

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축 연구(2차년도)

A Study on the Establishment of a Forecasting Model
「KMI-FOSiM」 for Fisheries(2nd year)

2019. 12.

이현동 | 하현정 | 허수진



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진

이헌동 한국해양수산개발원 수산연구본부 부연구위원
하현정 한국해양수산개발원 수산정책사업본부 연구원
허수진 한국해양수산개발원 수산정책사업본부 연구원

보고서 집필 내역

연구책임자

이헌동 연구총괄, 제1장, 제2장 제1절~제2절 일부, 제3절, 제3장 제2절~제3절, 제4장 제1절~제4절 일부, 제5장 제1절, 제2절~제3절 일부, 제6장

연구진

하현정 제2장 제1절 일부, 제3장 제1절 일부, 제4장 제1절~제4절 일부, 제5장 제2절~제3절 일부
허수진 제2장 제2절 일부, 제3장 제1절 일부, 제4장 제1절~제4절 일부, 제5장 제2절~제3절 일부

산·학·연·정 연구자문위원

김도훈 부경대학교 해양수산경영학과 교수
김봉태 부경대학교 경제학부 교수
서홍석 한국농촌경제연구원 모형정책지원팀장
이용호 산업연구원 산업통계분석본부 박사
홍현표 한국해양수산개발원 명예연구위원
송준석 해양수산부 서기관
심상철 해양수산부 서기관

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

수산업·어촌이 직면한 대내외 환경의 불확실성이 심화되고 있다. 인구·사회구조 변화에 따라 수산물 소비 트렌드가 바뀌고 있고, 기후변화, 예측하기 어려운 수산자원의 변동, 양식산업 성장 등으로 수산물 생산도 과거와 달라진 양상을 보이고 있다. 수산물 수입은 매년 사상 최고치를 경신할 만큼 계속 증가하고 있다. 어촌은 고령화가 빠르게 진행되면서 늙어가고 있고, 어가, 어가인구의 감소는 ‘어촌 소멸’이 우려될 만큼 심각한 수준에 이르렀다.

이러한 상황에서 “미래 수산업·어촌 정책은 어떤 목표와 방향성을 갖고 전략적으로 접근해야 하는가?” 라는 문제에 우리 수산계가 직면해 있다. 수산업·어촌의 바람직한 미래상을 설정하고, 정책 목표와 수단을 구체화하기 위해서는 현실에 대한 냉철한 진단과 더불어 합리적인 미래 전망이 필수적으로 요구된다. 특히 수산부문 주요 지표에 대한 정량적 전망정보는 정책의 설계에 있어서 중요한 기초자료로 활용된다. 따라서 과학적이고, 공신력 있는 기법을 활용한 전망정보의 생성이 무엇보다 중요하며, 이를 제공하는 것은 한국해양수산개발원과 같은 정책연구기관의 고유한 책무이자 역할이라 할 수 있다.

이에 따라 우리 연구원에서는 수산업·어촌의 미래상에 대한 합리적인 전망, 대내외 수산환경 변화가 국내 수산부문에 미치는 파급효과를

시뮬레이션 할 수 있는 ‘수산부문 전망모형’ 구축 연구를 2018~2019년 2개년 과제로 수행하였다. 1차 연도에는 양식어업 전망모듈을 개발하였고, 2차 연도 본 연구에서는 어로어업 전망모듈을 추가하여 모형의 전체 체계를 완성하였다. 이 모형은 한국해양수산개발원의 ‘수산부문 전망모형’, 「KMI-FOSiM(Korea Maritime Institute-Fisheries Outlook and Simulation Model)」으로 명명하였다. 향후 「KMI-FOSiM」은 해양수산부의 수산업·어촌 정책 수립, 각종 기본계획 마련, 대내외 경제·정책환경 변화에 따른 파급효과 분석 등에 정량적 분석정보를 제공하며, 다양하게 활용될 것으로 기대된다.

이 연구는 수산연구본부 수산정책연구실의 이현동 부연구위원이 연구책임을 맡았으며, 2018년 1차 연도에는 하현정 연구원, 성진우·이기영·강효녕 전문연구원, 김대영 연구위원, 2019년 본 연구에는 하현정·허수진 연구원이 참여하였다. 「KMI-FOSiM」의 구축에 헌신적인 노력을 다한 연구진들의 노고에 깊은 감사를 드린다. 한편, 2년의 연구 수행과정에서 다양한 분야의 전문가들이 도움을 주셨다. 부산대 조재환 교수, 부경대 김봉태·남종오·김도훈 교수, 산업연구원 이용호 박사, 한국농촌경제연구원 서홍석 박사, 수산경제연구원 조용준 박사, 해양수산부 심상철·송준석 서기관, KMI 명예연구위원으로 재직 중인 홍현표 박사 등은 연구의 질적 완성도를 높이는데 유익한 자문과 조언을 아끼지 않았다. 자문위원들께 진심으로 감사드리며, 이 연구보고서가 출판되기까지 또 다른 도움을 주신 분들께도 깊은 감사의 말씀을 드린다.

2019년 12월
한국해양수산개발원
원장 장 영 태

목차

❖ 요약 · i

❖ Executive Summary · vii

제 1 장 서 론 · 1

제1절 연구배경 및 필요성	1
제2절 연구목적	5
제3절 연구범위 및 추진방법	6
1. 연구의 내용적 범위	6
2. 연구 추진방법	8
제4절 본 연구의 차별성	10

제 2 장 「KMI-FOSIM」 어로어업 전망모듈 구축을 위한 이론적 검토 · 11

제1절 수산자원과 어업생산의 관계	12
1. 수산자원과 어업생산함수	12
2. 어업생산력의 측정	17
3. 어업생산의 수급균형	18
제2절 수산자원 추정 및 평가방법	20
1. 고전적 자원평가 방법	20
2. 최근의 자원평가 기법	22
제3절 어로어업 전망모형 구축의 한계와 시사점	27

1. 어로어업 생산 전망의 특수성과 한계	27
2. 시사점	30

제 3 장 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축 · 33	
제1절 기초통계 DB의 구축	33
1. 거시경제 및 투입요소가격 DB	34
2. 어업생산 및 어선세력 DB	38
3. 수산물 가격 DB	45
4. 수산물 수출입 DB	48
5. 어촌·어가경제 DB	51
6. 재고량 DB	54
7. 갈치, 고등어 수급 전망모형 관련 DB	55
제2절 「KMI-FOSiM」 구축의 기본방향	59
1. 현실적 제약을 고려한 어업별·종류별·품종별 모형 구축	59
2. 어획노력량 변수를 활용한 생산함수 추정	60
3. 축차형(Recursive) 방식의 균형가격 도출	61
4. 수산부문 총량지표의 산출방식 개선	62
5. 모형 운용 프로그램을 EXCEL 기반으로 전환	64
6. 전망모형의 정책 활용도 제고	66
제3절 「KMI-FOSiM」의 세부 구조	67
1. 1차 연도 양식어업 전망모듈의 구조	67
2. 「KMI-FOSiM」의 전체 구조 및 품종 모형의 구조	69

제 4 장 「KMI-FOSiM」 추정결과 및 모형의 예측력 검증 · 73	
제1절 어로어업 전망모듈 추정결과	74
1. 거시 및 투입요소 부문	74
2. 어업생산 부문	82
3. 가격 부문	97

4. 수출 및 수입 부문	102
5. 재고 부문	111
6. 어로어가경제 부문	114
제2절 품종별(갈치, 고등어) 모형 추정결과	117
1. 갈치	118
2. 고등어	124
제3절 양식어업 전망모듈 추정결과	131
1. 투입요소 부문	131
2. 양식생산 부문	132
3. 가격 부문	134
4. 수출 및 수입 부문	135
5. 양식어가경제 부문	138
제4절 모형의 예측력 검정	139
1. 어로어업 전망모듈의 예측력 검정결과	141
2. 양식어업 전망모듈의 예측력 검정결과	144
3. 갈치, 고등어 수급 전망모듈의 예측력 검정결과	148

제 5 장 「KMI-FOSiM」을 이용한 수산부문 전망 및 정책 시뮬레이션 · 151

제1절 수산부문 전망 총량지표 검토	151
제2절 「KMI-FOSiM」을 이용한 주요 지표 전망결과	153
1. 주요 외생변수 가정	153
2. 수산업·어촌 총량지표 전망결과	154
3. 어로어업 주요 지표 전망결과	158
4. 양식어업 주요 지표 전망결과	160
5. 갈치·고등어 수급모형 전망결과	162
제3절 정책 시뮬레이션 분석	165
1. 시뮬레이션 시나리오 설정	165
2. 시나리오별 시뮬레이션 결과	166

제 6 장	결론 및 정책제언 · 171
	제1절 연구결과 요약 171
	제2절 향후 개선과제 및 정책제언 174
	1. 향후 개선과제 174
	2. 「KMI-FOSiM」 운용·개편 로드맵 176
	3. 정책제언 180

❖	참고문헌 · 185
----------	-------------------

❖	부 록 · 193
----------	------------------

표 목차



〈표 1-1〉 2018~2019년 2개년 연구의 추진방법	9
〈표 2-1〉 환경수용량 및 잠재자원생산량 추정치	26
〈표 2-2〉 수산자원 평가 단계별 정보 수준과 조사방법	30
〈표 3-1〉 주요 거시경제변수 기초통계 구축현황	34
〈표 3-2〉 투입요소가격 관련 기초통계 구축현황	37
〈표 3-3〉 연근해어업 생산량 및 생산금액 DB 구축현황	39
〈표 3-4〉 원양어업 생산량 및 생산금액 DB 구축현황	40
〈표 3-5〉 내수면어업 생산량 및 생산금액 DB 구축현황	41
〈표 3-6〉 어법별 생산량 및 생산금액 DB 구축현황	42
〈표 3-7〉 전 세계 수산물 생산량 DB 구축현황	43
〈표 3-8〉 일반해면어업 어선세력 DB 구축현황	44
〈표 3-9〉 원양어업 어선세력 DB 구축현황	44
〈표 3-10〉 어획 수산물 산지가격 DB 구축현황	46
〈표 3-11〉 수산물 생산자물가지수 DB 구축현황	47
〈표 3-12〉 수산물 도소매가격 관련 DB 구축현황	48
〈표 3-13〉 수산물 수출입 DB의 집계내역	50
〈표 3-14〉 오징어의 HS 세부내역 예시	51
〈표 3-15〉 어촌·어가경제 DB 구축현황	52
〈표 3-16〉 국립수산물품질관리원 재고통계의 조사어종	55
〈표 3-17〉 갈치, 고등어 투입요소가격 및 생산 DB 구축현황	56
〈표 3-18〉 갈치, 고등어 가격 DB 구축현황	57
〈표 3-19〉 갈치, 고등어 수출입 HS 코드 세부 내역	58
〈표 3-20〉 갈치, 고등어 재고 DB 구축현황	58
〈표 4-1〉 국민처분가능소득 추정결과	75

〈표 4-2〉 도시근로자 가구소득 추정결과	76
〈표 4-3〉 미끼구입비 추정결과	77
〈표 4-4〉 얼음대 추정결과	78
〈표 4-5〉 물품비 추정결과	79
〈표 4-6〉 노무비 추정결과	80
〈표 4-7〉 광열비 추정결과	81
〈표 4-8〉 어구 구입·보수비 추정결과	81
〈표 4-9〉 일반해면어업 어류 어획노력량 함수 추정결과	85
〈표 4-10〉 일반해면어업 어류 CPUE 함수 추정결과	86
〈표 4-11〉 일반해면어업 갑각류 어획노력량 함수 추정결과	87
〈표 4-12〉 일반해면어업 갑각류 CPUE 함수 추정결과	88
〈표 4-13〉 일반해면어업 패류 어획노력량 함수 추정결과	89
〈표 4-14〉 일반해면어업 패류 CPUE 함수 추정결과	90
〈표 4-15〉 일반해면어업 연체동물 어획노력량 함수 추정결과	91
〈표 4-16〉 일반해면어업 연체동물 CPUE 함수 추정결과	92
〈표 4-17〉 원양어업 어류 생산량 함수 추정결과	94
〈표 4-18〉 원양어업 연체동물 생산량 함수 추정결과	95
〈표 4-19〉 내수면어업 어류 생산량 함수 추정결과	96
〈표 4-20〉 내수면어업 패류 생산량 함수 추정결과	97
〈표 4-21〉 어류 역수요함수 추정결과	99
〈표 4-22〉 갑각류 역수요함수 추정결과	100
〈표 4-23〉 패류 역수요함수 추정결과	101
〈표 4-24〉 연체동물 역수요함수 추정결과	102
〈표 4-25〉 어류 수출함수 추정결과	104
〈표 4-26〉 갑각류 수출함수 추정결과	105
〈표 4-27〉 패류 수출함수 추정결과	106
〈표 4-28〉 연체동물 수출함수 추정결과	107
〈표 4-29〉 어류 수입수요함수 추정결과	108
〈표 4-30〉 갑각류 수입수요함수 추정결과	109
〈표 4-31〉 패류 수입수요함수 추정결과	110

〈표 4-32〉 연체동물 수입수요함수 추정결과	111
〈표 4-33〉 어류 재고함수 추정결과	112
〈표 4-34〉 연체동물 재고함수 추정결과	113
〈표 4-35〉 어업외소득 방정식 추정결과	115
〈표 4-36〉 어로어가수 방정식 추정결과	116
〈표 4-37〉 어로어가 인구 방정식 추정결과	117
〈표 4-38〉 갈치 어획노력량 함수 추정결과	119
〈표 4-39〉 갈치 CPUE 함수 추정결과	120
〈표 4-40〉 갈치 역수요함수 추정결과	121
〈표 4-41〉 갈치 수출함수 추정결과	121
〈표 4-42〉 갈치 수입수요함수 추정결과	122
〈표 4-43〉 갈치 재고함수 추정결과	123
〈표 4-44〉 고등어 어획노력량 함수 추정결과	124
〈표 4-45〉 고등어 CPUE 함수 추정결과	125
〈표 4-46〉 고등어 역수요함수 추정결과	126
〈표 4-47〉 고등어 수출함수 추정결과	127
〈표 4-48〉 대노르웨이 고등어 수입수요함수 추정결과	128
〈표 4-49〉 대중국 고등어 수입수요함수 추정결과	129
〈표 4-50〉 대기타 국가 고등어 수입수요함수 추정결과	129
〈표 4-51〉 고등어 재고함수 추정결과	130
〈표 4-52〉 양식어업 투입요소가격 추정결과	131
〈표 4-53〉 양식어업 품종별 생산량 함수 추정 결과	133
〈표 4-54〉 양식어업 품종별 시설량 함수 추정결과	134
〈표 4-55〉 양식어업 품종별 단위 함수 추정결과	134
〈표 4-56〉 양식어업 품종별 역수요함수 추정결과	135
〈표 4-57〉 양식어업 품종별 수출함수 추정결과	136
〈표 4-58〉 양식어업 수입수요함수 추정결과	138
〈표 4-59〉 양식어가경제 부문 추정결과	139
〈표 4-60〉 거시경제 부문의 예측력 검정 결과	141
〈표 4-61〉 어로어업 투입요소부문의 예측력 검정 결과	142

〈표 4-62〉 어로어업 부류별 생산량의 예측력 검정결과	142
〈표 4-63〉 어로어업 부류별 가격의 예측력 검정결과	143
〈표 4-64〉 어로어업 부류별 수출입량 및 재고량의 예측력 검정결과	144
〈표 4-65〉 어로어업 어가경제지표의 예측력 검정결과	144
〈표 4-66〉 양식어업 투입요소가격의 예측력 검정결과	145
〈표 4-67〉 양식어업 품종별 생산량의 예측력 검정결과	145
〈표 4-68〉 양식어업 품종별 가격의 예측력 검정결과	146
〈표 4-69〉 양식어업 품종별 수출입량의 예측력 검정결과	147
〈표 4-70〉 양식어업 어가경제지표의 예측력 검정결과	148
〈표 4-71〉 갈치 수급 전망모형 예측력 검정결과	148
〈표 4-72〉 고등어 수급전망모형 예측력 검정결과	149
〈표 5-1〉 수산부문 전망을 위한 주요 총량지표	152
〈표 5-2〉 전망을 위한 주요 외생변수 가정	154
〈표 5-3〉 수산업·어촌 총량지표 전망결과	155
〈표 5-4〉 어로어업 주요 지표 전망결과	158
〈표 5-5〉 양식어업 주요 지표 전망결과	160
〈표 5-6〉 갈치 수급 및 가격 지표 전망결과	162
〈표 5-7〉 고등어 수급 및 가격 지표 전망결과	164
〈표 5-8〉 시뮬레이션 시나리오 설정	166
〈표 5-9〉 국제유가 10% 상승 시 주요 총량지표 변화	167
〈표 5-10〉 환율 상승 시 주요 총량지표 변화	168
〈표 5-11〉 어선척수 5% 감축 시 주요 총량지표 변화	169
〈표 5-12〉 단수(작황) 10% 감소 시 주요 총량지표 변화	170
〈표 6-1〉 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 운용·개편 추진계획	177
〈표 6-2〉 「KMI-FOSiM」의 향후 5년 운용·개편 로드맵	179
〈표 6-3〉 농림축산물의 생산비(소득)조사 추진현황	182

그림 목차



〈그림 1-1〉 수산부문 전망모형 구축·운용의 필요성	3
〈그림 1-2〉 본 연구의 범위	7
〈그림 2-1〉 생물경제모형의 개념도	14
〈그림 2-2〉 어업생산노력과 생산량, 어업의 공급곡선 및 수요곡선	19
〈그림 3-1〉 어업소득 DB의 보정 결과	53
〈그림 3-2〉 1차 연도에 구축된 「KMI-FOSiM」의 엑셀운용 프로그램	65
〈그림 3-3〉 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모듈의 구조	68
〈그림 3-4〉 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」의 전체 구조도	71
〈그림 3-5〉 갈치, 고등어 수급 전망모형의 전체 구조도	72
〈그림 5-1〉 수산업 총량지표 전망 추이	156
〈그림 5-2〉 어로어업 부문 주요 지표 전망 추이	159
〈그림 5-3〉 양식어업 부문 주요 지표 전망 추이	161
〈그림 5-4〉 갈치 수급 및 가격 지표 전망 추이	162
〈그림 5-5〉 고등어 수급 및 가격 지표 전망 추이	164

요약

수산부문 전망모형「KMI-FOSiM」 구축 연구(2/2차년도)

1. 연구의 목적

- ▶ 이 연구는 한국해양수산개발원에서 수산부문 전망에 이용해 오던 총량모형 「KMI-FSM(Fisheries Simulation Model)」의 한계와 문제점을 개선하고, 보다 새로운 관점에서 전망과 정책 시뮬레이션에 특화된 모형을 개발, 수산정책에 활용하는데 목적이 있음
- ▶ 2018~2019년 2개년에 걸쳐 개발된 한국해양수산개발원의 수산부문 전망모형은 「KMI-FOSiM(Fisheries Outlook and Simulation Model)」으로 명명하고자 함

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구방법

- ▶ 2년의 연구기간 동안 「KMI-FOSiM」을 구축하기 위해 산업 전망모

형 관련 선행연구 검토, 기초통계 DB 구축, 전문가 자문, 계량경제 모형의 구축 및 추정 등을 수행하였음

- 선행연구는 현재 산업 전망모형을 운용 중인 한국농촌경제연구원, 산업연구원, 한국개발연구원, 한국은행의 연구, 그리고 유엔식량농업기구(FAO)의 수산업 전망 관련 연구를 참조하였음
- 기초통계 DB는 거시경제 및 투입요소, 어업생산, 수출입, 수산물 가격, 소비 등 수급 항목을 중심으로 구축하였으며, 통계청, 한국은행, 해양수산부, 한국무역협회, 수협중앙회 등의 기관에서 수집하였음
- 「KMI-FOSiM」 구축 과정에서 한국농촌경제연구원 「KREI-KASMO」의 운용 실태, 모형 구축 방법론, 어로어업 자원량 추정 등에 대한 외부전문가 자문을 수행하였음
- 「KMI-FOSiM」을 구성하는 어로어업 및 양식어업 전망모듈의 추정은 계량경제분석 프로그램인 EViews를 이용하여 통상최소자승법(OLS)으로 추정하였으며, 전체 연립방정식 모형은 엑셀(EXCEL) 스프레드시트 기반으로 구현하였음

2) 연구의 특징

- ▶ 「KMI-FOSiM」은 우리나라 수산부문에 국한된 부분균형(partial equilibrium)모형으로 비수산 부문과 글로벌 시장요인은 모두 외생적으로 결정됨을 가정함
- 어업별·종류별·품종별 생산과 수출입, 소비, 가격, 거시경제변수 및 투입요소가격, 어촌·어가경제 부문의 제 변수들이 상호 유기적으로 연계되어 있는 연립방정식시스템(simultaneous equation system)으로 설계되었음

- ▶ 기존에 운용하던 수산업 전망모형(KMI-FSM)이 어류, 패류, 연체동물 등 수산물 종류별 수급 체계로 구축된 반면, 「KMI-FOSiM」에서는 넙치, 김, 갈치, 고등어 등과 같이 수산물 품종별 수급 체계로 전환했다는 점에서 가장 큰 차별성이 있음
 - 1차 연도 양식어업 전망모듈(Aquaculture module)은 넙치, 조피볼락, 전복, 굴, 홍합, 우렁챙이, 김, 미역, 다시마 9개 품종으로 구성되며, 이는 전체 양식어업 생산량의 약 95%를 포괄하고 있음
 - 2차 연도 어로어업 전망모듈(Capture fisheries module)에서는 갈치, 고등어 2개 품종의 수급 모형을 우선적으로 구축하였으며, 향후 후속 연구를 통해 어로어업 품종을 추가해나갈 계획임
- ▶ 「KMI-FOSiM」을 이용하여 수산물 생산, 수출입, 소비, 가격, 어촌·어가경제, 자급률 등의 총량지표를 전망할 수 있고, 국제유가와 환율의 급격한 변화, 국내 수산정책의 효과, 양식어업 작황 변화 등을 정책 시뮬레이션 할 수 있는 기반을 마련하였음

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- ▶ 본 보고서의 제2장에서는 어로어업 전망모형 구축을 위해 수산자원, 어업생산의 수급 균형 등에 대한 이론적 검토를 수행하였음
 - 어로어업 전망모형 구축에 있어서 어업자원량 추정의 한계와 정보이용의 제약 문제를 검토하였고, 어획노력량을 이용하여 생산합수를 추정하는 대안을 제시함
- ▶ 제3장에서는 「KMI-FOSiM」 구축을 위한 기초통계 DB 수집 현황,

- 모형 구축의 기본방향, 그리고 모형의 전체 구조도를 제시하였음
- 기초통계 DB는 거시경제 및 투입요소가격, 어업생산 및 어선세력, 가격, 수출입, 어촌·어가경제, 재고량, 갈치·고등어 수급 전망모형 관련 DB로 구분하여 구축하였음
 - 모형 구축의 기본방향으로 첫째, DB 등 현실적 제약을 고려한 어업별·종류별·품종별 모형 구축, 둘째, 어획노력량 변수를 활용한 생산함수 추정, 셋째, 축차형 균형가격 도출, 넷째, 수산부문 총량 지표의 산출방식 개선, 다섯째, 모형 운용 프로그램을 엑셀(EXCEL) 기반으로 전환, 여섯째, 전망모형의 정책 활용도 제고로 설정함
- ▶ 제4장에서는 「KMI-FOSiM」 어로어업 전망모듈, 갈치·고등어 수급 전망모듈, 그리고 1차 연도에 구축한 양식어업 전망모듈의 개별 방정식 재추정 결과를 제시하였음. 그리고 RMSPE, MAPE, Theil의 불균등계수를 이용하여 모형의 예측력을 검정하였음
- 개별방정식의 추정에 있어서는 모형의 전체적인 설명력과 통계적 유의성, 추정계수의 부호조건 등을 종합적으로 검토하여 최종 모형을 선정하였음
- ▶ 제5장에서는 본 연구에서 전망하고자 하는 수산업·어촌 총량지표를 어업생산, 수출입, 소비, 가격, 어촌 등의 부문별로 유형화하고, 「KMI-FOSiM」을 이용한 2019~2023년의 전망결과를 제시하였음
- 그리고 국제유가 및 환율의 변화, 어선감척 사업의 추진, 양식어업의 작황 변화를 일정한 시나리오로 가정한 후 시물레이션을 수행하여 「KMI-FOSiM」의 정책적 활용 가능성을 확인하였음
- ▶ 제6장에서는 연구결과를 요약하고, 향후 「KMI-FOSiM」의 개선과제와 운용·개편 로드맵, 정책제언을 제시하였음

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

- ▶ 「KMI-FOSiM」의 정책 활용도를 제고하기 위해 2020년부터 매년 운용·개편 연구 수행을 제안하였음. 통계 DB의 업데이트, 품종 확대, 모형의 구조 고도화, 예측력 향상을 위한 향후 5년의 운용·개편 로드맵도 제시하였음
- ▶ 해양수산부와 KMI 수산부서가 매년 상·하반기 2회, ‘수산정책협의회’ 개최를 정례화하고, 「KMI-FOSiM」의 수산정책 활용 분야, 이용 수요 등에 대한 실무적 논의가 이루어져야 함을 제시하였음
 - 특히 수산업·어촌 발전 기본계획, 수산자원관리 기본계획, 수산물 유통발전 기본계획, 양식산업 발전 기본계획 등 해양수산부의 법정 계획 수립 시 「KMI-FOSiM」의 분석결과를 활용할 필요가 있음
- ▶ 양식산업의 지속적인 성장으로 양식어가의 경영, 생산비 관련 통계 수요가 매우 커지고 있으나, 현재 양식 품종별로 경영실태를 진단할 수 있는 통계가 존재하지 않아 양식산업 정책 수립, 전망모형에서의 활용에 어려움이 많은 실정임
 - 이에 해양수산부가 「양식수산물 생산비 조사 설계 및 국가승인 통계화 방안」 기초연구를 수행하고, 이를 토대로 시급히 생산비 조사를 추진할 것을 제안하였음
- ▶ 수산물 소비량 산정체계 고도화를 위한 「비식용 수산물 이용실태 기초조사」를 추진할 것을 제안하였음
- ▶ 마지막으로 수산물 재고통계의 문제점 개선을 위해 「수산물 재고통계의 신뢰성 제고를 위한 조사기반 구축사업」 추진을 제안하였음

3) 정책적 기여 등 기대효과

- ▶ 「KMI-FOSiM」을 이용하여 분석된 전망 및 시뮬레이션 결과는 해양수산부의 수산물 자급률 목표 설정, 생산, 소비, 수출입, 재고 관련 정책의 수립, 각종 기본계획 및 지침 마련, 수산부문 연구 등에 다양하게 활용될 것으로 기대됨
- ▶ 특히 환율·국제유가의 급변, 어획노력량 조절, 양식면허 감축 등에 대한 파급효과를 사전적(ex-ante), 사후적(ex-post)으로 분석하여, 그 결과를 정부에 제공함으로써 한국해양수산개발원이 국책연구기관으로서 정책 지원 기능을 강화하는 데 기여할 것으로 기대됨

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on the Establishment of a Forecasting Model 「KMI-FOSiM」 for Fisheries(2/2nd year)

1. Purpose

- ▶ The purpose of this study is to improve on limitations and problems of the KMI-FSM(Fisheries Simulation Model), an aggregate model for forecasting the fisheries sector in the Korea Maritime Institute. This study also aims to develop a new model specializing in forecasting, simulating policies from new perspectives, and applying it to fisheries policies.
- ▶ The forecasting model in the fisheries sector by which KMI has developed from 2018 to 2019 is named the KMI-FOSiM(Fisheries Outlook and Simulation Model).

2. Methodology and Feature

1) Methodology

- ▶ During the 2 years of research period, the study carried out a review of preceding studies relevant to industrial forecasting models, establishing the database on statistics, consultation with experts and estimation of econometric models.
 - Preceding studies include research works published by those running an industrial forecasting model, including the Korea Rural Economic Institute(KREI), the Korea Institute for Industrial Economics and Trade(KIET), the Korea Development Institute (KDI) as well as UN FAO.
 - A basic statistical DB was established centering on items of the demand and supply, such as fisheries production, price of fishery products, export and import, consumption and others.
 - Consultation with experts were carried out during the process of establishing the KMI-FOSiM specifically on the operational status of 'KREI-KASMO' run by the Korea Rural Economic Institute(KREI), methodology of building the model.
 - The forecasting model of capture fisheries and aquaculture fisheries consisting of the KMI-FOSiM was estimated by the Ordinary Least Squares(OLS) method, while utilizing an econometric analysis program, EViews. The whole simultaneous equation model was established based on excel spreadsheets.

2) Feature

- ▶ As a partial equilibrium model only limited to Korea's fisheries sector, the KMI-FOSiM assumes that non-fisheries sectors and global market factors are all determined exogenously.
 - The model is designed as a simultaneous equation system, in which all variables are mutually connected with each other in sections such as production, import and export, consumption, price, macroeconomic variables, price of input elements and variables in fishing villages and fishery households.
- ▶ The existing model, the KMI-FSM was established under the supply and demand system by type of fishery products such as by fish, shellfish and Mollusca etc.
 - However, the biggest difference between the existing model and the KMI-FOSiM lies in that the new model is established under the supply and demand system by species of fishery products.
 - The aquaculture module, constructed in the first year of the study, consists of 9 species including halibut, rockfish, abalone, oyster, mussel, sea squirt, laver, sea mustard and kelp. This accounts for approximately 95% of the total production of aquaculture fisheries.
 - The capture fisheries module for the second year started establishing the demand and supply model of 2 species of hairtail and mackerel, steadily expanding the species of capture fisheries through follow up studies.
- ▶ By utilizing the KMI-FOSiM, this study has laid the foundation for forecasting aggregate indicators such as production of

fishery products, import and export, consumption, price, fishing village and fishery households and self-sufficiency rate.

- Furthermore, the model allows policy simulation on drastic changes of global oil prices and exchange rates, effects of domestic fisheries policies and changes of aquaculture harvests.

3. Results

1) Summary

- ▶ Chapter 2 of this study conducted a theoretical review on fishery resources and the balance of demand and supply of fishery production to establish a capture fisheries module.
- ▶ Chapter 3 includes the present status of collecting basic statistical DB, a basic direction of module construction and a complete structural map of the module for establishing the KMI-FOSiM.
- ▶ Chapter 4 presents the KMI-FOSiM forecasting model of capture fisheries, a forecasting model of supply and demand of hairtail, mackerel and results of reassessing equations of aquaculture forecasting module established in the first year of the study.
 - Moreover, it evaluates the forecasting power of the model by utilizing RMSPE, MAPE, and Theil's U.
- ▶ Chapter 5 presents the aggregate indicator of the fisheries industry and fishing villages that this study aims to forecast, specifically classify them into each section, including fishery

production, import and export, consumption, price and fishing village etc. Utilizing the KMI-FOSiM, it also provides forecasting results of the industry from 2019 to 2023.

- Assuming a variety of changes of into a certain scenario, this study confirmed the possibility of policy utilization of the KMI-FOSiM model. Specific scenarios that the model has run include changing global oil prices and exchange rates, implementing a project for reducing of the number of fishing boats, changing harvesting volume of aquaculture.
- ▶ Chapter 6 summarizes the results of the study, while suggesting improvement tasks, an operational and restructuring road map and policy suggestions of the KMI-FOSiM.

2) Policy suggestions and relevant activities

- ▶ In order to improve the policy utilization of KMI-FOSiM, we proposed a reorganization of the model from 2020. The roadmap for the next five years is presented to update the statistics database, expand the species of fishery products, advancement the model structure, and improve the predictive power.
- ▶ This study suggests that the Ministry of Oceans and Fisheries and the fisheries department of KMI regularly hold the 'Fisheries Policy Consultation Meeting' twice a year. Such a meeting may include a practical discussion on KMI-FOSiM concerning utilization areas of fisheries policies and its demand for use.

- In particular, it is necessary to utilize the analysis results of KMI-FOSiM when establishing the official plan of the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, including a master plan for development of fisheries/fishing villages, management of fishery resources, and development of fishery products distribution, etc.
- ▶ As the aquaculture industry grows, the demand for statistics on the production costs of aquaculture household is increasing. However, there are no statistics for diagnosing management status by aquaculture varieties, it is difficult to establish aquaculture industry policy and use them in the KMI-FOSiM.
- Accordingly, We proposed that the MOF carry out a project of 「A Study on the Establishment of a Survey System of the Production Cost of Aquaculture Products」, and urgently proceed with the production cost survey.
- ▶ Moreover, 「A Basic Survey on Utilization Status of Nonedible Fishery Products」 should be carried out to advance the calculation system of seafood consumption.
- ▶ Lastly, the study suggests implementing 「A Project for the Foundation for Improving the Statistical Reliability of Seafood inventory」 to improve on problems related to statistics of seafood stocks.

3) Expected benefits including policy contribution

- ▶ The forecasts and simulation results analyzed by the KMI-FOSiM will be broadly utilized by the Ministry of Oceans and Fisheries for establishing policies in MOF such as setting up the target

of self-sufficiency ratio, policies relevant to production, export and import, consumption and inventory, as well as for establishing relevant basic plans and guidelines.

- More specifically, the present study provides ex-ante and ex-post analysis on the impact of various changes such as drastic changes of exchange rates and global oil prices, adjustment of fishing efforts and reduction of aquaculture licenses. Providing these results to the government will contribute to enhancing the role of KMI as a government policy research institute.

제 1 장

서 론¹⁾

제1절 연구배경 및 필요성

전 세계적으로 기후변화, 수산자원 감소, 인구·사회구조 변화에 따른 식품소비 트렌드 변화 등으로 수산부문 전반에 걸쳐 불확실성이 커지고 있다. 국내 수산업도 대내외 여건 변화에 따라 수산물 수급의 변동성이 확대되는 가운데 중장기적으로 생산, 수출입, 소비와 같은 수급 요인과 어가인구, 어가소득 등의 어촌사회 지표가 어떻게 변화할지를 합리적으로 전망하고, 대응방안을 마련하는 것이 미래 수산업·어촌정책에 있어서 중요한 과제라 할 수 있다.

2015년 제정된 「수산업·어촌 발전 기본법」에서는 해양수산부가

1) 본 연구는 이현동 외, 「수산부문 전망모형 KMI-FOSiM 구축 연구(1/2) -양식산업 전망모형 구축을 중심으로」, 한국해양수산개발원, 2018(이하 '1차 연도 연구'로 표기)에 이어 수행된 2차 연도 최종 완결보고서이다. 제1장 서론, 제3장 기초통계 DB 구축, 모형 구축의 기본방향, 모형의 세부 구조, 제4장 모형의 추정 및 예측력 검증, 제6장의 향후 개선과제, 정책제언 등은 연속과제의 특성상 1차 연도 보고서의 내용을 상당 부분 포함하여 종합 정리하였음을 서두에서 미리 밝힌다.

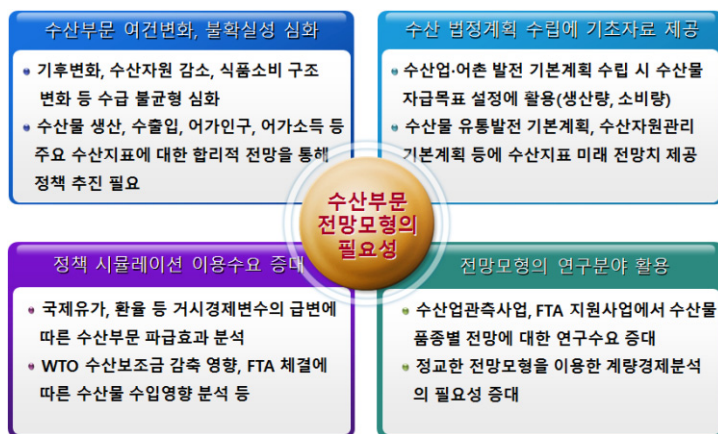
법정계획으로서 ‘수산업·어촌 발전 기본계획’을 수립하도록 하였다. 이 계획에서는 수산물의 자급률 목표를 설정·고시하고, 수산업·어촌에 대한 중장기 정책의 지표로 이용하도록 규정하였다. 수산물 자급률 목표를 설정하기 위해서는 생산량과 소비량에 대한 합리적인 전망치가 필요하며, 이를 도출하기 위해서는 수산물 수급 시스템 전반을 포괄하는 계량경제학 기반의 전망모형 구축이 필수적으로 요구된다. 이 외에도 ‘수산물 유통발전 기본계획’, ‘수산자원관리 기본계획’, ‘해양수산물발전기본계획’ 등 법정계획 수립을 위해서는 수산업·어촌의 주요 정책지표에 대한 공신력 있는 전망치를 필요로 한다.

한편, 국제유가, 환율 등 거시경제 변수의 급격한 변화, 어선 감척이나 양식어업 면허 조정 등 수산정책의 변화, WTO 수산보조금 감축 및 FTA 체결 등 대내외 수산환경 변화가 국내 수산업에 미치는 영향을 분석하고, 수산업·어촌 정책에 활용하기 위한 연구수요도 커지고 있다. 그리고 수산업 관측사업의 추진, FTA 체결에 따른 어업인 지원 등에 있어서도 수산물 품종으로까지 세분화된 전망과 정책효과 분석의 필요성이 매우 큰 것이 현실이다.

이와 같이 대내외 여건변화를 반영하여 수산부문에 대한 중장기 전망과 다양한 정책효과 실험(simulation)을 수행하기 위해서는 정교한 계량경제모형의 구축이 필수적으로 요구된다. 이러한 필요성에 따라 한국해양수산개발원(KMI)은 2003년 「수산부문 총량모형 구축을 위한 기초적 연구」, 2004년 「수산부문 전망을 위한 총량모형의 구축」 연구를 통해 「KMI-FSM(Fisheries Simulation Model) 2004」를 개발하였다. 수산부문에서 처음으로 개발된 전망모형으로서 의의가 있지만, 후속연구를 통해 수산물 분류체계 확장, 기초통계 개선, 모형을 구성하는 세부 방정식의 개편이 이루어지지 못하였다. 단지 기

초통계 데이터베이스(DB)를 매년 갱신(update)하는 수준에서 모형이 관리됨에 따라 모형의 현실 설명력과 정책 활용도가 크게 저하되는 문제가 발생하였다.

〈그림 1-1〉 수산부문 전망모형 구축·운용의 필요성



자료: 저자 작성

그러다 지난 2013년 「중단기 주요 수산지표 전망에 관한 연구」를 통해 「KMI-FSM 2004」의 개편이 이루어졌다. 그러나 이 연구도 2004년 모형의 체계를 그대로 유지하는 수준의 개편으로서 전망모형의 현실 설명력과 예측력을 높이는데 중점을 둔 반면, 대내외 수산환경 변화를 고려하여 다양한 정책실험을 수행할 수 있는 기능을 갖추지는 못했다고 평가할 수 있다. 이 연구 이후에도 후속연구를 통한 모형의 개편이 이루어지지 않아 수산정책 지원, 관련 연구에 활용하기 어려운 상황에 이르렀다.

수산부문과 달리 농업부문의 전망모형 구축은 역사가 매우 깊고, 최근에 이르기까지 매년 모형의 체계를 고도화하는 작업을 수행하고

있다. 농업부문은 한국농촌경제연구원이 중심이 되어 1970~1980년대부터 총량지표 전망 및 정책효과 분석을 위한 연구를 시작하였다. 1995년 「KREI-ASMO」 구축, 2008년 「KREI-KASMO」 구축 이후부터 현재에 이르기까지 매년 모형의 고도화를 위한 개편 연구를 추진하고 있다. 산업 전망과 시뮬레이션에 특화된 계량경제모형은 구축 자체도 중요하지만, DB의 갱신, 개별방정식 파라미터의 재추정, 산업환경 변화의 모형 내 반영, 모형의 예측력 향상 등이 매년 주기적으로 이루어져야 정책연구 모형으로서 활용 가치를 가질 수 있다.

이러한 측면에서 과거에 구축된 「KMI-FSM」의 한계와 문제점을 극복하고, 수산부문 전망과 정책 시뮬레이션에 특화된 새로운 모형의 개발이 시급히 이루어져야 한다. 기존 모형의 구조, 기초통계 DB, 방정식체계, 추정방법, 분석 및 운용 프로그램, 정책 시뮬레이션 기능 등을 전면적으로 재검토하여 완전히 새로운 형태의 전망모형을 구축하기 위한 기초연구가 필요하다. 이 같은 전면적인 개편은 1년 단기연구로 수행하기에는 한계가 있으며, 최소 2~3년의 기초연구와 후속 연구사업을 통해 모형의 전체 구조와 하위 모듈의 체계를 견고하게 설정해가는 노력이 필요하다. 또한 모형 구축 이후 운용·개편에 대한 중장기 로드맵을 마련하여 모형이 지속적으로 유지·관리될 수 있는 기반을 마련하는 것도 중요한 과제라 할 수 있다.

이에 따라 2018~2019년 2개년 과제로 본 기초연구가 수행되었다. 이 연구를 통해 새롭게 구축되는 모형은 수산업·어촌부문 주요 총량지표에 대한 중단기 전망을 수행할 수 있고, 다양한 시뮬레이션 기능의 탑재까지 고려하였는데, 그 명칭을 ‘한국해양수산개발원의 수산부문 전망모형’, 「KMI-FOSiM(Fisheries Outlook and Simulation Model)」으로 명명하고자 한다.

제2절 연구목적

본 연구는 2003~2004년, 2013년 수산부문 전망모형(KMI-FSM)의 틀(frame)을 완전히 벗어나, 새로운 관점에서 수산업·어촌 전망과 정책 시뮬레이션에 특화된 총량모형 「KMI-FOSiM(Fisheries Outlook and Simulation Model)」을 구축하고, 이를 수산정책에 다방면으로 활용하는 데 목적이 있다.

1차 연도 연구에서는 「KMI-FOSiM」 체계의 하위 모듈로서 양식어업 전망에 특화된 모듈(Aquaculture Module)의 구축에 주안점을 두었다. 모형 구축에 있어서 양식어업을 우선적으로 고려한 것은 국내 수산물 생산에서 양식 비중이 계속 커짐에 따라, 정책적으로도 양식어업 주요 지표에 대한 전망치 이용 수요가 확대되었기 때문이다. 또한 사전적으로 검토한 결과, 불확실성이 매우 큰 어로어업에 비해 양식어업이 시장 수급과 가격의 인과관계를 발견하는 것이 상대적으로 용이하여 「KMI-FOSiM」의 초기 설계(design)에 적합하다고 판단하였다.

2019년 본 연구에서는 어로어업 모듈(capture fisheries module)을 구축하고, 1차 연도 양식어업 모듈과 연계·통합하여 「KMI-FOSiM」의 전체 체계를 완성하는데 목적을 두었다. 특히 2차 연도에는 고등어, 갈치 2개 품종의 수급 전망모형을 시범적으로 구축하고, 향후 품종을 확대할 수 있는 기반을 마련함으로써, 중장기적으로 어로어업도 품종별 모형으로 전환을 시도한다는 점에서 의의가 있다. 또한 향후 「KMI-FOSiM」의 운용·개편 로드맵을 제시하여 신규 전망모형이 지속적으로 운용될 수 있는 기반을 마련하고자 한다.

제3절 연구범위 및 추진방법

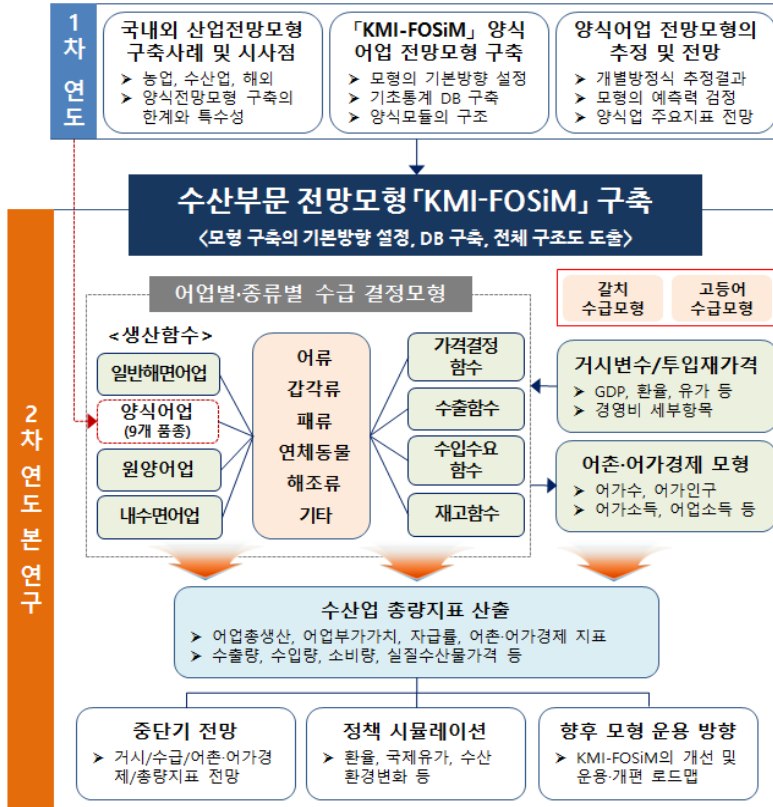
1. 연구의 내용적 범위

본 연구는 2개년 과제로 기획되었다. 이현동 외(2018)의 1차 연도 연구에서는 「KMI-FOSiM」의 기초를 설계하는 관점에서 해외 및 국내 농수산 분야의 전망모형 구축실태와 특징, 시사점을 살펴보았다. 그리고 양식어업 전망모형 구축에 있어서 고려할 특수성과 구축과정에서의 한계를 중점적으로 검토하였다. 실제 모형의 설계에 있어서는 넙치, 조피볼락, 굴, 전복, 홍합, 우렁챙이, 김, 미역, 다시마와 같이 양식어업 품종별로 수급을 전망할 수 있고, 집계되어(aggregated) 양식어업 전체 수급을 전망할 수 있는 모형을 구축하였다.

본 연구에서는 1차 연도에 구축된 양식모듈에 일반해면어업, 원양어업, 내수면어업 모듈을 연계·통합함으로써 「KMI-FOSiM」의 전체 체계를 완성하고자 한다. 4개 부문의 어업별로 생산되는 수산물의 유형을 어류, 갑각류, 패류, 연체동물, 해조류, 기타수산동물과 같이 6개로 구분하였으며, 생산함수, 수출함수, 수입수요함수, 가격결정함수(역수요함수), 재고함수 등을 추정하게 된다.

수산물 수급 결정모형에는 거시경제 변수, 어업별 투입요소가격 변수가 영향을 미치며, 수급 결정모형에서 도출된 각종 변수들이 어촌·어가경제모형에 투입되는 구조로 설계되었다. 「KMI-FOSiM」을 구성하는 각종 하위 모듈에서 추정된 결과는 최종적으로 수산업 총량지표로 집계되어 산출된다. 본 연구의 범위를 내용적 측면에서 도식화하면 <그림 1-2>와 같다.

〈그림 1-2〉 본 연구의 범위



자료: 저자 작성

한편, 이번 연도에는 일반해면어업에서 생산되는 수산물 중 갈치, 고등어 2개 품종의 수급 전망모형을 시범적으로 구축하였다. 품종 기반으로 전망모형을 구축한 양식어업과 달리 일반해면, 원양, 내수면 어업 등 어로어업에서 생산되는 수산물 품종은 200종 이상에 달한다. 따라서 단기에 많은 품종을 포괄하는 수급 전망모형을 구축하기에는 한계가 있어 본 연구 이후에도 매년 품종을 지속적으로 확대해나가는 단계별 접근이 요구된다. 현 시점에서는 갈치, 고등어 수급

전망모형이 「KMI-FOSiM」의 전체 체계나 일반해면어업 수급과 연계되지는 않고, 별도로 운용되는 구조로 설계되었다.

2. 연구 추진방법

1차 연도에는 국내외 산업 전망모형에 대한 선행연구 검토, 양식어업 전망모듈의 기초통계 DB 구축, 한국농촌경제연구원(KREI)의 연구자문, 국제연합 식량농업기구(UN FAO) 출장을 통한 세계 수산업 중장기 전망모형(Fish Model) 운용실태 자문 등이 이루어졌다. 이번 연도에는 일반해면, 원양, 내수면 어업을 포함하는 어로어업 전망모듈을 구축하는데 주안점을 두어 따라 수산자원과 어업생산의 관계에 대한 이론적 검토를 수행하였다. 특히 어로어업 생산함수를 추정함에 있어서 자원량 및 어획노력량 변수의 포함 여부, 포함 시 자료의 확보와 추정의 문제 등을 이론적 배경 하에 검토하였다. 이 과정에서 수산자원경제 분야 전문가 자문을 수행하였다.

다음으로 「KMI-FOSiM」을 구성하는 다양한 기초통계 데이터베이스를 구축하였다. DB는 거시경제 및 투입요소, 수산물 생산, 수산물 가격, 수출입, 소비 부문 등으로 구분하여 구축하였으며, 통계청, 한국은행, 해양수산부, 수협중앙회, 한국무역협회, 한국농수산식품유통공사 등 다양한 기관에서 제공하는 통계를 수집하였다. 통계자료의 확보 기간은 DB별로 차이가 있지만, 대부분 1980년~2018년까지의 연별 자료로 구축하였다. 실제 모형에 투입되지 않더라도 향후 모형의 확장, 개별방정식의 설명변수로 추가 등을 고려, 최대한 많은 DB를 광범위하게 구축하였다. 그리고 「KMI-FOSiM」을 이용한 수산부문 총량지표 전망과 정책 시뮬레이션을 수행하였다.

〈표 1-1〉 2018~2019년 2개년 연구의 추진방법

구분		세부 내용
1차 연도 (2018)	선행연구 검토	• 한국은행, 산업연구원, 한국농촌경제연구원의 전망모형 • 한국해양수산개발원 수산업 전망모형(KMI-FSM) 및 수산업관측 품목별 수급 예측모형 등
	기초통계 DB 구축	• 거시변수, 투입요소가격, 양식어업 생산, 양식어가 경제, 양식수산물 가격, 양식수산물 수출입 등
	연구자문	• 한국농촌경제연구원 KREI-KASMO 운용실태 자문 • UN FAO의 세계 수산업 중장기 전망모형(Fish Model) 운용실태 자문(국외출장)
	모형 구축, 추정(계량분석), 전망	• 양식어업 전망모형 구축의 특수성과 한계 검토 • 양식어업 전망모듈 구축(넙치, 조피볼락, 전복, 굴, 홍합, 우렁챙이, 김, 미역, 다시마 9개 품종) • 양식어업 모듈 추정 : 거시 및 투입요소, 양식수산물 생산, 가격, 수출 및 수입, 양식어가경제 부문 • 전망 : 양식어업 총량지표를 중심으로 전망 수행
2차 연도 (2019)	이론적 검토	• 수산자원과 어업생산의 관계, 수산자원 추정 및 평가기법, 어로어업 전망의 특수성과 한계 검토
	기초통계 DB 구축	• 1차 연도 기초통계 DB 보완 • 어로어업 분야 어업생산 및 어선세력, 수산물 가격, 수출입, 어촌·어가경제, 재고량 DB 구축 • 갈치, 고등어 수급 관련 DB 구축
	연구자문	• 어로어업 자원량 추정·평가, 생산함수 추정 방법론 자문(부경대학교) • UN FAO의 세계 수산업 단기 전망모형(Short-term Projection model) 운용실태, 생물경제 모델링 분야 자문(국외출장)
	모형 구축, 추정(계량분석), 전망 및 시뮬레이션	• 어로어업 전망모듈 구축, 양식어업 전망모듈과 연계·통합하여 「KMI-FOSiM」의 전체 체계 완성 • 어로어업 모듈 추정: 거시 및 투입요소, 어업생산, 가격, 수출 및 수입, 재고, 어로어가경제 부문 • 갈치, 고등어 수급모형 추정, 양식어업 전망모듈 재추정 • 모형의 예측력 검증 • 「KMI-FOSiM」 총량지표, 갈치·고등어 수급 전망 • 국제유가, 환율, 정책환경, 어장환경 변화에 따른 시뮬레이션 수행

자료: 저자 작성

제4절 본 연구의 차별성

한국해양수산개발원이 2004년에 구축하여 지금까지 운용해오던 수산업 전망모형 「KMI-FSM」은 수산물의 수급 체계를 어류, 패류, 해조류 등과 같이 ‘종류별’로 설정하였다. 그러나 본 연구를 통해 개발된 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」은 수산물의 유형을 세부 ‘품종별’ 모형으로 전환했다는 점에서 가장 큰 차별성을 가진다. 양식어업 전망모듈에서는 넙치, 조피볼락, 김, 미역, 다시마, 굴, 전복, 홍합, 우렁쉥이 9개 품종을 포함, 국내 양식 생산량의 약 95%를 포괄하고 있다. 어로어업 전망모듈에서도 갈치, 고등어 2개 품종의 수급 모형을 우선적으로 구축하여 향후 품종을 지속적으로 확대해 나갈 수 있는 기반을 마련하였다.

그리고 전망모형의 운용체계를 과거 계량분석 패키지 RATS의 프로그래밍 방식에서 엑셀(Excel) 시트 기반으로 전면 개편함으로써 모형 운용의 편의성 제고, 다양한 정책 시뮬레이션에서의 활용도를 높였다는 점도 기존 모형과 차별화된다. 엑셀에서는 EViews 프로그램을 통해 분석된 개별방정식의 추정결과, 모형에 투입되는 기초통계 DB, 전망모형을 구성하는 변수들의 연립방정식 구조를 프로그래밍 방식보다는 보다 쉽게 파악할 수 있다. 또한 전망 및 정책 시뮬레이션 결과를 표나 그래프 등으로 시각화하기 용이하다는 장점도 있다.

마지막으로 「KMI-FOSiM」은 전망모형의 구조 설계, 개별방정식의 변수 설정 및 추정 등에 있어서 기존 모형에 비해 경제학적 이론에 보다 부합하고자 하였다. 이에 따라 전망모형 추정결과와 통계적 유의성과 모형의 예측력, 정책 시뮬레이션 기능을 한 단계 더 높인 것으로 평가할 수 있다.

제 2 장

「KMI-FOSiM」 어로어업 전망모듈
구축을 위한 이론적 검토

양식어업은 어장환경, 자연재해, 수산질병 등으로 생산에 있어서의 불확실성이 여전히 크지만 인간이 양식환경을 인위적으로 통제하고, 입식·양성·출하 등의 의사결정을 시장여건에 맞춰 어느 정도 조절하는 것이 가능하다.²⁾ 그러나 어로어업은 수산자원의 예측하기 어려운 변화와 어황의 불확실성이 대단히 커서 합리적인 수급 전망이 쉽지 않은 것이 현실이다. 특히 어로어업은 수산물 가격의 상승 또는 하락에 반응하여 시장에서 공급(생산)을 탄력적으로 조절하는 것이 대단히 어렵다는 특징이 있다. 이에 따라 수급 전망모형 구축 시 내생변수인 가격이 물량의 변화에 경제학적으로 유의하게 반응하지 않는 경우도 빈번하다.

2) 물론 이러한 여건도 양식 품종별로 큰 차이가 있다. 넙치, 조피볼락 등의 어류양식이나 전복양식은 시장여건에 따라 크기별 양성물량의 출하 조절이 다른 품종과 비교하면 상대적으로 용이한 편이라 할 수 있다. 그러나 김, 미역, 다시마, 굴, 홍합, 우렁χει 등 사료를 급이하지 않고 전적으로 자연환경에 의존하여 양식이 이루어지는 품종은 시장여건에 관계없이 탄력적인 출하 조절이 매우 어렵다는 특징이 있다.

이러한 상황에서 첫째, 중단기적으로 일반해면어업, 원양어업과 같은 어로어업 생산량을 어떻게 전망할 것인가?, 둘째, 어로어업 전망을 위한 생산함수 추정 시 자원량 변수를 포함시켜야 하는가?, 셋째, 어로어업의 생산량 변동을 유의하게 설명할 수 있는 자원량 기초 자료를 구하는 것이 가능한가? 라는 문제에 직면하게 된다. 이 장에서는 어로어업 전망모형 구축에서 고려해야 하는 이론적 배경과 특수성, 제반 문제점 등을 검토하고자 한다.

제1절 수산자원과 어업생산의 관계

1. 수산자원과 어업생산함수

수산자원(fishery resources)은 수중에 서식하는 수산동식물로서 국민경제 및 국민생활에 유용한 자원을 의미한다.³⁾ 통상적으로 수산자원 중에서 어업의 대상이 되는 자원을 ‘어업자원’으로 지칭한다. 수산자원은 번식에 의해 재생산이 이루어지는 자율 갱신적 자원(self-renewable resources)이자, 환경수용력에 따라 평균적인 자원량의 상한이 존재하는 밀도 의존적(density dependent) 자원이며, 사회경제적으로는 공유 재산적(common property) 자원이다. 수산자원의 변동은 해양환경의 영향을 받으며, 가입량, 성장량, 자연사망량, 어획량에 의해 결정된다.⁴⁾

3) 「수산자원관리법」 제2조(정의)

4) Russell(1931)은 이러한 수산자원의 변동을 $S_2 = S_1 + R + G - M - F$ 로 나타내었다. 여기서 S_1 은 초기 자원량, S_2 는 다음 해의 자원량, R 은 가입(출생)량, G 는 성장량, M 은 자연사망량, F 는 어획에 의한 사망량인 어획량을 의미한다. 여기서 $F = R + G - M$ 이면 $S_1 = S_2$ 가 되어 자원의 변동이 없는 평형상태, $F > R + G - M$ 이면 $S_1 > S_2$ 가 되어 자원은 감소, $F < R + G - M$ 이면 $S_1 < S_2$ 가 되어 자원은 증가하게 된다(장창익, 2014, p.25).

