

生物多様性緑化実証フィールドにおける取組み —緑化計画に用いる植栽植物の品質・機能評価—

北條紗也^{*1}

当社では生物多様性への配慮から、技術研究所（茨城県つくば市）内に実証フィールドを設け、①植栽植物の品質評価、②植栽植物の品質に関与する環境条件、③植栽植物が鳥類の生育環境に与える影響について把握するため、3年に及ぶ実証試験を行った。その結果、①植栽植物であるコウライシバの活力度を示す指標である草丈を光学画像から推定できる可能性が示された。②気温や灌水量が植栽植物の品質に影響を与えることが明らかになった。③指標種を含む計13種の鳥類が確認されたことから、緑地整備・増設による一定の効果を示したものの、さらなる効果向上のためには、植栽する植物種だけでなく、植物に飛来する生物の繁殖時期まで考慮した緑化計画が必要であることが示された。

キーワード：生物多様性、緑化、植栽植物、活力度評価、鳥類モニタリング

1. はじめに

2022年12月、国連生物多様性条約第15回締約国会議（COP15）において、生物多様性保全に関する2030年までの世界目標「昆明・モントリオール生物多様性枠組」が採択された。参加国である日本においても生物多様性国家戦略が改定される¹⁾など、世界ならびに国内において生物多様性保全に関する大きな動きがみられる。本国家戦略の基本戦略には、日本国土における「生態系の健全性の回復」や「自然を活用した社会課題の解決」等が挙げられている。前者では自然保護を目的とした国立公園等の保護地域以外の場所で生物多様性の保全に資する地域である「OECM (Other Effective area-based Conservation Measures)」の設定、後者では生物多様性および生態系サービスに関する総合評価（JB0: Japan Biodiversity Outlook）に基づいた生態系の規模および質に関する評価がそれぞれ進められる。このことから、建築物に付随する緑地においても、維持・保全や発揮する機能の評価が求められることが予測される。

当社では、緑地を構成する植栽植物が全て健全な状態で、設計意図通りの機能を発揮する“高品質な緑地”の整備を目指し、緑化に関する実証試験の結果に基づいた計画力の向上に努めている（図-1）。具体的には、緑地を構成する植物が人の管理のもとで健全に生育し、顧客が望む機能（生物多様性保全効果、CO₂吸収能、ヒートアイランド現象緩和など）を十分に発揮する緑地の整備を目標としている。

当社技術研究所に整備した生物多様性緑化実証フィールド（以降、実証フィールド）（写真-1）では、緑化計画の質を高めるために、植栽植物の品質評価や、植栽植物の品質に関与する環境条件、植物が鳥類の生育環境に与える影響について把握するため、表-1中の●で示す調査項目を対象に3年におよぶ実証試験やモニタリング調査を行ってきた。本稿では「芝」に関連した実証試験結果を報告する。



図-1 当社の緑化に関する実証試験・取組み



写真-1 生物多様性緑化実証フィールド

*1 環境研究部

2. 生物多様性緑化実証フィールドについて

実証フィールド（延長71.5m、幅10.5m）は、2019年11月に当社技術研究所（茨城県つくば市）内に整備された（写真－2）。植栽した植物種は、在来の木本であるネズミモチ4本、ヒサカキ4本、ムラサキシキブ4本、テイカカズラ4m²（1区画1m²×4）ならびに、在来の草本であるヒメコウライシバ169m²、コウライシバ4m²（1区画1m²×4）である。後の2021年6月22日、同年7月29日にコウライシバを163m²、同年7月1日にヒメコウライシバを286m²増設した。

