



龍谷大学
RYUKOKU UNIVERSITY

龍谷大学 里山学研究センター
2017年度 年次報告書

里山学研究
里山学から考える
防災・減災

— 琵琶湖水域圏の保全・再生に向けて —

別冊

目次

龍谷大学里山学研究センターシンポジウム

里山学から考える防災・減災 ～琵琶湖水域圏の保全・再生に向けて～

(1) プログラム	1
(2) 2017年度里山学研究センターシンポジウム挨拶 牛尾洋也	3
(3) 基調講演	
1) 日本人の伝統的自然観と治水のあり方 大熊 孝	5
2) Eco-DRR（生態系を活用した防災・減災）という考え方と国内外の動向 西田貴明	13
(4) 関連講演	
1) 減災型治水システムの社会実装とその課題 瀧 健太郎	19
2) 里山の開発と宅地災害―戦後日本の「遅れてきた公害」― 釜井俊孝	28
3) 奥山の自然は蝕まれている ―二ホンジカによる自然植生の荒廃は災害を誘発するのか？― 横田岳人	34
(5) パネルディスカッション これからの防災・減災に求められること コーディネーター：清水万由子 パネリスト：大熊 孝・西田貴明・瀧健太郎・釜井俊孝・横田岳人	38
(6) 閉会の挨拶	52
(7) ポスターセッション	
1) ポスターセッションリスト	55
2) ポスターセッション	56

プログラム

シンポジウム		ピアザ淡海	ピアザホール
総合司会	宮浦富保（龍谷大学理工学部・教授 里山学研究センター・副センター長）		
12:30-13:00	受付/ポスターセッション開始 第〇部 ポスターセッション 「里山にかかわる多様な研究・取組みのポスター展示」		
13:00-14:25	第一部 主催者挨拶 牛尾洋也（龍谷大学法学部・教授 里山学研究センター・センター長） 基調講演 「日本人の伝統的自然観と治水のあり方」 大熊 孝（新潟大学・名誉教授） 「Eco-DRR（生態系を活用した防災・減災）という考え方と国内外の動向」 西田貴明（三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社・副主任研究員）		
14:25-14:55	第二部 ポスターセッション 「里山にかかわる多様な研究・取組みのポスター展示」		
14:55-16:00	第三部 関連講演 「減災型治水システムの社会実装とその課題」 瀧 健太郎（滋賀県立大学環境科学部・准教授） 「里山開発と宅地災害―戦後日本の「遅れてきた公害」―」 釜井俊孝（京都大学防災研究所斜面災害研究センター・センター長 里山学研究センター・研究員） 「奥山の自然は蝕まれている～ニホンジカによる荒廃は災害を誘発するのか？」 横田岳人（龍谷大学理工学部・准教授 里山学研究センター・研究員）		
16:00-17:00	第四部 パネルディスカッション 「これからの防災・減災に求められること」 コーディネーター： 清水万由子（龍谷大学政策学部・准教授 里山学研究センター・研究員）		

パネリスト：

大熊 孝（新潟大学・名誉教授）

西田貴明（三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社・副主任研究員）

瀧 健太郎（滋賀県立大学環境科学部・准教授）

釜井俊孝（京都大学防災研究所斜面災害研究センター・センター長

里山学研究センター・研究員）

横田岳人（龍谷大学理工学部・准教授 里山学研究センター・研究員）

閉会挨拶

丸山徳次（龍谷大学・名誉教授・研究フェロー 里山学研究センター・研究員）

シンポジウム

2017年度里山学研究センターシンポジウム

挨拶

龍谷大学里山学研究センター センター長
牛尾 洋也

里山学研究センター長の牛尾です。

本日は、ご多忙中にもかかわらず、ご参加いただきましたこと、深く感謝申し上げます。シンポジウムを開催するにあたりまして、主催者を代表し、一言ご挨拶を兼ねて、シンポジウムの趣旨を簡単にご説明したいと思います。

本日は、琵琶湖周辺を散歩するに最適の、春の訪れを感じさせる陽気ですが、その中で、室内にこもって防災の話を書くということは、大変勇気のいることかと思えます。しかし、災害という非常時の事柄は、平時の中で考えることこそ大切ですので、時節柄にも適した話題ではないかと考える次第です。

ところで、シンポジウムのテーマは、「里山学から考える防災・減災～琵琶湖水域圏の保全・再生に向けて～」となっています。そこで、テーマに関して、3点ほどお話しさせていただきたいと思います。

まず、冒頭の「里山」という言葉ですが、人と自然との相互作用のなかでこそ、生物多様性が育まれ、人の生活や自然の循環が持続可能な形で行われてきた、そのあり方、考え方を指すものとして「里山」という言葉を用いており、対象も、里湖、里川を含めた広い意味で「里山」という言葉を用いています。

つぎに、「里山学」という言葉も聞きなれませんが、これは、里山に関する様々な研究分野における諸科学の異なった観点から対象にアプローチし、対象を統合的に研究するだけでなく、専門家と市民、行政、民間セクターが相互に連携、協働する学際的なトpos、場であるという立場を意味しています。

続いて、防災・減災という言葉ですが、この間、地球温暖化や異常気象の影響で、豪雪や大型台風、集中豪雨などが毎年のように発生し浸水被害も生じています。さらに震災に目を向ければ、1995年の阪神・淡路大震災から23年、2011年の東日本大震災から7年、一昨年(2016年)には熊本地震が起こるなど、あちこちで地震活動や火山活動も活発化しています。こうした地球環境、日本列島の環境の中で、私たちは何をどうすれば、生命や財産を守ることができるかが課題となりましょう。

今回のシンポジウムにおいては、「里山学」という考え方を一つ設定し、自然の脅威に対して、人と自然との共生の英知を活用した防災・減災を、専門家の閉ざされた議論空間のみではなく、広く市民や行政とも連携する中で考えるという観点から、シンポジウムを進行したいと

考えています。

第1部の基調講演、関連講演ののち、第3部のパネルディスカッションでは、これらの考えを一層深化させ、課題や問題点についてもさらに検討したいと考えております。こうした防災に関する考え方やその背景にある問題状況を幅広く見渡すことにより、私たち一人一人がこれからの防災・減災の在り方について考えるきっかけとなれば幸いに思います。

長時間にわたりますが、最後までお付き合いいただければ幸いに存じます。

どうぞよろしくお願いいたします。

基調講演

日本人の伝統的自然観と治水のあり方

新潟大学・名誉教授

大熊 孝

1. はじめに—小出博先生の災害観—

私が川の勉強するうえで一番影響を受けたのは小出博先生（1907～1990）でした。小出先生は私が学生のころは東京農業大学の教授でしたが、川の見学に何度も連れていかれ、現場の地質・地形に照らしながら地形図の見方など教えてもらいました。

小出先生の災害観について学んだことが3点あります。1つは災害の本質です。災害が起こりやすいところほど人間が住みつきやすく、災害が起こらないようなところには人間は住みつけないということです。だから、人間が被害を受けるは必然性があるということです。

もう1つは災害には繰り返し現象と破壊現象があるということです。いったん破壊現象が起きたら、次の破壊は何百年かかるか分からないが、破壊条件が整うまでは起こらない。これを免疫論と名付けていましたが、免疫性がある場合復旧のあり方が変わってくるはずだということを教わりました。山崩れや地滑りには繰り返しがあるものとそうでないものがあるのですが、災害を問題にする場合、免疫が成り立つものとそうでないものをきちんと区別しろと言われた。

それから本家の災害、分家の災害という視点を学びました。本家は長年月かけて災害に遭いにくいところに、分家はお金がないから災害に遭いやすいところに立地する。本家と分家の区分は地域によって違うけれど、日本で平均的に考える場合は、人口が江戸時代末期の3,000万人くらいまでの居住地とそれ以降の増えていったところで分ければ大体間違いないということです。そのうえで本家が災害を受けるようなときが天災で、分家だけの場合は人災のうちだということです。

こういった小出先生の災害観で私は育ってきました。

明治以降、自然を征服する、洪水を制圧する、という考え方が強くなりましたが、いい川づくりとは、洪水を制圧するのではなく、洪水時も通常時も川とうまく付き合い、生物多様性をはかられ、川沿いの人びとと川との関係が豊かになることです。そのような考え方をもちながら、洪水とどううまく付き合っていくのが、今日のテーマです。

2. 日本人の伝統的自然観・災害観

1) 自然を人間の対立物と見てこなかった日本人

日本人の伝統的自然観・災害観を表わす言葉に「山川草木悉有仏性」という言葉があります。この思想は、おおむね鎌倉時代に確立したと言われていますが、縄文時代から存在していたと考えられています。例えば、梅原猛さんは30年前からそのように発言されています⁽¹⁾。こ

の思想は、自然の中のあらゆるものは石などの無機物をも含めすべて平等であるが、人間だけが「欲」があり、余分な殺生もしてしまう「うしろめたい」存在であるということです。だから、せめて死んだ後は自然に還って浄化されたい——こういった考え方が古くからあったということです。

日本には「山越阿弥陀図」のような絵がたくさん残されています。この絵が示しているのは、人間は死ぬときに阿弥陀さんが迎えに来てくれて「自然に還る」のだということです。つまり日本人の自然に対する思想は「自然の征服」、「自然の利用」、「自然の保護」ではない。「自然に還る」ということで、自然を人間との対立物としては見ていません。

2) 矛盾した自然との付き合いのなかから文化が生まれる

日本の自然というのは普段はものすごく恵み深いのですが、台風や豪雪、地震など荒ぶる自然によって被害を受けることがあります。しかし台風が来なかったら水資源が足らなくなるわけで、災害の裏に人間に恵みをもたらすものがあるということです。東日本大震災の津波について「森は海の恋人」という言葉で有名な気仙沼市の畠山重篤さんは、災害に遭いながらも、「津波が来てくれたおかげで、海がきれいになって、その後カキがよく採れるようになった」と言っています。荒ぶる自然の裏には人間に恵みをもたらすものがあるということもきちんと押さえておく必要があるのではないかと思います。これは矛盾した複雑な自然との付き合い方が求められるということであり、そこに文化が生まれるのだと思います。

良寛（1758～1831）が「災難に逢う時節には、災難に逢うがよく候。死ぬ時節には、死ぬがよく候。是ハこれ災難をのがるゝ妙法にて候」と言っています。私は初めてこの言葉を読んだとき何を意味しているのかよく分からなかったのですが、この言葉との出会いが拙書『洪水と治水の河川史～水害の制圧から受容へ～』（1988）を書くきっかけとなりました。やはり私たちは自然と闘うのではなく、われわれが“うしろめたい”存在であることを自覚し、自然に対して謙虚になることが必要なのではないでしょうか。

3. 川の定義と技術の3段階

1) 川の定義の重要性

川の定義、川とは何かについて、私は大学で次のように習いました。「河川とは、地表面に落下した雨や雪などの天水が集まり、海や湖などに注ぐ流れの筋（水路）などと、その流水とを含めた総称である」。この定義では、水循環は意識していますが、そこに棲む生物や人間の文化などには全く触れていません。だからこの定義のもとでは川をコンクリートで固めたり、ダムを造ったりしても良心の呵責は感じないことになります。

私は1990年頃から次のような定義で学生に教え始めました。

「川とは、山と海とを双方向に繋ぐ、地球における物質循環の重要な担い手であるとともに、人間にとって身近な自然で、恵みと災害という矛盾の中に、ゆっくりと時間をかけて、人の“からだ”と“こころ”をつくり、地域文化を育んできた存在である」。

このように定義することでいろいろなことが具体的に言えるようになったと思います。例えば、この川の定義でいくと、ダムというのは物質循環を遮断するものであって、川にとっては基本的に敵対物であると考えなくてはなりません。ただ、都市に住んでいるとやはりダムは必要になります。しかしそういう場合には川に「お願いして」ダムをつくらせてもらうという態

度が必要ではないかと思います。これは、建設適地と見れば至るところにダムを造るという態度とは大きな開きがあります。私は先ほどの定義を作った頃から、ダムのない川はレッドリストに載せて保全すべきだと考え、土木屋ですがダム反対を公言するようになりました。そういう意味では、定義というのは非常に重要だと思います。

2) 技術を「担い手」と「展開過程」からみる

私は技術を考えるうえで二通りに分類して考えています。

1 つは技術の担い手による分類です。「私的段階：小技術 (Individual Action)」、「共同体的段階：中技術 (Community Action)」、「公共的段階：大技術 (Public Action)」(図1 参照)。この3つがうまく絡み合うと最適な技術展開ができると思います。

もう1つは技術の展開過程における分類です。「思想的段階 (Idea)」、「普遍的認識の段階 (Scientific Cognition)」、それから「手段的段階 (Means)」の三分類です。例えば1997年に河川法が変わって、河川の環境を大事にしようということになりましたが、粗朶沈床(そだちんしょう)というものが見直されるようになりました。粗朶だと空隙が多く、魚にも優しいということです。だから思想が変わると手段も変わってくる。もちろん良い手段が出てきたら、思想も変わってくるということもあると思います。

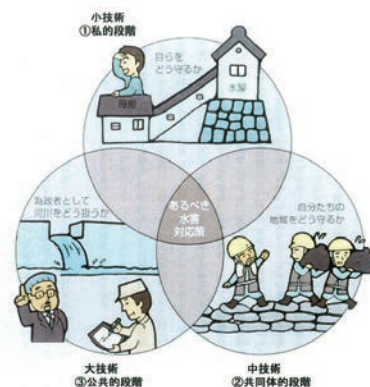


図1 技術の担い手による分類

3) 改正河川法による水害防備林の位置づけ

1997年の河川法改正で、第3条に「樹林帯(河畔林)」という言葉が入りました。この樹林帯は伝統的工法でいう水害防備林です。水害防備林をもう1度整備しようと河川法の中に入れられましたが、その後ほとんど作られていません。その理由の一つに水害防備林がきちんと理解されていないことがあると思います。

以前建設省によって配られた資料では(図2参照)、図の右下に示されているように、越流して水害防備林に流れ込む水が波立っています。しかし、実際は水害防備林がある方が穏やかな流れになります。水害防備林には水の勢いを殺す水勢作用や土砂・石礫を林の中に残すろ過作用があります。河川工学の教科書には水害防備林は書かれていませんでした。全国的にはまだ残っていますが、あちこちで伐採されているのが現実です。



図2 河川法改正の河畔林イメージ図

4. 最近の水害と治水の到達点

1) 2004年7月13日新潟水害

2004年の新潟・福島豪雨では300mm以上(30時間雨量)降った区域が1,065km²にも及び

ました。この雨量は300年確率だと言われ、五十嵐川や刈谷田川が破堤し15人が亡くなりました。破堤で溢れた水が一気に天井近くまで浸水したため、寝たきりの人がそのまま亡くなったり、階段の途中で亡くなった人がいたりで、災害現場は地獄絵図のようでした。

刈谷田川の事例では、破堤部分は川が右方向に向かって大きくカーブして、遠心力によって右岸側が大きく越流していたのですが、左岸側にも水が溢れ決壊しました。400年前に立地したお寺の厚さ1mのコンクリートべた基礎がひっくり返ってしまし



写真1 新潟水害・刈谷田川中之島（左岸）の破堤
（上・破堤直前、下・破堤直後）（撮影：石橋栄治）

た。高さ5mぐらいの堤防が一気に壊れたのですが、その破壊力は津波と同じぐらいあります。この後、東日本大震災の津波があって、刈谷田川よりずっとひどい被害が出ましたが、堤防が切れるだけでも大変なことになるのです。

2011年7月には、今度はほぼ同じ場所に300mm以上が約6,000km²にわたって降りました。たった7年前、300年確率だと言っていたのが、それをはるかに超える雨量が降ったのです。このとき新潟で一番多いところで2,000mm（76時間雨量）ぐらい降って、新潟もついに紀伊半島並みの降り方になったと言っていたら、紀伊半島のほうでは同じ年の9月に300mm以上が1万km²を超えていて、一番降ったところは3,000mm（144時間雨量）でした。

2) 2004年7月福井水害

この2004年7月の豪雨では、南に位置する福井県でも足羽川が溢れて、福井の町中が被害を受けたが、破堤したのは1箇所だけでした。ただ、一気に壊れないで、90分ぐらいかかって徐々に破堤しました。新潟のように一気に壊れたのと、90分かかって切れるのとでは破壊力や氾濫量が違います。実際この破堤箇所の脇の家は全壊していませんし、氾濫量が少なく、床上浸水になってもあまり高くなりません。これだと死者は出にくいのです。堤防が壊れるにしても、ぐずぐずゆっくり壊れるか、急に壊れるかで被害程度が全く違うということです。堤防を造るとき、このことを踏まえて造るべきだと私は思います。

3) 2011年9月台風12号災害

先ほど言った紀伊半島で大きな雨が合ったとき（2011年）に特異な被害を出したのが、熊野川支川相野谷川（おのだにがわ）の高岡地区です。田んぼの真ん中に輪中堤をつくり、その内側に家が建てられました。この輪中に水が入ったのです。設計上、外からの水圧は考えていたが、内側からの水圧を考えていなかったために、外水の低下とともに輪中堤が川のほうに倒れて、その引き水で家がやられました。

この高岡輪中の近くは、山裾の高いところに石垣を積んで家が建てられています。この時の雨では、こうした石垣屋敷も水没しました。こういう地域ですから、輪中堤で水害を防ごうとしても無理だったということです。

4) 2015年鬼怒川破堤

2015年9月には鬼怒川が破堤しました。鬼怒川には上流に4つもダムがあって、何千億円も投入されていましたが、下流の破堤箇所の堤防が低かったのです。ここだけ低いのにほったらかしにしていたので溢れてしまい大破堤を起こしました。だからこれは完全に人災です。それと、この上流にはソーラーパネルをつくるとかで、自然堤防を削ったところがあり、そこから溢れましたが、そちらもほったらかしでした。

私は同じ河川の土木技術者として、これは恥ずかしいと思います。この破堤に対して、現在まで何ら責任がとられていないところに問題があると思います。

5) 2016年岩手県小本川災害

2016年8月末、岩手県に初めて台風が上陸し大変な被害がでました。岩泉町の小本川では老人ホームがやられ、9の方が亡くなりました。乙茂橋（おともばし）というのが1993年につくられて、それまで河川敷だったところが開発されたのです。今回はこの乙茂橋に流木が引っかかり、水が橋の袂の盛土をぶち破って老人ホームの方に流れました。それで逃げられなくなり、お年寄りたちが亡くなりました。この災害では、橋に引っかかった流木が原因で両脇に水が流れて大きな被害が出たという事例がたくさんありました。私はやはり橋のつくり方に問題があると思います。

欄干が外れるようになっていけば水は流れやすくなりますから、それだけでもだいぶ被害が軽減できます。確かに橋脚の間隔や橋下のクリアランスには注意を払うようになっていますが、流木が引っ掛かり被害が拡大する事例はあちこちで起こっています。何でこんなことをいつまでもやっているのか、そのことが非常に問題です。

6) 現代の治水の問題点

現在の治水計画は、100年に1度とか200年に1度という頻度の豪雨に対して、治水対象となる基本高水（きほんたかみず）を定め、それを河道と上流のダム群で受け持ち、洪水を川から溢れさせないで海までできるだけ早く排出するという方針をとっています。この計画が、30年から50年で完成すればいいのですが、現状では、利根川や信濃川をはじめ、ほとんどの川で計画規模が大きすぎて、完成の目途が全く立っていない状況にあります。そして、現実には、堤防の予測できないところで越流破堤して、甚大な被害を発生させているのです。特に最近は、温暖化のせい、か、今までに経験したことのないような豪雨が発生して、堤防が急激に破堤し、強い破壊力と膨大な氾濫量で、家屋の破壊や急激な床上浸水が発生し、死者を出すまでに至っています。

こうした状況に対処するためには、越流する場所を特定させ、その堤防が短時間に壊れないように強化し、破壊力を削減するとともに氾濫量を低減させ、できるだけ被害を最小化する方策が肝要です。せめて床下浸水は許容するにしても、床上浸水は発生しないような工夫が必要です。

このような治水策は、実は、日本では古くから多くの地域で実行されてきたものです。

5. 究極の治水体系は400年前にある～越流のさせ方で被害は変わる～

究極の治水体系は400年前にあるということで、まず桂離宮の事例を紹介したいと思います。桂離宮は400～500分の1という急勾配の桂川右岸脇にあります。桂川は洪水になるとすごい激

流になり、激流が堤防にぶつかったら壊れたっておかしくない川です。しかし、桂離宮は400年近く存在しているわけです。桂離宮の書院は高床式になっており、床上浸水したことはありません。

桂川の堤防の脇に笹垣という垣根があります（写真2参照）。堤防の法面に生えている竹を生きたまま折り曲げたもので、これは水害防備林そのものです。洪水が溢れてくると、この中に石や泥を落とし、ゆっくりと水が溢れていきます。茶室として有名な松琴亭は10回以上浸水を受けていますが壊れていません。比較的きれいな姿で生き残っています。私が測量したのですが、松琴亭に残されている一番高い洪水痕跡のレベルが書院の床下ギリギリになりました。



写真2 桂川右岸堤防の笹垣（撮影：大熊）

筑後川の治水に関わった人物に、成富兵庫茂安（1559～1634）という人がいます。筑後川の右支川である城原川の堤防は途中で低くなっていて、これは「野越」と呼ばれているのですが、洪水が来たらここから溢れます（写真3参照）。溢れた水がそのまま下流に行くと、流速が増していき被害が拡大するので、上流へとゆっくり氾濫させていって隣の川でその氾濫水を受けもつようにし、水害にならない



写真3 城原川（筑後川右支川）の野越（撮影：大熊）

ようにしています。水害防備林も併せもっています。実際に、2009年7月の洪水の際、堤防の低いところから越流したのですが、ほとんど被害がありませんでした。

この城原川には全部で9つの野越と言われる越流部があります。この1番、2番は霞堤であり、野越ではないと私は考えていますが、一応9つあると言われています。この上流に城原川ダムをつくることが決まりました。ダムをつくり、野越は全部やめようというのが今の国交省の考え方です。本当の治水とは何かを忘れた、ダム依存の治水方針でしかないと思います。

5. 堤防の強化は可能か

1) 堤防の「土」の強さに注目

「治水の王道は堤防にあり」というのが私の基本的な考えであり、ダムをつくるよりも、堤防を強く造ることを提言してきました。日本の場合、堤防の天端を越えて溢れるような洪水の継続時間はせいぜい数時間です。米国のミシシッピ川のように1ヵ月も続いたら話は別ですが、日本では数時間壊れなければいい。壊れたとしてもゆっくり壊れてくれればいい。だから堤防を少し強化すればいいのではないかと考えるのです。

このように考えるようになった一つのきっかけは、1975年の北海道の石狩川水害です。このとき石狩川右岸で破堤しました。3kmぐらいにわたって越流しましたが、決壊したのは30m区間1箇所だけです。破堤した箇所には坂路があって草が生えておらず、洗掘を受けて壊れて

しまったのです。前後は草が生えていて壊れなかったのです。土でできている堤防でも草が生えたりして、ちょっと補強されていれば強いのではないか、そう思ったわけです。僕は当時土でできている堤防は越流したら壊れるものだと教わっていましたが、3kmも越流していて、壊れたところはせいぜい1箇所30mぐらいなら、ずいぶん強いじゃないかと逆に思いました。

2) 薬液注入による堤防強化

そもそもなぜ堤防を土でつくったかという、土でできている堤防は1,000年たっても腐らないということが一番大きい理由だと思います。そこをちょっと強化してやればよいのではないか。強化方法は先ほど述べた水害防備林をつくるというやり方もありますが、水害防備林は維持管理が大変だからということで、ある実験をやってみました。

1984年だからだいたい前のことです。まだ企業との共同研究などがなかった時代ですが、新潟の植木組と福田石材という会社をお願いして薬液注入による堤防強化実験を行ないました。強化したら、何時間越流させても全然壊れませんでした。建設省の人も見にきてくれたのですが、堤体内がどこまで強化されたかわからないから駄目だと言われ、私たちが実験で示したようなやり方で治水をやるという方向には全く行きませんでした。もしかしたら、そうするとダムが不要になってしまうという「不安」があったのかもしれない。

3) 開発が進む堤防強化法

その後、堤防強化法にはいろいろなものが出てきました。たとえば連続地中壁工法です。アースオーガーという機械でセメントミルクを掘削しながら堤防の中に挿入して、深さ10m×厚さ50cm程度の壁を連続的に造っていく工法です。壁ができれば透水係数は相当小さくなりますし、その壁は土より強度が数倍強くなり、越流して破壊が始まっても、この壁のところで洗掘がとまるという考え方です。この工法は、実際の堤防にまだ使われていませんが、低水護岸ではこの工法が使われています。

今はもっと単価の安いパワーブレンダー工法というのもあります。土と改良材を均等にきめ細かく垂直連続攪拌混合し、地盤改良する工法です。どのくらい安いかというと、1m×1m、深さ10mで約6万円です。100kmの堤防を改良しても60億円でしかありません。利根川の八ッ場ダムの場合、事業費が5,320億円とかいわれていますが、借入金の利子などを入れると1兆円近くになると思います。利根川の下流の堤防総延長は400kmぐらいですから、ダム1個のお金で十分に強化ができることになります。

東北では津波対策として、現地にある土砂や砂礫にセメントを加え水と混ぜ合わせたCSG (Cemented Sand and Gravel) 材を利用したCSG工法による堤防が造られています。これもかなり強くて、少々越流しても壊れません。こうした工法も使いたいと思います。越流しても壊れない、壊れるにしても時間がかかる堤防をつくるのであれば、被害は決定的に小さくできるだろうと考えています。

なお、堤防幅を高さの約30倍にして、越流しても破堤しない堤防として1987年に導入されたスーパー堤防は、全国で主要河川（利根川、江戸川、荒川、玉川、淀川、大和川）について約873kmが計画されました。しかし、25年後の2012年1月の段階で整備率は1.1%に過ぎません。スーパー堤防をつくるには膨大な土量を必要とし、その調達が難しいとともに、人家連坦部で

は住民にダムの水没問題と同様な犠牲を強いることになり、あまりに時間と公費がかかりすぎるのです。

私有権を優先とした現代民主主義の下では、「野越」のように越流場所を特定することはできませんが、越流する可能性のあるところをすべて強化して、例え越流したとしても破堤しない堤防にすれば、水害は劇的に減少するものと思います。そして、その費用はダム建設に比較すれば相当に安いということです。

(1) 梅原猛・吉本隆明「対話 日本の原像」中公新書、220頁、1989年

基調講演

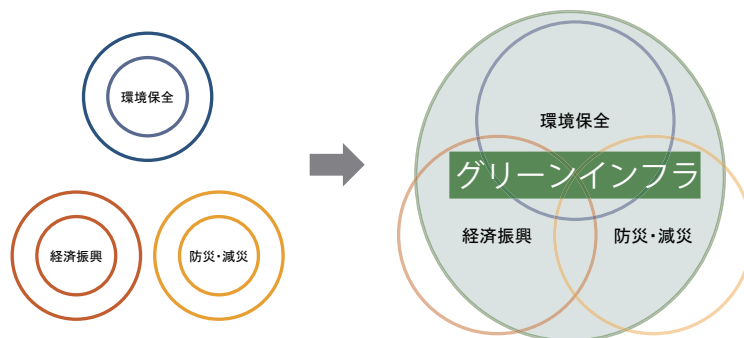
Eco-DRR（生態系を活用した防災・減災）という 考え方と国内外の動向

三菱UFJリサーチ & コンサルティング株式会社・副主任研究員
西田 貴明

Eco-DRR（Ecosystem based Disaster Risk Reduction：生態系を活用した防災・減災）、あるいはグリーンインフラ（Green Infrastructure:グリーンインフラストラクチャー）という考え方が脚光を浴びつつある。これらの2つの言葉は一見すると異なるが、自然の持つ多様な機能を活用することを促している点ではほぼ同義と捉えられるため、より包括的な意味を持つグリーンインフラという言葉を中心にして、これらの新たな考え方が注目される背景、期待される取組、今後の見通しについて紹介したい。本文では、グリーンインフラとEco-DRRは基本的には同じ考え方を基にしているため、以後、特別な意味がない限りグリーンインフラという表記にさせて頂く。

まず、グリーンインフラとは、英語のGreen Infrastructureからきた言葉であり、日本語にすると緑の社会基盤、つまり環境保全、環境配慮型のインフラ整備の推進として捉えられがちであるがそうではない。グリーンインフラに込められた意味は幅広く、筆者も所属する多様な分野の研究者が参加するグリーンインフラ研究会では、「自然が持つ多様な機能を賢く利用することで、持続可能な社会と経済の発展に寄与するインフラや土地利用計画を、グリーンインフラと定義する」（グリーンインフラ研究会 2017）とした。諸外国や日本における議論でも多少の差異はあるが、グリーンインフラの定義では、自然の多様な機能を活用した社会資本整備・土地利用という表現が中心であり、自然環境を「守る」というよりもその多様な機能を「活かす」という視点が大きく重視されている。

自然が持つ多様な機能を賢く利用することで、持続可能な社会と経済の発展に寄与するインフラや土地利用計画を、グリーンインフラと定義する（グリーンインフラ研究会 2017）。



図表：グリーンインフラ（Eco-DRR）の定義・イメージ

自然の多様な機能とは、生態系サービスや多面的機能、公益的機能などを意味するが、これらは、森林であれば保水機能や温室効果ガスの固定、斜面崩壊の抑制、レクリエーションの場といった自然が人々にもたらすサービス、便益のことを指す。つまり、グリーンインフラとは、生態系サービスを発揮させる河川、下水道、公園、港湾等のインフラや、農地や森林等の土地利用のことを意味しており、具体的には、雨水浸透機能の高い路側帯・街路樹や、遊水機能を持った公園や緑地、農業生産ができる遊水地、津波を減衰させる海岸林など、非常に多岐にわたるタイプがグリーンインフラの要素として挙げられる。

また、グリーンインフラの考え方においては、生態系の特徴に応じた土地利用の推進もまた自然の機能を賢く使うという表現で盛り込まれている。例えば、災害リスクの高い土地においては利用頻度の高い土地利用を避けるなど、地形地質等の生態系の情報を踏まえた適正な土地利用計画を促すことも重視しており、こういった生態系の特性に応じた適正な土地利用の推進は、Eco-DRRの議論の文脈においては重視されることが多い。つまり、グリーンインフラとは、各分野のこれまでの成果を踏まえ、多様な分野の連携協働により環境を「活かす」ことで地域の経済振興や防災・減災など多様な社会課題に解決しようというアプローチと捉えるべきである。

それではなぜ、グリーンインフラやEco-DRRの考え方が近年注目を集めるのだろうか。欧米や日本のグリーンインフラの議論を振り返ると、近年顕在化してきた大きな自然環境を巡る社会情勢の変化が背景にあるのではないだろうか。

日本だけでなく、欧米においても、自然環境に対する位置づけが1990年代から、2010年以降まで大きく変化しつつある。1990年以前においては、世界的に急速な人口増加と自然環境の減少を背景に、自然を守るべき対象として捉え、主に手つかずの自然を維持する「自然保護」の社会的な関心が高まり、様々な活動が盛り上がりを見せていた。さらに、2000年代においては、開発により損なわれた自然を取り戻す「自然再生」や生態系の持続的な維持管理である「保全」の取組に対しても見直されてきている。そして、2010年に名古屋で開催された第10回生物多様性条約締約国会議は、生物多様性の保全と持続可能な利用に対する社会的関心を高め、根本的な社会・経済活動の仕組みにおける生物多様性の浸透を図る流れが構築された。その結果、日本でも世界においても、長きにわたる様々な議論の上で、徐々に自然環境への配慮、保全を推進する政策や取組、事業が当たり前になりつつある。

その一方で、2010年以降の現在の社会情勢をみると、必ずしも環境保全、特に自然環境保全に対する政策的な優先度が高まっているとは言いがたい。世界的に見ると、人口の急激な増大や気候変動の進行、グローバル経済の拡大に伴う経済的格差の拡大や、自然災害リスクの上昇など、直接的に生命財産に影響を与える社会課題への関心が高まっている。さらに、日本においては、グローバル社会における経済競争と共に、世界でも類を見ない少子高齢化・人口減少社会に突入し、国内需要の減少による地域経済が停滞するとともに、気候変動の影響とみられる極端な気象も頻発している。そうした背景から、人口減少による荒廃森林や耕作放棄地、空家・空地等、低未利用地の拡大による災害リスクの高まりなどが大きな関心を集めている。しかしながら、少子高齢化、人口減少の進行は自然環境保全に対して必ずしも負の影響ばかりではない。里地里山における経済活動の縮退や、荒廃森林の拡大などは、人の手のかかわり不足による固有種の減少など、自然環境の劣化や災害リスクの高まりの要因にもなっているが、人口減少に伴い開発圧力が低下し、耕作放棄地、空き地等、従来は得られなかった余剰の空間が

生まれる機会とも捉えられる。つまり、社会的要請として、土地や資源の活用に向けた取り組みが求められており、自然環境を巡る社会課題の解決そのものが自然環境保全につながり、自然環境保全による社会価値の創出に向けた機会とも捉えることができる。

