

## 日本の都市域におけるバイオダイバース・ルーフ導入の可能性と課題

### Introduction of Biodiverse Roofs in Japanese Urban Areas: Possibilities and Challenges

山田 順之\* 曾根 佑太\* 青木 忠尚\* 野村 昌史\*\* 永瀬 彩子\*\*\*

Yoriyuki YAMADA Yuta SONE Tadataka AOKI Masashi NOMURA Ayako NAGASE

**Abstract:** The number of Green roofs is increasing rapidly every year in the urban areas of Japan to moderate heat island effect and reduce storm water runoff, improve urban scenery, and to create natural habitats. Green roofs can be categorized as intensive, or extensive, depending on substrate depth and maintenance requirement. Due to laws, regulations and subsidies, extensive green roofs have been less frequently used than intensive green roofs. Biodiverse Roofs, which have become popular in Europe as one of an extensive green roof technology, have contributed to the use of recycled materials and the conservation of the ecosystem. In order to study the possibility of the introduction of Biodiverse Roofs to the urban area of Japan, this paper investigates the existing Biodiverse Roofs of the world by studying their history, categorizing their purposes of construction and design methods. Also, the regulations and support systems of local authorities in Japan related to Biodiverse Roofs were surveyed to point out the possible barriers of their implementation.

**Keywords:** *extensive green roof, intensive green roof, biodiverse roofs, recycled materials, invertebrates*

**キーワード:** 粗放型屋上緑化, 集約型屋上緑化, バイオダイバース・ルーフ, 再生資材, 無脊椎動物

#### 1. 研究の背景と目的

屋上緑化は、都市緑地法による税制面での優遇措置などに加え、東京都自然保護条例による整備義務付けなどの規制措置により、都市域を中心に着実に増加している。例えば、国土交通省の調査<sup>1)</sup>によると、屋上緑化は2000～2010年まで継続的に増加し、その間少なくとも304.1haが新たに整備されたと報告されている。屋上緑化は維持管理やコスト、土層厚などから大きく粗放型(Extensive Green Roof)と集約型(Intensive Green Roof)の2タイプに分類できる<sup>2)</sup>。古くから屋上緑化が普及してきたドイツでは粗放型が90%を占めるが、日本では維持管理などの要件から集約型の屋上緑化が優先し普及している<sup>3)</sup>。既に広く普及している集約型の屋上緑化は、一般的に樹木や灌木を主体とした緑化となることが多いが、今後は生物多様性保全のため草地整備を目的とした粗放型の屋上緑化の必要性も高まってくると考えられる。その背景として、我が国ではかつて全国土面積の10%以上を占めていた野草地が、1990年代の調査では伐採跡地や耕作放棄地などの一時的な野草地を含めても約3%にまで減少していることがあげられる<sup>4)</sup>。都市域においても最近30年間で街路樹や公園の樹林地などは増加しているが草地や農地の減少は著しく<sup>5)</sup>、草地を営巣地や採食地として利用する生物の生息数減少が問題になっている<sup>6)</sup>。草地の粗放的な屋上緑化は、生物にとって貴重な生息地となる可能性が高い。

ところで、我が国では循環型社会形成推進基本法に基づき、天然資源消費を抑制し環境負荷が出来る限り低減されるよう、廃棄物発生抑制と循環資源再利用が求められている。建設業の中で植物を専門領域とする造園業では、古くから自然の循環システムを上手に利用し空間を整備してきた。例えば、造成工事の際に発生した石の石組への利用、稲わらや剪定材のマルチング材や堆肥への再利用、さらには伐採予定の樹木の移植などが広く実施されてきた。よって、造園業では今後の成長が期待できる屋上緑化における積極的な再生資源の利用が求められるが、荷重条件や植物の

生育条件、研究がほとんど行われていないことから十分な対応には至っていない。

一方、スイスやイギリスの都市域では「バイオダイバース・ルーフ」(Biodiverse Roofs, 以下B-ルーフと表記)と呼ばれる粗放型の屋上緑化手法が普及し始めている。これは、建設業から発生するコンクリートやレンガなどの再生資材や周辺の自然土壌を植栽基盤として用い、河原や荒地などの草地空間を屋上に整備することで草地を利用する昆虫や鳥のサンクチュアリを創出することを目的としている。基本的に灌水装置は設置せず木本類の生育は想定していない。また、維持管理は木本類や侵略的外来種の除去、渇水期の数回の散水など必要最低限の作業しか実施していない。

