

STAR 모형을 이용한 국내 주요 수입수산물 시장의 통합 여부에 관한 연구[†]

임은선*

부경대학교 국제통상학부 조교수

A Study on the Market Integration of Major Import Fishery Products in South Korea Utilizing STAR Model

Eun-Son Lim*

Assistant Professor, Division of International Commerce, Pukyong National University, Busan, 48513, Korea

Abstract

I explore that South Korea's major import fishery product markets-frozen hairtail, frozen mackerel, frozen pollock and frozen squid-are integrated by testing whether there is favorable evidence of the law of one price (LOP). Unlike previous studies on the LOP for fishery product markets, I assume non-zero import costs and include them in a trade model. To explore whether LOP holds for major import fishery product markets in South Korea with non-zero import costs, I utilize a non-linear time-series model, Smooth Transition Autoregressive (STAR) model with the sample periods from January in 2002 to December in 2019. I find that the behaviors of home-foreign price (i.e., import price) differentials of all four major import fishery products are non-linear depending on whether trade occurs and favorable evidence of LOP for each import market in South Korea. These findings indicate that each of South Korea's major import fishery product markets is integrated. They imply that the supply of each major import fishery product-frozen hairtail, frozen pollock, frozen mackerel and frozen squid, and their prices are stable even if there is an economic shock on each market. When it comes to trade policy implications, the Korean trade policy including tariffs or quotas against their import countries for the four major import fishery products may not have influences on their price in the markets.

Keywords : Law of One Price, Market Integration, STAR (p,d), JEL Classifications: F14, F15, C58

Received 15 September 2020 / Received in revised form 27 November 2020 / Accepted 27 November 2020

[†] 이 논문은 부경대학교 자율창의기술연구비(2019년)에 의하여 연구되었음을 밝힙니다.

*Corresponding author : <https://orcid.org/0000-0003-0504-8540>, +82-51-629-5755, les624@pknu.ac.kr

© 2020, The Korean Society of Fisheries Business Administration

I. 서론

일물일가법칙(Law of One Price: 이하 LOP)은 판매장소가 국내 혹은 국외 어디든 상관없이, 동일한 화폐단위로 표시된 동일 상품의 가격은 언제나 같음을 의미한다. 다시 말해서 하나의 상품은 판매장소와 상관없이 언제나 하나의 가격을 가짐을 의미한다. Marshall(1947)과 Stigler(1969)가 내린 시장의 정의에 따르면, 하나의 시장은 단 하나의 가격을 가져야 한다. 따라서 서로 다른 국가들에 위치한 동종 재화의 시장들 사이에서 LOP가 성립한다면, 비록 지리적으로 멀리 떨어져 있다 하더라도, 이들은 하나로 통합되어 있음을 알 수 있다.

20세기 이후, 많은 나라들은 FTA를 비롯한 다양한 무역협정을 바탕으로 다른 나라들과 시장통합을 이루려고 노력하고 있다. 시장통합이 이토록 중요한 이유는 무엇일까? 거시적인 측면에서, 시장통합은 국가들의 지속 가능한 경제성장을 강화하는 역할을 하고, 미시적인 측면에서, 서로 다른 국가들에 위치한 동종 재화의 시장통합을 통해, 소비자와 생산자들은 가격(price)을 바탕으로 시장에 대한 정보를 파악하는 것이 용이하고, 생산자들 사이의 경쟁(competition)과 비교우위에 따른 생산의 특화(specialization)가 활발하게 이루어져 시장의 효율성(efficiency)이 높아질 것을 기대할 수 있다.

그동안 많은 연구들(Goldberg and Verboven, 2005; Góes and Matheson, 2017)은 LOP 성립 여부를 바탕으로 동종 재화 시장의 통합 여부 혹은 통합 정도의 차이를 살펴보았다. 이는 수산물 시장에서도 예외가 아니다. 많은 연구자들(임은선·김기수, 2015; Asche, Gordon and Hannesson, 2004; Vinuya, 2007)은 유럽의 여러 국가들, 미국, 일본, 한국 등의 수산물 수입시장 혹은 그들의 국내 수산물 시장들을 대상으로 LOP 성립 여부를 살펴봄으로써 수산물 시장의 통합 여부, 더 나아가 통합 정도의 차이를 살펴보았다. LOP 성립 존재의 유무를 바탕으로 수산물 시장들의 통합 여부를 살펴본 선행연구들을 통해, 여러 국가들에 위치한 동종 수산물의 시장들에 비해 한 국가 내에 위치한 동종 수산물의 시장들 사이에서 더 많은 LOP 성립근거를 발견함을 알 수 있었다. 선행연구들이 주장하는 것처럼, 서로 다른 국가들에서 판매되는 동종 수산물의 질(quality)적인 차이, 완전경쟁(perfect competition) 혹은 불완전경쟁(imperfect competition) 시장과 같은 수산물 시장의 구조, 그리고 무역장벽, 환율의 변동성과 같은 국경효과(border effect)¹⁾ 등 다양한 요인들이 한 국가 내에 위치한 동종 수산물 시장들과 여러 국가 내에 위치한 동종 수산물 시장의 LOP 성립 여부에 차이를 가져다 준다고 볼 수 있다. 하지만 본 연구는 앞에서 언급한 선행연구들과 다른 관점에서, 여러 국가들에 위치한 동종 수산물 시장들 사이에서 LOP 성립근거를 발견하지 못한 이유를 살펴보고자 한다.

서로 다른 국가들에 위치한 동종 재화 시장들 사이에서 LOP 성립의 전제조건은 무역 발생이다. 리카르도 모형과 같은 전통적인 무역이론은 서로 다른 두 국가에서 동종 재화의 국내-외국 가격 차이(home-foreign price differential)가 존재하기만 하면, 이들 사이에서 동종 재화에 대한 무역거래가 발생한다고 주장한다²⁾. 하지만 현실에 있어서 무역 발생은 동종 재화의 가격 차이만으로 설명하기 어렵다.

- 1) 국경효과(Border Effect)가 LOP 성립에 미치는 영향에 대한 더 자세한 사항은 Engle and Rogers(1996) 연구를 참고하기 바란다.
- 2) 전통무역 이론에서는 서로 다른 두 국가 사이에서 동종 재화의 가격 차이를 발생시키는 요인들로 이들 사이에서 존재하는 생산성의 차이, 자원부존도의 차이 등을 제시하였다. 또한 전통 무역이론에서는 서로 다른 두 국가 사이에서 무역거래 시 발생하는 모든 비용을 고려하지 않았다. 즉, 0이라고 전제하였다.

이는 이들 사이에서 무역 발생 시 발생하는 다양한 비용들, 즉 무역비용(trade costs) 때문이다. 만약 서로 다른 두 국가 사이에서 동종 재화의 가격 차이가 무역비용보다 작다면, 무역은 일어나지 않을 것이다. 따라서 LOP 성립 여부를 살펴보기 위해, 서로 다른 두 국가 사이에서 동종 재화의 가격 차이가 무역비용보다 큰 경우만을 LOP 분석대상에 포함시켜야 한다. 하지만 기존 연구들(Papell, 1997; Perron and Vogelsang, 1992)은 무역이론에 따라, 무역비용을 0이라고 전제하였기 때문에 서로 다른 두 국가 사이에서 동종 재화의 가격 차이가 0이 아니기만 하면 LOP 성립의 전제조건을 갖추었다고 가정했다. 이와 같이, 무역비용이 0이라는 전제에서 시작한 선행연구들의 LOP 분석에 대한 접근 방법이 그들이 서로 다른 국가들에 위치한 동종 수산물 시장들 사이에서 LOP 성립근거를 발견하지 못한 이유가 될 수 있다고 사료된다.

본 연구는 선행연구들과 달리 0이 아닌 무역비용을 고려하여, 국내 주요 수입수산물인 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어 수입시장에서 LOP 성립 여부를 살펴보고, 이를 바탕으로 이들 시장의 통합 여부를 살펴보았다. 이를 위해, 본 연구는 비선형 시계열 모형 중 하나인 평활 전이 자기회귀모형(Smooth Transition Autoregressive Model: 이하 STAR)을 사용하였다.

국내 수입수산물 시장통합에 관해 살펴본 연구로 임은선·김기수(2015) 연구가 있다. 임은선·김기수(2015) 연구는 냉동 갈치, 냉동 명태 그리고 냉동 낙지의 수입시장에서 국내산 가격을 제외하고, 이들의 수입 국가들로 부터 수입된 개별 수산물의 수입 가격들 사이에서 공적분 관계 존재 유무를 바탕으로, 이들 수입시장의 통합 여부를 살펴보았다. 하지만 본 연구는 임은선·김기수(2015) 연구와 달리, 주요 수입수산물들의 국내 가격과 여러 나라들로 부터 수입된 동종 수산물의 평균 수입 가격 사이에서 LOP 성립 여부를 살펴봄으로써 국내 주요 수입수산물 시장의 통합 여부를 살펴보았다.

국내 주요 수입수산물 시장의 통합 여부를 살펴보는 것은 동종의 국내산 수산물과 수입수산물의 대체관계(substitutability) 존재 유무뿐만 아니라, 국내 생산자들과 외국 생산자들 사이에서의 경쟁 정도, 더 나아가 수입수산물에 대한 관세 혹은 할당과 같은 국내 무역정책들이 주요 수입수산물의 국내 가격에 미치는 영향 정도를 가늠하는데 유용할 것이다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 본 연구는 Section II에서 국내 수입수산물 시장의 최근 동향을 제시하고, Section III에서 LOP 성립 존재의 유무를 바탕으로 수산물 시장통합 여부를 살펴본 선행연구들을 제시할 것이다. Section IV에서는 동종 수산물의 국내-외국 수입 가격 차이와 수입비용의 상대적인 크기에 따라 달라지는 국내-외국 수입 가격 차이의 행동 패턴 및 이를 분석하기 위해 본 연구에서 사용한 평활 전이 자기회귀모형 (Smooth Transition Autoregressive: STAR) 그리고 실증분석자료에 관해 제시할 것이다. 그리고 나서 Section V에서 실증분석결과를 제시할 것이다. 마지막으로 Section VI에서는 Section V에서 살펴본 실증분석 결과를 토대로, 국내 주요 수입수산물인 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 시장통합 여부에 대한 결론을 제시하고, 향후 연구과제에 대해서 제시할 것이다.

