



## 저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 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](#) 

碩 士 學 位 論 文

안산시 방범용 CCTV 분포의  
공간적 분석과 입지모델링 연구

高麗大學校 大學院

地 理 學 科

李 旻 庭

2014年 1月

김 영 호 教授指導  
碩 士 學 位 論 文

안산시 방범용 CCTV 분포의  
공간적 분석과 입지모델링 연구

이 論文을 文學碩士學位 論文으로 提出함

高麗大學校 大學院  
地 理 學 科  
李 旻 庭

2014年 1月



李旼庭의 文學碩士 學位論文

審査를 完了함.

2014年 1月 3日

委員長 김 영호 (인)

委員 김 부성 (인)

委員 송 명재 (인)



# 목 차

I . 서론.....	1
1 . 연구의 배경 및 목적.....	1
2 . 논문의 구성 .....	7
II . 이론적 배경 및 선행연구 분석 .....	9
1 . 범죄 발생의 환경적 요인.....	9
2 . 공간 데이터의 특징과 면 데이터(area data) 분석 .....	11
3 . 공간 입지의사결정 및 최적화.....	15
III . 연구 방법 .....	18
1 . 다수준 모델 .....	18
1) 기본모형(null model).....	20
2) Level 1 모형.....	21
3) LEVEL 2 모형.....	22
2 . 대시메트릭 매핑(DASYMETRIC MAPPING).....	24
3 . 최대커버링입지문제(MAXIMAL COVERING LOCATION PROBLEM) .....	27
IV . 연구지역 및 데이터 선정.....	30
1 . 연구지역 .....	30
2 . 연구데이터.....	35
1) 안산시 방범용 CCTV의 설치 현황.....	35
2) 방범용 CCTV의 주요 설치 요인 분석을 위한 데이터 .....	38
(1) 집계구 수준 데이터 .....	39
(2) 행정동 수준 데이터 .....	42



3) 방법용 CCTV 입지 분석을 위한 데이터 .....	44
(1) 안산시 집계구 별 인구밀도 .....	44
(2) 토지이용현황도.....	44
(3) 안산시 유동인구 데이터.....	49
<b>V . 연구결과 .....</b>	<b>51</b>
1. 안산시 방법용 CCTV의 공간적 분포 .....	51
2. 안산시 방법용 CCTV 설치의 다수준 모델 분석 결과.....	54
1) 기본모형(NULL MODEL) 분석 .....	54
2) 집계구 수준(LEVEL 1) 분석 결과 .....	56
3) 행정동 수준(LEVEL 2) 분석 결과 .....	60
3. 안산시 방법용 CCTV의 잠재적 수요지역 및 입지후보지 선정 결과.....	64
1) 대시메트릭 매핑(DASYMETRIC MAPPING) 결과 .....	65
2) 유동인구의 공간보간법(SPATIAL INTERPOLATION) 분석 결과 .....	71
4. 안산시 방법용 CCTV의 최대커버링 입지모델(MCLP) 선정 결과 .....	77
<b>VI . 요약 및 결론 .....</b>	<b>82</b>
<b>참고문헌 .....</b>	<b>86</b>



## <그림 목차>

그림 1. MAUP에서 규모의 효과와 구역의 효과 .....	14
그림 2. 대시메트릭 매핑 방법 모식도.....	25
그림 3. 연구지역 .....	30
그림 4. 안산시 거주외국인 분포.....	32
그림 5. 안산시 방범용 CCTV의 설치 현황.....	37
그림 6. 안산시 토지이용현황도 .....	45
그림 7. 수정된 안산시 토지이용현황도 .....	46
그림 8. 안산시 유동인구의 측정 위치.....	50
그림 9. 안산시 방범용 CCTV의 분포 현황.....	51
그림 10. 토지이용에 따른 안산시 방범용 CCTV의 분포.....	53
그림 11. 거주외국인 수에 따른 안산시 방범용 CCTV의 설치 분포 .....	62
그림 12. 표준공시지가에 따른 안산시 방범용 CCTV의 설치 분포.....	63
그림 13. 안산시 집계구의 인구밀도 분포.....	66
그림 14. 안산시 토지이용현황의 범주화.....	67
그림 15. 안산시 인구밀도 대시메트릭 매핑 결과 .....	69
그림 16. 인구밀도 기반의 수요지점.....	70
그림 17. 업무시간 당 유동인구 수 .....	73
그림 18. 업무시간 당 유동인구 수 기반의 수요지점 .....	74
그림 19. 비 업무시간 당 유동인구 수.....	75
그림 20. 비 업무시간 당 유동인구 수 기반의 수요지점.....	76
그림 21. 상주인구밀도 기반 MCLP 결과 .....	79
그림 22. 업무시간 기반 MCLP 결과.....	80
그림 23. 비 업무시간 기반 MCLP 결과.....	81



## < 표 목차 >

표 1. 경기도 내 50만명 이상 인구규모 도시의 거주외국인 수 .....	31
표 2. 안산시 범죄 발생 건수 추이 .....	33
표 3. 안산시 CCTV의 행정동 별 설치 대수.....	36
표 4. 독립변수 기술통계량 .....	38
표 5. 토지이용현황도 분류체계 .....	47
표 6. 기본모형(null model) 분석 .....	55
표 7. 집계구 수준(Level 1) 분석 결과 .....	57
표 8. 행정동 수준(Level 2) 분석 결과 .....	61





# I 서론

## 1. 연구의 배경 및 목적

최근 도시 내 범죄가 증가함에 따라 안전에 대한 시민들의 불안감이 고조되고 있다. 해당 범죄의 피해 위치를 살펴보면, 주로 방범초소 혹은 방범용 폐쇄회로 텔레비전(CCTV: Closed Circuit Television, 이하 CCTV)이 설치되지 않은 사각지대로 밝혀지고 있으며, 이는 범죄에 노출될 가능성이 비교적 높은 지역으로 나타났다. 이러한 이유로 치안에 대한 주민들의 수요가 증가하였고, 각 지방자치단체(이하 지자체)는 도시 범죄를 예방하고 안전도시(safe city)<sup>1</sup>를 조성하기 위한 방안으로써 방범용 CCTV 설치를 추진하고 있다. 현대사회에서 방범용 CCTV는 범죄예방의 주요 지표로 간주되고 있으며, 각 지자체는 CCTV의 설치를 통해 도시의 안전성을 높이는 노력을 하고 있다.

공공지역에 방범용 CCTV를 설치하여 감시시스템을 도입한 이유는 다음과 같다. 첫째, CCTV는 도시발달과 인구증가에 따른 부족한 경찰인력을 대신한다(강동범, 2003). 둘째, 지역사회의 시설과 환경을 효과적으로 관리하고 운영할 수 있다(Harris *et al.*, 1998). CCTV는 특정 지역을 24시간 동안 집중적으로 모니터링 함으로써 사회를 안전하게 유지할 수 있다는 점에서 유용하다(박재국, 2010). 셋째, 상황적 범죄예방(Situational Crime Prevention)의 측면에서 방범용 CCTV는 감시시스템이 작동하고 있다는 인식을 통하여 범죄 기회를 감소시키는 예방적 역할을 한다(이상원·박윤규, 2006; Clarke and Cornish, 1985). 방범용 CCTV의 역할을 살펴볼 때, 설치 초기에는 범죄발생에 대한 사

---

<sup>1</sup> '안전도시'라는 개념은 1989년 9월 스웨덴 스톡홀름에서 개최된 '제1회 사고와 상해 예방에 대한 세계 학술대회(The first world conference on accident and injury prevention)'에서 언급되었다. 이 학술대회에서 "모든 인간은 건강하고 안전한 환경에서 생활할 동등한 권리를 갖는다." 고 선언하였다(Spinks *et al.*, 2008).



후 검거에 중점을 두었다. 그러나 최근으로 올수록 도시의 안전을 유지하고, 범죄를 사전에 예방하기 위한 감시수단이라는 인식으로 변화하고 있다.

치안에 대한 사회적 수요가 높아짐에 따라 각 지자체는 도시의 안전을 유지하기 위한 목적으로 우범지역에 경찰인력을 추가배치 하거나 혹은 CCTV의 설치와 같은 치안활동에 대한 예산을 확대하여 편성하고 있다(조일형·이종구, 2012). 이는 지자체가 CCTV의 도입이 범죄자의 검거율을 높이는 효과를 나타낼 수 있을 것으로 예측하기 때문이다. 특히 기술의 발전으로 CCTV에 얼굴인식시스템을 연계하여 활용함으로써(김진홍·김영호, 2010), CCTV가 범죄자 검거에 효율성을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 이와 같이 범죄예방의 측면에서 점차 중요성이 커지고 있는 방법용 CCTV는 안전한 도시를 구축하기 위한 목적으로 2002년 서울시 강남구(논현1동)에서 최초로 설치되었다(JTBC뉴스10, 2012). 이후 서울시 7천 43곳에 총 1만1천 459대의 CCTV가 설치되었고, 경기도는 도의회에서 회의를 거쳐 방법용 CCTV 5600대를 추가로 증설하는 계획을 추진하였다(연합뉴스, 2012).

앞서 언급한 바와 같이 사회 안전에 대한 주민들의 수요가 증가함에 따라 양적으로 급격하게 증설되고 있는 방법용 CCTV는 다음과 같은 문제점을 제기할 수 있다.

첫째, 방법용 CCTV의 위치를 선정하는 전문가의 부재로 인한 방법용 CCTV 입지 선정의 적절성 문제이다. U-City 사업 추진 규정에 따르면, 방법용 CCTV의 유지보수 및 시설운영에 대한 전문가의 자문은 규정으로 명시되어 있으나, 설치과정에 있어서는 전문가의 자문내용이 언급되어 있지 않았다. 또한 실제 CCTV 설치 추진과정 시, 지리적 특성을 고려하는 입지 전문가가 현재 존재하지 않으며, 설치 사업과 관련된 소수의 행정공무원(경찰, 도시 관리 공무원, 각 동사무소 직원 등)을 통해 위치를 결정한다. 그러나 각 기관의 입장에서 중요시 여기는 CCTV 입지 조건의 중요도에 따라 기관 간의 위치 선정 의견이 서로 다를 수 있으므로, 공정성과 효율성에 입각하여 자원을 분배하는



입지 전문가가 필요하다. 또한 입지 전문가가 CCTV 입지선정과정에 참여하지 않을 때, 기관 간의 갈등이 유발되고 위치 선정 결과는 객관성을 얻기 어려울 수 있다. 따라서 정치권력 혹은 특정 소수 집단의 이해관계에 따라 시설물이 설치되지 않도록(김민정, 2005) 위치 선정 과정의 공정성과 전문성을 유지하고, 선정결과로 인한 범죄예방효과를 높이기 위해 입지 전문가의 참여가 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 통합관제센터의 운영측면에서 인력 부족으로 인한 CCTV의 운영 및 관리의 효율성 문제를 찾아볼 수 있다. 최근 각 지자체들은 도시 내 CCTV를 통합하여 관리하기 위하여 통합관제센터를 설치하여 운영하고 있다. 하나의 예로 안산에 위치한 통합관제센터는 약 580여 개의 CCTV를 관리하기 위해 경찰, 도시공사운영 요원(관리요원과 모니터링요원) 및 CCTV 운영요원(지역지킴이)이 연중 365일 24시간 근무를 하고 있다. 이는 총 42명의 감시 인력이 4개 조로 나누어 모니터링이 이루어지며, 1명당 약 70개 정도의 CCTV를 담당하고 있다. 하지만 1인당 살펴보아야 할 모니터의 수가 비교적 많기 때문에 시민들의 안전을 위협하는 상황이 발생하더라도 모니터링을 통한 신속한 발견과 대응이 어렵다고 할 수 있겠다.

한편 범죄는 불특정한 공간에서 무작위로 발생하지 않으며 특정 지역에 집중되어 나타난다(Bernasco and Elffers, 2010). 이러한 현상이 발생하는 이유는 범죄가 인구 및 사회·경제적 특성과 같은 해당 지역의 환경요인에 영향을 받기 때문이다. 범죄가 공간에서 균일하게 분포하지 않는다는 것은 해당 지역에서 발생하는 범죄에 대하여 효과적이고 현실적인 해결책을 마련할 수 있다는 것을 의미한다(Ratcliffe, 2010).

범죄 예방을 목적으로 하는 기존의 연구는 주로 특정 범죄의 발생 분포를 살펴보는 내용으로 진행되어왔다. 그러나 범죄연구의 최종 목적이라고 할 수 있는 범죄를 감소시키는 방안을 제시하는 연구로써 방법용 CCTV의 입지를 고려하는 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 신규 방법용 CCTV의



위치를 선정하기 위하여 안산시 내 기존에 설치된 방법용 CCTV의 분포를 확인하고, 행정구역 단위의 속성을 기반으로 CCTV가 설치된 지역의 특성을 살펴본다. 또한 본 연구는 최종적으로 안산시의 상주인구와 유동인구를 기반으로 하여 설치예정인 신규 방법용 CCTV의 입지를 모색하고, 제안한다.

일반적으로 공공 서비스의 시설물에 대한 입지 의사결정은 공간적 효율성 뿐 아니라 형평성을 토대로 한다(윤정미·이신훈, 2010). 시설물의 공간적 형평성은 서비스가 균등하게 이루어지는 것을 의미한다. 반면, 시설물의 공간적 효율성은 서비스 공급에서 자원의 이용정도를 나타낸다(김영·김혜경, 1995). 본 연구에서 이용하는 방법용 CCTV는 치안을 위해 지자체가 설치한 공공 시설물이다. 이는 범죄기회이론(crime opportunity theory)에 따라 범죄가 발생할 가능성이 높은 특정 지역에 범죄를 감소시키기 위한 목적으로 설치되는 것이기 때문에 공간적 형평성보다는 공간적 효율성과 밀접하다. 따라서 본 연구에서는 공간적 효율성을 바탕으로 한 입지 연구가 더욱 유의미할 것으로 판단된다.

시설물의 입지문제를 해결하기 위해 입지 최적화의 다양한 모델들이 연구되었다. 거리 혹은 시간을 기반으로 서비스 기준을 결정하여 시설물의 위치를 선정하는 입지모델을 커버링모델(covering model)이라고 한다(Church and Murray, 2009). 시설물의 커버링문제를 단순화하면 크게 3가지 모델로 나눌 수 있다(Li *et al.*, 2011). 이 커버링모델은 셋 커버링 입지 모델(LSCP: Location Set Covering Problem)<sup>2</sup>, 최대커버링 입지모델(MCLP: Maximal Covering Location Problem) 및 p-median 모델<sup>3</sup>이 있다. 특히 최대커버링

---

<sup>2</sup> 셋 커버링 입지모델은 모든 수요지점이 커버리지 내에서 서비스가 제공되도록 입지할 시설물 수를 최소화하는 것을 목적으로 한다(Chung, 1986).

<sup>3</sup> Hakami에 의해 처음 소개된 p-median 문제는 모든 수요지점에 대하여 수요인구에 가중치가 부여된 전체 혹은 평균거리를 최소화하는 것을 목적으로 한다(Chung, 1986). p-median 문제는 각각의 수요가 가장 가까운 시설물에 의해 제공되는 것을 기본 가정으로 한다(김감영, 2004). 제약조건은 각각의 수요지점이 오직 하나의 시설물에 반드시 포함이 되어야 하며 시설물의 수는 p개로 제한된다(Chung, 1986).



입지모델은 시설물의 수 혹은 예산이 제한될 때, 즉 모든 수요지점을 서비스할 수가 없는 경우에 적용되는 것으로써, 제한된 조건하에서 최대한 많은 수요지점에 서비스를 공급할 수 있도록 입지를 선정하는 방법이다. 그러므로 최대커버링 입지모델의 목적함수는 입지할 시설물이 수요지역에 최대한 서비스되도록 하는 것을 나타낸다(Marianov and Serra, 2002).

본 연구는 안산시에 설치 예정인 행정동 별 방법용 CCTV의 제한된 수를 바탕으로 신규 방법용 CCTV의 위치를 모색한다. 따라서 본 연구에는 최대커버링 입지모델이 적합할 것으로 판단된다.

본 연구의 내용과 목적은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 안산시에 설치되어 있는 방법용 CCTV의 공간적 분포를 살펴보고, 이를 통하여 각 행정동 별 방법용 CCTV의 양적 차이가 있는지를 확인한다. 또한 안산시의 방법용 CCTV가 설치되어 있는 위치를 토지이용현황도를 이용하여 파악한다. 주소로 제공된 방법용 CCTV의 위치는 좌표로 변환하여 그 분포를 확인한다. 본 연구에 이용하는 방법용 CCTV는 방법과 도난방지 및 일반 공원과 어린이 범죄에 대비한 어린이공원에 설치되어 있는 것으로 한정한다. 기존에 설치되어 있는 방법용 CCTV의 분포를 살펴보는 것은 향후 신규 방법용 CCTV의 위치 선정 시, 이미 서비스가 제공되는 범위를 제외함으로써 CCTV의 무분별한 중복설치를 방지하고, 지자체의 예산 낭비를 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 기존에 설치된 방법용 CCTV의 수가 행정구역별 인구학적, 사회·경제적 속성과 어떠한 관계가 있는지 살펴보고, 방법용 CCTV의 주요 설치 지역의 특성을 파악한다. 이를 통해 안산시 방법용 CCTV의 입지에 어떠한 요인들이 영향을 미치는지 확인할 수 있다. 속성데이터의 행정구역 단위는 집계구 수준과 행정동 수준으로 설정한다. 이와 같이 행정구역 단위를 설정하는 이유는 집계구와 같은 소지역 단위의 데이터를 토대로 세분화된 결과를 확인할 수 있기



때문이다(김형용·최진무, 2012). 본 연구는 방법용 CCTV가 설치된 지역의 특성을 집계구 수준과 행정동 수준에서 방법용 CCTV의 주요 설치 기준을 파악할 수 있다. 또한 이를 통하여 지자체는 범죄에 취약한 지역을 보완하는 방안을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 본 연구에서는 추가 설치 예정인 신규 방법용 CCTV의 입지를 모색함으로써 지역사회 범죄를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 구체적인 방법으로 본 연구에서 방법용 CCTV의 잠재적 입지 수요지는 상주 인구밀도와 주간 업무시간 및 비 업무시간의 유동인구를 바탕으로 설정하고, 최종적으로 최대커버링입지문제(MCLP)를 적용하여 방법용 CCTV의 위치를 선정한다. 이는 상주 인구밀도와 유동인구 수에 따른 방법용 CCTV의 입지선정 결과가 어떠한 차이를 가져오는가에 대한 의문에 유용한 답을 제시해 줄 것으로 예상된다. 특히 인구 데이터를 기반으로 잠재적 입지 수요지를 설정한 이유는 인구 밀집지역이 상호감시로 인해 범죄율이 더 낮을 것으로 예측할 수 있지만, 이는 반대로 잠재적인 범죄 발생 기회가 더 많다는 것을 의미하기 때문이다(Cozens, 2011). 이와 같은 결과는 방법용 CCTV 추가 설치 시, 공간상에 집중적으로 설치해야 하는 위치기준 중 하나로 인구데이터를 제안함으로써 지역사회 범죄를 감소시킬 수 있을 것으로 예상된다.

넷째, 본 연구의 결과는 향후 안전도시를 조성하기 위해 지자체가 방법용 CCTV의 입지 선정 시, 기초자료로 보탬이 될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구는 서로 다른 수준을 가지는 행정구역의 속성 데이터를 바탕으로 방법용 CCTV의 설치 요인을 살펴보고, 상주인구밀도와 유동인구 수를 기준으로 방법용 CCTV의 입지를 선정하고 비교해 봄으로써 입지 선정과정 및 결과에 타당성을 부여할 수 있을 것으로 예상된다.



## 2. 논문의 구성

본 논문에서 사용하는 다수준 분석은 통계프로그램 R을 이용하였고, 최대커버링입지분석은 LINGO 9.0을 활용하였다. CCTV의 분포, 입지수요지 선정 및 분석 결과는 ArcGIS 9.3을 활용하여 시각화였다.

논문의 구성은 다음과 같다.

1장은 본 연구의 배경과 목적을 제시하였다. 연구의 배경으로 도시 내 범죄의 증가로 인한 CCTV 설치의 필요성과 국내 방범용 CCTV의 설치 현황을 살펴보았다. 또한 방범용 CCTV의 양적 급증에 따른 CCTV의 운영 및 설치의 문제점을 제시하였다. 1장에서는 공간상에 범죄가 발생하는 특성을 언급하고, 범죄를 감소시키기 위한 목적으로 방범용 CCTV에 대한 입지 선정의 중요성을 언급하였다.

2장은 상황적 예방이론에 근거하여 범죄의 발생과 방범용 CCTV의 관계를 분석한 선행연구를 검토하였다. 또한 공간 데이터 중에서 특히 면 데이터(area data)를 기반으로 분석할 때 발생할 수 있는 오류를 언급하였으며, 입지 선정을 위한 최적화 모델의 유형을 시설물의 효율성과 형평성 측면에서 살펴보았다.

3장에서는 본 연구에 이용한 연구방법으로, 다수준 모델(Multi level modeling)과 최대지역커버링문제(MCLP: Maximal Covering Location Problem)를 언급하였다. 또한 방범용 CCTV의 추가 설치를 최종 목적으로, 상주인구밀도를 토대로 입지 수요지 선정 시, 본 연구에 적용한 대시메트릭 매핑 방법을 기술하였다.

4장은 연구 지역과 본 연구에서 활용된 데이터를 소개하였다. 특히 연구 지역 및 데이터를 선정한 이유를 제시하였으며 분석에 활용한 변수를 설명하고 지도화 하였다.

5장은 본 연구의 연구결과로, 방범용 CCTV의 분포를 살펴보고 서로 다른



수준(level)의 속성 데이터를 토대로 CCTV가 설치된 지역의 특성을 파악하였다. 또한 방법용 CCTV 설치를 목적으로 입지 수요지점을 선정하고, 이를 바탕으로 향후 설치예정인 신규 방법용 CCTV의 입지를 선정하고 제안하였다.

6장에서는 본 연구의 결과를 요약하고, 기대효과와 한계점을 언급하였다.





## II 이론적 배경 및 선행연구 분석

### 1. 범죄 발생의 환경적 요인

범죄는 주로 특정 지역에 집중되어 나타나는 경향이 있다. 이와 같은 현상은 지역의 특성이 범죄 발생에 영향을 미칠 수 있기 때문이다(백승인, 2011). 지역사회는 인구학적, 사회·경제적 요인 외에 공간적 요인도 범죄 발생에 영향을 미친다. 특히 환경 범죄학(Environmental Criminology)에 따르면, 특정 지역에 범죄가 집중하여 발생하는 경우 범죄 발생 기회를 억제하기 위해 지역 내 감시기능을 높일 필요가 있다고 제시하였다(Cozens, 2011). 예를 들면, 거리의 눈(eyes on the street)과 같이 감시 역할을 하는 CCTV를 설치하는 것이 감시 기능을 수행하는 하나의 방안이 될 수 있다.

범죄 현상과 CCTV의 관계를 살펴보는 연구는 주로 방법용 CCTV의 효과를 분석하는 것이다. 즉, 방법용 CCTV를 설치함으로써 범죄발생과의 상관관계를 분석하는 연구로, 이는 범죄 발생률의 증감여부(Ditton, 2000; Isnard and Council, 2001; Surette, 2005) 혹은 범죄에 대한 주민들의 두려움이 감소하는지 여부(이경훈 등, 2009)를 확인할 수 있다.

임민혁·홍준현(2008)은 방법용 CCTV 설치지역과 미 설치 지역의 5대 범죄 발생 건수를 비교하여 범죄예방정책에 효과적인지 살펴보았다. 이 연구에서는 정책 변수 및 환경변수를 통제하였을 때 CCTV 설치가 범죄 발생을 감소시키는 데 유의미하지 않은 것으로 나타났고, 범죄예방 효과가 비교적 적은 것으로 결과를 도출하였다. 정책변수는 순찰차 및 경찰관 수, 보안등 수, 자율방범대수로 선정하였고, 환경변수는 주택지역과 상업지역으로 설정하였다. 이 연구에서는 범죄발생 건수의 증감과 관련하여 방법용 CCTV의 기계 자체가 아니라 CCTV 정책이 영향을 크게 미친다고 제시하였다.

박철현·최수형(2009)은 강남구의 CCTV 설치가 보도된 시점을 기준으로 3개



월과 6개월 전·후에 발생한 5대 범죄 건수의 변화를 통하여 CCTV의 설치효과를 연구했다. 이는 방법용 CCTV가 범죄예방에 미치는 효과를 확인하기 위한 연구이다. 박철현·최수형의 연구에서 범죄의 종류에 따라 결과가 다르게 나타났다. 강도 및 절도범죄의 발생은 CCTV 설치에 영향을 받았으나 살인, 폭행 범죄는 영향이 적은 것으로 확인되었다.

이와 유사한 연구로 정진성·황의갑(2012)의 연구는 천안, 아산지역을 대상으로 범죄에 영향을 미치는 읍·면·동 수준의 인문, 사회적 변수를 통제하고 CCTV와 범죄발생의 관계를 분석하였다. 지역사회의 특성을 나타내는 변수로 기초수급자 비율, 주거이동 비율, 외국인 비율, 인구밀도 및 식품·공중 위생업 비율을 이용하였다. 기존의 방법용 CCTV와 범죄의 상관관계를 분석한 연구들은 CCTV 설치와 범죄예방효과에 대한 내용으로 CCTV 개수의 변화에 따른 범죄발생의 증감여부를 확인하였으나, 공간 상에 분포하는 방법용 CCTV의 위치를 고려하지 못하였다.

한편 Clarke(2009)는 범죄가 개인적 성향과 범죄를 유발하는 상황(situation) 간에 상호작용의 결과로 나타난다고 언급하였다. 기존의 범죄이론은 범죄자 개인에게 초점을 맞추고 물리적, 사회학적 요인과는 관계없이 범죄는 일탈을 기반으로 개인의 범죄적 성향에 의해 발생한다는 것이다. 그러나 상황적 범죄예방(situational crime prevention)이론에 따르면, 범죄는 범죄자 개인의 성향만으로 발생한다고 판단할 수 없으며, 범죄를 유발하는 상황이 존재한다는 것이다. 즉, 이는 특정 지역에서 범죄가 발생하는 것은 범죄자의 성향 뿐 아니라 범죄가 발생할 만한 기회가 제공되어야 함을 나타낸다. 이와 같이 상황적 범죄예방 이론에 따르면, 방법용 CCTV를 설치하는 것은 범죄 발생을 억제하는 기능으로 볼 수 있다(임준태, 2003). 즉, 이는 방법용 CCTV의 설치로 인하여 감시시스템이 작동하고 있다는 것을 인식함으로써 범죄의 기회를 감소시키고 사전에 차단할 수 있다는 것을 의미한다(이상원, 2009).

기존의 연구들은 범죄 발생 건수의 감소여부를 통해 방법용 CCTV의 설치가



범죄 예방에 효과가 있는지 여부를 살펴보았다. 그러나 실제로 해당 지역에 범죄발생을 방지할 수 있는 방법용 CCTV가 설치된 지역의 특징을 살펴본 연구는 미비하다. 따라서 방법용 CCTV의 위치를 확인하고, 다양한 변수를 이용하여 방법용 CCTV가 설치된 지역 특징을 살펴보는 과정이 필요하다. 이는 방법용 CCTV의 주요 설치요인을 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 공간 데이터의 특징과 면 데이터(area data)의 분석

공간 상에 각각의 객체(object)는 사회적, 경제적 특성을 나타내며, 이는 점, 선, 면의 형태로 표현이 가능하다(Haining, 2009). 특히 면 데이터는 정보를 공개하는 기관의 데이터 집계 수준에 따라 제공되고 있다. 데이터가 집계되는 공간단위는 상이하게 나타나지만 일반적으로 센서스 구역 혹은 시·군·구 및 행정동 단위와 같은 행정구역으로 수집된다. 면 데이터로 합산되는 대상은 주로 인구, 사회, 경제 데이터이다. 실제로는 한 구역 내에서도 인문사회 현상이 매우 다르기 때문에 구역 내의 값 역시 다양하게 나타난다(Lloyd, 2011). 그러나 면 단위로 집계된 데이터는 해당 구역 내에 평균화된 하나의 값으로 폴리곤(polygon) 형태의 구역 전체에 동일하게 부여된다(Sleeter, 2004).

