-3.1
전체 출하량 (톤)	기준전망치	3,824	3,831	3,636	3,432	3,270
	20% 감소	3,824	3,831	3,552	3,292	3,148
	변화율	0.0	0.0	-2.3	-4.1	-3.7
수입량 (톤)	기준전망치	4,701	4,615	4,631	4,666	4,693
	20% 감소	4,701	4,615	4,648	4,695	4,718
	변화율	0.0	0.0	0.4	0.6	0.5
소비량(톤)	기준전망치	8,525	8,446	8,268	8,099	7,963
	20% 감소	8,525	8,446	8,202	7,992	7,871
	변화율	0.0	0.0	-0.8	-1.3	-1.2
산지가격(원/kg)	기준전망치	8,699	9,114	9,751	10,422	11,075
	20% 감소	8,699	9,114	9,876	10,650	11,286
	변화율	0.0	0.0	1.3	2.2	1.9
도매가격(원/kg)	기준전망치	12,752	13,340	14,241	15,190	16,109
	20% 감소	12,752	13,340	14,419	15,510	16,406
	변화율	0.0	0.0	1.2	2.1	1.8

자료: 저자 작성

〈그림 4-9〉 참돔 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화 추이





자료: 저자 작성

마지막으로 송어 500g 미만 크기 양성물량이 2021년 하반기에 20% 감소할 경우의 주요 수급 지표 변화에 대해 살펴보았다. 연평균 전체 양성물량은 2021년부터 2024년까지 줄어들다가 2025년에는 0.2% 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 입식량이 2023년부터 증가한 데 따른 영향으로 보인다. 출하량은 양성물량이 감소함에 따라 소폭 감소하는 것으로 나타났는데, 송어의 경우, 양성물량 감소의 영향보다 산지가격 상승이 영향을 더 크게 미쳐 출하 감소폭이 크지 않았다. 산지 및 도매가격은 공급이 줄어들면서 상승하는 것으로 나타났는데, 2023년에 3.3%로 가장 큰 상승폭을 보였다.

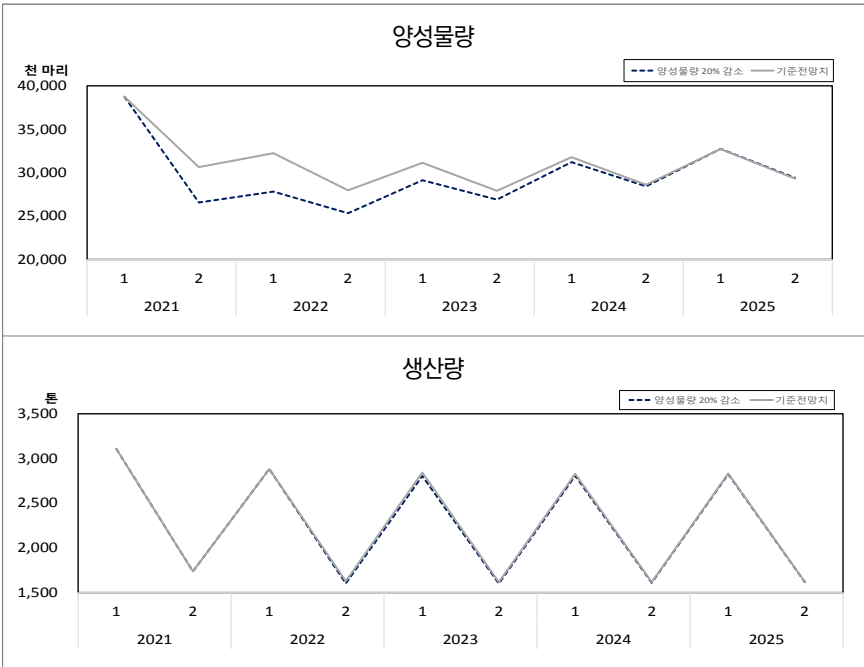
〈표 4-12〉 송어 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화

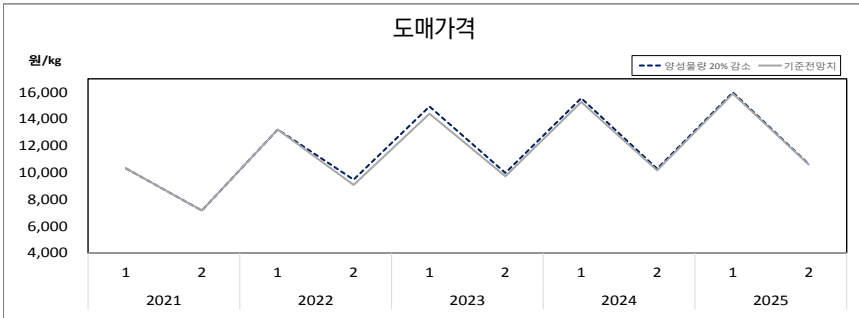
구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
입식량 (만 마리)	기준전망치	19,239	13,342	16,301	17,531	18,145
	20% 감소	19,239	13,342	17,031	18,161	18,450
	변화율	0.0	0.0	4.5	3.6	1.7
전체 양성물량 (만 마리)	기준전망치	34,692	30,103	29,515	30,191	31,020
	20% 감소	32,653	26,579	28,006	29,807	31,067
	변화율	-5.9	-11.7	-5.1	-1.3	0.2
전체 출하량 (톤)	기준전망치	4,843	4,510	4,458	4,443	4,451
	20% 감소	4,843	4,484	4,402	4,416	4,442
	변화율	0.0	-0.6	-1.3	-0.6	-0.2

구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
소비량(톤)	기준전망치	4,843	4,510	4,458	4,443	4,451
	20% 감소	4,843	4,484	4,402	4,416	4,442
	변화율	0.0	-0.6	-1.3	-0.6	-0.2
산지가격(원/kg)	기준전망치	6,123	7,825	8,476	8,945	9,316
	20% 감소	6,123	7,967	8,757	9,088	9,364
	변화율	0.0	1.8	3.3	1.6	0.5
도매가격(원/kg)	기준전망치	8,737	11,141	12,059	12,720	13,242
	20% 감소	8,737	11,341	12,455	12,920	13,310
	변화율	0.0	1.8	3.3	1.6	0.5

자료: 저자 작성

〈그림 4-10〉 송어 양성물량 20% 감소 시 주요 지표 변화 추이





자료: 저자 작성

4) 시나리오 4 : 소득 10% 감소

마지막으로 1인당 가처분소득이 10% 감소하는 시나리오를 설정하여, 주요 양식어류 품목인 광어, 우럭의 수급 변화를 분석하였다. 2020년 코로나19가 발생하면서 급격하게 경기가 위축되었고, 이를 해결하고자 긴급재난지원금 지급, 소비쿠폰 등과 같은 정부의 정책 대응이 뒤따랐다. 그러나 전파력이 강한 코로나19 변이 바이러스가 계속해서 발생하고 있어, 일상 회복이 불투명한 상황이다. 따라서 소득 감소 시나리오를 설정하여 경기 위축으로 소득이 감소하였을 경우, 주요 양식어류인 광어 및 우럭 수급에 어떠한 영향을 미치는지 확인하고자 하였다.