3. 植栽植物の品質評価

植物がもつ様々な機能（生物多様性保全効果、CO₂固定能、ヒートアイランド現象緩和など）を発揮させるためには、植物自体が常に健全である必要があり、そ

表－1 植栽植物の品質に関わる項目

調査項目	内容*
植物自体の品質 (活力度)	<ul style="list-style-type: none"> ●木本 葉や幹の色、枝葉の密度 など ●草本 葉の色、根の張り具合 など
植物の品質に 関与する環境条件	<ul style="list-style-type: none"> ○日照条件（建物との位置関係、日照時間） ●気象（温度、湿度、気圧、降雨・降雪量） ●灌水の有無 ●客土の状態 ○配植条件（植物間の密度 など） ●生物の関与（食害）の有無や程度 ●人の関与（管理）の有無や程度
植物が外部環境に 与える影響（機能）	<ul style="list-style-type: none"> ●生物多様性の保全 ○人への快適性（日除け、季節感 など） ○景観確保（緑視率 など） ○CO₂固定能 ○ヒートアイランド現象の緩和 ○雨水浸透・貯留・遮断効果


*「●」は、生物多様性緑化実証フィールドで調査を行った項目である。

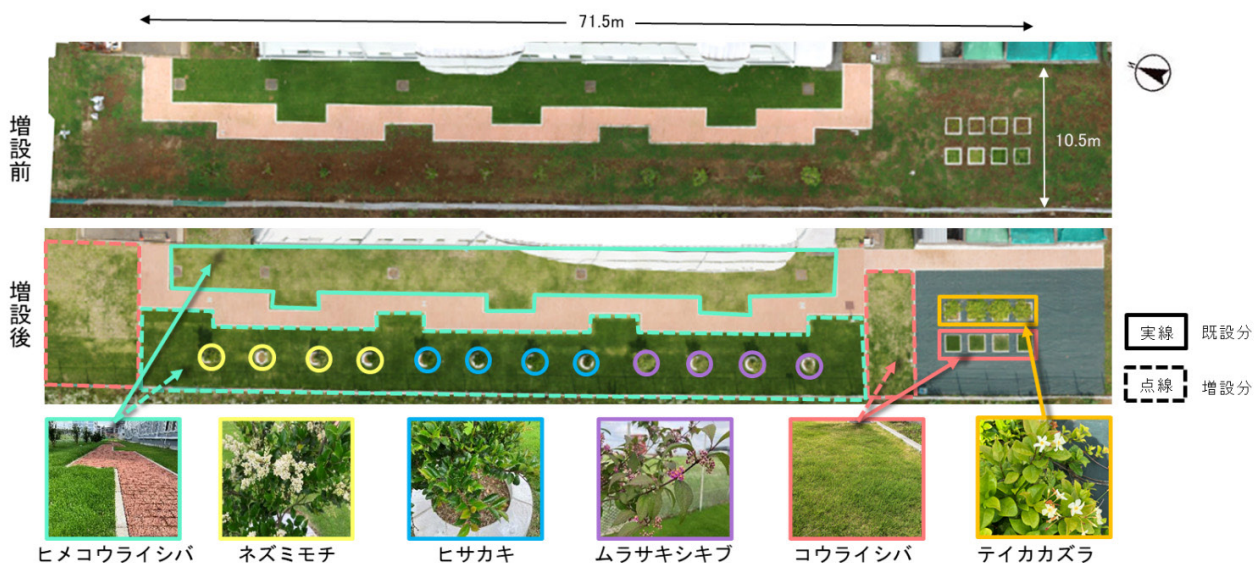
の活力の程度を常時把握することが求められる。植物の活力度を測る際には、一般に物理的な成長量の測定値や葉色の評価が採用される²⁾。そこで、空撮によって取得した正規化植生指標画像ならびに、Red, Blue, Greenの3バンドで構成される光学画像を対象に、画像中の葉色（輝度値）をもとにした成長量の推定可否を確認し、活力度評価への適用可能性を検討した³⁾。本章では、光学画像に関する結果を報告する。