각 기관에서 면 단위로 데이터를 제공하는 가장 주된 이유는 개인정보보호에 따른 정보의 기밀성 때문이다. 면 데이터와는 다르게 점 데이터(point data)는 X, Y좌표를 기반으로 정확한 특정 위치를 나타낸다. 점 데이터는 구체적인 지점을 나타내기 때문에 개인정보와 관련된 데이터의 경우, 행정기관은 보안상의 이유로 개별 데이터를 합산하여 제공하고 있다(Haining, 2009). 특히 범죄 발생 지점을 파악하는 범죄데이터의 공개는 매우 까다로우며, 일부 연구에 한하여 행정동 혹은 방범지구대의 관할구역을 기반으로 제공되는 것이 가능하다.

범죄를 예방하기 위한 목적으로 진행되는 연구는 범죄와 개인수준의 요인에서 확대되어 최근에는 범죄와 지역요인의 관계를 살펴보는 연구가 꾸준히 진



행되어 왔다. 이와 같은 연구는 범죄에 영향을 미치는 요인으로 주로 사회·경제수준, 토지이용 등을 적용하였다.

이성우·조종구(2006)는 서울시에서 발생한 총 범죄비율과 5대 범죄를 대상으로 사회경제적 변수와 토지이용변수가 범죄에 미치는 영향을 공간계량모형을 통해 살펴보았다. 사회경제적 변수는 상주인구, 유동인구, 재산 세, 풍속대 상업소 수 등이고, 토지이용을 확인할 수 있는 도시계획적 변인으로 개발제한 구역, 주택면적, 숙박시설면적을 연구에 적용하였다. 이 연구는 유동인구 수와 유흥업소 수가 범죄에 영향을 미치는 주요 변인으로 나타났다.

김영환 등(2007)은 범죄발생예측프로그램을 구축하기 위한 선행 연구로써 도시에서 발생하는 범죄와 관련이 있는 사회, 경제적 요인들이 범죄에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다. 범죄발생의 요인분석을 연구함에 있어서 해당 변수는 사회·경제적 요인에만 국한시켰다. 이 연구는 범죄발생에 영향을 미치는 구체적인 변수로 경찰의 순찰 횟수와 경제적 요인을 나타낼 수 있는 공시지가 및 사회적 요인을 살펴볼 수 있는 주민연대감을 중심으로 파악하였다. 이 연구는 사회, 경제적 요인 변수만을 살펴보았으나, 해당 변수 외에 범죄발생에 영향을 미치는 공간구조요인 등을 다양하게 고려하지 못했다는 점을 한계로 지적하였다.

박성훈·김준호(2012)는 교육수준, 가구수입과 같은 사회·경제수준과 아파트 거주비율 변수를 이용하여 주민 간의 결속력 정도와 지역사회의 무질서 정도를 파악하여 범죄피해율을 분석하였다. 특히 아파트 거주비율 변수를 중심으로 개인 및 가구수준의 범죄피해에 미치는 영향을 살펴보았다.

또한 지역사회의 특성이 범죄 발생에 미치는 영향을 개인수준과 지역수준에서 분류하여 분석되어 왔다. 범죄발생에 영향을 미치는 요인이 현실에서 다양하게 나타나며, 이를 반영하기 위해 분석에 서로 다른 수준(level)의 데이터를 동시에 적용할 수 있는 방법으로 다수준 모델이 이용된다.

Sampson *et al.*(1997)은 인종, 빈곤 정도, 청소년비율, 결혼가정비율과 범



죄와의 상관관계를 분석하였다. 이 연구는 지역 주민 간의 신뢰를 토대로 주민 결속력 및 주민 참여의 정도가 범죄발생에 영향을 미치는 정도를 살펴보았다. 즉 이 연구에서는 집합적 효율성(collective efficacy)이라는 개념을 토대로 경제적 빈곤상태와 결손가정의 비율이 높으며 인종이 상이할 때, 지역사회의 해체가 나타나므로 범죄 발생이 높을 수 있다고 언급하였다. 또한 경제적 빈곤, 결손가정, 인종적 요인 뿐 아니라 집합적 효능감 요인을 분석에 포함하였다. 이 연구의 결과, 집합적 효능감이 낮을 때 범죄 발생이 높은 것으로 나타났다.

박정선(2003)의 연구에서는 학교 내에 개인수준의 특성과 학교 간 수준의 특성이 청소년 비행에 영향을 미치는 정도를 살펴보았다. 그 결과, 청소년의 폭력비행은 비교적 개인수준의 특성에 영향을 많이 받고, 지위비행과 재산비행은 학교수준에 영향을 크게 받는 것으로 나타났다. 이 연구에서 독립변수는 학생의 학교적응 정도, 부모의 감독, 학교 및 사회에서의 무질서 정도를 이용하였다. 이 연구는 주로 비 공간데이터를 연구에 적용하고 공간 데이터를 연구에 포함하지 않았다는 한계가 있다.

이와 같이 지역사회의 특성이 범죄 발생에 미치는 영향을 살펴보고 주요 요인을 확인할 수 있는 연구가 활발하게 진행되어 왔다. 그러나 기존의 연구는 범죄 발생에 미치는 요인으로 비 공간적 특성을 이용하였으며, 범죄에 영향을 미치는 주요 요인을 살펴보는 연구에 그쳤다. 범죄 발생에 영향을 미치는 요인을 살펴보는 것에서 더 나아가, 범죄 발생을 억제할 수 있는 실제 방안을 제시하는 연구가 이루어질 필요가 있다. 범죄 발생의 분포와 공간적 특성을 살펴보는 것에서 더 나아가 감시지역을 구획하거나 혹은 CCTV의 입지를 선정하는 연구는 기존 문헌의 한계를 극복할 수 있을 것으로 기대된다.

한편 일정 구역으로 집계된 데이터 내에 상이한 특성을 가지는 개별 데이터를 합산하여 분석에 이용할 때 가장 흔하게 발생하는 오류가 생태학적 오류(ecological fallacy)이다(Snijders and Bosker, 1999). 이는 집합화된 그룹의 특성이 하위수준인 개별 단위의 특성으로 추정되는 문제이다(O'Sullivan and



Unwin, 2010). 합산된 데이터가 개별 단위 데이터의 특성을 나타낼 수 없음에도 불구하고 개별단위로 해석할 때 나타난다. 특히 서로 다른 수준에서 집합화된 데이터를 분석할 때 분석 결과를 해석하는 과정에서 발생할 수 있다. 반면 집합화된 데이터를 더 하위의 수준으로 분해하여 분석할 때, 개별 특성이 그룹의 특성으로 추론되는 문제를 범할 수 있는데, 이는 원자론적 오류(atomistic fallacy)이다(Luke, 2004).

또한 연구자가 데이터를 임의적 집계 단위로 합산하거나 분해하여 분석에 이용하는 것은 MAUP(Modifiable Areal Unit Problem)과 관계가 있다(Openshaw and Taylor, 1979). MAUP은 연구자가 분석 시에 공간 단위를 작위적으로 선택할 수 있고 그에 따라 분석 결과가 달라질 수 있다는 것이다. 또한 이는 경계구역의 크기, 형태, 방향의 측정 방법에 상이한 결과를 나타내는 것을 의미한다(김감영, 2011; O'Sullivan and Unwin, 2010).

규모의 효과(scale effect)	구역의 효과(zoning effect)																											
<table><tr><td>630</td><td>651</td></tr><tr><td>548</td><td>641</td></tr></table> <table><tr><td>174</td><td>162</td><td>169</td><td>161</td></tr><tr><td>150</td><td>144</td><td>161</td><td>160</td></tr><tr><td>131</td><td>127</td><td>162</td><td>163</td></tr><tr><td>142</td><td>148</td><td>158</td><td>158</td></tr></table>	630	651	548	641	174	162	169	161	150	144	161	160	131	127	162	163	142	148	158	158	<table><tr><td>968</td><td rowspan="2">972</td></tr><tr><td>530</td></tr></table> <table><tr><td colspan="2">965</td></tr><tr><td>526</td><td>979</td></tr></table>	968	972	530	965		526	979
630	651																											
548	641																											
174	162	169	161																									
150	144	161	160																									
131	127	162	163																									
142	148	158	158																									
968	972																											
530																												
965																												
526	979																											

그림 1. MAUP 에서 규모의 효과와 구역의 효과 (Lloyd, 2010, p.61)

그림 1은 MAUP의 두 가지 특징인 규모의 효과(scale effect)와 구역의 효과(zoning effect)로 결과가 달라지는 것을 의미하는 모식도이다.

규모의 효과(scale effect)는 동일한 변수임에도 불구하고 서로 다른 규모의 크기로 집계된 데이터의 분석결과가 다르게 나타나는 것이다. 이는 실제 데이터를 수집하는 공간단위가 다양하기 때문에 발생한다(Manley, 2006). 작은 규



모의 공간단위가 더 큰 규모의 공간단위로 합산되면서 기존의 작은 공간단위의 극 값은 제거된다. 이러한 점 때문에 합산된 데이터 값 사이의 유사성이 높아지고, 결국 이는 변수 간의 상관성이 높게 측정될 수 있다(Wong, 2009). 또한 구역의 효과(zoning effect)는 동일한 지역에 대해 구역을 어떻게 설정하는가에 따라 결과의 차이가 존재하는 것을 의미한다. 이 효과는 데이터가 무작위로 분포할 때 최소화되어 나타난다(Wong, 2009).

MAUP은 지역단위가 자연발생적인 것이 아니라 임의적으로 구성되기 때문에 발생하며, 분석과정에서 연구자가 데이터를 어떻게 가공하느냐에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있다(Haining, 1998). 따라서 Haining(1998)은 오류를 줄이기 위한 방법 중 하나로, 해당 지역의 공간단위를 일정한 그리드(grid)로 나누어 분석하는 것을 제시하였다. 또 다른 방법은 공간상에 이산적으로 분포하는 데이터를 연속적인 표면으로 변환하여 나타내는 것이다.

### 3. 공간 입지의사결정 및 최적화

시설물이 입지하기 위한 입지의사결정은 운영연구(operation research)분야와 경영과학 분야에서 다양하게 연구가 진행되어왔다(김감영, 2004; Current *et al.*, 2002). 운영연구 분야와 경영과학 분야에서의 입지 선정에 대한 의사결정은 공간을 고려하지 않은 과정이다. 그러나 GIS 분야에서는 시설물의 위치를 선정할 때 위치정보를 포함하는 공간 데이터를 기반으로 분석하고, 선정된 결과를 지도에 시각화하여 나타낼 수 있기 때문에 효과적인 의사결정이 가능하다(이희연·심재현, 2011; 주운기 등, 2007).

시설물의 입지선정에 대한 의사결정과정의 주목을 받는 이유는 다음과 같다. 첫째, 입지결정은 개인, 가구 단위부터 기업 및 정부기관에 이르기까지 다양한 수준에서 빈번하게 발생하기 때문이다. 둘째, 입지를 결정하는 것은 일정한 자



본(자원)을 기반으로 결정되는 전략적 의사결정이다. 주어진 자본을 토대로 구축된 시설의 입지는 일단 한번 결정되어 위치하면 오랜 기간 동안 지속된다. 따라서 효과적인 최적의 입지를 선정하기 위하여 전략적 특성이 필요하다(Current *et al.*, 2002).

이 때 적용되는 공간입지의 최적화(Optimization) 모델은 수리적 모델로써 목적함수를 주어진 제약조건 하에서 최소화 혹은 최대화하는 것을 목적으로 한다. 입지 최적화 모델의 수리계획법은 제한된 자원을 최적으로 할당하기 위한 수리적 절차이다(주운기 등, 2007). 이는 질적인 측정보다는 양적인 측정에 적합하다(Church and Velle, 1974).

시설물의 입지 최적화 모델은 의사결정자가 입지 선정에 고려하는 사항에 따라 민간시설물 혹은 공공시설물의 입지로 나눌 수 있다. 전자는 비용의 최소화가 중요한 요인으로 작용한다(Marianov and Serra, 2002). 그러나 후자는 시설 이용에 대한 수요범위를 바탕으로 형평성과 효율성이 중요한 요소가 된다(이건학 등, 2010).

시설물의 입지최적화 연구와 관련하여 기존의 연구는 주로 입지 효율성 및 형평성 측면을 고려한 공공시설물의 입지문제가 선행되어왔다. 공간적 형평성을 기반으로 하는 입지 연구는 의료서비스 입지(김감영 등, 2008; 이견세 등, 1996; Daskin and Dean, 2005; Griffin *et al.*, 2008)와 행정기관 설립에 따른 입지문제(박인옥·김우제, 2009; 조성호·박순호, 1996) 등을 대상으로 한다.

입지 효율성과 형평성을 고려한 연구로 동통폐합에 따른 동주민센터의 최적 입지모델링 연구(이건학, 2010)가 있다. 이견학의 연구는 행정구역이 변화하여 동주민센터를 통폐합할 시, 형평성과 효율성을 동시에 고려하여 절충된 방법을 적용하였다. 동주민센터의 최적입지를 분석한 결과, 동주민센터의 위치는 최적화된 입지가 아니라는 결과를 도출하였다.

최적의 입지를 선정하기 위한 커버링 모델(covering models)은 목적함수의 기준에 따라 다음과 같이 나눌 수 있다(Marianov and Serra, 2002). 셋 커버





링 모델(Set Covering Models)은 모든 수요지점이 커버리지 내에서 서비스가 제공되도록 하는 시설물 수를 최소화하는 것을 목적으로 한다. 반면 최대커버링 모델(Maximum Covering Models)은 시설물의 수 혹은 예산이 제한될 때 즉, 모든 수요지점을 서비스할 수가 없는 경우에 적용되는 것으로써 제한된 조건하에 최대한 많은 수요지점을 서비스할 수 있도록 입지를 선정하는 방법이다(Karakaneva, 2003). 또한 p-median 모델은 모든 수요지점에 대하여 전체 혹은 평균거리를 최소화하는 것을 목적으로 한다.

공공시설물에 대한 최적입지모델링 연구는 주로 형평성을 기반으로 분석되었다. 형평성을 토대로 공공시설물을 입지시키기 위하여 셋 커버링 모델을 적용하는 것은 모든 수요 지역에 시설물의 서비스가 가능하다는 장점이 있다. 그러나 현실에서는 전체 수요 지역에 서비스가 공급되는 것이 비교적 어려우며 한정된 시설물의 개수 혹은 예산으로 제약이 존재한다(Church and Murray, 2009). 특히 범죄 예방을 목적으로 방법용 CCTV를 설치하는 입지 모델은 특정 지역의 범죄발생을 감소시키기 위한 목적으로 형평성보다는 효율성을 더욱 고려하는 것이 적합하다고 판단된다. 이에 방법용 CCTV의 입지에 대한 연구는 서비스 수준을 높이는 것을 목적으로 시설물이 커버할 수 있는 수요 지역의 합을 최대화 하면서 주어진 개수(예산)에 한하여 위치를 선정하는 최대지역 커버링 모델이 고려될 필요가 있다.



### III 연구 방법

#### 1. 다수준 모델

다수준 모델은 위계상 서로 다른 수준(level)에서 측정된 변수들을 포함하여 분석하는 모델로(박정선, 2003), 하나 이상의 수준으로 구성된 독립변수를 기반으로 하여 종속변수의 값을 추정하는 것이다(Luke, 2004). 실제로 존재하는 사회적 현상들은 다양한 수준의 단위로 존재한다. 이를 반영하여 다수준 모델은 위계를 가진 데이터를 동시에 분석하는 것이 가능하다. 또한 이는 거시수준과 미시수준의 현상들을 해석하는데 설명력을 높인다(Johnson, 2010).

위계수준은 거시수준(macro level)과 그보다 낮은 단위의 미시수준(micro level)으로 구분된다(Kreft and Leeuw, 1998). 즉 미시수준을 포함하는 더 높은 수준의 측정단위가 거시수준이 된다. 그리고 미시수준의 자료가 거시수준의 자료에 포함될 때, 이러한 자료를 다수준 또는 위계적 자료라고 한다(박정선, 2003). 이 때 미시수준의 데이터는 그보다 상위의 거시수준의 요인에 영향을 받는다(Kreft and Leeuw, 1998).

서로 다른 수준의 자료에 대하여 위계수준을 무시하고 거시수준 혹은 미시수준과 같이 하나의 수준으로 통합하거나 분해하여 분석하는 것은 다음과 같은 해석 상의 오류 및 통계 상의 오류가 발생할 수 있다(Johnson, 2010).

첫째, 합산(aggregate)의 문제로써 미시수준의 자료를 통합하여 평균 등의 대표 값으로 거시수준에서 분석한 후, 이를 미시수준에서 추정하고 해석하는 경우에 오류가 발생한다. 이 때 발생하는 오류가 생태학적 오류이다. 변수 간의 관계는 각각의 단위에서 측정된 수준에서 분석되어야 한다. 그러나 미시수준의 자료가 통합되면 개별 특성이 거시수준의 전체 값으로 나타나는데, 이렇게 합산된 값으로 분석된 결과를 미시수준에서 살펴볼 때 오류가 발생한다는 것이다. 이와 반대로 미시수준 자료의 관계를 거시수준에서 해석할 때에도 오



류가 발생할 수 있다. 이는 원자론적 오류이다(Snijders and Bosker, 1999). 다수준 모델은 이와 같은 해석상의 문제를 방지할 수 있다.

둘째, 데이터를 분해함으로써 측정되는 표본의 수가 증가하고, 증가된 측정 수는 독립된 것으로 취급하여 분석 시, 오류가 발생한다. 합산하여 집합된 데이터는 동일한 특성을 나타낸다. 이렇게 집합된 데이터를 개별 측정 수로 산정하여 독립된 데이터로 가정하고 분석하는 경우, 데이터 간의 유사성 때문에 독립변수와 종속변수가 관계가 없음에도 불구하고 관계가 있는 것으로 분석 결과가 유의미하게 도출될 수 있다(박정선, 2003).

특히 일반회귀모델에서는 위계적으로 구조화된 데이터가 각 단위 수준에서 표본의 수가 다양하다는 것을 설명하지 못한다. 이 때, 일반회귀모델의 유의성 검증 시, 예측변수에 대한 잘못된 자유도를 이용하게 되어 추정에 오류가 발생할 수 있다(Johnson, 2010). 통계적 유의성을 검증하는 자유도의 수는 데이터를 합산한 거시수준의 수에 적용해야 할 필요가 있으며 다수준 모델을 이용하여 이러한 문제를 조정할 수 있다.

셋째, 일반회귀모델은 오차 간에 서로 영향을 미치지 않는 오차의 독립성을 전제로 하는데, 위계적 구조를 가진 다수준 데이터를 일반회귀모델에 적용하는 것은 표본이 독립적으로 측정되어야 하는 가정을 위반한다. 미시수준의 개별 데이터는 합산된 그룹 내에 포함되고, 집합화되어 독립적이지 않은 데이터를 분석할 때 그룹 내 데이터들간에 설명되지 않은 유사성이 존재한다. 이 때문에 측정되지 않은 잔차가 상관성을 가지게 되고, 회귀계수의 표준오차를 과소추정하여 통계적 유의성이 없음에도 불구하고 유의한 결과를 나타내는 오류를 범할 수 있다(Johnson, 2010; Luke, 2004). 따라서 서로 다른 수준을 가진 위계적 변수를 분석할 때, 거시수준과 미시수준을 가지는 데이터는 공간적 속성구조를 동시에 고려하여 분석하는 다수준 모델을 사용하는 것이 필요하다.



## 1) 기본모형(null model)

기본모형(null model)은 독립변수를 포함하지 않은 형태로 거시수준인 행정동 수준의 요인이 종속변수에 미치는 영향 정도를 확인하는데 이용된다. 이는 차후의 Level 1모형과 Level 2모형을 단계적으로 수행하기 위해 기초가 되는 모형이다. 기본모형은 독립변수를 제외한 미시수준과 거시수준으로 식 1과 같이 표현되고, 이를 결합한 모형이 식 2이다.

$$\begin{aligned} \text{L1: } Y_{ij} &= \beta_{0j} + \gamma_{ij} \\ \text{L2: } \beta_{0j} &= \gamma_{00} + u_{0j} \end{aligned} \quad (1)$$

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + \gamma_{ij} \quad (2)$$

종속변수  $Y_{ij}$ 는 미시수준(i)의 변수로 설정된다.  $\beta_{0j}$ 는 미시수준의 평균값이며,  $\gamma_{00}$ 는 거시수준(j)의 전체 평균이다. 또한  $u_{0j}$ 는 거시수준의 잔차(residuals)로 거시수준의 각 측정 값이 거시수준의 평균과 차이가 얼마나 나타나는지를 의미하며,  $\gamma_{ij}$ 는 미시수준의 잔차이다.

동일한 거시수준 단위(macro-unit)에 속하는 미시수준 단위(micro-unit) 사이의 유사성 정도는 급내상관계수(ICC: Intraclass Correlation Coefficient)로 측정된다(Snijders and Bosker, 1999). 이는 거시수준 사이에 존재하는 분산 비율로, 종속변수에 대한 거시수준 간의 차이를 나타내는 정도이며 다음과 같이 나타낸다(식 3).

$$\rho = \frac{\text{거시수준간의 변화량(variance between macro units)}}{\text{전체변화량 (total variance)}} = \frac{\tau^2}{\tau^2 + \sigma^2} \quad (3)$$

급내상관계수가 높다는 것은 거시 수준의 변화량 정도가 큰 것을 의미한다.



이는 종속변수에 대한 거시수준 간의 차이가 크기 때문에, 거시수준이 미시수준보다 종속변수에 영향을 더 많이 미친다는 것을 나타낸다. 즉 거시수준 간의 차이가 존재하므로, 개별 미시단위 외에 거시수준의 변수를 고려할 필요가 있으며, 이는 다수준 분석이 필요하다는 것을 의미한다. 반대로 급내상관계수가 낮은 것은 종속변수에 대한 거시수준 간의 차이가 낮다는 것이므로 다수준 모델로 분석해야 할 필요가 적다는 것을 나타낸다(Luke, 2004).

## 2) Level 1 모형

다수준 모델에서 종속변수에 직접 영향을 미치는 것은 미시수준에서 측정된 변수의 값이다. 거시수준의 독립변수는 종속변수에 바로 영향을 미치는 것이 아니라, 거시수준의 평균에 영향을 준다. 따라서 거시수준의 특성으로 미시수준의 특성을 유추하는 것이 아니라, 거시수준의 특성은 미시수준이 속한 거시수준의 평균에만 영향력을 행사한다.

Level 1 모형은 기본모형(null model)에 미시수준의 독립변수를 포함한 형태이다. 이 모형은 독립변수의 기울기 차이가 없고 절편에 차이가 존재한다고 (random intercept) 간주하는 모형(식 4)과 절편과 기울기에 임의적으로 차이가 있는(random intercept and slope) 형태의 모형(식 6)이 있다. 식 6은 미시수준의 절편과 기울기가 거시수준에 따라 차이가 있다는 것을 나타낸다.

다수준 모델에는 고정효과(random effect)와 무선효과(random effect)가 존재한다. 고정효과는 회귀계수 혹은 회귀절편이 고정되어 동일하다는 것을 나타낸다. 반면, 무선효과는 회귀계수 혹은 회귀절편이 다양하게 무작위로 나타나는 것을 의미한다.

식 4는 무선 절편 모델(random intercept model)로써,  $X_{ij}$ 는 미시수준의 독립변수를 투입한 것이다. 이 때, 미시수준의 독립변수의 기울기는 일정한 값으로 고정되어 있지만, 절편은 동일하지 않고 거시수준에 따라 상이하게 나타난



다. 절편이 다르다는 것은 미시수준의 종속변수의 평균에 차이가 있다는 것이다. 또한 기울기가 일정한 것은 종속변수에 미치는 독립변수의 영향이 같음을 나타낸다. 식 4의 Level 2에서  $\beta_{0j}$ 는 전체 평균의 절편  $\gamma_{00}$ 과 오차항  $u_{0j}$ 을 가진 미시수준의 절편이다. 식 5에서  $\gamma_{00}$ 과  $\gamma_{10}X_{ij}$ 가 고정효과이며,  $u_{0j}$ 와  $\gamma_{ij}$ 는 무선효과다.

$$\begin{aligned} \text{L1: } Y_{ij} &= \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \gamma_{ij} \\ \text{L2: } \beta_{0j} &= \gamma_{00} + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} \end{aligned} \quad (4)$$

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}X_{ij} + u_{0j} + \gamma_{ij} \quad (5)$$

식 6은 미시수준의 독립변수가 절편과 기울기가 임의(random)로 설정된 것이다. 이는 거시수준에 따라 미시수준의 종속변수 평균 및 기울기에 따른 영향이 상이하다는 것을 의미한다. 또한 미시수준의 기울기 계수가 거시수준에 따라 서로 다른 값을 나타낸다는 것이다(Johnson, 2010). 식 7에서 고정효과는  $\gamma_{00}$ 과  $\gamma_{10}X_{ij}$ 이며, 무선효과는  $u_{0j}$ ,  $u_{ij}X_{ij}$ ,  $\gamma_{ij}$ 이다.

$$\begin{aligned} \text{L1: } Y_{ij} &= \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \gamma_{ij} \\ \text{L2: } \beta_{0j} &= \gamma_{00} + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} + u_{1j} \end{aligned} \quad (6)$$

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}X_{ij} + u_{0j} + u_{ij}X_{ij} + \gamma_{ij} \quad (7)$$

### 3) Level 2 모형

Level 2 모형은 앞에서 제시한 Level 1의 모형에 거시수준의 독립변수( $W_j$ )를



포함한 형태(식 8)이다. 이 모형은 다른 위계를 가진 다수준 데이터를 동시에 분석할 수 있는 최종 모형이며, 결과는 단일 수준으로 분석한 결과와 차이가 있다. 식 9에서  $\gamma_{00}$ ,  $\gamma_{01}W_j$  및  $\gamma_{10}X_{ij}$ 는 고정효과이고,  $u_{0j}$ ,  $u_{1j}X_{ij}$ 과  $\gamma_j$ 가 무선효과를 나타낸다. 미시수준인 Level 1의 변수가 거시수준 Level 2에 따라 종속변수에 미치는 영향이 달라진다.  $W_j$ 는 거시수준의 독립변수를 추가한 것을 나타낸다.

$$\begin{aligned} \text{L1: } Y_{ij} &= \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + \gamma_{ij} \\ \text{L2: } \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} + u_{1j} \end{aligned} \quad (8)$$

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + \gamma_{10}X_{ij} + u_{0j} + u_{1j}X_{ij} + \gamma_j \quad (9)$$



## 2. 대시메트릭 매핑(Dasymetric mapping)

대시메트릭 매핑은 행정구역 단위로 집계된 속성 데이터와 그 데이터와 관계가 있는 보조자료를 이용하여 나타낸다. 이는 단계구분도(choropleth map)에 따라 나타낸 데이터의 분포를 공간상에 실제 형태와 같이 더욱 정확하게 추정하는 방법이다(Mennis, 2003). 또한 대시메트릭 매핑은 인구 및 사회경제적 데이터의 공간적 분포 패턴을 나타내는 주제도이다(이상일·김감영, 2007). 이는 토지이용패턴을 나타내는 보조자료를 이용하여 정확하고 실제적인 인구 분포를 추정하는데 이용된다. 따라서 대시메트릭 매핑 방법은 행정구역 단위에 동일하게 표현되는 인구 데이터를 단계구분도로 나타냈을 때 보다 인구가 실제로 분포하고 있는 지역을 더욱 정밀하게 나타낼 수 있다(Sleeter, 2004).

