

オンラインGISを活用した建設工事の動植物保全手法の開発 ～津波で被災した運河復旧工事への適用～

島多 義彦 *1 上原 俊一 *2
笹島 真一 *2 高塚 満 *3

概 要

2015年に国連で採択されたSDGs(持続可能な開発目標)の主要な課題の一つである生物多様性の保全について、環境におよぼす影響が大きいとされる建設業としての対応が求められている。ゼネコンの業務の大部分は請負工事であり、施工段階で効率的に環境影響をミティゲーション(回避・低減・代償等による影響の緩和)することが求められる。そこで、クラウドを利用したオンライン地理情報システム(GIS)を活用し、建設現場で発見した動植物を現地で随時記録し、工事関係者と社内の環境スタッフとがオンラインGISで情報を共有しながら、適切な対策を迅速に実施する建設工事の動植物保全手法を開発した。

この手法を東日本大震災の津波で被災した仙台市内の運河復旧工事に適用した。その結果、正確な位置での動植物の分布の把握・記録や出現時期の異なる動植物の見落としリスクの削減に寄与し、工事の影響を受ける絶滅危惧種の植物保護、鳥類の生息場の保全、郷土種を使った堤防法面の緑化等の生物多様性の保全対策の検討・実施に有効であることを確認した。

Development of an animal and plant protection method using online GIS in construction work Application to restoration work on a canal damaged by tsunami

Abstract

The construction industry, which is regarded as having a large impact on the environment, is required to respond to the conservation of biodiversity, one of the main tasks of SDGs (Sustainable Development Targets) adopted by the United Nations in 2015. The majority of the general contractor's work is contractual construction, and it is required to efficiently mitigate environmental impacts at the construction stage. Therefore, we developed a method for conservation of animals and plants in construction work utilizing the online geographical information system (GIS) using cloud functions. By utilizing this method, we record the animals and plants found at the construction site at any time, and while sharing information with construction stakeholders and internal environmental staffs, appropriate measures were taken promptly.

This method was applied to restoration work on a canal in Sendai City which was damaged by the tsunami that occurred in the Great East Japan Earthquake disaster. As a result, it was possible to contribute to identifying / recording the distribution of animals and plants at an accurate position and reducing the risk of overlooking animals and plants with different times of appearance. It was also confirmed that this method is effective for examining and implementing conservation measures on biodiversity such as protecting plants of endangered species affected by construction, the conservation of bird habitats, the greening of embankment slopes using seeds.

キーワード: GIS、生物多様性、建設工事
法面緑化、郷土種

*1 建設本部 設計技術部 *2 管理本部
情報システム部 *3 名古屋支店 土木工事部

§1. はじめに

従来、建設工事では周辺環境への影響を低減するため、工事排水、騒音・振動、粉塵などの必要な対策を検討し行われてきた。一方、自然度の高い場所や里山・里地などで建設工事を行う場合、現地に生息する動植物に関する情報が乏しく、土地の改変等による動植物や生態系への影響と対策の検討が不十分になる場合がある。

建設現場で生息する動植物を把握し、施工管理に反映させるには、次のような課題がある。

- ① 動植物により出現時期が異なり、工事着手前の事前調査を実施しても見落とすリスクがある。
- ② 現場の職員では動植物の知識を十分に持っていないため、現場で見つけた生物がわからない。
- ③ 動植物の出現位置は目印をつけて記録しなければ現地で位置を特定することが難しい。事務所に戻って記録すると、場所の特定精度が低下する。
- ④ 保護や駆除等の対策が必要な場合、その後の経過を把握・管理しにくく、実施漏れが発生しやすい。
- ⑤ 記録や報告書の作成方法がわからない。
- ⑥ 動植物調査を専門業者に依頼すると高額なコストがかかる。

これらの課題に対応するため、クラウドを利用したオンライン GIS を活用した動植物保全手法「いきもの見聞録」を開発した。本報告では、その概要と津波で被災した運河堤防の復旧工事への適用結果について示す。