日本国内の屋上緑化に関しては、ヒートアイランド現象緩和<sup>7)</sup>や雨水流出抑制機能<sup>8)</sup>、生息生物の調査<sup>9)</sup>など多数の既往研究が存在している。しかし、今後の都市緑化においてますます重要性が高まると考えられる草地の粗放型屋上緑化や循環型工法に関する研究成果は少ない。特に生物多様性に配慮した屋上緑化に関する研究は集約型がほとんどであり、限られた植生が成立する粗放型を対象とした研究は限られている。また集約型が増加した一方粗放型が普及しなかった原因の一つとして、国内の屋上緑化に関する法規制や助成制度など社会制度との関連が考えられる。そこで本研究では、①近年導入が進められているB-ルーフの事例調査と普及要因の整理、②屋上緑化整備に関する法規制や助成制度の調査とB-ルーフとの関係、を行い我が国の都市域におけるB-ルーフ導入の可能性について論じることを目的とする。

#### 2. 研究の方法

##### (1) 既存のB-ルーフの調査

既存のB-ルーフを概観するため、日本や韓国などアジア諸国から南米アメリカ、ヨーロッパなど世界中の屋上緑化を紹介しているGreenroofs.comのデータベース<sup>10)</sup>を使用し、粗放型屋上緑化に分類されたものから植栽基盤に再生資材や周辺土壌を使用して

\*鹿島建設株式会社

\*\*千葉大学大学院園芸学研究科

\*\*\*千葉大学大学院工学研究科

いる事例を抽出し、その面積、土壌厚、誘致目標種などを整理するとともにその目的や効果を明らかにした。さらに、事例の多いエリアにおける発展の経緯を文献調査やヒアリング等により調査した。

## (2) 屋上緑化の法規制と助成制度

研究対象である都市域の法制度および助成制度を調査するため、都市計画の決定権限や財源を有する政令指定都市 20 市および東京 23 区を対象として、新築・増築時の屋上緑化整備義務など法規制と屋上緑化に補助金が給付される助成制度の状況を調査した。緑化の規制や助成では制度適用の条件として樹木や漏水装置の有無、土壌厚などが定められている場合があり、それが B-ルーフの適用にどのような影響を及ぼすのかをあわせて考察する。なお、本研究の目的は我が国の一般的な建築物に対する B-ルーフ導入の課題やメリットを研究することにあるため、工場立地法に基づく条例など特定の業種や施設にのみ適用される規制や助成は、今回の調査対象からは外している。

## 3. 結果

### (1) 既存の B-ルーフの調査

#### 1) B-ルーフの実施事例

B-ルーフの既存事例を調査するため、前述のデータベースに登録された 1,363 件の屋上緑化から、タイプが「粗放型屋上緑化」かつ植栽基盤に「再生資材」や「周辺土壌」を使用した事例 21 件を抽出した（表-1）。粗放型と位置付けられた屋上緑化の土層厚は 20~200mm であり集約型と比較し薄層である。植栽基盤に用いる培地はレンガ再生資材やコンクリート再生資材、周辺の土壌に加え、砂礫、瓦礫などを使用している。国別では、スイス 10 件、イギリス 9 件、カナダ 1 件、南アフリカ 1 件であった。

#### 2) B-ルーフの整備目的

B-ルーフは、動植物の生息・生育地の確保を目的とした事例が 13 件（62%）、建物の温熱環境改善が 7 件（33%）、雨水流出抑制が 2 件（10%）、外観や周辺景観との調和が 6 件（29%）であった。これらの目的は複合的である事例がほとんどであった。

生息・生育地の確保の具体的例では、開発や農業形態の変化によって営巣地が減っているコチドリやタゲリなどの野鳥の営巣地の確保や、クロジョウビタキや無脊椎動物の保全を対象とした事例などが存在した。スイス・ロートクロイツの 3M 社屋では、タゲリの採餌や営巣のための草地環境の創出を目指している。こ

では軽量の再生資材の培地として採用された干草が、タゲリの餌となる昆虫の生息環境となり同時に植栽基盤としても機能している。ラバダンスセンターの B-ルーフは、2002 年に絶滅危惧種であるクロジョウビタキの生息地確保を目的としてロンドン市内で初めて整備された。既存の建物の解体時に発生したコンクリート再生資材を培地として利用しており、周辺の工場跡地などに見られる無管理の草地環境の再現を目指し、貧栄養で草本がまばらに生育する環境を整備している。また、スイスのアスプホーフ養鶏小屋やイギリス・シェフィールドの住宅では、建物の温熱環境の改善や雨水流出抑制などの環境性能を高めることを狙いとしている。さらに、イギリスの 1-5 オフォード通り（住宅）は河川そばの立地環境から周辺景観調和のために荒地環境を再現し、意匠面に配慮している事例である。ここでは、特定の種の生息・生育環境確保を目的としていないが、結果として周辺生態系との連続性が確保されている。