3. 1 品質の評価方法

本実証は、コウライシバ4区画を対象に試験を行った。この区画では、個々の生育状態に差が生じやすくなるよう、区画毎に生育条件を変えて管理を行った（表－2）。

表－2 区画毎の生育管理条件

区画	No.1	No.2	No.3	No.4
写真				
元肥 散布量 普通化成肥 (N:P:K=8:8:8) 時期：2019年11月30日	40g/m ²	40g/m ²	40g/m ²	40g/m ²
追肥 散布量 普通化成肥 (N:P:K=8:8:8) 時期：3,9月	40g/m ² ・回	-	40g/m ² ・回	-
除草剤 散布量 クロルフルム水和剤 時期：3,7,11月	0.6g/m ² ・回	0.6g/m ² ・回	-	-
芝刈 実施時期：4,8,11月 草丈：約30mm	あり	あり	あり	あり
散水	雨水 灌水	雨水 灌水	雨水 灌水	雨水 灌水



写真－2 生物多様性緑化実証フィールド全景・増設範囲

また、光学画像との比較に用いるコウライシバの活力度の指標を「草丈」とし、1区画につき5本分の平均値を算出した。

光学画像は、写真-3のようにUAVであるMatrice600 (DJI社製) に搭載したカメラα 6000 (SONY社製) を用い、飛行高度10m、オーバーラップ率90%、サイドラップ率70%で撮影を行った。撮影時期の異なる画像を一律に評価するため、実証フィールドのレンガ舗装上に18%標準反射板 (コダック社製) (以降、反射板) を設置し、反射板が空撮範囲に納まるよう撮影を行った。画像処理ソフトであるMetashape (Agisoft社製) を用い、光学画像中のコウライシバの輝度値を標準反射板の輝度値で除して、3バンドの露出補正値を算出した (図-2)。空撮および草丈測定は、2020年5、7、8、10、11、12月に1回ずつ (計6回) 実施した。

