

グリーンベルト保全の社会的費用分析 —ソウル都市圏の新都市建設とグリーンベルト保全に関して— Social cost of Green-belt in Seoul Metropolitan Area

○Graduate school of Real Estate Science,
Meikai University, ChungYul. Yoo
Faculty of Real Estate Science,
Meikai University, MyoungYoung. Pior

○明海大学大学院不動産学研究所博士後期
課程 柳 忠烈
明海大学不動産学部 表 明榮

This research is intended to provide materials which should bring attention to the importance of a rational and scientific planning of environment preservation matters such as a green-belt zoning. We evaluated how much social costs (i.e. air pollution, waste of fuel and time, etc.) could have been saved if rational and scientific approach had been applied when the first-period five new-town sites of Seoul, Korea were planned.

The amount of social cost calculated for the decade of first-period new-town development, ranges from 5,263 million dollars to 7,554 million dollars. And in the future, for more than 20 years' life of new-town buildings, will incur even more social cost which will amount to no less than 10 billion dollars with rough calculation.

Keywords: greenbelt, social costs, green-value, commuting cost, air pollution

グリーンベルト、社会的費用、緑地の価値、通勤費用、自動車の大気汚染

1. はじめに

1980年代後半の韓国において、ソウル都市圏での深刻な住宅難を解消するため、新都市建設計画案が議論された。この時、グリーンベルト¹

(以下、GBと記す)内の建築行為不可という当時政権の政策下²で、新都市立地が既存市街地から離れたGBの外郭に決定された。この結果、GBの外郭に大規模な新都市が建設されたが、一方でこのことがソウル都市圏の住民や環境へ大きな負荷を強いていることも事実である³。

本研究は、このような背景の下で、新都市の立地を、より合理的な政策執行を行なっていたとしたら、住民や環境への負荷がどのくらい節減できたかを社会的費用の観点から計量化するものである。そして、この研究結果を通じて環境保全においてもより合理的なアプローチの重要性を再認識する基礎的な知見を提供する。

本論文の構成は以下のようになっている。続く2章では、ソウル都市圏のGBの概要及び既存研究を考察し、本研究の位置付けを示す。3章では新都市の最適立地問題を定式化し解を求め、新都市最適立地の条件を明らかにする。4章では新都市の現立地と最適立地との都市圏余剰の差を求め、社会的費用を試算する。最後に5章で、本論文の主な成果をまとめる。

2. ソウル都市圏のGBの概要及び既存研究

2-1 GBの概要

韓国のGBは都市化初期段階の1971年、ソウル

周辺の無秩序な都市拡張防止などの目的で、ソウル周辺1566.9km²が指定された。その後、全国成長潜在力のある14の都市圏域で5131km²(全国土面積の5.3%)が指定された。

GBの指定当初、GBは既存の市街地と距離を置

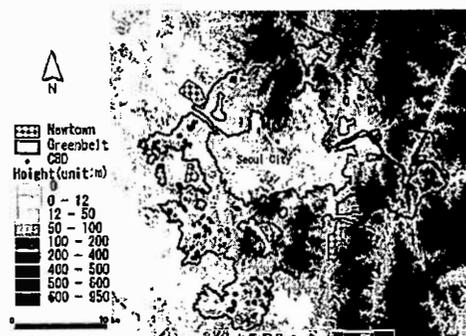


図1. ソウル周辺のGBと新都市の分布

いた地域にあったため、市民生活への影響は無視できる範囲であった。その後、都市が外延に拡大するに伴い、市民生活との関りが徐々に深まっていった。特に90年代に入り、GBの外郭に5ヶ所の大規模な新都市が建設され、それ以降、GBの存在は様々な形で都市活動に広範な影響を与えていくことになった。

GB外延に高密度に開発された新都市は必然的に総交通費の増加をもたらし、さらに交通インフラの整備などに莫大な費用が投下された⁴。ま

た、GBの存在は有用な土地利用の自由度をうばったため、土地価格の上昇も招いている⁵。

上記のような問題にも拘らず、過去の中央執権的な政策決定の下では、誰も異論を提起できなかった。しかし、最近の民主化された政権下ではGBの改善論議が活発に提議されるようになったが、今も適切なGBの利用方案について国民的な合意が得られないまま、議論は漂流しているのが現状である。

2-2 GBに関する既存研究

GBに関しては必ずしも研究が豊富に行なわれているとはいえないが、おおよそ三つのアプローチとしてまとめられる。

その第一は、GBの持つアメニティ効果の資産価値に意を研究で、アメリカのGBの研究においてよく見られる(Correl, Lillydahl, and Singell 1978; Knaap and Nelson 1988; Nelson 1986, 1988)。ソウルに関しても、そのGBのアメニティ機能が、地価へプラス効果を生み出しているという研究結果が報告されている(Lee and Linneman 1998)。

第二のアプローチとしては、利用可能な土地不足に伴う地価上昇に関する研究で、都市圏に関する研究が多くされている(Kim 1987; Hannah, Kim, and Mills 1993; Choi 1993; 崔 1994, Cho 1997; Lee 1999)。Lee(1999)の研究によれば、GB内側の境界から100mを住宅用地として解除した場合にアメニティ損失費用と住宅用地の供給増加による便益を比較した結果、1989年以前にはアメニティ損失の方が大きかったが、1989年以降には逆転したことを明らかにしている。これはソウル都市圏の急速な成長に伴う深刻な土地不足が、土地の価値を大きく上昇させたことに主に起因すると分析している。

