

森林環境

2 0 2 3

特 集

激甚化する自然災害と森林環境



公益財団法人

森林文化協会

編著＝森林環境研究会

責任編集＝一ノ瀬友博＋黒沢大陸

表 紙

【左上】集落の裏山の急斜面で大面積の皆伐が行われた例。
2020 年 7 月の豪雨で表層崩壊が発生し、土砂が擁壁を押し倒し、人家が被災した＝熊本県八代市

【右下】20 年 7 月の豪雨により下半分が流出した人工林の災害後の状況＝熊本県球磨村、いずれも蔵治光一郎氏撮影

裏表紙

カナダのモントリオールで開かれた生物多様性条約第 15 回締約国会議（COP15）最終日の会場＝環境省提供

特 集

激甚化する自然災害と森林環境

森林環境 2023

<目 次>



特集 激甚化する自然災害と森林環境

序 章	慶應義塾大学環境情報学部 学部長・教授 一ノ瀬 友博..... 6
-----	-----------------------------------

自然災害の現状 激甚化の“診断書”

頻発化・激甚化する災害への対応を地域の持続性につなげる土地利用

総合地球環境学研究所・東京大学准教授 吉田 丈人..... 15

沖積平野の開発と水害 ～命を救うためには何が必要か？～

新潟大学名誉教授 大熊 孝..... 23

森林斜面で起きる土砂災害のこれまでとこれから

東京大学大学院農学生命科学研究科教授 蔵治 光一郎..... 33

自然災害の激甚化による山地災害の特徴と地域社会への影響

九州大学大学院農学研究院教授 佐藤 宣子..... 42

どう備えるか 生態系減災の“処方箋”

NbS — 生物多様性と気候変動の危機へのソリューション

大正大学総合学修支援機構 DAC 教授

IUCN 日本リエゾンオフィスコーディネーター 古田 尚也..... 53

滋賀県版流域治水の制度設計思想

滋賀県立大学環境科学部 湖沼流域管理研究センター 准教授 瀧 健太郎..... 64

「流域治水」は住民と行政の「楽しい覚悟」から

～人口減少時代の国土再生思想を～

参議院議員（前滋賀県知事、元環境社会学会会長） 嘉田 由紀子..... 72

阿蘇と熊本地域の地下水を中心とした水循環システムと熊本地震

東海大学名誉教授 市川 勉..... 84

伝統知・地域知を活かした防災・減災

京都大学大学院准教授 深町 加津枝..... 97

気候変動時代のインフラとしての里山

国立環境研究所 気候変動適応センター室長 西廣 淳..... 105

終 章

朝日新聞論説委員 黒沢 大陸..... 114

トレンド・レビュー

生物多様性条約 COP15 について

環境省自然環境局自然環境計画課

生物多様性戦略推進室 室長補佐 浜 一朗..... 119

TNFD (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures) の最新状況

TNFD タスクフォースメンバー

MS&AD インシュアランス グループ ホールディングス TNFD 専任 SVP

MS&AD インターリスク総研 フェロー 原口 真..... 125

選手村ビレッジプラザの取り組みとレガシー活用

株式会社日建設計 エンジニアリング部門

兼 設計監理部門 ダイレクター 江坂 佳賢..... 132

鎮座 100 年を迎えた明治神宮をさらに 100 年支えていくための課題

東海大学観光学部教授 田中 伸彦..... 139

序 章

慶應義塾大学環境情報学部 学部長・教授 一ノ瀬 友博

1. はじめに

本特集のテーマは、「激甚化する自然災害と森林環境」であるが、2022 年度も日本各地が災害に見舞われた。22 年 9 月 23 日夜から 24 日未明にかけて台風 15 号に伴う発達した雨雲により静岡県各地で記録的な豪雨が観測され、洪水や土砂災害が発生した。東海道新幹線が長時間にわたり運転を見合わせ、東名高速道路、新東名高速道路も土砂の流入により一部区間で通行止めになった。静岡市葵区、駿河区では土砂災害に伴う鉄塔の倒壊により一時 11 万世帯以上で停電となり、清水区では上水の取水口が流木などで塞がれたことにより約 6 万 3 千世帯で断水した。日本列島は過去最強クラスとされた台風 14 号に直撃されたばかりであった。経験したことがない暴風・高波・高潮のおそれがあると気象庁が異例の呼びかけをしたが、九州に上陸後に当初の想定より勢力を落とした。それでも宮崎県を中心に西日本各地に大きな被害をもたらしたが、日本中が少し胸をなで下ろしたあとに発生したそれほど強くない台風が 15 号で、さらに豪雨は台風が温帯低気圧に変わってからであった。静岡県内では 12 時間の最大雨量が静岡市で 404.5mm にも上り、各地で観測史上最大となる記録的な大雨となった。

