

양식우럭 수급예측 고도화를 위한 단기예측모형 개편

An Improvement of Short-Term Forecasting Model to Advance
the Supply and Demand Forecasting of Farmed Rockfish

하현정 · 허수진 · 김철현 · 고민규



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	하현정, 허수진, 김철현, 고민규			
내부연구진	연구책임자	하현정	한국해양수산개발원	수산정책사업본부 전문연구원
	공동연구원	허수진	한국해양수산개발원	수산정책사업본부 전문연구원
	공동연구원	김철현	한국해양수산개발원	수산정책사업본부 전문연구원
	공동연구원	고민규	한국해양수산개발원	수산정책사업본부 전문연구원

연구기간 2022. 01. 01. ~ 2022. 10. 31.

보고서 집필내역

연구책임자	하현정 연구총괄, 제1장, 제2장 제2절, 제3장 제3절 일부, 제4절 일부, 제4장 제1절 일부, 제2절 일부, 제3절 일부, 제5장
내부연구진	허수진 제3장 제3절 일부, 제4절 일부, 제4장 제1절 일부, 제2절 일부 김철현 제2장 제1절, 제4장 제1절 일부, 제3절 일부 고민규 제3장 제1절, 제2절

산·학·연·정 연구자문위원	김봉태 부경대학교 해양수산경영경제학부 교수 한석호 충남대학교 농업경제학과 교수
---------------------------	--

※ 순서는 산·학·연·정 순임

목차

01	서론_1	
	제1절 연구 배경 및 목적	1
	1. 연구 배경 및 필요성	1
	2. 연구 목적	4
	제2절 연구 내용 및 방법	4
	1. 연구 내용	4
	2. 연구 방법	6
	제3절 선행연구	8
02	기존 우력 단기에측모형의 특징과 한계_13	
	제1절 기 구축된 우력 단기에측모형	13
	1. 모형의 전체 구조	13
	2. 하위 모듈의 구조	15
	제2절 기존 운용 모형의 한계	20
	1. 모형의 구조적 문제	20
	2. 통계 DB의 한계	21
	3. 주기적 운용 개편 미수행의 문제	23
03	우력 단기에측모형 개편 방향_25	
	제1절 우력 수급 관련 DB 검토	25
	1. 생산 관련 DB	26
	2. 가격 관련 DB	27
	3. 기타 관련 DB	27
	제2절 2018년 이후 우력 수급 및 가격 동향 변화	30
	1. 우력 생산 동향	30

2. 우력 가격 동향	33
제3절 우력 단기예측모형 개편 기본방향	35
1. 축차모형 균형가격 유지 및 수요 대리변수 고려	35
2. 기존 모형 구조 변화 및 하위 모듈 개선	36
3. 양성물량 및 출하량 중량 단위 유지	37
제4절 우력 단기예측모형 개별 방정식 및 구조도	38
1. 우력 단기예측모형 개별 방정식 설정	39
2. 우력 단기예측모형 구조도	44
3. 기존 우력 단기예측모형과의 차별성	45

04 우력 단기예측모형 개편 및 예측력 검정 결과_49

제1절 우력 단기예측모형 추정 결과	49
1. 치어 입식량 결정모형	50
2. 양성물량 결정모형	52
3. 출하량 결정모형	60
4. 산지가격 결정모형	66
5. 도매가격 결정모형	72
제2절 모형 예측력 검정 결과	76
제3절 2022년 9월 이후 우력 수급지표 전망 결과	79
1. 주요 외생변수 가정	79
2. 우력 수급 및 가격 전망 결과	79

05 결론 및 제언_83

제1절 요약 및 결론	83
1. 요약	83
2. 결론	84

제2절 제언	86
1. 본 연구 기여	86
2. 제언	88

참고문헌_91

표 목차

〈표 1-1〉 연도별 주요 양식수산물 단기에측모형 구축 및 개편 현황	2
〈표 1-2〉 본 연구의 추진방법	7
〈표 1-3〉 농업부문 품목별 예측모형 관련 주요 선행연구	9
〈표 1-4〉 수산부문 품목별 예측모형 관련 주요 선행연구	11
〈표 3-1〉 우럭 생산 관련 통계 구축 현황	26
〈표 3-2〉 우럭 가격 관련 통계 구축 현황	27
〈표 3-3〉 우럭 관련 기타 통계 구축 현황	28
〈표 3-4〉 고수온 발생 피해현황	28
〈표 3-5〉 사회적 거리두기 및 단계적 일상 회복 시기	29
〈표 3-6〉 기존 우럭 단기에측모형과 차별성	47
〈표 4-1〉 우럭 치어 입식량 추정 결과	51
〈표 4-2〉 우럭 300g 미만 양성물량 추정 결과	52
〈표 4-3〉 우럭 300~400g 미만 양성물량 추정 결과	55
〈표 4-4〉 우럭 400~500g 미만 양성물량 추정 결과	57
〈표 4-5〉 우럭 500g 이상 양성물량 추정 결과	59
〈표 4-6〉 우럭 400g 미만 출하량 추정 결과	61
〈표 4-7〉 우럭 400~500g 미만 출하량 추정 결과	63
〈표 4-8〉 우럭 500g 이상 출하량 추정 결과	65
〈표 4-9〉 우럭 500g 산지가격 추정 결과	67
〈표 4-10〉 우럭 300g 산지가격 추정 결과	69
〈표 4-11〉 우럭 400g 산지가격 추정 결과	71
〈표 4-12〉 우럭 500~600g 도매가격 추정 결과	73
〈표 4-13〉 우럭 300~400g 도매가격 추정 결과	74
〈표 4-14〉 우럭 400~500g 도매가격 추정 결과	75
〈표 4-15〉 우럭 단기에측모형 예측력 검증 결과	77
〈표 4-16〉 주요 외생변수 가정	79
〈표 4-17〉 우럭 수급 및 가격 전망 결과	80
〈표 5-1〉 우럭 단기에측모형 개편 로드맵	90

그림 목차

〈그림 1-1〉 연구 추진 체계	5
〈그림 2-1〉 기 구축된 우력 단기에측모형 구조도	14
〈그림 3-1〉 연도별 우력 출하량 추이	31
〈그림 3-2〉 월별 우력 출하량 추이	31
〈그림 3-3〉 월별 300g 미만 우력 양성물량 추이	32
〈그림 3-4〉 월별 크기별 출하가능물량 추이	33
〈그림 3-5〉 연도별 우력 산지가격 추이	34
〈그림 3-6〉 월별 통영 500g 우력 산지가격 추이	34
〈그림 3-7〉 2022년 개편 우력 단기에측모형 구조도	44
〈그림 4-1〉 우력 치어 입식량 실제치 및 추정치	51
〈그림 4-2〉 우력 300g 미만 양성물량 실제치 및 추정치	53
〈그림 4-3〉 우력 300~400g 미만 양성물량 실제치 및 추정치	55
〈그림 4-4〉 우력 400~500g 미만 양성물량 실제치 및 추정치	57
〈그림 4-5〉 우력 500g 이상 양성물량 실제치 및 추정치	59
〈그림 4-6〉 우력 400g 미만 출하량 실제치 및 추정치	61
〈그림 4-7〉 우력 400~500g 미만 출하량 실제치 및 추정치	63
〈그림 4-8〉 우력 500g 이상 출하량 실제치 및 추정치	65
〈그림 4-9〉 우력 500g 산지가격 실제치 및 추정치	67
〈그림 4-10〉 우력 300g 산지가격 실제치 및 추정치	69
〈그림 4-11〉 우력 400g 산지가격 실제치 및 추정치	71
〈그림 4-12〉 우력 500~600g 도매가격 실제치 및 추정치	73
〈그림 4-13〉 우력 300~400g 도매가격 실제치 및 추정치	75
〈그림 4-14〉 우력 400~500g 도매가격 실제치 및 추정치	76
〈그림 4-15〉 우력 수급 및 가격 전망 추이	81

01

서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

수산업관측사업은 수산물 생산·유통·소비 등의 수급 정보를 수집·분석하고 어업인, 유통관계자, 소비자 및 정책입안자 등에게 신속히 제공하여 합리적인 의사결정을 유도함으로써 수산물 수급 및 가격을 안정화하기 위해 추진되었다.

수산업관측사업이 도입된 이래로 10여 년 간은 활용 가능한 기초 수급 통계자료가 부족하고 시계열 DB도 충분하지 않아 정성적 전망정보를 전달하는 데에 그쳤다. 그러나 2014년에 주요 양식수산물인 김, 미역, 광어, 우럭, 전복, 굴 등 6개 관측품목의 수급 전망모형이 최초로 구축되면서 매월 생산량, 산지 및 도매가격 등의 정량적 전망정보를 제공하기 시작하였으며, 현재까지 월 단위의 단기 수급 예측모형을 운용 중에 있다.

각 품목별 예측모형을 통해 도출된 생산량, 가격 등의 정량 전망정보는 매월 품목별 수산관측월보를 통해 발표되고 있는데, 관측정보의 정확성 및

신뢰성 측면에서 이러한 전망정보의 적중 여부는 관측사업에서 매우 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 이로 인해 품목별 수산물관측 전망정보 적중률은 수산업관측사업의 핵심 성과지표로 설정되어 분기별·연도별로 해양수산부에 보고되고 있다.

이와 같이 수산업관측사업에서 전망모형의 중요성은 지속적으로 커지고 있는 상황인데, 수급 전망모형은 구축 자체도 중요하지만 보다 현실 설명력이 높고 신뢰할 수 있는 모형을 운용하기 위해서는 통계 DB의 갱신, 개별 방정식 파라미터 재추정, 모형의 적합성 검증 등 주기적인 개편 작업이 이루어져야 한다. 이를 위하여 수산업관측센터에서는 매년 품목별 단기에측모형 개편 작업을 실시하고 있으며, 보통 1품목당 3~4년 주기로 전면 개편을 진행하고 있다.

〈표 1-1〉 연도별 주요 양식수산물 단기예측모형 구축 및 개편 현황

구분	구축	개편							개편 횟수
	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	
김	○	○				○			2회
미역	○		○					○	
굴	○	○						○	
전복	○	○				○			
광어	○			○			○		
우럭	○				○				1회

자료: 저자 작성

2021년까지 2회씩이 모형 개편이 이루어졌던 다른 품목 모형들과는 달리 우럭 단기예측모형은 2018년 외부 위탁사업을 통해 한차례 개편 작업이 진행된 이후로는 큰 틀에서의 구조적인 개편이 이루어지지 않았으며, 매월 데이터를 갱신하는 수준에 그쳤다. 따라서 모형의 예측력 향상을 위해 개편 작업이 시급한 상황이다.

한편, 최근 양식우럭의 산업 구조가 변화됨에 따라 출하량 및 가격 변동성이 매우 커지고 있다. 2020년부터 시작된 ‘코로나19’의 발생으로 포장 및 배달 등 비대면 소비가 크게 증가하면서 수급 변동이 크게 발생하였으며, 500g 이상의 큰 크기 물량 위주의 활어회 소비가 주로 이루어졌던 것과 달리 최근에는 400g 미만의 우럭탕용 소비가 점차 증가하는 추세이다.

우럭과 소비 패턴이 유사한 광어의 출하량 및 가격 변동 추이를 우럭과 비교해보면 우럭의 수급 변동이 매우 큰 상황임을 확인할 수 있다. 한국해양수산개발원 수산업관측센터 자료¹⁾에 따르면, 광어의 연간 출하량은 3만 5~6천 톤 내외로 2018년부터 안정적인 추세를 보였다. 그러나 우럭 출하량은 2018년 2만 4천 톤에서 매년 급격한 감소세를 보였으며, 2021년 우럭 출하량은 1만 3천 톤으로 2018년 대비 47% 감소한 것으로 나타났다.

이에 따라 우럭 도매가격 또한 광어에 비해 가파른 상승폭을 보였는데, 2021년 광어 도매가격은 2018년 대비 19% 상승했으나, 우럭 도매가격의 경우 2018년에 비해 36% 상승한 것으로 나타났다.

모형 개편 주기가 길어지고 우럭 수급 및 가격이 구조적인 변화를 보임에 따라 2018년 개편 시점에 비해 모형의 예측력은 전반적으로 하락한 것으로 나타났다. 세부 방정식 중 특히 양성물량 및 출하량 결정모형의 예측력이 다른 개별 방정식에 비해 상대적으로 크게 저하된 상황이다. 모형의 예측력이 저하될 경우, 전망치의 신뢰성 및 정확도가 하락하여 전망 오류가 크게 발생할 수 있어 장기적인 관점에서 문제가 크다고 할 수 있다.

따라서 기존에 운용 중인 우럭 단기예측모형의 예측력이 크게 저하되고 있으므로 모형의 개편 작업이 시급히 이루어질 필요가 있다. 이에 본 연구는 우럭 단기예측모형 개편을 통하여 우럭 수급 예측을 고도화하고자 하며, 이를 통해 전망 정보의 신뢰성 및 정확도를 향상시키고자 한다.

1) 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 광어 관측통계(검색일: 2022.8.2.)

2. 연구 목적

본 연구는 2018년 이후 구조적인 개선이 이루어지지 않았던 양식우럭 단기예측모형을 전면 개편하여 보다 현실성 있는 모형을 구축하는 데에 목적이 있다. 세부적으로는 경제학적 인과관계를 바탕으로 전반적인 모형 구조 및 개별 하위 모듈을 개편하여 보다 현실에 부합하는 모형을 구축하고자 한다.

다음으로 우럭 수급과 관련된 요인들 중 기존에 고려되지 못했던 대내외 변수 등을 모형에 투입하여 모형의 현실설명력 및 전망 결과의 신뢰도를 향상시키고자 한다.

마지막으로 고도화된 우럭 단기예측모형을 통해 수산업관측사업 및 우럭 양식 관련 정책 수립의 기초자료로 활용하는 데에 목적이 있다. 현재 우럭 단기예측모형은 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서 공표하는 「우럭 수산물관측」월보의 출하량 및 도매가격 전망치 추정에 이용되고 있으며, 월 단위의 정책 시나리오 분석을 실시하고 있다. 따라서 보다 신뢰할 수 있는 전망치 제공을 통해 모형 활용도를 제고하고자 한다.

제2절 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

본 연구는 수산업관측사업 대상 품목인 양식우럭의 단기예측모형 개편으로 범위를 한정하였으며, 현재 수산업관측센터에서 제공하는 우럭 수산물관측 월보의 전망 내용 및 수준을 고려하여 모형을 개편하고자 하였다. 현재

우력 수산관측 월보에서 매월 전망하는 우력 출하량 및 도매가격에 대한 정량적 전망과 함께 양성물량, 산지가격 등의 전망치까지 산출 가능하도록 종합적으로 고려하였다.

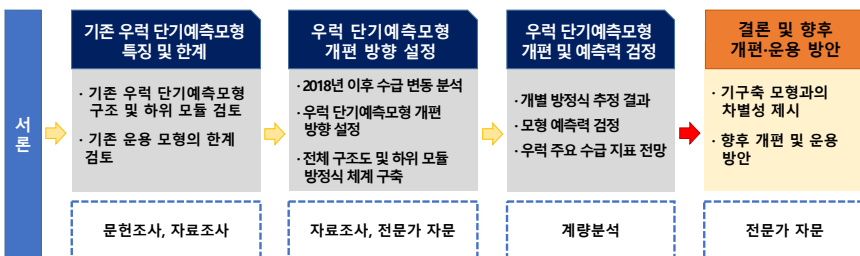
연구 내용을 살펴보면 제2장에서는 기존에 운용 중인 우력 단기 수급 예측모형의 특징과 한계에 대해 검토하였다. 2018년 개편 된 우력 단기 수급 예측모형의 전체 구조를 살펴본 후 세부적으로는 개별 하위 모듈인 크기별 양성물량 결정모형, 출하량 결정모형, 산지가격 결정모형, 도매가격 결정모형을 살펴보았다. 이와 함께 기존 운용 모형의 한계점을 검토하였다.

제3장에서는 우력 단기예측모형 개편 방향을 제시하였는데, 먼저 우력 수급 관련 DB를 구축한 후 2018년 이후 우력 수급 동향의 변화를 살펴보았다. 해당 검토 결과와 제2장에서 검토한 기존 운용 모형의 한계점을 바탕으로 우력 단기 수급 예측모형의 개편 기본방향을 설정하였으며, 개편된 전체 구조도 및 하위 모듈 방정식 체계를 구축하였다.

제4장에서는 우력 단기예측모형의 개별 방정식을 추정한 후 모형 예측력 검정을 검정하였으며, 2022년 9월 이후 우력 주요 수급 지표를 전망하였다.

마지막 제5장에서는 개편 결과를 요약하고 이를 바탕으로 향후 우력 단기예측모형의 보완 사항 및 운용 방안을 제시하였다.

〈그림 1-1〉 연구 추진 체계



자료: 저자 작성

2. 연구 방법

본 연구에서 이용한 연구 방법에는 단기예측모형 관련 문헌 조사, 통계자료 분석, 전문가 자문, 계량 분석 등이 있다. 연구 방법별로 세부 내용을 살펴보면 첫째, 문헌 조사를 통해 기존에 운용 중인 우럭 단기예측모형의 구조 및 분석 방법 등을 파악하였다. 우선적으로 수산부문에서 수행되었던 품목별 단기예측모형 관련 선행연구를 검토하였으며, 전망모형 관련 연구가 장기간 진행되고 있는 농업부문에서의 품목별 예측모형 관련 선행연구 또한 추가적으로 검토하였다. 다음으로 우럭 예측모형 관련 선행연구 중 가장 마지막으로 수행되었던 연구를 보다 면밀히 검토하여 모형의 특징과 한계를 분석하였다.

둘째, 통계자료 수집 및 분석을 통해 단기예측모형에 활용 가능한 관련 DB를 수집하고 모형에 이용할 변수를 선정하였다. 우럭 출하량, 양성물량, 산지가격, 도매가격 등 월별(또는 분기별) 우럭 수급 관련 통계 DB를 구축하고, 그 외 우럭 생육에 영향을 미치는 수온이나 소비 관련 통계 DB 또한 추가적으로 수집하였다. 수집된 통계자료를 바탕으로 2018년 모형 개편 이후 우럭 수급 및 가격 동향을 분석하여 수급 변동을 파악하고 이러한 변화를 모형에 최대한 반영하려고 하였다.

셋째, 우럭 수급 및 전망모형 관련 전문가 자문을 수행하였다. 먼저 전반적인 우럭 생육 및 수급 구조를 파악하고 이를 모형 구조에 반영하기 위해 우럭 생산 및 유통 관련 전문가 자문을 실시하였다. 주 출하지인 통영지역의 우럭 양식어가와 어류양식수협을 방문하였으며, 우럭 생육 시기, 주 영향 요인, 주 출하 크기 및 출하 시기 등 생육 및 수급 관련 주요 사항에 대해 자문을 구하였다.

다음으로 계량적인 측면에서 모형 구조를 개편하기 위해 전망모형 관련

학계 전문가 자문을 수행하였다. 다수의 전망모형 관련 연구를 수행한 이력이 있는 학계 전문가, 수산경제 및 계량경제 관련 전문가를 대상으로 하여 모형 구조 설정, 적절한 모형 추정 방법 등에 대한 자문을 실시하였다.

넷째, 문헌조사, 통계자료 분석, 전문가 자문을 기반으로 우럭 단기예측 모형의 구조를 재구성하였으며, 계량 분석을 통해 하위 모듈을 추정하였다. 우럭 단기예측모형은 양식우럭에 한정된 부분균형모형(Partial equilibrium model)으로, 시계열분석보다는 경제학적 인과관계를 반영할 수 있는 구조 방정식(Structural equation model; SEM) 형태의 예측모형으로 선정하였다. 이와 함께 우럭의 생육 특성을 반영하기 위해 동태적 생태방정식 모형 체계(Dynamic ecological equation model system)로 구축하였다.

분석 방법으로는 통상최소자승법(Ordinary Least Squares, OLS)을 기본적으로 이용하였으며, 자기상관 문제의 경우 GLS 등과 같은 시계열분석을 이용하기보다는 자기상관 구간에 더미변수를 적용하여 해결하였다.

최종적으로 추정된 모형의 예측력은 Theil의 불균등계수와 같이 기존 선행연구에서 주로 이용되고 있는 방식을 통해 검정하였으며, 모형 추정 결과는 모형 운용의 편의성을 위해 엑셀 스프레드시트에 구현하였다.

본 연구에서 이용한 연구 방법을 정리하면 <표 1-2>와 같다.

<표 1-2> 본 연구의 추진방법

구분	세부 내용
문헌 조사	• 농업 및 수산부문 품목별 예측모형 구조 및 분석 방법 검토 • 기존 우럭 단기예측모형 구조 및 하위 모듈 검토
통계자료 분석	• 우럭 출하량, 양성물량, 가격 등 수급 관련 DB 수집 • 우럭 생육 영향 요인, 소비 관련 DB 수집
전문가 자문	• 우럭 생육 및 수급 구조 관련 자문(양식어가 및 양식수협) • 모형 구조 설정 및 추정 방법 관련 자문(모형 및 수산·계량경제 학계 전문가)

구분	세부 내용
모형 구조 설정	• 부분균형모형, 구조방정식 형태 모형, 동태적 생태방정식모형 체계
하위 모듈 추정	• 통상최소자승법(OLS) 채택 • 엑셀시뮬레이션 구축(운용 편의성)
모형 예측력 검정	• Theil의 불균등계수

자료: 저자 작성

제3절 선행연구

본 연구는 우력 품목에 한정된 부분균형모형으로, 월별 예측이 가능하고 경제학적 인과관계가 반영된 단기예측모형을 구축하는 데에 목적이 있다. 따라서 본 절에서는 전망모형 관련 선행연구 중 부분균형모형 및 구조방정식 형태의 품목별 예측모형에 대한 선행연구를 중점적으로 검토하였다.

이와 함께 수산부문 연구에 한정하지 않고 수산업과 유사하며 전망모형 구축 관련 연구가 20여 년 전부터 진행되어 온 농업부문에서의 품목별 예측모형 관련 선행연구 또한 함께 검토하였다.

먼저 농업부문에서는 20여 년 전부터 한국농촌경제연구원 농업관측센터의 관측사업 대상 품목에 대한 예측모형 구축 및 운용 관련 연구가 진행되어왔다. 김명환 외(2000)은 한국농촌경제연구원 최초의 품목별 수급모형인 KREI-COMO를 최초 구축하였으며, 이용선·심송보(2005)는 KREI-COMO 구축 대상 품목을 확대하고 류별 특성에 맞도록 작형별(계절별) 모형을 구축하는 등 KREI-COMO 개편 연구를 진행하였다. 그러나 이들 모형은 연도별·작형별(계절별) 전망모형으로 구축되어 월 단위의 전망에는 한계가 존재했다.

