

巻頭言

未来につなぐ共創の流域治水

その思想と手法



島谷幸宏 (しまたに・ゆきひろ)

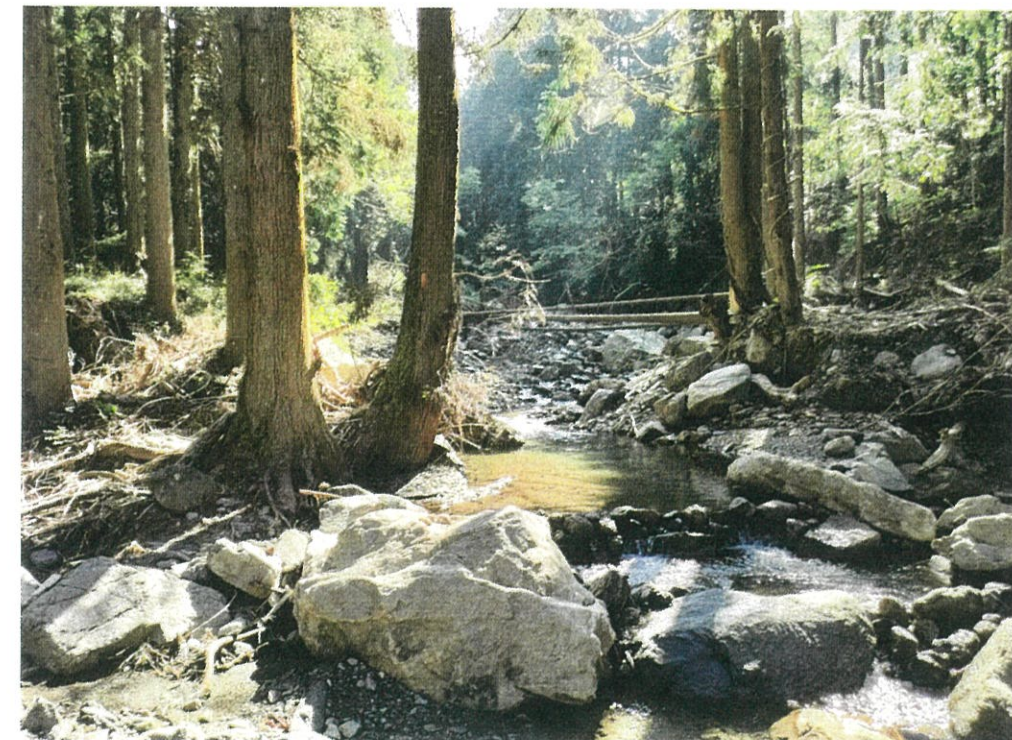
熊本県立大学緑の流域治水共創拠点特別教授、大正大学地域構想研究所客員教授。1955年山口県生まれ。九州大学工学研究院教授を経て現職。専門は、河川工学、河川環境。日本湿地学会元会長など。著書に『協働による環境と防災の調和』『河川の自然環境の保全と復元』『河川風景デザイン』など。

はじめに

ここ三年ほど、本格的に「共創の流域治水」に取り組んでいる。研究や実装を進めれば進めるほど、「共創の流域治水」が、持続社会を構築するうえで重要であり、国づくりを根本的に変える概念や手法であることに気づき始めた。ベ

ースは自然の力を活用することである。これまでの洪水防御は、川に集まってきた雨水をダムや河道で人為的に処理する手法であるが、自然が持つ洪水緩和機能は特に考慮に入れてこなかった。そのため、自然の持つ洪水緩和機能に十分に

意が払われず、その機能は自然が劣化するとともに失われてきた。自然の洪水緩和機能は思ったより大きいことが研究の進捗とともに明確になってきている。また、この取り組みは自然に敬意を払いながら、(ここは重要で



溪流沿いに植えられた針葉樹は根が洗われ、流木化の危険がある。流域治水は流域内へのきめ細かい配慮が重要になる

ある、自然の機能を活かそうとするあまり収奪することにならないような注意が必要である) かつ地域に暮らす人たちの協働なしでは成り立たない手法である。いや、人々との協働が必要であるからこそ、持続可能な国土全体の再編につながるかと考えている。多くの人と自然とが共創する流域全体での雨水のマネジメントが共創の流域治水である。