グリーンインフラという考え方は、社会価値の創出のアプローチとして期待され、2010年以降の欧米のグリーンインフラに関する議論でも同様の背景がみてとれる。欧州と米国では、2000年代前半から「Green infrastructure」の言葉が都市計画や造園等の分野で出現していたが、それぞれ自然環境を活用するという点は共通しながらも、力点の置かれ方がやや異なる。欧州では、エコロジカルネットワーク（生態系ネットワーク）として捉えられ、2000年代初頭から一部の国で取り入れられ始め、2010年以降、欧州委員会が生物多様性だけでなく、生態系サービスを活用する考え方を整理し、2013年に欧州グリーンインフラ戦略を取りまとめた（図表 欧米のグリーンインフラの定義）。一方、米国では、2000年代の相次ぐ水害の経験を踏まえ、雨水の浸透性の高い植生帯や緑地を利用した排水施設など、雨水管理と一体となったグリーンインフラの導入が進められている。特にポートランドの雨水管理の取組は、グリーンインフラの典型的な例として知られている。ポートランドでは、雨水浸透機能と汚濁物除去機能を持った植生帯を市内各所の道路や駐車場等に導入しているが、これらの植生帯は生態系保全や街の景観向上に寄与するだけでなく、雨水を植生帯に引き込むことで一時的な雨水貯留や汚染物質の除去に繋がっており、自然の多様な機能を活用したインフラとして注目が集まっている。さらに、ポートランド市は、これらの植生帯をネットワーク化することで、小規模な雨水貯留施設の機能を高め、大規模な遊水施設の規模を小さくすることで雨水管理にかかる経済的なコストを下げることに成功したと報告されている。また、道路や公共施設において植生帯を導入するだけでなく、レストランや商店、さらには個人の庭においても導入を推進するためアートや景観も考慮しつつ、様々なイベント等の普及啓発も進めることで、民間事業の集客や個人の生活の質の向上につながる取組を展開しており、地域の経済的な効果も発揮させつつある。現在、ポートランド市は、全米で住みたい街として非常に人気があり、また観光地としても脚光を浴びているが、こういったグリーンインフラに関する取組がそれに大きく貢献していると考えられる。米国環境保護庁（EPA）では、ポートランドのこれらの事例を踏まえて、グリーンインフラの定義として雨水管理を重視し（図表 欧米のグリーンインフラの定義）、ニューヨークのグリーンインフラ計画をはじめ、全米で広がりを見せつつある。

欧州委員会のグリーンインフラの定義

多様な生態系サービスを楽しむため、デザインされ管理されている自然環境・半自然環境エリア及びその他の環境要素（動植物、景観など）をつなぐ戦略的に考えられたネットワーク。グリーンインフラはグリーンスペースやその他の陸上、海岸、海洋における環境要素を一体化させる。

引用：EU Green Infrastructure Strategy, Communication from the Commission 2013

米国のグリーンインフラの定義

全体的な環境の質を向上させ、ユーティリティサービスを提供する自然のシステム—あるいは自然のプロセスを模倣したシステム—を用いた製品、技術および実行を意味する。土壌・植物が雨水流出の浸透、蒸散、リサイクルに使われるとき、グリーンインフラは雨水管理システムとしての役割を持つ。

引用：Evaluation of Urban Soils: Suitability for Green Infrastructure or Urban Agriculture, EPA 2011

図表：欧米のグリーンインフラの定義

グリーンインフラは欧米の政府や地方自治体の計画に位置付けられ、事業の展開がはじまることでさまざまな国際会議においても議論が進んでいる。実際、グリーンインフラの「生態系を活用した社会課題の解決」という考え方は、2014年前後から、生物多様性条約、気候変動枠組条約などの環境分野の国際会議をはじめ、国連世界防災会議、G7伊勢志摩サミットにおいても取り上げられ、環境を起点としながら幅広い政策的な文脈で広がりを見せている。

日本において、グリーンインフラという言葉は、2015年に国土形成計画や国土利用計画、社会資本重点整備計画において行政文書として初めて示された。その後、2016年には国土強靱化アクションプランや森林林業基本計画（図表 グリーンインフラに関わる行政計画・文書）においても位置付けられ、地方自治体の生物多様性地域戦略やみどりの基本計画などでも推進が明記されつつある。これに前後しながら、学術研究において、環境分野だけでなく、土木、建築、造園、まちづくり等、多岐に亘る分野においてグリーンインフラやこれに類似する概念（Eco-DRR：生態系を活用した防災減災）をテーマとした研究が急速に増えてきている。さらに、民間企業においても、大手ゼネコンや建設コンサルティング、造園等の企業を中心に、事業としてのグリーンインフラの技術やサービスの展開が徐々に進められている。こういった状況をみると、日本においても、グリーンインフラは、まだまだ一般には知られていない言葉ではあるが、社会資本整備や土地利用、環境保全の分野においては、新しいアプローチの概念として着実に浸透しつつある。

こういった経緯を踏まえると、国内外の動きを一言でいえば、グリーンインフラは、欧米それぞれで発展した後、国際会議において注目されながら、日本の政策や事業に影響を与えつつあるといった状況がみてとれる。

2015年 8月	国土形成計画	国土交通省
8月	国土利用計画	国土交通省
9月	社会資本重点整備計画	国土交通省
2016年 5月	G7富山環境大臣会合	環境省
5月	G7伊勢志摩首脳宣言附属文書「質の高いインフラ投資の推進のためのG7伊勢志摩原則」	外務省
5月	国土強靱化アクションプラン2016	内閣官房
5月	森林・林業基本計画	林野庁
2017年 5月	国土強靱化アクションプラン2017	内閣官房

出典：各種資料より三菱UFJリサーチ&コンサルティング作成

図表：グリーンインフラに関わる行政計画・文書

それでは、これからの取組を考える上で、グリーンインフラをどのように捉えていくべきだろうか。グリーンインフラという言葉の認知が進む一方で、この概念を使うことで、これまでと何が違い、どのような新たなことができるのか、といった疑問が頻繁に投げかけられる。実際、日本では、グリーンインフラという言葉が出る以前から、森林や農地の多面的機能や公益的機能が広く認識され、生態系サービスの発揮を図る事業や取組はなされており、これまでもグリーンインフラに関する取組は行われてきたとも言える。日本のグリーンインフラに類する事例を集めると、樹木の持つ斜面崩壊や土砂流出の抑制、暴風・飛砂の軽減など、生態系の持つ機能を活かした森林整備や、レクリエーションはもとより、地域の景観向上や遊水機能を備えた都市公園や河川敷など、グリーンインフラの特徴である「自然の多様な機能を活用する」という点においては、数多くの事業や取組で取り入れられている。こうした事例を見ると、グ

リーンインフラとは日本ではすでに取り入れられているともいえる。しかしながら、雨水浸透機能、浄化機能を持った植生帯・緑地の整備など、欧米の事例と比べると、まだまだ未着手または拡大の余地のある領域も多い。つまり、グリーンインフラという概念が広がると、既存の取組の延長として、これまで以上に「自然の多様な機能を活用する」という整備が求められる。また、Eco-DRRの視点として「生態系の特徴に応じた土地利用」、すなわち災害リスクの高い空間における利用頻度の高い土地利用の回避や、想定規模を超えた非常時、災害時における緩衝帯としての活用等についてはまだまだ国内の事例は少ない。滋賀県の流域治水条例など、大規模な災害時における土地利用の在り方が示されている先進的な事例はあるものの、未だ自然災害に対する事前の対策や計画が土地利用のあり方が示されている例は少ない。こういった平時と非常時の両面の土地利用の在り方を考えることもグリーンインフラの定義にある「自然の機能を賢く利用する土地利用」に含まれるものと考えられるが、今後の展開が期待される取り組みである。

また、グリーンインフラの意味する「自然の活用」は、いわゆる生態系サービスをより多く発揮させるだけでは十分ではない。日本国内では、現在も地方経済の停滞が大きな問題であり、将来の人口減少により国内需要の低下、インフラの維持更新コストの増加が深刻化するとみられる。つまり、地域の社会課題に正面から向き合うと、環境分野でも自然を活用して如何に稼ぐか、コストを下げるか、が大きなポイントになる。実際、欧米のグリーンインフラの事例を見ても、経済的な側面を捉えたグリーンインフラが大きな成果を残している。米国の雨水管理においては、雨水貯留施設の導入による事業コストの抑制が注目され、欧州では、未利用地等、ブラウンフィールドにおける緑地を用いた再開発による企業誘致や地価上昇に関心が集まり、地域の経済的メリットがグリーンインフラの推進の大きな原動力となっている。つまり、グリーンインフラが果たす重要な役割は、これまでの自然の多機能性をより引き出す取組を強化するとともに、地域の持つ環境価値を実経済に波及させることである。また、世界的にグリーンインフラの考え方が広まっていく中で、日本が培ってきた生態系の機能を活かしたインフラ技術は、開発途上国を中心に大きな需要があると見込まれており、国内技術の海外展開も視野に入れておく必要がある。

近年、グリーンインフラへの推進の期待が高まる一方で、さまざまなグリーンインフラの課題が明確になりつつある。例えば、自然の持つ機能の不確実性、費用対効果の妥当性、官民連携や多様な主体の合意形成の難しさが、様々な議論や実践の場において示されている。しかし、この数年の研究や検討でも、グリーンインフラの機能性や経済性も少しずつ明らかにされ、多様な分野において官民連携を推進する場面が増えてきた。また、欧米の先進的なグリーンインフラの取組事例においては、自然に関わる幅広い主体における考え方を共有し、連携して取組を進めることが重要だと指摘されることが多い。実際に、近年の欧米におけるグリーンインフラ推進の施策においては、多様な主体のメリットを捉えた目標設定、連携の枠組みの整備が進められており、日本におけるグリーンインフラの推進においても参考とすべき点は多い。しかし、グリーンインフラに限らず、日本においては、地方創生や国土強靱化など、様々な官民連携の推進は進められつつあり、都市の公園緑地等を中心として官民連携を推進する制度や事業が展開されつつある。こういった機会を活かすことで、グリーンインフラに示される、自然を積極的に活用する取組は今後増えていくことが見込まれる。

そして、グリーンインフラに示される社会課題を統合的に扱うアプローチについては、今国

内外で中心的な社会目標である「持続可能な開発目標（SDGs）」とも親和性が高い。複数の社会課題を同時に示し、多様な主体の協働による解決を目指すSDGsのアプローチは、グリーンインフラにおける議論の方向性と近いものがある。このように様々な文脈において多様な主体や分野の議論や研究を統合していくことで、グリーンインフラの機能性や経済性が明確化され、効果的な連携枠組みの構築が図られ、グリーンインフラの概念に示される、自然を積極的に活用することで社会課題を解決するアプローチがより一層社会に浸透していくことが期待される。

* グリーンインフラ研究会、三菱UFJリサーチ&コンサルティング、日経コンストラクション（2017）『決定版！グリーンインフラ』日経BP. 東京.

関連講演

減災型治水システムの社会実装とその課題

滋賀県立大学環境科学部・准教授

瀧 健太郎

1. 第4の時代の治水

治水の歴史は長い。最近では、人口減少に伴う投資余力の低下、社会構造やライフスタイルの変化、さらには気候変動の影響などが顕在化しており、水害リスクは今後益々高まっていくと考えられている。水害リスクが高まる中で、人命被害等の壊滅的な被害を回避するには、雨水貯留施設や河川改修、洪水調節施設等の流域－河道内での対策に加え、水害防備林、霞堤、二線堤、輪中堤など氾濫流制御施設の整備・保全、土地利用や建築の規制、水防活動や避難誘導の充実など、氾濫域での減災対策が重層的に実施されることが求められる。そもそも氾濫原での減災対策は新しい概念ではなく、治水分野では古くからその必要性が提唱されてきた。しかし、一般に普及していないのが現実である。

堀ら（2008）は、表-1に示すように、我が国の近代治水計画の変遷を4つの時代に分けて整理し、第4の時代に移行する必要性を論じている。第4時代の治水とは、流域斜面と河道が計画対象であった治水計画論を、被災地となる氾濫原を含めた流域全体を対象とするものに拡大するものである。

表-1 わが国の近代治水計画の変遷（堀ら（2008））

第1の時代 (既往最大洪水)	既往最大の洪水を、浸水を起こすことなく、河道と貯水池で処理する。
第2の時代 (確率洪水)	治水施設の設計外力を年最大降雨量の超過確率で評価し、一定の確率規模をもつ降雨を計画降雨量として、この降雨から生み出される主種の洪水波形を、浸水を起こすことなく、河道と貯水池で処理する。
第3の時代 (総合治水)	雨水が河道に入った後に処理するという対策に加えて、河道に流入する雨水そのものを減少させるという対策をも、計画の代替案に含める。
第4の時代	洪水氾濫を前提として考え、代替案は、河道－流域施設だけではなく、氾濫原の被害軽減策を考慮に入れる。

第3の時代まで、治水は河川管理が中心であった。言い換えれば、守備範囲を河川に限定し、河川施設の設計外力となる洪水（計画洪水）を河道内で処理するための施設整備に集中していればよかった。しかしながら、氾濫原にまで守備範囲を広げて治水を考える場合、河川ごとに一意的に定められた設計洪水や施設の安全度では用が足りず、氾濫原の各地点においてどのような頻度でどの程度の被害が生じるのかといったリスク評価が必要となってくる。

2. 基礎となる指標

氾濫原での各種減災対策として二線堤・輪中堤、水害防備林などの氾濫流制御施設の保全・

整備，土地利用規制，建築物の耐水化，あるいは水没活動・避難誘導の充実化などが挙げられる．これらを計画・実施するためには，いわゆる“治水安全度”と称される各河川施設の性能ではなく，氾濫原の各地点における安全度を計量しておく必要がある．滋賀県では，氾濫原の各地点における安全度を「地先の安全度」と称している（滋賀県流域治水検討委員会（学識者部会）2010，瀧ら2010）．

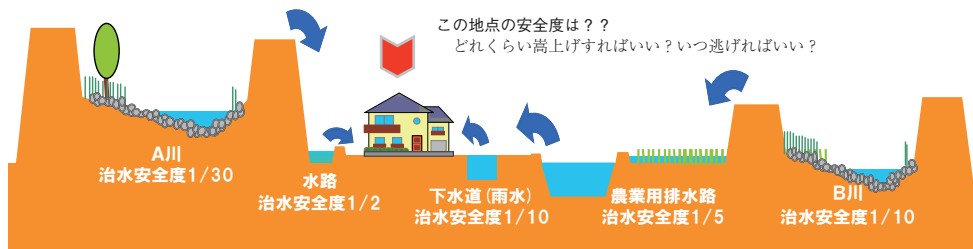


図-1 治水安全度と地先の安全度の違い

「地先の安全度」は氾濫水理解析によって得ることができる．例えば図-2に示すようなリスクマトリクスとして，各地点の発生頻度や水利諸量，あるいは被害の程度を用いて表現される．滋賀県では，主要河川のみならず，下水道（雨水）や農業用排水路も含めた河川・水路群からの氾濫を統合的に解析可能な計算モデル（統合水利モデル）を開発し，県下の主要氾濫域に適用している．計算モデルのイメージを図-3に示しておく．なお，計算外力としては，滋賀県降雨強度式より推定した2，10，30，50，100，200，500，1000年確率のモデル降雨を与えている．リスクマトリクスでは，人的被害や甚大な資産被害の要因となる家屋被害に着目し，被害の程度を，家屋流失，家屋水没，床上浸水，床下浸水，の4種類に分類している．また，図-4および図-5に計算結果の一部を示しておく（瀧ら2011，滋賀県2012）．

通常，各自治体から示されている洪水ハザードマップには，河川ごとの計画洪水を想定外力として氾濫計算が行った場合の浸水深が示されている．2015年の水防法改正後は，浸水想定区域図を作成するための技術マニュアルの中で，1000年確率降雨を想定最大規模として算出することが推奨されている．しかしながら，前述のリスクマトリクスのように，発生頻度と被害の程度によってリスクを表現する方法はまだ一般化されていない．

1/ 2	(0.500)	年 発 生 確 率					左図は、当該地点に一般家屋がある場合に、 ① 家屋流失が200年に1度程度、 ② 家屋水没が200年に1度程度、 ③ 床上浸水が050年に1度程度、 ④ 床下浸水が010年に1度程度、 の確率で発生することを意味する。	
1/ 10	(0.100)			④				
1/ 30	(0.033)							
1/ 50	(0.020)				③			
1/100	(0.010)							
1/200	(0.005)					② ①		
...								
			被害の種類（浸水深・流体力）				ここに、h:浸水深（m）、u:流速（m/s）である。	
			無被害	床下浸水	床上浸水	家屋水没		家屋流失
			$h < 0.1\text{m}$	$0.1\text{m} < h < 0.5\text{m}$	$0.5\text{m} \leq h < 3.0\text{m}$	$h \geq 3\text{m}$		$u^2 h \geq 2.5\text{m}^3/\text{s}^2$

図-2 リスクマトリクスを用いて表現したある地点における「地先の安全度」

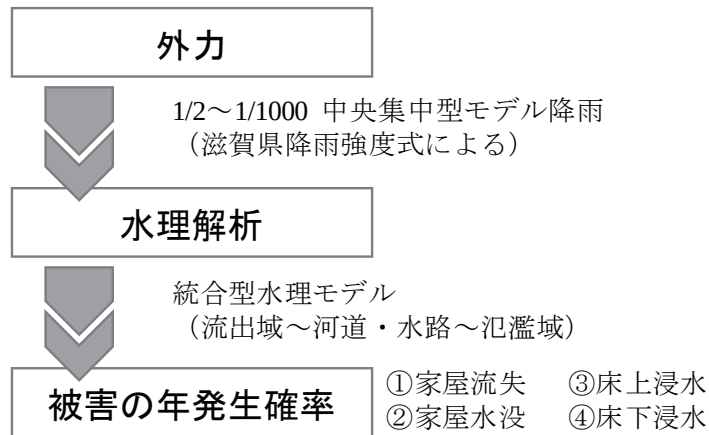


図-2 リスクマトリクスを用いて表現したある地点における「地先の安全度」

3. 減災型治水システムの制度設計

滋賀県は、①人的被害の回避、②甚大な資産被害の回避を目的に、流域・氾濫原における治水対策に関する基本方針（滋賀県流域治水基本方針，滋賀県（2012））を定めている。当該方針においては、各種治水対策を表-2のように分類し、計画洪水の処理を目的とした従前の河川整備とあわせて、これらの対策を重層的に推進することを謳っている。

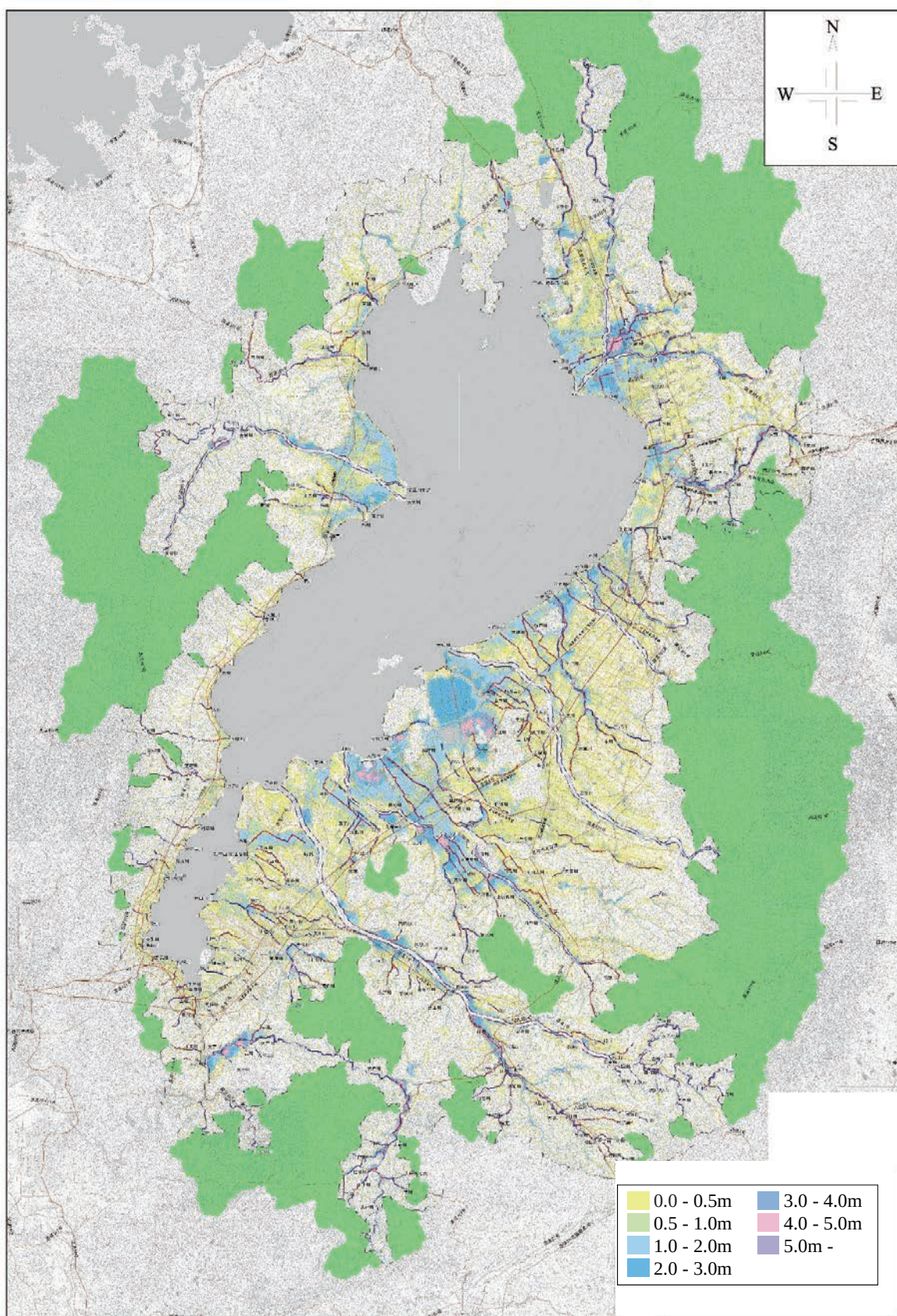
表-2 流域治水対策の分類

流域貯留対策	調整池，グラウンド，森林土壌，水田・ため池での雨水貯留など，河川・水路等への急激な洪水流出を緩和する対策
氾濫原減災対策	輪中堤，二線堤，水害防備林，土地利用規制，建築物の耐水化など，河川・水路の施設能力を超える洪水により氾濫が生じた場合にも，まちづくりの中で被害を最小限に抑える対策
地域防災力向上対策	防災訓練や防災情報の発信など，避難行動や水防活動を支援する対策

当該方針の特筆すべき点として，土地利用規制および建築物の耐水化に関して具体的な技術基準が示されていることが挙げられる。図-5に示すように，領域Aでは“甚大な資産被害”を回避するため「原則として市街化区域に含めない」こととしており，さらに領域Bでは“人的被害”に直結する家屋流失・水没を回避するため，「避難可能な床面が予想浸水面以上となる構造」あるいは「予想流体力で流失しない強固な構造」を建築許可条件としている。

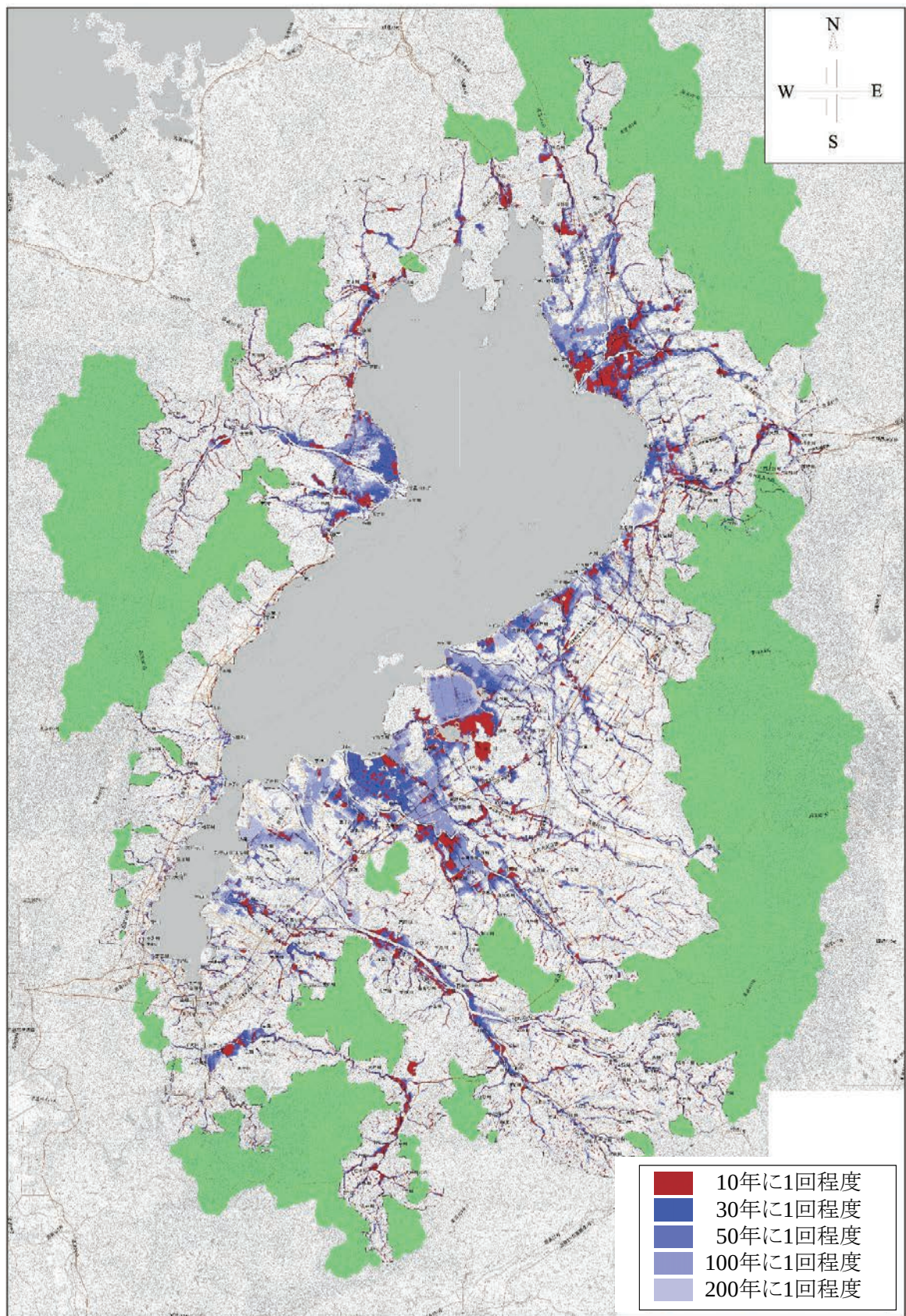
領域Aでの規制は都市計画法第7条および第13条（都市計画基準）を根拠としており，またその様態は，1970年に建設省都市局長・河川局長から各党道府県知事あてに発出された通達「都市計画法による市街化区域および市街化調整区域の区域区分と治水事業との調整措置等に関する方針について（昭和45年1月8日付 建設省都計発第一号・建設省河都発第一号）」に準拠している。また，領域Bでの規制は，建築基準法第39条（災害危険区域制度）を根拠としており，1953年に建設省事務次官より各都道府県知事あてに発出された通達「風水害による建築物の災害防止について（昭和34年10月27日付（発注第四二号）」に準拠している。

ただし，2000年の地方分権一括法の施行にともない，上記の両通達は法的拘束力のない技術的助言と整理されている。そこで滋賀県は，規制に関する法的根拠を明確化するため，滋賀



最大浸水図【滋賀県全域 最大包絡 無対策1/200】

図-4 最大浸水深（200年確率）（瀧ら（2010），滋賀県（2012））



床上浸水 年発生確率図【滋賀県全域 最大包絡 無対策】

図-5 50cm以上の浸水の年発生確率（瀧ら（2010），滋賀県（2012））。家屋があれば床上浸水となる。

土地利用規制を行う領域(領域A)
(原則として市街化区域に含めない領域)

1/ 2 (0.500)	発生確率 (年あたり)					
1/ 10 (0.100)				A		
1/ 30 (0.033)						
1/ 50 (0.020)						
1/100 (0.010)						
1/200 (0.005)						
...						
(根拠法)		被害の程度(浸水深・流体力)				
都市計画法		無被害	床下浸水	床上浸水	家屋水没	家屋流失
第7条		$h<0.1\text{m}$	$0.1\text{m}\leq h<0.5\text{m}$	$0.5\text{m}\leq h<3.0\text{m}$	$h\geq3\text{m}$	$u^2h\geq2.5\text{m}^3/\text{s}$

建築規制を行う領域(領域B)
(建築物の耐水化を許可条件とする領域)

1/ 2 (0.500)	発生確率 (年あたり)						
1/ 10 (0.100)							
1/ 30 (0.033)							
1/ 50 (0.020)							
1/100 (0.010)							
1/200 (0.005)							
...							
(根拠法)		被害の程度(浸水深・流体力)					
建築基準法		無被害	床下浸水	床上浸水	家屋水没	家屋流失	
第39条		$h<0.1\text{m}$	$0.1\text{m}\leq h<0.5\text{m}$	$0.5\text{m}\leq h<3.0\text{m}$	$h\geq 3\text{m}$	$u^2h\geq 2.5\text{m}^3/\text{s}$	

図-6 土地利用・建築規制の対象となるリスクの範囲(瀧ら(2010))

県流域治水の推進に関する条例(平成26年3月31日滋賀県条例第55号)を制定した(滋賀県(2014))。「地先の安全度」を治水政策の基本指標として位置付けるとともに、先に述べた領域AおよびBにおける規制の様態を定めている。

この他、基本方針においては、氾濫原各種対策を河川整備の代替案と扱わず、「重層的に進める」とした点も特徴的である。数十年来、氾濫原減災対策の必要性も広く指摘されてきたものの、今日まで本格的な展開にまでは至っていない。

これには、リスク情報の不足とともに、わが国の治水制度が有する特性が主な要因となっている。河川管理に対する行政責任が強調される現行法制度下では、“河川整備”と“氾濫原減災対策”とが二者択一になった場合、後者が選択される余地はほとんどない。そのため滋賀県は、氾濫原減災対策を積極的に展開するための政策的戦略として、河川管理とは分離して氾濫原管理を所管する組織を新設し(4.参照)、河川管理と氾濫原管理とを「二者択一」ではなく「重層的に」推進する行政システムを構築している。

また、「地先の安全度」を活用すれば、第4の時代に対応した各種治水対策の効果検証も可能である(瀧ら(2009))。例えば、外力ごとに想定される被害と区間発生確率との積を総和すれば、年あたりに想定される平均的な被害(以下、「年平均想定被害」という)が得られる。さらに、対策前後での年平均想定被害の増減を評価すれば、河川整備・流域貯留対策・氾濫原減災対策といった区別なく、各対策の効果を比較考量することも可能となる。実際に滋賀県では、①年平均想定流失家屋数、②年平均想定水没家屋数、③年平均想定床上浸水家屋数、という3指標により各対策の効果を検証している。

4. 社会実装のプロセス

滋賀県の流域治水政策の構想から条例制定に至るまでのプロセスを図-7に示す。2006年8月、(嘉田由紀子新知事の就任に伴い)流域治水政策室が設置された。河川管理を所管する河港課とはあえて分離・独立した組織とされた(嘉田ら(2011))。河川管理と分離し、氾濫原管理を目的とした部局が誕生したことは国内行政では初である。これにより、ようやく氾濫原管理は河川整備の代替案ではなくなった。また、行政組織は一度誕生すれば、所属職員が入れ替わりながらも組織目標が達成されるまで存続し、努力が不断に続けられることになる。

こののち、約8年の歳月をかけて滋賀県流域治水基本方針および滋賀県流域治水の推進に関



【参考文献】 1. 加美贸易政策与措施. 中国贸易网. <http://www.cctn.com>

また、区域指定にあたっては、解析結果に基づき、傾引きをたかきふとして提示し、地域住民

コンピューターが引いた“機械的ライン”を人々が受け入れられる“納得ライン”へと変



図-8 区域指定のプロセス

5. 課題と展望

領域B（本章では「200年確率洪水で3.0m以上の浸水する領域」とする）に相当する地域は県内に広範に点在し、そして一部の地域では既に住宅が立地している。滋賀県は、人道的観点から住宅地を優先して区域指定することとし、2018年度末までに50地区の指定を目指している。リスク管理の観点から「暴露（エクスポージャー）」の低減を重視するのは当然であるが、しかしそうすると、本来狙いとしていた未開発地の保全（開発抑制）は後手に回ることになる。さらに既存住宅地での区域指定は、前述のように各地域特性に応じた丁寧なリスクコミュニケーションが必要で時間を要する。

このように流域治水条例が制定されたからと言って、氾濫原管理やリスクベースのまちづくりは直ちには進まないのである。しかし、財産権保護とのバランスの中で、洪水対策の規制的手法としてこれ以上踏み込むことは困難であると考えられる。そこで、続くステップとして、地域住民がインセンティブを得るよう訴求する経済的手法が重要となってくる。例えば、米国は公的な洪水保険制度を有しており、経済的観点からリスクを分散させるだけではなく、リスクや対策に応じて保険料を変化させることで土地利用政策とも連動させている。

こういった政策的意図のある水害リスクファイナンス制度について、関西8府県4政令市で構成する関西広域連合（連合長：井戸敏三（兵庫県知事））が実現可能性の検討を始めた（関西広域連合（2016））。関西広域連合は、2010年に関西2府5県（滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、和歌山県、鳥取県、徳島県）により設立された団体で、地方自治法に基づく特別地方公共団体である。府県域を越える広域連合は全国初で、2015年末までに、4政令市（京都市、大阪市、堺市、神戸市）と奈良県が加盟している。防災、観光・文化振興、産業振興、医療、環境保全、資格試験・免許等、職員研修の7分野の広域事務を行うとともに、将来的には国の出先機関の受け皿として、港湾の一体的な管理や国道・河川の一体的な計画・整備・管理等を目指している。

筆者も、関西広域連合の担当技術者としてリスクファイナンスの検討に当初より参画しており（異動後、2017年度より学識者として審議会（琵琶湖・淀川流域に係る研究会）に参画）、社会が真の意味で第4の時代の治水へと歩みを進められるようこれからも尽力したい。

【参考文献】

- 1) 堀智晴・古川整治・藤田暁・稲津謙治・池淵周一：氾濫原における安全度評価と減災対策を組み込んだ総合的治水対策システムの最適設計―基礎概念と方法論―，土木学会論文集B，Vol. 64 No. 1，1-12，2008.
- 2) 瀧健太郎・松田哲裕・鵜飼絵美・藤井悟・景山健彦・江頭進治：中小河川群の氾濫域における超過洪水を考慮した減災対策の評価方法に関する研究，河川技術論文集，第15巻，pp. 49-54，2009.
- 3) 滋賀県流域治水検討委員会（学識者部会）：水害に強い地域づくりのための流域治水の重点施策の推進方策について（提言），2010.
- 4) 瀧健太郎・松田哲裕・鵜飼絵美・小笠原豊・西畠照毅・中谷恵剛：中小河川群の氾濫域における減災型治水システムの設計，河川技術論文集，第16巻，pp. 477-482，2010.
- 5) 嘉田由紀子・中谷恵剛・西畠照毅・瀧健太郎・中西宣敬：生活環境主義を基調とした治水政策論―環境社会学の政策的境位―，環境社会学研究，16，pp. 33-47，2010.
- 6) 滋賀県：滋賀県流域治水基本方針，2012.
- 7) 滋賀県：滋賀県流域治水の推進に関する条例，平成26年3月31日滋賀県条例第55号，2014.
- 8) 滋賀県：第3回滋賀県流域治水推進審議会 議案書，2017.
- 9) 関西広域連合：琵琶湖・淀川流域対策に係る研究会報告書～地域の個性を活かす流域ガバナンスの実現に向けて～，2016.

