이베로아메리카 제14권 1호 [2012. 6] : 179~211

북·중남미 국가들의 최종재와 중간재 무역 네트워크를 기반으로 한 핵심-주변 국가 분석에 대한 연구

임 병 학*
(Leem, Byung-Hak)

〈Abstract〉

A Study on Core-Periphery Country Analysis Based on Intra-regional Trade Networks of Goods and Parts and Components among Latin and North American

This study is to explore country's roles by influence analysis and core/periphery analysis of final goods and intermediate goods trade networks among north, middle, and south America using social network perspective.

In the network centrality analysis, there are few differences between two networks. This provides which countries are specialized in final goods or intermediate goods. In the importance analysis of final goods and intermediate goods, the most important countries are Canada, USA, Mexico, and Brazil in order. Regular equivalence analysis categorizes countries into 4 groups for final goods, and 3 groups for intermediate goods. Finally, core/periphery analysis shows that core countries are USA, Canada, and Mexico in

* 부산외국어대학교 경영학부
E-mail: bhleem@bufs.ac.kr

final goods, and USA and Brazil in intermediate goods. These results show that Mexico is specialized in final goods trade and Brazil is focused on parts and components trade.

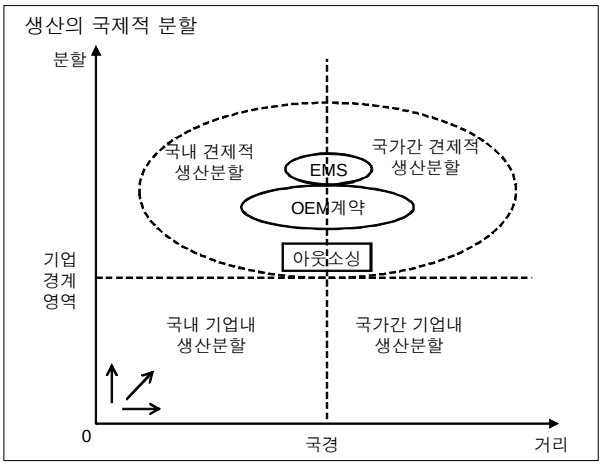
[Key Words: Social Network/ Product Fragmentation/ Centrality/ Regular Equivalence/ Core-Periphery Analysis]
[주제어: 사회 네트워크 모델/ 생산 분할/ 중심성/ 규범적 동위성/ 핵심-주변 분석]

Ⅰ. 서론

최근 경제의 글로벌화의 두드러진 특징 중 하나는 생산 분할(product fragmentation)이라 할 수 있다. 과거 20여 년 동안 통신 기술 및 운송의 발달로 세계 시장은 지속적으로 통합되어 왔기 때문에, 생산 분할(생산 공유, product sharing)은 최종재(goods)가 서로 다른 지역에서 설계, 부품 생산, 그리고 조립됨에 따라 전 세계 혹은 지역 내 무역에서 중간재(intermediate goods) 거래뿐만 아니라 국가 간 상호의존도를 심화시키고 있다.

국가 간 생산 네트워크의 원인 및 특징을 설명하기 위해 그 동안 이론적 혹은 실증적으로 많은 연구가 이루어져 왔다. 생산 네트워크는 여러 가지 복합적 요인에 의해 형성된 것으로 알려지고 있지만, 그 중에서도 초국경 기업(transnational corporations)의 국경 간(cross-border) 생산 분할이 주요 원인임은 틀림없다. 경제, 경영, 사회경제, 지역학 등의 서로 다

른 학문 영역의 학자들은 이 국제 생산 분할이란 용어를 경제적 상황을 묘사하기 위해 서로 다른 개념으로 정의하고 있다. Jones와 Kierzkowski (1990, 2000)는 처음으로 생산 분할을 국내뿐만 아니라 국경 간 생산 공정의 공간적 확산으로 정의하였다. 이러한 생산 분할은 수직적으로 통합된 기업뿐만 아니라 기업 영역을 넘은 아웃소싱(outsourcing)을 통해 일어날 수 있다. Yi(2003), Hummels, Ishii & Yi(2001)은 생산 공정의 국제적 수직적 분업을 의미하는 수직적 전문화로 정의하고 있고, Yeats(1998)는 국가 간 그리고 기업 간 생산을 나타내는 글로벌 생산 공유로 정의하였다.



Kimura and Ando (2004)에서 인용

〈그림 1〉 2차원의 생산 분할 개념

이들 연구를 종합적으로 고려하면, 생산 분할이란 기업이 제품 생산에 필요로 하는 모든 생산 공정을 한 지역 혹은 국가에서 수행하던 전통적

생산방식을 벗어나 생산비용(또는 서비스 링크비용) 등 여러 가지 경제적 비용을 고려하여 다양한 지역 혹은 국가로 분할하는 생산방식을 의미한다(그림 1참조).

최근에 와서 이러한 현상이 국제 경제학계로부터 주목을 받고 있는 이유는 기업들의 생산 분할의 지리적 범위가 과거보다 훨씬 넓어졌고, 제품 생산의 기술수준도 국경 간 더욱 심화된 데 있다(Jones & Kierzkowski 1990). 또한 범세계적 세계화의 발전과 함께 최근 국제무역의 주요 특징으로 국제 생산 분할이 대두되었기 때문이다.

이에 본 연구의 목적은 생산 분할 혹은 생산 공유로 인한 최종재와 중간재의 북·중남미 국가들 간 무역 네트워크를 기반으로 사회 네트워크 관점에서 국가 영향력 분석과 핵심-주변 국가 분석을 통해 각 국가의 역할을 파악하는데 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같이 이루어져 있다. 이어지는 제2장은 문헌검토로 본 연구와 관련된 선행된 문헌을 검토하여 본 논문의 방향과 차이점을 제시하였다. 제3장은 연구방법론에 해당하는 내용으로 사회 네트워크 분석 방법 중에서 네트워크 영향력 분석과 네트워크의 핵심-주변 국가 분석 방법에 대해 기술하였다. 제4장은 3장에서 설명한 방법을 이용하여 북·중남미 국가들 간 무역 네트워크를 구축하고 영향력 및 핵심-주변 분석을 수행하였다. 마지막으로 제5장은 본 연구의 결론, 공헌 그리고 한계점과 향후 연구방향을 제시하였다.

Ⅱ. 문헌연구

1990년대까지 국제 무역 흐름에 네트워크 분석의 적용은 주로 네트워크 통계를 사용하여 네트워크 내에 있는 나라들 위치의 구조적 등가 및

무역 흐름의 비대칭적 존재를 연구하였다. 이러한 연구 맥락에서 나타나는 관련된 방법론적 문제는 어떤 무역흐름을 고려해야 하는 지와 어떤 거리 혹은 중심성 지표가 네트워크 내에 있는 국가의 위치를 정확하게 측정할 수 있는지 이다. 예를 들면 Smith 와 White(1992)는 제한된 품목의 무역 흐름을 분석하여 관계적 거리 알고리듬을 가지고 무역 네트워크 구조를 파악하여 핵심과 주변 나라들의 분할이 시간이 지남에 따라 변화하고 있음을 보여주고 있다. 핵심에 있는 국가들이 인당 평균 GDP (Gross Domestic Product)가 주변에 있는 국가들보다 높음을 보여주고 있지만, 이 연구의 한계는 개별적 나라들의 속성은 고려하지 않고 무역관계 데이터만을 이용하였다는 것이다.

2000년대의 연구 흐름은 복잡한 네트워크(Complex Network) 개념과 관련이 있다. 대부분의 이러한 연구는 세계 무역 네트워크(World Trade Network)의 위상학적 속성에 중점을 두고, 외적인 국가들 간 분할보다는 국가들의 내적 특성 발견과 관련이 있다. Serrano와 Boguna(2003)는 2000년의 세계 무역 네트워크는 복잡한 네트워크의 전형적인 속성을 나타내 보이고 있음을 기술하고 있다. 특히 (1) 연결정도 분포가 높은 정도의 이질성(heterogeneity)을 보이는 척도 없는 네트워크(scale-free network), (2) 두 국가 간의 평균 경로 길이가 네트워크 크기와 함께 대수적으로 (logarithmically) 증가하는 좁은 세상 네트워크(small world network), (3) 주어진 국가의 이웃과 높은 확률을 가지고 연결되는 것을 의미하는 군집계수(clustering coefficient), 그리고 (4) 네트워크의 계층적 구조를 정의하는 중요한 속성을 보여주는 연결정도간 상관관계(degree-degree correlation) 등의 속성을 연구하였다. 이러한 연구결과를 기반으로, 최근의 연구는 국가 간 연결의 다른 측면을 고려하는 세계 무역 네트워크의 위상학적 특성에 대한 연구로 이동하고 있다. Garlaschelli and Loffredo

(2005)와 Raja and Reyes(2007)는 세계 무역 네트워크를 무역 네트워크의 강한 계층적 구조와 척도 없는 네트워크 속성을 나타내는 방향성 있는 네트워크로 정의하고 있다. Fagiolo et al. (2008)는 국가 간 연결은 무역 흐름의 량에 의해 계산하는 것이 아니라 국가 간 평균 무역 흐름 (수출과 수입의 평균)에 의해 부가될 수 있는 대칭적이고 가중치가 있는 무역 네트워크로 보았다. 이 접근법은 국제 무역에서 국가의 역할에 따라 국가 간 큰 차이가 존재하고, 약하게 연결된 나라들은 허브(hub)의 역할을 하는 강하게 연결된 나라들과 무역관계를 가지는 경향이 있음을 보여주고 있다. 무역 네트워크에서 이러한 현상을 사회학적으로 이류혼합(disassortative Mix)으로 불린다.

