

北海道開発局における グリーンインフラ整備の推進に向けて — 環境調査データからみた評価手法の考察 —

開発監理部 開発連携推進課 ○村田 陽子
北海道大学大学院 農学研究院 森本 淳子
パシフィックコンサルタンツ(株) 上月佐葉子

第8期北海道総合開発計画の「強靱で持続可能な国土形成」では、グリーンインフラ(GI)の推進が掲げられている。GIは自然環境が有する多様な機能の活用が重要であることから、事業の際に得た環境調査データを活用し、GIに関わる特徴的な種の生息・生育に着目して評価を試みた。また、GIの持続性を高めるためには自然環境を活かした収益事業の関わりが不可欠なことから、この観点からも同事例について考察を行った。

キーワード：グリーンインフラ、自然環境データ、多様性、気候変動

1. はじめに

脅威を増して頻発に発生する昨今の自然災害に対し、これまでのインフラ施設のみに安全性を委ねるのは困難な状況になっている。これらの脅威的な災害は気候変動の影響による異常気象の発生が一因と考えられており、経済や社会に与える被害が大きくなっている。全国の河川ではいつ氾濫してもおかしくない氾濫危険水位を超過する河川数が顕著に年々増加している(図-1)。気候変動対応は喫緊の課題であり、この適応策として、グリーンインフラ(以後、GI)の考え方が注目されている。欧米諸国では1990年代後半からGIの導入が始まっており、災害に対しレジリエンス(復元力)のある持続的な都市の展開が図られている。

日本におけるGIは、行政分野では国土形成計画(2015年8月閣議決定)に正式に盛り込まれ、国土交通省(以後、国交省)では「自然環境が有する多様な機能を活用しつつ、多様な主体の幅広い連携のもとに行うGIの取組を、社会資本整備や土地利用等を進める際の検討プロセスにビルドインする(「グリーンインフラ推進戦略」(2019年7月)²⁾(以後、GI推進戦略)」という推進方策のもと、社会資本整備審議会等で気候変動を踏まえ検討が進められている。

北海道開発局(以後、開発局)では、第7期北海道総合開発計画(2008年7月)より「北海道イニシアティブ」として、各事業において北海道の優れた資源・特性を生かした環境面での先駆的・実験的な取り組み「北海道環境イニシアティブ」を推進してきた。これらの取組は、GIとは称していなかったものの、自然が持つ「防災・減災」、「地域振興」、「環境」といった多様な機能を持

ち合わせたGIの概念(図-2)をもった取組であり、第8期北海道総合開発計画(2016年3月)(以後、第8期計画)の「強靱で持続可能な国土の形成」の「自然共生社会の形成」に掲げられたGIの推進に引き継がれている。

他方、防災・減災及び地域振興で、ダムなどの洪水調節施設、砂防施設、防波堤、道路整備など、いわゆるグレーインフラといわれる整備も行われている。GIの考え方は、これらのグレーインフラと対立するのではなく、相互に補い合うハイブリッド型³⁾(地域全体の事業連携)の社会基盤形成を、気候変動への適応や人口減少社会、及びより豊かな社会経済を回す仕組みづくりを生態系機能を使って地域デザインしていくことである。そのため、GIは「社会資本整備や土地利用等のハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土・都市・地域づくりを進める取組」と定義されている。GIの考え方のもう一つ重要な視点は、自然環境が有する機能の平時の活用についてである。各々の地域特性がもたらす生態系サービスの恩恵を生活基盤に賢く取り入れ、人間の社会活動の営みを持続

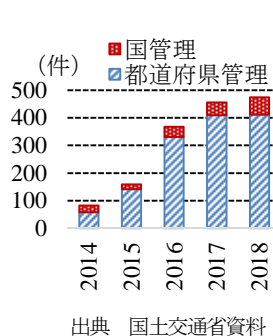
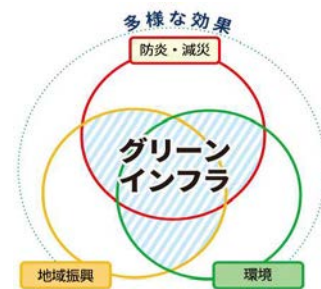


