

# 개발제한구역 해제에 따른 지역의 환경적 영향분석

## Analyzing the Environmental Impact of Lifting Greenbelts\*

송슬기\*\* · 이달별\*\*\* · 정주철\*\*\*\*

Song, Seul-Ki · Lee, Dalbyul · Jung, Juchul

### Abstract

The purpose of this study is to verify three research questions as follows. First, which degree greenbelts have performed original functions. Second, which degree lifting greenbelts aggravates local environmental quality for the observed period. Last, which degree environmental qualities vary with lifting rate and the types of developments built after the lifting of greenbelts. To verify these, at first, this study considers air quality measured by NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> and water quality measured by COD and BOD as the environmental impacts. This analysis deals with 232 cities all over the country. The time scope of this study is from 1995 to 2010. To identify the time variance of environmental qualities, longitudinal data analysis was utilized. The findings of this study indicate the designation of greenbelts is effective to improve degrees of NO<sub>2</sub>, BOD and COD. Lifting greenbelts has aggravated all indicators than before. In addition, the greater the lifting rate, the greater the deterioration of SO<sub>2</sub>. Finally, a higher rate of housing development in lifted areas correlates with a higher rate of deterioration of SO<sub>2</sub> and COD compared to other development types. These findings show that decision makers should discourage the lifting of greenbelts and, if greenbelts must be lifted, be aware of the effects of lifting rates and types of developments.

키 워 드 · 개발제한구역, 환경의 질, 도시 확산, 뉴어바니즘, 스마트 성장

Keywords · Greenbelt, Environmental quality, Urban sprawl, New urbanism, Smart growth

## I. 서론 및 고찰

### 1. 연구의 배경 및 목적

국토교통부는 「개발제한구역의 조정을 위한 도시관리계획 변경안 수립 지침」 및 「도시·군관리계획수립 지침」을 개정(2014년 6월)하여 개발제한

구역 해제 및 해제 후 개발에 관한 규제들을 대폭 완화시켰다(국토교통부, 2014). 이 같은 규제 완화는 해제 이후 잠정 연기되었던 사업들을 포함하여 여의도 면적의 4.3배에 해당되는 약 12.4km<sup>2</sup> 규모의 개발을 가속화시킬 것으로 예상된다(유충현, 2014. 06.10). 지속가능성의 측면에서 개발제한구역은 미래 세대를 위해 현 세대가 제한적으로 활용해야할

\* 본 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2013R1A1A2007664) 본 논문은 저자의 2014년도 대한국토·도시계획학회 추계학술발표대회 논문과 석사 학위 논문을 수정·보완한 것임

\*\* Korea Environmental Institute(sksong@kei.re.kr)

\*\*\* Dong-eui University(moon@deu.ac.kr)

\*\*\*\* Pusan National University(corresponding author: [icjung@pusan.ac.kr](mailto:icjung@pusan.ac.kr))

자연자원 중 하나로 인식되어야 한다(감사연구원, 2013). 하지만 현재의 규제완화정책은 이러한 환경적 지속가능성은 배제하고 자원의 경제적 측면만을 강조한 처사로 보인다. 또한 현재의 토지이용계획의 패러다임이 뉴어바니즘 및 스마트 성장과 같이 도시의 외연적 확산을 방지하고 환경적 영향을 최소화하려는 방향으로 전환되고 있음을 고려한다면(정주철 외, 2010) 이는 현재의 도시계획의 패러다임을 역행하는 일이라고 사료된다. 그럼에도 불구하고 현 정부의 정책은 개발제한구역 해제 초기와 비교하여 난개발 및 무질서한 도시 확산을 촉진시키는 방향으로 나아가고 있으며 개발행위를 제한함으로써 녹지를 보전하고 도시의 평면적 확산을 방지하려는 개발제한구역의 본연의 기능을 훼손하고 있다.

많은 연구들이 개발제한구역 해제에 따른 녹지지역의 개발 및 도시 확산 등 개발제한구역 해제가 지역에 환경적 악영향을 가져올 것이라고 예상하고 있는 반면, 이러한 예상을 뒷받침할 실증적인 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 개발제한구역 해제지역과 비해제 지역 사이의 환경적 영향에 대한 비교분석을 통해 개발제한구역의 해제의 환경적 영향에 대한 실증 분석을 하고자 한다.

## 2. 현대 도시계획 패러다임과 개발제한구역

E. Howard의 전원도시에서 출발한 개발제한구역의 목적 및 역할은 성장우선주의로 인한 도시의 무분별한 확산 및 개발과 같은 여러 도시문제를 해결하기 위하여 대두된 지속가능성의 이념과 이를 내포하는 스마트 성장, 압축도시, 뉴어바니즘 등의 현대 도시계획 패러다임과 일맥상통한다(국토교통부, 2011; 권용우 외, 2012). 이는 개발제한구역을 채택하고 있는 여러 나라의 정책방향을 살펴보면 더욱 명확해 진다. 먼저 미국의 경우, 도시의 무분별한

확산을 예방하고자 스마트 성장의 기본원칙에 입각하여, 오픈스페이스 및 농지 보호, 소규모 고밀 계획을 통한 토지이용의 최소화, 도심 활성화 및 압축개발 유도 등의 수단으로 도시성장경계(Urban growth boundary)를 시행하고 있다(Cho *et al.*, 2006; 국토교통부, 2011; EPA, 2012). 다음으로 압축도시를 지향하는 대표적인 국가인 핀란드, 네덜란드, 독일의 경우, 오픈 스페이스 및 녹지공간을 도시 외곽에 입지시켜 압축도시를 실현하고 있으며 특히, 네덜란드의 경우, 물리적 성장을 제어하기 위한 노력의 일환인 그린하트를 지정하고 있다(Beatley, 2013). 이렇듯 개발제한구역은 현대의 도시계획 패러다임을 실현하는 규제 정책으로써 그 의미를 지닌다.

## 3. 개발제한구역의 규제완화

1970년대에 도입된 개발제한구역은 1980년대까지 소규모 규제 완화를 제외하고는 지정 이후 영구 불변성 원칙을 고수하며 여타 행위규제 제도에 비해 강력한 토지이용 규제수단으로 인식되어왔다(서울연구원, 2010). 하지만 개발제한구역에 대한 소규모 규제완화가 계속되면서 제도의 의미가 퇴색되었고, 1990년 말에는 대대적인 변혁기(7대 중소도시 전면해제, 7개 도시권 부분해제)를 맞았다(국토교통부, 2011). 환경부(2004)에 의하면 1990년대 말 - 2000년대 초의 개발제한구역 해제 논의에는 신개발주의의 한 전형인 '시장 환경주의'<sup>1)</sup>가 이념적 기저에 깔려있으며 당시 정부는 이를 통해 개발제한구역을 더욱 유연하고 효율적으로 유지·관리할 수 있을 것이라고 생각했다. 하지만 해제과정에서 '시장 환경주의'는 해제 우선의 원칙을 합리화하는 명분이 되어 보존해야할 지역의 해제 및 계획적 난개발을 야기하는 결과를 낳았다(환경부, 2004).

초기 개발제한구역 해제에 대한 비판에도 불구하고 2013년 이후, 정부는 초기 정책보다 더욱 대규모의 규제완화를 시도하고 있다. 「개발제한구역의 조정을 위한 도시관리계획 변경안 수립 지침」 및 「도시·군관리계획수립 지침」 등의 개정을 통해 임대주택, 공원, 녹지 비율에 대한 의무를 완화하여 개발제한구역이 가지는 공익적 목적을 축소시켰으며, 해제절차를 간소화함으로써 해제시 야기될 환경적 영향에 대한 고려도 경감시켰다(국토교통부, 2014). 또한 개정 내용에는 소규모 단절토지의 개발 기준을 완화하고 기존 법령에서 허용되지 않던 상업시설 등을 해제 지역 내에 허용하는 등의 내용이 포함되어, 효율적 토지이용을 위한 규제 및 성장관리 수단으로서의 개발제한구역의 역할을 축소하고 있다(국토교통부, 2014; 조미담, 2014.9.16). 현재는 「개발제한구역의 조정을 위한 도시관리계획 변경안 수립지침」<sup>2)</sup>에 따라 개발제한구역 해제지역에는 취락 정비뿐 아니라 공공시설 및 임대주택단지 조성, 산업단지 조성 등의 사업이 가능하다. 하지만 향후 현 정부의 규제완화 정책이 가속화됨에 따라 더욱 다양하고 강도 높은 개발이 이루어질 것이라 사료된다.

#### 4. 개발제한구역의 해제에 따른 환경적 문제

2004년 환경부에서는 2000년대 초 개발제한 해제에 따른 실태조사를 실시하였다. 환경부(2004)에서는 이러한 실태조사를 통해 ① 지역적 특성을 고려하지 않고 획일적 기준으로 개발제한구역을 해제함으로써 인한 부작용 발생, ② 광역도시계획 수립 미완료 상태에서 해제를 진행하여 난개발 가능성 증가, ③ 우수한 보전녹지가 해제 및 개발지역 내 다수 포함, ④ 강한 개발압력으로 인한 연담화 또

는 외연적 확산, 환경악화 우려 등의 결과를 내놓았으며, 아울러 개발제한구역이 도시의 성장관리 수단 중 하나임에도 불구하고 우선해제원칙을 적용함으로써 그 고유 기능이 근본적으로 무너졌음을 비판했다. 다음으로 한국환경정책·평가연구원(2013)은 전면해제지역인 춘천과 제주, 우선해제지역인 의정부 민락지구(국민임대주택사업단지)와 하남 풍산·미사지구(보금자리주택단지)를 대상으로 개발제한구역 해제 전후의 환경변화평가를 진행하였다. 개발제한구역이 해제되어도 용도지역이 녹지지역으로 지정된다면 수질 및 대기오염 등의 환경문제가 없을 것이라고 발표하였던 정부의 예상과는 달리 개발제한구역 해제지역의 수질저하가 관찰되었으며, 한국환경정책·평가연구원(2013)에서는 이와 같은 결과의 원인으로 다음과 같은 요인들을 들었다.

