

『グリーンインフラ実装における合意形成手法の検討』

政策・メディア研究科 修士課程2年 花房 昌哉

本報告の内容は、学会誌への投稿等を予定しているため、詳細な結果は掲載していない。

1. 研究の背景

東日本大震災以降、グリーンインフラ(以下、GI とする。)や生態系の持つ防災・減災機能を活用した「Eco-DRR (Ecosystem-based disaster risk reduction)」の概念に注目が集まっている⁽¹⁾。GI の定義は様々あるが、例えばグリーンインフラ推進戦略⁽²⁾によれば、「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」を指す。そして、Eco-DRR(生態系減災)は、GI が発揮する機能のひとつであり、生態系に根差して、災害リスクを下げることを指す⁽³⁾、⁽⁴⁾。災害リスクは、危険な自然現象(Hazard)、暴露(Exposure)、脆弱性(Vulnerability)、キャパシティ(Capacity)の4つで決定される⁽⁵⁾。Fig. 1のように、自然現象自体を止めることは難しいので、暴露を回避し、脆弱性を低減させることで、災害リスクを下げるのが可能である。気候変動や近年の災害の激甚化を踏まえて、防災・減災対策を推進することが求められる一方で、人口減少社会を背景として、既存のグレーインフラストラクチャは維持管理コストという点で限界に達している⁽⁶⁾。一方で、GI は計画規模を超えた災害にも耐えることができるという利点がある⁽⁷⁾ことなどから、GI の推進が重要である。2019年7月には国土交通省がGI の取組を推進する「グリーンインフラ推進戦略」を公表した。この戦略の中で、GI を推進する意義の一つとして、地域住民との協働や民間企業との連携といった「多様な主体の参画」があげられており、今後、社会全体でどのようにGI を適切に持続可能な形で維持管理するかが求められる。

上野ら(2019)⁽⁸⁾は、GI として都市緑地に着目し、大規模アンケートを実施し、年代・子育て経験・世帯収入などから、緑地へのニーズが異なることを示した。また、上野ら(2020)⁽⁹⁾は、市民の属性により、緑地や自然への市民の支払い意思額(以下WTP とする)が変わることを明らかにした。なお、WTP とは、提示されたシナリオに、いくらまでお金を支払うかという指標であり、その額が高いほど、シナリオへの賛成度合いが高いことを示す。そして、Eco-DRR(生態系減災)に関する研究としては、一ノ瀬(2016)⁽¹⁰⁾は、宮城県気仙沼市において、土地利用の変化による経済的な損失(ハビタットロス)を計算した。ま

た、一ノ瀬らの研究^{(11), (12)}（環境省推進費研究）では、福井県三方五湖流域におけるシナリオ分析と生態系機能評価を行なった。シナリオ分析では、三方五湖にて「特に対策を取らない」、「事前移転のみ行う」、「事前移転と自然再生を行う」という3つのシナリオを作成し、経済的なコストの差をEco-DRRの価値として評価した(Fig. 2)。