図-1 氾濫危険水位を超過した河川数



出典 国土交通省HP
「GIポータルサイト」

図-2 GIの考え方

可能とすることである。2015年9月に国連サミットで採択された国際目標「持続可能な開発目標（SDGs）」の「SDGsウェディングケーキモデル」（図-3）⁴⁾によれば、SDGsの目標は生態系に関わる4つの目標（目標6；安全な水とトイレを世界中に、目標13；気候変動に具体的な対策を、目標14；海の豊かさを守ろう、目標15；陸の豊かさも守ろう）が土台となって他の目標を支えているという。これは、気候変動対応や生態系機能の持続的な保全が他の目標を達成するのに不可欠であることを示している。

北海道はこの生態系機能を活かした一次産業が経済の基盤にある。次章に、開発局が自然災害を防災・減災するために整備した個別の施設を、点や線だけの機能で捉えるのではなく、GIが有する多様な機能を多様な主体が連携してエリア全体の資源や空間として活かし、人間の社会活動の営みに利用し、持続可能な国土形成を図っている地域についてGI事例として概要をとりまとめた。

GIの評価手法は、現在国交省において検討されているが、次章に挙げた事例地域のGIを維持する上で、指標となり得る種について、開発局で事業実施の際に得られた環境調査データを用いた評価の試みを3章に記述した。



出典；参考 Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University
図-3 SDGs ウェディングケーキモデル

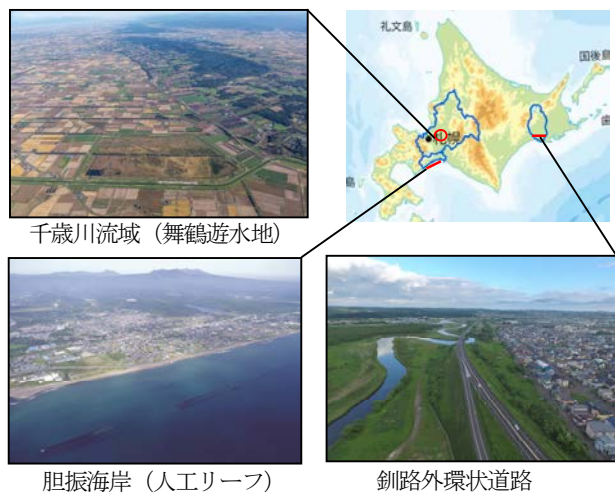


図-4 GI 事例の位置図

2. 評価事例の概要

「GI推進戦略」でGIの特徴は、①機能の多様性、②多様な主体の参画、③時間の経過とともにその機能を発揮する（「成長する」又は「育てる」インフラ）とされ、「自然環境をいかした産業と観光が連携して地域のブランディング力を高める取組が期待される」と述べられている。本論では、近年の開発局のインフラ整備によりこれらの特徴が現れつつあるGI事例として3つ整理した。1つ目は、「北海道の鳥」であるタンチョウの飛来が確認されている「千歳川流域の遊水地」、2つ目は海域における生態系機能の活用がされている「胆振海岸の人工リーフ」、3つ目は地域産業を繋ぐ「道東地域の釧路外環状道路」について、整備背景を含め、本章に概要を整理した（図-4）。

(1) 千歳川流域の遊水地

北海道は日本の主要な食料供給地であり、中でも石狩川下流域はかねてからの農業農村整備事業の効果により稲作が盛んで、道内の水田面積の半分を占めている。当該流域に位置する千歳川は、低平地であることから出水時に石狩川本川の高い水位の影響を長時間に亘り受ける特徴があることから、漏水や法崩れ等による破堤で起こる外水氾濫や、千歳川の水位が高くなることによって宅地や農地等に降った雨水が川に流れ込むことができずに起こる内水氾濫が起こりやすいという地形的な特徴がある。千歳川流域ではこうした地形的特徴を踏まえて、2005年4月に千歳川河川整備計画が策定され、堤防整備や河道掘削とともに「千歳川遊水地群（以後、遊水地群）」の整備が進められている。遊水地群のうち、長沼町の「舞鶴遊水地」は2014年度に最初に完成（写真-1）し、他の遊水地も2019年度に完成予定である。

