

都市基盤インフラに対するグリーン・インフラ ストラクチャーの機能の可能性と限界に関する 予備的検討

稲田 紗和子、植村 哲士、小林 庸至

1. 野村総合研究所 金融コンサルティング部（〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-6-5 丸の内北口ビル）
s-inada@nri.co.jp
2. 野村総合研究所 社会システムコンサルティング部（〒100-0005 東京都千代田区 1-6-5 丸の内北口ビル）
t-uemura@nri.co.jp
3. 野村総合研究所 社会システムコンサルティング部（〒100-0005 東京都千代田区 1-6-5 丸の内北口ビル）
y3-kobayashi@nri.co.jp

人口減少・高齢化に直面した我が国において、社会資本の維持管理は大きな課題になっている。更に、地方では大規模小売店舗の郊外立地や市街地緑辺部の開発によって中心市街地が空洞化し、空き地・空き屋が増加している。同様の問題に直面した米国やドイツの事例を見ると、空き地・空き屋対策の一環で、グリーン・インフラストラクチャーと呼ばれる整備が行われている。そこでは、緑を社会資本ととらえ、地球温暖化対策や生活環境の改善のツールとして活用するとともに、土地利用を緑地転換することで、街区単位の上下水道などの使用停止を可能にしている。これらは都市緑化の事例として紹介されることが多いが、本稿では従来型のコンクリートと鉄を用いた社会資本との代替可能性について文献調査を基に検討を行い、限定的ではあるが代替可能性を見出した。

Key Words: 人口減少・高齢化、空き地・空き屋、都市計画、グリーン・インフラストラクチャー

1. はじめに

近年、我が国においては、人口減少や高齢化が進行している。総人口は 2010 年の国勢調査時点で、依然として微増ではあるが将来人口は大きく減少することが予想されている。国立社会保障・人口問題研究所によれば、人口は、2020 年代後半に全都道府県で減少に転じ¹、65 歳以上高齢者の割合は、2025 年には 30%を超えると予想されている²。さらに、同研究所によれば、人口集中地区（DID、人口密度が 4,000 人/km²以上の国勢調査基本単位区が互いに隣接して合計人口が 5,000 人以上となっている地区）の面積は依然として増加傾向にあり³、甲府都市圏などをはじめ、都市圏における人口低密度化が生じていると指摘されている⁴。

人口減少・高齢化を背景に、既に一部の地域では空き地や低未利用地が増加し始めており、今後、未利用地や空き地が益々の増加していくことが懸念されている。特に空き地は、放置することにより、放

火のリスクが発生したり景観が悪化したりするなど、様々な都市問題を引き起こし得る。このため、各自治体において、空き地対策を実施することが求められている。

しかし、我が国の地方自治体の財政状況は趨勢的に悪化している。平成 22 年度の地方財政白書によれば、平成 22 年度の地方公共団体（47 都道府県、1,777 市町村、23 特別区、1,339 一部事務組合及び 110 広域連合）の普通会計の純決算額は、歳入・歳出いずれも 9 年ぶりに増加しているものの、これは、国の経済対策の実施により国庫支出金、地方特例交付金等の増加によるところが大きい⁵。従って、財政的な観点から、自治体が空き地問題に十分に対策を講じることは困難だと考えられる。

一方、従来から、多くの自治体において『緑の基本計画』が策定され、都市の緑化に関する具体案が提示されているが、京都議定書等をきっかけに地球環境問題への配慮も『緑の基本計画』の中で行われるようになってきている。

例えば、柏市の緑の基本計画では、緑の減少を踏まえ、自然共生社会の構築・低炭素社会・循環型社会に貢献する水と緑の機能を特に重視し、緑の総量を増やしていくことや緑の質を高める仕組みを構築していくことを目的とし『緑地保全の優先度評価の実施』『公園緑地としての土地の買い入れ』などの84施策が提示されている⁶。