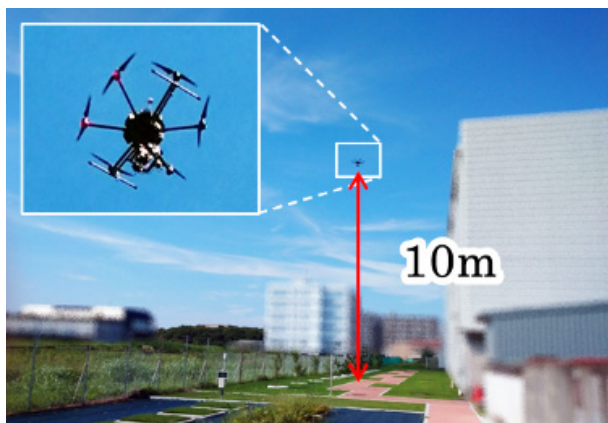


写真-3 空撮状況

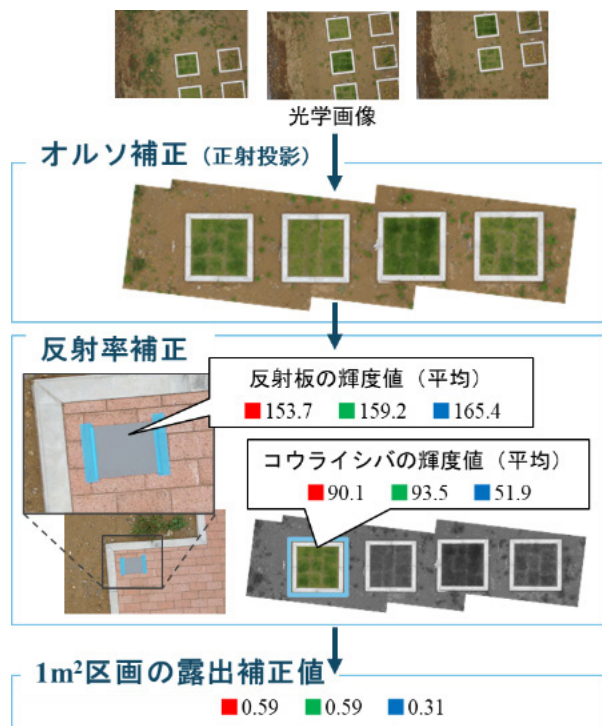


図-2 露出補正値の算出方法

3.2 品質評価における結果と考察

コウライシバ 1m² における草丈および露出補正値の関係を図-3に示す。いずれのバンドにおいても、草

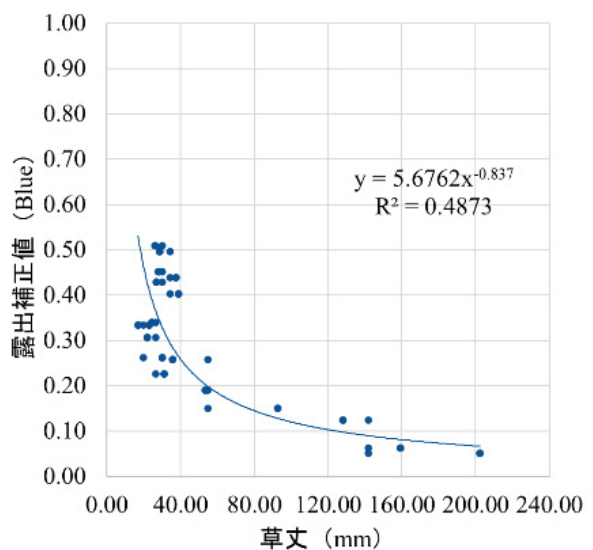
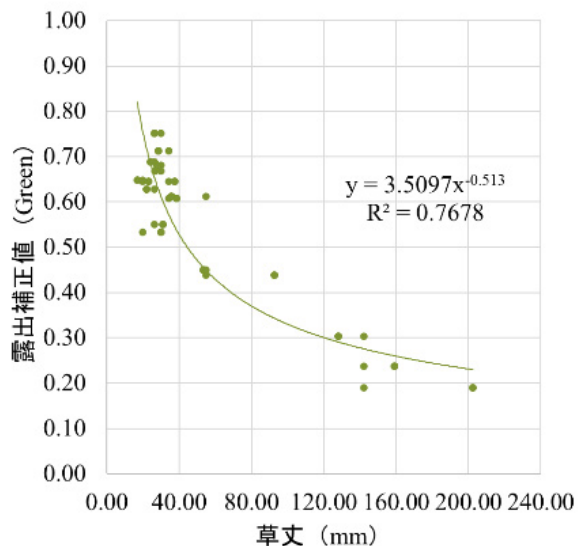
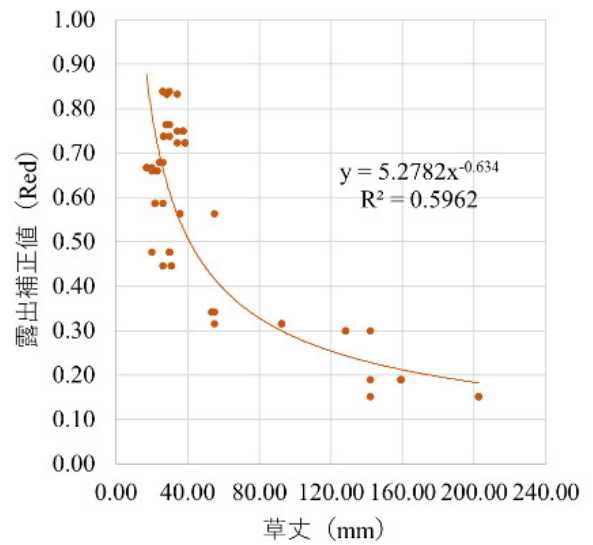


図-3 草丈および露出補正値の関係

丈の増加に伴い、露出補正值が低下する傾向がみられ、負の相関関係があることがわかった。なかでも、3バンドのうちGreenの決定係数が最も高いことから、光学画像中のGreenの露出補正值を算出することで、コウライシバの草丈を推定できる可能性が示された。また、草丈推定に用いた光学画像が空撮によって取得したものであることから、比較的広域の芝地を対象とした草丈推定ができることが示唆された。草丈を推定することは、成長量の指標になるだけでなく、芝刈りを実施する際の管理指標にも活用できることから、維持管理への応用も期待できる。具体的には、写真-4左のように草丈の過剰な伸長を防ぐことで、草同士が密集することによって発生する蒸れによるパッチ状の枯死(写真-4右)を回避することができる。今後は、Greenの露出補正值から導かれた回帰モデルの精度評価を進め、当該式の精度向上を図るとともに、コウライシバ以外の草本を対象とした草丈推定を実施し、適用性を検証する。

