

해양수산업 전망모형 개발 연구(II)

A Study on the Development of Forecasting Model
for Marine and Fisheries Sectors(II)

장정인 • 권장한 • 정수빈

2021. 3.



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	장정인, 권장한, 정수빈
연구진	연구책임자 장정인 한국해양수산개발원 경제동향분석실 연구위원 공동연구원 권장한 한국해양수산개발원 경제동향분석실 전문연구원 공동연구원 정수빈 한국해양수산개발원 경제동향분석실 전문연구원
연구기간	2020. 1. 1. ~ 2020. 12. 31.
보고서 집필내역	
연구책임자	장정인 제1장, 제5장
내부연구진	권장한 제2장, 제3장 제3절, 제4장 정수빈 제3장 제1절, 제2절
산·학·연·정 연구자문위원	이진면 산업연구원 선임연구위원 강인순 NH농협금융지주 금융연구소 책임연구원 김정우 강릉원주대학교 경제학과 교수

※ 순서는 산·학·연·정 순임

목차

요 약	i
-----	---

제 1장 서론	1
---------	---

제1절 연구 필요성 및 목적	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 연구 목적	3
제2절 연구 내용 및 방법	4
1. 연구 범위 및 주요 내용	4
2. 연구 방법	5
3. 연구의 특징	6

제 2장 해양수산업 전망 방법론	7
-------------------	---

제1절 경제전망 방법론	7
제2절 국내외 전망모형 검토	11
1. 계량경제모형 선행연구	11
2. 산업·거시 계량모형	15
3. 머신러닝 기법	19
제3절 해양수산업 전망 체계	24
1. 해양수산 전망모형의 요건	24
2. 다모형 접근 기반 해양수산업 전망 체계	25

제 3장 해양수산업 전망을 위한 데이터베이스 구축	29
-----------------------------	----

제1절 통계 및 분류	29
1. DB 구축 활용 통계	29
2. 산업 분류	33
제2절 DB의 구성	37

제3절 해양수산업의 경기적 특성	39
1. 개요	39
2. 연구 방법	41
3. 해양수산업의 경기적 특성 분석	44
4. 분석결과 종합	49
제 4장 2021 해양수산업 전망	51
제1절 개요	51
제2절 KMI-FCT21 모형에 의한 전망	52
1. 연구 방법	52
2. 분석 결과	57
제3절 머신러닝 기법에 의한 전망	60
1. 연구 방법	60
2. 분석 결과	65
제4절 분석 결과 종합	68
제 5장 향후 추진 과제	73
제1절 해양수산 전망체계 추진 계획	73
제2절 향후 추진 과제	76
참고문헌	79
부록	87

표목차

〈표 1-1〉 연구의 주요 내용	4
〈표 2-1〉 주요 거시계량경제모형	12
〈표 2-2〉 KIET-DIMM 발전과정	18
〈표 3-1〉 산업연관표 현황(2005~2018)	30
〈표 3-2〉 국민계정 활용 통계 및 시계열	32
〈표 3-3〉 해양수산업 부문 분류(10개 부문)	35
〈표 3-4〉 전망 DB 구축을 위한 해양수산업 중심 산업연관표 대분류	36
〈표 3-5〉 주요 DB의 구성	38
〈표 3-6〉 산업별 부가가치 기초통계량	44
〈표 3-7〉 해양수산업 부문 재구성	48
〈표 3-8〉 해양수산업 부가가치의 순환변동치 상관계수	49
〈표 4-1〉 변수 정의 및 자료 출처	55
〈표 4-2〉 변수별 기초통계량	55
〈표 4-3〉 Sargan-Hansen 검정 결과	56
〈표 4-4〉 한국은행 경제전망 시나리오	57
〈표 4-5〉 패널모형 추정결과	58
〈표 4-6〉 해양수산업 부가가치 전망	59
〈표 4-7〉 머신러닝 기법 부가가치 예측치와 MAPE	66
〈표 4-8〉 산업별 부가가치 전망결과	70
〈표 4-9〉 부문별 부가가치 전망결과	71
〈표 5-1〉 해양수산업 전망모형 구축 단계(안)	78

그림 목차

〈그림 2-1〉 경제전망 절차	8
〈그림 2-2〉 한국은행 거시경제예측모형 시스템의 구조	14
〈그림 2-3〉 KIET-DIMM07 흐름도	19
〈그림 2-4〉 머신러닝을 활용한 선형회귀	21
〈그림 2-5〉 해양수산업 전망을 위한 다모형 접근	26
〈그림 2-6〉 해양수산업 전망의 흐름도	26
〈그림 3-1〉 경기변동의 4국면	40
〈그림 3-2〉 해양수산업 부가가치 추이	44
〈그림 3-3〉 해양수산업 부가가치 순환변동치	48
〈그림 4-1〉 2021년 해양수산업 부가가치 전망과정	52
〈그림 4-2〉 조건부 예측모형	54
〈그림 4-3〉 예측조합 기법을 통한 예측값 도출	64
〈그림 4-4〉 해양수산업의 실질 GDP 및 GDP 직접기여율 전망	69
〈그림 5-1〉 해양수산업 전망모형 구축 추진체계(안)	74
〈그림 5-2〉 해양수산업 전망모형 구축 단계(안)	75
〈그림 5-3〉 해양수산업 전망 체계	76

요약

해양수산업 전망모형 개발 연구(Ⅱ)

1. 연구의 목적

- ▶ 본 연구의 목적은 국가경제와 연계한 해양수산업의 경제규모를 객관적으로 추정하기 위한 해양수산업 전망모형을 개발하여 해양수산업의 미래 추이와 성장 가능성을 전망하는 것임

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구 방법

- ▶ 해양수산업 전망을 위한 기초 작업으로 시계열 해양수산 데이터베이스를 구축하고, 적용 가능한 계량경제모형을 검토하여 최적의 모형을 선정·운용함

- ▶ 전망모형을 다루는 학계 및 연구계의 전문가 의견수렴을 통하여 거시-산업 전망모형 구상안을 도출함

2) 연구의 특징

- ▶ 거시-산업 계량경제 분석 방법론을 구축하고, 코로나19와 같은 경제 충격이 발생하여 미래 불확실성이 높아졌을 때 활용 가능한 가장 적합한 모형을 운용함으로써, 해양수산업 예측력을 강화함

3. 연구 결과

- ▶ 코로나19의 여파로 2020년 해양수산업의 실질 GDP는 42.84조 원으로 2019년 47.48조 원에 비해 약 9.8% 감소한 것으로 추정됨
- ▶ 2021년에는 경제의 전반적인 회복세와 경기부양책으로 해양수산업은 회복세를 보이며, 전년에 비해 약 3.7% 증가한 44.41조 원에 이를 것으로 전망됨
- ▶ 국민경제에서 해양수산업의 GDP가 차지하는 비율 즉, 해양수산업의 GDP 직접기여율은 2020년 2.34%에서 2021년 2.36%로 0.02%p 증가하는 추세를 보일 것으로 전망됨
- ▶ 본 연구에서 해양수산업의 GDP 전망치는 패널고정효과모형 기반의 조건부예측모형인 KMI-FCT21에 의해 도출되었으며, 추후 대외경제 블록, 거시블록 등과의 상호작용에 의해 GDP 전망치가 도출되는 형태로 전망모형의 고도화를 이루고자 함

제 1 장

서론

제1절 연구 필요성 및 목적

1. 연구 배경 및 필요성

2020년은 코로나19 팬데믹으로 세계 경제에 큰 변화를 맞이했다. 세계 경제성장률은 -3.5~-4.3% 수준으로 하락했고, 세계 교역량은 전년 대비 9.6% 감소했다.¹⁾ 이전부터 진행되어 왔던 저성장기조, 무역 갈등, 환경악화로 인한 경제활동의 제약 등이 팬데믹 이후 더욱 가속화되었고 팬데믹 이전 시점으로 경제가 완전히 회복되기까지는 어느 정도 시간이 소요될 것으로 전망된다. 그러나 이전에 예상했던 디지털화로 인한 가치사슬의 변화와 같은 글로벌 경제구조 대전환의 시점이 팬데믹으로 인해 좀 더 빨리 다가왔다는 점에서 새로운 성장 가능성의 모색 기회가 확대되었다고 볼 수 있다.

1) IMF(2021), p. 4; World Bank(2021), p. 4.

세계는 건강한 해양을 기반으로 한 경제성장 가능성에 관심을 가져왔다. 경제협력개발기구(OECD, 2016) “Ocean Economy in 2030”에 따르면, 세계 해양수산업 부가가치는 2010년 약 1.5조 달러에서 2030년에는 약 두 배로 성장할 것으로 전망했다.²⁾ 최근 Virdin *et al.*(2021)은 2018년 기준 세계 해양경제 규모를 1.9조 달러로 추산하고 있다.³⁾ OECD는 최근 지속가능한 해양경제를 위한 혁신 방안으로 ‘해양경제의 측정을 통한 데이터 기반의 해양정책 의사결정’을 꼽았으며, 그 중 해양기반 산업의 측정과 전망을 첫 단계로 보고 있다.⁴⁾ 이는 각 대륙 및 나라가 처한 경제·사회·환경적인 요인에 따라 해양수산업의 규모와 구조가 매우 상이하기 때문이다. 일례로, OECD가 측정한 세계 해양산업의 구조를 살펴보면, 주로 자원을 활용하는 해양 석유·가스 채굴업(34%)과 해양관광업(26%)이 60%를 차지하며, 3개 산업 비중은 33%(조선 및 기자재 15%, 해운 5%, 항만 13%)였다.⁵⁾

한국의 해양수산업의 구조는 부가가치 기준으로 조선 및 기자재 제조(21.6%), 해운업(8.9%), 항만업(7.9%)이 차지하는 비중이 38.4%(2017년 기준)로 큰 비율을 차지하고 있었다.⁶⁾ 이 산업들은 대외 의존도가 높기 때문에 우리나라의 해양수산업은 대내외 불확실성 증가에 대비하는 효율적 정책 대응이 필수적이다. 그럼에도 불구하고, 그동안 해양수산업 전반의 과거-현재 진단은 물론 미래성장 가능성 전망에 대한 과학적 분석 수단이 거의 전무했던 것이 사실이다. 국내 거시 및 산업전망모형이나 농업 및 수산업 등의 특정 산업 전망모형

2) OECD(2016), p. 13.

3) Virdin et al.(2021), p. 1.

4) OECD(2019), p. 17.

5) OECD(2020), p.49

6) 장정인 외.(2021), p. vi.

외에는 해양수산업을 종합적으로 다루는 모형은 부족했다.

해양수산업 전망모형의 구축은 대내외 경제 환경 변화에 따른 해양수산업의 영향을 파악하고, 장단기 예측을 기반으로 해양수산 정책 목표 수립에 기여할 수 있다. 해양수산업의 미래를 전망하고 최적의 정책의사결정에 활용하기 위해서는 무엇보다 다년간의 기초연구를 통하여 해양수산업에 적합한 산업 전망모형을 구축하는 것이 가장 중요하다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 국가경제와 연계한 해양수산업의 경제규모를 객관적으로 추정하기 위한 해양수산업 전망모형을 개발하여 해양수산업의 미래 추이와 성장 가능성을 전망하는 것이다.

이 연구의 최종적인 성과물로는 해양수산업 부문별 실질 부가가치 예측치를 도출하고자 한다. 이를 위해 우선, 해양수산업 전망에 필요한 주요 경제지표 데이터베이스를 구축하고, 둘째, 거시-산업 계량경제 전망모형의 구축을 위한 기반을 마련하고, 셋째, 팬데믹으로 인한 경제충격을 반영한 시의성 있는 전망을 위해 패널고정효과모형 기반의 조건부전망모형을 운용하여 해양수산업 전망의 예측력을 강화하고자 한다.

제2절 연구 내용 및 방법

1. 연구 범위 및 주요 내용

본 연구는 해양수산업 전망모형 구축을 위한 기초연구 2단계 연구이다. 본 연구에서는 국내외 전망모형에 관한 선행연구를 검토하여 해양수산업 부문 전망에 적합한 모형 체계를 구상하고, 2021년의 해양수산업 전망을 시범적으로 시행했다. 제3장에서는 해양수산업 전망을 위한 데이터베이스의 구축 방법 및 구축 결과에 대해서 서술하였고, 제4장에서는 현재 경제 상황의 불확실성 정도를 고려했을 때 가장 적절하다고 판단되는 패널고정효과모형 기반 조건부예측모형을 선택하여 2021년 해양수산업 부가가치를 전망했다. 제5장에서는 향후 연구에서 구체화될 해양수산업 전망체계 추진로드맵과 계획을 제시하고 추진과제를 서술한다.

〈표 1-1〉 연구의 주요 내용

구분	연구 내용
제1장 서론	제1절 연구 필요성 및 목적 제2절 연구 내용 및 방법
제2장 해양수산업 전망 방법론	제1절 경제전망 방법론 제2절 국내외 전망모형 검토 제3절 해양수산업 전망 체계
제3장 해양수산업 전망을 위한 데이터베이스 구축	제1절 통계 및 분류 제2절 DB의 구성 제3절 해양수산업의 경기적 특성
제4장 2021 해양수산업 전망	제1절 개요 제2절 KMI-FCT21 모형에 의한 전망 제3절 머신러닝 기법에 의한 전망 제4절 분석 결과 종합
제5장 향후 추진 과제	제1절 해양수산업 전망체계 추진 계획 제2절 향후 추진 과제

자료: 저자 작성

2. 연구 방법

본 연구에서는 체계적인 연구 수행을 위해서 다음과 같은 단계로 추진되었다. 국내외 전망모형의 활용 사례에 대한 문헌조사를 통하여 모형별 개발 목적, 주요 활용 기법 및 분석 과정, 분석결과들을 검토하였다. 이를 통하여 해양수산부문에 가장 적절한 전망체계에 대한 청사진을 마련하고, 2020년의 특수한 경제상황을 반영할 수 있는 가장 적합한 시범 모형을 선정하였다.

그 다음으로는 해양수산부문 거시-산업 전망모형 구축 및 거시계량 전망모형 운용의 기반이 되는 데이터베이스를 구축했다. 각종 국내외 거시통계와 산업통계, 산업연관분석표 등을 활용하여 해양수산업이 구분된 데이터베이스를 구축했다. 이때 데이터베이스 구축 대상 산업은 해양수산업 특수분류체계(통계청 승인)에 정의된 9개 대분류 산업을 모두 포괄하도록 하였다. 그 다음으로는 해양수산업 전망을 위한 형태로 데이터를 변환하는 과정을 거쳤다. 이 과정에서 여러 차례의 연구진 워크숍을 개최하여 데이터베이스의 오류를 최소화하고 현실경제와 부합성을 검토했다.

제4장의 2021년 해양수산업 전망을 위해서 시범모형으로 KMI-FCT21 모형을 개발하고 전망을 수행했다. 다모형 접근법의 일환으로 머신러닝 기법을 적용하여 전망결과의 강건성을 확보하고자 했다. 또한 전망모형 전문가 자문을 통하여 모형의 강건성을 제고했다. 해양수산 각 분야별 산업연구 담당자의 자문을 통하여 도출된 여러 전망분석 대안에 대한 의견수렴을 수행하였다. 마지막으로 제5장에서는 제2단계 전망모형 연구시점에서 새롭게 작성한 해양수산 전망모형 추진로드맵을 제시하고, 향후 추진과제를 도출했다.

3. 연구의 특징

본 연구는 2019년에 수행한 ‘해양수산업 전망모형 개발 연구(I)’의 후속 연구이다. 제1차 년도 연구에서는 국내외 선행연구 검토를 통하여 거시-산업 전망모형을 중심으로 한 다모형 접근법을 해양수산업 전망을 위한 모형 체계로 선정하고 해양수산업 전망 데이터베이스를 구축했다. 또한 해양수산업 부가가치 전망모형으로는 생산함수를 기반으로 한 거시계량모형과 머신러닝모형을 시범 적용하였다.

제2차 년도 연구에서는 코로나19와 같은 예상치 못한 경제충격을 고려하기 위해 다모형 접근법을 구체화하는 작업을 수행했다. 기존의 생산함수 접근법으로는 갑작스러운 경제충격을 반영하는데 한계가 있기 때문에 거시계량모형으로는 패널고정효과모형 기반의 조건부예측모형을 적용하였다. 다모형 접근법의 일환으로 2020년의 급변한 경제변수를 고려하여 머신러닝 기법을 함께 적용하여 해양수산업의 부가가치를 전망했다. 이에 따라, 거시-산업 전망모형의 구축은 제3차 년도 과제도 순연하였다.

제 2 장

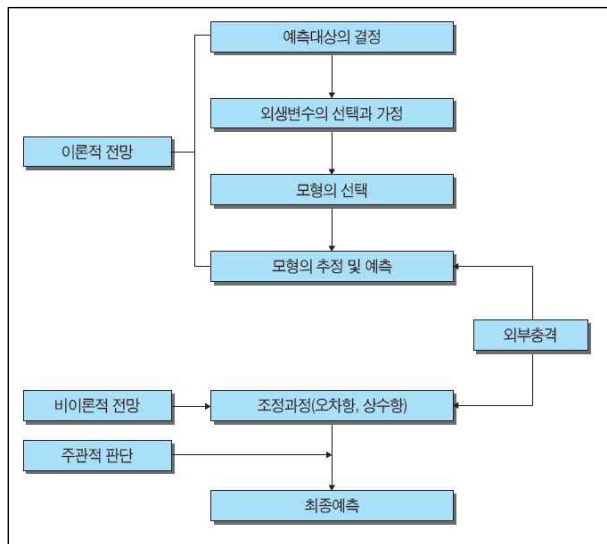
해양수산업 전망 방법론

제1절 경제전망 방법론

경제활동을 하는 경제주체는 크게 가계, 기업, 정부로 구분할 수 있다. 가계와 기업은 미래의 경제상황과 정보를 바탕으로 현재의 소비와 생산, 투자를 결정하고, 정부는 미래의 경기나 물가 움직임에 대한 예측에 기초하여 거시경제정책을 수행한다. 따라서 미래 경제 상황에 대한 전망은 경제주체들에게 중요한 의사결정 기초자료이며, 특히 정부의 입장에서서는 정책의 시행과 그 효과가 발현하기까지 시차가 존재하기 때문에 오늘날 한국은행을 비롯한 각국의 중앙은행과 OECD, IMF와 같은 주요 국제기관들은 전망모형을 개발·운용하여 정책수립 과정과 정책의 효과를 분석하는 데 적극적으로 활용하고 있다. 게다가 최근의 팬데믹 사태와 미·중 무역갈등 등으로 인해 거시경제 여건에 불확실성이 증대되는 상황에서 경제전망의 중요성이 더욱 부각되고 있는 현실이다.

경제전망은 먼저 예측대상을 결정하고, 예측대상의 구조적 특성과 데이터의 가용성 및 이론적 근거를 바탕으로 외생변수를 선택한다. 연구목적 및 범위에 따라 주요 모형을 결정하고, 모형을 통해 전망을 수행한다. 일련의 과정을 통해 산출된 전망치는 상수항 및 오차항의 조정, 경험이나 주관적 판단을 통해 예측오차를 줄이는 조정과정을 거친 후 최종예측을 수행한다.⁷⁾ 모형에만 의존한 전망은 규율(discipline)과 정합성(consistency)이 담보된다는 장점이 있지만 경제구조의 변화, 예상치 못한 충격에 대한 정보를 신속하게 반영하지 못하는 단점이 있기 때문이다.⁸⁾

〈그림 2-1〉 경제전망 절차



자료: 이진면 외(2013), p. 33의 〈그림 2-2〉

7) 이진면 외(2013), p. 33.

8) 박양수(2011) p. 17.

경제전망에 주로 사용되는 모형은 단순 외삽법(simple extrapolation), 전문가 판단(expert judgement), 설문조사(surveys), 계량경제모형(econometric models) 등 다양한 방법론이 사용되고 있다.⁹⁾ 대표적인 계량경제모형으로는 시계열모형(time series models), 거시계량경제모형(Macroeconometric Models)과 일반균형모형(General Equilibrium Model) 등이 있다.

각 모형의 특징을 살펴보면, 먼저 시계열모형은 변수의 동태적 상관관계를 추정하는 기법으로 하나의 종속변수와 시차변수를 설명변수로 회귀분석하는 자기회귀(AR: Autoregressive) 모형, 여러 개의 종속변수로 구성된 벡터를 사용한 벡터자기회귀(VAR: Vector Autoregressive) 모형이 있으며, 변수 간 공적분(cointegration)이 존재할 경우 장기균형관계를 고려하여 추정하는 오차수정(vector error correction) 모형 등이 있다. 언급한 모형 외에도 변동성모형, 상태공간모형, 국면전환모형 등이 경제전망에 사용되고 있다.

거시계량경제모형은 경제시스템을 구성하는 다수의 방정식을 통해 경제전망과 정책 모의실험(policy simulation) 분석을 수행하는 모형이다. 거시계량경제모형은 연립방정식모형인 케인지언 연립방정식모형(Keynesian Model)과 구조모형인 동태확률일반균형(DSGE: Dynamic Stochastic General Equilibrium) 모형이 있다. 연립방정식모형은 수정 및 확정이 용이하다는 점과 높은 데이터 설명력 등의 장점이 있으나 대규모 방정식 추정에 대한 부담과 합리적 기대(rational expectation)를 반영하지 못한다는 점(Lucas critique) 등의 단점이 있다. 연립방정식모형에 대한 대안으로 주로 사용되는 구조모형인 DSGE 모형은 경제주체들의 최적화 문제에 의거하여 경제를

9) Clements and Hendry(2002), p. 3.