千歳川下流域は、開拓以前は大小多数の沼地や湿地があり、タンチョウの生息地であったことが記録されている。「舞鶴遊水地」は2012年の夏、工事実施中の舞鶴遊水地にタンチョウが飛来したことや、当該遊水地周辺の土地が「舞鶴」という地名であったことに由来している。遊水地整備に伴い掘削された地盤には湿地環境が創出され、多様な湿性植物が生育し、舞鶴遊水地を中心にタンチョウの飛来も毎年見られるようになった。2018年度には北海道の調査が1952年に始まって以来、当該地域で初めて冬期に1羽の個体が確認されている。



写真-1 舞鶴遊水地

長沼町は札幌開発建設部とともに、有識者や関係機関等、地域の多様な主体が参画する「タンチョウも住めるまちづくり検討協議会」を2016年9月に設立し、



写真2 バードウォッチング



写真3 タンチョウの専門家による出前講座



写真6 砂浜の減少



20
年
後
⇒



写真4 タンチョウをモチーフにした長沼町産の小豆使用の羊羹、ロゴ



写真5 タンチョウブランド品の販売



写真7 越波による直立護岸の被災、通行止め



写真8 回復した砂浜の利用状況



写真9 緩傾斜護岸の利用状況

流域住民の理解を得ながら実現に向けた取り組みが図られており、舞鶴遊水地でのバードウォッチング、タンチョウの専門家による出前講座、2018年からはタンチョウをモチーフとしたロゴや商品販売といった具体的な取組が始まっている(写真-2,3,4,5)。

タンチョウの生息は道東で過密状況であるため、自然状態で安定的に存在することを目標に環境省により「タンチョウ生息地分散行動計画(2013年4月環境省北海道地方環境事務所釧路自然環境事務所)」が進められている。舞鶴遊水地の環境は、タンチョウの越冬地及び繁殖地としての可能性もあることから、多様な主体により継続的な取り組みが行われている。

2019年度に遊水地群として完成することで、さらにスケールを広げた生態系ネットワークの形成が期待されている。また、千歳川流域は、生産された農産物等を他圏域に安定して流通できる物流ネットワークの道路整備など、北海道の広域分散型の地域構造について持続性のある基盤整備も図られている。

(2) 胆振海岸の人工リーフ

北海道南西部に位置する胆振海岸は、東側には1963年開港の苫小牧港が、西側には道内で最も新しい1990年に開港した白老港がある。胆振海岸は1960年代から急速に海岸浸食が進行し、幅100m程度あった砂浜が大きく後退していた(写真-6)。そのため、海岸に隣接する道路は悪天時には激しい越波を受け交通障害が発生し、また台風による高波で直立護岸の倒壊や家屋への浸水被害も度々発生していた(写真-7)。

そこで、海岸浸食を防止し越波を防ぐ、面的防護を目的とした対策が必要とされ、1988年度に北海道で初の直轄海岸事業が採択され、沖合に消波構造物の人工リーフを、汀線に緩傾斜護岸(一部養浜)整備の面的防護対策の整備が進められている。

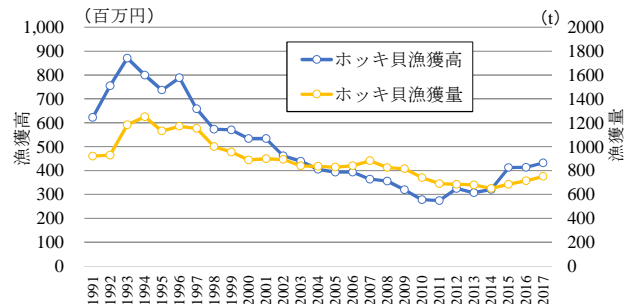


図5 苫小牧市のホッキガイの漁獲高と漁獲量の経年変化

当該整備箇所は、重要な水産資源を有する漁場であることから、着手時から漁場環境に配慮しており、事業着工から約30年が経過し、現在では、人工リーフの陸側に砂浜が再生され、緩傾斜護岸の波打ちぎわには、近づきやすい環境が創出され、海にふれ合える憩いの場として地域住民や観光客によって利用が図られるようになった(写真-8,9)。また、水産資源においては、人工リーフの整備によりコンブなどが生育するようになり、地元漁協によるウニなどの資源増殖の取組が行われ大きな効果が現われている。苫小牧市の代名詞ともいえるホッキガイについては、1994年の漁獲量をピークにその後減少傾向が続いていたが、地元漁組の資源管理により近年は増加傾向となり、約20年前から連続日本一の漁獲高を誇っている(図-5)。引き続き、関係機関等と調整を行いながら、整備が図られる予定である。