現在、いろいろな分野で脱炭素や気候変動適応などを契機に国土づくりに対しての大きな変革が始まっている。例えば、スローモビリティ、有機農業、分散型のエネルギー、自然に根ざした解決策(NbS) などであるが、これらに共通することは、大技術でも統制型の技術でもなく、いずれも人が人として、人間の身体感覚の範囲で取り扱うことができることである。

復興を研究で支援する 地域共創拠点の誕生

国立開発法人科学技術振興機構

(JST) が二〇二〇年二月から公募を開始した「共創の場形成支援プログラム」は、同機構による「センター・オブ・イノベーション(COI)」プログラムの後継で、愛称は「COI-NEXT」である。一〇年と見込まれる長期のプロジェクトで、名前の通り、大学のみならず、民間機関と連携する場を作り、日本にイノベーションを起こす拠点を形成しようというプロジェクトで、共創拠点と地域共創拠点の二つのプログラムから成っている。地域共創拠点はこのプロジェクトから開始された新たなプログラムで、共創の場に地方自治体の参加が必須とされたことがその特徴である。

熊本県立大学をはじめ一四の研究機関と、肥後銀行など一四の民間企業が参加する研究拠点である。地方銀行が幹事企業であるのが本拠点の特徴である。持続的な復興は地方銀行にとって重要である。多様な企業との関係性をもつ地方銀行の積極的関与は、流域の多くのステークホルダーと連携しながら進めなければならない流域治水の拠点にとって、最適のパートナー

である。また幹事自治体の熊本県は自らの施策である「緑の流域治水」を進めるために本拠点は重要であり、県を挙げて本研究に主体的に参加し、研究者を強力にサポートしている。蒲島熊本県前知事は、二〇〇八年に貯水型である川辺川ダムの計画を白紙撤回したが、二〇二〇年の球磨川洪水で五〇名もの命が奪われる甚大な災害を目の当たりに

し、流水型の川辺川ダム建設を決断した。併せて、ダムの影響を最小限にすることを含めた新たな政策として「緑の流域治水」という政策を立ち上げた。筆者は、この政策を研究面からバックアップするために、熊本県立大学に招聘されたが、それだけでは政策を強力にバックアップすることはできないこと、筆者の考えている治水の方向と合致していたことから、緑



球磨川水害は交通網を破壊し、地域を分断した



津波洪水と呼ばれた、激烈な氾濫状況

今号の特集は、私たちが実施している、「流域治水を核とした復興を起点とする持続的社会」地域共創拠点による取り組みの一部を紹介するものである。本拠点は、実施機関である熊本県立大学、幹事自治体の熊本県、幹事企業の肥後銀行が幹事グループを形成し、

地域共創拠点6つの研究課題

- 1 拠点全体の総合化
- 2 流域治水技術の開発
- 3 流域治水×環境再生・森林管理
- 4 流域治水×DX
- 5 流域治水×産業創成
- 6 パートナーシップによる流域治水の実現

の流域治水という興味深い政策を進化させるために、「共創の場形成支援プログラム」に応募し、拠点形成を始めることにしたのである。

本拠点は復興後の持続的な社会構築を目標としており、地域の対立課題となりにかねない川辺川ダム問題に対しては、一定の距離を置きながら、純粹に流域治水のあり方を研究する拠点となることを目指して、拠点の形成を始めた。

本拠点では、「緑の流域治水を

の対象とされるほど重要視されてきた。

国土交通省は流域治水という流域を、集水域に氾濫域を加えたものであるとしている。氾濫域と集水域は必ずしも一致するわけではない。多くの大河川の場合、下流で氾濫した氾濫域は集水域を超えていることがあり、洪水防御の観点から流域治水に氾濫域を加えていることは合理性がある。

治水

治水について辞書を引いてみると、大辞林は「河川の氾濫を防いだり、水運・灌漑の便をよくしたりすること」、大辞泉は「洪水などの水害を防ぎ、また水運や農業用水の便のため、河川の改良・保全を行うこと」とある。治水という言葉が洪水防御のみに使われるのではなく、水の便益を得ることに對しても使われていることがわかる。また、専門辞書である土木用語辞典では「水を治めること、すなわち洪水によって起る水害か