#### 3) B-ルーフ導入の経緯

既存事例がスイスとイギリスに集中していたため、この二カ国に関して B-ルーフ発展の経緯を調査した。スイスでは粗放型屋上緑化の歴史が 90 年以上あり、1914 年に施工されたチューリッヒの浄水場の事例が知られている。ここでは、水処理の過程において室温上昇に伴うバクテリア発生抑制を目的とし、砂や礫を使った排水層と周辺草地の土壌からなる土層厚 100~200mm の屋上緑化を整備している。この屋上緑化は温熱環境を改善するとともに、絶滅危惧種を含む多くの植物、昆虫のサンクチュアリとなり、スイス自然保護条例により特別保護区として指定されている<sup>11)</sup>。その後、このような粗放型の屋上緑化が鳥類や無脊椎動物の貴重な生息地になっているとの Brenneisen の研究成果<sup>12)</sup>が示され、屋上緑化に積極的なスイスのバーゼル市で、1996 年から 1997 年に初めて屋上緑化普及促進プログラムが導入された。加えて、2005 年から 2006 年に実施された補助制度などのプログラムでは屋上の緑化基準が策定された<sup>13)</sup>。そこでは、周辺土壌を使うこと、先駆種の導入を促す貧栄養の培地が最低 100mm 存在すること、最低 300mm のマウンドを設け土中に営巣するハチ類やその他の無脊椎動物の生息地を確保すること、在来植物を導入することなどが規定され B-ルーフの普及が推進された。一方、イギリスのロンドンなどの都市域では、第二次世界大戦の爆撃跡地や工場跡地が絶滅危惧種であるクロジョウビタキや多様な無脊椎動物の生息地として機能していた。建物の残骸の中に草本類が点在する開け

表-1 B-ルーフの既存事例

| No | プロジェクト名       | 国     | 都市          | 面積(m2) | 施工年  | 土層厚(mm)    | 主な使用材料       | 特徴                 |
|----|---------------|-------|-------------|--------|------|------------|--------------|--------------------|
| 1  | モス浄水場         | スイス   | チューリッヒ      | 30,000 | 1914 | 50-150     | 周辺土壌         | 熱環境改善、生息・生育地確保     |
| 2  | ライパーク         | スイス   | バーゼル        | 150    | 1987 | NA         | 砂礫           | 生息・生育地確保(植物、無脊椎動物) |
| 3  | バーゼル大図書館      | スイス   | バーゼル        | 1,000  | 1992 | 50-80 + 30 | 砂礫 + 土       | 実験フィールド、生息・生育地確保   |
| 4  | 個人宅           | イギリス  | ロンドン        | 100    | 1993 | 60         | 瓦礫           | 熱環境改善、周辺草地再現       |
| 5  | ホーニマン博物館      | イギリス  | ロンドン        | 282    | 1995 | 100        | 周辺土壌         | 熱環境改善、周辺草地再現       |
| 6  | バーゼル国際展示場     | スイス   | バーゼル        | 8,000  | 2000 | 70         | 火山性土壌        | 太陽光パネル設置、周辺環境配慮    |
| 7  | カナリー・ワーフ      | イギリス  | ロンドン        | 5,500  | 2000 | 75         | レンガ          | 熱環境改善、周辺環境配慮       |
| 8  | アスプホーフ養鶏小屋    | スイス   | ローテンフルー     | 1,000  | 2002 | 150 + 50   | ススキ + 周辺土壌   | 熱環境改善(鶏舎屋上)        |
| 9  | ラバダンスセンター     | イギリス  | ロンドン        | 400    | 2002 | 150        | コンクリート       | 生息・生育地確保(クロジョウビタキ) |
| 10 | クリークサイド教育センター | イギリス  | ロンドン        | 100    | 2003 | NA         | レンガ + コンクリート | 生息・生育地確保(クロジョウビタキ) |
| 11 | バーゼル州立病院      | スイス   | バーゼル        | 3,000  | 2003 | 60-200     | 周辺土壌 + 礫     | 生息・生育地確保(動植物)      |
| 12 | 個人宅           | イギリス  | シェフィールド     | 21     | 2004 | 150        | 周辺土壌         | 周辺草地再現             |
| 13 | オフィスビル        | スイス   | シュタインハウゼン   | 3,000  | 2004 | 20-80      | 火山性土壌        | 生息・生育地確保(タゲリ)      |
| 14 | ニュープロビデンスワーフ  | イギリス  | ロンドン        | 3,000  | 2004 | 75         | レンガ          | 生息・生育地確保(クロジョウビタキ) |
| 15 | 1-5オフォード通り    | イギリス  | ロンドン        | 65     | 2004 | 150        | 瓦礫 + レンガ     | 景観向上               |
| 16 | エフ・ホフマン・ラ・ロシュ | スイス   | カイザーアウークシュト | 2,100  | 2005 | 50 + 20-80 | 砂礫 + 軽量土     | 生息・生育地確保(コチドリ)     |
| 17 | アスプホーフ干草小屋    | スイス   | ローテンフルー     | 110    | 2005 | 150 + 50   | ススキ + 周辺土壌   | 熱環境改善(干草小屋屋上)      |
| 18 | 3M社屋          | スイス   | ロートクロイツ     | 8,000  | 2007 | 40 + 20    | 礫 + 軽量土 + 干草 | 生息・生育地確保(タゲリ)      |
| 19 | オフィスビル        | 南アフリカ | ダーバン        | 88     | 2010 | NA         | レンガ          | 熱環境改善、生息・生育地確保     |
| 20 | 住宅・オフィス       | イギリス  | シェフィールド     | 661    | 2007 | 80         | コンポスト + レンガ  | 雨水流出抑制、生息・生育地確保    |
| 21 | 個人宅           | カナダ   | ハイゲート       | 139    | 2001 | 100-150    | 周辺土壌         | 雨水流出抑制、生息・生育地確保    |