II. 국내 수입수산물 시장현황

2010년부터 2019년까지 지난 10년간 국내 전체 수입액에 대해서, 수산물 수입액이 차지하는 비중은 대략 0.76~1.11 %³⁾로서, 매우 작은 비중을 차지하지만, 수입수산물이 국내 수산업에 미치는 영향은

<표 1> 지난 5년간 주요 수산물 수입품목의 성질별 분류

(USD 1,000)

연도 분류	2015		2016		2017		2018		2019	
	수입액	%	수입액	%	수입액	%	수입액	%	수입액	%
냉동 어류	1,311,019	30	1,318,153	29	1,369,138	27	1,396,720	24	1,276,873	23
갑각류 (혼계하지않은것)	803,388	18	850,706	18	1,027,185	20	1,172,078	20	1,200,390	22
수산물 가공품	526,933	12	566,246	12	657,431	13	758,059	13	738,245	13
냉동 어류 필레	434,227	10	436,360	9	467,444	9	560,711	9	523,071	9
냉동 오징어류	409,961	9	384,656	8	513,979	10	800,478	14	677,399	12
기타	883,198	20	1,064,952	23	1,067,211	21	1,240,576	21	1,147,464	21
합계	4,368,726	100	4,621,073	100	5,102,388	100	5,928,622	100	5,563,442	100

자료출처 : 수출입무역통계시스템 (<https://unipass.customs.go.kr/>)

<표 2> 지난 5년간 주요 수산물 수입품목 (냉동)

(USD 1,000)

순위	2015		2016		2017		2018		2019	
	명태	수입액	명태	수입액	명태	수입액	오징어	수입액	오징어	수입액
1	명태	224,637	명태	222,422	명태	208,828	오징어	320,458	오징어	275,968
2	낙지	161,990	낙지	158,965	오징어	165,065	낙지	217,059	낙지	160,006
3	주꾸미	137,330	갈치	126,491	주꾸미	148,895	명태	203,328	주꾸미	156,646
4	조기	119,492	조기	118,378	낙지	138,766	주꾸미	179,241	명태	150,654
5	갈치	107,558	주꾸미	111,939	어란	115,220	조기	128,289	조기	122,427
6	고등어	91,422	참치	92,451	참치	112,937	어란	122,324	어란	108,985
7	연어	87,670	어란	75,526	조기	109,430	참치	113,152	참치	105,829
8	참치	87,456	오징어	74,427	갈치	103,758	민어	87,407	고등어	81,212
9	어란	76,849	고등어	72,688	고등어	74,031	연어	82,060	민어	78,062
10	오징어	60,101	민어	72,245	연어	73,577	고등어	71,442	대구	65,302

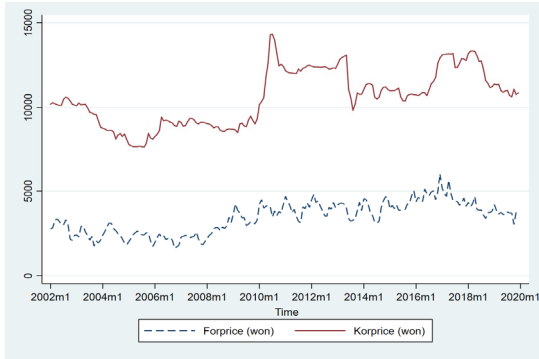
자료출처 : 수출입무역통계시스템 (<https://unipass.customs.go.kr/>)

간과할 수 없다. <표 1>은 지난 5년간 국내 주요 수입수산물 품목을 성질별로 분류한 것이다. <표 1>을 통해 냉동 어류, 냉동 오징어류, 냉동 어류의 필레 등 냉동 수입수산물 수입액(CIF 조건)이 전체 수산물 수입액에서 차지하는 비중이 대략 44~49% 정도 됨을 알 수 있다.

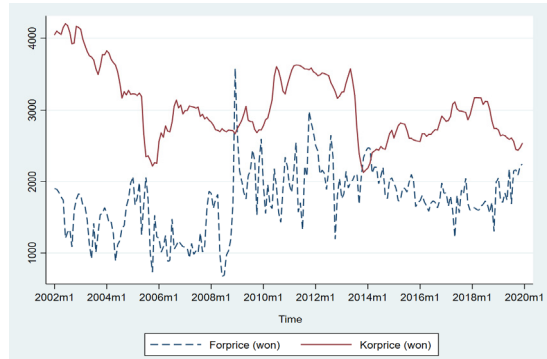
<표 2>는 지난 5년간 냉동 수산물 수입 품목들 중 주로 많이 수입되는 대표적인 10가지 품목의 수입액을 나타낸 것이다. <표 2>를 통해, 2016년 이후 냉동 명태와 냉동 갈치는 꾸준히 수입액이 감소하고, 냉동 오징어는 2015년 이후 꾸준히 수입액이 증가하다 2019년, 그 수입액이 감소함을 알 수 있다. 나머지 품목들(e.g. 낙지, 주꾸미, 참치 등)은 2015년 이후, 수입액의 증감을 반복해서 나타나는 것을 확인할 수 있다.

본 연구는 국내 주요 수입수산물 시장의 통합 여부를 살펴보기 위해, <표 2>에서 제시된 품목들 중 수입 비중이 높으면서, 국내가격자료와 수입가격자료의 수집이 용이한 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어 수입시장에서 LOP 성립 여부를 살펴보았다.

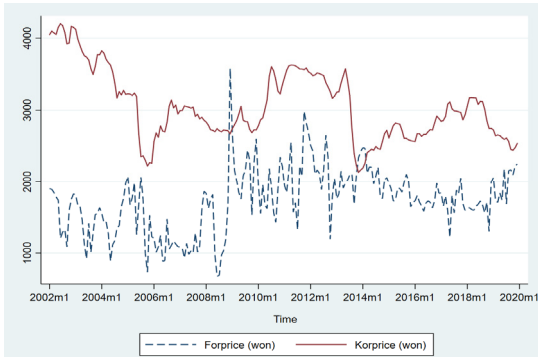
3) 수출입무역통계시스템(<https://unipass.customs.go.kr/>)에서 제공한 자료를 이용하여 연구자가 직접 계산함.



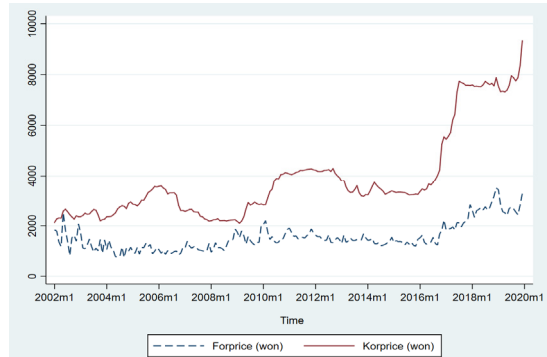
a. 냉동 갈치



b. 냉동 고등어



c. 냉동 명태



d. 냉동 오징어

<그림 1> 주요 수입수산물의 국내 가격과 수입 가격

<그림 1>은 국내 주요 수입수산물인 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 국내 가격과 각 수입국들로 부터 수입된 이들의 평균 수입 가격을 나타낸 그래프이다⁴⁾. <그림 1>을 통해, 주요 수입 품목들의 국내 가격이 평균 수입 가격보다 높음을 알 수 있었다. 여기서 평균 수입 가격은 대미 달러 환율을 적용하여 원화로 표시하였다. 대미 달러 환율의 변동성이 반영되어 각 수입 품목들의 평균 수입 가격 변동성이 국내 가격의 변동성보다 컸지만, <그림 1>을 통해 전반적으로 국내 가격과 평균 수입 가격의 변화추이는 거의 비슷하게 같이 움직임을 알 수 있었다. 즉 이들 사이에서 선형관계가 존재한다는 것을 예측할 수 있었다.

Ⅲ. LOP와 수산물 시장통합에 관한 선행연구

LOP 성립 존재의 유무를 바탕으로 수산물 시장의 통합 여부를 살펴본 연구들은 동종 수산물 혹은 유사한 수산물들 사이에서 대체관계 존재의 유무를 살펴보면, 서로의 가격변화에 미치는 영향 혹은 한 나라에서 동종 수산물 혹은 유사한 수산물들에 대해 펼친 정책이 이들의 가격변화에 미치는 영향을 살펴는 데 초점을 맞추었다.

4) 국내 가격과 수입 가격의 자료출처는 본 논문 IV. 3. 자료수집에 제시하였음.