이후 농업관측사업에서 3~6개월 전의 수급 전망을 제공하는 중기선행관측 체계의 필요성이 대두되면서 한석호 외(2010), 김배성 외(2010)의 연구를 통해 양파, 배추, 돼지, 육계, 대파, 무 등에 대한 중기선행관측모형이 구축되었다. 해당 모형은 작형별로 구축되어있으며, KREI-COMO와 달리 월별 예측모형 형태로 구축되어 월 단위의 전망이 가능하게 되었다.

마지막으로 박지연·박영구(2013)은 관측 고도화의 일환으로 2010년에 구축된 중기선행관측모형 중 배추와 무의 수급모형을 재개발하였다. 작형별·월별 예측모형 형태를 유지하되, 생육단계별 기상을 이용하여 단수 모형을 강화하였다.

〈표 1-3〉 농업부문 품목별 예측모형 관련 주요 선행연구

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
1	- 과제명: 주요 채소·과일의 수급함수 추정(2000), 농업관측 품목모형 KREI-COMO 2005 개발·운용(2005) - 연구자(연도): 김명환 외(2000), 이용선·심송보(2006) - 연구목적: 농업관측사업 대상 품목의 수급 분석을 위해 품목모형인 KREI-COMO 개발 및 모형 개선	- 선행연구 검토 - 계량경제학적 분석 (OLS, COI, WLS, PDL, 2SLS 등)	- 연도별·작형(계절)별 전망모형 구축 〈2000년 연구〉: 재배면적반응함수, 가격신축성함수, 수요함수 추정 〈2006년 연구〉: KREI-COMO 2005 개발 및 개선, 신규 품목 확대, 류별 특성에 맞는 모형 설정
2	- 과제명: 중기선행관측 기본모형 개발연구(2010), 중기선행관측을 위한 농축산물 작형별 수급모형 및 예측평가시스템 개발 연구(2010) - 연구자(연도): 한석호 외(2010), 김배성 외(2010) - 연구목적: 농업관측품목의 중기선행(3~6개월 전)관측을 위한 중기선행관측모형 구축	- 선행연구 검토 - 계량경제학적 이론 검토 - 계량경제학적 분석 (OLS 등)	- 작형별·월별 예측모형 구축 - 양파, 배추, 돼지, 육계 등 4개 품목 대상 작형별 모형 구축 - 대파, 무 등 2개 품목 대상 작형별 모형 구축 - 재배면적함수, 단수함수, 출하분포모형, 가격신축성함수 등

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
3	- 과제명: 배추·무 예측모형 고도화 방안(2013) - 연구자(연도): 박지연·박영구 (2013) - 연구목적: 계절별 배추·무 수급모형 구축 및 개선	- 선행연구 검토 - 통계분석 - 계량경제학적 분석 (OLS, 패널분석)	- 작형별·월별 예측모형 구축 - 배추·무 수급 및 가공현황 및 통계특징 분석 - 기상 여건 변화에 따른 생육 주기 재설정 - 작형별 재배면적반응함수, 단수함수, 가격신축성함수, 수출입함수 등 추정

자료: 저자 작성

다음으로 수산부문 품목별 예측모형 관련 연구는 농업에 비해 다소 늦게 시작되었는데, 2014년에 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 관측사업 대상 품목에 대한 전망모형이 최초로 구축되었다. 조재환 외(2014), 김배성 외(2014)의 연구를 통해 김, 미역, 굴, 전복, 광어, 우럭 등 6개 품목에 대한 품목별 예측모형이 구축되었으며, 월별 수급 및 가격 전망이 가능하게 되었다. 이들 모형은 품목별 특성에 따라 김, 미역, 굴은 시설량 및 단수 모형, 전복, 광어, 우럭은 양성물량 및 출하량 모형으로 구성되었다.

이후 매년 개별 품목별 모형 개편 연구를 실시하여 모형 고도화 연구를 꾸준히 진행하였다. 수산부문 품목별 예측모형은 주로 학계의 모형 관련 전문가를 대상으로 한 외부 위탁 연구를 통해 구축 및 개선되었는데, 주요 연구에는 조재환·최세현·김배성(2015), 조재환·정호중(2016), 조재환·박성경(2017), 한석호·이금호·장희수(2018), 한석호·장희수(2019, 2020), 한석호·송성환(2021) 등이 있다. 이들 연구를 통해 주기적으로 모형 구조를 개편하고 개별 방정식을 개선하는 등 모형의 현실 설명력 및 예측력을 제고하였다. 2019년에는 김 품목에 한하여 최초로 한국해양수산개발원 수산업 관측센터 내부 개편 연구가 진행되었는데, 이현동 외(2019)는 김 수급모형 운용 체계 전면 개편을 통해 모형을 고도화 하였다.

한편, 우력 예측모형은 김배성 외(2014)의 연구로 최초 구축된 이후 한석호·이금호·장희수(2018)의 연구에서 개편 작업이 진행되었으며, 이후 추가적인 개편이 이루어지지 못하였다. 우력 예측모형 관련 선행연구 중 가장 마지막으로 개편된 우력 예측모형인 한석호·이금호·장희수(2018)의 연구는 다음 장에서 보다 면밀한 검토를 진행하여 해당 모형의 특징과 한계를 분석해보았다.

〈표 1-4〉 수산부문 품목별 예측모형 관련 주요 선행연구

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
1	- 과제명: 2014년 수산물 품목별 수급 전망모형 개발사업(미역, 우럭, 전복, 송어) - 연구자(연도): 김배성 외(2014) - 연구목적: 수산물 품목별 수급전망 및 정책시뮬레이션 분석이 가능한 품목별 수급전망모형 개발	- 문헌조사 - 통계 DB 구축 - 계량경제학적 분석(OLS, AR(1) 등)	- 수산물 수급 이론적 검토 - 품목별 수급 구조 분석 - 품목별 수급방정식 추정 - 모형 예측력 검토
2	- 과제명: 2014년 수산물 품목별 수급 전망모형 개발사업(굴, 김, 광어) - 연구자(연도): 조재환 외(2014) - 연구목적: 수산물 품목별 수급전망 및 정책시뮬레이션 분석이 가능한 품목별 수급전망모형 개발	- 문헌조사 - 통계 DB 구축 - 계량경제학적 분석(OLS, GLS, 패널분석 등)	- 품목별 수급 구조 및 생물학적 특성 관련 분석 - 품목별 전망모형 구조 설정 - 개별 방정식 추정 - 모형 예측력 검토
3	- 과제명: 주요 수산물 품목별 수급 전망모형 유지보수 - 연구자(연도): 조재환·최세현·김배성(2015), 조재환·정호중(2016), 조재환·박성경(2017), 한석호·이금호·장희수(2018), 한석호·장희수(2019, 2020), 한석호·송성환(2021) - 연구목적: 기 구축된 수산물 품목별 수급전망모형 갱신 및 구조 개편을 통한 모형 고도화	- 선행연구 검토 - 통계 DB 구축 - 계량경제학적 분석(OLS)	- 기 구축된 6개 품목 수급 전망모형 개편 진행 - 품목별 수급 구조 및 생물학적 특성 관련 분석 - 품목별 전망모형 구조 개선 - 개별 방정식 추정 - 모형 예측력 검토 - 향후 모형 운용 및 개편 방향 제시

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
4	• 과제명: 2019년 김 수급 전망모형 운용개편 연구 • 연구자(연도): 이현동·허수잔·하현정(2019) • 연구목적: 김 수급전망모형의 운용 체계 전면 개편 및 모형 예측 적합도 향상	• 선행연구 검토 • 통계 DB 구축 • 관련 통계자료 분석 • 계량경제학적 분석(OLS)	• 기존 김 수급전망모형의 특징 및 한계 분석 • 모형개편방향및구조 설정 • 개별 방정식 추정 • 모형 예측력 검토 • 향후 모형 운용 및 개편 방향 제시

자료: 저자 작성

02

기존 우럭 단기에측모형의 특징과 한계

제1절 기 구축된 우럭 단기에측모형²⁾

1. 모형의 전체 구조

2018년에 개편된 우럭 단기에측모형은 우럭 단일 품목에 국한된 부분균형모형(Partial equilibrium model)으로, 수산업관측센터에서 매월 공표하고 있는 관측 통계자료를 기반으로 하여 「우럭 수산관측」 월보 전망에 부합되도록 월 단위 형태로 구축되었다. 우럭의 생물학적 양성 및 출하 시간을 고려하여 동태적 생태방정식모형 체계(Dynamic ecological equation model system)로 설계되었으며, 단기(short-term)에는 공급 주도 하에 가격이 결정되는 경향이 강하므로 이러한 특성에 따라 추차모형(Recursive model)으로 균형가격을 도출하는 형태로 구축되었다.

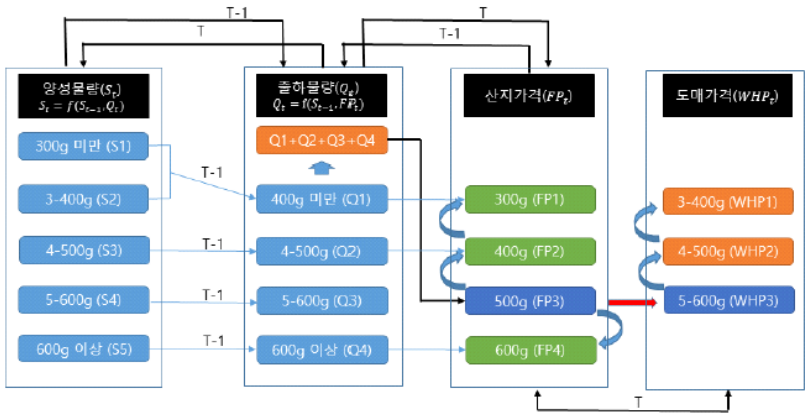
2) 한석호·이금호·장희수(2018), pp. 2-33의 모형 설명 부분을 요약하였다.

이와 함께 계량적 측면을 중요시하는 기존 시계열분석 모형에서 벗어나 경제학적 인과관계를 설명할 수 있는 구조방정식(Structural equation model; SEM) 형태로 설계되었으며, 주요 변수에 대한 정책실험이 가능하도록 정책시뮬레이션 기능을 포함하였다.

우럭은 입식에서 출하까지 1년 이상 소요되는 다년생 어종이므로 양성물량을 기반으로 출하량이 결정되는 형태로 구축되었으며, 모형에 이용된 주요 변수로는 양성물량, 출하량, 산지가격, 도매가격 등이 있다. 모형 추정에는 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서 공표한 우럭 수급 및 가격 관련 통계자료를 이용하였으며, 추정에 이용한 통계 DB의 시계열 길이는 2006년 11월~2018년 11월까지였다.

기 구축된 우럭 단기예측모형의 전체 구조도는 <그림 2-1>과 같다.

<그림 2-1> 기 구축된 우럭 단기예측모형 구조도



주: T는 금기(해당 월), T-1 전기를 뜻함

자료: 한석호·이금호·장희수(2018), p. 9.

2. 하위 모듈의 구조

기 구축된 우력 단기에측모형은 크게 양성물량 결정모형, 출하량 결정모형, 산지가격 결정모형, 도매가격 결정모형으로 구성되어있다. 이들 개별 방정식은 우력 성장 크기별로 구분하여 각각 추정되었는데, 총 16개의 방정식이 축차적으로 영향을 주는 방식으로 설계되었다.

개별 방정식은 대부분 Log-Log 함수 형태로 추정하였으나, 경우에 따라 Level-Level 형태의 함수로도 추정하였다.

1) 양성물량 결정모형

우력은 입식에서 출하까지 1년 이상 소요되는 다년생 어종으로 시간이 흐름에 따라 일정 크기로 성장하는 특성이 모형에 반영될 필요가 있다. 이러한 동태적 생육함수를 구축하기 위해 Nerlove의 부분조정모형(Partial adjustment model; PAM)과 Cagon의 적응적 기대가설(Adaptive expectation model)을 이용하여 양성물량을 도출하였다.

우력 양성물량은 크기별로 구분하여 추정하였으며, 300g 미만, 300~400g 미만, 400~500g 미만, 500~600g 미만, 600g 이상 등 총 5개 모형을 추정하였다. 생육함수의 경우 원칙적으로는 ‘치어 입식량 결정모형’부터 시작되어야 하나, 우력 입식량 통계자료의 한계로 인해 300g 미만 양성물량 결정모형을 시작으로 양성물량을 추정하였다.

먼저 300g 미만 양성물량 결정모형 추정을 위하여 전월 양성물량 및 전월 산지가격(기대가격)을 변수로 이용하였으며, 그 외 계절더미변수를 추가하였다. 한편, 모형 추정시 생산비 변수가 추가되어야 하나, 월별 우력 생산비 통계자료가 부재하여 이를 적용할 수 없었다.

$$S_{1,m} = f(S_{1,m-1}, FP_{3,m-1}, seasonality) \quad [\text{식 2-1}]$$

주: $S_{1,m}$ 는 m월의 300g 미만 양성물량, $FP_{3,m-1}$ 는 m-1월의 500g 산자가격, seasonality는 계절더미변수

이후 300~400g 미만, 400~500g 미만, 500~600g 미만, 600g 이상 등 중량별 양성물량 결정모형을 추정하는 방정식 형태는 <식 2-2>~<식 2-5>와 같다.

동태적 생육관계를 고려한다면 당월 우럭 300~400g 미만 양성물량($S_{2,m}$)은 전월 동 크기 양성물량($S_{2,m-1}$)과 300g 미만 크기($S_{1,m-1}$)에서 300~400g 미만으로 자란 양성물량에서 당월 400g 미만 출하량($Q_{1,m}$) 및 폐사량을 제외하여 산출할 수 있다. 단, 폐사량은 통계자료의 부재로 고려할 수 없었으며, 계절더미변수를 추가적으로 고려하였다. 그 외 크기의 양성물량 또한 마찬가지로 형태로 추정되었다.

$$S_{2,m} = f(S_{2,m-1}, S_{1,m-1}, Q_{1,m}, seasonality) \quad [\text{식 2-2}]$$

주: $S_{2,m}$ 는 m월의 300~400g 미만 양성물량, $S_{1,m-1}$ 는 m-1월의 300g 미만 양성물량, $Q_{1,m}$ 는 m월의 400g 미만 출하량, seasonality는 계절더미변수

$$S_{3,m} = f(S_{3,m-1}, S_{2,m-1}, Q_{2,m}, seasonality) \quad [\text{식 2-3}]$$

주: $S_{3,m}$ 는 m월의 400~500g 미만 양성물량, $S_{2,m-1}$ 는 m-1월의 300~400g 미만 양성물량, $Q_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 미만 출하량, seasonality는 계절더미변수

$$S_{4,m} = f(S_{4,m-1}, S_{3,m-1}, Q_{3,m}, seasonality) \quad [\text{식 2-4}]$$

주: $S_{4,m}$ 는 m월의 500~600g 미만 양성물량, $S_{3,m-1}$ 는 m-1월의 400~500g 미만 양성물량, $Q_{3,m}$ 는 m월의 500~600g 미만 출하량, seasonality는 계절더미변수

$$S_{5,m} = f(S_{5,m-1}, S_{4,m-1}, Q_{4,m}, seasonality) \quad [\text{식 2-5}]$$

주: $S_{5,m}$ 는 m월의 600g 이상 양성물량, $S_{4,m-1}$ 는 m-1월의 500~600g 미만 양성물량, $Q_{4,m}$ 는 m월의 600g 이상 출하량, seasonality는 계절더미변수

2) 출하량 결정모형

우럭 출하량은 양성물량과 마찬가지로 크기별로 구분하여 추정하였는데, 출하 가능 크기인 400g 미만, 400~500g 미만, 500~600g 미만, 600g 이상 등 총 4개의 출하량 결정모형을 추정하였다.

먼저 400g 미만 출하량 추정에는 동태적 생육관계에 따라 전월 300g 미만 양성물량($S_{1,m-1}$)과 300~400g 미만 양성물량($S_{2,m-1}$)인 생물 재고량(Live-stock)이 변수로 이용되었으며, 우럭 양식여가의 경제적 의사결정 요인인 당월 기대가격 또한 설명변수로 도입하였다. 이 때 양식여가의 당월 기대가격은 Cagon의 적응적 기대가설을 적용하여 전월 산지가격과 경영비를 사용하였으나, 경영비의 경우 통계자료가 부재하여 전월 산지가격만을 이용하였다. 이와 함께 계절더미변수를 추가적으로 고려하였다.

$$Q_{1,m} = f(S_{1,m-1}, S_{2,m-1}, FP_{1,m-1}, seasonality) \quad [\text{식 2-6}]$$

주: $Q_{1,m}$ 는 m월의 400g 미만 출하량, $S_{1,m-1}$ 는 m-1월의 300g 미만 양성물량, $S_{2,m-1}$ 는 m-1월의 300~400g 미만 양성물량, $FP_{1,m-1}$ 는 m-1월의 300g 산지가격, seasonality는 계절더미변수

$$Q_{2,m} = f(S_{3,m-1}, FP_{2,m-1}, seasonality) \quad [\text{식 2-7}]$$

주: $Q_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 미만 출하량, $S_{3,m-1}$ 는 m-1월의 400~500g 미만 양성물량, $FP_{2,m-1}$ 는 m-1월의 400g 산지가격, seasonality는 계절더미변수

$$Q_{3,m} = f(S_{4,m-1}, FP_{3,m-1}, seasonality) \quad [\text{식 2-8}]$$

주: $Q_{3,m}$ 는 m월의 500~600g 미만 출하량, $S_{4,m-1}$ 는 m-1월의 500~600g 미만 양성물량, $FP_{3,m-1}$ 는 m-1월의 500g 산지가격, seasonality는 계절더미변수

$$Q_{4,m} = f(S_{5,m-1}, FP_{4,m-1}, seasonality) \quad [\text{식 2-9}]$$

주: $Q_{4,m}$ 는 m월의 600g 이상 출하량, $S_{5,m-1}$ 는 m-1월의 600g 이상 양성물량, $FP_{4,m-1}$ 는 m-1월의 600g 산지가격, seasonality는 계절더미변수

3) 산지가격 결정모형

가격의 경우 모형의 예측 신뢰도 및 안정성을 위해 대표 출하 크기의 산지가격을 추정한 후, 그 외 크기의 가격은 크기별 출하량 및 대표 크기 가격을 이용하여 추정하는 방식을 적용하였다. 산지가격 결정모형은 역수요 함수 형태로 추정되었으나, 대체재에 대한 명확한 기준이 성립되어있지 않아 소비 대체탄력성은 0으로 가정하고 자체가격 탄력성만을 중점적으로 추정하였다.

우력 산지가격은 크기별로 300g, 400g, 500g, 600g 등 총 4개의 모형으로 추정되었으며, 이 중 통영 지역의 500g 산지가격을 대표 가격으로 설정하였다. 500g 산지가격 추정에는 전체 우력 출하량을 변수로 이용하였으며, 계절더미변수 또한 추가적으로 도입하였다.

$$FP_{3,m} = f\left(\sum_{i=1}^4 Q_{i,m}, seasonality\right) \quad [\text{식 2-10}]$$

주 : $FP_{3,m}$ 는 m월의 500g 산지가격, $Q_{i,m}$ 는 m월의 크기별 출하량, seasonality는 계절더미변수

그 외 크기별 산지가격은 해당 크기에 대한 당월 출하량과 함께 대표가 격인 500g 산지가격을 변수로 도입하였다.

$$FP_{1,m} = f(Q_{1,m}, FP_{3,t}) \quad [\text{식 2-11}]$$

주 : $FP_{1,m}$ 는 m월의 300g 산지가격, $Q_{1,m}$ 는 m월의 400g 미만 출하량, $FP_{3,m}$ 는 m월의 500g 산지가격

$$FP_{2,m} = f(Q_{2,m}, FP_{3,t}) \quad [\text{식 2-12}]$$

주 : $FP_{2,m}$ 는 m월의 400g 산지가격, $Q_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 미만 출하량, $FP_{3,m}$ 는 m월의 500g 산지가격

$$FP_{4,m} = f(Q_{4,m}, FP_{3,t}) \quad [\text{식 2-13}]$$

주 : $FP_{4,m}$ 는 m월의 600g 산지가격, $Q_{4,m}$ 는 m월의 600g 이상 출하량, $FP_{3,m}$ 는 m월의 500g 산지가격

4) 도매가격 결정모형

도매가격은 산지가격의 함수를 이용하거나, 상위 크기의 도매가격을 이용하여 가격연계함수(Price linkage function)로 도출하였다. 이 때 유통비용 등의 기타 요인 또한 고려되어야 했으나, 관련 통계자료 확보의 한계로 추정에서 제외되었다. 우력 도매가격은 300~400g, 400~500g, 500~600g 등 총 3개의 모형으로 추정되었으며, 이 중 500~600g의 도매가격을 대표가격으로 선정하였다.

먼저 대표 가격인 500~600g 도매가격 추정에는 500g 산지가격 및 600g 산지가격을 설명변수로 도입하였다.

$$WHP_{3,m} = f(FP_{3,m}, FP_{4,m}) \quad [\text{식 2-14}]$$

주: $WHP_{3,m}$ 는 m월의 500~600g 도매가격, $FP_{3,m}$ 는 m월의 500g 산지가격, $FP_{4,m}$ 는 m월의 600g 산지가격

다음으로 300~400g 도매가격은 400~500g 도매가격을, 400~500g 도매가격은 500~600g 도매가격을 연계하여 추정하였다.

$$WHP_{1,m} = f(WHP_{2,m}) \quad [\text{식 2-15}]$$

주: $WHP_{1,m}$ 는 m월의 300~400g 도매가격, $WHP_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 도매가격

$$WHP_{2,m} = f(WHP_{3,m}) \quad [\text{식 2-16}]$$

주: $WHP_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 도매가격, $WHP_{3,m}$ 는 m월의 500~600g 도매가격

제2절 기존 운용 모형의 한계

기존에 구축된 우력 단기에측모형은 제1절에서 살펴본 바와 같이 2018년 개편 당시 고려할 수 있는 모든 변수를 이용하여 2014년에 최초 구축된 모형에 비해 예측력이 높고 보다 현실을 잘 반영한 모형으로 개선되었다. 그러나 시간이 흐름에 따라 기존의 우력 수급 변동과 다른 양상을 보이기 시작하면서 모형 운용상 다양한 문제점이 발생하기 시작했다.