近年このような気象において、「記録的な」「過去に例を見ない」といったようなフレーズを私たち市民が度々、耳にしているように感じる。22 年だけを見ても、7 月 12 日には埼玉県で局地的な大雨が観測され東松山市の九十九川で越水が確認された。同 15 日には、宮城県大崎市と栗原市では局地的な大雨により 48 時間降水量が観測史上最大を記録し、名蓋川の堤防が

決壊した。8月3日から5日には、東北の日本海側から北陸地方に線状降水帯が発生し、最上川をはじめ数多くの河川が氾濫し、甚大な被害をもたらされた。同9日から東北北部で大雨が観測され、こちらも数多くの河川で氾濫が発生した。また9月上旬に日本に接近した台風11号と活発化した前線の影響で、8月末から9月はじめにかけて西日本を中心に各地で浸水被害が発生し、また死者行方不明者も記録された。そして台風14、15号である。7月から9月までだけでも日本はこのように数多くの気象災害に見舞われている。市民の口から「やはり地球温暖化の影響か」という声上がるのも当然だろう。

21年8月には気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第6次評価報告書・第1作業部会報告書(自然科学的根拠)が公開され、11年から20年の10年間で、世界の地表温度は1850年から1900年の間に比べて1.09度上昇していること、その気温上昇のほとんどが人的な要因であることが示された。加えて、温室効果ガスの排出を最も抑えたシナリオでも2030年代初めに1.5度を超える気温上昇が予測された。このような報告を受け、21年10月から11月にかけて英国グラスゴーで気候変動枠組条約の第26回締約国会合(COP26)が開催され、気温上昇を1.5度に抑える努力を追求することが合意された。各国のリーダーからは30年に向けて排出量を半減させるなど野心的な目標が示された。しかし、22年11月にエジプトのシャルム・エル・シェイクで開催されたCOP27では1.5度の目標に向かうための具体策については合意に至らなかった。

日本においても気候非常事態宣言を出した自治体は、22年11月14日現在で130を数えるようになった。また、政府の方針に沿って50年までのカーボンニュートラルを表明する自治体も22年12月28日現在で800を超える。しかし、COP26の際にNGOや市民団体からは、国々の目標には具体的なロードマップが示されていないことを厳しく批判する声が多数上がったのも事実である。

2. 気候変動への適応策

自然災害は、自然の危険事象(「ハザード」と呼ばれる)によって引き起

こされる。ハザードは地球のあちこちで常に発生していて、それは普遍的な地球の営みである。発生を人間が管理することは極めて困難で、かつ、ハザードは自然生態系を形成する重要なプロセスでもある。そもそもハザードにより人命や財産が被害を受けなければ、災害とは呼ばない。災害を引き起こすハザードは止めることができないので、災害リスクを下げるのが重要であるとされている。災害リスクは、ハザードに加え、^{ばくろ}暴露、^{ぜいじゃく}脆弱性、キャパシティによって決定される。暴露とは危険な場所に人が住んでいたり、財産が置かれていることである。脆弱性には様々なものが含まれるが、例えば地震多発地域にもかかわらず耐震性がない建築物に居住しているといったことである。キャパシティは、災害時におけるコミュニティや組織などの許容力である。気候変動によりハザードの強度が高くなれば、より災害リスクは高くなる。温室効果ガスの発生を抑制したり、二酸化炭素を固定したりする緩和策はハザードの強度を上げないための対策である。気候変動に対応して災害リスクを下げようとするものが適応策となる。そのためには、暴露と脆弱性を低減すること、あるいはキャパシティを高めることが必要となる。