어업생산의 투입(input)과 산출(output)에 관한 관계를 미시경제학적 생산이론에 근거하여 살펴보면 다음과 같다. 일반적으로 수산자원경제 분야에서는 어업생산량(Q)을 자원량(X)과 어획노력(E) 2개 투입요소의 비교적 단순한 함수 형태로 가정한다.

$$Q = f(X, E) \quad [\text{식 2-1}]$$

$$E = f(L, K) \quad [\text{식 2-2}]$$

여기서 어획노력은 어선, 어구, 어선원, 조업시간, 출어횟수, 인망수 등을 고려하는 포괄적인 투입요소의 개념이다(이상고, 2007, p.51). 어업생산에 투입되는 노력(E)은 노동(L)과 자본(K)이라는 전통적인 생산요소의 함수이다. 경제학적 생산이론에서는 기본적으로 투입되는 생산요소들의 대체 관계를 가정하고 있다. 즉, 어업생산이 효율적으로 이루어지기 위해서는 자원량(X)과 어획노력(E)이 시장가격의 메커니즘 하에서 서로 대체될 수 있어야 한다. 다시 말해 하나의 투입요소를 늘렸을 때, 다른 투입요소를 얼마나 줄여야 하는지, 즉 투입요소 배분의 문제를 요소가격의 비율 하에서 유도하게 된다.

그러나 투입된 자원량과 어획노력은 상호 독립적인 대체관계가 아니라, 상호 종속적인 관계를 가진다.⁵⁾ 이는 자원량 X가 장기적으로 다른 생산요소인 어획노력 E에 영향을 받는 함수관계($X = f(E)$)가 성립하므로 전통적인 생산이론이 적용되지 않음을 의미한다. 결국 장기적으로 어획노력을 일정하게 유지하는 경우, 어업생산량 Q는 자

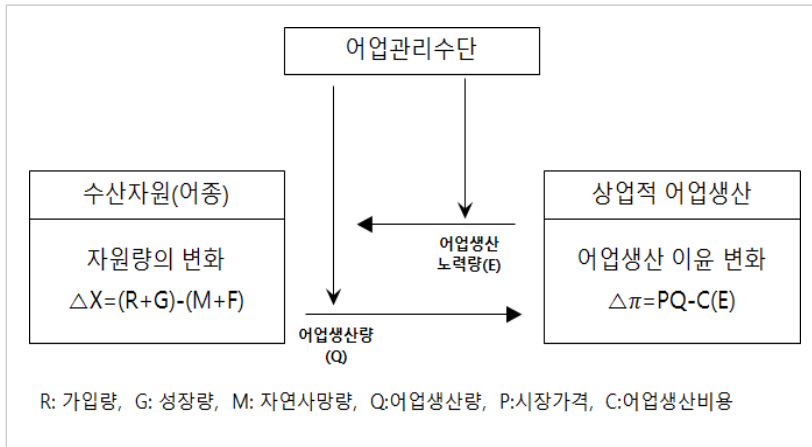
5) 어업생산의 효율성을 담보하기 위해서는 어획노력과 자원량, 2개 투입요소의 시장가격이 결정되어야 한다. 어획노력의 시장가격은 산정이 가능하나, 공유재산적 자원량의 완전경쟁시장 가격은 존재하지 않으므로(=0), 두 생산요소의 대체 투입 가정이 적용되지 않는다. 결국 자원량이 고갈될 때까지 어획노력이 투입될 수 있음을 의미한다(이상고, 2007, pp. 56-57).

원량 X 에 관계없이 어획노력 E 에 의해 결정된다(이상고, 2007, p.58).

$$Q = f(X, E) = f(X(E), E) = f(E) \quad [\text{식 2-3}]$$

일반적으로 수산자원과 어업생산의 관계를 살펴보거나, 어업관리 수단의 효과를 분석할 때, 생물경제모형(bioeconomic model)이 널리 이용된다. 생물경제모형은 수산자원량(X)의 변화와 상업적 어업 생산 이윤의 변화를 어업생산량(Q)과 어획노력량(E)의 관계 속에서 모델링하기 때문에 어로어업 전망모형 구축에 있어서도 중요하게 검토될 필요가 있다. 아래의 <그림 2-1>은 생물경제모형의 기본적인 개념을 비교적 단순한 형태로 도식화한 것이다.

<그림 2-1> 생물경제모형의 개념도



자료: 이상고, 「해양생물경제학」, 부경대학교 출판부, 2007, p.225.

한편, 자원량의 시간적 변화는 잉여생산량 모델로 일컬어지는 [식 2-4]의 로지스틱 성장함수로 표현할 수 있다. 이 함수는 포물선 모양의 성장곡선으로 나타나는데, 자원량의 증가에 따라 일정 수준까지 자원의 성장률이 증가하다가 $K/2$ 수준에서 극대가 된다. 자원량이 $K/2$ 수준보다 커지면 성장률은 감소하며, 환경수용력 K 수준에서 성장률은 0이 된다.

$$G(X_t) = rX_t \left(1 - \frac{X_t}{K}\right) \quad [\text{식 2-4}]$$

$G(X_t)$: 자원의 성장함수

X_t : 자원량

r : 본원적 성장률(intrinsic growth)

K : 환경수용력(environmental carrying capacity)

[식 2-1]의 단기적 어업생산함수를 시간의 동태적 변화를 고려하여 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 함수형태로 나타낼 수 있다.⁶⁾ 여기서 상수 q 는 어업생산계수(catchability coefficient) 또는 어업능력계수라 하는데, 자원량이 일정하다고 가정하면 어업기술이 발전할수록 증가한다.

$$Q_t = f(X_t, E_t) = qX_t E_t \quad [\text{식 2-5}]$$

6) $Q_t = qX_t^\alpha E_t^\beta$ 로 α 와 β 는 콥-더글라스 승수를 의미한다. 이 식을 로그형태로 변환하면, q 와 α , β 를 추정할 수 있다($\ln Q_t = \ln q + \alpha \ln X_t + \beta \ln E_t + u_t$). 이때 승수 α 는 어획노력량이 1% 증가할 때, 어획량이 몇 % 증가하는지를 나타내는 탄력성의 개념으로 사용된다. 본문에서는 논의 전개 편의상 승수를 표현하지 않았다.

Russell(1931)의 수산자원 변동 관계식을 고려하여 [식 2-4]와 [식 2-5]를 결합하면 다음과 같은 식이 유도된다. [식 2-6]은 연간 자원량의 시간적 변화가 자원의 성장량에서 어업 생산량을 차감한 잉여자원량에 의해 결정됨을 보여주고 있다.

$$G(X_t) = rX_t(1 - \frac{X_t}{K}) - qX_tE_t \quad [\text{식 2-6}]$$

만약 어획노력이 무한으로 증가할 경우 자원량의 증가는 0에 수렴하는 자연균형 상태를 이루게 된다. 즉, $G(X_t) = \dot{X}_t = 0$ 이므로 [식 2-6]은 자원의 성장량과 어업생산량이 일치하는 항등식으로 유도된다. 이를 재정리하면, 자원량 X 는 어획노력량 E 의 함수이다.

$$rX_t(1 - \frac{X_t}{K}) = qX_tE_t \rightarrow X_t = K(1 - \frac{q}{r}E_t) \quad [\text{식 2-7}]$$

장기에서의 어업생산함수는 [식 2-5]의 단기적 어업생산함수에 [식 2-7]을 대입함으로써 유도된다. 결국 어업생산량은 어획노력량의 함수로 나타낼 수 있다.

$$Q_t = f(E_t) = qE_tK(1 - \frac{q}{r}E_t) \quad [\text{식 2-8}]$$

2. 어업생산력의 측정

어획능력 또는 어업생산력(fishing capacity)은 일정 기간 동안 개별 어선이나 대상 어업 전체가 주어진 생산요소 하에서 생산할 수 있는 최대의 잠재적 생산수준(maximum potential production)으로 정의된다(이정삼·신영태, 2006, p.13).⁷⁾ 어업생산력을 측정함에 있어서는 자원의 상태, 가격 및 수급상황 등 시장여건, 생산기술과 투입요소 조건, 어업생산자의 의사결정 등을 복합적으로 고려해야 함에 따라 측정이 쉽지 않다.

수산자원의 평가 및 관리에 있어서 어업생산력을 판단할 수 있는 대표적인 지표로서 단위노력당어획량(CPUE: Catch Per Unit Effort)이 주로 이용된다. CPUE는 어업산출물인 어획량을 어업생산 투입요소, 예를 들어 어선척수, 톤수, 마력수, 조업일수, 어선원수 등으로 나눈 값이다. 여기서 단위노력은 하나의 투입요소로 설정될 수도 있고, 어선척수와 마력수, 마력수와 조업일수 등의 복합적 요소로 가정할 수도 있다. 본 연구에서는 CPUE 도출에 있어서 고정자본적 투입요소인 어선척수와 변동 투입요소인 조업(어로)일수를 고려하였다.

$$CPUE = \frac{\text{어획량}}{\text{어선척수} * \text{조업(어로)일수}} \quad [\text{식 2-9}]$$

이와 같이 CPUE는 어업생산에 있어서 총투입량에 대한 평균 산출량의 정보를 제공한다는 측면에서, 어업자원량에 대한 대리지표로서

7) 어획능력의 개념은 크게 생산적 개념과 경제적 개념으로 구분되는데, 본문에서는 생산적 개념에서의 어획능력만을 고려하였다. 이에 대한 자세한 내용은 이정삼·신영태(2006), 이상고(2007)를 참고할 수 있다.

이용된다. 만약 동일한 어획노력량이 투입되었음에도 불구하고, 어획량이 감소한다면 이는 자원량이 감소하는 것으로 볼 수 있기 때문이다.

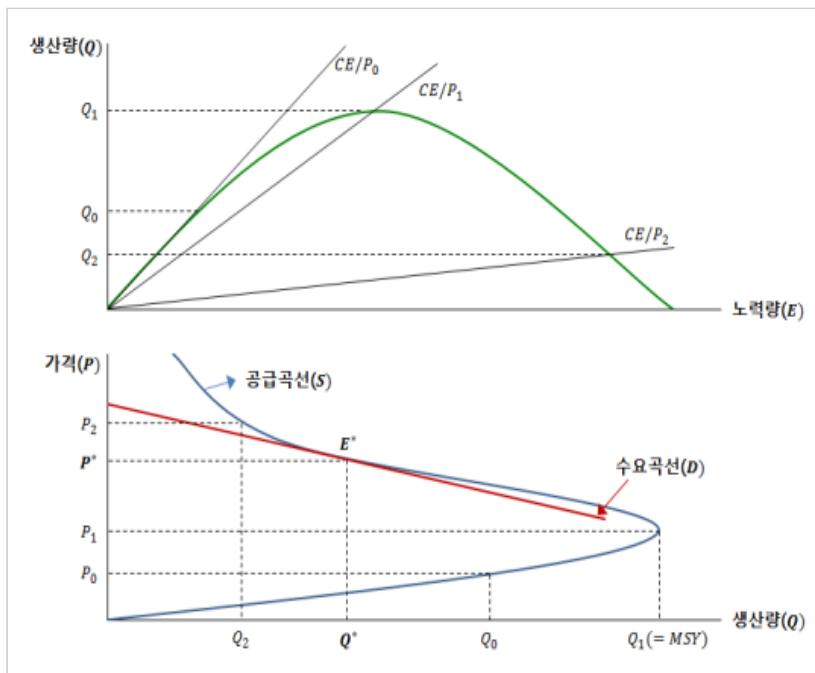
3. 어업생산의 수급균형

일반적인 생산함수에서는 노동과 자본이 생산요소로 투입되는데, 여기서의 자본은 저량(stock)의 개념이다. Clark and Munro(1975)는 어업에 있어서의 자원량을 하나의 자본스톡(capital stocks) 개념으로 정의하고, 시간의 변화에 따른 자원 이용의 동태적 최적화 이론을 제시하였다(홍현표 외, 2003, p.60). 이러한 이론의 전제에는 어업자원을 어획하지 않는 것을 비축 내지 투자의 관점에서 볼 수 있으며, 이를 통해 향후 이용 가능한 자본스톡을 늘릴 수 있다고 간주한다. 따라서 어획노력이 투입됨에 따라 어획이 이루어지고, 이는 부(-)의 투자로 보아 자원량으로 표현되는 자본스톡은 감소하게 된다.

어획노력이 투입됨에 따라 생산량(어획량)은 증가하지만, 일정한 한계점에 도달한 이후에는 감소하게 된다. <그림 2-2>에서 어획노력량이 증가함에 따라 생산량이 증가하지만, Q_1 에 이르러 최대가 되며, 더 이상의 노력량 투입에서는 생산량이 감소하는 관계를 보여주고 있다. 이때 주어진 가격 수준, P_0 , P_1 , P_2 에 따라 생산량과 어획노력량의 균형값은 달라지며, 이를 통해 자유어업 하에서의 생산량과 가격의 관계를 보여주는 공급곡선을 도출할 수 있다. 공급함수는 가격수준에 따라 우상향하는 일반적인 형태를 보이다 최대 지속가능한 생산량(Maximum Sustainable Yield: MSY) 수준 Q_1 을 지나서는 후방 굴절하는 독특한 형태를 보인다.

어업생산에 있어서 공급곡선의 특수한 형태와 달리 수요곡선은 일반적인 경제이론에서의 우하향하는 수요함수를 가진다. 어업생산에 있어서의 생물경제학적 균형은 수요곡선과 공급곡선이 만나는 E^* 에서 이루어진다.

〈그림 2-2〉 어업생산노력과 생산량, 어업의 공급곡선 및 수요곡선



주: 자유어업의 생물경제적 균형은 총수입($TR(E)$)과 총비용($TC(E)$)이 일치하는 점에서 이루어짐. 상단 그림에서 초록색 포물선은 총수입을, 직선은 3가지 가격조건 하에서의 총비용($TC=C^*E$)을 어획물의 가격(P)으로 나눈 생산량 단위당 비용을 의미함

자료: 이상고, 「해양생물경제학」, 부경대학교 출판부, 2007, pp.97-103의 내용을 참고하여 재작성

제2절 수산자원 추정 및 평가방법

1. 고전적 자원평가 방법

어로어업의 생산실태를 정확하게 진단하기 위해서는 현재 자원상태를 평가하고, 연도별 어획 강도가 자원량에 미치는 영향까지 파악해야 한다. 그러나 자원량은 바다 속에 있는 어군을 대상으로 하며, 어군 간의 복잡한 역학관계 등을 고려해야하기 때문에 정확하게 파악하는 것은 현실적으로 대단히 어려운 문제이다. 또한 정밀한 자원 평가를 위해서는 어군의 연령별 자료, 체장 및 중량 등에 대한 자료가 필요하나 이러한 자료 수집에는 분명한 한계가 존재한다. 이러한 이유로 생물학적 자료를 최소한으로 하여 자원량을 추정할 수 있는 잉여생산량 모형이 개발, 발전되어 왔다.

잉여생산량 모형은 자원량의 변화가 어군의 본원적 성장과 재가입, 자연사망, 어획사망에 의해 발생한다고 보는데, Schaefer의 로지스틱 성장모형을 고려한 자원량 방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\Delta X}{\Delta t} = rX_t \left(1 - \frac{X_t}{K} \right) \quad [\text{식 2-10}]$$

여기서 r 은 어군의 본원적 성장률이며, X_t 는 t 기의 자원량, K 는 최대 환경수용량⁸⁾을 의미한다. 어획이 이루어지지 않는다면 자원량은 K 를 초과하지 않는 수준에서 계속해서 유지되지만, 어획이 이루

8) 자원량은 계속해서 증가하다가 특정 수준을 넘어서게 되면 급격하게 감소하여 더 이상 증가하지 않는데, 이 수준을 최대 환경수용량이라고 한다.

어지면 K 를 하회하게 된다. 어획 생산함수는 다음과 같다.

$$Q_t = qE_t X_t \quad [\text{식 2-11}]$$

E_t 는 t 기의 어획노력량을, q 는 어획능률계수를 의미한다. 어획이 이루어질 때 자원량은 다음과 같이 변화된다.

$$\frac{\Delta X}{\Delta t} = rX \left[1 - \frac{X}{K} \right] - Q \quad [\text{식 2-12}]$$

이 때 $\frac{\Delta X}{\Delta t} = 0$ 이면 어군의 성장과 재가입된 양이 어획으로 인한 사망량 및 자연 사망량과 동일한 균형점에 있음을 의미한다. 이를 평형상태라고 보는데, 이때의 생산량과 자원량은 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$Q^* = rX \left(1 - \frac{X}{K} \right) \quad [\text{식 2-13}]$$

$$X^* = \left(1 - \frac{qE}{r} \right) K \quad [\text{식 2-14}]$$

고전적인 자원평가는 대부분 자원이 이러한 평형상태에 있다고 가정한다. 그러나 대부분의 상업적 어종은 이미 어획이 되고 있으므로, 이러한 평형상태를 가정하는 것은 적합하지 않다. 그럼에도 불구하고 제한적인 자료 하에서 자원량을 추정할 수 있다는 큰 장점이 있기 때문에 오랫동안 이러한 고전적인 방법으로 자원량 평가가 이루어져 왔다.

2. 최근의 자원평가 기법⁹⁾

최근에도 자원량에 대한 생태학적 자료의 한계가 여전히 존재한다. 그러나 고전적 자원평가 방법의 오류를 최대한 줄이고, 자원의 불확실성을 고려하는 보다 정교한 자원평가 기법들이 국내·외 연구를 통해 많이 소개되고 있다.

최민제·김도훈(2019)은 임정현(2018)의 「동해 생태계의 잠재 생산량 추정 연구」에 사용된 자료를 이용, 관측오차(observation error) 모델, 베이지안(Baysian) state-space 모델을 이용하여 분석하고, 어떤 모델이 적합성 측면에서 우수한지를 검토하였다. 이 모델은 베이지안 추론에 근거하는데, 추론의 대상이 되는 모수는 불확실하며, 이를 확률모형으로 가정하였다(최민제·김도훈, 2019, p.185). 자원량 B_y 는 재구성하여 $P_y = B_y/K$, 오차는 로그정규분포로 가정하고 추정하였다. 수산자원의 생물학적, 기술적 파라미터를 관측자료에 포함된 정보와 주요 선행연구에서 제시된 사전정보를 결합, 사후분포를 계산하고 이를 토대로 통계적 추론을 수행하였다. 이 모델을 적용하면 수산자원 평가 함수와 관측자료 모두에서 발생할 수 있는 오차를 고려하여 자원평가 결과를 산출하는 것이 가능한 것으로 제시하였다(최민제·김도훈, 2019, p.185).

$$P_1 \mid \sigma^2 = e^{u_0}$$

$$P_y \mid P_{y-1}, K, r, \sigma^2 = \left(P_{y-1} + rP_{y-1}(1 - P_{y-1}) - \frac{C_{y-1}}{K} \right) e^{u_y}$$

9) 최근 자원평가 방법은 최민제·김도훈(2019)의 “효과적인 자원평가모델 선정을 위한 잉여생산량모델의 비교 분석: 동해 생태계의 잠재생산량 분석을 대상으로”, Zhang(2019)의 “Exploitable carrying capacity and potential biomass yield of sectors in the East China Sea, Yellow Sea, and East Sea/Sea of Japan large marine ecosystems”에서 요약·인용하였음을 밝힌다.

$$I_y \mid P_y, q, \tau^2 = qKP_y e^{v_y} \quad [\text{식 2-15}]$$

여기서 $P_y = B_y/K$ (연도별 자원량), r =본원적 성장률, K =환경수용력, I_y : 단위노력당 어획량, q : 어획능력계수, C_y : 어획량, B_y : 자원량, σ^2 : 과정오차, τ^2 : 관측오차

모형 추정결과, 베이지안 state-space 모델이 임정현(2018)의 최대 엔트로피(Maximum entropy) 모델에 비해 실제 관측자료를 잘 반영함에 따라 현실 적합성이 우수한 것으로 나타났다. 또한 동해 생태계 자원량이 최대 지속가능한 어획량을 달성하기 위한 자원량 수준(B_{MSY})의 63%에 불과한 것으로 분석하였다.

한편, Zhang(2019, p.18)은 피식자-포식자 관계를 반영한 생태계 역학 분석과 통합생산량 분석법을 이용하여 우리나라 연근해 자원량을 해역별(동중국해, 서해, 동해)로 평가하였다. Zhang의 기본 접근은 해역별 환경수용량(Exploitable Carrying Capacity: ECC)과 잠재자원생산량(Potential Biomass Yield: PBY)을 추정하는데 목적을 두었다. ECC는 고전적 자원평가 방법의 최대 환경수용량과 의미가 같으며, PBY는 최대 지속적 생산량(MSY)과 같다.

ECC 추정은 생태계 분석법(Ecosystem modeling method: EMM)과 통합 생산량 분석법(Holistic production method: HPM) 두 가지 방법을 사용하였는데, 생태계 분석법은 EwE(Ecopath with Ecosim)에서 질량균형 모델(mass-balanced model)을 이용하였다. 질량균형 모델의 기본 방정식은 다음과 같다.

$$B_i(P/B)_i = Y_i + \sum_{j=1}^n B_j(Q/B)_j DC_{ji} + M_0 B_i \quad [\text{식 2-16}]$$

여기서 B_i 는 특정 기간의 동안 어종 i 의 자원량이며, $(P/B)_i$ 는 i 의 생산량/자원량인데, 이는 평형상태일 때 순간총사망률(Z_i)과 동일하다. Y_i 는 i 의 어획량이며, B_j 는 포식자 j 의 자원량이다. $(Q/B)_j$ 는 포식자 j 의 마리당 소비량, DC_{ji} 는 i 의 자원량 중 포식자 j 의 먹이로 이용되는 양을 나타낸다. 따라서 전체 소비량 Q_{ji} 는 포식자 j 에 의해 측정 기간 동안 소비된 i 의 양이다. M_0 는 어획으로 인한 사망을 제외한 사망계수(자연사망계수)이다. 이 분석에서는 어업으로 인한 사망률(F)을 0으로 설정한 생태계 시뮬레이션 수렴 값을 각 해역의 ECC, 즉 어업이 이루어지지 않았을 때의 초기 자원상태로 간주한다.

HPM 분석은 개별 어종이 아닌 모든 어종을 합한 시계열 어획량 및 어획노력량 자료를 이용한다. Zhang(2019, p.18)의 연구에서는 비평형 잉여생산량 모델인 최대 엔트로피(Maximum Entropy, ME) 모델을 사용하여 ECC를 추정하였는데, ME 모델의 기본 방정식은 아래와 같다.

$$C_t = qE_t B_t \exp(\varepsilon_t) \quad [\text{식 2-17}]$$

$$B_{t+1} = \left[B_t + rB_t \left(1 + \frac{B_t}{K} \right) - C_t \right] \exp(\mu_t) \quad [\text{식 2-18}]$$

여기서 C_t 는 t 년도의 총 어획량이며, q 는 어획능률계수, E_t 는 t 년도의 어획노력량, B_t 는 t 년도의 자원량, r 은 본원적 성장률, K 는

ECC이다. 즉, $rB_t(1 - B_t/K)$ 는 자연적인 자원의 증가분으로, 로지스틱 방정식이다. ε_t 는 t 년도의 어획량에 대한 관측 오차이며, μ_t 는 t 년도의 자원량 과정 오차(process error)를 의미한다. 어획대상의 환경 수용량(ECC)은 아래의 식을 사용하여 추정할 수 있다.

$$ECC = p_1^{ECC} \cdot 0 + p_2^{ECC} \cdot h/2 + p_3^{ECC} \cdot h \quad [\text{식 2-19}]$$

h 는 추정하는 파라미터의 확률 p 의 최대 범위값을 나타낸다. PBY, 즉 최대 지속적 생산량을 달성하는데 필요한 자원량은 연간 자원량 방정식에서 $rB_t(1 - B_t/K)$ 가 최대화 될 때의 B_t 이다. 잠재자원생산량(PBY) 추정 또한 ECC와 마찬가지로 생태계 분석법(EMM)과 통합 생산량 분석법(HPM)을 이용하는데, 생태계 분석법으로 PBY를 추정하기 위해 아래와 같은 Gulland(1971, p.69) 가정을 이용하였다.

$$PBY = 0.5M_iECC_i \quad [\text{식 2-20}]$$

여기서 M_i 는 어종 i 의 자연사망률, ECC_i 는 EMM의 Ecosim 시뮬레이션에서 도출된 추정치이다. 한편 통합 생산량 분석법(HPM)을 이용한 PBY 추정에는 앞서 ME 모델로 추정된 파라미터 $r^{10)}$ 와 ECC가 사용되며, 추정 절차는 다음과 같다.

10) r 은 일반적으로 $r/2 \approx F_{PBY}$ ($0.25 \leq F_{PBY} \leq 0.5$)의 관계에 의해 최대범위를 1까지 간주할 수 있으나, 어류의 내적자연증가율(r)은 0.43 수준이라는 Cortes(2016)의 연구결과에 근거하여 r 의 최대범위를 2배 수준에 가까운 0.75로 설정하였다(임정현, 2018, p.27).

$$r = p_1^r \cdot 0 + p_2^r \cdot 0.375 + p_3^r \cdot 0.75$$

$$ECC = p_1^{ECC} \cdot 0 + p_2^{ECC} \cdot h/2 + p_3^{ECC} \cdot h$$

$$PBY = \frac{r \cdot ECC}{4} \quad [\text{식 2-21}]$$

지금까지 방법을 이용하여 추정된 해역별 환경수용량과 잠재자원 생산량은 <표 2-1>과 같다. 두 가지 방법으로 도출한 연근해 ECC와 PBY는 동일하지는 않았으나 큰 차이를 보이지는 않았다. 두 방법의 차이점은 EMM 분석법을 통해서만 어종별 자원량까지 추정할 수 있으나, HPM 분석법은 전체 생산량을 합하여 추정하기 때문에 어종별로는 도출되지 않는다는 것이다.

<표 2-1> 환경수용량 및 잠재자원생산량 추정치

단위: 톤

구분		환경수용량(ECC)	잠재자원생산량(PBY)
EMM 추정치	동중국해	5,487,608	1,022,797
	서해	1,348,866	255,182
	동해	1,811,405	342,707
HPM 추정치	동중국해	6,421,696	1,032,488
	서해	1,357,269	178,396
	동해	1,415,853	265,472

자료: Zhang(2019), pp. 20~23의 결과를 정리하여 작성

제3절 어로어업 전망모형 구축의 한계와 시사점

앞서 수산자원과 어업생산의 관계, 어업생산의 수급균형, 고전적 자원평가 방법과 최근의 자원량 추정기법 등을 이론적 측면에서 살펴해보았다. 이 절에서는 실제로 어로어업의 자원량을 추정하고, 이를 수산부문 전망모형 구축에 활용함에 있어서 어떤 문제에 직면하는지 특수성과 한계, 그리고 시사점을 제시하고자 한다.

1. 어로어업 생산 전망의 특수성과 한계

1) 자원량 추정 대상의 범위

어로어업에 대한 수급 전망모형을 구축하기 위해서는 우선 수요와 공급의 균형을 이루는 대상의 범위를 구체화하여야 한다. 상술하면, 갈치, 고등어 등과 같이 어종 수준에서 수급 모형을 구축할지, 어류, 패류, 연체동물과 같이 보다 집계된(aggregated) 수준의 종류별 수급 모형을 구축할지, 더 나아가 연안어업, 근해어업, 일반해면어업과 같이 통합된 어업별 수급모형을 구축할지를 결정해야 한다.

1차 연도에 구축된 양식어업 모듈의 경우 넙치, 조피볼락, 전복, 굴, 김, 미역 등과 같이 총 9개의 품종별 모형으로 구축되었다(이현동 외, 2018, p.61). 반면 본 연구에서는 일반해면, 원양, 내수면 어업을 포함하여 수산부문 전체를 포괄하는 수급 모형을 구축하게 된다. 통계청의 「어업생산동향조사」에 따르면 이들 어업에서 현재 상업적으로 어획되어 생산통계가 집계되는 품종은 200개 이상에 달한다. 1년의 연구기간 동안 이 많은 품종의 수급모형을 개별적으로 구축한다는 것은 현실적으로 어려움이 있으며, 장기과제로 추진되어야 한다.

더 큰 문제는 품종별 생산통계가 존재하더라도 수출입, 도소매가격, 경영비 등의 기초통계가 존재하지 않아 수급 모형을 구성할 수 있는 품종이 제한적이라는 점도 고려해야 한다.

이에 따라 본 연구에서는 이미 구축된 양식어업의 품종별 모형을 포함하되, 전체 수산부문을 통합함에 있어서는 종류별 수급모형 구축에 주안점을 두었다. 종류별로 수급모형을 구축한다는 것은 생산, 수출입, 소비 등의 수급 전망도 종류별로 그 결과가 산출된다는 것을 의미한다. 이때 어류, 패류, 연체동물 등 종류별 생산함수의 추정, 생산량 전망에 있어서 자원량 변수를 포함할지, 포함한다면 어떻게 종류별 자원량을 추정할 것인지의 문제가 대두된다.

현재 수산자원의 추정 및 평가와 관련된 이론적 논의나 실제 자원량 추정에 있어서도 대부분 ‘어종’ 수준에서, 한정된 자료의 제약 하에서 이루어지고 있다. Zhang(2019)이 통합 생산량 분석법(HPM)을 이용하여 우리나라 동중국해·서해·동해 해역별로 환경수용량과 잠재 자원 생산량을 추정한 사례가 있으나, 모형의 설정, 각종 생물경제학적 파라미터에 대한 가정 등에 있어서 본 연구가 고려하는 종류별 어업자원량 추정에 그대로 활용하기는 어렵다고 판단된다.

또 다른 문제로서 우리나라는 하나의 어종이 단일어업을 통해 어획되는 것이 아니라 다수의 어종이 복수어업을 통해 어획된다는 점이다. 자원량 추정에서 어획노력량을 어떻게 설정할지는 대단히 중요한 문제이다. 예를 들어 어류와 같이 집계된 수준의 자원량을 추정함에 있어서 복수어업을 통해 어획되는 ‘어류의 어획노력량’을 설정하는 것 자체도 간단한 문제가 아니기 때문이다.¹¹⁾

11) 통계청 「어업생산동향조사(2018년 기준)」에 따르면 우리나라에서 어류는 총 34개 어업을 통해 어획되고 있다. 대형선망, 기선권현망, 정치망, 연안자망, 근해안강망 등의 순으로 생산량이 많으며, 이들 어종이 전체 생산량의 72% 이상을 어획하고 있다.

결론적으로 어종 수준의 자원량 추정과 달리 종류별, 세부 업종별, 어업별로까지 집계된 수준에서 자원량을 추정·평가하는 것은 현실적인 한계가 있다. 특히 우리나라 동·서·남해 해역에서 어획되는 어류, 연체동물 등의 회유성 어종은 중국, 일본 등 인접국과 자원을 공유함에 따라 인접국의 어업생산, 어획노력량 투입과 불가분의 관계에 있다. 따라서 이들 국가의 영향을 배제하고, 해역별·종류별·어종별 자원량을 정교하게 추정한다는 것은 추정 자체도 어려움이 있지만, 과연 적합하게 추정되었는지 여부도 여전히 블랙박스(black box)로 남기 때문이다.

2) 자원량 추정에 필요한 정보의 제약

자원량의 추정 및 평가는 그 수준에 따라 이용되는 정보가 매우 다양하다. 통상적으로 총허용어획량(TAC)을 결정함에 있어서 대상 자원량을 추정하고, 다양한 자원평가 방법에 근거하여 최대 지속적 생산량(MSY)과 생물학적 허용어획량(ABC)을 산출하는데 <표 2-2>와 같이 5단계의 Tier 시스템이 이용된다.

가장 낮은 5단계에서는 연도별 어획량 수준만으로 자원을 평가하며, 4단계는 어획량과 어획노력량을 이용하여 평가하게 된다. 3단계 이상에서는 수산자원의 증감 및 서식에 영향을 미치는 다양한 자원 생물학적 파라미터 값이 필요하다. 이에 대한 기초정보는 국립수산과학원이 조사·생산하는데, 이러한 정보가 대외비로 분류되어 제공되지 못하고 있다. 자원량에 대한 생물학적 조사 자료는 인접국과의 어업협상, 국내 수산자원관리 정책의 추진 등에 있어서 매우 민감한 정보로서 외부기관에서의 접근·이용에 어려움이 있다.

비록 자원량 추정에 있어 사회경제적 요소가 고려되지만 동 연구

분야는 추정에 이용되는 기초자료 생산이 자연과학의 영역에 해당된다. 따라서 한국해양수산개발원(KMI)과 같이 사회과학분야 연구기관에서 자원량을 추정하고, 이를 이용하여 수산정책 수립의 기초자료로 활용하는 것은 논란의 소지가 있을 수 있다.

〈표 2-2〉 수산자원 평가 단계별 정보 수준과 조사방법

평가수준	이용 가능 정보	조사방법
1단계	연도별 연령별 자원량(X), 어획사망계수(F), X_{MSY} , F_{MSY} , 순간어획사망계수($F_{x\%}$), 순간자연사망계수(M), 환경자료	직접적 조사: 트롤어획(생물학적 조사 병행), 과학어탐조사, 난자치어조사 등
2단계	최근 연도 연령별 자원량(X), 어획이 없는 경우의 자원량($X_{x\%}$), $F_{x\%}$, M , 환경자료	간접적 조사: 어획량 통계조사, 어획노력량(어획) 조사, 생물학적 조사
3단계	최근 연도 연령별 자원량(X), 적정어획사망계수($F_{0.1}$), M , 환경자료	
4단계	연도별 어획량(Q), 어획노력량($CPUE$)	어획통계, 어선·조업실적 통계
5단계	연도별 어획량(Q)	어획통계

자료: 해양수산부, 「중장기 수산자원회복계획 추진에 관한 연구」, 2005. p.118을 참고하여 저자 작성

2. 시사점

1) 어획노력량 변수의 활용

지금까지 어로어업 전망모형 구축에 있어서 자원량 추정의 한계와 특수성에 대해 검토하였다. 이러한 현실적 제약을 고려, 본 연구에서는 어로어업 생산함수 추정에 있어 자원량 변수를 고려하지 않고, 어획노력량(fishing efforts)을 이용하였다. 어획노력량 지표로는 대표적

으로 어선척수, 어선톤수, 어선마력수, 조업(어로)일수, 어선원수, 양망(인망)횟수 등이 단수 또는 복수 요소로 활용될 수 있다. 본 연구에서는 수산물 종류별로 생산 특성이 이질적인 점을 감안하여, 어획노력량 지표를 다양하게 고려하였다. 이에 대한 상세한 설명은 제3장의 모형 구축에 이용된 자료에서 상세히 기술하였다.

2) 기초통계 DB 제약의 극복

수산부문 전망모형 구축은 투입되는 통계 DB의 제약이 여전히 커서 상당한 가정과 다소 인위적인 신규 DB 생성이 불가피한 측면이 있다. 예를 들어 어획노력량은 현재의 어업통계¹²⁾ 상 ‘어종’, ‘업종’ 수준에서 이용이 가능하다.¹³⁾ 그러나 본 연구에서는 어류, 패류, 연체동물과 같이 종류별로 어획노력량을 산출해야 한다. 따라서 이용 가능한 업종(어법)별 기초통계를 활용, 종류별 어획노력량을 새롭게 재정의, 사실상 신규 DB를 생성하여 모형에 이용하였다.

어가소득, 어업소득, 어업외소득 등 어가경제와 관련된 DB에서도 기존 통계를 활용하여 새로운 DB를 생성하였다. 통계청의 「어가경제조사」가 2003년 이후 전면 개편됨에 따라 1980~2002년과 2003년 이후의 어가유형 구분이 연계되지 못하는 문제가 있다. 이에 따라 합리적인 가정을 통해 DB가 자연스럽게 연계되도록 보정하는 절차가 필요하였다. 또 다른 예로서 어류, 패류, 연체동물 등 종류별 수산물

12) 해양수산부 「해양수산물통계연보」의 등록어선 통계에서는 우리나라 주요 업종의 어선척수, 톤수, 마력수 등 어선세력과 관련된 정보를 제공하고 있다. 그리고 수협중앙회의 「어업경영조사」에서는 14개 허가어업과 정치망어업의 조업정보(출어·어로일수, 어업종사자수 등)를 제공하고 있다.

13) 통계청 「어업생산동향조사」에 따르면, 고등어는 대형선망어업을 통한 어획량이 연도별로 차이는 있으나 약 85~95%를 차지하며, 나머지가 다른 업종에서 어획된다. 따라서 고등어의 자원량 추정 시 어획노력량의 지표를 대형선망어업의 어선척수, 톤수, 마력수, 인망횟수 등을 이용하는 것이 가능하다. 그러나 고등어를 제외한 대부분의 어종이 매우 다양한 어법에 의해 어획되고 있어 어획노력량을 어떻게 산출할 것인지가 중요한 문제로 부각된다.

의 도매가격과 소매가격이 존재하지 않는 문제를 들 수 있다. 갈치, 고등어, 오징어, 김과 같이 품종별 도소매가격은 통계청의 소비자물가지수, 한국농수산물유통공사의 조사가격을 이용할 수 있다. 그러나 어류와 같이 집계된 수산물의 가격을 도출하기 위해서는 통계가 제공되는 세부 품종에 일정한 가중치를 부여하여 새로운 가격 DB를 생성하여 모형에 투입하는 접근이 불가피하다.

이와 같이 새롭게 신규 DB를 생성하거나, 가정을 통해 DB를 보정하여 모형에 이용한 내역은 제3장 기초통계 DB 설명에서 자세하게 제시하였다.

제 3 장

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축

제1절 기초통계 DB의 구축

2018년 1차 연도 연구에서는 양식어업에 특화된 품종별 전망모형을 구축하였으며, 모형에 투입된 각종 기초통계 DB도 거시경제변수를 제외하면 대부분 양식어업의 생산, 경영비, 가격, 수출입, 양식어가 경제 부문을 중심으로 수집·정리하였다. 2019년 본 연구에서는 이미 구축된 양식어업 DB를 일부 수정·보완하는 작업을 수행하였으며, 시계열도 2018년 최근 시점까지 업데이트하였다.

이 절에서는 기존 양식어업 모듈에 추가해 새롭게 구축될 어로어업 모듈의 관련 DB 구축 현황을 중심으로 설명하고자 한다. 기초통계 DB의 유형은 크게 거시경제 및 투입요소가격, 어업생산 및 어선세력, 수산물 가격, 수출입, 재고, 어촌·어가경제 부문으로 구분할 수 있다. 그리고 어로어업의 세부 품종모형으로서 갈치, 고등어 수급 전망모형 구축에 투입된 DB도 별도로 검토하였다.

1. 거시경제 및 투입요소가격 DB

1) 거시경제변수

본 연구에서 이용한 거시경제 관련 변수는 인구, 국내총생산(GDP), GDP 디플레이터(deflator), 환율, 생산자 및 소비자 물가지수, 국제유가 등이다. 이 자료들은 통계청 국가통계포털(KOSIS), 한국은행 경제통계시스템(ECOS)에서 수집하였다.¹⁴⁾

〈표 3-1〉 주요 거시경제변수 기초통계 구축현황

통계(변수)명	단위	자료출처	DB 이용가능 기간
인구	명	통계청	1960~2065
GDP 디플레이터	2010=100	한국은행	1953~2018
생산자물가지수	2015=100	한국은행	1965~2018
소비자물가지수	2015=100	통계청	1975~2018
국내총생산(명목, 실질)	십억 원	한국은행	1953~2018
환율	원/달러 원/엔	한국은행	1964~2018 1980~2018
국민총소득(명목)	십억 원	한국은행	1953~2018
국민총처분가능소득(명목)	십억 원	한국은행	1953~2018
시장금리(3년 만기 회사채)	%	한국은행	1976~2018
국제유가(WTI)	달러/배럴	EIA,	1990~2020
국제유가(Dubai)		Petronet	1996~2019

자료: 저자 작성

그리고 국제유가는 한국석유공사 석유정보망(Petronet)의 두바이유 가격과 미국 에너지정보청(US Energy Information Administration:

14) 인구는 통계청의 「장래인구추계」, 소비자물가지수는 통계청의 「소비자물가조사」, 생산자물가지수는 한국은행의 「생산자물가조사」, 국내총생산, GDP 디플레이터, 국민총소득, 국민총처분가능소득은 한국은행의 「국민계정」, 환율과 시장금리는 한국은행 경제통계시스템(ECOS)의 「주요국 통화의 대원화 환율 통계자료(검색일: 2019. 7. 22)」 및 「시장금리 통계자료(검색일: 2019. 7. 22)」에서 수집하였다.

EIA)에서 제공하는 서부텍사스유(West Texas Intermediate: WTI) 가격을 수집하였다.¹⁵⁾

이상의 주요 거시변수에 대한 전망은 공신력 있는 외부기관의 공식전망 자료를 이용하였다. 1~2년 내 단기 전망은 한국은행에서 발표하는 「경제전망보고서(2019. 7)」의 전망치를 이용하였다. 또한 우리나라 인구 전망은 통계청의 「장래인구추계」를 사용하였다. 그리고 외부기관을 통해 전망자료 취득이 불가능한 경우에는 추세치를 이용하거나, 직접 추정한 후 모형에 투입하였다.

2) 투입요소가격

일반해면어업에 투입되는 생산요소의 가격, 즉 경영비 관련 자료는 수협중앙회의 「어업경영조사」¹⁶⁾와 통계청의 「어가경제조사」 자료를 종합적으로 이용하였다. 통계청의 「어가경제조사」에서는 어로어가의 어업경영비 자료가 제공되며, 크게 양식지출과 어로지출로 나뉜다. 어로지출 항목은 미끼구입비, 얼음대, 물품비, 노무비, 광열비, 어구구입·보수비용, 임차료, 조세 및 이자, 판매비용, 보험료 및 기타 등으로 세분화되어 있다.

그러나 해당 자료는 어로어가 전체에 대한 평균 경영비 자료로, 어종별 또는 어법별로는 제공되지 못하는 한계가 있다. 따라서 어법별 경영비 DB를 활용하기 위해 수협중앙회의 「어업경영조사」 자료를 이

15) 국제유가 중 서부 텍사스유 가격은 미국 에너지정보청(EIA)의 Short-term Energy Outlook (검색일: 2019. 7. 22), 두바이유 가격은 한국석유공사 석유정보망(Petronet)의 국제 석유가격(검색일: 2019. 7. 22)에서 수집하였다.

16) 「어업경영조사」는 [국가승인통계 30701호]로 14개 해양수산부장관 허가어업(쌍끌이대형저인망, 외끌이대형저인망, 대형트롤, 동해구외끌이중형저인망, 서남해구외끌이중형저인망, 동해구중형트롤, 대형선망, 기선권현망, 근해통발, 잠수기, 근해안강망, 근해채낚기, 근해자망, 근해연승)과 정치망어업의 자산 및 부채, 조업상황, 수지상황에 대한 정보를 제공하고 있다.

용하였다. 이 자료는 1976년부터 2018년까지의 일반해면어업에 대한 경영실적을 제공하고 있는데, 어업비용을 크게 출어비, 임금 및 일반관리비, 감가상각비로 구분하여 세부 내역을 제공하고 있다. 출어비 항목은 연료비, 어구비, 소모품비, 후생비, 용기대, 저장대, 주부식비, 수리비로 구분하고 있다. 임금 및 일반관리비는 선원임금과 더불어 사무비, 판매비, 공제 및 보험료, 조세공과금, 기타관리비로 세분화하여 제공하고 있다. 한편, 일반해면어업 업종별로 어선, 어구 등의 고정자산, 현금과 예치금, 유가증권 등의 유동자산은 해당 업종이 보유하는 자본(capital)의 대리변수로 이용할 수 있어 추가적으로 수집하였다.

원양어업의 경우 통계청의 「원양어업통계조사」에서 주요 원양업종(참치연승, 저연승, 참치선망, 원양봉수망, 원양트롤, 오징어채낚기)의 연료비, 입어료, 어구비, 주부식비, 소모품비, 선원임금, 후생비, 수리비 등 세부내역을 제공하고 있다. 그러나 이 조사는 2010년 최초로 실시, 2011년부터 DB가 제공됨에 따라 시계열이 너무 짧아 모형의 추정에 이용하기 어려운 실정이다. 이에 따라 한국원양산업협회의 「원양산업통계연보」에서 제공하는 어법별 입어료 자료를 경영비의 대리변수로 이용하였다.

내수면어업은 수협중앙회의 「영어자금소요액조사 결과보고」를 통해 내수면 어선어업, 잠수기, 재첩도수망 업종의 선체수리비, 유류비, 어구수리비, 선원임금 등이 제공되고 있다. 그러나 이 역시도 자료의 제공기간이 1999년~2013년에 머물러 모형에 활용하기 어려운 실정이다. 따라서 내수면어업 경영비는 어로어업에 국한하지 않고 양식어업의 영어자금소요액을 대리변수로 이용하였다.¹⁷⁾

17) 통계청 「어업생산동향조사」에 따르면 2018년 기준 내수면어업 생산량에서 양식어업이 차지하는

〈표 3-2〉 투입요소가격 관련 기초통계 구축현황

통계(변수)명	단위	자료출처	이용가능 기간
어로어가의 총 어로지출	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2018
어로어가의 기타 지출	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2018
어로어가의 미끼구입비	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2018
어로어가의 얼음대	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2018
어로어가의 물품비	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2018
어로어가의 노무비	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2018
어로어가의 광열비	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2018
어로어가의 어구구입 보수비용 등	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2018
어로어가의 임차료	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2018
어로어가의 조세 및 이자	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2018
어로어가의 판매비용	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2018
어로어가의 보험료 및 기타	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2018
어법별 어로어가의 어구비	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 연료비	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 용기대	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 저장대	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 소모품비	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 주부식비	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 후생비	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 수리비	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 선원임금	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 사무비	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 공제 및 보험료	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 판매비	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 조세공과금	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018
어법별 어로어가의 기타관리비	천 원	수협중앙회 어업경영조사	1980~2018

자료: 통계청 「어가경제조사」의 어로어가 어로지출, 수산업협동조합중앙회 「어업경영조사」의 어업비용 분류를 참조하여 저자 작성

비중은 79.0%이었다. 따라서 양식어업의 영어자금소요액을 경영비 변수로 이용하는데 무리가 없을 것으로 판단하였다.

2. 어업생산 및 어선세력 DB

1) 생산량 및 생산금액

어로어업 생산과 관련된 기초통계는 일반해면어업, 원양어업, 내수면어업을 중심으로 수집하였으며, 수집 범위는 각 어업의 품종별·어법별 생산량과 생산금액, 어법별 어선세력 등으로 광범위하게 구축하였다. 이들 자료는 통계청의 「어업생산동향조사」, 해양수산부의 「해양수산통계연보」 등을 통해 수집하였다.

먼저 일반해면어업의 생산량 및 생산금액은 1980년부터 2018년까지 어류 70개, 갑각류 14개, 패류 24개, 연체동물류 8개, 기타수산물 6개, 해조류 15개 등 총 137개 품종을 구분하여 수산물 종류별로 구축하였다. 다만 품종별 생산금액은 1990년 이전 자료를 통계청 DB 시스템에서 제공하지 않아, 1990년부터 2018년까지 자료를 수집하였다.

한편, 본 연구에서 수급 전망의 대상을 어류, 패류 등과 같이 수산물 종류별로 설정하였음에도 불구하고, 세부 어종별 DB까지 구축한 것은 향후 어로어업도 품종별 모형으로의 확장을 고려하였기 때문이다. 전망모형의 초기 설계단계에서부터 향후 모형의 확장성을 고려하지 않을 경우, DB 구축, 모형의 재설계 및 추정 등에 많은 시간과 노력이 투입됨을 감안하였다.

〈표 3-3〉 연근해어업 생산량 및 생산금액 DB 구축현황

종류	대상 품종	시계열 기간
어류	가오리류, 가자미류, 기름가자미, 갈치, 강달이류, 고등어, 망치고등어, 꽁치, 학공치, 넙치류, 노가리, 농어류, 눈볼대, 능성어, 참다랑어, 기타다랑어류, 도루묵, 대구, 감성돔, 옥돔, 자리돔, 참돔, 돌돔, 기타돔류, 망둑어류, 매통이류, 멸치, 반치, 명태, 민어, 방어류, 밴댕이, 뱀어류, 병어류, 보구치, 보리멸, 복어류, 조피볼락, 기타볼락류, 노래미류, 부세, 삼치류, 상어류, 서대류, 성대류, 송어류, 솜뱅이, 삼세기, 송어류, 아귀류, 까나리, 양미리, 양태류, 연어, 임연수어, 갯장어, 먹장어, 봉장어, 전갱이류, 전어, 정어리, 참조리, 기타조기류, 준치, 쥐치류, 청어, 참홍어, 홍어류, 꼼치류, 기타어류	1980 ~ 2018년
갑각류	꽃게, 대게, 붉은대게, 민꽃게, 기타게류, 꽃새우, 닭새우류, 대하, 흰다리새우, 보리새우, 젓새우류, 중하, 기타새우류, 기타갑각류	
패류	굴뱅이, 굴류, 소라고동, 소라, 고동류, 오분자기, 전복류, 가리비류, 가무락, 개량조개류, 꼬막 새꼬막, 동죽, 맛류, 바지락, 백합류, 새조개, 코끼리조개, 키조개, 피조개, 홍합류, 개조개, 우렁이류, 기타패류	
연체동물류	갑오징어류, 꼰뚜기류, 낙지류, 문어류, 주꾸미, 살오징어(오징어), 한치류, 기타연체동물류	
해조류	김류, 꼬시래기류, 개꼬시래기, 다시마류, 도박류, 모자반(말)류, 모자만(물), 미역류, 우뚝가사리, 기타가사리, 청각, 톳, 파래류, 매생이, 기타해조류	
기타수산동물	미더덕, 성게류, 우렁챙이, 해삼, 오만둥이, 기타수산동물류	

자료: 통계청 「어업생산동향조사」의 일반해면어업 품종 분류를 참조하여 저자 작성

원양어업의 생산량 및 생산금액은 1980년부터 2018년까지 어류 65개, 갑각류 5개, 연체동물류 5개 등을 품종별로 세분화하여 부류별로 분류하여 구축하였다. 원양어업 또한 부류별 생산금액은 1980년부터 수집하였으나, 품종별 생산금액 자료가 1990년부터 존재하여 품종별은 1990년부터 수집하였다.

〈표 3-4〉 원양어업 생산량 및 생산금액 DB 구축현황

종류	품종	시계열 기간
어류	가오리류, 각시가자미, 갈치류, 고등어류, 꽁치, 넙치류, 능성어류, 다금바리, 가다랑어, 날개다랑어, 남방참다랑어, 눈다랑어, 농어류, 북방참다랑어, 황다랑어, 기타다랑어류, 달고기류, 대구, 민대구류, 붉은대구, 은민대구, 기타대구류, 도미류, 갈돔류, 금눈돔류, 물릉돔, 샛돔류, 통돔류, 하스돔류, 기타돔류, 명태, 메로(이빨고기)류, 물치다래, 민어류, 꼬리민태류, 새꼬리민태류, 붉은메기, 방어류, 복어류, 볼락류, 붕장어류, 삼치류, 줄삼치, 통치(은삼치), 상어류, 녹새치, 돛새치, 백새치, 청새치, 황새치, 흑새치, 참치류, 기타새치류, 서대류, 성대류, 임연수어, 적어류, 정어리, 전갱이류, 조기류, 청어, 촉수류, 홍어류, 기타어류	1980 ~ 2018년
갑각류	게류, 남방양크릴, 기타새우류, 새우류, 기타갑각류	
연체동물류	갑오징어류, 문어류, 오징어류, 한치류, 기타연체동물류	

자료: 통계청 어업생산동향조사의 원양어업 품종 분류를 참조하여 저자 작성

마지막으로 내수면어업은 연근해어업 및 원양어업에 비해 생산규모가 적어 어로와 양식 생산량을 구분하지 않고 합산하여 생산실적을 집계하였다. 내수면어업 또한 통계청의 「어업생산동향조사」 자료를 이용하였으며, 1980년부터 2018년까지 어류 31개, 갑각류 3개, 패류 7개, 기타수산동물 2개 등을 품종별로 수집하고 부류별로 정리하였다.

〈표 3-5〉 내수면어업 생산량 및 생산금액 DB 구축현황

종류	품종	시계열 기간
어류	가물치, 농어류, 동자개류, 메기, 찬별메기, 미꾸라지류, 틸라피아(민물돔), 뱀장어, 블루길, 큰입우럭(베스), 금붕어, 붕어, 떡붕어, 빙어, 산천어, 송어류, 숭어류, 쏘가리, 연어류, 열대어, 열목어, 웅어, 은어, 비단잉어, 잉어, 향어, 피라미, 황어, 황복, 철갑상어류, 기타어류	1980 ~ 2018년
갑각류	게류, 새우류, 기타갑각류	
패류	논우렁이, 왕우렁이, 개랑조개, 대칭이조개, 채첩, 다슬기류, 기타패류	
기타수산동물	자라, 기타수산동물	

자료: 통계청 「어업생산동향조사」의 내수면어업 품종 분류를 참조하여 저자 작성

한편, 수산물 생산량은 종류별로 산출방식에 차이가 있으나 주로 어획노력량에 단위노력당 어획량을 곱해 도출되는 방식을 이용하였다. 따라서 수산물 종류별로 어획노력량(어선척수, 톤수, 마력수 등)이 산출되어야 한다. 그런데 어류, 패류, 연체동물의 어획노력량에 대한 기초통계가 별도로 존재하지 않기 때문에, 수협중앙회의 「어업경영조사」에서 ‘어법’ 중심으로 제공되는 어획노력량 DB를 종류별 기준으로 재산정하는 절차가 필요하다.

일반해면어업의 경우 장관허가어업을 대상으로 1980년부터 2018년까지 어법별 생산량, 생산금액을 집계하였으며, 각 부류별로 어획노력량을 달리 적용하기 위해 부류별 어획 비중이 높은 어법을 선별하여 정리하였다. 선별한 어법 기준으로 부류별 생산 비중을 살펴보면, 어류는 46.6%, 갑각류 39.6%, 패류 11.5%, 연체동물류 34.5%이다. 패류는 다른 부류에 비해 생산 비중이 적었는데, 이는 패류가 장관허가어업보다 마을어업으로 생산되는 비중이 크기 때문이다. 그러나 본 연구에서는 이용 가능한 어획노력량 및 어업경영비 자료 등을 고려하여 잠수기어업을 기준으로 설정하였다.

원양어업은 통계청 「어업생산동향조사」 분류를 참고하여 동 기간 어법별 생산실적 DB를 구축하였다. 원양어업의 어법별 자료는 전체 생산에 대해서는 1980년부터 존재하나, 부류별은 2006년부터 수집 가능하여 원양어업 부류별·어법별 생산량은 2006년부터 2018년까지 수집하였다. 원양어업 또한 일반해면어업과 마찬가지로 부류별 어획비중이 높은 어법을 기준으로 자료를 정리하였는데, 어류는 원양선망, 갑각류는 원양트롤, 연체동물은 원양채낚기 및 원양트롤 자료를 이용하였다.

〈표 3-6〉 어법별 생산량 및 생산금액 DB 구축현황

종류	어법		시계열 기간
연근해어업	전체	정치망, 외끌이대형저인망, 쌍끌이대형저인망, 동해구외끌이중형저인망, 서남해구외끌이중형저인망, 대형트롤, 동해구중형트롤, 대형선망, 근해채낚기, 기선권현망, 근해자망, 근해안강망, 잠수기, 근해통발, 근해연승	1980 ~ 2018년
	어류	대형선망, 기선권현망	
	갑각류	근해자망, 근해통발	
	패류	잠수기	
	연체동물류	대형트롤, 근해채낚기	
원양어업	전체	원양참치연승, 원양저연승, 북양트롤, 해외트롤, 원양트롤, 원양선망, 원양봉수망, 원양오징어채낚기, 원양채낚기, 원양통발, 모선식외줄낚시	
	어류	원양선망	
	갑각류	원양트롤	
	연체동물	원양채낚기, 원양트롤	

자료: 통계청 「어업생산동향조사」의 어법별 분류를 참조하여 저자 작성

참고로 원양어업 생산량 추정에 있어서 설명변수로의 활용 가능성을 검토하기 위해 세계 수산물 생산량 자료도 별도로 수집하였다. 유엔 식량농업기구(FAO)의 수산통계 FishstatJ를 통해 1980~2016년까지 자료를 어류, 갑각류, 패류, 연체동물류로 분류하여 수집하였다. 자료 수집 과정에서 내수면어종과 비식용 수산물(관상어, 거북이 등)은 제외하였다.

〈표 3-7〉 전 세계 수산물 생산량 DB 구축현황

종류	품종	시계열 기간
어류	대구류, 가자미, 넙치, 청어, 멸치 참다랑어 등	1980~2016
갑각류	게, 킹크랩, 로브스터, 새우류 등	1980~2016
패류	전복, 조개류, 홍합, 굴 등	1980~2016
연체동물류	오징어, 갑오징어, 문어 등	1980~2016

자료: UN FAO, FishstatJ.

2) 어선세력

어선세력은 어획노력량을 산출하는데 이용되는 지표로서 생산합수 추정 시 주요 변수로 사용된다. 어선세력과 관련된 변수는 어선척수, 톤수, 마력수, 종사자수, 출어일수, 어로일수 등이 있다.

일반해면어업의 어선세력 자료는 해양수산부의 「해양수산통계연보」, 수협중앙회의 「어업경영조사」를 이용하여 수집하였다. 「해양수산통계연보」는 전체 어선세력 합계 자료가 제공되고 있으나, 어선척수, 마력수, 톤수에 대한 자료만 존재한다. 반면, 「어업경영조사」의 경우 어선척수, 톤수, 마력수를 포함해 종사자수, 출어일수, 어로일수 등의 정보를 제공하는데, 전체 어선세력 합계가 아닌 어별별 평균 어선세력이라는 차이가 있다. 예를 들어 2017년 대형선망어업의 어선척수는 「해양수산

통계연보」에서는 145척이나, 「어업경영조사」에서는 평균 조업척수인 6척으로 나타난다. 어선세력 자료는 쌍끌이대형저인망어업, 외끌이대형저인망어업 등 장관허가어업을 대상으로 분류하여 수집하였다.

