

グリーンインフラとして計画された調の森 SHI-RA-BE の 多機能性評価

Creation and Research Utilization of SHI-RA-BE Forest as Green Infrastructure

北野 雅人 Masato Kitano*¹ 向井 一洋 Kazuhiro Mukai*²
槌尾 健 Takeshi Tsuchio*² 西田 恵 Megumi Nishida*²
鈴木 康平 Kohei Suzuki*³ 林 紀男 Norio Hayashi*⁴
下野 綾子 Ayako Shimono*⁵

梗概

調の森 SHI-RA-BEは、2019年に竹中技術研究所にグリーンインフラ・生物多様性保全の研究開発フィールドとして設置され、これまでに様々なデータが蓄積されてきた。例えば、雨水貯留浸透技術と鳥類を指標とした緑地計画支援技術では、各技術の狙いとする有効性が定量的に把握でき、半自然草地の再生研究や絶滅危惧種の生息域外保全研究では、新たなランドスケープ設計支援に有益な知見が得られた。また、当フィールドでの都市農業の試行において、菜園活動に自主的に参加することが社内コミュニケーションの活性化に有効となる知見が得られた。

キーワード：グリーンインフラ、生物多様性、ランドスケープ、自然共生

Summary

After we created “SHI-RA-BE” Forest in 2019, as a research and development field for green infrastructure and biodiversity conservation in the landscape of Takenaka R & D Institute, three years have passed. For example, in “Randscape” and “Supporting for green space planning considering urban birds”, the targeted effectiveness of each technology could be quantitatively evaluated after the creating. “Restoration of grassland” and “Conservation for endangered species” suggested findings that contribute to future landscape planning. Also, in “Urban agriculture”, voluntary participation in vegetable garden activities was found to be effective in stimulating communication.

Keywords: green infrastructure, biodiversity, landscape, symbiosis with nature

1 はじめに

人口減少、自然災害、財政難や人材難などの社会課題に直面するわが国では、2015年からの国土交通省の施策整備を契機に、「グリーンインフラ」への自治体や企業の注目が高まっている。グリーンインフラとは、自然に備わる多面的な機能に着目し、それらの多様な活用方法を生み出すことで、持続可能な社会を実現しようとする新しい考え方であり、社会資本の効率的な利用、新たな資金獲得方法として、社会・経済活動の振興につながると考えられている。また、2022年の国連生物多様性条約第15回締約国会議（COP15）では、2030年までのネイチャーポジティブ実現に向けた2030年グローバル生物多様性枠組みが採択され、今後の世界経済は、脱炭素だけでなく、自然に投資しネイチャーポジティブな経済促進が急速に活発化している。企業にとってグリーンインフラや生物多様性保全の取り組みは、これまでの社会貢献活動から、ビジネスを継続していくための必須要件という位置づけになりつつある。

これらの動きを踏まえ竹中技術研究所では、同敷地内に「調の森 SHI-RA-BE」をグリーンインフラと生物多様性保全の研究開発フィールドとして設置した。調の森 SHI-RA-BEでは、自然の多面的機能を活かした技術を開発・

*1 技術研究所 主任研究員 Chief Researcher, Research & Development Institute

*2 技術研究所 研究主任 Senior Researcher, Research & Development Institute

*3 設計本部 シニアチーフデザイナー Senior Chief Designer, Design Division Head Office

*4 千葉県立中央博物館 The Natural History Museum and Institute, Chiba

*5 東邦大学 植物生態学研究室 准教授 Associate Professor, Plant Ecology Laboratory, Department of Biology, Toho University

実践し、様々な社会課題への解決方策案を提示することで、顧客の企業価値の向上に貢献することを目的としている。本稿では、設置から3年が経過した調の森 SHI-RA-BEにて実装した技術の効果等や、多分野に跨る研究活動の成果について紹介する。

2 雨水貯留浸透技術 レインスケープ

2.1 概要

近年、都市部では、ゲリラ豪雨や台風による水害（内水氾濫）が頻発し、合流式下水道の雨天時越流による水質汚濁が問題になっている。これらの現象は、都市化による雨水浸透面積の減少に気候変動の影響が加わり、今後ますます深刻化すると考えられる。これに対し国や自治体では、雨水の地下浸透を推奨し、下水道などへの流出抑制などの対策を推進している。