防災・減災を目的とした適応策として、「グリーンインフラ」「生態系減災(Eco-DRR)」「自然に根ざした解決策(NbS)」といった考え方が注目されている。グリーンインフラは定義が定まっていない用語で、国や分野によって少々異なる意味で使われているが、自然と自然のプロセスに立脚し、生態系サービスを活かす手段で、同時にそれらを保全し、社会の持続可能性を高めるインフラといえる。「グレーインフラ」とも呼ばれる既存のインフラを否定するものではなく、それらと相まって効果を発揮する。生態系減災とは、Ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR) の訳である。健全な生態系は災害を防ぐとともに、災害からの影響の緩衝帯としても機能し、人びとや財産が危険にさらされるリスクを軽減するとされ、そのような機能を総称して生態系減災と呼ぶ。グリーンインフラは幅広い概念であるので、生態系減災はグリーンインフラの機能の一つということもできる。グリーンインフラや生態系減災を包含する概念として国際自然保護連合(IUCN)は、「自然に根ざした解決策(Nature-based Solutions, NbS)」という考え方を提唱している。20年に世界標準が示されたばかりの新たな概念で、本特集でもその詳細を紹介する。

3. 各章の構成

本特集は、前半と後半の2部構成となっている。前半では気候変動と人口減が進む中で、日本の自然・森林環境の現状と、激甚化する自然災害の状況を整理する。いわば各分野の専門家による自然・森林環境の「診断書」である。後半は、前半の診断を踏まえ、私たちはどのように備えるべきか、「処方箋」を示してもらう。それぞれの章を具体的に紹介しよう。

前半は四つの章から構成されている。総合地球環境学研究所・東京大学准教授の吉田丈人氏は、気候変動はどのように災害リスクを増加させるのか解説する。主に洪水と土砂災害リスクの上昇について説明し、総合地球環境学研究所のプロジェクトとして進められている日本全国レベルでの災害リスクと生態系サービスの見える化を紹介する。災害リスクを低減し、地域の持続性を高めるために今何が求められるのか論ずる。

長年河川工学の第一人者として活躍してきた新潟大学名誉教授の大熊孝氏には、水害の激甚化を土地利用や住まい方の視点から解説いただく。さらに、民衆の自然観に基づく工夫が忘れられたことと都市行政と河川行政の乖離が、現代の課題の根本に存在することをあぶり出す。

森林は土砂災害リスクを軽減する生態系サービスを有している。しかし、近年は森林における土砂災害が頻発し、流木が2次的な被害ももたらしている。東京大学教授の蔵治光一郎氏は、日本の森林が防災の視点からはどのような状況にあり、なぜそのような被害が起こってしまうのか解説する。加えて、本来森林がどのようなメカニズムで災害リスクの低減をはじめとした公益的機能を発揮するのかについても説明する。

森林が公益的機能を十分に発揮できなくなる背景には、社会経済的な課題が数多く存在する。九州大学教授の佐藤宣子氏は、日本の森林をいくつか取り上げ、どのような社会経済的な問題が森林環境にいかに関与を及ぼすかを事例から解説する。森林の管理の問題に留まらず、林業生産活動や地域社会の構造など、幅広く社会経済的背景を探る。

後半は五つの章から構成されている。近年、生態系減災やグリーンイフラなど、様々な考え方が提唱されているが、IUCNはそれらを包括する概念と

して自然に根ざした解決策 (NbS) を提案している。大正大学教授で、IUCN 日本リエゾンオフィスコーディネーターでもある古田尚也氏は、この自然に根ざした解決策の考え方を解説するとともに、気候変動による災害の激甚化にどのように対応しうるのが、国内外の事例に基づき説明する。

国土交通省は激甚化する災害に対応するために流域治水へと大きな政策転換を図りつつある。滋賀県立大学准教授の瀧健太郎氏は、流域治水とはどのようなものであるか解説するとともに、流域治水条例の制定や地先の安全度マップの整備といった先進的な取り組みをしてきた滋賀県の対策を紹介する。流域治水の推進にどのような課題があるのかについても論ずる。

流域治水の推進には、様々な社会的、政策的な課題が見られる。上流部の森林の健全性の維持から、下流部の災害への暴露を下げる都市開発まで、その対象は多岐にわたる。一方で、日本は急速な人口減少、超高齢化を迎えているので、予算や人的な制約は大きくなっていく。元滋賀県知事で参議院議員の嘉田由紀子氏には、このような悪条件の中で、どのような処方箋が描けるのか解説いただく。