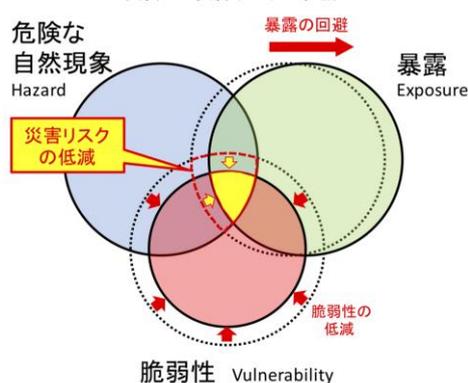


Fig. 1 Eco-DRRの考え方

環境省(2016)「生態系を活用した防災・減災に関する考え方」⁽¹³⁾より画像引用。

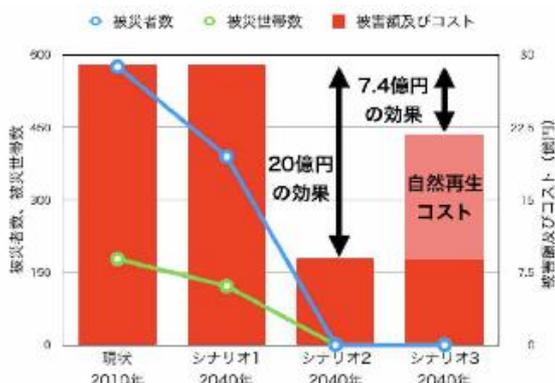


Fig. 2 一ノ瀬らによるシナリオ分析の結果

一ノ瀬 et al (2018)「環境研究総合推進費終了研究成果報告書」⁽¹¹⁾より画像引用。

上記のような既往研究はあるが、日本ではまだGIの研究事例は少なく、研究の余地がある。そして、GIに対する市民の価値観への知見を深めると共に、実際に土地利用シナリオを作成しながら、GIの社会実装に向けた課題を整理することで、GIの社会実装を促すことが期待される。既往研究の手法を参考にしながら、GIに対する市民の価値観を分析し、社会全体でどのようにGIを適切に持続可能な形で社会実装するかについて、課題や方法性を整理した。

2. 研究手法

2-1. 研究対象地：福井県

研究対象地は、福井県全域である。本県は将来に急激な人口減少が見込まれており、「福井県の人口の動向と将来見通し」⁽¹⁴⁾によれば2000年の82.9万人をピークに、2040年には64.7万人まで減少すると予想されている。また、福井県南部には北川という一級河川がある(Fig. 3)。この北川流域には、伝統的な治水施設であり、Eco-DRRの具体例としても注目されている「霞提」が11ヵ所存在している。霞堤とは、Fig. 5のように、堤防のある区間に開口部を設けた不連続な堤防のことで、洪水時には開口部から水が逆流して堤内地に水が流れ込むことで、下流に流れる洪水流量を減少させるものである。そし

て、本県では、日本で最後までコウノトリが繁殖・生息していた場所ということもあり、コウノトリの野生復帰事業に取り組んでいる点も特徴的である。コウノトリは、環境省作成のレッドリスト¹⁾に掲載され、絶滅危惧種 IA 類に分類されている鳥である (Fig. 4)。

福井県は将来の人口減少が見込まれており、さらに霞堤のような Eco-DRR の優良事例が既に存在することから、これから Eco-DRR を社会実装する実現可能性が大きいと考えて、研究対象地として選定した。また、本県はコウノトリとの共生する社会の実現を目指しており、Eco-DRR を実装することにより、そうした社会の実現することにも役立てると考えた。

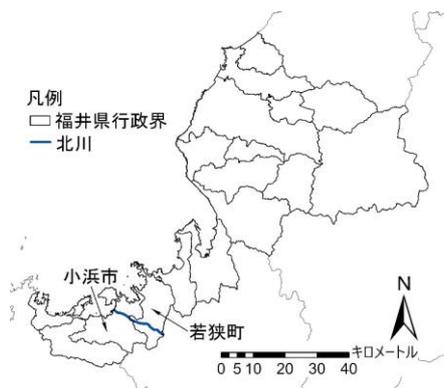


Fig. 3 北川の位置^{2),3)}



Fig. 4 コウノトリ

(慶應義塾大学・湯浅拓輝氏撮影)



Fig. 5 霞堤の仕組み

(慶應義塾大学・一ノ瀬友博教授撮影・筆者加工)

2-2. 研究手法

・GI 実装に対するオンラインアンケート

GI を社会実装していくためには、どのような人がGI を実装することに支持してくれるのか。そして、そういう人を増やすためには、どうすれば良いかを明らかにする必要がある。そこで、GI 実装に対する市民の考えを探るために、福井県に住む方を対象にして、オンラインアンケートを実施した。本調査では、河川の上流部・中流部・下流部の住民ごとにサンプルを回収した。これは、アンケート回答者(以下、回答者とする)の居住する流域区分によって回答額には違いがあり、その違いを分析することで、例えば下流部の住民が中・上流部の住民を支援するように、流域全体での連携を行うことを期待したためである。

そして、「仮想的市場評価法(CVM)」に基づいて、アンケートを設計した。CVMとは、生態系などの非利用価値を評価できる手法であり、環境の仮想的な変化を人々に提示してWTPや受け入れ保証額を回答者に直接訪ねることで、環境の経済価値を評価する手法である⁽¹⁵⁾。CVMの質問形式としてはいくつか知られているが、その中でも一般的に使用されている「二段階二肢選択方式」を採用した。なお、提示額の設定にあたっては、事前にプレテストを実施し、回答の傾向を踏まえて、設定を行った。

