



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](#)

이 금 속 교수지도  
석사학위 청구논문

한국 도시 간 통행 흐름 분석:

고속버스와 철도 이용객을 중심으로

2014

성신여자대학교 대학원  
지리학과  
정미선

**한국 도시 간 통행 흐름 분석:  
고속버스와 철도 이용객을 중심으로**

**이 금 속 교수지도**




**이 논문을 석사학위논문으로 제출함**

**2013년 11월**

**성신여자대학교 대학원  
지리학과  
정미선**

## 인 준 서

정미선의 석사학위 논문으로 인준함.

심사위원 박 종수   
심사위원 정 재준   
심사위원 이 은숙 

성신여자대학교 대학원

## 논문개요

도시간 통행흐름은 고정되어 있는 것이 아니라 도시들을 연결해 주는 교통 인프라의 변화, 인구 성장 및 감소, 도시의 산업 및 중심 기능의 변화 등에 의해 시간이 경과하면서 변화할 수 있다. 따라서 변화하는 교통 인프라 및 인구, 도시의 특성을 고려한 시계열적으로 분석하는 연구가 시도되어야 한다.

특히 우리나라의 경우 2004년 4월 고속철도가 개통되며, 고속철도로 연결되는 도시들의 경우 고속철도의 도입 이전과 도입 이후 도시간 시간거리에 큰 변화가 나타나게 되었다. 따라서 우리나라 도시간 공간적 상호작용의 양상과 공간구조를 이해하고 그의 변화 방향을 보다 잘 예측하기 위해서는 고속철도 개통 이전과 이후의 도시간 통행흐름의 시·공간적 특성을 파악할 필요가 있다.

본 연구에서는 공간적 상호작용을 대표하는 요소로 도시간 통행 흐름을 고속버스 여객 통행량 및 일반철도 여객 통행량을 중심으로 수단별로 분석하고자 한다. 또한 고속철도의 도입으로 상대적으로 거리가 먼 도시간 통행 흐름의 시간거리가 단축되어 장거리 통행의 부담이 달라졌을 것이라 가정하여, 고속철도 도입 직전인 2003년, 고속철도 도입 직후인 2005년, 현재를 대변할 2010년을 시간적 범위로 삼아 연구를 진행하였다.

본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 도시간 통행흐름에 있

어 시간거리와 통행량의 관계를 분석하고자 한다. 둘째, 도시간 통행흐름에 영향을 주는 수단별 특성을 시기별로 분석하고자 한다. 셋째, 도시간 통행에 있어 교통 허브의 중심지를 밝히고, 허브의 계층 형성 특성을 수단별, 시기별로 분석하고자 한다.

분석결과 도시간 통행흐름에 있어 도시적 특성이 두드러지는 도시간 통행에서는 통행량에 대한 거리의 마찰작용이 미미하였으며, 도시적 특성이 적은 도시간 통행에서는 거리의 마찰작용이 더욱 심화되었다. 또한, 고속철도의 도입 이후 교통수단의 수단 분담 형태가 도시적 특성 및 거리에 따라 달라지는 양상을 보였다. 이에 따라 도시간 허브 기능 분화에도 변화가 나타났다.

본 연구는 지금까지 하나의 수단을 이용한 도시간 통행흐름을 시기별로 주로 연구하는 기존의 연구에서 확장하여 여러 수단을 이용하는 도시간 통행흐름을 시기별로 구분하여 분석을 시도하였다는 점에 의의가 있다. 또한 도시내 통행 분석에서만 시도되었던 변곡점을 설정하여 분석하는 수정된 식을 도시간 통행 분석에 사용한 점에 의의가 있다.

이러한 맥락에서 본 연구의 결과가 향후 우리나라 도시간 통행흐름의 특성 및 교통 계층 구조 분석에 대한 연구 기반이 될 수 있을 것이라 기대한다.

# 목차

## 논문개요

1. 서론 .....	1
1) 연구의 배경 및 목적 .....	1
2) 연구의 범위 및 방법 .....	3
(1) 연구 범위 .....	3
(2) 연구 방법 .....	4
2. 이론적 고찰 및 선행연구 .....	7
1) 도시내 통행 흐름 .....	7
2) 도시간 통행 흐름 .....	12
3. 도시간 통행 흐름 요소의 현황과 추이 .....	18
1) 전국 도시 인구 및 수단별 도시간 통행량 .....	18
2) 고속도로 및 철도 노선 인프라 변화 .....	21
3) 시간거리에 따른 통행량의 마찰작용 분석 .....	27
4. 중력모형을 이용한 통행 특성 분석 .....	43
1) 고속버스 통행 흐름의 특성 분석 .....	46

2) 일반철도 통행 흐름의 특성 분석 .....	56
3) 고속철도(KTX) 통행 흐름의 특성 분석 .....	66
4) 소결 .....	71
5. 도시간 교통 통행 허브(Hub) 구조 분석 .....	75
1) 고속버스 통행의 허브 구조 특성 .....	77
2) 일반철도 통행의 허브 구조 특성 .....	85
3) 고속철도(KTX) 통행의 허브 구조 특성 .....	94
4) 소결 .....	96
6. 결론 .....	100

참고문헌

부록

ABSTRACT

## 그림 목차

그림 3.1. 2003년 고속도로망 .....	23
그림 3.2. 2010년 고속도로망 .....	23
그림 3.3. 2003년 철도 노선망 .....	24
그림 3.4. 2010년 철도 노선망 .....	24
그림 3.5. 고속철도 노선망 .....	24
그림 3.6. 2010년 일반철도 비용거리-통행량 분석 .....	27
그림 3.7. 2010년 고속철도 비용거리-통행량 분석 .....	27
그림 3.8. 2003년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 1 .....	28
그림 3.9. 2003년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 2 .....	28
그림 3.10. 2003년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 3 .....	28
그림 3.11. 2005년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 1 .....	31
그림 3.12. 2005년 고속버스시간거리-통행량 그래프 2 .....	31
그림 3.13. 2005년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 3 .....	31
그림 3.14. 2010년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 1 .....	33
그림 3.15. 2010년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 2 .....	33
그림 3.16. 2010년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 3 .....	33
그림 3.17. 2003년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 1 .....	35
그림 3.18. 2003년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 2 .....	35
그림 3.19. 2005년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 1 .....	36
그림 3.20. 2005년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 2 .....	36
그림 3.21. 2010년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 1 .....	38
그림 3.22. 2010년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 2 .....	38

그림 3.23. 2005년 고속철도 시간거리-통행량 그래프 1 .....	40
그림 3.24. 2005년 고속철도 시간거리-통행량 그래프 2 .....	40
그림 3.25. 2010년 고속철도 시간거리-통행량 그래프 1 .....	40
그림 3.26. 2010년 고속철도 시간거리-통행량 그래프 2 .....	40
그림 4.1. 2003년 고속버스 중력모형 회귀분석 .....	46
그림 4.2. 2005년 고속버스 중력모형 회귀분석 .....	49
그림 4.3. 2010년 고속버스 중력모형 회귀분석 .....	52
그림 4.4. 2003년 일반철도 중력모형 회귀분석(log 3.2지점 변곡점 설정) .....	56
그림 4.5. 2005년 일반철도 중력모형 회귀분석(log 3.2지점 변곡점 설정) .....	59
그림 4.6. 2010년 일반철도 중력모형 회귀분석(log 3.2지점 변곡점 설정) .....	61
그림 4.7. 2005년 고속철도(KTX) 중력모형 회귀분석 .....	66
그림 4.8. 2010년 고속철도(KTX) 중력모형 회귀분석 .....	68
그림 5.1. 2003년 도시간 고속버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리 .....	77
그림 5.2. 2005년 도시간 버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리 ....	80
그림 5.3. 2010년 도시간 버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리 ....	82
그림 5.4. 2003년 도시간 철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리 ....	85
그림 5.5. 2005년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리 .....	88
그림 5.6. 2010년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리 .....	90
그림 5.7. 2005년 도시간 고속철도 통행량 기반 교통 중심성 위계 트리(Tree) ....	95
그림 5.8. 2010년 도시간 고속철도 통행량 기반 교통 중심성 위계 트리(Tree) ....	95

## 표 목차

표 3.1. 2003년, 2005년, 2010년의 인구와 인구 성장률 통행량과 통행 증가율.....	19
표 3.2. 고속도로 및 철도 노선의 변화.....	22
표 3.3. 고속버스, 철도 이용시의 소요 시간거리(주요 도시 기준).....	25
표 3.4. 2003년 고속버스 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례.....	30
표 3.5. 2005년 고속버스 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례.....	32
표 3.6. 2010년 고속버스 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례.....	34
표 3.7. 2003년 일반철도 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례.....	35
표 3.8. 2005년 일반철도 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례.....	37
표 3.9. 2005년 일반철도 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례.....	38
표 4.1. 2003년 고속버스 회귀분석 결과.....	47
표 4.2. 2005년 고속버스 회귀분석 결과.....	50
표 4.3. 2010년 고속버스 회귀분석 결과.....	53
표 4.4. 2003년, 2005년, 2010년 중력 모형 분석에서 제외된 도시간 통행.....	55
표 4.5. 2003년 일반철도 회귀분석 결과.....	57
표 4.6. 2005년 일반철도 회귀분석 결과.....	60
표 4.7. 2010년 일반철도 회귀분석 결과.....	62
표 4.8. 2003년, 2005년, 2010년 중력 모형 분석에서 제외된 도시간 통행.....	64
표 4.9. 2005년 고속철도(KTX) 회귀분석 결과.....	67
표 4.10. 2010년 고속철도(KTX) 회귀분석 결과.....	69
표 4.11. 중력 모형 적용 분석 결과 정리.....	71
표 5.1. 2003년 도시간 고속버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분...78	78

표 5.2. 2005년 도시간 고속버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분...	81
표 5.3. 2010년 도시간 고속버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분...	83
표 5.4. 2003년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분...	86
표 5.5. 2005년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분...	89
표 5.6. 2010년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분...	92
표 5.7. 2005년과 2010년의 고속철도 통행량 기반 위계 구분.....	95
표 5.8. 수단별, 시기별 교통 허브 도시.....	96

# 1. 서론

## 1) 연구의 배경 및 목적

도시간 통행흐름은 도시 간 상호작용의 정도를 대변하는 것으로 그 공간적 구조는 인구분포 및 도시의 산업구성 및 특성, 교통 인프라 등으로 형성되는 상호보완성, 간섭의 기회, 이동가능성의 종합적인 영향을 받는다(Ullman, 1956)<sup>1</sup>. 또한 이는 도시의 성장과 기능적 연계 및 공간구조 형성과 밀접히 연관되어 있으므로 도시간 통행흐름의 공간적 구조 및 특성 분석은 일찍부터 지리학 연구의 핵심주제로 인식되어 왔다(Berry, 1960)<sup>2</sup>.

그러나 도시간 통행흐름은 고정되어 있는 것이 아니라 도시들을 연결해 주는 교통 인프라의 변화, 인구 성장 및 감소, 도시의 산업 및 중심 기능의 변화 등에 의해 시간이 경과하면서 변화할 수 있다. 따라서 변화하는 교통 인프라 및 인구, 도시의 특성을 고려한 시계열적으로 분석하는 연구가 시도되어야 한다. 특히 우리나라의 경우 2004년 4월 고속철도가 개통되며 전국이 반나절 생활권으로 단축되는 등, 고속철도로 연결되는 도시들의 경우 고속철도의 도입 이전과 도입 이후 도시간 시간거리에 큰 변화가 나타나게 되었다. 그의 여파로

---

<sup>1</sup> Ullman, E. L., 1956, "The role of transportation and the bases for interaction,": In W. L. Thomas, ed. *Man's Role in Changing the Face of the Earth*, Chicago: University of Chicago Press, pp. 862-880.

<sup>2</sup> Berry, B. J. L., 1960, "The impact of expanding metropolitan communities upon the central place hierarchy," *Annals of the association of american geographers*, 50(2), pp. 112-116.

도시간 통행흐름에 있어 고속철도의 도입 이전과 이후의 운송 수단의 선택과 통행행태, 목적지 및 통행수요 등에 변화가 있을 것으로 보이며, 도시간 통행흐름의 허브 등 공간 구조에도 변화가 있을 것으로 예상된다. 따라서 우리나라 도시간 공간적 상호작용의 양상과 공간구조를 이해하고 그의 변화 방향을 보다 잘 예측하기 위해서는 고속철도 개통 이전과 이후의 도시간 통행흐름의 시·공간적 특성을 파악할 필요가 있다.

본 연구에서는 고속철도 개통을 전후하여 우리나라 도시간 통행흐름에 대한 수단별, 시기별 분석을 수행하여 도시간 공간적 상호작용의 변화 및 이에 따른 도시간 통행흐름의 공간 구조에 나타나는 변화를 파악하고자 하였다. 본 연구는 다음을 포함한다.

첫째, 거리의 마찰 작용을 파악하기 위하여 시간거리와 통행량의 관계를 분석하고자 한다.

둘째, 시간거리에 대한 매개변수의 변화 정도를 각 수단별로 시간의 경과에 따라 비교·분석하여, 운송 수단별·시기별 도시간 통행흐름을 분석하고자 한다.

셋째 도시간 통행흐름의 공간구조를 파악하기 위하여 운송 수단별 통행흐름의 허브구조를 분석하고, 운송 수단별 허브구조의 변화를 분석하고자 한다.

## 2) 연구의 범위 및 방법

### (1) 연구 범위

2010년 우리나라 여객 수송에 이용되는 교통 수단은 크게 공로, 철도, 해운, 항공의 4가지로 나눌 수 있다. 2010년 국토해양부의 국토해양통계연보에 따르면 공로의 경우 74.12%, 철도(철도 및 지하철) 25.26%, 항공은 0.16%, 해운의 경우 0.11%의 비율로 우리나라 여객 수송을 분담하고 있다<sup>3</sup>. 이 중 공로와 철도의 비율을 합할 경우 99.38%에 달할 정도로 육상교통수단이 우리나라 여객 수송에서 차지하는 비율이 크다. 따라서 본 연구에서는 도시간 통행흐름에 있어 공로를 대표하는 대중교통수단인 고속버스와 철도를 대표하는 일반철도 및 고속철도 여객 통행량을 대상으로 연구를 진행하고자 한다.

특히 본 연구에서는 고속철도가 개통됨에 따라 도시간 통행흐름에 있어 제약요소로 작용하는 시간거리가 감소되었으며, 각 교통수단별로 소요되는 시간거리가 모두 다를 것이라는 가정 하에 연구를 진행하고자 한다. 이에 따라 고속철도(KTX) 개통 직전과 고속철도 개통 직후, 현재의 도시간 통행 흐름에 있어 교통 중심지의 변화를 측정하고자 하였다. 그 결과 고속철도 개통 직전인 2003년, 고속철도 개통 직후인 2005년, 현재의 경우 통계청에서 발간한 인구총조사 자료를 활용하기 위해 2010년을 기준년도로 삼아 세 개의 연도를 본 연구의 시간범위로 설정하였다.

공간적 범위로는 서울을 비롯한 전국의 특별시, 광역시 및

---

<sup>3</sup> 국토해양부, 2010, 국토해양통계연보, 국토해양부

시, 군을 설정하였는데, 이들 도시 중 철도 및 고속버스 통행 자료가 있는 도시를 대상으로 분석을 실시하였다. 고속버스의 경우 통행량 자료가 집계된 도시가 2003년 65개, 2005년 68개, 2010년 61개 도시로, 이들 도시를 대상으로 분석하였다. 일반 철도의 경우 통행량 자료가 집계된 도시는 2003년 92개, 2005년과 2010년 93개로 이들 도시를 대상으로 분석하였다. 고속 철도의 경우 2003년의 경우 개통되지 않아 분석을 실시하지 않았고, 2005년의 경우 9개, 2010년 15개 도시를 대상으로 분석하였다. 호남선의 경우 고속철도 전용 선로가 개통되지 않아 따로 통행량 자료를 제공하지 않기 때문에 일반철도로 모두 분류하여 분석을 실시하였다<sup>4</sup>. 마산시와 창원시, 진해시의 경우 2010년 7월 통합되었으므로 본 연구에서는 분류하여 각기 다른 도시로 구분하여 분석을 실시하였다.

## (2) 연구 방법

본 연구의 연구 자료는 통계청에서 제공하는 인구총조사 자료와 한국 교통 데이터 베이스에서 제공하는 지점간 버스/철도 수송실적 자료를 이용하였다. 2003년의 경우 2000년 인구총조사 자료를 이용하였다.

연구 방법은 다음과 같다. 첫째, 문헌 연구를 통하여 도시간 통행 흐름에 대한 개념과 분석방법을 정립하고, 국내·외 선행연구들을 검토하였다.

둘째, 통계자료 및 도시간 수단별 통행 O/D자료를 활용하여

---

<sup>4</sup> 부록 표.1 공간적 범위 대상 지역 참고

전국 도시 인구 및 도시간 통행량 추이를 파악하였다. 또한, 거리의 마찰작용을 파악하기 위하여 시간거리와 통행량만으로 수단별, 시기별 도시간 통행흐름의 양상을 파악하였다.

셋째, 인구를 중력요인(weight)으로 적용하는 중력모형을 구축하였다. 이를 시간거리에 대한 통행량 사이의 관계식을 도출하고자 단순 선형 회귀 분석을 실시하였다.

넷째, 도시간 수단별 통행 O/D자료를 활용하여 대상 지역의 교통 중심 기능을 수행하는 허브(hub) 계층 구조를 분석하고자 MST(Maximum Spanning Tree)를 이용해 수단별, 시기별 교통 중심성 계층 구조를 분석하였다.

본 연구에 적용할 수 있는 거리로 물리적 거리, 비용거리, 시간거리 등이 존재하며, 이들 거리를 산정해 적용할 수 있다. 그러나 다양한 거리 요소의 적용가능성에도 불구하고 본 연구에서는 시간거리를 적용하였다. 고속철도가 개통됨에 따라 도시간 통행흐름에 있어 각 교통수단별로 소요되는 물리적 거리는 거의 동일하며 비용거리는 고속철도의 경우 다른 교통 수단과 큰 차이가 나는데 반해 제약요소로 작용하는 시간거리는 감소되었기 때문이다. 또한 철도의 경우에 구간 요금을 사용하기 때문에 서로 다른 거리를 분석하는데 있어 시간거리를 산출하는데 비해 부정확하다는 단점이 있어 본 연구에서는 시간거리를 사용하였다. 본 연구에서 시간거리를 산출한 방법은 다음과 같다.

$$\text{시간거리(초)} = \frac{\text{노선거리}}{\text{교통수단 평균 속도 (Km/h)}} \times 3600(\text{초}) \dots\dots\dots (1)$$

국가 교통 데이터 베이스의 버스/철도 지점간 수송실적 자료에서 함께 제공하는 노선 거리를 각 교통 수단의 평균 운행 속도로 나누어 초 단위로 변경하여 계산하였다. 각 교통 수단의 평균 운행속도는 고속버스의 경우 고속버스가 운행되는 편도 2차로 이상의 차선의 최고 제한 속도인 80km/h로 설정하였다. 일반철도의 경우 새마을호, 무궁화호, 통근열차의 평균 속도인 83.33km/h로 설정하였다. 마지막으로 고속철도의 경우에는 최고 속도 300km/h로 계산할 경우 실제와의 격차가 크게 발생하였다. 이러한 격차는 우리나라 국토의 특성 상 정차 구간이 짧아 최고 속도로 운행하는 구간이 적기 때문에 기인한다. 이에 본 연구에서는 서울에서 부산간 무정차 운행 소요시간(2시간 40분)을 기준으로 고속철도 평균 속도를 150km/h로 설정하였다. 한 도시에 여러 철도역이 존재하는 경우에는 각 역에서 동일 목적지까지 소요되는 시간거리의 평균을 계산하여 사용하였다.

연구에 사용된 분석 패키지는 Arc GIS 9.3과 SPSS Statistics 19이다.

## 2. 이론적 고찰 및 선행연구

국내·외에서 지리학을 비롯한 다양한 분야에서 통행흐름 연구는 비교적 활발히 수행되어 왔다. 이제까지 국내에서 수행되어 온 통행흐름 흐름에 대한 연구는 크게 도시민의 일상생활과 직접적으로 연관된 대도시권 내에서의 통행에 대한 연구와 도시간 통행에 대한 연구로 나눌 수 있다.

따라서 본 장에서는 교통흐름과 도시 계층구조에 관한 연구를 주제로 한 선행연구들을 중심으로 도시내 통행 흐름과 도시간 통행 흐름에 관한 연구를 분류하여 살펴보고자 한다.

### 1) 도시내 통행 흐름

도시 내 통행흐름과 도시지역의 특성의 밀접한 관련성을 증명하는 주제들은 지리학에서 지속적인 연구대상이 되어왔으며, 이와 관련된 연구가 다양하게 진행 되었다.

이들 연구 중 도시내 통근통행과 도시지역의 특성에 관한 연구를 먼저 살펴보고자 한다. Berry(1960)<sup>5</sup>는 대도시권 통근범위를 가로지르는 다양한 도심구조 체계와 대도시권의 통근에 영향을 주는 다양한 대도시 내부의 상호관계 등의 외적 요인 구조에 있어 차이가 발생하는 과정에 중점을 두었다. 도심의 중심 계층구조를 분석하고자 사례연구를 통해 도심 계층구

---

<sup>5</sup> Berry, B. J. L., 1960, "The impact of expanding metropolitan communities upon the central place hierarchy", *Annals of the association of american geographers*, 50(2), pp. 112-116

조와 교통 접근성 및 도시 인구가 도시의 중심성을 결정하는 것과 관련 있음을 증명하였다.

White(1988)<sup>6</sup>는 과통근통행에 대해 낭비 통행인지 여부를 사례를 대입하여 연구하였다. 분석 결과 맞벌이 가정의 경우와 고용시장에서 차별을 경험하는 경우 상대적으로 더 긴 통근통행을 선택하는 것으로 확인하였으며, 이때의 통행은 낭비 통행이 아닌 필요 통행임을 증명하였다.

국내에서는 곽영호(1994)<sup>7</sup>가 교통로의 발달에 따른 접근도의 변화를 시간거리에 대입해 표현하고자 하였다. 또한 대중교통을 이용한 접근도의 변화는 비용거리를 대입하여 그 방향성을 분석하였다.

조명호·임창호(2001)<sup>8</sup>는 도시내 지역간의 도시 활동의 상호작용을 고려해 도시 구조를 파악하고자 하였다. 도시간 기능분담, 상호연계, 상호의존성을 분석하고자 도시활동의 집중 정도를 총 유입통행량, 중심성 척도를 활용해 종합적인 비교를 실시하였다.

신상영(2003)<sup>9</sup>은 직주접근도를 측정하여 수도권 지역의 지역적 현황을 파악하고 직주접근성과 통근통행과의 관계를 분석하고자 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 사회경제적 특성을 나타내는 변수들의 영향력이 상대적으로 높게 나타남을 확인하여 수도권 내 통근통행은 사회경제적 특성에 따라 나타남을 주장하

---

<sup>6</sup> White, M. J., 1988, "Urban commuting journeys are not 'Wasteful', *Journal of Political Economy*", 96(5), pp. 1097-1110

<sup>7</sup> 곽영호, 1994, 수도권 교통망의 접근도에 관한 연구, 동국대학교 박사학위논문

<sup>8</sup> 조명호, 임창호, 2001, 수도권 도시공간구조의 분석, 국토계획, 36(7), pp. 183-195

<sup>9</sup> 신상영, 2003, 직주접근성과 통근통행: 수도권을 사례로, 국토계획, 38(4), pp. 73-87

였다.

윤인하 · 김호연(2003)<sup>10</sup>은 서울에서 타 지역으로 통근할 때의 통행량과 인구학적, 사회학적 특성을 변수로 하여 다중회귀분석을 실시해 분석하였다.

남영우 · 한문희 · 우광희(2005)<sup>11</sup>는 여객통행을 이용해 지역구조가 통행 수단별로 어떻게 구성되어 있는지를 분석하였고 원자료행렬과 인접행렬의 두 방식으로 결절점을 나타내어 분석하였다.

김태균(2006)<sup>12</sup>은 도시 공간 구조가 다핵일 경우 발생하는 중력모형의 한계를 극복하기 위해 지역간 상대적 유인력 변수를 도입하여 새로운 통행 분포 모형을 개발하고자 하였다.

손승호(2007<sup>13</sup>, 2013<sup>14</sup>)의 경우 서울 대도시권을 서울, 인천, 경기 남부, 경기 북부로 분류하여 통행량 변화를 관찰하고 시기별 패턴을 작성해 통근통학 통행의 특성을 파악하고자 하였다.

이금숙 외(2007)<sup>15</sup>는 지하철망상 통행흐름의 위상학적 구조를 분석하고, 이를 기반으로 토지이용과의 관계를 밝히고자

---

<sup>10</sup> 윤인하, 김호연, 2003, 수도권 통근통행 패턴에 관한 연구, 1990-1996, 국토계획, 38(6), pp. 87-97

<sup>11</sup> 남영우, 한문희, 우광석, 2005, 수도권의 통행수단별 지역연결체계, 한국도시지리학회지, 8(1), pp. 7-16

<sup>12</sup> 김태균, 2006, 도시내 지역간 상대적 유인력 변수를 도입한 통행분포모형 개발, 한양대학교 박사학위 논문

<sup>13</sup> 손승호, 2007, 서울대도시권의 공간상호작용 변화와 시공간 패턴, 대한지리학회지, 42(3), pp. 421-433

<sup>14</sup> 손승호, 2013, 서울대도시권 통근통학통행의 시공간 변화 패턴, 한국도시지리학회지, 16(2), pp. 119-134

<sup>15</sup> 이금숙, 홍지연, 민희화, 박종수, 2007, 수도권 지하철망상 통행흐름의 위상학적 구조와 토지이용의 관계, 한국경제지리학회지, 10(4), pp. 427-443

하루를 시간대별로 구분하여 통행패턴을 비교, 분석하였다.

김광익(2009)<sup>16</sup>의 경우 도시내 통행에서 인구 및 고용 분산에 따른 통근권의 형성과 변화 특성을 밝히고자 O/D 행렬을 요인 분석하여 특성에 따른 6개의 권역으로 분류하였다.

임업(2009)<sup>17</sup>은 서울대도시권의 통근, 통학울을 산출하여 패턴이 변화하였음을 확인하고 중력모형을 사용하여 서울과 주변 지역의 상호작용의 강도 변화를 예측하였다.

Lee, *et al.*(2011)<sup>18</sup>은 서울 권역 지하철 체계하에서 접근성을 측정해 최단 경로거리와 통행량을 중심으로 역간 상호작용 특성을 분석하고자 하였다. 지하철 역 단독의 특징은 발견하지 못하였지만 주변의 시설과 중심기능과 연계하였을 때 통행량과 밀접한 관련이 있음을 확인하였다.

Goh, *et al.*(2013)<sup>19</sup>은 힐 함수(Hill-function)를 적용하여 일정 시간거리까지는 거리가 증가함에 따라 통행량이 증가하나 일정 거리를 넘어선 경우 통행량이 감소하는 지점을 변곡점으로 설정하여 분석하는 수정된 중력모형을 적용하였다. 서울 대도시권 지하철 체계에서는 일반적인 선형의 중력모형을 사용하는 것보다 변곡점을 설정할 경우에 더 적합한 결과를 얻을 수 있음을 분석하였다.

---

<sup>16</sup> 김광익, 2009, 서울대도시권의 통근권 변화 특성, 국토지리학회지, 43(4), pp. 571-586

<sup>17</sup> 임업, 2009, 통근자료와 GIS를 이용한 서울대도시권 도시 간 상호작용 분석, 대한토목학회논문집, 29(2), pp. 267-273

<sup>18</sup> Lee, K., Goh, S., Park, J. S., Jung, W., Choi, M. Y., 2011, "Master equation approach to the intra-urban passenger flow and application to the Metropolitan Seoul Subway system", *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(11), pp. 2-16

<sup>19</sup> Goh, S., Lee, K., Park, J.S., Choi, M.Y., 2012, "Modification of the gravity model and application to the Metropolitan Seoul Subway system", *Physical Review.E.*, 82(2), pp. 1-6

이러한 통행량을 기반으로 도시내 통행에서 교통 중심기능을 수행하는 허브 구조를 밝히고자 시도한 논문은 다음과 같다.

Nysteuin · Dacey(1961)<sup>20</sup>는 도시를 중심지와 그 하위계층으로 분류하는 것에 목적을 두고 이주통행 및 통근통행을 이용하여 그래프 이론화하였다.

Angeloudis · Fisk(2006)<sup>21</sup>는 복잡한 네트워크 관계를 형성한 지하철 체계를 사례로 이들 지하철이 지나가는 지역간에 높은 연결성을 가져 낮은 차원이지만 교통 중심성의 계층구조를 형성함을 증명하였다.

Lee, *et al.*(2008)<sup>22</sup>은 MST(Maximum Spanning Tree) 분석을 사용하여 서울 대도시권의 지하철 역 간 네트워크 구조 체계를 분석하고자 하였다.

이희연 · 김홍주(2006 a<sup>23</sup>, 2006 b<sup>24</sup>)는 통행량을 이용하여 도시내 네트워크 구조체계를 분석하고자 하는 시도로 서울 대도시권의 통근 네트워크 구조를 분석하기 위해 사회네트워크 분석을 실시하였다. 이에 따라 연결중심성과 위세 중심성을 파악하여 총 통근통행량과 중심성 사이를 비교하여 중심지의 계층을 분류하고자 하였다.