〈표 3-8〉 일반해면어업 어선세력 DB 구축현황

항목	단위	자료출처	비고(이용가능 기간)
어선척수	척	해양수산통계연보	1980~2018
어선톤수	톤	해양수산통계연보	1980~2018
마력수	마력	해양수산통계연보	1980~2018
평균 종사자수	명	어업경영조사	1980~2018
평균 출어횟수	회	어업경영조사	1980~2018
평균 출어일수	일	어업경영조사	1980~2018
평균 어로일수	일	어업경영조사	1981~2018

자료: 저자 작성

원양어업의 어선세력은 통계청에서 제공하는 「원양어업통계조사」의 시계열이 짧아 「해양수산통계연보」를 통해 수집하였다. 어선세력 자료는 원양연승, 원양트롤, 원양채낚기, 원양통발어업, 원양유자망, 원양선망, 원양봉수망, 기타원양어업으로 분류하여 수집하였는데, 대부분 어법의 어선세력 자료는 1980년부터 2018년까지 수집하였으나, 원양유자망, 원양선망, 원양봉수망은 1991년부터 2018년까지 수집하였다.

〈표 3-9〉 원양어업 어선세력 DB 구축현황

항목	단위	자료출처	비고(이용가능 기간)
어선척수	척	해양수산통계연보	1980~2018
어선톤수	톤	해양수산통계연보	1980~2018
마력수	마력	해양수산통계연보	1980~2018

자료: 저자 작성

3. 수산물 가격 DB

수산물의 가격은 수요와 공급의 균형을 도출하는데 있어서 매우 중요한 변수이다. 가격변수의 움직임이 경제학적 수요·공급이론에 부합하여야 전망모형의 이론적 정합성을 확보할 수 있고, 수급의 변화를 더 잘 설명할 수 있다. 그러나 수산물에 대한 도매가격, 소매가격 기초통계가 대단히 취약한 실정이다.

어로어업을 통해 어획되는 수산물의 도매 및 소매가격은 물가 관리와 연관된 일부 품목에 대해서만 한국농수산물유통공사(aT)에서 조사가 이루어지고 있다. 그러나 수산물의 조사단위, 조사기준 등에 문제가 있어 특정 품종의 대표가격으로 이용할 수 있는지 여부에 대해서는 논란이 많다. 예를 들어 aT의 고등어 소비자가격은 1마리당 가격이지만, 도매가격은 kg당 가격으로 제공되며, 1마리당 중량은 350~500g으로 비교적 포괄범위가 넓어 정확한 가격을 산출하기 위한 환산에 어려움이 있다. 또한 조사기준이 고등어 ‘중품’으로 표시되어 있으나, ‘중품’에 대한 명확한 기준은 명시되어 있지 않다. 이와 같이 수산물은 산지단계에서부터 출하의 규격화, 상품의 등급 및 표준화가 제대로 이루어져 있지 못함에 따라 도매단계, 소매단계에서 유통되는 수산물의 가격 조사에도 큰 어려움이 있다. 이는 단기간에 해소되기 어려운 근본적인 문제라 할 수 있다.

1) 산지가격

넙치, 전복 등 양식 수산물은 산지가격이 상승하면 양성 중인 물량을 시장에 더 많이 출하하는 등 공급에 직접적인 영향을 줄 수 있다. 그러나 어획 수산물은 투입되는 어획노력을 단기간에 크게 늘리거나

줄이는 것이 어려우며, 자연적·환경적 요인, 예를 들어 수온 변화, 기상여건 등에 의해 산지가격의 변동성이 매우 큰 것이 사실이다.

어획 수산물의 산지가격은 통계청 「어업생산동향조사」의 생산단가를 이용하였다. 생산단가는 계통출하와 비계통출하 구분 없이 전체 생산금액에서 생산량을 나누어 산출하였다. 일반해면어업, 원양어업, 내수면어업 모두 1980년부터 2018년까지의 DB를 구축하였으며, 각 어업별 생산단가는 부류별로 분류하여 정리하였다.

〈표 3-10〉 어획 수산물 산지가격 DB 구축현황

구분		세부 내용
통계(변수)명	일반해면어업	어류, 갑각류, 패류, 연체동물, 기타수산동물, 해조류
	원양어업	어류, 갑각류, 연체동물
	내수면어업	어류, 갑각류, 패류, 기타수산동물
단위		원/kg(생산금액÷생산량)
자료출처		통계청 「어업생산동향조사」
이용기간		1980~2018년

자료: 저자 작성

한편, 어업별·종류별 생산단가 DB와 별도로 수산물에 대한 생산자물가지수 자료도 별도로 구축하였다. 생산단가를 수산물 산지가격을 나타내는 기본 DB로 고려했지만, 모형의 추정과정에서 산지가격이 수급의 변화에 유의하게 반응하지 않을 경우 대안적으로 생산자물가지수를 고려하여 추정할 필요도 있기 때문이다. 생산자물가지수는 한국은행에서 「생산자물가지조사」를 통해 조사되는데, 본 연구에서는 DB 추출의 편의상 통계청에서 제공하는 자료를 이용하였다.

〈표 3-11〉 수산물 생산자물가지수 DB 구축현황

구분		세부 내용
통계(변수)명	기본분류	신선수산물, 신선어류, 신선갑각류, 신선패류, 신선연체류, 냉동건조수산물, 냉동수산물, 건조수산물
	품목별	가자미, 넙치, 조기, 갈치, 고등어, 우럭, 기타어류, 멸치, 게, 새우, 굴, 조개, 전복, 물오징어, 냉동고등어, 냉동꽃게, 냉동오징어, 냉동새우, 명태건제품, 멸치건제품, 오징어건제품, 김, 미역 등
단위		2015년=100
자료출처		통계청 「생산자물가지조사」(원자료는 한국은행)
이용기간		1980~2018년(가자미, 조기, 갈치, 고등어, 굴, 물오징어, 멸치건제품, 김만 해당, 나머지 품목은 시계열의 길이가 모두 상이)

자료: 저자 작성

2) 도소매가격

품목별 수요함수와 수입 수요함수를 추정함에 있어서는 설명변수로 소비자(소매) 가격이 필요하며, 소비자가격이 존재하지 않는 경우에는 대안적으로 도매가격을 고려할 수 있다. 현재 한국농수산식품유통공사(aT)에서 조사하고 있는 수산물 도소매가격은 고등어, 갈치, 건멸치, 건오징어, 건미역, 굴, 김, 명태, 물오징어, 북어 정도에 불과하다. 새우, 수입조기, 전복, 콩치 등은 비교적 최근부터 조사가 이루어짐에 따라 활용 가능한 시계열이 짧아 본 연구에서 이용하기는 어려운 실정이다.

이처럼 수산물에 대한 도소매가격이 제한적으로 조사되고 있어 대용으로 통계청에서 제공하는 소비자물가지수도 함께 구축하였다. 소비자물가지수는 종류별이 아닌 품종별로 세분화되어 제공되는데, 이러한 품종별 물가지수를 통계청의 물가지수 가중치를 고려하여 종류별 물가지수로 재산정하였다.¹⁸⁾

18) 예를 들어 패류의 소비자물가지수는 굴(0.7, 31.8%), 조개(1.0, 45.5%), 전복(0.5, 22.7%)의 물가지수 가중치(합계: 2.2, 100%)를 이용하여 산출하였다.

〈표 3-12〉 수산물 도소매가격 관련 DB 구축현황

구분		세부 내용
도매가격	DB 구축 품종	고등어(생선, 냉동), 갈치(생선, 냉동), 명태(냉동), 건멸치, 건미역, 굴, 마른김, 물오징어(생선, 냉동)
	단위	고등어, 갈치, 명태, 건미역, 굴, 물오징어 : 원/1kg 건멸치 : 원/1.5kg 마른김 : 원/속
	자료출처	농림수산물부(현 해양수산부), 수산물 수급 및 가격편람 한국농수산물유통공사, 농산물 유통정보(KAMIS)
	이용기간	1984~2018년(일부 품종별로 시계열의 길이 상이)
소매가격	DB 구축 품종	고등어(생선, 냉동), 갈치(생선, 냉동), 명태(냉동), 건멸치, 건미역, 굴, 마른김, 물오징어(생선, 냉동)
	단위	고등어, 갈치, 명태, 물오징어 : 원/1마리 건멸치, 건미역 : 원/100g 굴 : 원/1kg 마른김 : 원/10장
	자료출처	농림수산물부(현 해양수산부), 수산물 수급 및 가격편람 한국농수산물유통공사, 농산물 유통정보(KAMIS)
	이용기간	1984~2018년(일부 품종별로 시계열의 길이 상이)
소비자 물가지수	DB 구축 품종	수산물, 신선어개, 갈치, 명태, 조기, 고등어, 오징어, 게, 굴, 조개, 전복, 마른멸치, 마른오징어, 김
	단위	2015년=100
	자료출처	통계청, 소비자물가조사
	이용기간	1980~2018년(게, 전복은 2010~2018년)

자료: 저자 작성

4. 수산물 수출입 DB

수산물 수출입 DB는 관세청, 한국무역협회, 한국농수산물유통공사, 해양수산부 수산정보포털 등을 통해 HS 코드별로 집계하는 것이 가능하다. 본 연구에서는 한국무역협회 무역통계에서 수출입 DB를 구축하였는데, DB 출력·저장의 편리함, 장기 시계열의 제공 등에 있

어서 가장 유용성이 높았기 때문이다.

「KMI-FOSiM」 구축에 필요한 통계자료 수집 과정에서 가장 많은 시간과 노력이 투입되는 부문이 바로 수출입 DB라 할 수 있다. 현행 「2019년 관세·통계통합품목분류표(HSK)」 상의 수산물 HS 코드 품목 수는 688개에 달하며, 이 가운데 제3류(어류·갑각류·연체동물 및 기타 수생무척추동물)가 481개, 제16류(육류·어류·갑각류·연체동물 또는 기타 수생무척추동물의 조제품)가 88개 품목 등이다.

수산물 수출입 HS 코드는 수시로 변경되어 왔으며, 그 변동내역을 추적하여 수출입 실적을 집계하는 과정은 매우 많은 시간이 소요되는 작업이다. <표 3-13>은 본 연구에서 고려하는 수산물 종류별로 수출입 집계 어종을 분류한 것이다. 이는 지면의 제약 상 세부 HS 코드를 어종 단위로 단순화한 것으로 어종별로 세부 HS 코드는 대단히 방대하다. 예를 들어 어류에 속한 ‘참치’의 경우 해당되는 HS 코드의 수만 하더라도 무려 67개에 달한다. 이 67개의 HS 코드별로 수출량, 수출금액, 수입량, 수입금액을 연도별로 집계하였으며, 1988년부터 2018년의 기간 동안 HS 코드의 변경내역을 일일이 확인하여 최종적으로 수출입 시계열을 구축하였다.

한편, 수산물 종류별 수출입 DB의 집계에 있어서는 원어량 환산 수율을 적용하여 원물(原物)¹⁹⁾ 기준으로 환산하였다. 수산물 수급의 집계에 있어서 생산량, 소비량, 재고량이 모두 원물 기준임에 따라 수출입에서도 수산가공품의 경우에는 생중량으로 환산하는 절차를 거쳐야 한다.

19) 수산물이 가공이 되지 않은 상태로 생중량(live weight)을 의미한다. 환산 수율은 한국해양수산개발원 FTA 이행지원센터 내부자료를 이용하였다.

〈표 3-13〉 수산물 수출입 DB의 집계내역

구분	세부 어종 내역
어류	실장어, 뱀장어, 송어, 잉어, 틸라피아, 미꾸라지, 메기, 날쌔기, 블루 파이팅스, 조기, 상어, 고등어, 청어, 정어리, 해덕, 방어, 돔, 명태, 갈치, 전갱이, 꽁치, 삼치, 베도라치, 까나리, 멸치, 능성어, 복어, 병어, 아귀, 볼락, 농어, 송어, 보리멸, 홍살치, 달고기, 임연수어, 새꼬리민태, 봉장어, 갯장어, 먹장어, 대구, 검정대구, 민대구, 은대구, 넙치, 가자미, 서대, 기타대구류, 연어, 쥐치, 참치, 홍어, 밀크피쉬, 민어, 노래미, 붕어, 초어, 가오리, 어류제품, 기타어류, 어류간장, 어란, 캐비아
갑각류	새우, 닭새우, 새우살, 게, 왕게, 게살, 게(꽃게), 기타게, 바다가재, 기타갑각류
패류	가리비조개, 진주조개, 피조개, 새조개, 개량조개, 홍합, 바지락, 채첩, 개아지살, 기타조개, 굴, 달팽이, 백합, 전복, 소라, 골뱅이, 개조개, 기타조개
연체동물	오징어, 갑오징어, 문어(낙지, 주꾸미, 기타연체동물류 포함)
기타수산동물	성게, 해삼, 우렁쉥이, 해파리, 기타수생동물
해조류	김, 미역, 톳, 파래, 다시마, 우뚝가사리, 돌가사리, 뜬세모가사리, 불등가사리, 도박, 진두발, 말(수산), 코토니, 기타해초류

자료: 해양수산부, 『관세·통계통합품목분류표(HSK) 수산물 2019』, 2019를 참고하여 저자 작성

예를 들어 오징어(밀폐용기에 넣은 것, 1605901080)는 생물 오징어를 가공하여 만들어지는데 이때 환산수율은 40% 수준이다(〈표 3-14〉참조). 수출입 실적은 가공품의 중량이므로 이를 원물 기준의 생산량, 소비량과 단위를 맞추기 위해서는 2.5배를 곱해 원물 중량으로 환산해야 한다. 이는 수출입 실적 집계와는 별개의 작업으로서 수산물 전체 HS 코드 중에서 수산가공품을 일일이 확인하여 환산 수율을 적용해야 한다. 사실상 전망모형의 DB 구축과정에 있어서 가장 많은 시간과 노력이 소요되는 작업이라 할 수 있다. 수산물 수출입 통계는 DB가 제공되는 1988년부터 2018년까지의 기간을 대상으로 집계하였다.

〈표 3-14〉 오징어의 HS 세부내역 예시

품종	HS 코드	코드명	수율
오징어	0307412000	오징어(squid/산것/신선, 냉장)	1.00
	0307422010	오징어(옴마스트레페스종·로리고종·노토타루스종·세피오투디스종/산 것·신선 또는 냉장한 것)	1.00
	0307491020	오징어(냉동)	1.00
	0307432010	냉동 오징어(옴마스트레페스종·로리고종·노토타루스종·세피오투디스종)	1.00
	1605902010	오징어(훈제한 것)	0.17
	0307494020	오징어(훈제한 것)	0.17
	0307494090	기타(훈제한 것)(갑오징어와 오징어)	0.17
	0307493000	오징어(건조)	0.20
	0307493090	기타(건조한 것)(갑오징어와 오징어)	0.20
	0307492000	오징어(염장, 염수장)	1.10
	1605901080	오징어(밀폐용기에 넣은 것)	0.40
	1605542010	오징어(밀폐용기에 넣은 것/조제 및 보존처리)	0.40
	1605542091	조미오징어(밀폐용기에 넣지 않은 것/조제 및 보존처리)	0.50
	1605909010	조미 오징어	0.50
	0307432090	냉동 오징어(기타)	1.00
	0307422090	신선, 냉장(기타오징어)	1.00
	1605542099	오징어 기타(조제 또는 저장처리)	0.20

자료: 해양수산부, 『관세·통계통합품목분류표(HSK) 수산물 2019』, 2019를 참고하여 저자 작성

5. 어촌·어가경제 DB

어가수, 어가인구, 어가소득, 어업소득, 어업외소득 등은 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」에서 산출되는 어촌·어가경제 부문의 주요 총량지표이다. 지난 1차 연도 연구에서는 양식어가에 초점을 맞춰 DB를 구축했지만, 금번 2차 연도 연구에서는 전체어가, 어로어가, 양식어가로 세분화하여 각종 기초통계 DB를 구축하였다. 어촌·어가경제 DB는 통계청의 「어가경제조사», 「농림어업(총)조사」에서 추출하였으며, 자료별로 차이는 있으나 시계열의 기간은 1980년~2018년까지

지 구축하였다. <표 3-15>는 본 연구에서 구축한 어촌·어가경제 DB 세부 내역을 제시한 것이다.

<표 3-15> 어촌·어가경제 DB 구축현황

통계(변수)명	단위	비고	시계열 기간
어가소득	천원	= 어업소득+어업외소득+이전소득+비경상소득	1980~2018
어업소득	천원	= 어업총수입-어업경영비	
어업외소득	천원	= 겸업소득+사업외소득	
기타소득	천원	= 이전소득+비경상소득	
어업총수입	천원	어가에서 해당 년도의 어업 경영결과로 얻은 총수입	
어로수입	천원	-	
양식수입	천원	-	
어업잡수입	천원	-	
가계지출	천원	= 소비지출+비소비지출	
어업경영비	천원	어업경영에 투입된 일체의 비용	
어로지출	천원	-	
양식지출	천원	-	
어가경제잉여	천원	= 어가소득-가계지출	
어가자산	천원	= 고정자산+유동자산(당좌좌산+재고자산)	
어가부채	천원	차입금, 미불금, 및 선수금	
어업의존도	%	= (어업소득/어가소득)*100	
어업가구	가구	-	
어가인구	명	-	
어업종사가구원	명	-	

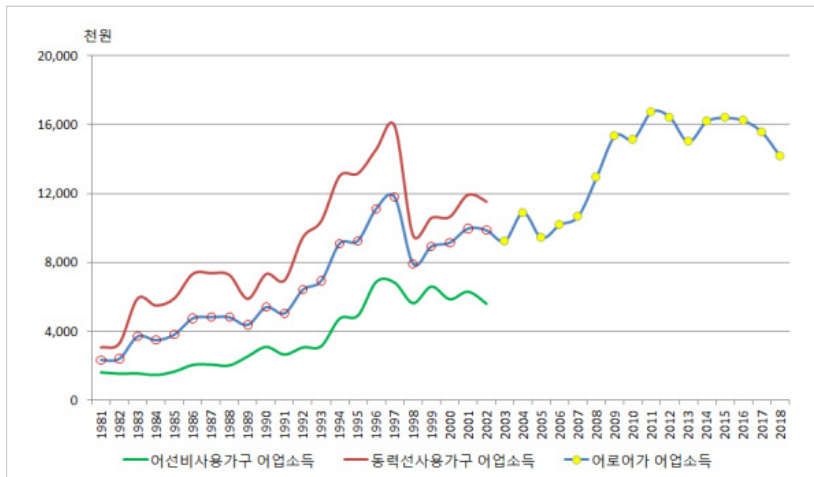
주: 동 내역은 전체어를 기준으로 제시한 것이며, 이 세부항목은 어로어업어가, 양식어업어가도 동일하게 구축하였음

자료: 통계청, 「어가경제조사 통계정보 보고서」, 2015.12를 토대로 저자 작성

한편, 통계청 어가경제조사가 2003년 이후 전면 개편됨에 따라 조사체계, 조사항목에 일부 변화가 있었다. 1980년~2002년까지는 전 가구, 어선비사용가구, 동력선사용가구, 양식업가구로 구분하여 조사가 이루어졌는데, 2003년 이후에는 전국평균, 어로어가(어선비사용

어가, 어선사용어가 구분), 양식어가로 어가유형 분류가 바뀌었다. 본 연구에서는 어로어가, 양식어가로 구분하여 모형을 구성하고, 전체 (평균) 어가로 통합·집계되는 방식을 고려함에 따라, 2002년 이전의 어로어가에 대한 주요 경제지표를 2003년 이후의 DB에 적절하게 연결(matching) 될 수 있도록 보정하는 절차가 필요하였다.

〈그림 3-1〉 어업소득 DB의 보정 결과



주: 어로어가 어업소득의 경우 1981년~2002년까지의 수치는 어선비사용가구와 어선사용가구의 어업소득에 전체 어로어업 가구수 대비 어선비사용 및 어선사용 어가수 비중을 부여, 2003년 이후 수치에 비교적 적합하도록 보정하였음

자료: 통계청, 어가경제조사.

어업소득을 예로 들면, 2002년 이전의 어선비사용가구, 어선사용가구 어업소득과 2003년 이후 어로어가 어업소득이 추세적으로 비교적 큰 단절이 발생하고 있다(〈그림 3-1〉 참조). 이에 2002년 이전의 어선비사용가구 및 어선사용가구 어업소득에 전체 어로어업 가구수에 대한 어선비사용 및 어선사용 가구수의 비중(합계 1)을 부여, 2003년 이후 어로어가 어업소득에 비교적 자연스럽게 연결되도록

DB를 보정하여 이용하였다. 이 같은 보정 작업은 어업소득뿐만 아니라 어가소득, 어업외소득, 어업총수입, 어로수입, 양식수입, 어가자산 등의 항목에서 이루어졌다.

6. 재고량 DB

어획 수산물은 산지 양륙단계에서 소매단계에 이르기까지 크게 활어(live), 선어(fresh), 냉동(frozen)의 형태로 유통된다. 원양어업 어획물의 경우 전량 냉동으로 유통되며, 일반해면어업은 산지 양륙단계에서의 냉동 비중이 크지 않으나, 선어 형태로 양륙·위판된 상당 물량이 냉동 처리되고 있다. 이는 성어기에 일시 다획성으로 어획되는 수산물의 특성상 많은 물량을 짧은 시간에 모두 소진하기 어렵고, 유통·보관의 편리성, 선도·품질관리를 위해서 장기간 냉동창고에 보관할 필요가 있기 때문이다.

이와 같이 전국의 냉동창고에 보관되는 수산물이 수급 산정에 있어서 재고량(inventory)으로 파악된다. 현재 수산물 재고통계는 국립수산물품질관리원의 ‘냉동선어류입출하동향’ 조사를 통해 이루어지고 있다. 이 조사에서는 고등어, 명태, 조기, 갈치, 오징어 등 주요 대중성 수산물에 대한 이월량, 입고량, 출고량, 재고량 정보를 제공하고 있다. 이 조사를 통해 어류, 연체동물의 재고량은 상당 부분 파악이 되고 있으나 다른 수산물 부류의 재고정보는 집계되지 않고 있다(〈표 3-16〉 참조).

「KMI-FOSiM」의 수산물 종류별 수급모형에서 재고 변수는 총공급량의 산정, 역수요함수 추정 등에 이용된다. 재고량 변수는 국립수산물품질관리원 자료를 기반으로 수산물 수급 전반의 내역을 제공하는

한국농촌경제연구원의 「식품수급표」를 통해 확보하였다. 어류와 패류(실제 연체동물)의 재고량을 1988년부터 2018년까지 확보하여 모형에 이용하였다.

〈표 3-16〉 국립수산물품질관리원 재고통계의 조사어종

구분	조사대상 품종	비고
어류	고등어(식용), 명태, 조기, 갈치(국내산, 수입산), 꽁치, 전갱이, 삼치, 마른멸치	마른멸치만 제외하고 어류로 집계
연체동물	오징어(연안산, 원양산)	연체동물로 집계
갑각류	꽃게	제외
	기타	제외

자료: 저자 작성

7. 갈치, 고등어 수급 전망모형 관련 DB

1) 투입요소가격 및 생산 DB

갈치, 고등어 생산과 관련된 경영비 자료는 일반해면어업과 동일하게 수협중앙회의 「어업경영조사」 자료를 이용하였으며, 그 중에서도 갈치 생산 비중이 가장 큰 근해연승어업²⁰⁾과 고등어 비중이 큰 대형선망어업²¹⁾의 경영비 자료를 이용하였다. 어업비용은 출어비(어구비, 연료비 등), 임금 및 일반관리비, 감가상각비로 나뉘는데, 두 어법 모두 노무비와 광열비가 큰 비중을 차지하였다.

20) 통계청의 「어업생산동향조사」에 따르면, 2018년 기준 근해연승어업의 갈치 생산 비중은 28.1%로 전체 어법 중 가장 많았다. 갈치를 어획하는 어법은 근해연승, 근해안강망, 대형선망 등이 있으나, 대형유통업체에서 주로 판매하는 갈치(은갈치)는 근해연승어업에 의해 어획된 것이 대부분이다.

21) 2018년 기준 대형선망어업의 고등어 생산 비중은 84.9%로 가장 많았다(통계청, 「어업생산동향조사」).

생산량과 생산금액은 통계청 「어업생산동향조사」의 갈치와 고등어 자료를 이용하였으며, 어선세력 DB는 근해연승어업과 대형선망어업의 어선척수, 톤수, 마력수, 종사자수, 출어일수, 어로일수, 출어횟수 등 이용가능한 모든 자료를 수집하였다.

〈표 3-17〉 갈치, 고등어 투입요소가격 및 생산 DB 구축현황

	구분	단위	자료출처	시계열 기간
투입요소 가격	근해연승어업 출어비	천원	수산업협동조합중앙회	1983~2018
	근해연승어업 임금 및 관리비	천원	수산업협동조합중앙회	1983~2018
	근해연승어업 감가상각비	천원	수산업협동조합중앙회	1983~2018
생산	생산량	톤	어업생산동향조사	1980~2018
	생산금액	천원	어업생산동향조사	1990~2018
어선세력	근해연승어업 어선척수	척	어업생산동향조사	1980~2018
	근해연승어업 어선톤수	톤	어업생산동향조사	1990~2018
	근해연승어업 마력수	마력	해양수산통계연보	1983~2018
	근해연승어업 종사자수	명	해양수산통계연보	1983~2018
	근해연승어업 출어일수	일	해양수산통계연보	1983~2018
	근해연승어업 어로일수	일	해양수산통계연보	1983~2018
	근해연승어업 출어횟수	회	해양수산통계연보	1983~2018

자료: 저자 작성

2) 가격 DB

갈치, 고등어는 대부분 계통 출하되고 있으므로, 통계청의 생산금액을 생산량으로 나눈 생산단가를 산지가격으로 이용하였다. 또한 갈치, 고등어는 주요 대중성 어종으로 한국농수산식품유통공사(aT KAMIS)에서 도매·소매가격을 조사하여 공표하고 있으므로 이를 소비자가격으로 이용하였다.²²⁾ 조사기준은 두 품목 모두 ‘중품’을 기준

22) KAMIS에서는 1996년 이후의 가격통계가 제공되고 있다. 1995년 이전의 과거 가격통계는 농림수산식품부(現 해양수산부)에서 발간한 「수산물 수급 및 가격편람(2004년, 2010년)」을 이용하였다.

으로 하며, 크기는 갈치가 마리당 250~300g, 고등어는 350~500g 정도이다. 그러나 해당 자료의 경우 크기, 품질 등의 조사기준이 모호함에 따라 갈치, 고등어 소비자물가지수 또한 함께 수집하였다.

〈표 3-18〉 갈치, 고등어 가격 DB 구축현황

구분		단위	자료출처	시계열 기간
산지가격	갈치-생산단가	원/kg	통계청	1990~2018
	고등어-생산단가			
소매가격	갈치(생선)-중품	원/kg	aT KAMIS, 수산물 수급 및 가격편람	1987~2018
	갈치(냉동)-중품			1990~2018
	고등어(생선)-중품			1986~2018
	고등어(냉동)-중품			1990~2018
	갈치-소비자물가지수	2015=100	통계청	1980~2018
	고등어-소비자물가지수			

자료: 저자작성

3) 수출입 DB

갈치, 고등어 수출입 자료는 한국무역협회 「무역통계」 자료를 이용하였다. HS 코드별로 수출량, 수출금액, 수입량, 수입금액을 수집하였으며, 건조, 염장 등의 가공품은 수율을 적용하여 원물 기준으로 환산하였다. 고등어는 1990년대부터 노르웨이와 중국으로부터 많은 양이 수입되었는데, 특히 노르웨이산은 최근 급격한 수입 증가세를 보이고 있다. 따라서 국가별 영향력을 고려하기 위해 노르웨이산과 중국산으로 세분화하여 고등어 수입량 DB를 집계하였다.

〈표 3-19〉 갈치, 고등어 수출입 HS 코드 세부 내역

구분	HS 코드	코드명	수율
갈치	0302693000	갈치(hair tail/간장, 어란제외/신선, 냉장)	1.00
	0302892000	갈치(신선 또는 냉장)	1.00
	0303793000	갈치(hair tail/간장, 어란제외/냉동)	1.00
	0303892000	갈치(냉동)	1.00
	0305693000	갈치(염장, 염수장)	0.80
고등어	0302640000	고등어(간장, 어란제외/신선, 냉장/피레트, 어육제외)	1.00
	0302440000	고등어(신선·냉장/스콧 스콧브루스·스콧브루스 오스트랄라시쿠스·스콧브루스 자포니쿠스)	1.00
	0303740000	고등어(간장, 어란제외/냉동/피레트, 어육제외)	1.00
	0303540000	고등어(스콧 스콧브루스·스콧브루스 오스트랄라시쿠스·스콧브루스 자포니쿠스/냉동)	1.00
	0305695000	고등어(염장, 염수장)	0.80
	1604151000	고등어(조제/밀폐용기에 넣은 것)	0.37
	1604159000	고등어(조제/밀폐용기에 넣은 것 이외 기타)	0.20

자료: 해양수산부, 『관세·통계통합품목분류표(HSK) 수산물 2019』, 2019를 참고하여 저자 작성

4) 재고 DB

갈치, 고등어는 성어기에 많은 양이 어획되므로 유통되고 남은 물량은 재고로 저장해 두었다가 어한기에 공급이 이루어진다. 이와 같이 재고는 성어기, 어한기 등 시장 수급이 불안정한 시기에 가격의 급등락을 어느 정도 완충해주는 역할을 한다. 갈치, 고등어 재고량은 국립수산물품질관리원의 '냉동선어류 입출하 동향'에서 수집하였으며, 고등어는 식용, 갈치는 국내산, 수입산 재고를 이용하였다.

〈표 3-20〉 갈치, 고등어 재고 DB 구축현황

구분	단위	자료출처	시계열 기간
갈치	국내산	국립수산물품질관리원 (냉동선어류 입출하 동향)	1990~2018
	수입산		1994~2018
고등어	식용		1991~2018

자료: 저자작성

제2절 「KMI-FOSiM」 구축의 기본방향²³⁾

1차 연도에는 양식어업에 특화된 모듈을 개발하였고, 2차 연도 본 연구에서는 일반해면, 원양, 내수면 어업을 포함하는 어로어업 전망모듈을 구축, 양식모듈과 연계·통합하여 「KMI-FOSiM」의 전체 구조를 완성하고자 한다. 「KMI-FOSiM」 어로어업 전망모듈과 전체 모형의 구조를 설계함에 있어서 고려한 기본방향은 다음과 같다.

1. 현실적 제약을 고려한 어업별·종류별·품종별 모형 구축

2018년 구축된 「KMI-FOSiM」 양식 모듈은 수산물의 분류체계를 과거 종류별 모형에서 품종별 모형으로 전환했다는 점에서 기존에 운용되던 전망모형과 큰 차별성을 가진다. 이는 과거 모형의 연장선에서의 개편이라기보다는 사실상 완전히 새로운 체계를 가진 모형을 구축했다고 평가할 수 있다.

그러나 일반해면, 원양, 내수면 어업을 포함하는 어로어업 전망모듈 구축에 있어서는 양식어업과 같이 품종별 접근에 어려움이 있다. 어로어업만 하더라도 상업적으로 어획되는 품종이 200종이 넘기 때문에 품종별 수급모형 구축을 단기에 완료하는 것이 현실적으로 한계가 있다. 양식어업 모듈에서는 수급 모형을 구축한 9개 품종이 전체 양식생산량의 95%를 차지하여, 나머지 5%는 ‘기타’로 처리하여 모형의 구조를 설계하는 것이 가능했다. 그러나 일반해면어업의 경

23) 이 절에서는 1차 연도(2018년)의 양식어업 전망모듈과 금년 어로어업 전망모듈의 구축 방향을 종합적으로 고려하여 제시하였다. 큰 틀에서 「KMI-FOSiM」의 구축 방향이 달라진 점은 없기 때문에 1차 연도 보고서의 내용을 상당 부분 인용하여 정리하였음을 밝힌다.

우 특정 품종(예: 고등어, 오징어, 갈치 등)의 생산이 전체 생산에서 차지하는 비중이 크지 않아, 어류, 패류, 연체동물과 같이 집계된 수준의 종류별 수급모형을 구축하고자 한다면 상당히 많은 품종이 고려되어야 한다. 즉, 전체 수산물 생산의 최소 90% 이상을 포괄할 수 있도록 세부 품종별 수급모형이 구축되어야 전망모형으로서의 설명력과 의의를 지닐 수 있다. 하지만 단기에 품종별 수급모형을 모두 구축하는 것은 현실적으로 어렵고, 모형에 투입되는 통계 DB가 품종별로 구축되어 있지 못한 점도 제약조건이라 할 수 있다. 이러한 작업은 장기과제로 추진되어야 하며, 결국 고등어, 갈치 등의 품종별 수급모형을 하나씩 구축한다고 하더라도, 종류별 수급 체계와 단기간에 연계되지 않는 별개의 모형을 구축할 수밖에 없다.

이에 따라 본 연구에서는 어로어업 전망모듈의 대상범위를 수산물 종류별 모형으로 구축하되, 갈치, 고등어 2개 어종에 대해서는 전체 모형과 연계되지 않고 별도로 작동되는 모듈로 구축하였다. 1차 연도에 구축된 양식어업 모듈과 어로어업 모듈을 연계·통합하여 수산 부문 총량지표를 산출할 수 있고, 보다 견고한(robust) 전망이 가능한 모형을 초기 설정(setting)하는데 2차 연도 연구의 주안점을 두고자 하였다. 물론 「KMI-FOSiM」 운용·개편이 매년 후속연구를 통해 이루어져야 함에 따라, 매년 대상 품종을 추가적으로 구축해나가는 단계적 접근이 요구된다.

2. 어획노력량 변수를 활용한 생산함수 추정

제2장 어로어업 전망모듈 구축을 위한 이론적 검토에서 어업 자원량 추정의 한계와 특수성에 대해 살펴보았다. 수산물 종류별 생산량

추정에 있어서 자원량(stock) 변수를 설명변수로 이용하는 것이 이상적이겠지만, 대외비 자료의 확보가 현실적으로 어렵다는 점이 문제이다. 특히 본 연구가 수산물 종류별 모형을 기반으로 수급 체계를 구성함에 따라 국내의 어업별·종류별 자원량을 산정해야 하는 문제에 직면하는데, 국립수산물과학원의 자원량 추정은 주로 갈치, 고등어 등 품종 수준에서 이루어지고 있음을 감안하면 사실상 자원량 변수를 모형에 활용할 수 없다는 결론에 도달하게 된다.

결국 이러한 어업자원량 DB 이용의 한계 하에서 본 연구에서는 어획노력량 변수를 생산량 추정 방정식의 설명변수로 이용하였다. 어획노력량 산정을 위해서는 어선척수, 톤수, 마력수 등의 지표를 다양하게 활용하였다.

3. 축차형(Recursive) 방식의 균형가격 도출

중장기 수급 전망모형에서 균형가격을 도출하는 방식은 축차형 및 수급 동시균형의 2가지 방식으로 구분할 수 있다. 축차형(recursive) 방식은 총공급량이 결정되면 총수요와 총공급의 항등식 관계를 통해 소비량을 도출하고, 가격신축성함수(역수요함수)를 통해 균형가격을 도출하는 방식이다. 이 방식으로 수급 전망모형을 구축한 사례로는 한국농촌경제연구원의 KREI-ASMO(1995~2007년) 모형, 약용작물 오미자 모형을 구축한 최병옥 외(2014), 제주 월동무 모형의 김배성 외(2014) 등이 대표적이다.

다음으로 농업부문 전망모형 「KREI-KASMO」와 같이 총수요와 총공급이 양방향에서 동시에 영향을 미쳐 균형가격을 도출하는 수급 동시균형(simultaneous) 방식이 있다. 이는 시장 공급량이 수요량을

초과할 때 가격을 하향 조정하거나, 역으로 수요량이 공급량을 초과할 때 가격을 상향 조정하는 조정계수(equilibrator)를 이용하여 균형가격을 도출하는 방식이다.²⁴⁾

본 연구에서도 균형가격 도출을 축차형 또는 수급 동시균형 방식으로 설계할지에 대해 많은 검토가 이루어졌다. 수요와 공급이 양방향에서 영향을 주어 균형가격을 유도하는 수급 동시균형 방식이 경제학적 이론 측면에서는 수용 가능하지만, 수산물 수급의 특수성을 고려할 때, 축차형 방식이 더 적절하다는 의견도 있다. 특히 수산업은 생물을 취급하는 산업으로 시장가격 여건에 따라 단기에 공급량을 즉각 늘리는 것이 어렵기 때문에, 즉 공급이 비탄력적(inelastic)이므로 수급 동시균형 방식보다는 시장 공급에 의해 가격을 결정하는 축차형 방식이 더 현실에 부합한다는 의견도 제시되었다. 결론적으로 본 연구에서는 축차형 방식의 전망모형을 구축하였다.²⁵⁾

4. 수산부문 총량지표의 산출방식 개선

수산업·어촌과 관련된 주요 총량지표로는 수산물 총생산량(액), 부가가치, 수산물 수출입량(액), 국민 1인당 수산물 소비량, 명목 및 실질 수산물 생산자가격, 어가인구, 어가소득, 수산물 자급률 등을 들 수 있다. 이러한 총량지표들은 전망모형을 구성하는 하위모듈 방정식의 추정을 통해 최종적으로 집계되거나(aggregated), 항등식 관계

24) 한석호 외(2015. 12), p. 34.

25) 1차 연도 연구 중간보고회(2018.6.15.)에 참석한 다수의 심사위원들은 공급의 비탄력적 제약이 큰 수산업의 특성상 축차형 방식의 모형 설정을 권고하였다. 심사위원들의 권고를 받아들여 본 연구에서는 가격신축성함수를 통해 균형가격을 도출하는 축차형 모형으로 「KMI-FOSiM」을 구축하였다. 그러나 본 연구 이후 계속사업으로 전망모형 운용·개편 연구를 수행하면서 수급 동시균형 방식의 모형 구축도 고려할 계획이다.

를 통해 자동적으로 계산된다.²⁶⁾ 아니면 이러한 산출방식과 별도로 해당 지표 자체에 대한 개별방정식 추정을 통해 도출될 수도 있다.

과거에 구축된 「KMI-FSM」에서는 국내 수산물 가격을 대표하는 지표로서 ‘실질 수산물 생산자가격’을 방정식 자체를 추정하는 방식으로 유도하였다. 반면 「KMI-FOSiM」에서는 어류, 패류, 해조류 등 6개 수산물 종류별 역수요함수를 통해 균형가격을 도출하고, 이 균형가격을 통해 생산자가격(=산지가격)이 추정되어 종류별 생산량과 결합, 최종적으로 수산물 총생산량과 총생산액으로 집계된다.²⁷⁾ 결국 종류별 생산자가격이 일정 수준에서 집계됨으로써 전체 수산물 생산자가격이 모형의 수급체계 내에서 자동적으로 계산되는 구조로 설계되었으며, 이는 가격 자체를 개별방정식으로 추정하는 방식과는 명확한 차이가 있다.

이와 같이 총량지표를 별도로 추정하지 않고 모형을 구성하는 연립방정식체계(simultaneous equation system) 내에서 자동적으로 산출되도록 하는 것이 총량모형 구축의 이론적 정합성 제고 측면에서는 바람직한 것으로 평가된다. 또한 개별 수급 변수들이 전망모형의 체계 내에서 상호 유기적으로 영향을 주고받는, 즉 변수들의 인과관계를 고려한 시스템을 구현한다는 측면에서도 이러한 총량지표 산출방식이 보다 개선된 접근이라 할 수 있다.

26) 몇 가지 지표의 예를 들면, 수산물 총생산량(Q)은 어업별(일반해면어업, 양식어업, 원양어업, 내수면어업) 및 종류별(어류, 갑각류, 패류, 연체동물, 기타수산물, 해조류) 수산물 생산량 추정치(전망치)가 집계되어 산출된다($\sum_i \sum_j Q_{ij}$, $i=4$ 개 어업, $j=6$ 개 수산물 종류). 그리고 수산물 자급률

은 수산물 총생산량을 국내 총소비량으로 나눈 값으로, 여가소득은 어업소득 및 어업외소득의 합계와 같이 항등식(identity) 관계를 통해 산출된다.

27) 수산물 총생산액을 총생산량으로 나눈 값이 명목 수산물 생산자가격이며, 여기에 GDP 디플레이터를 반영하면 실질 수산물 생산자가격이 유도된다.

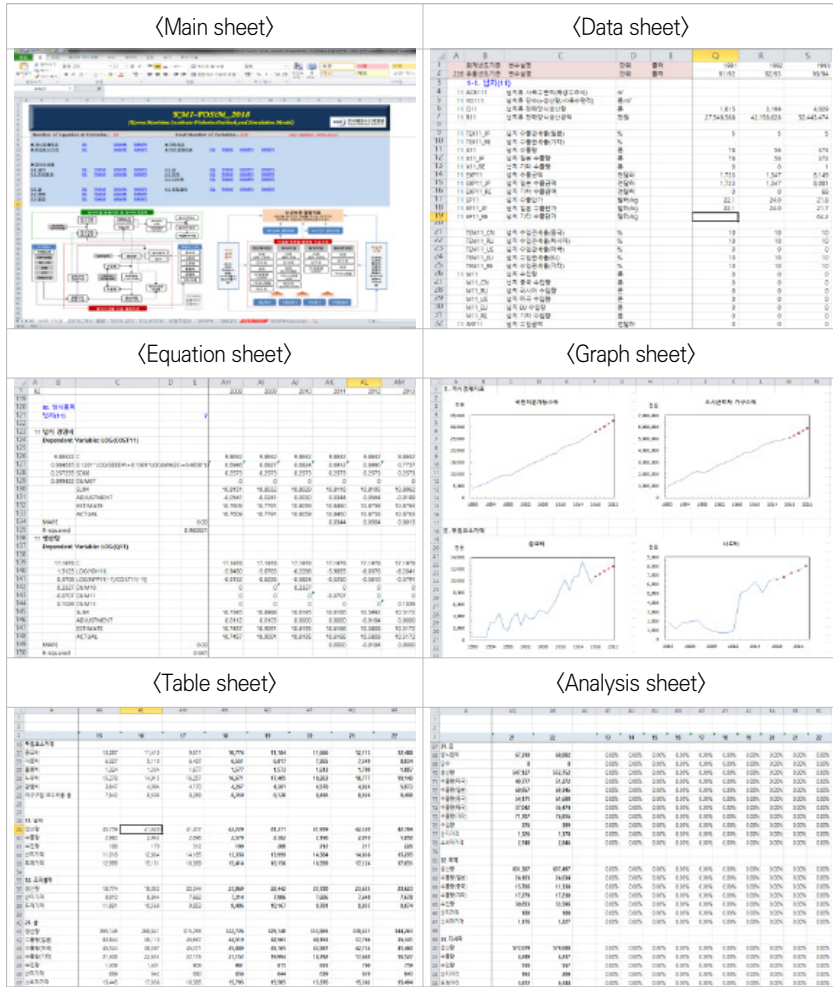
5. 모형 운용 프로그램을 EXCEL 기반으로 전환

초기 전망모형 「KMI-FSM」은 'RATS(Regression Analysis of Time Series)'라는 계량경제분석 프로그램을 이용하여 구축되었다. RATS 명령어를 이용하여 체계적이고, 효율적으로 프로그래밍이 이루어질 경우 모형 운용에 큰 어려움이 없고, 모형의 추정과 전망, 시뮬레이션이 하나의 프로그램에서 구현된다는 장점이 있다. 그러나 모형의 전체 구조와 작동체계를 쉽게 파악하기가 어렵고, 프로그래밍 과정에서 오류가 발생할 경우, 어디서 오류가 발생했는지를 빠르게 진단하기 어렵다는 단점이 있다. 특히 RATS 프로그램에 능숙한 담당자만 전망모형을 운용할 수 있어 담당자 변경 시 인수·인계와 원활한 모형 운용이 어렵다는 현실적인 어려움도 있다.

이에 따라 「KMI-FOSiM」의 구축에 있어서는 개별방정식의 추정과 전체 연립방정식체계의 운용을 이원화하였다. 즉, 개별방정식의 추정은 EViews 프로그램을 이용하였고, 전체 연립방정식체계는 엑셀(EXCEL) 운용 기반으로 개편하였다. 농업부문의 「KREI-KASMO」와 같이 모형의 운용을 엑셀 시트(Sheet) 기반으로 전환함에 따라 오류를 쉽게 확인할 수 있고, 주요 지표에 대한 요약 표(table), 그림(graph) 등 시각 자료를 손쉽게 생성할 수 있어 모형 운용의 관점에서는 편의성이 매우 높아진 것으로 평가할 수 있다.

엑셀 기반 운용 프로그램은 모형의 전체 구조를 보여주는 Main 시트, 연도별 통계 DB를 입력한 Data 시트, EViews로 추정한 개별방정식의 추정결과를 입력한 Equation 시트, 주요 변수의 실제치와 전망치를 연결하여 시각적으로 보여주는 Graph 시트, 주요 변수의 전망치를 표로 제공하는 Table 시트, 각종 시나리오 분석을 수행할 수 있는 Analysis 시트 등으로 구성된다.

〈그림 3-2〉 1차 연도에 구축된 「KMI-FOSiM」의 엑셀용 프로그램



자료: 저자 작성

6. 전망모형의 정책 활용도 제고

산업 전망모형은 이론적 정합성(theoretical consistency), 현실 설명력(availability), 정책적 유용성(policy usefulness)을 두루 갖추어야 우수한 모형이라 할 수 있다. 「KMI-FOSiM」의 구축에 있어서는 전망 모형의 이론적 정합성, 현실 설명력을 물론 중요하게 고려하였지만, 특히 수산정책에 있어서의 활용도 제고에 역점을 두었다.

「KMI-FOSiM」은 월별이 아닌 연도별 수급모형이라는 점에서 전망치는 중장기 수산정책 수립에 있어서 기초자료 내지 정책방향을 설정하기 위한 가이드라인으로 활용하는 것이 바람직하다.²⁸⁾ 이러한 측면에서 수산정책의 관심사항이나 긴급한 대내외 여건변화 발생 시 정책실험(simulation)을 할 수 있고, 분석결과를 대책 수립의 기초자료로 활용할 수 있는 기반 마련의 수단으로서 전망모형을 구축하였다. 예를 들어 거시경제변수인 국제유가, 환율의 변화, WTO 수산보조금 감축의 수산부문 파급효과, 무역여건 변화에 따른 관세율 변화의 영향, 어선감척이나 어업관리 수단의 변화에 따른 수산업 영향 등을 사전적(ex ante) 또는 사후적(ex post)으로 시뮬레이션하여 정책수립에 활용하고자 하는 목적에 중요성을 두었다.

28) 「KMI-FOSiM」은 주요 수산 총량지표에 대한 중단기(5년 이내)의 연도별 전망치를 산출하는데 목적이 있다. 반면, KMI 수산업관측센터에 운용 중인 6개 품목(넙치, 조피볼락, 굴, 전복, 김, 미역)의 수급 예측모형은 생산량, 산지 및 도매가격, 수출입 등의 전망치를 월별로 산출하여 매월 공표하고 있다. 월별 전망치는 연도별 전망치에 비해 상대적으로 시장에 미치는 정보로서의 가치와 영향력이 다를 수밖에 없기에 모형의 정교한 설계, 전망결과의 적중률이 큰 의미를 가진다.

제3절 「KMI-FOSiM」의 세부 구조

1. 1차 연도 양식어업 전망모듈의 구조²⁹⁾

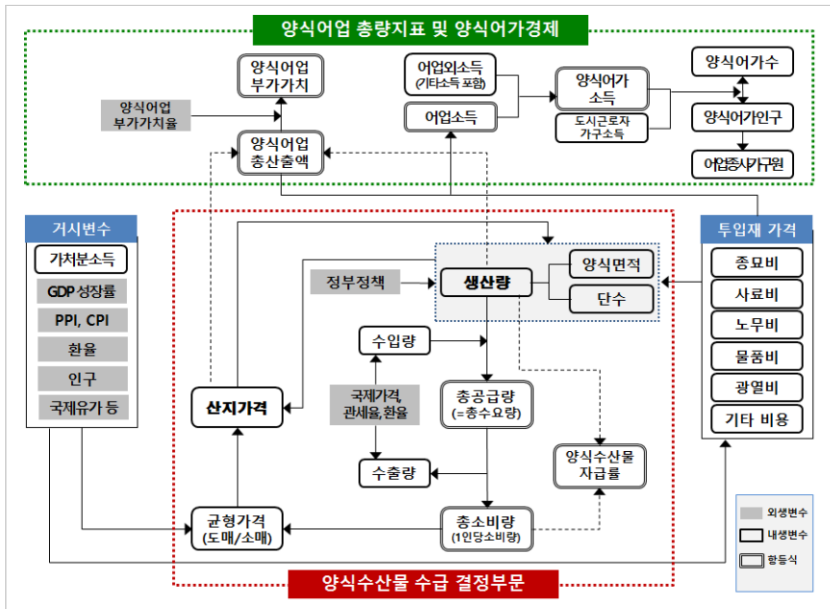
1차 연도에 구축된 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모듈의 구조도는 〈그림 3-3〉과 같다. 품종별 수급모형은 생산량 결정함수(또는 양식면적함수 및 단수함수), 수입수요함수, 수출함수, 역수요함수를 추정하게 된다. 생산량과 수입량을 합산하여 총공급량이 산정되고, 여기에 수출량을 차감하여 총소비량, 1인당 소비량(총소비량/인구)을 도출한다. 품종별 역수요함수 추정을 통해 시장청산 균형가격(도매 또는 소매가격)이 도출되며, 산지가격은 균형가격과 생산량을 설명변수로 하는 가격연계함수를 이용하여 도출하였다. 그리고 전기의 산지가격이 고려된 양식어가의 기대수익률이 다시 양식생산 의사결정에 영향을 미치는 축차형(recursive) 구조로 모형이 설계되었다.

생산량 추정에 있어서는 ‘양식면적(시설량)’과 단위면적당 생산성을 나타내는 ‘단수’를 곱해 생산량을 도출하는 방식, 그리고 생산량 자체를 추정하는 방식을 혼용하였다. 품종별로 살펴보면, 김, 홍합은 양식면적과 단수 기반으로, 넙치, 전복, 굴, 조피볼락, 미역 등은 생산량 기반으로 추정하였다. 전망모형의 정책 활용도 제고를 위해서는 면적과 단수 기반의 추정이 바람직하다고 할 수 있다. 그러나 두 가지 방식을 모두 고려한 것은 품종별로 이용 가능한 양식면적 시계열의 길이, 양식면적 통계의 정확성 등에 있어서 여건이 달라 하나의 통일된 방식으로는 유의한 추정에 어려움이 있었기 때문이다.

29) 양식어업 모듈의 구조에 대한 설명은 1차 연도 연구보고서(이현동 외, 2018)의 내용을 그대로 인용하였음을 밝힌다.

한편, 인구, 환율, GDP 등 거시경제 변수는 양식어업 투입재 가격과 수출·수입, 균형가격의 결정에 영향을 미치며, 투입재 가격은 양식생산 의사결정에 영향을 주는 구조로 설계되었다. 양식수산물 수급 결정부문에서 추정된 9개 품종별 산지가격(P_i), 생산량(Q_i)이 곱해져 양식어업의 총생산액($\sum_i P_i Q_i$)이 결정된다. 양식어업 소득은 추정된 어업총수입과 어업경영비를 차감함으로써 모형 내에서 도출된다. 따라서 어가소득(=어업소득+어업외소득)은 어업외소득에 대한 방정식만 추정함으로써 항등식 관계를 통해 자동적으로 계산된다. 그리고 양식어가 가구수, 양식어가 인구수는 양식어가 소득, 도시근로자가구 소득, 추세 변수 등을 이용하여 추정하였다.

〈그림 3-3〉 「KMI-FOSiM」 양식어업 전방모듈의 구조



자료: 저자 작성

2. 「KMI-FOSiM」의 전체 구조 및 품종 모형의 구조

「KMI-FOSiM」은 우리나라 수산부문에 국한된 부분균형(partial equilibrium)모형으로 비수산 부문과 글로벌 시장요인은 모두 외생적으로 결정됨을 가정하였다. 이 모형은 어업별·수산물 종류별·품종별 생산과 수출입, 소비, 가격, 거시경제변수 및 투입요소가격, 어촌·어가경제 부문의 제 변수들이 상호 유기적으로 연계되어 있는 연립방정식시스템(simultaneous equation system)으로 설계되었다.

「KMI-FOSiM」의 전체 구조도는 〈그림 3-4〉와 같다. 1차 연도에 구축한 품종별 양식어업 모듈은 오른쪽의 5각형 점선에 제시되어 있다. 2차 연도에는 양식어업 모듈에 어로어업 모듈을 포함하여 전체 수산부문 전망모형으로 연계·통합하였다. 양식어업 모듈은 9개 품종별 수급모형을 포함하며, 일반해면, 원양, 내수면 어업 등 어로어업 모듈은 종류별 수급모형으로 구성되었다. 각 어업별로 어류, 갑각류, 연체동물, 패류, 기타수산동물, 해조류 6개 유형의 생산, 수입, 수출, 재고, 소비, 가격이 산출되는 구조로 설계되었다.

종류별 수급모형에서는 생산량 결정함수, 수입수요함수, 수출함수, 재고함수, 역수요함수를 추정하게 된다. 양식어업의 생산량 결정에 있어서는 생산량 자체를 추정하는 방식, 양식면적 및 단수를 곱하는 방식을 이용하였다. 어로어업의 경우에도 단수 개념과 비슷한 단위 노력당 어획량(CPUE: Catch Per Unit Effort)에 어획노력량을 곱하여 최종적으로 어획량이 산출되는 구조로 설계되었다. 다만, 원양어업과 같이 어획노력량 DB의 제약으로 CPUE 개념을 적용하기 어려운 경우에는 생산량을 시계열 추세로부터 추정하였다.

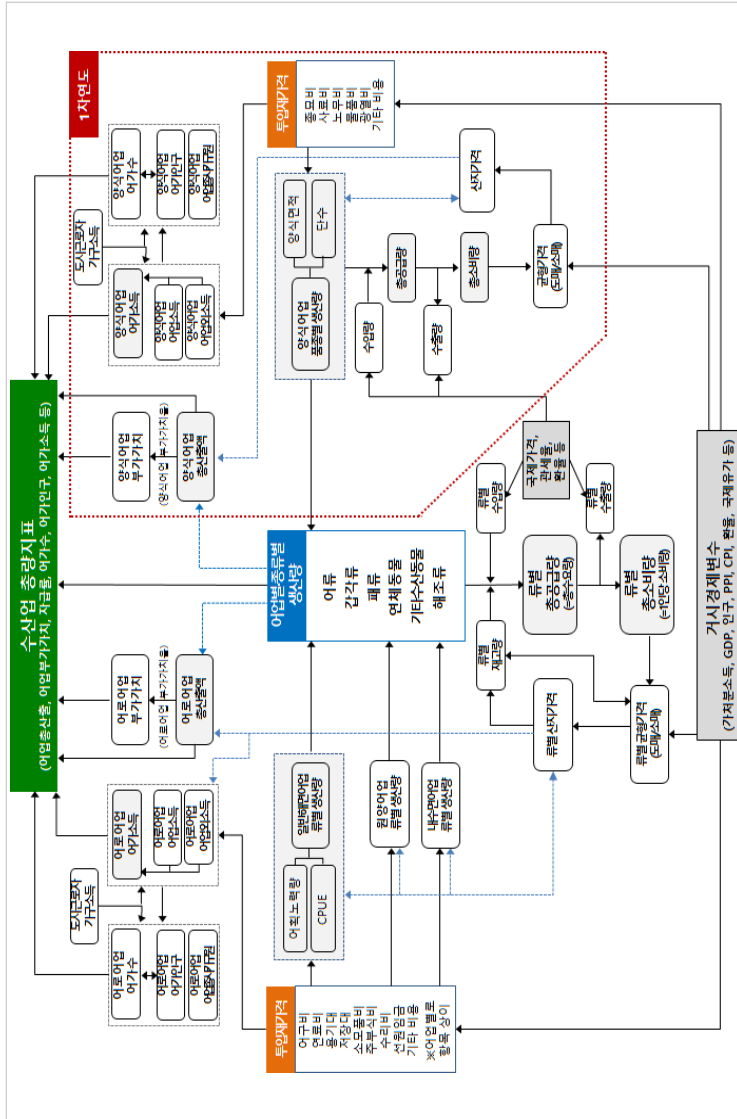
거시경제변수 전망에서는 인구, 환율, GDP, 경제성장률, 각종 물

가지수, 국제유가 등을 통계청, 한국은행 등 국내외 주요 기관에서 발표하는 전망치를 이용하였다. 다만, 외부기관에서 전망치를 발표하지 않는 가처분소득, 도시가구 근로자소득 등은 모형 내에서 개별 방정식 추정을 통해 전망치를 산출하였다. 경영비 성격의 투입요소 가격 전망에서는 어로 및 양식 어업에 투입되는 각종 재화와 서비스의 가격을 전망한다. 어업별로 투입되는 생산요소는 이질적인데, 양식어업에서는 사료비, 종묘비, 노무비 등의 비중이 큰 반면, 어로어업에서는 연료비, 어구비, 수리비, 노무비(선원임금)가 중요한 투입요소로 분류된다. 이 거시경제변수 및 투입재 가격이 각 어업의 종류별·품종별 수급모형에 설명변수로 이용되도록 하였다.

어촌·어가경제 전망에서는 어가소득 결정모형, 어가인구 결정모형과 같이 2개 부문으로 구성하였다. 수산물 수급 모형으로부터 도출된 생산량 및 가격 전망치, 그리고 투입재 가격 전망치 등을 통해 어업소득이 모형 내에서 결정되며, 어업외소득은 별도의 방정식 추정을 통해 전망치를 산출하였다. 이 어업소득과 어업외소득을 합산하여 최종적으로 어가소득이 결정된다.