1인당 가처분 소득은 2021년 3분기부터 2022년 2분기까지 1년 동안 10% 감소하는 충격을 적용하였다. 먼저 광어를 살펴보면, 소득이 줄면서 광어 소비량이 2021년과 2022년에 각각 1.8%, 4.7% 감소하였는데, 이로 인해 산지 및 도매가격이 크게 하락하는 것으로 나타났다. 가격이 하락하면서 수출량은 2021년 2.0%, 2022년 4.4% 증가하는 것으로 나타났으나, 출하량은 2022년에 4% 이상 감소하는 것으로 나타났으며, 기대수익률이 줄면서 입식량도 11.1% 줄어드는 것으로 도출되었다. 입식량 감소로 양성

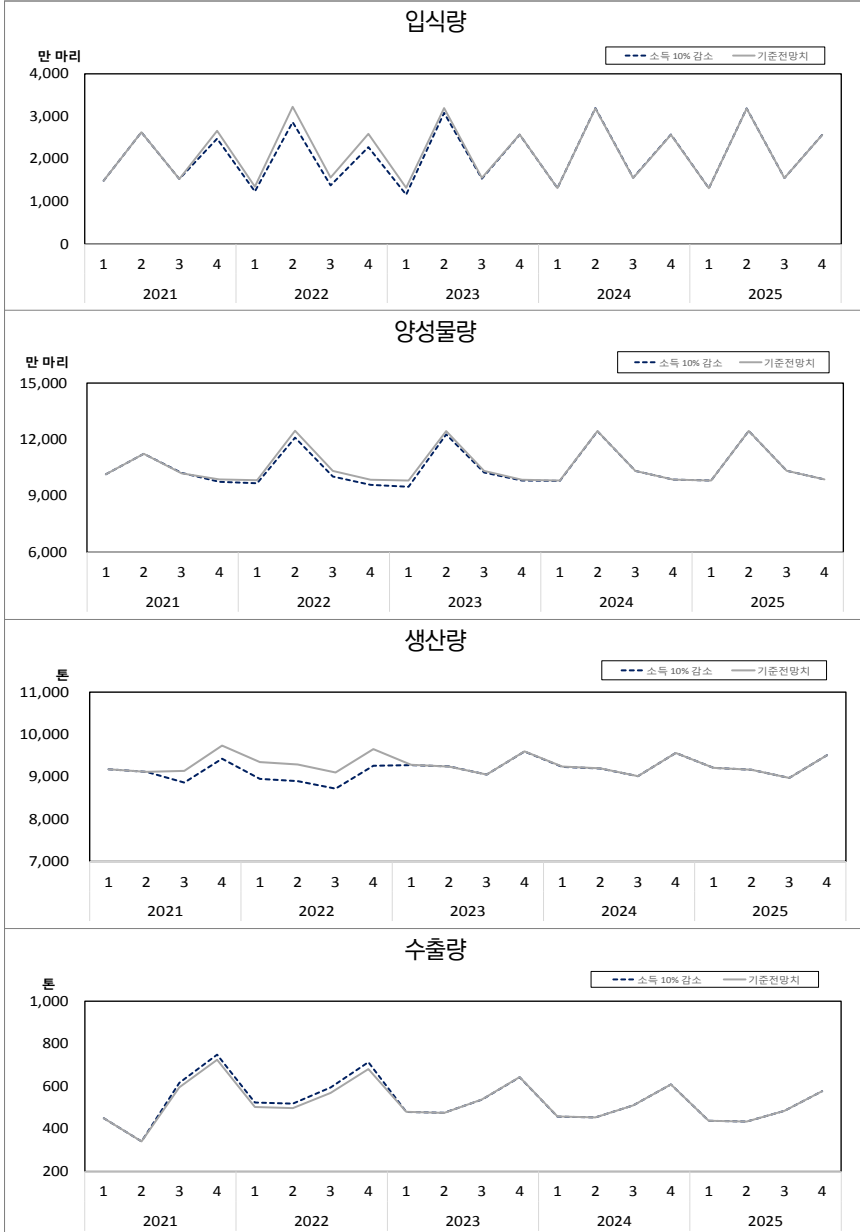
물량이 줄어들면서 출하가능한 물량이 많지 않은 가운데, 2023년에 소득이 이전 수준으로 회복되면서 산지 및 도매가격은 기준 전망치보다 상승하는 것으로 나타났다.

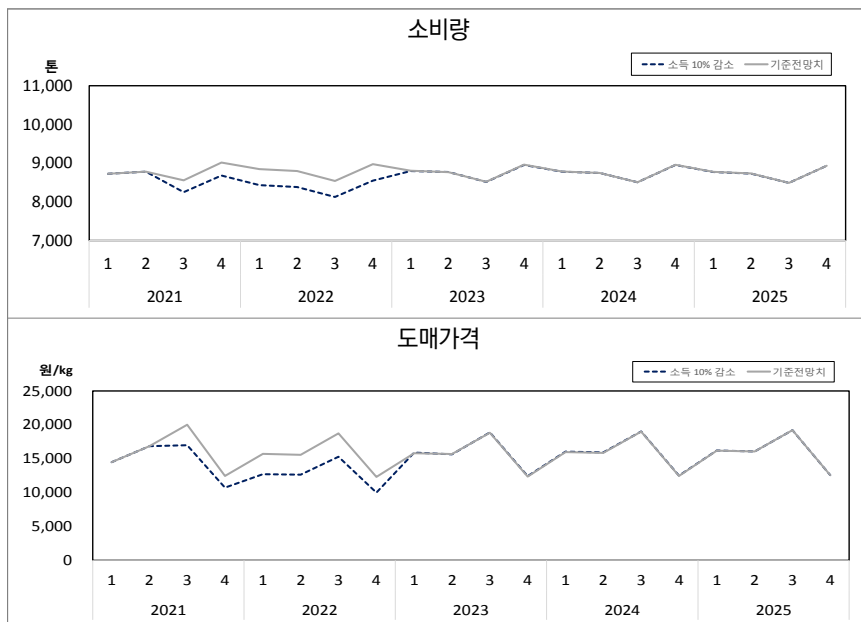
〈표 4-13〉 소득 10% 감소 시 광어 주요 지표 변화

구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
입식량 (만 마리)	기준전망치	8,299	8,724	8,644	8,618	8,608
	10% 감소	8,117	7,754	8,345	8,636	8,613
	변화율	-2.2	-11.1	-3.5	0.2	0.1
전체 양성물량 (만 마리)	기준전망치	10,362	10,619	10,612	10,613	10,618
	10% 감소	10,339	10,344	10,451	10,606	10,620
	변화율	-0.2	-2.6	-1.5	-0.1	0.0
전체 출하량 (톤)	기준전망치	37,175	37,400	37,188	37,030	36,864
	10% 감소	36,589	35,833	37,174	37,013	36,862
	변화율	-1.6	-4.2	0.0	0.0	0.0
수출량 (톤)	기준전망치	2,112	2,250	2,138	2,033	1,935
	10% 감소	2,155	2,350	2,137	2,032	1,935
	변화율	2.0	4.4	0.0	0.0	0.0
소비량 (톤)	기준전망치	35,071	35,148	35,051	34,997	34,928
	10% 감소	34,433	33,483	35,038	34,982	34,927
	변화율	-1.8	-4.7	0.0	0.0	0.0
산지가격 (원/kg)	기준전망치	13,964	13,396	13,489	13,638	13,830
	10% 감소	12,753	10,462	13,531	13,694	13,837
	변화율	-8.7	-21.9	0.3	0.4	0.0
도매가격 (원/kg)	기준전망치	15,948	15,586	15,676	15,822	16,009
	10% 감소	14,762	12,660	15,718	15,877	16,015
	변화율	-7.4	-18.8	0.3	0.3	0.0

자료: 저자 작성

〈그림 4-11〉 소득 10% 감소 시 광어 주요 지표 변화 추이





자료: 저자 작성

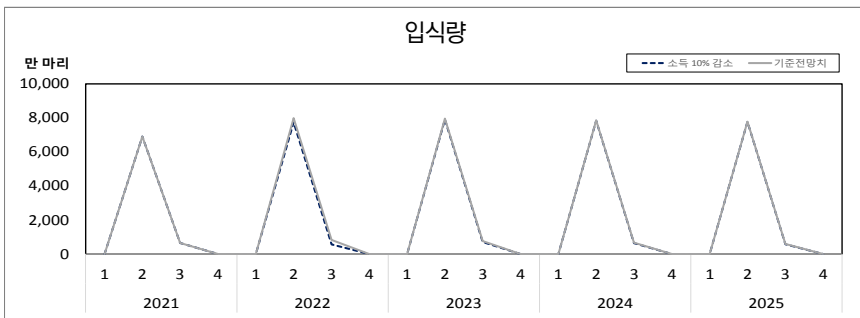
다음으로 소득이 2021년 3분기부터 2022년 2분기까지 1년 동안 10% 감소했을 때 우력의 주요 수급지표 변화를 살펴보았다. 소득이 줄면서 소비량이 2021년과 2022년에 2.5%, 7.1% 감소하였는데, 이로 인해 산지 및 도매가격은 2021년에 5% 정도, 2022년에는 10% 이상 하락하는 것으로 나타났다. 가격 하락으로 기대수익률이 줄면서 2022년 입식량은 기준 전망치 대비 5.8% 감소하는 것으로 도출되었으며, 양성물량도 2025년까지 감소하는 것으로 나타났다. 출하량은 산지가격 하락 및 양성물량 감소의 영향으로 2021년 2.5%, 2022년 7.1% 기준 전망치 대비 감소하였다. 그러나 2023년부터는 소비가 이전 수준으로 회복된 데다, 도매가격 하락의 영향으로 소비량이 소폭 늘면서 출하량이 기준 전망치 대비 0.6% 증가하는 것으로 나타났다.