将来のシナリオを4つ提示して、それに対していくらまで毎年税金を払ってもよいか、そして、WTPに関係しそうな回答者の属性についても質問をした。WTPをもとに税収を計算した。説明変数は、以下の通りである。

- ・洪水リスク認知：「全く脅威を感じない」～「とても脅威を感じる」まで5段階。
- ・霞堤認知：「知らなかった」、「聞いたことはあった」、「知っていた」の3段階
- ・河川区分：上流・中流・下流
- ・コウノトリ事業認知：「知らなかった」、「聞いたことはあった」、「知っていた」の3段階
- ・コウノトリ事業への関心：「全く関心がない」～「とても関心がある」まで5段階
- ・居住地域：都市・農村・その他
- ・自然愛着：「全く大切だと思わない」～「とても大切だと思う」まで5段階
- ・自然保全活動への関心：「全く関心がない」～「とても関心がある」まで5段階。
- ・世帯年収：200万円以下～1801万円以上まで、200万円ごとに10段階。
- ・年齢：連続値であり、17-85歳の範囲で、平均年齢が47歳である。

今回実施したオンラインアンケートの中身について、紹介する。まずは、回答者に対しては「北川流域」、「霞堤の仕組み」、「福井県のコウノトリ野生復帰事業」について、説明を実施した。続けて、現状の霞堤のあり方に対する意識を調査するために、整備計画Aとして3

つのシナリオを提示した。地域住民の一部から霞堤を閉じた方が良いという意見があることを踏まえて、「遊水地の土地所有者の意向に沿って霞堤を閉じて、一般的な連続堤防にする」シナリオをシナリオ0として、説明を行った。回答者にとって一番近い河川での状況という設定で、3つのシナリオを実施した場合のメリットとデメリットを、シナリオ0と比較しながら説明した。また、全てのシナリオを実施する上で、毎年税金が増額されるとした。

整備計画 A

シナリオ0：遊水地の土地所有者の意向に沿って霞堤を閉じて、一般的な連続堤防にする

シナリオ1：霞堤をより大きい強固な（防災減災機能を保った）連続堤防に改修する

シナリオ2：霞堤を維持・管理する

シナリオ3：霞堤を維持し、そこで環境保全型農業（生態系などの自然環境を活かした農業）を行う

なお、シナリオ1～3を実現するにあたっては、必要となるコストがかかることを提示した。

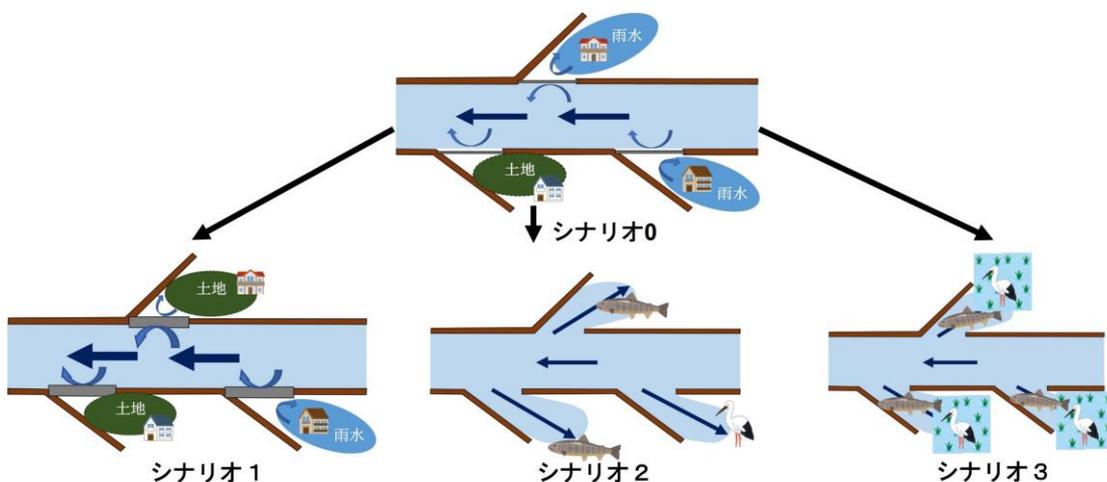


Fig. 6 シナリオ1～3のイメージ図

次に、霞堤周辺の将来の土地利用のあり方に対する意識を調査するために、整備計画Bとして、以下の計画を提示した。なお、整備計画Aと同様、回答者にとって一番近い河川という設定で、回答をしてもらった。