核とした、大災害後も安全・安心に住み続けられ、豊かな環境と若者が残り集う持続可能な地域の実現」を将来の地域ヴィジョンとして、それを達成するために、バックキャスト型で六つの研究課題を設定し、鋭意研究を行っている。

流域治水とは何か？

国土交通省は、気候変動による洪水規模の拡大に対応するため、ダム、遊水地、堤防などの河川対策を基本とする従来型の治水方式から、流域対策を従来の手法に加えた流域治水へと政策を大きく転換した。

国土交通省によると、流域治水とは、「河川管理者が主体となつて行う治水対策に加え、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、その河川流域全体のあらゆる関係者が協働し、流域全体で水害を軽減させる治水対策」とされる。従来の治水は、流域自体をマネジメントの対象とはせず、河川に集ま

ってきた雨水をダムや堤防などにより処理する手法である。これに對し、流域治水は、流域自体もマネジメントの対象とし、流域からの流出抑制や氾濫した時にも被害を軽減する氾濫流のコントロール、および流域における住まい方などのソフト対策を含めた洪水防御対策の手法と言える。

流域治水という言葉は「流域」と「治水」の二つの言葉からなる複合語であるが、ここで「流域」および「治水」という言葉について考えてみたい。

流域

水文学や河川工学で使われ集水域のこと。降った雨は山の稜線を境界として流れ下り、小河川を形成する。この稜線の内側の領域がこの小河川の集水域に当たり、これを流域と呼んでいる。小河川が集まって本流となるが、本流を形成する小河川の集水域を包含した領域を本流の流域と呼んでいる。稜線を境界にして、稜線の片側

るから、流域治水を実施する過程で恵みを得る仕組みを作ることこそ、すなわち「リスク」と「恵み」のマネジメントこそ流域治水であると考えている。

流域管理の視点からの流域治水へ

流域治水には、河川管理の視点から見た流域治水と、流域管理の視点から見た流域治水の二つの考え方があり、現在それらは混在し、流域治水をめぐる議論を複雑化させている。この二つの視点には大きな違いがあり、どちらに立脚するのかによって、流域治水の進め方やその結果としての国土の姿にも違いがもたらされる。

河川管理の視点からの流域治水とは、河川に集まった水を処理する観点から流域を考えるアプローチである。流域の取り組みも、河川に水が集まりすぎるときには遊水地を建設し、河川に雨水が集まりすぎて氾濫する場合には、氾濫する場所の避難や土地利用の規制

と他の側に落ちた雨は流れ下る場所が大きく異なり、流域という考え方は古来、大変重要な空間概念である。たとえば、浅間山は利根川と信濃川の流域界に位置するが、浅間山の北側に降った雨は利根川を流れ太平洋に流出するが、南側に降った雨は信濃川に流れ日本海に流出する。ほんの少しの場所の違いによって、水が流れ去る場所が異なるため、水分と呼ばれ信仰

などを行う。河川に集めることができなかつた内水に対しては、ポンプなどを整備し、本流に水を集める処理をする。このように、流域の雨水も基本的には川に集まる水の処理という視点から考える。河川管理の視点から見た流域治水は、川に集まる雨水をどうするかという、従来の治水の延長線上にある。現代治水は河川の流量をベースとする治水手法であり、河



森林調査では流木化の危険などを見て回る



九州では毎年河川の氾濫が発生している

川管理のための流域治水とはこの量概念がベースとなった手法である。後述する流域管理の視点からの流域治水が、流域から出てくる水の量自体を減らし、流れを遅くすることなど、量と時間の概念に基づき、より総合的な視点であるのに対して、河川に流れて来る量から逆算した管理概念である。したがって、流域のすべての住民がステークホルダーといってもその中心となる主体は河川管理者とい



実は農地からの流出も増えている

うことになる。

これに対し、流域管理のための流域治水は一言でいうと、流域のすべての場所に目配りをし、環境や経済にプラスになる方向性とともに洪水に強い国土の構造を整えていく取り組みである。洪水防御の基本概念は、降った雨を量的あるいは時間的にどのように分配するかという問題に帰着される。流域に降った雨はすべてが下流に一気に流れていくわけではなく、一部は浸透、蒸発散、貯留、氾濫などにより、減少あるいは時間的な遅れを生じながらその一部が川を流下する。すなわち、川の流下能力を超える降雨は、貯留・浸透・蒸発させ、洪水流量を減らし、それでも氾濫する場合は、被害を最小限にする措置を行うという手法である。併せて、その取り組みの過程で環境、景観、地域経済にもプラスになるウインウインの関係構築するという立場である。