분석한다. 미시적 기초(micro-foundation)에 근거한 DSGE 모형은 거시계량모형의 주류로 자리 잡았고 한국은행을 비롯한 각국의 중앙은행에서 모형을 개발·운용하고 있다. 그러나 분석과정에서의 복잡한 추정과정, 결과 해석의 어려움 등의 단점이 있다.

일반균형모형은 균형의 추정방식에 따라 전통적인 산업연관모형(Classic Input-Output Models), 산업·거시모형(Interindustry Macroeconomic Models) 및 연산가능일반균형모형(Computable General Equilibrium Model) 등이 있다.¹⁰⁾

한편, 데이터사이언스가 발전하면서 높은 예측력과 데이터 사용의 제한에서 비교적 자유로운 머신러닝(machine learning) 기법이 전망 기법으로써 각광받고 있다. 계량경제모형은 종속변수와 설명변수 간 인과관계 분석에 목적을 두는 반면에, 머신러닝 기법은 데이터 내에 패턴 분석에 집중하여 예측력을 높이는 것을 목적으로 한다.¹¹⁾ 따라서 높은 예측력을 바탕으로 한 머신러닝 기법은 경제전망 뿐만 아니라 환경, 생태계, 시장가격 등의 예측에 널리 사용되고 있다.

경제전망에 대한 중요성이 인식되면서 주요국 중앙은행 및 정부, 국제기구, 연구기관 등은 다양한 방법론을 적용하여 경제전망을 수행하고 있다. 이에 다음 절에서는 계량경제모형과 머신러닝 기법을 중심으로 국내외 주요 선행연구를 검토하도록 한다.

10) 이진면 외(2013), p. 35.

11) 최필산·민인식(2018), p.33.

제2절 국내외 전망모형 검토¹²⁾

1. 계량경제모형 선행연구

본 절에서는 경제전망 절차 중 모형 선택에 초점을 맞추어 주요 계량경제모형 중에서 주요기관 및 연구에서 사용된 계량경제모형의 선행연구를 살펴보도록 한다. 계량경제모형은 경제이론에 근거하여 경기순환적, 동태적 시각에서 국내총생산(GDP), 물가 등 총변수(aggregated variables)를 전망하고 정책 도입, 경제환경 변화 등이에 예측변수에 미치는 영향을 분석하고 전망하는 것을 목적으로 한다.

1) 거시계량경제모형

1960~70년대의 거시계량경제모형은 경제시스템을 구성한 연립방정식 체계를 구축한 모형이 주로 사용되었으며 대표적인 모형으로는 Klein-Inerwar 모형, Klein-Goldberger 모형, Data Resources Inc(DRI)와 Wharton 모형 등이 있다. 1980년대는 컴퓨팅 기술의 진보, 경제학 이론의 발전 등에 힘입어 보다 상세한 경제학 이론에 기초한 모형이 개발되었다. 특히 방정식 추정 방법에 있어서 패널모형(panel model), 최소자승법(OLS: Ordinary Least Square) 등 다양한 방법론이 적용되었다는 특징이 있다. 1980년대의 거시계량경제모형의 발전은 주로 국제기구나 경제연구소가 주도했는데, 대표적인 모형으로는 대표적인 다국가 모형으로 경제협력개발기구(OECD)의 INTERLINK 모형, 국제통화기금(IMF)의 Multimod 모형¹³⁾ 등이 있다.

12) 본 연구는 해양수산업 전망모형 개발 연구(Ⅰ)의 후속연구로, 주요 선행연구 내용은 해양수산업 전망모형 개발 연구(Ⅰ)를 바탕으로 작성하였음. 또한 이진면 외(2007), pp. 25~45 및 이진면 외(2013), pp. 30~39를 참고하여 작성하였음을 밝힘.

2000년대 이전의 거시계량경제모형은 과거 지향적(backward looking) 모형으로 경제주체들의 기대를 반영하지 못한다는 비판을 받아왔다.¹⁴⁾ 이에 대한 대안으로 2000년대 들어서 동태확률일반균형(DSGE) 모형이 각광받게 되었다. DSGE 모형은 미시적 기초에 근거하여 경제주체의 합리적 기대를 반영한 분석이 가능하다는 장점이 있지만 모형 확장 시 추정할 모수가 급격히 증가하여 추정과정에 어려움이 발생할 수 있다는 단점 역시 존재한다. 대표적인 DSGE 모형으로는 대표적으로 IMF의 GEM(Global Economy Model), 미국 연방준비은행(FRB: Federal Reserve Bank)의 FRB/US 모형과 Estimated Dynamic Optimization(EDO) 모형¹⁵⁾ 등이 있다.

〈표 2-1〉 주요 거시계량경제모형

방법론	모형
• 연립방정식모형	<ul style="list-style-type: none"> • OECD, INTERLINK • IMF, Multimod • 한국은행, BOK12 • 국회예산정책처, NABO 분기 거시계량경제모형
• 동태확률일반균형모형	<ul style="list-style-type: none"> • IMF, GEM(Global Economy Model) • FRB, FRB/US • FRB, EDO • 한국은행, BOKDPM • KDI, KDI-DSGE

자료: 저자 작성

13) OECD의 INTERLINK 모형은 현재 활용하고 있지 않음. IMF의 Multimod 모형은 현재 Mark III 버전으로 개발되어 이용되고 있음(IMF 홈페이지, 검색일: 2020. 2. 3).

14) 박경훈 · 임현준 · 노경서(2020), p. 17.

15) 연방준비제도이사회 홈페이지(검색일: 2020. 2. 3).

우리나라 주요기관들도 거시계량경제모형을 개발·운용해오고 있으며, 한국개발연구원(KDI), 한국은행, 국회예산정책처 등이 적극적으로 모형을 개발하여 운용해오고 있다. 한국개발연구원(KDI)은 1970년대부터 거시경제계량모형을 개발한 이후 지속적으로 모형을 유지·발전시켜왔다.¹⁶⁾ 김영봉(1972)은 연립방정식모형을 사용하여 경제 성장에 대한 정책효과를 분석하였다. 좌승희·황성현·이선애(1993)는 연립방정식모형을 통해 거시경제정책 효과분석과 중단기 예측에 적합한 모형을 개발하였다. 신석하(2005)는 연립방정식체계에서 총공급, 총수요, 국제수지, 노동, 물가, 금융의 6개 부문에 대한 50여개의 행태식 및 정의식으로 구성된 중규모의 모형을 수립하였다. 이한규(2013)는 소규모 개방경제를 가정한 KDI-DSGE 모형을 구축하여 연립방정식모형의 한계를 보완하고자 하였다.

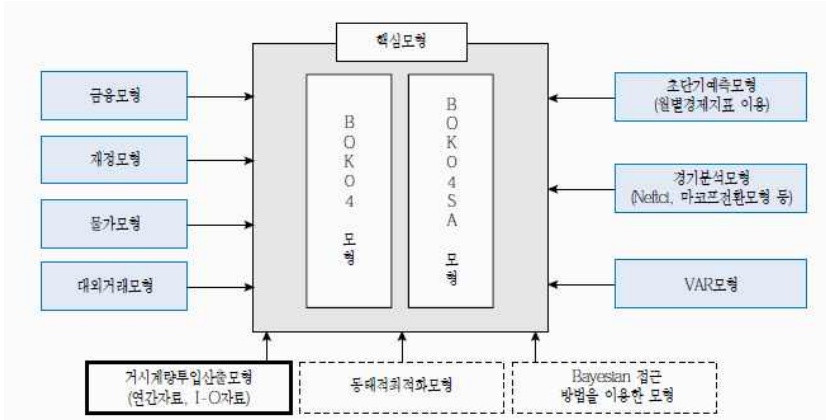
2) 다모형 접근법

우리나라의 중앙은행인 한국은행(BOK)은 정부, 기업, 가계 등 경제주체들의 합리적인 의사결정을 위해 경제동향 및 전망을 수행하고 있으며, 분석대상, 기간에 따른 모형을 구축하여 분석하는 다모형 접근법(multi-model approach)을 통해 경제전망과 정책효과분석에 활용 중이다. 경제전망과 정책효과 분석은 준구조모형인 BOKDPM(BOK Dynamic Projection Model), 연립방정식모형인 BOK12를 중심으로 수행하고, 필요에 따라서 단순 시계열 분석 모형 및 벡터자기회귀(VAR)모형도 이용한다.¹⁷⁾

16) 이재준(2012), p. 8.

17) 최근에는 BOK12 모형을 개량한 BOK20 모형을 새로이 구축하여 모형의 현실설명력을 제고하였음(손민규·김대용·황상필, 2013, pp. 16~17).

〈그림 2-2〉 한국은행 거시경제예측모형 시스템의 구조



자료: 황상필·박양수·최강욱(2006), p. 26의 〈그림 1〉

국회예산정책처(NABO: National Assembly Budget Office)는 우리나라의 경제정책 및 인구구조 등의 변화에 대한 거시변수의 반응을 분석하기 위해 다양한 거시계량경제모형을 구축하였다. 연립방정식 모형을 개발한 연구로는 성명기(2008)와 김혜선(2012)이 있고, DSGE 모형 개발에 관한 연구는 김혜선(2014)이 있다.

성명기(2008)는 총공급, 총수요, 재정, 금융, 노동, 물가, 대외 등 7개 부문으로 구성된 연립방정식 구조의 연간거시재정모형을 구축하였고, 인구구조 변화가 우리나라 경제성장과 재정에 미치는 효과를 분석하였다. 한편, 김혜선(2012)은 총수요, 국제수지, 물가, 금융, 노동, 총공급 등 5개 부문으로 구성된 NABO 분기 거시계량경제 모형을 개발하였다. NABO 분기 거시계량경제 모형은 45개의 행태식과 25개의 정의식으로 구성된 중규모 모형으로, 정책변수, 대외여건 및 해외가격 변동 등은 외생적으로 처리한 것이 특징이다.

김혜선(2014)은 재정정책 분석을 중심으로 한 소규모개방경제의 DSGE 모형을 구축하였다. DSGE 모형 추정을 위해선 모수값을 설정해야 하는데, 직접 추정을 하거나 널리 통용되는 상수를 주로 사용한다. 김혜선(2014)은 베이지언 추정을 통해 모수값을 추정하여 DSGE 모형을 구축하였다.

2. 산업·거시 계량모형

산업·거시계량모형(Interindustry Macroeconomic Models)은 전 산업 산출량 분석을 통해 가계, 기업, 정부, 대외 부문 등 경제주체들의 최종수요를 충족하기 위한 균형을 구하는 일반균형모형이다.

산업·거시계량모형은 산업연관표(input-output tables)를 기초로 하여 분석한다. 산업연관분석은 다음과 같은 가정 하에 작성되는데, 첫째, 결합 생산이 존재하지 않고, 둘째, 각 상품은 하나의 기술만 존재하며, 마지막으로, 규모의 경제가 성립하지 않는 정태성을 지닌다.¹⁸⁾ 최근에는 투자의 내생화, 시간 가변 계수(time-varying coefficients) 추정을 통한 투입계수 동학화를 통해 정태성이 지닌 한계를 극복하고자 하는 시도가 이어지고 있다. 산업연관표는 작성범위에 따라 지역산업연관모형, 일국가 산업연관모형(single-country input-output models), 국가 간 산업연관모형(inter-country input-output models) 등으로 구분되며, 지역개발, 국제분업, 교통·물류, 해양경제, 환경 및 에너지 등 다양한 분야에 활용되고 있다.

18) 한국은행(2014), p. 49.

산업·거시계량모형은 산업부문과 거시경제 부문을 연계한 모형이다. 산업부문과 거시경제 부문의 연계방식에 따라서 하향식 접근, 상향식 접근, 혼합식 접근으로 구분할 수 있다. 하향식 접근은 거시경제 계량모형에 정태적 산업연관모형이 결합된 형태로, 거시경제 변화를 산업부문에 축차적(recursive)으로 배분하는 모형을 의미한다. 이 경우 변수 간 상관관계는 거시경제 부문에서만 작용하기 때문에 산업부문의 인과관계나 동태적 변화를 분석하기엔 어려움이 따른다. 상향식 접근은 총수요와 총생산을 일치시킴으로써 산업부문과 거시경제 부문의 상호작용을 함께 고려하는 모형이다. 상향식 접근은 산업수준에서 투자의 동태적 변화를 모형에 반영할 수 있고, 하향식 접근에서는 어려운 산업부문 분석을 수행할 수 있다는 장점이 있지만 모형 구축을 위해 필요한 통계자료가 방대하고, 세분화된 산업분류에 따라 수많은 모수를 추정해야 하는 단점을 지닌다. 마지막으로, 혼합식 접근은 모형의 구축에서 상향식 모형과 하향식 모형을 혼합하여 구성한 모형을 의미한다.¹⁹⁾

해외의 대표적인 산업·거시계량모형으로 영국 케임브리지(Cambridge) 대학의 MDM(Multisectoral Dynamic Model), 미국 메릴랜드(Maryland) 대학의 INFORUM(Inter-industry FORecasting at the University of Maryland) 모형 및 LIFT(Long-term Interindustry Forecasting Tool) 모형, 독일 경제구조연구소(Institute of Economic Structures Research)의 INFORGE(Interindustry FORecasting GErmany) 모형 등이 있다.

국내의 산업·거시계량모형은 국책연구소를 중심으로 발전되어 왔으며, 대표적인 연구로는 한국개발연구원(KDI)의 다부문 모형, 한

19) 이진면 외(2007), pp.29~31.

국은행(BOK)의 거시계량투입산출모형, 산업연구원(KIET)의 산업·거시계량모형 등이 있다. KDI의 다부문 모형은 박준경·김정호(1990)와 김정호·박준경(1992)의 연구를 거쳐 이진면 외(2001)의 연구에서 기준 연도 개편과 방정식의 재추정에 의한 수정작업이 이루어졌다. 이진면 외(2001)는 다부문 모형을 가격·기술 모형, 수요·공급 모형, 총량 모형 등 3개의 하위 모형으로 설계하고, 모형 내 24개의 산업분류를 반영한 상향식 접근에 의한 모형을 구축하였다.

한국은행의 거시계량투입산출모형은 중장기적인 최종수요를 전망하고, 전망된 최종수요를 충족시킬 수 있는 산업부문별 총산출액과 고용을 예측하기 위해 거시계량투입산출모형을 개발하였다. 모형은 연간자료에 기초하여 추정생산량 블록, 생산 블록, 고용 블록, 소득 블록, 최종수요 블록 등 5개 블록, 28개 산업분류체계로 설계되었다.

산업연구원(KIET)은 국내 연구기관 중 가장 적극적으로 산업·거시계량모형을 개발·운용하고 있다. KIET-DIMM(Dynamic Interindustry Macroeconometric Model)은 국내외 경제변수들의 변동성을 반영하면서 거시경제와 산업부문 간 연계와 정합성이 담보되는 계량경제모형을 구축하는 것을 목적으로 개발되었다.

산업연구원이 거시경제와 산업부문을 통합하여 분석하려는 시도는 1990년대 초부터 시작되었으며 이진면 외(2007)는 산업부문과 거시경제 부문을 혼합적 접근에 의해 연계한 KIET-DIMM07(Dynamic Interindustry Macroeconometric Model 2007) 모형을 개발하였다. KIET-DIMM은 지속적으로 수정 및 보완이 이루어져 왔으며, 연구목적에 따라 산업의 확대, 블록 추가, 시나리오 다각화 등을 통해 모형을 개량해왔다.

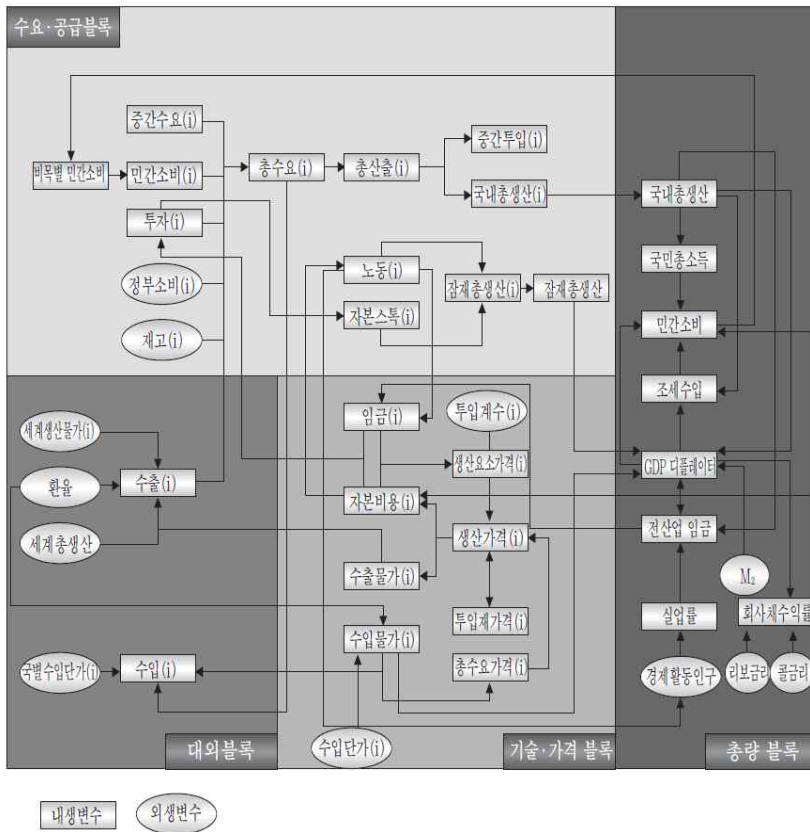
〈표 2-2〉 KIET-DIMM 발전과정

모형	분석대상	내용	분석 시계
KIET-DIMM07 (KIET 산업·거시 계량모형)	국민계정의 78개 산업 중 농림어업을 1개의 산업으로 통합하고, 기초통계가 부족한 서비스 부문을 대분류 산업으로 통합한 39개 산업	<ul style="list-style-type: none"> 정책 시뮬레이션을 위해 기존의 KDI 모형에 산업부문 확대, 생산, 소비, 투자를 도입 	연간
KIET 단기 거시·산업 전망모형	KIET의 반기별 산업전망 분류인 10대 제조업을 포함한 17개 산업	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 경제변수의 단기적 영향을 살피기 위해 분기 데이터베이스를 구축 대외블록 확장 	분기
KIET-DIMM12	한국은행 국민계정 및 산업연관표의 분류기준에서 대분류 수준으로 통합한 78개 산업	<ul style="list-style-type: none"> 고령화 분석을 위해 인구·가계 블록을 추가 소비블록 확장 	연간
KIET-DIMM18	KIET-DIMM12와 동일한 78개 산업	<ul style="list-style-type: none"> 4차 산업혁명 파급효과 분석을 위해 시나리오를 다양화 	연간

자료: 이진면 외(2007), 이진면 외(2013), 이진면·이용호·김재진(2018)을 참고하여 저자 재작성

KIET-DIMM07의 전망 과정은 먼저 실측구간 산업연관표를 작성한다. 그 다음 실측구간의 DB를 구축한다. 마지막으로 작성된 DB를 바탕으로 전 산업 혹은 개별 산업별 전망을 구조방정식을 통해 추정한다. KIET-DIMM07은 수요·공급 블록, 가격·기술 블록, 대외블록, 거시블록 등 총 4개의 블록으로 구성되어 있으며 행위방정식 388개와 정의식 4,177개 등 총 4,565개의 방정식으로 구성되어 있다. 이와 같은 시스템을 구축함으로써 KIET-DIMM07은 블록 간 상호작용 분석이 가능하고, 각 블록 내에 포함된 변수 간 상호작용 및 시차구조를 통해 경제 전체가 균형상태로 수렴해 가는 조정과정을 분석하게끔 한다.

〈그림 2-3〉 KIET-DIMM07 흐름도



자료: 이진면 외(2007), p. 117의 <그림 3-3>

3. 머신러닝 기법

1) 머신러닝 기법 개요

머신러닝(machine learning) 기법은 데이터 내에 존재하는 일정한 패턴을 찾아내어 데이터를 적절하게 분류(classification)하고, 분류된

결과를 활용하여 예측하는 일련의 과정이라 할 수 있다. 데이터가 주어졌을 때, 머신러닝 모형은 목적에 맞게 데이터를 분류하여 추정한다. 머신러닝에서 분류는 실험오류(test error)를 최소화하는 방향으로 이루어진다. 여기서 실험오류란 전체데이터를 적절한 비율로 구분하여 훈련(training) 데이터와 검증(test) 데이터로 구분한 후 훈련 데이터를 통해 얻어진 분류기준을 검증 데이터에 적용하였을 때 나타나는 오류를 의미한다.²⁰⁾

이러한 머신러닝 기법의 분류는 예측성능을 기준으로 도출되므로 일반적인 시계열 데이터를 사용한 예측 연구에서도 활용될 수 있다. 즉, 주어진 시계열 데이터를 적절하게 구분하여 실험오류를 최소화하는 시계열 모형 또는 파라미터를 추정하는 것이다. 머신러닝의 분류를 통한 예측은 순수하게 데이터를 바탕으로 이루어지는 과정이기 때문에 계량경제학 기반의 회귀분석을 통한 전망과는 다른 성격을 지닌다. 회귀분석은 경제학적 이론을 바탕으로 변수 간 상관관계를 설정하고, 변수 간 인과관계를 추정하여 전망하는 반면 머신러닝 기법은 데이터를 바탕으로 정확한 예측치를 추정하는 것을 목적으로 한다. 따라서 머신러닝 기법은 전통적인 회귀분석보다 높은 예측력을 지닌다는 장점이 있지만 예측모형을 직관적으로 이해하기 어렵다는 단점 역시 존재한다.²¹⁾

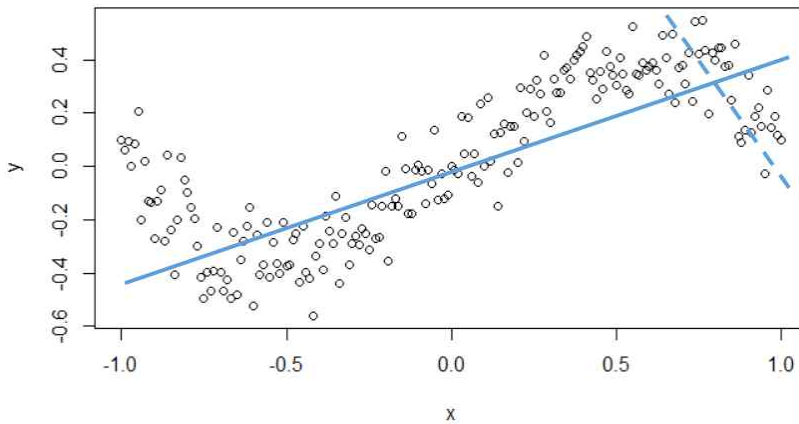
회귀분석을 통한 전망은 관측된 데이터가 특정 모형과 변수에 의해 설명될 수 있다고 가정하고, 통계적 검증을 통해 모형의 적정성을 평가하거나 도출된 파라미터를 사용하여 예측을 수행하지만 머신러닝 기법은 데이터의 숨겨진 패턴을 찾아내고, 이를 통해 예측성능이

20) 연구에 따라 훈련 데이터와 검증 데이터의 구분은 7:3 혹은 6:4의 비율을 사용한다.