関連講演

里山の開発と宅地災害

—戦後日本の「遅れてきた公害」—

京都大学防災研究所・教授

釜井 俊孝

■はじめに

戦後しばらくの間、都市型斜面災害は、戦前と同様に小規模な崖崩れが多かった。まれに地すべりが発生した事もあったが、それらはほとんど住宅地外からの土砂流入であった。しかし、1970年代半ば以降、高台の宅地造成地で奇妙な地震被害が顕れるようになった。被害分布がまだら模様で、激しく住宅が壊れた場所と全く無傷の地域が混在する不思議な宅地被害である。被害調査によって、これらの多くは、谷埋め盛土の「地すべり」であることが判明した。すなわち、住宅地の内部に原因がある災害であり、それまでの宅地災害とは質的に異なるものだった。しかし、当初は、この現象の性質について様々な意見があり、地すべりによる地盤の破壊ではなく、揺れが大きかっただけという意見も土木・建築系の研究者を中心に根強かった。また、この種の災害は特定の地域に限られるとする意見も、工学系の研究者を中心に強かった。その結果、こうした被害が地すべりによるもので、しかも都市では普遍的に起き得る災害であると認知されるには、地震による被害を数回経験する必要があった。ここでは、里山の開発がもたらした谷埋め盛土の地すべりという、極めて戦後的な災害について述べたい。

■谷埋め盛土地すべりの出現

既に戦前から都市化していた東京23区や阪神間を除き、丘陵（里山）の宅地開発は、1950年代の後半から都心に近い地域から始まった。当初は、丘陵斜面（旧地表面）に沿って雛壇に造成するという小規模なものであったが、1960年代に入ると大型化し、尾根を削ってその土砂で谷を埋める大規模な造成が行われるようになった。多くの都市では、1960年代中期には、そうした谷埋めを伴う開発を経験し、1970年代に入ると更に周辺部に開発が波及していった。当時から、何人もの地質学者や地形学者が、そうした宅地開発の危険性を指摘していたが、彼らの声は列島改造ブームの中で省みられることは無かった。

結果的に、膨大な数と面積の谷埋め盛土が、山の手の住宅地に形成され、そして、やはり危惧されたとおりの状況となった。すなわち、1970年代の終りごとから、地震や豪雨によって谷埋め盛土が宅地を載せたまま、塊（かたまり）となって滑る災害が繰り返し発生したのである。谷埋め盛土地すべりが多発した場合、一回の地震で数十の死者や数千の家屋の損傷といった大きな被害が発生する。しかも、この新しいタイプの地すべりは、見かけ上は安全と考えられる平坦な山の手の住宅地で発生するので、多くの住民はリスク（谷埋め盛土）の存在を意識することなく暮らしている。さらに、そうしたリスクそのものは、宅地開発の過程で人為的に生み出されたものである。すなわち、谷埋め盛土地すべり災害は、危険性の認識とリスクが誕生し

た過程が、従来の崖崩れや地すべり災害とは本質的に異なっている。すなわち、谷埋め盛土地すべりの出現によって、宅地災害は、異なるステージに入ったと言える。

■日本陥没

小松左京氏のSF小説「日本沈没」(1973年)は、オイルショックに揺れる不安な世相を背景にベストセラーとなった。もちろん、この話はフィクションで、現在のプレート運動が続く限り、日本列島は隆起を続けており、当面沈没する危険は無い。しかし、現実の世界では、造成地における地表の陥没が、結構頻繁に起きている。

2008年(平成20年)の2月～5月にかけて、大阪府阪南市舞の市道が3回にわたって陥没し、最終的には8m×5m、深さ5mの陥没孔が出現した。住宅の塀や駐車場も陥没し玄関先まで被害が及んだ。この場所は、1970年代半ばに造成された住宅地で、15mほど谷を埋めた場所である。旧谷底(谷埋め盛土の底)には、コンクリート製の古い貯水槽が残されており、その内部に砂礫質の土砂が流入していた。そのため、地下に空洞ができたと考えられる。空洞は成長しながら地表に達し、陥没を引き起こした。工事を行った宅地デベロッパーは「貯水槽は解体してから埋め立てた」と説明していたが、市の指摘を受け欠陥工事を認めたという。

2009年(平成21年)4月2日の朝、北海道安平町のゴルフ場のフェアウェイが、直径1～7m、深さ5mにわたって陥没し、プレーヤーの一人が落下して死亡する事故が発生した。事故のあったコースは、深さ約12mの谷埋め盛土の上に設計されていた。盛土の材料は、周囲の支笏火砕流台地を切り崩した火山灰質粘性土である。ゴルフ場の設計図によると、陥没孔の近くに排水管が埋設されており、地下水や雨水を集めてコース外の貯水池に運ぶ仕組みになっていた。排水管の出口がある場所には、盛土と同じ土砂が堆積していたという。この事は、何らかの理由によって排水管に土砂が流れ込み、管の周辺で地下浸食が起きたことを示している。

2016年(平成28年)12月29日、大津市比叡平で道路陥没が発生した。深さ2m、直径50cmだからさしたる規模では無い。しかし、この陥没の数ヶ月前にこの地区では、同様の道路陥没と斜面崩壊が起きていた。9月19日に発生した斜面崩壊は、比叡平に存在する大規模な谷埋め盛土の末端部が崩壊したものである。9月27日には、長径約3m、短径約2m、深さ3mの道路陥没が発生した。これも盛土の部分であった。比叡平は、1967年頃(約50年前)から開発が始まった住宅地である。ここで起きた一連の出来事が、相互に関連している証拠はない。しかし、このニュータウンは造成後相当の年月が経過していることを考えると、盛土の排水機能に不調が生じ、阪南市や安平町の谷埋め盛土と同様に、地下浸食やパイプの形成が起きていても不思議ではない。

それでは、地下浸食は何を意味するのだろうか? こうした陥没は、谷埋め盛土が作られてから相当の年月が経過した後に発生している。通常、谷埋め盛土には地下水の上昇を防ぐために地下水の排水管が設置されている。しかし、排水管が詰まったり、継ぎ手が抜けたりして、排水システムが働かなくなると、地下水が上昇する。地下水が常に盛土の中を流れるようになると、長い間に土砂の細粒分が流れ去り、空隙が増えて盛土がスカスカになる。これを地下浸食と言っている。言わば、谷埋め盛土が経年劣化、老朽化したわけである。こうしたスカスカの盛土では、何かのきっかけがあれば地表での陥没が起きる。つまり、陥没は、谷埋め盛土の老朽化が進行したことを示すサインである。

■老朽化インフラ

既に見てきたように、年数を経た谷埋め盛土では、しばしば陥没が起きている。いわば、人間の身体と同じで、若いうちは欠陥が目立たないが、年月と共に少しずつ老化現象が顕れるというわけである。こうした陥没は地すべりそのものではない。しかし、地下ではスカスカの状態になっているので、地震が来れば更に深刻な事態、すなわち谷埋め盛土地すべりが起きることは容易に想像できるであろう。したがって、構築から30年以上たった谷埋め盛土は老朽化インフラとして見るべきであり、近年、都市で多発するようになった谷埋め盛土地すべりは、そうした老朽化の最終形と見るべきである。

しかし、地盤工学の一部には、盛土は作った直後が、最も不安定であり、その時期を乗り越えれば次第に安定化していくはずであるという、教科書的な見解が根強く残っている。しかし、実際には、谷埋め盛土地すべりは、古い造成地ほど多く発生している。これを造成後、数十年の間に盛土に変化が生じたと見るか、造成技術の進歩によってリスクが低下したためと見るかは、研究者のバックグラウンドや立場によって異なっている。この事は、谷埋め盛土問題への対処が遅れた原因の一つである。

更にメンテナンスの問題は重要である。造成地をメンテナンスフリーとする考え方が、大きな誤解である事は、頻発する陥没や谷埋め盛土地すべりが示している通りである。しかし、これまで、宅地は造り出す事（造成）に主な関心が集まり、それをメンテナンスして次世代に譲り渡す事にはあまり注意が払われてこなかった。実際、橋や道路などは国や自治体が管理し、メンテナンスを行っているのに対し、住宅の下の谷埋め盛土は個々の住民の私有財産であり、都市インフラとしての管理主体は事実上存在しない。現在、高度成長期に作られたわが国の都市インフラの多くは、寿命を迎えメンテナンスが課題となっている。造成地も主要な都市インフラの一つであり、メンテナンスを真剣に考えなければならない時期に来ている。

■遅れてきた公害

谷埋め盛土が数多く作られた高度経済成長期は、公害の時代でもあった。この時期、工場や車の煤煙や排水によって、空気や水が汚染され、四大公害病といわれる深刻な社会問題も発生した。そのため、政府は、公害対策基本法（1967年、昭和42年）、大気汚染防止法（1968年、昭和43年）、水質汚濁防止法（1970年、昭和45年）などを柱とする公害対策を相次いで打ち出し、1971年（昭和46年）には環境庁が発足した。1970年代は時代の潮目に変化し、環境保護が時代の主流となった時期である。これらの対策では、監視体制が徹底され、加害者の故意・過失を問わず法的責任を追及できる「無過失責任」を規定するなど、事業者に厳しい方針がとられた。その結果、現在では、空気や水の汚染問題はほぼ解消し、地上の公害はほぼ克服されたと言える。

しかし、谷埋め盛土が、その後深刻な被害をもたらすとは、当時想像もされなかった。戦後30年ほど、大きな地震が無かったためである。そのため、環境保護が叫ばれていた1960年代後半から1970年代に至ってもなお、造成地では、次世代の地すべり予備軍として谷埋め盛土が作られていたのである。その意味で、谷埋め盛土地すべりは、“遅れてきた公害”という見方がぴったりの様に思う。遅れては来たけれど、水や空気の汚染問題と同じく、社会全体で対処すべき課題であるという意味である。

地下侵食が起きている盛土では、時間が経てば経つほど、盛土の内部はスカスカになってい

く。地下侵食の発生は、排水システムの経年劣化に依存するので、ダメな盛土の数は、時間と共に増える宿命にある。つまり、造成地にとって、谷埋め盛土は、いわば“遅効性の毒薬”であり、不安定な谷埋め盛土は、ほぼ年数に比例して増加することを覚悟しなければならない。行政もこの事情はわかっているが、上手く対処できずに、結局、次の地震災害を迎えてしまう事態が繰り返されている。例えば、深刻な谷埋め盛土地すべり災害を1978年宮城県沖地震で経験し、この問題に最も敏感なはずの仙台市は、2011年に至るまで有効な対策をほとんど取れなかった。ここで、単純な疑問が湧くであろう。なぜ、仙台市は貴重な33年間で眠ったまま過ごしたのであるか？

その原因の一つは、当時の宅造法や都市計画法による規制が真に有効であることを信じ込んだ、あるいは信じようとした点にある。つまり、これらの規制が、防災上、必要十分な合理的な指針であり、その基準を全ての人が守るはずだという、造成の現実を知る者からすると楽観的すぎる期待が、1978年以後も仙台市の宅地行政を支配したのではないだろうか。そもそも、技術基準の改定スピードは遅く、きっかけとなる様な深刻な災害が起きるまでは、普通は改善されない。したがって、技術基準というものは常に災害の後追いであり、災害の変化・深化についていくのは難しい宿命にある。プロの担当者であれば、その事を念頭に置いておく必要があるが、建前に安住する所はやはり行政である。

更に、こうした甘めの技術基準さえ正確に守られない現実がある。例えば、造成前には谷底の表土を完全に除去し、地山を大きく切り込んで段々畑の様にしなければならない。摩擦を増やすためである。しかし、極めて傾斜の緩い谷底に段々畑を作るためには、谷底を大きく切り込む必要がある。果たして可能であろうか？また、排水管の継ぎ手は重機の重さによって容易に外れてしまう。そのため、造成中は常に注意を払い、場合によっては人力で埋める必要がある。しかし、どれだけの谷埋め盛土でそうしたケアが行われたであろうか？もちろん、書類上はきちんに行われた事になっているので、行政の手続き上は問題が無い。しかし、谷埋め盛土地すべりは、そうした行政の期待とは関係なく発生する。こうした行政の意図しない不作為によって事態が深刻化した点は、大気や水の公害事案と良く似ている。谷埋め盛土地すべりを「遅れてきた公害」と呼ぶべき理由の一つである。

■公団の青春

谷埋め盛土における災害リスクが明らかになる以前から、都市と環境の問題を真剣に考えた都市計画家達がいた事も事実である。例えば、開発当初の多摩ニュータウンでは、「自然地形案」と呼ばれる、自然の地形や植生をかなり残す方式の造成計画が、検討された事がある。しかし、この案は、造成戸数が普通の造成案の約9割であり、土地利用効率が悪いことを理由に事実上廃案となった。残りの1割に拘った判断であったといえる。しかし、同じ多摩ニュータウン永山団地（22ha）について、造成コストを比較した小玉氏らの研究によると、実施案の総コストは、地形改変を最小化し山林を保全する「保全型開発案」よりも大きく、宅地面積当たりのコストも1.5倍である。つまり、実施された宅地造成は総事業費の点からも、環境保全の面からも合理的でない事になる。それでは、どうして現在の開発が実施されたのであろうか？その理由を公団創設期にまでさかのぼって見てみよう。

1955年（昭和30年）に設立された住宅公団（現、UR）は、郊外の里山で宅地開発を積極的に行い、多くの谷埋め盛土を作ったデベロッパーの一つである。多分、最多であろう。しかし、

その黎明期に、環境保全に留意する設計を行った建築家集団がいた。彼ら、「住宅公団・東京支所・設計課・団地係」は、自然地形を壊さずにそのまま残し、その記憶を住まい手に伝えていくことで、「自然と人間の間を問う」ということを意識していたと、建築家・津端修一は後に語っている。

「阿佐ヶ谷住宅」、「高根台団地」は、団地系の代表作である。後に、「奇跡の団地」や「団地設計の成功例」などと高く評価され、建築学の教科書に紹介された団地である。彼らは、ライバルの杉浦進から、やや揶揄的な意味も込めて「風土派」と呼ばれた。東京支所団地係は、一般の設計事務所の様にチーフデザイナー制であり、そのため土木と建築の組織間の風通しが良く、デザイナーの主張が通りやすいメリットがあった。しかし、それは逆に言えば公団内部において組織間の利害調整（政治）に重きを置かないという事である。後年、チーフの津端修一は、「俺たちはまるっきり整っていない時が、最も整っているんだ」（シェークスピア：ヘンリー6世）というセリフが、自分たちの旗印であったと述べている。公団創設間もない時期の自由闊達な雰囲気が、団地系の活動を支えていた。

しかし、1960年（昭和35年）、津端修一が名古屋の高蔵寺ニュータウンに移動し、風土派は短い活動期を終えることになる。それは、公団の初代総裁・加納久朗の任期とほぼ重なる。加納は、旧子爵、戦前は横浜正金銀行ロンドン支配人、国際決済銀行（BIS）副会長を務めた大物財界人で、吉田茂のブレーンの一人であった。国際経験が豊富なためか、おしゃれでスマート、「彼の頭の上だけは、いつもぽっかり青空がのぞいていた」（津端修一）と追想される愛すべきトップであった。後任の2代総裁狭間茂は大政翼賛会組織局長を務めた旧内務官僚、3代総裁林敬三は警察予備隊総監から統合幕僚会議議長を務めた旧内務官僚（内務軍閥）であった。以後、公団総裁は、建設官僚（旧内務官僚）の天下りポストになり、公団も政府による量的要求（戸数、空き地規制）を忠実に実行する組織になった。

その後、津端は本部審議室調査役（課長と部長の間の中二階ポスト）を経て、広島大教授に転出した。その頃、高蔵寺ニュータウンの2区画を購入してレーモンド風の自邸を設計、建物周辺を雑木林として、オルタナティブな団地生活の実践者（自由時間評論家）となった。造成で破壊された自然を自ら戻そうと思ったという。そして、皆が傍らで自然を育てれば、環境は大きく変わる。その実際の行動として、津端は地域住民による高森山（はげ山だった）の緑化計画を提案した。この「高森山どんぐり作戦」は、住民による緑化運動の先駆けとして知られる。津端夫妻の老後の生活を描いたドキュメンタリー映画「人生フルーツ」（東海テレビ）は、2017年（平成29年）キネマ旬報ベストテン・文化映画部門第一位に輝き、多くの感動を呼んだ。

1960年（昭和35年）に計画が始まった高蔵寺ニュータウンは、伊勢湾台風（1959年、昭和34年）による高潮被害によって5000名以上の犠牲者を出したのがきっかけとされている。千里、多摩、高蔵寺など、公団が主導したニュータウン建設は、いわば、都市の人口を危険な低地から、安全な高地に移転させようとする、壮大な実験でもあった。しかし、これまで見てきたように、丘陵地の極端な平坦化は谷埋め盛土地すべりという新たな災害を作り出してしまった。

■等高線都市

東山文化のアイコンとして知られる銀閣寺は、実は斜面管理型住宅の傑作でもある。斜面から流下する地表水は、等高線に沿って上手く誘導され、庭園中央の池に落ちてゆく。この池は、銀沙灘（ぎんしゃだん）と呼ばれる白川砂の広場を際立たせ、趣のある景観を実現する役目を

担っている。そして一方で、実は遊水池としても機能する様に設計されていて、斜面から流下する地表水を調節することで、建物群を洪水の危険から守っている。この様に、わが国には災害のリスクを上手く回避しながら、良好な住環境を実現してきた歴史がある。その伝統は、戦後においても、住宅公団黎明期に活動した風土派と呼ばれる団地設計・里山設計集団に受け継がれている。しかし、彼らは、戦後の都市計画業界のもとでは少数派であり、結局、住環境よりも経済効率を優先する開発が推し進められた。そして、近代的都市計画の名のもとに進められた丘陵地の執拗な平坦化は、均質で退屈な空間の背後に、谷埋め盛土地すべりの災害リスクを大量生産してきた。

しかし、一度は途絶えたかに見える風土派的伝統であるが、その後もそれを模索する建築家は少なからずいる。3.11後の東北の復興に際しても、宮本佳明氏は前網浜住宅復興計画で、石原健也氏は釜石市教育施設復興計画で、地形改変を極力少なくしながら土木と建築の一体化を図る計画を提案している。そこで、これらの計画を更に一步進め、谷埋め盛土を作るような地形改変を極力避けた、等高線に沿った街区作りを提唱したい。環境だけで無く、防災にも配慮した計画という意味を込めて、そうした街区を仮に「等高線都市」と呼ぶことにする。等高線都市では、住居部分の基礎は地山掘削によって地山に密着させることを原則とする。そして、こうした堅固な基礎を持った住宅群を等高線に沿って階段状に配置し、それらを栈道、橋を多用した高規格道路によって連結する。これらの自動車道路とは別に、落水線方向に排水路と歩道を兼ねた集合住宅を縦状に配置する。高層マンションを斜面に寝かせたイメージである。これらの集合住宅に公共エレベーターを整備すれば、尾根と谷底を結ぶ生活道路が実現できる。高齢者でも気軽に外出できる、ユニバーサルデザインの街である。長坂大氏は、集合住宅に関する同様な計画を、長崎市郊外の再開発計画として提案している。

■未災の思想—おわりに代えて—

住民が“未災”の意識（未来に被災するであろうという覚悟）を高めることは、最も効果的な防災・減災対策である。そのためには、住民が災害のリスクを受け入れる必要があるが、谷埋め盛土の地すべりの場合は、それすら難しい。津波や自然斜面の地すべり・土石流など、リスクが目に見える災害と異なり、谷埋め盛土地すべりは、一見、災害とは無縁に思われる、大都市の山の手の住宅地において、大地震や極端な豪雨などで発生する低頻度の現象だからである。しかし、長期的広域的に見れば、谷埋め盛土地すべりの災害は、将来いずれかの都市で必ず発生する。したがって、時間的・空間的・経済的制約があるなかで、直ちに行うべき災害対策は、未災地にいる間に自治体・住民間で足元の地盤情報を共有し、宅地のリスクを「我が事」と捉える常識を身に着けることである。

一方、現在の宅地に関する社会的枠組みは、都市が拡大していた時代に作られたものである。当時は、開発規制が主眼であり、人口減少、家余りも想定されていなかった。さらに、最近では、災害が激甚化・広域化する傾向にあり、宅地を取り巻く境界条件（自然的誘因と社会状況）は確実に変化している。この状況に対処するためには、安全・安心な「都市のたたみ方」を探る必要があるが、これまで拡大する都市しか知らなかった日本人にとり、それは未知の領域である。そこで仮に、この新しい知の塊を「未災学」と呼ぶことにすると、谷埋め盛土地すべりの問題は、未災学の応用問題ということになる。我々の都市の未来は、我々が「未災の思想」に立脚できるかどうかによって、大きく左右されることになるだろう。

関連講演

奥山の自然は蝕まれている

—二ホンジカによる自然植生の荒廃は災害を誘発するのか?—

龍谷大学理工学部・准教授 里山学研究センター・研究員

横田 岳人

「里山学から考える防災・減災」というタイトルのシンポジウムで、奥山の話をしていても良いのかという思いもあるが、自然への関心を失った人たちにとっては里山も奥山も同じであり、奥山まで起こっている事柄は私たちの生活圏である里山でも同様に生じる問題と思われるので、ここで取り上げる意味はあると考えた。

平成23年（2011年）台風12号が高知県から鳥取県に向けて通過したが、この台風の通過に伴う大雨によって、2011年9月3日から4日にかけて紀伊半島各地で土砂災害が頻発した。この時の奈良県内の被害は「紀伊半島大水害の記録」として奈良県が2013年にまとめており、ホームページで公開している。奈良県内だけで死者行方不明者24名を出す大災害で、住宅の全壊半壊も120棟に及ぶ。大雨による土砂崩れや崩れ落ちた土砂が河道をせき止めて「土砂ダム」を形成し家屋を水没させたのが、これら被害の主要な要因である。土砂崩れを引き起こした場所とはどのような場所なのかを確認してみると、森林で覆われている山が崩れている。奈良県は吉野林業で知られる一大林業地帯であり、杉を中心とした造林地が広がっている。一般には、人工林は天然林に比べて水源涵養能力が劣り、大雨の際に土砂崩れの原因になりやすいと思われるように感じる。そのような視点で、今回の崩れた現場を確認してみると、川上村迫地区では村役場があるすぐ隣の谷が大きく崩れており、その周辺は人工林である。また、天川村坪内地区では、集落対岸のスギ人工林が崩れ落ちて河道を閉塞して浸水被害を引き起こしている。東吉野村麦谷地区でも、野迫川村北股地区でも、崩れた周辺は人工林が広がっており、土砂災害を起こすのは人工林という通説を支持するような状況が得られている。しかし、五條市赤谷地区では人工林ではない森林が崩れている。赤谷地区で崩れたのは、奈良教育大学奥吉野実習林を中心とした山塊であり、ブナを中心とした落葉広葉樹林である。奈良県有数のトチノキが生育していた自然林であった。土砂災害には強いと考えられていた天然林も、2011年の大水害時には崩落したのである。

針葉樹林だけでなく広葉樹天然林も崩れるのは、森をよく歩いている人にはよく知られた事柄かもしれない。演者は奈良県南部地域を主なフィールドとして森林内を歩いているが、川上村三之公地区のブナ林でも、幾つもの崩壊跡地を見ている。この崩壊跡地は2004年の大雨で崩れたものである。400m程度の範囲内で5本の山抜けが確認できるなど、ブナの天然林であっても崩れている現場を見てきた。広葉樹天然林ではないのだが、近畿の屋根ともいえる近畿最高峰八経ヶ岳とその周辺にある弥山や明星ヶ岳周辺でも、多くの山抜けが見られる。このエリアは、トウヒやシラビソといった亜高山性針葉樹林が成立する地域である。その場所で、特に弥山から西側に伸びる尾根沿いに崩壊地が集中している。天然林であっても、広葉樹・針葉樹

を問わず、崩壊地が出現するようになっている。このような崩壊地が出現する場所には共通性がある。その共通性とは、森林の下層植生が失われており、土壌基盤が脆弱になっていることである。

大規模な崩壊を引き起こした奈良教育大学奥吉野実習林のイヌブナ林でも下層植生が失われた状態が続いていたし、2004年に土砂崩れに見舞われた川上村三之公地区のブナ林や、弥山の土砂崩れ地域に近い天川村栃尾辻のブナ林でも、しっかりした森林のようできて下層植生の見られない森林になっている。このような下層植生の消失した天然林が広がっている。かつて、手入れが行き届かない下層植生の失われたヒノキ人工林を「裸地化したヒノキ林」と筑波大学の恩田裕一博士が述べていたが、その言葉を借りれば「裸地化した天然林」と呼べる状況の天然林が随所に広がる状況になっている。しかもこの状況は、奈良県内の奥山に限られた状況ではなく、滋賀県でも同じような風景が広がりだしている。

ブナ林の林床には、ササ類が繁茂しているのが一般的である。ササ類が林床の全面を覆ってしまうために、ブナ林の後継樹がササに被圧されて生育できず、ササ類のコントロールが森林更新上の課題となっていたほどである。しかしながら、例えば奈良県南部の大台ヶ原のブナ林のケースでは、1970-80年代に林床を覆っていたスズタケが次第に矮化・縮小し、2000年頃には生育範囲が限定されるようになり、枯死した稈が林床に目立つことも多くなった。スズタケの代わりにミヤマシキミが林床を覆うことが多くなっている。このように、1980年代後半から下層植生が失われたブナ林が広がりだしたのである。この下層植生が失われたのは、同時期に奥山で増えだしたニホンジカの影響である。

ニホンジカは、里山地域で鳥獣害問題を引き起こしているが、里山で問題になるのと同様に奥山でも問題を引き起こしている。シダ植物、草本植物、広葉樹、針葉樹とありとあらゆる植物を食べていく。大きな植物体の一部であれば植物にとってのダメージは小さいかもしれないが、成長途上の小さな植物たちにとってみれば、大きなダメージとなり、枯死することに繋がっていく。ニホンジカの被食の影響は大きく、多少の忌避植物があるものの、多くの植物は食べ尽くされる傾向が強い。口の届く範囲の植物が食べ尽くされてしまうため、森の中を歩いていると、低木の樹冠が一定の高さで切りそろえられたような景観にであうことも出てくるようになる。一定との高さとはニホンジカの口の届く範囲の高さであり、そこから林床までの緑の葉は食べ尽くされる。その結果、一定の高さよりも下は遠くまで見渡せるような景観ができるのである。通常、browsing lineと呼ばれる一線が見えるようになった森林では、ニホンジカの食害の程度がかなり深刻なっていると判断される。ニホンジカは枝葉を食べるだけでなく、樹皮剥ぎを通じて森林へ大きな影響を与えていく。樹皮剥ぎとは、ある程度の太さの樹木の樹皮を剥いで食べる現象だが、樹皮が剥がれることで、樹木は通水が阻害されて枯死に至ることが多い。すなわちニホンジカは樹皮剥ぎを通じてある程度の大きさの樹木を枯死させてしまう。樹皮剥ぎで直接枯死に至らなくても、台風等の強風で幹折れの形で樹皮剥ぎが枯死に繋がることもある。このような稚樹の被食と樹皮剥ぎを通じて、森林の構造を大きく変えてしまうことになる。奥山で増え続けているニホンジカが森林の姿を大きく変えることで、奥山の森林の脆弱性を増すことにつながり、表面侵食や洪水が発生しやすい不健全な森林の状態に誘導しているのではないだろうか。「森林飽和」と題するNHKブックスの中で、太田猛彦氏もシカの食害地は森林が不健全な状態として取り上げている。人工林であれ天然林であれ、ニホンジカの食害が森林を不健全な状態へと導き、斜面流出が生じやすい状況を生んでいると考えても良

いであろう。

では、下層植生が失われた場合、どのように崩壊に繋がるのだろうか？2004年に川上村三之公地区で生じた土砂崩れの跡地を巡り、弥山西尾根の土砂崩れ跡地の踏査した経験から、崩壊のプロセスを考えてみたい。まず、ニホンジカの食害などによって森林の下層植生が失われる。下層植生が失われた森林は土壌を保持する能力が低下する。落葉落枝も容易に流出して失われ、表層土壌も徐々に失われる。樹木の根が土壌を抑えつける力が弱まるため、大風で木が揺さぶられることで土壌が浮き上がったり倒木の際に根返ったりして、土壌表面に亀裂や穴が生じ、浸水を通じた水の力で亀裂や穴が広がり、徐々に大きな崩れに繋がっていく。やがて崩れは山抜けと呼ばれる崩壊に繋がり、土砂災害へと発展していく。山抜けすることで地下水位が低下する。そのため、崩壊上部では植物が水ストレスを感じるようになり、成長が抑えられ、場合によっては水ストレスで枯死が広がる。その結果、林内の乾燥化も進み、土壌保持力がますます低下し、崩壊箇所上部で新しい崩壊が生じる。地下水位がさらに下がり、崩壊地上部がますます水ストレスに曝されるようになる。というように、崩壊地が斜面上部へ移動し、崩壊の連鎖が続いていくようになる。これが、表層土壌流出・崩壊地拡大のプロセスである。このような崩壊地は土が動きやすい状態が続くものの、明るい環境のために、降水量や気温が十分な環境であれば植被が速やかに回復するが、ニホンジカの食害地では崩壊地に芽生えた植被がニホンジカにより被食され、なかなか回復が困難であるとの問題がある。ここに示したプロセスは踏査により描いた仮説であり証拠が十分に示せる状況ではないが、現地の猟師や山行きさんたちと共に見聞きして考えた事柄なので、このプロセスは大筋で問題ないだろうと考えている。なお、冒頭でお話した山腹崩壊は深層崩壊であり、ここに示した表層崩壊のプロセスとは異なるが、森林が荒廃して脆弱性が増し、特に下層被覆が失われた部分から降水が浸透することで土質が流動化して土砂崩れの引き金になる点は一致しており、ニホンジカによる森林の荒廃が災害を誘発する可能性があるという指摘は同様と考えている。