を整えていく。この積み重ねによって、森林、農地、街の景観も緑豊かに変化していく。それぞれの土地の在り方を大切にし、それぞれの土地周辺の小さな氾濫も防ぎながら、積み重ねによって大きな洪水にも対処していく。それぞれの土地が抱える問題、例えば都市であれば暑熱化、森林であればその荒廃、農地であれば放棄地対策などの問題への解決策も求めていく。このような流域内のそれぞれの土地が抱える問題も流域管理に包含させながら解決していく。すなわち、流域の土地利用を水循環の健全化の視点からマネジメントすることが流域管理の視点から見た流域治水である。

共創を どう捉えるか？

アメリカの企業戦略論の第一人者であったC・K・プラハラードは二〇一〇年の著書『コ・イノベーション経営 価値共創の未来に向けて』(註1)で「共創(co-creation)」という言葉を用い、企業経営の世界に大きな影響を与えた。訳者である一橋大学の一條和生教授が、本書の革新性について「顧客をイノベーションの主體的なプレイヤーに位置づけ、顧客との価値共創こそ企業競争優位の源泉であると位置づけた点にある」とし、「イノベーションが企業単独ではできないように、企業同士の連携も、顧客に感動の価値を提供するために不可欠だ」と著書の先見性に言及している。

プラハラードの考え方は、研究の分野にも導入され、イノベーションを図るためには産学の連携をはじめとした多様なステークホルダーとの共創が必要とされるようになってきた。私たちが参加している「共創の場形成支援プログラム」は、その名称の通り、まさに共創が主役となっている。このプログラムにおける共創とは、「大学などを中心として、企業や地方自治体・市民などの多様なステークホルダーを巻き込んだ産学官共

創のこと」とされている。

私たちの拠点の正式名称は「流域治水を核とした復興を起点とする持続社会」というが、本拠点が目指す「共創の流域治水」の共創は、産学官の共創、地域の人々との共創、老若男女を超えた多世代共創、球磨川だけではなく他の地域との共創、学術の垣根を超えた学術の共創、自然と人との共創などである。このような多様な共創によって、これまでのパラダイムを乗り越えた新しい流域治水が構築できると考えている。共創について深く考えてみると、その意味は大変広がりを持っている。

学問分野を超えた共創

土壌への浸透に関しては、森林水文学の藏治光一郎・東京大学教授、土質力学の笠間清伸・九州大学教授、河川工学の萱場祐一・名古屋工業大学教授、皆川明子・熊本大学教授と筆者らが参加して、議論を繰り返している。それぞれの学問には、学問のパラダイム

(規範となる物の見方や捉え方)があり、そのなかで論理が積みあげられ一つの体系が形作られる。流域治水のように洪水防御のパラダイムがシフトすれば、それに対応した学術のパラダイムが必要になる。

これまでの洪水防御は河川に集まった水进行处理することを前提としたパラダイムであり、河川水文学も河川流量の推定のために発展

してきた。したがって、それぞれの場所から水が出てくる詳細なメカニズムには関心が薄く、流量を予測するモデルのパラメーターとして浸透現象を扱っている。ある地点の流量がよく推定できるように、下流の流量から遡った、アプローチである。

一方、森林水文学は、森林からどのようなプロセスで雨水が蒸発散し、浸透し、流出するのか。そ



森林の道路で浸透能の調査をしながら、多分野の研究者が議論する



模型を使って田んぼダムの効果を説明する高校生。世代を超えた共創が多くの人々の共感と呼ぶ



雨庭の浸透能力を測定する高田研究員。浸透能力をどのように向上させるかが流域治水のキーを握る

流域治水になると、それぞれの場所から流出する流量をコントロールすることが必要であり、そのためにはそれぞれの場所の浸透現象を理解し、さらに浸透能力を向上させる手法を見出し、さらに下流地点での流量に変換させることが必要である。そのためには、それぞれの学問の枠組みを超えて、総合理解し、解決のための手法を編み出す必要がある。わずか三分野の共創であるが、大変エキサイティングである。