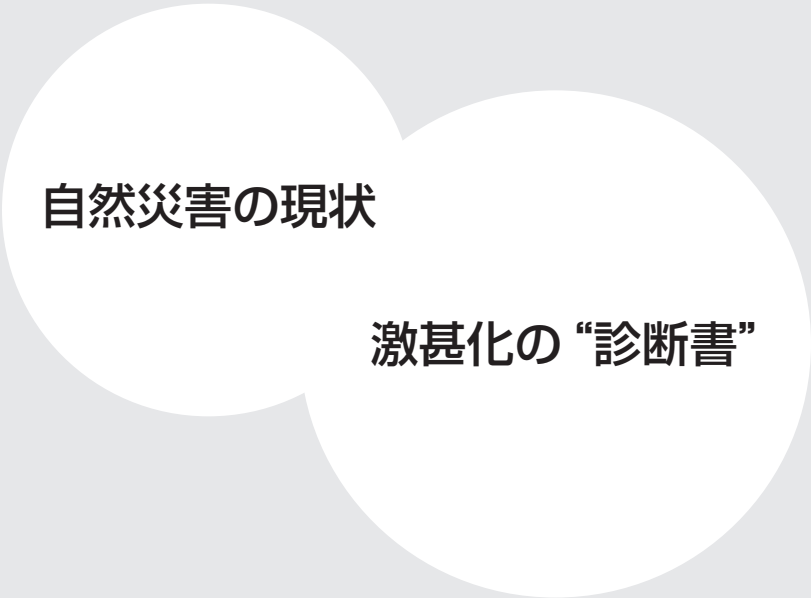
熊本都市圏は飲料水のほぼ 100% を地下水に依存している^{まれ}稀な地域である。阿蘇山を中心とする草原、森林、農地にかん養された地下水が下流部に供給されている。熊本の地下水研究の第一人者である東海大学名誉教授の市川勉氏にこの地下水の動態を解説いただくとともに、熊本地震が地下水に及ぼした影響も紹介いただく。さらに、地下水財団をはじめとした主体による水資源維持の取り組みを「コモンズ」の視点からも取り上げる。

生態系減災、グリーンインフラ、自然に根ざした解決策と呼ばれるような手段には、古くから活用されてきたものもある。防災・減災に関わる「伝統知・地域知」と言えるものを紐解き、現代的な価値と意義を明らかにすることは、今後の気候変動への対応にも必要不可欠である。京都大学大学院准教授の深町加津枝氏は、滋賀県の事例を中心に、歴史的にどのような技術が用いられてきたのか解説する。

里山の自然環境は長い歴史の中で自然と人間によって培われてきたものである。農業生産という視点では、効率的ではないとされ、土地利用の転換や耕作放棄がなされてきた。しかし、里山の機能をグリーンインフラとして再評価することにより、今後の気候変動への対応や地域社会の持続可能性を高

めるために大きな役割を果たし得る。グリーンインフラの第一線で研究と実践を両輪として進めている国立環境研究所気候変動適応センター室長の西廣淳氏が里山グリーンインフラの取り組みを解説する。

以上の前半4章、後半6章を踏まえ、朝日新聞社の黒沢大陸氏が今後の展望をまとめる。



自然災害の現状

激甚化の“診断書”

頻発化・激甚化する災害への対応を 地域の持続性につなげる土地利用

総合地球環境学研究所・東京大学准教授 吉田 丈人

はじめに

人間活動に起因する気候変動が今まさに地球規模で進行している。日本においても、年平均気温は上昇傾向を続けており、猛暑日や熱帯夜の日数が増えてきている。災害をもたらすような極端な気象現象の発生も増えており、洪水による浸水災害や土砂災害を招くような大雨の発生頻度が高まっているほか、高潮による浸水災害につながる海面水位の上昇が続いている。温室効果ガスの排出削減が進められているが、今世紀末にかけての予測研究は、気候変動が継続し、拡大していくという見通しを示している。