た空間は、クロジョウビタキが営巣する小石の多い崖や岩場の斜面と同じような環境であったためである。戦後、そのような土地が再開発によって減少し、クロジョウビタキやその他の無脊椎動物の生息環境が追いやられたため、政策によりその生息環境の保全を試みた。そこで再開発の対象地域の建物屋上に、爆撃跡地などの荒地を再現するために導入されたのがスイスなどで事例の多い粗放型屋上緑化手法であった。しかし、当初は建築・造園技術者や事業者に対してその屋上のイメージを伝えることは困難で、技術的な指針なども存在しなかった。そこで、この手法を「ブラウンルーフ」または「バイオダイバース・ルーフ」と名付け、1990年代後半から Dusty Gedge らが研究と普及啓発を開始した。

## （２）屋上緑化の法規制と助成制度

### 1）屋上緑化の法規制

都市域では緑被率の減少にともない、一定規模以上の新築建造物に屋上緑化の設置義務が課されることが多い。表－2 に政令指定都市と東京 23 区の屋上緑化に関する法規制の調査結果を示す。調査対象では、35 都市（81%）が屋上緑化に関する規制を運用している。例えば、千代田区では敷地面積 1000 ㎡以上で建築行為を実施する場合、地上部の緑化に加え屋上の空調などの施設を除いた緑化可能面積の 20%以上、総合設計制度を利用する場合は 30%以上を緑化するよう定めている。屋上緑化設置義務が制度化されていない都市は、積雪があり屋上緑化が困難な札幌市や緑化に関する具体的な基準のない静岡市など 8 都市であった。

この制度では、面積の基準に加え屋上緑化の質に関しても条件を定めており、例えば千代田区では「建築物上の緑化は樹木、地被植物、ツル性植物、多年草などにより緑化すること」と定めている。日本では生物多様性に配慮した屋上緑化はほとんど集約型であり、灌水や定期的な管理を必要としている<sup>3)</sup>。しかし、既存

の B-ルーフの調査では、草地系のハビタットを目的とするため意図的に薄層にしている事例や灌水装置を設置しない事例が多数存在した。そこで、薄層で灌水装置を設置しない B-ルーフが屋上緑化の基準を満たすことが出来るか否かを判断するため、質的基準の適用に関して調査を実施した。判定基準は、樹木や灌水装置が必要など B-ルーフで基準を満たす事が不可能な都市を「×」、可能であるが土層厚に条件を設けるなど制限がかかる都市を「△」、基準を満たすことが可能な都市を「○」とした。その結果、屋上緑化義務付け都市のうち、B-ルーフで対応できるのは 24 都市（69%）であった。また、裸地や砂利敷き部分の面積は参入できない（文京区）、樹木と比較して算入比率が低く計算される（仙台市）など 3 都市（9%）で B-ルーフを積極的に進めにくい状況が確認できた。さらに、8 都市（23%）で灌水装置を条件とする（台東区、墨田区、足立区）、樹木を条件とする（浜松市）など B-ルーフでは対応できない条件を設定していた。一方、法規制の中で示される屋上緑化の目的は地域によって差異がみられた。例えば新宿区は「野鳥や昆虫等の生き物の生息しやすい環境の創出」が目的の一つとなっているが、京都市（府条例）は都市環境の改善、人間に対する生理的・心理的効果、建物に対する経済的効果の 3 つを示しており、生物生息環境として認識されない状況であった。

