



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경영학석사 학위논문

SNA를 이용한 국내 공컨테이너 수급  
관리

: C사의 사례를 중심으로

A Study on the Empty Container Supply Management Using  
Social Network Analysis

: Focused on the Case of 'C' Shipping Company



지도교수 류 동 근

2016년 2월

한국해양대학교 해양금융·물류대학원

항만물류학과

허 무 준

本 論 文 을 허무준의 經營學碩士 學位論文으로 認准함.

위원장 조 성 철 (인)  
위 원 김 율 성 (인)  
위 원 류 동 근 (인)



2015 년 12 월

한 국 해 양 대 학 교    해 양 금 용 물 류 대 학 원

# 목 차

## 1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적 .....	1
1.2 연구의 방법 및 구성 .....	2

## 2. 컨테이너 유통 관리 및 선행 연구 고찰

2.1 컨테이너 재고 관리 개요 .....	5
2.2 컨테이너 수급 관리의 선행 연구 고찰 .....	9
2.3 물류 기지 입지 선정의 선행 연구 고찰 .....	11
2.4 사회 연결망 분석의 선행 연구 고찰 .....	13

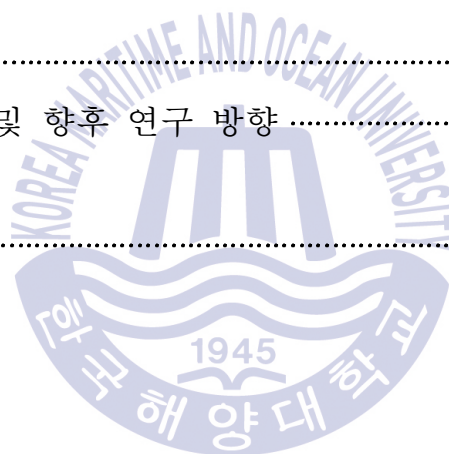
## 3. 사회 연결망 분석 방법론

3.1 사회 연결망 분석 개요 .....	15
3.2 중심성(centrality) 분석 .....	17
3.2.1 연결정도 중심성(degree centrality) .....	18
3.2.2 근접 중심성(closeness centrality) .....	20
3.2.3 매개 중심성(betweenness centrality) .....	22
3.3 집중도(centralization) 분석 .....	24
3.4 하위집단(subgroup) 분석 .....	27
3.4.1 컴포넌트 분석(component analysis) .....	27

## 4. 연구의 설계

4.1 문제의 제기 .....	29
4.2 연구 방법 .....	29

<b>5. 사례 분석</b>	
5.1 분석 데이터 .....	33
5.2 분석 결과 .....	36
5.2.1 네트워크 분석 .....	36
5.2.2 연결정도 중심성 (Degree Centrality) .....	39
5.2.3 근접 중심성(closeness centrality) .....	43
5.2.4 매개 중심성(betweenness centrality) .....	48
5.2.5 Bi-Component .....	52
5.3 분석 결과 시사점 .....	55
<b>6. 결론</b>	
6.1 연구의 결론 .....	56
6.2 연구의 한계 및 향후 연구 방향 .....	57
[참고문헌] .....	59



## 표 차례

[표 2-1] 재고의 과다·과소에 따른 장·단점 비교 .....	7
[표 2-2] 컨테이너 재고 관리의 형태 .....	8
[표 2-3] 컨테이너 수급 관리의 선행 연구 .....	10
[표 2-4] 물류기지 입지선정관련 선행 연구 .....	12
[표 2-5] 사회 연결망 분석 선행 연구 .....	14
[표 3-1] 네트워크 예시의 연결정도 중심성 .....	19
[표 3-2] 네트워크 예시의 연결정도 중심성, 근접 중심성 .....	21
[표 3-3] 네트워크 예시의 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성 .....	23
[표 4-1] 연구 요약 .....	31
[표 5-1] 공컨테이너 운송 내역의 데이터화 .....	34
[표 5-2] 본 연구의 매트릭스 데이터(Matrix Data) 예시 .....	34
[표 5-3] 조사 대상 컨테이너의 보관 장치장 .....	35
[표 5-4] 노드의 형태 분류 결과 .....	37
[표 5-5] 연결정도 중심성 분석 결과 .....	39
[표 5-6] 내향성 근접 중심성 분석 결과 .....	43
[표 5-7] 외향성 근접 중심성 분석 결과 .....	44
[표 5-8] 매개 중심성 분석 결과 .....	48

## 그림 차례

[그림 1-1] 연구 순서도 .....	4
[그림 3-1] 네트워크 예시 .....	19
[그림 4-1] 노드의 구성 .....	32
[그림 5-1] 컨테이너 내륙 운송 사이클 .....	33
[그림 5-2] 네트워크 분석 결과 .....	36
[그림 5-3] 네트워크 분석 결과의 스프링 맵(spring map) .....	38
[그림 5-4] 연결정도 중심성 분석 결과 .....	39
[그림 5-5] 연결정도 중심성 분석 결과의 스프링 맵(spring map) .....	41
[그림 5-6] 연결정도 중심성 분석 결과의 동심원(concentric map) .....	42
[그림 5-7] 근접 중심성 분석 결과 .....	43
[그림 5-8] 근접 중심성 분석 결과의 스프링 맵(spring map) .....	46
[그림 5-9] 근접 중심성 분석 결과의 동심원(concentric map) .....	47
[그림 5-10] 매개 중심성 분석 결과 .....	48
[그림 5-11] 매개 중심성 분석 결과의 스프링 맵(spring map) .....	50
[그림 5-12] 매개 중심성 분석 결과의 동심원(concentric map) .....	51
[그림 5-13] Bi-Component 분석 결과 .....	52
[그림 5-14] Bi-Component 분석 결과의 스프링 맵(spring map) .....	53
[그림 5-15] Bi-Component 분석 결과의 스프링 맵(spring map) 상세 ·	54
[그림 5-16] 수입 및 수출화주 분포 (좌 : 수입화주, 우 : 수출화주) .....	55

# A Study on the Empty Container Supply Management Using Social Network Analysis : Focused on the Case of 'C' Shipping Company

Moojoon Heo

Department of Port Logistics  
Graduate School of Marine Finance & Logistics  
Korea Maritime And Ocean University



## Abstract

The objective of this study is to optimize empty container supply management system of container shipping company, and it will be cost reduction and raised shipping company's competitiveness.

In the present research, various models, such as DEA, AHP, etc. are using for empty reposition and supply management. But this study is to identify empty container supply management using Social Network Analysis.

Many previous empirical path of trucking suggest that some base points are able to develop to ODCY even in not using position by a shipping company in present. Through examining the path of trucking for empty container, set nodes as base points and networks between nodes. These nodes and networks are used and analysed for results.

The results generally confirms that which base point is more



centralized, where is more competitive place for using ODCY comparing with in present.



# 제1장 서론

## 1.1 연구의 배경 및 목적

오늘날 선박 설계, 건조 기술의 발달로 컨테이너 선박은 대형화 되고 있으나 세계 물동량은 선박의 대형화를 따라가지 못하는 선복 과잉 현상이 빚어지고 있다. 선복 과잉 현상으로 해운사들은 경쟁력을 갖추기 위해 외적으로는 타 해운사들과의 얼라이언스를 강화하는 한편 내적으로는 운항 비용을 낮추기 위해 더욱 큰 컨테이너 선박의 발주와 고정비 지출 감소를 위해 힘쓰고 있다.

고정비 중 약 15~20%에 해당하는 컨테이너 관리 비용 또한 감축 대상으로써 많은 컨테이너 해운사들은 기존에 보유하고 있는 컨테이너의 회전율을 높이고 공(Empty) 컨테이너의 재배치(Repositioning) 비용 감소를 통해 추가 신규 컨테이너의 발주를 억제하고 있다.<sup>1)</sup>

하지만 해상 운송 서비스의 주요 고객인 기업의 국제 물류 관리 방식 또한 급격히 변화되고 있다. 기업은 국제 물류 부문의 관리를 보다 효율적이고 효과적으로 수행하기 위해 공급 사슬 관리 (Supply Chain Management) 개념을 도입하여, 적시 물류 체계 (Just in time) 추구 및 시장으로의 시간 (time to market) 단축을 도모하고 있다. 이와 같은 기업의 국제물류관리의 변화는 해운 물류 서비스를 제공하는 선사에게 영향을 미쳐 해운 부문에 국한된 서비스를 지양하고 물류의 전과정에 대한 서비스를 제공하도록 유도하고 있다.<sup>2)</sup>

또한 컨테이너화는 고객의 요구와 함께 복합 운송의 발달로 서로 다른 운송기간과의 유기적 결합을 통해 능률적인 복합 일관 수송을 가능하게 하였다. 이는 컨테이너가 과거 전체 물류의 흐름 중 하나의 운송수단으로

1) The ROI Container Cargo Alliance, 2002. *Profit Optimisation for Container Carriers*

2) 한국해양수산개발원, 2007. *글로벌 리더를 향한 한국 해운산업 발전 전략*

인식되어 선적항 내에서 적입작업(Stuffing 또는 Vanning)을 마치고 선적된 컨테이너가 양륙항에서 적출작업(Devanning)을 마치면 역할이 끝나던 Port to Port 서비스개념에서 벗어나, 송화인의 공장 또는 창고에서 적입작업을 마치고 선적항까지 수송된 후 해상운송을 거쳐 양륙항에서 양하되 다시 수화인의 공장 또는 창고까지 수송되는 Door to Door 형태로까지 변화됨으로써 운송거리는 자연스럽게 증가하게 되었다. 이러한 변화는 Port까지만 운송 서비스를 제공했던 과거와 달리 복합일관운송의 발달로 인하여 수화인의 공장 또는 창고까지 운송되어 화주에 대한 서비스는 높아졌으나, 컨테이너 수급 관리 측면에서는 많은 어려움을 주는 요인이 되었다.

따라서 컨테이너 해운사는 고객의 운송 서비스 니즈를 충족시키면서 컨테이너의 회전율을 높여 컨테이너 관리 비용을 낮춰야하는 어려움에 직면해 있으며, 기존의 컨테이너 관리 방식에서 벗어나 보다 과학적이 컨테이너의 관리가 필요한 상황이다. 본 연구의 목적은 C사의 사례를 들어 사회연결망 분석 방법으로 공컨테이너 장치장의 최적 위치를 찾은 후 이를 통해 현재 공컨테이너 장치 상황과 비교해 보고 효율적인 컨테이너 수급관리를 위한 방법을 모색하고자 한다.

## 1.2 연구의 방법 및 구성

본 연구는 외국적 선사인 C사의 2014년도 국내 수입, 수출 컨테이너 중 국내 내륙 운송 기록이 있는 컨테이너들을 기초 데이터로 수집하였다. 이렇게 수집된 데이터는 선사가 컨테이너를 직접 관리할 수 있는 공컨테이너 상태에 있는 부분만 추출하였으며, 국내 운송 기록을 고속도로 분기점 기준으로 변환하여 기초적인 분석을 수행하였다.

수집, 추출한 데이터는 분석을 위한 데이터로 변환하여 Netminer 4.2.1<sup>3)</sup>

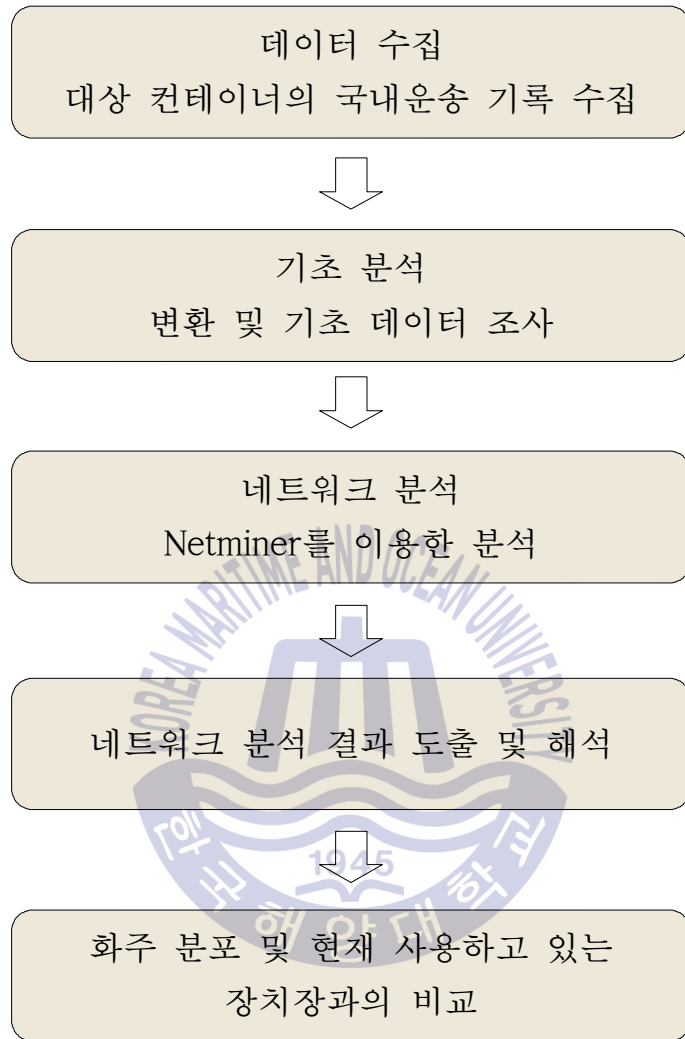
을 통해 전체 네트워크 분석, 중심성 분석, 집중도 분석을 하였으며, 이를 통해 전체 네트워크를 시각화하고 네트워크의 구조적 속성 분석을 통해 컨테이너 운송 네트워크의 전체 구조 및 특징을 파악하였다.

본 연구의 논문은 총 7장으로 구성되어 있다. 제1장 서론에 이어 제2장은 컨테이너 해운사의 컨테이너 유통 관리가 필요한 이유와 방법, 제3장은 이론적 배경으로서 공 컨테이너 수급 관리의 선행 연구를 살펴보고, 본 연구에 이용될 사회 연결망 분석 (SNA; Social Network Analysis)를 사용한 선행 연구에 대하여 기술하였다. 제4장은 공컨테이너 수급 관리를 위한 시스템 설계에 사용될 사회 연결망 분석과 사회 연결망 분석의 방법들을 알아보고, 제5장은 사회 연결망 분석을 이용한 공컨테이너 수급 관리 방식 및 기대효과에 대하여 기술하였다. 제6장은 분석 결과를 제7장은 본 연구의 요약 및 결론, 그리고 한계점 및 향후 연구 방향에 대해서 기술하였다.



---

3) Netminer는 SNA를 이용한 연구, 학습 및 전문적인 분석을 위해 (주)사이람에서 개발된 소프트 웨어이며, 2001년도에 정식 발표되었다.



[그림 1-1] 연구 순서도

## 제2장 컨테이너 유통 관리 및 선행 연구 고찰

### 2.1 컨테이너 재고 관리 개요

컨테이너의 운영에 있어서 재고 관리 (Inventory Control)는 컨테이너의 수요와 공급을 시간적, 공간적으로 일치시켜 보다 효율적으로 컨테이너를 운용함으로써 관련 비용의 최소화를 도모하기 위한 일련의 활동이다. 또한 재고 관리를 단순한 컨테이너 추적 시스템과 혼동하여 이해하고 있는 경향이 있으나 여기서 추적시스템은 컨테이너 재고관리의 단순한 출발점에 불과하며 본래의 뜻은 컨테이너 운영(Operation) 전체를 지칭한다. 따라서 재고관리를 효율적으로 운영하기 위해서는 수요예측과 컨테이너 수급관리를 어떻게 유기적으로 연결시키느냐가 중요한 관건이 된다. 즉 공컨테이너의 수요에 신속하고 경제적으로 대응할 수 있도록 최적의 상태로 재고 관리하는 것이 가장 중요시 된다.