第三の研究アプローチは、都市の外延拡大による交通距離の拡大と交通費用に関する研究である。Evans(1998)によればイギリスのGBの存在は、通勤距離の増加をもたらし、都市構造面で非効率的であると分析した。しかし一方で、Lee and Fujita(1997)の研究によれば、市民のGBアメニティに対する要求水準によってはGBの存在が都市構造面で効率的であることも可能であることを証明した。

ソウル都市圏でのGBと交通費用に関するJun and Bae(2000)の研究では、GBが始めから存在しなかった場合に比較して、その指定によって増加した通勤費用を試算した。さらに、その連続線上のBae and Jun(2003)の研究では、GB指

定によって、雇用機会が都心に集中した反面、居住地域が拡大し、非効率な都市構造面になったと結論した。

本論文は第三の研究アプローチに属するもので、既存研究の限界を補いながら、最近の社会的費用の分析動向を用いてより的確な社会的費用を測定するものである。具体的にはJun and Bae(2000, 2003)の既存研究は、ソウル都市圏の1990年データに基づいて分析したもので、1991年後半からの第1期新都市⁶地域への住民入居が始まる前のデータに基づいて分析したものである。また、交通費と時間損失以外に自動車排出ガスや交通エネルギーの費用などが考慮されていないため、過少評価されているといわざるを得ない。最近の交通関係の社会的費用分析では自動車排出ガスに起因する局地的な大気汚染は勿論、全地球規模の温暖化にも大きな影響を及ぼす影響まで含めて社会的費用として試算し政策評価を行っている(森杉など1995、金本など2006)。また、交通エネルギーも重要なテーマとして分析されている(森本など1998、杉田など2000)。

本研究では、上記のような最近の研究動向を反映しGBに関する既存研究の限界を補いながら、GBの社会的費用の試算に適した新しい最適立地モデルを作成し、分析を行う。

3. 新都市の最適立地モデル

3-1 社会的費用の定義

社会的費用に関しては様々な定義があるが、Michalski(1965)の社会的費用の4分類の中で第2の規定による社会的費用の定義、即ち「社会経済的最適が実現されない時に生じる国民経済的損失」を本論文の定義として援用する。

3-2 最適立地モデル作成の必要性

前述した定義の社会的費用を試算するためには、新都市の最適立地点を求める必要がある。本論文ではハーバード スティーブンスのモデル(以下、HSモデルと記す)を用いて、都市圏余剰が最大化される新都市位置を最適立地とみなす。また、最適立地時の土地利用状態を効率的であるとする。HSモデルの最適立地分析における長所については(Fujita, 1989)に詳しい。

3-3 都市圏余剰の定義

本論文で用いる都市圏余剰は「外部効果と機会費用まで含めながら、都市圏内の経済活動によって得られる便益とその活動のための費用額の差益」と定義し、下式のように表せる。

$$\Gamma = NY - C + EB - EC \quad 1)$$

$NY = (N_1 + N_2)Y$: 都市圏住民の総所得、 C : 総費用、 EB : GB内の山林による外部便益、 EC : 交通距離による外部費用 (追補参考)

上記の定義した都市圏余剰を用いて、新都市の最適立地に比べGB保全を優先した立地(新都市の現立地)によって減少する都市圏余剰を本論文ではGB保全のための社会的費用とみなす。

3-4最適立地モデル作成の基本的な仮定

- 1) 都市圏は円形で単一中心を持ち、CBDまでの通勤時間は方向に問わず距離に比例する。
- 2) 都市圏内の全ての人は同質である。
- 3) 土地市場モデルは不在地主所有の基での閉鎖都市モデルである。

ソウル都市圏は比較的円状であり、交通網は非常に密であるので方向によって通勤時間の大きな差が見られない。また、ソウル都市圏は韓国の中でも比較的中産層が広く分布する同質性が高い地域である。現在、半分以上が持ち家であるが、持ち家の場合も土地のサービスの価格としての帰属地代概念として考えることが可能である。現在ソウル都市圏は成熟し人口増加も鈍化している状況である。

このようにソウル都市圏の現況は基本仮定を完全に満たすことではないが、総合的には近似的に成立するとみなすことができる。

- 4) 各人は予算と時間の制約に従って効用を最大化する。

効用関数と制約条件は次のようになる。

a) 効用関数

$$U(z, s, l, G, P) \quad 2)$$

$$= \alpha \ln z + \beta \ln s + \gamma \ln l + \delta \ln G + \varphi \ln P$$

$\alpha + \beta = 1$, and $\alpha, \beta, \gamma, \delta > 0, \varphi < 0$
 $z(r)$ = 合成財の消費量、 $s(r)$ = 1人当たりの住居面積、 r = CBDからの距離(円の半径)、 l = 余暇時間、 G = GBのアメニティ水準、 P = 大気汚染水準

b) 予算制約

$$Y = z(r) + R(r)s(r) + ar \quad 3)$$

Y = 所得、 $R(r)$ = 単位面積当りの市場地代、 a = 単位距離当りの通勤費用

c) 時間制約

$$l + br = \bar{l} \quad 4)$$

b = 単位距離当りの通勤時間、 l = 労働時間以外に利用可能な総時間

d) 人口制約式

$$N = N_1 + N_2 = \int_0^{r_1-f} n_1(r) dr + \int_{r_1-f}^{r_1+\frac{dN_2}{r_2}} n_2(r) dr \quad 5)$$