都市水害対策の手法として自然の多機能性を活用することを特徴とするレインガーデンを活用し、まちづくりと一体となった治水に注目が集まっている。これらレインガーデンは、国内において適用事例が増えつつあるが、まだ実規模の施設における効果検証事例が少なく、設計や維持管理の根拠となるデータが不足している点が課題である。そこで当社は、自然の多機能性を活かしながら都市の水害問題を解決するレインスケープを開発した。調の森 SHI-RA-BEでは、集水面積が $2,500\text{m}^2$ の実規模のレインスケープを導入し、その効果検証を行っている（Photo 1）。Fig. 1に、調の森 SHI-RA-BEにおけるレインスケープの配置図を示す。調の森 SHI-RA-BEのレインスケープは、地中の堰により越流高さの異なる4つの区画に分割されており、降雨初期にはそれぞれの区画で個別に水位が上昇するが、降雨量が増えると、隣接の池も含めた一体の水面が現れる。池と隣接する位置に配置され、豪雨時には池と一緒に雨水を一時貯留・浸透させることが可能である。

2.2 効果の検証

降雨状況を把握するため、敷地内には、転倒ます型の雨量計を設置し、15分間隔で降水量を記録した。また、レインスケープ内では、豪雨時の雨水貯留浸透量を把握することと、長期運用での浸透量の変化を把握することを目的とし、区画①～④の底面に圧力式の水位センサーを設置し、1分間隔で水位変動を記録した。豪雨時に貯留した雨水が速やかに地中浸透されることで、平時の状態へと戻るが、長時間、地表付近に水たまりが残ると蚊の発生場所となり衛生面でのリスクが生じる。そのため、複数回大雨が降っても速やかな排水機能が維持されること、また浸透能が低下してきた際には適切な維持管理を行うことが重要となる。

2.3 結果・考察

調の森 SHI-RA-BEに設置されたレインスケープでは、2019年の千葉県豪雨時には、平年10月の1ヶ月分に相当する雨（降水量 219mm ）がわずか半日で降った。Fig. 2に貯水状況の写真と降水量の推移のグラフを示す。降雨が継続した10時間で、集



Photo 1 調の森のレインスケープ
Rainscape in SHI-RA-BE Forest



Fig. 1 調の森のレインスケープの配置図
Layout of the Rainscape

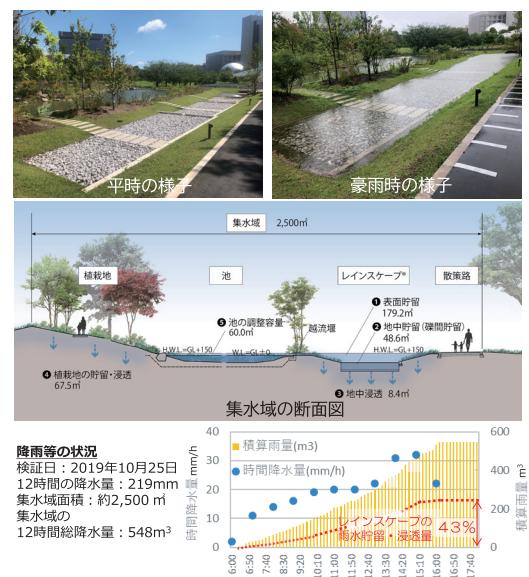


Fig. 2 2019年10月千葉県豪雨時の貯留浸透量
Storage infiltration volume during heavy rainfall in Chiba

水域の総降水量の約43%に相当する 236m^3 をレインスケープ部分で貯留浸透した。これに、レインスケープと池を除く植栽地の貯留浸透量 67.5m^3 と、池の調整容量 60m^3 も加算すると、合計で 363.7m^3 の貯留浸透能を有することを確認した。本集水域に関しては日本建築学会発行の「雨水活用技術規準」が推奨する蓄雨高 100mm/m^2 を達成していることが明らかとなった。