### 2）屋上緑化の助成制度

都市域では緑化促進の施策として屋上緑化整備費用の 1/3～2/3 程度の割合を補助する助成制度が準備されており、調査対象では 39 都市（91%）が屋上緑化に関連する助成制度を運用している（表－2）。例えば中央区では敷地面積が 1000 ㎡未満の建物を対象として 30,000 円/㎡を限度として、整備に要した経費の 2/3（住宅系）、1/2（非住宅系）を助成している。助成制度も規制制度同様に緑化面積と質に関して適用条件を定めている。よって、規制制度と同

表－2 屋上緑化に関する規制制度と助成制度

| 都道府県名  | 地域名   | 緑化規制制度名称                       | 屋上緑化の質に関する記載         | B-ルーフ適用 | 屋上緑化助成制度名称        | 適用条件                      | B-ルーフ適用 |
|--------|-------|--------------------------------|----------------------|---------|-------------------|---------------------------|---------|
| 1 北海道  | 札幌市   | 札幌市緑の保全と創出に関する条例               | 風致地区のみ適用のため除外        | 規制なし    |                   |                           | 助成なし    |
| 2 宮城   | 仙台市   | 杜の都の環境をつくる条例                   | 面積算定上樹木が有利           | △       | 建築物等緑化助成制度        | 用件を満たすには樹木が必要             | ×       |
| 3 埼玉   | さいたま市 | さいたま市みどりの条例                    | 掘土・在来種を推奨            | ○       | みどりの街並みづくり助成事業    | 特になし                      | ○       |
| 4 東京   | 千代田区  | 千代田区緑化推進要綱                     | 特になし                 | ○       | 千代田区ヒートアイランド対策助成金 | 飛散しやすい小・砂利などの使用は不可        | △       |
| 5 東京   | 中央区   | 中央区花と緑のまちづくり推進要綱               | 特になし                 | ○       | 中央区花と緑のまちづくり推進要綱  | 特になし                      | ○       |
| 6 東京   | 港区    | 港区みどりを守る条例                     | 土壌厚 30cm 未満は面積算定が不利  | △       | 屋上緑化の助成           | 特になし                      | ○       |
| 7 東京   | 新宿区   | 新宿区みどりの条例                      | 昆虫や鳥などの生き物の生息環境にも考慮  | ○       | 屋上等緑化助成制度         | 土厚 30cm を境に助成額が変動         | △       |
| 8 東京   | 文京区   | 文京区みどりの保護条例                    | 土が露出している裸地、砂利敷きなどは不可 | ×       | 屋上等緑化助成制度         | 用件を満たすには樹木が必要             | ×       |
| 9 東京   | 台東区   | みどりの条例                         | 灌水装置が必要              | ×       | 台東区民間施設緑化推進助成金制   | 特になし                      | ○       |
| 10 東京  | 墨田区   | 墨田区集合住宅の建築に係る居住環境の整備及び管理に関する条例 | 灌水機能が必要              | ×       | 屋上緑化助成制度          | 特になし                      | ○       |
| 11 東京  | 江東区   | 江東区みどりの条例                      | 笹類、コケ類の植栽可能          | ○       | みどりのまちなみ緑化助成制度    | 土厚 30cm を境に助成額が変動         | △       |
| 12 東京  | 品川区   | 品川区みどりの条例                      | 特になし                 | ○       | 屋上等緑化助成制度         | 土厚により助成額が変動               | △       |
| 13 東京  | 目黒区   | 目黒区みどりの条例                      | 特になし                 | ○       | みどりのまちなみ助成        | 土厚により助成額が変動               | △       |
| 14 東京  | 大田区   | 大田区開発指導要綱第 9 条・要綱施行細則第 6 条     | 特になし                 | ○       | 屋上緑化・壁面緑化助成制度     | 自動灌水装置が必要                 | ×       |
| 15 東京  | 世田谷区  | 世田谷区みどりの基本条例                   | 特になし                 | ○       | 屋上緑化・壁面緑化助成制度     | 土厚 15cm を境に助成額が変動         | △       |
| 16 東京  | 渋谷区   | 渋谷区みどりの確保に関する条例                | 特になし                 | ○       | 屋上緑化助成制度          | 特になし                      | ○       |
| 17 東京  | 中野区   | 中野区みどりの保護と育成に関する条例             | 特になし                 | ○       |                   |                           | 助成なし    |
| 18 東京  | 杉並区   | 杉並区みどりの条例                      | 用件を満たすには樹木が必要        | ×       | 屋上緑化助成            | 特になし                      | ○       |
| 19 東京  | 豊島区   | 豊島区みどりの条例 豊島区緑化計画指針            | 特になし                 | ○       | 屋上緑化助成制度          | 特になし                      | ○       |
| 20 東京  | 北区    | 東京都北区みどりの条例                    | セダム植栽可能              | ○       | 都市建築物緑化促進事業助成金    | 特になし                      | ○       |