2015年に採択されたパリ協定では、世界の平均気温の上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つことが長期目標とされている。その2℃上昇に相当する気候変動シナリオでは、降雨が集まり河川を流れ下る洪水時の流量が約1.2倍になり、河川から水があふれるような洪水が発生する頻度は約2倍になるという推計がある。さらに気候変動が進行して4℃上昇するシナリオでは、洪水の発生頻度が約4倍にもなるという。また、日本付近で発生する台風の強度は今後の気候変動により上がると予測されているほか、海面水位の上昇と強い台風により高潮の規模が大きくなると予測されている。

このような今後の気候変動により、災害が頻発化するとともに激甚化することが懸念されている。これまで想定されていなかったような災害が、今後は起こりうると想定しなければならない。

ところで、災害のリスクは、極端な気象現象がもたらすハザードだけでは決まらない。ハザードへの**ばくろ**とハザードに対する**ぜいじゃく**脆弱性も、災害リスク

に大きく影響する。世界的に見れば極端な気象現象による災害が増加傾向にあるが、それはハザードが拡大したことだけでなく、人口増加とそれに関連する社会的変化がもたらす暴露や脆弱性の拡大にも起因するとされる。日本においても、高度経済成長期には人口増加と都市の拡大があわせて進行し、ハザードがある土地の都市的な利用が増え、ハザードへの暴露が増加した。また、人口減少のフェーズに入った現在においても都市への人口集中は継続しており、都市域に残っている農地や都市周辺の森林などが住宅地として開発されるなど、今なお、ハザードへの新たな暴露が起こっている。

また、ハザードに対する脆弱性についても、将来的に懸念される点がある。高度経済成長期には、災害対応のために多くのインフラが整備され、防災・減災に効果を発揮してきた。それらのインフラは、整備されてから一定の期間が経過し、老朽化にともなって更新が必要な時期を次々に迎えている。インフラの更新や長期的な維持管理には莫大^{ばくだい}な経費が必要とされており、財政的な課題にもなっている。

災害と土地利用

国土の土地利用は、ハザードへの暴露を介して、災害リスクに密接に関係する。住宅用地・商業用地・工業用地などの都市的な土地利用には多くの居住者や財産が存在し、ハザードに暴露されている場合は災害リスクが高くなる。一方、居住者がおらず財産が比較的少ない自然的な土地利用がハザードに暴露されていても、災害リスクは前者に比べて高くない。このように、土地の使い方（土地利用）と災害リスクは深く関わっており、ハザードを避けた土地利用が、被害を未然に防ぎ、抑制することに大きく貢献する。

ハザードを考慮に入れた土地利用は、生態系を活用した防災・減災（Eco-DRR）の一つの具体的なアプローチとしても大事である。Eco-DRR は、防災・減災と生態系・生物多様性の保全を両立することを目的としており、ハザードに暴露された土地を自然的な土地利用とすることはその達成につながる。このような Eco-DRR の考え方は「仙台防災枠組 2015-2030」や「ポスト 2020 生物多様性枠組」などの国際的な方針・施策や、「流域治水」や「次期生物多様性国家戦略」などの国内の方針・施策に取り入れられており、そ

の活用への期待はたいへん大きい。

ところで、ハザードそのものは自然の現象であり、生態学的には「攪乱^{かくらん}」と呼ばれ、生物多様性の維持機構として重要であることも指摘しておきたい。攪乱が多い場所を好んで生息する生物種も多く存在するほか、生活史の一部を攪乱がもたらす環境に依存しており、攪乱がないと生きていけない生物種もいる。これらは、私たち人類が進化するよりずっと以前からの長い生物進化の歴史のなかで、生物多様性の一部として形づくられた生物の特性である。また、適度な攪乱は、生物種間の生存競争が激化することを阻むこと^{はば}などにより、多くの生物種の共存をもたらすことも知られている。このように攪乱は、健全な生態系や豊かな生物多様性が維持されるには欠かせない環境条件の一つとなっている。