지금까지 기존의 무역 네트워크 분석에서 제시된 연구에서 나타나는 주된 결과들 중의 하나는 무역 흐름, 파트너, 그리고 연결이 국가 간 강한 이질성이 존재하고, 특정 국가는 네트워크 구조에서 매우 다른 역할을 하고 있다는 것이다. 이는 전통적인 정적이고 동질적인 무역 모델에 도전적인 것으로 볼 수 있다. 게다가 또 연결정도 분포, 무역 연결의 동(이)류혼합 속성, 높은 군집 계수는 전체 무역 모델과 일치되는 구조를 제공하고 있다는 것이다. 기존 연구의 공헌은 주어진 해에 국가 간 수출입 관계의 그래프로 정의되는 무역 네트워크의 위상학적 특성을 시간에 따라 보여주고 있지만, 무역 네트워크 분석 결과를 무역이론과 연계를 시키지 못해 아주 적은 경제적 의미만을 제시하고 있다. 또한 국가 간 총 무역량에 의한 국가 간 무역 네트워크를 분석하여 최종재나 부품 혹은 부분품의 중간재 무역 네트워크는 볼 수 없어 국가의 산업 전문성을 제시해 주고 있지 못하고 있다.

하지만 최근 국제 무역에서 네트워크 분석을 활용한 또 다른 연구 추세는 최종재와 중간재에 기반한 생산 분할 네트워크에 대한 연구라 할

수 있다. 1980년대 이후로 국제 생산 분할에 대한 연구는 크게 거시적 미시적 수준에서 수행되어 왔다. 미시 경제적 관점에서 대부분의 산업 내(intra-industry) 무역은 다국적 환경 기업들의 글로벌 생산 공유에 기반을 두고 있다. 기업들의 생산 공정은 조립 라인이 서로 다른 국가에 위치하여 유연생산의 서로 다른 형태로 대체되는 것처럼 국제적으로 분할되어 왔다. 이러한 생산의 수직적 분할은 개별적 국가의 전문화의 이점에 의해 추진되었다. Srholec, M.(2006)은 BEC(rev. 3)의 분류에 따라 UN Comtrade 데이터를 사용하여 1995년과 2004년의 85개 국가에 대해 최종재와 중간재의 거래를 기반으로 무역 네트워크를 구축하고 네트워크 동위성 분석을 통해 국가들의 군집 분석을 하고 최종 재와 중간재 무역 네트워크의 핵심과 주변 국가들을 분류하였다. 핵심과 주변 국가들에 대해 생산 네트워크에 영향을 미치는 영향을 비교하였다. 이는 전체 산업에 대해서 거시적 측면을 보여 주고 있지만, 미시적 측면에서 각 나라들마다 산업에 따라 전문화된 정도가 다를 수 있다는 것을 간과하고 있다. Türkcan, K.(2011)는 수직적 산업 내 무역에서 오스트리아와 29개 국가의 자동차 무역 파트너들 간 자동차 산업의 부품 무역에 미치는 요인들을 파악하여 자동차의 특정 산업에서 생산 분할의 결정요인들을 분석하였다. 오스트리아의 자동차 부품 무역은 시장 규모, 인당 GDP, 해외직접투자(FDI)에 의해 긍정적인 영향을 받지만, 거리에서는 부정적 영향을 미치고 있음을 파악하였다. Gangnes, Byron, & Assche(2010)는 전자 산업에서 글로벌 생산 네트워크와 동 아시아의 중추적 역할을 검토하고, 지역 경제 공동체들 간 그리고 지역 경제 공동체와 선진국간의 새로운 무역 유형에 대한 글로벌 생산 네트워크의 영향을 파악하였다. 이들은 무역의 관점과 전자 산업의 생산 통계를 사용하여 각 국가의 전문화 유형을 분석하였다. 이들은 Srholec, M.(2006)가 간과하고 있는 한 산업, 즉 전자

산업의 부품 생산 무역에 초점을 두고 있다. 전자 부품 생산 데이터를 고려한 이 연구는 부품이나 부분품과 같은 중간재 무역 양에 따라 나타나는 전문화 유형 제시에 큰 공헌을 하고 있다. 그리고 이들은 글로벌 공급 망 관점에서 전자 산업의 생산 네트워크의 채찍효과(bullwhip effect)를 파악하였다(Lee, Padmanabhan and Wang, 1997; Cachon, Randall and Schmidt, 2007). 이 현상은 제품 생산 네트워크에서 상위공정으로 갈수록 그 공정에 참여하는 국가들의 수출 감소가 증폭되는 현상을 말한다. 이런 증폭 현상은 최종재나 중간재 거래에서 나타난다. 최종 수요의 감소로 하위공정 활동을 줄일 때, 기업들의 최초의 반응은 재고를 줄이는 것이다. 따라서 하위공정 활동의 축소는 상위공정에 위치에서 중간재에 대한 수요 감소를 증폭시킨다. 이는 같은 무역 네트워크 상에 있는 국가의 경제적 위기가 어떻게 전파되고 있는지를 보여 주는 예로 볼 수 있다(Burstein, Kurz and Tesar, 2008). 하지만 이들은 국가의 쌍방간 거래를 기반으로 한 분석에 중점을 둔 나머지 많은 국가들 간 네트워크 관점은 간과하고 있다. Lee, et al.(2011)은 아시아 국가들 간 생산 분할에 의한 부품과 부분품의 무역으로 세계 경제 속에서 계속적으로 통합하고 있는 중국의 역할을 파악하였다. 이들은 전체 무역 흐름 가운데 중간재와 최종재를 분류하고 이들의 무역 유형과 추세를 제시하였다. 중국의 중간재와 최종재 무역에 영향을 미치는 요인들을 파악하기 위해 확장된 중력 모형을 이용하였고, 부품과 부분품 무역에서 다른 아시아 국가들과의 무역 연계 정도를 평가하였다. 중국은 중간재 무역이 최종재보다 동북 아시아 국가들과 강한 무역관계를 가진 높은 지역 집중도를 보이고 있음을 파악하였다. 이들은 수출과 수입의 최종재와 중간재의 국가 간 무역 전체를 보고 중국의 무역 유형과 지역 국가들과 무역 관계를 파악하는데 큰 공헌을 하였지만, 산업 각각에 대한 부분에서의 무역유형과

전체 생산 분할 네트워크 속에서의 중국의 위상을 파악하는 데는 미치지 못하였다.

지금까지 언급한 분할 생산에 대한 선행연구들을 요약하면 다음의 네 가지 측면에 중점을 두고 있다. 첫 번째 측면은 생산의 국제적 분할 정도와 관련이 있다. 어떤 국가들이 어떤 국가와 얼마나 많은 부품과 부분품을 거래하고 있는가? 두 번째는 생산의 국제적 분할 동기에 대한 내용이다. 무엇이 부품과 부분품들을 거래하게 하는가? 세 번째 측면은 국제적 생산 분할의 경제적 효과에 대한 것이다. 특히, 무역 파트너들의 전반적 복지에 대한 영향, 가격의 영향, 참가 국가들의 기술 수준에 대한 영향, 선진 국가들의 소득 불균형에 대한 영향 등이다. 문헌연구의 넷째 측면은 국제 생산 네트워크와 부품 및 부분품 거래에서 각 국가의 역할과 지역 경제 통합과 협력에 대한 시사점과 관련이 있다.

따라서 본 연구는 위의 선행연구들을 기반으로 북·중남미 국가들 간 무역 네트워크에서 최종재와 중간재의 무역 네트워크를 고찰하고, 이 무역 네트워크 내에서 국가의 중심성, 중요도, 동위성 그리고 국가들의 핵심-주변 분석을 통해서 최종재와 중간재의 주요 무역 파트너들의 역할을 밝히고자 한다.

Ⅲ. 이론적 배경과 연구방법론

본 연구는 중남미와 북미 지역의 최종재와 중간재 네트워크 분석을 위해 사회학에 기반을 두고 있는 사회 네트워크 분석과 그래프 이론을 사용하여 최근에 개발된 네트워크 분석 지표들을 이용하고자 한다. 네트워크 분석은 국제 무역의 본질이 바뀜에 따라 시간에 따른 무역 네트워크 구조가 어떻게 변하는지를 볼 수 있는 적합한 연구방법이라 할 수 있

다. 국제 무역의 전통적인 분석과 대치되는 그래프 이론과 네트워크 분석 이론은 객체의 속성보다는 그래프의 객체들 간 관계와 네트워크의 구조에 중점을 두고 있다. 이러한 네트워크 분석은 기존의 국가의 특성과 쌍방의 관계 분석의 가장 중심에 두는 실증분석, 예를 들면, 국제무역의 중력모형을 보완할 수 있다(Harrigan 2003; Anderson and van Wincoop 2003). 따라서 국가들의 무역 유형을 분석할 때 개별적인 나라들의 속성뿐만 아니라 무역 흐름 네트워크에서 실제 혹은 잠정적인 나라들과의 상호작용과 위치를 고려한 분석은 좀 더 폭넓은 시사점을 제시할 수 있다.