今回紹介した奈良県の奥山で生じているこのような森林の荒廃とそれに伴う崩壊の危険は、「災害」に繋がる事柄なのだろうか？小学館の日本国語大辞典（第2版）や岩波書店の広辞苑（第7版）等をひもとくと、災害は「思いがけず受けるわざわい」「人間の社会生活や人命に受ける被害」とあって、社会生活や人命に被害が生じなければ災害ではないとも読める書かれ方をしている。川上村三之公地区での崩壊地は最寄りの集落から直線距離で6 km程度、弥山周辺の崩壊地は8 km程度離れており、直接的な被害で考えれば、これら山奥の土砂崩壊は災害ではない。しかしながら、三之公地区では、崩壊土砂の堆積が河川環境を大きく変え、河床の岩礫が礫砂となり、生息魚類の生育環境悪化や個体数激減に寄与しているし、崩壊によって生じた倒木・根株や堆積土砂は降雨のたびに徐々に流出して下流のダム内に集まり、ダム湖内に集積・堆積してしまっている。また、弥山地区での崩壊地は、弥山川への崩壊土砂供給を果たすことになり、河川環境を大きく変化させている。弥山川上流部分は稀少魚類の生息場所として奈良県の天然記念物指定されているが、生息環境の淵が埋まることで、産卵環境が失われたり水温の上昇を招いたりしている。このように、直接被害は無かったものの間接的に人間生活に影響を与えており、災害と言えないわけではない。今回は奈良県の事例でお話しを進めてきたが、類似の問題は奈良県の奥山に限らず滋賀県の比良山系や伊吹の山々でも生じ始めている事柄であるし、奥山に限らず人里近い里山地域でも生じてもおかしくない事柄である。奥山で生じている事柄ではあるが、里山や人が居住する地域での問題でもある。

奥山の自然の荒廃は、きちんと認識されているのだろうか。奥山の自然の変化は、その自然と共に歩む山行きさんやその地に住み暮らしている地元住民には伝わっている。ニホンジカの食害によって荒廃した森の姿や浮き出して災害になりそうな山の情報は、関係する人たちには伝わっている。雨が降れば川を気遣い、風が吹けば山を気遣う。そんな営みの中で、日々山や川と向き合いながら地域の危険に目を光らせている。それは地域の知恵であり、災害を減じる工夫なのかもしれない。しかし、過疎化が進む中で地域の危険を見つける人が減り、それらを知らせる人が少なくなっている。危険が見つけれたととしても、その危険に対処する人材が不足しているのが奥山に暮らす人たちが抱えている問題である。それに対して里山はどうだろうか。奥山で生じていることは里山でも同じプロセスで生じるのであるから、奥山と同様、里山に生じている変化に目を向ける必要がある。しかし、目が向けられているのだろうか。

裏山で何が起きているかを把握しているのだろうか。実際には目を向けず、実態は把握されていない。現在の多くの人の生活では、自然と共に生活があるわけではなく、自然とは切り離された日常生活があり、居住を定めた場所に暮らしているのにすぎない。自然との関係を考えずとも暮らせる暮らしの中では自然に目を向けなくても生活することが可能で、自然界で何が起きているのかを意識せず考えずに暮らすようになる。周囲の自然に関心を持たなくても、目の前の事柄に向き合うだけで十分暮らせるのが、現在の多くの人の生活なのかもしれない。しかし、人間関係や自然との関係など、私たちを取り巻く「環境」との関係を良好に保ちながら生きてきたのが私たちの暮らしだったはずで、「環境」の変化に敏感に対応してきたのがこれまでの暮らしだったはずである。いつの間にか「環境」の変化に鈍感になってしまったのは、目の前の事柄に向き合うだけの生活で基本的に暮らせるようになったからであろう。環境の変化が激しく災害の問題も語られ出す今日、私たちの身の回りの変化に目を向けることが改めて求められているのではないだろうか。今回報告させていただいたのは奥山で生じている事柄ではあるが、私たちの身の回りで生じ始めていることの一つである。奥山を通じて身の回りで生じることに思いを馳せ、防災・減災へと思いが繋がれば嬉しいことと思う。

パネルディスカッション

これからの防災・減災に求められること

コーディネーター

清水万由子

パネリスト

大熊 孝・西田貴明・瀧健太郎・釜井俊孝・横田岳人

コーディネーター（清水氏）

それではこれからパネルディスカッションを進めていきたいと思います。今日は、「里山学から考える防災・減災」ということで、里山学研究センターのこれまでの活動の中でも、防災や災害の問題を正面から捉えて議論したことは、私の知る限りではなかったのではないかと思います。また、近年では社会的な関心も非常に高まっている状況ではありますが、「里山学から考える」というアプローチはそれほど多くないので、チャレンジングな企画だと思っていたわけですが、今日は5人の皆様のご講演をお聞きして、防災・減災、あるいは災害というものの捉え方が今、変わりつつあるのではないかと。そこに里山学が蓄積してきた知見も、十分役に立つのではないかと考えた次第です。非常に限られた時間ではありますが、今日提起していただいた論点を少しでも深めていけるように、パネルディスカッションを進めていきたいと思います。

まず、今回のシンポジウムの趣旨について、少し補足的な説明をさせていただきたいと思います。シンポジウムのサブタイトルとして、「琵琶湖水域圏の保全・再生に向けて」と書いております。この琵琶湖水域圏という言葉、なんとなくイメージを持っていたのではないかと思いますけれども、実はそれほど使われている言葉ではありません。この里山学研究センターのメンバーの中でさまざまな議論をしまして、こういった考え方を打ち出していくべきではないかということで、この言葉を設定しました。

その意味としては、琵琶湖といえば母なる琵琶湖といわれまして、琵琶湖保全再生法も作られたところですが、琵琶湖そのものだけを見ても、本当の琵琶湖の保全再生にはつながらないのではないかと。ということで、そこに流入する河川、あるいは地下水、地下水を涵養（かんよう）する森林、あるいは農地、ため池といった、琵琶湖に接続する水域といいますか、水の流れる所ですね。あるいは琵琶湖から流れ出ていく川、あるいは琵琶湖疏水、大阪湾に至るまで、その水域圏というか、琵琶湖に連なる水の流れ全体を捉える必要があるのではないかと。ということで、防災・減災を考える上でも琵琶湖水域圏全体を視野に入れて考える必要があるだろうと、こういったサブタイトルを付けさせていただきました。

今日の話の中でも、例えば水害を考える際にも水だけを見るというよりも少し大きく、里山的自然といいますか、多様な自然的な要素、あるいは社会的な要素が関わっていますので、それを総合的に見るという視点は皆様のお話の中に共通してあったのかなと思っています。

早速ですけれども、会場の皆さんからご質問を頂いております。まずは質問を幾つか紹介して、登壇者の皆さんにお答えいただきたいと思います。

はじめに、少し具体的なところからいきたいと思います。瀧さんへの質問です。「大戸川のとどめる、備えるはどのように実現できますか。また犬上川の河畔林の存在は水害につながらないのか。」という質問です。もしお分かりになることがあればお答えいただけますでしょうか。

瀧氏

犬上川は滋賀県立大学の横に流れている、とてもいい川です。犬上川をはじめ、大戸川もそうなんですけれども、例えば霞堤のような、一定の洪水が来たときにある場所からあふれさせるという川のつくり方は、滋賀県は他の都道府県に比べるとまだ残っていると思います。関西中の川をいろいろ歩いてきましたが、大熊先生がご紹介いただいたような不連続の堤防やまだまだ機能しそうな、水害防備林も滋賀県には比較的残っていると思います。

ただ、今それを保全する、守っていく手立てというのが、法令上とか財政的な仕組みの中でないんです。なので、そういった手立てをきちんと作っておかないと、「この川沿いの林は水害防備林としても役に立つんだ」ということを皆さんが忘れて、ただの邪魔な竹林とか林だと思ってしまうと、その瞬間に消えてしまいます。そういう理解をどれだけ残していけるかが大事で、大学の授業の中でもできるだけ言うようにしています。

犬上川も大戸川も、そういう対策はまだ残っていますが、消えそうになっています。皆さん忘れないように、応援していただきたいと思っています。

コーディネーター

ありがとうございます。今、水害防備林のお話が出ましたけれども、もう少し違う観点で水害防備林について質問が来ています。これは大熊さんと西田さんお二人にお答えいただきたいということです。

「河畔林は水害防備林としての機能を持つとのことですが、町に入り込んでもらっては困るイノシシ、熊などの獣が町に侵入する経路になっているようです。このように河畔林が獣の侵入経路にならないよう、かつ防災機能が発揮されるようにするにはどのようにすればよいでしょうか」という質問です。

可能な範囲で結構ですので、水害防備林のメリット、デメリットの両面がある時に、どう使いこなしていけばよいかという問題ですね。周辺が都市化して、市街地化している中で、生態系の機能を最大限に発揮しながら、いかにして人々の安全を守るかというところで、もし何か事例やお知恵があれば、お願いしたいということですが、いかがでしょうか。

大熊氏

非常に難しいですね。この生態系管理をするときに、やっぱり自然の恵みとデメリットのトレードオフというのはいろいろなところで生じていて、その一つが今の水害防備林が防災の機能の役にも立つけれども、有害鳥獣の発生源にもなるし、犯罪とかそういうリスクにも関わってくるということもよくいわれていますね。実際、そのトレードオフにどういうことがあるのかと認識されているということ自体がまず一つ重要なことで、防備林のメリット、デメリットを

はじめからきちんと捉えていただいていると、まず維持はできるのかなと思うんです。

ただ、本当はやっぱり局所的な空間だけで考える話ではない。もちろん、そのシカなりイノシシが渡ってくるその山の奥には、適切な森林管理だったり農地管理とかがうまくいっていないと、そういう所に流れていくという話がありますので、今回もたぶん里山全体でどう管理していくかという問題につなげてやっていかなければ、どうしようもないのかなと思います。

そういう意味でいくと、里山管理はすごく研究の蓄積があるところかなと思っていますので、異なる空間をどう結び付けるか、都市と山と里をどう結び付けるかと。今日もいっぱいいろいろなガバナンスや政治だったりという議論があると思いますので、そういうところをうまく活用していくことができればと思います。すみません、あまりお答えになっていないんですが、よろしくお願いします。

西田氏

かつての水害防備林は、薪炭林としてもかなり利用される中で、いろいろな恵みをもたらしていたのですが、今はそれが全くないから、水害防備林があっても手入れができていないことが一つ大きな問題かなと思います。今、農業では雑草が嫌だと言って、水路の周りは全部コンクリート化してきてしまったんですね。それで子どもは全く遊べなくなっていて、どっちかを取ればどっちかが悪くなっていくということで、やっぱりある程度イノシシが出てきたら出てきたで、みんなで考えて何とか対応していくという対応の仕方しかないと思うんです。初めから、イノシシが出てくるから水害防備林をやめようという話ではないだろう。やってみてどんな問題が出てくるか。矛盾が出てきたら、その矛盾にみんなで対応していこうという、それが適切なやり方じゃないかなと思うんです。

コーディネーター

ありがとうございます。自然との付き合い方の根本に深く関わる問題なのかなというふうに、お二人のご回答をお聞きして思いました。続いての質問にいきたいと思うんですけれども、横田さんに幾つか質問が来ています。一つはこれは私の質問なんですけれども、ニホンジカが奥山に増えているという話でしたが、なぜニホンジカが増えているのか。さまざまな要因があるかと思いますが、考えられるものとしてはどのような要因があるのかということが一つです。それから会場のほうから質問が出ていますが、「仮説ストーリーを示していただきましたが、仮説はよく分かりますが、裏付けるデータや状況証拠はありますか」というご質問がもう一つです。

それから3つ目があるんですが、「行政がどうかという話で、防災面からのアプローチで、行政が何らかの対応をするということとはできないのか」という3つの質問です。

大熊氏

僕からの質問です。

コーディネーター

はい。

大熊氏

昨年(2016年)の7月でしたか、九州の筑後川の朝倉地区ですごくいっぱい山林崩壊が起こったんですけれども、これもちょっと理由が分かったら教えてください。

横田氏

すみません。九州の朝倉の件は私は空中写真とかを見てどういう状況かというのを確認していませんので、そこは「分からない」という回答になります。

大熊氏

見に行っていないので、聞きたかったんですけど。

横田氏

すみません。シカが増えている理由に関してはいろいろな説があります。一つは天敵だったオオカミがいなくなったからじゃないかということもあるんですけども、ニホンオオカミがいなくなったのが1905年、一応これが公式の絶滅の年です。ただ、ニホンジカが全国的に増え出してきて問題になり始めるのは、1980年以降になります。

その間、70年以上のギャップがありますので、オオカミが直接の引き金になったという感じではおそらくないだろうと思っています。ただ、戦時中から戦後にかけては、食糧難等もあってかなり捕獲圧が高い状態が続いていました。だから人の目に届くというか、猟師さんが普通に見える範囲でのシカというのはかなり減っていた時期があります。その後シカは保護される形で、メスを捕らないという時期がかなり長く続きましたので、その間増える要素はありました。時を同じくして拡大造林等や宅地開発で、そもそも里山にいたようなシカがだんだん山奥へと追いやられていって、山は山で拡大造林をしていきます。

山を切り開くと明るい光が射します。そうするとシカの餌がたくさんあるということです。本来森というのは薄暗いですから、シカが食べられるものというのはそれほどありません。だからそんなにシカは森の中で暮らしたいと思っていないと思うんですが、拡大造林等で草地が一時期でも広がれば、そこにシカは入って来て増えます。拡大造林はどんどん山の奥まで来ましたから、稜線までシカは人間の営みに従って追いつけられてきて、そこで増えてきた。里山の管理もしなくなったし、山奥でも増えてきたものが徐々に人の暮らしの場所に下りてきているというのが、今の状況なのではないかなというふうに思っています。

これもきちっと数が数えられてきたわけではないので、そうだろうというふうに考えられている。これまでいろいろ考えられている説をまとめて言うと、そういうところになるという話になります。

仮説の裏付けというのは非常に難しいです。実験的に仕掛けをして、そこがうまく崩れてくるとかそういうふうになれば、きちっとした研究にはなるわけですけども、そういう状況にはありません。ただ、いろいろな山を歩いている猟師さんたちと話をしながら、ここが崩れそうだねと言って話をしているところがあって、実際2004年の川上村の崩れは、前の年に猟師さんが、ここはもうシカでだいぶやられて山が浮いてきていると言っていた所です。今度、大きな雨が降れば崩れるよと言われていた場所がたまたま崩れています。だからそういう考え方は、大筋で間違っていないだろうなと思うんですけども、きちっとした裏付けのデータがあ

るかと思われれば、ないです。ですので、それはいまだに仮説のままと考えていただいたほうがよいと思います。

あとは行政の支援に関してですけれども、行政が何らかの手だてを打つ場合は、今日の災害をどう捉えるかということにつながるかと思うんですけれども、人の命が失われるような状況にある。あるいは家屋、財産が大きく損なわれるような状態に対しては、何らかの形で手だては打てるかもしれませんが、そうではない、自然環境を保全することにお金を出すのは非常に出しにくいというか、難しいところがあります。特に、自然は自然なんだから放っておけばいいという考え方も一定ありますので、山奥で土砂災害が起こっているというよりは、山は山で普通のことなんだから、特に何もすべきではないし、そんなところにお金を回す必要はないという考え方のほうが大きいと思います。ですので、行政がそれについて何らかの手立てをするということはないと思います。

ただ、あるとすれば国立公園等の登山道が大きく崩れてしまう。そこは人がかなり利用するんだけど崩れが止まらないで困るという場合は、何らかの形で土砂を防ぐような取り組みがされることはあると思いますけれども、一般論としてはほほないだろうと思います。以上です。

コーディネーター

ありがとうございます。先ほどのシカのお話も、水害防備林のお話もそうだと思いますが、人が手を加えたりそれを止めたり、その関わりの変化の中で自然も変わってきているというところもしっかり押さえた上で、今ある自然がどうしてそうなってきたかを理解する必要もあるのかなと、今のお話を伺って感じたところです。

再び質問のほうに戻ります。今度は釜井さんに質問です。二つありまして、ご講演の内容、あるいはご提案いただいた等高線都市という考え方にフォーカスしていただいてもいいと思うんですけれども、国土強靱化の中でどのような役割を果たせますかと。とても大切な研究と思いましたがというようなご質問が一つ来ています。

それからこれはまた私の質問なんですけれども、これまでは地震によって崩れることがあった谷埋め盛土というんですか、そのエリアなんですけれども、最近は雨で崩れることが出てきているということで、水系との関わりですね。地下水、あるいは河川などの水と盛土の地域、エリアとの関係みたいなものはどういうふうに考えたらいいか、何か手掛かりとなるようなことがあれば教えていただければと思います。

釜井氏

国土強靱化、私もよく知らないんですが、できればそういう一つの政策の中に盛り込むということは大事だと思うんですが、ただ国交省、政府としては、すでに2006年に宅地造成法を改正して、マップを作り危険地域、危険な盛土を指定し、さらにそこに公費で半分くらいは安全化する対策工事の費用を乗せるという、そういう仕組みを作っているんです。特に内部でも議論があったんですけど、要するにプライベートな私有財産に公費を投資することは、かなり大胆な方針転換なんです。それは戦後初めて行われたことなんです、それは国交省としてもやるべきことをやっていますという、そういうスタンスです。だからそれでも対策が進まないわけは、さっきもちょっと言いましたけれど、やっぱり自治体レベルでなかなか難しいものが

あるということです。

それから、そういう意味では、そういうところで自治体の方にもぜひ未災の意識といいますか、今は単に来ていないだけで、いずれは崩れますよということを共有していただきたいという思いです。

それから水系との関係ですけれど、水系というのは何を指していますか。

コーディネーター

水の流れです。

釜井氏

大きく言うと、もともとあった谷を見ているわけですけど、谷はそこで圧力が解放されているわけです。バランスしているわけです。ところがそれを埋めると、結局そこに向かって地下水が、ポテンシャルがこう上に向かっていきますから、基本的に谷埋め盛土というのは、地下水を集めやすい基本的な構造があるんです。

それはやむを得ないんですけども、それを防ぐためにいろいろな排水施設とかそういうのを入れているんですが、ただメンテナンスの問題なんですが、そういった排水施設は、結局宅地化によって、所有権がぶつ切りにされているわけです。だからそれを誰がメンテナンスするかというのは非常に難しい問題です。だから数十年たつと、そういった排水施設というのは、だいたい老朽化して壊れるんですが、それを直す手だてがない。従ってまた地下水が上がってくるといふ、そういうことの繰り返しになっています。

コーディネーター

ありがとうございます。昨今、所有者不明土地問題の対策がこれから始まるという報道もありましたけれども、農村部とか山村部だけでなく、都市でもそういった問題というのが関わってくるといふのは、なるほどと思います。

では、大熊さんのほうに質問が来ていますので、お願いします。一つは「洪海川の住民の究極の治水による水防活動は今どうなっているのでしょうか。そのような究極の治水をしているところは今どれくらいあるのでしょうか」というご質問が1つです。よろしければ簡単にその活動の説明もしていただけるとありがたいです。

大熊氏

簡単です。もうなくなりました。要するにあれを維持していたのは、水防活動をやっている地域の住民たちだったんです。さきほどの事例昭和53年の水害ですけども、私が新潟に行った頃はまだ、ちょっと雨が降ると100万人ぐらいの水防活動の人間が出てきたんですね。それが今はもう洪海川でも全く出てきません。だからもうあれは維持できませんということで、残念ながら崩壊してしまっているという状況です。

コーディネーター

成り立たなくなった原因というのは何でしょう。

大熊氏

若者が継がなかったということになりますかね。あの当時、支えていた人たちがもうみんな亡くなったというか、年寄りになっちゃったというか。

コーディネーター

それは都市のほうに出て行ってしまっ、そもそも若者がいなくなって担い手がいないということでしょうか。

大熊氏

若者も少なくなっていますし、水防活動を維持できるだけの、今は消防のほうでやるのが主体なんですけれども、もうそれがいないというのが実態ですね。

コーディネーター

水防団活動ということになるんですね。

大熊氏

今は消防団という形でやるのが多いんですけれども、消防団に入る人が非常に少なくなっている。ただ、今女性も消防団になってということで、都市や何かでは一生懸命やり始めていますね。まあ、しょうがないですかね。

コーディネーター

ありがとうございます。この方は究極の治水というふうに浜海川の活動を書いているんですけど、それは大熊先生もそれは究極の治水活動だったとお考えでしょうか。

大熊氏

そうですね。やはり住民たちで話し合っ、自ら越流場所を決めて、そこで越流させている。越流させなければどこかで破堤してしまいますから、それはやっぱりある程度以上の洪水に対しては、そうやって被害を軽減するという意味ではすごい方法だったなと思います。

それをもうちょっと系統的にきちんとやったのが、成富兵庫の城原川での事例ということになると思います。

コーディネーター

ありがとうございました。もう一つ非常に大きな質問になると思うんですが、これは大熊さんだけにということではないと思いますが、大熊さんにお答えいただければと思います。「自然観が問題ではないのでしょうか」ということで、人間も自然の一部という考え方にもいろいろな考え方があると思うんですけれども、大熊さんご自身の自然観、今日の基調講演の中で語っていただいた部分もあるかと思いますが、あらためて言うならば、こういった言葉で表現されるのかということと、それが変わっていくであるとか、今後の防災・減災に向けてどうなっていくであろう、あるいはどうなっていく必要があるみたいなのところでお考えみたいなのがあれば…。

池田氏（会場参加者）

ちょっと待ってください。それは私の質問だったんです。むしろ逆のことを聞いているんです。自然観が問題なのですかという反問、疑問というか。つまりそこに書いてあるように、人間社会の問題こそが、自然に対していろいろ戦うとか何とかいうことではなくて、しかし人間社会の問題に起因するんじゃないかと。つまりそうすると私が前半で出したんだけど、釜井先生とか瀧さんの議論に近くなるんです。非常に共感。あとで釜井さんにいろいろご質問したいことがたくさんあるんですが、とにかく自然が問題なのかというと、私はそうじゃないんじゃないかと。人間社会の問題こそが災害問題ではないかと。

そこに例を書いたんです。木曾三川の左岸と右岸の高さの違いなんていうのは、高地の左岸と右岸の高さの違いが全く違うわけですね。それは事実というのは、それぞれの水が霞堤にしても何か目的があるわけで、目的と一体である技術というものが存在する。それは評価されないとはいけない。例えば東日本大震災の後、復興計画なんて、一番便利なところに住んでいる人たちを、山の中を開発して、わざわざ高いお金を出させてそこに移住させるなんていうのは、それが正しい災害の防災対策なのかということを聞きたいわけです。

コーディネーター

今お尋ねがありましたので、大熊さんだけではなく、瀧さん、釜井さんにも、もしリプライがあればお答えいただければと思います。

大熊氏

趣旨が私も理解しかねるところがあるんですけれども、私が自然観を取り出したのは、やっぱり明治以降のわれわれの自然に対する態度が大きく変わってきてしまった。先ほどの新潟の彌彦神社の事例を挙げましたけれども、ご神体である山を傷付けても何とも思わなくなってしまうところ。本当はそれは絶対なかったはずなんですけれども、そういうことになってしまったのは、やっぱり明治以降、われわれの自然観が大きく変わってきたというふうに思います。

ただ、やはり「山川草木悉有仏性」といったような考え方は、まだ80代の新潟の年寄りはかなり残っております。そういう方がもうどんどん亡くなって、僕の世代より後はやっぱり明治以降の近代的な科学技術的な感覚が、自然の恵みはどこまでも収奪しても構わないという考え方で、災害は抑えるだけ抑えればいいんだという考え方で、地域の住民と議論しても、結局地域住民の声を聞いて防災しようといったときには、やっぱり今は極論すればコンクリートで固めて、安全にしてくれということになってしまうんですね。だからそういう自然観しか持っていないから、そこに大きな問題があるんじゃないかなと思います。

木曾三川の左岸右岸が低かったというのは、これは力関係が大きく作用していることはあります。ただ、もともとそういう地形であるというのは事実なんです。どちらかというと、木曾川から長良川、揖斐川のほうが低くなっていて、そっちのほうに洪水があふれていく傾向がもともとあった。それを力のあるところでそういう対策を取った。

ただ一方で長良川、揖斐川のほうは輪中堤をいっぱい作って対応して、いざというときには、水屋があって舟も持っていてということで、それなりの対策はやってきていたということで、一方的に右岸が低かったのが悪かったと言い切れるかどうか、その辺はその時の時代の問題も

あるということだと思います。今それはできないのは事実だと思いますけれど。

瀧氏

おっしゃるとおり、防災の在り方、減災の在り方が、社会の在り方で変わってきていることはすごく実感できます。例えば水害防備林のお話でも、先ほど大熊先生からもありましたように、昔は薪炭林としての利用がなされていた。そこに水害防備林があるというのは、防災の側面だけじゃなくて、いろいろな面で合理的だったということがあったと思います。安曇川沿いの竹林は扇骨に使われています。ただ、今、そういう利用の仕方がどんどんなくなってきて、ライフスタイルが変わってくることによって、何か治水に対しても、多面的な価値があったものが、単一の、ただ洪水から守ってもらったらいいいということになってしまって、治水の在り方も変わってくるということだと思います。社会の在り方、ライフスタイルの在り方が変化し、この防災の在り方も変わってきたんじゃないか。

今、西田さんからもお話がありましたように、Eco-DRRとかグリーンインフラはそういう一つの機能じゃなくて多面的な機能を持っていることを見直して、それを今からの未来のニーズにあわせて作っていきましょうというものです。もしかすると単一的な機能で力づくでというところから、また多面的なものを社会のニーズに合わせてうまく使っていこうというふうに変わっていているんじゃないかと感じています。

釜井氏

おっしゃるとおり、社会、特に戦後社会の在り方というのは今の里山というか、この大規模な開発に直結している。それは一言で言うと、持ち家政策というんですか、持ち家社会を戦後つくった。さらにそれを人間の欲をうまく刺激して、そういう持ち家をするのが一番いいんだという、とにかく家が欲しいでしょうというその下で造成をする。場所もないから里山に行くということがずっと繰り返されてきた結果だと思います。持ち家となると、どの方にとっても僕にとってもなんですけども、経済的負担が大きいので必死に手に入れるわけです。そうすると、どうしてもやっぱりそれが自分の城という感じになって、結果的に持ち家政策のおかげで日本人は盲従化したというふうに思います。

少なくとも戦時中は、実は戦前まではほとんど借家だった。それが戦後のそういう復興の過程で持ち家政策というものが取り入れられて、いろいろな形で住宅金融公庫もできるし、住宅公団ができるしということで、いろいろな形でハウスメーカーもできるとか、そういういろいろな社会的仕組みができてきた。その結果われわれはいるのであって、それはひょっとしたら戦後別の道に行けたかもしれないけれど、結果的にわれわれの社会がこの道を選んだという、そういうことだと。キーワードは欲と、それから持ち家、コントロールと、そういうことです。

コーディネーター

ありがとうございます。それではまだもう少し時間がありますので、今日の5人の皆様のご講演の中で、今のディスカッションの中でも出てきたんですけども、災害、あるいは自然に対する人々の考え方、あるいは行政の考え方、そういったものを少しずつ変えていく必要がある。あるいは実際変わってきている部分もあるということがあったと思うんですけども、そのあたり、未災の意識という言葉もありましたし、大熊さんの大中小の技術の組み合わせと

いうところも、その辺りが関わってくるかなと思いますので、そこを少し議論していきたいと思います。

まず、西田さんにお聞きしたいんですけども、グリーンインフラあるいはEco-DRRの考え方の中で、環境保全だけ、あるいは防災だけというふうに縦割りでやっても、なかなかそこに社会的な合意であるとか、予算的なことであるとか、うまくいかないことが多いだろうと。むしろもう少し、統合的、多面的な価値とか機能とかというのをきちんとパッケージにして、やっていく必要があるというようなお話だったんですけども、生態系が持っている多様な機能、価値の評価の問題ですね。

それは定量的なものもあれば、そうでないものもあると思うんですけども、それぞれ防災だったら完全防災というんでしょうか、100パーセント水をあふれさせないようにするというのをゴールとしてやっていた中で、いや、そこは生態系のことも考えていろいろなことも考えて、あふれても被害を最小化するという防災もあり得るというふうに、おそらく防災だったら防災のゴール、あるいは評価基準みたいなものも、統合的にすることによって変わってくると思うんです。

その辺りがグリーンインフラの意義を社会の中でもっと高めていくというか、それを活用可能なものにする上では重要なことも思ったんですけども、その研究の中でそういった評価の方向性や、課題があれば、教えていただけますでしょうか。

西田氏

おっしゃるとおり生態系の多面的機能の評価ということはこれまでもずっとやられてきたんですけども、やっぱり人工構造物のほうが計算が容易なので、特に防災に限って考えると容易なので、どうしてもそれが基準になりやすかったという背景もあると思います。

ただ、最近2、3年ぐらい前から、グリーンインフラとかEco-DRRの概念が始まって、防災の土木の研究者、建築の研究者もそういった自然の持つ機能に関心をもってもらい、どういうふうに取り扱ったらいいかということの研究は始まっていますので、どのタイミングでそれが実装されるのかということとは分からないですけども、進んでくるとしています。

特に確かに生態系は複雑で難しいというのは、生態学もやってきたから分かるんですが、一方で今すごくいろいろな技術が出てきています。それはおそらくGISだって、10年前とか20年前から比べてもかなり変わっていますし、龍谷大学さんがリードされている環境DNA技術も普及するでしょうし、いろいろなビッグデータも活用できるようになってくる。そうなってくると、別に今は大変だと言っているかもしれないんですけど、そんなに遠くない将来に、生態系の機能はきちんと評価できて、議論できるような時代が来るんじゃないかと思っています。

防災面とか機能面についてはそうなんですけど、ついでにもう一つだけ、そこに効果としてある、もう一つ大事なことは経済のことかなと思っています。防災も環境もやっぱり社会的にみるとコストとも捉えられるんです。別にそれでお金はもうからないので、そこにどこかからお金を持って来なきゃいけないんですけども、それをどう見だしていくのか。もしくは今やっている防災とか環境の活動が実際地域にいくら落ちるのか。そういったことをきっちり評価するというのも大事だと考えています。

コーディネーター

ありがとうございます。評価も多面的というか、いろいろな基準でもって評価するということですね。防災に関わらずなんですけれども、自然を捉える人々の考え方というところで瀧さんに次はお伺いしたいんですけれども、先ほどの流域治水条例の制定過程のお話がありました。住民部会をされて地域でお話しされたということもありましたし、行政の機構改革で流域治水政策室を作ったということが良かったというお話もありました。

瀧さんもおそらく住民の方ともいろいろな話をされたと思うんですけれども、そこで防災とから災害に対する考え方、それが住民の方の中で変化があったのかとか、最初はそれを受け入れてもらうのにすごく苦労したとか、その辺のご経験談があればお願いしたいと思います。また行政についても同様に、行政の縦割り組織を変えていく上での苦労であるとか、工夫のようなものがあれば。

瀧氏

組織的にどう進めていくかというのはすごく難しかったですけれど、なんとなくやっていて分かったのは、人と人との関係がすごく重要だということです。最後に紹介しましたが、流域治水条例に基づく最初の区域指定がなれた地区には、実は（指定の前から）滋賀県の職員が8年ぐらい通っていたんです。実はそこでこんなリスクがあって、こういうことがあって、ということ話を合ってきました。地域から河川改修の要望もあって、そういうことにもできるだけ応えて、それでもいざというときに避難するのは難しいから、やっぱりかさ上げしないとイケないねとなりました。こういうリスクコミュニケーションを重ねてきたんです。

計算の結果に基づいて区域を指定するということになっているんですけれど、実はそうじゃなくてその地域が納得するラインとなるまでのリスクコミュニケーションがなかったら、絶対に無理だったと思います。

流域治水基本方針を行政の中でやっていても、最初某市の担当の人は、「県が何を言っているんや。河川改修もやめて溢れさす？ふざけるな」と言っていたんです。けれど、会議後にもいろいろな機会があるごとに「いや、そうは言っても、溢れるときには溢れるから、何とかせなあきませんよ」という話を何度もするんですね。それで、ようやく分かってくれたなと思ったら、その人は異動になってしまうんですよ。

（自分のように）同じセクションにこんなに長くいた県職員はあまりいないと思います。

ずっと新しい人になる度に同じ説得をするんですけれども、ついにその人もまた異動を繰り返して戻ってくるんです。そうしたら、「瀧さん、まだやってんのか。しょうがないな」という感じになってきます。実は正面突破で組織で理屈で攻めるよりも、人との心の通う関係というか、そういうところが必要だった。だから（政策の実現までに）8年とか10年とかかかっているんじゃないかなと思っています。

コーディネーター

計算をするというのもすごいことだと思いますが、計算だけでなく納得というところですね。大変なお仕事だったのではないかなというふうに想像します。それでは次、同じようなテーマでいきたいと思うんですけれども、釜井さんに。

釜井さんは先ほど打ち合わせの時にお話をお伺いしていますと、地学と土木をバックグラウ

ンドというかご専門にされているということで、土木と地学の人たちの考え方の違いみたいなものもあるのかなと、そのようにおっしゃっていたのが興味深いなと思ったんですけれども、そういった技術者ですね。都市計画あるいは個別の建物の建築計画もそうかもしれないんですけれども、そこに当たる技術者の方の自然観といいますか、何か災害観でもいいんですけれども、その辺りに何か最近変化があるのではないかとか、あるいはこうしていくべきではないかというところで何かご意見があれば。

釜井氏

確かに最近思うのは、同じ建設部門の分野でも建築と土木は違うんですね。建築の場合は、建物を造るんですが、むしろ建築の世界で一番偉いのはデザイナーなんです。いわゆる建築家といわれる人たち。アーキテクト。彼らはかなり都市計画とか自然観とか、そういうのを取り入れるんですが、そういう彼らの号令の下にその下の構造とか、いろいろな人が動くという仕組みになっています。