동종 수산물 혹은 유사한 수산물 사이에서 대체관계 존재의 유무에 초점을 두어 시장통합 여부를 살펴본 연구로는 Asche et al.(2005), Bose and McIlgorm(1996), 그리고 Nielsen et al.(2007) 등이 있다. Asche et al.(2005)은 일본의 양식 연어(farmed salmon) 시장과 야생 연어(wild salmon) 시장 사이에서 LOP 성립 근거를 발견함으로써, 이들 시장이 통합되어 있음을 발견하였다. Bose and McIlgorm(1996)은 일본에서 세 종류의 다랑어-황다랑어(yellowfish tuna), 눈다랑어(bigeye tuna), 날개다랑어(albacore tuna)- 시장의 통합 여부를 살펴보았다. Bose and McIlgorm(1996)은 세 종류의 다랑어 시장에서 모두 시장통합근거를 발견하였지만, 눈다랑어와 날개다랑어 시장의 통합 정도는 황다랑어와 눈다랑어 시장의 통합과 황다랑어와 날개다랑어 시장의 통합에 비해 상대적으로 약하게 통합이 되어 있음을 발견하였다. Nielsen et al.(2007)은 독일의 송어(trout), 고등어(mackerel), 연어(salmon) 그리고 광어(halibut) 시장 사이에서 LOP 성립 여부를 살펴보았다. 그들은 송어와 연어, 그리고 광어 시장 사이에서는 완벽한 시장통합의 근거를 발견하였으나, 송어와 고등어 그리고 연어 시장에서는 부분적으로 시장통합의 근거를 발견하였다. Asche et al.(2005), Bose and McIlgorm(1996) 그리고 Nielsen et al.(2007)의 연구결과를 종합적으로 살펴볼 때, 시장통합 정도가 높은 시장들은 서로 대체관계가 높아 각 시장에서 공급의 충격이 발생할 경우, 이러한 충격이 이들 시장 가격에 미치는 영향은 시장통합 정도가 낮은 시장들에 비해 높지 않다는 것을 알 수 있었다.

앞의 연구들과 달리, Asche et al.(2012), Nielsen, Smit and Guillen(2009) 그리고 Nielsen(2005)은 주로 수산물 어획량 제한에 대한 국가정책 혹은 국내 수산물을 보호하기 위해 실시한 동종 수입수산물에 대한 무역정책이 해당 수산물의 가격에 미치는 영향을 가늠하기 위해, 해당 수산물 시장통합 여부를 살펴보았다.

Asche et al.(2012)은 미국의 새우 시장에 대해, 국내 새우 시장과 수입시장에서 LOP 성립근거를 발견함으로써, 미국의 국내 새우 시장과 수입시장이 통합되어 있음을 주장하였다. 그들은 이러한 결과를 바탕으로, 수입 새우에 대한 미국의 무역정책이 미국 새우 시장을 보호하는 효과가 미미할 것이라는 것을 예측할 수 있다고 주장했다. Nielsen, Smit and Guillen(2009)은 유럽 국가들 사이에서 공통적으로 실시하고 있는 “Common Fishery Policy”를 통한 수산물 어획량에 대한 할당량의 감소가 해당 수산물의 가격에 미치는 영향을 살펴보기 위해, 이들 시장의 통합 여부를 살펴보았다. 그들은 15개 유럽 국가들 사이에서 13종의 신선수산물(e.g. 대구, 아귀 등)과 7종의 냉동수산물(e.g. 가자미, 연어) 시장을 대상으로 LOP 성립 여부를 살펴보았다. 이들은 13종의 신선수산물 시장에서 7종의 냉동수산물 시장보다 LOP 성립근거를 더 많이 발견하였다. 이를 바탕으로 그들은 유럽 국가들 사이에서 공통적으로 실시하고 있는 “Common Fishery Policy”를 통한 수산물 어획량에 대한 할당량의 감소가 신선수산물의 가격에 미치는 영향이 냉동수산물의 가격에 미치는 영향에 비해 다소 미미할 것이라고 주장했다. Nielsen(2005)은 14개의 유럽 국가들을 중심으로 대구(cod), 해덕(haddock)과 같은 흰살 생선 시장에서 LOP 성립 근거를 발견함을 통해, 북해(North Sea)와 발틱해(Baltic Sea)에서 대구(cod), 해덕(haddock)과 같은 흰살 생선의 어획량을 감소시키고자 하는 EU의 정책이 이들 가격에 큰 영향을 미치지 못할 것이라고 주장했다.

Asche et al.(2012), Nielsen, Smit and Guillen(2009) 그리고 Nielsen(2005)의 연구결과를 통해, 동종 수산물에 대해 국내와 외국 수산물 시장이 통합되어 있다면, 국내 수산업을 보호하기 위한 무역정책과 같은 수산물과 관련된 정책들이 해당 수산물의 가격에 미치는 영향이 크지 않음을 알 수 있었다.

앞서 언급한 수산물 시장통합에 관한 연구들은 수산물 시장에서 LOP 성립 유무를 살펴보기 위해, 벡터자기회귀(Vector Autoregressive: 이하 VAR) 모형을 사용하였다. 이들은 무역비용을 0이라고 전제하여, 서로 다른 두 국가에서 동종 수산물의 가격 차이가 존재하기만 하면, 무역이 일어난다고 가정했다. 따라서 선형 시계열 모형인 VAR 모형을 이용하여, 서로 다른 국가들에서 판매되고 있는 동종 수산물의 가격들 사이에서 LOP 성립 여부를 살펴보는 데 문제가 없었다. 하지만 0이 아닌 무역비용이 발생하는 현실적인 무역상황을 고려하는 경우, VAR 모형을 이용하여, LOP 성립 여부를 살펴보는 것은 LOP 성립 근거를 발견하는 데 있어 한계가 존재한다. 이는 선형시계열 모형인 VAR 모형을 이용하여 서로 다른 두 국가에서 동종 수산물의 가격 차이가 무역비용보다 큰 경우, 즉 LOP 성립의 전제 조건을 만족시키는 경우만 고려하여 LOP 성립 여부를 살펴보는 것은 불가능하기 때문이다.

본 연구는 0이 아닌 무역비용을 고려하여, 국내 주요 수입수산물의 시장을 대상으로 동종의 국내산 수산물과 수입수산물 사이에서 LOP 성립 여부를 살펴보았다. 이를 위해, 선행연구들이 공통적으로 가지고 있었던 LOP 분석의 한계점을 극복하기 위해, 평활 전이 자기회귀모형(Smooth Transition Autoregressive: 이하 STAR)을 사용하였다.

IV. 실증분석 모형 및 자료수집

1. 수입비용(import costs)과 국내-외국 수입 가격 차이(home-foreign import price differential)의 관계

비록 두 국가 사이에서 동종 상품에 대해 가격 차이가 존재한다 하더라도(즉, 동종 상품에 대해, 한 국가의 가격이 다른 국가의 가격보다 비싸거나 혹은 저렴할지라도) 이러한 가격 차이가 무역비용보다 작다면, 서로 다른 두 국가 사이에서 무역을 할 이유가 없게 된다. 따라서 무역비용은 서로 다른 두 국가 사이에서 무역 발생을 저해하는 장벽이 될 수 있다. 무역이 발생하지 않는 경우, 서로 다른 두 국가 사이에서 LOP 성립근거를 발견할 수 없을 것이다⁵⁾.

Dumas (1992)를 비롯한 많은 연구자들(O'Connell and Wei, 2002; Obstfeld and Taylor, 1997; Sarno et al., 2004)은 무역비용을 0이라고 전제한 기존의 LOP 혹은 이를 상품 바스켓으로 확장한 구매력평가(Purchasing Power Parity: 이하 PPP)의 선행연구들이 가지고 있는 한계점을 극복하기 위해, LOP 혹은 PPP 성립 여부를 살펴볼 때, 0이 아닌 무역비용을 반드시 고려해야 한다고 주장했다.

한국이 외국으로부터 수산물을 수입할 때 발생하는 0이 아닌 수입비용을 고려하는 경우, 아래의 조건을 만족해야 한국은 외국으로부터 수산물을 수입할 것이다.

$$P_{i,t}^K > S_t P_{i,t}^F (1 + TC_{i,t}^{LM}) \quad (1)$$

여기서 $P_{i,t}^K$ 는 수산물 i 의 원화 표시 국내 가격, $P_{i,t}^F$ 는 미국 달러로 표시된 수산물 i 의 수입가격,

5) LOP 혹은 PPP에 관한 선행연구들이 LOP 혹은 PPP 성립 근거를 발견하지 못한 이유는 관세와 비관세 장벽과 같은 무역장벽, 환율의 변동성 그리고 운송비용과 같이 무역이 일어날 때, 발생할 수 있는 모든 비용을 고려하지 않는 데 기인한다고 볼 수 있다. (Rogoff (1996) 참조 바람)

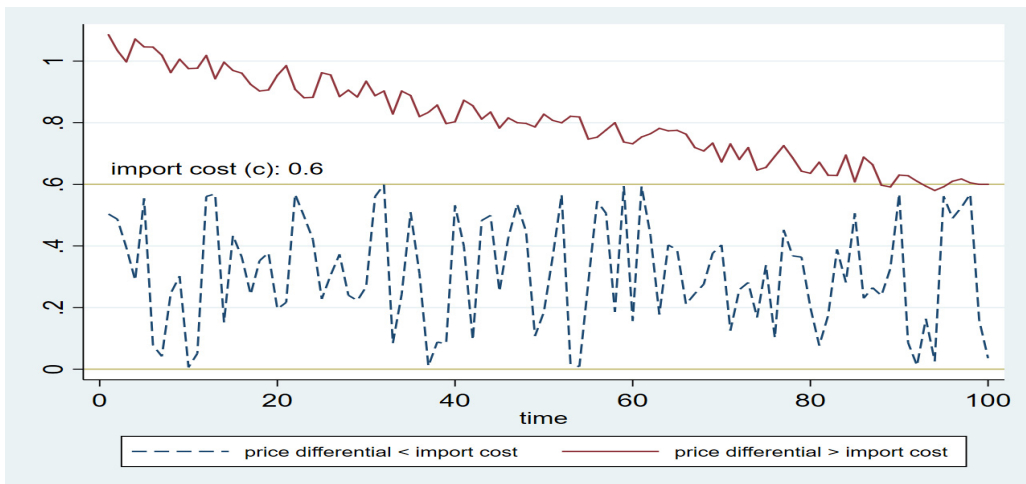
S_t 는 대미 달러 환율 그리고 $TC_{i,t}^{IM}$ 은 한국이 수입국으로부터 수산물 i 를 수입할 때 발생하는 모든 비용을 의미한다. 식 (1)로부터 한국이 외국으로부터 수산물을 수입하지 않는 조건을 도출하면, 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$1 < \frac{P_{i,t}^K}{S_t P_{i,t}^F} < 1 + TC_{i,t}^{IM} \tag{2}$$

