

鳥取県環境学術研究等振興事業費補助金研究実績報告書

研究期間（ 2年目/ 3年間）

研究者 又は 研究代表者	氏名	(ふりがな) なかはし ふみお 中橋 文夫
	所属研究機関 部局・職	公立鳥取環境大学 環境学部環境学科 教授 中橋 文夫 電話番号：0857-38-671 電子メール：nak-fumi@kankyo-u.ac.jp
研究課題名	【環境創造部門】防災ランドスケープによる鳥取県土緑の強靱化計画実施手法の研究	
研究結果	<p>委員会の答申を受けて、調査区域を鳥取県土から千代川流域に調査地を絞り、上流・中流・下流の流域治水の考え方を明らかにした。また、智頭町の山麓部を選び、地形・植生・土地利用をレイアし、メッシュアナリシスを試行した。調査ではシュットガルト市の風の道では、土地利用計画における建物、広場、道路、そして緑地の配置状況を調査分析し、風の通り道の状況、建物の緑化状況を明らかにし、都市構造における緑が果たす役割をとりまとめた。国内では熊本地震、広島土砂災害復興地、鳥取県中部地震、糸魚川駅大火の現場に駆けつけ、根の緊縛作用、樹木の防火効果、石造物の倒壊防止の秘伝を明らかにした。こうした研究成果は論文、新聞記事、造園学会関西支部大会で発表し、本県ではシンポジウムを開催した。</p>	
研究成果	<p>研究成果は本学紀要において「緑の強靱化における基礎調査から導いたレジリエンスの方向性」を発表した。これを日本造園学会関西支部大会(京都大学)で、学生とともにポスター発表を行った。また、緑の防災・減災まちづくりの視点から、緑のシンポジウムを開催した。わが国を代表する災害学者、神戸大学名誉教授の室崎益輝先生をお招きし、防災の原点は自然との共生からのご講演賜り、日本海新聞に報道された。翌日は鳥取県中部地震を調査され、その様子はNHKニュースで報道された。筆者は定期的に専門紙環境緑化新聞(全国紙)と日本海新聞の潮流に記事を書いている。「緑の強靱化とメッシュアナリシス」「防災の原点は自然との共生にあり」などを書き、全国に発信した。学術的には本県で初めてのメッシュアナリシスを試行し、方法を示した。調査を通じて、熊本地震では樹木の緊縛作用、糸魚川大火では樹木・樹種の防火機能の確認、鳥取県中部地震では幕末の名石工川六の石造耐震構造を明らかにし環境緑化新聞に書いた。これらは公共施設の緑化仕様、造園・建築・土木の石工事の技術基準に使える。</p>	
次年度研究計画	<p>平成29年度はこれまでの研究を受けて、対象区域を鳥取県土から実施計画策定エリアを鳥取市市街地中心部に絞り、緑の柔靱化計画を策定する。これは鳥取県版のグリーンインフラストラクチャーの考え方で、パークシステムの具現化でもある。すでに緑の基本計画が策定されているが10年経過し、高齢社会の到来などの新たな条件が加わった。そこで、本研究では鳥取市の適正な市街地形態に即して、「山・食・川・街・海」の緑について、とりわけ、都市の柔靱化のあり方を明らかにする。柔靱化とは、「しなやかで強靱」な意味を持つ。併せてパークシステムのモデルとなるボストンのエメラルドネックレスの現状を調査する。また、メッシュアナリシスについては高齢者の避難などを加えた補完研究を行う。従来の研究はどちらかというとハードよりで、緑は人々を和ませるものであるから、緑の新たな文化創造法も検討する。そのために本県を代表する芸術家、中央から学識者を招き鼎談を開催し、しなやかで柔らかく強靱で人々を和ませる文化的な緑のあり方について議論していただき計画策定に反映させる。引き続き日本造園学会、NHK、環境緑化新聞、日本海新聞などに発表し、成果を報告書、リーフレット、論文などにとりまとめて行く。</p>	

報告責任者	所属・職 氏名	公立鳥取環境大学 企画広報課 渡邊 智子 電話番号 0857-38-6704 電子メール kikaku@kankyo-u.ac.jp
-------	------------	--