§2. オンラインGISを活用した動植物保全手法「いきもの見聞録」の概要

「いきもの見聞録」の概要を図1に示す。建設現場で発見した希少種や外来種などの動植物の情報(生物名、画像等)を、現地でスマートフォンやiPad等の携帯情報端末のインターネットとGPSを使用してサーバーに送信・保存し、ベースマップ(地形図、衛星画像等)上にわかりやすく表示するオンラインGISである。現場職員はGIS上で、社内の環境スタッフと情報を迅速に共有・相互補完でき、いきものDB(データベース)^{※1}、環境保全ルールブック^{※2}などの必要な基本情報も閲覧できる。これらにより、工事中も動植物を随時監視・記録でき、携帯情報端末のGIS上で動植物の位置を現地で特定できる。動植物の名称は、現場職員がいきものDBで確認するか、環境スタッフに問い合わせることで把握できる。また、GIS上で希少種か外来種かを一目で見分けられ、保全対策の必要性とその内容も確認できる。さらに、植物などを面的にGIS上に記録することもでき、ベースマップをCAD図や航空写真に重ね合わせることで、施工段階・工事場所ごとの適切な保全対策を検討できる。

- ※1 いきものDB:現場周辺で生物多様性保全の観点で注意すべき動植物(希少種、外来種、生態系の 保全に重要な種など)の情報を画像付きで一覧表にしたもの
- ※2 環境保全ルールブック:現場で守るべき環境保全のためのルール、希少種や外来種の図鑑と発見したときの対処方法などを記載したもの