---

<sup>20</sup> Nysteuin, J. D., Dacey, M. F., 1961, "A graph theory interpretation of nodal regions", *papers and proceedings of the regional science association*, 7, pp. 29-42

<sup>21</sup> Angeloudis, p., Fisk, D., 2006, "Large subway systems as complex networks, *Physica A*, 367, pp. 553-558

<sup>22</sup> Lee, K., Jung, W., Park, J. S., Choi, M. Y., 2008, "Statistical analysis of the Metropolitan Seoul Subway System: Network structure and passenger flows", *Physica A*, 387, pp. 6231-6234

<sup>23</sup> 이희연, 김홍주, 2006, 서울대도시권의 통근 네트워크 구조 분석, 한국도시지리학회지, 9(1), pp. 91-111

<sup>24</sup> 이희연, 김홍주, 2006, 네트워크 분석을 통한 수도권의 공간구조 변화 1980-2000년, 국토계획, 41(1), pp. 133-151

박시현 외(2012)<sup>25</sup>는 사회네트워크 분석을 적용하여 연결 정도의 중심성은 통행량을 대입하여, 위계 중심성에는 유동량을 중심으로 계산한 값을 부여해 수단별, 시간대별 네트워크를 분석하여 패턴화하였다.

## 2) 도시간 통행 흐름

도시내 통행만큼이나 도시간 통행 흐름에 관한 연구도 활발히 이루어졌다. 먼저 도시간 통행 흐름을 이용하여 도시간 상호작용 정도를 측정하고 계층화하기 위한 시도로, 이옥희(1989)<sup>26</sup>는 고속버스 운행횟수에 의해 도시 상호작용의 계층 구조도를 작성하였다. 시기별 인구 증가율과 도로 확충 정도를 지역별로 확인하여 거리가 증가함에 따라 운행횟수가 감소함을 분석하였다.

김경추(2002)<sup>27</sup>는 강원도 중심지 체계의 변화에 관한 연구에서 중심지 간 교통 행렬을 작성하여 교통량 총합을 기준으로 계층을 정하고 일일 교통량이 많은 지역 순으로 연결하여 중심 도시들간 상호작용의 계층 구조를 확인하였다.

Jung, *et al.*(2007)<sup>28</sup>은 국내 30여개 도시를 선택해 고속도로를 이용한 도시간 통행흐름에 일정 시간거리까지의 변곡점을 설

---

<sup>25</sup> 박시현, 이원도, 조창현, 2012, 수도권 가구통행조사를 바탕으로 한 서울시 교통네트워크 분석, 국토지리학회지, 46(2), pp. 189-200

<sup>26</sup> 이옥희, 1989, 한국의 도시체계와 여객버스유동에 관한 연구, 이화여자대학교 박사학위논문

<sup>27</sup> 김경추, 2002, 강원도 중심지 체계의 변화에 관한 연구, 지리학연구, 36(3), pp.179-189

<sup>28</sup> Jung, W., Wang, F., Stanley, H. E., 2007, "Gravity model in the Korean highway", *Europhys. Lett.*, 81, pp. 1-13

정해 중력모형을 이용해 분석하였다. 이후 도시간 통행에 있어 도시의 계층구조를 MST(Maximum Spanning Tree) 기법으로 분석하였다.

또한, 도시내 통행과 달리 조금 더 다양한 목적의 통행에 관한 연구가 실시되었다. 한상열(2006)<sup>29</sup>은 국립공원 탐방 수요모형을 개발하고자 국립공원까지의 시간거리를 비용으로 설정하고 자원분포, 국보 및 보물 소장 수, 산봉우리, 기암, 계곡 등을 수량화 하여 변수로 적용하여 통행 분석을 실시하였다.

Khadaroo · Seetanah.(2008)<sup>30</sup>는 관광 목적의 도시간 통행흐름에 있어 특히 목적지의 관광 유인 요소를 결정짓는 요소를 교통하부구조라고 정의하고 중력모형을 사용해 측정코자 하였다. 교통 인프라는 출발지와 목적지 간에 매우 민감한 변수로 작용하였으며, 관광 통행의 특성상 고소득 국가간 통행에서 더 민감하게 반응하는 것을 입증하였다.

김진현 외(2010)<sup>31</sup>는 2001년부터 2007년까지의 연도별 의료이용 자료를 분석하여, 진료 건수와 비용을 변수로 하여 고속철도 도입 전후의 고속철도 영향권 내에 위치한 상급종합병원의 의료이용 증가 추이를 비교 분석하였다.

이가현 · 엄서호(2009)<sup>32</sup>는 네비게이션 목적지 설정자료를 활

---

<sup>29</sup> 한상열, 2006, 국립공원 탐방수요모형의 개발: 시간거리를 이용한 중력모형의 적용, 한국산림휴양학회지, pp. 13-19

<sup>30</sup> Khadaroo, J., Seetanah, B., 2008, "The role of transport infrastructure in international tourism development : A gravity model approach", *Tourism Management*, 29, pp. 831-840

<sup>31</sup> 김진현, 이재희, 이진희, 2010, KTX 도입 이후 암환자의 의료이용 변화, 한국철도학회논문집, 13(2), pp. 236-243

<sup>32</sup> 이가현, 엄서호, 2009, SK사의T Map 네비게이션 목적지 설정 자료를 활용한 중력모형 근거 국내여행 수요모형 개발에 관한 연구, 국토연구, 61, pp. 275-286

용하여 관광 목적의 통행의 수요를 예측하고자 다양한 중력모형 관련 변수를 적용하여 분석을 실시하였다.

실제 도시간 통행량을 외에도, 도시간 전화 통화량을 통해 도시간 상호작용을 분석하고자 하는 연구도 다양하게 시도되었다. 양옥희(1979)<sup>33</sup>는 전화통화량을 기반으로 O/D 행렬을 구축하여 인구와 통화량 비를 지도화하여 도시간 상호작용을 분석하였다.

Krings, et al.(2009)<sup>34</sup>은 전화통화량을 통화량 대신 중력모형으로 대입해 도시간 상호작용을 분석하였다. 이를 통해 도시내 사회적 연결 구성 방식 및 지리적이고 사회적인 연계의 영향을 측정하여 실제 물리적 공간의 도시 구조를 이해하기까지 확대하였다.

여객 통행 및 통화량 외에 화물의 이동 역시 공간적 상호작용을 대표하는 척도로 적용할 수 있어 화물의 이동을 통해 공간적 상호작용을 분석하려는 연구들도 계속해서 진행되었다. 이재경(2005)<sup>35</sup>은 고속철도 개통 이후 시간 단축 효과로 인한 국가 물류 수송의 철도 역할 증대 효과 및 고속철도 건설로 인한 생활패턴의 변화와 경제적 파급효과에 관한 분석을 실시하였다.

Wang · Tamagawa(2011)<sup>36</sup>는 유통도시 간 철도 화물 교통량을

<sup>33</sup> 양옥희, 1979, 상호작용 분석에 의한 도시체계연구, 지리학과 지리교육, 9, pp. 203-223

<sup>34</sup> Krings, G., Calabrese, F., Ratti, C., Blondel, V. D., 2009, "Urban gravity: A model for intercity telecommunication flows", *Journal of statistical mechanics: Theory and experiment*, pp. 1-8

<sup>35</sup> 이재경, 2005, 고속철도개통이 한국경제의 여건변화에 끼친 영향, 한국철도학회 2005년도 춘계학술대회 논문집, pp. 71-74

<sup>36</sup> Wang, L., Tamagawa, H., 2011, "The Characteristics of rail freight transportation and provincial factors in China", *International Journal of Urban Sciences*, pp. 47-59

이용하여 다중회귀분석을 실시해 산업 개발과 석탄 관련 산업 간의 관련성을 분석하고 중국 도시의 독립적 특성을 연구하고자 하였다.

윤철현·황영우(2012)<sup>37</sup>는 특정 도시에 타 도시들이 어느 정도의 비중으로 의존하고 있는지를 알아보기 위하여 O/D 화물 조사 결과를 이용하여 도시간 지배적 흐름을 시각화하고자 하였다. 중심성 지수와 도시간 의존관계를 시각화한 것이 특징으로 이 역시 도시간 교통흐름과 상호작용 정도에 따른 도시체계를 구분하였다.

이상 지리학 분야에서 진행된 도시내·도시간 통행흐름에 관한 연구를 살펴본 결과, 목적과 주제에 따라 연구 대상과 방법을 다양하게 적용하였음을 알 수 있었다. 앞서 진행된 선행 연구들의 특징을 요약하면 첫째, 대도시 권역 내 통행흐름을 대상으로 한 연구에서는 통근·통학통행량을 이용하여 연구를 진행하였다. 통근·통학 통행이 이루어지는 권역 내 통행흐름에 있어 접근도의 변화 및 중심성의 척도 등을 파악하여 중심도시와 주변지역의 통행이 미치는 영향을 분석하고, 이로 인해 초래된 공간 구조의 변화를 분석하고자 하였다. 특히, 최근 연구 흐름에서는 도시내 통행 흐름에 있어 수정된 식을 설정하여 지역에 따른 통행흐름 특성을 더 적합하게 적용하여 공간 구조의 특성을 분석하고자 하는 시도들이 있었다.

둘째, 대도시와 대도시 주변지역의 상호작용의 강도를 분석

---

<sup>37</sup> 윤철현, 황영우, 2012, 도시간 상호관계분석에 의한 한국 도시체계의 이해, 한국도시행정학회 도시행정학보 제 25집 제 2호, pp. 31-48

하는 연구를 시행하였다. 이들 연구는 중심도시에 집중된 중심 기능이 주변지역에 분산된 정도를 단일 수단을 이용한 지역간 통행량을 통해 상호작용 강도의 척도로 삼아 분석을 실시하였다. 이를 통해 공간 구조 분화 정책이 정책설립 당초 목적에 맞게 진행되었는지를 중심도시와 주변도시 간 상호작용의 척도로 삼아 확인하고자 하였다.

셋째, 통행량이 집중되는 정도를 척도 삼아 중심기능의 계층성을 구분하는 연구를 시행하였다. 단일 수단을 이용한 지역간 통행을 기준으로 중심도시와 주변지역에서 교통 중심지 기능을 수행하는 지역을 분석하여 그 역할 정도에 따라 계층 구조를 분류하였다.

넷째, 도시간 통행흐름을 이용하여 도시간 상호작용을 분석하였다. 또한 이러한 분석을 토대로 경제적 타당성 및 앞으로의 수요를 예측하는 연구가 시도되었다. 도시간 상호작용 분석에 있어서도 한가지 수단을 이용한 목적 통행 자료를 이용하여 분석하거나, 한가지 수단을 이용하여 시계열에 따른 통행패턴을 이용하여 도시간 상호작용을 분석하고 앞으로의 통행수요를 예측하는데 목적을 둔 연구들이 중심을 이루었다.

다섯째, 도시간 통행흐름 자료를 이용하여 도시간 통행흐름에 있어 중심 기능을 수행하는 도시 및 타 도시간의 계층 구조를 분석하였다. 또한 이를 통해 교통 중심 기능을 수행하는 허브 도시를 선정하고자 하는 연구들이 주를 이루고 있다.

이처럼 앞서 분석된 선행 연구들의 큰 흐름을 분석하여 보면, 일정 목적을 지닌 단일 수단을 이용한 통행을 중심으로 도시내·도시간 통행흐름을 시기별로 비교 분석하는 연구들이

주를 이루고 있다. 또한 도시간 통행흐름을 분석한 연구의 경우 고속철도의 도입으로 기대되는 도시간 일반철도를 이용한 도시간 통행흐름의 변화를 분석하는 연구들도 있었으나, 시간 거리에 큰 변화를 가져온 고속철도 개통을 전후하여 우리나라 도시간 통행흐름의 공간적 구조 및 특성을 운송수단 수송 부담의 변화를 총체적으로 비교·분석하는 연구는 아직 체계적으로 이루어지지 않은 상태이다. 또한 최근 도시내 통행흐름에 관한 연구에서 시도되고 있는 수정된 식을 이용한 통행흐름 분석은 도시간 통행흐름에 있어서는 연구 역시 아직 많은 연구가 이루어지지 않은 상태이다.

따라서 본 연구에서는 고속철도 개통을 전후하여 우리나라 도시간 통행흐름의 공간적 구조 및 특성을 운송수단 수송 부담의 변화를 총체적으로 비교·분석하고자 한다. 또한, 도시내 통행흐름 연구에서 시도되고 있는 힐 함수(Hill-function)의 개념을 도입하여, 도시간 통행흐름에서도 도시내 통행흐름의 연구 결과와 같이 일정 시간거리를 기준으로 시간거리와 통행량의 마찰작용이 다르게 작용하는지를 분석하고자 한다.

### 3. 도시간 통행 흐름 요소의 현황과 추이

통행에 있어 인구는 통행을 유발하는 기본 단위이므로, 매우 중요한 역할을 수행한다. 통행의 목적은 달라도 이동이라는 물리적 현상과 이동의 주체가 되는 인간 선택이라는 비물리적 현상의 결합이 통행을 만들어내므로 인구의 양은 중요하게 작용한다. 또한 인구의 이동을 가능하게 하고, 수단 및 경유지 선택에 중요한 영향을 미치는 고속도로 및 철도 노선 등의 인프라 역시 중요한 영향을 미친다.

따라서 본 장에서는 전국 인구와 통행량 추이를 분석하고자 한다. 이후 고속도로 및 철도 노선 변화에 관해 확인하고, 이에 따른 시간거리의 변화 및 시간거리와 통행량의 상관관계에 관해서도 고찰하고자 한다.

#### 1) 전국 도시 인구 및 수단별 도시간 통행량

2003년 인구는 해마다 점차 증가하였다. 2003년에서 2005년 사이의 인구는 278,766명이 증가해 약 0.6%의 인구 성장을 기록하였고, 2005년에서 2010년의 인구는 1,272,289명 증가해 약 2.6%의 인구 성장을 기록하였다.

2003년에서 2005년의 경우 고속버스의 총 통행량은 약 8% 정도 증가하였으나, 2005년에서 2010년의 경우 고속버스의 총 통행량은 13%가량 감소하였으며, 2003년과 비교할 경우에도 2010년의 고속버스 총 통행량은 약 6% 가량 감소하였다.

고속버스를 이용한 도시간 통행량은 2003년에서 2005년의 경우 고속버스를 이용한 도시간 여객의 총 통행량은 약 8%

정도 증가하였으나 2005년에서 2010년의 경우 고속버스를 이용한 도시간 여객의 총 통행량은 13%가량 감소하였다. 2003년과 비교할 경우에도 2010년의 고속버스를 이용한 도시간 여객 총 통행량은 약 6% 가량 감소하였다.

철도(일반철도 및 고속철도)를 이용한 도시간 여객의 총 통행량은 2003년에서 2005년의 경우 약 14%가량 성장하였고, 2005년에서 2010년의 경우 약 7%가량 감소하였다. 그러나 2003년에서 2010년을 비교하면 약 5% 가량 성장하였다. 철도의 경우 도시간 통행흐름을 담당하는 전체 통행량에서 2003년, 2005년, 2010년 각각 약 71%, 약 72%, 약 74%의 비중을 차지하였다.

표 3.1. 2003년, 2005년, 2010년의 인구와 인구 성장률 통행량과 통행 증가율<sup>38</sup>

		2003년	2005년	2010년
<b>인구</b>		47,859,311	48,138,077	49,410,366
<b>인구증가율</b>			+ 0.6%	+ 2.6%
<b>고속버스</b>		40,140,228	43,441,536 (+8%)	37,585,835 (-13%)
<b>철도</b>	<b>총계</b>	99,924,604	113,524,600 (+14%)	105,198,769 (-7%)
	<b>일반철도</b>	99,924,604	83,782,639 (-16%)	67,671,730 (-19%)
	<b>고속철도</b>	-	29,741,961	37,527,039 (+26%)
<b>총 통행량</b>		140,064,832	156,966,136 (+12%)	142,784,604 (-9%)

<sup>38</sup> 표 3.1은 통계청 인구총조사, 2000, 2005, 2010을 이용하여 분석

주: 2003년의 경우 인구총조사 자료가 없어 2000년 자료로 대체함. 괄호 안의 숫자는 직전 시기 대비 증가율

표 3.1은 위의 내용을 요약한 것이며, 표 3.1에서 확인할 수 있듯이 고속버스 여객 통행량은 2003년 대비 2010년 감소하였다.

반면 철도 여객 통행량의 총량은 2003년 대비 2010년 증가하였다. 그러나 일반철도의 경우 고속철도가 도입된 이후 지속적으로 감소되는 추세를 보이고 있다. 이를 통해 철도의 증가량은 모두 고속철도의 여객의 증가에 따른 것임을 알 수 있으며, 고속버스와 일반철도의 여객 통행 감소량이 고속철도로 편입되었음을 확인하였다.

## 2) 고속도로 및 철도 노선 인프라 변화

2003년에서 2010년, 약 7년의 기간 동안 우리나라 전국 도시간 교통에 이용되는 고속도로 및 철도 노선도 많은 변화를 겪었다. 많은 고속도로가 새로 개통됨은 물론, 정부 고속선의 개통으로 전국이 반나절 생활권으로 축소되는 등 각 도시간 여객 통행에 있어 접근성이 향상되었다. 국토해양부의 도로업무편람(2010)에 따르면 총 도로 연장은 2003년 97,252km, 2005년 102,293km, 2010년 105,565 km에 달한다. 그림 3.1과 3.2는 2003년과 2010년의 고속도로 망의 변화를 나타낸 지도이다. 완공되어 전 구간이 개통된 고속도로를 기준으로 작성하였다. 그림 3.3, 그림 3.4, 그림 3.5는 각각 2003년, 2010년, 고속철도 노선을 나타낸 지도이다. 광역철도는 제외하고 일반 열차 통행이 발생하는 구간을 대상으로 지도를 작성하였다. 그림 3.5의 고속철도 노선은 정부고속선과 호남고속선을 표기하였으나, 한국철도공사의 분류에서는 호남고속선의 도시간 통행 흐름을 따로 분류하지 않아 분석에서는 호남고속선의 통행을 일반 철도 통행량으로 분류하였다.

그림 3.5의 고속철도 노선은 정부고속선과 호남고속선을 표기하였으나, 한국철도공사의 분류에서는 호남고속선의 도시간 통행 흐름을 따로 분류하지 않아 분석에서는 호남고속선의 통행을 일반 철도 통행량으로 분류하였다.

표 3.2는 2003년과 2010년 사이의 고속도로와 철도 노선을 정리한 것이다. 2003년과 2005년 사이 전 구간이 완공되어 개통된 고속도로가 없어 2005년의 자료는 생략하였으며, 고속철도의 경우 개통 시기를 명시하였다. 철도의 경우 공식적으로

폐선된 가은선을 제외하면 경부 고속선의 신설 외에는 노선의 확장 정도가 미미하다. 신설된 대불선의 경우도 산업철도로 이용되는 노선이기 때문에 도시간 여객 통행에 있어 철도 노선 상 확장이 이루어진 부분은 경부 고속선에 불과하다. 앞서 시행한 통행량 분석에서 고속버스 및 일반철도의 여객 통행량이 고속철도 통행량에 편입되는 것을 확인할 수 있었다. 때문에 경부 고속선의 도입은 도입 이전과 이후의 도시간 통행 흐름에 큰 영향을 주었을 것이라 사료된다.

표 3.2. 고속도로 및 철도 노선의 변화

고속도로		철도	
2003년	2010년	2003년	2010년
경부선, 경인선, 영동선, 남해선, 울산선, 중부선, 서해안선, 호남선, 제2중부선, 제2경인선, 마산외곽선, 인천공항선, 천안~논산선, 호남선지선, 남해제1지선, 대전~통영선, 신갈~안산선, 서울~안산선, 서울외곽순환선, 대전남부순환선, 동해선 (현남~양양구간 제외)	구마선, 중부내륙선, 경수선, 경춘선, 중앙선, 익산~포항선, 고창~담양선, 당진~상주선, 평택~음성선, 무안~광주선, 평택~화성선, 동해선 (현남~하조대)	경부선, 오송선, 장항선, 충북선, 대전선, 경북선, 문경선, 가은선, 대구선, 가아선, 미전선, 경의선, 호남선, 강경선, 군산선, 옥구선, 경원선, 경춘선, 부전선, 괴동선, 경전선, 진해선, 전라선, 여천선, 중앙선, 영동선, 삼척선, 태백선, 정선선, 북평선, 함백선, 북전주선, 동해남부선	대불선 가은선(폐선)  <u>고속철도 개통</u> 경부고속선 (2004년 서울~동대구 구 간 개통, 2010년 대구~부산 구간 개통) 호남고속선 (2004년 기존 노선 개통)

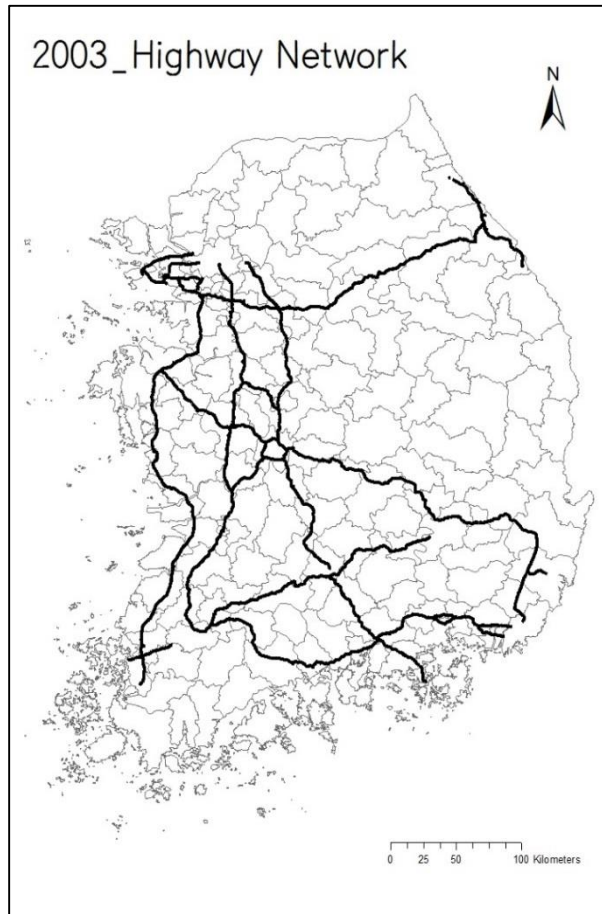


그림 3.1. 2003년 고속도로망

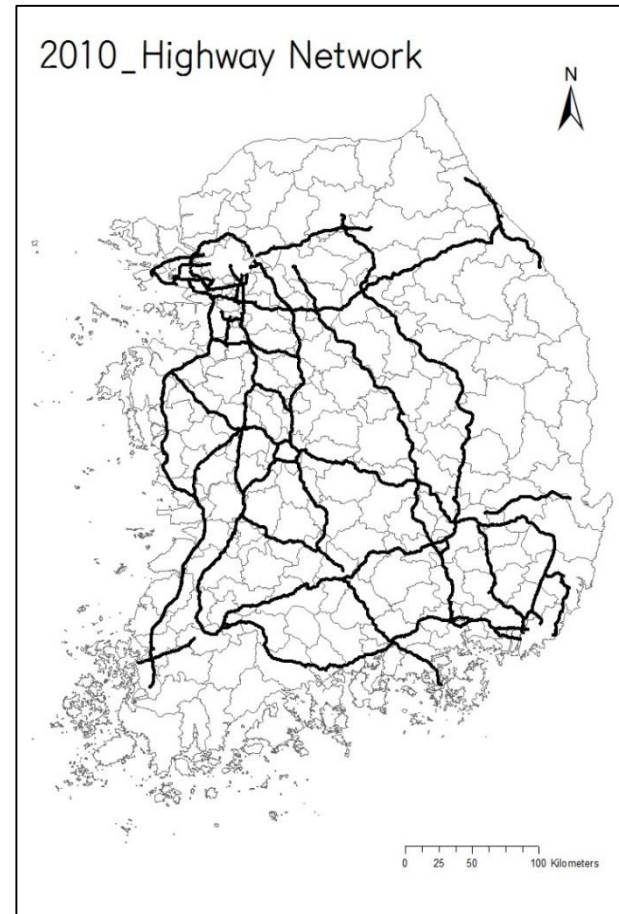


그림 3.2. 2010년 고속도로망

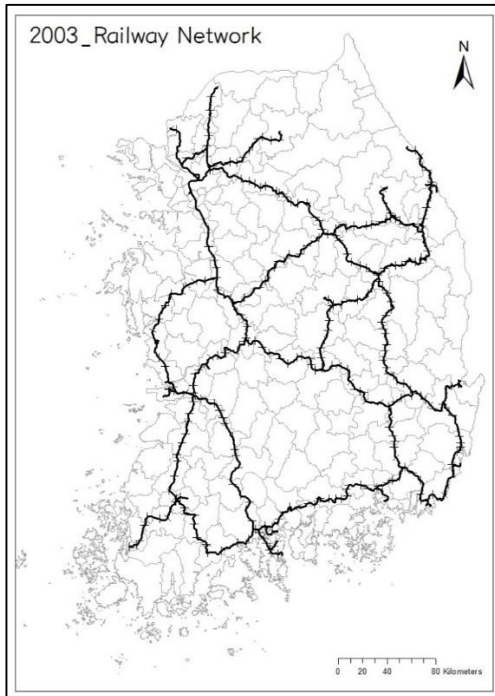


그림 3.3. 2003년 철도 노선망

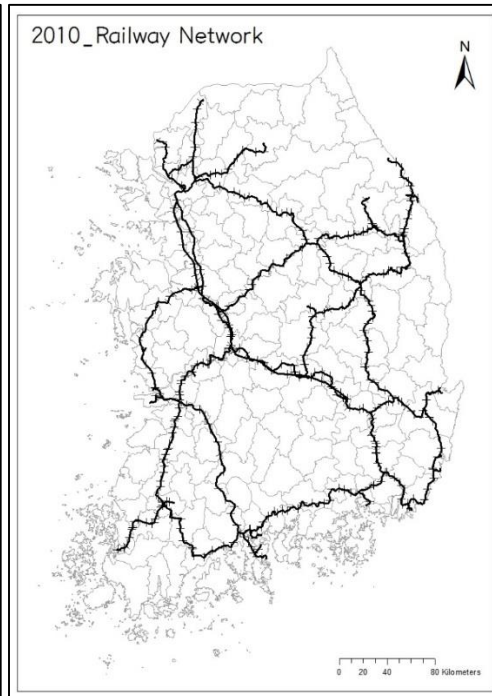


그림 3.4. 2010년 철도 노선망

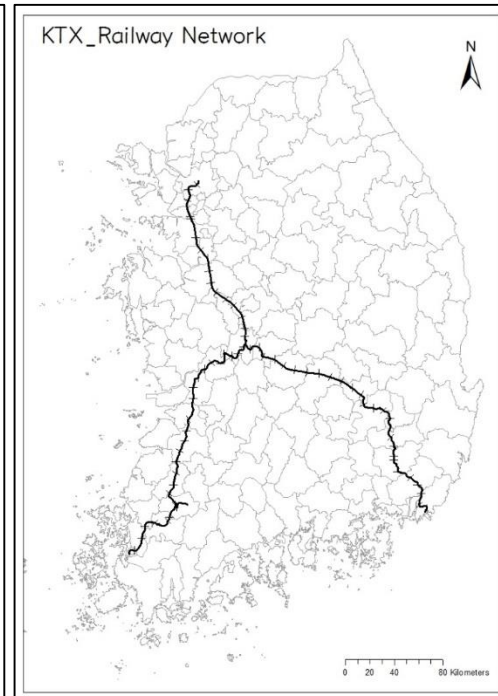


그림 3.5. 고속철도 노선망

표 3.3. 고속버스, 철도 이용시의 소요 시간거리(주요 도시 기준)<sup>39)</sup>

(단위: 분)

	고속버스	일반철도	고속철도
서울-인천	-	26.35	-
서울-대전	114.90	117.82	63.72
서울-광주	218.10	249.38	-
서울-대구	212.18	228.75	117.09
서울-부산	288.23	322.66	161.30
서울-울산	292.13	313.70	148.23

표 3.3은 2010년 기준으로 우리나라 서울 특별시와 각 광역시 간을 이동하는 데 있어 고속도로 및 일반철도, 고속철도를 각각 이용하였을 때 소요되는 시간거리를 나타낸 것이다. 본 연구에서 사용하는 시간거리를 산정하였으므로, 고속버스의 경우 서울과 인천을 운행하는 고속버스가 없으므로 시간거리를 생략하였다. 또한 고속철도의 사례에서 호남고속선을 이용하는 구간 및 서울-인천 간의 시간거리는 생략하였다.

2010년을 기준으로 보았을 경우, 도시간 통행흐름에 소요되는 시간거리는 고속철도, 고속버스, 일반철도의 순으로 나타났다. 하지만, 본 연구에서 사용한 시간거리에는 고속버스의 경우 시내 통행에서 발생하는 혼잡에 소요되는 시간이 포함되지 않았으며, 철도의 경우 정차에 소요되는 시간이 포함되지 않았다. 따라서 실질적으로 소요되는 시간거리는 고속철도, 일반철도, 고속버스의 순으로 나타날 것으로 예측된다. 특히, 고속철도의 경우 다른 수단의 절반 수준에 지나지 않는 시간거리를 지닌 이점이 있어 고속철도의 도입이 우리나라 도시간 통

<sup>39)</sup> (1) 식을 사용하여 계산

행 흐름 중 장거리 통행에 많은 영향을 주었을 것이라 예측한다.