- 에너지 소비량 증가
- 해제지역의 개발에 의한 건축물 증가
- 해제지역 내 주거단지 조성을 통한 인구 및 차량대수, 주행거리의 증가
- 해제지역 내 산업단지 확장으로 인한 생산량 증가 및 연소시설의 연료사용량 증가 등

이러한 연구들을 통해 현재까지 개발제한구역 해제로 인하여 어느 정도 도시의 확산이 이루어졌으며 이로 인한 부정적 환경문제가 야기되었음을 알 수 있었다. 하지만 환경부(2004)의 경우, 시도 단위의 정성적인 평가로서 각 지자체의 정량적인 환경의 질 저하 수준을 알기에는 어려움이 있다. 또한 한국환경정책·평가연구원(2013) 역시 일부 해제지역의 사례만을 제시하여 국내 해제지역의 상황으로 일반화하기는 어렵다는 한계를 지닌다. 이에 본 연구에서는 개발제한구역 해제에 따른 지역의 환경적 영향에 대한 질문에 실증적이고 일반화 가능한 해답을 얻고자 한다.

## II. 연구가설 설정

분석에 앞서 1995년부터 2010년까지 종속변수의 변화 추세에 대하여 살펴보았다. 이를 통해 NO<sub>2</sub>(그림 1), SO<sub>2</sub>(그림 2), BOD(그림 3), COD(그림 4) 모두 대체적으로 그 수치가 감소하는, 즉 그 정도가 개선되고 있음을 확인하였다. 이는 그 동안의 환경 계획 및 규제로 인하여 환경의 질은 지속적으로 개

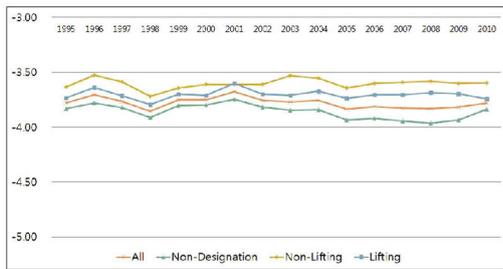


그림 1. NO<sub>2</sub>의 변화추세  
Figure 1. Trend in NO<sub>2</sub>

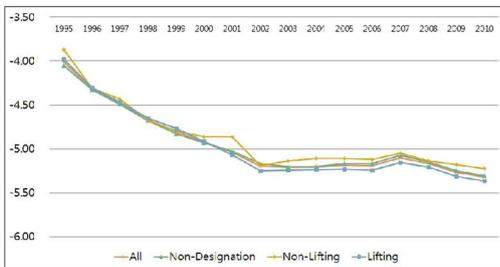


그림 2. SO<sub>2</sub>의 변화추세  
Figure 2. Trend in SO<sub>2</sub>

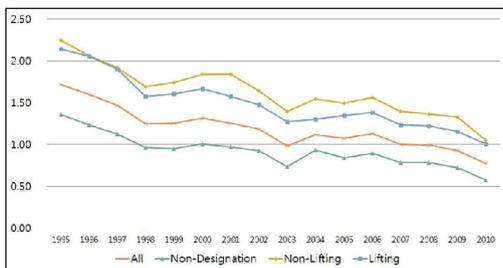


그림 3. BOD의 변화추세  
Figure 3. Trend in BOD

선되고 있기 때문이라 사료된다. 또한 미지정 지역, 미해제지역, 해제지역으로 분류하여 변화 추세를 살펴보았을 때, 네 가지 종속변수 모두 미해제 지역, 해제 지역, 미지정 지역 순으로 당초(1990년대 중반) 환경의 질이 나빴던 것으로 나타났다.

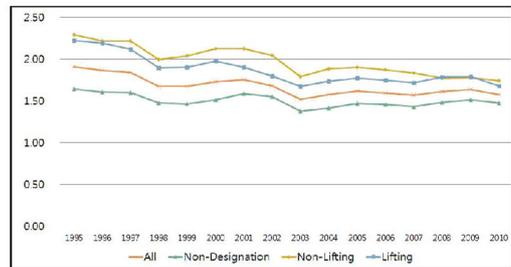


그림 4. COD의 변화추세  
Figure 4. Trend in COD

선행연구 및 종속변수의 추세 등을 고려하여 본 연구에서는 세 가지 연구 질문 및 가설을 설정하였다. 먼저 첫 번째는 개발제한구역이 이제껏 본연의 기능 및 역할을 충실히 수행해 왔는가에 대한 것이다. 이에 대한 가설은 다음과 그림. 5와 같다. 선행 연구들을 통해 알 수 있듯이 개발제한구역의 지정은 환경의 질을 개선시키거나 혹은 악화 경향을 둔화시키는 등 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 다만, 당초 개발제한구역의 지정이 개발압력이 높은 대도시권과 중소도시만을 대상으로 했기 때문에 변화추세에서와 같이 미지정 지역에 비해 초기 환경의 질은 더 나빴을 것이라 사료된다.

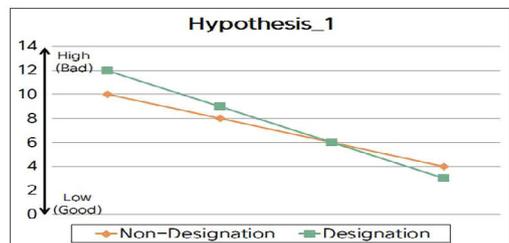


그림 5. 첫 번째 연구가설  
Figure 5. The first research hypothesis

두 번째는 개발제한구역의 해제가 지역의 환경의 질에 미치는 영향에 관한 질문이다(그림 6). 본 연구에서는 선행연구들을 통해 예상했던 것과 같이 개발제한구역의 해제로 인하여 지역의 환경의 질이 개발제한구역이 해제되지 않은 지역 혹은 개발제한구역이 해제되기 이전에 비해 악화되거나 그 저감의 정도가 둔화될 것이라고 예상된다.

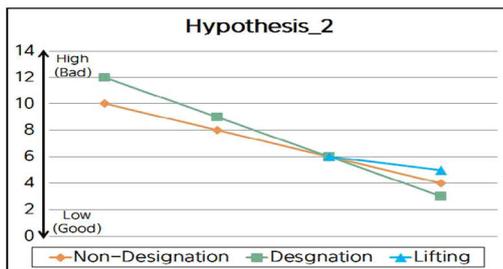


그림 6. 두 번째 연구가설  
Figure 6. The second research hypothesis

마지막은 해제 규모 및 해제 이후의 개발 유형에 따른 환경의 질의 변화의 정도에 관한 질문이다(그림 7). 이에 대한 가설은 다음과 같다. 환경의 질은 도시의 확산 정도와 교외지역의 개발 정도에 영향을 받는다. 따라서 개발제한구역의 해제정도나, 해제된 후 개발유형에 따라 환경의 질이 받는 영향을 정도가 다를 것이라고 판단된다. 본 연구에서는 개발제한구역의 해제비율이 높을수록 환경의 질이

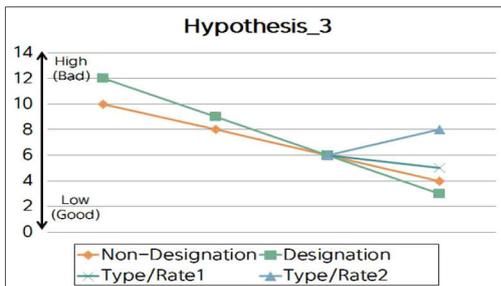


그림 7. 세 번째 연구가설  
Figure 7. The third research hypothesis

악화될 것이며, 개발유형이 해제 이후 존치지역보다 주택단지 조성, 대규모 택지개발, 공업·산업단지 조성 순으로 악화될 것이라고 예상된다.

### III. 연구의 방법

#### 1. 연구 방법론

본 연구에서는 개발제한구역의 해제라는 정책적 사건이 그 지역에 어떠한 환경적 영향을 미쳤는지 시간에 따라 살펴보기 위하여 종단 분석 모형(Longitudinal data analysis)을 사용한다. 물론 종단 분석 모형 이외에도 시간의 흐름에 따른 변화양상을 설명할 수 있는 방법론들이 존재한다. 예를 들면, 개발제한구역 해제 전후를 홀로 비교할 수도 있다. 하지만 이는 해제 전후의 환경적 지표에 대한 기울기를 설정하는데 있어 모호하다는 약점이 있으며 특히 개발제한구역 해제라는 사건의 개입 이전부터 그 지역의 환경적 지표가 상당한 변화를 겪고 있었을 경우, 충분한 관찰 없이 지표의 기울기를 측정한다면 설명에 오해가 발생할 수 있다는 한계를 가진다(Lee, 2012). 이를 보정하기 위한 방법으로 실험 집단과 통제 집단 사이의 비교를 통해서 오차를 줄이는 조정된 단절적 시계열 분석(Adjusted Interrupted Time Series Approach, AITS)을 제시할 수 있으나 이 방법 역시 실험 집단과 통제 집단 내에서의 변화경향을 파악하기에는 어려움이 따른다(Lee, 2012). 다시 말해, 조정된 단절적 시계열 분석은 개발제한구역 해제 후 개발양상에 따른 환경적 영향과 같은 집단 내 변화양상을 설명하기에는 부족하므로 각 대상의 특징에 따른 변화 영향의 차이를 설명하기에는 종단 분석 모형이 더 적합하다고 사료된다(Lee, 2012).

## 2. 모형설정

본 연구에서는 6가지 모형을 활용한다(표 1). 먼저 모형 1은 분산분석(ANOVA)이다. 다음으로 모형 2(무조건부 모형 The Unconditional Model)와 모형 3(통제 성장 모형 The Controlled Growth Model)에서는 종속변수들의 시간에 따른 변화를 파악하고자 한다. 모형 2와 모형 3의 경우, 통제변수 포함 여부에서 차이를 갖는다. 다음으로 모형 4에서는 개발제한구역 해제와 환경적 영향의 관계에 대해 파악하기 위하여 개발제한구역이 해제된 2000년 - 2005년을 기점으로 개발제한구역 해제지역과 그렇지 않은 지역의 차이를 살펴보고자 한다. 마지막으로 모형 5와 모형 6

에서는 개발제한 구역 해제 유무에 따른 환경적 영향과 더불어 해제 비용 및 이후 개발 유형에 따른 환경적 변화를 알아보고자 한다.