제2절에서는 기존 우력 단기에측모형의 전반적인 한계를 ①모형의 구조적 문제, ②수급 통계 DB의 한계, ③주기적 운용 개편 미수행의 문제 등으로 구분하여 살펴보았다.

1. 모형의 구조적 문제

기존에 구축된 우력 단기에측모형은 우력 단일 어종을만 고려하는 부분 균형모형으로 구축되어있기 때문에 우력과 대체 관계에 있는 어종의 수급 상황이 고려되지 않았으며, 대체 어종의 단기에측모형과도 상호 연계되지 않고 독립적으로 운용되고 있다.

이와 함께 기존의 우력 단기에측모형은 공급 주도 하에 균형 가격이 결정되는 축차 방식으로 모형이 구축되어 있어 수요 측면의 영향을 모형에 즉시 반영하기 어렵다는 한계가 있다. 우력은 활어 형태로 주로 공급되는 수산물로 저장 및 보관이 용이하지 않으며 일정 기간의 생육 주기가 존재하여 수요의 변화에 따라 공급량을 갑자기 늘리거나 줄일 수 없다. 따라서 우력과 같은 수산물은 단기에서 수요 측면의 영향보다는 공급 측면의 영향이 더 큰 것으로 볼 수 있다.

그러나 ‘코로나19’ 발생 이후 비대면 소비가 증가함에 따라 기존 공급 중심의 수급 양상과는 다소 다른 행태를 보였는데, 기존 모형에는 이러한 수요의 변화를 즉시 반영할 수 없다는 문제가 존재한다.

2. 통계 DB의 한계

1) 공급 측면

먼저 기존 우력 단기예측모형의 경우 월별 우력 입식량 DB 자료의 한계로 입식량 결정모형을 구축할 수 없었다. 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서는 지속가능한 양식 산업의 기반을 마련하기 위해 2015년부터 ‘수산종자관측사업’을 추진하였으며, ‘우력종자 수산관측’은 2016년 4월에 창간되었다. 우력 단기예측모형 개편 시점인 2018년에는 우력종자관측이 도입된 지 2년 정도밖에 되지 않아 입식량 자료를 이용하는 데에 한계가 존재했다. 그 외에도 월별 우력 폐사량 또는 폐사 비율, 우력 양식여가의 생산비 및 구성요소별 비용(인건비, 사료비 등) 등의 관련 통계자료가 부재하여 모형 추정시 해당 변수들을 반영하지 못하였다.

다음으로 우력 해사가두리 양식장의 생육환경 관련 DB의 한계로 해당 자료 또한 모형에 반영되지 못하였다. 수온, 염분, 영양염류 등의 요인이 우력의 성장에 어느 정도 영향을 미치는지에 대한 연구가 부족한 상황에서 어장별로도 생육환경 조건이 모두 다르기 때문에 이러한 변수를 모형에 반영하는 것은 현실적으로 어렵다고 할 수 있다.

마지막으로 우력 크기별 양성물량과 출하량의 중량 단위가 서로 상이하여 출하량 추정시 전망치의 정확도가 상대적으로 떨어질 가능성이 존재한다. 현재 수산업관측센터에서 공표 중인 크기별 양성물량의 중량 단위는

만 마리이며, 출하량의 중량 단위는 톤으로 두 변수의 단위가 서로 다르게 구축되어있다. 이로 인해 양성물량은 만 마리로, 출하량은 톤으로 각각 변수를 분리하여 추정할 수 밖에 없어 출하량 추정시 추정 오류가 커질 수 있다.

2) 수요 측면

모형의 구조적 문제에서 언급한 바와 같이 우럭 소비량, 소비자가격 등 수요 관련 통계 DB가 부재하여 수요 측면에서의 모형 개선은 다소 어려운 상황이다. 특히 ‘코로나19’의 발생 및 확산으로 사회적 거리두기가 강화되면서 외식 소비는 크게 감소한 반면, 배달앱(App), 온라인쇼핑, 새벽배송 등을 통한 비대면 소비는 증가하는 추세를 보였는데, 이러한 소비 패턴의 변화를 모형에 적용하기에는 관련 DB의 부족으로 인해 한계가 있다.

이와 함께 우럭의 대체재에 관한 연구도 아직 미흡한 상황이며, 명확하게 대체 관계에 있다고 판단되는 어종을 찾기도 어려운 실정이다.³⁾ 따라서 우럭의 대체재에 대한 연구가 우선적으로 진행되어야 할 것이며, 이후 대체 어종의 단기예측모형과 우럭 모형을 상호 연계할 필요가 있을 것으로 판단된다.

3) 우럭 생산 및 유통업계 자문(22.07.28, 서남해수어류양식수협) 결과, 우럭의 대체 어종이 무엇이라고 생각하는지에 대한 질문에 가격 등락 상황에 따라 일시적으로 송어 등이 대체재 역할을 하고 있기는 하나, 명백한 대체 관계가 성립한다고 하기에는 다소 무리가 있다고 언급했다.

3. 주기적 운용 개편 미수행의 문제

우력 단기예측모형은 2014년에 최초로 구축된 이후 2018년에 전반적인 개편이 이루어졌으며, 이후에는 DB 갱신 수준의 관리만이 진행되고 있다. 개편 이후 우력 수급 변동이 심화되었으나 모형 개선 작업이 이루어지지 못하였으며, 이로 인해 엑셀 시뮬레이션 상의 실제치와 추정치 간의 잔차(Residual)를 조정하는 선에서 전망치를 도출할 수밖에 없었다.

우력 수급 변동에도 불구하고 적절한 시점에서 모형의 개편 작업이 이루어지지 못하면서 모형의 예측력은 지속적으로 저하되고 있는 상황이므로 전반적인 모형 개편 작업이 시급히 이루어질 필요가 있다.

03

우력 단기에측모형 개편 방향

제2장에서는 기존 우력 단기에측모형의 전반적 구조 및 하위 모듈을 살펴보고 이에 따른 모형의 한계점을 확인하였다. 본 장에서는 앞서 확인하였던 기존 우력 단기에측모형의 한계점과 함께 우력 수급 관련 DB 검토 및 2018년 이후 우력 수급 동향 변화를 통해 도출된 정보를 바탕으로 우력 단기에측모형의 개편 방향을 설정하고 신규 개편 예정인 개별 방정식 및 전체 구조도를 제시하였다.

제1절 우력 수급 관련 DB 검토

먼저 우력 수급 관련 DB는 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 월별 우력 양성물량, 출하량, 산지가격, 도매가격 등을 수집하였으며, 통계청의 어류양식동향 자료 또한 참고용으로 수집하였다. 그 외 우력 생육조건을 모형에 반영하기 위해 국립해양조사원의 수온 자료를 수집하였으며, ‘코로나19’ 관련 변수를 활용하기 위해 보건복지부의 사회적 거리두기 단계별 적용 일자 등의 자료 또한 별도 수집하였다.

한편, 단기에는 거시경제변수의 영향력보다 우럭 양성물량, 출하량 등 수급 및 가격 지표의 변동이 미치는 영향이 더 크며, 해당 변수의 최소 시계열 단위는 분기가 대부분이므로 월 모형에 도입하기에는 적합하지 않다. 따라서 우럭 단기에측모형 추정시 거시경제변수는 설명변수로 고려하지 않았다.

1. 생산 관련 DB

우럭의 생물학적 특성을 고려하여 치어 입식량, 크기별 양성물량, 크기별 출하량 자료를 수집하였다. 해당 자료는 모두 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 자료를 활용하였으며, 치어 입식량의 경우 통계청의 「어류양식동향조사」 자료를 별도로 수집하였다.

〈표 3-1〉 우럭 생산 관련 통계 구축 현황

구분		단위	자료출처	시계열 기간
치어 판매량(입식량)		만 마리	수산업관측센터	2016년 5월~2022년 6월 (연중 5~6월 입식)
입식량		천 마리	통계청	2006년 상반기~2021년 하반기
양성 물량	300g 미만	만 마리	수산업관측센터	2006년 10월~2022년 6월
	300~400g 미만			
	400~500g 미만			
	500~600g 미만			
	600g 이상			
출하량	400g 미만	톤	수산업관측센터	2006년 10월~2022년 6월
	400~500g 미만			
	500~600g 미만			
	600g 이상			

자료: 저자 작성

2. 가격 관련 DB

가격 관련 DB는 크게 산지가격과 도매가격으로 구분되며, 해당 자료는 생산 관련 DB와 마찬가지로 수산업관측센터의 자료를 이용하였다. 2006년 10월부터 2022년 6월까지의 자료를 이용하였으며, 각 지역별·크기별로 가격 자료를 수집하였다.

〈표 3-2〉 우럭 가격 관련 통계 구축 현황

구분			단위	자료출처	시계열 기간
산지 가격	통영, 여수, 완도	300g	원/kg	수산업관측센터	2006년 10월~2022년 8월
		400g			
		500g			
		600g			
도매 가격	인천, 하남, 부산	300~400g	원/kg	수산업관측센터	2006년 10월~2022년 8월
		400~500g			
		500~600g			

자료: 저자 작성

한편, 실제 모형을 추정할 때에는 주요 산지 및 소비지에 따라 대표 지역의 가격만을 변수로 도입하였는데, 산지가격은 통영 지역, 도매가격은 인천 지역을 대표로 설정하였다.

3. 기타 관련 DB

그 외 우럭 수급에 영향을 미치는 요인을 살펴본 결과, 먼저 우럭 생육에 큰 영향을 미치는 요인인 수온 자료를 지역별로 수집하였다. 수온 자료는 국립해양조사원의 「바다누리 해양정보」에서 입수하였으며, 주요 생산 지역인 통영, 여수 지역의 월별 최저·평균·최고 수온 자료를 수집하였다. 이와

함께 해양수산부의 고수온 지속 일수 자료 또한 추가적으로 수집하였다.

〈표 3-3〉 우력 관련 기타 통계 구축 현황

구분	단위	자료출처	시계열 기간
수온(통영, 여수)	℃	국립해양조사원	2006년 10월~2022년 8월
고수온 지속 일수	일	해양수산부	2012년~2021년
사회적 거리두기 단계별 일자	-	보건복지부	2020년 3월~2022년 8월
산업별(음식점업) 서비스업 생산지수	2015=100	통계청	2000년 1월~2022년 8월

자료: 저자 작성

수온의 경우 월별 자료를 이용하여 모형 추정에 이용하는 것을 기본으로 하되, 고수온 특보 기준에 따라 수온이 27~28℃ 이상 도달한 날짜를 별도로 분류하여 모형에 도입하는 것 또한 고려하였다.

〈표 3-4〉 고수온 발생 피해현황

구분	수온 현황	비고
고수온 관심	• 고수온 주의보 발령이 예측되는 7~10일 전·후	• 국립수산물품질관리원은 상기 수온에 도달하지 않았지만 해역/양식생물의 특성상 피해 발생이 우려될 경우 특보를 발령할 수 있음
고수온 주의보	• 수온 28℃가 도달될 것으로 예측되는 해역 • 전일 수온대비 3℃이상 상승 현상을 보이는 해역 • 평년대비 2℃ 이상의 급격한 수온변동으로 양식생물 관리에 주의가 필요할 때	
고수온 경보	• 수온 28℃ 이상이 3일 이상 지속되거나 계속 지속이 예상되는 해역 • 전일 수온대비 5℃이상 상승 현상을 보이는 해역 • 평년대비 3℃ 이상의 급격한 수온변동으로 양식생물 관리에 주의가 필요할 때	
해제	• 평년 수온으로 회복 시	

자료: 해양수산부 보도자료(2022.6.13.)(검색일: 2022.8.18.)

이와 함께 ‘코로나19’가 우력 수급에 미치는 영향을 확인하기 위해 사회적 거리두기 단계별 적용 일자를 확인해보았다. 사회적 거리두기가 적용되면서 외식 소비는 감소한 반면, 포장 및 배달 등의 소비가 크게 증가하였는데, 사회적 거리두기 적용 강도에 따라 우력 소비에 미치는 영향이 다를 것으로 판단하였다. 이를 모형에 적용하기 위해 사회적 거리두기 적용 강도를 0~5단계로 임의 설정하여 해당 변수를 도입하였다.

〈표 3-5〉 사회적 거리두기 및 단계적 일상 회복 시기

구분	적용 일자
강화된 거리두기	2020년 3월 22일~2020년 4월 7일
첫 집합금지 명령	2020년 4월 8일~ 2020년 4월 19일
일부 조치 완화	2020년 4월 20일~2020년 5월 5일
생활 속 거리두기	2020년 5월 6일~2020년 6월 27일
사회적 거리두기 3단계화	2020년 6월 28일~2020년 11월 6일
사회적 거리두기 5단계화	2020년 11월 7일~2021년 7월 11일
사회적 거리두기 4단계화	2021년 7월 1일~2021년 10월 31일
단계적 일상 회복 1차 개편	2021년 11월 1일~2022년 4월 17일
일상 속 실천방역(의무수칙 전면 해제)	2022년 4월 18일~현재

자료: 한국뉴스투데이(2022.4.16.)(검색일: 2022.8.18.)

한편, 외식을 통해 주로 소비되는 우력의 소비 특성을 고려하여 통계청의 「서비스업동향조사」 중 산업별 서비스업생산지수 중 음식점업 서비스업 생산지수 자료를 확보하여 외식 소비 관련 대리변수로 활용 가능한지 검토해보았다.

제2절 2018년 이후 우력 수급 및 가격 동향 변화

제1절에서 모형 구축에 필요한 통계 DB를 수집한 후 제2절에서는 주요 종속변수인 양성물량, 출하량, 산지가격의 수급 동향을 확인하였다. 2018년 우력 단기예측모형 개편 이후 우력 수급 및 가격에 어떠한 변동이 있었는지 살펴본 후 이러한 변화를 바탕으로 모형을 갱신하고자 한다.

1. 우력 생산 동향

1) 출하 동향

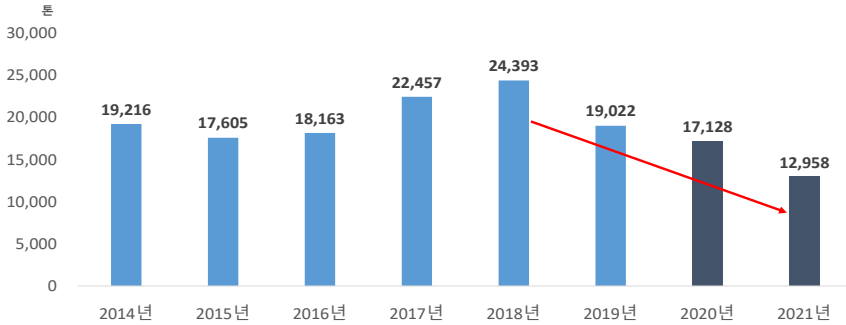
우력의 출하량은 2018년을 기점으로 지속적으로 감소하여 2021년에는 1만 2,958톤으로 크게 줄었다. 이러한 감소세는 특히 2020년과 2021년에 크게 나타났는데, 우력 출하량의 주요한 감소 요인은 크게 세 가지로 구분된다.

첫째, 치어 입식이 2015년 이후 지속적으로 감소하면서 출하가능물량 또한 줄었다. 2020년 이후 치어 입식량이 소폭 증가했으나 평년에 비해서는 여전히 적은 수준으로, 이로 인해 전체 양성물량의 감소세가 유지되고 있다.

둘째, 2020년 출하량 감소의 경우 같은 해에 발생한 ‘코로나19’의 영향으로 볼 수 있다. 특히 ‘코로나19’ 발생 초기에는 감염에 대한 우려로 인해 수요가 크게 줄면서 전체 출하량이 감소하는 경향을 보였다.

셋째, 2020년 출하량은 전년 대비 감소했으나, 비대면 소비의 확대로 가정간편식(HMR)으로 사용되는 300g 전후의 출하량은 크게 증가했다. 이로 인해 400g 이상으로 양성되어야 할 개체 수가 크게 부족해지면서 2021년에는 주요 크기의 출하가능물량이 크게 감소했다.

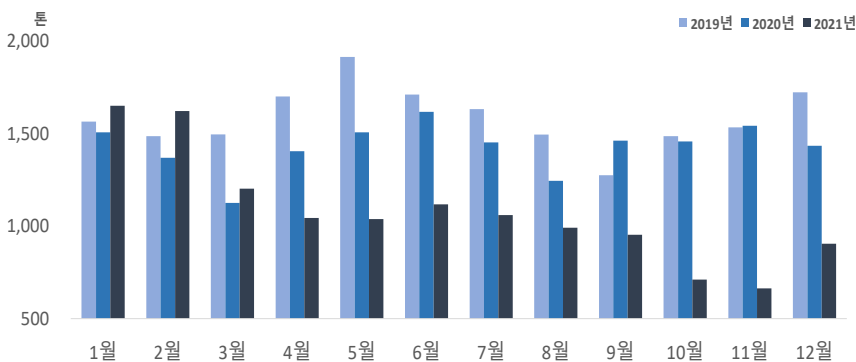
〈그림 3-1〉 연도별 우럭 출하량 추이



자료 : 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 우럭 관측통계(검색일: 2022.8.2.)

이러한 출하량 변동을 월별로 살펴보면, ‘코로나19’ 발생 직후인 2020년 2월부터 질병 감염에 대한 우려로 인해 소비가 위축되면서 전년 대비 출하량 감소세가 커지기 시작했다. 이후 비대면 소비의 확대로 매운탕 밀키트용 우럭 수요가 늘면서 300g 전후 작은 크기의 우럭 출하가 큰 폭으로 증가했으며, 6월부터는 1,500톤 전후의 출하가 이루어졌다.

〈그림 3-2〉 월별 우럭 출하량 추이



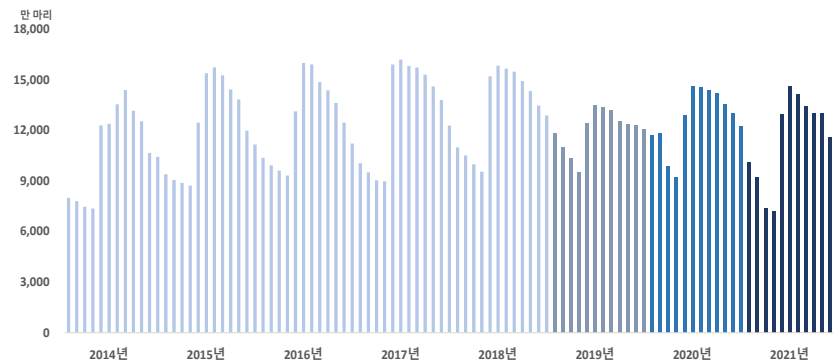
자료 : 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 우럭 관측통계(검색일: 2022.8.2.)

2021년 2월까지도 많은 양이 출하되었으나 3월부터는 출하량이 지속적으로 감소하는 모습을 보였으며, 11월에는 2021년 최저치인 663톤이 출하되었다. 이는 2020년에 300g 전후의 작은 크기 물량의 출하가 늘었고 여름철 폐사 또한 발생하면서 양성물량이 크게 감소했기 때문이다. 이와 함께 산지가격 상승세가 지속됨에 따라 우럭 양식어가에서는 수익성이 높은 400g 이상의 큰 크기로 양성한 후 판매하려는 경향을 보이면서 출하량은 전년 대비 큰 폭으로 감소했다.

2) 양성물량 동향

300g 미만 우럭 양성물량 추이를 살펴본 결과, 2015년 이후로 치어 입식량이 줄면서 300g 미만 양성물량 또한 감소세를 보였다. 2020년 상반기에는 앞서 설명한 바와 같이 300g 전후의 작은 크기 물량이 많이 출하되면서 양성물량이 적었다. 이러한 영향은 2021년에도 이어졌으며, 4~6월 입식 이후 여름철 고수온으로 인한 치어 폐사가 평년보다 많이 발생하면서 2021년 300g 미만 양성물량은 크게 감소했다.

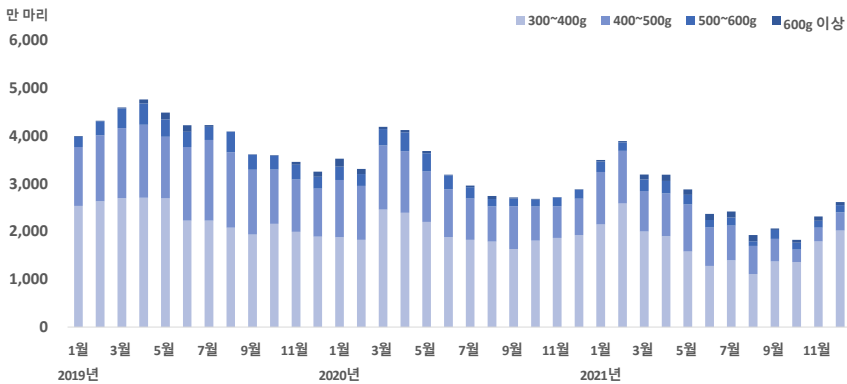
〈그림 3-3〉 월별 300g 미만 우럭 양성물량 추이



자료 : 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 우럭 관측통계(검색일: 2022.8.2.)

300g 미만 양성물량이 감소세를 보임에 따라 300g 이상의 출하가능물량 또한 2019년에 비해 적은 수준인 것으로 나타났다. 2021년에는 모든 크기의 출하가능물량이 2019년보다 적었는데, 이는 2020년 상반기에 300g 미만 양성물량이 다수 출하되면서 주 출하 크기 양성물량이 크게 감소한 것으로 판단된다.

〈그림 3-4〉 월별 크기별 출하가능물량 추이

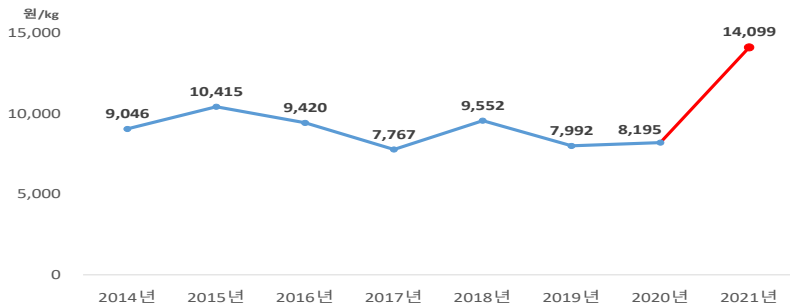


자료 : 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 우럭 관측통계(검색일: 2022.8.2.)