従来、都市開発・都市計画における都市緑化は補完的な位置付けに留まってきた。しかし、国土計画において「空間としての緑」の重要性が認識されていない訳ではない。

我が国の国土交通省は2002年、2003年に亘って「大都市圏におけるコンパクトな都市構造の在り方に関する調査」を発表した⁷。同調査では、我が国の都市政策等におけるコンパクト・シティの考え方として、①高レベルな経済成長の維持、②環境負荷の低減、③生活の質の向上、の3つの目標を基に、コンパクトな都市構造の評価指標を設定することが提案されている。3つ目の「生活の質の向上」では、「生活利便性の向上」「居住性、震災・水害への対応」「公共交通機関の状況」「市民の多様なニーズ」「緑被性の向上」が具体的な項目として挙げられ、最後の「緑被性の向上」に関して、以下の2点が指摘されている。

- 都心部、中間地での再開発を促進し、郊外部開発を抑制することで、都市公園等の緑地の面積を拡大する必要性
- 水環境等と緑地などを骨格とするネットワークを構築し、新たな基幹空間を創出する必要性

これら2項目が示す通り、コンパクト・シティ化で保全される緑は、都市公園等の都市郊外の緑地と、都市内の骨格となるネットワーク型の緑と明示されている。

さらに、我が国の『国土形成計画全国計画』（2008年）では「集約型都市構造への転換による国土の効率的利用」が謳われ、中心市街地に都市機能を集積する取り組みに対して重点的に支援することや、既存ストックを活用した集約化を進めていくことが提言された。

このように、国土計画の中では空間としての緑を意識し、都市内に創り出していく方針が打ち立てられつつある。しかし、これらの計画内では「どのように」空間としての緑を実現されていくのかについては記載されていない。従来、都市緑化の文脈では、既存の都市構造を変更せずに補完的に緑化が行われてきたことを踏まえると、従来とは異なる新たな手

法を検討しない限りは実際に「空間としての緑」を都市に創り出していくことは困難だと思われる。

一方、人口減少や世帯減少によって発生する空き地・空き家への対策と、都市緑化を組み合わせた「空間としての緑」の創造を促す新たな概念がアメリカやドイツでは提唱されている。

これらの国々では、都市緑化の議論が発展し、緑も都市インフラの1つと捉える『グリーン・インフラストラクチャー』という考え方が広まりつつある。

『グリーン・インフラストラクチャー』としての緑の機能を再発見する議論は、コンパクト・シティ化の中で提唱されている空間としての緑を都市に根付かせる新たな視点と捉えることができる。また、今後、より多くの自治体がコンパクト・シティ化を試みる中で、複合的な効果を発揮するグリーン・インフラストラクチャーが、実際にどこまで既存の基盤インフラに代替可能であるかも同時に検討することが可能となり、我が国のようなコンパクト・シティ化と都市緑化を両方推進していかなければならない国土において、有効な発想であると考えられる。

我が国において、グリーン・インフラストラクチャーは全く新たな概念ではなく、既にいくつかの文献でグリーン・インフラストラクチャーが論じられている。ただし、既存の国内の研究では、緑は「生活の質の向上」の為の自然環境を形成する機能に着目した補完的な緑化に関する議論にとどまり、コンパクト・シティ化で必然とされる「既存ストックを活用した集約化」に伴う「空間としての緑」に着目した議論はあまりされていない⁸。

そこで、本研究ではグリーン・インフラストラクチャーの我が国における可能性を検討するために、我が国におけるグリーン・インフラストラクチャーの具体化を試みる。具体的には、これらの問題を検討するためには、①我が国におけるグリーン・インフラストラクチャーの定義、②グリーン・インフラストラクチャーの既存の都市基盤インフラに対する代替可能性を検討するための枠組み、の2点を明らかにしたうえで、既存の都市基盤インフラの中でグリーン・インフラストラクチャーに置き換えることが可能なものを具体的に検討する。

まず、第2章で基盤インフラやグリーン・インフラストラクチャーの定義を明らかにした上で、本研究で対象とする都市基盤インフラを特定した。第3章で文献調査結果を示し、第4章で調査結果から人口減少社会における日本でグリーン・インフラストラクチャーを積極的に推進していく可能性について議論している。最後に、今回は、予備的検討であるため、文献調査にとどまっているが、今後の専門家