世代を超えた共創

筆者は二〇一五年から二〇二〇年までJSTの社会技術研究開発センター(R-STEX)の「持続可能な多世代共創のデザイン」という研究開発プログラムに参加し、「風かおる、緑かがやく、あまみず社会」という研究を実施した。このプログラムに参加する過程で、日本は世代間を超えて交流する機会が大変減っていることを実感した。あまみず社会の研究の成果や哲学

は、共創の流域治水に引き継がれているが、多世代共創というプロセスが、いかに豊かで、人々に安心感と活力を与えるのかを実感した。今回のプロジェクトにおいても、高校生との共創は大きな成果を与えている。この共創の考え方は、私たちのプロジェクトに通底する概念と手法である。

流域治水の第一歩 洪水流量の増加を認識する

流域治水を実施する場合に非常に重要な概念は、流域に降った上流側の雨が集まって洪水が起こることである。洪水は自然現象であると同時に、人の行為による現象でもある。さまざまな長期的な土地改変によって洪水は増加しており、流出抑制をしていない上流側の土地は、洪水発生の原因の一つである。つまり流出を増大させている大部分の土地所有者は流出抑制の責務があり、上流での流出抑制の取り組みは、下流の便

益のためではなく、下流の不利益の解消のために実施する必要があることである。

それでは、国土の改変によって、同じ雨が降っても昔に比べて、洪水流量は増大しているのであろうか。一九六七年に東京大学教授であった高橋裕氏は著書『国土の変貌と水害』において、「流域全体の変貌が、川へ集まる流水の機構を変えたことであり、地下水位の動向を含めて、流域内外の水循環の機構は量的にも時間的にもその仕組みが変わってきていた」ため、「従来は流域内で一時滞留していた流水も、すばやく河道に到達するようになり、洪水流も河道に短時間に集中するため、洪水の出足は早くなるとともに、その量も増大するようになった。洪水の水を遊ばせるのではなく、走らせることになった」と述べている。この指摘から、さらに五〇年以上の月日がたっているが状況はどのように変化したのだろうか。

人口集中地区(DID)の人口

と面積の推移、圃場整備率の変化、道路舗装率の推移を見ると、国土の変貌は、高橋氏の指摘以降も続いた。むしろさらに国土の改変が進んだといってもよい。都市化は一九九〇年ごろまでに急速に拡大し、一九六五年に比べるとDID地域の面積は三倍以上になっている。圃場整備は一九六〇年以降から本格化し現在まで続いているが、すでに七割以上の水田の圃場整備は完了しており、水田の排水良好率については九割を超えている。

道路の舗装も一九六五年以降一貫して行われ、国道ではすでにほぼ全てが舗装されている。都市化、水田の整備、道路の舗装化はいずれも、洪水流出の時間短縮、洪水流量の増加をもたらしている。近年は、山林や農地に太陽光パネルを設置する動きも増えており、それでも流出が増大している。五〇年ほど前よりも、国土の変貌による洪水への影響は格段に大きくなっていると考えていいだろう。

このように、国土の変化によつ

て洪水流量が増加しているということを認識することが、流域治水の第一歩であり、すべての場所からの流出抑制の取り組みの積み重ねにより、流出を減少させることは、ある意味当然のことである。

これまでの国土の変化から類推すると五〇年ぐらいの時間スケールで国土全体からの流出減は十分に可能であると考えている。

自然の作用を活用した方策

それでは、流域治水対策の手法にはどのようなものがあるのだろうか。以下に説明するが、基本は自然の作用を活用した手法である。流域治水の手法を①流出抑制対策、②氾濫流コントロール対策、③流域治水ソフト対策の三手法に分類し、実施している(流出抑制対策は、さらに発生源対策、流達過程の対策、合算時の対策の三つの手法に分けることができる)。

発生源対策

降った雨をその場所で削減あるいは遅滞させる方法で、蒸発、貯留、浸透などの機能を使い実施される。流達率を減ずる方法とは、雨水が流れる過程で洪水流量を減らすあるいは遅らせる手法である。