2. 우럭 가격 동향

통영 500g 기준 우럭 산지가격은 2015년 kg당 10,415원이었으며, 이후 kg당 10,000원 이하의 가격대를 형성했다. 그러나 ‘코로나19’로 비대면 소비가 증가했고, 출하가능물량이 줄면서 2021년에는 kg당 14,099원으로 크게 상승했다.

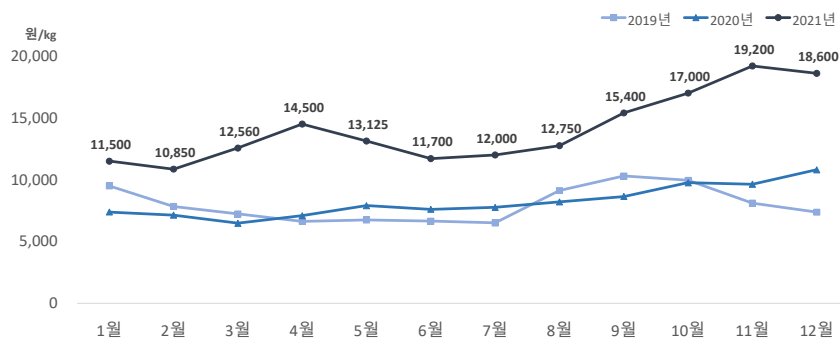
〈그림 3-5〉 연도별 우럭 산지가격 추이



자료 : 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 우럭 관측통계(검색일: 2022.8.2.)

우럭 산지가격을 월별로 살펴보면, 예년과 달리 2020년 11월부터 가격 오름세를 보이면서 12월에는 평년 대비 30% 이상 높은 kg당 10,800원에 형성되었다. 이는 우럭 소비가 증가한 가운데 출하가능물량 또한 감소했기 때문으로 2021년에는 연중 10,000원 이상의 가격대를 형성했다. 8월 이후부터는 여름철 수온 상승으로 인한 폐사와 출하가능물량 부족으로 출하량이 크게 줄면서 가격 상승세가 가파르게 이어졌으며, 11월에는 kg당 19,200원까지 가격이 크게 상승했다.

〈그림 3-6〉 월별 통영 500g 우럭 산지가격 추이



자료 : 한국해양수산개발원 수산업관측센터, 우럭 관측통계(검색일: 2022.8.2.)

제3절 우력 단기에측모형 개편 기본방향

제2장에서 살펴본 기존 구축 모형의 한계점과 제3장 제1절에서 살펴본 우력 수급 관련 DB 및 제2절에서 살펴본 2018년 이후 우력 수급 및 가격 동향 변화를 고려하였을 때, 향후 우력 단기에측모형 개편의 기본방향은 다음과 같다.

1. 축차모형 균형가격 유지 및 수요 대리변수 고려

수급전망 모형에서 균형가격을 도출하는 방식은 크게 축차(Recursive) 방식과 수급 동시균형(Simultaneous) 방식으로 구분할 수 있으며, 모형 구축 대상의 수급 특징 및 시장 내 가격 형성 구조에 따라 균형가격 도출 방식을 선택할 수 있다. 만일 해당 품목의 총수요량과 총공급량이 동시에 영향을 미치면서 시장 균형가격이 도출될 경우에는 수급 동시균형 모형을 선택하는 것이 이상적이며, 경제 이론에도 부합한다. 그러나 우력과 같이 생물로 유통소비되는 수산물의 경우 저장성이 낮아 공급 주도 하에 시장균형가격이 결정되는 구조이므로 축차형 모형을 선택하는 것이 바람직할 것이다.

이와 함께 수급 동시균형 방식의 경우 수요함수를 추정하여 균형가격을 도출하게 되는데, 이 때 수요함수에는 소득 변수가 반드시 투입되어야 한다. 그러나 현재 월별로 이용 가능한 소득 자료가 부재한 상황이므로 단기에측모형에서 수급 동시균형 방식을 채택하는 것에는 한계가 있다.

최근 ‘코로나19’의 발생으로 비대면 우력 소비가 늘면서 수요 측면에서 우력 수급에 미치는 영향이 과거에 비해 증가하였다. 그러나 해당 변화는 ‘코로나19’라는 특수성에 기반한 일시적 현상일 수 있다. 발생 초기에는 수

요 부문의 영향이 큰 것으로 보였으나, 이후에는 양성물량 등 공급 부족으로 인한 가격 상승효과가 더 크게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 따라서 단기에서의 수급 변동은 여전히 공급적인 측면이 강한 것으로 판단되므로 축차모형을 통한 균형가격 도출 구조를 계속 유지하고자 한다.

대신 수요 변동의 영향력이 점점 커지고 있으므로 이와 관련된 변수를 신규 발굴하여 모형에 도입함으로써 일시적인 수요 변화를 모형 내에 적용할 수 있도록 하였다. 그 외에도 전염병 발생, 일본 방사능 유출 등 과거 우려 수급에 영향을 미쳤던 요인들을 파악하여 이들의 모형 반영 가능성을 검토하였다.

2. 기존 모형 구조 변화 및 하위 모듈 개선

이번 개편에서는 큰 틀에서의 기본적인 모형 구조는 유지하되, 2018년 개편 당시에는 통계자료의 제약으로 인해 수급모형의 구조 설정에 어려움이 있던 부분을 개선하고자 하였다.

첫째, ‘치어 입식량 결정모형’을 신규 도입하였다. 과거 개편 당시에는 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 우럭종자관측이 도입된 지 얼마 되지 않은 시점이라 입식량 자료를 모형에 적용할 수 없었다. 지금도 해당 자료의 시계열 길이는 2016~2022년까지 총 7개에 그쳐 여전히 분석에 활용 가능한 수준의 시계열 길이가 부족한 상황이다. 따라서 이번 개편에서는 통계청 「어류양식동향조사」의 조피볼락 해상가두리 입식량 자료를 대신 이용하여 치어 입식량 결정모형을 새로이 추정하였다. 추후 분석에 용이할 만큼 시계열 데이터가 확보될 경우 해당 종속변수를 수산업관측센터 치어 판매량 자료로 변경할 계획이다.

둘째, 2018년 개편 시점에는 고려하지 못했던 우력 생육 관련 영향 요인을 모형 변수로 도입하는 것을 시도하였다. 본 우력 단기에측모형은 경제학을 기반으로 구축된 경제모형으로, 우력의 수요-공급 변화에 따라 균형가격이 어떻게 변화하는 지에 중점이 맞춰져 있어 생육 환경 측면에서의 고려는 다소 미흡하다 할 수 있다.

앞서 설명한 바와 같이 수온, 염분, 영양염류 등의 생육 관련 요인이 우력 성장에 어떤 영향을 미치는가에 대한 연구가 아직까지 부족한 상황임으로 해당 요인들을 어떠한 기준 없이 모형 변수로 반영하는 것은 현실적으로 한계가 있다. 따라서 이번 개편 단계에서는 우력의 폐사에 가장 큰 영향을 미치는 고수온 관련 변수를 적용하여 양성물량 결정모형을 보완하고자 하였다.

셋째, 전체 하위 모듈을 전면 재추정하여 신규 계수값을 도출하였다. 최근 우력 수급 변동이 심화됨에 따라 주요 변수의 탄성치가 크게 변경되었을 것으로 판단된다. 이러한 상황에서는 개별 모듈을 부분적으로 재추정하는 것으로는 모형의 예측력을 향상시키기 어려우므로 최근 시점까지의 우력 통계자료를 기반으로 전체 하위 모듈을 전면 재추정하였다.

3. 양성물량 및 출하량 중량 단위 유지

양성물량과 출하량 간의 중량 단위가 상이한 문제는 단기간에 해결될 수 없는 부분으로, 임의로 변수 단위를 전환할 경우 해당 변수의 불확실성 및 부정확성이 커지면서 이에 따른 추정 오류가 상당할 것으로 판단된다.

일례로 2016년에 전복 단기에측모형의 개편 연구가 진행되었는데, 이때 양성물량과 출하량 간의 단위가 상이한 문제를 해결하기 위해 전복 출

하량을 톤 단위에서 마리 단위로 환산하는 작업을 거친 후 개별 모형을 추정하였다. 이 때 출하량 단위 환산 과정에서 실제 출하물량보다 과대 추정되는 상황이 발생하였으며, 시간이 지날수록 전망치 추정 오류가 커지게 되었다. 결국 2019년에 진행된 두 번째 개편 연구에서는 두 변수의 단위 통일 없이 두 변수의 기존 단위를 그대로 적용하여 모형을 구축하였다.

양성물량 및 출하량 결정모형은 모두 Log-Log 함수 형태로 추정하였으며, 단위를 환산하지 않더라도 두 변수 간의 변화율 개념으로 접근하여 분석 가능하게 하였다. 이번 개편에서도 마찬가지로 이러한 문제를 해결하기 위해 해당 함수들을 Log-Log 함수 형태로 추정하였다.

제4절 우력 단기에측모형 개별 방정식 및 구조도

제1절에서는 현재까지 구축된 우력 수급 관련 DB를 검토하였고, 제2절에서는 2018년 이후 우력 수급 및 가격 동향 변화를 살펴보았다. 제3절에서는 제2장에서 도출된 기존 모형의 한계점과 제1절, 제2절의 분석 내용을 바탕으로 우력 단기에측모형 개편의 기본방향을 설정하였다. 본 절에서는 이를 바탕으로 우력 단기에측모형의 개별 방정식을 설정하고 개선된 전체 구조도를 제시하였다.

개별 방정식 및 전체 구조 개선을 위해 모형에 이용 가능한 우력 수급 DB를 신규 개별 방정식에 도입하였으며, 우력 수급 및 가격 동향 변화를 신규 모형 구조에 반영하려고 하였다.

1. 우럭 단기에측모형 개별 방정식 설정

우럭 단기에측모형의 하위 모듈은 입식량 결정모형, 크기별 양성물량 결정모형, 출하량 결정모형, 산지가격 결정모형, 도매가격 결정모형으로 구분된다. 각 개별 방정식의 세부 구조를 살펴보면 다음과 같다.

1) 입식량 결정모형

입식량은 우럭 생산 단계의 시작이 되는 가장 중요한 변수로, 입식량 증감 여부에 따라 향후 출하량 및 가격에 영향을 미치므로 이는 정책적으로도 매우 중요하다 할 수 있다. 우럭은 상반기(5~6월)에 대부분 입식되는 경향을 보이므로 입식량 추정시 반기별 모형으로 구축하였다.

동태적 생육함수를 구축하기 위해 Nerlove의 부분조정모형과 Cagon의 적응적 기대가설을 이용하였다. 치어 입식량 결정모형에 영향을 미치는 요인으로는 전기 치어 입식량, 우럭 양식어가의 기대수익률(산지가격/생산비), 전기 치어 폐사량, 생산대체재의 기대수익 등이 있다.

그러나 치어 폐사량은 통계자료가 공표되고 있지 않으며, 생산대체재의 경우 양식 어종 간의 생산대체 관계 관련 연구가 이루어지지 않아 이들 변수를 모형에 도입할 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 전년 동기 입식량, 전기 어가의 기대가격, 계절더미변수를 설명변수로 적용하였다. 이 때, 입식량은 상반기에 대부분 물량이 입식되므로 전년 동기간의 입식량을 고려하였으며, 어가의 기대가격은 전기 가격이 경영의사결정에 영향을 미칠 것으로 판단하여 전기 기대가격을 이용하였다. 한편, 월별 생산비 자료가 부재하여 부득이하게 전기 산지가격만을 기대가격으로 적용하였다.

$$IA_t = f(IA_{t-2}, FP_{3,t-1}, seasonality) \quad [\text{식 3-1}]$$

주 : IA_t 는 전년 동기 우럭 치어 입식량, $FP_{3,t-1}$ 는 전기 500g 산지가격, seasonality는 계절더미변수

2) 양성물량 결정모형

동태적 생육 관계에 따라 양성물량은 크기별로 구분하여 추정하였는데, 300g 미만, 300~400g, 400~500g, 500g 이상 등 총 4개 방정식을 도출하였다. 기존 우려 단기예측모형에서는 500g 이상 양성물량을 각각 500g~600g, 600g 이상으로 구분하였으나, 최근에는 600g 이상 양성물량이 매우 적은 추세가 이어지고 있어 500g 이상 양성물량으로 통합하여 도출하였다.

양성물량 크기에 따라 영향을 미치는 요인이 조금씩 상이한데, 먼저 가장 작은 크기인 300g 미만 양성물량의 경우 전월 300g 미만 양성물량과 당해 연도 치어 입식량의 영향을 받는 것으로 설정하였다.

다음으로 300~400g 미만, 400~500g 미만, 500g 이상의 양성물량은 전월 동 크기 양성물량과 함께 이전 크기 양성물량이 성장하여 다음 크기로 넘어오기 때문에 전월 이전 크기 양성물량이 반영되어야 하며, 해당 크기 물량의 출하가 이루어질 경우 해당 크기에 대한 출하량 또한 설명변수로 투입하였다.

$$S_{1,m} = f(S_{1,m-1}, IA_t, seasonality) \quad [\text{식 3-2}]$$

주 : $S_{1,m}$ 는 m월의 300g 미만 양성물량, IA_t 는 t년도 치어 입식량, seasonality는 계절더미변수

$$S_{2,m} = f(S_{2,m-1}, S_{1,m-1}, Q_{1,m}, HTemp, seasonality) \quad [\text{식 3-3}]$$

주 : $S_{2,m}$ 는 m월의 300~400g 미만 양성물량, $S_{1,m-1}$ 는 m-1월의 300g 미만 양성물량, $Q_{1,m}$ 는 m월의 400g 미만 출하량, $HTemp$ 는 통영 최고 수온, seasonality는 계절더미변수

$$S_{3,m} = f(S_{3,m-1}, S_{2,m-1}, Q_{2,m}, HTemp, seasonality) \quad [\text{식 3-4}]$$

주 : $S_{3,m}$ 는 m월의 400~500g 미만 양성물량, $S_{2,m-1}$ 는 m-1월의 300~400g 미만 양성물량, $Q_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 미만 출하량, $HTemp$ 는 통영 최고 수온, seasonality는 계절더미변수

$$S_{4,m} = f(S_{4,m-1}, S_{3,m-1}, Q_{3,m}, seasonality) \quad [\text{식 3-5}]$$

주: $S_{4,m}$ 는 m월의 500g 이상 양성물량, $S_{3,m-1}$ 는 m-1월의 400~500g 미만 양성물량, $Q_{3,m}$ 는 m월의 500g 이상 출하량, seasonality는 계절더미변수

양성물량 또한 치어 입식량과 마찬가지로 폐사량 통계자료가 존재하지 않아 모형 변수로 고려할 수 없었다. 한편, 고수온 피해 관련 변수를 투입하여 추정을 시도하였으나 유의한 결과를 얻을 수 없었으며, 대신 월별 통영 최고 수온 자료를 변수로 투입하였다. 그 결과 300~400g 미만, 400~500g 미만 양성물량 결정함수 내에서 유의미한 결과가 도출되어 해당 변수를 적용하였다.

3) 출하량 결정모형

우럭 출하량 또한 크기별로 구분하여 개별 추정되는데, 출하 가능 크기인 400g 미만, 400~500g 미만, 500g 이상으로 구분하여 구축하였다. 출하량 또한 600g 이상 물량이 적은 관계로 500~600g 미만 출하량과 통합하여 500g 이상 출하량을 도출하였다. 동태적 생육관계에 따라 당월 400g 미만 출하량은 전월 300g 미만 양성물량과 300~400g 미만 양성물량인 생물 재고량(Live-stock)이 설명변수로 투입되어야 한다.

이와 함께 우럭 양식여가의 기대가적인 해당 크기의 전기 산지가격을 추가로 도입해야 하는데, 이 때 기대가격은 경영비 변수를 고려해야 하나, 자료의 한계로 이를 제외하였다. 마지막으로 출하량이 급격히 변동하는 시점에는 계절더미변수를 추가하였다.

$$Q_{1,m} = f(S_{1,m-1}, S_{2,m-1}, FP_{1,m-1}, seasonality) \quad [\text{식 3-6}]$$

주: $Q_{1,m}$ 는 m월의 400g 미만 출하량, $S_{1,m-1}$ 는 m-1월의 300g 미만 양성물량, $S_{2,m-1}$ 는 m-1월의 300~400g 미만 양성물량, $FP_{1,m-1}$ 는 m-1월의 300g 산지가격, seasonality는 계절더미변수

$$Q_{2,m} = f(S_{3,m-1}, FP_{2,m-1}, seasonality) \quad [\text{식 3-7}]$$

주: $Q_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 미만 출하량, $S_{3,m-1}$ 는 m-1월의 400~500g 미만 양성물량, $FP_{2,m-1}$ 는 m-1월의 400g 산지가격, seasonality는 계절더미변수

$$Q_{3,m} = f(S_{4,m-1}, FP_{3,m-1}, seasonality) \quad [\text{식 3-8}]$$

주: $Q_{3,m}$ 는 m월의 500g 이상 출하량, $S_{4,m-1}$ 는 m-1월의 500g 이상 양성물량, $FP_{3,m-1}$ 는 m-1월의 500g 산지가격, seasonality는 계절더미변수

4) 산지가격 결정모형

산지가격 결정모형은 역수요함수 형태로 추정되며 크기별로 300g, 400g, 500g으로 구분된다. 기존에 구축된 600g 산지가격 결정모형은 600g 크기 시장이 지속적으로 축소 중이므로 이번 개편 시 생략하였다. 산지가격은 대표성을 갖는 지역의 주 출하 크기 산지가격을 추정한 후 그 외 크기 가격은 동 크기별 출하량과 대표 가격을 이용하여 추정하였다. 모형 추정에 이용된 대표 산지가격은 통영 지역 500g 기준 산지가격이며, 타 어종과의 대체 관계에 대한 정의가 명확하지 않아 자체가격 탄성치만 중점적으로 추정하였다.

대표 크기인 500g 산지가격 추정에는 우력 총 출하량과 계절더미변수가 설명변수로 투입되었으며, 그 외 크기별 산지가격은 해당 크기에 대한 당월 출하량 및 500g 산지가격을 변수로 설정하였다.

$$FP_{3,m} = f\left(\sum_{i=1}^4 Q_{i,m}, seasonality\right) \quad [\text{식 3-9}]$$

주: $FP_{3,m}$ 는 m월의 500g 산지가격, $Q_{i,m}$ 는 m월의 크기별 출하량, seasonality는 계절더미변수

$$FP_{1,m} = f(Q_{1,m}, FP_{3,t}) \quad [\text{식 3-10}]$$

주: $FP_{1,m}$ 는 m월의 300g 산지가격, $Q_{1,m}$ 는 m월의 400g 미만 출하량, $FP_{3,m}$ 는 m월의 500g 산지가격

$$FP_{2,m} = f(Q_{2,m}, FP_{3,t}) \quad [\text{식 3-11}]$$

주: $FP_{2,m}$ 는 m월의 400g 산지가격, $Q_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 미만 출하량, $FP_{3,m}$ 는 m월의 500g 산지가격

5) 도매가격 결정모형

도매가격은 가격연계함수(Price linkage function)로 도출하였는데, 크기별로 300~400g, 400~500g, 500~600g 등으로 구분되며, 이 중 인천 지역 500~600g의 도매가격을 대표가격으로 선정하였다. 먼저 500~600g 도매가격 추정에는 500g 및 600g 산지가격을 각각 설명변수로 추가하였다. 다음으로 수요 변화 관련 요인을 반영하기 위해 사회적 거리두기 단계별 일자나 방역패스 적용 여부, 사적모임 인원 제한 수 등을 고려해보았으나 모두 유의하지 않았다. 대신 산업별(음식점업) 서비스업 생산지수의 경우 유의한 값이 도출되어 해당 변수를 설명변수로 추가 도입하였다.

그 외 대체 관계에 있는 어종의 가격이나 산지에서 도매시장으로의 유통비용 및 구성 요소별 유통비용(노임, 유류비 등) 등이 추가적으로 고려되어야 하나, 관련 통계자료의 부재로 추정에서 제외되었다.

한편, 300~400g, 400~500g 크기 도매가격은 상위 크기 도매가격을 연계하여 추정하였다.

$$WHP_{3,m} = f(FP_{3,m}, SIAI_m) \quad [\text{식 3-12}]$$

주: $WHP_{3,m}$ 는 m월의 500~600g 도매가격, $FP_{3,m}$ 는 m월의 500g 산지가격, $SIAI_m$ 는 음식점업 서비스업 생산지수

$$WHP_{1,m} = f(WHP_{2,m}) \quad [\text{식 3-13}]$$

주: $WHP_{1,m}$ 는 m월의 300~400g 도매가격, $WHP_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 도매가격

$$WHP_{2,m} = f(WHP_{3,m}) \quad [\text{식 3-14}]$$

주: $WHP_{2,m}$ 는 m월의 400~500g 도매가격, $WHP_{3,m}$ 는 m월의 500~600g 도매가격

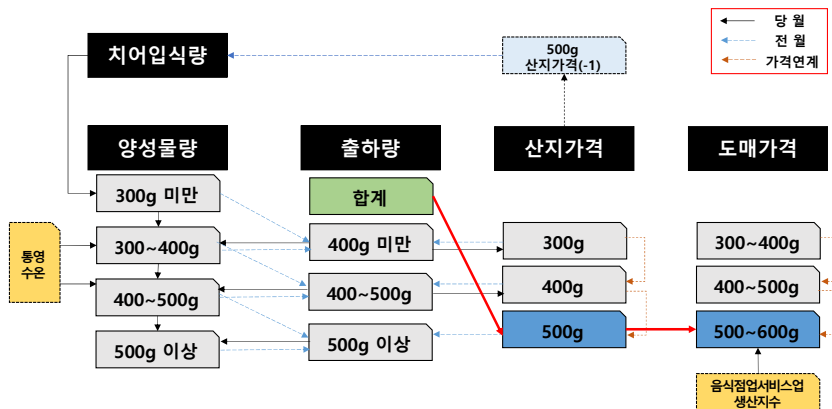
2. 우력 단기에측모형 구조도

우력 단기에측모형은 월별 전망이 가능하도록 구축되었으며, 축차 방식을 이용하여 균형가격이 도출되는 구조로 이루어져 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 개별 방정식은 입식량, 양성물량, 출하량, 산지가격, 도매가격 결정모형으로 구성되어 있으며, 개별 방정식 개수는 총 14개로 이들 하위 모듈이 축차적으로 영향을 미치는 구조로 구축되었다.