따라서 본 연구의 방법과 내용은 크게 세 단계로 나누어 수행한다. 첫 번째는 북·중남미 국가들 간 최종재와 중간재 무역 네트워크 구축이다. 두 번째 단계는 무역 네트워크 지표를 이용하여 국가의 중심성, 중요도, 동위성을 분석하는 것이다. 마지막 세 번째는 중심성과 동위성 분석을 기반으로 핵심-주변 국가 분석을 통해 최종재와 중간재의 주요 무역 파트너들의 역할을 파악하는 것이다.

3.1. 무역 네트워크 구축

본 연구는 전반적인 최종재와 중간재에 대한 HS(Harmonized System) 분류에 따라 UN Comtrade의 자료를 활용하여, 2006년도의 북·중남미의 13개 국가에 대한 최종재와 중간재 무역에 대해 국가 간 무역 매트릭스를 구축하고(표 1과 2 참조), 이 무역 매트릭스 데이터를 기반으로 사회 네트워크 분석의 전문 소프트웨인 Netminer 4.0을 활용하여 최종재와 중간재의 무역 네트워크들을 〈그림 2〉와 같이 구축 한다. 이 무역 네트워크는 사회 네트워크 분석 지표들을 활용하여 네트워크의 위상학적(topological) 특성 파악을 위해 무역 네트워크의 연결성, 중심성, 구조적

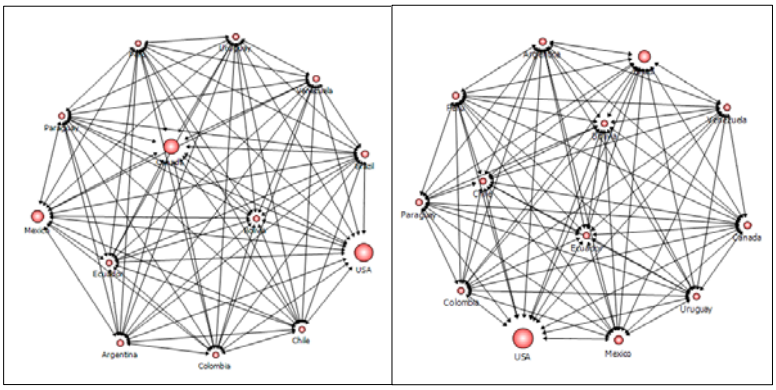
동위성을 분석한다. 네트워크 연결성 분석은 서로 연결된 네트워크에서 노드 간 영향력, 종속성, 흐름 그리고 노드 간 연결 성향을 나타낸다. 네트워크 중심성 분석은 최종재와 중간재 무역 네트워크에서 어떤 국가가 가장 관련이 있는지를 보여준다. 네트워크의 구조적 동위성 분석은 최종재와 중간재 무역 네트워크에서 국가들의 군집을 핵심과 주변 국가를 파악하는데 기초자료가 된다.

〈표 1〉 북 중남미 국가들 간 최종재의 수출 무역 매트릭스

	Argentina	Bolivia	Brazil	Chile	Colombia	Ecuador	Mexico	Paraguay	Peru	Uruguay	Venezuela	Canada	USA
Argentina	-	391,274	11,739,592	768,463	51,187	44,160	952,155	168,499	74,012	301,486	11,074	169,556	4,772,824
Bolivia	374,593	-	701,602	285,824	58,501	9,290	35,474	29,486	189,505	6,087	2,234	23,114	215,323
Brazil	8,032,346	1,592,048	-	2,757,820	190,701	26,508	1,147,290	327,983	814,541	582,529	1,501,053	1,170,980	19,227,472
Chile	4,374,272	68,144	3,913,549	-	258,760	554,359	904,934	130,835	1,429,921	165,260	950,153	417,011	6,789,923
Colombia	549,996	155,832	2,139,883	491,508	-	715,264	2,132,118	2,643	505,780	14,693	585,614	452,504	6,708,245
Ecuador	301,899	10,871	877,498	421,998	1,237,076	-	386,345	3,902	327,287	7,925	191,025	139,385	2,706,857
Mexico	1,435,398	21,740	4,458,202	2,280,565	581,599	58,384	-	6,642	390,443	133,869	595,029	3,857,164	134,127,535
Paraguay	613,705	28,406	1,233,639	61,590	2,415	945	27,086	-	647	58,146	469	5,881	910,756
Peru	719,696	248,693	1,509,564	931,572	692,046	1,039,364	533,468	27,841	-	21,113	103,597	254,397	2,927,202
Uruguay	1,134,439	1,327	1,012,598	89,297	5,563	2,996	66,481	420,243	8,457	-	2,140	21,336	478,359
Venezuela	787,370	200,972	3,565,424	492,549	2,701,734	318,896	1,783,182	9,601	412,007	78,151	-	695,356	9,011,588
Canada	448,987	49,522	2,280,741	1,288,695	275,148	39,365	5,176,224	5,136	1,611,607	44,550	605,441	-	230,244,127
USA	4,034,274	413,801	24,774,417	8,947,470	9,948,230	6,824,753	212,131,773	66,624	5,707,487	536,574	29,956,778	316,661,390	-

〈표 2〉 북 중남미 국가들간 중간재의 수출 무역 매트릭스

	Argentina	Bolivia	Brazil	Chile	Colombia	Ecuador	Mexico	Paraguay	Peru	Uruguay	Venezuela	Canada	USA
Argentina	-	2,109	2,977,360	131,913	6,786	635	448,933	13,074	4,774	66,027	1,241	52,508	1,102,969
Bolivia	15,006	-	93,329	42,498	4,015	2,342	5,664	1,121	19,571	234	22	3,156	57,405
Brazil	925,112	1,281	-	45,214	22,624	1,483	251,276	20,292	7,262	25,524	2,214	125,777	6,890,584
Chile	116,783	2,830	634,750	-	25,245	2,963	239,574	521	26,232	2,596	547	85,728	1,090,014
Colombia	61,211	7,397	577,272	31,874	-	63,209	465,846	480	39,366	3,033	27,767	83,971	1,467,239
Ecuador	34,719	239	139,669	10,895	129,856	-	119,558	54	23,583	262	5,693	9,056	506,092
Mexico	127,254	389	919,003	79,540	80,953	592	-	7	8,293	14,830	8,157	949,795	42,655,455
Paraguay	32,737	55	178,263	4,282	173	244	7,966	-	228	2,530	-	2,892	232,347
Peru	43,465	7,745	279,399	59,383	40,861	14,432	122,835	11	-	484	1,594	39,773	854,452
Uruguay	62,961	109	175,763	6,159	487	149	31,321	5,567	1,149	-	4	5,607	104,295
Venezuela	120,686	1,044	1,319,316	27,233	240,300	17,323	187,101	-	31,881	1,074	-	231,499	2,732,080
Canada	75,978	701	124,528	10,487	9,560	774	1,193,519	13	2,729	1,017	34	-	56,572,036
USA	298,595	8,882	3,983,364	122,625	201,279	21,123	50,081,913	1,351	46,664	18,919	57,137	40,912,261	-



〈그림 2〉 중남미와 북미 국가들의 최종재(좌)와 중간재(우) 무역 네트워크

3.2. 무역 네트워크 분석

(1) 네트워크 영향력 분석

네트워크의 영향력 분석은 네트워크 중심성, 중요도, 네트워크 최대 흐름 등에 의해서 측정할 수 있다. 우선 중심성은 네트워크 내에서 상대적 중요성을 측정한다. 본 연구에서는 연결정도 중심성과 아이겐벡터 중심성으로 측정하고자 한다. 이 지표는 무역 네트워크에서 어떤 국가가 가장 깊은 관련을 가지고 있는지를 보여준다. 연결정도 중심성은 한 노드가 다른 노드와 공유하고 있는 링크의 수로, 네트워크 내에서 노드의 중요성을 나타낸다(Freeman 1977; 1979). 노드 i의 연결정도 중심성은 네트워크 내에서 노드의 연결성을 나타낸다. 노드 i와 노드 j간 직접 연결이 존재할 때, $a_{ij}=1$, 존재하지 않을 때는 $a_{ij}=0$으로 연결정도 중심성은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$C_D(i) = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}$$

네트워크가 방향성이 있을 경우, 연결정도 중심성은 내향 연결정도 중심성과 외향 연결정도 중심성으로 분리하여 측정할 수 있다. 내향 연결정도(In-degree) 중심성은 노드로 향하고 있는 링크의 수로, 외향 연결정도(out-degree) 중심성은 노드가 다른 노드로 향하고 있는 링크의 수에 의해 측정된다. 위의 연결정도 중심성은 가중치가 없는 네트워크를 고려한 상황이다. 이 가중치가 없는 네트워크에서 연결정도는 노드에 연결되는 링크의 수에 의존하기 때문에 가중치에 내포되어 있는 잠재적으로 유용한 많은 정보들을 놓치고 있다. 연결정도가 네트워크에서 노드의 중요성을 측정한다는 측면에서, 강한 연결을 가진 노드가 약한 연결을 가지는 노드보다 훨씬 더 큰 중요성을 가진다. 가중치가 있는 네트워크의 연결정도 중심성은 다음과 같이 표현된다.

$$C^{w}{}_D(i) = \sum_{j=1}^{n} A_{ij}$$

여기서 w_{ij}를 노드 i와 노드 j간 링크의 가중치, A_{NN}를 가중치가 있는 네트워크의 인접 행렬(adjacency matrix), N을 모든 노드들의 집합, 인접행렬의 요소를 A_{ij}라 할 때 각 중심성에 대한 측정방법은 다음과 같다. 여기서 노드 i와 노드 j간 링크의 가중치가 있을 경우 $A_{ij} = w_{ij}(i \neq j)$ 이고, 그렇지 않은 경우는 $A_{ij} = 0$이다.

