

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：32641

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04623

研究課題名(和文) 東日本大震災後の復興まちづくりと沿岸域の再生に関する研究

研究課題名(英文) A Study of Green Infrastructute for the Reconstruction Planning and Landuse Management

研究代表者

石川 幹子 (Ishikawa, Mikiko)

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：30296785

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、東日本大震災で被災した宮城県仙南平野を対象とし、持続可能な「復興緑地計画論」の構築を目的としたものである。方法論は、第一に安全な沿岸域の基盤となる海岸林の7年間の変化を応用植物社会学調査により実施した。第二に復興まちづくりについては、岩沼市防災集団移転促進事業を対象とし経緯の分析を行った。

海岸林については、微地形が森の残存と種の供給に大きく寄与していることが分かった。復興まちづくりは、自然立地的土地利用に基づくランドデザインの作成が基本であること、被災者が主役の仕組みを創り出すことが重要であること、そして、協働の場として commons の創出が必須であることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)： The purpose of study is to clarify the Sustainable Reconstruction Planning after the Great East Japan Earthquake in 2011. The research area is the southern alluvial flat of the Sendai Bay, especially focused on the City of Iwanuma. The methodology is divided into two parts. The first is to take the research on seven years' succession of the coastal forest based on the theory of applied plants sociology. The second is to clarify the process of the reconstruction planning in the City of Iwanuma. As for the coastal forest, it is clarified that the micro-geography took the important roles on the sustainability of the forest and enriching bio-diversity. For creating new community, the following three points were clarified. The first is to establish the natural land use planning. The second is the refugees should take main roles on the planning. The system of the process planning should be created. Finally, to create commons is the essential factor as the platform of people.

研究分野：都市環境計画

キーワード：ランドスケープ科学 都市環境計画 復興まちづくり 緑地計画 文化的景観 参加型まちづくり 東日本大震災 景観計画

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初は、震災後4年目を経過した段階であり、多くの被災地では、復興が途上であった。その中で、本研究対象地である宮城県岩沼市では、沿岸部で壊滅した6集落が、揃って海岸線から2キロ内陸に入った場所に集団移転を行うことができた。4年以内に1,000人の人々が永住する街が誕生したことは、当時、大きな希望であり、今後の東海・南海地震、更には首都直下地震をも考えるとき、どのような目標設定、復興計画、合意形成、更には、沿岸域の安全な国土計画に基づく防御のシステムが形成されたのかは、学術調査を踏まえ、社会実装にいたるプロセスを、明確にすべきという社会的背景があり、研究に着手した。

2. 研究の目的

本研究は、宮城県仙南平野における「復興まちづくりと沿岸域の再生」について、以下の内容について調査、分析を行い、「復興緑地計画論」の構築を行うことを目的とした。
 (1) 壊滅した沿岸域の江戸期から継承されてきた海岸林の被災状況と経年変化を調査しエコシステムの調査を行う。
 (2) 防災集団移転促進事業により、街が創り出された宮城県岩沼市玉浦西地区を対象とし、復興まちづくりの経緯を分析し、計画論を明らかにする。
 (3) 仙南平野の広範な被害を受けた広域圏の実情を分析し、沿岸域再生のための知見を得る。

3. 研究の方法

研究の方法は、以下の通りである。
 (1) 沿岸域の海岸林の経年変化とモニタリングについては、津波被災直後の平成23年～25年にかけて、応用植物社会学による群落調査を実施した(引用文献)。そのコドラート地点を中心とし、経年的変化の調査を行った。
 (2) 防災集団移転促進事業にもとづく、復興まちづくりについては、被災直後の平成23年3月～平成29年3月までの、復興に関する行政資料、復興まちづくり委員会記録、仮設住宅における住民協議会への参加、各種新聞記事、報道、行政、企業、農業従事者へのヒアリングなど広範な資料収集と分析を進め、復興まちづくりのプロセスを明らかにした。
 (3) 広域圏の沿岸域の再生については、被災地全体の人口の変化、高齢化率の進展、宮城県の発行する復興まちづくりカルテを分析し、現地調査、及び沖積平野の後背地に広がる里山の生態系調査を実施した。この結果、本研究計画年度内(平成27～29年度)においては、沿岸域には、いまだ大きな広域ビジョンは形成されておらず、個別の復興が、行われていることが明らかになった。このような背景を踏まえて、今後、長期的年月を要す