それに対して土木は、やっぱりものを作るというか、ある程度開発をしないとものが作れませんから、そういう意味ではそれが当然というのがまだあるのかなと思っています。ただ、だいぶ変わってきているかなとは思います。

地学も最初から人間社会にほとんど関係ないような、それこそ趣味の世界でやっている、そういう世界でして、だから非常に長いスパンをかけるのが得意というか、基本的に数千年とか数万年の世界を考えるという、そういうのが地学の人のものの考え方。ただ私のいる防災研というのは地学出身の地球科学出身者と、それから土木建築みんな集まっているところなので、いろいろなことがあって面白いといえますか。

コーディネーター

ありがとうございます。そういったコラボレーションの中から、また社会との接点ということを探索されていかれるのかなというふうに思います。ではこのテーマで、次は横田さんにお聞きしましょうか。横田さん、今日は奥山のお話ということで、地元の方は自然に目を向けて、そこに日常的に山に入っておられるので、自然の変化に気付いているというお話でした。

一方、都市では里山が残っていたりしても、都市の人がなかなか自然の変化を捉えるのが難しいという話だったんですけれども、里山学研究センターのメンバーとして、その辺りもう少し人々が自然を見る目を養うであるとか、自然に目を向けるための工夫、教育、研究、その辺りで横田さんご自身で取り組まれていることであるとか、センターで今後やっていくべきだというようなことがあればお願いしたいのですが、いかがでしょうか。

横田氏

自然に目を向けてほしいというのは私の願いではあるんですけれども、自然に目を向けるという言い方をしましたけれども、そういうふうに生きている人たちは実はたくさんいて、本当の意味で生活している人たちはどういう環境においても、自分の身の周りのことについて、自己責任というか自分できちんと判断しながら暮らしをしています。ただそれを一切考えなくても、今の便利な世の中では生きていけるような側面があって、特にサラリーマンでお金をもらうために仕事をして、その生活の繰り返しの中では、自分の住んでいる場所の周りで何が起

こっているかとか、そういったことは一切見なくても暮らせる状況になっています。

山に住んでいる人とか、農業をやられている方とか、自然を相手に仕事をしている方たちは、当然自然の状態がどうであるかによって、自分たちの暮らしが変わりますし、収入源も変わるし、全て影響を受けます。だから特別山の人が優れたことをしているというわけではなくて、そこで暮らしているということなんです。

だから都市で暮らしている人も、本来は都市で暮らすということはどういうことなんだろうということをちゃんと見つめ直して暮せば、大雨が降りやすくなっている時期だったり、あるいは自分が新しく住もうとしている場所の土地の履歴がどうなんだろうとか考えてみたりすると思うんです。ただそういうことをする機会がないのと、するように周りが言ってくれないとか。学校教育の中で、ちゃんと暮らしてくださいということは教えませんので、たぶん考えないのかなと思います。やはり積極的に、暮らすということはどういうことなのかということを考えてほしいなと、今学生に教えるとしたらそういうふうに言うかと思います。

コーディネーター

ありがとうございます。ちなみに会場からのご意見で、「2004年に里山研では先駆的に里山環境における鳥獣害問題を考えるワークショップを開きました。多くの方が来られました。その後14年たって、再度開く必要を感じましたがいかがでしょうか」というようなご意見もありましたので、またぜひ横田さんも一緒に企画をできればと思います。

では、ちょっと時間が少し過ぎてしまったんですけども、最後に大熊さんに今日のシンポジウムを総括する形でコメントをいただければと思います。

大熊氏

今日、瀧さんから滋賀県流域治水の推進に関する条例の話を聞いて、私はもうこれでいなくなってもいいな、というふうに感じました。本当にこの流域治水条例というのは、明治以降150年の中ですごく画期的なものだというふうに私は思います。

これは単純にできたわけではないけれど、背景としてはやはり温暖化ですごい雨が降るようになって、やはりどうやっても国交省だけで守ってくれるわけがない、土木だけで守ってくれるわけがないということを、市民の皆さんが分かりだしたということ。もう一つ、やはり土地が売れない。農地にしろ宅地にしろ売れなくなってきていて、そういう中でものを考えなくてはいけない。経済的に、土地を持っていればいずれ値上がりして大もうけするということがなくなったということが背景になって、そこにやはり嘉田さんという人が出てきて、それで瀧さんのような優れた行政マンがいてくれた。それも2年3年で転勤させなかったということが、やはり大きなことだと思います。

こういう背景の中でこの流域治水条例が出来上がってきたというのは、これはやはり明治以降150年の中での一つの大きな歴史的な転換点に、今あるんだなということだと思います。そういう意味ですごいなということ。

それともう1点は今、横田さんが都市で暮らすということはどういうことなんだと。これをちゃんと教えていないのです。福島原発事故の問題もずっとあるんだけど、東京の人はみんな忘れていきます。東京の電車は信濃川で作った電気で動いているのです。そのことを誰も知らないのです。そのおかげで信濃川には、昔はサケがいっぱい上っていたのに、全然上れなく

なっていた。信濃川、阿賀野川を、徹底的に収奪しているわけです。

やはり都市で暮らすということはどういうことなのかということを、学校で教えることもそうだし、それから地理を含めてそれを率先してやるべきです。僕は石原さんが都知事のときに、柏崎刈羽原発もあるし、信濃川で東京の電車も動いているのだから、やはり新潟に一度ぐらい来てお礼ぐらい言って欲しいと言ったんだけど、新潟は東京からの税金がぐるっと回って行っているだろうということで、行く必要ないという感じでした。2回東京で信濃川水無しシンポジウムというのをやったんですけども、それにも出てくれませんでした。

こんなことを言っていると長くなりますが、要するに都市で暮らすということはどういうことなのかということを、きちんとみんなに教えていない、これが大きな理由だと思います。横田さんもおっしゃったように、普通に暮らしていたのでは感じないのです。だからこれは教育で教えるしかないのです。それを徹底すべきだと思うのですが、それが放置されてきたというところに問題があるのかな、と思います。

ただ、世の中徐々になんて変わってきて、西田さんの話を聞いていても、横田さんの話を聞いていても、瀧さんの話を聞いていても、僕はもういなくなってもいいなと思いましたので、あとはよろしくお願いしますということです。

コーディネーター

ありがとうございます。突然の振りでしたが、きれいにまとめていただきましてありがとうございます。今日は防災・減災というテーマでしたけれども、やはり問題は広くつながっているものですので、都市での在り方、あるいは教育、私たちの暮らし方自体を問い直すというような問題がやはり根底にはあるんだな、ということに気が付きました。

今日はもう時間がきていますので、これで終わりにしたいと思いますけれども、今日議論した内容を、また里山学研究センターのほうで深めていきたいと思ひますし、皆さんも引き続きこの私たちの研究活動にご支援、ご協力をいただければありがたいと思ひております。

アンケートの黄色い用紙が封筒の中に入っていると思ひますので、ぜひご感想、あるいは聞き足りなかったところなど書いていただきましたら、また講師のみなさんにもそれをお伝えいたします。何かの形でフィードバックできればというふうに思ひております。では少し延長してしまいましたが、今日は本当にありがとうございました。楽しいディスカッションとなりました。

閉会の挨拶

龍谷大学・名誉教授・研究フェロー 里山学研究センター・研究員
丸山 徳次

「プログラムに記載されていますように、本来、閉会の挨拶をしますのは、里山学研究センター副センター長の一人である、社会学部の村澤先生なのですが、今お話しがあったようにインフルエンザになられたようなので、急遽、私に挨拶をしろと言われてしまいました。この研究センターの危機管理はどうなっているのかと思いましたが…。(笑)

いま紹介いただきましたように、私自身、「里山学」を提唱し、2004年から龍谷大学の里山学研究センターの設立と運営に携わってきました。実は、私は哲学が専門ですので、「里山」ということで、非常に抽象的に、かなり広く、「人の手が入った自然」という一種の操作的定義を行うとともに、「文化としての自然」と規定してきました。これは定義ではなくて、里山学の「トpos」だと呼んできました。つまり、様々な専門分野が里山という問題をめぐって参集し、そこにそれぞれの分野から実質的な意味内実を与えていく主題的場所、トposです。

里山学研究センターでは、非常に早い段階で獣害についてのシンポジウムを行ったことはあったのですが、これまで直接的には災害や防災・減災ということを余り考えてきませんでした。しかし、本日のご講演を聴かせていただき、日本の河川というものがほぼすべて里山的自然であり、「文化としての自然」なんだと思いました。

さらに、5人の先生方のお話とパネルディスカッションを聞きながら、哲学に引きつけて、2つのことを強く感じました。それは、「人間の有限性」ということと、「近代とは何か」という問題を、改めて考えなくてはならないということです。哲学には2500年の歴史がありますが、多くの哲学者たちは、人間の有限性ということを問題にしてきました。人間の有限性とは、第一に、人間の知識や認識の有限性です。どんなに科学技術が進歩し、発達しても、完全なものはないのであって、私たちは人間の知識が有限であることをきちんと自覚しておかなければならない。そうでなければ私たちは、古代ギリシャ人たちが最も嫌った、人間の「傲慢さ」に陥って、いっそう間違いを犯してしまうのです。

有限性ということの第二の意味は、倫理的・道徳的な意味でも人間は有限であり、よかれと思ってなしたことも、結果的には悪しきことに転落しうるのであり、将来について、行為の帰結について、人間は完全には予測できないのです。そのことも十分に自覚しておかなければならない。

第三番目は、他ならぬ個々の人間の命の有限性です。しかしこれは、一個の人間が生まれては必ず死ぬという単純なことを言っているのではなくて、私たちの命が尽きても、自分が死んだ後のこの世が、生きるに値する世界として存続してゆくという希望を、どのようにして確保

するかということを考えることが、人間の有限性への認識であったと思います。そうした希望や信念なしには、持続可能性の問題ありませんし、防災を考えたいと思うこともありませんし、環境に対する配慮の意識も生まれません。ところが、現代の私たちは、ますます自分だけの人生を考えるようになってしまいました。ここに根本的な問題があるのではないかと思います。つまり自分の人生の終わりということ自体が、そのままあたかもこの世のすべてが無意味化するかのような、そういう感覚に陥って、己の人生しか考えないような個人主義が徹底してしまっている。ここに現代の非常に大きな問題があると思います。

もう一つ私が先ほど言った近代とは何かですが、ヨーロッパでは近代がいつから始まるかということについては、いくつもの切り口、議論があります。とりわけ政治哲学の分野では、大変興味深いことに、近代の始まりを、1755年のリスボン大地震に見る人たちがいます。リスボン大地震は、現在の地震学でマグニチュード8.4か8.5ほどあったと言われる大地震で、リスボンというポルトガルの都市は、私たちが現在想像もつかないくらいの大都市であり、地震と津波で数万の人が亡くなり、ヨーロッパ全土に大きな被害と衝撃を与えました。このとき若干30歳だった若きカントは、地震について3つの論文を書きました。大変興味深いことに、カントはその地震論の中で、地震の原因を科学的に研究できるのだし、研究しなければならないということを明確に論じ、近代における地震学の基礎を築いたと同時に、われわれ人間が自然を全面的に完全に知ることはできないし、完全にコントロールすることはできないということも論じ、やはり人間の有限性について、非常に強く警鐘を鳴らしています。

もう一つ、カントに関わって注目すべきことがあります。大熊先生は『技術にも自治がある—治水技術の伝統と近代』という大変素晴らしい御本を書かれていますが、この「自治」という概念は、古代ギリシャの都市国家であるポリスが重要視した概念であり、ポリスはまさに「自治」によって成り立っている都市です。「自治」とは、他に支配されないで独立しているということと、自ら自身を統治するという意味を含んでいるわけですが、この言葉が大変興味深いことに、近代世界において、とりわけカントを中心として、個人の自治としてのオートノミー (autonomy)、つまり「自律」という概念になるわけです。ドイツ語ではアウトノミー (Autonomie) ですが、ギリシャ語のアウトノミア (autonomia) に由来するアウトノミーという言葉が、個人の自己決定と自由と責任の主体の自律性をあらわす言葉になったのです。つまり、もともと政治的な概念だったものが、近代において、人間個人の独立した自由の主体性、自己自身を普遍的な原理原則に従わせることが出来るという意味での自由を表現する、そういう自己立法・自己統治の能力をあらわす言葉になったのです。

どうして1755年のリスボン大地震をもって近代の出発点と見るかということ、キリスト教世界が動揺しつつあるなかにおいて、もはや「天罰」とか「天災」とかいった考え方は成り立たない、あらゆる災害は「人災」である、という考え方に転換したということです。これが近代の黎明であったということだと思います。すなわち、いかなる災害に対しても人間の責任が問題化するということが、近代社会の開始を意味したのです。

本日の5人の先生方のお話を聞いていても、日本人であるわれわれは、そのことをもう一度徹底的に考える必要があると思いました。日本では大きな災害があると、今なお天災論というのが出てきます。われわれがいま考えなければならないのは、人間の有限性の自覚を大前提にしながら、一切の災害について、私たちはそれを人災として捉えなければならない、という考え方を徹底しなければならないということです。日本人には、あらゆる災害、事件や事故や自

然災害のすべてを何やら自然の宿命のように受け止めてしまうような心性が、今なおどこかに残っていますが、それを脱却して、そして一個一個の個人の主体として、自治・自律ということをあらためて考えていく必要があるのではないかというふうに思いました。共同体の自治は、個人の自律性のうえに初めて成り立つのだと思います。

大熊先生のお話の中にもあったように、われわれはもちろん近代以後を生きているとはいえ、江戸時代の近世の知恵というものを、完全に過去の古いもののだとして捨て去る必要はありませんし、むしろ、そこから学ぶ必要がありますし、学ぶ点が多々あります。しかし私たちはまた同時に、自分たち一人ひとりが自分自身を守ると同時に、自分を守るとことを考えること自体が、共同体を他者とともに生きている私たちが、共同体の中であって、一個一個の命の有限性を自覚しながら、自分の死後のこの世が、人間的に生きるに値する世界として存続するということを希望することを望みながら生きていかなければならない、ということにつながっているのだと思います。

少々最後のご挨拶が長くなってしまいましたが、本日は、5人の先生方、大変刺激的な興味深いご講演を有り難うございました。改めまして御礼申し上げます。手前みそではありますが、里山学研究センターはこれから15年目を迎え、今後もずっと次の世代へと継承していきたいと思ひますし、皆さまのご支援を賜りたいと思ひます。本日はご参加下さった皆さん、長時間にわたり本当に有り難うございました。

ポスターセッションリスト

No.	タイトル	発表者
P1	里山学研究センター紹介	龍谷大学里山学研究センター
P2	明治初期の滋賀県における災害の状況	林 珠乃
P3	愛知川流域とその周辺の地形・水系・条里	中川晃成
P4	琵琶湖水位の150年	中川晃成, 吉田天斗, 井上康裕
P5	淀川三川合流地点の水利－宇治川・木津川・桂川の流量と水位－	中川晃成
P6	環境DNA分析によるニホンウナギの野外検出およびモニタリング	渡邊和希, 佐藤博俊, 本郷真理, 本澤大生, 櫻井 翔, 山中裕樹
P7	カワウ問題解決の順応的管理と河川環境改善	須川 恒
P8	里山の未利用バイオマスを活用する新しい炭焼きの取組み	高桑 進, 松村賢治
P9	伊吹山頂草原植物群落（天然記念物）のシカ食害からの保全	野間直彦, 小崎和樹, 稗田真也, 石田末基, 森小夜子, 渡部俊太郎, 高柳 敦
P10	琵琶湖の水辺の絶滅危惧植物ホットスポットおよび侵略的外来植物の研究	稗田真也, 栗林 実, 森小夜子, 野間直彦
P11	琵琶湖周辺のタブノキ林－由来と生態と保全－	渡部俊太郎, 高倉耕一, 金子有子, 前迫ゆり, 野間直彦, 西田隆義
P12	環境DNAメタバーコーディングで農業排水路網の魚類の分布を明らかにする	丸山 敦, 麻田弥希, 高田恭輔, 渡邊和希, 佐藤博俊, 米倉竜次, 山中裕樹
P13	環境DNAを用いた絶滅危惧魚ハスの繁殖遡上の定量的調査	丸山 敦, 菅谷紘佑, 山中裕樹, 今村彰生
P14	古書籍に漉き混まれた毛髪のア定同位体分析による近世の庶民の食生活の推定	丸山 敦, 村潤市郎, 神松幸弘, 入口敦志
P15	トカゲが選ぶのは大きな翅の蝶か大きな胸の蝶か－蝶翅上捕食痕からみる－	太田真人, 鶴谷峻之, 野村賢吾, 遊磨正秀
P16	農業用水路の環境がイシガイ類の成長に与える影響	野村賢吾, 鶴谷峻之, 野村将一郎, 吉村 理, 太田真人, 遊磨正秀
P17	野洲川支流田村川におけるアジメドジョウの摂餌生態と種間関係	鶴谷峻之, 野村賢吾, 野村将一郎, 吉村 理, 太田真人, 遊磨正秀
P18	市街地二次植生におけるクチベニマイマイの好適環境	吉村 理, 野村将一郎, 鶴谷峻之, 野村賢吾, 太田真人, 遊磨正秀
P19	オオクチバス稚魚の食性（魚食への挑戦）	野村将一郎, 鶴谷峻之, 野村賢吾, 吉村 理, 太田真人, 遊磨正秀
P20	人心あれば水心あり －琵琶湖流域における人と水の関わりマップの制作－	浅海一暉, 井上滉平, 大下智輝, 金本さくら, 川端日菜々, 河野拓海, 小松右詩, 清水莉子, 辻井宏佑, 外山由利菜, 濱田直幸, 藤本 和, 松崎里歩, 松元彰汰, 横山智恵, 清水万由子
P21	フットパスとは？	安田奈於
P22	フットパス始まりの地イギリス	由良康太
P23	花のまち恵庭市	澤村奈叶
P24	北海道黒松内町のフットパスの魅力	澤村奈叶
P25	里地里山を魅せる～小野路の昔ながらの景観を歩く～	吹野僚平
P26	山梨県のフットパス	湯川 希
P27	歩くことで観える景色がある～美里町編～	本田大輝
P28	日本におけるフットパス各調査先のまとめ	由良康太
P29	魅力あふれる自然豊かなまち東近江市	米住京子
P30	歴史を感じる商人のまち～五個荘～	山本英樹
P31	能登川の水面に漂う鷹の羽	野間元綺
P32	御代参街道と八風街道が交わる交通の要衝	中原広貴

琵琶湖を中心とする
循環型自然・社会・文化環境の総合研究
—Satoyama モデルによる地域・環境政策の新展開—

研究目的と意義

本研究プロジェクトでは、持続可能な社会の構築に向けて、「里山モデル」を基礎として、地域自然資源の管理に関する総合的な研究を行います。さらに研究成果および地域自然資源管理に関する先端的研究状況や社会的実践について、市民へ向けての情報発信や教育への還元を目指します。

自然と無関係に成立する文化が存在しないのと同様に、自然もまた人間の生活と文化により形作られます。「文化的自然」という言葉に示されるように、自然との相互作用により里山には豊かな自然が成立するのです。

「里山の自然」とは何かを明らかにし、里山維持の伝統的な技法や作法を解明するとともに、そこで得た知見を手がかりにしながら里山以外の様々な場における人と自然との関係を研究していくというのが、「里山モデル」の考え方です。

特に2015年度からは、文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業として、主に琵琶湖水域圏を中心に、3つの研究班で研究活動を進めます。

第1研究班では、琵琶湖の水系環境の現状と歴史の変遷の研究を基に、琵琶湖水域圏の生物多様性と生態系保全の仕組みを解明し環境保全ツールの研究を行います。第2研究班では、水域圏環境に大きく作用する森林資源の持続可能な管理・利用の研究を基に、地域における持続可能な再生可能エネルギーの利用可能性と持続可能な森林管理、新しい農業政策の研究を、第3研究班は最新の景観地理学と防災学の研究水準を取り入れ、その成果を地図上で総合化することで、自然に調和した社会の構築に向けた研究を行います。

各班の成果を総合的にとりまとめる総合研究班は、「環境倫理」「環境教育」「地域・環境政策」をキーワードに都市部を包括した、人間と自然環境との持続可能な関係の再構築をめざす「琵琶湖イニシアティブ」を提唱します。

里山学研究センター

研究体制

- センター長 牛尾洋也（法学部／教授）
副センター長 村澤真保呂（社会学部／教授）
- 総合研究班
「琵琶湖イニシアティブ」の政策と提言
[班長] 牛尾洋也（法学部／教授）
- 1班 水と生命
[班長] 田中基（社会学部／教授）
- 2班 資源と産業
[班長] 宮浦富保（理工学部／教授）
- 3班 人と暮らし
[班長] 鈴木龍也（法学部／教授）



里山学研究センターの歴史

- 2004年度～2008年度 文部科学省オープンリサーチセンター整備事業
里山をめぐる人間と自然の共生に関する総合研究
—生態系保全と環境教育のための里山モデルの構築—
- 2009年度～2011年度 文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業
里山の現代的利用に関する総合研究
- 2012年度～2014年度 全学研究高度化推進事業
里山モデルによる持続可能な社会構築に関する総合研究
- 2015年度～2019年度 文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業
琵琶湖を中心とする循環型自然・社会・文化環境の総合研究
—Satoyama モデルによる地域・環境政策の新展開—

琵琶湖水域圏の基礎的データ

琵琶湖の概要

北湖面積	:617.75km ²	平均水深	:41.20m
南湖面積	:52.50km ²	貯水量	:約275億m ³
集水域面積	:3,174km ²	流入河川数(一級)	:118
周囲長	:235.20km	流出河川数	:1(瀬田川)
最深部水深	:103.58m	内湖数	:23
		内湖総面積	:5.3km ²

琵琶湖・瀬田川への流入河川の概要

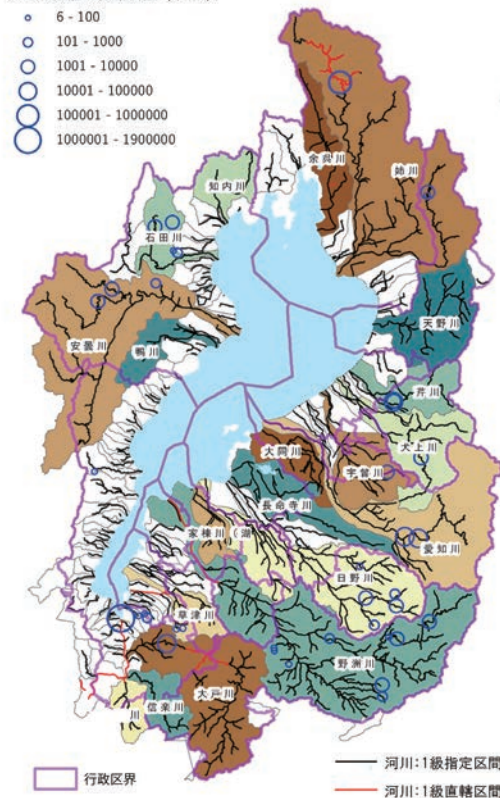
河川名	流域面積(km ²)	計画流量(m ³ /s)	人口(人)	氾濫面積(km ²)
姉川	421.49	2400	68900	88.3
野洲川	414.80	4500	188600	153.5
安曇川	312.65	2100	19100	2.9
日野川	217.58	1900	26000	34.3
愛知川	214.52	3000	68200	72
大戸川	193.21	550	4400	7.9
天野川	115.32	1300	14600	23.8
大上川	111.38	1600	31400	19.9
長命寺川	92.61			
宇曾川	81.47			
余呉川	74.09	600	2800	6
芹川	66.61	770	25200	11.3
石田川	55.24	690	7900	7.4
知内川	51.43			
大同川	47.75			
鴨川	45.53	730	6200	14.2
信楽川	43.40			
草津川	41.70	870	44700	12.7
大石川	31.67			
家棟川(湖東)	31.25	380	4500	7.4

参考資料:

内藤正明監修(2012)「琵琶湖ハンドブック改訂版」、滋賀県琵琶湖環境部環境政策課
滋賀県(2009)「滋賀県の河川整備に関する方針」
国土数値情報
流域界・非集水域(面)データ(滋賀県・京都府)・河川データ(滋賀県・京都府)・ダムデータ・行政区域データ(滋賀県平成26年)

ダムの位置と総貯水量(千m³)

- 6 - 100
- 101 - 1000
- 1001 - 10000
- 10001 - 100000
- 100001 - 1000000
- 1000001 - 1900000





○森
不所

5 瀬
面
ま
沿

尼・
維種
す。
九ら

田・田
・
し

また

山利

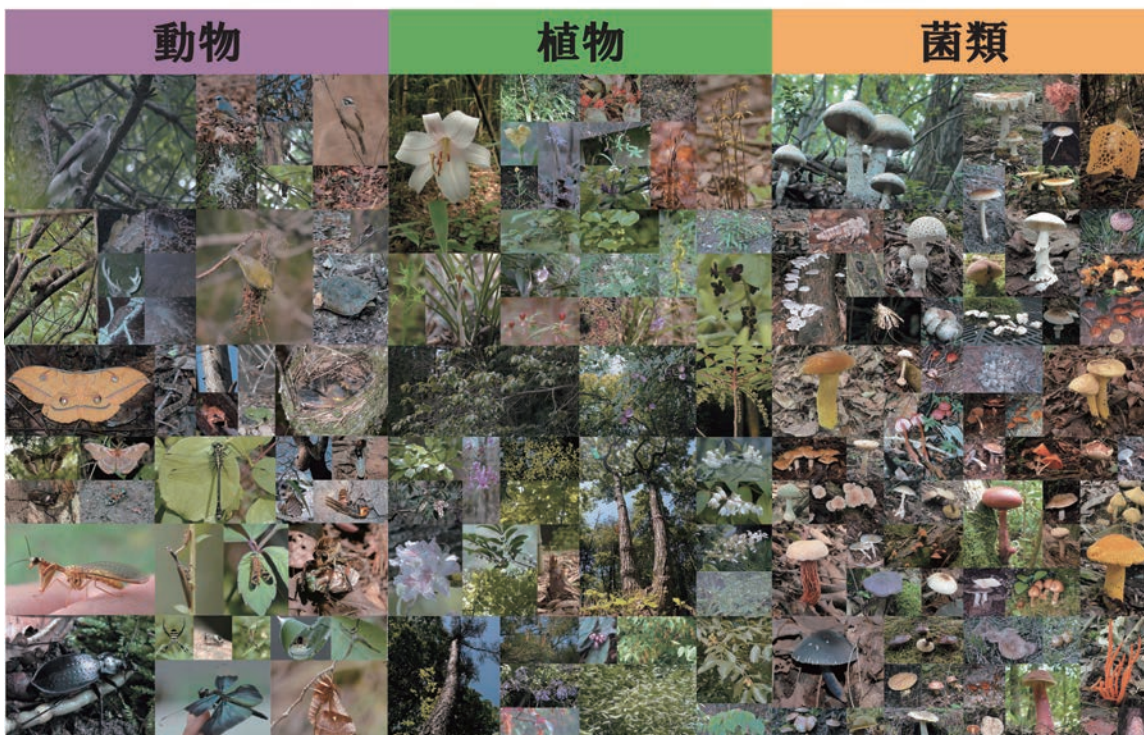
100

7
10
P

龍谷の森の四季



龍谷の森の生物多様性



明治初期の滋賀県における災害の状況

龍谷大学理工学部・里山学研究センター 林珠乃

人々のくらしと身近な自然との繋がりが希薄になった現在、人と自然の関係を再構築し、生活や産業に自然を再び組み込む重要性が指摘されている。地域の自然を生かした“その土地らしい”暮らしや産業を模索する際に、かつてその土地にあった人と自然のつながりの様相は、その地域の特つ潜在的個性を指し示してくれる。『滋賀県産誌』は、明治11(1878)年における滋賀県の13郡1,395町村の人口・土地利用・産業等について集約した資料である。記載されている内容から、近代化が加速する以前の滋賀県全域での産業や生活、自然のありさまを垣間見ることが出来る。里山・里海が活発に利用されていたころの琵琶湖水域圏の景観を復元し、自然・産業・生活の様相を把握し、滋賀県下の地域が持つ潜在的な自然の恵みと災いを提示することを目的に、『滋賀県産誌』に記載されている情報を地理情報システム(GIS)で要約・解析する研究を行った。

滋賀県産誌に記載されている内容は主に6つのパートに分けることができる(図2)。今回はそのうち、地勢についての記述(図1の②)から災害に関わる内容を抽出し地図化を行った(図2)。

大きく社会情勢が変化し土木技術等が発達した現在では、このような災害は起こりにくかもしれないが、**災害を被らない営み(特に農業)を低コストで実現するための示唆を得ることができる。**

図1. 滋賀県産誌の記載例(蓮生部甲津畑村)。①町村名と県庁からの距離、②地勢、③人口と産業の内訳、④各地目の面積・地価とその状況、⑤備忘金と動産および治率、⑥産物について記述されている。地勢に関する記述から、当該村における災害の状況等を読み取ることができる。