### 3) 시간거리에 따른 통행량의 마찰작용 분석

거리에 따른 통행량을 분석하기 위해 사용되는 거리는 물리적 거리, 비용거리, 시간거리 등 매우 다양하다. 본 연구에서 적용하는 시간거리 외에도 물리적 거리 및 비용거리를 적용하기 위한 시도를 하였다. 그러나 고속도로의 경우 2003년과 2010년의 고속버스 운행 노선 거리에는 큰 차이가 없었다. 뿐만 아니라 고속철도 역시 고속철도 전용 노선이 도입됨으로써 운행 시간의 단축을 가져왔으므로 물리적 거리의 경우 큰 변화가 없었다.

비용거리를 이용한 경우, 철도의 사례를 대입하여 분석 시 통행량이 동일 비용 거리에 비해 많이 발생하는 사례를 제외하면 다음의 그림 3.6과 그림 3.7과 같은 그래프가 분석된다.

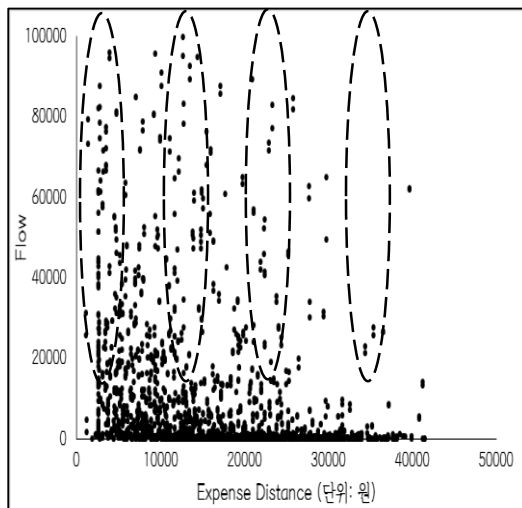


그림 3.6. 2010년 일반철도 비용거리 통행량 분석

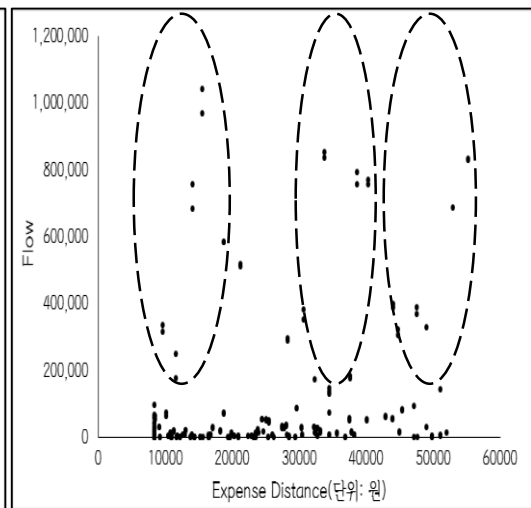


그림 3.7. 2010년 고속철도 비용거리 통행량 분석

그림 3.6과 그림 3.7에서 확인할 수 있듯 철도는 구간 요금 적용되기 때문에 일정 구간 요금마다 수직으로 나타나는

형태를 보인다. 일반철도 및 고속철도의 경우 모두에서 이런 현상이 두드러지며, 이 때문에 비용거리를 적용하여 분석할 경우 도시간 거리차이를 반영하는데 있어 시간거리를 대입하는 것보다 부정확하다. 따라서 본 연구에서는 시간거리를 이용하여 연구를 진행하였다.

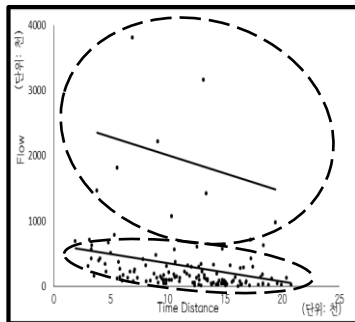


그림 3.8. 2003년 고속버스 시  
간거리-통행량 그래프 1<sup>40</sup>

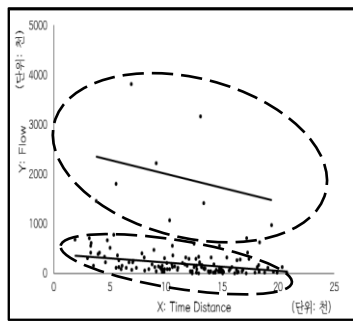


그림 3.9. 2003년 고속버스 시  
간거리-통행량 그래프 2<sup>41</sup>

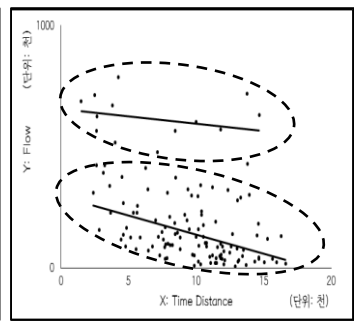


그림 3.10. 2003년 고속버스  
시간거리-통행량 그래프 3<sup>42</sup>

2003년 도시간 통행 흐름에서 고속버스를 이용한 통행량과 각 지점을 연결하는 시간거리를 그래프로 나타내면 그림 3.8과 같다. 다른 지점들이 밀집되어 음의 상관관계를 갖는 반면 몇 개의 지점간 통행량은 다른 지점 간 통행량보다 확연히 많은 것을 확인할 수 있다. 이 사례들에 맞는 추세선을 따로 그려 살펴보면 그림 3.8의 위 추세선과 같은 추세를 보인다. 이 점들은 각각 서울과 대전, 광주, 전주, 청주, 대구, 천안, 강릉, 부산간의 통행량을 나타낸다. 광역시와 각 도에서 중심지 기능을 수행하는 상대적으로 규모가 큰 도시들간의 통행량이크

<sup>40</sup> 국가교통데이터베이스 고속버스 지점간 수송실적(2003)을 토대로 분석

<sup>41</sup> 그림 3.8에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외한 사례들 분석

<sup>42</sup> 그림 3.9에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외한 사례들 분석

로 다른 도시간 통행량에 비해 통행량이 크다.

그림 3.9는 그림 3.8의 위 추세선에 포함되는 그룹을 제외하고 난 나머지 사례들을 나타낸 그래프이다. 이 경우에도 마찬가지로 대다수와 다른 경향을 갖는 사례들의 추세를 분석하기 위해 따로 추세선을 그으면 위 추세선과 같은 추세를 나타낸다. 위 추세선에 나타난 사례들은 특별·광역시와 도에서 중심지 기능을 수행하는 도시들 간 통행 사례이다. 그림 3.8과 마찬가지로 그림 3.9에서도 중심지 기능이 있는 도시간 통행 사례가 다른 사례들보다 통행량이 많기 때문에 다른 도시간 통행 사례보다 상부에 위치해 있는 것으로 추정된다. 이들 도시간 통행 사례를 표 3.4에 정리하였다.

마찬가지로 그림 3.10의 경우도 일정 추세를 나타내는 두 그룹으로 구성되어 있어 두 추세선으로 나타내었다. 이 도시들은 그림 3.9의 도시들보다 비교적 저차의 중심지 기능을 수행하는 중소도시와 특별·광역시 사이의 도시간 통행 사례로 구성되었다. 이러한 분석 과정의 시행 결과 2003년 고속버스를 이용한 도시간 여객 통행에 있어 서로 다른 특성을 지닌 네 가지 그룹으로 분류할 수 있다.

동일 시간거리에 비해 통행량이 많이 집계되는 분포를 보이는 사례 유형은 표 3.4와 같다. 유형 1의 사례는 그림 3.8의 위 추세선을 따르는 사례이며, 유형 2의 사례는 그림 3.9의 위 추세선을 따르는 사례, 유형 3의 사례를 그림 3.10의 위 추세선을 따르는 사례이다.

이들 도시간 통행 사례는 유형 1의 경우 서울과 광역시간 통행 및 서울과 도 지역 시 단위 도시간 통행으로 구성되어

있다.

표 3.4. 2003년 고속버스 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례

도시간 통행 사례	
유형 1	서울-강릉, 서울-광주, 서울-대구, 서울-대전, 서울-부산, 서울-전주, 서울-천안, 서울-청주
유형 2	대구-울산, 대전-천안, 서울-군산, 서울-마산, 서울-속초, 서울-안성, 서울-용인, 서울-울산, 서울-원주, 서울-익산, 서울-진주, 서울-평택, 서울-포항, 전주-광주
유형 3	광주-대구, 대전-광주, 대전-전주, 부산-광주, 서울-경주, 서울-공주, 서울-동해, 서울-목포, 서울-순천, 서울-아산, 서울-여주, 서울-이천, 서울-정읍, 서울-창원, 성남-광주, 수원-광주, 인천-광주, 인천-대전, 대구-경주, 서울-여수, 서울-영광, 성남-대구, 고양-강릉, 고양-광주, 고양-전주, 광주-경주, 광주-마산, 광주-울산, 광주-진주, 광주-포항, 대구-마산, 대구-부산, 대구-순천, 대구-진주, 대전-강릉, 대전-경주, 대전-대구, 대전-마산, 대전-부산, 대전-수원, 대전-울산, 대전-진주, 대전-포항, 부산-경주, 부산-순천, 부산-여수, 부산-진주, 서울-강진, 서울-고흥, 서울-광양, 서울-구미, 서울-금산, 서울-김제, 서울-김천, 서울-나주, 서울-남원, 서울-논산, 서울-담양, 서울-무안, 서울-보성, 서울-삼척, 서울-상주, 서울-연기, 서울-영암, 서울-영천, 서울-완도, 서울-장성, 서울-장흥, 서울-제천, 서울-신안, 서울-진도, 서울-함평, 서울-해남, 성남-마산, 성남-부산, 성남-전주, 성남-진주, 수원-목포, 수원-순천, 수원-진주, 안산-광주, 안산-익산, 용인-광주, 원주-강릉, 원주-광주, 인천-남원, 인천-대구, 인천-목포, 인천-부산, 인천-속초, 인천-순천, 인천-여수, 인천-익산, 인천-전주, 인천-진주, 전주-대구, 전주-부산, 전주-울산, 천안-광주, 천안-울산, 청주-광주, 청주-대구, 청주-부산, 춘천-광주, 춘천-대구, 포항-마산, 의정부-광주, 의정부-대구, 의정부-부산

유형 2의 경우 서울과 도 지역내 시 단위 도시간 통행 및 서울과 수도권 도시간 통행, 광역시와 같은 권역내 시 단위 도시간 통행 사례가 포함되어 있다. 유형 3의 경우 광역시간 통행, 광역시와 시 단위 도시간 통행, 시 단위 도시간 통행 사례가 포함되어 있다.

2005년 고속버스 통행량-시간거리 그래프는 그림 3.11과 같다. 2003년의 경우와 다른 점은 위 추세선이 시간거리와 비례 관계를 갖고 있다는 점이다. 위 추세선을 따라 분포하는 표기된 사례들은 서울과 광주, 대구, 대전, 전주, 천안 간 여객 통행 사례들이다. 이들 도시간 사례들은 시간거리가 증가할수록 통행량이 증가하는 추세를 보인다. 그림 3.12는 그림 3.11에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례들을 제외한 나머지 사례들을 분석한 그래프이다. 이 그래프에서는 시간 거리에 따라 서로 다른 양상을 갖는 세 가지의 그룹으로 분류하였다.

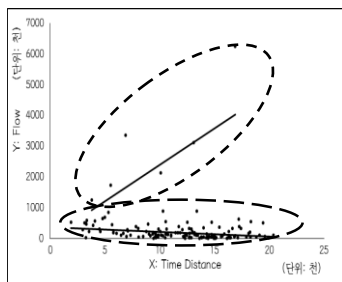


그림 3.11. 2005년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 1<sup>43</sup>

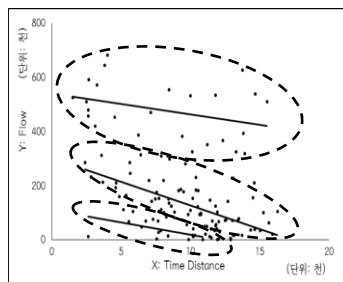


그림 3.12. 2005년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 2<sup>44</sup>

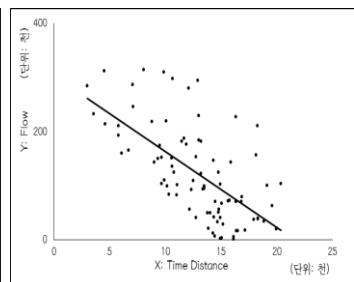


그림 3.13. 2005년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 3<sup>45</sup>

그림 3.12의 가장 위 추세선을 따라 분포하는 사례들은 대구, 대전, 서울, 인천 등의 특별·광역시 및 수도권의 인구 밀집 도시와 도 지역의 시 단위 도시인 창원, 평택, 마산, 군산 등의 도시간 통행 사례들이다. 그림 3.12의 아래 추세선을 따라 분포하는 사례들은 시간거리가 많이 소요되는 특별·광역시와 도 지역의 시단위 도시간 통행 사례로 구성되어 있다. 이

<sup>43</sup> 국가교통데이터베이스 고속버스 지점간 수송실적(2005)을 토대로 분석

<sup>44</sup> 그림 3.11에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외하고 표기한 그래프

<sup>45</sup> 그림 3.12에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외하고 표기한 그래프

를 통해 2005년에는 상대적으로 거리가 먼 도시간 통행은 고속버스를 이용한 통행량이 적었음을 알 수 있다. 이들 사례를 제외하고 분석한 그래프가 그림 3.13으로, 그림 3.12의 가운데 추세선을 따라 분포하는 사례만을 추출하여 분석한 것이다.

표 3.5. 2005년 고속버스 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례

	도시간 통행 사례
유형 1	서울-강릉, 서울-광주, 서울-대구, 서울-대전, 서울-원주, 서울-전주, 서울-천안, 서울-청주, 성남-통영
유형 2	광명-강릉, 광명-속초, 광명-전주, 광주-경주, 광주-진주, 대구-순천, 대구-진주, 대전-경주, 대전-진주, 부산-순천, 서울-금산, 서울-장성, 시흥-광주, 안산-익산, 인천-남원, 천안-대전, 포항-마산
유형 3	대구-울산, 대전-전주, 대전-천안, 서울-공주, 서울-군산, 서울-마산, 서울-목포, 서울-부산, 서울-속초, 서울-순천, 서울-안성, 서울-여주, 서울-용인, 서울-울산, 서울-이천, 서울-익산, 서울-진주, 서울-창원, 서울-평택, 서울-포항, 성남-광주, 수원-광주, 인천-광주, 인천-대전, 전주-광주

2005년의 경우에도 고속버스를 이용한 도시간 여객 통행에 있어 서로 다른 특성을 지닌 세 가지 그룹으로 분류할 수 있으며, 이는 표 3.5와 같다. 유형 1은 그림 3.11의 위 추세선을 따라 분포하는 사례들을 정리한 것이며, 유형 2는 그림 3.12의 가장 위 추세선을 따라 분포하는 사례들을, 유형 3은 그림 3.12의 가장 아래 추세선을 따라 분포하는 사례들을 정리하였다.

그림 3.14는 2010년 고속버스를 이용한 도시간 통행 흐름의 통행량과 시간거리의 관계를 분석한 그래프이다. 2010년의 경우에도 2003년의 그래프와 같이 전반적으로 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 형태를 나타낸다.

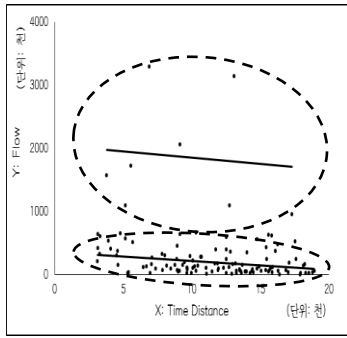


그림 3.14. 2010년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 1<sup>46</sup>

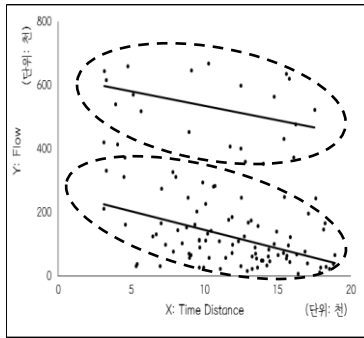


그림 3.15. 2010년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 2<sup>47</sup>

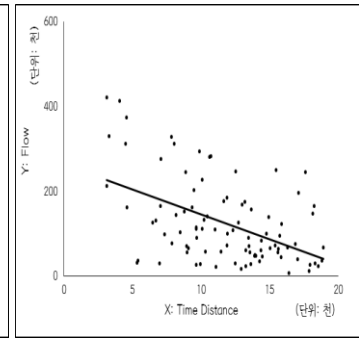


그림 3.16. 2010년 고속버스 시간거리-통행량 그래프 3<sup>48</sup>

앞서 시행한 분석 방법과 동일한 방법으로 그림 3.21에서 서로 다른 추세를 보이는 사례들을 분류하여 각기 다른 두 추세선으로 나타내었다. 이 때, 위 추세선에 따라 분포하는 도시 간 통행 사례들은 서울과 통행이 발생하는 대전, 대구 등 광역시, 도 지역의 시 단위 도시간의 통행 사례로 구성되어 있다.

이들 사례들의 분포를 제외하고 나타낸 그래프가 그림 3.15이다. 그림 3.15의 그래프 역시 두 가지 추세선을 따라 사례들이 분류된다. 그림 3.15의 위 추세선을 따라 분포하는 사례는 서로 다른 도에 위치하는 광역시 간 통행과 서울과 도 지역의 시 단위 도시간 통행으로 구성되어 있다. 이들 사례를 모두 제외한 후 나타낸 그래프가 그림 3.16이며, 표 3.6은 제외된 사례들은 정리한 것이다. 표 3.6의 유형 1은 그림 3.14의 위 추세선을 따라 분포하는 사례들을 정리한 것이며, 유형 2의 사례는 그림 3.15의 위 추세선을 따라 분포하는 사례들을

<sup>46</sup> 국가교통데이터베이스 고속버스 지점간 수송실적(2010)을 토대로 분석

<sup>47</sup> 그림 3.14에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외하고 표기한 그래프

<sup>48</sup> 그림 3.23에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외하고 표기한 그래프

정리한 것이다.

표 3.6. 2010년 고속버스 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례

도시간 통행 사례	
유형 1	서울-광주, 서울-대구, 서울-대전, 서울-부산, 서울-원주, 서울-전주, 서울-천안, 서울-청주
유형 2	광주-부산, 광주-전주, 서울-강릉, 서울-공주, 서울-군산, 서울-마산, 서울-목포, 서울-삼척, 서울-순천, 서울-여주, 서울-울산, 서울-이천, 서울-익산, 서울-진주, 서울-창원, 서울-평택, 서울-포항, 성남-광주, 수원-광주, 울산-대구, 인천-광주

고속버스를 이용한 2003년, 2005년, 2010년의 도시간 통행 흐름에서 시간거리에 따른 통행량 분석을 시행한 결과 비슷한 시간거리가 소요되는 다른 도시간 통행에 비해 상대적으로 통행량이 많은 도시들을 유형화할 수 있었다. 이러한 과정을 거쳐 도시간 여객 통행량을 통행량이 많은 사례 순서대로 유형화하였을 때 특별시 및 광역시 간 통행, 특별시 및 광역시와 도 지역 시 단위 도시간 통행, 도 지역 시 단위 도시간 통행의 순으로 많은 통행이 발생함을 확인하였다.

한편, 일반철도의 경우 고속버스와 달리 여러 유형으로 분류할 수 없는 결과가 도출되었다. 그림 3.17은 2003년 일반철도를 이용한 도시간 통행량과 시간거리를 분석한 그래프이다. 첫 번째 그래프에서는 고속버스와 마찬가지로 눈에 띄는 두 분포가 나타난다.

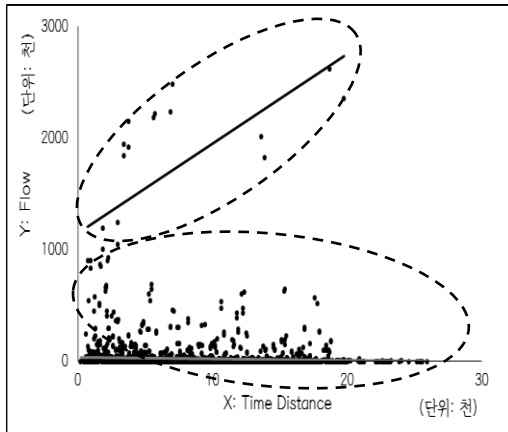


그림 3.17. 2003년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 1<sup>49</sup>

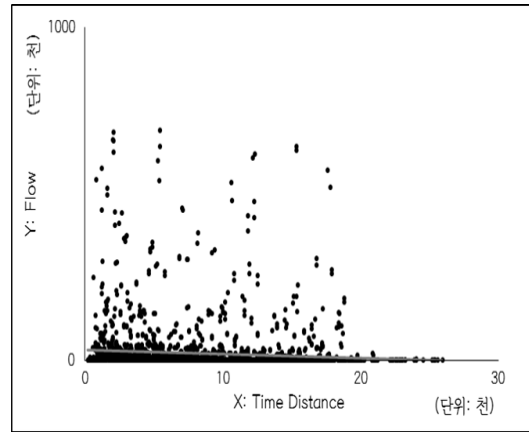


그림 3.18. 2003년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 2<sup>50</sup>

그림 3.17의 위 추세선에 따라 분포하는 사례들은 표 3.8에 정리되어 있으며, 이들 사례는 시간거리가 증가함에 따라 통행량도 증가하는 경향을 보인다. 그림 3.17의 위 추세선을 따라 분포하는 사례들을 제외하고 분석한 그래프가 그림 3.18이다. 그림 3.18에서는 추세선의 기울기가 거의 평행하며, 산점도가 분산되어 있음을 확인할 수 있다.

표 3.7. 2003년 일반철도 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례

도시간 통행 사례	
유형 1	고양-서울, 대구-부산, 대구-서울, 밀양-부산, 부산-대구, 부산-밀양, 부산-서울, 서울-대구, 서울-대전, 서울-부산, 서울-천안, 서울-춘천, 서울-파주, 서울-평택, 천안-서울, 춘천-서울, 파주-서울, 평택-서울, 대전-서울, 의정부-동두천, 연천-의정부, 의정부-연천, 동두천-의정부,

이는 고속버스와 달리 일반철도에서는 분산된 그래프에 추세선을 정하여 비슷한 시간거리를 가진 다른 사례와 비교하여

<sup>49</sup> 국가교통데이터베이스 철도 지점간 수송실적(2003)을 토대로 분석

<sup>50</sup> 그림 3.26에서 그림 3.27의 사례를 제외하고 표기한 그래프

통행량이 많은 도시들을 유형별로 계층화할 수 없음을 뜻한다. 표 3.7에서 정리한 사례 외에는 시간거리와 통행량이 분산되어 나타나는 경향을 보인다고 사료된다. 이들 도시는 같은 철도 노선에 속하여 환승이 필요하지 않은 도시간 통행 사례들이 속한다. 일반철도를 이용한 도시간 통행 흐름에 있어 이러한 경향은 2005년과 2010년에서도 나타난다.

그림 3.19는 2005년 일반철도를 이용한 도시간 통행량과 시간거리의 관계를 나타낸 그래프이다. 그림 3.19에서는 대다수의 사례와 다른 추세를 보이는 위 추세선을 따라 분포하는 사례들을 따로 떼어 나타낼 수 있다.

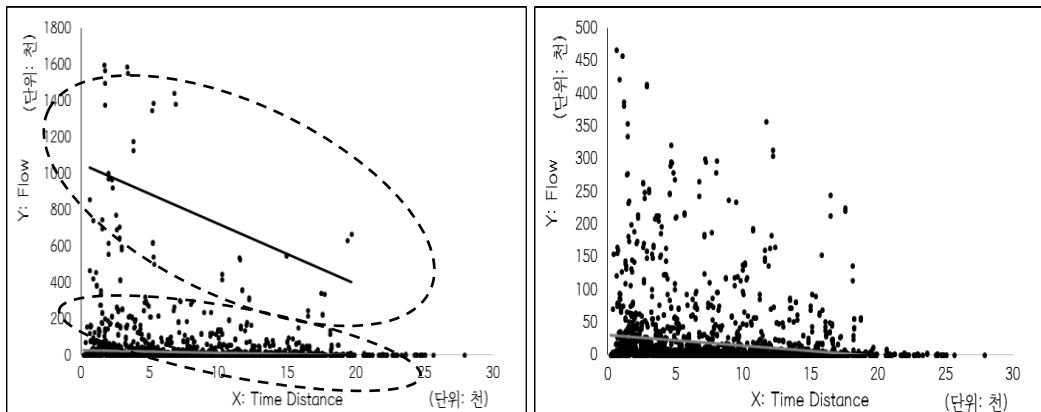


그림 3.19. 2005년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 1<sup>51</sup>      그림 3.20. 2005년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 2<sup>52</sup>

이들 사례를 정리한 것은 표 3.8이며, 이들 사례는 2003년과 달리 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 경향을 나타낸다. 2003년에 비해 상대적으로 2005년에 비슷한 시간거리

<sup>51</sup> 국가교통데이터베이스 철도 지점간 수송실적(2005)을 토대로 분석

<sup>52</sup> 그림 3.19의 위 추세선을 따라 분포하는 사례들을 제외하고 표기한 그래프

가 소요되는 다른 도시간 통행 사례에 비해 통행량이 많은 사례들이 더욱 다양하게 집계되었다. 특히 이들 사례 중 일부는 2005년 고속버스를 이용한 도시간 통행량을 분석한 그림 3.12의 아래 추세선에 해당하는 거리가 먼 특별시 및 광역시와 도 지역 시 단위 도시간 통행 사례들이 포함되어 있다. 이로 인해 이들 도시간 통행은 고속버스보다 철도를 통해 발생함을 확인할 수 있다. 그림 3.19의 사례를 제외하고 난 나머지 사례들을 분석한 것이 그림 3.20이다. 2003년의 경우와 마찬가지로 통행량이 증가하면 시간거리가 감소하는 미세한 추세가 형성되나 분포 형태가 분산되어 있으므로 일정한 추세를 형성하고 있다고 보기에는 어렵다.

표 3.8. 2005년 일반철도 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례

도시간 통행 사례	
유형 1	가평-서울, 고양-서울, 광주-서울, 구미-대구, 대구-구미, 대구-부산, 대구-서울, 대전-서울, 대전-수원, 대전-천안, 밀양-부산, 부산-대구, 부산-밀양, 부산-서울, 부산-수원, 서울-가평, 서울-광주, 서울-구미, 서울-대구, 서울-대전, 서울-부산, 서울-수원, 서울-양평, 서울-연기, 서울-익산, 서울-천안, 서울-춘천, 서울-파주, 서울-평택, 수원-대전, 수원-부산, 수원-서울, 양평-서울, 연기-서울, 익산-서울, 천안-대전, 천안-서울, 춘천-서울, 파주-서울, 평택-서울, 동두천-의정부, 연천-의정부, 의정부-연천,

그림 3.21은 2010년 일반철도를 이용한 도시간 통행량과 시간거리의 관계를 분석해 나타낸 그래프이다. 이 경우 위 추세선을 따라 분포되어 있는 사례들을 정리한 것이 표 3.9이다. 이들 도시간 통행은 인접한 특별시 및 광역시와 도 지역 시 단위 도시간 중 비교적 장거리 도시간 통행의 사례들로 구성되어 있다.

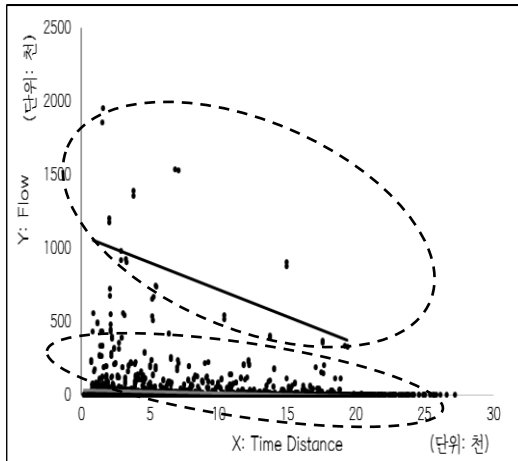


그림 3.21. 2010년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 1<sup>53</sup>

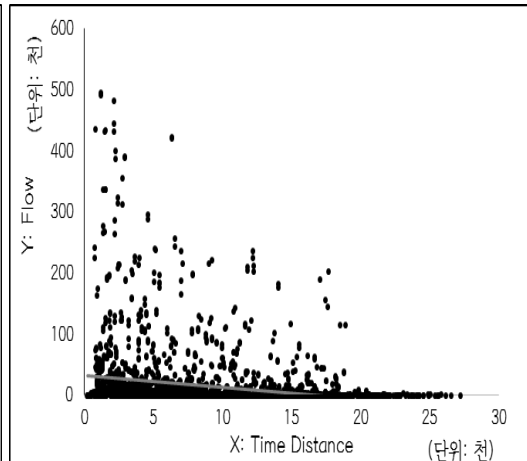


그림 3.22. 2010년 일반철도 시간거리-통행량 그래프 2<sup>54</sup>

이들 사례를 제외하고 난 나머지 사례를 나타낸 것이 그림 3.22의 그래프이다. 이전 시기와 마찬가지로 2010년 일반철도를 이용한 도시간 통행의 경우에도 여러가지 유형을 형성하지는 않는다.