る沿岸域の復興のモデルを提示すべきとの考えから、この間の研究で明らかにした沿岸域のエコシステム理論を適用し、被災集落跡地を岩沼市から借用し、被災者の皆さんと協働で、海岸性里山林の創出に着手し、実証実験を行うものとした。

4. 研究成果

(1) 沿岸域のエコシステムの経年的調査とエコシステムの研究

当該区域の海岸林は、古くは江戸期より植林が始まり、明治～昭和と継承されてきたが、今回の津波で壊滅した。

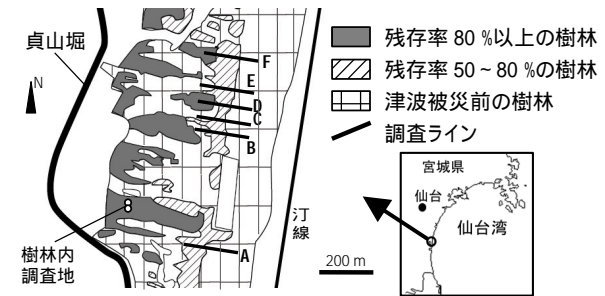


図1 岩沼市長谷釜地区調査地

図1は、当該調査地の津波残存林の位置である。汀線から200mほどの位置に浜提があり、ここを挟んで、海岸林の残存率は大きく異なった。浜提上は50～80%の樹林が残存し、後背地では、筋状に津波が走り、残存した樹林はほぼ80%であった(図2)。

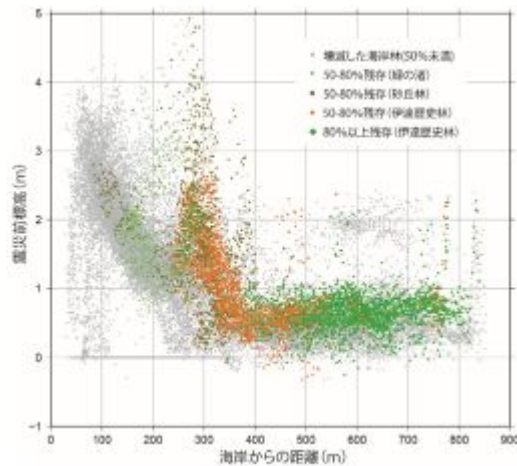


図2 海岸からの距離、微地形と津波残存林 (引用文献)

図1に示すように、6本の調査ラインを設定し、残存した海岸林の経年的変化を観察、記録した。調査区は、汀線と並行に走る道路を起点とし、50㎡の調査区を10mごとに設け、津波の影響がほとんどなかった林分もいれて50カ所を設定した。まず、平成27年には、被災4年目のマツの実生の分布実態を、目視確認により調査した(表1)。
 次に環境条件として、各調査区の土壌水分・開空率・林床植生・周囲の高木マツの調

査を行った。土壌水分（使用機器：Delta-T社ADR-ML2）、開空率（魚眼レンズにより地上50cmで撮影）は各調査区の内5地点で測定し平均を求めた。林床植生は林床の緑被率及びブラウン-ブロンケの被度階級が1以上の全ての種を被度階級とともに階層（低木層：高さ1.5~3.5m、草本層：0.5~1.5m、草本層：0.5m未満）毎に記録した。また、各調査区周囲の高木マツの残存状況として、大澤ら（2015）の高解像度画像（2013年初夏期に撮影）を用いて各地点の概ね中心から半径10m内の高木マツの樹冠の被覆程度を判読した。