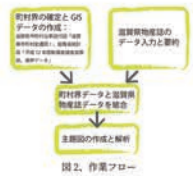


図2. 作業フロー

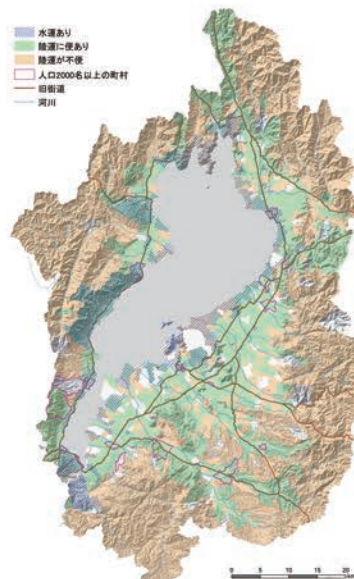


図3. 交通の状況

平地は交通の便が良く、山地や湖岸の一部は交通の便が低い傾向があるが、湖岸は水運が発達しており陸運の不便を補完している。



図4. 土地の肥度の状況

山間部では土地が痩せており、平野部では土地が肥えている傾向があるが、隣接する村であっても肥度に差がある場合があり、局所的な条件も大切と思われる。

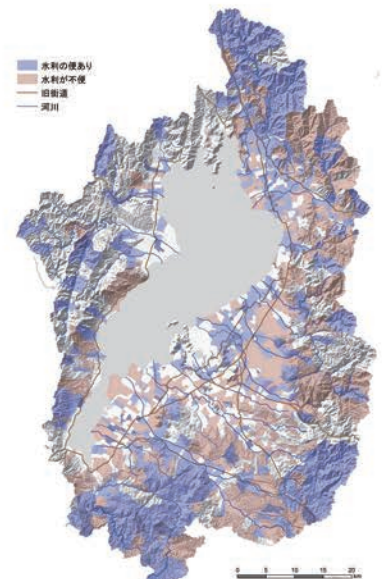


図5. 水利の状況

水利の便不便はマクロスケールでの傾向は見られず、局所的な条件によって決定されていると思われる。

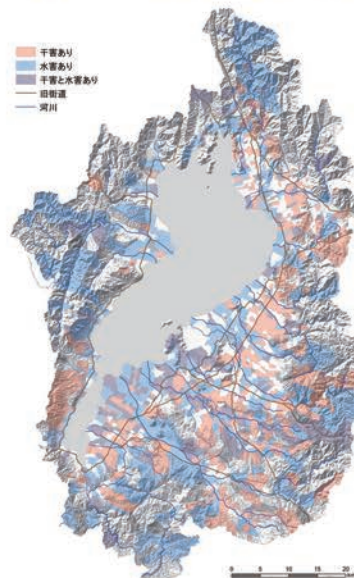


図6. 干水害の状況

干水害にマクロスケールでの傾向は見られない。少なくとも干水も水害も被る地域があり、このような地域は治水と利水が両立する仕組みが必要と思われる。



図7. 冷水害と獣害の状況

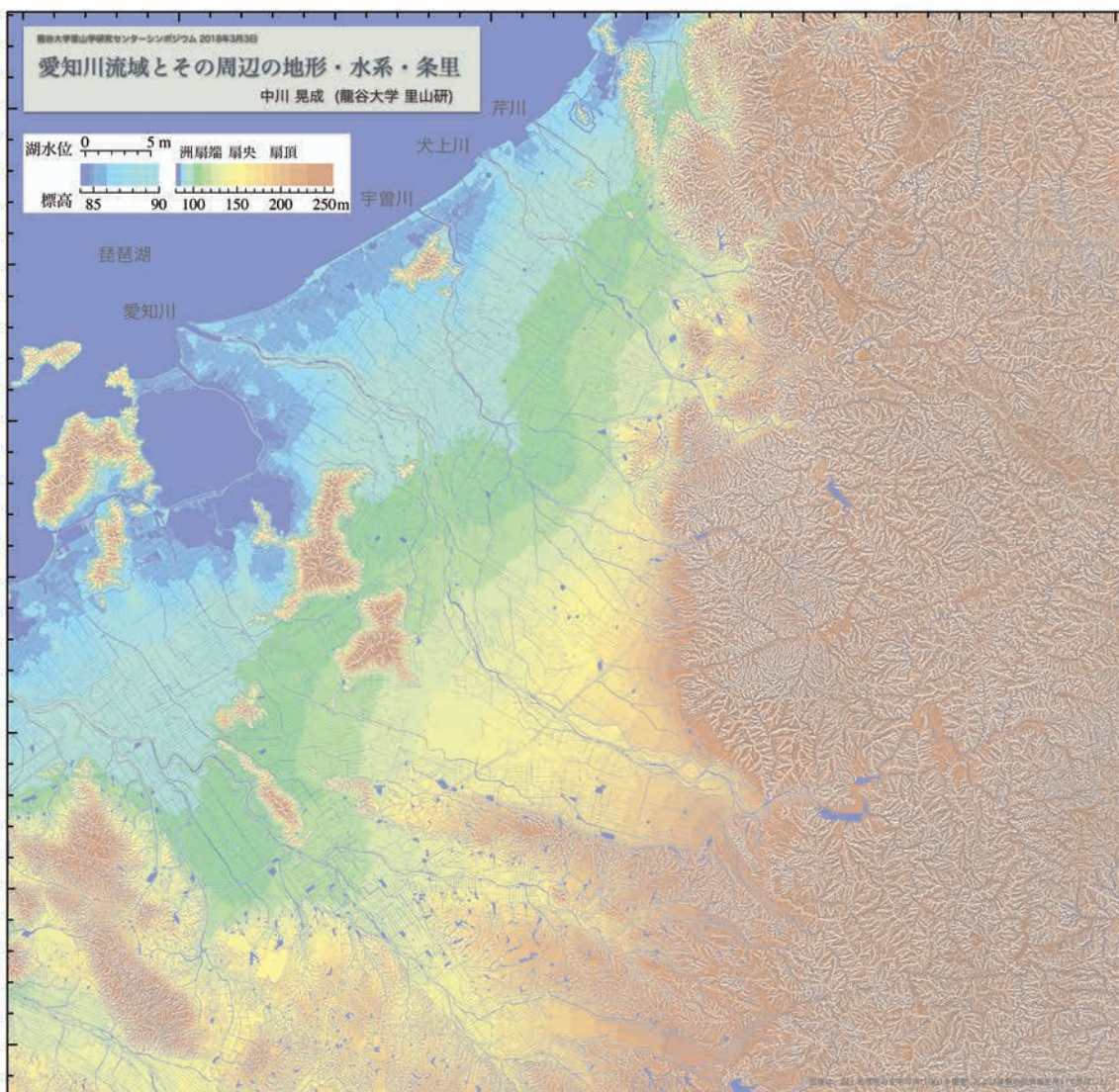
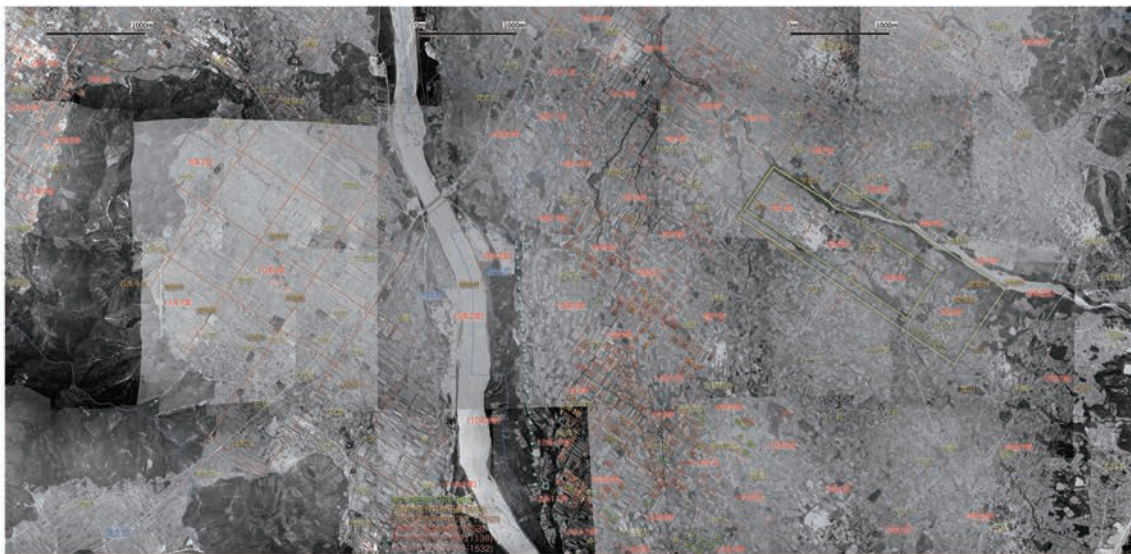
山間部では冷水害と獣害(主にシカ・イノシシ)を被りやすい傾向がある。

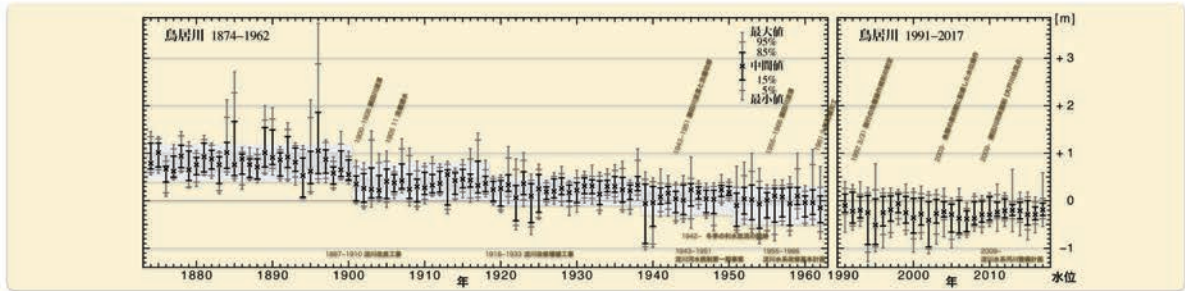


図8. 滋賀県産誌での記述に基づいて抽出した農業適地

水利が便利であり、土地が肥沃で、干水害が起こらないことを条件にすると68の村が選択された。内、まとまった農地を確保しやすい平野部にある村は45村である。

使用データ
国土院地籍情報: 調査データ(平成17年)、河川データ(滋賀県、平成21年)、行政区域データ(滋賀県、平成26年)、国勢調査データ(滋賀県、平成27年)、国勢調査データ(平成28年)
国土交通省国土院: 調査データ(平成27年)、土地利用データ(平成27年)、土地利用データ(平成27年)



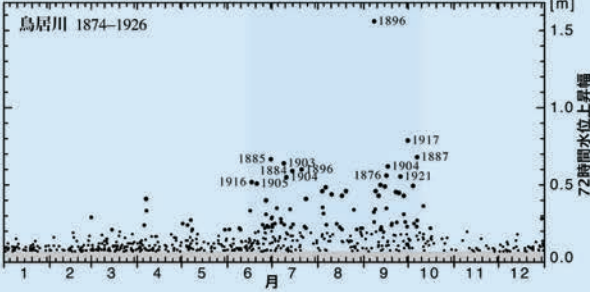


龍谷大学里山学研究中心シンポジウム 2018年3月3日

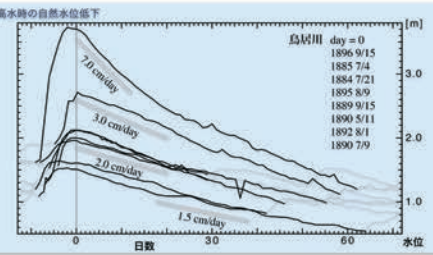
琵琶湖水位の150年

中川 晃成・吉田 天斗・井上 康裕 (龍谷大学 里山研/理工学部)

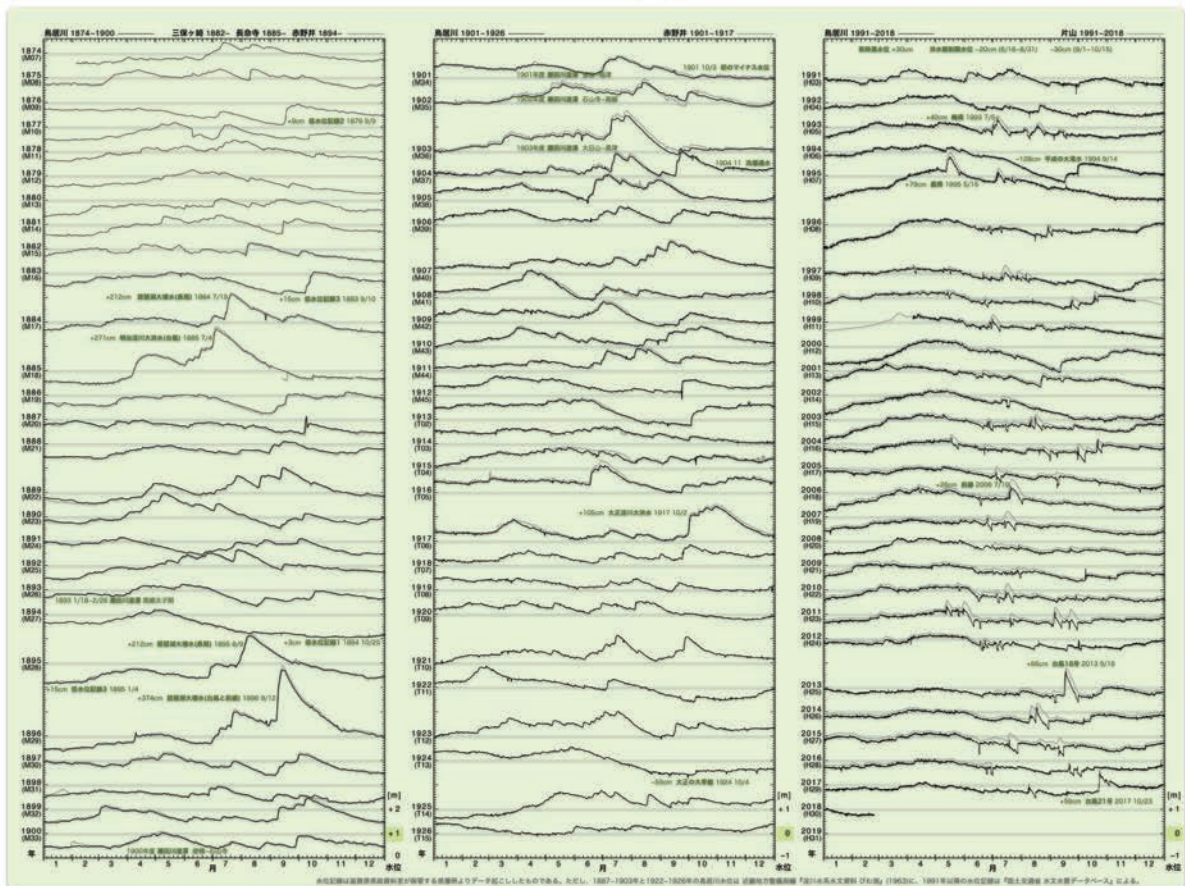
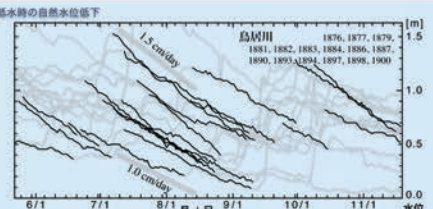
一度の降雨による水位上昇幅の曜日分布

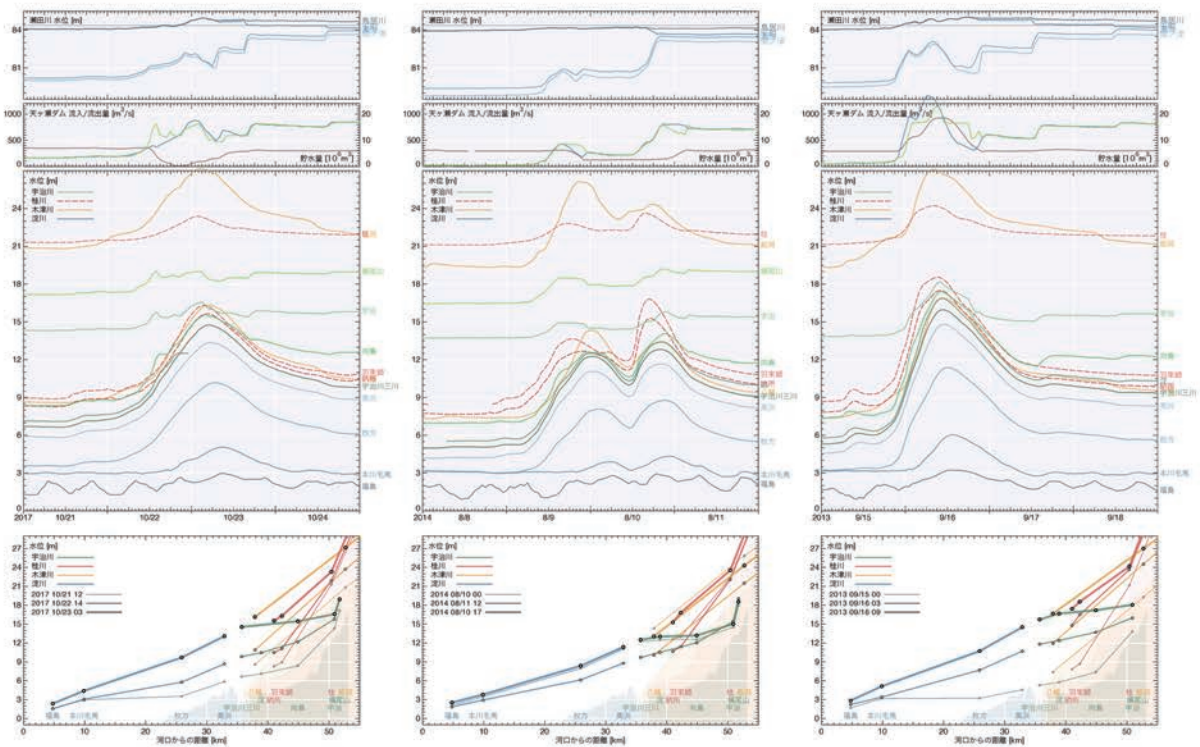


高水時の自然水位低下



低水時の自然水位低下





龍谷大学里山学術研究センターシンポジウム 2018年3月3日

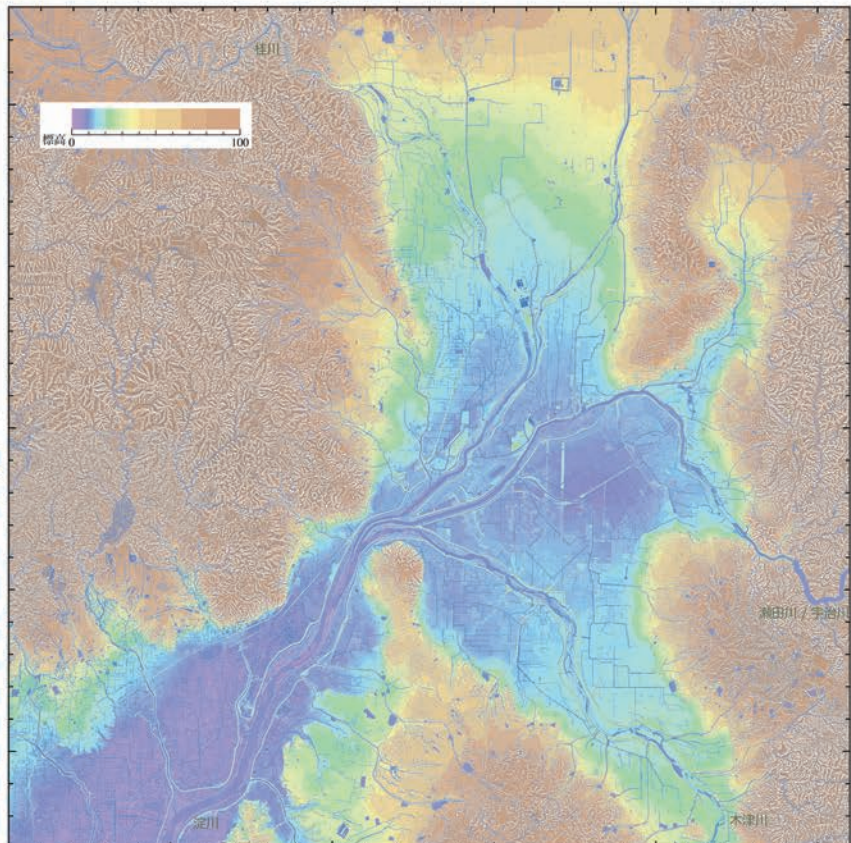
淀川三川合流地点の水理 -宇治川・木津川・桂川の水位と流量-

中川 見成 (龍谷大・理工・里山研)



淀川流域水系図

流域面積 (km ²)	宇治川	木津川	桂川	淀川
流域面積 (km ²)	3737.68	505.5	1158.8	1687.0
計画洪水流量 (m ³ /s)	2.5万	3万	7万	13万
1896年(河橋村) 淀川改良工事	695	835	1946	3614
1930年				4650
1954年(淀川水系改修基本計画)	900	2780	4650	6950
1971年(淀川水系工務事業基本計画)	800	1500	5100	6100
2007年(淀川水系河川整備基本方針)	1500	5300	6200	12000
流量観測値 (m ³ /s)	宇治川	木津川	桂川	淀川
1885年(1896年) 台風	全測	破堤	破堤	破堤
1917年(1918年) 台風	全測	破堤	破堤	破堤
1953年(1954年) 台風13号	全測	破堤	破堤	破堤
1956年(1957年) 台風15号	499	731	5025	5025
1959年(1960年) 台風15号	1250	3134	4492	7970
1960年(1961年) 台風16号	900	2550	969	3775
1961年(1962年) 台風16号	883	2227	4744	7206
1965年(1966年) 台風24号	992		4721	6868
1972年(1973年) 台風20号	767	2318	2391	5228
1982年(1983年) 台風10号	777	1945	4344	6271
1997年(1998年) 台風9号	1314	1349	2876	4490
2013年(2014年) 台風18号	1300	3500	3500	9500
2017年(2018年) 台風18号				



水位観測は水文気象データベースによる。水害図と地形図は、国土院の基礎地図情報を用いて作成した。

環境DNA分析によるニホンウナギの野外検出 およびモニタリング



Detecting field and monitoring of *Anguilla japonica* using Environmental DNA analysis

渡邊和希¹・佐藤博俊²・本郷真理¹・本澤大生¹・櫻井翔¹・山中裕樹² (1 龍谷大院理工 2 龍谷大理工)

目的

ニホンウナギ (*Anguilla japonica*) の検出系を開発

環境DNA分析を用いて
ニホンウナギを野外水試料水から検出

→ニホンウナギの調査手法としての有用性を検討

まとめ

- ✓ニホンウナギに種特異的な検出系の設計に成功
- ✓野外試料水からの検出に成功
→従来の手法は努力量が大きかったが比較的簡便に！
- ニホンウナギの調査に環境DNA分析が有用なツールとして期待される
→より実践的な手法として展開するために、生息量との対応関係や複雑な物理構造を持つ生息場所からの検出精度の確認が必要である

背景

- ✓絶滅危惧種や希少種は種の回復状況の評価や保全活動を行う事が重要 (Bergman et al. 2016)
- ✓近年、ニホンウナギは乱獲、河川・沿岸開発などにより個体数が急激に減少
- ✓一般的に捕獲や電気ショッカーなどの手法があるが、生息場を特定するのが困難なことなど解明されていない部分が多く、漁獲が禁止されている地域もあるなど**直接的な調査は困難**

ポイント

環境DNA

環境中に存在する生物由来の DNA を分析することで
種の存在を判定する



長期モニタリング・広範囲調査が比較的簡単に！
水をくむだけなので**生物資源の保護**につながる！

検出系の開発

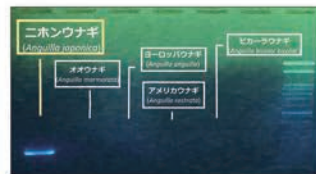
➢対象種

- ニホンウナギ (*Anguilla japonica*)
- ・ウナギ目ウナギ科ウナギ属
- ・外洋で産卵し河川で成長する遡河回遊魚
- ・**絶滅危惧種IB類** (環境省レッドリスト)
- ・**Endangered** (IUCN Red List)

➢検出系の設計

- ①ウナギ属19種の塩基配列情報を収集
- ②ニホンウナギのみが増幅するように設計
→ミトコンドリアD-loop領域で設計 (Primer-BLASTで確認)
- ③筋組織由来のDNAを用いてPCRで増幅
(筋組織は日本に生息事例のある5種のみ)
- ④電気泳動で対象種のみを増幅を確認

ニホンウナギ
のみ増幅！！



➢野外試料水への適用

- ・滋賀県 琵琶湖南湖 22地点 ・2016年6月に採水されたサンプル (ニホンウナギの放流事例あり)



12地点で検出

野外試料水からの検出に
成功！！

さらに・・・
環境DNAを用いたニホンウナギの
検出は琵琶湖では初めて！

河川横断構造物の上下間での検出

➢調査地

大阪湾に注ぐ河川の最下流に
設置されている河川横断構造物の
上流側と下流側の両地点
→**16河川**



➢サンプリング日時

2015年8月10日・9月8日

➢分析方法

本研究で開発した検出系を使用し、
リアルタイムPCRで分析
PCRは4繰り返しで行った

➢結果

魚道	調査地点名	河川名	上流側	下流側
魚道あり	st. 1	芥川	4	1
	st. 2	波川	0	3
	st. 3	大川	0	1
	st. 4	庄下川	0	0
	st. 5	武庫川	1	2
	st. 6	須川	4	2
	st. 8	住吉川	1	0
	st. 10	都賀川	4	4
魚道なし	st. 16	横尾川	4	3
	st. 17	石津川	3	4
	st. 18	大和川	4	4
	st. 7	戸屋川	4	2
	st. 11	男里川	3	4
	st. 12	櫻井川	0	1
	st. 13	佐野川	4	4
	st. 15	津田川	4	4

✓リアルタイムPCRにより
検出することができた



生息・遡上状況を従来の手法
よりも簡単に把握することが
できることを示唆

同じサンプルを使用したボラと
モクズガニの研究 (櫻井 2017)
では2種間で河川横断構造物や
魚道から受ける影響が異なる

魚道が設置されていない
上流側ではモクズガニ
のみ検出されている

河川横断構造物を含めた環境要因を
さらに幅広く調査することで、
より細かくニホンウナギの分布の特徴
を示すことが可能になるかもしれない

河川名	上流側	下流側	モクズガニ
芥川	0	0	0
波川	0	0	0
大川	0	0	0
庄下川	0	0	0
武庫川	0	0	0
須川	0	0	0
住吉川	0	0	0
都賀川	0	0	0
横尾川	0	0	0
石津川	0	0	0
大和川	0	0	0
戸屋川	0	0	0
男里川	0	0	0
櫻井川	0	0	0
佐野川	0	0	0
津田川	0	0	0

- 順応的管理を都道府県に勧めるとともに国レベルでも進める
- 2004年の技術マニュアルで体系的に「カワウ管理法」を示す
- **都道府県におけるカワウ対策の経験**
- 2013年「ガイドライン及び手引き」に**成果を収集して各都道府県に示す**
- 示し方としての「聴的フェーズ」
- 滋賀県は聴的フェーズ5の段階
→フェーズ6(山梨県)→ さらに？

里山の未利用バイオマスを活用する 新しい炭焼きの取組み

○高桑進(龍大里山学研究センター・京都女子大学名誉教授)
松村賢治(南太平洋協会(ASPA)理事長)

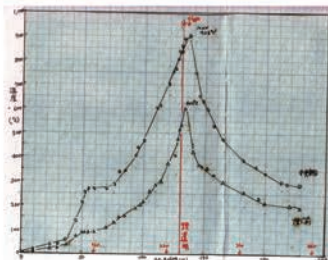
昔の炭焼き VS 新しい炭焼き

窯の設置場所: 固定、移動不可	どこでも設置可能
必要な薪の量: 約2トン	約70kg
集材必要時間: 数日	半日
炭化時間: 約3日間	2時間以内
製炭完了時間: 約10日間	1日で終了
製炭技術: かなりの経験が必要	誰でも数回で習得可能
製炭の目的: 生業	環境教育プログラム
固形燃料生産	里山利用・CO ₂ 削減・防災教育

松村式改良型ドラム缶炭窯の開発者、松村賢治氏(京都東山の森)



松村式改良型ドラム缶炭窯の作り方



伊吹山頂伊吹山頂草原植物群落(天然記念物)のシカ食害からの保全

ーアカソとフジテンニンソウの対策を中心にー

○野間直彦・小崎和樹・神田真也(滋賀県大)、石田未基(琵琶湖博物館)、森小夜子(近江ウェットランド研究会)、渡部俊太郎・高柳敦(京大)
noma@ses.usp.ac.jp

背景

伊吹山 最高点: 1377m 年平均: 5.7℃ 2254mm
1200m以上に山地帯の草原植物群落がある
固有種、北方系種、多雪地種、石灰岩性種など
植物600種自生 79.4haが天然記念物に(2003年)

牛のため採草 → 1960年代に採草停止 → 遷移進行 →
群落の一部で草刈りを行い多様性の高い群落を維持してきた

2010年頃からシカ増加 不嗜好種が圧倒的に優占するように
アカソ *Boehmeria silvestris* (Pamp.) W.T.Wang
フジテンニンソウ *Leucosceptum japonicum* (Miq.) Kitam. et Murata
f. *barbinervium* (Miq.) Kitam. et Murata

ー採食と被陰で希少種・重要種が減少 草刈りだけでは回復せず
多種の開花激減 → 草原植物群落の観光面でも打撃

対策と目的

伊吹山自然再生協議会、米原市により試験的に

2015年夏 アカソ、フジテンニンソウの管理

・引抜き(株を抜く) 労力: 大

・選択刈り(鎌で選んで刈る) 中

・全刈り(刈払機で全植物を刈る) 小

その直後シカ排除柵設置(延長1100m)



アカソ引抜



アカソ選択刈

→ どの管理法を選ぶべき?

ニホンジカ生息状況

赤外線センサーカメラ (Marif
Fieldnoteのフィルム撮影タイプ)
柵外のシカ撮影回数

0.9/台・日



ビデオモード搭載のカメラ
(Lti-Acorn)では
地面を渡る瞬間を撮影
→ 掘り起こしへの
シカの関与を確認



かつての群落(2010年頃)



フジテンニンソウ柵外区(2017)



アカソ選択刈区(2017)



アカソ引抜区(2017)



回復したルトラオ群落(2017)



2015年に設置したAT柵(2016)



柵地が増えている斜面(2016)



フジテンニンソウ対照区(2017)



フジテンニンソウ選択刈区(2017)



回復したシモツケソウ群落(2017)

調査対象と方法

調査区画: アカソ群落区 (引抜、選択刈、対照区)
フジテンニンソウ群落区 (引抜、選択刈、全刈、対照区)
合計21区画(各 3m × 3m)

調査項目: 被度…植物が地表を覆う面積割合(%) を測定
調査時期: 2015年8-9月(管理と柵設置の直前)
2016年8-9月(管理と柵設置の翌年)

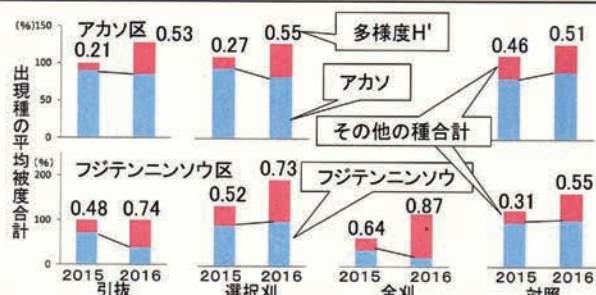


図1 被度合計と多様度の変化

まとめ

いずれも多様度増加: 柵が有効

引抜: 両種減少 他種増加 ただし外来種が柵地に侵入

選択刈: アカソ減少 フジテンニンソウ微増 他種増加

全刈: フジテンニンソウ減少 他種増加

対照: 両種増加 他種増加

労力を考慮すると

今後の管理は、柵で囲い選択刈と全刈を組み合わせる

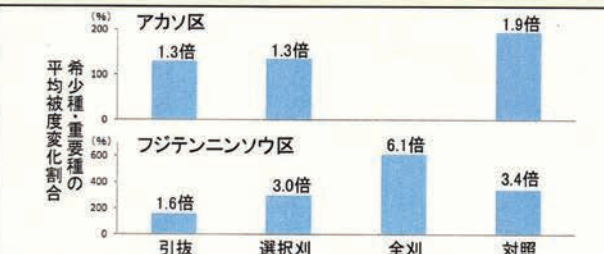


図2 希少種・重要種の増加割合

謝辞: 調査にあたって、村瀬忠義、(株)緑化技研、上野区、米原市、滋賀県、伊吹山自然再生協議会 の皆様にお世話になりました

琵琶湖の水辺の絶滅危惧植物ホットスポット および侵略的外来植物の研究

稗田真也^{1,2}・栗林実²・森小夜子²・藤井伸二^{2,3}・野間直彦^{1,2} (1滋賀県大, 2近江ウェットランド研究会, 3人間環境大)
kinokunian@gmail.com

絶滅危惧植物のホットスポット

重要文化的景観選定のための調査で出現した希少種

海津・西浜・知内
タチスズシロソウ
イヌスギナ
ヒメミソハギ
ミズワラビ
ドクゼリ
オオアカウキササ
ナガエミクリ
フジバカマ
ミツガシワ
ミズトラノオ
ナガバノウナギツカミ
ノウルシ
オオマルバノホロシ
コバノカモメヅル
計14種

新種

オオマルバノホロシ
ヤナギイノコソチ
スカボタデ
サデクサ
ヤガミミズ
ミクリ
ナガエミクリ
コバノカモメヅル
ミズトラノオ
ヒメナミキ
タコノアシ
コムラサキ
コブシ
ノウルシ
オニナルコスゲ
計15種

近江八幡の水郷
(西の湖)

コヒロハハナヤスリ
カキツバタ
ミズタカモシグサ
ツルズグ
オニナルコスゲ
マツカサススキ
サデクサ
ナガバノウナギツカミ
タコノアシ
ノウルシ
スマゼリ
ヤナギトラノオ
コササグサ
コバノカモメヅル
ヒメナミキ
オオマルバノホロシ
ヒメシオン
オグルマ
ドクゼリ
計19種

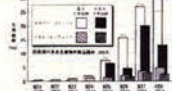


侵略的外来植物の駆除・研究

◆侵略的外来水草の問題点



成長力が強い・茎断片で分布拡大



在来種の駆逐・船の航行障害
水流障害・局所的な水質悪化

◆駆除活動

オオバナミズキンバイの管理
2012年度 ボランティアによる駆除
2013年度～滋賀県による事業
2014年度～琵琶湖外来水生植物
対策協議会と
環境省による事業



茎断片の流出
取り残しからの再生に注意

◆ナガエツルノゲイトウ(ヒユ科)

Alternanthera philoxeroides
南米原産
2004年に侵入確認
蔓延状態にある



◆ミズヒマワリ(キク科)

Gymnocoronis spilanthoides
中南米原産
2007年に侵入確認
早期防除により蔓延は抑制



◆ウスゲオオバナミズキンバイ(アカバナ科)

Ludwigia grandiflora subsp. *hexapetala*
アメリカ南東部～南米原産 侵入は2009年以前と推定される



群落構造



送粉生態

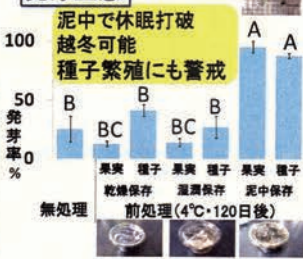


外来・在来の
ハナバチ類を
送粉者として獲得
セイヨウミツバチ
との間に侵入溶融
(外来種が別の外来種
の侵入を促進)

水辺から陸上にかけて独占的に繁茂→在来種と競争になりやすい



発芽生態



形態可塑性



琵琶湖周辺のタブノキ林 - 由来と生態と保全 -

渡部俊太郎（京大 フィールド研）・金子有子（東洋大）・高倉耕一・西田隆義・野間直彦（滋賀県立大）

概要

滋賀県の特に琵琶湖周辺にはタブノキと呼ばれるクスノキの仲間の樹木が生育している。タブノキは日本の沿岸部を中心に分布する普通種であるが、琵琶湖周辺のように海岸から比較的離れた場所に分布することは珍しい。このポスターでは、長きにわたり琵琶湖周辺の景観を形作ってきたタブノキについて、その成立過程を皮切りに、興味深い繁殖生態、そして滋賀県のタブノキが現在置かれている状況について説明する。