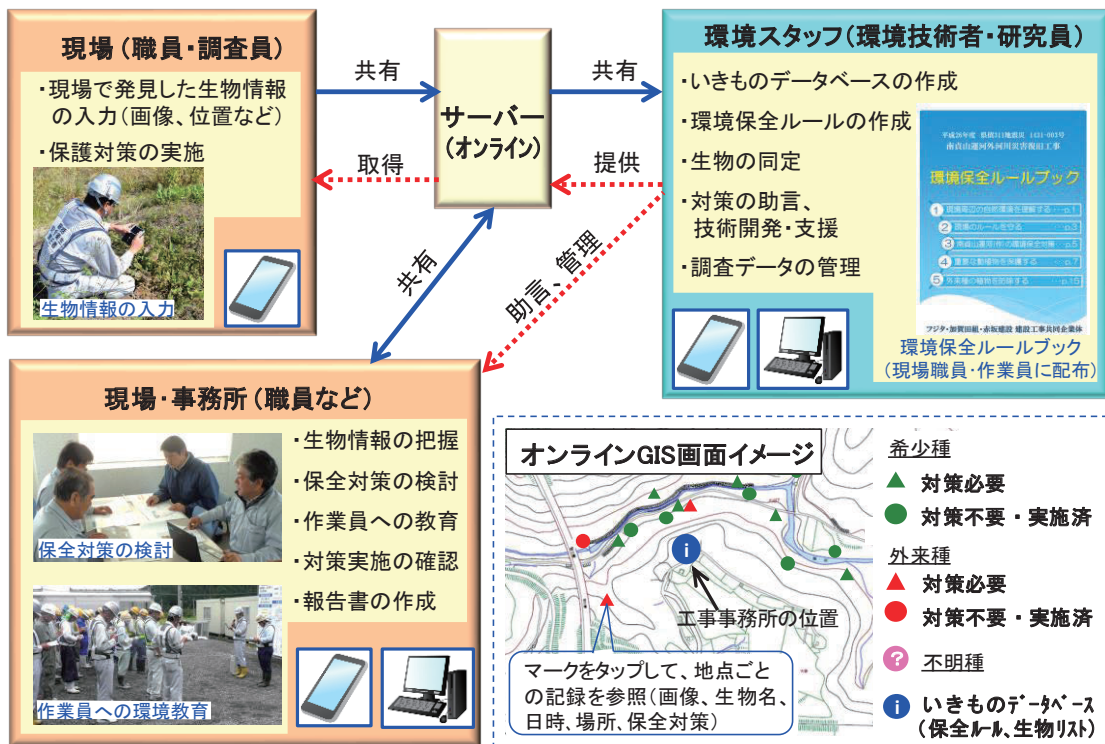


図1 オンラインGISを活用した動植物保全手法「いきもの見聞録」の概要

主な実施手順を以下に示す。

- ① 工事着手前に現場の動植物調査を行い、オンラインGISに日時、位置、生物名、希少種または外来種の分類、対策の必要性や実施状況、周辺の状況、画像を記録する。
- ② 環境スタッフは、希少種や外来種のいきものDBと現場の環境保全ルールブック(写真1)を作成し、現場職員・作業員に環境教育する。いきものDBと環境保全ルールブックは、オンラインGISの工事事務所の位置に記録し、オンラインで随時閲覧できるようにする。



(手帳に入る85mm×115mmの大きさ)

写真1 職員・作業員に配布した環境保全ルールブック

- ③ 工事の影響を受ける動植物の保全対策を作業所と環境スタッフが一体となって検討・実施する。環境スタッフは工事期間中に出現した生物の同定、保全対策の助言、技術支援・開発、保全状況の確認・管理を行い、現場職員を支援する。また、必要に応じて、工事期間中の動植物調査・環境パトロール(1~2回/年)、関係する学識者との調整を行う。環境スタッフは、技術士(建設環境)やビオトープ管理士等の資格者・環境分野の研究者で構成する。
- ④ 工事期間中に現場職員が発見した動植物をオンラインGISに記録し、工事の影響に応じた対策を実施する。

「いきもの見聞録」の実施により、通常、工事前の現場に生息していた動植物や生息地の記録は残らないが、工事着手前に調査し、出現した動植物を正確な位置で把握・記録し、関係者で情報共有できるようになる。工事期間中に発見した動植物を随時記録するため、季節により出現状況が異なる動植物の見落としリスクも削減できる。社内の環境スタッフと一体となった管理により、専門知識の少ない現場職員に対して迅速に適切な助言を行い対応できるようになることで、現場職員の負担を増やさずに動植物の保全や復元の検討・実施を確実に行えるようになる。また、実施する工事現場では、環境保全ルールブックを全作業員に配布し教育することで、環境意識の向上とルール of 明確な指示が

できるようになる。動植物の管理を内製化することで、低コストで実施することが可能になり、現場に生息する動植物への影響を効率的にミティゲーションすることが可能になる。

§3. 津波で被災した運河の復旧工事への適用例

3.1 実施条件

この工事は、東日本大震災(2011年3月11日)により津波で被災した南貞山運河の仙台市南蒲生地区(海岸から400~600m、七北田川より南側約1.8km)で宮城県により2014年12月から2018年5月に実施された。被災した運河堤防(延長1.8km)のほか、橋梁下部工(2箇所)、七北田川と運河をつなぐ水門および護岸を復旧するものであった。この運河は、仙台藩主伊達政宗の時代から建設と維持が行われてきた日本最長の貞山運河の一部で、風光明媚な風景から地元に愛され、地域住民の憩いの場としても活用されていた。また、仙台湾海浜県自然環境保全地域に隣接する砂浜や海岸林の後背地に位置し、震災前には運河周辺に砂浜植物をはじめ多様な植物が生育していた¹⁾。運河堤防の復旧は、既存の堤防の表土を撤去し、嵩上げと津波に耐えられる粘り強く強靱な構造へ造り替える工事であった。

3.2 動植物の事前調査結果と工事期間中の出現状況

事前調査および工事期間中に確認した動植物は、「いきもの見聞録」のオンラインGISに記録した。また、工事の影響を受ける希少種または保護の検討対象種は、保全のための配慮事項をGIS上の生息位置に記録・明示し、工事の影響に応じて作業所が対応を検討した。