치어 입식량 결정모형을 시작으로 크기별 양성물량, 크기별 출하량이 결정되고 출하량에 따라 산지가격이 결정된다. 산지가격은 다시 도매가격에 영향을 미치며, 최종적으로 다음 해 치어 입식량을 결정하기 위한 우력 양식여가의 기대가격 변수로 적용된다.

위에서 설명한 하위 모듈 구조를 도식화 하면 <그림 3-7>과 같다.

<그림 3-7> 2022년 개편 우력 단기에측모형 구조도



자료 : 저자 작성

3. 기존 우력 단기에측모형과의 차별성

마지막으로 본 연구를 통해 개편된 우력 단기에측모형과 기존 운용 모형과의 차별성을 정리하면 다음과 같다.

1) 모형 구조 개선

본 연구를 통해 개편된 우력 단기에측모형은 큰 틀에서는 기존에 구축된 단기에측모형의 기본 구조를 차용하되 해당 구조 내에서 일부를 개선하는 방향으로 개편이 이루어졌다. 기존의 모형 구조에서 총 3가지 하위 모듈이 변경되었는데, 자세한 내용은 다음과 같다.

첫째, 치어 입식량 결정모형을 신규 구축하였다. 기존에 구축된 우력 단기에측모형의 경우 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 치어 입식량 자료의 시계열길이가 짧아 분석이 불가능하여 치어 입식량 결정모형을 구축하지 못하였다. 대신 300g 미만 양성물량을 치어 입식량이 포함된 것으로 보고 치어 입식량과 유사한 개념으로 개별 방정식을 추정하였다.

그러나 이번에 개편된 모형에서는 기존의 구조를 변경하여 치어 입식량 결정모형을 도입하였다. 수산업관측센터의 자료는 여전히 시계열길이가 분석하기에 충분하지 못해 이용할 수 없었으나, 대신 통계청 「어류양식조사」의 치어 입식량 자료를 이용하여 치어 입식량 결정모형을 구축하였다. 이로 인해 단기에측모형을 이용하여 우력 치어 입식량 변동에 대한 시나리오 분석을 수행할 수 있게 되었다.

둘째, 크기별 양성물량 결정모형을 개선하였다. 기존에 구축된 양성물량 결정모형은 300g 미만, 300~400g, 400~500g, 500~600g, 600g 이상 등 총 5개로 구분되어 추정되었다. 그러나 600g 이상 양성물량의 경우 최

근에는 생산비 상승으로 양성 기간이 줄었고 소비자들이 상대적으로 작은 크기의 물량을 선호하면서 양성물량이 크게 감소하는 경향을 보이고 있다. 이로 인해 해당 크기의 양성물량 추정 시 예측력이 떨어지는 것으로 나타났다.

이러한 문제를 해결하기 위해 500~600g 및 600g 이상 양성물량을 합산하여 '500g 이상 양성물량'을 신규 구축함으로써 총 4개의 크기별 양성물량을 도출하였으며, 500g 이상 양성물량에 대한 모형 예측력을 향상하였다.

셋째, 크기별 출하량 결정모형을 개선하였다. 기존에는 400g 미만~600g 이상까지 총 4개의 출하량 결정모형으로 구성되었다. 양성물량과 마찬가지로 600g 이상 크기는 출하량이 많지 않고 감소세를 보이고 있으므로 모형의 예측력이 낮게 도출되었다. 따라서 출하량 결정모형 또한 500~600g, 600g 이상 양성물량을 합산하여 '500g 이상 출하량' 결정모형을 구축하여 총 3개의 크기별 양성물량 결정모형이 운용되도록 하였다.

2) 이용 가능한 설명변수 개선

기존에 구축된 우력 단기예측모형은 경제학적 이론을 바탕으로 개별 방정식에 필수적으로 요구되는 변수를 위주로 도입되었으며, 생육 조건에 따른 생물학적 변수나 소비대체재, 수요 등과 관련된 변수는 관련 자료의 한계로 인해 모형 추정 시 고려할 수 없었다. 이로 인해 수온 변화나 수요 변동 등 갑작스레 발생하는 대내외 요인에 대한 영향력 분석에는 한계가 존재했다.

이러한 상황을 개선하고자 두 가지 측면에서 신규 설명변수를 도입하여 모형 추정을 시도하였다. 먼저 생육 조건과 관련하여 대표 산지인 통영의

월별 최고 수온 자료를 양성물량 추정 시 설명변수로 도입하였다⁴⁾. 지구온난화로 인해 매년 여름철 고수온 피해가 발생하고 있는데, 해당 변수 도입을 통해 대략적인 시나리오 분석이 가능할 것으로 판단된다.

다음으로 우력 수요와 관련하여 이를 대체할 수 있는 대리변수를 신규 설명변수로 도입하였다. 주로 외식으로 소비되는 우력의 소비 특성을 고려하여 산업별(음식점업) 서비스업생산지수를 외식 수요의 대리변수로 활용하였다. 해당 자료는 전체 음식점업을 기준으로 조사되었기 때문에 우력 외식수요를 대신할 수는 없으나, 전반적인 외식 경기 변화를 반영하는 데에는 무리가 없는 것으로 판단하였다. 그러나 향후 해당 변수를 지속적으로 이용하는 것에는 보다 신중해야 할 것으로 판단된다.

기존 우력 단기예측모형과의 차별성을 정리하면 <표 3-6>과 같다.

<표 3-6> 기존 우력 단기예측모형과 차별성

구분		기존 모형	개편 모형
모형 구조 개선	치어 입식량	데이터 한계로 미구축	신규 구축
	양성물량	5개 개별 방정식 추정 (300g 미만, 300~400g, 400~500g, 500~600g, 600g 이상)	4개 개별 방정식 추정 (300g 미만, 300~400g, 400~500g, 500g 이상)
	출하량	4개 개별 방정식 추정 (400g 미만, 400~500g, 500~600g, 600g 이상)	3개 개별 방정식 추정 (400g 미만, 400~500g, 500g 이상)
영향 변수 개선	생육 관련	자료의 한계로 미도입	통영 수온 도입
	수요 관련		음식점업 서비스업생산지수 도입

자료: 저자 작성

4) 수온 자료 대신 고수온 발생 일수, 피해금액 등 고수온 피해 현황과 관련된 변수를 이용하여 우선 추정하였으나, 모두 유의하지 않는 것으로 나타났다.

04

우력 단기에측모형 개편 및 예측력 검정 결과

제1절 우력 단기에측모형 추정 결과

우력 단기에측모형의 개편을 위하여 제3장에서 설정한 전체 모형 구조도 및 개별 방정식을 바탕으로 우력 단기에측모형을 신규 추정하였다.

개별 방정식 추정을 위하여 E-Views 통계패키지 프로그램을 이용하였으며, 기본적으로 통상최소자승법(Ordinary Least Square Method, OLS)을 이용하여 Log-Log 함수 형태로 도출하였다. 단기에는 거시경제변수보다 우력 수급 및 가격 지표의 변동이 미치는 영향이 크므로 모형 추정 시 GDP, 소비자물가지수(CPI) 등은 설명변수에서 제외하였다. 한편, 월별 데이터를 이용하여 개별 방정식을 추정할 경우 자기상관(Auto-correlation) 문제가 발생할 수 있는데, 본 연구에서는 자기상관 구간에 더미변수를 적용하여 자기상관 문제를 해결하고자 하였다.

추정된 모형의 적합성을 판단하기 위해 1차적으로 추정 계수값의 부호 조건이 경제학적 이론에 부합하고 통계적 유의수준이 10% 이내이며 결정 계수(R^2)가 1에 가까운 모형을 채택하였으며, 자기상관 문제가 발생하지 않도록 더빈-왓슨 통계량(Durbin-Watson Stat)이 1.5~2.5의 값을 가지

는지 확인하였다⁵⁾. 마지막으로 Theil's U1을 이용하여 모형의 예측치와 실제치 간의 비교를 통해 모형의 적합 여부를 판단하였다. 이 때 Theil's U1은 0.1 이하의 값을 갖는 모형을 최종 채택하였다.

1. 치어 입식량 결정모형

우럭 치어 입식량 추정을 위해 전년 동기간 치어 입식량, 우럭 양식어가의 기대가격인 전기 산지가격을 설명변수로 도입하였다. 이와 함께 치어 입식량 변동이 컸던 시점에는 더미변수를 적용하였다.

추정 결과, 결정계수는 0.951로 높은 모형 설명력을 보였으며, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하게도 도출되었다. 전년 동기간 치어 입식량 및 전기 기대가격의 부호 조건은 양(+)으로 추정되어 경제 이론에 부합하였으며 자기상관 문제는 존재하지 않았다.

전년 동기간 치어 입식량 계수는 0.78로 추정되었는데, 이를 Nerlove의 부분조정(PAM) 모형으로 해석할 경우 속도조정계수(σ)는 0.22로 조정속도가 매우 낮은 것으로 나타났다. 이는 당해 치어 입식량과 전년 치어 입식량 간의 차이가 크지 않다는 것으로, 치어 입식 이후 장기간 양성된다는 것을 의미한다. 다음으로 전기 기대가격의 계수는 0.47로 추정되었으며, 우럭 양식어가의 기대가격이 1% 상승할 경우 우럭 치어 입식량은 0.47% 증가하는 것으로 나타났다.

5) D-W 통계량이 해당 범위를 벗어나거나 자기시차변수를 설명변수로 도입한 경우 추가적인 자기상관 검정(Breusch-Godfrey LM Test)을 실시하였다.

〈표 4-1〉 우력 치어 입식량 추정 결과

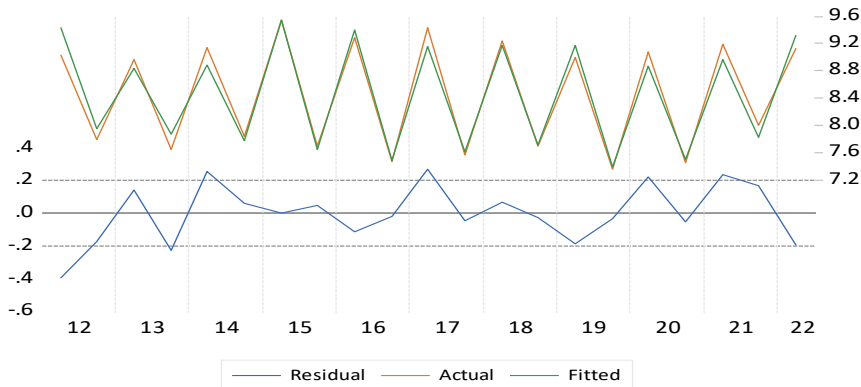
Dependent Variable: LOG(IA)				
Method: Least Squares				
Sample: 2012S1 2022S1				
Included observations: 21				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.455268	1.945959	-1.261726	0.2251
LOG(IA(-2))	0.782512	0.062027	12.61560	0.0000
LOG(FP3(-1))	0.472874	0.227893	2.074982	0.0545
DM1	0.490169	0.208606	2.349733	0.0320
DM2	-0.392938	0.134956	-2.911596	0.0102
R-squared	0.951266	Durbin-Watson stat		1.915897
		Breusch-Godfrey LM Test		0.5938 (p=0.4410)

주 1) DM1 : 2015년 상반기=1, 그 외 0

2) DM2 : 2015년 하반기, 2016년 하반기, 2019년 하반기=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-1〉 우력 치어 입식량 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

2. 양성물량 결정모형

1) 우력 300g 미만 양성물량

우력 300g 미만 양성물량 추정에는 전월 300g 미만 양성물량과 당월 치어 입식량을 설명변수로 고려하였으며, 주 입식시기인 5~6월에는 별도의 더미변수를 추가하였다.

Log-Log 함수 추정 결과, 모든 설명변수의 부호 조건이 양(+)으로 추정되어 경제 이론에 부합하였으며, 통계적 유의성 또한 이론적으로 양호하였다. 결정계수는 0.911로 모형 설명력이 높게 도출되었다.

〈표 4-2〉 우력 300g 미만 양성물량 추정 결과

Dependent Variable: LOG(S1)				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 2011M01 2022M06				
Included observations: 138 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.789352	0.299134	2.638792	0.0093
LOG(S1(-1))	0.924015	0.029795	31.01267	0.0000
LOG(IA3)	0.010041	0.001187	8.461947	0.0000
DM05	0.236493	0.029809	7.933657	0.0000
DM06	0.196639	0.023980	8.200257	0.0000
SD1205	-0.053070	0.026307	-2.017305	0.0457
R-squared	0.933647	Durbin-Watson stat		2.012204
		Breusch-Godfrey LM Test		0.0095 (p=0.9222)

주 1) DM05 : 각 연도별 5월=1, 그 외 0

2) DM06 : 각 연도별 6월=1, 그 외 0

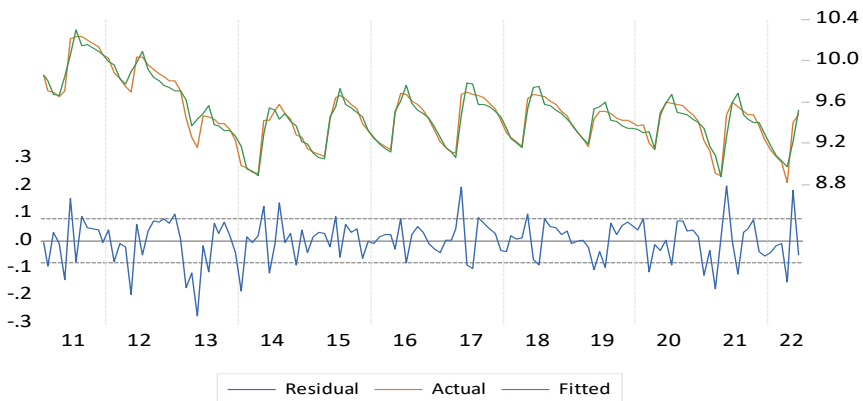
3) SD1205 : 2012년 5월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

전월 300g 미만 양성물량의 계수값은 0.95로 이는 속도조정계수(0.05)가 매우 늦어 전월과 당월의 양성물량 간에 차이가 크지 않음을 의미한다. 이론상으로는 조정계수가 1에 근접한 값을 가져야 하나, 폐사량이 고려되지 못하였고 300g 미만에서 300~400g 미만으로 성장한 양성물량의 영향으로 인해 오차가 발생한 것으로 판단된다.

당월 치어 입식량 변수의 계수는 0.01로 추정되어 당월 치어 입식량이 1% 증가할 경우 우력 300g 미만 양성물량은 0.01% 증가하는 것으로 나타났다. 이는 치어 입식이 연중 5~6월에만 이루어지는 우력 특성에 따라 영향력이 적게 추정된 것으로 볼 수 있다.

〈그림 4-2〉 우력 300g 미만 양성물량 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

2) 우력 300~400g 미만 양성물량

우력 300~400g 미만 양성물량을 추정하는 데에는 전월 300g 미만 양성물량, 전월 300~400g 미만 양성물량 및 당월 300~400g 미만 출하량 변수를 이용하였으며, 수온에 따른 양성물량 변동을 확인하기 위해 통영 최고 수온 변수를 추가로 고려하였다. 그 외 일정한 계절성이 나타나는 달에는 계절변화 더미변수를 적용하였다.

추정 결과, 결정계수는 0.935로 모형 설명력이 매우 높았으며, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하게 도출되었다. 전월 300g 미만 및 300~400g 미만 양성물량 변수는 양(+)으로, 당월 300~400g 출하량 변수와 수온 변수는 음(-)의 부호로 추정되어 경제 이론에도 부합하였으며, 자기상관 문제 또한 존재하지 않았다.

전월 300~400g 미만 양성물량 계수는 0.84로 추정되었는데, 앞서 추정한 300g 미만 양성물량의 경우와 마찬가지로 전월과 당월의 양성물량 간에 차이가 크지 않은 것을 확인할 수 있다. 이 또한 폐사량과 300~400g 미만에서 400~500g 미만으로 성장한 양성물량의 영향으로 오차가 발생한 것으로 보인다. 다음으로 전월 300g 미만 양성물량 계수는 0.16으로 전월 300g 미만 양성물량이 1% 증가하면 당월 300~400g 미만 양성물량은 0.16% 늘어나는 것으로 나타났다.

당월 300~400g 출하량 계수는 -0.45로 추정되어, 당월 300~400g 출하량이 1% 증가할 경우 우력 300~400g 미만 양성물량은 0.45% 감소하는 것으로 도출되었다. 마지막으로 수온 변수의 계수는 -0.01로, 수온이 1% 상승할 때 우력 300~400g 미만 양성물량은 0.01% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 4-3〉 우력 300~400g 미만 양성물량 추정 결과

Dependent Variable: LOG(S2)				
Method: Least Squares				
Sample: 2006M11 2022M08				
Included observations: 190				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.011655	0.231129	0.050428	0.9598
LOG(S1(-1))	0.160750	0.031242	5.145235	0.0000
LOG(S2(-1))	0.844008	0.024357	34.65137	0.0000
LOG(Q1)	-0.050347	0.013431	-3.748449	0.0002
LOG(HTM)	-0.009413	0.003081	-3.054883	0.0026
DM06+DM08	-0.107686	0.024415	-4.410546	0.0000
DM07+DM09	-0.052292	0.026970	-1.938893	0.0541
DM11	0.071510	0.031134	2.296817	0.0228
DM12	0.055446	0.030523	1.816535	0.0710
DM1005+DM1208	-0.311669	0.080047	-3.893564	0.0001
R-squared	0.935070	Durbin-Watson stat		1.936094
		Breusch-Godfrey LM Test		0.1555 (p=0.6933)

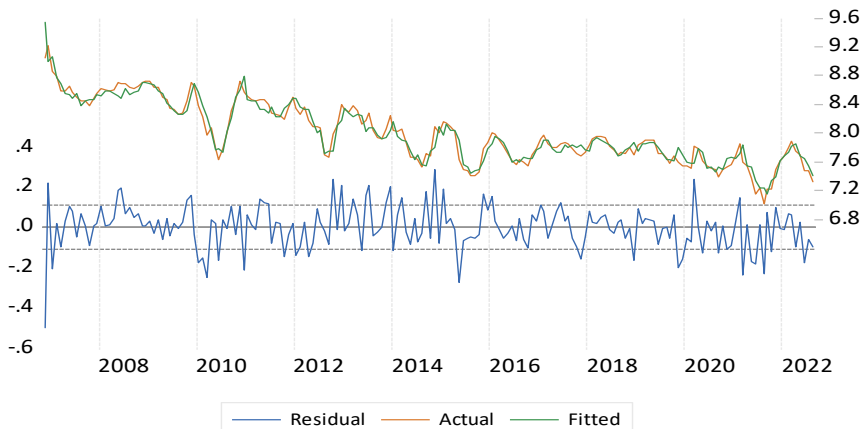
주 1) DM1 : 각 연도별 6, 8월=1, 그 외 0 ; DM2 : 각 연도별 7, 9월=1, 그 외 0

2) DM11 : 각 연도별 11월=1, 그 외 0 ; DM12 : 각 연도별 12월=1, 0

3) DM3 : 2010년 5월, 2012년 8월=1, 그 외 0 ; DM4 : 2010년 9월=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-3〉 우력 300~400g 미만 양성물량 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

3) 우력 400~500g 미만 양성물량

우력 400~500g 미만 양성물량 추정을 위하여 전월 300~400g 미만 양성물량과 전월 400~500g 미만 양성물량, 당월 400~500g 미만 출하량, 통영 최고 수온 자료를 설명변수로 이용하였으며, 계절성을 보이거나 상대적으로 변동이 컸던 시점에는 더미변수를 추가적으로 고려하였다.

Log-Log 함수 형태로 추정한 결과, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하였으며, 결정계수는 0.931로 모형 설명력 또한 높았다. 자기상관 문제는 존재하지 않았으며, 모든 변수의 부호조건 또한 경제 이론에 부합하였다.

전월 400~500g 미만 양성물량의 계수값은 0.83으로, 해당 크기 양성물량 또한 전월과 당월 양성물량의 차이가 크지 않은 것으로 나타났다. 이는 폐사량과 400~500g 미만에서 500~600g 미만으로 성장한 양성물량의 영향인 것으로 판단된다. 다음으로 전월 300~400g 미만 양성물량 계수값은 0.41로 추정되어, 전월 300~400g 미만 양성물량이 1% 증가할 때 당월 400~500g 미만 양성물량은 0.41% 증가하는 것으로 나타났다.

한편, 당월 400~500g 출하량 계수는 -0.07로, 당월 400~500g 출하량이 1% 늘어날 경우 400~500g 미만 양성물량은 0.07% 줄어드는 것으로 확인되었다. 마지막으로 수온의 계수는 -0.06으로 추정되어 수온이 1% 상승하면 우력 400~500g 미만 양성물량은 0.06% 감소하는 것으로 나타났다.

〈표 4-4〉 우력 400~500g 미만 양성물량 추정 결과

Dependent Variable: LOG(S3)				
Method: Least Squares				
Sample: 2013M04 2022M08				
Included observations: 113				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.396622	0.515932	-2.706989	0.0080
LOG(S2(-1))	0.410810	0.074364	5.524287	0.0000
LOG(S3(-1))	0.828006	0.042396	19.53014	0.0000
LOG(Q2)	-0.071538	0.031287	-2.286520	0.0243
LOG(HTM)	-0.063645	0.033435	-1.903514	0.0598
DM05+DM09	-0.058730	0.030918	-1.899521	0.0603
DM08	-0.134446	0.041937	-3.205908	0.0018
DM2110	-0.601409	0.116189	-5.176106	0.0000
DM1	0.315339	0.068380	4.611561	0.0000
DM2	-0.330822	0.081620	-4.053200	0.0001
SD1507	0.089474	0.031329	2.855956	0.0052
R-squared	0.931279	Durbin-Watson stat		1.839471
		Breusch-Godfrey LM Test		0.5758 (p=0.4480)

주 1) DM1 : 각 연도별 5, 9월=1, 그 외 0

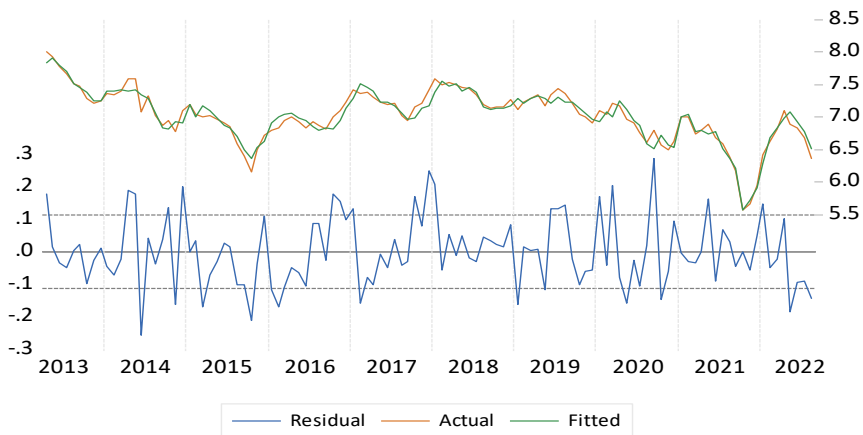
2) DM08 : 각 연도별 8월=1, 그 외 0

3) DM1 : 2014년 7월, 2015년 11월, 2021년 1월=1, 그 외 0 ; DM2 : 2015년 2월, 2021년 3월=1, 그 외 0

4) SD1507 : 2015년 7월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-4〉 우력 400~500g 미만 양성물량 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

4) 우력 500g 이상 양성물량

우력 500g 이상 양성물량은 전월 400~500g 미만 양성물량, 전월 500g 이상 양성물량, 당월 500g 이상 출하량을 설명변수로 이용하였으며, 양성물량 변동이 상대적으로 컸던 시점에는 더미변수를 고려하였다. 이와 함께 통계적으로 당월 양성물량이 전월 양성물량보다 큰 경우($S_{4,m-1} < S_{4,m}$)에는 동태적 생육관계를 고려하여 더미변수를 추가하였다.