(3) 道東地域の釧路外環状道路

道東に位置する釧路・根室地域は、恵まれた農林水産

資源を生かした酪農業や水産業等の地域産業が盛んである。さんまの漁獲量や生乳生産量は全国1位(図-6、7)で、その多くが釧路港から道外へ出荷されている。釧路港は2011年に国際バルク戦略港湾(穀物)に選定され、2018年11月より大型貨物船の入港が可能となり、乳牛飼育に欠かせないトモロコシなどの飼料原料穀物を一度に大量に仕入れるなど、安定的な輸送も始まっている。また、近年は、釧路川流域に広がる日本最大の釧路湿原や上流域の屈斜路湖等を含む阿寒摩周国立公園、知床半島の世界自然遺産など、道東地域の自然環境を楽しむ観光客も増加(図-8、写真-10)しており、観光業も盛んになっている。釧路湿原は、大雨の時に洪水を一時的にため込む遊水地機能が貴重な自然を育てており、この湿原を次の

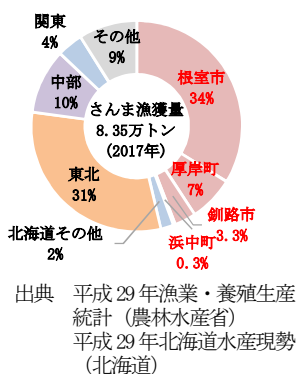


図-6 さんま水揚量

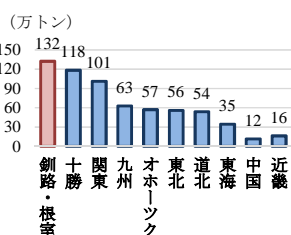


図-7 生乳生産量



写真-10 釧路湿原を訪れる観光客

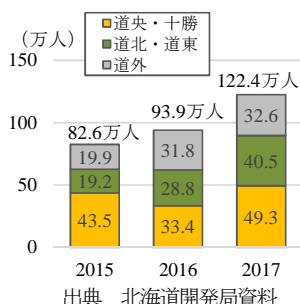


図-8 釧路・根室地域の来訪者数



写真-11 交通事故対策例(防鳥ポール)



写真-12 小学生による自生種の苗作り(左)・植樹(右)

世代へ継承していくために釧路湿原自然再生協議会が2003年に設立され、行政、専門家、市民など多様な主体が参加した取組も行われている。

2019年3月に開通した釧路外環状道路(延長16.8kmの釧路西ICから釧路別保ICの間、以後、外環道)は上述したような道東の豊かな地域産業の安定的な流通と分散を図るため、釧路市街地と湿原を挟むルートに自動車専用道路として整備された。工事にあたっては湿原などの生態系に配慮し、供用後も周辺の生態系との共存について計画段階から有識者らと意見交換や現地確認が行われ、当該地域特有の野生生物に配慮した道路構造の採用(写真-11)や、地域の小学生らが自生種の種から育てたハンノキやホザキシモツケなどの苗木を道路法面に植樹する(写真-12)などの取組も行われた。

また、当該地域は大規模地震が発生した場合、市街地を走る殆どの道路の浸水が予想されている。そのため、外環道は津波災害時の迅速な避難及び確実な救援活動を可能とする緊急輸送ネットワーク機能も兼ね備えている。

3. 環境調査データを用いた評価

(1) 評価手法

GIは自然環境が有する多様な機能の活用であり、そのGIの機能を有する環境の持続性や変化予測を行っていくことも重要である。開発局では豊かな生物相の保全・維持に努めながら事業を実施しており、事業実施の際は、自然環境への影響程度を把握するための環境調査を実施している。本論では、事業実施の際に保全を行ってきた動植物のデータからGIの持続性や変化予測を判断する指標について考察を行った。