최종적으로 수산업 총량지표는 어업별·종류별 생산량과 가격 전망치, 수출입, 소비, 어가소득, 어가인구 등이 일정 수준에서 집계되어 (aggregated) 최종적으로 어업 총생산액, 어업 부가가치, 자급률, 실질수산물가격, 1인당 수산물 소비량 등을 도출하게 된다. 참고로 <그림 3-4>는 모형의 전체적인 체계를 보여주기 위해 비교적 단순화시킨 구조도로써 세부 항목별 방정식의 추정에 이용된 다양한 변수 간 인과관계는 생략된 것임을 밝힌다. 이에 대한 내용은 제4장에서 제시된 개별방정식 추정결과를 통해 파악할 수 있다.

〈그림 3-4〉 수산부문 전망모형 「KMI-FOSIM」의 전체 구조도

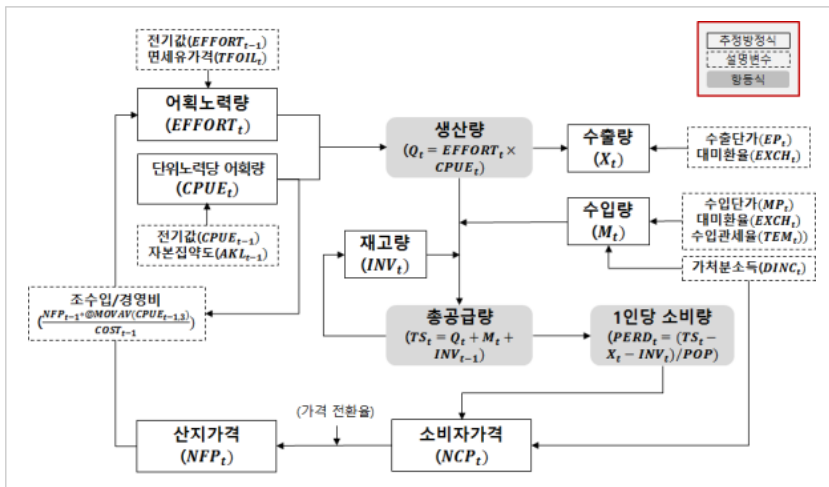


자료: 저자 작성

한편, 갈치, 고등어 2개 품종은 현재 시점에서 「KMI-FOSiM」의 전체 체계와는 연계되지 않지만 해당 품종의 수급만을 고려한 전망모형을 구축하였다. 이 품종별 모형은 어획노력량, 단위노력당 어획량, 수출량, 수입량, 재고량, 소비자가격(역수요함수)의 6개 결정함수를 추정하는 축차형 모형으로 설계되었다.

품종별 수급 전망모형은 어획노력량(EFFORT)과 단위노력당 어획량(CPUE) 방정식 추정을 통해 생산량(Q)이 집계되고, 수출량(X)과 수입량(M), 재고량(INV) 추정치를 고려한 수급 항등식 관계 하에서 총공급량(TS), 1인당 소비량(PERD)이 결정된다. 그리고 1인당 소비량, 가처분소득 변수를 통해 소비자가격을 추정하고, 산지가격과 소비자가격의 전환율을 이용하여 최종적으로 산지가격이 도출된다. 그리고 산지가격이 반영된 해당 품종의 조수입을 경영비로 나눈 변수가 다시 어획노력량의 설명변수로 투입되는 구조로 설계되었다.

〈그림 3-5〉 갈치, 고등어 수급 전망모형의 전체 구조도



자료: 저자 작성

제 4 장

「KMI-FOSiM」 추정결과 및 모형의
예측력 검증

이 장에서는 1차 연도 양식어업 전망모듈의 갱신·보완과 함께 일반해면·원양·내수면어업 등 어로어업 전망모듈을 신규로 추정하였다. 각 전망모듈은 거시 및 투입요소, 수산물 생산량·수출입·가격, 어촌·어가경제 부문 등으로 구분된다. 또한 장기적으로 어로어업도 품종별 전망 기반을 구축한다는 측면에서 고등어, 갈치 2개에 한정하여 수급 전망모듈을 추정하였다. 추정방법은 통상최소자승법(Ordinary Least Square Method: OLS)을 이용하였다. 대부분의 방정식은 Log-Log 함수 형태로 추정하였으나, 일부는 level-level 형태로도 추정하였다. 방정식 추정에는 EViews 프로그램을 이용하였다.

개별 방정식 추정을 통해 최종적으로 적합한 모형을 선정한 기준은 다음과 같다. 첫째, 추정계수의 부호조건이 경제학적 이론에 부합하여야 한다. 둘째, 추정계수는 5% 내 유의수준에서 통계적으로 유의해야 하되, 유의수준은 최대 10% 이내여야 한다. 셋째, 다양한 설명변수를 포함 또는 제외시키며 모형의 설명력을 확인하는 반복적 추정과

정을 거친 후, 결정계수(R^2)가 가장 높은 모형을 채택한다. 넷째, 자기상관 문제를 해소하기 위해 더빈-왓슨 통계량(Durbin-Watson Statistics)은 1.5~2.5의 값으로 추정된 모형을 고려하였다. 다만, 자기시차변수를 설명변수로 이용하거나 D-W 통계량이 이를 벗어날 경우에는 별도의 자기상관 검정(Breusch-Godfrey LM Test)³⁰⁾을 실시하여 자기상관 문제가 존재하지 않을 때 이를 수용하였다. 다섯째, 모형 적합성 검정 시 RMSPE와 MAPE는 10% 이하, Theil의 불균등계수는 0.1 이하를 목표로 하였다. 이상의 5가지 기준을 종합적으로 고려, 가장 부합하는 방정식을 최종적으로 선정하였다.

제1절 어로어업 전망모듈 추정결과

1. 거시 및 투입요소 부문

거시 및 투입요소 부문에서는 어로어업 및 양식어업 전망모듈에서 공통적으로 이용되는 (1인당)국민처분가능소득과 도시근로자 가구소득과 함께 어로어업의 주요 투입요소가격을 추정하였다. 주요 거시 경제지표인 GDP, 국민처분가능소득, GDP 디플레이터, 생산자물가지수(PPI), 소비자물가지수(CPI), 환율 등은 한국은행 자료를 이용하였으며, 어로어업의 투입요소가격 지표인 미끼구입비, 노무비, 물품

30) 브리쉬-고드프리(Breusch-Godfrey)는 더빈-왓슨(Durbin-Watson) 검정이 가진 제약적 가정을 일반화시켜, 1) 설명변수로 종속변수의 시차변수들이 허용되며, 2) 오차항의 1계 자기상관을 가정하기보다는 AR(2), AR(3)과 같이 고계의 자기상관을 가정할 수 있으며, 3) u_{t-1} 및 u_{t-2} 와 같은 오차항의 이동 평균항이 설명변수로 포함될 수 있는 검정법을 제안하였다. Breusch-Godfrey LM Test 결과, χ^2 통계량이 특정 유의수준에서 갖는 임계치보다 클 경우, “오차항이 자기상관을 갖지 않는다”는 귀무가설(H_0)을 기각할 수 있게 된다(Damodar Gujarati(2016), p. 139-142).

비, 열음대, 광열비, 어구 구입·보수비 등은 통계청의 「어가경제조사」 자료³¹⁾를 이용하였다. 추정에 이용된 모든 변수는 GDP 디플레이터 (GDPDEF)³²⁾를 이용하여 실질화 하였으며, 추정방정식에서는 편의상 표기를 생략하였다.

1) 국민처분가능소득

국민처분가능소득은 GDP를 설명변수로 추정하였으며, 외환위기의 영향을 받았던 1998~1999년 더미변수를 포함하였다. 추정결과, GDP의 부호가 당초 예상대로 양(+)으로 추정되었으며, 통계적으로도 유의하였다. 한편, 「KMI-FOSiM」 하위모듈에는 국민처분가능소득을 추계인구로 나눈 1인당 가처분소득을 설명변수로 활용하였다.

〈표 4-1〉 국민처분가능소득 추정결과

$$\text{LOG(INC)} = 0.8519 + 0.9244 \cdot \text{LOG(GDP)} - 0.0317 \cdot \text{DM1}$$

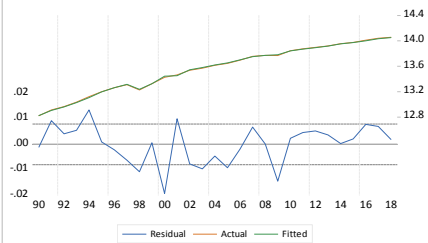
(16.08)*** (240.33)*** (-6.40)***

$R^2 = 0.999$

D-W = 1.756

추정기간: 1990~2018년(n=29)

INC: 국민처분가능소득(십억 원, 경상, 한국은행)
GDP: 국내총생산(십억 원, 경상, 한국은행)
DM1: 1998, 1999, 2001년 더미변수
(1998, 1999, 2001=1, 그 외 0)



주: ()는 t-value를 나타내며, ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준에서 통계적으로 유의함을 의미함. 이는 이어지는 모든 개별방정식의 추정결과에서 모두 동일하게 적용됨

자료: 저자 작성(이어지는 〈표 4-2〉~〈표 4-51〉도 저자가 추정한 결과를 제시한 것으로 편의상 자료 출처 표기를 생략하였음)

31) 통계청 어가경제조사는 연근해어업 및 양식어업 관련 어가를 대상으로 하며, 원양어업 및 내수면어업은 포함되지 않는다. (어가경제조사 통계정보 보고서, 2015.12. p.10)

32) GDPDEF: GDP 디플레이터(2010=100, 한국은행)

2) 도시근로자 가구소득

도시근로자 가구소득은 설명변수로 국내총생산(GDP)과 더불어 외환위기가 발생했던 1998년, 글로벌 경제위기였던 2009년을 전후로 구조변화 더미변수를 고려하였다. 추정결과, 설명변수의 부호가 당초 기대에 부합했으며, 통계적으로 유의하였다. 다만, 더빈-왓슨(Durbin-Watson) 통계량이 당초 설정한 기준치보다 낮아 추가적으로 Breusch-Godfrey LM 검정을 수행한 결과, 자기상관은 존재하지 않는 것으로 분석되었다.

〈표 4-2〉 도시근로자 가구소득 추정결과

$$\text{LOG(CITY_WAGE)} = 5.2171 + 0.7215 \cdot \text{LOG(GDP)} - 0.0830 \cdot \text{SD98} - 0.0524 \cdot \text{SD09}$$

(13.84)*** (25.32)*** (-4.53)*** (-3.46)***

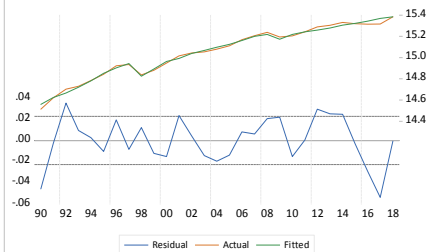
$R^2 = 0.9920$

D-W = 1.325

추정기간: 1990~2018년(n=29)

B-G LM test = 1.940(0.164)

CITY_WAGE: 도시근로자 월평균 가구소득(원, 명목, 2인 이상, 한국은행)
GDP: 국내총생산(십억 원, 경상, 한국은행)
SD98: 1998년 구조변화 더미변수 (1998년 이전 0, 이후 1)
SD09: 2009년 구조변화 더미변수 (2009년 이전 0, 이후 1)



주: Breusch-Godfrey LM 검정 결과, χ^2 통계량(괄호 값은 p-값)이 특정 유의수준에서의 임계치보다 클 경우 "오차항이 자기상관을 갖지 않는다."는 귀무가설을 기각할 수 있음. 본 추정결과에서는 χ^2 통계량 및 p값을 고려할 때 귀무가설을 기각할 수 없으므로 자기상관이 존재하지 않음을 알 수 있음. 이같은 해석은 이후 Breusch-Godfrey LM 검정에서도 공통적으로 적용됨

3) 미끼구입비

미끼는 수산물을 어획하기 위해 근해연승, 근해통발 등의 어법에 서 이용된다. 미끼구입비의 설명변수로는 어업현장에서 미끼로 주로

이용되는 사료용 갈고등어, 냉동꽂치 등의 가격이 유의한 영향을 줄 것으로 예상하였다. 그러나 갈고등어 가격의 장기 시계열을 확보하는데 어려움이 있어 모형 추정에는 냉동꽂치 수입단가를 설명변수로 이용하였다. 추정결과 냉동꽂치 수입단가와 전년도 미끼구입비 변수의 부호가 양(+)으로 추정되어 부호조건이 당초 기대에 부합하였으며, 추정치도 통계적으로도 유의하였다.

〈표 4-3〉 미끼구입비 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(AFEEDP)} = & 3.0480 + 0.1968 * \text{LOG(MP_SAURY)} + 0.5467 * \text{LOG(AFEEDP(-1))} \\ & (3.35)^{***} \quad (1.83)^* \quad (3.97)^{***} \\ & - 0.6180 * \text{DM1} + 0.6858 * \text{DM2} \\ & (-4.67)^{***} \quad (5.38)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.802$

B-G LM test = 0.274(0.601)

추정기간: 1994~2018년(n=25)

AFEEDP: 어로어가 미끼구입비(천 원, 통계청 어가경제조사)

MP_SAURY: 냉동꽂치 수입단가(달러/kg, 한 국무역협회)

DM1: 1998년 더미변수(1998=1, 그 외 0)

DM2: 2018년 더미변수(2018=1, 그 외 0)



4) 얼음대

얼음은 수산물을 어획한 뒤 위판 및 유통할 때 신선도를 유지하기 위해 이용된다. 즉, 얼음의 이용은 어업 생산량이 많아질수록 그 수요도 증가함에 따라 가격이 상승할 것으로 예상된다. 이에 따라 얼음대의 설명변수로는 일반해면어업 총생산량을, 그리고 전기 값을 고려하였다.

얼음대는 log-log 함수로 추정하였는데, 모든 설명변수의 부호가 당초 예상에 부합하였고, 모형의 전체적인 설명력과 추정치의 통계적 유의성도 비교적 양호하게 도출되었다.

〈표 4-4〉 얼음대 추정결과

$\begin{aligned} \text{LOG(AICE)} = & -12.4890 + 0.8109^* \text{LOG(AICE(-1))} + 0.9539^* \text{LOG(ATQ)} \\ & (-1.91)^* \quad (11.81)^{***} \quad (1.98)^* \\ & + 2.1778^* \text{DM1} - 1.5363^* \text{DM2} \\ & (6.11)^{***} \quad (-6.02)^{***} \end{aligned}$		
$R^2 = 0.922$	B-G LM test = 0.934(0.334)	추정기간: 1982~2018년(n=37)
AICE : 어로어가 얼음대(천 원, 어가경제조사) ATQ : 일반해면어업 총생산량(톤, 어업생산동향조사) DM1: 1983년 더미변수(1983=1, 그 외 0) DM2: 1989, 1998년 더미변수(1989, 1998=1, 그 외 0)		

5) 물품비

어로어가의 물품비는 어상자대, 선수품비 등 어로작업에 필요한 여러 물품을 구입하는 비용이라 할 수 있다. 물품비 추정을 위하여 일반해면어업 총생산량과 전년도 물품비를 설명변수로 도입하였다.

추정결과 모든 변수가 통계적으로 유의하였으며 전년도 물품비와 일반해면어업 총생산량 설명변수의 부호가 양(+)으로 추정되어 당초 예상한 부호조건에 부합하였다.

〈표 4-5〉 물품비 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(AGOODSP)} = & -22.0545 + 0.2826 \cdot \text{LOG(AGOODSP(-1))} + 1.8517 \cdot \text{LOG(ATQ)} \\ & (-5.44)^{***} \quad (3.04)^{***} \quad (5.99)^{***} \\ & + 1.2077 \cdot \text{DM1} + 0.8087 \cdot \text{DM2} \\ & (5.91)^{***} \quad (4.10)^{***} \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.883$

B-G LM test = 0.013(0.909)

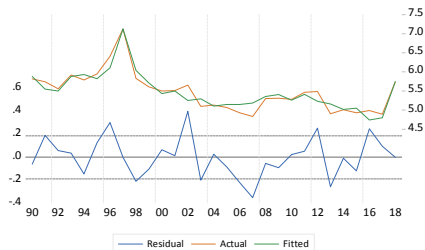
추정기간: 1990~2018년(n=29)

AGOODSP: 어로어가 물품비(천 원, 어가경제 조사)

ATQ: 일반해면어업 총생산량(톤, 어업생산동향조사)

DM1: 1997년 더미변수(1997=1, 그 외 0)

DM2: 2018년 더미변수(2018=1, 그 외 0)



6) 노무비

노무비는 어로어가의 경영비 중 가장 큰 비중을 차지하는 항목으로, 노무비 추정 방정식에는 임금의 하방 경직성을 감안하여 전기 노무비를 설명변수로 고려하였다. 그리고 어업임금 지급 구조의 특징을 고려하여 일반해면어업 총생산량도 설명변수로 고려하였다.

전통적으로 어로어업에서는 보합제(짓가림제)라는 임금 지급 체계가 보편화되어 있다. 이를 상술하면, 근로계약 기간 내에 어선주는 자기 어선과 어로작업의 노하우를, 어선원은 노무를 제공한다. 그리고 어업을 통해 생산된 어획물의 판매수익에서 각종 출어경비 등은 제외하고, 어선원의 기여도에 따라 임금(성과금)을 지급해 왔다. 이러한 임금 체계의 특수성을 고려한다면, 어업 생산량이 노무비에 가장 중요한 영향을 미치는 요인이라 할 수 있다.

추정결과, 노무비의 전기 값, 그리고 일반해면어업 생산량의 부호조건 모두 당초 예상에 부합하였으며, 추정계수의 통계적 유의성, 모형의

전체적인 설명력도 양호한 것으로 나타났다.

〈표 4-6〉 노무비 추정결과

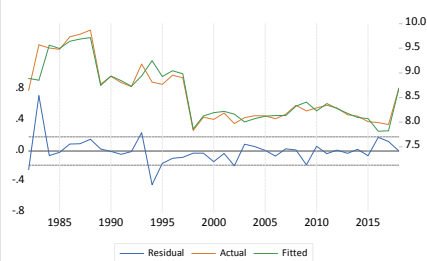
$$\begin{aligned} \text{LOG(AWAGE)} = & -13.9263 + 0.740 \cdot \text{LOG(AWAGE(-1))} + 1.1527 \cdot \text{LOG(ATQ)} \\ & (-3.78)^{***} \quad (8.45)^{***} \quad (3.83)^{***} \\ & - 1.0344 \cdot \text{DM1} + 0.7950 \cdot \text{DM2} \\ & (-7.22)^{***} \quad (4.16)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.914$

B-G LM test = 1.672(0.196)

추정기간: 1982~2018년(n=37)

AWAGE: 어로어가 노무비(천 원, 어가경제조사)
ATQ: 일반해면어업 총생산량(톤, 어업생산동향조사)
DM1: 1989, 1998년 더미변수(1989, 1998=1, 그 외 0)
DM2: 2018년 더미변수(2018=1, 그 외 0)



7) 광열비

유류비 등이 포함된 광열비는 노무비와 마찬가지로 어로어업 경영비에서 큰 비중을 차지하고 있다. 과거 국제유가 급등으로 인해 어업용 면세유 가격이 큰 폭으로 상승하였을 때, 유류 소모가 많은 업종에서는 출어 자체를 포기하는 사태도 있었다.

광열비의 추정에 있어서는 국내 유가에 영향을 미치는 환율, 그리고 국제유가를 설명변수로 고려하였다. 추정결과, 환율과 국제유가의 추정계수 부호는 양(+)으로 당초 예상에 부합하였으며, 추정계수도 통계적으로 유의하였다. 국제유가가 1% 상승할 경우, 어로어업의 광열비는 0.58% 상승하는 것으로 추정되었다.

〈표 4-7〉 광열비 추정결과

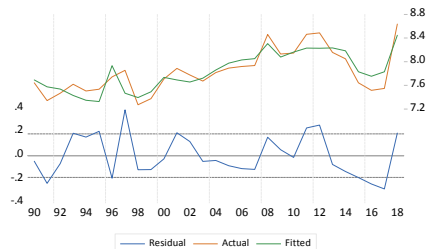
$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{AFUELP}) = & 2.2641 + 0.4758 * \text{LOG}(\text{EXCH}) + 0.5804 * \text{LOG}(\text{INTERP_FUELP}) \\ & (1.73)^* \quad (2.53)^{**} \quad (8.04)^{***} \\ & + 0.4932 * \text{DM1} \\ & (3.62)^{***} \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.77$

D-W = 1.735

추정기간: 1990~2018년(n=29)

AFUELP: 어로어가 광열비(천 원, 어가경제조사)
 EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
 INTERP_FUELP: 국제유가(달러/배럴, U.S. EIA)
 DM1: 1996, 2018년 더미변수
 (1996, 2018=1, 그 외 0)



8) 어구 구입·보수비

어구 구입·보수비는 전년도 어구 구입·보수비, 광열비, 일반해면어업 생산량을 설명변수로 추정하였다. 추정결과, 모형의 설명력 및 추정계수의 통계적 유의성이 비교적 양호한 것으로 나타났다.

〈표 4-8〉 어구 구입·보수비 추정결과

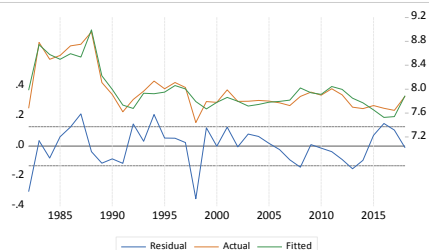
$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{AGEARP}) = & -5.8826 + 0.2810 * \text{LOG}(\text{AGEARP}(-1)) + 0.2735 * \text{LOG}(\text{AFUELP}) \\ & (-2.87)^{***} \quad (3.64)^{***} \quad (5.59)^{***} \\ & + 0.6696 * \text{LOG}(\text{ATQ}) + 0.5237 * \text{DM1} \\ & (4.06)^{***} \quad (5.06)^{***} \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.884$

B-G LM test= 0.567(0.452)

추정기간: 1982~2018년(n=37)

AGEARP: 어로어가 어구 구입·보수비(천 원, 어가경제조사)
 AFUELP: 어로어가 광열비(천원, 어가경제조사)
 ATQ: 일반해면어업 총생산량(톤, 어업생산동향조사)
 DM1: 1983, 1988년 더미변수
 (1983, 1988=1, 그 외 0)



2. 어업생산 부문

어로어업 수산물의 어업별·종류별 생산량 추정방법으로는 어획노력량과 단위노력당 어획량(CPUE)의 함수를 각각 추정한 뒤 이를 곱하거나, 생산량 자체를 종속변수로 두고 이를 추정하는 방법도 있다. 생산량 자체를 추정하는 방법에 비해 어획노력량과 단위노력당 어획량을 이용하여 생산량을 추정하는 방법은 어로어업의 생물경제학적 특징을 반영한다는 장점이 있다. 본 연구에서는 어획노력량과 단위노력당 어획량 함수를 추정하여 생산량을 도출하는 모형을 구축하였다. 그러나 원양어업과 같이 자료의 한계로 인해 해당 방법을 적용할 수 없는 경우 생산량 자체를 추정하는 방법도 고려하였다.

어로어업 생산부문 모형은 어업별로는 일반해면, 원양, 내수면 어업으로 구분하였으며, 종류별로는 어류, 갑각류, 패류, 연체동물, 해조류, 기타수산동물과 같이 총 6개로 구분하였다.³³⁾ 개별 방정식에 이용된 변수는 어업별 특성에 따라 각기 다른 변수가 이용되었다.

1) 일반해면어업

일반해면어업의 경우 어획노력량과 단위노력당 어획량을 적용하여 생산량을 추정하였으며, 추가적으로 생산량 자체를 추정하는 방법 또한 고려하였다. 일반해면어업의 어획노력량 변수는 반복적인 추정 결과를 통해 ‘어선 척수×어로일수’가 가장 유의하게 도출되어 이를 적용하였으며, 단위노력당 어획량은 부류별 총어획량을 앞서 도출된 어획노력량으로 나누어 산출하였다. 한편, 기타수산동물과 해조류의 경

33) 편의상 변수명 설정 시 일반해면어업은 A, 양식어업은 B, 원양어업은 C, 내수면어업은 D로 표기하였다.

우 일반해면어업 생산 비중이 미미하여 모형 추정에서는 제외하였다.

일반해면어업 생산부문의 방정식 체계는 다음과 같다. 일반해면어업의 부류별 어획노력량 함수는 전년도 어획노력량과 자체가격에 대한 어로어가의 기대수익률, 주요 투입재인 면세유 가격을 설명변수로 설정하였다. 어로어가의 기대수익률은 전기 산지가격에 최근 3개년 이동평균 단위노력당 어획량³⁴⁾을 곱한 조수입(gross revenue)을 다시 경영비로 나누어 계산하였다.

$$AEFFORT_{i,t} = \alpha + \beta_1 \frac{ANFP_{i,t-1} \times @MOVAV(ACPUE_{i,t-1}, 3)}{ACOST_{i,t-1}} \\ + \beta_2 TFOILP + \beta_3 AEFFORT_{i,t-1} \quad (i = \text{부류})$$

[식 4-1]

[식 4-1]에서 AEFFORT는 어획노력량, ANFP는 산지가격, @MOVAV는 이동평균, ACOST는 경영비, TFOILP는 면세유 가격을 의미한다.³⁵⁾ 산지가격과 경영비, 면세유 가격은 GDP 디플레이터를 이용하여 실질화하였으며, 추정방정식에서는 표기를 생략하였다. 부류별 어로어업의 기대수익률이 상승하면 경영체에서는 어획노력량을 늘리고자 할 것이나, 면세유 가격과 같은 비용 상승은 경영체의 어획노력량을 감소시키는 변수로 작용할 것이다. 따라서 전년도 어획노력량 및 자체 가격의 기대수익률 변수의 부호는 양(+)으로, 면세유 가

34) 단위노력당 어획량의 경우, 특정 연도의 급격한 생산성 변화보다는 평균 수준의 변화를 반영한다는 측면에서 3개년 이동평균 값을 적용하였다. 이는 한국농촌경제연구원에서 운용중인 KREI-KASMO 모형에서 재배면적함수 추정 시 단수에 적용하는 방식을 참고하였음을 밝힌다.

35) i 는 부류(어류, 갑각류, 패류, 연체동물, 기타수산물, 해조류)를 의미하며, 이후에 작성된 개별방정식 설명에서는 i 에 대한 설명을 생략하였다.

격의 부호는 음(-)으로 도출되는 모형을 최종 선정하였다.

다음으로 일반해면어업의 부류별 단위노력당 어획량 함수를 추정함에 있어서는 전년도 단위노력당 어획량과 자본집약도³⁶⁾를 설명변수로 이용하였다.

$$ACPUE_{i,t} = \alpha + \beta_1 ACPUE_{i,t-1} + \beta_2 AKL_{i,t-1} \quad [\text{식 4-2}]$$

여기서 ACPUE는 단위노력당 어획량, AKL은 자본집약도를 의미하며, 자본집약도가 커질수록 단위노력당 어획량 또한 증가하므로 추정시 설명부호가 양(+)으로 도출된 모형을 채택하였다.

(1) 어류

가. 어획노력량

일반해면어업의 어획노력량을 추정하기 위해 어류 생산비중이 높은 대형선망어업, 기선권현망어업 등 주요 업종의 어선척수, 톤수, 마력수 등의 자료를 수집하였다. 어선척수에 어로일수를 곱하여 어획노력량을 구하였으며, 어획노력량을 추정하기 위한 설명변수로는 전년도 어획노력량, 면세유가격, 기대수익률을 이용하였다.

추정결과, 어류 기대수익률의 추정계수는 양(+)으로, 면세유가격의 추정계수는 음(-)으로 도출되어 당초 예상한 부호 조건에 부합하였으며, 추정결과도 통계적으로 유의하였다.

36) 자본집약도(capital intensity)는 통상적으로 노동자 1인의 자본량을 의미한다. 본 연구에서는 자본집약도를 {(유형고정자산/GDPDEF*100)/어업 종사자수}로 정의하였다.

〈표 4-9〉 일반해면어업 어류 어획노력량 함수 추정결과

$$\begin{aligned}
 \text{LOG(AEFFORT1)} = & 3.7643 + 0.9491 \cdot \text{LOG(AEFFORT1(-1))} - 0.1193 \cdot \text{LOG(TFOIL)} \\
 & (2.44)^{**} \quad (8.52)^{***} \quad (-2.0)^{*} \\
 & + 0.25 \left(\frac{\text{ANFP1}(-1) \cdot @\text{MOVAV}(\text{ACPUE1}(-1), 3)}{\text{ACOST1}(-1)} \right) + 0.1354 \cdot \text{SD01} \\
 & (2.24)^{**} \quad (2.75)^{**} \\
 & - 0.0917 \cdot \text{DM1} - 0.1344 \cdot \text{DM2} \\
 & (-1.77)^{*} \quad (-2.34)^{**}
 \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.963$

B-G LM test = 0.569(0.451)

추정기간: 1993~2018년(n=26)

AEFFORT1 : 어류 어획노력량(=AN1*AFD1)

· AN1 : 어류 어선척수, AFD1 : 어류 어로일수

TFOIL: 면세유가격(원/드럼, 수협중앙회)

ANFP1: 어류 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)

ACPUE1 : 어류 CPUE(=AQ1/AEFFORT1)

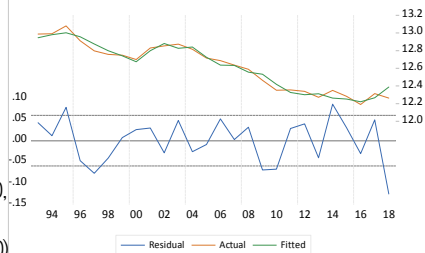
· AQ1 : 어류 생산량(톤, 어업생산동향조사)

ACOST1: 어류 경영비(천 원, 어업경영조사)

SD01: 2001년 구조변화 더미변수(2001년 이전 0, 이후 1)

DM1: 1996, 2003년 더미변수(1996, 2003=1, 그 외 0)

DM2: 2015, 2016년 더미변수(2015, 2016=1, 그 외 0)



나. 단위노력당 어획량(CPUE)

어류의 단위노력당 어획량(CPUE)은 앞서 구한 어획노력량으로 어류 생산량을 나누어 구하였다. 즉, 척수에 어로일수를 곱한 값으로 생산량을 나누어 동일한 어획노력량을 투입했을 때 생산량 변화를 구하였다. CPUE 추정을 위해 전년도 CPUE 값과 자본집약도를 설명변수로 투입하였다. 자본집약도는 대형선망어업 및 기선권현망어업의 유형고정자산을 각 어업의 종사자수로 나누어 이용하였다.

추정결과, 모든 설명변수의 부호가 적합하게 나타났으며, 통계적으로도 유의하였다. 자본집약도의 추정계수는 0.3257로, 자본집약도가 1% 증가할 때, 단위노력당 어획량은 0.33% 증가하는 양(+)의 관계가 있음을 알 수 있다.

〈표 4-10〉 일반해면어업 어류 CPUE 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(ACPUE1)} = & -3.3726 + 0.5184 \cdot \text{LOG(ACPUE1(-1))} + 0.3257 \cdot \text{LOG(AKL1(-1))} \\ & (-3.32)^{***} \quad (4.07)^{***} \quad (3.48)^{***} \\ & + 0.2457 \cdot \text{DM1} - 0.2793 \cdot \text{DM2} \\ & (2.63)^{**} \quad (-3.9)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.857$ B-G LM test = 0.751(0.386) 추정기간: 1990~2018년(n=29)

ACPUE1 : 어류 CPUE(=AQ1/AEFFORT1)

AKL1 : 어류 자원집약도(=AK1/AL1)

· AK1 : 어류 유형고정자산, AL1 : 어류 종사자수

DM1: 1996년 더미변수(1996=1, 그 외 0)

DM2: 2002, 2003년 더미변수
(2002, 2003=1, 그 외 0)



(2) 갑각류

가. 어획노력량

갑각류의 어획노력량은 비교적 생산량이 많고, 어획노력량의 장기 시계열 DB 확보가 가능한 근해자망 및 근해통발의 어선척수와 어로 일수를 곱하여 구하였다. 어획노력량을 추정하기 위한 설명변수로는 전년도 어획노력량, 면세유가격, 기대수익률을 이용하였다.

추정결과, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하였으며, 어획노력량과 기대수익률의 추정계수는 양(+)으로, 면세유가격의 추정계수는 음(-)으로 도출되어 당초 예상에 부합하였다. 기대수익률의 탄성치는 0.1631로, 이는 기대수익률이 1% 증가할 때 어획노력량이 0.16% 증가함을 의미한다.

〈표 4-11〉 일반해면어업 갑각류 어획노력량 함수 추정결과

$$\begin{aligned}
 \text{LOG(AEFFORT2)} = & 4.0489 + 0.8827 * \text{LOG(AEFFORT2(-1))} - 0.1284 * \text{LOG(TFOIL)} \\
 & (2.32)^{**} \quad (10.22)^{***} \quad \quad \quad (-2.05)^{*} \\
 & + 0.1631 \left(\frac{\text{ANFP2}(-1) * @\text{MOVAV}(\text{ACPUE2}(-1), 3)}{\text{ACOST2}(-1)} \right) \\
 & (3.74)^{***} \\
 & - 0.1122 * \text{SD15} - 0.1698 * \text{DM1} - 0.1071 * \text{DM2} \\
 & (-2.41)^{**} \quad \quad (-6.18)^{***} \quad \quad (-1.93)^{*}
 \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.988$

B-G LM test = 0.064(0.80)

추정기간: 1994~2018년(n=25)

AEFFORT2 : 갑각류 어획노력량(=AN2*AFD2)
 · AN2 : 갑각류 어선척수, AFD2 : 갑각류 어로일수
 TFOIL: 면세유가격(원/드럼, 수협중앙회)
 ANFP2: 갑각류 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
 ACPUE2 : 갑각류 CPUE(=AQ2/AEFFORT2)
 · AQ2 : 갑각류 생산량(톤, 어업생산동향조사)
 ACOST2: 갑각류 경영비(천 원, 어업경영조사)
 SD15: 2015년 구조변화 더미변수(2015년 이전 0, 이후 1)
 DM1 : 1994, 2003, 2005, 2010년 더미변수
 (1994, 2003, 2005, 2010=1, 그 외 0)
 DM2 : 2000년 더미변수(2000=1, 그 외 0)



나. 단위노력당 어획량(CPUE)

갑각류의 CPUE는 전년도 CPUE와 근해자망 및 근해통발어업의 전기 자본집약도를 설명변수로 설정하였다. log-log 함수로 추정한 결과, 전년도 CPUE의 추정계수는 0.796, 전기 자본집약도의 추정계수는 0.2967로 부호 조건이 당초 예상에 부합하였으며, 모형의 전체적인 설명력을 나타내는 결정계수도 0.933으로 높게 나타났다.

〈표 4-12〉 일반해면어업 갑각류 CPUE 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(ACPUE2)} = & -3.6382 + 0.7960 \cdot \text{LOG(ACPUE2(-1))} + 0.2967 \cdot \text{LOG(AKL2(-1))} \\ & (-2.08)^* \quad (7.86)^{***} \quad (2.05)^* \\ & -0.1878 \cdot \text{DM1} + 0.2390 \cdot \text{DM2} \\ & (-1.93)^* \quad (2.62)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.933$

B-G LM test = 0.498(0.480)

추정기간: 1995~2018년(n=24)

ACPUE2 : 갑각류 CPUE(=AQ2/AEFFORT2)
AKL2 : 갑각류 자본집약도(=AK2/AL2)
· AK2 : 갑각류 유형고정자산, AL2 : 갑각류 종사자수
DM1: 2001, 2004년 더미변수(2001, 2004=1, 그 외 0)
DM2: 2005, 2006년 더미변수, 2005, 2006=1, 그 외 0)



(3) 패류

가. 어획노력량

통계청의 「어업생산동향조사」에 따르면, 일반해면어업에서 생산되는 패류는 대부분 마을어업과 기타어업, 잠수기어업을 통해 생산된다. 그러나 마을어업과 기타어업의 어획노력량을 산출할 수 있는 통계가 존재하지 않아 패류의 어획노력량은 잠수기어업만을 고려하였으며, 잠수기어업의 어선척수와 어로일수를 곱하여 계산하였다. 어획노력량은 어선척수를 이용하여 도출하였는데, 전년도와 큰 변화를 보이지 않는다는 전제 하에 전년도 어획노력량, 그리고 면세유 가격, 기대수익률을 설명변수로 추정하였다.

추정결과, 어획노력량과 기대수익률의 추정계수는 양(+)으로, 면세유 가격의 추정계수는 음(-)으로 도출되어 당초 예상에 부합하였으며, 통계적으로도 모두 유의한 값을 보였다. 패류 기대수익률의 탄성치는 0.0823으로, 기대수익률이 1% 증가할 때 어획노력량은 0.08%

늘어나는 것으로 분석되었다.

〈표 4-13〉 일반해면어업 패류 어획노력량 함수 추정결과

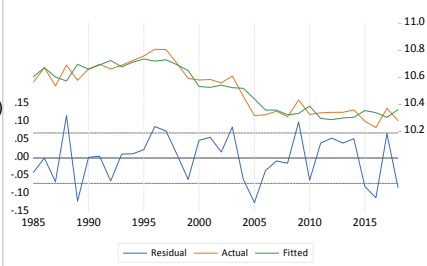
$$\begin{aligned} \text{LOG(AEFFORT3)} = & 5.4361 + 0.6344 \cdot \text{LOG(AEFFORT3(-1))} - 0.1186 \cdot \text{LOG(TFOIL)} \\ & (3.78)^{***} \quad (6.29)^{***} \quad (-2.82)^{***} \\ & + 0.0823 \cdot \left(\frac{\text{ANFP3}(-1) \cdot \text{MOVAV}(\text{ACPUE3}(-1), 3)}{\text{ACOST3}(-1)} \right) \\ & (2.18)^{**} \\ & + 0.1608 \cdot \text{DM1} \\ & (2.25)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.862$

B-G LM test = 0.737(0.391)

추정기간: 1985~2018년(n=34)

AEFFORT3 : 패류 어획노력량(=AN3*AFD3)
 · AN3 : 패류 어선척수, AFD3 : 패류 어로일수
 TFOIL : 면세유가격(원/드럼, 수협중앙회)
 ANFP3 : 패류 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
 ACPUE3 : 패류 CPUE(=AQ3/AEFFORT3)
 · AQ3 : 패류 생산량(톤, 어업생산동향조사)
 ACOST3 : 패류 경영비(천 원, 어업경영조사)
 DM1 : 1986년 더미변수(1986=1, 그 외 0)



나. 단위노력당 어획량(CPUE)

일반적으로 CPUE가 변화하기 위해서는 기술의 발전을 통해 어획 능률계수가 높아져야 한다. 그러나 현실의 패류 생산에서 이러한 기술 발전은 급진적으로 이루어지지 않고 있어, CPUE를 추정하기 위한 주요 변수로 전년도 CPUE를 이용하였다. 또한 잠수기어업의 자본집약도를 설명변수로 설정하여 log-log 함수로 추정하였다. 추정결과, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하였으며, 부호 조건도 당초 예상에 부합하였다.

〈표 4-14〉 일반해면어업 패류 CPUE 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(ACPUE3)} = & -0.4662 + 0.8005 \cdot \text{LOG(ACPUE3(-1))} + 0.0578 \cdot \text{LOG(AKL3(-1))} \\ & (-1.6) \quad (8.03)^{***} \quad (2.16)^{**} \\ & + 0.5420 \cdot \text{DM1} - 0.1929 \cdot \text{DM2} \\ & (8.5)^{***} \quad (-2.61)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.821$

B-G LM test = 0.002(0.963)

추정기간: 1990~2018년(n=29)

ACPUE3 : 패류 CPUE(=AQ3/AEFFORT3)

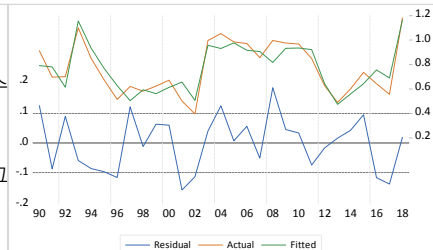
AKL3 : 패류 자본집약도(=AK3/AL3)

· AK3 : 패류 유형고정자산, AL3 : 패류 종사자수

DM1: 1993, 2003, 2018년 더미 변수

(1993, 2003, 2018=1, 그 외 0)

DM2: 2012, 2013년 더미변수(2012, 2013=1, 그 외 0)



(4) 연체동물

가. 어획노력량

일반해면어업의 오징어 등 연체동물 생산에서 어획노력량에 대한 장기 시계열 DB가 확보 가능한 업종은 근해채낚기어업, 대형트롤어업이 있다. 이에 따라 연체동물 어획노력량 추정은 이 2개 업종의 전기 어획노력량, 면세유 가격, 기대수익률을 설명변수로 이용하였다.

추정결과, 모든 계수 값의 부호가 당초 예상한 인과관계에 부합하였다. 일반해면어업 연체동물 어획노력량의 기대수익률 탄성치는 0.1999로, 이는 기대수익률이 1% 증가할 때 어획노력량이 약 0.2% 증가하는 양(+)의 관계를 보였으며, 면세유 가격은 1% 증가할 때 어획노력량이 0.14% 감소하는 음(-)의 관계를 나타냈다. 모든 설명변수가 통계적으로 유의한 값을 보였으며, 결정계수 또한 0.956으로 높았다.

〈표 4-15〉 일반해면어업 연체동물 어획노력량 함수 추정결과

$$\begin{aligned}
 \text{LOG(AEFFORT4)} = & 3.2137 + 0.9761 \cdot \text{LOG(AEFFORT4(-1))} - 0.1416 \cdot \text{LOG(TFOIL)} \\
 & (1.90)^* \quad (9.03)^{***} \quad (-2.07)^{**} \\
 & + 0.1999 \left(\frac{\text{ANFP4}(-1) \cdot \text{MOVAV}(\text{ACPUE4}(-1), 3)}{\text{ACOST4}(-1)} \right) \\
 & (2.42)^{**} \\
 & + 0.2239 \cdot \text{DM1} \\
 & (3.24)^{***}
 \end{aligned}$$

$R^2 = 0.956$ B-G LM test = 0.236(0.627) 추정기간: 1988~2018년(n=31)

AEFFORT4 : 연체동물 어획노력량(=AN4*AFD4)
 · AN4 : 연체동물 어선척수, AFD4 : 연체동물 어로일수
 TFOIL : 면세유가격(원/드럼, 수협중앙회)
 ANFP4 : 연체동물 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
 ACPUE4 : 연체동물 CPUE(=AQ4/AEFFORT4)
 · AQ4 : 연체동물 생산량(톤, 어업생산동향조사)
 ACOST4 : 연체동물 경영비(천 원, 어업경영조사)
 DM1 : 2001, 2006년 더미변수(2001, 2006=1, 그 외 0)



나. 단위노력당 어획량(CPUE)

연체동물의 단위노력당 어획량을 추정하기 위해 전년도 CPUE 값과 대형트롤 및 근해채낚기 어업의 전기 자본집약도를 설명변수로 이용하였다. 또한 생산량이 지속적으로 증가하다 감소세로 전환된 2015년을 전후로 구조변화 더미변수도 고려하였다.

log-log 함수 추정 결과, 당초 예상과 동일하게 전기 CPUE와 전기 자본집약도 모두 CPUE와 양(+)의 인과관계를 보였다. 자본집약도 추정계수는 0.2126으로, 이는 자본집약도가 1% 증가할 때 연체동물의 CPUE가 0.21% 늘어남을 의미한다.

〈표 4-16〉 일반해면어업 연체동물 CPUE 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(ACPUE4)} = & -2.5474 + 0.7388 \cdot \text{LOG(ACPUE4(-1))} + 0.2126 \cdot \text{LOG(AKL4(-1))} \\ & (-2.43)^{**} \quad (7.25)^{***} \quad (2.47)^{**} \\ & - 0.2161 \cdot \text{SD15} + 0.3727 \cdot \text{DM1} - 0.4181 \cdot \text{DM2} \\ & (-2.72)^{**} \quad (2.67)^{**} \quad (-3.84)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.937$

B-G LM test = 0.088(0.767)

추정기간: 1985~2018년(n=34)

ACPUE4: 연체동물 CPUE(=AQ4/AEFFORT4)

AKL4: 연체동물 자본집약도(=AK4/AL4)

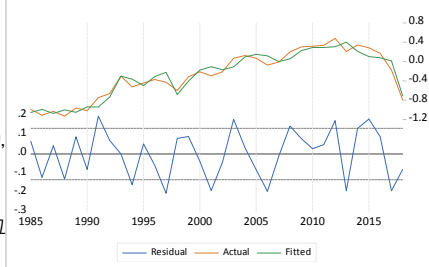
· AK4: 연체동물 유형고정자산

· AL4: 연체동물 종사자수

SD15: 2015년 구조변화 더미변수(2015년 이전 0, 이후 1)

DM1: 1993년 더미변수(1993=1, 그 외 0)

DM2: 1998, 2018년 더미변수(1998, 2018=1, 그 외 0)



2) 원양어업

원양어업의 경우 추정에 이용 가능한 경영비, 어선척수·톤수·마력수 등의 어획노력량 기초통계가 2011년 이후부터 존재함에 따라 단위노력당 어획량 개념을 적용하기 어려워 생산량 자체를 종속변수로 설정하여 추정하였다. 원양어업에서는 어류, 갑각류, 연체동물만 생산되며, 패류, 기타수산동물, 해조류 생산은 없는 것으로 나타났다. 갑각류의 경우 생산량의 거의 대부분을 남빙양크릴이 차지하고 있는데, 수산물 소비에서의 중요성을 고려할 때 별도의 수급 모형으로 고려할 실익이 없다고 판단된다. 이에 따라 원양어업 생산량 함수 추정은 어류, 연체동물로 한정하였다.³⁷⁾

37) 최근 3년(2016~2018) 평균 원양어업 생산량은 464,281톤이었으며, 이 중 어류가 396,950톤으로 전체 생산의 85.5%를 차지하였다. 연체동물은 35,931톤으로 7.7%, 갑각류는 31,399톤으로 6.8%를 차지하였다. 갑각류 생산의 99.4%가 남빙양크릴인 것으로 집계되었다(통계청, 「어업생산동향조사」).

원양어업의 부류별 생산량 함수는 어획노력량(어선톤수)³⁸⁾, 국제유가, 그리고 원양어업의 기대수익률을 설명변수로 고려하였다. 기대수익률의 경우 전기 산지가격에 단위노력당 어획량을 곱한 조수입에 해당 입어료를 나누어 산출하였다.

$$CQ_{i,t} = \alpha + \beta_1 CTON_{i,t} + \beta_2 INTERP_FUELP_t + \beta_3 \frac{CNFP_{i,t-1} \times @MOVAV(CCPUE_{i,t-1}, 3)}{CCOSTN_{i,t-1}}$$

[식 4-3]

여기서 CQ는 부류별 원양어업 생산량, CTON은 어획노력량(어선톤수), INTERP_FUELP는 국제유가, CNFP는 부류별 산지가격, CCOSTN은 원양어업 해당 입어료를 의미한다. 국제유가는 GDP 디플레이터를 이용하여 실질화하였으며, 앞서 살펴본 방정식들과 마찬가지로 표기를 생략하였다. 원양어업 생산량 추정 시 어획노력량과 기대가격은 양(+)의 부호로, 국제유가는 음(-)의 부호로 추정된 것 중 모형의 전체적인 설명력과 추정계수의 통계적 유의성이 가장 높은 것을 선택하였다.

(1) 어류

log-log 함수로 원양어업 어류 생산량을 추정한 결과, 모든 설명변수의 부호가 당초 예상에 부합하는 것으로 나타났다. 산지가격과 해당 입어료를 고려한 기대수익률의 추정계수는 0.1824로, 이는 기대수익률이 1% 증가할 때 원양어업 어류 생산량이 0.18% 증가함을 의미한다.

38) 원양어업의 어획노력량의 경우 척수, 톤수, 마력수 등을 고려하여 반복적인 추정을 거친 결과, '원양어선톤수'가 가장 유의하게 도출되었다.

〈표 4-17〉 원양어업 어류 생산량 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(CQ1) = & 10.8308 + 0.3280 * \text{LOG}(CTON1) - 0.2563 * \text{LOG}(\text{INTERP_FUELP}) \\ & (6.28)^{***} \quad (1.90)^* \quad (-6.31)^{***} \\ & + 0.1824 * \text{LOG} \left(\frac{CNFP1(-1) * @MOVAV(CCPUE1(-1), 3)}{CCOSTN1(-1)} \right) \\ & (4.19)^{***} \\ & + 0.2687 * \text{DM1} - 0.2866 * \text{DM2} \\ & (3.17)^{**} \quad (-5.41)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.811$

D-W = 2.181

추정기간: 1995~2018년(n=24)

CQ1: 어류 생산량(톤, 어업생산동향조사)
CTON1: 어류 어선톤수(톤, 해양수산통계연보)
INTERP_FUELP: 국제유가(달러/배럴, US. EIA)
CNFP1: 어류 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
CCPUE1: 어류 CPUE(=CQ1/CTON1)
CCOSTN1: 어류 척당 입어료(달러/척, 원양산업통계연보)
DM1: 1995년 더미변수(1995=1, 그 외 0)
DM2: 1999, 2002~2004년 더미변수
(1999, 2002~2004=1, 그 외 0)



(2) 연체동물

원양어업 연체동물 생산량은 오징어가 큰 비중을 차지하고 있다. 따라서 생산량 추정을 위해 전 세계적으로 오징어 생산이 감소하기 시작한 2016년 이후를 기준으로 구조변화 더미변수를 적용하였다. 그리고 원양채낚기어업과 원양트롤어업의 어선톤수, 전기 산지가격과 척당 입어료의 비율을 설명변수로 이용하였다. log-log 함수로 생산량을 추정한 결과, 고려한 설명변수 모두 통계적으로 유의하였다.

〈표 4-18〉 원양어업 연체동물 생산량 함수 추정결과

$$\text{LOG}(\text{CQ4}) = 0.8898 + 1.0128 \cdot \text{LOG}(\text{CTON4}) + 0.2017 \cdot \text{LOG}\left(\frac{\text{CNFP4}(-1)}{\text{CCOSTN4}(-1)}\right) \\
(0.78) \quad (8.92)^{***} \quad (2.21)^{**} \\
- 0.7235 \cdot \text{DM1} + 0.4898 \cdot \text{DM2} + 0.6854 \cdot \text{DM3} \\
(-4.74)^{***} \quad (2.65)^{**} \quad (3.77)^{***}$$

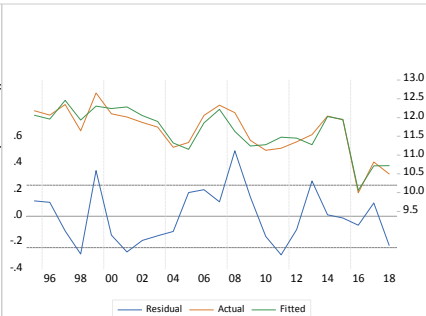
R² = 0.889

D-W = 1.581

추정기간: 1995~2018년(n=24)

B-G LM test = 0.9975(0.3179)

CQ4: 연체동물 생산량(톤, 어업생산동향조사)
 CTON4: 연체동물 어선톤수(톤, 수산통계연보)
 CNFP4: 연체동물 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
 CCOSTN4: 연체동물 척당 입어료(달러/척, 원양산업통계연보)
 DM1: 2004, 2005, 2016년 더미변수(2004, 2005, 2016=1, 그 외 0)
 DM2: 1997, 2007년 더미변수(1997, 2007=1, 그 외 0)
 DM3: 2014, 2015년 더미변수(2014, 2015=1, 그 외 0)



3) 내수면어업

원양어업과 마찬가지로 내수면어업 또한 추정에 이용 가능한 통계 자료의 제약으로 단위노력당 어획량 개념의 적용이 어렵기 때문에 생산량 자체를 추정하였다. 내수면어업에서는 어류, 갑각류, 패류, 기타수산동물 4개 부류가 생산되는데, 갑각류와 기타수산동물은 생산량이 미미하여 제외하고 어류, 패류만 고려하였다.³⁹⁾

내수면어업의 부류별 생산량 함수는 전기 생산량, 전기 산지가격과 경영비의 비율을 설명변수로 도입하였다. 그리고 모형의 설명력

39) 최근 3년(2016~2018) 내수면어업 평균 생산량은 35,630톤이었으며, 이중 어류가 전체의 80.0%(28,506톤), 패류는 18.8%(6,707톤)로 2개 부류가 전체 생산의 약 99%를 차지하고 있다(통계청, 「어업생산동향조사」).

향상을 위해 필요 시 추세변수(TREND)를 포함하였다.

$$DQ_{i,t} = \alpha + \beta_1 DQ_{i,t-1} + \beta_2 \frac{DNFP_{i,t-1}}{DCOST_{t-1}} \quad [\text{식 4-4}]$$

여기서 DQ는 내수면어업 생산량, DNFP는 산지가격, DCOST는 경영비를 의미하며, 생산량은 전기 생산량, 전기 산지가격과 경영비 간의 비율과 양(+)의 관계가 있으므로 추정 시 해당 부호조건에 부합하는 모형을 선정하였다.

먼저 내수면어업 어류의 추정결과는 <표 4-19>와 같다. 모형의 설명력이 비교적 양호하였으며, 추정계수도 통계적으로 유의하였다. 산지가격과 경영비 비율의 추정계수는 0.2065로 기대수익률이 1% 증가할 때, 어류 생산량은 약 0.2% 늘어나는 것으로 나타났다.

<표 4-19> 내수면어업 어류 생산량 함수 추정결과

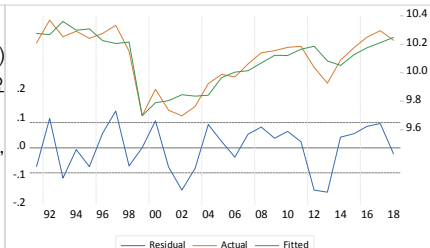
$$\begin{aligned} \text{LOG(DQ1)} = & 4.4670 + 0.6092^* \text{LOG(DQ1(-1))} + 0.2065^* \text{LOG}\left(\frac{DNFP1(-1)}{DCOST1(-1)}\right) \\ & (3.48)^{***} \quad (5.37)^{***} \quad (2.60)^{**} \\ & + 0.1516^* \text{SD02} - 0.3578^* \text{DM1} \\ & (2.31)^{**} \quad (-3.64)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.832$

B-G LM test = 0.856(0.355)

추정기간: 1991~2018년(n=28)

DQ1: 어류 생산량(톤, 어업생산동향조사)
DNFP1: 어류 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
DCOST1: 내수면어류 경영비(천 원, 영여자금소요액조사)
SD02: 2002년 구조변화 더미변수(2002년 이전 0, 이후 1)
DM1: 1999년 더미변수(1999=1, 그 외 0)



다음으로 내수면어업 패류 생산량을 추정하였다. 패류 생산량은 2000년 중반 이후 추세적으로 증가하는 특징을 보여, TREND 변수를 도입하였으며, 생산량이 급격히 증가한 2004년, 2011년 더미변수도 고려하였다. 추정결과, 모든 설명변수의 부호 조건이 당초 예상에 부합하였으며, 결정계수 또한 0.976으로 매우 높았다.

〈표 4-20〉 내수면어업 패류 생산량 함수 추정결과

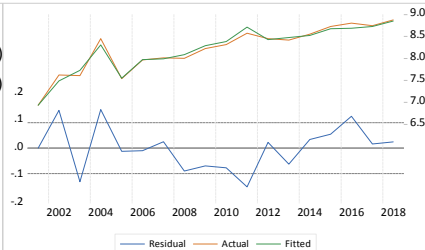
$$\begin{aligned} \text{LOG(DQ3)} = & -1.2542 + 0.7940^* \text{LOG} \left(\frac{\text{DNFP3}(-1)}{\text{DCOST3}(-1)} \right) + 3.6893^* \text{LOG}(@\text{TREND}) \\ & (-2.16)^{**} \quad (4.10)^{***} \quad (10.66)^{***} \\ & - 0.4342^* \text{DM1} + 0.3799^* \text{DM2} \\ & (-4.02)^{***} \quad (5.10)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.976$

D-W = 2.246

추정기간: 2001~2018년(n=18)

DQ3: 패류 생산량(톤, 어업생산동향조사)
DNFP3: 패류 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
DCOST3: 패류 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)
@TREND: 추세변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
DM1: 2001년 더미변수(2001=1, 그 외 0)
DM2: 2004, 2011년 더미변수
(2004, 2011=1. 그 외 0)



3. 가격 부문

수산물 생산량은 일반해면어업, 원양어업, 내수면어업과 같이 어업 별로 구분이 가능하지만 소비자가격은 어업별 구분이 불가능하므로, 가격부문 추정 시 어업 방법에 관계없이 어류, 갑각류 등의 부류만을 기준으로 설정하여 추정하였다.

현행 수산통계에서 별도의 부류별 소비자가격이 존재하지 않으므

로 소비자물가지수를 대리변수로 이용하되, 어류는 갈치, 명태, 조기, 고등어, 마른멸치 지수의 평균을, 패류는 굴, 조개 지수의 평균을, 연체동물은 오징어 지수로 설정하였다⁴⁰⁾. 품목별 소비자물가지수가 존재하지 않는 갑각류는 전체 수산물 소비자물가지수를 적용하였으며, 생산 비중이 미미한 기타수산물 및 해조류는 분석에서 제외하였다.