21) 최필산·민인식(2018), p.38.

우수한 분류기준을 도출하는 방식으로 이루어진다. 회귀분석은 모형을 통해 추정된 예측치와 예측오차(forecast error)를 구분하여 예측치를 중심으로 모형을 평가하는 데 비해 머신러닝은 예측오차 역시 분류기준을 정하는 데 중요한 정보를 담고 있다고 가정하여 분석에 활용한다.

〈그림 2-4〉 머신러닝을 활용한 선형회귀



자료: 장정인 외(2020a), p.22의 〈그림 2-5〉 재인용

〈그림 2-4〉는 회귀분석과 머신러닝 기법을 통한 선형회귀에 대한 예시이다. 그림에서 푸른 실선은 회귀분석을 통해 추정된 x 와 y 의 선형결합을 나타내는데, 회귀분석을 활용한다면 x 와 y 는 정의 상관관계를 지닌다는 결론이 도출될 것이다. 한편, 특정범위의 x 와 y 가 푸른 점선과 같이 음의 상관관계를 지닌다면 회귀분석을 통한 선형결합의 오차는 증가할 수밖에 없다. 이러한 경우, 전체 데이터를 적절하게 군집화하는 머신러닝 기법을 사용한다면 특정범위의 x 에서는 푸른 점선과 같은 선형관계가 추정될 것이다. 이처럼 머신러닝 기법

은 두 변수간의 전체적인 상관관계보다는 예측대상과 근접한 데이터의 특정 부분을 선택하여 패턴을 분석하므로 예측오차 역시 예측의 중요한 정보로 활용한다고 할 수 있다. 따라서 머신러닝 기법은 변수간 인과관계보다 높은 예측력 확보가 중요한 연구목적일 때 적합한 방법론이라 할 수 있다.²²⁾

2) 해양수산분야 머신러닝 기법 주요 선행연구

앞서 밝혔듯이, 머신러닝 기법은 높은 예측력과 데이터 활용이 비교적 자유롭다는 장점 때문에 다양한 분야에서 활용되고 있다. 본 절에서는 머신러닝 기법을 해양수산분야에 적용하여 예측을 수행한 연구를 중심으로 살펴보도록 한다.

해양분야의 선행연구는 해양환경 및 생태계에 관련된 연구가 주를 이룬다. Kim et al.(2014)은 랜덤포레스트(random forest), 서포트벡터머신(support vector machine)회귀 등을 활용하여 연안수질을 측정했으며, Smoliński and Radtke(2017)는 서포트벡터머신, 랜덤포레스트, 스플라인(spline) 등을 활용하여 어종 다양성 분포를 예측하였다. 이 외에도 해상의 이산화탄소 측정을 위해 함도식 외(2019)는 서포트벡터머신, 랜덤포레스트를 활용하였다.

해운 및 항만분야는 운임 및 물동량 예측이 주요 연구주제이다. Spreckelsen et al.(2015)은 현물 및 선물 운임을 신경망(neural network)모형을 통해 예측하였고, 전찬영·송주미(2006)도 신경망모형을 활용하여 항만물동량 예측을 수행하였다. Han et al.(2014)은 조정된 서포트벡터머신을 적용하여 건화물선 운임지수를 예측하였다.

22) 최필산·민인식(2018), p.50.

수산업 분야의 예측에도 머신러닝 기법을 적용한 다양한 연구가 있는데, 대표적인 연구로는 배깅(bagging), 랜덤포레스트, 서포트벡터머신 등을 사용하여 어종 분포 예측을 수행한 연구(Knudby et al., 2010), 어선의 이동경로 예측에 결정나무 기법을 적용한 연구(Tserpes et al., 2006), 신경망 모형, k-최근접 이웃법 등의 기법을 사용하여 연어 가격 예측을 수행한 연구(Bloznelis, 2018) 등이 있다.

3) 시사점

해양수산업 분야 관련 데이터는 자연환경, 경제사회적 요인 등의 유기적인 상호작용을 통해 복합적으로 발생되기 때문에 자료 생성과정이 복잡할 수밖에 없다. 따라서 주요 선행연구에서도 신경망모형, 결정나무 등 복잡한 자료구조를 반영한 방법론을 적용하여 해양수산업 분야에 대한 예측을 수행하였다. 또한, 연구 데이터 역시 시계열자료 뿐만 아니라, 공간 데이터를 예측에 사용하는 등 다양한 데이터를 활용한 머신러닝 기법이 사용됨을 확인할 수 있었다.

한편 머신러닝 기법을 활용한 예측은 모형의 과적합(overfitting) 문제를 고려하여야 한다. 과적합이란 훈련 데이터에서는 추정기법 분류의 오차가 감소하지만 검증 데이터에서는 증가하는 경향을 의미하며, 주로 추정기법의 모형 복잡도가 높을수록 과적합의 문제가 발생하는 것으로 알려져 있다.²³⁾ 따라서 과적합의 문제를 완화하기 위해선 모형의 복잡도를 낮추는 것이 중요한데, 이러한 방법 중 대표적인 것으로 모형 정규화(regularization)를 들 수 있다. 정규화란 추정된 파라미터 크기를 줄여 훈련 데이터의 과도한 적합도를 낮추는 머신러닝 기법으로, 릿지회귀(ridge regression)와 LASSO 등이 대표적

23) Hastie et al.(2009), p.38.

인 기법이다. 또한 모형의 복잡도를 낮추기 위해 주어진 데이터 중 일부만을 사용하는 접근법을 사용할 수도 있다. 이러한 접근법은 가용한 데이터를 전부 사용하지 않으므로 예측을 위해 복잡한 함수형태 사용을 줄이는 장점이 있으며, 대표적인 추정기법으로는 k-최근접 이웃법과 k-군집화 방법 등이 있다.

한편, 모형의 구성변수의 수가 관측치보다 많은 경우에도 모형 정규화를 통해 변수를 줄이는 방법을 고려할 수 있다. 본 연구에서 사용된 데이터 역시 관측치보다 구성변수의 수가 많고, 모형의 과적합 문제를 완화하기 위해 정규화를 바탕으로 한 기법을 사용하여 해양수산업의 부가가치를 예측하였음을 밝힌다.

제3절 해양수산업 전망 체계

1. 해양수산 전망모형의 요건

지금까지 각각의 전망모형이 지닌 특징과 장단점에 대해 살펴보았다. 본 절에서는 해양수산업 전망모형 개발을 위한 시사점과 구성요건을 도출하고 적용가능성을 모색한다.

첫째, 해양수산업 경제변수 전망을 위해서는 산업 부문을 고려한 전망모형 개발이 필요하다. 거시계량모형은 분석대상이 총량변수이기 때문에 산업부문은 고려하지 못하는 한계가 있다. 해양수산업 전망에 적합한 모형으로는 시계열모형과 산업연관모형, 산업·거시계량모형을 들 수 있다. 산업연관모형에 의한 전망은 산업 간의 연계에 중점을 두어 분석이 가능할 것이고 산업·거시계량 모형은 거시경제충격의

영향을 분석하고 경제 전망을 수행하는 데 적합하다 할 수 있다.

둘째, 시나리오 분석을 통한 시뮬레이션 분석에 적합한 모형이 필요할 것이다. 시나리오 분석을 통해 해양수산업 부문 FTA 체결로 인한 경제적 파급효과 분석, 세계 교역량 충격에 의한 해양수산업 영향 분석 등 대내외 경제여건 변화에 따른 파급효과를 정량적으로 분석할 수 있을 것이다.

셋째, 해양수산업 관련 전망의 예측력을 제고시키기 위해서 분석 대상 및 목적, 기간에 따라 다양한 모형을 적용하는 다모형접근이 적합할 것이다. 선행연구에서 살펴본 계량경제모형뿐만 아니라 높은 예측력으로 각광받고 있는 머신러닝 분석방법 등을 적극적으로 활용하여 해양수산업 전망에 대한 강건성을 확보해야 할 것이다. 머신러닝 분석방법은 정량적 및 정성적 데이터를 모두 활용할 수 있는 장점이 있기 때문에 가용한 모든 정보를 활용한 모형의 구축이 가능할 것이다.

마지막으로 해양수산업 전망을 위해서는 관련 데이터베이스 구축이 선행되어야 한다. 통계청 승인을 받은 해양수산업 특수분류체계에 근거한 데이터베이스 구축을 통해 국민경제에서 해양수산업을 식별하고 해양수산업의 위상을 파악할 수 있을 것이다. 데이터베이스 구축에 관한 내용은 다음 장에서 상세히 다루도록 한다.

2. 다모형 접근 기반 해양수산업 전망 체계

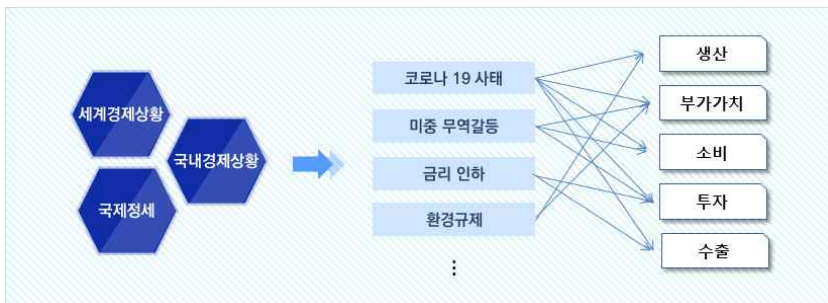
지금까지의 논의를 정리하면 다모형 접근을 통해 해양수산업 전망 모형을 구축하는 것이 전망치에 대한 신뢰도와 정합성을 확보하는

데 도움이 될 것이다. 분석목적과 내용 등에 따라 시계열모형, 산업연관모형, 산업·거시계량모형, 그리고 머신러닝 분석기법 등 다양한 모형을 이용할 수 있다. 앞서 밝혔듯이 경제전망에는 다양한 모형이 활용되고 있고, 각 모형의 장단점이 존재한다. 따라서 단일 모형에 의존하여 전망을 수행하기보단 연구 목적, 기간, 인력, 그리고 비용 등을 종합적으로 고려하여 다양한 모형을 기반으로 한 다목적 접근이 필요하다고 할 수 있다.

〈그림 2-5〉 해양수산업 전망을 위한 다모형 접근



〈그림 2-6〉 해양수산업 전망의 흐름도



자료: 저자작성

본 연구에서 해양수산업 부가가치 전망에 사용된 주요 모형인 KMI-FCT21모형은 다모형 접근방식의 거시계량 전망 모형의 일환으로 고안되었다. KMI-FCT21모형은 패널고정효과모형을 기반으로 한

조건부예측모형이다. 본 연구에 사용된 해양수산업의 부가가치의 관측치는 2005년부터 2017년까지 13개인데 이와 같은 데이터를 사용하여 회귀분석을 수행할 경우, 부족한 시계열로 인해 불일치 추정이 발생할 수 있다. 패널모형은 횡단면 분석과 시계열 분석이 혼합된 형태로 패널모형을 활용하여 부족한 시계열로 인한 불일치 추정문제를 완화하고자 하였다.

한편 2020년 해양수산업 부가가치 전망은 생산함수를 근거로 한 모형을 사용하였다. 그러나 2020년 발생한 코로나19 팬데믹으로 인해 충격이 발생하지 않은 일반적인 상황을 가정한 전망모형의 결과를 활용하기엔 현실 설명력이 떨어진다고 판단하여 조건부 예측기법을 적용하였다. 조건부 예측은 회귀분석을 통해 얻은 변수 간의 상관관계를 바탕으로 특정 변수의 움직임을 모형에 반영하여 추정하는 방법이다. 본 연구에서는 주요기관의 2021년 및 2022년의 전망치를 모형에 반영하여 해양수산업 중장기 전망을 수행했음을 밝힌다.

마지막으로, KMI-FCT21모형의 전망 결과에 대한 정합성 제고를 위해 머신러닝 기법을 사용하여 주요 해양수산업의 전망을 수행하였다. k-최근접 이웃법, k-평균 군집화를 비롯한 총 7개의 기법을 활용하여 2021년 해양수산업 부가가치 전망을 수행하였다. 이와 같은 다모형 접근을 통해 단일 모형에 대한 의존도를 낮추고 전망 결과의 강건성을 확보하고자 하였다.

제 3 장

해양수산업 전망을 위한
데이터베이스 구축

제1절 통계 및 분류

1. DB 구축 활용 통계²⁴⁾

본 연구는 산업별 부가가치 전망을 목적으로 하며, 한국은행이 작성해서 발표하는 투입산출표(Input-Output table)를 기반으로 한다. 투입산출표는 일정 기간(1년) 동안 국민경제 내에서 재화와 서비스의 생산 및 처분과 관련해서 발생하는 모든 거래를 일정한 가정과 원칙에 기반하여 기록한 통계표이다.²⁵⁾ 투입산출표에는 상품별 중간재 투입 및 중간재 수요, 총 산출, 부가가치에 대한 정보 등이 포함되어 있다. 본 연구의 기본 데이터베이스는 투입산출표를 기반으로 하되,

24) 본 연구는 장정인 외(2020a) 해양수산업 전망모형 개발연구(Ⅰ)의 후속연구임. 연차별로 진행되는 연구의 특성상 기존에 구축된 DB를 수정·보완하여 사용되었으며, 데이터베이스 구축 관련 내용은 기존 연구의 제3장(pp. 31~44)의 내용을 수정·보완하여 작성하였음.

25) 한국은행(2014), p. 9.

한국은행 국민계정의 부가가치, 산출의 데이터 및 거시데이터와의 정합성을 확보하도록 구축되었다.

또한 한국은행 국민계정의 최종수요, 부가가치, 생산물세 등의 데이터를 활용하여 국민경제와 시계열적인 정합성을 확보하는 작업을 수행하였다. 자본스톡 부문을 구축하기 위해서 한국은행의 순자본스톡 자료와 한국생산성본부의 실질자본스톡 정보를 활용하였다.

1) 산업연관표

한국은행은 1964년에 최초로 산업연관표를 작성해서 공표하였으며, 최초로 작성·공표된 산업연관표의 기준연도는 1960년이다. 1960년부터 2004년까지는 산업연관표가 매년 발표되지는 않았으며, 2~3년의 간격으로 작성·발표되었다. 2005년부터는 5년을 주기로 실측표가 매년 작성·발표되고 있으며, 실측표를 발표하지 않는 연도에는 매년 연장표를 작성하여 발표한다. 따라서 매년 연속적으로 시계열이 확보되는 산업연관표의 최대연도는 2005년부터 2018년까지의 14개 연도이다.²⁶⁾

〈표 3-1〉 산업연관표 현황(2005~2018)

구분 연도	경상표			실측표(불변가격)		
	실측/연장	기본부문	가격기준	기본부문	가격기준	기준연도
2005	실측	403	구매자/생산자/기초	350	생산자	2005
2006	연장	403	생산자/기초	350	생산자	2005
2007	연장	403	생산자/기초	350	생산자	2005
2008	연장	403	생산자/기초	350	생산자	2005

26) 2018년 기준의 산업연관표가 2020년 6월 24일에 공표되었으나, 2018년 기준 해양수산업 중심의 산업연관표를 구축하는 작업은 2021년에 수행될 예정으로 전망 DB에는 포함되지 않았음.

구분	경상표			실측표(불변가격)		
연도	실측/연장	기본부문	가격기준	기본부문	가격기준	기준년도
2009	연장	403	생산자/기초	350	생산자	2005
2010	실측	384	구매자/생산자/기초	-	-	-
2011	연장	384	구매자/기초	-	-	-
2012	연장	384	구매자/기초	-	-	-
2013	연장	384	구매자/기초	-	-	-
2014	연장	384	구매자/기초	-	-	-
2015	실측	381	구매자/생산자/기초	-	-	-
2016	연장	381	생산자	-	-	-
2017	연장	381	생산자	-	-	-
2018	연장	381	생산자	-	-	-

자료: 장정인 외(2020a), p. 34를 일부 수정

한국은행이 발표한 실측표 및 연장표를 바탕으로 구축된 해양수산업 중심 산업연관표를 활용하여 산업별 중간수요, 중간투입, 피용자보수, 고용(취업자 수, 피용자 수), 소비, 투자, 수출, 수입 등의 시계열을 산업별로 구축할 수 있다.

2) 국민계정

한국은행 경제통계시스템(ECOS)²⁷⁾의 국민계정 통계를 활용하여 산업연관표의 총액 수치를 최근 연도까지 업데이트하고 정합성을 확보한다. 국민계정 통계에서 국내총부가가치와 부가가치를 구성하는 세부내역인 피용자보수, 영업잉여, 고정자본소모, 기타생산세(보조금 공제) 자료를 확보할 수 있다. 또한 최종수요의 세부 구성내역인 민간소비지출, 정부소비지출, 고정자본형성, 수출, 수입 등의 자료를 얻

27) 한국은행경제통계시스템(ECOS)(검색일: 2021. 2. 14).

을 수 있다. 최종수요와 부가가치 관련 통계의 확보가능한 시계열은 1970년부터 2019년까지이다. 다만 총산출과 순자본스톡자료는 2018년도까지의 시계열이 존재한다.

국민계정에서 확보할 수 있는 가장 최근의 시계열 총액자료를 활용하고, 산업연관표의 투입 및 배분 구조(내생부문)를 반영하여 산업연관표를 업데이트하여 활용한다. 각 부문별 총량을 국민계정의 통계를 기반으로 하는 것은 국민계정과 정합성 있는 시계열을 구축하기 위해서이다. 즉, 각 산업별 총산출, 부가가치, 최종수요부문(소비, 투자, 수출, 수입 등)의 부문별 합계를 국민계정의 통계와 일치시켰다. 국민계정과와의 정합성이 확보된 총량 자료를 바탕으로 산업연관표의 투입 및 배분구조를 반영하여 배분하였다.

〈표 3-2〉 국민계정 활용 통계 및 시계열

구분	항목	명목/실질	연도	비고
최종수요	민간소비지출	명목/실질	1970~2019	총액
	정부소비지출	명목/실질	1970~2019	총액
	고정자본형성	명목/실질	1970~2019	총액
	수출	명목/실질	1970~2019	총액
	수입	명목/실질	1970~2019	총액
총산출		명목	1970~2018	27부문*
부가가치	총부가가치 (기초가격)	명목/실질	1970~2019	27부문/39부문*
	피용자보수	명목	1970~2019	27부문
	영업잉여	명목	1970~2019	27부문
	고정자본소모	명목	1970~2019	27부문
	생산세(보조금 공제)	명목	1970~2019	27부문
순생산물세		명목/실질	1970~2019	총액
국내총생산(GDP)		명목/실질	1970~2019	총액
순자본스톡		명목/실질	1970~2018	31부문

주: * 총산출과 총부가가치(명목/실질)의 경우 한국은행 경제통계시스템에서 제공되는 부문보다 세분화된 분류를 한국은행에서 연구용 목적으로 제한적으로 협조 받아 활용

자료: 장정인 외(2020a), p. 35를 일부 수정

3) 기타 활용 통계

산업별 디스플레이터 및 산업별 자본스톡 도출을 위해 한국은행, 통계청, 기타 관련 통계 등을 활용했다. 자본스톡의 기본데이터는 국민계정의 자료를 활용하되 자본스톡을 세부산업으로 세분화하기 위해 한국생산성본부의 실질자본스톡 통계를 활용하였다. 산업별 투자는 한국은행의 고정자본형성 행렬(2005년, 2010년) 자료를 사용하여 산업별 고정자본 전환행렬을 도출하였다.

2. 산업 분류

1) 분류의 세분화

산업거시계량모형에서 산업의 부가가치에 관련된 기본 데이터베이스는 산업연관표를 기반으로 하여 작성된다. 산업연관표는 2015년 기준년도 부문분류를 기준으로 할 때 대분류 33개 부문, 중분류 83개 부문, 소분류 166개 부문, 기본부문 381개 부문으로 세분화되어 있다. 산업연관표를 활용하여 산업을 분석하고자 하는 대상으로 세분화할 수 있고 다양한 산업에 대한 정보를 반영할 수 있다는 점에서 장점이 있다. 산업 분류를 세분화하면 해양수산업을 전망할 때 해양수산업과 유사한 다른 산업과의 비교가 가능하다는 장점이 있다. 또한 데이터베이스 구축 이후 전망 이외에도 특정 정책의 효과, 대외적인 요인변화 시의 효과 분석 등의 시나리오 분석 등이 필요할 때 정책실험이 가능하다는 장점이 있다.