4. 植栽植物の品質に関する環境条件

植栽植物の品質の良否は、日照条件や降雨量などの環境条件に左右される。質の高い緑地整備を行うためには、これらの環境条件を把握したうえで、施工する時期や場所を決定する必要がある。そこで、異なる時期に植栽したコウライシバを対象に、施工時期の違いが当該植物の品質に与える影響を評価することとした。



写真-4 伸びすぎた草丈(左) 蒸れの発生による枯死(右)

4. 1 環境条件の調査方法

調査範囲としたコウライシバは、2021年6月22日(以降、6月度)と同7月29日(以降、7月度)に増設した場所を対象とした(写真-5)。なお、敷地条件として、対象範囲の南東側に高さ12.8mの建築物が存在する。いずれの施工箇所においても、元肥を実施し、施工後3日間の灌水を施した。環境条件として、気温(日平均値)、降雨量(日積算値)を計測した。これらの計測期間は、2021年6月22日~8月31日とした。

4. 2 品質に関する環境条件の調査結果と考察

コウライシバ施工後(同年10月)に撮影した状況写真を写真-5に示す。6月度の施工箇所は葉が均一に生えそろう、生育状況にムラがないのに対し、7月度の施工箇所は葉の発生具合がまばらとなり、生育ムラが発生した。降雨量を確認した結果、図-4のとおり6月30日から7月16日にかけて、降雨が継続していることがわかった。積算降雨量を算出したところ、6月度施工後(6月22日~7月28日)の積算降雨量が77.3mmであるのに対し、7月度施工後(7月30日~8月31日)の積算降雨量が26.5mmであったことから、7月度の施工箇



写真-5 施工後の状況写真(2021年10月撮影)

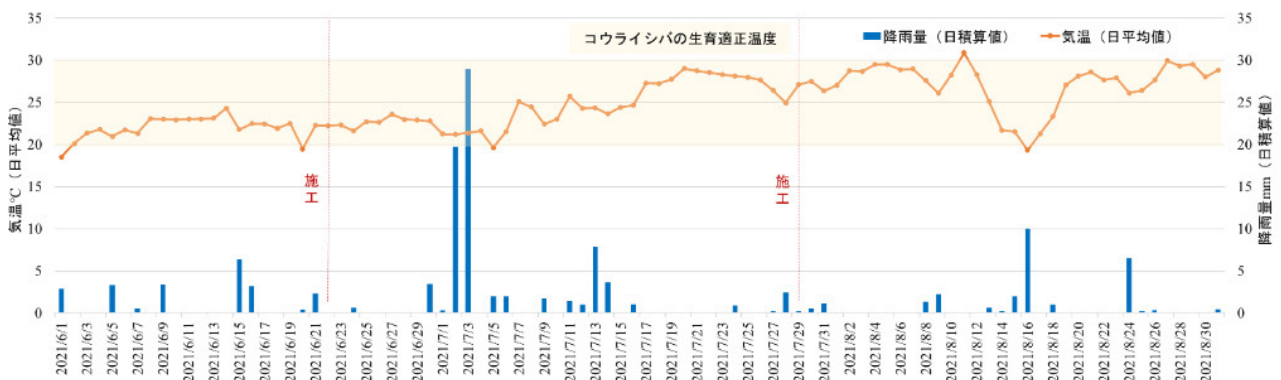


図-4 実証フィールドの環境条件(気温・降雨量)

所は6月度に比べ、雨水による灌水量が少ないことが確認された。

気温に関しては、6月度施工後に比べ、7月度施工後の変動が大きく、8月11日から16日にかけて11.5℃の低下が確認されたものの、いずれの期間においてもコウライシバの生育適正温度である20～30℃⁴⁾から大きく外れた日はなかった。以上から、コウライシバの生育ムラは施工後の雨水による灌水量の差によって生じた可能性が高いと考えられ、植物種の施工に適した気温や灌水量（雨水灌水の場合は時期）を考慮することが高品質な緑地整備に繋がること示された。