다음은 아이겐벡터 중심성으로 네트워크 내에서 가장 영향력이 있는 중심노드를 찾을 때 유용한 측정 지표이다. 이 중심성은 높은 점수를 갖는 노드에 대한 연결이 낮은 점수를 갖는 노드에 대한 연결보다 노드의 점수에 더 많은 공헌을 한다는 원칙을 기반으로 네트워크의 모든 노드

들에 상대적 점수를 부여하는 방법이다.

$$x_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{j \in M(i)} x_j = \frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^{N} a_{ij} x_j$$

여기서 x_i은 노드 i의 점수, $M(i)$은 노드 i와 연결된 모든 노드들의 집합, λ를 상수, N은 모든 노드들의 집합을 가리킨다.

세계 무역 네트워크처럼 서로 연결된 네트워크에서 노드 간 최대 흐름은 노드 간 연결 성향을 나타낸다. 이 네트워크 속성은 세계 무역 네트워크에서 한 국가의 충격이 무역 네트워크로 연결된 다른 국가에로의 전염 혹은 확산 가능성을 볼 수 있는 척도가 될 수 있다. 본 연구에서는 이러한 정보를 거시적으로 보여주는 최대 흐름 분석에 중점을 두고자 한다. 최대 흐름(Max. Flow)은 순서대로 된 노드의 모든 쌍에 대해 최대 흐름을 계산한다. 출발 노드에서 도착 노드에 이르는 최대 흐름은 각 연결에 대해 주어진 흐름 용량(가중치) 내에서 모든 경로를 이용하는 최대의 이용 가능한 총 흐름이다. 이 지표는 방향성이 있는 네트워크와 없는 네트워크 모두에서 분석할 수 있으며, 이 최대 흐름의 계산은 대칭적으로 만든 후 연결 방향과 관계없이 계산할 수 있다. 이 분석은 금융 전염 맥락에서 이 지표는 위기의 진원지인 국가의 충격이 네트워크를 경유해서 매개 국가를 통해 직 간접적으로 최종 국가에 영향을 미칠 수 있는 경로의 수를 제공해 준다.

마지막으로 국가의 중요도 분석이다. 국가의 연결정도 중심성은 영향력 있는 노드들을 식별하기 위한 사전적 데이터를 제공해 주지만, 하나 간과하고 있는 것은 국제 무역 네트워크에서 무역 파트너들의 고유 특성들이다. 이 고유 특성은 다른 국가 혹은 네트워크 전체에 미치는 영향을 증폭 혹은 감쇄시킬 수 있다. 따라서 영향을 미치는 것으로 중요한 것은 무역 파트너들의 수뿐만 아니라 무역 파트너들의 영향력이다. 국가

A가 국가 B와 거래를 하고, 국가 B는 50개의 다른 국가들과 거래한다면, 국가 A는 50개의 국가들에 간접 영향을 미친다. Salancik(1986)는 논문에서 거래 파트너들은 서로 직·간접적으로 종속되어 있고 한 국가의 종속성은 모든 파트너들에 대해 동일하게 중요하지 않다는 사실은 상호 종속된 파트너들의 구조적 권력에 대한 정확한 측정을 어렵게 하고 있다고 주장하고 있다. 이러한 그의 주장을 기반으로, 그는 국가들이 서로 종속되어 있고 종속된 또 다른 국가들이 중요한 환경에서 어떤 국가가 더 중요한 국가로 정의될 수 있는지를 측정할 수 있는 네트워크 종속성 지표를 제안하고 있다. 이 개념을 본 연구에 적용할 때, 국가 i의 중요도(importance)는 국가 i에 다른 국가들의 영향력(종속성)과 다른 국가들의 중요성의 함수로 다음 식과 같이 표현될 수 있다.

$$[\text{Importance}]_i = \sum_j \{[Influence]_{ij} \times [Eigenvector]_j\} + [Int]_i$$

여기서 $Importance_i$는 국가 i의 중요도로 이웃하고 있는 국가 j 의 영향력과 중심성과 국가 i 고유 특성치를 고려하여 국가 i의 중요도을 측정한다. [*Influence*]는 국가 i가 국가 j에 영향 정도를 나타내는 영향력 매트릭스를, $[Eigenvector]_j$는 국가 j의 아이겐벡터 중심성을, [*Int*]는 국가 i의 특성 변수 값을 각각 나타낸다. 이 국가의 특성변수는 영향력을 증폭시킬 수도 있고 감소시킬 수도 있다. 한 국가의 특성 변수는 한 국가의 세계 무역 점유율, 인당 GDP 비율 혹은 한 국가의 연결정도 중심성이 될 수 있다. 이는 최종재와 부품 및 부분품 무역에서 가장 중요한 역할을 하는 국가를 파악할 때 사용된다.

(2) 네트워크의 규범적 동위성 (Equivalence) 분석

동위성은 두 행위자(노드)가 동등함을 의미하는 정의의 엄격성에 따라

구조적(structural) 동위성, 자기동형(automorphic) 동위성, 규범적(regular) 동위성으로 나누어진다. 이는 느슨한 동위성 정의에 따라 높은 수준의 추상적 개념에서 사회 네트워크를 이해할 수 있게 해 준다. 구조적 동위성은 두 행위자간 가장 구체적으로 동일한 유형이다. 즉, 두 행위자가 동일한 다른 개별적인 행위자들과 정확하게 동일한 연결을 가질 경우, 두 행위자는 구조적으로 동위성을 가지고 있음을 말한다. 자기동형 동위성은 구조적 동위성보다 약간 느슨한 개념으로, 두 행위자가 동일한 다른 행위자와 연결이 되지 않을 수 있지만 두 행위자가 큰 구조 속에서 동일한 방법으로 연결되어 있을 경우이다. 자기 동형 동위성의 예는 다른 행위자 집단들과 동일한 거리에 있는 행위자들의 부류가 이에 해당된다고 볼 수 있다. 마지막으로 규범적 동위성은 규정과 제재관계로 제도화된 사회적 역할의 개념이 핵심이다. 이 규범적 동위성이 다른 동위성보다 가장 느슨한 정의라 할 수 있지만, 아마도 사회학자들에겐 가장 중요한 개념이 규범적 동위성이다. 이는 규범적 동위성을 정의하고 묘사하는데 사용하는 방법이 역할이라는 사회학적 개념과 가장 가깝기 때문이다. Borgatti, Everett, & Freeman(1991)는 두 행위자가 다른 행위자들과 동일하게 관련되어 있을 경우, 두 행위자를 규범적 동위성이 있다고 보았다. 다시 말해서, 규범적 동위성 집단은 다른 규범적 동위성 집단 구성원들과 유사관계를 가지고 있는 행위자들로 구성된다. 이 개념은 다른 특정 행위자들과 연결이나 유사한 하부 그래프에서의 존재를 의미하는 게 아니라, 행위자들이 다른 행위자 집단 구성원들과 유사한 연결을 가지는 것을 의미한다. 이 개념은 실제적으로 형식면에서보다는 직관적 측면에서 이해하기가 쉽다. 예를 들면, 철수는 영애의 아들이고, 민수는 소희의 아들이라고 할 때 철수와 민수는 각각 서로 다른 행위자 집단의 구성원과 연결을 가지고 있기 때문에, 이들은 규범적 동위성 집단을 형성

한다고 볼 수 있다. 또 영애와 소희도 역시 규범적 동위성을 이루고 있다고 볼 수 있다. 규범적 동위성은 어떤 딸이 어떤 어머니와 관계가 있느냐 보다는 모자관계에 의한 두 행위자 집단의 존재유무에 관심이 있다. 규범적 동위성 접근법은 네트워크 내에서 존재하는 연결 유형에서 역할을 규정하는 방법을 제공해 주기 때문에 다른 어떤 방법보다 중요하다고 볼 수 있다. 규범적 동위성 분석은 사회적 역할을 규정하여 사회적 역할이 어떻게 상호작용 유형을 이루는지를 이해하기 위한 행위자들의 속성에 의존하기 보다는 차라리 네트워크 연결 유형에서 법칙을 찾아내어 사회적 역할을 규정하고자 한다. 이 네트워크 분석 접근법은 연결 유형에 따른 역할의 본질을 파악하고 규정하는데 사용할 수 있다.

규범적 동위성 분석의 가장 기본은 네트워크 입력 자료로부터 유사성 혹은 비 유사 정도를 나타내는 유사 행렬(similarity matrix)을 생성하는 것에서부터 시작한다. 이 행렬은 상관관계 계수 혹은 네트워크 상 거리의 측정에 의해 표현된다. 이 행렬은 다시 군집 행렬(cluster matrix)을 생성한다. 이 행렬을 기반으로 역할이 동일한 집단을 분류하기 위한 시각화 방법으로 계층 군집도(hierarchical cluster diagram), 군집 계통도(dendrogram), 그리고 다차원척도(multidimensional scaling) 등이 이용되고 있다. 계층형 군집도는 군집 수준에 따른 행위자 집단을 계층적으로 보여주고, 군집 계통도는 동일한 역할을 하는 것으로 분류되는 행위자 집단을 군집 수준에 따라 계통도에 의해 보여 준다. 마지막 다차원 척도는 유사행렬을 선형변환을 통해 비 유사정도 행렬로 변환 후 고유값(eigenvalue)분해에 의해 행위자들간 거리를 나타내는 좌표 값을 결정한다. 이는 좌표 상에 네트워크 상의 행위자들 간 거리의 근접성을 나타내어 행위자 집단을 분류하는데 도움을 주는 방법이다.