각 부류별 가격결정함수는 소비자물가지수가 1인당 소비량과 소득에 영향을 받는 가격신축성함수(역수요함수)의 형태로 설정하였으며, 일부 부류의 경우 전년도 재고량, 추세변수 등을 설명변수로 고려하였다.⁴¹⁾ 소비량⁴²⁾은 생산량과 수입량, 이월 재고량을 더하여 산출된 총공급량에서 수출량 및 기말 재고량을 제외하여 계산하였으며, 소득 변수는 1인당 가처분소득을 이용하였다.

$$NCPI_{i,t} = \alpha + \beta_1 PERD_{i,t} + \beta_2 DINC_t (+ \beta_3 INV_{i,t-1}) \quad [\text{식 4-5}]$$

여기서 NCPI는 부류별 소비자물가지수, PERD는 1인당 소비량, DINC는 1인당 가처분소득, INV는 재고량을 의미하며 소득은 소비자물가지수(CPI)⁴³⁾를 적용하여 실질화하였다. 추정 방정식 내에 소비자물가지수 표기는 생략하였다. 일반적으로 가격이 상승할수록 해당 재화의 소비량은 감소하므로 1인당 소비량 추정계수는 음(-)으로, 소득은 양(+)으로, 전년도 재고량은 음(-)으로 추정되어야 한다. 따라서 해당 부호로 추정된 결과를 최종적으로 선정하였다.

40) 부류별 평균 소비자물가지수 산정시 통계청 물가조사에서 제공하는 각 품목별 소비자물가지수가 중치를 적용하여 가중평균하였다.

41) 가격결정함수 추정 시 대체재 변수를 고려해야 하나, 부류 간에 명확한 대체 관계를 파악하는데 어려움이 있어 별도의 대체재 변수를 도입할 수 없었다.

42) 소비량 = (생산량+수입량+이월 재고량)-수출량+기말 재고량

43) CPI: 소비자물가지수(2015=100, 한국은행)

1) 어류

어류의 역수요함수를 추정하기 위해 1인당 어류 소비량, 1인당 가처분소득을 설명변수로 도입하였다⁴⁴⁾. 로그-로그 함수 형태로 추정한 결과, 어류의 소비자물가지수는 1인당 어류 소비량과는 음(-)의 관계, 소득과는 양(+)의 관계가 있는 것으로 추정되어 부호 조건이 당초 예상에 부합하게 도출되었다. 한편 어류의 가격신축성 계수는 -0.7298로, 어류 공급량이 1% 증가할 때 어류 소비자가격은 0.73% 하락하는 것으로 나타났다.

〈표 4-21〉 어류 역수요함수 추정결과

$$\text{LOG}(\text{NCPI1}) = -4.6265 - 0.7298 \cdot \text{LOG}(\text{PERD1}) + 1.1743 \cdot \text{LOG}(\text{DINC}) - 0.2058 \cdot \text{DM1}$$

(-2.49)** (-4.16)*** (8.19)*** (-2.30)**

$R^2 = 0.931$

D-W = 2.197

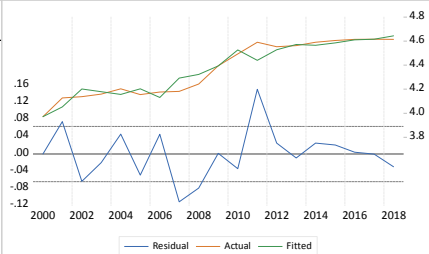
추정기간: 2000~2018년(n=19)

NCPI1: 어류 평균 소비자물가지수(2015=100, 가중평균, 한국은행)

PERD1: 어류 1인당 소비량(kg, 계산)

DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)

DM1: 2000년 더미변수(2000=1, 그 외 0)



2) 갑각류

갑각류 소비자물가지수는 1인당 갑각류 소비량과 소득 변수를 이용하여 추정하였으며, 시간의 흐름에 따라 지속적으로 증가하는 경향을 보임에 따라 추세(TREND) 변수를 도입하였다. 추정결과, 1인당

44) 전년도 어류 재고량을 설명변수로 도입하여 추정을 시도하였으나, 유의한 값을 얻지 못하여 최종 분석에서 제외하였다.

갑각류 소비량의 부호는 음(-)으로, 소득 변수의 부호는 양(+)으로 추정되어 당초 예상에 부합하였다. 갑각류의 가격신축성계수는 -0.1661로 도출되었는데, 이는 갑각류 공급량이 1% 증가할 경우 갑각류 소비자가격은 약 0.17% 하락함을 의미한다.

〈표 4-22〉 갑각류 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NCPI2)} = & -2.7634 - 0.1661 \cdot \text{LOG(PERD2)} + 0.6682 \cdot \text{LOG(DINC)} \\ & (-2.51)^{**} \quad (-1.73)^* \quad (5.37)^{***} \\ & + 0.0232 \cdot \text{@TREND} + 0.1121 \cdot \text{SD10} + 0.0704 \cdot \text{DM1} - 0.1108 \cdot \text{DM2} \\ & (4.09)^{***} \quad (3.48)^{***} \quad (1.76)^* \quad (-2.63)^{**} \end{aligned}$$

R2 = 0.992

D-W = 1.590

추정기간: 1989~2018년(n=30)

B-G LM test = 1.259(0.262)

NCPI2: 갑각류 평균 소비자물가지수(2015=100, 가중평균, 한국은행)

PERD2: 갑각류 1인당 소비량(kg, 계산)

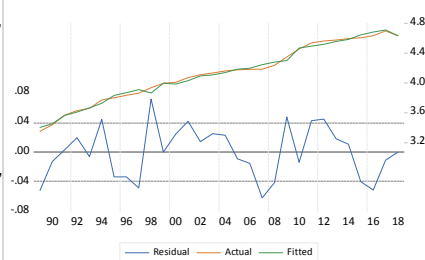
DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)

@TREND: 추세변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

SD10: 2010년 구조변화 더미변수(2010년 이전 0, 이후 1)

DM1: 1999년 더미변수(1999=1, 그 외 0)

DM2: 2018년 더미변수(2018=1, 그 외 0)



3) 패류

패류 소비자물가지수를 로그-로그 함수 형태로 추정한 결과, 방정식에 포함된 모든 설명변수의 부호조건이 당초 기대에 부합하였으며, 추정계수도 통계적으로 유의하였다. 한편, 패류의 가격신축성계수는 -0.1477로, 패류의 공급량이 1% 늘어날 경우 패류의 소비자가격은 약 0.15% 하락하는 것으로 나타났다.

〈표 4-23〉 패류 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{NCPI3}) = & 0.0627 - 0.1477*\text{LOG}(\text{PERD3}) + 0.6686*\text{LOG}(\text{DINC}) \\ & (0.05) \quad (-3.83)^{***} \quad (2.52)^{**} \\ & + 0.0310*@T\text{TREND} - 0.1495*\text{DM1} + 0.1093*\text{DM2} \\ & (4.51)^{***} \quad (-3.52)^{***} \quad (2.02)^* \end{aligned}$$

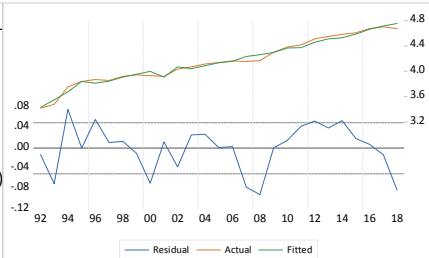
 $R^2 = 0.984$

D-W = 1.439

추정기간: 1992~2018년(n=29)

B-G LM test = 1.873(0.171)

NCPI3: 패류 평균 소비자물가지수(2015=100, 가
중평균, 한국은행)
PERD3: 패류 1인당 소비량(kg, 계산)
DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
@TREND: 추세변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
DM1: 1992, 2001년 더미변수(1992, 2001=1, 그 외 0)
DM2: 1995년 더미변수(1995=1, 그 외 0)



4) 연체동물

연체동물의 역수요함수 추정에는 1인당 소비량, 소득, 그리고 이월 재고량과 소비자가격 간의 인과관계를 파악하기 위해 전년도 연체동물 재고량을 추가적으로 고려하였다. 연체동물의 1인당 소비량은 2012년 이후 감소하는 경향을 보여 해당 시점을 기점으로 구조변화 더미변수를 도입하였다.

연체동물 역수요함수 추정결과, 고려한 설명변수의 부호조건이 당초 예상에 부합하였다. 자기상관이 의심되어 Breusch-Godfrey LM Test를 실시한 결과, 자기상관은 존재하지 않았다. 연체동물의 가격 신축성계수는 -0.3460으로 이는 연체동물의 공급량이 1% 늘어날 경우 연체동물의 소비자가격은 약 0.35% 하락함을 의미한다.

〈표 4-24〉 연체동물 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{NCPI4}) = & 5.3142 - 0.3460 \cdot \text{LOG}(\text{PERD4}) + 0.3457 \cdot \text{LOG}(\text{DINC}) \\ & (6.10)^{***} \quad (-2.01)^* \quad (2.78)^{**} \\ & - 0.2021 \cdot \text{LOG}(\text{INV4}(-1)) + 0.5333 \cdot \text{SD11} + 0.2822 \cdot \text{DM1} - 0.1698 \cdot \text{DM2} \\ & (-3.24)^{***} \quad (7.61)^{***} \quad (2.81)^{***} \quad (-1.98)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.915$ D-W = 1.496 추정기간: 1989~2018년(n=30)
B-G LM test = 2.201(0.138)

NCPI4: 연체동물 평균 소비자물가지수
(2015=100, 가중평균, 한국은행)
PERD4: 연체동물 1인당 소비량(kg, 계산)
DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
INV4: 연체동물 재고량(톤, KREI 식품수급표)
SD11: 2011년 구조변화 더미변수(2011년 이전 0, 이후 1)
DM1: 1990, 1991년 더미변수(1990, 1991=1, 그 외 0)
DM2: 1998, 2018년 더미변수(1998, 2018=1, 그 외 0)



4. 수출 및 수입 부문

가격부문과 마찬가지로 수출함수 및 수입수요함수 또한 어업별로 수산물 HS 코드가 구분되지 않기 때문에 어업별 수출입량을 별도로 분류할 수 없다. 따라서 부류만을 고려하여 수출입량을 집계하였으며, 이를 이용하여 개별 모형을 추정하였다. 각 부류별 수출함수는 수출단가와 환율을 설명변수로 설정하였다.⁴⁵⁾ 부류별 수출단가 (\$/kg)는 수출금액을 수출량으로 나누어서 계산하였으며, 환율은 대미(원-달러) 환율을 적용하였다.

$$X_{i,t} = \alpha + \beta_1 EP_{i,t} + \beta_2 EXCH \quad [\text{식 4-6}]$$

45) 수출함수 추정 시 국내 수출과 대체관계에 있는 수출대상국의 생산량 또는 수입량을 고려해야 하나, 부류로 분류할 경우 국가별 수출량 산정이 불가능하여 해당 변수를 도입할 수 없었다.

여기서 X는 부류별 수출량, EP는 수출단가, EXCH는 환율을 의미한다. 수출단가는 생산자물가지수(PPI)⁴⁶⁾를 이용하여 실질화 하였으며, 방정식 상에서는 생산자물가지수 표기를 생략하였다. 수출단가가 높아질수록 수출량은 감소하게 되므로 수출단가의 부호는 음(-)으로 추정되어야 한다. 그리고 대미 환율이 상승할 경우, 일반적으로 원화 가치는 평가 절하로 인해 수출이 증가하므로 환율 변수는 양(+)으로 추정되어야 한다. 따라서 해당 부호조건을 만족하는 추정결과를 최종 수출함수로 선정하였다.

한편, 부류별 수입 수요함수는 환율이 포함된 수입단가와 자체 소비자가격, 소득을 설명변수로 고려하였다. 수입단가(\$/kg)는 수입금액을 수입량으로 나누어 계산하였으며, 환율은 수출함수와 마찬가지로 대미(원-달러) 환율을 적용하였다. 자체 소비자가격은 부류별 소비자물가지수를 대리변수로 이용하였다. 경우에 따라서는 환율이 포함된 전년도 수입단가와 자체 소비자가격을 각각의 변수로 분리하여 추정을 시도하였다.

$$M_{i,t} = \alpha + \beta_1 \frac{MP_{i,t} * EXCH_t}{NCPI_{i,t}} + \beta_2 DINC_t \quad [\text{식 4-7}]$$

$$M_{i,t} = \alpha + \beta_1 (MP_{i,t} * EXCH_t) + \beta_2 NCPI_{i,t} + \beta_3 DINC_t \quad [\text{식 4-8}]$$

여기서 M은 수입량, MP는 수입단가, EXCH는 환율, NCPI는 국내 소비자물가지수, INC는 소득을 의미하며, 수입단가와 소득은 소비자물가지수(CPI)를 적용하여 실질화하였는데, 개별 방정식에서는 표기를 생략하였다.

46) PPI: 생산자물가지수(2015=100, 한국은행)

국내가격이 상승하거나 소득이 늘어날수록 수입량은 증가하는 경향을 보이며, 반대로 수입단가가 상승할 경우 수입량은 감소한다. 따라서 국내 소비자물가지수와 소득, 전년도 수입량의 부호조건은 양(+)으로, 수입단가의 부호조건은 음(-)으로 도출된 결과 중 모형의 설명력과 추정계수의 통계적 유의성이 가장 높은 모형을 채택하였다.

1) 수출함수

(1) 어류

어류의 수출함수 추정결과, 결정계수는 0.822로 모형의 전체적인 설명력은 비교적 양호한 것으로 평가된다. 수출단가의 부호는 음(-)으로, 환율은 양(+)으로 추정되어 당초 예상에 부합하였다. 어류의 수출단가가 1% 상승할 경우 어류 수출량은 약 0.83% 감소하고, 환율이 1% 상승할 경우에는 수출량이 0.51% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-25〉 어류 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X1) = & 6.6640 - 0.8260 \cdot \text{LOG}(\text{EP1}) + 0.5138 \cdot \text{LOG}(\text{EXCH}) - 0.5928 \cdot \text{SD98} \\ & (3.90)^{***} \quad (-3.90)^{***} \quad (1.97)^* \quad (-5.22)^{***} \\ & + 0.3351 \cdot \text{SD10} + 0.2726 \cdot \text{DM1} \\ & (5.89)^{***} \quad (2.16)^{**} \end{aligned}$$

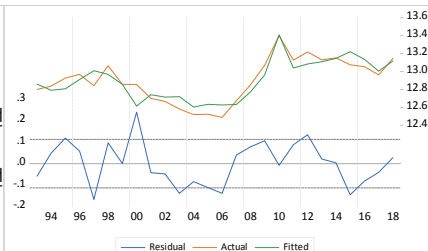
$$R^2 = 0.822$$

$$D-W = 1.581$$

$$\text{추정기간: } 1993 \sim 2018 \text{년}(n=26)$$

$$B-G \text{ LM test} = 1.315(0.252)$$

X1: 어류 수출량(톤, 한국무역협회)
EP1: 어류 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
SD98: 1998년 구조변화 더미변수(1998년 이전 0, 이후 1)
SD10: 2010년 구조변화 더미변수(2010년 이전 0, 이후 1)
DM1: 1999년 더미변수(1999=1, 그 외 0)



(2) 갑각류

갑각류의 수출함수 추정결과, 수출량이 수출단가와 음(-)의 관계, 환율과는 양(+)의 관계가 있는 것으로 추정되어 경제 이론에 부합하였다. 갑각류의 수출단가가 1% 상승할 경우 갑각류 수출량은 0.22% 감소하고, 환율이 1% 상승할 경우에는 수출량이 0.28% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-26〉 갑각류 수출함수 추정결과

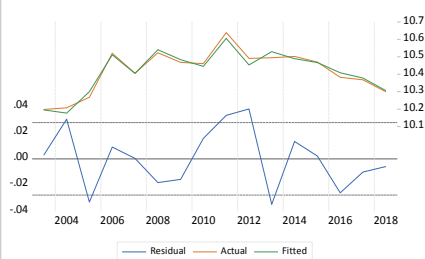
$$\begin{aligned} \text{LOG}(X2) = & 7.3963 - 0.2209^{\text{***}} \text{LOG}(\text{EP2}) + 0.2798^{\text{*}} \text{LOG}(\text{EXCH}) + 0.3348^{\text{***}} \text{SD06} \\ & (10.05)^{\text{***}} \quad (-8.17)^{\text{***}} \quad (2.82)^{\text{*}} \quad (16.35)^{\text{***}} \\ & + 0.1216^{\text{***}} \text{DM1} - 0.0991^{\text{***}} \text{DM2} \\ & (5.36)^{\text{***}} \quad (-4.64)^{\text{***}} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.966$

D-W = 2.224

추정기간: 2003~2018년(n=16)

X2: 갑각류 수출량(톤, 한국무역협회)
EP2: 갑각류 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
SD06: 2006년 구조변화 더미변수(2006년 이전 0, 이후 1)
DM1: 2005, 2011년 더미변수(2005, 2011=1, 그 외 0)
DM2: 2007, 2009, 2010년 더미변수(2007, 2009, 2010=1, 그 외 0)



(3) 패류

패류 수출함수 추정에서는 기존 수출단가, 환율과 더불어 수출량이 지속적으로 감소하는 경향을 보여 추세(TREND) 변수를 추가하였다. 추정결과, 모든 변수의 부호조건이 양호하고 추정계수도 통계적으로 유의하였다. 패류 수출단가의 계수값은 -0.4394로 추정되었는데, 이는 패류 수출단가가 1% 상승하면 패류 수출량은 0.44% 줄어드

는 것을 의미한다. 환율의 계수값은 0.3951로 환율이 1% 상승할 경우 패류 수출량은 약 0.4% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-27〉 패류 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X3) = & 10.5045 - 0.4394*\text{LOG}(\text{EP3}) + 0.3951*\text{LOG}(\text{EXCH}) \\ & (8.15)^{***} \quad (-2.39)^{**} \quad (1.78)^* \\ & - 1.3325*\text{LOG}(@\text{TREND}) - 0.380*\text{DM1} + 0.3578*\text{DM2} \\ & (-10.04)^{***} \quad (-2.35)^{**} \quad (2.95)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.909$

D-W = 1.453

추정기간: 1988~2018년(n=31)

B-G LM test = 2.658(0.103)

X3: 패류 수출량(톤, 한국무역협회)
EP3: 패류 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
@TREND: 추세변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
DM1: 2007년 더미변수(2007=1, 그 외 0)
DM2: 2011, 2017년 더미변수(2011, 2017=1, 그 외 0)



(4) 연체동물

연체동물의 수출함수 추정결과, 모형의 전체적인 설명력, 추정계수의 통계적 유의성이 비교적 높은 것으로 나타났다. 연체동물 수출단가 추정계수는 -1.1714로 추정되었는데, 이는 연체동물의 수출단가가 1% 상승할 경우 수출량은 더 크게 1.17% 감소함을 의미한다. 최근 오징어 등 연체동물의 생산이 크게 감소하여 국내 수급에 큰 어려움을 겪고 있는 상황인데, 이와 같이 수출량이 수출단가에 매우 탄력적으로 반응하는 것도 이러한 국내 수급의 불균형적 여건이 반영된 결과로 해석된다.

〈표 4-28〉 연체동물 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X4) = & 0.7036 - 1.1714 \cdot \text{LOG}(EP4) + 0.7912 \cdot \text{LOG}(EXCH) + 0.5477 \cdot \text{DM1} \\ & (0.30) \quad (-8.84)^{***} \quad (2.11)^{**} \quad (3.89)^{***} \\ & - 1.0086 \cdot \text{DM2} \\ & (-3.98)^{***} \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.914$

D-W = 1.710

추정기간: 1993~2018년(n=26)

X4: 연체동물 수출량(톤, 한국무역협회)
 EP4: 연체동물 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
 EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
 DM1: 1995, 1997, 2007, 2011년 더미변수
 (1995, 1997, 2007, 2011=1, 그 외 0)
 DM2: 2018년 더미변수(2018=1, 그 외 0)



2) 수입수요함수

(1) 어류

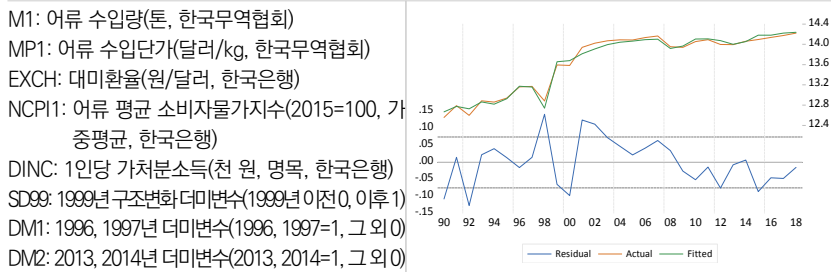
어류의 수입량은 환율을 적용한 어류 수입단가와 국내 소비자물가지수의 상대 비율, 소득을 이용하여 추정하였으며, 어류 수입이 크게 줄거나 늘어난 시점의 경우 더미변수를 적용하였다. 추정결과, 모든 변수의 부호가 경제이론에 부합하였으며, 모형의 전체적인 설명력, 추정계수의 통계적 유의성도 매우 높게 도출되었다.

어류의 수입단가와 국내가격의 상대 비율은 수입량과 음(-)의 인과 관계에 있으며, 이 비율이 1% 높아질 경우 수입량은 0.61% 감소하는 것으로 나타났다. 모형의 추정결과, 자기상관이 의심되어 추가적인 검정(Breusch-Godfrey LM Test)을 실시하였는데 자기상관은 존재하지 않는 것으로 분석되었다.

〈표 4-29〉 어류 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M1) = & 6.6845 - 0.6141 \cdot \text{LOG}\left(\frac{MP1 \cdot EXCH}{NCPI}\right) + 0.8576 \cdot \text{LOG}(DINC) \\ & (6.48)^{***} \quad (-4.82)^{***} \quad (8.50)^{***} \\ & + 0.7010 \cdot \text{SD99} + 0.1992 \cdot \text{DM1} - 0.1284 \cdot \text{DM2} \\ & (10.77)^{***} \quad (3.05)^{***} \quad (-2.22)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.986$ D-W = 1.550 추정기간: 1990~2018년(n=29)
B-G LM test = 1.090(0.297)



(2) 갑각류

갑각류 수입수요함수는 환율을 포함한 갑각류 수입단가와 국내 소비자가격(소비자물가지수)의 상대 비율, 소득을 설명변수로 설정하여 추정하였다. log-log 함수로 추정한 결과, 결정계수가 0.982로 모형의 설명력이 매우 높았으며, 모든 변수의 부호조건이 당초 기대에 부합하고 통계적으로도 유의하게 도출되었다.

한편, 갑각류의 수입단가와 국내 가격의 상대 비율이 1% 상승할 경우 수입량은 0.81% 줄어드는 것으로 추정되었다. 특히 1인당 가처분소득이 1% 늘어날 경우 갑각류 수입량은 1.92% 증가하여 수입량이 소득에 매우 탄력적으로 반응하는 것으로 나타났다. 이는 국내에 수입되는 킹크랩, 랍스터, 새우 등 주요 갑각류가 다른 수산물에 비해 비교적 고가임에 따라 소득 수준에 민감하게 반응하는 것으로 판단된다.

〈표 4-30〉 갑각류 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M2) = & -3.9461 - 0.8133 \cdot \text{LOG}\left(\frac{MP2 \cdot EXCH}{NCPI2}\right) + 1.9206 \cdot \text{LOG}(DINC) \\ & (-2.85)^{**} \quad (-9.55)^{***} \quad (14.69)^{***} \\ & - 0.2294 \cdot \text{SD05} - 0.222 \cdot \text{DM1} \\ & (-4.65)^{***} \quad (-3.68)^{***} \end{aligned}$$

R² = 0.982

D-W = 1.506

추정기간: 1997~2018년(n=22)

B-G LM test = 0.318(0.573)

M2: 갑각류 수입량(톤, 한국무역협회)

MP2: 갑각류 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)

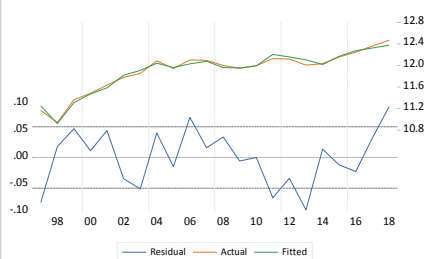
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

NCPI2: 갑각류 평균 소비자물가지수(2015=100, 가중평균, 한국은행)

DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)

SD05: 2005년 구조변화 더미변수(2005년 이전 0, 이후 1)

DM1: 2010년 더미변수(2010=1, 그 외 0)



(3) 패류

패류 수입수요함수 추정결과, 모든 변수의 부호조건이 경제이론에 부합하고 통계적으로도 유의하였다. 모형의 설명력을 나타내는 결정계수도 0.982로 매우 높게 추정되었다.

패류의 수입단가와 국내가격의 상대 비율이 1% 상승하면 수입량은 1.44% 감소하는 것으로 도출되어 패류 수입량이 이 상대비율에 매우 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 한편, 1인당 가처분소득이 1% 상승할 경우에도 패류 수입량은 1.28% 증가하여 소득 변화에 따른 탄력성이 비교적 큰 것으로 추정되었다.

〈표 4-31〉 패류 수입수요함수 추정결과

$$\text{LOG}(M3) = 3.0094 - 1.4398 \cdot \text{LOG}\left(\frac{MP3 \cdot EXCH}{NCPI3}\right) + 1.2805 \cdot \text{LOG}(DINC) + 0.5499 \cdot DM1$$

(1.50) (-10.79)*** (7.51)*** (4.03)***

$R^2 = 0.982$

D-W = 1.858

추정기간: 1989~2018년(n=30)

M3: 패류 수입량(톤, 한국무역협회)
 MP3: 패류 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)
 EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
 NCPI3: 패류 평균 소비자물가지수(2015=100, 가
 중평균, 한국은행)
 DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
 DM1: 2011년 더미변수(2011=1, 그 외 0)



(4) 연체동물

연체동물 수입수요함수는 앞서 살펴본 어류, 갑각류, 패류와 달리 환율을 포함한 수입단가, 그리고 연체동물의 국내 소비자물가지수를 분리하여 추정하였다. 이는 연체동물을 대표하는 오징어 생산이 급감함에 따라 국내 가격이 지속적으로 상승 추세를 보이고 있는데, 수입단가와 국내가격의 상대비율로 수입량을 추정 시 유의한 추정결과를 얻기 어려웠기 때문이다. 즉, 연체동물 수입은 수입 및 국내 가격의 상대적 변화보다는 공급 부족의 영향을 더 크게 받는 것으로 판단된다.

추정결과, 수입단가의 부호조건은 음(-)으로, 국내 연체동물 소비자가격과 소득의 부호조건은 양(+)으로 추정되어 당초 예상에 부합하게 추정되었다. 그리고 모형의 전체적인 설명력, 추정계수의 통계적 유의성도 높았다. 연체동물의 수입단가가 1% 상승할 경우 수입량은 0.87% 감소하고, 국내 연체동물 소비자가격이 1% 상승하면 연체동물 수입은 0.42% 늘어나는 것으로 나타났다.

〈표 4-32〉 연체동물 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M4) = & -10.2266 - 0.8702 \cdot \text{LOG}(MP4 \cdot \text{EXCH}) + 0.4241 \cdot \text{LOG}(\text{NCPI4}) \\ & (-5.03)^{***} \quad (-3.90)^{***} \quad (2.85)^{***} \\ & + 2.3265 \cdot \text{LOG}(\text{DINC}) - 0.3226 \cdot \text{DM1} \\ & (7.99)^{***} \quad (-2.12)^{**} \end{aligned}$$

R² = 0.948

D-W = 1.696

추정기간: 1992~2018년(n=27)

M4: 연체동물 수입량(톤, 한국무역협회)
 MP4: 연체동물 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)
 EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
 NCPI4: 연체동물 평균 소비자물가지수(2015=100, 가중평균, 한국은행)
 DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
 DM1: 1995년 더미변수, 1995=1, 그 외 0



5. 재고 부문

앞서 추정한 수출입, 가격 부문처럼 재고 또한 어업별로 분류할 수 없으므로 부류 특성만을 고려하여 방정식을 추정하였다. 재고량은 한국농촌경제연구원 「식품수급표」의 재고량 자료를 이용하였으며, 어류, 연체동물⁴⁷⁾의 재고량만 파악이 가능하므로 해당 두 부류에 한정하여 재고량 함수를 추정하였다. 부류별 재고함수는 총공급량⁴⁸⁾과 소비자물가지수를 설명변수로 설정하였다.

$$INV_{i,t} = \alpha + \beta_1 INV_{i,t-1} + \beta_2 (TQ_{i,t} + M_{i,t}) + \beta_3 NCPI_{i,t} \quad [\text{식 4-9}]$$

47) 한국농촌경제연구원의 「식품수급표」 상에서의 패류 재고량은 연체동물 등을 포함하고 있는데, 이 양의 대부분은 오징어 재고로 볼 수 있다. 따라서 패류의 재고량을 연체동물의 재고량으로 판단하여 연체동물 재고 모형에 적용하였다.

48) 총공급량 = 총생산량+총수입량+이월재고

여기서 INV는 부류별 재고량, TQ는 총생산량, M은 총수입량, NCPI는 소비자물가지수를 의미한다. 재고량은 전기 재고량과 총공급량(총생산량+총수입량)과는 양(+의 관계, 소비자물가지수와는 음(-)의 관계를 예상할 수 있다.

1) 어류

어류 재고량은 공급량에 영향을 받으므로 국내 어류 생산량과 수입량을 더한 변수를 설명변수로 이용하였으며, 전기 재고량과 어류 소비자물가지수도 설명변수로 고려하였다. 추정결과, 전년도 재고와 공급량은 재고량과 양(+의 관계, 소비자물가지수는 음(-)의 관계가 있는 것으로 나타나 당초 예상에 부합하였다. 어류 소비자물가지수가 1% 상승하면 재고량은 0.23% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 4-33〉 어류 재고함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(INV1)} = & -16.2703 + 0.8578 \cdot \text{LOG(INV1(-1))} + 1.2992 \cdot \text{LOG(TQ1+M1)} \\ & (-2.79)^{**} \quad (11.22)^{***} \quad (3.21)^{***} \\ & - 0.2306 \cdot \text{LOG(NCPI1)} + 0.4057 \cdot \text{DM1} - 1.0861 \cdot \text{DM2} \\ & (-2.49)^{**} \quad (3.80)^{***} \quad (-7.51)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.872$ B-G LM test = 0.491(0.484) 추정기간: 1988~2018년(n=30)

INV1 : 어류 재고량(톤, 식품수급표)
TQ1: 어류 총생산량(톤, 연근해+원양+내수면)
M1: 어류 수입량(톤, 한국무역협회)
NCPI1: 어류 평균 소비자물가지수(2015=100, 가
중평균, 한국은행)
DM1: 1992, 1999년 더미변수(1992, 1999=1, 그
외 0)
DM2: 2006년 더미변수(2006=1, 그 외 0)



2) 연체동물

연체동물 재고량을 추정하기 위해 설명변수로 연체동물의 소비자물가지수와 공급량⁴⁹⁾을 이용하였으며, 급격한 재고량 감소세를 보이기 시작한 2016년 이후는 구조변화 더미변수를 적용하였다. 추정결과, 모형의 전체적인 설명력이 우수하였으며 설명변수 추정계수의 부호도 당초 예상에 부합하였다.

〈표 4-34〉 연체동물 재고함수 추정결과

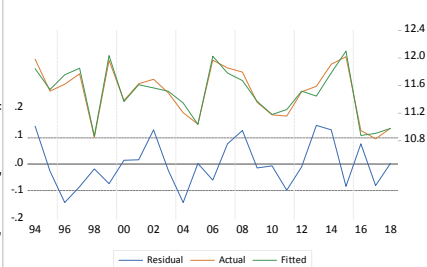
$$\begin{aligned} \text{LOG(INV4)} = & -6.6883 - 0.1208^* \text{LOG(NCPI4)} + 1.4310^* \text{LOG(TQ4+M4)} \\ & (-3.26)^{***} \quad (-1.74)^* \quad (9.54)^{***} \\ & - 0.4798^* \text{SD16} + 0.3587^* \text{DM1} - 2748^* \text{DM2} \\ & (-6.57)^{***} \quad (5.89)^{***} \quad (-4.07)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.950$

D-W = 1.729

추정기간: 1994~2018년(n=25)

INV4 : 연체동물 재고량(톤, 식품수급표)
TQ4: 연체동물 총생산량(톤, 연근해+원양)
M4: 연체동물 수입량(톤, 한국무역협회)
NCPI4: 연체동물 평균 소비자물가지수(2015=100, 가중평균, 한국은행)
SD16: 2016년 구조변화 더미변수(2016년 이전 0, 이후 1)
DM1: 1994, 2006, 2015년 더미변수(1994, 2006, 2015=1, 그 외 0)
DM2: 1998, 2000, 2005년 더미변수(1998, 2000, 2005=1, 그 외 0)



49) 연체동물 공급량 = (연근해어업 생산량 + 원양어업 생산량 + 수입량)

6. 어로어가경제 부문

어로어가경제 부문의 주요 총량지표로는 어가소득, 어가수, 어가 인구 등을 예로 들 수 있다. 먼저 소득 관련 지표부터 살펴보면, 어가 소득은 어업소득, 어업외소득, 이전소득, 비경상소득으로 구성된다. 여기서 어업소득은 생산량, 가격을 곱한 수산물 판매수입에서 어업 경영비를 차감하여 계산되는데, 이는 「KMI-FOSiM」의 모형 내에서 결정된다. 따라서 본 연구에서는 어가소득을 구성하는 나머지 소득, 즉 어업외소득, 이전소득, 비경상소득을 ‘어업외소득’으로 모두 합쳐서 하나의 방정식으로 추정하는 방식을 적용하였다. 소득과 관련된 통계는 통계청의 「어가경제조사」 자료를 이용하였으며, 추정에 이용된 변수는 GDP 디플레이터로 실질화하였다.

다음으로 어가수, 어가인구를 추정·전망함에 있어서는 해당 지표를 단순 회귀모형으로 추정하는 방식, 한국농촌경제연구원의 농촌·농가인구모형(KAP)과 같이 계량경제모형과 코호트모형을 혼합한 방식 등이 고려될 수 있다. 현재 한국농촌경제연구원에서는 출산율과 사망률만을 고려한 코호트 인구 생존모형을 구축, 이농률을 예측하고 이농률 전망치를 각각의 성별, 연령별 코호트에 적용하여 미래 인구를 전망하는 방식을 취하고 있다(서홍석 외, 2018, p.37).

현재 어가인구의 성별·연령별 출산율과 사망률, 이어율에 대한 기초통계가 없는 문제, 그리고 금년에는 「KMI-FOSiM」의 전체 구조를 설계하는데 소요되는 시간적 제약으로 인해 코호트 모형을 통한 접근에는 어려움이 있었다. 이에 따라 본 연구에서는 어가, 어가인구 전망에 있어서 성별, 코호트별 접근은 추후 연구과제로 미루고, 단순 회귀모형을 이용하여 어로어가경제 부문 주요 지표를 추정하였다.

1) 어업외소득

어로어가의 어업외소득은 겸업소득과 사업외소득으로 구성된다.⁵⁰⁾ 이 소득은 어업 이외의 사업이나 노동력을 제공하고 얻은 근로소득이 주를 이루는데, 반농·반어의 특성상 어업외소득은 농업노임지수가 유의한 영향을 미칠 것으로 판단하였다. 추정결과, 농업노임지수의 추정계수는 예상대로 양(+)의 부호로 도출되었으며, 모형의 전체적인 설명력도 상당히 양호한 것으로 나타났다.

〈표 4-35〉 어업외소득 방정식 추정결과

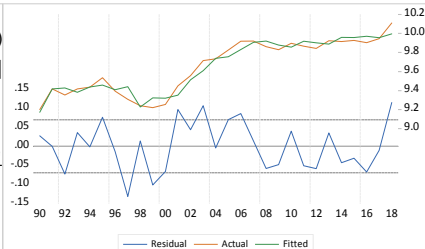
$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{AN_INC}) = & 1.4721 + 0.1036 * \text{LOG}(\text{AG_WAGE}) + 0.8076 * \text{LOG}(\text{AN_INC}(-1)) \\ & (2.01)^* \quad (1.83)^* \quad (8.50)^{***} \\ & + 0.1828 * \text{DM1} - 0.1392 * \text{DM2} \\ & (2.43)^{***} \quad (-2.64)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.947$

B-G LM test = 0.365(0.546)

추정기간: 1990~2018년(n=29)

AN_INC: 어로어가 어업외소득(천 원, 어가경제조사)
AG_WAGE: 농업노임지수(2015=100, 농가판매
및 구입가격조사)
DM1: 1991년 더미변수(1991=1, 그 외 0)
DM2: 1996, 1998년 더미변수(1996, 1998=1, 그
외 0)



50) 겸업소득은 농업, 제조업, 건설업, 음식숙박업, 도소매업, 기타겸업 등을 통해 얻은 소득, 사업외소득은 어가의 가구원이 노동력을 제공하고 얻은 근로소득과 임대료, 배당금, 이자 등의 자본수입을 모두 합산한 금액으로 정의된다(통계청, 어가경제조사 설명자료).

2) 어로어가수

어로어가수는 전기 어로어가 어업소득, 어로어업 종사가구원수의 함수로 추정하였다. 추정결과, 모형의 전체적인 설명력, 추정계수의 통계적 유의성이 매우 높았다. 어로어가 어업소득이 1% 증가할 경우 어로어업 어가수는 0.08% 늘어나는 것으로 추정되었다.

〈표 4-36〉 어로어가수 방정식 추정결과

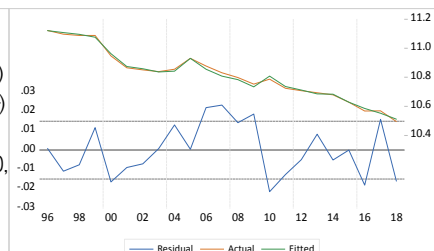
$$\begin{aligned} \text{LOG(AH)} = & -1.0913 + 0.0846^* \text{LOG(AHINC(-1))} + 0.9785^* \text{LOG(AFAMILY)} \\ & (-1.76)^* \quad (2.81)^{***} \quad (31.59)^{***} \\ & - 0.0466^* \text{DM1} - 0.0928^* \text{SD17} \\ & (-2.93)^{***} \quad (-7.60)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.994$

D-W = 1.720

추정기간: 1996~2018년(n=23)

AH: 어로어업가구(가구, 농림어업조사)
AHINC: 어로어가 어업소득(천 원, 어가경제조사)
AFAMILY: 어로어업종사가구원수(명, 농림어업조사)
DM1: 2015년 더미변수(2015=1, 그 외 0)
SD17: 2017년 구조변화 더미변수(2017년 이전 0, 이후 1)



3) 어로어가 인구

어로어가 인구는 어로어업 가구수, 전기 도시근로자 가구소득과 어로어가 어업소득의 상대 비율, 그리고 추세변수를 포함하여 추정하였다. 추정결과, 모형의 전체적인 설명력이 양호하였고, 추정계수의 부호조건도 당초 예상에 부합하였다. 도시근로자소득과 어업소득의 상대비율이 1% 상승할 경우, 어로어업 어가인구는 0.21% 감소하는 것으로 추정되었다.

〈표 4-37〉 어로어가 인구 방정식 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(APOP)} = & 7.6206 + 0.5558 * \text{LOG(AH)} - 0.2083 * \text{LOG}\left(\frac{\text{CITY_WAGE}(-1)}{\text{AHINC}(-1)}\right) \\ & (13.61)^{***} \quad (10.42)^{***} \quad (-6.09)^{***} \\ & - 0.0299 * \text{@TREND} + 0.0758 * \text{DM1} - 0.0461 * \text{DM2} \\ & (-22.35)^{***} \quad (3.33)^{***} \quad (-2.05)^{**} \end{aligned}$$

R² = 0.998

D-W = 1.705

추정기간: 1982~2018년(n=37)

APOP: 어로어가인구(명, 농림어업조사)

AH: 어로어업가구(가구, 농림어업조사)

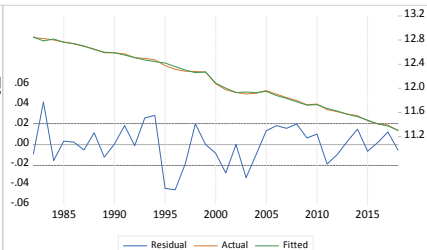
CITY_WAGE: 도시근로자 월평균 가구소득(원, 명
목, 2인 이상, 한국은행)

AHINC: 어로어가 어업소득(천 원, 어가경제조사)

@TREND: 추세변수(@TREND:1, 2, 3, ...)

DM1: 1999년 더미변수(1999=1, 그 외 0)

DM2: 2002년 더미변수(2002=1, 그 외 0)



제2절 품종별(갈치, 고등어) 모형 추정결과

앞서 어로어업 전망모형을 일반해면어업, 원양어업, 내수면어업으로 구분하여 추정하였다. 그러나 수산물의 다양성 및 복잡한 생산구조를 고려한다면 장기적으로는 갈치, 고등어 등과 같은 세부 품종별로 세분화된 전망모형을 구축하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 그러나 일반해면어업을 통해 생산되는 품종이 매우 많음을 감안하면, 어로어업의 품목별 전망모형 구축은 장기적인 관점에서 접근할 수밖에 없다. 이에 본 절에서는 우선적으로 일반해면어업의 어류 중 갈치와 고등어 2개 품목의 개별방정식을 추정하였다.

추정방법은 어로어업과 동일하게 통상최소자승법(OLS)을 이용하였으며, 로그-로그(log-log) 함수 형태로 추정하였다. 품목별 생산량 추

정은 어획노력량과 단위노력당 어획량을 곱하는 방식을 이용하였으며, 역수요함수, 수출함수, 수입수요함수 등의 방정식은 어로어업과 동일한 방법으로 추정하였다. 다만 재고함수의 경우, 설명변수에서 가격을 제외하고 총공급량만 이용하여 추정하였다. 이는 재고량의 경우 모든 크기의 갈치, 고등어가 포함되어 있으나, 소비자가격은 갈치 250~300g, 고등어 350~500g로 크기가 한정되어 있어 재고량 변수와 유의한 인과관계를 발견하기 어려웠기 때문이다.

$$INV_{i,t} = \alpha + \beta_1(TQ_{i,t} + M_{i,t} + INV_{i,t-1}) \quad [\text{식 4-10}]$$

[식 4-10]에서 i 는 갈치, 고등어 2개 품종을 의미하며, INV는 재고량, TQ는 총생산량, M은 총수입량을 의미한다.

1. 갈치

1) 어획노력량

어획노력량은 갈치 생산량 중 가장 많은 비중을 차지하는 근해연승 어업의 어선척수와 어로일수를 곱하여 계산하였다. 설명변수로는 전기 어획노력량, 면세유 가격, 산지가격과 경영비 및 단위노력당 어획량을 고려한 기대수익률 변수를 포함하였다. 면세유 가격의 추정계수는 음(-)으로, 기대수익률은 양(+)으로 추정되어 당초 예상에 부합하였으며, 모형의 전체적인 설명력도 양호하였다.

〈표 4-38〉 갈치 어획노력량 함수 추정결과

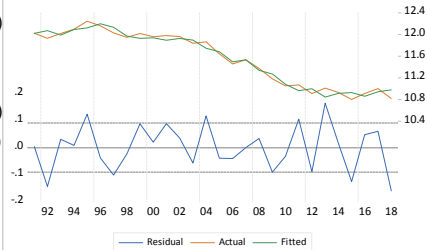
$$\begin{aligned}
 \text{LOG(AEFFORT191)} = & 3.5212 + 0.8763^* \text{LOG(AEFFORT191(-1))} - 0.1522^* \text{LOG(TFOIL)} \\
 & (2.75)^{**} \quad (15.26)^{***} \quad (-2.21)^{**} \\
 & + 0.0810^* \text{LOG}\left(\frac{\text{ANFP191}(-1)^* \text{@MOVAV}(\text{ACPUE191}(-1), 3)}{\text{ACOST191}(-1)}\right) \\
 & (1.79)^* \\
 & + 0.2012^* \text{DM1} \\
 & (2.08)^{**}
 \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.971$

B-G LM test = 2.338(0.126)

추정기간: 1991~2018년(n=28)

AEFFORT191: 갈치 어획노력량(=AN191*AFD191)
 · AN191: 어선척수, AFD191: 어로일수
 TFOIL: 면세유가격(원/드럼, 수협중앙회)
 ANFP191: 갈치 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
 ACPUE191: 갈치 CPUE(=AQ191/AEFFORT191)
 · AQ191: 갈치 생산량(톤, 어업생산동향조사)
 ACOST191: 갈치 경영비(천 원, 어업경영조사)
 DM1: 2007년 더미변수(2007=1, 그 외 0)



2) 단위노력당 생산량(CPUE)

갈치의 단위노력당 생산량을 추정하기 위해 근해연승어업의 전년도 단위노력당 어획량과 자본집약도⁵¹⁾를 설명변수로 이용하였다. 추정결과, 모형의 전체적인 설명력은 높지 않았지만 추정계수의 부호 조건은 예상에 부합하였다.

51) 자본집약도 = (유형고정자산/GDPDEF*100)/어업 종사자수

〈표 4-39〉 갈치 CPUE 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(ACPUE191)} = & -1.2914 + 0.7471 \cdot \text{LOG(ACPUE191(-1))} + 0.1185 \cdot \text{LOG(AKL191(-1))} \\ & (-2.80)^{***} \quad (8.62)^{***} \quad (2.60)^{**} \\ & - 0.4996 \cdot \text{DM1} + 0.3049 \cdot \text{DM2} \\ & (-4.75)^{***} \quad (1.76)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.771$

B-G LM test = 0.723(0.395)

추정기간: 1986~2018년(n=33)

ACPUE191: 갈치 CPUE(=AQ191/AEFFORT191)

• AQ191: 갈치 생산량(톤, 어업생산동향조사)

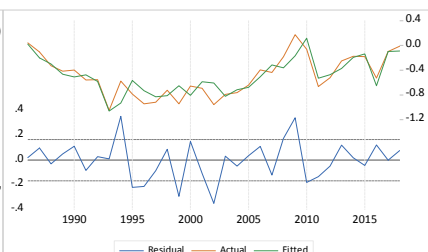
AKL191: 갈치 자본집약도(=AK191/AL191)

• AK191: 갈치 유형고정자산

• AL191: 갈치 종사자수

DM1: 1993, 2011, 2016년 더미변수(1993, 2011, 2016=1, 그 외 0)

DM2: 2017년 더미변수(2017=1, 그 외 0)



3) 역수요함수

갈치 소비자가격은 한국농수산식품유통공사의 「농산물 유통정보 (KAMIS)」에서 제공하는 통계를 이용하였는데, 소비자물가지수를 이용하여 실질화한 가격이 2001년 이후 큰 폭의 하락세를 보이고, 생산량과 양(+)의 관계를 보이는 등 문제점이 발견되었다. 이는 은갈치, 먹갈치 등으로 상품이 구분되어 있을 뿐만 아니라, 주로 어획되는 갈치의 크기도 매년 상이하므로 동일한 대상 상품에 대한 조사가 이루어지기 어려웠기 때문으로 판단된다. 이에, 2015년을 기준가격으로 갈치 소비자물가지수(CPI)를 이용한 실질 소비자가격⁵²⁾ DB를 새롭게 생성하여 추정에 이용하였다. 추정결과, 1인당 공급량과 실질 소비자가격은 음(-)의 관계, 1인당 가처분소득과는 양(+)의 관계로 추정되었으며 통계적으로도 유의하였다.

52) $RP_{i,t} = P_{i,2015} \times (CPI_{i,t}/100)$, (i : 갈치, RP: 실질소비자가격)

〈표 4-40〉 갈치 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{ARNCP191}) = & 2.3754 - 0.7309^* \text{LOG}(\text{PERD191}) + 0.7853^* \text{LOG}(\text{DINC}) \\ & (1.80)^* \quad (-8.56)^{***} \quad (5.88)^{***} \\ & + 0.2852^* \text{SD98} - 0.1947^* \text{DM1} \\ & (4.27)^{***} \quad (-2.15)^{**} \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.950$

D-W = 1.624

추정기간: 1995~2018년(n=24)

ARNCP191: 갈치(신선·냉장) 실질 소비자가격
(원/kg, 계산)

PERD191: 갈치 1인당 소비량(kg, 계산)

DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)

SD98: 1998년 구조변화 더미변수(1998년 이전 0,
이후 1)

DM1: 2011년 더미변수(2011=1, 그 외 0)



4) 수출함수

갈치 수출함수는 수출단가, 대미 환율, 2003년 구조변화 더미변수 등을 포함하여 추정하였다. 모형의 전체적인 설명력은 비교적 양호하였으며, 수출단가, 환율의 부호조건도 당초 예상에 부합하였다. 추정결과, 갈치 수출단가가 1% 상승할 경우, 갈치 수출량은 1.2% 감소하는 것으로 나타났다.

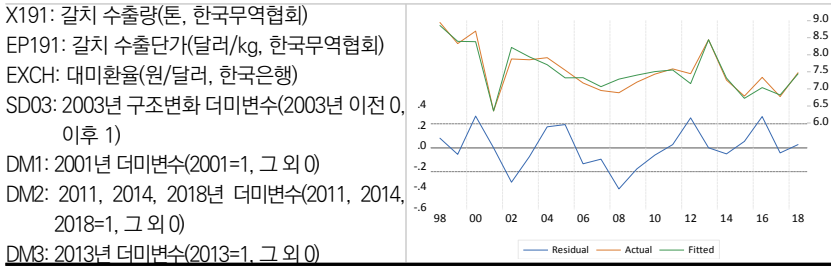
〈표 4-41〉 갈치 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{X191}) = & -2.6751 - 1.2007^* \text{LOG}(\text{EP191}) + 1.6398^* \text{LOG}(\text{EXCH}) - 0.4905^* \text{SD03} \\ & (-0.55) \quad (-5.10)^{***} \quad (2.39)^{**} \quad (-2.59)^{**} \\ & - 1.7239^* \text{DM1} + 0.4439^* \text{DM2} + 1.3059^* \text{DM3} \\ & (-6.26)^{***} \quad (2.79)^{**} \quad (5.36)^{***} \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.914$

D-W = 1.560

추정기간: 1998~2018년(n=21)



5) 수입수요함수

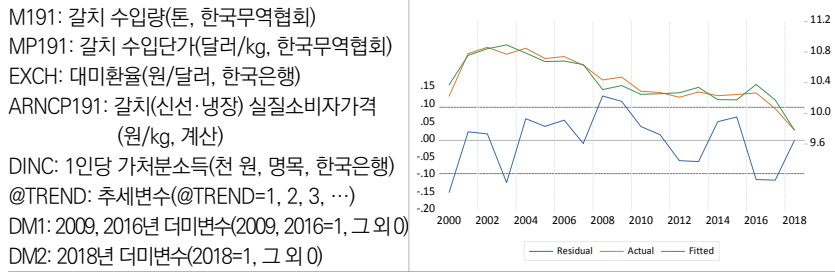
주요 갈치 수입 대상국가는 세네갈, 중국 등이 있으나 세네갈에서 본격적인 수입이 시작된 것은 2009년 이후로 비교적 짧았으며, 가격 변동에 따른 주요 수입국 변화가 심하여 국가별이 아닌 전체 수입수요함수를 추정하였다.

갈치 수입수요함수는 환율을 고려한 수입단가와 국내 신선·냉장 갈치의 실질 소비자가격 상대비율, 그리고 1인당 가처분소득, 추세변수를 포함하여 추정하였다. 추정결과, 국내외 가격 상대비율과 수입량은 음(-)으로, 1인당 가처분소득과는 양(+)으로, 추세적으로는 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 4-42〉 갈치 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M191) = & -22.8671 - 1.2492 * \text{LOG}\left(\frac{MP191 * EXCH}{ARNCP191}\right) + 4.3823 * \text{LOG}(DINC) \\ & (-2.45)^{**} \quad (-5.68)^{***} \quad (3.62)^{***} \\ & - 3.8462 * \text{LOG}(@TREND) + 0.2396 * DM1 - 0.6910 * DM2 \\ & (-4.61)^{***} \quad (3.06)^{***} \quad (-5.87)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.929$ D-W = 1.508 추정기간: 2000~2018년(n=19)
 B-G LM test = 0.681(0.409)



6) 재고함수

갈치 재고량을 추정하기 위해 설명변수로 생산량, 수입량, 전년도 말 재고량을 고려한 연간 공급량을 이용하였다. 추정결과, 총공급량 추정계수가 양(+)으로 추정되었고, 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 다만, 모형의 전체적인 설명력은 다소 낮게 추정되었다.

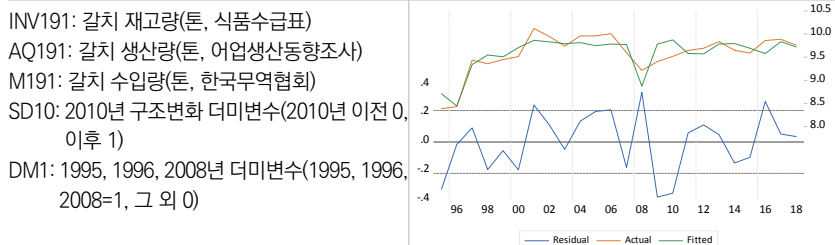
〈표 4-43〉 갈치 재고함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(INV191)} = & -2.1838 + 1.0157 * \text{LOG(AQ191+M191+INV191(-1))} \\ & (-0.58) \quad (3.17)^{***} \\ & + 0.3528 * \text{SD10} - 0.8319 * \text{DM1} \\ & (2.43)^{**} \quad (-5.42)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.776$

D-W = 2.001

추정기간: 1995~2018년(n=24)



2. 고등어

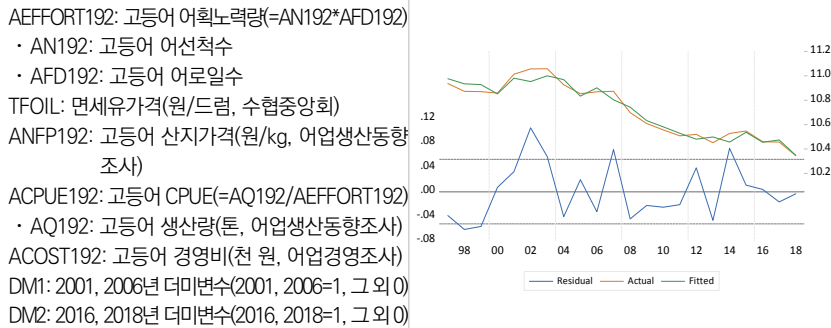
1) 어획노력량

고등어 어획노력량은 전체 생산량 중 80% 이상을 차지하는 대형선 망어업의 어선척수와 어로일수를 곱하여 산출하였다. 설명변수로는 전기 어획노력량, 면세유 가격, 산지가격과 경영비 및 단위노력당 어획량을 고려한 기대수익률 변수를 포함하였다.

추정결과, 면세유 가격의 추정계수는 음(-)으로, 전기 어획노력량과 기대수익률은 양(+)으로 추정되어 당초 예상에 부합하였으며, 모형의 전체적인 설명력도 비교적 양호하였다. 면세유 가격이 1% 상승할 경우 고등어 어획노력량은 0.08% 감소하며, 기대수익률이 1% 높아질 경우에는 어획노력량이 약 0.1% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-44〉 고등어 어획노력량 함수 추정결과

$\text{LOG(AEFFORT192)} = 4.3137 + 0.7496^{\text{***}} \text{LOG(AEFFORT192(-1))} - 0.0787^{\text{*}} \text{LOG(TFOIL)}$		
(3.62) ^{***}	(9.81) ^{***}	(-1.85) [*]
$+ 0.0969^{\text{*}} \text{LOG}\left(\frac{\text{ANFP192}(-1)^{\text{*}} @ \text{MOVAV}(\text{ACPUE192}(-1), 3)}{\text{ACOST192}(-1)}\right)$		
(1.82) [*]		
$+ 0.1254^{\text{*}} \text{DM1} - 0.1159^{\text{*}} \text{DM2}$		
(3.15) ^{***}	(-2.44) ^{**}	
$R^2 = 0.958 \qquad \text{B-G LM test} = 0.117(0.733) \qquad \text{추정기간: 1997~2018년(n=22)}$		

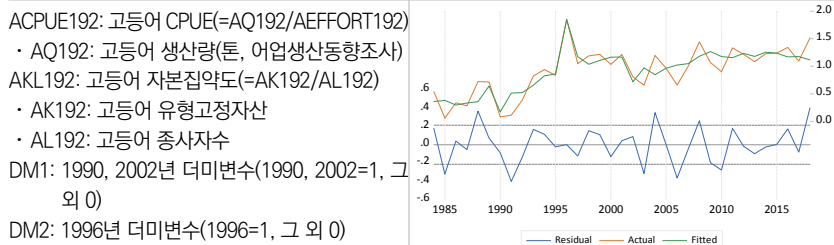


2) 단위노력당 어획량(CPUE)

고등어의 단위노력당 어획량을 추정하기 위해 대형선망어업의 전년도 단위노력당 어획량과 자본집약도를 설명변수로 이용하였다. 추정결과, 모형의 전체적인 설명력이 높지 않았지만 추정계수의 부호 조건은 당초 예상대로 모두 양(+)으로 추정되었다. 전기 자본집약도가 1% 상승하는 경우, 고등어 단위노력당 어획량은 0.87% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-45〉 고등어 CPUE 함수 추정결과

$\text{LOG}(\text{ACPUE192}) = -9.1830 + 0.2329 \cdot \text{LOG}(\text{ACPUE192}(-1)) + 0.8708 \cdot \text{LOG}(\text{AKL192}(-1))$		
(-4.48)***	(1.84)*	(4.65)***
$- 0.5357 \cdot \text{DM1} + 0.9198 \cdot \text{DM2}$		
(-3.45)***	(4.25)***	
$R^2 = 0.777$	B-G LM test = 1.917(0.166)	추정기간: 1984~2018년(n=35)



3) 역수요함수

고등어 역수요함수 추정결과, 공급량이 1% 증가할 경우 소비자가 적은 0.17% 하락하는 것으로 나타났으며, 소득이 1% 증가할 때는 소비자가격이 0.68% 상승하는 것으로 추정되었다. 추정계수의 부호조건 및 통계적 유의성은 비교적 양호하게 도출되었다.