## 3. 연구의 범위

본 연구에서는 환경적 영향을 대기질 및 수질 오염으로 한정하도록 한다. 이는 사전환경성검토 대상이 되는 환경적 요소들 중 정량적 평가가 가능하며, 앞서 언급한 선행연구들에서 개발제한구역 해제로 인한 영향의 정도가 클 것으로 예상되는 요소들을 선별한 것이다.

연구의 시간적 범위는 개발제한구역의 해제가 본

표 1. 분석모형 Table 1. Analysis model

Model	Level	Equation
Model 1	Level-1	$Y_{ij} = \pi_{0i} + \epsilon_{ij}$
	Level-2	$\pi_{0i} = \gamma_{000} + \xi_{0i}$
Model 2	Level-1	$Y_{ij} = \pi_{0i} + \pi_{1i} TIME_{ij} + \epsilon_{ij}$
	Level-2	$\pi_{0i} = \gamma_{000} + \xi_{0i}, \pi_{1i} = \gamma_{100} + \xi_{1i}$
Model 3	Level-1	$Y_{ij} = \pi_{0i} + \pi_{1i} TIME_{ij} + \epsilon_{ij}$
	Level-2	$\pi_{0i} = \gamma_{000} + \gamma_{001}pop_i + \gamma_{002}area_i + \gamma_{003}resi\_km2_i + \gamma_{004}com\_km2_i + \gamma_{005}INdu\_km2_i + \gamma_{006}green\_km2_i + \gamma_{007}road_i + \gamma_{008}waste_i + \gamma_{009}copor_i + \gamma_{010}designation_i + \zeta_{0i}$ $\pi_{1i} = \gamma_{100} + \gamma_{101}designation_i + \xi_{1i}$
Model 4	Level-1	$Y_{ij} = \pi_{0i} + \pi_{1i} TIME_{ij} + \pi_{2i} Cancellation_{ij} + \pi_{3i} Posttime_{ij} + \epsilon_{ij}$
	Level-2	$\pi_{0i} = \gamma_{000} + \gamma_{001}pop_i + \gamma_{002}area_i + \gamma_{003}resi\_km2_i + \gamma_{004}com\_km2_i + \gamma_{005}INdu\_km2_i + \gamma_{006}green\_km2_i + \gamma_{007}road_i + \gamma_{008}waste_i + \gamma_{009}copor_i + \gamma_{010}designation_i + \zeta_{0i}$ $\pi_{1i} = \gamma_{100} + \gamma_{101}designation_i + \xi_{1i}$ $\pi_{2i} = \gamma_{200} + \xi_{2i}, \pi_{3i} = \gamma_{300} + \xi_{3i}$
Model 5	Level-1	$Y_{ij} = \pi_{0i} + \pi_{1i} TIME_{ij} + \pi_{2i} Cancellation_{ij} + \pi_{3i} Posttime_{ij} + \epsilon_{ij}$
	Level-2	$\pi_{0i} = \gamma_{000} + \gamma_{001}pop_i + \gamma_{002}area_i + \gamma_{003}resi\_km2_i + \gamma_{004}com\_km2_i + \gamma_{005}INdu\_km2_i + \gamma_{006}green\_km2_i + \gamma_{007}road_i + \gamma_{008}waste_i + \gamma_{009}copor_i + \gamma_{010}designation_i + \zeta_{0i}$ $\pi_{1i} = \gamma_{100} + \gamma_{101}designation_i + \xi_{1i}$ $\pi_{2i} = \gamma_{200} + \gamma_{201}Rate_i + \xi_{2i}$ $\pi_{3i} = \gamma_{300} + \gamma_{301}Rate_i + \xi_{3i}$
Model 6	Level-1	$Y_{ij} = \pi_{0i} + \pi_{1i} TIME_{ij} + \pi_{2i} Cancellation_{ij} + \pi_{3i} Posttime_{ij} + \epsilon_{ij}$
	Level-2	$\pi_{0i} = \gamma_{000} + \gamma_{001}pop_i + \gamma_{002}area_i + \gamma_{003}resi\_km2_i + \gamma_{004}com\_km2_i + \gamma_{005}INdu\_km2_i + \gamma_{006}green\_km2_i + \gamma_{007}road_i + \gamma_{008}waste_i + \gamma_{009}copor_i + \gamma_{010}designation_i + \zeta_{0i}$ $\pi_{1i} = \gamma_{100} + \gamma_{101}designation_i + \xi_{1i}$ $\pi_{2i} = \gamma_{200} + \gamma_{201}House_i + \gamma_{202}LAnd\_Develop_i + \gamma_{203}INdustry_i + \xi_{2i}$ $\pi_{3i} = \gamma_{300} + \gamma_{301}House_i + \gamma_{302}LAnd\_Develop_i + \gamma_{303}INdustry_i + \xi_{3i}$

격적으로 이루어진 2000 - 2005년을 기준으로 전 후 5년인 1995년부터 2010년으로 한다. 개발제한구역 해제는 2000년을 시작으로 현재까지 지속적으로 추진되고 있으나 연구의 목적이 개발제한구역 해제의 환경적 영향을 비교·분석하는 것이므로 해제 후의 영향을 알아보기 위해서는 어느 정도 시간의 경과가 필요하다고 사료된다. 연구의 공간적 범위는 전국 232개 시군구로 이 중 미지정 지역은 129곳, 지정되어 해제되지 않은 지역 21곳, 2000-2005년 사이 해제된 지역은 82곳이다.

#### 4. 변수의 설정

연구에 사용된 변수는 다음 표 2와 같다. 먼저 종속변수는 대기질 및 수질의 오염을 측정할 수 있는 NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, BOD, COD이다. 기후인자 등 연속적인 특성을 가진 환경인자의 공간적 분포를 가시화하기 위해서는 한정된 지점에서 관측된 점 자료를 바탕으로 전 지역의 분포를 추정해야 한다(성동권 외, 1999). 이러한 추정을 위한 대표적인 방법으로는 역거리 가중법(IDW)과 크리깅 기법을 들 수 있는데, 역거리 가중법의 경우, 미지점 값을 보간할 때 고려되는 기지점의 개수 및 영향을 받는 반경크기를 선택하는데 있어 그 기준이 모호하나 크리깅 기법은 각 기지점의 미지점에 대한 경중률을 산정하여 추정함으로써 그 값이 역거리 가중법에 비해 명확하다는 것이 특징이다(성동권 외, 1999). 이에 본 연구에서는 4가지 종속변수의 공간상 연속적인 값을 크리깅 기법<sup>\*)</sup>을 통해 도출하고 분석 단위인 시군구 단위로 전환하여 사용하였다.

다음으로 설명변수는 레벨 1과 레벨 2로 나누어 설정한다. 종단 분석 모형은 시간적 변화를 나타내기 위하여 한 쌍의 부수적인 모델이 동시에 설정되는 다층 모형이며 레벨 1 모형과 레벨 2 모형을 지

표 2. 변수설정

Table 2. Description of variables

Variable	Description
<b>Dependent variable</b>	
NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>	- Observed values of SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> (ppm)
BOD, COD	- Observed values of BOD, COD(mg/L)
<b>Explanatory variable</b>	
Level-1	
TIME	- 1995-2010
Designation	- Primary rates of greenbelts
Cancellation	- lifting greenbelt (non-lifting = 0, lifting = 1)
Post-time	- Elapsed time after lifting greenbelt
Level-2	
Rate	- Rates of lifting greenbelts
Land_develop	- Construction rates of Bogeumjari Housing or public rental housing in lifted areas
House	- Rates of lifting greenbelts corresponding to settlements or fragment areas
Industry	- Construction rates of industrial complex, tourist complex or distribution complex in lifted areas
<b>Control variable</b>	
Pop	- Total population(Person)
Resi	- Zoning area(Residential, commercial, Industrial, Green)(km <sup>2</sup> )
Com	
Indu	
Green	
Area	- Total area(km <sup>2</sup> )
Road	- Total road length(km)
Copor	- Industrial companies(Unit)
Waste	- Solid waste(t)
Regional code	- Regional code(Dummy variables)

\* Unit measure: Sigungu, Year  
 \* Dependent variable : Application of kriging(In)  
 \* Regional code : Seoul, Incheon, Busan, Daegu, Gwangju, Daejeon, Ulsan, Gyeong-gi, Gang-won, Chungbug, Chungnam, Jeonbug, Jeonnam, Gyeongbug, Gyeongnam, Jeju

닌다(Singer and Willett, 2003). 본 연구에서는 시간의 흐름에 따라 변하는 레벨 1의 변수를 시간(Time)과 개발제한구역의 해제(Cancellation), 해제 이후의 시간(Post-time)으로 설정하였으며 집단 내에서의 변화 양상, 즉 개발제한구역 해제라는 실험 집단 안에서도 얼마나 해제되었는지 그리고 해제 후 어떻게 개발되었는지에 따른 변화를 살펴보기 위하여 해제 비율(Rate)과 해제 후 개발유형(House, Land\_develop, Industry)을 레벨 2의 변수로 보고자 한다. 개발유형은 ① 취락 및 단절토지 해제, ② 보금자리주택 및 임대주택 건설, ③ 택지 개발 및 신도시 건설, ④ 산업 및 관광, 유통 단지 조성 4가지로 분류할 수 있는데 이 중 취락 및 단절토지 해제의 경우, 해제 이후 개발이 되었다고 보기 보다는 존치지역을 보는 것이 더 적합하다고 사료된다. 따라서 취락 및 단절 토지는 레벨 2 변수의 값이 0으로 간주한다.

마지막으로 선행연구들(최지용, 2004; UNEP, 2005; 최열 외, 2007; 김봉기 외, 2009 Florescu et al., 2010; 정용택 외, 2011; Everard and Mogridge, 2011; 권용우 외, 2012)을 통하여 인구특성 및 도시규모, 인간 활동, 교통요인, 토지이용 등이 개발제한구역 외에 종속변수인 환경의 질에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 따라서 이를 반영할 수 있는 인구수 및 용도지역 면적, 도로연장, 산업체 수, 폐기물 배출량 등을 통제변수로 분석에 포함한다. 아울러 Lee(2012)의 연구를 토대로 지역별 특성 및 공간적 특성을 통제하기 위하여 7개 특별·광역시와 9개의 도를 각각 통제변수에 추가한다.