대시메트릭 매핑 방법은 초기에 면적보간법(areal interpolation)과 유사한 의미로 인식되었다. 그러나 이는 면적보간법과 분명한 차이가 있다. 면적보간법은 행정구역의 경계가 서로 일치하지 않은 지도를 살펴볼 때, 즉 서로 다른 행정구역 범위에서 획득한 공간데이터를 비교하거나 혹은 한 행정단위에서 다른 행정단위로 데이터를 변환하는 과정을 말한다(Fisher and Langford, 1996; Eicher and Brewer, 2001). 반면 대시메트릭 매핑 방법은 현실과 유사한 분포를 반영할 수 있는 보조자료를 이용하여 데이터의 분포를 새롭게 나타내는 것이다. 대시메트릭 매핑 방법을 적용하는 이유는 시군구와 행정동과 같이 일정한 행정구역 및 센서스 단위로 집계된 데이터를 지도화하는 것이 단위지역 내에서 통합되어 나타나기 때문에 해당 데이터의 실제적 분포를 살펴보기 어렵기 때문이다.

연구자들은 인구 데이터와 사회·경제적 데이터의 분포를 지도화할 때, 흔히 단계구분도를 이용한다. 일반적으로 사용되는 단계구분도는 데이터의 값이 행정동 혹은 시군구와 같은 행정구역 단위로 통합되기 때문에, 면 단위의 형태인 행정구역 전체에 동일하게 나타난다(Fisher and Langford, 1996). 그러나 단





계구분도를 이용하여 행정구역 내 인구분포를 표현하는 것은 전체 면적에 실제 거주하지 않는 지역이 존재하더라도 비거주지역까지 포함하여 반영되기 때문에 데이터의 실제적 분포를 파악하는 것은 어렵다.

그림 2는 통합된 센서스 데이터를 대시메트릭 매핑 방법을 이용하여 실제 분포를 반영하고, 이를 표현한 모식도이다. 이 모식도에서는 4개의 등질지역으로 나뉘어진 보조자료를 기반으로, 기존에 하나로 통합된 인구 수(그림2 좌)를 대시메트릭 매핑 방법을 이용하여 실제 분포를 반영하여 표현(그림2 우)한 것이다. 대시메트릭 매핑 방법을 이용하여 다시 표현한 분포지도에서 '0' 값은 인구가 전혀 존재하지 않는 것을 의미하며 기존 연구에서는 하천 및 호소지역으로 지정한다.

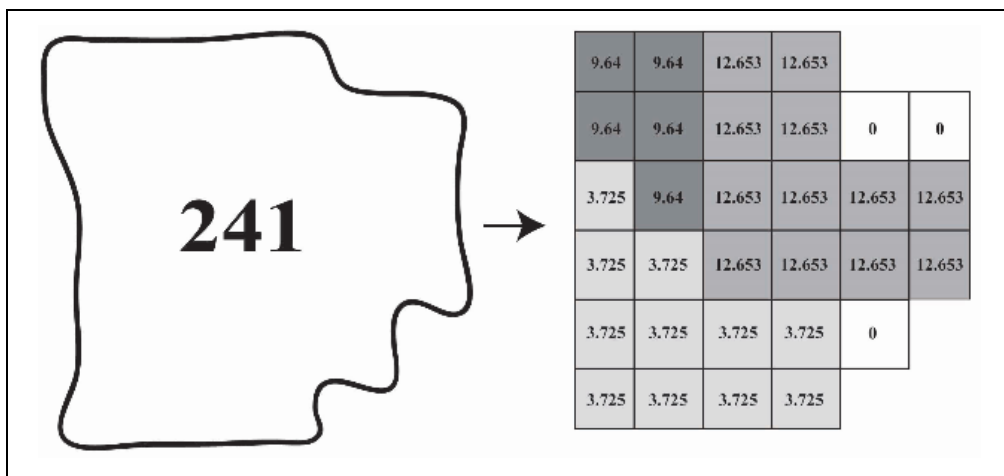


그림 2. 대시메트릭 매핑 방법 모식도(Sleeter, 2004)

대시메트릭 매핑을 작성할 때, 공간상의 실제 범위를 설정하기 위하여 보조자료가 사용된다. 이 때 사용되는 보조자료는 폴리곤(polygon) 형태의 벡터데이터와 그리드(grid) 형태의 래스터 데이터가 모두 사용 가능하다. 연구자는 보조자료로써 위성영상 및 지형도(topographic map)에 의해 작성된 토지이용도(landuse)와 토지피복도(landcover)를 주로 이용한다. 이러한 보조자료는



데이터의 상대적 밀도가 구분될 수 있어야 한다. 특히 인구분포를 재분류하는 경우, 연구자는 거주지의 밀도단계가 구분되는 보조자료를 이용하여야 한다. 따라서 대시메트릭 매핑의 정확도는 보조자료의 질(quality)에 의해 결정된다고 할 수 있다(Sleeter and Gould, 2007). Mennis(2003)는 보조자료로 토지피복도를 활용하였고, 보조자료 내에 인구밀도가 상대적으로 높은 도시화 지역을 고밀도, 저밀도, 비도시화 지역으로 분류하였다. 이렇게 동일한 토지이용 지역을 상대적 인구밀도에 따라 재분류하는 것은 각 가중치를 다르게 부여함으로써 대시메트릭 매핑의 결과를 보다 세밀하게 나타낼 수 있다(Mennis and Hultgren, 2005).

즉, 이는 통합된 속성 데이터를 대시메트릭 매핑 방법에 의해 분류하는 과정에서 데이터와 보조자료를 사용할 때, 면적가중치와 보조자료를 세분화한 상대적 데이터 밀도의 조합으로 재분류한다. 이 과정은 Mennis and Hultgren의 연구(2005)를 토대로 한다.

$$\hat{y}_t = y_s \left( \frac{A_t \hat{D}_c}{\sum_{t \in s} A_t \hat{D}_c} \right) \quad (10)$$

식 10은 타겟지역 t에서의 속성 데이터 값을 추정하는 것이다. 여기에서 통합하여 집계된 속성 데이터 구역을 s, 보조자료 내에서 분류된 구역이 c이다. 속성 데이터의 구역과 보조자료 구역이 중첩하는 타겟구역은 t로 나타낸다. 타겟구역 t는 보조자료 내의 특정 c구역에 해당하는 것으로 연구자가 최종적으로 추정하는 지역이다. 식 10에서  $A_t$ 는 타겟구역의 면적이다.

$$\hat{D}_c = \frac{\sum_{s=1}^m y_s}{\sum_{s=1}^m A_s} \quad (11)$$

$\hat{D}_c$ 는 식 10에 부여된 가중치로써 보조자료인 토지이용분류 내 c구역에서 추정된 밀도를 나타낸다.  $\hat{D}_c$ 를 다음과 같이 계산할 수 있다(식 11). 식 11에서



추정된 밀도 값은 속성 데이터 값을 면적으로 나누어 추정한다. 이 값은 보조 자료의 특정 토지이용범주인  $c$ 구역을 대표한다.

### 3. 최대커버링입지문제(MCLP: Maximal Covering Location Problem)

최대지역커버링문제(MCLP: Maximal Covering Location Problem)는 시설물의 서비스 수준을 높이기 위하여 최대한 많은 수요를 커버하는 시설물의 위치를 찾는 것을 목적으로 한다(Church and Murray, 2009). 수요를 커버한다는 것은 설치하는 시설물이 수요지역의 일정거리 안에 위치하고 있기 때문에 수요지역에 해당 서비스가 제공되는 것을 의미한다. 이 때, 이러한 일정범위의 거리를 커버리지 거리(coverage distance)라고 정의한다. 커버되는 수요가 많을수록 그 만큼 제공되는 서비스의 수준도 높아진다고 할 수 있다(홍성학 등, 2003).

최대지역커버링문제가 다른 입지모델과의 가장 큰 차이점은 설치예정인 시설물의 수 혹은 예산 등 비용에 제한이 존재하는 것이다. 시설물의 개수 혹은 비용이 제한되었을 때, 제약조건 하에서 시설물이 커버하는 수요의 양(amount)을 최대화하는 위치를 선정하는 것이다(Karasakal and Karasakal, 2004). 이는 모든 수요지점을 커버하도록 시설물의 위치를 선정하는 셋 커버링 문제(LSCP)의 한계점을 보완한 것이다(Chung, 1986). 즉, 최대지역커버링 문제는 시설물이 수요지로부터 일정거리 내에 있으면서 해당 수요를 커버하게 될 경우, 사전에 정해진 수의 시설물로 가능한 최대로 많은 수요를 커버할 수 있는 입지를 선정하는 기법으로(이상헌, 2009), 셋 커버링 문제에 비하여 보다 현실적인 방법이다.

Church and Velle(1974)에 의한 최대지역커버링문제(MCLP: Maximal Covering Location Problem)는 제한된 시설물의 수 혹은 서비스 거리 내에서



제공될 수 있는 최대 수요를 찾는 것으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$(목적함수) \quad \text{Maximize } Z = \text{Max} \sum_{i \in I} a_i y_i \quad (12)$$

$$(제약조건) \quad \sum_{j \in N_i} x_j \geq y_i \quad \forall i \in I \quad (13)$$

$$\sum_{j \in J} x_j = P \quad (14)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad \forall j \in J \quad (15)$$

$$y_i \in \{0, 1\}, \quad \forall i \in I \quad (16)$$

$I$  = 수요지점 세트

$J$  = 시설입지 세트

$S$  = 수요지를 커버할 수 있는 거리

$d_{ij}$  = 지점  $i$ 에서 지점  $j$ 까지의 최단거리

$x_j \begin{cases} 1 & \text{시설물이 } j \text{에 할당된 경우} \\ 0 & \text{그렇지 않은 경우} \end{cases}$

$y_i \begin{cases} 1 & \text{수요지점 } i \text{에 최소 한 개의 시설물로 커버되는 경우} \\ 0 & \text{그렇지 않은 경우} \end{cases}$

$N_i = \{j \in J \mid d_{ij} \leq S\}$  수요지를 커버할 수 있는 시설후보지 집합

$a_i$  =  $i$ 지점의 서비스 수요

$P$  = 설치예정인 시설물 수

식 12는 일정한 서비스 거리 내에서 해당 서비스가 제공되는 수요지점의 총



양을 최대화하는 목적함수를 나타낸다. 제약조건으로 식 13은 시설물의 커버리지가 수요지점  $i$ 를 포함하는지 여부를 정의하는 것으로서 수요지점  $i$ 를 기준으로 커버리지 내에 시설물이 설치되었을 때 수요지점에 서비스가 제공되는 것을 의미한다. 특히 식 13은 커버리지를 설명하는 것으로, 식 13에서  $\sum X_j$ 가 0이면 시설물이 수요지점  $i$ 를 커버하지 않으며 입지하지 않는 것을 나타낸다. 이와 같은 상황에서, 결정변수  $Y_i$ 의 값은 0이 될 것이고, 수요지점  $i$ 는 커버되지 않는다. 반면 식 13에서  $\sum X_j$ 가 1이거나, 더 값이 큰 경우에는 하나 혹은 그 이상의 시설물이 입지하고 있다는 것을 의미한다. 이는 수요지점  $i$ 를 커버하고 결정변수  $Y_i$ 의 값이 1로 정의된다(Church and Murray, 2009).

식 14는 입지할 시설물 수가  $p$ 개로 제한되는 것을 말한다. 식 14의 제약조건이 셋 커버링 문제와 차이점을 가진다. 이는 모든 수요지역을 커버할 수 없다는 것을 기반으로 예산 등의 문제를 극복할 수 있기 때문에 보다 현실적이라고 할 수 있다.

식 15는 결정변수로서 커버리지가 수요지점을 포함하는지 여부를 구별한다. 수요 지역에 서비스를 제공하기 위해 시설물이 해당 지역에 위치하고 있는지 여부를 조건으로 하는 것을 나타낸다. 식 16은 시설물이  $j$ 지역에 설치되어 있으면 1, 설치되어 있지 않으면 0으로 설정되는 것을 의미한다.  $N_i$ 는 수요지점  $i$ 에 ‘커버리지’를 제공할 수 있는 시설물 입지의 세트이다.

수요를 커버하는 것은 시설물이 수요지점으로부터 일정거리  $S$  내에 있는 것을 의미하며, 이 때  $S$ 를 커버리지 거리라고 나타낸다(홍성학 등, 2003). 수요지점은 각 지점에서 가장 가까운 시설이  $S$ 와 거리가 같거나 더 작을 때 커버된다고 보고, 각 지점이  $S$ 보다 거리가 더 클 때는 커버되지 않는다고 할 수 있다.



## IV 연구지역 및 데이터 선정

### 1. 연구지역

본 연구는 경기도 안산시의 25개 행정동과 1313개 집계구를 대상으로(그림 3) 방법용 CCTV의 분포 및 주요 입지 특성을 분석한다. 또한 이를 바탕으로 본 연구에서는 안산시 내에 방법용 CCTV가 추가로 설치될 때, 행정동의 주거 인구 및 유동인구 수를 기준으로 입지 가능한 위치를 선정하였다. 특히 방법용 CCTV의 입지 특성은 인구학적, 사회·경제적 측면에서 수준(level)이 서로 다른 데이터를 이용하여 파악하는 것을 목적으로 한다. 연구지역으로 안산시를 선택한 이유는 다음과 같다.

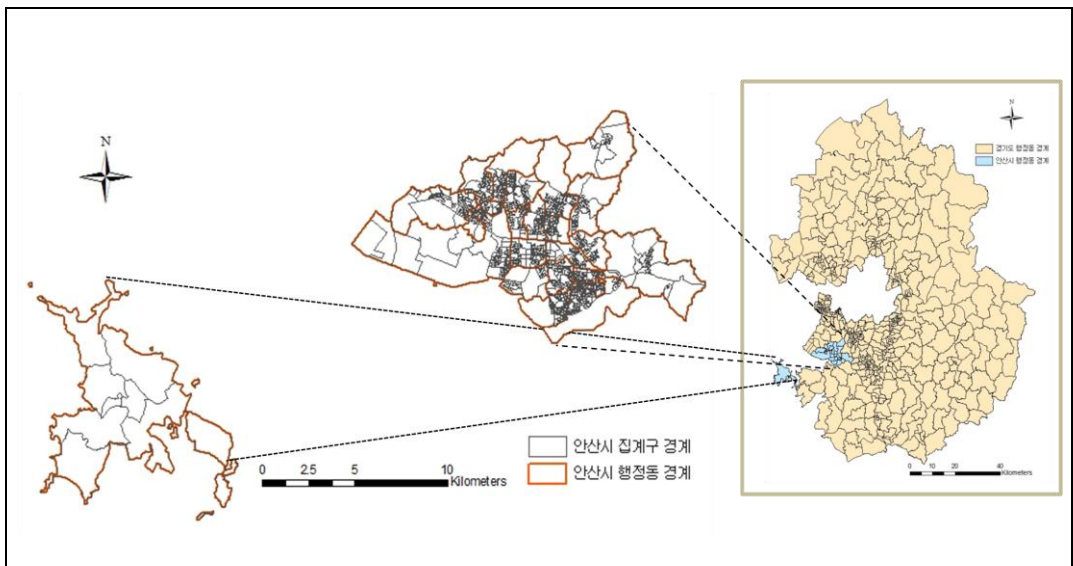


그림 3. 연구지역



첫째, 경기도 안산시는 인구학적 측면에서 살펴볼 때, 이질적 특성을 가진 외국인 수가 타 지역보다 월등히 많다. 2010 년 기준 통계청 자료에 따르면, 안산시의 인구 753,862 명에 대한 거주 외국인 수는 38,971 명이다. 안산시는 경기도 내에 50 만 명 이상 인구규모의 도시 9 곳(고양시, 남양주시, 부천시, 성남시, 수원시, 안산시, 안양시, 용인시, 화성시) 중에서 주민등록인구 당 거주외국인 수가 가장 많은 지역이다.

표 1. 경기도 내 50 만명 이상 인구규모 도시의 거주외국인 수  
(단위: 명)

	도시명	남	여	합계
1	안산시	23,039	15,932	38,971
2	수원시	13,643	13,503	27,146
3	화성시	19,421	7,067	26,488
4	성남시	7,579	8,755	16,334
5	부천시	8,193	7,478	15,671
6	용인시	8,529	6,629	15,158
7	고양시	5,979	6,203	12,182
8	안양시	3,334	3,783	7,117
9	남양주시	3,224	2,391	5,615

<출처: 경기통계청, 2010>

안산시는 행정동에 따라 거주외국인 수의 차이가 크게 나타난다(그림 4). 사회해체 이론(social disorganization theory)에 따르면, 거주외국인의 비율이 많은 지역은 해당 지역 내에서 범죄가 발생할 가능성이 비교적 높게 나타날 수 있다. 이는 지역사회 구성원들 사이에서 사회적, 문화적 이질성이 존재하여 갈등이 발생할 소지가 높기 때문이다(Siegel, 2007; Li and Radke, 2012).



또한 사회적 이질성으로 인하여 공동체 조직의 결속력이 약화되고, 공동체 내부의 갈등이 발생한다. 기존 연구(홍세영·이현, 2011; 정진성·황의갑, 2012)에서는 외국인이 범죄의 가해자 혹은 피해자 여부와 관계없이 거주외국인이 많은 지역은 지역사회 범죄율을 높일 수 있다고 언급하였다.

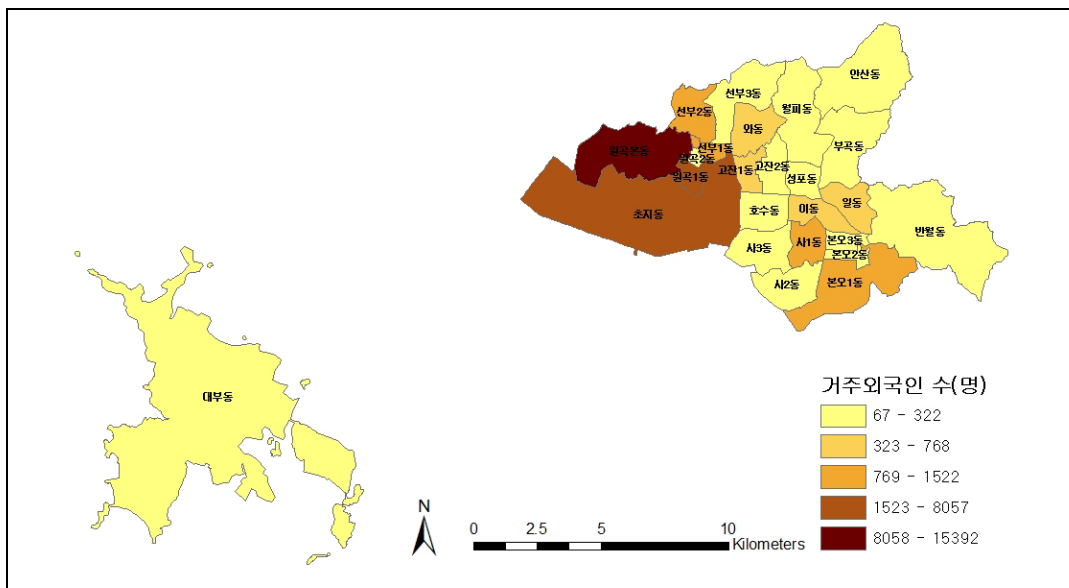


그림 4. 안산시 거주외국인 분포

둘째, 안산시의 강력범죄 발생 건수는 2006년부터 2010년까지 지속적으로 증가하고 있다. 표 2에 따르면, 안산시의 폭력범죄 발생률은 2007년에 전년도 대비 약 18% 증가했고, 절도범죄의 발생 증가율은 전년도 대비 2007년에 약 37%, 2008에 약 31%로 급격하게 증가했다. 강력범죄 발생 증가율은 2009년에 비해 2010년에 약 34%가 높아졌다. 또한 대검찰청의 ‘2011 범죄분석’과 ‘2012 범죄분석’ 자료에 따르면, 안산시가 2011년 국내에서 강도 발생비율이 가장 높은 지역 1위이며, 아동유괴 발생비율이 높은 지역 3위로 나타났다. 특





히 2011년에 안산시 1인당 강도 발생 비율은 14.1(101건/715,586명×100,000)로 통계결과가 전국 평균 7.9보다 약 1.8배 높은 것으로 집계된 것으로 나타났다(대검찰청, 2012).

표 2. 안산시 범죄 발생 건수 추이

(단위: 건)

항목	2006	2007 (증가율)	2008 (증가율)	2009 (증가율)	2010 (증가율)
폭력범죄 발생	3,706	<b>4,388</b> <b>(18.4%)</b>	4,622 (5.33%)	4,480 (-3.07%)	4,804 (7.23%)
절도범죄 발생	2,484	<b>3,400</b> <b>(36.88%)</b>	<b>4,437</b> <b>(30.5%)</b>	4,530 (2.1%)	4,056 (-10.46%)
강력범죄 <sup>4</sup> 발생	247	251 (1.62%)	289 (15.14%)	303 (4.84%)	<b>405</b> <b>(33.66%)</b>

<출처: 경기지방경찰청, 2006년~2010년>

셋째, 안산시는 각종 범죄를 예방하기 위한 방안으로 2010년 4월부터 통합 관제센터(안산시 U정보센터<sup>5</sup>)를 개관하여 운영하고 있다. 이와 동시에 같은 해 2010년부터 '안전안산·안심안산 U-City 구축 제1차 사업'을 실시하였다. '안전안산·안심안산 U-City 사업'은 방범취약지역에서 발생하는 각종 범죄를 예방하기 위하여 산발적으로 설치 및 운영해왔던 CCTV를 통합적으로 관리하고 효과

<sup>4</sup> 경기지방경찰청 자료에 따르면, 강력범죄는 살인, 강도, 강간 및 강제추행, 방화를 포함한다. 또한 폭력범죄에는 상해, 폭행, 체포 및 감금, 협박, 약취유인, 공갈, 손괴, 단체로 구성된 활동에 의한 폭력행위, 그 외 폭력행위등처벌에관한법률위반등이 해당된다(통계청, 2010).

<sup>5</sup> 안산시 U정보센터는 안산시의 교통서비스 개선, 실시간 교통정보 제공 및 도로 안전성 향상을 위하여 설립되었다. 교통상태의 정보뿐 아니라 안산시에 설치되어 있는 CCTV를 모니터링하고 돌발 상황에 대응하는 업무를 수행하고 있다(안산시 U정보센터 교통정보상황실, 2012).



적으로 유지하기 위하여 구축되었다. 한편 안산시는 제2차 U-City사업이 진행 중이다. 이에 안산시는 주택가와 학교주변에 방범용 CCTV를 지속적으로 추가 설치할 예정이다. 이와 같이 안산시가 안전한 도시를 목적으로 CCTV 구축 사업을 지속적으로 진행함에 따라, 본 연구는 향후 추가될 방범용 CCTV의 위치를 제안한다. 방범용 CCTV의 위치를 선정하기 이전에 기존에 설치되어 있는 방범용 CCTV의 분포를 살펴보고, 입지 특성을 살펴볼 필요가 있다.



## 2. 연구데이터

### 1) 안산시 방법용 CCTV의 설치 현황

본 연구는 안산시의 CCTV 대수가 행정동에 따라 격차가 존재하는지 확인하기 위하여 CCTV의 설치 대수를 살펴보았다. 표 3은 안산시에 설치된 CCTV의 대수를 나타낸 것이다. 표 3에서 제시한 안산시에 설치된 CCTV의 용도는 방법용(방법, 어린이공원, 도난, 공원) CCTV 뿐 아니라 시설물관리, 문화재보호, 쓰레기무단투기, 산불보호, 자동차번호인식 목적까지 포함한다.

2010~2011년에 걸쳐 U-City사업으로 인하여 안산시가 설치한 CCTV 대수의 합계는 699대이다. 또한 이와 연동된 CCTV는 186대로, 안산시는 2012년 6월을 기준으로 총 885대를 관리 및 유지하고 있다. 표 3은 제1차 U-City사업으로 2010년에 설치된 안산시의 CCTV 대수이다. 행정동 수준에서 안산시에 설치된 CCTV의 수는 단원구의 와동과 원곡본동과 상록구의 본오1동에 CCTV 설치 수가 가장 많았다. 반면 단원구의 원곡 2동, 선부1동과 상록구 성포동의 CCTV 수가 적었다.



표 3. 안산시 CCTV의 행정동 별 설치 대수

(단위: 개, km<sup>2</sup>)

자치구	행정동	CCTV 수	면적	자치구	행정동	CCTV 수	면적
합 계		644	149.12				
상록구	소계	315	57.89	단원구	소계	329	91.23
	일동	37	2.41		와동	52	3.23
	이동	25	2.44		고잔1동	25	1.75
	사1동	37	2.36		고잔2동	13	1.87
	사2동	16	3.65		초지동	42	21.16
	사3동	14	3.68		원곡본동	50	8.12
	본오1동	42	6.45		원곡1동	12	0.95
	본오2동	15	0.82		원곡2동	2	0.56
	본오3동	16	1.10		선부1동	7	0.86
	성포동	8	1.70		선부2동	37	2.07
	부곡동	41	6.22		선부3동	26	5.81
	월피동	23	5.54		호수동	27	2.48
	안산동	17	8.36		대부동	36	42.37
	반월동	24	13.16				

<출처: 안산시 U-정보센터, 2012>

본 연구에 적용된 CCTV는 방범, 어린이보호 및 어린이 공원과 일반 공원의 치안, 도난방지의 용도로써 방범용 CCTV에 한정한다. 본 연구에서 이용된 안산시 방범용 CCTV 대수는 총 589대이다. 안산시에 설치된 CCTV의 분포 데이터는 U-정보센터의 CCTV 설치계획 및 행정상의 관리를 담당하는 공무원에게 제공받았다. 안산시가 U-City 1차 사업으로 기존에 설치한 행정동 별 CCTV의 위치를 지오큐딩한 분포 현황은 다음과 같다.