この結果、以下の内容が明らかとなった。マツの実生数は、クロマツ481個体、アカマツ107個体、不明25個体、合計613個体であった。両種とも、2013年生の実生数が最も多く、2014年生は急減していた。クロマツは残存高木の多い浜堤で、アカマツは浜堤より内陸側で実生密度が増加し、両種とも、海側では著しく低かった。（図3）

表1 調査区におけるマツ類の総実生数

	当年生 (2014年生)	1年生 (2013年生)	2年生 (2012年生)	3年生 (2011年生)	4年生 (2010年生)	5年生 (2009年生)
クロマツ	44	197	132	56	25	27
アカマツ	14	71	14	2	4	2
不明*	25	0	0	0	0	0
計	83	268	146	58	29	29

単位：48地点×個体/50m²。*不明：若齢のため種判別が出来なかった個体。

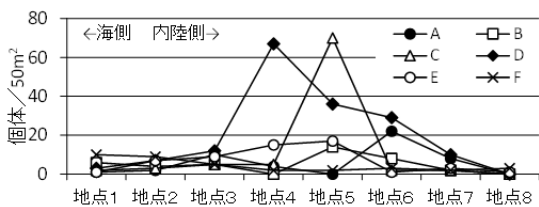


図3 クロマツ実生数の推移

環境条件の平均土壌水分は、ほとんどが10%程度以内であった。開空率は、ややばらつきが多いもの海より高く、内陸に向かい緩やかに減少する傾向がみられた。高木マツの樹幹被覆率は、地点4以降から高木マツが見られるようになり、被覆率が増大した。

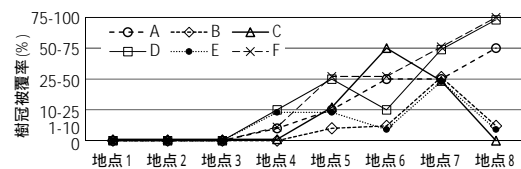


図4 高木マツの樹幹被覆の推移

以上よりマツの実生密度と環境条件の関係性をみたが、土壌水分、開空率との直接的な関係は見られず、実生の空間的な分布には種子供給木となる残存高木の有無が強く影響していた。津波以降に発芽した実生が、他の年度と比較し2倍以上であることは（表1）、津波という大規模な自然攪乱により、上部を覆っていた樹冠の多くが失われたことで、種子提供のある場所では多数の実生発芽が得

られたものと推察される。（論文）

また、本調査地を含む津波被災地の海岸林でカワラナデシコが多数開花している地区が認められた。大規模攪乱に対する草本種の動態を研究することは、今後のエコシステムの保全に向けて重要であることから、ベルトトランセクト内のカワラナデシコの個体数の変動調査を平成27-28年に行い、計46区画において834個体が確認された。表土流出区は平均90~96株/m²であり、表土残存区及び基盤土流出区に対し有意に高かった。さらに強度の攪乱が生じた基盤土流出区は現時点では株密度は低いものの、増加の兆候が認められた。本種は表土攪乱に対する耐性のみならず、それを積極的な個体数増加の契機にしていると考えられた。（論文、）

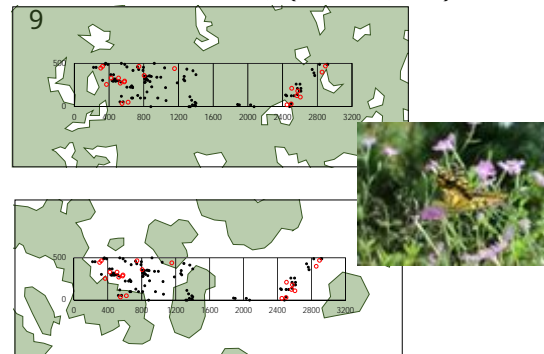


図5 カワラナデシコの分布（津波前の樹冠投影図と平成26年時の分布）：赤：昨年の開花茎を持つ個体。黒：その他の個体、緑：樹冠範囲）写真1カワラナデシコ

以上の研究から、「海岸林における天然更新による再生の可能性」について考察を行った。写真2は、現在行われている海岸林植樹事業、写真3は、調査地の海岸林である。被災後7年目を経過したが、海岸林植樹事業は、いまだ開始されていない地区があるが、海岸性里山では、森が自律的成長を遂げている。