## V. 연구의 결과 및 고찰

### 1. 모형 1에 대한 분석

먼저 모형 1은 분산 분석이다. 분산 분석의 목적

은 분산성분을 측정하는 것으로 이것은 각각의 레벨에서 결과의 확장정도를 평가할 수 있다(Lee, 2012). 모형 1의 결과를 살펴보면, NO<sub>2</sub>와 SO<sub>2</sub>, BOD, COD 모두 고정효과(Fixed effect),  $\gamma_{000}$ 와 관련된 귀무가설( $p < 0.001$ )을 기각한다. 이를 통해 각 종속변수에 대한 지지체의 평균적인 변화가 1995년부터 2010년 사이에 0이 아니었음을 확인할 수 있다. 다음으로 임의효과(Random effect)를 살펴보면 지지체 내에서의 분산,  $\sigma^2$ 과 지지체 사이의 분산,  $\sigma^2_{\text{group}}$ 이 측정되었으며 각각의 종속변수 모두 이와 관련된 귀무가설( $p < 0.001$ )을 기각한다. 따라서 모형 1에서는 대기질 및 수질에 관한 본 연구의 질문 및 가설을 설명 또는 검증할 수 있는 잠재력을 확인하였다고 볼 수 있다.

### 2. 모형 2에 대한 분석

모형 2에서는 시간에 따른 대기질 및 수질의 평균적인 변화궤도에 대해 살펴보았다. 고정효과(Fixed effect)의  $\gamma_{000}$ 과  $\gamma_{100}$ 을 통해 각각의 종속변수의 지지체 평균인 변화궤도에 대한 절편과 기울기를 파악할 수 있다. 대기질 변수인 NO<sub>2</sub>와 SO<sub>2</sub>의 절편 값은 각각 -3.7395와 -4.3423이며 기울기는 -0.0046과 -0.0703로 나타났다. 수질 변수인 BOD와 COD의 절편 값은 각각 1.6047과 1.8428이며 기울기는 -0.0487과 -0.0195이다. 이를 통해 대기질 및 수질에 관한 네 가지 종속변수는 시간에 따라 감소하는 경향이 있음을 확인하였다. 이는 대기질 및 수질이 어느 정도 계획 및 정책적인 요소 등에 의하여 점점 개선되고 있음이라 사료된다.

### 3. 모형 3에 대한 분석

모형 3 역시 종속변수의 시간에 따른 변화궤도

표 3. 모형 3의 결과 Table 3. Results of Model 3

Dependent variable		NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	BOD	COD
Fixed Effects					
Initial Status	Intercept $\gamma_{000}$	<b>-3.7175***</b> (0.07340)	<b>-4.6865***</b> (0.09443)	<b>1.6146**</b> (0.7620)	<b>1.9563***</b> (0.3587)
	Pop $\gamma_{001}$	<b>-1.49E-8***</b> (0)	<b>-2.62E-7***</b> (0)	<b>0.01291</b> (0.04903)	<b>-1.26E-8***</b> (0)
	Area $\gamma_{002}$	<b>-0.00004*</b> (0.000021)	0.000031 (0.000027)	<b>-0.00076***</b> (0.000150)	<b>-0.00053***</b> (0.000104)
	Resi $\gamma_{003}$	-0.00024 (0.000858)	<b>0.003046**</b> (0.001541)	0.000511 (0.002184)	-0.00113 (0.001462)
	Com $\gamma_{004}$	<b>-0.01063*</b> (0.006389)	<b>0.02915***</b> (0.009501)	-0.00120 (0.02005)	0.002738 (0.01345)
	Indu $\gamma_{005}$	0.000962 (0.000764)	<b>0.004561***</b> (0.001135)	0.003690 (0.002512)	<b>0.004676**</b> (0.001679)
	Green $\gamma_{006}$	2.294E-6 (0.000089)	<b>-0.00057***</b> (0.000131)	<b>0.000612**</b> (0.000311)	0.000115 (0.000210)
	Road $\gamma_{007}$	<b>-6.18E-8***</b> (0)	<b>6.378E-8***</b> (0)	<b>1.12E-7***</b> (0)	<b>2.235E-8***</b> (0)
	Copor $\gamma_{008}$	<b>7.538E-6***</b> (1.392E-6)	<b>-0.00001***</b> (1.961E-6)	<b>-9.2E-6*</b> (5.22E-6)	<b>-8.04E-6**</b> (3.594E-6)
	Waste $\gamma_{009}$	-6.82E-7 (0.000057)	<b>0.000273***</b> (0.000106)	<b>0.000531***</b> (0.000139)	<b>0.000267***</b> (0.000097)
Designation $\gamma_{010}$	0.000038 (0.000247)	<b>0.000775**</b> (0.000372)	<b>0.003420**</b> (0.001646)	<b>0.002727**</b> (0.001142)	
Rate of Change	Time $\gamma_{100}$	<b>-0.00664***</b> (0.000834)	<b>-0.06858***</b> (0.001257)	<b>-0.04199***</b> (0.002639)	<b>-0.01286***</b> (0.001781)
	Time* Designation $\gamma_{101}$	<b>0.000121***</b> (0.000027)	<b>-0.00011***</b> (0.000040)	<b>-0.00050***</b> (0.000083)	<b>-0.00042***</b> (0.000057)
Variance Components					
Level 1	Within-city $\delta_{\epsilon}^2$	<b>0.01149***</b> (0.000293)	<b>0.05137***</b> (0.001317)	<b>0.05741***</b> (0.001475)	<b>0.02548***</b> (0.000655)
Level 2	In initial status $\delta_0^2$	<b>0.002144***</b> (0.000444)	<b>0***</b> (0)	<b>0.2274***</b> (0.02431)	<b>0.1112***</b> (0.01172)
	In rate of change $\delta_1^2$	<b>0.000070***</b> (8.898E-6)	<b>0.000085***</b> (0.000017)	<b>0.000813***</b> (0.000097)	<b>0.000387***</b> (0.000045)

~p<0.1\* ~p<0.05\*\* ~p<0.01\*\*\*

를 파악하기 위한 모형이다. 모형 3부터는 개발제한구역의 지정 및 해제와 종속변수와의 관계를 더욱 명확하게 살펴보기 위하여 개발제한구역 외의 환경의 질에 영향을 주는 요인들을 통제변수를 포함한다. 또한 모형 3에서는 지정여부(Designation)에 대한 변수를 포함하여 당초 개발제한구역이 지정된 지역과 그렇지 않은 지역의 환경의 질의 변화양상을 비교할 수 있다. 그 결과는 다음 표 3과 같다.

1) 대기질

먼저 NO<sub>2</sub>의 결과를 살펴보았다. 미지정 지역의 경우, 절편 값은 -3.7175이며 기울기는 -0.0066으로 점점 감소되는 추세를 보였다. 전체 시군구의 면적 중에 10%가 개발제한구역으로 지정된 지역의 경우, 절편 값은 미지정 지역보다 0.0004 높은 -3.7171이며 기울기 역시 미지정 지역보다 0.0012 높은 -0.0054이다. 이는 미지정 지역이 당초 개발

제한구역이 지정되었던 지역보다 개발압력이나 인간 활동 등이 적은 지역이었으므로 NO<sub>2</sub>의 초기 값 또한 더 낮았던 것으로 추정된다. 현재 상황 역시 미지정 지역에 비해 지정 지역의 개발 압력이나 인간 활동의 수준이 높아 NO<sub>2</sub>의 개선정도가 지정 지역이 더 낮은 것으로 파악된다. 모형 3을 통해 NO<sub>2</sub>에 대한 개발제한구역의 효과를 단정 짓기에는 어려움이 따른다. 만약 개발제한구역이 지정되지 않았다면 당초 지정된 지역의 NO<sub>2</sub>의 값이 더욱 악화되었을 것이라는 가정에 여지가 남아있기 때문이다. 따라서 NO<sub>2</sub>의 결과는 이후 모형들의 결과를 살펴 보아야 명확해질 것으로 보인다.

다음으로 SO<sub>2</sub>의 결과다. 미지정 지역의 경우, 절편 값은 -4.6865이며 기울기는 -0.0686로 NO<sub>2</sub>와 마찬가지로 점점 감소되는 추세를 보였다. 반면 전체 시군구의 면적 중에 10%가 개발제한구역으로 지정된 지역의 경우, 미지정 지역보다 0.0078 높은 -4.6788을 절편 값을 가지지만 기울기는 0.0011 더 낮은 -0.0697을 기울기로 가진다. 이는 지정지역의 특성상 초기의 SO<sub>2</sub> 값은 개발압력 및 도시규모 등의 이유로 미지정 지역에 비해 높다할지라도 개발제한구역 지정을 통해 그 개선속도는 미지정 지역보다 더 빠르게 나타나는 것으로 분석할 수 있다. 또한 개발제한구역이 지정 비율이 높을수록 이러한 개선속도는 더 빠르게 나타난다.

## 2) 수질

미지정 지역의 경우, BOD의 절편 값은 1.6146이며 기울기는 -0.0420로 점점 감소되는 추세를 보였다. 전체 시군구의 면적 중에 10%가 개발제한구역으로 지정된 지역의 경우, 절편 값은 미지정 지역보다 0.0342 높은 1.6488이지만 기울기는 미지정 지역보다 0.0050 낮은 -0.0470이다. COD의 결과 역시 BOD와 유사하게 나타났다. 미지정 지역의 경우, 절편 값은 1.9563이며 기울기는 -0.0129로 점

점 감소되는 추세를 보였다. 해당 지자체의 면적 중에 10%가 개발제한구역으로 지정된 지역의 경우, 미지정 지역보다 0.0273 높은 1.9836을 절편 값을 가지지만 기울기는 0.0042 더 낮은 -0.0171을 기울기로 가진다. 이는 지정지역의 특성상 초기의 BOD 및 COD 값이 미지정 지역에 비해 높지만 개발제한구역 지정을 통해 그 개선속도가 미지정 지역보다 더 빠르게 나타나는 것으로 파악된다. 또한 개발제한구역이 지정 비율이 높을수록 이러한 개선속도는 더 빠르다고 분석된다.