표 3.9. 2005년 일반철도 통행량-시간거리 분석 도시간 통행 특별 사례

도시간 통행 사례	
유형 1	광주-서울, 구미-대구, 대구-구미, 대구-부산, 대구-서울, 대전-서울, 대전-수원, 대전-천안, 목포-서울, 밀양-부산, 부산-대구, 부산-밀양, 부산-서울, 서울-가평, 서울-광주, 서울-대구, 서울-대전, 서울-목포, 서울-부산, 서울-수원, 서울-연기, 서울-익산, 서울-천안, 서울-춘천, 서울-평택, 수원-대전, 수원-서울, 연기-서울, 연천-동두천, 익산-서울, 천안-대전, 천안-서울, 춘천-서울, 평택-서울

일반철도의 경우 고속버스에 비해 비슷한 시간거리가 소요

<sup>53</sup> 국가교통데이터베이스 철도 지점간 수송실적(2010)을 토대로 분석

<sup>54</sup> 그림 3.21에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외하고 표기한 그래프

됨에도 통행거리가 많거나 작은 도시간 통행 사례를 다양하게 유형화시킬 수 없었다. 그러나 고속버스에 비해 일반철도는 시간거리가 많이 소요되는 장거리 도시간 통행의 경우 통행량이 많음을 알 수 있었다. 이는 고속버스의 경우 통행 상황에 의해 영향을 받지만, 철도의 경우에는 정시운행의 특성이 있기 때문에 장거리 교통에서 상대적으로 이용빈도가 더 높게 나타나는 것으로 예측할 수 있다.

그림 3.23은 2005년 고속철도를 이용한 시간거리와 통행량을 분석하기 위해 나타낸 그래프이다. 타 수단과는 달리 그림 3.23에 나타난 모든 추세선에 있어 시간거리가 증가할수록 통행량이 증가하는 추세를 나타낸다. 특히 위 추세선을 따라 분포하는 도시간 통행 사례는 시간거리가 증가함에 따라 급격하게 통행량이 증가한다. 이들은 대구-서울, 대전-서울, 부산-서울, 서울-대구, 서울-대전, 서울-부산의 도시간 통행 사례이다. 타 수단에 비해 상대적으로 가장 장거리인 도시간 통행에서 급격한 통행량 증가를 나타낸다. 이들 사례를 제외하고 분석한 그래프가 그림 3.24이다.

추세선에 의하면, 증가경향이 미미하지만 타 수단과 달리 시간거리가 증가할수록 통행량이 증가하는 형태의 그래프를 형성하고 있다. 이를 통해 2005년 고속철도를 이용한 도시간 통행 흐름은 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 증가함을 확인할 수 있다.

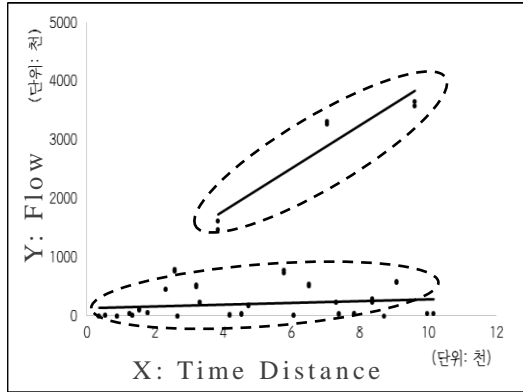


그림 3.23. 2005년 고속철도 시간거리-통행량 그래프 1<sup>55</sup>

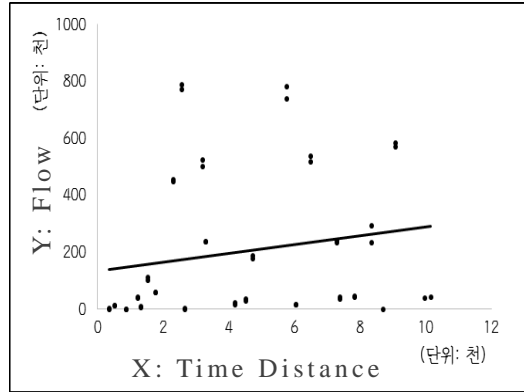


그림 3.24. 2005년 고속철도 시간거리-통행량 그래프 2<sup>56</sup>

그림 3.25는 2010년 고속철도를 이용한 도시간 통행량과 시간거리의 관계를 분석하기 위해 나타낸 그래프이다. 2005년의 경우와 마찬가지로 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 증가하는 경향을 보인다. 2010년 고속철도를 이용한 도시간 통행 사례도 크게 두 가지 추세를 보인다. 특히 위 추세선을 따라 분포하는 사례들은 시간거리에 따른 급격한 통행량의 증가를 보인다. 이들은 대구-부산, 대구-서울, 대전-서울, 서울-대구, 서울-대전, 서울-부산, 서울-아산, 아산-서울, 부산-서울 간 통행 사례들로 구성되어 있다.

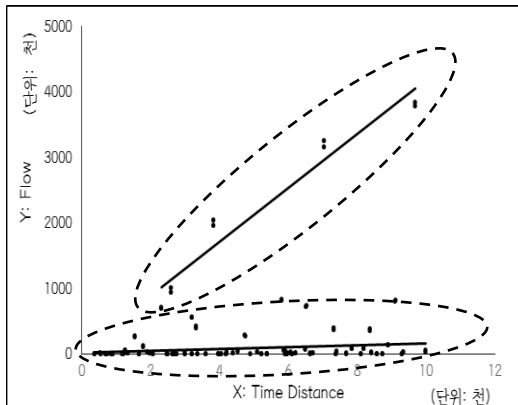


그림 3.25. 2010년 고속철도 시간거리-통행량 그래프 1<sup>57</sup>

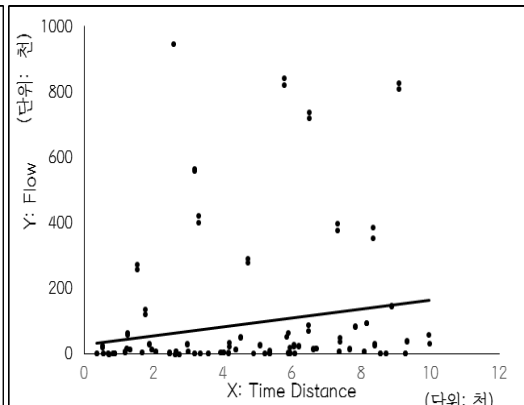


그림 3.26. 2010년 고속철도 시간거리-통행량 그래프 2<sup>58</sup>

이를 통하여 2005년과 마찬가지로 2010년 고속철도를 이용한 도시간 통행흐름에서도 타 수단에 비해 상대적으로 장거리 통행에 고속철도를 이용함을 알 수 있다.

그림 3.26은 그림 3.25의 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외하고 나타낸 그래프이다. 일반철도의 특징과 마찬가지로 분산되어 있는 형태를 나타내지만, 일반철도와는 다르게 미약하게나마 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 증가하는 추세를 보임을 확인할 수 있다.

이상의 과정을 거쳐 시간거리와 통행량의 관계를 분석함으로써 수단별, 시기별로 시간거리에 따른 통행량의 추세가 다르게 나타남을 확인하였다. 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 추세를 나타낸 것은 고속버스를 이용한 도시간 통행이다. 또한 고속버스를 이용한 통행은 비슷한 시간거리에 비해 통행량이 많거나 적게 나타는 사례들을 다양한 수준으로 유형화할 수 있었다. 그러나 철도의 경우에는 이러한 경향이 낮아 같은 노선을 따라 분포하는 도시간 통행을 제외하고는 유형화하기 어려웠다. 이는 고속철도를 이용한 도시간 통행에서도 마찬가지였으며, 고속철도를 이용한 경우에는 전 시기에 걸쳐 시간거리가 증가할수록 통행량이 증가하는 경향을 나타내는 것을 특징으로 볼 수 있다. 또한 장거리 도시간 통행 사례가 고속버스에서 비슷한 시간거리가 소요되는 다른 도시간 통행보다 통행량이 낮게 집계되는 것과 달리 철도의 경우에서

<sup>55</sup> 국가교통데이터베이스 철도 지점간 수송실적(2005)을 토대로 분석

<sup>56</sup> 그림 3.23에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외하고 표기한 그래프

<sup>57</sup> 국가교통데이터베이스 철도 지점간 수송실적(2010)을 토대로 분석

<sup>58</sup> 그림 3.25에서 위 추세선을 따라 분포하는 사례를 제외하고 표기한 그래프

는 비슷한 시간거리가 소요되는 다른 도시간 통행보다 통행량이 높게 집계되는 결과를 도출하였다. 이로부터 도시간 여객 통행에 있어 고속버스와 철도가 거리에 따라 도시간 통행을 분담하고 있음을 유추할 수 있다.

뿐만 아니라 철도의 경우 고속버스의 경우처럼 다양한 수준에서 유형화 할 수는 없었지만 분석 과정을 통하여 모든 통행수단에서 특별·광역시와 도 지역의 시 단위 도시간 통행은 다른 도시간 통행에 비해 통행량이 확연히 많음을 알 수 있었다. 이에 따라 도시간 통행량은 인구 규모에 따라 영향을 받음을 가정하고 이후 연구를 진행하고자 한다. 이어지는 장에서는 시간거리와 통행량에 더불어 도시의 특성을 대변할 수 있는 인구 규모를 대입하여 이에 따른 통행 특성을 분석해보고자 한다.

#### 4. 중력모형을 이용한 통행 특성 분석

앞 장에서 통행량과 시간거리를 이용하여 분석한 결과 이들 사이에 마찰작용에 의한 관련이 있음을 확인하였다. 또한 마찰작용의 정도는 특별시·광역시 간 통행, 특별시·광역시와 도 지역 시단위 도시간 통행에서 그 정도가 상대적으로 더 크게 나타남을 분석결과 확인할 수 있었다. 본 장에서는 앞서 시행한 분석에 이어 도시간 통행흐름을 분석하고자 한다.

일반적으로 통행 분포를 분석하는 모형에는 성장인자법, 중력모형, 간접기회모형, 엔트로피 극대화 모형 등이 있다. 그러나 본 장에서는 중력모형을 이용하여 고속버스, 일반철도 및 고속철도를 이용한 도시간 통행 흐름의 특성을 분석하고자 한다. 중력모형은 물리학분야에서 뉴턴이 발견한 만유인력의 법칙을 사회과학적으로 변화시킨 것으로, 공간적 상호작용을 분석하는데 사용되는 모형이다.

물리학에서 사용된 뉴턴의 만유인력의 법칙의 식은 다음과 같다.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \dots \dots \dots (2)$$

이때,  $F$ 는 두 물체 사이에 작용하는 중력의 양이며,  $G$ 는 중력상수,  $m_1$ 과  $m_2$ 는 두 물체 각각의 중량,  $r$ 은 두 물체 사이의 거리를 뜻한다. 식 (2)를 사회과학적으로 적용하기 위해 변화시킨 기본적인 중력모형의 식은 다음과 같다.

$$F_{ij} = K \frac{P_i P_j}{d_{ij}^\beta} \dots \dots \dots (3)$$

여기서  $F_{ij}$ 는  $i$ 지역과  $j$ 지역간의 총 통행량이며,  $K$ 는 상수,  $d_{ij}$ 는  $i$ 지역과  $j$ 지역간의 거리,  $\beta$ 는 상호 작용에 있어 거리의 저항 정도를 대변하는 거리 매개변수이다.  $P_i$ 와  $P_j$ 는  $i$ 지역과  $j$ 지역의 인구를 나타낸다. 식 (3)을 지역의 인구 곱으로 나누어 로그값을 취하면 다음과 같다.

$$\log\left(\frac{F_{ij}}{P_i P_j}\right) = \log K - \beta \log d_{ij} \quad \dots \dots \dots (4)$$

식 (4)의  $\log(F_{ij}/P_i P_j)$ 를 종속변수로,  $\log d_{ij}$ 를 독립변수로 적용해 회귀분석을 실시하면, 그에 맞는  $K$ 값과  $\beta$  값을 얻을 수 있다.

이들 식에서 유추할 수 있듯이 중력모형은 지역간 통행이 어떤 일정한 사회적 중력요인에는 비례하고, 거리에는 반비례한다는 가정하에 분석을 진행하는 모형이다. 앞서 분석한 거리에 대한 마찰작용의 분석에 따라 본 연구에서는 중력모형의 적용에 있어 도시의 크기와 계층을 나타낼 수 있는 대표적 요인이 인구라 생각해 인구를 중력요인(Weight)으로 적용하여 분석을 실시하였다. 분석 후 모형의 적용이 적합한지를 검증하기 위하여 각 값에 대한 통계 검정도 실시하였다. 중력모형에 맞게 산포도를 그렸을 때, 추세선이 분산을 어느정도 설명해주는가를 말해주는 요소는 결정계수( $R^2$ )이며, 회귀분산에서 설명된 것과 설명되지 않은 것의 비율은 분산분석을 통해 분석할 수 있어 F검정을 실시하였다. 또한,  $K$ 값과  $\beta$  값의 통계 검정은 t 검정을 이용하여 확인하였다.

중력모형을 이용하여 공간적 상호작용을 분석한 연구들은

다양한 분야에서 지속적으로 연구되었다. 이러한 연구들은 도시간 통행량 자료를 기반으로 시간거리, 비용거리 및 인구를 비롯한 도시 특성 요소를 대표하는 변수들을 대입하여 통행 특성을 분석하였다(Gordon, 1973; 최경호·김재훈, 2001; 유영근, 2006a; 2006b; 한상열, 2006; Jung, *et al.*, 2008; 김한수 외, 2010; Goh, *et al.*, 2012;).

특히 변곡점을 설정하여 일정 시간거리를 기준으로 도시간 통행흐름과 시간거리의 관계를 파악한 Jung, *et al.*(2008)<sup>59</sup>의 연구와 힐 함수(Hill function)를 적용하여 일정 시간거리를 기준으로 도시내 통행흐름과 시간거리의 관계를 파악한 Goh, *et al.*(2012)<sup>60</sup>의 연구에 따라 도시간 통행흐름에서도 도시 특성 및 교통수단의 특성에 따라 일정 시간거리를 기준으로 서로 다른 거리매개변수를 적용하는 것이 적합할 것이라는 가정하에 분석을 시행하였다. 분석과정에서 그래프의 주 흐름에서 벗어난 몇몇 도시들은 제외하고 분석하였으며, 이후에 따로 표시하였다. 또한 일정 시간거리를 기준으로 변곡점을 설정하여 도시간 통행 흐름을 분석함으로써 각 수단이 도시간 통행 흐름에 있어 거리에 따라 서로 다른 이용 행태 특성을 분석하고자 하였다.

---

<sup>59</sup> Jung, W., Wang, F., Stanley, H. E., 2007, "Gravity model in the Korean highway", *Europhys. Lett.*, 81, pp. 1-13

<sup>60</sup> Goh, S., Lee, K., Park, J.S., Choi, M.Y., 2012, "Modification of the gravity model and application to the Metropolitan Seoul Subway system", *Physical Review.E.*, 82(2), pp. 1-6

## 1) 고속버스 통행 흐름의 특성 분석

고속버스를 이용한 도시간 통행흐름의 특성을 분석하면 그림 4.1과 같은 그래프가 나타난다. 종속변수가 음수를 나타내는 것은 중력 요인으로 적용한 두 지역간 인구의 곱이 통행량에 비해 크기 때문이다. 이 그래프에 의하면 시간거리가 증가함에 따라 통행량은 감소하는데, 이는 고속버스를 이용한 도시간 통행흐름의 경우 중력모형에 적합하다는 것을 나타낸다. 그림 4.1의 그래프 A는 전체의 36%에 대해 설명력을 가지며 분산분석을 실시했을 때, 95%에서 통계적으로 유의한 설명력을 갖는다.

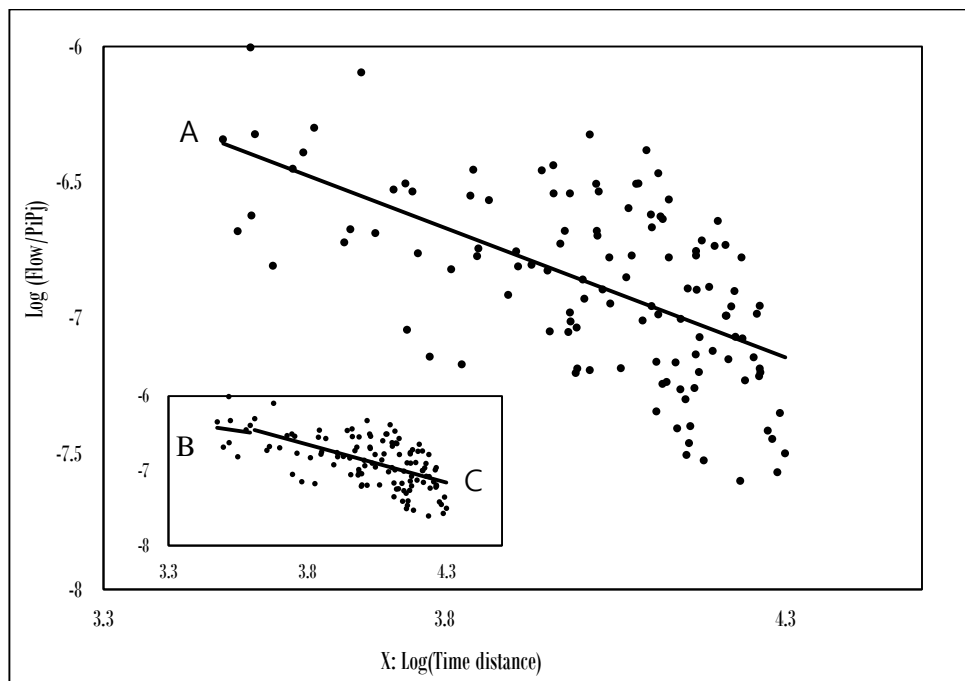


그림 4.1. 2003년 고속버스 중력모형 회귀분석<sup>61</sup>

<sup>61</sup> 그림 4.1은 국가교통데이터베이스의 지점간 버스 수송실적 2003년 자료를 토대로 분석해 작성한 그래프

2003년에는 약 17분에서 약 4시간 30분 사이의 시간거리일 때 고속버스를 이용하였으며, 그래프상 변화가 있는 것으로 보여지는 약 66분(log 3.6)을 기점으로 변곡점을 설정하였다. 이를 기반으로 그래프를 그린 것이 그림 4.1의 그래프 B와 그래프 C이다. 두 유형의 그래프 모두 그래프의 설명력을 높이기 위해 동일한 시간거리에 비해 통행량이 많거나 동일한 시간거리에 비해 통행량이 적은 경우의 도시간 통행량을 제거한 후 123개의 도시간 통행에 관해서만 분석을 실시하였다<sup>62</sup>.

그래프 B와 그래프 C의 경우 두 그래프는 각각 결정계수가 0.01와 0.28로 전체를 기준으로 회귀분석을 수행한 경우보다 설명력이 낮아진 것을 확인할 수 있으며, 그 값이 유의하지 않다. 표 4.1은 그림 4.1의 그래프 A, B, C를 각각 회귀분석을 실시한 결과이다.

표 4.1. 2003년 고속버스 회귀분석 결과<sup>63</sup>

	R <sup>2</sup> (관측수)	F비	상수항(K)	상수항의 t통계량	거리매개변수( $\beta$ )	$\beta$ 값의 t통계량
A	0.36(120)	65.55*	-3.0331	-6.37*	0.9564	-8.10*
B	0.01(8)	0.05	-4.4615	-0.50	0.5640	-0.22
C	0.28(112)	43.37*	-2.7844	-4.44*	1.017	-6.59*

2003년의 고속버스 통행량의 경우, 변곡점을 설정해 그래프를 분할할 경우 설명력이 낮아짐은 물론 F비의 값이 낮아지므

<sup>62</sup> 표 4.4 참고

<sup>63</sup> 표 4.1의 자료는 국가교통데이터베이스의 지점간 버스 수송실적 2010년 자료를 토대로 분석 / 주: \* 표시된 값은 통계수준 95%에서 유의( $F \geq 5.32, t \geq |1.860|$ )

로 고속버스 통행은 일정 시간거리까지 통행량이 증가하고 일정 시간거리 이후에는 통행량이 감소하는 추세를 보인다고 하기 어렵다. 특히, 그림 4.1의 그래프 B의 경우에는 유의수준에서도 벗어나 신뢰하기 어려운 결과가 도출 되었다. 따라서 2003년의 고속버스를 이용한 도시간 통행이 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 추세를 나타낸다고 말할 수 있다. 그러나 그림 4.1의 그래프 C의 경우  $\beta$  값의 절대값이 더 증가하므로, 약 66분의 시간거리 이후에는 시간거리에 더욱 민감하게 통행량이 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 일정 시간거리가 지나면 통행량이 시간거리에 더욱 민감하게 반응하는 것을 나타낸다.

물리학에서 중력식을 적용하였을 경우  $\beta$  값이 2로, 본 연구 결과에서 예측된  $\beta$  값이 훨씬 적게 나타난다. 하지만, 선행 연구에 의하면 Goh, et al.(2012)<sup>64</sup>에서 서울 수도권 내 지하철 통행의 경우  $\beta$  값이 1.94로 나타났으며, Jung, et al.(2008)<sup>65</sup>에서 하이패스 통행량을 이용한 도시간 통행의 경우  $\beta$  값이 1.02로 나타나 일반적으로 물리학에서의  $\beta$  값보다는 적게 나타나며, 특히 Jung, et al.(2008)에서 분석된 도시간 통행과 비교하였을 경우와 비슷한 수준의  $\beta$  값이 분석되었다. 때문에 설명력 및  $\beta$  값이 일반적인 분석에서보다 낮지만 유의미하다고 사료된다.

<sup>64</sup> Goh, S., Lee, K., Park, J.S., Choi, M.Y., 2012, "Modification of the gravity model and application to the Metropolitan Seoul Subway system", *Physical Review.E.*, 82(2), pp. 1-6

<sup>65</sup> Jung, W., Wang, F., Stanley, H. E., 2007, "Gravity model in the Korean highway", *Europhys. Lett.*, 81, pp. 1-13

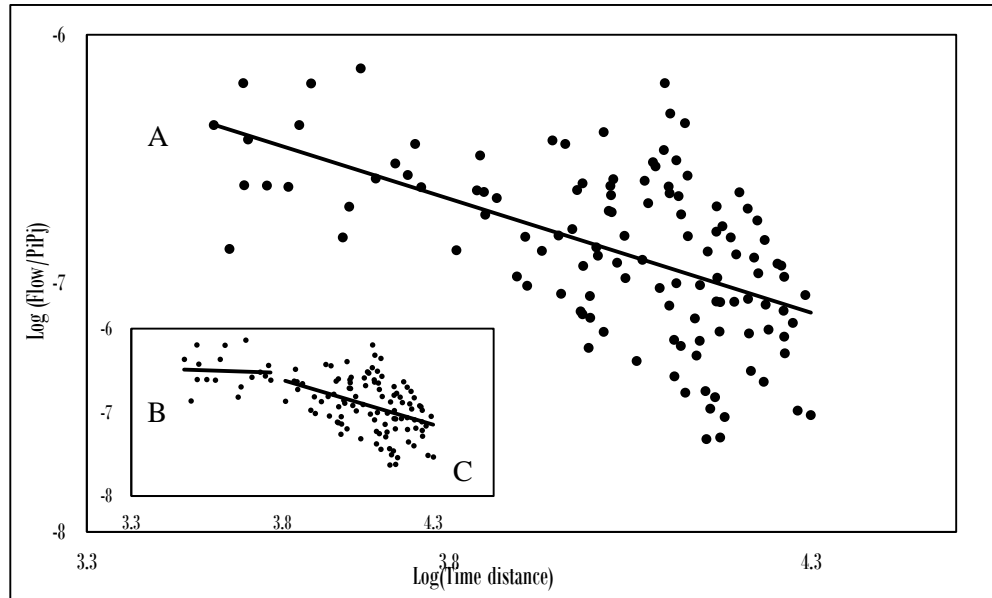


그림 4.2. 2005년 고속버스 중력모형 회귀분석<sup>66</sup>

그림 4.2의 그래프 A, 그래프 B, 그래프 C는 2005년 고속버스를 이용한 도시간 통행 흐름 분석 그래프이다. 그래프 A는 하나의 중력모형을 대입하여 하나의 그래프로 나타냈다면, 그래프 B와 그래프 C는 약 94분( $\log 3.7$ )의 시간거리 지점 변곡점으로 잡아 두 개의 중력모형을 대입해 두 개의 그래프로 나타낸 그래프이다. 두 그래프 모두 2003년의 분석방법과 마찬가지로 시간 거리에 비해 통행량이 높게 나타나는 도시간 통행 사례와 시간 거리에 비해 통행량이 적게 나타나는 도시간 통행 사례를 제거한 후 그래프를 분석하였다<sup>67</sup>.

2005년의 분석결과, 고속버스를 이용한 도시간 통행흐름이 변곡점을 설정해 그래프를 두 가지로 나눠 그린 경우가 한가지로 나타낸 경우에 비해 설명력도 약하고 각 값이 유의하지 않

<sup>66</sup> 그림 4.2는 국가교통데이터베이스의 지점간 버스 수송실적 2005년 자료를 토대로 분석해 작성한 그래프

<sup>67</sup> 표 4.4 참고

은 것으로 분석되었으며, 이는 2003년의 사례와 같다. 2005년의 경우에도 고속버스를 이용한 도시간 통행 흐름은 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 경향을 보인다. 특히, 그림 4.2의 그래프 B의 경우 설명력이 유의하지 않으며 시간거리와 통행량의 관련 정도를 보여주는  $\beta$  값도 통계적으로 유의하지 않게 나타났다.

그러나 그래프 C의  $\beta$  값에서 알 수 있듯이 약 94분 이상의 시간이 소요되는 지점에서는 더욱 시간거리에 민감하게 통행량이 감소하는 추세를 나타내었다. 이때 매개변수  $\beta$  값은 2003년의 경우보다 더 민감하게 나타난다. 이는 장거리 교통수단이 다른 수단에 의해 대체되었기 때문으로 추측할 수 있다.

표 4.2. 2005년 고속버스 회귀분석 결과<sup>68</sup>

	R <sup>2</sup> (관측수)	F비	상수항(K)	상수항의 t통계량	거리매개변수( $\beta$ )	$\beta$ 값의 t통계량
A	0.30(119)	51.08*	-3.1723	-6.12*	0.9177	-7.15*
B	0.00(17)	0.05	-6.0398	-3.03*	0.1288	-0.23
C	0.16(102)	18.76*	-2.5453	-2.51*	1.0703	-4.33*

또한 그림 4.1과 그림 4.2의 그래프 A를 통해 고속버스를 이용한 도시간 통행흐름에 있어 시간거리에 따른 통행량의 감소를 시기별로 분석하였을 경우  $\beta$  값이 줄어드는 추세를 보이는 것은 주목할만하다. 이는 시간거리에 대한 통행량의 민감도가 미약하게나마 감소하고 있음을 뜻하며, 버스를 이용한

<sup>68</sup> 국가교통데이터베이스의 지점간 버스 수송실적 2005년 자료를 토대로 분석/ 주: \* 표시된 값은 통계수준 95%에서 유의( $F \geq 4.45, t \geq |1.740|$ )

도시간 통행 흐름 자체를 고려하였을 경우 새로운 고속도로의 개통으로 시간거리에 대한 통행량의 민감도가 소폭 감소한 것을 알 수 있다.

다음의 그림 4.3의 그래프 A, 그래프 B, 그래프 C 및 표 4.3은 각각 2010년의 중력모형 그래프, 변곡점을 설정해 그린 중력모형 그래프, 2010년 고속버스 자료에 대한 회귀분석 결과 표이다. 2010년 그래프 역시 시간거리에 비해 통행량이 많은 도시간 통행과 소요되는 시간거리와 타 지역간 통행량에 비해 통행량이 적은 도시간 통행을 제외하고 분석하였다<sup>69</sup>. 앞선 분석방법과 동일한 과정을 수행한 결과 2010년 역시 2003년, 2005년과 비슷한 양상을 보이고 있음을 알 수 있다.

그래프 B와 그래프 C는 약 94분( $\log 3.7$ )정도가 되는 지점을 변곡점으로 설정한 그래프이다. 표 4.3의 회귀분석 결과에 의하면 그래프 A, B, C를 비교했을 때, 그래프 A의 설명력이 그래프 B, C의 설명력보다 높고, 더 유의한 것으로 나타났다. 시간거리와 통행량의 관계의 경우에도 그래프 A가 더 민감한 관련성이 있음을 분석을 통해 확인하였다. 또한 앞선 시기와 마찬가지로 2010년의 사례에도 일정 시간거리 이후부터 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 더 민감하게 감소하는 것을 확인할 수 있다.

