

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축 연구(1/2) - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -

A Study on the Development of KMI-Fisheries Outlook
and Simulation Model(FOSiM)(1/2)
- Focused on Aquaculture Forecasting Model -

2018. 12.

이헌동 | 하현정 | 성진우 | 이기영 | 강효녕 | 김대영



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진

이헌동 한국해양수산개발원 수산업관측센터 부연구위원
 하현정 한국해양수산개발원 수산업관측센터 연구원
 성진우 한국해양수산개발원 수산업관측센터 전문연구원
 이기영 한국해양수산개발원 수산업관측센터 연구원
 강효녕 한국해양수산개발원 수산업관측센터 연구원
 김대영 한국해양수산개발원 수산업관측센터 연구위원

보고서 집필 내역

연구책임자

이헌동 연구총괄, 제1장, 제2장 제1절~제4절 일부, 제3장 제1절~3절 일부, 제4장 제1절~제2절 일부, 제5장 제1절~제2절 일부

연구진

하현정 제2장 제1절~제4절 일부, 제3장 제1절~제3절 일부, 제4장 제1절~제2절 일부
 성진우 제2장 제1절 일부, 제3장 제2절 일부, 제4장 제1절 일부
 이기영 제2장 제1절 일부, 제3장 제2절 일부, 제4장 제1절 일부
 강효녕 제2장 제1절 일부, 제3장 제2절 일부, 제4장 제1절 일부
 김대영 제5장 제1절~제2절 일부

산·학·연·정 연구자문위원

김도훈 부경대학교 해양수산경영학과 교수
 남종오 부경대학교 경제학부 교수
 조재환 부산대학교 식품자원경제학과 교수
 서홍석 한국농촌경제연구원 모형정책지원팀장
 이용호 산업연구원 산업통계분석본부 박사
 옥영수 한국해양수산개발원 명예연구위원
 홍현표 한국해양수산개발원 명예연구위원
 김종모 해양수산부 서기관

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

최근 수산업을 둘러싼 대내외 여건과 정책 환경이 급변하고 있다. 수산물의 생산뿐만 아니라 수출입, 소비, 재고, 수산물 가격 등 수요와 공급을 구성하는 모든 요인들에 있어서 불확실성과 변동성이 커지고 있다. 특히 4차 산업혁명, 인구절벽, 라이프 스타일 변화 등 경제·사회·문화 전반에 큰 변혁을 예고하는 메가트렌드(Megatrend)에 직면하면서 수산업에 있어서도 미래 정책의 방향을 어떻게 설정할지가 중요한 과제로 부각되었다.

어획·양식 기술이 발전하고 산업기반이 고도화되면서 수산정책의 수립·추진과정에서도 보다 과학적이고 객관적인 방법론을 활용, 미래 수산업을 전망하기 위한 정책수요가 커지고 있다. 정부가 추진하는 수산정책이 합리성과 정당성을 확보하기 위해서는 보다 객관적이고 실증적인 연구를 통해 도출된 결과가 정책의 기초자료로 활용되어야 함은 재론할 필요도 없다. 이 같은 정책수요를 충족하기 위해서는 계량경제 기반의 전망과 정책 시뮬레이션에 특화된 모형 구축이 필수적으로 요구된다.

이러한 필요성에 따라 수산부문에서도 일반경제 및 농업분야에서 이용하는 전망모형을 독자적으로 구축하고자 하는 시도가 있었다. 2003~2004년 수산부문 최초의 전망모형(KMI-FSM) 구축과 2013년의

개편 연구가 바로 그것이다. 그러나 후속연구를 통해 전망모형을 정교하게 다듬어 가는 결실을 맺지 못하고, 아쉽게도 사장되는 결과를 초래하였다. 산업 전망모형은 구축 자체도 중요하지만, 지속적으로 모형을 운용·관리하는 기반을 마련하고 후속연구로 이를 뒷받침하는 것이 더 중요하다는 값진 교훈을 얻게 되었다.

본 연구는 이러한 교훈을 바탕으로 기존 모형과 차별화되고, 현실 설명력과 정책적 유용성이 높은 전망모형을 구축하기 위한 또 다른 시도로 평가할 수 있다. 과거 모형이 수산물을 부류별로 구분해 전망모형을 구축한 것과 비교하면 이 연구는 세부 품종별로 수급 전망을 구축한다는 점에서 큰 차이가 있다. 특히 전망모형의 운용프로그램을 엑셀(Excel) 기반으로 전환함에 따라 모형 운용·관리의 편의성과 효율성을 크게 높인 것으로 평가된다. 2개년 과제로 기획된 본 연구는 1차 연도에 양식어업에 특화된 전망모형을 구축하고, 2차 연도에는 연근해·원양·내수면 어업을 포괄하여 전체 수산부문 전망모형의 체계를 완성할 계획이다. 이 모형은 향후 수산부문 전망모형 KMI-FOSiM(Korea Maritime Institute-Fisheries Outlook and Simulation Model)으로 명명될 것이다. 그리고 한국해양수산개발원의 후속과제로 매년 운용·개편 연구가 수행될 계획이다. 아무쪼록 이 연구가 수산부문 중장기 전망과 다양한 정책 시뮬레이션에 특화된 모형으로서 해양수산부 정책 수립, 수산부문 연구 등에 널리 이용되기를 기대한다.

이 연구는 수산업관측센터 수급전망팀장으로 재직 중인 이현동 부연구위원의 책임하에 동 센터의 성진우 전문연구원, 하현정·이기영·강효

녕 연구원, 김대영 연구위원이 참여하였다. 이 보고서가 모든 연구진의 값진 노력의 결과물이지만, 특히 하현정 연구원은 무수히 반복적인 방정식 추정과 엑셀모형 운용 프로그램 구축 등에 크게 기여하였다. 아울러 본 연구의 수행과정에서 부산대 조재환 교수, 부경대 김도훈 교수 및 남종오 교수, 산업연구원 이용호 박사, 한국농촌경제연구원 서홍석 박사, KMI 명예연구위원으로 재직 중인 홍현표 박사, 옥영수 박사, 그리고 해양수산부 김종모 서기관은 유익한 자문과 조언을 아끼지 않았다. 이 자문위원들께 연구진을 대신하여 진심으로 감사의 말씀을 전한다. 이 외에도 보고서가 출판되기까지 많은 도움을 주신 모든 분들께 이 지면을 통해 심심한 감사의 말씀을 드린다.

2018년 12월
한국해양수산개발원
원장 양 창 호

목차

❖ 요약 · i

❖ Executive Summary · vii

제 1 장 서론 · 1

제1절 연구의 필요성 및 목적	1
1. 연구배경 및 필요성	1
2. 연구 목적	6
제2절 연구범위 및 연구방법	6
1. 연구의 범위	6
2. 연구 방법	8
제3절 선행연구 검토	11

제 2 장 농·수산업 전망모형 구축 실태 및 특수성 검토 · 17

제1절 농업 전망모형 구축 실태와 특징	18
1. 개요	18
2. 모형의 구조와 특징	22
제2절 기존 수산부문 전망모형의 구축 실태와 특징	30
1. KMI-FSM 2004 및 2013	30
2. 관측품목별 수급 예측모형	36
제3절 양식어업 전망모형 구축의 특수성과 한계	41

1. 양식어업 전망모형 구축의 특수성	42
2. 양식어업 전망모형 구축의 한계	49
제4절 시사점	52

제 3 장 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형 구축 · 55	
제1절 모형 구축의 기본방향	55
1. 품종별 모형으로의 전환	56
2. 축차 방식의 균형가격 도출	57
3. 모형 운용·관리를 EXCEL 기반으로 전환	59
4. 양식어업 전망모형의 품종 선정	60
제2절 기초통계 DB의 구축	63
1. 거시변수 및 투입요소가격 DB	63
2. 양식어업 생산 DB	67
3. 양식어가 경제 DB	69
4. 양식수산물 가격 DB	72
5. 수산물 수출입 DB	76
제3절 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」의 구조	81
1. 「KMI-FOSiM」 양식모듈 구조	81
2. 「KMI-FOSiM」의 전체 구조도(안)	83

제 4 장 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형의 추정 및 전망결과 · 87	
제1절 부문별 개별방정식 추정결과	88
1. 거시 및 투입요소부문	88
2. 양식수산물 생산부문	95
3. 가격 부문	107
4. 수출함수 및 수입수요함수	115
5. 양식어가경제 부문	140
제2절 모형의 예측력 검정	144

	제3절 양식어업 주요 지표 전망 148
	1. 주요 외생변수 가정 148
	2. 양식어업 총량지표 전망결과 150
	3. 양식어업 생산량 전망결과 152
	4. 양식수산물 수출입량 전망결과 154
	5. 양식수산물 가격 전망결과 158

제 5 장	결론 및 향후 과제 · 161
	제1절 요약 및 결론 161
	1. 연구결과의 요약 161
	2. 연구의 한계 163
	제2절 향후 과제 및 정책제언 165
	1. 2차 연도(2019년) 연구계획 165
	2. 향후 보완과제 및 정책제언 168

❖	참고문헌 · 175
---	-------------------

❖	부록 · 183
---	-----------------

표 목차

❖	
〈표 1-1〉 선행연구와 본연구의 차이점 비교	15
〈표 2-1〉 농업부문 전망모형의 발전 및 개편과정	21
〈표 2-2〉 KREI-KASMO 2017의 품목범위(모형의 실품목 기준)	23
〈표 2-3〉 예시: 쌀의 행태방정식 추정에 이용된 변수	29
〈표 2-4〉 KMI-FSM 2004의 생산부문 모형 추정에 이용된 변수	32
〈표 2-5〉 KMI-FSM 2004의 어류 수급모형 추정에 이용된 변수	33
〈표 2-6〉 김 수급 예측모형 개별방정식 체계	39
〈표 2-7〉 전복 수급 예측모형 개별방정식 체계	40
〈표 2-8〉 양식어업의 종류별 양식방법 및 시설비율	43
〈표 2-9〉 천해양식어업 생산물의 유형과 종류	45
〈표 2-10〉 2017~2018 양식어장 영상판독 결과	52
〈표 3-1〉 양식어업 생산실적 및 품종별 비중 검토(2017년 기준)	62
〈표 3-2〉 주요 거시경제변수 기초통계 구축현황	64
〈표 3-3〉 건당 영어자금소요액조사의 조사항목	66
〈표 3-4〉 투입요소가격 관련 기초통계 구축현황	66
〈표 3-5〉 양식 생산량 및 생산금액 DB 구축현황	68
〈표 3-6〉 양식 면허면적(사육수면적) DB 구축현황	69
〈표 3-7〉 어가소득의 구성항목 및 세부 설명	70
〈표 3-8〉 어가경제 DB 구축현황	71
〈표 3-9〉 양식수산물 가격 DB 구축현황	75
〈표 3-10〉 주요 양식수산물 품종의 HS코드 세부 내역	77
〈표 3-11〉 양식품목별 수출입 대상 국가 선정현황	81
〈표 4-1〉 국민 1인당 가처분소득 추정결과	89
〈표 4-2〉 도시근로자 가구소득 추정결과	90

〈표 4-3〉 종묘비 추정결과	91
〈표 4-4〉 사료비 추정결과	92
〈표 4-5〉 물품비 추정결과	92
〈표 4-6〉 노무비 추정결과	93
〈표 4-7〉 광열비 추정결과	94
〈표 4-8〉 어구 구입·보수비 추정결과	94
〈표 4-9〉 넙치 생산량 함수 추정결과	98
〈표 4-10〉 조피볼락 생산량 함수 추정결과	99
〈표 4-11〉 굴 생산량 함수 추정결과	100
〈표 4-12〉 전복 생산량 함수 추정결과	101
〈표 4-13〉 홍합 양식면적 함수 추정결과	102
〈표 4-14〉 홍합 단위 함수 추정결과	102
〈표 4-15〉 김 양식면적 함수 추정결과	103
〈표 4-16〉 김 단위함수 추정결과	104
〈표 4-17〉 미역 생산량 함수 추정결과	105
〈표 4-18〉 다시마 생산량 함수 추정결과	106
〈표 4-19〉 우렁쉥이 생산량 함수 추정결과	107
〈표 4-20〉 넙치 역수요함수 추정결과	108
〈표 4-21〉 조피볼락 역수요함수 추정결과	109
〈표 4-22〉 굴 역수요함수 추정결과	110
〈표 4-23〉 전복 역수요함수 추정결과	111
〈표 4-24〉 홍합 역수요함수 추정결과	112
〈표 4-25〉 김 역수요함수 추정결과	112
〈표 4-26〉 미역 역수요함수 추정결과	113
〈표 4-27〉 다시마 역수요함수 추정결과	114
〈표 4-28〉 우렁쉥이 역수요함수 추정결과	115
〈표 4-29〉 넙치 수출함수 추정결과	117
〈표 4-30〉 대일본 굴 수출함수 추정결과	119
〈표 4-31〉 대미국 굴 수출함수 추정결과	119
〈표 4-32〉 대기타 국가 굴 수출함수 추정결과	120

〈표 4-33〉 대일본 전복 수출함수 추정결과	121
〈표 4-34〉 홍콩 수출함수 추정결과	122
〈표 4-35〉 대미국 김 수출함수 추정결과	123
〈표 4-36〉 대일본 김 수출함수 추정결과	124
〈표 4-37〉 대중국 김 수출함수 추정결과	125
〈표 4-38〉 대태국 김 수출함수 추정결과	126
〈표 4-39〉 대기타 국가 김 수출함수 추정결과	126
〈표 4-40〉 대중국 미역 수출함수 추정결과	127
〈표 4-41〉 대일본 미역 수출함수 추정결과	128
〈표 4-42〉 대기타 국가 미역 수출함수 추정결과	129
〈표 4-43〉 다시마 수출함수 추정결과	130
〈표 4-44〉 우렁쉥이 수출함수 추정결과	131
〈표 4-45〉 굴 수입수요함수 추정결과	133
〈표 4-46〉 전복 수입수요함수 추정결과	133
〈표 4-47〉 대중국 홍합 수입수요함수 추정결과	135
〈표 4-48〉 대뉴질랜드 홍합 수입수요함수 추정결과	135
〈표 4-49〉 대기타 국가 홍합 수입수요함수 추정결과	136
〈표 4-50〉 김 수입수요함수 추정결과	137
〈표 4-51〉 미역 수입수요함수 추정결과	138
〈표 4-52〉 다시마 수입수요함수 추정결과	139
〈표 4-53〉 우렁쉥이 수입수요함수 추정결과	140
〈표 4-54〉 어업외소득 방정식 추정결과	141
〈표 4-55〉 양식어가수 방정식 추정결과	142
〈표 4-56〉 양식어가 인구 방정식 추정결과	142
〈표 4-57〉 양식어업 종사가구원수 방정식 추정결과	143
〈표 4-58〉 거시경제변수 및 투입요소가격의 예측력 검정 결과	145
〈표 4-59〉 양식수산물 생산량의 예측력 검정 결과	146
〈표 4-60〉 양식수산물 가격의 예측력 검정 결과	146
〈표 4-61〉 양식수산물 수출입량의 예측력 검정 결과	147
〈표 4-62〉 어가경제지표의 예측력 검정 결과	148

〈표 4-63〉 전망을 위한 주요 외생변수 가정	149
〈표 4-64〉 양식어업 총량지표 전망 결과	150
〈표 4-65〉 양식수산물 생산량 전망 결과	153
〈표 4-66〉 양식수산물 수출량 전망 결과	155
〈표 4-67〉 양식수산물 수입량 전망 결과	156
〈표 4-68〉 양식수산물 산지가격 전망 결과	158
〈표 5-1〉 2차 연도 연구의 주요 내용(안)	167
〈표 5-2〉 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 운용·개편 추진계획	171
〈표 5-3〉 농림축산물의 생산비(소득)조사 추진현황	174

그림 목차



〈그림 1-1〉 본 연구의 범위 설정	8
〈그림 1-2〉 한국은행의 전망모형 시스템	12
〈그림 1-3〉 KIET 단기 거시·산업 전망모형의 구조도	13
〈그림 2-1〉 KREI-KASMO 2017 모형의 구조도	25
〈그림 2-2〉 시장청산 균형가격의 도출방식	27
〈그림 2-3〉 KMI-FSM 2004 모형 구조도	31
〈그림 2-4〉 KMI-FSM 2013 모형 구조도	34
〈그림 2-5〉 김 수급 예측모형 구조도	38
〈그림 2-6〉 전복 수급 예측모형 구조도	40
〈그림 2-7〉 넙치(광어)의 생물학적 생산구조 예시	46
〈그림 2-8〉 면허면적과 실제 시설면적과의 괴리(진도군 김 양식면허 사례)	51
〈그림 3-1〉 어업별 및 부류별 수산물의 생산구조	57
〈그림 3-2〉 KREI-KASMO의 엑셀 운용 사례	60
〈그림 3-3〉 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모듈의 구조	83
〈그림 3-4〉 「KMI-FOSiM」의 예상 구조도(잠정)	86
〈그림 4-1〉 양식어가경제 부문 주요 지표 전망 추이	151
〈그림 4-2〉 양식수산물 생산량 전망 추이	153
〈그림 4-3〉 양식수산물 수출량 전망 추이	155
〈그림 4-4〉 양식수산물 수입량 전망 추이	157
〈그림 4-5〉 양식수산물 품종별 산지가격 전망 추이	158

요약

수산업 전망모형「KMI-FOSiM」

구축 연구(1/2)

- 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -

1. 연구의 목적

- ▶ 수산업 환경 변화, 수산물 수급의 변동성과 불확실성이 심화되는 가운데 중장기적으로 수산물 생산, 소비, 부가가치, 어가소득 등 주요 수산지표가 어떻게 변화할지를 합리적으로 전망하고, 대응방안을 마련하는 것이 미래 수산업 육성·발전에 있어서 중요한 과제로 부각됨
- ▶ 이 연구는 기존 수산업 전망모형(KMI-FSM)을 과감히 탈피, 보다 새로운 관점에서 수산부문 전망과 정책 시뮬레이션에 특화된 「KMI-FOSiM(Fisheries Outlook and Simulation Model)」을 구축하는 데 목적이 있음
 - 2018년 1차 연도에는 전체 「KMI-FOSiM」 체계하에서 양식어업 전망에 특화된 양식 모듈(Aquaculture Module)을 개발하는 데 주안점을 둠
 - 2차 연도에는 연근해어업, 원양어업, 내수면어업을 포함하는 수산부문 전체 모형과 연계되도록 모형을 구축할 계획임

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구방법

- ▶ 이 연구는 선행연구 검토, 기초통계 DB 구축, 연구자문단 운영 및 공동 연구 추진, 국외출장 조사 등을 통해 수행되었음
 - 국제기구(OECD, FAO), 산업연구원(KIET), 한국농촌경제연구원(KREI) 등에서 운용 중인 전망모형을 세부적으로 검토하였으며, 기초통계 DB는 거시경제 및 투입요소, 어업생산, 수산물 가격, 수출입, 소비 등으로 구분하여 광범위하게 구축하였음
 - 연구 추진과정에서 모형의 구조 설정, 방정식 추정, 운용·관리 등 전망모형 구축 전반에 대한 연구자문을 수행하였음. 연구자문단은 부산대, 부경대, 한국농촌경제연구원, 산업연구원의 전망모형 전문가로 구성하였으며, 모형의 개선사항에 대해 주기적인 자문회의를 개최하였음
 - 한국농촌경제연구원과의 공동연구를 통해 농업 전망모형 KREI-KASMO의 구축·운용 경험을 전수받고, 전망모형의 방정식 체계(변수) 설정, 통계 패키지 이용 추정 사례, 시물레이션 등에 대한 실무적 자문을 받았음

2) 연구의 특징

- ▶ 이 보고서는 대내외 수산환경과 수산물 수급의 불확실성이 갈수록 심화되는 상황에서 합리적인 수산정책의 방향 설정을 위해 주요 수산지표를 전망할 수 있는 계량경제학적 기반의 모형을 구축하기 위한 기초연구임

- 모형 구축을 통해 중단기 전망과 더불어 유가, 환율 등 거시경제 충격, WTO/DDA, FTA 등 시장개방 효과, 국제 수산규범 및 국내 수산정책의 변화 등에 따른 수산부문 파급영향을 보다 과학적이고 정교하게 분석하고 수산정책 수립의 기초자료를 제공한다는 측면에서 의의가 있음
- ▶ 본 연구가 과거 수산업 전망모형 구축 사례와 분명하게 차별화되는 점은 다음과 같음
 - 수산물의 분류체계를 기존 부류별 모형에서 품종별 모형으로 전환한다는 점에서 과거 전망모형과 가장 큰 차별성을 가짐. 이는 기존 모형의 단순한 확장·개편이라는 측면보다는 사실상 완전히 새로운 형태의 모형을 구축하는 방대한 작업을 수반하기 때문임
 - 또한 전망모형의 운용·관리에 있어서 개별 방정식의 추정에는 EVIEWS 프로그램을 이용하고, 전체 연립방정식 모형의 설정·운용은 엑셀(EXCEL) 스프레드시트 기반으로 전면 개편하였음

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- ▶ 제2장에서는 농업 및 수산업 전망모형의 구축 실태를 살펴보고, 양식어업 전망모형 구축에 있어 특수성과 한계를 검토하였음
- 농업부문 전망모형 KREI-KASMO의 발전 및 개편과정, 모형의 구조와 특징, 주요 방정식체계에 대해 살펴보고 시사점을 도출하였음. 그리고 기존 수산부문 전망모형 KMI-FSM과 KMI 수산업관측센터에서 운용 중인 품목별 수급 예측모형에 대해서도 특징과 한계를 검토하였음

- 특히 양식어업 전망모형 구축의 특수성을 양식업종의 다양성과 대체관계, 생산품종의 다양성, 생물학적 공급 시차구조의 반영 필요성, 비탄력적인 수급 구조의 관점에서 살펴보고 시사점을 제시함
- ▶ 제3장에서는 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형을 구축함에 있어서의 기본방향과 기초통계 DB의 구축, 양식어업 모듈의 구조를 제시함
 - 모형 구축의 기본방향을 첫째, 품종별 모형으로의 전환, 둘째, 축차방식의 균형가격 도출, 셋째, 모형 운용·관리를 엑셀 기반으로 전환, 총 9개 양식품종의 선정으로 설정함
 - 전망모형에 투입되는 기초통계 DB는 거시변수 및 투입요소가격, 양식어업 생산, 양식어가 경제, 양식수산물 가격, 수산물 수출입으로 구분하여 구축 실태를 제시함
 - 마지막으로 「KMI-FOSiM」 양식모듈의 구조와 더불어 2차 연도 과제가 완료될 경우 예상되는 전체 모형의 구조도(잠정안)를 제시하였음
- ▶ 제4장은 본 연구의 핵심이 되는 장으로 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형의 추정 및 전망결과를 제시하였음
 - 모형의 개별방정식 추정에 있어서는 추정계수의 부호조건이 경제이론에 부합하는지 여부, 추정계수의 통계적 유의성과 모형의 전체적인 설명력(결정계수) 등을 종합적으로 고려하여 최종 모형을 선정하였음
 - 개별 방정식은 거시 및 투입재가격, 양식수산물 생산량 함수, 역수요함수, 품종별·국가별 수출함수 및 수입수요함수, 양식어가경제 부문 등으로 구분하여 추정작업이 이루어짐

- 모형의 예측력을 검증하기 위해서는 RMSPE, MAPE, Theil의 불균등계수를 이용하였음. 일부 변수의 경우 예측력이 낮은 것들도 있었으나 전체적으로 RMSPE 값이 10% 이내로 도출되어 비교적 예측력이 양호한 것으로 평가됨
- 양식어업 주요 지표를 전망하기 위해 주요 외생변수는 국내외 주요 경제기관의 전망치, 자체 가정 등을 통해 전망치를 산출하였으며, 이를 토대로 2022년까지의 중기 전망치를 양식어업 부문별로 제시하였음

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

- ▶ 본 연구는 2개년 과제로 수행되는 기초연구의 1차 연도 과제로서 2019년 2차 연도 연구가 종료되어야 수산부문 종합 전망과 정책 시뮬레이션이 가능할 것으로 기대됨
 - 1차 연도에는 양식산업 전망에 특화된 모형을 구축하였으며, 이를 토대로 양식품종 수급 전망, 면허어장 정비사업 추진 등에 필요한 기초자료 제공기반을 마련하였음
 - 동 연구를 통해 도출되는 양식산업 중단기 전망치 자료는 향후 해양수산부의 수산정책 수립, 예를 들어 자급률 목표 설정, 생산, 수출입, 소비, 재고 관련 정책, 각종 기본계획 및 지침 마련 등에 다양하게 활용될 것으로 기대됨
- ▶ 본 보고서의 결론 정책제언에서는 「KMI-FOSiM」 운용·개편연구의 계속사업화 추진, 신규 전망모형을 이용한 정책지원 기능 강화, 양식수산물생산비조사 실시 및 국가승인통계화 추진 등을 제안하였음
 - 2020년부터 KMI 수산업관측센터에서 「KMI-FOSiM」 운용·개편

연구를 매년 수행하며 모형의 현실 설명력과 정책 활용도를 제고하기 위한 노력이 필요함. 이를 통해 해양수산부의 각종 법정계획 수립, 정책사업 추진 등에 필요한 기초자료를 제공하는 등 정책 지원 기능을 강화해야함

- 양식산업 발전에 따른 관련 정책수요 증대에도 불구하고 품종별로 세부 경영실태를 파악할 수 있는 기초통계가 없음에 따라 시급히 ‘양식 수산물생산비조사’를 실시하고 국가승인통계화해야 함을 강조함

3) 정책적 기여 등 기대효과

- ▶ 수산물 생산, 수출입, 소비, 어업부가가치, 어가소득, 어가인구 등 수산부문의 주요 총량지표에 대한 중장기 전망과 다양한 정책 시뮬레이션에 특화된 모형을 구축함으로써 해양수산부 정책 수립, 수산부문 연구 등에 널리 활용될 수 있을 것으로 기대됨
- ▶ 특히 국제유가, 환율 등 거시적 충격, 수산물 시장개방 효과 분석, 국내 수산정책(면허 확대, 직불제 도입, 어선 감척 등) 추진에 따른 파급효과를 사전적, 사후적으로 분석하고, 그 결과를 정부에 제공함으로써 정부정책 지원 기능을 강화하는 데 기여할 것으로 기대됨

EXECUTIVE SUMMARY

A Study on the Development of KMI-Fisheries Outlook and Simulation Model(FOSiM((1/2) - Focused on Aquaculture Forecasting Model -

1. Purpose

- ▶ This study aims to build the KMI-FOSiM(Fisheries Outlook and Simulation Model) which is specialized in forecasting the fisheries industry and policy simulations from a new perspective.
 - The first year of the study in 2018 primarily concentrates on developing an Aquaculture Module, which specializes in forecasting the aquaculture industry under the overall system of the KMI-FOSiM.
 - The second year and onwards plans to build a model connecting with the whole model of the fisheries which includes coastal and offshore fisheries, deep sea fisheries and inland fisheries.

2. Methodologies and features

1) Methodologies

- ▶ Various methodologies were utilized for this study; reviewing relevant preceding studies, establishing basic statistics DB, working with a research consultation group and conducting joint study and taking overseas business trip and others.
 - During the process of the study, researchers were working with a consultation group on the overall construction of a forecasting model; setting up the structure of the model, estimating the equation, operation and management.
 - The consultation group consists of experts of forecasting models from Pusan National University, Pukyong National University, KREI and KIET.

2) Features

- ▶ The present study distinctively differentiates itself from preceding studies on building a forecasting model for the fisheries industry for the following reasons;
 - The biggest difference from previous model(KMI-FSM) is that this study attempts to shift the classification of fishery products from category-based model to species-based model.
 - In terms of operation and management of a forecasting model, this study used the EVIEWS program for estimating individual equation. In addition, setting-up and operation for the overall model of simultaneous equations are based on Excel spreadsheets.

3. Results

1) Summary

- ▶ Chapter two of this study looks into the status of establishing forecasting models in agriculture and fisheries sectors, while reviewing distinctive characteristics and limitations of building a forecasting model for the aquaculture industry.
- ▶ Chapter three contains basic directions of building the KMI-FOSiM, a forecasting model for aquaculture, while including the establishment of basic statistics DB and the structure of Aquaculture Module.
 - Basic directions of building the model are as follows: (a) shifting to a species-based model, (b) drawing equilibrium price based on a recursive form, (c) shifting the operation and management of the model to excel-based one and (d) selecting a total of nine aquaculture species.
 - This chapter suggests the structure of the KMI-FOSiM aquaculture model as well as a structural map(a tentative suggestion) of the overall model when the tasks of 2nd year are completed.
- ▶ As the core of the study, chapter four presents the results of estimation and forecast conducted by the KMI-FOSiM aquaculture forecasting model.
 - Estimation for individual equation was conducted by making the following categories: macroeconomic variables and prices of input, functions of aquaculture production, inverse demand

functions, export and import demand functions per species, and functions of aquaculture households.

- The predictability of model was tested based on such as RMSPE, MAPE and Theil's U coefficients. Although some variables showed low predictability, the overall value of RMSPE was deducted within the range of 10%, showing a relatively solid predictability.

2) Policy contribution

- ▶ The mid-to-long term forecasts drawn from the study will be utilized in the Ministry of Oceans and Fisheries for various purposes. For instance, it can be used for setting up the target of self-sufficiency ratio, policies relevant to production, export and import, consumption and inventory, as well as establishing relevant basic plans and guidelines.
- ▶ The conclusion of this study urgently calls for the survey on production cost of aquaculture products.

3) Expected benefits

- ▶ Specializing in mid-to-long term forecasts for major quantitative index in fisheries as well as various policy simulations, the model will be broadly utilized for establishing policies in MOF and research in the fisheries sector.
- ▶ The present study provides ex ante and ex post analysis on the impact of various economic changes and policy implementations having on the overall fisheries industry.

제 1 장

서 론

제1절 연구의 필요성 및 목적

1. 연구배경 및 필요성

수산업은 인간이 통제하기 어려운 해양환경과 기상여건, 수산자원을 이용 및 관리의 대상으로 삼는다는 점에서 다른 어떤 산업보다 불확실성이 큰 산업이다. 그런데 최근 들어 수산업을 둘러싼 불확실성이 더욱 심화되고 있다. 세계적으로 수산물의 생산에 있어서 기후변화, 수산자원 고갈, 국제규제 강화 등으로 어획(fishing)을 통한 수산물 공급이 한계에 직면한 반면, 양식(aquaculture)을 통한 생산이 크게 증가하는 추세이다. 수산물의 소비에 있어서도 고령화, 저출산, 1·2인 가구 증가 등 인구구조의 변화, 식품소비의 다양화, 고급화, 간편화, 라이프 스타일(lifestyle) 변화에 따라 수산식품에 대한 소비트렌드를 예측하는 것이 점차 어려워지고 있다.

이와 같이 수산업을 둘러싼 제반 환경의 변화와 수산물 수급의 불확실성이 심화되는 가운데 중장기적으로 수산물의 생산, 소비, 부가가치, 어가소득 등 정책의 주요 관심이 되는 지표가 어떻게 변화할지를 합리적으로 전망하고, 대응방안을 마련하는 것이 미래 수산업 육성·발전에 있어서 중요한 과제로 부각되고 있다. 실제로 「수산업·어촌 발전 기본법」에서는 정부가 수산자원의 지속가능한 이용 및 자급목표를 설정·고시하고, 이를 수산업·어촌에 관한 중장기 정책의 지표로 활용하도록 규정하고 있다.¹⁾ 이는 수산정책의 추진에 있어서 수산물의 수급 요인을 모두 고려한 최상위 정책성과 지표로서 자급률²⁾ 목표를 설정하도록 규정한 것이다. 수산물 자급률 목표를 설정하기 위해서는 수산물 생산과 소비³⁾에 대한 과거와 현재의 추이를 고려하면서, 미래 특정시점까지의 합리적인 전망치를 필요로 한다. 이러한 전망치를 도출하기 위해서는 공신력과 객관성을 담보할 수 있는 수급 전망모형의 구축이 필수적으로 요구된다.

한편, 최근의 거시경제 여건, 수산정책·제도, 국제수산 규범의 변화가 국내 수산업에 미치는 파급효과를 보다 면밀하게 분석하고, 수산정책 수립의 기초자료로 활용하기 위한 정책수요도 커지고 있다.

-
- 1) 「수산업·어촌발전기본법」 제7조(수산업·어촌발전 기본계획 등의 수립): ① 해양수산부장관은 수산업의 지속가능한 발전과 어촌의 균형 있는 개발·보전을 위하여 5년마다 수산업·어촌 발전 기본계획을 수립하여야 한다. ② 기본계획에는 수산업·어촌의 발전 목표와 정책의 기본방향, 수산자원의 지속가능한 이용 및 자급목표, 수산업·어촌에 관한 시책 등을 포함하여야 한다. ③ 해양수산부장관은 수산자원의 지속가능한 이용 및 자급목표를 수립할 때에는 이를 고시하고 수산업·어촌에 관한 중장기 정책의 지표로 활용한다.
- 2) 식품에 대한 자급률(self-sufficiency rate)은 물량, 금액, 칼로리 등 다양한 형태로 계산될 수 있다. 통상적으로 물량자급률이 많이 이용되는데, 이는 국내 생산량이 국내 소비량에서 차지하는 비중을 의미한다.
- 3) 현재 식품에 대한 소비는 수요와 공급의 항등식 관계를 통해 추정되고 있다. 즉, [공급(생산+수입+이입재고)=수요(소비+수출+이월재고)]라는 항등식 관계 속에서 생산, 수입, 이입재고, 수출, 이월재고가 통계로 공표되면 소비가 자동적으로 계산된다. 따라서 '소비'를 전망한다는 것은 사실상 수급을 구성하는 생산, 수출입, 재고 요인을 모두 전망하는 문제로 귀결된다.

예를 들어 특정 국가나 경제권과의 FTA 체결, WTO 수산보조금 감축, 국제유가 급등 등이 국내 수산업이나 세부 업종에 미치는 영향을 사전·사후적으로 분석·평가하고 대응방안을 마련하는 것은 정부나 국책연구기관의 고유한 책무라 할 수 있다. 이와 같은 대내외 여건변화를 반영하여 다양한 정책효과를 실증적으로 시뮬레이션(simulation)하기 위해서는 마찬가지로 정교한 계량경제모형의 구축 및 활용이 무엇보다 중요함은 재론할 필요도 없다.

국내 수산부문에서도 계량경제학 기반의 전망모형을 구축하고, 정책적으로 활용하기 위한 기초연구가 수행된 사례가 있다. 한국해양수산개발원(KMI)에서는 2003~2004년 기초연구를 통해 수산업 총량지표를 전망할 수 있는 모형, 즉 KMI-FSM(Fisheries Simulation Model)을 개발하였다. 이 모형은 수산부문 최초로 개발된 전망모형으로서 의의가 있지만, 수산물 분류체계의 확장, 통계 DB의 질적 개선, 모형의 지속적인 개편(update) 등이 후속연구를 통해 이루어지지 못했다. 이에 따라 모형의 전체 구조나 방정식체계를 개편하는 모형의 질적 개선은 이루어지지 않고, 매년 통계 DB만 업데이트하는 수준에서 모형이 유지되어 왔다.⁴⁾

2004년 전망모형 구축 이후 10여년이 지난 2013년 「중단기 주요 수산지표 전망에 관한 연구」를 통해 KMI-FSM 2004 모형의 일부 개편이 이루어졌다. 수산물 분류체계를 어류, 패류 등, 해조류 3개 유형에서 ‘패류 등’을 패류, 갑각류, 연체동물, 기타수산동물로 세분화하고, 수산물 수급모형, 어가경제모형, 수산업 총량지표 모형의 방정식체계를 전면적으로 재추정하였다. 그러나 이 연구도 2004년 모형의 연장선상에서의 개편으로 획기적인 개선이 이루어졌다고 보기는 어

4) 이현동·홍현표(2013), p. 3.

려우며, 모형의 설명력 및 통계적 유의성을 제고하는 데 중점을 두어 정책 시뮬레이션 기능을 강화하는 데 미흡한 측면이 있었다. 문제는 이 연구 이후에도 후속과제를 통한 모형의 운용·관리가 이루어지지 않아 사실상 전망 및 정책분석 모형으로서 활용하기 어려운 상황에 이르렀다.

한편, 2004년부터 양식수산물 중심으로 시작된 수산업 관측사업은 2017년 현재 양식수산물 14개, 어획수산물 6개로 품목이 확대되었으며, 양식생산 비중이 비교적 큰 김, 미역, 전복, 굴, 넙치, 조피볼락 총 6개 품종에 대한 월별 수급전망 모형을 개발·운용하고 있다. 그러나 품종별 양식특성, 생물학적 요인 등에 대한 고려가 미흡하여 모형을 보다 고도화하기 위한 개선이 지속적으로 요구된다. 무엇보다 양식수산물의 수급, 양식어가 소득, 부가가치, 실질가격 등 양식어업 전반을 포괄하는 지표를 전망할 수 있는 총량모형이 구축되어 있지 못해 양식어업 중장기 계획 수립 등 정책대응에 한계가 있는 실정이다.

수산부문과 대조적으로 농업부문의 전망모형 구축은 역사가 매우 깊으며, 지금에 이르기까지 매년 기초연구를 통해 모형을 고도화하는 작업을 수행하고 있다. 농업의 경우 1970년대부터 전망모형 구축 연구를 시작했으며, 1995년 이후부터는 매년 일정한 예산·인력을 투입, 모형의 지속적인 개편을 추진하고 있다. 중장기 산업전망을 위한 계량경제모형은 구축 자체도 중요하지만, DB 갱신, 변수 재설정 및 방정식 재추정, 정책환경 변화 파라미터의 반영, 시뮬레이션 및 전망, 적합성 검정, 결과평가, 모형 수정·보완 등 일련의 작업이 주기적으로 수행되어야 모형으로서 가치를 가질 수 있다.

이러한 측면에서 기존 전망모형의 한계를 극복하고, 수산부문 전

망과 정책 시뮬레이션에 특화된 신규 모형의 구축 및 정책 활용방안 연구가 시급히 추진될 필요가 있다. 과거 전망모형의 구조, 모형에 투입되는 기초자료(DB), 모형의 방정식(함수) 체계, 추정방법, 이용되는 계량경제분석 프로그램, 모형의 적합성 검정방법 등을 전면적으로 재검토하여 사실상 새로운 전망모형을 구축하기 위한 기초연구가 요구되는 시점이다.

특히 신규 모형 구축에서는 기존 수산물 분류체계를 부류별에서 품목 중심으로 전면 개편하여, 추후 품목을 지속적으로 확대해나가는 기반을 마련하여야 한다. 과거 수산업 전망모형이 수산물을 부류별(어류, 패류, 해조류 등)로 구분하고 있으나, 농업부문 모형과 같이 개별 품목(예: 낫치, 전복, 김, 굴 등) 중심으로 전환될 경우, 기존 모형의 개편 수준을 넘어 완전히 새로운 형태의 모형을 구축하는 방대한 작업이 될 것으로 예상된다. 물론 개별 품목 중심으로 모형을 전환하는 경우, 품목단위에서 이용 가능한 기초통계의 제약, 기존 양식 관측 품목 월별 수급모형과의 연계·통합, 주요 품종 이외 기타 품종의 모형 내 처리문제 등 현실적 제약이 있을 것으로 예상되나 이를 종합적으로 검토, 전망모형의 전면적 개편 및 고도화를 추진할 단계에 이르렀다고 판단된다.

이 같은 수산부문 전망모형의 전면적인 개편 내지 재구축은 1개년 단기연구로 수행하기에는 분명 한계가 있으며, 최소 2년 이상의 기반구축 연구와 추가적인 후속연구를 통해 모형의 전체 구조와 하위 모형의 체계를 견고하게 설정해가는 노력이 필요하다. 결론적으로 과거 모형의 한계를 극복하고, 최근의 수산환경 변화를 반영한 새로운 전망모형을 구축하여 수산정책 수립에 활용하기 위한 기초연구가 시급히 추진될 필요가 있다.

2. 연구 목적

본 연구는 과거에 구축된 수산업 전망모형의 틀(frame)을 과감히 탈피, 보다 새로운 관점에서 수산부문 전망과 정책 시뮬레이션에 특화된 「KMI-FOSiM(Fisheries Outlook and Simulation Model)」을 구축하는 데 목적이 있다.

2018년 1차 연도 연구에서는 전체 「KMI-FOSiM」 체계하에서 양식 어업 전망에 특화된 양식 모듈(Aquaculture Module)을 개발하는 데 주안점을 두고자 한다. 최근의 양식산업 여건변화 및 특징을 모형에 반영하고, 이론적 정합성(conformity), 현실 설명력(availability), 정책적 유용성(usefulness)을 충족하는 모형을 구축하는 데 목적이 있다.

특히 이용 가능한 양식어업 기초통계를 최대한 활용, 과거 수산물 부류별 모형에서 품종별 모형으로의 전환을 시도, 전망모형으로서의 정책 활용도를 제고하고자 하였다. 또한 향후 「KMI-FOSiM」의 지속적인 운용·개발 방향과 과제를 제시함으로써 수산부문 중장기 전망 모형의 고도화 기반을 구축하는 데 기여하고자한다.

제2절 연구범위 및 연구방법

1. 연구의 범위

2개년 과제로 기획된 본 연구는 다음과 같은 단계적 접근을 통해 수행될 계획이다. 우선 1차 연도(2018년)에는 국내외 산업 전망모형의 구축현황을 살펴보고, 수산부문 전망모형 구축에 있어서의 시사

점을 도출하였다. 즉, 국내 일반경제 및 농업분야 전망모형의 구축실태, 과거 구축된 수산업 전망모형의 특징과 한계를 살펴봄과 더불어 수산업 전망모형을 구축함에 있어서 중요하게 고려되어야 할 시사점을 제시하였다. 그리고 신규 수산업 전망모형(KMI-FOSiM) 구축의 기본방향과 전체 모형의 구조에 대한 개괄적 설명을 제시하였다. 단, 전체 모형의 구조와 방정식체계는 1차 연도에서 구축된 내용과 달리 향후 연차별 과제를 통해 변동될 수 있음을 전제로 하였다.

금년에는 「KMI-FOSiM」을 구성하는 전체 모형의 구조하에서 양식어업 모듈을 우선적으로 구축하고, 2차 연도 이후에는 연근해어업, 원양어업, 내수면어업을 포함하는 수산부문 전체 모형과 연계되도록 모형을 구축할 계획이다. 1차 연도에 양식어업 모듈을 우선적으로 구축하고자 한 이유는 국내 수산물 생산에서 양식어업 비중과 중요성이 커짐에 따라, 정책적으로 양식어업 총량지표에 대한 전망치 이용 수요가 많음을 감안하였다. 또한 수산자원의 불확실성, 수급모형에서 가격변수가 내생적으로 작동하지 않아 전망이 쉽지 않은 어선어업과 달리, 양식어업은 수급 변화에 따른 균형가격 결정 등 전망모형의 이론적 기반 구축이 상대적으로 용이하다는 점에서 1차 연도 연구에서 우선적으로 고려하였다.

참고로 2019년 2차 연도 연구에서는 1차 연도 양식어업 모듈에 연근해, 원양, 내수면어업을 포함하는 수산부문 전체 전망모형을 통합하여 구축할 계획이다. 이를 통해 금년에 구축되는 양식어업 모듈과 연근해, 원양, 내수면 모듈이 연립방정식체계 내에서 유기적으로 연결되는 전망모형으로의 확장을 예상하고 있다.

〈그림 1-1〉 본 연구의 범위 설정



자료 : 저자 작성

2. 연구 방법

1) 선행연구 검토

주요 선행연구로 국제기구(OECD, FAO)에서 농수산물부문 전망과 관련하여 주기적으로 발간하는 백서와 보고서, 전망 방법론 등에 대한 간행물을 참조하였다.⁵⁾ 국내에서는 한국은행, 한국개발연구원(KDI), 산업연구원(KIET), 한국농촌경제연구원(KREI)과 같이 산업 전망모형을 운용하는 경제기관의 연구보고서를 검토하였다. 특히 농업부문 전망모형(KREI-KASMO)을 다른 기관의 모형에 비해 심도 있게

5) 대표적으로 OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027, Food Outlook(Biannual report on global food markets, FAO), The State of World Fisheries and Aquaculture 2018(FAO) 등이 있다.

검토하였는데, 이는 모형 구축의 역사가 깊고, 같은 1차 산업으로서 산업적 특징이 유사하여 참고할 부분이 많았기 때문이다. 또한 본 연구와의 차별성 제시를 위해 2004년 및 2013년에 구축된 수산업 전망 모형의 구조에 대해서도 세부적으로 검토하였다.

2) 기초통계 DB 구축

신규 수산부문 전망모형 구축을 위해 세부 부문별로 통계 데이터베이스(DB)를 구축하였다. 통계 DB는 크게 거시경제 및 투입요소 부문, 어업생산, 수산물 가격, 수출입, 소비 등으로 구분되며, 한국은행, 통계청, 해양수산부, 농림축산식품부, 한국무역협회, 수협중앙회, 한국농수산식품유통공사(aT) 등 다양한 기관에서 수집하였다. 시계열의 구축기간은 DB별로 차이는 있으나 1980년부터 가장 최근 시점인 2017년까지의 연도별 자료로 구축하였다. 본 1차 연도 연구가 양식 어업 전망모형의 구축에 초점을 맞추고 있지만 향후 수산부문 전체로의 확장, 개별방정식에 관련 설명변수로 이용 등을 고려하여 최대한 다양한 부문별 DB를 광범위하게 구축하고자 하였다.

3) 연구자문단 운영 및 공동연구 추진

본 연구의 추진과정에서 모형의 구조 설정 및 추정, 운용·관리 등 전망모형 구축 전반에 대한 외부전문가 자문을 수행하였다. 기초통계 DB 구축이 완료되고 전망모형의 전체 구조와 방정식체계를 구체화하는 6월 이후부터 수산분야 및 산업전망 분야 전문가를 대상으로 자문단을 구성·운영함으로써 연구의 내실화 및 질적 수준을 제고하고자 하였다. 연구자문단은 부경대학교 수산경제 전문가, 한국농촌경제연구원, 산업연구원 등의 전망모형 구축 관련 전문가로 구성하

였으며, 모형의 개선사항에 대해 주기적인 자문회의를 개최하였다.

한편, 연구자문단 구성·운영과 별도로 한국농촌경제연구원 농업관측본부의 모형정책지원팀과 협력사업을 추진하였다. 2017년 양 기관의 관측사업 전담부서가 MOU를 맺고 지속적인 교류·협력사업을 추진하기로 합의하였으며, 그 일환으로 한국농촌경제연구원의 모형전문가가 「KMI-FOSiM」의 구축과 관련된 자문역할을 수행하였다. 농업 전망모형 KREI-KASMO의 구축·운영 경험을 전수해주고, 전망모형의 방정식 체계(변수) 설정, 통계 패키지 이용 추정 사례, 시뮬레이션 등에 대한 실무적 내용의 자문을 수행하였다. 또한 모형 구축과정에서 발생하는 다양한 문제점, 그리고 이를 해결할 수 있는 방안 등을 협의하였다.

4) 국외출장 수행

국외의 대표적인 수산업 전망모형으로는 현재 유엔식량농업기구(FAO)에서 운용 중인 Fish Model이 있다. 이 모형은 세계 농업부문 중장기 전망에 이용되고 있는 AGLINK-COSIMO의 위성모형(sub-model)으로서, Fish Model은 구축이 완료된 것이 아니라 계속 수정·보완 중이며, 전체 모형의 구조나 체계에 대해 세부적으로 공표된 자료가 없는 실정이다.⁶⁾ 이에 따라 2018년 7월말 유엔식량농업기구(FAO)를 방문, Fish Model 담당자를 면담하고 FAO의 모형 운용 실태를 파악하였다. 특히 2차 연도 연구에서의 어획어업 전망모듈 구축에 필요한 이론적 기반 등에 대해 협의하였다.

6) 이현동·홍현표(2013), p. 19.

제3절 선행연구 검토

일반적으로 경제 전망을 수행하는 방법을 살펴보면, 설문조사나 델파이기법 등 전문가들의 주관적 판단과 경험에 의존하는 정성적 접근(Qualitative method), 그리고 시계열분석, 구조모형 등 계량경제모형을 이용하는 정량적 접근(Quantitative method)으로 구분된다. 본 연구에서 관심을 가지는 전망의 틀은 계량경제학적 모형 기반의 정량적 접근이라 할 수 있다.

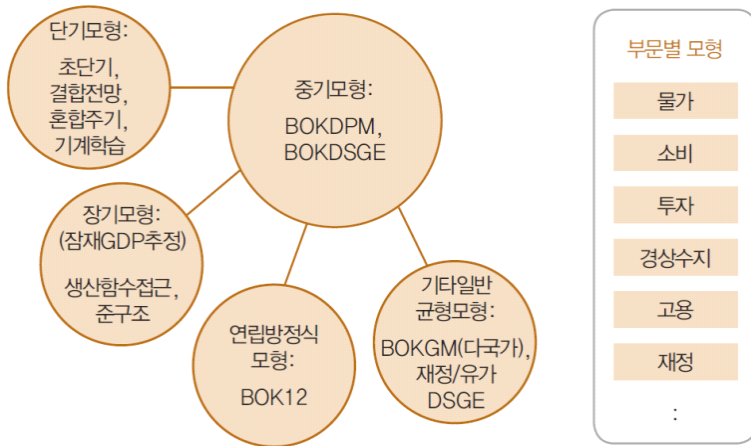
이미 많은 선행연구에서 국내외 산업 전망모형의 구조와 특징, 지속적인 모형의 개편 및 발전과정에 대한 논의가 이루어졌다.⁷⁾ 특히 초기 수산업 전망모형 구축 시기의 홍현표 외(2004), 그리고 이현동·홍현표(2013)의 연구에서도 관련 산업 전망모형에 대한 사례를 소개하였기에 본 절에서는 모형의 개요에 대해서만 기술하고, 세부적인 구조와 특징에 대한 설명은 생략하고자 한다. 국내에서 일반 경제 및 산업 전망모형은 한국은행, 산업연구원, 한국농촌경제연구원, 한국해양수산개발원 등 국책연구기관을 중심으로 개발되었다. 기관별로 대표적인 전망모형 구축 사례를 정리해보면 다음과 같다.

첫째, 한국은행은 1970년대 초부터 경제상황에 대한 정확한 이해와 적정 시계를 갖춘 신뢰성 있는 전망을 위해 거시계량모형을 개발해왔다. 한국은행은 다모형 접근방식(multi-model approach)에 기초한 경제전망 및 정책효과 분석의 수행을 통해 전망의 예측오차를 줄이고 현실 적합성을 높이기 위해 노력하였다. 특히 경제전망 및 정책효과와 정확도를 높이기 위해 단기모형부터 장기모형까지 다양한

7) 국내외에서 이용되고 있는 전망모형의 종류, 구조와 특징을 소개한 대표적인 선행연구로는 이재준 외(2011), 이진면 외(2012), 이한규(2013), 이승윤·이은경·한진현(2017) 등이 있다.

모형을 지속적으로 개발하고 있다. 한국은행 경제예측모형의 핵심이 되는 분기 거시계량경제모형은 1980년대 이후 5년을 주기로 경제구조 변화를 반영하여 개편되어 왔다. 그러나 모형의 운용 과정에서 경제주체의 최적화, 가격경직성 등 미시적 기초(micro-foundation)가 결여되어 경제전망과 정책효과분석의 유용성이 떨어진다는 비판이 제기되었다. 2007년에는 이론적 정합성을 강화한 BOK-DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium) 모형을 개발하였으며, 현재 운용되는 경제예측모형시스템의 기초가 되고 있다.

〈그림 1-2〉 한국은행의 전망모형 시스템

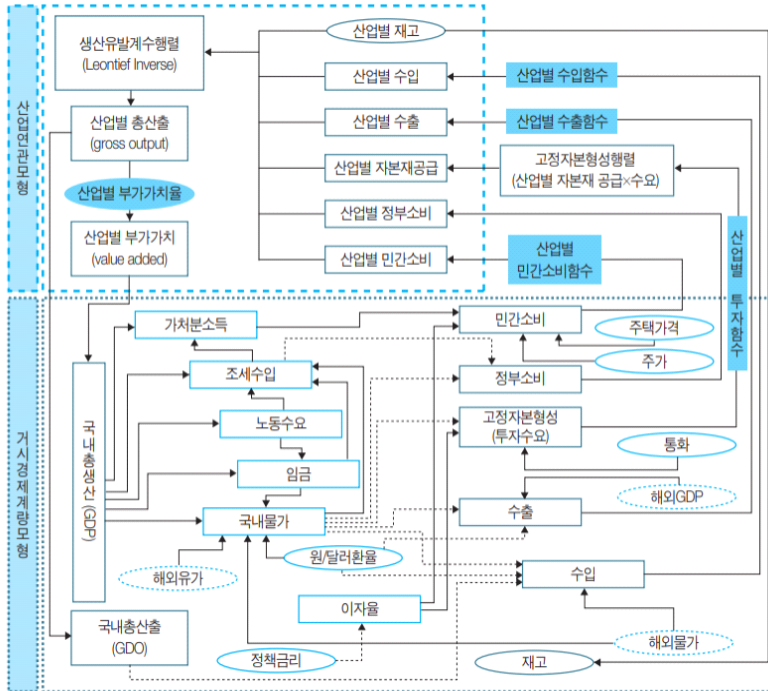


자료: 이승윤·이은경·한진현(2017. 5), p. 17

둘째, 산업연구원에서는 거시경제 부문과 미시적 산업 부문을 연계하여 국민경제의 부문 간 인과관계와 상호의존성을 연립방정식체제로 구현한 거시·산업 전망모형(KIET-DIMM: Dynamic Interindustry Macroeconometric Model)을 운용하고 있다. 2007년 정책 시뮬레이션 모형(KIET-DIMM07)이 개발된 이후, 2008년에는 거시경제와 산

업구조의 중장기 전망에 적합하도록 모형이 수정·보완되었으며, 현재는 단기 전망에 용이한 KIET-DIMM12이 개발되어 활용되고 있다. KIET-DIMM12는 10대 주력 제조업을 비롯하여 농림어업, 광업을 포함한 17개 산업으로 구분하고 있으며, 거시·산업·가격 부문을 구성하고 있는 행위방정식과 이들을 연결하는 항등식 등 총 393개의 방정식으로 구성되어 있다.