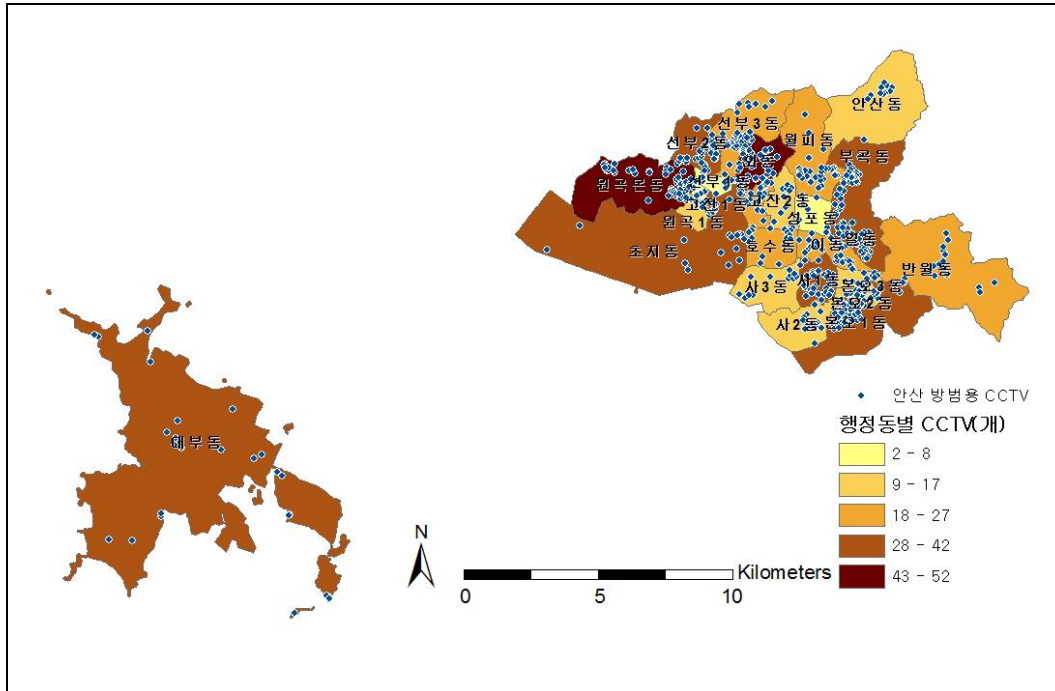


그림 5. 안산시 방범용 CCTV의 설치 현황



## 2) 방법용 CCTV의 주요 설치 요인 분석을 위한 데이터

본 연구에서는 안산시 집계구에 설치된 방법용 CCTV 분포의 공간적 특성을 분석하기 위해 집계구와 행정동, 두 가지 수준에서 접근한다. 방법용 CCTV의 주요 설치요인을 살펴보기 위한 집계구 수준과 행정동 수준의 속성데이터는 통계청 통계지리정보서비스 자료 및 안산시청 인구통계자료(안산시청, 2012)를 기반으로 하였다. 본 연구에 적용한 집계구와 행정동 독립변수의 기술통계량은 다음과 같다(표 4).

표 4. 독립변수 기술통계량

집계구 독립변수 기술통계량				
독립변수	총 사례 수	최소값	최대값	평균
인구밀도 (명/km <sup>2</sup> )	-	21	280,623	39,206
월세수준 가구 수 (개)	74,522	6	909	57
노후주택 수 (개)	82,679	6	477	63
육체노동 종사자 수 (명)	176,598	6	29,725	135
행정동 독립변수 기술통계량				
독립변수	총 사례 수	최소값	최대값	평균
거주외국인 (명)	38,976	67 (원곡2동)	15,392 (원곡본동)	2,013
표준공시지가(원/m <sup>2</sup> )	-	96,520 (대부동)	1,666,500 (고잔2동)	880,163
방법지구대 수 (개)	24	0	3 (성포동)	1

본 연구에서 거시수준은 행정동(Level 2)이며, 미시수준은 집계구(Level 1)로



설정하고, 안산시에 설치된 방법용 CCTV 대수가 집계구 수준과 행정동 수준에 미치는 영향을 분석하였다. 이는 방법용 CCTV는 집계구와 행정동에 따라 설치 대수에 어떠한 차이가 있으며, 특히 행정동의 경우 그 차이가 설치 대수에 더욱 뚜렷하게 나타나는지 살펴보기 위함이다. 서로 다른 행정구역별 사회·경제적, 인구학적 속성의 측면에서 방법용 CCTV의 설치 수의 차이를 살펴보고자 한다.

### (1) 집계구 수준 데이터

집계구 수준의 자료는 2010년 기준 인구밀도(명/1km<sup>2</sup>), 월세 가구 수(개), 노후주택 수(개), 육체노동 종사자 수(명)로 구성되었다. 집계구는 행정경계(읍면동 단위)의 약 1/30크기로, 하나의 집계구 내 인구는 500명 정도로 설정된다. 이는 인구가 많고 적음에 따라 집계구의 면적이 상이하게 설정된다.

#### ① 인구밀도

인구밀도는 행정구역 단위로 집계된 인구 수를 토지면적으로 나눈 비율이다(이희연, 2005). 본 연구에서는 인구 수가 아닌 인구밀도를 변수로 이용하였다. 한 개의 행정구역 단위 내 지역 간의 면적은 상당한 차이가 있다. 그러나 인구 수는 행정구역의 면적을 고려하지 않은 데이터이기 때문에 지역별 인구 수를 비교하기가 어렵다. 본 연구는 면적을 고려하여 인구가 밀집해 있는 정도에 따라 방법용 CCTV 설치 대수가 어떻게 나타나는지 살펴보기 위해 집계구의 인구밀도를 사용했다.

인구밀집지역은 상호감시로 인해 비교적 안전할 수 있다는 의견이 있다. 반면에 이는 범죄발생의 기회가 더 많을 수 있다는 것을 의미한다(Cozens, 2011). 따라서 인구밀도 변수는 방법용 CCTV 설치에 인구밀집 정도가 어떠한



영향을 미치는지 살펴보기 위함이다. 안산시 집계구 단위로 측정한 인구밀도의 최소값은 21명/km<sup>2</sup> 이고, 최대값은 280,623명/km<sup>2</sup> 이다. 집계구 별 인구밀도의 차이가 크게 나타나는 것은 임야지대에 거주하는 인구는 적고 집계구의 면적은 매우 큰 반면, 주거지역과 상업지역에 거주하는 인구는 많고 집계구의 면적은 임야지대를 포함한 집계구의 면적보다 상당히 작기 때문이다.

## ② 월세 가구 수

‘월세 가구 수’는 주거불안정(residential instability)의 척도로써, 2010년 기준 월세수준(월세 및 사글세)가구의 개수이다. 임차 가구가 자가 가구에 비하여 이사를 계획하는 비율이 더 높다는 선행연구(양세화·김묘정, 2011)를 바탕으로 본 연구에서는 월세 가구를 대상으로 선정하였다. 이는 지역 사회에서 이웃간의 결속력 정도를 예측하는 것으로, 잦은 주거이동이 이웃간의 안정적 관계를 형성하는데 부정적 영향을 미치는 것을 나타낸다(Li and Radke, 2012).

이러한 불안정한 주거환경은 범죄발생을 높이는 요인으로 제시되어 왔다(전용완 · 박윤환, 2008; Bursik and Grasmick, 1993; Shaw and McKay, 1998). 본 연구에서는 월세 가구 수와 방법용 CCTV 설치 수의 관계를 확인하기 위해 변수로 이용했다.

## ③ 노후주택 수

‘노후주택 수’는 건축 년도에 따른 주택의 수로, 도시의 노후화 정도를 나타낸다. 이 때 주택의 노후화된 정도는 1999년 이전에 건설된 주택을 기준으로 하였다. 환경적 측면에서 주택의 노후화는 지역 환경을 악화시켜 범죄를 증가시킬 우려가 있다는 연구(김영환 등, 2007; 이효창 등, 2009)가 있다. 또한 강석진(2010)의 연구에서는 주택 특성 상 건축 년도가 범죄발생의 중요한 영향





을 미치는 요인으로써, 건축 년도가 오래된 주택일수록 방범시설이 취약하기 때문에 범죄에 노출될 수 있다고 언급하였다. 이를 토대로 본 연구에서는 주택 노후화 정도를 파악할 수 있는 노후주택 수를 활용하였다. 따라서 노후화된 주택이 많은 지역일수록 방범용 CCTV가 비교적 많이 설치되어 있는지를 살펴보고자 변수로 반영하였다.

#### ④ 육체노동직 종사자 수

‘육체노동직 종사자 수’는 지역의 산업구조를 반영한다. 육체노동직은 한국 표준직업분류(KSCO)<sup>6</sup>에 따라 제1직능 수준과 제2직능 수준에 해당하는 제조업, 전기, 가스, 수도사업, 운수업, 하수폐기물처리업 등을 포함하였다. 사회해체론에 따르면 사회경제적 지위가 낮은 지역사회는 사회적 통제를 유지할 수 있는 재정자원이 부족하여 높은 사회경제적 지위의 지역사회보다 범죄발생이 비교적 더 높을 것이라고 언급하고 있다(Li and Radke, 2012). 이를 토대로 직종에 따른 사회적·경제적 지위가 방범용 CCTV의 설치 대수에 어떠한 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

---

<sup>6</sup> '한국표준직업분류(KSCO)'는 경제활동을 위하여 개인이 하고 있는 일에 대하여 수행되는 일의 형태에 따라 유형화한 것이다. 이는 직업관련 통계자료의 정확성 및 비교성을 확보하기 위해 작성된 것으로 총 4개의 직능수준으로 구분한다. '제1직능 수준'은 단순하고 반복적이며 육체적인 힘을 요하는 과업을 수행하는 것이다. '제2직능 수준'은 일부 전문적인 직무훈련과 실습과정이 요구되며, 중등학교 졸업 후 교육이나 직업교육기관에서 추가적인 교육 혹은 훈련을 요할 수 있다. '제3직능 수준'은 복잡한 과업과 실제적 업무를 위하여 전문적 지식을 보유해야 하는 것으로 치료지원의 의료관련 분야, 스포츠 관련 직업이 있다. '제4직능 수준'은 매우 높은 수준의 이해력과 의사소통 능력이 필요한 것으로 분석, 연구, 교육등과 관련된 직무분야이다(통계청, 2010).



## (2) 행정동 수준 데이터

행정동 수준의 자료는 안산시에 거주하는 외국인 수(명), 행정동 별 표준공시지가(원/1m<sup>2</sup>), 방범지구대 및 경찰서 수(개)를 포함한다.

### ① 거주외국인 수

거주외국인 수는 인종적 이질성(racial heterogeneity)을 나타내는 변수이다. 서로 다른 문화적 배경과 사회적 규범을 가진 집단들은 상호간에 자기방어적 경향이 존재하고 사회적 관계를 증진시키려는 의지가 동일집단에 비해 비교적 적으므로(Bursik and Grasmick, 1993; Li and Radke, 2012), 치안유지를 보다 강화할 필요가 있기 때문이다. 특히 안산시는 행정동에 따라 거주 외국인 수의 뚜렷한 차이가 보인다. 그러므로 안산시의 행정동별 거주 외국인 수의 차이에 따라 나타날 수 있는 방범용 CCTV 설치에 대한 영향을 살펴보고자 했다.

### ② 표준공시지가

본 연구는 행정동 표준공시지가를 지역사회 주민의 소득을 나타내는 경제적 인 요인으로 설정하였다. 이는 지역의 경제적 수준에 따라 방범용 CCTV의 설치 대수가 어떻게 나타나는지를 살펴보기 위함이다. Sampson *et al.*(1997)은 지역사회 특성과 범죄의 관계를 살펴보는 연구에서 사회경제적 지위를 측정하는 하나의 요인으로 소득을 포함했다. 또한 김영환 등(2007)은 범죄발생예측프로그램 연구에서 지역사회의 경제적 수준을 나타내기 위해 평균 공시지가를 활용하였다. 공시지가는 토지거래의 지표로써 조세를 부과하는 기준이 되기 때문에(구동희, 2006), 본 연구에서도 가구 소득 대신 공시지가를 적용하였다. 따라서 이 연구는 선행연구와 같이 공시지가로 표현되는 소득수준이 방범용 CCTV 설치 대수에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.



### ③ 방법지구대 및 경찰서 수

경찰의 활발한 순찰활동은 지역사회 내에서 발생하는 범죄를 억제할 가능성이 높다. 경찰인력이 부족한 경우, 각 지자체는 지역사회의 범죄를 예방하기 위하여 CCTV를 적극적으로 이용하고 있다. CCTV는 경찰력 남용을 방지하고, 경찰의 순찰활동과 상호보완적 관계가 존재한다고 할 수 있다(정승민, 2009). 따라서 본 연구는 행정동 내의 방법지구대 및 경찰서 수가 방법용 CCTV 설치에 어떠한 영향이 미치는지를 살펴보았다.



### 3) 방법용 CCTV 입지 분석을 위한 데이터

향후 설치 예정인 방법용 CCTV의 위치를 선정하기 위하여 본 연구는 안산시의 상주인구밀도와 유동인구 수를 기반으로 입지 수요지를 선정하였다. 상주인구밀도는 에어리어(area) 형태인 집계구 수준으로 되었고, 유동인구 수는 행정동 내에 포인트(point) 형태의 일정 지점들을 기준으로 측정되었다. 입지선정연구에서 입지 수요지를 파악하는 것은 해당 시설물이 필요한 지역의 범위를 결정하는 것이다. 안산시의 상주인구밀도와 유동인구 수를 토대로 입지 수요지를 각각 선정한 이유는 이에 따른 방법용 CCTV의 위치 선정의 결과를 비교하기 위해서이다. 따라서 본 연구에서는 방법용 CCTV의 위치를 선정하기 이전에, 먼저 방법용 CCTV가 설치될 필요가 있는 지역을 상주인구밀도와 유동인구 수를 기반으로 살펴보는 것이 필요하다.

#### (1) 안산시 집계구 별 인구밀도

집계구 단위의 인구밀도는 통계청의 통계지리정보서비스(SGIS)에서 집계구 별 '총 인구밀도' 데이터를 기반으로 하였다. 집계구는 현재 통계청이 공표 및 제공하고 있는 통계자료의 최소단위이다(강영옥·장세진, 2008). 집계구 내에 인구 수가 너무 적거나 혹은 많으므로 집계구 별 인구 수의 편차가 비교적 크며, 인구 수에 따라 집계구의 면적이 다르게 나타난다. 본 연구에 집계구의 인구밀도를 적용한 이유는 집계구는 약 500명을 기준으로 구획되어 있기 때문에 밀집 정도를 나타내는 인구밀도가 인구 수보다 분포를 보다 정밀하게 살펴볼 수 있을 것으로 예상할 수 있기 때문이다.

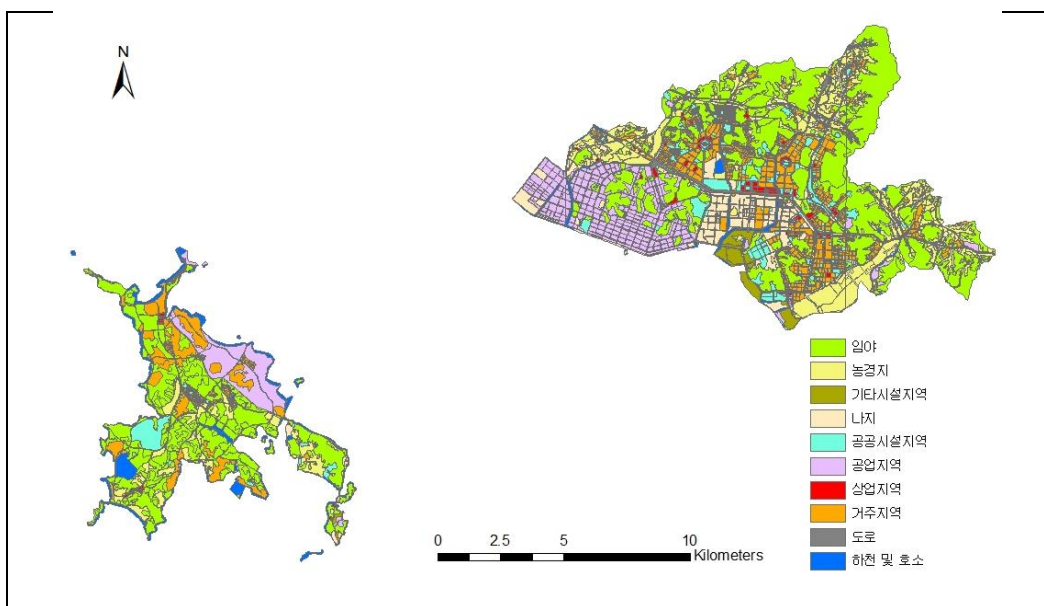
#### (2) 토지이용현황도

토지이용현황도는 국토이용계획 및 도시계획과 자원의 효율적 관리 등 토



지이용계획 수립을 위한 분석에 이용되는 자료이다. 국토지리정보원은 국토 이용관리법에 의거하여 1972년부터 1:25,000 규모의 축척으로 토지이용현황도를 제작하였다. 토지이용현황도는 대분류, 중분류, 세분류로 구분되며, 이 분류체계를 기반으로 1999년에 구축되었다(우제운 등, 2001). 국토지리정보원에서 제공하는 토지이용현황도의 분류체계는 표 5와 같다.

본 연구는 안산시에 거주하는 주민등록인구 수의 실제 분포를 지도상에 표현하기 위하여 대시메트릭 매핑 방법의 보조자료로 토지이용현황도를 적용하였다. 연구에 이용된 안산시 토지이용현황도는 안산시 단원구 대부동을 제외한 지역의 데이터를 획득할 수 있었다. 단원구 대부동은 한국토지정보시스템(KLIS)에서 제공하는 용도지역·지구 데이터를 활용하였다.



(출처: 국토지리정보원, 한국토지정보시스템)

그림 6. 안산시 토지이용현황도

그림 6은 국토지리정보원의 토지이용현황도와 한국토지정보시스템의 용도 지역·지구 데이터를 토대로 작성한 안산시 토지이용현황도이다. 그러나 국토



지리정보가 제공하는 토지이용현황도는 1999년에 구축된 것이므로 현재의 실제 토지이용과는 차이가 있다. 현재 토지이용현황을 살펴보고 재구성하기 위해 ArcMap에서 1999년 기준의 토지이용현황 폴리곤을 KML파일로 변환하여 구글어스(Google Earth)에서 비교하였다. 또한 구글어스에서 주거지역이 확대된 지역을 이미지 저장하여 Arcmap에서 폴리곤 형태의 shapefile로 변환하여 반영하였다. 이에 본 연구는 현재의 토지이용을 최대한 반영하기 위하여 그림 6의 토지이용현황도를 기반으로 수정한 토지이용현황도는 그림 7과 같다.

거주 인구를 나타내는 주거지역의 범위가 토지이용현황도(그림 6)에서의 주거지역보다 더욱 확대되었다. 기존 토지이용현황도에서 호수동과 사3동의 나지가 아파트 단지의 주거지역으로 변화하였다. 또한 사2동과 사3동의 기타시설지역이 역시 아파트 단지로 확인되었다.

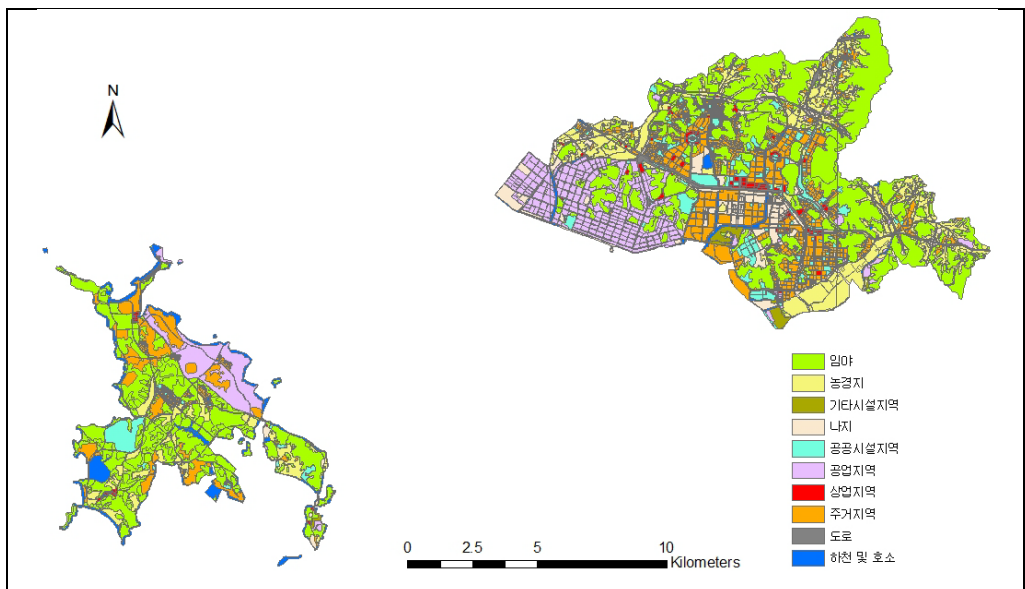


그림 7. 수정된 안산시 토지이용현황도

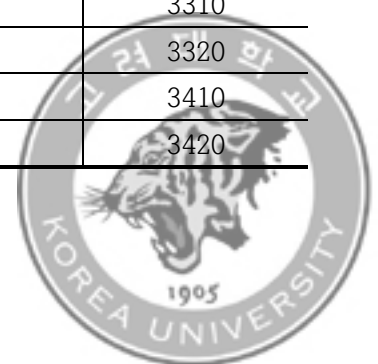
안산시의 총 면적이  $154.68\text{km}^2$ 을 기반으로 그림 6의 수정 전의 주거지



역 면적은 19.36 km<sup>2</sup> 이었으나, 수정 후의 주거지역 면적은 22.25 km<sup>2</sup> 로 2.89km<sup>2</sup>이 증가되었다. 반면 나지는 수정 전의 면적이 9.34km<sup>2</sup>에서 수정 후, 7.58km<sup>2</sup>로, 1.76km<sup>2</sup>가 감소되었다.

표 5. 토지이용현황도 분류체계

대분류	중분류	소분류	코드
농지	논	경지정리답	1110
		미경지정리답	1120
	밭	보통,특수작물	1210
		과수원 기타	1220
임지	초지	자연초지	2110
		인공초지	2120
	임목지	침엽수림	2210
		활엽수림	2220
		혼합수림	2230
	기타	골프장	2310
		유원지	2330
		공원묘지	2320
		암벽 및 석산	2340
도시 및 주거지	주거지 및 상업지	일반주택지	3110
		고층주택지	3120
		상업,업무지	3130
		나대지 및 인공녹지	3140
	교통시설	도로	3210
		철로 및 주변지역	3220
		공항	3230
		항만	3240
	공업지	공업시설	3310
		공업나지, 기타	3320
	공공시설물	발전시설	3410
		처리장	3420



대분류	중분류	소분류	코드
		교육,군사시설	3430
		공공용지	3440
	기타시설	양어장,양식장	3510
		채광지역	3520
		매립지	3530
		광천지	3540
		가축사육시설	3550
수계	습지	갯벌	4110
		염전	4120
	하천	하천	4210
	호소	호, 소	4310
		댐	4320
	기타	백사장	4410





### (3) 안산시 유동인구 데이터

본 연구는 안산시의 유동인구 수를 토대로 방법용 CCTV가 필요로 하는 입지 수요지를 선정하였다. 특히 유동인구를 살펴보는 이유는 행정서비스의 수요를 측정할 때 상주인구만을 고려하는 것은 서비스의 수요예측 및 배분에 한계를 나타낼 수 있기 때문이다(변미리·서우석, 2011). 상주인구는 거주지역을 기반으로 측정하는 반면, 유동인구는 지역의 활동인구의 흐름을 의미한다. 도시의 직주분리현상으로 동일한 지역이라도 인구 수의 차이가 존재하기 때문에, 본 연구에서 상주인구와 유동인구에 대한 입지 수요지를 각각 선정하여 비교하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 주말을 제외한 평일의 업무시간 당 유동인구와 비 업무시간 당 유동인구 수를 살펴보았다. 월요일에서 금요일 사이의 업무시간은 9시간대부터 18시간대이고, 비 업무시간은 0시간대부터 8시간대와 19시간대부터 23시간대를 범위로 설정하였다. 안산시 내에서 유동인구를 측정하는 지점 총 24,682개로, 그림 8과 같이 나타난다. 그림 8에서 유동인구의 측정 지점은 주로 거주지역, 상업지역 및 공업지역에 위치해 있다.

안산시의 유동인구 데이터는 본 연구의 분석단계에서 공간보간기법(spatial interpolation)을 이용하여 연속된 표면을 작성하고, 입지 수요지를 선정하였다. 본 연구에서 유동인구 데이터를 공간보간기법에 적용한 이유는 다음과 같다. 공간통계데이터는 공간 상의 모든 위치에서 각각의 값이 존재하지만, 실제로 모든 지점의 데이터 값을 수집하는 것은 불가능하다. 따라서 연구지역 내의 포인트 형태의 대표지점에서 데이터 값을 수집한 후, 이를 미 관측 지점까지 확장하여 값을 추정하는 것이 가능하다(Lloyd, 2011). 따라서 그림 8에서와 같이 유동인구 관측지점 외에 미 관측지점까지 포함된 안산시 전체의 유동인구 수를 추정하기 위해서 공간보간기법을 활용하였다.



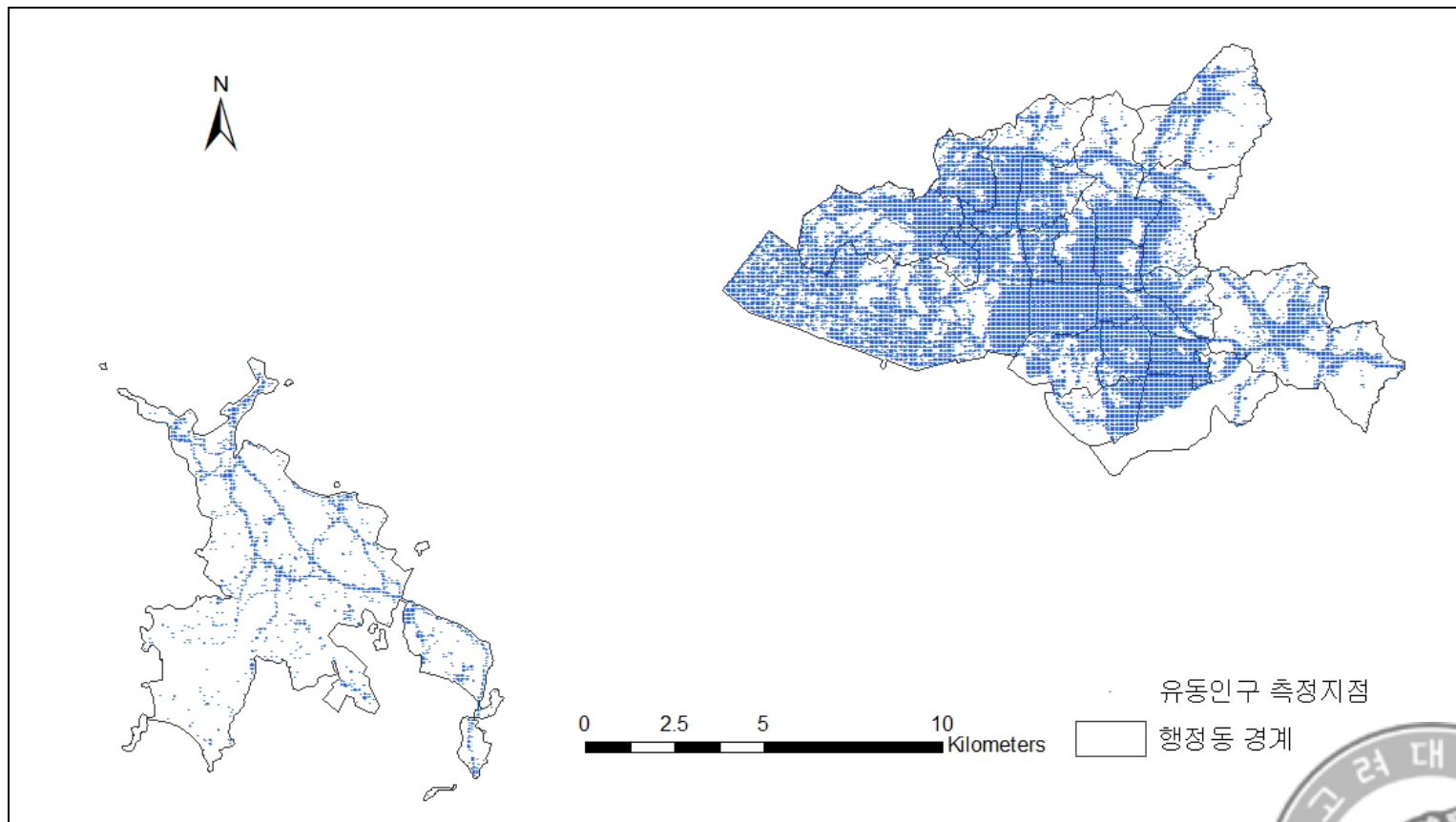


그림 8. 안산시 유동인구 측정 위치의 분포



## V. 연구결과

### 1. 안산시 방범용 CCTV의 공간적 분포

향후 설치예정인 방범용 CCTV의 위치를 선정하기 이전에, 2012년 6월을 기준으로 안산시에 설치되어 있는 방범용 CCTV의 분포를 살펴보았다. 이는 방범용 CCTV의 수요지점을 선정할 때, 기존의 CCTV가 적용되는 서비스 범위(coverage)를 제외하고 미 설치된 지역을 파악하기 위함이다. 그림 9는 안산시에 설치된 방범용 CCTV의 위치(주소)를 X,Y좌표로 변환하여 공간상에 나타낸 것이다.