災害と土地利用との関係は、それぞれの地域の局所的な場所で重要であるだけでなく、より広い空間スケールでとらえることも大事である。なぜなら、災害をもたらす原因となる水は、上流から下流にかけてまるで木の小枝から太い枝を通して幹に達するかのように集まり流れ下るし、大気への蒸発散や地下への浸透などにより、水は絶えず循環しているからである。そのため陸域での土地利用の変化は、その局所的な場所の災害だけでなく、別の場所の災害にも影響することがしばしばある。たとえば、流域における土地利用が都市的なものになることで雨水の浸透が妨げられ、より多くの水がより速く下流に流れ下ることになり、下流域での浸水災害が引き起こされることがある。また、地形的に水が溜まりやすい窪地やゆるやかに水が流出する谷津地形などがあれば、それらの下流での洪水は抑制されることになるが、このような地形が埋め立てられ都市的な土地利用に改変されると、水を貯めて^たゆるやかに流す機能は失われてしまう。さらに森林や草地などの植生は、蒸散や浸透を促すことにより、地表を流れ下る洪水を低減することにつながる。

防災・減災と地域の持続性への貢献

気候変動による災害の頻発化や激甚化に対してどのような防災・減災を進めるかは、それぞれの地域社会の持続性にとって大きな課題となっている。しかし、地域が抱える課題は防災・減災にとどまらない。人口減少と担い手

不足、地域の経済と財政の悪化、地域文化の衰退、生態系の劣化や生物多様性の損失など、多くの課題が山積している。

防災・減災を、ほかの地域課題の解決と同時に進めることができれば、地域の持続性に貢献できると期待される。逆にいえば、ある一つの課題解決が、ほかの地域課題の深刻化や新しい別の課題の発生につながる如果能够あれば、地域の持続性に貢献しているとは言えないのではないか。たとえば、治水対策のための河川改修が生態系に深刻な影響を与えた事例は古くから知られているし、最近では、再生可能エネルギー発電施設の設置が地域の生物多様性に甚大な損失を与える事例が知られている。

防災・減災の推進により地域の持続性に貢献しようとするとき、災害が発生する異常時と、そうでない普段の平常時の両方の視点をもつことが重要になる。生態系や生物多様性をもつ多様な機能を活用する Eco-DRR は、異常時にも平常時にも機能を発揮することが特徴である。ハザードに暴露された土地を自然的な土地利用とすることで、防災・減災に役立つだけでなく、自然や半自然の生態系がもたらすさまざまな自然の恵み（生態系サービス）を活用することができる。

湿地や自然林などの自然生態系や、田畑などの農地や管理された森林などの半自然の生態系がもたらす生態系サービスには、食料や水など私たちの暮らしを物質的に支える供給サービス、気候の調整や大気・水の浄化など私たちの生活環境を支える調整サービス、レクリエーションや精神的な癒やなど、私たちの文化や精神をさまざまに支える文化的サービスが含まれる。生態系や生物多様性をもつこれらの多様な生態系サービスを活用することは、防災・減災のみならず他の地域課題の解決にも役立つと期待されている。

一方、生態系や生物多様性の状態は、過去数十年の間、劣化する傾向に歯止めがかからない。日本の「生物多様性及び生態系サービスの総合評価 2021」によれば、森林生態系、農地生態系、都市生態系、陸水生態系、沿岸・海洋生態系、島嶼生態系^{とうしょ}のいずれの生態系においても、過去 50 年の間に生物多様性が損失しており、いまだに回復傾向が見られない。

その直接的な原因として「第 1 の危機（開発・改変、直接的利用）」「第 2 の危機（里地里山等の利用・管理の縮小など）」「第 3 の危機（外来種、化学物質など）」「第 4 の危機（地球規模で生じる気候変動）」が挙げられている。

る。このうち第2の危機は、人口減少と少子高齢化にともなう農林水産業や生態系管理の担い手不足に関連しており、人口減少が先進的な課題となっている日本の特徴が表れている。生物多様性の損失は、生態系や生物多様性がもたらす多様な生態系サービスの劣化を引き起こしており、地域の持続性に与える影響が懸念される。生態系と生物多様性の保全と再生を進めることは、本来の自然が発揮できる生態系サービスを十分に引き出し活用できるようにするために欠かせない。

土地利用の効果の見える化

土地利用と災害リスクの関係については先に述べたが、土地利用は生態系サービスとも深く関わっている。ある場所の土地利用が自然的か都市的かの違いによって、その場所でもたらされる生態系サービスは大きく異なるし、どのような地形でどのような土地利用がされるかによって、その下流の地域での生態系サービスにも影響が及ぶ。したがって、土地利用は、災害リスクにも生態系サービスにも重層的に影響している。土地利用がもつ重層的な効果を可視化（見える化）することで、現在の土地利用の意味をより深く理解することができ、将来の土地利用のあり方を考えることができるだろう。