N_1 = 既存市街地人口、 N_2 = 新都市人口、 r_1 = CBDからGB中心までの距離、 f = GB幅の半分、 $r_1 - f$ = 既存市街地の境界(GB内側の境界まで既存市街地地域である)、 r_2 = CBDから新都市中心までの距離、 $d(N_2/r_2)$ = 新都市の幅(新都市の幅は人口に比例し半径 r には反比例、 d = 係数)

e) 土地制約式

$$s(r)n(r) \leq L(r) \quad 6)$$

$L(r)$ = CBDから距離 r における土地面積。

3-5 最適立地選定のためのH-Sモデル

前述した都市圏余剰の式を基に、人口制約条件下で、ある目標効用水準 \bar{u} を実現しながら都市圏の総余剰の最大化するH-Sモデルを定式化したのが式7)である。

$$\text{Max } \Gamma = NY - C + EB - EC - \lambda(N_1 + N_2 - N) \quad 7)$$

式7)に、式1)の追補の詳細な数式を入れて、積分部分を統合整理すれば次のようになる。

Max Γ

$$= \int_0^{r_1-f} \left\{ \frac{Y - Z(s, l, G, P, \bar{u}) - \lambda + fDe^{-\alpha(r_1-r)} - ar - \alpha cr - \delta(\bar{l} - br)}{s(r)} - R_1 \right\} n_1(r)s(r) dr$$

$$+ \int_{r_1-f}^{r_1+\frac{dN_2}{r_2}} \left\{ \frac{Y - Z(s, l, G, P, \bar{u}) - \lambda + fDe^{-\alpha(r_1-r)} - ar - \alpha cr - \delta(\bar{l} - br)}{s(r)} - R_2 \right\} n_2(r)s(r) dr$$

$$- h(v)k \int_{r_1-f}^{r_1+\frac{dN_2}{r_2}} L(r) dr + \lambda N - I r_1 \quad 8)$$

そこで、補償均衡概念を用いてH-Sモデル解の数学的条件を求めるために

$R_r(r) =$

$$\frac{Y - Z(s, l, G, P, \bar{u}) - \lambda + fDe^{-\alpha(r_1-r)} - ar - \alpha cr - \delta(\bar{l} - br)}{s(r)}$$

とおき、 $n(r)s(r) = L(r)$ という関係を用いて簡略化したのが式9)である。

$$\text{Max } \Gamma = \int_0^{r_1-f} \{R_r(r) - R_1\} L(r) dr$$

$$+ \int_{r_1-f}^{r_1+\frac{dN_2}{r_2}} \{R_r(r) - R_2\} L(r) dr$$

$$- h(v)k \int_{r_1-f}^{r_1+\frac{dN_2}{r_2}} L(r) dr + \lambda N - I r_1 \quad 9)$$

式の $R_r(r)$ は、位置 r での外部効果の補償とペナルティを考慮した純所得下のシャドウ地代

を意味する。式9)から新都市の最適位置 r_n を求めるために、包絡線定理を用いて偏微分を行なえば式9)のように展開できる。

$$\begin{aligned} \frac{dI}{dr_n} &= \frac{\partial I}{\partial r_n} \\ &= \int_n^{r_1} \frac{\partial R_T(r)}{\partial r_n} L(r) dr + \int_{r_1}^{r_2} \frac{\partial R_T(r)}{\partial r_n} L(r) dr \\ &\quad + \left\{ R_T(r_n + d \frac{N_2}{r_n}) - R_T \right\} L(r_n + d \frac{N_2}{r_n}) \frac{d \left(r_n + d \frac{N_2}{r_n} \right)}{\partial r_n} \\ &\quad - \left\{ R_T(r_n - d \frac{N_2}{r_n}) - R_T \right\} L(r_n - d \frac{N_2}{r_n}) \frac{d \left(r_n - d \frac{N_2}{r_n} \right)}{\partial r_n} \\ &\quad - \frac{\partial h(v)}{\partial v} \frac{\partial v(r)}{\partial r_n} k \int_{r_1}^{r_2} L(r) dr \\ &= h(v) \frac{\partial}{\partial r_n} \left(k \int_{r_1}^{r_2} L(r) dr \right) + \frac{\partial \lambda}{\partial r_n} N - I \end{aligned} \quad (10)$$

式9)中の $k \int_{r_1}^{r_2} L(r) dr$ は新都市の人口が一定の場合には建設費も一定なので、

$$\frac{\partial}{\partial r_n} \left(k \int_{r_1}^{r_2} L(r) dr \right) = 0$$

となる。

ここで、既に仮定した効用関数式を用いて、外部効果の補償とペナルティを考慮した純所得下で、ある目標効用水準 \bar{u} を実現する際の1人当たり最大住居面積 $S(r, \bar{u})$ と最大付け値 $\varphi(r, \bar{u})$ を求めれば次の式になる。

$$S(r, \bar{u}) = \frac{\alpha^{-\alpha/\beta} \{ Y - \lambda + f D e^{-\alpha/\beta(r-1)} - ar - \sigma cr - \delta(\bar{t} - br) \}^{-\alpha/\beta}}{\cdot I^{1/\beta} G^{\alpha/\beta} P^{\alpha/\beta} e^{-\alpha/\beta}}$$

$$\varphi(r, \bar{u}) = \frac{\alpha^{-\alpha/\beta} \beta \{ Y - \lambda + f D e^{-\alpha/\beta(r-1)} - ar - \sigma cr - \delta(\bar{t} - br) \}^{1/\beta}}{\cdot I^{1/\beta} G^{\alpha/\beta} P^{\alpha/\beta} e^{-\alpha/\beta}}$$