---

<sup>69</sup> 표 4.4 참고

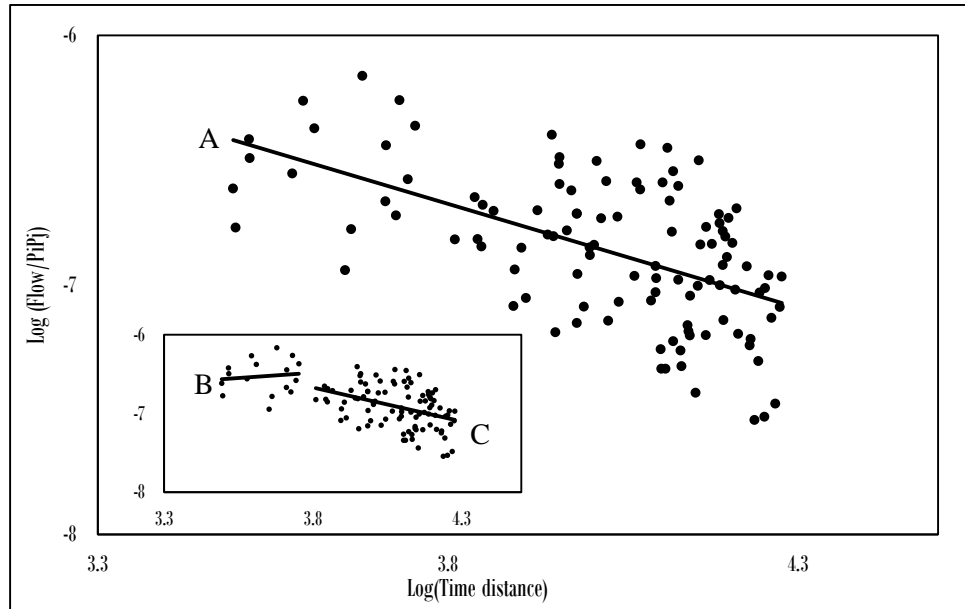


그림 4.3. 2010년 고속버스 중력모형 회귀분석<sup>70</sup>

또한, 2003년, 2005년과 비교했을 경우 역시 버스를 이용한 도시간 통행 흐름은 시간거리가 증가함에 따라 통행량 감소세가 덜 민감하게 나타나는 것으로 분석되었다. 이 역시 2005년의 경우와 마찬가지로 고속도로의 개통으로 시간거리가 감소됨에 따라 나타나는 결과로 해석할 수 있다.

2003년, 2005년, 2010년의 고속버스를 이용한 도시간 통행 흐름을 분석한 그래프는 모두 변곡점을 설정해 두 가지 그래프로 분석하는 경우보다 한 가지 그래프로 분석하는 경우에 더 설명력이 높아진다. 이를 통해 고속버스를 이용한 도시간 통행흐름을 단일의 중력모형으로 설명할 수 있으며, 이 경우 시간거리가 마찰요소로 작용하므로 도시간 거리가 멀수록 고

<sup>70</sup> 그림 4.3는 국가교통데이터베이스의 지점간 버스 수송실적 2010년 자료를 토대로 분석해 작성한 그래프

속버스를 이용한 통행량이 점차 줄어드는 결과를 도출할 수 있다.

표 4.3. 2010년 고속버스 회귀분석 결과<sup>71</sup>

	R <sup>2</sup> (관측수)	F비	상수항(K)	상수항의 t통계량	거리매개변수( $\beta$ )	$\beta$ 값의 t통계량
A	0.32(109)	50.65*	-3.5113	-7.45*	0.8326	-7.12*
B	0.01(16)	0.18	-7.4852	-3.33*	-0.2641	0.43
C	0.16(93)	0.16*	-3.3797	-3.94*	0.8654	-4.13*

또한, 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 더 민감하게 감소하는 시간거리 기준이 2003년 약 66분에서 2010년 약 94분까지 증가한 것도 주목할만하다. 일정 시간까지는 통행량을 유발하는 특성을 가지며, 통행 조건이 개선되었을 때 그 시간거리가 증가하는 것을 알 수 있다. 특히 동일 지역권<sup>72</sup> 내 도시간 통행의 경우 이러한 특징이 나타난다.

표 4.4는 분석에서 제외된 도시들을 시기별, 유형별로 분류한 표이다. 유형 1의 도시간 통행의 경우는 도시간 통행에 소요되는 시간거리에 비해 통행량이 많은 경우로, 원주-강릉과 대구-경주의 도시간 통행의 경우 소요되는 시간거리가 비슷한 다른 지역과 비교했을 때 훨씬 더 많은 통행량이 집계되는 지역이다. 이들 지역은 일반철도나 KTX에 비해 고속버스로 이동하는 통행량이 많은 지역으로, 원주-강릉 간은 철도 노선

<sup>71</sup> 표 4.3은 국가교통데이터베이스의 지점간 버스 수송실적 2010년 자료를 토대로 분석 / 주: \* 표시된 값은 통계수준 95%에서 유의( $F \geq 4.49, t \geq |1.746|$ ).

<sup>72</sup> 수도권, 강원권, 충청권, 영남권, 호남권으로 분류할 경우

에 비해 소요되는 시간 비용이 적기 때문에 고속버스로 이동하는 통행량이 많은 것으로 나타난다. 서울-삼척간의 경우와 성남-통영간의 경우는 소요되는 시간거리가 많음에도 불구하고 상대적으로 많은 통행량이 집계 된다. 이 역시도 타 교통수단으로 이동할 수 있는 방법이 제한되기 때문에 고속버스를 많이 이용하는 것으로 추측된다.

유형 2에 속하는 도시간 통행의 경우, 소요되는 시간거리에 비해 통행량이 적은 도시간 통행이다. 이들 도시간 통행의 경우에는 같은 권역에 속한 지역들이기 때문에 고속버스 외에도 시외 버스 및 지하철, 철도 등의 다양한 교통수단이 많아 소요되는 시간거리가 비슷한 지역들 보다 통행량이 적게 집계되는 것으로 추측할 수 있다.

유형 3에 속하는 도시간 통행의 경우, 소요되는 시간거리가 많아 도시간 통행량이 적은 경우이다. 이들의 사례 도시들은 서로 다른 권역에 속한 도시간 통행이 많은 현상이 두드러지게 나타났다. 특히, 이들 사례 중 특별·광역시 간 통행이 제외된 것이 특징적이다. 이들 도시간 통행은 통행 총량이 적은 도시가 아님에도 불구하고 고속버스 통행이 적게 집계되었다. 이들 도시간 통행 사례는 고속버스를 제외한 타 수단을 이용한 통행이 많기 때문으로 추정되며, 특히 2010년의 경우 고속철도 정차 도시간 통행이 이 유형에 속한 것이 이를 뒷받침한다.

표 4.4. 2003년, 2005년, 2010년 중력 모형 분석에서 제외된 도시간 통행<sup>73</sup>

	2003년	2005년	2010년
유형 1	원주-강릉	원주-강릉, 성남-통영	대구-경주, 서울-삼척
유형 2	서울-용인	서울-용인, 천안-대전	부산-대구
유형 3	대구-부산, 대전-부산, 서울-속초, 서울-영암, 서울-장성, 서울-신안, 의정부-부산, 인천-부산, 인천-속초	광명-전주, 대구-부산, 대전-대구, 대전-부산, 서울-무안, 서울-부산, 서울-영암, 서울-장성, 서울-전주, 성남-창원, 시흥-광주, 인천-부산	대전-대구, 대전-부산, 서울-김천, 순천-대구, 용인-부산, 인천-대구, 인천-부산, 전주-대구, 전주-부산

이처럼 특별한 경우를 제외한 대다수의 고속버스를 이용한 도시간 통행의 경우에는 시간거리에 따라 통행량이 감소하는 추세를 보이며, 이는 추후 설명할 일반 철도와 고속철도와는 다른 고속버스만의 특성이다.

<sup>73</sup> 표 4.4는 국가교통데이터베이스의 지점간 버스 수송실적 2003년, 2005년, 2010년 자료를 토대로 분석한 내용을 토대로 재구성

## 2) 일반철도 통행 흐름의 특성 분석

일반철도 통행 흐름의 경우에도 마찬가지로 시간거리와 통행량에 있어 큰 차이를 보이는 시간거리 지점을 변곡점으로 설정해 중력모형 분석을 실시하였다.

그림 4.4의 그래프 A, B, C는 2003년 일반철도를 이용한 통행 흐름을 중력모형에 적용해 분석한 그래프이며, 표 4.5는 2005년의 일반 철도를 이용한 도시간 통행흐름을 회귀분석을 통해 분석한 내용이다.. 그래프 A는 단일 그래프를 적용했으나, 그래프 B와 C는 약 26분( $\log 3.2$ )정도가 되는 시간거리 지점을 변곡점으로 설정해 두 개의 그래프로 적용해 분석한 것이다.

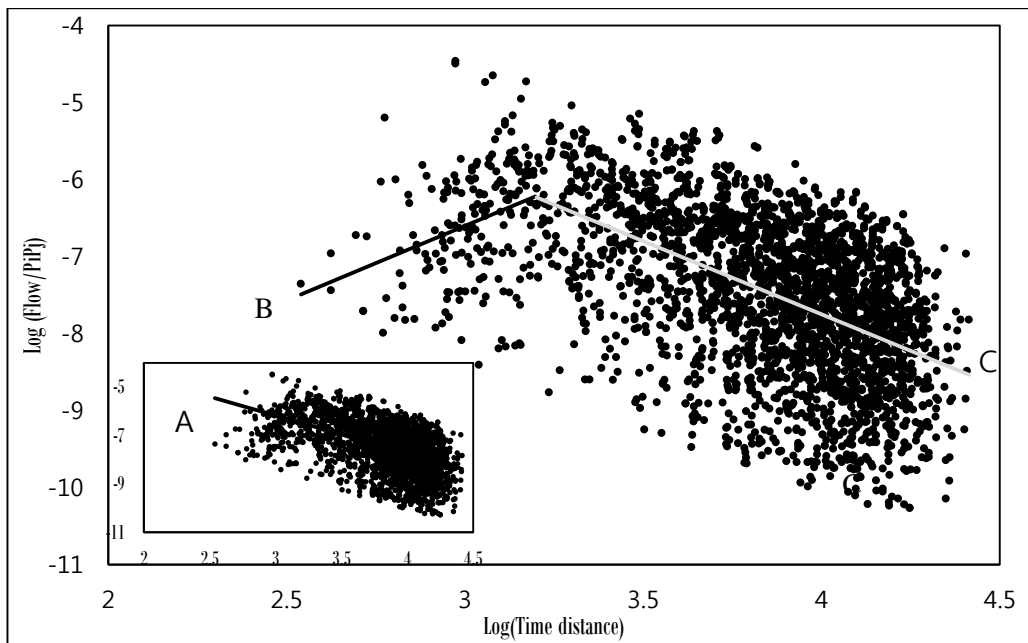


그림 4.4. 2003년 일반철도 중력모형 회귀분석(log 3.2지점 변곡점 설정)<sup>74</sup>

<sup>74</sup> 그림 4.4는 국가교통데이터베이스의 지점간 철도 수송실적 2003년 자료를 토대로 분석해 작성한 그래프

표 4.5. 2003년 일반철도 회귀분석 결과<sup>75</sup>

	R <sup>2</sup> (관측수)	F비	상수항(K)	상수항의 t통계량	거리매개변수( $\beta$ )	$\beta$ 값의 t통계량
A	0.26(3054)	1087.52*	-1.4954	-8.20*	1.5605	-32.98*
B	0.09(193)	20.00*	-12.39	-9.48*	-1.9288	-9.48*
C	0.25(2861)	969.74*	-0.156	-0.66	1.8985	-31.14*

고속버스의 경우와 마찬가지로 중력모형을 적용하여 분석하는데 있어 같은 수준의 시간거리에 비해 통행량이 많은 도시 간 통행과 같은 수준의 시간거리에 비해 통행량이 적은 도시 간 통행을 제외하고 분석을 실시하였다<sup>76</sup>. 고속버스와는 달리 변곡점을 설정한 그래프를 크게 두었는데, 이는 변곡점을 설정한 그래프가 일반철도의 경우 고속버스의 사례에 비해 유의한 결과를 갖기 때문이다. 도시들 간 통행 특성을 분석하고자 변곡점을 설정하여 두 가지 그래프로 나타내었는데, 일반철도의 경우 통계적으로 유의미한 결과를 얻을 수 있었다.

2003년 일반철도를 이용한 도시 간 통행흐름의 경우, 고속버스를 이용한 도시 간 통행흐름의 경우와 비슷한 양상을 갖는다. 그래프 A와 같이 단일 중력모형으로 나타낸 경우가 그래프 B, C와 같이 두 개의 중력모형 그래프로 나타낸 것보다 훨씬 높은 설명력을 지니며 더 유의하다. 그러나 그래프 C의 경우 단일 그래프를 설정한 경우보다 변곡점을 설정한 약 26분(log 3.2)까지의 시간거리 시점 이후 시간거리가 증가할수록 통행량

<sup>75</sup> 표 4.5는 국가교통데이터베이스의 지점간 철도 수송실적 2003년 자료를 토대로 필자가 분석/ 주: \* 표시된 값은 통계수준 95%에서 유의, ( $F \geq 3.84$ ,  $t \geq |1.645|$ )

<sup>76</sup> 표 4.8 참고

이 더 민감한 감소세를 보인다.

또한 약 26분(log 3.2)까지의 시간거리의 범위에 속하는 경우에는 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 민감하게 증가하는 추세를 확인할 수 있다. 이 경우 사례들에 대한 설명력은 낮지만 일정 지점까지는 일반 철도를 이용하였을 경우의 시간비용이 타 교통 수단과 비교하였을 경우, 시간거리 상 우위를 점하기 때문에 나타나는 현상으로 해석할 수 있다. 예를 들어 버스의 경우 본 연구에서 계산한 시간거리의 기준으로 약 26분이 소요되는 지점이 서울-용인이라면, 철도의 경우에는 서울-수원으로 훨씬 더 먼 곳까지 이동이 가능하다. 약 26분(log 3.2) 정도의 시간거리를 지나는 지역간 통행 흐름은 수도권 내의 통행과 지리적으로 인접한 지역간 통행 흐름이 구성하고 있다. 이를 토대로 지리적으로 인접한 지역간 통행 흐름은 타 이동수단을 이용하였을 때 보다 일반 철도를 이용하였을 때 시간거리가 증가함에 따라 통행량도 증가하는 추세가 나타난다는 사실을 확인할 수 있다.

다음 그림 4.5의 그래프 A, B, C는 2005년의 일반 철도를 이용한 도시간 통행흐름을 중력 모형에 대입해 분석한 그래프이며, 표 4.6은 2005년의 일반 철도를 이용한 도시간 통행흐름을 회귀분석을 통해 분석한 내용이다.

2005년의 경우에도 2003년과 마찬가지로 사례를 중력모형에 대입해 분석을 실시하기 전 지리적으로 연결해 있어 통행량이 많은 도시간 통행량과 같은 지역권 내에 속해있어 타 수단을 이용할 수 있는 선택권이 많은 동일 지역권 내 통행량을 제외

하였다<sup>77</sup>.

2003년의 경우와 같이 2005년의 경우 단일 중력모형으로 설명할 경우에 두 가지의 그래프로 설명할 경우보다 설명력과 유의수준이 더 높아진다. 그래프 C의 경우 설명력은 약간 감소하지만 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 정도는 더 민감한 것으로 나타난다. 또한 그래프 B의 경우 약 37분까지의 시간거리가 소요되는 지점까지는 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 증가하는 관계를 보인다. 그러나 2003년과 비교하였을 경우에는 그 정도가 감소되었다.

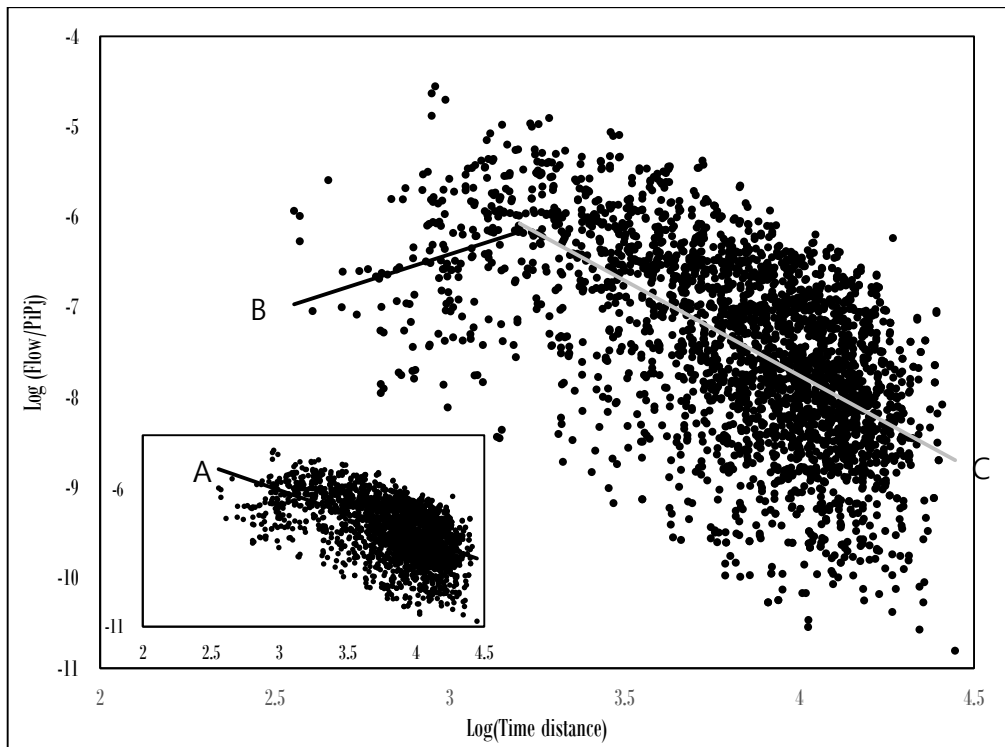


그림 4.5. 2005년 일반철도 중력모형 회귀분석(log 3.2지점 변곡점 설정)<sup>78</sup>

<sup>77</sup> 표 4.8 참고

<sup>78</sup> 그림 4.5는 국가교통데이터베이스의 지점간 철도 수송실적 2005년 자료를 토대로 분석

표 4.6. 2005년 일반철도 회귀분석 결과<sup>79</sup>

	R <sup>2</sup> (관측수)	F비	상수항(K)	상수항의 t통계량	거리매개변수( $\beta$ )	$\beta$ 값의 t통계량
A	0.31(2930)	1335.75*	-0.8279	-4.55*	1.7284	-36.55*
B	0.05(193)	9.38*	-10.15	-8.28*	-1.2450	-3.06*
C	0.30(2737)	1159.59*	0.6556	2.72*	2.1029	-34.05*

2005년의 경우 변곡점으로 설정되는 시간은 약 37분으로 2003년의 경우보다 증가하며, 사례 수도 증가한다. 이는 지리적으로 인접한 지역 간 통행 흐름에서 일반철도를 이용하는 경우가 늘어나며 같은 권역 내에서도 더 많은 지역간 통행 흐름에서 일반철도를 이용하게 되었다는 것을 뜻한다.

다음의 그림 4.6의 그래프 A, B, C는 2010년 일반철도를 이용한 도시간 통행흐름을 중력모형에 적용하여 분석한 그래프이다. 표 4.7은 2010년 일반철도를 이용한 도시간 통행흐름을 회귀분석한 결과를 정리한 표이다.

2003년, 2005년과 마찬가지로 2010년의 경우에도 중력모형에 적용하기 전 비슷한 시간거리를 가진 다른 사례에 비해 통행량이 높게 관측되거나, 비슷한 시간거리를 가진 다른 사례에 비해 통행량이 이 감소된 경우를 제외하고 분석을 실시하였다.

2010년 일반철도의 경우 변곡점을 설정해 두 가지 그래프로 나타냈을 경우 각 그래프 모두 설명력이 다른 시기의 경우보다 높게 나타난다. 각 그래프의 매개 변수 역시 더욱 증가해

해 작성한 그래프

<sup>79</sup> 표 4.6은 국가교통데이터베이스의 지점간 철도수송실적 2005년 자료를 토대로 분석/

주: \* 표시된 값은 통계수준 95%에서 유의( $F \geq 3.84, t \geq |1.645|$ ).

시간거리와 통행량이 다른 시기보다 더욱 민감한 관계에 있음을 알 수 있다. 하지만 2010년의 경우에도 단일한 중력모형을 적용했을 경우가 두 가지 중력모형을 적용한 경우보다 더 적합하다. 변곡점은 시간거리가 약 23분( $\log 3.15$ )의 지점에서 설정되며, 지리적으로 가까운 지역간 통행에 있어 일반철도의 경우 통행량이 증가하는 것을 확인할 수 있다.

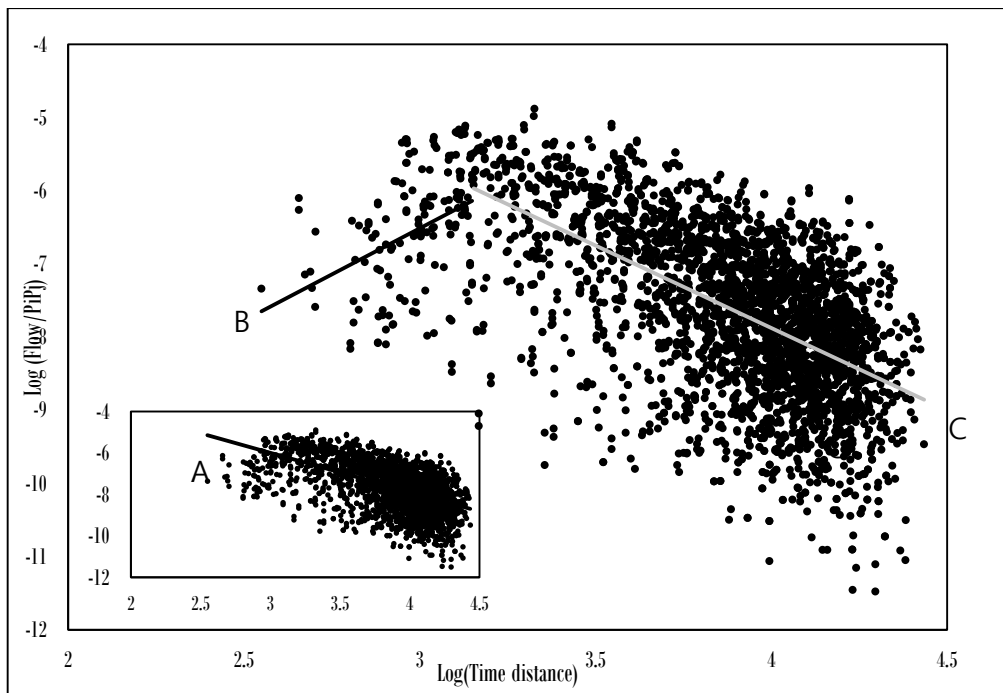


그림 4.6. 2010년 일반철도 중력모형 회귀분석( $\log 3.2$ 지점 변곡점 설정)<sup>80</sup>

그러나 2010년의 경우 약 23분까지의 시간거리가 소요되는 지점까지는 고속버스 및 일반철도의 다른 시기의 분석 경우보다 더욱 시간거리에 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다. 특

<sup>80</sup> 그림 4.6은 국가교통데이터베이스의 지점간 철도 수송실적 2005년 자료를 토대로 분석해 작성한 그래프

히 약 23분정도가 소요되는 158개의 동일한 지역권 간 통행에 관해서는 시간거리가 증가함에 따라 가장 민감하게 통행량이 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한 약 23분 이상의 시간거리가 소요되는 경우 앞선 분석들과 비교하였을 때 가장 민감하게 통행량이 감소되는 것을 확인할 수 있다. 이에 비추어 2010년의 경우 일반철도를 이용한 통행이 중거리 통행에 가장 집중되어 있음을 알 수 있다.

표 4.7. 2010년 일반철도 회귀분석 결과<sup>81</sup>

	R <sup>2</sup> (관측수)	F비	상수항(K)	상수항의 t통계량	거리매개변수( $\beta$ )	$\beta$ 값의 t통계량
A	0.32 (3571)	1644.27*	-0.3167	-1.74*	1.8895	-40.55*
B	0.15 (158)	26.56*	-14.0704	-9.60*	-2.5196	-5.15*
C	0.32 (3413)	1577.35*	1.1472	5.13*	2.2557	-39.72*

2003년, 2005년, 2010년의 모든 일반철도의 경우 단일 중력모형을 적용해 분석하는 것이 더 적합한 것을 분석을 통해 도출할 수 있다. 그러나 변곡점을 설정해 통행량을 분석해 본 결과 일정 시간거리까지는 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 증가하는 것에 상당부분 설득력 있는 분석결과가 도출되었다. 특히 일반철도를 이용해 도시간 통행 흐름이 이루어지는 경우 인접한 지역 간 통행과 지리적으로 같은 권역에 있는 지역 간 통행 시 다른 교통 수단보다 더 많은 통행을 분담하는 것을

<sup>81</sup> 표 4.7은 그림 4.11과 그림 4.12를 토대로 분석/ 주: \* 표시된 값은 통계수준 95%에서 유의( $F \geq 3.84, t \geq |1.645|$ ).

알 수 있다. 이에 따라 평균 약 30분 정도의 시간거리가 소요되는 도시간 통행흐름에 있어 일반철도의 경우 시간거리가 증가할 경우 통행량이 증가하는 양의 상관관계를 보인다. 이는 일반적인 중력모형의 가정에 맞지 않는 것으로 일반철도를 이용할 경우의 도시간 통행 흐름에만 나타나는 특성이라고 할 수 있으며, 일반적인 중력모형을 따르는 고속버스를 이용한 도시간 통행과 구분되는 특성이다. 그러나 일정 시간거리를 넘어서는 도시간 통행에 있어서는 일반철도를 이용한 경우의 도시간 통행 역시 중력모형의 일반적인 가정을 따른다.

표 4.8은 일반철도를 이용한 도시간 통행 흐름 분석 시 제외된 사례들을 유형화한 것이다. 각 사례는 크게 세 유형으로 분류된다. 먼저 유형 1의 도시간 통행 흐름은 동일한 시간거리에 비해 많은 통행량이 유발되는 도시간 통행 사례이다. 이들 도시는 동일 지역권인지 서로 다른 지역권에 속해있는지에 따라 분류된다. 연천-의정부, 동두천-연천, 연천-의정부, 보성-화순과 같은 동일 지역권 내 통행은 각 지역을 연결하는 대체 대중교통수단의 부족과 시간거리가 짧은 이점이 있어 시간거리와 중력 요인(인구)에 비해 통행량이 많음을 추측할 수 있다. 유형 1의 사례 중 타 지역권에 속한 도시간 통행 역시 동일한 이유로 도시간 통행량이 많음을 추측할 수 있다.

표 4.8. 2003년, 2005년, 2010년 중력 모형 분석에서 제외된 도시간 통행<sup>82</sup>

	2003년	2005년	2010년
유형 1	보성-화순, 장성-연기, 군산-수원, 군산-천안, 연천-의정부,	연천-의정부	동두천-연천
유형 2	경산-광주, 경주-남양주, 광주-사천, 광주-음성, 광주-청주, 구미-목포, 구미-춘천, 김천-청주, 나주-하남, 대구-양평, 대구-원주, 대구-파주, 마산-오산, 무안-하남, 상주-옥천, 서울-군위, 수원-춘천, 양산-안양, 양평-충주, 여수-부산, 영월-울산, 예산-부산, 예산-익산, 예천-서울, 울산-남양주, 원주-청주, 의성-수원, 의정부-김해, 익산-음성, 익산-청주, 정선-울산, 정읍-부산, 청주-김제, 부산-청주, 정읍-청주, 춘천-안동, 춘천-양평, 충주-원주, 파주-홍성, 평택-예천, 평택-포항, 하남-광주, 하남-논산	나주-대구, 사천-광주, 오산-청주	군산-성남, 서천-성남
유형 3	고양-수원, 곡성-광양, 광주-군산, 군산-김제, 군산-남원, 군산-무안, 김해-창원, 논산-청주, 대구-마산, 대전-홍성, 동두천-서울, 마산-창원, 문경-봉화, 사천-밀양, 서울-안양, 성남-오산, 수원-안양, 수원-의정부, 의정부-파주, 증평-청원, 청원-음성, 청원-청주, 춘천-원주	고양-광명, 광명-서울, 논산-청주, 대구-진해, 마산-울산, 마산-창원, 서울-안양, 서울-양주, 서울-의정부, 안양-수원, 안양-양평, 오산-성남, 오산-안양, 오산-청주, 울산-진해, 울산-창원, 의정부-수원, 증평-청원, 청원-청주	고양-서울, 고양-양주, 고양-파주, 광명-서울, 마산-창원, 서울-양주, 서울-인천, 서울-파주, 인천-충주, 청원-연기

<sup>82</sup> 표 4.8은 국가교통데이터베이스의 지점간 철도 수송실적 2003년, 2005년, 2010년 자료를 토대로 분석한 내용을 토대로 재구성

유형 2에 속한 도시간 통행흐름의 사례는 서로 다른 지역권에 속해있는 사례들 중 비슷한 시간거리를 가진 다른 사례에 비해 통행량이 적은 경우다. 두 도시 중 한 도시의 중력 요인(인구)이 작아 통행량 유발이 적은 경우로 해석할 수 있다.

유형 3의 도시간 통행흐름 사례는 같은 지역권에 속해있는 사례들인데, 비슷한 시간거리를 가진 다른 사례에 비해 통행량이 적은 경우다. 이들 도시간 통행흐름 사례들은 같은 지역권에 속해있어 대체할 다른 대중교통수단이 있거나 같은 지역권임에도 직접적으로 철도로 연결되지 않아 환승을 요하는 도시간 통행흐름 사례임을 예측할 수 있다.