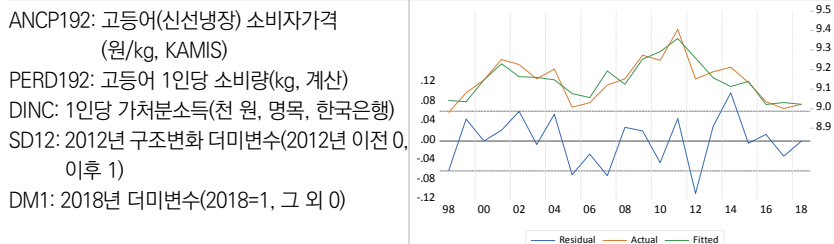
〈표 4-46〉 고등어 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned}
 \text{LOG(ANCP192)} = & -2.6318 - 0.1762 \cdot \text{LOG(PERD192)} + 0.6786 \cdot \text{LOG(DINC)} \\
 & (-1.07) \quad (-2.90)^{**} \quad (3.13)^{***} \\
 & - 0.1869 \cdot \text{LOG(INV192(-1))} + 0.7943 \cdot \text{LOG(ANCP192(-1))} \\
 & (-3.49)^{***} \quad (4.82)^{***} \\
 & - 0.1244 \cdot \text{SD12} - 0.1591 \cdot \text{DM1} \\
 & (-3.01)^{***} \quad (-1.95)^{*}
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.777$$

$$\text{B-G LM test} = 1.812(0.178)$$

추정기간: 1998~2018년(n=21)



4) 수출함수

고등어 수출함수는 수출단가, 대미 환율을 설명변수로 추정하였다. 모형의 전체적인 설명력은 비교적 양호하였으며, 수출단가, 환율의 부호조건도 당초 예상에 부합하였다. 추정결과, 고등어 수출단가가 1% 상승할 경우, 수출량은 1.8% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 4-47〉 고등어 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X192) = & -2.9202 - 1.830 \cdot \text{LOG}(EP192) + 0.6751 \cdot \text{LOG}(EXCH) \\ & (-1.56) \quad (-10.75)^{***} \quad (2.28)^{**} \\ & + 0.6770 \cdot \text{DM1} - 0.4760 \cdot \text{DM2} \\ & (4.64)^{***} \quad (-2.31)^{**} \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.909$$

$$D-W = 1.463$$

$$\text{추정기간: } 1990 \sim 2018 \text{년}(n=29)$$

$$B-G \text{ LM test} = 2.260(0.133)$$

X192: 고등어 수출량(톤, 한국무역협회)
EP192: 고등어 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
DM1: 1989, 1996, 2018년 더미변수(1989, 1996, 2018=1, 그 외 0)
DM2: 1998, 2002, 2017년 더미변수(1998, 2002, 2017=1, 그 외 0)



5) 수입수요함수

고등어 주요 수입 대상국가는 노르웨이, 중국으로 노르웨이산 고등어 수입량은 2012년부터 급격하게 증가하는 모습을 보였으나, 중국은 다소 감소하였다. 그러나 중국에서도 매년 2천 톤 이상의 고등어가 수입되고 있으므로 노르웨이와 중국의 수입수요함수를 개별적으로 추정하였다.

먼저 노르웨이 고등어 수입수요함수를 추정한 결과, 추정계수의

부호조건과 통계적 유의성을 만족하였다. 국내의 상대가격 비율이 1% 증가하는 경우, 노르웨이산 고등어 수입량은 0.69% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 4-48〉 대노르웨이 고등어 수입수요함수 추정결과

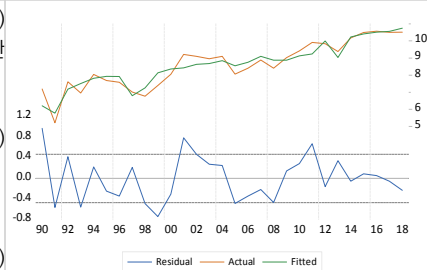
$$\begin{aligned} \text{LOG}(M192_NW) = & -28.1417 - 0.6924^* \text{LOG}\left(\frac{(MP192_NW^* EXCH^*(1 + TEM192_NW))}{ANCP192}\right) \\ & (-5.36)^{***} \quad (-1.75)^* \\ & + 3.6422^* \text{LOG}(DINC) + 0.7427^* SD12 - 1.0555^* DM1 \\ & (7.16)^{***} \quad (2.58)^{**} \quad (-3.40)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.894$

D-W = 1.870

추정기간: 1990~2018년(n=29)

M192_NW: 노르웨이 고등어 수입량(톤, 한국무역협회)
MP192_NW: 노르웨이 고등어 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
TEM192_NW: 노르웨이 고등어 수입 관세율(% 관세청)
ANCP192: 고등어(신선·냉장) 소비자가격(원/kg, KAMIS)
DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
SD12: 2012년 구조변화 더미변수(2012년 이전 0, 이후 1)
DM1: 1991, 1997, 2013년 더미변수, 1991, 1997, 2013=1, 그 외 0



다음으로 중국산 고등어와 기타 국가의 고등어 수입수요함수를 추정한 결과는 각각 〈표 4-49〉와 〈표 4-50〉이다. 추정계수의 부호조건은 당초 예상에 부합하였으며, 통계적 유의성을 만족하였다.

〈표 4-49〉 대중국 고등어 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned}
 \text{LOG}(\text{M192_CN}) = & -60.8621 - 0.9457^* \text{LOG}(\text{MP192_CN} * \text{EXCH} * (1 + \text{TEM_CN}/100)) \\
 & (-9.68)^{***} \quad (-5.76)^{***} \\
 & + 5.9317^* \text{LOG}(\text{ANCP192}) + 1.7591^* \text{LOG}(\text{DINC}) - 0.9467^* \text{DM1} \\
 & (10.55)^{***} \quad (4.07)^{***} \quad (-4.21)^{***} \\
 & - 0.4902^* \text{DM2} + 0.8913^* \text{DM3} \\
 & (-2.01)^* \quad (4.45)^{***}
 \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.924$

D-W = 2.383

추정기간: 1997~2018년(n=22)

M192_CN: 중국 고등어 수입량(톤, 한국무역협회)
 MP192_CN: 중국 고등어 수입단가(달러/kg, 한국
 무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

TEM192_CN: 중국 고등어 수입 관세율(% , 관세청)

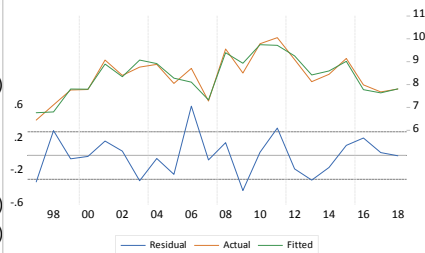
ANCP192: 고등어(신선·냉장) 소비자가격
 (원/kg, KAMIS)

DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)

DM1: 2002, 2007년 더미변수(2002, 2007=1, 그 외 0)

DM2: 2004, 2017년 더미변수(2004, 2017=1, 그 외 0)

DM3: 2010, 2012, 2015년 더미변수(2010, 2012,
 2015=1, 그 외 0)



〈표 4-50〉 대기타 국가 고등어 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned}
 \text{LOG}(\text{M192_RE}) = & -17.5088 - 2.8073^* \text{LOG}\left(\frac{\text{MP192_RE} * \text{EXCH}}{\text{ANCP192}}\right) + 2.2519^* \text{LOG}(\text{DINC}) \\
 & (-2.63)^{**} \quad (-5.92)^{***} \quad (3.24)^{***} \\
 & - 2.7880^* \text{SD13} + 0.7114^* \text{DM1} - 0.9072^* \text{DM2} + 1.3739^* \text{DM3} \\
 & (-10.10)^{***} \quad (2.65)^{**} \quad (-2.99)^{***} \quad (3.52)^{***}
 \end{aligned}$$

 $R^2 = 0.908$

D-W = 1.277

추정기간: 1997~2018년(n=22)

B-G LM test = 1.785(0.182)

M192_RE: 기타국 고등어 수입량(톤, 한국무역협회)
 MP192_RE: 기타 국가 고등어 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)
 EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
 ANCP192: 고등어(산선·냉장) 소비자가격(원/kg, KAMIS)
 DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 명목, 한국은행)
 SD13: 2013년 구조변화 더미변수(2012년 이전 0, 이후 1)
 DM1: 2001, 2014년 더미변수(2001, 2014=1, 그 외 0)
 DM2: 2010, 2012년 더미변수(2010, 2012=1, 그 외 0)
 DM3: 2015년 더미변수(2015=1, 그 외 0)



6) 재고함수

고등어 재고량은 갈치와 마찬가지로 연간 공급량(생산량+수입량+전기 재고)을 설명변수로 이용하였다. 추정결과, 부호조건, 모형의 설명력, 추정계수의 통계적 유의성이 비교적 양호하게 도출되었다.

〈표 4-51〉 고등어 재고함수 추정결과

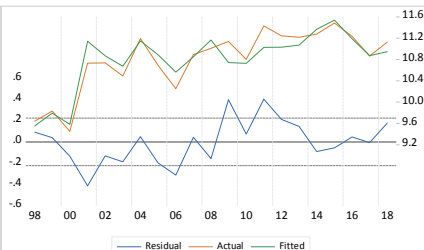
$$\begin{aligned} \text{LOG(INV192)} = & -8.6399 + 1.5830 \cdot \text{LOG(AQ192+M192+INV192(-1))} \\ & (-1.62) \quad (3.67)^{***} \\ & - 1.0071 \cdot \text{DM1} + 0.4272 \cdot \text{DM2} \\ & (-6.31)^{***} \quad (3.02)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.898$

D-W = 1.871

추정기간: 1993~2018년(n=26)

INV192: 고등어 재고량(톤, KREI 식품수급표)
 AQ192: 고등어 생산량(톤, 어업생산동향조사)
 M192: 고등어 수입량(톤, 한국무역협회)
 DM1: 1998, 1999, 2000년 더미변수(1998, 1999, 2000=1, 그 외 0)
 DM2: 2013, 2014, 2015년 더미변수(2013, 2014, 2015=1, 그 외 0)



제3절 양식어업 전망모듈 추정결과

1차 연도에 구축된 양식어업 전망모듈도 방정식체계를 일부 수정·보완하고 2018년 DB를 업데이트하여 재추정하였다. 양식어업 모형의 전체 구조, 방정식체계 설정 등은 1차 연도 연구보고서에 상세하게 제시되었기에 본 절에서는 추정결과만 간략히 제시하였다.

1. 투입요소 부문

「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모듈에서 추정된 투입요소 변수는 종묘비, 사료비, 물품비, 노무비, 광열비, 어구 구입·보수비 등이 있으며, 통계청의 「어가경제조사」 자료를 이용하였다. 투입요소가격 추정 시 모든 변수에 GDP 디플레이터⁵³⁾를 적용하여 실질화 하였으며, 추정방정식 상에서는 표기를 생략하였다.

〈표 4-52〉 양식어업 투입요소가격 추정결과

변수	추정방정식	R^2	D-W
종묘비	$-10.01^{**} + 0.60^{*}(\text{양식수산물 평균산지가격}(-1)) + 1.04^{***}(\text{양식수산물 총생산량}(-1))$	0.83	2.26
사료비	$-3.61 + 0.97^{***}(\text{사료비}(-1)) + 0.51^{*}(\text{국제어분가격})$	0.95	2.50^{LM} ($p=0.11$)
물품비	$-9.90^{***} + 0.74^{***}(\text{물품비}(-1)) + 0.82^{***}(\text{양식수산물 총생산량})$	0.99	0.01^{LM} ($p=0.93$)
노무비	$-25.23^{**} + 0.44^{**}(\text{노무비}(-1)) + 2.15^{**}(\text{GDP})$	0.97	1.90^{LM} ($p=0.17$)

53) GDPDEF: GDP디플레이터(2010=100, 한국은행)

변수	추정방정식	R^2	D-W
광열비	$-31.74^{***} + 2.28^{***} \cdot (\text{환율}) + 0.23^* (\text{국제유가}) + 1.60^{***} \cdot (\text{양식수산물 총생산량})$	0.95	1.48^{LM} ($p=0.23$)
어구구입·보수비	$-8.61^* + 0.49^{***} \cdot (\text{어구구입·보수비}(-1)) + 1.11^{**} \cdot (\text{양식수산물 평균산지가격}(-1))$	0.90	0.03^{LM} ($p=0.87$)

주: 1) ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준에서 통계적으로 유의함을 의미함. 해당 내용은 이어지는 모든 개별방정식의 추정결과에서도 모두 동일하게 적용됨

2) 'LM'은 Breusch-Godfrey LM 검정 결과를 의미하며, 시차변수가 포함되거나 Durbin Watson 검정 결과 자기상관이 의심될 경우 B-G LM 검정을 실시하였음. 해당 표기는 이후 검정 결과에서도 모두 동일하게 적용됨

자료: 저자 작성(이어지는 <표 4-53>~<표 4-59>도 저자가 추정한 결과를 제시한 것으로 편의상 자료 출처 표기를 생략하였음)

2. 양식생산 부문

양식수산물 품종별 생산함수는 시설량 및 단수 함수를 추정하는 방법과 자체 시계열 추세로부터 생산량을 직접 도출하는 방법을 품종별 특성을 고려하여 상이하게 적용하였다. 우선 생산량을 직접 도출하는 개별 방정식 구조는 다음과 같다.

$$BQ_t = \alpha + \beta_1 BYD_t + \beta_2 \frac{BNFP_{t-1} \times @MOVAV(BYD_{t-1}, 3)}{BCOST_{t-1}} \quad [\text{식 4-11}]$$

$$BQ_t = \alpha + \beta_1 BYD_t + \beta_2 \frac{BNFP_{t-1}}{BCOST_{t-1}} + \beta_3 BQ_{t-1} + \beta_4 BACR_t \quad [\text{식 4-12}]$$

여기서 BQ는 생산량, BYD는 단수, BNFP는 산지가격, @MOVAV는 이동평균, BCOST는 경영비, BACR은 양식면적을 의미하며, 가격과 경영비는 GDP 디플레이터를 이용하여 실질화하였다. 생산량 자체를 직접 추정하는 품목은 넙치, 조피볼락, 전복, 우렁쉥이, 미역, 다시마이다.

〈표 4-53〉 양식어업 품종별 생산량 함수 추정 결과

품목 \ 변수	상수	단수	기대 수익률	전년도 생산량	양식 면적	R^2	D-W
넙치	14.53***	0.90***	0.20**			0.95	2.44
조피볼락	13.48***	0.83***	0.28**			0.95	1.94
전복	-9.54***		0.99***		2.16***	0.98	1.58
우렁쉥이	8.86***	0.82***	0.34**			0.98	1.73 ^{LM} (p=0.19)
미역	11.57***	0.48***	0.24**			0.90	1.77
다시마	4.61***	1.16***	1.02**	0.57***		0.99	0.44 ^{LM} (p=0.50)

다음으로 시설량 및 단수를 추정하여 생산량을 도출하는 방식은 굴, 홍합, 김의 생산함수 추정에 적용하였으며, 시설량 추정에는 전기 양식면적 변수와 가격과 경영비가 고려된 양식어가의 기대수익률 변수를 설명변수로 적용하였다.

$$BACR_t = \alpha + \beta_1 BACR_{t-1} + \beta_2 \frac{BNFP_{t-1} \times @MOVAV(BYD_{t-1}, 3)}{BCOST_{t-1}}$$

[식 4-13]

여기서 BACR은 양식면적, BNFP는 산지가격, @MOVAV는 이동평균, BYD는 단수, BCOST는 경영비를 의미한다. 품목별 생산량 결정 함수와 마찬가지로 가격, 경영비 변수는 GDP 디플레이터를 이용하여 실질화 하였다. 다음으로 단수(BYD) 함수 추정을 위해 전년도 단수를 설명변수로 고려하였으며, 기술진보를 나타내는 추세(TREND)를 대리변수로 이용하였다.

$$BYD_t = \alpha + \beta_1 TREND + \beta_2 BYD_{t-1}$$

[식 4-14]

〈표 4-54〉 양식어업 품종별 시설량 함수 추정결과

품목 \ 변수	상수	기대수익률	전기 양식면적	R^2	D-W
굴	0.93	0.08*	0.90***	0.83	2.27 ^{LM} (p=0.13)
홍합	-0.09	0.03*	1.01***	0.88	0.38 ^{LM} (p=0.54)
김	6.65***	0.08**	0.38***	0.83	1.63 ^{LM} (p=0.20)

〈표 4-55〉 양식어업 품종별 단수 함수 추정결과

품목 \ 변수	상수	전년도 단수	기술진보(추세)	R^2	D-W
굴	1.53***	0.42**	0.02***	0.86	0.01 ^{LM} (p=0.93)
홍합	-5.54***	0.86***	1.98***	0.93	0.001 ^{LM} (p=0.97)
김	0.04	0.66***	0.02**	0.92	1.21 ^{LM} (p=0.27)

3. 가격 부문

양식 품목별 가격결정함수는 소비자가격(또는 도매가격)이 1인당 소비량과 소득에 영향을 받는 역수요함수(가격신축성함수)의 형태로 설정하였다. 소비량은 생산량에서 수입량을 더하여 산출된 총공급량에서 수출량을 차감하여 계산하였으며, 소득변수는 국민 1인당 가처분 소득을 이용하였다.

$$BNCP(\text{or } BNWP)_t = \alpha + \beta_1 BPERD_t + \beta_2 DINC_t + \beta_3 BOD_t$$

[식 4-15]

BNCP는 소비자가격, BNWP는 도매가격, BPERD는 1인당 소비량, DINC는 소득, BOD는 대체재의 소비량을 의미하며, 소득과 가격은 소비자물가지수(CPI)를 이용하여 실질화 하였다.

〈표 4-56〉 양식어업 품종별 역수요함수 추정결과

변수 품목	상수	1인당 소비량	소득	대체재 소비량	R^2	D-W	비고
넙치	0.58	-0.47***	0.89***		0.89	2.26	도매가격
조피볼락	-1.15	-0.83***	1.13*	0.73***	0.87	2.06	도매가격
굴	0.43	-0.08*	0.91***		0.82	1.86	소비가격
전복	-5.37	-0.52***	1.49*		0.96	1.63	도매가격
홍합	-0.01	-0.44***	0.71**		0.91	2.19	도매가격
우렁챙이	-5.05*	-0.23***	1.27***		0.90	2.42	도매가격
김	-0.28	-0.07**	0.79***		0.99	1.96	소비가격
미역	-19.4***	-0.54***	2.73***		0.89	1.87	소비가격
다시마	-7.06	-0.45***	1.61**		0.90	0.70 ^{LM} (p=0.40)	도매가격

4. 수출 및 수입 부문

양식수산물의 수출함수 및 수입수요함수는 개별 품종의 주요 국가별 수출입량 추정을 기본으로 하였으며, 비중이 큰 주요 국가를 제외한 나머지 국가들은 ‘기타국’으로 분류하여 추정하였다. 그러나 국가별 수출입 실적이 미미하여 국가의 구분이 큰 의미가 없는 경우에는 전체 수출, 수입을 추정하거나 분석에서 제외하였다.

1) 수출함수

양식품종별, 국가별 수출함수는 환율, 관세율이 고려된 수출단가와 전기 수출량을 설명변수로 설정하였다. 양식품종별 수출단가 (\$/kg)는 수출금액을 수출량으로 나누어서 계산하였으며, 세부 품종별로는 국내 수출과 대체관계가 존재하는 수출국의 생산량이나 기타 국가로부터의 수입량을 설명변수로 추가하였다.

$$BX_{t,r} = \alpha + \beta_1 BX_{t-1,r} + \beta_2 (BXP_{t,r} * (1 + TE_r/100)) + \beta_3 EXCH \\ (+ \beta_4 OQ_{t,r} + \beta_5 OMD_{t,r}) \quad (r = \text{국가})$$

[식 4-16]

여기서 BX는 수출량, BXP는 수출단가, EXCH는 환율, TE는 관세율, OQ는 수출대상국의 생산량, OMD는 수출대상국의 수입량을 의미한다. 수출단가는 생산자 물가지수(PPI)⁵⁴⁾를 이용하여 실질화 하였으며, 방정식 상에서는 표기를 생략하였다.

〈표 4-57〉 양식어업 품종별 수출함수 추정결과

품목	변수 국가	상수항	전년도 수출량	수출 단가	환율	수출대상국 생산량(수입량)	R ²	D-W
넙치	일본	7.75*	0.68***	-0.71***	0.62**	-0.69* (일본 생산량)	0.96	0.29 ^{LM} (p=0.59)
굴	일본	34.40**		-1.15***	1.77***	-2.70** (일본 생산량)	0.74	1.56
	미국	7.68***	0.21**	-0.33*	0.52**		0.94	0.47 ^{LM} (p=0.49)
	기타	8.47***		-0.79***	0.41*		0.90	2.41

54) PPI : 생산자물가지수(2015=100, 한국은행)

품목	변수 국가	상수항	전년도 수출량	수출 단가	환율	수출대상국 생산량(수입량)	R^2	D-W
전복	일본	-8.38	0.47***	-0.75**	1.24***	0.70* (일본 도매가격)	0.99	1.03 ^{LM} (p=0.31)
홍합	전체	10.24***	0.29***	-1.83***	0.73**	-	0.95	1.12 ^{LM} (p=0.29)
우렁 쟁이	전체	-8.47	-	-0.85***	1.38*	-	0.93	2.01
김	미국	-0.66	0.51***	-0.17**	0.41*	-	0.94	0.08 ^{LM} (p=0.77)
	일본	-7.37	-	-0.92*	1.58***	-1.03*** (대중국 수입량)	0.96	1.69
	중국	-32.27***	-0.55***	-0.87**	0.93*	-	0.99	0.43 ^{LM} (p=0.51)
	태국	-2.56	0.51***	-0.71***	0.83*	-	0.99	0.78 ^{LM} (p=0.38)
	기타	-1.13	-	-0.46***	1.28***	-	0.92	1.39 ^{LM} (p=0.24)
미역	중국	-29.03***	0.81***	-1.08**	4.0***	-	0.91	0.46 ^{LM} (p=0.50)
	일본	3.67	0.86***	-0.40*	0.78*	-0.73*** (일본 생산량)	0.96	1.46 ^{LM} (p=0.23)
	기타	-3.11*	0.54***	-0.31**	0.75***	-	0.94	0.10 ^{LM} (p=0.76)
다시마	전체	3.62**	0.19**	-0.78***	0.46**	-	0.90	0.74 ^{LM} (p=0.39)

주: 조피불락은 수출량이 미미하여 분석에서 제외하였음

2) 수입수요함수

양식품종별, 국가별 수입수요함수는 환율과 관세율이 고려된 수입 단가와 해당 품종의 소비자가격, 소득, 전기 수입량을 설명변수로 설정하였다. 수입단가(\$/kg)는 수입금액을 수입량으로 나누어 계산하였으며, 소비자가격 통계가 존재하지 않는 품목은 도매가격을 이용하였다.

$$BM_{t,r} = \alpha + \beta_1 BM_{t-1,r} + \beta_2 \left(\frac{BMP_{t,r} * EXCH * (1 + TE_r / 100)}{BNCP_t} \right) + \beta_3 DINC_t \quad (r = \text{국가})$$

[식 4-17]

여기서 BM는 수입량, BMP는 수입단가, EXCH는 환율, TE는 관세율, NCP는 소비자가격, INC는 소득을 의미한다. 수입단가와 자체가 격은 소비자물가지수(CPI)를 이용하여 실질화 하였으며, 방정식 상에서는 표기를 생략하였다.

〈표 4-58〉 양식어업 수입수요함수 추정결과

품목	변수 국가	상수항	수입단가/ 국내가격	소득	R ²	D-W
굴	전체	-39.52	-1.33***	6.96*	0.85	2.10
전복	전체	-26.71***	-0.89***	3.21***	0.98	2.20
홍합	중국	-51.99***	-1.20***	6.04***	0.96	2.18
	뉴질랜드	-10.11**	-0.60***	1.88***	0.80	1.93
	기타	-24.52*	-0.87***	2.96**	0.95	2.27
우렁행이	전체	-19.48**	-0.30*	2.85***	0.94	1.56
김	전체	-71.72***	-1.36***	10.35***	0.91	2.24
미역	전체	8.09***	-1.44***	-	0.86	1.79
다시마	전체	-8.33	-0.78***	1.35*	0.93	2.16

주: 1) 넙치, 조피볼락은 수입량이 미미하여 분석에서 제외하였음

2) 미역 수입수요함수의 경우 소득 변수가 유의하게 도출되지 않아 최종적으로 추정에서 제외하였음

5. 양식어가경제 부문

양식어가경제 부문의 주요 전망지표로는 양식어가의 어업외소득⁵⁵⁾, 양식어가수, 양식어가 인구를 추정하였다. 어업외소득은 통계

55) 어업외소득 추정 시 겸업소득, 사업외소득, 이전소득, 비경상소득을 모두 포함하여 추정하였다.

청의 「어가경제조사」 자료를 이용하였으며, 어가수, 어가인구는 통계청의 「농림어업조사」 자료를 이용하였다. 추정에 이용된 변수는 GDP 디플레이터로 실질화 하였으며, 추정 방정식 상에서는 표기를 생략하였다.

〈표 4-59〉 양식어가경제 부문 추정결과

변수	추정방정식	R^2	D-W
양식어업외 소득	$3.16^{***} + 0.61^{***}(\text{양식어업외소득}(-1)) + 0.14^{***}$ (농업노임지수)	0.94	0.01^{LM} ($p=0.93$)
양식어가수	$-1.0 + 0.91^{***}(\text{양식어업종사가구원수}) + 0.12^{**}$ (양식어가소득(-1))	0.99	1.61
양식어가 인구수	$1.06 + 1.07^{***}(\text{양식어가수}) - 0.09^*(\text{도시근로자가}$ 구소득)	0.99	2.0^{LM} ($p=0.16$)

제4절 모형의 예측력 검증

제1절~제3절에서 추정된 부문별 개별 방정식은 추정계수의 부호 조건, 결정계수(R^2), t값(t-value) 등을 근거로 통계적 유의성과 모형의 설명력을 판단하였다. 그러나 연립방정식체계 하에서 개별 방정식이 하나의 체계로 통합된 전체 모형의 예측력 검정을 위해서는 일반적으로 역사적 시뮬레이션(historical simulation) 방법이 이용된다. 이는 시뮬레이션을 통해 도출된 예측치(predicted value)를 실제치(actual value)와 비교하여 모형의 적합성을 판별하는 것이다.

모형의 예측력을 검증하는 통계적 방법으로는 주로 RMSPE(Root Mean Square Percent Error), MAPE(Mean Absolute Percent Error), Theil의 불균등계수(Theil's inequality coefficient; Theil's U) 등이

이용된다. RMSPE와 MAPE는 0~100%, Theil's U는 0~1 사이의 값을 가지는데, 도출된 값이 0에 가까울수록 모형의 예측력이 우수한 것으로 판단한다. 산업 전망모형의 예측력 검정과 관련된 선행연구를 살펴보면, RMSPE와 MAPE는 10% 이하, Theil의 불균등계수는 0.1 이하일 경우 모형의 예측력이 비교적 양호한 것으로 평가하고 있다.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{Y_t^s - Y_t}{Y_t} \right)^2} \times 100 \quad [\text{식 4-18}]$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t^s - Y_t}{Y_t} \right| \times 100 \quad [\text{식 4-19}]$$

$$Theil's U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s - Y_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s)^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t)^2}} \quad [\text{식 4-20}]$$

여기서, Y_t^s 는 예측치, Y_t 는 실제치를 의미

본 절에서는 RMSPE, MAPE, Theil's U를 도출하여 모형의 예측력을 검정하였으며, 2014년부터 2018년까지 5개년 간의 예측력을 살펴보았다. 먼저 거시경제변수 중 본 연구에서 별도로 추정을 하는 국민처분가능소득과 도시근로자 가구소득의 예측력 검정을 실시한 결과, 두 변수 모두 예측력이 매우 우수한 것으로 나타났다.

〈표 4-60〉 거시경제 부문의 예측력 검증 결과

구분	RMSPE	MAPE	Theil's U
가처분소득	0.50	0.40	0.00
도시근로자 가구소득	3.01	2.22	0.01

자료: 저자 작성(이어지는 〈표 4-61〉~〈표 4-72〉도 저자가 분석한 결과를 제시한 것으로 편의상 자료 출처 표기를 생략하였음)

1. 어로어업 전망모듈의 예측력 검증결과

어로어업 투입요소 부문의 경우 미끼구입비, 얼음대, 물품비, 노무비, 광열비, 어구 구입·보수비 변수에 대한 예측력 검정을 실시하였다. 검증 결과 얼음대와 광열비의 RMSPE가 20% 이상으로 도출되어 예측력이 다소 낮은 것으로 나타났다. 이는 2018년도 어가경제 조사의 어업경영비 자료가 과거의 변동 추세와 달리 매우 급격히 증가했기 때문으로, 이러한 요인이 모형에 반영되면서 예측치의 변동이 실제치에 비해 더 크게 나타나 예측력이 떨어진 것으로 판단된다.⁵⁶⁾

56) 통계청의 2018년 「어가경제조사」에서 어업경영비 조사가 제대로 이루어졌는지 신뢰성에 의문이 제기된다. 구체적으로 살펴보면, 어업경영비(전국 평균)는 2017년 28,372천 원에서 2018년 46,955천 원으로 무려 65.5%가 상승하였다. 어업경영비 세부 항목을 살펴보면, 어로지출에서 미끼구입비는 전년 대비 100.1%, 물품비는 126.1%, 노무비는 111.0%, 광열비는 191.0%가 상승하였다. 그러나 이러한 경영비 상승률은 최근의 어업 여건과 2018년의 전반적인 물가상승률을 고려하더라도 지나치게 높은 수준이라 판단된다. 예를 들어 어업분야에서 '광열비'는 거의 대부분 유류비가 차지하는데, 어업용 면세유 가격이 2017년 105,357원/드럼에서 2018년 130,372원/드럼으로 23.7% 상승한 것과 비교하면, 어로지출 광열비가 무려 191.0%나 상승했다는 것은 수긍하기 어려운 수치라 할 수 있다.

〈표 4-61〉 어로어업 투입요소부문의 예측력 검정 결과

구분	RMSPE	MAPE	Theil's U
미끼구입비	7.03	5.03	0.03
얼음대	23.35	18.76	0.16
물품비	11.98	8.93	0.05
노무비	9.29	7.16	0.04
광열비	23.23	22.28	0.10
어구 구입·보수비	9.56	8.42	0.05

다음으로 부류별 생산량에 대한 예측력을 검정하였다. 다만, 어업 별로 생산량을 추정하는 방식이 서로 상이하므로 이를 반영하여 일반해면어업은 어획노력량, 원양어업과 내수면어업은 생산량의 예측력을 검정하였다. 검정결과, 원양어업 연체동물류의 RMSPE가 12.27%로 기준치를 다소 벗어났으나, MAPE와 Theil's U값은 모두 기준 범위 내에 있어 예측력이 높게 도출되었으며, 전반적으로 모든 부류의 예측력이 우수한 것으로 나타났다.

〈표 4-62〉 어로어업 부류별 생산량의 예측력 검정결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
일반해면어업 (어획노력량)	어류	9.54	8.85	0.05
	갑각류	2.19	1.68	0.01
	패류	8.27	7.99	0.04
	연체동물류	9.43	6.82	0.05
원양어업 (생산량)	어류	9.54	8.85	0.05
	연체동물류	12.27	8.73	0.02
내수면어업 (생산량)	어류	5.64	5.19	0.03
	패류	5.69	4.56	0.03

어로어업 부류별 가격 예측력 또한 생산량과 마찬가지로 모든 부류가 기준치 이내의 값을 가져 모형의 적합도가 매우 높았다.

〈표 4-63〉 어로어업 부류별 가격의 예측력 검증결과

구분	RMSPE	MAPE	Theil's U
어류	2.08	1.68	0.01
갑각류	3.05	2.33	0.01
패류	4.69	3.61	0.02
연체동물류	10.51	7.94	0.07

어로어업 수산물의 수출입량과 재고량에 대한 예측력 검정을 실시한 결과 RMSPE가 10% 이상의 값을 가지는 경우가 다수 존재하여 모형의 예측력이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 수출함수, 수입 수요함수 추정 시 수출입에 영향을 미치는 요인을 모두 고려하지 못했기 때문인 것으로 판단된다. 재고량의 경우 원자료의 신뢰성 문제가 예측력에도 영향을 미친 것으로 보인다.⁵⁷⁾

57) 현행 수산물 재고통계는 국립수산물품질관리원의 '냉동선어류 입출하 동향' 조사를 통해 파악되고 있다. 그러나 동 조사는 어떤 법적근거 하에서 이루어지는 것이 아니라 과거부터 관례적으로 수행되어 왔다. 법적근거가 부재하고, 조사의 강제력이 없어 조사대상 업체수가 전국 냉동창고 업체 전수에 크게 미치지 못하고, 일부 업체는 개인정보 보호를 이유로 자료 제출을 회피하거나 허위로 제출하여도 제재할 수단이 없다는 것이 가장 큰 문제이다. 이와 같이 현행 수산물 재고통계의 신뢰성에 문제가 있는데, 이 자료를 이용하여 재고함수를 추정하는 것에 대해서도 보다 근본적인 검토가 필요하다고 판단된다. 이 문제는 제6장 정책제언 파트에서 개선방향을 제시하고자 한다.

〈표 4-64〉 어로어업 부류별 수출입량 및 재고량의 예측력 검정결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
수출량	어류	8.20	6.12	0.04
	갑각류	1.43	1.16	0.01
	패류	9.43	7.19	0.05
	연체동물류	12.32	11.11	0.07
수입량	어류	5.12	4.23	0.02
	갑각류	4.56	3.69	0.03
	패류	12.98	11.13	0.06
	연체동물류	15.79	10.85	0.10
재고량	어류	13.47	11.98	0.06
	연체동물류	8.02	7.10	0.05

마지막으로 어로어가경제 부문에서는 어로어가의 어업외소득, 어가수, 어가인구수 등 3개 변수의 예측력을 검정하였다. 검정 결과 모든 지표의 적합도가 매우 높은 것으로 나타났다.

〈표 4-65〉 어로어업 어가경제지표의 예측력 검정결과

구분	RMSPE	MAPE	Theil's U
어업외소득	6.50	5.49	0.04
어가수	1.32	1.11	0.01
어가인구수	0.96	0.83	0.01

2. 양식어업 전망모듈의 예측력 검정결과

양식어업 투입요소 부문에서는 종묘비, 사료비, 물품비, 노무비, 광열비, 어구 구입·보수비 지표의 예측력을 검정하였다. 검정결과, 종묘비, 사료비, 광열비의 RMSPE, MAPE가 10% 이상으로 도출되어 예측력이 다소 낮은 것으로 나타났다. 이는 어로어업과 마찬가지로

2018년 통계청 「어가경제조사」의 어업경영비 세부 항목별로 전년 대비 급격한 상승률이 모형에 반영되면서 예측치와 실제치의 변동에 큰 차이가 발생하였기 때문이다.

〈표 4-66〉 양식어업 투입요소가격의 예측력 검증결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
양식어업 투입요소가격	종묘비	14.96	12.90	0.10
	사료비	15.66	13.65	0.07
	물품비	2.48	1.75	0.01
	노무비	9.58	7.53	0.04
	광열비	12.93	9.87	0.05
	어구 구입·보수비	10.42	8.17	0.05

다음으로 양식어업 품종별 생산량에 대한 예측력 검정을 실시하였다. 품종별로 생산량을 추정하는 방법에 차이가 있으므로 굴, 홍합, 김은 양식면적을, 이외의 다른 품종은 생산량에 대한 예측력을 검증하였다. 검증결과, 미역의 RMSPE 값이 10%를 넘었으나, MAPE 값과 Theil's U 값은 기준치를 충족하여 모든 품종의 생산량 예측력이 높게 도출되었다.

〈표 4-67〉 양식어업 품종별 생산량의 예측력 검증결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
어류	넙치	1.88	1.71	0.01
	조피볼락	4.12	3.22	0.02
패류	굴(양식면적)	0.60	0.46	0.00
	전복	9.55	7.50	0.05
	홍합(양식면적)	2.24	1.86	0.01
기타수산동물	우렁쉥이	9.85	8.46	0.05
해조류	김(양식면적)	4.16	2.97	0.02
	미역	10.64	8.68	0.04
	다시마	7.40	6.23	0.04

양식어업 어종별 가격에 대한 예측력 검정결과, 모든 어종의 RMSPE, MAPE, Theil's U 값이 기준치 이내의 값을 가져 예측력이 매우 우수한 것으로 나타났다.

〈표 4-68〉 양식어업 품종별 가격의 예측력 검정결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
어류	넙치	5.82	4.71	0.03
	조피볼락	9.78	8.46	0.05
패류	굴	4.21	4.00	0.02
	전복	5.43	3.78	0.03
	홍합	7.07	6.22	0.04
기타수산동물	우렁챙이	6.84	5.69	0.03
해조류	김	1.10	0.80	0.01
	미역	4.38	3.77	0.02
	다시마	7.61	4.92	0.05

양식어업 품종별 수출입량의 예측력을 검정한 결과, 다수 어종의 RMSPE 값이 10% 내지 20% 이상으로 나타나 모형의 예측력이 낮게 도출되었다. 이 또한 양식어업의 수출입량과 마찬가지로 상대국가의 생산량 및 가격, 수출입 경쟁국가의 수출입 실적 등 대외적인 변화 요인을 모형에 모두 반영하기에는 한계가 있기 때문에 이러한 결과가 도출된 것으로 판단된다. 특히 일부 어종은 수출입 실적이 미미하여 모형의 유의한 추정에 한계가 있어 예측력이 더 떨어지는 것으로 나타났다.

〈표 4-69〉 양식어업 품종별 수출입량의 예측력 검증결과

구분				RMSPE	MAPE	Theil's U
수출량	어류	넙치		5.96	5.08	0.03
	패류	굴	일본	22.31	18.96	0.10
			미국	12.41	10.54	0.06
			기타	8.45	6.33	0.04
		전복		7.66	6.21	0.04
		홍합		6.13	5.09	0.03
	기타	우렁챙이		17.29	16.96	0.09
	해조류	김	미국	2.33	2.19	0.01
			일본	11.50	11.31	0.06
			중국	15.24	10.62	0.07
			태국	23.99	21.07	0.11
			기타	7.31	5.72	0.03
		미역	일본	10.54	9.05	0.05
			중국	14.76	12.64	0.06
			기타	6.08	4.50	0.03
		다시마		16.86	13.15	0.06
수입량	패류	굴		28.42	23.26	0.14
		전복		10.68	8.89	0.06
		홍합	중국	14.71	10.20	0.07
			뉴질랜드	8.51	6.58	0.04
			기타	12.32	9.77	0.07
	해조류	김		14.88	11.32	0.07
		미역		20.02	14.87	0.06
		다시마		16.43	15.10	0.08
	기타	우렁챙이		18.27	14.74	0.08

양식어가경제 부문에서는 양식어가의 어업외소득, 어가수, 어가인구수에 대한 예측력을 검정하였는데, 그 결과 모든 변수의 RMSPE가 10% 이내의 값을 가져 모형의 적합성이 높은 것으로 나타났다.

〈표 4-70〉 양식어업 어가경제지표의 예측력 검정결과

구분	RMSPE	MAPE	Theil's U
어업외소득	7.39	6.97	0.04
어가수	1.48	1.13	0.01
어가인구수	1.69	1.55	0.01

3. 갈치, 고등어 수급 전망모듈의 예측력 검정결과

갈치 수급 전망모형의 예측력 검정은 어획노력량, 실질 소비자가격, 수출량, 수입량, 재고량에 대해 실시하였으며, 그 결과 재고량을 제외하고는 대부분 예측력이 양호한 것으로 나타났다. 수출량의 경우 RMSPE는 13%로 다소 높게 나타났으나, MAPE와 Theil의 불균등계수는 기준치 이내로 추정되었다.

〈표 4-71〉 갈치 수급 전망모형 예측력 검정결과

구분	RMSPE	MAPE	Theil's U
어획노력량	0.10	8.54	0.05
실질 소비자가격	0.07	6.65	0.04
수출량	0.13	9.11	0.07
수입량	0.09	7.50	0.04
재고량	0.14	12.07	0.07

고등어 수급 전망모형은 어획노력량, 실질 소비자가격, 수출량, 국가별 수입량, 재고량에 대해 예측력 검정을 실시하였다. 대부분의 결과 값이 기준치 이내로 적합도가 우수한 것으로 나타났으나, 수출량과 기타 국가 수입량의 경우 RMSPE와 MAPE가 10% 이상으로 계속되어 예측력이 다소 낮은 것으로 나타났다.

〈표 4-72〉 고등어 수급전망모형 예측력 검증결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
어획노력량		0.03	2.08	0.02
실질 소비자가격		0.04	2.82	0.02
수출량		0.16	14.32	0.07
수입량	노르웨이	0.13	9.97	0.07
	중국	0.12	9.53	0.06
	기타	0.19	15.90	0.08
재고량		0.09	7.31	0.04

제 5 장

「KMI-FOSiM」을 이용한 수산부문 전망 및
정책 시뮬레이션

제1절 수산부문 전망 총량지표 검토

「수산업·어촌발전기본법」은 우리나라 수산업·어촌 정책이 나아가야 할 기본방향을 규정하며, 지속가능한 발전과 국민의 삶의 질 향상, 국가경제 발전에 이바지하는데 법 제정의 목적을 두고 있다. 이러한 목적을 실현하기 위해 해양수산부장관은 ‘수산업·어촌 발전 기본계획’을 5년 마다 수립해야 하는데, 이 계획에서는 수산업·어촌의 발전 목표, 정책의 기본방향, 수산자원의 지속가능한 이용 및 자급 목표를 설정하도록 하였다. 비단 「수산업·어촌발전기본법」 뿐만 아니라 다양한 해양수산 관련 법률에서 미래 수산업·어촌 정책의 청사진을 그리기 위한 기본계획 수립을 규정하고 있다.⁵⁸⁾

58) 예를 들어 「수산물 유통의 관리 및 지원에 관한 법률」에서의 ‘수산물 유통발전 기본계획’, 「수산자원관리법」에서의 ‘수산자원관리 기본계획’, 「수산종자산업육성법」에서의 ‘수산종자산업의 육성 및 지원에 관한 기본계획’, 「해양수산과학기술 육성법」에서의 ‘해양수산과학기술 육성 기본계획’, 「해양수산발전 기본법」에서의 ‘해양수산발전기본계획’ 등이 있다.

수산업·어촌 관련 중장기 기본계획을 수립하기 위해서는 주요 수산정책 총량지표의 추세에 대한 진단과 향후 5년, 더 나아가 미래에 대한 정량적 전망 정보를 필요로 한다. 거의 모든 법정계획에서 관련 정책지표의 전망치를 기반으로 하여 정책의 기본방향, 전략 및 세부 추진과제를 제시하고 있기 때문이다.

예를 들어 2025년의 수산물 총생산량(액)이나 수출·수입량(액), 수산물 자급률은 얼마나 될 것인가? 2025년 어가수와 어가인구는 얼마나 줄어들 것인가? 등에 답하기 위해서는 과학적이면서 공신력 있는 방법론에 근거한 정량적 전망치가 필요하다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 수산부문 전망을 위한 주요 총량지표를 생산, 수출입, 소비, 가격, 어촌·어가 부문으로 구분하여 다음과 같이 설정하였다.

〈표 5-1〉 수산부문 전망을 위한 주요 총량지표

구분		「KMI-FOSiM」 산출 방식
생산(산출)	수산물 총생산량	어업별·종류별 수산물 생산량의 합계
	수산물 총생산액	어업별·종류별 수산물 생산액의 합계
	어업부가가치	수산물 총생산액×부가가치율, (명목, 실질)
수출입	수산물 수출량	종류별 수출량의 합계
	수산물 수입량	종류별 수출액의 합계
소비	국민 1인당 수산물 소비량	수산물 총소비량(생산+수입-수출±재고)/인구 (총소비량에 폐기율 적용, 순식용공급량 산정)
가격	수산물 생산자가격	수산물 총생산액/수산물 총생산량, (명목, 실질)
어촌	어가인구	어로어가인구+양식어가인구
	어가수	어로어가수+양식어가수
	어가소득	어업소득+어업외소득
	어업소득	(어로 어업소득×가중치)+(양식 어업소득×가중치)
수급	수산물 자급률	국내 수산물 총생산량/수산물 총소비량

주: 어업소득 계산에 이용된 가중치는 전체 어가수 대비 어로 및 양식 어가수의 비중을 의미함

자료: 저자 작성

제2절 「KMI-FOSiM」을 이용한 주요 지표 전망결과

1. 주요 외생변수 가정

2018~2019년 2개년에 걸쳐 구축된 「KMI-FOSiM」을 이용하여 수산부문 주요 지표에 대한 전망을 수행하였다. 전망을 수행한 기간은 2019~2023년까지 총 5개년이며, 전망에 앞서 모형 내에서 결정되지 않는 외생변수는 <표 5-2>와 같이 가정하였다.

거시경제 및 투입요소 부문 중 인구는 통계청의 「장래인구추계」 자료를 이용하였으며, GDP는 한국은행에서 발간하는 「경제전망보고서(2019. 7)」의 실질 GDP 성장률 전망치를 이용하였다. GDP 디플레이터는 3개년 추세치 변화율을 적용하였으며, 생산자물가지수는 5년 평균 증감률, 소비자물가지수는 한국은행의 「경제전망보고서(2019. 7)」 중 소비자물가지수 상승률 전망 자료를 적용하였다.

환율은 한국은행 등에서도 중기 전망치까지 제공하지는 않고, 현실적인 전망도 어려움에 따라 2019년 현재 수준이 유지되는 것으로 가정하였다. 국제유가는 미국 에너지정보청(EIA)의 전망자료를 이용하였으며, 면세유 가격은 국제유가 전망치와 연계하여 도출하였다. 국제 어분가격은 3년 이동평균을 가정하였으며, 농촌임료금(농촌노임지수)은 3개년 추세치 변화율을 적용하였다. 어로어업 투입요소가 격 중 미끼구입대의 설명변수인 냉동꽂치 수입단가는 3년 이동평균을 적용하여 도출하였다. 이와 함께 원양어업 부류별 생산량 도출시 이용되는 부류별 어선톤수 또한 3년 이동평균을 가정하였다.

다음으로 일부 방정식에서 설명변수로 고려한 외국의 수급 변수로서 일본의 넙치, 굴, 미역 생산량과 일본의 대중국 김 수입량, 일본의

전북 도매가격은 모두 3년 이동평균을 가정하였다.

〈표 5-2〉 전망을 위한 주요 외생변수 가정

구분	2019	2021	2023	비고
인구(천 명)	51,709	51,822	51,868	통계청
GDP(십억 달러, 불변)	1,853,964	2,017,741	2,195,986	한국은행
GDP디플레이터	113.6	117.6	121.9	3개년 추세치 변화율
생산자물가지수	103.3	103.8	105.6	5년 평균 증감률
소비자물가지수	101.7	104.3	107.1	한국은행
대미환율(원/달러)	1,100.3	1,100.3	1,100.3	불변
대일환율(원/엔)	996.3	996.3	996.3	불변
국제유가(달러/배럴)	56	54	54	미국 에너지정보청(EIA)
면세유가격(원/드림)	112,738	109,071	109,071	국제유가 전망 연계
국제어분가격(달러/kg)	1,464	1,480	1,465	3년 이동평균
농촌임료금(농촌노임지수)	119.5	129.4	140.2	3개년 추세치 변화율
원양어업 어류 어선톤수	37,714	37,862	37,868	3년 이동평균
원양어업 연체동물류 어선톤수	45,665	43,056	43,097	3년 이동평균
일본 낚치생산량(톤)	9,162	9,020	9,071	3년 이동평균
일본 굴 생산량(톤)	169,600	172,922	172,662	3년 이동평균
일본 미역 생산량(톤)	49,538	49,830	49,940	3년 이동평균
일본의 대중국 김 수입량(톤)	44,963	45,668	45,414	3년 이동평균
일본 전북 도매가격(엔/kg)	8,000	8,324	8,237	3년 이동평균

자료: 저자 작성

2. 수산업·어촌 총량지표 전망결과

앞서 가정한 외생변수를 토대로 수산업 주요 총량지표를 전망한 결과는 〈표 5-3〉과 같다. 수산물 총생산량은 2018년 379만 톤 대비 연평균 1.5% 증가하여 2023년에는 409만 톤까지 늘어날 것으로, 총 수출량은 연평균 1.3% 증가한 110만 톤, 총수입량은 연평균 4.6% 증가한 296만 톤을 기록할 것으로 전망되었다.

2023년 수산업의 명목 총생산액은 10조 3,382억 원으로 연평균 3.6% 증가할 것으로 도출되었다. 명목 어업부가가치는 2018년 3조 9,759억 원에 비해 연평균 4.0% 증가하여 2023년에는 4조 8,453억 원까지 늘어날 것으로 추정되었으며, 2023년 실질 어업부가가치는 2018년 대비 연평균 2.2% 증가한 3조 9,764억 원이 될 것으로 나타났다. 수산물 평균 생산자가격(명목)은 2018년 kg당 2,279원에서 연평균 2.1% 상승하여 2023년에는 kg당 2,528원을 기록할 것으로 전망된다.

〈표 5-3〉 수산업·어촌 총량지표 전망결과

구분		실제치	전망치			
		2018	2019	2021	2023	'18~'23 연평균 증감률(%)
생산	수산물 총생산량(천 톤)	3,791	3,835	3,918	4,089	1.5
	수산물 총생산액(억 원)	86,420	88,274	95,117	103,382	3.6
	어업 부가가치(명목, 억 원)	39,759	41,628	44,426	48,453	4.0
	어업 부가가치(실질, 억 원)	35,636	36,659	37,768	39,764	2.2
수출 입	수산물 수출량(천 톤)	1,031	1,045	1,057	1,100	1.3
	수산물 수입량(천 톤)	2,369	2,497	2,703	2,959	4.6
소비	1인당 소비량(kg)	55.9	57.8	60.6	64.5	2.9
가격	수산물 산지가격(명목, 원/kg)	2,279	2,302	2,428	2,528	2.1
	수산물 산지가격(실질, 원/kg)	2,043	2,027	2,064	2,075	0.3
어촌	어가수(가구)	51,494	49,998	47,745	43,383	-3.4
	어가인구(명)	116,883	112,754	103,987	93,296	-4.4
	어가소득(천원)	51,836	54,604	58,989	65,473	4.8
	어업소득(천원)	25,670	27,728	30,145	34,521	6.1
수급	수산물 자급률(%)	74.5	72.8	70.8	69.3	-1.4

자료: 저자 작성

2023년 수산업 전체 어가수는 4만 3,383가구로, 2018년 5만 1,494가구에 비해 연평균 3.4% 감소할 것으로 전망되었다. 2023년 수산업 전체 어가인구는 2018년 11만 6,883명 대비 연평균 4.4% 감소한 9만

3,296명으로 어가수와 마찬가지로 감소할 것으로 도출되었다. 어가 소득은 2018년 5,184만 원에서 연평균 4.8% 늘어 2023년에는 6,547만 원이 될 것으로 보이며, 이 중 어업소득의 연평균 증감률은 6.1%로 어업외소득에 비해 어업소득의 증가세가 더 클 것으로 나타났다. 마지막으로 2023년 수산물 자급률은 2018년 대비 연평균 1.4% 하락한 69.3%로 전망되었다.

〈그림 5-1〉 수산업 총량지표 전망 추이





자료: 저자 작성

3. 어로어업 주요 지표 전망결과

2023년 어로어업의 총생산량은 2018년 대비 연평균 2.6%씩 증가하며, 명목 총생산액은 2018년 5조 7,607억 원에서 2023년 6조 7,734억 원으로 증가, 생산자가격은 2018년 3,739원에서 2023년 3,857원으로 소폭의 상승세를 보이는 것으로 전망되었다.

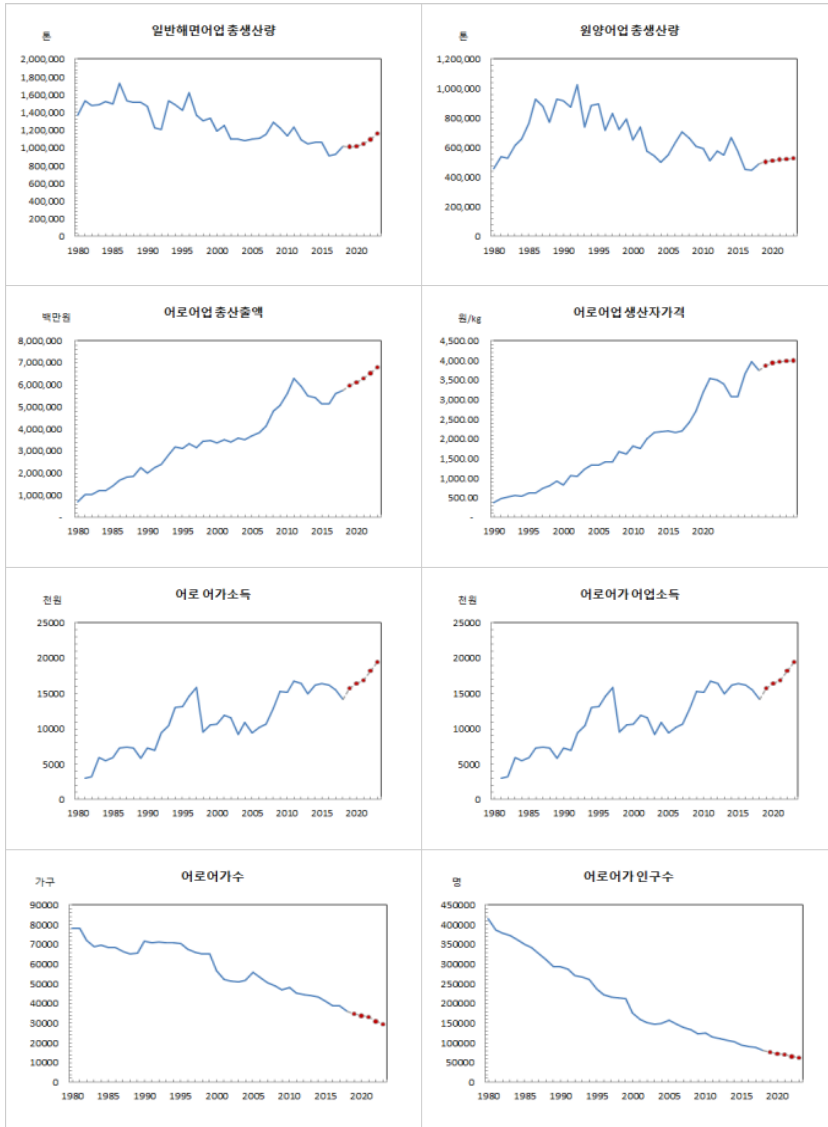
어로어업 어가소득은 2018년 4,172만 원에서 연평균 4.0% 증가하여 2023년에 5,076만 원이 될 것으로 전망되며, 어업소득은 연평균 3.9% 증가하는 것으로 나타났다. 어로 어가수는 연평균 3.9% 감소하여 2023년에 2만 9,578가구가 될 것으로, 어가인구 또한 2018년 8만 928명에서 2023년 6만 2,436명으로 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 5-4〉 어로어업 주요 지표 전망결과

구분		실제치	전망치			'18~'23 연평균 증감률(%)
		2018	2019	2021	2023	
생산량 (천 톤)	합계	1,541	1,545	1,613	1,756	2.6
	일반해면어업	1,013	1,005	1,054	1,186	3.2
	원양어업	493	506	523	532	1.5
	내수면어업	35.2	34.9	36.1	38.0	1.5
총생산액(명목, 억 원)		57,607	58,271	62,162	67,734	3.3
생산자가격(원/kg)		3,739	3,771	3,853	3,857	0.6
어로 어가수(가구)		36,171	34,841	33,129	29,578	-3.9
어로 어가인구(명)		80,928	76,893	70,345	62,436	-5.1
어로 어가소득(천 원)		41,720	42,806	46,180	50,759	4.0
어로 어업소득(천 원)		14,162	14,133	15,148	17,183	3.9
어로 어업경영비(천 원)		25,564	25,556	27,275	29,698	3.0

자료: 저자 작성

〈그림 5-2〉 어로어업 부문 주요 지표 전망 추이



자료: 저자 작성

4. 양식어업 주요 지표 전망결과

2023년 양식어업 총생산량은 2018년 대비 연평균 0.7%씩 증가하며, 명목 총산출액은 연평균 4.3% 늘어난 3조 5,649억 원으로 전망된다. 양식수산물 생산자가격은 2018년 kg당 1,136원에서 연평균 3.5% 상승하여 2023년에는 kg당 1,346원이 될 것으로 도출되었다.

양식어가수는 2018년 1만 5,323가구에서 연평균 2.1% 감소하여 2023년에는 1만 3,805가구가 될 것으로 전망되었다. 양식어가 인구 또한 연평균 3.0% 감소하여 2023년에는 3만 860명이 될 것으로 추정되었다. 어가소득은 2018년 7,941만 원에서 연평균 4.1% 증가하여 2023년에는 9,700만 원을 달성할 것으로 전망되었다. 이 중 어업소득은 연평균 4.7% 증가한 7,167만 원으로 추정되어 어업소득의 증가세가 더 큰 것으로 나타났다.