求めた $S(r, \bar{u})$ を用いおひば

$$\begin{aligned} n(r) &= L(r) / S(r, \bar{u}) \\ &= L(r) \alpha^{\alpha/\beta} \left\{ Y - \lambda + f D e^{-\alpha/\beta(r-1)} - ar - \sigma cr - \delta(\bar{t} - br) \right\}^{\alpha/\beta} \\ &\quad \cdot I^{1/\beta} G^{\alpha/\beta} P^{\alpha/\beta} e^{-\alpha/\beta} \end{aligned}$$

が求められる。

また、立地均衡条件によって次の式が成立する。

$$R_T(r) = \varphi(r, \bar{u}) \quad (11)$$

以上の式を用いおひば以下の式が求められる。

$$\frac{\partial R_T(r)}{\partial r_n} = - \frac{n_1(r)}{L(r)} \frac{\partial \lambda}{\partial r_n} = - \frac{n_2(r)}{L(r)} \frac{\partial \lambda}{\partial r_n} \quad (12)$$

式12)を用いて式10)を再整理したものが式13)で

ある。

$$\frac{\partial I}{\partial r_n} = \left[\left\{ R_T(r_n + d \frac{N_2}{r_n}) - R_T \right\} L(r_n + d \frac{N_2}{r_n}) \left(1 - d \frac{N_2}{r_n^2} \right) - \left\{ R_T(r_n - d \frac{N_2}{r_n}) - R_T \right\} L(r_n - d \frac{N_2}{r_n}) \left(1 + d \frac{N_2}{r_n^2} \right) \right] - I \quad (13a)$$

$$- \frac{\partial h(v)}{\partial v} \frac{\partial v(r)}{\partial r_n} k \int_{r_1}^{r_2} L(r) dr \quad \dots \dots \dots (13b)$$

最終的に、微分結果式13)が0(ゼロ)になる位置が新都市の最適立地となる。

3-6最適位置判定のための微分値符号判定

1) 既存市街地内での符号判定

(1) 式13a)の符号：式の後ろの面積は同じなので⁷⁾ シャドウ地代 $R_T(r)$ のみで符号を判断すれば次ぎの結果が得られる。

$$R_T(r_n + d \frac{N_2}{r_n}) - R_T(r_n - d \frac{N_2}{r_n}) < 0$$

かつ、 $-I < 0$ なので全体の符号はマイナスとなる。これは新都市が都心に近ければ近いほど最適であること意味する。

(2) 式13b)の符号：追補1)で前述したように $h(v)$ は新都市用の用地確保のために各種の利害関係者間の意見調整のためにかかる費用係数である。その限界費用係数に新都市建設を掛けたものが式13b)である。

$$- \frac{\partial h(v)}{\partial v} > 0, \quad \frac{\partial v}{\partial r_n} > 0$$

なので、式13b)全体符号はプラスである。

(3) 符号の総合判定

再開発や再建築のような小規模な住宅建築の場合は、利害関係者間の意見調整のためにかかる費用が比較的少なく済むので、既存市街地内でも可能である。しかし、ソウル都市圏を考える場合、人口100万以上の新都市²⁾を既存市街地に建設することは、莫大な意見調整費用がかかる。更地の割合が高い郊外地域に新都市を建設した方が利害関係者間の意見調整費用が少なく、都市圏の社会余剰が大きくなると考えられる。結局、式13a)と13b)の符号が相反しているが、既存市街地内では式13)の全体符号はプラスになると判断される。

2) GB郊外での符号判定

GBからの郊外では既存住宅が殆どないので、 $v(r) \cong 1$ で $h(v) = 1$ と考えても非合理ではない。GB以降の郊外で $v(r) = 1$ と仮定すれば、式13b)は

0 (ゼロ) となり、式13a)のみで符号を判定することになる。式13a)の符号は既に説明したようにマイナスである。符号がマイナスの意味はCBDに近ければ近いほど社会余剰が増加することを意味し、新都市はCBDに近い位置に建設した方が最適となる。

3) 新都市の最適立地判定

符号判定結果では、既存市街地では郊外の方が最適立地位置であり、GBからの郊外ではCBDに近い方が最適立地位置ということになっている。このような判定結果を総合すれば、既存市街地と接するGBの内側地域が最適立地位置と考えられる。しかし、この位置での新都市建設はGB内の山林毀損をもたらすことになり、山林から得られる外部便益の減少を招く。GB内の山林毀損による外部便益の減少額⁹がCBDへの交通距離短縮便益よりも大きい場合は山林を毀損させないGB外側が最適立地位置となる。このように条件によって最適立地地点の候補地が2ヶ所挙げられる。

表1. 最適立地候補地とその条件

最適立地候補地	最適立地判断条件
①GBの外側地域	GBの山林毀損費用 > 交通費用改善便益
②GBの内側地域	GBの山林毀損費用 < 交通費用改善便益

4. 都市圏余剰に基づいた社会的費用の試算

4-1 新都市の最適立地

3章のモデルで都市圏余剰が最大になる可能性がある新都市立地候補地として2ヶ所が挙げられた。候補地①はGBの外側に接する地域、候補地②はGBの内側に接する地域である。