여기서 $1 + TC_{i,t}^{IM}$ 은 수입가격의 일부 비중으로 나타낸 수입비용을 나타낸다. 본 연구에서 사용할 실증분석모형과 각 수산물의 국내-외국 수입가격 차이의 관계를 연결시키기 위해, 식 (2)의 양변에 자연로그를 취하면, 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$0 < q_{i,t} < c_{i,t}^{IM} \tag{3}$$

여기서 $c_{i,t}^{IM} = \ln(1 + TC_{i,t}^{IM})$, $q_{i,t} = \ln(\frac{P_{i,t}^K}{S_t P_{i,t}^F})$ 를 의미한다. Anderson and Van Wincoop (2004)은 동종 재화의 국내-외국 가격 차이가 무역비용보다 크면, 이 가격 차이가 무역비용에 수렴할 때까지 무역이 발생하고, 무역이 발생하지 않는 경우, 동종 재화의 국내-외국 가격 차이는 랜덤워크(random walk)를 따른다고 주장했다. <그림 2>는 Anderson and Van Wincoop(2004)의 주장을 바탕으로, 동종 수산물 i 의 수입 발생 유무, 즉 국내-외국 수입가격 차이인 $q_{i,t}$ 와 그것의 수입비용 $c_{i,t}^{IM}$ 의 상대적인 크기 차이에 따라 달라지는 $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 나타내기 위해, 각각에 대해 임의의 값을 생성하여 만든 그래프이다⁶⁾.



<그림 2> 국내-외국 수입가격 차이와 수입비용의 관계

6) 일부 연구자들(Obstfeld and Taylor, 1997)은 $q_{i,t}$ 의 행동 패턴의 차이가 발생하는 임계점을 바탕으로 동종 재화의 국내-외국 가격 차이로부터 무역비용을 추정하였다.

무역비용을 고려하지 않은 LOP 혹은 PPP에 관한 선행연구들은 동종 상품에 대해 국내-외국의 가격 차이($q_{i,t}$)가 0이 아니기만 하면 무역이 일어날 것이라 가정했기 때문에, <그림 2>에서 볼 수 있는 것과 같이 $q_{i,t}$ 와 수입비용($c_{i,t}^{IM}$)의 상대적인 크기에 따라, $q_{i,t}$ 가 다른 행동 패턴을 가질 것이라는 것을 고려하지 못했다.

하지만 본 연구는 이들의 상대적인 크기에 따라 달라지는 $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 고려하여, 무역이 발생하는 경우(즉, 여기서는 수입이 일어나는 경우)만을 LOP 분석 대상에 포함하였다.

LOP 혹은 PPP 선행연구들에서 여러 연구자들 (Michael et al., 1997; Obstfeld and Taylor, 1997; Sarno et al., 2004)은 <그림 2>에서 볼 수 있는 것처럼 동종 재화의 국내-외국 가격 차이($q_{i,t}$)와 무역비용의 상대적인 크기에 따른 $q_{i,t}$ 의 다른 행동 패턴을 살펴보기 위해 비시계열 모형 (non-linear time series model)을 사용했다.

2. 평활 전이 자기회귀모형(Smooth Transition Autoregressive Model(p,d): STAR(p,d))

비시계열 모형은 크게 임계값 자기회귀모형(Threshold Autoregressive Model: 이하 TAR(p,d))과 평활 전이 자기회귀모형(Smooth Transition Autoregressive Model: 이하 STAR(p,d))으로 나뉜다. TAR(p,d) 모형을 사용하여, LOP 혹은 PPP 성립 여부를 살펴본 연구들은 주로 대칭인 두 개의 임계값(threshold)을 가진 TAR(p,d)을 이용하여, 서로 다른 두 국가 사이에서 무역 발생 유무에 따라 달라지는 $q_{i,t}$ 의 행동 패턴 혹은 무역비용을 추정하였다⁷⁾.

하지만 본 연구는 각 수입 수산물에 관해 특정 수입국 하나만을 대상으로 분석하는 것이 아니라, 주요 수입수산물의 모든 수입국을 대상으로 국내 주요 수입수산물 시장의 통합 여부를 살펴본다. 따라서 하나의 수입비용이 아닌, 수입국들 마다 다른 여러 수입비용을 모두 고려하여 $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 분석하는 것이 타당하다. TAR(p,d) 모형은 제한된 수의 임계치(threshold)를 고려하지만, STAR(p,d) 모형은 임계치(threshold) 수에 제한을 두지 않는다. 이러한 STAR(p,d) 모형의 특성은 본 연구에서 살펴보고자 하는 국내 주요 수입수산물 시장의 통합 여부를 살펴보는 데 적합한 모형이라 사료된다. 따라서 본 연구는 STAR(p,d) 모형을 이용하여, 국내 주요 수입수산물 시장의 통합여부를 살펴보았다.

STAR(p,d) 모형은 아래 식 (4)와 같이 표현된다.

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j \Delta y_{t-j} + (\alpha^* + \beta^* y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j^* \Delta y_{t-j}) F(y_{t-d}; \gamma, \mu) + \epsilon_t \quad (4)$$

여기서 ϵ_t 는 백색오차(white noise)이고, μ 는 시계열 자료 y_t 의 평균을 의미한다. p 는 차수(number of lag)를 의미하고, d 는 지연 매개변수(delay parameter)로서, $1 \leq d \leq p$ 를 만족한다. 또한 γ ($\gamma > 0$)는 전이 매개변수(transition parameter)로서, y_t 가 한 영역에서 다른 영역으로 옮겨가는 전이 속도(the speed of transition from one regime to the other regime)를 결정한다⁸⁾. 마지막으로 y_{t-d} 는 d 시

7) LOP 혹은 PPP 선행연구에서 사용된 TAR(p,d) 모형에서 추정된 서로 대칭인 두 개의 임계값(threshold)은 주로 수출비용과 수입비용으로 해석된다.

점 이전의 y_t (d-lagged y_t)를 의미한다.

STAR(p,d) 모형은 y_{t-d} 가 μ 보다 크고 작은지 여부에 따라, y_t 의 행동 패턴이 대칭(Symmetry)을 띄는 모형과 비대칭(Asymmetry)을 띄는 모형으로 나눌 수 있다. y_t 의 행동 패턴이 대칭인 STAR(p,d)모형은 ESTAR(p,d)(Exponential STAR) 모형이라고 하고, 비대칭인 STAR(p,d) 모형은 LSTAR(p,d)(Logistic STAR) 모형이라고 한다. y_t 행동 패턴의 대칭 혹은 비대칭 여부에 따라 $F(y_{t-d}; \gamma, \mu)$ 의 형태가 결정된다. y_t 의 행동 패턴이 대칭인 경우, 식(4)의 $F(y_{t-d}; \gamma, \mu)$ 는 아래 식 (5)로 전환할 수 있다.

$$F(y_{t-d}; \gamma, \mu) = 1 - \exp - \left[\frac{\gamma}{\sigma^2} (y_{t-d} - \mu)^2 \right] \quad (5)$$

하지만 y_t 의 행동 패턴이 비대칭인 경우, 식 (4)의 $F(y_{t-d}; \gamma, \mu)$ 는 아래 식 (6)으로 전환된다.

$$F(y_{t-d}; \gamma, \mu) = (1 + \exp - \left[\frac{\gamma}{\sigma^2} (y_{t-d} - \mu) \right])^{-1} \quad (6)$$

따라서 $F(y_{t-d}; \gamma, \mu)$ 의 형태에 따라 ESTAR(p,d)과 LSTAR(p,d)의 일반식을 각각 식 (7)와 식 (8)로 나타낼 수 있다.

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j \Delta y_{t-j} + (\alpha^* + \beta^* y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j^* \Delta y_{t-j}) (1 - \exp - \left[\frac{\gamma}{\sigma^2} (y_{t-d} - \mu)^2 \right]) + \epsilon_t \quad (7)$$

$$\Delta y_t = \alpha + \beta y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j \Delta y_{t-j} + (\alpha^* + \beta^* y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j^* \Delta y_{t-j}) (1 + \exp - \left[\frac{\gamma}{\sigma^2} (y_{t-d} - \mu) \right])^{-1} + \epsilon_t \quad (8)$$

시계열 변수 y_t 의 행동 패턴이 대칭 혹은 비대칭 인지 여부는 y_{t-d} 와 그것의 평균 μ 의 상대적인 크기(i.e. $y_{t-d} > \mu$ 혹은 $y_{t-d} < \mu$)에 따라, y_{t-d} 가 평균 μ 에 수렴하는 속도에 차이가 존재하는지 여부에 의해 결정된다.

대부분의 LOP 혹은 PPP 선행연구들은(Sarno et al., 2004) 동종 재화 i 의 국내-외국 가격 차이($q_{i,t}$)의 행동 패턴이 수출이 일어나는 경우와 수입이 일어나는 경우가 다르다는 이론적인 근거가 없다고 주장한다.⁹⁾ 따라서 많은 LOP 혹은 PPP에 관한 선행연구들은 주로 ESTAR(p,d) 모형을 적용하였다.