| 21 東京  | 荒川区   | 荒川区みどりの保護育成条例                  | 特になし                 | ○       | エコ助成金交付制度         | 特になし                      | ○       |
| 22 東京  | 板橋区   | 東京都板橋区緑化の推進に関する条例              | 特になし                 | ○       | 屋上緑化助成制度          | 一年草の植物等は対象外               | △       |
| 23 東京  | 練馬区   | 練馬区みどりを愛し守りはぐくむ条例              | 植栽種類の指定あり            | △       | 屋上緑化助成制度          | 特になし                      | ○       |
| 24 東京  | 足立区   | 足立区緑の保護育成条例                    | 灌水装置が必要              | ×       | 足立区建築物緑化工事助成制度    | 土厚により助成額が変動               | △       |
| 25 東京  | 葛飾区   | 葛飾区緑の保護と育成に関する条例               | 特になし                 | ○       | 屋上緑化等補助金制度        | 特になし                      | ○       |
| 26 東京  | 江戸川区  | 東京における自然の保護と回復に関する条例           | 特になし                 | ○       |                   |                           | 助成なし    |
| 27 千葉  | 千葉市   |                                |                      | 規制なし    | 千葉市屋上壁面緑化助成金      | 用件を満たすには樹木が必要             | ×       |
| 28 神奈川 | 横浜市   | 緑の環境をつくり育てる条例                  | 特になし                 | ○       | 横浜市内屋上緑化等助成制度     | 植栽種により助成額が変動              | △       |
| 29 神奈川 | 川崎市   | 川崎市緑の保全及び緑化の推進に関する条例           | 用件を満たすには樹木が必要        | ×       | 屋上緑化助成            | リサイクル材を主として使用した場合は助成額が増加  | ○       |
| 30 神奈川 | 相模原市  | 首都圏近郊緑地保全法                     | 特になし                 | ○       | みどりのまちづくり奨励金      | 特になし                      | ○       |
| 31 新潟  | 新潟市   |                                |                      | 規制なし    |                   |                           | 助成なし    |
| 32 静岡  | 静岡市   |                                |                      | 規制なし    | 静岡市緑化奨励補助金        | 特になし                      | ○       |
| 33 静岡  | 浜松市   | 浜松市緑の保全及び育成条例                  | 用件を満たすには樹木が必要        | ×       | 屋上及び壁面緑化植物等交付制度   | 特になし                      | ○       |
| 34 愛知  | 名古屋   | 緑化地域制度                         | 特になし                 | ○       | みどりの補助金           | 灌水装置が必要                   | ×       |
| 35 京都  | 京都市   | 京都府地球温暖化対策条例（府条例）              | リサイクル材を推奨            | ○       | 京のまちなみ緑化助成制度      | 野菜類も可能                    | ○       |
| 36 大阪  | 大阪市   | 建築物に付属する緑化指導指針                 | 多年草など可能              | ○       | みどりづくり施設助成        | 特になし                      | ○       |
| 37 大阪  | 堺市    | 堺市緑の保全と創出に関する条例                | 低木のみは不可、灌水装置必要       | ×       | 堺市地域緑化助成制度        | 樹木等の育成・保護、花壇・菜園は対象外       | △       |
| 38 兵庫  | 神戸市   | 神戸市建築物等における環境配慮の推進に関する条例       | 基本可能                 | ○       | 県民まちなみ緑化事業        | 土厚 30cm を境に助成額が変動         | △       |
| 39 岡山  | 岡山市   |                                |                      | 規制なし    | 屋上緑化・壁面緑化推奨事業     | 特になし                      | ○       |
| 40 広島  | 広島市   | 広島市地球温暖化対策等の推進に関する条例           | 特になし                 | ○       | 民間建築物等緑化事業補助金     | 特になし                      | ○       |
| 41 福岡  | 北九州市  |                                |                      | 規制なし    | 民間建築物屋上緑化補助事業     | 樹木及び芝等地被植物などを植栽           | ○       |
| 42 福岡  | 福岡市   |                                |                      | 規制なし    | 緑化助成事業            | 芝、リュウノヒゲ、アイビー類、ササ類、シダ植物など | △       |
| 43 熊本  | 熊本市   |                                |                      | 規制なし    | 熊本市屋上緑化補助金        | 樹木、芝、地被植物                 | ○       |