- 注1) 表題には、環境創造部門、地域振興部門、北東アジア学術交流部門のいずれかを記載すること。
- 2) 「研究期間（ 年目/ 年間）」及び「次年度研究計画」は、環境創造部門及び地域振興部門において記載すること。
- 3) 研究者の知的財産権などに関する内容等で、非公開としたい部分は、罫線で囲うなど明確にし、その理由を記すこと。
- 4) 研究実績のサマリーを併せて提出すること。

平成 28 年度研究実績のサマリー

防災ランドスケープによる鳥取県土緑の強靱化計画実施手法の研究

1. 調査

(1)熊本地震

5月に「熊本地震の現地調査」を行い、熊本市、益城町、西原村の被害状況を報告し、とりわけ地滑りについて詳細に明らかにした。また、熊本城壁の崩壊現場では樹根が杭根として地下に伸びる緊縛作用(写真-1)、益城町では倒壊する建物を庭木が防ぐ現場に遭遇し、樹木の倒木防止効果を確認した(写真-2・3)。



写真-1 地下に伸びる杭根 写真-2 倒れる家屋をマキが支える 写真-3 庭木が家屋を支え道路を守る

(2)ドイツのシュットガルトとバーデン・バーデン

8月には「ドイツ、シュットガルト市の風の道」、並びに「バーデン・バーデン市の緑化計画」を調査した。風の道はシュットガルトが盆地の地形をなし、空気がすり鉢の底部に集まり、排気ガス、夏場の高温が相まって、大気が汚染されるので、その浄化を目的として、底部密集地の再開発に伴い、大胆な連続する公開空地を確保する手法を取り、ダイナミックな緑地を確保していた(写真-4)。

しかも建物には屋上緑化が取り入れられ、平面的に連続する緑地が整備され、それが市民に公開され、自由に利用できるようにされていた(写真-5)。こうすることで建物の間は緑地で覆われ、気温の抑制、企業敷地の市民の自由利用が推進されていた。つまり風の道は単なる直線状の道ではなく、建物を囲むように縦横に配置されていたのである。わが国ではここまで大胆に民有地を開放する事例はなく、緑化先進都市シュットガルト市ならではの偉業と受け止めた。

バーデン・バーデンは日本で言うならば軽井沢のようなところで、リゾート地として知られる「黒い森」の入口部に当たり、ここから黒い森に点在する観光地にアクセスする要衝の地と言える。市域を縦貫して流れる川沿いに広幅員の緑道が形成され、都市のグリーンストラクチャーが形成されていた(写真-6)。両サイドに緑地をはさみながら、住宅地、ホテルなどが配されており、緑がグレードの高い都市の演出に貢献していた。中心部はヨーロッパの各国から訪れる観光客で賑わっていた。



写真-4 盆地を活かした整備 写真-5 企業の敷地は自由に通行 写真-6 川を活かして
(3) 鳥取県中部地震

10月には震度6の鳥取県中部地震が起これ、倉吉の白壁土蔵群は壁が剥がれ、屋根が崩落していた。その後、2017年2月3日に、石造物が耐えたという情報を得、幕末に活躍した石工「川六」が手掛けた狛犬と燈籠を調査した(写真-7・8)。隣接する墓場の墓標は転倒したが、川六の作品は無傷であった。理由は接合部に「相欠」、「ホゾ」の仕口が取り入れられており、その構造を明らかにした(写真-9)。



写真-7 八幡神社の狛犬台座にホゾが噛む 写真-8 自然石の灯籠 写真-9 相欠による接合

(4) 広島土砂災害復興地

平成27年に起こった広島安佐南区の土砂災害地の復興現場を28年11月に調査した(写真-10)。谷沿いの現況林には倒木が放置され(写真-11)、林床には巨石が転がっていた。驚いたのは巨大な砂防ダムだ。高さ30m、長さ70mはあったらだろうか、その巨大さに驚く(写真-12)。説明者は土砂災害で流出した土砂の量は、この規模の砂防ダムであれば再び土砂流出があっても、止めることが出来るとあったが、「自然災害は人間の想定外の規模で襲うことを忘れてはならない」ということを痛感した。