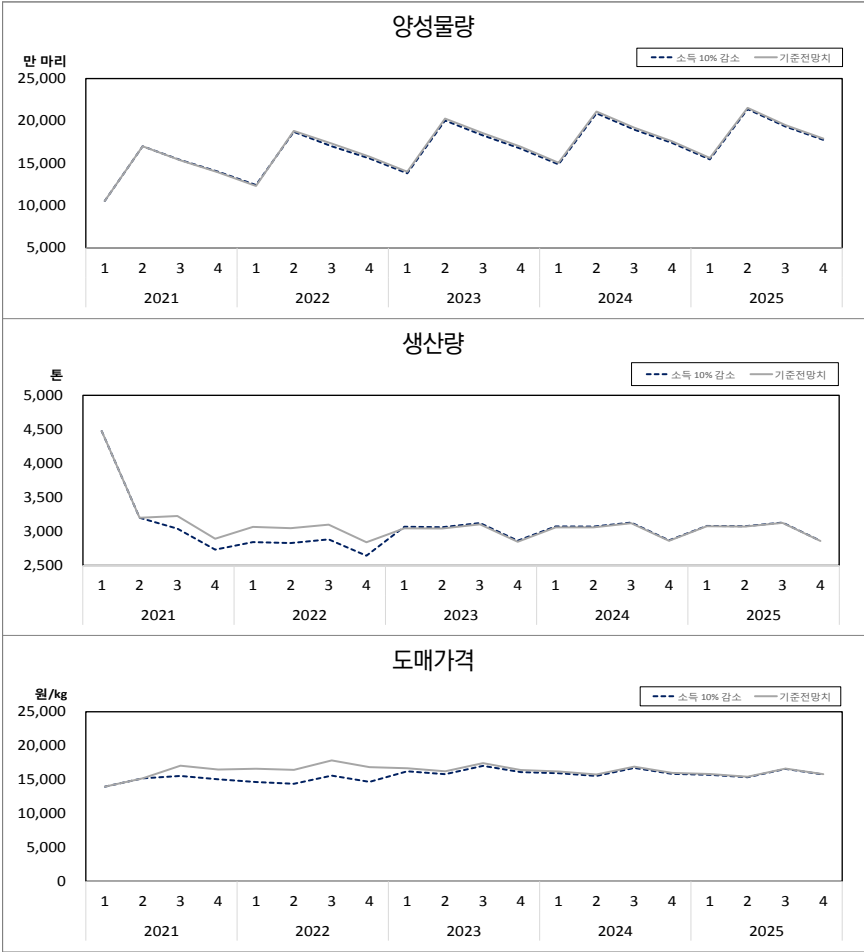
〈표 4-14〉 소득 10% 감소 시 우럭 주요 지표 변화

구분		2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
입식량 (만 마리)	기준전망치	7,551	8,804	8,715	8,525	8,370
	10% 감소	7,551	8,295	8,604	8,467	8,348
	변화율	0.0	-5.8	-1.3	-0.7	-0.3
전체 양성물량 (만 마리)	기준전망치	14,196	16,047	17,430	18,230	18,638
	10% 감소	14,220	15,915	17,210	18,025	18,475
	변화율	0.2	-0.8	-1.3	-1.1	-0.9
전체 출하량 (톤)	기준전망치	13,791	12,054	12,039	12,098	12,132
	10% 감소	13,448	11,200	12,116	12,143	12,145
	변화율	-2.5	-7.1	0.6	0.4	0.1
소비량(톤)	기준전망치	13,791	12,053	12,039	12,098	12,132
	10% 감소	13,448	11,200	12,116	12,143	12,145
	변화율	-2.5	-7.1	0.6	0.4	0.1
산지가격(원/kg)	기준전망치	13,600	15,002	14,735	14,214	13,895
	10% 감소	12,803	12,714	14,302	14,005	13,823
	변화율	-5.9	-15.2	-2.9	-1.5	-0.5
도매가격(원/kg)	기준전망치	15,666	16,923	16,680	16,203	15,908
	10% 감소	14,931	14,808	16,284	16,010	15,843
	변화율	-4.7	-12.5	-2.4	-1.2	-0.4

자료: 저자 작성

〈그림 4-12〉 소득 10% 감소 시 우럭 주요 지표 변화 추이





자료: 저자 작성

제3절 시사점

본 장에서는 구축된 모형을 이용하여 각 어종별 2021~2025년 수급을 전망하였다. 그 결과, 광어는 산지가격 상승의 영향으로 입식량이 증가할 것으로 전망되었는데, 폐사량 및 양성기간으로 인해 양성물량은 2025년까지 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 출하량 또한 2025년까지 소폭 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 양성물량 증가폭이 적었을 뿐만 아니라, 400g 미만 크기로 출하되는 물량이 많았기 때문이다. 수출량은 가격이 상승함에 따라 감소하는 것으로 나타났다. 우럭 역시 가격 상승으로 입식량이 증가할 것으로 나타났는데, 이로 인해 2021년부터 2025년까지 양성물량이 증가세를 보이는 것으로 전망되었다. 그러나 양성물량 증가에도 불구하고 2025년까지의 연평균 출하량 증감률은 오히려 감소하는 것으로 도출되었는데, 이는 우럭의 양성기간이 길어 2024년부터 출하가 증가하는 것으로 나타났기 때문이다. 이로 인해 산지 및 도매가격은 2025년까지 상승할 것으로 전망되었다.

참돔은 산지가격의 영향으로 2022년부터 입식량이 증가하는 것으로 나타났다. 양성물량은 2020년 이후 감소세를 보이는 것으로 나타났다. 이는 참돔 입식 이후 출하까지 3년의 기간이 소요되기 때문으로 보이며, 이로 인해 250g 미만 크기 양성물량은 2024년부터 증가세를 보이는 것으로 나타났다. 출하량은 양성물량 감소로 2025년까지 감소하는 것으로 전망되었으며, 도매가격은 이로 인해 상승하는 것으로 나타났다. 국내 가격이 상승함에 따라 활참돔 수입량은 2025년까지 증가할 것으로 전망된다.

이처럼 모형을 통해 도출된 전망치가 수급 관계와 맞물려 설명이 가능하도록 나타났으며, 어종별 양성기간 등도 광어와 송어는 비교적 짧게, 참돔 및 송어는 길게 나타나 동태적 생태방정식이 합리적으로 도출된 것으로 판

단할 수 있었다.