## 4. 모형 4에 대한 분석

모형 4에서는 개발제한구역 해제시점을 기점으로 개발제한구역 해제지역과 그렇지 않은 지역 사이에서 나타나는 종속변수들의 변화양상을 확인하고자 한다. 모형 4는 모형 3을 기반으로 고정효과와 임의효과에 각각 Cancellation,  $\gamma_{200}$ 와 Post-time,  $\gamma_{300}$ 을 추가하여 개발제한구역 해제를 기점으로 발생하는 값의 증감이나 기울기의 변화와 같은 종속변수의 불연속성을 확인할 수 있다. 즉 이를 통해 수질 및 대기질에 대한 개발제한구역의 지정의 긍정적 효과와 해제의 부정적 영향의 여부 및 정도를 확인할 수 있다. 그 결과는 표 4와 같다.

### 1) 대기질

NO<sub>2</sub>는 미지정 지역의 경우, -3.7220을 시작점으로 하여 -0.0068의 기울기로 감소하는 추세를 보인다. 반면 지자체 면적의 10%가 개발제한구역으로 지정된 지역의 경우, 미지정 지역과 시작점은 같으나 미지정 지역보다 0.0010 높은 -0.0058의 기울기를 가져 NO<sub>2</sub>의 수준이 오히려 악화되는 경향을 보였다. 이는 앞서 설명한 모형 3과 유사한 결과로, 개발압력 및 인간 활동 등과 같은 미지정 및 지정 지역 사이의 여건의 차이로 인한 것으로 보인다. 한

표 4. 모형 4의 결과 Table 4. Results of Model 4

Dependent variable		NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	BOD	COD
Fixed Effects					
Initial Status	Intercept $\gamma_{000}$	<b>-3.7220***</b> (0.07332)	<b>-4.6020***</b> (0.1092)	<b>1.5036**</b> (0.7497)	<b>1.9797***</b> (0.3545)
	Pop $\gamma_{001}$	<b>-1.23E-8***</b> (0)	<b>-2.91E-7***</b> (0)	0.02154 (0.04881)	<b>5.884E-8***</b> (0)
	Area $\gamma_{002}$	<b>-0.00004*</b> (0.000021)	0.000015 (0.000031)	<b>-0.00073***</b> (0.000146)	<b>-0.00052***</b> (0.000103)
	Resi $\gamma_{003}$	-0.00011 (0.000861)	0.000751 (0.001564)	-0.00042 (0.002170)	-0.00228 (0.001431)
	Com $\gamma_{004}$	-0.00948 (0.006406)	<b>0.03486***</b> (0.01083)	-0.00722 (0.02074)	-0.01372 (0.01372)
	Indu $\gamma_{005}$	0.000977 (0.000763)	<b>0.004573***</b> (0.001250)	0.003319 (0.002451)	<b>0.004050**</b> (0.001624)
	Green $\gamma_{006}$	-7E-6 (0.000089)	<b>-0.00033**</b> (0.000147)	<b>0.000659**</b> (0.000317)	0.000190 (0.000212)
	Road $\gamma_{007}$	<b>-6.21E-8***</b> (0)	<b>9.776E-8***</b> (0)	<b>8.646E-8***</b> (0)	<b>-3.31E-9***</b> (0)
	Copor $\gamma_{008}$	<b>7.22E-6***</b> (1.4E-6)	<b>-0.00001***</b> (2.292E-6)	-2.75E-6 (5.456E-6)	-5.55E-9 (3.71E-6)
	Waste $\gamma_{009}$	-8.24E-6 (0.000057)	<b>0.000385***</b> (0.000106)	<b>0.000624***</b> (0.000142)	<b>0.000292***</b> (0.000098)
	Designation $\gamma_{010}$	0.000061 (0.000256)	<b>0.003489***</b> (0.000412)	<b>0.004849***</b> (0.001619)	<b>0.003981***</b> (0.001140)
	Effect of Greenbelt on the initial status				
	Cancellation $\gamma_{200}$	<b>0.02790**</b> (0.01227)	<b>-0.1080***</b> (0.02465)	0.02736 (0.03426)	<b>-0.08160***</b> (0.02222)
Rate of Change	Time $\gamma_{100}$	<b>-0.00681***</b> (0.000840)	<b>-0.07249***</b> (0.001618)	<b>-0.04261***</b> (0.002739)	<b>-0.01370***</b> (0.001888)
	Time*Designation $\gamma_{101}$	<b>0.000104***</b> (0.000033)	<b>-0.00081***</b> (0.000068)	<b>-0.00089***</b> (0.000107)	<b>-0.00076***</b> (0.000073)
	Effect of Greenbelt on rate of change				
	Post-time $\gamma_{300}$	-0.00212 (0.002443)	<b>0.1046***</b> (0.005390)	<b>0.03127***</b> (0.008728)	<b>0.04661***</b> (0.005430)
Variance Components					
Level 1	Within-city $\delta_c^2$	<b>0.01145***</b> (0.000294)	<b>0.04199***</b> (0.001210)	<b>0.05376***</b> (0.001413)	<b>0.02318***</b> (0.000609)
Level 2	In initial status $\delta_0^2$	<b>0.002156***</b> (0.000443)	0.000982 (0.001192)	<b>0.2141***</b> (0.02275)	<b>0.1087***</b> (0.01139)
	In rate of change $\delta_1^2$	<b>0.000067***</b> (8.857E-6)	<b>0.000256***</b> (0.000048)	<b>0.000860***</b> (0.000110)	<b>0.000435***</b> (0.000054)
	In Cancellation $\delta_2^2$	0.000988 (0.001148)	<b>0.006804**</b> (0.005590)	<b>0.03118***</b> (0.01254)	<b>0.01252***</b> (0.005229)
	In post-time $\delta_3^2$	<b>0***</b> (0)	<b>0.000438***</b> (0.000236)	<b>0.002852***</b> (0.000817)	<b>0.000980***</b> (0.000295)

~p<0.1\* ~p<0.05\*\* ~p<0.01\*\*\*

편 NO<sub>2</sub>는 개발제한구역이 해제된 2000년대 중반 절반 값이 0.0279(Cancellation,  $\gamma_{200}$ 가 95% 수준에서 유의) 상승하여 이후 지정지역과 마찬가지로인 -0.0058의 기율기로 감소한다. 이를 통하여 개발제한 구역의 지정이 NO<sub>2</sub> 수치가 높아지는 대기 악화현상을 완화했다는 점과 개발제한구역 해제로 인해 지역의 NO<sub>2</sub> 수치가 증가했다는 점을 알 수 있었다.

다음으로 SO<sub>2</sub>는 미지정 지역의 경우, -4.6020을 시작점으로 하여 -0.0725의 기율기로 감소하는 추세를 보인다. 반면 지자체 면적의 10%가 개발제한구역으로 지정된 지역의 경우, 미지정 지역의 수치보다 0.0349 높은 -4.5671을 시작점으로 하지만 미지정 지역보다 0.0081 낮은 -0.0806의 기율기로 미지정 지역에 비해 빠른 개선속도를 보였다. 아울러 지정 비율이 높을수록 개선속도는 더욱 빨라짐을 확인하였다. 이러한 결과는 모형 3과 유사하다. 한편 SO<sub>2</sub>의 모형 4 결과에서는 개발제한구역 해제의 영향인 Cancellation,  $\gamma_{200}$ 와 Post-time,  $\gamma_{300}$ 가 모두 유의하게 나타났다. 이를 살펴보면 SO<sub>2</sub>는 해제 즉시 어느 정도(-0.1080) 감소하는 경향을 보이거나 이후로는 지정되어 해제되지 않은 지역에 비해 0.1046 정도 기율기가 상승하는 것으로 나타났다. 즉, 해제가 발생하는 환경문제를 고려하여 여러 관리정책들을 시행하기 때문에 해제 직후에는 SO<sub>2</sub>의 수치가 개선되는 듯 보이거나 이후로는 개발제한구역 해제로 인한 도시의 외연적 확산 및 개발 행위 등으로 인하여 그 수치가 더욱 악화되는 것이라 분석할 수 있다.

## 2) 수질

먼저 BOD에 대한 결과다. 미지정 지역의 경우, 1.5036을 시작점으로 하여 -0.04261의 기율기로 감소하는 추세를 보인다. 반면 각 시군구 총 면적의 10%가 개발제한구역으로 지정된 지역의 경우, 미지정 지역보다 0.0485 높은 1.5521을 시작점으로 하

지만 미지정 지역보다 0.0089 낮은 -0.0515의 기율기를 가진다. 이를 통해 모형 3의 결과와 같이 개발제한구역 지정이 수질 개선에 효과를 가진다는 알 수 있다. 한편 BOD는 개발제한구역이 해제된 이후 지정지역보다 0.0313만큼 기율기가 상승하여 수질개선 속도가 둔화되었다.

다음으로 COD는 미지정 지역의 경우, 1.9797을 시작점으로 하여 -0.0137의 기율기로 수질이 개선되고 있다. 반면 각 시군구 총 면적의 10%가 개발제한구역으로 지정된 지역의 경우, 미지정 지역보다 0.0398 높은 2.0195를 시작점으로 하나 미지정 지역보다 0.0076 낮은 -0.0213의 기율기를 가진다. 이를 통해 COD 역시 모형 3의 결과에서 확인한 것과 같이 개발제한구역 지정이 수질 개선에 효과를 가진다는 것을 알 수 있었다. 한편 COD는 개발제한구역 해제 즉시 일시적으로 0.0816만큼 수치가 낮아지지만 이후 지정지역보다 0.0466만큼 기율기가 상승하여 수질개선 속도가 둔화되는 경향을 보인다. 이는 SO<sub>2</sub>의 결과와 마찬가지로 수질관리 정책들의 시행으로 인하여 해제 직후에는 BOD의 수치가 개선되는 듯 보이거나 이후로는 개발제한구역 해제로 인한 도시의 외연적 확산이나 개발 행위 등을 원인으로 그 수치가 지속적으로 악화되는 것이라 사료된다.

## 5. 모형 5에 대한 분석

모형 5는 모형 4를 기반으로 고정효과와 임의효과에 각각 Cancellation\*Rate,  $\gamma_{201}$ 와 Post-time\*Rate,  $\gamma_{301}$ 을 추가하여 개발제한구역 해제 정도에 따라 해제지역의 환경의 질이 어떻게 얼마나 다르게 변화하는지를 확인하고자 하였다. 그 결과는 표 5와 같다.