합리적인 컨테이너 재고 관리의 주요 목적은 첫째, 컨테이너 재고의 적정화에 의한 재고 투자 및 재고 관련 비용의 절감이다. 컨테이너 재고 수준이 적정한 수준이되면 부족 및 과잉의 상황에서 컨테이너의 수급의 균형을 유지하기 위한 공컨테이너 재배치 비용, 컨테이너 리스 비용, 컨테이너 적체 관련 비용 등을 절감할 수 있다. 이처럼 컨테이너 재고비의 감소와 과잉 재고 방지에 의한 운전자금을 절감할 수 있는 효과를 거둘 수 있다. 둘째, 컨테이너 재고 관리에 의한 서비스 제공의 안정화를 도모할 수 있다. 컨테이너의 효율적인 관리를 통하여 화주가 원하는 시간과 장소에 맞는 서비스를 제공할 수 있기 때문에 화주의 서비스 만족 및 서비스의 안정적인 공급차원에서 중요한 역할을 한다. 컨테이너의 부족 현상으로 인하여 원하는 컨테이너타입과 수량을 즉시에 공급할 수 없다면 장기적으로 선사에 악영향을 미칠 수 있기 때문에 효율적인 컨테이너 재고관

리를 통한 안정적인 서비스 제공은 중요하다고 하겠다. 셋째, 과학적이고 혁신적인 재고관리에 의거하여 업무 효율화 및 간소화 추진할 수 있다. 컨테이너 재고관리를 함에 있어 보다 과학적이고 혁신적인 시스템에 의하여 컨테이너 관리가 이루어진다면 컨테이너 반·출입현황, 재고파악, 수급현황 등의 업무가 보다 효율적이고 간소화되어 이루어질 것이다. 이를 통하여 보다 정확하고 효율적인 컨테이너 관리가 이루어진다는 측면에서 중요하다.

대부분의 정기 선사가 막대한 컨테이너의 재고 유지 비용을 지출하면서도 재고 자산을 지속적으로 보유하고 있는 것은 미래의 수요에 부응하여 그것이 필요한 시기에 필요한 수량을 필요한 장소에 적절히 조달하기 위함이다. 이때 컨테이너 재고가 필요이상으로 많을 경우에는 과도한 재고 유지비가 발생하고, 그와 반대로 컨테이너 재고가 부족할 경우에는 컨테이너를 화주에게 공급하지 못하여 운송 기회를 상실하여 손실이 발생한다. 물론 미래의 수요가 확정적이거나 수요 예측을 정확히 할 수 있고, 컨테이너의 수요에 맞추어 적절한 시기에 조달될 수 있다면 안전 재고를 보유할 필요는 없다. 실제로는 컨테이너의 수요는 불확실하고 수요예측을 정확히 할 수 없기 때문에 재고 관리를 통하여 변화하는 컨테이너의 수요에 대응하고자하는 것이다. 이때 컨테이너의 수요에 적절히 부응하면서 재고수준을 경제적으로 유지하기 위해서는 합리적인 재고관리가 필요하다.

[표 2-1]에서 보는바와 같이 재고과다·과소시 발생하는 문제점을 방지하기 위해서는 컨테이너의 재고를 적정재고수준을 유지해야하는데 이를 위해서는 수요 동향 품질검사 재고서비스율 재고회전을 등에 관한 상태를 정확히 파악해야하며 항상 수급불균형에 대비할 수 있는 관리시스템이 필요하다.

[표 2-1] 재고의 과다·과소에 따른 장·단점 비교

재고 과다의 경우	재고 과소의 경우	적정 재고의 경우
자금 운용이 곤란	자금 활용이 가능	계획적인 자금운용 가능
재고비용의 과다 소비 대량발주단위로 비용감소	재고비용의 축소 소량발주단위로 비용증가	유지비와 발주비의 최적치를 구할 수 있음
품질·결품률이 적음	품질·결품률이 증가	적정서비스율의 유지가능
재고품의 손상, 열화 사례가 많음	재고품의 손상, 열화 사례가 적음	재고품의 손상, 열화 사례가 드뭄
재고 회전율이 나쁨	재고 회전율이 좋음	재고 회전율이 좋음
보관시설의 과다	보관시설의 감소	적정 규모의 보관시설의 확보 가능
창고 내 물품이동, 정리 등 시간과 노력이 많이 소요	창고 내 물품이동, 정리 등 시간과 노력이 적게 소요	작업을 계획적으로 수행
다수의 인력, 장비가 필요	소수의 인력, 장비로 가능	적정 인원, 장비로 가능
서비스율이 높음	서비스율이 낮음	적정서비스 수준 유지가능
화재, 도난의 위험부담이 큼	화재, 도난의 위험부담 적음	적절하게 대처가능
재고수량관리가 힘들	재고수량관리가 쉬움	재고수량관리가 용이

자료 : 로지스틱스21, 보관하역론, 2007.

합리적인 수급관리를 위한 가장 기초적인 데이터분석은 보유하고 있는 컨테이너의 지역별 타입별 상태별 재고파악이다. 이러한 재고파악은 선사 내에서 실시간으로 이루어져야하기 때문에 컨테이너를 장치하고 있는 각각의 터미널 및 장치장과 매우 유기적이며 신속한 업무전달시스템을 구축해야 한다.



수요 상황이 불확실하고 수요 예측을 정확히 할 수 없기 때문에 재고로써 변화하는 수요에 대응하고자 하는 것이다. 수요에 적절히 부응하면서 재고수준을 경제적으로 유지하기 위해서는 합리적인 재고관리가 필요하다. 컨테이너 운영자는 이러한 실시간 재고과약을 통해 지역별 컨테이너 필요량을 예측하고 적절한 수급방법을 판단하게 하는 기초자료로 활용하게 된다.<sup>4)</sup>

일반적으로 컨테이너 정기 선사는 [표 2-2] 에서 보는바와 같이 크게 운영재고, 안전재고, 예측재고 방법을 혼히 사용하고 있다. 그 중에서도 대다수의 정기 선사들이 컨테이너의 실수요 측정 및 과거의 경험이나 시장의 현 상황을 기준으로 하는 순환운영재고방식을 주로 사용하고 있는 추세이다. 또한 컨테이너의 정기선사는 어느 하나의 재고 관리 방법을 사용하기도 하지만 두 개 이상의 재고관리방법을 혼용하여 사용하기도 한다. 이러한 방법은 하나의 재고 관리 방법을 사용할 경우 발생할 수 있는 문제점을 최소화하는 동시에 재고관리의 효율성을 극대화시키기 위한 것이다.

[표 2-2] 컨테이너 재고 관리의 형태

운영재고 (Working Stock)	안전재고 (Safety Stock)	예측재고 (Speculative Stock)
<ul style="list-style-type: none"> <li>컨테이너에 대한 실수요를 기준으로 하여 과거의 경험이나 각 시장의 현 상황을 기준으로 산정하는 일반 재고로서 통산 월간 재고계획을 말한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>완충재고라고도 하는데 통상 중기 이상의 불확실한 수요 변화에 대처하기 위하여 관리하는 재고를 말한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>일종의 가재고로서 안전재고의 경우보다 더욱 불확실한 시황과 시장의 변화에 대처하기 위한 재고관리를 말한다.</li> </ul>

4) 이석희, 2006. 정기선사의 컨테이너 수급 효율화에 관한 연구. 석사학위논문. 한국외국어대학교

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 컨테이너 수요량은 계속 변화하면서 하나의 주기를 그리기 때문에 주기적인 형태를 가진다. 따라서 운영재고의 이러한 주기를 기준으로 재고량은 결정된다.</li> <li>• 현재 우리나라의 선사들이 주로 이용한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 불확실한 수요 변화에 대한 대처는 주로 계절적인 변화에 대한 것이다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해운시장이 안고 있는 불확실성과 예측불능의 상황을 설명해주는 예라고 할 수 있으며, 특수한 경우에 한하여 활용되는 재고관리 방법이다.</li> </ul>
--	--	--

자료 : 해운산업연구원, 우리나라 컨테이너 화물 유통구조 개선 방안, 1990.

## 2.2 컨테이너 수급 관리의 선행 연구 고찰

컨테이너가 유통되는 각 지역별로 수요와 공급이 정확히 일치하면 공컨테이너에 대한 추가적 재배치(Empty container re-position)이 필요 없지만, 그렇지 않은 상황에서 지속적인 공컨테이너의 재배치가 필요하다.

이렇게 각 항만 및 장치장에서 발생하는 컨테이너의 수급 불균형 현상을 효율적으로 관리하고, 중·장기적으로 컨테이너의 수급 계획을 수립하기 위해 [표 2-3]과 같이 다양한 수리계획모형을 통한 연구가 있어왔다.

오양택, 신재영(1996)은 ‘공컨테이너의 효율적 관리를 위한 계량적 분석’에서 선형계획법을 통한 운영적 관점으로 컨테이너 관리 문제를 다루는 계량적 모형을 수립하였고, 하원익, 남기찬(1999)은 ‘확률적 접근법에 의한 공컨테이너 재배치 및 임대에 관한 연구’에서 장래 공컨테이너의 수요와 공급의 불확실성으로 인해 이를 확률 변수로 가정하고 그 외 의사결정변수들로 구성된 확정적 모형을 통한 연구가 있었다.

이외에도 최성훈, 김화중, 김광태(2011)의 ‘글로벌 해운회사의 공컨테이너 재배치 최적화’와 고정분, 문일경(2010)의 ‘공 컨테이너 시뮬레이션 게임’를 통해 선형계획법을 이용한 연구가 있었고, 송주석(2008)은 ‘근해 정기선사의 공 컨테이너 수급 관리에 관한 연구’에서 부족 지역에 대한 공컨테이너 공급의 최적해를 구하기 위해서 분석프로그램인 LINGO25 프로그램을 이용하여 정수계획법을 사용하였다.

[표 2-3] 컨테이너 수급 관리의 선행 연구

저자	논문명	모델
오양택, 신재영	공컨테이너의 효율적 관리를 위한 계량적 분석 (1996)	선형계획법
하원익, 남기찬	확률적 접근법에 의한 공컨테이너 재배치 및 임대에 관한 연구 (1999)	확률적기법, 분지한계법 분단탐색법
최성훈, 김화중, 김광태	글로벌 해운회사의 공 컨테이너 재배치 최적화 (2011)	선형계획법
고정분, 문일경	공 컨테이너 시뮬레이션 게임 (2010)	선형계획법
송주석	근해 정기선사의 공 컨테이너 수급 관리에 관한 연구 (2008)	정수계획법

## 2.3 물류 기지 입지 선정의 선행 연구 고찰

공 컨테이너 수급 관리를 하는데 있어 최적의 해를 구하는데 필요한 요인들은 연구 방식과 상황에 따라 다르지만 크게 공간적 요인과 경제적 요인으로 나눌 수 있다. 앞서 살펴보았던 컨테이너 수급 관리의 선행 연구들이 항만, 장치장, DEPOT 등 공 컨테이너를 장치, 보관할 수 있는 공간적 요인이 결정된 상황에서 경제적 요인을 중심으로 분석한 것이라면, 반대로 여러 가지 요인들 중 공간적 요인이 중심이 된 연구를 살펴보는 것도 다양한 각도에서 공 컨테이너 수급 관리를 이해할 수 있다는 점에서 중요하다.

공간적 관점에서 물류기지 입지 선정과 관련된 논문들은 다음과 같다. 정석재, 이재준, 김경섭(2005)은 시뮬레이션 기법을 통해 복잡한 형태의 물류 네트워크에서 중장기적인 관점의 불확실한 요소를 바탕으로 7개의 시나리오를 구성하고 이에 대해 물류비용과 재고물량 측면에서 최소가 되는 방식을 연구하였다.

선일석, 이원동(2012)은 인구수 및 종사자수, 도로접근성들을 변수로 설정하여 입지 성향을 파악하는 로짓모형을 사용하여 연구하였고, 박대석, Zhang Tao(2008)는 ‘SCM관점의 복수 시설물 입지결정모형에 관한 연구’에서 기존의 단일 시설입지결정모형인 무게중심법과 수송계획법에 수정무게중심법을 결합하여 새로운 복수시설의 입지결정모형을 제시하였다.

특정 업종의 입지 요인을 분석하기 위해 AHP기법이 해당 업종의 전문가를 대상으로 실시되었는데, 아즈자르갈, 안승범, 김형준(2013)은 ‘내륙 물류기지의 입지선정에 관한 연구’를 통해, 김명희, 서금홍, 오용식(2012)은 ‘우리나라 해운기업의 입지요인에 관한 연구’에서, 그리고 김선구, 최용석, 신정신(2013)이 ‘의사결정모형에 의한 중소도시 소매유통센터의 입지 선정 연구’에서 분석 기법으로 AHP를 사용하여 연구하였다.

[표 2-4]는 상기의 물류 기지와 관련된 입지 선정 연구를 정리한 내용이다.

[표 2-4] 물류기지 입지선정관련 선행 연구

저자	논문명	모델
정석재, 이재준, 김경섭	물류 네트워크 구축을 위한 입지 및 규모 선정을 위한 시뮬레이션 분석(2005)	시뮬레이션 분석
박대석, Zhang Tao	SCM관점의 복수 시설물 입지결정모형에 관한 연구(2008)	수정무계중심법
선일석, 이원동	로짓모형을 통한 냉동·냉장 창고 입지특성 분석(2012)	로짓모형
아즈자르갈, 안승범, 김형준	내륙물류기지의 입지 선정에 관한 연구(2013)	AHP
김명희, 서금홍, 오용식	우리나라 해운기업의 입지요인에 관한 연구(2012)	AHP
김선구, 최용석, 신정신	의사결정모형에 의한 중소도시 소매유통센터의 입지 선정 연구(2013)	Fuzzy-AHP

위의 표에 나타난 입지 선정연구 외에도 박보라, 이규진, 최기주(2013)의 휴리스틱 P-Median 알고리즘을 이용한 자전거 주차장 최적입지선정

에서는 네트워크(Network) 상에서 결절점(Node) 사이의 최단 경로를 선택하는 이산모형(P-Median)이 이용되어 본 연구에서 분석 모델로 사용할 사회 연결망 분석법과 유사하나 사회 연결망 분석법이 과거의 데이터를 바탕으로 다양한 중심성과 집중도를 분석하는 방식이라면 P-Median은 거리, 수요, 예상비용을 통해 최적해를 구하는 수리적인 기법이라는 점에서 그 차이가 있다.

## 2.4 사회 연결망 분석의 선행 연구 고찰

사회 연결망, 사회 관계망 등으로 불리는 Social Network Analysis는 1980년대 초반 국내에 도입되어 도입 초기에 사람과 사람 사이의 연결 관계를 시각화·수치화 하고 관계 속에 내제된 속성을 분석하는 등의 사회 과학 분야 방법론으로 많은 연구가 진행되었으며, 2000년대부터는 관계를 규명하는 대상이 사람에서 점차 데이터(Data)로 확대되고 빅 데이터(Big Data) 개념의 등장으로 사회 연결망 분석 방법론은 급격하게 진화하는 추세이다.

사회 연결망 분석을 이용한 선행연구로는 분석 기법에 대한 소개와 활용방안에 대한 연구로 구양미(2008)가 경제지리학에서의 사회 연결망 분석기법 사용을 소개하고 ANT(행위자 네트워크 이론)과 비교하였고, 김성희, 장로사(2010)가 10년간 국내 학술지에 발표된 사회 연결망 분석을 이용한 연구동향을 분석하며 정보학에서의 활용에 대한 방법을 제시하였다.

연구 방법으로서의 사회 연결망 분석법은 김성국(2013)이 우리나라 연안 여객 항로의 분석을 네트워크 관점에서 연구하였고, 최성구(2013)가 세계 주요공항의 효율성과 영향력추정에 관한연구에서 그리고 임병학(2012)이 효율적인 항만의 영향력과 순위 측정에 관한 연구에서 기존의 DEA 연구와 병행하여 사회 연결망 분석을 사용하였다.

[표 2-5]는 상기의 사회 연결망 분석과 관련된 입지 선정 연구를 정리한 내용이다.