整備計画 B：霞堤や遊水地空間の新設

災害リスクが高い地域に住まわれている方が、防災集団移転促進事業等を活用して災害リ

スクが低いところに集団移転することになった。そこで、集団移転後に使われなくなった土地を活用して、生物多様性豊かな、遊水地の機能を持たせた空間を整備する。

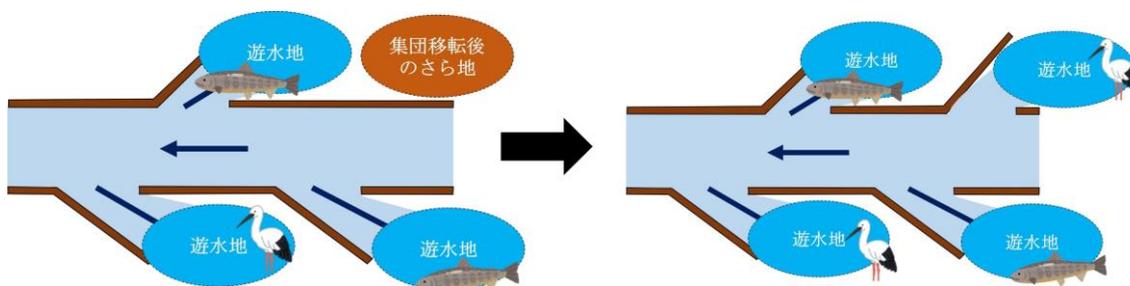


Fig. 7 整備計画 B のイメージ図

WTP の計算にあたっては、「仮想的市場評価 (CVM) 適用の指針」⁽¹⁶⁾を参考にして、抵抗回答を除外した。また、スピアマンの順位相関係数を計算し、相関関係が見られた変数を除いた。続けて、整備計画 A 及び整備計画 B に対する WTP や、回答者の属性がどのように回答に影響したかについて統計的な分析を試みた。統計分析にあたっては、統計解析ソフト R⁽⁷⁾の「Dcchoice パッケージ」による多項ロジット解析を実施した。被説明変数は、回答額(1 回目の提示額及び 2 回目の提示額)と二段階二肢選択法の回答である。また、説明変数は、回答者の属性である。有意でない変数を減らしていき、AIC(赤池情報量基準)が最も小さくなるモデルを、ベストなモデルとして選択した。

・福井県全域において、GI を導入するシナリオを作成

福井県全域において GI を導入するシナリオを作成した。まず、Fig. 8 のように、GIS⁽⁴⁾を使用して、水害リスクと土砂災害リスクの高い地域の上にある人口と建物の数を抽出した上で、福井県の将来のオプションを複数作成して、その便益がどのくらいあるかを計算した。「2. 研究手法」で記述した通り、福井県は水害リスクだけでなく、将来の人口減少や高齢化という課題にも直面している。したがって、災害リスクを避けつつ、人口が集約したコンパクトな都市を実現することが望ましい。そこで、シナリオとしては、「人口集中地区(以下、DID とする)外で災害リスクの高い地域に住む人は、DID 上の一番近い安全な空き家に移転し、元の家屋は撤去した上で、その跡地に希少な鳥の生息地となるような遊水地を設置する」というオプション B を検討した。そして、比較のために、「何も対策を取らない(BaU)」というオプション 0 と、「災害リスクの高い地域に住む人は、DID 上の一番近い安全な空き家に移転し、元の家屋は撤去する」というオプション A を作成した。今回のシナリオにおいては、「想定浸水深が 2m 以上かつ、土砂災害特別警戒区域の範囲」を災害リスクの高いエリアとした。事業が完了する時期は、2040 年代から 2050 年頃まで

を想定した。

Table. 1 作成したオプション

オプション0	何も対策を取らない(BaU)。
オプションA	災害リスクの高い地域に住む人は、DID 上の一番近い安全な空き家に移転する。移転する前の空き家は撤去する。
オプションB	災害リスクの高い地域に住む人は、DID 上の一番近い安全な空き家に移転する。移転する前の空き家は撤去した上で、跡地に遊水地を設置する。