写真-10 現場の被災前と後 写真-11 放置された倒木(高藤撮影) 写真-12 ビルのような砂防ダム

(5)山梨県釜無川信玄堤・万力林など

12月に山梨県甲府市に飛び調査した。信玄堤は歴史的に知られる戦国武将、武田信玄の洪水対策の偉業である。信玄は釜無川に御勅使川の合流地点が氾濫すると読み、川の地形、川の流れなどに技術を施した(図-1)。合流する御勅使川の流れを溶岩が固結した「高岩」に当て勢いを止め、流れの方向を変える(写真-13)。信玄堤は複数の装置が施されていた(写真-14)。信玄堤はこうした施設の中心部にある(写真-15)。「聖牛」という石と丸太による護岸工が施され、護岸に近接する水流を川の真中に押し戻すなどの工夫がなされていた(写真-16)。そのエリアを歩いてみると1km四方はあり、2時間ほどかかった。これは洪水対策の地区計画と言える。

さらに下流域は富士川に繋がり、河道内には「万力林」という防災林が残り、河川敷公園として利用されていた(写真-17)。川本体の水があふれると万力林に引き込み、水流の勢いを弱め、溢れた水を霞堤から下流域に導水する仕組みになっている。こうした整備が戦国時代に行われていたことに驚く。わが国の治水技術の高さを裏付けるものである。

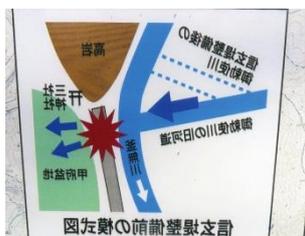


図-1 信玄堤の模式図



写真-13 高岩に激流を当て弱める



写真-14 複数の装置からなる

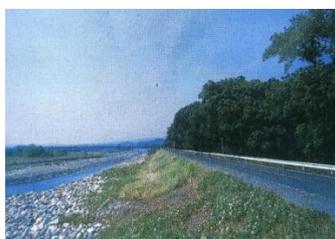


写真-15 信玄堤の本体



写真-16 水を押し出す聖牛



写真-17 水流を弱める万力林

(6)兵庫県立三木防災公園

信玄堤調査前日の12月23日(金)に兵庫県立三木防災公園を調査した。本公園は阪神・淡路大震災で甚大な被害を被った兵庫県がその教訓を生かして、広域救援機能を持つ防災公園として整備したもので、普段は運動公園として利用されている。整備面積は202.4haである(図-2)。

調査はアポイントなしで飛び込んだにも関わらず松下所長の丁寧な説明を受け、施設を案内していただいた。特筆すべきは救援物資を陸上競技場のスタンドの下部空間を利用して、倉庫として整備されていたことだ(写真-18)。物資はパレットという方式で棚に収められ、フォークリフトで移動させて、運搬車両に積み込むようになっている(写真-19)。

ニーズは国内の救援に応えるようになっており、熊本地震でも毛布などの物資を送られたと記録されていた。公園内にはサッカー場などが整備され、緊急時にはヘリコプターの



図-2 三木防災公園のイラストマップ(兵庫県)



写真-18 スタンド下部を活かした倉庫 写真-19 パレットで備蓄 写真-20 緊急生活地のテニスコート

離着陸、大型トラックのターミナル、自衛隊のテント設営地としての機能を持つ。このほかに室内テニスコートは長期滞在の避難場としての機能を持つ(写真-20)。規模はわが国の最も上位にランクされるもので、本県のウエストパークにこれらの機能導入が望まれる。

(7) 糸魚川駅北大火

信玄堤の調査中に糸魚川の大火を聞いた。年が明け1月5日、調査に訪れた。現場はJR糸魚川駅北側の木密地域で被災面積は4ha、当日の風速はアルプスからの南風が20mを越えており、火は煽られ、飛び火して延焼した。放水しても消火栓の水圧が低く、水が霧のようになったようだ。これは鳥取大火と同じパターンで、フェーン現象ももたらしたものである。難を逃れた瀟洒な住宅を見た(写真-21)。周りの建物は焼け落ちたのに、この建物だけが残った。原因は樹林地の存在である。隣地に社寺林みたいなものがあり、焼け焦げていたが、これが建物を守った(写真-22)。ウバメガシ、ヤブツバキ、モチなどを確認した。