[표2-5] 사회 연결망 분석 선행 연구

저자	논문명
김성국	SNA를 이용한 우리나라 연안여객항로의 네트워크 분석에 관한 연구(2013)
구양미	경제지리학 네트워크 연구의 이론적 고찰(2008)
최성구	세계 주요공항의 효율성과 영향력 측정에 관한 연구 : DEA와 사회 네트워크 분석을 이용하여(2013)
임병학	사회 네트워크 분석 접근법을 이용한 효율적인 항만의 영향력과 순위 측정에 관한 연구(2012)
김성희, 장로사	사회 연결망 분석 연구동향 및 정보학 분야에서의 활용가능성에 관한 연구(2010)
이승우	SNA 기법을 활용한 특허맵 기반의 기술로드맵 수립 (2014)

## 제3장 사회 연결망 분석 방법론

### 3.1 사회 연결망 분석 개요

사회네트워크(social network)는 사회연결망이라고 하며, 1954년 인간관계를 연구한 존 반스(John A. Barnes, 1918~2010)에 의해 처음 사용되었으며, 부족 또는 가족과 같은 경계가 있는 집단이나 성, 민족 등과 같은 사회적 범주를 나타내는 개념들을 포함하여, 연결 관계의 패턴을 나타내는 용어라고 하였다.<sup>5)</sup>

인류학, 사회 심리학, 사회학 등에서 주로 발전하여 근래에는 다양한 연결망의 구성요소에 따라 자연과학과 응용과학, 경영학 등 여러 분야에서 그 이론이 응용되고 있다.

사회네트워크분석(SNA)은 비교적 새로운 분석방법으로 분석 대상이 되는 구조를 참여자와 관계의 함수로 정의하면서 이를 그래프 이론(graph theory), 선형대수, 통계확률, 시뮬레이션 등을 이용하여 연결망 구조를 분석하는 방법이다.<sup>6)</sup>

즉, 네트워크(연결망)와 네트워크에서의 개개인의 위치를 시각적(visual)이고 수리적으로 표현하여 개인, 단체, 정보 등 여러 관계를 이해할 수 있으며, 이를 통해 네트워크의 중심점을 파악함과 동시에 연결하는 사람, 리더, 숙련자, 격리된 사람, 군집 정도, 핵심인물이나 주변인물 등을 파악할 수 있다. 사회연결망 분석의 장점은 복잡한 관계 내에서 구조적 유사성을 탐색적으로 찾아낼 수 있다는 것이며<sup>7)</sup>, 여러 가지 속성(성별, 직위,

5) Barnes, J.A., 1954. *Class and Committees in a Norwegian Island Parish*

6) Wasserman, S., & Faust, K. 1994, *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge, Cambridge University Press

7) Moody, J. 2004, *The structure of a social science collaboration network: Disciplinary cohesion from 1963 to 1999*. American Sociological Review



소속)에 의해 개별 참여자들이 가지고 있는 구조적 특징을 통계분석을 통해 설명할 수 있다는 점에서도 유용성이 크다고 할 수 있다.<sup>8)</sup>

사회연결망 분석에서는 네트워크 내에서의 관계를 여러 가지 수학적 기법들에 의해 분석할 수 있다. 그 중 연결망의 구조적 특성을 가장 기본적으로 분석할 수 있는 방법으로는 연결망의 규모(size), 밀도(density), 중심성(centrality) 등이 있으며, 연결망을 이루는 행위자(node)들의 특성이나 관계를 어떻게 파악하느냐에 따라 지표들이 다양하게 사용된다. 특히 중심성은 권력과 영향력이라는 개념과 연결되어 가장 많이 쓰이는 지표로써 연결망에서 한 명의 행위자(node)가 얼마나 많은 다른 행위자들과 연결되어 있는가를 나타내는 개념이다.<sup>9)</sup> 즉, 사회연결망 이론에서는 연결망 핵심부에 위치한 사람이 가장 많은 자원과 자원동원능력을 가지고 있다고 보고, 연결 정도(degree), 매개(betweenness), 근접(closeness), 위세(eigenvector) 등으로 세분화하여 연결망의 특징을 설명할 수 있다.<sup>10)</sup>

사회 네트워크 자료는 노드들의 집합에 적어도 하나의 구조적 변수로 이루어져 있다. 즉 노드들 간의 하나 이상의 관계가 있어야 한다. 여기서 말하는 관계는 노드들 간의 교류, 접촉 혹은 정보의 흐름으로 볼 수 있다. 관계 데이터의 측정을 위해, 연구자는 두 가지 요인을 사전에 결정해야 한다. 이 결정은 연구의 내용과 목적에 따라 연구자가 내려야 하는 중요한 몫이다. 그 두 가지 요인은 다음과 같다.

첫째, 연구 대상인 노드들 간의 ‘관계’의 존재 여부만을 측정할 것인지 혹은 그 관련성의 정도를 숫자로 정확히 측정할 것인지 여부이다. 단순히 관계 관련이 있다면 ‘1’을 없다면 ‘0’으로 측정하면 될 것이다. 이를 이분적(binary) 측정이라고 한다. 그러나 관련성의 정도를 표현 하자면 관련성의 정도를 수치적으로 표현해야 할 것이다. 이를 계량(valued) 데이터로 측정

8) 고길근, 2006. 정책네트워크 연구의 유용성과 사회연결망 이론 활용 방법의 고찰. 행정논총

9) 김용학 (2006). 사회 연결망 분석. (주)박영사. 서울

10) 김혜진, “사회연결망(social network analysis: SNA)을 이용한 스포츠 경기분석”, 한국체육측정평가학회지. 제9권 1호, 2007, 99-112

한다.

둘째, 관계의 ‘방향’을 측정할 것인지 아닌지 여부를 결정해야 한다. 그 관련성의 방향이 중요하다면 방향을 표현하는(directed) 데이터로 측정하면 된다. 관계가 미치는 영향력이 한 쪽 방향으로만 나타나서 관련성이 대칭적이지 않을 경우가 해당한다. 이 경우 관련이 시작되는 노드와 끝나는 노드가 구별되어야 할 것이다. 그러나 방향이 중요하지 않으면, 방향 표시 없는 (undirected)데이터로 측정하면 된다.

### 3.2 중심성(centrality) 분석

사회네트워크 분석에서 중요한 것 중 하나는 네트워크내의 많은 노드들 중 가장 중요한 노드가 어떠한 것인지 알아내는 것이다. 예를 들어 한 네트워크의 중심에 위치한 노드는 다른 어떠한 노드보다 전체 네트워크 흐름의 중요한 위치이며, 정보와 교류의 핵심이 되는 것이다. 또는 정보의 교류가 많지는 않지만 그 노드가 다리(bridge)와 같이 중개자 역할을 하는 노드를 찾는 것이다. 이는 기업에서 수많은 고객들 중에 영향력이 큰 고객들을 추려내는데 도움이 될 수 있다. 예로 고객들 중 중심 위치에 있는 한 고객이 물건을 구매 하였을 경우 그 물건의 정보를 주변 사람들에게 퍼뜨린다면 그 정보를 받은 사람과 연결된 다른 사람들에게 퍼뜨리는 바이러스 마케팅과 같은 개념으로 바라 볼 수 있다.

이와 같이 하나의 네트워크 내의 핵심적인 노드를 찾는 중심성(centrality) 분석 방법을 크게 연결정도 중심성(degree centrality), 근접 중심성(closeness centrality), 매개 중심성(betweenness centrality) 세 가지로 나누어서 설명한다.

### 3.2.1 연결정도 중심성 (degree centrality)

네트워크내 연결정도 중심성(degree centrality)은 연결망 내에서 한 노드가 다른 노드를 거치지 않고 직접적으로 얼마나 많은 노드와 연결되어 있는 가를 나타내는 것으로써, 연결된 노드의 수가 많을수록 연결정도 중심성은 높아지게 된다.

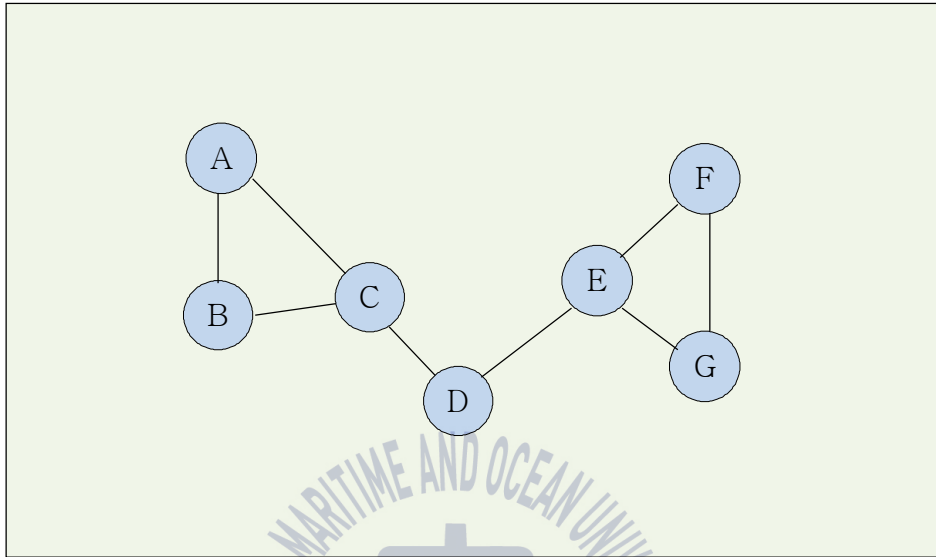
연결정도 중심성은 방향성에 따라 내향 연결 중심성(in-degree centrality)과 외향 연결 중심성(out-degree centrality)으로 구분하며, 가중 값에 따라 절대적 중심성과 상대적 중심성(Normalized Degree Centrality)으로 구분 한다.

- 내향 연결 중심성 : 네트워크 내 관계의 방향(directioned)을 측정할 때 대상 노드로 들어오는 노드들의 수를 나타낸다.
- 외향 연결 중심성 : 네트워크 내 관계의 방향(directioned)을 측정할 때 대상 노드로 나가는 노드들의 수를 나타낸다.
- 절대적 중심성 : 네트워크 내에서 대상 노드와 연결되어 있는 모든 노드 수의 합을 나타내며, (식 1) 같이 구할 수 있다.

$$C_D(n_i) = d(n_i) = x_i = \sum_j x_{ij} = \sum_j x_{ji} \quad (\text{식 1})$$

- 상대적 중심성 : 전체 100 개의 노드를 갖는 네트워크에서의 연결정도 50 인 경우와, 전체 1000 개의 노드들을 갖는 네트워크에서의 연결정도 100 인 경우를 비교하면 연결정도 100인 경우가 중심성이 더 높다고 할 수는 없다. 이렇듯 절대적 중심성이 전체 노드 수 즉 네트워크의 크기에 영향을 받기 때문에 다른 네트워크와 비교가 불가능하므로 정규화 작업을 통해 이런 문제를 해결한 방법이다. 절대적

중심성 값을 네트워크 내 전체 노드 수에서 1을 빼준 값으로 나누어 준 값으로 (식 2) 같이 구할 수 있다.



[그림 3-1] 네트워크 예시

$$C'_D(n_i) = \frac{d(n_i)}{g-1} \quad (\text{식 2})$$

$g$  : 네트워크 내의 전체 노드 수

$d(n_i)$  : 절대적 연결정도 중심성

[그림 3-1]은 중심성에 대한 예시로 만든 네트워크이며, 이 네트워크를 바탕으로 계산되어진 연결정도 중심성은 [표 3-1]과 같다.

[표 3-1] 네트워크 예시의 연결정도 중심성

	A	B	C	D	E	F	G
절대적 중심성	2	2	3	2	3	2	2
상대적 중심성	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3

### 3.2.2 근접 중심성 (Closeness Centrality)

한 노드의 근접도(Closeness)는 네트워크의 다른 모든 노드들과 얼마나 근접하게 연결되어 있는가 하는 개념이다. 근접도는 각 노드에 도달하는 연결거리와 연관이 있다. 근접 중심성은 인접 중심성이라고도 하며, 네트워크의 전체 노드들 대상으로 측정하는 것이기에, 전역 중심성의 지표이다.

한 노드의 근접 중심성은 해당 노드가 얼마나 네트워크의 중앙에 있는지를 측정하는 것으로, 네트워크 내에서 연결되어 있는 노드들과의 근접도를 보여준다. 근접 중심성을 분석함으로써 네트워크 전역에서 가장 일반적인 영향력을 가지는 노드가 무엇인지를 알 수 있다. 이렇게 네트워크에서 가장 중심이 되는 노드는 자신이 가진 자원(또는 정보)을 가장 빠르게 전체 네트워크에 배포하고 확산시킬 수 있다. 근접 중심성이 높다는 것은 네트워크 내에서 다른 노드들과 가장 가까운 거리에 있다는 것이기에, 전역적 수준의 중심성이 된다.

근접 중심성은 한 노드가 다른 노드에 얼마만큼 가깝게 있는가를 보는 것으로 두 노드 사이의 연결거리를 근거로 측정한다. 한 노드에서 네트워크 내의 다른 노드들에 도달하는 연결거리를 합한 값이 적을수록 해당 노드의 근접 중심성은 높아진다. 가장 짧은 연결거리를 가지는 노드는 여러 노드들에게 쉽게 도달할 수 있는 좋은 위치를 차지하고 있기 때문에 대체로 근접 중심성이 높은 노드일수록 네트워크의 중앙에 위치하게 된다.

노드  $i$  의 절대적 근접 중심성은 네트워크 내에서 모든 노드( $j$ )들에 대한 연결거리의 값  $d_{ij}$  를 합친 전체거리의 역수로 계산한다. 즉 전체거리가 짧을수록 근접 중심성 값은 크게 나타난다는 의미이다.

$$C_c(n_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j)} \quad (\text{식 3})$$

$d(n_i, n_j)$  :  $i$  지점을 중심으로  $j$  지점까지의 거리

$g$  : 네트워크 내의 전체 노드 수

절대적 근접 중심성은 연결정도 중심성과 마찬가지로 전체 네트워크의 크기를 고려하지 않고 있다. 따라서 전체 노드 수를 곱하여 계산함으로써 정규화 할 수 있으며 이를 상대적 근접 중심성이라고 한다.

계산식은 다음과 같다.

$$C_{c(1)}(n_i) = \frac{g-1}{\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j)} = (g-1)C_c(n_i) \quad (\text{식 4})$$

[그림 3-1]의 네트워크 예시에 대한 근접 중심성은 [표 3-2]와 같다.

[표 3-2] 네트워크 예시의 연결정도 중심성, 근접 중심성

	A	B	C	D	E	F	G
절대적 중심성	2	2	3	2	3	2	2
상대적 중심성	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3
절대적 근접 중심성	0.07	0.07	0.09	0.1	0.09	0.07	0.07
상대적 근접 중심성	0.4	0.4	0.55	0.6	0.55	0.4	0.4

### 3.2.3 매개 중심성 (betweenness centrality)

매개 중심성(Betweenness Centrality)은 네트워크 내에서 노드들 간의 중개(intermediary) 역할 혹은 다리(bridges) 역할을 얼마나 수행하느냐를 측정하는 개념으로 중개 역할을 “중심”으로 간주할 때 사용한다.

매개 중심성이 높으면, 그 노드는 네트워크 내에서 중개자의 역할을 한다고 볼 수 있다. 인접하지 않은 두 노드 간에 존재하는 가장 짧은 연결 거리의 경로 즉 최단 거리 경로에 위치하는 노드가 있다면, 이 노드의 매개 중심성은 높아진다.

계산식은 다음과 같다.

$$C_B(n_i) = \frac{\sum_{j < k} g_{jk}(n_i)}{g_{jk}} \quad (\text{식 5})$$

$g_{jk}$  : 네트워크 내 두 노드 j, k 사이에 존재하는 최단거리 경로의 경우의 수

$g_{jk}(n_i)$  : 네트워크 내 노드( $n_i$ )를 경유하는 노드 j, k의 최단거리 경로의 수

하지만 (식 5)에서 구한 매개 중심성은 네트워크 크기에 영향을 받게 된다. 이를 보완하기 위해 표준화 시킨 표준화 매개 중심성이 필요하다. 표준화 매개 중심성은 위 (식 5)를 통해 구한 매개 중심성 값을 최대 가능한 매개 중심성 값으로 나누어주는 것이다. 여기서 최대 가능한 매개 중심성 값은  $(g-2)(g-1)/2$  이다. 따라서 표준화 매개 중심성 값은 (식 6)과 같이 나타 낼 수 있다.

$$C'_B(n_i) = \frac{\sum_{j < k} g_{jk}(n_i)/g_{jk}}{[(g-1)(g-2)/2]} = \frac{C_B(n_i)}{[(g-1)(g-2)/2]} \quad (\text{식 6})$$

표준화 매개 중심성 값은 0~1의 값을 갖게 되며, 중심성 값이 높을수록 매개자의 위치에 있다는 것을 의미한다.