工事開始前(2015年2月・5月)に植物、鳥類、底生動物の事前調査を実施した主な調査結果を以下に示す。

- ① 植物は砂浜植物を含む131種が確認され、震災後徐々に植生は回復していた。センダイハギ(宮城県絶滅危惧I類)などの希少種:3種、海浜植物等保護検討対象種:13種をはじめとする郷土種のほか、セイタカアワダチソウ、ハリエンジュ等の侵略的外来種評価対象種も24種確認された。
- ② 鳥類は33種確認され、これらのうち環境省または東北地方でレッドリストに掲載された希少種は9種確認された。鳥類はオオヨシキリ、スズメ、カワラヒワ、カルガモをはじめ、野鳥の多くがヨシ原で見られ、津波で残ったクロマツや成長の早いハリエンジュ等の植生や七北田川および運河内の干潟にも多く出現した。
- ③ 底生動物は七北田川との接続部や運河内に16種確認され、ヤマトシジミをはじめ希少種は5種確認された。事前調査後の工事期間中に新たに確認した希少種または保護検討対象種は、植物:2種、鳥類:8種、底生

動物:1種であった。工事区域にはシギ・チドリ類などの渡り鳥をはじめ季節で出現する野鳥や植物が確認され、工事期間中に出現したこれらの動植物の見落としを防止できた。また、移植保護が必要な絶滅危惧種の植物(センダイハギ)の生息地が新たに確認され、移植保護することができた。

3.3 工事で影響を受ける動植物保全への具体的対応

(1) センダイハギ(宮城県絶滅危惧 I 類)の保護

事前調査で本工事区域の既存の堤防の一部にセンダイハギが分布し、工事で消失することが明らかになった。そこで、工事の影響のない複数の場所に仮移植し、工事終了直前にもともと分布していた区域に復元することで絶滅を防止した。仮移植は、もともと生育していた区域の堤防裏側および現場から約700m離れた工事事務所裏の平地で行い、いずれも移植に十分な量にまで成長した。(写真2)



写真2 センダイハギの仮移植の状況

(2) 鳥類等の生息場の保全

運河の左岸側には農業排水路があり、その水際から運河堤防裏側の平地にヨシ原が分布している区域があった。このヨシ原は、オオヨシキリ、カルガモ、スズメをはじめ多くの野鳥が利用していたが、バックホウや10tダンプが通行する工所用道路や堤防工事で使用する資材置き場として利用するため、消失が懸念された。そこで、工事期間中、水際に近い箇所のヨシ原の一部を残置し、工事終了後に残りの区域のヨシ原が復元されるように配慮して施工し、野鳥の生息場であるヨシ原を保全した。(写真3)



写真3 ヨシ原の保全状況

(3) 郷土種による堤防法面の緑化

南貞山運河の堤防復旧にあたり、治水・利水機能の確保にとどまらず、本来の風景を取り戻し、歴史ある運河を未来へつなぐ取組みが、多くの地元関係者や自然保護団体から求められた。そこで、堤防復旧後も震災以前のふるさとの四季を感じられる「ふるさとの原風景」の持続可能な再生と地域の融和を目標として、地元や発注機関等の工事関係者との地域協働による堤防法面の多様性に富んだ郷土種の復元に取り組んだ。

場所は、復興のシンボルでもある海岸公園に隣接する全長約300m、植栽面積約550m²の堤防法面(川裏側、勾配1:2、法長1.4~2.65m)で実施した。(図2)

復元する郷土種は、現場周辺で確認された自生の植物から選定した。



(画像の出典:海岸公園復興基本計画²⁾)

図2 堤防法面の郷土種緑化の位置

郷土種による緑化の実施手順を以下に示す。

① 植生基盤の吹付け (時期:2017年3月末)

堤防法面に基盤材の吹付け(厚2cm)を行い、植生基盤を作った。基盤材は、パーク堆肥に化成肥料と植物が根付くまでの侵食防止接合剤(高分子系)を添加した。

② チガヤの植栽 (時期:2017年3月末)

基盤材吹付け後、現場周辺で事前(2016年8月~9月)に種子を採取し、圃場で育成していたチガヤのセル苗を植え付けた。植栽密度は16本/m²(25cm間隔)とし、苗が真上を向くように植え、苗の根が乾燥しないよう基盤材に密着するようにした。

チガヤは、河川堤防の植生工に利用されるシバや外来牧草と比較して根毛が高密度に堤防の深くまで伸長し、堤防法面の破壊防止に優れることが知られていた²⁾。また、草丈が40~70cmで景観的にも評価が高く、植生内に日光が入りやすいなど多様な他の郷土種との共存・共生が期待できた。刈取りも年1~2回で維持管理費を抑制できたことから、主要な法面保護植物とした。(写真4)