제2절에서는 입식량 증가, 수입단가 하락, 양성물량 감소(대량폐사), 1인당 가처분 소득 감소 등 네 가지 시나리오를 설정하여 이러한 충격에 대한 수급 변동을 분석하였다. 시나리오 분석 결과는 수급 구조가 유기적으로 연결되어 합리적으로 영향 관계가 나타나는지, 그리고 동태적 생태방정식이 제대로 작동하는지를 확인하는 데 중점을 두었다. 그 결과, 입식이 증가할 경우, 양성물량, 출하량이 늘고 가격이 하락하는 방향으로 파급효과가 도출되었으며, 반대로 작은 크기 양성물량이 감소하면 일정 시간이 흐른 뒤 출하량이 줄고 가격이 상승하는 등 전반적으로 동태적 생태방정식이 제대로 작동하는 것으로 나타났다. 이를 통해 향후 이상해황 발생에 따른 수급 전망, 입식량 조절 효과 등을 분석하는 데 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 수입단가 하락, 소득 감소와 같은 외생변수의 충격에 따른 파급효과 결과에서도 입식량 감소, 국내 생산량 감소 등 전반적인 영향 관계가 합리적으로 나타났다. 국내 수급 문제가 아닌 대외적인 요인에 따른 영향은 어가에서 직관적으로 판단하기 어렵기 때문에 이러한 모형의 시나리오 분석 결과를 통해 합리적인 어가 경영을 보조할 수 있는 자료를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

05

결론 및 제언

제1절 요약 및 결론

1. 요약

본 연구에서는 주요 양식어류인 광어, 우럭, 참돔, 송어의 증장기 수급을 전망할 수 있는 수급전망모형을 구축하였다. 주요 연구결과에 대해 요약 및 정리하면 다음과 같다.

우선, 계량경제기반의 수급전망모형에 대해 농업부문과 수산업부문으로 구분하여 국외 및 국내 전망모형 구축 및 운용 사례를 선행연구로 검토하였다. 또한 주요 양식어류 수급전망모형 기초 설계를 위해 어종별로 공급 및 수요부문으로 구분하여 수급 영향요인에 대해 검토하였는데, 변수의 수집 가능성을 고려하지 않고 경제적 이론 및 수급 특성에 적합한 요인들은 모두 검토하였다. 신규 균형가격 도출방식 적용을 위해 기존 축차형 구조와 수급동시균형 가격 도출 방식에 대해서도 추가적으로 살펴보았다. 검토 결과를 토대로 개별방정식을 설정하고, 제3장에서 주요 통계 DB를 구축함으로써 실제 적용 가능한 개별방정식이 무엇인지 확인하는 과정을 거쳤다. 이를 통해 광어, 우럭은 분기별 모형으로 구축하고, 참돔 및 송어는 반기

모형으로 구축하였으며, 최종으로 설계된 각 개별 어종의 수급전망모형 구조도는 제3장 제2절에 제시하였다.

제3장 제3절에서는 각 어종별로 입식량, 양성물량, 출하량, 수출량, 수요 함수 등 개별방정식을 추정하였고, 예측력 검정 결과를 제시하였다. 예측력 검정 결과, 광어는 모든 개별방정식의 Theil's U값이 0.1 이하로 계측되어 예측력이 양호한 것으로 나타났다. 그러나 우럭의 경우, 600g 이상 양성물량이 Theil's U값이 0.27로 매우 높게 나타났는데, 이는 600g 이상 양성물량이 미미하기 때문으로 판단된다. 참돔과 송어 수급전망모형 예측력 검정 결과는 Theil's U값이 0.1 이하로 모두 양호한 것으로 나타났다.

구축된 모형을 이용하여 각 어종별 2021~2025년 수급을 전망한 결과, 광어는 산지가격 상승의 영향으로 입식량이 증가할 것으로 전망되었다. 그러나 폐사량 및 양성기간으로 인해 2025년까지 양성물량은 소폭 증가하는데 그칠 것으로 예상된다. 출하량 또한 2025년까지 소폭 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 양성물량 증가폭이 적었을뿐만 아니라, 400g 미만 크기로 출하되는 물량이 많았기 때문이다. 수출량은 가격이 상승함에 따라 감소하는 것으로 나타났다.

우럭 또한 가격 상승으로 입식량이 증가하는 것으로 나타났는데, 이로 인해 양성물량은 2021년부터 2025년까지 증가세를 보일 것으로 전망된다. 양성물량 증가에도 불구하고 2025년까지 출하량의 연평균 증감률은 오히려 감소하는 것으로 도출되었는데, 이는 우럭의 양성기간이 길어 양성물량 증가가 2024년부터 출하 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났기 때문이다. 산지 및 도매가격은 공급량 감소로 인해 큰 폭으로 상승하는 것으로 나타났다.

참돔은 2020년 대비 2025년 입식량은 감소할 것으로 예상되는데, 이로 인해 양성물량도 감소세를 보일 것으로 전망된다. 양성물량이 줄면서 출하

량도 감소할 것으로 예측되는데, 이로 인해 산지 및 도매가격은 2025년까지 상승할 것으로 전망된다. 참돔 수입량은 국내 가격이 상승함에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

마지막으로 송어는 2021년 산지가격 하락의 영향으로 2022년까지 입식량이 감소할 것으로 보이나, 2023년부터 증가세로 전환될 것으로 전망된다. 이로 인해 양성물량도 2023년까지는 감소하겠으나, 2024년부터 증가할 것으로 예상된다. 출하량은 2024년까지 감소하다가 500g 이상 양성물량이 증가하기 시작하는 2025년부터 증가할 것으로 전망된다. 산지 및 도매가격은 2024년까지 출하 감소로 인해 상승세를 보일 것으로 예상된다.

제4장 제2절에서는 정책시뮬레이션 분석 결과를 제시하였는데, 광어, 우럭 입식량 30% 증가, 활참돔 수입단가 20% 하락, 대량폐사로 인한 해사가 두리 어종(우럭, 참돔, 송어) 양성물량 20% 감소, 1인당 가처분 소득 10% 감소 등 4가지 시나리오 분석을 실시하였다. 시나리오 분석 결과는 수급 구조가 유기적으로 연결되어 합리적으로 영향 관계가 나타나는지, 그리고 동태적 생태방정식이 제대로 작동하는지를 확인하는 데 중점을 두었다.

그 결과, 광어, 우럭 입식량 증가에 따른 전망 기간의 출하량 변화가 크게 나타나지 않았는데, 이는 양성기간에 폐사가 발생할 뿐만 아니라, 입식 이후 출하 가능한 크기까지 성장하는 데 소요되는 기간이 길기 때문으로 판단된다. 또한 광어의 경우 양성물량 증가 영향이 주 출하 크기의 출하량 증가보다 400g 미만 크기의 출하량 증가로 이어져 전체 출하량 증가폭은 크지 않았다. 그 이외, 활참돔 수입단가 하락 시나리오에는 수입량 증가, 출하량 감소, 입식량 감소 등의 영향이 나타났으며, 대량폐사에는 출하량 감소, 가격 상승, 소득 감소에는 가격 하락, 다음 해 입식량 감소 등 충격에 따른 영향이 합리적으로 나타났다.

2. 결론

본 연구는 전체 양식어류의 90% 이상을 전망할 수 있는 어종별(광어, 우럭, 참돔, 송어) 수급전망모형을 구축하였다. 본 연구의 목적은 정교한 주요 양식어류 중장기 수급 전망모형을 구축하는 데 있었다. 이에 따른 세부 목적은 경제적 인과관계가 반영된 모형을 구축하며, 양식어류 수급 관련 현실 설명력을 향상하고, 모형의 정책적 활용성을 강화하는 것이었다. 각 세부 목적별 달성률을 살펴보면 다음과 같다.

우선 모든 어종의 수급전망모형을 경제적 인과관계를 반영할 수 있는 구조모형으로 구축하였다. 개별 어종의 수급특성 및 경제적 인과관계를 고려할 수 있는 변수를 투입하여 개별방정식을 설정하고, 이를 엑셀을 이용하여 연립방정식 형태로 구축하였다.

두 번째로 모형의 현실 설명력을 향상시키기 위해 어류의 수급 구조 및 특성에 맞는 동태적 생태방정식 체계를 모형에 고려하였다. 향후 5년 기간의 전망치 도출 및 시나리오 분석 결과를 통해 입식량, 크기별 양성물량, 출하량의 관계가 유기적으로 연결되어 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다. 특히 어종별 양성기간, 출하가능 시기 등에서 차이가 있는데, 이러한 시기적 영향도 시나리오 분석 결과에서 나타났다.