2019年9月の竣工時より継続している水位モニタリング結果より、現在までの約3年間のうちに発生した豪雨のうちオーバーフロー枠の流入口にあたる $\text{GL} + 150\text{mm}$ まで水位が達したのは、前述の2019年10月の千葉県豪雨時と2023年6月の台風2号に伴う豪雨時である。Fig. 3には2023年6月の台風2号に伴う豪雨時（降雨継続時間34時間、累積雨量264mm）の降水量と水位の変化を示す。6/2午前1時30分頃から断続的に降雨が発生し、レインスケープ内の水位にも変動が確認された。特に、6/3午前0時～午前3時の3時間累積 65.5mm の豪雨によりレインスケープ内の水位が急上昇し、6/3午前5時30分頃に満水状態となっていることが確認された。降雨終了後の水位変動からは、満水状態（ $\text{GL} + 150\text{mm}$ ）から貯留水が完全に浸透し平時の状態に戻る（ $\text{GL} - 600\text{mm}$ ）までに2.5日程度の時間を要することが確認された。2019年時点では把握できなかった詳細な水位変化を実測により確認し、運用4年目においてもレインスケープが高い浸透能を維持していることが示された。

3 鳥類を指標とした緑地計画支援技術

3.1 概要

鳥類を指標とした緑地計画支援技術とは、都市の生物多様性の指標となる鳥類に着目し¹⁾、鳥類の生息データから各種の生息確率をモデリングし周辺環境等を踏まえた適切な目標種選定と、その目標種が選好する環境の作りこみを支援する技術である²⁾。調の森 SHI-RA-BEは、改修前は荒地内にソーラーパネルが設置されている無機質的な環境であったが、改修後には地域の景観や生物多様性に配慮した緑地や水景を設置した。鳥類への配慮の計画フローとしては、まずはマルチスペクトル衛星画像にて高い緑被率エリアの抽出によって計画地周辺におけるコア緑地を推定し、計画地においてベースとなる鳥類相を把握した。独自に構築した鳥種ごとの生息モデルの活用や（Fig. 4）、印西市が定期的に実施している自然環境調査結果を基に、プロジェクトにおける具体的な高木・低木面積や周辺の緑被率等の説明変数から種ごとの生息確率を推定して、景観ごとの現実的な目標種を選定した（Table 1）。その上で、目標種が選好する景観作りや樹種選定を行う、という手順で実施した。

3.2 効果の検証

(1) ルートセンサス

調査範囲にてルートセンサス（あらかじめ決められたルートに沿って動植物の出現種数等を調査する方法）を実施した。Fig. 5の緑点線のルートを踏査しながら、ルートの左右 25m 程度の範囲に出現する鳥類を目視や鳴き声等により確認した。ルートセンサスは30分間の調査を毎月12回、年間を通して実施した。竣工前（2017年11月～2018年10月）、竣工後3年目まで（2020年5月～2023年4月）同様の頻度で行った。

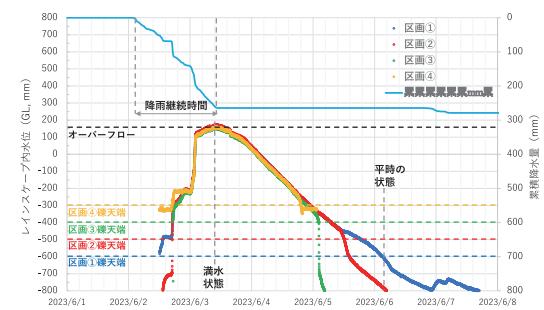


Fig. 3 2023年6月の累積雨量とレインスケープ内水位の変化

Cumulative rainfall in June 2023 and changes in water levels in the Rainscape



Fig. 4 鳥種ごとの生息モデル
Habitat model for each bird species
※横軸は各説明変数の値を標準化した数値

Table 1 景観ごとの目標種一覧
List of target species at each landscape

目標景観	目標種
林床が疎な樹林	モズ、シジュウカラ、カワラヒワ、コゲラ、ジョウビタキ、オナガ
階層構造のある樹林	エナガ、メジロ、シロハラ、アカハラ、シメ、アオジ、ヤマガラ
水域	カルガモ、コサギ、アオサギ、カワセミ、キセキレイ、イソヒヨドリ
高茎草地	ウグイス、ホオジロ、セッカ
低茎草地	ツグミ、ヒバリ、タヒバリ