추정 결과, 결정계수는 0.913으로 모형의 설명력이 우수했으며, 모든 설명변수의 부호조건이 경제 이론에 부합하고 통계적으로도 유의하였다. 자 기상관 문제 또한 존재하지 않았다.

전월 500g 이상 양성물량의 계수는 0.77로, 전월과 당월의 양성물량 차이가 크지 않은 것으로 추정되었다. 이는 앞서 설명한 바와 같이 폐사량과 500g 이상 출하량 때문에 오차가 발생한 것으로 판단된다. 다음으로 전월 400~500g 미만 양성물량 계수는 0.24로 이는 전월 400~500g 미만 양성물량이 1% 증가할 경우 당월 500g 이상 양성물량은 0.24% 증가하는 것을 의미한다.

마지막으로 당월 500g 이상 출하량 계수는 -0.08로 추정되어, 당월 500g 이상 출하량이 1% 늘면 500g 이상 양성물량은 0.08% 줄어드는 것으로 나타났다.

〈표 4-5〉 우력 500g 이상 양성물량 추정 결과

Dependent Variable: LOG(S4)				
Method: Least Squares				
Sample: 2006M11 2022M08				
Included observations: 190				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.249905	0.338887	0.737428	0.4618
LOG(S3(-1))	0.242657	0.054855	4.423570	0.0000
LOG(S4(-1))	0.766498	0.042233	18.14938	0.0000
LOG(Q3_2)	-0.080333	0.046294	-1.735290	0.0844
DM_S4	0.383002	0.037427	10.23337	0.0000
SD0903	-0.276717	0.075788	-3.651188	0.0003
SD1110	0.120596	0.050452	2.390321	0.0179
DM1	-0.251861	0.100658	-2.502143	0.0132
DM2	-0.280195	0.134339	-2.085732	0.0384
DM3	-0.209118	0.104132	-2.008208	0.0461
R-squared	0.912555	Durbin-Watson stat		2.045511
		Breusch-Godfrey LM Test		0.2075 (p=0.6487)

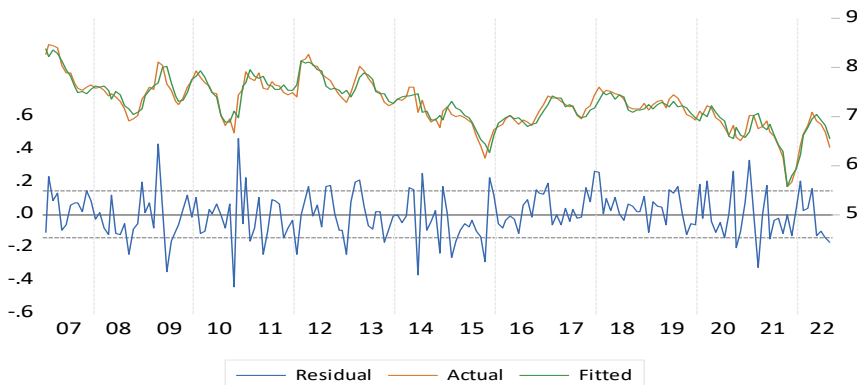
주 1) DM_S4 : $S4_{m-1} < S4_m=1$, 그 외 0

2) SD0903, SD1110 : 2009년 3월 이후, 2011년 10월 이후=1, 그 외 0

3) DM1 : 2013년 5~10월=1, 그 외 0 ; DM2 : 2014년 4~6월=1, 그 외 0 ; DM3 : 2018년 1~5월=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-5〉 우력 500g 이상 양성물량 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

3. 출하량 결정모형

1) 우럭 400g 미만 출하량

우럭 400g 미만 출하량을 추정하기 위해 생물 재고량인 전월 300g 미만 양성물량과 전월 300~400g 미만 양성물량을 설명변수로 투입하였으며, 우럭 양식여가의 기대가격인 전월 300g 산지가격 변수 또한 분석에 이용하였다. 이와 함께 3, 5, 12월에는 출하량이 증가하는 경향을, 9, 11월에는 감소하는 경향을 보여 계절성을 반영하기 위해 해당 시점에는 계절더미변수를 추가하였으며, 물량 변동이 상대적으로 크거나 구조적으로 변화가 있는 것으로 분석된 경우 해당 시점에도 더미변수를 추가하였다.

추정 결과, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하게 도출되었으며, 양(+)의 부호로 추정되어 부호조건 또한 경제 이론에 부합하였다. 자기상관 문제 또한 존재하지 않았다.

전월 300g 미만 양성물량의 탄력성은 0.31, 전월 300~400g 미만 양성물량의 탄력성은 0.30로 추정되어, 전월 300g 미만 및 300~400g 미만 양성물량이 각각 1%씩 증가할 경우 당월 400g 미만 출하량은 각각 0.31%, 0.30%씩 증가하는 것으로 나타났다. 다음으로 기대가격인 전월 300g 산지가격의 탄력성은 0.27로 추정되었는데, 이는 전월 우럭양식여가의 기대가격이 1% 상승할 때 우럭 400g 미만 출하량은 0.27% 증가하는 것을 의미한다.

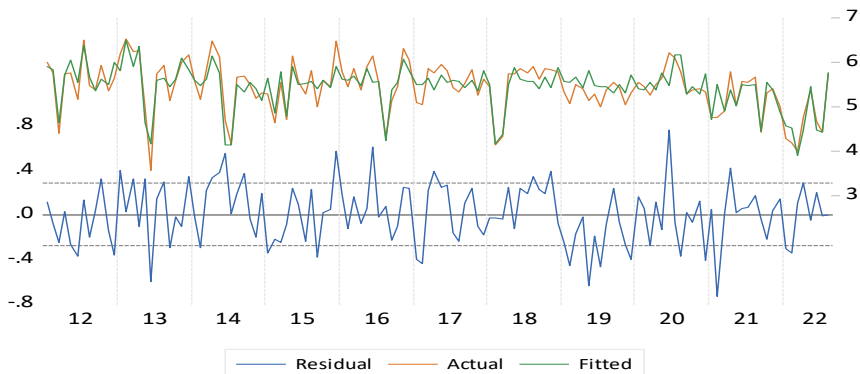
〈표 4-6〉 우력 400g 미만 출하량 추정 결과

Dependent Variable: LOG(Q1)				
Method: Least Squares				
Sample: 2012M01 2022M08				
Included observations: 128				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.094115	2.174019	-0.963246	0.3375
LOG(S1(-1))	0.308764	0.119446	2.584967	0.0110
LOG(S2(-1))	0.304302	0.107617	2.827639	0.0055
LOG(FP1(-1))	0.269598	0.131882	2.044243	0.0432
DM03	0.185043	0.096884	1.909948	0.0587
DM05	0.388406	0.101105	3.841626	0.0002
DM09	-0.182129	0.099587	-1.828844	0.0700
DM11	-0.195267	0.102817	-1.899170	0.0601
DM12	0.266890	0.097055	2.749872	0.0069
DM1	-1.307557	0.106238	-12.30786	0.0000
DM2	0.716880	0.102154	7.017606	0.0000
DM3	-0.788201	0.112348	-7.015726	0.0000
DM4	1.265837	0.301230	4.202235	0.0001
SD2112	-1.015849	0.112071	-9.064368	0.0000
R-squared	0.770652	Durbin-Watson stat		1.864687

- 주 1) DM03, DM05, DM09, DM11, DM12 : 각 연도별 3, 5, 9, 11, 12월=1, 그 외 0
 2) DM1 : 2012년 3월, 2013년 5~6월, 2014년 6~7월, 2016년 8월, 2018년 2~3월=1, 그 외 0
 3) DM2 : 2012년 7월, 2013년 4, 11월, 2014년 4월, 2016년 11월, 2020년 7~8월, 2022년 5월=1, 그 외 0
 4) DM3 : 2014년 12월, 2015년 2, 4월, 2021년 1, 3, 4, 9월, 2022년 3월=1, 그 외 0 ; DM4 : 2022년 8월=1, 그 외 0
 5) SD0903, SD1110 : 2009년 3월 이후, 2011년 10월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-6〉 우력 400g 미만 출하량 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

2) 우럭 400~500g 미만 출하량

우럭 400~500g 미만 출하량 추정에는 생물 재고량인 전월 400~500g 미만 양성물량과 우럭 양식여가의 기대가격인 전월 400g 산지가격을 설명변수로 이용하였다. 이와 함께 물량 변동이 컸던 시점에는 계절더미변수를, 자기상관 문제가 발생하는 시점에도 더미변수를 추가하였다.

Log-Log 함수 추정 결과, 결정계수가 0.868로 모형 설명력이 비교적 높았으며, 모든 설명변수의 부호조건이 경제 이론에 부합하였다. 설명변수 대부분이 통계적으로 유의하게 도출되었으나, 전월 400g 산지가격 변수는 통계적으로 유의하지 않는 것으로 추정되었다. 그러나 해당 변수는 출하량 결정모형을 구성하는 핵심 변수이므로 유의성이 낮음에도 해당 추정 결과를 이용하였다.

전월 400~500g 미만 양성물량의 탄력성은 0.26으로, 전월 400~500g 미만 양성물량이 1% 증가하면 당월 400~500g 미만 출하량은 0.26% 늘어나는 것으로 나타났다. 다음으로 우럭 양식여가의 기대가격인 전월 400g 산지가격의 탄력성은 0.08로 전월 우럭 양식여가의 기대가격이 1% 상승할 경우 우럭 400~500g 미만 출하량은 0.08% 증가하는 것을 의미한다.

〈표 4-7〉 우력 400~500g 미만 출하량 추정 결과

Dependent Variable: LOG(Q2)				
Method: Least Squares				
Sample: 2013M01 2022M08				
Included observations: 116				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.869395	1.367278	2.829999	0.0056
LOG(S3(-1))	0.260238	0.066108	3.936558	0.0002
LOG(FP2(-1))	0.075783	0.116987	0.647785	0.5186
DM06	0.118658	0.062296	1.904759	0.0596
DM07	-0.217819	0.062311	-3.495647	0.0007
DM08	-0.525949	0.064927	-8.100584	0.0000
DM09	-0.438747	0.064663	-6.785153	0.0000
DM12	0.251865	0.064719	3.891659	0.0002
DM1	-0.899908	0.105663	-8.516795	0.0000
DM2	0.691583	0.063578	10.87776	0.0000
DM3	-0.363649	0.063848	-5.695528	0.0000
DM4	0.420257	0.091693	4.583301	0.0000
DM5	-0.582271	0.090163	-6.457997	0.0000
DM6	-1.182252	0.116806	-10.12148	0.0000
R-squared	0.867584	Durbin-Watson stat		1.684557

주 1) DM06, DM07, DM08, DM09, DM12 : 각 연도별 6~9, 12월=1, 그 외 0

2) DM1 : 2013년 1월, 2014년 3, 11월=1, 그 외 0

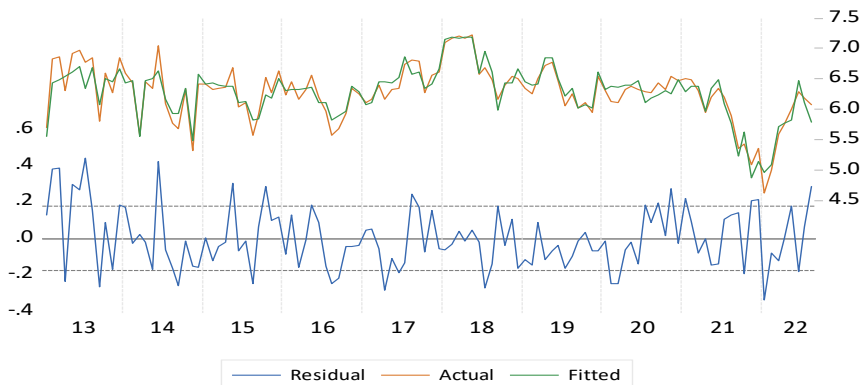
3) DM2 : 2013년 8월, 2017년 7~9월, 2018년 1~5, 7월=1, 그 외 0

4) DM3 : 2015년 6월, 2016년 6, 10월, 2017년 1, 2월, 2019년 10~11월, 2021년 4월=1, 그 외 0

5) DM4 : 2019년 4~5, 8월, 2020년 8~9월=1, 그 외 0 ; DM5 : 2021년 9~10월, 2022년 3~5월=1, 그 외 0 ; DM6 : 2021년 11~12월, 2022년 1~2월=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-7〉 우력 400~500g 미만 출하량 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

3) 우력 500g 이상 출하량

우력 500g 이상 출하량은 생물 재고량인 전월 500g 이상 양성물량과 우력 양식여가의 기대가격인 전월 500g 산지가격을 이용하여 추정하였다. 이와 함께 물량 변동이 컸던 시점에는 계절더미변수를, 자기상관 문제 또는 구조적인 변화가 발행한 시점에는 구조변화 더미변수를 추가하였다.

추정 결과, 모든 설명변수의 부호조건이 경제 이론에 부합하였으나, 일부 설명변수의 통계적 유의성이 낮게 추정되었다. 전월 500g 산지가격 변수가 통계적 유의성이 낮았는데, 해당 변수는 출하량 결정모형의 필수 이용변수이므로 유의성이 다소 낮더라도 해당 추정 결과를 수용하였다.

전월 500g 이상 양성물량의 탄력성은 0.26으로, 전월 500g 이상 양성물량이 1% 증가할 경우 당월 500g 이상 출하량은 0.26% 증가하는 것으로 나타났다. 다음으로 전월 500g 산지가격의 탄력성은 0.17로 추정되어 전월 우력 양식여가의 기대가격이 1% 상승할 때 우력 500g 이상 출하량은 0.17% 증가하는 것으로 도출되었다.

〈표 4-8〉 우력 500g 이상 출하량 추정 결과

Dependent Variable: LOG(Q3)				
Method: Least Squares				
Sample: 2014M01 2022M08				
Included observations: 104				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.522099	1.549666	2.272811	0.0254
LOG(S4_2(-1))	0.256705	0.075501	3.400012	0.0010
LOG(FP3(-1))	0.169579	0.145822	1.162914	0.2479
DM01	0.296817	0.084184	3.525811	0.0007
DM02	0.220885	0.083876	2.633469	0.0099
DM1	0.816924	0.122611	6.662717	0.0000
DM2	0.745521	0.166294	4.483157	0.0000
DM3	-0.663807	0.167779	-3.956445	0.0001
DM4	-1.130184	0.234624	-4.816998	0.0000
SD2101	-0.749879	0.104845	-7.152258	0.0000
SD2112	0.591373	0.121797	4.855411	0.0000
SD2207	-0.442521	0.189251	-2.338270	0.0215
R-squared	0.680857	Durbin-Watson stat		1.601446

주 1) DM01, DM02 : 각 연도별 1~2월=1, 그 외 0

2) DM1 : 2016년 12월, 2017년 10~12월=1. 그 외 0 ; DM2 : 2021년 1~2, 9월=1. 그 외 0

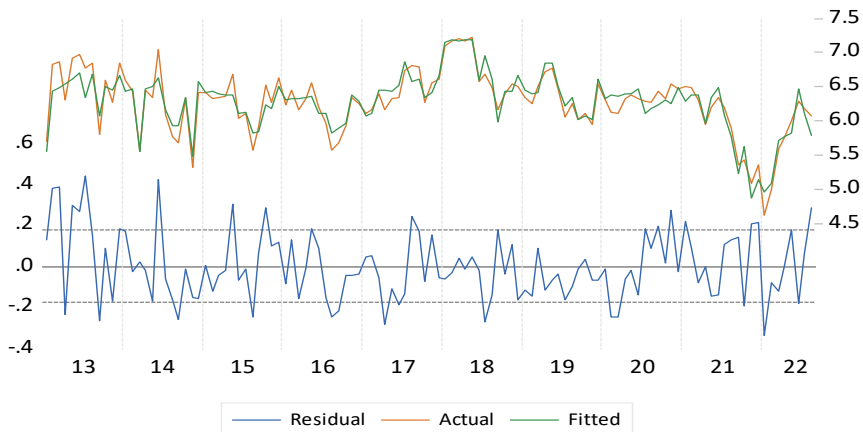
3) DM3 : 2014년 6월, 2020년 8월=1. 그 외 0 ; DM4 : 2015년 6월=1. 그 외 0

4) SD2101 : 2021년 1월 이후=1, 그 외 0 ; SD2112 : 2021년 12월 이후=1, 그 외 0 ;

SD2207 : 2022년 7월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-8〉 우력 500g 이상 출하량 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

4. 산지가격 결정모형

1) 우력 500g 산지가격

우력의 대표 산지가격인 500g 산지가격을 추정하는 데에는 당월 전체 출하량을 설명변수로 도입하였으며, 일정한 계절성을 보이는 시점에는 계절더미변수를 추가하였다. 그 외 자기상관 문제나 구조적인 변화가 발생한 시점에도 구조변화 더미변수를 적용하였다.

Log-Log 함수 추정 결과, 결정계수가 0.923으로 모형 설명력이 매우 높았으며, 설명변수의 부호조건이 경제 이론에 부합하고 통계적으로도 유의하게 도출되었다. 자기상관 문제 또한 존재하지 않았다.

당월 전체 출하량에 대한 가격신축성계수는 -0.35로 비탄력적으로 추정되었는데, 이는 당월 우력 전체 출하량이 1% 증가할 때 500g 산지가격은 0.35% 하락하는 것을 의미한다.

〈표 4-9〉 우력 500g 산지가격 추정 결과

Dependent Variable: LOG(FP3)				
Method: Least Squares				
Sample: 2014M02 2022M08				
Included observations: 103				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	11.68938	0.261596	44.68489	0.0000
LOG(TQ)	-0.352510	0.035826	-9.839573	0.0000
DM06	-0.092053	0.025997	-3.540883	0.0006
DM07	-0.078894	0.026067	-3.026545	0.0032
DM10	0.225455	0.027405	8.226823	0.0000
DM11	0.196919	0.027371	7.194550	0.0000
DM12	0.245215	0.028406	8.632647	0.0000
DM1	0.269556	0.031576	8.536731	0.0000
DM2	-0.204408	0.035453	-5.765649	0.0000
SD1603	-0.081823	0.021288	-3.843640	0.0002
SD1803	0.175659	0.026673	6.585657	0.0000
SD1902	-0.315278	0.030161	-10.45321	0.0000
SD2005	0.112244	0.032377	3.466788	0.0008
SD2101	0.368038	0.032765	11.23282	0.0000
R-squared	0.922610	Durbin-Watson stat		1.665944

주 1) DM06, DM07, DM10, DM11, DM12 : 각 연도별 6~7, 10~12월=1, 그 외 0

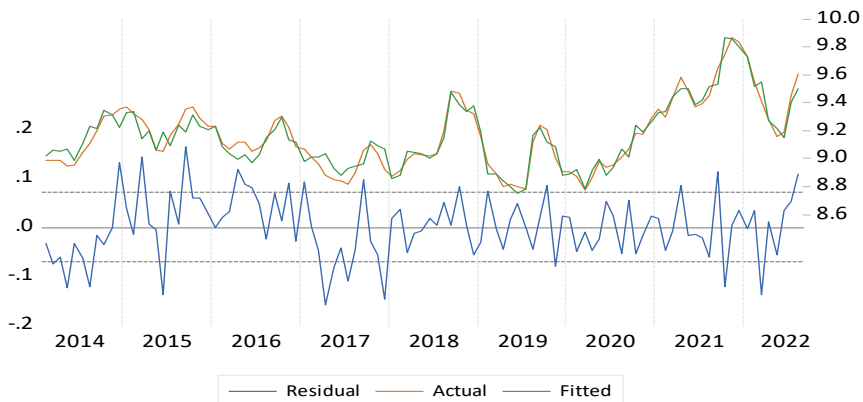
2) DM1 : 2015년 1~2월, 2018년 9월, 2019년 8~9월, 2022년 1월=1. 그 외 0

3) DM2 : 2019년 12월, 2020년 3월, 2022년 4~6월=1. 그 외 0

4) SD1603 : 2016년 3월 이후=1, 그 외 0 ; SD1803 : 2018년 3월 이후=1, 그 외 0 ;
SD1902 : 2019년 2월 이후=1, 그 외 0 ; SD2005 : 2020년 5월 이후=1, 그 외 0 ;
SD2101 : 2021년 1월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-9〉 우력 500g 산지가격 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

2) 우력 300g 산지가격

우력 300g 산지가격은 당월 우력 400g 산지가격과 당월 400g 미만 출하량을 설명변수로 이용하여 추정하였으며, 물량 변동이 크거나 구조적인 변화 및 자기상관 문제가 발생한 시점에는 더미변수를 추가하였다.

추정 결과, 결정계수가 0.988로 모형 설명력이 매우 우수하였으며, 400g 산지가격은 양(+)의 부호로, 400g 미만 출하량은 음(-)의 부호로 추정되어 설명변수의 부호조건이 경제 이론에 부합하였다. 그러나 400g 미만 출하량의 경우 통계적 유의성이 낮은 것으로 나타났다. 해당 변수는 통계적으로 유의성은 낮으나 산지가격 결정모형의 주요 변수이므로 해당 추정 결과를 최종적으로 선정하였다.