### 1) 대기질

미지정 지역과 지정지역 간의 차이 및 지정지역

표 5. Model 5의 결과 Table 5. Results of Model 5

Dependent variable		NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	BOD	COD	
Fixed Effects						
Initial Status	Intercept $\gamma_{000}$	<b>-3.7218***</b> (0.07330)	<b>-4.6003***</b> (0.1096)	<b>1.5263**</b> (0.7503)	<b>1.9799***</b> (0.3545)	
	Pop $\gamma_{001}$	<b>-1.25E-8***</b> (0)	<b>-2.91E-7***</b> (0)	0.01969 (0.04885)	<b>5.851E-8***</b> (0)	
	Area $\gamma_{002}$	<b>-0.00004*</b> (0.000021)	0.000014 (0.000032)	<b>-0.00073***</b> (0.000146)	<b>-0.00052***</b> (0.000103)	
	Resi $\gamma_{003}$	-0.00010 (0.000862)	0.000735 (0.001565)	-0.00046 (0.002169)	-0.00228 (0.001432)	
	Com $\gamma_{004}$	-0.00953 (0.006408)	<b>0.03534***</b> (0.01085)	-0.00778 (0.02074)	-0.01379 (0.01372)	
	Indu $\gamma_{005}$	0.000973 (0.000763)	<b>0.004593***</b> (0.001252)	0.003302 (0.002451)	<b>0.004046**</b> (0.001624)	
	Green $\gamma_{006}$	-5.51E-6 (0.000089)	<b>-0.00034**</b> (0.000147)	<b>0.000676**</b> (0.000317)	0.000193 (0.000212)	
	Road $\gamma_{006}$	<b>-6.22E-8***</b> (0)	<b>9.774E-8***</b> (0)	<b>8.403E-8***</b> (0)	<b>-3.73E-9***</b> (0)	
	Copor $\gamma_{007}$	<b>7.232E-6***</b> (1.4E-6)	<b>-0.00001***</b> (2.296E-6)	-2.69E-6 (5.457E-6)	-6.02E-9 (3.71E-6)	
	Waste $\gamma_{008}$	-8.84E-6 (0.000057)	<b>0.000387***</b> (0.000106)	<b>0.000629***</b> (0.000142)	<b>0.000293***</b> (0.000098)	
	Designation $\gamma_{009}$	0.000067 (0.000256)	<b>0.003463***</b> (0.000413)	<b>0.004836***</b> (0.001620)	<b>0.003979***</b> (0.001140)	
	Effect of Greenbelt on the initial status					
		Cancellation $\gamma_{200}$	<b>0.03161**</b> (0.01324)	<b>-0.1250***</b> (0.02615)	0.03310 (0.03672)	<b>-0.07983***</b> (0.02380)
		Cancellation* rate $\gamma_{201}$	-0.07916 (0.1046)	<b>0.3639*</b> (0.2057)	-0.06125 (0.2799)	-0.03321 (0.1819)
Rate of Change	Time $\gamma_{100}$	<b>-0.00681***</b> (0.000841)	<b>-0.07254***</b> (0.001622)	<b>-0.04262***</b> (0.002742)	<b>-0.01370***</b> (0.001888)	
	Time*Designation $\gamma_{101}$	<b>0.000103***</b> (0.000033)	<b>-0.00081***</b> (0.000068)	<b>-0.00089***</b> (0.000107)	<b>-0.00076***</b> (0.000073)	
	Effect of Greenbelt on rate of change					
		Post-time $\gamma_{300}$	-0.00233 (0.002691)	<b>0.1058***</b> (0.005995)	<b>0.02454***</b> (0.009750)	<b>0.04595***</b> (0.006061)
	Post-time*rate $\gamma_{301}$	0.007589 (0.02022)	-0.03538 (0.04387)	0.1018 (0.06789)	0.01149 (0.04245)	
Variance Components						
Level 1	Within-city $\delta_\epsilon^2$	<b>0.01145***</b> (0.000294)	<b>0.04195***</b> (0.001208)	<b>0.05370***</b> (0.001412)	<b>0.02318***</b> (0.000609)	
Level 2	In initial status $\delta_0^2$	<b>0.002151***</b> (0.000442)	0.001031 (0.001198)	<b>0.2144***</b> (0.02280)	<b>0.1087***</b> (0.01139)	
	In rate of change $\delta_1^2$	<b>0.000068***</b> (8.896E-6)	<b>0.000259***</b> (0.000049)	<b>0.000863***</b> (0.000110)	<b>0.000435***</b> (0.000054)	
	In Cancellation $\delta_2^2$	0.000971 (0.001148)	0.005346 (0.005376)	<b>0.03116***</b> (0.01254)	<b>0.01248***</b> (0.005225)	
	In post-time $\delta_3^2$	<b>0***</b> (0)	<b>0.000449***</b> (0.000238)	<b>0.002867***</b> (0.000826)	<b>0.000983***</b> (0.000298)	

~p<0.1\* ~p<0.05\*\* ~p<0.01\*\*\*

과 해제지역 간의 차이의 양상은 NO<sub>2</sub>와 SO<sub>2</sub> 모두 모형 4의 결과와 유사한 경향으로 나타난다. 하지만 NO<sub>2</sub>의 경우, 해제지역 사이에서 해제 비율에 따른 NO<sub>2</sub>의 차이는 유의하게 나타나지 않았다. 반면 SO<sub>2</sub>는 해제비율이 10% 늘어나면 해제 직후 SO<sub>2</sub> 값의 상승은 0.0364 높아지는 것으로 나타났다(그림 4).

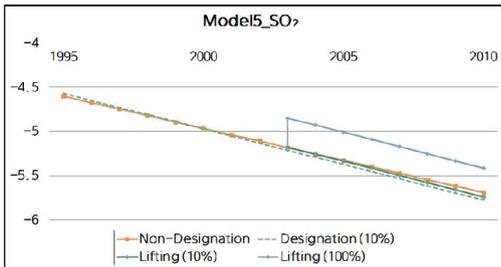


그림 4. 모형 5의 그래프(SO<sub>2</sub>)  
Figure 4. The graph of Model 5(SO<sub>2</sub>)

## 2) 수질

미지정 지역과 지정지역 간의 차이 및 지정지역과 해제지역 간의 차이의 양상은 BOD와 COD 모두 각각의 모형 4의 결과와 유사하게 나타났다. 하지만 이 두 변수 모두 Cancellation\*Rate,  $\gamma_{201}$ 와 Post-time\*Rate,  $\gamma_{301}$ 에서 유의성을 가지지 않았다. 그러나  $\gamma_{201}$ 와  $\gamma_{301}$ 가 유의하지 않다고 해서 해제 비율의 정도에 관계 없이 그 영향이 같다고 단정 지을 수 없다. 왜냐하면 소규모로 해제가 되었다할지라도 그 해제의 유형이 교외지역에 산재된 소규모 분산 해제라면 이 같은 경우가 오히려 교통 유발이나 기반시설 확대 등 무계획적인 확산 및 난개발이라 볼 수 있기 때문이다.

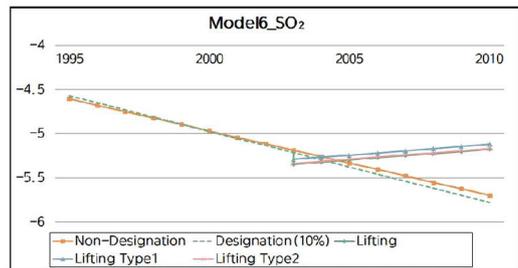
## 6. 모형 6에 대한 분석

앞서 모형 5를 통하여 해제 정도에 따른 변화 양상의 차이를 확인하였다. 다음으로 모형 6에서는 모

형 4를 기반으로 고정효과에 Cancellation\*House,  $\gamma_{201}$ , Cancellation \*Land\_develop,  $\gamma_{202}$ , Cancellation\*Industry,  $\gamma_{203}$ 을 추가하고 임의효과에 Post-time \*House,  $\gamma_{301}$ , Post-time\*Land\_develop,  $\gamma_{302}$ , Post-time\*Industry,  $\gamma_{303}$ 을 추가하여 개발제한구역이 해제된 후 개발되는 유형에 따라 해제지역의 환경의 질이 어떻게 얼마나 다르게 변화하는지를 확인하고자 한다. 그 결과는 표 6. 및 표 7과 같다.

### 1) 대기질

모형 5와 마찬가지로 미지정 지역과 지정지역 간의 차이 및 지정지역과 해제지역 간의 차이의 양상은 NO<sub>2</sub>와 SO<sub>2</sub> 모두 모형 4의 결과와 유사하게 나타났다. 하지만 NO<sub>2</sub>의 경우, 해제지역 사이에서 해제 이후 개발유형에 따른 차이는 발견하지 못하였다. 반면 SO<sub>2</sub>는 임대주택 단지와 택지개발 유형에서 차이가 발견되었다. 임대주택 단지 조성유형 및 택지개발 유형의 경우, 해제 즉시 각각 0.0551, 0.0059의 수치가 상승한다(그림 5).



※ Lifting Type1 : Residential areas, tenement housing  
※ Lifting Type2 : Development of Newtown

그림 5. 모형 6의 그래프(SO<sub>2</sub>)  
Figure 5. The graph of Model 6(SO<sub>2</sub>)

이러한 결과는 많은 교통량 및 인간 활동을 유발시키는 대규모 주거단지가 미개발지였던 개발제한구역 내 조성되는 것이 환경에 얼마나 악영향을 줄 수 있는지 보여준다고 할 수 있다. 하지만 가장 악화가 심할 것으로 예상했던 산업단지 조성 유형

의 경우, 모두 유의하지 못했다. 이는 2000년대 초반 해제되어 산업단지로 조성되었던 지역의 경우, 도시지역과 같이 대규모로 조성되거나 오염물질 배출 정도가 높은 산업이 입지하지 않았기 때문에 그 영향이 미미한 것으로 보인다. 하지만 모형 6에서 역시 NO<sub>2</sub>와 SO<sub>2</sub> 모두 개발제한구역 해제 여부만으로도 악화된다는 사실은 변함이 없다.