※太字斜体：千葉県のレッドリスト掲載種



Fig. 5 鳥類の調査場所
Location of bird survey

(2) トレイルカメラによる自動撮影

動物の熱を検知し自動で撮影するトレイルカメラを小川部や水域際の止まり場、バードバス（水盤）の前にそれぞれ設置し（Fig. 5の青●），計4台で水場を利用する鳥類のモニタリングを行った（Fig. 5）。トレイルカメラによるモニタリングは、竣工後2021年10月から年間を通して実施した。

3.3 結果・考察

ルートセンサスで確認された鳥類の種数は、工事前は年間24種だったが、工事後1年目は32種、2年目、3年目はともに34種、工事後3年間のルートセンサスで確認された種数は合計41種と大きく増加していることが示された。また、トレイルカメラではルートセンサスで確認できなかった4種を新しく確認しており、工事後3年間で確認された種数は計45種だった。

種組成を見てみると、水域が新しく造設されたこと、また樹林部も増加したことから水辺性の鳥種と樹林性の増加が確認できた（Fig. 6）。草地のような開けた環境は工事後はむしろ減少したものの、アオジ（*Emberiza spodocephala*）等の開けた環境を好む鳥類の増加も確認できており、様々な景観において鳥類の多様性が安定して増加している結果となった。

一般化加法混合モデル（Generalized Additive Mixed Model）による調査回あたりの確認種数の月ごとの推移をFig. 7に示した。ほぼすべての観察月で、調査回あたりの確認種数が増えており、造成によって緑地の質が高まり、年間を通して生物多様性が向上していることが示された。

並行して竣工後に新たに実施したトレイルカメラを用いた調査では、ルートセンサスでは確認できなかったゴイサギ（*Nycticorax nycticorax*）やトモエガモ（*Anas formosa*）、夜行性のフクロウ（*Strix uralensis*）やヤマシギ（*Scolopax rusticola*）が確認された。

ルートセンサスの調査努力量は大きかったものの（30分×12回/月），それでもルートセンサスでは確認しきれない種がトレイルカメラで確認できたことから、従来の人による調査を補足する調査としてトレイルカメラを活用した調査の有益性が示唆された。

今回造成するに先立って、選定した25種の目標種の内、竣工後に23種の飛来が確認された。高茎草地における目標種に選定したウグイス（*Cettia diphone*）とセッカ（*Cisticola juncidis*）、低茎草地におけるタヒバリ（*Anthus rubescens*）は未確認であるものの、設定した多くの目標種の飛来は確認できており、生息モデルによって造成後に飛来する種を一定程度予測できたと考えられる。

4 半自然草地の再生に関する研究

4.1 概要

調の森 SHI-RA-BEがある北総地域では、江戸時代まで「牧」と呼ばれる幕府の軍馬育成のための放牧場が広がっていた。歌川広重の浮世絵「富士三十六景 下総小金原」には、当時の牧に広大な草原が広がっている様子が描かれている³⁾。一方で、半自然草地はかつての家畜の餌や茅葺き屋根の材料、田畠に施用する肥料の材料といった里山的な利用の終焉や土地開発により、高度経済成長期以降全国的に消失が進んでいる⁴⁾。そのような歴史的・文化的な背景および社会課題を踏まえ、調の森 SHI-RA-BEでは半自然草地の再生方法の研究に取り組んでいる。