〈그림 1-3〉 KIET 단기 거시·산업 전망모형의 구조도



자료: 이진면 외(2013), p. 17

셋째, 한국농촌경제연구원에서는 1995년 국내 농축산물의 품목별 수급과 농업 총량지표의 중장기 전망을 위해 KREI-ASMO(Agricultural Simulation Model)를 개발하였다. 이후 매년 모형의 수정·보완을 통

해 문제점을 개선해나가는 노력을 경주해 왔으며, 2007년부터 미국 식량농업정책연구소(FAPRI)와 2년간의 연구를 통해 KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)로 확장 개편하였다. KASMO는 매년 농업전망대회에서 품목별 수급과 총량지표 전망에 이용되고 있으며, 관세나 보조금 등 정책변수의 변화에 따른 시뮬레이션을 통해 농업정책 방향 설정 등 다방면에 이용되고 있다. 이 모형의 특징적인 점은 개별방정식의 추정과는 별개로 전체 모형의 운용 및 시뮬레이션을 엑셀(Excel) 스프레드시트 기반으로 구현하였다는 점이다. 이 모형의 구조와 특징에 대해서는 제2장에서 보다 세부적으로 검토하였다.

넷째, 한국해양수산개발원에서도 2003~2004년 기초연구를 통해 수산부문 총량모형(KMI-FSM)을 개발하였다. 수산부문에서 최초로 구축된 연립방정식체계의 전망모형으로서 의의가 있으나, 지속적인 유지·보수가 이루어지지 못하였다. 2013년에 와서 모형의 일부 개편이 이루어졌으나 마찬가지로 후속과제로 연구가 지속되지 못해 정책모형으로서의 유용성에 큰 제약이 있는 실정이다. 한편, KMI 수산업 관측센터에서는 김, 미역, 전복, 굴, 넙치, 조피볼락 6개 품종별로 월별 수급 예측모형을 운용하고 있다. 이들 수산부문 모형에 대해서도 제2장에서 세부적인 실태와 문제점을 살펴보고자 한다.

다섯째, 국외의 수산부문 전망모형으로는 유엔식량농업기구(FAO)에서 운용하는 ‘Fish Model’이 대표적이다. 이 모형은 국제 농식품분야 전망모형이라 할 수 있는 ‘OECD-FAO AGLINK-COSIMO’ 전망시스템의 위성모형이다. 한편, 경제협력개발기구(OECD)는 세계적으로 수산업에 지원되는 다양한 지원정책의 효과를 분석하기 위해 수산정책 평가모형(FishPEM: The Fisheries Policy Evaluation Model)을 구축하고 있다. 이 모형은 수산물의 수요와 공급, 투입재의 수요와 공

급, 수산물의 생물학적 특성이 반영된 연립방정식 체계로 구축될 예정이며, 모형개발 담당자에 따르면 2018년 말경에 공개될 계획이다. 이 Fish Model과 FishPEM에 대한 개략적 설명은 〈부록 1〉에 제시하였다.

〈표 1-1〉 선행연구와 본연구의 차이점 비교

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1 - 과제명: 농업부문 총량지표 중장기 전망(1994), 농업부문 총량지표 전망모형 이용지침서(1995) - 연구자: 조재환 외 - 연구목적: 농업부문 전망모형인 KREI-ASMO모형의 기본구조 및 프로그램 이용방법 제시	- 문헌조사 - 통계분석 - 계량경제분석 모델링 등	〈1994년 연구〉 - 분석모형 설정 - 총량지표 전망(생산, 가격, 자급률, 농업부가가치, 농업총소득, 농가 인구 등) 〈1995년 연구〉 - 모형의 기본구조 - 프로그램의 이용방법(구성, 변수 설명, 투입자료 수정방법, 전망결과 산출 등)
	2 - 과제명: 수산부문 총량모형 구축을 위한 기초적 연구(2003), 수산부문 전망을 위한 총량모형의 구축(2004) - 연구자: 홍현표 외 - 연구목적: 수산부문 최초로 전망 및 정책분석을 수행하기 위한 총량모형의 개발	- 이론적 접근 - 계량적 접근 - 수산분야 및 거시 계량분야 전문가 토론과 자문	〈2003년 기초연구〉 - 수산부문 총량모형 접근방법 - 수산경제시스템의 이론적 연구 - 수산물 수급부문별 실태분석 - 수급부문별 모형의 실증분석 〈2004년 연구〉 - 수산부문 총량모형의 구성 - 부문별 개별방정식모형 추정결과 - 수산부문 총량모형 추정 및 결과
	3 - 과제명: 농업부문 전망모형 구축 연구(2007, 2008) - 연구자: 김명환 외 - 연구목적: KREI-ASMO의 대폭 개편, 농업부문 전망 및 정책실험을 위한 현실 설명력 높은 계량경제모형의 구축	- 문헌조사 - 품목별 수급 및 정책 통계 구축 - 수급방정식 추정 - 추정결과 검증 - 추정결과와 엑셀 스프레드시트화	〈2007년 1차 연도 연구〉 - 농업거시지표 추정 - 재배면적반응함수, 단위함수 추정 - 수요함수, 수입수요함수 추정 등 〈2008년 2차 연도 연구〉 - 농업전망모형 KASMO 개요 - 부문별 주요 추정결과 - 주요 탄성치 및 모형적합도 검증 - 환율, FTA, 이행 시뮬레이션 등

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
4	- 과제명: KIET 산업경제계량모형 - 연구자(연도): 이진면 외(2007) - 연구목적: 거시경제와 산업 부문이 연계된 계량모형의 개발	- 국내외 사례분석 - 통계 DB 구축 - 구조방정식 추정 - 적합성 검정 - 정책 시뮬레이션	- 국내외 경제균형모형에 대한 검토 - KIET 산업·거시계량모형의 구조 - 정책적 시뮬레이션 분석(거시정책, 해외변수, 정책조합에 대한 분석)
5	- 과제명: 한국은행의 경제전망용 DSGE모형(BOKDPM) 개발 현황 - 연구자(연도): 강희돈 외(2009) - 연구목적: 동태·확률 일반균형 모형(DSGE)의 개요 소개	- 문헌연구 - 통계분석	- 경제전망용 DSGE모형의 특징 - 주요국 경제전망용 모형개발 현황 - BOKDPM의 구조 - 모수추정방법 및 추정결과 - BOKDPM의 예측력 검토(VAR모형과의 비교)
6	- 과제명: 중단기 주요 수산지표 전망에 관한 연구 - 연구자(연도): 이한동 외(2013) - 연구목적: KMI-FSM 2004 모형의 개선 및 정책 시뮬레이션 모형으로서의 활용가능성 제시	- 선행연구 검토 - 통계 DB 구축 및 특징 분석 - 외부전문가 자문 - 계량경제적 분석	- 수산부문 여건변화와 국내외 전망모형 구축사례 - 중단기 주요 수산지표 전망모형 KMI-FSM 2013의 구축 - KMI-FSM 2013의 추정 및 시뮬레이션 결과
7	- 과제명: 농업부문 전망모형 KREI-KASMO 운용·개발 연구 - 연구자(연도): 조영수 외(2009), 한석호 외(2010, 2011), 김명환 외(2012, 2013), 박지연 외(2014), 한석호 외(2015.12), 서홍석 외(2016, 2017) - 연구목적: 매년 KREI-KASMO 모형의 개선	- 선행연구 검토 - KREI-KASMO 개선사항 도출 - 방정식 재추정 - 신규 품목 확대 - 추정결과의 안정성, 예측력 검토 - 후속 개선과제 도출	- KREI-KASMO 운용 현황 - KREI-KASMO 이론적 원리와 운용 방식 - KREI-KASMO 2017 개발 및 개선 연구 - 향후 보완사항 및 과제
본 연구	- 기존 전망모형의 한계를 극복하고 수산부문 전망과 정책 시뮬레이션에 특화된 「KMI-FOSiM」 구축 - 과거 수산물 부류별 모형에서 품종별 모형으로의 전환 기반 구축 - 수산업 전망모형 운용·개선되어야 하는 필요성 및 향후 과제 제시	- 선행연구 검토 - 계량경제분석 - 통계패키지 활용 - 관련 분야 전문가 자문 - 국외 출장조사	- 국내외 산업 전망모형 구축현황 검토 및 시사점 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형 구축 및 추정 「KMI-FOSiM」을 이용한 양식어업 중장기 전망 및 시뮬레이션 - 결론 및 향후 과제

자료: 이한동·홍현표(2013), pp. 11~12의 내용에 최근 선행연구 결과를 추가·보완하여 저자 작성

제 2 장

농·수산업 전망모형 구축 실태 및 특수성 검토

이 장에서는 제1장 선행연구에서 제시된 일반경제 분야 전망모형은 제외하고, 농업 및 수산부문의 전망모형 구축실태를 보다 세부적으로 살펴보고자 한다.

본 연구에서 타 기관의 모형에 비해 농업부문 전망모형을 중점적으로 살펴보는 이유는 다음과 같다. 첫째, 농업과 수산업은 식품을 생산하는 1차 산업으로서 다른 재화에 비해 유사한 수급구조를 갖고 있기 때문이다. 특히 농수축산 부문은 수급 체계를 구성하는 공급(생산+수입+이입재고)과 수요(소비+수출+이월재고)의 항등식 관계를 통해 소비량을 도출한다는 공통점이 있다.⁸⁾ 둘째, 일반 공산품과 달리 농산물과 수산물은 기후 등 자연환경적 요인이나 생물학적 요인에 크나 큰 제약을 받는다는 공통점이 있다. 농업(재배업)과 양식업의 경우 각각 토지와 어장이 중요한 생산 기반이 되는데, 생산량의

8) 농축수산물 등 식품 전반의 수급정보를 제공하는 한국농촌경제연구원의 「식품수급표」에서는 생산량, 수입량, 이입재고를 합산한 총공급량을 우선 도출한다. 그리고 '총공급=총수요'의 항등식 관계 하에서 수출량, 이월재고를 차감한 물량을 소비량으로 간주하고 있다. 여기서 공식(비공식) 통계로 집계되는 생산, 수출입, 재고와 달리 소비량은 추정치(estimate)이다.

결정에 있어서 총면적과 단위면적당 생산성(productivity) 내지 단위 수확량(yield)가 중요한 영향을 미치게 된다. 따라서 전망모형 구축 시 생산량을 결정하는 함수체계에 이러한 특징이 고려되어야 하며, 20년 넘게 전망모형을 운용해 온 농업의 사례를 참고할 필요가 있다. 셋째, 유사한 산업의 특성상 생산, 수출입, 소비 등 부문별 방정식 체계의 구축에 있어서 변수 도입, 다양한 정책 시나리오하에 시뮬레이션 분석 틀(frame)을 설정하기 위해서도 농업부문 사례는 유용한 정보를 제공하기 때문이다.

한편, 과거에 구축되었던 수산부문 전망모형을 별도로 검토하는 것은 기존 모형(FSM 2004 및 2013)의 구조와 문제점을 보다 명확히 인식하기 위함이다. 즉, 기존 모형의 문제점과 한계를 개선하기 위한 개발방향의 설정, 신규 전망모형의 체계 구축에 있어서 차별성을 보다 명료하게 제시하는 데 목적이 있다.

제1절 농업 전망모형 구축 실태와 특징

1. 개요

농업부문의 전망모형 구축 역사는 1970년대 초반으로까지 거슬러 올라간다. 과거 국립농업경영연구소에서는 한국농정 사상 최초로 계량경제모형을 이용한 한국농업부문연구(KASS: Korea Agricultural Sector Study) 사업을 추진하였다. 이후 이정환(1982⁹⁾, 1983¹⁰⁾), 한두봉(1994)¹¹⁾의 연구로 이어지며 농업 전망모형의 틀을 갖춰 나가기 시작했다.

9) 이정환 외(1982).

10) 이정환 외(1983).

한편, 1986년부터 시작되어 1993년에 타결된 우루과이라운드 농산물협정에 따라 1995년부터 농산물 시장은 단계적으로 개방되었다. 이와 같이 농업에 큰 변화를 초래하는 외생적 충격의 영향, 그리고 농업정책 변화에 따른 파급효과 분석 등이 가능한 보다 정교한 전망모형 구축의 필요성이 대두되었다. 이에 조재환 외(1994)는 농업생산액, 농가인구, 농업부가가치 등과 같은 주요 총량지표에 대한 중장기 전망이 가능한 KREI-ASMO(KREI-Agricultural Simulation Model)를 개발하였다.

이후 한국농촌경제연구원은 10여 년 동안 KREI-ASMO를 운용하면서 모형의 개편 작업을 지속적으로 수행하였다. 이 과정에서 다음과 같은 몇 가지 개선 필요성이 제기되었다. 첫째, KREI-ASMO의 경지배분모형은 품목군별로 설명변수가 동일해, 추정계수가 반대로 나오거나 설명력이 낮았는데, 이 문제는 개별 품목별로 재배면적반응함수로 전환하여 해결하였다. 이에 따라 KREI-KASMO는 자유무역협정, 정부정책의 변화와 같은 외생적 시장환경의 변화에 따른 농업 전체의 영향뿐만 아니라, 개별 품목의 영향까지 예측할 수 있게 되었다.¹²⁾

둘째, 추정된 재배면적과 가격의 변화가 심하고, 균형가격이 발산하는 현상이 발생하기도 하였다. 이는 개별 품목의 전년도 가격이 경지배분 함수에 포함되어 국내 생산량이 결정되고, 이렇게 산출된 생산량에 전년 이월량, 수입량과 함께 도출된 총공급량이 시장을 청산하는 역수요함수의 설명변수로 작용하게 되고, 이렇게 결정된 가격이 차년도 재배면적을 도출하게 되는 축차(recursive) 방식이기 때문

11) 한두봉(1994).

12) 경지배분모형에 대한 문제와 해결방안은 김배성·이용호·이병훈(2005)에서 이미 제시되었다. 또한 KREI-KASMO의 1차 연도 연구인 김명환 외(2007a)에서도 이를 언급하고 있는데, 이와 동시에 수행된 김명환 외(2007b)의 KREI-ASMO 2007은 이전의 모형과 달리 이미 경지배분모형의 문제점을 해결하기 위해 경지반응모형을 도입했다.

이었다. 이러한 균형가격 결정의 구조적인 문제는 수급동시균형(simultaneous equilibrium) 방식의 도입을 통해 해결하였다.

셋째, KREI-ASMO가 처음 개발된 시기인 1990년대 중반의 경우, 수출입 자료의 시계열이 짧아 수입수요함수를 추정하지 못하였다. 이에 따라 국산청산가격과 수입가격 중에 낮은 가격이 국내가격이 되는 주도가격구조로 수급모형이 구축되어, 국산품과 수입품 사이의 소비자선호를 반영하지 못했다. KASMO로의 개편 시점에서는 모형 추정이 가능한 수준의 수출입실적 자료를 확보함에 따라 수입수요함수를 추정하였다.

넷째, 회계연도 기준과 연산연도(마케팅연도) 기준의 차이에서 문제가 발생할 수 있다는 지적이 있었다. 이는 실제 작물의 생산시기와 인위적인 회계연도에 차이가 있어 발생하는 문제인데, 초기에 구축된 KREI-ASMO는 회계연도 기준으로 모형을 구성하였다. KASMO에서는 이러한 문제가 제기되는 품목에서 합리적인 방향으로 연도 기준을 재설정하였다.

다섯째, 벼 수매제도가 2000년대 들어 폐지되고, 직불제가 확대되는 등 국내농업정책이 변화함에 따라 이러한 정책변화를 모형에 반영할 필요성이 커졌다. KASMO에서는 ASMO의 정책 시뮬레이션 기능을 대내외 농업정책 환경 변화를 반영하여 개선하였다.

김명환 외(2007a, 2008)는 ASMO를 운용하면서 제기되었던 이상의 여러 문제점을 극복하고, 품목별 수급전망뿐만 아니라 다양한 정책실험이 가능한 KREI-KASMO(Korea Agricultural Simulation Model)라는 모형을 새롭게 구축하였다. 이렇게 개발된 KREI-KASMO는 이후에도 꾸준히 보완 작업을 거치면서 현재까지 운용되고 있다.

〈표 2-1〉 농업부문 전망모형의 발전 및 개편과정

구분	세부 내용(모형의 개선사항)
KASS(1972)	• 농업부문 총량모형의 효시, 농림수산물 농업경영연구소 및 미시간주립대 공동 개발 • 농업생산, 수요, 인구, 거시경제 등 4개 부문, 약 700개 방정식으로 구성
이정환 외 (1982, 1983)	• 농산물 공급 결정부문, 농산물 수요 결정부문, 농업과 국민경제 전체를 연결하는 부문과 같이 3개 부문으로 모형 구성
한두봉(1994)	• 농업 중심의 연간 거시경제모형 개발 • 총 56개 방정식으로 구성(33개 행태방정식, 23개 정의식)
조재환·성명환· 사공용(1994), 조재환·사공용· 이정환(1995)	• 농업부문 총량지표 중장기 전망모형 개발(KREI-ASMO의 근간이 됨) • 모형은 품목별 수급 결정부문, 총공급 결정부문, 수급 및 총공급의 연계 부문, 농업부가가치 결정부문으로 구성, 분석에 TSP 프로그램을 이용
김경덕 외 (1999)	• KREI-ASMO 99모형으로 명명, 국내농업모형은 재배업부문모형, 축산부문모형으로 구분하고 총량모형과 연계 • 분석에 AREMOS 프로그램을 이용
김배성·서진교· 이병훈(2003), 김배성·이용호 (2005)	• KREI-ASMO 2003모형으로 명명, 기존의 경지배분모형 구조를 경지반응모형 구조로 전환 검토, 경지면적에 대한 가격반응을 고려 • 분석에 Eviews 프로그램을 이용 • KREI-ASMO 2005모형: 개별 행태방정식의 재추정, 경지배분모형 재추정, 각 품목 모듈 및 총량 모듈 갱신
김명환 외 (2006)	• KREI-ASMO 2006: 작물별 재배면적 배분방정식 체계에서 분배 몫 구조를 분배 면적구조로 전환 • 품목별 단일 수요함수 체계를 국산수요함수와 수입수요함수로 분리
김명환 외 (2007a, 2008)	• KREI-ASMO를 대폭 개편하는 2개년 대형과제 추진 • 개편을 통해 기존 18개 품목군에서 53개 품목 및 품목군으로 세분화 • 2007년(1차 연도) 연구: 농업거시지표, 재배면적반응함수, 단순함수, 수요함수, 수입수요함수 등의 개별방정식 추정 • 2008년(2차 연도) 연구: 미국 FAPRI와 공동으로 신규 모형인 KREI-KASMO 개발, 전체모형의 구축 및 추정, 운용 프로그램을 엑셀(Spreadsheet)로 전환
조영수 외(2009) 한석호 외(2010) 한석호 외(2011) 김명환 외(2012) 김명환 외(2013) 박지연 외(2014)	• 매년 「농업부문 전망모형 KREI-KASMO 20〇〇 운용·개발 연구」 제 목으로 연구를 수행하며, 농업부문 전망 및 정책 시뮬레이션 모형으로 서의 고도화 기반을 구축하고 있음 • 주요 내용 : 매년 자료 DB의 갱신, 주요 변수의 재추정, 새로운 품목의 수급방정식 추가, 새로운 정책변수(예: 쌀소득보전직불제, 발농업직불제, 송아지 생산가격안정제, 잉여원유 쿼터제도, SPS 사전영향 평가,

구분	세부 내용(모형의 개선사항)
한석호 외(2015.12)	FTA 영향)의 반영, 모형의 적합성 제고 등
서홍석 외(2016)	• 자료 갱신에 따른 품목별 수급 관련 행태방정식의 재추정은 모형의 안정성 유지를 위해 2~3년 주기로 실시
서홍석 외(2017)	• 2018년에는 KREI-KASMO의 전면적 개편 예정

자료: 이현동·홍현표(2013), pp. 29~30의 내용에 최근 선행연구 결과를 추가·보완하여 작성

2. 모형의 구조와 특징¹³⁾

1) 기본가정 및 대상품목

KREI-KASMO에서 농산물은 생산자 또는 소비자 등 특정 주체가 시장지배력을 가지지 않는 완전경쟁시장(perfect competition market)을 가정하며, 시장가격은 수급균형에 의해 결정된다. 우리나라 농업 부문에 한정된 동태(dynamic) 부분균형모형(partial equilibrium model)으로서 국제시장과 비농업부문은 외생적으로 취급된다. 개별 생산품목 상호 간에 생산과 소비의 대체관계가 있는 품목들은 연립방정식체계(simultaneous equation system) 내에서 유기적으로 연결되어 있다.

인구, 실질 GDP, 소비자물가, GDP 디플레이터, 환율 등은 한국은행, 통계청, OECD 등 국내외 주요 전망기관의 전망치를 모형에 반영하고 있다. 특히 국내 농업과 농가경제에 중요한 영향을 미치고 있는 다양한 농업정책, 예를 들어 쌀 소득보전직불제, 송아지 생산가격 안정제, 밭농업 직불제, 잉여원유 쿼터제 등이 전망모형의 방정식체계에 반영되어 있다.¹⁴⁾

13) 농업 전망모형의 구조와 특징은 현재 한국농촌경제연구원에서 운영하고 있는 KREI-KASMO를 기준으로 제시하고자 한다. KASMO 이전에 운용되었던 ASMO에 대한 자세한 내용은 조재환·성명환·사공용(1994), 조재환·사공용·이정환(1995)의 연구에서부터 KREI-ASMO 2006년 개편까지의 연구를 참조할 수 있다. 그리고 본 보고서에 기술된 KREI-KASMO의 기본가정과 대상품목, 모형의 구조, 시장청산 균형가격의 도출 등에 대한 내용은 서홍석 외(2017)의 「농업부문 전망 모형 KREI-KASMO 2017 운용·개발 연구」, 서홍석(2018. 10)의 「KREI-KASMO 구축 및 운용 사례 연구자문 결과보고서(KMI 제출)」에서 요약·인용하였음을 밝힌다.

KREI-KASMO는 농림축산식품부의 『농림축산식품 주요통계』의 생산액 기준으로 재배업 63개, 축산업 11개 등 총 74개 품목이지만, 실제 품목 기준으로는 보다 세분화되어 총 115개 품목으로 구성되어 있다. 생산시기에 따라 감자를 봄, 여름, 가을로 구분하였고, 배추와 무는 생산시기 및 재배 형태에 따라 봄, 가을 및 고랭지, 시설 등의 4개로 구분하였다. 국내에서 생산되지 않아 수입에 의존하지만, 국내 농산물 소비에 영향을 미치는 열대과일과 오렌지도 포함하고 있다.

〈표 2-2〉 KREI-KASMO 2017의 품목범위(모형의 실품목 기준)

단위: 개

구분	품목수	품목
곡물	14	미곡, 보리(겉보리, 쌀보리, 맥주보리), 밀, 호밀, 옥수수, 콩, 팥, 녹두, 감자(봄, 여름, 가을), 고구마
채소	32	마늘, 양배추, 양파, 시금치, 상추, 당근, 대파, 쪽파, 생강, 배추(봄, 고랭지, 가을, 시설), 김치(봄, 고랭지, 가을, 시설), 무(봄, 고랭지, 가을, 시설), 고추 수박, 참외, 오이, 호박, 토마토, 딸기, 멜론, 가지, 파프리카, 풋고추
과실	16	사과, 배, 복숭아, 포도, 감귤, 단감, 뽕은 감, 자두, 메실, 참다래, 오렌지(HS 0805), 열대과일(HS 0801, 0803, 0804), 기타과실(냉동, 건조)
특용	6	참깨, 들깨, 땅콩(낙화생, 피넛버터), 차(마태, 녹차)
약용	1	품목군 18개
화훼	6	절화, 분화, 기타(화목류, 관상수, 종자류, 초화류)
버섯	5	양송이, 느타리, 영지, 팽이, 새송이
전매	4	연초(잎담배, 가타담배), 인삼(홍삼, 백삼)
벼짚	1	벼짚
축산	17	한육우, 젓소, 돼지, 닭, 오리, 계란, 우유(우유, 조제, 전지, 탈지, 버터, 연유, 치즈, 발효유), 벌꿀, 오리알, 양잠
가공	13	혼합조미료, 기타소오스, 기타제조농산물, 과자, 주류, 면류, 커피, 당류, 소스, 음료, 박류, 식물성유지, 기타가공
계	115	

자료: 서홍석 외(2017), p. 12

14) 서홍석(2018. 10), p. 19.

KASMO에 포함된 품목들은 2016년 전체 농업생산액의 98.3%를 차지하고 있다.

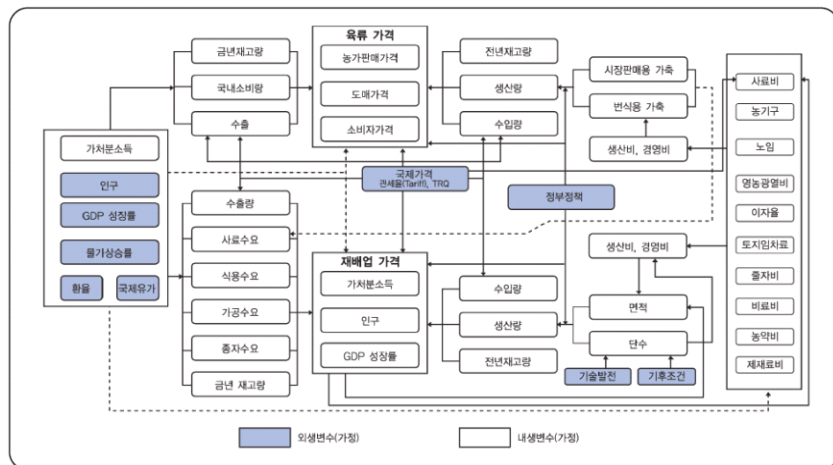
2) 모형의 구조

초기에 개발된 KREI-KASMO는 거시경제 전망부문, 투입재 가격 전망부문, 재배업부문, 축산업부문, 농업총량부문의 5개 부문으로 구성되었다. 그러나 한석호 외(2011)가 KREI-KASMO에 코호트별 농가 인구, 호당인구, 농가호수를 추정하여 호당 농가소득 등의 농업총량 지표를 산출할 수 있도록 농촌·농가인구모형을 도입함에 따라, 농가 인구 전망부문이 추가되어 현재 총 6개 부문으로 구성되어 있다.

〈그림 2-1〉은 KREI-KASMO의 구조를 보여준다. 먼저 거시경제 전망부문은 통계청, 한국은행, OECD 등의 관련기관에서 발표하는 경제성장률, 소비자·생산자물가지수, 환율 등의 전망자료를 활용하여 실질 GDP와 1인당 가처분소득을 추정한다. 투입재 가격 전망부문은 사료비, 비료비, 농업노임, 농지임차료 등을 추정할 수 있게 구성되어 있다. 이중 사료비, 종자비, 농약비 등 주요 경영비 항목은 거시경제 전망부문에서 전망된 거시변수를 이용할 수 있고, 농업노임 등은 거시변수와 함께 재배업부문과 연계될 수 있도록 설계되었다.

재배업 전망부문은 곡물, 과채, 과일, 채소, 특용작물과 같이 5개 부문으로 구분되며, 품목별로 단수함수, 재배면적함수, 수요함수, 수입수요함수를 추정하고, 수급균형 항등식을 통해 품목별로 수급에 대한 전망과 균형가격을 도출하도록 구성되어 있다. 재배업 부문은 크게 하계 작목, 과수작목, 동계 작목으로 구분되는데 하계 작목과 동계 재배 작목은 생산자의 재배 작목 선택의 상충(Trade-off)관계를 고려하여 연립방정식체계로 각각 구성되어 있다.¹⁵⁾

〈그림 2-1〉 KREI-KASMO 2017 모형의 구조도



자료: 서흥석 외(2017), p. 15

축산부문은 한육우, 젓소, 낙농, 돼지, 유계, 산란계, 오리, 벌꿀 등으로 구성되어 있는데, 낙농은 우유, 조제 등의 8개 세부 품목으로 구분되었다. 그리고 공급함수의 경우, 생물학적 모형의 구성이 가능한 사육두수는 연령별 생존율 등을 고려하여 공급함수를 설정하였다.

농업총량 부문은 투입재 가격 전망부문의 추정치와 재배업·축산부문에서 도출된 품목별 생산량 및 균형가격을 통해 농업생산액, 농업소득 등의 총량지표가 도출되는 구조로 설계되어 있다. 또한 쌀 직불제의 효과가 반영된 농업소득, 농외소득, 이전소득 등의 농가경제 총량지표가 전망될 수 있도록 설계되었다. 농업 총량지표 중에 1인당 농업소득, 호당 농가소득 등을 전망하기 위해서는 농가인구, 호당인구, 농가호수에 대한 신뢰성 있는 추정치가 필요하다. KASMO에서는 코호트모형과 계량경제모형을 혼합, 인구의 생태적인 특성을 반영한 농촌·농가인구모형을 이용하여 농가인구를 전망하고 있다.

15) 서흥석 외(2017), p. 14

3) 시장청산 균형가격의 도출

경제학 이론에서는 개별 품목의 총공급량(total supply)과 총수요량(total demand)이 일치할 때 시장청산 균형가격이 도출된다. KASMO의 연립방정식 시스템하에서 시장청산 균형가격 도출 계산방식은 다음과 같다.¹⁶⁾ 예를 들어 전기 가격(P_{i-1})이 높게 설정되었다면 공급이 증가하게 된다. 이에 따라 초과공급량(TS-TD)이 양(+)의 값을 갖게 되고, 조정계수(δ)에 있는 음(-)의 부호 때문에 당해 연도 가격(P_i)은 전기 가격(P_{i-1})보다 낮아진다. 반대로 전기 가격이 낮게 설정되었다면 수요가 증가하기 때문에 초과공급량이 음(-)의 값을 갖게 되고, 당해 연도 가격이 전기 가격보다 높아지게 된다. 이 순환적인 과정은 초과공급(TS-TD)이 0이 될 때까지 무한 반복(iteration)된다.¹⁷⁾

$$P_i = P_{i-1} - \delta(TS_i - TD_i)$$

여기서 i =반복횟수, $i = 1 \sim \infty$,

P =가격, TS =총공급량, TD =총수요량,

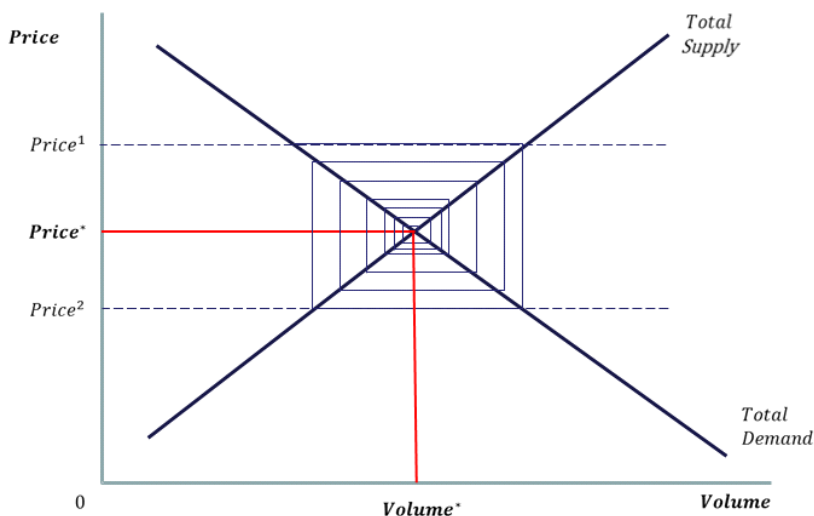
δ =조정계수(equilibrator)

KASMO에는 이러한 가격의 조정 역할을 하는 조정계수(equilibrator)를 가지고 있는데, 이러한 방식의 균형가격 도출은 미국 미주리대학의 식품농업정책연구소에서 개발한 엑셀(Excel) 버전이 이용되고 있다.

16) 서홍석 외(2017), p. 39.

17) 서홍석 외(2017), p. 39.

〈그림 2-2〉 시장청산 균형가격의 도출방식



자료: 서흥석 외(2017), p. 40

4) 방정식체계

수산부문 전망모형의 구조와 방정식체계를 설정함에 있어서 KREI-KASMO의 사례는 유용한 정보를 제공한다. KASMO는 거시변수 부문, 농업 생산요소 부문, 재배업 부문, 축산 부문, 농업총량 전망부문으로 구분되는데 여기서는 수급모형의 핵심을 이루는 재배업 부문의 방정식체계에 대해 살펴보고자 한다.

재배업 모형은 개별 농산물의 재배면적을 추정하고, 재배면적과 단수를 곱하여 국내 생산량을 산출한다. 이 국내 생산량에 수입량, 이입 재고량을 합하여 국내 총공급량을 도출하며, 여기서 수출량, 이월(연말) 재고량을 차감하여 소비량을 추정한다. 총공급량과 총수요량을 비교하여 초과공급(수요)일 때 균형가격은 하락(상승)하는 과정을 반복하여 총수요량과 총공급량이 일치되는 균형가격이 도출된다.

먼저 재배업의 공급 부문에서는 품목별 재배면적함수와 단수함수를 추정한다. 재배면적은 품목별로 투입되는 설명변수에 일부 차이가 있으나 전기($t-1$)의 재배면적, 품목별 기대수익률¹⁸⁾, 대체품목의 기대수익률의 함수로 구성되어 있다. 단수는 주요 설명변수인 농업기상의 미래전망치 자료 획득이 어렵고, 합리적인 미래예측도 현실적 여건상 한계가 있기 때문에 과거 추세를 고려하면서 한국농촌경제연구원 농업관측본부 품목담당자 및 전문가 의견을 바탕으로 전망을 하고 있다. 이와 같이 도출된 품목별 재배면적과 단수를 곱해서 국내 생산량을 도출하고 있다.

품목별 수입수요함수는 개별 품목의 기대수입량이 국내산 가격과 수입산 가격에 의해 결정됨을 가정하고 있다. 실제로 KASMO에서는 수입수요함수의 추정에 있어서 종속변수는 수입량, 설명변수로는 국내산 소매가격과 수입가격의 비율, 관세율, 환율 등이 포함되어 있다. 수입수요함수는 국가별로 구분되는데, 예를 들어 보리 1개 품목만 하더라도 호주, 캐나다, EU, 미국, 중국, 인도, 일본, ASEAN, 칠레, 뉴질랜드, 싱가포르, 기타와 같이 총 12개를 추정하고 있다. 최종적으로 국내 총공급량 항등식은 국내생산량, 수입량, 연초 재고량¹⁹⁾의 합계로 도출된다.

한편, KASMO에서 수요함수 체계는 개인수준에서의 소비이론을 이용하지 않고 통합된(aggregated demand level) 소비이론을 가정하고 있다.²⁰⁾ 수요함수의 경우 종속변수는 품목별 1인당 소비량, 설명변수로는 해당 품목의 소매가격, 대체재의 소매가격, 1인당 국민처분가능소득 등이 포함되어 있다. 그리고 품목별 수출함수의 경우 수

18) 기대수익률 = 기대농가판매가격 * 기대단수 / 기대경영비

19) 품목별 연초 재고량(t_1)은 전기($t-1$)의 연말재고량과 같다.

20) 서홍석 외(2017), p. 44.

출량이 수출단가, 환율의 함수로, 수출단가함수는 도매가격과 환율의 함수로 구성되어 있다. 품목별 연말재고량은 해당 품목의 소매가격과 국내 총공급량의 함수로 추정된다. 최종적으로 국내 총수요량은 국내소비량, 수출량, 연말재고량의 합계로 도출된다.

〈표 2-3〉 예시: 쌀의 행태방정식 추정에 이용된 변수

종속변수	설명변수	부호
LOG (쌀 재배면적)	Constant	+
	LOG(쌀 전년도 재배면적)	+
	LOG(쌀 농가 기대 수익률)	+
	LOG(콩 농가 기대 수익률)	-
	LOG(인삼 농가 기대 수익률)	-
	LOG(과채 기대수익성)	-
	추세	-
LOG(쌀 경영비)	Constant	+
	$0.02*농기계비+0.02*영농자재비+0.01*영농광열비+0.45*노임+0.09*임차+0.27*종자비+0.1*비료비+0.03*농약비$	+
	구조변화더미변수	
LOG(식량용 쌀 수요량/인구)	Constant	-
	LOG(쌀 소매가격/소비자물가지수*100)	-
	LOG(밀, 보리 가중평균 소매가격)	+
	LOG(3대 육류 가중평균 소매가격)	+
	LOG(국민 1인당 처분가능소득/소비자물가지수*100)	+
	추세	+
	연간더미변수	
	구조변화더미변수	
LOG(가공용 쌀 수요량/인구)	Constant	-
	LOG(쌀 소매가격/소비자물가지수*100)	-
	LOG(밀, 보리 가중평균 소매가격)	+
	LOG(3대 육류 가중평균 소매가격)	+
	LOG(국민 1인당 처분가능소득/소비자물가지수*100)	+
	추세	+

종속변수	설명변수	부호
	연간더미변수	
	구조변화더미변수	
쌀 재고량	Constant	-
	당해 쌀 총 공급량	+
	쌀 소매가격/소비자물가지수*100	+
	연간더미변수	

자료: 서흥석(2018. 10), p. 45

제2절 기존 수산부문 전망모형의 구축 실태와 특징

1. KMI-FSM 2004 및 2013

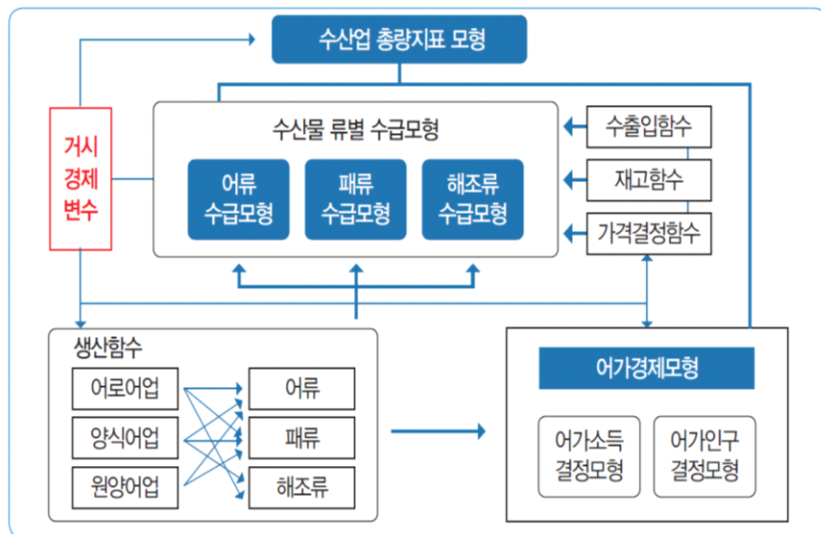
1) KMI-FSM 2004²¹⁾

한국해양수산개발원에서는 2003년 『수산부문 총량모형 구축을 위한 기초적 연구』를 기반으로 2004년 『수산부문 전망을 위한 총량모형의 구축』 연구를 통해 수산업 전망모형(KMI-FSM 2004)을 최초로 개발하였다. KMI-FSM 2004는 수산부문 변수들이 세부 부문별로 상호 관련성을 가지는 일련의 시스템으로 이루어져 있다. 전체 총량모형의 구조를 살펴보면, 어류 수급모형, 패류 수급모형, 해조류 수급모형, 어가경제모형, 수산업 총량지표모형과 같이 크게 5개의 하위부문으로 구성되어 있다.²²⁾

21) 홍현표 외(2004), pp. 8~47의 모형 설명 부분을 요약하였다.

22) 개별방정식의 개수는 총량지표모형 1개, 어가경제모형 10개, 어류 수급모형 12개, 패류 수급모형 11개, 해조류 수급모형 9개로 총 43개이다.

〈그림 2-3〉 KMI-FSM 2004 모형 구조도



자료: 홍현표 외(2004), p. 9

수산물 생산함수는 어업별 특성에 따라 어로어업, 양식어업, 원양어업, 기타어업(내수면어업 등) 4개 유형으로 분류하고, 이를 부류별 수급모형과 연결하기 위해 수산물 종류를 어류, 패류(갑각류, 연체류, 기타수산물 포함), 해조류로 구분하였다. 생산부문에 있어서 수산업의 생물학적 특징을 모형에 반영한다는 측면에서 어획어업의 경우 단위노력당 어획량(CPUE: Catch Per Unit Effort)과 어획노력량 함수를 이용하여 총어획량을 도출하도록 모형을 구성하였다. 양식어업 생산함수에 있어서도 어획어업의 CPUE 개념과 유사하게 양식어장 면적에 단위면적당 생산량(단수)을 곱하여 생산량을 추정하는 방식을 이용하였다.

〈표 2-4〉 KMI-FSM 2004의 생산부문 모형 추정에 이용된 변수

구분	종속변수	설명변수
연근해 어획 어업	어획노력량	전기 어획노력량, 어선당 실질연료가격, 전기 어선당 실 질 연료가격, 더미변수
	어류 단위노력당 어획량	어획노력량, 전기 자본집약도
	패류의 단위노력당 어획량	전기 패류의 단위노력당어획량, 전기 자본집약도, 어획 노력량, 해수면 기압
	연근해 어업 해조류 생산량	전기 연근해어업 해조류 생산량, 추세치, 해수면기압
양식 어업	단위면적당 양식어류 생산량	전년도 단위면적당 양식어류 생산량, 어류양식면적, 추 세치, 해수면 기압
	어류 양식어업면적	전기 어류 양식면적, 실질 생산자물가지수, 추세치, 더미 변수
	단위면적당 양식패류 생산량	전년도 단위면적당 양식패류 생산량, 패류양식어업면적, 추세치
	패류 양식어업면적	전기 패류 양식면적, 전기 패류 양식생산량, 추세치
	단위면적당 양식해조류 생산량	전년도 단위면적당 양식해조류 생산량, 해조류양식어업 면적, 추세치, 해수면 기압
	해조류 양식어업면적	전기 해조류 양식면적, 전기 해조류 실질생산자물가지 수, 추세치
기타 어업	기타어업 생산량	전기 기타어업 생산량, 1인당 실질GDP, 추세치
원양 어업	원양어업어류어획노력량	원양어선총톤수, 전세계어업 총생산량, 더미변수
	원양어업패류어획노력량	원양어선총톤수, 전세계어업 총생산량, 더미변수

자료: 홍현표 외(2004), p. 19

이렇게 결정된 생산량은 부류별 수급모형에 투입되어 수출입량, 재고량, 감모량 등의 변수와 결합되고, 수급 항등식 관계를 통해 소비량이 결정되어 시장 수급균형을 달성하도록 설정되었다.

3개의 부류별 수급모형은 생산함수, 가격결정함수, 수출입함수, 재고함수 등을 포괄하는 구조방정식 체계를 갖추고 있다. 수산물 생산·수급모형에서 결정된 생산량, 가격 등의 내생변수들은 다시 어가경

제모형에 투입되어 어가소득, 어가인구를 결정하며, 상기 변수들은 최종적으로 수산업 총량지표모형으로 투입되어 수산업 총생산량 및 생산금액, 부가가치액을 결정하는 구조로 설정되었다. 아래의 <표 2-5>는 어류 수급모형의 방정식체계를 간략히 제시한 것이다. 지면 관계상 패류와 해조류 수급모형은 생략하였는데, 어류 수급모형과 동일한 구조를 가지며, 일부 설명변수 이용에는 차이가 있다.

<표 2-5> KMI-FSM 2004의 어류 수급모형 추정에 이용된 변수

종속변수	설명변수
실질소비자물가지수	어류의 초과공급량
유통마진율	전기의 유통마진율, 어류의 계통판매비율, 유통비용
재고 비율	전기의 재고비율, 전기의 어류생산량, 어류의 실질소비자물가지수
감모량	전기의 감모량, 전기 어류생산량, 더미변수
수출량	전기의 수출량, 전기의 실질어류생산자물가지수, 전기의 어류수출단가
수입량	전기의 수입량, 어류수입단가, 1인당 실질 GDP

자료: 홍현표 외(2004), p. 20

2) KMI-FSM 2013²³⁾

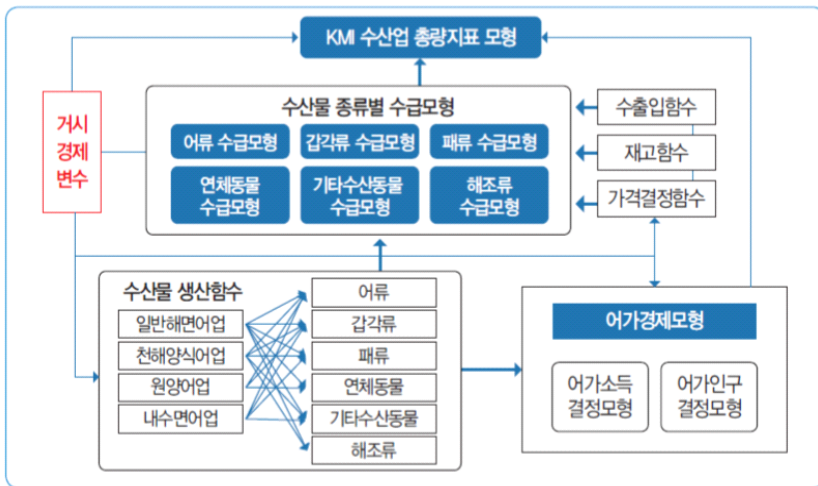
「KMI-FSM 2004」가 구축되고 10여 년이 지난 2013년에 이르러서야 모형의 수정·보완 작업이 이루어졌다. 2004년 모형 구축 이후 기존의 모형 구조와 방정식체계는 그대로 둔 채 기초통계 DB만 업데이트하는 수준에서 제한적으로 모형이 관리되어 왔다. 「KMI-FSM 2013」도 전체 모형의 구조와 방정식 체계는 2004년 구축 모형과 유사하지만 부분적으로 모형의 확장을 시도하였다. 기존 전망모형에서 수산물 종류를 어류, 패류, 해조류 3개로 분류했던 것을 어류, 패류, 갑각류, 연체동물, 기타수산동물, 해조류 등 총 6개로 보다 세분화하

23) 이현동·홍현표(2013), pp. 51~54의 모형 부분을 요약하였다.

였으며, 수산물 생산부문을 어업별로 일반해면어업, 천해양식어업, 원양어업, 내수면어업의 4개 유형으로 구분하였다.

이러한 모형의 구조상에서의 일부 개편과 더불어 개별방정식 추정
에 있어서 사용된 설명변수를 재검토하여 전망모형을 구성하는 전체
방정식체계를 재추정하는 작업을 수행하였다. 2004년 이후 수산부문
에 있어서의 특징적인 여건 변화를 모형의 구조와 방정식에 반영하
고자 하였으며, 모형에 투입되는 제반 기초통계 DB를 대폭 보강하였
다. 특히 개별 행태방정식의 추정에 있어서 기존 모형의 방정식에 포
함되지 않았던 다양한 변수들을 추가적으로 고려하였으며, 개별 변수
들의 통계적 유의성과 전체 모형의 적합성 등을 제고하고자 하였다.

〈그림 2-4〉 KMI-FSM 2013 모형 구조도



자료: 이헌동·홍현표(2013), p. 54

3) KMI-FSM의 한계

수산부문 전망모형 「KMI-FSM 2004」는 수산부문 최초로 구축된

총량모형이라는 점에서 의의가 있다. 그러나 모형에 이용되는 기초 통계의 제약이 크고, 후속과제를 통한 주기적 개편이 이루어지지 못한 점에서 모형의 운용·관리에 분명한 한계가 있었다.

우선 모형에 투입되는 기초통계 DB가 보다 정교한 전망모형으로의 확대 개편을 제약하는 측면이 있다. 이는 모형이 안고 있는 자체적인 문제라기보다는 수산통계의 현실적 제약요인으로 볼 수 있다. 농업부문 전망모형이 쌀, 밀, 쇠고기, 돼지고기, 사과 등과 같이 세부 농산물 품목단위로 모형이 구축되어 있는 것과 대조적으로 수산물의 경우 어류, 패류, 해조류 등과 같은 부류별 모형으로 구축될 수밖에 없었는데 가장 큰 원인은 이용 가능한 기초통계의 부재라 할 수 있다. 상술하면, 특정 품목에 대한 수급 전망모형을 구축하고자 할 때 기본적으로 생산실적, 수출·입량, 재고량(이입·이월), 산지·도매·소매가격, 품목별 경영비와 같은 투입요소가격 등의 시계열자료가 필요하다. 그러나 2003~2004년 전망모형 구축 당시 수산부문에서는 이러한 기초자료 기반이 대단히 취약하였으며²⁴⁾, 초기 모형부터 품목별 모형으로 구축하기에는 어려움이 있었다. 결국 어류, 패류, 해조류 등과 같은 수산물 부류별 모형으로의 접근이 불가피했다.

다음으로 「KMI-FSM」 모형이 어려운 여건하에서 구축되었지만 후속연구를 통해 지속적으로 유지·관리되지 못한 한계가 있다. 산업 전망을 위한 계량모형은 구축 자체도 중요하지만, 통계 DB의 업데이트(update), 개별방정식의 유의성 제고를 위한 반복적 추정, 시물레이션 모형으로서의 활용도 및 모형의 적합성 제고 등 일련의 작업이 주기적으로 수행되어야 전망모형으로서 그 가치를 발할 수 있기 때문이다.

24) 수산부문 통계 중 생산 및 수출입 관련 자료는 비교적 접근이 용이하지만, 도매가격, 소매가격, 품목별 경영비 자료는 지금도 대단히 취약한 것이 현실이다. 모형에 투입되는 기초통계의 실태에 대해서는 제3장에서 보다 구체적으로 다루고자 한다.

이 외에도 수산물 수급의 항등식 관계 설정을 위해 모든 변수의 생물 중량 단위를 톤(ton)으로 일치시켜야 하는데, 가공 수산물에 수율을 적용하여 생물(원어) 중량으로 환산할 경우 해양수산부의 수산물 수급 통계와 큰 차이가 있어, 전망치와 차이가 크게 나타나는 문제도 있었다. 또한 해양환경 및 수산자원의 불확실성으로 생산량 예측이 어려워 수산물 자원량(fish stock) 변수를 모형에 활용하기 어려웠다.

2. 관측품목별 수급 예측모형

1) 개요

KMI 수산업관측센터의 품목별 수급 예측모형은 2014년 수산업관측센터에서 주관하고 부산대학교, 제주대학교가 공동으로 연구하여 개발된 중단기 예측모형이다. 수산업관측센터의 주요 관측대상 품목에 대한 전망 정보의 신뢰성과 정확성을 향상시키고, 나아가 관측정보 수요자인 어업인, 정책담당자의 합리적인 의사결정을 지원하기 위해 모형이 구축되었다.

품목별 수급 예측모형은 수산업관측센터에서 수급정보를 관측하고 있는 김, 미역, 넙치, 조피볼락, 전복, 굴, 송어 등 7개의 주요 양식품목을 대상으로 구축되었으며, 송어 모형²⁵⁾을 제외한 6개 품목의 개별 모형을 상시 운영하고 있다. 현재 품목별 수급 예측모형은 수산업관측센터에서 매월 발간되는 수산관측월보의 생산량 및 가격 전망에 활용되고 있으며, 매년 KMI 해양수산전망대회의 품목별 중장기 생산전망 외에 정부정책 의사결정 지원에 활용되고 있다. 또한 2014

25) 송어 수급 예측모형의 경우 모형에 활용 가능한 제반 변수의 기초통계가 부족하여 지속적인 모형 운영이 어려운 상태이다. 이를 개선하기 위해 관련 변수를 지속적으로 축적하고 추가 변수를 발굴하는 작업을 진행 중에 있다.

년 총 7품목의 수급 예측모형이 구축된 이후로 현재까지 매년 품목별 유지·보수 작업이 진행되고 있다.

이 수급 예측모형은 개별 품목에 국한된 부분균형모형(Partial Equilibrium Model)이며, 각각의 개별방정식들이 축차적으로 영향을 주고받는 동태적 축차형 시뮬레이션(Dynamic Recursive Simulation)의 구조로 설계되었다. 모형 내 개별방정식은 단일방정식 형태의 다중선형회귀모형으로 추정되며, 추정방법은 기본적으로 통상최소자승법(OLS)을 이용하고 있다. 다만, 합동(pooled) OLS, 고정효과모형(Fixed Effect Model), 자기회귀모형(Auto Regressive Model) 등도 필요시 이용하고 있다.

품목별 수급 예측모형은 기본적으로 수산업관측센터에서 공표하는 월 또는 분기별 관측 통계자료를 근거로 구축되었다. 이로 인해 경우에 따라 시계열 자료의 길이가 다소 짧아 자유도 부족 문제가 발생할 수 있어, 해당 경우에는 지역별 패널 자료(Panel Data)를 활용하여 추정하였다.

또한 각 품목의 생물학적 특성을 반영하기 위해 생산 어기가 있는 품목인 김, 미역, 굴은 생육시기에 부합하도록 연산 기준²⁶⁾의 모형으로 구축하였으며, 연중 생산되는 품목인 전복, 넙치, 조피볼락의 경우 입식량, 크기별·연산별 양성물량을 고려하여 추정하였다. 그 외에도 품목별 양성상태, 품질평가, 적정수온 등의 변수도 추가적으로 고려하였다.