마지막으로 정책적 활용성 강화를 위해 정책 시뮬레이션 분석이 가능한 모형을 구축하였다. 모형의 정책부문 수요자라고 볼 수 있는 해양수산부와 협의를 통해 대량폐사 등의 시나리오를 설정하여 본 연구를 통해 구축한 모형으로 네 가지 시나리오에 대한 파급효과를 분석하였다.

이처럼 본 연구의 세부 목적을 달성함으로써, 정교한 중장기 어류 수급 전망모형을 구축하는 것은 완료하였으나, 본 연구에서도 몇 가지 한계점이 존재한다. 우선, 본 연구의 제2장에서 모형 구축을 위해 고려하였던 많은

영향요인들이 존재하는데, 데이터의 한계로 본 모형에 고려되지 못했다는 점이다. 특히, 폐사량, 대체재 가격과 같은 중요한 변수가 고려되지 못하여, 보다 정밀한 모형을 구축하는 데는 한계가 존재하였다.

두 번째로 데이터 단위 환산 문제가 존재한다. 폐사량 데이터가 존재한다 하더라도, 현재 출하량과 양성물량, 입식량은 단위가 상이하여 log-log 함수를 통해 추정식으로만 도출할 수 있다는 문제가 존재한다. 양성물량의 경우 전기 양성물량에 입식량을 더하고 출하량과 폐사량을 빼면 계산할 수 있으나, 입식량과 양성물량은 ‘만 마리’ 단위, 출하량은 ‘톤’ 단위로 데이터가 수집되고 있다. 이러한 단위의 차이로 인해 편의(bias)가 존재할 수밖에 없다.

세 번째는 수출입 데이터와 관련된 한계점이다. 수출입 자료는 어종별로 구분되어 있으나, 어로어업 수산물, 양식어업 수산물로 구분되어 있지는 않아 활어류 수출입 데이터에 대해서만 양식수산물로 가정하였다는 문제가 있다. 이로 인해 본 연구에서 도출한 주요 양식어류의 국내 소비량이 정확한 수치라고 보기는 어렵다.

마지막은 대체 수입수산물과 관련된 선행연구가 미흡하다는 점이다. 본 연구에서는 수요함수에서 수입수산물과의 대체성을 고려하기 위해 다양한 수입수산물의 수입단가를 설명변수로 투입하여 추정을 시도하였으나, 명확한 대체관계를 보이지 않았다. 모형에 대체재로서 변수를 투입하기 위해서는 어종 간 대체관계인지 보완관계인지 등에 대해 명확하게 설정이 되어야 하나, 이에 대한 선행연구가 부재하여 본 연구에서는 수요함수에 수입수산물과의 대체관계를 고려하지 못하였다. 향후에는 이러한 대체관계가 존재하는지에 대한 연구가 후속과제로 수행될 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한 수입수산물이 소비되는 시장과 국내 수산물이 소비되는 시장이 동일한 지에 대해서도 분석하여 완전 대체 관계로 가정해도 되는지 확인할 수 있는 연구가 함께 수행되어야 할 것이다.

제2절 제언

1. 본 연구 기여

양식어업은 비교적 안정적으로 건강한 동물성 단백질을 공급할 수 있는 중요한 산업으로, 특히 어류는 높은 비중의 단백질을 공급한다는 측면에서 중요성이 높다. 그러나 최근 코로나19 확산세로 배달, 포장 등 비대면 소비가 활성화되고, 고수온, 집중호우와 같은 이상해황 문제로 폐사율이 증가하는 등 예측하기 어려운 대내외적인 요인으로 인해 수급 불안정성은 심화되고 있다.

수급 불안정성은 양식어가의 장기적이고 합리적인 어가경영 계획 수립을 어렵게 만들며, 양식어류 수급 관련 정책 수립에 있어서도 한계를 가져온다. 즉, 수급 불확실성이 가중되는 가운데, 중장기적으로 양식어류의 수급이 변화에 대해 합리적으로 전망하고 대응방안을 마련하는 것이 중요한 과제라고 볼 수 있다. 이러한 관점에서 본 연구의 기여는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 수산부문 수급전망모형에서 처음으로 동시균형모형을 적용하였다는 점이다. 농업부문에서는 2000년 후반부터 수급동시균형모형을 도입하여 적용하고 있으나, 수산부문에서는 축차형모형으로 구축하여 운영하고 있었다. 물론, 수산물의 공급이 비탄력적이기 때문에 축차형모형이 더 적합하다고 볼 수 있으나, 아직까지 동시균형모형을 구축하여 이를 통한 전망치를 도출하는 연구는 존재하지 않았다. 축차형모형과 수급동시균형모형 중 어떤 모형이 수산부문, 특히 어류에 적합할지는 두 가지 방식을 모두 구축하여 운영하면서 비교할 필요가 있다.

둘째, 기존 광어, 우럭 등 주요 양식어류뿐만 아니라, 최근 소비트렌드를 반영하기 위해 참돔, 송어까지 확대하여 중장기 전망이 가능한 모형을 구축하였다는 점이다. 즉, 본 연구에서는 처음으로 참돔 및 송어의 수급전망 모형 구축을 시도하였다는 점에서 의의가 있다. 주요 양식어류 수급 지표를 전망하기 위해 현재 운용되고 있는 모형에는 수산업관측센터에서 운용 중인 광어, 우럭 단기예측모형과 한국해양수산개발원에서 2018~2019년 2개년에 걸쳐 개발한 수산부문 총량모형 「KMI-FOSiM」이 있다.⁴⁰⁾ 그러나 두 모형 모두 주요 어류인 광어, 우럭에 대해서만 개별 수급전망모형이 구축되어 있으며, 참돔 및 송어에 대해서는 별도의 모형이 존재하지 않는다. 최근 전반적으로 광어, 우럭 등 주요 활어의 공급이 줄면서 참돔, 송어 등 기타가두리 어종의 수요도 늘고 있다. 따라서 본 연구 결과를 통해 이러한 갑작스러운 수급 변화에 따른 기타가두리 어종의 수급에 대한 분석과 전망이 가능할 것이다.

셋째, 입식량, 양성물량, 출하량이 연결되는 동태적 생태방정식 모형을 구축하면서 중장기 전망이 가능한 모형을 구축하였다는 점이다. KMI 수산업관측센터의 광어 단기예측모형의 경우 입식량, 양성물량 등 동태적 생태방정식 모형으로 구축되어 있으나, 월별로 전망치가 도출되는 구조로 6개월 이상의 전망치를 도출하는 데는 한계가 존재한다. 또한 「KMI-FOSiM」의 경우 1년 단위의 중장기 전망이 가능하나, 품목의 개별방정식에서 입식량, 양성물량 등 동태적 생태방정식이 구축되어 있지 않다는 단점이 있다. 이에 본 연구는 기존의 어류 수급전망모형의 한계점을 개선하였다는 부분에서 의의가 있다.

마지막으로 본 모형을 통해 대내외적 수급 영향요인으로 인한 충격에 사전적으로 대응할 수 있는 기초자료를 제공할 수 있다는 점이다. 기존의

40) 과거 주요 양식어류 관련 수급전망모형의 이론적 구축 사례는 일부 존재했으나, 대부분 실제 운용되지는 못하였다.

모형을 통해서는 고수온으로 인한 치어 폐사 발생, 일본산 활참돔 수입 증가 등에 대해 국내 수급에 어떤 영향을 미치는지 정량적으로 전망치를 도출하는 데 한계가 존재하였다. 그러나 본 모형에서는 각 어종별 수급특성을 고려하여 세밀한 모형을 구축하였으므로, 대내외적 수급 요인에 따른 정량적 전망치를 도출하는 것이 가능하다. 이러한 전망치는 단순히 적중률이 높은지 여부와 관계없이, 사전에 어가 및 정책적으로 수급 변화에 대한 일종의 신호(signal)를 전달할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

2. 제언

주요 양식어류 수급전망모형 구축을 통해 향후 수급에 대한 전망치를 도출하고, 현재 상황에서 정책적 의미가 있을 것으로 판단되는 시나리오를 선정하여 정책 시뮬레이션 분석까지 수행하였다. 그러나 수급전망모형은 가장 최근에 데이터가 갱신된 시점의 상황을 기반으로 전망치를 도출하기 때문에, 지속적인 모형 갱신 작업이 수반되지 않으면 모형으로서의 가치가 낮아질 수밖에 없다. 이에 향후 주요 양식어류의 정밀한 수급 전망치 도출을 위해 모형의 운용 및 관리와 관련하여 보완해야 할 과제를 검토하면 다음과 같다.