반면 산업분류를 세분화할수록 데이터베이스 구축을 위해 처리해야 할 정보량이 급증하므로 시간과 비용이 많이 소요되는 문제가 있

다. 또한 세분화된 산업분류와 정합성 있는 통계를 일관되게 확보하는 것이 어려울 수 있다. 또한 산업을 세분화할수록 전망을 위해 추정해야 하는 방정식이 급증하기 때문에, 모형 구축을 위한 시간과 노력이 막대하게 증가하는 문제가 발생한다. 게다가 추정식의 수가 급격하게 증가하게 되면 모형의 안정성이 낮아지는 문제가 발생할 수 있다. 즉, 산업분류의 세분화와 모형의 안정성은 상호 상충관계(trade off)가 존재한다. 따라서 산업거시계량모형의 구축 목적에 맞게 적정 수준에서 산업의 세분화 수준을 결정해야 한다.

본 연구에서는 데이터베이스(DB)의 구축 비용과 시간 측면과 모형 추정의 안정성을 동시에 추구하기 위해 데이터베이스 작업을 이원화하였다. 먼저 데이터베이스 구축은 거시부문 데이터와 산업부문 데이터의 정합성이 확보되는 선에서 산업분류를 최대한 세분화하였다. 세분화할수록 DB 구축을 위한 시간과 노력이 많이 소요되지만, 초기에 시간과 비용을 들여 구축이 완료된 이후에는 향후 연구의 목적에 따라 세분화된 산업을 통합하여 활용하는 것이 용이하다. 따라서 향후 DB의 활용성과 범용성을 높이기 위해 비용과 시간이 많이 들더라도 최대한 세분화하여 작업하였다.

또한 산업연관표에서 해양수산업을 식별하기 위해서 가장 세분화된 분류인 기본부문(381개 부문) 수준에서 산업분류를 검토하여 통합하는 과정을 거친다. 따라서 해양수산업의 다른 산업부문 또한 소분류와 중분류로 세분화하여 구축할 수 있다.

산업연관표를 기반으로 하는 산업 DB는 최대한 세분화하여 구축하였고, 이후 해양수산업 거시계량모형을 구축하기 위한 DB를 통합하여 구축하는 작업을 수행하였다. 해양수산업 거시계량모형의 DB를 구축할 때에는 주요 전망 대상인 해양수산업은 최대한 세부적으

로 산업을 구분하되, 해양수산업 이외의 산업은 대분류 수준으로 통합하였다.

2) DB의 산업분류

전망 DB의 산업분류는 산업연관표의 시계열 구축(2005~2017) 시의 연속성을 확보하기 위해서 일부 조정하여 작성하였다. 실측년도인 2005년, 2010년, 2015년의 부문분류의 변동사항을 고려해서 부문 간에 일관성을 확보하기 위해 일부 부문을 통합 조정하였다. 통합 조정과정에는 2005~2010년 부문연계표와, 2010~2015년 부문연계표를 활용하였다. 전망 DB의 산업 분류는 기준년도 2015년의 산업연관표의 대분류 기준을 기본적으로 따랐다. 시계열의 연속성 확보를 위해 기타 제조업제품(C13) 부문과 제조임가공 및 산업용장비수리(C14) 부문을 하나의 부문을 통합하였다. 또한 기타서비스(S)와 기타(T) 부문을 하나의 부분으로 통합하였다. 부문 간 분류의 시계열의 정합성을 확보할 수 있는 선에서 2005년, 2010년, 2015년의 부문분류를 연계하였으며, 총 31개의 부문으로 집계하였다. 해양수산부문은 2018년도 통계청 승인을 받은 해양수산업 특수분류의 9대 대분류를 활용하되, 해운업과 항만업을 따로 분리하여 10개 부문으로 구분하여 집계하였다.

〈표 3-3〉 해양수산업 부문 분류(10개 부문)

코드	해양수산업 특수분류체계 대분류 (9개 부문)	코드	본 연구에서의 해양수산업 분류 (10개 부문)
1	해양자원 개발 및 건설업	1	해양자원 개발 및 건설업
2	해운항만업	2	해운업
		3	항만업

코드	해양수산업 특수분류체계 대분류 (9개 부문)	코드	본 연구에서의 해양수산업 분류 (10개 부문)
3	선박 및 해양플랜트 건조수리업	4	선박 및 해양플랜트 건조수리업
4	수산물 생산업	5	수산물 생산업
5	수산물 가공업	6	수산물 가공업
6	수산물 유통업	7	수산물 유통업
7	해양수산 레저관광업	8	해양수산 레저관광업
8	해양수산 기자재 제조업	9	해양수산 기자재 제조업
9	해양수산 관련 서비스업	10	해양수산 관련 서비스업

자료: 장정인 외(2020b), p. 11

〈표 3-4〉 전망 DB 구축을 위한 해양수산업 중심 산업연관표 대분류

코드	대분류 산업명	비고	코드	대분류 산업명	비고
1	해양자원 개발 및 건설	해양 수산업	21	컴퓨터, 전자 및 광학기기	제조업
2	해운		22	전기장비	
3	항만		23	기계 및 장비	
4	선박 및 해양플랜트 건조수리		24	운송장비	
5	수산물 생산		25	기타 제조업 제품 및 제조임가공 및 산업용 장비수리	
6	수산물 가공		26	전력, 가스 및 증기	전력, 가스·수도· 폐기물 처리업
7	수산물 유통		27	수도, 폐기물 및 재활용서비스	
8	해양수산 레저관광		28	건설	
9	해양수산 기자재 제조		29	도소매 및 상품중개서비스	서비스업
10	해양수산 관련 서비스		30	운송서비스	
11	농림품	농림축 산·광업	31	음식점 및 숙박서비스	
12	광산품		32	정보통신 및 방송 서비스	
13	음식료품		33	금융 및 보험 서비스	
14	섬유 및 가죽제품	제조업	34	부동산서비스	
15	목재 및 종이, 인쇄		35	전문, 과학 및 기술 서비스	
16	석탄 및 석유제품		36	사업지원 서비스	

코드	대분류 산업명	비고	코드	대분류 산업명	비고
17	화학제품	제조업	37	공공행정, 국방 및 사회보장	서비스업
18	비금속광물제품		38	교육서비스	
19	1차 금속제품		39	보건 및 사회복지서비스	
20	금속가공제품		40	예술, 스포츠 및 여가 관련 서비스	
			41	기타서비스 및 기타	

주: 1) 한국은행 산업연관표(2015년 기준년도)의 대분류 산업 구분에 따르되 C13.기타제조업제품과 C14.제조임가공 및 산업용 장비수리 부문을 하나의 부분으로 통합(25)하였고, S.기타서비스와 T.기타부문을 하나의 부문(41)으로 통합하여 31개 부문으로 구분하여 작성함
 2) 연속된 시계열 확보를 위해 기존의 해양수산업 중심의 산업연관표의 분류에서 일부 부문을 조정하여 31개 부문으로 활용함

자료: 장정인 외(2020a), p. 39 자료 일부 수정

제2절 DB의 구성

거시-산업모형의 DB는 해양수산업 중심의 산업연관표와 산업별 자본스톡, 산업별 투자 등 크게 세 가지 부분으로 구축되었다.²⁸⁾

먼저 해양수산업 중심의 산업연관표는 경상표와 실질표로 구성된다. 먼저 한국은행 산업연관표의 시계열 부문분류를 일치시킨 후 한국은행의 국민계정 통계를 반영한 경상표를 구축하였다. 이를 바탕으로 해양수산업 부문을 식별하고 비중을 적용하여 재분류하는 과정을 거쳐서 해양수산업 중심의 산업연관표(경상표)를 작성한다. 마지막으로 한국은행의 산업별 디플레이터 자료를 이용하여 경상표를 실질화하는 작업을 거쳐 해양수산업 중심의 산업연관표(실질표)를 작성하였다. 해양수산업 중심의 산업연관표 구축과정을 간략하게 제시

28) DB 구축 결과에 대한 상세한 내용은 장정인 외(2020a), pp. 36~44의 내용을 참고.

하면 다음과 같다.

먼저 투입산출표를 연도별로 시계열을 수집하고, 투입산출표 기본 부문을 바탕으로 해양수산업의 세부산업(10개)에 해당하는 상품을 식별한다. 기본부문에서 해양수산업 부문의 식별을 위해서는 통계청의 승인을 받은 해양수산업 특수분류를 한국표준산업분류(KSIC)와 연계하여 활용한다. 일부 부문만이 해양수산업에 포함되는 경우, 통계를 활용하여 해양수산업에 해당하는 비중을 식별하고, 마지막으로 해양수산업 10개 산업을 분리하고 재배치하여 해양수산업 중심의 산업연관표를 구축한다. 마지막으로 해양수산업 중심 산업연관표의 중간투입 및 배분구조를 데이터베이스의 기본 구조에 반영한다.²⁹⁾

자본스톡의 경우 한국은행의 순자본스톡 자료를 기본으로 하되 해양수산업 및 세부 산업별 자본스톡을 세분화하여 추정하기 위해 한국생산성본부의 실질자본스톡 자료를 사용했다. 마지막으로 투자부문은 한국은행의 고정자본형성행렬을 바탕으로 전환행렬을 작성하여 추정하였다.

〈표 3-5〉 주요 DB의 구성

구분	통계자료	출처	연도	작성 DB
산업 연관표	산업연관표 기본부문 (생산자가격, 총거래표)	한국은행	2005~2017	해양수산업 중심 산업연관표 (41×41부문) 경상표 및 실질표
	산업별 디플레이터	한국은행		
	국민계정 통계	한국은행		
	비중산출 위해 도소매업 조사, 경제총조사, 해양수산업 통계조사 등	통계청 등		

29) 해양수산업 중심 산업연관표의 자세한 구축 절차에 대한 내용은 장정인 외(2020b), pp. 37~42의 내용을 참고.

구분	통계자료	출처	연도	작성 DB
자본 스톡	국민대차대조표 (순자본스톡)	한국은행	2005~2017	해양수산업 중심 실질자본스톡 (41×41부문)
	실질자본스톡(72부문)	한국생산성본부		
투자	고정자본형성행렬	한국은행	2005, 2010	해양수산업 중심 고정자본형성행렬 (40×40부문)

자료: 장정인 외(2020a), p. 37

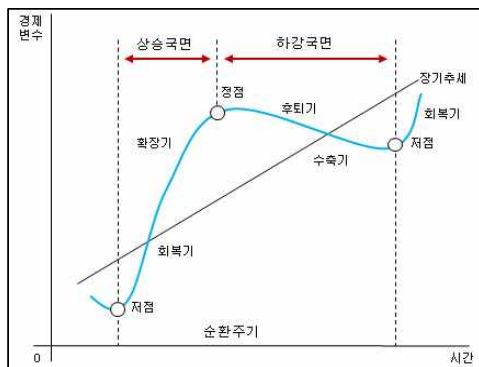
제3절 해양수산업의 경기적 특성

1. 개요

본 절에서는 DB 구축을 통해 작성된 해양수산업 부문별 부가가치의 통계적 특성과 경기적 특성을 분석하였다. 경기는 경제변수의 장기추세를 중심으로 상승과 하강 순환과정을 거치며 성장한다. 순환과정은 상승국면과 하강국면으로 구분되는데, 상승국면은 회복기, 확장기의 과정을 거치며 하강국면은 후퇴기와 수축기의 과정을 거친다.

경기변동(business cycle) 분석은 현재에 대한 판단과 미래에 대한 전망을 수반하기 때문에 경제주체들의 의사결정을 이해하는 데 중요한 정보를 제공한다. 기업은 경기분석에 기초하여 투자의 규모와 시기를 결정하고, 가계는 현재소득과 미래소득에 따라 소비를 결정한다. 정부는 경기조절기능을 수행하기 위해 경기분석을 활용하여 정책을 수립한다. 우리나라에서도 경기변동 분석에 대한 중요성이 인식되고 경제 및 정책분석에 활용하기 위해 주요 거시경제변수의 추세치와 순환변동치의 산출방법과 경기순환의 특성을 분석하는 다양한 연구가 진행되어 왔다.³⁰⁾

〈그림 3-1〉 경기변동의 4국면



자료: 한국은행(2020), p. 166을 참고하여 저자 재작성

해양경제는 경제활동을 기준으로 한 전통적인 산업분류와 다르게 해양을 기반으로 한 산업 활동과 해양생태계가 제공하는 서비스의 총합으로, 1차 산업(농·임·수산업), 2차 산업(광업·제조업), 3차 산업(서비스업)이 혼합된 형태를 지닌다.³¹⁾ 따라서 해양수산업에 대해 보다 구체적인 이해를 위해서는 해양수산업에 대한 미시적 접근을 통해 우리나라 전체 경제와의 시차구조를 파악하여 선행성, 동행성 및 후행성을 분석하고, 거시경제환경 간 상관관계의 이해가 필요할 것이다. 이를 통해 해양수산업 정책이 거시경제 전반에 미치는 영향을 분석할 수 있고, 경기순환기에 경기변동의 특성과 원인을 보다 자세하게 살펴볼 수 있을 것이다.³²⁾

여기서는 앞서 설명한 KMI-DB의 부문별 부가가치를 중심으로 HP 필터를 활용하여 부문별 순환변동치를 추출한다. 그 다음 추출된 부문별 순환변동치와 전 산업 부가가치 순환변동치 간의 상관계수 검정을

30) 백용기(1993), 양준모(1999), 남상호(1999), 이금희(2000).

31) Park and Kildow(2014).

32) 경기변동에서 산업고유충격의 역할을 강조한 대표적인 연구로는 Horvath(1998, 2000)가 있으며 국내문헌으로는 백용기(1993), 양준모(1999), 남상호(1999), 차경수(2017) 등이 있음.

수행하였다. 이때 전체 해양수산업 및 부문별 해양수산업의 시차구조를 알아보기 위해 $t-1$ 과 t , $t+1$ 간의 피어슨 상관계수를 추정하였다.

2. 연구 방법

1) Hodrick-Prescott(HP) Filter³³⁾

경제 및 금융 시계열들은 추세와 순환변동치가 혼재되어 있는 불안정 시계열인 경우가 많으며 경기순환을 분석하기 위해서는 변수로부터 추세를 분리하는 과정이 필요하다. 추세를 분리하는 방법은 다양하게 발전해 왔는데, 생산함수 접근법과 같은 경제적 이론을 바탕으로 하여 변수의 추정치를 구하고, 추정치와 실측치와의 차이를 분리해내는 방법과 기술적으로 추세를 분리해내는 비이론적 방법이 있다. 대표적으로 사용되는 비이론적인 방법으로는 국면평균법(PAT: Phase Average Trend), BN 분해(Beveridge-Nelson decomposition), HP(Hodrick-Prescott) 필터, BP(Band-Pass) 필터 등이 있다. 여기서는 HP 필터를 활용하여 해양수산업 전체와 부문별 부가가치의 순환변동치를 추정하였다.

Hodrick-Prescott(1984)이 제안한 HP 필터는 관측치 $\{x_t\}_{t=1}^T$ 가 추세 τ 와 순환변동치 c 로 구성되었을 때 다음의 제곱합을 최소화하는 추세 $\{\tau_t\}_{t=1}^T$ 를 구하는 최적화 문제로 표현할 수 있다.

$$x_t = \tau_t + c_t$$

33) 김명직 · 장국현(1998), pp.186~190 을 참고하여 작성하였음.

$$\min_{\tau_t} S(\tau_t) = \left(\frac{1}{T}\right) \sum_{t=1}^T (x_t - \tau_t)^2 + \left(\frac{\lambda}{T}\right) \sum_{t=2}^{T-1} [(\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1})]^2$$

위 식에서 τ_t 는 추세를 나타내며 c_t 는 순환변동치를 의미한다. λ 는 임의의 상수로 추세항의 변동을 허용하는 데 따른 비용으로, λ 가 클수록 τ_t 는 선형추세에 접근하고, 반대로 λ 가 0에 가까우면 추세가 관측치와 동일하게 된다($x_t = \tau_t$). Hodrick-Prescott(1984)은 λ 를 관측치의 빈도에 따라 월별은 14,400, 분기별은 1,600, 연간은 100으로 할 것을 제안하였으며, 여기서는 연간 데이터를 사용했으므로 λ 를 100으로 설정하였다($\lambda = 100$).

추세를 극소화하는 T 개의 1계 조건은 다음과 같다.

$$c_1 = \lambda(\tau_1 - 2\tau_2 + \tau_3)$$

$$c_2 = \lambda(-2\tau_1 + 5\tau_2 - 4\tau_3 + \tau_4)$$

\vdots

$$c_t = \lambda(\tau_{t-2} - 4\tau_{t-1} + 6\tau_t - 4\tau_{t+1} + \tau_{t+2}), t = 3, 4, \dots, T-2$$

$$c_{T-1} = \lambda(\tau_{T-3} - 4\tau_{T-2} + 6\tau_{T-1} - 2\tau_T)$$

$$c_T = \lambda(\tau_{T-2} - 2\tau_{T-1} + \tau_T)$$

$\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_T)'$, $\boldsymbol{\tau} = (\tau_1, \dots, \tau_T)'$, $\mathbf{c} = (c_1, \dots, c_T)'$ 라고 하면 위의 1계 조건은 다음과 같은 행렬식으로 표현할 수 있다.³⁴⁾

34) \mathbf{A} 는 $T \times T$ 띠행렬(band matrix)임. 자세한 내용은 김명직 · 장국현(1998), p. 187을 참고.

$$c = \lambda A \tau$$

위의 행렬식을 x 에 대입하면 다음과 같은 관계를 얻을 수 있다.

$$x = (\lambda A + I) \tau$$

따라서 HP 필터의 추세 τ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\hat{\tau} = (\lambda A + I)^{-1} x$$

2) 피어슨 상관계수(Pearson Correlation Coefficient)

피어슨 상관계수는 두 변수 간의 선형관계를 수치화한 것이다. 상관계수는 -1에서 +1의 값을 지니며, +1은 완벽한 정의 선형 상관관계를 의미하고, 0은 선형 상관관계가 없음을, -1은 완벽한 음의 선형 상관관계를 나타낸다.

두 변수 X 와 Y 의 피어슨 상관계수는 다음과 같다.

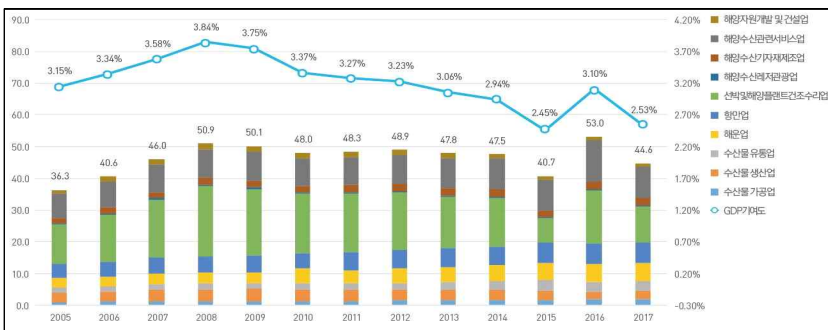
$$\rho_{XY} = \frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_i^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

본 절에서는 HP 필터를 통해 식별한 해양수산업 전체 및 부문별 부가가치의 순환변동치와 전 산업 부가가치의 순환변동치 간의 상관검정을 수행함으로써 해양수산업의 경기 동행성(comovement)을 살펴보고, 추가적으로 전 산업 부가가치 순환변동치의 $t-1$ 과 $t+1$ 의 상관검정을 통해 선행성과 후행성을 살펴보고자 하였다.

3. 해양수산업의 경기적 특성 분석

〈그림 3-2〉는 KMI-DB를 통해 구축된 해양수산업 부문별 부가가치와 GDP 기여율의 2005년부터 2017년까지 추이를 나타낸다.

〈그림 3-2〉 해양수산업 부가가치 추이



자료: 저자 작성

전체 해양수산업 대비 부가가치 비중은 선박 및 해양플랜트 건조수리업이 34.80%로 가장 높았으며 뒤를 이어 해양수산물 관련 서비스업 20.06%, 항만업 12.03% 순으로 나타났다. 해양수산업의 GDP 기여율은 2013년까지 3%대를 유지하였으나 조선·해운업의 장기침체가 심화되기 시작하면서 2015년에 분석기간 중 최저치인 2.45%를 기록하였다.