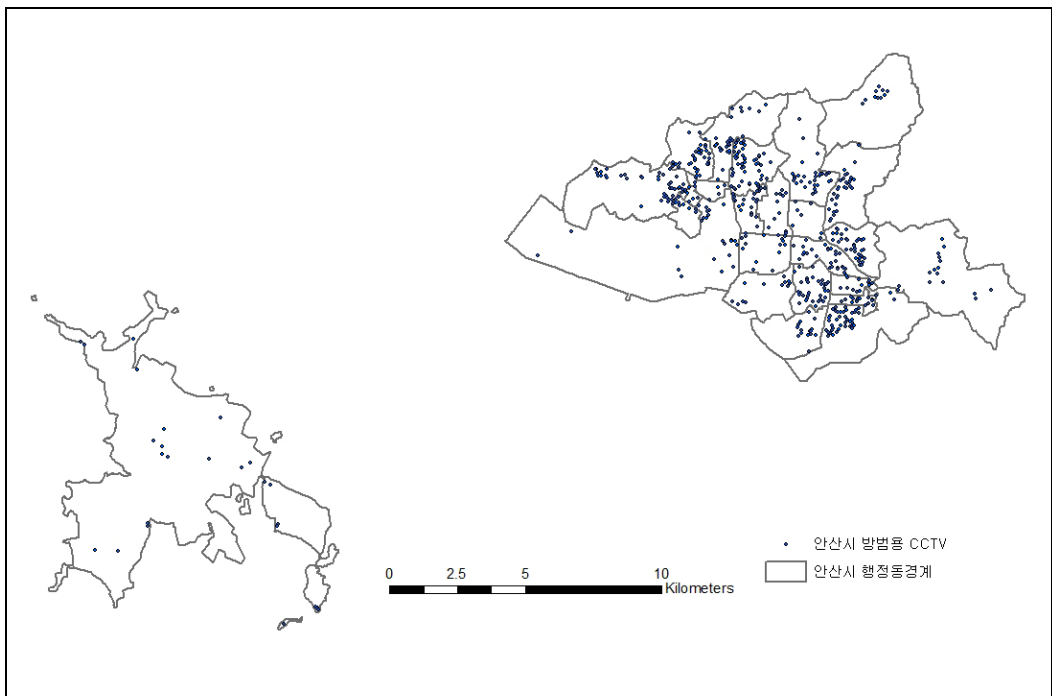


그림9. 안산시 방범용 CCTV의 분포 현황

그림 10는 안산시 방범용 CCTV의 분포를 토지이용현황도에서 살펴본 것



이다. 안산시에 설치된 방범용 CCTV는 인구가 많은 주거지역에 집중되어 설치된 것으로 나타났다. 특히 방범용 CCTV 대수가 적은 주거지역은 다세대 주택 밀집지역이 아니라 정비된 아파트 단지임을 확인하였다. 이는 다세대 주택지역과는 달리 아파트 단지는 단지 내에 사설 경비업체를 고용하거나 개별 CCTV를 설치할 가능성이 크기 때문으로 추정할 수 있다.



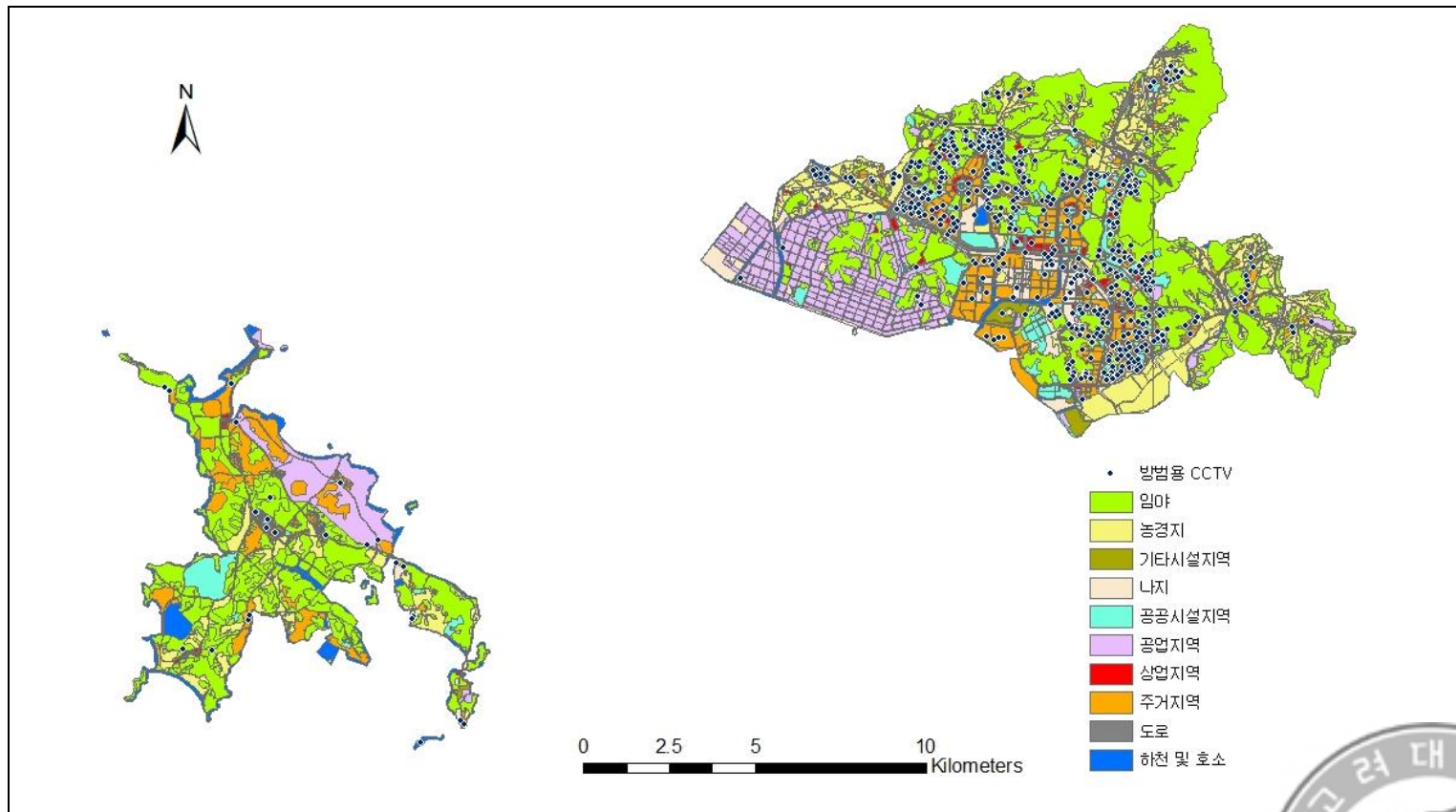


그림 10. 토지이용에 따른 안산시 방법용 CCTV의 분포

## 2. 안산시 방법용 CCTV 설치의 다수준 모델 분석 결과

본 연구에서는 행정구역 별 인구학적, 사회·경제적 속성을 토대로 방법용 CCTV가 설치된 지역의 특성을 파악하기 위해 다수준 모델을 이용하였다. 특히 기존에 설치된 방법용 CCTV의 수가 집계구 및 행정동수준의 인구학적, 사회·경제적 속성과 어떠한 관계가 있는지 살펴보았다. 이를 통하여 안산시에 기설치된 방법용 CCTV(2012년 기준)의 설치에 어떠한 요인들이 영향을 미쳤는지 확인할 수 있다.

### 1) 기본모형(Null model) 분석 결과

다수준 모델에서 기본모형을 분석하는 것은 서로 다른 수준(level)의 그룹 간에 존재하는 분산 정도를 확인하고, 본 연구가 다수준 모델을 적용하는 것이 적합한지를 파악하기 위함이다(Johnson, 2010). 이 모형은 독립변수를 제외한 분석방법으로, 기울기가 존재하지 않고 절편만 존재한다. 그러므로 기본모형은 각 수준의 종속변수에 대한 평균으로 살펴보고, 변수가 추가되어 있지 않기 때문에 공변량에 조건이 존재하지 않는 무조건부 모형(unconditional model)이라고 한다(Luke, 2004).

본 연구는 기본모형을 통해 집계구 수준과 행정동 수준이 안산시 방법용 CCTV 설치 수의 차이에 각각 얼마나 영향을 미치는지에 대하여 분산 정도를 확인하였다. 표 6은 본 연구에서 기본모형을 분석한 결과이다. 이 때 이용하는 급내상관계수(ICC: Intra-class Correlation Coefficient)은 전체 분산에 대한 그룹 간 분산의 비율을 나타내는 것으로 다음과 같다.



표 6. 기본모형(null model) 분석

AIC	BIC	logLik	Deviance
3120	3135	-1557	3114
<b>Random effect</b>			
Group	Name	Variance	Std.Dev
행정동	(Intercept)	0.1449	0.3807
	Residual	0.5978	0.7732
Number of obs: 집계구 1313, groups: 행정동 25			
<b>Fixed effect</b>			
	Estimate	Std.Error	t-value
(Intercept)	0.4968	0.0798	6.223

안산시 방법용 CCTV 설치 수에 따른 행정동 간에 이질성 정도를 파악하는 급내상관 값은 행정동 수준(Level 2)의 분산 정도가 0.145이고, 집계구 수준(Level 1)의 분산이 0.598로  $0.1449/(0.1449+0.5978)=0.195$ 로 나타났다. 즉, 약 19.5%가 행정동에 따라 다르게 설치되고 있음을 확인할 수 있었다. 급내상관계수가 5%인 경우 거시 수준(macro level)간의 차이가 유의미하다고 나타난다(정민수·조병희, 2008). 그러므로 본 연구에서 집계구 수준의 급내상관계수가 행정동 수준의 급내상관계수보다 더 큰 것으로 확인되었지만, 19%의 급내상관 역시 거시 수준에서 유의미한 것으로 판단하였다. 즉 이는 집단 간의 차이가 존재하기 때문에 미시수준(micro level)외에 거시 수준의 변수 역시 고려할 필요가 있다고 판단된다. 따라서 본 연구에서 다 수준 모델을 이용하여 분석하는 것이 적절한 것으로 확인되었다.



## 2) 집계구 수준(Level 1) 분석 결과

다수준 분석에서 1 수준(Level 1) 분석은 기본모형에 1 수준에 해당하는 독립변수를 추가하는 것이다. 본 연구에서 1 수준은 집계구 수준으로, 독립변수는 인구밀도, 월세가구 수, 노후주택 수, 육체노동종사자 수를 포함한다. 이 때 방법용 CCTV 대수가 지역 간의 인구밀도에 의한 차이가 지역마다 크게 나타나기 때문에 인구밀도, 월세가구 수, 노후주택 수, 육체노동종사자 수 변수를 무선효과로 설정하였다. 본 연구의 집계구 수준의 분석 모델은 다음과 같다.

Level 1 :  $Y_{ij} =$

$$\beta_{0j} + \beta_{1j} \text{인구밀도}_{ij} + \beta_{2j} \text{월세가구 수}_{ij} + \beta_{3j} \text{노후주택 수}_{ij} + \beta_{4j} \text{육체노동종사자 수}_{ij} + e_{ij}$$

$$\text{Level 2 : } \beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (17)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

집계구(Level 1) 수준의 분석 결과는 표 7와 같다. 분석한 결과, 표 7에서 인구밀도, 월세수준의 가구 수 변수가 방법용 CCTV설치에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 인구밀도가 낮을수록, 월세(월세 및 사글세) 가구가 많을수록 집계구의 방법용 CCTV 대수가 더 많이 설치되어 있다는 것을 확인할 수 있었다. 결과 값이 작게 나오는 것은 설치된 방법용 CCTV가 집계구 당 최소 1개 내지 최대 10개로 설치되어 있기 때문에 추정된 결과 값이 매우 작게 나타난다. 집계구 수준에서 다수준 모델의 적합도





를 진단한 결과, 기본 모형(null model)보다 집계구 수준(level 1)에서 로그 우도 값이 -1557에서 -1481로 높아졌다. 또한 AIC값은 3120에서 2979로 낮아진 것으로 보아 null model보다 적합도가 높아졌음을 확인하였다.

표 7. 집계구 수준(Level 1) 분석 결과

Fixed effect	
	Estimate
상수항	0.54 **
인구밀도	-7.07e-06 **
월세 가구 수	2.76e-03 **
노후주택 수	1.36e-04
육체노동 종사자 수	2.87e-05
Random effect	
	Variance
상수항	0.03
인구밀도	8.05e-12
Residual	0.55
AIC	2979

\*\* 0.01, \* 0.1

인구밀도가 높은 지역이 일반적으로 범죄 기회가 높을 것으로 분석한 기존의 연구(Calhoun, 1962)와는 달리, 본 연구는 인구밀도가 적은 지역이 방범용 CCTV의 설치에 영향을 미친다는 결과를 확인했다. 특히 Harries (2006)와 Cozens(2011)의 연구에서는 인구밀도가 높은 지역이 상호감시(eyes on the street)로 인하여 범죄가 발생할 가능성이 낮을 수 있다고 언급하였다. 범죄발생에 대한 감시가 소홀한 인구밀도가 적은 지역이 범죄발



생률이 높을 가능성이 높을 수 있기 때문에, 본 연구에서는 인구밀도가 낮을수록 집계구 별 방법용 CCTV의 설치 개수가 많은 것으로 판단된다.

이러한 결과가 나타난 또 다른 이유는 집계구 별 면적의 차이가 크기 때문으로 추정할 수 있다. 특히 집계구는 일정 인구 수를 포함하여 설정되기 때문에 인구밀도가 적은 집계구는 면적이 넓으므로, 기존 연구와는 상이한 결과가 확인된 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 인구밀도가 높은 지역이 범죄가 발생할 가능성이 높은 것으로 판단하여 인구데이터를 기반으로 잠재적 수요지역 및 입지후보지를 설정하였다.

월세 및 사글세가구의 수는 주거의 불안정성(residential instability)의 정도를 나타내는 척도로 설정되었다. 본 연구에서는 월세(사글세 포함) 가구 수가 많은 집계구에 방법용 CCTV가 비교적 더 많이 설치된 것으로 나타났다. 잦은 주거이동으로 지역사회의 주거상태가 안정적이지 않으면, 주민들의 사회적 교류, 지역사회에 대한 애착이 적어 정서적 교류가 낮을 수 있다(윤우석, 2012). 이와 같이 주거불안정성이 높은 지역은 구성원간의 사회적 유대관계가 낮아지고, 지역사회의 해체로 인한 범죄율이 높게 나타난다(Shaw and Mckay, 1998). 이를 토대로 안산시에 소득이 낮고 주거가 비교적 불안정한 월세 및 사글세 형태의 가구가 많은 지역이 치안을 위해 방법 시설을 더 필요로 한 것으로 판단된다.

노후주택 수는 주택노후정도에 따른 주거환경을 파악할 수 있는 척도로서 1990년대 이전에 건설된 주택을 대상으로 선정하였다. 노후주택에 따른 방법용 CCTV 설치 대수의 결과는 유의하지 않게 추정되었다. 이와 같은 결과는 방법용 CCTV 설치가 건축 년도가 20년이 넘은 노후한 주택이 많은 지역에 영향을 받지 않으며 관계가 없는 것을 의미한다. 20년 이상의 노후화된 다세대 공동주택 밀집지역은 주택건물 배치 상, 시야가 제한되어 있으며 자연적 감시(natural surveillance)가 낮은 공간적 특징을 가진다(박강철, 1994). 또한 정비된 아파트 주거단지에는 범죄예방을 목적으로 주로 사설



경비시스템이 설치되어 있다. 이러한 점 때문에 지자체가 설치하는 방법용 CCTV는 정비된 아파트 주거단지보다 건축 년도가 오래되어 노후화된 다세대 공동주택지역에 설치되는 것으로 추정된다.

육체노동 직종 종사자를 기준으로 살펴본 결과, 육체노동직종에 종사하는 인구가 많을수록 방법용 CCTV 설치 대수가 많은 양의 관계를 나타냈지만, 이 독립변수는 종속변수에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 확인하였다. 육체노동직종 변수는 교육수준, 소득, 직업상의 지위를 통하여 지역의 경제 수준을 파악할 수 있다. 사회경제적 지위가 낮은 직종의 종사자가 많은 지역이 범죄가 높게 나타날 수 있다고 언급하는 기존의 연구(Sampson *et al.*, 1997)를 토대로, 육체노동직종 변수를 본 연구에 이용하였다. 본 연구에 활용한 육체노동직종의 범위에는 전기, 가스, 증기, 수도사업, 하수·폐기물처리업, 운수업, 제조업을 포함하였다. 분석한 결과, 기존의 선행연구와는 다르게 육체노동직종의 종사자 수는 방법용 CCTV의 대수에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 사회적 지위가 낮은 육체노동종사자 수가 많더라도 반드시 그 지역을 우범지대라고 단정할 수 없기 때문에 방법용 CCTV의 설치 수와 육체노동종사자 수의 관계가 유의하지 않게 나타난 것으로 판단할 수 있다.



### 3) 행정동 수준(Level 2) 분석 결과

2 수준(Level 2) 분석 모형은 1 수준 분석 모델에 2 수준의 독립변수를 추가하는 것이다. 앞서 수행했던 집계구 수준의 모델에 행정동 수준의 독립변수를 포함한 형태는 다음과 같다.

$$\text{Level 1 : } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} \text{인구밀도}_{1j} + \beta_{2j} \text{월세가구 수}_{ij} + \beta_{3j} \text{노후주택 수}_{ij} + \beta_{4j} \text{육체노동종사자 수}_{ij} + e_{ij}$$

$$\text{Level 2 : } \beta_{0j} =$$

$$\gamma_{00} + \gamma_{01} \text{거주외국인 수}_j + \gamma_{02} \text{표준공시지가}_j + \gamma_{03} \text{경찰서, 방범지구대 수}_j + u_{0j} \quad (18)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

행정동(Level 2) 수준을 분석한 결과, 안산시에 거주하는 외국인 수가 많을수록, 표준공시지가가 낮을수록 방범용 CCTV 설치 대수가 많은 것으로 나타났다. 행정동 수준에서 로그우도값은 -1466으로 집계구 수준보다 더욱 높아졌으며, AIC값 역시 3120에서 2956으로 낮아진 것으로 보아 집계구 수준보다 모형의 적합도가 더욱 높아졌음을 알 수 있다.



표 8. 행정동 수준(Level 2) 분석 결과

Fixed effect	
	Estimate
상수항	0.82
인구밀도	-7.46e-06 **
월세 가구 수	2.71e-03 **
노후주택 수	-1.27e-05
육체노동 종사자 수	2.84e-05
거주외국인 수	2.23e-05 **
표준공시지가	-2.76e-07 **
경찰서 · 방범지구대 수	0.02
Random effect	
	Variance
상수항	0.03
인구밀도	1.00e-11
Residual	0.54
AIC	2956

\*\* 0.01, \* 0.1

안산시의 거주외국인 수에 따른 행정동 별 방법용 CCTV의 설치 개수는 차이가 있다. 표 8의 결과와 그림 11에서와 같이 거주외국인 수가 많은 행정동에 방법용 CCTV의 설치 대수가 많다는 것을 알 수 있다. 특히 그림 11에서 단원구의 원곡본동과 상록구의 사1동, 본오1동의 거주 외국인 수는 주변 행정동에 비하여 매우 높다. 거주 외국인의 유입이 증가하면서 일정 지역을 중심으로 외국인 밀집지역이 형성되었다. 이와 같이 외국인 밀집지역의 확대는 한국 사회에 부적응, 소외감, 인종 간의 문화적 갈등으로 인한



여 지역 공동체의 이질성이 커져 범죄에 노출되고 사회문제가 발생할 가능성이 높다고 할 수 있다(윤영환, 2009). 또한 안산시 U-정보센터의 관계자에 따르면, 안산시 내 거주외국인이 많은 지역에서 최근 집단적 범죄가 증가하고 있다는 점을 토대로 향후 CCTV를 추가 설치 시, 범죄발생 건수와 함께 거주외국인 비율을 고려할 가능성이 높다고 언급하였다. 따라서 지자체가 집단적 폭력범죄의 발생을 억제시키고, 지역 사회 안전을 유지하기 위한 목적으로써 의도적으로 다량의 방법용 CCTV를 설치한 것으로 판단된다. 행정동 내 거주외국인 수가 많을수록 지자체가 설치한 방법용 CCTV의 대수가 높은 것으로 도출되었다.

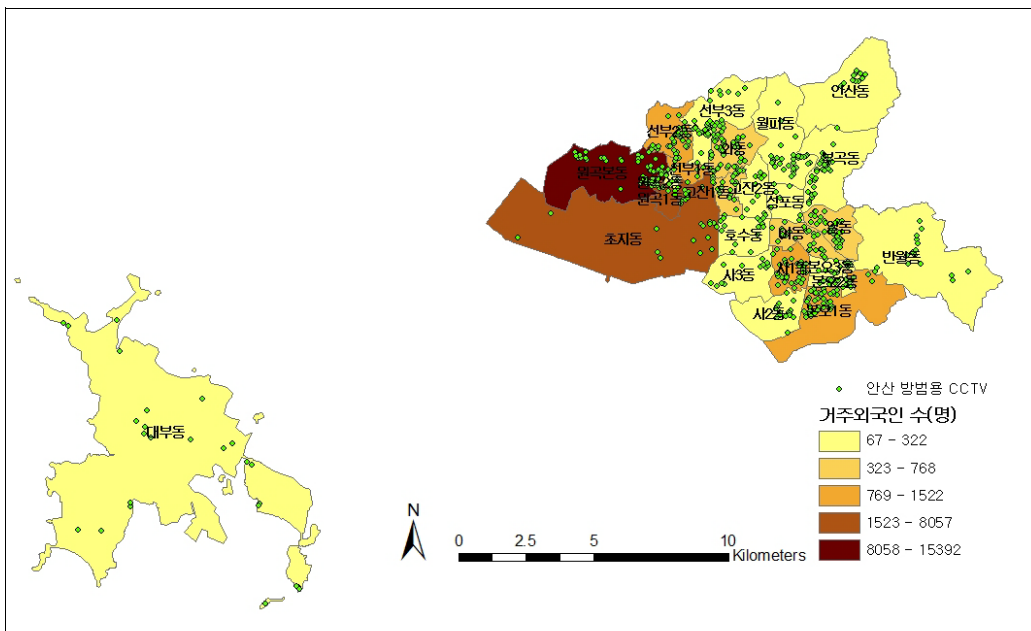


그림11. 거주외국인 수에 따른 안산시 방법용 CCTV의 설치 분포

그림 12는 행정동의 표준공시지가가 낮을수록 방법용 CCTV 설치 대수가 많은 것으로 나타났다. 안산시에서 표준공시지가가 높은 지역은 단원구의 고잔동과 원곡동, 상록구의 사동, 일동, 이동으로 해당 지역들은 주로 업무지대, 상가지대, 아파트 단지이다. 반면 지가가 비교적 낮은 지역은 주로 사



람들의 통행이 적은 국도주변의 농경지대, 야산지대, 소규모 공장지대와 다세대 공동주택지역이다. 지가가 높은 상가지역 및 아파트 단지는 공공기관의 CCTV보다는 주로 사설 외부경비업체의 관리를 받고 있다. 이 때문에 개별 방법 시스템이 부족한 지가가 낮은 야산지대 혹은 다세대 공동주택지역에 공공기관의 방법용 CCTV가 비교적 더 많이 설치되어 있는 것으로 판단된다.

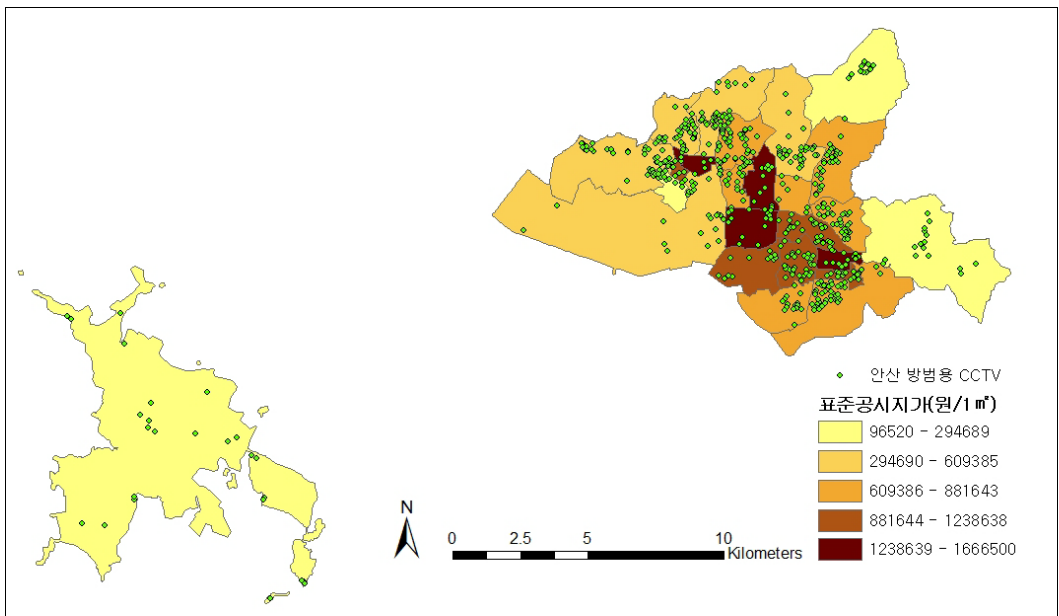


그림12. 표준공시지가에 따른 안산시 방법용 CCTV의 설치 분포

경찰서와 방법지구대가 위치하고 있는 지역과 방법용 CCTV의 설치 대수는 관계가 없는 것으로 나타났다. 안산시에 설치된 방법용 CCTV는 통합관제센터에서 모니터링을 실시하고 위험요소 발생 시, 인근 경찰서 혹은 방법지구대로 연락하여 조치를 취한다. 각 구역에 설치된 방법용 CCTV가 거리상 인근 지구대와 가깝게 나타나는 것은 방법용 CCTV의 개수가 많은 지역이 주요 관리대상이 되고, 해당 지역의 안전을 목적으로 충분한 인력을 공급할 필요가 있는 것으로 판단된다.



### 3. 안산시 방법용 CCTV의 잠재적 수요지역 및 입지후보지 선정 결과

잠재적 수요지는 기존 시설물이 미치는 영향권 범위, 즉 커버리지(coverage)에 포함되지 않는 지역이다. 이는 새로운 시설물이 입지할 때 이미 시설물의 접근성이 용이한 지역은 제외하고, 접근성이 낮은 지역을 대상으로 한다. 일반적으로 입지후보지는 기존에 설치되어 있는 시설물의 영향을 받지 않는 지점으로 선정된다. 입지후보지를 선정하는 것은 해당 서비스가 필요한 위치에 신규 시설물을 적절하게 설치하기 위하여 필수적으로 선행되어야 할 과정이다.