河道の貯留や氾濫貯留、洪水波の変形などの原理を使って実施される。合算時の対策とは支流間の洪水波のずれを活用して洪水流量を低減させる手法である

氾濫流のコントロール対策

氾濫した場合においても被害を軽減する対策のことである。現代治水では河道を流下する洪水は防御の対象にするが氾濫流のマネジメントは行われていない。江戸時代までは、各地で行われていたが失われた技術である。気候変動下では、氾濫は完全に防ぐことはできないので、重要になってくる手法である。氾濫域での洪水の流速や水深を低減させ、家屋や農地などの被害を防ぐ手法である。水害防備林、洪水流を一部にとどめる横堤、住宅だけをまもる輪中堤などの手法がある。

流域治水ソフト対策

流出抑制を進めるための法制度・補助制度・基準などの社会制度、

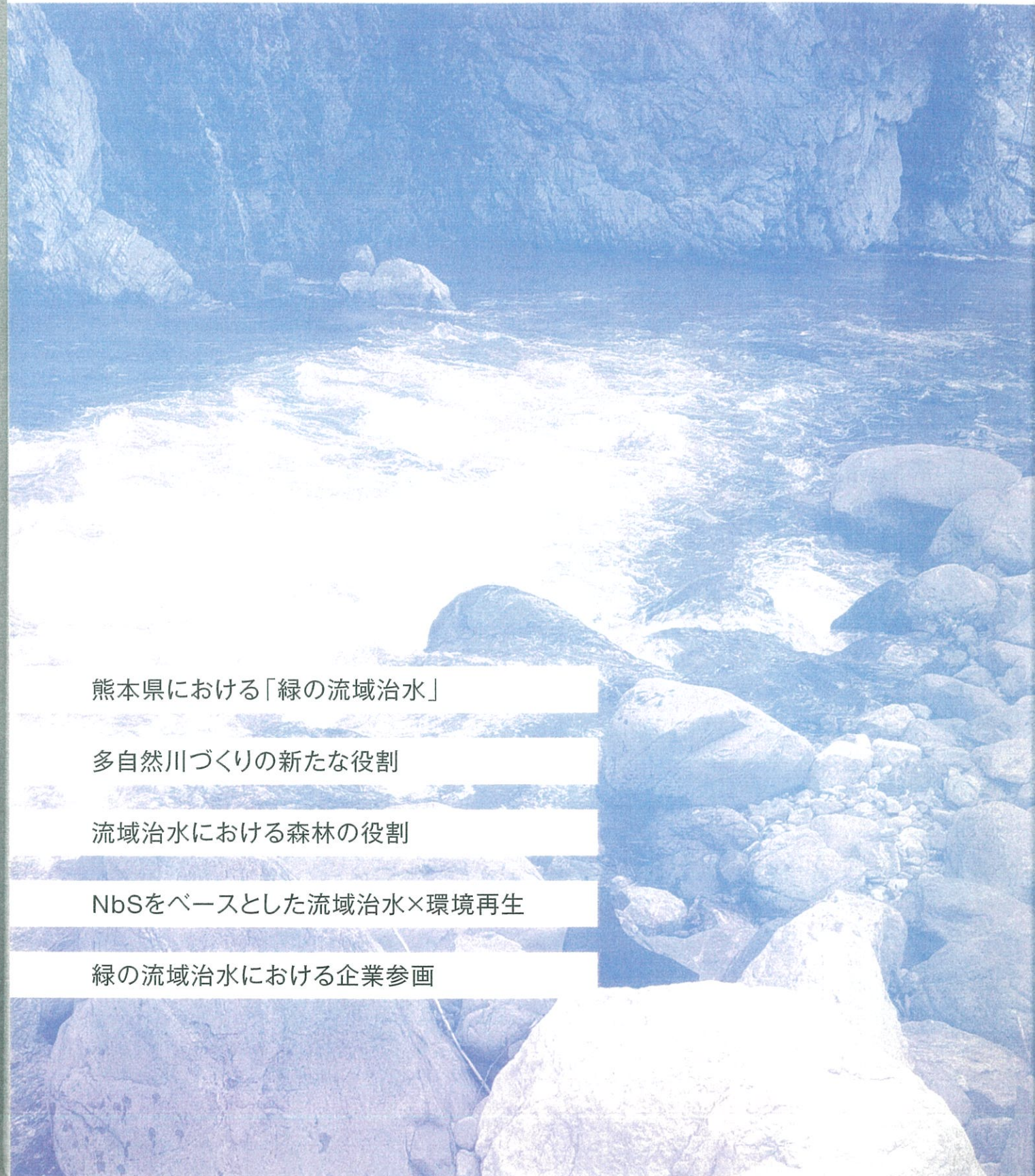
氾濫域への土地利用規制や誘導策、保険制度などである。

流域治水の技術と原理

発生源対策や氾濫流コントロール対策で用いている、物理生態学的な原理について説明すると、森林からの流出抑制で重要な蒸発は、樹林からの遮断蒸発を主として意味する。樹木の葉や枝により降雨がトラップされ、その過程で蒸発され、地面に到達する雨を減らす現象が森林水文学の知見として知られている。その現象は大雨の時も発揮し、降雨量の一〇〜二〇パーセントと言われている。

貯留とは、字のごとく雨水を一時的に貯留することであり、ピーク流量を減らし、洪水を遅らせることができる。雨庭、田んぼダム、湿地再生などで用いられている。浸透とは土に水をしみこませることにより、雨水を減少させる手法である。土の浸透能力を維持し、上昇させているのは土のなかの生

共創の地域治水の 思想とアプローチ



熊本県における「緑の流域治水」

多自然川づくりの新たな役割

流域治水における森林の役割

NbSをベースとした流域治水×環境再生

緑の流域治水における企業参画



ここに雨庭を作りたいという、テレビ局にアドバイス

物であり、土壌生態系は洪水抑制技術の中で重要である。土壌の浸透能力は想像以上に大きく、洪水流量の人的な増大のかなりの部分が土壌浸透量の減少である。これまで浸透マスなど以外では、十分に取り入れられていない手法である。