(3) 네트워크 핵심–주변 (core–periphery) 국가 분석

사회 네트워크의 핵심-주변 모형은 공동적인 사건을 공유하여 노드들 간 높은 연결 밀도를 가지는 노드 집단(핵심)과 낮은 연결 밀도를 가지는 노드들의 집단(주변)을 규명하는 것을 말한다. 사회 네트워크의 핵심-주변 구조 분석의 한 관점은 응집성이 있는 배타적인 하부 그룹으로 나누어 질 수 없는 네트워크에 대한 분석을 말한다. 다시 말해서 한 네트워크는 모든 노드들이 크거나 작은 네트워크에 소속되는 유일한 한 그룹으로 구성된다. 또 다른 핵심-주변 구조 분석의 관점은 노드의 두 부류에 의한 분할, 즉 하나는 핵심으로, 다른 하나는 주변으로 하는 것을 말한다. 블락 모델링(blockmodeling)의 용어에서, 핵심은 1의 값을 가지는 블락을, 주변은 0의 값을 가지는 블락을 의미한다. 블락은 핵심과 주변 간 연결을 표현하고, 0 혹은 1의 값을 갖는다. 또 다른 측면에서 핵심-주변 구조 분석 개념은 유클리디안 공간에서 집단의 물리적 중심과 주변을 기반으로 하는 것이다. 다차원 척도에 의한 공간 지도에서 중간 영역에 있는 노드들은 핵심이 되고 먼 곳에 있는 노들은 주변이 되는 것을 말한다.

본 연구에서는 규범적 동위성 분석에 의해 집단을 분리한 다음, 아이겐벡터 중심성과 결합하여 높은 중심성을 가지는 집단을 핵심 집단으로, 낮은 중심성 값을 가지는 집단을 주변 집단으로, 중간의 중심성 값을 가지는 집단을 준 주변 집단으로 파악하고자 한다.

Ⅳ. 분석결과와 시사점

국제 무역흐름을 네트워크로 고려하는 것은 한 국가가 글로벌 무역

시스템에서 얼마나 잘 연결되어 있는지를 측정할 수 있는 국가 수준의 통합 지표를 알 수 있게 해 준다. 본 연구의 핵심은 북·중남미 국가들 간 무역 네트워크에 대한 3가지 네트워크 분석-국가 영향력 분석, 동위성 분석, 그리고 핵심-주변 분석-에 기반을 두고 있다. 첫 번째 무역 네트워크의 국가 영향력은 노드 중심성, 중요도, 연결성에 의해 측정한다. 두 번째로 동위성 분석으로 위치나 역할이 유사한 행위자 집단을 구분하는 방법이다. 마지막으로 영향력과 동위성 분석에 의한 핵심-주변 분석이다.

4.1 무역 네트워크의 영향력 분석

본 연구는 무역 네트워크의 영향력 분석으로 앞장에서 설명한 방법론에 의해 네트워크 중심성, 네트워크 중요도, 네트워크 최대 흐름에 의해 분석하고자 한다.

우선 무역 네트워크의 영향력 분석으로 네트워크 중심성이라 할 수 있다. 네트워크의 중심성을 여러 가지 방법에 의해 분석할 수 있으나, 본 연구에서는 연결정도 중심성과 아이겐벡터 중심성에 의해 표 3과 같이 측정하고자 한다. 최종재 무역 네트워크에 네트워크에서 연결정도 중심성의 내향은 수입, 외향은 수출과 관계가 있다. 표 3에 의하면, 내향 및 외향 연결정도가 가장 높은 국가는 USA, Canada, Mexico 순으로 나타났다. 이 국가들이 가장 많은 최종재 거래를 나타내고 있다. 중간재 무역 네트워크에서는 USA, Brazil, Mexico 순으로 나타나, 이 국가들 역시 부품과 부분품 무역에서 핵심적 역할을 하고 있다. 또 다른 중심성 분석 지표로서 무역 네트워크 상 이웃하고 있는 국가들의 연결정도를 고려한 중심성인 아이겐벡터 중심성을 분석하였다. 최종재 무역 네트워크에서는 아이겐벡터 중심성이 USA, Canada, Mexico, Brazil 순으로 나타났으며,

중간재 무역 네트워크에서는 USA, Brazil, Mexico, Canada 순으로 나타났다. USA를 비롯한 Canada, Mexico는 자유무역협정을 체결한 국가로 완제품 거래에서 높은 연결을 통한 영향력을 보이고 있는 반면, 부품과 부분품에 해당하는 중간재 무역 네트워크에선 USA를 비롯한 Brazil과 Mexico가 높은 연결을 통한 영향력을 보이고 있다. 따라서 최종재와 중간재 무역 네트워크 분석은 국가의 제품에 대한 전문화 수준을 파악할 수 있게 해 준다. Mexico는 완제품 생산에, Brazil은 부품과 부분품 생산에 전문화되어 있음을 보여주고 있다.

〈표 3〉 최종재와 중간재 무역 네트워크의 중심성 분석

국가명	최종재 무역 네트워크			중간재 무역 네트워크		
	연결정도 중심성		아이겐벡터 중심성	연결정도 중심성		아이겐벡터 중심성
	내향	외향		내향	외향	
Argentina	0.0017	0.0014	0.0129	0.0479	0.0833	0.1956
Bolivia	0.0002	0.0001	0.0012	0.0009	0.0833	0.1472
Brazil	0.0042	0.0027	0.0545	0.2491	0.0833	0.4095
Chile	0.0014	0.0015	0.0215	0.0253	0.0833	0.1986
Colombia	0.0012	0.0011	0.0218	0.0206	0.0833	0.1960
Ecuador	0.0007	0.0005	0.0134	0.0040	0.0833	0.1770
Mexico	0.0164	0.0108	0.3953	0.1086	0.0833	0.2870
Paraguay	0.0001	0.0002	0.0019	0.0020	0.0833	0.1914
Peru	0.0008	0.0007	0.0138	0.0119	0.0833	0.1961
Uruguay	0.0001	0.0002	0.0014	0.0022	0.0833	0.1593
Venezuela	0.0025	0.0015	0.0582	0.0015	0.0833	0.1914
Canada	0.0236	0.0176	0.5824	0.0550	0.0833	0.2520
USA	0.0304	0.0451	0.7048	0.5543	0.0833	0.6167

다음의 최대 흐름 분석은 경제적 위기에 처해 있는 나라의 충격이 직·간접적으로 심각하게 영향을 미칠 수 있는 국가들을 거시적으로 보여준다. 아래의 두 개의 표 1과 2는 각각 최종재와 중간재 제품의 수출을 기반으로 한 무역 네트워크의 최종 흐름 분석을 보여주고 있다. 표 1의 각 셀(cell)은 한 국가의 충격이 다른 국가에 옮겨질 수 있는 최대 가

능성을 보여주고 있다. 만약에 Venezuela가 위험에 노출되었다면, 이 충격에 직 간접적으로 감염될 수 있는 역내 국가로 가장 높은 국가는 Brazil, Mexico, USA임을 보여주고 있다. 이들 국가들이 재정적으로 건전하지 못할 경우 국가의 어려움을 겪을 수 있다. 표 4와 5에 의하면, 대체적으로 최종재 무역보다는 중간재 무역의 최대흐름이 크다는 것을 알 수 있다. 이는 역내에서 최종재보다는 중간재의 거래가 많음을 의미하고 중간재 네트워크를 통한 전염 경로가 많음을 의미한다고 볼 수 있다.

〈표 4〉 북 중남미 국가들간 수출을 기반으로 한 최종재의 최대흐름

	Argentina	Bolivia	Brazil	Chile	Colombia	Ecuador	Mexico	Paraguay	Peru	Uruguay	Venezuela	Canada	USA
Argentina	0.0000	0.0030	0.0240	0.0220	0.0180	0.0100	0.0240	0.0030	0.0120	0.0030	0.0240	0.0240	0.0240
Bolivia	0.0030	0.0000	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030
Brazil	0.0240	0.0030	0.0000	0.0220	0.0180	0.0100	0.0520	0.0030	0.0120	0.0030	0.0360	0.0520	0.0520
Chile	0.0220	0.0030	0.0220	0.0000	0.0180	0.0100	0.0220	0.0030	0.0120	0.0030	0.0220	0.0220	0.0220
Colombia	0.0180	0.0030	0.0180	0.0180	0.0000	0.0100	0.0180	0.0030	0.0120	0.0030	0.0180	0.0180	0.0180
Ecuador	0.0100	0.0030	0.0100	0.0100	0.0100	0.0000	0.0100	0.0030	0.0100	0.0030	0.0100	0.0100	0.0100
Mexico	0.0240	0.0030	0.0520	0.0220	0.0180	0.0100	0.0000	0.0030	0.0120	0.0030	0.0360	0.2010	0.2010
Paraguay	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0000	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030
Peru	0.0120	0.0030	0.0120	0.0120	0.0120	0.0100	0.0120	0.0030	0.0000	0.0030	0.0120	0.0120	0.0120
Uruguay	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0000	0.0030	0.0030	0.0030
Venezuela	0.0240	0.0030	0.0360	0.0220	0.0180	0.0100	0.0360	0.0030	0.0120	0.0030	0.0000	0.0360	0.0360
Canada	0.0240	0.0030	0.0520	0.0220	0.0180	0.0100	0.2010	0.0030	0.0120	0.0030	0.0360	0.0000	0.2870
USA	0.0240	0.0030	0.0520	0.0220	0.0180	0.0100	0.2010	0.0030	0.0120	0.0030	0.0360	0.2870	0.0000