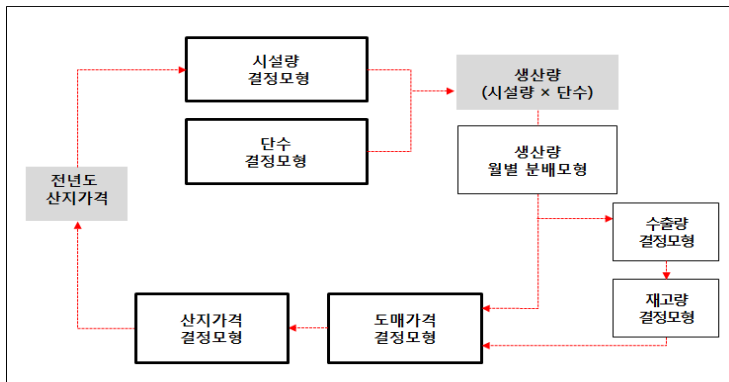
26) 연산(年産)은 사전적 의미로 '일년 동안 생산 또는 산출하는 총량'을 의미한다. 그러나 통상적으로 양식품목의 경우 생산이 이루어지는 특정 시기의 전체 생산량을 집계하는 기준으로 사용된다. 예를 들어 '김'의 경우 시설, 채묘 등의 과정을 거쳐 보통 10~11월부터 생산이 이루어지며, 익년 4~5월 경에 생산이 종료된다. 이때 2017년 10월~2018년 5월까지 생산된 김은 '2018년산'으로 시장에서 통용된다. 이러한 경우 2017년 10월, 11월, 12월이 포함되므로 회계연도(2018년 1월~12월) 기준과는 엄연히 다른 연도 기준이 적용되며, 이러한 특징이 품목별 모형의 구축에 있어서 고려되어야 한다.

2) 세부 구조

품목별 수급 예측모형의 구조는 생산 유형별로 크게 두 가지 형태로 구분된다. 먼저 김, 미역, 굴 등 생산 어기가 있는 품목의 경우 해당 어기를 반영하여 연산 기준으로 모형이 구축되었다. 자료의 경우 월별 시계열 자료를 기본으로 하되 경우에 따라 지역별 패널 자료를 이용하여 추정되었다. 여기서는 어기 생산 품목 중 대표적으로 김 수급 예측모형을 살펴보고자 한다.

김 수급 예측모형은 월 단위 형태의 모형으로, 2004년 10월부터 2018년 최근 관측시점까지의 시계열 자료 및 전남, 전북, 충남, 부산, 경기 지역의 패널 자료를 활용하여 추정되었다. 추정방법은 pooled OLS, GLS(Generalized Least Squares) 등을 이용하였다. 세부적으로 김 수급 예측모형은 시설량 결정모형, 단수(단위면적당 수량) 결정모형, 생산량 월별 분배모형, 수출량 결정모형, 재고량 결정모형, 도매가격 결정모형, 산지가격 결정모형 등 총 7개의 개별방정식으로 구성되어 있으며, 아래의 <그림 2-5>와 같이 각 개별방정식이 축차적으로 영향을 주는 구조로 설계되어 있다.

<그림 2-5> 김 수급 예측모형 구조도



자료: 조재환 외(2014), p. 55

〈표 2-6〉 김 수급 예측모형 개별방정식 체계

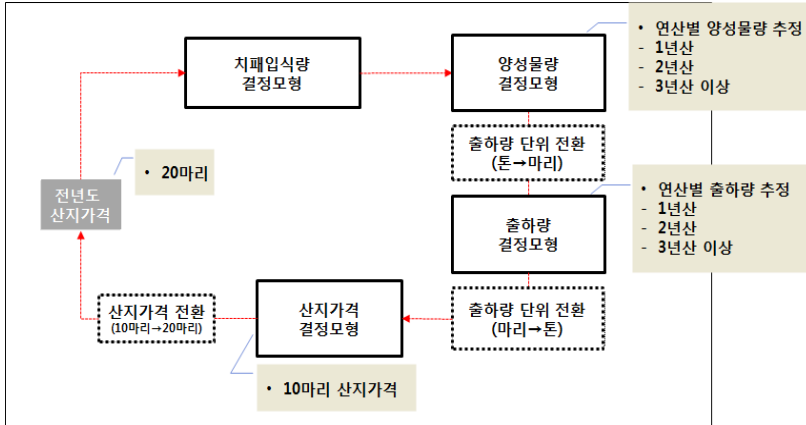
종속변수	개별방정식 체계
시설량	시설량 _{t,r} = f(시설량 _{t-1,r} , (산지가격/노임지수) _{t-1} , 지역더미변수)
단수	단수 _{t,r} = f(물김 품질평가지수 _{t,m} , 지역더미변수)
생산량 분배 비중	생산비중 _{t,r} = f(산지가격/노임지수) _{t-1,m-1} , 월별더미변수)
수출량	수출량 _{t,m} = f(생산량 _t , (산지가격/노임지수) _{t,m-1} , (수출단가*환율) _{t,m})
재고량	재고량 _{t,m} = f(재고량 _{t,m-1} , 생산량 _{t,m-1} , 수출량 _{t,m-1})
도매가격	도매가격 _{t,m} = f(도매가격/GDPdef) _{t,m-1} , 재고량 _{t,m-1} , 생산량 _{t,m} , 수출량 _{t,m-2})
산지가격	산지가격 _{t,m} = f(산지가격/GDPdef) _{t-1,m} , (도매가격/GDPdef) _{t,m} , 생산량 _t)

자료: 조재환 외(2014), p. 55

다음으로 전복, 넙치, 조피볼락과 같이 연중 생산되는 품목의 모형은 크기별 양성물량 개념을 적용하여 품목의 생물학적인 특징을 반영하고자 하였다. 주로 월별 또는 분기별 시계열 자료를 활용하였으며, 경우에 따라 지역별 패널 자료도 함께 이용하였다. 연중 생산 품목 중 전복 수급 예측모형을 대표적으로 살펴보면 다음과 같다.

전복 수급 예측모형은 월 단위 형태의 모형으로 구축되었으며, 자료는 2009년 1월부터 2018년 최근 관측 시점까지의 시계열 자료를 이용하였다. 단, 치폐입식량 결정모형의 경우는 2008년 11월부터 최근 시점까지의 지역별(완도, 기타) 패널 자료를 활용하여 추정하였다. 추정방법은 pooled OLS, AR(1) 등을 이용하였다. 전복 수급 예측모형은 치폐입식량 결정모형, 연산별(1~3년산 이상) 양성물량 결정모형, 연산별(1~3년산 이상) 출하량 결정모형, 산지가격 결정모형 등 총 8개의 개별방정식으로 구성되어 있으며, 김 수급 예측모형과 마찬가지로 개별방정식이 축차적으로 영향을 주는 구조로 설계되어 있다.

〈그림 2-6〉 전복 수급 예측모형 구조도



자료: 조재환·최세현·김배성(2016), p. 5

〈표 2-7〉 전복 수급 예측모형 개별방정식 체계

종속변수	개별방정식
치패 입식량	치패입식량 _{t,q} = f(치패입식량 _{t-1,q} , (산지가격(20미)/미역가격) _{t-1,q})
양성물량	양성물량(1년산) _{t,m} = f((산지가격(10미)/미역가격) _{t-1,m-3} , 치패입식량 _{t-1,m})
	양성물량(2년산) _{t,m} = f((산지가격(10미)/미역가격) _{t-1,m-3} , 치패입식량 _{t-1,m})
	양성물량(3년산) _{t,m} = f((산지가격(10미)/미역가격) _{t-1,m-3} , 치패입식량 _{t-1,m})
출하량	출하량(1년산) _{t,m} = f(출하량(1년산) _{t,m-3} , (산지가격(10미)/미역가격) _{t-1,m-4} , 양성물량(1년산) _{t,m})
	출하량(2년산) _{t,m} = f(출하량(2년산) _{t,m-3} , (산지가격(10미)/미역가격) _{t-1,m-6} , 양성물량(1년산) _{t,m})
	출하량(3년산) _{t,m} = f(출하량(3년산) _{t,m-3} , (산지가격(10미)/미역가격) _{t-1,m-6} , 양성물량(1년산) _{t,m})
산지가격	산지가격 _{t,m} = f((산지가격/GDPdef) _{t-1,m} , 총출하량 _{t,m} , 수출량 _{t,m-2} , GDP/GDPdef) _{t,m-1})

자료: 조재환·최세현·김배성(2016), p. 5

이상의 수산업관측센터에서 운영하고 있는 품목별 수급 예측모형은 구축된 6개 품목 모형이 상호 연계되지 않는 독립적인 관계이기 때문에 양식 수산물 전반에 대한 수급 전망에는 한계가 있다. 이와 함께 소비자가격, 소비량 등 소비 관련 데이터의 부족으로 공급 측면을 중심으로 모형이 구축되어 있어 수요 측면의 고려가 미흡하다는 한계도 있다.

향후 품목별 수급 예측모형은 개별 품목의 양식 특성, 생물학적 요인 등을 보다 정밀하게 반영하기 위해 지속적인 모형의 고도화 작업을 진행해야 할 필요가 있다. 그리고 향후 본 연구에서 구축하고자 하는 연간 단위의 양식어업 전망모형과 품목별로 연계시키는 시도도 이루어져야 한다. 또한 추가적으로 현재 모형이 구축되지 않은 품목에 대해서도 관련 시계열 데이터를 꾸준히 축적하여 수급 예측모형을 도입해야 하는 과제가 남아 있다.

제3절 양식어업 전망모형 구축의 특수성과 한계

일반적으로 수산업은 어획어업(capture fisheries)과 양식어업(aquaculture)으로 구분된다.²⁷⁾ 이중 어획어업은 바다나 강, 호수 등에서 자연상태의 생물자원을 어획대상으로 삼는다는 점에서 다른 산업부문과 이질적인 특징이 있다. 해양환경 및 기상요인의 불확실성, 자율 갱신적(renewable) 생물자원의 특수성으로 인해 현실적으로 어획어업은 전망 자체가 대단히 어렵다. 특정 어종에 대한 자원량

27) 현행 「수산업법」에서는 수산업과 어업을 다음과 같이 정의하고 있다. “수산업이란 어업·어획물운반업 및 수산물가공업을 말한다”, “어업은 수산동식물을 포획·채취하거나 양식하는 사업과 염전에서 바닷물을 자연 증발시켜 소금을 생산하는 사업을 말한다”

(stock)을 추정하는 것도 매우 어려운 작업이지만, 추정된 이 자원량이 실제 어획량에 유의한 영향을 미칠지 여부도 불확실하다. 실제 어획에 있어서는 총허용어획량(TAC: Total Allowable Catch), 어획노력량의 투입 정도, 기타 예측하기 어려운 자연적 불확실성이 더 큰 영향을 미칠 수 있기 때문이다.²⁸⁾ 이러한 어획어업 전망에 있어서의 특수성²⁹⁾과 더불어 양식어업 또한 전망모형 구축에 있어서 고려해야 할 특징이 있다. 이 절에서는 양식어업 전망모형 구축의 특수성과 한계에 대해 몇 가지 관점에서 살펴보고자 한다.

1. 양식어업 전망모형 구축의 특수성

1) 양식업종의 다양성과 대체관계

양식어업은 통상적으로 수면을 구획하여 어류, 패류, 해조류 등의 수산생물을 인위적인 방법이나 시설, 장비 등을 이용하여 기르는 어업을 말한다. 현행 「수산업법」에서는 기르는 어업을 해조류양식어업, 패류양식어업, 어류양식어업, 복합양식어업, 협동양식어업, 외해양식어업, 육상해수양식어업과 같이 매우 세부적으로 정의하고 있다.

전체 경제 및 산업적 관점에서 보면 양식어업은 규모가 매우 작은 수산업의 하위산업 정도로 볼 수 있으나, 생산되는 수산물의 유형과

28) 이로 인해 유엔 국제식량농업기구(FAO)에서 운용중인 「Fish Model」은 어획어업의 생산 전망에 있어서 특정 어종 수준이 아닌 어류 및 수산물, 어분(fishmeal), 어유(fishoil)와 같이 집계된(aggregated) 수준에서 장기시계열의 추세만을 고려하여 전망을 수행하고 있다.

29) 어획어업 전망에 있어서의 특수성에 대해서는 홍현표 외(2003, 2004)에서도 제시된 바 있다. 이 연구에서는 생물경제모형의 특징, 수산물 유통경로의 복잡성과 산지·소비지에서의 이중가격 결정, 수산통계의 제약 등의 관점에서 특수성을 논하고 있다. 이를 포함하여 수산부문 전망모형 구축에 있어서의 특수성에 대한 보다 세부적인 논의는 본 연구의 2차 연도(2019년)에서 구체적으로 다룰 예정이다.

양식방법에 따라 생산을 위한 투입(input) 및 산출(output)의 구조가 매우 상이하다. 아래의 <표 2-8>과 같이 해조류, 패류, 어류 등을 양식하는 어업의 종류별로 양식방법, 어장면적에 대한 시설비율 등이 모두 상이하다. 즉, 품종별 양식 생산량은 양식면적에 생산성을 나타내는 단수가 곱해져 산출되는 방식으로 모형이 구성되는 경우, 이러한 양식어업의 종류, 어종별 특수성이 고려될 필요가 있다.

<표 2-8> 양식어업의 종류별 양식방법 및 시설비율

구분	어업 종류	양식방법	어장면적에 대한 시설비율(%)
해조류양식어업	수하식	건홍식(지주망홍, 부류망홍)	5 이상 18 이하
		연승식	5 이상 10 이하
	바닥식	천해	90 이상
패류양식어업	수하식	간이식(수하연식)	5 이상 10 이하
		간이식(수평망식)	5 이상 30 이하
		간이식(수평끈식)	5 이상 20 이하
		연승식	5 이상 10 이하
		뗏목식	5 이상 10 이하
	바닥식	살포식(간석지, 천해)	90 이상
		투석식 등(간석지, 천해)	90 이상
		침하식(천해)	5 이상 10 이하
어류등양식어업	가두리식	가두리식	5 이상 20 이하
	가두리식	가두리식	5 이상 20 이하
	축제식	축제식	20 이상
	수하식	연승식	5 이상 10 이하
	바닥식	살포식(간석지, 천해)	90 이상
		투석식	20 이하
		침하식	5 이상 10 이하

자료: 어업면허의 관리 등에 관한 규칙 제10조 제1항 관련 별표 2(검색일: 2018. 8.25.)

한편, 이와 같은 양식업종의 다양성과 관련하여 생산에 있어서의 대체관계를 고려할 필요가 있다. 2012년 농림수산물식품부에서는 양식 어업에 대한 면허 발급 기준을 과거 품종 기준에서 양식방법 기준으로 변경한 바 있다. 즉, 과거에는 굴, 김, 다시마, 홍합 등과 같이 품종 단위로 양식면허가 발급되었지만, 2012년 하반기부터 수하식, 가두리식, 투석식 등 양식방법을 기준으로 면허가 발급되었다. 이에 따라 수하식 굴을 양식하는 어업인들은 양식방법이 비슷한 홍합, 전복, 진주조개, 가리비 등을 해당 어장 내에서 자율적으로 선택하여 양식할 수 있게 되었다. 그러나 동일한 양식방법 내에서 개별 품종들이 실제로 생산에 있어서의 대체관계를 형성하는지의 여부는 실제 행태 방정식의 추정과정에서 별도로 논의가 필요하다고 판단된다.

2) 부류별·품종별 생산의 다양성

통계청의 ‘어업생산동향조사’ 통계에 따르면 2017년 기준으로 생산량이 집계되어 통계가 제공되는 양식어업 품종은 최소 51개 종에 달한다. 과거의 어류, 패류, 해조류로 분류되는 부류별 전망모형에서 본 연구는 품종 단위의 전망모형으로의 전환을 시도하고 있다. 따라서 이러한 품종 구분을 모두 고려한다면 총 51개 품종에 대한 수급 모형이 개별적으로 구축되고, 이것이 어류, 갑각류, 패류, 기타수산물, 해조류로 집계되며, 다시 양식수산물 전체로 집계되는 트리형 구조(tree structure)로 모형의 체계가 갖춰져야 하는 것이다.

그러나 현실적으로 이들 품종을 모두 고려하여 전망모형을 구축하는 것은 한계가 있다. 우선 본 연구에서 고려하는 9개 품종이 전체 양식생산량의 약 94%를 차지한다는 점에서 나머지 품종까지 모형화하는 것은 그 노력에 비해 실익이 없다고 판단된다. 또한 수급모형의

체계가 갖춰지기 위해서는 생산, 수출, 수입, 가격에 대한 기초통계 확보가 전제되어야 하는데 이들 나머지 품종에서는 특정 시기에 실적이 없어 '0'으로 처리되는 시계열이 매우 많아 모형의 추정 자체가 이루어지기 어렵다는 한계도 있다.

〈표 2-9〉 천해양식어업 생산물의 유형과 종류

구분	품종별	개수
어류	가자미류, 고등어, 넙치류, 농어류, 능성어, 감성돔, 참돔, 돌돔, 기타돔류, 민어, 방어류, 복어류, 조피볼락, 기타볼락류, 노래미류, 송어류, 송어류, 연어, 봉장어, 전어, 참조기, 쥐치류	22
갑각류	대하, 흰다리새우	2
패류	굴류, 전복류, 가리비류, 가무락, 꼬막, 새꼬막, 동죽, 바지락, 새조개, 키조개, 피조개, 홍합류	12
기타수산동물	미더덕, 우렁챙이, 해삼, 오만둥이	4
해조류	김류, 꼬시래기류, 개꼬시래기, 다시마류, 모자반, 미역류, 청각, 톳, 파래류, 매생이, 기타해조류	11

주: 예를 들어 '가자미류', '넙치류', '기타돔류'와 같이 하나의 단일 어종으로 보기 어려운 분류도 있으나, 집계 편의상 1개 품종으로 간주하였음

자료: 통계청, 어업생산동향조사(검색일: 2018. 6. 20)

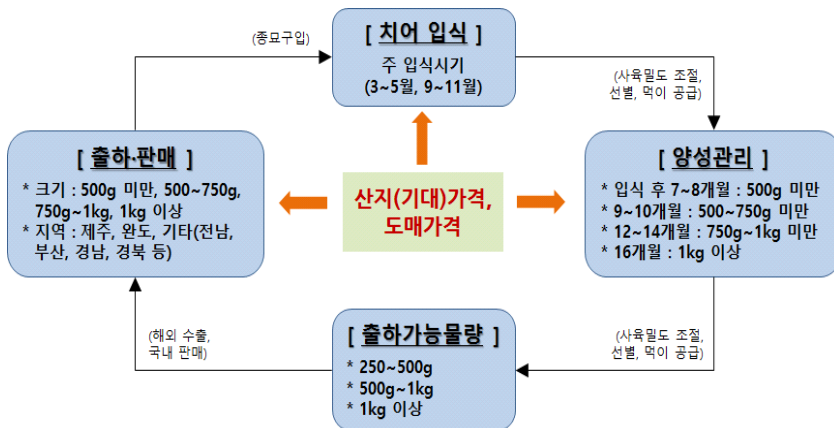
3) 생물학적 생산시스템의 반영

양식어업 전망모형의 구축에 있어서 가장 중요하게 고려되어야 하는 부분은 해당 품종의 생물학적 생산 구조, 양성(stock)과 생산·출하(flow)의 동태적 흐름이 모형에 반영되어야 한다는 점이다. 대표적인 양식품종인 넙치를 예로 들어 이러한 특징을 설명하면 다음과 같다.

넙치의 생산량(또는 출하량)을 전망하는 모형을 구축함에 있어서

는 크게 두 가지 접근이 가능하다. 첫째, 다소 포괄적인 접근으로 넙치의 양식면적과 단위면적당 양성단수에 의해 총양성물량을 추정하고, 이를 통해 총생산량이 산출되도록 모형을 구축하는 경우이다. 이는 농업부문 모형에서 재배면적과 단수를 곱해 생산량을 도출하는 방식과 동일하다. 넙치 양식현장에서 출하 중량별로 양성과 출하가 이루어짐을 고려하면, 이와 같이 중량을 구분하지 않고 넙치 전체적으로 생산량을 추정하는 방식은 단순하지만 현실을 제대로 반영하지 못한다는 한계를 가진다.

〈그림 2-7〉 넙치(광어)의 생물학적 생산구조 예시



자료: 저자 작성

둘째, 넙치가 생산되는 전체 주기(cycle)의 관점에서 치어의 입식, 양성, 선별·분조, 출하, 재입식 등 생물학적 시차 구조의 특징을 반영하여 모형을 구축하는 경우이다.³⁰⁾ 그리고 넙치 양식여가의 기대가

30) 최근 KMI 수산업관측센터에서는 부산대 식품자원경제학과 조재환 교수에게 의뢰, 넙치 수급 예측 모형을 과거 면적 및 단위 기반의 모형에서 생물학적 공급 시차, 어가의 기대가격 형성에 따른 양식의 동태적 과정을 고려하여 전면적으로 개편하였다. 이에 대한 자세한 내용은 조재환·박성경, 『2017 주요 수산물 품목별 수급전망모형 유지·보수(광어)』, 부산대학교 산학협력단, 2018.5를 참조할 수 있다.

격 형성에 따른 양성(stock), 시장 출하(flow)의 동태적 과정이 생물학적 생산 시차 구조와 연계되도록 모형을 구성할 수 있다. 이 같은 모형을 구축·운용하기 위해서는 넙치의 중량별 양성물량, 출하량, 가격 등 이용 가능한 기초통계가 장기 시계열로 어느 정도는 확보되어야 한다. 현재 수산업관측센터에서는 넙치 양성물량의 경우 250g 미만, 250~500g, 500g~1kg, 1kg 이상으로 구분되며, 출하량은 500g 미만, 500~750g, 750g~1kg, 1kg 이상, 산지가격과 도매가격은 500g, 700g, 1kg, 1.1kg, 2kg으로 구분하여 2005년 6월부터 월별로 관측정보를 제공하고 있다.

결국 양식품종별 모형이 현실을 보다 정교하게 반영하기 위해서는 동태적이며, 생물학적인 품종의 생산시스템이 모형에서 구현되어야 한다. 그러나 이는 이용 가능한 기초통계 기반이 갖춰져 있다는 전제 하에서 논의가 가능하다.

4) 비탄력적인 수요 및 공급 구조

농산물과 마찬가지로 수산물도 공급과 수요가 매우 비탄력적이라는 특징이 있다. 양식어업은 어획어업에 비해 어느 정도 계획생산(출하)이 가능하다고 하지만 경우에 따라서는 오히려 어획어업에 비해 공급이 더 비탄력적일 수도 있다. 예를 들어 성출하기에 어획어업의 경우 시장가격 여건에 따라 출어횟수나 조업일수, 어구의 규모 및 투망횟수 등을 조절함으로써 공급에 더 능동적으로 대응할 수 있으나 양식어업의 경우에는 생물학적 양성의 특성상 물량의 추가적인 공급이 단기적으로는 불가능한 경우가 많다. 즉, 어종별로는 입식 또는 채묘에서부터 양성, 출하의 과정을 인위적으로 조절하기가 어렵고,

생물학적 제약이 크기 때문에 시장 가격이 상승하거나 하락하더라도 공급량을 쉽게 늘리거나 줄이는 것이 불가능하다. 마찬가지로 양식 수산물에 대한 수요도 다른 공산품에 비해서는 비탄력적이라고 볼 수 있다.³¹⁾

이와 같이 공급이 상대적으로 비탄력적인 양식수산물의 경우 수요는 외생적으로 주어지는 공급량에 의해 결정되며, 여기에 맞추어 시장청산가격이 도출된다. 산지 및 도매시장에서 특정 품종의 출하량이 조금만 늘어도 가격이 폭락하는 경우가 빈번히 발생하는데 이는 양식수산물의 가격신축성(price flexibility)이 그만큼 크다는 의미이다. 특히 양식어류나 패류 등 살아 있는 생물은 생산비용 중심으로 가격이 책정되기보다는 소비시장의 수요 강도에 의해 가격이 책정되는 경우가 많다.³²⁾ 그 이유는 일정 기간 내에 시장에 공급되는 물량이 기상·산지 여건에 따라 미리 결정되고, 시장에 출하된 물량은 장기 저장이 불가능하므로 빨리 소비되어야 하므로 가격이 이러한 상황에 맞추어 조정되기 때문이다. 이러한 수산물 유통에 있어서의 시장청산 가격 결정에는 수급 여건을 고려, 산지 중도매인, 소비지 도매시장 중도매인이 중요한 역할을 담당하고 있다.

결론적으로 양식수산물 시장의 경우, 단기적으로 공급량에 의해 시장청산 가격이 결정된다고 보는 것이 합리적이다. 일반적인 수요

31) 수산물에 대한 수요 및 공급의 가격탄력성이 어느 정도인지 그 실태를 보다 엄밀히 파악해 볼 필요가 있다. 그러나 수산부문에서는 이에 대한 기초연구가 대단히 부족한 실정이다. 참고로 한국해양수산개발원 FTA이행지원센터에서는 FTA 체결에 따른 수출입 영향분석 등에 다음과 같은 탄성치를 자체적으로 추정하여 이용하고 있다.

* 수요탄성치: 갈치 -0.903, 고등어 -0.971, 넙치 -0.73, 오징어 -0.752, 전복 -1.858, 봉장어 -1.4, 해조류 -0.475, 패류 -1.254

* 공급탄성치: 어로어업은 단기적으로 0으로 가정, 양식어업의 경우 어류 0.639, 패류 0.755, 해조류(미역) 0.258 등

32) 박환재(2012), p. 37.

함수³³⁾에서는 수요량이 가격의 함수로 설정되는 반면, 이러한 특징을 모형에 반영한다면 역수요함수의 형태, 즉 가격이 종속변수로, 공급량(수요량)을 설명변수로 설정하고 분석하는 형태를 고려할 필요가 있다.³⁴⁾

2. 양식어업 전망모형 구축의 한계

양식어업 전망모형을 구축함에 있어서 한계는 결국 통계의 문제로 귀결된다. 여기서는 이용 가능한 기초통계 DB 자체가 존재하지 않은 경우, 그리고 기초통계는 존재하지만 신뢰성에 문제가 있어 활용에 제약이 따르는 경우로 구분해서 살펴보고자 한다.

수급 전망모형의 구축에 있어서 산지가격, 도매가격, 소매가격은 연립방정식체계에서 생산 및 수출입의 결정, 주요 총량지표의 도출 등에 있어서 매우 중요한 역할을 하는 내생변수이다. 이중 산지가격은 통계청의 어업생산동향조사에서 품종별 총생산금액을 총생산량으로 나누어 평균적인 단가의 개념으로서 이용할 수 있다. 어업생산동향조사에서 집계가 이루어지는 단일 품목 전체에 대해 산지가격(단가) DB는 이용이 가능하다.³⁵⁾

33) 수요함수는 수요에 영향을 주는 변수들과 수요량의 관계를 나타내며 통상적으로 $Q = f(P_a, P_c, M, \dots)$ 의 형태이다. 여기서 Q는 소비량, P_a 는 자체가격, P_c 는 대체재가격, M은 소득을 의미한다. 반면 역수요함수는 가격에 영향을 미치는 변수들과 가격의 관계를 나타내며 $P = f(Q_a, Q_c, M, \dots)$ 의 형태이다.

34) 국내에서는 감귤가격 신축성함수를 분석한 고성보(2004), 공급량 변화에 따른 쌀 가격 변화를 계측한 사공용(2006), 주요 어류의 시장수요와 개인수요를 분석한 박환재(2012) 등이 있다. 국외에서는 어류의 가격형성에 있어서 역수요함수 체계를 고려한 Barten and Bettendorf(1989), 육류 소비지출 분석에 있어서 역준이상 수요체계(IAIDS) 모형을 고려한 Holt and Goodwin(1997) 등의 연구가 대표적이다.

35) 평균단가를 이용하지 않고 통계청에서 제공하는 생산자 물가지수를 이용하는 것도 가능하다. 다만, 품종별로 통계가 제공되는 시점을 살펴보면, 넙치 1995년, 조피볼락 2005년, 굴 1980년, 조개 1985년, 전복 2005년, 김 1980년으로 비교적 장기시계열을 이용할 수 있는 품종은 굴과 김 정도에 불과하다.

그러나 도매가격과 소매가격에 대한 통계기반이 대단히 취약한 것이 현실이다. 도매가격의 경우 수산업관측센터의 관측 품목별 도매 단계 조사가격, 한국농수산물유통공사(aT)에서 제공하는 도매가격을 이용할 수 있다. 수산업관측센터 도매가격의 경우 넓치(2005년), 조피볼락(2006년), 김(2004년), 미역(2007년), 전복(2006년), 굴(2007년), 홍합(2014년)에서 이용 가능한 연도별 시계열의 수가 10개 내외로 너무 짧아 추정에 어려움이 따른다. aT 도매가격도 1996년부터 건미역, 굴, 김의 가격정보만 제공되고 있어 다른 양식품종의 경우 이용이 불가능하다. 한편, 소매가격의 경우에도 통계청 소비자물가지수는 굴, 조개, 김, 미역에 대해 1980년부터 자료가 제공되며, aT 소매가격에서는 1996년부터 건미역, 굴, 김의 정보만 제공되고 있다. 이와 같이 도·소매가격을 이용할 수 없는 품목은 KMI 수산업관측센터에서 자체조사를 통해 참고하는 품목별 산지가격과 도·소매가격의 유통마진을 적용하여 이용할 수밖에 없는 실정이다.

다음으로 관련 기초통계가 존재하지만 신뢰성에 문제가 있어 활용하기 어려운 경우이다. 대표적인 사례가 바로 양식면적 통계라 할 수 있다. 양식면적 자료로는 해양수산부의 「천해양식어업권통계」³⁶⁾가 있다. 이 통계는 어류, 패류, 해조류 세부 양식품종별로 면허건수와 면허면적 정보가 제공된다. 문제는 이 면허면적이 실제 양식면적을 반영하지 못한다는 것인데, 이는 바다라는 공간적 특수성, 양식현장에 만연한 불법·이탈 시설 관행 등에 기인한다.³⁷⁾ 이러한 면허면적

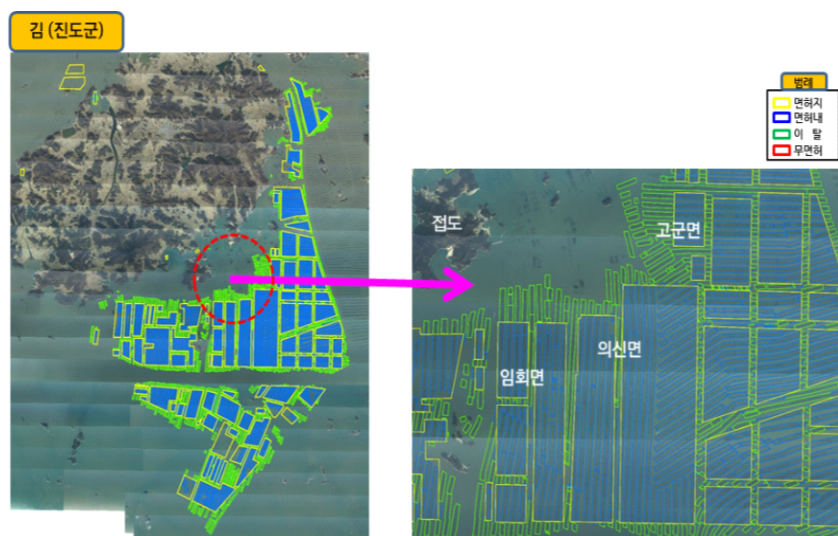
36) 이 통계는 시·군에서 천해양식 어업면허 처분결과를 집계하여 시·도에 보고하고, 시·도에서는 시·군별 어업권 현황을 정리하여 해양수산부에 보고하는 체계로 통계가 작성되고 있다. 작성 및 공표주기는 1년이다.

37) KMI 수산업관측센터에서 수행하고 있는 '양식어장 영상판독사업'에서 규정하는 불법시설은 초과 시설, 이탈시설, 무허가시설이 있다.

과 실제 시설면적의 괴리는 수산업관측센터에서 2004년 이후 ‘양식 어장 항공영상판독사업’을 추진하면서 그 실체가 드러나기 시작했다. 현재 김, 미역, 전복, 어류, 굴, 홍합, 우렁쉥이(멍게)와 같은 주요 품종을 대상으로 매년 양식어장 영상을 촬영·판독하는 사업을 추진하고 있다. 양식품종별로 영상판독을 통한 실제 시설면적 자료가 향후 15년 이상 구축된다면 가장 정확하면서 실제 양식현실을 그대로 반영하는 면적통계로서 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

참고로 <그림 2-8>, <표 2-10>은 양식어업에서 면허면적과 실제 시설면적의 불일치를 보여주는 하나의 사례를 제시한 것이다.

<그림 2-8> 면허면적과 실제 시설면적과의 괴리(진도군 김 양식면허 사례)



자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 2018년 양식어장 영상판독사업 결과보고서(미발간 내부자료), 2018.

〈표 2-10〉 2017~2018 양식어장 영상판독 결과

구분	면허면적 (ha)	면허 시설량	실제 시설량 (A)	면허지 내 시설량		면허지 외 시설량 이탈(C)+무면허(D)	불법시설 비율 (B+C+D)/(A)
				준법	초과(B)		
김(책)	69,634	1,424,004	924,544	596,710	16,743	311,091	35.5
미역(줄)	32,680	1,292,917	673,883	438,082	45,701	190,100	35.0
전복(칸)	5,558	1,806,617	998,700	621,684	34,036	342,980	37.8
어류(대)	765	61,184	53,495	38,604	4,016	10,875	27.8
굴(줄)	5,098	101,953	91,638	72,186	7,209	12,243	21.2
홍합(줄)	838	16,763	15,981	13,535	1,431	1,015	15.3
멍게(줄)	754	15,071	8,315	7,203	207	905	13.4

주: 1) 2017~2018 양식어장 영상판독사업 대상지인 16개 시군구의 판독 결과이며, 품목별로 대상지역의 차이가 있음

2) 면허시설량은 면허면적을 기준으로 최대 시설가능한 준법시설량을 의미함

3) 김 1책 = $2.2\text{m} \times 40\text{m} = 88\text{m}^2$, 전복 1칸 = $2.4\text{m} \times 2.4\text{m} = 5.76\text{m}^2$, 어류 1대 = $5\text{m} \times 5\text{m} = 25\text{m}^2$, 미역, 굴, 홍합, 멍게 1줄 = 100m 기준으로 시설량을 산출하였음

자료: 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 2018년 양식어장 영상판독사업 결과보고서(미발간 내부자료), 2018.

제4절 시사점

지금까지 국내외 경제기관의 산업별 전망모형 구축 사례, 그리고 수산부문 전망모형의 특징과 한계에 대해서 검토하였다. 이상의 검토결과를 토대로 새로운 관점에서 수산부문 전망모형을 구축하는 데 있어서의 시사점을 몇 가지로 정리해보면 다음과 같다.

첫째, 전망모형의 구축 자체도 중요하지만 모형의 정교성과 통계적 유의성을 제고하기 위한 지속적인 운용·개편 작업이 주기적으로 수행되는 것이 무엇보다 중요하다. 지금까지 살펴본 일반경제 및 농업 부문의 전망모형 구축은 역사가 매우 깊으며, 모형 구축 이후부터 지금에 이르기까지 기초연구를 통해 일정한 예산과 인력을 투입, 모

형을 고도화하는 작업을 지속적으로 수행하고 있다. 특히 농업의 경우 매년 모형에 투입되는 자료 DB를 갱신하고, 주요 변수의 재추정, 새로운 품목의 수급방정식을 추가하고 있다. 또한 쌀소득보전직불제, 밭농업직불제, 송아지 생산가격안정제, 잉여원유 쿼터제도, SPS 사전영향 평가, FTA 영향 등 새로운 정책변수를 모형에 반영하는 등 정책 시뮬레이션 기능을 강화하는 데 노력하고 있다. 이와 같이 중장기 산업전망을 위한 계량경제모형은 구축 자체도 중요하지만, 관심을 갖고 지속적으로 모형을 정교화·고도화해나가는 노력이 수반되어야 전망 및 정책분석에 특화된 모형으로서의 가치를 가질 수 있다.

둘째, 새로운 수산부문 전망모형, 특히 양식어업 모듈의 구축에 있어서 기존의 수산물 분류체계를 부류별에서 세부 품종별로 개편하는 작업이 시급히 추진되어야 한다. 농업부문 전망모형도 초창기 대상품목은 18개에 불과했지만, 이후에 지속적으로 확대하여 현재 74개 품목으로서 국내에서 생산되는 거의 대부분의 농축산물을 포괄하고 있다. 더구나 동일 품종도 생산방식과 생산시기에 따라 세분화했고, 국내에서 생산되지 않아 수입될 수밖에 없는 품목들까지 대상 범위를 넓혔다.

이렇게 분석 대상의 범위가 확대됨에 따라 추정되어야 하는 방정식은 품목별 재배반응함수, 단수함수, 품목별·국별 수입수요함수, 수급균형 항등식 등을 고려하면 약 1천 개의 함수가 동시에 추정되어야 하는 방대한 규모이다. 결국 품목 기반으로 전망과 정책 시뮬레이션이 가능해야 계량경제모형으로서의 정책 활용도를 제고할 수 있다. 대내외 경제여건 변화, 각종 정책 추진이 수산업에 미치는 영향을 분석함에 있어서 정책당국의 관심사항이 세부 품종, 업종별로까지 요구된다는 점에서 품종 기반의 전망모형 구축은 수산업에 있어서도 더 미룰 수 없는 과제라 할 수 있다.

셋째, 전망모형의 구조를 세부 품종별로 전환함과 동시에 모형의 운용 프로그램도 개편이 필요하다. 통계 DB의 갱신 편의성, 다양한 시뮬레이션, 분석결과의 시각화, 모형 운용자의 모형 이해도 제고 및 업무 인수·인계 편의성 등을 고려할 때 한국농촌경제연구원의 사례와 같이 분석프로그램을 엑셀(EXCEL) 스프레드시트 기반으로 전환할 필요가 있다. 전망모형을 엑셀 기반으로 운용하게 되면, 부문별 하위모형을 분리하거나 연결하기 용이하고, 복잡한 프로그램상의 오류를 상대적으로 쉽게 파악할 수 있다는 장점이 있다. 이를 통해 전망모형 운용의 편의성과 범용성(versatility)을 제고한 점은 향후 수산 부문 전망모형 운용에 있어서도 중요하게 고려되어야 할 부분이다.

넷째, 전망모형 구축의 기반인 수산통계 DB의 개선이 무엇보다 중요한 과제라 할 수 있다. 수산물 생산, 수출입, 재고 등 수급 관련 통계가 보다 정확하게 집계될 수 있는 기반이 구축되어야 하며, 감모, 폐기, 소비(식용, 비식용) 등 현재 현황조차 제대로 파악되지 않는 요인들에 대한 실태조사도 시급히 추진되어야 한다. 이러한 수산통계의 질적 개선은 전망모형 구축과는 별도의 과제라 할 수 있겠으나 모형의 구조 설정, 통계적 유의성 제고 등과 직접적인 관련이 있다. 정책 통계의 개선 작업은 단기적으로 이루어지기는 어려운 것이 사실이며, 장기적인 관점에서 접근이 요구된다.

제 3 장

「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형 구축

제1절 모형 구축의 기본방향

한국 수산부문에 대한 전망 및 정책 시뮬레이션에 특화된 모형을 구축함에 있어서 <제1장 서론>의 연구범위에서 제시된 바와 같이 2018년 1차 연도 연구에서는 전체 「KMI-FOSiM」 체계에서 양식어업에 특화된 모듈(Aquaculture Module)을 개발하는 데 주안점을 두고자 한다. 그리고 2019년(2차 연도)에는 연근해어업, 원양어업, 내수면어업을 포함하는 어획어업 하위 모듈을 구축하고, 1차 연도에 구축된 양식모듈과 통합·연계하여 수산부문 전망모형(KMI-FOSiM)의 전체 체계를 완성할 계획이다.

다만, 2차 연도 연구계획은 현 시점에서 수립된 잠정적인 계획으로서 2019년 연구를 수행하면서 수정·보완될 수 있음을 전제로 하였다. 즉, 이용 가능한 제반 어획어업 관련 통계 DB의 양적·질적 수준, 개별 행태방정식 및 연립방정식모형 추정결과의 유의성과 적합성, 전망모형

으로서 운용 효율성 등을 종합적으로 검토함으로써 당초 계획된 연구범위와 내용이 변경될 수 있다. 이번 1차 연도 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형을 구축함에 있어서 중요하게 고려한 기본방향은 다음과 같다.

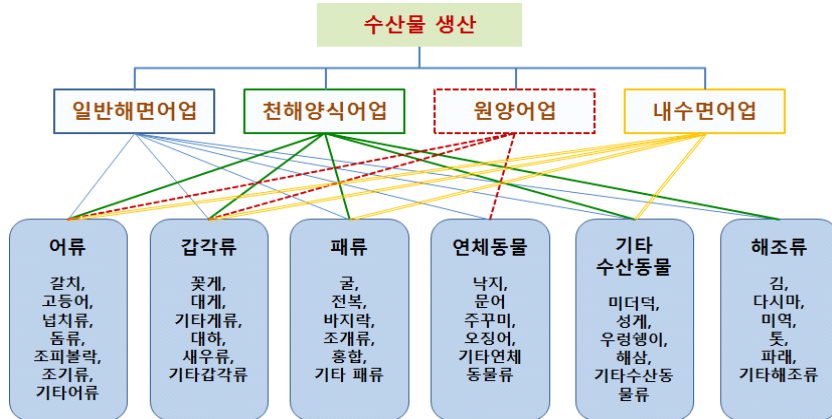
1. 품종별 모형으로의 전환

「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형은 수산물의 분류체계를 기존의 부류별 모형에서 품종별 모형으로 전환을 시도한다는 점에서 기존에 구축된 수산부문 전망모형과 가장 큰 차별성을 가진다. 이는 기존 모형의 단순한 확장·개편이라는 측면보다는 사실상 완전히 새로운 형태의 모형을 구축하는 방대한 작업을 수반한다. 현재 구축되어 있는 수산업 전망모형(KMI-FSM 2004 및 2013)은 수산물의 유형을 어류, 패류, 해조류 등과 같이 부류별로 구분하고 있다. 그러나 수산정책에 있어서 세부 업종, 품종으로까지 중장기 전망 및 시뮬레이션에 대한 정책수요가 커지고 있기 때문에 부류별로 설정된 전망모형은 정책적 활용도가 낮을 수밖에 없다.³⁸⁾

수산물은 생산구조와 생산량의 집계방식 등이 다른 산업, 특히 농업 등과 비교하더라도 다소 복잡한 특징이 있다. 수산물의 생산은 일반해면어업, 양식어업, 원양어업, 내수면어업과 같은 어업별로, 그리고 어류, 패류, 연체동물, 갑각류, 기타수산동물, 해조류와 같은 부류별로, 갈치, 고등어, 넙치, 김, 홍합 등과 같은 세부 품종별로 세분화될 수 있는데 전체 생산량의 집계에 있어서 2개 이상의 어업을 함께 고려해야 하는 품종도 매우 많다.

38) 실제로 해양수산부 수산정책과, 어촌양식정책과, 양식산업과 등에서는 최근 양식산업의 급격한 성장 추세 속에서 세부 양식품종의 면허면적 및 경영비(인건비, 사료비 등) 변화, 수입물량 증대 등에 따른 국내 수산업 및 품종별 영향을 파악하고자 하는 수요가 커지고 있다.

〈그림 3-1〉 어업별 및 부류별 수산물의 생산구조



자료: 저자 작성

예를 들어 넙치, 전복, 돛류 등은 양식어업 생산 비중이 절대적으로 크지만 일반해면어업을 통해서도 비교적 많은 양이 생산되고 있다. 따라서 품종 단위로 전망모형을 구축하고자 한다면 생산량의 집계에 있어서 천해양식어업, 일반해면어업을 모두 고려해야 하는 문제가 있다. 다시 말해 천해양식어업을 통한 생산, 일반해면어업을 통한 생산을 분리하여 생산량 결정부문(함수)을 추정하고 이것이 집계(aggregated)되어 총생산량이 도출되는 구조로 모형이 구축되어야 함에 따라 모형의 구조와 방정식체계가 매우 복잡해질 수 있다. 그럼에도 불구하고 향후 모형의 정책 활용도를 제고하기 위해서는 장기적인 관점에서 품종별 전망모형으로의 개편이 추진되어야 한다.

2. 축차 방식의 균형가격 도출

중장기 수급전망모형에서 균형가격을 도출하는 방식은 크게 2가지 형태로 구분할 수 있다. 첫째, 축차형(recursive)의 모형으로서 총공

급량(생산량+수입량)이 결정되면 총수요(=소비량+수출량)와 총공급의 항등식 관계를 통해 소비량이 도출되고, 가격신축성함수를 통해 균형가격을 도출하는 방식이다. 이 방식을 이용하여 수급전망 모형을 구축한 사례로는 약용작물 오미자를 분석한 최병옥 외(2014), 양식넙치를 분석한 김배성 외(2015), 제주 월동무를 분석한 김배성 외(2014), 그리고 한국농촌경제연구원의 KREI-ASMO(1995~2007년) 모형이 대표적이다.

둘째, 제2장에서 살펴본 농업부문 KREI-KASMO와 같이 총공급량과 총수요량이 동시에 양방향으로 영향을 주어 균형가격을 도출하는 수급 동시균형(simultaneous) 형태의 모형이 있다. 이는 각 품종별로 수요량이 공급량을 초과하는 경우 가격을 상향 조정하거나, 반대로 공급량이 수요량을 초과하는 경우 가격을 하향 조정하는 역할을 하는 균형가격 조정계수(equilibrators)를 모형에 도입하여 균형가격을 도출하는 방식이다.³⁹⁾

양식어업 전망모형의 구축에 있어서 축차형 모형이 적합한지, 수급 동시균형 모형이 적합한지에 대해서는 전문가들에 따라 이견이 있을 수 있다. 수요와 공급이 동시에 영향을 주어 균형가격을 결정하는 경제학 이론의 측면에서는 수급 동시균형 방식을 그대로 수용할 수 있으나, 해당 품목 수급에 있어서의 특수성을 고려해야 한다는 의견도 있다. 특히 양식어업과 같이 생물을 취급하는 업종은 시장여건에 탄력적으로 대응하여 단기적으로 공급을 늘리는 것이 불가능하기 때문에, 즉 다시 말해 공급이 매우 비탄력적이므로 수급 동시균형 방식보다는 시장 공급량(수요량)에 의해 가격을 결정하는 가격신축성함수를 통해 균형가격을 도출하는 축차형 방식이 더 적절하다는 의

39) 한석호 외(2015. 12), p. 34.

견도 있다. 결론적으로 본 1차 연도 연구에서는 축차형 방식의 전망모형을 구축하였다.⁴⁰⁾

3. 모형 운용·관리를 EXCEL 기반으로 전환

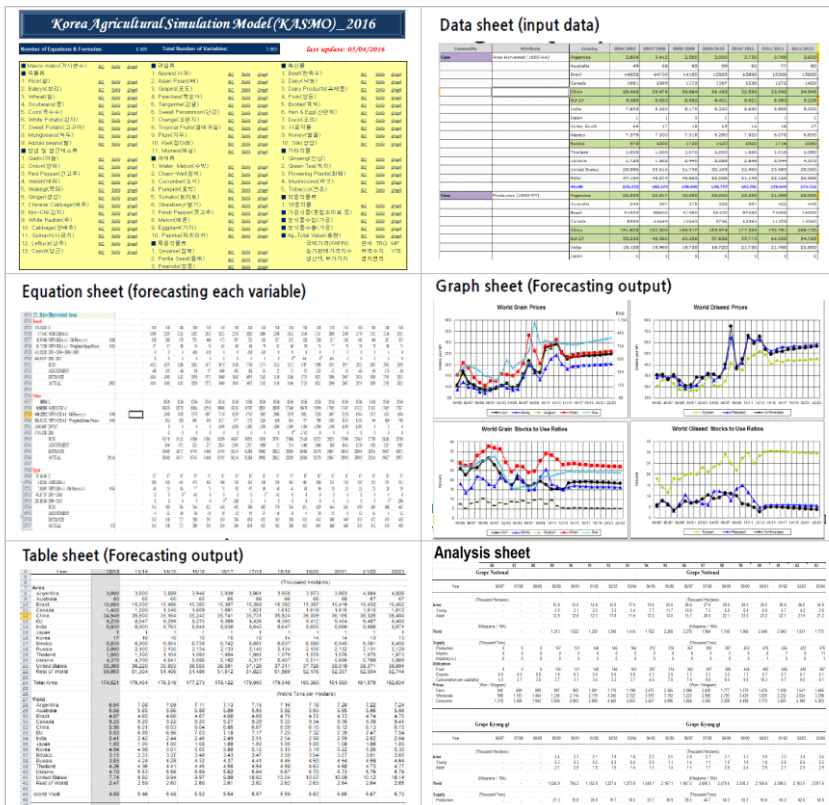
과거의 수산부문 전망모형(KMI-FSM)은 ‘RATS(Regression Analysis of Time Series)’라는 통계 소프트웨어를 이용하여 분석·운용되었다. 물론 전망모형 구축 시 프로그래밍을 체계적이고, 정교하게 설계함으로써 운용에 큰 무리가 없도록 할 수도 있을 것이다. 그러나 프로그래밍 방식은 모형의 전체 구조를 쉽게 파악하기 어렵고 프로그램 상에서 오류가 발생할 경우 해당 오류를 빠르게 확인하기 어렵다는 단점이 있다. 또한 해당 프로그램을 다룰 수 있는 담당자만이 모형을 운용할 수 있어 담당자 변경 시 원활한 모형 운용과 인수·인계가 어렵다는 점도 분명히 제기되는 현실적인 문제였다.

이에 따라 신규 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」의 구축에 있어서는 개별 방정식의 추정에 있어서 EVIEWS 프로그램을 이용하고, 전체 연립방정식 모형의 설정·운용은 엑셀(EXCEL) 스프레드시트 기반으로 전면 개편하였다. 농업부문 모형의 사례처럼 통계 프로그램으로 추정된 결과를 엑셀 스프레드시트로 전환하여 모형을 운영할 경우, 오류를 쉽게 확인할 수 있고 그래프 등 시각적 자료를 쉽게 생성할 수 있어 이용자의 편의성이 크게 높아질 것으로 기대된다. 또한

40) 본 연구가 시작된 초기에는 한국농촌경제연구원의 KREI-KASMO와 같이 수급 동시균형 방식으로 모형을 구축하고자 하였다. 그러나 본 과제의 중간연구심의회(2018.6.15.)에 참석한 다수의 심의위원들은 공급의 비탄력적 제약이 큰 양식어업의 특성상 가격탄력성보다는 가격신축성계수가 더 중요한 의미를 가지며, 축차방식의 모형 설정에 대해서도 충분한 검토가 필요함을 강조하였다. 이러한 심의위원들의 권고를 받아들여 본 1차 연구에서는 역수요함수를 통해 균형가격을 도출하는 축차형 모형을 구축하였다. 다만, 수급 동시균형 방식을 완전히 배제한 것은 아니며, 2019년 2차 연도 연구에서 2개 방식을 모두 고려한 추정과 검토를 통해 최종모형의 구조를 결정할 예정이다.

엑셀상에서 정책 시뮬레이션이 가능하도록 모형을 설계한다면 보다 편리한 방법으로 다양한 정책 시나리오 분석을 수행할 수 있다는 장점이 있다.

〈그림 3-2〉 KREI-KASMO의 엑셀 운용 사례



자료: 서흥식(2018. 3. 28)에서 일부 발췌

4. 양식어업 전망모형의 품종 선정

기존 부류별 모형에서 품종별 모형으로 전환함에 있어서 어느 수준까지 품종을 구분할 것인지는 모형의 전체 구조 및 방정식체계 설

정, 전체 양식생산에서 차지하는 비중 등의 관점에서 중요하게 검토되어야 한다. 최대한 많은 품종을 구분하는 것이 바람직하지만, 생산·수출입·가격·재고 등 전망모형 구성에 필요한 기초통계가 장기 시계열로 확보되어야 모형에서의 유의한 추정이 가능하다.

현재 통계청의 어업생산동향조사에서 ‘기타’로 분류되지 않고 명확하게 단일 품종으로 식별되어 생산통계가 제공되는 품종의 수는 총 48종에 달한다. 그러나 현실적으로 이들 품종 전체를 모형에 반영하기에는 경영비, 도매·소매가격, 수출입 실적의 집계 등에 있어서 각종 기초통계의 제약으로 인해 불가능하다. 이에 따라 최근의 생산 실적을 고려하여 주요 품종을 넙치, 조피볼락, 참돔, 전복, 굴, 홍합, 우렁챙이, 김, 미역, 다시마와 같이 총 10개 품종으로 선정하였다. 이 10개 품종이 전체 양식어업 생산량의 94.7%를 차지하고 있으며, 총생산액 기준으로는 86.1%를 차지하고 있다(아래 <표 3-1> 참조).

다만, 선정된 10개 품종 중 ‘참돔’은 제외하고 최종적으로 양식어업 전망모형을 구성한 품목은 9개이다. 참돔의 경우 생산 실적은 명확하게 집계가 되었으나 수출과 수입실적은 HS코드상 ‘참돔’으로 명확하게 식별되지 않고 ‘돔류’로만 정보가 제공되었다. 이로 인해 수급 항등식 관계를 통해 소비량을 도출하는 것이 불가능하였기 때문이다. 참고로 이 참돔을 제외할 경우 총 9개 품종이 전체 양식어업 생산량의 94.4%를 차지하고, 총생산액 기준으로는 83.5%를 차지하는 것으로 나타났다(아래 <표 3-1> 참조).

〈표 3-1〉 양식어업 생산실적 및 품종별 비중 검토(2017년 기준)

(단위: 톤, 백만 원, %)

구분	생산량	비중	생산금액	비중
양식어업 전체	2,309,873	100.0	2,951,521	100.0
어류	86,399	3.7	1,009,340	34.2
넙치(=광어)	41,207	1.8	584,502	19.8
조피볼락(=우럭)	22,344	1.0	171,191	5.8
참돔	6,806	0.3	77,090	2.6
송어	6,828	0.3	54,319	1.8
기타	9,214	0.4	122,237	4.1
갑각류	5,162	0.2	99,967	3.4
흰다리새우	5,144	0.2	99,595	3.4
기타	18	0.0	372	0.0
패류	428,156	18.5	899,687	30.5
전복	16,027	0.7	577,368	19.6
굴	315,255	13.6	214,515	7.3
홍합	76,161	3.3	39,476	1.3
바지락	10,435	0.5	28,886	1.0
기타	10,278	0.4	39,441	1.3
기타수산물	34,530	1.5	86,959	2.9
우렁행이(=멍게)	26,273	1.1	78,441	2.7
기타	8,257	0.4	8,518	0.3
해조류	1,755,626	76.0	855,569	29.0
김	517,546	22.4	608,429	20.6
미역	622,613	27.0	101,076	3.4
다시마	542,285	23.5	88,320	3.0
톳	54,624	2.4	28,724	1.0
기타	18,558	0.8	29,020	1.0
세부 품종 비중(기타 제외)	2,186,517	94.7	2,540,408	86.1

자료: 통계청, 어업생산동향조사(검색일: 2018. 8. 20)

제2절 기초통계 DB의 구축

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」에 투입되는 기초통계는 수산부문 여건 변화, 통계작성 편제의 변화, 전망모형에서의 이용 가능성 및 유용성 등을 종합적으로 고려, 1980년부터 2017년까지의 연도별 시계열 DB를 구축하였다. 시계열 DB를 구축하는 과정에서 1차 연도 양식어업 전망모형에 이용되지 않더라도 향후 수산부문 전반으로의 확장 가능성을 염두에 두고 부문별로 광범위한 DB를 구축하고자 하였다. 기초통계 DB는 크게 다음과 같이 구분할 수 있다.