や業界団体等への追加調査の課題と、議論の方向性について示した。

2. 調査の方法論

1) 調査の枠組み

(1) グリーン・インフラストラクチャーの定義

グリーン・インフラストラクチャーは、既存の国内の議論において論者により多様であり、海外の議論でも多義的に捉えられている。

例えば、小泉（2006）は、グリーン・インフラストラクチャーを『みどりの複合的効果を発揮する「みどりの社会資本」』と定義した上で、その効果として①健康な暮らしをつくる緑、②自然とふれあう場をつくる緑、③美しい景観をつくる緑、④空気や水をきれいにする緑、⑤安全・安心をつくる緑、の5つを提示している。Keilら（2005）は、グリーン・インフラストラクチャーの効果として、①追加的な

都市内オーオープンスペース、②子供にとっての都市内の冒険スペース、③大人にとってのレクリエーションスペース、を挙げており、実際に再開発林の利用状況に関する調査結果によれば、散歩や自転車を楽しむ人が多いと指摘した⁹。Schilling, J and Logan, J（2006）は、都市緑地の効果として、①社会的相互作用を通じたコミュニティ形成の機会提供などの社会面における効果、②運動機会の増加などの健康面における効果、③不動産価格の増加などの経済面における効果、そして④都市ヒートアイランド効果の減少などの環境面における効果を指摘している¹⁰。これらの定義は、緑の持つ社会効果に着目し、それを生み出すためのある種の社会基盤としての緑を、グリーン・インフラストラクチャーと定義している。

一方、田邊（2010）は、広域的に連携してエネルギーを運用するネットワーク（スマートエネルギーネットワーク）の構成要素としてグリーン・インフラストラクチャーを捉えている。米国のオバマ大統領が主張しているグリーン・インフラストラクチャーもこの文脈であろう。

更に、インフラストラクチャーの運営に必要なエネルギー消費に着目し、また、「グリーン」を「環境に優しい」という意味で用いるならば、省エネ型の

インフラ（例えば再生可能エネルギーを用い、省エネ型ポンプを用い、斜面地に自然流下型の浄水場を建設した場合）もグリーン・インフラストラクチャーと呼ぶことは可能である。

本研究では、特に、人口減少社会におけるインフラ整備のあり方に着目し、都市基盤施設の代替可能な空間としての緑に焦点を当てることを踏まえ、グリーン・インフラストラクチャーの定義を小泉らの『みどりの複合的効果を発揮する「みどりの社会資本」』としたうえで、具体的には、「木・草地とそれらを支える土地基盤」の総体としている（図-1）。

以降では、この定義に従い、木々が単独で果たし得る機能（蒸発散機能など）のみならず、草地の果たし得る機能や砂や土を含む基盤が果たし得る機能も含めて、グリーン・インフラストラクチャーを検討することとする。

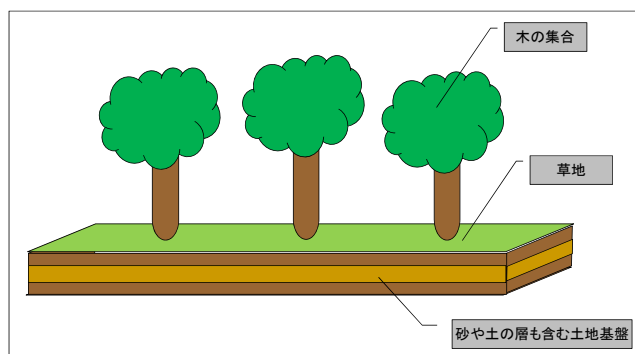


図-1：グリーン・インフラストラクチャーの定義

(2) 対象とする都市基盤インフラの特定

本研究で取り扱う既存の都市基盤インフラを、「都市の規模」と「都市基盤施設の種類」の2つの軸で設定する。都市基盤施設の種類のみにならず、都市の規模も検討する理由は、行政ではコンパクト・シティ化の議論を行政単位で検討することが多いことから、こうした実際の行政の動きとの整合性を担保できるようにするためである。