事業で配慮した種は、事業実施箇所の生態系において保全対象とした種であり、開発局の事業で「重要種」と位置づけている。また、これらの調査データは事業間で情報共有を図っており、自然環境データベース(以後、自然環境DB)として約10年分のデータの蓄積を行っている。「重要種」は、「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律(種の保存法)」の希少野生動植物種に指定されている生物や、「環境省レッドリスト」、「北海道レッドリスト」に記載されている生物以外に、「生息状況によっては地域として希少となる生物または絶滅のおそれのある生物」も含んでいる。調査は個別の事業費に委ねられているため、調査項目や調査時期・期間などは年によって異なっている。

本論では2章に挙げた地域について、事業箇所のみではなく、その流域の調査データを幅広く網羅して整理した。千歳川流域の遊水地については、石狩川下流域のデータを、釧路外環道路については、釧路川流域のデータを整理した。胆振海岸については、重要種として整理はしていないものの、当該事業で得られた人工リーフに着

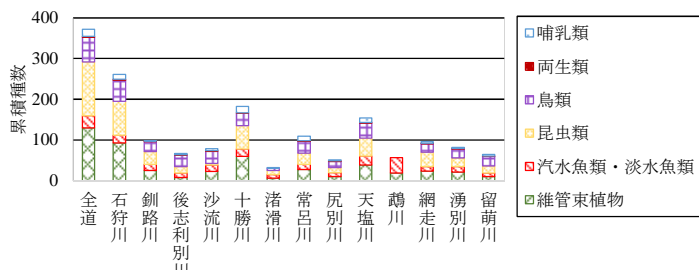


図-9 流域別累積種数

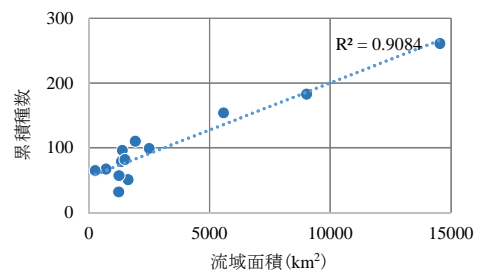


図-10 累積種数と流域面積の関係

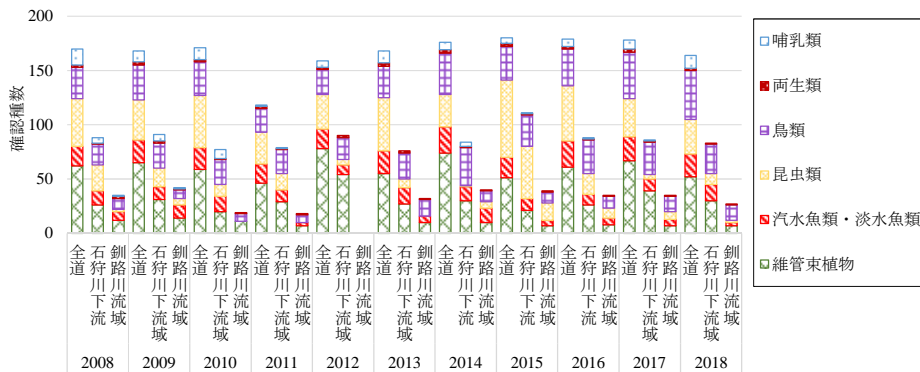


図-11 分類群別確認種数

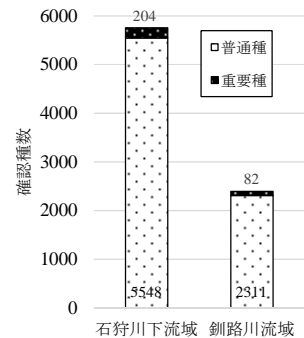


図-12 普通種と重要種

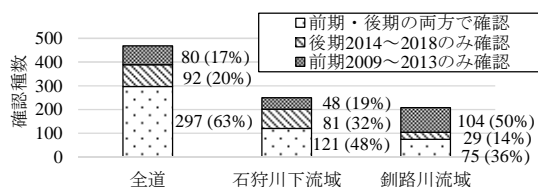


図-13 5年毎の確認種

生する海藻類の調査データを評価に用いた。

(2) 自然環境DB等を用いた評価

自然環境DBに蓄積されている約10年分のデータについて、道内全域と13水系の流域毎の約10年間の累積種数を図-9に、流域面積と累積種数の関係を図-10に示す。累積種数は面積に比例する傾向にあった。