1. 거시변수 및 투입요소가격 DB

1) 거시변수

본 연구에서 사용한 거시경제 변수는 명목 및 실질 국내총생산(GDP), GDP 디플레이터(deflator), 인구, 생산자 및 소비자 물가지수, 각종 환율, 국제원유가격, 국민처분가능소득 등이며, 이 자료들은 한국은행 경제통계시스템(ECOS)과 통계청 국가통계포털(KOSIS) 등에서 수집하였다. 그리고 국제유가는 미국에너지정보청(EIA)에서 제공하는 서부텍사스유(WTI: West Texas Intermediate) 가격을 이용하였다.

연구에 활용되는 주요 거시변수의 전망치 자료는 외부기관의 공식 전망 자료를 활용하여 외생변수로 처리하였다. 2년 내 단기전망 자료는 한국은행에서 발표하는 전망치를 활용하였으며, 2년 이상의 장기 전망치의 경우에는 Global Insight의 전망치를 이용하였다. 또한 인구 전망치의 경우에는 통계청의 추계인구를 사용하였다. 그리고

외부기관을 통해 전망자료 취득이 불가능한 국민처분가능소득의 경우에는 국내총생산(GDP)을 설명변수로 하여 직접 추정한 후 모형에 투입하였다.

〈표 3-2〉 주요 거시경제변수 기초통계 구축현황

통계(변수)명	단위	자료출처	DB 이용가능 기간
국내총생산(명목)	십억 원	한국은행	1953~2017
국민총소득(명목)	십억 원	한국은행	1953~2017
국민총처분가능소득(명목)	십억 원	한국은행	1953~2017
GDP 디플레이터	2010=100	한국은행	1953~2017
환율	원/달러	한국은행	1964~2017
시장금리	%	통계청	1976~2017
생산자물가지수	2015=100	통계청	1965~2017
소비자물가지수	2015=100	통계청	1975~2017
국제유가	달러/배럴	미국에너지정보청	1990~2019
(추계)인구	명	통계청	1960~2065

자료: 저자 작성

2) 투입요소가격 변수

투입요소가격 변수는 통계청에서 제공하는 어가경제조사 자료와 영어자금소요액조사⁴¹⁾ 자료 등을 종합적으로 이용하였다. 통계청의 어가경제조사에서는 양식어가의 어업경영비에 대한 정보가 제공된다. 양식어가의 어업경영비는 크게 어로지출과 양식지출로 구분되는데, 전체 경영비의 약 95% 이상을 차지하는 양식지출의 경우 종묘비, 노무비, 광열비, 사료비, 물품비, 어구 구입·보수비용, 임차료, 조세 및 이자, 보험료 및 기타 등으로 항목이 세분화되어 제공되고 있다.

41) 영어자금소요액조사는 수산업협동조합중앙회 수산경제연구원에서 담당하고 있으며, 격년으로 조사하되 조사가 이루어지지 않는 해의 경우 전년도 소요액에서 물가상승률, 어업경영비 증가율 등을 감안하여 소요액을 책정·공표하고 있다.

그러나 문제는 이 통계자료가 전체 양식어가의 경영비 수준을 반영할 뿐, 본 연구에서 파악하고자 하는 세부 양식품종별 경영비 자료가 아니라는 점이다. 또한 2003년을 기준으로 조사체계가 개편됨에 따라 일부 경영비 항목에서는 단절이 발생하였고, 사료비, 노무비 등 중요한 경영비 항목은 2003년부터 집계되어 이용 가능한 자료의 수가 제한적이라는 한계를 가진다.

이와 같은 어가경제조사의 한계를 보완하고, 양식품목별 세부 경영비 DB로 활용하기 위해 「영어자금소요액조사」를 이용하였다. 이 조사는 정부가 1971년부터 어업인에 대한 어업경영자금을 지원하고 수산자금의 원활한 수급계획을 수립하는 데 필요한 기초자료를 확보하기 위해 최초로 실시되었으며, 1976년부터 수협에서 조사를 전담하고 있다. 조사는 크게 어업건수(전수조사)⁴²⁾와 건당 영어자금소요액(표본조사)로 구분되는데, 본 연구에서 필요한 영어자금소요액 조사항목을 살펴보면 <표 3-3>과 같다.

양식어업의 경우 종묘대, 시설유지비, 보조선비, 인건비, 사료대, 운영관리비, 보온비, 기타로 분류하여 경영비에서 가장 중요한 항목인 종묘비, 인건비, 사료비가 명확히 구분·조사되고 있다. 조사대상 양식품목으로는 ‘해조류’의 경우 김(지주식, 부류식), 미역, 톳, 다시마, 파래, ‘패류’의 경우 전복, 홍합, 가리비, 굴, 바지락, 키조개, ‘어류’ 등의 경우 육상수조식 넙치, 기타 어류, 우렁쉥이, 미더덕, 해삼 등을 포함하고 있다. 따라서 본 연구에서의 넙치, 조피볼락, 굴, 전복, 홍합, 김, 미역, 다시마, 우렁쉥이가 조사대상에 모두 포함되어 있다.

42) 어업건수 조사는 행정관청에 등재된 모든 어업에 대한 자료를 입수하여 어업별, 규모별 및 조사단위에 의한 건수를 조사하고 있다. 이를 통해 양식어업의 경우 세부 어업의 종류, 양식방법, 면허번호, 면허취득자, 면허면적, 어장소재지, 주소 등의 정보를 파악하고 있다.

〈표 3-3〉 건당 영어자금소요액조사의 조사항목

어선어업	정치망어업	양식어업	내수면어업
선체수리비	선체수리비	종묘대(치어, 종패)	종묘대
기관수리비	기관수리비	시설유지비	사료대
어구수리비	어구수리비	보조선비	인건비
선원전도금	선원전도금	인건비	보온비
복리후생비	복리후생비	사료대	운영관리비
주·부식비	주·부식비	운영관리비	시설유지비
유류비	유류비	보온비	보조선비
용품비	용품비	기타	-
얼음 및 어상자	얼음 및 어상자	-	-
미끼대	-	-	-

자료: 수산업협동조합중앙회(2017. 12), p. 6

〈표 3-4〉 투입요소가격 관련 기초통계 구축현황

통계(변수)명	단위	자료출처	이용가능 기간
양식어가의 총 양식지출	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2017
양식어가의 종묘대(1)	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2017
양식어가의 양식시설 및 보수비	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2017
양식어가의 기타 지출	천 원	통계청 어가경제조사	1981~2002
양식어가의 사료비	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2017
양식어가의 물품비	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2017
양식어가의 노무비	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2017
양식어가의 광열비	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2017
양식어가의 임차료	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2017
양식어가의 조세 및 이자	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2017
양식어가의 판매비용(판매용자재)	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2017
양식어가의 보험료 및 기타 지출	천 원	통계청 어가경제조사	2003~2017
품목별 양식어가의 종묘대(2)	천 원	통계청 영어자금소요액조사	1990~2017
품목별 양식어가의 시설유지비	천 원	통계청 영어자금소요액조사	1990~2017
품목별 양식어가의 보조선비	천 원	통계청 영어자금소요액조사	1990~2017
품목별 양식어가의 인건비	천 원	통계청 영어자금소요액조사	1990~2017
품목별 양식어가의 운영관리비	천 원	통계청 영어자금소요액조사	1990~2017

통계(변수)명	단위	자료출처	이용가능 기간
품목별 양식어가의 이료비	천 원	통계청 영어자금소요액조사	1990~2003
품목별 양식어가의 사료비	천 원	통계청 영어자금소요액조사	1995~2017
품목별 양식어가의 기타 비용	천 원	통계청 영어자금소요액조사	2004~2017

자료: 저자 작성

영어자금소요액조사 자료의 경우 수협, 통계청 등의 DB에서 1990년부터 이용이 가능하나, 해당 자료 역시 조사체계의 변화로 조사항목 및 조사단위 등 자료의 연속성이 다소 결여되어 있는 실정이다.⁴³⁾ 그러나 본 자료를 제외하면 수산부문에서 투입재 가격과 관련해 이용 가능한 자료가 전무하기 때문에 이 자료를 이용할 수밖에 없다. 이 자료의 경우 주요 양식품목별 지출액에 대해 상세하게 밝히고 있어, 향후 현 시점 대비 시계열이 보다 많이 축적된다면 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

2. 양식어업 생산 DB

양식어업 생산과 관련된 기초통계로서 품종별 생산량 및 생산금액, 면허면적, 어류 사육수면적 등의 자료를 광범위하게 구축하였다. 이들 자료는 통계청의 어업생산동향조사, 천해양식어업권통계, 어류양식동향조사 등을 이용하여 수집하였다.

먼저 천해양식 생산량 및 생산금액은 통계청의 어업생산동향조사를 통해 수집하였으며, 1980년부터 2017년까지 어류 32개, 갑각류 7개, 패류 22개, 연체동물류 2개, 해조류 14개, 기타수산동물 6개 등

43) 1990~1994년 자료에서는 종묘대, 시설유지비, 보조선비, 인건비, 운영관리비, 이료비를 제공하며, 1995~2003년 자료에서는 앞선 자료에 추가적으로 사료비를 제공하였다. 그러나 2004~2017년의 자료에서는 앞선 기간에서 제공하였던 이료비를 더 이상 제공하지 않고 기타를 제공하고 있다.

의 품종으로 세분화하여 수산물 부류별로 분류·구축하였다. 참고로 통계청 어업생산통계에서 비계통출하를 신뢰하기 어렵다는 통계 정기품질진단 결과가 발표되는 등 신뢰성에 대한 문제 제기가 있는 것도 사실이다. 대안적으로 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서 주요 양식품목의 생산량 통계를 생산하고 있으나, 구축된 시계열 기간이 짧아 해당 연구에 이용하기에는 한계가 있는 실정이다.

〈표 3-5〉 양식 생산량 및 생산금액 DB 구축현황

종류	품종	시계열 기간
어류	가자미류, 고등어, 넙치류, 농어류, 능성어, 참다랑어, 감성돔, 자리돔, 참돔, 돌돔, 기타돔류, 망둑어류, 멸치, 민어, 방어류, 보구치, 복어류, 조피볼락, 기타볼락류, 노래미류, 송어류, 송뱅이, 송어류, 연어, 임연수어, 갯장어, 붕장어, 전갱이류, 전어, 참조기, 쥐치류, 기타어류	1980 ~ 2017년
갑각류	꽃게, 대하, 흰다리새우, 보리새우, 중하, 기타새우류, 기타갑각류	
패류	굴뱅이, 굴류, 소라고둥, 고둥류, 오분자기, 전복류, 가리비류, 가무락, 개랑조개류, 꼬막, 새꼬막, 동죽, 맛류, 바지락, 백합류, 새조개, 코끼리조개, 키조개, 피조개, 홍합류 개조개, 기타패류	
연체동물	낙지, 문어	
해조류	김류, 꼬시래기류, 개꼬시래기, 다시마류, 모자반(말)류, 모자반(물), 미역류, 우뚝가사리, 기타가사리, 청각, 톳, 파래류, 매생이, 기타해조류	
기타수산동물	미더덕, 성게류, 우렁챙이, 해삼, 오만둥이, 기타수산동물류	

자료: 통계청 어업생산동향조사의 양식품종 분류를 참조하여 저자 작성

주요 양식수산물의 면허면적, 사육수면적도 천해양식어업권통계 및 어류양식동향조사를 통해 구축하였다. 면허면적은 1980년부터 2017년까지의 DB를 품종별로 구축하였으며, 해상가두리, 육상수조식, 넙치류 등의 사육수면적은 2010년 이후부터 제공되는 DB를 구축하였다.

〈표 3-6〉 양식 면허면적(사육수면적) DB 구축현황

구분	종류	품종	시계열 기간
면허면적	어류	가두리어류, 축제식어류, 새우, 우렁챙이, 해삼, 미더덕, 기타	1980 ~ 2017년 (일부는 2001년부터)
	패류	굴, 바지락, 피조개, 홍합, 고막, 가무락, 새고막, 백합, 가리비, 전복, 진주조개, 개랑조개, 동죽, 기타	
	해조류	김, 다시마, 파래, 미역, 톳, 참모자반, 기타	
사육수면적	양식방법별	해상가두리, 육상수조식, 축제식	2010 ~ 2017년
	어류	넙치류, 참돔, 조피볼락	

자료: 해양수산부, 천해양식어업권통계 및 통계청, 어류양식동향조사를 참조하여 저자 작성

3. 양식어가 경제 DB

양식어가수, 양식 어가인구, 양식어가 소득, 양식어업 소득 등은 양식어업 전망모형에서 최종적으로 산출되는 주요한 총량지표이다. 각종 거시변수 및 투입요소가격의 변화, 수산물 가격의 변화 등 대내외 수산환경 변화나 각종 수산정책의 시행은 양식어업 부문의 가계·인구구조뿐만 아니라 어가(어업) 소득에도 영향을 미치게 된다. 이번 1차 연도 과제에서는 전체 어가에서 양식어가 부문에 초점을 맞춰 관련 DB를 구축하였다.

통계청의 농림어업(총)조사에서는 ‘어가’를 ① 지난 1년간 판매를 목적으로 1개월 이상 해수면에서 어선어업, 맨손어업, 나잠어업, 기타 어로어업, 양식어업을 경영한 가구, ② 지난 1년간 해수면에서 직접 어획하거나 양식한 수산물 판매금액이 120만 원 이상인 가구, ③ 현재 양식하는 수산물의 평가액이 120만 원 이상인 가구 중 어느 하나라도 충족하는 경우 어가로 정의하고 있다. 그리고 ‘어가인구’는

호적이나 주민등록과 관계없이 특정시점 현재 가구에서 취사, 취침 등 생계를 같이하는 사람을 말하며 가족, 친인척, 기타 동거인을 모두 포함하는 것으로 간주한다.⁴⁴⁾

〈표 3-7〉 어가소득의 구성항목 및 세부 설명

항목		세부 설명
어 가 소 득	어업소득 (=어업총수입 - 어업경영비)	어가에서 당해 연도의 어업 경영결과로 얻은 총수입으로 수산물 판매수입, 어업 잡수입, 현물지출 평가액, 생산물 중 자가소비 평가액, 미처분 수산물 증감액을 모두 합산한 금액
		어업경영에 투입된 일체의 비용으로서 어업지출현금, 현물지출 평가액, 기계·기구·비품 등 어업용 고정자산 감가상각액, 미사용 구입자재 증감액을 모두 합산한 금액
	어업외소득	검업소득 (=검업수입-검업지출)
		어가가 어업이외의 사업을 경영하여 얻은 소득으로 농업, 제조업, 건설업, 음식숙박업, 도소매업, 기타검업 등에서 얻은 소득을 모두 합산한 금액
	이전소득	사업외소득 (=사업외수입-사업외지출)
		어가의 가구원이 노동력을 제공하고 얻은 근로소득과 그외 임대료, 배당금, 이자, 유가증권매매차익 등의 자본수입을 모두 합산한 금액
	비경상소득	어가가 비경제적 활동으로 얻은 수입 중 경상적인 것으로 공적보조금(농·어업보조금, 공적연금, 수당 등), 사적보조금(출타가족보조금, 친인척보조금) 등의 소득을 모두 합산한 금액
		어가가 비경제적 활동으로 얻은 수입 중 비경상적인 수입으로서 경조수입, 퇴직일시금, 사고보상금 등의 소득을 모두 합산한 금액

자료: 통계청(2015. 12), p. 13

44) 통계청(2016. 12), p. 8~9.

소득과 관련된 변수의 경우, 양식어가 소득, 양식어업 소득, 양식어업외소득 등을 주요 지표로 고려하였다. <표 3-7>과 같이 어가소득은 어업총수입에서 어업경영비를 차감한 어업소득, 그리고 겸업소득과 사업외소득을 포함하는 어업외소득, 이전소득, 비경상소득의 합으로 정의된다. 양식어가 경제 DB는 통계청의 어가경제조사에서 어로어업을 제외하고 양식어업과 관련된 대부분의 DB를 구축하였다.

한편, 어가수, 어가인구, 어업종사원수 등은 1960년대 초부터 조사가 되었지만, 양식어업과 관련된 세부 통계는 이보다 훨씬 늦은 1980년대부터 조사되었다. 1980년대까지 수산물 생산은 주로 어획어업 위주였으며, 김, 굴 정도는 비록 양식역사가 오래되었지만, 양식기술이 발전하지 못해 생산량이 많지 않았기 때문이다. 특히 넙치, 조피볼락 등의 어류양식은 1990년대 이후부터 본격화되었다. 이를 반영하여 해조류양식 가구수는 1983년부터 조사되었고, 어류양식 가구수는 1990년에 처음 조사되어 1993년부터 통계가 작성되기 시작하였다.

〈표 3-8〉 어가경제 DB 구축현황

통계(변수)명	단위	자료출처	비고(이용가능 기간)
어가수	가구	통계청	1960~2017
어업종사 가구원	명	통계청	1962~2017
양식업 가구수	가구	통계청	1960~1980, 1983~2017
어류양식 가구수	가구	통계청	1990, 1993~2017
패류양식 가구수	가구	통계청	1970, 1984~2017
갑각류양식 가구수	가구	통계청	1993~2017
해조류양식 가구수	가구	통계청	1970, 1984~2017
기타양식물 가구수	가구	통계청	1970, 1984~2017
어가인구	명	통계청	1962~2017
양식업 어가인구	명	통계청	1990, 1995, 1998~2017
양식업종사 가구원	명	통계청	1988~2017

통계(변수)명	단위	자료출처	비고(이용가능 기간)
어가소득	천 원	통계청	1980~2017
어업소득	천 원	통계청	1980~2017
어업총수입	천 원	통계청	1980~2017
어업외 소득	천 원	통계청	1980~2017
어가 가처분소득	천 원	통계청	1980~2017
양식업가구 어가소득	천 원	통계청	1981~2017
양식업가구 어업소득	천 원	통계청	1981~2017
양식업가구 어업총수입	천 원	통계청	1981~2017
양식업가구 양식수입	천 원	통계청	1981~2017
어류양식수입	천 원	통계청	2003~2017
패류양식수입	천 원	통계청	1981~2017
기타수산물양식수입	천 원	통계청	2003~2017
해조류양식수입	천 원	통계청	1981~2017
양식가업구 어업외 소득	천 원	통계청	1981~2017
양식업가구 가처분소득	천 원	통계청	1981~2017

자료: 저자 작성

4. 양식수산물 가격 DB

수산업과 관련된 통계자료는 농업과 비교하면 상대적으로 세분화 되지 못한 상황이며, 도서지역을 포괄하고 있는 지역적 특성으로 인해 조사의 현실적인 어려움으로 자료의 신뢰성이 높지 않다는 평가가 많다. 그런데 수산물의 가격 관련 통계는 수산물 생산, 어가경제 관련 통계에 비해 더욱 취약한 것이 현실이다. 2004년부터 수산업관 측사업이 시작되면서 일부 양식수산물에 대한 산지가격과 도매가격이 지속적으로 조사되고 있으나, 그 이전의 가격자료는 찾아보기 어렵고 소비자(소매) 가격은 여전히 조사되지 못하고 있다.

이러한 조건하에서 많은 수산업 관련 연구들은 통계청의 어업생산

동향조사에서 제공하는 생산단가, 즉 총생산금액을 총생산량으로 나눈 것을 해당 생산물의 산지가격으로 이용하고 있다. 그러나 이러한 접근은 경우에 따라 심각한 오류를 야기할 수 있다. 예를 들어 김이나 굴은 보통 kg단위로 거래되기 때문에 문제가 되지 않으나, 넙치, 조피볼락, 전복과 같은 양식 생산물은 크기에 따라 가격이 매우 다르게 형성되기 때문에 생산단가와 실제 가격의 움직임이 다르게 나타날 수 있다. 즉, 모든 크기별로 가격이 하락했다고 하더라도 큰 크기의 비중이 더 커졌다면, 생산단가는 오히려 상승할 수도 있기 때문이다.

1) 산지가격

산지가격은 생산자들이 양식 시설량(면적)을 결정하는 데 있어서 가장 중요한 변수이다. 즉 현재 가격이 높게 유지되거나 앞으로 가격이 오를 것이라는 전망이 우세하다면 생산자들은 양식시설을 늘리게 되고, 하락하게 될 것이라면 시설을 줄이려는 경향이 커질 것이기 때문이다.

앞서 설명한 것처럼 김과 굴은 수협을 통한 위판실적(계통출하) 자료를 확보할 수 있기 때문에 이를 활용할 수 있다. 물론 수협에 위판하지 않고 소매매(비계통출하)가 된 것 또한 통계청에서 조사하고 있지만, 위판가격이 더 신뢰성이 높은 것이 사실이다. 수협을 통해 위판되는 비율이 낮은 미역, 다시마, 홍합 등은 계통출하 및 비계통출하를 모두 포함한 생산단가를 산지가격으로 이용할 수 있다. 그런데 넙치, 조피볼락, 전복은 생산단가가 실제 가격의 움직임을 반영하지 않는 경우도 많다. 대안적으로 수산업관측센터의 조사가격을 이용하는 방안을 고려할 수 있으나 넙치는 2005년, 조피볼락과 전복은

2006년부터 가격정보가 제공됨에 따라 여전히 관측치가 많지 않아 활용에 제약이 있다.

그리고 김, 굴, 미역, 다시마는 회계연도와 생산 및 유통연도가 서로 다르다. 즉 김, 굴, 미역은 주로 10월부터 이듬해 5월까지 생산되기 때문에 회계연도 기준은 실제 가격의 변화를 설명하는 데 한계가 있을 수 있다. 따라서 생산 및 유통연도를 반영하는 연산연도 기준의 생산단가와 회계연도 기준의 생산단가를 모두 검토하는 것도 중요하다.

생산단가의 경우, 김, 미역, 다시마, 굴, 전복의 생산량은 1990년 이전부터 조사되었지만 생산금액은 1990년부터 조사되어, 이때부터 자료를 활용할 수 있다. 조피볼락은 1993년부터 생산량과 생산금액이 조사되었다. 전복은 해사가두리 양식생산이 2003년부터 본격적으로 시작되었기 때문에 그 이전의 소규모 육상양식 생산과 구분해서 시설량 결정 모형에 적용하는 것이 필요하다.

2) 도소매가격

품목별 수요함수 혹은 수입수요함수를 추정함에 있어서는 소비자(소매) 가격과 도매가격이 필요하다. 그런데 양식 수산물의 도매가격은 한국농수산식품유통공사(aT)에서 마른김(중품), 굴(상품), 건미역(상품) 등의 3개 양식품종만 조사하고 있을 뿐이다. 김, 굴의 경우 한국은행에서 생산자물가지수로 조사되고 있어, 도매가격의 대용(proxy)으로 활용하는 방안도 고려할 수 있다.

수산물 소비자가격 통계는 도매가격에 비해 더욱 취약하다. 도매가격은 품목 수가 제한적이지만 지속적으로 조사되고 있는 반면, 소

〈표 3-9〉 양식수산물 가격 DB 구축현황

통계(변수)명	단위	자료출처	비고(이용가능 기간 등)
넙치-생산단가	원/kg	통계청	1990~2017(=생산금액/생산량)
조피볼락-생산단가	원/kg	통계청	1993~2017(=생산금액/생산량)
굴-생산단가	원/kg	통계청	1990~2017(=생산금액/생산량)
전복-생산단가	원/kg	통계청	1990~2017(=생산금액/생산량)
김-생산단가	원/kg	통계청	1990~2017(=생산금액/생산량)
미역-생산단가	원/kg	통계청	1990~2017(=생산금액/생산량)
다시마-생산단가	원/kg	통계청	1990~2017(=생산금액/생산량)
홍합-생산단가	원/kg	통계청	1990~2017(=생산금액/생산량)
우렁쉥이-생산단가	원/kg	통계청	1990~2017(=생산금액/생산량)
넙치(1kg)-산지가격	원/kg	수산업관측센터	2005~2017
조피볼락(500g)-산지가격	원/kg	수산업관측센터	2006~2017
전복(10마리/kg)-산지가격	원/kg	수산업관측센터	2006~2017
마른김(중품)-도매가격	원/속	aT	1983~2017
굴(상품)-도매가격	원/kg	aT	1983~2017
건미역(상품)-도매가격	원/kg	aT	1984~2017
농림수산물-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1965~2017
신선수산물-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1975~2017
신선어류-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1975~2017
신선패류-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1980~2017
건조수산물-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1965~2017
쇠고기-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1965~2017
돼지고기-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1965~2017
닭고기-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1965~2017
넙치-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1995~2017
조피볼락-생산자물가지수	2010=100	한국은행	2005~2017
굴-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1980~2017
전복-생산자물가지수	2010=100	한국은행	2005~2017
김-생산자물가지수	2010=100	한국은행	1965~2017
소비자물가지수-축산물	2015=100	통계청	1985~2017
국산쇠고기-소비자물가지수	2015=100	통계청	1975~2017
돼지고기-소비자물가지수	2015=100	통계청	1975~2017
닭고기-소비자물가지수	2015=100	통계청	1975~2017
굴-소비자물가지수	2015=100	통계청	1975~2017
전복-소비자물가지수	2015=100	통계청	2010~2017
김-소비자물가지수	2015=100	통계청	1975~2017
미역-소비자물가지수	2015=100	통계청	1975~2017

자료: 저자 작성

비자가격은 체계적인 조사가 없는 실정이다. 다만 한국은행에서 김, 미역, 굴, 전복에 대한 소비자물가지수를 조사하고 있어 이를 대용으로 활용할 수 있을 것이다. 그런데 조피볼락과 전복은 2010년부터 조사되기 시작해 모형에 활용하기 어렵다. 따라서 전복의 소비자가격은 산지가격의 등락률을 전복의 소비자물가지수와 연계하여 추정치로 활용하는 방안을 모색할 수 있다. 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 등의 축산물의 생산자물가지수와 소비자물가지수는 넙치, 조피볼락, 전복 등의 양식수산물의 대체재로써 수요함수에 활용될 것을 고려하여 DB로 구축하였다.

5. 수산물 수출입 DB

수산물에 대한 수출입 자료는 다양한 경로를 통해 구축이 가능하다. 관세청, 한국무역협회, 한국무역통계진흥원, 한국농수산물유통공사, 해양수산부 수산정보포털 등을 통해 수산물 수출입 DB를 HS 코드별로 집계하는 것이 가능하다. 본 연구에서는 국가별·제품별 수출입 DB 출력·저장의 편의성, 장기 시계열 자료의 제공 여부 등을 고려, 가장 유용성이 높다고 판단된 한국무역협회의 무역통계에서 수출입 DB를 구축하였다.

수산부문 전망모형 구축을 위한 기초통계 DB 수집 과정에서 가장 많은 노력과 시간이 투입되는 부문이 수출입 DB의 구축이라 할 수 있다. 2017년 기준으로 전체 수산물 HS 코드 품목수는 690개에 달하며, 제3류(어류·갑각류·연체동물 및 기타 수생무척추동물)가 482개 품목, 제16류(육류·어류·갑각류·연체동물 또는 기타 수생무척추동물의 조제품)가 89개 품목 등이다.

1차 연도 연구가 전체 「KMI-FOSiM」 모형에서 양식어업 모듈을 구축하는 것으로 범위를 한정하였지만 수산물 수출입의 경우 일반해면어업, 양식어업, 원양어업 등 어업별 구분이 의미가 없기 때문에 수산물 HS 코드 전체를 대상으로 DB를 구축하고자 하였다. 그러나 수산물 HS 코드는 자료 집계가 가능한 1988년 이후 수시로 변경되어 왔기에 그 세부 변동내역을 일일이 추적하고, 그에 맞춰 수출입 실적을 집계하는 과정 자체가 매우 힘든 작업이라 할 수 있다.

아래에는 본 1차 연도 연구에서 고려하고 있는 주요 양식품종, 넙치, 우렁챙이, 김, 미역, 다시마, 굴, 홍합, 전복의 HS코드 세부 내역을 보여주고 있다. 전망모형에 투입되는 DB 구축을 위해서는 아래의 세부 HS코드 내역별로 연도별, 국가별로까지 DB 수집·정리가 필요하다.

〈표 3-10〉 주요 양식수산물 품종의 HS코드 세부 내역

구분	HS코드	코드명	수율	종료일
넙치	0301998000	넙치(flat fish/활어)	1	-
	0302210000	넙치(간장, 어란제외/신선, 냉장/피레트, 어육제외)	1	-
	0302290000	넙치류(간장, 어란제외/신선, 냉장/피레트, 어육제외)	1	-
	0302240000	터벗(신선 또는 냉장)(프세타 맥시마)	1	-
	0304439000	넙치류 기타(신선 또는 냉정한 피레트)	0.3	-
	0303310000	넙치(간장, 어란제외/냉동/피레트, 어육제외)	1	-
	0303390000	넙치류(간장, 어란제외/냉동/피레트, 어육제외)	1	-
	0303340000	터벗(냉동)(프세타 맥시마)	1	-
	0304839000	넙치류 기타(냉동한 피레트)	0.3	-
우렁 챙이	0307919030	우렁챙이(sea squirts/산 것/신선, 냉장~)	1	2006-12
	0307919031	우렁챙이(종묘/산 것, 신선, 냉장)	1	2011-12
	0307919039	우렁챙이(기타/산 것, 신선, 냉장)	1	2011-12
	0308901011	우렁챙이(종묘)(산 것·신선 또는 냉장한~)	1	-
	0308901019	우렁챙이(기타)(산 것·신선 또는 냉장한~)	1	-
	0307991920	우렁챙이(냉동)	0.15	2011-12

구분	HS코드	코드명	수율	종료일
	0308902010	우렁챙이(냉동한 것)	0.15	-
	0307992930	우렁챙이(건조)	0.15	2011-12
	0308903010	우렁챙이(건조한 것)	0.15	-
김	2106904010	김	0.1	-
	1212201010	김(laver/마른 것)	0.1	2011-12
	1212201090	김(laver/마른 것 이외 기타)	0.1	2011-12
	1212201020	김(냉장)	1	2011-12
	1212201030	김(냉동)	1	2011-12
	1212211020	김(냉장한 것)(식용의 것)	1	-
	1212291010	김(냉동한 것)	1	-
	1212211030	김(냉동한 것)(식용의 것)	1	-
	1212211010	김(건조한 것)(식용의 것)	0.1	-
	1212291090	김(기타)	0.1	-
	1212211090	김(기타)(식용의 것)	0.1	-
미역	1212202010	미역(건조)	0.1	2011-12
	1212202020	미역(염장)	0.2	2011-12
	1212202090	미역(건조, 염장한 것 이외 기타)	1	2011-12
	1212202030	미역(냉장)	1	2011-12
	1212202040	미역(냉동)	1	2011-12
	1212212030	미역(냉장한 것)(식용의 것)	1	-
	1212292010	미역(냉동한 것)	1	-
	1212212040	미역(냉동한 것)(식용의 것)	1	-
	1212212010	미역(건조한 것)(식용의 것)	0.1	-
	1212212020	미역(염장한 것)(식용의 것)	0.2	-
	1212292090	미역(기타)	1	-
	1212212090	미역(기타)(식용의 것)	1	-
다시마	1212205010	다시마(염장)	0.17	2011-12
	1212205090	다시마(염장한 것 이외 기타)	1	2011-12
	1212205020	다시마(냉장)	1	2011-12
	1212205030	다시마(냉동)	1	2011-12
	1212215020	다시마(냉장한 것)(식용의 것)	1	-

구분	HS코드	코드명	수율	종료일
	1212295010	다시마(냉동한 것)	1	-
	1212215030	다시마(냉동한 것)(식용의 것)	1	-
	1212215010	다시마(염장한 것)(식용의 것)	0.17	-
	1212295090	다시마(기타)	1	-
	1212215090	다시마(기타)(식용의 것)	1	-
굴	0307101010	굴치패(oyster spat/산 것·신선, 냉장~)	1	2006-12
	0307101011	굴치패(종패용/신선, 냉장)	1	2011-12
	0307101090	굴(굴치패 이외 기타/산 것·신선, 냉장)	1	2011-12
	0307101019	굴치패(기타/신선, 냉장)	1	2011-12
	0307111010	굴치패 종패용(산 것·신선 또는 냉장한 것)	1	-
	0307111090	굴치패 종패용 외 기타(산 것·신선 또는 냉장한 것)	1	-
	0307119000	굴치패 기타(산 것·신선 또는 냉장한 것)	1	-
	0307102000	굴(냉동)	0.08	2011-12
	0307191000	기타 굴(냉동한 것)	0.08	2016-12
	0307120000	냉동한 것(굴)	0.08	-
	0307194000	기타 굴(훈제한 것)	0.05	-
	0307103000	굴(건조)	0.25	2011-12
	0307192000	기타 굴(건조한 것)	0.25	-
	0307104000	굴(염장, 염수장)	1.33	2011-12
	0307193000	기타 굴(염장 또는 염수장 한 것)	1.33	-
	1605901010	굴(밀폐용기에 넣은 것)	0.05	2011-12
	1605511000	굴(조제 또는 저장처리)(밀폐용기에 넣은 것)	0.05	-
	1605519000	굴(조제 또는 저장처리)(기타)	0.2	-
전복	0307911200	전복(abalone/산 것·신선, 냉장)	1	2011-12
	0307810000	전복(산 것·신선 또는 냉장한 것)	1	-
	0307891000	전복 기타(냉동한 것)	0.45	2016-12
	0307830000	냉동한 전복[할리오티스(Haliotis)종]	0.45	-
	0307894000	전복 기타(훈제한 것)	0.15	2016-12
	0307873000	훈제한 것(그 밖의 전복)	0.15	-
	0307892000	전복 기타(건조한 것)	0.2	2016-12
	0307871000	건조한 것(그 밖의 전복)	0.2	-
	0307893000	전복 기타(염장 또는 염수장한 것)	0.8	2016-12

구분	HS코드	코드명	수율	종료일
	0307872000	염장이나 염수장한 것(그 밖의 전복)	0.8	-
	1605901091	전복(밀폐용기에 넣은 것)	0.16	2011-12
	1605571000	전복(조제 또는 저장처리)(밀폐용기에 넣은 것)	0.16	-
	1605579000	전복(조제 또는 저장처리)(기타)	0.2	-
홍합	0307310000	홍합(산 것/신선, 냉장)	1	-
	0307391000	홍합(냉동)	0.15	2016-12
	0307320000	냉동한 것(홍합)	0.15	-
	0307393000	홍합(훈제한 것)	0.15	-
	0307392000	홍합(건조)	0.25	-
	0307399000	홍합(산 것, 신선, 냉장, 냉동, 건조 이외)	1	-
	1605901020	홍합(밀폐용기에 넣은 것)	0.65	2011-12
	1605531000	홍합(조제 또는 저장처리)(밀폐용기에 넣은 것)	0.65	-
	1605909040	홍합(조제, 저장처리한 것)	0.65	2011-12
	1605539000	홍합(조제 또는 저장처리)(기타)	0.65	-

자료: 해양수산부, 『관세·통계통합품목분류표(HSK) 수산물 2017』, 2017을 참고하여 저자 작성

한편, 수산물 수출입 DB의 집계에 있어서 중요하게 고려해야 하는 문제가 남아있다. 즉, 가공된 수산물(필렛, 염장·염수장, 건조, 훈제 등)은 실제 중량으로 수출입 통계가 집계되는데, 전망모형의 수요(수출), 공급(수입) 산정에 있어서는 원물(原物) 중량 기준으로 환산하여 모형에 투입되어야 한다.

예를 들어 전복 건조제품(HS코드 0307871000)은 활전복을 가공하여 만들어지는데 이때 환산수율은 20% 수준으로 알려져 있다. 수출입 실적이 건조된 상태의 중량 기준이므로 이를 생산량, 소비량 등과 단위를 맞추기 위해서는 다섯 배를 곱해 원물 중량으로 환산해주어야 하는 것이다. 이는 수출입 실적 집계와 별도의 작업으로서 수산물 전체 HS코드 분류하에서 가공된 수산물을 일일이 확인하여 수율을 적용해주어야 하는 노력이 요구된다. 사실상 전망모형 DB 구축에 있

어서 가장 방대한 시간과 노력이 필요한 작업이라 할 수 있다.

수산물 수출입 통계는 세부 품목별로 집계 기간에 차이는 있으나 1988년부터 2017년까지의 기간을 대상으로 집계하였다. 수출입 DB는 수산물의 수입수요함수, 수출함수 추정에 이용되며, 주요 수출국 별로 함수를 별도로 구성하였다. 개별 양식품목별로 최근의 수출입 실적을 고려, 주요 수출국과 수입국을 다음과 같이 선정하였다.

〈표 3-11〉 양식품목별 수출입 대상 국가 선정현황

품목	주요 수출국	주요 수입국
김	미국, 일본, 중국, 대만, 태국, EU, 기타	일본, 중국, 기타
미역	일본, 중국, 미국, EU, 기타	일본, 중국, 기타
다시마	일본, 중국, 미국, EU, 기타	중국, 캐나다, 기타
돔류	일본, 중국, 뉴질랜드, 스페인, 기타	일본, 중국, 기타
굴	일본, 미국, 기타	일본, 중국, 기타
전복	일본, 기타	중국, 일본, 필리핀, 기타
홍합	일본, 미국, 기타	뉴질랜드, 중국, 칠레, 기타
넙치	일본, 미국, 중국, 기타	중국, 러시아, 미국, EU, 기타
우렁쟁이	미국, 기타	일본, 기타

자료: 한국무역협회의 수산물 수출입통계를 바탕으로 저자 작성

제3절 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」의 구조

1. 「KMI-FOSiM」 양식모듈 구조

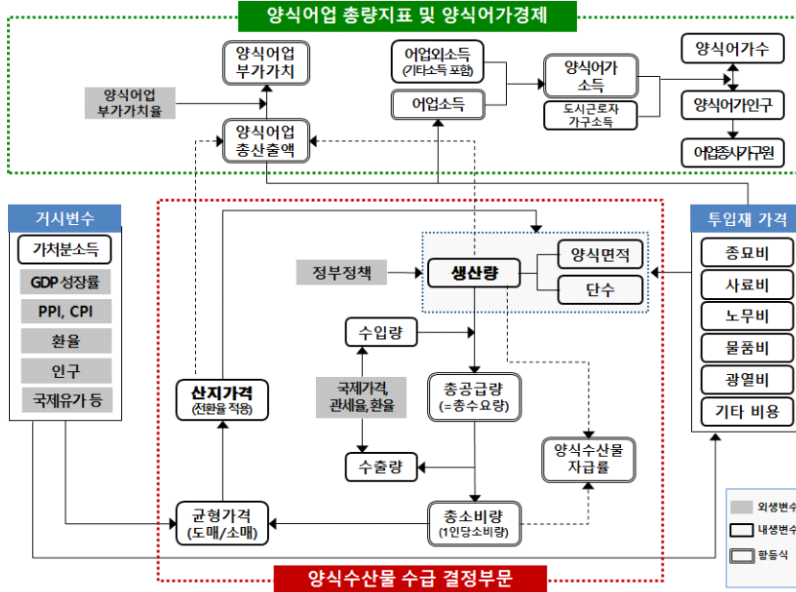
수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」을 구성하는 하위모듈의 하나인 양식모듈의 구조는 〈그림 3-3〉과 같다. 먼저 전망모형의 기본골격을 이루는 품종별 수급모형 부문은 생산량 결정함수, 수입수요함수, 수출함수, 역수요함수(가격신축성함수)를 추정하게 된다. 생산량과 수

입량이 더해져 총공급량이 도출되고, 여기에 수출량을 차감하여 총 소비량, 1인당 소비량(총소비량/인구)이 유도된다. 품종별 역수요함수 추정을 통해 시장청산 균형가격이 도출되며, 일정한 전환율이 적용되어 산지가격이 유도된다. 전기의 산지가격이 반영된 양식어가의 기대수익률이 다시 생산의 결정에 영향을 미치는 축차형(recursive) 수급 구조로 모형이 설계되었다.

생산량의 결정에 있어서는 양식면적과 단수의 곱을 통해 생산량을 도출하는 방식, 생산량 시계열의 자체 추세를 통해 생산량을 도출하는 방식을 혼용하였다. 이는 제2장 제3절에서 기술된 바와 같이 현재 양식어업 품종별로 실제 시설량을 정확하게 반영하는 양식면적 통계가 제대로 구축되어 있지 못해 면적과 단수 기반의 추정에 심각한 오류를 야기하는 품종이 많기 때문이다.

가처분소득, GDP, 생산자 및 소비자물가지수, 환율, 인구 등의 거시변수는 투입재 가격과 수출입, 균형가격 결정에 영향을 주며, 투입재가격은 생산부문의 의사결정에 영향을 미치는 변수로 작용한다. 수급부문에서 추정된 품종별 산지가격(P_i), 생산량(Q_i)이 양식어업의 총산출액($\sum_i P_i Q_i$)을 결정하며, 여기에 양식어업의 부가가치율이 곱해져 최종적으로 양식어업 부가가치(Value Added)가 결정된다. 한편, 양식어가의 어업소득도 모형 내에서 결정되는데, 추정된 어업총수입과 어업경영비를 차감하여 도출된다. 따라서 어업소득과 어업외소득의 합계인 어가소득은 어업외소득 방정식만을 추정함으로써 항등식 관계를 통해 자동적으로 유도된다. 그리고 양식어가수, 양식어가 인구는 양식어가 소득, 도시근로자가구 소득, 추세(TREND) 변수 등을 이용하여 도출되도록 설계하였다.

〈그림 3-3〉 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형의 구조



자료: 저자 작성

2. 「KMI-FOSiM」의 전체 구조도(안)

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」은 한국 수산업에 국한된 동태적 부분균형(partial equilibrium)모형으로서 국제시장 및 비수산부문의 시장요인은 모두 외생변수로 취급한다. 수산물 주요 품목의 생산, 수출입, 소비, 가격, 거시변수 및 투입재가격, 어가경제 부문이 복잡하게 상호 연결되어 있는 연립방정식체계(simultaneous equation system)로 구성된 계획이다. 본 연구가 2개년 과제로 계획됨에 따라 현 시점에서 「KMI-FOSiM」의 전체 구조를 명확하게 확정짓기는 어려우나 큰 틀에서의 예상 구조도는 아래의 〈그림 3-4〉와 같이 나타낼 수 있다.

우선 연근해어업, 양식어업, 원양어업, 내수면어업 모듈별로 수산물의 부류별·품종별 수급모형이 설정된다. 2018년 1차 연도의 양식어업 모듈에서는 양식수산물 품종을 넙치, 조피볼락, 굴, 전복, 홍합, 우렁챙이, 김, 미역, 다시마와 같이 9개로 세분화하여 전망모형을 구성하였다. 2차 연도에는 양식어업 모듈에 연근해어업, 원양어업, 내수면어업 모듈을 포함하여 수산부문 전체 전망모형으로 연계해야 하는데, 수산물의 품종을 과도하게 세분화하기에는 이용 가능한 통계자료의 제약, 투입인력 및 수행기간 측면에서 제약 등으로 인해 한계가 있다. 수산물 품종을 지속적으로 확대해나가는 것은 중장기적 관점에서 접근이 요구되는바, 2차 연도에는 어획 수산물의 경우 갈치, 고등어 정도를 선정하여 수급모형을 시범적으로 구축할 계획이다.

어업별·부류별·품종별 수급모형에서는 생산량 결정함수, 수출함수, 수입수요함수, 재고함수, 균형가격 결정함수를 추정하게 된다. 양식어업의 생산량 결정에 있어서는 양식면적과 단수를 곱하는 방식, 생산량 자체의 시계열적 추이를 고려하여 추정하는 방식을 이용하였다. 연근해어업 및 원양어업과 같은 어획어업의 경우에도 양식어업의 단수 개념과 비슷한 단위노력당 어획량함수(CPUE: Catch Per Unit Effort)에 어획노력량이 곱해져 어획량이 도출되는 구조로 설계될 예정이다. 다만, 생산량 비중이 작고, CPUE 개념을 적용하기 어려운 일부 수산물 유형, 예를 들어 연근해어업의 해조류에 대해서는 생산량을 단수 개념을 배제하고 시계열 추세로부터 추정할 계획이다.

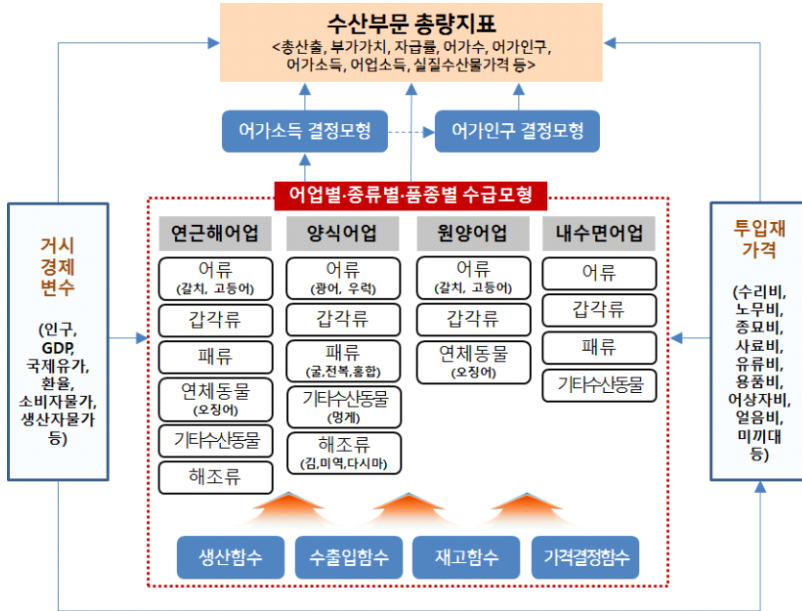
거시경제변수 전망에서는 GDP, 경제성장률, 인구, 이자율, 환율, 생산자 및 소비자물가지수, 국제유가 등을 한국은행, 통계청, OECD, EIA 등 국내외 주요 기관에서 발표한 전망치를 이용하였다. 외부 경제기관에서 전망치를 발표하지 않는 1인당 가처분소득, 도시가구 근

로자소득 등은 모형 내에서 별도로 전망치를 산출하였다. 투입재 가격 전망에서는 어획어업과 양식어업에 투입되는 재화와 용역의 가격을 전망한다. 어업별로 투입되는 생산요소의 유형이 상이한데 양식어업에서는 종묘비, 노무비, 사료비가 중요한 요인이며, 어획어업에서는 수리비, 노무비, 유류비, 용품비가 중요한 항목으로 분류된다. 이 거시경제변수 및 투입재 가격이 어업별·부류별·품종별 수급모형에 설명변수로 투입되도록 하였다.

어촌·어가경제 전망에서는 어가소득, 어업소득, 어업외소득 등을 전망하는 어가소득 결정모형, 그리고 어가수, 어가인구, 어업종사가구원 등을 전망하는 어가인구 결정모형과 같이 크게 2개 부문 모형으로 구성하였다. 수급모형으로부터 도출된 생산량, 가격의 전망치, 그리고 투입재 가격 전망치 등으로부터 어업소득이 결정되며, 어업외소득은 별도의 추정을 통해 전망치를 산출한다. 이 어업소득과 어업외소득을 합계하여 어가소득이 결정되는 구조로 설계되었다.

최종적으로 수산업 총량지표는 거시경제 및 투입요소가격 전망치, 어업별·부류별 생산량과 가격 전망치, 어가소득 및 어가인구 관련 전망치가 일정 수준으로 집계되어(aggregated) 최종적으로 수산업 총산출액, 수산업 부가가치, 자급률, 실질수산물가격 등을 도출하게 된다. 다만, 현 시점에서 이용 가능한 DB의 양적·질적 수준, 이들 DB를 이용했을 시 추정결과의 유의성 등을 가늠하기 힘들어 2차 연도 모형 구축 과정에서 「KMI-FOSiM」의 전체 구조는 일부 달라질 수 있다.

〈그림 3-4〉 「KMI-FOSiM」의 예상 구조도(잠정)



자료: 저자 작성

제 4 장

「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형의
추정 및 전망결과

이 장에서는 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모듈의 개별 구성요소인 거시 및 투입요소 부문, 품목별 생산량·수출입·가격 부문, 양식어가 경제 부문 등을 추정하였다. 추정방법은 기본적으로 통상최소자승법(OLS: Ordinary Least Square Method)을 이용하였으며, 대부분 log-log 함수 형태의 방정식을 추정하였으나, 일부 방정식의 경우 level-level 함수 형태로 추정하였다. 개별 방정식의 추정에는 EVIEWS 프로그램을 이용하였다.

개별 방정식의 추정 및 최종 모형 결정기준은 다음과 같다. 첫째, 추정계수의 부호조건이 경제학적 이론에 부합하여야 한다. 둘째, 추정계수의 통계적 유의수준이 가급적 5% 이내로 두되, 최대 10% 이내여야 한다. 셋째, 다양한 설명변수를 고려한 무수히 반복적인 추정과정에서 결정계수(R^2)가 가장 높은 모형을 채택한다. 넷째, 자기상관(Autocorrelation)이 존재하지 않도록 더빈-왓슨 통계량(Durbin-Watson Statistic)은 1.5 이상 2.5 이하로 한다. 다만, D-W값이 이를 벗어날

경우에는 별도의 자기상관 검정(Breusch-Godfrey LM Test)⁴⁵⁾을 실시하여 자기상관 문제가 존재하지 않을 때 이를 수용한다. 다섯째, 시뮬레이션 적합성 검정 시 RMSPE와 MAPE는 10% 이하, Theil의 불균등계수는 0.1 이하를 목표로 한다. 이상의 5가지 기준에 가장 부합하는 방정식을 최종적으로 선정하였다.

제1절 부문별 개별방정식 추정결과

1. 거시 및 투입요소부문

「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모듈의 구성요소 중 하나인 거시 및 투입요소 부문에서는 1인당 가처분소득과 도시근로자 가구소득, 양식어업의 주요 생산요소가격 변수를 추정하였다. GDP, 가처분소득, GDP디플레이터, 소비자물가지수(CPI), 환율 등 거시경제지표는 한국은행 자료를 이용하였으며, 종묘비, 사료비, 노임비 등 양식어업 투입요소가격 지표는 통계청의 어가경제조사 자료를 이용하였다. 추정에 이용된 모든 변수는 GDP디플레이터(GDPDEF)⁴⁶⁾를 적용하여 실질화하였으며, 추정방정식에서는 표기를 생략하였다.

45) 브리쉬-고드프리(Breusch-Godfrey)는 더빈-왓슨 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).

46) GDPDEF: GDP디플레이터(2010=100, 한국은행)

1) 1인당 가처분소득

국민 1인당 가처분소득은 GDP의 영향을 받는 것으로 가정하여 GDP를 설명변수로 추정하였으며, 외환위기 여파가 있었던 1998~1999년을 더미변수로 적용하였다. 추정결과, 모든 설명변수의 부호가 경제학적 이론에 부합하였으며 통계적으로도 유의하였다. 더빈-왓슨(D-W) 값이 적정 기준치보다 낮게 추정되어 추가적으로 자기상관 검정(Breusch-Godfrey LM Test)을 실시하였으나, 자기 상관이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

〈표 4-1〉 국민 1인당 가처분소득 추정결과

$$\text{LOG(DINC)} = -1.1209 + 0.7867 \cdot \text{LOG(GDP)} - 0.0459 \cdot \text{DM1}$$

(-16.17)*** (155.98)*** (-6.08)***

$R^2 = 0.9990$ $D-W = 1.384$ 추정기간: 1990~2017년(n=28)
 $B-G \text{ LM test} = 2.716(0.100)$

DINC: 1인당 가처분소득(천 원, 경상, 한국은행)
 GDP: 국내총생산(십억 원, 경상, 한국은행)
 DM1: 1998, 1999년 더미변수,
 1998, 1999=1, 그 외 0



- 주: 1) ()는 t-value를 나타내며, ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준에서 통계적으로 유의함을 의미함. 해당 내용은 이어지는 모든 개별방정식의 추정결과에서도 모두 동일하게 적용됨
- 2) B-G LM 검정 결과, χ^2 -통계량(괄호 안의 값은 p-값)이 특정 유의수준에서 갖는 임계치보다 클 경우 “오차항이 자기상관을 갖지 않는다”는 귀무가설을 기각할 수 있음. 여기서는 χ^2 -통계량 및 p-값을 고려할 때 귀무가설을 기각할 수 없으므로 자기상관이 존재하지 않음을 알 수 있음 이러한 해석은 이후 B-G LM 검정 결과에서도 모두 동일하게 적용됨

2) 도시근로자 가구소득

도시근로자 가구소득은 1인당 가처분소득과 마찬가지로 GDP의 영향을 받는 것으로 가정하였다. 이와 함께 외환위기가 발생했던 1998년, 세계경제위기가 있었던 2009년을 기점으로 구조변화 더미변수를 고려하였다. 추정결과, 설명변수의 부호가 예상과 부합했으며, 통계적으로 유의하였다. 더빈-왓슨 통계량이 기준치보다 낮아 자기상관 문제가 의심되었으나 추가 검정(Breusch-Godfrey LM Test) 결과, 자기상관이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

〈표 4-2〉 도시근로자 가구소득 추정결과

$$\text{LOG(CITY_WAGE)} = 5.2517 + 0.7189^{\text{***}} \text{LOG(GDP)} - 0.0845^{\text{***}} \text{SD98} - 0.0503^{\text{***}} \text{SD09}$$

(13.66)*** (24.73)*** (-4.42)*** (-3.25)***

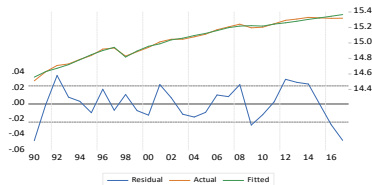
$R^2 = 0.9913$ D-W = 1.225 추정기간: 1990~2017년(n=28)
B-G LM test = 1.711(0.191)

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



3) 종묘비

종묘비는 양식경영에 있어서 치어, 치패, 종묘 등의 구입에 소요되는 비용이다. 종묘비는 양식수산물 산지가격에 큰 영향을 받기 때문에 품목별 산지가격을 생산량으로 가중평균한 ‘양식수산물 평균 산지가격’을 설명변수로 도입하였으며, 전년도 양식수산물 총생산량

또한 추가적으로 고려하였다. 추정결과 전년도 양식수산물 평균 산지가격과 총생산량 변수의 부호가 양(+)으로 추정되어 부호조건이 경제학적 이론에 부합하였으며, 통계적으로도 유의하였다.