また「都市基盤施設の種類」について、既に都市の規模を踏まえた都市施設の一覧表を、森（2004）が『都市施設技術誌』（1999）を元に整理しているため、同表を参考にする（表-1を参照）¹¹。具体的には、同表に掲載されていない都市施設で、かつ都市計画法第11条で明示的に設定されるものを追加した一覧表から、2-1で定義したグリーン・インフラストラクチャーを含んでいる施設（公園など）を除くことで、本研究の対象となる都市基盤インフラを設定している（表-2を参照）

表－1 都市基盤施設の分類

施設区分		規模	住宅内設備	小規模 (103人)	中規模 (104人)	大規模 (105人)	国土基盤施設 (106～108人)
基盤施設	水系	水道	給水施設 (メーター)	配水管	配水場	上水道 (一般水道)	ダム施設 (広域水道)
		下水道	排水施設 (汚水枡)	合併浄化槽	ポンプ場	下水処理場 (公共下水道)	下水処理場 (流域下水道)
		河川	排水設備 (雨水枡)	都市下水路 (市町村)	準用河川 (市町村)	中小河川 (都道府県)	直轄河川 (国管理)
	産業物系		コンテナ (貯留槽)	収集車 (収集管路)	中間処理施設 (収集センター)	焼却場	共同処分場
	エネルギー系	電気	受電設備 (メーター)	中圧配電線 (地中管路)	高圧配電線 (地中管路)	変電所	充電所
		ガス	受ガス設備 (メーター)	ガス ガバナー	導管	ガス ホルダー	LNG基地
		地域冷暖房	受熱設備 (メーター)	導管	熱製造プラント	—	—
	情報系	電気通信	端末電話機	公衆電話・ 地中管路	回線・ 地中管路	市内中継局・ 地中管路	市街中継局
		CATV	TV受像機 (引込設備)	増幅機	同軸ケーブル	放送局	—
	交通・輸送系		駐車場 (引込設備)	公共駐車場 (無電柱化)	公共駐車場 (C.C.BOX)	街路 (共同溝)	幹線道路 鉄道・空港
上物施設	公園・広場		敷地内緑地 クラインガルテン	街区公園	近隣公園	都市公園	国立公園
	教育・文化		—	小学校・ 幼稚園	中学校・ 図書館	高等学校・ 劇場	大学 美術館
	医療・福祉		—	診療所	病院・保健所	総合病院・ 福祉施設	国立病院・ サナトリウム
	官公庁		—	管理事務所	区役所	市役所	国地方支局・ 地方官庁

出所) 森 忠彦 (2004)

本研究で取り上げる都市の規模は、本研究の問題意識にあるコンパクト・シティ化における都市基盤施設の在り方を検討できるよう、我が国におけるコンパクト・シティ化が検討される自治体の規模（市町村、都道府県の両方を含む）とする。表－1では「小規模」「中規模」「大規模」が該当する。

表－1と都市計画法第11条第1項から4項に明示的に列挙され、同表で掲載されていない都市基盤施設（道路、駐車場、自動車ターミナル、公園、緑地、広場、墓園）を加えた。ただし、都市高速鉄道は、国土基盤規模の施設であること、公園・緑地・広場などの「公園・広場」施設は既にみどりの活用が見られることなどの理由により、除外した。また、既存の森（2004）の表において、河川はグリーン・インフラストラクチャーを含む場合もあることから、対象から除いた。以上により特定した本研究の対象施設範囲は、以下の通りである。

- ①水道系（配水管、配水場、上水道）
- ②下水道系（合併浄化槽、ポンプ場、下水処理場）
- ③産業物系（収集車、中間処理施設、焼却場）
- ④電気系（中圧配電線、高圧配電線、変電所）
- ⑤ガス系（ガスガバナー、導線、ガスホルダー）
- ⑥地域冷暖房系（導線、熱製造プラント）
- ⑦情報系（公衆電話・地中管路、回線・地中管路、市内中継局、地中管路、増幅器、同軸ケーブル、放送局）
- ⑧交通・輸送系（公共駐車場、街路（共同溝））
- ⑨教育・文化施設系（小・中学校、高等学校、図書館、劇場）
- ⑩医療・福祉施設系（診療所、病院、保健所、総合病院）
- ⑪官公庁系（管理事務所、区役所、市役所）