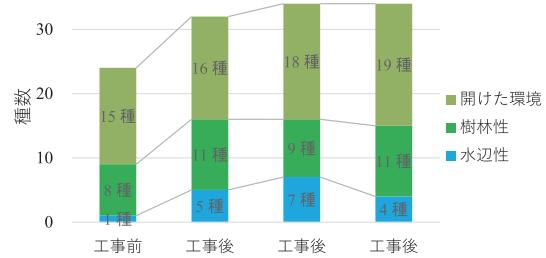


Fig. 6 各年における確認種数
Number of bird species observed in each year

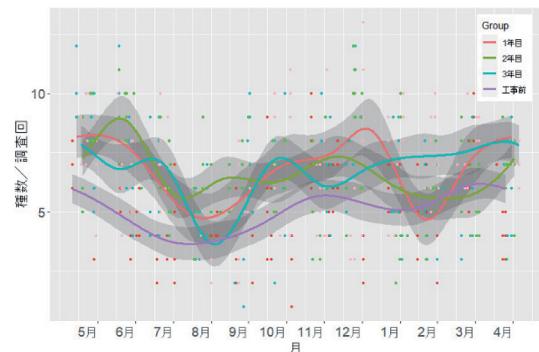


Fig. 7 GAMMによる調査回あたりの種数の推移
Number of bird species in each year by GAMM



Fig. 8 コドラートの配置図
Layout of quadrat

4.2 方法

本研究では、「Hay Transfer」と呼ばれる刈草の撒き出しによる半自然草地の再生手法⁵⁾に着目し、2020年にFig. 8に示す約300m²のエリアに2m×2mのコドラーートを28区画設け、厚さ200mmの基盤土壤（印西市の開発予定地から譲渡された半自然草地Aの表土および現場発生土）、緑化材料（近隣の白井市・印西市の半自然草地BおよびCから譲渡された刈草）、緑化方法（緑化材料の投入方法および投入量）の試験条件をTable 2の通り設定した。2021年10月に半自然草地BおよびCの維持管理の中で発生した刈草の譲渡を受け、日陰で風乾した後に同12月にコドラーート内に投入した。28区画のコドラーートに対しプラン・プランケ法⁶⁾による植生調査を行い、図巻等から種名を判定し草原性植物種数と外来種割合、植被率の推移を記録した。

4.3 結果・考察

本試験では半自然草地Aの表土を用い、半自然草地Bの刈草を採取面積重量比1倍で撒き出した条件下において最も多くの草原性植物種数が確認され、外来種割合も少ない傾向だった（Fig. 9, 10）。土中に刈草を漉き込んだ区や投入する刈草を3倍に増やした区では草原性植物の種数は増加しなかった。漉き込みは単純に地中から発芽できない種が減少した可能性があり、刈草の3倍投入区は植被率の増加が抑制されたことからマルチング効果により植物の発芽成長が抑制された可能性が考えられた（Fig. 11）。

今回の実験で主に材料として採用した半自然草地Bでは、2020年10月の草刈時の植生調査で21種の草原性植物が確認された。本試験ではそのうちタチフウロ（*Geranium krameri*）、トダシバ（*Arundinella hirta*）、クララ（*Sophora flavescens*）、ワレモコウ（*Sanguisorba officinalis*）等、1年目で13種（61.9%）の刈草由来の草原性植物が確認され、刈草撒き出しによる効果が確認された。なお、半自然草地Aの表土に含まれていた埋土種子由来の草原性植物も14種確認された一方で、現場発生土では外来種の割合が増加しており、刈草撒き出しを行う先の土壤が持つ種子ポテンシャルも最終的な結果に与える影響が大きいと考えられた。

5 都市農業の多面的機能の評価

5.1 概要

近年、コミュニティ形成やストレス解消等、都市菜園の持つ多面的な機能が着目されている⁷⁾。調の森 SHI-RA-BEでは2019年に100m²の有機菜園を設け（Photo 2）、地元の有機栽培農家の指導を受けながら、有志の従業員が週1回30分程の菜園活動を行い、栽培から収穫・調理、所内の交流イベントの開催等を行っている（Photo 3）。栽培品目は軟弱葉物、根菜類、夏野菜、豆類、芋類等、多岐にわたり、参加者の希望を抽出して決定する。収穫物は主に参加者や所員に配布し、その場での調理やイベントにも活用している。また、有機菜園の隣にはたい肥箱を設け、場内で発生した落葉・刈草・収穫物の残渣等をたい肥化して菜園等で使うことで、サーキュラーエコノミーにも取り組んでいる。