〈표 4-3〉 종묘비 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(SEEDP)} = & -9.2282 + 0.6617 \cdot \text{LOG}(\text{AQ_TNFP}(-1)) + 0.9626 \cdot \text{LOG}(\text{AQ_TQ}(-1)) \\ & (-2.35)^{**} \quad (2.01)^* \quad (4.74)^{***} \\ & - 0.6199 \cdot \text{DM1} + 0.3139 \cdot \text{SD13} \\ & (-4.14)^{***} \quad (2.01)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.785$ D-W = 2.385 추정기간: 1994~2017년(n=24)

SEEDP: 양식어가 종묘비(천 원, 어가경제조사)

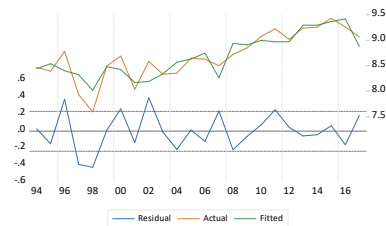
AQ_TNFP: 양식수산물 평균산지가격(원/kg, 계산)

$$\left(= \sum_{i=1}^n (w_i \times \text{NFP}_i) \right), \quad w_i = Q_i / \sum_{i=1}^n Q_i$$

AQ_TQ: 양식수산물 총생산량(톤, 어업생산동향조사)

DM1: 1998, 2007, 2017년 더미변수,
1998, 2007, 2017=1, 그 외 0

SD13: 2013년 구조변화더미변수, 2013년 이전 0, 이후 1



4) 사료비

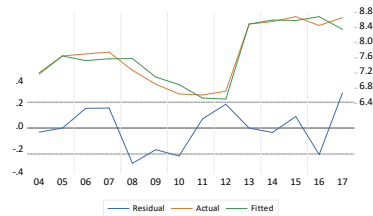
사료비도 양식어가의 경영비에서 차지하는 비중이 매우 높은 항목이다. 해조류나 굴, 홍합 등 사료가 투입되지 않는 양식과 달리 넙치, 조피볼락, 전복 양식에 있어서 사료비 비중은 매우 높다. 사료비는 양어용 사료의 주원료인 어분의 가격에 크게 영향을 받으므로 국제 어분가격을 설명변수로 이용하였으며, 사료비가 급격히 상승했던 2013년을 더미변수로 적용하였다. 추정결과, 모든 설명변수의 부호가 적합했으며, 통계적으로도 유의하였다.

〈표 4-4〉 사료비 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{FEEDP}) = & -5.7346 + 1.0843 \cdot \text{LOG}(\text{FEEDP}(-1)) + 0.6918 \cdot \text{LOG}(\text{FISHML}) \\ & (-2.28)^{**} \quad (11.55)^{***} \quad (2.15)^{*} \\ & + 0.9705 \cdot \text{DM1} + 1.7972 \cdot \text{DM2} \\ & (3.33)^{***} \quad (6.86)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.943$ $D-W = 1.884$ 추정기간: 2004~2017년(n=14)

FEEDP: 양식어가 사료비(천 원, 어가경제조사)
FISHML: 국제어분가격(달러/톤, Index mundi)
DM1: 2005년 더미변수, 2005=1, 그 외 0
DM2: 2013년 더미변수, 2013=1, 그 외 0



5) 물품비

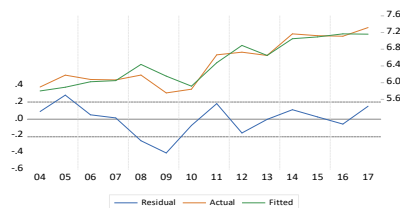
물품비의 경우 전년도 물품비와 당해 연도의 광열비를 설명변수로 고려하여 추정하였다. 추정결과, 모든 변수가 통계적으로 유의하게 도출되었으며 부호조건 또한 당초 예상에 부합하였다. 한편, 자기상관 문제가 의심되어 Breusch-Godfrey LM Test를 실시한 결과 자기상관은 존재하지 않는 것으로 나타났다.

〈표 4-5〉 물품비 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{GOODSP}) = & -3.0326 + 0.3561 \cdot \text{LOG}(\text{GOODSP}(-1)) + 0.9309 \cdot \text{LOG}(\text{FUELP}) - 0.4467 \cdot \text{DM1} \\ & (-2.64)^{**} \quad (1.96)^{*} \quad (4.13)^{***} \quad (-1.93)^{*} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.889$ $D-W = 1.368$ 추정기간: 2004~2017년(n=14)
B-G LM test = 1.392(0.238)

GOODSP: 양식어가 물품비(천 원, 어가경제조사)
FUELP: 양식어가 광열비(천 원, 어가경제조사)
DM1: 2013년 더미변수, 2013=1, 그 외 0



6) 노무비

어선어업뿐만 아니라 양식어업에 있어서도 노무비는 가장 큰 비중을 차지하는 경영비 항목이라 할 수 있다. 노무비 추정에는 임금의 하방경직성을 고려하여 전년도 노무비를 설명변수로 도입했으며, 평균적인 소득수준을 고려하여 GDP도 포함하여 추정하였다. 추정결과, 부호 조건이 경제이론에 부합하고, 설명변수 모두 통계적으로도 유의한 값이 도출되었다. 더빈-왓슨(D-W) 통계량이 기준치보다 높아 자기상관 문제가 의심되었으나, 추가 검정(Breusch-Godfrey LM Test) 결과, 자기상관이 존재하지 않는 것으로 나타났다.

〈표 4-6〉 노무비 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(WAGE)} = & -17.1340 + 0.3069*\text{LOG(WAGE}(-1)) + 1.6452*\text{LOG(GDP)} \\ & (-2.61)^{**} \quad (2.24)^* \quad (3.11)^{**} \\ & + 0.2892*\text{SD11} - 0.2276*\text{DM1} + 0.2179*\text{DM2} \\ & (2.87)^{**} \quad (-2.41)^{**} \quad (2.30)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.986$ D-W = 2.615 추정기간: 2004~2017년(n=14)
B-G LM test = 2.619(0.106)

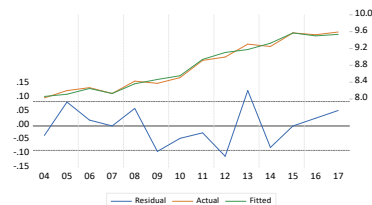
WAGE: 양식어가 노무비(천 원, 어가경제조사)

GDP: 국내총생산(십억 원, 경상, 한국은행)

SD11: 2011년 구조변화 더미변수, 2011년
이전 0, 이후 1

DM1: 2007년 더미변수, 2007=1, 그 외 0

DM2: 2015년 더미변수, 2015=1, 그 외 0



7) 광열비

광열비는 국내 유가에 영향을 미치는 환율과 국제유가, 그리고 추세(TREND) 변수를 설명변수로 도입하여 추정하였다. 추정 결과 설명변수의 부호 조건이 당초 예상에 부합했으며, 통계적으로도 유의한 결과가 도출되었다.

〈표 4-7〉 광열비 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(FUELP)} = & -10.6304 + 1.1695 \cdot \text{LOG(EXCH)} + 0.3647 \cdot \text{LOG(INTERP_FUELP)} \\ & (-4.83)^{***} \quad (3.60)^{***} \quad (5.90)^{***} \\ & + 2.5755 \cdot \text{@TREND} - 0.4889 \cdot \text{DM1} + 0.1812 \cdot \text{DM2} \\ & (16.89)^{***} \quad (-7.40)^{***} \quad (1.84)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.985$ D-W = 1.804 추정기간: 2003~2017년(n=15)

FUELP: 양식어가 광열비(천 원, 어가경제조사)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

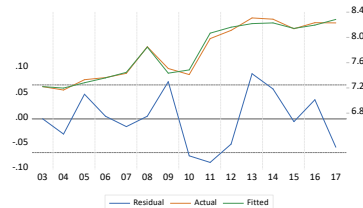
INTERP_FUELP: 국제유가(달러/배럴, U.S. EIA)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 2009, 2010년 더미변수,

2009, 2010=1, 그 외 0

DM2: 2003년 더미변수, 2003=1, 그 외 0



8) 어구 구입 · 보수비

어구 구입 · 보수비 추정에는 전년도 어구 구입 · 보수비와 함께 전년도 양식수산물 평균 산지가격 변수가 영향을 미치는 것으로 가정하였으며, 추세(TREND) 변수를 추가적으로 고려하였다. 추정 결과 설명변수의 부호조건이 경제학적 이론에 부합하고 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다.

〈표 4-8〉 어구 구입·보수비 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(GEARP)} = & -10.1434 + 0.5360 \cdot \text{LOG(GEARP(-1))} + 1.2168 \cdot \text{LOG(AQ_TNFP(-1))} \\ & (-2.18)^* \quad (3.64)^{***} \quad (2.47)^{**} \\ & + 1.6508 \cdot \text{LOG(@TREND)} - 0.3560 \cdot \text{DM1} \\ & (3.47)^{***} \quad (-4.36)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.901$ D-W = 2.163 추정기간: 2004~2017년(n=14)

GEARP: 양식어가어구 구입 · 보수비(천 원, 어가경제조사)

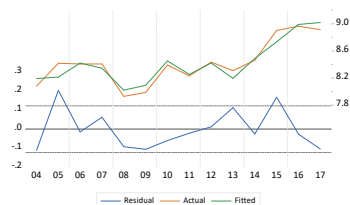
AQ_TNFP: 양식수산물 평균산지가격(원/kg, 계산)

$$\left(= \sum_{i=1}^n (w_i \times NFP_i) \right), \quad w_i = Q_i / \sum_{i=1}^n Q_i$$

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 2008, 2011, 2013년 더미변수,

2008, 2011, 2013=1, 그 외 0



2. 양식수산물 생산부문

양식수산물의 품종별 생산량을 추정하는 방법에는 시설량 및 단수(단위면적당 생산량) 함수를 추정한 뒤 이를 곱하여 생산량을 도출하는 방법과 생산량 자체를 종속변수로 설정하여 추정하는 방법이 있다. 이는 각 품목별 생산 특성에 따라 달라지는데, 양식 어기가 존재하는 단년생 품목인 김, 미역, 다시마, 굴, 홍합 등은 시설량 및 단수 함수 추정방법을 적용할 수 있으며, 연중 생산되거나 다년생 품목인 넙치, 조피볼락, 전복, 우렁쉥이 등의 경우 크기별 양성물량, 입식량 및 폐사량 등을 고려하여 생산량 자체를 추정할 수 있다.

그러나 이와 관련된 통계자료가 아직까지 제대로 구축되지 않거나, 조사되고 있더라도 시계열의 길이가 짧아 현 시점에서 분석에 활용하는 데 한계가 있다. 시설량의 경우 KMI 수산업관측센터에서 2004년부터 양식어장 영상관독사업 등을 통해 시계열 자료를 축적하고 있으나, 연도별 시계열 길이가 10개 내외에 불과하다. 품종별 양성물량, 입식량, 폐사량 등의 자료 또한 조사가 이루어진지가 얼마 되지 않아 양식품종의 생물학적 특징을 반영한 수급모형 구축에 제약이 따른다.

본 연구에서는 이 같은 이용 가능한 통계자료의 제약에 따라 일부 품목에 한정하여 시설량 및 단수 함수를 추정하는 방법을 도입하였으며, 나머지 품목은 생산량을 시계열 추세로부터 직접 도출하는 방법을 채택하였다. 품종별로 살펴보면, 넙치, 조피볼락, 전복, 우렁쉥이, 굴, 미역, 다시마의 경우 생산량 자체를 추정하는 방법을 적용하였으며⁴⁷⁾, 홍합, 김에 대해서는 시설량 및 단수 함수를 추정하는 방

47) 굴, 미역, 다시마의 경우 양식면적 및 단수 함수를 이용하여 생산량 추정을 반복적으로 시도하였으

법을 적용하였다. 단, 시설량 변수는 자료의 길이가 짧아 분석에 활용하기 어려우므로 양식 면허면적 자료를 대리변수로 이용하였다.

생산부문 개별 방정식의 구조는 다음과 같다. 각 품종별 생산량 추정에는 당해 연도의 작황 수준을 반영하기 위해 단수⁴⁸⁾ 변수를 도입하였으며, 자체가격에 대한 양식여가의 기대수익률을 기본 설명변수로 설정하였다. 기대수익률은 전년도 산지가격에 최근 3년 이동평균 단수를 곱한 조수입(gross revenue)을 경영비로 나누어 도출하였다. 경우에 따라서는 전년도 산지가격과 경영비의 비율로 기대수익률을 대체하거나 산지가격과 경영비, 전년도 생산량, 양식면적을 각각 도입하여 추정하였다.

$$Q_t = \alpha + \beta_1 YD_t + \beta_2 \frac{NFP_{t-1} \times @MOVAV(YD_{t-1}, 3)}{COST_{t-1}} \quad [\text{식 4-1}]$$

$$Q_t = \alpha + \beta_1 YD_t + \beta_2 \frac{NFP_{t-1}}{COST_{t-1}} + \beta_3 Q_{t-1} + \beta_4 ACR_t \quad [\text{식 4-2}]$$

여기서 Q는 생산량, YD는 단수, NFP는 산지가격, @MOVAV는 이동평균, COST는 경영비, ACR은 양식면적을 의미한다. 가격과 경영비는 GDP디플레이터를 이용하여 실질화하였으며, 추정방정식 설명에서는 표기를 생략하였다. 생산량은 단수 및 자체가격의 기대수익률과 양(+)의 상관관계가 있으므로 추정 시 해당 설명변수의 부호가 양(+)으로 도출되는 모형을 최종 선정하였다.

나, 양식면적 추정 결과가 통계적으로 유의하지 않거나 부호 조건이 적합하지 않는 변수가 많아 생산량 자체를 추정하는 방법으로 전환하는 것이 불가피했다.

48) 단수(단위면적당 수량)는 품목별 생산량을 양식면적으로 나누어 도출하였다. (YD = Q/ACR)

한편, 홍합과 김의 양식면적 함수 추정에는 전년도 양식면적과 자체가격에 대한 양식어가의 기대수익률을 설명변수로 이용하였다.

$$ACR_t = \alpha + \beta_1 ACR_{t-1} + \beta_2 \frac{NFP_{t-1} \times @MOVAV(YD_{t-1}, 3)}{COST_{t-1}} \quad [\text{식 4-3}]$$

여기서 ACR은 양식면적, NFP는 산지가격, @MOVAV는 이동평균, YD는 단수, COST는 경영비를 의미한다. 품목별 생산량 결정함수와 마찬가지로 가격과 경영비는 GDP디플레이터를 이용하여 실질화하였으며, 추정 방정식에서는 표기를 생략하였다. 품목별 양식어가의 기대수익률이 상승하면 어가에서는 양식면적을 당연히 늘리고자 할 것이다. 따라서 양식면적은 전년도 양식면적, 자체가격의 기대수익률과 양(+)의 상관관계가 있으므로 해당 설명변수의 부호가 양(+)으로 도출되는 모형을 최종 선정하였다.

다음으로 홍합, 김의 단수 함수의 설명변수로 기술진보를 나타내는 ‘추세(TREND)’⁴⁹⁾를 대리변수로 이용하였으며, 그 외에 전년도 단수를 고려하였다.

$$YD_t = \alpha + \beta_1 TREND + \beta_2 YD_{t-1} \quad [\text{식 4-4}]$$

여기서 YD는 단수, TREND는 추세를 의미한다. 단수는 전년도 단수와는 양(+)의 상관관계가 있을 것으로 예상되므로 추정 시 해당 부호조건에 부합하는 모형을 선정하였다.

49) TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

1) 넙치

넙치 생산량의 경우 당해 연도 단수 및 전년도 산지가격과 경영비의 비율을 설명변수로 도입하였으며 log-log 함수 형태로 추정하였다. 추정결과, 결정계수는 0.941로 높은 모형 설명력을 보였으며, 모든 변수가 통계적으로 유의하게 도출되었다. 이와 함께 산지가격과 경영비 비율의 부호는 양(+)으로 추정되어 경제학적 이론에도 부합하였다. 산지가격과 경영비 간의 비율 탄성치는 0.3708로 나타났는데, 이는 산지가격과 경영비 간의 비율이 1% 상승할 경우 넙치 생산량은 0.37% 증가하는 것을 의미한다.

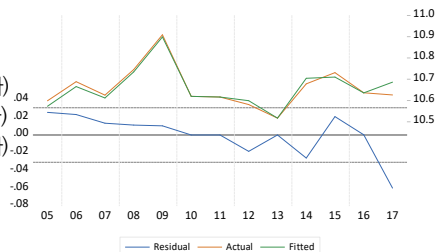
한편 더빈-왓슨(D-W) 통계량이 기준치보다 낮아 자기상관 문제가 의심되었으나 추가 검정(Breusch-Godfrey LM Test) 결과 자기상관이 존재하지 않았다.

〈표 4-9〉 넙치 생산량 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q11) = & 17.1978 + 1.5123 \cdot \text{LOG}(YD11) + 0.3708 \cdot \text{LOG}\left(\frac{NFP11(-1)}{COST11(-1)}\right) \\ & (17.82)^{***} \quad (7.38)^{***} \quad (2.98)^{**} \\ & + 0.2327 \cdot \text{DM1} - 0.0707 \cdot \text{DM2} + 0.1026 \cdot \text{DM3} \\ & (4.27)^{***} \quad (-2.13)^* \quad (2.01)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.941$ D-W = 1.176 추정기간: 2005~2017년(n=13)
B-G LM test = 0.417(0.519)

Q11: 넙치 생산량(톤, 어업생산동향조사)
YD11: 넙치 단수(톤/ha, 계산(Q11/ACR11))
- ACR11: 넙치 사육수면적(ha, 어류양식동향조사)
NFP11: 넙치 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
COST11: 넙치 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)
DM1: 2010년 더미변수, 2010=1, 그 외 0
DM2: 2011년 더미변수, 2011=1, 그 외 0
DM3: 2010년 더미변수, 2013=1, 그 외 0



2) 조피볼락

조피볼락 생산량은 당해 연도의 단수, 전년도 생산량, 전년도 산지 가격과 경영비 간의 비율을 설명변수로 이용하여 추정하였다. 조피볼락 생산량은 log-log 함수 형태로 추정하였으며, 추정결과 모든 설명변수의 부호가 양(+)으로 추정되어 경제학적 이론에 부합하고 통계적으로 유의하게 도출되었다. 따라서 당해 연도의 단수가 높을수록, 산지가격의 상승폭이 경영비의 상승폭보다 클수록 생산량은 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-10〉 조피볼락 생산량 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q12) = & 7.9895 + 1.1223^* \text{LOG}(YD12) + 0.7304^* \text{LOG}(Q12(-1)) \\ & (8.64)^{***} \quad (9.56)^{***} \quad (7.92)^{***} \\ & + 1.0136^* \text{LOG}\left(\frac{NFP12(-1)}{COST12(-1)}\right) - 0.2854^* DM1 \\ & (6.83)^{***} \quad (-5.31)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.949$ D-W = 2.029 추정기간: 2005~2017년(n=13)

Q12: 조피볼락 생산량(톤, 어업생산동향조사)

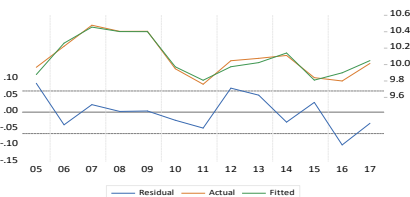
YD12: 조피볼락 단수(톤/ha, 계산(Q12/ACR12))

- ACR12: 조피볼락 사육수면적(ha, 어류양식동향조사)

NFP12: 조피볼락 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)

COST12: 조피볼락 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)

DM1: 2014, 2015년 더미변수, 2014, 2015=1, 그 외 0



3) 굴

굴의 생산량은 당해 연도 단수 및 전년도 굴 산지가격과 경영비 간의 비율을 설명변수로 도입하였으며, 생산량이 급격히 감소했던 2008년과 2015년을 기점으로 구조변화 더미변수를 추가하였다. 추정 결과 결정계수는 0.919로 높게 나타났으며, 모든 설명변수의 부호 조건이 양호하고 통계적으로도 유의하였다.

굴 산지가격과 경영비 간의 비율 탄성치는 0.3052로, 산지가격과 경영비 간의 비율이 1% 상승할 경우 굴 생산량은 0.31% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-11〉 굴 생산량 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q21) = & 3.3307 + 0.3052 * \text{LOG} \left(\frac{NFP21(-1)}{COST21(-1)} \right) + 0.5102 * \text{LOG}(Q21(-1)) \\ & (2.35)^{**} \quad (4.27)^{***} \quad (3.90)^{***} \\ & + 1.2105 * @TREND - 0.2540 * SD08 - 0.1644 * SD15 - 0.2346 * DM1 \\ & (5.98)^{***} \quad (-4.19)^{***} \quad (-2.83)^{**} \quad (-3.16)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.919$ $D-W = 1.942$ 추정기간: 1995~2017년(n=23)

Q21: 굴 생산량(톤, 어업생산동향조사)

NFP21: 굴 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)

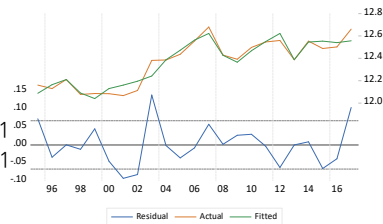
COST21: 굴 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

SD08: 2008년 구조변화 더미변수, 2008년 이전 0, 이후 1

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

DM1: 2013년 더미변수, 2013=1, 그 외 0



4) 전복

전복의 생산량은 전년도 전복 양식어가의 기대수익률과 당해 연도 시설량을 설명변수로 설정하였다. 추정결과 모든 설명변수의 부호 조건이 경제적 이론에 부합하였으며, 결정계수도 0.975로 매우 높았다. 전복 양식면적이 1% 증가할 경우 전복 생산량은 2.1% 늘어나는 것으로 나타났다.

〈표 4-12〉 전복 생산량 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q22) = & -8.9843 + 0.9798 * \text{LOG} \left(\frac{NFP22(-1) * @MOVAV(YD22(-1), 3)}{COST22(-1)} \right) \\ & (-3.27)^{***} \quad (18.23)^{***} \\ & + 2.0995 * \text{LOG}(ACR22) + 0.3269 * DM1 - 0.2748 * DM2 \\ & (6.83)^{***} \quad (2.26)^{**} \quad (-1.98)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.975$ D-W = 1.539 추정기간: 2004~2017년(n=14)

Q22: 전복 생산량(톤, 어업생산동향조사)

YD22: 전복 단수(톤/ha, 계산(Q22/ACR22))

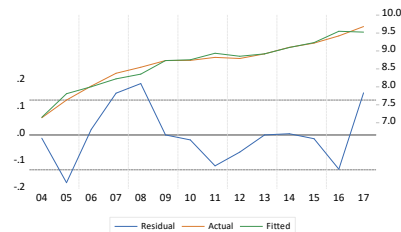
- ACR22: 전복 양식면적(ha, 전해양식어업권통계)

NFP22: 전복 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)

COST22: 전복 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)

DM1: 2009년 더미변수, 2009=1, 그 외 0

DM2: 2013년 더미변수, 2013=1, 그 외 0



5) 종합

홍합 생산량은 양식면적과 단수 함수를 이용하여 추정하였다. 먼저 홍합 양식면적 추정에는 전년도 양식면적과 홍합 양식어가의 기대수익률을 설명변수로 설정하였다. log-log 함수로 추정한 결과 홍합 양식어가의 기대수익률이 홍합 양식면적과 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 나타나 부호 조건을 충족하였으며, 통계적으로도 유의하게 도출되었다.

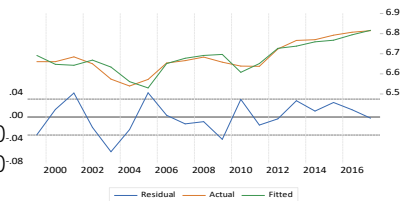
홍합의 단수 추정에는 추세(TREND)와 전년도 홍합의 단수를 설명변수로 설정하였으며, 단수가 감소세를 보이기 시작한 2008년을 기점으로 구조변화 더미변수를 도입하였다. 이와 함께 단수가 급격히 감소한 2013년은 더미변수를 추가적으로 도입하였다. 추정결과, 결정계수는 0.930으로 모형의 설명력이 높았으며, 설명변수의 부호가 이론에 부합하고 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다.

〈표 4-13〉 홍합 양식면적 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(ACR23)} = & -0.5222 + 0.0286 * \text{LOG} \left(\frac{\text{NFP23}(-1) * @\text{MOVAV}(\text{YD23}(-1), 3)}{\text{COST23}(-1)} \right) \\ & (-0.72) \quad (9.97)^* \\ & + 1.0768 * \text{LOG(ACR23}(-1)) - 0.0723 * \text{DM1} + 0.0755 * \text{DM2} \\ & (1.87)^{***} \quad (-2.99)^{***} \quad (2.95)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.879$ $D-W = 1.848$ 추정기간: 1999~2017년(n=19)

ACR23: 홍합 양식면적(ha, 천해양식어업권통계)
NFP23: 홍합 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
COST23: 홍합 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)
YD23: 홍합 단수(톤/ha, 계산(Q23/ACR23))
DM1: 1999, 2010년 더미변수, 1999, 2010=1, 그 외 0
DM2: 2006, 2012년 더미변수, 2006, 2012=1, 그 외 0

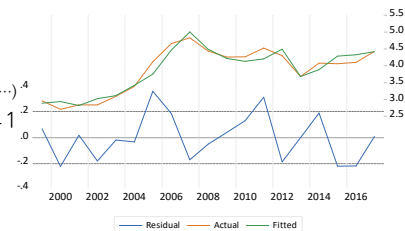


〈표 4-14〉 홍합 단수 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(YD23)} = & -5.6177 + 0.8636 * \text{LOG(YD23}(-1)) + 2.0029 * \text{LOG(@TREND)} \\ & (-3.80)^{***} \quad (8.28)^{***} \quad (4.04)^{***} \\ & - 0.7391 * \text{SD08} - 0.6792 * \text{DM1} \\ & (-3.81)^{***} \quad (-3.12)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.930$ $D-W = 1.981$ 추정기간: 1999~2017년(n=19)

YD23: 홍합 단수(톤/ha, 계산(Q23/ACR23))
- ACR23: 홍합 양식면적(ha, 천해양식어업권통계)
@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)⁴
SD08: 2008년 구조변화 더미변수, 2008년 이전 0, 이후 1
DM1: 2013년 더미변수, 2013=1, 그 외 0



6) 김

홍합과 마찬가지로 김 생산량은 양식면적과 단수 함수를 이용하여 추정하였다. 양식면적 추정에는 전년도 면적, 양식어가의 기대수익률, 양식면적이 급격히 증가한 2000년을 기점으로 구조변화 더미변수를 고려하였다.

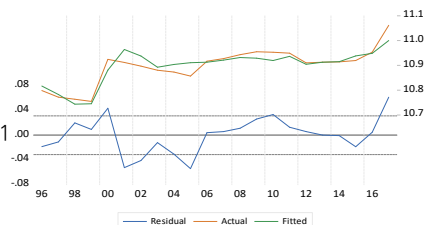
김 양식면적은 log-log 함수로 추정되었으며, 추정결과 모든 설명변수의 부호 조건이 당초 예상에 부합하고 통계적으로도 유의한 것으로 도출되었다. 자기상관 문제가 의심되어 Breusch-Godfrey LM Test를 실시한 결과 자기상관이 존재하지 않는 것으로 나타났다. 한편, 김 양식어가의 기대수익률 탄성치는 0.575로, 이는 김 양식어가의 기대수익률이 1% 상승할 때 양식면적은 0.58% 늘어난다는 것을 의미한다.

〈표 4-15〉 김 양식면적 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(ACR31)} = & 4.5367 + 0.5750 * \text{LOG} \left(\frac{\text{NFP31}(-1) * @\text{MOVAV}(\text{YD31}(-1), 3)}{\text{COST31}(-1)} \right) \\ & (2.53)^{**} \quad (3.47)^{***} \\ & + 0.5750 * \text{LOG(ACR31}(-1)) + 0.1902 * \text{SD00} \\ & (3.28)^{***} \quad (5.30)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.842$ D-W = 1.230 추정기간: 1996~2017년(n=22)
B-G LM test = 2.239(0.135)

ACR31: 김 양식면적(ha, 천해양식어업권통계)
NFP31: 김 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
COST31: 김 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)
YD31: 김 단수(톤/ha, 계산(Q31/ACR31))
SD00: 2000년 구조변화 더미변수, 2000년 이전 0, 이후 1



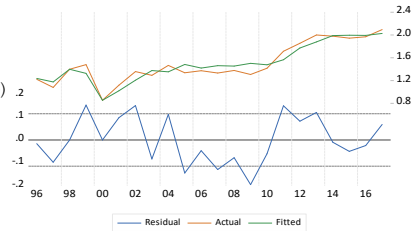
김 단수 함수 추정에는 추세와 전년도 단수, 단수가 크게 하락한 2000년을 더미변수로 설정하고 추정하였다. 추정결과, 결정계수는 0.908로 모형의 설명력이 높은 것으로 나타났으며 상수항을 제외한 모든 설명변수의 부호가 적합하고 통계적 유의성도 높았다.

〈표 4-16〉 김 단수함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(YD31)} &= 0.0838 + 0.6294 \cdot \text{LOG(YD31(-1))} + 0.0190 \cdot \text{@TREND} \\ &\quad (0.65) \quad (4.62)^{***} \quad (2.77)^{**} \\ &\quad + 0.2939 \cdot \text{DM1} - 0.5407 \cdot \text{DM2} \\ &\quad (2.37)^{**} \quad (-4.23)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.908$ D-W = 1.621 추정기간: 1996~2017년(n=22)

YD31: 김 단수(톤/ha, 계산(Q31/ACR31))
 - ACR31: 김 양식면적(ha, 천해양식어업권통계)
 @TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
 DM1: 1998년 더미변수, 1998=1, 그 외 0
 DM2: 2000년 더미변수, 2000=1, 그 외 0



7) 미역

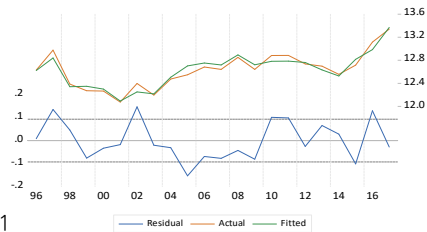
미역 생산량의 설명변수로는 당해 연도 단수, 전년도 미역 산지가 격과 경영비의 비율을 이용하였으며, 생산량이 크게 늘어난 2015년 이후로는 구조변화 더미변수를 적용하였다. 추정결과, 모든 설명변수의 부호 조건이 경제적 이론에 부합하고 통계적으로도 유의했다. 미역의 산지가격과 경영비 간의 비율 탄성치는 0.3294로, 이를 통해 산지가격과 경영비 비율이 1% 상승할 경우 미역 생산량은 0.33% 증가하는 것을 알 수 있다.

〈표 4-17〉 미역 생산량 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q32) = & 11.7286 + 0.5105 \cdot \text{LOG}(YD32) + 0.3294 \cdot \text{LOG}\left(\frac{NFP32(-1)}{COST32(-1)}\right) \\ & (50.57)^{***} \quad (11.09)^{***} \quad (3.51)^{***} \\ & + 0.3441 \cdot DM1 + 0.6157 \cdot SD15 \\ & (4.39)^{***} \quad (9.59)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.926$ $D-W = 1.867$ 추정기간: 1996~2017년(n=22)

Q32: 미역 생산량(톤, 어업생산동향조사)
 YD32: 미역 단수(톤/ha, 계산(Q32/ACR32))
 - ACR32: 미역 양식면적(ha, 천해양식어업권통계)
 NFP32: 미역 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)
 COST32: 미역 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)
 DM1: 2014, 2017년 더미변수,
 2014, 2017=1, 그 외 0
 SD15: 2015년 구조변화 더미변수, 2015년 이전 0, 이후 1



8) 다시마

다시마 생산량은 당해 연도 단수와 다시마 양식어가의 기대수익률을 이용하여 추정하였으며, 2005년부터 생산량이 크게 증가하는 추세를 보여 구조변화 더미변수를 추가하였다. 추정결과, 결정계수는 0.972로 모형 설명력이 매우 높았으며, 설명변수의 부호도 경제학적 이론에 부합하였다. 다시마 양식어가의 기대수익률 탄성치는 0.301로 추정되어, 다시마 양식어가의 기대수익률이 1% 상승할 때 다시마 생산량은 0.30% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-18〉 다시마 생산량 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q33) = & 7.7637 + 0.3011 * \text{LOG} \left(\frac{NFP33(-1) * @MOVAV(YD33(-1), 3)}{COST33(-1)} \right) \\ & (26.31)^{***} \quad (1.87)^* \\ & + 1.1478 * \text{LOG}(YD33) + 0.5647 * SD05 \\ & (8.63)^{***} \quad (1.96)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.972$ $D-W = 1.512$ 추정기간: 2004~2017년(n=14)

Q33: 다시마 생산량(톤, 어업생산동향조사)

YD33: 다시마 단수(톤/ha, 계산(Q33/ACR33))

- ACR33: 다시마 양식면적(ha, 천해양식어업권통계)

NFP33: 다시마 산지가격(원/kg, 어업생산동향조사)

COST33: 다시마 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)

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



9) 우렁챙이

우렁챙이 생산량 추정에는 당해 연도 우렁챙이 단수와 전년도 산지가격과 경영비 간의 비율을 이용하였다. 이와 함께 폐사율이 높아 생산량이 급감했던 2003년은 더미변수로 처리하였으며, 생산량이 크게 증가한 2015년 이후의 기간은 구조변화 더미변수를 도입하였다.

log-log 형태로 추정한 결과 결정계수가 0.940으로 모형 설명력이 높았으며 모든 설명변수의 부호조건이 적합하고 통계적으로 유의하였다. 우렁챙이 산지가격과 경영비 간 비율의 탄성치는 0.7901로, 우렁챙이 산지가격과 경영비 간의 비율이 1% 상승할 경우 우렁챙이 생산량은 0.79% 증가하는 것으로 나타났다.

한편 더빈-왓슨(D-W) 값이 다소 높아 자기상관이 의심되었으나, 추가 검정 결과 자기상관 문제는 존재하지 않았다.

〈표 4-19〉 우렁쉥이 생산량 함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(Q41) = & 8.8679 + 0.7901 \cdot \text{LOG}\left(\frac{NFP41(-1)}{COST41(-1)}\right) + 0.3166 \cdot \text{LOG}(Q41(-1)) \\ & (7.88)^{***} \quad (2.74)^{**} \quad (3.40)^{***} \\ & - 0.9440 \cdot DM1 - 0.3401 \cdot DM2 + 0.7805 \cdot SD15 \\ & (-5.00)^{***} \quad (-1.80)^{*} \quad (5.13)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.940$ $D-W = 2.608$ 추정기간: 2001~2017년($n=17$)
 $B-G \text{ LM test} = 2.372(0.124)$

Q41: 우렁쉥이 생산량(톤, 어업생산동향조사)

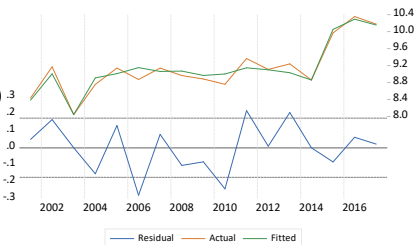
NFP41: 우렁쉥이 신지가격(원/kg, 어업생산동향조사)

COST41: 우렁쉥이 경영비(천 원, 영어자금소요액조사)

DM1: 2003년 더미변수, 2003=1, 그 외 0

DM2: 2014년 더미변수, 2014=1, 그 외 0

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



3. 가격 부문

각 품목별 가격결정함수는 소비자가격(또는 도매가격)이 1인당 소비량(공급량)과 소득에 영향을 받는 역수요함수의 형태로 설정하였다. 양식수산물 소비자가격의 경우 현재까지 통계자료가 구축되지 않은 품목들이 많으므로, 소비자가격이 존재하지 않을 경우 해당 품목의 도매가격을 대리변수로 이용하였다. 이와 함께 대체관계에 있다고 판단되는 품목의 소비량을 대체재 변수로 설명변수에 포함하였다. 소비량⁵⁰⁾은 생산량에서 수입량을 더하여 산출된 총공급량에서 수출분을 제외하여 계산하였으며, 소득자료는 1인당 가처분소득을 이용하였다.

$$NCP(\text{or } NWP)_t = \alpha + \beta_1 PERD_t + \beta_2 DINC_t + \beta_3 OD_t \quad [\text{식 4-5}]$$

50) 소비량 = (생산량+수입량)-수출량

NCP는 소비자가격, NWP는 도매가격, PERD는 1인당 소비량, DINC는 소득, OD는 대체재의 소비량을 의미하며 모든 가격과 소득은 소비자물가지수(CPI)⁵¹⁾로 실질화하였다. 생산량 추정 함수와 마찬가지로 소비자물가지수는 방정식에서 표기를 생략하였다. 일반적으로 자체가격이 상승할수록 해당 재화의 소비량은 감소하는 경향을 보이며, 소득 및 대체재의 소비량은 증가하는 경향을 보인다. 따라서 1인당 소비량의 부호 조건은 음(-)으로, 소득 및 대체재 소비량의 부호 조건은 양(+)으로 추정된 결과를 모형으로 최종 선정하였다.

1) 넵치

넵치의 경우 소비자가격 자료가 별도로 수집되지 않고 있으므로 도매가격으로 이를 대체하였으며, 넵치의 도매가격 추정을 위해 넵치의 1인당 소비량과 소득을 설명변수로 도입하였다. log-log 함수 형태로 추정한 결과, 넵치 도매가격은 넵치의 1인당 소비량과는 음(-)의 상관관계, 소득과는 양(+)의 상관관계가 있는 것으로 추정되어 부호 조건이 경제학적 이론에 부합하는 것으로 나타났다. 한편 넵치의 가격신축성 계수는 -0.4777로, 넵치 소비량이 1% 증가할 경우 가격은 0.48% 하락하는 것으로 나타났다.

〈표 4-20〉 넵치 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NWP11)} = & 0.2513 - 0.4777 \cdot \text{LOG(PERD11)} + 0.9252 \cdot \text{LOG(DINC)} \\ & (0.08) \quad (-6.17)^{***} \quad (2.75)^{**} \\ & - 0.2098 \cdot \text{SD12} + 0.1926 \cdot \text{DM1} \\ & (-3.39)^{***} \quad (3.30)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.892$ $D-W = 2.106$ 추정기간: 2000~2017년(n=18)

51) CPI: 소비자물가지수(2015=100, 한국은행)

〈표 4-20〉 넙치 역수요함수 추정결과(계속)

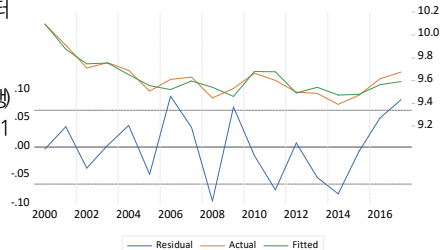
NWP11: 넙치 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)

PERD11: 넙치 1인당 소비량(kg, 계산)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

SD12: 2012년 구조변화 더미변수, 2012년 이전 0, 이후 1

DM1: 2000, 2003년 더미변수,
2000, 2003=1, 그 외 0



2) 조피볼락

조피볼락의 소비자가격도 조사·공표되지 않아 도매가격으로 대체하였다. 조피볼락 도매가격은 조피볼락의 1인당 소비량과 소득을 이용하여 추정하였으며, 대체관계로 예상되는 넙치의 소비량을 추가적으로 고려하였다. 추정결과, 조피볼락의 1인당 소비량 변수의 부호는 음(-)으로, 소득 변수의 부호는 양(+)으로 추정되어 경제학적 이론에 부합하였다. 특히 조피볼락 도매가격은 넙치 소비량과 양(+)의 상관관계가 있는 것으로 추정되어 대체관계가 성립하는 것으로 나타났다.

〈표 4-21〉 조피볼락 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NWP12)} = & -0.9761 - 0.8698 \cdot \text{LOG(PERD12)} + 1.1260 \cdot \text{LOG(DINC)} + 0.8228 \cdot \text{LOG(PERD11)} \\ & (-0.19) \quad (-7.83)^{***} \quad (2.07)^* \quad (5.71)^{***} \\ & - 0.0497 \cdot \text{@TREND} - 0.1949 \cdot \text{DM1} + 0.2173 \cdot \text{DM2} \\ & (-3.25)^{***} \quad (-4.00)^{***} \quad (2.22)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.891$ D-W = 2.367 추정기간: 1998~2017년(n=20)

NWP12: 조피볼락 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)

PERD12: 조피볼락 1인당 소비량(kg, 계산)

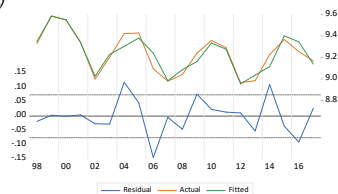
DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

PERD11: 넙치 1인당 소비량(kg, 계산)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 2002, 2011, 2012년 더미변수,
2002, 2011, 2012=1, 그 외 0

DM2: 2000년 더미변수, 2000=1, 그 외 0



3) 굴

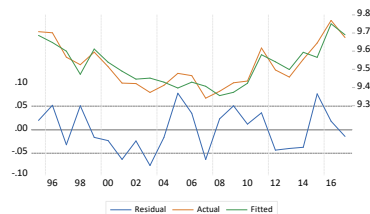
굴 소비자가격은 전년도 굴 소비자가격과 당해 연도 1인당 굴 소비량, 소득을 설명변수로 도입하여 log-log 함수로 추정하였다. 추정 결과, 상수항을 제외한 모든 설명변수의 부호가 적합하고 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 굴의 가격신축성 계수는 -0.0782로 굴 공급량이 1% 늘어날 경우 소비자가격은 0.08% 하락하는 것으로 나타났다.

〈표 4-22〉 굴 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NCP21)} = & 0.0308 + 0.7368^* \text{LOG(NCP21(-1))} - 0.0782^* \text{LOG(PERD21)} \\ & (0.02) \quad (8.08)^{***} \quad (-2.40)^{**} \\ & + 0.2525^* \text{LOG(DINC)} + 0.1453^* \text{DM1} \\ & (2.37)^{**} \quad (4.96)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.848$ $D-W = 1.846$ 추정기간: 1995~2017년(n=23)

NCP21: 굴 소비자가격(원/kg, aT 농수산물유통정보)
PERD21: 굴 1인당 소비량(kg, 계산)
DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)
DM1: 1999, 2011, 2014, 2016년 더미변수,
1999, 2011, 2014, 2016=1, 그 외 0



4) 전복

전복은 소비자가격이 별도로 집계되지 않으므로 도매가격으로 이를 대체하였다. 전복 도매가격 함수 추정에는 1인당 전복 소비량과 소득을 설명변수로 이용하였으며, 시간의 흐름에 따라 가격이 지속적으로 하락하는 경향을 보여 추세(TREND) 변수를 도입하였다. 추정 결과, 결정계수는 0.956으로 모형 설명력이 높았으며, 모든 설명변

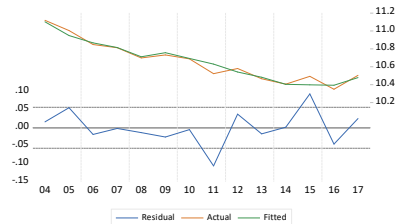
수의 부호조건이 경제학적 이론에 부합하고 통계적으로도 유의하였다. 전복의 가격신축성 계수는 -0.1894로 전복 공급량이 1% 증가할 때 전복 가격은 0.19% 하락하는 것으로 나타났다.

〈표 4-23〉 전복 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NWP22)} = & -2.5864 - 0.1894 \cdot \text{LOG(PERD22)} + 1.9610 \cdot \text{LOG(DINC)} \\ & (-0.34) \quad (-1.84)^* \quad (2.17)^* \\ & - 2.0066 \cdot \text{@TREND} + 0.1410 \cdot \text{DM1} \\ & (-2.79)^{**} \quad (2.93)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.956$ D-W = 2.586 추정기간: 2004~2017년(n=14)
B-G LM test = 1.473(0.2249)

NWP22: 전복 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)
PERD22: 전복 1인당 소비량(kg, 계산)
DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)
@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
DM1: 2009, 2017년 더미변수, 2009, 2017=1, 그 외 0



5) 홍합

홍합 또한 별도의 소비자가격 자료가 존재하지 않아 도매가격을 대리변수로 이용하였다. 홍합 도매가격 함수의 설명변수로는 1인당 홍합 소비량과 소득을 도입하였다. 이와 함께 가격이 급격히 상승한 2009년은 더미변수를 적용하였다. log-log 함수 추정결과, 모든 설명 변수의 부호조건이 적합했으며 통계적으로도 유의하게 도출되었다. 자기상관 문제가 의심되었으나 Breusch-Godfrey LM Test 결과 자기상관은 존재하지 않는 것으로 나타났다.

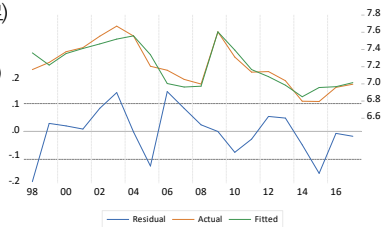
홍합의 가격신축성 계수는 -0.2215로, 이는 홍합 공급량이 1% 늘어날 경우 홍합 도매가격은 0.22% 하락하는 것을 의미한다.

〈표 4-24〉 홍합 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NWP23)} = & -2.5953 + 0.6307 \cdot \text{LOG(NWP23(-1))} - 0.2215 \cdot \text{LOG(PERD23)} \\ & (-0.83) \quad (5.37)^{***} \quad (-3.67)^{***} \\ & + 0.5233 \cdot \text{LOG(DINC)} + 0.6306 \cdot \text{DM1} - 0.2343 \cdot \text{DM2} \\ & (1.90)^* \quad (5.43)^{***} \quad (-2.69)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.870$ D-W = 1.580 추정기간: 1998~2017년(n=20)
B-G LM test = 0.233(0.629)

NWP23: 홍합 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)
PERD23: 홍합 1인당 소비량(kg, 계산)
DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)
@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
DM1: 2009년 더미변수, 2009=1, 그 외 0
DM2: 2013, 2014년 더미변수, 2013, 2014=1, 그 외 0



6) 김

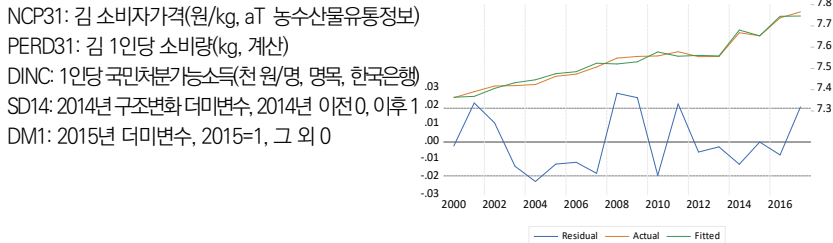
김 소비자가격은 1인당 김 소비량과 소득을 설명변수로 이용하여 추정하였으며, 2014년 이후 가파른 가격 상승세를 보여 2014년을 기점으로 구조변화 더미변수를 추가하였다. log-log 함수형태로 추정한 결과, 결정계수는 0.979로 모형의 설명력이 매우 높았으며, 설명변수의 부호조건이 경제학적 이론에 부합하고 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다.

〈표 4-25〉 김 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NCP31)} = & -0.2979 - 0.0713 \cdot \text{LOG(PERD31)} + 0.7923 \cdot \text{LOG(DINC)} \\ & (-0.41) \quad (-2.29)^{**} \quad (10.55)^{***} \\ & + 0.1094 \cdot \text{SD14} - 0.0687 \cdot \text{DM1} \\ & (6.67)^{***} \quad (-3.03)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.979$ D-W = 1.883 추정기간: 2000~2017년(n=18)

〈표 4-25〉 김 역수요함수 추정결과(계속)



7) 미역

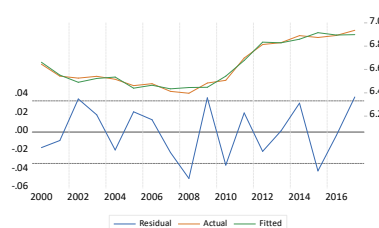
미역 소비자가격 함수는 1인당 미역 소비량과 소득을 이용하여 추정하였으며, 소비자가격이 크게 상승한 2011년, 2012년을 더미변수로 처리하였다. 추정결과, 1인당 소비량은 음(-)의 상관관계, 소득은 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 나타나 부호가 경제학적 이론에 부합하고 통계적으로도 유의하였다.

〈표 4-26〉 미역 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NCP32)} = & -4.8354 + 0.7400 \cdot \text{LOG(NCP32(-1))} - 0.0934 \cdot \text{LOG(PERD32)} \\ & (-3.86)^{***} \quad (12.30)^{***} \quad (-1.80)^* \\ & + 0.6739 \cdot \text{LOG(DINC)} + 0.1127 \cdot \text{DM1} - 0.0737 \cdot \text{DM2} \\ & (4.38)^{***} \quad (4.28)^{***} \quad (-2.79)^{**} \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.977 \quad D-W = 2.577 \quad \text{추정기간: 2000~2017년}(n=18) \\ B-G \text{ LM test} = 2.691(0.1009)$$

NCP32: 미역 소비자가격(원/kg, aT 농수산물유통정보)
 PERD32: 미역 1인당 소비량(kg, 계산)
 DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)
 DM1: 2011, 2012년 더미변수, 2011, 2012=1, 그 외 0
 DM2: 2005, 2007년 더미변수, 2005, 2007=1, 그 외 0



8) 다시마

다시마의 경우 소비자가격 통계가 존재하지 않아 도매가격을 대리 변수로 이용하였다. 다시마 도매가격은 1인당 다시마 수요량과 소득을 설명변수로 이용하였으며, 가격 상승폭이 컸던 2009년과 2013년은 더미변수를 적용하였다.

추정결과, 결정계수가 0.975로 모형의 설명력이 높았으며, 모든 설명변수의 부호가 적합하고 통계적으로도 유의하였다. 다시마의 가격 신축성 계수는 -0.1357로, 다시마 공급량이 1% 늘어날 경우 도매가격은 0.14% 하락하는 것으로 추정된다.

〈표 4-27〉 다시마 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NWP33)} = & -8.0697 + 0.8584^* \text{LOG(NWP33(-1))} - 0.1357^* \text{LOG(PERD33)} \\ & (-1.57) \quad (8.45)^{***} \quad (-2.37)^{**} \\ & + 0.9408^* \text{LOG(DINC)} - 0.3864^* \text{DM1} - 0.6259^* \text{DM2} + 0.3404^* \text{DM3} \\ & (1.97)^* \quad (-3.02)^{**} \quad (-5.18)^{***} \quad (3.71)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.975$ D-W = 1.712 추정기간: 1999~2017년(n=19)

NWP33: 다시마도매가격(원/kg, KM수산업관측센터 내부자료)

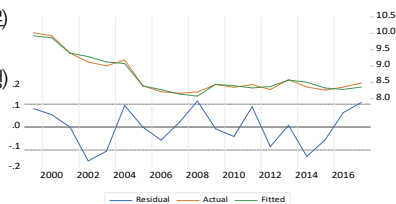
PERD32: 다시마 1인당 소비량(kg, 계산)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

DM1: 2001년 더미변수, 2001=1, 그 외 0

DM2: 2005년 더미변수, 2005=1, 그 외 0

DM3: 2009, 2013년 더미변수, 2009, 2013=1, 그 외 0



9) 우렁챙이

우렁챙이도 별도의 소비자가격이 존재하지 않으므로 도매가격을 대신 활용하였다. 우렁챙이 도매가격 추정에는 1인당 우렁챙이 소비량과 소득변수를 이용하였으며 가격 하락폭이 컸던 연도의 경우 더

미변수로 처리하였다.

추정결과, 모든 설명변수의 부호조건이 적합하였고 통계적으로 유의하였다. 우렁쟁이의 가격신축성 계수는 -0.3215로 도출되어 우렁쟁이 공급량이 1% 늘어나면 도매가격은 0.32% 하락하는 것으로 나타났다.

〈표 4-28〉 우렁쟁이 역수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(NWP41)} = & -9.2596 + 0.6045 \cdot \text{LOG(NWP41(-1))} - 0.3215 \cdot \text{LOG(PERD41)} \\ & (-3.78)^{***} \quad (2.93)^{***} \quad (-3.02)^{***} \\ & + 1.2029 \cdot \text{LOG(DINC)} - 0.3391 \cdot \text{DM1} + 0.3170 \cdot \text{DM2} \\ & (3.90)^{***} \quad (-1.92)^* \quad (2.389)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.817$ D-W = 2.339 추정기간: 1996~2017년(n=22)

NWP41: 우렁쟁이 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)

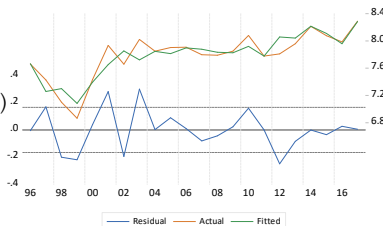
PERD41: 우렁쟁이 1인당 소비량(kg, 계산)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 2011년 더미변수, 2011=1, 그 외 0

DM2: 1996, 2017년 더미변수, 1996, 2017=1, 그 외 0



4. 수출함수 및 수입수요함수

수출 및 수입수요함수는 각 품목의 주요 국가별 수출입량을 추정하는 것을 기본으로 하였으며, 가장 큰 범위를 차지하는 주요 수출입 국가를 제외한 나머지 국가들은 기타로 묶어 별도로 추정하였다. 그러나 국가별 수출입 실적이 미미할 경우 국가 구분 없이 전체를 추정하거나, 분석에서 제외하였다. 조피볼락 또한 수출입량이 미미하므로 분석에서 제외하였다.