様の基準で B-ルーフの適用条件を「×」「△」「○」で判定した。その結果、助成制度が存在する都市のうち、B-ルーフで対応できるのは 21 都市 (54%) であった。また、13 都市 (33%) で土壌厚により補助金額が増減する (江東区など 6 都市)、植栽種類により補助金額が変わる (横浜市)、一年草は対象外となる (板橋区) など他の屋上緑化工法と比較して B-ルーフが不利となる可能性が高いことが確認できた。さらに、5 都市 (13%) で樹木が条件となる (仙台市、文京区、千葉市)、灌水装置を条件とする (大田区、名古屋市) など B-ルーフでは満たすことが難しい条件を設定していた。一方、リサイクル材を主として使用した場合、補助金額が 20%増額する川崎市のように、積極的な B-ルーフの導入に結び付く条件を定めている都市もあった。

#### 4. 考察

##### (1) B-ルーフの実施事例

B-ルーフは、スイスとイギリスを中心に整備が進められており、その目的は、動植物の生息・生育地の確保、建物の温熱環境改善、雨水流出抑制、外観や周辺景観との調和が主であった。B-ルーフの広がりには、イギリスの Gedge らがロンドン近郊のクロジョウビタキなどの生息・生育地を保全するため、同手法を適用したことが大きく影響している。この試験的な取り組みと研究が評価され、地域レベルの生物多様性戦略や屋上緑化基準、加えて補助事業プログラムに適用され、スイスとイギリスの都市域で B-ルーフが普及した。つまり、B-ルーフの機能が調査研究によって明らかになり、その後、法規制や助成制度が整備されるとともに普及が促進された構図が明らかになった。我が国の生物多様性に配慮した屋上緑化は集約型がほとんどであるが、コストや管理の面で課題も残されている<sup>3)</sup>。よって、人の管理が難しいような屋上もしくは周辺から見る事が出来ない屋上などを、粗放型屋上緑化によって生物の生息空間とする取り組みなども今後は重要になると考えられる。このニーズに対応するためには、培地や土層厚の検討などの技術的開発に加え、動植物の生息・生育地としての効果や環境改善効果をモニタリングなどにより定量的に評価する試みが重要である。モニタリングにおいては、既存事例で示されたように都市化による土地利用の変化により絶滅の危機に瀕している鳥類や昆虫類を目標種とするなど社会的関心を高める工夫が求められる。B-ルーフの生物生息空間や環境改善効果を提示し、集約型だけでなく粗放型屋上緑化の必要性も議論していくことが、法規制など政策面での支援に今後影響を与える可能性が高いと考える。

##### (2) 屋上緑化の法規制と助成制度

既存事例で確認した通り法規制や助成制度が B-ルーフの普及に与える影響は大きい。そのため、我が国の屋上緑化に関する法規制及び助成制度を調査し、B-ルーフへの適用に関して考察した。その結果、現状の建築行為などに伴う緑化規制制度は、一部地域で樹木や灌水装置設置が条件となっており、B-ルーフによる屋上緑化が面積として参入できる地域は 69%、条件付きを含めても 78%であった。また、現状の助成制度は樹林を誘導しているものも多く、B-ルーフで助成の条件を満たす地域は 54%、他の屋上緑化工法と比較して助成金額などが不利となる地域が 33%存在することが明らかになった。さらに、集約型か粗放型かに関わらず屋上緑化が生物生息環境として位置付けられていない地域も存在した。現状の屋上緑化に関する法規制や助成制度は B-ルーフの普及には十分対応出来ない可能性が高いといえる。一方、日本で近年広く普及している建築環境総合性能評価システム (CASBEE) では、評価項目の一つとして生物生息環境の保全と創出や再生資材の利用が加えられている。また、ドイツ・ベルリン市や韓国ソウル市では、生物の生息環境や雨水流出抑制などに寄与する屋上緑化を設けることで、容積率ボーナスなどの支援が得られる制度

も運用されている。これら社会の多様なニーズに対応するには様々な屋上緑化技術が求められるため、集約型屋上緑化に加え B-ルーフが普及できるよう継続的な制度の見直しが必要となると考える。