石狩川下流域と釧路川流域の約10年間の単年度毎の確認種数について図-11に示す。石狩川下流域は2015年に100種以上が確認され、他の年も概ね80種前後の確認がされている。釧路川流域は、2010年と2011年が少ないものの、他の年は35種前後の確認がされている。なお、ここで示した重要種の調査期間と同時期に得られた環境調査データとして普通種を含む河川水辺の国勢調査（石狩川下流域2010-2015年、釧路川流域2009-2015年）のデータを用いた種数を図-12に整理した。事業で確認された重要種の水辺の国勢調査を含む総種数における割合は、約3.5%とごく一部である。このことから重要種の生息・生育は何十倍もの多様な種の生態系バランスが不可欠であることが分かる。

次に、図-13に示した重要種の確認状況の継続性について整理した。2009年（または2008年）から2013年の5カ年（以後、前期）と2014年から2018年までの5カ年

（以後、後期）のデータをそれぞれ1期間として整理し、この2期間を比較した整理を行った（図-13）。前期及び後期とも確認されている割合は、全道63%で、石狩川下流域49%、釧路川流域36%であった。2期を通して毎年確認された種に、石狩川下流域では、チュウヒ、オオジシギ、ミクリ、サクラマス（ヤマメ）、カワヤツメ、釧路川流域ではタンチョウ、オジロワシ、キタサンショウウオが挙げられる。これらは河川や湿地環境に生息する種であり、千歳川流域と釧路地域のGI事例の特性を反映していた。

胆振海岸については、人工リーフに着生する海藻類の経年的な調査結果を図-14、15に、着生状況を写真-13に示す。海藻類の着生量の増加に伴いウニの生息密度も増加傾向にあり、海藻類は胆振海岸のGIの持続性や変化予測の代表的な指標といえる。これらの海藻類が育つ藻場は、CO₂を吸収・固定し、特にコンブは炭素吸収量が高い藻場として、当該地域の最適な気候変動適応策としての機能も担い始めている。

4. グリーンインフラの推進に向けて

GIの取組にはその機能の維持管理において収益事業が欠かせない。本論で紹介した事例では、千歳川流域においては飛来するタンチョウを活用した新たな商品の販売が、胆振海岸では人工リーフに着生した海藻類を活用したウニなどの増殖事業が、釧路外環状道路は道東の豊かな農林水産資源のネットワークや観光業といったものが、各々の地域の収益に繋がっている。これらの収益を