土地利用は実際、どのように災害リスクと生態系サービスに影響しているだろうか。この質問に答えるには、土地利用と災害リスクの関係と土地利用と生態系サービスの関係の両方を評価し、一つの地図として可視化することが必要となる。総合地球環境学研究所のEco-DRRプロジェクト（～2022年度）がウェブ上に公開した「J-ADRES（自然の恵みと災いからとらえる土地利用総合評価）」では、2010年ごろの土地利用を対象として、市区町村別に洪水に関する「災害からの安全度」を評価し地図化している（土砂災害と高潮による浸水災害については23年3月ごろに公開予定）。同時に、それぞれの自治体にもたらされるさまざまな生態系サービス（供給・調整・文化的サービス）を「自然の恵みの豊かさ」として評価し地図化したうえで、「災害からの安全度」と「自然の恵みの豊かさ」の関係が土地利用の総合評価として可視化されている（図1）。

「災害からの安全度」と「自然の恵みの豊かさ」の2次元マップ上に全国

の市区町村がプロットされているが、自治体間でのばらつきは大きい(図2)。それは、同程度の「自然の恵みの豊かさ」のスコアの自治体間でも、「災害からの安全度」がそれぞれ異なることを示している。その主な理由は、「自然の恵みの豊かさ」をもたらす自然的な土地利用が似ていても、災害の危険(ハザード)にさらされた都市的な土地利用の割合が自治体間で大きく違うためである。また、「災害からの安全度」が同程度であっても、「自然の恵みの豊かさ」のスコアが異なることもある。ハザードにさらされた都市的な土地利用の割合が似ていても、「自然の恵みの豊かさ」をもたらす自然的な土地利用の割合が異なることが主な理由である。ほかにも、いろいろな比較をしてみると、これまではわからなかった土地利用の意味の一端が見えてくるだろう。

また、それぞれの自治体において「災害からの安全度」や「自然の恵みの豊かさ」の詳細が大きく異なっている。2次元マップに加えて、すべての評



図1 自然の恵みと災いからとらえる土地利用総合評価(J-ADRES)
出典：J-ADRES ウェブサイト(2022年5月公開版)

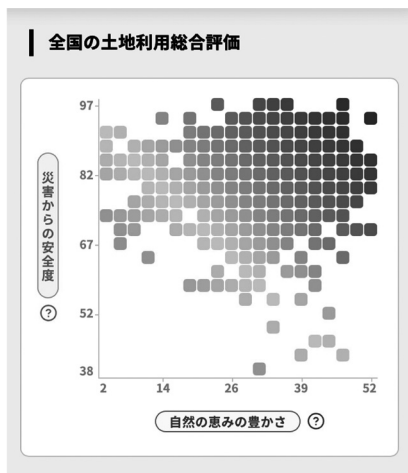


図2 「災害からの安全度」と「自然の恵みの豊かさ」の関係(全国の市区町村がプロットされ、一つの点に複数の自治体が含まれる場合もある。点の色は、二つのスコアの合計点に対応している)

出典：J-ADRES ウェブサイト(2022年5月公開版)

価指標が網羅されているレーダーチャートを見ることで、全国の市区町村における土地利用の効果をより具体的に把握することができる（図3）。このように、土地利用がもつ重層的な効果を可視化することで、土地利用がもたらす地域社会への影響やその将来のあり方を考える機会となることが期待される。

さいごに

災害リスクと生態系サービスに深く関わる土地利用について述べてきたが、土地利用は、私たちの暮らしや社会経済、生物多様性や生態系など、ほかの面とも関わっている。逆にいえば、土地利用のあり方によって、人間社