候補地①の場合は現在の新都市地域と非常に近い地域なので現新都市地域を候補地①としてみなして分析を進める。候補地②の場合はGBの内側に接する地域の中で具体的な位置選定は自然環境保全を配慮しながら次の基準に従いGISを用いて行なった。

- (i) 標高12m以上から100m以下の地域⁹
- (ii) 傾斜度が5%以下地域¹⁰
- (iii) 新都市面積と同じ面積

上の基準に従って選定した候補地②位置が図2に表示されている。

4-2 候補地間の都市圏余剰差の計算方法

式1)を基に、候補地①をベースに候補地②を比較した場合、余剰差の要因としては都心への交通距離減少とGBの山林毀損¹¹がある。余剰差の計算のための項目としては以下のようなものである。

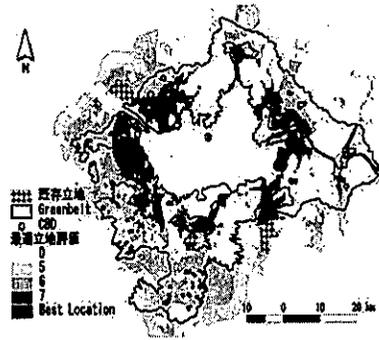


図2. 新都市の最適立地分析

(i) 都市圏余剰の増加要因：都心への交通距離減少による余暇時間の増加、燃料節約、大気汚染量の減少、交通施設建設費用の減少

(ii) 都市圏余剰の減少要因：GB内の山林毀損による山林の外部便益の減少

各項目の計算は具体的に次の方法で行った。

1) 候補地間の交通距離及び交通時間差の計算

道路交通距離差はGIS上で道路ネットワークを用いて計算した。その結果、第1期新都市の内、イルサン(一山)とブンダン(盆唐)が約11km、ピョンチョン(坪村)とサンボン(山本)が約8km、ジュンドン(中東)が約5.5kmの結果を得た。求められた距離を各路線の平均速度で割り算することでバスや車利用者の交通時間差を計算した。地下鉄利用者の場合は平均運行速度を利用し交通時間差を計算した。

2) 各路線の車種別交通量及び移動人口の計算

各路線の車種別交通量及び移動人口は、韓国建設交通部の常時・随時交通量調査(1995-2004)、ソウル市警察庁の市界交通量(1995-2004)、ソウル交通局のソウル首都圏のO/D交通量(2002)、国家交通DBセンタの首都圏地下鉄乗客O/Dデータ(1999-2002)と統計庁の新都市人口データ(1995-2004)を用いて4段階推定法で推定した¹²

3) 余暇時間増加便益の計算

余暇時間の単価としては韓国労働部の年度別(1995-2004)の最低賃金を採用し、前節で求めた交通時間差と移動人口量を乗じて計算した。

4) 燃料節約便益の計算

燃料節約便益は各交通機関の交通量と燃費を用いて燃料節約便益を計算した。

5) 大気汚染量減少便益の計算

大気汚染量の推定のために必要な自動車排出係数については、式14)に従って、韓国環境部が発表した詳細排出係数を交通量調査の車種ごとに再集計し、代表排出係数を求めた。

$$EF_{i,j,s} = \sum_k \sum_p \sum_q \sum_h MR_{qph} \cdot ef_{i,qph} \quad (14)$$

ここで $i=CO, NO_x, PM$, j =代表車種, s =速度, k =環境部の詳細車種であり, h =排気量別車種, p =燃料別車種, q =製造年別車種区分である。また, MR =車種構成比, EF =代表排出係数, ef =環境部の詳細排出係数である。

CO₂の排出係数に関しては、韓国には公式的な排出係数がないため、日本の国土交通省の係数を用いて分析した(大城など、2003)。

排気ガス単位当りの大気汚染費用についてはPearce (1995) などの研究結果である表2を用いた。特に、排気ガス単位当りの大気汚染費用は評価手法や地域によって大きな差があるため、試算結果の信頼性を上げるために最小値と最大値の両方を採用した。

表2. 排気ガス別大気汚染費用

(単位: USD/ton)				
	CO	NOx	PM	CO ₂
Min.	1	100	2,100	7
Max.	15	31,400	102,000	150

最終的には、前節で求めた各路線の車種別交通量に上記の代表排出係数と排気ガス単位当りの大気汚染費用を乗じて、大気汚染量の減少便益を計算した。

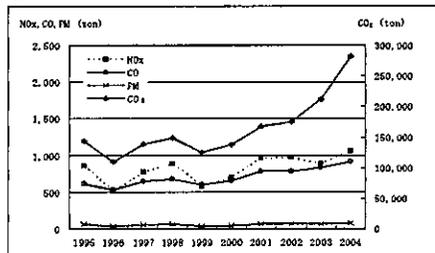


図3. 候補地②の排気ガス節減量

図3は、大気汚染減少量を試算するために算出した排気ガス量の節減量であり、年々増加傾向であることがわかる。

6) 山林毀損による外部便益減少損失の計算

GB内の山林毀損による都市圏住民の外部便益損失試算のための外部便益減少単価は、注8で述べたように山林の公益的機能を十分に反映したものが望ましい。その面で韓国山林庁の林業研究院で1987年から公表している山林の公益的機能評価¹³の単位面積当りの評価額を利用し山林毀損面積を乗じて計算した。