당월 400g 산지가격의 탄력성은 0.99로 추정되어 당월 400g 산지가격이 1% 상승할 때 300g 산지가격은 0.99% 상승하는 것으로 나타났다. 다음으로 400g 미만 출하량의 탄력성은 -0.01로 매우 비탄력적으로 추정되었으며, 이는 당월 400g 미만 출하량이 1% 증가할 경우 300g 산지가격은 0.01% 하락하는 것을 의미한다.

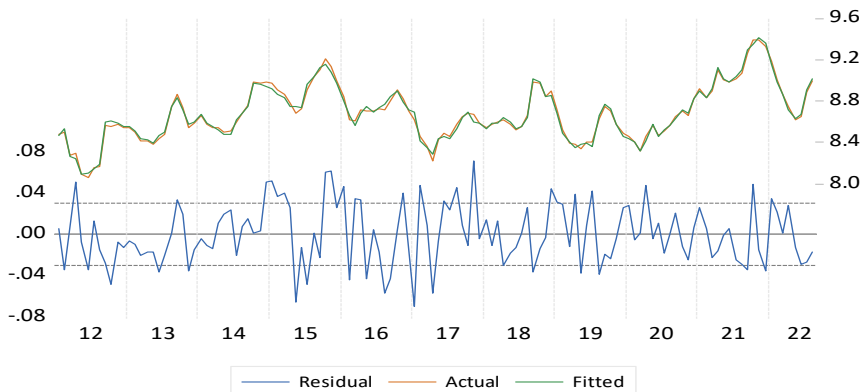
〈표 4-10〉 우력 300g 산지가격 추정 결과

Dependent Variable: LOG(FP1)				
Method: Least Squares				
Sample: 2012M01 2022M08				
Included observations: 128				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.087799	0.114320	-0.768013	0.4440
LOG(FP2)	0.986942	0.012523	78.81057	0.0000
LOG(Q1)	-0.005947	0.005297	-1.122756	0.2638
DM1	-0.154174	0.018691	-8.248541	0.0000
DM2	0.075840	0.013031	5.820138	0.0000
DM3	-0.073517	0.014361	-5.119079	0.0000
SD1208	-0.031463	0.013620	-2.309989	0.0226
SD1505	0.130832	0.012518	10.45148	0.0000
SD1601	-0.083287	0.012976	-6.418412	0.0000
SD1806	-0.042493	0.007956	-5.341327	0.0000
SD2201	-0.105217	0.012641	-8.323500	0.0000
R-squared	0.987620	Durbin-Watson stat		1.727309

주 1) DM1 : 2017년 2~4월=1, 그 외 0 ; DM2 : 2014년 10~11월, 2017년 12월, 2018년 1~2월, 2020년 5월=1, 그 외 0 ; DM3 : 2015년 6월, 2018년 6~8월, 2021년 5월=1, 그 외 0
 2) SD1208 : 2012년 8월 이후=1, 그 외 0 ; SD1505 : 2015년 5월 이후=1, 그 외 0 ;
 SD1601 : 2016년 1월 이후=1, 그 외 0 ; SD1806 : 2018년 6월 이후=1, 그 외 0 ;
 SD2201 : 2022년 1월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-10〉 우력 300g 산지가격 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

3) 우력 400g 산지가격

우력 400g 산지가격을 추정하기 위해 당월 우력 500g 산지가격과 당월 400g~500g 미만 출하량을 이용하였으며, 상대적으로 물량 변동이 크거나 자기상관 및 구조적인 변화가 발생한 시점에는 더미변수를 적용하였다.

추정 결과, 결정계수가 0.989로 모형 설명력이 매우 높았으며, 모든 설명변수의 부호조건이 경제 이론에 부합하였다. 대부분 변수가 통계적으로 유의하게 도출되었으나, 400~500g 미만 출하량 변수는 통계적으로 유의성이 낮았다. 그러나 해당 변수는 산지가격 결정모형의 주요 영향 요인 변수로, 통계적 유의성이 다소 낮음에도 해당 추정 결과를 수용하였다.

당월 500g 산지가격의 탄력성은 0.99로 당월 500g 산지가격이 1% 상승할 경우 400g 산지가격은 0.99% 상승하는 것으로 나타났다. 다음으로 400~500g 미만 출하량의 탄력성은 -0.01로 매우 비탄력적으로 추정되었는데, 당월 400~500g 미만 출하량이 1% 증가하면 400g 산지가격은 0.01% 하락하는 것으로 나타났다.

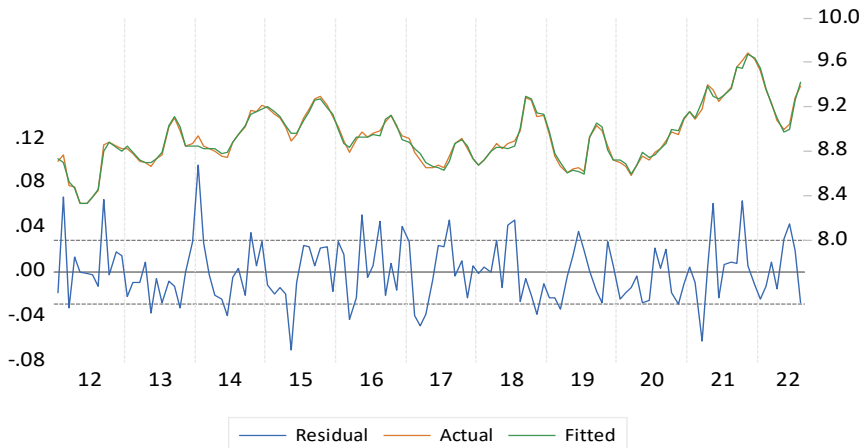
〈표 4-11〉 우력 400g 산지가격 추정 결과

Dependent Variable: LOG(FP2)				
Method: Least Squares				
Sample: 2012M01 2022M08				
Included observations: 128				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.065079	0.145068	-0.448606	0.6545
LOG(FP3)	0.991109	0.013174	75.23347	0.0000
LOG(Q2)	-0.008311	0.006809	-1.220650	0.2247
DM1	-0.061765	0.021381	-2.888839	0.0046
DM2	0.064783	0.020647	3.137692	0.0022
DM3	0.099570	0.015175	6.561454	0.0000
SD1309	0.031299	0.009853	3.176533	0.0019
SD1505	0.071737	0.012021	5.967735	0.0000
SD1601	-0.138501	0.019421	-7.131327	0.0000
SD1604	0.042673	0.016886	2.527126	0.0128
R-squared	0.989068	Durbin-Watson stat		1.695231

주 1) DM1 : 2017년 2~4월=1, 그 외 0 ; DM2 : 2014년 10~11월, 2017년 12월, 2018년 1~2월, 2020년 5월=1, 그 외 0 ; DM3 : 2015년 6월, 2018년 6~8월, 2021년 5월=1, 그 외 0
 2) SD1208 : 2012년 8월 이후=1, 그 외 0 ; SD1505 : 2015년 5월 이후=1, 그 외 0 ;
 SD1601 : 2016년 1월 이후=1, 그 외 0 ; SD1806 : 2018년 6월 이후=1, 그 외 0 ;
 SD2201 : 2022년 1월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-11〉 우력 400g 산지가격 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

5. 도매가격 결정모형

1) 우력 500~600g 도매가격

우력 500~600g 도매가격은 산지가격 결정모형을 이용하여 가격연계함수 형태로 도출하였으며, 이에 따라 당월 500g 산지가격을 설명변수로 이용하였다. 이와 함께 외식으로 주로 이용되는 우력의 소비 특성을 반영하여 서비스업(음식점업) 생산지수를 대리변수로 고려하였다. 그 외 구조적 변화를 보이거나 변동이 컸던 시점에는 더미변수를 추가하였다.

Log-Log 함수 형태로 추정한 결과, 결정계수가 0.958로 모형의 설명력이 우수했으며, 모든 설명변수의 부호조건이 경제 이론에 부합하였고 통계적으로도 유의하게 도출되었다.

당월 500g 산지가격의 탄력성은 0.79로 비탄력적으로 추정되었으며, 당월 500g 산지가격이 1% 상승할 때 500~600g 도매가격은 0.79% 상승하는 것으로 나타났다. 다음으로 서비스업(음식점업) 생산지수의 계수값은 0.08로, 당월 서비스업(음식점업) 생산지수가 1% 상승할 경우 500~600g 도매가격은 0.08% 상승하는 것으로 도출되었다.

〈표 4-12〉 우력 500~600g 도매가격 추정 결과

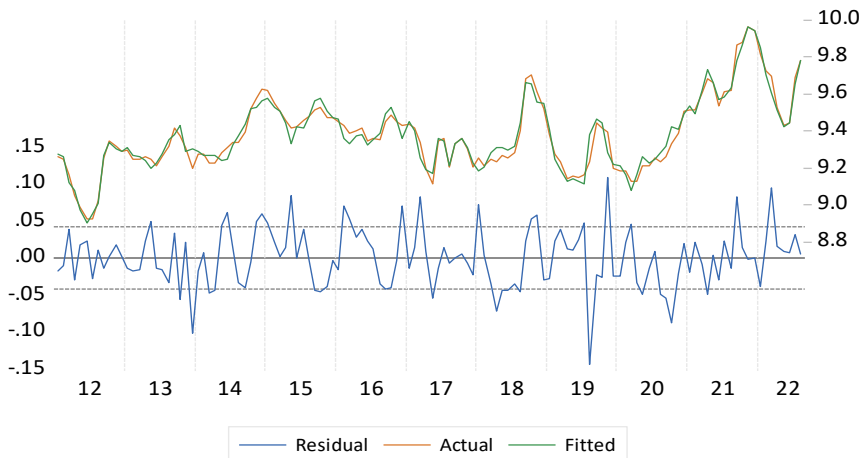
Dependent Variable: LOG(WP2)				
Method: Least Squares				
Sample: 2012M01 2022M08				
Included observations: 128				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.931246	0.218000	8.858935	0.0000
LOG(FP3)	0.785528	0.015510	50.64771	0.0000
LOG(SIAI)	0.075044	0.039115	1.918565	0.0574
DM1	-0.110373	0.029576	-3.731916	0.0003
DM2	0.105843	0.041686	2.539071	0.0124
DM3	0.112194	0.029540	3.798075	0.0002
DM4	0.202604	0.029967	6.760874	0.0000
SD1206	-0.064699	0.019996	-3.235575	0.0016
R-squared	0.958322	Durbin-Watson stat		1.636978

주 1) DM1 : 2013년 8~9월=1, 그 외 0 ; DM2 : 2015년 6월=1, 그 외 0 ; DM3 : 2017년 1~2월=1, 그 외 0 ;
DM4 : 2017년 6~7월=1, 그 외 0

2) SD1206 : 2012년 6월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-12〉 우력 500~600g 도매가격 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

2) 우력 300~400g 도매가격

우력 300~400g 도매가격은 당월 400~500g 도매가격을 연계하여 추정하였으며, 구조적 변화를 보이거나 가격 변동이 컸던 시점에는 더미변수를 고려하였다. 추정 결과, 설명변수가 통계적으로 유의하였으며, 부호조건 또한 경제이론에 부합하였다. 모형의 설명력 또한 우수한 것으로 도출되었으며, 자기상관 문제는 존재하지 않았다.

〈표 4-13〉 우력 300~400g 도매가격 추정 결과

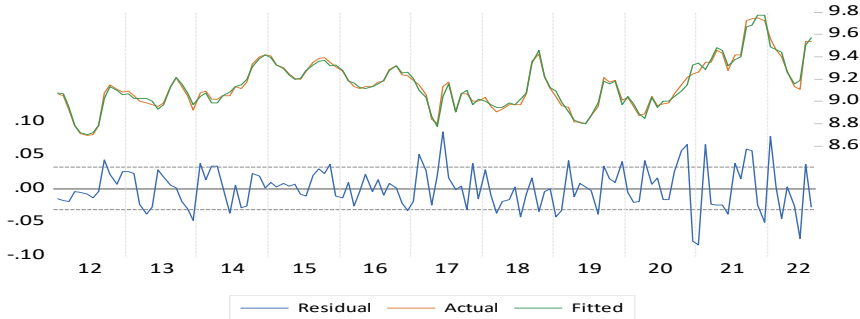
Dependent Variable: LOG(WP1)				
Method: Least Squares				
Sample: 2012M01 2022M08				
Included observations: 128				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.326881	0.148703	-2.198205	0.0299
LOG(WP2)	1.021161	0.016143	63.25698	0.0000
DM	-0.070632	0.017738	-3.981990	0.0001
DM2	0.087198	0.023071	3.779519	0.0002
DM3	0.065162	0.023501	2.772757	0.0065
DM4	-0.087924	0.017466	-5.033995	0.0000
SD1507	0.029342	0.009825	2.986423	0.0034
SD1702	-0.089741	0.010570	-8.490096	0.0000
SD1911	0.038166	0.009234	4.133403	0.0001
R-squared	0.980057	Durbin-Watson stat		1.864195

주 1) DM1 : 2016년 2~5월=1, 그 외 0 ; DM2 : 2017년 7, 12월=1, 그 외 0 ; DM3 : 2020년 1, 5월=1, 그 외 0 ; DM4: 2018년 8~9, 11~12월=1, 그 외 0

2) SD1507 : 2015년 7월 이후=1, 그 외 0 ; SD1702 : 2017년 2월 이후=1, 그 외 0 ; SD1911 : 2019년 11월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-13〉 우력 300~400g 도매가격 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

3) 우력 400~500g 도매가격

우력 400~500g 도매가격은 당월 500~600g 도매가격과 연계하여 도출하였으며, 가격 변동이 컸거나 구조적 변화를 보인 시점에는 더미변수를 추가하였다. 추정 결과, 모형 설명력이 매우 높았으며, 모든 설명변수가 통계적으로 유의하게 나타났다. 설명변수의 부호조건 또한 경제이론에 부합하였다.

〈표 4-14〉 우력 400~500g 도매가격 추정 결과

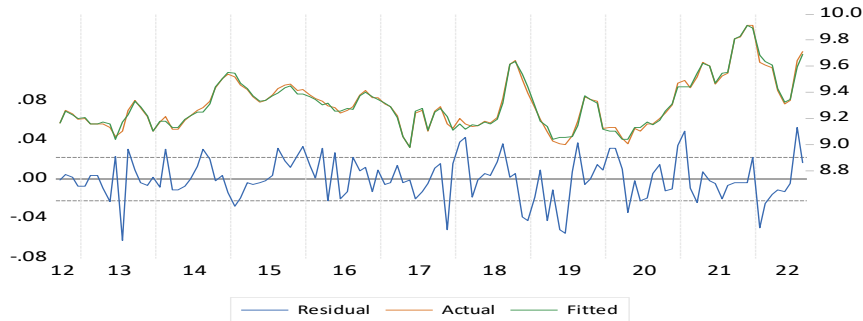
Dependent Variable: LOG(WP2)				
Method: Least Squares				
Sample: 2012M09 2022M08				
Included observations: 120				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.560245	0.114595	-4.888907	0.0000
LOG(WP3)	1.050647	0.012247	85.78991	0.0000
DM1	-0.039230	0.010324	-3.799982	0.0002
DM2	-0.077295	0.013120	-5.891388	0.0000
SD1909	0.010723	0.005042	2.126915	0.0356
SD2202	-0.032662	0.009577	-3.410611	0.0009
R-squared	0.987320	Durbin-Watson stat		1.657325

주 1) DM1 : 2017년 1~5월=1, 그 외 0 ; DM2 : 2013년 6월, 2016년 5월, 2022년 1월=1, 그 외 0

2) SD1909 : 2019년 9월 이후=1, 그 외 0 ; SD2202 : 2022년 2월 이후=1, 그 외 0

자료 : 저자 작성

〈그림 4-14〉 우력 400~500g 도매가격 실제치 및 추정치



자료 : 저자 작성

제2절 모형 예측력 검정 결과

지금까지 추정된 우력 단기예측모형의 개별 방정식에 대한 연립방정식 체계 하의 수급전망모형에 대한 예측력을 검정하기 위해 추정 예측치(predicted value)와 실제치(actual value)를 비교하는 역사적 시뮬레이션(historical simulation) 방법을 이용할 수 있다. 본 연구에서는 Theil의 불평등계수(Theil's coefficient of inequality)를 이용하여 예측력을 검정하고자 한다.

Theil의 불평등계수는 통계적인 예측력 평가를 위해 자주 사용되는데, 서로 다른 시간을 사용한 두 가지 수식이 존재한다. 이 두 가지 수식은 U_1 과 U_2 로 구분되는데, 이 두 수치의 차이는 분모에 있는 F_t 항의 존재 유무이다. U_1 에는 F_t 항이 분모에 포함되어 있는데, 이는 U_1 값을 0과 1 사이로 제한하게 된다. 반면 U_2 에는 F_t 항이 없어 0에 가까울수록 예측력이 좋으나, 상한선은 없는 형태를 가지게 된다.

$$Theil's U_1 = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s - Y_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t^s)^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t)^2}} \quad [\text{식 4-1}]$$

$$Theil's U_2 = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Y_t - Y_t^s)^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Y_t^s)^2}} \quad [\text{식 4-2}]$$

주 : Y_t^s 는 예측치, Y_t 는 실제치

우력 단기예측모형 예측력 검정에는 Theil의 불평등계수 U_1 을 사용했으며, 최근 3년간의 예측력을 보기 위해 예측력 검정 기간은 2019년 9월부터 2022년 8월까지로 설정하였다.

우력 치어 입식량, 크기별 양성물량, 크기별 출하량, 산지가격 함수에 대한 예측력 검정 결과는 다음과 같다. 대부분의 개별 방정식의 Theil 불균등계수 값이 0.1이하로 나타나, 예측력이 우수한 것으로 나타났다. 한편, 400g 미만 출하량의 경우 예측력 검정 결과 Theil의 불균등계수가 0.15로 예측되었는데, 이는 400g 미만 크기의 출하량이 많지 않아 추정이 어려웠던 것으로 판단된다.

〈표 4-15〉 우력 단기예측모형 예측력 검정 결과

구분	예측력 검정 결과(Theil's U1)	
	기존 모형	개편 모형
치어 입식량	-	0.10

구분		예측력 검정 결과(Theil's U1)	
		기존 모형	개편 모형
양성물량	300g 미만	0.09	0.04
	300~400g	0.06	0.06
	400~500g	0.10	0.05
	500g 이상	0.13* / 0.43**	0.10
출하량	400g 미만	0.27	0.15
	400~500g	0.20	0.07
	500g 이상	0.16* / 0.49**	0.09
산지가격	300g	0.03	0.01
	400g	0.02	0.01
	500g	0.12	0.03
도매가격	300~400g	0.04	0.02
	400~500g	0.02	0.01
	500~600g	0.02	0.02

주 : *은 500~600g 미만, **은 600g 이상 크기를 의미함

자료 : 저자 작성

한편, 동일한 검정 기간을 기준으로 기존 단기예측모형과 개편된 단기예측모형 간의 예측력을 검정해보았다. 검정 결과, 모형 개편으로 인해 대부분 개별 방정식의 모형 예측력이 크게 향상된 것으로 나타났다.

특히 양성물량과 출하량의 모형 예측력 향상이 가장 컸는데, 이 중에서도 500g 이상 양성물량과 출하량 모형의 예측력이 크게 개선되었다. 이와 함께 500g 산지가격의 예측력 또한 크게 상승했음을 확인할 수 있다.

제3절 2022년 9월 이후 우력 수급지표 전망 결과

1. 주요 외생변수 가정

본 절에서는 개편된 우력 단기예측모형을 이용하여 2022년 9월부터 2023년 6월까지 총 12개월에 대한 단기 예측 전망을 수행하였다. 치어 입식량의 경우, 반기별로 전망되므로, 2022년 하반기 및 2023년 상반기에 대해 전망하였다. 전망에 이용된 주요 외생변수는 <표 4-16>과 같다.

서비스업(음식점업) 생산지수의 경우 최근 8개월에 대한 이동평균을 이용하였으며, 통영 최고 수온은 최근 3년 동월 평균값을 활용하였다.

<표 4-16> 주요 외생변수 가정

구분	2022년				2023년					
	9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월
서비스업(음식점업) 생산지수(2015=100)	109.0	110.4	113.5	115.6	116.6	116.4	116.4	115.3	114.1	114.8
통영 최고수온(℃)	25.4	23.4	19.4	14.4	9.0	9.3	12.2	15.0	18.4	21.1

자료: 저자 작성

2. 우력 수급 및 가격 전망 결과

전망 결과, 2022년 하반기 치어 입식량은 2,962만 마리로 전년 동기간 대비 0.4% 감소하는 것으로 나타났으며, 2023년 상반기에는 9,780만 마리로 전년 동기간 대비 7.0% 증가하는 것으로 나타났다. 입식량이 증가함에 따라 2023년 6월 말 300g 미만 양성물량은 작년 동월 대비 1.9% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 4-17〉 우럭 수급 및 가격 전망 결과

구분		2022년				2023년					
		9월	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월
치어 입식량(만 마리)		2,962				9,780					
양성 물량 (만마리)	300g 미만	11,506	10,763	10,120	9,560	9,070	8,639	8,260	7,924	11,620	13,222
	300~400g	1,539	1,628	1,832	1,931	1,927	1,914	1,867	1,831	1,752	1,634
	400~500g	531	518	524	557	627	689	728	745	700	682
	500g 이상	229	208	193	182	173	174	181	189	196	199
출하량 (톤)	400g 미만	250	282	240	387	292	273	324	263	383	285
	400~500g	380	568	571	736	579	589	604	613	617	681
	500g 이상	258	244	245	239	315	279	224	226	230	230
산지 가격 (원/kg)	300g	6,787	7,841	7,727	7,384	6,115	6,200	6,171	6,273	6,028	5,564
	400g	10,025	11,612	11,431	10,949	9,028	9,152	9,118	9,259	8,913	8,204
	500g	12,477	14,521	14,233	13,713	11,266	11,423	11,333	11,552	11,126	10,243
도매 가격 (원/kg)	300~400g	11,844	13,473	13,324	12,886	10,927	11,053	11,021	11,157	10,794	10,072
	400~500g	14,106	16,004	15,830	15,321	13,035	13,183	13,145	13,305	12,880	12,035
	500~600g	15,247	17,193	17,015	16,494	14,143	14,236	14,256	14,421	13,983	13,109

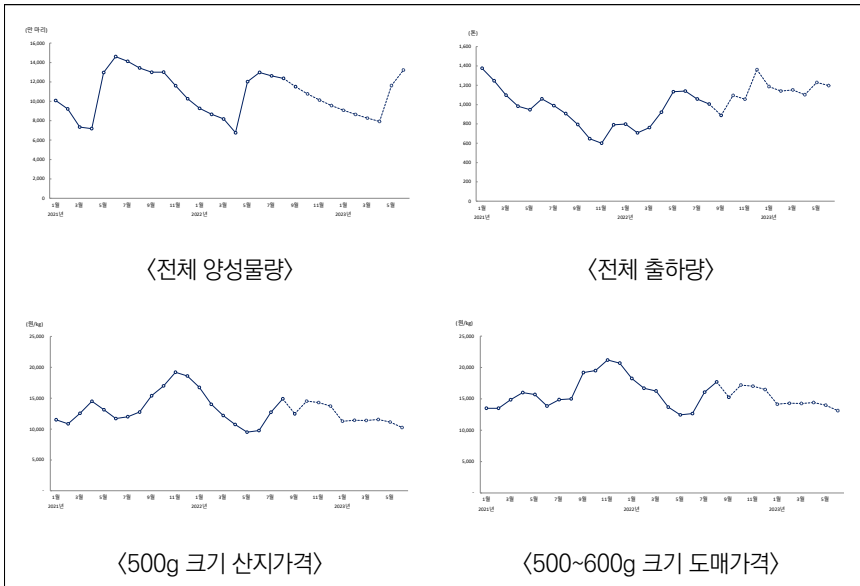
자료: 저자 작성

한편, 300g 이상 양성물량은 2022년 상반기 입식 감소의 영향으로 작년 동기간 대비 물량이 적은 것으로 나타났다. 300~400g의 경우 작년 동월 대비 7.2%, 400~500g은 26.0%, 500g 이상은 40.6% 적었다.