「天然更新による海岸林再生」は、どのような場所でも、自然には行われないことが、明らかになった。自律的更新が可能な場所は、母樹が残存していた場所に限られ、そこは浜堤など微高地で母樹が根をはることができた立地条件の場所であり、攪乱により、生物多様性が回復していることが分かった。

これは、今後、自律的海岸林を創りだしていくためには、微地形に配慮し、もしくはこれを創り出す基盤整備を行い、植生調査で得られた階層性のある樹林構成種や、植栽密度を考案することで、新たな可能性を広げることができると考えられる。



写真2



写真3

写真2 海岸林造成地(岩沼市長谷釜、2018年6月)植樹は開始されていない。
 写真3 津波から残存した集落の共有林(岩沼市長谷釜、2018年6月)。浜堤上の微高地にあり、松林の自律的更新、生物多様性の豊かな森が形成されている。

(2)復興まちづくりの経緯と計画方法論の研究

研究の対象地

宮城県岩沼市は、人口44,000人、市域面積60.45km²、奥州街道と陸前浜街道が合流する位置にある古くからの門前町である。東日本大震災では、沿岸部の6集落(相野釜、藤首根、二野倉、長谷釜、蒲崎、新浜)が壊滅し、181名の方が亡くなられた。津波による浸水域は市域の48%に及び、基幹産業である農業に大きな影響を与えた。

本研究では、津波被災発生時からの行政資料、復興会議資料、支援者の活動、まちづくり協議会の記録、集落での合意形成などの資料を整理し、復興の経緯を分析した。

(論文、)

時系列に沿った復興のプロセス

A. グランドデザインの策定と自然立地的土地利用の導入(2011年4~8月)

岩沼市の震災復興計画の特色は、被災直後の2011年5月、復興の道筋を描くための「震災復興会議」を立ち上げたことであった。

これは、被災者代表、行政、農業団体、商工会議所、市民等からなる復興会議で、4カ月間で集中的審議を行い、グランドデザインを策定した。7つの目標、仮設住宅の早期建設、津波からの安全なまちづくり、農地の回復と農業の再生、雇用の創出、自然エネルギーの活用、多重防御としての千年希望の丘の創造、文化的景観の保全と再生が定められた。最大の難問は、逃げる高台のない沖積平野で、安全なまちをどこに、どのように作りだすかにあった。

これを解決するため、まず、被災地の実地調査を行った。津波で残存したエリアを分析する中で、当該地域には3列の浜堤と自然堤防があり、微高地を形成されており、このエリアの津波被害が比較的軽微であることが分かった。これを踏まえて、地質・微地形・植生等の基盤情報を活用し、「自然立地単位図」(図6)を作成し、復興まちづくりの土地利用基本図とした。

B. 被災者による自主的なまちづくりの検討(2011年11月~2012年6月)

岩沼市の復興の特色は、グランドデザイン策定後、法定計画に基づくまちづくりの検討が開始されるまでの間、被災者が自主的に考え、理想の町のイメージを創り出していったことにあった。ワークショップは、平成23年11月に第一回が行われ、平成24年6月までに、延べ10回開催された。この特色は、被災者を主役とし行政は意見を出さずに、白