7) 交通施設建設費用節減便益の計算

交通施設建設費用の節減便益は韓国土地公社の新都市開発史(1997)に公表されている費用を採用しながら候補地間の交通距離差を考慮し計算した。

4-3 新都市全体の都市圏余剰差の試算

候補地間の都市圏余剰差の試算は、対象新都市の中でイルサンについて実際のデータを利用して行なった。他の新都市に対しては式(15)を用いてイルサンとの比較結果(人口規模と都心への交通距離)を重みとして間接的に試算した。

$$SC_i = SC_{ILSAN} \cdot Wp_i \cdot Wd_i \quad (15)$$

ここで i =益唐、坪村、山本、中東, SC =余剰, Wp =人口加重値, Wd =追加走行距離加重値である。

その試算結果が表3である。ただし、表3には交通施設建設費用は含まれていない。

試算期間については分析結果の信頼度を高めながら、長期的推移も観測できるように新都市建設が終った1995から2004年現在まで10年間にわたって行った。

表3. 第1期新都市全体の都市圏余剰の差

年	節減できる交通費用				GBの山林毀損費用 km ² あたり	都市圏余剰節減額		
	排気ガス		再開発	燃料		1期新都市 増加値 千円	Min.	Max.
	Min.	Max.						
1995	5.1	229.0	106.6	109.2	0.54	27.0	193.9	417.8
1996	3.7	149.6	126.4	122.4	0.50	29.3	223.3	369.2
1997	4.9	212.1	137.1	136.2	0.63	31.7	246.5	453.6
1998	5.3	236.5	146.1	130.7	0.68	34.2	242.0	473.2
1999	4.2	170.1	152.7	143.7	0.73	36.6	254.1	429.9
2000	4.7	198.3	159.4	156.4	0.78	38.9	281.6	475.2
2001	5.9	258.9	177.8	196.9	0.83	41.5	329.1	582.1
2002	6.1	266.1	194.2	207.2	0.88	43.9	363.6	623.5
2003	7.2	277.2	214.6	261.7	0.92	46.0	437.5	707.5
2004	9.4	350.3	235.1	326.9	0.97	48.8	622.6	963.5
計	56.6	2,348.2	1,643.9	1,781.4		377.9	3,104.0	5,395.6

●1期新都市節減:50,116.2
●労働力の長短時差●移動時間(通勤、通学以外の移動目的も含む)

表3の合計値に、前節7)の方法で計算した交通施設建設費用2159百万U.S.ドルを合算すれば、候補地間の最終的な都市圏余剰の差が求められる。

最終的に都市圏余剰の差は10年間で、最小で約5263百万U.S.ドル、最大で約7554百万U.S.ドルにまで及んでいることがわかる。

また、本論文のような精緻な試算結果に基づくものではないが、韓国社会の中でもGBの社会的な費用に関する認識が高まり、GB内の既存住宅地、環境保全価値の低い地域(本論文でも新都市立地基準として挙げている、100m以下の地域、傾斜度5%以下地域など)のGB解除に向け動き出しているのが最近の状況である(建設交通部ホームページ、27)。

4-4GB保全のために支払われている社会的費用の試算

都市圏余剰差の試算結果をみれば、現新都市位置（候補地①）は余剰が最大になる立地ではない。にもかかわらず、新都市立地として選定された背景には前述したようにGBの保全という絶対命題が優先された結果である。結局、最適立地候補地②との差がソウル都市圏でGB保全のために支払っている社会的費用とみなすことが可能である。

5. まとめ

本研究ではGB保全のために支払っている社会的費用を、都市圏余剰を用いて試算した。

試算の結果、新都市建設以降2004年現在まで10年間に、最小で約52億6千3百万U.S.ドル、最大で約75億5千4百万U.S.ドルに達する社会的費用が発生している。

しかし、この試算には土地を巡る地域住民の数多いトラブル、宅地の供給の制限に起因する不動産価格の上昇による市民の経済的負担、毎日繰り返される通勤による身体的負担などを含んでいないので、実際の社会的費用は更に膨大であると考えられる。また、建物は30年以上の長期耐久性を持っていることを考慮すれば¹⁴、今後短くても20年以上は社会的費用が発生し続ける。現在も第2期新都市を始めとする多くの新都市がGB外郭に建設されていることを考えれば、その費用はさらに加算され増大するであろう。

勿論、GBは都市の希少資源であり、本研究の評価に含まれてない価値も多いはずである。また、GB内の新都市開発の選択肢以外にも環境税などの税制改革などを含んだ多元的な政策的手法の導入も可能である。その面で本研究成果は環境保全と都市空間の効率性の均衡点を見つけ出す最善策だとは限らない。しかし、このような研究を重ねることが人類の持続可能な発展への一歩であることは間違いない。

追補 : 式(1)の各項詳細

追補1

$$C = \int_0^{r_1} [Z(s, l, G, P, \bar{u}) + R_s s(r) + ar] n_1(r) dr + \int_{r_1}^{r_2} [Z(s, l, G, P, \bar{u}) + R_s s(r) + ar] n_2(r) dr + h(v)k \int_{r_2}^{r_3} L(r) dr + lr \quad (1a)$$