[그림 3-1]의 네트워크 예시에 대한 매개 중심성은 [표 3-3]과 같다.

**[표 3-3]** 네트워크 예시의 연결정도 중심성, 근접 중심성, 매개 중심성

	A	B	C	D	E	F	G
절대적 중심성	2	2	3	2	3	2	2
상대적 중심성	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3
절대적 근접 중심성	0.07	0.07	0.09	0.1	0.09	0.07	0.07
상대적 근접 중심성	0.4	0.4	0.55	0.6	0.55	0.4	0.4
절대적 매개 중심성	0	0	9	8	0	0	0
상대적 매개 중심성	0	0	0.53	0.6	0.53	0	0



### 3.3 집중도(centralization) 분석

앞에서 설명한 중심성(centrality)은 네트워크 내에서 한 노드가 네트워크 중심에 위치하는지에 대한 정도를 나타낸 것에 반하여 집중도(centralization)는 한 네트워크 전체가 한 가지 중심으로 집중되어 있는가를 나타낸다. 즉, 중심성은 한 노드를 중심으로, 집중도는 전체 네트워크를 중심으로 나타낸다고 할 수 있다. 이와 같이 집중도는 네트워크 내에서 전체 노드(행위자)들간의 연결이 특정한 한 노드를 중심으로 이루어진다면 그 네트워크는 집중도(centrality)가 높은 반면 여러 노드(행위자)간의 연결이 형성된다면 그 네트워크는 집중도가 낮다고 말한다. 집중도는 중심성과 같이 크게 3가지 유형으로 나눌 수 있다. 연결정도 집중도(degree centralization), 근접 집중도(closeness centralization), 매개 집중도(betweenness centralization)로 나누어 진다.

- 연결정도 집중도(degree centralization)

전체 네트워크내에 각 노드들 간의 연결정도에 기반을 두어 측정하는 방법이다.

(식 7)

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^g [C_D(n^*) - C_D(n_i)]}{\max \sum_{i=1}^g [C_D(n^*) - C_D(n_i)]}$$

(식 7)에서  $C_D(n^*)$ 는 네트워크에서 가장 높은 연결정도 중심성 값을 의미하며,  $C_D(n_i)$ 는 노드  $i$ 의 연결정도 중심성 값을 의미한다. 따라서 분자는 네트워크에서 가장 높은 연결정도 중심성 값에서 각 노드들의 연결정도 중심성 값을 뺀 값을 모두 합한 값이 되며, 분모는 이론적으로 가장

높게 나타날 수 있는 연결정도 중심성 값으로 한 노드가 모든 노드와 연결되어 있고 나머지 노드들은 연결되어 있지 않은 스타형 그래프와 같은 경우이다. (식 7)은 다음과 같이 (식 8)로 나타 낼 수 있다.

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^g [C_D(n^*) - C_D(n_i)]}{(g-1)(g-2)} \quad (\text{식 8})$$

- 근접 집중도(closeness centralization)

전체 네트워크내에 각 노드들 간의 근접성에 기반을 두어 측정한 방법이다.

$$C_C = \frac{\sum_{i=1}^g [C_C(n^*) - C_C(n_i)]}{[(g-2)(g-1)]/(2g-3)} \quad (\text{식 9})$$

(식 9)에서  $C_C(n^*)$ 는 네트워크에서 표준화 시킨 상대적 근접 중심성 값을 의미하며,  $C_C(n_i)$ 는 표준화 시킨 노드  $i$ 의 상대적 근접 중심성 값을 의미한다. 따라서 분자는 네트워크에서 가장 높은 근접 중심성 값에서 각 노드들의 근접 중심성 값을 뺀 값을 모두 합한 값이 되며 분모는 이론적으로 가장 높게 나타날 수 있는 근접 중심성 값을 의미한다.

- 매개 집중도(betweenness centralization)

전체 네트워크내에 각 노드들 간의 매개성에 기반을 두어 측정한 방법이다.

$$C_B = \frac{2 \sum_{i=1}^g [C_B(n^*) - C_B(n_i)]}{[(g-1)^2(g-2)]} \quad (\text{식 10})$$

(식 10)에서  $C_B(n^*)$ 는 네트워크에서 가장 높은 매개 중심성 값을 의미하며,  $C_B(n_i)$ 는 노드  $i$ 의 매개 중심성 값을 의미한다. 따라서 분자는 네트워크에서 가장 높은 매개 중심성 값에서 각 노드들의 매개 중심성 값을 뺀 값을 모두 합한 값에 2를 곱한 값이 되며 분모는 이론적으로 가장 높게 나타날 수 있는 근접 중심성 값을 의미한다.

(식 10)을 표준화 시킨 값은 다음과 같다.(Freeman 1979)

$$C_B = \frac{\sum_{i=1}^g [C'_B(n^*) - C'_B(n_i)]}{(g-1)} \quad (\text{식 11})$$

(식 11)에서  $C'_B(n^*)$ 는 네트워크에서 표준화 시킨 상대적 매개 중심성 값을 의미하며,  $C'_B(n_i)$ 는 표준화 시킨 노드  $i$ 의 상대적 매개 중심성 값을 의미한다.

### 3.4 하위집단(subgroup) 분석

사회 네트워크 안에는 다양한 하위집단(subgroup)이 존재하게 된다. 즉, 하나의 네트워크는 여러 개의 하위집단들의 연합체로 보는 것이 현실적이며, 하위집단들은 네트워크 내에서 동질적인 이해관계를 가지고 있는 노드들끼리 연결되어 있다. 이 하위집단은 공식적 위치를 가질 수도 있고 비공식적 위치에 머무를 수도 있다. 공식적 하위집단의 예는 기업의 부서에서 기능단위인 인사부, 생산부, 영업부, 연구 개발부 등이 속하며, 비공식적 하위집단에는 기업내 취미생활을 같이하며 정서적 지원을 주고받는 동료집단 혹은 동아리가 해당된다. [손동원,2002]

하위집단(subgroup)의 분석 방법은 크게 컴포넌트 분석(component analysis)와 파당분석(clique analysis)으로 나누어지며 컴포넌트 분석에서는 bi-component와 k-core 분석 방법을, 파당분석에서는 n-clique, n-club 분석 방법이 있다.

#### 3.4.1 컴포넌트 분석(component analysis)

컴포넌트 분석(component analysis)은 네트워크 내부에 존재하는 하위집단을 파악하는 대표적인 방법 중의 하나로 네트워크 내에서 노드들끼리 하나의 연결체계를 갖는 집단을 말한다. 노드 사이의 연결은 연결거리가 1인 직접연결일 수도 있고 하나 이상의 거리를 가지는 간접연결일 수도 있다. 네트워크 내에서 하나의 컴포넌트가 되기 위한 조건은 노드들 간에 연결이 끊어지지 않으면 된다.

컴포넌트 분석은 다음 몇 가지 요인을 주의해야 한다. 그 요인들은, 한 네트워크 내에 존재하는 컴포넌트의 수와 컴포넌트들의 규모와 같은 구조적 특성이다. 이러한 특성은 네트워크 내에서 정보의 흐름의 기회와 장애

를 나타내는 지표이기 때문이다. 하나의 네트워크에 컴포넌트의 수가 매우 많은 경우에는 정보의 흐름이 원활하게 흐르지 않고 하위집단간 파편화될 가능성을 알 수 있다. 반면, 컴포넌트 수가 적다면 이와 반대로 네트워크 전체의 상호 연계정도가 매우 높은 것이기 때문에 하위 집단 간 정보교류의 동질성이 높다고 볼 수 있다. 이렇듯이 컴포넌트의 수와 규모를 파악하는 것은 중요하다. 본 논문에서는 컴포넌트 구조파악을 위한 bi-component와 k-core 방법을 소개 하고자 한다.

- bi-component

컴포넌트 분석(component analysis)중 하나인 bi-component는 컴포넌트의 구조 파악을 위한 방법으로 컴포넌트들을 연결하는 연계점(cutpoint)을 가지고 분석하는 방법이다. 네트워크 내에 연계점 노드는 컴포넌트와 컴포넌트를 연결시키는 다리 역할을 가지는 노드로서 소규모의 컴포넌트 간을 연결하여 보다 큰 컴포넌트를 형성하게 하는 역할이다.

- k-core

컴포넌트의 구조를 파악할 수 있는 방법으로 코어(core) 방법이 있다. 이는 네트워크 내에 각 노드들의 연결정도(degree)에서 얻어진다. 여기서 'k-core' 방법은 최소한 k개의 다른 노드와 연결되어 있는 하위집단에 속함을 의미한다. 예를 들어, k=3인 3-core는 연결정도가 3이상인 노드들의 집합을 의미한다. 따라서 k-core내의 모든 노드는 연결정도가 k와 같거나 더 많은 연결정도를 가지고 있어야 한다. k-core분석에서 만약  $d_s(i) \geq k$  for all  $n_i \in N_s$  이면  $S_s$ (subgraph)는 k-core이다. 여기서  $d_s(i)$ 는  $S_s$  안에 노드  $i$ 의 연결정도를 의미하며,  $N_s$ 는  $S_s$ 안에 노드들의 집합을 의미한다.

## 제4장 연구의 설계

### 4.1 문제의 제기

현재까지 컨테이너 해운사는 양적하가 이루어지는 계약 터미널에 공컨테이너를 주로 장치하며, 동시에 일부 내륙 장치장, ODCY, ICD 등에 수요에 따라 장치하여 공컨테이너의 수급 관리를 해왔다. 이러한 공컨테이너 수급관리는 선사의 입장에서 공컨테이너의 회전율을 떨어뜨리고, 화주의 요청에 따라 국내 타 장소로의 재배치 (Reposition)에 추가 비용을 발생시키며, 재배치에 필요한 시간에 따라 화주의 불만이 증가하여 영업의 어려움을 가중시키고 있다. 또한 화주의 입장에서 필요한 컨테이너를 가까운 장치장에 없을 경우 멀리 있는 항만에서 가져와야하는 비용과 시간의 증가를 가져온다.

위와 같은 공컨테이너 수급 관리의 어려움과 관련하여 제3장에서 살펴본바와 같이 선형계획법, 비선형계획법, 정수계획법, 동적계획법 등을 통한 많은 연구가 있어왔지만, 본 연구에서는 사회 연결망 분석 중 중심성 분석과 집중도 분석을 통해 공컨테이너 수급 관리의 또 다른 방법을 찾고자 한다.

### 4.2 연구 방법

본 연구는 사회 연결망 분석 방법을 이용하여 2014년도 C사<sup>11)</sup>의 수입, 수출 컨테이너 총 120대를 대상으로 공컨테이너 수급을 분석하였다. 대상

---

11) C사는 외국적 선사로서 조사 대상인 2014년 현재 국내 컨테이너 장치장 중 부산, 인천, 의왕 ICD를 사용하고 있다.

컨테이너의 선정 기준은 첫째, 계절적 요인을 포함하기 위하여 매 달 10대씩을 선정하였으며, 둘째, 국내 운송 내역 중 적(Full) 컨테이너가 아닌 공(Empty) 컨테이너 상태로 운송되어진 내역만을 대상으로 하였고, 셋째, 동일 컨테이너가 수입-운송-적출-반납-반출-적입-운송-수출의 사이클을 가진 컨테이너만을 대상으로 하였다.

그 이유는 본 연구가 컨테이너 수급 관리를 위해 공 컨테이너를 사회 연결망 분석 기법을 사용하여 최적의 장소에 장치하는 것이므로 적 컨테이너는 대상에서 제외되며, 적 컨테이너의 경우 컨테이너 내 화물의 소유주인 화주의 요청에 따라 해당 컨테이너가 이동, 장치, 보관 되므로 통제의 범위에 벗어나 있기 때문이다. 또한 수입, 수출 모두 동일한 컨테이너만이 현재의 운용 상황과 분석 후 결과와의 비교가 용이하기 때문이다.

분석을 위한 기초데이터로 사용하기 위해 국내 고속도로 분기점(JC, Junction) 37곳과 서울특별시, 부산, 인천, 대구, 울산, 대전, 광주광역시 7곳, 그리고 의왕ICD(Inland Container Depot)가 소재한 부곡을 더하여 [그림 4-1]과 같이 총 45개를 기본 노드로 구성하였다.

노드로 위의 45곳을 선정한 이유는 본 연구가 연구 대상인 컨테이너의 내륙운송 흐름을 표현하기에 고속도로 분기점이 적절하고 교통의 교차점이며, 또한 분석 결과에 따라 컨테이너 장치장을 신규로 개발할 경우 교통의 원활한 흐름이 가능한 곳이라는 점이다. 서울, 대구, 대전, 광주는 2개 이상의 분기점으로 인해 대표 명칭으로 사용되었으며, 부산, 인천, 울산은 항만 도시로서 각 도시의 항만이 항만 내 컨테이너 장치장의 역할을 하므로 노드에 포함하였다. 의왕ICD는 본 연구의 조사 대상인 C사가 부산, 인천과 함께 현재 이용하고 있는 컨테이너 장치장인 이유로 포함하였다.

또한 기초 데이터 분석 결과 수입자 또는 수출자의 공장 또는 창고 등이 위치한 지점이 중복 되는 곳이 있어, 연구 결과에 따라 공컨테이너 장치장 후보지로서의 가치가 있다고 판단되었다. 따라서 해당 지점 30 곳을

추가 노드로 데이터화 하여 기본 노드 45곳과 추가 노드 30곳을 더하여 총 75개의 노드로 기초데이터를 구성하였다.

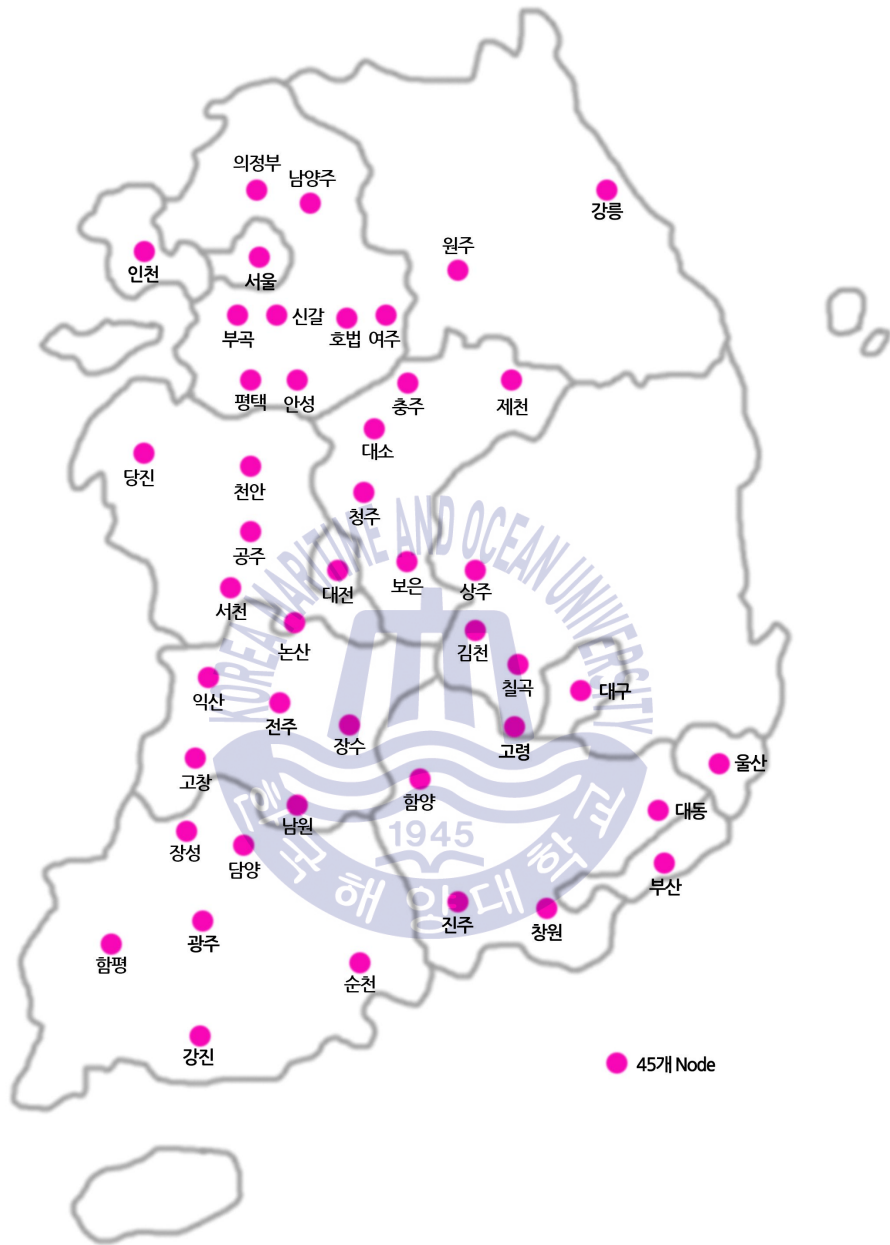
연구 방법으로는 사회 연결망 분석 기법 중 중심성 분석 (Centrality Analysis) 와 집중도 분석 (Centralization) 을 사용하여 기초 데이터를 방향성(directed)을 가진 계량(valued) 데이터로 분석하고, 이후에 조사 대상 기업의 화주 분포와의 비교 및 수입, 수출 컨테이너의 네트워크를 파악하여 최종적인 결론을 제시한다.