1) 수출함수

각 품목별·국가별 수출함수는 관세, 환율이 포함된 수출단가와 전년도 수출량을 설명변수로 설정하였다. 양식품종별 수출단가(\$/kg)는 총수출금액(\$)을 총수출량(kg)으로 나누어서 계산하였다. 품종에 따라서는 국내 수출과 대체관계에 있는 수출대상국의 생산량이나 다른 국가로부터의 수입량을 변수로 추가하였다.

$$XD_{t,r} = \alpha + \beta_1 XD_{t-1,r} + \beta_2 (XP_{t,r} * (1 + TE_r/100)) + \beta_3 EXCH \\ (+ \beta_4 OQ_{t,r} + \beta_5 OMD_{t,r}) \quad (r = \text{국가}) \quad [\text{식 4-6}]$$

여기서 XD는 수출량, XP는 수출단가, TE는 관세율, EXCH는 환율, OQ는 수출대상국의 자체 생산량, OMD는 수출대상국의 수입량을 의미한다. 수출단가는 생산자물가지수(PPI)⁵²⁾를 이용하여 실질화하였으며, 개별 방정식 설명에서는 생산자물가지수 표기를 생략하였다.

수출단가가 높아질수록, 수출대상국의 자체 생산량과 다른 국가로부터의 수입량이 많을수록 수출량은 감소하게 되므로 수출단가, 수출대상국의 생산량 및 타 국가로부터의 수입량 부호는 음(-)으로 추정되어야 하며, 환율이 상승할 경우 원화가치 평가절하로 인해 수출량은 증가하게 되므로 환율은 양(+)의 부호로 추정되어야 한다. 따라서 해당 부호조건을 만족하는 추정 결과를 수출함수로 최종 선정하였다.

(1) 넘치

넘치의 경우 전체 수출물량의 80%가 일본으로 수출되고 있으므로

52) PPI : 생산자물가지수(2010=100, 한국은행)

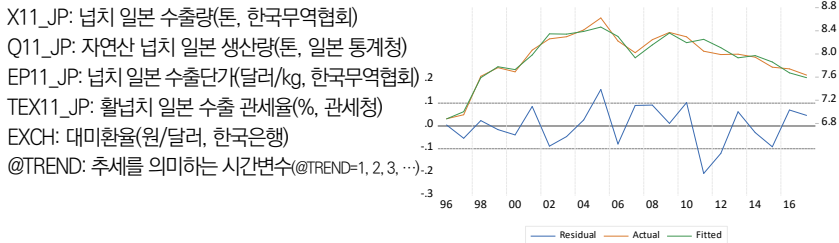
일본으로의 수출함수를 추정하였다.⁵³⁾ 넙치의 일본 수출함수는 전년도 수출량, 관세 및 환율이 포함된 수출단가를 설명변수로 도입하였으며, 대체관계가 예상되는 일본 내 자연산 넙치 생산량을 추가적으로 고려하였다.

추정결과, 결정계수가 0.960으로 모형 설명력이 높았으며, 수출단가의 부호는 음(-)으로, 환율의 부호는 양(+)으로 추정되어 경제학적인 논에 부합하는 것으로 나타났다. 이는 일본으로의 넙치 수출단가가 1% 상승할 경우 수출량은 0.92% 감소하며, 환율이 1% 상승할 경우 수출량은 0.60% 증가하는 것을 의미한다. 일본의 자연산 넙치 생산량 변수 또한 일본으로의 수출량과 음(-)의 상관관계로 도출되어 상호 간에 대체관계에 있는 것으로 판단된다.

〈표 4-29〉 넙치 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X11_JP) = & 7.9865 + 0.6852 \cdot \text{LOG}(X11_JP(-1)) - 0.6949 \cdot \text{LOG}(Q11_JP) \\ & (1.74) \quad (10.10)^{***} \quad (-2.01)^* \\ & - 0.7336 \cdot \text{LOG}(EP11_JP \cdot (1 + \text{TEX11_JP})) + 0.6018 \cdot \text{LOG}(\text{EXCH}) - 0.0443 \cdot @\text{TREND} \\ & (-3.95)^{***} \quad (2.54)^{**} \quad (-4.50)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.960$ D-W = 2.242 추정기간: 1996~2017년(n=22)



53) 일본 이외에 기타 국가들의 넙치 수출함수 추정을 시도하였으나 수출량 자체가 매우 적은 관계로 모형의 설명력이 떨어지거나, 예상된 부호조건이 적합하지 않는 등 유의한 추정결과가 도출되지 않았다. 따라서 최종적으로 기타 국가로의 수출함수는 분석에서 제외하였다.

(2) 굴

굴 수출의 경우 수출 비중이 가장 큰 국가인 일본과 미국에 대한 수출함수를 주요국으로 추정하였으며, 나머지 국가는 ‘기타’로 묶어 수출함수를 추정하였다.

가. 일본

일본으로의 굴 수출량은 관세율이 적용된 수출단가와 환율을 설명 변수로 이용하였으며, 대체관계로 볼 수 있는 일본의 굴 생산량을 추가로 도입하였다. 굴 수출량이 감소세를 보였던 1998년, 2008년, 2009년과 수출량이 급격히 증가했던 2015년의 경우 각각 더미변수를 적용하였다.

추정결과, 굴 수출단가 변수는 음(-)의 상관관계를 갖는 것으로 나타나 부호조건이 적합하고 통계적으로 유의하였다. 일본으로의 수출단가가 1% 상승할 경우 수출량은 1.15% 감소하는 것으로 도출되어, 수출단가 변화에 대해 수출량이 매우 탄력적인 반응을 보이고 있는 것으로 나타났다. 환율의 경우 양(+)의 상관관계를 보여 환율 상승에 따른 원화가치 하락으로 수출이 증가하는 경향을 보이는 것으로 추정되었다. 일본의 굴 생산량과는 음(-)의 상관관계를 가지는 것으로 도출되어 일본 내 굴 생산량이 증가할 경우 일본으로의 수출량은 감소하는 것으로 나타났다.

나. 미국

미국으로의 굴 수출량은 전년도 수출량과 관세율이 적용된 수출단가, 환율에 영향을 받는 것으로 가정하였으며, 시간이 지남에 따라 수출량이 감소하는 경향을 보여 추세(TREND) 변수를 별도로 고려하였다. 이와 함께 수출이 급격히 감소했던 2012년은 더미변수를 도입하였다.

〈표 4-30〉 대일본 굴 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X21_JP) = & 33.4359 - 1.1454 * \text{LOG}(EP21_JP * (1 + \text{TEX21_JP})) + 1.7613 * \text{LOG}(\text{EXCH}) \\ & (2.22)^{**} \quad (-3.79)^{***} \quad (3.30)^{***} \\ & - 2.6188 * \text{LOG}(Q21_JP) - 0.1207 * @TREND - 0.8810 * DM1 + 0.8153 * DM2 \\ & (-2.27)^{**} \quad (-3.58)^{***} \quad (-2.84)^{***} \quad (2.06)^{*} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.739$ $D-W = 1.523$ 추정기간: 1988~2017년(n=30)

X21_JP: 굴 일본 수출량(톤, 한국무역협회)
 EP21_JP: 굴 일본 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
 TEX21_JP: 굴 일본 수출 관세율(% , 관세청)
 EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
 Q21_JP: 굴 일본 생산량(톤, 일본 통계청)
 @TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
 DM1: 1998, 2008년 더미변수, 1998, 2008=1, 그 외 0
 DM2: 2015년 더미변수, 2015=1, 그 외 0

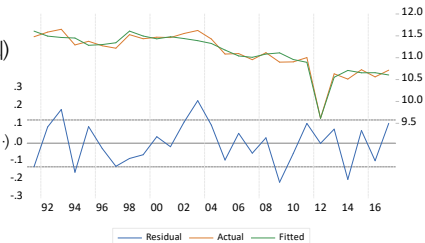


〈표 4-31〉 대미국 굴 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X21_US) = & 7.813 + 0.2032 * \text{LOG}(X21_US(-1)) - 0.3475 * \text{LOG}(EP21_US * (1 + \text{TEX21_US})) \\ & (3.96)^{***} \quad (2.19)^{**} \quad (-1.84)^{*} \\ & + 0.5197 * \text{LOG}(\text{EXCH}) - 0.9200 * \text{LOG}(@TREND) - 1.2629 * DM1 \\ & (2.10)^{**} \quad (-5.92)^{***} \quad (-9.25)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.936$ $D-W = 2.163$ 추정기간: 1991~2017년(n=27)

X21_US: 굴 미국 수출량(톤, 한국무역협회)
 EP21_US: 굴 미국 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
 TEX21_US: 굴 미국 수출 관세율(% , 관세청)
 EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
 @TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
 DM1: 2012년 더미변수, 2012=1, 그 외 0



추정결과, 수출단가의 부호는 음(-)으로, 환율의 부호는 양(+)으로 추정되어 경제학적 이론에 부합하고 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 결정계수는 0.936로 모형의 설명력 또한 높았다.

다. 기타 국가

기타 국가로의 수출량 추정에는 환율을 적용한 수출단가를 설명변수로 도입하였다. 이와 함께 수출량이 감소하는 경향을 보여 추세(TREND) 변수를 추가하였으며, 2009년 이후로는 구조변화 더미변수를 적용하였다. 추정결과 부호 조건이 적합하고, 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다.

〈표 4-32〉 대기타 국가 굴 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X21_RE) = & 8.8316 - 0.6960^* \text{LOG}(EP21_RE) + 0.3488^* \text{LOG}(EXCH) \\ & (6.65)^{***} \quad (-4.68)^{***} \quad (1.80)^* \\ & - 0.0622^*(\text{@TREND}) + 0.5411^* \text{SD09} + 0.3521^* \text{SD13} + 0.2591^* \text{DM1} \\ & (-10.64)^{***} \quad (6.10)^{***} \quad (5.07)^{***} \quad (3.68)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.938$ D-W = 2.354 추정기간: 1996~2017년(n=22)

X21_RE: 굴 기타 수출량(톤, 한국무역협회)

EP21_RE: 굴 기타 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)²

SD09: 2009년 구조변화 더미변수, 2009년 이전 0, 이후 1

SD13: 2013년 구조변화 더미변수, 2013년 이전 0, 이후 1

DM1: 2000, 2001년 더미변수, 2000, 2001=1, 그 외 0



(3) 전복

전복의 경우 일본으로의 수출량이 전체의 80% 이상을 차지하므로, 일본에 한정하여 수출함수를 추정하였다.⁵⁴⁾ 일본으로의 전복 수출량

은 전년도 수출량과 함께 관세율이 포함된 수출단가, 대일환율(원-엔) 및 일본의 전복 도매가격을 설명변수로 적용하였으며, 수출량 감소세를 보였던 시기에는 더미변수를 도입하였다.

log-log 함수 형태로 추정한 결과, 결정계수는 0.997로 모형의 설명력이 매우 높았으며, 수출단가는 음(-)의 부호로 나타났다. 이는 일본의 도매가격에 비해 수출단가가 높을수록 일본으로의 수출량이 감소하는 것을 의미한다. 이와 반대로 환율과 일본의 전복 도매가격은 양(+)의 부호로 추정되어, 대일 환율과 일본의 전복 도매가격이 상승할수록 수출량이 늘어나는 것으로 나타났다.

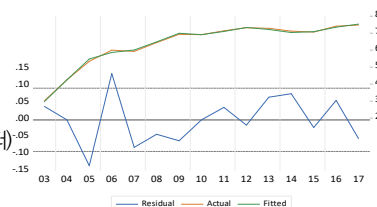
한편, 자기상관이 의심되었으나 Breusch-Godfrey LM Test 결과 자기상관이 존재하지 않았다.

〈표 4-33〉 대일본 전복 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X22_JP) = & -10.4453 + 0.4740^* \text{LOG}(X22_JP(-1)) - 0.8422^* \text{LOG}(\text{EP22_JP}^*(1+\text{TEX22_JP})) \\ & (-1.85) \quad (15.21)^{***} \quad (-3.36)^{***} \\ & + 1.3101^* \text{LOG}(\text{EXCH_JP}) + 0.9196^* \text{LOG}(\text{NWP22_JP}) - 0.7312^* \text{DM1} - 0.2760^* \text{DM2} \\ & (4.95)^{***} \quad (2.46)^{**} \quad (-5.63)^{***} \quad (-2.63)^{**} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= 0.997 & D-W &= 2.685 & \text{추정기간: } 2003 \sim 2017 \text{년}(n=15) \\ B-G \text{ LM test} &= 2.662(0.103) \end{aligned}$$

X22_JP: 전복 일본 수출량(톤, 한국무역협회)
EP22_JP: 전복 일본 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
TEX22_JP: 전복 일본 수출 관세율(% 관세청)
EXCH_JP: 대일 환율(원/엔, 한국은행)
NWP22_JP: 전복 일본 도매가격(엔/kg, KMI 수산업관측센터)
DM1: 2004년 더미변수, 2004=1, 그 외 0
DM2: 2010년 더미변수, 2010=1, 그 외 0



54) 기타 국가로의 전복 수출함수의 경우 수출량 비중이 적어 모형의 설명력이 매우 낮게 추정되었다. 따라서 기타 국가로의 수출함수는 최종적으로 분석에서 제외하였다.

(4) 홍합

홍합은 다른 양식품종에 비해 수출이 적은 품목으로, 국가의 구분 없이 전체 수출량을 추정하였다. 홍합 수출량은 전년도 수출량과 수출단가, 환율을 설명변수로 도입하였다. 추정결과, 모든 변수의 부호 조건이 적합하고 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 홍합 수출량과 수출단가는 음(-)의 상관관계를 갖는 것으로 추정되었으며, 수출단가가 1% 상승할 경우 수출량은 1.84% 감소하는 것으로 나타나 매우 탄력적으로 반응하는 것으로 도출되었다. 이와 반대로 환율이 1% 상승할 경우에는 수출량이 0.71% 늘어나는 것으로 나타났다.

〈표 4-34〉 홍합 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X23) = & 10.2312 + 0.2987^* \text{LOG}(X23(-1)) - 1.8399^* \text{LOG}(EP23) + 0.7141^* \text{LOG}(EXCH) \\ & (3.21)^{***} \quad (3.24)^{***} \quad (-7.29)^{***} \quad (2.25)^{**} \\ & - 2.8031^* \text{LOG}(@\text{TREND}) + 0.7060^* \text{SD14} + 0.4194^* \text{DM1} \\ & (-7.62)^{***} \quad (5.97)^{***} \quad (3.71)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.949$ D-W = 2.214 추정기간: 1997~2017년(n=21)

X23: 홍합 수출량(톤, 한국무역협회)

EP23: 홍합 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)

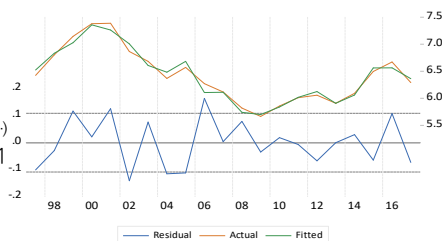
EXCH: 대미 환율(원/달러, 한국은행)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

SD14: 2014년구조변화더미변수, 2014년 이전 0, 이후 1

DM1: 2007, 2016년 더미변수,

2007, 2016=1, 그 외 0



(5) 김

김은 매우 다양한 국가로 수출되는데, 수출비중이 큰 미국, 일본, 중국, 태국의 수출함수를 추정하였으며, 나머지 국가는 기타로 처리하여 별도 추정하였다.

가. 미국

미국으로의 김 수출량은 전년도 수출량과 관세율을 적용한 수출단가, 환율을 설명변수로 도입하였으며, 시간의 흐름에 따라 수출량이 계속 증가하는 경향을 보여 추세(TREND) 변수를 추가하였다.

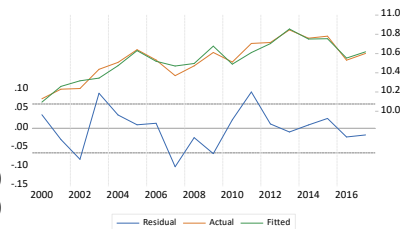
추정결과, 모든 설명변수의 부호조건이 양호하고 통계적으로 유의하였으며, 결정계수도 0.935로 높았다. 수출단가 변수의 부호는 음(-)으로 추정되었으며, 수출단가가 1% 상승할 경우 수출량은 0.17% 줄어드는 것으로 나타났다. 환율은 양(+)의 상관관계가 있는 것으로 추정되어 환율이 1% 상승할 경우 미국으로의 수출량은 0.43% 늘어나는 것으로 분석된다.

〈표 4-35〉 대미국 김 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X31_US) = & -0.9851 + 0.5381 \cdot \text{LOG}(X31_US(-1)) - 0.1694 \cdot \text{LOG}(\text{EP31_US} \cdot (1 + \text{TEX31_US})) \\ & (-0.40) \quad (3.20)^{***} \quad (-2.37)^{**} \\ & + 0.4265 \cdot \text{LOG}(\text{EXCH}) + 0.8486 \cdot \text{LOG}(@\text{TREND}) - 0.2051 \cdot \text{DM1} + 0.1595 \cdot \text{DM2} \\ & (1.91)^* \quad (2.99)^{**} \quad (-3.86)^{***} \quad (3.17)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.935$ D-W = 1.882 추정기간: 2000~2017년(n=18)

X31_US: 김 미국 수출량(톤, 한국무역협회)
EP31_US: 김 미국 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
TEX31_US: 김 미국 수출 관세율(% , 관세청)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
DM1: 2010, 2016년 더미변수, 2010, 2016=1, 그 외 0
DM2: 2005, 2013년 더미변수, 2005, 2013=1, 그 외 0



나. 일본

일본으로의 김 수출량 추정에는 관세율을 적용한 수출단가와 대일 환율(원-엔)을 이용하였으며, 우리나라 수출과 대체관계에 있는 일본

의 중국산 김 수입량을 대체재 변수로 도입하였다. 이와 함께 급격한 수출 증가세를 보인 연도에는 더미변수 또는 구조변화 더미변수를 추가하였다.

추정결과, 결정계수는 0.961로 높은 모형 설명력을 보였으며, 모든 설명변수의 부호조건과 통계적 유의성이 적합한 것으로 나타났다. 일본으로의 수출단가는 음(-)의 상관관계가 있는 것으로 추정되어 수출단가가 1% 오를 경우 수출량은 0.92% 감소하는 것으로 나타났다. 일본의 중국산 김 수입량 또한 음(-)의 상관관계를 보였는데, 일본의 중국산 김 수입량이 1% 늘어날 경우 우리나라의 수출량은 1.03% 줄어드는 것으로 나타나 매우 큰 탄성치를 보였다.

〈표 4-36〉 대일본 김 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X31_JP) = & -7.3723 - 0.9228*\text{LOG}(\text{EP31_JP}*(1+\text{TEX31_JP})) + 1.5781*\text{LOG}(\text{EXCH_JP}) \\ & (-1.46) \quad (-1.83)^* \quad (3.17)^{***} \\ & - 1.0346*\text{LOG}(\text{M31}(\text{JP_CN})) + 5.6426*\text{LOG}(@\text{TREND}) - 1.4692*\text{SD08} - 0.4624*\text{DM1} \\ & (-3.40)^{***} \quad (8.06)^{***} \quad (-3.93)^{***} \quad (-2.16)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.961$ D-W = 1.689 추정기간: 2000~2017년(n=18)

X31_JP: 김 일본 수출량(톤, 한국무역협회)

EP31_JP: 김 일본 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)

TEX31_JP: 김 일본 수출 관세율(% , 관세청)

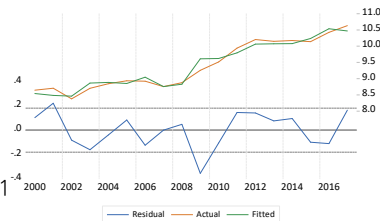
EXCH_JP: 대일환율(원/엔, 한국은행)

M31(JP_CN): 일본의 중국 김 수입량(톤, UN Comtrade)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

SD08: 2008년 구조변화 더미변수, 2008년 이전 0, 이후 1

DM1: 2007년 더미변수, 2007=1, 그 외 0



다. 중국

중국의 김 수출량은 전년도 수출량과 관세율을 포함한 수출단가, 환율을 고려하여 추정하였으며, 지속적인 수출 증가세를 보이고 있

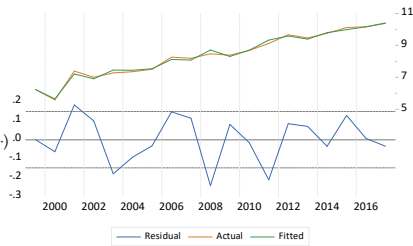
어 추세(TREND) 변수를 적용하였다. 추정결과, 수출단가 변수가 음(-)의 부호로 추정되어 이론에 부합했으며, 중국으로의 수출단가가 1% 상승할 경우 수출량은 0.88% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 4-37〉 대중국 김 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X31_CN) = & -32.2843 - 0.5310 \cdot \text{LOG}(X31_CN(-1)) - 0.8788 \cdot \text{LOG}(\text{EP31_CN} \cdot (1 + \text{TEX31_CN})) \\ & (-8.35)^{***} \quad (-4.42)^{***} \quad (-2.88)^{**} \\ & + 0.9724 \cdot \text{LOG}(\text{EXCH}) + 11.6690 \cdot \text{LOG}(@\text{TREND}) - 0.6031 \cdot \text{DM1} + 1.1382 \cdot \text{DM2} \\ & (2.20)^{**} \quad (10.38)^{***} \quad (-6.13)^{***} \quad (3.72)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.992$ D-W = 2.321 추정기간: 1999~2017년(n=19)

X31_CN: 김 중국 수출량(톤, 한국무역협회)
EP31_CN: 김 중국 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
TEX31_CN: 김 중국 수출 관세율(% , 관세청)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
DM1: 2000, 2009, 2010년 더미변수,
2000, 2009, 2010=1, 그 외 0
DM2: 1999년 더미변수, 1999=1, 그 외 0



라. 태국

태국의 김 수출량을 추정하기 위해 전년도 수출량과 관세율을 적용한 수출단가, 환율을 설명변수로 도입하였으며, 수출량 변동이 컸던 연도를 기점으로 더미변수를 적용하였다. 추정결과, 모든 설명변수의 부호조건이 경제학적 이론에 부합하고 통계적으로도 유의하였다. 더빈-왓슨(D-W) 통계량이 기준치보다 낮아 자기상관 문제가 의심되었으나 추가 검정(Breusch-Godfrey LM Test) 결과 자기상관이 존재하지 않았다. 수출단가의 부호는 음(-)으로 추정되어 수출단가가 1% 상승할 때 수출량은 0.28% 줄어드는 것으로 나타났다.

〈표 4-38〉 대태국 김 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X31_TH) = & -5.6312 + 0.6833^* \text{LOG}(X31_TH(-1)) - 0.2838^* \text{LOG}(EP31_TH^*(1+\text{TEX31_TH})) \\ & (-2.11)^* \quad (15.59)^{***} \quad (-2.16)^{**} \\ & + 1.0822^* \text{LOG}(\text{EXCH}) + 1.3826^* \text{SD06} + 0.5791^* \text{DM1} - 0.4854^* \text{DM2} \\ & (2.82)^{**} \quad (7.75)^{***} \quad (4.56)^{***} \quad (-2.36)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.995$ D-W = 1.363 추정기간: 1996~2017년(n=22)
B-G LM test = 2.514(0.113)

X31_TH: 김 태국 수출량(톤, 한국무역협회)

EP31_TH: 김 태국 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)

TEX31_TH: 김 태국 수출 관세율(% , 관세청)

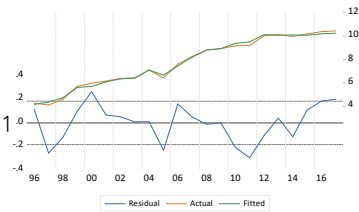
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

SD06: 2006년 구조변화 더미변수, 2006년 이전 0, 이후 1

DM1: 1999, 2004, 2012년 더미변수,

1999, 2004, 2012=1, 그 외 0

DM2: 2009년 더미변수, 2009=1, 그 외 0



마. 기타 국가

기타 국가로의 김 수출량은 수출단가, 환율, 추세변수를 설명변수로 적용하였다. 추정결과, 모든 설명변수의 부호조건이 양호하고 통계적으로 유의하였다. 환율 변수는 수출량과 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 추정되어 환율이 1% 상승할 경우 수출량은 1.71% 증가하여 환율에 매우 탄력적으로 반응하는 것으로 나타났다.

〈표 4-39〉 대기타 국가 김 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X31_RE) = & -4.0212 - 0.2850^* \text{LOG}(EP31_RE) + 1.7091^* \text{LOG}(\text{EXCH}) \\ & (-2.08)^* \quad (-3.05)^{***} \quad (6.00)^{***} \\ & + 0.0842^* @\text{TREND} - 0.4073^* \text{DM1} \\ & (15.58)^{***} \quad (-3.83)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.959$ D-W = 1.780 추정기간: 1995~2017년(n=23)

X31_RE: 김 기타 수출량(톤, 한국무역협회)

EP31_RE: 김 기타 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 1998, 2009, 2010년 더미변수,

1998, 2009, 2010=1, 그 외 0



(6) 미역

미역 수출의 경우 중국으로의 수출량이 전체의 70%, 일본으로의 수출량이 17%를 차지하고 있으므로 중국과 일본으로의 수출함수를 추정하였으며, 나머지 국가는 기타로 합산하여 추정하였다.

가. 중국

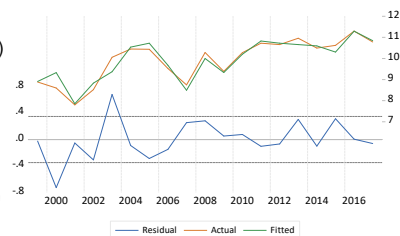
중국으로의 미역 수출량 추정⁵⁵⁾에는 전년도 수출량과 관세율을 포함한 수출단가, 환율을 이용하였으며, 수출이 급감했던 시기와 급증한 시기에는 더미변수를 적용하였다. log-log 함수 형태로 추정한 결과, 수출단가는 수출량과 음(-)의 상관관계를 갖는 것으로 도출되어 부호조건이 경제학적 이론에 부합하며 통계적으로도 유의하였다.

〈표 4-40〉 대중국 미역 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X32_CN) = & -28.4372 + 0.8069 \cdot \text{LOG}(X32_CN(-1)) - 1.1187 \cdot \text{LOG}(\text{EP32_CN} \cdot (1 + \text{TEX32_CN})) \\ & (-2.97)^{**} \quad (9.27)^{***} \quad (-2.76)^{**} \\ & + 3.9077 \cdot \text{LOG}(\text{EXCH}) + 0.8713 \cdot \text{DM1} - 1.7529 \cdot \text{DM2} \\ & (2.84)^{**} \quad (3.74)^{***} \quad (-5.51)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.910$ D-W = 2.201 추정기간: 1999~2017년(n=19)

X32_CN: 미역 중국 수출량(톤, 한국무역협회)
EP32_CN: 미역 중국 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
TEX32_CN: 미역 중국 수출 관세율(% , 관세청)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
DM1: 2005, 2008, 2016년 더미변수,
2005, 2008, 2016=1, 그 외 0
DM2: 2001, 2009년 더미변수, 2001, 2009=1, 그 외 0



55) 중국으로의 미역 수출량 추정을 위해 '중국의 미역 생산량' 변수를 설명변수로 도입하였으나, 추정 결과 유의한 값을 얻을 수 없었다.

나. 일본

일본으로의 수출량은 전년도 수출량과 관세율을 적용한 수출단가, 환율을 설명변수로 도입⁵⁶⁾하여 추정하였으며, 일본의 미역 생산량 변수를 추가하여 우리나라 수출량과의 대체관계 여부를 확인하였다.

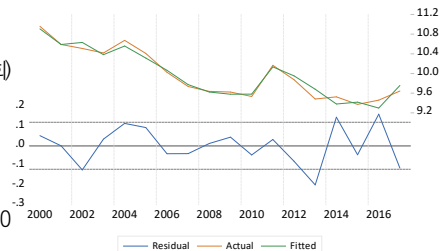
log-log 형태로 추정한 결과, 결정계수가 0.963으로 설명력이 매우 높았으며, 모든 설명변수의 부호조건이 적절하고 통계적으로도 유의하였다. 수출단가의 부호조건은 음(-)으로 추정되어 일본으로의 수출단가가 1% 오를 때 수출량은 0.38% 줄어드는 것으로 나타났으며, 일본의 미역 생산량 또한 음(-)의 부호조건을 보여 일본의 미역 생산량이 1% 증가할 경우 우리나라의 수출량은 0.73% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 4-41〉 대일본 미역 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X32_JP) = & 3.6929 + 0.8574^* \text{LOG}(X32_JP(-1)) - 0.3970^* \text{LOG}(EP32_JP^*(1+\text{TEX}32_JP)) \\ & (1.13) \quad (8.61)^{***} \quad (-1.98)^* \\ & + 0.7816^* \text{LOG}(\text{EXCH}) - 0.7320^* \text{LOG}(Q32_JP) - 0.3362^* \text{DM1} + 0.4225^* \text{DM2} \\ & (2.06)^* \quad (-5.78)^{***} \quad (-2.28)^{**} \quad (4.46)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.963$ D-W = 2.455 추정기간: 2000~2017년(n=18)

X32_JP: 미역 일본 수출량(톤, 한국무역협회)
EP32_JP: 미역 일본 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
TEX32_JP: 미역 일본 수출 관세율(% 관세청)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
Q32_JP: 일본의 미역 생산량(톤, 일본통계청)
DM1: 2001년 더미변수, 2001=1, 그 외 0
DM2: 2004, 2017년 더미변수, 2004, 2017=1, 그 외 0



56) 일본으로의 수출량 추정을 위해 '일본의 중국산 미역 수입량' 변수를 도입하여 추정해보았으나, 유의한 결과를 얻지 못하였다.

다. 기타 국가

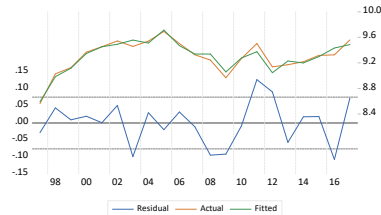
기타 국가로의 미역 수출량 추정에는 전년도 수출량, 수출단가, 환율을 설명변수로 도입하였으며, 수출량에 급격한 변동이 있었던 연도는 더미변수로 처리하였다. 추정결과, 수출단가와 수출량 간에 음(-)의 상관관계를 보여 경제학적 이론에 적합한 것으로 나타났으며, 통계적으로도 유의하였다.

〈표 4-42〉 대기타 국가 미역 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X32_RE) = & -3.1104 + 0.5449*\text{LOG}(X32_RE(-1)) - 0.3053*\text{LOG}(EP32_RE) \\ & (-1.84)^* \quad (6.00)^{***} \quad (-2.65)^{**} \\ & + 0.7555*\text{LOG}(EXCH) + 0.5941*\text{LOG}(@TREND) + 0.2759*DM1 - 0.4004*DM2 \\ & (3.75)^{***} \quad (3.68)^{***} \quad (4.47)^{***} \quad (-6.42)^{***} \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.937 \quad D-W = 2.049 \quad \text{추정기간: 1997~2017년}(n=21)$$

X32_RE: 미역 기타 수출량(톤, 한국무역협회)
EP32_RE: 미역 기타 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
DM1: 2000, 2005년 더미변수, 2000, 2005=1, 그 외 0
DM2: 2009, 2012년 더미변수, 2009, 2012=1, 그 외 0



(7) 다시마

다시마의 수출량은 총생산량에 비해 비중이 크지 않으므로 국가를 나누지 않고 전체 수출량에 대한 함수를 추정하였다. 다시마 수출함수 추정에는 전년도 수출량과 수출단가, 환율을 적용하였으며 수출이 크게 증가한 2011~2012년은 더미변수로 처리하였다. level-level

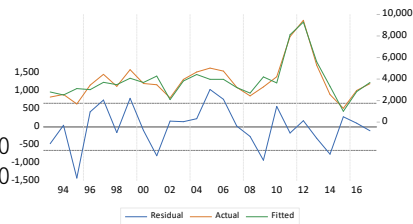
형태로 추정한 결과, 모든 설명변수의 부호 조건이 적합하고 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

〈표 4-43〉 다시마 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned}
 X33 = & 1288.84 + 0.2416 * X33(-1) - 1308.71 * EP33 + 2.9658 * EXCH \\
 & (1.25) \quad (2.97)^{***} \quad (-4.70)^{***} \quad (3.14)^{***} \\
 & + 3758.86 * DM1 - 2445.66 * DM2 \\
 & (6.98)^{***} \quad (-4.11)^{***}
 \end{aligned}$$

$R^2 = 0.900$ $D-W = 1.986$ 추정기간: 1993~2017년(n=25)

X33: 다시마 수출량(톤, 한국무역협회)
 EP33: 다시마 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)
 EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
 DM1: 2011, 2012년 더미변수, 2011, 2012=1, 그 외 0
 DM2: 1998, 2002년 더미변수, 1998, 2002=1, 그 외 0



(8) 우렁챙이

우렁챙이의 경우 생산량 대비 수출 비중이 매우 작은 관계로 국가별 수출량을 추정하는 대신 전체 수출량을 추정하였다. 우렁챙이 수출량 추정에는 수출단가와 환율을 설명변수로 활용하였으며, 동일본 대지진 이후 수출량이 급격히 증가한 2011년과 2012년은 더미변수를 적용하였다.

추정결과, 수출단가와 음(-)의 상관관계를 갖는 것으로 추정되어 부호조건이 양호하고 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다.

〈표 4-44〉 우렁쉥이 수출함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(X41) = & -6.4290 - 0.7879^* \text{LOG}(EP41) + 1.1892^* \text{LOG}(EXCH) \\ & (-1.27) \quad (-5.56)^{***} \quad (1.86)^* \\ & + 1.2049^* \text{LOG}(@\text{TREND}) - 1.1504^* \text{DM1} + 1.1542^* \text{DM2} \\ & (3.55)^{***} \quad (-5.60)^{***} \quad (7.79)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.940$ D-W = 1.894 추정기간: 2001~2017년(n=17)

X41: 우렁쉥이 수출량(톤, 한국무역협회)

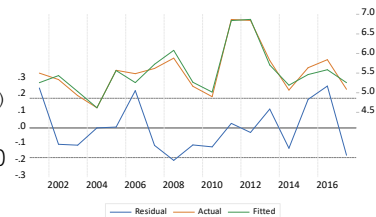
EP41: 우렁쉥이 수출단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 2004년 더미변수, 2004=1, 그 외 0

DM2: 2011, 2012년 더미변수, 2011, 2012=1, 그 외 0



2) 수입수요함수⁵⁷⁾

각 품목별·국가별 수입수요함수는 수입관세 및 환율이 포함된 수입단가와 자체 소비자가격, 소득, 전년도 수입량을 설명변수로 설정하였다. 수입단가(\$/kg)는 총수입금액(\$)을 총수입량(kg)으로 나누어 계산하였다. 소비자가격이 없는 품목의 경우 도매가격으로 이를 대신하였다.

$$MD_{t,r} = \alpha + \beta_1 MD_{t-1,r} + \beta_2 \left(\frac{MP_{t,r} * EXCH^* (1 + TE_r / 100)}{NCP_t} \right) + \beta_3 INC_t \quad [\text{식 4-7}]$$

(r=국가)

여기서 MD는 수입량, MP는 수입단가, EXCH는 환율, TE는 관세율, NCP는 소비자가격, INC는 소득을 의미하며 수입단가와 자체가

57) 넙치의 경우 국내 생산량이 많고, 수입되는 양이 미미함에 따라 분석에서 제외하였다.

격은 소비자물가지수(CPI)를 이용하여 실질화하였으며, 개별 방정식에서는 표기를 생략하였다.

자체가격이 수입단가보다 더 높을수록 수입량은 증가하는 경향을 보이므로 수입단가와 자체가격 비중의 부호는 음(-)으로 추정되어야 하며, 소득의 부호조건은 양(+)으로 도출되어야 한다. 추정결과, 해당 부호조건을 만족하고 통계적으로도 유의한 모형을 최종 선정하였다.

(1) 굴

굴 수입량의 경우 생산량 대비 수입 비중이 적으므로 국가를 굳이 구분하지 않고 전체 수입량에 대한 함수를 추정하였다. 굴 수입량 추정에는 환율 및 관세율이 적용된 수입단가와 국내가격 간의 비율, 소득을 설명변수로 도입하였으며, 관세율의 경우 중국으로부터의 수입 비중이 가장 높아 중국의 수입관세율을 적용하였다. 수입량이 급격히 증가한 2001년과 2012년의 경우 더미변수로 처리하였다.

추정결과, 모든 변수의 부호조건이 경제학적 이론에 부합하였으며, 상수항을 제외하고는 모두 통계적으로 유의하게 추정되었다. 수입단가와 국내가격 간의 비율은 음(-)의 부호로 추정되어 국내가격이 상승할 경우 수입량은 증가하는 것으로 나타났다. 소득 변수는 양(+)의 부호로 추정되어 소득이 증가할수록 수입량 또한 늘어나는 것으로 나타났다.

〈표 4-45〉 굴 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M21) = & -44.9150 - 1.3418 \cdot \text{LOG} \left(\frac{(MP21 \cdot EXCH^* (1 + TEM21_CN))}{NCP21} \right) + 7.6370 \cdot \text{LOG}(DINC) \\ & (-1.40) \quad (-7.52)^{***} \quad (1.87)^* \\ & - 8.5612 \cdot \text{LOG}(@TREND) + 1.7345 \cdot DM1 + 1.3392 \cdot SD13 \\ & (-3.12)^{***} \quad (3.30)^{***} \quad (2.97)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.854$ $D-W = 2.145$ 추정기간: 1994~2017년(n=24)

M21: 굴 수입량(톤, 한국무역협회)

MP21: 굴 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

TEM21_CN: 중국산 굴 수입 관세율(% , 관세청)

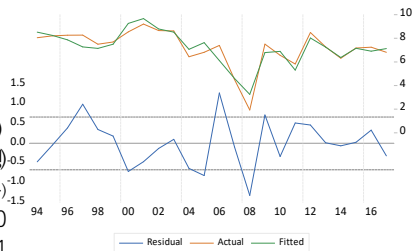
NCP21: 굴 소비자가격(원/kg, aT 농수산물유통정보)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 2001, 2012년 더미변수, 2001, 2012=1, 그 외 0

SD13: 2013년 구조변화 더미변수, 2013년 이전 0, 이후 1



(2) 전복

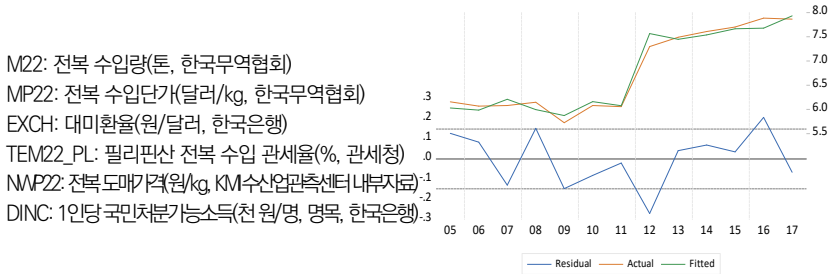
전복 수입량 또한 국가별 구분 없이 전체 수입량을 추정하였으며, 설명변수로는 환율 및 관세율을 적용한 수입단가와 국내가격 간의 비율, 소득을 이용하였다. 관세율의 경우 필리핀으로부터의 수입량이 가장 많아 필리핀의 수입 관세율을 적용하였다. 추정결과, 수입단가와 국내가격 간의 비율은 음(-)의 상관관계, 소득과는 양(+)의 상관관계가 있는 것으로 추정되었으며, 부호조건 및 통계적 유의성도 양호하였다.

〈표 4-46〉 전복 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M22) = & -28.6296 - 0.8818 \cdot \text{LOG} \left(\frac{(MP22 \cdot EXCH^* (1 + TEM22_PL))}{NWP22} \right) + 3.4028 \cdot \text{LOG}(DINC) \\ & (-4.08)^{***} \quad (-10.05)^{***} \quad (4.81)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.975$ $D-W = 2.229$ 추정기간: 2005~2017년(n=13)

〈표 4-46〉 전복 수입수요함수 추정결과(계속)



(3) 통합

통합의 경우 수입 비중이 가장 큰 중국과 뉴질랜드의 수입수요함수를 개별적으로 추정하였으며, 나머지 국가는 기타에 포함하여 추정하였다.

가. 중국

중국으로부터의 통합 수입량 추정에는 전년도 수입량, 환율 및 관세율을 적용한 수입단가와 국내가격 간의 비율, 소득을 설명변수로 고려하였으며 수입량이 급증했던 2006년과 크게 감소했던 2013년은 더미변수를 적용하였다. 추정결과, 수입단가와 국내가격 간의 비율은 음(-)의 부호로, 소득은 양(+)의 부호로 추정되어 상수항을 제외한 모든 설명변수의 부호조건이 적절하고 통계적으로도 유의하였다.

〈표 4-47〉 대중국 홍합 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M23_CN) = & -8.2015 + 0.7099 * \text{LOG}(M23_CN(-1)) - 0.4434 * \text{LOG} \left(\frac{(MP23_CN * EXCH^* (1 + TEM23_CN))}{NWP23} \right) \\ & (-1.98)^* \quad (11.75)^{***} \quad (-4.13)^{**} \\ & + 1.0716 * \text{LOG}(DINC) + 0.2426 * DM1 - 0.2271 * DM2 \\ & (2.356)^{**} \quad (2.80)^{**} \quad (-3.52)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.983$ D-W = 2.583 추정기간: 2001~2017년(n=17)
B-G LM test = 1.852(0.1735)

M23_CN: 홍합 중국 수입량(톤, 한국무역협회)

MP23_CN: 홍합 중국 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

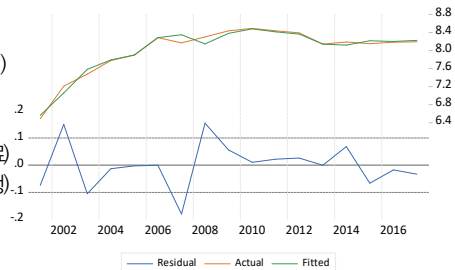
TEM23_CN: 중국산 홍합 수입 관세율(% , 관세청)

NWP23: 홍합 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

DM1: 2006년 더미변수, 2006=1, 그 외 0

DM2: 2013년 더미변수, 2013=1, 그 외 0



나. 뉴질랜드

뉴질랜드로부터의 홍합 수입량은 환율 및 관세율을 적용한 수입단가와 국내가격 간의 비율, 소득을 설명변수로 이용하였으며, 수입이 많았던 2006~2007년은 더미변수를 적용하였다. log-log 함수 형태로 추정한 결과, 모든 설명변수의 부호조건이 적합하고 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다.

〈표 4-48〉 대뉴질랜드 홍합 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M23_NZ) = & -10.1058 - 0.6001 * \text{LOG} \left(\frac{(MP23_NZ * EXCH^* (1 + TEM23_NZ))}{NWP23} \right) \\ & (-2.10)^* \quad (-3.79)^{***} \\ & + 1.8769 * \text{LOG}(DINC) + 0.4752 * DM1 - 0.4968 * SD16 \\ & (3.81)^{***} \quad (3.98)^{***} \quad (-2.956)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.787$ D-W = 1.933 추정기간: 2000~2017년(n=18)

〈표 4-48〉 대뉴질랜드 홍합 수입수요함수 추정결과(계속)

M23_NZ: 홍합 뉴질랜드 수입량(톤, 한국무역협회)

MP23_NZ: 홍합 뉴질랜드 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

TEM23_NZ: 뉴질랜드산 홍합 수입 관세율(% 관세청)

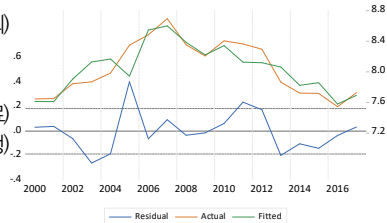
NWP23: 홍합 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

DM1: 2006, 2007, 2008년 더미변수,

2006, 2007, 2008=1, 그 외 0

SD16: 2016년 구조변화 더미변수, 2016년 이전 0, 이후 1



다. 기타 국가

기타 국가로부터의 홍합 수입량 추정에는 환율을 적용한 수입단가와 국내가격 간의 비율, 소득 변수를 이용하였으며, log-log 함수 추정결과, 모든 설명변수의 부호조건이 적합하고 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

〈표 4-49〉 대기타 국가 홍합 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M23_RE) = & -24.7353 - 0.8678 * \text{LOG} \left(\frac{MP23_RE * EXCH}{NWP23} \right) + 2.9839 * \text{LOG}(DINC) \\ & (-1.93)^* \quad (-3.64)^{***} \quad (2.29)^{**} \\ & + 1.2084 * DM1 + 2.2355 * SD10 - 0.5932 * SD16 \\ & (4.32)^{***} \quad (7.60)^{***} \quad (-1.88)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.949$

D-W = 2.259

추정기간: 2000~2017년(n=18)

M23_RE: 홍합 기타 수입량(톤, 한국무역협회)

MP23_RE: 홍합 기타 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

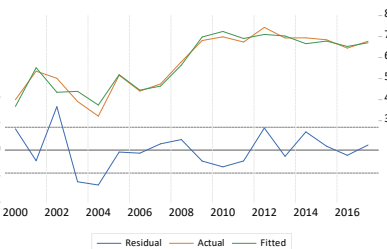
NWP23: 홍합 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

DM1: 2001, 2008년 더미변수, 2001, 2008=1, 그 외 0

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

SD16: 2016년 구조변화 더미변수, 2016년 이전 0, 이후 1



(4) 김

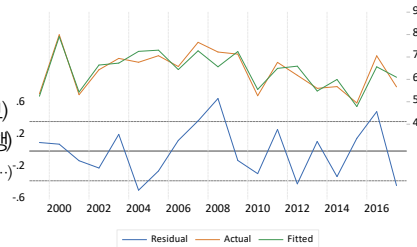
김 수입량은 국내 총생산량에 비해 수입 비중이 매우 적어 국가의 구분이 사실상 의미가 없기 때문에 전체 수입량을 추정하였다. 김 수입량 함수는 환율을 적용한 수입단가와 국내가격 간의 비율, 소득을 설명변수로 적용하였으며, 수입량이 크게 감소했던 연도는 더미변수로 처리하였다. 추정결과, 수입단가와 국내가격 간의 비율은 음(-)의 부호로, 소득은 양(+)의 부호로 추정되어 부호조건이 경제학적 이론에 부합하는 것으로 나타났으며, 통계적 유의성도 높았다.

〈표 4-50〉 김 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M31) = & -90.2474 - 1.3125^* \text{LOG}\left(\frac{MP31 * EXCH}{NCP31}\right) + 12.5353 * \text{LOG}(DINC) \\ & (-2.90)^{**} \quad (-6.75)^{***} \quad (3.07)^{***} \\ & - 8.5398 * \text{LOG}(@TREND) - 1.2627 * DM1 \\ & (-2.93)^{**} \quad (-5.02)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.865$ D-W = 2.146 추정기간: 1999~2017년(n=19)

M31: 김 수입량(톤, 한국무역협회)
MP31: 김 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)
EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)
NCP31: 김 소비자가격(원/kg, aT 농수산물유통정보)
DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)
@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)
DM1: 2010, 2013, 2015년 더미변수,
2010, 2013, 2015=1, 그 외 0



(5) 미역

미역의 중국 수입량은 전체 수입량의 98% 이상을 차지하므로 미역의 총 수입수요함수를 도출하되, 중국의 수입 관세율을 고려하여 수입량을 추정하였다. 미역의 수입량 추정에는 환율과 관세율을 적용

한 수입단가와 국내가격 간의 비율, 소득 변수를 이용하였으며 수입
 량이 급격히 증가한 연도의 경우 더미변수를 적용하였다. level-level
 함수로 추정한 결과 모든 설명변수의 부호조건이 적절하고 통계적으
 로도 유의한 것으로 나타났다.

〈표 4-51〉 미역 수입수요함수 추정결과

$$M32 = -24886.03 - 96725.25 \left(\frac{MP32 * EXCH * (1 + TEM32_CN)}{NCP32} \right) + 6.7916 * LOG(DINC) \\
 (-2.75)^{**} \quad (-7.18)^{***} \quad (4.93)^{***} \\
 - 2605.38 * @TREND + 8218.28 * DM1 \\
 (-3.54)^{***} \quad (3.49)^{***}$$

$R^2 = 0.880$ $D-W = 2.498$ 추정기간: 1996~2017년(n=22)

M32: 미역 수입량(톤, 한국무역협회)

MP32: 미역 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

TEM32_CN: 중국산 미역 수입 관세율(% , 관세청)

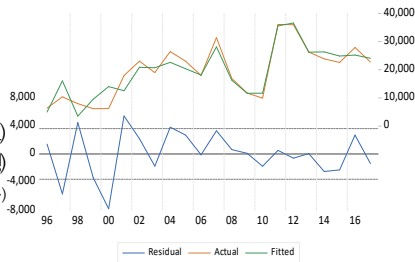
NCP32: 미역 소비자가격(원/kg, aT 농수산물유통정보)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 2009, 2011, 2012년 더미변수,

2009, 2011, 2012=1, 그 외 0



(6) 다시마

다시마 수입량은 총생산량 대비 수입 비중이 매우 적으므로 전체
 수입량에 대한 수입수요함수를 추정하였다. 다시마 수입량은 환율을
 적용한 수입단가와 국내가격 간의 비율, 소득을 이용하여 도출하였
 으며, level-level 함수로 추정하였다. 추정결과, 모든 설명변수의 부
 호조건이 경제학적 이론에 부합하고 통계적으로 유의한 것으로 나타
 났다.

〈표 4-52〉 다시마 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned}
 M33 = & 1334.06 - 3101.60^* \left(\frac{MP33^* EXCH}{NWP33} \right) + 0.1726^* \text{LOG}(DINC) \\
 & (1.95)^* \quad (-10.13)^{***} \quad (2.17)^* \\
 & - 119.12^* @TREND + 657.95^* DM1 - 509.33^* DM2 \\
 & (-3.11)^{**} \quad (5.02)^{***} \quad (-6.08)^{***}
 \end{aligned}$$

$R^2 = 0.983$ D-W = 2.150 추정기간: 2004~2017년(n=14)

M33: 다시마 수입량(톤, 한국무역협회)

MP33: 다시마 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

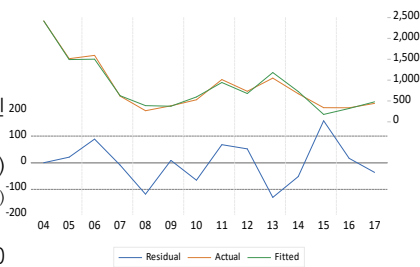
NWP33: 다시마 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 2004년 더미변수, 2004=1, 그 외 0

DM2: 2007, 2009년 더미변수, 2007, 2009=1, 그 외 0



(7) 우렁쟁이

우렁쟁이의 경우 대부분 일본으로부터 수입되므로 우렁쟁이 총수입량에 대해 수입수요함수를 추정하되 일본의 수입 관세율을 고려하였다. 우렁쟁이 수입량 추정에는 환율 및 관세율을 적용한 수입단가와 국내가격 간의 비율, 소득을 설명변수로 도입하였으며, 동일본 대지진이 발생했던 2011년을 기점으로 구조변화 더미변수를 추가하였다.

log-log 함수 추정결과, 수입단가와 국내가격 간의 비율은 음(-)의 상관관계, 소득과는 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 추정되어 부호조건이 적절하고 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다. 더빈-왓슨 통계량이 기준치보다 낮아 추가 검정(Breusch-Godfrey LM Test)을 실시한 결과 자기상관이 존재하지 않았다.

〈표 4-53〉 우렁챙이 수입수요함수 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(M41) = & -23.1187 - 0.3486^* \text{LOG} \left(\frac{MP41^* EXCH^* (1 + TEM41_JP)}{NWP41} \right) + 3.2116^* \text{LOG}(DINC) \\ & (-2.11)^* \quad (-1.92)^* \quad (2.92)^{**} \\ & - 1.3224^* SD11 - 0.6134^* DM1 \\ & (-6.72)^{***} \quad (-4.63)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.940$ $D-W = 1.397$ 추정기간: 2003~2017년(n=15)
 $B-G \text{ LM test} = 1.717(0.190)$

M41: 우렁챙이 수입량(톤, 한국무역협회)

MP41: 우렁챙이 수입단가(달러/kg, 한국무역협회)

EXCH: 대미환율(원/달러, 한국은행)

TEM41_JP: 일본산 우렁챙이 수입 관세율(% , 관세청)

NWP41: 우렁챙이 도매가격(원/kg, KMI수산업관측센터 내부자료)

DINC: 1인당 국민처분가능소득(천 원/명, 명목, 한국은행)

SD11: 2011년 구조변화 더미변수, 2011년 이전 0, 이후 1

DM1: 2005, 2012, 2013년 더미변수, 2005, 2012, 2013=1, 그 외 0



5. 양식어가경제 부문

양식어가경제 부문에서는 주요 어촌·양식어업 지표라 할 수 있는 양식어가의 어업외소득⁵⁸⁾, 어가수, 어가인구, 어업종사가구원수를 추정하였다. 어업외소득은 통계청의 어가경제조사 자료를 이용하였으며, 어가수, 어가인구, 어업종사가구원수는 통계청의 농림어업조사 자료를 이용하였다. 추정에 이용된 변수는 GDP디플레이터로 실질화하였으며, 추정 방정식 설명에서는 표기를 생략하였다.