総費用=既存市街地での費用(合成財+土地の機会費用+交通費)+新都市での費用(h) + 新都市建設費用+ソウル市内と新都市間の交通施設建設費用。
 $Z(s, l, G, P, \bar{u})$ は、 $\bar{u} = U(z, s, l, G, P)$ の z に関する解である。 $h(v)$ は新都市建設用地確保にかかる費用係数で $h(v) \geq 1$ (全土地面積に関する更地割合に反比例。更地割合が非常に高い地域では $h(v) = 1$ と仮定する)。 $v(r)$ = CBDから距離 r における更地割合 (CBDから遠くなることに従って更地割合は増加する)。 k = 単位面積当りの新都市建設費用。 l = 単位距離当りの交通施設建設費用。 Ra = 農業地代。

追補2

$$EB = \int_0^{r_1} G(r) n_1(r) dr + \int_{r_1}^{r_2} G(r) n_2(r) dr \quad (1b)$$

ここで、 $G(r) = fDe^{-\rho r}$ であり、 G の B面積に比例し GBまでかかる距離には反比例。 f = GBの幅の半分、 D = GBの緑地水準、 ρ = 係数 ($\rho > 0$)。

追補3

$$EC = \int_0^{r_1} \{\sigma P(r) + \delta l(r)\} n_1(r) dr + \int_{r_1}^{r_2} \{\sigma P(r) + \delta l(r)\} n_2(r) dr \quad (1c)$$

ここで、 $P(r) = cr$ (距離 r から CBDまでの交通によって発生する大気汚染費用)、 c = 単位距離当り移動によって発生する大気汚染物の量、 σ = 大気汚染量を貨幣単位へ換算する係数、 $l(r) = \bar{l} - br$ (距離 r から CBDまでの移動によって減少する余暇時間費用)、 δ = 余暇時間を貨幣単位へ換算する係数。

謝辞

本論文について、貴重なご指摘を頂きました匿名の査読者の方々に、この場を借りて深く謝意を表したいと存じます。

参考文献

1. Bae, Chang-Hee, Christine, & Jun, Myung-Jin. (2003). "Counterfactual Planning: What if there had been no Greenbelt in Seoul?". *Journal of Planning Education and Research* 22(4): 374-383.
2. Cho, Man. (1997). "Congestion effect of spatial growth restrictions: A model and empirical analysis". *Real Estate Economics* 25: 409-438.
3. Choi, Mak-Joong. (1993). Spatial and temporal variations in land values: A descriptive and behavioral analysis of the Seoul Metropolitan Area. Unpublished doctoral dissertation, Harvard University, Cambridge, Mass.
4. Correll, Mark R., Jane H. Lilydahl, and Larry D. Singell. (1978). "The effects of Greenbelts on Residential Property Values: Some Findings on Political Economy of Open Space". *Land Economics* 54(2): 207-217.
5. Fujita, Masahisa. (1989). 『Urban economic theory』. Cambridge University Press.
6. Hannah, Lawrence, Kim, Kyung-Hwan, and Edwin Mills. (1993). "Land use controls and housing prices in Korea". *Urban Studies* 30: 147-156.
7. Jun, Myung-Jin, and Bae, Chang-Hee Christine. (2000). "Estimating the Commuting Costs of Seoul's Greenbelt". *International Regional Science Review*, 23(3): 300-315.
8. Kim, Kyung-Hwan. (1987). *An analysis of inefficiency of an Urban Housing Market: The Case of Seoul, Korea*. Unpublished doctoral dissertation, Princeton University, Princeton, N.J.
9. Krapp, Genit J., and Nelson, Arthur C. (1968). "The effects of Regional

Land Use Control in Oregon: A Theoretical and Empirical Review". *The Review of Regional Studies*, 16(2): 37-46.

10. Lee, Chang-Moo. (1999). "An intertemporal efficiency test of a greenbelt: Assessing the economic impacts of Seoul's greenbelt". *Journal of planning education and research*, 19: 41-52.
11. Lee, Chang-Moo, and Fujita, Masahisa. (1997). "Efficient configuration of a greenbelt: theoretical modeling of greenbelt amenity". *Environment and Planning A*, 29(1): 1999-2017.
12. Lee, Chang-Moo, and Linneman, Peter. (1998). "Dynamics of greenbelt amenity effect on the land market: the case of Seoul's greenbelt". *Real estate economics*, 26(1): 107-129.
13. Michalski, W. (1965): Grundlegung eines operationen Konzepts der "Social Costs"
14. Nelson, Arthur C. (1986). "Using land markers to evaluate urban containment programs". *Journal of American Planning Association*, 52: 156-170.
15. Nelson, Arthur C. (1988). "An empirical note on how regional urban containment policy influences an interaction between greenbelt and exurban land markets". *Journal of American Planning Association*, 54: 178-184.
16. Pearce, D. W., Cline, W. R., Achanta, A. N., Fankhauser, R., Pachauri, R. K., Tol R. S. J., and Vellinga, P. (1995). *The Social Cost of Climate Change: Greenhouse Damage and the Benefits of Control* (Chapter 6). IPCC Working Group III Report.
17. 大城 眞 松下 雅行, 並河 治浩, 大西 尊文 (2001). "自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数". *土木技術資料*, Vol. 43 No. 11, pp. 50-55.
18. 林業研究院 (1995, 2000, 2003, 2005) 「山林の公益的価値評価」, 韓国山林庁.
19. 金本良嗣, 蓮池勝人, 藤原徹, (2006) 『政策評価ミクロモデル』 東洋経済印刷
20. 杉田浩・関野達也・谷下雅義・鹿島茂 (2000) "交通エネルギー消費量、交通費用、都市整備・維持費用からの都市居住と郊外居住の比較分析" 日本都市計画学会学術研究論文集 (35) pp247-252
21. 森本 尊倫・古池広隆 (1998) "都市構造からみた輸送エネルギー削減施策の効果推計に関する研究" 日本都市計画学会学術研究論文集 (33) pp181-186
22. 森杉 壽芳, 小池 淳司, 武藤 慎一 (1995) "自動車交通の社会的費用の計測に関する研究" 土木計画研究・講演集, No. 17
23. 金儀遠 (1982) 『韓国国土開発史』 大学図書 PP. 855
24. 崔莫重 (1994. 5) "グリーンベルトがソウル大都市地域の地価へ及ぼす影響に関する実証分析" 国土計画, No. 29-2 (Vol. 72)
25. 白永基 (1981) "開発制限区域の指定現況と問題" 都市問題, No. 16(3), pp. 19-31
26. 李ヤンジュ (2001) 「京畿道自然環境調査基本計画報告書」京畿開発研究院
27. 「都市圏交通量調査データ」建設交通部ホームページ統計資料室 (<http://www.road.re.kr>)
28. 「開発制限区域」建設交通部ホームページ国土均衡発展本部 (<http://www.road.re.kr>)
29. 「ソウル市界交通量データ」ソウル市警察庁ホームページ統計資料室 (<http://www.spatic.go.kr>)
30. 「ソウル首都圏のO/D通行量」ソウル交通局ホームページ統計資料室 (<http://www.seoul.go.kr>)
31. 「地下鉄乗客O/Dデータ」国家交通DBセンターホームページ統計資料室 (<http://www.ktdb.go.kr>)
32. 「住民登録人口データ」統計庁ホームページ (<http://www.kosis.kr>)