〈표 3-6〉 산업별 부가가치 기초통계량

단위: 조 원, %

산업	변수	관측치	평균	표준편차	최솟값	최댓값
전 산업	VA	13	1,464.6	192.6	1,155.1	1,760.8
	$\frac{VA}{Y}$	13	100.0	0.0	100.0	100.0
	ΔVA	13	3.6	1.6	0.8	6.8

산업	변수	관측치	평균	표준편차	최솟값	최댓값
해양수산업	VA	13	46.4	4.7	36.3	53.0
	$\frac{VA}{Y}$	13	3.2	0.4	2.5	3.8
	ΔVA	13	2.8	12.2	-15.9	30.3
제조업	VA	13	443.9	68.0	336.9	542.4
	$\frac{VA}{Y}$	13	30.2	0.9	28.6	31.6
	ΔVA	13	4.2	4.1	-2.2	14.4
건설업	VA	13	85.3	7.8	77.0	102.4
	$\frac{VA}{Y}$	13	5.9	0.7	5.1	7.2
	ΔVA	13	1.8	5.1	-4.6	15.6
서비스업	VA	13	856.6	117.5	670.0	1,037.0
	$\frac{VA}{Y}$	13	58.4	0.5	57.7	59.0
	ΔVA	13	3.8	1.2	1.6	5.5
해양수산업 대분류						
수산물 가공업	VA	13	1.47	0.26	1.09	1.91
	$\frac{VA}{Y}$	13	0.10	0.01	0.09	0.11
	ΔVA	12	4.96	6.67	-2.90	19.51
수산물 생산업	VA	13	3.26	0.37	2.61	3.77
	$\frac{VA}{Y}$	13	0.23	0.05	0.15	0.29
	ΔVA	12	-0.51	7.70	-11.49	11.49
수산물 유통업	VA	13	2.21	0.58	1.51	3.25
	$\frac{VA}{Y}$	13	0.15	0.02	0.13	0.20
	ΔVA	12	6.33	8.89	-10.46	29.17
해운업	VA	13	4.34	1.01	2.88	5.72
	$\frac{VA}{Y}$	13	0.29	0.03	0.24	0.34
	ΔVA	12	6.17	12.47	-11.70	37.23
항만업	VA	13	5.55	0.70	4.46	6.66
	$\frac{VA}{Y}$	13	0.38	0.01	0.35	0.39
	ΔVA	12	3.48	4.30	-2.42	13.42

산업	변수	관측치	평균	표준편차	최솟값	최댓값
선박 및 해양플랜트 건조수리업	VA	13	16.28	3.98	7.67	21.92
	$\frac{VA}{Y}$	13	1.14	0.34	0.46	1.65
	ΔVA	12	5.45	41.43	-50.60	118.28
해양수산 레저관광업	VA	13	0.43	0.11	0.30	0.60
	$\frac{VA}{Y}$	13	0.03	0.01	0.02	0.05
	ΔVA	12	0.20	20.99	-46.91	47.39
해양수산 기자재 제조업	VA	13	2.07	0.25	1.52	2.43
	$\frac{VA}{Y}$	13	0.14	0.01	0.12	0.16
	ΔVA	12	3.86	8.69	-17.70	12.98
해양수산 관련 서비스업	VA	13	9.27	1.30	7.71	13.11
	$\frac{VA}{Y}$	13	0.64	0.06	0.56	0.77
	ΔVA	12	2.77	12.64	-24.95	33.34
해양자원 개발 및 건설업	VA	13	1.51	0.35	0.91	1.88
	$\frac{VA}{Y}$	13	0.11	0.03	0.05	0.14
	ΔVA	12	-1.58	15.15	-18.71	39.84

주: 분석기간은 2005년부터 2017년까지임

자료: 저자 작성

〈표 3-6〉은 분석에 사용된 산업별 부가가치의 기초통계량이다. 표에서 VA 는 부가가치, $\frac{VA}{Y}$ 은 GDP에 대한 부가가치의 기여도, ΔVA 는 전년 대비 부가가치 성장률을 의미한다. 해양수산업의 부가가치는 46.4조 원의 평균을 지니고 있으며, GDP에 대한 기여율은 3.2%인 것으로 나타났다. 해양수산업 부가가치 성장률의 표준편차는 타 산업에 비해 높은 12.2로 해양수산업은 비교적 변동성이 큰 특성을 지닌다고 할 수 있다.

해양수산업 대분류별로 살펴보면, 선박 및 해양플랜트 건조수리업의 부가가치 평균이 16.28조 원으로 해양수산업 기여도가 가장 높고, 해양수산물 관련 서비스업이 9.27조 원, 항만업 5.55조 원으로 나타났다. 선박 및 해양플랜트 건조수리업은 부가가치 성장률에서도 가장 큰 표준편차를 보이는데, 이는 호황을 누리던 조선업이 수주가뭄으로 인해 장기침체에 빠지면서 부가가치 변동성이 높아졌기 때문으로 해석할 수 있다.

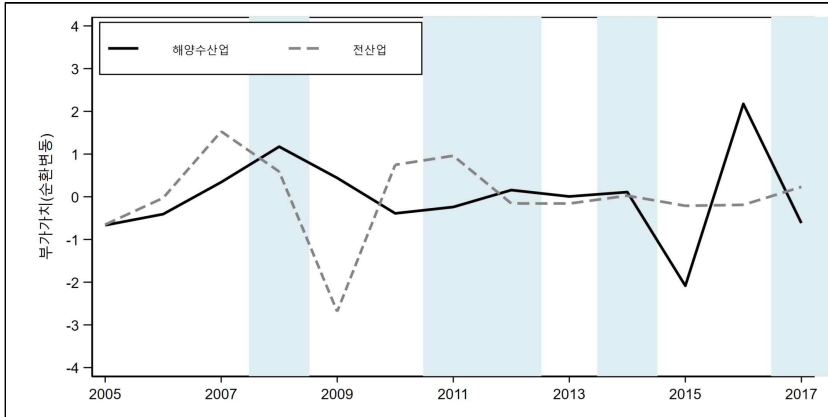
분석기간 중 수산물 유통업이 연평균 6.33%의 성장률을 보여 성장세가 두드러졌고, 해양자원 개발 및 건설업은 연평균 -1.58%의 마이너스 성장을 기록하였다.

〈그림 3-3〉는 HP 필터를 통해 추정된 KMI-DB의 산업별 부가가치의 순환변동치를 보여준다. 그림에서 검은 실선은 해양수산업 부가가치의 순환변동치이며, 회색 점선은 전 산업의 순환변동치이다. 푸른색 음영은 통계청의 경기 수축기를 나타낸다.³⁵⁾

그림에서 나타나듯 해양수산업의 변동은 전 산업에 후행하며 일부 구간에서는 경기역행적(countercyclical)인 모습을 보인다. 이러한 패턴은 글로벌 금융위기(2008~2009년) 기간과 2015~2017년에 두드러지는데, 이는 해양수산업 중에서 해운·항만업 및 조선업의 비중이 높기 때문으로 해석된다.

35) 경기 수축기 기간은 2008년, 2011~2012년, 2017~2018년임.

〈그림 3-3〉 해양수산업 부가가치 순환변동치



주: 분석기간은 2005년부터 2017년까지임

자료: 저자 작성

해양수산업 부가가치의 경기적 특성을 보다 면밀하게 살펴보기 위해 해양수산업 부문별 부가가치의 순환변동치와 전 산업 부가가치 간의 선행, 동행 및 후행성을 상관검정을 통해 분석하였다. 시차구조 분석을 위해 10개의 해양수산업 대분류를 4개 부문을 통합하였다. 수산물 생산업, 수산물 가공업, 수산물 유통업 등 3개 부문을 수산업으로 통합하고, 해운업과 항만업을 해운·항만업으로 통합하였으며, 해양자원 개발 및 건설업, 해양수산 레저관광업, 해양수산 관련 서비스업 등 3개 부문을 기타 해양수산업으로 통합하였다.

〈표 3-7〉 해양수산업 부문 재구성

구분	내용
수산업	수산물 생산업, 수산물 가공업, 수산물 유통업
해운·항만업	해운업, 항만업
조선 및 기자재 제조업	선박 및 해양플랜트 건조수리업, 해양수산 기자재 제조업
기타 해양수산업	해양자원 개발 및 건설업, 해양수산 레저관광업, 해양수산 관련 서비스업

자료: 저자 작성

〈표 3-8〉은 해양수산업 및 해양수산업 부문과 전 산업 부가가치 순환변동치 간의 상관계수를 나타낸다. 표에서 시계(h)는 선행, 동행 및 후행 관계로 -1은 1년 전의 전 산업 부가가치와의 상관계수로 선행성을 나타내고, 0은 같은 기간의 상관계수로 동행성이며, +1은 1년 후 부가가치와의 상관계수로 후행성을 의미한다.

해양수산업 부가가치는 경기후행적 특성을 지니는 것으로 나타났다. 조선 및 기자재 제조업과 수산업의 후행 상관계수가 각각 0.33과 0.31로 나타나 경기에 후행하는 특성을 지니는 것을 확인할 수 있었고, 해운·항만업의 동행 상관계수는 0.61로 경기동행적인 특성을 지니는 것으로 나타났다.

〈표 3-8〉 해양수산업 부가가치의 순환변동치 상관계수

시계 (h)	해양 수산업	수산업	해운·항만업	조선 및 기자재 제조업	기타 해양수산업
-1	-0.22	-0.30	-0.17	-0.22	-0.02
0	0.09	-0.03	0.61	0.09	-0.08
+1	0.30	0.31	-0.27	0.33	0.07

자료: 저자 작성

4. 분석결과 종합

본 절에서는 KMI-DB를 활용하여 해양수산업 부가가치의 경기적 특성을 살펴보았다. 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 해양수산업은 분석기간 동안 3.2%의 GDP 기여율을 기록했으며, GDP 기여율은 하락세를 보이고 있다. 해양수산업 부가가치는 타 산업에 비해 높은 변동성을 보이고, 경기에 후행하는 것을 확인할 수 있었다.

세부산업별 해양수산업 특징으로는 수산물 유통업이 연평균 6.33%의 성장을 기록했으며, 해양자원 개발 및 건설업은 -1.58%로 마이너스 성장을 기록하였다.

제 4 장

2021 해양수산업 전망

제1절 개요

지금까지 국내외 주요기관의 경제전망모형과 경제전망에 관한 선행연구를 고찰하였으며, 전망모형 개발을 위한 선결조건인 데이터베이스 구축에 관한 내용을 살펴보았다. 본 장에서는 앞서 구축된 해양수산업 데이터베이스를 활용하여 2021년 해양수산업 부문별 부가가치를 전망하였다.

2020년 해양수산업 부문별 부가가치 전망은 경제이론에 근거한 생산함수 접근법을 주요 모형으로 사용하였다. 그러나 2021년에는 전 세계 경제에 전례 없는 충격을 준 코로나19 확산으로 인해 경제의 불확실성이 증대되고 있어, 새로운 모형 개발의 필요성이 대두되었다. 2021년 부가가치 전망을 위해 고안된 KMI-FCT (forecasting)21 모형은 패널고정효과모형을 기반으로 한 조건부예측모형이다. 사용할 수 있는 데이터가 2004년부터 2017년까지, 13개의 시계열에 불과

하여 관측치 부족으로 인한 불일치 추정 문제를 완화하기 위해 패널모형을 구축했으며, 코로나19 팬데믹 사태로 인한 충격을 모형에 반영하기 위해 조건부 예측모형을 활용하였다.

〈그림 4-1〉 2021년 해양수산업 부가가치 전망과정



자료: 저자작성

제2절 KMI-FCT21 모형에 의한 전망

1. 연구 방법

1) 패널모형(Panel Model)

패널모형은 시계열 자료와 횡단면 자료가 결합된 형태를 지닌다. 단일 시계열을 활용한 방법은 시간의 흐름에 따른 변수들의 상관관계를 분석할 수 있다는 장점이 있지만 표본 간에 관찰되지 않는 이질성을 고려할 수 없다는 단점이 존재한다.³⁶⁾ 또한 본 연구에서처럼 회

36) 권장한(2017), p.103.

귀분석을 위해 충분한 관측치가 확보되지 못한 상황에서 관측치를 확장하여 불일치 추정의 문제를 완화하는 데에도 도움이 될 수 있다.

KMI-FCT21 모형에 사용된 패널회귀식은 다음과 같다.

$$va_{i,t} = \beta_1 + \beta_2 GDP_t + \mathbf{X}'\boldsymbol{\Gamma} + u_i + e_{i,t}$$

위 식에서 i 는 해양수산업 부문이며, t 는 연도를 의미한다. va 는 실질 부가가치를 의미하며 GDP 는 우리나라 실질 국내총생산으로 va 와 GDP 는 자연로그를 취하여 분석했음을 밝힌다. \mathbf{X} 는 모형마다 다르게 설정된 설명변수로 경기수축기 더미, 연도더미, 소비 등을 사용하였다.³⁷⁾ u_i 는 개체와 시간에 따라 달라지는 요인($e_{i,t}$) 외에 개체에 따라 달라지는 요인으로 고정효과(fixed effects)나 확률효과(random effects)에 따라 추정방법이 달라진다. 고정효과 모형은 u_i 를 추정해야 할 모수(parameter)로 보는 반면, 확률효과 모형에서는 확률변수(random variable)로 간주한다.³⁸⁾

2) 조건부 예측(Conditional Forecasts)

조건부 예측은 선형회귀식을 통해 변수 간 상관관계를 구했을 때, 내생변수를 임의로 변화시켜 종속변수의 변화를 분석하는 방법이다.

$$Y_{i,t} = \beta_1 + \beta_2 X_{i,t} + e_{i,t}$$

위 식은 변수 X 와 Y 로 구성된 선형회귀식이다.³⁹⁾ 모형을 통해 추정된 t 시점의 추정치는 다음과 같다.

37) 경기수축기는 OECD의 자료를 활용했으며 기간은 2008년, 2011~2012년, 2017~2018년임.

38) 민인식 · 최필선(2012), pp.21~24

39) 예시를 위해 편의상 단변량(univariate) 모형을 가정하였음.

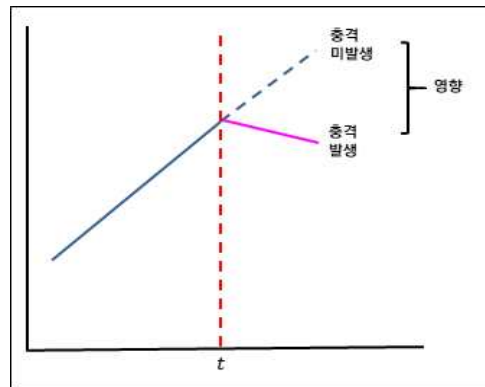
$$\widehat{Y}_{i,t} = \beta_1 + \beta_2 X_{i,t}$$

$\widehat{Y}_{i,t+1}$ 을 추정하기 위해선 X 의 $t+1$ 시점 값이 필요하다. 이때, X 의 전망치인 $X_{i,t+1}^f$ 값을 조정함으로써 거시경제 충격이 반영된 전망치를 도출할 수 있게 된다.

예를 들어, 부가가치를 종속변수로, GDP를 설명변수로 설정한 모형을 사용할 때, 코로나19 충격으로 인한 감소분을 추정한다면 독립변수인 GDP 에 코로나19 발생 이전의 전망치와 발생 이후의 전망치를 각각 대입하여 각 시나리오상의 부가가치를 구한다. 이때 두 부가가치의 차이가 코로나19 충격으로 인한 감소분이라 할 수 있을 것이다.

$$\Delta_{i,t}^{COVID-19} = va_{i,t}^{shock} - va_{i,t}^{noshock}$$

〈그림 4-2〉 조건부 예측모형



자료: 저자 작성

3) 데이터 및 모형설정

모형별 부가가치는 한국해양수산개발원 KMI-DB의 자료를 활용했으며 거시경제 데이터는 한국은행의 경제통계시스템을 사용하였다. 앞서 언급했듯이 해양수산업은 1차, 2차, 3차 산업 혼합되어 있다. 따라서 해양수산업 부가가치의 설명변수는 모형에 따라 다르게 설정하는 것이 모형의 설명력을 제고하는 데 도움이 될 것이라 판단하였다.

〈표 4-1〉 변수 정의 및 자료 출처

변수	정의	출처
va	해양수산업 실질 부가가치의 로그	KMI
Δva	해양수산업 실질 부가가치 성장률	
gdp	실질 국내총생산의 로그	한국은행
Δgdp	실질 경제성장률	
$\frac{C}{Y}$	GDP 대비 민간소비	
$\frac{NX}{Y}$	GDP 대비 순수출	
rec	경기 수축기 더미	OECD

자료: 저자 작성

〈표 4-2〉 변수별 기초통계량

변수	관측치	평균	표준편차	최솟값	최댓값
va	130	14.88	1.01	12.63	16.90
Δva	120	0.03	0.17	-0.51	1.18
gdp	130	14.19	0.13	13.96	14.38
Δgdp	120	0.04	0.02	0.01	0.07
$\frac{C}{Y}$	130	0.51	0.02	0.48	0.53
$\frac{NX}{Y}$	130	0.05	0.02	0.01	0.08

자료: 저자 작성

부문별 부가가치 전망에 사용된 모형은 다음과 같다.

$$\text{수산업: } va_{i,t}^a = \beta_0 + \beta_1 gdp_t + \beta_3 \frac{C}{Y_t} + \epsilon_{i,t}$$

$$\text{해운·항만업: } va_{i,t}^b = \beta_0 + \beta_1 gdp_t + \beta_3 d_t + \epsilon_{i,t}$$

$$\text{조선 및 기자재 제조업: } va_{i,t}^c = \beta_0 + \beta_1 gdp_t + \beta_2 d_t + \epsilon_{i,t}$$

$$\text{기타 해양수산업: } va_{i,t}^d = \beta_0 + \beta_1 gdp_t + \beta_2 \frac{C}{Y_t} + \epsilon_{i,t}$$

패널모형의 예측오차인 $\epsilon_{i,t}$ 는 개체고유특성인 u_i 와 개체와 시간에 따라 달라지는 $e_{i,t}$ 로 구성되어 있다. u_i 에 대한 가정에 따라 고정효과모형과 확률효과모형으로 추정방법이 나누어지는데 고정효과모형은 u_i 를 고정된 상수로 가정하는 반면에 확률효과모형은 u_i 를 추정해야 하는 확률변수로 가정한다. 패널모형의 추정방법을 선택하는 대표적인 검정으로 Hausman 검정과 Sargan-Hansen 검정이 있다.

패널 개체간 이분산성이 존재할 경우 Hausman 검정을 통한 모형 선택은 비효율적인 결과를 초래할 수 있다. 따라서 본 연구는 Sargan-Hansen 검정을 통해 패널모형 추정방법의 적절성을 살펴보고, 검정결과 수산업을 제외한 모든 모형에서 고정효과모형이 적합한 것으로 나타났다.

〈표 4-3〉 Sargan-Hansen 검정 결과

모형	구분	Coef.
수산업	Sargan-Hansen statistic	0.08
	P-value	0.78

모형	구분	Coef.
해운·항만업	Sargan-Hansen statistic	8.80
	P-value	0.00
조선업	Sargan-Hansen statistic	1.02
	P-value	0.07
기타 해양수산업	Sargan-Hansen statistic	5.27
	P-value	0.02

자료: 저자작성

조건부 예측을 위한 시나리오는 한국은행의 2021년 경제전망 자료를 활용하였다.

〈표 4-4〉 한국은행 경제전망 시나리오

변수	2021	2022
GDP	3.00	2.50
민간소비	3.10	2.50
설비투자	4.30	3.20
지식재산 생산물투자	3.90	3.70
건설투자	0.50	2.10
상품수출	5.30	2.30
상품수입	5.90	3.20

자료: 한국은행(2020. 11), 요약 p. 2를 참고하여 저자 재작성

2. 분석 결과

〈표 4-5〉는 패널모형의 추정결과를 나타낸다. 표에서 (1)열은 수산업모형의 추정결과이며, (2)열은 해운·항만업, (3)열은 조선 및 기자재 제조업, (4)열은 기타 해양수산업의 추정결과를 나타낸다. 데이터는 연간자료를 활용했으며, 분석기간은 2005년부터 2017년까지이다.

〈표 4-5〉 패널모형 추정결과

	수산업	해운·항만업	조선 및 기자재 제조업	기타 해양수산업
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>gdp</i>	1.10**	1.36***	0.38	2.31*
	(0.22)	(0.12)	(0.49)	(0.67)
$\frac{C}{Y}$	1.48			19.73
	(5.38)			(8.59)
<i>rec</i>	✓	✓		
연도 더미			✓	
<i>N</i>	39	26	26	39
<i>R</i> ²	0.37	0.86	0.57	0.18

주: 패널모형 추정결과. 괄호는 표준오차 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

추정결과를 살펴보면, 조선 및 기자재 제조업을 제외한 해양수산업 부문별 부가가치는 우리나라 GDP와 통계적으로 유의한 정(+)의 상관관계를 지니는 것으로 나타났다. 특히 기타 해양수산업의 계수가 가장 높게 나타나 기타 해양수산업이 GDP 변화에 가장 민감한 것을 확인할 수 있었다. 조선 및 기자재 제조업 모형의 GDP 계수의 부호는 이론적으로 일치하나 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 그러나 본 연구의 목적이 변수 간 상관관계 분석보다는 전망치를 추정하는 것이라는 점을 고려하였을 때, 현재 조선 및 기자재 제조업 모형설정을 사용하는 것이 타당하다고 판단하였다. 〈표 4-6〉은 KMI-FCT 21 모형을 통해 추정된 부문별 부가가치의 전망치이다.

〈표 4-6〉 해양수산업 부가가치 전망

단위: 조 원, %

부문	2019e	2020e	2021f	2022f
전체	47.48 (2.1)	42.84 (-9.8)	44.41 (3.7)	45.72 (2.9)
수산업	8.18 (2.7)	7.89 (-3.5)	8.15 (3.3)	8.38 (2.7)
해운·항만업	13.15 (4.1)	12.96 (-1.5)	13.48 (4.0)	13.93 (3.4)
조선 및 기자재 제조업	13.85 (0.8)	13.79 (-0.4)	13.94 (1.1)	14.08 (0.9)
기타 해양수산업	12.29 (1.2)	8.20 (-33.3)	8.83 (7.7)	9.34 (5.7)

주: 2019~2020은 잠정치. 2021~2022는 전망치. 괄호는 전년 대비 증감률

2021년 해양수산업 부가가치는 약 44.41조 원으로 전체 GDP의 2.19% 규모에 달할 것으로 전망되었다. 2020년 해양수산업 부가가치는 코로나19 팬데믹에 의한 경기침체로 인해 전년 대비 9.8% 감소한 약 42.84조 원을 기록하였으나 2021년에는 경제가 회복세로 접어들 것으로 예상되면서 전년 대비 3.7% 증가할 것으로 전망되었다. 그러나 코로나19 확산 이전 수준으로의 회복에는 시간이 걸릴 것으로 보인다.