5. 植物が鳥類の生育環境に与える影響

品質が十分に確保された植栽植物は、植物が本来もつ機能を発揮することができる。本稿では、実証フィールドが発揮する生物多様性の保全効果を把握するため、鳥類のモニタリング調査を実施し、設定した指標種の飛来状況およびヒメコウライシバ増設に伴う確認数の変動傾向について報告する。

5.1 鳥類の調査方法

実証フィールドに植栽した植物種を好むとされるハシボソカラス、キジバト、ツグミ、ムクドリ、ヒヨドリ、オナガの6種の鳥類を指標種とし、自動撮影カメラ（以下、カメラ）で取得した動画を用いて調査を行った。具体的には、赤外線センサで動物などの動体を検知する自動撮影カメラ（Ltl-Acorn Mini 30；Ltl-Acorn社製）4



図-5 トレイルカメラ設置位置・向き

台を、実証フィールド内に図-5のように配置した。本カメラの撮影条件はビデオモードに設定し、センサ検知範囲内に入った動体に対し、10秒単位の動画を取得した。なお、本カメラのセンサ検知範囲は上下左右ともに100度、検知距離は20mである。調査期間は、2021年2月から2023年6月までとした。飛来した鳥類の確認数は、各カメラの動画に映った鳥類の累計数と定義した。ただし、連続的に映った同種個体は個体毎の識別が困難であることから、1時間間隔内に該当する動画を取得した場合は、その個体を複数羽ではなく1羽として計上した。

5.2 鳥類の調査結果と考察

4台のトレイルカメラで取得したデータのうち、図-5に示す通り比較的広範囲の芝地が画角に含まれるカメラNo.3の観測結果を報告する。設定した指標種6種に対し、ハシボソカラス、キジバト、ツグミ、ムクドリの4種が確認された（写真-6）。それ以外にも9種の



写真-6 飛来した鳥類

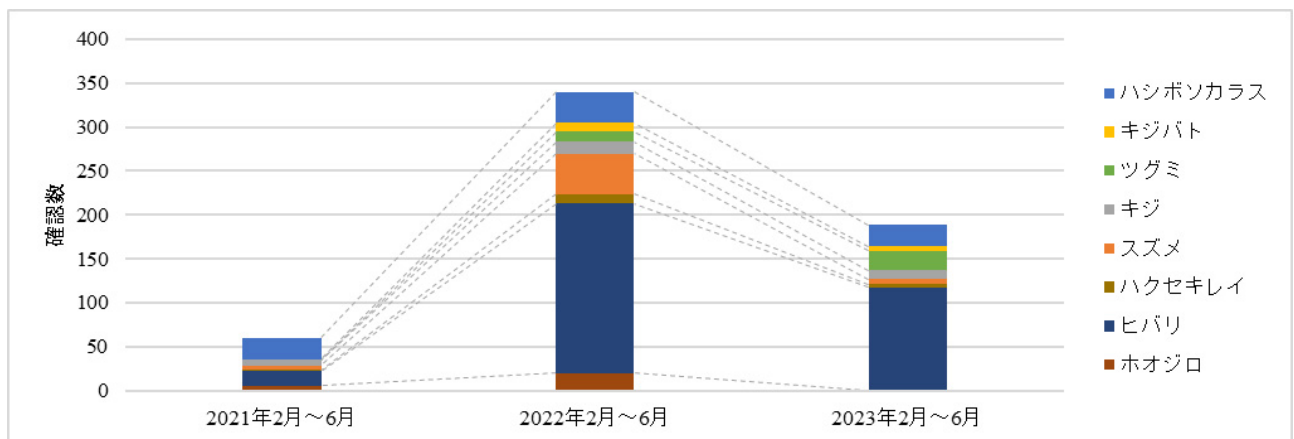


図-7 鳥類の確認数の比較

鳥類が飛来したことから、在来種を植栽した実証フィールドがつくば市周辺に生息する複数種の鳥類を誘引し、それらの生息の場として機能していることがわかった。なお、指標種以外の鳥類のうち、コサギとチョウゲンボウについては一時的に確認されたものの、その後頻出しなかったことから、コサギは周辺に存在する小河川や調整池等の水辺から移動してきた個体、チョウゲンボウは当フィールドに飛来した鳥類を捕食するために移動してきた個体であったことがうかがえる。