〈표 5-5〉 양식어업 주요 지표 전망결과

구분	실제치	전망치			'18~'23 연평균 증감률(%)
	2018	2019	2021	2023	
총생산량(천 톤)	2,251	2,290	2,305	2,333	0.7
총생산액(명목, 억 원)	28,814	30,003	32,956	35,649	4.3
생산자가격(원/kg)	1,136	1,156	1,261	1,346	3.5
양식 어가수(가구)	15,323	15,156	14,616	13,805	-2.1
양식 어가인구(명)	35,955	35,861	33,642	30,860	-3.0
양식 어가소득(천 원)	79,406	81,724	88,021	96,998	4.1
양식 어업소득(천 원)	57,032	58,980	64,136	71,666	4.7
양식 어업경영비(천 원)	105,253	110,004	121,476	129,115	4.2

자료: 저자 작성

〈그림 5-3〉 양식어업 부문 주요 지표 전망 추이



자료: 저자 작성

5. 갈치·고등어 수급모형 전망결과

갈치 수급모형의 전망 결과는 <표 5-6>과 같다. 2018년 5만 톤 정도였던 갈치 생산량은 연평균 3.7%의 감소세를 보이며 2023년에는 4만 톤 정도로 줄어듦 것으로 전망된다. 생산이 줄면서 수출량은 감소할 것으로 전망되며, 반대로 수입은 크게 늘 것으로 예상된다. 재고량은 생산 감소의 영향으로 연평균 1.8%의 감소세를 보일 것으로 전망되며, 소비자가격과 산지가격은 3.5% 상승하여 2023년에는 각각 kg당 4만 3,203원, 8,436원이 될 것으로 예상된다.

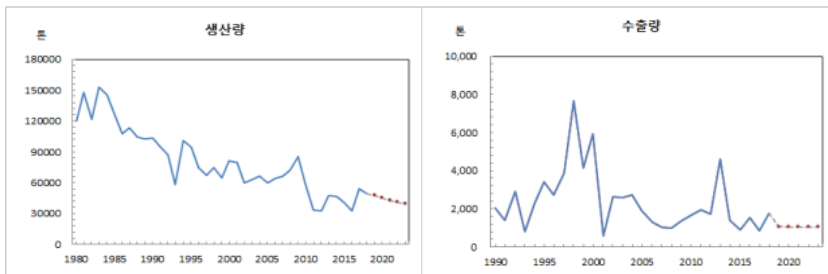
<표 5-6> 갈치 수급 및 가격 지표 전망결과

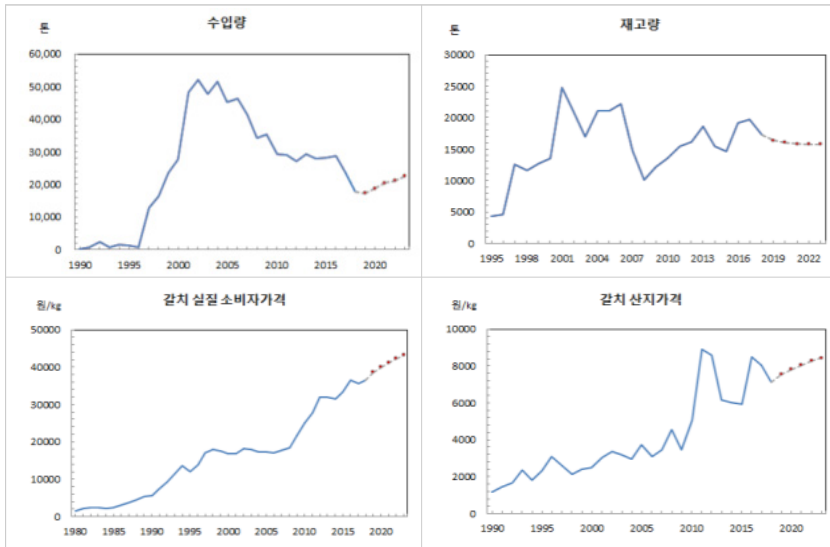
단위: 톤, 원/kg

구분	실제치	전망치			'18~'23 연평균 증감률(%)
	2018	2019	2021	2023	
생산량	49,450	47,786	43,376	41,049	-3.7
수출량	1,758	1,076	1,042	1,044	-8.3
수입량	17,722	17,250	20,440	22,540	5.0
재고량	17,291	16,374	15,872	15,770	-1.8
소비자가격	36,455	38,573	41,181	43,203	3.5
산지가격	7,118	7,532	8,041	8,436	3.5

자료: 저자 작성

<그림 5-4> 갈치 수급 및 가격 지표 전망 추이





자료: 저자 작성

고등어 수급모형의 전망 결과는 <표 5-7>과 같다. 고등어 생산량은 어획노력량이 줄면서 연평균 2.1% 감소할 것으로 전망된다. 2018년에 큰 폭으로 증가한 수출량은 2019년에 예년 수준으로 다시 감소할 것으로 예상되며, 2023년까지 비슷한 수준을 유지할 것으로 전망된다.

고등어 수입량은 모든 국가에서 증가할 것으로 예상되는데, 노르웨이로부터의 수입은 연평균 2.6%, 중국은 0.6%, 기타 국가는 7.2% 늘 것으로 전망된다. 재고량은 생산량 감소에도 불구하고 수입이 늘고 수출이 줄면서 2018년보다 소폭 증가할 것으로 예상된다. 고등어 신선·냉장 소비자가격은 2020년까지는 다소 하락할 것으로 예상되나, 2021년부터 상승세를 보여 2023년에는 kg당 8,492원이 될 것으로 전망된다.

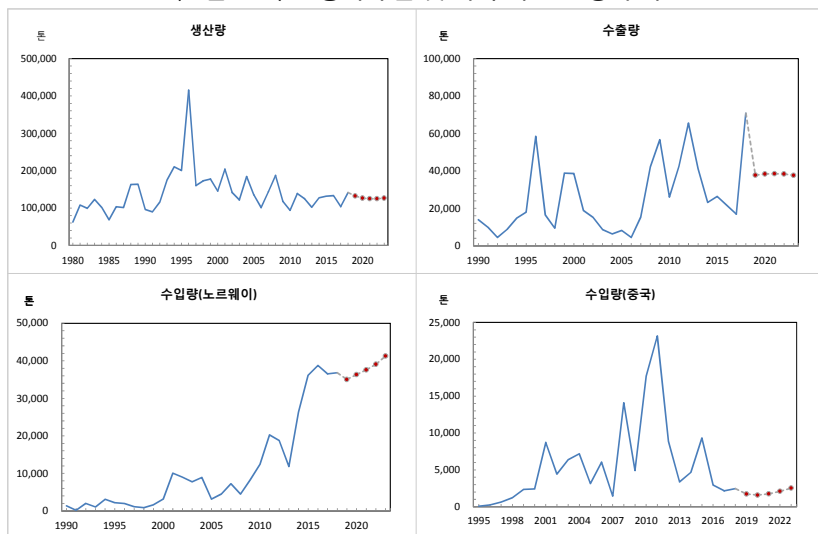
〈표 5-7〉 고등어 수급 및 가격 지표 전망결과

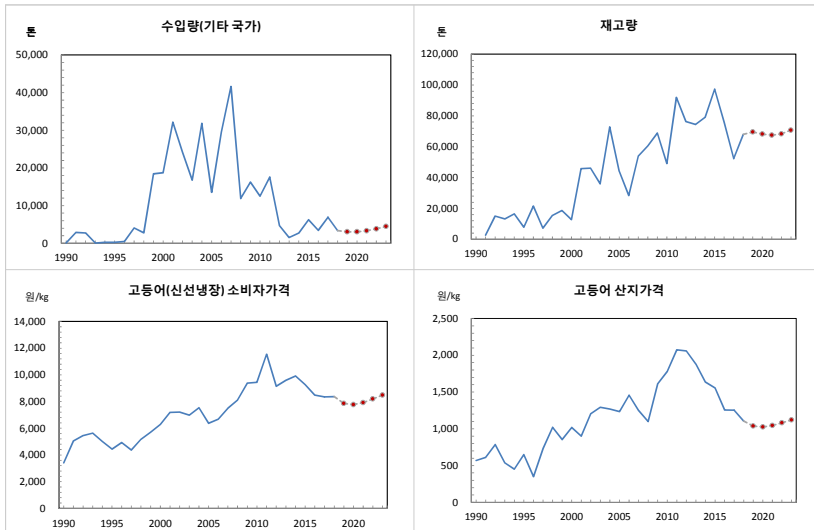
단위: 톤, 원/kg

구분		실제치	전망치			'18~'23 연평균 증감률(%)
		2018	2019	2021	2023	
생산량		141,513	132,201	125,001	126,995	-2.1
수출량		70,828	37,834	37,927	36,915	-12.2
수입량	노르웨이	36,812	34,922	38,032	41,912	2.6
	중국	2,459	1,724	1,740	2,537	0.6
	기타	3,382	3,028	3,484	4,781	7.2
재고량		67,920	69,417	67,906	71,976	1.2
소비자가격		8,371	7,864	7,923	8,492	0.3
산지가격		1,105	1,038	1,046	1,121	0.3

자료: 저자 작성

〈그림 5-5〉 고등어 수급 및 가격 지표 전망 추이





자료: 저자 작성

제3절 정책 시뮬레이션 분석

1. 시뮬레이션 시나리오 설정

「KMI-FOSiM」의 활용도 제고를 위해 거시경제 변수의 급격한 변화, 정책환경 변화를 고려한 다양한 시뮬레이션을 수행하였다. 이는 구축된 전망모형의 일부 변수에 외생적 충격을 주고, 주요 내생변수가 어떻게 변화하는지를 살펴봄으로써 모형의 적합성을 검토하는 일종의 민감도 분석이라 할 수 있다.

이 절에서는 추정된 주요 지표 전망결과를 기준(baseline)으로 설정한 후, 다양한 변수에 충격을 주는 시나리오 분석을 실시하였으며, 그에 따른 파급효과를 분석하였다. 외생변수에 관한 시나리오는 국

제유가의 상승, 환율의 상승으로 구성하였으며, 내생변수 시나리오는 어선척수의 감소, 작황의 대리변수인 단수의 감소로 구성하였다.

〈표 5-8〉 시뮬레이션 시나리오 설정

구분	내용
〈시나리오 1〉	2018년 대비 2019년 국제유가 10% 상승
〈시나리오 2〉	" 환율 100원 상승(1,100원/\$→1,200원/\$)
〈시나리오 3〉	" 어선척수 5% 감소
〈시나리오 4〉	" 단수(작황) 10% 감소

자료: 저자 작성

모든 시나리오는 2019년에 충격을 부여하였으며, 5차년(2023년)까지의 파급효과를 계측하였다. 이때 파급효과는 〈식 5-1〉과 같이 시나리오를 적용하기 이전의 기준 전망(baseline projection)과 시나리오 적용 이후의 전망 간의 증감률로 계산할 수 있다.

$$\text{파급효과}(\%) = \frac{\text{시나리오 전망치}(Y_t^s) - \text{기준 전망치}(Y_t^b)}{\text{기준 전망치}(Y_t^b)} \times 100 \quad [\text{식 5-1}]$$

2. 시나리오별 시뮬레이션 결과

1) 시나리오 1: 국제유가 상승

수산업, 특히 어로어업은 에너지 소비가 매우 많은 산업이다. 한국은행의 2017년 산업연관표(381개 기본부문)를 통해 개별 상품을 생산하기 위한 중간투입에서 연료유⁵⁹⁾가 차지하는 비중을 살펴보면, 도로여객운송서비스(47.5%), 항공운송서비스(43.2%), 도로화물운송

59) 휘발유, 제트유, 등유, 경유, 중유, 액화석유가스, 정제혼합용 원료유를 모두 포함하였다.

서비스(36.7%)에 이어 수산어획(26.8%)이 전 산업부문 중 네 번째로 높음을 알 수 있다. 이와 같이 어로어업을 통한 수산물 생산에 있어서 국제유가의 급격한 상승은 연료유(면세유) 가격 상승으로 이어져 어업생산·경영 전반에 영향을 미치게 된다.⁶⁰⁾

이에 따라 본 연구에서는 국제유가가 2018년 대비 2019년 10% 상승하는 시나리오 하에서 주요 수산 총량지표 기준 전망치가 어떻게 변화하는 지를 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 2019년 수산물 총생산량은 기준(baseline) 전망치 대비 1.4% 감소하며, 수산물 총생산액은 0.9% 감소하는 것으로 분석되었다. 양식어업에 비해 유류 소모가 더 많은 어로어업의 수산물 총생산량은 3.5% 감소하는 것으로 나타났다. 국제유가 상승은 어가소득에도 영향을 미쳐 2019년 어가소득은 1.9%, 어업소득은 3.8%가 감소하는 것으로 분석되었다.

〈표 5-9〉 국제유가 10% 상승 시 주요 총량지표 변화

구 분	2019년			2023년		
	Baseline	10% 상승	증감률 (%)	Baseline	10% 상승	증감률 (%)
수산물 총생산량(천 톤)	3,835	3,781	-1.42	4,089	3,928	-3.96
수산물 총생산액(억 원)	88,274	87,453	-0.93	103,382	100,281	-3.00
어로어업 총생산량(천 톤)	1,545	1,491	-3.53	1,756	1,594	-9.22
어로어업 총생산액(억 원)	58,271	57,450	-1.41	67,734	64,633	-4.58
어업 부가가치(명목, 억 원)	41,628	41,241	-0.93	39,764	47,000	-3.00
수산물 수출량(천 톤)	1,045	1,043	-0.18	1,100	1,093	-0.67
수산물 수입량(천 톤)	2,497	2,508	0.43	2,959	2,991	1.07
어가소득(천원)	54,604	53,565	-1.90	65,473	63,832	-2.51
어업소득(천원)	27,728	26,689	-3.75	34,521	32,885	-4.74
수산물 산지가격(원/kg)	2,302	2,313	0.50	2,528	2,553	1.00
어가수(가구)	49,998	49,998	0.00	43,383	43,265	-0.27
어가인구(명)	112,754	112,754	0.00	93,296	92,570	-0.78

자료: 저자 작성

60) 수협중앙회 「어업경영조사」에 따르면, 2018년 일반해면어업(장관 허가어업 평균)의 출어비에서 연료비가 차지하는 비중은 44.0%로 세부 항목 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

2) 시나리오 2: 환율 상승

다음으로 주요 외생변수 중 하나인 대미 환율이 2018년 1,100원/달러에서 2019년 1,200원/달러로 100원 상승하는 시나리오 하에서 주요 수산 총량지표 기준 전망치가 어떻게 변화하는 지를 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 2019년 수산물 수출량은 기준(baseline) 전망치 대비 7.6% 증가하는 반면, 수산물 수입량은 5.0% 감소하는 것으로 나타났다. 수산물 총생산액은 수산물 산지가격 상승 영향으로 1.0% 늘어나며, 1인당 수산물 소비량은 3.7% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 5-10〉 환율 상승 시 주요 총량지표 변화

구 분	2019년			2023년		
	Baseline	100원 상승	증감률 (%)	Baseline	100원 상승	증감률 (%)
수산물 총생산량(천 톤)	3,835	3,835	0.00	4,089	4,104	0.36
수산물 총생산액(억 원)	88,274	89,099	0.94	103,382	104,782	1.35
수산물 수출량(천 톤)	1,045	1,124	7.57	1,100	1,233	12.04
수산물 수입량(천 톤)	2,497	2,372	-5.03	2,959	2,807	-5.15
수산물 산지가격(원/kg)	2,302	2,323	0.94	2,528	2,553	0.99
1인당 수산물 소비량(kg)	57.8	55.6	-3.68	64.5	61.7	-4.46
수산물 자급률(%)	72.8	75.6	3.82	69.3	72.8	5.05
어가소득(천원)	54,604	54,247	-0.65	65,473	65,337	-0.21
어업소득(천원)	27,728	27,371	-1.29	34,521	34,382	-0.40
어가수(가구)	49,998	49,998	0.00	43,383	43,378	-0.01
어가인구(명)	112,754	112,754	0.00	93,296	93,298	0.00

자료: 저자 작성

3) 시나리오 3: 어선척수 감소

거시경제 변수인 국제유가 및 환율의 변화와 더불어 국내 수산정책 환경 변화도 고려하였다. 먼저 어로어업 시나리오로서 정부가 어선 감척사업을 추진하는 경우를 가정하고, 어선척수 감소에 따른 영향을 시뮬레이션하였다.

어선척수가 2018년 대비 2019년 5% 감소하는 시나리오 하에서 주요 수산 총량지표 기준 전망치가 어떻게 변화하는 지를 살펴보았다. 시뮬레이션 결과, 2019년 수산물 총생산량은 기준(baseline) 전망치 대비 1.0% 감소하며, 어로어업 총생산량은 2.5% 감소하는 것으로 나타났다. 이에 따라 어가소득은 0.9%, 어업소득은 1.8% 감소하는 것으로 분석되었다.

〈표 5-11〉 어선척수 5% 감축 시 주요 총량지표 변화

구분	2019년			2023년		
	Baseline	5% 감축	증감률 (%)	Baseline	5% 감축	증감률 (%)
수산물 총생산량(천 톤)	3,835	3,796	-1.01	4,089	3,883	-5.05
수산물 총생산액(억 원)	88,274	87,102	-1.33	103,382	98,772	-4.46
어로어업 총생산량(천 톤)	1,545	1,507	-2.52	1,756	1,549	-11.76
어로어업 총생산액(억 원)	58,271	57,099	-2.01	67,734	63,123	-6.81
수산물 수출량(천 톤)	1,045	1,042	-0.31	1,100	1,089	-1.01
수산물 수입량(천 톤)	2,497	2,502	0.20	2,959	2,998	1.32
1인당 소비량(kg)	57.8	57.5	-0.51	64.5	63.0	-2.40
어가소득(천원)	54,604	54,094	-0.93	65,473	64,235	-1.89
어업소득(천원)	27,728	27,218	-1.84	34,521	33,287	-3.57
수산물 산지가격(원/kg)	2,302	2,294	-0.32	2,528	2,544	0.62
어가수(가구)	49,998	49,998	0.00	43,383	43,312	-0.16
어가인구(명)	112,754	112,754	0.00	93,296	92,845	-0.48

자료: 저자 작성

3) 시나리오 4: 단수(작황) 감소

양식어업의 경우 기후변화, 태풍·적조·고수온 등의 자연재해로 인한 생산성의 변동이 생산량에 큰 영향을 미치고 있다. 이에 따라 양식 단위면적당 생산성 지표인 단수를 작황 변화 시나리오로 고려하였다. 양식어업 단수가 2018년 대비 2019년 10% 감소하는 시나리오 하에서 주요 수산 총량지표 기준 전망치가 어떻게 변화하는 지를 분석하였다.

시뮬레이션 결과, 2019년 수산물 총생산량은 기준(baseline) 전망치 대비 4.9% 감소하며, 양식어업 총생산량은 8.2% 감소하는 것으로 나타났다. 수산물 산지가격(명목)은 3.7% 상승하며, 1인당 수산물 소비량은 3.4% 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 어가소득은 3.0%, 어업소득은 5.9% 감소하는 것으로 분석되었다.

〈표 5-12〉 단수(작황) 10% 감소 시 주요 총량지표 변화

구 분	2019년			2023년		
	Baseline	10% 감소	증감률 (%)	Baseline	10% 감소	증감률 (%)
수산물 총생산량(천 톤)	3,835	3,649	-4.87	4,089	3,913	-4.32
수산물 총생산액(억 원)	88,274	87,087	-1.34	103,382	101,749	-1.58
양식어업 총생산량(천 톤)	2,290	2,103	-8.15	2,333	2,157	-7.58
양식어업 총생산액(억 원)	30,003.1	28,816	-3.96	35,648.6	34,015	-4.58
1인당 소비량(kg)	57.8	55.8	-3.40	64.5	62.7	-2.87
수산물 산지가격(원/kg)	2,302	2,387	3.70	2,528	2,601	2.87
어가소득(천원)	54,604	52,955	-3.02	65,473	63,168	-3.52
어업소득(천원)	27,728	26,080	-5.94	34,521	32,199	-6.73
수산물 자급률(%)	72.8	71.7	-1.52	69.3	68.2	-1.50
어가수(가구)	49,998	49,998	0.00	43,383	43,249	-0.31
어가인구(명)	112,754	112,754	0.00	93,296	92,757	-0.58

자료: 저자 작성

제 6 장

결론 및 정책제언

제1절 연구결과 요약

글로벌 수산환경과 수산물 시장의 불확실성이 심화되는 가운데 미래 수산정책의 방향 설정, 발전전략 수립에 있어 주요 수산지표의 전망치 이용 수요가 커지고 있다. 또한 거시경제 변수의 급격한 변화, 새로운 수산정책의 시행이 수산업·어촌에 미치는 파급효과를 면밀히 분석할 수 있는 계량경제모형의 구축·운용도 중요한 과제라 할 수 있다. 이러한 대내외 수산환경 변화에 대응하여 수산정책에 필요한 정량적 분석정보를 제공하는 것은 국책연구기관의 고유한 역할이며, 이러한 측면에서 본 연구가 가지는 중요성과 의의를 평가할 수 있다.

일반경제 및 농업부문에서 1970~80년대부터 산업 전망에 특화된 계량모형을 구축하고, 모형의 운용체계를 고도화 해온 것과 비교하면, 수산부문 전망모형은 여전히 걸음마 단계에 있다고 평가할 수 있다. 이에 따라 본 연구는 수산부문 중장기 전망과 다양한 시뮬레이션

에 특화된 「KMI-FOSiM」을 구축하고, 향후 계속사업으로 모형을 고도화하여 수산정책에 다방면으로 활용하기 위한 기반을 마련하는데 목적을 두었다. 2018년 1차 연구에서는 양식어업 전망모듈을 개발하였고, 금년 2차 연도에는 일반해면, 원양, 내수면 어업을 포함하는 어로어업 전망모듈을 구축, 1차 연도 양식어업 모듈과 통합·연계하여 「KMI-FOSiM」의 전체 체계를 완성하였다. 또한 장기적으로 어로어업도 품종별 모형을 구축하기 위해 우선적으로 갈치, 고등어 2개 품종에 대한 수급 전망모형을 구축하였다. 주요 연구결과를 요약·정리하면 다음과 같다.

제1장 서론에 이어 제2장에서는 어로어업 전망모형 구축을 위해 수산자원, 어업생산의 수급균형 등에 대해 이론적으로 검토하였고, 수산자원의 추정 및 평가기법에 대해서도 개략적으로 살펴보았다. 또한 어로어업 전망모형 구축의 한계로서 어업자원량 추정의 어려움과 이용할 수 있는 자원량 DB의 제약 등을 검토하였다. 이러한 한계로 인해 어업자원량 변수 대신에 어획노력량을 이용하여 생산함수를 추정하는 방식을 시사점으로 제시하였다.

제3장에서는 「KMI-FOSiM」 어로어업 부문의 기초통계 DB 수집 현황과 어로어업 전망모형 구축의 기본방향을 제시하였다. 기초통계 DB는 거시경제 및 투입요소가격, 어업생산 및 어선세력, 가격, 수출입, 어촌·어가경제, 재고량, 갈치·고등어 수급 전망모형 관련 DB로 구분하여 구축하였다. 「KMI-FOSiM」 구축의 기본방향은 첫째, 활용 가능한 DB 등 현실적 제약을 고려한 어업별·종류별·품종별 모형 구축, 둘째, 어획노력량 변수를 활용한 생산함수 추정, 셋째, 축차형 방식의 균형가격 도출, 넷째, 수산부문 총량지표의 산출방식 개선, 다섯째, 모형 운용 프로그램을 엑셀(EXCEL) 기반으로 전환, 여섯째, 전

망모형의 정책 활용도 제고를 제시하였다. 다음으로 1차 연도 양식 어업 전망모듈의 구조, 양식어업과 어로어업 전망모듈이 연계·통합된 「KMI-FOSiM」의 전체 구조, 어로어업 주요 품종인 갈치, 고등어 수급 전망모듈의 구조를 도식화하였다.

제4장에서는 「KMI-FOSiM」 어로어업 전망모형(제1절)과 갈치·고등어 수급 전망모형(제2절)의 추정 및 전망결과를 제시하였다. 또한 1차 연도에 구축한 양식어업 전망모형의 DB를 2018년 기준으로 업데이트하여 재추정한 결과도 제3절에서 제시하였다. 모형을 구성하는 개별방정식의 추정에 있어서는 모형의 전체적인 설명력과 통계적 유의성, 추정계수의 부호조건 등을 종합적으로 고려하여 최종 모형을 선정하였다. 제4절에서는 RMSPE, MAPE, Theil의 불균등계수를 이용하여 모형의 예측력을 검정하였다.

제5장에서는 「KMI-FOSiM」을 이용하여 중단기 전망을 수행할 수 산업·어촌 총량지표를 생산, 수출입, 소비, 가격, 어촌 등의 부문별로 검토하고, 2019~2023년의 전망결과를 제시하였다. 주요 총량지표와 더불어 어로어업, 양식어업, 그리고 갈치·고등어 2개 품종의 전망결과를 세부 지표별로 구분하여 전망 추이를 그래프로 제시하였다. 마지막으로 국제유가와 환율의 변화, 어로어업에서 어선감척 사업의 추진, 양식어업에서 작황(단수)의 변화를 일정한 시나리오로 가정한 후 시뮬레이션을 수행하여 「KMI-FOSiM」의 정책적 활용 가능성을 확인하였다.

제2절 향후 개선과제 및 정책제언

1. 향후 개선과제

2개년에 걸쳐 구축된 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」의 향후 운용·관리에 있어서 개선이 필요한 과제를 몇 가지 측면에서 검토해보면 다음과 같다.

첫째, 향후 후속 연구를 통해 전망모형의 수급 균형가격을 산출하는 방식을 재검토할 필요가 있다. 현재 「KMI-FOSiM」에서는 균형가격 도출에 있어서 축차형(recursive) 모형을 이용하였다. 향후 한국농촌경제연구원이 운용하고 있는 수급 동시균형(simultaneous) 방식의 모형을 별도로 구축, 2가지 방식의 예측력 비교, 한계와 문제점 등을 보다 다각적인 관점에서 깊이 있게 검토할 필요가 있다.

둘째, 「KMI-FOSiM」에서 어업 부가가치⁶¹⁾가 집계·산출되는 방식의 개선이 필요하다. 현재 「KMI-FOSiM」에서 어로어업과 양식어업의 부가가치는 총생산액에 부가가치율⁶²⁾을 곱해 산출하는 방식을 취하고 있다. 그러나 엄밀하게는 어업별로, 수산물 종류별로 개별방정식의 추정을 통해 총생산액과 경영비가 도출되고, 이것이 최종적으로 집계되어(aggregated) 어업 전체의 부가가치가 산출되는 구조로 설계되어야 한다. 이러한 구조로 설계되기 위해서는 부가가치를 구성하는 피용자보수, 영업잉여, 고정자본소모, 생산세의 항목과 어업

61) 부가가치(value added)는 생산활동에 의해 새롭게 창출된 가치로서 총산출에서 중간투입을 차감하여 계산된다. 부가가치는 피용자보수, 영업잉여, 고정자본소모, 생산세(보조금공제)로 구성된다(한국은행, 「우리나라의 국민계정체계」, 2010, pp.59-60).

62) 부가가치율(=부가가치/총산출)은 한국은행 국민소득총괄팀에서 제공한 1980년~2018년 DB를 이용하였다. 2019년 이후의 부가가치율 전망치는 시계열의 추세를 이용하여 별도로 추정하였다.

경영비 항목의 정확한 연계가 요구된다. 2차 연도 연구에서는 모형의 전체 체계를 구축하는데 주안점을 두느라, 어업경영비 항목과 부가가치를 구성하는 세부 항목간의 연계에 대한 깊이 있는 검토가 이루어지지 못하였다. 이 문제는 2019년 연구의 한계로 남기며, 2020년 「KMI-FOSiM」 운용·개편 연구에서 보다 깊이 있게 검토하여 개선할 계획이다.

셋째, 어촌·어가경제 모형의 개선이 필요하다. 「KMI-FOSiM」에서는 어촌·어가경제부문 주요 지표인 어가수, 어가인구를 단순 회귀모형 추정을 통해 전망치를 산출하였다. 향후 한국농촌경제연구원의 ‘농촌·농가인구모형(KAP)’과 같이 출생률, 사망률, 이농(어)율을 고려하고, 성별·연령별 코호트 모형을 통한 전망 방식으로 개선하는 등 모형 개편의 고도화가 요구된다.

이와 더불어 어가소득 총량지표 산출 방식의 개선도 필요하다. 생산량(액), 부가가치, 어가수 및 어가인구와 같이 어로어업과 양식어업의 전망치를 합산하여 수산업 전체 지표를 산출하는 것과 달리 어가소득 관련 지표는 어로어업과 양식어업의 합산이 불가능하다. 상술하면, 어로어업 어가소득과 양식어업 어가소득 전망치를 산출하고, 이를 수산업 전체 어가소득으로 연계하는 과정이 필요하다. 현재는 어로어업 및 양식어업 어가수의 비율을 가중치로 부여하여 전체 어가소득을 산출하였는데, 이를 개선할 수 있는 방안 마련이 필요하다.

마지막으로 1차 연도에 구축된 양식어업 전망모듈의 경우 생물학적 특징을 고려, 양식 생산의 동태적(dynamic) 시차 구조를 가진 모형으로의 개편이 요구된다. 양식 수산물은 종묘(치어)의 채묘와 입식, 양성, 출하 등 생산과정이 일련의 주기(cycle)를 가지며, 이러한 특징을 모형에 반영할 필요가 있다. 그러나 이러한 양식수산물의 생

물학적 특징이 모형에 반영되기 위해서는 관련 기초통계가 충분히 확보되어야 하며, 이러한 기반을 갖추는 데는 최소 10년 이상의 시간이 소요될 것으로 판단된다.

현재 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서 품종별로 구축한 수급 관련 시계열 DB가 가장 빠른 시점이 2004년부터이며, 관측품목 확대가 주로 2008년부터 이루어졌음을 감안하면, 현재 활용 가능한 연도별 DB는 10개년 정도에 불과하다. 양식시설 면적에 대한 항공영상 판독결과도 전망모형에 이용할 정도로 시계열이 충분하지 않아 활용에는 상당한 시간이 소요될 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고 전망모형의 정교성, 신뢰성, 정책 활용성을 높이기 위해서는 이에 대한 문제를 인식하면서 지속적인 모형 개편작업이 수행하여야 한다.

2. 「KMI-FOSiM」 운용·개편 로드맵

한국해양수산개발원은 2003~2004년 「KMI-FSM」 구축 연구, 2013년의 동 모형 개편 연구를 수행하였으나, 이후 모형의 운용·개편이 이루어지지 않아 전망모형으로 활용하기 어려운 상황에 이르렀다. 반면, 1995년 「KREI-ASMO」를 구축한 이후 매년 운용·개편 연구를 수행하고 있는 한국농촌경제연구원의 사례는 모형의 구축과 별개로 운용·개편 작업이 얼마나 중요한지에 대한 시사점을 제공한다.

본 「KMI-FOSiM」 구축 연구는 2018~2019년 2개년 과제로 수행되었다. 많은 예산과 인력 투입을 통해 어렵게 구축한 전망모형이 또 다시 사장되는 과거의 전철을 밟지 않기 위해서는 <표 6-1>과 같이 모형의 현실 설명력, 이론적 정합성, 정책적 활용도를 제고하기 위한 운용·개편 연구가 매년 추진되어야 한다.

〈표 6-1〉 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 운용·개편 추진계획

구분	세부 내용
운용·개편 주기	• 2020년부터 매년 수행
추진조직	• 한국해양수산개발원(수산연구본부, 수산업관측센터 등)
사업예산(재원)	• 연간 3,000만 원 내외(연구원 자체 예산)
운용·개편 내용	• 매년 기초통계 DB 업데이트 • 어로어업 대상 품종의 확대 • 모형의 구조 개편 및 고도화 • 개별방정식 파라미터 재추정 • 대내외 수산환경 및 정책 변화 파라미터의 모형 내 반영 • 모형의 적합성 검정, 예측력 향상 등
성과물	• 매년 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 202?년 운용·개편 연구 결과보고서 발간

자료: 저자 작성

본 연구가 종료되고 2020~2024년까지 향후 5년의 「KMI-FOSiM」 운용·개편 로드맵을 제시해보면 다음과 같다(〈표 6-2〉 참조).⁶³⁾ 전망 모형의 특성 상 특정 현안에 대한 개편이 1년 만에 완결성을 가지는 어려우며, 개편 이후 최소 2~3년에 걸쳐 모형 운용의 안정성을 검토하는 과정이 필요하다고 판단된다.

우선 2020년부터 모형을 구성하는 세부 품종의 확대가 이루어져야 한다. 현재 양식어업은 9개 품종⁶⁴⁾, 어로어업은 갈치, 고등어 2개 품종만이 「KMI-FOSiM」의 체계 내에서 고려되었다. 전망모형의 품종 포괄 범위를 넓혀 정책적 활용도를 제고하기 위해서는 양식어업과

63) 현 시점에서 수산부문 대내외 환경·정책의 변화를 장기(향후 10년)까지 고려하여 모형의 운용·개편 방향을 설정하기는 어려움이 있다고 판단된다. 이에 따라 본 연구의 수행과정에서 드러난 한계, 명확하게 개선이 필요한 내용 등을 중심으로 중기(향후 5년) 수준에서 모형 운용·개편의 방향성과 로드맵을 제시하고자 한다.

64) 넙치, 조피볼락, 김, 미역, 다시마, 굴, 전복, 홍합, 우렁쉥이

어로어업에서 중요성이 큰 품종을 추가적으로 포함시켜야 한다. 예를 들어, 양식어업에서는 돔류, 바지락 등을, 어로어업에서는 명태, 오징어, 조기 등의 대중성 어종을 추가적으로 대상에 고려할 수 있을 것이다. 다만, 품종별 수급 모형을 구성하기 위해서는 생산, 수출입, 산지가격, 소비자가격에 대한 기초통계가 확보되어야 한다. 그러나 현재 수산물 품종별 가격통계가 대단히 취약하여 지속적인 품종 확대에 어려움이 있을 것으로 예상되는바, 이에 대한 충분한 검토가 이루어져야 할 것이다.⁶⁵⁾ 이와 더불어 2020~2022년에는 어촌·어가경제 모형에서 인구 이동(출생, 사망, 이동)과 어가인구의 성별·연령별 코호트 모형 도입에 대한 연구를 수행할 계획이다.

2021년부터는 주요 총량지표인 어업 부가가치의 산출 방식을 개선하고, FTA 체결에 따른 사전적·사후적 영향 분석에 본 모형을 활용하기 위한 가능성을 2년 정도의 기간을 두고 검토할 계획이다. 어로어업과 양식어업의 경영비 세부 항목들이 부가가치를 구성하는 피용자보수, 영업임여, 고정자본소모, 생산세의 항목과 어떻게 연계되어야 하는지를 이론적으로 검토, 부가가치가 전망모형의 체계 내에서 산출될 수 있도록 개선해나갈 계획이다. FTA 영향 분석과 관련해서는 FTA 체결(예정)국의 수산물 품종별 수입 실태 분석, 관세율 검토, 「KMI-FOSiM」을 구성하는 품종에서 국가별·HS 코드별 세분화가 가능한 지 여부 등을 종합적으로 검토할 필요가 있다.⁶⁶⁾

65) 수산물 가격에 대한 정보는 통계청의 소비자물가조사, 한국농수산물유통공사(aT)에서 제공하는 도매가격 및 소매가격이 있다. 소비자물가조사에서는 갈치, 명태, 조기, 고등어, 오징어, 게, 굴, 조개, 전복, 마른멸치, 마른오징어, 낙지, 김, 미역에 대한 정보가 제공된다. aT 가격통계에서는 고등어, 갈치, 명태, 물오징어, 건멸치, 북어, 건오징어, 김, 건미역, 굴, 수입조기, 새우젓, 콩치, 새우, 전복 등의 가격정보가 제공된다.

66) 현 시점에서 사전적으로 검토한 결과, 「KMI-FOSiM」을 FTA 영향 분석에 활용함에 있어서는 제약이 클 것으로 예상된다. FTA 영향 분석은 수입 대상 국가별, 수산물 품종별, 세부 HS 코드별로 수입 관세율의 변화에 따른 파급효과를 분석해야 하는데, 「KMI-FOSiM」에서 이를 구현하는 것은 분명 한계가 있다. 이는 「KMI-FOSiM」이 가지는 모형상의 문제라기보다는 이용 가능한 수산통계의 제

마지막으로 2022~2024년에는 양식어업 전망모듈의 동태적·생물학적 특징 반영, 수급 동시균형 방식의 균형가격 도출 구조 검토, 각종 대내외 수산환경 변화에 대한 영향 분석 모듈 추가 등을 검토할 계획이다. 특히 현행 축차형 균형가격 도출 방식과 더불어 수급 동시균형 방식의 모형도 추가적으로 구축하여 그 유용성을 다각적으로 검토하고자 한다.

〈표 6-2〉 「KMI-FOSiM」의 향후 5년 운용·개편 로드맵

구분	2020	2021	2022	2023	2024
• 양식어업 및 어로어업 대상 품종 추가 - 양식: 돔류, 바지락 등 - 어로: 명태, 오징어, 조기 등					
• 어촌·어가경제 모형의 개선(인구 코호트모형의 도입 등)					
• 수산업 부가가치율 산출방식의 개선 (부가가치, 경영비 항목의 연계)					
• FTA에 대한 수산업·어촌 영향분석 가능성 검토(품종별 관세를 세분화 등)					
• 양식어업 모듈의 동태적·생물학적 양식특징을 반영한 모형 개선					
• 균형가격 도출방식 등 모형구조 재검토 (수급 동시균형 방식 도입)					
• WTO 수산보조금 영향분석, 수산부문 직불제 도입 영향분석 모듈 추가					

자료: 저자 작성

약이 더 크다는 점을 분명하게 인식할 필요가 있다. 예를 들어 소비자가격 통계가 존재하지 않아 「KMI-FOSiM」에서 수급 모형 자체를 구성할 수 없는 품종이 많다. 또한 연도 기준의 총량지표를 산출하기 위한 목적의 전망모형 특성 상 아무리 정교한 설계를 한다 하더라도 수산물 품종별로 모든 국가, 모든 HS 코드를 모형 내에 반영하기는 어렵기 때문이다. 이러한 근본적 한계에 대해서는 향후 개편 연구에서 보다 구체적이고, 실증적인 근거를 제시할 계획이다.

3. 정책제언⁶⁷⁾

1) 「KMI-FOSiM」을 이용한 정책지원 기능 강화

「KMI-FOSiM」이 해양수산부의 수산정책 추진, 수산 관련기관의 연구·기획 업무 등에 활용될 수 있도록 기반을 마련하는 것도 중요한 과제라 할 수 있다. 지금까지 수산부문에서는 ‘전망모형’에 대한 관심과 지원이 부족했으며, 일부 계량경제 전공 연구자만의 고유영역으로만 인식해왔다.

글로벌 수산환경의 변동성과 불확실성이 커지는 상황에서 미래 수산업·어촌과 관련된 지표의 중장기 전망 수요도 확대되고 있다. 또한 국제유가, 환율의 변화 등 대내외 경제여건이나 수산정책의 변화가 국내 수산업에 미치는 파급효과를 실증분석하고, 이를 정책 추진의 기초자료로 활용하기 위한 정책수요도 계속 늘어나고 있다. 해양수산부가 추진하는 법정계획, 예를 들어 「수산업·어촌 발전 기본계획」, 「수산자원관리 기본계획」, 「수산물 유통발전 기본계획」 등을 수립할 때에는 부문별 중장기 전망에 대한 내용이 포함되도록 관련법에서 규정하고 있다.

따라서 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」의 수산정책에서의 활용도를 제고하기 위한 지속적인 노력이 요구된다. 해양수산부와 한국해양수산개발원의 수산부서가 매년 상·하반기 2회 ‘수산정책협의회’를 정례화하고, 전망모형의 활용 분야, 이용 수요 등에 대한 실무적 논의가 이루어질 필요가 있다. 해양수산부의 수산업·어촌 관련 정책 추진에 있어서 「KMI-FOSiM」을 활용한 정량적(quantitative) 분석정

67) 2개년 과제를 완결하는 본 보고서에서는 2018년 1차 연도 보고서(이헌동 외, 2018)의 정책제언을 모두 포함, 종합적으로 정리하여 제시하였음을 밝힌다.

보가 필수적으로 활용될 필요가 있다.

2) 양식수산물생산비조사 추진 및 국가승인 통계화

현행 수산업 관련 통계에서 가장 시급히 개선되어야 할 부분이 바로 양식어업의 품종별 생산비 조사라 할 수 있다. 양식어업이 계속 발전하면서 관련 정책수요 증대에도 불구하고, 주요 양식품종별로 경영 실태를 진단할 수 있는 공식통계가 없는 실정이다.⁶⁸⁾ 통계청의 어업 생산동향조사에 따르면 2018년 우리나라 수산물 총생산량은 379만 톤이며, 이중 양식어업 생산량이 225만 톤으로 전체 생산량의 약 60%를 차지하고 있다. 일반해면어업 생산량이 101만 톤으로 전체의 27% 수준임을 감안하면, 양식어업이 사실상 우리나라 수산물 생산의 총량을 좌우하는 시대에 접어들었다고 할 수 있다.

향후 어업자원 감소에 따라 양식어업의 역할과 중요성은 더욱 커질 것이며, 이에 따른 양식어업 관련 통계 이용 수요도 크게 늘어날 것으로 예상된다. 예를 들어 양식수산물재해보험 품종 확대, 양식어업 관련 직불제 도입, 자연재해 피해 보상, 각종 어업인 지원 등에 있어서 세부 품종별 경영실태를 진단할 수 있는 생산비 통계가 필요한 것은 재론할 필요도 없다. 그러나 현재 양식어업 품종별로 생산비의 세부 내역, 소득 등 경영실태를 파악할 수 있는 기초통계가 없다는 것은 대단히 심각한 문제가 아닐 수 없다. 산업통계의 기본인 생산요소 투입(input)과 관련된 통계는 없고, 산출(output) 관련 통계만 존재하는 불균형적 문제를 시급히 개선해야 한다.

68) 1차 연도 양식어업 전망모듈 구축에 있어서는 경영비 또는 투입요소가격 자료로 이용할 수 있는 유일한 자료인 수협중앙회의 「영어자금소요액조사 결과보고」 DB를 이용하였다. 이 자료 이외에는 이용 가능한 통계가 없어 불가피한 측면이 있지만, 과연 이 통계가 현실의 양식품종별 경영실태를 제대로 반영하는지 여부에 대해서는 논란이 있는 것도 사실이다.

농업부문에서는 농산물, 축산물, 임산물별로 세부 품종별 생산비 조사를 실시하고, 국가승인통계로 지정하여 관련 정책과 연구에 다방면으로 활용하고 있다. 향후 해양수산부는 「(가칭)양식수산물 생산비 조사 설계 및 국가승인통계화 방안」 정책연구를 시급히 추진할 필요가 있다. 이러한 기초연구를 통해 조사대상 품목 선정, 모집단 산정 및 표본 추출, 조사방법, 경영비 세부항목 등이 마련되어야 하며, 시급히 조사가 이루어져야 할 것이다.

〈표 6-3〉 농림축산물의 생산비(소득)조사 추진현황

구분	작성 기관	최초 실시연도	대상 품목
농산물소득조사	농촌진흥청	1970년	겉보리, 맥주보리, 노지팥옥수수, 고구마, 봄감자, 가을감자, 수박, 복숭아, 가을무, 고랭지무, 당근, 봄배추, 가을배추, 고랭지배추, 시금치, 양배추, 부추, 대파, 쪽파, 생강, 수박(반축성), 참외, 딸기(축성, 반축성), 오이(축성, 반축성, 억제), 호박, 토마토(축성, 반축성), 방울토마토, 가지, 착색단고추, 무, 배추, 시금치, 상추(치마), 부추, 고추, 복숭아, 단감, 유자, 참다래, 시설포도, 시설감귤, 시설국화, 시설장미, 엽연초, 인삼, 녹차, 오미자, 느타리버섯
농산물생산비조사	통계청	1953년	논벼, 쌀보리, 마늘, 양파, 고추, 참깨, 콩
임산물생산비조사	산림청	2007년	밤, 표고, 뽕은감, 대추, 호두, 더덕
축산물생산비조사	통계청	1978년	번식우, 비육우, 젖소, 비육돈, 산란계, 육계

자료: 이현동 외(2018), p.174.

3) 수산물 소비량 산정체계 고도화

현재 수산물 소비량을 산정하기 위한 체계가 대단히 취약하다. 국민들의 수산물 소비량에 대한 통계는 별도로 존재하지 않으며, 수산물 생산량, 수출입량, 재고량을 토대로 수급균형 항등식 하에서 추정된 소비량

을 이용하고 있다. 문제는 수산물 ‘소비량’으로 이용되는 한국농촌경제연구원원의 「식품수급표」가 비교적 현실에 근접한 수치를 제공하지 못하고 있다는데 있다.

현행 「식품수급표(KREI, 2017)」에서 국민 1인당 연간 수산물 순식용 공급량은 약 66kg(어류 23.1, 패류 15.1, 해조류 27.7) 수준이다. 이 소비량 60kg에는 어류 양식장의 소형어류(생사료), 전복 양식장의 미역·다시마 등 사료로 이용되는 수산물이 포함된 것으로, 통계가 국민들의 실제 소비수준을 반영하지 못하고 있어 개선이 시급한 실정이다. 식품수급표에서 사료용 수요가 ‘0’으로 처리되고 있는데, 실제로 얼마나 많은 수산물이 사료로 투입되는지에 대한 실태조사가 지금까지 한 번도 수행된 적이 없다. 이와 대조적으로 일본의 식료수급표에서는 식용(=조식료)과 사료용 소비를 구분하여 수급을 산정하며, 1인당 수산물 소비량 공표에 있어서도 어개류, 해조류를 구분하여 제공하고 있다.

향후 이에 대한 기초연구를 통해 수산물 수급 체계 전반의 실태와 문제점을 살펴보고, 수급, 특히 소비량 산정의 질적 고도화를 위한 개선방안을 마련해야 한다. 특히 사료용 수산물의 이용실태에 대한 조사를 토대로 식용·사료용을 구분한 수산물 소비량을 추정해야 한다. 해양수산부 차원에서 「비식용 수산물 이용실태 기초조사」를 추진할 것을 제안한다.

4) 수산물 재고통계의 개선

현재 수산물 수급 통계 산정 시 이용되는 재고(이입·이월) 자료는 국립수산물품질관리원에서 집계하는 ‘냉동선어류 입출하동향’ 조사에 근거하고 있다. 이 조사는 법적근거 없이 과거 수산청의 ‘행정지시’ 이후 지금에 이르기까지 냉동·냉장 창고업체를 대상으로 매월 관행적인 수준에서 조사가 이루어지고 있다. 그러나 냉동창고업체의 자료 제출 회피, 허위

제출, 증량단위를 혼동한 보고 등 통계로서의 신뢰도가 크게 저하되어 조사가 사실상 유명무실해진 상황이며, 무엇보다 보고된 수치에 대한 검증기반 자체가 존재하지 않아 이대로 조사를 유지하기 어려운 실정이다.

수산물 수급통계 산정에서 재고의 중요성을 고려할 때⁶⁹⁾, 보다 체계적이고 정확하게 조사가 이루어질 수 있는 시스템 구축이 시급하다. 따라서 해양수산부에 「수산물 재고통계의 신뢰성 제고를 위한 조사기반 구축 사업」 연구를 제안하고자 한다. 이 연구를 통해 수산물 재고통계의 문제점을 진단하고, 조사체계 재구축, 냉동창고업계와 연계한 조사의 실효성 확보, 조사업체 편의를 위한 온라인 조사기반 구축, 조사결과와 사후 검증방법 등 종합적인 개선방안을 마련할 필요가 있다.

69) 재고통계가 잘못 집계될 경우, 총공급량→식용공급량→순식용공급량→1인당 순식용공급량으로 이어지는 수급통계 산정체계 전반에 오류가 발생하게 된다.

·총공급량 = 생산량 + 수입량 + 이입재고

·식용공급량 = 총공급량 - (이월재고+수출+사료+종자+감모+식용 및 비식용가공량)

·순식용공급량 = 식용공급량×폐기율

·1인 1년당 순식용공급량(소비량으로 간주) = 순식용공급량 ÷ 우리나라 전체 인구

참고문헌

〈국내 문헌〉

농림수산물식품부(現 해양수산부), 『수산물 수급 및 가격편람』, 2004 및 2010.

박환재, 「한국 주요 어종의 시장수요와 개인수요의 비교분석」, 『수산경영론집』 제 43권 제1호, 2012.

수산업협동조합중앙회, 『어업경영조사보고』, 각 연도.

_____, 『영어자금소요액조사 통계정보보고서』, 2017. 12.

_____, 『영어자금소요액조사 결과보고』, 각 연도.

이상고, 『해양생물경제학』, 부경대학교 출판부, 2007.

이정삼·신영태, 『우리나라 연근해어업의 어획능력 측정에 관한 연구』, 한국해양수산개발원, 2006.

이현동·하현정·성진우·이기영·강효녕·김대영, 『수산부문 전망모형 「KMI-FOSi M 구축 연구(1/2) -양식산업 전망모형 구축을 중심으로」』, 한국해양수산개발원, 2018.

이현동·홍현표, 『중단기 주요 수산지표 전망에 관한 연구』, 한국해양수산개발원, 2013.

임정현, 『한국 동해 생태계의 잠재생산량 추정방법 비교 연구』, 부경대학교 이학박사 학위논문, 2018.

장창익, 『수산자원의 평가와 관리』, 블루앤노트, 2014.

최민제·김도훈, 「효과적인 자원평가모델 선정을 위한 잉여생산량모델의 비교 분석: 동해 생태계의 잠재생산량 분석을 중심으로」, 『Ocean and Polar Research』 제41권 제3호, 2019.

통계청, 『농림어업조사』, 각 연도.

_____, 『농림어업조사 통계정보 보고서』, 2016. 12.

_____, 『소비자물가조사』, 각 연도.

_____, 『어가경제조사 통계정보 보고서』, 2015. 12.

- _____, 『어가경제조사』, 각 연도.
- _____, 『어류양식동향조사』, 각 연도.
- _____, 『어업생산동향조사』, 각 연도.
- _____, 『원양어업통계조사』, 각 연도.
- _____, 『장래인구추계』, 각 연도.
- 한국농촌경제연구원, 『식품수급표』, 각 연도.
- 한국원양산업협회, 『원양산업 통계연보』, 각 연도.
- 한국은행, 국민소득총괄팀 내부자료(어업 부가가치), 2019.
- _____, 『산업연관표』, 각 연도.
- _____, 『경제전망보고서』, 2019. 7.
- _____, 『국민계정』, 각 연도.
- _____, 『생산자물가조사』, 각 연도.
- _____, 『우리나라의 국민계정체계』, 2010.
- 한국해양수산개발원 FTA 이행지원센터, 수출입 원어량 환산수율 내부자료.
- 한석호·서홍석·염정완·김충현, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2015 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2015. 12.
- 해양수산부, 『관세·통계통합품목분류표(HSK) 수산물 2019』, 2019.
- _____, 『중장기 수산자원회복계획 추진에 관한 연구』, 2005.
- _____, 『해양수산통계연보』, 각 연도.
- 홍현표·옥영수·한광석·김도훈·김봉태·박성패, 『수산부문 총량모형 구축을 위한 기초적 연구』, 한국해양수산개발원, 2003.
- 홍현표·한광석·성진우·이현동, 『수산부문 전망을 위한 총량모형의 구축』, 한국 해양수산개발원, 2004.
- Damodar Gujarati 지음, 강달원 외 옮김, 『예제를 통한 계량경제학(제2판)』, 시그마 프레스, 2016.

〈국외 문헌〉

Chang-Ik Zhang·Young-Il Seo, Hee-Joong Kang, Jung-Hyun Lim, “Exploitable carrying capacity and potential biomass yield of sectors in the East China Sea, Yellow Sea, and East Sea/Sea of Japan large marine ecosystems”, *Deep-Sea Research Part II*, 163, 2019, pp.16-28.

Clark, C. and Munro, G, “The Economics of Fishing and Modern Capital Theory: A Simplified Approach”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 2(2), 1975, pp.92-106.

Cortes, E., “Perspectives on the intrinsic rate of population growth”, *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 2016, pp.1136-1145.

Gulland, J.A., 『The Fish Resources of the Ocean』, Fishing News (Books), West Byfleet, 1971.

Russell, E. S, “Some Theoretical Considerations on the “Overfishing” Problem”, *ICES Journal of Marine Science*, 6(1), 1931, pp.3-20.

〈인터넷 자료〉

Indexmundi, 국제어분가격, www.indexmundi.com(검색일 : 2019. 7. 23)

UN FAO, FishStatJ. 세계생산량, <http://www.fao.org>(검색일: 2019. 7. 26)

관세청, 국가별 관세율, <http://www.customs.go.kr/>(검색일 : 2019. 7. 26)

국립수산물품질관리원, 냉동선어류 입출하동향, <http://www.nfqs.go.kr>(검색일 : 2019. 8. 19)

미국 에너지정보청(EIA), 서부텍사스유 가격, Short-term Energy Outlook, <https://www.eia.gov/outlooks>(검색일 : 2019. 7. 22)

법제처, 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)

수산정보포털(<http://www.fips.go.kr/>)

- 일본 수산청, 품종별 생산량, <https://www.maff.go.jp/>(검색일 : 2019. 8. 21)
- 통계청 KOSIS 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)
- 한국농수산물유통공사 농산물 유통정보 KAMIS, 도·소매가격통계, <https://www.kamis.or.kr/>(검색일: 2019. 6. 10)
- 한국무역협회 무역통계, HScode별·국가별 수출입실적통계, <http://stat.kita.net/>(검색일 : 2019. 4. 11~2019. 8. 21)
- 한국석유공사, 석유정보망(Petronet), 두바이유 가격, <http://www.petronet.co.kr>(검색일 : 2019. 7. 22)
- 한국은행 경제통계시스템(ECOS), 환율·시장금리, <http://ecos.bok.or.kr/>(검색일 : 2019. 7. 22)

〈관련 자료 목록〉

- 고성보, 「감귤가격 신축성함수 분석 및 시사점」, 『농업경영정책연구』 제31권 제1호, 2004.
- 곽상경, 『계량경제학 입문』, 다산출판사, 1994.
- 김경덕·김태훈·전상곤·이정환, 『농업전망시물레이션모형 KREI-ASMO99』, 한국농촌경제연구원, 1999.
- 김명환·권오복·이대섭·김태훈·조영수, 『농업부문 전망모형 KREI-ASMO 2007 보완 및 운용에 관한 연구』, 한국농촌경제연구원, 2007b.
- 김명환·권오복·이대섭·김태훈·조영수·류상모·신유선·박상미, 『농업부문 전망모형 구축 연구 : 1/2차연도』, 한국농촌경제연구원, 연구보고 R546, 2007a.
- 김명환·권오복·이대섭·김태훈·조영수·박상미, 『농업부문 전망모형 구축 연구 : 2/2차연도』, 한국농촌경제연구원, 연구보고 R569, 2008.
- 김명환·이대섭·김태훈·김배성·조영수·이용호·윤태연, 『농업부문 전망모형 KREI-ASMO 2006 보완 및 운용에 관한 연구』, 한국농촌경제연구원, 2006.

- 김명환·한석호·조재성·김태우, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2012 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2012.
- 김명환·한석호·조재성·김태우·이창수, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2013 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2013.
- 김배성·고봉현, 「제주 월동무 증장기 수급전망 모형의 개발」, 『한국산학기술학회 논문지』 제15권 제3호, 2014.
- 김배성·고성보·현창석·오홍석·고광훈·김충현·은종호, 『2014년 수산물 품목별 수급 전망모형 개발사업(미역, 우럭, 전복, 송어)』, 제주대학교 산학협력단, 2014. 12.
- 김배성·서진교·이병훈, 『농업부문 전망모형 KREI-ASMO 2003 개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2003.
- 김배성·이용호, 『농업부문 전망모형 KREI-ASMO 2005 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2005.
- 김배성·이용호·이병훈, 『농업부문 전망모형 KREI-ASMO 종합점검 및 발전방향 설정』, 한국농촌경제연구원, 2005. 12.
- 박지연·김태우, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2014 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2014.
- 사공용, 「공급량 변화에 따른 쌀 가격 변화의 계측」, 『농업경제연구』 제31권 제1호, 2006.
- 서홍석, 「수급전망모형 및 KREI-KASMO 소개」, KREI-KMI 세미나 발표자료, 2018. 3. 28.
- _____, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 구축 및 운용사례 자문보고서(KMI 제출)』, 2018. 10.
- 서홍석·김충현, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2016 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2016.
- 서홍석·김충현·김문희, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2018 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2018.
- 서홍석·김충현·노수정·이연옥, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2017 운용·개발

- 연구』, 한국농촌경제연구원, 2017.
- 이정환·이정용·이영만·조덕래·김은순, 『농업부문모형에 의한 중장기 농업정책연구』, 한국농촌경제연구원, 1983.
- 이정환·현공남·이정용·조덕래·김은순·최세균·김영식·조석진, 『농업부문모형 개발과 정책실험에 관한 연구』, 한국농촌경제연구원, 1982.
- 이종원, 『계량경제학』, 박영사, 2013.
- 이헌동, 「양식수산물생산비조사 통계 구축이 필요하다」, 『KMI 수산동향』, 2010년 11월호, 2010. 11.
- 조영수·반현정·박상미, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2009 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2009.
- 조재환·사공용·이정환, 『농업부문 총량지표 전망모형 이용지침서』, 한국농촌경제연구원, 1995.
- 조재환·성명환·사공용, 『농업부문 총량지표 중장기 전망』, 한국농촌경제연구원, 1994.
- 최병옥·김배성, 「약용작물 오미자의 중장기 수급전망 분석」, 『한국산학기술학회 논문지』 제15권 제5호, 2014.
- 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 『전북 수산관측 월보』, 각 월호.
- _____, 『광어 수산관측 월보』, 각 월호.
- _____, 『어류 수산관측 월보』, 각 월호.
- _____, 『패류 수산관측 월보』, 각 월호.
- _____, 『명게 수산관측 월보』, 각 월호.
- 한두봉, 『경제여건 변화와 농업정책의 파급영향 분석을 위한 모형 개발』, 한국농촌경제연구원, 1994.
- 한석호·김명환·이정민·반현정, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2010 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2010.
- 한석호·김명환·송준호·반현정·김태우·신성철, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO

- 2011 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2011.
- 한석호·정민국·남경수·정호연·이수환, 『기 체결 FTA 사후영향평가모형 개발을 위한 기초연구』, 정책연구보고 P205, 한국농촌경제연구원, 2015. 5.
- Barten, A.P. and L.J. Bettendorf, "Price formation of fish: An application of an inverse demand system", *European Economic Review*, 6(1), 1989, pp.1509-1525.
- FAO, *Food Outlook(Biannual report on global food markets)*, FAO, 2018.
- FAO, *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*, FAO, 2018.
- Holt, M.T. and B.K. Goodwin, "Generalized habit formation in an Inverse Almost Ideal Demand System: An application to meat expenditures in the U.S." *Empirical Economics*, 22, 1997, pp.293-320.
- OECD, *AGLINK-COSIMO Model Documentation: A Partial Equilibrium Model of World Agricultural Markets*, OECD/FAO, 2015.
- OECD-FAO, *OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027*, OECD/FAO, 2018.
- Koyck, L. M., *Distributed Lags and Investment Analysis*, Amsterdam: North-Holland, 1954.
- Ludwig, D. and C. J. Walters, "A robust method for parameter estimation from catch and effort data", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, Vol. 46, 1989. pp. 137-144.
- Nerlove, M., "Distributed Lags and Estimation of Long-Run Supply and Demand Elasticities: Theoretical Considerations" *American Journal of Agricultural Economics*, 40(2), 1958, pp.301-310.
- Schaefer, Milner B., "Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries", *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, 1(2), 1954, pp.23-56.
- Thurman, W. N., "Endogeneity Testing in a Supply and Demand Framework" *Rev. Econ. and Statist.* 68, 1986, pp.638-646.