〈표 5〉 북 중남미 국가들간 수출을 기반으로 한 중간재의 최대흐름

	Argentina	Bolivia	Brazil	Chile	Colombia	Ecuador	Mexico	Paraguay	Peru	Uruguay	Venezuela	Canada	USA
Argentina	0.0000	1.0000	1.4090	1.2400	1.1780	1.0100	1.4090	1.0130	1.0970	1.0010	1.0020	1.2080	1.4090
Bolivia	1.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Brazil	1.4090	1.0000	0.0000	1.2400	1.1780	1.0100	1.7320	1.0130	1.0970	1.0010	1.0020	1.2080	3.7570
Chile	1.2400	1.0000	1.2400	0.0000	1.1780	1.0100	1.2400	1.0130	1.0970	1.0010	1.0020	1.2080	1.2400
Colombia	1.1780	1.0000	1.1780	1.1780	0.0000	1.0100	1.1780	1.0130	1.0970	1.0010	1.0020	1.1780	1.1780
Ecuador	1.0100	1.0000	1.0100	1.0100	1.0100	0.0000	1.0100	1.0100	1.0100	1.0010	1.0020	1.0100	1.0100
Mexico	1.4090	1.0000	1.7320	1.2400	1.1780	1.0100	0.0000	1.0130	1.0970	1.0010	1.0020	1.2080	1.7320
Paraguay	1.0130	1.0000	1.0130	1.0130	1.0130	1.0100	1.0130	0.0000	1.0130	1.0010	1.0020	1.0130	1.0130
Peru	1.0970	1.0000	1.0970	1.0970	1.0970	1.0100	1.0970	1.0130	0.0000	1.0010	1.0020	1.0970	1.0970
Uruguay	1.0010	1.0000	1.0010	1.0010	1.0010	1.0010	1.0010	1.0010	1.0010	0.0000	1.0010	1.0010	1.0010
Venezuela	1.0020	1.0000	1.0020	1.0020	1.0020	1.0020	1.0020	1.0020	1.0020	1.0010	0.0000	1.0020	1.0020
Canada	1.2080	1.0000	1.2080	1.2080	1.1780	1.0100	1.2080	1.0130	1.0970	1.0010	1.0020	0.0000	1.2080
USA	1.4090	1.0000	3.7570	1.2400	1.1780	1.0100	1.7320	1.0130	1.0970	1.0010	1.0020	1.2080	0.0000

마지막의 중요도 분석은 앞장에서 설명한 방법에 의해 측정할 수 있다. 국가의 중요도는 종속성 매트릭스와 국가 고유 특성 값의 합에 의해 구할 수 있다. 본 연구에서는 종속성 매트릭스를 영향력 매트릭스로, 국가 고유 특성 값을 연결정도 중심성의 합에 의해서 구하였다. 여기서 이웃 국가의 중요도는 다른 국가의 중요도를 고려하여 중요도를 측정하는 아이겐벡터 중심성으로 하였다. 표 6은 북 중남미 국가들간 수출을 기반으로 한 최종재의 영향력 행렬을 보여주고 있다. 최종적으로 무역 네트워크에 참여한 국가들의 중요도는 앞장의 식을 이용하여 구하면 표 7과 같다. 표 7에 의하면 최종재 무역에서 가장 중요한 역할을 하는 국가는 Canada로 나타났으며, 다음으로는 USA, Mexico, Brazil 순으로 중요도를 보여주고 있다. 부품과 부분품에 해당하는 중간재 무역에서는 가장 중요한 위치에 있는 국가는 USA이고, 다음으로는 Brazil, Mexico, Canada 순으로 중요도를 보여 주고 있다. 북 중남미 국가들의 최종재와 중간재 무역에서 USA, Canada, Brazil, 그리고 Mexico가 가장 핵심적인 위치에서 중요한 역할을 수행하고 있음을 알 수 있다. 특히 NAFTA에 해당하는 USA, Canada, Mexico가 무역량이 가장 많고 중추적인 위치에 있음을 알 수 있다.

〈표 6〉 북 중남미 국가들 간 수출을 기반으로 한 최종재의 영향력 매트릭스

	Argentina	Bolivia	Brazil	Chile	Colombia	Ecuador	Mexico	Paraguay	Peru	Uruguay	Venezuela	Canada	USA
Argentina	0.0010	0.0010	0.0160	0.0080	0.0010	0.0010	0.0070	0.0010	0.0010	0.0020	0.0020	0.0080	0.0160
Bolivia	0.0010	0.0000	0.0030	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0020
Brazil	0.0230	0.0010	0.0030	0.0090	0.0050	0.0020	0.0290	0.0020	0.0030	0.0020	0.0080	0.0390	0.0820
Chile	0.0020	0.0010	0.0060	0.0000	0.0010	0.0010	0.0120	0.0000	0.0020	0.0000	0.0020	0.0160	0.0310
Colombia	0.0000	0.0000	0.0020	0.0010	0.0000	0.0020	0.0090	0.0000	0.0010	0.0000	0.0060	0.0140	0.0300
Ecuador	0.0000	0.0000	0.0010	0.0010	0.0020	0.0000	0.0050	0.0000	0.0020	0.0000	0.0010	0.0090	0.0200
Mexico	0.0080	0.0000	0.0250	0.0100	0.0130	0.0040	0.1570	0.0010	0.0050	0.0010	0.0150	0.2760	0.6200
Paraguay	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
Peru	0.0000	0.0000	0.0020	0.0030	0.0010	0.0010	0.0060	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0120	0.0200
Uruguay	0.0010	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0020
Venezuela	0.0010	0.0000	0.0060	0.0030	0.0020	0.0010	0.0230	0.0000	0.0010	0.0000	0.0020	0.0390	0.0880
Canada	0.0100	0.0010	0.0360	0.0130	0.0140	0.0050	0.2380	0.0020	0.0060	0.0010	0.0180	0.3940	0.9160
USA	0.0160	0.0010	0.0580	0.0210	0.0220	0.0080	0.3910	0.0030	0.0090	0.0020	0.0290	0.6670	0.5510

〈표 7〉 북 중남미 국가들간 최종재와 중간재 무역 국가들의 중요도

국가명	중요도	
	최종재	중간재
Argentina	0.0230	0.1635
Bolivia	0.0026	0.0846
Brazil	0.1003	0.4676
Chile	0.0392	0.1200
Colombia	0.0356	0.1148
Ecuador	0.0227	0.0892
Mexico	0.6899	0.3494
Paraguay	0.0004	0.0866
Peru	0.0252	0.1003
Uruguay	0.0029	0.0868
Venezuela	0.0984	0.0855
Canada	1.0142	0.2486
USA	1.0132	1.0724

4.2 무역 네트워크의 동위성 분석

네트워크 분석의 흥미 있는 것 중의 하나는 네트워크에 존재하는 네트워크의 하부 구조(sub-structure)를 분석하는 것이다. 이는 네트워크를 층별화하는 데 구조적 근간이 될 수 있기 때문이다. 실제로 국제 생산 네트워크는 다른 네트워크(블락)에 있는 국가보다는 같은 네트워크 내에 있는 국가와 실질적으로 통합된 많은 하위 네트워크 혹은 무역 블락(Block)으로 구성되어 있다. 밀접하게 연결된 핵심 국가와 느슨하게 연결된 주변 국가는 무역 네트워크의 분석을 통해 볼 수 있다. 네트워크의 하부 구조는 개별 국가들이 무역 네트워크 내에 어떻게 내재되어 있는지를 이해하는데 아주 중요한 개념이다. 일부 국가는 블락간 교량 역할을 할 수 있는 반면, 다른 국가는 단일 지역 내에서 무역의 대부분을 차지하여 주도적인 역할을 할 수도 있다. 이것은 한 국가의 무역과 궁극적인 경제 발전을 위해 국제 생산 공유에서 특별한 블락에 깊이 통합해야 하느냐, 아니면 주변 국가로 남아 있어야 하느냐에 따라 국가의 중요한 결과를 초래할 수 있다.