写真-21 難を免れた住宅



写真-22 火を止めた樹林地

2. 検討

(1) 千代川流域のリスクランドスケープに基づく流域治水計画

千代川流域のリスクランドスケープにおいて流域治水の視点から検討した。文献、フィールド調査から地形、植生、土地利用、罹災史などを整理した。その結果、河口部が湾曲し、過去は水害で悩まされ、直線にする大工事でようやく治まったという。

しかしながら千代川は佐治川、曳田川、八東川などの支流が流れ込み(図-3)、今日のゲリラ豪雨が起きると千代川の下流部では増水した水量は捌ききれないと予想し、流域治水の考え方を示した。これは、千代川沿線の田畑部を利用して多目的遊水地を配す考えである。そのモデルを昨年度調査した佐賀県城原川の野越し、受け堤の考え方を取り入れた。しかしながら下流域は市街化され、遊水地の確保に問題を残した。

大雑把であるが上流域は智頭、用瀬当たりの田畑の利用が考えられる。中流域では支流の合流により一気に増水する。河原町、八頭町当たりだ。ここで試みるべきことは富士川でみた万力林、すなわち水害防備林の導入である。下流域は鳥取平野が広がり、田畑を利用した遊水地の計画は可能である。重箱緑地も存在する。

注目すべきは旧河道に水防施設として水害防備林が存在していたことである(写真-23)。戦時中に木造船用に伐採されたと聞かすが、水が堤防に激突しても壊れない堤防として水害を防止したと記録にあり、これは時代が変わっても自然災害は繰り返されることから、罹災史に基づき、水害防備林の復活は正論を行くものとする。

ヒアリングにおいて、石川幹子教授はこうした自然再生力をレジリエンスと評価し、地域防災計画に組み入れるべきと推奨され、まさにその現場がここにある。なお、本研究は中橋ゼミの寺尾隆一が卒業論文「千代川流域の総合治水に関する研究」としてまとめ、中橋がリライトして報告するものである。

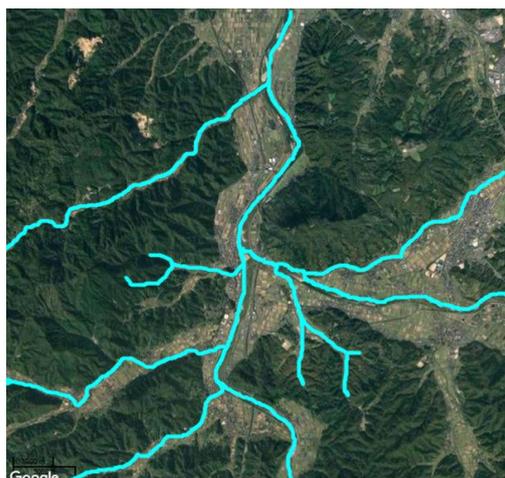


図-3 千代川に複数の支流が流れ込む
出典:地質総合調査センター



写真-23 1940年頃の松の土手
出典:鳥取の水害

(2) メッシュアナリシスの検討

27年度調査でメッシュアナリシスの概要を整理したが、メッシュで緑を拾うのは難しいということから、近年では用いられていない(図-4)。確かにわが国のような微地形にあって、緑を拾うは難しい。自然・生産・人工と緑の種類も違うし、利用・存在機能も異なる。これを単純な評価基準をつくり実践するのは現実的ではない。と言いながらも鳥取県では未だ導入されておらず、ケーススタディになればと思い取り組んだ。対象地として智頭町の山麓部を選んだ。智頭農林高校、石谷家住宅があり、背後に急峻な山林が広がる。そこは智頭スギの生産地でもある(写真-24・25)。

方法は地形、土地利用、植生図をレイアして評価する手法をとる。図面には50mのメッシュをかけ(図-5)、地形は緩急(図-6)、植生は針葉樹、広葉樹(図-7)、土地利用は用途と緑の存在率から、それぞれ1点から5点と評価表をつくり(表-1)、各メッシュを評価し、それをGISで解析したのである。それはレイアして点数を合算したに過ぎないが(図-8)、これが広域な面積を多様な評価基準となれば、ArcGISが効果を発揮するのだから、ここでは初めての試行ということから単純な作業とした。

その結果から、危険地域は読み取れたが、これはこうした方法を取らなくてもわかることである。今日では危険地域は宅造規制区域に指定され、またハザードマップでも理解できる。こうした矛盾を覚えながら作業を進めた。それは繰り返すが、鳥取県において、メッシュアナリシスは初の取り組みであり、本研究がその端緒を開くものと期待するところである。