8) $q_{i,t}$ 가 무역이 일어나지 않은 영역에서 일어나는 영역으로 이동하는 속도는 무역이 발생했을 때, 자국-외국 사이에서 LOP 성립 여부에 영향을 미치지 않는다. LOP 성립은 무역이 일어나는 경우에만 존재하기 때문이다. 따라서 LOP 혹은 PPP에 관한 대부분의 연구들은 γ 의 값에 대해서 큰 관심을 두지 않는다. 본 연구 역시 마찬가지다. 따라서 γ 의 추정치는 본 연구에서 제시하지 않을 것이다.

9) LOP 혹은 PPP 선행연구들에서 각 재화의 가격 차이가 수출-수입에 따라 다른 행동 패턴을 가지고 있다고 가정하는 것은 주로 수출-수입에 따라 가격 차이가 무역비용에 수렴하는 속도의 차이가 다를 수 있음을 보이기 위함이다. 하지만 대부분의 선행연구들(Sarno et al., 2004)은 이를 뒷받침할 수 있는 명확한 이론적인 근거가 존재하지 않는다고 주장한다.

하지만 본 연구는 수산물 수입시장만을 고려하여, 이에 대해 한국과 수입국들 사이에서 LOP 성립 여부를 살펴본 것이기에 기존의 연구들과 같이 ESTAR(p,d)만을 적용할 근거가 없다. 따라서 본 연구는 주요 수산물 수입품목인 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 국내 가격과 모든 수입국들로 부터 수입된 이들의 평균 수입가격 차이($q_{i,t}$)의 행동 패턴을 살펴보기 위해, Davies(1977)가 제안한 라그랑지 승수 유형(Lagrange Multiplier Type: 이하 LM type) 검정 방법을 토대로 두 가지 형태의 STAR(p,d) 모형- ESTAR(p,d)과 LSTAR(p,d)- 중 어떤 것을 적용할 것인지 결정했다.

수산물 i 의 국내-평균 수입 가격 차이를 나타내는 q_i 를 이용하여, 식 (4)를 다시 나타내면 아래 식 (9)와 같다.

$$\Delta q_{i,t} = \alpha + \beta q_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j \Delta q_{i,t-j} + (\alpha^* + \beta^* q_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j^* \Delta q_{i,t-j}) F(q_{i,t-d}; \gamma, \mu) + \epsilon_{i,t} \quad (9)$$

t 시점에서 수산물 i 에 대한 국내-평균 수입가격 차이(domestic-average import price differential, $q_{i,t}$)의 행동 패턴은 d 시점 이전의 가격 차이($q_{i,t-d}$)가 그것의 평균인 μ 와 얼마나 떨어져 있는지와 관련되어 있다. LOP 혹은 PPP의 이론에 따르면, μ 는 0이다. 따라서 <그림 2>에서 제시된 바와 같이, 만약 d 시점 이전의 국내-평균 수입 가격 차이인 $q_{i,t-d}$ 가 아주 크다면(i.e., $q_{i,t-d} \rightarrow \infty$), 이는 수입이 일어날 가능성이 높음을 시사한다. 이 경우, $F(q_{i,t-d}; \gamma, \mu)$ 는 1에 수렴할 것이다. 반면에, d 시점 이전의 가격 차이인 $q_{i,t-d}$ 가 아주 작다면(i.e., $q_{i,t-d} \rightarrow 0$), 수입이 일어나지 않을 가능성이 높을 것이다. 이 경우 $F(q_{i,t-d}; \gamma, \mu)$ 는 0으로 수렴할 것이다. 각각의 경우, 모두 식 (9)는 ADF(Augmented Dickey-Fuller) 형태의 AR(p) 모형으로 변형될 것이다. 전자의 경우, 식 (9)는 아래 식 (10)과 같이 변형될 것이고, 후자의 경우, 식 (9)는 아래 식 (11)과 같이 변형될 것이다.

$$\Delta q_{i,t} = (\alpha + \alpha^*) + (\beta + \beta^*) q_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} (\theta_j + \theta_j^*) \Delta q_{i,t-j} + \epsilon_{i,t} \quad (10)$$

$$\Delta q_{i,t} = \alpha + \beta q_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j \Delta q_{i,t-j} + \epsilon_{i,t} \quad (11)$$

수입이 일어나는 경우, $q_{i,t}$ 는 수입비용에 수렴할 것이기 때문에, $-1 < \beta + \beta^* < 0$ 을 만족할 것이고, 수입이 일어나지 않은 경우, $q_{i,t}$ 의 행동 패턴은 랜덤워크(random walk)를 따를 것이기 때문에, $\beta = 0$ 을 만족할 것이다. STAR(p,d) 모형을 추정하기에 앞서, 먼저 $q_{i,t}$ 행동 패턴의 비선형 여부를 살펴 봐야 한다. 그리고 나서 두 종류의 STAR(p,d) 모형에서 ESTAR(p,d)와 LSTAR(p,d) 중 하나의 모형을 선택해야 한다. 이를 위해 본 연구는 Lukkonen, Saikkonen and Teräsvirta (1988)와 마찬가지로, Davies(1977)가 제안한 LM-type의 검정방법을 이용하였다¹⁰⁾.

10) $q_{i,t}$ 행동 패턴의 비선형 여부 검정방법과 ESTAR(p,d)와 LSTAR(p,d) 중 하나를 선택한 방법은 <Appendix>에 자세히 기술하였다.

3. 자료수집¹¹⁾

LOP 성립 존재의 유무를 바탕으로, 국내 주요 수입수산물-냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어- 시장의 통합 여부를 살펴보기 위해, 먼저 이들의 국내 가격과 평균수입가격의 차이 ($q_{i,t}$)를 계산해야 한다. 이를 위해, 주요 수입수산물에 대한 국내 가격데이터는 한국농수산물유통공사(<https://www.kamis.or.kr>)에서 제공하는 국내유통가격데이터를 이용하였다. 국내유통가격데이터는 서울, 부산, 대구, 광주, 대전 등 국내 주요 도시들에서 유통되는 중급의 국내산 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 도매가격들의 1kg 당 월별 평균가격이다. 주요 수입수산물 가격에 관한 데이터는 관세청에서 운영하는 수출입무역통계시스템(<https://unipass.customs.go.kr>)에서 제공하는 데이터를 이용하였다. 각 주요 수입수산물에 대한 월별 수입가격은 해당 수입수산물의 모든 수입 국가들로부터 수입된 가격의 월별 평균을 낸 것이다. 이들은 모두 1kg당 미화 달러로 표시되어 있었기 때문에, International Monetary Fund(IMF)의 International Financial Statistics(<https://data.imf.org>, 이하 IFS)가 제공하는 대미 달러 환율(원/1\$)을 이용하여 모두 원화로 전환시켰다. 그리고 나서 물가상승에 따른 가격변화의 영향을 받지 않기 위해, IFS가 제공하는 2015년을 기준연도로 하는 소비자물가지수 (Consumer Price Index: CPI, 2015=100)를 이용하여, 국내 가격과 원화 표시로 된 평균수입수산물 가격을 모두 2015년도 원화 가치로 전환시켰다. 수출입무역통계시스템이 제공하는 국내 주요 수입수산물에 대한 수입 가격데이터는 2002년 1월부터 이용 가능했다. 따라서 본 연구의 실증분석 기간은 2002년 1월부터 2019년 12월까지이다.

V. 실증분석 결과

1. 주요 수입 수산물품목의 국내 가격과 평균 수입가격의 차이

STAR(p,d) 분석 결과를 살펴보기에 앞서, 국내 주요 수입수산물의 국내 가격과 평균 수입가격의 차이($q_{i,t}$)의 추이를 살펴보았다. <그림 3>은 2002년 1월부터 2019년 12월까지 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 국내 가격과 평균수입가격 차이의 추이를 나타낸 것이다. <그림 3>을 통해, 냉동 갈치의 국내 가격과 평균 수입가격의 차이가 다른 품목들에 비해 높음 (평균 7,142원)을 알 수 있었고, 냉동 명태의 국내 가격과 평균 수입가격의 차이가 다른 품목들에 비해 낮음 (평균 899원)을 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라, 각 수입 품목들의 국내 가격과 평균 수입가격의 차이는 0이 아닌 평균에 수렴함을 알 수 있었다.

Obstfeld and Taylor(1997)를 포함한 여러 연구자들은 0이 아닌 무역비용을 고려할 때, 서로 다른 두 국가에서 LOP 혹은 PPP가 성립하는 경우, 0이 아닌 평균에 국내-외국 가격 차이($q_{i,t}$)가 수렴한다고 주장했다. 여기서 0이 아닌 평균은 두 국가 사이에서 무역이 일어날 때, 발생하는 모든 비용¹²⁾을 나타낸다. 마찬가지로 <그림 3>에서 0이 아닌 평균은 한국이 수입국가들로부터 이들을 수

11) 본 연구는 각 수입수산물에 대한 국내 가격과 평균수입가격의 차이를 LOP 공식에 따라 계산하여 (Section IV.1에서 제시), 이를 실증분석에 사용하였다. 지면상의 제약뿐만 아니라, 국내가격-평균수입가격의 차이를 계산하기 위해 사용된 자료에 관한 기초통계량을 제시하는 것은 본 연구의 논지를 이해하는 데에 큰 의미가 없다고 사료되어, 이들을 제시하지 않았다. 필요한 경우, 저자에게 요청 바란다.

입할 때 발생하는 모든 비용을 반영한 것이라 할 수 있다.