Table 2 試験条件
Trial condition

基盤土壤	緑化材料	緑化方法		区画数
		投入方法	投入量	
現場発生土区	半自然草地B (白井市内)	漉き込み	1倍	3
		撒き出し	1倍	3
			3倍	3
半自然草地A からの 表土導入区 (厚200mm)	対象区	なし	-	3
	半自然草地B (白井市内)	漉き込み	1倍	3
		撒き出し	1倍	3
			3倍	3
	半自然草地C (印西市内)	撒き出し	1倍	4
対象区	なし	-	-	3
			合計	28

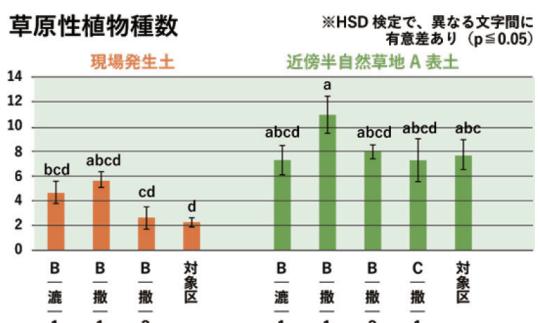


Fig. 9 各条件の草原性植物種数
Amount of grassland plant species in each condition

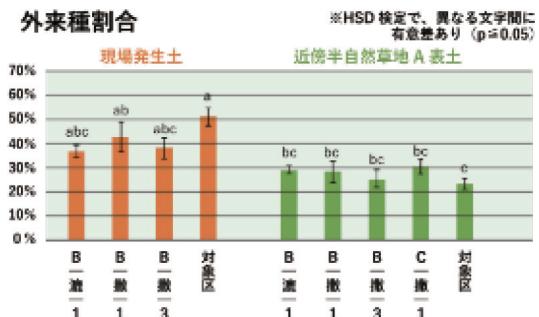


Fig. 10 各条件の外来種割合
Percentage of non-native species in each condition

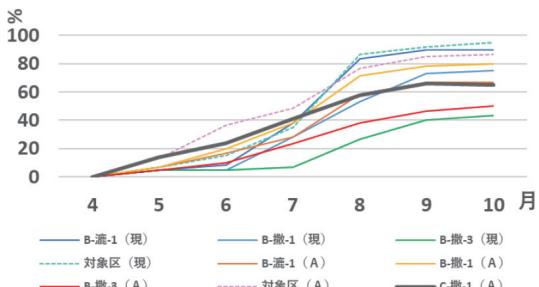


Fig. 11 各条件の1年目の植被率の推移
Percentage of green cover in the first year of each condition

このような企業緑地における菜園の導入は日本でも進む可能性があるものの、特に企業敷地内での菜園活動が従業員にもたらす影響を調査した研究は少ない。本研究は、企業敷地内における菜園活動が従業員の心身の健康やコミュニケーション活性化等にもたらす効果の評価を試みた。

5.2 方法

まず、従業員267人を対象に直近1年間の参加状況とPOMS (Profile of Mood States)⁸⁾に関するウェブアンケート（有効回答数：100）を行い、菜園活動の参加回数を多（月1回以上の参加：11人）、少（月1回未満の参加：20人）、なし（69人）に分類し、各群のPOMSの結果を比較した。次に菜園活動参加者に対し、活動日と非活動日にウェブアンケートでDAMS (Depression and Anxiety Mood Scale)⁹⁾による調査を行い、結果の比較を行った。

5.3 結果・考察

はじめに従業員全体へのウェブアンケートの結果、POMSの緊張－不安、怒り－敵意等の因子について、菜園活動への「参加多」が良好な結果であった（Fig. 12）。次に菜園活動参加者へのウェブアンケートの結果では、DAMSの「抑うつ」の3因子（沈んだ・暗い・嫌な）と「不安」の3因子（不安な・心配な・気がかりな）において、「まったく当てはまらない」の回答割合が参加日に有意に増加した（データ省略）。

上記の結果から菜園活動に参加することで、スポット的な参加と継続的な参加のいずれにおいても、参加者の不安や緊張等のネガティブな精神状態を改善する効果が得られる可能性が示唆された。

6 絶滅危惧種の生息域外保全の取り組み

6.1 概要

千葉県北西部にある印旛沼ではかつて20種類の沈水植物が生育していた¹⁰⁾が、水質の悪化や干拓事業の影響により1994年に野生絶滅が報告されている¹¹⁾。昨今の湿地や湖沼の生物多様性は、全国で同様に危機的な状況にある。