부문별 부가가치를 살펴보면 해양수산업 전 부문에서 부가가치가 증가할 것이라 전망되었다. 특히 관광업과 서비스업 중심인 기타 해양수산업이 2020년 코로나19 확산으로 인한 이동제한 조치, 비대면 서비스 증가 등의 이유로 부가가치가 큰 폭으로 감소하였으나 기저효과로 인해 2021년에는 해양수산업 부문 중 가장 높은 증가율을 기록할 것으로 전망되었다.

2021년 해양수산업 부가가치 전망을 위해 사용된 KMI-FCT21모형은 부족한 관측치 수와 코로나19 팬데믹의 영향을 반영한 전망치를 추계하였지만 주요 부문의 설명변수로 주로 국내거시경제변수만 사용했다는 한계 역시 존재한다. 향후 모형의 개선작업을 통한 설명변수 다양화가 이루어진다면 모형의 완성도를 제고하는 데 도움이 될 것으로 기대한다.

제3절 머신러닝 기법에 의한 전망

1. 연구 방법

1) 데이터 선별

머신러닝 기법에 사용된 부문별 부가가치는 2005년부터 2018년까지 총 14개의 관측치를 지니고 있는데 비해 각 부문별 부가가치 예측모형의 독립변수는 약 60여개 내외로, 예측변수의 수가 독립변수의 수보다 작다는 문제가 있다. 이러한 경우 회귀분석을 사용하게 되면 모형의 과소결정(underdetermined)이 발생할 우려가 있다. 머신러닝 기법은 이러한 과소결정 문제에서 비교적 자유롭기 때문에 다수의 독립변수를 활용하여 높은 예측력이 담보된 모형을 구성할 수 있다는 장점이 있다.

한편, 예측변수보다 독립변수의 개수가 더 많은 경우에 적용 가능한 방법으로 가능한 모든 회귀분석(all possible regression)을 고려해 볼 수 있다.⁴⁰⁾ 가능한 모든 회귀분석은 k 개의 독립변수가 주어졌을

40) Kleinbaum et al.(2013). p. 446.

때 독립변수의 가능한 조합 수만큼 회귀모형을 설정하여 가장 적절한 회귀모형을 선택하는 방법이다.⁴¹⁾ 하지만 이 방법은 독립변수의 개수에 따라 고려해야할 모델의 개수가 기하급수적으로 증가하므로, 본 연구에서와 같이 많은 양의 독립변수를 고려하는 경우에는 실효성이 낮다고 할 수 있다. 따라서 주어진 독립변수들 중에서 종속변수를 가장 잘 설명하는 독립변수들을 선별하여 회귀분석에 적용하는 방법이 더 효율적이라 할 수 있을 것이다.

재귀적 특성제거(RFE: Recursive Feature Elimination)는 이러한 독립변수 선별에 사용되는 방법들 중 하나이다.⁴²⁾ RFE는 우선 모든 독립변수를 종속변수에 적합(fitting)시킨 후, 가장 높은 종속변수 설명력을 보이는 시점까지 독립변수들을 제거해나가는 후진제거법(backward selection) 중 하나이다. 본 연구에서는 데이터 개수보다 많은 독립변수의 개수를 고려하여, 머신러닝 방법 중 하나인 랜덤포레스트를 통해 독립변수를 종속변수에 적합(fitting)시키는 방법으로 RFE를 적용하였다.

아울러, 미래 값을 예측하는데 있어서 고려해야할 점은 독립변수와 종속변수 간의 시차 문제이다. 즉, 예측모델을 설정함에 있어서 독립변수와 종속변수의 관계가 당해 연도(t)에서 밀접한지, 또는 독립변수가 종속변수에 주는 영향이 차년도($t+1$) 이후에 더욱 밀접한지에 따라서 모델에 포함되는 독립변수의 시차를 결정해야 한다. 본 연구에서는 상기 두 가지 경우를 모두 고려하여 두 가지의 예측모델을 설정하여 예측값을 도출하였다. 또한 예측치 추정 시에 RFE방법을 사용하지 않고 모든 독립변수를 사용한 예측모형의 결과도 함께

41) k 개의 독립변수가 있다면, 조합 가능한 독립변수의 수는 2^k-1 개임.

42) Guyon et al.(2002). pp. 389 ~ 422.

고려하였다. 따라서 본 절의 머신러닝 모형의 예측은 각 방법론마다 (RFE, 당해 연도), (RFE, 차년도), (모든 변수, 당해 연도), (모든 변수, 차년도) 등 총 4개의 경우로 구성되었다.

2) 머신러닝 기법⁴³⁾

머신러닝 기법을 통해 해양수산업 중 해운, 항만, 조선, 수산, 레저 관광 등 5개 주요 산업의 부가가치를 예측하였다. 예측에 사용된 머신러닝 기법은 7개로, 다음과 같이 구분할 수 있다.

첫째, 특정 예측 값과 근접한 데이터들만을 고려하기 위해서 주어진 자료의 일부(subset)만을 사용하는 k-최근접 이웃법(kNN: k-nearest neighbor)과 k-평균 군집화(k-means clustering) 방법을 사용하였다.

kNN은 대표적인 비모수적 추정방법으로, 예측 목표값은 목표값 주위의 k에 의해 결정된다고 가정한다. 모형에서 k는 경험적으로 결정하는데, 본 연구는 예측값 직전의 샘플에서 가장 높은 예측력을 지닌 k를 사용했으며, k개의 샘플을 대상으로 선형회귀를 통해 세부산업의 GDP를 예측하였다. 데이터는 여러 개의 군집들로 분류할 수 있으며, 각 군집은 하나의 중심을 지닌다. 각 군집의 중심이 설정된다면, 관측치와 중심 간의 거리를 구할 수 있는데 k-평균 군집화 방법은 관측치와 중심 간의 거리를 최소화하는 군집의 개수를 정하는 방법이다.

둘째, 관측치보다 많은 독립변수 개수를 고려하여, 주성분회귀(PCR: Principal Component Regression)와 서포트벡터회귀(SVR: Support Vector Regression), 그리고 정규화 기법 중 하나인 LASSO(Least Absolute Shrinkage and Selection Operator)를 사용하였다.

43) 본 절은 장정인 외(2020a), pp.52~57을 참고하여 작성함.

PCR은 주성분분석(PCA: Principal Component Analysis)을 통해 다수의 독립변수의 주성분을 추출하여 회귀분석에 적용하는 기법으로, 다수의 독립변수로 인한 다중공성선 발생과 설명력 낮은 변수 사용의 문제를 줄일 수 있다는 장점이 있다. SVR은 서포트벡터머신을 회귀분석에 적용한 방법이다. 선형회귀분석이 오직 하나의 선형회귀계수를 도출한다면, SVR은 하이퍼파라미터를 사용하여, 적정 간격(margin) 내에서 최적 모델을 찾는 방법으로, 모형의 과적합을 피할 수 있는 방법이다. 특히, 커널(kernel) 함수를 사용하여 고차원의 데이터를 낮은 차원으로 환원하여 선형모형으로 분석한다는 점이 다른 머신러닝 기법과의 차별점이라 할 수 있다. LASSO는 정규화를 통해 예측력을 높이는 기법이다. 최소자승법을 통한 예측은 모형의 과적합이 발생하여 예측력이 낮아질 수 있는 우려가 있는데 LASSO는 최소자승법을 통해 추정된 계수보다 작은 크기의 계수를 추정함으로써, 최소자승법의 과적합 문제를 완화하고 예측력을 높이는 기법이다.

셋째, 선행연구들에도 많이 사용된 신경망 모형(neural network)을 GDP 예측에 적용하였다. 신경망 모형은 변수를 적절히 조합하여 예측의 정확성을 높이는 대표적인 머신러닝 기법 중 하나이다. 신경망 기법에는 데이터 분할, 각 샘플에 대한 가중치 부여 방법, 데이터 학습 횟수 등 다양한 파라미터가 개입되므로 충분한 학습이 이루어지면 높은 예측력을 기대할 수 있다. 또한, 학습과정 상에서 예측 오류를 줄이기 위한 역전파(backpropagation) 과정도 포함되므로 과적합 문제를 완화시키는 장점이 있다.

마지막으로, 위에 언급된 6가지 기법을 통해 추정된 추정치를 종합하는 예측조합기법(forecasting combination)을 적용하여 예측치를 산출하였다.

예측조합기법에 의한 예측치는 다음과 같다.

$$f_c = \sum_{i=1}^m \omega_i f_i$$

위 식에서, f_c 는 최종 예측치, ω_i 는 각 예측기법의 가중치, f_i 는 각 예측기법의 예측값이다. 예측조합기법은 가중치 ω_i 를 어떻게 정하느냐에 다양한 예측조합 기법이 존재할 수 있다. 기본적으로는 각 예측조합 기법에 동등($\omega_i = 1/m$)하게 가중치를 부여하는 방법, 각 예측기법의 예측값들의 오차분산(MSE: Mean Squared Error)에 반비례($\omega_i = 1/\text{MSE}(f_i)$)하도록 가중치를 부여하는 방법 등이 있다.

본 연구에서는 관측치 개수가 적은 점을 고려하여 가중치를 예측값들의 오차분산에 반비례하는 방식을 취하도록 한다.

〈그림 4-3〉 예측조합 기법을 통한 예측값 도출



자료: 장정인 외(2020a)의 〈그림 4-6〉을 바탕으로 저자 재작성

3) 사용 변수

머신러닝은 자료에 대한 사전 지식, 이론적 모델 등이 없는 상태에서 주어진 데이터만을 토대로 학습하여 원하는 값을 추정 및 예측하

는 방법이다. 그러므로 우리는 머신러닝 기법을 사용하면 다양하고 광범위한 변수를 사용할 수 있다. 또한, 특정 모델을 가정하지 않으므로, 모델 복잡성에 따른 과적합 문제를 감소시킬 수 있으므로 머신러닝 기법은 일반적으로 예측력이 높다는 장점을 가진다.

이에 따라, 본 연구는 해양수산업 세부산업별 계정변수(산업별 취업자 수, 자본스톡 등), 거시경제 변수(환율, 세계GDP 등), 세부산업별 고유변수(어가 수, 크루즈 관광객 수 등) 등 다양한 변수들을 사용하여 해양수산업 각 산업별 GDP를 예측하였다. 각 세부산업에서 사용된 변수들은 부록에 수록하였다.

2. 분석 결과

〈표 4-7〉은 머신러닝 기법을 통해 추정된 2021년 해양수산업 부문별 예측치를 나타낸다. 앞서 언급했듯 머신러닝을 통한 예측은 예측조합기법을 포함한 7가지 기법을 사용했으며 모형 구성은 변수 선택과 변수 시차에 따라 4가지 모형을 구성하였다.

종속변수와 독립변수 간의 시차효과를 고려하고자 당해 연도와 차년도의 독립변수를 사용하여 예측결과를 구분하였으며, 시차효과는 산업별로 상이하게 나타났다. 예측결과에서 언급된 바와 같이, 운임, 유가 등 시세에 민감한 해운업은 당해 연도 예측결과가 비교적 양호한 것으로 나타났으며, 대규모의 장기투자가 이루어지는 조선업은 차년도 예측결과가 양호한 것으로 나타났다. 하지만, 적은 관측치 수와 1년의 시차효과로는 이러한 산업별 해석을 지지할 수는 없으므로 향후에는 충분한 기간의 데이터 확보가 요구된다.

〈표 4-7〉 머신러닝 기법 부가가치 예측치와 MAPE

단위: 조 원, %

부문	kmeans	kNN	PCR	LASSO	SVR	NN	Fore Comb
1. 당해 연도 & 모든변수							
해운	5.59 (4.704)	5.51 (2.504)	6.29 (8.820)	5.67 (3.346)	4.62 (22.897)	5.53 (12.112)	5.60 (8.869)
항만	5.20 (5.036)	5.15 (2.329)	6.71 (0.996)	6.42 (3.656)	5.77 (14.982)	6.45 (4.511)	5.76 (3.745)
조선	16.76 (27.236)	14.83 (52.366)	11.59 (45.990)	12.33 (15.668)	14.80 (50.285)	9.99 (15.254)	13.47 (34.239)
수산	3.28 (6.781)	3.77 (3.195)	2.82 (22.795)	2.93 (4.452)	3.17 (15.393)	2.82 (2.989)	3.14 (7.467)
관광	0.38 (5.173)	0.39 (16.224)	0.43 (12.664)	0.42 (2.361)	0.42 (7.605)	0.38 (12.954)	0.41 (1.960)
2. 당해 연도 & RFE 선택변수							
해운	6.45 (0.972)	6.10 (3.893)	6.34 (5.937)	6.53 (3.836)	5.65 (7.725)	5.31 (7.521)	6.42 (2.266)
항만	6.30 (1.263)	6.23 (6.627)	6.87 (0.951)	6.42 (3.890)	6.25 (10.022)	6.44 (2.683)	6.36 (2.665)
조선	12.75 (4.536)	15.53 (8.337)	12.52 (7.786)	13.45 (17.255)	12.89 (27.456)	15.79 (11.159)	13.38 (12.733)
수산	3.08 (1.598)	2.78 (6.741)	3.07 (5.309)	2.91 (0.982)	3.02 (7.894)	3.38 (19.062)	3.03 (6.182)
관광	0.39 (3.062)	0.41 (2.096)	0.42 (1.222)	0.42 (1.022)	0.41 (2.244)	0.41 (24.952)	0.42 (3.854)
3. 차년도 & 모든변수							
해운	5.96 (10.810)	5.73 (3.893)	5.85 (10.944)	5.89 (6.705)	4.78 (22.078)	5.13 (17.021)	5.86 (9.651)
항만	6.41 (8.672)	6.44 (1.658)	6.43 (7.717)	6.41 (6.538)	5.78 (15.278)	6.76 (9.016)	6.42 (5.572)
조선	11.82 (41.786)	13.29 (19.654)	11.67 (24.576)	14.90 (37.267)	15.78 (60.273)	12.44 (35.048)	13.01 (30.929)

부문	kmeans	kNN	PCR	LASSO	SVR	NN	Fore Comb
수산	2.93 (12.283)	3.00 (3.195)	2.88 (19.584)	2.82 (6.921)	3.14 (19.245)	2.76 (8.329)	2.84 (7.884)
관광	0.40 (10.682)	0.39 (9.202)	0.40 (8.522)	0.39 (6.672)	0.41 (5.524)	0.38 (26.421)	0.40 (5.661)
4.차년도 & RFE 선택변수							
해운	5.96 (10.810)	5.73 (3.893)	6.20 (10.944)	6.15 (6.705)	5.59 (22.078)	5.44 (17.021)	6.10 (9.651)
항만	6.24 (3.187)	6.54 (2.575)	6.72 (3.269)	6.62 (4.953)	6.34 (3.246)	6.32 (11.211)	6.39 (3.181)
조선	11.36 (27.236)	13.29 (52.366)	12.26 (45.990)	12.63 (15.668)	12.33 (50.285)	13.29 (15.254)	12.78 (34.239)
수산	3.00 (1.598)	3.00 (6.741)	2.93 (5.309)	2.83 (0.982)	3.00 (7.894)	2.93 (19.062)	2.96 (6.182)
관광	0.40 (7.078)	0.39 (9.202)	0.34 (21.278)	0.43 (4.639)	0.42 (4.807)	0.40 (14.201)	0.41 (8.230)

주: 머신러닝 기법을 통한 2021년 해양수산업 부문별 부가가치 예측치. 괄호는 MAPE임. kmeans는 k-평균 군집화, kNN은 k-최근접 이웃법, PCR은 주성분회귀, SVR은 서포트벡터회귀, NN은 신경망 모형, ForeComb는 예측조합기법의 예측치를 의미

머신러닝 기법의 예측력을 비교하기 위해 예측오차의 평균절대비 오차(MAPE: Mean Absolute Percentage Error)를 시산하였다. MAPE는 실제값 대비 오차의 절대값 평균을 백분율로 표현한 것으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|y_i - f_i|}{y_i}$$

위 식에서, y_i 는 실제 관측된 i 산업의 부가가치이고, f_i 는 i 산업의 예측값이다. MAPE가 작을수록 예측치와 실측치의 차이가 적기 때문에 MAPE가 낮을수록 높은 예측력을 지닌다고 할 수 있다.

〈표 4-7〉을 통해 알 수 있듯 본 연구에서 사용된 7가지의 머신러닝 기법은 산업별로 상이한 예측력을 보여줬으나 전반적으로 LASSO가 비교적 낮고 안정적인 MAPE를 보여주어, 다른 머신러닝기법에 비해 양호한 예측성능을 지닌 것으로 나타났다. 한편 PCR은 다른 머신러닝 기법에 비해 높은 MAPE를 지닌 것을 확인할 수 있었다. 산업별로는 조선업이 가장 높은 MAPE를 보여주어 예측이 어려운 산업임을 알 수 있었고, 항만업이 가장 낮은 MAPE를 지닌 것으로 나타나 비교적 변동성이 적고 예측이 가능한 산업임을 확인할 수 있었다. 예측조합 기법은 가중치 평균의 특성상 안정적인 예측성능을 보여주었다. 본 연구에서는 오차분산에 반비례하는 가중치를 사용한 예측 조합 기법을 사용하였는데, 향후에는 다양한 예측 조합 기법들을 테스트 하여 산업별로 적합한 예측 조합 기법을 선정하는 작업도 예측의 실용성 측면에서 의미가 있을 것으로 보인다. 아울러, 향후에는 데이터의 부족한 관측치 수를 고려하여 부트스트랩 방법을 적용한 연구, 시계열 자료의 특성을 고려하여 자기회귀모형과 머신러닝 모형을 혼합한 하이브리드 형태의 연구 등이 가능할 것으로 보인다.

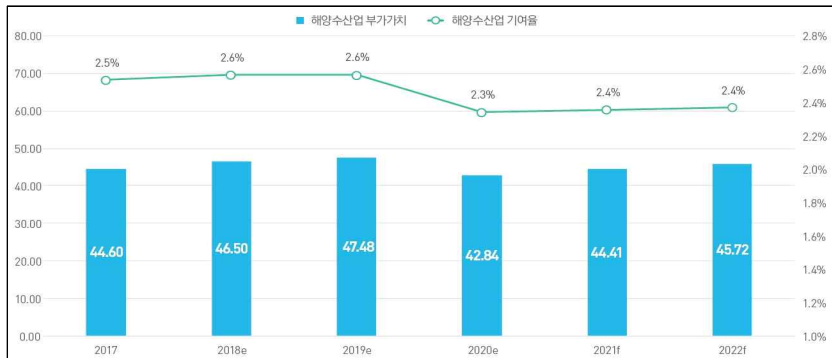
제4절 분석 결과 종합

2021년 해양수산업 부가가치 전망은 패널고정효과모형을 기반으로 한 조건부예측모형인 KMI-FCT21 모형으로 이루어졌다. 해양수산업 대분류별 산업을 4개 부문으로 통합하여 각 부문별 부가가치를 추정하였다. 이때 부문별 모형의 설명변수를 달리하여 모형의 설명력을 제고하고자 하였다.

2020년 해양수산업 실질 GDP는 42.84조 원으로 추정되었고, 2021년에는 전년 대비 3.7% 증가한 44.41조 원에 이를 것으로 전망되었다. 해양수산업 부가가치는 증가할 전망이나 해양수산업 부가가치 성장률은 GDP 성장률을 하회하기 때문에 해양수산업의 GDP 기여율은 큰 변화가 없을 것으로 전망되었다. 해양수산업의 GDP 기여율은 2017년 2.5%를 기록하며 3% 미만대로 내려갔고, 이러한 추세는 2022년까지 이어질 것으로 전망되었다.

〈그림 4-4〉 해양수산업의 실질 GDP 및 GDP 직접기여율 전망

(단위: 조 원, %)



주: KMI 전망치

자료: 저자 작성

대분류별 전망결과는 〈표 4-7〉과 같다. 해양수산업 전 부문은 2020년 하락을 경험하였으나 2021년에는 반등에 성공할 것으로 전망되었다. 특히 수산업 가공업, 수산물 생산업, 수산물 유통업, 해운업, 항만업, 선박 및 해양플랜트 건조수리업, 해양수산 기자재 제조업은 팬데믹 이전인 2019년 수준까지 회복할 것이라고 전망되었다. 반면 해양수산 관련 서비스업과 해양수산 레저관광업은 코로나19 확산 이전 수준까지 회복에 시간이 걸릴 것으로 전망되었다. 그로 인해

해양수산업 전체 부가가치도 2022년까지 증가세를 이어가나 2019년 수준으로 회복은 어려울 것으로 전망되었다.

〈표 4-8〉 산업별 부가가치 전망결과

단위: 조 원

대분류	2019e	2020e	2021f	2022f
수산물 가공업	2.03	1.96	2.02	2.08
수산물 생산업	2.92	2.82	2.91	2.99
수산물 유통업	3.23	3.12	3.22	3.31
해운업	5.95	5.87	6.10	6.30
항만업	7.20	7.09	7.38	7.62
선박 및 해양플랜트 건조수리업	11.50	11.45	11.58	11.69
해양수산 기자재 제조업	2.34	2.33	2.36	2.38
해양수산 관련 서비스업	10.87	7.25	7.81	8.25
해양수산 레저관광업	0.43	0.28	0.31	0.32
해양자원 개발 및 건설업	1.00	0.67	0.72	0.76
전체	47.48	42.84	44.41	45.72

주: KMI 전망치

자료: 저자 작성

2021년 해양수산업 부가가치 전망을 위해서 고안된 KMI-FCT21 모형을 통한 전망 외에도 최근 예측관련 연구에서 각광받고 있는 방법론인 머신러닝 기법을 적용하여 부문별 부가가치를 예측하였다. 머신러닝 기법의 예측은 총 7가지 방법과 4가지 모형구성을 통해 이루어졌는데, 부문별 최종 예측치는 KMI-FCT21모형과의 일치성과 평균절대비오차 등을 고려하여 선정하였다.