본 연구에서는 안산시의 인구밀도와 유동인구를 토대로 잠재적 수요지역과 입지후보지를 선정하였다. 안산시에 설치된 방법용 CCTV 대수에 대한 다수준 모델 분석 결과, 인구밀도가 적을수록 방법용 CCTV 대수가 많은 것으로 기존의 연구와 상이하게 확인되었다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서 인구데이터를 토대로 잠재적 수요지역 및 입지후보지를 선정한 이유는 안산시의 경우, 인구밀도가 적은 지역에서 방법용 CCTV 대수가 많은 것으로 결과가 도출된 것은 집계구 별 면적의 차이가 크기 때문이다. 특히 인구밀도가 적은 경우, 집계구의 면적이 넓기 때문에 이와 같은 결과가 도출된 것으로 판단된다.

잠재적 수요지역은 안산시에 설치되어 있는 방법용 CCTV가 영향을 미치는 거리(60m)를 버퍼로 설정한 지역과 건물을 제외한 부분으로 한다. 이를 기반으로 인구밀도를 더욱 정밀하게 나타낼 수 있는 대시메트릭 매핑(Dasymetric mapping)을 적용하여 실제 거주지역을 기반으로 잠재적 수요지역을 설정하였다. 또한 유동인구 데이터는 공간보간법을 이용하여 평균보다 유동인구 수가 많은 지역을 추출하였다. 실제 수요지점을 선정하기 위하여 래스터 형태인 각각의 잠재적 수요지역을 벡터 형태로 나타낸 후, 50m





거리의 셀(cell)을 형성하고<sup>7</sup> 각 셀에 중심점(centroid)을 부여하였다. 본 연구에서는 해당 중심점을 실제 수요지점으로 설정하였고, 잠재적 수요지역과 입지후보지를 같은 지점으로 지정하였다.

인구밀도는 안산시의 상주인구에 대한 입지후보지를 선정하기 위하여 이용하는 것이며, 유동인구는 상주인구 외에 안산시에서 실제 이동하는 인구를 살펴보기 위한 것이다. 본 연구는 토지이용현황도를 보조자료로 이용하여 집계구 단위로 집계된 인구밀도를 대시메트릭 매핑 방법을 통해 새로운 인구밀도를 형성하였다. 안산시의 방범용 CCTV 설치에 특히 인구밀도 변수와 유동인구를 토대로 입지후보지로 선정하는 이유는 기존의 연구에서와 같이(Calhoun, 1962; Ditton, 2000)인구가 많을수록 범죄발생의 기회가 높을 것으로 예상되기 때문이다.

#### 1) 대시메트릭 매핑(Dasymetric mapping) 결과

대시메트릭 매핑은 면사상으로 통합된 데이터의 분포를 해당 데이터와 관련이 있는 보조자료를 이용하여 보다 정확하고 실제적인 분포를 추정하기 위한 방법이다. 이 방법은 주로 인구 분포를 재설정할 때 이용된다. 행정구역으로 집계된 인구 수를 단계구분도로 나타낼 때, 거주지역을 바탕으로 공간상에 최대한 실제와 유사한 인구 수 혹은 인구밀도의 분포로 다시 표현하기 위함이다. 이 때 주로 활용되는 보조자료는 토지이용도(landuse)와 토지피복도(landcover)이다.

---

<sup>7</sup> 수요지점 선정시 50m를 기준으로 셀을 형성한 이유는 방범용 CCTV의 시야확보 거리가 평균 60m로써, 실제 방범용 CCTV의 거리 범위(60m)를 포함하기 위해 실제보다 더 작게 수요거리를 설정해야 하기 때문이다. 국토해양부가 고시한 '유비쿼터스도시기술 가이드라인'에 따르면, 카메라의 종류는 돔형 및 박스형 카메라가 이용되며 이는 CCTV를 사용하는 목적에 따라 상이하게 이용된다고 명시되어 있다(국토해양부, 2009).



본 연구에서는 안산시 방범용 CCTV의 입지 선정에 앞서, 실질적 인구 수를 추정하기 위하여 인구센서스데이터와 토지이용현황도를 바탕으로 ArcGIS 9.3 프로그램을 이용하여 대시메트릭 매핑을 수행하였다. 상주인구가 많은 지역이 범죄발생 기회가 많을 것이라는 기존 연구를 토대로, 본 연구에서는 안산시 집계구 수준의 인구밀도를 대시메트릭 매핑에 적용하였다.

그림 13은 안산시 집계구 인구밀도를 나타낸 것이다. 집계구 단위로 집계된 인구밀도는 실제 거주지역이 아닌 비거주지역까지 인구가 거주하고 있는 것으로 나타난다. 그림 13과 같이 단계구분도에 의한 인구밀도는 하나의 집계구에 균일하게 분포하는 것을 의미한다. 그러나 실제로는 인구가 집계구 전체에 균일하게 분포되어 있지 않기 때문에 토지이용현황을 바탕으로 정확한 인구밀도의 분포를 표현할 필요가 있다.

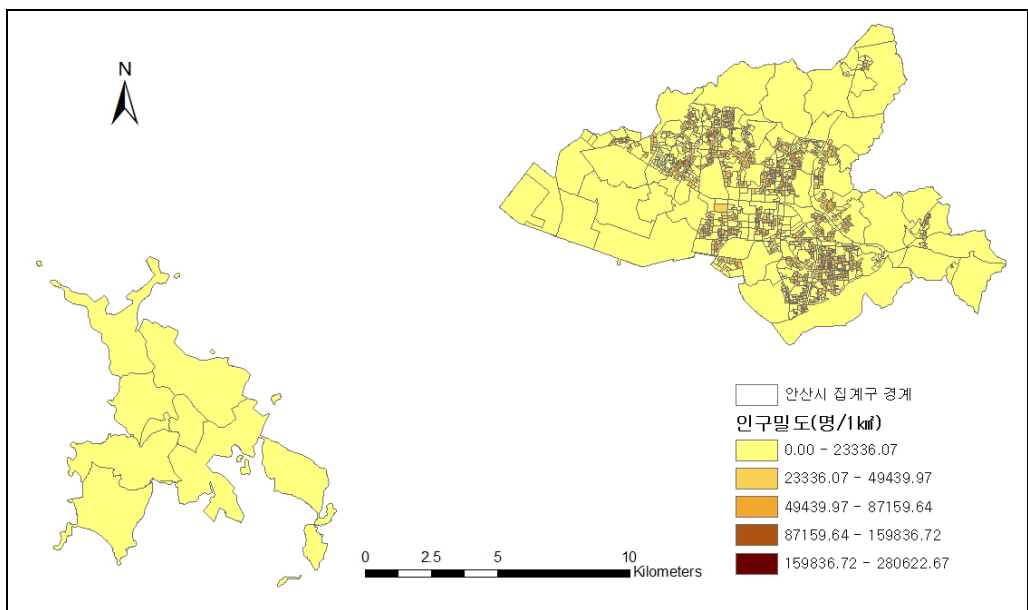


그림13. 안산시 집계구의 인구밀도 분포

본 연구에서 토지이용현황도는 하천지대 및 녹지지대를 포함한 비거주지역이 제외된 거주지역에만 실제 인구밀도 분포를 제시하기 위한 대시메트릭



매핑의 보조자료로 이용되었다. 안산시 집계구 단위의 인구밀도를 대시메트릭 매핑 하기 위하여 본 연구는 토지이용현황도의 분류를 래스터 데이터 형태의 4가지 범주(category)로 설정하였다.

대시메트릭 매핑에 이용되는 보조자료는 벡터 데이터와 래스터 데이터 모두 이용가능하나, 이 연구는 래스터 데이터의 토지이용현황도를 이용하여 셀(cell) 1개 당 인구밀도를 다시 계산하였다. 안산시의 토지이용현황도에서 주거지역과 상업지역을 'Value 1', 공업지역 및 공공시설지역을 'Value 2', 기타시설지역 및 나지를 'Value 3' 그리고 임야, 농경지, 도로 및 하천지역은 'Value 4'로 지정하였다. 이와 같이 4개의 범주로 분류한 것은 상대적 인구밀도의 차이가 존재하기 때문이며 이는 기존의 선행연구(Eicher and Brewer, 2001; Mennis and Hultgren, 2005)를 바탕으로 한다. 특히 Mennis and Hultgren(2005)는 보조자료로 토지피복도를 이용하였으며 3가지 범주(도시화지역, 근교지역, 교외지역)로 분류하였다. 그림 14는 안산시의 토지이용현황도를 5개의 범주로 분류한 것이다.

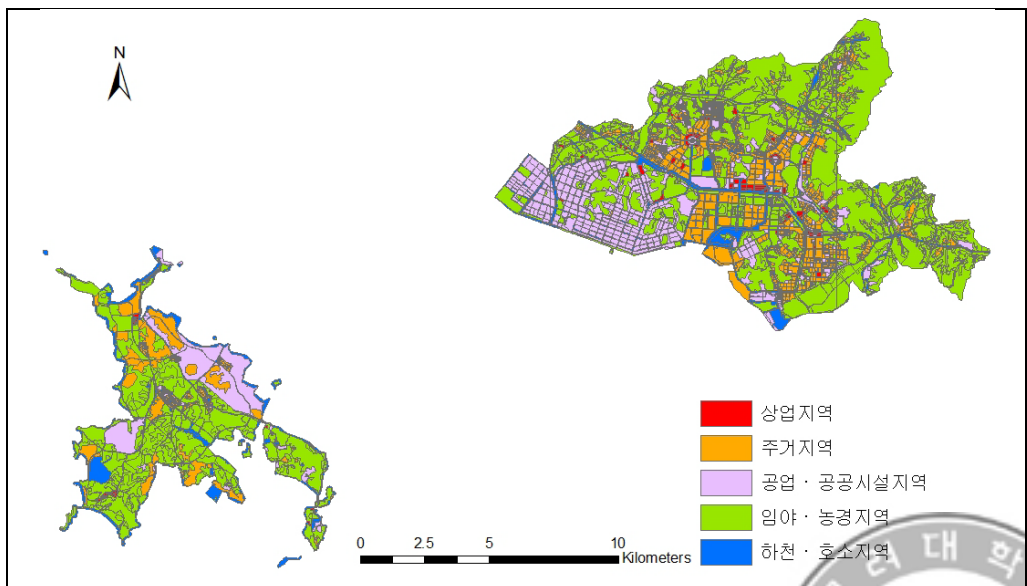


그림 14. 안산시 토지이용현황의 범주화



안산시 토지이용현황도를 바탕으로 실제적인 집계구의 인구밀도 분포를 나타내고자 대시메트릭 매핑 방법을 적용한 결과는 그림 15와 같다. 안산시 집계구 단위의 인구밀도를 대시메트릭 매핑 방법으로 추정한 결과, 안산시에서 대부동을 제외한 지역은 기존 집계구 단위의 인구밀도와 유사하게 나타났다. 반면 단원구 대부동의 경우 그림 13과 다르게 토지이용현황도와 유사하다는 것을 확인하였다. 이러한 결과가 나타난 이유는 집계구 단위의 인구센서스 데이터는 약 500명의 일정한 인구 수를 포함하여 나타나며, 인구수에 따라 집계구의 면적이 결정되기 때문이다. 즉 인구밀집정도가 높은 지역은 집계구 면적이 작고, 인구밀집정도가 낮은 지역은 상대적으로 집계구 면적이 크게 나타난다. 따라서 면적이 큰 집계구는 토지이용도를 토대로 새로운 인구밀도가 추정된 것으로 판단된다.



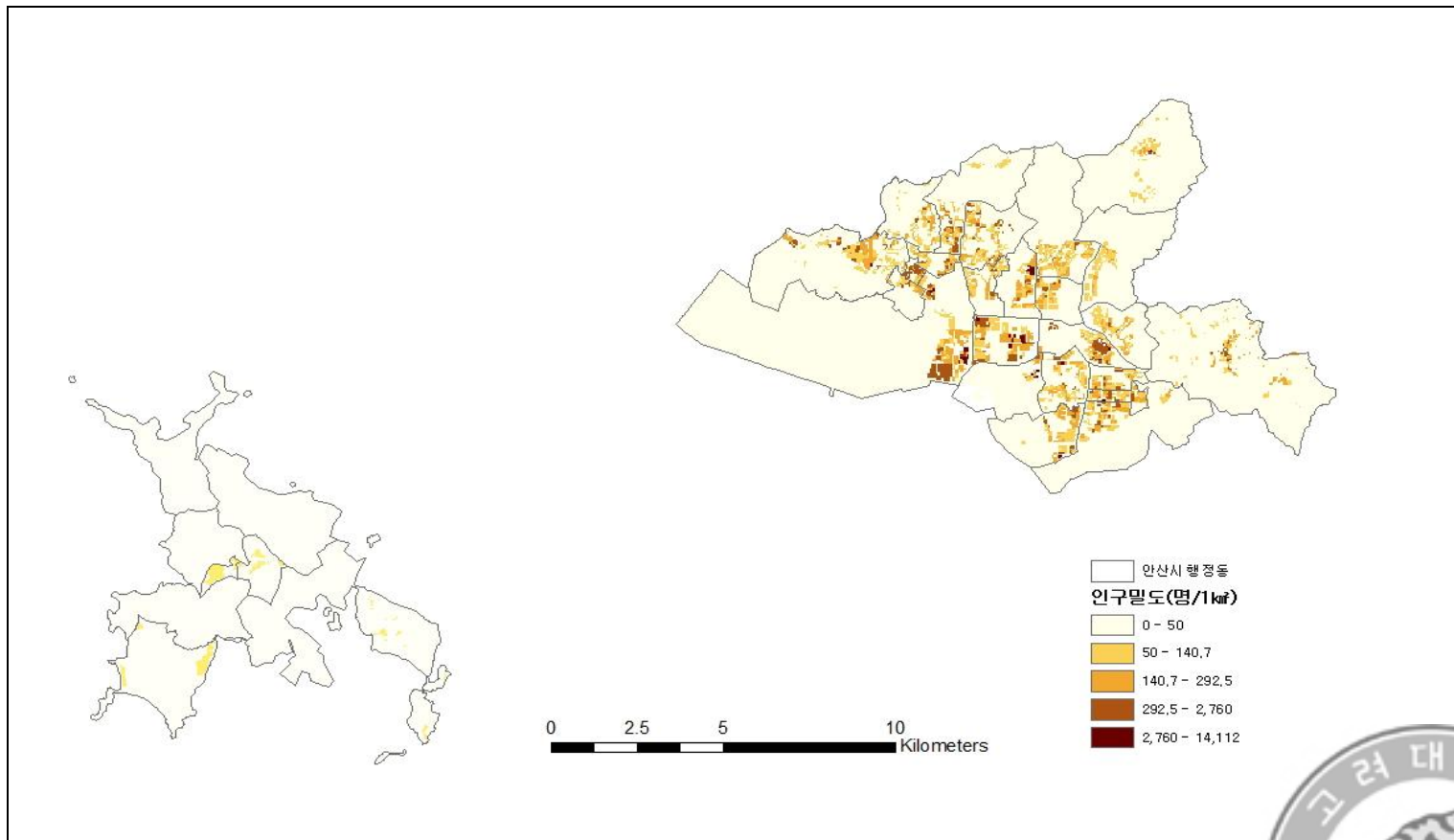


그림 15. 안산시 인구밀도 대시메트릭 매핑 결과



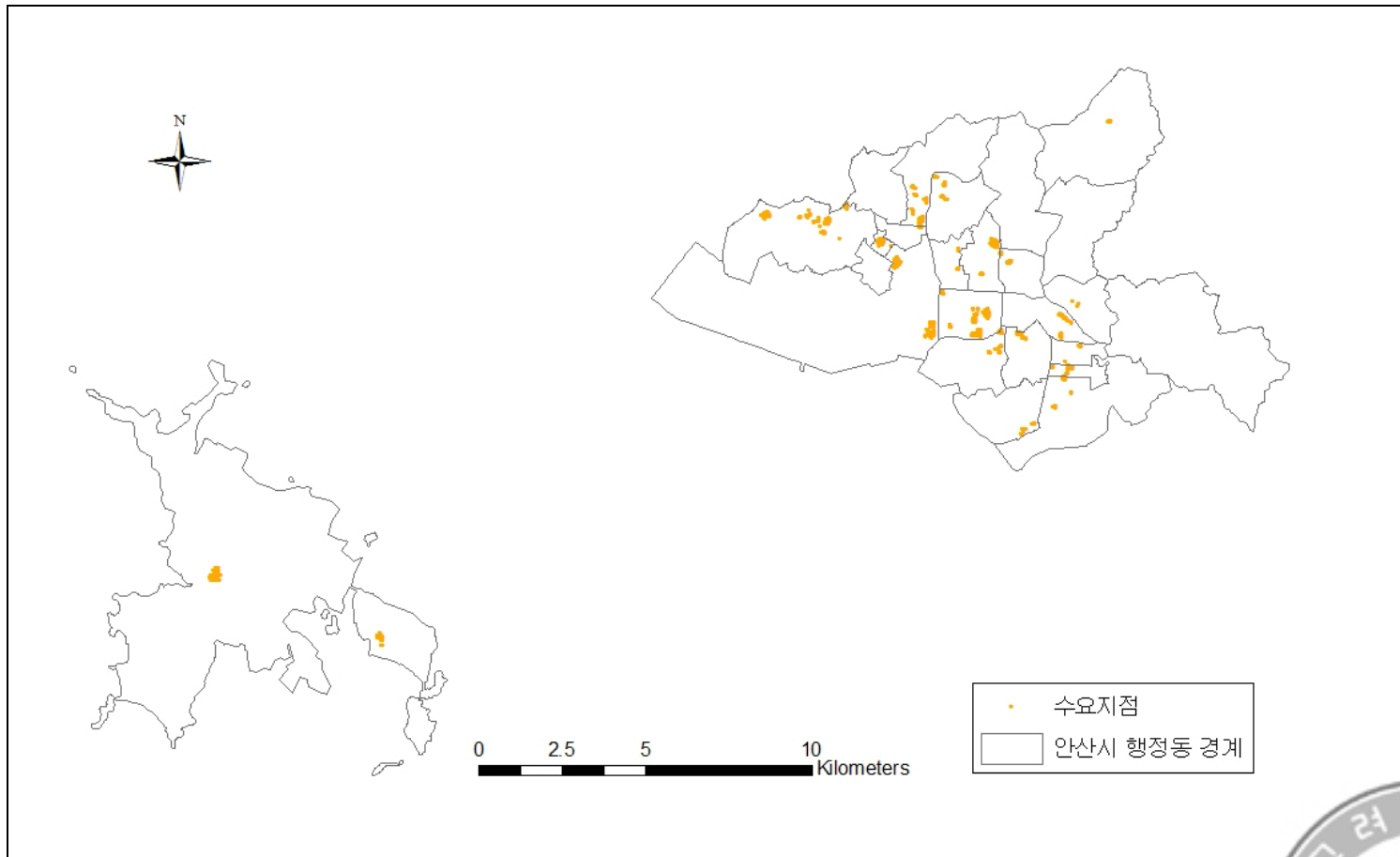


그림 16. 인구밀도 기반의 수요지점



## 2) 유동인구의 공간보간법(spatial interpolation) 분석 결과

범죄와 관련된 연구에서 상주인구 데이터가 활발하게 이용되고 있다. 상주인구 데이터는 거주인구를 대상으로 집계된다. 실제로 노상범죄의 발생 건수가 많은 경우, 상주인구 데이터만을 연구에 활용하는 것은 범죄를 감소시키기 위한 실제 방안에서 정밀한 결과를 도출하고 정확한 판단을 하는 것이 제한될 가능성이 있다.

기존 연구(이성우·조중구, 2006; 최정순 등, 2010)에서는 유동인구가 많을수록 범죄 발생률이 높아진다는 것을 확인하였으며, 유동인구 변수가 결과에 유의미한 것으로 나타났다. 또한 배웅규 등(2009)은 유흥업소, 대형 할인마트, 역세권과 같이 유동인구 수가 많은 상업지역에서 범죄 발생 빈도가 높다는 결과를 얻었다. 따라서 본 연구에서는 일상활동이론(Routine Activity Theory)<sup>8</sup>을 토대로 유동인구가 많은 지역에서 범죄 발생의 기회가 높을 것으로 판단되어 유동인구<sup>9</sup> 데이터를 활용하였다.

본 연구에서 활용한 유동인구 데이터는 특정 지점에서 시간대 별, 연령대 별 인구의 이동량이 측정된 값을 나타낸다. 이 때문에 범죄연구 중, 특히 노상범죄를 포함하고 있는 연구는 상주인구뿐 아니라, 유동인구를 기반으로

---

<sup>8</sup> 일상활동이론은 범죄를 발생시키는 기회요인을 형성하는 공간을 중요시 한다. 이 이론은 건물이나 토지이용도에 따라 범죄가 유발되거나 억제되는 환경이 조성될 수 있음을 나타낸다. 또한 이 이론에 따르면 범죄는 사람들의 일상생활의 패턴에 따라 장소 혹은 활동 시간 등의 차이로 발생할 수 있다는 것이다(강석진, 2010). 즉, 일상활동이론은 주로 시민들의 일상생활 장소에서 범죄가 발생할 수 있다는 것을 의미한다. Cohen and Felson(1979)에 따르면, 범죄를 발생하도록 유발시키는 기회요인이 있기 때문에 범죄가 발생한다고 언급하였다. 범죄를 발생시키는 기회요인으로 범죄자의 의도(motivated offender), 범죄대상의 존재(target attractiveness) 그리고 감시시스템의 부재(the absence of capable guardianship)를 제시하였다.

<sup>9</sup> 유동인구는 특정 지점에서 이동하는 인구 수를 측정한 것으로 인구가 이동하는 흐름을 의미한다(변미리·서우석, 2011).



입지후보지를 선정할 필요가 있다. 안산시는 주로 주택 내 및 노상에서 발생한 범죄 건수가 비교적 높았다. 따라서 본 연구는 대시메트릭 매핑 방법을 이용하여 앞서 분석한 상주인구밀도 뿐 아니라, 유동인구 수를 대상으로 입지후보지를 선정하였다.

유동인구 데이터를 공간보간법으로 정규크리깅(ordinary kriging)을 적용하여 유동인구의 미 관측지점까지 유동인구 수를 추정하고, 연속적 표면을 형성하였다. 본 연구에서 유동인구 데이터를 공간보간법에 적용한 이유는 유동인구 수가 포인트 형태의 일정 지점에서 집계되기 때문에, 주어진 지점의 유동인구 값을 통하여 유동인구가 미 관측된 지점까지 포함한 안산시 전체의 유동인구 수를 살펴보기 위함이다. 이는 안산시에서 유동인구가 많고 적은 지역을 연속적인 형태로 파악할 수 있다.

특히 정규크리깅을 이용한 이유는 다음과 같다. 단순크리깅(simple kriging)은 오차분산을 최소로 하는 가중치를 구하고, 주변에 관측된 값들의 선형조합을 통해 값을 추정하는 방법이다. 이 때 단순크리깅의 추정식은 모집단의 측정된 평균과 예측하고자 하는 추정식의 평균의 차이가 크게 나타난다. 이를 방지하기 위해 오차분산을 최소로 하는 가중치를 구하고, 가중치의 합이 1이 되도록 설정하는 정규크리깅을 이용한다.

본 연구는 주말을 제외한 주중(월 ~ 금요일)의 유동인구 수를 살펴보았다. 주중의 유동인구 수를 연구에 이용한 이유는 2012년도 안산시 단원구에서 발생한 범죄데이터를 확인한 결과, 행정동별 주중의 범죄발생 건수가 주말의 범죄발생 건수보다 약 2배 높게 나타났기 때문이다. 특히 유동인구 수가 시간에 따라 매우 상이하게 나타났기 때문에 주중의 유동인구 수를 업무시간과 비 업무시간으로 분류하여 살펴보았다. 또한 안산시 단원구에서 범죄가 발생한 장소는 노상, 상점, 대중식당, 일반주점 등 주로 인구 이동이 활발한 곳으로 확인되어 유동인구 수가 많은 지역을 수요지점으로 선정하였다.





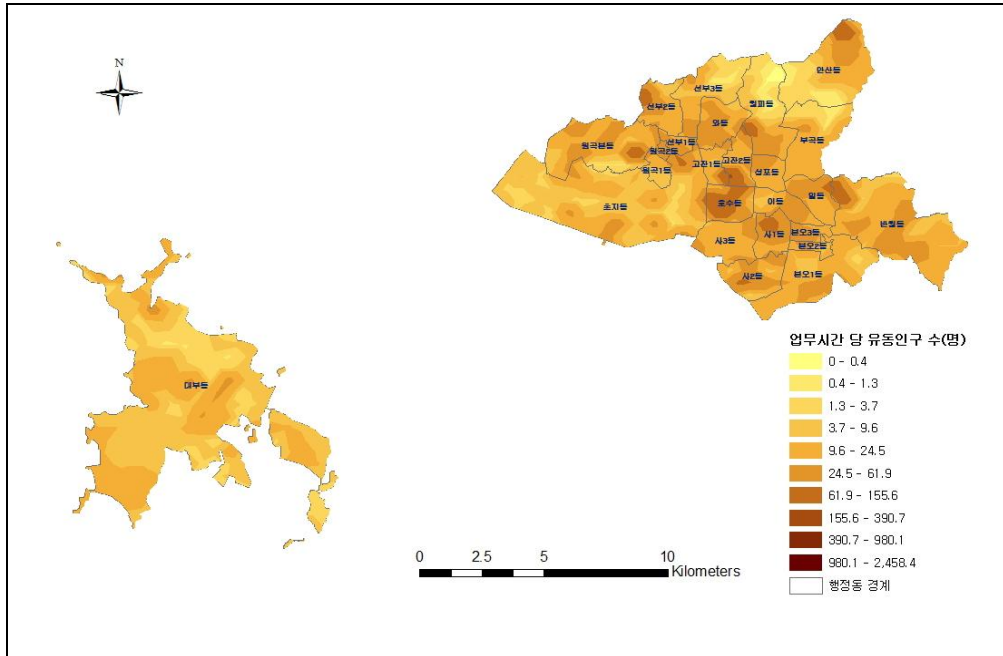


그림 17. 업무시간 당 유동인구 수

그림 17과 그림 19는 시간대를 주중의 업무시간과 비 업무시간으로 나누어 공간보간법을 적용한 결과이다. 업무시간은 오전 9시부터 오후 6시(18시)로 설정하였고, 비 업무시간은 업무시간 외 시간으로 분류하였다. 한 시간을 간격으로 측정된 유동인구 수는 각 측정 지점 별로 평균을 산출하였다. 각 지점 별 평균 유동인구 수를 토대로 공간보간법을 적용하였다.

공간보간법을 적용한 결과, 업무시간 당 유동인구 수는 지역에 따라 매우 차이가 크게 나타났다. 주로 주거지역과 상업·업무지구가 위치한 지역임을 예상할 수 있다. 행정동 별 유동인구 수는 최소 0.4명에서 최대 약 2458명으로 분포한다. 업무시간 당 유동인구 수는 안산동, 호수동, 사1동에서 특히 높은 값을 가지는 것으로 나타났다. 이 결과를 기반으로 재분류(reclassify)한 후, 50m 크기의 셀을 형성하고 중심점을 부여하여 선정한 수요지점은 그림 18과 같다.