オプション作成にあたっては、福井県の水害リスクデータ⁵⁾、土砂災害リスクデータ⁶⁾、家屋ポイントデータ^{(17), (18)}、人口動態データ⁽¹⁹⁾、希少種データを、GIS を用いて、Fig. 8 のように重ね合わせることで、移転を行う対象や遊水地を設置する範囲を決定した。また、希少種データとして、福井県自然環境課よりご提供いただいた、過去の生物調査の結果を活用した。今回は、生物調査の結果のうち、福井県全県で、希少な鳥の発見回数を 2km メッシュごとにカウントしたデータを使用した。

そして、小林・寶(2010)⁽²⁰⁾の研究や国土交通省河川局による「治水経済調査マニュアル(案)」⁽²¹⁾の手法を使って、どのくらいの被害額(家屋被害額)が発生するかを計算した。さらに、遊水地の設置費用や移転費用等については、一ノ瀬 et al (2018)⁽¹¹⁾の研究や実際の事例を参照して、計算した。被害額と事業費を計算することで、便益を計算した。

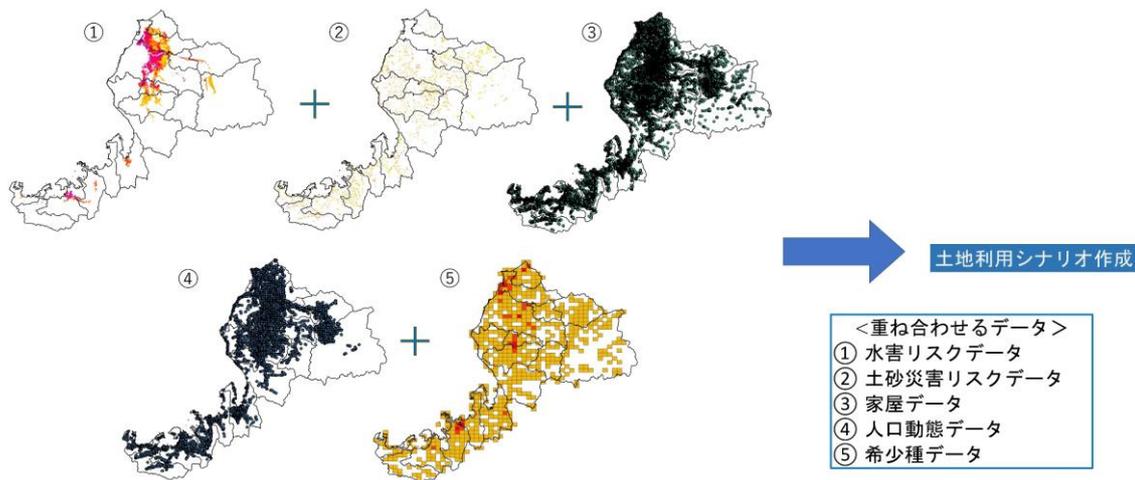


Fig. 8 将来土地利用シナリオ作成の考え方^{2), 5), 6), (17), (18), (19)}

・合意形成のあり方を探るために自治体へヒアリングを実施

市民へのアンケート結果と作成したシナリオとを提示しながら、福井県安全環境部自然

環境課と、福井県土木部都市計画課及び河川課に別々でヒアリングを行った。シナリオ実現にあたって障壁となりそうな課題を、制度・市民感情・コストなどの面から議論を行い整理した。コウノトリ等の希少種保護政策と関連づけながら、どのようにGI実装の合意形成を図っていくかに関して、詳しく議論を行った。

3. 研究結果

3-1. 福井県民を対象としたオンラインアンケートの分析結果

・整備計画A(霞堤の利活用)の部分においては、シナリオ1(強固な連続堤防の建設)よりもシナリオ2(霞堤維持)が支持されており、さらにシナリオ3(霞堤維持と環境保全型農業)が最も支持を受けた。また、整備計画B(移転後の跡地に遊水地空間を創出)に対しても、市民の高い支持が見られた。

・Rによる分析結果として、整備計画A及び整備計画Bに対しては福井県民1人あたりのWTPが推計された。そして、福井県全県で見込まれる税収が計算できた。

・シナリオ1の場合は、「コウノトリ事業への関心」、「自然保全活動」、「世帯年収」が有意に支払い額に影響を及ぼしていることが分かった。シナリオ2の場合は、「コウノトリ事業への関心」、「自然愛着」、「自然保全活動」、「世帯年収」、「年齢」が有意に支払い額に影響を及ぼしていることが分かった。シナリオ3の場合は、「コウノトリ事業への関心」、「自然愛着」、「自然保全活動」、「世帯年収」、「年齢」が有意に支払い額に影響を及ぼしていることが分かった。整備計画Bにおいて、「コウノトリ事業への関心」、「その他地域」、「自然愛着」、「自然保全活動」、「世帯年収」が有意に支払い額に影響を及ぼしていた。