본 연구에서 실시한 연구 방법을 요약하면 아래 [표 4-1]의 내용과 같다.

[표 4-1] 연구 요약

구분	내용
자료수집기간	2014년도 1월~12월
데이터의 수	120대의 수출입 국내운송 내역
분석내용	공컨테이너 운송 네트워크 분석
분석기법	연결정도 중심성 근접 중심성 매개 중심성 집중도 분석 하위집단 분석 (Bi-Component)
분석도구	Netminer 4.2.1



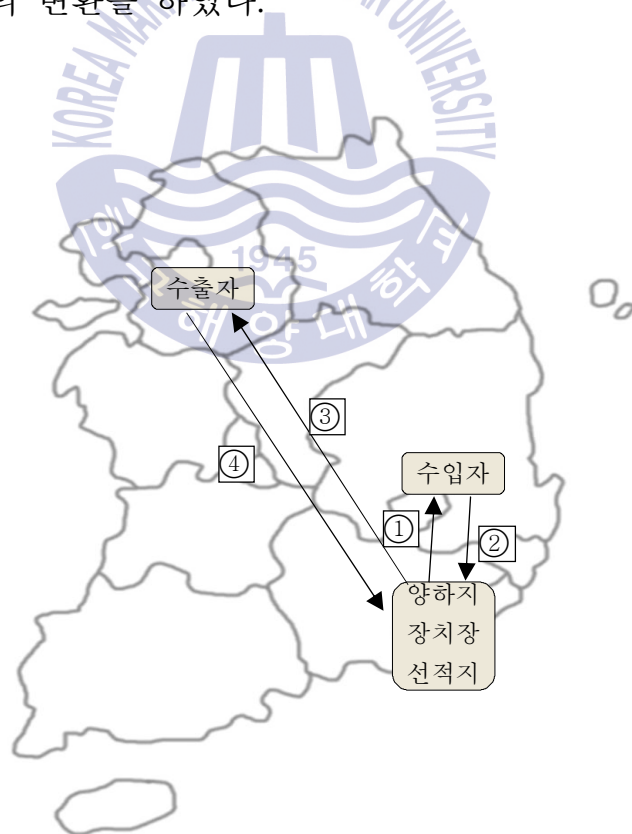


[그림 4-1] 노드의 구성

## 제5장 사례 분석

### 5.1 분석 데이터

본 연구에 사용되는 데이터는 외국적 선사인 C사의 2014년도 국내 수출입 이력이 있는 공컨테이너 120대의 운송 내역이다. [그림 5-1]과 같이 컨테이너가 양하하여 ①적컨테이너 상태로 수입자에게 운송되고, ②수입자는 공컨테이너 상태로 반납하게 된다. 이후 ③수출자는 공컨테이너 상태로 적입을 위해 반출해가고, ④적컨테이너 상태로 선적을 위해 지정 컨테이너 터미널로 반입하게 된다. 이 중 공컨테이너 상태로 운송되는 ②와 ③ 단계만을 분석 데이터로 사용하였으며, [표 5-1]과 같이 45개의 노드를 사용하여 데이터로의 변환을 하였다.



[그림 5-1] 컨테이너 내륙 운송 사이클

[표 5-1] 공컨테이너 운송 내역의 데이터화

② 반납		장 치	③ 반출									
울 산	대 동	부 산	대 구	칠 곡	김 천	상 주	문 경	충 주	여 주	호 법	신 갈	안 양

이러한 기초데이터를 기반으로 소셜 네트워크 분석이 가능한 매트릭스 데이터(Matrix Data)를 구성한다. 구성된 매트릭스 데이터(Matrix Data)는 다음 [표 5-2]와 같다. 사회 연결망 분석을 위해서는 제4장에서 언급한 바와 같이 데이터의 형태가  $n \times m$ 의 행렬을 가지고 있어야 분석이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 공 컨테이너의 운송 내역인 기초자료를 사회 연결망 분석을 통해 파악하기 위해 [표 5-1]의 데이터를 아래 [표 5-2]와 같은 형식으로 데이터를 재구성하였다.

[표 5-2] 본 연구의 매트릭스 데이터(Matrix Data) 예시

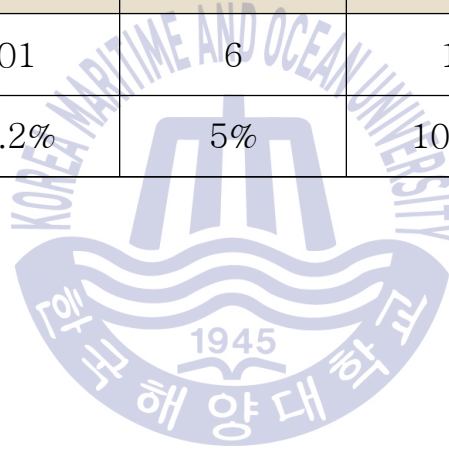
Source Column	Target Column
울산	대동
대동	부산
부산	대구
대구	칠곡
칠곡	김천
김천	상주
상주	문경
문경	충주
충주	여주

여주	호법
호법	신갈
신갈	안양

다음 [표 5-3]은 조사대상 공컨테이너 120대가 수입자에게서 반납되어 수출자에게 전달될 때까지 보관되어진 장치장을 위치로 나타낸 표이다.

[표 5-3] 조사 대상 컨테이너의 보관 장치장

	부산	인천	부곡	합계
이용 장치장	101	6	13	120
	84.2%	5%	10.8%	100%



## 5.2 분석 결과

### 5.2.1 네트워크 분석

전체 네트워크의 분석 결과 [그림 5-2]와 같이 본 연구의 네트워크는 총 75개의 노드가 1,120개의 네트워크로 이루어져 있으며, 네트워크의 전역적 특성의 하나인 밀도(density)는 0.202로 나타났다.

**NETWORK DENSITY**  
0.202

**DISTRIBUTION OF DEGREE**

MEASURES	VALUE	
	In-Degree	Out-Degree
SUM	1120	1120
MEAN	14.933	14.933
STD.DEV.	27.805	27.57
MIN.	0	0
MAX.	108	106
# OF ISOLATE		0
# OF PENDANT		22
INCLUSIVENESS(%)		100%

**NUMBER OF NODE TYPE**

Isolate	Transmitter	Receiver	Carrier	Ordinary
0	9	8	11	47

[그림 5-2] 네트워크 분석 결과

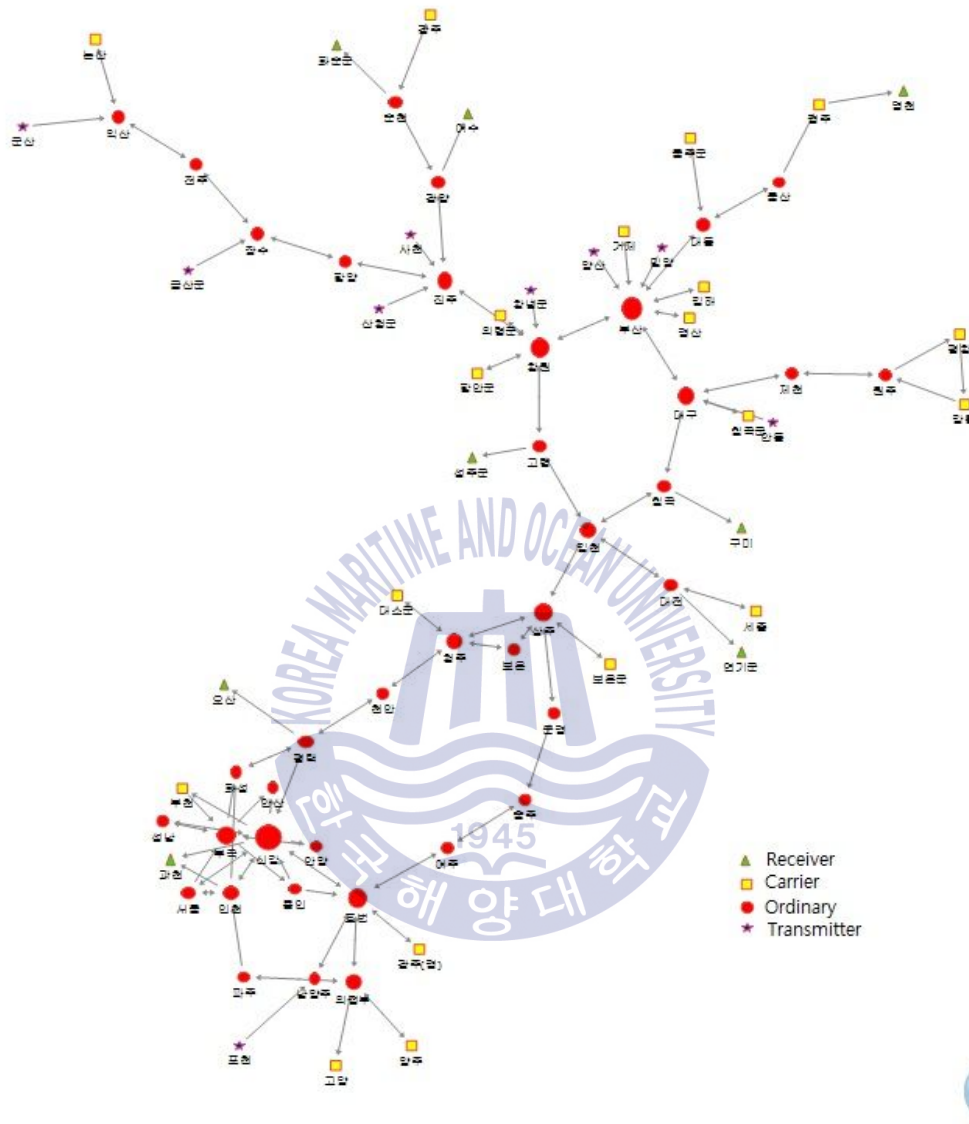
노드의 특성을 알아볼 수 있는 노드 형태는 [표 5-4]와 같다. 여기서 'Transmitter'형태 노드는 외향성 링크만을 가지는 경우이고, 'Receiver'형태 노드는 반대로 내향성 링크만을 가지는 경우이다. 그리고 'Carrier'형태 노드는 외향성과 내향성을 동일하게 하나만 가지는 경우이고, 상기 세가

지 형태를 제외한 노드는 'Ordinary'형태 노드라 한다.

[표 5-4] 노드의 형태 분류 결과

노드 형태	노드 이름				
Transmitter	산청군	군산	안동	사천	양산
	밀양	포천	금산군	창녕군	
Receiver	구미	연기군	영천	성주군	화순군
	과천	오산	여수		
Carrier	고양	칠곡군	강릉	세종	평창
	의령군	양주	함안군	경주	거제
	부천				
Ordinary	의정부	부산	익산	보은	인천
	호법	대구	전주	광양	남양주
	여주	칠곡	장수	김해	순천
	충주	대전	함양	대소군	광주
	문경	안양	평택	과주	논산
	상주	부곡	천안	안산	울주군
	김천	용인	청주	광주(경)	경산
	고령	진주	성남	대동	보은군
	창원	신갈	화성	울산	제천
	원주	서울			

노드들의 관계를 앞서 구성한 데이터를 통해 네트워크로 구성하였다. 구성된 네트워크의 모습은 [그림 5-3]과 같으며, Netminer에서 제공하는 스프링 맵(Spring map)을 통해 그려진 결과이다. 스프링 맵(Spring map)은 연결된 노드간의 거리는 일정한 거리로 가까이 위치시키고, 연결되지 않은 노드간의 거리는 멀게 함으로써 연결선간의 교차를 적게 하는 시각화 방법이다.



[그림 5-3] 네트워크 분석 결과의 스프링 맵(spring map)

## 5.2.2 연결정도 중심성 (Degree Centrality)

### DISTRIBUTION OF DEGREE CENTRALITY SCORES

MEASURES	VALUE	
	In-Degree Centrality	Out-Degree Centrality
MEAN	0.202	0.202
STD.DEV.	0.376	0.373
MIN.	0	0
MAX.	1.459	1.432

### NETWORK DEGREE CENTRALIZATION INDEX

127.465% (IN), 124.726% (OUT)

#### [그림 5-4] 연결정도 중심성 분석 결과

[표 5-5]은 노드 75개 중 연결정도 중심성이 높은 상위 20개를 순서대로 나타내고 있다. [표 5-5]의 연결정도 중심성을 통하여 전체 75개 노드 중 “대구”가 연결정도 중심성 값이 가장 높아 다른 노드들과 가장 많은 연결을 가지고 있음을 확인 할 수 있다.

#### [표 5-5] 연결정도 중심성 분석 결과

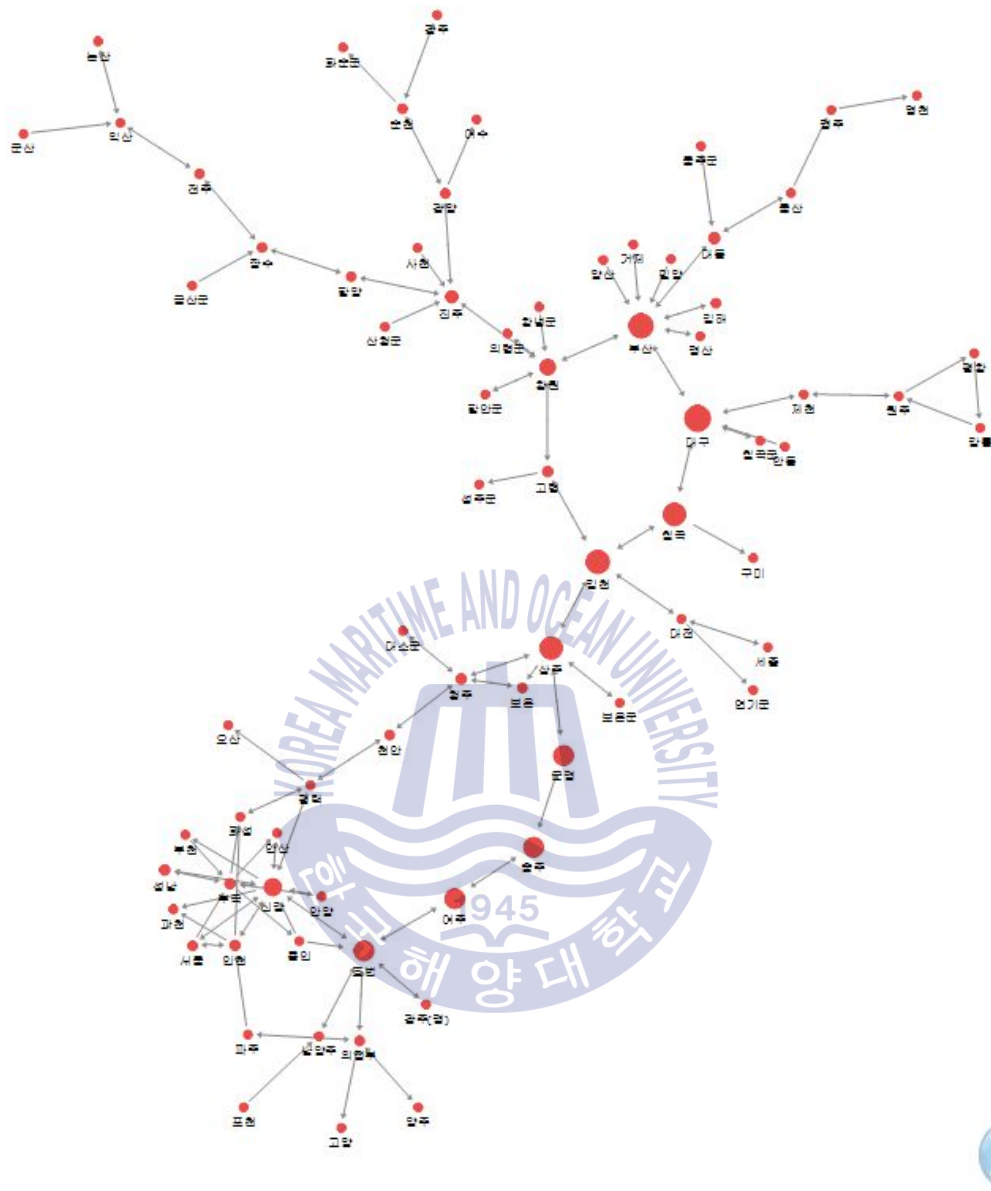
Rank	Node Name	Degree	In-Degree	In-Degree Centrality	Out-Degree	Out-Degree Centrality
1	대구	214	108	1.459459	106	1.432432
2	부산	202	101	1.364865	101	1.364865
3	김천	191	96	1.297297	95	1.283784
4	칠곡	180	90	1.216216	90	1.216216
5	상주	179	89	1.202703	90	1.216216
6	문경	142	71	0.959459	71	0.959459
7	충주	142	71	0.959459	71	0.959459
8	여주	142	71	0.959459	71	0.959459
9	호법	140	71	0.959459	69	0.932432
10	신갈	110	56	0.756757	54	0.72973
11	창원	86	44	0.594595	42	0.567568
12	진주	46	23	0.310811	23	0.310811