指標種のうち、ヒヨドリ、オナガが飛来しなかった原因について考察する。ヒヨドリは山地の林や街路樹などの樹上を嗜好する傾向にあるため、当フィールドの樹木の樹齢が低く未熟であること⁵⁾が一因として挙げられる。オナガは、茨城県鳥類繁殖分布調査報告⁶⁾より、近年茨城県内の個体数が減少しているため、つくば市周辺でも同様の傾向を示している可能性が考えられる。以上より、鳥類を指標種として設定する際は、鳥類が嗜好する樹木の生育状態や、周辺領域を含めた広いエリアでの生息域等の変化にも留意する必要がある。

芝地の増設に伴う確認数の変動傾向については、増設前（2021年2～6月）と増設後（2022年、2023年の2～6月）を比較した結果、2021年度に比べ2022年度は全ての種が増加し、2023年度にはツグミ以外の種が減少した（図-7）。2022年度に確認数が増加した原因として、芝地の面積が増加したことが挙げられる。写真-7に示す通り、本フィールドでは、飛来した鳥類が芝の中をつつき何かをついばむ様子が確認された。このことから、芝の面積が増加したことにより、芝地を生息地とするコガネムシ等の昆虫類が集まったことで、これらを捕食する鳥が増加したと考えられる。なかでも増加量の多かったヒバリは3～7月頃が繁殖期であったことから、親鳥に餌場として多用されたことが推測される。以上より、



写真-7 芝地に生息するコガネムシ・芝の中をつつく鳥類

芝地面積の増加が鳥類の種や量に関する多様性を確保する上で一定の効果があつたものと判断される。

一方、2023年度の確認数が減少した原因として、実証フィールドの人の利用者数が増加したことや、当年4月末に緑地の管理作業（芝の殺菌剤散布）を行ったことが挙げられる。人の利用者数は、一例として2023年6月の前年比が1.4倍増であった（カメラ動画から確認）。芝の殺菌剤散布作業については、ヒメコウライシバにシバフタケ等のキノコが発生したことから、当該芝の枯死を防ぐために急遽実施したものである。このことから、緑地増設以外の方法で鳥類の誘致効果を高めるための対策として、(1)人の利用がなく対象生物のみが活動できるコアエリアの創出、(2)植栽する植物種の地域性（在来種を選定するなど）にこだわるだけでなく、モニタリング対象とする指標種の飛来・繁殖時期に緑地の管理作業を必要としない緑化計画の立案が挙げられる。ただし、生物の確認数の変動には上記2点以外の影響（気候変動、年毎の繁殖個体数の増減など）も考えられることから、単年度の結果から確認数が減少した原因を考察することは困難であるため、本調査を継続し長期的なモニタリング結果を得る必要がある。

2023年9月にはヒサカキの樹冠内にてホオジロによる営巣活動を観察することができ、当該フィールドが小型の鳥類の生息の場として成立したことが確認されている（写真-8）。今後は、さらに緑地が発揮する機能の評価が求められることから、生物の種や量を効率的に把握するための評価手法について検討を進めていく予定である。



写真-8 ヒサカキ樹冠内にて孵化したホオジロ

6. おわりに

本報告では、当社技術研究所内に整備した実証フィールドの芝地を対象に、①植栽植物の品質評価、②植栽植物の品質に関与する環境条件、③植物が鳥類の生育環境に与える影響について報告した。

①植栽植物の品質評価では、コウライシバの活力度を示す指標の一つである草丈を対象に、光学画像中の露出補正值による草丈推定を試みた。その結果、草丈とGreenの露出補正值に負の相関関係がみられ、光学画像からコウライシバの草丈を推定できる可能性が示された。