調の森 SHI-RA-BEでは上記の社会課題への対策の一つとして、2019年10月に水面面積418m²、最大水深0.8mの雨水と井水を水源とする人工池を設けるとともに、印旛沼流域内の湖底の土壤に眠るシードバンクから復活させた地域性遺伝子を持つ沈水植物株を千葉県立中央博物館より譲り受け、域外保全の実証実験を開始した（Photo 4）。

6.2 方法

2019年10月にガシャモク (*potamogeton dentatus*) とエビモ (*Potamogeton crispus*)、2020年6月にコウガイモ (*Vallisneria denseriflora Makino*) とセキショウモ (*Vallisneria asiatica*)、ヒロハノエビモ (*Potamogeton perfoliatus*)、クロモ (*Hydrilla verticillata*)、イトモ (*Potamogeton pusillus*)、2020年8月にササ



Photo 2 調の森 SHI-RA-BEの有機菜園
Organic vegetable garden in SHI-RA-BE Forest



Photo 3 有機菜園での収穫活動
Harvesting activities in the Organic vegetable garden

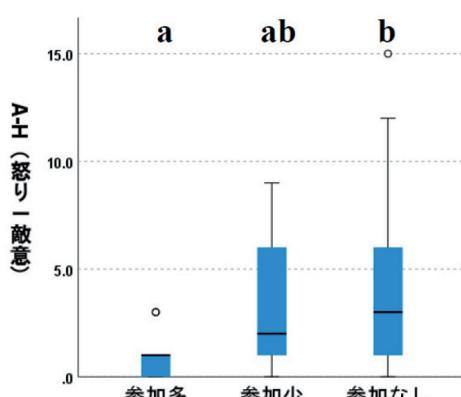
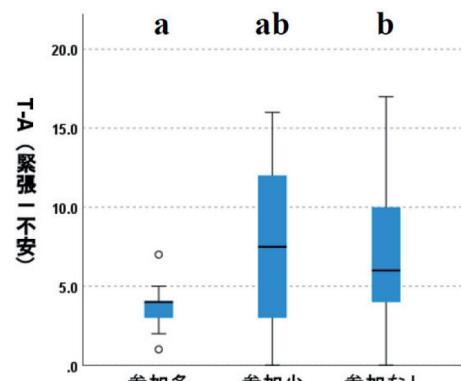


Fig. 12 POMSの結果
Results of POMS
※同一アルファベット間には有意差がないことを示す

バモ (*Potamogeton malaianus*) とオオササエビモ (*Potamogeton anguillanus*), を池に移植した。移植に際しては調の森 SHI-RA-BE の外部からの動植物の持ち込みを防ぐため、敷地内の別の区画に1,000リットルのタンクを設置し、養生期間を経てそれらの混入がないことを確認した後に、翌年以降に移植する方法を採用した。

6.3 結果・考察

2022年9月に調査した移植後の植物の分布をTable 3, Photo 5 に示した。林ら (2023) が既報で示す通り、環境省のレッドリスト掲載種であることから優先度の高かったガシャモクの安定した生育が確認されており、生息域外保全の取り組みとしては一定の成果が示唆されている¹²⁾。また千葉県レッドリスト掲載種のクロモについても池内での安定した生育が確認されている。一方で、ヒロハノエビモやオオササエビモらは消失した。今後の課題として、優占種と他の種の共存のための管理方法の検討が必要である。

また、2023年までの定期的なモニタリング調査では、アメリカザリガニ (*Procambarus clarkii*), ウシガエル (*Lithobates catesbeianus*), ミシシッピアカミミガメ (*Trachemys scripta elegans*), ナガエツルノゲイトウ (*Alternanthera philoxeroides*), オオバナミズキンバイ (*Ludwigia grandiflora subsp grandiflora*) 等の侵略性を持つ外来種の意図しない移入や魚類の定着は確認されていない。企業敷地内のセキュリティラインの内側という特性を活かして外部からの生物持ち込みを防ぐこと、および上記養生期間を設けた後に移植を行いそれらの侵入を防ぐことで、貴重な動植物を保全することができている。