유형별 분류와 더불어 각 시기별 사례 수의 변화도 주목할 만하다. 제외된 사례 수는 2003년 70개에서 2005년 23개, 2010년 13개로 감소하였다. 이는 일반철도를 이용한 도시간 통행흐름이 시간거리의 증가와 중력요인의 크기에 따라 과거보다 현재에 더 발생함을 설명한다.

### 3) 고속철도(KTX) 통행 흐름의 특성 분석

고속철도를 이용한 도시간 통행 흐름의 경우 통행량을 집계하는데 있어 호남고속선은 선로 미완성의 이유로 따로 고속철도 통행량으로 집계되지 않아 분석에 적용되지 않았다.

앞서 분석한 고속버스와 일반철도와는 달리 고속철도를 이용한 도시간 통행흐름의 경우 다른 결과를 나타낸다. 그림 4.7의 그래프 A와 그래프 B는 고속철도를 이용한 2005년의 도시간 통행 흐름을 나타낸다. 앞서 분석한 고속버스와 일반철도를 이용한 도시간 통행 흐름과는 달리 시간거리와 통행량 양의 상관관계를 형성하는 것을 볼 수 있으며, 이는 시간거리가 증가할수록 통행량이 감소한다는 중력모형의 기본가정에 반하는 결과이다. 이에 따라 고속철도는 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 증가함을 알 수 있다.

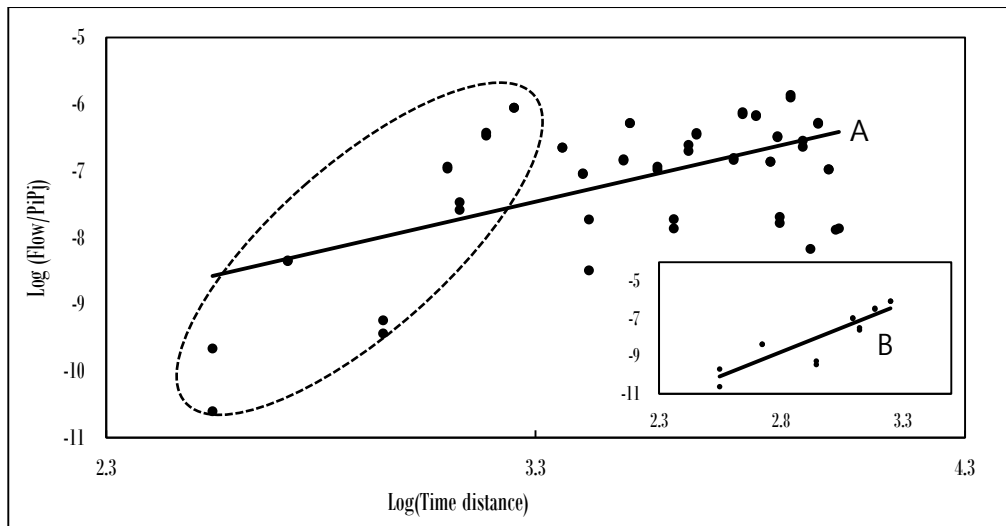


그림 4.7. 2005년 고속철도(KTX) 중력모형 회귀분석<sup>83</sup>

<sup>83</sup> 그림 4.7은 국가교통데이터베이스의 지점간 철도 수송실적 2005년 자료를 토대로 분석해 작성한 그래프

특히, 그래프 B는 그래프 A에 표기된 약 33분(log 3.3) 정도의 시간거리까지의 통행량을 표기한 것이다. 해당 사례만을 분석하였을 때, 전체 사례를 대상으로 분석하였을 때보다 훨씬 더 급격한 그래프를 형성하는 것을 볼 수 있다. 표 4.9는 그림 4.7의 그래프 A, B를 회귀분석한 결과를 나타낸 표이다.

그림 4.7의 그래프 A를 회귀분석하면 전체의 33%의 경우에 대해 설명력을 갖고 있다는 것을 알 수 있는데, 이때의 설명력은 신뢰수준 내에서 유의하다. 그러나 약 33분(log 3.3)까지의 사례들만 따로 분석할 경우 전체 77%의 사례에 대하여 유의한 설명력을 갖게 된다. 이때의 매개변수의 값은 전체 사례를 대입해 분석하였을 때 보다 더 큰 값을 가지며, 약 33분까지의 통행량이 시간거리에 훨씬 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다.

표 4.9. 2005년 고속철도(KTX) 회귀분석 결과<sup>84</sup>

	R <sup>2</sup> (관측수)	F비	상수항(K)	상수항의 t통계량	거리매개변수( $\beta$ )	$\beta$ 값의 t통계량
A	0.33(55)	26.14*	-12.341	-12.00*	-1.4779	5.11*
B	0.77(14)	40.85*	-23.28	-9.60*	-5.1814	6.39*

이 경우에 속하는 사례에는 고양-서울, 서울-광명, 대구-밀양, 부산-밀양 등 지리적으로 인접하고 같은 권역 내에 위치한 도시간 통행이 있다.

84 표 4.9은 국가교통데이터베이스의 지점간 철도 수송실적 2005년 자료를 토대로 분석해 작성한 그래프/ 주: \*표시된 값은 통계수준 95%에서 유의( $F \geq 4.60, t \geq |1.761|$ ).

또한 고속철도(KTX) 통행의 경우 분석된 회귀식의 상수항 값도 다른 수단의 분석 결과보다 높게 나타나는데, 이는 고속철도가 다른 수단에 비해 인구 규모가 큰 도시를 중심으로 건설되었기 때문이다.

그림 4.8의 그래프 A, B는 2010년 고속철도를 이용한 도시간 통행 흐름을 중력모형에 적용해 분석한 그래프이다. 2005년에 비해 2010년에는 경부고속선이 완성됨으로써 관측수가 늘어났다.

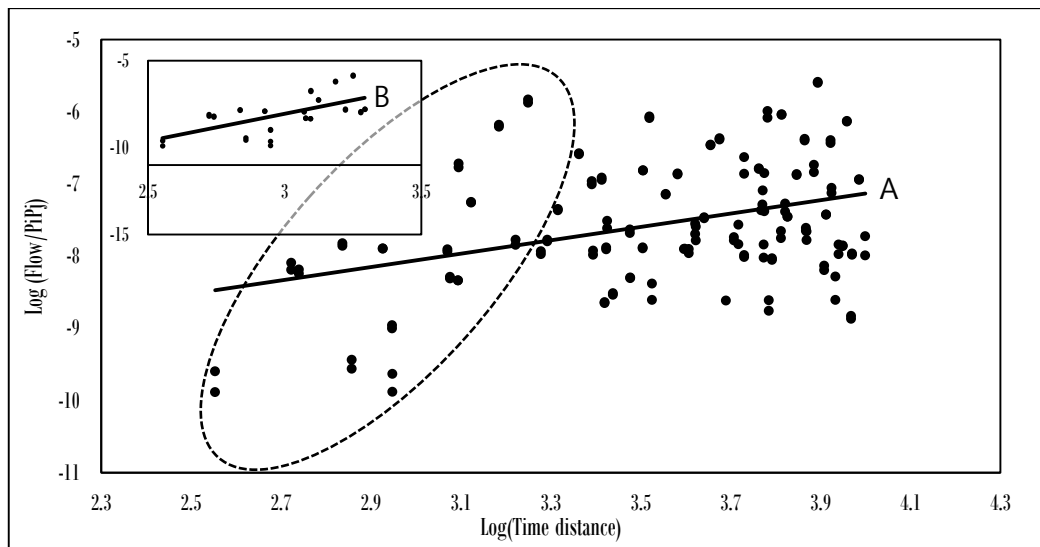


그림 4.8. 2010년 고속철도(KTX) 중력모형 회귀분석<sup>85</sup>

고속철도를 이용한 통행에 있어 2010년의 경우 매개 변수 값이 크게 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 이는 고속철도를 이용한 통행 흐름에 있어 시간거리가 통행량에 미치는 영향력이 작아졌음을 뜻하며, 우리 국토의 규모가 작아 경부선 축을

<sup>85</sup> 그림 4.8은 국가교통데이터베이스의 지점간 철도 수송실적 2010년 자료를 토대로 분석해 작성한 그래프/ 주: \*표시된 값은 통계수준 95%에서 유의 ( $F \geq 4.17, t \geq |1.645|$ ).

따라 고속철도가 완공된 2010년의 경우 시간거리의 영향력이 급감하기 때문으로 추측된다.

그래프 B는 그래프 A에 표기된 약 33분(log 3.3)까지의 사례를 따로 추출하여 2005년의 경우와 마찬가지로 분석한 그래프이다.

그러나 이 역시 2005년의 경우보다 설명력이 낮아지고, 시간거리에 관한 민감도가 적다. 따로 분석한 사례에 해당하는 도시간 통행은 역시 경주-부산, 울산-부산, 서울-고양, 서울-광명, 대구-울산 등의 지리적으로 인접하고 지역적으로 같은 권역에 속한 도시간 통행이다. 표 4.10은 그림 4.7의 그래프 A, B, C에 대해 실시한 회귀분석 결과를 나타낸 표이다.

표 4.10. 2010년 고속철도(KTX) 회귀분석 결과<sup>86</sup>

	R <sup>2</sup> (관측수)	F비	상수항(K)	상수항의 t통계량	거리매개변수( $\beta$ )	$\beta$ 값의 t통계량
A	0.14(153)	25.06*	-10.839	-16.43*	-0.9271	-16.43*
B	0.37(36)	20.10*	-17.426	-8.28*	-3.1246	4.48*

2005년과 2010년 고속철도를 이용한 통행흐름을 분석한 결과 앞서 분석한 고속버스, 일반철도와는 다른 통행 특성을 갖고 있다. 고속철도를 이용한 통행흐름의 경우 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 증가하는 추세를 보이며, 고속철도가 완성

<sup>86</sup> 표 4.9는 국가교통데이터베이스의 지점간 철도 수송실적 2010년 자료를 분석해 작성한 그래프 / 주: \* 표시된 값은 통계수준 95%에서 유의( $F \geq 4.17, t \geq |1.645|$ ).

된 2010년에 보다 시간거리에 덜 민감한 추세를 보임을 확인할 수 있었다. 고속철도는 타 통행 수단보다 시간거리가 많이 소요되어도 먼 거리일수록 타 수단과 비교 시 소요되는 시간이 적기 때문에 먼 거리를 이동할수록 고속철도의 통행량이 증가하는 것으로 우리나라 통행의 특성이라고 할 수 있다. 또한 이는 고속철도가 다른 통행 수단보다 장거리 통행에 이용되고 있음을 나타낸다.

#### 4) 소결

본 장에서는 고속버스, 일반철도 및 고속철도(KTX)를 이용한 도시간 통행량을 기반으로 도시간 통행흐름 및 각 수단별 이용 특성을 중력모형에 적용하여 분석하였다. 표 4.11은 분석 결과를 수단별 시기별로 정리한 것이며, 분석 결과는 다음과 같다.

표 4.11. 중력 모형 적용 분석 결과 정리<sup>87</sup>

	고속버스			철도				
				일반철도			고속철도	
	2003	2005	2010	2003	2005	2010	2005	2010
$R^2$ (F 검정)	0.36 (65.55)*	0.30 (51.08)*	0.32 (50.65)*	0.26 (1087.52)*	0.31 (1335.75)*	0.32 (1644.27)*	0.33 (26.14)*	0.14 (25.06)*
$K$ (t 검정)	-3.03 (-6.37)*	-3.17 (-6.12)*	-3.51 (-7.45)*	-1.50 (-8.20)*	-0.83 (-4.55)*	-0.32 (-1.74)*	-12.34 (-12.00)*	-10.84 (-16.43)*
$\beta$ (t 검정)	0.96 (8.10)*	0.92 (7.15)*	0.83 (7.12)*	1.56 (-32.98)*	1.73 (-36.55)*	1.89 (-40.55)*	-1.48 (5.11)*	-0.93 (-16.43)*

첫째, 고속버스를 이용한 도시간 통행흐름은 시간거리가 증가할수록 통행량이 감소하는 특성을 지닌다. 지리적으로 연결해 있거나 지역적으로 같은 권역에 속해 다른 통행 수단이 존재해 통행량이 분산되는 경우 및 다른 대체 수단이 없어 통행량이 집중되는 특정 경우를 제외하고 고속버스를 이용한 도시간 통행흐름은 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 추세를 보이는 일반적인 중력모형으로 설명할 수 있다.

둘째, 시간이 흐름에 따라 고속버스를 이용한 도시간 통행

<sup>87</sup> 앞서 분석한 표 4.1, 표 4.2, 표 4.3, 표 4.5, 표 4.6, 표 4.7의 A그룹을 정리한 것

주: \* 표시는 95% 수준에서 유의, ()는 검정값,  $F \geq 4.60$ ,  $t \geq |1.761|$

흐름은 시간거리에 따른 마찰 작용이 감소하여, 통행량이 감소하는 정도가 작아졌다. 그러나 모든 시기에 일정 시간거리(설정된 변곡점에 따른)를 넘어선 고속버스를 이용한 도시간 통행흐름은 시간거리에 대해 더 급격한 통행량 감소를 보인다.

셋째, 일반철도를 이용한 도시간 통행흐름 역시 일반적인 중력모형의 가정처럼 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 추세를 보인다. 그러나 일반철도의 경우 도시간 통행흐름에 있어 평균 약 30분까지의 시간거리에 있어서는 통행량이 증가하는 추세를 보인다. 이는 지리적으로 연결해 있거나 같은 권역에 속한 도시간 통행에서 나타나는 특성이며, 타 교통수단에 비해 중, 장거리 통행에 있어 시간거리가 단축되는 장점에서 기인한 특성으로 추측된다.

넷째, 일반철도를 이용한 도시간 통행흐름에 있어 약 30분을 넘어서는 통행에 있어서는 일반적인 중력모형의 적용이 가능하다. 평균 약 30분을 넘어서는 경우에는 일반철도를 이용한 도시간 통행 흐름에서도 모든 시기에 시간거리의 마찰력이 더 민감하게 작용하는 양상을 보인다. 이들 도시간 통행흐름은 지리적으로 먼 도시간 통행 및 철로상 다른 노선에 속한 도시간 통행으로 환승이 가능한 도시로 이동해 환승해야 하는 경우, 정해진 철로와 역을 순서대로 운행 해야 하는 철도의 특성에 의해 시간거리가 증가하여 통행량이 다른 수단으로 분산되는 사례들이다. 이를 통해 일반철도를 이용한 도시간 통행흐름은 일정 시간거리를 기점으로 두 가지 형태의 통행 특성이 나타남을 알 수 있다.

다섯째, 고속철도의 통행흐름의 경우 중력모형으로 설명할

수 없는 통행특성을 갖는다. 고속철도를 이용한 통행흐름은 시간거리가 증가할수록 통행량이 증가한다. 이는 고속철도가 다른 수단보다 장거리 통행에 주로 이용되는 특성을 반영한다.

여섯째, 고속철도를 이용한 도시간 통행흐름의 경우 고속철도를 이용할 수 있는 지역이 늘어날수록 시간거리에 둔감해진다. 2005년 고속철도가 도입된 직후의 시점보다 2010년 경부고속선이 완성된 이후의 거리매개변수 값이 더 적게 측정된다. 이는 고속철도를 이용할 수 있는 지역이 늘어날수록 통행량이 시간거리에 둔감해진다는 것을 뜻한다.

도시간 통행흐름에서 각 수단은 고유의 특성을 갖고 도시간 통행 흐름에서 각 역할을 분담하고 있음을 분석을 통해 확인하였다. 거리매개변수에서 확인해 보면 전반적인 시기에서 고속버스의 경우 시간이 흐름에 따라 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 정도가 둔화되었다. 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 전반적인 양상에 미루어 다른 수단에 비해 고속버스의 경우 단거리 통행에 주로 이용되는 것을 확인할 수 있다.

일반철도의 경우에는 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 정도가 심화되었다. 그러나 변곡점을 설정해 분석할 경우 일정 시간거리까지는 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 증가하는 추세를 보이는 것에 미루어 볼 때 지리적으로 인접한 경우와 같은 권역에 속한 경우와 같은 중거리 통행을 분담하고 있음을 알 수 있다. 또한 철도 특성에 기인한 시간상 단점이 작용하는 도시간 통행에서는 시간거리가 증가하면 통행량이 감소하는 것에 미루어 이런 경우 통행량이 다른 수단

에 분산되며, 장거리 통행흐름은 분담하지 않음을 알 수 있다. 고속버스에 비해 일정 시간거리 이상이 소요되면 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 더 민감하게 감소하는 것도 주목해야 할 일반철도의 특성이다.

고속철도의 경우에는 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 정도가 가장 크게 둔화되었다. 이러한 점에서 고속철도가 가장 시간거리에 둔감하게 반응하는 장거리 이용 교통수단임을 유추할 수 있다. 이러한 현상은 상대적으로 인접 지역에 위치한 특별시·광역시 간 통행흐름에서 더 두드러지게 관측된다.

## 5. 도시간 교통 통행 허브(Hub) 구조 분석

앞서 분석한 결과에 따르면, 각 교통 수단은 각기 다른 통행 특성을 갖고 있다. 때문에 분석 결과 도시간 여객 통행에 있어 여객의 수단 선택이 상이하였다. 교통 수단별 도시간 통행 흐름에서의 역할 및 도시적 특성에 따라 통행 특성이 다르기 때문에 이를 반영한 도시 구조적 특성이 나타나는지를 분석할 필요성이 대두된다. 때문에 본 장에서는 교통 흐름 중심지 역할을 수행하는 도시들의 허브(Hub) 계층 구조를 분석하고자, 도시간 통행량 자료를 분석하여 교통수단 및 시기에 따른 교통 기능의 허브 계층 구조의 변화를 비교·분석하고자 한다. 고속철도의 출현이 고속버스와 일반철도 각각을 이용한 도시간 통행의 허브 계층 구조 변화에 미친 영향도 또한 본 장에서 중점을 두고 분석할 부분이다.

따라서 수단 선택의 결과인 통행량을 대입해 MST (Maximum Spanning Tree, 이하 MST) 분석을 시행하였다. MST 분석기법은 최소 신장 트리(Minimum Spanning Tree)를 최대 신장 트리로 바꾼 개념이다. 신장 트리 분석 알고리즘은 크게 크루스칼 알고리즘(Kruskal's Algorithm, 1956<sup>88</sup>)과 프림 알고리즘(Prim's Algorithm, 1957<sup>89</sup>)의 두 가지로 나뉜다. 크루스칼 알고리즘은 링크들을 따로 모아 연결강도의 크기에 따라 내림차순으로 정렬한 후 가장 큰 연결강도의 링크(link)부터 노드(node)들에 연결

---

<sup>88</sup> Kruskal, J. B., 1956, "On the Shortest Spanning Subtree of a Graph and the Traveling Salesman Problem", *Proceedings of the American Mathematical Society*, 7(1), pp. 48-50

<sup>89</sup> Prim, R. C., 1957, "Shortest connection networks and some generalisations", *Bell system technical journal*, pp. 1389-1401

한다. 프림 알고리즘은 무작위로 노드를 선택하여 가장 큰 연결강도를 가진 링크를 선택해 연결하고 같은 방법으로 마지막 링크까지 연결하는 방법이다.

본 연구에서 사용한 신장트리 분석 방법은 크루스칼 알고리즘과 프림 알고리즘을 혼합한 것이다. 먼저 프림의 알고리즘을 사용해 노드를 링크로 연결한 후 링크들을 따로 모아 연결강도 크기로 내림차순 정렬하여 연결강도가 큰 링크부터 우선 연결하는 방식으로 개발된 프로그램을 사용하였다. 각 통행량을 기반으로 도시간 통행흐름의 중심지를 계층화된 트리(tree)로 분석하고자 통행량을 연결강도로 두고 각 도시를 노드로 삼았으며, 노드 간을 선으로 연결하였다. 노드들 간의 경로 거리에 의해 노드 사이의 계층을 결정하여 분석한 트리 구조로 도시간 교통 흐름의 중심성과 통행 계층의 구조를 나타내었다.

각 도시간의 물리적 거리는 변수로 입력하지 않았기 때문에 트리에 표시된 선의 길이는 중심지로부터 임의로 조정하였다. 또 사용한 데이터 중 철도 데이터는 O-D간 방향성이 있는 자료이나, 고속버스 데이터의 경우에는 O-D간 방향성이 없는 자료이기 때문에 통행 흐름에 있어 방향성은 알 수 없어, 도시간의 교통 흐름의 방향성을 고려하지 않고 총 통행을 전제로 트리를 구성하였다.



표 5.1. 2003년 도시간 고속버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분<sup>91</sup>

구분	지역
Level 1	수원, 고양, 의정부, 안산, 성남, 춘천, 경주, 인천
Level 2	광주, 대구, 대전, 함평, 순천, 창원, 해남, 마산, 안성, 여수, 천안, 논산, 김제, 무안, 아산, 나주, 강릉, 고흥, 금산, 보성, 동해, 강진, 포항, 목포, 전주, 군산, 상주, 속초, 평택, 삼척, 여주, 남원, 영암, 영광, 담양, 장흥, 용인, 완도, 영천, 원주, 이천, 제천, 광양, 진도, 익산, 장성, 연기, 진주, 정읍, 구미, 신안, 청주, 부산, 공주, 김천
Level 3	서울

2003년 고속버스를 이용한 도시간 통행의 허브 구조에서 가장 높은 허브 기능을 담당하는 도시는 서울로, 모든 도시와 직, 간접적인 통행에서 가장 고차의 중심지 기능을 수행함을 알 수 있다. 서울보다 하위 도시 중 또 다른 하위의 도시와 교통 중심성 위계를 형성하고 있는 지역은 광주, 대구, 대전의 세 지역이다. 광주의 경우 수원, 고양, 의정부, 안산, 성남을 교통 중심 기능상 하위 도시로, 대구는 춘천과 경주를 교통 중심 기능상 하위 도시로, 대전은 인천을 교통 중심 기능상 하위 도시로 갖고 있는 특징이 있다. 이는 지리적 위치를 고려하지 않고 통행량 자체만을 고려해 분석하였기 때문인데, 광주, 대구, 대전의 교통 중심 기능상 하위인 도시들은 가장

<sup>91</sup> 표 5.1은 그림 5.1을 해석

주: 높은 레벨의 도시일수록 도시간 통행흐름에 있어 더 높은 교통 중심성 위계를 갖는 것을 뜻하며, 진하게 표현된 도시는 하위 도시에 관해 교통 중심 위계를 가짐

고차의 중심성 위계를 갖는 서울과 고속버스를 이용해 통행하는 통행량보다는 각각의 도시와 광주, 대구, 대전간을 통행하는 통행량이 많음을 나타낸다. 이들 도시와는 다르게 눈여겨 봐야 할 것은 울산으로, 그림 5.1에서 확인할 수 있듯이 어느 도시와도 교통 중심 위계를 형성하고 있지 않다. 이러한 결과는 도시간 통행흐름에 있어 고속버스를 이용한 여객의 중요한 통행특성을 나타낸다. 또한 시기에 따라 이러한 교통 중심 위계를 갖고 있는 도시들이 다르며, 그 하위에 위치하는 도시들 역시 시기에 따라 변화한다.

그림 5.2는 2005년 지역간 통행흐름의 중심 기능을 수행하는 허브 도시를 알아보기 위해 도시간 통행흐름을 트리 구조로 나타낸 것이다. 2003년과 비교해 보면, 2005년에 조금 더 다양한 계층의 중심도시들이 존재함을 알 수 있다. 그러나 울산은 2003년과 마찬가지로 어느 도시와도 교통 중심 위계를 형성하고 있지 않는다. 2005년 교통 중심성 위계 트리에서 경주도 울산과 마찬가지로 교통 중심 위계를 형성하고 있지 않다. 새롭게 교통 중심 기능상 하위 도시를 갖는 도시는 강릉이며, 대구의 경우에는 2003년과 달리 하위 도시를 상실하였다. 춘천의 경우 2003년 대구의 하위 도시로 서울과 교통 위계 구조를 형성했으나, 2005년의 경우에는 교통 위계 구조를 형성하고 있지 않는 것으로 나타난다. 이들 도시의 경우 다른 모든 도시와 대체적으로 비슷한 수준의 통행량을 가져 위계 구조를 형성하지 않는 것으로 사료된다.

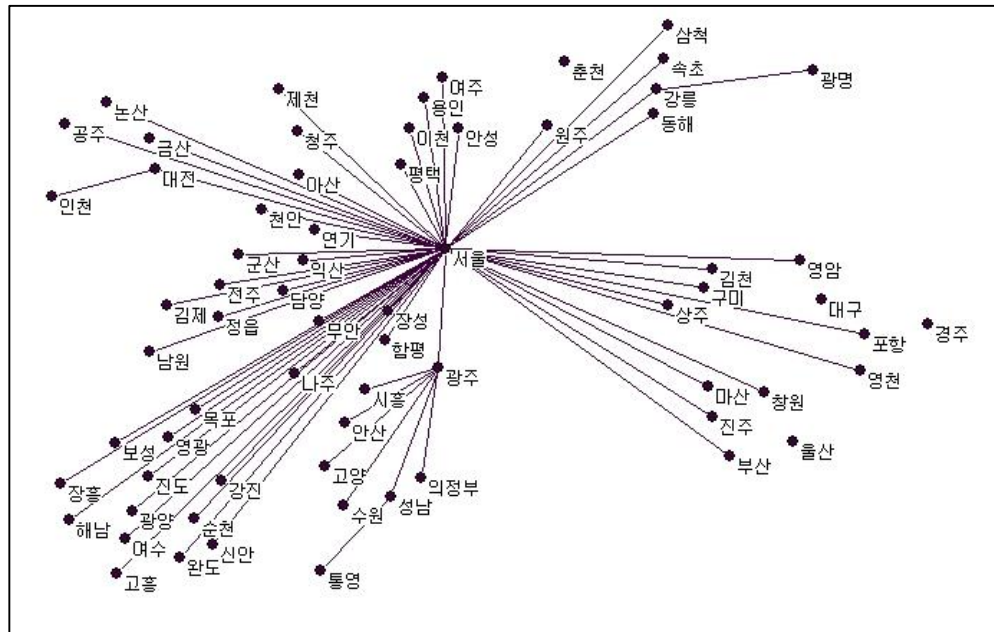


그림 5.2. 2005년 도시간 버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리<sup>92</sup>

표 5.2는 2005년의 교통 허브 도시의 위계 구조를 단계별로 구분한 것으로 2003년보다 도시간 통행 흐름에서 교통 위계 구조를 이루고 있는 도시의 수가 상대적으로 늘어났다. 2003년과 마찬가지로 2005년 역시 고속버스를 이용한 도시간 여객 통행흐름에 있어 몇몇 예외를 제외한 모든 도시의 통행이 가장 높은 교통 중심 기능을 수행하는 서울과 직접적으로 연계를 형성하고 있는 점도 주목할만하다. 또한, 대구가 교통 중심 위계에 있어 하위 도시를 잃고, 대전이 2003년과 동일한 계층 구조를 형성한 것과 달리 광주의 경우에 2003년 갖고 있던 하위 도시에 더하여 시흥을 새로운 하위 구조로 형성하였다. 성남의 경우 광주의 하위 도시로 포함되고 있으나, 새롭게 통영

<sup>92</sup> 그림 5.2는 국가교통데이터베이스 버스 지점간 수송실적, 2005를 토대로 분석

을 하위의 도시로 형성해 도시간 통행흐름에 있어 성남과 통영의 도시간 통행량이 광주와 통영, 서울과 통영간의 통행량보다 많다는 점을 드러냈다. 2003년과 마찬가지로 2005년에도 고속버스를 이용한 도시간 여객 통행은 교통 위계의 중심에 위치한 서울과 직접적으로 연결되고 있으며, 고속철도가 형성되기 이전인 2003년과 비교했을 때 2005년의 계층 구조에서 대구가 고속버스 통행의 위계 중심 기능을 잃었다는 점은 주목할만하다. 이는 대구의 도시간 통행 흐름에서 다른 수단이 차지하는 비중이 높아졌기 때문으로 추측된다.

표 5.2. 2005년 도시간 고속버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분<sup>93</sup>

구분	지역
Level 1	통영
Level 2	성남, 광명, 인천, 고양, 안산, 의정부, 수원, 시흥
Level 3	대전, 광주, 강릉, 금산, 아산, 강진, 함평, 부산, 전주, 목포, 보성, 장성, 신안, 안성, 연기, 영암, 창원, 여주, 논산, 장흥, 영광, 광양, 영천, 남원, 용인, 완도, 공주, 평택, 원주, 이천, 무안, 상주, 익산, 진도, 군산, 정읍, 김천, 제천, 청주, 마산, 천안, 고흥, 동해, 김제, 포항, 속초, 삼척, 여수, 진주, 구미, 순천, 나주, 담양, 해남
Level 4	서울

그림 5.3은 2010년 통행량 트리로, 2005년의 통행량 트리와

<sup>93</sup> 표 5.2는 그림 5.2를 해석

주: 높은 레벨의 도시일수록 도시간 통행흐름에 있어 더 높은 교통 중심성 위계를 갖는 것을 뜻하며, 진하게 표현된 도시는 하위 도시에 관해 교통 중심 위계를 가짐.