タブノキについて

タブノキはクスノキ科タブノキ属の常緑高木である。日本を含むアジアの暖温帯に分布し、日本では



タブノキの果実（5月長野県）



タブノキの全体像（竹生島）

東北～沖縄の沿岸部に多く分布する。アボカドと近縁な種であり、滋賀県では7～8月にアボカドに似た食感の果実を実らせる。

琵琶湖周辺のタブノキその由来の謎



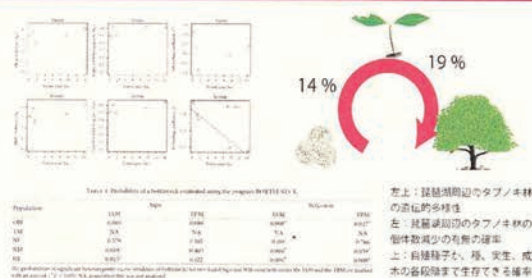
沿岸部を中心に分布するタブノキが、どのような過程で海岸線が離れた琵琶湖周辺に分布するようになったのかは、長年に渡り専門家の興味を引き続けてきた。近年発展した分子生物学的手法を用いた解析により、琵琶湖周辺のタブノキ林には太平洋沿岸由来の系統と日本海沿岸由来の系統の両方が存在していることが明らかになった。また、湖北ではその両方が混合していることも明らかになっている（Watanabe *et al.*, 2014）。

タブノキの面白い繁殖特性



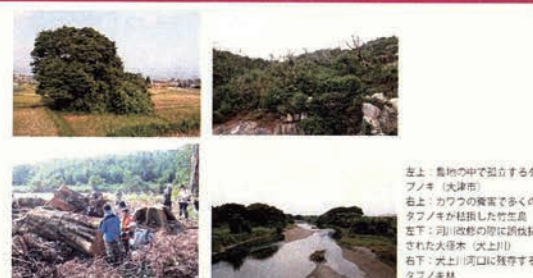
タブノキに近縁なアボカドでは株ごとに開花パターンの異なる2つのタイプがあることが、古くから知られていた。筆者らはタブノキにおいても、午前♂→午後♀に性転換する株と午前♀→午後♂に性転換する個体が存在していることを明らかにした。また、親子解析の結果から、タブノキの繁殖がもっぱら異なる性型の株間での花粉のやり取りによって行われていることを明らかにした（Watanabe *et al.*, 2016, 2018）。

DNA が語るタブノキの危機



DNA の情報はタブノキの個体数変動の歴史や未来について多くの情報を与えている。私たちの研究の結果、琵琶湖周辺のタブノキ林はその多くで比較的最近に個体数が急激に減少するイベントを経験したことが明らかになった（Watanabe *et al.*, 2017）。また、自家受粉由来の種子が成木まで生育できる確率は約2.6%と極端に低いことが明らかになった。

滋賀県のタブノキに迫る危機



滋賀県のタブノキ林は全国的にも貴重な内陸のタブノキ林であるだけでなく、琵琶湖沿岸部の景観の基層をなす重要な要素であるが、その重要性についてはまだまだ認識されていない。県内のほとんどのタブノキ林は社叢林や河辺林として孤立的に残存しているのが現状であり、存続の危機に瀕している。またそうした貴重な集団も河川改修などに伴い衰退しつつある。

環境DNAメタバーコーディングで農業排水路網の魚類の分布を明らかにする

丸山敦、麻田弥希、高田恭輔、渡邊和希、佐藤博俊（龍谷大）
米倉竜次（岐阜県水産研）、山中裕樹（龍谷大）

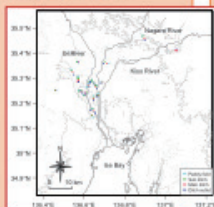
水田地域での環境DNAメタバ

- 魚類にとっての水田地域の重要性
 - ・ 湿地の代替地
 - 稀少種が生息する
(例: イタセンパラ、ハリヨ、カワバタモロコ)
 - 多様な魚類が繁殖・初期成長に利用

- 水田地域での環境DNAメタバ
 - ・ 生産のため、捕獲調査に入りにくい
 - ・ 濁水のために、目視調査が不可能である
 - 環境DNA法に期待あり！

- ・ 泥にPCR阻害物質を含む
- 分析上の困難

- 岐阜県南部の水田地域で
22水路系×4~7地点で採水
→ 6年間の捕獲情報と
答え合せ

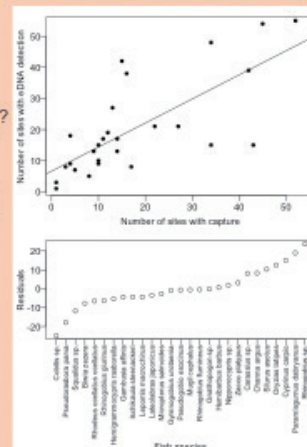


魚種ごとの向き・不向き？

- 種ごとの検出地点数
 - ・ DNAと捕獲で
そこそこ一致
 - そこそこ信頼可能？

- 残差の比較
 - ・ DNAで検出が多い種
→ 捕獲が難しい
 - 食用魚の混入
(タラ、ギンザケ)

- ・ 捕獲が多い種
→ 魚類汎用プライマー
(MiFish-U)
との相性に差異？



- ある程度の事前情報が必要であり、
捕獲調査との併用が理想的かも？

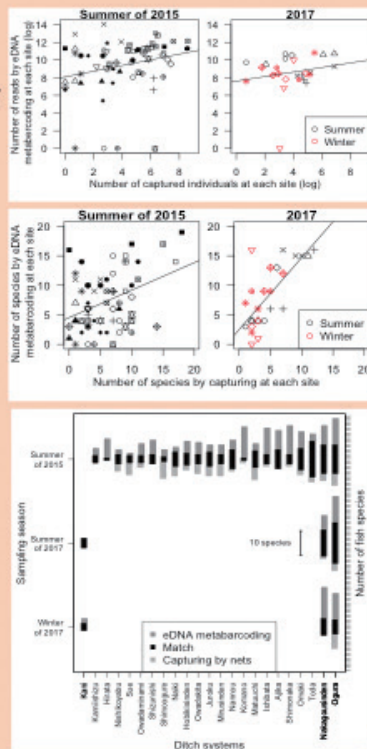
環境DNAメタバによる魚の個体数・種数調査は可能？

- 各地点の総捕獲数と総DNAリード数
 - ・ 緩い正の関係
 - 個体数が多い場所にDNAが多いが
個体数推定には無理っぽい
 - ・ 切片が正、DNA量0地点もちらほら
→ 両手法にミスの可能性

- 各地点の捕獲種数とDNA検出種数
 - ・ とても緩い正の関係
→ 種数推定の独り立ちは困難？

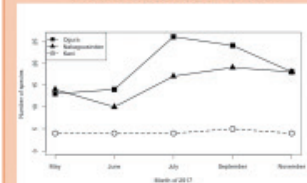
- 各地点の
捕獲種数とDNA検出種数の重複
 - ・ 両手法で一致する種は半数程度
→ 捕獲が難しい種の存在？
 - 魚の移動も影響？
 - プライマーとの相性に差異？
 - DNAの流入・分散の影響？
 - 擬陽性/偽陰性の検証が難しい！

- 環境DNAメタバのみでは
種数推定も個体数推定も少し不安
※捕獲調査へのヒントにはなる



環境DNAメタバで 季節変化の調査

- 春から秋の
DNA検出種数の変化
 - ・ 落差工のないモデル区
(実線2水系)では、
夏の増加が顕著
→ 繁殖遡上を反映？
 - ・ 落差工未除去の対照区
(点線1水系)では、
顕著な増減がない



- 同一水系での反復では
繁殖遡上が検出できた

- ↓
少数の捕獲調査と
多数のDNAメタバで
費用対効果を向上？

環境DNAを用いた絶滅危惧魚ハスの繁殖遡上の定量的調査

丸山敦、菅谷紘佑、山中裕樹（龍谷大）、今村彰生（北教大）

守るべき/都合よいハス

■貴重な生態と絶滅危惧

- ・琵琶・三方五湖の固有亜種
- ・日本唯一の魚食コイ科魚類
- ・三方で絶滅、琵琶湖で激減（VU）



■発展途上な環境DNA法むきの生態

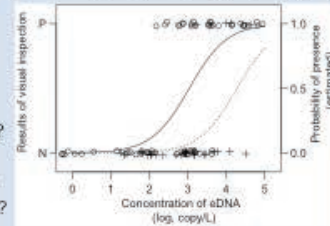
- ・繁殖期のみ河川下流へ遡上（田中1970）
→擬陽性の検出が容易
- ・遡上個体は大型のみ（田中1964）
→橋からの目視で検証可能

環境DNAによる魚の検出は信頼できる？

■検出の有無

- ・すべての発見時にDNA検出
- ・非発見時にもDNA検出
→強い検出力 or 擬陽性

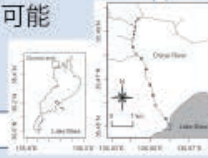
全153試水中...		環境DNA	
目視	発見	検出	×
	×	32	0
		57	64



■DNA量と発見率の関係

- ・DNAが多いと発見率UP
→発見効率の低さを支持？
- ・湖岸(+)では発見率が低い
→発見率やDNA分散の差？

知内川11地点で
20週間の採水調査



繁殖期のみ河川下流のみを利用するハスなら、
環境DNAによる在不在判定は信頼してよいのでは？

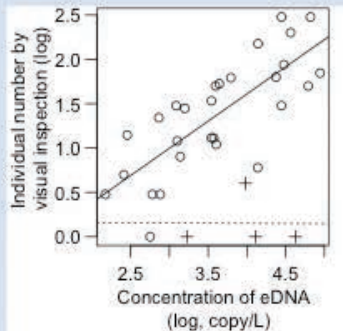
環境DNAで魚の定量は可能か？

環境DNAは放出・分解・拡散・沈降に変異があり、
魚の定量に使える事例は従来少なかったが...

- ・繁殖ハスの個体数なら、DNA量で予測できた
- ・予測に影響する要因も一部特定できた
→ハスの産卵遡上には使える！

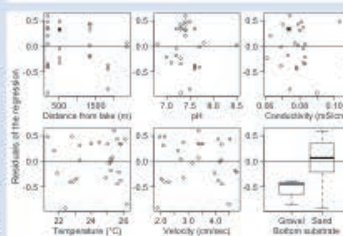
■個体数説明モデル

- ・DNA量が
目視数を
有意に説明
- ・湖岸(+)では
全然だめ



■残差分析

- ・底質が予測に
影響する
→発見率の差？
- ・流量差なし
→DNA流下の
量的影響は小
- ・他要因は無関係
→汎用性を維持



季節的で下から川に移入する生物なら
その分布は定量的にも評価できそう！

検出力の強い環境DNAが示した ハスの繁殖遡上

ハスの遡上生態については、激減前の、
1960年代以降、ほとんど情報がなかったが...

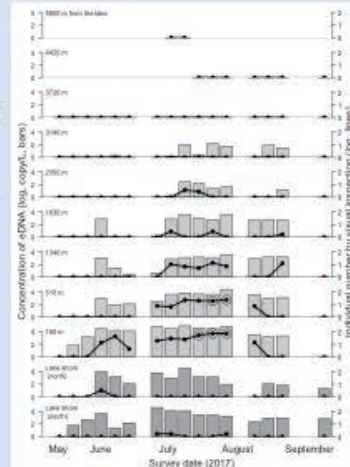
ハスの遡上繁殖について、詳細が分かった
→他河川への適用・遡上阻害要因の特定へ

■詳細：DNA量(棒)と目視数(折線)の季節変化

- ◆一致して分かったこと（統計的有意性を伴う）
- ・産卵ピーク(○)前に増加、後に減少する
→季節変化はDNAで正確に追える
- ・湖から離れるほど、減少する
→定量的な分布が把握できる
- ・3720m以上は
遡上しない

◆一致しないリザルト

- ・DNAは3140m
まで検出
(擬陽性は潜水調査で否定)
→DNAの方が
遡上限界を
正確に把握
- ・湖(下2つ)では
目視が困難
→従来法との
答え合せは
難しい



古書籍に漉き混まれた毛髪のアナライズによる 近世の庶民の食生活の推定

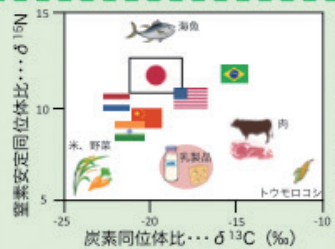
丸山敦、竹村潤市郎（龍谷大）
神松幸弘（立命館大）
入口敦志（国文学資料館）

教訓としての 江戸時代の食生活

「環境先進国」だった近世日本（鬼頭2012）
自給率100%時代の食生活は、
→食糧難を迎える現代日本の見本たりうる
→わずかな文献資料しか残っていない

当時の庶民の体組織があれば、
生態学で食性解析に使われる
安定同位体分析を応用して
食生活を推定できるかも！

※毛髪や爪の同位体比から
ヒトの食性を復元した前例はあり



古書籍から髪？

1700年頃「出版爆発」
→庶民向けの書籍印刷
→再生紙の需要
→都市部での古紙回収



再生紙に
毛髪が混入

場所と年が記録された
安定同位体分析に
最適の試料！



古書籍の漉き混まれた毛髪のアナライズ 炭素安定同位体比の都市間差

■炭素安定同位体比

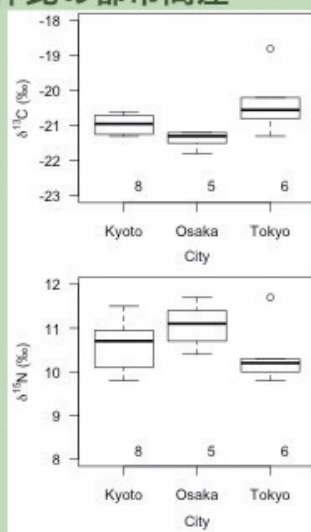
- ・雑穀食だと高い
- ・コメ食だと低い

江戸で高い傾向
→脚気対策としての
雑穀食ブームを
反映？

■窒素安定同位体比

- ・肉食だと高い
- ・海魚食だと非常に高い

有意な傾向なし



古書籍の漉き混まれた毛髪のアナライズ 窒素安定同位体比の変化

■炭素安定同位体比

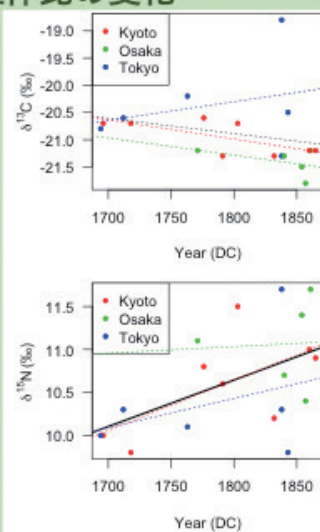
- ・雑穀食だと高い
- ・コメ食だと低い

有意な傾向なし

■窒素安定同位体比

- ・肉食だと高い
- ・海魚食だと非常に高い

年とともに上昇
→海産魚の普及？
→海産肥料の普及？



江戸時代の食生活に
地域差があったことを復元できた

↓
試料数を増やすことが出来れば、
各地方の食生活の特徴を復元できる？

江戸時代の食生活の変化を
復元できた

↓
試料数を増やすことが出来れば、
飢饉前後の食生活の変化なども復元できる？

トカゲが選ぶのは大きな翅か 大きな胸か

－ 蝶翅上捕食痕からみる －

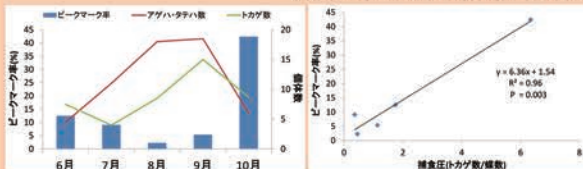
○太田真人¹、野村賢吾²、鶴谷峻之²、遊磨正秀^{3,1} (¹龍谷大・里山研、²龍谷大・院・理工、³龍谷大・理工)

蝶翅上捕食痕(ピークマーク)とは？

蝶の翅に捕食者によってつけられたV字傷(Johki 1985)
野外において捕食圧の指標となる(Ota et al. 2014)
トカゲ類も波型の翅上捕食痕をつける(岡田 1996)



トカゲ類の捕食圧と蝶翅上捕食痕の割合に正の関係
(第61回日本生態学会大会にて発表)



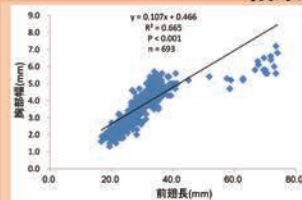
胸部が太いメスの方がオスよりも多く襲われている
⇒メスの方が胸部が太く、卵を持っているから
(Ohsaki 1995)
科毎の前翅長の長さからピークマーク率に正の相関
⇒前翅長と胸部幅には正の相関があり、前翅長の長い、大型の蝶を鳥は多く捕食している
(Kiritani et al. 2013)

鳥は翅の大きさを蝶の体サイズを識別しているが、地表に生息しているトカゲ類は、蝶(餌)を襲う際にはたして翅の大きさを蝶の体サイズを判断をしているのだろうか？

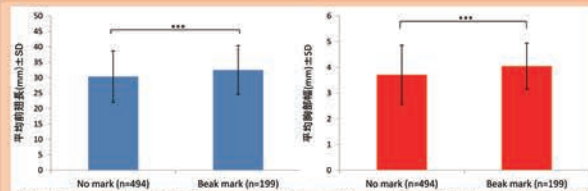
結論

トカゲ類は蝶を襲う際に、体サイズの大きな蝶を選ぶが、大きな翅ではなく**大きな胸**の蝶を選んで襲っていると考えられる

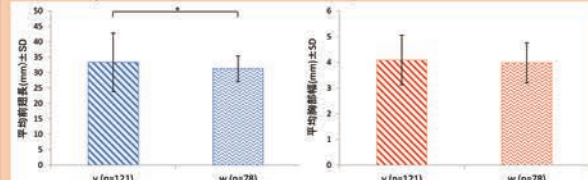
結果と考察



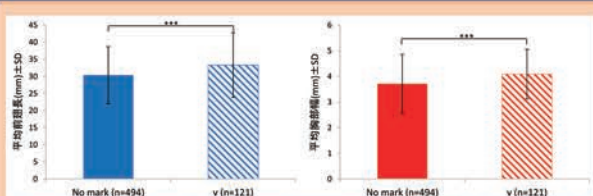
本研究の調査地でもアゲハチョウ科、タテハチョウ科、シロチョウ科で前翅長と胸部幅に有意な正の関係が認められた($P < 0.001$)



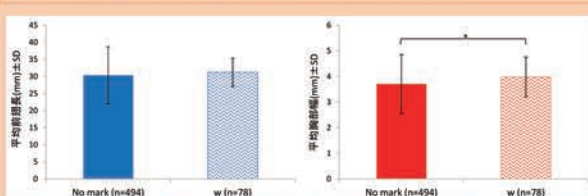
前翅長も胸部幅も、無傷の蝶よりも翅上捕食痕があった蝶の方が有意に長い(太い)ということが認められた(t-test, ***: $P < 0.001$)



前翅長はV字痕の蝶の方が波型痕の蝶よりも有意に長かった(t-test, *: $P < 0.05$)が、胸部幅では有意な差は認められなかった(t-test, $P > 0.05$)



V字痕の蝶は無傷の蝶に比べて、前翅長も胸部幅も有意に長く、太いことが認められた(t-test, ***: $P < 0.001$)



波型痕の蝶は無傷の蝶に比べて前翅長では差が見られなかった(t-test, $P > 0.05$)ことに対して、胸部幅では波型痕の蝶の方が有意に太いという結果となった(t-test, *: $P < 0.05$)

前翅長と胸部幅の間には正の関係があるにもかかわらず、トカゲ類がつけた波型痕の蝶は胸部幅のみ無傷の蝶と比べて有意に太かった。これらのことからトカゲ類は蝶を襲う際、鳥とは異なり蝶の胸部のみをみて体サイズを判断していると考えられる。

方法



愛知

調査地：河辺いきものの森(滋賀県東近江市)

調査時期：2012年5月～10月(計10回)

調査対象：アゲハチョウ科、タテハチョウ科、シロチョウ科

ルートセンサス法を用いて、ルート上で発見された蝶を捕獲し、前翅長と胸部幅を測定および翅上捕食痕の有無の確認と型を記録をした。
測定と記録をした蝶には個体識別のための標識を施し、放した。

農業用水路におけるイシガイ類の成長に与える影響

野村賢吾(龍谷大・院・理工), 鶴谷峻之(龍谷大・院・理工), 野村将一郎(龍谷大・理工), 吉村理(龍谷大・理工), 太田真人(龍谷大・里山研), 遊磨正秀(龍谷大・理工・里山研)

背景・目的

イシガイ目淡水二枚貝=イシガイ類とは?

繁殖する際に魚類を利用する

濾過食による水質浄化や栄養循環・有機物供給を行うことで生態系エンジニアとして貢献(中沢ほか 2013; Jones et al. 1997; Vaughn and Spooner 2006)

約7割の種が絶滅危惧種に指定(Kondo 2008)

→特に流水性の種は圃場整備等による生息範囲の縮小(根岸ほか 2008)

保全

生息環境や繁殖様式についての報告は多数されているが餌資源についての報告は少数

微細懸濁態有機物の中から植物プランクトンを選択的に吸収(森 2009)

種による餌としての効率が異なれば成長への効果を評価できない(菅谷・島山 1999)

イシガイ類の成長と植物プランクトンの量には密接な関係

野外でのイシガイ類に対して有効な餌資源の特定

イシガイ類の成長と水路内の環境との関係を検証

野外飼育実験

調査地(滋賀県)

・近江八幡市水路 (35°, 136°)

・東近江市水路 (35°, 136°)

・大津市田上水路 (34°, 135°)

実験期間

2017年2月中旬(実験準備)

2017年4月上旬~9月下旬

調査対象

マツカサガイ, イシガイ, カタハガイ



実験準備

1. 近江八幡市水路において、イシガイ類を採取後マーキング

2. プラスチック製飼育ケージに入れ、各調査地に配置

野外飼育実験

月1回

殻長計測

(0.01mmまで)

個体ごとの成長量(率)

週1回

環境要因

植物プランクトン測定

(流速 cm/s, 水深 cm, 濁度 NTU, 電気伝導率 mS/cm, pH, COD mg/L, NH₄-N mg/L, PO₄-P mg/L, Cl mg/L, Ca mg/L, 水温 °C, 植物プランクトン密度 (cells/mL))



統計解析 R(ver3.2.3)

一般化線形モデル(GLM)

Kruskal-Wallis検定, Steel-Dwass検定

χ²-test, Harbermanの残差分析

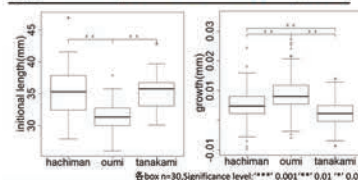
結果・考察

マツカサガイの成長量を目的変数としたGLM

マツカサガイの成長量(mm)

正の影響 珪藻密度 水温 負の影響 緑藻密度 濁度

ΔAIC	Intercept	珪藻	緑藻	水温	濁度
0.0	***	***	***	***	***
0.3	***	***	***	***	***
1.1	***	***	***	***	***



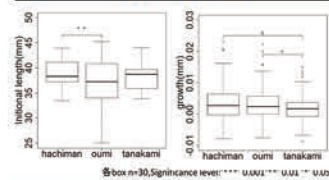
初期殻長 東近江<近江八幡, 田上
成長量 田上<近江八幡<近江八幡<東近江

イシガイの成長量を目的変数としたGLM

イシガイの成長量(mm)

正の影響 珪藻密度 水温 負の影響 緑藻密度 多様度H'

ΔAIC	Intercept	珪藻	緑藻	水温	多様度H'
0.0	***	***	***	***	***
1.1	***	***	***	***	***
1.2	***	***	***	***	***



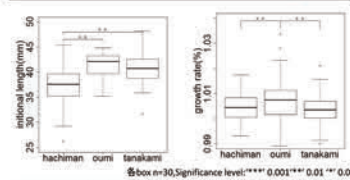
初期殻長 近江八幡<東近江<近江八幡<田上
成長量 近江八幡<東近江<近江八幡<田上

カタハガイの成長量を目的変数としたGLM

カタハガイの成長率(%)

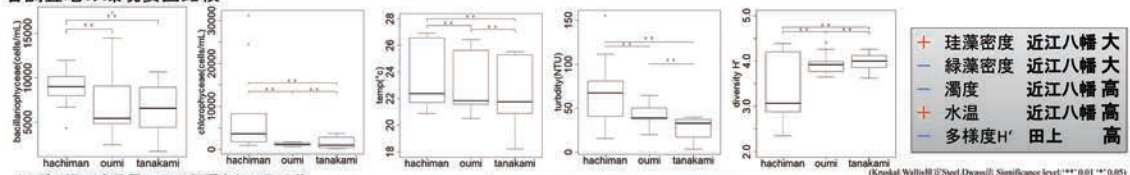
正の影響 水温 負の影響 緑藻密度

ΔAIC	Intercept	珪藻	緑藻	水温
0.0	***	***	***	***
1.4	***	***	***	***

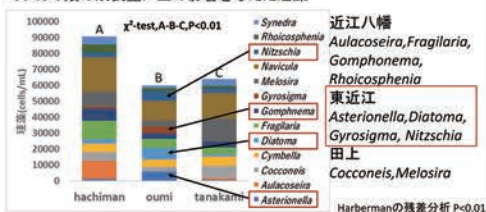


初期殻長 近江八幡<東近江, 田上
成長量 近江八幡<東近江<近江八幡<田上

各調査地の環境要因比較



イシガイ類の成長量に正の影響を与えた珪藻



近江八幡 成長量(%)大

マツカサガイ, カタハガイの成長量(%)

珪藻や水温の正の影響 < 緑藻や濁度の負の影響

イシガイの成長量

緑藻やCOD, 多様度H'の負の影響 < 珪藻や水温の正の影響

田上

珪藻Asterionella, Diatoma, Gyrosigma, Nitzschiaが成長促進!?

成長阻害を及ぼす要因の抑制 → イシガイ類の保全

野洲川支流田村川におけるアジメドジョウの 摂餌生態と種間関係

鶴谷峻之¹、野村賢吾¹、野村将一郎²、吉村理²、太田真人³、遊磨正秀^{1,3} (1 龍谷大学・院・理工、2 龍谷大・理工、3 龍谷大・里山研)

背景

アジメドジョウ(*Niwaella delicata*)

- ・コイ目ドジョウ科シマドジョウ亜科アジメドジョウ属
- ・河川中上流部の礫帯に生息、**付着藻類**を主に摂餌
- ・美味しい(味女泥鰌)

滋賀県においては

南東部の一部河川にのみ生息

→ **県内の魚類相の成立を考察
する上でも重要な種!** (伊賀市RDR)

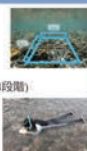


アジメドジョウと他の
藻類食者との関係は不明



方法 コドラート法

- ・潜水モニタリング 魚種、個体数、摂餌個体数、摂餌種、競争
- ・環境要因測定 底層流速(cm/s) 水深(cm)水温(℃) 優占種(8段階)
- ・付着藻類採取 摂餌種、非摂餌種表面5×5cmを3サンプル
- ・魚類採取 たも網(2人、投網(1人)で20分間採取
消化管内内容物を固定しサンブル



考察

・アジメドジョウの摂餌生態について

付着藻類が多い場所と礫を選んで摂餌を行う

→ ドジョウ類はひげによる味覚や嗅覚で索餌する

摂餌対象ではないが藍藻類に誘引効果がある?

生息地の優占種を摂餌すると言われていたが...

→ **藍藻類が優占する環境でも大部分が珪藻類**

・付着藻類をめぐる種間関係について

田村川においてアジメドジョウと他の藻類食者は摂餌
している藻類群が異なる

→ 食べ分けがなされている?

珪藻類 *Cymbella* sp. *Navicula* sp.
は付着力が低い
アジメドジョウでも摂餌可能?

摂餌方法に起因?

- アジメドジョウ ... くちびるで吸い付く
- アユ ... くちびるで削り取る
- オイカワ ... 礫をついばむ
- カワヨシノボリ ... 礫をついばむ

弱い 藻類を剥離
させる力
強い

糸状に伸びた藻
類が食べやすい

競争関係有無は確認できず

2017年度の琵琶湖のアユは不漁
調査地のアユも非常に少なかったため?

結果1 アジメドジョウの摂餌生態

GLMによる解析

出現個体数: 礫が大きく **藍藻類**が多い環境で増加
摂餌個体数: 水温が低く礫が大きく **オイカワ**個体数が
少ない環境で増加

アジメドジョウの出現個体数	水温	水深	底層流速	優占種	アユの出現個体数
2017年	15.00	10.00	0.00	藍藻類	0.00
2018年	15.00	10.00	0.00	藍藻類	0.00
2019年	15.00	10.00	0.00	藍藻類	0.00

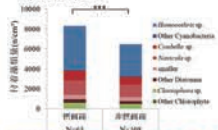
摂餌の有無による比較

・コドラートの比較

項目	摂餌あり	摂餌なし
出現個体数	25.3±1.7	25.3±2.0
水温(℃)	24.5±1.2	23.4±2.2
水深(cm)	20.3±0.2	20.8±0.3
底層流速	5.1±0.2	4.7±0.3
藍藻類	2091.5±126.7	1155.3±611.8
珪藻類	1004.7±108.4	56.5±34.7
アユ	1.8±0.4	2.7±0.9
カワヨシノボリ	1.7±0.3	1.4±0.4

餌資源の多い環境を選
んで摂餌している

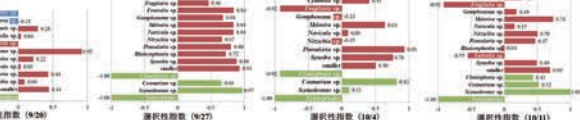
・礫の比較



藍藻類の多い礫を選んで
摂餌している?

■ 藍藻類
■ 珪藻類
■ 緑藻類

E > 0.5: 選好性
E < 0.5: 忌避性



- 藍藻類 ... ほぼ忌避していた
- 珪藻類 ... 多くの種群で選好、群集は忌避
- 緑藻類 ... 単体、小型の群集は選好、大型の群集は忌避

**藍藻類の多い礫を選んでいる
...が摂餌しているわけではない**

結果2 付着藻類をめぐる種間関係

・オイカワ

- ・主に糸状緑藻類
- ・主要な珪藻も摂餌

・アユ

- ・主に糸状藍藻類
- ・主要な珪藻も摂餌

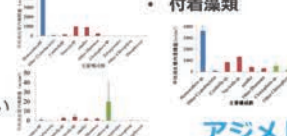
・カワヨシノボリ

- ・付着藻類の摂餌は少ない
- ・水生昆虫を多く摂餌

・アジメドジョウ

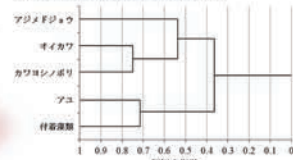
- ・珪藻類が主要
- ・藍藻類、緑藻類は極わずか

・付着藻類



他種を追い払うな
どの直接的な競争
は未確認

木元の類似度指数C_π



アジメドジョウと高い類似度を示す組み合わせはなし

市街地二次植生におけるクチベニマイマイの好適環境

Suitable environment of *Euhadra amaliae* in urban secondary vegetation

吉村理, 野村将一郎(龍谷大・理工) 鶴谷峻之, 野村賢吾(龍谷大・院・理工) 太田真人(龍谷大・里山研) 遊磨正秀(龍谷大・理工・里山研)

Introduction

クチベニマイマイ(*Euhadra amaliae*)

分類: 有肺目オナジマイマイ科マイマイ属
分布: 近畿地方～中部地方西部
生息場所: 落葉下や小高木 人家の石垣
生態: 殻径30mm～40mm

樹上性...生活の大半を樹上で過ごす生活様式

特定の樹木に個体が長く残留する
(樹種選好性)があるらしいが...

樹種選好性に関する
知見は得られていない!

目的

クチベニマイマイの
好適な環境条件

樹種選好性に関する
新たな知見



Conclusions

全体の傾向...分布が局所的、高さ2.0m～2.5m & 照度2000lx以下に多くの個体が集中

好適環境...多様性指数H' & 平均照度の高い環境

樹種選好性...利用しやすい環境を形成する植物

利用しやすい環境＝好適環境
なのか明らかにできなかった

- ①つる性植物に対するクチベニの選好性
- ②クチベニが植物のどの箇所に付着しているか
- ③複数の植生帯での調査

今後、明らかに
していくためには...

Methods

フオレオ大津一里山の東、瀬田公園脇の水路の両岸にある植生帯

ラインセンサス調査
(両岸で各3回...計6回)
・植生調査
(両岸で各4回...計8回)
・調査時間 9:30～17:00



手動による計測では誤差が大きいため...