7 おわりに

調の森 SHI-RA-BE の設置から3年が経過し、様々な研究活動を通じて、雨水貯留機能や生物多様性保全、人の利活用の観点等から調の森 SHI-RA-BE のグリーンインフラとしての多様な機能を評価することができた。今後も引き続きモニタリング等を実施し、計画や維持管理における知見を蓄積していくとともに、地域生態系と調和し人と自然との共生を目指す様々なプロジェクトに各技術や取り組みを実装することで、自然共生社会の実現を目指していきたい。

また調の森 SHI-RA-BE では、2021年に国際的なグリーンインフラの認証制度である The Sustainable SITES Initiative (SITES) でGold認定を取得した。SITESは、世界で最も広く利用されているグリーンビルディング評価システムである LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) と同様に米国の認証機関 GBCI (Green Business Certification Inc.) が運用する屋外環境のサステナビリティを包括的に評価する認証である。今後は、調の森 SHI-RA-BE における実績を踏まえて、グリーンインフラ関連の当社の独自技術や取り組み等をまとめてパッケージとして提案することで、顧客のランドスケープでの地域課題解決や認証取得ニーズに対して、円滑な支援を進めていきたい。

謝辞

本研究を実施するにあたり、国立環境研究所気候変動適応センターの西廣淳副センター長、北海道大学大学院農



Photo 4 調の森 SHI-RA-BE の人工池
Artificial pond in SHI-RA-BE Forest

Table 3 導入した沈水植物と活着・拡大状況
Introduced submerged plants and their status of active and expanding

種名	導入年月	2022年9月時点 の池全体に占める生育面積	RD評価
ガシャモク	2019年10月	81%	環境省 I A
エビモ		1%>	
コウガイモ	2020年6月	10%>	千葉県 B
セキショウモ		1%>	千葉県 C
ヒロハノエビモ		0% (消失)	千葉県 A
クロモ		43%	千葉県 C
イトモ	2020年8月	11%	千葉県 B
ササバモ		1%>	千葉県 D
オオササエビモ		0% (消失)	



Photo 5 ガシャモクの生育状況
Growth of *Potamogeton dentatus*

学研究室の愛甲哲也准教授、松島肇講師に多大なるご協力をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Savard, J. P. L., Clergeau, P., & Mennechez, G. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* : 48 (3-4), 131-142, 2000.
- 2) 北野雅人、深谷肇一：「都市鳥類の生息モデルに基づいた緑地計画技術」、建設機械施工、Vol.68 (2), 89-94, 2016年。
- 3) 松戸市立博物館：富士三六景下総小金原、まつどミュージアム、No.17, 2009年。
- 4) 小椋純一：森と草原の歴史－日本の植生景観はどのように移り変わってきたのか－、古今書店、2012年。
- 5) Orsolya Valko, Zoltan, Radai, Balazs, Deak : Hay transfer is a nature-based and sustainable solution for restoring grassland biodiversity, *Journal of Environmental Management*, 311114816, 2022.
- 6) 独立行政法人土木研究所 水環境研究グループ河川生態チーム：新しい河川植生調査手法（案）、土木研究所資料、第4198号、24-25, 2011年。
- 7) 大倉健太郎：「リスク社会」における食をめぐる学校と地域コミュニティ－コロナ禍のアメリカ合衆国の問題意識と取組み－、武庫川女子大学大学院 教育学研究論集、第17号、2022年。
- 8) 横山和仁：POMS短縮版 手引と事例解説、金子書房、2005年。
- 9) 福井至：Depression and Anxiety Mood Scale (DAMS) 開発の試み、行動療法研究、第23巻、第2号、83-93, 1997年。
- 10) 浅間茂：手賀沼の水生植物、千葉県史料研究財団編、千葉県の自然誌本編5千葉県の植物2植生、県史44, 449-454, 2001年。
- 11) 浅間茂、林紀男：手賀沼の生態学2016、たけしま出版、2016年。
- 12) 林紀男、槌尾健、北村岳、北野雅人、松木和雄：「都市部に創出した池における土着水草の域外保全」、水草研究会誌 (114), 49-55, 2023年。