なお、本研究は中橋ゼミの田中駿太郎が卒業論文「中山間地域における智頭町のリスクランドスケープに関する研究」としてまとめ、中橋がリライトして報告するものである。

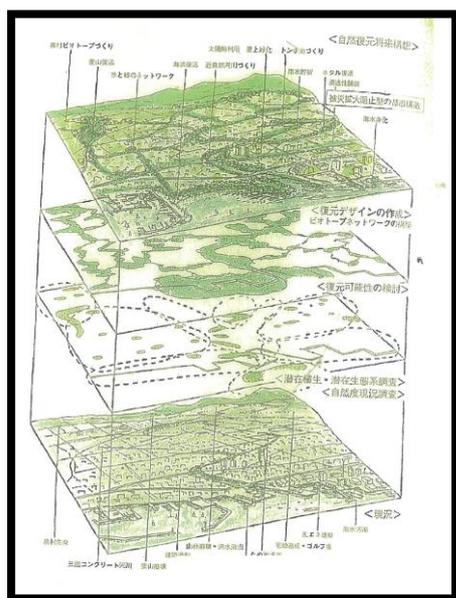


図-4 メッシュアナリシスの考え方
作図:片寄 俊秀



写真-24 調査地の景観
撮影:田中

表 1. 評価基準(作図:田中)

(4 : 危険度強→1 : 危険度弱)	環境要因
4	<ul style="list-style-type: none"> ・針葉樹林帯(スギ、ヒノキ林) ・斜面地 ・谷筋
3	<ul style="list-style-type: none"> ・針葉樹林帯(スギ、ヒノキ林) ・斜面地
2	<ul style="list-style-type: none"> ・斜面地造成宅地群 ・河川沿い
1	<ul style="list-style-type: none"> ・平地宅地群