環境情報
・距離(m)
・付着高(m)
・照度(lx)
・付着していた植物

捕獲後
・個体情報
・殻径(mm)
・成長段階(成貝 or 未成貝)

データロガー設置(1区間30m)
瀬田公園側: 13区間 学園通り側: 10区間
30分ごとの平均気温と平均照度
(以降、ロガー温度とロガー照度)

算出
・本数(本)
・胸高直径(mm)
・胸高以下の直径(mm)

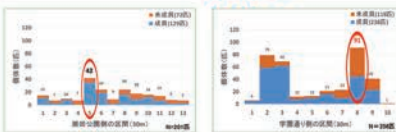
算出
・多様性指数H'
・胸高断面積(c㎡)
・胸高以下の断面積(c㎡)

調査期間: 2017年8月29日～
2017年9月25日

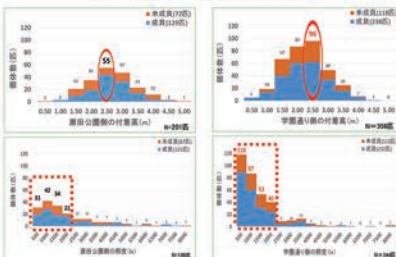
Results & Discussion

①全体の傾向

分布が局所的



高さ2.0m～2.5m
照度2000lx以下に
多くの個体が集中



②好適な環境条件: 個体数と付着高の重回帰分析

説明変数 環境情報 平均照度 ロガー照度 ロガー温度 多様性指数H' アカメガシワの断面積合計 本木の断面積合計

本木の多様性指数H' 平均照度

表1 個体数と環境情報(瀬田公園側)

説明変数	自由度修正済み決定係数	標準偏回帰係数	判定	VIF
平均照度(lx)	0.940	0.002	*	2.413
ロガー照度(lx)	0.680	0.000	**	1.194
多様性指数H'	1.172	0.000	**	2.252
アカメガシワの断面積合計(c㎡)	-0.374	0.000	*	1.317

表3 個体数と環境情報(学園通り側)

説明変数	自由度修正済み決定係数	標準偏回帰係数	判定	VIF
多様性指数H'	0.266	0.700	*	2.360
アカメガシワの断面積合計(c㎡)	0.538	0.538	*	1.777
本木の断面積合計(c㎡)	-0.027	0.000	*	2.340

表2 付着高と環境情報(瀬田公園側)

説明変数	自由度修正済み決定係数	標準偏回帰係数	判定	VIF
平均照度(lx)	0.888	0.940	*	2.707
ロガー照度(lx)	0.222	0.000	*	1.458
ロガー温度(℃)	-0.118	0.000	*	1.618
多様性指数H'	0.918	0.000	*	2.979
本木の断面積合計(c㎡)	0.429	0.000	*	1.798

表4 付着高と環境情報(学園通り側)

説明変数	自由度修正済み決定係数	標準偏回帰係数	判定	VIF
平均照度(lx)	0.887	1.380	**	2.534
ロガー照度(lx)	-0.222	0.000	*	1.631
ロガー温度(℃)	0.975	0.000	**	2.477
アカメガシワの断面積合計(c㎡)	-0.463	0.000	*	2.074

③樹種選好性: Ivlevの選択度指数E



同じ先駆植物でも植生帯によって
異なる選択性を示した

利用しやすい環境を形成する
植物に対して正の選択性を示す?

オオクチバス稚魚の食性（魚食への挑戦）

○野村将一郎¹、鶴谷峻之²、野村賢吾²、吉村理¹、太田真人³、遊磨正秀^{1,3}

¹龍谷大・理工、²龍谷大・院・理工、³龍谷大・里山研

はじめに

オオクチバス(*Micropterus salmoides*)

- ・スズキ目サンフィッシュ科オオクチバス属に属する
- ・初期食性は動物プランクトンであり、成長に伴い魚類を摂食するようになる(安野 2012)
- ・稚魚期の生存戦略として魚類を摂食した個体は体サイズが大きくなり、冬季の死亡率が下がる (Ludsin and Devries 1997)

➡ 魚食への移行は生存する上で必要不可欠

魚食への移行と共に…

- ・在来種への影響が懸念(東 2002、高橋 2002)

しかし…

- ・魚食への移行とその条件についての知見は乏しい(安野2012)

目的

魚食への移行条件を探り、在来種への影響を検討する

結論

- ・各全長において動物プランクトンを主な餌生物としており、餌魚類として、ブルーギルを摂食していた
- 摂食による在来種への影響は見られなかった
- ・魚食への移行には、餌魚類の産卵期、バス稚魚の摂食可能な餌魚類が存在し、バス稚魚との生息地が類似していることが大切だと考えられる

材料と方法

調査地 安曇川南流付近の琵琶湖沿岸部入り江最奥から琵琶湖側にわたる140mを調査地とした



調査期間 2017年7月11日から8月17日にかけて計5回

調査時間 午前6時から午後18時

食性調査

バス稚魚採取：調査地の10×2mをタモ網で5分間、片岸14ヶ所、両岸計28ヶ所採取を行った

胃内容物分析：すべてのバス稚魚の胃内容物を精査し、個体数比(N%)、重量比(W%)、出現頻度(F%)、餌料重要度指数(IRI)を算出した。

餌料重要度指数(IRI)=(N+W)×F

F(%)={ある生物を捕食していたバス個体数/(バス総個体数-空胃個体)}×10²

N(%)=(ある生物の胃中における個体数/バス胃内の被食生物の総個体数)×10²

W(%)=(ある生物の胃内の重量/胃内容物重量)×10²

環境中の餌生物の定量調査

動物プランクトン：10×2m内の水10Lを濾過し、片岸14ヶ所で採取した

水生昆虫：10×2m内に20×20cmのコドラート1つ設置し、河床表層の砂礫、泥を片岸14ヶ所で採取した

甲殻類、魚類：バス稚魚と同様の方法で採取した

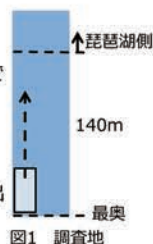


図1 調査地

結果と考察

1. バス稚魚の各全長における胃内容

- ・各全長において動物プランクトンのIRIが高く、魚類のIRIは低いものであった(図2)

→本調査地のバス稚魚は動物プランクトンを主な餌生物としている

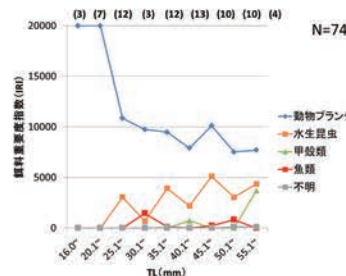


図2 全長ごとの餌料重要度指数(IRI)の変化

2. 調査日ごとの餌魚類と胃内容(主要魚類3種について)



図3 各調査日における餌生物

- **ヨシノボリ** *Rhinogobius* sp.
 - ・日が経つにつれて、個体数が増加(図3)
 - 胃内容には確認できず
 - ※・8月7日の台風の影響で、バス稚魚との関係は見えず
- **ブルーギル** *L. macrochirus*
 - ・8月2日に多くの個体が生息(図3)
 - 同日に胃内容で確認(図4)
 - ※・バス、ブルーギル稚魚の生息地の類似(全国内水面漁業協同組合連合会 1992)
 - ・バス、ブルーギルの産卵期の違い
- **ゲンゴロウブナ** *C. cuvieri*
 - ・各調査日に一定数生息(図3)
 - 胃内容には確認できず
 - ※・バス稚魚の摂食可能な大きさでなかった

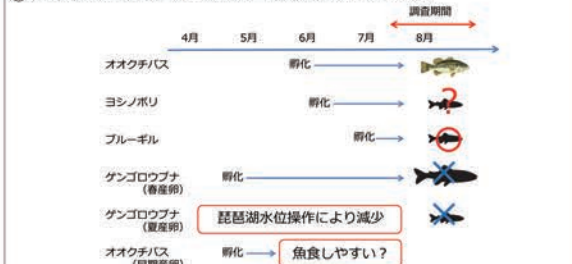
3. バス稚魚と餌魚類の産卵期

- ・採取したバス稚魚は5月下旬に孵化したと推測
- ※バス稚魚より孵化が遅い餌魚類は体サイズが小さいため摂食可能
- ※早期に孵化したバスの方が魚食へ移行しやすい
- ※在来種の減少により魚食への移行がしにくい

図4 各調査日における胃内容



- **ヨシノボリ**
 - ・孵化(4月)
- **ブルーギル**
 - ・孵化(5月)
- **ゲンゴロウブナ**
 - ・孵化(6月)
- **バス稚魚**
 - ・孵化(5月下旬)



2018年3月3日 龍谷大学里山学研究センター シンポジウム ポスター発表

人心あれば水心あり —琵琶湖流域の人と水の関わりマップ制作—

龍谷大学政策学部清水万由子ゼミナール5期生

○小松右詩・金本さくら・川端日菜々・藤本和・松崎里歩・松元彰汰・横山智恵

1.研究の目的

(1)研究の背景

水は人間の生活において欠かせないものだ。それは農漁業の営みだけでなく、物や人を運ぶ水上交通など様々な形で関わっていたからだ。

ところが、時代が進むにつれ治水技術の向上により水を取り巻く環境は大きく変化した。水は利便性ばかり優先され、関わりを減らしつつあった。

(2)研究の目的

本研究では、「琵琶湖流域」と名付けた調査地において人間と水の関わりがどのようなものがあったのかを調査した。その関わりはどのように継続されているのかまたはなぜ失われてしまったのかを調査する。

その上で、これから人間と水の関わりがどうあるべきかを考察した。

2.調査地の概要

(1)滋賀県

琵琶湖に流入する河川の1つである愛知川の流域である、東近江市の旧永源寺町周辺を対象に調査を行った。

この地域は広大な扇状地であり、河岸段丘には水田が広がっている。しかし愛知川が天井川であるために取水が困難であった。

(2)京都府

京都市を流れる琵琶湖疏水を対象に調査を行った。

琵琶湖から水を引いている琵琶湖疏水は京都の一大水事業であり、東京へ遷都され衰退した京都を復興させるものだった。この琵琶湖疏水は工業発展の動力や舟運だけでなく、人々の生活とともにあるものであった。

(3)大阪府

京都から流れる木津川・宇治川・桂川の三川合流地点から大阪湾へと流れていく淀川を対象に調査を行った。

淀川で頻りに起こっていた洪水の対策のため、毛馬閘門の設置や川の埋め立てなどの淀川改良工事が行われた。そして現在の形となる。

3.研究の方法と結果

(1)調査概要

【方法】インタビュー形式

【対象】滋賀(東近江市)、京都(京都市)、大阪(大阪市)各地の住民や団体

【期間】2017年6月～8月

(3)琵琶湖疏水での人と水の関わり

琵琶湖疏水の一部は鴨川運河と呼ばれ船が走っていた。子供達が泳いだり釣りをしたり、また洗濯や洗い物といった生活の一部としても利用されていた。「疏水の歌」までもが存在し、川への愛着が伺える。

そんな琵琶湖疏水も、現在は主に水道水に使われており、生活における多様な関わりは失われてしまった。

(2)愛知川での人と水の関わり

取水が困難であった愛知川流域では、「井(ゆ)」と呼ばれる灌漑用水路が開発された。水が貴重であったために、「井」の水を取り合う争いが繰り広げられていたという。また、下流の住民は「井」の上流を掃除していたなど独自の生活様式が存在した。

昭和47年に、愛知川の上流に永源寺ダムが建設される。これは当時の農民が国に請願して作られた利水ダムで、農業用水の安定供給が可能となった。同時に、かつての「井」は使われなくなり、慣行水利権も同時に消滅した。

(4)淀川での人と水の関わり

淀川では川魚三品と呼ばれるコイ・フナ・ウナギを始め、「川魚市」や「鮎市場」と呼ばれた市で川魚の競りが行われ取引されていた。また江戸時代まで遡ると、淀川のコイはブランド品であった。

大雨が降れば淀川に水位を見に行き、洪水が発生した時のために軒先に小舟を用意しているなど、川の恵みと恐れささ当時の住民は知っていた。

しかし、淀川改良工事で周辺の住宅・工業地帯化により、それらの関わりは失われた。淀川産の川魚が市場に出回ることも少なくなった。

4.考察

かつて琵琶湖流域において人と水の関わりが密接であった時には、人は水から多様な価値を得ることができていた。しかし近代化により人と水との距離(物質的・心理的)が離れてしまった。人は水を単なる資源としか見なくなり、愛着を感じることもなくなってしまった。水の多様な価値を再発見するため、宮崎県綾町での「人と自然のふれあい調査」を参考に考察する。

綾町には日本最大級の照葉樹林が広がっており、その保全活動が行われていたが、地域住民の参加が少なかった。そこで、地域住民一人一人の自然との体験を地図に書き込む、という「ふれあい調査」が行われた。それをきっかけに、地域住民達は自然の価値を再発見し、積極的に保全活動へ取り組むようになった。

このことから、自然環境の価値を再発見するには、人と自然の関わりを可視化することが有効であることがわかった。

5.結論

琵琶湖流域における水の価値を流域の住民が再発見するため、我々は「水心あれば人心～水を受取る心人が人をつなぐ～」という名のマップを作成した(図1)。実際に聞き取り調査をした方々の水との関わりについてのエピソードを中心に、かつて琵琶湖流域にあった人と水の関わりを流域全体のマップに落とし込んだ。

琵琶湖流域の住民が、このマップにより琵琶湖流域における水の関わりを知ることで、水の価値を再発見することを期待する。

調査にご協力いただきました全ての皆様に、記して感謝いたします。



図1: 制作したマップの表紙。

フットパス とは？

みらいの環境を支える龍谷プロジェクト（安田奈於）

1. まちづくりに必要なほとんどの要素を含んでいる！

2. どんな地域でもできる！
文化的な価値を地域で守り、次世代へと継承していくものとして社会的に位置付けた。これがフットパス！



フットパスの魅力

歩くひとを楽しくさせるだけでなく、地元の人をも地域の魅力と誇りを目覚めさせ両者をまちづくりに引き込む力を持っている。フットパスを始めることにより自然とまちづくりが進み、地域住民が楽しく交流する中で素晴らしい町ができていく。

フットパスを作るために、地域の昔の様子を残す「いいみち」を繋いで歩いていくと、自然にそのまちの成り立ちや性格そして魅力が浮き彫りになる。フットパスで歩く楽しみを見つけた人は、遠くからであろうと、何度でもその地域に足を運ぶようになる。そしてその地域の魅力に惹かれ、観光面でも貢献することとなる。この過程で普通ならば出会うことのないような絆と共通認識が生まれ、地域への愛情を共有できるようになる。

フットパス

イギリスを発祥とする“森林や田園地帯、古い街並みなど、地域に昔からあるありのままの風景を楽しみながら”歩くこと【Foot】ができる小径【Path】”のことであり、ひいてはこの道を歩くことの総称である。

フットパスの特徴



フットパス = まちづくりに貢献！
地域住民との交流！



フットパス始まりの地 イギリス

みらいの環境を支える龍谷プロジェクト（由良康太）

～フットパスの起源～

イギリスにおいて土地は貴族や資産家などが大きな区画を所有する大土地所有が多く見受けられる。そこでイギリスにおいては地主たちにとって美しい田園風景を守ることがステータスとされた。そんな中、イギリスにおいては産業革命によって急速に自然や田園風景が失われていった。さらに都市で生活する労働者たちの生活も非常に劣悪なものとなっていた。

こうした状況の中で1860年代のロンドンの貧困地区において、中産階級が指導する慈善事業として始められたのが「フットパス」である。劣化する環境の中せめて緑豊かな土地を歩かせてほしいという思いが「歩く権利」を獲得する運動へと発展し「フットパス」が生まれた。



～イギリスのフットパス～

イギリスには「パブリック・フットパス」といわれ「長距離歩行道」が巡らされている。この長距離歩行道は公式なものと非公式なものが存在している。公式なものは「ナショナル・トレイル」といわれている。ナショナル・トレイルは全国に15本存在し、非公式なものは50本存在している。特にナショナル・トレイルは週末の2泊3日で散策できるようなコースとなっている。これらのフットパスは歩行者専用道であるため馬や自動車の通行は法律違反となる。フットパスでは一般の私有地も含まれているため放牧地や農耕地などの私有地に入る際は左にあるようなキッシングゲートを超えて私有地に入ることとなる。

また、そういったフットパスの利用者たちはフットパス上に存在している「B&B」という朝食付きの民泊や「イン」と呼ばれている小ホテルで宿泊をする。下の写真はフットパスのコースが存在するコッツウォルズという町であるが、こうしたコースの要所にはイギリスの昔ながらの街並みや田園風景を楽しむこともフットパスの楽しみの一つである。



キッシングゲート

～フットパスの効果～

イギリスのナショナル・トレイルでは年間300万人もの利用がある。さらにその経済効果は日本円にして1045億円にも上る。そのうち4万人は1週間から2週間かけてトレイルを散策する。このように長時間かけてフットパスを楽しむことが大きな特徴であると言える。さらにウォーキング大国イギリスではウォーカーを歓迎する町（Walkers are welcome）が全国に100か所ほど存在している。

また、フットパスのコースの維持、管理は自然環境の保全や生物多様性保全にとっても非常に有用であるといわれている。このようにフットパスはイギリスに多大な経済効果をもたらしている一方で環境保護といった側面でも大きな役割を果たしている。



花のまち 恵庭市

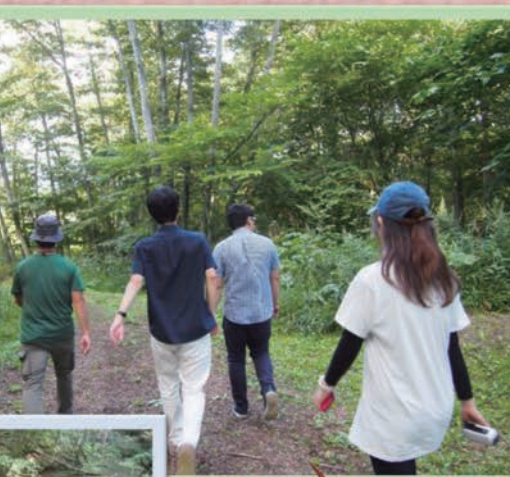
みらいの環境を支える龍谷プロジェクト 北海道班
井上優大 中原広貴 中田景子 ○澤村奈叶

恵庭市は、恵まれた交通アクセスと穏やかな気候風土を持つまちである。
最近では市民主導による花のまちづくりが盛んで「ガーデニングのまち」として全国的に知られている。



地域住民は私たちを温かく受け入れてくれ、ときにはお花をいただくことも！

フットパスをする中で、見渡す限りの緑が広がったり、透き通るような冷たく綺麗な川があったりと沢山見所があった。
恵庭市のフットパスコースはまさに北海道ならではの自然を直に感じることができる。また、日差しがある日でも通行道は木々に覆われているため、涼しさも十分に感じられる。



ウッドチップ



通行道はできるだけアップダウンが少ない道を選択し、木屑を敷いて足腰への負担を軽減。

北海道 黒松内町のフットパスの魅力

みらいの環境を支える龍谷プロジェクト 北海道班
井上優大 中原広貴 中田景子 ○澤村奈叶

黒松内町とは？

町の面積のうち76%が森林である。
国の天然記念物「自生北限の歌オブナ林」は、
まちのシンボルで「北のヤシの木」とも呼ば
れる。豊かな自然環境と酪農や畑作を主
体とした農業が生み出す牧歌的な風景が
特徴。フットパスのコースは全5コース
あり、私たちはその中の「寺の沢川コース」
(約2 km)を歩いた。

- ・チョコシナイコース : 小さな山を越え川沿いを歩く景色の変化に富んだコース
- ・寺の沢川コース : 市街地を縦断する川沿いのコース
- ・西沢コース : のどかな田園風景を眺めながら歩くコース
- ・歌才森林公園コース : フナなどの広葉樹の林を歩くコース
- ・白川・赤井川コース : 黒松内の味覚が集まったコース



役場と歌才自然の家を結ぶ

足跡が緑: 公有地
赤: 私有地

「道しるべ」

各コースの道中の
「道しるべ」には番
号がついていて、地
図上の番号とリンク
しているので目安と
して利用できる。



黒松内町役場



小学校裏の学
校敷地内を歩く



黒松内温泉
「ぶなの森」



黒松内町のフットパスの最大の特徴は、全5コースのうち
どのコースを歩いてもまちのシンボルであるブナの見所が
あることである。
また、各ポイントで道しるべがあるので、初心者の方でも
道に迷わず、安心してフットパスを楽しむことができる。
学校の敷地内をフットパスコースとしている点も他では見
られない特徴であり、多くの住民の理解があってこそその魅
力溢れるフットパスであることが分かる。



歌才自然の家

自然体験学習宿泊施設

里地里山を魅せる ～小野路の昔ながらの景観を歩く～



みらいの環境を支える龍谷プロジェクト 東京山梨班
野間元綺 ○吹野僚平 鈴木彩有里 安田奈於 湯川希

NPO法人 みどりのゆび

みどりのゆびとは

「みどりのゆび」とは、指を押し付けるとそこから緑や花が生えてくるという少年が町を幸せにしていくなりの物語であり、NPO法人みどりのゆびは、この「みどりのゆび」の精神を持ち、多摩丘陵や日本の里山が美しい風景や緑に満ちた道で繋がっていくことを願い、2002年2月に設立された団体である。

具体的な取り組み

フットパスが緑地や環境の保全の啓発に最も有効な手段であるということから、現在では町田市の多摩丘陵に位置する小野路を中心に地域の良い景観や歴史をつなぐフットパス活動を展開している。その活動の一つとして毎年「多摩丘陵フットパスまつり」を開催しており、具体的には小野路の里山の魅力やその地域に伝わる歴史や伝説などについて紹介をしながら小野路のフットパスの案内をしている。それにより参加者に里山の価値や重要性の伝達やその地域の新旧住民間における信頼関係の構築、については地域住民自身が地域の保全と発展のために活動をするなど地域の活性化に大きく貢献している。また行政との連携においては、市の職員が一市民として活動に携わるというのも町田市の特色である。



総務省地域力創造アドバイザー
日本フットパス協会理事
NPO法人みどりのゆび 副理事長
尾留川 朗 様



小野路の食材を使用した昼食



小野路宿里山交流会館

小野路の美しい景観



小野路では畑や丘陵が波を打って広がる美しい農村景観や中世の古道とされる「鎌倉古道」がコースに選定されており、周りが緑と歴史で囲まれた重厚な雰囲気を楽しむことができる。

多摩丘陵カントリーコード

- I 地域住民への配慮
- II 地域の方々への感謝の気持ち
- III 素晴らしい景観の維持
- IV 景観の保全のための支援について
- V 地域の安定した発展のための方法



View Point





山梨県のフットパス



NPOつなぐとは？

NPOつなぐは文化資源や環境資源など、まちにある活用されていない資源を「つなぐ」ことを目的に設立されたNPO団体である。

まちのよさやおもしろさを沢山のの人に伝えたいと思い始められた。図書館に行けば情報は沢山あるが、そのままだと難しいため「簡単に分かりやすく」をモットーにガイドマップを作り、今では300冊にも及ぶ。



フットパス成功の鍵は印刷機！

マップは書店のレジ横に置いてあるため一ヶ月に100冊、200冊も売れている。記事の特徴として字体を3つ（大文字、中文字、小文字）とし、大文字でキャッチコピーを書くことにより、それを読んだだけで本の中身が分かるようになっている。

実際のガイドブック



課題と今後の展望

地元の大学生と連携してマップを作成しているが若者を巻き込めていないという現状がある。そのため今後のまちあるきでは少し歴史的な要素も取り入れ、若者にも受けるフットパスをしたいと考えている。フットパスをしていく中で学生にはゴールを見据えることが必要であると言える。どう地域の方と連携して持続可能なフットパスにしていくのか深く考えていかなければいけない。



参加者の方
との交流

実際のフットパスに参加して

私たちは9月9日（土）に行われたフットパスに参加した。30人以上の参加者の方と共に太宰治ゆかりの地を歩いた。多くの参加者の方とお話することができ、中には10年以上参加されている方もおられフットパスに参加しようと思ったきっかけやフットパスの魅力についてお聞きすることができた。フットパスの1番の魅力は「自分の知らないことを知ることができること」そして「沢山の方と交流することができること」だと感じた。太宰治ゆかりの地を歩き、途中にお寺で休憩を取り、地元で作られた焼き菓子を頂いた。沢山の参加者の方とお話することができとても充実した時間であった。



みらいの環境を育める龍谷プロジェクト 東京・山梨班
野間元綺 吹野僚平 鈴木彩有里 安田奈於 O湯川希

歩くことで観える景色がある ～美里町編～



経緯と目的

美里町ではフットパスへ取り組み始める以前から歩くイベント等が開催されていたが、いずれも一過性のものが多かった。2010年、現在合同会社フットパス研究所の副代表を務めていらっしゃる濱田孝正氏が小学館から出版されている「Be-PAL」にてフットパスの存在を知った。濱田氏は、フットパスが**イベント型ではなく日常型の活動**である点に魅力を感じたと同時に、美里町には素敵な景色があると考え、美里町にてフットパス活動への取り組みを開始した。こうしてフットパスへの活動が始まった美里町では民間団体と地域住民が中心となつて「**滞在人口の増加と地域の活性化**」を目的としてフットパス活動へ取り組んでいる。その結果、以前まで通過点であった美里町がフットパスに参加しに訪れる旅行者等の目的地となるまでになった。



リボン



駐車場案内

工夫点

美里町では、フットパスの満足度をあげるために様々な工夫がされている。その一例が上記に記した二つである。一つ目に挙げたリボンは、フットパスコース上の道の分岐点に設置されているため、フットパス参加者は分岐点に差し掛かるたびにこのリボンを探すようになり、**積極的にコースの散策**をするようになる。二つ目に挙げた駐車場案内は、ビューポイントまで車で来られては周囲に迷惑がかかる。そこで、案内板を設置することで周囲への配慮をし、またビューポイントでの参加者の**満足度**をあげるという美里フットパスの狙いを達成しようと考えている。

みらいの環境を支える龍谷プロジェクト

～九州班～

山本英樹 由良康太 米住京子
斎藤菜乃子 ○本田大輝



特徴

美里町のフットパスの特徴として**地域住民との交流**があげられる。実際に地域住民の方々とお話をし交流することで自身らとは違う生活を送っている方々の地域に根ざしたお話を聞くことができ、ただ訪れただけでは得ることのできなかった経験や知識を得ることができる。





各調査先のまとめ



美里町のフットパスについて

美里町においては美里フットパス協会という民間のNPO団体が中心となって活動に取り組んでいる。美里町におけるフットパスの主な目的は「交流人口の増加」である。その中で地域住民の方々は日々のコース整備やウォーカーに対する声かけなどの「おもてなし」を行うなど地域住民全体がまちづくりに参加できる仕組みとなっている。さらに行政ではNPOでは十分に対応できない広報活動について取り組まれている。美里町のフットパスの最大の特徴はこのような三者の連携を図ってフットパスに取り組んでいることである。



東京 町田市のフットパス

NPO法人みどりのゆびは、景観、自然環境の保全を目的に設立された団体である。したがって町田市におけるフットパスの特徴として環境の保全の手段としてフットパスを取り入れているということが特徴として挙げられる。また、みどりのゆびのフットパス活動が始まった当初、市の職員が職務を超えて、一市民として組織の総務的な仕事を担っていたということが特色である。



NPO

一体となったまちづくり

住民

行政



山梨県 甲府市のフットパス

甲府市においては「NPOつなぐ」が中心となって活動を進めている。この団体は以前から美術館教育活動を行っておられた山本育夫氏が自分の住んでいる町についてのガイドブックを出版したことがきっかけである。博物館などでは感じることをできない。地域の文化や歴史を肌で感じてもらうということがフットパスの主な目的である。大きな特徴としてはマップである。モノクロ印刷の地図は誰もが愛着をもって使用できるように塗り絵ができるようになっている。

北海道のフットパス

北海道の恵庭フットパスのと特徴はコース上に住民の庭を一般開放したオープンガーデンの存在である。また、コースに指定されている道の一部にウッドチップを敷くことによって歩行者の負担軽減に努めている。黒松内のフットパスではブナの原生林が大きな見どころとなっている。また、黒松内においては行政とNPOが連携してコース作成、マップ作成などを行っている。



みらいの環境を支える龍谷プロジェクト（由良康太）

魅力あふれる自然豊かなまち

東近江市

みらいの環境を支える龍谷プロジェクト(米住京子)

五個荘

五個荘金堂地区は近江商人ゆかりの地として知られており、国の重要伝統的建造物群保存地区に指定されている。
町並みを歩くと船板塀や白壁をめぐらした蔵屋敷がある。



愛東町

平成10年から菜の花を栽培、食用として利用した後、廃油をリサイクルへ、という資源循環型の地域づくり「菜の花エコプロジェクト」を展開している。

また、農産物の流通・加工、人的交流、観光、情報の5つを統括した田園公園化の拠点として、平成7年10月に「あいとうマーガレットステーション」がオープンした。地元産の食材などが販売されている。



百済寺

聖徳太子により創建され、重厚な石垣に覆われた山城の趣のある天台宗の寺院であり、日本の紅葉百選にも選ばれている。



百済寺樽復活プロジェクト

幻の銘酒「百済寺樽」は、寺が焼き討たれたことで、その歴史に幕が閉じたが、地域おこし協力隊が立ち上げたこのプロジェクトによって、444年の時を経て復活した。



奥永源寺

古くから奥永源寺は地域は幻の銘茶と呼ばれる「政所茶」の産地として知られ、その起源は室町時代にまでさかのぼる。
さらに、豊かな自然も特徴である。鈴鹿国定公園にはイワナ、カモシカ、イヌワシなど約1800種以上の動植物が生息している。



歴史感じる商人のまち ～五個荘～

みらいの環境を支える龍谷プロジェクト(山本英樹)

五個荘金堂地区は近江商人ゆかりの地として知られており、国の重要伝統的建造物群保存地区に選定された。

金堂周辺の町並みを歩くと舟板塀や白壁をめぐらした蔵屋敷があり、澄んだ水に錦鯉が優雅に泳ぐ掘割が縦横に流れている。

金堂地区では3邸の近江商人屋敷（外村宇兵衛邸・外村繁邸・中江準五郎邸）と金堂まちなみ保存交流館が公開されており、近江商人の本宅の佇まいを知ることができる。

近江商人屋敷

重要伝統的建造物群保存地区

五個荘観光センター

café & gallery Hakmokuren

景清道とは、東山道から織山の南麓、石寺を通り、織山中の鳥打峠を越え、桑実寺から小中の集落を経て浄厳院の門前を通る道であると言われている。

平安末期の平家の家人であった伊藤景清が、平家再興を祈願するため、尾張より京都へ行く際に通ったことに由来するとされている。



能登川の 水面に漂う 鷹の羽

みらいの環境を支える龍谷プロジェクト（野間元綺）

緑のトンネル
×
光のカーテン
猪子山山頂付近・晴れの日
限定で見られる神秘的な場所である。またと崇めていたため、至るところに…

①

植物 × café!?
～二丁目植堂～
植物のShopとcafeが
融合した新しい空間。

②

日本遺産に認定されている
伊庭の町並み
伝統的な水利用の文化が
町並みに残っている。

③

Eclairer(エクレレ)
見た目がかわいいエク
レアがそろっているエク
レア専門店

④

猪子山は
タカの名所! ?
猪子山では一年に一万羽
以上のタカが観測される。
なので、“知る人ぞ知る”
タカの名所なのだ。

⑤

100年続く“近江の麻”
×ランチ
#ファブリカ村
能登川の伝統産業である麻
織物のショップと滋養の食材
を使ったランチ
を楽しめる
ファブリカ村。

⑥

生きる伝統産業

御代参街道と八風街道が交わる交通の要衝 八日市

みらいの環境を支える龍谷プロジェクト（中原広貴）

太郎坊宮前駅には駐車場があり、そこから太郎坊山へ道が続きます。旧八風街道を通ると田んぼが広がります。用水路や道路に地蔵があり、用水路に水が流れるように祈願するために置かれたとされている。饅頭屋「親玉」の前は八風街道と御代参街道八日市がT字型で交わり、御代参街道は伊勢へとつながる。

また、八日市市で発祥した飛び出し坊やがいたところで見える。

中野ヴィレッジハウスは空家等活用モデル事業の一環として、地域住民の憩いの場となっている。



飛び太君

滋賀県旧八日市市の社会福祉協議会が中心となり、急増していた飛び出し事故を未然に防ぐ啓発活動を展開するという計画が持ち上がりました。看板製作の久田工芸さんが啓発資材の製作を請け負うこととなり、代表者久田泰平さんの手によって、「坊や」が飛び出す様子をかたどった「飛び出し注意」を促す合板製看板「飛び出し坊や」が考案された。



親玉

八風街道と御代参街道がT字型で交わる。
御代参街道は別名近江の伊勢道として、近江商人等が五個荘から伊勢に参る近道として使われていた道である。



レンガのえんとつとまれ

地域の「お母さん」たちが作る手作りランチとお惣菜が人気。
古い赤レンガの煙突が目印



中野
ヴィレッジハウス

空家等活用モデル事業の一環であり、約200年の歴史を持つ蔵を改築したコミュニティスペースである。地域の歴史資産でもある蔵の有効利用を模索していた所有者と地元有志が同事業に名乗りを上げ認められた蔵には住民が気軽に相談できる地域密着型ボランティアセンターを同市社会福祉協議会が新設することも決まっている。



蛇溝川

彼岸花が咲いており、河辺を歩くことができる。

里山学研究
里山学から考える防災・減災
—琵琶湖水域圏の保全・再生に向けて—
別冊
龍谷大学 里山学研究センター
2017年度 年次報告書

2018（平成30）年3月 発行

（編集・発行） 龍谷大学 里山学研究センター
（代表者 センター長 牛尾洋也）
〒612-8577 京都市伏見区深草塚本町67
TEL：075-645-2154 FAX：075-645-2240
<http://satoyama.kenkyu.ryukoku.ac.jp/>

（印刷） 河北印刷 株式会社
〒601-8461 京都市南区唐橋門脇28
TEL：075-691-5121



龍谷大学 里山学研究センター
2018年3月

<http://satoyama.kenkyu.ryukoku.ac.jp/>