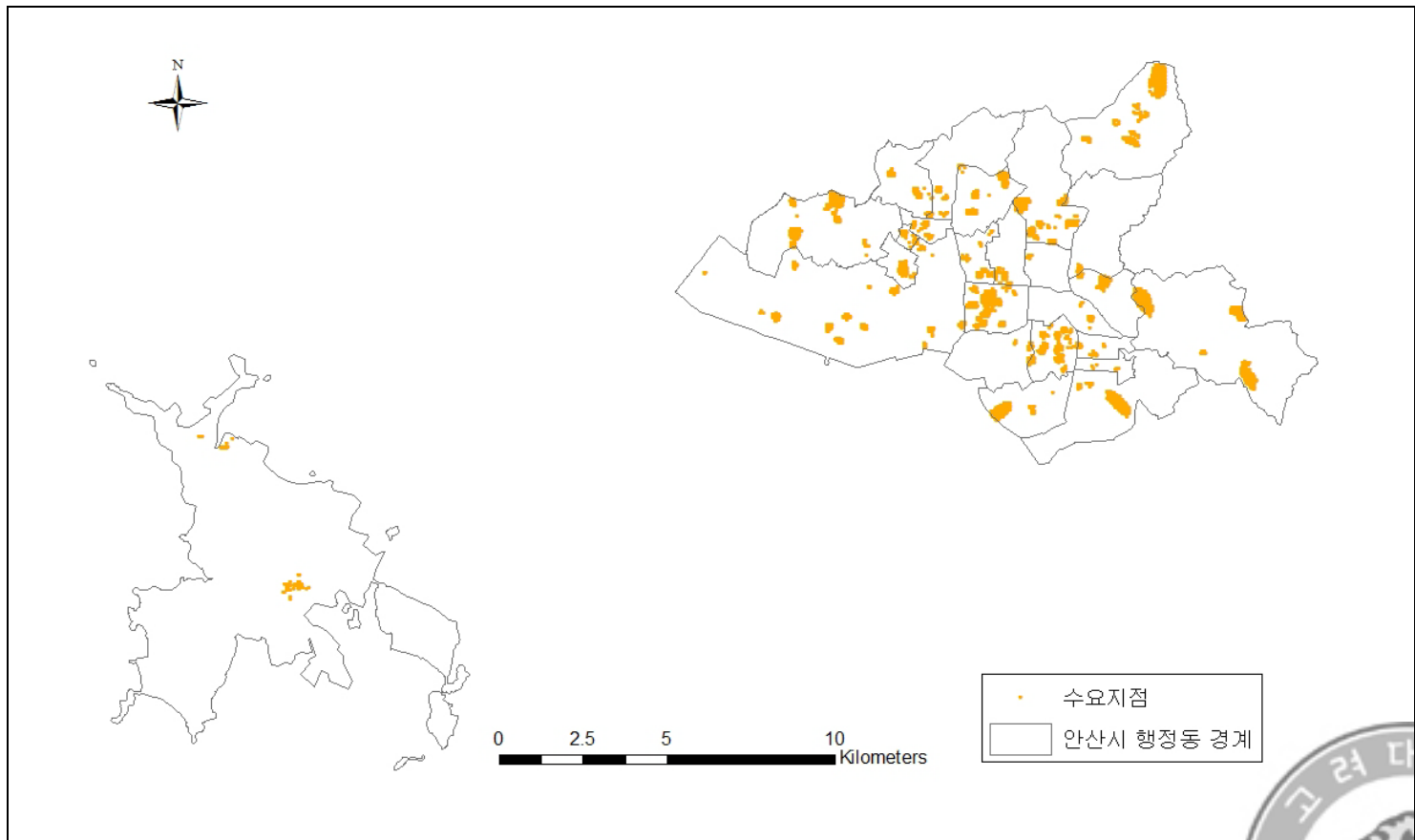


그림 18. 업무시간 당 유동인구 수 기반의 수요지점



그림 19 는 주중의 비 업무시간 당 유동인구 수를 나타낸 것이다. 업무시간에 비하여 비 업무시간에 인구가 적게 이동하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 비 업무시간이 오후 6 시부터 익일 오전 8 시까지로 설정했다. 안산시의 비 업무시간의 유동인구 수는 업무시간의 유동인구 수보다 적으나, 업무시간과 비 업무시간의 유동인구의 패턴은 유사한 것으로 확인하였다.

안산시 내 행정동 별 비 업무시간의 유동인구 수가 최소 0.1 명이고 최대 약 1,118 명으로 나타났다. 비 업무시간 당 유동인구 수가 매우 적게 나타나고 토지이용현황도와 비교했을 때, 특히 주거지역에서 높은 유동인구 수임을 판단할 수 있다. 비 업무시간의 유동인구 수를 공간보간법에 적용한 결과를 기반으로 선정한 수요지점은 그림 20 과 같다.

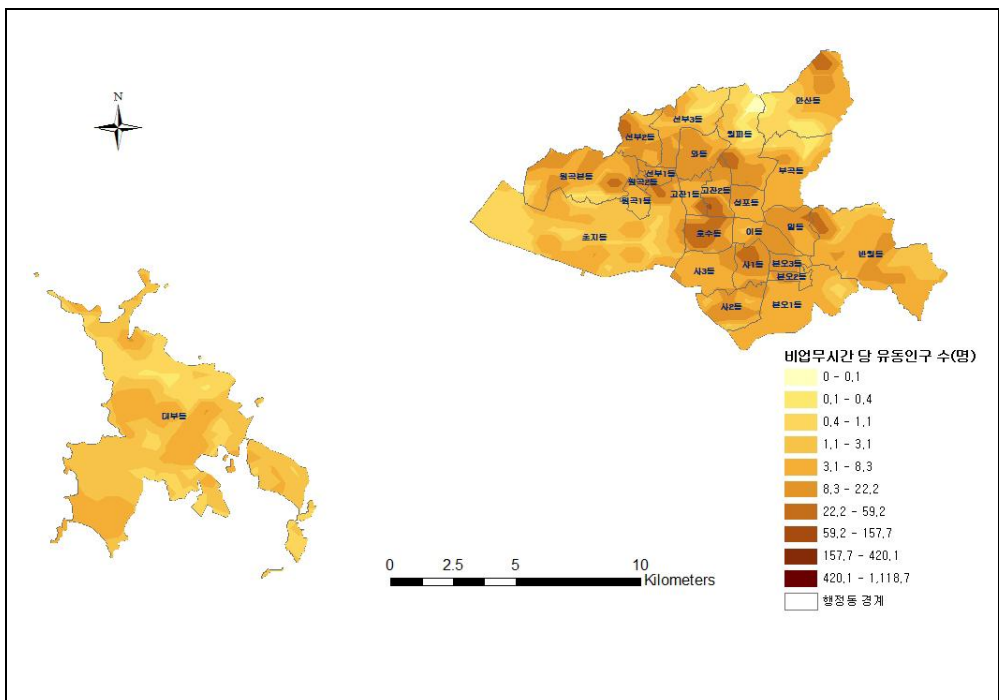


그림 19. 비 업무시간 당 유동인구 수



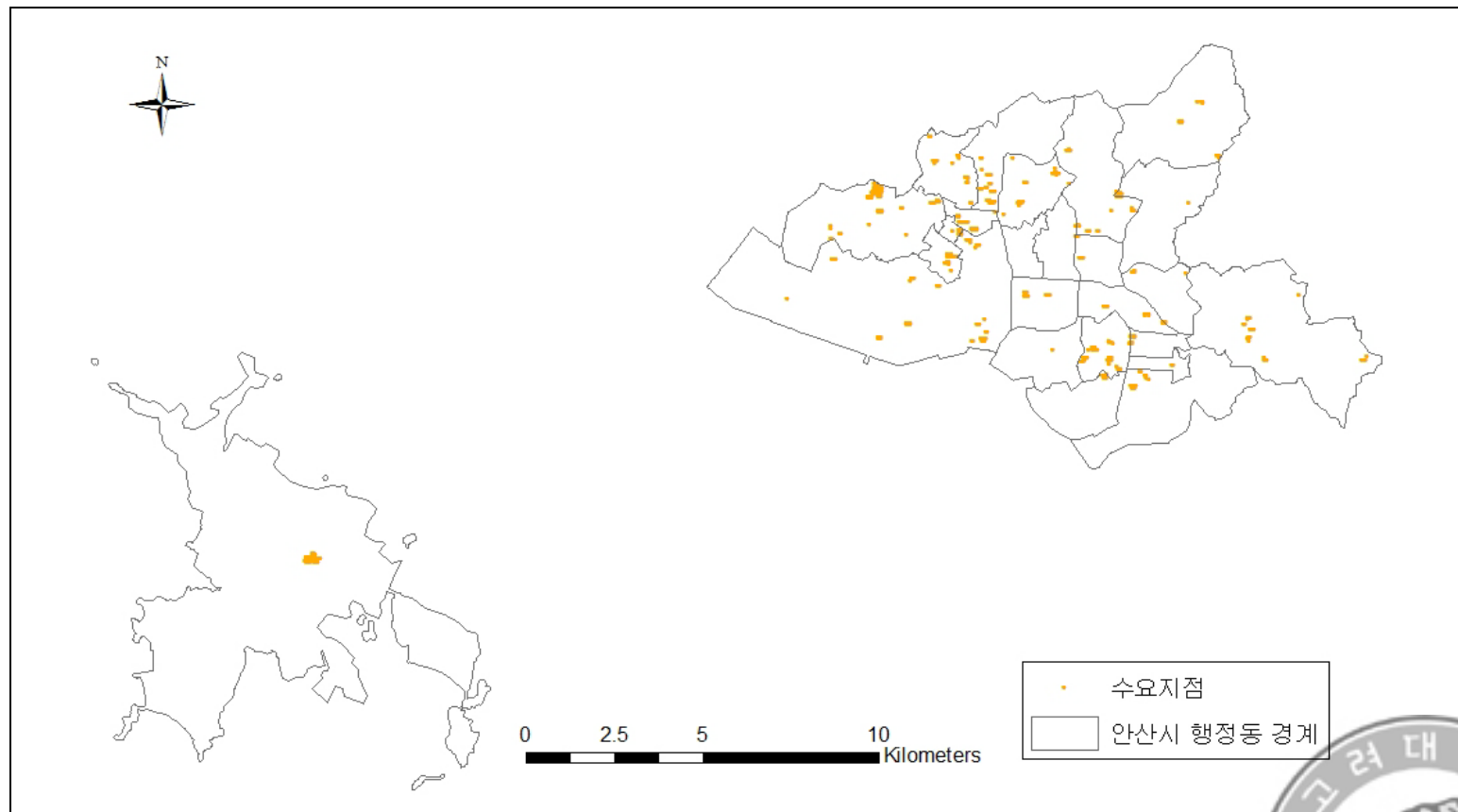


그림 20. 비 업무시간 당 유동인구 수 기반의 수요지점



#### 4. 안산시 방법용 CCTV 의 최대커버링 입지모델(MCLP) 선정 결과

최대커버링 입지모델(MCLP: Maximal Covering Location Problem)은 시설물의 수 및 예산이 정해진 상태에서 최적입지를 선정하는 방법으로써, 셋 커버링 입지모델(LSCP: Location Set Covering Problem)과 차이가 있다. 안산시 U-City 2 차 사업에 따르면, 지자체는 행정동에 따라 설치 예정인 방법용 CCTV 의 수를 사전에 제한하였다. 이에 본 연구에서는 방법용 CCTV 의 제한된 대수를 기반으로 최적입지를 선정하였다.

신규 방법용 CCTV의 위치를 선정하기 위하여 본 연구는 집계구 수준의 상주인구밀도 및 유동인구 수로 나누어 살펴보았다. 입지 후보지는 잠재적 입지 수요지역과 동일한 범위로 설정하였다. 이는 입지 후보지와 잠재적 입지 수요지역을 상이하게 설정함으로써 발생할 수 있는 MAUP의 문제를 제거할 수 있기 때문이다(김종근, 2013).

유동인구는 업무시간(오전 9시부터 오후 6시)과 업무시간을 제외한 나머지 시간인 오후 6시 이후부터 익일 오전 8시까지를 비 업무시간으로 분류하였다. 안산시에서 발생한 범죄의 장소는 주로 주택과 노상이 비교적 큰 비중을 차지하고 있었다. 이를 토대로 상주인구밀도는 안산시 내의 주택에서 발생하는 범죄를 예방할 수 있을 것으로 추정되어 잠재적 입지수요지역으로 선정하였다. 또한 유동인구는 안산시에서 주택 범죄만큼 많이 발생하는 노상 범죄를 대상으로 활용하였다. 상주인구밀도와 업무·비 업무시간의 분석 결과는 그림 21, 그림 22 및 그림 23 과 같다.

그림 21, 그림 22 와 그림 23 에서 기존에 설치된 방법용 CCTV 뿐 아니라, 신규 방법용 CCTV 의 위치를 버퍼링(buffering)하여 나타냈다. 각각의 결과는 잠재적 입지수요지를 기반으로 상이하게 나타났다. 특히 단원구 대부동은 대시메트릭 매핑을 적용하여 인구밀도를 재분포한 결과와



업무시간에 유동인구 수에 대한 잠재적 입지수요지에 비하여 지자체가 지정한 방법용 CCTV 설치 예정인 수가 매우 적었다.

본 연구에서 분석한 결과에 의하면 대부동에 설치 예정인 방법용 CCTV 의 서비스 가능지역이 상주인구밀도와 업무시간의 유동인구 수를 기반으로 설정한 잠재적 입지 수요지점을 포함하기에 미흡한 것을 확인할 수 있었다. 이는 안산시 대부동에 방법용 CCTV 를 추가로 편성될 필요가 있음을 추정할 수 있다. 한편 방법용 CCTV 가 서비스되는 커버리지 거리가 60m 로 비교적 짧고, 최대커버링 입지모델의 특성 상 제한된 시설물 수로 신규 시설물을 입지시키기 때문에 모든 잠재적 수요지역을 포함하지 않는 것으로 나타났다.



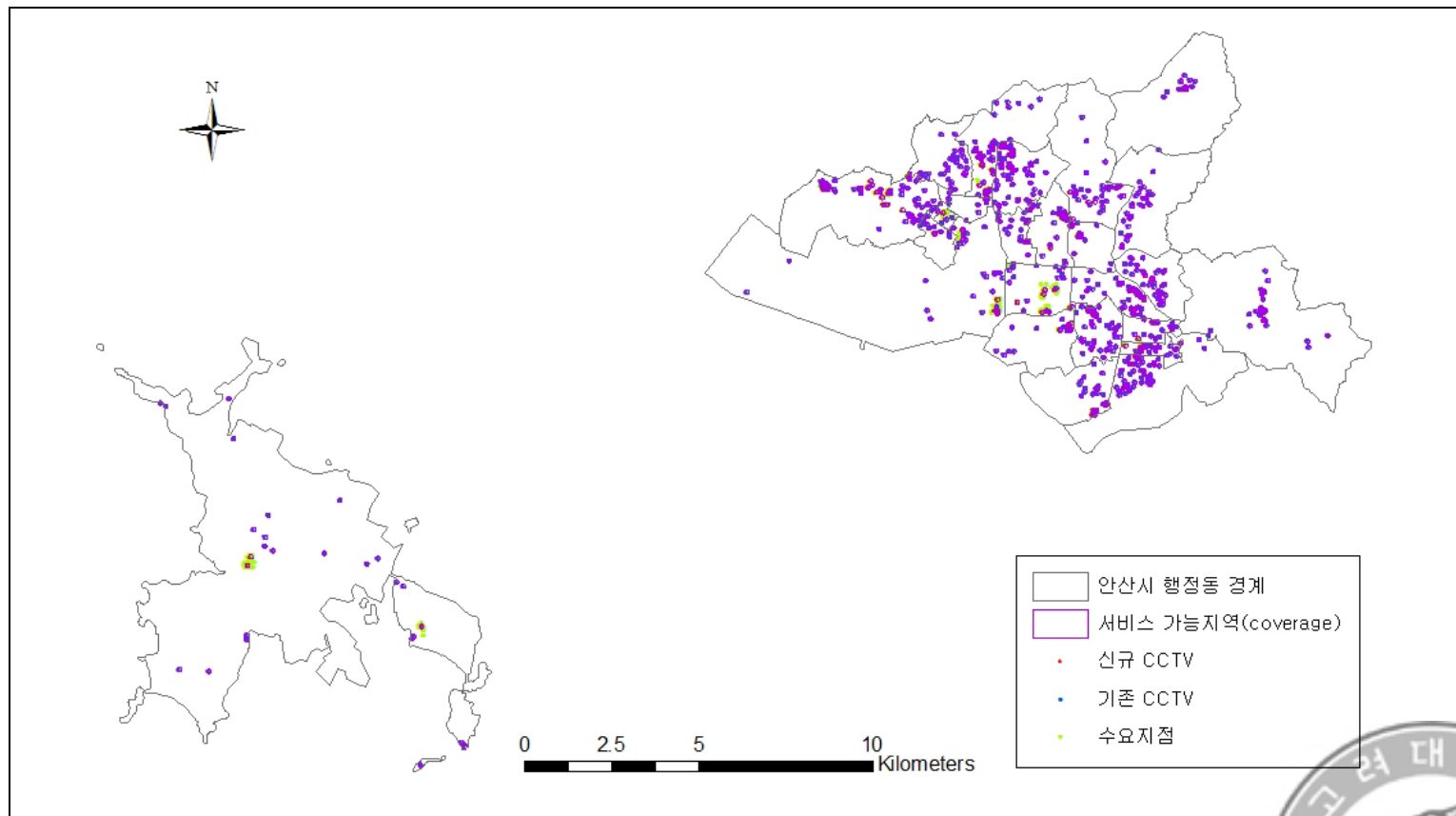
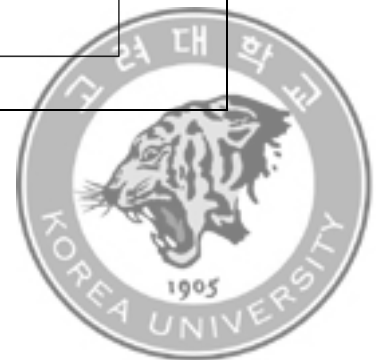


그림 21. 상주인구밀도 기반 MCLP 결과



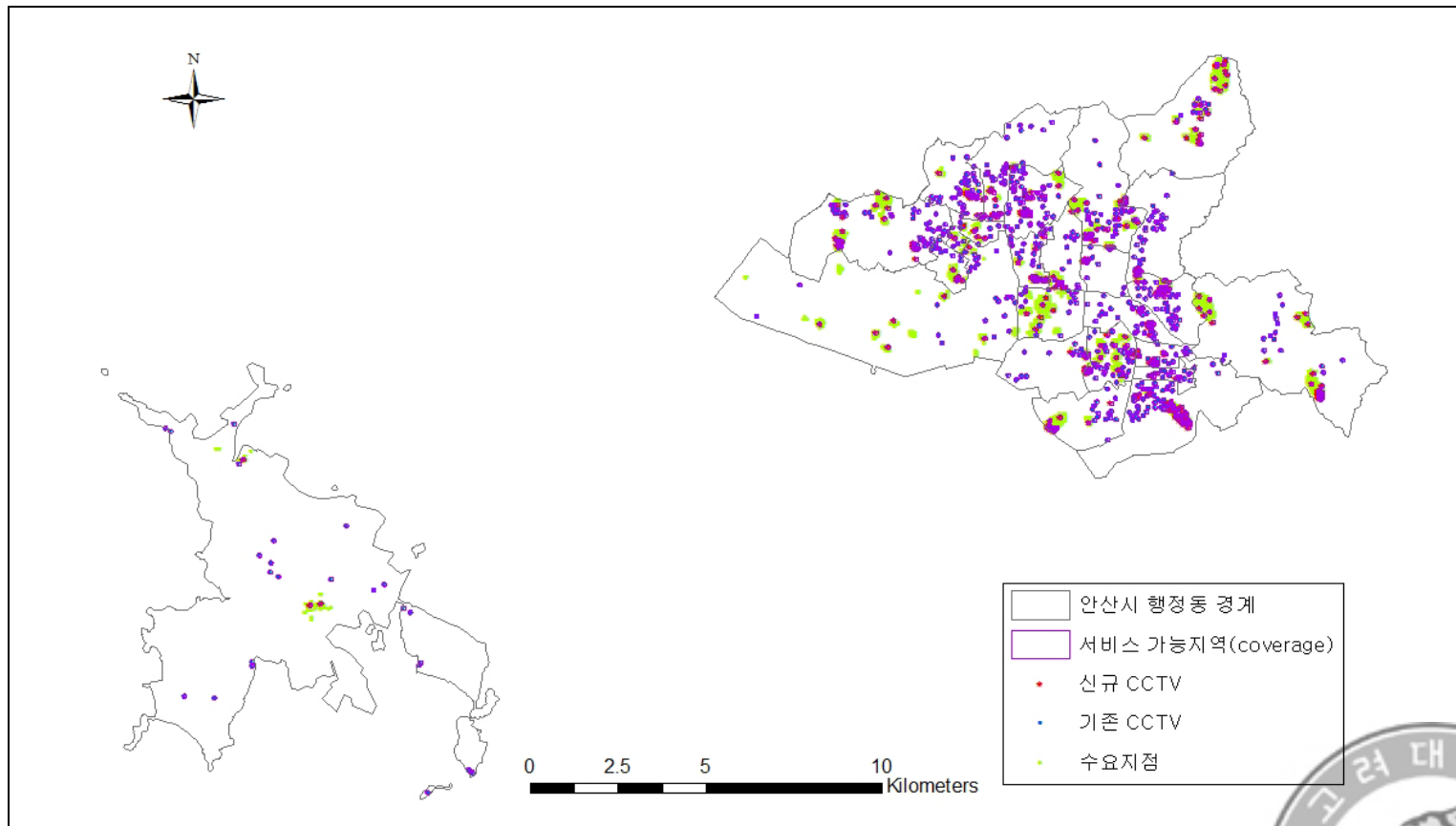
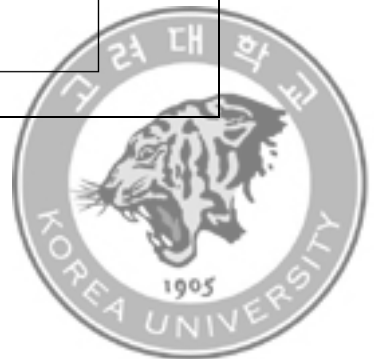


그림 22. 업무시간 기반 MCLP 결과





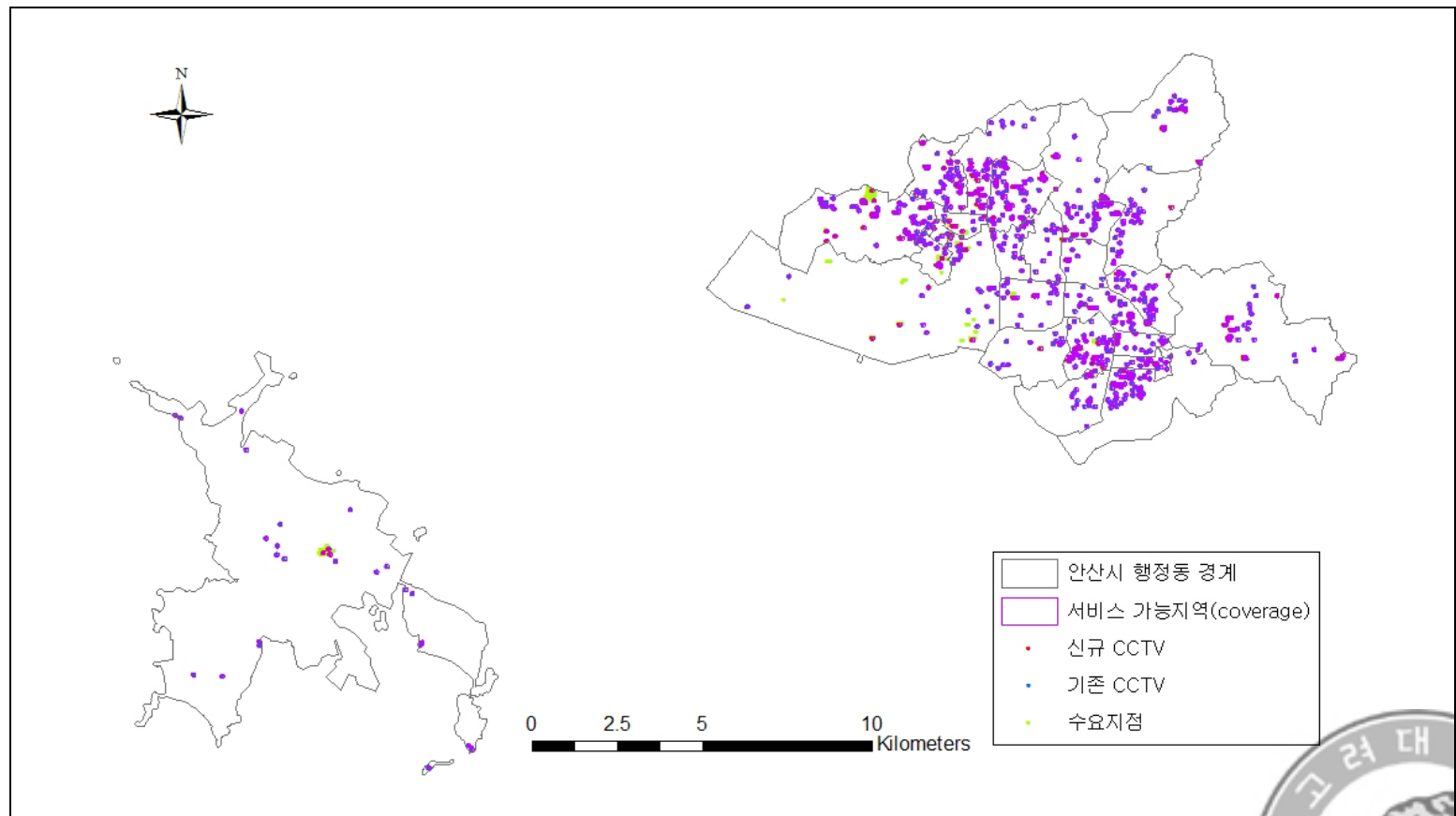


그림 23. 비 업무시간 기반 MCLP 결과



## VI. 요약 및 결론

본 연구는 안산시에 설치된 방법용 CCTV의 분포를 살펴보고, 방법용 CCTV가 위치한 지역의 특성을 집계구 및 행정동 수준에서 파악하였다. 최종적으로 안산시에 향후 설치 예정인 신규 방법용 CCTV의 입지를 선정하였다. 이 때 입지 선정을 위한 잠재적 입지 수요지는 상주인구밀도와 주·야간 유동인구 수를 기반으로 설정하였다.

안산시의 방법용 CCTV의 분포는 주소를 좌표로 변환하여 확인하였다. 2012년 6월을 기준으로 안산시에 설치된 방법용 CCTV의 분포를 살펴본 결과, 집계구 및 행정동 간에 방법용 CCTV 설치 대수의 차이가 있었으며 방법용 CCTV는 군집하여 분포하였다. 방법용 CCTV의 분포를 살펴본 것은 향후 CCTV를 추가 설치 할 때, 서비스되는 범위를 제외하기 위함이다. 안산시에 설치된 방법용 CCTV는 주거지역에 대부분 설치되어 있고, 아파트 단지보다는 다세대 주택 지역에 주로 입지한 것을 확인하였다.

본 연구는 지역적 특성이 방법용 CCTV의 입지에 영향을 미치는지 살펴보기 위해서 집계구와 행정동 수준의 위계를 가진 속성 데이터를 기반으로 CCTV의 수를 추정하기 위해 다수준 모델을 통해 살펴보았다. 집계구와 행정동 수준의 속성데이터는 인구학적, 사회·경제적 지표를 변수로 선정하였다.