〈표 4-9〉 부문별 부가가치 전망결과

단위: 조 원, %

부문	2021f	
	KMI-FCT21	머신러닝
해운업	6.10	6.53 (3.83)
항만업	7.38	6.72 (3.27)
선박 및 해양플랜트 건조수리업	11.58	11.36 (27.24)
해양수산 레저관광업	0.31	0.39 (3.06)

주: 괄호는 MAPE 임. 머신러닝 기법의 전망치 중 해운업의 전망치는 LASSO, 항만업은 PCR, 조선업은 kmeans, 해양수산 레저관광업은 kmeans를 통해 추정된 전망치임.

자료: 저자 작성

제 5 장

향후 추진 과제

제1절 해양수산 전망체계 추진 계획

향후 추진될 해양수산 산업-거시 계량경제 분석모형 구축은 부가가치, 고용, 물동량, 소비량 등 경제 및 사회 현안 변수를 전망하는 것을 목적으로 한다.

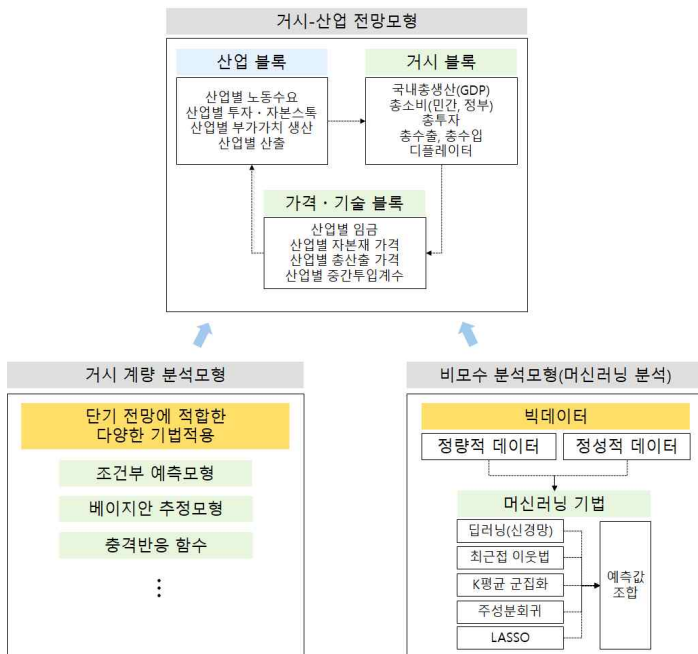
모형 개발은 경제이론에 근거한 연립방정식 형태의 하향식(top-down) 전망모형 개발과 해양수산업 부문별 부가가치 중심 전망모형 구축으로 구성된다. 즉, 해양수산업 중심 전망모형은 상호 보완적인 다모형 접근으로 모형개발을 추진하고자 한다.

첫째, 거시-산업 전망 모형은 경제이론에 기반한 부가가치 전망 중심 모형이다. 한국 경제의 특징을 반영하기 위해 소규모 개방경제를 가정하고, 미시경제 측면은 왈라스 일반균형이론에 기반한 산업별 수요-공급 균형을 유도한다. 또한 거시경제 측면은 소득 및 소비 함수이론, 필립스곡선 가설, 가격조정원리 등을 기반으로 한 총수요-총

공급 균형으로 수렴하도록 설계한다. 통계 DB는 거시경제 변수와 미시경제 변수인 산업별 변수 간의 통계적 적합성을 만족하도록 설계한다.

둘째, 머신러닝모형은 Big-Data(정량적 및 정성적 데이터) 활용이 가능한 전망모형이다. 이러한 부문별 상호 보완적 운용(다모형 접근법)으로 예측력을 강화할 수 있다. 둘째, 빅데이터 기반 해양수산업 머신러닝 분석모형 구축은 정량적 데이터와 정성적 데이터를 종합적으로 고려한 해양수산업 전망치를 제공하며, 계량경제 기반 전망모형을 보완하는 역할을 한다.

〈그림 5-1〉 해양수산업 전망모형 구축 추진체계(안)



해양수산 전망체계 구축 단계는 다음과 같이 구분할 수 있다.

첫째, 모형 운용에 필요한 장기 시계열 자료 구축을 위해서는 정량 및 정성 데이터를 수집하여 분석에 최적화된 자료로 가공하는 작업이 필요하다. 둘째, 해양수산업 부문별 비중을 고려한 해양수산업 중심의 데이터베이스로 전환하는 과정이 필요하다. 셋째, 단기적인 경제상황을 가장 잘 설명할 수 있는 거시계량경제모형을 선정하고 운용하며, 다양한 변수들을 활용한 머신러닝 모형을 운용하여 모형 상호간의 결과 검증을 할 수 있다.

해양수산 전망모형 체계의 구축은 코로나-19와 같은 대내외 사회·경제요인을 반영한 해양수산업 중심의 전망치 제공은 물론, 장기적으로는 해양수산업발전 기본계획을 비롯한 오션 뉴딜, 수산업혁신 2030, 해운산업 재건 등 다양한 정책의 실현 가능한 목표 설정 등 체계적인 정책목표 수립에 활용될 수 있다.

〈그림 5-2〉 해양수산업 전망모형 구축 단계(안)

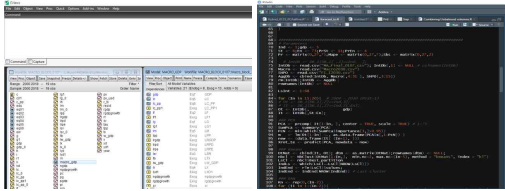
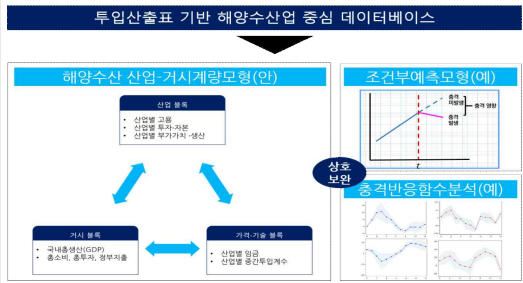
단계

예시

국민계정 통계와 정합성
있는 데이터베이스 구축

해양수산업 중심
데이터베이스 전환(예시)
-해양수산업 부문별
분할 비중 도출-

1 해양자원 개발 및 건설업	13 방만 및 해상교량 건설업	292 방만시설	1	1
9 해양수산 관련 서비스업	91 해양배기물 처리 및 정화	294(상하수도시설)	0.036	0.036
1 해양자원 개발 및 건설업	13 방만 및 해상교량 건설업	295 농림수산물목	0.190	0.190
6 수산물 유통업	61 수산물 중개 및 도소매업	302(도매서비스)	0.030	0.030
9 해양수산 관련 서비스업	92 해양수산 기자재 도소매업	302(도매서비스)	7.42613E-05	7.42613E-05
6 수산물 유통업	61 수산물 중개 및 도소매업	303(소매서비스)	0.006	0.006
9 해양수산 관련 서비스업	92 해양수산 기자재 도소매업	303(소매서비스)	7.42613E-05	7.42613E-05
2 해운방만업	21 해운업	309(연안 및 내륙수상 운	1	1
2 해운방만업	21 해운업	310(외항운송서비스)	1	1
2 해운방만업	21 해운업	313(수상운송보조서비스)	1	1
2 해운방만업	22 항만업	315(여객서비스)	0.546	0.546
2 해운방만업	22 항만업	316(화물 및 항공 서비스)	0.17	0.17

단계	예시
거시-산업 전망 모형 및 거시계량모형 Eviews 및 R 프로그래밍 머신러닝 모형 R 프로그래밍	
모형 적용 흐름도	

제2절 향후 추진 과제

해양수산업 전망모형 개발을 위한 연도별 추진 로드맵은 다음과 같다. 우선 거시-산업 전망모형을 중심으로 한 다모형 접근법으로 구성된 전망모형시스템을 구축하여 경제예측능력 및 분석능력을 제고할 필요가 있다.

〈그림 5-3〉 해양수산업 전망 체계



해양수산업 특수분류체계 기반 시계열 자료의 구축 및 확대를 위해 한국은행 산업연관표, 국민계정, 통계청, 해양수산부 실태조사 통계 등 자료 수집을 시행하며, 이때, 통계 간 시차가 존재하므로, 일부 자료의 경우 추정작업이 필요하다.

거시-산업 모형을 중심으로 한 해양수산업 전망모형 체계를 구축 하되, 동시에 거시계량모형과 머신러닝 기법 등을 보완적으로 운용 하여 최적의 전망치를 도출할 필요가 있다. 적용 가능한 최적의 분석 기법을 선정하기 위해 시계열분석, 회귀분석, 베이지안 분석(소표본), 빅데이터 분석기법(데이터 마이닝) 등을 검토한다. 이 단계에서는 분야별 전문가 및 관련 연구기관과 긴밀한 협력 통해 전망 결과의 적정 성 검증이 필요하다.

또한 주요 예측대상의 범위를 부가가치에서 고용, 투자 등 주요 경제지표로 확대할 필요가 있다. 해양수산업 전망모형 확대 구축 및 운용을 위해서는 확대된 통계 DB를 활용한 전망모형을 운용하고, 그간의 경험과 시행착오를 통해 축적된 정보들을 기록하여 전망모형 구축 가이드라인을 작성할 필요가 있다. 향후 해양수산 위성계정이 구축된 이후에는 모형에 사용될 기초 경제지표 DB로 위성계정의 지표 들을 활용할 수 있다.

마지막으로, 구축된 전망모형을 보완하고 확장하는 단계와 코로나 19와 같은 세계적인 경제충격의 효과를 시뮬레이션하는 작업에 해양수산업 중심으로 구축된 연산가능일반균형모형(KMI-GEM)⁴⁴⁾을 보완 적으로 활용할 필요가 있다.

44) 2020년부터 1국가 모형(ORANI model)을 기반으로 KMI 일반사업으로 구축 진행 중. 임병호 외 (2021)을 참고하기 바람

〈표 5-1〉 해양수산업 전망모형 구축 단계(안)

구분		2020	2021	2022	2023
전망 산업 부문		해양수산업 특수분류 체계 10개 해양수산업			
데이터 베이스	2005~2017	시계열 연장 및 머신러닝 분석을 위한 정량적 · 정성적 데이터 수집			
적용 방법론	거시-산업 모형	거시-산업 전망모형 구축 거시블록, 가격 · 기술블록 연계 (단계별 추진)			모형 확장
	거시계량 모형	거시계량전망모형(KMI-FCT21) 운용			
	머신러닝 기법	머신러닝 기법 전망의 시범적 적용 (단계별 확장 추진)			

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 강성원·김용건·장기복·김주희, 『환경정책 파급효과 분석을 위한 일반균형 모형개발』, 한국환경정책·평가연구원, 2012.
- 권장한 「한류와 방한 외래객 간의 상관관계 분석」, 『관광학연구』, 제41권 제1호, 2017.
- 김명직·장국현, 『금융시계열분석』, 경문사, 서울, 1998.
- 김영봉, 『A Macro-Economic Model of Korea for the Overall Resources Budget (Preliminary)』, 한국개발연구원, 1972.
- 김정호·박준경, 『한국경제의 구조변화 전망: 다부문모형의 모의실험』, 한국개발연구원, 1992.
- 김혜선, 『NABO 분기 거시계량경제 모형』, 국회예산정책처, 2012.
- _____, 『소규모 개방 경제의 거시·재정 모형 - 베이지안 DSGE 접근법』, 국회예산정책처, 2014.
- 남상호, 「스펙트럼분석법을 이용한 경기동행지수의 개선에 관한 연구」, 『한국경제학회 정기학술대회 발표 논문』, 1999.
- 문영석·조경엽, 「독점적 경쟁시장 하에서 온실가스 배출규제가 장기 에너지 전환에 미치는 효과」, 『경제학연구』, 제53권 제1호, 2005.
- 민인식·최필선, 『STATA 패널데이터 분석』, 서울: 한국 STATA 학회, 2009.
- 박경훈·임현준·노경서, 「한국은행 거시계량모형 (BOK20) 구축 결과」, 『조사통계월보』, 2020.
- 박순찬, 「한, 일 자유무역지대의 자본축적효과」, 『한국국제경제학회』, 제25권 제4호, 2002.
- 박양수, 『경제전망의 실제』, 서울: 한티미디어, 2011.
- 박준경·김정호, 『한국경제의 다부문모형: 모형구조와 추정결과』, 한국개발연구원, 1990.
- 백웅기, 「한국경기순환의 특징과 양태」, 『한국개발연구』, 제15권 제3호, 한국개발

- 연구원, 1993.
- 성명기, 『인구구조 변화가 성장과 재정에 미치는 영향: 연간 거시재정모형을 이용하여』, 국회예산정책처, 2008.
- 손민규·김대용·황상필, 「한국은행 분기거시계량모형 (BOK12) 재정모형 구축결과」, 『조사통계월보』, 2013년 6월호, 한국은행, 2013.
- 손양훈·신동천, 「연산 일반균형 모형의 개발 및 응용」, 『政策研究資料』, 1997.
- 신석하, 『거시계량모형을 이용한 외생적 요인의 경제파급효과 분석』, 한국개발연구원, 2005.
- 양준모, 「우리나라 경기변동의 양태에 관한 연구」, 『경제학 연구』, 제47권 제1호, 1999.
- 이금희, 「국민소득통계의 추세 및 순환변동계열 추출방법」, 『계간국민계정』, 제1호, 2000.
- 이민규·고병옥·최진우, 『해운·항만 정책의 연산일반균형 모형 연구』, 한국해양수산개발원, 2013.
- 이우성·이재억·황석원·이정동·황원식·양희원·홍찬영·정성문·김보현·이슬기, 『연구개발투자의 경제적 효과 평가 및 예측모형 개발』, 과학기술정책연구원, 2012.
- 이인실·김성태·안종범·이상돈, 「법인세제 개편방향에 관한 연구」, 『규제연구』, 제11권 제2호, 2002.
- 이재준·이한규·김영일·김성태·이준상, 『KDI 거시경제모형 재구축을 위한 연구』, 한국개발연구원, 2012.
- 이진면·김동석·김민수, 『다부문모형에 의한 산업구조 변화의 장기전망』, 한국개발연구원, 2001.
- 이진면·변창욱·최용재·김진웅·이상호, 『KIET 산업경제계량모형』, 산업연구원, 2007.
- 이진면·이용호·김재진·김바우·한정민, 『KIET 산업·거시경제 단기 계량전망모형 개발 연구』, 산업연구원, 2013.

- 이진면·이용호·김재진, 『4차 산업혁명과 우리 산업의 중장기 구조변화 전망』, 산업연구원, 2018.
- 이창수·이장규, 「중국 FTA 체결의 경제적 효과와 시사점」, 『East Asian Economic Review』, 제11권 제2호, 2007.
- 이한규, 『KDI-DSGE 모형을 이용한 우리나라 경기변동의 특징 및 동인 분석』, 한국개발연구원, 2013.
- 임병호·장정인·정수빈·김성아·최건우·강한애, 『해양수산업분야 글로벌 경제효과 분석모형(KMI-GEM) 시범 구축 연구』, 한국해양수산개발원, 2021
- 장정인·김태진·정수빈·김정우, 『해양수산업 전망모형 개발연구(Ⅰ)』, 한국해양수산개발원, 2020a.
- 장정인·정수빈·박동욱·김태한, 『2020 해양수산업 분석보고서-2016-2017년 산업연관표 기준』, 한국해양수산개발원, 2021.
- 장정인·정수빈·김태진·김성은·박희대·이현동·고병욱, 『2019 해양수산업 분석보고서-2015년 산업연관표 기준』, 한국해양수산개발원, 2020b.
- 전찬영·송주미, 『데이터 마이닝 기법을 이용한 항만물동량 예측 활용방안 연구』, 한국해양수산개발원, 2006.
- 정기호·황성윤, 「동태 CGE 모형을 이용한 홍수피해의 경제파급효과 분석」, 『자원·환경경제연구』, 제23권 제4호, 2014.
- 좌승희·황성현·이선애, 『한국경제의 연간거시모형과 정책효과 분석』, 한국개발연구원, 1993.
- 차경수, 「산업별 경기변동의 특성과 총체적 충격 및 산업고유충격의 역할」, 『經濟學研究』, 제65권 제2호, 2017.
- 최필산·민인식, 「머신러닝 기법을 이용한 대졸자 취업예측 모형」, 『직업능력개발연구』, 제21권 제1호, 2018.
- 한국은행, 『경제전망보고서』, 한국은행, 2020. 11.
- 한국은행, 『산업연관분석해설』, 한국은행, 2014.
- 한국은행, 『알기 쉬운 경제이야기』, 한국은행, 2020.

- 함도식·박소예나·최상화·강동진·노태근·이동섭, 「기계학습법을 이용한 동해 남서부해역의 표층 이산화탄소분압(fCO₂) 추정」, 『한국해양학회지』, 제24권 제3호, 2019.
- 황상필·박양수·최강욱, 「한국은행 거시계량투입산출모형」, 『조사통계월보』, 2006년 9월호, 한국은행, 2006.

〈국외 문헌〉

- Bloznelis, D., “Short-term salmon price forecasting”, *Journal of Forecasting*, 37(2), 2018.
- Clements, M. P. and D. F. Hendry, *A companion to economic forecasting*. Blackwell, 2002.
- Guyon, I., Weston, J., Barnhill, S., and Vapnik, V., “Gene selection for cancer classification using support vector machines”, *Machine learning*, 46(1), 2002.
- Han, Q., Yan, B., Ning, G., and Yu, B., “Forecasting dry bulk freight index with improved SVM”, *Mathematical Problems in Engineering*, 2014.
- Hansen, L. P., “Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators”, *Econometrica*, 50 (4). 1982.
- Hastie, T., Tibshirani, R., and Friedman, J., “The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction”, Springer Science & Business Media, 2009.
- Horvath, M., “Cyclicalities and Sectoral Linkages: Aggregate Fluctuations from Independent Sectoral Shocks”, *Review of Economic Dynamics*, 1, 1998.
- _____, “Sectoral Shocks and Aggregate Fluctuations,” *Journal of Monetary Economics*, 45, 2000.
- IMF, “World Economic Outlook Update”, 2021.
- Kleinbaum, D. G., Kupper, L. L., Nizam, A., and Rosenberg, E. S., *Applied regressi*

- on analysis and other multivariable methods*, Nelson Education, 2013.
- Kim, Y. H., Im, J., Ha, H. K., Choi, J. K., and Ha, S., "Machine learning approaches to coastal water quality monitoring using GOCI satellite data", *GIScience & Remote Sensing*, 51(2), 2014.
- Knudby, A., LeDrew, E., and Brenning, A., "Predictive mapping of reef fish species richness, diversity and biomass in Zanzibar using IKONOS imagery and machine-learning techniques", *Remote Sensing of Environment*, 114(6), 2010.
- Moustapha, M., Bourinet, J. M., Guillaume, B., and Sudret, B., "Comparative study of Kriging and support vector regression for structural engineering applications", *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*, 4(2), 2018.
- OECD, *Sustainable Ocean for All*, 2020.
- OECD, *Rethinking Innovation for a Sustainable Ocean Economy*, 2019.
- OECD, *The Ocean Economy in 2030*, 2016.
- Park, G. and J. Kildow, "Rebuilding the Classification System of the Ocean Economy", *Journal of Ocean and Coastal Economics*, 2014(1), 2014.
- Sargan, J. D., "Testing for misspecification after estimating using instrumental variables", *Contributions to Econometrics*, New York: Cambridge University Press, 1988.
- Smoliński, S. and Radtke, K., "Spatial prediction of demersal fish diversity in the Baltic Sea: comparison of machine learning and regression-based techniques", *ICES Journal of Marine Science*, 74(1), 2017.
- Tserpes, G., Moutopoulos, D. K., Peristeraki, P., Katselis, G. and Koutsikopoulos, C., "Study of swordfish fishing dynamics in the eastern Mediterranean by means of machine-learning approaches", *Fisheries Research*, 78(2-3), 2006.
- von Spreckelsen, C., von Mettenheim, H. J., and Breitner, M. H., "Spot and freight rate futures in the tanker shipping market: Short-term forecasting with

linear and non-linear methods”, *In Operations Research Proceedings 2012*, Springer, Cham. 2014

Virdin, J., Vegh, T., Jouffray, J.B., Blasiak, R., Mason, S., Osterblom, H, and Vermeer, D, “The Ocean 100: Transnational corporations in the ocean economy”, *Science Advances*, 13, 2021.

World Bank, *Global Economic Prospects*, 2021.