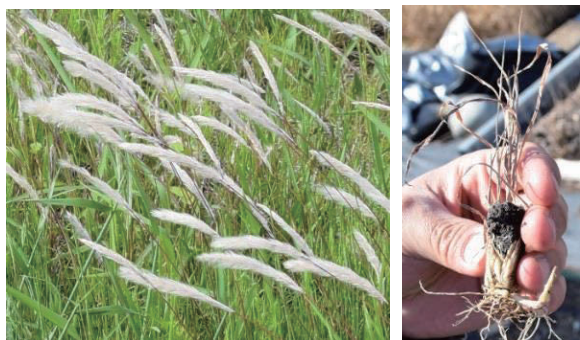


写真4 チガヤ(左:穂、右:セル苗)

③ 郷土種の追加植栽・播種 (時期:2017年6月3日)

緑化の実施場所は、復旧された海岸公園に隣接し、周辺からの種子の飛来によるその後の郷土種の再生は不確実性を伴った。そこで、チガヤ以外の郷土種の追加を試みた。チガヤと同様に現場周辺で事前に採取しておいた代表的な郷土種の種子を使用し、育成したセル苗の植栽(カワラナデシコ)および播種(ハマヒルガオ、ハマエンドウ、コウボウシバ、コウボウムギ、ケカモノハシの5種)を行った。追加植栽・播種の位置は、自然な状態での植物の共存・共生を再現できるようランダムに配置し、植物の生育特性に応じて法肩・法尻付近の平坦な箇所にも実施した。

工事完了後の植生管理は、行政・地域住民・有識者など南貞山運河の様々な関係者が主体となってふるさとの原風景の再生に取り組む地域の協働管理で行うことが望まれた。そのため、今後も愛着を持って維持管理していただけるよう、植物の選定や進め方などに関係者の意見を取り入れ、植栽・播種作業は近接する海岸公園での植樹祭(2017年6月3日)に合わせて植栽イベントを開催し、行政・地域住民・有識者の共同作業で実施した。(写真5)



写真5 追加植栽・播種の状況(2017年6月)

④ 順応的管理の実施

この工事は、表土を撤去し堤防を造り替える工事であり、周辺からの帰化植物の侵入、植生基盤の乾燥や降雨

による侵食の影響などが懸念された。そのため、継続してモニタリングし、生育状況を検証・評価しながら必要な対策を行なう順応的管理を実施した。特に、チガヤ植栽後の養生期間(2017年4月下旬～10月)に、植物の成長と植生基盤の状況をモニタリングしながら、天候に応じて週1回程度の散水、必要に応じた液体肥料の散布、植物の成長を阻害する恐れがあった周辺などから侵入したセイタカアワダチソウ等の外来種や成長の早いヨモギ・スギナ・ヤハズエンドウなどの刈取り防除を実施した。

植栽・播種した翌年6月の生育状況を写真6、写真7に示す。植栽したチガヤとカワラナデシコは、大部分が活着した。隣接するワラ芝(ワラに在来種のヨモギ・イタドリ)の種子を付着させた張芝で緑化した区域と比較すると高密度に生育し、チガヤは植栽した翌年には出穂し、カワラナデシコは植栽した年の8月中旬から11月頃まで開花した。播種したその他の5種については発芽を確認できなかった。植栽・播種した以外にも、チチコグサ、スイバ、ノニガナなどの在来種(史前帰化植物を含む)を11種確認した。アレチマツヨイグサ等の外来種も10種確認され、今後のモニタリングが必要であるが、目標とした状態に修復することができた。



写真6 植生の状況(郷土種緑化区域、2018年6月)



郷土種緑化



ワラ芝

写真7 植生の状況(ワラ芝との比較、2018年6月)