마찬가지로 네 단계의 허브 계층을 형성하고 있다. 2003년, 2005년과의 가장 큰 차이점은 도시간 고속버스 통행흐름이 있는 모든 지역에서 계층 구조를 형성하고 있다는 점이다. 계속해서 계층 구조를 형성하지 않았던 울산은 2010년 다시 하위 교통 중심지인 대구의 하위 도시로 편입되어, 대구와 서울과 여객 통행에 있어 일정 수준의 통행량을 담당하며 새로운 계층 구조를 형성하고 있다. 이러한 점은 2005년 계층구조를 형성하지 않았던 춘천과 경주에서도 발견할 수 있다.

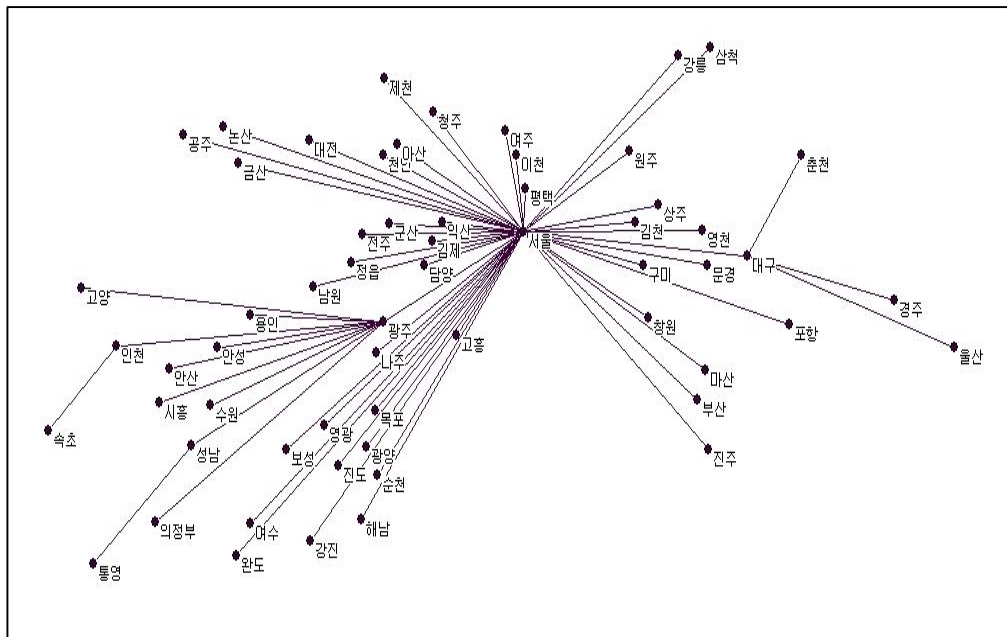


그림 5.3. 2010년 도시간 버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리<sup>94</sup>

표 5.3은 2010년 통행량 트리를 기반으로 분류한 교통 중심성 위계 구분이다. 서울의 하위계층 통행 중심지로는 앞서 언급한 대구 이외에 광주가 있다. 광주는 2005년에 이어 새로운

<sup>94</sup> 그림 5.3은 국가교통데이터베이스 버스 지점간 수송실적, 2010을 토대로 분석

교통 통행상 하위 도시를 형성하였다. 새롭게 광주의 하위 중심지로 편입된 지역은 안성, 용인, 인천이며, 인천의 경우 대전의 하위 도시에서 광주의 하위 도시로 변화했다. 더불어 인천은 속초를 하위 도시로 포함하는 계층구조 상 변화를 겪었다. 하위 도시를 가지며 도시간 통행흐름에 계층구조를 형성하는 도시의 수는 2005년보다 줄어들었지만, 계층구조가 더 다양한 구조를 형성하게 된 것이 2010년 고속버스를 이용한 도시간 통행의 계층 구조 상 특징이다.

표 5.3. 2010년 도시간 고속버스 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분<sup>95</sup>

구분	지역
Level 1	속초, 통영
Level 2	인천, 성남, 고양, 안성, 용인, 시흥, 안산, 의정부, 수원, 울산, 춘천, 경주
Level 3	광주, 대구, 김천, 금산, 영광, 천안, 나주, 논산, 순천, 상주, 아산, 남원, 보성, 부산, 여수, 영천, 완도, 담양, 여주, 이천, 익산, 문경, 청주, 목포, 제천, 정읍, 진도, 강진, 평택, 삼척, 창원, 진주, 구미, 광양, 고흥, 해남, 광양, 전주, 원주, 포항, 마산, 강릉, 군산, 김제, 공주, 대전
Level 4	서울

고속버스를 이용한 도시간 통행흐름의 계층성을 나타낸 트리의 구조는 이후 언급할 일반철도 및 고속철도와 크게 다른

<sup>95</sup> 표 5.3은 그림 5.3을 해석

주: 높은 레벨의 도시일수록 도시간 통행흐름에 있어 더 높은 교통 중심성 위계를 갖는 것을 뜻하며, 진하게 표현된 도시는 하위 도시에 관해 교통 중심 위계를 가짐.

성향을 갖는다. 고속버스의 경우 철도와 다르게 기존 인프라를 이용하는 특성이 있어 기종점 비용이 철도 시설에 비해 적게 소요된다. 이는 민간기업의 고속버스 운영 사업을 가능하게 하며, 이러한 민간 기업의 사업 참여는 이익 창출의 편의성 문제로 도시간 통행흐름에 있어 통행수요가 많은 곳을 연결하려는 현상으로 나타난다. 이에 따라 고속버스를 이용한 도시간 통행 흐름에 있어 다양한 중심지 기능을 담당하는 도시 계층이 형성되지 않고 대다수의 도시들이 수위도시인 서울과 직접적으로 연결되어 있는 형태로 나타났을 것이라 사료된다.

또한 서울 바로 하위의 허브 기능을 담당하던 대구의 경우, 고속철도가 정착하는 도시이기 때문에 고속철도 도입 직후 허브기능을 상실했다 2010년 다시 허브 기능을 되찾은 점도 유의미하다. 특히, 2010년 대구의 하위 도시를 형성하는 도시 중 경주와 울산이 포함된 것에 미루어 보아 대구와 경주, 울산 간 통행에서는 고속철도를 이용할 수 있음에도 불구하고 고속버스를 주로 이용하는 것을 확인할 수 있다. 이는 앞서 분석 결과와 같이 비교적 짧은 거리의 동일 권역 내 이동에서는 주로 고속버스를 이용하기 때문으로 추측할 수 있다.



통행 중심성을 지니고 있는 도시는 서울이다. 그러나 일반철도를 이용한 경우 고속버스를 이용한 경우 보다 많은 계층으로 이루어져 있는데, 고속버스의 경우 직접적으로 서울과 대다수의 도시가 연결되어 있었다면 일반철도의 경우에는 서울과 간접적인 계층구조로 연결되어 있는 도시들도 많다.

표 5.4. 2003년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분<sup>97</sup>

구분	지역
Level 1	경주, 의왕, 인천, 군위
Level 2	포항, 영천, 청원, 사천, 하동, 화순, 상주, 칠곡, 의성, 문경, 김천, 구미
Level 3	대구, 보성, 진주, 충주, 수원, 음성, 영동, 봉화, 안양, 진해, 함안, 하남, 광양, 동두천, 양주, 연천, 증평, 청주, 군산, 삼척, 밀양, 예천, 청도, 울산, 김해, 경산, 양산, 남양주
Level 4	부산, 대전, 영주, 평택, 춘천, 창원, 마산, 목포, 광주, 의정부, 제천, 익산, 강릉, 단양, 안동, 영월, 계룡, 보령, 장성, 정읍, 순천, 양평, 아산, 동해, 여수, 홍성, 남원, 나주, 정선, 논산, 옥천, 파주, 천안, 전주, 완주, 원주, 오산, 임실, 서천, 연기, 가평, 곡성, 함평, 예산, 고양, 김제, 태백
Level 5	서울

표 5.4는 2003년 통행량 트리를 기반으로 분류한 허브 계층 구분이다. 부산의 경우 밀양, 예천, 청도, 울산, 김해, 경산,

<sup>97</sup> 표 5.4. 자료 인용: 그림 5.4와 동일

주: 높은 레벨의 도시일수록 도시간 통행흐름에 있어 더 높은 교통 중심성 위계를 갖는 것을 뜻하며, 진하게 표현된 도시는 하위 도시에 관해 교통 중심 위계를 가짐.

양산과 대구를 교통 기능의 하위 계층으로 형성하고 있다. 이 중 대구는 또 다시 포항, 상주, 칠곡, 의성, 문경, 김천, 영천, 구미를 하위계층으로 삼고 있는 지역이다. 이들 도시 중 포항은 경주, 의왕, 인천의 세 도시를 하위 계층으로 삼고 있고, 영천은 군위를 하위 계층으로 삼고 있을 정도로 통행에 있어 복잡한 위계 구조를 형성하고 있다.

또한 일반철도 운행 지역의 허브 계층 구조와 고속버스 운행 지역의 통행에 있어 허브 계층 구조를 구별하는 특성으로는 지역적 연계를 말할 수 있다. 몇몇 도시를 제외하고 일반철도 운행 지역간의 통행 계층 구조는 지리적으로 가까운 지역(예를 들어 같은 도 내의 서로 다른 도시, 같은 철도 노선이 지나가는 도시)에 위치해 있다. 이러한 계층 구조는 4번째 계층에 위치하는 대전, 마산, 광주, 의정부에도 마찬가지로 나타난다. 이들 도시는 일반철도 노선이 다양해 한 도시 내 여러 개의 역이 존재하거나, 여러 노선으로 환승할 수 있는 지역이므로 각 하위 지역에 일정 부분 교통 중심지 기능을 제공한다고 할 수 있다.

그림 5.5는 2005년 일반철도의 도시간 통행의 허브 구조 특성을 나타낸 트리모, 고속철도가 개통된 후 일반철도의 통행 위계 특성을 나타낸다. 2005년 교통 중심성 위계 트리는 경기도를 제외하고 각 도 지역마다 중심지기능을 수행하는 하나 이상의 도시는 계층성을 지니고 있는 것을 확인할 수 있다.

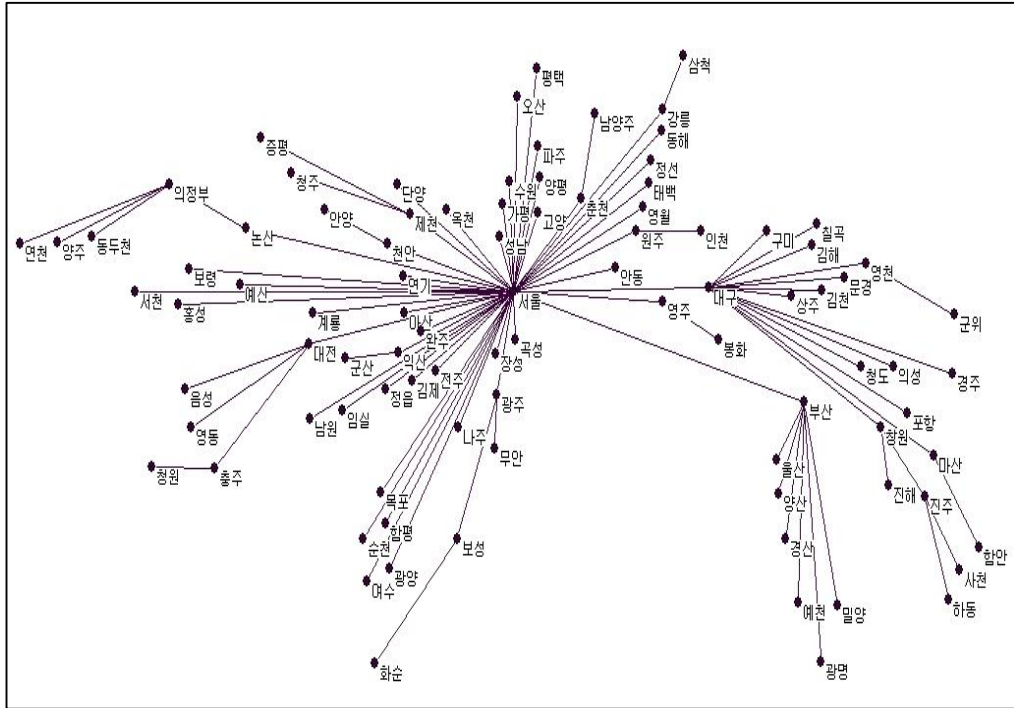


그림 5.5. 2005년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리<sup>98</sup>

경기도의 경우에는 서울과 직접적으로 교류할 수 있는 가능성이 더 크기 때문에 서울과 직접적으로 연결되어 있으며, 의정부의 경우 서울과 교류하는 통행량보다 논산과 교류하는 통행량이 많아 논산의 하위도시로 계층 구조를 형성하였다. 그러나 의정부의 하위 도시는 의정부 주변지역들로 형성되어 있다. 이는 의정부와 주변 도시를 통행하는 여객이 다른 교통수단보다 철도를 더 많이 이용하기 때문으로 해석할 수 있다.

표 5.5는 2005년 통행량 트리를 기반으로 분류한 교통 중심성 구분이다. 앞선 결과들과 마찬가지로 가장 상위의 계층 중심지 기능을 수행하는 지역은 서울이었다. 서울 바로 아래 단

<sup>98</sup> 그림 5.5는 국가교통데이터베이스 철도 지점간 수송실적, 2005를 토대로 분석

계의 계층 구조를 갖는 도시는 2003년에는 충북을 제외한 전국 도 지역에 고루 분포한 반면, 2005년의 경우에는 2003년 보다 충청지역의 계층 중심지가 늘어났다. 경기지역은 2003년과 마찬가지로 서울과 직접적인 교통 흐름을 형성하고 있어 계층 중심지가 존재하지 않는다.

표 5.5. 2005년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분<sup>99</sup>

구분	지역
Level 1	사천, 하동
Level 2	진주, 연천, 양주, 동두천, 화순, 청원, 진해, 함안, 군위
Level 3	의정부, 보성, 충주, 창원, 마산, 영천, 김해, 안양, 울산, 양산, 밀양, 예천, 경산, 광명, 군산, 청주, 증평, 봉화, 삼척, 남양주, 인천, 무안, 영동, 음성, 포항, 청도, 의성, 경주, 상주, 김천, 문경, 칠곡, 구미
Level 4	논산, 춘천, 강릉, 영주, 제천, 익산, 부산, 천안, 대구, 대전, 광주, 원주, 예산, 장성, 김제, 홍성, 옥천, 정선, 동해, 연기, 단양, 순천, 양평, 평택, 태백, 성남, 임실, 오산, 안동, 완주, 목포, 함평, 보령, 고양, 계룡, 아산, 여수, 나주, 남원, 곡성, 가평, 영월, 광양, 수원, 정읍, 서천, 전주, 파주
Level 5	서울

또한, 2003년에는 서울 다음 수준의 통행 중심지 기능을 수

<sup>99</sup> 표 5.5는 그림 5.5를 해석

주: 높은 레벨의 도시일수록 도시간 통행흐름에 있어 더 높은 교통 중심성 위계를 갖는 것을 뜻하며, 진하게 표현된 도시는 하위 도시에 관해 교통 중심 위계를 가짐.

행하던 창원과 마산이 세 번째 수준의 계층 구조를 형성하게 된 점과 세 번째 수준의 교통 중심지 기능을 수행하던 진주가 이전보다 하위의 중심지 기능을 수행하게 된 점도 2005년 교통 허브 위계 트리의 특징이다. 이는 2003년보다 2005년에 일반철도를 통한 여객 흐름이 더 뚜렷한 계층 구조를 지니게 되었다는 점을 시사한다. 고속철도가 생기기 전인 2003년에는 부산의 하위 교통 중심지였던 대구가 2005년에 부산과 동등한 수준의 교통 중심지 기능을 수행하게 된 점도 유의미하다.

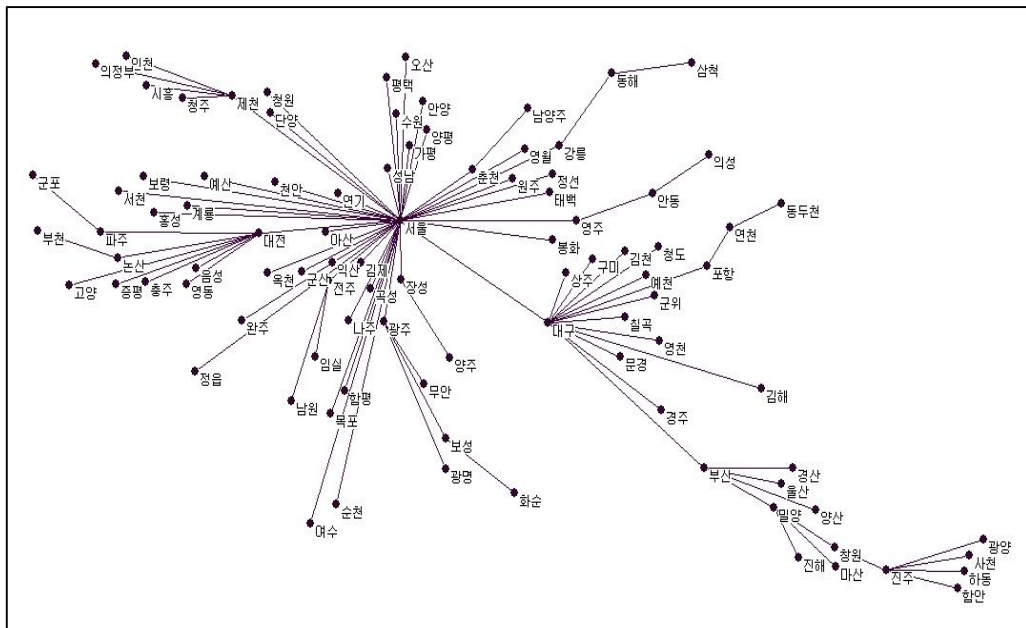


그림 5.6. 2010년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 트리<sup>100</sup>

그림 5.6은 2010년 일반철도의 도시간 통행흐름의 허브 계층 구조 특성을 나타낸 트리로 앞선 결과들과 비교했을 때, 계층 구조가 가장 다양하다. 이를 계층에 따라 정리한 것이

<sup>100</sup> 그림 5.6은 국가교통데이터베이스 철도 지점간 수송실적, 2010을 토대로 분석

표 5.6이다.

2003년, 2005년과 비교했을 때 가장 눈에 띄는 변화는 대구의 사례로, 2003년에 부산의 하위 도시로 시작해 2005년 부산과 동등한 중심 계층 기능을 수행하였고, 2010년에는 부산을 하위 도시로 포함하는 것을 볼 수 있다. 이는 고속철도가 개통되어 타 지역에서 영남지역으로, 혹은 영남지역에서 타 지역으로 이동하는 철도 여객이 환승 장소로 여러 철도 노선을 이용할 수 있는 대구를 이용하기 때문인 것으로 추측할 수 있다. 마산과 창원인 경우에는 2003년, 2005년과 비교하면 더 낮은 계층성을 갖고 있다. 마산과 창원은 2003년 부산과 비슷한 중심 계층 기능을 수행하였고, 2005년에는 대구의 하위 도시로써 주변지역에 일정 수준 교통 중심지 기능을 수행하였다. 반면, 2010년에는 밀양의 하위 도시로 편성되어 계층이 더 낮아졌지만, 여전히 주변도시의 중심지로 작용하고 있다.

사천, 하동의 경우에는 2003년, 2005년, 2010년 모두 진주에 교통 중심 기능을 의존하고 있는 양상을 보이는데, 이는 철도 통행이 철도 노선을 중심으로 발생할 수 밖에 없는 특성에서 기인한 것이다. 광양의 경우도 진주의 하위에 편성되어 있는 점을 관찰할 수 있으며, 이 역시 경전선 노선의 영향으로 호남 지역보다 영남 지역과의 통행량이 많기 때문이다. 또한 일반철도의 경우에는 버스와 달리 직접적인 연결보다는 중심지 기능을 수행하는 허브를 중심으로 계층 구조를 형성하고 있는 특징이 있다. 인근에 더 고차의 중심지 기능을 제공하는 지역일수록 더 높은 허브 기능을 보유한다.

표 5.6. 2010년 도시간 일반철도 통행량을 기반으로 한 교통 중심성 위계 구분<sup>101</sup>

구분	지역
Level 1	사천, 함안, 하동, 광양
Level 2	진주
Level 3	창원, 동두천, 마산, 진해
Level 4	연천, 밀양, 삼척, 의성, 군포, 부천, 화순, 임실, 남원
Level 5	동해, 안동, 포항, 부산, 파주, 논산, 보성, 시흥, 인천, 청주, 경주, 김해, 예천, 상주, 구미, 김천, 칠곡, 청도, 군위, 문경, 영동, 음성, 충주, 고양, 증평, 완주, 광명, 무안, 양주, 남양주, 의정부
Level 6	제천, 강릉, 영주, 대구, 대전, 익산, 광주, 장성, 서천, 춘천, 전주, 연기, 오산, 보령, 청원, 예산, 곡성, 홍성, 김제, 가평, 목포, 계룡, 정선, 원주, 양평, 나주, 봉화, 옥천, 안양, 평택, 성남, 군산, 여수, 함평, 단양, 천안, 수원, 영월, 순천, 아산, 정읍, 태백, 경산, 양산, 영천
Level 7	서울

특히 철도의 경우 교통의 중심지 기능 즉, 여러 노선이 지나 다양한 노선 간 환승이 가능한 지역일수록 더 고차의 교통 중심지 계층의 역할을 수행한다. 대표적으로 서울, 대구, 대전, 부산, 창원, 진주와 같은 도시들이 이에 속한다. 이는 철도가 노선을 따라 이동할 수 밖에 없는 교통수단이며 기·종점을 설치하고 노선을 증설하는데 고속버스보다 제약이 많다는 점에 기인한다. 또한 고속철도가 개통되며 고속철도 정착역을

<sup>101</sup> 표 5.6은 그림 5.6을 해석

주: 높은 레벨의 도시일수록 도시간 통행흐름에 있어 더 높은 교통 중심성 위계를 갖는 것을 뜻하며, 진하게 표현된 도시는 하위 도시에 관해 교통 중심 위계를 가짐.

비롯한 주변 도시의 교통 중심 계층에 적지 않은 영향력을 끼친다는 것을 알 수 있다.

### 3) 고속철도(KTX) 통행의 허브 구조 특성

고속철도 통행흐름의 허브 계층 구조는 여러 계층을 이루는 트리를 형성하고 있지 않은데, 이는 고속철도 정차역이 다양하지 않은 것이 원인이라 사료된다.

그림 5.7은 2005년 개통 직후의 고속철도 정차역이 있는 도시의 계층을 구조화한 트리다. 앞서 언급했듯이 고속버스와 일반철도와는 다른 구조를 갖고 있다. 서울과 부산의 경우 어느 하나가 상위 계층이라고 할 수 없는 동등한 구조를 형성하고 있으며, 가까이 있는 도시보다 멀리 있는 도시와 계층 구조를 형성하고 있다. 고속철도의 특성상 가까운 도시간의 이동시 이용하기 보다는 거리가 먼 도시간 이동시 이용하기 때문에 통행량에 차이가 나타나기 때문이다.

2010년의 경우에도 고속철도가 정차하는 도시의 계층 구조는 2005년과 비슷한데, 경부고속선이 완전히 개통됨에 따라 도시들이 증가한 것 외에는 큰 차이가 없다. 수도권 도시들은 부산의 하위 계층에 위치하고 있으며, 비수도권 지역들은 서울의 하위 계층에 위치하고 있다. 그림 5.8은 2010년 고속철도 정차 도시 위계 트리를 나타낸 것이고, 표 5.7은 그림 5.7과 그림 5.8을 간략하게 나타낸 것이다.

본 연구에서 다루는 고속철도의 범위가 경부고속선에 국한되어 있어 고속버스, 일반철도와는 달리 비교적 단순한 계층 구조를 갖고 있다. 이러한 점은 2015년 호남고속선이 개통될 경우 보완되어 다른 수단과 마찬가지로 여러 계층을 이루는 트리를 형성하리라 기대된다.

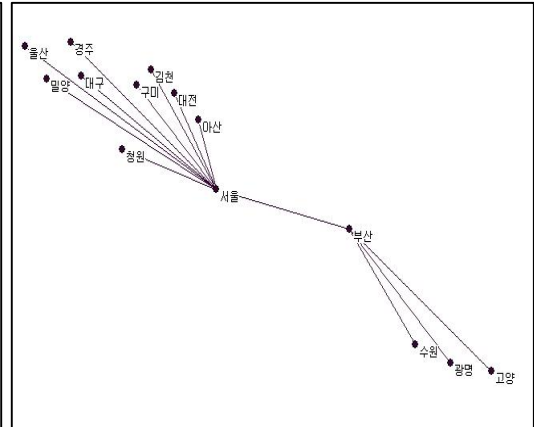
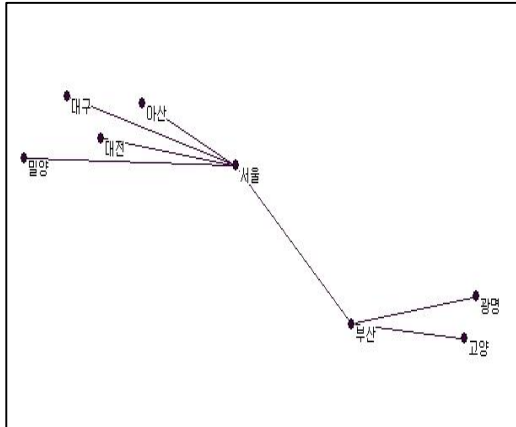


그림 5.7. 2005년 도시간 고속철도 통행량 기반 교통 중심성 위계 트리<sup>102</sup>

그림 5.8. 2010년 도시간 고속철도 통행량 기반 교통 중심성 위계 트리<sup>103</sup>

표 5.7. 2005년과 2010년의 고속철도 통행량 기반 위계 구분<sup>104</sup>

구분	지역	
	2005년	2010년
Level 1	광명, 고양, 대구, 대전, 밀양, 아산	고양, 광명, 김천, 아산, 울산, 청원, 밀양, 구미, 수원, 경주, 대구, 대전
Level 2	서울, 부산	서울, 부산

<sup>102</sup> 그림 5.7 은 국가교통데이터베이스 철도 지점간 수송실적, 2005를 토대로 분석한 내용을 해석

<sup>103</sup> 그림 5.8 은 국가교통데이터베이스 철도 지점간 수송실적, 2010을 토대로 분석한 내용을 해석

<sup>104</sup> 표 5.7은 그림 5.7, 그림 5.8을 토대로 정리한 것

주: 높은 레벨의 도시일수록 도시간 통행흐름에 있어 더 높은 교통 중심성 위계를 갖는 것을 뜻하며, 진하게 표현된 도시는 하위 도시에 관해 교통 중심 위계를 가짐.

#### 4) 소결

본 장에서는 고속버스, 일반철도, 고속철도(KTX)의 도시간 여객 통행량을 기반으로 도시간 통행흐름에 있어 도시가 어떻게 허브 구조를 형성하고 있는지와 시간의 흐름에 따른 허브계층 구조의 변화를 분석하였다. 표 5.8은 수단별, 시기별 도시 허브 구조를 분석한 결과 도시간 통행에서 교통의 허브계층 구조를 형성한 도시들을 정리한 것이고, 결과를 정리하면 다음과 같다.

표 5.8. 수단별, 시기별 교통 허브 도시<sup>105</sup>

Hub 차위	고속버스			철도				
				일반철도			고속철도	
	2003	2005	2010	2003	2005	2010	2005	2010
6차위	-	-	-	-	-	서울	-	-
5차위	-	-	-	-	-	제천 강릉, 영주, 대구, 대전 익산, 광주, 장성, 서천, 춘천	-	-
4차위	-	-	-	서울	서울	동해 안동, 포항, 부산 파주, 논산, 보성, 진주	-	-
3차위	-	서울	서울	부산 대전 영주, 평택 춘천 창원, 미산 목포, 광주, 강릉, 제천 익산, 의정부	논산 춘천 강릉, 영주, 제천 익산, 부산 천안 대구, 대전 광주, 원주	연천 말양	-	-
2차위	서울	대전 광주, 강릉	광주, 대구	대구, 보성, 진주, 충주	보성 충주, 창원, 미산, 의정부, 영천	창원	-	-
1차위	광주, 대구, 대전	성남	인천, 성남	포항, 영천	진주	진주	서울, 부산	서울, 부산

<sup>105</sup> 표 5.1에서 표 5.7까지 중 허브 형성 도시만을 추출해 정리한 표, 차위 수가 높을수록 교차의 교통 중심지 기능을 수행

첫째, 모든 교통 수단 및 시기에 가장 상위의 계층에는 서울이 위치하고 있다. 가장 상위의 계층을 제외하고는 시기에 따라 크고 작은 변동을 보인다. 고속철도의 경우 서울과 부산이 동일 수준의 계층 수준을 보이긴 하지만 이러한 경우에도 서울은 가장 상위의 계층을 차지하고 있다.

둘째, 고속버스를 이용한 통행 흐름에서 가장 상위 계층의 바로 하위 계층에 위치하며 다양한 하위도시를 거느리고, 모든 시기에 통행의 중심지 기능을 수행한 도시는 광주이다. 그러나 광주의 경우 주변 도시의 교통 중심지 기능을 수행하기 보다는 타 지역과의 통행량이 많아 하위 도시를 형성한 것으로 추정된다. 광주의 대부분 하위 도시들이 수도권 지역이기 때문인데, 이들 하위도시는 서울과 연결할 수 있는 다른 교통 수단(광역버스와 지하철 등)이 존재하기 때문에 고속버스를 이용해 서울과 통행하기 보다는 광주와 고속버스를 이용해 통행한 양이 더 많을 것이기 때문이다. 마찬가지로 이유로 대부분의 하위 도시를 거느린 도시들은 주변 도시보다는 타 지역의 도시들과 계층 구조를 형성하고 있다.