첫째, 주요 양식어류의 축차형 수급전망모형을 추가 구축하여 앙상블(ensemble) 모형 체계를 갖출 필요가 있다. 그동안 수산업 부문의 수급전망모형은 데이터의 한계, 공급의 비탄력성 등을 이유로 축차형 모형을 구축하는 연구가 주로 수행되었다. 그러나 본 연구에서는 Thurman(1986)의 연구 결과를 토대로 정밀한 추정치 도출을 위해 우선적으로 수급동시균형모형을 구축하였다. 다만 Thurman(1986)은 공급곡선의 기울기가 수요곡선보다 작을 경우, 가격신축성함수를 통한 균형가격 도출이 소비량을 종

속변수로 하여 추정하는 것보다 효율적인 계수를 추정할 수 있다고 하였다. 따라서 추가적으로 축차모형을 구축한 뒤, 수급동시균형모형과 함께 운용하면서 비교 분석하는 연구가 수행되어야 한다.

둘째, 모형을 통해 도출된 개별방정식 계수값에 대한 협의가 지속적으로 이루어져야 한다. 제3장의 개별방정식 추정을 통해 양성물량에 대한 출하량 탄력성, 산지가격에 대한 출하 탄력성 등 다양한 계수값을 도출하였다. 물론 개별방정식을 구축하기 전에 주요 양식어류 관련 전문가 검토를 통해 주요 변수를 도출하였으나, 계수값의 크기에 대해서 추가적으로 검토하는 작업이 수반되어야 할 것이다. 향후 지속적으로 업데이트를 하면서 계수값이 변동될 것이므로, 계수값의 크기에 대한 전문가 검토도 정기적으로 수행될 필요가 있다.

셋째, 모형의 현실 설명력을 강화하기 위해 폐사량, 경영비 등 주요 변수를 수집하기 위한 후속연구를 수행해야 한다. 본 연구의 제2장에서는 각 어종별 개별방정식에 대해 기초 설계 작업을 하면서 필요한 변수들을 검토하는 작업을 진행하였다. 그러나 실제 DB 구축 단계에서 미구축된 데이터가 일부 있었으며, 데이터가 존재하더라도 시계열이 짧거나 불안정하여 활용하기 어려운 데이터가 많았다. 따라서 모형에서 전망치가 불안정한 개별방정식을 중점으로 추가적으로 영향을 미치는 요인이 무엇인지 분석하고, 미비된 데이터를 구축할 수 있는 방안에 대해 검토할 필요가 있다. 특히, 개별 어종의 경영비, 폐사량과 같이 수급에 있어 중요한 영향을 미치는 자료에 대해 우선적으로 체계적인 조사 시스템을 구축할 수 있는 연구가 필요하다.

넷째, 주요 양식어류의 대체재 및 보완재 관련 기초 연구가 수행되어야 한다. 본 연구에서 1인당 소비량을 도출하기 위한 설명변수로 연어, 방어 등 수입수산물의 수입단가를 설명변수로 투입하였으나, 유의한 결과가 도

출되지는 못하였다. 이는 주요 양식어류의 대체재 가격으로서 투입되었는데, 실제 주요 양식어류와 해당 수입어종들 간에 대체관계가 존재하는지에 대한 기초연구는 수반되지 않았다. 정명생·임경희(2003), 하현정(2018), 현지연·조장희(2021) 등의 연구에서 양식수산물 수요 분석을 통해 대체관계에 대한 분석이 수행되었으나, 각 연구별 대체 및 보완관계가 있는 어종이 상이하여 본 연구에 적용하기는 한계가 있었다. 따라서 양식수산물의 대체 및 보완관계에 있는 어종에 대한 기초연구가 수행되어야 하며, 이를 토대로 모형에 반영하게 되면 보다 정밀한 전망치 도출이 가능하다.

다섯째, 정책적 활용성 강화를 위해 월별 단기예측모형과 연계하는 후속연구가 수행되어야 한다. 본 연구를 통해 구축한 모형은 분기별 및 반기별 전망이 가능한 중기전망모형으로, 중장기 전망이 가능하다는 장점은 있으나, 단기적으로 영향분석이 필요할 경우에는 활용이 제한적이다. 따라서 기존 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 단기예측모형과 전망치가 연계되어 운용될 수 있도록 연결하는 연구가 수행되어야 할 것이다.

마지막으로 모형 구축 이후 지속적인 업데이트와 관리가 필요하다. 모형의 설명력은 지속적인 개편이 수반되지 않으면 떨어질 수 밖에 없으며, 모형의 정책적 활용도 또한 낮아질 수 밖에 없다. 따라서 단순 자료 업데이트를 포함하여 모형의 예측력을 유지하기 위한 개편 작업이 지속적으로 이루어져야 한다.

이상의 향후 보완과제를 기반으로 주요 양식어류 수급전망모형의 향후 5년 운용·개편 로드맵을 제시하였다(〈표 5-1〉 참조). 우선 추가 변수 도출을 위한 검토를 2022년부터 2023년까지 수행한다. 이 과정에서 지금 바로 투입 가능한 변수뿐만 아니라, 향후 추가적으로 이용 가능한 변수까지 광범위하게 검토할 계획이다.

다음으로 단기예측모형과 중기전망모형을 연계하는 후속연구를 2022년

에 수행한다. 현재 주요 양식어류에 대한 전망정보는 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 광어, 우럭 관측월보를 통해 공표되고 있다. 본 연구를 통해 구축한 모형을 이용하여 광어, 우럭의 중장기 전망정보까지 제공할 계획이다. 그런데 이 과정에서 단기예측모형의 전망치 추세와 중기전망모형의 전망치 추세가 다를 경우 혼란을 야기할 수 있으므로, 이를 연계하는 작업이 우선적으로 수행되어야 한다.

2023년에는 주요 양식어류 축차모형을 구축하여 수급동시균형모형과 함께 운용하는 양상블 모형 시스템을 갖추고, 이후 2024~2025년은 주요 양식어류의 대체재 및 보완재 관련 기초연구를 수행하고자 한다. 동시에 자료 업데이트 및 개별방정식 재추정 작업은 모형의 활용성을 위해 매년 진행하고, 이에 따른 개별방정식 계수값과 관련된 전문가 검토도 정기적으로 수행하고자 한다.

〈표 5-1〉 주요 양식어류 수급전망모형 운용·개편 로드맵(향후 5년)

구분	2022	2023	2024	2025	2026
• 추가 변수 도출을 위한 검토					
• 단기예측모형-중기전망모형 연계					
• 주요 양식어류 축차모형 구축					
• 주요 양식어류 대체재·보완재 관련 기초연구 수행					
• 개별방정식 계수값 관련 전문가 협의					
• 자료 업데이트 및 개별방정식 재추정					

자료: 저자 작성

참고문헌

국내 문헌

국립수산물과학원(2019), 『송어 양식기술 매뉴얼』.

김명환 외(2007), 「농업부문 전망모형 구축 연구 : 1/2차연도」, 한국농촌경제연구원.

김명환 외(2008), 「농업부문 전망모형 구축 연구 : 2/2차연도」, 한국농촌경제연구원.

김명환 외(2012), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2012 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.

김명환 외(2013), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2013 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.

김배성 외(2014), 「2014년 수산물 품목별 수급전망모형 개발 사업(품목: 미역, 우럭, 전복, 송어)」, 제주대학교 산학협력단.

김충현 외(2018), 「쇠고기이력제 자료를 이용한 한우 수급모형 구축」, 『농촌경제』 41(3), pp. 25-50.

박지연·김태우(2014), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2014 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.

서홍석(2018), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 구축 및 운용사례 자문보고서(KMI 제출)」.

서홍석·김충현(2016), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2016 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.