②植栽植物の品質に関与する環境条件については、施工時期をずらしたコウライシバを対象に生育状況を観察した結果、生育ムラを発生させる原因が施工後の雨水による灌水量の差である可能性が示された。これにより、高品質な緑地整備を行うためには、植物種の施工に適した気温や灌水量（雨水灌水の場合は時期）を考慮する必要があることがわかった。

③植物が鳥類の生育環境に与える影響については、指標種をはじめとした計13種の鳥類が確認され、実証フィールドが生物多様性の保全効果を発揮することが確認された。ヒメコウライシバの芝地面積を増加させることで鳥類の確認数の増加に一定の効果を示したものの、さらなる効果向上のためには、(1)人の利用がなくモニタリング対象の生物種のみが活動できるコアエリアの創出や、(2)植栽する植物種の地域性への配慮だけでなく、モニタリング対象とする指標種の飛来・繁殖時期も考慮した緑化計画などの対策が挙げられた。

芝だけでなく、木本等の様々な緑化植物に関しても、緑化計画の質を高めるためには、植栽した植物種に想

定通りの機能を発揮させること、そのために植物種毎の健全性に関わる環境条件を把握し、品質の程度を正しく評価することが望まれる。なかでも、緑地に何らかの機能を発揮させる場合には、植物が周辺環境に与える影響を観察することが最も重要である。本報告のように植物がもつ生物多様性の保全効果を向上させる場合は、生物種を増やす要因を特定し、その対策を行う必要がある。今後は、実証フィールドだけでなく、技術研究所内の他の場所にも調査フィールドを拡げ、緑化計画に活用できる多様なデータの収集・分析に努めていく。

参考文献

- 1) 環境省：生物多様性国家戦略 2023-2030 ～ネイチャーポジティブ実現に向けたロードマップ～, 2023.03.31
- 2) 小澤 徹三, 松本 陽介, 丹下 健, 八木 久義, 長谷川 秀三：高速道路緑化における樹木活力調査手法の現状と望まれる要件, 森林立地学会誌, 森林立地 44 (2), p. 45～51, 2002
- 3) 北條 紗也, 秦 浩司, 池田 穰：正規化植生指標 (NDVI) を用いたコウライシバ (*Zoysia matrella* Merr.) の活性度評価手法の検討, 日本緑化工学会誌, 47 巻 1 号, p. 183-186, 2021
- 4) 島田 直仁：コウライシバの年間生育サイクル, 日本芝草学会, 芝草研究 48 巻 1 号, p. 32-39, 2019
- 5) 折戸 咲子, 正木 隆, 上條 隆志：市街地の森林の鳥類の分布と多様性：林分構造, 景観構造・果実資源量の影響及び種・機能群による違い, 日本生態学会, 保全生態学研究, J-STAGE Advance published date: April 30 2023, <https://doi.org/10.18960/hozen.2222>
- 6) NPO 法人バードリサーチ, 日本野鳥の会茨城県：茨城県鳥類繁殖分布調査報告 2016-2021, 2021.12

Efforts in biodiversity greening demonstration field - Quality and functional evaluation of plants used in greening plans -

Saya HOJO

We set up a demonstration field that takes biodiversity into consideration within the Technology Research Institute (Tsukuba City, Ibaraki Prefecture), and conducted demonstration tests over a three-year period. The aim of the tests was to: ① Evaluate the quality of planted plants. ② Evaluate environmental conditions that affect the quality of planted plants. ③ Understand the effects of planted plants on bird habitat.

As a result, we discovered ① the possibility of estimating plant height, an indicator of grass quality, from optical images. ② The amount of watering affected the quality of *Zoysia* sp. ③ A total of 13 species of birds, including indicator species, were confirmed, indicating that the improvement and expansion of green spaces had a certain effect. However, in order to further enhance this effect, a plan that takes into account not only the type of plant but also the breeding season of the organisms that fly to the plant is necessary.