紙から新しい街を考えていったことにあった。以下の原則を共有することができた。

旧集落のような緑豊かなまちとする。

6つの集落のコミュニティを分断せず街づくり計画に反映させる。

災害公営住宅と自力再建住宅を同じエリアにつくり、人の絆を大切にする。

移転地を居久根で囲い、美しいふるさとの景観を継承していく。

C. 「玉浦西まちづくり検討会」の発足と基本計画の策定(2012年6月 2013年11月)

平成24年6月、正式に防災集団移転促進事業によるまちづくりを検討する「玉浦西地区まちづくり検討委員会」が発足した。この検討会は、平成25年11月までに延べ28回の委員会を開催し計画案をまとめた。岩沼市の復興計画は、自主的なまちづくりで検討を重ねた案を基本とし、4つの原則は、すべて組み込まれ、基本計画が成案となった。

6つの集落は、揃って同じ地区に集団移転をすることが、決定された。今日でいう、「コンパクトシティ」が実現された。

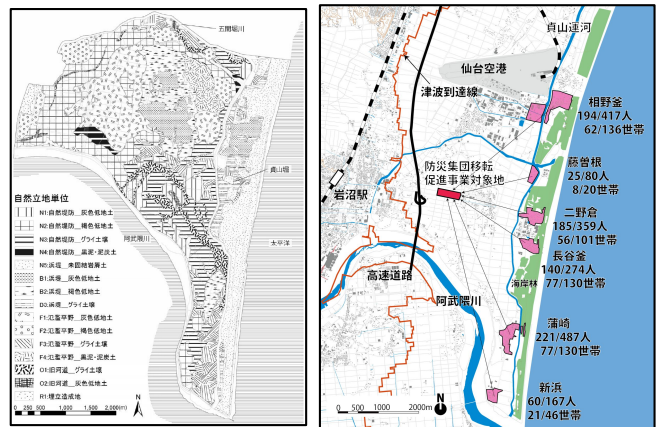


図6 自然立地単位図(引用文献)

図7 防災集団移転促進事業対象地



図8 玉浦西の復興まちづくり基本計画図

新しいまちは、6つの旧集落がクラスター状にコミュニティを形成し、中央を緑道が通り大小4つの公園がネットワーク化され、周囲には住民の力で居久根が整備された。

D. 「玉浦西まちづくり住民協議会」によるコミュニティづくり(2014年1月 継続中)

新しい街の誕生と共に、平成26年1月「玉浦西まちづくり住民協議会」が発足した。この協議会は、今日に至るまで新しいコミュニティ運営の中核となる役割を果たしている。

図9は、平成23年の住民数1,883人（この内、移転希望者1,504人）と、平成29年12月現在の住民数825人をまとめたものである。玉浦西には、他の地区の皆さんも移転しているため、実際の住民数は約1,000人である。被災地で最も早期に実現した集団移転であったが、当初希望者の約50%のみが移転を行った結果となった。

復興は、家庭の将来、健康、教育等が複雑に絡み合っており、「スピード」が極めて重要であることが分かった。

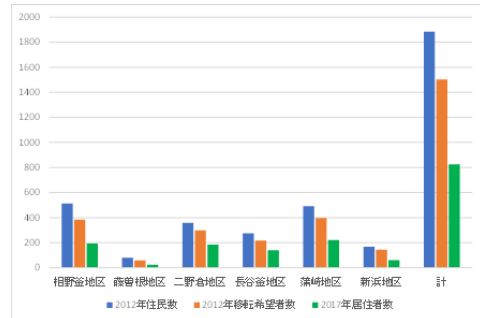


図9 住民数の比較（平成23年と29年）

（3）仙南平野の沿岸域の再生と海岸林の社会実装

仙南平野、2市2町の復興の歩みは、多様な道をたどった。名取市は、「復興土地区画整理事業」を計画し、嵩上げ工事、合意形成に時間を擁した。岩沼市は、6集落が協力をし、移転地での暮らしが開始されている。巨理町は分散型復興の道を歩み、小規模集落が11カ所誕生した。山元町は、常磐線に沿って、3つの拠点形成されている。