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

1) 어업외소득

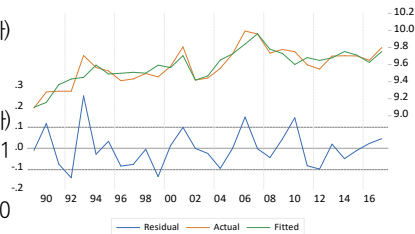
양식어가의 어업외소득은 농업노임지수와 양식어업종사가구원수에 의해 영향을 받는 것으로 가정하였으며 어업외소득이 급격히 증가했거나 감소한 연도의 경우 더미변수 또는 구조변화 더미변수를 적용하였다. 추정결과, 양식어가의 어업외소득은 농업노임지수, 양식어업종사가구원수와 양(+의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다.

〈표 4-54〉 어업외소득 방정식 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG}(\text{AQN_INC}) = & -2.1240 + 0.3929*\text{LOG}(\text{AQN_INC}(-1)) + 0.8339*\text{LOG}(\text{AG_WAGE}) \\ & (-0.64) \quad (2.75)^{**} \quad (3.09)^{***} \\ & + 0.4131*\text{LOG}(\text{AQ_FAMILY}) - 0.2099*\text{SD08} - 0.3473*\text{DM1} - 0.1838*\text{DM2} \\ & (1.83)^* \quad (-3.15)^{***} \quad (-3.01)^{***} \quad (-2.23)^{**} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.807$ $D-W = 2.322$ 추정기간: 1989~2017년(n=29)

AQN_INC: 양식어가 어업외소득(천 원, 어가경제조사)
AG_WAGE: 농업노임지수(2010=100, 농가판매 및 구입가격조사)
AQ_FAMILY: 양식어업종사가구원수(명, 농림어업조사)
SD08: 2008년 구조변화 더미변수, 2008년 이전 0, 이후 1
DM1: 2002년 더미변수, 2002년=1, 그 외 0
DM2: 2003, 2016년 더미변수, 2003, 2016=1, 그 외 0



2) 양식어가수

양식어가수 추정에는 양식어가 인구, 도시근로자 가구소득과 양식어가 어업소득 간의 비율을 설명변수로 도입하였다. log-log 형태로 추정한 결과, 양식어가인구가 증가할수록 양식어가수는 늘어나며, 도시근로자 가구소득이 증가할수록 어가수는 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

〈표 4-55〉 양식어가수 방정식 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(AQ_H)} = & 0.3685 + 0.8698*\text{LOG(AQ_POP)} - 0.0159*\text{LOG}\left(\frac{\text{CITY_WAGE}(-1)}{\text{AQ_INC}(-1)}\right) \\ & (1.26) \quad (40.04)^{***} \quad (-1.78)^* \\ & + 0.0036*@\text{TREND} + 0.0785*\text{SD05} - 0.0296*\text{SD09} + 0.0257*\text{DM1} \\ & (2.23)^{**} \quad (9.51)^{***} \quad (-4.39)^{***} \quad (3.13)^* \end{aligned}$$

$R^2 = 0.999$ D-W = 2.460 추정기간: 1995~2017년(n=23)

AQ_H: 양식어업가구(가구, 농림어업조사)

AQ_POP: 양식어가인구수(명, 농림어업조사)

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

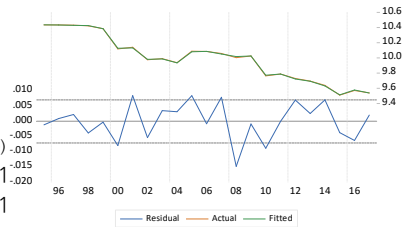
AQ_INC: 양식어가 어업소득(천 원, 어가경제조사)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

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

SD09: 2009년 구조변화 더미변수, 2009년 이전 0, 이후 1

DM1: 2011년 더미변수, 2011=1, 그 외 0



3) 양식어가 인구

양식어가 인구수는 양식어가수, 도시근로자 가구소득과 양식어가 어업소득 간의 비율을 이용하여 추정하였으며, 추정결과 어가수가 증가할수록 어가인구수는 늘어나며, 도시근로자 가구소득이 증가할수록 어가인구는 줄어드는 것으로 나타났다.

〈표 4-56〉 양식어가 인구 방정식 추정결과

$$\begin{aligned} \text{LOG(AQ_POP)} = & 1.6456 + 0.9948*\text{LOG(AQ_H)} - 0.0346*\text{LOG}\left(\frac{\text{CITY_WAGE}(-1)}{\text{AQ_INC}(-1)}\right) \\ & (4.89)^{***} \quad (32.44)^{***} \quad (-2.84)^{**} \\ & - 0.0152*@\text{TREND} - 0.0432*\text{DM1} \\ & (-11.35)^{***} \quad (4.46)^{***} \end{aligned}$$

$R^2 = 0.999$ D-W = 1.929 추정기간: 1995~2017년(n=23)

〈표 4-56〉 양식어가 인구 방정식 추정결과(계속)

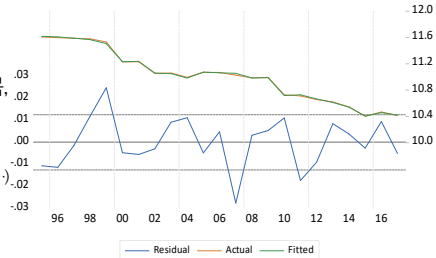
AQ_POP: 양식어가인구수(명, 농림어업조사)

AQ_H: 양식어업가구(가구, 농림어업조사)

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

AQ_INC: 양식어가 어업소득(천 원, 어가경제조사)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)

DM1: 2005, 2006년 더미변수,
2005, 2006=1, 그 외 0

4) 어업종사가구원수

양식어업 종사가구원수 추정에는 양식어가 인구수를 설명변수로 도입하였다. 추정결과 양식어가 인구수와 양(+의 상관관계를 갖는 것으로 추정되었으며, 어가인구수가 증가할수록 양식어업종사가구원수 또한 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-57〉 양식어업 종사가구원수 방정식 추정결과

$$\text{LOG(AQ_FAMILY)} = -3.4712 + 1.1530 \cdot \text{LOG(AQ_POP)} + 0.4329 \cdot \text{LOG(@TREND)}$$

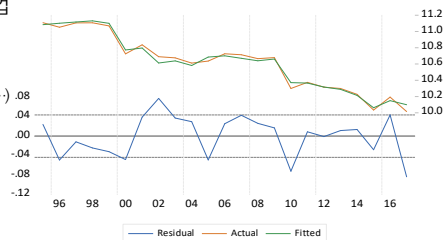
(-2.27)** (11.73)*** (3.06)***

$R^2 = 0.985$ D-W = 1.795 추정기간: 1995~2017년(n=23)

AQ_FAMILY: 양식어업종사가구원수(명, 농림어업
조사)

AQ_POP: 양식어가인구수(명, 농림어업조사)

@TREND: 추세를 의미하는 시간변수(@TREND=1, 2, 3, ...)



제2절 모형의 예측력 검증

제1절에서는 양식어업 전망모형을 구성하는 부문별 방정식을 추정하고, 추정계수의 부호조건과 t값(t-value), 결정계수(R^2)에 근거하여 통계적 유의성과 모형의 전반적인 설명력을 판단하였다. 그러나 개별방정식을 연립방정식체계로 통합하는 전체 모형의 예측력 내지 적합성을 검증하기 위해서는 통상적으로 역사적 시뮬레이션(historical simulation) 방법이 이용된다. 이는 모형을 구성하는 내생변수들의 실제 값(actual value)과 연립방정식모형에서 산출되는 예측 값(predicted value)을 서로 비교하는 것이다. 시뮬레이션은 2013년부터 2017년까지 5개년을 대상으로 모형의 예측력을 검증하였다.

모형의 예측력을 검증하는 통계적 방법으로는 일반적으로 RMSPE (Root Mean Square Percent Error), MAPE(Mean Absolute Percent Error), Theil의 불균등계수(Theil's inequality coefficient) 등이 이용된다. RMSPE와 MAPE는 0~100%, Theil's U값은 0~1 사이의 값을 가지며 0에 가까울수록 시뮬레이션을 통한 모형의 예측력(적합도)이 우수한 것으로 평가된다. 통상적으로 관련 선행연구를 살펴보면, RMSPE와 MAPE는 10% 이하일 경우, Theil의 불균등계수는 0.1 이하일 경우 모형의 적합성이 비교적 양호한 것으로 평가하고 있다.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{Y_t^s - Y_t}{Y_t} \right)^2} \times 100 \quad (Y_t^s: \text{예측치}, Y_t: \text{실제치}) \quad [\text{식 4-8}]$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t^s - Y_t}{Y_t} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots [\text{식 4-9}]$$

$$Theil's U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s - Y_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s)^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t)^2}} \dots\dots\dots [\text{식 4-10}]$$

먼저 거시경제변수 및 투입요소부문은 가처분소득, 도시근로자 가구소득, 종묘비, 사료비, 물품비, 노무비, 광열비, 어구 구입·보수비 등 8개 변수에 대한 예측력 검정을 실시하였으며, 그 결과 사료비를 제외하고는 모두 예측력이 비교적 양호한 것으로 나타났다.

〈표 4-58〉 거시경제변수 및 투입요소가격의 예측력 검정 결과

구분	RMSPE	MAPE	Theil's U
가처분소득	7.26	6.71	0.04
도시근로자 가구소득	2.99	2.58	0.02
종묘비	11.56	10.00	0.05
사료비	17.36	13.29	0.09
물품비	8.67	6.85	0.05
노무비	6.93	5.58	0.03
광열비	5.54	4.87	0.03
어구 구입·보수비	9.92	8.52	0.05

양식수산물 생산량의 예측력 검정 결과 다시마의 RMSPE 값이 10%를 넘었으나 MAPE와 Theil의 불균등계수는 기준치 이내이므로 모든 품목의 예측력이 대체적으로 높은 것으로 평가된다.

〈표 4-59〉 양식수산물 생산량의 예측력 검정 결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
어류	넙치	3.14	2.18	0.02
	조피볼락	5.74	4.99	0.03
패류	굴	5.68	4.31	0.03
	전복	8.90	5.98	0.06
	홍합(양식면적)	1.83	1.56	0.01
해조류	김(양식면적)	2.79	1.68	0.02
	미역	7.95	6.94	0.04
	다시마	11.01	9.67	0.06
기타수산동물	우렁챙이	9.68	7.12	0.04

양식수산물 가격의 예측력의 경우 모든 품목이 기준치 이내의 값을 보여 적합도가 매우 우수한 것으로 계측되었다.

〈표 4-60〉 양식수산물 가격의 예측력 검정 결과

구분		RMSPE	MAPE	Theil's U
어류	넙치	6.19	5.53	0.03
	조피볼락	7.01	6.28	0.03
패류	굴	6.05	5.05	0.03
	전복	4.75	3.63	0.02
	홍합	8.60	6.13	0.04
해조류	김	1.10	0.85	0.01
	미역	2.87	2.30	0.01
	다시마	9.58	8.22	0.05
기타수산동물	우렁챙이	4.37	3.08	0.02

양식수산물 수출입량의 예측력을 검정한 결과 대다수 품목의 RMSPE 값이 10% 이상으로 계측되어 모형의 예측력이 다소 낮은 것으로 나타났다. 이는 수출입함수 추정 시 수출입 변동에 영향을 미치는 대외적인 변화 요인을 모두 적용하기 어려우며, 일부 품목의 경우

수출입 실적이 미미하여 추정에 어려움이 있었기 때문인 것으로 판단된다.

〈표 4-61〉 양식수산물 수출입량의 예측력 검정 결과

구분				RMSPE	MAPE	Theil's U
수 출 량	어류	넙치		6.27	5.88	0.03
	패류	굴	일본	21.87	17.57	0.09
			미국	12.57	11.32	0.06
			기타	8.33	6.68	0.04
		전복		5.74	5.48	0.03
		홍합		12.78	8.89	0.05
	해조류	김	미국	1.80	1.67	0.01
			일본	11.05	10.73	0.06
			중국	6.48	5.24	0.03
			태국	13.44	12.41	0.08
			기타	10.28	8.59	0.06
		미역	일본	14.51	13.41	0.07
			중국	17.74	14.14	0.08
			기타	6.61	5.58	0.03
		다시마		16.85	12.82	0.06
	기타	우렁챙이		16.68	16.19	0.09
수 입 량	패류	굴		21.21	15.29	0.10
		전복		9.66	7.92	0.06
		홍합	중국	4.42	3.55	0.02
			뉴질랜드	12.91	10.84	0.07
			기타	12.97	11.09	0.07
	해조류	김		35.08	31.26	0.22
		미역		8.21	7.24	0.04
		다시마		22.70	16.29	0.08
	기타	우렁챙이		14.63	11.20	0.07

마지막으로 양식어가경제 부문에서는 어업외소득, 어가수, 어가인구, 어업종사가구원수 등 4개 변수의 예측력을 검정하였다. 검정 결과 모든 지표의 적합성이 매우 높은 것으로 나타났다.

〈표 4-62〉 어가경제지표의 예측력 검정 결과

구분	RMSPE	MAPE	Theil's U
어업외소득	3.43	3.05	0.02
어가수	0.58	0.49	0.00
어가인구	0.65	0.59	0.00
어업종사가구원수	4.58	3.65	0.02

예측력 검정 결과를 종합해보면, 일부 품목의 경우 RMSPE 값이 10%가 넘어 예측력이 다소 낮은 것으로 나타났으나, MAPE 값은 10% 이하, Theil의 불균등계수는 0.1 이하로 나타난 경우가 다수 존재하였으며, 개별 방정식의 모형 설명력 또한 비교적 높게 추정되었다.

제3절 양식어업 주요 지표 전망

1. 주요 외생변수 가정

1차 연도 과제로 구축된 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형을 이용하여 향후 양식부문의 주요 지표에 대한 전망을 수행하였다. 전망기간은 2018년에서 2022년까지 총 5개년으로 설정하였으며, 주요 지표 전망을 위해 다음과 같이 외생변수를 가정하였다.

먼저 거시경제 및 투입요소 부문에서 인구는 통계청의 장래추계인구 자료를 이용하였으며, GDP는 한국은행의 경제전망보고서의 실질

GDP 성장률 전망 자료를 활용하였다. GDP디플레이터는 3개년 추세치 변화율을 적용하였으며, 생산자물가지수는 5년 이동평균, 소비자물가지수는 한국은행 경제전망 보고서의 소비자물가지수 상승률 전망자료를 적용하여 도출하였다. 환율(원/달러, 엔/달러)과 국제유가의 경우 2017년 수준이 계속 유지되는 것으로 가정하였다. 국제 어분가격과 농촌임료금은 3개년 추세치 변화율을 적용하였다.

〈표 4-63〉 전망을 위한 주요 외생변수 가정

구분	2018	2020	2022	비고
인구(천 명)	51,635	51,973	52,261	통계청
GDP(십억 달러, 불변)	1,598,007	1,685,465	1,777,708	한국은행
GDP디플레이터	113.1	117.0	121.0	3개년 추세치 변화율
생산자물가지수	101.6	100.0	100.0	5년 이동평균
소비자물가지수	104.6	108.2	111.9	한국은행
대미환율(원/달러)	1,130.8	1,130.8	1,130.8	불변
대일환율(엔/달러)	112.1	112.1	112.1	불변
국제유가(달러/배럴)	51	51	51	불변
국제어분가격(달러/kg)	1,433	1,580	1,742	3개년 추세치 변화율
농촌임료금	152.54	165.83	180.27	3개년 추세치 변화율
일본 넙치생산량(톤)	8,879	8,642	8,411	3개년 추세치 변화율
일본 굴 생산량(톤)	172,024	168,527	165,100	3개년 추세치 변화율
일본 미역 생산량(톤)	51,487	52,683	53,906	3개년 추세치 변화율
일본의 대중국 김 수입량(톤)	46,768	45,673	45,616	5년 이동평균
일본 전복 도매가격(엔/kg)	8,077	8,527	9,002	3개년 추세치 변화율

자료: 통계청, 한국은행 등의 기관 전망치를 활용 또는 가정하였음

다음으로 국외 생산, 가격 및 수출입 변수 가정의 경우 일본의 넙치, 굴, 미역 생산량은 3개년 추세치 변화율을 적용하였으며, 일본의 전복 도매가격 또한 3개년 추세치 변화율을 반영하였다. 그 외 일본의 대중국 김 수입량은 5년 이동평균을 적용하였다.

2. 양식어업 총량지표 전망결과

외생변수 가정을 토대로 주요 양식어업 총량지표를 전망한 결과는 <표 4-64>와 같다. 양식어가수는 2017년 1만 3,901가구에서 연평균 5.1% 감소하여 2022년에는 1만 674가구가 될 것으로 전망되었다. 양식어가인구 또한 연평균 6.2% 감소하여 2022년에는 2만 4,089명이 될 것으로 전망되었다. 이러한 어가인구 및 어가수 감소 추세는 향후 수산업 성장 및 발전에 큰 문제가 될 수 있으므로 대책 마련이 시급하다.

<표 4-64> 양식어업 총량지표 전망 결과

구분	실제치		전망치		'17~'22 연평균 증감률(%)
	2017	2018	2020	2022	
어가수(가구)	13,901	13,783	12,281	10,674	-5.1
어가인구(명)	33,315	32,890	28,537	24,089	-6.2
어가소득(천 원)	77,500	82,149	91,947	97,436	4.7
어업소득(천 원) ¹⁾	57,463	61,124	69,515	74,137	5.2
어업외소득(천 원) ²⁾	20,037	21,026	22,432	23,299	3.1
어업경영비(천 원)	66,795	67,954	71,813	75,947	2.6
어업부가가치(명목, 억 원)	11,858	12,047	13,578	14,250	3.8
어업부가가치(실질, 억 원) ³⁾	10,663	10,651	11,605	11,775	2.0
어업총산출액(명목, 억 원)	29,515	30,660	33,570	35,650	3.9
양식수산물 생산자가격(원/kg)	1,130	1,149	1,223	1,272	2.4
양식수산물 자급률(%)	119.2	118.3	118.6	119.2	0.0

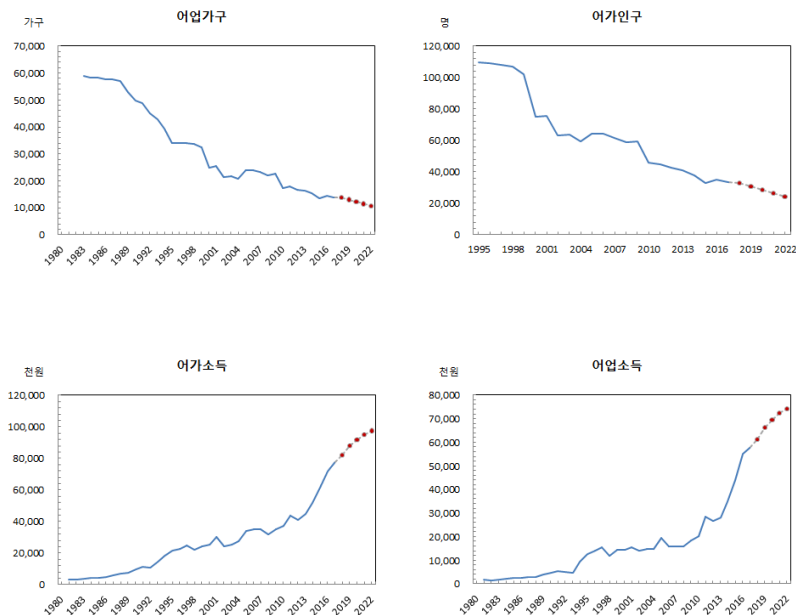
주: 1) 어업소득 = 어업총수입 - 어업경영비

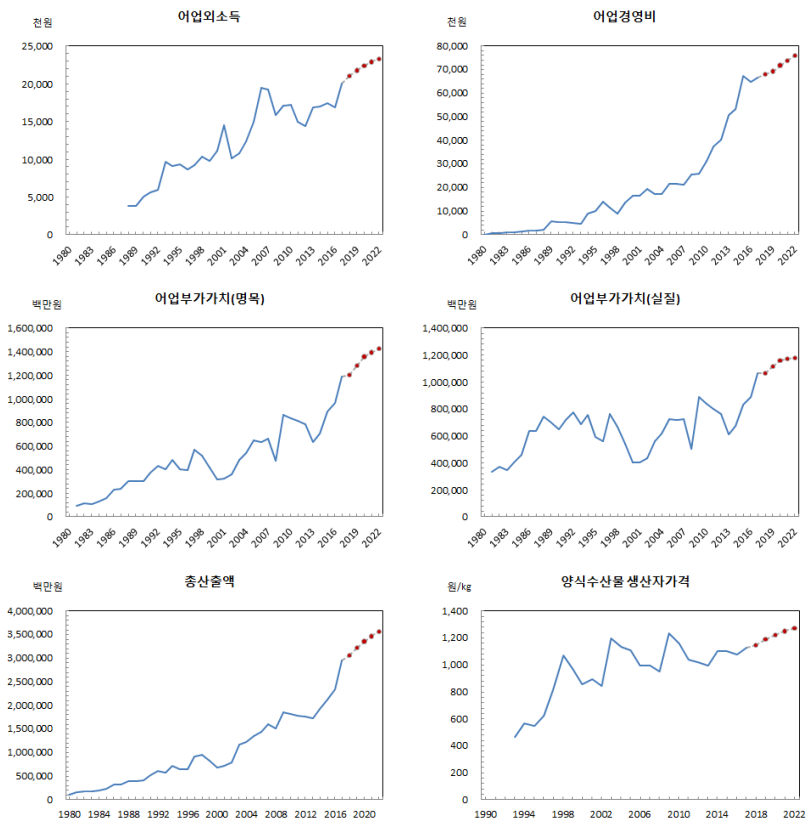
2) 어업외소득에는 겸업소득, 사업외소득, 이전소득, 비경상소득이 모두 포함되어있음

3) GDP디플레이터(2010=100)를 적용하여 실질화하였음

어가소득은 2017년 7,750만 원에서 연평균 4.7% 증가하여 2022년에 9,744만 원이 될 것으로 전망되며, 어업소득은 연평균 5.2% 증가한 7,414만 원(2022년), 어업외소득은 3.1% 증가한 2,330만 원(2022년)으로 전망되었다. 명목 어업부가가치는 2017년 1조 1,858억 원에서 연평균 3.8% 증가하여 2022년에는 1조 4,250억 원으로 늘어날 것으로 보이며, 명목 어업총산출액 또한 연평균 3.9% 증가하여 2022년에 3조 5,650억 원을 달성할 것으로 나타났다. 양식수산물 생산자가격은 2017년 kg당 1,130원에서 연평균 2.4% 상승하여 2022년에는 kg당 1,272원이 될 것으로 전망되며, 양식수산물 자급률은 2017년 119.2%와 비슷한 수준일 것으로 나타났다.

〈그림 4-1〉 양식어가경제 부문 주요 지표 전망 추이





3. 양식어업 생산량 전망결과

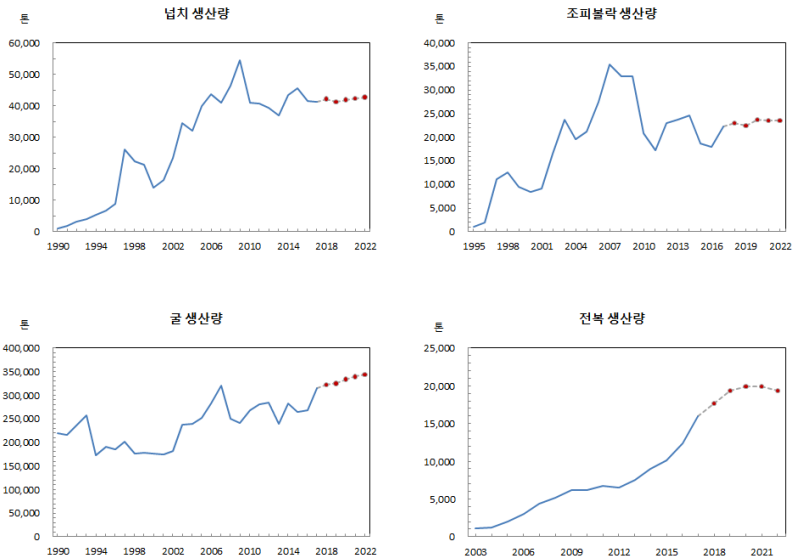
양식수산물 총생산량 및 품목별 생산량 전망 결과는 <표 4-65>와 같다. 양식수산물 총생산량은 2017년 230만 9,873톤에서 연평균 1.3% 증가하여 2022년에는 246만 8,354톤으로 전망된다. 품종별로 살펴보면, 우렁쟁이, 전복의 생산량 연평균 증감률이 다른 품목에 비해 높게 전망되는 가운데, 모든 품목의 생산량이 늘어나는 것으로 전망되었다.

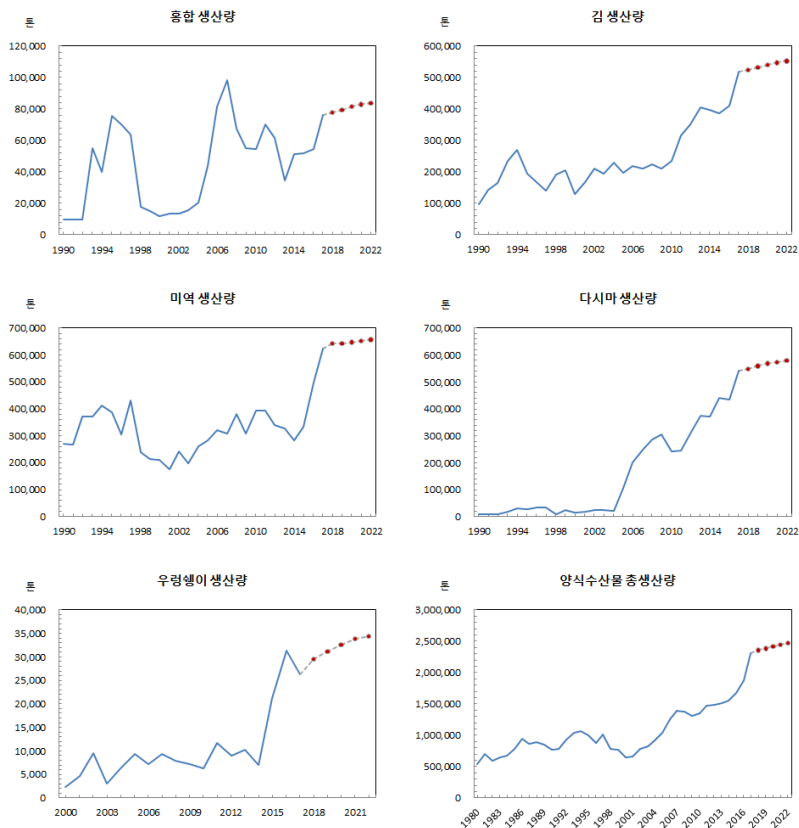
〈표 4-65〉 양식수산물 생산량 전망 결과

단위: 톤

구분		실제치	전망치			'17~'22 연평균 증감률(%)
		2017	2018	2020	2022	
어류	넙치	41,207	42,229	41,959	42,769	0.8
	조피볼락	22,344	23,069	23,720	23,623	1.2
패류	굴	315,255	322,726	333,865	344,263	1.8
	전복	16,027	17,649	19,904	19,373	4.0
	홍합	76,161	77,688	81,481	83,791	1.9
해조류	김	517,546	524,217	540,489	552,752	1.3
	미역	622,613	643,003	647,147	657,497	1.1
	다시마	542,285	547,271	568,939	579,688	1.3
기타수산물	우렁쉥이	26,273	29,517	32,584	34,435	5.6
총생산량		2,309,873	2,357,532	2,420,252	2,468,354	1.3

〈그림 4-2〉 양식수산물 생산량 전망 추이





4. 양식수산물 수출입량 전망결과

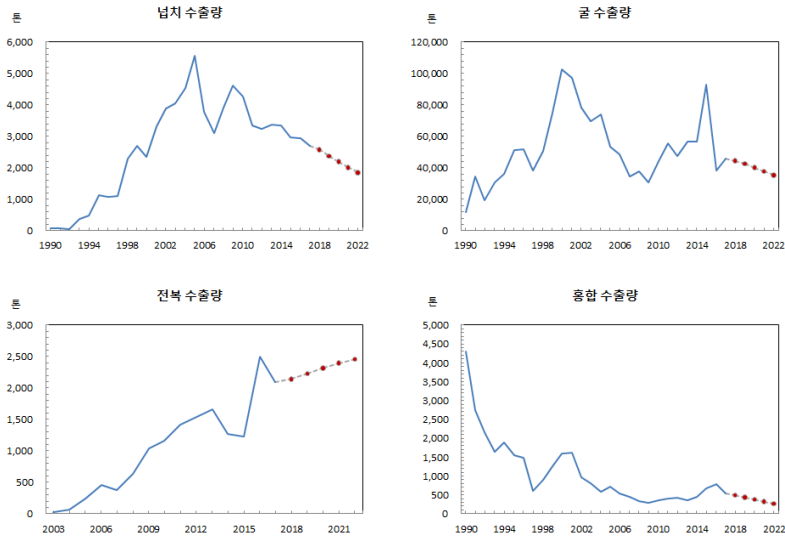
양식수산물 총수출량 및 품목별 수출량 전망은 <표 4-66>과 같다. 양식수산물 총수출량은 2017년 41만 1,539톤에서 연평균 1.9% 증가하여 2022년에는 45만 1,121톤이 될 것으로 전망된다. 넙치와 굴, 홍합, 미역의 경우 수출 감소세를 보이는 반면 나머지 품목은 수출이 증가할 것으로 전망되었다.

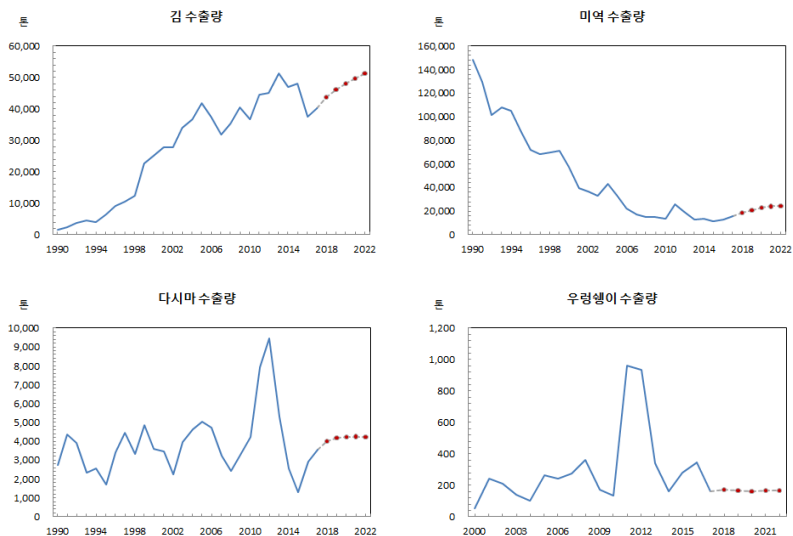
〈표 4-66〉 양식수산물 수출량 전망 결과

단위: 톤

구분		실제치	전망치			'17~'22 연평균 증감률(%)
		2017	2018	2020	2022	
어류	넙치	2,696	2,579	2,196	1,850	-7.2
	조피볼락	-	-	-	-	-
패류	굴	112,881	111,560	102,943	93,327	-3.7
	전복	2,095	2,141	2,317	2,462	3.3
	홍합	540	486	377	270	-12.9
해조류	김	211,896	213,391	252,602	295,598	6.9
	미역	77,697	69,789	61,124	53,210	-7.3
	다시마	3,572	4,009	4,242	4,237	3.6
기타수산물	우렁챙이	162	172	163	167	0.7
총수출량		411,539	404,128	425,963	451,121	1.9

〈그림 4-3〉 양식수산물 수출량 전망 추이





다음으로 양식수산물 총수입량 및 품목별 수입량 전망 결과는 <표 4-67>과 같다. 양식수산물 총수입량은 증가세를 보일 것으로 예상되

〈표 4-67〉 양식수산물 수입량 전망 결과

단위: 톤

구분		실제치	전망치			'17~'22 연평균 증감률(%)
		2017	2018	2020	2022	
어류	넙치	312	190	212	226	-4.3
	조피볼락	-	-	-	-	-
패류	굴	908	961	833	759	-3.2
	전복	2,605	2,664	2,788	2,894	2.1
	홍합	6,763	6,945	7,649	8,518	4.7
해조류	김	288	332	345	399	6.9
	미역	22,722	23,826	28,250	33,596	8.1
	다시마	443	430	470	557	4.8
기타수산동물	우렁छ이	5,256	4,661	5,426	6,485	4.6
총수입량		39,296	40,009	45,972	53,434	6.4

는데, 2017년 3만 9,296톤에서 연평균 6.4% 증가하여 2022년에는 5만 3,434톤이 될 것으로 전망된다. 넙치와 굴의 수입량은 감소할 것으로 보이며, 이와 반대로 미역의 수입량은 크게 늘 것으로 전망된다.

〈그림 4-4〉 양식수산물 수입량 전망 추이



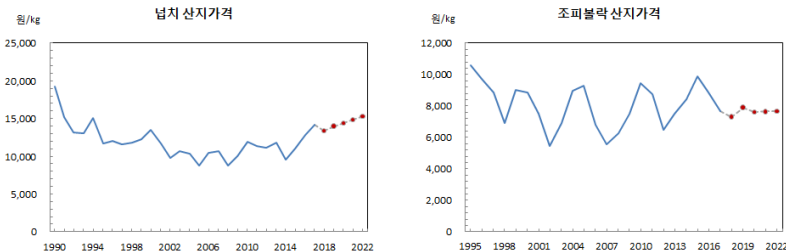
5. 양식수산물 가격 전망결과

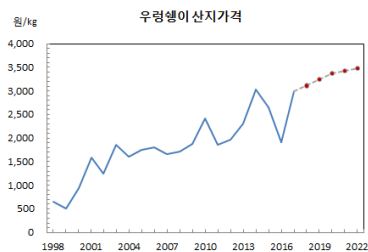
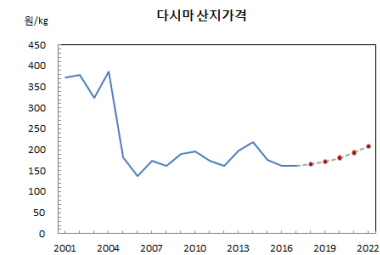
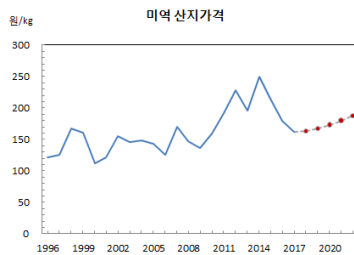
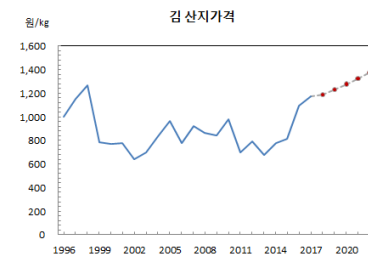
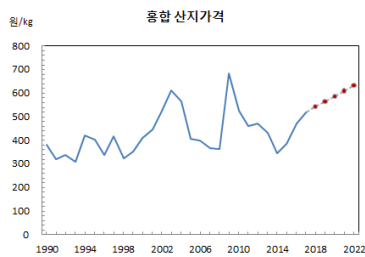
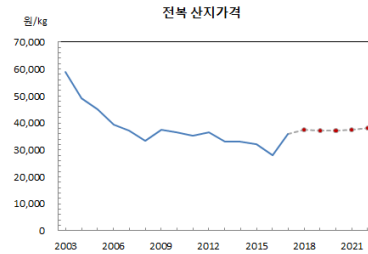
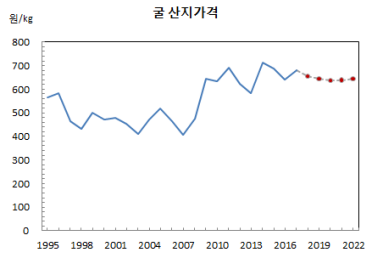
양식수산물 품목별 산지가격 전망 결과는 아래와 같다. 굴의 산지가격은 소폭 하락하는 것으로 전망되었으나, 그 외 대다수 품목의 가격은 2022년까지 상승하는 것으로 전망되었다.

〈표 4-68〉 양식수산물 산지가격 전망 결과

구분		실제치	전망치			단위: 톤 '17~'22 연평균 증감률(%)
		2017	2018	2020	2022	
어류	넙치	14,185	13,356	14,384	15,295	1.6
	조피볼락	7,662	7,314	7,606	7,678	0.1
패류	굴	680	656	639	643	-1.1
	전복	36,025	37,495	37,225	38,154	1.2
	홍합	518	543	588	634	4.1
해조류	김	1,176	1,188	1,278	1,378	3.2
	미역	162	164	173	188	3.0
	다시마	163	166	181	209	5.1
기타수산동물	우렁챙이	2,986	3,113	3,378	3,478	3.1

〈그림 4-5〉 양식수산물 품종별 산지가격 전망 추이





제 5 장

결론 및 향후 과제

제1절 요약 및 결론

1. 연구결과의 요약

대내외 수산환경과 수산물 수급에 있어서 불확실성이 갈수록 심화됨에 따라 합리적인 수산정책의 방향 설정을 위해 주요 수산지표에 대한 전망치 이용 수요는 커지고 있다. 또한 유가, 환율 등 거시경제 충격, 국제 수산규범 및 국내 수산정책의 변화에 따른 수산부문 파급 영향을 보다 과학적이고 정교하게 분석할 수 있는 계량경제모형의 구축·활용은 정책 수립의 기초자료를 제공한다는 측면에서 매우 중요하다.

일반경제 분야 및 농업부문에서 1970년대부터 산업 전망 및 정책 시뮬레이션에 특화된 계량경제모형을 구축, 활용한 것과 대조적으로 수산부문의 전망모형 구축은 여전히 걸음마 단계에 있다. 비록

2003~2004년 수산부문 최초로 전망모형이 구축되는 등 일부 노력이 이루어졌음에도 불구하고, 후속과제를 통해 전망모형의 운용·관리가 내실 있게 이루어지지 못하였다. 이에 따라 본 연구는 수산부문에 대한 중장기 전망과 정책 시뮬레이션을 수행할 수 있는 계량경제모형인 「KMI-FOSiM」 구축의 1차 연도 과제로서 양식어업에 특화된 전망모듈을 개발하는 데 주안점을 두었다. 주요 연구결과를 요약·정리하면 다음과 같다.

제1장 서론에 이어 제2장에서는 농업 및 수산업 전망모형의 구축 실태를 세부적으로 살펴보고, 양식어업 전망모형 구축에 있어서의 특수성과 한계에 대해 검토하였다. 농업부문 전망모형 KREI-KASMO의 발전 및 개편과정, 모형의 구조와 특징, 주요 방정식체계에 대해 살펴보고 시사점을 도출하였다. 그리고 기존 수산부문 전망모형 KMI-FSM과 KMI 수산업관측센터에서 운용 중인 품목별 수급 예측모형에 대해서도 특징과 한계를 검토하였다. 마지막으로 양식어업 전망모형 구축의 특수성을 양식업종의 다양성과 대체관계, 생산품종의 다양성, 생물학적 공급 시차구조의 반영 필요성, 비탄력적인 수급 구조의 관점에서 살펴보고 시사점을 제시하였다.

제3장에서는 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형을 구축함에 있어서 기본방향을 제시하고 기초통계 DB의 구축, 양식어업 모듈의 구조를 제시하였다. 모형 구축의 기본방향을 첫째, 품종별 모형으로의 전환, 둘째, 축차 방식의 균형가격 도출, 셋째, 모형 운용·관리를 엑셀 기반으로 전환, 총 9개 양식품종의 선정으로 설정하였다. 다음으로 전망모형에 투입되는 기초통계 DB는 거시변수 및 투입요소가격, 양식어업 생산, 양식어가 경제, 양식수산물 가격, 수산물 수출입으로 구분하여 구축 실태를 제시하였다. 마지막으로 「KMI-FOSiM」 양식

모듈의 구조와 더불어 2차 연도 과제가 완료될 경우 예상되는 전체 모형의 구조도(잠정안)를 제시하였다.

제4장은 본 연구의 핵심이 되는 장으로 「KMI-FOSiM」 양식어업 전망모형의 추정 및 전망결과를 제시하였다. 모형의 개별방정식 추정에 있어서는 추정계수의 부호조건이 경제이론에 부합하는지 여부, 추정계수의 통계적 유의성과 모형의 전체적인 설명력(결정계수) 등을 종합적으로 고려하여 최종 모형을 선정하였다. 개별 방정식은 거시 및 투입재가격, 양식수산물 생산량 함수, 역수요함수, 품종별·국가별 수출함수 및 수입수요함수, 양식어가경제 부문 등으로 구분하여 추정작업이 이루어졌다. 제2절에서는 모형의 예측력을 검정하였는데 RMSPE, MAPE, Theil의 불균등계수를 이용하였다. 일부 변수의 경우 예측력이 낮은 것들도 있었으나 전체적으로 RMSPE 값이 10% 이내로 도출되어 비교적 예측력이 양호한 것으로 평가된다. 한편, 양식어업 주요 지표를 전망하기 위하여 주요 외생변수는 국내외 주요 경제기관의 전망치, 자체 가정 등을 통해 전망치를 산출하였으며, 이를 토대로 2022년까지의 중기 전망치를 양식어업 부문별로 제시하였다.

결론적으로 급변하는 대내외 수산환경 속에서 보다 객관적이고 합리적인 정책 대응방안을 마련하는 데 유용한 정량적(quantitative) 정보를 제공하기 위해서라도 이러한 기초연구는 지속적으로 수행될 필요가 있다.

2. 연구의 한계

2018년 1차 연도 연구를 수행하면서 제기된 몇 가지 연구의 한계점을 제시해보면 다음과 같다. 첫째, 품목별 개별 행태방정식의 추정

에 있어서 당초 예상과 달리 추정계수의 부호가 경제학적 이론에 부합하지 않고 반대로 나오거나, 이론적으로 포함되어야 하는 변수임에도 불구하고 포함하여 추정 시 통계적 유의성이 크게 떨어지는 경우가 많았다. 이러한 경우 최대한 이를 보정하기 위해 설명변수의 종류, 함수의 형태, 추정 시 시계열의 길이 등을 변경·조정해가며 무수히 반복적인 추정이 이루어졌음에도 불구하고 여전히 전체 모형의 체계 내에서 일부 이러한 오류가 존재하는 것이 사실이다. 이러한 한계는 2차 연도 과제를 수행하면서 지속적으로 개선해나가야 할 문제로 판단된다.

둘째, 개별 방정식의 추정에 있어서 모형의 전체적인 설명력과 변수들의 통계적 유의성이 매우 낮게 도출되는 경우가 있었다. 일부 방정식에서 이를 개선하기 위해 구조변화 더미변수, 연도별 더미변수, 추세(TREND)변수 등이 다소 과하게 이용된 측면이 있다. 이로 인해 전망치가 예상보다 급격히 변화하거나, 모형의 예측력이 낮아짐으로 인해 보다 견고한(robust) 모형을 구축하는 데 어려움이 있었다.

셋째, 수급을 구성하는 항등식 관계에서 감모, 재고 등을 고려하지 않았다. 이는 양식수산물의 수급에 이용 가능한 감모, 재고 통계가 품종별로 제대로 갖춰져 있지 못한 측면이 크다. 일부 해조류(마른 김, 염장미역, 염장다시마 등)에서 수산물 냉동창고에 재고로 비축되는 사례가 있으나 이는 본 연구에서 관심을 가지는 수산물 원물의 수급과는 별개의 관점에서 접근이 필요하다. 즉, 향후 수산물 가공품의 수급까지 전망모형의 구조에 고려한다면 이러한 재고 요인이 모형에 반영되어야 할 것이다. 2차 연도 연구에서는 어획어업이 포함되는데 재고가 대부분 냉동어획물임을 감안하면 재고함수 추정이 별도로 이루어져야 할 것이다.

넷째, 양식수산물은 식품으로 이용되는 수요, 사료용으로 이용되는 수요가 구분되지만 본 양식수산물 수급 모형 설정에서는 이를 고려하지 못하였다. 예를 들어 미역과 다시마는 전복 양식장에서 먹이로 이용되는 물량이 매우 많지만 이에 대한 기초실태 조사가 아직까지 체계적으로 이루어진 적이 없다. 따라서 식용과 비식용을 구분할 수 있는 기초통계가 전무하며, 관련 조사가 이루어지기 전까지는 전망모형 내에 이러한 현실을 반영하는 것이 근본적으로 불가능하다고 판단된다.

제2절 향후 과제 및 정책제언

1. 2차 연도(2019년) 연구계획

1) 연구방향

2018년 1차 연도 연구에서는 전체 「KMI-FOSiM」 체계하에서 양식어업 전망에 특화된 양식모듈(Aquaculture Module)을 개발하는 데 주안점을 두었다. 이를 통해 양식어업 생산의 약 95%를 차지하는 주요 품목, 즉 넙치, 조피볼락, 전복, 굴, 홍합, 우렁챙이, 김, 미역, 다시마의 수급모형을 구축하였다.

2019년 2차 연도 연구에서는 연근해어업 모듈, 원양어업 모듈, 내수면어업 모듈을 구축하고, 1차 연도에 구축된 양식어업 모듈과 통합·연계하여 수산부문 전망모형(KMI-FOSiM)의 전체 체계를 완성할 계획이다. 그러나 연근해 및 원양어업과 같은 어획어업 모듈의 구축에 있어서 200종이 넘는 어종 전체를 대상으로 품종별 전망모형을

구축하기에는 1년 과제임을 감안할 때 사실상 불가능에 가까우며, 이는 최소 10년 이상의 장기과제로 추진되어야 한다.

양식어업과 달리 어획어업은 불확실성과 변동성이 매우 큰 어업자 원량(stock)과 생물경제적(bio-economic) 요인을 고려해야 한다는 측면에서 사실상 품종 단위 전망모형의 구축이 대단히 어려운 것이 현실이다.⁵⁹⁾ 2차 연도 연구에서는 1차 연도 양식모형을 전체 수산부문 모형과 통합·연계하여 수산업 총량지표를 산출할 수 있는 기반을 구축하고, 정책 시뮬레이션을 수행하는 데 주안점을 두어야 한다. 이것만 하더라도 매우 많은 시간과 노력이 투입되어야 하는 방대한 작업이 될 것으로 판단된다. 따라서 어획어업 전망모형의 경우 부류별 모형을 기반으로 하되, 갈치, 고등어 등 일부 대중성 어종의 경우 전체 모형과 연계되지 않고 별도로 운용되는 하위(sub) 모형을 시범적으로 구축할 계획이다. 어획어업에 대한 품종 단위 전망모형 구축은 동 2개년의 기본과제가 완료된 이후 별도의 연구사업을 통해 연차적으로 품종을 확대해나가는 접근이 요구된다.

2) 2차 연도 연구 주요 내용

2차 연도 연구의 주요 내용을 보고서의 장별 구성을 토대로 제시해보면 다음과 같다. 제1장 서론에 이어 제2장에서는 연근해어업, 원양어업, 내수면어업이 추가적으로 포함되는 만큼 어획어업 전망모형 구축을 위한 이론적 검토로서 수산자원과 어업생산의 관계, 어획어업 전망모형 구축의 한계와 특수성 등을 보다 깊이 있게 검토할 계획이다.

59) 유엔식량농업기구(FAO)의 수산업 전망모형(Fish model)에 있어서도 품종단위가 아닌 집계된(aggregated) 수준, 즉 어류, 패류와 같이 부류별 모형을 생물경제적 요인을 배제한 채 시계열적 방법론에 근거하여 전망을 수행하고 있다.

〈표 5-1〉 2차 연도 연구의 주요 내용(안)

구분	세부 내용
〈제1장〉 서론	• 연구의 필요성 및 목적, 연구범위, 연구방법 및 추진체계
〈제2장〉 「KMI-FOSiM」 여획 어업 전망모형 구축을 위한 이 론적 검토	• 수산자원과 어업생산의 관계 • 어획어업 전망모형 구축의 한계와 특수성 • 어획어업 전망 대상품종 선정
〈제3장〉 신규 수산업 전망모 형 「KMI-FOSiM」 구축	• 「KMI-FOSiM」의 전체 구조 • 연근해어업 모듈의 세부 구조 및 방정식체계 • 양식어업 모듈의 세부구조 및 방정식체계(1차 연도 보완) • 원양어업 모듈의 세부 구조 및 방정식체계 • 내수면어업 모듈의 세부 구조 및 방정식체계
〈제4장〉 「KMI-FOSiM」의 추 정결과	• 연근해어업 모듈 추정결과 • 양식어업 모듈 추정결과(1차 연도 보완) • 원양어업 모듈 추정결과 • 내수면어업 모듈 추정결과
〈제5장〉 「KMI-FOSiM」 전망 및 정책 시뮬레이션	• 주요 수산업 총량지표 전망 • 수산환경 변화를 고려한 정책 시뮬레이션 시나리오 설정 • 시나리오별 시뮬레이션 결과(환율, 유가, 시장개방 등)
〈제6장〉 결론 및 향후 과제	• 요약 및 결론 • 중장기 「KMI-FOSiM」 운용·개발 방향 및 과제

자료: 저자 작성

제3장에서는 「KMI-FOSiM」의 전체 구조를 보다 명확히 설정하고, 연근해, 양식, 원양, 내수면 모듈의 세부 구조와 방정식체계를 구축한다. 제4장에서는 모듈별 개별 방정식의 추정결과를 일목요연하게 제시하며, 제5장에서는 주요 수산업 총량지표 전망결과와 정책 시뮬레이션에 대한 부분을 제시할 계획이다. 특히 2차 연도 연구에서는 다양한 정책 시뮬레이션에 중점을 두고 연구를 수행할 계획이다. 국제유가, 환율 등의 외생적 충격, FTA 체결 등에 따른 관세율 변화, 양식면적 조정이나 어선감척 등 정부 정책의 변화, 어업경영비 및 수산물 가격 등의 변화 시나리오를 다양하게 설정하여 시뮬레이션을 수행할 계획이다.

마지막으로 제6장에서는 2개년 과제로 전망모형 구축이 종료된 이후 후속과제의 형태, 중장기 운용·개발 방향 및 로드맵에 대해 제시하고자 한다.

3) 연구 추진방법

2차 연도 연구과제는 어획어업에 대한 모형 구축에 중점을 두는 만큼 어업자원량 추정, 어획어업의 생산 및 어획노력량 투입 등에 대한 선행연구 검토와 전문가 자문이 매우 중요한 과제가 될 것으로 판단된다. 국내외 문헌조사를 통해 어업자원량 추정·평가 등에 대한 선행연구를 종합적으로 검토하고, 어획어업 모듈 구축을 위한 연구자문단을 구성·운영할 계획이다. 연구자문단을 통해 2차 연도에 구축될 어획어업(연근해, 원양 등) 모듈의 이론적 기반 마련, 모형 구축상의 문제점 공유 및 해결방안 마련 등에 도움을 받고자 한다.

필요에 따라서는 연근해어업의 자원량 추정, 어획어업 전망모형 구축 등에 대한 전문가 원고 자문을 받을 계획이다. 어획어업의 수산물 생산함수 추정에 있어서는 생물경제학적 특징을 전망모형에 반영할 필요가 있다. 수산자원 스톡모형 구축, 자원량과 어획노력량의 관계, 수산자원량 추정기법, 품목별 생산량 전망방법 등은 매우 전문적인 분야로 수산자원 경제학 분야의 전문가 자문이 필요하다고 판단된다.

2. 향후 보완과제 및 정책제언

1) 향후 보완과제

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」의 구축에 있어서 향후 보완이 필요한 주요 과제를 검토해보면 다음과 같다. 첫째, 2차 연도 연구를

수행하면서 시장청산 균형가격을 도출하는 방식을 재검토할 필요가 있다. 현재 양식어업 모듈에서는 균형가격 도출에 있어서 축차형 모형을 이용하였는데, 시간적 여건이 된다면 한국농촌경제연구원이 운영하고 있는 수급 동시균형 모형 운용을 설계하여 그 유용성, 한계와 문제점 등을 보다 깊이 있게 검토하여야 한다.

둘째, 향후 양식어업 전망모형의 유지·보수 과정에 있어서 생물학적 공급의 동태적 시차 구조를 반영한 모형으로의 개편이 요구된다. 양식수산물의 경우 치어(종묘)의 입식과 채묘, 양성관리, 출하 등 생산에 있어서 일련의 주기(cycle)가 모형에 유기적으로 반영되어야 한다. 그러나 이러한 동태적 시차 구조가 모형에 반영되기 위해서는 모형에 투입되는 기초통계의 시계열이 보다 충분히 확보되어야 하며, 최소 10~20년 이상이 소요될 것으로 예상된다. 현재 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서 제공하는 ‘품목별 관측정보’가 품목별로 차이가 있으나 가장 빠른 시점이 2004년 이후이며, 관측품목의 확대가 대부분 2008년 이후에 주로 이루어졌음을 감안하면, 연도별 DB 구축은 10년 이하에 불과한 실정이다. 이는 양식어장에 대한 항공영상 판독결과도 사정이 다르지 않아 이러한 고급정보의 효율적 활용에는 상당한 시간이 소요될 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고 전망모형의 정교성과 추정결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 지속적으로 이에 대한 문제를 인식하면서 모형의 개편작업을 수행하여야 한다.

셋째, 수급균형 항등식에 재고 변수를 포함할지 여부가 보다 심도 있게 검토되어야 한다. 현재 수산물 재고조사는 국립수산물품질관리원의 「냉동선어류 입출하동향」을 통해 파악되고 있으나, 법적근거가 없이 과거부터 관례적으로 수행되어 왔다. 조사의 법적근거가 없고, 강제력이 없음에 따라 조사대상 업체수가 전국 냉동창고업체 전수에 비해 매우 적으며, 일부 업체는 개인정보 보호를 이유로 자료 제출을

회피하거나 허위로 제출하여도 제재할 수단이 없는 실정이다. 이러한 측면에서 재고를 배제하고 생산, 수출입만으로 소비량을 산출하는 방식이 오히려 수치의 왜곡이라는 관점에서는 더 바람직한 방안일수도 있다. 2차 연도 연구에서 재고통계의 유용성과 활용 가능성을 충분히 검토할 필요가 있다.