Wasserman 과 Faust(1994)은 네트워크에서 두 국가간 동일 관계보다는

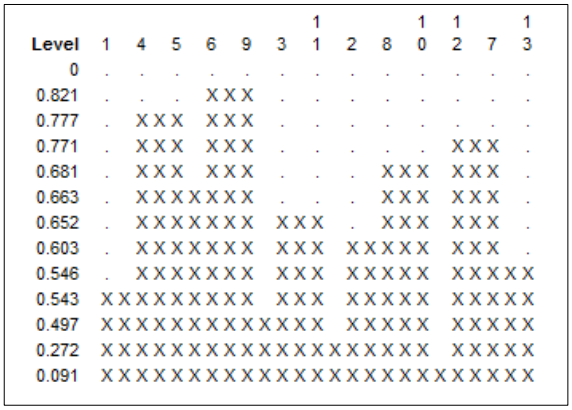
국가간 동일 역할을 할 때, 두 국가는 구조적으로 동일하다고 보았다. 두 국가는 구조적으로 동일할 수 있지만 서로 다른 나라와 무역이 이루어 질 수 있다. 이러한 구조적 동위성을 REGE 알고리듬을 기반으로 한 것을 규범적 동위성(regular equivalence)이라 부른다. 정규 동위성은 국가간 연결 유형 속에서 일반적인 역할을 정의하는 방법을 제공해 주어 네트워크의 일반적인 특성들을 정의할 수 있도록 해 준다. 본 연구에서는 최종재와 중간재에 대한 무역 네트워크상에서 중심 역할을 하는 국가와 주변에 있는 국가들을 구분하여 각 영역에 있는 국가들의 무역에 미치는 영향들을 파악하고자 한다.

규범적 동위성은 거시적으로 국가들의 군집성을 제공해 준다. 다음 표 8은 북미와 중남미간 수출을 기반으로 한 상관관계 계수에 의한 군집 행렬을 보여주고 있다. 이어지는 그림 3은 이 군집행렬을 기반으로 군집 수준에 따른 국가의 군집성을 계층적으로 보여주고 있다. 4개의 그룹으로 나눌 경우, 군집수준 0.543에서 규범적 동위성의 역할에 의해 (1,4,5,6,9), (3,11), (2,8,10), (12,7,13)로 나누어 질 수 있음을 알 수 있다. 이 군집 수준은 군집 내에 있는 국가들 간 연합(유사, 비유사) 정도를 표현해준다. 여기서 군집수준 0.543은 군집 내에 있는 국가들 간 평균거리가 0.543이 내에 있음을 의미한다. 이것을 군집 계통도(dendrogram)로 표시한 것이 그림 4이다. 이 군집을 국가 간 유사성(상관관계) 혹은 비 유사성(거리)의 대칭 행렬을 사용하여 국가 간 근접을 표시하는 방법인 2차원 좌표로 나타낸 것이 그림 6이다. 일반적으로 이러한 다차원 척도는 계층적 군집 분석과 결합하여 사용된다. 2차원 좌표에 표현함으로써 4개의 군집으로 나누어 질 수 있음을 보여주고 있다. X와 Y좌표의 값은 군집행렬로부터 구해진 고유값(eigenvalue)을 의미한다. 거리가 가장 근접하게 위치한 국가들이 하나의 군집군이 된다. 이 좌표에 의하면 계층적

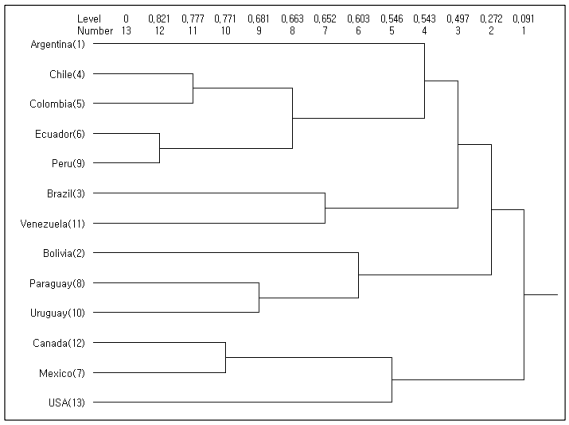
군집도, 군집 계통도와 같이 4개의 그룹으로 분류됨을 알 수 있다. 따라서 규범적 동위성은 북미와 중남미 국가들간 최종재 수출 무역의 역할에 의해 네 개의 그룹-(Argentia, Chile, Columbia, Ecuador, Peru), (Brazil, Venezuela), (Bolivia, Paraguay, Uruguay), (Canada, Mexico, USA)-으로 나눌 수 있다.

〈표 8〉 최종재 무역 네트워크의 군집 행렬

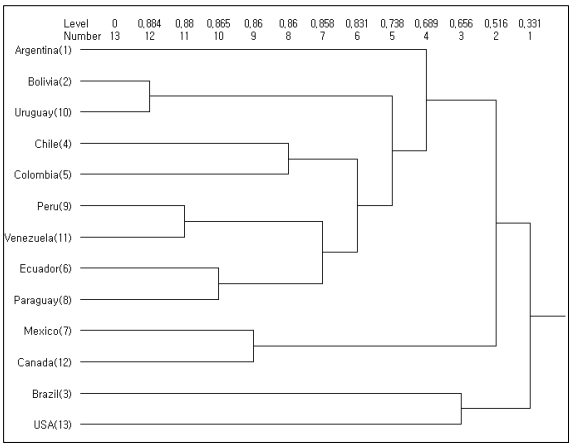
	Argentina	Bolivia	Brazil	Chile	Colombia	Ecuador	Mexico	Paraguay	Peru	Uruguay	Venezuela	Canada	USA
Argentina	1.000	0.258	0.516	0.625	0.539	0.471	0.123	0.213	0.538	0.229	0.429	0.069	0.109
Bolivia	0.258	1.000	0.134	0.288	0.282	0.357	0.035	0.545	0.406	0.661	0.185	0.019	0.016
Brazil	0.516	0.134	1.000	0.556	0.515	0.361	0.283	0.111	0.384	0.129	0.652	0.181	0.169
Chile	0.625	0.288	0.556	1.000	0.777	0.629	0.168	0.257	0.657	0.305	0.634	0.100	0.080
Colombia	0.539	0.282	0.515	0.777	1.000	0.680	0.152	0.277	0.687	0.289	0.626	0.093	0.062
Ecuador	0.471	0.357	0.361	0.629	0.680	1.000	0.098	0.369	0.821	0.394	0.464	0.059	0.036
Mexico	0.123	0.035	0.283	0.168	0.152	0.098	1.000	0.029	0.110	0.034	0.258	0.771	0.514
Paraguay	0.213	0.545	0.111	0.257	0.277	0.369	0.029	1.000	0.405	0.681	0.170	0.018	0.012
Peru	0.538	0.406	0.384	0.657	0.687	0.821	0.110	0.405	1.000	0.456	0.483	0.065	0.042
Uruguay	0.229	0.661	0.129	0.305	0.289	0.394	0.034	0.681	0.456	1.000	0.190	0.020	0.014
Venezuela	0.429	0.185	0.652	0.634	0.626	0.464	0.258	0.170	0.483	0.190	1.000	0.166	0.111
Canada	0.069	0.019	0.181	0.100	0.093	0.059	0.771	0.018	0.065	0.020	0.166	1.000	0.578
USA	0.109	0.016	0.169	0.080	0.062	0.036	0.514	0.012	0.042	0.014	0.111	0.578	1.000



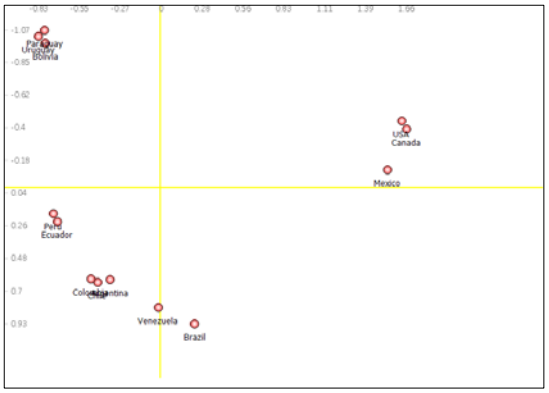
〈그림 3〉 최종재 무역 네트워크의 계층 군집도



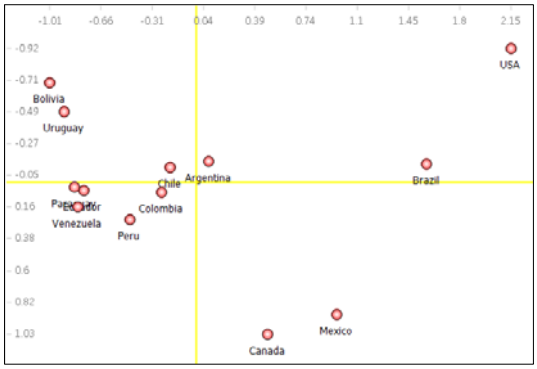
〈그림 4〉 최종재 무역 네트워크의 군집 계통도



〈그림 5〉 중간재 무역 네트워크의 군집 계통도



〈그림 6〉 최종재 무역 네트워크의 2차원 좌표에 의한 군집화



〈그림 7〉 중간재 무역 네트워크의 2차원 좌표에 의한 군집화

4.3 핵심-주변 국가 분석

앞 절에서 분류한 군집과 네트워크의 아이겐벡터 중심성에 의해서, 중남미와 북미 최종재 무역 네트워크의 핵심(core) 그룹에 속하는 국가들은 아이겐벡터 중심성이 높은 3개 국가들- Canada, Mexico, USA-이 무역

의 핵심적 역할을 하고 있다고 해석할 수 있다. 그림 6과 표 9에서 알 수 있듯이 두 번째의 군집 국가들은 준 주변(semiperphery)으로 볼 수 있다. 표 9에 의하면 이 국가들은 두 번째의 준 주변 국가들보다 영향력 측면에서 2배 이상 높은 것을 볼 수 있다. 남아 있는 국가들-Paraguay, Uruguay, Bolivia-은 북 중남미 국가들 간 완제품 무역에서 주변(periphery)국으로 나타났다.