3-2. 福井県土地利用シナリオの作成

・災害リスクの高いエリア(Fig. 9)に住んでいるマイクロ人口推計(Fig. 10)と家屋データを抽出した。そして、移転の対象となる世帯及び家屋を明らかにするために、抽出したデータのうち、DIDの外にあるものをさらに抽出した。そして、移転先として、DID上の災害リスクの低い地域には、空き家数を推計した。

・遊水地設置としては、希少な生き物の生息地となりうる2kmメッシュにおいて、移転跡地に設置した。まず、条件に合うメッシュは8箇所存在し、計19カ所で合計300万㎡の遊水地を設置した。

・便益計算の結果、オプションA及びオプションBでは、大きな便益が期待できることが分かった。



Fig. 9 災害リスクの高い地域^{2), 5), 6)}

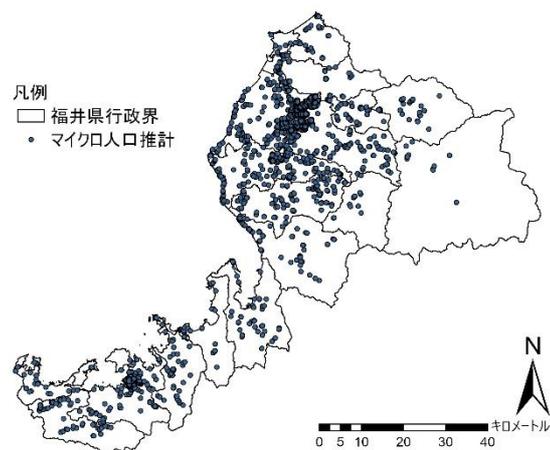


Fig. 10 災害リスクの高い地域にあるマイクロ人口推計^{2), (19)}

3-3. 福井県政策担当者へのヒアリング

2021年12月8日に、福井県安全環境部自然環境課の担当者とオンラインで、2021年12月14日に、福井県土木部都市計画課及び土木部河川課の担当者と福井県庁にてヒアリングを実施した。その結果、以下のような議論となった。

- ・特定の人だけが利益を受けるためだけに、条例を制定し県全体で税金を収取することは高いハードルがある。
- ・整備計画Bや土地利用シナリオを実現する上で、全県ではなく、流域単位で税金を回していくことの方が合意形成をしやすいように思われる。
- ・県としては、コウノトリ事業や自然環境保全への興味・関心を高めていくために、地域の小学校における環境教育に力を入れて取り組んでいる。
- ・土地利用シナリオに関しては、遊水地空間を整備するだけでなく、持続的に維持管理を行う主体の存在が課題である。例えば、コウノトリの保全活動は、「情緒的なつながり」が基盤となっているために、活動の範囲が限定的であり、全県において持続的な維持管理を期待するのは難しい。一方で、例えば、北川流域にある国富地区のように、こうした情緒的なつながりを活かすことで、市民やNPOが遊水地の維持管理の主体となりうるかもしれない。
- ・特定の遊水地を整備する上では、水理的にどのような効果があるかを明確に示し、地権者に理解を得ることが不可欠である。
- ・現時点で都市計画課・土木課と自然環境課との間で話し合いの場は特に設けていない。

4. 議論

4-1. 福井県民を対象としたオンラインアンケート調査結果に関する議論

- ・ 県民 1 人あたりの WTP と全県での見込み税収を踏まえて、より多くの予算を水辺環境整備にあてることが求められる。
- ・ 上野ら(2020)⁽⁹⁾のように、同様に回答者の属性と Eco-DRR シナリオ(霞堤の活用や、遊水地空間の新設)への WTP の間にも有意な関係性を示せた。
- ・ シナリオ 2 やシナリオ 3、整備計画 B への支持を増やすためには、コウノトリ事業や自然環境への興味・関心を高めることの重要性が示唆された。
- ・ 居住場所が都市部かどうかにより、Eco-DRR への受容度合いが異なる可能性がある。一方で、上流・中流・下流の住民間で、霞堤の活用や遊水地空間の新設に対する考えはあまり変わらない可能性があることが分かった。
- ・ ヒアリングにおいて福井県政策担当者より、本アンケートを実施したことにより、少人数ではあるが、県民に流域治水や霞堤を含む Eco-DRR に関する知識を普及・啓蒙することにもつながったと評価していただいた。