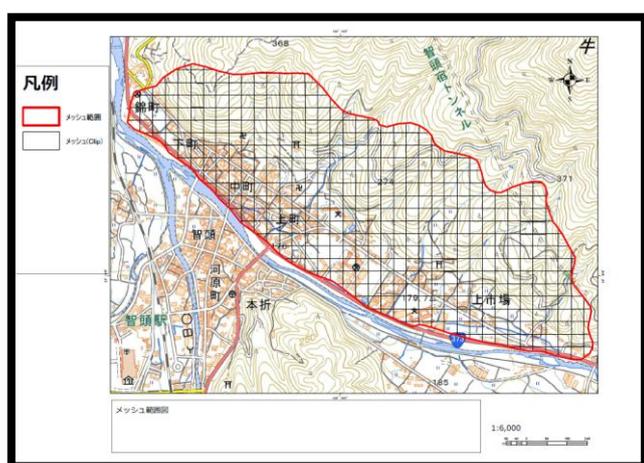


図-5 智頭町の調査区域にメッシュをかける

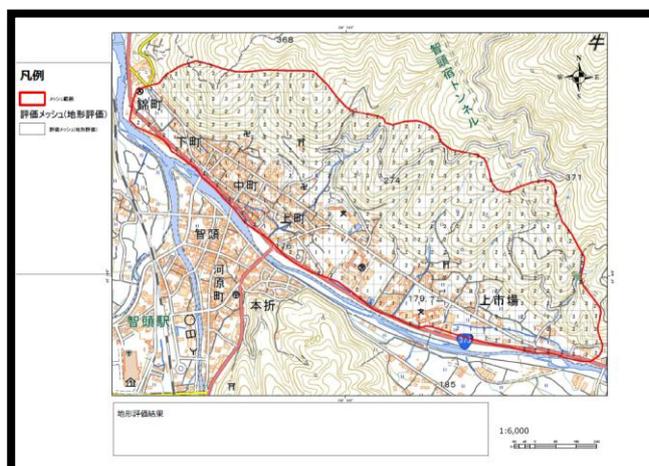


図-6 地形の評価

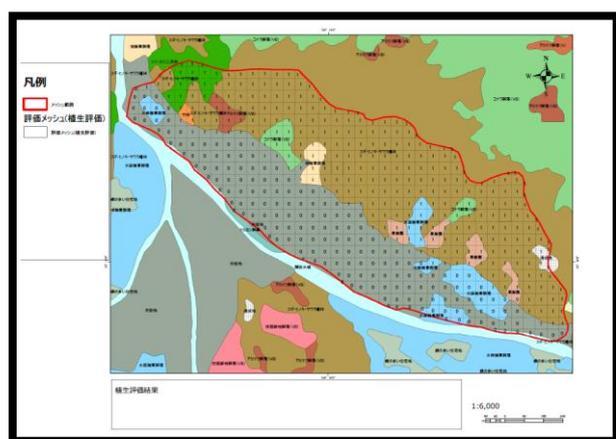


図-7 植生の評価

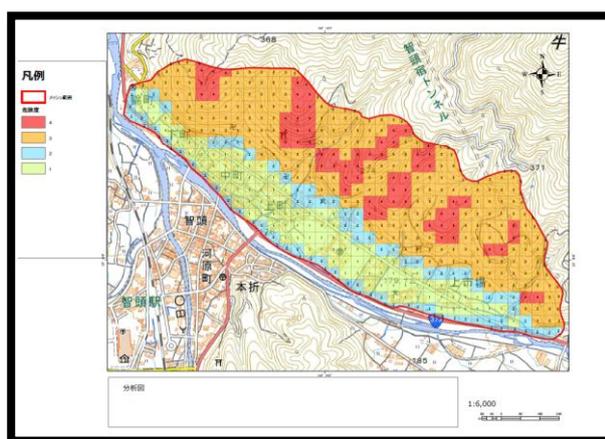


図-8 ArcGISによる総合解析

※解析作業は中橋が基礎資料を作成し、日本技術士会鳥取県支部の協力を得て行った。

メッシュアナリシスを通して、斜面地に自生したスギ、ヒノキといった針葉樹の単一的な林相に危険が潜んでいることが理解できた。このようなリスクに対して、林層改造を提案した(図 9)。

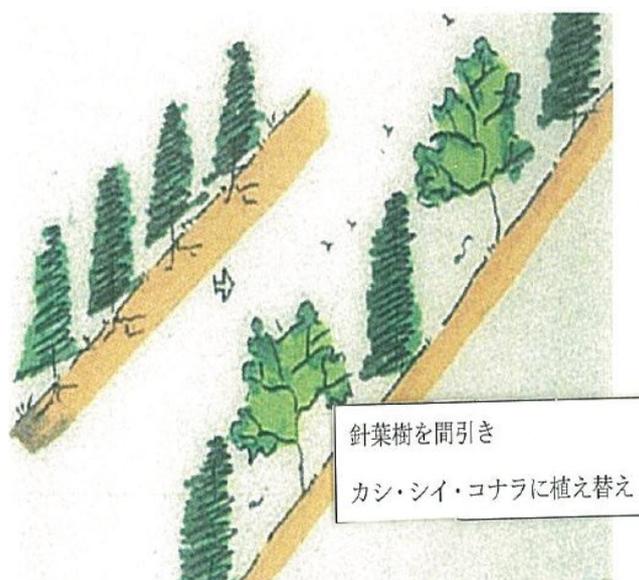


図-9 危険エリア評価 4 地域の林層構造の提案

3. 情報発信

(1) 日本造園学会関西支部大会でポスター発表

ゼミ活動として毎年造園学会に参加し、今年度は平成 27 年度の研究成果を「緑の強靱化における基礎調査から見えてきたレジリエンスの方向性」としてまとめ、京都大学で発表してきた。発表者は田中駿太郎と寺尾隆一である。

(2) 平成 28 年度鳥取県環境学術研究 シンポジウム「緑の防災・減災まちづくり」を開催

本年度業務の集大成として「千代川流域のリスクランドスケープにおける緑の強靱化研究の報告」を行った。基調講演に神戸大学名誉教授の室崎益輝先生をお招きし、「減災の原点としての自然との共生」を御講演賜り、日本海新聞に報道された。次に片寄俊秀委員長をコーディネイターにしてシンポジウムを行い、これからの防災まちづくりの方向性について議論された。学生は寺尾隆一、田中駿太郎が前掲した卒業論文をパワーポイントを用い発表した。