-
- 서홍석·김충현·김문희(2018), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2018 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 서홍석·김충현·김준호(2020), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2020 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 서홍석 외(2017), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2017 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 서홍석 외(2017), 「쇠고기이력제를 활용한 축산관측 고도화 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 서홍석 외(2021), 「확률적 농업부문 전망모형 개발을 위한 기초연구」, 한국농촌경제연구원.
- 서홍석 외(2019), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2019 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 순병민(2019), 「The Use of Price Elasticity to Estimate Future Volatilities in Stochastic Simulation : an Application to the Korean Rice Market」, 『농촌경제』 42(Special Issue), pp.19~41.
- 이진면 외(2013), 「KIET 산업·거시경제 단기 계량전망모형 개발 연구」, 산업연구원.
- 이현동 외(2018), 「수산부문 전망모형 KMI-FOSiM 구축 연구(1/2)」, 한국해양수산개발원.
- 이현동·하현정·허수진(2019), 「수산부문 전망모형 KMI-FOSiM 구축 연구(2차년도)」, 한국해양수산개발원.
- 이현동·홍현표(2013), 「중단기 주요 수산지표 전망에 관한 연구」, 한국해양수산개발원.
- 정명생·임경희(2003), 「활어의 소비구조 분석에 관한 연구」, 한국해양수산개발원.
- 조영수·반현정·박상미(2009), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2009 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 조재환·박성경(2018), 「2017 주요 수산물 품목별 수급전망모형 유지보수(광어)」, 부산대학교 산학협력단.
- 조재환·정호중(2017), 「2017 주요 수산물 품목별 수급전망모형 유지보수(미역)」, 부산대학교 산학협력단.

- 조재환·최세현·김배성(2016), 「주요 수산물 품목별 수급전망모형 유지보수(전복, 굴, 김)」, 부산대학교 산학협력단.
- 조재환 외(2014), 「2014년 수산물 품목별 수급전망모형 개발 사업(품목: 굴, 김, 광어)」, 부산대학교 산학협력단.
- 하현정(2018), 「로테르담·AIDS 모형을 이용한 양식산 활어 수요 분석」, 『수산물관측&이슈』 17 (8), pp. 21-35.
- 한석호 외(2010), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2010 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 한석호 외(2011), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2011 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 한석호 외(2015), 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2015 운용·개발 연구」, 한국농촌경제연구원.
- 한석호·장희수(2018), 「2018 주요 수산물 품목별 수급 전망모형 유지보수 : 우럭 수급 전망모형 개발」, 충남대학교 산학협력단.
- _____(2019), 「2019 주요 수산물 품목별 수급 전망모형 유지보수 : 전복 수급전망모형 개발」, 충남대학교 산학협력단.
- _____(2020), 「2020 주요 수산물 품목별 수급 전망모형 유지보수 : 광어 수급전망모형 개발」, 충남대학교 산학협력단.
- 허수진 외(2020), 「김 중기 수급전망모형 Gim-MFoS 구축 연구」, 한국해양수산개발원.
- 현지연·조장희(2021), 「VAR 모형을 활용하여 광어의 생산예측: 경쟁 어종의 생산과 수입을 중심으로」, 『경영컨설팅연구』 21 (3), pp. 213-221.
- 류성만·김동배(2016), 「우리사주제도가 심리적 오너십에 미치는 영향」, 『인적자원개발연구』 19(4), pp.119~151.
- 박우성(2010), 「성과배분제와 동기부여: 개인 및 조직특성의 조절효과」, 『대한경영학회지』 23(5), pp. 2659~2676.
- 통계청, 「생산자물가조사」, 각 연도.
- _____, 「소비자물가조사」, 각 연도.
- _____, 「어류양식동향조사」, 각 연도.
- _____, 「장래인구추계」, 각 연도.

국외 문헌

- Gerlt, S. and Pat, W.(2011), “FAPRI-MU Stochastic U.S. Crop Model Documentatio n”, Food and Agricultural Policy Research Institute(FAPRI).
- Gujarati, D. N. and Porter, D. C.(2008), “Basic Econometrics (5th edition)”, McGraw-Hill Irwin.
- Meyer, S., Binfield, J. and Westhoff, P.(2010), “Interactions Between Energy Markets and Agricultural in the U.S. : A Stochastic Approach”, *Journal of Internatiopnal Agricultural Trade and Development*, 6(1), pp. 21-39.
- Meyers *et al.*(2010), “The FAPRI Global Modelling System and Outlook Process”, *Journal of Internatiopnal Agricultural Trade and Development*, 6(1), pp. 1-19.
- OECD-FAO(2015), “AGLINK-COSIMO Model Documentation : A Partial Equilibrium Model of World Agricultural Markets”, OECD/FAO.
- OECD(2018), “Informing Fisheries-Related Trade Negotiations Realtive Effects of Fisheries Support Policies”, OECD.
- OECD-FAO(2021), “OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030”, OECD/FAO.
- Thurman, W. N.(1986), “Endogeneity Testing in a Supply and Demand Framework”, *The Review of Economics and Statistics*, 68(4), pp. 638-646.
- Xu, S., Li, G. and Li, Z.(2015), “China Agricultural Outlook for 2015-2024 based on China Agricultural Monitoring and Early-warning Sytem(CAMES)”, *Journal of Integrative Agricultural*, 14(9), pp. 1889-1902.

인터넷 자료

- OECD-FAO AGLINK-COSIMO 홈페이지, <https://www.agri-outlook.org>(검색일: 2021. 6. 17.)
- 관세청 홈페이지, <https://unipass.customs.go.kr/clip/index.do>(검색일: 2021. 7. 20.~2021. 7. 23.)

- 국립수산물품질관리원 수입(수출)검역통계, <http://www.nfq.go.kr>(검색일: 2021. 6. 10.~2021. 9. 30.)
- 통계청 KOSIS 국가통계포털, <http://kosis.kr>(검색일: 2021. 6. 1.~2021. 9. 30.)
- 한국무역통계진흥원 무역통계서비스, <https://www.bandtrass.or.kr>(검색일: 2021. 6. 10.~2021. 9. 30.)
- 한국무역협회 무역통계, HScode별·국가별 수출입실적통계, <https://stat.kita.net>(검색일: 2021. 6. 10.~2021. 9. 30.)
- 한국은행 경제통계시스템(ECOS), <http://ecos.bok.or.kr>(검색일: 2021. 7. 1.~2021. 10. 29.)

관련 자료 목록

- 박승록(2019), 「STATA를 이용한 응용계량경제학」, 박영사.
- 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 「광어 수산관측 월보」, 각 월호.
- _____, 「우럭 수산관측 월보」, 각 월호.
- _____, 「가두리 수산관측 월보」, 각 월호.
- Araujo-Enciso, S. R., Pieralli, S. and Perez-Dominguez, I.(2017), “Partial Stochastic Analysis with the Aglink-Cosimo Model”, Joint Reasearch Centre.
- Arzac, E. R.(1979), “A Quarterly Econometric Model of United States Livestock and Feed Grain Markets and Some of Its Policy Implications”, *American Journal of Agricultural Economics*, 61(2), pp. 297-309.
- Chen, D. T.(1977), “The Wharton Agricultural Model: Structure, Specification, and Some Simulation Results”, *American Journal of Agricultural Economics*, 59 (1), pp. 107-116.
- FAO(2020), “The State of World Fisheries and Aquaculture” FAO.
- Koyck, L. M.(1954), “Distributed Lags and Investment Analysis”, Amsterdam: North-Holland.

-
- Mosheim, R.(2012), "A Quarterly Econometric Model for short-Term Forecasting of the U.S. Dairy Industry", United States Department of Agricultural(USDA).
- Nerlove, M.(1958), "Distributed Lags and Estimation of Long-Run Supply and Demand Elasticities: Theoretical Considerations", *American Journal of Agricultural Economics*, 40(2), pp. 301-310.
- USDA(2021), "USDA Agricultural Projections to 2030", United States Department of Agricultural(USDA).