4-2. 福井県土地利用シナリオの作成結果に関する議論

- ・ 土地利用シナリオ作成により、福井県が取り得るべき将来像の一つを提示することが出来た。
- ・ 一ノ瀬ら(2018)⁽¹¹⁾では福井県の三方五湖地域で 7.4 億円の便益を計算していたが、全県で事業を行ったときにも大きな便益が生じることを示せた。特にオプション B のような Eco-DRR の手法を行うことで、何も対策を取らなかった場合と比べて、大きな便益が発生することを示すことで、今後の Eco-DRR の実装を後押しすることが期待できる。
- ・ 福井県政策担当者とのヒアリングでは、県民の防災意識の低さが課題であると教えていただいたが、こうしたシナリオを材料の一つとして、Eco-DRR 導入の議論を喚起することも期待できる。

4-3. 福井県政策担当者へのヒアリング結果に関する議論

- ・ 土地利用シナリオにおいては、自治体を跨ぐような移転が発生する可能性があり、自治体を超えて流域単位で土地利用を考えることが有効である。福井県では国と歩調を合わせるように、流域治水の取組を始めているところであり、こうした取組が進むことによって、GI 実装に向けた合意形成がスムーズになることが期待される。
- ・ 「情緒的なつながり」を創出するためには、自然体験が重要であり、やはり環境教育を

行うことが有効であろう。

・これから GI を進めていく上では、都市・土木の部局と自然環境の部局が話し合う環境づくりが求められるように思われる。

5. 終わりに

オンラインアンケートの分析により、霞堤の保全や Eco-DRR の実装に対する市民の意向が明らかになった。さらに、回答者の属性(例えばコウノトリ事業への関心や世帯年収など)により、各シナリオへの WTP が有意に変わっていた。また、各シナリオに対しての WTP や見込みの税収を推計することが出来た。

土地利用シナリオの作成により、福井県全域で「災害リスクの高いところから低いところ」に集団移転を行い、その跡地に希少な鳥の生息地となる遊水地空間を創出することは、大きなメリットがあることを示せた。

福井県へのヒアリングにより、市民理解のために解決すべき課題(予算・防災意識・管理主体・部局間連携)を整理し、本研究の改善点を把握することが出来た。また、GI 実装にあたって、流域圏の視点を持つことや、小学生への環境教育の重要性が認識された。

6. 研究実績

・花房 昌哉 (2021) 「福井県における Eco-DRR の現状と課題」 2021 年度日本都市計画学会全国大会ワークショップ(都市におけるグリーンインフラの役割と社会実装) (口頭発表)

・花房 昌哉 (2021) 「グリーンインフラ実装に向けた土地利用のあり方と地域関係者の意識に関する研究 - 福井県を対象に」 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士論文

7. 謝辞

本研究は、2021 年度森泰吉郎記念研究振興基金の助成を受けた。助成は、関連書籍や消耗品(文具等)の購入、ヒアリングに係る旅費・機材費に充てさせていただいた。心より感謝申し上げます。

引用文献

- (1) 大沼あゆみ. 「生態系インフラによる防災・減災 (Eco-DRR) をどのように拡大していくべきか? —第五次環境基本計画に示されたグリーンインフラ: その経済的特徴と持続可能社会形成における意義—」. 環境経済・政策研究. 2018, vol. 11, no. 2, pp. 61-64.