復興まちづくりは多様であるが、沿岸部については、要となる海岸林のビジョンは示されていない。本研究では、沿岸域のエコシステム研究の成果を踏まえて、モデルとなる海岸性里山の創造を社会実験として行うこととした。対象地は旧集落跡地とし、被災者の皆さんから、かつての実態と利用について伺い、協働で植樹を開始した。

樹種は、鎮守の杜や居久根から平成23年に採取し、仮設住宅で育ててきた郷土種（アカガシ、アラカシ、ウラジロガシ、コナラ、クヌギ）であり、常落葉混交林の形成を目標とした。図10は、平成28年度の植樹本数（計3,349本）と平成30年5月の残存本数2,152本の種別内容である。実験地は、自力作業であるため、公共事業で行われている風除け柵や良好な土壌の導入は不可能であり、厳しい自然との競争となっている。残存率は64%であるが、平成30年度に更に700本の植樹を追加し、実験を継続している。写真4は、実験林の現在の姿であり、当初の予想通り、落葉樹（コナラ、クヌギ、カシワ等）の生育が良好で、その下で成長の遅い常緑広葉樹が生育しており、被災者の皆さんが定期的に管理をし、放置した森とはなっていないため、10年後には、生物多様性豊かな海岸性里山が、被災地で始めて、誕生するものと推定される。

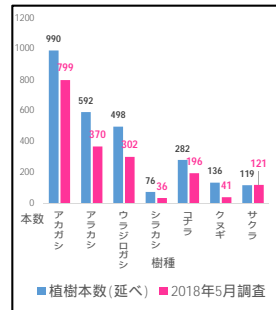


図10 海岸性里山実験林の主な樹種と変化
写真4 常落葉混交林の第一段階

（4）むすび

本研究では、「復興まちづくりと沿岸域の再生」について、「復興緑地計画論」の要となる、以下の知見を得ることができた。

復興まちづくりにあたっては、沿岸域の安全な基盤形成と、居住地のまちづくりの双方からのアプローチが必要である。

沿岸域の安全性を確保する海岸林について、本研究では7年間の変化を詳細に調査し、自律的更新が可能となる生物多様性豊かな海岸林の構造を明らかにした。

更に、これを踏まえて、モデルとなる海岸性里山林を、被災者の旧居住地に協働で創り出す社会実験を開始した。

「復興緑地計画論」は、第一に土地利用の基盤となる自然立地単位図を創り出し、基本方針の設定を行うことが重要である。第二に、被災者自らが考えるプロセスを創ることが重要で、これにより合意形成を速やかに行うことが可能となる。第三に、集落にはコモンズ（共有地）が必要であり、ここでは、居久根、公園緑地等のグリーンインフラストラクチャが基盤となった。

<引用文献>

日本学術会議 東日本大震災復興支援委員会 災害に強いまちづくり分科会（委員長 石川幹子、作成協力 大澤啓志）提言「いのちを育む安全な沿岸域の形成に向けた海岸林の再生に関する提言」、日本学術会議提言、査読有、2014年4月23日。

石川幹子・大和広明・大澤啓志、「東北地方太平洋沖地震津波による海岸林の被災分析と文化的景観の特質に関する研究-宮城 県仙南平野岩沼市沿岸部を対象として」、査読有、都市計画論文集48(3)、査読有、pp.1005-1010、2013。

馬場弘樹・石川 幹子、「沖積平野における自然立地的条件から見た集落の発展と津波・震災被害に関する研究 - 宮城県岩沼市玉浦地区を事例として -」、査読有、都市計画論文集 47(3)、pp.907-912、2012。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計12件)

石川幹子、東日本大震災における工学の役割、学術の動向22(12)、査読無、2017、

根岸勇太、石川幹子、緑の基本計画の計画項目の構造についての計画論的考察、都市計画論文集 5 2 (3)、査読有、2017、1248-1255

石川幹子、グリーンインフラ 自然立地的土地利用と多重防御 岩沼市震災復興計画における理論と実践、環境情報科学 46-1、査読有、2017、17-21.