〈인터넷 자료〉

한국은행 경제통계시스템 홈페이지, <https://ecos.bok.or.kr> (검색일: 2021. 2. 14)

연방준비제도이사회 홈페이지, <https://www.federalreserve.gov/econres.htm>
(검색일: 2020. 2. 3)

IMF 홈페이지, MULTIMOD Mark III, <https://www.imf.org/external/pubs/ft/op/op164/index.htm> (검색일: 2020. 2. 3)

부록

〈부록 표-1〉 머신러닝 기법 사용 변수

분야	분야별 변수	공통 변수
해운	컨테이너물동량, 건화물선물동량, SCFI, 상해.유럽.달러, 상해.미.서부.달러, 상해.싱가포르.달러, BDI.종합, BPI, 연료유가, LIBOR.Interest.Rates, USA.Interest.Rates, World.Seaborne.Trade,	취업자수, 상용근로자, 실질순자본소득, 투자, 수출, 수입, 상용근로자임금, 중간투입계, 영업잉여, 고정자본소모, 생산세, 중간수요계, 민간소비지출, 재고증가, 최종수요계, 총산출액, 총공급, 총GDP, 1인당GDP, 회사채수익률, GDP디플레이터, 민간, 정부, 총고정자본형성, 재화와서비스의수출, 재화와서비스의수입, 총취업자수, 총상용근로자, 총저축률,
항만	World.Seaborne.Container.Trade, 국적선사.톤수, World.Fleet.GT, GDP성장률, Weighted.Average.Earnings.All.Bulkers, CCFI.Composite.Index, Total.Contracting..GT, Total.Containership.Sales, Total.Containership.Sales.1, Total.Containership.Sales.2, Total.Containership.Sales.3 ※ 총 23개	총명목순자본소득, 노동소득분배율, 노동소득분배율1, 노동소득분배율2, 평균교육기간, 다요소생산성, 총고정자본형성, 고정자본소모, 총인구, 1인당연간노동시간, 경제활동인구, 평균원화환율, 세계.GDP, 세계물가 ※ 총 43개
조선		
수산	국제유가, 어획노력량, 면세유가격, 수산물총생산량, 수산물총생산액, 수산물평균가격, 수산물수출액, 수산물수입액, 어업부가가치, 어가수, 어가인구, 어가소득, 1인당수산물소비량 ※ 총 13개	
관광 레저	크루즈관광객, 해수욕장방문객, 연간강수일수, 연간열대야일수, 연간폭염일수, 연간황사일수, 도로길이, 고속도로길이, 연안여객선이용객, 동력수상레저기구, 세계관광객 ※ 총 11개	

자료: 저자 작성

〈부록 표-2〉 RFE 변수 선정 결과(당해 연도)

연도	해운							
2014	노동분배2	LIBOR	교육기간	Dry량	자본형성1	노동분배	노동시간	WorldTrade
	총자축률	중간수요	총취업자	상용임금	순자본	세계GDP	1GDP	총GDP
	국적선사	WorldFleet	자본소모	자본소모1	자본형성	Contain량	총인구	총상용근로자수
	순자본	BDI	디플레터	상해미서	총투입액	정부	경제활동	민간
	WorldContain	취업자수	수출	생산세	USRate	AllBulkers	SCFI	상용근로
	Tota. Contain	상해상가	회사채를	영업잉여	유가	BPI	TotalContain1	요소생산
	TotalContain2	재서수입	총공급	중간투입	세계물가	상해유럽	재서수출	최종수요
	평균환율	수입	투자	CCFI	노동분배1	민간지출	TotalContain3	재고증가
2015	GDP성장	TotalContract						
	LIBOR	노동시간	노동분배2	노동분배	상용임금	민간	취업자수	순자본
	WorldContain	Dry량	WorldTrade	1GDP	총GDP	상용근로	자본형성1	총인구
	총취업자	총자축률	세계GDP	정부	경제활동	BDI	자본소모1	디플레터
	국적선사	총상용로	WorldFleet	교육기간	자본형성	수출	자본소모	총투입액
	순자본	Contain량	Tota. Contain	세계물가	중간수요	USRate	총공급	
	TotalContain2	BPI	중간투입	AllBulkers	요소생산	상해상가	생산세	최종수요
	TotalContain1	상해미서	TotalContain3	투자	노동분배1	유가	수입	민간지출
2016	재서수출	GDP성장	SCFI	재서수입	TotalContract	CCFI	재고증가	영업잉여
	평균환율	상해유럽						
	취업자수	상용근로	경제활동	자본형성1	총자축률	총상용로	WorldTrade	노동분배2
	WorldContain	세계GDP	총취업자	교육기간	상용임금	디플레터	순자본	Contain량
	순자본	총GDP	총인구	민간	1GDP	자본형성	자본소모1	WorldFleet
	Dry량	노동분배	정부	회사채를	AllBulkers	노동시간	수출	국적선사
	BPI	BDI	Tota. Contain	자본소모	TotalContain2	LIBOR	USRate	SCFI
	총투입액	세계물가	TotalContain1	GDP성장	재서수출	노동분배1	총공급	민간지출
2017	재서수입	재고증가	상해상가	최종수요	평균환율	투자	영업잉여	요소생산
	수입	중간수요	유가	생산세	중간투입	상해미서	CCFI	상해유럽
	TotalContain3	TotalContract						
2018	총자축률	총상용로	순자본	세계GDP	경제활동	총취업자	WorldTrade	민간
	총자축률	WorldFleet	순자본	1GDP	총취업자	자본형성1	WorldTrade	자본소모1
	디플레터	TotalContain1	노동시간	순자본	총GDP	총상용로	교육기간	경제활동
연도	항만							
2014	WorldTrade	BDI	총상용액	생산세	WorldFleet	국적선사	자본형성1	순자본
	취업자수	총인구	자본소모1	총상용로	노동시간	총공급	AllBulkers	Dry량
	디플레터	유가	민간지출	Contain량	세계GDP	BPI	1GDP	회사채를
	자본소모	WorldContain	정부	경제활동	중간수요	노동분배2	자본형성	중간투입
	순자본	수출	민간	상용근로	총GDP	총취업자	재고증가	노동분배
	요소생산	교육기간	LIBOR	투자	상용임금	재서수출	최종수요	SCFI
	수입	USRate	총자축률	영업잉여	세계물가	재서수입	상해미서	상해상가
	TotalContain3	CCFI	TotalContain2	노동분배1	GDP성장	상해유럽	평균환율	Tota. Contain
	TotalContract	TotalContain1						

연도	항만							
2015	민간	세계GDP	총상용로	경제활동	총인구	총산출액	SeaBulkers	자본소모1
	BPI	국적선사	자본소모	취업자수	Contain량	자본형성1	중간투입	총취업자
	BDI	자본형성	WorldTrade	민간지출	노동시간	순자본	정부	총GDP
	1GDP	중간수요	수출	총공급	WorldContain	상용근로	WorldFleet	순자본
	Dry량	디플레터	회사채물	교육기간	노동분배2	생산세	요소생산	재고증가
	노동분배	투자	상용임금	LIBOR	재서수입	재서수출	GDP성장	수입
	TotalContain1	유가	총저축률	Tota.Contain	SCFI	USRate	세계물가	노동분배1
	CCFI	상해미서	영업잉여	상해유류	최종수요	평균환율	TotalContain2	상해심가
	TotalContain3	TotalContract						
2016	총인구	순자본	자본소모1	총공급	세계GDP	총산출액	수출	자본소모
	자본형성	Contain량	정부	Dry량	BPI	BDI	국적선사	민간지출
2017	총취업자	1GDP	총공급	Dry량	회사채물	정부	민간	자본형성
	경제활동	수출	총GDP	총산출액	노동시간	세계GDP	민간지출	중간수요
2018	경제활동	WorldContain	민간	총산출액	디플레터	순자본	자본형성1	자본형성
	Contain량	총상용로	WorldTrade	민간지출	중간투입	중간수요	총공급	총취업자
연도	조선							
2014	영업잉여	재고증가	수입	재서수출	평균환율	최종수요	총공급	재서수입
2015	영업잉여	재고증가	수입	재서수출	총공급	총산출액	중간투입	최종수요
2016	영업잉여	재고증가	수입	재서수출	최종수요	생산세	중간투입	총공급
2017	영업잉여	재고증가	생산세	수입	재서수출	최종수요	중간투입	총산출액
	총공급	SCFI	상해심가	유가	재서수입	민간지출	국적선사	회사채물
2018	재고증가	생산세	영업잉여	수입				
연도	수산							
2014	상용임금	총공급	총투입액	영업잉여				
2015	총투입액	영업잉여	총공급	회사채물	투자	중간수요	요소생산	상용근로
	총투입액	중간수요	영업잉여	국제유가	회사채물	총공급	투자	생산세
	민간지출	상용근로	상용임금	요소생산	재서수출	여가수	재고증가	총저축률
	총취업자	세계GDP	민간	1GDP	여획노력	경제활동	여가인구	총GDP
2016	총상용로	교육기간	총인구	자본형성1	순자본	자본소모1	디플레터	정부
	순자본	노동분배1	노동시간	노동분배2	자본소모	수산수출	자본형성	수산물가
	중간투입	여가소득	취업자수	수산수입	재서수입	세계물가	노동분배	면세유가
	최종수요	수산물량	어업부가	수산물액	수산소비	수입	수출	평균환율
2017	중간수요	생산세	재고증가	국제유가	영업잉여	상용임금	회사채물	총투입액
	투자	상용근로	재서수출	여가인구	총저축률	총상용로	노동분배1	총공급
	생산세	중간수요	영업잉여	재고증가	회사채물	상용임금	상용근로	투자
2018	총공급	국제유가	경제활동	여가수	총인구	자본형성1	총취업자	재서수출
	여가인구	세계GDP	순자본	디플레터	요소생산	총GDP	1GDP	총상용로
	민간	총저축률	자본형성	노동분배1	여가소득	여획노력	정부	총투입액
	수산수입	노동시간	자본소모1	순자본	노동분배2	중간투입	수입	재서수입
	교육기간	자본소모	민간지출	수산물가	노동분배	최종수요	취업자수	어업부가
	세계물가	수산물액	수산수출	수산물량	평균환율	면세유가	수출	수산소비

연도	관광							
2014	최종수요	총저축률	순자본	자본소모	총투입액	상용임금	노동분배 ²	총공급
	1GDP	교육기간	자본형성 ¹	총GDP	크루즈영	재고증가	중간수요	생산세
2015	상용임금	자본소모	최종수요	재고증가				
2016	상용임금	총투입액	중간투입	최종수요	수출	총공급	순자본	재고증가
2017	최종수요	중간투입	총공급	상용임금				
2018	최종수요	상용임금	총투입액	총공급	중간투입	수출	총저축률	순자본

주: 각 독립변수들은 종속변수에 영향정도에 따라 배열됨

자료: 저자 작성

〈부록 표-3〉 RFE 변수 선정 결과(차년도)

연도	해운							
2014	SCFI	노동시간	디플레터	BDI	영업잉여	자본소모1	민간	USRate
	국적선사	AllBulkers	노동분배	자본소모	정부	순자본	노동분배2	총인구
	BPI	순자본	LIBOR	WorldFleet	총상용로	자본형성	1GDP	자본형성1
	총GDP	경제활동	요소생산	상용임금	평균환율	세계GDP	총취업자	TotalContain3
	재사수입	취업자수	Dry량	상해상가	세계물가	유가	중간수요	생산세
	상용근로	WorldContain	상해유럽	총자축률	총공급	교육기간	재사수출	중간투입
	GDP성장	상해미서	총투입액	재고증가	투자	Contain량	회사채물	Tota.Contain
	WorldTrade	CCFI	최종수요	TotalContain2	수출	TotalContain1	민간지출	수입
2015	노동분배1	TotalContract						
	BDI	영업잉여	AllBulkers	요소생산	BPI	총GDP	자본소모	WorldFleet
2016	자본소모1	국적선사	순자본	1GDP	총상용로	디플레터	LIBOR	상용임금
	BDI	AllBulkers	요소생산	BPI	국적선사	총상용로	세계물가	순자본
	WorldFleet	노동분배	총GDP	1GDP	자본형성	자본소모1	노동시간	순자본
	총인구	정부	세계GDP	상용임금	총취업자	경제활동	LIBOR	디플레터
	GDP성장	Contain량	민간	WorldTrade	USRate	WorldContain	Dry량	자본소모
	회사채물	교육기간	노동분배2	자본형성1	재고증가	재사수출	취업자수	영업잉여
	수출	중간수요	노동분배1	재사수입	상용근로	상해유럽	총자축률	투자
	TotalContain1	상해미서	SCFI	평균환율	중간투입	TotalContract	Tota.Contain	수입
2017	총투입액	총공급	TotalContain2	생산세	CCFI	유가	최종수요	상해상가
	TotalContain3	민간지출						
2018	BPI	AllBulkers	BDI	요소생산	총상용로	WorldFleet	노동시간	총인구
	자본형성1	순자본	1GDP	경제활동	정부	총취업자	세계물가	WorldContain
2018	BDI	BPI	AllBulkers	요소생산	노동시간	세계물가	Dry량	1GDP
	WorldContain	디플레터	WorldFleet	총상용로	정부	민간	총인구	순자본
연도	항만							
2014	순자본	Dry량	투자	취업자수	최종수요	생산세	디플레터	Contain량
	민간지출	총GDP	교육기간	세계GDP	순자본	자본소모1	경제활동	노동시간
	민간	노동분배	총상용로	상용근로	총취업자	총인구	WorldTrade	정부
	자본형성1	중간수요	재고증가	LIBOR	1GDP	총자축률	WorldContain	국적선사
	유가	노동분배2	자본소모	자본형성	WorldFleet	수출	총산출액	AllBulkers
	BDI	상해미서	총공급	재사수출	USRate	중간투입	재사수입	TotalContain2
	Tota.Contain	수입	TotalContain1	BPI	회사채물	SCFI	요소생산	상용임금
	평균환율	상해상가	TotalContain3	GDP성장	상해유럽	세계물가	TotalContract	CCFI
2015	영업잉여	노동분배1						
	중간수요	교육기간	1GDP	총GDP				
2016	순자본	세계GDP	Dry량	1GDP	총취업자	국적선사	자본형성1	Contain량
	WorldTrade	민간지출	총GDP	투자	총상용로	민간	노동시간	순자본
2017	자본소모1	민간	노동시간	자본형성1	총상용로	1GDP	Dry량	순자본
	WorldFleet	WorldContain	총취업자	세계GDP	중간수요	디플레터	국적선사	정부
2018	Dry량	디플레터	경제활동	민간지출	중간수요	순자본	자본형성1	총GDP
	총인구	1GDP	노동시간	총상용로	자본소모1	WorldFleet	순자본	교육기간

연도	조선							
2014	수출	총산출액	중간투입	상용근로				
	총공급	총산출액	최종수요	중간투입	TotalContain3	중간수요	수출	회사채를
	BPI	BDI	영업잉여	요소생산	노동분배2	AllBulkers	WorldFleet	1GDP
	WorldContain	수입	취업자수	총상용로	민간	디플레이터	순자본	재고증가
2015	WorldTrade	LIBOR	총저축률	Contain량	Dry량	자본소모	국적선사	순자본
	자본형성1	총인구	상용근로	정부	교육기간	자본소모1	TotalContract	투자
	총GDP	자본형성	경제활동	세계물가	총취업자	세계GDP	생산세	상해유류
	SCFI	GDP성장	유가	노동시간	상해미서	상용임금	노동분배	재서수입
	평균환율	상해상가	TotalContain1	민간지출	USRate	CCFI	재서수출	TotalContain2
	Tota. Contain	노동분배1						
2016	총산출액	중간투입	최종수요	총공급	노동분배2	중간수요	요소생산	BDI
	총공급	총산출액	중간투입	최종수요	노동시간	투자	수출	자본소모
	영업잉여	중간수요	TotalContain3	회사채를	Contain량	디플레이터	자본소모1	AllBulkers
	요소생산	수입	BPI	BDI	취업자수	경제활동	총상용로	상용근로
2017	세계GDP	Dry량	WorldTrade	1GDP	자본형성1	국적선사	교육기간	순자본
	노동분배2	WorldFleet	민간	총저축률	총GDP	정부	TotalContain1	총취업자
	재고증가	노동분배1	자본형성	WorldContain	총인구	TotalContain2	LIBOR	순자본
	GDP성장	유가	SCFI	세계물가	상해상가	Tota. Contain	재서수입	민간지출
	TotalContract	생산세	재서수출	평균환율	상해미서	USRate	CCFI	상해유류
	노동분배	상용임금						
2018	투자	노동시간	자본소모	중간투입	총산출액	총공급	최종수요	영업잉여
	회사채를	수출	BDI	중간수요	노동분배2	수입	취업자수	순자본
	WorldFleet	총취업자	재고증가	Dry량	AllBulkers	경제활동	총인구	정부
	요소생산	Contain량	국적선사	디플레이터	총GDP	BPI	순자본	WorldContain
	총저축률	자본형성	세계GDP	자본소모1	1GDP	WorldTrade	민간	교육기간
	노동분배1	총상용로	자본형성1	TotalContain1	TotalContain2	TotalContain3	상해상가	TotalContract
	GDP성장	상용근로	유가	재서수출	Tota. Contain	SCFI	USRate	상해미서
	상해유류	LIBOR	CCFI	노동분배	세계물가	생산세	재서수입	평균환율
연도	수산							
	총저축률	회사채를	수산물비	수출	영업잉여	민간지출	최종수요	총공급
	요소생산	상용임금	수입	수산물가	노동분배2	총투입액	아기사	어획노력
	아기사득	정부	1GDP	상용근로	순자본	자본형성1	노동분배	총GDP
	순자본	수산물수입	총취업자	세계GDP	평균환율	디플레이터	경제활동	재서수출
	총상용로	수산물수출	노동시간	민간	자본소모1	수산물액	자본형성	취업자수
	총인구	재고증가	투자	아기사득	재서수입	생산세	중간투입	중간수요
	국제유가	교육기간	세계물가	자본소모	수산물량	노동분배1	면세유가	어업부가
	총저축률	영업잉여	회사채를	수산물비	수출	요소생산	수산물수입	재고증가
	자본형성	아기사득	디플레이터	자본형성1	노동분배2	민간	자본소모1	총취업자
	최종수요	경제활동	아기사	상용임금	순자본	정부	순자본	총인구
	교육기간	총GDP	1GDP	노동시간	상용근로	세계GDP	총상용로	생산세
2015	어획노력	수산물수출	노동분배	투자	중간수요	수입	아기사득	취업자수
	수산물액	수산물가	재서수출	총투입액	총공급	국제유가	자본소모	민간지출
	평균환율	노동분배1	세계물가	면세유가	어업부가	재서수입	중간투입	수산물량

연도	수산							
2016	자본형성	영업잉여	회사채를	총저축률	수산수입	요소생산	노동시간	정부
	자본형성	수산수입	회사채를	영업잉여	민간	자본소모1	경제활동	상용근로
	총저축률	총취업자	총GDP	아가인구	1GDP	정부	노동시간	여획노력
	순자본	총상용로	총인구	자본형성1	요소생산	아가수	아가소득	교육기간
2017	순자본	디플레이터	수출	세계GDP	중간투입	수산소비	취업자수	노동분배2
	노동분배1	민간지출	수산물가	수산물액	총투입액	생산세	재사수출	수산수출
	최종수요	총공급	재고증가	평균환율	상용임금	노동분배	국제유가	세계물가
	자본소모	어업부가	투자	면세유가	수입	재사수입	중간수요	수산물량
2018	자본형성	수산수입	회사채를	영업잉여	순자본	세계GDP	총저축률	총인구
	경제활동	여획노력	총취업자	노동시간	아가인구	총GDP	자본소모1	디플레이터
	1GDP	총상용로	아가수	아가소득	정부	민간	자본형성1	상용근로
	순자본	교육기간	수산소비	민간지출	노동분배1	수출	중간투입	요소생산
	노동분배2	취업자수	생산세	재사수출	최종수요	수산수출	상용임금	수산물가
	국제유가	수산물액	재고증가	총투입액	노동분배	수입	면세유가	세계물가
	투자	총공급	재사수입	수산물량	평균환율	중간수요	자본소모	어업부가
연도	관광							
2014	디플레이터	노동시간	중간수요	노동분배				
	노동분배	수입	평균환율	노동시간	노동분배2	재사수출	재사수입	중간수요
	고속도로	디플레이터	총상용로	도로	순자본	연안선객	총GDP	자본소모1
	레저선	민간	1GDP	수출	자본형성1	자본형성	경제활동	영업잉여
2015	크루즈명	총인구	정부	중간투입	요소생산	생산세	투자	세계물가
	순자본	총저축률	총투입액	세계GDP	자본소모	상용임금	재고증가	최종수요
	연강수일	총취업자	세계시장	교육기간	총공급	회사채를	연목염일	상용근로
	민간지출	해수욕명	연열대일	연항사일	취업자수	노동분배1		
2016	노동분배	총인구	노동시간	평균환율	중간수요	순자본	고속도로	영업잉여
	자본소모1	디플레이터	연안선객	총GDP	노동분배2	정부	레저선	경제활동
	도로	민간	1GDP	자본형성	크루즈명	총상용로	생산세	자본형성1
	재고증가	수출	재사수출	중간투입	순자본	최종수요	총취업자	재사수입
	세계물가	연강수일	총공급	수입	총투입액	교육기간	세계GDP	자본소모
	투자	연목염일	해수욕명	상용임금	총저축률	요소생산	세계시장	연열대일
	회사채를	상용근로	노동분배1	취업자수	민간지출	연항사일		
2017	노동분배	노동시간	평균환율	도로	디플레이터	영업잉여	중간수요	노동분배2
	고속도로	민간	총인구	순자본	레저선	자본소모1	크루즈명	경제활동
	자본형성1	연안선객	자본형성	요소생산	1GDP	총상용로	정부	총GDP
	재사수출	재사수입	총취업자	연강수일	생산세	최종수요	수입	총저축률
	세계물가	세계GDP	교육기간	순자본	중간투입	상용임금	수출	재고증가
	총공급	세계시장	투자	총투입액	자본소모	연항사일	연목염일	민간지출
	해수욕명	회사채를	노동분배1	취업자수	연열대일	상용근로		
2018	노동분배	노동시간	노동분배2	평균환율	중간수요	고속도로	도로	순자본
	총인구	1GDP	자본소모1	디플레이터	자본형성	정부	경제활동	총상용로

일반사업 2020-15-02

해양수산업 전망모형 개발 연구(II)

2021년 3월 인쇄

2021년 3월 발행

발 행 인 | 장 영 태

발 행 처 | 한국해양수산개발원

49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 | 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등 록 | 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 | 애드원플러스 Tel : 070-4390-3850

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 02-394-0337
비매품