2) 정책제언

(1) 「KMI-FOSiM」 운용·개편연구 계속사업화 추진

과거 우리 원에서는 2003~2004년의 수산부문 총량모형(KMI-FSM) 구축 연구, 2013년의 KMI-FSM 개편 연구를 수행하였다. 많은 예산과 노력이 투입되었지만 이후 모형의 운용·관리가 주기적으로 이루어지지 않아 전망모형으로서의 가치와 활용도가 크게 떨어지는 상황에 이르렀다. 1995년 농업부문 전망모형(KREI-ASMO)을 구축한 이후 매년 일정 예산과 인력을 투입하여 운용·개발 연구를 수행하고 있는 한국농촌경제연구원의 사례는 모형 구축과 별도로 모형의 운용·개편이 얼마나 중요한지에 대한 시사점을 제공한다.

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축 연구는 2개년(2018~2019) 과제로 기획되었다. 어렵게 구축한 모형이 사장되는 과거의 전철을 밟지 않기 위해서는 2020년부터 한국농촌경제연구원과 같이 계속사업으로 전망모형의 운용·개편 연구가 추진되어야 한다. <표 5-2>의 추진계획과 같이 매년 KMI 수산업관측센터 수급전망팀이 주축이 되어 모형의 현실 설명력과 정책 활용도를 제고하기 위한 운용·개편 연구가 안정적으로 추진될 필요가 있다. 참고로 전망모형은 저작권(Copyright)에 대한 문제가 있기에 연구용역(수탁과제)의 형태보다는 연구원의 자체 예산을 투입하여 수행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

〈표 5-2〉 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 운용·개편 추진계획

구분	세부 내용
운용·개편 주기	• 매년 수행(모형 구축이 완료되는 2020년부터~계속)
추진조직	• 한국해양수산개발원 수산업관측센터 수급전망팀
사업예산(재원)	• 연간 4,000만 원(단기적으로 연구원 자체 예산 투입, 중장기적으로 수산업관측사업 예산으로 반영)
운용·개편 내용	• 통계 DB 업데이트 및 개선 • 모형의 구조 개편, 개별방정식 파라미터 재추정 • 수산환경 및 정책 변화의 모형 내 반영(예: 수산보조금 감축, 직불제 도입, FTA 영향분석, 유가 및 환율 변화 등 외생적 충격에 대한 시뮬레이션 등)
성과물	• 수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 2022년 운용·개편 연구 결과보고서 발간

자료: 저자 작성

(2) 「KMI-FOSiM」을 이용한 정책지원 기능 강화

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」이 한국해양수산개발원의 ‘연구를 위한 연구’로만 그칠 것이 아니라 해양수산부의 수산정책 추진, 수산 유관기관의 기획업무 등에 유용하게 활용될 수 있도록 기반을 마련하는 것도 중요하다. 지금까지 수산부문에서는 ‘전망모형’에 대한 관심과 지원이 크게 부족했으며, 일부 연구자만의 고유영역으로만 인식해왔던 것이 사실이다.

대내외 수산환경의 불확실성과 변동성이 커지는 상황에서 미래 수산업 주요 지표에 대한 중장기 전망치 이용수요는 지속적으로 늘고 있다. 또한 대내외 경제여건이나 수산정책의 변화가 수산부문에 미치는 영향을 실증분석하고, 이를 정책 수립의 기초자료로 제공하는 정책수요도 늘 것으로 예상된다. 실제로 해양수산부의 다양한 법정 계획, 예를 들어 「수산업·어촌 발전 기본계획」, 「수산물 유통발전 기본계획」, 「수산자원관리 기본계획」 등을 수립할 때에는 정책의 목표

와 기본방향, 산업 여건변화와 전망 등에 대한 내용이 포함되도록 관련법에서 규정하고 있다.

따라서 수산부문 전망모형의 정책 활용도를 높이기 위한 노력이 요구된다. 해양수산부와 한국해양수산개발원의 수산부서가 매년 1~2회 정례화하여 개최하는 「수산정책협의회」를 통해 새롭게 구축된 전망모형을 소개하고, 수산정책에서의 활용 가능성과 이용 수요 등에 대한 실무 차원의 논의가 이루어질 필요가 있다. 해양수산부의 정책 추진에 있어서 보다 합리적이고 공신력 있는 정책목표 설정, 중장기 전망을 위해서는 「KMI-FOSiM」을 통해 도출된 정량적 분석정보가 필수적으로 활용되어야 한다.

(3) 양식수산물생산비조사 실시 및 국가승인통계화 추진

양식수산물에 대한 품종별 생산비 조사가 시급히 추진되어야 한다. 양식어업 발전에 따른 관련 정책수요 증대에도 불구하고, 품종별로 세부 경영실태(조수입, 경영비, 소득 등)를 진단할 수 있는 국가승인 통계가 없는 실정이다.⁶⁰⁾ 2017년 어업생산통계를 살펴보면, 국내 수산물 총생산량 375만 톤 가운데 양식어업 생산량이 약 232만 톤으로 전체 생산량의 62%를 차지하고 있다. 연근해어업 생산량이 약 93만 톤으로 전체의 25% 수준에 불과함을 감안한다면, 양식어업이 사실상 국내 수산물 생산 총량을 좌우하는 시대에 이미 접어들었다.

향후 수산자원 감소에 따른 연근해·원양어업 생산의 정체 내지 감소 추세 속에서 양식어업의 역할과 중요성은 더욱 확대될 것이며, 이

60) 본 연구의 전망모형 구축에 있어서는 현 시점에서 경영비 또는 투입요소가격 자료로 이용할 수 있는 유일한 자료인 수협중앙회의 「영어자금소요액조사」 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.

에 따른 양식어업 관련 기초통계 이용 수요도 크게 늘어날 것이 자명하다. 특히 양식부문의 직접지불제 도입, 양식수산물재해보험 품종 확대, 자연재해·재난 피해 보상, 어업인 지원 등 관련 정책 추진에 있어서 품종별 경영실태를 파악할 수 있는 기초통계의 이용은 재론할 필요가 없을 정도로 중요하다. 그럼에도 불구하고 양식어업의 품종별 생산비, 소득 등 경영실태를 진단할 수 있는 통계가 존재하지 않는다는 것은 실로 심각한 문제가 아닐 수 없다.

참고로 아래의 <표 5-3>과 같이 농업부문의 경우 오래 전부터 품종별 생산비 조사를 실시하고, 국가승인통계로 지정하여 정책 수립 및 연구에 다방면으로 활용하고 있다. 수산부문의 경우 생산, 수출입 실적 등 산출(output)과 관련된 통계는 어느 정도 기반을 갖춰 조사가 이루어지고 있으나 생산에 필요한 투입(input)과 관련된 통계가 너무나도 미비하다는 점에서 시급히 품종별 생산비 조사가 추진되어야 한다.

향후 해양수산부 차원에서 “양식수산물생산비조사 설계 및 국가승인통계화 방안”에 대한 정책연구를 추진해야 한다. 이러한 기초연구를 통해 생산비조사의 대상품목 선정 기준 마련, 조사방법, 모집단 산정 및 표본 추출, 경영비 세부항목 등이 충분히 검토된 이후 본격적인 조사가 이루어져야 할 것이다.

〈표 5-3〉 농림축산물의 생산비(소득)조사 추진현황

구분	작성 기관	최초 실시연도	대상 품목
농산물소득조사	농촌 진흥청	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

주: 각 조사마다 제공정보에 일부 차이는 있으나 품목별로 조수입, 생산비, 경영비, 소득, 순수익, 소득률 등의 정보가 연도별로 제공되고 있음

자료: 이헌동(2010. 11), p. 21~22

참고문헌



〈국내 문헌〉

- 강환구·정승렬·김현수, 「글로벌 전망모형(BOKGPM) 개발 결과」, 『한국은행 조사 통계월보』, 제68권 제2호, 2014. 2.
- 강희돈·편도훈, 「한국은행의 경제전망용 DSGE모형(BOKDPM) 개발 현황」, 『한국은행 조사통계월보』, 제63권 제1호, 2009.
- 김경덕·김태훈·전상곤·이정환, 『농업전망시물레이션모형 KREI-ASMO99』, 한국농촌경제연구원, 1999.
- 김명환·권오복·이대섭·김태훈·조영수·류상모·신유선·박상미, 『농업부문 전망 모형 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·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.
- 박환재, 「한국 주요 어종의 시장수요와 개인수요의 비교분석」, 『수산경영론집』 제43권 제1호, 2012.

- 서흥석, 「수급전망모형 및 KREI-KASMO 소개」, KREI-KMI 세미나 발표자료, 2018.
3. 28.
- _____, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 구축 및 운용사례 자문보고서(KMI 제출)』, 2018. 10.
- 서흥석·김충현, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2016 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2016.
- 서흥석·김충현·노수정·이연옥, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2017 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2017.
- 수산업협동조합중앙회, 『영어자금소요액조사 통계정보보고서』, 2017. 12.
- _____, 『영어자금소요액조사 결과보고』, 각 연도.
- 이승윤·이은경·한진현, 「기계학습과 혼합주기 모형을 활용한 단기전망시스템」, 『한국은행 통계조사월보』, 제71권 제5호, 2017. 5.
- 이정환·이정용·이영만·조덕래·김은순, 『농업부문모형에 의한 중장기 농업정책 연구』, 한국농촌경제연구원, 1983.
- 이정환·현공남·이정용·조덕래·김은순·최세균·김영식·조석진, 『농업부문모형 개발과 정책실험에 관한 연구』, 한국농촌경제연구원, 1982.
- 이진면·변창욱·최용재·김진웅·이상호, 『KIET 산업경제계량모형』, 산업연구원, 2007.
- 이진면·이용호·김재진·김바우·한정민, 『KIET 산업·거시경제 단기 계량전망모형 개발 연구』, 산업연구원, 2013.
- 이헌동, 「양식수산물생산비조사 통계 구축이 필요하다」, 『KMI 수산동향』, 2010년 11월호, 2010. 11.
- 이헌동·홍현표, 『중단기 주요 수산지표 전망에 관한 연구』, 한국해양수산개발원, 2013.
- 조영수·반현정·박상미, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2009 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2009.
- 조재환·박성경, 『2017 주요 수산물 품목별 수급 전망모형 유지보수(광어)』, 부산대

- 학교 산학협력단, 2018. 5.
- 조재환·사공용·이정환, 『농업부문 총량지표 전망모형 이용지침서』, 한국농촌경제연구원, 1995.
- 조재환·성명환·사공용, 『농업부문 총량지표 중장기 전망』, 한국농촌경제연구원, 1994.
- 조재환·최세현·김배성, 『2015 주요 수산물 품목별 수급 전망모형 유지보수(전북, 굴, 김)』, 부산대학교 산학협력단, 2016. 5.
- 조재환·최세현·정원호·김인석·하현정·정가연, 『2014년 수산물 품목별 수급 전망 모형 개발사업(굴, 김, 광어)』, 부산대학교 산학협력단, 2014. 12.
- 통계청, 『어류양식동향조사』, 각 연도.
- _____, 『어업생산동향조사』, 각 연도.
- _____, 『농림어업조사 통계정보 보고서』, 2016. 12.
- 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 『2018년 양식어장 영상판독사업 결과보고서 (미발간 내부자료)』, 2018.
- 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·서홍석·염정완·김충현, 『농업부문 전망모형 KREI-KASMO 2015 운용·개발 연구』, 한국농촌경제연구원, 2015. 12.
- 한석호·정민국·남경수·정호연·이수환, 『기 체결 FTA 사후영향평가모형 개발을 위한 기초연구』, 정책연구보고 P205, 한국농촌경제연구원, 2015. 5.
- 해양수산부, 『천해양식어업권통계』, 각 연도.
- _____, 『관세·통계통합품목분류표(HSK) 수산물 2017』, 2017.

- 홍현표·옥영수·한광석·김도훈·김봉태·박성쾌, 『수산부문 총량모형 구축을 위한 기초적 연구』, 한국해양수산개발원, 2003.
- 홍현표·한광석·성진우·이현동, 『수산부문 전망을 위한 총량모형의 구축』, 한국해양수산개발원, 2004.
- 황상필·문소상·윤석현·최영일, 「한국은행 분기거시계량경제모형의 재구축」, 『한국은행 조사통계월보』, 제59권 제5호, 2005. 5.
- Damodar Gujarati 지음, 강달원 외 옮김, 『예제를 통한 계량경제학』, 시그마프레스, 2016.

〈국외 문헌〉

- 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.150 9-1525.
- 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.

〈인터넷 자료〉

- aT 농산물 유통정보(KAMIS), 도·소매 가격통계, <https://www.kamis.or.kr>(검색일: 2018. 3. 13)

Indexmundi(www.indexmundi.com).
 OECD-FAO AGLINK-COSIMO 홈페이지(www.agri-outlook.org)
 관세청 홈페이지(<http://www.customs.go.kr/>)
 네이버 지식백과(<http://terms.naver.com/>)
 미국 에너지정보청(EIA) 홈페이지(<https://www.eia.gov/>)
 법제처 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/>)
 석유정보망 페트로넷(<http://www.petronet.co.kr>)
 수산정보포털(<http://www.fips.go.kr/>)
 일본 통계청 홈페이지(<http://www.stat.go.jp/>)
 통계청 KOSIS 국가통계포털(<http://kosis.kr/>)
 통계청 홈페이지(<http://www.kostat.go.kr/>)
 한국무역협회 홈페이지(<http://www.kita.net/>)
 한국은행 홈페이지(<http://whhttp://www.bok.or.kr/>)

〈관련 자료 목록〉

- 강희돈·박양수, 「한국은행 동태적 최적화모형(BOKDSGE)의 개요」, 『한국은행 조사통계월보』, 제61권 제9호, 2007.
- 고성보, 「감귤가격 신축성함수 분석 및 시사점」, 『농업경영정책연구』 제31권 제1호, 2004.
- 곽상경, 『계량경제학 입문』, 다산출판사, 1994.
- 김명환·권오복·이대섭·김태훈·조영수, 『농업부문 전망모형 KREI-ASMO 2007 보완 및 운용에 관한 연구』, 한국농촌경제연구원, 2007b.
- 김배성·고봉현, 「제주 월동무 중장기 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.
- 배병호, 「경제전망 및 정책분석을 위한 New BOK-DSGE 모형 구축 결과」, 『한국은
행 조사통계월보』, 제68권 제5호, 2014. 5.
- 배병호·유진혁·지정구, 「경제전망 및 정책분석을 위한 BOKDSGE 모형 개선 결과」,
『한국은행 통계조사월보』, 제72권 제1호, 2018. 1.
- 사공용, 「공급량 변화에 따른 쌀 가격 변화의 예측」, 『농업경제연구』 제31권 제1호,
2006.
- 신석하, 『거시계량모형을 이용한 외생적 요인의 경제파급효과 분석』, 한국개발
연구원, 2005. 12.
- 이재준·이한규·김영일·김성태·이준상, 『KDI 거시경제모형 재구축을 위한 연구』,
한국개발연구원, 2011. 9.
- 이종원, 『계량경제학』, 박영사, 2013.
- 이진면·김동석·김민수, 『다부문모형에 의한 산업구조 변화의 장기전망』, 한국개발
연구원, 2001.
- 이진면·민성환·정윤선·김바우·김재진·이용호·한정민, 『고령화를 고려한 중장기
산업구조 전망』, 산업연구원, 2012. 12.
- 이한규, 『KDI-DSGE 모형을 이용한우리나라 경기변동의 특징 및 동인 분석』, 한국
개발연구원, 2013.
- 최병욱, 「약용작물 오미자의 중장기 수급전망 분석」, 『한국산학기술학회논문지』
제15권 제5호, 2014.
- 통계청, 『어가경제조사 통계정보 보고서』, 2015. 12.
- 한국농촌경제연구원, 『식품수급표』, 각 연도.
- IHS Global Insight Inc. *Global Insight's World Overview 2018*.
- Koyck, L. M., *Distributed Lags and Investment Analysis*, Amsterdam: North-Holla
nd, 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.
- Thurman, W. N., "Endogeneity Testing in a Supply and Demand Framework" *Rev. Econ, and Statist.* 68, 1986, pp.638-646.

부록

1. FAO의 Fish Model 개요

- ▶ FAO Fish Model은 2011년 OECD-FAO Aglink-COSIMO 전망 시스템의 위성모형으로 구축된 수산분야의 전망모형임
 - 부분균형모형(Partial equilibrium model)이며, 연도 기반의 동태적(dynamic) 모델로 구축되었음
 - 총 1,858개의 방정식을 포함하며, 45개의 국가 및 지역을 포괄하고 있음으며, 개별 방정식은 국가별·지역별·품종별로 추정되었음
 - 탄력성 개념을 적용하기 위해 개별방정식은 모두 log-log 함수형태로 추정되었으며, 추정 프로그램으로 PC-TROLL을 이용하였음
 - FAO에서 이 모형을 이용하여 수산부문 전망치를 도출하고 있지만 실제 모형의 개발, 모형의 유지·보수·관리는 캐나다에 있는 모형전문가에게 의뢰하여 작업이 이루어지고 있음
- ▶ Fish Model은 크게 어류 및 수산물(FH), 어분(FM), 어유(FL) 등 3가지 시장으로 구성되며, 어류 및 수산물은 어획어업(FHC)과 양식어업(FHA)으로 세분화됨
 - 양식어업의 경우 내수면어업까지 총 10개 그룹으로 이루어져 있으며, 내수면어업에는 연어, 틸라피아, 잉어, 팡가시우스 등이 포함되어 있음
 - 모형에 이용되는 거시변수와 대체재 가격으로 이용되는 육류 소비자가격, 곡물사료가격 등은 모두 Aglink-COSIMO에서 도출됨
- ▶ Fish Model을 이용하여 연간 공급량, 수요량, 가격 등에 대한 중기 전망을 제시하고 있으나 정책 시뮬레이션은 별도로 고려하지 않고 있음

- 매년 모형에 대한 갱신 작업이 이루어지고 있으며, 사료비, 가격 등에 대한 변동이 있을 경우 수시로 변수를 변경하여 적용하고 있음

1) 공급부문

(1) 어류 및 수산물(FH)

▶ 어획어업

- 어획어업 생산량은 대부분의 국가에서 어획량을 엄격히 통제하고 있어 외생적으로 도출되며, 큰 변동 없이 안정적인 값으로 유지되고 있음. 그러나 그 외의 생산량은 두 가지 유형의 함수를 통해 내생적으로 결정되며 유형에 따라 추세, 쿼터, 가격, 국제유가, 엘리뇨 등이 변수로 적용됨
- 첫 번째는 페루, 칠레 등과 같이 엘리뇨에 의해 영향을 받으나 엄격한 생산량 쿼터 관리로 인해 가격에는 반응하지 않는 유형임. 엘리뇨 지표로는 외생변수로 ONI지수(Oceanic Nino Index)¹⁾를 이용하여 5년 주기로 산출함. 이러한 지표가 어획어업에 미치는 영향은 선형적이지 않으므로 특정 값을 적용하여 계량적인 측면을 보완하고 있음(ex. 엘리뇨 발생시 생산량 2% 감소 예상 → -2% 적용)
- 두 번째는 필리핀, 말레이시아와 같이 엘리뇨 발생으로 인해 결과적으로 가격에 영향을 받는 유형임. 세계 어획어업의 12% 만이 해당 유형에 포함됨

▶ 양식어업

- 양식어업 공급함수는 사료 및 어종에 따라 변동요인이 매우 다양

1) ONI지수(Oceanic Nino Index) : 엘리뇨와 라니냐를 측정하는 지수

함. 양식어업의 경우 전체 어종의 96%는 가격에 반응하며, 나머지 4%는 매우 적게 생산되는 종으로 이들의 생산량은 외생변수로 처리함

- 초기 구축된 모형을 개선하여 2016년부터는 어종별 사료비용을 변수로 적용하였으며, 어종별 양식기간, 사료 배급량(생사료, 배합사료 등) 등에 따라 각각 다른 방정식이 추정됨
- 어종별 사료 배급량은 어분, 어유, 유지종자, 식물성 유지, 저단백 사료(곡류, 겨 등) 등 5가지 요소로 구성되어 있음

(2) 어분(FM) 및 어유(FL)

- ▶ 어분 및 어유 공급은 감축으로 인한 생산량과 부산물 생산량에 의해 결정됨

2) 수요부문

- ▶ 수요는 크게 식용, 비식용(사료용), 기타로 구분되며, 한 국가의 가격 탄력성이 해당 국가 또는 특정 국가의 수요에 영향을 미치는 구조임

(1) 어류 및 수산물(FH)

- ▶ 1인당 소비량은 자체가격, 대체재 또는 보완재가격, 1인당 GDP 등의 변수를 이용하여 도출되며 모두 실질변수로 적용됨
- 수요 추정에는 마진을 적용하는데, 마진은 산출물의 가격(어분과 어유는 각각의 산출량에 의해 가중평균됨)과 실제 투입비용 또는 기회비용으로 해석될 수 있는 어획수산물가격의 비율로 도출됨

(2) 어분(FM) 및 어유(FL)

- ▶ 어분 및 어유의 수요는 양식어업에서의 사료용 수요와 유지종자의 상대가격에 크게 영향을 받음
 - 양식어업에서의 사료용 수요는 내생적으로 결정되는 어종별 사료 배급량에서의 어분과 어유의 몫에 기초하며, 동일한 상대가격에 의해 영향을 받거나 최소값이 부여됨

3) 수출입 부문

(1) 어류 및 수산물(FH)

- ▶ 어류 및 수산물의 교역량은 수출 또는 수입함수에 의해 결정되며, 국내가격에 대한 교역가격의 비율이 핵심 변수로 적용됨
 - 수출함수의 경우 세계 가격을, 수입함수의 경우 수입상한가격을 교역가격으로 이용함 (수입상한가격=(세계가격+운송비)*(1+관세)/100)

(2) 어분(FM) 및 어유(FL)

- ▶ 어분 및 어유는 상호 동질적이며 국내가격이 없으므로 교역량은 시장에서의 가격을 확립하는 방향으로 계산됨

4) 가격 부문

- ▶ 어류 및 수산물(FH), 어분(FM), 어유(FL) 등 3개의 균형가격이 내생적으로 도출됨. 수요 부문에서 소비자가격은 소비자물가지수를, 공급 부문에서 생산자가격은 GDP디플레이터를 이용하여 실질변수로 전환함

(1) 어류 및 수산물(FH)

- ▶ 어류 및 수산물은 어획수산물가격과 양식수산물가격으로 구분되며 내생적으로 결정됨. 양식수산물의 생산자가격은 국내가격과 총생산량 대비 양식 생산량 비율의 함수로 설정되어 있음
 - 소비자가격의 경우, 소비자가격과 생산자가격 간의 마진을 계산하여 적용하였으며, 필렛, 내장제거 어류 등의 경우 원어량으로 환산하기 위해 각각 1.3, 2.6의 가중치를 적용했음. 이러한 마진은 GDP디플레이터의 함수에 의해 추정됨
 - 소비자가격-생산자가격의 탄력성, 소비자가격-GDP디플레이터의 탄력성을 확인하기 위해 시뮬레이션을 수행했으며, 이때 탄력성의 합은 1이 되도록 부여되었음

(2) 어분(FM) 및 어유(FL)

- ▶ FM과 FL의 국내가격은 세계가격에서 수출국 환율을 감안한 운송비를 뺀 금액과 수입국 환율에 대한 국제가격과 관세를 더한 금액으로 계산됨. 운송비는 국제유가를 이용하여 추정되며 0.4~0.5의 탄력성을 가짐. 운송비는 제품에 따라 다르게 추정됨

2. 경제협력개발기구(OECD)의 FishPEM

▶ OECD FishPEM 개요

- OECD FishPEM(수산업 정책평가모형)은 수산자원의 남획, 자원 감소 등 부정적인 영향을 방지하기 위해 수산분야에 지원되고 있는 다양한 정책에 대한 상대적 효과를 검증하기 위해 경제협력개발기구(OECD)에서 구축 중인 모형임
- 2001년 OECD에서 농업정책의 영향력을 조사하기 위해 구축한 정책 평가모형(PEM)을 차용하였음
- FishPEM은 경제이론을 기초로 경쟁시장에서 이윤을 극대화하는 대표적인 어업을 가정하며, 시뮬레이션을 통해 수산지원정책이 투입재 및 수산물 시장에 미치는 영향을 도출함. 추정 프로그램으로 GAMS를 이용함

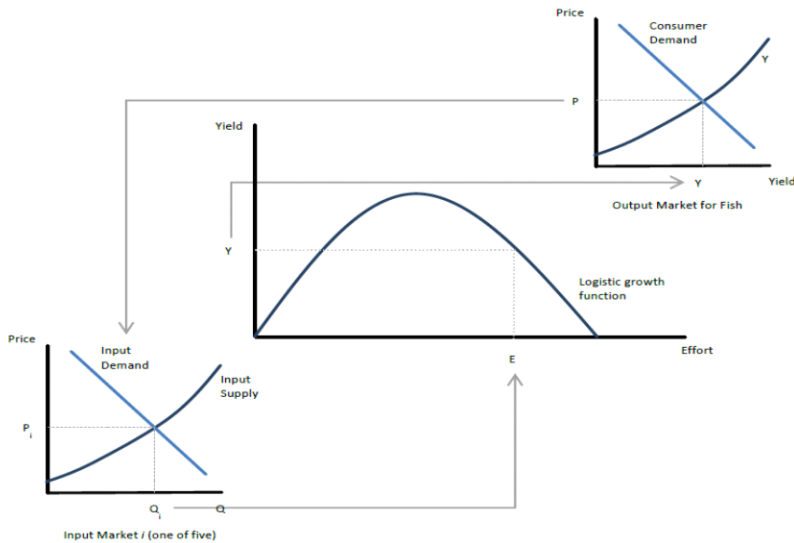
▶ 기본 구조

- 수산물 수요 및 공급, 투입재(어선, 어구, 어획노력 등) 수요 및 공급, 수산업의 생물학적 특성을 반영한 Schaefer Model을 도입하였으며, 수산물 가격, 투입재 가격, 수산물 생산량, 어획노력 투입량이 연립방정식 체계 하에 동시에 결정됨(ex. 어획노력 투입 → 어획량 증가 → 수요 영향 → 가격 변동)
- 모형에 이용된 변수는 다음과 같음

〈모형에 이용된 기초데이터〉

구분	자료 유형	예시	출처
정책 데이터	Baseline	지원 수준	FSE 데이터베이스
		TAC	정책설정
시장 데이터	Parameters	투입재 공급탄력성	학술자료
		수산물 수요탄력성	학술자료
비용 데이터	Baseline	어획노력을 위한 투입 비용 점유율	관측치
생산 데이터	Parameters	투입재 대체탄력성	학술자료
생물학적 데이터	Baseline	수용능력, 고유성장률	수산업데이터
		초기 노력, 어획, 재고 수준	수산업데이터

〈FishPEM의 투입재시장, 수산물 생산함수, 수산물시장〉



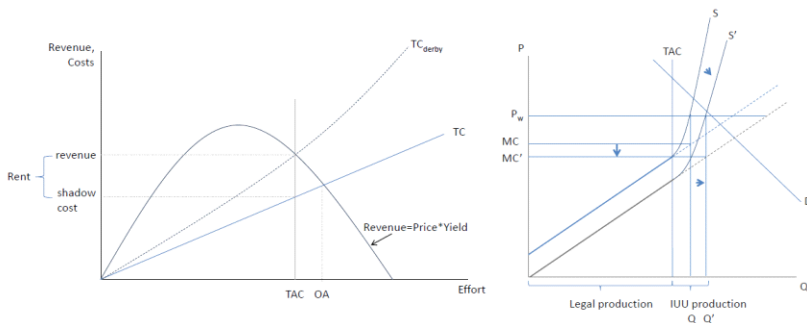
▶ 주요 특징

- FishPEM은 특정 어업을 지칭하거나 특정 국가를 나타내지 않고 통합적으로 분석하였으며 어선, 국제유가 등의 영향을 크게 받는 대형어업(big industrial fleet)과 노동력 등의 영향력이 큰 소규모 어

업(small coastal fleet)의 2개 어업으로 구분했음

- 수산보조금의 경우 투입재 시장에 영향을 미치는 보조금(어선, 선원, 유류 등의 구입가격 보조)과 수산물 시장에 영향을 미치는 보조금(생산자가격과 소비자가격 차이 보조)으로 구분되며 총 6가지 수산보조금이 모형에 이용됨
- 모형에 이용되는 가격탄력성은 학술자료를 근거로 fixed range (0~1), variable range (2 이상)에 따라 0.5 또는 2를 가정하였음. 현재 외부 컨설턴트에게 탄력성 도출을 의뢰해놓은 상태이며, 다음 연구에서 이를 비교하여 보강할 계획임
- 단일어종-단일어업 가정 하에서 어업관리시스템은 자유어업(Open Access)와 총허용어획어업(TAC)로 구분되며, TAC 내에서 경쟁하거나 최적어획량(MSY)을 달성하는 경우는 후속 연구에서 진행할 예정임

〈TAC 및 IUU의 수산물 수요-공급〉



▶ 모형의 한계

- 대부분의 국가에서는 복수어종, 복수어업의 형태를 보이고 있으나

FishPEM에서는 단일어종, 단일어업으로 한정하여 모형을 매우 단순화하함에 따라 효과 분석에 한계가 있음

- 생물학적 모형인 Schaefer model은 매우 비현실적인 모형으로 평가되어 수산자원평가에서 거의 활용되지 못하고 있으므로 이에 따른 개선이 필요함
- 수산 정책지원을 6가지로 제한하여 분석했으나, 추후 연구에서는 확장시킬 필요가 있음

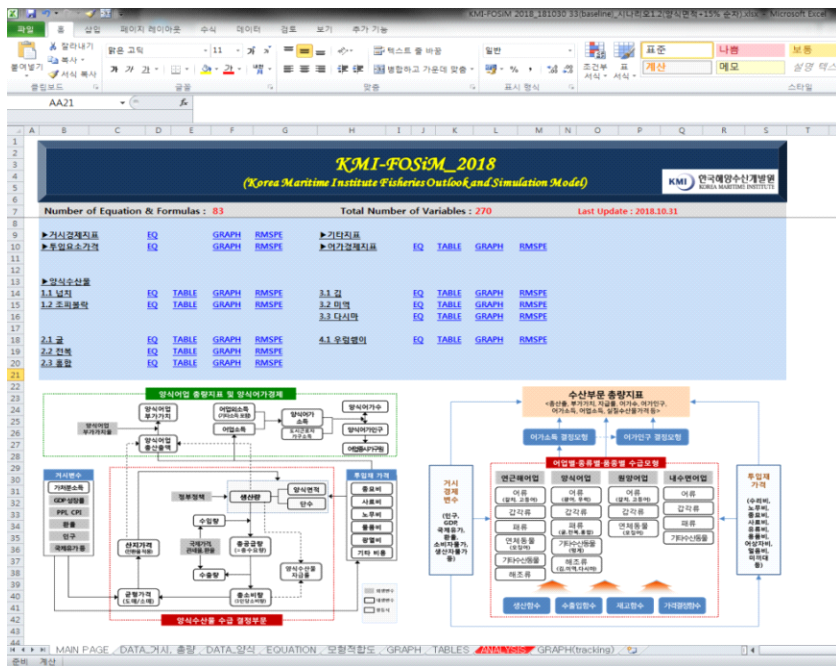
▶ 향후 활용방안

- 해당 모형은 2019년 초에 완성될 예정이며, 추후 WTO 협상 등 다양한 부문에서 활용이 가능할 것으로 판단됨
- 농업분야의 정책평가모형처럼 OECD에서 모형의 기본 틀을 마련한 뒤 개별 국가별로 모형을 개발하여 OECD에서 최종 취합하는 형태로 가는 것을 목표로 하고 있음(단, 개별 국가별 가격탄력성 자료 필요)

3. KMI-FOSiM 엑셀 운용프로그램

▶ 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 구축할 예정임



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

- 엑셀을 이용하여 모형을 구축할 경우 엑셀 계산을 자동에서 수동으로 변경하여야 하며, 반복 계산을 사용하여 최대 반복 횟수와 변화 한도값을 설정해야 함



▶ 데이터 시트

- 데이터 시트는 두 가지 유형으로 나뉘는데, 거시경제 · 투입재가 격 · 어가경제지표 및 양식업 총량변수가 입력된 'DATA_거시, 총량'과 품목별 내 · 외생변수들이 입력되어 있는 'DATA_양식'이 있음
- 해당 시트에는 방정식 시트에서 도출된 내생변수가 전망치로 연결되어 있으며, 이러한 내생 변수와 달리 항등식 관계에서 도출되는 변수는 데이터 시트 내에서 계산이 이루어짐

C93											
A	B	C	D	E	AP	AQ	AR	AS	AT	A	
1	44	유물년도기준 변수설계	단위	종치	2016	2017	2018	2019	2020	52	
2	44	유물년도기준 변수설계	단위	종치	16/17	17/18	18/19	19/20	20/21		
3	1	1 경제성장지표									
4	1	1 GDP	추계인구	명	한국은행+16.6.2 추계인구 고령인구비율	51,245,707	51,446,201	51,635,256	51,811,167	51,973,817	
5	1	1 GDPDEF	GDP디플레이터	2010=100	한국은행+10.1.1 연간지표	108.8	111.2	113.1	115.0	117.0	
6	1	1 PPI	생산자물가지수(중지수)	2010=100	한국은행+7.1.1 생산자물가지수, 가중치: 10	99.1	102.5	101.6	100.7	99.8	
7	1	1 CPI	소비자물가지수(중지수)	%	한국은행	-1.8	3.5	-0.9	-0.9	-0.9	
8	1	1 CPI	소비자물가지수(중지수)	%	한국은행+7.4.1 소비자물가지수, 가중치: 10	101.0	102.9	104.6	106.4	108.2	
9	1	1 GDP	국내총생산(명목, 원화표시)	십억원	한국은행+10.1.1 연간지표	1,641,786	1,730,399	1,807,453	1,887,912	1,971,953	
10	1	1 GDPD	국내총생산(실질, 원화표시)	십억원	한국은행+10.2.1.4 경제활동별 GDP 및 GNP	1,509,755	1,555,995	1,598,007	1,641,153	1,685,465	
11	1	1 GDPD	국내총생산(실질, 원화표시)	%	한국은행	2.9	3.1	2.7	2.7	2.7	
12	1	1 EXCH	환율(미국달러(매개기준) 환율)	원/달러	한국은행+8.8.2.1 주외국통화의 대환율 환율	1,160.5	1,130.8	1,130.8	1,130.8	1,130.8	
13	1	1 EXCH_JP	환율(일본 환율)	원/엔	한국은행+8.8.2.1 주외국통화의 대환율 환율	1,068.2	1,008.5	1,008.5	1,008.5	1,008.5	
14	1	1 EXCH_US	환율(미국 환율)	원/달러	한국은행+8.8.2.2 주외국통화의 대환율 환율	108.8	112.1	112.1	112.1	112.1	
15	1	1 INTERP_FUEL	국제원유가격	달러/배럴	www.eia.gov/outlooks + https://www.eia.gov	43	51	51	51	51	
16	1	1 FISHM	어업생산	톤/천톤	http://www.indeemundi.com/commodities	1,501	1,385	1,433	1,505	1,580	
17	1	1 FISHM	어업생산	톤/천톤	한국은행+10.1.1 연간지표	1,324,054	1,390,800	1,445,648	1,506,560	1,569,621	
18	1	1 FISHM	어업생산	톤/천톤	한국은행	25,837	27,034	27,997	29,078	30,200	
19	1	1 FISHM	어업생산	톤/천톤	한국은행+10.1.1 연간지표	5%	5%	4%	4%	4%	
20	1	1 FISHM	어업생산	톤/천톤	한국은행+10.1.1 연간지표	140.20	146.30	152.34	159.04	165.83	
21	1	1 AG_WAGE	농업임금률(노조지수)	2010=100	통가+가						

▶ 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

		AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
114	SUM	0.2125	8.4203	8.3449	8.0198	8.0920	8.4512	8.2530	8.4229	8.1948	8.4878
115	ADJUSTMENT	0.2053	-0.0137	0.0626	-0.0922	-0.1059	-0.0598	-0.0213	0.0119	0.1132	-0.0255
116	ESTIMATE	8.4178	8.4066	8.4075	7.9277	7.9862	8.3914	8.2317	8.4349	8.3080	8.4623
117	ACTUAL	8.4178	8.4066	8.4075	7.9277	7.9862	8.3914	8.2317	8.4349	8.3080	8.4623
118	MAPE							-0.0213	0.0119	0.0111	0.0055
119	R-squared										
120											
121	11 방정식										
122	남자(11)										
123											
124	11 남자 경영비										
125	Dependent Variable: LOG(COST11)										
126											
127	9.86322 C	9.8632	9.8632	9.8632	9.8632	9.8632	9.8632	9.8632	9.8632	9.8632	9.8632
128	0.084635 0.1201*LOG(SEED)+0.1109*LOG(WAGE)+0.4630*U	0.6979	0.6996	0.7012	0.6946	0.6827	0.6824	0.6912	0.6990	0.7757	0.7807
129	0.257255 5D08	0	0	0	0.2573	0.2573	0.2573	0.2573	0.2573	0.2573	0.2573
130	0.099422 DUM07	0	0	0.0994	0	0	0	0	0	0	0
131	SUM	10.5611	10.5628	10.6639	10.8151	10.8032	10.8029	10.8116	10.8195	10.8962	10.9032
132	ADJUSTMENT	0.0104	0.0424	0.0000	-0.0541	-0.0241	0.0030	0.0344	0.0564	-0.0199	-0.0053
133	ESTIMATE	10.5715	10.6052	10.6638	10.7609	10.7791	10.8059	10.8460	10.8758	10.8761	10.8959
134	ACTUAL	10.5715	10.6052	10.6638	10.7609	10.7791	10.8059	10.8460	10.8758	10.8761	10.8959
135	MAPE							0.0344	0.0564	0.0013	0.0027
136	R-squared										
137	11 생산량										
138	Dependent Variable: LOG(Q11)										
139											
140	17.1978 C	17.1978	17.1978	17.1978	17.1978	17.1978	17.1978	17.1978	17.1978	17.1978	17.1978
141	1.5123 LOG(YD111)	-0.1481	-5.9811	-0.0853	-5.9480	-5.6783	-6.2286	-5.9855	-6.0376	-6.2041	-5.9363
142	0.3708 LOG(NP11(-1)/COST11(-1))	-0.4786	-0.5511	-0.5003	-0.5152	-0.6226	-0.5824	-0.5250	-0.5610	-0.5791	-0.5570
143	0.2337 DUM10	0	0	0	0	0	0.2327	0	0	0	0
144	-0.0707 DUM11	0	0	0	0	0	0	-0.0707	0	0	0
145	0.1026 DUM13	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1026	0
146		10.5710	10.6655	10.6122	10.7345	10.8988	10.6195	10.6166	10.5992	10.5172	10.7045
147	ADJUSTMENT	0.0255	0.0231	0.0133	0.0112	0.0103	0.0000	0.0000	-0.0184	0.0000	-0.0280
148	ESTIMATE	10.5985	10.6886	10.6255	10.7457	10.9091	10.6195	10.6166	10.5808	10.5172	10.6785
149	ACTUAL	10.5985	10.6886	10.6255	10.7457	10.9091	10.6195	10.6166	10.5808	10.5172	10.6785
150	MAPE							0.0000	-0.0184	0.0000	0.0024
151	R-squared										

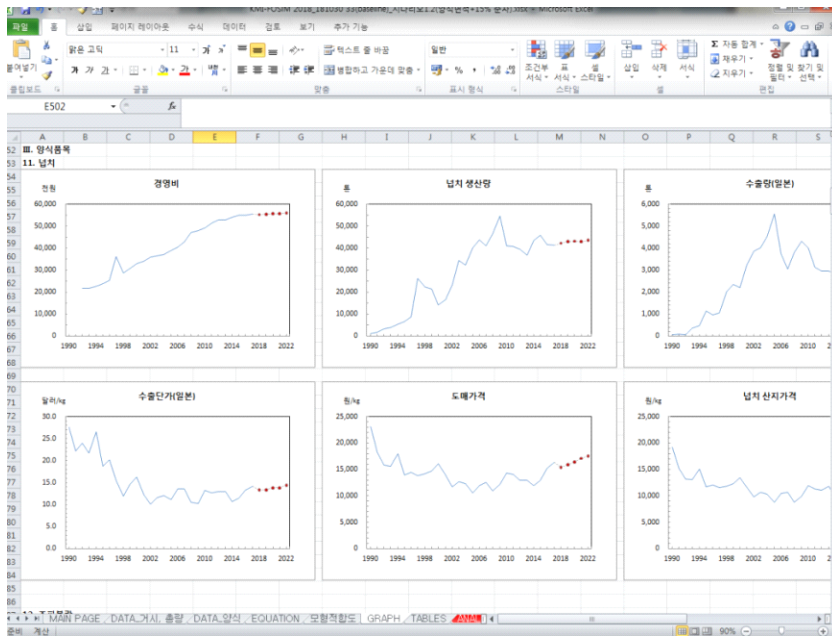
▶ 모형적합도 시트

- 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 검정함

	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
가시자료											
Forecasting											
국민지분가능소득	22,843	23,582	24,675	25,741	26,957						
도시근로자 가구소득	4,479,480	4,614,102	4,819,072	5,017,467	5,243,571						
Actual											
국민지분가능소득	22,144	22,597	23,107	23,758	24,309						
도시근로자 가구소득	4,696,216	4,734,603	4,816,665	4,884,448	5,002,390						
(YS-YT)/YT*2	0.000996016	0.001897968	0.004608042	0.006965805	0.011861833						
도시근로자 가구소득	0.000757028	0.00064778	2.49822E-07	0.00074165	0.002320467						
ABS(YS-YT)/YT	0.031559728	0.043565899	0.067882561	0.083461396	0.108912043						
도시근로자 가구소득	0.027514134	0.025451126	0.000499622	0.027233248	0.048171227						
Theil 분자											
국민지분가능소득	488395.6233	969179.9646	246016.362	3931958.986	7009495.245						
도시근로자 가구소득	16062024788	14520485511	5795943.664	17694137054	58071793754						
Theil 분모 1항											
국민지분가능소득	521787624.6	556097340.3	608865699.8	662620049.9	726566457.3						
도시근로자 가구소득	2.00657E+13	2.12899E+13	2.32235E+13	2.5175E+13	2.7495E+13						
Theil 분모 2항											
국민지분가능소득	490348969	51063565.1	533917938.9	564465871.5	590928501.5						
도시근로자 가구소득	2.12172E+13	2.24165E+13	2.32003E+13	2.38578E+13	2.50259E+13						
가시자료											
RMSPE											
MAPE											
Theil's U											
국민지분가능소득	7.26	6.71	0.04								
도시근로자 가구소득	2.99	2.58	0.02								
투입요소가치											
Forecasting											
총요비	10.759	10.811	11.879	12.698	9.617						
사료비	5.053	5.637	5.715	6.452	4.724						
농산물비	801	1,203	1,206	1,412	1,432						
노동비	10,000	11,663	15,278	14,508	15,384						
광열비	3,842	3,907	3,668	3,943	4,412						
가구구입보수비	3,750	5,056	6,423	8,799	9,181						

▶ 그래프 시트

- 그래프 시트에서는 품목별 주요 변수의 실제치와 전망치를 연결한 그래프를 확인할 수 있으며, 해당 시트를 통해 개별 전망치의 적합성을 시각적으로 판단할 수 있음



▶ 테이블 시트

- 테이블 시트에는 주요한 변수만 따로 분리하여 이용자가 한 눈에 찾아볼 수 있도록 만든 테이블임

	A	AI	AI	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
1											
2											
3		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
28	11. 납지										
29	생산량	36,944	43,413	45,759	41,630	41,267	42,229	42,927	43,124	42,917	43,570
30	수출량	3,368	3,350	2,980	2,943	2,696	2,733	2,685	2,566	2,452	2,285
31	수입량	139	139	188	170	312	190	200	212	217	226
32	산지가격	11,779	9,561	11,018	12,834	14,185	13,181	11,402	14,002	14,568	14,999
33	도매가격	12,945	11,896	12,999	15,151	16,369	15,442	15,895	16,444	17,093	17,577
34											
35	12. 조립분력										
36	생산량	23,757	24,598	18,774	18,032	22,344	22,163	23,213	23,362	23,811	24,670
37	산지가격	7,532	8,435	9,910	8,844	7,662	8,226	8,547	8,629	8,553	8,514
38	도매가격	7,824	10,098	11,691	10,568	9,853	9,701	10,320	10,437	10,395	10,383
39											
40	21. 공										
41	생산량	239,779	283,232	265,146	268,841	315,255	322,726	329,727	335,010	347,520	357,936
42	수출량(일본)	56,814	56,619	92,844	38,110	45,637	47,007	47,783	45,069	43,853	42,156
43	수출량(미국)	41,418	36,755	45,524	38,597	45,071	46,599	46,909	45,795	44,981	44,080
44	수출량(한국)	21,920	23,366	21,306	22,453	22,173	21,412	20,608	19,499	18,610	17,732
45	수입량	1,436	550	1,308	1,401	908	963	818	837	763	760
46	산지가격	583	712	689	642	680	641	611	624	619	620
47	도매가격	12,555	14,021	15,445	17,658	16,385	15,815	15,536	15,432	15,430	15,514
48											
49	22. 한복										
50	생산량	7,479	8,977	10,090	12,342	16,027	19,658	19,543	20,033	18,912	19,964
51	수출량(일본)	1,462	1,236	1,172	1,658	1,772	1,846	1,890	1,915	1,924	1,959
52	수입량	1,789	2,013	2,211	2,656	2,605	2,513	2,657	2,743	2,825	2,903
53	산지가격	31,106	33,067	32,177	28,147	36,025	35,780	36,830	37,956	39,282	39,155
54	도매가격	34,408	32,816	36,072	31,512	37,553	33,661	34,496	35,056	36,539	36,725
55											
56	23. 용합										
57	생산량	868	871	891	904	911	918	966	993	1,020	1,048
58	수출량	40	59	58	60	84	84	84	84	84	84
59	수입량	34,429	51,463	51,642	54,642	76,161	78,446	80,731	83,015	85,100	87,585
60	산지가격	368	442	663	790	540	596	652	707	768	836
61	도매가격	3,431	3,595	3,459	3,578	3,611	3,801	3,843	3,769	3,707	3,642

기본연구보고서 발간목록

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	수산업 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축연구 - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이현동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	국내 가두리 양식장 여장환경개선 방안	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해 어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적 해양사고조사체계 도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 구축방안 연구	고병욱
12	해운기업의 경영성과에 미치는 영향분석 연구	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 비용 함수 추정 및 효율성 연구	최석우
17	신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안	박한선
18	환동해권 물류 및 지역개발 기업진출 사례 분석 및 추진전략	이기열

2017년

01	미래 수산업·어촌 발전을 위한 정책방향 연구	김대영
02	연안침식 대응정책의 개선방안 연구	윤성순
03	해양준조세 산정체계 개선방안	장정인
04	해역의 효과적 관리를 위한 도서 활용 방안 연구	최지연
05	반려동물산업 성장에 따른 수산분야 펫푸드 산업 활성화 방안	장홍석

06	강마을 지역경제 활성화를 위한 전략	박상우
07	Post-2020 국제기후변화 규범체계에 대응한 해양정책 개선방안 연구	박수진
08	한국 수산식품 세계화 전략 수립 연구 -수산물 수출을 중심으로-	임경희
09	양식산업 재난 위기관리에 관한 연구	마창모
10	해운기업의 선박투자 행태 분석과 대응방안	김태일
11	IMO 지속발전 전략계획(SP) 대응방안 연구	박한선
12	컨테이너 해운산업 구조개선을 통한 경쟁력 제고 방안 연구	고병욱
13	동북아 전자상거래 해상운송 전환수요 분석	이기열
14	컨테이너 해운기업의 환적 패턴 분석과 항만의 대응방안	김은수
15	현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구	전형모
16	지진에 대비한 항만기능 유지의 필요성과 추진방안	김우선

수시연구보고서 발간목록

2018년

01	선화주 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선방안 연구	엄선희
03	낙시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
04	해양생태도의 정책 활용도 제고방안 연구	박수진
05	국내 항만 대기오염물질 배출 저감조치의 운영실태 조사 및 개선방안연구	안용성
06	농축산물 등의 관세행정 제도개선을 통한 항만배후단지내 FTZ활성화 방안연구	조지성
07	최저임금상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
08	수산업·어촌분야 공익적 가치 평가체계 수립 및 사회적 경제 도입방안 연구	류정곤

2017년

01	파나마운하 확장에 따른 해운물류환경변화와 정책대응 방안	박용안
02	해양문화정책 방향에 관한 연구	홍장원
03	4차 산업혁명과 해운산업 정책방향	황진희
04	제주도 항만거버넌스 개선방안 연구	김근섭

05	수산물 산지경매사 직무 및 시험체계 개발	장홍석
06	한·중·일 신선물류산업 활성화 방안	장홍석
07	연안항 지정기준 개선방안 연구	김근섭
08	지속가능한 갯벌어업을 위한 로드맵 마련 연구 - 갯벌어업 패류양식을 중심으로 -	마창모
09	해양수산 공공부문 인재육성 정책 방향	홍현표

현안연구보고서 발간목록

2018년

01	미안마 국립수산대학 설립 추진 방안 연구	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 -ASC인증을 중심으로-	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구 - 국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송계약 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 이행을 위한 한-베트남 수산식품·가공분야 개발협력 방안 연구	정명화

2017년

01	우리나라 해운금융의 현재 및 발전방향	전형진
02	한투발루 협력 증진을 위한 참다랑어 외해양식 투자의 타당성 분석	마창모
03	AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구	이연경
04	해외 진출 무역업체의 한국인 포워더 수요 추정 연구	신수용
05	선박교통관제(VTS) 운영효율화 방안 연구	박한선
06	부산 영도구·중구 도시재생사업 추진방안 -한진중공업·자갈치시장 사례 중심-	최나영환
07	수산시장의 소비자 신뢰 제고를 위한 정책 지원방안 연구	이현동
08	산업정책적 관점에서의 주요국 해운정책 분석 및 정책방향 연구	고병욱
09	연안형 도시재생 기본구상 -부산 원도심 및 영도지역 사례 분석-	최지연
10	갯벌 복원 수요 확대에 따른 복원 표준모형 개발 방향	육근형
11	항만보안 관리체계 효율화 방안 연구	김찬호
12	전자상거래 기반 상업항 개발전략	최상희
13	항만 내 여항구 개발과 관리제도 개선방안에 관한 연구	한광석
14	해운 얼라이언스 개편과 부산항 신항 환적 운영 개선 방향 연구	김은수
15	PA관할 항만 항계 확장에 따른 어업피해보상비 분담기준 마련	김근섭
16	페루 수산시장 현황 및 진출방안	정명화
17	러·일 간 남쿠릴 열도 분쟁의 최근 동향	현대송
18	부산항 신항 혼합형 전용터미널(Hybrid liner terminal) 시스템 도입방안 연구	김근섭
19	해양경비 여건 분석과 역량 강화 방안	윤성순
20	바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향	윤성순
21	우리나라 구조조정 정책사례 및 시사점 -한진해운을 중심으로-	황진희
22	한국 컨테이너선대 육성의 필요성	김태일
23	어촌지역 고용지표 통계생산을 위한 기초연구	한광석
24	우리나라 항만산업 고용통계 조사 연구	하태영
25	뉴질랜드·노르웨이의 양식 수산물 수출 전략	임경희
26	빅데이터 적용 해운항만산업 연구분석 우선순위 연구	최종희
27	해양수산 생명자원정책의 개선방향에 관한 연구	박수진
28	미·중 수산물 수출 비관세장벽 동향 및 대응 방안	임경희
29	도시-어촌 상생협력 인식도 조사	이상철

30	크루즈산업의 일자리 창출 규모와 정책과제	황진희
31	내항여객운송사업 운영체계 개선방안	김태일
32	우리나라의 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구	이기열
33	친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안	심기섭
34	해양수산 일자리 창출분야 및 고용효과 분석	박광서
35	선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안	안용성
36	해양휴양복지 활성화 정책방안 연구	홍장원
37	G20 해양쓰레기 실행계획의 국내 이행 방안	김경신
38	물류기업 해외진출 지원사업 평가 및 실효성 제고 방안	신수용
39	2018 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
40	도시청년 일자리 창출을 위한 도시형 어촌 개발 콘텐츠 발굴 연구	박상우
41	4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구	이연경
42	원양어선 승무 선원의 스트레스 분석에 관한 연구	이승우
43	일자리 창출을 위한 우리나라 항만 경제특구 발전 방향	박성준
44	해양주권 강화를 위한 무인도서 기초정보 개선 연구	정지호
45	세계경쟁을 위한 해외 터미널 및 물류시설 투자방안	박주동
46	연안 소규모 하·폐수 처리시설의 관리 문제점 및 개선방향	장원근
47	거대선사의 시장지배력 확대에 대한 국적선사의 대응 방향	전형진
48	해양법 관련 최근 판례 및 동향 분석 - 남중국해 분쟁 등 해양법 판례 중심 -	최지현
49	화주 관점의 항만배후단지 역할 제고 방향	김은수

일반연구보고서 발간목록

2018년

01	전라남도 작은 SOC사업 활성화 방안 - 소규모 항·포구 개선사업 -	김근섭
02	2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
03	러시아 ARCTIC LNG-2 사업 참여 방안 연구	김민수
04	물류기술 R&D 추진동향 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 분석연구	김민수
08	경상북도 논 생태양식 육성 방안	이상철
09	남북관계 변화에 따른 해운협력 기반 구축 방안	황진희

수산부문 전망모형 「KMI-FOSiM」 구축 연구(1/2)
- 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -

인 쇄 | 2018년 12월 29일 인쇄

발 행 | 2018년 12월 31일 발행

발 행 인 | 양 창 호

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 | 캡스앤디 컴퍼니 (051-911-9890)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 394-0337
정가 15,000원