2) 수질

수질 역시 모형 5의 결과와 마찬가지로 미지정 지역과 지정지역 간의 차이 및 지정지역과 해제 지역 간의 차이의 양상은 BOD와 COD 모두 모형 4의 결과와 유사하게 나타났다. 하지만 BOD의 경우, 해제지역 사이에서 해제 이후 개발유형에 따른 차이는 발견하지 못하였다. 반면 COD는 임대주택

표 6. Model 6의 결과(1/2) Table 6. Results of Model 6(1/2)

Dependent variable		NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	BOD	COD	
Fixed Effects						
Initial Status	Intercept $\gamma_{000}$	<b>-3.7218***</b> (0.07336)	<b>-4.6038***</b> (0.1101)	<b>1.5095**</b> (0.7501)	<b>1.9761***</b> (0.3551)	
	Pop $\gamma_{001}$	<b>-1.46E-8***</b> (0)	<b>-3.06E-7***</b> (0)	0.02058 (0.04883)	<b>3.582E-8***</b> (0)	
	Area $\gamma_{002}$	<b>-0.00004*</b> (0.000021)	0.000013 (0.000032)	<b>-0.00073***</b> (0.000146)	<b>-0.00053***</b> (0.000103)	
	Resi $\gamma_{003}$	-0.00012 (0.000864)	0.000848 (0.001567)	-0.00042 (0.002170)	-0.00226 (0.001431)	
	Com $\gamma_{004}$	-0.00908 (0.006423)	<b>0.03665***</b> (0.01088)	-0.00503 (0.02081)	-0.01127 (0.01375)	
	Indu $\gamma_{005}$	0.000988 (0.000763)	<b>0.004584***</b> (0.001256)	0.003273 (0.002451)	<b>0.004004**</b> (0.001623)	
	Green $\gamma_{006}$	-0.00001 (0.000089)	<b>-0.00034**</b> (0.000148)	<b>0.000658**</b> (0.000317)	0.000188 (0.000212)	
	Road $\gamma_{006}$	<b>-6.28E-8***</b> (0)	<b>1.01E-7***</b> (0)	<b>8.959E-8***</b> (0)	<b>8.85E-10***</b> (0)	
	Copor $\gamma_{007}$	<b>7.149E-6***</b> (1.406E-6)	<b>-0.00001***</b> (2.31E-6)	-3.31E-6 (5.474E-6)	-4.51E-7 (3.716E-6)	
	Waste $\gamma_{008}$	-6.3E-6 (0.000058)	<b>0.000400***</b> (0.000106)	<b>0.000623***</b> (0.000142)	<b>0.000293***</b> (0.000098)	
	Designation $\gamma_{009}$	0.000081 (0.000257)	<b>0.003358***</b> (0.000412)	<b>0.004840***</b> (0.001621)	<b>0.004009***</b> (0.001141)	
	Effect of Greenbelt on the initial status					
	Cancellation $\gamma_{200}$	<b>0.02733**</b> (0.01289)	<b>-0.1310***</b> (0.02454)	0.01951 (0.03574)	<b>-0.08985***</b> (0.02297)	
	Cancellation* House $\gamma_{201}$	0.003397 (0.01295)	<b>0.05510**</b> (0.02460)	0.05237 (0.03329)	<b>0.04760**</b> (0.02157)	
	Cancellation* Land_develop $\gamma_{202}$	0.000299 (0.001299)	<b>0.005945**</b> (0.002464)	-0.00186 (0.003438)	-0.00122 (0.002220)	
	Cancellation* Industry $\gamma_{203}$	-0.00383 (0.006174)	-0.00877 (0.01184)	0.009362 (0.01540)	0.009044 (0.009990)	

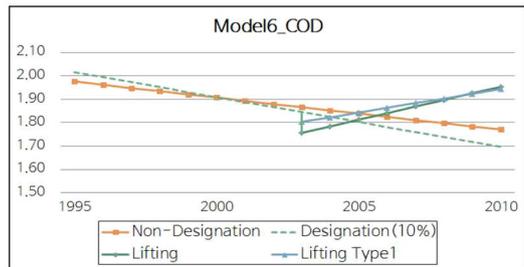
~p<0.1\* ~p<0.05\*\* ~p<0.01\*\*\*

표 6. Model 6의 결과(2/2) Table 6. Results of Model 6(2/2)

Dependent variable		NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	BOD	COD
Rate of Change	Time $\gamma_{100}$	<b>-0.00679***</b> (0.000839)	<b>-0.07282***</b> (0.001628)	<b>-0.04262***</b> (0.002740)	<b>-0.01371***</b> (0.001884)
	Time*Designation $\gamma_{101}$	<b>0.000102***</b> (0.000033)	<b>-0.00078***</b> (0.000067)	<b>-0.00088***</b> (0.000108)	<b>-0.00076***</b> (0.000073)
	Effect of Greenbelt on rate of change				
	Post-time $\gamma_{300}$	-0.00107 (0.002642)	<b>0.1053***</b> (0.005724)	<b>0.03191***</b> (0.009397)	<b>0.04952***</b> (0.005771)
	Post-time* House $\gamma_{301}$	-0.00211 (0.002577)	-0.00748 (0.005326)	-0.01007 (0.007772)	<b>-0.00881*</b> (0.004865)
	Post-time* Land_develop $\gamma_{302}$	-0.00012 (0.000292)	-0.00003 (0.000600)	0.000582 (0.000892)	-0.00032 (0.000553)
	Post-time* Industry $\gamma_{303}$	0.000134 (0.000933)	-0.00102 (0.001938)	-0.00081 (0.002978)	-0.00129 (0.001865)
	Variance Components				
Level 1	Within-city $\delta_{\epsilon}^2$	<b>0.01144***</b> (0.000294)	<b>0.04187***</b> (0.001206)	<b>0.05370***</b> (0.001414)	<b>0.02317***</b> (0.000609)
Level 2	In initial status $\delta_0^2$	<b>0.002163***</b> (0.000444)	0.001123 (0.001216)	<b>0.2144***</b> (0.02280)	<b>0.1091***</b> (0.01145)
	In rate of change $\delta_1^2$	<b>0.000067***</b> (8.859E-6)	<b>0.000262***</b> (0.000049)	<b>0.000860***</b> (0.000110)	<b>0.000433***</b> (0.000054)
	In Cancellation $\delta_2^2$	0.001020 (0.001153)	0.002694 (0.004907)	<b>0.03142***</b> (0.01273)	<b>0.01202***</b> (0.005150)
	In post-time $\delta_3^2$	<b>0***</b> (0)	<b>0.000371**</b> (0.000223)	<b>0.002778***</b> (0.000823)	<b>0.000901***</b> (0.000286)

~p<0.1\* ~p<0.05\*\* ~p<0.01\*\*\*

단지 조성 유형에서 차이가 발견되었다(그림 6). 임대주택 단지 조성유형의 경우, 해제 즉시 0.0476의 수치가 상승하는 반면 이후 기울기는 0.0088정도 감소하였다. 이는 급속한 상승 후 다시 원상태로 조금씩 돌아오는 것이라고 생각된다. 국립환경과학원(2009)은 BOD의 경우, 지속적인 점오염원에 대한 규제 및 관리를 통하여 점점 감소하고 있는 추세인 반면 COD의 경우, 비점오염원에 의해 크게 영향을 받기 때문에 다시 상승하는 추세라 설명하였다. 따라서 수질의 모형 6에서 COD가 임대주택 단지 조성 유형에서 유의한 것은 비점오염원 상승에 따른 문제를 의심해야할 필요가 있다.



※ Lifting Type1 : Residential areas, tenement housing

그림 6. 모형 6의 그래프(COD)  
Figure 6. The graph of Model 6(COD)

## VI. 결론

본 연구에서는 개발제한구역의 해제가 수질 및 대기질 등 지역의 환경에 미치는 영향에 대하여 분

석하였다. 연구의 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫 번째, 개발제한구역이 지정된 곳과 그렇지 않은 곳의 환경의 질을 비교하였을 때, 개발제한구역이 대기질 및 수질의 개선 속도를 가속시키거나 혹은 악화 속도를 둔화시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 두 번째, 개발제한구역이 해제가 되었을 때, 그 지역의 수질 및 대기질이 해제되기 전과 비교하여 악화됨을 알 수 있었다. 이를 통하여 개발제한구역의 해제가 그 지역의 환경의 질에 부정적인 영향을 미칠 것이라는 연구의 가설이 증명되었다. 세 번째는 대기질 변수는 SO<sub>2</sub>와 수질 변수인 COD의 경우, 개발제한구역의 해제비율과 해제 후 개발 유형에 따라서 영향의 정도가 다르게 나타났다. SO<sub>2</sub>의 경우, 해제비율이 높을수록, 임대주택 단지 및 택지개발지로 이용될수록 그 악화의 정도가 크게 나타났다. COD의 경우에는 임대주택 단지로 이용되는 것이 다른 유형으로 이용되는 것에 비해 그 악화의 정도가 크게 나타났다. 하지만 가장 악화가 심할 것으로 예상했던 산업단지 조성 유형의 경우, 개발제한구역 해제로 인한 영향의 차이를 발견하지 못하였다. 이는 2000년대 초 해제되어 산업단지로 조성된 지역의 경우 사업규모와 유형에 있어서 어느 정도 규제가 되었기 때문이라 사료된다.

이러한 연구결과는 개발제한구역 해제로 인해 지역사회의 환경이 악화될 수 있음을 말해 준다. 이는 개발제한구역의 해제 시 개발로 인한 환경 악화의 부정적 측면이 존재함으로, 개발제한구역 해제의 긍정적인 측면이 과도하게 강조된 채 무분별한 해제 조치를 시행하는 것은 지양되어야 함을 나타낸다. 자연환경의 경우, 비가역적인 특성을 가지고 있으므로 한번 파괴될 경우, 복원이 불가능하거나 복원된다 하더라도 그에 대한 막대한 시간 및 비용의 지출이 수반되기 때문에(전철현 외, 2010), 환경에 관련한 정책결정에 있어서는 더욱 신중을 기해야 한다. 개발제한구역의 해제 역시 마찬가지이다.