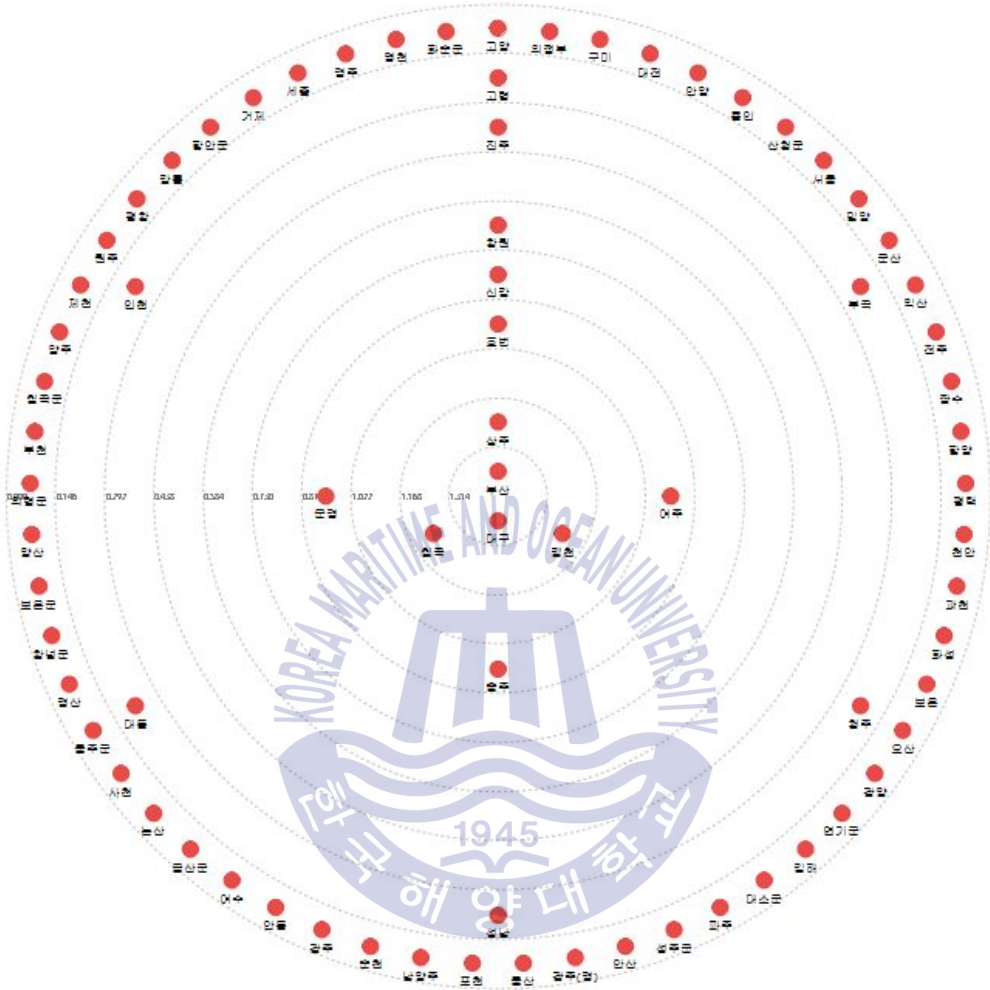
13	대동	34	17	0.22973	17	0.22973
14	청주	26	13	0.175676	13	0.175676
15	부곡	26	13	0.175676	13	0.175676
16	인천	24	12	0.162162	12	0.162162
17	성남	23	12	0.162162	11	0.148649
18	고령	22	11	0.148649	11	0.148649
19	서울	23	10	0.135135	13	0.175676
20	광양	19	9	0.121622	10	0.135135

[그림 5-5]를 통해 본 연구의 대상인 C사의 경우 컨테이너의 운송이 부산-대구-칠곡-김천-상주-문경-충주-여주-호법을 잇는 경부선을 따라 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다.





[그림 5-5] 연결정도 중심성 분석 결과의 스프링 맵(spring map)



[그림 5-6] 연결정도 중심성 분석 결과의 동심원(concentric map)

### 5.2.3. 근접 중심성 (Closeness Centrality)

본 연구에서 데이터는 방향성을 가진 데이터이므로 근접 중심성을 내향성(inward direction)과 외향성(outward direction) 두 가지 근접 중심성으로 구할 수 있다. 또한 근접 집중도 또한 내향성과 외향성으로 나누어 구할 수 있는데, 본 연구의 결과로는 내향성 근접 집중도가 [그림 5-7]과 같이 10.472%, 외향성 근접 집중도가 11.749%로 나타났다.

**DISTRIBUTION OF CLOSENESS CENTRALITY SCORES**

MEASURES	VALUE	
	In-Closeness	Out-Closeness
MEAN	0.122	0.123
STD.DEV.	0.051	0.051
MIN.	0	0
MAX.	0.197	0.202

**NETWORK CLOSENESS CENTRALIZATION INDEX**

10.472% (IN), 11.749% (OUT)

[그림 5-7] 근접 중심성 분석 결과

[표 5-6]은 노드 75개 중 내향성을 중심으로 근접 중심성이 높은 노드 상위 20개를 순서대로 나타내고 있다.

[표 5-6] 내향성 근접 중심성 분석 결과

		In-Closeness
1	김천	0.196878
2	상주	0.190315
3	창원	0.189055
4	고령	0.189055
5	칠곡	0.177312
6	대구	0.177312
7	문경	0.17354

8	부산	0.170942
9	청주	0.168421
10	진주	0.166943
11	보은	0.162201
12	대전	0.162201
13	충주	0.16083
14	성주군	0.159959
15	보은군	0.156853
16	함안군	0.155996
17	의령군	0.155996
18	천안	0.154728
19	구미	0.151714
20	제천	0.150249

[표 5-7]은 노드 75개 중 외향성을 중심으로 근접 중심성이 높은 노드 상위 20개를 순서대로 나타내고 있다.

[표 5-7] 외향성 근접 중심성 분석 결과

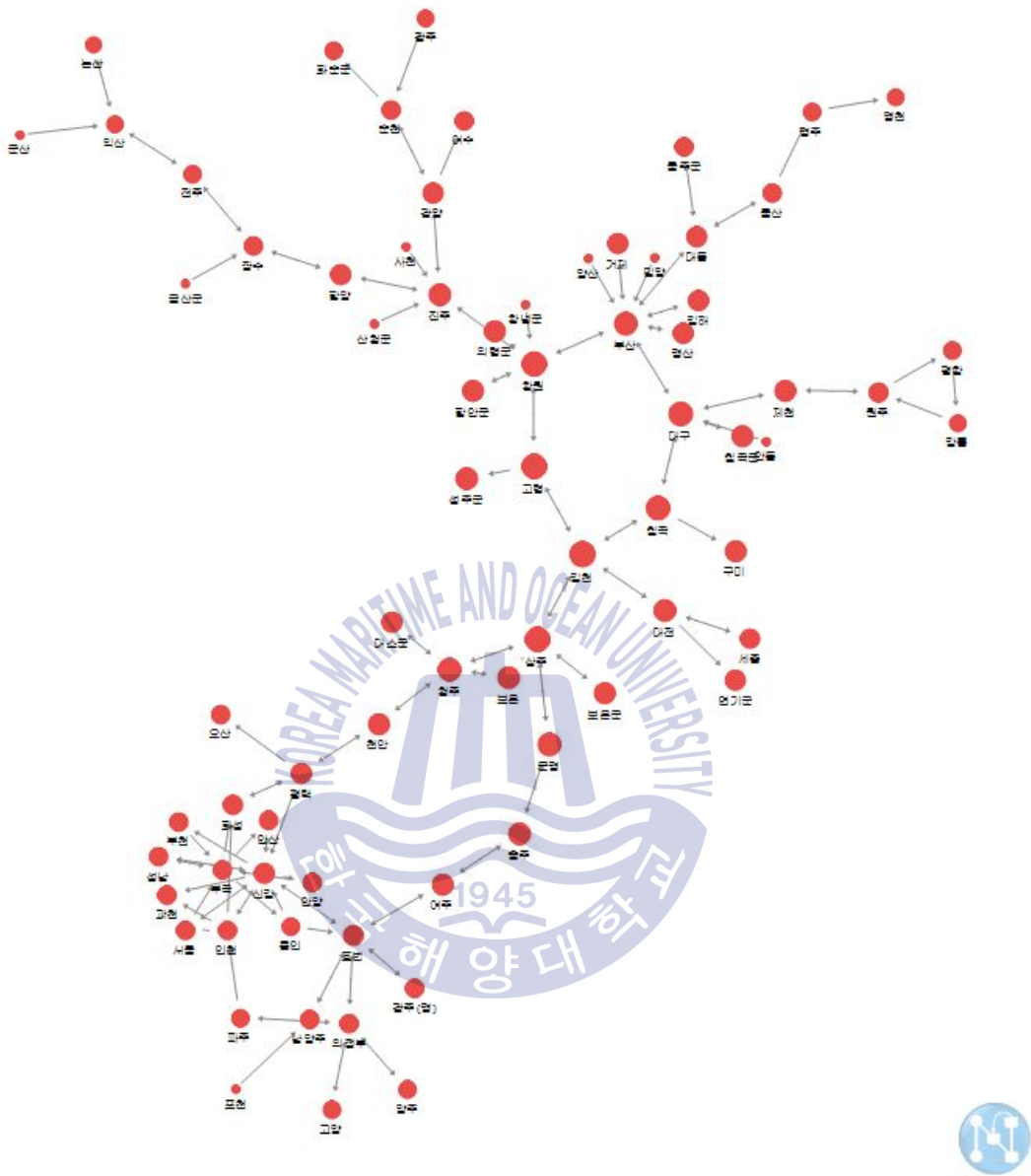
		Out-Closeness
1	김천	0.201748
2	상주	0.196201
3	고령	0.190952
4	창원	0.185976
5	칠곡	0.181253
6	청주	0.180109
7	대구	0.176763
8	문경	0.174601
9	부산	0.168421
10	보은	0.168421
11	천안	0.167925
12	대전	0.166457
13	진주	0.162663
14	충주	0.161284

15	보은군	0.16083
16	창녕군	0.157815
17	평택	0.157285
18	함안군	0.153894
19	의령군	0.153894
20	안동	0.151324

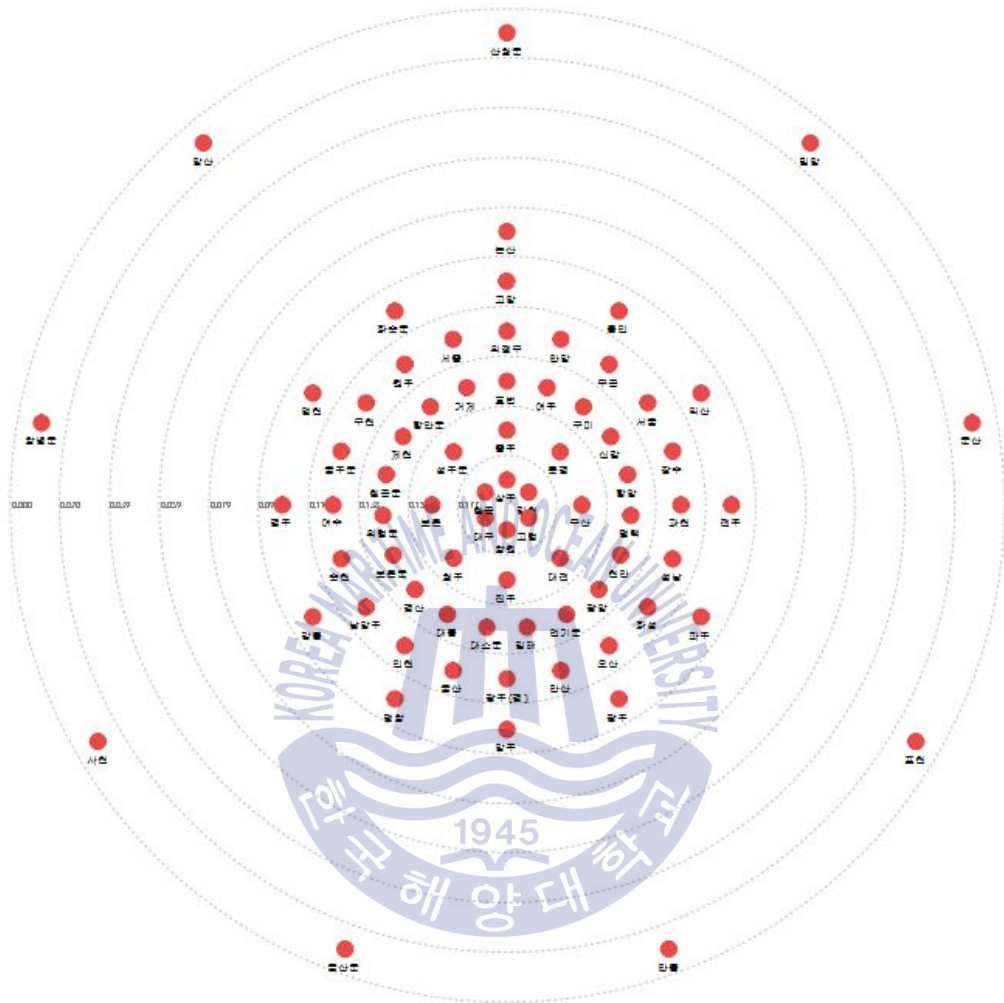
근접 중심성 결과 또한 앞서 연결정도 중심성과 비슷하게 김천, 상주, 칠곡 등이 네트워크 내 노드들 사이에서 짧은 거리를 가진 노드로 나타났다. 근접 중심성이 실제 물리적인 거리와는 상관이 없다는 한계가 있지만, 연결정도에서 고려할 수 없었던 간접적인 연결까지 고려한다는 점에서 의미가 있는 것으로 보인다.

근접 중심성에서는 고령, 창원 등이 연결정도 중심성에 비해서 순위가 상승한 것을 확인할 수 있다. 이러한 점으로 미루어보아 고령, 창원 등이 현재 직접적 연결보다는 간접적인 연결이 상대적으로 많이 이뤄지고 있다는 것을 확인할 수 있다.