郷土種による堤防法面の緑化について、今後実施するうえでの課題と対応について、得られた知見を以下に示す。

① 郷土種の種子からの効率的な苗の作成手法の確立

今回植栽・播種した郷土種7種のうち、1年目に活着できたのはセル苗で植栽した2種(チガヤ、カワラナデシコ)であり、播種した5種(ハマヒルガオ、ハマエンドウ、コウボウシバ、コウボウムギ、ケカモノハシ)はセル苗の作成や現地に播種した後の発芽を確認できなかった。汎用性があり発芽率の高い苗の作成手法の確立が必要である。

② 順応的管理の実施

表土が無い状態からの郷土種の緑化は、実績が乏しく周辺環境の影響を受けやすい。初期の植生基盤の乾燥防止のほか、モニタリングと成長の早い帰化植物の防除などの順応的管理を継続的に実施する必要がある。

これらの動植物保全への具体的対策は、作業所が創意工夫を主体的に行い、地元や発注機関等と合意形成しながら実施したものであり、環境スタッフは大きな作業負担もなく対応できた。作業所の取り組みは、貞山運河の歴史的遺産の保全と今後の利活用について活動している地元の団体「貞山運河研究所」から高い評価を受け、2018年4月に感謝状を授与された。

§4. まとめ

クラウドを利用したオンライン地理情報システム(GIS)を活用して建設現場の動植物を管理する「いきもの見聞録」を開発し、津波で被災した運河の堤防復旧工事に適用した。次のような結果が得られた。

- ① 「いきもの見聞録」により、建設現場で出現した動植物を正確な位置で記録し、関係者で情報共有できた。工事期間中に事前調査で確認できなかった種も確認・記録され、動植物の見落としリスクの削減にも寄与した。また、今回のように地形を大規模に改変する工事は、生物多様性におよぼす影響が大きい。このため、施工前から動植物の種類と分布を調査し、ミティゲーションや順応的管理に必要な基礎情報を得る取り組みは、種の絶滅の防止、野鳥等の生息場の保全、植生の復元等に有効であった。
- ② 動植物のGIS上の記録精度は、使用するGPSの精度に依存する。環境スタッフの現地調査では、iPadまたはスマートフォンと外付けGPS(誤差精度2.5m以内)とを併用することで誤差の低減に努めた。現場の職員はほとんどの場合スマートフォンまたはiPadのGPS機能を使用した。今回のような津波で被災し、目標物がほとんど無い場所において、「いきもの見聞録」は、記録位置の

精度の向上に有効で、現地に目印をつけなくても場所を特定することが可能になった。

- ③ 社内の環境スタッフと現場の職員とが動植物の情報を迅速に共有できたため、専門知識の少ない現場職員でも効率的に必要な保全対策を実施できた。また、工事区域内の生息地ごとの生物とその環境配慮を随時閲覧できたため、保全対策の実施漏れの防止に有効であった。

以上により、「いきもの見聞録」の活用で、建設現場における動植物の保全対策を実施するうえでの課題(§1 ①～⑥)に対応できることを確認した。今後、今回のような建設工事の施工段階のほか、工事終了後の動植物モニタリング・順応的管理、開発事業におけるミティゲーション、環境の復元・修復を効率的に実施する場合などに幅広く活用できると考える。

謝辞 いきもの見聞録の現場実証にあたり、東北支店土木工事部南貞山運河作業所の皆様には快く対応いただき貴重な情報を提供いただきました。また、堤防法面の緑化方法の検討にあたっては、東北学院大学教授 平吹喜彦先生、東京大学特任研究員 根本正之先生にご指導いただきました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 平吹喜彦、原慶太郎、菅野洋、富田瑞樹: 東日本大震災復興を支援する「多機能・海岸エコトーン」という景観生態学的視座、景観生態学、16巻1号、2011.7
- 2) 仙台市: 海岸公園復興基本計画、pp.3-86、2013.11
- 3) 佐々木寧、戸谷英雄、石橋祥宏、伊坂充、平田真二: 河川環境総合研究所報告、第6号、pp.75-76、(財)河川環境管理財団、2000.7

ひとこと

建設業は環境を破壊する業種といわれたいよう対応していくことが求められます。作業所での動植物の保全活動に役立つように、普及と改良に取り組みたいと思います。



島多 義彦