환경적으로 부정적인 영향을 가져올 것이라는 것을 예상하면서도 개발 등의 물질적 이익을 추구하기 위해 환경을 훼손하는 것은 오히려 더 큰 환경뿐 아니라 사회·경제적으로 손해를 가져올 수 있다. 그렇기에 우리나라 역시 다시금 개발제한구역의 대규모 규제완화에 대한 재고해 봐야한다.

마지막으로 본 연구는 세 가지 한계점을 가진다. 첫 번째 한계는 소규모 분산적 해제로 인한 것이다. 본 연구의 가설에서는 해제 비율이 높을수록 외연적 확산이 더 심할 것으로 생각하고 그만큼 환경의 질도 악화될 것이라고 예상하였다. 이러한 예상과는 달리 해제 비율에서는 SO<sub>2</sub>를 제외하고는 환경의 질과의 연관성을 발견하지 못하였다. 이 같은 원인은 소규모로 해제가 되었더라도 교외지역에 소규모로 분산되어 해제된 것이라면 오히려 교통 유발이나 기반시설 확대 등 무계획적인 확산 및 난개발이 될 수 있기 때문이라고 사료된다. 따라서 향후 연구에서는 개발제한구역의 해제의 공간적, 지역적 상황을 고려하여 연구를 해야 할 필요가 있을 것이다. 다음은 개발제한구역 해제로 인한 실질적인 녹지 감소 혹은 불투수면적의 증가 등에 대한 고려이다. 본 연구에서는 개발유형별 사업면적 전체를 개발면적으로 가정하였다. 이는 각 사업 대상지 내 녹지면적 및 불투수층의 변화를 파악하기에 어려움이 존재하였기 때문이다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 실질적인 토지피복의 변화를 다루어야 할 필요가 있다. 개발유형별 환경적 영향에 대한 것이다. 마지막으로 해제의 시간적 범위로 설정하였던 2000-2005년의 경우, 초기 해제단계이다. 이 시기에는 공익적 목적이나 환경적 영향이 비교적 적을 것이라 예상되는 개발이 이루어졌다. 하지만 현재 개발제한구역의 대규모 규제완화는 이보다 더 개발양상이 다양해지고 영향의 정도도 커질 것으로 예상된다. 이러한 점은 현재의 연구에서 다루기에 한계가 있으므로 향후 연구에서는 대규모 규제완화가

시행되고 시간이 경과한 후 그에 대한 영향을 다시 살펴볼 필요가 있다.

- 주1. 인위적으로 개발제한구역을 묶어두기보다는 시장체계에 맡겨서 환경적 가치가 있는 토지는 보전하고 개발가치가 있는 토지는 개발용으로 전환하자는 주장
- 주2. 2009년 11월 2일 제정, 2013년 8월 19일 개정
- 주3. 크리깅 기법은 일반화된 최소자승회귀분석의 일종으로 공간적 자기상관 정보를 가중치를 활용하여 이웃하여 있는 샘플 자료들의 선형 조합함으로써 샘플링 되지 않은 위치의 값을 추정할 수 있게 한다(박노옥·장동호, 2008).

인용문헌

References

1. 국토교통부, 2011. 「개발제한구역 : 40년」, 서울 Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2011, *Development Restriction Area 1971-2011*, Seoul
2. 국토교통부, 2014. 「개발제한구역의 조정을 위한 도시관리계획 변경안 수립 지침 일부개정안」, 서울 Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2014, "Guideline on Change of Urban Management Plan for Aadjusting Greenbelts", Seoul
3. 권용우, 손정렬, 이재준, 김세용, 2012. 「도시의 이해」, 서울: 박영사  
Yongu Kwon, Jeongryeol, Son, Jeajun, Lee and Seyong, Kim, 2012. *Understanding the City*, Seoul: Parkyong Publishing
4. 김봉기, 정경원, 김효진, 2009. "수영강 수계 퇴적물 특성연구", 「보건환경연구원보」, 19(1):154-167  
Bongi, Kim, Kyungwon, Jung and Hyojin, Kim, 2009. "Study on the Characteristics of Sediment in Suyeong River, *The Annual Report of Busan Metropolitan City Institute of Health & Environment*, 19(1):154-167
5. 서울연구원, 2010. 「서울시 개발제한구역의 도시관리실태 평가 및 개선방향」, 서울  
The Seoul Institute, 2010. *Evaluation and Improvement of Urban Management on Restricted*

*Development Zone for the Capital Region*, Seoul

6. 감사연구원, 2013. 「개발제한구역 관리의 문제점 및 개선방안」, 서울.  
Audit and Inspection Research Institute, 2010, *Problem and Improvement of Managing the Greenbelt*, Seoul
7. 박노옥, 장동호, 2008. "수치표고모델과 다변량 크리깅을 이용한 기온 및 강수 분포도 작성", 「대한지리학회지」, 43(6): 1002-1015  
Nowook, Park and Dongho, Jang, 2008. "Mapping of Temperature and Rainfall Using DEM and Multivariate Kriging", *Journal of The Korean Geographical Society*, 43(6): 1002-1015
8. 성동권, 김태승, 정일록, 김태근, 조기성, 1999. "GIS환경에서 Kriging보간법을 이용한 이동오염원 배출량산정에 관한 연구", 「한국측지학회지」, 17(3): 273-282  
Donggwon, Sung, Teaseung, Kim, Ilpok, Jung, Taekeun, Kim and Gisung, Cho, 1999. "A Study on the Estimation of Mobile Source Emission by Kriging Interpolation in the GIS Environment", *Journal of the Korean Society of Surveying Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 17(3): 273-282
9. 전철현, 이충선, 신희중, 2010. "수질 악화로 인한 후생변화 추정", 「환경정책연구」, 9(2): 135-156  
Chulhyun, Jeon, Chungsun, Lee and Hiojung, Shin, 2010. "Estimation of Welfare Change from Water Quality Degradation", *Environmental Policy Research*, 9(2): 135-156
10. 정용택, 김중오, 조영채, 정문식, 박영구, 2011. 「대기오염개론」, 서울: 신광문화사  
Yonteaek, Jung, Jongoo, Kim, Youngchea, Cho, Munsik, Jung and Younggu, Park, 2011. *General Remarks of Air Pollution*, Seoul: Shinkwang Publishing
11. 정주철, 박정일, 이달별, 2010. "환경친화적 토지이용계획 수립을 위한 환경평가의 역할과 특성: 환경평가 검토의견분석을 중심으로", 「한국환경복원기술학회지」, 13(2): 8-23  
Juchul, Jung, Jungil, Park and Dalbyul, Lee,

2010. "The Role of Environmental Assessment for Environmental Land Use Planning", *Journal of The Korea's Society of Environmental Restoration Technology*, 13(2): 8-23
12. 최열, 문설희, 임하경, 2007. "도시특성요소가 대기 오염에 미치는 영향에 관한 연구-패널모형을 이용하여", 「국토계획」, 43(3): 191-202.  
Yeol, Choi, Seolhee, Moon and Hakyung, Yim, 2007. "Assessing the Impact of the Factors of Urban Characteristics on Air Pollution Using Panel Model", *Journal of Korea Planners Association*, 43(3): 191-202
13. 최지용, 2004. "불투수율이 하천수질에 미치는 영향", 「서울도시연구」, 5(2): 45-58  
Jiyong, Choi, 2004. "Effects of Imperviousness on River Water Quality", *Seoul Research*, 5(2): 45-58
14. 국립환경과학원, 2009. 「오염총량관리를 위한 개발사업 및 사업장 비점오염원 최적관리방안 연구」, 인천 National Institute of Environmental Research, 2009. *Study on Best Management Practice of Development Project for Non-point Sources in TMDL Development Plan*, Incheon
15. 환경부, 2004. 「그린벨트의 친환경적 관리방안에 관한 연구」, 서울 Ministry of environment, 2004. *Study on Environmental Management of Greenbelt*, Seoul
16. 한국환경정책평가연구원, 2013. 「국토환경관리정책 변화와 개발제한구역의 지속가능한 관리방안」, 서울 Korea Environment Institute, 2013. *Sustainable Management of Green Belt by Changing Land Environment Management*, Seoul
17. Timothy Beatley, 2013. 「그린 어바니즘, 유럽의 도시에서 배운다」, 이시철 역, 서울: 아카넷 Timothy Beatley, 2013. *Green Urbanism: Learning from European Cities*, Translated by Sichul, Lee, Seoul: Acanet
18. Dalbyul Lee, 2012. "The impact of natural disasters on neighborhood change: longitudinal data analysis", Ph. D. Dissertation, Georgia Institute of Technology
19. D. Florescu, R., E. Ionete, C. Sandru, A. Iordache, and M. Culea, 2011. "The influence of pollution monitoring parameters in characterizing the surface water quality from romania southern area", *Romania Physics Journal*. 56(7-8): 1001-1010
20. EPA, 2012. *Growing for Sustainable Future: Miami-Dade County Urban Development Boundary Assessment*, Washington. DC
21. Judith, Singer and John, Willett, 2003. *Applied Longitudinal Data Analysis-modeling change and event occurrence*, Los Angeles: Oxford university press
22. Mark Everard and Helen Moggridge, 2011. "Rediscovering the value of urban rivers", *Urban Ecosystems*, 15(2): 293-314
23. Seonghoon, Cho, Zhuo, Chen, Steven T. Yen and David B. Eastwood, 2006. "Estimating Effects of an Urban Growth Boundary on Land Development", *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 38(2): 287-298
24. UNEP, 2005, *Urban Air Quality Management Tool book*, Nairobi
25. 조미넵, 2014.9.16. "그린벨트 규제 완화는 상위법 무시", 경향신문  
Midup, Cho, 2014, September 16, "Lifting the Greenbelt Is Illegitimacy", *The Kyunghyang Shinmun*
26. 유충현, 2014.6.10. "그린벨트 해제지역 개발지연 줄어든다...여의도 4.3배 개발사업 활성화 기대" 이투데이  
Chunghyun, Yu, 2014, June 10, "Delay Rate of Developments on Cancellation Area Decrease -Expecting That Development Area is about 4.3 Times of Yeouido-" *Etoday*

Date Received 2015-03-16  
Date Reviewed 2015-06-18  
Date Accepted 2015-06-18  
Date Revised 2015-09-21  
Final Received 2015-09-21