大澤啓志・内野沙織、仙台平野の津波被災海岸林における土壌攪乱強度とカワラナデシコの生育密度の関係、日本緑化学学会誌 43(1)、査読有、2017、45-50.

大澤啓志・山下英也・石川幹子 (2017) 岩沼市の津波被災集落跡地での住民による海岸林再生活動と研究者の関わり、2017 年度農村計画学会春期大会学術研究発表会要旨集、42-43. 査読無

大澤啓志・上野澗・七海絵里香、仙台湾岸の津波被災海岸林におけるマツ類の実生分布、日本緑化学学会誌 42(1)、査読有、2016、122-127.

Castel-Branco C, Ishikawa, M., Sustainable Post-Disaster Solutions London 1666, Lisbon 1755 and Japan 2011-Learning from the Past, Journal of Environmental Science and Engineering A5, 査読有、2016、196-218 DOI:10.17265/2162-5298/2016.04.004,

Osawa, S., Arai, E. and Nanaumi, E., The distribution of Dianthus superbus on the tsunami-stricken coastal forest in Sendai. The 15th International Landscape Architectural Symposium of Japan, China, and Korea, 査読無、2016、37-47.

大澤啓志、仙台平野南部の津波後の沿岸陸水域における水草類の分布、平成 28 年度日本造園学会関東支部大会梗概集 / 事例・研究報告集 34、査読無、2016、31-32.

Ishikawa, M., A Study on Community based Reconstruction from Great East Japan Earthquake Disaster, A Case Study in Miyagi-Pref., Journal of Disaster Research Vol.10 No. 5、査読有、2015、807-817.

大澤啓志・泉岳樹・七海絵里香・石川幹子、(2015) UAV による高解像度画像を用いた津波被災海岸林の実態把握、日本緑化学学会誌 41(1)、2015、査読有、157-162.

大澤啓志・七海絵里香、仙台平野中部亘理町遼限地区のイグネの特徴と津波の影響、

ランドスケープ研究 78(5)、査読有、2015、755-760.

[学会発表](計 5 件)

根岸勇太、石川幹子、緑の基本計画の計画項目の構造についての計画論的考察、都市計画学会全国大会、2017 年 11 月

Ishikawa, M., "Lessons learned from Great East Japan Earthquake in 2011, 6 years experiences from 2011 to 2017, Restoration Process & Roles of Multi Stakeholders", Belmont Forum, June, 2017, Florence, Italy.

Osawa, S., Arai, E. and Nanaumi, E. (2016) The distribution of Dianthus superbus on the tsunami-stricken coastal forest in Sendai Bay. The 15th International Landscape Architectural Symposium of Japan, China, and Korea

Ishikawa, M., "Development of community-based planning through gendered Innovations after the Great East Japan Earthquake", Gender Summits Plenary Panel 4, Aug.2015, Seoul, Korea.

Ishikawa, M., "Restoration of the Coastal Zone and the Re-establishment of Community as Core for Safe Environment", UN World Conference on Disaster Risk Reduction, 2015, Sendai, Japan.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石川 幹子 (ISHIKAWA, Mikiko)
中央大学・理工学部・教授
研究者番号：30296785

(2) 研究分担者

大澤 啓志 (OSAWA, Satoshi)
日本大学・生物資源科学部・教授
研究者番号：20369135

(3) 研究協力者

玄田 有史 (GENDA Yuji)
東京大学・社会科学研究所・教授
研究者番号：90245366

村上 暁信 (MURAKAMI, Akinobu)
筑波大学・環境情報系・教授
研究者番号：10313016

山下 英也 (YAMASHITA, Hideya)
中央大学・研究開発機構・教授
研究者番号：00508187

根岸 勇太 (NEGISHI, Yuta)
中央大学研究開発機構研究員