翌日は中部地震の被災地調査となり、災害に耐えた幕末の石工「川六」が手がけた狛犬と灯籠を調査した。作庭家青木清輝氏の案内で青谷町、倉吉の社寺を調査し、石造物が倒壊しなかった理由として、調査編で述べたように接手の「相欠」「ホゾ」の構造を明らかにした。なお、この調査に NHK の鳥取市局が帯同し、調査模様はニュースで放映された。

(3) 論文

本学紀要 14 号に、平成 27 年度の研究成果として、「**緑の強靱化研究における基礎調査から見えてきたレジリエンスの方向性**」を書いた。論文 60 編を分析し、長崎・佐賀・明石・東京・福島を往来し、水害現場の復興、原爆で焼け焦げたクスの復活状況、江戸時代から続く流域治水の仕組み、東日本大震災の復興状況を明らかにした。またヒアリングは学識者、実務家、官僚、地域活動家、コンサルタントなど 10 人に及んだ。運営委員会は鳥取と明石で開催した。その結果、「ArcGIS とメッシュアナリシス」、「緑の強靱化とレジリエンス」、「実験研究と法律」、「緑と総合防災学」、「歴史伝統技術と公明性」について知見を得た。

今後実務研究において進めることは、①罹災史を地図に落とし込み、必要な防災技術を掘むこと、②佐賀平野の 200 年に及ぶ水利統制の機能が損なわれる現状に便乗して、国が推進ダム建設と真っ向から抗う野越、霞堤は信玄堤に匹敵することから、こうした伝統機能を守り活用すること、③メッシュアナリシスは ArcGIS を用い、新たな評価基準を定めることにより有効であること、④緑の強靱化とレジリエンスの研究を深めること、などである。

(4)新聞記事の執筆

時系列的に報告する。

① 「闘うランドスケープアーキテクト」の気まぐれ拳文録(35 回)

タイトル:「今こそ緑の強靱化を」緑の柔構造都市論の具体策を提唱。

環境緑化新聞 2016 年 3 月 15 日

② 寄稿「城原川流域調査を終えて」佐賀平野の佐賀藩士成富兵庫茂安が考案した「柔らかな治水」200 年の知恵について

佐賀新聞 2016 年 3 月 17 日

③ 「闘うランドスケープアーキテクト」の気まぐれ拳文録(36 回)

タイトル:「緑の強靱化における『いなし』の構造を佐賀県城原川の『野越し』『受堤』等に見る」

現場調査から佐賀平野の 200 年に及ぶ水利統制の有効性を説く。

環境緑化新聞 2016 年 4 月 15 日

④ 「闘うランドスケープアーキテクト」の気まぐれ拳文録(37 回)

タイトル:「リスクランドスケープにメッシュアナリシスを」土地利用の評価としてメッシュアナリシスが導入され 40 年経過するが、新たな評価基準を勘案し、推奨した。

環境緑化新聞 2016 年 4 月 15 日

⑤ 熊本地震緊急寄稿

タイトル:「土攻めの恐怖実感」本研究の緊急調査として余震のなか現地調査を実施し熊本城、益城町、西原村の被害状況を報告。土砂対街、樹木の根の緊縛作用、倒壊防止効果を詳述。

環境緑化新聞 2016 年 5 月 15 日

⑥ 日本海新聞「潮流」

タイトル:「鳥取の町を緑で守るパークシステムの導入を」鳥取市市街地中心部のグリーンインフラの見本としてパークシステムの具体策を提案

日本海新聞 2016年10月6日

⑦ 「闘うランドスケープアーキテクト」の気まぐれ拳文録(44回)

タイトル:「緑の強靱化とレジリエンス」本研究を進める中でレジリエンスの重要性に気づき、緑の強靱化の重要性と対比しながら論述。

環境緑化新聞 2016年12月15日

⑧ 「闘うランドスケープアーキテクト」の気まぐれ拳文録(47回)

タイトル:「減災の原点としての自然との共生」防災学の第一人者である神戸大学名誉教授の室崎益輝先生の御講演内容を詳述。

環境緑化新聞 2017年2月15日

⑨ 日本海新聞「潮流」

タイトル:「幕末の名石工『川六』尾崎六郎兵衛の隠し技に減災の秘訣を見る」鳥取県中部地震に耐えた狛犬、灯籠に秘められた減災の技術を詳述。

※情報発信は別紙に一覧した。