流達率を減ずるための方策で重要な原理が洪水波の変形である。つるつるの直線的な流路では洪水波は変形しにくい、川幅が変化し、ゆっくと流れる流路では洪水波は流下に伴って変化し、洪水ピーク流量の減少と、洪水が流れてくるまでの時間の増加を起こす。氾濫域の確保、蛇行再生、川幅の変化、粗度上昇などが基本技術である。

流れをゆっくとすることは流域治水における基本原理であるが、なぜゆっくり水を流すことが重要なのだろうか。雨水は、時間と空間からなる領域で水が分配されるわけであるが、水がゆっくと流れるということは、時間軸が伸びることを表しており、時間空間の領域が広がることである。雨の量は時間空間の領域が広がっても変化するわけではないので、単位時間空間当たりの雨水の密度は領域が広がれば小さくなる。すなわち、水が流れてくる時間が長くなれば、雨水の密度が小さくなるので、分配

される水の単位時間空間当たりの量が小さくなり、平均的には分配される水の量は小さくなるはずである。さらに、ゆっくと流れるということは、洪水が到達するまでの時間が短くなるので、避難にとって有利になる。

氾濫流を抑制する原理は、流れの抵抗の増加、流れてくる流木やゴミの補足、流向の変更、氾濫流の抑止である。具体的には樹林帯の設置（流速の低減、流木・土砂のトラップ）、氾濫原の水はねの設置、輪中堤や横堤の設置などである。

流域治水の要素技術の基本は自然の機能の活用あるいは強化であり、いわゆる自然に根ざした解決策（NbS）である。逆の捉え方をすると、自然の洪水緩和機能を低減させてきたのが、ここ一世紀程度の歴史ということになる。自然を再生することが洪水の減少につながるということは大変示唆に富み、興味深い。

おわりに

本拠点では流域治水を実行する過程で、生物多様性、観光、IoT（モノのインターネット）、再エネ、教育、リテラシーの向上、企業活動、地域の主体力の向上など、地域の持続可能性を高める他の活動と連動させながら実施するための試みを行っている。

これは大災害後、安全にただけでは人口減少や地方の疲弊を防ぐことはできず、災害復興の過程で産業創成や地域自立を促進することが、地域の持続性を維持するために必須であると考えられている。

註
1 C. K. プラハラード『コ・イノベーション経営：価値共創の未来に向けて』一橋生協訳、東洋経済新報社、2013年