기본연구보고서 발간목록

Ⅰ 2021년

01	시민참여형 해안돌봄 정책 도입방안 연구	정지호
02	해양 플라스틱 쓰레기가 선박 운항에 미치는 영향분석 연구	김보람
03	여성어업인 노동정책 방향 연구	홍혜수
04	순환경제 시스템을 활용한 어업폐기물의 자원화 방안 연구	고동훈
05	1conomy 시대, HMR 시장 확대에 따른 수산부문 대응전략 수립 연구	마창모
06	AIS 데이터 기반 해상교통 안전 평가모델 개발 연구	황선일
07	항만 에너지 관리시스템 도입을 위한 로드맵 구축 연구 - 부산항 신항 전기에너지 소비를 중심으로 -	김근섭
08	해양분야 리빙랩 활성화 방안 연구	좌미라
09	빅데이터의 연계·활용을 통한 선박의 배출량 산정체계 고도화 방안 연구	안용성
10	해양공간계획 집행체계 고도화 방안 연구	최희정
11	수산식품산업 푸드테크 환경분석 및 적용전략 연구	이상건
12	AIS데이터기반 해상물동량 추정 연구	황수진
13	항만부문 정책의사결정 지원 빅데이터 플랫폼 구축 방안 연구	이기열
14	항만 컨테이너 물류 프로세스 디지털화 모형 연구	서정용
15	해양수산 분야 국제산업연관표 구축기반 연구	정수빈
16	해양수산 과학기술 정책평가모형 연구 - 해양수산 R&D를 중심으로 -	전형모
17	글로벌 경제위기와 해운산업 대응체계 연구	박성화
18	항만산업 경기진단체계 구축 연구 - 경기동행지수 개발을 중심으로 -	김성아
19	전국 무역항 부두 분류 체계 개선방안 연구	이수영
20	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 新해사산업의 육성 및 지원을 위한 법제화 연구(5차년도) -	박한선
21	수소에너지 거점 구축을 위한 항만의 대응방안 연구	신수용

| 2020년

01	해양수산업의 지역 간 연관구조 분석	장정인
02	해양수산 분야 기술 대외의존도 분석연구 - 스마트항만을 중심으로 -	전형모
03	지역 해양수산 오픈 플랫폼 구축방안 연구	최지연
04	갯벌 거버넌스 개선방안에 관한 연구	육근형
05	해양환경정책의 능동적 추진을 위한 재원체계 개선 방안 연구	박수진
06	항만 대기환경 관리 표준 및 평가모형 연구	안용성
07	해양수산분야 사회문제해결형 R&D 기반 구축 연구	좌미라
08	해양 유입 하천쓰레기 관리체계 개선방안	이윤정
09	수산식품 품질·안전관리 제도 개선방안 연구	이헌동
10	국제법 변화에 대응한 어선원 안전 및 권리 제고방안 연구	한덕훈
11	스마트 양식 클러스터 추진 방안 수립 연구	이상철
12	해양포유류 보호에 관한 수산업 대응 방안 연구	정명화
13	수산물 수급통계 개선 방안 연구	김수현
14	IMO 온실가스 규제 대응 정책방향 연구	박한선
15	퇴직전문가 활용을 통한 해운업 경쟁력 강화방안 연구	안영균
16	글로벌 선사들의 물류통합화 전략에 대한 국적선사의 대응방안	전형진
17	내항여객운송항로 정책 발전방안 연구	김태일
18	블록체인 기술기반 식품콜드체인 체계 구축 연구	조지성
19	항만자동화 도입 관련 노무 갈등 해소 방안 연구	김찬호
20	스마트항만과 스마트도시 연계 발전 방안 연구	이연경
21	항만의 회복탄력성 측정 모형 구축에 관한 연구	김성기
22	IMO 규제기반 해수산업의 글로벌 지속발전방안 연구 - 新해수산업의경제적파급효과분석연구(4차년도) -	박한선
23	국내 항만연계 산업의 가치사슬 및 공급사슬 연계성 강화방안 - 자동차 산업을 중심으로	신수용

수시연구보고서 발간목록

Ⅰ 2021년

01	해양환경산업 육성 방안 연구	한기원
02	선원의 인권 및 근로여건 향상을 위한 선원근로감독관 제도 개선 방안 연구	허성례
03	포스트 코로나 시대를 대비하는 지역 해양축제 활성화 연구	최일선
04	회복탄력성 개념을 적용한 항만 위기관리 시스템 구축 연구	김성기
05	중대재해처벌법 시행에 따른 항만에서의 대응방안 연구	최상균
06	크루즈산업 COVID-19 방역체계 구축방안 연구	황진희
07	한국형 선주사의 최적 운영방안 연구	고병욱
08	어촌형 생활서비스 전달체계 개선 연구	이호림
09	원양산업의 ESG 도입 기초 연구	윤미경
10	수상레저활동 관리체계 개선방안 연구	홍장원
11	연안지역 자연성 회복을 위한 정책 방향_간척지·담수호 중심으로	정지호
12	스마트항만 구축에 따른 탄소저감 효과 연구 - 동력전환을 중심으로 -	김가현

Ⅰ 2020년

01	포스트 코로나 19 해양수산 분야 정책방안	박광서
02	생분해성 어구 사용 활성화 방안 연구	심성현
03	해양법 전문인력 양성 방안 연구	박영길
04	무인도서 해양주권 강화와 이용 활성화를 위한 제도 개선방안	정지호
05	지역 해양수산 재정분권 대응방향	황재희
06	데이터 3법 개정에 따른 항만·물류 데이터 활용도 제고 방안	이기열
07	양식 활어 유통 효율화 방안 연구	마창모
08	해양레저관광사업 추진을 위한 제도정비 방안	홍장원
09	해양바이오기업의 규제 정비 방안 연구	최석문
10	비상체제 시 선원의 안전을 위한 선박-항만-항공 이동경로 구축방안	이혜진

일반연구보고서 발간목록

Ⅰ 2021년

01	해양수산 정책영향평가를 위한 기초 연구	김주현
02	해양교육의 사회·경제적 가치 평가 연구	이슬기
03	해양수산업 경기진단체계 기초연구 - 해운업을 중심으로	권장한
04	선박 기술진보를 고려한 탄소 배출량 추정 연구	최건우
05	서포트벡터머신(SVM) 기법을 활용한 해운시황 예측 연구	김병주
06	크루즈 여객 수요 전망 모형 구축 연구	안승현
07	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅲ)	서정용
08	수출용 전복의 유통경로 분석 연구	이정필
09	인공지능기반 해상운임 예측 연구(3차년도)	황수진
10	인공신경망모형을 이용한 양식수산물 단수 전망에 관한 연구 - 김 양식을 중심으로 -	천성훈
11	해양수산분야 미래 리스크 발굴 및 파급효과 분석 연구	박광서

Ⅰ 2020년

01	지역 해양관광 경쟁력 지수 체계화 연구	최일선
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구	강무홍
03	김 중기 수급전망모형 「Gim-MFoS」 구축 연구	허수진
04	중앙 북극 공해 비규제어업방지협정 이행방안 연구	김민수
05	동해 평화관광구역 조성 방안 연구	윤인주
06	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅱ) - 일반 수출입 컨테이너 정보교환방식 중심 -	이연경
07	스트레스 테스트를 통한 우리나라 해운·조선 기업의 안정성 분석	박성화
08	인공지능기반 해상운임예측 연구	황수진
09	국제물류주산업 실태분석 및 경쟁력 제고 방향 연구	최나영환
10	디지털화에 따른 개별 직업의 대체 가능성 추정 연구	박희대
11	시계열 분석을 통한 해운시장 분석 및 예측 연구	고병욱
12	해양수산분야 글로벌 경제효과 분석모형(KMI-GEM) 시범 구축 연구	임병호
13	해운항만물류 인력양성사업 관리운영 제도 개선 방안 연구	이자연

연구개발적립금연구 2021-02

주요 양식어류 수급전망 고도화를 위한 모형 구축 연구

인쇄 2022년 2월 26일

발행 2022년 2월 28일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주 소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 효민디앤피 (051-807-5100)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 15,000원