2. STAR(p,d) 모형 검정결과

STAR(p,d) 모형을 적용하기에 앞서, 먼저 주요 수입수산물의 국내 가격과 평균 수입 가격의 차이, 즉 $q_{i,t}$ 의 행동 패턴이 비선형임을 살펴보기 위해, Davies(1977)가 제안한 LM-type 검정법을 이용하였다. 이에 대한 귀무가설은 “ $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 살펴보면, AR(p) 모형이 STAR(p,d) 모형보다 더 적합하다.”이다. <표 3>에서 살펴볼 수 있듯이, 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어 모두 국내 - 평균 수입가격 차이 ($q_{i,t}$)의 행동 패턴은 비선형성을 나타냄을 알 수 있었다. 이러한 결과는 이들 품목의 LOP 성립 여부를 살펴보기 위해, 비선형모형, 즉 STAR(p,d) 모형을 적용해야 함을 나타낸다.

<표 3>에서 제시된 결과는 국내 주요 수입수산물들의 국내 - 평균 수입가격 차이($q_{i,t}$)의 비선형 여부만 나타낸다. Section IV의 2.에서 살펴본 것처럼, STAR(p,d) 모형은 시계열 변수의 행동이 특정



<그림 3> 주요 수입수산물의 국내산-수입산 가격차이

12) 여기서 모든 비용이라 함은 운송비용, 창고 보관 비용 등 수출국의 생산자로부터 수입국의 소비자에게 판매될 때까지 발생하는 모든 비용을 의미한다.

<표 3> 비선형검정(Non-Linearity Test) 결과

수입품목	F-통계량	수입품목	F-통계량
냉동 갈치	7.30***	냉동 고등어	7.24***
냉동 명태	26.20***	냉동 오징어	47.50***

Notes: 1) H_0 : $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 살펴보면, AR(p) 모형이 STAR(p,d)모형보다 더 적합하다.

2) ***: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, *: $p < 0.1$

<표 4> ESTAR(p,d) vs LSTAR(p,d)

수입품목	F-통계량	수입품목	F-통계량
냉동 갈치	6.02***	냉동 고등어	1.10
냉동 명태	3.71**	냉동 오징어	5.20***

Notes : 1) H_0 : $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 살펴보면, LSTAR(p,d)모형이 ESTAR(p,d)모형보다 더 적합하다.

2) ***: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, *: $p < 0.1$

임계치(μ)를 기준으로 대칭 여부에 따라 ESTAR(p,d) 혹은 LSTAR(p,d)으로 나뉜다. 따라서 위의 네 가지 주요 수입수산물 시장에서 LOP 성립 여부를 살펴보기 위해, ESTAR(p,d) 모형 혹은 LSTAR(p,d) 모형 중 어떠한 모형을 선택할지를 결정해야 한다.

이를 위해, 국내-평균 수입가격 차이($q_{i,t}$)의 비선형 여부를 살펴본 것과 마찬가지로, Davies(1977)가 제안한 LM-type 검정을 이용하여, ESTAR(p,d)모형 혹은 LSTAR(p,d)모형 중 적합한 모형을 선택하였다. 이에 대한 귀무가설은 “ $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 살펴보는 데, LSTAR(p,d)모형이 ESTAR(p,d)모형보다 더 적합하다.”이다. <표 4>는 이에 대한 검정결과를 나타낸다.

<표 4>를 통해, 냉동 고등어를 제외한 주요 수입수산물에 대해 $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 분석하는 데, ESTAR(p,d)모형이 LSTAR(p,d)보다 더 적합함을 알 수 있었다. <표 4>에서 제시된 결과를 바탕으로, 국내 각 수입수산물 시장에서 선택된 STAR(p,d) 모형의 계수를 추정하기 위해, 비선형 최소자승법(nonlinear least square)을 이용하였다. 각 수입수산물 시장에서 선택된 STAR(p,d) 모형을 추정한 결과는 <표 5>에 제시된 바와 같다.

<표 5>를 통해, 국내 주요 수입수산물 품목인 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어에 대해 모두 수입이 일어나지 않을 때, $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 나타내는 β 는 통계적으로 유의하게 0과 다르지 않음을 알 수 있었다. 이는 수입이 일어나지 않을 때, $q_{i,t}$ 는 랜덤워크(random walk)를 따른다는 것을 나타낸다. 반면에 수입이 일어날 때, $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 나타내는 $\beta + \beta^*$ 는 냉동 명태를 제외한 세 가지 수산물 수입품목에 대해서는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 $\beta + \beta^* < 0$ 임을 나타내었고, 냉동 명태의 경우, 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 $\beta + \beta^* < 0$ 임을 나타내었다. 이를 바탕으로 국내 주요 수입수산물인 냉동 갈치, 냉동 명태, 냉동 고등어 그리고 냉동 오징어 시장에서 모두 LOP가 성립함을 알 수 있었다.

STAR(p,d) 모형을 이용한 LOP 혹은 PPP 선행연구들이 한 재화의 수출과 수입을 동시에 고려한 것과 달리, 본 연구는 수산물의 수입시장만을 고려했기에, 선행연구들처럼, $q_{i,t}$ 의 행동 패턴이 대칭 혹은 비대칭이라고 주장할 근거가 없다. 하지만 STAR(p,d) 모형은 시계열 변수의 행동 패턴이 대칭

혹은 비대칭 여부에 따라, ESTAR(p,d)와 LSTAR(p,d)로 분류된다. 따라서 본 연구는 STAR(p,d) 모형을 사용한 다른 분야의 연구들처럼(e.g. Ubilava and Helmers, 2013), Davies(1977)가 제시한 LM-type의 검정을 이용하여, 두 종류의 STAR(p,d) 모형 즉, ESTAR(p,d) 혹은 LSTAR(p,d) 중 하나를 선택하여 각각의 주요 수입수산물 시장에서 LOP 성립 여부를 살펴보았다.

만약 Davies(1977)가 제안한 LM-type 검정결과가 제시한 모형과 다른 모형을 이용하면, 어떠한 결과를 얻을 수 있을까? 다시 말해서, <표 5>에서 제시한 STAR(p,d) 모형과 다른 모형을 이용하여, 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어 수입시장을 다시 분석한다면 그 결과는 어떠한가? 이를 위해, 각 수입수산물 시장에 대해, <표 5>에서 제시된 STAR(p,d) 모형과 다른 모형을 이용하여 LOP 성립 여부를 살펴보았다. 분석 결과는 아래 <표 6>에 제시하였다.

냉동 갈치의 경우를 제외한 나머지 수산물 수입품목에서 $\beta + \beta^*$ 가 통계적으로 유의하게 0보다 작다는 근거를 발견하지 못했다. 냉동 갈치의 경우, LSTAR(p,d) 모형에서도 ESTAR(p,d) 모형에서와 같이 $\beta + \beta^*$ 가 통계적으로 유의하게 0보다 작다는 근거를 발견했지만, 이의 절대값은 <표 5>에서 제시된 ESTAR(p,d) 모형을 적용해서 추정된 값보다 작았다. 이는 냉동 갈치의 국내-평균 수입 가격 차이가 수입비용에 수렴하는 속도가 ESTAR(p,d) 모형을 사용할 때 보다 더 느림을 나타낸다. 이는 냉동 갈치 수입시장에서 LSTAR(p,d)보다 ESTAR(p,d)을 적용하여, LOP 성립근거를 살펴보는 것이 더 나은

<표 5> STAR(p,d) 추정결과 I

수입품목	STAR(p,d) Model	P	β^\dagger	$\beta + \beta^{**}$	R^2
		d			
냉동 갈치	ESTAR(p,d)	2	-0.05	-0.14***	0.10
		2			
냉동 고등어	LSTAR(p,d)	3	-0.01	-0.13***	0.15
		3			
냉동 명태	ESTAR(p,d)	3	0.74	-0.12**	0.25
		1			
냉동 오징어	ESTAR(p,d)	4	2.60	-0.15***	0.21
		4			

Notes : 1) $H_0^\dagger: \beta = 0$, 2) $H_0^{**}: \beta + \beta^* = 0$, 3) ***: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, *: $p < 0.1$

<표 6> STAR(p,d) 추정결과 II

수입품목	STAR(p,d) Model	P	β^\dagger	$\beta + \beta^{**}$	R^2
		d			
냉동 갈치	LSTAR(p,d)	2	-0.10	-0.13**	0.07
		2			
냉동 고등어	ESTAR(p,d)	3	-0.13	-0.19	0.15
		3			
냉동 명태	LSTAR(p,d)	3	-0.37	-0.13	0.24
		1			
냉동 오징어	LSTAR(p,d)	4	-0.24	-0.08	0.20
		4			

Notes: 1) $H_0^\dagger: \beta = 0$, 2) $H_0^{**}: \beta + \beta^* = 0$, 3) ***: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, *: $p < 0.1$

결과를 나타냄을 보여준다¹³⁾.

<표 6>의 결과를 통해, Davies(1977)가 제안한 LM-type 검정결과를 바탕으로 ESTAR(p,d) 혹은 LSTAR(p,d)을 선택하여, LOP 성립 존재의 유무를 살펴보는 것이 각 수산물 수입시장에서 LOP 성립에 더 우호적인 결과를 가져다 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다.

STAR(p,d) 모형의 분석 결과를 통해, 본 연구는 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어 수입시장에서 국내 가격과 평균 수입 가격 사이에서 LOP가 성립함을 알 수 있었고, 이는 이들 수산물 수입품목에 대해, 국내 시장과 수입시장이 통합되어 있음을 나타낸다. 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 국내 시장과 수입시장의 통합이 우리에게 시사하는 바는 무엇일까?