셋째, 고속버스의 경우 가장 상위 계층인 서울과 직접적으로 통행이 이루어진다. 기존에 존재하던 도로를 이용해 고속버스의 운행이 가능하므로, 도시간의 통행에 있어 철도에 비해 우회하거나 환승하는 경우가 적고 직접적인 연결이 가능하기 때문으로 사료된다.

넷째, 일반철도의 경우 고속버스나 고속철도에 비해 더 복잡한 계층구조를 형성한다. 이는 노선을 따라 정해진 역 사이를 운행하는 철도의 특성에 기인한 것으로 환승이 가능한 도시

및 여러 노선이 겹치는 도시로의 통행량이 많아 이들 도시들이 통행 중심지 기능을 수행하는 것으로 보인다.

다섯째, 일반철도의 경우 고속버스나 고속철도와 달리 주변 지역의 도시들과 계층 구조를 형성한다. 특수한 경우를 제외하고는 주변 지역들과 계층 구조를 형성하는데, 이 역시 노선 중심의 통행이 이루어지는 철도 통행 특성에서 기인한 것이다. 또한, 이러한 점은 다른 지역보다 경상도 지역에서 두드러지게 나타난다. 이는 경상도 지역이 철도 노선이 다양하게 구성되어 있기 때문이며, 수도권 및 충남의 경우 서울과 가까워 직접적으로 통행하는 지역이 많아 다양한 계층구조가 형성되지 않는 것으로 보인다.

여섯째, 일반철도의 경우 고속철도의 개통 전과 개통 후의 경우 계층 구조에 차이가 나타난다. 특히 고속철도가 개통된 경부선의 경우에 두드러진 차이가 나타나는데, 하위 계층에 위치하던 대구가 2010년에 경상도 지역의 최상위 계층의 위치로 변화한 점을 들 수 있다. 이는 영남 지역을 기점 혹은 종점으로 한 고속철도와 일반철도 이용객의 각 수단으로의 환승이 대구에서 일어나기 때문이며, 그에 따라 영남권에서 대구가 가장 높은 계층의 교통 중심지 기능을 수행하는 것으로 알 수 있다.

일곱째, 고속철도의 경우 하나의 도시가 전체 계층의 도시 간 통행의 중심 기능을 수행하지 않는다. 수위도시인 서울과 제 2위 도시인 부산이 같은 수준의 교통 중심지 기능을 수행하며, 수도권 지역은 부산과, 비수도권 지역은 서울과 계층구조를 맺고 있다. 이는 고속철도가 근거리 통행보다 장거리 통

행 시에 이용량이 많은 사실을 보여준다. 때문에 비교적 단거리인 동일 권역 내 통행에서는 고속철도 외의 타 수단을 이용하는 양상을 확인할 수 있다.

이처럼 같은 도시간 통행흐름에서도 각 수단별, 시기별 차이가 나타나고 있으며, 각각의 수단은 고유의 특성을 갖고 있음을 본 장을 통하여 다시 한번 확인하였다. 고속버스의 경우에는 직접적인 통행이 많으며, 다른 교통 수단이 존재하지 않는 경우의 도시간 통행흐름에 영향을 받는다. 일반철도의 경우에는 철도 특성에 의해 영향을 받으며, 노선의 다양성과 환승 가능성에 따라 다양한 계층 구조를 형성한다. 고속철도의 경우 장거리 통행 시에 많이 이용되며 수위도시인 서울과 제2위 도시인 부산, 두 도시에 같은 계층의 중심지를 형성하고 있는 것이 수단별 계층 구조의 특성이다.

## 6. 결론

본 연구에서는 대중교통수단을 이용한 도시간 통행흐름을 시기별, 수단별로 분류하여 도시간 통행흐름의 구조와 통행에서의 도시 허브의 계층 구조를 분석하고자 하였다.

먼저, 2003년부터 2010년까지 우리나라 인구 및 통행량 추이를 파악하고 수단별, 시기별 시간거리와 통행량의 관계를 분석하였다. 이 과정을 통해 시간거리와 통행량이 인구 규모에 의해 영향을 받음을 확인하였다. 이후 시간거리와 통행량과 인구 규모를 적용하여 통행흐름을 분석하고자 중력모형을 사용한 분석을 실시하였다. 앞선 분석에서 인구규모가 큰 도시간 통행의 경우 시간거리가 증가해도 통행량이 증가하는 경향을 보인 점에 착안하여, 변곡점을 설정해 수정된 식을 적용하여 분석하였다. 마지막으로 도시간 통행에 있어 도시들이 형성하고 있는 교통 계층 구조를 분석하고자 MST (Maximum Spanning Tree) 기법을 사용하여 도시들의 허브 계층 구조를 분석하였다.

본 연구의 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 고속버스 및 일반철도와 고속철도의 경우 시간거리에 따른 통행량의 관계에 차이가 나타났다. 고속버스의 경우 크게 몇 개의 그룹으로 유형화할 수 있다. 제일 먼저 그룹화 되는 사례는 특별·광역시간 통행이다. 이후 그룹화 되는 사례는 특별·광역시와 도의 시 단위 도시간 통행이다. 각 시기별로 분석하였을 경우 시간이 경과함에 따라 도시간 통행 사례에서 구분되는 그룹의 수가 줄어든다. 이들 사례를 제외하고는 시간거리가

증가할수록 통행량이 감소하는 추세를 보인다. 반면, 철도의 경우 특별·광역시와 도의 시 단위 도시간 통행 사례들을 제외하고는 그룹별로 분류하기에 어려움이 있었다. 그러나 미세하게나마 일반철도의 경우에도 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 감소하는 경향을 보였다. 특히 고속철도의 경우에는 고속버스 및 일반철도와 다르게 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 상승하는 추세를 보였다.

둘째, 중력모형에 시간거리와 통행량, 도시적 특성을 대변할 인구를 대입하여 분석한 결과 고속버스의 경우 시간거리가 증가할수록 통행량이 감소하였고, 일반철도의 경우 변곡점까지는 시간거리가 증가하였으며, 고속철도의 경우 시간거리가 증가할수록 통행량이 증가하는 경향을 보였다. 고속버스의 경우 일정 시간거리까지 변곡점을 설정하여 분석하였을 경우보다 단일 선형으로 중력모형을 적용하였을 때, 유의한 분석이 실시되었다. 이를 통해 각 수단 중 고속버스를 이용한 통행량이 가장 시간거리에 민감하게 반응함을 확인할 수 있었다. 일반철도의 경우 변곡점을 설정하여 분석하였을 경우, 단일 선형으로 적용하였을 때보다 설명력은 낮아지지만 지리적으로 유의한 결론을 얻을 수 있었다. 일반적으로 일반철도를 이용한 도시간 통행 사례 중 동일 권역 내 도시간 통행 및 타 권역에 속하였더라도 거리적으로 인접한 도시간 통행 사례에서는 시간거리가 증가함에 따라 통행량도 함께 상승하는 결과를 얻었다. 또한, 일정 시간거리 이상이 소요되는 도시간 통행은 단일모형을 적용하였을 경우보다 시간거리가 증가할수록 더 민감하게 통행량이 감소함을 알 수 있었다. 고속철도의 경우에는

다른 수단과 상이한 결과를 도출하였다. 도시간 통행흐름에 있어 시간거리가 증가함에 따라 통행량이 증가하는 경향을 나타낸다. 특히 같은 권역에 속하지만 거리가 많이 소요되는 지역간 통행에서 급격한 통행량 증가 추세를 보였다.

셋째, 고속버스를 이용한 도시간 통행 사례와 일반철도를 이용한 도시간 통행 사례에서는 비등한 시간거리를 가짐에도 불구하고 통행량이 많게, 혹은 적게 측정되는 사례들이 존재함을 확인하였다. 이들 도시는 3개의 유형으로 분류할 수 있었다. 먼저 고속버스의 경우 비등한 시간거리를 가진 사례에 비해 통행량이 많이 집계된 지역으로, 이들 지역은 원주-강릉, 서울-삼척, 성남-통영의 도시간 통행 사례가 속한다. 이들은 도시간 통행흐름에서 이용할 수 있는 다른 대중교통수단의 부재를 이유로 고속버스 통행이 많은 것으로 사료된다. 두번째 유형의 도시들은 비등한 시간거리를 가진 사례에 비해 통행량이 적은 도시간 통행으로 같은 권역에 속한 인접지역 간 통행이라 다른 대중교통수단으로 통행이 분산되어 이러한 현상이 나타나는 것으로 추측된다. 예로 서울-용인과 천안-대전, 부산-대구의 사례가 포함된다. 세번째 유형의 도시들은 소요되는 시간거리가 많아 도시간 통행량이 적은 경우로, 주로 대도시간 통행이 이에 포함되는 것이 특징이다. 특히 2010년의 경우 고속철도 정차 도시간 통행이 이들 사례에 포함되는 것으로 보아 이 유형에 속하는 도시간 통행사례는 주로 철도를 이용해 통행하는 것으로 추측된다. 이에 포함되는 사례로 대전-대구, 서울-김천, 대구-부산, 대전-부산 등의 사례가 포함된다. 이와 더불어 대도시와 인구규모가 적은 도 지역 소도시 간 통

행이 포함된다. 이는 지방 소도시의 인구 규모가 적어 통행량 유발이 적기 때문으로 추측된다. 일반 철도의 경우에도 고속버스와 비슷한 양상을 가진다. 첫 번째 유형의 도시들은 대체할만한 수단이 없어 일반철도 비등한 시간거리를 가진 도시간 통행 사례에 비해 통행량이 많은 경우가 속한다. 예를 들어, 연천-동두천, 의정부-연천, 보성-화순 등의 사례가 이에 속한다. 두 번째 유형의 도시들은 비등한 시간거리를 가진 도시간 통행 사례에 비해 통행량이 적은 경우다. 이 경우는 두 도시 중 한 도시의 인구 규모가 작아 통행량 유발이 적은 경우로 사료된다. 또한 우리나라 철도 노선의 특성상 영남과 호남간 통행흐름 사례에서 이 같은 경향이 나타난다. 사례로는 나주-대구, 경산-광주, 경주-남양주 등이 속한다. 세 번째 유형은 비등한 시간거리를 가진 다른 도시간 통행 사례보다 통행량이 적으나 두 번째 유형과는 달리 같은 권역에 속한 인접지역간 통행이 이에 속한다. 같은 권역에 속하기 때문에 대체수단이 많아 통행량이 분산된 것으로 보이며, 고양-수원, 곡성-광양, 광주-군산 등의 사례가 이에 속한다. 고속철도의 경우 경부고속선을 이용한 통행량만 집계된 자료를 얻어 사용한 관계로 분석에 사용한 사례수가 적어 따로 사례를 제외하지 않았다.

넷째, 도시간 여객 통행량을 사용하여 교통 흐름에 있어 도시의 허브 계층 구조를 분석한 결과, 고속버스를 이용한 도시간 통행흐름의 경우 도시는 교통흐름에 있어 다양한 계층 구조를 형성하고 있지 않았다. 이는 고속버스를 이용한 도시간 통행은 서울과 직접적으로 연결되어 있음을 뜻한다. 이러한 현상은 고속버스가 대부분 민간사업자에 의해 운영되어 운행

에 있어 이윤창출이 용이한 구간을 운행하려는데서 기인했으리라 사료된다. 반면, 일반철도의 경우에는 노선을 따라 도시간 허브 계층 구조가 여러 계층으로 형성되어 있다. 같은 권역에 속한 도시간 계층 구조가 형성되어 있음은 물론이고, 노선에 따라서도 교통 허브 구조를 가지는 도시를 기준으로 계층 구조를 형성하고 있다. 또한 고속철도의 경우 상대적으로 먼 도시의 하위에 계층구조를 형성한다. 부산의 경우에는 수도권 및 수도권 인접지역의 도시가 부산의 하위 계층을 구성하며, 서울의 경우에는 영남권 도시들이 서울의 하위 계층을 형성하고 있다. 이는 고속철도가 장거리 통행에 주로 이용되기 때문으로 사료된다.

본 연구는 지금까지 하나의 수단을 이용한 도시간 통행 흐름을 시기별로 주로 연구하는 기존의 연구에서 확장하여 여러 수단을 이용하는 도시간 통행흐름을 시기별로 구분하여 분석을 시도하였다는 점에 의의가 있다. 또한 도시내 통행 분석에서만 시도되었던 변곡점을 설정하여 분석하는 수정된 식을 도시간 통행 분석에 사용한 점, 마찬가지로 도시내 통행 분석에서 단일 교통수단을 이용한 통행에 관해서만 분석하였던 교통계층 구조를 수단별, 시기별로 도시간 통행 분석에서 사용한 점에서 의의가 있다. 이러한 맥락에서 본 연구의 결과가 향후 우리나라 도시간 통행흐름의 특성 및 교통 계층 구조 분석에 대한 연구 기반이 될 수 있을 것이다.

그러나 본 연구에서는 자료 구득의 어려움 때문에 현재 운행되고 있는 호남고속선의 통행량을 따로 분류하지 못한 점 및 고속버스 O/D 통행 자료에서 O/D가 분류된 자료를 사용하

지 못한 점에서 한계가 있다. 또한 MST 기법에서 방향성이 고려되지 않았으며, 도시간 통행흐름에 소요되는 거리를 반영하지 못한 한계가 있다. 이러한 한계를 추후 연구에서 보완해야 할 것이다. 또한 추후 대체수단 및 노선상 특성까지 고려하여 Hill 함수를 적용하여 통행 수단별 도시간 통행흐름에 관한 연구를 계속해서 진행할 예정이다.

## 참고문헌

### 국외 문헌

- Angeloudis, p., Fisk, D., 2006, "Large subway systems as complex networks", *Physica A*, 367, pp. 553-558
- Berry, B. J. L., 1960, "The impact of expanding metropolitan communities upon the central place hierarchy", *Annals of the association of american geographers*, 50(2), pp. 112-116.
- Brun, J., Carrere, C., Guillaumont, P., Melo, J., 2005, "Has Distance Died? Evidence from a Panel Gravity Model", *The World Bank Economic Review*, 19(1), pp. 99-120
- Goh, S., Lee, K., Park, J.S., Choi, M.Y., 2012, "Modification of the gravity model and application to the Metropolitan Seoul Subway system", *Physical Review.E.*, 82(2), pp. 1-6
- Gordon, I. R., Edward, S. L., 1973, "Holiday Trip Generation", *Journal of Transport Economics and Policy*, 7(2), pp. 153-168
- Jung, W., Wang, F., Stanley, H. E., 2007, "Gravity model in the Korean highway", *Europhys. Lett.*, 81, pp. 1-13
- Khadaroo, J., Seetanah, B., 2008, "The role of transport infrastructure in international tourism development : A gravity model approach", *Tourism Management*, 29, pp. 831-840
- Krings, G., Calabrese, F., Ratti, C., Blondell, V. D., 2009, "Urban gravity: A model for intercity telecommunication flows", *Journal of statistical mechanics: Theory and experiment*, pp. 1-8
- Kruskal, J. B., 1956, "On the Shortest Spanning Subtree of a Graph and the Traveling Salesman Problem", *Proceedings of the American Mathematical Society*, 7(1), pp. 48-50
- Lee, K., Goh, S., Park, J. S., Jung, W., Choi, M. Y., 2011, "Master equation approach to the intra-urban passenger flow and application to the Metropolitan Seoul Subway system", *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(11), pp. 2-16
- Lee, K., Jung, W., Park, J. S., Choi, M. Y., 2008, "Statistical analysis of the Metropolitan Seoul Subway System: Network structure and passenger flows", *Physica A*, 387, pp. 6231-6234
- Nystein, J. D., Dacey, M. F., 1961, "A graph theory interpretation of nodal regions", *papers and proceedings of the regional science association*, 7, pp. 29-42
- Odland, J., 1970, "Migration, functional distance, and the urban hierarchy", *Economic geography*, Vol. 46, No. 3, pp. 472-485
- Prim, R. C., 1957, "Shortest connection networks and some generalisations", *Bell system technical journal*, pp. 1389-1401
- Taffe, E.J., 1973, *Geography of Transportation*, Prentice Hall, London
- Ullman, E. L., 1956, "The role of transportation and the bases for interaction: In W. L. Thomas, ed. *Man's Role in Changing the Face of the Earth*,

- Chicago: University of Chicago Press, pp. 862-880.
- Wang, L., Tamagawa, H., 2011, "The Characteristics of rail freight transportation and provincial factors in China", *International Journal of Urban Sciences*, pp. 47-59
- White, M. J., 1988, "Urban commuting journeys are not 'Wasteful'", *Journal of Political Economy*, 96(5), pp. 1097-1110

## 국내 문헌

- 곽영호, 1994, 수도권 교통망의 접근도에 관한 연구, 동국대학교 박사 학위논문.
- 국토해양부, 2010, 국토해양통계연보, 국토해양부.
- 국토해양부, 2010, 도로업무편람, 국토해양부.
- 김경추, 2002, 강원도 중심지체계의 변화에 관한 연구, *지리학연구*, 36(3), pp. 179-189
- 김광익, 2009, 서울대도시권의 통근권 변화 특성, *국토지리학회지*, 43(4), pp. 571-586
- 김렬, 이성근, 이환범, 이수창, 2005, KTX 고속철 운행에 따른 경북지역 파급효과 및 여건변화 분석, *한국행정논집*, 17(4), pp. 1231-1254
- 김성득, 최양원, 1998, 경부고속철도 건설에 따른 국토 동남권 공간구조 변화과정의 분석과 전망: 경부고속전철 경주역이 울산시 공간에 미치는 영향, *대학교통학회지*, 16(4), pp. 33-51
- 김태균, 2006, 도시내 지역간 상대적 유인력 변수를 도입한 통행분포모형 개발, *한양대학교 박사학위 논문*
- 김한수, 박동주, 김찬성, 이강대, 김경수, 2010, 수도권 화물자동차 통행분포를 위한 도착지 선택모형: 집계중력모형과 실증비교, *국토연구*, 64, pp. 167-183
- 남영우, 한문희, 우광석, 2005, 수도권의 통행수단별 지역연결체계, *한국도시지리학회지*, 8(1), pp. 7-16
- 박시현, 이원도, 조창현, 2012, 수도권 가구통행조사를 바탕으로 한 서울시 교통네트워크 분석, *국토지리학회지*, 46(2), pp. 189-200
- 손승호, 2007, 서울대도시권의 공간상호작용 변화와 시공간 패턴, *대한지리학회지*, 42(3), pp. 421-433
- 손승호, 2013, 서울대도시권 통근통학통행의 시공간 변화 패턴, *한국도시지리학회지*, 16(2), pp. 119-134
- 신상영, 2003, 직주접근성과 통근통행: 수도권을 사례로, *국토계획*, 38(4), pp. 73-87
- 양옥희, 1979, 상호작용 분석에 의한 도시체계연구, *지리학과 지리교육*, 9, pp. 203-223
- 유영근, 2006, 잔차를 이용한 개선 중력모형의 개발,

- 대한토목학회논문집, 26(3), pp. 417-424
- 유영근, 2006, 중력모형에서 존내 분포통행 예측방법에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 26(5), pp. 763-769
- 윤인하, 김호연, 2003, 수도권 지역의 통근통행 패턴에 관한 연구: 1990-1996, 국토계획, 38(6), pp. 87-97
- 이가현, 엄서호, 2009, SK사의 T Map 내비게이션 목적지 설정 자료를 활용한 중력모형 근거 국내여행 수요모형 개발에 관한 연구, 국토연구, 61, pp. 275-286
- 이금숙, 1995, 지역 접근성 측정을 위한 일반모형, 응용지리, 18, pp. 25-55
- 이금숙, 1998, 지하철 접근성 증가의 공간적 파급효과 산출모형 개발, 한국경제지리학회지, 1(1), pp. 137-149
- 이금숙, 홍지연, 민희화, 박종수, 2007, 수도권 지하철망 상 통행흐름의 위상학적 구조와 토지이용의 관계, 한국경제지리학회지, 10(4), pp. 427-443
- 이금숙, 민희화, 박소현, 2009, 서울시 도로교통흐름에 대한 시·공간적 분석, 한국경제지리학회지, 12(4), pp. 521-539
- 이옥희, 1989, 한국의 도시체계와 여객버스유동에 관한 연구, 이화여자대학교 박사학위 논문
- 이재경, 2005, 고속철도개통이 한국경제의 여건변화에 끼친 영향, 한국철도학회 2005년도 춘계학술대회 논문집, pp. 71-74
- 이창무, 최도석, 곽종무, 조상필, 문경원, 2004, 고속철도 개통에 따른 도시 및 지역별 파급효과, 도시정보, 269, pp. 1-18
- 이훈기, 2004, 고속철도개통이 지방의 경제에 미치는 영향에 관한 조사연구, 국토연구원
- 이희연, 김홍주, 2006, 서울대도시권의 통근 네트워크 구조 분석, 한국도시지리학회지, 9(1), pp. 91-111
- 이희연, 김홍주, 2006, 네트워크 분석을 통한 수도권의 공간구조 변화 1980-2000년, 국토계획, 41(1), pp. 133-151
- 임엽, 2009, 통근자료와 GIS를 이용한 서울대도시권 도시 간 상호작용 분석, 대한토목학회논문집, 29(2), pp. 267-273
- 조남건, 정진규, 김종학, 2005, 고속철도와 국토공간구조의 변화(1), 국토연구원
- 조명호, 임창호, 2001, 수도권 도시공간구조의 분석, 국토계획, 36(7), pp. 183-195
- 최경호, 김재훈, 2001, 해외관광 수요예측 모형에 관한 연구 제목: 중력모형과 회귀모형, 한국데이터정보과학회지, 12(2), pp. 103-111
- 한국철도공사, 2003, 철도통계연보, 한국철도공사.
- 한국철도공사, 2005, 철도통계연보, 한국철도공사.
- 한국철도공사, 2010, 철도통계연보, 한국철도공사.
- 한상열, 2006, 국립공원 탐방수요모형의 개발: 시간거리를 이용한 중력 모형의 적용, 한국산림휴양학회지, pp. 13-19

한주성, 1988, 한국의 교통지리학 연구동향과 과제, 지리학 제 37권 pp. 49-67

황상규, 나기원, 전명진, 1999, 도시토지이용과 통행패턴간의 관계-서울시를 중심으로-, 교통정책연구 제 6권, 제2호, pp. 121-139

#### **웹사이트**

국가 교통 데이터 베이스: [www.ktdb.go.kr](http://www.ktdb.go.kr)

국가 교통 정보 센터: [www.its.go.kr](http://www.its.go.kr)

국가 통계 포털: [www.kosis.kr](http://www.kosis.kr)

통계 지리 정보 서비스: [www.sgis.kostat.go.kr](http://www.sgis.kostat.go.kr)

부록 [표. 1. 공간적 범위 대상 지역]

	2003 버스	2005 버스	2010 버스	2003 기차	2005 기차	2010 기차	2005 KTX	2010 KTX
분석 대상 도시	강릉	강릉	강릉	가평	가평	가평	고양	경주
	강진	강진	강진	강릉	강릉	강릉	광명	경주
	경주	경주	경주	경산	경산	경주	대구	고양
	고양	고양	고양	경주	경주	계룡	대전	광명
	고흥	고흥	고흥	계룡	계룡	고양	밀양	구미
	공주	공주	공주	고양	고양	곡성	부산	김천
	광양	광명	광양	곡성	곡성	광명	서울	대구
	광주	광양	광양	광양	광명	광양	아산	대전
	구미	광주	광주	광주	광양	광주		밀양
	군산	구미	구미	구미	광주	구미		부산
	금산	군산	군산	군산	구미	군산		서울
	김제	금산	금산	군위	군산	군위		수원
	김천	김제	김제	김제	군위	군포		아산
	나주	김천	김천	김천	김제	김제		울산
	남원	나주	나주	김해	김천	김천		청원
	논산	남원	남원	나주	김해	김해		
	담양	논산	논산	남양주	나주	나주		
	대구	담양	담양	남원	남양주	남양주		
	대전	대구	대구	논산	남원	남원		
	동해	대전	대전	단양	논산	논산		
	마산	동해	마산	대구	단양	단양		
	목포	마산	목포	대전	대구	대구		
	무안	목포	문경	동두천	대전	대전		
	보성	무안	보성	동해	동두천	동두천		
	부산	보성	부산	마산	동해	동해		
	삼척	부산	삼척	목포	마산	마산		
	상주	삼척	상주	문경	목포	목포		
	서울	상주	서울	밀양	무안	무안		
	성남	서울	성남	보령	문경	문경		
	속초	성남	속초	보성	밀양	밀양		
	수원	속초	수원	봉화	보령	보령		

부록 [표. 1] 계속

	2003 버스	2005 버스	2010 버스	2003 기차	2005 기차	2010 기차	2005 KTX	2010 KTX
분석 대상 도시	순천	수원	순천	부산	보성	보성		
	신안	순천	시흥	사천	봉화	봉화		
	아산	시흥	아산	삼척	부산	부산		
	안산	신안	안산	상주	사천	부천		
	안성	아산	안성	서울	삼척	사천		
	여수	안산	여수	서천	상주	삼척		
	여주	안성	여주	수원	서울	상주		
	연기	여수	영광	순천	서천	서울		
	영광	여주	영천	아산	성남	서천		
	영암	연기	완도	안동	수원	성남		
	영천	영광	용인	안양	순천	수원		
	완도	영암	울산	양산	아산	순천		
	용인	영천	원주	양주	안동	시흥		
	울산	완도	의정부	양평	안양	아산		
	원주	용인	이천	여수	양산	안동		
	의정부	울산	익산	연기	양주	안양		
	이천	원주	인천	연천	양평	양주		
	익산	의정부	전주	영동	여수	양평		
	인천	이천	정읍	영월	연기	여수		
	장성	익산	제천	영주	연천	연기		
	장흥	인천	진도	영천	영구	연천		
	전주	장성	진주	예산	영동	영동		
	정읍	장흥	창원	예천	영월	영월		
	제천	전주	천안	오산	영천	영주		
	진도	정읍	청주	옥천	예산	영천		
	진주	제천	춘천	완주	예천	예산		
	창원	진도	통영	울산	오산	예천		
	천안	진주	평택	원주	옥천	오산		
	청주	창원	포항	음성	완주	옥천		
	춘천	천안	해남	의성	울산	완주		
	평택	청주		의왕	원주	원주		

부록 [표. 1] 계속

	2003 버스	2005 버스	2010 버스	2003 기차	2005 기차	2010 기차	2005 KTX	2010 KTX
본적 대상 도시	포항 함평 해남	춘천 통영 평택 포항 함평 해남		의정부 익산 인천 임실 장성 전주 정선 정읍 제천 증평 진주 진해 창원 천안 청도 청원 청주 춘천 충주 칠곡 태백 파주 평택 포항 하남 하동 함안 함평 홍성 화순	음성 의성 의정부 익산 인천 임실 장성 전주 정선 정읍 제천 증평 진주 진해 창원 천안 청도 청원 청주 춘천 충주 칠곡 태백 파주 평택 포항 하동 함안 함평 홍성 화순	음성 의성 의정부 익산 인천 임실 장성 전주 정선 정읍 제천 증평 진주 진해 창원 천안 청도 청원 청주 춘천 충주 칠곡 태백 파주 평택 포항 하동 함안 함평 홍성 화순		

# **A B S T R A C T**

## **An Analysis on Inter City Passenger Flows in Korea: Focused on the Passenger Flows of Express Bus Systems and Railroad Systems**

Jeong, Mi Seon  
Department of Geography  
Graduate School  
of Sungshin Women's University

Understanding the spatial characteristics of inter-city passenger flows is an important topic in the Geography since they reflect the spatial interaction among cities. Inter-city passenger flows are interrelated with the population sizes of cities and their industry compositions as well as the inter-city transportation infrastructures. Therefore, the inter-city passenger flows might be altered, if changes are appeared on them, and thus require the time-series analysis.

High-speed railway systems have been adapted in Korea in the year 2004. As the result time distance has changed significantly between cities connected by high-speed rail. Thus, we can expect certain changes in passage flows among cities since the adaption of high-speed railway systems in Korea.

The purpose of this study is to investigate the spatial characteristics of inter-city passage flows by each transportation mode before and

after the adaption of high-speed railway systems. In particular, this study attempts to analyze the passenger flows of express bus systems, railroad systems as well as high-speed railroad systems. The time range of this study is 2003(just before the introduction of high-speed railway), 2005(shortly after the introduction of high-speed railway) and 2010(to the present are represented).

For the purpose, this study analyzes the relationships between time distance and inter-city passenger flows. Second, gravity models are applied to find the changes in the distance parameters for the inter-city passenger flows by each transportation mode. Finally, the hub structures of passenger flows of each transportation mode are investigated by applying the MST(Maximum Spanning Tree) method.

This study is significant as an extension of previous research that using various means of transportation for inter-city passenger flow were separated by time. In addition, this study is significant that using Hill function, the modified equation is applied to the inter-city passenger flow.

In this context, the results of this study will be expected to be the research base of Korea's inter-city passenger flow characteristics and structural analysis on transport hub.