크기별 출하량을 살펴보면, 양성물량이 감소함에 따라 2023년 상반기 500g 이상 크기 출하량은 작년 동기간 대비 50.9% 감소하는 것으로 나타났다. 반면, 500g 미만 크기의 경우 2021년 입식 증가의 영향으로 작년 동기간 대비 크게 증가하는 것으로 나타났다.

한편, 산지가격은 모든 크기에서 하락세를 보일 것으로 예상되는데, 작은 크기일수록 하락폭이 클 것으로 전망된다. 도매가격 또한 2022년 하반기에 상승한 후 점차 하락세를 보일 것으로 전망된다.

〈그림 4-15〉 우력 수급 및 가격 전망 추이



자료: 저자 작성

05

결론 및 제언

제1절 요약 및 결론

1. 요약

본 연구에서는 주요 양식품목인 우력의 단기예측모형을 개편하였으며, 주요 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

먼저 제2장에서는 기존에 구축된 우력 단기예측모형의 전체 구조를 살펴본 후 세부적으로 개별 하위 모듈인 크기별 양성물량 결정모형, 출하량 결정모형, 산지가격 결정모형, 도매가격 결정모형을 검토하였다. 다음으로 기존 모형의 한계를 검토하였는데, 기존 모형은 축차 방식의 공급주도 모형으로 구축되어 수요 측면의 영향을 고려하기 어렵고 활용 가능한 수급 통계 DB에도 한계가 존재했으며, 주기적인 개편 작업이 이루어지지 못해 모형 예측력이 저하되고 있는 것으로 나타났다.

제3장에서는 앞서 검토한 기존 운용 모형의 한계점과 함께 우력 수급 관련 DB 검토 및 2018년 이후 주요 변수의 수급 동향 분석 결과를 바탕으로 우력 단기예측모형 개편 기본방향을 설정하였다. 본 연구에서는 기존의 축

차 모형을 통한 균형가격 도출 방식을 유지하되, 수요 대리변수를 고려하였으며, 치어 입식량 결정모형을 신규 구축하고 생육 관련 변수를 도입하는 것을 기본방향으로 설정하였다. 다음으로 개별 방정식 및 전체 구조를 설정하였으며, 기존 운용 모형과의 차별성을 정리하였다.

제4장에서는 우럭 치어 입식량, 크기별 양성물량, 크기별 출하량, 산지가격, 도매가격 등 하위 개별 모듈을 추정하였으며, 예측력 검정 결과를 제시하였다. 검정 결과, 대부분 방정식의 Theil's U값이 0.1 이하로 도출되어 예측력이 양호한 것으로 나타났다. 추가적으로 기존 모형의 예측력 검정 결과와 비교한 결과, 모형 개편으로 대부분 방정식의 모형 예측력이 크게 향상된 것으로 도출되었다.

최종적으로 구축된 모형을 이용하여 2022년 9월 이후 우럭 수급지표를 전망하였다. 전망 결과, 2022년 하반기 치어 입식량은 전년 대비 감소, 2023년 상반기는 증가하는 것으로 추정되었다. 이에 따라 300g 미만 양성물량은 작년 동월보다 늘 것으로, 300g 이상은 감소할 것으로 나타났으며, 500g 이상 출하량은 양성물량 감소에 따라 줄 것으로, 500g 미만은 증가할 것으로 추정되었다. 이에 따라 산지 및 도매가격은 하락세를 보일 것으로 전망되었다.

2. 결론

본 연구의 목적은 2018년 이후 구조적인 개선이 이루어지지 않았던 우럭 단기예측모형의 전면 개편을 통해 보다 현실성 있고 신뢰할 수 있는 모형을 구축하는 데에 있다. 세부적으로는 경제학적 인과관계를 바탕으로 한 모형 구축, 대내외 신규 변수 투입을 통한 모형 신뢰도 향상, 수산업관측사업 및 정책 수립의 기초자료 제공으로 구분될 수 있다.

세부 연구 목적에 따른 본 연구의 결론은 다음과 같다. 첫째, 경제학적 인과관계를 바탕으로 전반적인 모형 구조 및 개별 하위 모듈을 재검토하여 모형을 개편하였다. 우력의 수급 흐름에 맞고 경제학적 이론에도 부합하도록 모형 구조를 재검토한 후 개별 하위 모듈을 재추정한 후 최종적으로 이를 엑셀로 구현하였다.

다음으로 모형의 현실 설명력 및 전망 결과의 신뢰도를 향상시키기 위해 우력 수급과 관련된 요인들을 개별 방정식에 투입하여 재추정하였다. 수온, 음식점업 서비스업생산지수 등의 변수를 투입함으로써 대내외 변화에 따른 영향력을 분석할 수 있게 되었다.

마지막으로 우력 단기예측모형 고도화를 통해 보다 신뢰할 수 있는 전망치를 제공함으로써 수산업관측사업 및 정책 수립의 기초자료로 활용할 수 있다. 해당 모형을 이용하여 매월 「우력 수산관측」 월보의 출하량 및 도매가격을 전망하고 있으며, 정책 수립을 위한 단기예측 시나리오분석 또한 가능하여 신속한 대응이 가능하다.

한편, 연구 목적에 부합하도록 우력 단기예측모형 개편 작업을 완료하였음에도 다음과 같은 한계점이 존재한다. 첫째, 데이터의 한계로 주요 영향변수가 모형에 고려되지 못하였다. 폐사량, 경영비 등 중요한 영향력을 미치는 변수가 모형 추정 시 고려되지 못하면서 일부 변수의 통계적 유의성이 상대적으로 낮게 도출되는 등의 한계가 존재했다.

둘째, 우력 생육 환경에 영향을 미치는 다양한 요인들을 고려하지 못하였다. 수온, 영양염류, 풍속 등 다양한 요인들이 우력 생장에 영향을 미치고 있으나, 어느 정도로 영향을 미치는 지에 대한 명확한 연구는 아직까지 이루어지지 않고 있다. 따라서 해당 변수들을 모형 추정에 고려하는 것은 다소 무리가 있다고 판단하였으며, 고수온 관련 피해를 반영하고자 수온 변수를 고려하는 데에 그쳤다.

셋째, 양성물량과 출하량 간의 중량 단위가 상이하다. 현재 우럭 양성물량은 '만 마리' 단위로, 출하량은 '톤' 단위로 통계자료가 집계되면서 모형 추정 시 추정 오류가 커질 수 있다. 해당 문제는 단기간에 해결할 수 없는 부분으로, 중장기적인 관점에서 데이터 개선이 요구된다.

제2절 제언

1. 본 연구 기여

전망모형은 가장 최근에 갱신된 데이터를 기반으로 전망치를 도출하는 구조이기 때문에 지속적인 모형 개편 작업이 이루어지지 못할 경우 모형의 존재 가치가 점점 떨어질 수 밖에 없다. 특히 월 단위의 단기예측모형의 경우 중장기 수급전망모형에 비해 변동성이 더욱 크기 때문에 주기적인 모형 고도화를 통해 전망 정보의 신뢰성을 향상시키는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

이러한 측면에서 본 연구의 기여는 다음과 같다. 첫째, 향후 품목별 단기예측모형 구축 및 개편 관련 기초연구 자료로 활용될 수 있다. 수산업관측센터에서는 2014년 6개 양식품목에 대한 단기예측모형을 구축한 이래로 매년 모형 개편을 수행해오고 있으며, 본 연구 또한 해당 기초의 일환으로 수행되었다. 이에 따라 추후 이어질 품목별 단기예측모형 개편 연구 또는 신규 품목에 대한 단기예측모형 구축 연구 수행시 본 연구가 기초 선행연구 자료로 활용될 수 있다.

특히 수산부문에서 본 모형과 같이 월 단위 모형에서 경제학적 인과관계

를 바탕으로 한 구조방정식 형태의 모형을 구축한 사례는 많지 않은 상황이며, 품목별 가격 예측모형, 생산량 예측모형 등 주요 종속변수에 대해 시계열 분석 등 단일방정식 형태로 모형을 구축하는 경우가 대부분인 상황이다. 따라서 다양한 형태의 모형에 대한 연구가 활성화되고 꾸준히 이어질 수 있도록 기여한 것으로 판단된다.

둘째, 우럭 동태적 생태방정식 모형 체계를 견고화 하였다. 기존에 운용 중인 모형의 경우 변수의 한계로 우럭 치어 입식량 결정모형을 도입하지 못하였으며, 대신 300g 이하 크기 양성물량 결정모형 치어 입식량의 대리 변수 역할을 하도록 구축되었다. 이로 인해 치어 입식량 조절 효과 등에 대한 영향력 계측에 일정 부분 한계가 발생하기도 하였다.

그러나 본 모형 개편시 치어 입식량 결정모형을 신규 도입하여 우럭 생육 단계를 보다 정교하게 모형으로 구현할 수 있게 되었으며, 이로 인해 동태적 생태방정식 모형 체계를 고도화 할 수 있었다. 치어 입식량 모형을 도입함으로써 현실 반영력을 높였을 뿐만 아니라 모형의 예측력 또한 향상시키는 데에 기여하였다.

셋째, 고수온 등 대내외 영향 요인이 우럭 수급에 미치는 영향에 대해 월 단위 분석이 가능함으로써 사전에 문제를 대응할 수 있는 기초 자료를 제공할 수 있게 되었다. 고수온 피해, 외식 수요 증가 등은 최근 우럭 수급에 가장 큰 영향을 미친 요인이거나, 기존에 구축된 모형으로 해당 변수에 대한 영향력을 분석하는 데에는 한계가 존재했다. 양식어류 증장기 수급전망모형을 통해 분기 또는 연 단위의 영향력을 정량적으로 전망할 수 있었으나, 월 단위의 단기 영향력을 계측하는 데에는 다소 어려움이 있었다.

그러나 본 모형 개편을 통해 기존에 고려되지 못하였던 수온, 음식점업 서비스업 생산지수 등 관련 변수를 신규로 도입함으로써 해당 요인에 대한 정량적 영향력을 전망할 수 있게 되었다. 정책시뮬레이션 기능을 활용하여

도출된 전망치는 우럭 양식 어업인의 경영 의사결정 뿐만 아니라 정책적 의사결정을 위한 기초자료로 활용이 가능할 것이다.

2. 제언

수산업관측센터에서 운용 중인 품목별 단기예측모형의 경우 대부분 2~3년을 주기로 대대적인 개편 작업이 이루어지고 있다. 따라서 우럭 단기예측모형 또한 최대 3년을 주기로 다음 개편 작업이 진행될 필요가 있을 것으로 판단된다. 물론 통계 DB 갱신 및 부분적 하위 모듈 재추정은 수시로 진행되어야 할 것이다. 향후 우럭 단기예측모형의 개편 시점까지 운용상 추가적으로 보완해야할 사항은 다음과 같다.

첫째, 앙상블(Ensemble) 모형 체제 하에서 중장기 수급전망 모형과의 연계가 필요하다. 한국해양수산개발원 수산업관측센터에서는 2021년에 주요 양식 어류의 중장기 전망 및 정책 시나리오 분석을 위하여 중장기 주요 양식 어류 수급전망모형을 구축한 바 있다. 그러나 해당 모형과 단기예측모형은 상호 독립적으로 운용되고 있으며, 이에 따라 단기와 중장기 전망치 간에 차이가 발생하여 정보 수요자로 하여금 전망 방향성에 혼란을 야기할 수 있다.

따라서 본 개편을 통해 새로 개편된 단기예측모형과 기존의 중장기 수급전망 모형을 병행 운용하는 앙상블(Ensemble) 모형 체제를 적용할 필요가 있다. 이를 위해 우럭 단기예측모형과 중장기 양식어류 수급 전망모형을 동시에 운용하면서 주요 변수 전망치를 비교할 수 있도록 해야 하며, 엑셀 시뮬레이션 상에서도 전망 방향을 상호 간에 조율할 수 있도록 개선해야 한다.

둘째, 정책시뮬레이션 기능을 강화해야 한다. 우럭 단기예측모형은 한국 해양수산개발원 수산업관측센터의 「우럭 수산관측」 월보에서 제공되는 출

하량, 도매가격 전망치의 신뢰도를 향상시키고 보다 정확한 전망 정보를 제공하기 위해 구축되었다. 그러나 최근에는 월 단위의 단기 영향 분석이 요구되는 경우가 늘어나고 있는 추세이다.

기존에 구축된 중장기 전망모형은 정책시뮬레이션이 가능하도록 구축되었으나, 해당 모형은 분기 모형이므로 월 단위의 단기간에 대한 영향 분석은 불가능하다는 단점이 있다. 예를 들어 고수온의 경우 7~8월 사이에 약 20~30일가량 피해가 발생하는데 중장기 수급전망모형을 이용하여 영향 분석을 실시할 경우 전망치의 편향(bias)이 발생할 가능성이 높다.

따라서 정책 수요에 따라 단기간에 정책시나리오 분석을 실시하여 특정 이슈에 대해 사전 대응할 수 있도록 모형을 보다 정교화 해야 할 것이다. 이와 함께 정책 수요자들이 가장 필요로 하는 전망 정보가 무엇인지, 어떠한 영향력 분석을 원하는지 파악하여 적시에 활용도 높은 전망 정보를 제공하기 위해 정기적인 협의회를 갖는 것도 좋은 방법일 수 있다.

셋째, 모형 고도화를 위해 생육조건, 경영비, 폐사량, 소비 등 관련 변수를 수집하거나 신규 개발할 필요가 있다. 보다 현실성 있고 정교한 모형을 구축하기 위해서는 보다 많은 기초 통계자료를 확보하고 이를 모형에 활용할 수 있도록 일정 기간 동안 데이터베이스화 하는 것이 무엇보다 중요하다. 그러나 현재 모형 상에서 매우 중요한 영향을 미치는 변수들의 통계자료가 미비하여 이용하지 못하는 경우가 많은 실정이다.

본 연구에서도 경영비나 폐사량 등의 변수가 부재하여 개별 하위 모듈 추정 시 해당 변수를 반영할 수 없었다. 이로 인해 오차가 발생하여 추정된 계수값의 속도조정계수가 이론에 부합하지 못하는 경우가 다수 발생하였다. 이러한 오류가 지속적으로 발생할 경우 모형의 신뢰도가 하락하는 결과를 가져올 수 있으므로, 장기적인 관점에서 해결 방안을 모색하여야 할 것이다.

이를 위해 현재 구축되지 않은 변수를 대신하여 이용할 수 있는 대리변수의 존재 여부를 지속적으로 확인해야 할 필요가 있으며, 신규 통계 DB 구축 방안에도 지속적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

넷째, 주요 추정 변수의 탄력성에 대한 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있다. 추정된 설명변수의 탄력성은 가장 최근 시점까지의 시계열자료를 바탕으로 추정된 것이므로 시간이 지날수록 정확도가 떨어질 가능성이 높다. 따라서 지속적인 모형 갱신을 통해 주요 변수 탄력성을 갱신할 필요가 있다.

이와 함께 추정된 탄력성의 크기가 적합한 것인가에 대한 논의도 끊임없이 이루어져야 할 것이다. 본 모형 개편 시 선행연구 및 전문가 자문을 통해 주요 변수의 탄력성을 검토하였으나, 현재 우력 주요 수급 지표에 대한 탄력성 범위가 명확하게 설정되지 않은 상황이다. 따라서 추후에도 탄력성에 대한 검증이 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

이를 위해 추정된 탄력성의 적합 여부에 관하여 모형 측면을 포함하여 수산분야 전문가 검토가 주기적으로 이루어져야 할 것이며, 내부 연구 또한 활발하게 수행될 필요가 있을 것이다.

이상 우력 단기에측모형 개편 방안을 로드맵으로 제시하면 <표 5-1>과 같이 정리할 수 있다.

<표 5-1> 우력 단기에측모형 개편 로드맵

구분	2023	2024	2025	2026
통계 DB 갱신 및 하위 모듈 재추정				전면 개편
중장기 수급전망모형과 연계				
정책시뮬레이션 기능 강화				
관련 변수 수집 및 개발				
주요 변수 탄력성 검증 연구				

자료: 저자 작성

참고문헌

국내 문헌

- 국립수산물과학원(2017), 조피볼락 양식 표준 매뉴얼, 국립수산물과학원.
- 김명환 외(2000), 주요 채소·과일의 수급함수 추정, 한국농촌경제연구원.
- 김배성 외(2010), 중기선행관측을 위한 농축산물 작형별 수급모형 및 예측평가시스템 개발 연구, 한국농촌경제연구원.
- 김배성 외(2014), 2014년 수산물 품목별 수급전망모형 개발 사업(품목: 미역, 우럭, 전복, 송어), 제주대학교 산학협력단.
- 박지연·박영구(2013), 배추무 예측모형 고도화 방안, 한국농촌경제연구원.
- 이용선·심송보(2006), 농업관측 품목모형 KREI-COMO 2005 개발·운용, 한국농촌경제연구원.
- 이헌동·허수진·하현정(2019), 2019년 김 수급 전망모형 운용·개편 연구, 한국해양수산개발원.
- 조재환 외(2014), 2014년 수산물 품목별 수급전망모형 개발 사업(품목: 굴, 김, 광어), 부산대학교 산학협력단.
- 조재환·박성경(2017), 2017 주요 수산물 품목별 수급전망모형 유지보수(광어), 부산대학교 산학협력단.
- 조재환·정호중(2016), 2016 주요 수산물 품목별 수급전망모형 유지보수(미역), 부산대학교 산학협력단.
- 조재환·최세현·김배성(2015), 주요 수산물 품목별 수급전망모형 유지보수(전복, 굴, 김), 부산대학교 산학협력단.

통계청, 「어류양식동향조사」, 각 연도.

_____, 「서비스업동향조사」, 각 연도.

한국해양수산개발원 수산업관측센터, 광어 수산물관측 월보, 각 월호.

_____, 우럭 수산물관측 월보, 각 월호.

_____, 우럭 종자 수산물관측 월보, 각 월호.

한석호·송성환(2021), 2021년 수산물관측 단기 수급예측모형(굴, 미역) 개편 연구용역, 충남대학교 산학협력단.

한석호·이금호·장희수(2018), 2018 주요 수산물 품목별 수급 전망모형 유지보수 : 우럭 수급전망모형 개발, 충남대학교 산학협력단.

한석호·장희수(2019), 2019 주요 수산물 품목별 수급 전망모형 유지보수 : 전복 수급전망모형 개발, 충남대학교 산학협력단.

_____(2020), 2020 주요 수산물 품목별 수급 전망모형 유지보수 : 광어 수급전망모형 개발, 충남대학교 산학협력단.

한석호 외(2010), 중기선행 관측 기본모형 개발연구, 한국농촌경제연구원.

허수진 외(2020), 김 중기 수급전망모형 Gim-MFoS 구축 연구, 한국해양수산개발원.

허수진 외(2021), 주요 양식어류 수급전망 고도화를 위한 모형 구축 연구, 한국해양수산개발원.

국외 문헌

Friedman, M. et al.(1956), Studies in the quantity theory of money, University of Chicago press, pp. 25-117.

Greene, William H.(2004), Econometric analysis(5th edition), Pearson education.

Gujarati, D. N. & Porter, D. C.(2008), Basic econometrics (5th edition), McGraw-Hill Irwin.

Nerlove, M.(1956), Estimates of the elasticities of supply selected agricultural commodities, Journal of farm economics. 38(2), pp. 496-506.

인터넷 자료

국립해양조사원 바다누리 해양정보 서비스, 조위관측소 수온 통계, <http://www.khoa.go.kr/oceangrid/khoa/intro.do>(검색일: 2022.8.4.)

한국뉴스투데이(2022.4.16.), ‘전면 해제’ 이르기까지...사회적 거리두기 변천사, <http://www.koreanewstoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=67260>(검색일: 2022.8.18.)

한국해양수산개발원 수산업관측센터, 광어 관측통계, <https://www.foc.re.kr/web/obstats/stats.do?rbsIdx=84>(검색일: 2022.8.2.)

_____, 우럭 관측통계, <https://www.foc.re.kr/web/obstats/stats.do?rbsIdx=85>(검색일: 2022.8.2.)

해양수산부 보도자료(2022.6.13.), 해수부, 2022년 고수온 적조 종합대책 수립, <https://www.mof.go.kr/iframe/article/view.do?articleKey=46393&boardKey=10>(검색일 : 2022.8.18.)

KOSIS 국가통계포털, 어류양식동향조사, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EZ0008&conn_path=I2(검색일: 2022.8.2.)

_____, 서비스업동향조사, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1KS2015&conn_path=I3(검색일: 2022.10.6.)

일반사업 2022-16-02

양식우력 수급예측 고도화를 위한 단기예측모형 개편

인 쇄 2022년 12월 29일

발 행 2022년 12월 31일

발 행 인 김 중 덕

발 행 처 한국해양수산개발원

주 소 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 애드원플러스 (070-4390-3850)

비매품