[그림 5-8] 근접 중심성 분석 결과의 스프링 맵(spring map)



[그림 5-9] 근접 중심성 분석 결과의 동심원(concentric map)



#### 5.2.4. 매개 중심성 (Betweenness Centrality)

매개 중심성은 노드의 허브(hub)역할 정도를 알아 낼 수 있다. [그림 5-10]을 통해 매개 중심성 지수와 매개 집중도를 확인 할 수 있으며, [표 5-8]을 통해 상위 20개 노드를 확인 할 수 있다.

##### DISTRIBUTION OF NODE BETWEENNESS CENTRALITY SCORES

MEASURES	VALUE
MEAN	0.059
STD.DEV.	0.097
MIN.	0
MAX.	0.424

##### NETWORK NODE BETWEENNESS CENTRALIZATION INDEX

36.99%

[그림 5-10] 매개 중심성 분석 결과

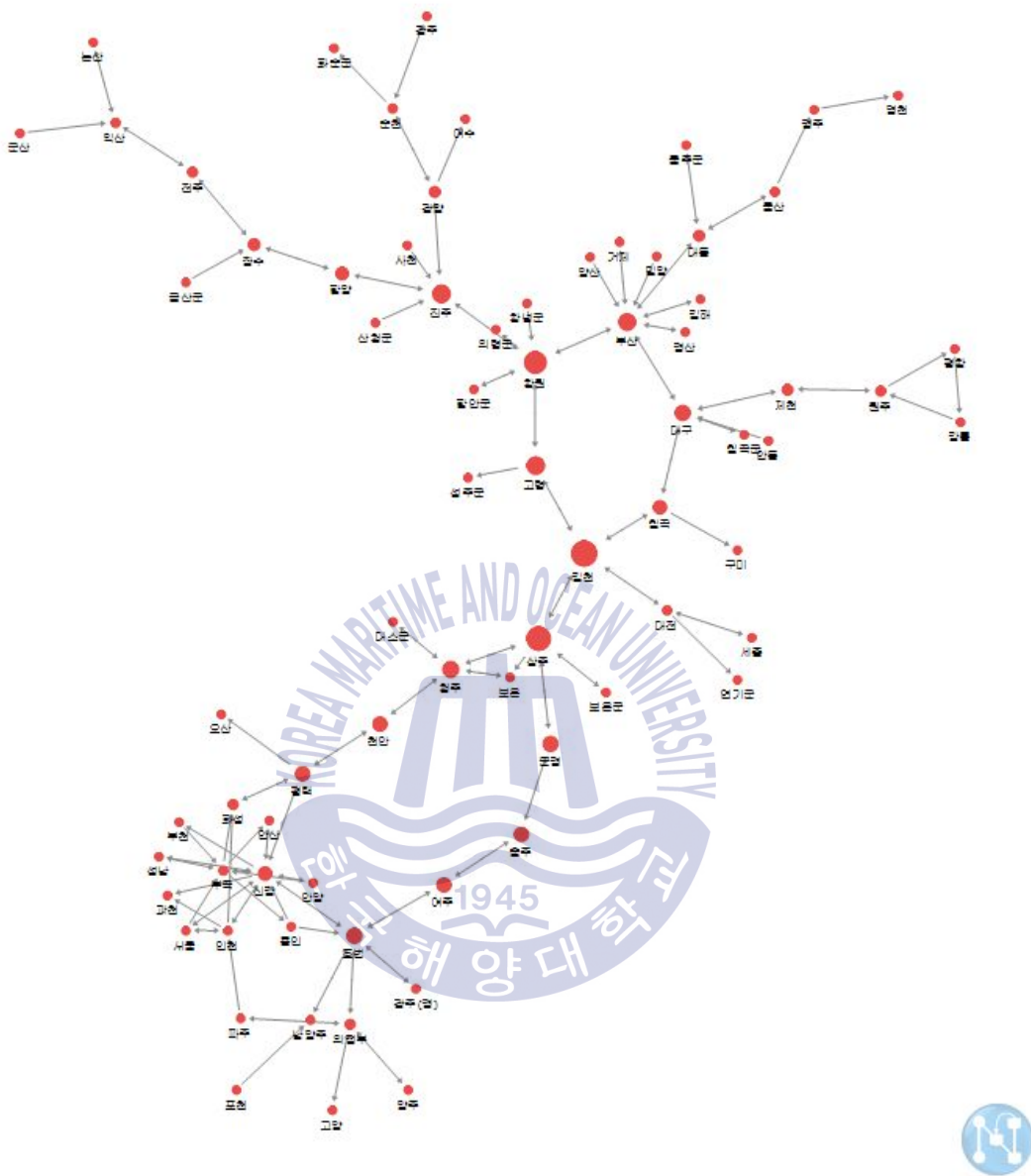
[표 5-8] 매개 중심성 분석 결과

		Betweenness Centrality
1	김천	0.423917
2	상주	0.401672
3	창원	0.343762
4	고령	0.25398
5	진주	0.233247
6	부산	0.220659
7	청주	0.193879
8	대구	0.186412
9	호법	0.178422
10	문경	0.174071
11	천안	0.166543
12	평택	0.164322
13	충주	0.16426
14	여주	0.154819

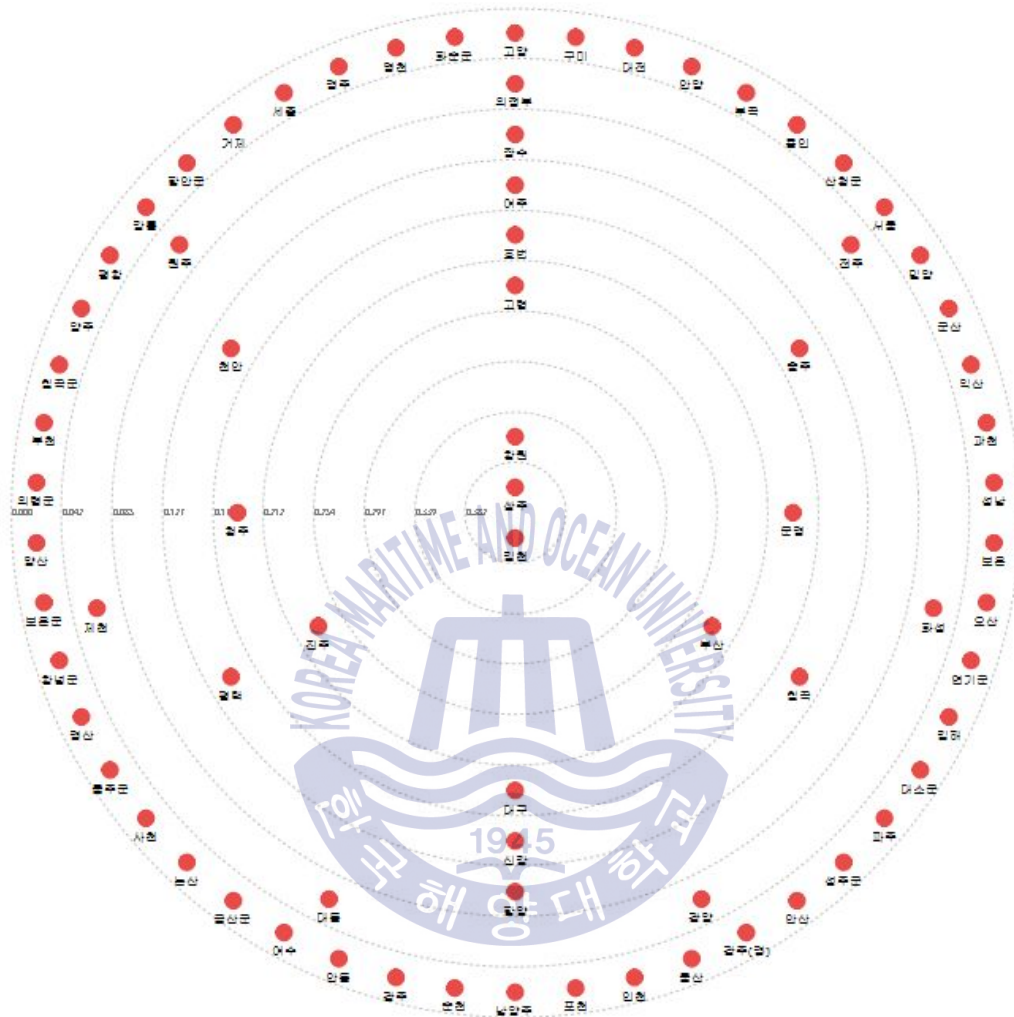
15	칠곡	0.144391
16	신갈	0.143249
17	함양	0.11144
18	장수	0.091262
19	대동	0.069974
20	광양	0.069604

매개 중심성 분석 결과 김천이 가장 높은 것으로 나타났다. 연구 대상인 C사의 컨테이너 운송이 연결정도 중심성에서 살펴본 바와 같이 경부선 비중이 높은 결과로 인해 경부선의 중앙에 해당하는 김천이 전체 네트워크를 볼 때 매개 중심성 결과가 가장 높은 것으로 나타나게 된 결과로 예상할 수 있다.





[그림 5-11] 매개 중심성 분석 결과의 스프링 맵(spring map)



[그림 5-12] 매개 중심성 분석 결과의 동심원(concentric map)

### 5.2.5 Bi-Component

컨테이너 장치장이 국내에 단 한 개만 있어야 한다면 앞서 살펴본 바와 같이 근접 중심성과 매개 중심성이 가장 높은 것으로 나타난 김천에 위치해야 하겠지만, 지역별 다수의 장치장이 필요한 선사의 경우 사회 연결망 분석 중 하위집단분석을 통해 하위집단을 파악하고 그 구성(component)에 따라 장치장을 갖출 필요가 있다.

따라서 사회 연결망 분석 중 하위집단분석 중 하나인 Bi-Component를 통해 본 사례의 하위집단을 파악하기 위해 분석한 결과 [그림 5-13]과 같은 결과가 도출되었다.

#### # OF BI-COMPONENTS

3

#### MEMBERS OF BI-COMPONENTS

BI-COMPONENTS	MEMBERS
Bi-Component1	강릉, 원주, 평창
Bi-Component2	칠곡, 김천, 대구, 부산, 창원, 고령
Bi-Component3	보은, 상주, 청주, 부천, 신갈, 부곡, 안산, 성남, 파주, 의정부, 인천, 화성, 평택, 과천, 서울, 용인, 호법, 안양, 천안, 문경, 충주, 여주

#### SUBGROUP DETAILS

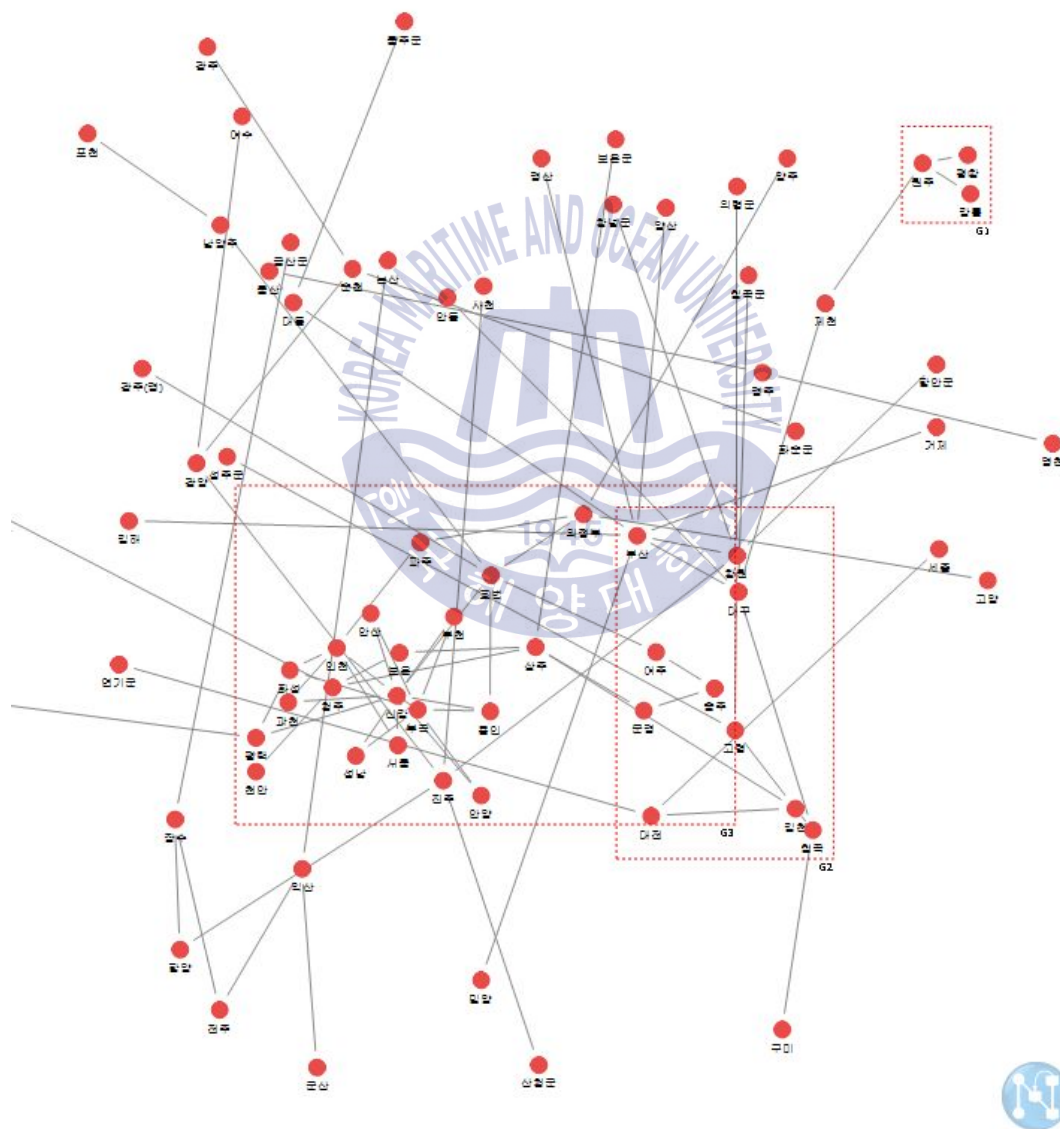
BI-COMPONENTS	SIZE	DENSITY
Bi-Component1	3	1
Bi-Component2	6	0.4
Bi-Component3	22	0.152

[그림 5-13] Bi-Component 분석 결과

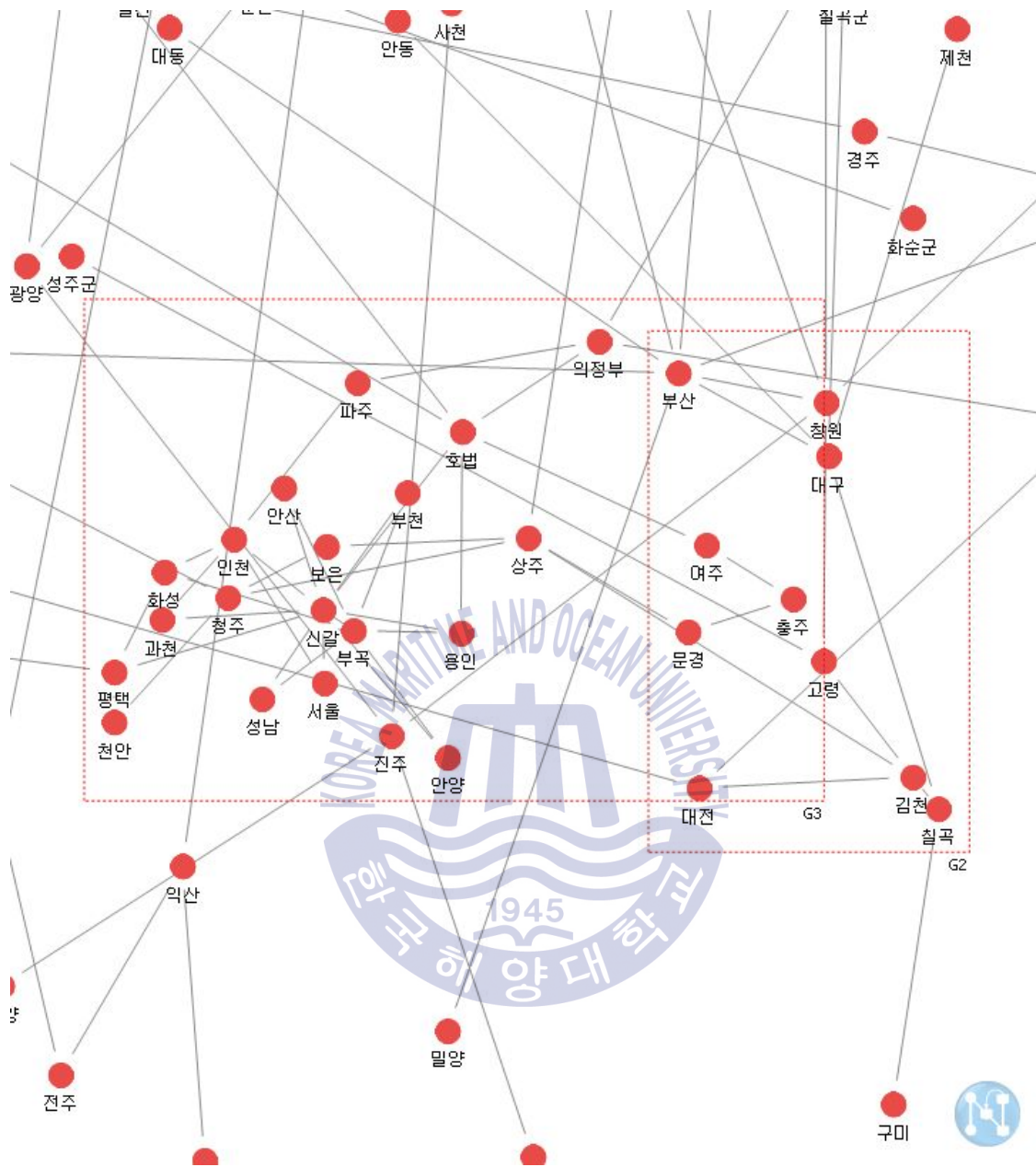
Bi-Component 분석 결과에 따르면 연구 대상의 네트워크는 3개의 하위 집단을 형성하고 있는 것으로 나타났다.