2) 調査手法と仮説構築

(1) 調査の視点

本研究では、インフラストラクチャーの外形的形状ではなく、その機能に着目して議論を行った。つまり、グリーン・インフラストラクチャーの有する機能と既存の都市基盤インフラ（以下、グレー・インフラストラクチャー）の機能と比較して、グリーン・インフラストラクチャーの代替可能性を検討するアプローチをとった。

(2) 調査手法

本研究では文献調査によって、情報を収集した。対象とした文献は、グリーン・インフラストラクチャー、緑化の効果等について言及したものである。現在、日本でグリーン・インフラストラクチャーの議論を紹介した文献は少なく、海外文献においてもグレー・インフラストラクチャーとの代替性について言及している論文は見つかっていない。このため、各論文における断片的な記述からの示唆を基に、議論を行っている。

(3) 分析手法

代替可能性の具体化の際に用いる分析手法は、各分野における既存の都市基盤施設とグリーン・インフラストラクチャーの比較表である。簡明な方法であるが、それぞれの代替可能性を定性的に評価可能であると考えた。尚、予稿集では定性的に記述しているが、当日は、比較表を提示する予定である。

3. 結果

前述の Keil(2002)と Schilling, J and Logan, J (2006)の指摘するグリーン・インフラストラクチャーの機能は、以下のようにまとめられる。

- オープンスペースの創造効果
- コミュニティ形成の効果(レクリエーション機能、子供の自立促進機能を含む)
- 健康増進の機会提供効果
- 不動産価格上昇などの経済的効果（景観の改善、生活の質の向上を含む）
- 温暖化対策効果（気温の低下、CO₂の削減）

これらの効果は、主に環境問題対策や緑豊かな都市を実現することによる生活の質の向上を意識したものである。これらに加え、以下のようなグリーン・インフラストラクチャーが物理的に有している性質がある。

- 雨水貯留機能
- 生物多様性の維持機能
- 蒸発散機能

以上に挙げたグリーン・インフラストラクチャーの機能から、代替可能だと考えられる既存の都市基盤インフラは本研究の対象である 11 の都市基盤インフラの中で、②（蒸発散機能による下水処理）、⑥のうちの冷房効果（地球温暖化対策効果による地域冷房機能）、⑧（オープンスペースの創造機能、雨水貯留機能）、そして⑨のうち劇場や学校施設の一部（コミュニケーション形成効果）の4つだと考えられる。

まず②については、雨水排水処理機能を森林の蒸発散機能により代替できる可能性がある。⑥の地域冷暖房系について、冷房機能に関しては森林の蒸発潜熱効果が期待できる¹²。⑧については、街路などの空間創出機能を森林や芝生が代替することは可能である上、雨水浸透枳等の施設は緑の雨水貯留機能により対応することが可能だと考えられる。もちろん、これらの機能は緑地面積に比例することから、従来以上の都市内緑地の整備が必要になる。

また、⑨については、人々が集まる場を提供することによるレクリエーション機能などのコミュニティ形成効果に着目すれば、学校施設や文化施設の一部を代替できるのではないかと考えられる。

一方、②⑥⑧⑨以外の7項目に関しては、それらの都市基盤インフラが果たす役割をグリーン・インフラストラクチャーで代替することが困難だと考えられる。例えば、①水道系施設は地下に配水管を通し、安全な水を提供できる機能を持たなければならないが、グリーン・インフラストラクチャーは配水空間を地下に作り上げる機能を持ち合わせていない。

また、産業物系施設に関しても、③廃棄物を収集する機能や焼却する機能は、グリーン・インフラストラクチャーは持ち合わせていない。同様のことが、⑤、⑥の一部、⑦、⑨の一部、⑩、⑪にも言える。

4. 議論

本研究の結果、緑の持つ機能で代替可能な都市基盤インフラは極めて限定的であることが分かった。これは、人口減少社会においても、依然として、インフラ整備の観点から緑の整備を積極的に推進していく理由が少ないことを示唆している。