- (2) 国土交通省. 「グリーンインフラ推進戦略」. 2019, 21pp.
- (3) 一ノ瀬 友博. 「なぜ生態系減災(Eco-DRR)なのか」. 生態系減災 Eco-DRR-自然を賢く活かした防災・減災(慶應義塾大学出版会). 2021, pp. 1-10.
- (4) 一ノ瀬 友博. 「人口減少時代の農村グリーンインフラストラクチャーによる防災・減災」. 農村計画学会誌. 2015, vol. 34, no. 3, pp. 353-356.
- (5) UN Office for Disaster Risk Reduction. “『Terminology on disaster risk reduction』”. <https://www.undrr.org/terminology>. (最終確認:2022/02/28)
- (6) Ayumi Onuma, Tsuge, Takahiro. “Comparing green infrastructure as ecosystem-based disaster risk reduction with gray infrastructure in terms of costs and benefits under uncertainty: A theoretical approach”. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2018.
- (7) 遠香尚史, 西田貴明. 「自然資本による価値の経済的評価における動向と課題」. 政策・経営研究. 2014, Vol. 3, pp. 51-64.
- (8) 上野裕介, 前田有香, 長谷川啓一, 南崎慎輔, 福島晶子. 「人口減少時代の都市緑地のグリーンインフラとしての活用方策-茨城県守谷市における大規模住民アンケートの結果から」. 土木学会論文集G (環境). 2019, 75巻6号, pp. II_169-II_176.
- (9) 上野 裕介・長谷川 啓一. 「緑地の多面的機能に対する住民の支払い意思額に個人属性の違いが及ぼす影響」. ランドスケープ研究. 2020, vol. 83, no. (5), pp. 591-596.
- (10) 一ノ瀬 友博. 「東日本大震災の津波による被災と生態系を基盤とした防災・減災」. *KEIO SFC JOURNAL*. 2016, vol. 16, no. 1, pp. 8-25.
- (11) 一ノ瀬 友博 et al. 「環境研究総合推進費 終了研究成果報告書：ハビタットロスの過程に着目した生態系減災機能評価と包括的便益評価手法の開発」. 2018, 78pp.
- (12) 王メイヨウ. 「三方五湖におけるEco-DRRの経済評価」. 慶應義塾大学政策・メディア研究科修士論文. 2016, 50pp.
- (13) 環境省. 「生態系を活用した防災・減災に関する考え方」. 2016, 68pp.
- (14) 福井県. 「福井県の人口の動向と将来見通し(令和2年改訂版)」. 2020, 47pp.
- (15) 栗山浩一. 「Excelでできる CVM 第3. 2版」. 環境経済学ワーキングペーパー. 2007, vol. #0703, no. 早稲田大学政治経済学部, pp.1-19.
- (16) 国土交通省. 「仮想的市場評価法 (CVM) 適用の指針」. 2009, 40pp.
- (17) Akiyama, M, C. and Akiyama, Y. “Spatial Distribution and Relocation Potential of Isolated Dwellings in Japan Using Developed Micro Geodata”. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*. 2019, vol. 3, no. 5, pp. 1-17.

- (18) 秋山祐樹・秋山千亜紀. 「建物マイクロジオデータを用いた全国の孤立住宅の分布把握」. 日本地理学会発表要旨集. 2018, vol. 93, no. 217.
- (19) Akiyama, Y. and Ogawa, Y. “Development of Building Micro Geodata for Earthquake Damage Estimation”. IGARSS 2019 Proceedings (ISBN 978-1-5386-9154-0). 2019, pp. 5528-5531.
- (20) 小林健一郎・寶 馨. 「洪水による被害推定手法の高度化に関する研究」. 京都大学防災研究所年報. 2010, vol. 第53号B, pp. 7-14.
- (21) 国土交通省河川局. 「治水経済調査マニュアル(案)」. 2005.

注釈

- 1) 環境省自然環境局「環境省レッドリスト 2020」
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf> (最終確認 : 2022/1/14)を参照した。
- 2) 国土交通省 「国土数値情報 (令和 2 年度・行政区域データ)」
https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v2_4.html (最終確認 : 2021/12/30)を使用した。
- 3) 国土交通省 「国土数値情報 (平成 19 年度・河川データ)」
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W05.html> (最終確認 : 2021/12/30) を使用した。
- 4) ArcGIS Pro 2.6.1 を使用した。
- 5) 国土交通省 「国土数値情報 (平成 24 年度・洪水浸水想定区域データ)」
https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A31-v2_1.html (最終確認 : 2021/12/30) を使用した。
- 6) 国土交通省 「国土数値情報 (令和 2 年度・土砂災害警戒区域データ)」
https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A33-v1_3.html (最終確認 : 2021/12/30) を使用した。
- 7) R は、バージョン 4.1.1 を、RStudio は Build 351 を使用した。