다수준 모델을 이용하여 분석한 결과, 집계구 수준에서는 인구밀도가 낮을수록, 월세 가구 수가 많을수록 방법용 CCTV의 설치 수가 많다는 것을 확인하였다. 그러나 노후주택 수와 육체노동 종사자 수는 방법용 CCTV의 설치와 관련이 없는 것으로 나타났다. 행정동 수준에서는 거주외국인 수가 많을수록, 공시지가가 낮을수록 방법용 CCTV의 설치 수가 많은 것으로 확인할 수 있었다. 또한 모델의 적합도 측정 결과, 집계구 수준에서 살펴본 결과 보다 행정동 수준을 포함한 결과의 적합도가 더욱 높게 나타났다. 이



는 본 연구에 다수준 모델을 적용한 것이 타당하고 모델 분석 결과의 설명력이 높아진 것을 의미한다.

본 연구는 시설물의 서비스를 제공할 때, 모든 수요지점이 아니라 최대한 많은 수요지점을 커버하는 최대커버링입지문제(MCLP)를 적용하였다. 이는 안산시의 설치 예정인 방법용 CCTV의 행정동 별 신규 설치 대수가 제한되어 있기 때문이다. 시설물의 입지를 선정하기 전에 반드시 필요한 잠재적 입지 수요지는 대시메트릭 매핑을 적용하여 토지이용현황도를 토대로 상주 인구밀도를 재분포화하여 선정하였다. 또한 유동인구를 기반으로 하는 잠재적 입지 수요지를 도출하기 위해 본 연구는 포인트 형태의 특정 지점에서 관측된 유동인구 수를 안산시 전체의 미 관측지점까지 연속적 표면을 형성함에 있어 공간보간법을 이용하였다.

방법용 CCTV의 잠재적 입지 수요지점을 상주인구밀도와 유동인구 수를 이용하여 선정한 이유는 기존 연구(Cozens, 2011)에 의하면, 인구밀집지역에서 범죄발생의 기회가 많을 것으로 추정할 수 있었기 때문이다. 특히 유동인구 수는 행정서비스를 제공하기 위한 수요 측정 시, 상주인구만 고려하는 것은 서비스의 수요예측과 배분과정에 한계가 제기될 수 있기 때문에(변미리·서우석, 2011) 유동인구도 함께 살펴보았다.

한편, 상주 인구밀도는 소단위의 행정구역인 집계구 수준으로 토지이용현황도를 활용하여 인구밀도를 재분류하고, 행정동 내에 특정 지점에서 측정된 유동인구 수는 주간과 야간으로 분류되어 공간보간법(정규 크리깅)을 적용하였다. 집계구 수준의 인구분포를 대시메트릭 매핑한 결과는 기존의 인구분포와 차이가 뚜렷하게 나타나며, 토지이용현황과 유사하게 분포하는 결과를 확인할 수 있었다. 유동인구는 주간 유동인구의 잠재적 입지 수요지와 야간 유동인구의 입지수요지는 차이가 존재하였다. 주간 유동인구의 경우 주로 상업지역 및 주거지역에 많은 입지수요지점이 선정되었으며 야간 유동인구의 입지 수요지점은 주거지역에서 선정되었다.



최대커버링입지모델을 적용한 신규 CCTV의 입지선정 결과는 잠재적 입지 수요지에 따라 상이하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 적용한 최대커버링입지모델 선정 결과는 행정동 별 설치 가능한 시설물 수가 제한되는 것을 전제로 한다. 이에 최대커버링입지모델은 모든 수요지점에 해당 서비스가 제공되는 것이 아니라, 제한된 조건 하에서 최대한 많은 수요지점을 포함하는 것을 목적으로 한다. 따라서 본 연구에서 설정한 잠재적 입지 수요지는 향후 설치예정인 신규 안산시 방범용 CCTV로 모두 포함될 수 없는 것으로 나타났다.

본 연구의 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 안산시에 설치된 방범용 CCTV 분포를 확인하는 것은 기존의 방범 서비스가 제공되는 범위를 제외함으로써 신규 방범용 CCTV의 설치 시, 지자체는 CCTV의 무분별한 중복설치를 방지하고, 예산 낭비를 최소화할 수 있을 것으로 예상된다.

둘째, 방범용 CCTV가 설치된 지역의 특성을 살펴보는 것은 기존에 설치되어 있는 CCTV의 주요 설치 기준을 살펴봄으로써, 지자체가 안전에 취약한 지역을 파악하고 범죄발생의 취약지대를 보완할 수 있는 방안을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 본 연구는 상주인구밀도와 유동인구를 기반으로 각각의 잠재적 입지 수요지를 설정하고, 설치 예정인 방범용 CCTV의 입지를 제안함으로써 향후 지자체가 인구데이터를 설치 기준으로 위치를 선정할 때 기초자료로 활용할 수 있을 것이다. 인구데이터를 기반으로 방범용 CCTV의 입지를 모색한 결과는 방범용 CCTV를 추가 설치 시, CCTV의 대수가 적은 지역 혹은 지역주민의 민원이 많은 지역에 우선적으로 설치하는 것이 아니라, 지역의 특성을 고려하여 선정하였다는 점에서 기존에 설치 기준과는 차이점이 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다.



첫째, 본 연구에서 방법용 CCTV의 커버리지 각도는 360° 감시가 가능한 것으로 분석하였다. 또한 커버리지 거리는 60m로 설정하였다. 그러나 현실적으로 CCTV는 360°를 모두 감지하는 것이 어렵고, 일정 각도에 제한적으로 감시가 가능하다. 이에 향후 연구에서는 방법용 CCTV의 커버리지 각도를 고려하여 위치를 선정할 필요가 있겠다.

둘째, 건물이 위치한 부분은 CCTV를 설치할 수 없기 때문에 본 연구에서는 잠재적 입지 수요지를 선정할 때 건물을 제외하였다. 그러나 본 연구는 건물들의 높이가 명확하게 제시되어 있지 않았기 때문에 이를 고려하지 못하였다. 건물의 높이를 고려한 가시권분석(visualization)은 범죄 발생 시 범죄자의 이동경로를 추적할 수 있고, 보안 감시를 위해 관측 지점을 효과적으로 나타낼 수 있어 유용하다(김익순·신현식, 2011). 또한 가시권 분석은 입지문제에서도 실제 감시 지역을 선정할 수 있기 때문에 효과적이다. 따라서 향후 연구에서는 가시권까지 고려하여 방법용 CCTV의 입지를 선정하는 연구가 진행될 필요가 있을 것으로 판단된다.

셋째, 본 연구는 안산시의 범죄 데이터를 분석에 활용하지 못하였다. 데이터의 제약으로, 본 연구에서는 인구데이터를 기반으로 상주인구밀도와 유동인구 수를 이용하여 방법용 CCTV의 설치 위치를 살펴보았다. 범죄 데이터는 개인정보보호에 따라 구체적인 발생지점을 확인할 수 있는 포인트 데이터로 안산시 전체의 범죄 데이터를 획득하는 것은 불가능하였다. 범죄데이터가 일정부분 개인정보를 보호하는 수준에서 지금보다 적극적으로 제공된다면, 범죄를 예방하고 지역사회의 안전을 조성하기 위해 다양하고 의미가 있는 연구가 진행될 수 있을 것으로 예상할 수 있다.



## 참고문헌

### 1. 국내 문헌

- 강동범, 2003, "CCTV와 얼굴인식시스템의 연계·활용방안연구," 치안연구소 연구보고서 19.
- 강석진, 2010, 안전한 도시관리를 위한 범죄 위험도 평가 연구: GIS를 기반으로 한 MLRA Method의 적용, 고려대학교 대학원, 박사학위논문.
- 강영옥 · 장세진, 2008, "소지역 통계공표구역 설정지침 보완연구," 한국지도학회 8(2), 47-57.
- 구동회, 2006, "공시지가 현실화율에 관한 연구," 국토지리학회지 40(2), 257-268.
- 국토해양부, 2009, 유비쿼터스도시기술 가이드라인, 국토해양부고시 제 2009-441호.
- 김감영, 2004, "Heuristic Approaches for p-median Location-allocation problem," 지리교육논집 48, 14-30.
- 김감영, 2008, "보안 모니터링을 위한 이종 센서 네트워크 구성에서 입지 최적화 접근," 대한지리학회지 43(2), 220-234.
- 김감영, 2011, "공간 상호작용 모델에 대한 공간단위 수정가능성 문제(MAUP)의 영향," 대한지리학회 46(2), 197-211.
- 김감영 · 신정엽 · 이건학 · 조대현, 2009, "농촌지역노년인구를 위한 방문 의료서비스구역설정모델 및 알고리즘," 대한지리학회지 44(6), 813-832
- 김민정, 2005, "환경 갈등 조정자로서의 전문가의 역할," 환경사회학연구 ECO 8, 109-138.
- 김영 · 김혜경, 1995, "응급의료서비스 입지모형에 관한 연구-통합 진주시 앰블런스시설을 중심으로," 국토계획 30(6), 125-141.
- 김영환 · 장동국 · 문정민, 2007, "범죄발생의 기초요인 분석에 관한 연구-3개 도시의 사회적, 경제적 요인을 중심으로," 법학연구 28, 295-311.
- 김익순 · 신현식, 2011, "건물정보모델 기반 지능형 CCTV 보안감시 시스템



- 개발," 한국전자통신학회논문지 6(5), 789-796.
- 김종근, 2013, "지역포괄 시설물 입지선정 문제를 위한 라그랑지안 해법 연구," 한국지도학회지 13(1), 143-153.
- 김진홍 · 김영호, 2010, "도심방범용 CCTV를 위한 실시간 얼굴 영역 인식 시스템," 멀티미디어학회지 13(4), 504-511.
- 김형용 · 최진무, 2012, "취약근린지수의 공간적 분포-서울시를 사례로," 국토지리학회지 46(3), 273-285.
- 박강철, 1994, "주택지에서 범죄발생공간의 유형과 개선방안에 관한 연구-광주광역시 동구의 단독주택 밀집지역을 중심으로," 형사정책연구원 연구총서 94(13), 11-237.
- 박성훈 · 김준호, 2012, "범죄현상에 관한 사회생태학적 접근 - 지역요인 간의 관계를 중심으로," 형사정책연구 90, 259-293.
- 박인옥 · 김우제, 2009, "유전자 알고리즘을 이용한 동사무소 통폐합 최적화 방안 연구," IE interfaces 22(3), 223-233.
- 박재국, 2010, "범죄발생지점의 공간적 특성분석을 통한 인위적 감시지역의 선정," 한국지형공간정보학회지 18(3), 83-90.
- 박정선, 2003, "다수준적 접근의 범죄학적 활용에 대한 연구," 형사정책연구 56, 281-314.
- 박철현 · 최수형, 2009, "서울시 강남구의 CCTV 설치가 범죄예방에 미치는 효과-첫 신문보도 시점을 중심으로," 형사정책연구 79, 217-242.
- 배웅규 · 김희재 · 권경오, 2009, "블록별 토지이용에 따른 강절도 범죄발생 특성 연구," 한국도시설계학회지 10(4), 5-20.
- 백승인, 2011, 범죄발생에 영향을 미치는 근린의 물리적 특성에 관한 연구-서울시 3개구를 대상으로, 연세대학교 대학원, 석사학위논문.
- 변미리 · 서우석, 2011, "도시 거리의 주간활동인구 측정과 해석: 서울시 유동인구 조사 사례," 조사연구 12(2), 27-50.
- 양세화 · 김묘정, 2011, "자가 거주 가구와 임차가구의 주거이동 특성 비교," 한국가정관리학회지 29(3), 13-22.
- 우제윤 · 구지희 · 이정훈 · 홍창희, 2001, "국토이용 현황 분석을 위한 토지 이용현황도 활용 방안 연구-전북지역 대상," 한국공간정보학회지



3(2), 63-62.

윤영환, 2009, "외국인 커뮤니티에 대한 치안확보 방안," 한국공안행정학회보 35, 139-183.

윤우석, 2012, "지역사회의 집합적 효율성과 범죄피해의 관계검증: 대구지역을 중심으로," 형사정책연구 89, 319-354.

윤정미 · 이신훈, 2010, "효율성과 형평성을 고려한 공공시설 입지분석에 관한 연구-금산군 문화시설을 대상으로," 한국지리정보학회지 13(2), 1-10.

이건세 · 김창엽 · 김용익 · 신영수, 1996, "지리적 접근성을 이용한 도시지역 보건의소의 입지선정," 예방의학회지 29(2), 215-225..

이건학, 2010, "동통폐합에 따른 동주민센터의 입지 변화 분석과 최적 입지 모델링-공간적 효율성 및 형평성 접근," 대한지리학회지 45(4), 521-539.

이건학 · 신정엽 · 신성희, 2010, "GIS기반의 다기준 의사결정분석 기법을 이용한 시립미술관 입지 적합성 분석 연구: 인천시를 사례로," 한국도시지리학회지 13(3), 89-105.

이경훈 · 강석진 · 박지은, 2009, "주민의식조사를 통한 주거지역 방범용 CCTV 효과성 분석," 대한건축학회논문집 계획계 25(4), 235-244.

이상원, 2009, "안전한 사회구축을 위한 CPTED 전략-버스정류장 방범진단 사례를 중심으로," 한국경찰학회보 21, 125-138.

이상원 · 박윤규, 2006, "방범용 CCTV의 운용 활성화 방안에 관한 연구," 한국경찰학회보 12, 195-217.

이상일 · 김감영, 2007, "GIS-기반대시메트릭 매핑 (Dasymetric Mapping) 기법을 이용한 서울시 인구밀도 분포의 재현," 한국지도학회지 7(2), 53-67.

이상헌, 2009, "유동인구를 고려한 확률적 최대지역커버문제," 경영과학 26(1), 197-208.

이성우 · 조중구, 2006, "공간적, 환경적 요인이 범죄피해에 미치는 영향," 서울도시연구 7(2), 57-76.

이효창 · 박정아 · 하미경, 2009, "주거지역의 범죄 및 범죄 불안감 예방을





- 위한 실내· 외 주거환경 계획지표 도출에 관한 기초연구," 서울시연구 10(2), 127-145.
- 이희연, 2005, 인구학(개정 5 판). 법문사, 서울.
- 이희연 · 심재현, 2011, GIS 지리정보학-이론과 실습(제2판). 법문사, 파주.
- 임민혁 · 홍준현, 2008, "방범용 CCTV 의 범죄예방 효과분석을 통한 범죄예방정책의 방향," 한국정책과학학회보 12(4), 77-101.
- 임준태, 2003, "효율적 범죄대책을 위한 바람직한 검찰, 경찰관계 구상 -독일경찰과 검찰의 상호 협력적 관계를 중심으로," 한국공안행정학회보 16, 131-176.
- 전용완 · 박윤환, 2008, "근린효과와 도시범죄의 공간적 패턴: 달라스 지역을 사례로," 한국도시지리학회지 11(1), 85-99.
- 정경석 · 문태현 · 정재희 · 허선영, 2009, "GIS와 공간통계기법을 이용한 시, 공간적 도시범죄 패턴 및 범죄발생 영향요인 분석," 한국지리정보학회지 12(1), 12-25.
- 정민수 · 조병희, 2008, "지역사회역량이 주민 건강수준에 미치는 영향-2006년 서울시 도봉구 주민 건강행태조사를 중심으로," 보건과 사회과학 22, 153-182.
- 정승민, 2009, "CCTV와 비공식적 통제, 경찰활동의 상호작용효과에 관한 연구," 한국경찰연구 8(3), 173-206.
- 정진성 · 황의갑, 2012, "방범용 CCTV의 범죄예방효과에 관한 연구-천안아산 지역 읍면동을 중심으로," 한국공안행정학회보 46, 183-209.
- 조성호 · 박순호, 1996, "GIS 기법을 이용한 도시공공서비스 시설의 입지분석-울산시 구 관할구역과 구청입지를 중심으로," 한국지역지리학회지 2(1), 69-85.
- 조일형 · 이종구, 2012, "범죄예방정책의 확산 영향요인 분석-서울시 기초자치단체의 방범용 CCTV 도입 확산을 중심으로," 한국정책학회보 21(2), 221-244.
- 주운기 · 최성훈 · 정근채 · 이근철, 2007, LINGO 최적화 모형(제1권 경영과학 입문), 교우사, 서울.
- 최정순 · 박만식 · 원유복 · 김학열 · 허태영, 2010, "공간적 연관구조를 고

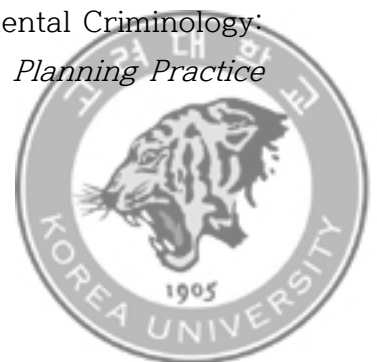


- 려한 총범죄 자료 분석," 응용통계연구 23(2), 335-344.
- 홍성학 · 이병기 · 이영훈, 2003, "비용 제약 조건하에서의 최대지역커버문제에 관한 연구," 한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집, 129-136.
- 홍세영 · 이현, 2011, "외국인 범죄 실태와 대응방안에 관한 연구," 교정연구 52, 25-51.

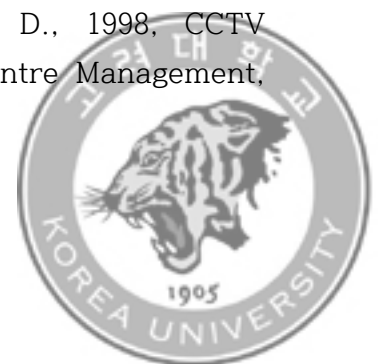


## 2. 국외문헌

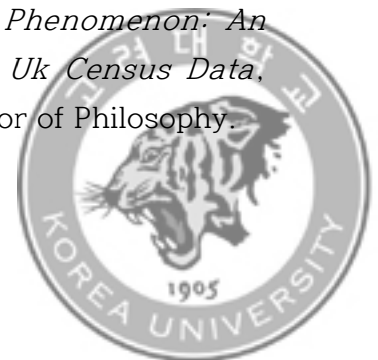
- Bernasco, W. and Elffers, H., 2010, Statistical Analysis of Spatial Crime Data, in Piquero, A. R. and Weisburd, D. eds., *Handbook of Quantitative Criminology*, Springer, New York. 699-724.
- Bursik, R. J. and Grasmick, H. G., 1993, *Neighborhoods and Crime: The Dimensions of Effective Community Control*. Lexington Books, New York.
- Calhoun, J. B., 1962, Population Density and Social Pathology, *Scientific American* 206(2), 139-148.
- Chung, C. H., 1986, Recent Applications of the Maximal Covering Location Planning (M.C.L.P.) Model, *Journal of the Operational Research Society* 37(8), 735-746.
- Church, R. L. and Murray, A. T., 2009, *Business site selection, location analysis, and GIS*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Church, R. L. and Velle, C.R., 1974, The Maximal Covering Location Problem, *regional science* 32(1), 101-118.
- Clarke, R. V., 2009, Situational Crime Prevention: Theoretical Background and Current Practice, in Krohn, M. D., Lizotte, A. J. and Hall, G. P. eds., *Handbook on Crime and Deviance*, Springer, New York. 259-276.
- Clarke, R. V. and Cornish, D. B., 1985, Modeling Offenders' Decisions: A Framework for Research and Policy, *Crime and Justice* 6, 147-185.
- Cohen, L. E. and Felson, M., 1979, Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach, *American sociological review*, 588-608.
- Cozens, P. M., 2011, Urban Planning and Environmental Criminology: Towards a New Perspective for Safer Cities, *Planning Practice and Research* 26(4), 481-508.



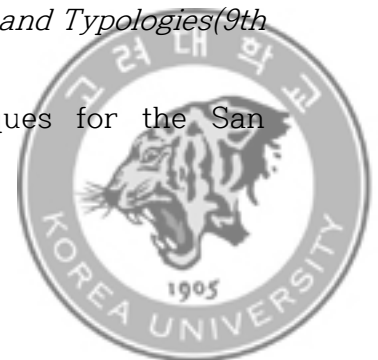
- Current, J., Daskin, M. and Schilling, D., 2002, Discrete Network Location Models, in Drezner, Z. and Hamacher, H. W. eds., *facility location: applications and methods*. Springer, New York. 81-118.
- Daskin, M. S. and Dean, L. K., 2005, Location of Health Care Facilities, *Operations In Operations Research and Health Care*, 43-76.
- Ditton, J., 2000, Crime and the City: Public Attitudes Towards Open-Street CCTV in Glasgow, *British Journal of Criminology* 40(4), 692-709.
- Eicher, C. L. and Brewer, C. A., 2001, Dasymetric Mapping and Areal Interpolation: Implementation and Evaluation, *Cartography and Geographic Information Science* 28(2), 125-138.
- Fisher, P. F. and Langford, M., 1996, Modeling Sensitivity to Accuracy in Classified Imagery: A Study of Areal Interpolation by Dasymetric Mapping, *The Professional Geographer* 48(3), 299-309.
- Griffin, P. M., Scherrer, C. R. and Swann, J. L., 2008, Optimization of Community Health Center Locations and Service Offerings with Statistical Need Estimation, *IIE Transactions* 40(9), 880-892.
- Haining, R., 1998, Spatial Statistics and the Analysis of Health Data, in Gatrell, A. and Loytonen, M. eds., *GIS and Health*, Taylor & Francis, Philadelphia. 29-48.
- Haining, R., 2009, The Special Nature of Spatial Data, in Fotheringham A. S. and Rogerson, P. A. eds., *The SAGE Handbook of Spatial Analysis*, SAGE, Los Angeles. 5-23.
- Harries, K., 2006, Extreme Spatial Variations in Crime Density in Baltimore County, Md, *Geoforum* 37(3), 404-416.
- Harris, C., Jones, P., Hillier, D. and Turner, D., 1998, CCTV Surveillance Systems in Town and City Centre Management, *Property Management* 16(3), 160-165.



- Isnard, A. and Townsville City Council., 2001, *Can Surveillance Cameras Be Successful in Preventing Crime and Controlling Anti-Social Behaviours?* Australian Institute of Criminology. August 2-3. Townsville, Australia. 1-19.
- Johnson, B. D., 2010, Multilevel Analysis in the Study of Crime and Justice, in Piquero, A. R. and Weisburd, D. eds., *Handbook of Quantitative Criminology*, Springer, New York. 615-648.
- Karakaneva, J., 2003, A Location Problem Modeling and Solving, *Trakia Journal of Sciences* 1(4), 1-7.
- Karasakal, O. and Karasakal, E. K., 2004, A Maximal Covering Location Model in the Presence of Partial Coverage, *Computers & Operations Research* 31(9), 1515-1526.
- Kreft, I. G. G. and Leeuw, J. D., 1998, *Introducing Multilevel Modeling*. Sage Publications, London, Thousand Oaks.
- Li, W. and Radke, J. D., 2012, Geospatial Data Integration and Modeling for the Investigation of Urban Neighborhood Crime, *Annals of GIS* 18(3), 185-205.
- Li, Xueping, Zhao, Z., Zhu, X. and Wyatt, T., 2011, Covering Models and Optimization Techniques for Emergency Response Facility Location and Planning: A Review, *Mathematical Methods of Operations Research* 74(3), 281-310.
- Lloyd, C. D., 2010, *Spatial Data Analysis: An Introduction for GIS Users*. Oxford university press, New York.
- Lloyd, C. D., 2011, *Local Models for Spatial Analysis*. CRC Press, New York.
- Luke, D. A., 2004, *Multilevel Modeling*. Sage Publications, Thousand Oaks.
- Manley, D. J., 2006, *The Modifiable Areal Unit Phenomenon: An Investigation into the Scale Effect Using Uk Census Data*, University of St Andrews, the Degree of Doctor of Philosophy.



- Marianov, V. and Serra, D., 2002, Location Problems in the Public Sector, in Drezner, Z. and Hamacher, H.W. eds., *Facility Location: Applications and Theory*, Springer, New York. 119-141.
- Mennis, J., 2003, Generating Surface Models of Population Using Dasymetric Mapping, *The Professional Geographer* 55(1), 31-42.
- Mennis, J. and Hultgren, T., 2005, Dasymetric Mapping for Disaggregating Coarse Resolution Population Data, *International Cartographic Conference*, 9-16.
- Mennis, J. and Hultgren, T., 2006, Intelligent Dasymetric Mapping and Its Application to Areal Interpolation, *Cartography and Geographic Information Science* 33(3), 179-194.
- Openshaw, S. and Taylor, P. J., 1979, A Million or So Correlation Coefficients: Three Experiments on the Modifiable Areal Unit Problem, *Statistical applications spatial sciences* 21, 127-144.
- O'Sullivan, D. and Unwin, D., 2010, *Geographic Information Analysis*. J. Wiley & Sons, Hoboken, N.J., New Jersey.
- Ratcliffe, J., 2010, Crime Mapping: Spatial and Temporal Challenges, in Piquero, A.R. and Weisburd, D. eds., *Handbook of Quantitative Criminology*, Springer, New York. 5-24.
- Sampson, R. J., Raudenbush, S. W. and Earls, F., 1997, Neighborhoods and Violent Crime: A Multilevel Study of Collective Efficacy, *Science* 277(5328), 918-924.
- Shaw, C. and McKay, H., 1998, Juvenile Delinquency and Urban Areas, in Williams, F.P. and McShane, M.D. eds., *Criminology theory*, Anderson, New York. 63-70.
- Siegel, L. J., 2007, *Criminology: Theories, Patterns, and Typologies*(9th ed). Thomson Wadworth, Belmont.
- Sleeter, R., 2004, Dasymetric Mapping Techniques for the San



- Francisco Bay Region, California, *Proceedings, Urban and regional information systems association*, November 7-10, Reno, Nevada, 1-12.
- Sleeter, R. and Gould, M. D., 2007, *Geographic Information System Software to Remodel Population Data Using Dasymetric Mapping Methods*. US Geological Survey, Virginia.
- Snijders, T. A. B. and Bosker, R. J., 1999, *Multilevel Analysis : An Introduction to Basic and Advanced Multilevel Modeling*, SAGE Publication, Thousand Oaks.
- Spinks, A., Turner, C., Nixon, J. and McClure, R. J., 2009, The Who Safe Communities Model for the Prevention of Injury in Whole Populations, *Cochrane Database of Systematic Reviews* 3, 1-29.
- Surette, R., 2005, The Thinking Eye: Pros and Cons of Second Generation Cctv Surveillance Systems, *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management* 28(1), 152-173.
- Wong, D., 2009, The Modifiable Areal Unit Problem (MAUP), in Fotheringham A. S. and Rogerson, P. A. eds., *The SAGE Handbook of Spatial Analysis*, SAGE, Los Angeles. 105-123.



### 3. 신문기사 및 웹 자료

경기도 한국토지정보시스템, [klis.gg.go.kr](http://klis.gg.go.kr)

경기지방경찰청, [www.ggpolic.go.kr](http://www.ggpolic.go.kr)

경기통계청, [star.gg.go.kr](http://star.gg.go.kr)

국토지리정보원, [www.ngii.go.kr](http://www.ngii.go.kr)

대검찰청, [www.spo.go.kr](http://www.spo.go.kr)

사이버경찰청, [www.police.go.kr](http://www.police.go.kr)

안산시청, [iansan.net](http://iansan.net)

안산시 통계청, [www.stat.iansan.net](http://www.stat.iansan.net)

안산시 U-정보센터(교통정보상황실), <http://its.iansan.net/welcomes.do>

연합뉴스, 2012년 10월 10일, “서울CCTV 관제요원 1명당 125대 모니터링”

제이티비씨 뉴스 10(JTBC), 2012년 7월 27일, “서초구 862 vs 도봉구 139,  
CCTV도 부익부 빈익빈”

통계지리정보서비스, [sgis.kostat.go.kr](http://sgis.kostat.go.kr)

통계청, [www.kostat.go.kr](http://www.kostat.go.kr)

행정안전부, [www.mopas.go.kr](http://www.mopas.go.kr)