一方で、都市緑地の周辺地価に与える効果は米国のみならず日本でも示されている。街区単位で緑化することで、空き地のまま放置しておくよりも地価の維持・上昇が期待できる。もちろん暫定利用とはいえ一定期間緑地として利用することで、不動産市場から一時的に退出することによる人口減少時代における土地需給バランスの改善という側面も大きいだろうが、緑による資産価値保全効果と共に、しばらく再開発が行われないことによる既存インフラの維持管理・更新の不要によって資金支出が削減可能である効果もあるだろう。この理由は、インフラ整備の観点からみると消極的理由であるが、この支出削減の範囲内で緑化投資（グリーンインフラストラクチャー整備）は合理的になると考えられる。この時、グリーン・インフラストラクチャーは、残念ながら本研究で検討したような既存の都市基盤インフラの機能代替に必ずしもなっていない。

5. 終わりに

本研究では、文献調査によって、機能的側面から都市基盤インフラに代替可能なグリーン・インフラストラクチャーの範囲について確認した。この結果、きわめて限定的な都市基盤インフラのみが緑によって代替可能であることが確認できた。

しかしながら、この調査結果は、既存文献の議論の成果を踏まえたものであり、現在開発中の技術や、議論中の成果を踏まえているものではない。現在のインフラ技術ができる以前から人間はある程度の人口集積で生活を行っており、既存のインフラ技術は更なる集積を支えるためのコンパクト化・高度化の歴史を経てきたものである。人口減少社会では空き地・空き家の出現など、コンパクト化・高度化の必然性が今までの時代よりも減少することから、全く異なった発想からのインフラ整備の可能性も否定できない。

今後は、既存の都市基盤インフラの持つ機能に着目しつつ、これらの機能が緑によって本質的に代替

できないのかどうかについて、引き続き、インタビュー調査等で検討していきたい。

本研究の成果はその時の初期仮説になるものと考えている。

¹ 国立社会保障・人口問題研究所の推計結果（全国：日本の将来推計人口（平成 18 年 12 月推計）出生中位・（死亡中位）推計、都道府県：日本の都道府県別将来推計人口（平成 19 年 5 月推計）

² 国土交通省・社会資本整備審議会 都市計画・歴史的風土分科会 都市計画部会「都市政策の基本的な課題と方向検討小委員会報告」、国立社会保障・人口問題研究所の推計結果（全国：日本の将来推計人口（平成 18 年 12 月推計）出生中位・（死亡中位）推計、統計局「国勢調査」（昭和 35～平成 17 年）

³ 国立社会保障・人口問題研究所・日本の将来推計人口（平成 18 年推計）、統計局「国勢調査」（昭和 35 年～平成 17 年）

⁴ 国土交通省・社会資本整備審議会 都市計画・歴史的風土分科会 都市計画部会「都市政策の基本的な課題と方向検討小委員会報告」（平成 21 年 6 月 26 日）

⁵ 国土交通省「地方財政白書」（平成 22 年度）

⁶ 柏市「柏市 緑の基本計画」（平成 21 年）

⁷ 国土交通省：大都市圏におけるコンパクトな都市構造に関する調査，2002, 2003.

⁸ 例えば、井上、杉本、他（2011）が道路の街路空間における雨水貯留浸透効果を議論している。井上 薫、杉本 南、他：グリーンインフラストラクチャーの概念を用いた浸透性街路空間デザインの導入効果，日本建築学会計画系論文集，第 76 巻，第 660 号，335-340，2011.

⁹ Keil, P. and Heinrich Loos, G. (2005) Urban woodland flora and vegetation on industrial fallow land in the Ruhrgebiet as a product of culture and nature – an outline of general tendencies, the Biological Station of Western Ruhrgebiet, 2,1-13.

¹⁰ Schilling, J and Logan, J : Greening the rust belt: A green infrastructure model for right sizing America's Shrinking Cities, Journal of the American Planning Association, 74(4), pp.451-466.

¹¹ 森 忠彦：新しい社会基盤整備の理念とその実現化に関する研究＜社会基盤の概念と定義＞，日本大学大学院総合社会情報研究科紀要，No.5, 159-166, 2004.

¹² 高瀬 勝彦、新海 仁：ヒートアイランド対策の事例研究，応用技術株式会社，
http://www.apptec.co.jp/technical_report/pdf/vol14/trepor_t_vol_14-06.pdf（閲覧日：2011 年 4 月 27 日）