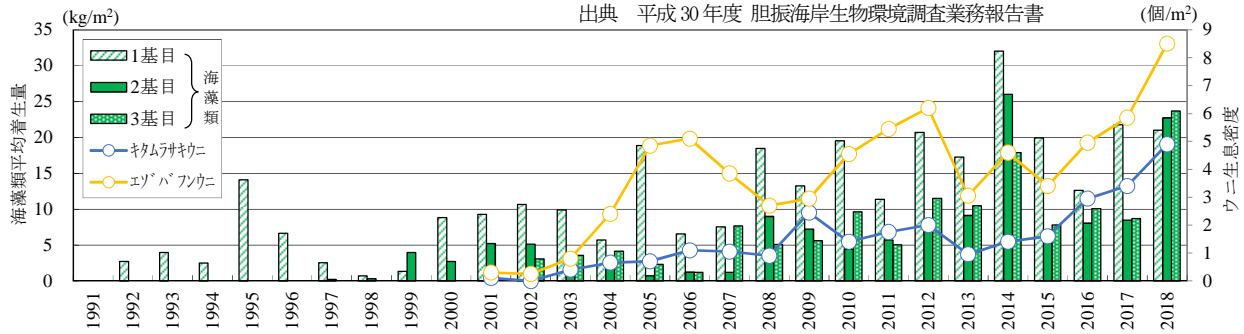


図-14 人工リーフ海藻類平均着生量とウニ生息密度の経年変化（苫小牧地区）



写真-13 人工リーフに着生した海藻

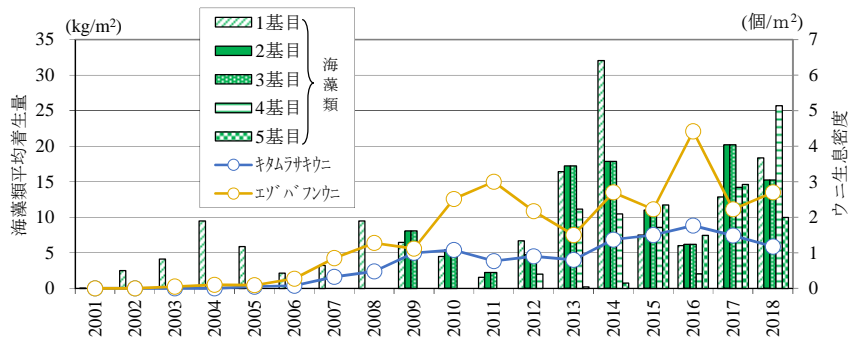


図-15 人工リーフ海藻類平均着生量とウニ生息密度の経年変化（白老地区）

持続するためにも、GIの機能を有する自然環境の把握は引き続き重要である。3章で扱った事業で得られた調査データは、GI地域に見られる特徴的な種については示すことができたといえるが、GIの機能を有する自然環境への気候変動の影響を予測するには情報が乏しい。実際、気候変動の影響により動植物の種構成や種の生息数の減少が世界的に懸念されており、北海道も例外ではない。GIの機能に影響を与える気候変動の影響を察知するためにも、北海道の豊かな生態系のハビタットを形成する多様な種の基礎データの蓄積が重要であり、事業で得られた環境調査データ以外に、多様な主体による情報の蓄積や共有が、GIの機能を有する自然環境の保全に向けた取組に繋がるものと考えられる。

舞鶴遊水地においては、大学機関などによる研究^{6),7)}もされており、行政だけではなくGIの環境把握・予測がされつつある。また、小型UAVやポールカメラによる植生モニタリング⁸⁾や環境DNAによる水中生物のモニタリングなど、現場調査の負荷を低減できる手法も気候変動予測の検討において活用が期待されつつある。

重要種データにおいてはほぼ毎年確認された種に、希少猛禽類がある。開発局では、事業実施にあたっては希少猛禽類がその周辺環境で継続して繁殖が行える環境を維持できるように採餌環境や繁殖環境などの保全対策について「北海道猛禽類研究会」などの知見を反映しながら取り組んでいる。

今後はこれまで以上に大学や研究会といった専門家と気候変動の予測に関わる情報も取り入れながら意見交換を行い、事業を実施することも重要となっている。また、GIは防災・減災機能効果を発揮した後は、新たな生態

系の創出を伴うこともあり、柔軟なPDCAサイクルの対応も必要である。

時間とともに変化するGIの取組には、流域の視点で自然環境と社会経済を把握し、気候変動の適応策について多様な主体と連携して取り組んでいくことが不可欠である。

参考文献

- 1) 決定版！グリーンインフラ グリーンインフラ研究会
- 2) 国土交通省(2019)「グリーンインフラ推進戦略」
- 3) Futoshi Nakamura, Nobuo Ishiyama, Satoshi Yamanaka, Motoki Higa, Takumi Akasaka, Yoshiko Kobayashi, Satoru Ono, Nao Fuke, Munehiro Kitazawa, Junko Morimoto, Yasushi Shoji (2019) Adaptation to climate change and conservation of biodiversity using green infrastructure
- 4) Johan Rockström, Pavan Sukhdev (2016.6) the Stockholm EAT Food Forum
- 5) 水産庁 藻場・干潟の二酸化炭素 吸収・固定のしくみ-ブルーカーボンの評価-
- 6) Satoshi Yamanaka, Nobuo Ishiyama, Masayuki Senzaki, Junko Morimoto, Munehiro Kitazawa (2019) Role of flood-control basins as summer habitat for wetland species - A multiple-taxon approach
- 7) 畔柳晶仁, 森本淳子, 志田祐一郎, 新庄久尚, 矢部和夫, 中村太士 (2019) 遊水地造成に伴う湿地植生の回復-千歳川流域舞鶴遊水地の事例-
- 8) 森本淳子, 畔柳晶仁, 卜部寛, 鈴木玲, 木村浩二, 三輪哲哉, 志田祐一郎, 岡孝雄 (2017) 農地切り下げ面に再生した湿地植生のポールカメラによるモニタリング