중간재 무역 네트워크의 군집 분석 결과와 아이겐벡터 중심성과의 결합에 의한 핵심-주변 분석 결과는 표 9에서 보여주고 있다. 표 9에 의하면 핵심이 될 수 있는 중요 국가는 USA와 Brazil로 나타났고, 준 주변 국가로는 Mexico, Canada로 볼 수 있으며, 나머지는 주변국가로 볼 수 있다. 이는 최종재 무역 네트워크와는 좀 다른 양상을 보여 주고 있다. 이는 최종재와 중간재 무역 네트워크 분석은 각 국가의 전문화 정도를 보여 줄 수 있음을 확증해 주는 것이라 볼 수 있다. Brazil은 중간재에, Mexico는 최종재에 각각 전문성을 보이고 있다고 해석할 수 있다.

〈표 9〉 규범적 동위성과 아이겐벡터 중심성에 의한 중심-주변 분석

	최종재 무역 네트워크		중간재 무역 네트워크		
	국가명	아이겐벡터 중심성		국가명	아이겐벡터 중심성
Core	USA	0.704761	Core	USA	0.6167
	Canada	0.582446		Brazil	0.4095
	Mexico	0.395265	Semiperphery	Mexico	0.2870
1st Semiperphery	Venezuela	0.058179		Canada	0.2520
	Brazil	0.054482	Perphery	Chile	0.1986
2st Semiperphery	Colombia	0.021802		Peru	0.1961
	Chile	0.021513		Colombia	0.1960
	Peru	0.013825		Argentina	0.1956
	Ecuador	0.013352		Paraguay	0.1914
	Argentina	0.012931		Venezuela	0.1914
Periphery	Paraguay	0.001901		Ecuador	0.1770
	Uruguay	0.001387		Uruguay	0.1593
	Bolivia	0.001167		Bolivia	0.1472

Ⅴ. 결론 및 한계점

본 연구는 생산 공정에 따른 최종재인 완제품과 중간재인 부품 및 부분품에 대한 북미와 중남미 국가들 간 무역 네트워크를 사회 네트워크 관점에서 구축 및 분석하고, 특히 이 분석을 통해 국가의 중요도를 파악하고, 최종재와 중간재에 대한 무역 네트워크에서 동위성 분석을 통해 핵심 및 주변 국가의 제품 전문화 정도를 파악하는데 있다.

북·중남미 국가들 간 최종재와 중간재 무역 네트워크의 영향력 분석에서 우선 중심성 분석 결과는 최종재와 중간재 네트워크에서 약간 상이하게 나타나 국가의 전문성을 볼 수가 있었다. 특히 Mexico는 완제품 중심의 무역에, Brazil은 부품과 부분품 중심의 무역에 전문화 되어 있음을 알 수 있었다. 중요도 분석은 최종재 무역에서 가장 중요한 역할을 하는 국가는 Canada로 나타났으며, 다음으로는 USA, Mexico, Brazil 순으로 중요도가 나타났다. 부품과 부분품에 해당하는 중간재 무역에서는 가장 중요한 위치에 있는 국가는 USA이고, 다음으로는 Brazil, Mexico, Canada 순으로 중요도를 보여 주고 있음을 볼 수 있었다.

규범적 동위성 분석은 북미와 중남미 국가들 간 최종재 무역에서 네 개의 그룹-(Argentia, Chile, Columbia, Ecuador, Peru), (Brazil, Venezuela), (Bolivia, Paraguay, Uruguay), (Canada, Mexico, USA)-으로 나눌 수 있었고, 중간재 무역 네트워크에서 3개 그룹- (USA, Brazil), (Canada, Mexico), (나머지 국가들)-으로 나누어 질 수 있음을 보여 주고 있다.

마지막으로 핵심-주변 구조 분석도 최종재와 중간재 무역 네트워크에서 상이하게 나타남을 볼 수 있었다. 최종재 무역에선 USA, Canada, Mexico가 핵심 국가이지만, 중간재 무역에서는 USA와 Brazil이 핵심 국가로 나타났다. NAFTA에 속한 국가들 간은 최종재 무역에 집중되고, 속하

지 않은 국가들 간은 중간재 무역에 집중되고 있음을 볼 수 있었다.

하지만 본 연구는 북 중남미 국가들에 국한하여 수출 무역 데이터를 가지고 분석하였기에 전 세계 무역 네트워크 속에서의 북 중남미 국가들의 분석은 향후 흥미 있는 주제가 될 것으로 판단된다. 또한 이 분석과 더불어 국가별 특성 요인들과 결합한 분석을 할 경우 국가의 무역에 미치는 영향 요인들을 파악할 수 있을 것이다. 또한 본 연구의 무역 데이터를 최종재와 중간재로 나누어 분석하였기에 특정 산업에 대한 국가들의 전문화 파악은 미흡하였다. 특정 산업별로 최종재와 중간재 무역 네트워크 분석은 향후 계획으로 남겨놓았다.

참고문헌

Anderson, J. E. and E. van Wincoop(2003), "Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle", American Economic Review, 93, 1, pp.170-92.

Borgatti, S.P., Everett, M. G. and Freeman, L.C.(1991), UCINET, Version IV, Columbia, SC: Analytic Technologies.

Burstein, A.,Kurz, C. & Tesar, L.(2008), 'Trade, production sharing, and the international transmission of business cycles', Journal of Monetary Economics 55, pp.775-795.

Cachon, G., Randall, T. & Schmidt, G.(2007), 'In search of the bullwhip effect', Manufacturing & Service Operations Management 9, pp.457-479.

Fagiolo, G., Reyes, J., and Schiavo, S.(2009), World-trade web: Topological properties, dynamics, and evolution, Physical Review E, 79 (3).

Freeman, L.C.(1979), "Centrality in social networks: conceptual clarification", *Social Networks,* 1, pp.215-239.

Gangnes, Byron, and Assche, A. V.(2010), Global Production Networks in Electronics and Intra-Asian Trade, SCAPE-EABER workshop, "Intra-Asia Trade and Factor Flows: Trends, Determination and Implications," Singapore, 8-9, October 2007.

Garlaschelli, D. and M.I. Loffredo(2005), "Structure and Evolution of the World Trade Network", Physica, A 355, pp.138-144.

Harrigan, J.(2001), "Specialization and the Volume of Trade: Do the Data Obey the Laws?" in K. Choi and J. Harrigan (eds.), The Handbook of International Trade, (London: Basil Blackwell).

Hummels, J. Ishii, and K-M Yi.(2001), The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade, Journal of International Economics, 54 (1), pp.75-96.

Jones, R. W. and H. Kierzkowski(1990), "The Role of Services in Production and International Trade: A Theoretical Framework", in R. Jones and A. Krueger, The Political Economy of International Trade, Oxford: Basil Blackwell.

Jones, R. W. and H. Kierzkowski(2000), "A Framework for Fragmentation", in S. Arndt and H. Kierzkowski (eds.), Fragmentation and International Trade, Oxford: Oxford, University Press.

Kimura, F. and M. Ando(2004), "Two-dimensional Fragmentation in East Asia: Conceptual Framework and Empirics," Hummels, D., Ishii, J., & Yi, K.-M.(2001), "The nature and growth of vertical specialization in world trade," Journal of International Economics, 54, pp.75-96.

Lee, H., Padmanabhan, S., & Wang, S.(1997), 'Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect, Management Science 43, pp.546-558.

Lee, H. H., Park, D., & Wang, J.(2011), The Role of China in International Fragmentation and Production Network: An Empirical Investigation, 9th Asia-Pacific Economic Forum Conference, Renmin University, China, October 2010.

Raja, K. and J. Reyes(2007), "The architecture of globalization: a network approach to international economic integration", Journal of International Business Studies, 38(4), pp.565-620.

Smith, D. A., White, D. R.(1992) Structure and Dynamics of the Global Economy: Network Analysis of International Trade 1965-1980, Social Forces, 70, pp.857-893.

Srholec, Martin(2006), Fragmentation and trade: A network perspective, Paper to be presented at the 8th ETSG Annual Conference, Vienna, 7-9 September 2006.

Serrano, M., Boguñá, M., Vespignani, A.(2007), Patterns of dominant flows in the world trade web, Journal of Economic Interaction and Coordination, Vol.2, Issue 2, pp.111-124.

Serrano, A., and Bogunia, M.(2003), "Topology of the World Trade Web," *Physical Review E,* 68, 015101(R).

Salancik, G.(1986), "An Index of Subgroup Influence in Dependency Networks," *Administrative Science Quarterly,* 31, pp.194-211.

Türkcan, K., (2011), Vertical Intra-Industry Trade and Product Fragmentation in the Auto-Parts Industry, Journal of Industry, Competition and

Trade, Vol.11, No.2, pp.149-186.

Wasserman, S. and K. Faust(1994), "Social Network Analysis: Methods and Applications", Cambridge: Cambridge University Press.

Yi, K.-M.(2003), 'Can vertical specialization explain the growth of world trade?' Journal of Political Economy 111, pp.52-102.

Yeats, A.,(1998), "Just How Big is Global Production Sharing?" World Bank Policy Research Working Paper, No.1871.

논문투고일자: 2012년 1월 6일
심사완료일자: 2012년 5월 28일
게재확정일자: 2012년 6월 5일