먼저 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 국내산과 이들의 수입산 사이에서 대체성(substitutability)이 높음을 알 수 있다. 따라서 이들 품목들에 있어서 수입산 공급에 문제가 생긴다 하더라도, 국내산에 의해 쉽게 대체가 되기 때문에, 국내 소비자들에게 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 공급이 안정적으로 이루어질 수 있음을 예측할 수 있다. 이에 더하여, 이들 수산물의 국내 가격 역시 공급에 대한 외부의 충격에 크게 민감하게 반응하지 않을 것을 예측할 수 있다. 이는 이들 시장이 안정적임을 시사한다.

뿐만 아니라, Nielsen(2005)을 비롯한 몇몇 연구자들은 동종 수산물에 대해, 수입시장과 국내 시장이 통합되어 있다면, 관세, 할당과 같은 무역정책이 수입 수산물의 국내가격에 미치는 영향은 그다지 크지 않다고 주장했다. 본 연구결과를 바탕으로, 한국 정부가 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 국내 생산자들을 보호하기 위해, 이들의 수입국들에 대해 관세, 할당과 같은 무역제재를 가한다고 하더라도 그러한 무역제재가 수입 품목들의 국내 가격에 미치는 영향은 그리 크지 않음을 예측할 수 있다.

VI. 결론

본 연구는 평활 전이 자기회귀(Smooth Transition Autoregressive: STAR) 모형을 이용하여, 우리나라 주요 수입수산물인 냉동 갈치, 냉동 고등어, 냉동 명태 그리고 냉동 오징어의 국내수입시장에서 LOP 성립 여부를 살펴봄으로써, 이들 시장의 통합 여부를 살펴보았다. STAR(p,d) 모형의 분석 결과를 통해, 이들 시장에서 LOP가 성립함을 알 수 있었고, 이를 바탕으로 이들 주요 수입수산물의 국내 시장이 통합되어 있음을 예측할 수 있었다. 이러한 연구결과는 이들 시장에서 국내 공급자와 외국 공급자들 사이에서 경쟁이 활발하고, 이들 수산물에 대해 국내산과 외국산의 대체성이 높음을 보여준다. 이는 외부적인 요인으로 인해, 이들 수입산 수산물의 공급에 문제가 생겼을 경우, 국내산 수산물에 의해 안정적인 공급이 가능하고, 이로 인해 해당 수산물의 국내 공급의 충격이 이들의 국내가격변화에 미치는 영향이 크지 않을 것임을 시사한다. 다시 말해서, 이들 시장의 가격은 외부에 의한 공급 충격에

13) LOP 혹은 PPP 에서 국내-외국 가격 차이가 평균에 수렴하는 속도는 Half-Life Estimate를 통해 알 수 있다. Half-Life Estimate는 하나의 시계열 변수가 그것의 평균에서 벗어났을 때, 다시 평균으로 수렴하는 속도를 측정하는 수치이다. 이의 공식은 $Half-Life: \frac{\ln(0.5)}{\ln(\rho)}$, 여기서 $\rho = 1 + \beta + \beta^*$ 이다. 일반적으로 ρ 의 값이 작을수록, 즉 $\beta + \beta^*$ 의 절대값이 클수록 수렴속도는 빠름을 나타낸다. 이는 ρ 의 값이 클 때(즉, $\beta + \beta^*$ 의 절대값이 작을 때)보다, ρ 의 값이 작을 때(즉, $\beta + \beta^*$ 의 절대값이 클 때) LOP 혹은 PPP 성립에 더 우호적인 증거를 나타낸다.

있어서 안정적임을 예측할 수 있다.

LOP 성립 여부를 바탕으로 수산물 시장통합 여부를 살펴본 기존의 연구들과 달리, 본 연구가 가지는 의의는 아래와 같다.

첫째, 본 연구는 0이 아닌 무역비용을 전제하여, 보다 현실적인 무역환경을 반영하여 LOP 성립 여부를 살펴보았다. 이를 위해 본 연구가 적용한 STAR(p,d) 모형은 기존의 연구가 사용하였던 VAR 모형과 달리, 실제로 LOP 성립의 전제조건을 만족시키는 분석자료, 다시 말해서, 국내-평균 수입가격 차이가 수입비용보다 큰 경우만을 고려하여, 국내 주요 수입수산물 시장에서 LOP 성립 여부를 살펴보는 것을 가능하게 하였다.

둘째, STAR(p,d) 모형을 적용한 기존의 LOP 혹은 PPP 선행연구들은 수입과 수출 시, 국내-외국 가격 차이의 행동 패턴은 서로 대칭이라는 가정하에, 대부분 ESTAR(p,d) 모형을 이용하였다. 하지만 본 연구는 Davies(1977)가 제안한 LM-type 검정을 이용하여, 단순한 가정이 아닌 객관적인 검정의 결과를 바탕으로 ESTAR(p,d)과 LSTAR(p,d) 중 하나를 선택하여, LOP 성립 여부를 살펴보았다. 그리고 Davies(1977)가 제안한 LM-type 검정 결과에 의해 선택된 모형을 적용했을 때, 각 수입수산물 시장에서 더 우호적인 LOP 성립근거를 발견할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

셋째, LOP 성립 여부를 바탕으로, 국내 주요 수입수산물 시장의 통합 여부를 살펴본 임은선·김기수 (2015) 연구는 동종의 국내산 수산물 가격을 배제하고, 다양한 수입국들로부터 수입된 수산물들의 수입가격 사이에서 공적분 관계의 존재 유무를 살펴봄으로써, 수입국들 사이에서의 경쟁 관계 혹은 이들로부터 수입된 수산물들 사이에서의 대체성 여부에 초점을 두었다. 하지만 본 연구는 주요 수입수산물 품목에 대하여 국내 가격과 외국 수입가격 사이에서 LOP 성립 존재의 유무를 바탕으로, 이들 품목들에 대해 국내 공급자와 외국 공급자들 사이에서의 경쟁 관계, 국내산과 수입산의 대체관계를 살피는데 초점을 두어, 국내 주요 수입 수산물 시장의 통합 여부를 살펴보았다.

수산물 시장은 주로 신선/냉장, 냉동 혹은 수산물 가공품 등 동종 수산물이라 하더라도 성질별로 다양하게 분류가 된다. 몇몇의 선행연구들(Nielsen, Smit and Guillen, 2009)은 다양한 성질별로 분류된 수산물들 사이에서 LOP 성립 여부가 다르다는 것을 발견하였다. 따라서 향후 다양한 성질별로 동종 수산물의 국내 시장과 수입시장의 LOP 성립 여부를 통해, 이들 사이에서 시장통합 여부의 차이를 살펴봄으로써, 다양한 성질별로 국내 수산업을 보호하기 위한 정책의 효과가 어떻게 다른지 예측해 보고, 이에 대해 어떻게 대응할지 생각해보는 것도 의미가 있을 것이다. 이에 더하여, 본 연구는 국내 주요 수입수산물 시장들의 통합 여부를 살펴보았지만, 국내 주요 수출수산물 시장들의 통합 여부를 살펴보는 것도 의미가 있다고 사료된다. 이는 자국의 수산물들을 보호하기 위해, 우리나라 수출수산물들에 대해 펼치는 수입국들의 무역정책들이 우리나라 수산물들의 수출량, 혹은 수출가격에 미치는 영향을 가늠하는 데 유용할 것이기 때문이다. 이는 향후 연구과제로 남긴다.

REFERENCES

- 임은선 · 김기수 (2015), “국내 주요 수산물 수입시장의 통합정도: 냉동명태, 냉동낙지, 냉동갈치 시장을 중심으로”, *수산경영론집*, 46 (3), 31-49.
- Anderson, J. E. and Wincoop, E. V. (2004), “Trade Costs,” *Journal of Economic Literature*, 42 (3), 691-751.

- Asche, F., Gordon, D. V. and Hanneso, R. (2004), "Tests for Market Integration and the Law of One Price: the Market for Whitefish in France," *Marine Resource Economics*, 19(2), 195-210.
- Asche, F., A. Guttormsen, A. G., Sebulonsen, T. and Sissener, E. H. (2005), "Competition Between Farmed and Wild Salmon: the Japanese Salmon Market," *Agricultural Economics*, 33(3), 333-340.
- Asche, F., Benneer, L. S., Oglend, A. and Smith, M. D. (2012), "US Shrimp Market Integration," *Marine Resource Economics*, 27 (2), 181-192.
- Bates, D. M. and Watts, D. G. (1988), *Nonlinear Regression Analysis & Its Applications* (2nd ed), New York, NY: John Wiley.
- Bertola, G. and Caballero, R. J. (1990), "Kinked Adjustment Costs and Aggregate Dynamics," *NBER Macroeconomics Annual*, 5, 237-288.
- Bose, S. and McIlgorm, A. (1996), "Substitutability among Species in the Japanese Tuna Market: a Cointegration Analysis," *Marine Resource Economics*, 11 (3), 143-155.
- Cassel, G. (1922), *Money and Foreign Exchange after 1914*. Constable and Company Limited, London.
- Dumas, B. (1992), "Dynamic Equilibrium and the Real Exchange Rate in a Spatially Separated World," *The Review of Financial Studies*, 5 (2), 153-180.
- Davies, R. B. (1977), "Hypothesis testing when a nuisance parameter is present only under the alternative," *Biometrika*, 64 (2), 247-254.
- Dijk, D. V., Teräsvirtaand, T. and Franses, P. H. (2002), "Smooth Transition Autoregressive Models- A Survey of Recent Developments." *Econometric Reviews*, 21 (1), 1-47.
- Engel, C. and Rogers, J. (1996), "How Wide Is the Border?," *American Economic Review*, 86 (5), 1112-25.
- Góes, C. and Matheson, T. (2017), "Domestic Market Integration and the Law of One Price in Brazil," *Applied Economics Letters*, 24 (5), 284-288.
- Goldberg, P. K. and Verboven, F. (2005), "Market Integration and Convergence to the Law of One Price: Evidence from the European Car Market," *Journal of International Economics*, 65 (1), 49-73.
- Luukkonen, R., Saikkonen, P. and Teräsvirta, T. (1988), "Testing Linearity against Smooth Transition Autoregressive Models," *Biometrika*, 75 (3), 491-499.
- Marshall, A. (1947), "Principles of Economics," London, Macmillan.
- Michael, P., Nobay, R. A. and Peel, D. A. (1997), "Transactions Costs and Nonlinear Adjustment in Real Exchange Rates: An Empirical Investigation," *Journal of Political Economy*, 105, 862-879.
- Nielsen, M., J. Setälä, J. Laitinen, Saarni, K., Virtanen, J. and Honkanen, A. (2007), "Market Integration of Farmed Trout in Germany," *Marine Resource Economics*, 22 (2), 195-213.
- Nielsen, M., Smit, J. and Guillen, J. (2009), "Market Integration of Fish in Europe," *Journal of Agricultural Economics*, 60 (2), 367-385.
- Nielsen, M. (2005), "Price Formation and Market Integration on the European First-Hand Market for Whitefish," *Marine Resource Economics*, 20 (2), 185-202.
- Obstfeld, M. and Taylor, A. M. (1997), "Nonlinear Aspects of Goods-Market Arbitrage and Adjustment: Heckscher's Commodity Points Revisited," *Journal of the Japanese and International Economics*, 11 (4), 441-479.
- O'Connell, P. G. and Wei, S. J. (2002), "The Bigger they are, The Harder they fall": Retail Price Differences across US cities," *Journal of International Economics*, 56 (1), 21-53.
- Papell, D. H. (1997), "Searching for stationarity: Purchasing Power Parity under the Current Float," *Journal of International Economics*, 43 (3-4), 313-332.
- Perron, Pierre, and Timothy J. Vogelsang.(1992), "Nonstationarity and Level Shifts with an Application to Purchasing Power Parity.," *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 301-320.