[그림 5-14]와 같이 Bi-Component 분석 결과를 시각화 하여 보면 보다

쉽게 이해할 수 있다. G1으로 나타난 강릉, 평창, 원주의 경우 영동고속도로만을 이용해 컨테이너가 운송되는 독립 지역이므로 자연스럽게 하나의 하위집단을 형성하게 되었으나, 부산을 중심으로한 G2와 부곡, 인천, 서울을 포함한 G3는 전체 네트워크내에서 각각의 하위집단이 형성되어 있다는 것을 보여주고 있다. [그림 5-14]중 G2와 G3의 구성 노드와 관계를 자세히 알아보기 위해 확대한 것이 [그림 5-15]이다.



[그림 5-14] Bi-Component 분석 결과의 스프링 맵(spring map)

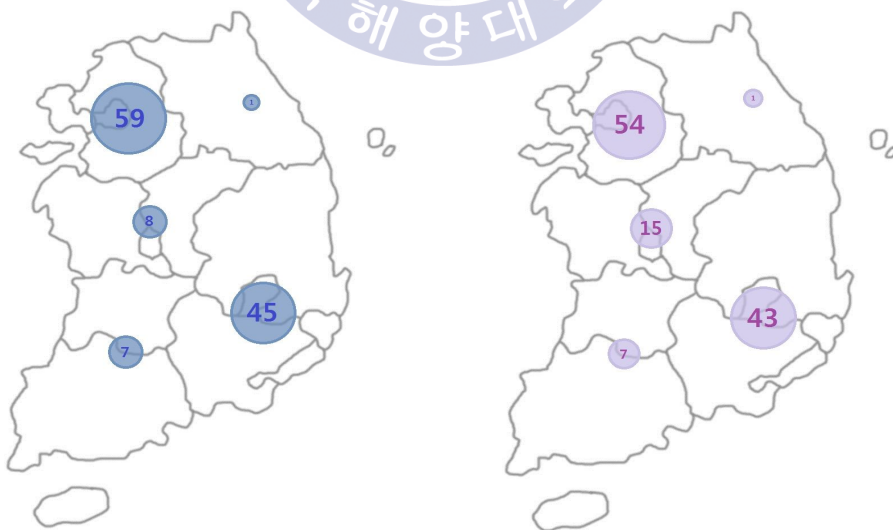


[그림 5-15] Bi-Component 분석 결과의 스프링 맵(spring map) 상세

### 5.3 분석 결과 시사점

본 연구에서는 소셜 네트워크 분석 방법으로 공컨테이너 장치장의 최적 위치를 통한 컨테이너 수급관리에 관한 분석을 실시하였다. 본 연구의 결과 연구 대상 선사의 국내 컨테이너 운송은 경부고속도로를 따라 주 이용항만이 위치한 부산과 수출입 기업이 밀집해 있는 서울, 경기 지역을 연결하는 네트워크를 보였다. 따라서 연결정도 중심성 부분에서는 부산에서 대구, 김천까지 하나의 네트워크로 이뤄진 노드들에서 상당수의 운송이 이뤄져 상위에 위치했고, 근점과 매개 중심성에서는 경부선의 중앙에 위치하고 있는 김천이 가장 높은 결과를 보였다. bi-component 분석에서도 3개의 component가 형성되는 것을 보였으며, 첫 번째 component는 강원 지역, 두 번째 component는 부산-대구 지역, 세 번째 component는 경기 지역으로 나타나 김천을 중심으로 가지처럼 뻗는 형태를 보였다.

이러한 결과는 [그림 5-16]의 C사 수출입 화주 분포와 비교해봤을 때 상당히 흡사한 모습을 보여 소셜 네트워크 분석의 신뢰성을 높였다.



[그림 5-16] 수입 및 수출화주 분포 (좌 : 수입화주, 우 : 수출화주)



## 제6장 결 론

### 6.1 연구의 결론

본 연구에서는 C사의 사례를 들어 사회 연결망 분석 방법으로 공컨테이너 장치장의 최적 위치를 찾은 후 이를 통해 현재 공컨테이너 장치 상황과 비교해보고 효율적인 컨테이너 수급관리를 위한 방법을 찾는 것이었다. 컨테이너 사용을 위해 수입, 수출 화주가 컨테이너가 있는 항만까지 운송해야하는 어려움과 비용 부담을 줄이고, 선사 입장에서 고객의 만족을 이끌기 위해서는 반드시 각 선사의 컨테이너 수급상황에 알맞은 최적 위치를 찾아 효율적인 컨테이너 수급관리가 필요하다.

본 연구의 대상 선사인 C사의 경우 [표 5-3]에서와 같이 대부분의 컨테이너를 항만이 위치한 부산에서 관리하고 있으나, [그림 5-16]과 같이 이용자인 수출입 화주의 경우 절반 이상이 서울, 경기 지역에 위치하고 있다. 따라서 서울, 경기 지역의 화주는 공컨테이너를 가까운 인천, 부곡이 아닌 부산까지 반납하고 반출하는 것이다.

그 결과 75개의 노드가 1,120개나 되는 밀도 0.202의 고밀도 네트워크를 갖게 되는 것이며, 이는 필요이상으로 많은 내륙운송이 발생되었다는 것을 나타낸다. [그림 5-5] 연결정도 중심성 분석 결과의 스프링 맵(Spring map)을 보면 부산에서 호법, 신갈까지 경부선을 따라 뚜렷이 나타나 있는 것 또한 공컨테이너가 경부선을 따라 많은 이동이 있었음을 나타낸다.

또한 컨테이너 장치장을 가지고 있는 부산, 인천, 부곡의 각각 연결정도 중심성은 2위, 16위, 15위로 부산은 많은 연결을 통해 컨테이너 장치장으로서의 역할을 하고 있지만 인천, 부곡은 그렇지 못하고 있는 것으로 나타났다.

Bi-component 분석 결과 3개의 하위집단을 형성하고 있는 것으로 나타났다. 1집단인 강릉, 원주, 평창은 타 지역과 독립되어 자체 순환하는 적

은 물량으로 인해 발생한 것이므로 차치하고, 2집단인 칠곡, 김천, 대구, 부산, 창원, 고령과 3집단인 신갈, 부곡, 인천외 19개 노드를 주목할 필요가 있다. 2집단과 3집단은 [그림 5-16] 수입 및 수출화주 분포와 상당히 유사한 모양을 띄고 있으며, 이는 뚜렷하지는 않지만 어느 정도 각 집단 내에서 네트워크를 형성하고 있다는 것을 보여주고 있다. 본 연구의 대상인 C사가 인천, 부곡에 수출입 화주의 비율만큼 공컨테이너를 장치하였다면 집단 내에서 컨테이너의 수급이 이뤄질 수 있을 것이며 이는 뚜렷한 하위집단 형성과 전체적인 네트워크의 밀도를 낮출 것이며 그 결과 추가적인 컨테이너의 운송이 줄어 들것으로 보인다.

본 연구의 대상인 C사는 현재 부산, 인천, 부곡에 운영 중인 3개의 장치장 외에 추가로 장치장을 운영할 필요는 없으나, 부산에 비해 적은 장치율을 보이는 인천, 부곡에 추가적인 공컨테이너의 장치를 유도할 필요가 있는 것으로 나타났다. 수입자와 수출자가 유사한 비율의 지역적 분배를 보이는 상황에서 수입자에게 운송된 적(full) 컨테이너가 적출 작업 후 상기에 언급된 2집단 또는 3집단 중 해당 집단의 장치장에 반납한다면 해당 집단 내의 수출자가 공(empty) 컨테이너를 재반출 후 적입작업을 거쳐 항만으로 운송함으로써 지금보다 적은 전체 운송 네트워크를 띄게 될 것이다.

## 6.2 연구의 한계 및 향후 연구 방향

사회과학 분야에서 시작된 소셜 네트워크 분석 기법이 빅데이터 시대에 맞춰 점점 활용의 영역을 넓혀 나가고 있다. 지금까지 항만, 물류분야에서는 소셜 네트워크 분석 기법을 통한 연구가 부족한 상황에서 본 연구를 통해 항만, 물류분야에도 활용할 수 있는 가능성을 확인할 수 있는 사례가 되었다는 점에서 시사하는 바가 있다.

본 연구에서는 컨테이너의 타입이나 사이즈에 대한 정보가 반영되지 않았지만 소셜 네트워크 분석 기법을 통해 기업에서는 특정화주, 특정타입, 특정사이즈 등 다양한 조건에 맞는 데이터로 결과를 도출해 낼 수 있을 것이며, 정부나 유관기관에서도 다양한 응용을 통해 정책 수립에 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구의 한계점으로는 기초 데이터 수집의 어려움으로 인해 12개월 동안에 이뤄진 120대의 수출입 공컨테이너 운송 내역 240건 만을 대상으로 했다는 점에서 연구 대상기업의 보편성을 대변했다고 하기에는 어려움이 있다.

또한 최적의 입지에 장치장을 찾는 점에서는 본 연구를 통해 지역을 한정할 수는 있었지만, 지역을 특정하기에는 어려움이 따르고, 해당 지역에 위치해 있는 장치장의 비용을 포함한 효율성 측면에 대한 고려가 이뤄지지 않았다.

따라서 향후 연구에서는 소셜 네트워크 분석을 통해 컨테이너의 타입, 사이즈, 특정 화주 및 특정 기간 등 다양한 데이터를 분리하여 분석할 필요가 있으며, 효율성 측정을 위한 다른 분석 모델과 결합하여 결과를 도출 한다면 더욱 신뢰도 높은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 고길곤(2006), “정책네트워크 연구의 유용성과 사회연결망 이론 활용 방법의 고찰”, 행정논총, 45권, pp. 137-164.
- [2] 구양미(2008), “경제지리학 네트워크 연구의 이론적 고찰: SNA와 ANT를 중심으로”, 공간과 사회, 30권, pp. 36-66.
- [3] 김기환(2015), “국내 학술지 논문의 연구 생산성 및 심사 효율성 분석 : 소셜 네트워크 분석의 관점에서”, 동국대학교, 경영대학원, 석사학위논문.
- [4] 김미애, 서창교(2015), “소셜 네트워크 분석을 활용한 국내 SCM 연구의 인용분석”, 한국지능정보시스템학회지, 2015년 5권, pp. 242-248.
- [5] 김성국(2013), “SNA를 이용한 우리나라 연안여행객항로의 네트워크 분석에 관한 연구”, 해양비즈니스, 24권, pp. 1-24.
- [6] 김성희, 장로사(2010), “사회 연결망 분석 연구동향 및 정보학 분야에서의 활용가능성에 관한 연구”, 정보관리학회지, 27권, 4호, pp. 71-87.
- [7] 김인재, 최재원, 김기환, 민금영(2014), “전문가 그룹의 소셜 네트워크 분석 : 국내 학술지 공저자 및 심사자 네트워크를 중심으로”, 한국IT서비스학회.
- [8] 김용학(2003), 사회 연결망 이론. 박영사.
- [9] 김용학(2006), 사회 연결망 분석. 박영사.
- [10] 김혜진(2007), “사회연결망(Social Network Analysis : SNA)을 이용한 스포츠 경기분석”, 한국체육측정평가학회지, 9권, 1호, pp. 99-112.
- [11] 로지스틱스21(2007), 보관하역론, 한국물류정보서비스.
- [12] 박성제, 이제욱(2014), “빅데이터(Big Data) 시대의 소셜 네트워크 분석(Social Network Analysis)과 스포츠 분야의 활용전략”, 한국체육과학

회지, 23권, 5호, pp. 933-946.

[13] 박순형, 이우기(2014), “빅데이터 분석을 위한 그래프론 및 그 응용”, 한국빅데이터서비스학회 논문지, 1권, 1호, pp. 25-34.

[14] 박우창(2012), “소셜 네트워크 분석의 관계적 접근 방법”, 한국정보기술학회 논문지, 10권, 9호, pp. 143-151.

[15] 손동원(2002), 사회 네트워크 분석. 경문사.

[16] 송영진(2011), “SNA 분석방법의 이론과 응용방안”, 중앙대학교, 통계학과, 석사학위논문.

[17] 이석희(2006), “정기선사의 컨테이너 수급관리 효율화에 관한 연구”, 한국외국어대학교, 세계경영대학원, 석사학위논문.

[18] 이승우(2014), “SNA 기법을 활용한 특허맵 기반의 기술로드맵 수립 : 자동차용 터보차저 사례”, 고려대학교, 기술경영전문대학원, 석사학위논문.

[19] 임병학(2011), “사회 네트워크 분석을 활용한 물류 공저자들의 협력 네트워크 구조 분석 : 한국 물류학회지를 중심으로”, 한국물류학회지, 21권, 2호, pp. 205-229.

[20] 임병학(2012), “사회 네트워크 분석 접근법을 이용한 효율적인 항만의 영향력과 순위 측정에 관한 연구”, 한국SCM학회지, 21권, 1호, pp. 37-47.

[21] 임혜선(2012), “SNA 기반의 물류분야 협력연구 지식구조 분석”, 경기대학교, 산업경영공학과, 석사학위논문.

[22] 최성구(2013), “세계 주요공항의 효율성과 영향력 측정에 관한 연구 : DEA와 사회 연결망 분석을 이용하여”, 인하대학교, 물류전문대학원, 석사학위논문.

[23] 한국해양수산개발원(2007), “글로벌 리더를 향한 한국 해운산업 발

전 전략” .

[24] 허명희(2010), R을 활용한 사회네트워크분석 입문. 자유아카데미.

[25] 해운산업연구원(1990), “우리나라 컨테이너 화물 유통구조 개선 방안” .

[26] Barnes, Barnes, J.A.(1954), Class and Committees in a Norwegian Island Parish

[27] Freeman, L. C.(2004), Graphic Techniques for Exploring Social Network Data, in Models and Methods in Social Network Analysis, P. J. Carrington, J. Scott and S. Wasserman, eds., Cambridge Univ Press

[28] In Won, Lee(2010), “Social Network Analysis : Collaboration Networks among Local Elected Officials” , 2010년도 한국정책분석평가학회 하계 학술대회

[29] Moody, J.(2004), The structure of a social science collaboration network: Disciplinary cohesion from 1963 to 1999. American Sociological Review

[30] The ROI Container Cargo Alliance(2002), Profit Optimism for Container Carriers

[31] Wasserman, S., & Faust, K.(1994), Social network analysis: Methods and applications. Cambridge, Cambridge University Press