#### 5. 結論および今後の課題

都市における草地生態系の再生を目的とし、循環型工法で整備される B-ルーフを対象として、世界各国の既存事例の調査、日本の法規制と助成制度との関係を踏まえた B-ルーフ適用可能性と課題の調査を実施した。その結果、B-ルーフは先行事例において生態系保全に結びつくデータが示されたことにより、普及が促進され法制度が整備されていったこと、我が国の法規制や助成制度は集約型の屋上緑化を想定したものも多く、一部に灌水装置や土層厚に関する規定が存在するため、B-ルーフの普及に不利に働く地域もあることが明らかになった。今後の我が国の屋上緑化は管理状況、人の利用が可能か否か、可視不可視の状況などもよって、集約型だけでなく粗放型の屋上緑化の普及も推進する必要がある。その一つのアプローチとして B-ルーフの導入を進めるためには、B-ルーフの試験的設置とモニタリングによる各種効果確認と啓発を行うことにより B-ルーフに関する社会的関心を高め、現在の屋上緑化に関する法規制や助成を見直すことが求められる。

現在、我が国の建築物再生資材である、瓦やコンクリートガラ、茅葺屋根再生資材を用いて、千葉市において B-ルーフを試験施工し植物の生育や生息生物のモニタリングを実施している。ここでは、無灌水で夏場も植栽を維持出来ており、日本の気象状況であっても灌水装置なしの低管理状態で植栽を維持出来る可能性が示唆されている。ただし、コンクリートはアルカリ耐性の種でないとい生育が難しいとの既往研究<sup>14)</sup>もあり、今後の研究が求められる。また、イギリスの事例にある生物多様性保全のシンボルとなる指標種の選定手法や、粗放型屋上緑化に関する社会的合意形成を図るための一般参加型モニタリング、さらには、B-ルーフの普及に資する法制度や助成制度の提案なども今後の研究課題になる。加えて、「バイオダイバース・ルーフ」の適当な日本語名称の検討も我が国への技術導入には重要な課題であると考えられる。

#### 補注及び引用文献

- 1) 国土交通省：平成22年全国屋上・壁面緑化施工実績調査結果：<[http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi10\\_hh\\_000075.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi10_hh_000075.html)>、2011.8.31更新、2012.9.1参照
- 2) Kristin L. Getter and D. Bradley Rowe (2006) : The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development : HortScience 41(5), 1276-1285
- 3) 永瀬彩子・野村昌史 (2010) : 生物多様性を目的とした屋上緑化のための植栽設計・管理：特殊緑化技術に関する研究発表会、都市緑化機構、3-10
- 4) 小路敦 (2003) : 野草地保全に向けた景観生態学的取り組み：日本草地学会誌 48(6), 557-563
- 5) 猪倉雅生 (2004) : 都市環境改善の視点から見た建築物緑化の展望：日本政策投資銀行調査レポート 61, 74pp
- 6) 須賀丈・丑丸敦史・岡本透 (2012) : 草地と日本人：築地書館、244pp
- 7) 山口隆子・横山仁・石井康一郎 (2005) : 軽量薄層型屋上緑化システムにおけるヒートアイランド緩和効果：ランドスケープ研究 68(5), 509-512
- 8) 池田穰・高見元久・犬山雅章・寺口善也 (2001) : 屋上緑化資材セダムマットの雨水流出緩和効果：日本緑化工学会誌 27(1), 201-204
- 9) 養父志乃夫・中島教司・山田宏之・中尾史郎 (1997) : 市街地ビル屋上における小ビオトープの形成に関する実証的研究：土木学会環境システム研究論文集 25, 67-75
- 10) The International Greenroof & Greenwall Projects Database: <<http://www.greenroofs.com/projects/>>、2012.8.20参照
- 11) Moos Filtration Plant Zurich : <<http://livingroofs.org/20100315195/green-roofs-of-the-world/moos-zurich.html>>、2010.3.15更新、2012.8.20参照
- 12) Stephan Brenneisen (2006) : Space for Urban Wildlife: Designing Green Roofs as Habitats in Switzerland : Urban Habitats 4(1), 27-36
- 13) Aleksandra Kazmierczak, Jeremy Carter (2010) : Adaptation to climate change using green and blue infrastructure : A database of case studies, University of Manchester, 105-109
- 14) 中山祐一郎・青木大輔・北宅善昭・大木理 (2004) : 堺第 7-3 区埋立処分場 H ボンドにおける植生とバイオマス生産：大阪府大院農生学術報告 56, 57-63