- Rogoff, K. (1996), "The Purchasing Power Parity Puzzle", *Journal of Economic literature*, 34 (2), 647-668.
- Sarno, L., Taylor, M. P. and Chowdhury, I. (2004), "Nonlinear Dynamics in Deviations from the Law of One Price: a Broad-Based Empirical Study." *Journal of International Money and Finance*, 23 (1), 1-25.
- Stigler, G. J. (1969), *The Theory of Price*. London: Macmillan
- Teräsvirta, T. (1994), "Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models," *Journal of the American Statistical Association*, 89 (425), 208-218.
- Ubilava, D. and Helmers, C. G. (2013), "Forecasting ENSO with a Smooth Transition Autoregressive Model," *Environmental Modelling & Software*, 40, 181-190.
- Vinuya, F. D. (2007), "Testing for Market Integration and the Law of One Price in World Shrimp Markets," *Aquaculture Economics & Management*, 11 (3), 243-265.

〈Appendix〉 STAR(p,d) 모형 분석단계

STAR (p,d) 모형을 추정하기에 앞서, 먼저 $q_{i,t}$ 행동 패턴의 비선형 여부를 살펴보아야 한다. $q_{i,t}$ 의 행동 패턴이 선형이라는 것은 아래 식 (A.1)에 제시한 STAR (p,d) 모형에서 무역이 일어날 때와 일어나지 않을 때, 각 변수에 대한 계수가 서로 같음을 의미한다.

$$\Delta q_{i,t} = \alpha + \beta q_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j \Delta q_{i,t-j} + (\alpha^* + \beta^* q_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j^* \Delta q_{i,t-j}) F(q_{i,t-d}; \gamma, \mu) + \epsilon_{i,t} \quad (A.1)$$

다시 말해서, $\alpha = \alpha^*$, $\beta = \beta^*$, $\theta_j = \theta_j^*$ (여기서 $j=1, \dots, p-1$)를 의미한다. 반대로 $q_{i,t}$ 의 행동 패턴이 비선형이라는 것은 이들 중 적어도 하나는 다름을 의미한다 (e.g. $\beta \neq \beta^*$). Dijk et al. (2002)는 $q_{i,t}$ 행동 패턴의 비선형 여부를 검정하기 위해, $\gamma=0$ 의 여부를 검정할 것을 제안했다. 하지만 $\gamma=0$ 인 경우, $\alpha = \alpha^*$, $\beta = \beta^*$, $\theta_j = \theta_j^*$ 을 만족하지 않아도 된다. $\gamma=0$ 이면, 각 변수의 계수들은 어떠한 값을 가질 수 있기 때문이다¹⁴). 따라서 $q_{i,t}$ 행동 패턴의 비선형 여부를 검정하기 위해, $\gamma=0$ 여부를 살펴보는 것은 한계가 있다. 이를 해결하기 위해, Lukkonen, Saikkonen and Teräsvirta (1988)은 아래 보조회귀식 (auxiliary regression) (A.2)을 이용하여, Davies (1977)가 제안한 LM-type의 검정 방법을 이용하여, $q_{i,t}$ 의 행동 패턴의 비선형 여부를 검정하였다. 본 연구도 Lukkonen, Saikkonen and Teräsvirta (1988)를 따랐다.

$$q_{i,t} = \sum_{j=1}^p \theta_{0j} + \theta_{1j} q_{i,t-j} + \theta_{2j} q_{i,t-j} q_{i,t-d} + \theta_{3j} q_{i,t-j} q_{i,t-d}^2 + \epsilon_{i,t} \quad (A.2)$$

여기서 $q_{i,t}$ 행동 패턴의 선형 여부를 검정하기 위한 귀무가설은 $\theta_{2j} = \theta_{3j} = 0$ 이다. 이는 $\gamma=0$ 과 일맥상통한다. 식 (A.2)을 바탕으로 $q_{i,t}$ 행동 패턴의 비선형 여부 검정절차 및 STAR(p,d)의 추정방법은 아래와 같다.

1. 먼저 AIC (Akaike Information Criteria)를 이용하여 선형모델인 AR(p) (즉 식(A.2)에서 $\theta_{2j} = \theta_{3j} = 0$ 일 때)와 비선형 모델인 STAR(p,d) (즉 식 (A.2)에서 $\theta_{2j} \neq 0$ 혹은 $\theta_{3j} \neq 0$ 일 때)에 동일한 차수 p를 선택한다.

2. 식 (A.2)에서 $\theta_{2j} \neq 0$ 혹은 $\theta_{3j} \neq 0$ 일 때, 식 (A.2)의 $\epsilon_{i,t}$ 의 제곱 합의 값이 최소가 되는 d를 선택한다. 즉 $\hat{d} = \arg \min \hat{\sigma}_{S.T.A.R.}^2(p, \hat{d})$, 여기서 $\hat{\sigma}_{S.T.A.R.}^2(p, \hat{d}) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \hat{\epsilon}_t(p, \hat{d})^2$, $1 \leq d \leq p$ 이다.

3. $q_{i,t}$ 의 비선형 여부를 살펴보기 위해 적용하는 LM-type 검정은 F 검정으로 실행할 수 있다¹⁵).

14) 이에 대한 자세한 사항은 Bates and Watts (1988)을 참고하기 바란다.

15) 일반적으로 LM-type의 검정은 주로 점근적 χ^2 -검정 (Asymtotic χ^2 test) 을 통해 실행되나, Teräsvirta (1994)는 차수(p)와 시계열 자료의 샘플 기간의 상대적인 크기는 검정력(power)에 영향을 미칠 수 있기 때문에 점근적 χ^2 -검정보다 F-검정을 통해 실행하는 것이 더 적합하다고 주장했다.

이에 대한 귀무가설은 $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 살펴보는데, “선형모형인 AR(p) (식 (A.2)에서 $\theta_{2j} = \theta_{3j} = 0$)이 비선형모형인 STAR(p,d) (식 (A.2)에서 $\theta_{2j} \neq 0$ 혹은 $\theta_{3j} \neq 0$) 보다 더 적합한 모형이다.”이다. 이를 위한 F-검정통계량은 아래와 같다.

$$F = T \left(\frac{\hat{\sigma}_{AR}^2 - \hat{\sigma}_{S.T.A.R.}^2(p, \hat{d})}{\hat{\sigma}_{S.T.A.R.}^2(p, \hat{d})} \right), \text{ 여기서 } T \text{는 관측치의 수}$$

4. 위 과정 3은 $q_{i,t}$ 행동 패턴의 비선형 여부만 나타낸다. 비록 F-검정결과, $q_{i,t}$ 행동 패턴이 비선형임을 알게 된다 하더라도, 비선형모형이 ESTAR(p,d) 모형인지 혹은 LSTAR(p,d) 모형인지 알 수 없다. F-검정을 이용하여, $q_{i,t}$ 의 행동 패턴을 나타내는 데, LSTAR(p,d)와 ESTAR(p,d) 중 어느 것이 더 적합한지 알아보기 위해, 귀무가설 “LSTAR(p,d)이 ETAR(p,d)보다 더 적합한 모형이다.”을 아래 F-검정 통계량을 이용하여 검정한다.

$$F = T \left(\frac{\hat{\sigma}_{LSTAR(p, \hat{d})}^2 - \hat{\sigma}_{ESTAR(p, \hat{d})}^2}{\hat{\sigma}_{ESTAR(p, \hat{d})}^2} \right), \text{ 여기서 } T \text{는 관측치의 수}$$

5. 위의 과정 4에서 선택된 LSTAR(p,d) 혹은 ESTAR(p,d) 모형의 추정계수들은 비선형 최소자승법 (nonlinear least square estimation)을 이용하여 추정한다.