부록

부록 1. KMI-FOSiM 도입 변수설명

▶ 거시경제지표 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
추계인구	POP	명	통계청	
GDP디플레이터	GDPDEF	지수	한국은행	2010=100
생산자물가지수	PPI	지수	한국은행	2015=100
소비자물가지수	CPI	지수	통계청	2015=100
국내총생산(명목)	GDP	십억원	한국은행	2010
국내총생산(실질)	RGDP	십억원	한국은행	2010
국민처분가능소득	INC	십억원	한국은행	
1인당 국민처분가능소득	DINC	천원	계산(한국은행)	국민처분소득/인구
원/미국달러 환율	EXCH	원/달러	한국은행	연평균 환율
원/엔 환율	EXCH_JP	원/엔	한국은행	연평균 환율
엔/달러 환율	EXCH_JP_US	엔/달러	한국은행	연평균 환율
국제원유가격	INTERP_FUELP	달러/배럴	미국 에너지정보청	
면세유가격	TFOIL	원/드럼	수산업협동조합중앙회	
어분가격	FISHML	달러/톤	Indexmundi	
콩치 수입단가	MP_SAURY	달러/kg	한국무역협회	미끼구입비
도시근로자 명목가구소득	CITY_WAGE	원	통계청	월평균, 2인이상
농가구입가격지수(노무비)	AG_WAGE	지수	통계청	2015=100

▶ 투입요소가격 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
어로어가 어업경영비	ATCOST	천원	통계청	
어로지출-미끼구입비	AFEEDP	천원	통계청	
어로지출-얼음대	AICE	천원	통계청	
어로지출-물품비	AGOODSP	천원	통계청	
어로지출-노무비	AWAGE	천원	통계청	
어로지출-광열비	AFUELP	천원	통계청	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
어로지출-어구구입 보수비용 등	AGEARP	천원	통계청	
어로지출-기타	ACOST_ETC	천원	계산(통계청)	
어로어가 양식지출	AEXPENS_B	천원	통계청	
양식어가 어업경영비	BTCOST	천원	통계청	
양식지출-종묘비	BSEEDP	천원	통계청	
양식지출-사료비	BFEEDP	천원	통계청	
양식지출-물품비	BGOODSP	천원	통계청	
양식지출-노무비	BWAGE	천원	통계청	
양식지출-광열비	BFUELP	천원	통계청	
양식지출-어구구입 보수비용 등	BGEARP	천원	통계청	
양식지출-기타	BCOST_ETC	천원	계산(통계청)	
양식어가 어로지출	BEXPENS_A	천원	통계청	

▶ 어가경제지표 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
수산업 총생산량	Q	톤	계산(통계청)	어로+양식
수산업 총수출량	X	톤	계산(한국무역협회)	어로+양식
수산업 총수입량	M	톤	계산(한국무역협회)	어로+양식
수산업 총소비량	C	톤	계산	생산량+수입량-수출량
수산업 총 생산금액	R	천원	계산(통계청)	어로+양식
어로 어가	어로어업 총수입	A_R	천원	통계청
	어가소득	AHINC	천원	통계청
	어업소득	AINC	천원	통계청
	어업외소득	AN_INC	천원	통계청
	어업경영비	ATCOST	천원	통계청
	어로어업 부가가치(명목)	ACUADD	천원	계산(한국은행)
	어로어업 부가가치(실질)	ARCUADD	천원	계산(한국은행)
	어가수	AH	가구	통계청
	어가인구수	POP	명	통계청
	어업종사가구원수	AFAMILY	명	통계청

	변수명	변수	단위	자료출처	비고
양식 어가	양식수산물 총산출액	BR_hat	천원	계산(통계청)	
	양식어업 총수입	BR	천원	통계청	
	어가소득	BHINC	천원	통계청	
	어업소득	BINC	천원	통계청	
	어업외소득	NN_INC	천원	통계청	
	어업경영비	BTCOST	천원	통계청	
	양식어업 부가가치(명목)	BCUADD	천원	계산 (한국은행)	총산출액×부가가치율
	양식어업 부가가치(실질)	BRCUADD	천원	계산 (한국은행)	(총산출액×부가가치율)/GDP디플레이터
	어가수	BH	가구	통계청	
	어가 인구수	BPOP	명	통계청	
	어업종사가구원수	BFAMILY	명	통계청	

▶ 양식어업 넙치 관련 변수

	변수명	변수	단위	자료출처	비고
	넙치류 사육수면적	BACR11	m ²	통계청	육상수조식
	넙치류 단수	BYD11	톤/m ²	계산(통계청)	생산량/사육수면적
	넙치류 천해양식생산량	BQ11	톤	통계청	
	넙치류 천해양식생산금액	BR11	천원	통계청	
	넙치 수출량	BX11	톤	한국무역협회	
	넙치 일본 수출량	BX11_JP	톤	한국무역협회	
	넙치 기타 수출량	BX11_RE	톤	한국무역협회	
	넙치 수출금액	BEXP11	천달러	한국무역협회	
	넙치 일본 수출금액	BEXP11_JP	천달러	한국무역협회	
	넙치 기타 수출금액	BEXP11_RE	천달러	한국무역협회	
	넙치 수출단가	BEP11	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
	넙치 일본 수출단가	BEP11_JP	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
	넙치 기타 수출단가	BEP11_RE	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량

변수명	변수	단위	자료출처	비고
넙치 수출관세율(일본)	BTEX11_JP	%	관세청	
넙치 수입량	BM11	톤	한국무역협회	
넙치 수입금액	BIMP11	천달러	한국무역협회	
넙치 수입단가	BMP11	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
넙치 총공급량	BTS11	톤	계산	생산량+수입량
넙치 수요량(소비량)	BD11	톤	계산	생산량+수입량-수출량
넙치 총수요량	BTD11	톤	계산	수요량+수출량
넙치 1인당 수요량	BPERD11	톤	계산	수요량/인구
넙치류 생산단가	BNFP11	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
넙치류 도매가격	BNWP11	원/kg	계산(수산업관측센터)	가격전환율
육상 넙치 건당 소요액	BCOST11	천원	통계청	
일본 자연산 넙치 생산량	Q11_JP	톤	일본 수산청	

▶ 양식어업(조피볼락) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
조피볼락 사육수면적	BACR12	m ²	통계청	
조피볼락 단수	BYD12	톤/m ²	계산(통계청)	생산량/사육수면적
조피볼락 천해양식생산량	BQ12	톤	통계청	
조피볼락 천해양식생산금액	BR12	천원	통계청	
조피볼락 총공급량	BTS12	톤	계산	생산량+수입량
조피볼락 수요량(소비량)	BD12	톤	계산	생산량+수입량-수출량
조피볼락 총수요량	BTD12	톤	계산	수요량+수출량
조피볼락 1인당 수요량	BPERD12	톤	계산	수요량/인구
조피볼락 생산단가	BNFP12	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
조피볼락 도매가격	BNWP12	원/kg	계산(수산업관측센터)	가격전환율
해상 조피볼락 건당 소요액	BCOST12	천원	통계청	

▶ 양식어업(굴) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
굴 양식면적	BACR31	ha	통계청	
굴 단수	BYD31	톤/ha	계산(통계청)	생산량/양식면적
굴 천해양식생산량	BQ31	톤	통계청	
굴 천해양식생산금액	BR31	천원	통계청	
굴 수출관세율(일본)	BTEX31_JP	%	관세청	냉동굴 기준
굴 수출관세율(미국)	BTEX31_US	%	관세청	냉동굴 기준
굴 수출량	BX31	톤	한국무역협회	
굴 일본 수출량	BX31_JP	톤	한국무역협회	
굴 미국 수출량	BX31_US	톤	한국무역협회	
굴 기타 수출량	BX31_RE	톤	한국무역협회	
굴 수출금액	BEXP31	천달러	한국무역협회	
굴 일본 수출금액	BEXP31_JP	천달러	한국무역협회	
굴 미국 수출금액	BEXP31_US	천달러	한국무역협회	
굴 기타 수출금액	BEXP31_RE	천달러	한국무역협회	
굴 수출단가	BEP31	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
굴 일본 수출단가	BEP31_JP	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
굴 미국 수출단가	BEP31_US	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
굴 기타 수출단가	BEP31_RE	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
굴 수입량	BM31	톤	한국무역협회	
굴 수입금액	BIMP31	천달러	한국무역협회	
굴 수입단가	BMP31	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
굴 수입관세율(중국)	BTEM31_CN	%	관세청	
굴 총공급량	BTS31	톤	계산	생산량+수입량
굴 수요량(소비량)	BD31	톤	계산	생산량+수입량-수출량

변수명	변수	단위	자료출처	비고
굴 총수요량	BTD31	톤	계산	수요량+수출량
굴 1인당 수요량	BPERD31	톤	계산	수요량/인구
굴 생산단가	BNFP31	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
굴(상품) 소매가격	BNCP31	원/kg	한국농수산물유통공사	
굴 수하식 건당 소요액	BCOST31	천원	통계청	
일본 굴 생산량	Q31_JP	톤	일본 수산청	

▶ 양식어업(전복) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
전복 양식면적	BACR32	ha	통계청	
전복 단수	BYD32	톤/ha	계산(통계청)	생산량/양식면적
전복 천해양식생산량	BQ32	톤	통계청	
전복 천해양식생산금액	BR32	천원	통계청	
전복 수출량	BX32	톤	한국무역협회	
전복 일본 수출량	BX32_JP	톤	한국무역협회	
전복 기타 수출량	BX32_RE	톤	한국무역협회	
전복 수출금액	BEXP32	천달러	한국무역협회	
전복 일본 수출금액	BEXP32_JP	천달러	한국무역협회	
전복 기타 수출금액	BEXP32_RE	천달러	한국무역협회	
전복 수출단가	BEP32	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
전복 일본 수출단가	BEP32_JP	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
전복 기타 수출단가	BEP32_RE	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
전복 수출관세율(일본)	BTEX32_JP	%	관세청	
전복 수입량	BM32	톤	한국무역협회	
전복 수입금액	BIMP32	천달러	한국무역협회	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
전복 수입단가	BMP32	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
전복 수입관세율(필리핀)	BTEM32_PL	%	관세청	
전복 총공급량	BTS32	톤	계산	생산량+수입량
전복 수요량(소비량)	BD32	톤	계산	생산량+수입량-수출량
전복 총수요량	BTD32	톤	계산	수요량+수출량
전복 1인당 수요량	BPERD32	톤	계산	수요량/인구
전복 생산단가	BNFP32	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
전복 도매가격	BNWP32	원/kg	계산(수산업관측센터)	가격전환율
전복 해상가두리 건당 소요액	BCOST32	천원	통계청	
일본 전복 도매가격	NWP32_JP	엔/kg	수산업관측센터	

▶ 양식어업(홍합) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
홍합 양식면적	BACR33	ha	통계청	
홍합 단수	BYD33	톤/ha	계산(통계청)	생산량/양식면적
홍합 천해양식생산량	BQ33	톤	통계청	
홍합 천해양식생산금액	BR33	천원	통계청	
홍합 수출량	BX33	톤	한국무역협회	
홍합 수출금액	BEXP33	톤	한국무역협회	
홍합 수출단가	BEP33	톤	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
홍합 수입량	BM33	톤	한국무역협회	
홍합 중국 수입량	BM33_CN	톤	한국무역협회	
홍합 뉴질랜드 수입량	BM33_NZ	톤	한국무역협회	
홍합 기타 수입량	BM33_RE_1	톤	한국무역협회	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
홍합 수입금액	BIMP33	천달러	한국무역협회	
홍합 중국 수입금액	BIMP33_CN	천달러	한국무역협회	
홍합 뉴질랜드 수입금액	BIMP33_NZ	천달러	한국무역협회	
홍합 기타 수입금액	BIMP33_RE	천달러	한국무역협회	
홍합 수입단가	BMP33	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
홍합 중국 수입단가	BMP33_CN	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
홍합 뉴질랜드 수입단가	BMP33_NZ	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
홍합 기타 수입단가	BMP33_RE	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
홍합 수입관세율(중국)	BTEM33_CN	%	관세청	
홍합 총공급량	BTD32	톤	계산	생산량+수입량
홍합 수요량(소비량)	BPERD32	톤	계산	생산량+수입량-수출량
홍합 총수요량	BNFP32	톤	계산	수요량+수출량
홍합 1인당 수요량	BNWP32	톤	계산	수요량/인구
홍합 생산단가	BNFP33	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
홍합 도매가격	BNWP33	원/kg	계산(수산업관측센터)	가격전환율
홍합 건당 소요액	BCOST33	천원	통계청	

▶ 양식어업(우렁챙이) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
우렁챙이 양식면적	BACR51	ha	통계청	
우렁챙이 단수	BYD51	톤/ha	계산(통계청)	생산량/양식면적
우렁챙이 천해양식생산량	BQ51	톤	통계청	
우렁챙이 천해양식생산금액	BR51	천원	통계청	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
우렁챙이 수출량	BX51	톤	한국무역협회	
우렁챙이 수출금액	BEXP51	천달러	한국무역협회	
우렁챙이 수출단가	BEP51	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
우렁챙이 수입량	BM51	톤	한국무역협회	
우렁챙이 수입금액	BIMP51	천달러	한국무역협회	
우렁챙이 수입단가	BMP51	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
우렁챙이 수입 관세율(일본)	BTEM51_JP	%	관세청	
우렁챙이 총공급량	BTS51	톤	계산	생산량+수입량
우렁챙이 수요량(소비량)	BD51	톤	계산	생산량+수입량-수출량
우렁챙이 총수요량	BTD51	톤	계산	수요량+수출량
우렁챙이 1인당 수요량	BPERD51	톤	계산	수요량/인구
우렁챙이 생산단가	BNFP51	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
우렁챙이 도매가격	BNWP51	원/kg	계산(수산업관측센터)	가격전환율
우렁챙이 건당 소요액	BCOST51	천원	통계청	

▶ 양식어업(김) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
김 양식면적	BACR61	ha	통계청	
김 단수	BYD61	톤/ha	계산(통계청)	생산량/양식면적
김 천해양식생산량	BQ61	톤	통계청	
김 천해양식생산금액	BR61	천원	통계청	
김 수출량	BX61	톤	한국무역협회	
김 미국 수출량	BX61_US	톤	한국무역협회	
김 일본 수출량	BX61_JP	톤	한국무역협회	
김 중국 수출량	BX61_CN	톤	한국무역협회	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
김 태국 수출량	BX61_TH	톤	한국무역협회	
김 기타 수출량	BX61_RE	톤	한국무역협회	
김 수출금액	BEXP61	천달러	한국무역협회	
김 미국 수출금액	BEXP61_US	천달러	한국무역협회	
김 일본 수출금액	BEXP61_JP	천달러	한국무역협회	
김 중국 수출금액	BEXP61_CN	천달러	한국무역협회	
김 태국 수출금액	BEXP61_TH	천달러	한국무역협회	
김 기타 수출금액	BEXP61_RE	천달러	한국무역협회	
김 수출단가	BEP61	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
김 미국 수출단가	BEP61_US	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
김 일본 수출단가	BEP61_JP	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
김 중국 수출단가	BEP61_CN	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
김 태국 수출단가	BEP61_TH	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
김 기타 수출단가	BEP61_RE	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
김 수출 관세율(미국)	BTEX61_US	%	관세청	
김 수출 관세율(일본)	BTEX61_JP	%	관세청	
김 수출 관세율(중국)	BTEX61_CN	%	관세청	
김 수출 관세율(태국)	BTEX61_TH	%	관세청	
김 수입량	BM61	톤	한국무역협회	
김 수입금액	BIMP61	천달러	한국무역협회	
김 수입단가	BMP61	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
김 총공급량	BTS61	톤	계산	생산량+수입량
김 수요량(소비량)	BD61	톤	계산	생산량+수입량-수출량
김 총수요량	BDT61	톤	계산	수요량+수출량
김 1인당 수요량	BPERD61	톤	계산	수요량/인구
김 생산단가	BNFP61	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
마른김(종품) 소매가격	BNCP61	원/kg	한국농수산물유통공사	물김기준 환산
김 부류식 건당 소요액	BCOST61	천원	통계청	
일본 대중국 김 수입량	M61_JPtCN	톤	UN Comtrade	HS 200899

▶ 양식어업(미역) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
미역 양식면적	BACR62	ha	통계청	
미역 단수	BYD62	톤/ha	계산(통계청)	생산량/양식면적
미역 천해양식생산량	BQ62	톤	통계청	
미역 천해양식생산금액	BR62	천원	통계청	
미역 수출량	BX62	톤	한국무역협회	
미역 중국 수출량	BX62_CN	톤	한국무역협회	
미역 일본 수출량	BX62_JP	톤	한국무역협회	
미역 기타 수출량	BX62_RE	톤	한국무역협회	
미역 수출금액	BEXP62	천달러	한국무역협회	
미역 중국 수출금액	BEXP62_CN	천달러	한국무역협회	
미역 일본 수출금액	BEXP62_JP	천달러	한국무역협회	
미역 기타 수출금액	BEXP62_RE	천달러	한국무역협회	
미역 수출단가	BEP62	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
미역 중국 수출단가	BEP62_CN	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
미역 일본 수출단가	BEP62_JP	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
미역 기타 수출단가	BEP62_RE	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
미역 수출 관세율(중국)	BTEX62_CN	%	관세청	
미역 수출 관세율(일본)	BTEX62_JP	%	관세청	
미역 수입량	BM62	톤	한국무역협회	
미역 수입금액	BIMP62	천달러	한국무역협회	
미역 수입단가	BMP62	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
미역 수입 관세율(중국)	BTEM62_CN	%	관세청	
미역 총공급량	BTS62	톤	계산	생산량+수입량
미역 수요량(소비량)	BD62	톤	계산	생산량+수입량-수출량
미역 총수요량	BTD62	톤	계산	수요량+수출량

변수명	변수	단위	자료출처	비고
미역 1인당 수요량	BPERD62	톤	계산	수요량/인구
미역 생산단가	BNFP62	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
건미역(상품) 소매가격	BNCP62	원/kg	한국농수산식품유통공사	물미역기준 환산
미역 건당 소요액	BCOST62	천원	통계청	
일본 미역 생산량	Q62_JP	톤	일본 수산청	

▶ 양식어업(다시마) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
다시마 양식면적	BACR63	ha	통계청	
다시마 단수	BYD63	톤/ha	계산(통계청)	생산량/양식면적
다시마 천해양식생산량	BQ63	톤	통계청	
다시마 천해양식생산금액	BR63	천원	통계청	
다시마 수출량	BX63	톤	한국무역협회	
다시마 수출금액	BEXP63	천달러	한국무역협회	
다시마 수출단가	BEP63	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
다시마 수입량	BM63	톤	한국무역협회	
다시마 수입금액	BIMP63	천달러	한국무역협회	
다시마 수입단가	BMP63	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
다시마 총공급량	BTS63	톤	계산	생산량+수입량
다시마 수요량(소비량)	BD63	톤	계산	생산량+수입량-수출량
다시마 총수요량	BTD63	톤	계산	수요량+수출량
다시마 1인당 수요량	BPERD63	톤	계산	수요량/인구
다시마 생산단가	BNFP63	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
건다시마 도매가격	BNWP63	원/kg	한국농수산식품유통공사	생다시마기준 환산
다시마 건당 소요액	BCOST63	천원	통계청	

▶ 전체 양식어업 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
천해양식 총생산량	BTQ	톤	통계청	
양식수산물 총수출량	BTX	톤	계산(통계청)	생산량/양식면적
양식수산물 총수입량	BTM	톤	계산(한국무역협회)	
양식수산물 총소비량	BSD	톤	계산	생산량+수입량-수출량
양식수산물 평균산지가격	BTNFP	원/kg	계산(통계청)	가중평균
양식수산물 총산출액	BTR	천원	계산(통계청)	

▶ 어로어업(어류) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면 어류 어업비용	ACOST1	천원	통계청	
일반해면 어류 어선척수	AN1	척	통계청	생산량/양식면적
일반해면 어류 연평균 어로일수	AFD1	일	통계청	
일반해면 어류 어획노력량	AEFFORT1		계산(통계청)	어선척수×어로일수
일반해면 어류 CPUE	ACPUE1		계산(통계청)	생산량/어획노력량
일반해면 어류 생산량	AQ1	톤	통계청	
일반해면 어류 생산금액	AR1	천원	통계청	
일반해면 어류 연평균 유형고정자산	AK1	천원	통계청	
일반해면 어류 연평균 종사자수	AL1	명	통계청	
일반해면 어류 자본집약도	AKL1		계산(통계청)	
일반해면 어류 생산단가	ANFP1	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
어류 수출량	X1	톤	한국무역협회	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
어류 수출금액	EXP1	천달러	한국무역협회	
어류 수출단가	EP1	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
어류 수입량	M1	톤	한국무역협회	
어류 수입금액	IMP1	천달러	한국무역협회	
어류 수입단가	MP1	달러/kg	계산(한국무역협회)	수입금액/수입량
어류 기말재고량	INV1	톤	한국농촌경제연구원	
어류 총 생산량	TQ1	톤	계산	일반해면+원양+내수면
어류 소비량	D1	톤	계산	(생산량+수입량+전기재고)-수출량-당월재고
어류 소비자물가지수	CPI1	지수	통계청	2015=100
원양어업 어류 입어척수	CACN1	척	원양산업통계연보	
원양어업 어류 입어료	CCOST1	달러	원양산업통계연보	
원양어업 어류 척당 입어료	CCOSTN1	달러/척	계산(원양산업통계연보)	입어료/입어척수
원양어업 CPUE	CCPUE1		계산(통계청)	생산량/어획노력량
원양어업 어류 어선통수	CTON1	톤	통계청	
원양어업 어류 생산량	CQ1	톤	통계청	수입금액/수입량
원양어업 어류 생산금액	CR1	천원	통계청	
원양어업 어류 생산단가	CNFP1	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
내수면어업 어류 생산량	DQ1	톤	통계청	
내수면어업 어류 생산금액	DR1	천원	통계청	
내수면어업 어류 생산단가	DNFP1	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
내수면양식 어류 건당 영어자금 소요액(전체)	DCOST1	천원	통계청	

▶ 어로어업(갑각류) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면 갑각류 어업비용	ACOST2	천원	통계청	
일반해면 갑각류 어선척수	AN2	척	통계청	
일반해면 갑각류 연평균 어로일수	AFD2	일	통계청	
일반해면 갑각류 어획노력량	AEFFORT2		계산(통계청)	어선척수×어로일수
일반해면 갑각류 CPUE	ACPUE2		계산(통계청)	생산량/어획노력량
일반해면 갑각류 생산량	AQ2	톤	통계청	
일반해면 갑각류 생산금액	AR2	천원	통계청	
일반해면 갑각류 연평균 유형고정자산	AK2	천원	통계청	
일반해면 갑각류 연평균 종사자수	AL2	명	통계청	
일반해면 갑각류 자본집약도	AKL2		계산(통계청)	
일반해면 갑각류 생산단가	ANFP2	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
원양어업 갑각류 입어척수	CACN2	척	원양산업통계연보	
원양어업 갑각류 입어료	CCOST2	달러	원양산업통계연보	
원양어업 갑각류 척당 입어료	CCOSTN2	달러/척	계산(원양산업통계연보)	입어료/입어척수
원양어업 CPUE	CCPUE2		계산(통계청)	생산량/어획노력량
원양어업 갑각류 어선통수	CTON2	톤	통계청	
원양어업 갑각류 생산량	CQ2	톤	통계청	
원양어업 갑각류 생산금액	CR2	천원	통계청	
원양어업 갑각류 생산단가	CNFP2	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
내수면어업 갑각류 생산량	DQ2	톤	통계청	
내수면어업 갑각류 생산금액	DR2	천원	통계청	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
내수면어업 갑각류 생산단가	DNFP2	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
내수면양식 갑각류 건당 영어자금 소요액	DCOST2	천원	통계청	
갑각류 수출량	X2	톤	한국무역협회	
갑각류 수출금액	EXP2	천달러	한국무역협회	
갑각류 수출단가	EP2	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
갑각류 수입량	M2	톤	한국무역협회	
갑각류 수입금액	IMP2	천달러	한국무역협회	
갑각류 수입단가	MP2	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
갑각류 총 생산량	TQ2	톤	계산	일반해면+원양+내수면
갑각류 소비량	D2	톤	계산	생산량+수입량-수출량
갑각류 소비자물가지수	CPI2	지수	통계청	수산물 물가지수

▶ 어로어업(패류) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면 패류 어업비용	ACOST3	천원	통계청	
일반해면 패류 어선척수	AN3	척	통계청	
일반해면 패류 연평균 어로일수	AFD3	일	통계청	
일반해면 패류 어획노력량	AEFFORT3		계산(통계청)	어선척수×어로일수
일반해면 패류 CPUE	ACPUE3		계산(통계청)	생산량/어획노력량
일반해면 패류 생산량	AQ3	톤	통계청	
일반해면 패류 생산금액	AR3	천원	통계청	
일반해면 패류 연평균 유형고정자산	AK3	천원	통계청	
일반해면 패류 연평균 종사자수	AL3	명	통계청	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면 패류 자본집약도	AKL3		계산(통계청)	
일반해면 패류 생산단가	ANFP3	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
내수면어업 패류 생산량	DQ3	톤	통계청	
내수면어업 패류 생산금액	DR3	천원	통계청	
내수면어업 패류 생산단가	DNFP3	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
내수면양식 패류 건당 영어자금 소요액	DCOST3	천원	통계청	
패류 수출량	X3	톤	한국무역협회	
패류 수출금액	EXP3	천달러	한국무역협회	
패류 수출단가	EP3	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
패류 수입량	M3	톤	한국무역협회	
패류 수입금액	IMP3	천달러	한국무역협회	
패류 수입단가	MP3	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
패류 총 생산량	TQ3	톤	통계청	일반해면+내수면
패류 소비량	D3	톤	계산	생산량+수입량-수출량
패류 소비자물가지수	CPI3	지수	통계청	수산물 물가지수

▶ 어로어업(연체동물류) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면 연체동물류 어업비용	ACOST4	천원	통계청	
일반해면 연체동물류 어선척수	AN4	척	통계청	
일반해면 연체동물류 연평균 어로일수	AFD4	일	통계청	
일반해면 연체동물류 어획노력량	AEFFORT4		계산(통계청)	어선척수×어로일수
일반해면 연체동물류 CPUE	ACPUE4		계산(통계청)	생산량/어획노력량
일반해면 연체동물류 생산량	AQ4	톤	통계청	
일반해면 연체동물류 생산금액	AR4	천원	통계청	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면 연체동물류 연평균 유형고정자산	AK4	천원	통계청	
일반해면 연체동물류 연평균 종사자수	AL4	명	통계청	
일반해면 연체동물류 자본집약도	AKL4		계산(통계청)	
일반해면 연체동물류 생산단가	ANFP4	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
원양어업 연체동물류 입어척수	CACN4	척	원양산업통계연보	
원양어업 연체동물류 입어료	CCOST4	달러	원양산업통계연보	
원양어업 연체동물류 척당 입어료	CCOSTN4	달러/척	계산(원양산업통계연보)	입어료/입어척수
원양어업 CPUE	CCPUE4		계산(통계청)	생산량/어획노력량
원양어업 연체동물류 어선통수	CTON4	톤	통계청	
원양어업 연체동물류 생산량	CQ4	톤	통계청	
원양어업 연체동물류 생산금액	CR4	천원	통계청	
원양어업 연체동물류 생산단가	CNFP4	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
연체동물류 수출량	X4	톤	한국무역협회	
연체동물류 수출금액	EXP4	천달러	한국무역협회	
연체동물류 수출단가	EP4	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
연체동물류 수입량	M4	톤	한국무역협회	
연체동물류 수입금액	IMP4	천달러	한국무역협회	
연체동물류 수입단가	MP4	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
연체동물류 재고량	INV4	톤	한국농촌경제연구원	패류 재고량
연체동물류 총 생산량	TQ4	톤	통계청	일반해면+원양
연체동물류 소비량	D4	톤		생산량+수입량-수출량
연체동물류 소비자물가지수	CPI4	지수	통계청	

▶ 어로어업(기타수산동물) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면 기타수산동물 생산량	AQ5	톤	통계청	
일반해면 기타수산동물 생산금액	AR5	천원	통계청	
일반해면 기타수산동물 생산단가	ANFP5	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
내수면어업 기타수산동물 생산량	DQ5	톤	통계청	
내수면어업 기타수산동물 생산금액	DR5	천원	통계청	
내수면어업 기타수산동물 생산단가	DNFP5	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
내수면양식 기타수산동물 건당 영어자금 소요액	DCOST5	천원	통계청	
기타수산동물 수출량	X5	톤	한국무역협회	
기타수산동물 수출금액	EXP5	천달러	한국무역협회	
기타수산동물 수출단가	EP5	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
기타수산동물 수입량	M5	톤	한국무역협회	
기타수산동물 수입금액	IMP5	천달러	한국무역협회	
기타수산동물 수입단가	MP5	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
기타수산동물 총 생산량	TQ5	톤	통계청	일반해면+내수면
기타수산동물 소비량	D5	톤	-	생산량+수입량-수출량
기타수산동물 소비자물가지수	CPI5	지수	통계청	

▶ 어로어업(해조류) 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면 해조류 생산량	AQ6	톤	통계청	
일반해면 해조류 생산금액	AR6	천원	통계청	

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면 해조류 생산단가	ANFP6	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
내수면어업 해조류 생산량	DQ6	톤	통계청	
내수면어업 해조류 생산금액	DR6	천원	통계청	
내수면어업 해조류 생산단가	DNFP6	원/kg	계산(통계청)	생산금액/생산량
해조류 수출량	X6	톤	한국무역협회	
해조류 수출금액	EXP6	천달러	한국무역협회	
해조류 수출단가	EP6	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
해조류 수입량	M6	톤	한국무역협회	
해조류 수입금액	IMP6	천달러	한국무역협회	
해조류 수입단가	MP6	달러/kg	계산(한국무역협회)	수출금액/수출량
해조류 총 생산량	TQ6	톤	통계청	일반해면+내수면
해조류 소비량	D6	톤	-	생산량+수입량-수출량
해조류 소비지물가지수	CPI6	지수	통계청	

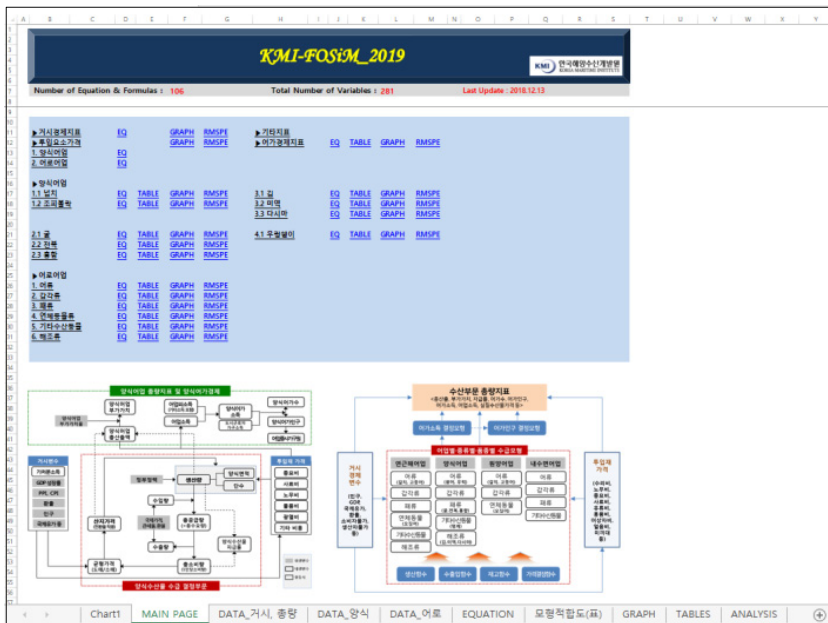
▶ 어로어업 산업별 변수

변수명	변수	단위	자료출처	비고
일반해면어업 총생산량	ATQ	톤	계산	부류별 생산량 합계
일반해면어업 총생산금액	ATR	천원	계산	부류별 생산금액 합계
일반해면 평균 산지가격	ATNFP	원/kg	계산	총생산금액/총생산량
원양어업 총생산량	CTQ	톤	계산	부류별 생산량 합계
원양어업 총생산금액	CTR	천원	계산	부류별 생산금액 합계
원양어업 평균 산지가격	CTNFP	원/kg	계산	총생산금액/총생산량
내수면어업 총생산량	DTQ	톤	계산	부류별 생산량 합계
내수면어업 총생산금액	DTR	천원	계산	부류별 생산금액 합계
내수면어업 평균 산지가격	DTNFP	원/kg	계산	총생산금액/총생산량

부록 2. KMI-FOSiM 엑셀 운용 프로그램⁷⁰⁾

▶ KMI-FOSiM 개요

- KMI-FOSiM은 한국 수산부문 전망을 목적으로 한국해양수산개발원에서 개발한 계량경제학적 시뮬레이션 모형으로, 1차년도 연구에서는 양식업에 한정하여 전망모형을 구축하였으며, 2차년도 연구에서는 수산업 전반에 걸친 모형을 구축하였음

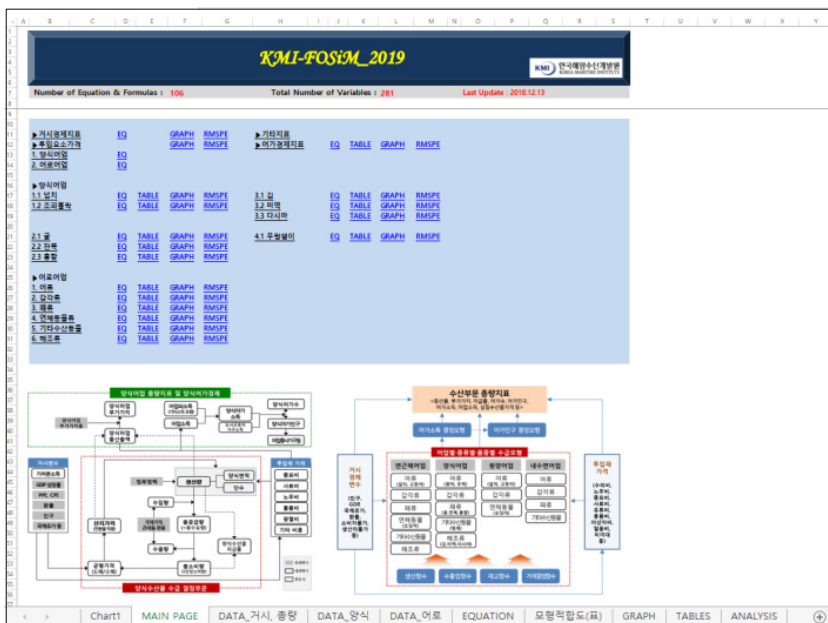


- E-VIEWS와 같은 통계패키지를 매번 이용하지 않고도 시각적·직관적으로 전망치를 도출할 수 있도록 하기 위해 E-VIEWS를 통해 추정된 결과를 스프레드시트(EXCEL)로 전환하였으며, 모

70) 엑셀 운용프로그램에 대한 설명은 1차 연도 보고서 [부록]에 제시된 내용을 일부 수정·보완하여 인용했음을 밝힌다.

▶ 메인 시트

- 메인 시트에서는 KMI-FOSiM의 전체 구조도를 게시하여 이용자가 모형의 구조를 보다 쉽게 이해하도록 하였으며, 이용자의 편의를 위해 품목별 데이터, 추정방정식, 그래프, 모형적합도 등을 바로 찾아볼 수 있도록 해당 부분을 하이퍼링크로 연결하였음
- 해당 시트에서 품목명을 선택하면 데이터시트의 각 품목별 변수로 연결되며, EQ는 방정식 시트, TABLE은 주요변수표 시트, GRAPH는 전망치가 연결된 그래프 시트, RMSPE는 모형적합도 시트로 연결되어 있음



- 데이터 시트는 세 가지 유형으로 나뉘는데, 거시경제·투입요소
가격·어가경제지표 및 전체 총량변수가 입력된 ‘DATA_거시,
총량’과 양식어업 품목별 내·외생변수들이 입력되어 있는
‘DATA_양식’, 어로어업 부류별 내·외생변수들이 입력된
‘DATA_어로’ 시트가 있음

- 해당 시트에는 방정식 시트에서 도출된 내생변수가 전망치로 연결되어 있으며, 이러한 내생 변수와 달리 항등식 관계에서 도출되는 변수는 데이터 시트 내에서 계산이 이루어짐

217 ▾

▶ 방정식 시트

- 방정식 시트에는 EVIEWS로 추정한 개별 방정식의 추정 결과가 입력되어 있으며 시트 내에서 추정치가 계산됨. 개별 방정식의 내·외생변수들은 데이터 시트의 통계 자료와 연결되어 있어 매년 추정치가 산출됨
- 기준연도의 전망치와 실제값의 오차는 조정계수(ADJUSTMENT)를 적용하며, 전망치의 오차값은 마지막 실측치에서의 오차값을 적용함
- 방정식 시트에서도 예측력 검정 결과를 바로 확인할 수 있도록 각 방정식별로 RMSPE, MAPE, Theil's 불균등계수 값이 산출됨

BA1754																
	A	B	C	D	E	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	2019	2020
1725	1	106	1 어류 소비자가격(소비자물가지수)			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018				
1726			Dependent Variable: LOG(CPI1)													
1727																
1728			-4.6265 C			-4.6265	-4.6265	-4.6265	-4.6265	-4.6265	-4.6265	-4.6265	-4.6265	-4.6265	-4.6265	-4.6265
1729			-0.7298 LOG(D1/POP*1000)			-2.6377	-2.6164	-2.6415	-2.6639	-2.6833	-2.7081	-2.7252	-2.7440	-2.7600		
1730			1.1743 LOG(DINC/CP1*100)			11.7945	11.8132	11.8291	11.8749	11.9199	11.9517	11.9956	12.0294	12.0601		
1731			-0.2058 DUM00			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
1732			SUM			4.5303	4.5702	4.5611	4.5844	4.6100	4.6171	4.6438	4.6589	4.6736		
1733			ADJUSTMENT			0.0231	-0.0085	0.0289	0.0207	0.0039	-0.0010	-0.0298	-0.0298	-0.0298	-0.0298	-0.0298
1734			ESTIMATE			4.5534	4.5617	4.5900	4.6052	4.6139	4.6161	4.6139	4.6290	4.6438		
1735			ACTUAL			4.5534	4.5617	4.5900	4.6052	4.6139	4.6161	4.6139	4.6290	4.6438		
1736			R-squared		0.931											
1737			RMSPE		2.08			0.0008	0.0004	0.0000	0.0000	0.0009				
1738			MAPE		1.68			0.0285	0.0205	0.0039	0.0010	0.0303				
1739			Theil's U		0.01			7.9	4.2	0.2	0.0	9.3				
1740								9155.8	9593.7	10097.4	10241.0	10802.8				
1741								9700.3	10000.0	10176.8	10221.2	10176.8				
1742			일반재면역어업 어류 산자가격													
1743			Dependent Variable: ANFP1													
1744																
1745			144.0 C			144.04	144.04	144.04	144.04	144.04	144.04	144.04	144.04	144.04		
1746			30.6 CPI1			2906.44	2930.93	3014.80	3061.02	3087.96	3094.69	3087.96	3134.92	3181.45		
1747			333.9 DUM94+DUM97			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
1748			SUM			3050.48	3074.97	3158.84	3205.06	3232.00	3238.73	3232.00	3278.95	3325.48		
1749			ADJUSTMENT			117.43	46.65	-67.10	-245.67	37.14	177.74	-156.68	-155.68	-155.68		
1750			ESTIMATE			3167.91	3121.61	3091.74	2959.39	3269.13	3416.47	3076.31	3123.27	3169.80		
1751			ACTUAL			3167.91	3121.61	3091.74	2959.39	3269.13	3416.47	3076.31	3123.27	3169.80		
1752			R-squared		0.985											
1753			RMSPE		5.05			0.0005	0.0069	0.0001	0.0027	0.0026				
1754			MAPE		4.37			0.0217	0.0830	0.0114	0.0520	0.0506				
1755			Theil's U		0.02			4502.0623	60352.0123	1379.1323	31590.3717	24237.0439				
1756								*****	*****	*****	*****	*****				
1757								*****	*****	*****	*****	*****				
1758			일반재면역어업 어류 산자가격													

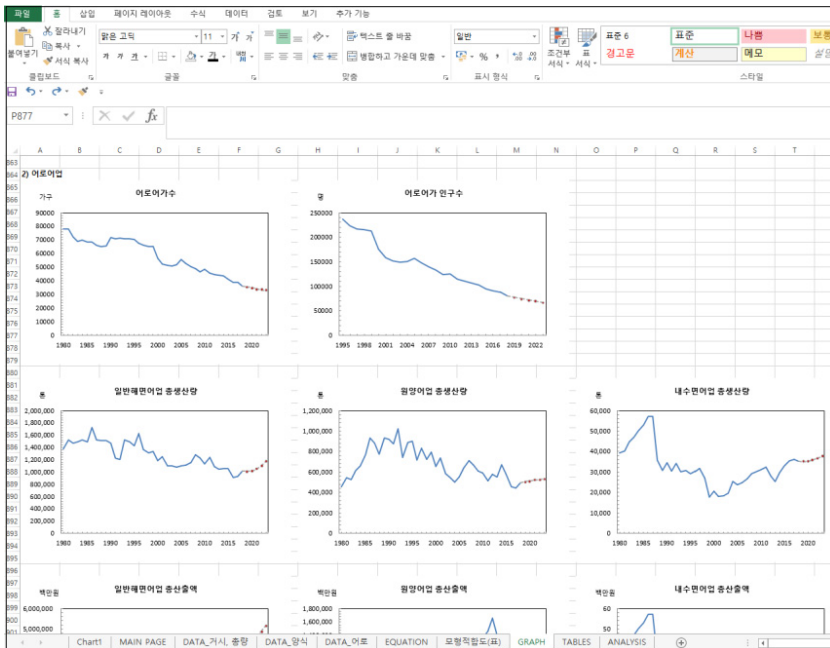
▶ 모형적합도 시트

- 추정된 개별 방정식의 적합성을 검정하기 위한 시트로, RMSPE (Root Mean Square Percentage Error), MAPE(Mean Absolute Percentage Error), Theil's U값 등을 산출하여 모형의 예측력을 점검함

파일 편집 레이아웃 서식 보기 추가 기능														
문헌 목록			10 개			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필수요소 섹션			표준			표준		
문헌 목록			필수요소 섹션			필								

▶ 그래프 시트

- 그래프 시트에서는 품목별 주요 변수의 실제치와 전망치를 연결한 그래프를 확인할 수 있으며, 해당 시트를 통해 개별 전망치의 적합성을 시각적으로 판단할 수 있음



▶ 시나리오 분석 시트

- 시나리오 분석 시트에 기준예측치를 입력하여 시나리오 분석으로 도출된 전망치와 비교 분석할 수 있음
- 해당 시트는 테이블 시트와 연동되어 있으며 시나리오 분석 시 주요 변수의 변동률을 직관적으로 파악할 수 있음

	18	19	20	21	22	23	연평균 증감률 (18~23)	18	19	20	21	22
A1												
28 A1 이름												
29 일반화된 어획노력량	211,600	206,533	204,988	210,095	221,063	235,847	2.2	0.0%	0.0%	0.2%	0.4%	0.8%
30 일반화된 CPUe	3,541.8	3,541.8	3,541.8	3,541.8	3,541.8	3,541.8	0.0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
31 일반화된 생산량	749,438	731,493	726,820	744,108	782,953	835,315	2.2	0.0%	0.0%	0.2%	0.4%	0.8%
32 중앙 생산량	420,783	432,716	439,304	448,639	452,305	455,694	1.6	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.3%
33 내부순 생산량	27,641	26,991	26,553	26,348	26,239	26,183	-1.1	0.0%	0.0%	0.1%	0.3%	0.5%
34 총생산량	1,197,842	1,191,200	1,191,876	1,219,995	1,261,498	1,317,182	1.9	0.0%	0.0%	0.1%	0.3%	0.6%
35 수출량	511,642	509,817	508,114	510,179	514,565	517,261	0.2	0.0%	-0.1%	-0.2%	-0.3%	-0.4%
36 수입량	1,503,093	1,577,311	1,645,494	1,712,233	1,779,685	1,846,507	4.2	0.0%	-1.4%	-2.5%	-3.5%	-4.6%
37 자본재가격	263,800	281,883	303,583	331,651	368,206	415,600	9.5	0.0%	-0.8%	-2.0%	-3.6%	-5.4%
38 소비재가격	100.86	101.77	102.82	103.38	103.70	103.80	0.6	0.0%	0.6%	1.1%	1.5%	1.9%
39 일반화된 산지가격	3.076	3.104	3.136	3.153	3.163	3.166	0.6	0.0%	0.6%	1.1%	1.5%	1.9%
40 중앙 산지가격	2.389	2.389	2.414	2.427	2.434	2.436	0.6	0.0%	0.6%	1.1%	1.5%	1.9%
41 내부순 산지가격	15.398	15.526	15.677	15.758	15.805	15.818	0.5	0.0%	0.6%	1.0%	1.4%	1.8%
A2												
42 일반화된 어획노력량	185,344	196,575	203,132	209,764	219,143	229,770	4.4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
43 일반화된 CPUe	0.4021	0.4051	0.4070	0.4075	0.4087	0.4095	0.4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
44 일반화된 생산량	74,528	79,617	82,676	85,469	89,563	94,080	4.8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
45 중앙 생산량	36,081	31,399	31,999	33,826	33,074	31,633	-1.4	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
46 내부순 생산량	257	247	241	249	246	245	-0.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
47 총생산량	110,866	111,283	116,916	119,544	122,883	127,958	2.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
48 수출량	29,742	29,536	29,331	29,182	29,066	28,919	-0.6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
49 수입량	259,676	286,517	304,220	329,405	356,364	383,536	8.1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
50 소비재가격	102.86	105.99	109.29	112.60	116.00	119.53	3.0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
51 일반화된 산지가격	8.343	8.514	8.696	8.877	9.064	9.257	2.1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
52 내부순 산지가격	14,004	17,828	18,396	18,743	17,656	17,598	4.7	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A3												
53 일반화된 어획노력량	29,140	28,136	28,325	28,802	29,407	30,090	0.6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
54 일반화된 CPUe	3.2602	3.2602	3.2602	3.2602	3.2602	3.2602	0.0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
55 일반화된 생산량	95,021	92,319	92,343	93,898	95,873	98,097	0.6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

기본연구보고서 발간목록

2019년

01	한반도 평화 체제 수립 대비 해양 관련 법제도 정비 방안	최지현
02	수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」구축 연구(2차년도)	이현동
03	4차 산업혁명 시대의 스마트 어촌 구축방안 연구	박상우
04	해양수산분야 예견적 위험분석 기반구축 연구	최석우
05	연안토지의 공공적 관리 강화를 통한 연안관리 효과 제고방안	윤성순
06	선박 배출저감기술의 국내 보급·활용 촉진을 위한 제도개선 방안 연구	안용성
07	해양레저관광서비스 산업 육성방안 연구	최일선
08	주요국의 해양유전자원 관리체계 강화에 대응한 정책방안 연구	박수진
09	하천·해양 수질의 연계·통합 관리 체계 연구	장원근
10	총허용어획량(TAC) 기반 수산자원관리 강화 방안 연구	이정삼
11	우리나라 수산업·어촌의 공익적 가치 평가 및 보존에 관한 연구	류정곤
12	우리나라 원양산업의 사회적책임 실천 강화를 위한 정책연구	정명화
13	수산업 노동시장 구조 분석과 노동정책 영향분석 연구	한광석
14	우리나라 정기선 해운정책 개선 방안 연구	김태일
15	국내외 해운금융 비교를 통한 국내 해운금융 역량강화 방안 연구	전형진
16	해상 사이버 보안 대책방안 연구	박한선
17	해운산업 재건을 위한 해운기업 역량강화방안 연구	윤희성
18	국내 항만산업이 지역경제에 미치는 영향 분석: 부산항 및 주요항만을 중심으로	하태영
19	동북아 공동배출규제해역 지정 필요성 및 추진방안 연구	이기열
20	수출기업의 글로벌 공급사슬협력 수준 분석과 물류정책 개선방안 연구	김은수
21	온도조절 컨테이너의 국제물류 분석과 대응방안 연구	신수용
22	IMO 규제기반 해사산업의 글로벌 지속발전방안 연구(3/3)	박한선
23	환동해권 경제개발 및 협력방안 연구(3/5)	최나영환

2018년

01	해양환경영향평가제도의 실효성 확보를 위한 개선 연구	박수진
02	공유수면매립 정책의 개선과 전환에 관한 연구	윤성순
03	도서지역 해양관광 발전전략 연구 : 관광행태 분석을 통한 수요 대응을 중심으로	홍장원
04	양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구	김경신
05	수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축 연구(1/2) - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이현동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	양식어장 환경개선 방안에 관한 연구	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적해양사고조사체계도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 연구 - 베이징안 방법론을 중심으로	고병욱
12	해운기업 지배구조 및 비즈니스 유형과 경영성과 관계 분석	황진희
13	건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로	이연경
14	항만산업 종합통계 연구	하태영
15	항만 위험물 컨테이너 공급사슬 관리방안 연구	최나영환
16	국내 컨테이너항만의 비용함수 추정과 효율성 연구	최석우
17	환동해권 국내기업 진출사례 분석 및 개발 추진전략- 극동 러시아 지역 사례 중심으로-	이기열
18	IMO 규제기반 해사산업의 지속발전방안 연구 - 신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안(2차년도) -	박한선

수시연구보고서 발간목록

2019년

01	일본의 수산물 수입 구조 분석과 對일본 수출 전략 연구	임경희
02	수산물 위생안전을 위한 저온유통체계 구축방안 연구	장홍석
03	사업체 총조사 MD를 활용한 2016,2017 어촌지역 고용통계	한광석
04	외래 해양부착생물에 대한 선제적 대응을 위한 정책방향 연구	박수진

2018년

01	선화주조선 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	낚시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
03	국내 항만의 대기오염물질 관리정책 및 제도 개선방안	안용성
04	농·축산물 등의 관세행정 제도 개선을 통한 항만형 자유무역지역(FTZ) 활성화 방안	조지성
05	최저임금 상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
06	수산업·어촌분야 사회적 경제 활성화 방안	류정곤
07	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선연구 방안	엄선희
08	유엔 BBNJ 신 공해질서에 대응한 정책방안 연구	박수진

현안연구보고서 발간목록

2019년

01	해양관광 경쟁력 지수 개발 연구	최일선
02	고등어류 수급통계 개선방안	이남수
03	해수욕장의 사회약자 포용성 증진 방안	정지호
04	수산물품질관리사 제도 활성화 방안	황규환
05	항만지역 대기질 개선을 위한 데이터의 연계·활용방안 연구	안용성
06	한국산 수산물 글로벌 브랜드 가치 제고 방안 연구	한기욱
07	해양 플라스틱 대응을 위한 산업계 협력 방안 구상	이윤정
08	USMCA 수산분야 협정문 분석 및 시사점	안지은
09	해운 조세제도 개선 방안 연구	안영균
10	어촌뉴딜 300사업 성과평가 체계 구축	박상우
11	지역 해양수산 역량지표 개발을 위한 기초 연구	황재희
12	극동러 진출 우리 화주·물류 기업의 물류 애로사항 분석 및 개선 방안	박성준
13	수산물 원산지 거래증빙자료의 비차보관 의무 도입방안 연구	임병호

01	미얀마 국립수산대학 설립 추진 방안	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른국내 김산업 수용태세 분석- ASC 인증을 중심으로-	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구- 국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송 계약 개선방안 연구	윤재웅
06	청년 물류인력 해외진출 정주 지원사업 구상 연구	김은수
07	자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구	박혜리
08	연안토지매입 동향과 도입 가능성 검토	윤성순
09	강릉선 KTX 개통에 따른 해양관광 수용태세 개선방안 연구	최일선
10	선박관리산업 육성을 통한 청년 일자리 창출 방안 연구	최영석
11	시민 참여형 연안·해양정보 생산·활용방안	정지호
12	부산항 배후지 부가가치활동 확대를 통한 일자리 창출 연구	하태영
13	해양바이오 산업을 위한 국가연구개발사업 추진 방향 연구	한기원
14	근로시간 단축제도 시행에 따른 해양수산업 고용영향 분석	장정인
15	어린물고기 남획실태 및 보호정책 연구	이정삼
16	남북관계 개선에 따른 항만물류 부문의 협력사업 발굴	이기열
17	한국 제조기업의 SCM 역량 강화 방안에 관한 연구	신수용
18	제3자 물류산업 발전방향 연구 - 대기업 물류자회사의 역할을 중심으로	고병욱
19	신남방정책 이행 위한 우리나라-베트남 수산분야 개발협력 방안 연구	정명화
20	신 해양도시 조성 필요성 연구	최지연
21	지역 해양수산 혁신사업 발굴과 추진방향	최지연
22	학교급식의 수산물 이용 활성화 방안	문석란
23	주민주도의 에너지 자립형 어촌마을 모델 연구	박상우
24	페루 수산업 실태 및 수산 협력 방향	엄선희
25	경제 총 조사 마이크로 데이터를이용한 어촌지역 고용지표 통계생산	한광석
26	서해평화수역 조성을 위한 정책방향 연구	남정호
27	해양치유산업 육성을 통한 해양휴양·복지서비스 도입방안	홍창원
28	어촌지역재생을 통한 청년일자리 창출방안 연구	박상우
29	해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용방안 연구	이종필

30	IMO 배출가스 규제 강화에 대비한 국내 해운산업 대응 전략	이호춘
31	외래병해충에 대한 항만분야 방제체계 개선방안	최나영환
32	수산물 생산·유통분야 블록체인 기술의 도입가능성과 도입방안	고동훈

일반연구보고서 발간목록

2019년

01	양식수산물의 경영비 조사체계 구축에 관한 연구	백은영
02	딥러닝 기반의 건화물선 시황예측 연구	윤희성
03	해운-조선산업 관계분석 연구 - 컨테이너 신조발주량 예측 -	최건우
04	디지털 공급사슬 물류정보통합 구축전략 연구(Ⅰ) -디지털 공급사슬 생태계 정보통합지도 구축 중심-	최상희
05	시민 건강증진을 위한 해안관리 방향	정지호
06	우리나라 주요 국제여객항 운영체계 개선방안 연구 : 운영, 시설, 제도를 중심으로	이경한
07	북한 서해 해양관광 활성화 방안	윤인주
08	EU의 수산물 소비 특성 및 수출 전략(프랑스, 스페인을 중심으로)	김지연
09	해양수산 위성계정 기초연구(Ⅰ)	장정인
10	우리나라 해운·물류기업의 중국 자유무역시범구 활용방안 연구	김형근

2018년

01	전라남도 작은 SOC사업 활성화 방안	김근섭
02	2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
03	러시아 Arctic LNG-2 사업 참여 방안 연구	김민수
04	물류기술 R&D 추진성과 분석 연구	강무홍
05	우리나라 기업의 일대일로 물류분야 협력방안 연구	김형근
06	북한 동해 해양관광 활성화 방안	윤인주
07	해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석 연구	김민수
08	경상북도 논 생태양식 육성 방안	이상철

09	남북관계 변화에 따른 해운협력 기반 구축 방안	황진희
10	영토 권원 이론의 현대적 발전과 한계	김원희
11	동해표기 문제 연구	현대송
12	우리나라 기업의 창장물류 활용방안 연구	김형근
13	태국의 수산물 소비트렌드 분석 및 수출 전략연구	임경희
14	제주 해상풍력발전지구 제도 개선 연구	육근형
15	해양수산 분야 9브릿지 구축방안 연구	박성준
16	강원도 어촌 신활력 제고방안	박상우

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」
구축 연구(2차년도)

인 쇄 | 2019년 12월 29일 인쇄

발 행 | 2019년 12월 31일 발행

발 행 인 | 장 영 태

발 행 처 | 한국해양수산개발원

49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 | 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등 록 | 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 | 영진피앤피 (02-734-3713)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 394-0337
정가 15,000원