補注

¹都市計画法上の正式名称は開発制限区域だが、そのルーツがイギリスのグリーンベルトにあったので、開発制

限区域よりはグリーンベルトとして幅広く認識されているので本研究でもグリーンベルトと表記した。

²例えば、金儀遠 (1982) によれば、「グリーンベルト内に新しい開発行為を追加的に許容するためには、関係部会間の協議と国務会議の審議を通じ、大統領の事前裁可をもらうようにした。また、極端に軽微な事項以外は、必ず大統領の決済を必要とした。このようにグリーンベルト内の開発行為は大統領が直接管掌する「特別な例外的事項」であった。」

³例えば、ソウル首都圏O/D交通量 (2002) によれば、第1期新都市地域住民の約38%、70万人が毎日グリーンベルトを越え、新都市とソウル市内の間を往復している。

⁴例えば、韓国土地公社の新都市開発史 (1997) によれば、イルサン新都市とソウル市を結ぶ地下鉄と都市高速道路の整備費用として、それぞれ4億9千5百万と1億5百万USドルが投下された。

⁵崔莫重 (1994) の研究結果によれば、GBの存在によって1987年価格基準で平均地価が19.2%上昇 (ソウル市内)、7.5%上昇 (ソウル都市圏全体) という試算結果を得ている。

⁶ソウル首都圏の第1期新都市は、イルサン (一山)、ブンダン (盆唐)、ビョンチョン (坪村)、サンボン (山本)、ジュンドン (中東) であり、総人口116.8万名、開発面積は50.11km²である。

$$L(r_s + d \frac{N_s}{r_s}) \left(1 - d \frac{N_s}{r_s}\right) - L(r_s - d \frac{N_s}{r_s}) \left(1 + d \frac{N_s}{r_s}\right) \\ = 2n(r_s + d \frac{N_s}{r_s}) \left(1 - d \frac{N_s}{r_s}\right) - 2n(r_s - d \frac{N_s}{r_s}) \left(1 + d \frac{N_s}{r_s}\right) = 0$$

⁸都市にいける山林の存在は、一度消失すれば回復は難しく、代替措置が取りにくい希少資源であり、交通費用とは違って貨幣単位で計れないことも多い。しかし、交通費用と比較するためには、その存在価値よりは人間の便益価値レベルで評価せざるを得ない。その際にも、貨幣単位に換算しにくい地域住民への山林の公益的機能を十分に反映することが重要である。

⁹標高12mはソウル市の中心部を流れている韓江の過去最高水位 (韓江洪水統制所の統計データ、2006年)。GB指定時の原案では緑地をGB地域として原則的に海拔高度100m以上の地域が検討された経緯から100m以下の基準を設定した (白永基、1981)。

¹⁰傾斜度5%以下地域は自然環境保存基本計画上の平地で、潜在的開発可能な地域として分類される地域である (李ヤンジュ、2001)。

¹¹候補地①と②は共にGBに隣接しているので、GBへのアクセス距離の差は無いと仮定する。

¹²ソウル首都圏のO/D交通量の観測値がない期間に対しては、新都市夜間人口に対するO/D交通量の比率が分析期間内では同一と仮定した上、新都市夜間人口を用いて推定した。地下鉄乗客O/Dの観測値がない1998年以前は1999年と、2003以降は2002と同じと仮定した。

¹³林業研究院の山林の公益的価値評価は地域住民の主な外部便益である山林のレクリエーション、大気浄化、浄水機能などの項目を総合評価し算出したもので、都市開発などで山林が毀損される際の、政府の山林復旧費算定の基準値となるものである。

¹⁴外国ではもっと長い耐久性を持っているが韓国では30年ほどが経済的耐久年数としてみている。