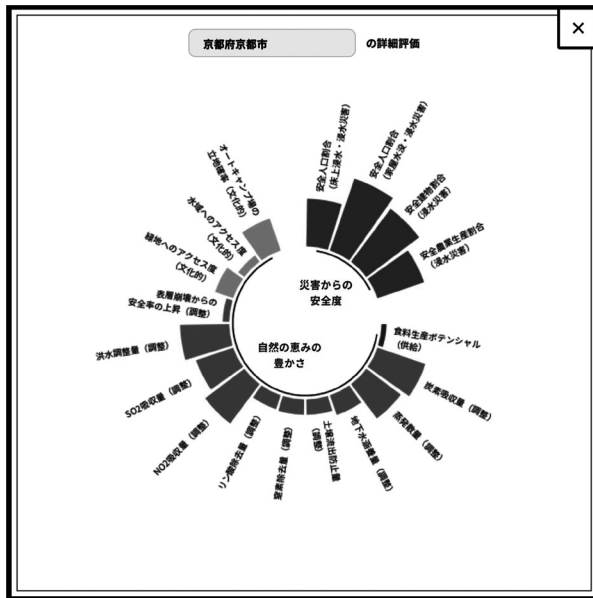


図3 J-ADRESによる市区町村別の詳細評価の例（「災害からの安全度」と「自然の恵みの豊かさ」を構成する個別の評価指標のスコアは詳細データで閲覧できる。「災害からの安全度」は％で示され、「自然の恵みの豊かさ」を構成する生態系サービスは全国の最大値を100として標準化されている）

出典：J-ADRESウェブサイト（2022年5月公開版）

会への影響がさまざまに変わってくる。そのため、街づくりのような地域社会全体のあり方の検討や施策では、街としての都市的な土地利用だけでなく、街を取り囲み、街の外に広がる自然的な土地利用も含めた、総合的な視点や利害の調整が必要になるだろう。これは、街に住む私たち自身に直結する課題である。私たち自身が身の回りの土地利用にもっと目を向け意識して考えても良いのではないだろうか。

そのうえで、土地利用の重層的な意味と関連して発生する利害の調整が必要になってくる。そのとき、地域の土地利用に対して「自分ごと」として意見を発することができる市民の存在は、多様な利害を調整するための対話や協議に多様な関係者が参加することにつながり、それぞれの地域でより良い土地利用のあり方が検討され実現することを期待したい。

[参考文献]

- 1) 文部科学省・気象庁(2020)日本の気候変動2020—大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書一。
<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>, 2022年12月27日確認
- 2) 環境省(2016)生態系を活用した防災・減災に関する考え方。<https://www.env.go.jp/nature/biodic/eco-drr.html>, 2022年12月27日確認
- 3) 環境省(2021)生物多様性及び生態系サービスの総合評価2021(JBO3)。<https://www.biodic.go.jp/biodiversity/activity/policy/jbo3/generaloutline/index.html>, 2022年12月27日確認
- 4) 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編(2017)決定版!グリーンインフラ。日経BP
- 5) 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編(2020)実践版!グリーンインフラ。日経BP
- 6) 総合地球環境学研究所 Eco-DRR プロジェクト(2022)J-ADRES:自然の恵みと災いからとらえる土地利用総合評価。<https://j-adres.chikyu.ac.jp>, 2022年12月27日確認

沖積平野の開発と水害

～命を救うためには何が必要か？～

新潟大学名誉教授 大熊 孝

はじめに

近年、地球温暖化によって豪雨が頻発し、水害が激化しているといわれている。気象庁のホームページによると、1日の降水量が200mm以上の大雨を観測した日数は、統計を開始した1901年からの30年間と直近の30年間を比べると、約1.6倍に増加している。また、地域気象観測システム（アメダス）の観測によれば、1時間降水量50mm以上の短時間豪雨の発生頻度は、統計を開始した76年からの10年間に比べて、直近10年間は約1.4倍に増加している。

豪雨の頻度は、確かに100年前、30年前と比べると増えている。しかし、数百年のスパンでみると、最近の豪雨が過去最多かといえばそうではない。例えば千曲川では、2019年10月に破堤氾濫したが、千曲川大洪水水位標（写真1）



写真1 千曲川大洪水水位標。2019年の穂保破堤地点から約100m下流左岸堤沿いの妙笑寺にある。同年の氾濫水位（推定値）は過去2番目の高さである＝長野市、野池元基撮影。

- | | |
|-----------------------------|-------------|
| ① 寛保2（1742）年 8月2日（新暦8月31日） | 336.29m |
| ② 令和元（2019）年 10月13日 | 335.49m（推定） |
| ③ 明治29（1896）年 7月21日 | 334.70m |
| ④ 弘化4（1847）年 4月13日（新暦5月27日） | 334.62m |
| ⑤ 慶応4（1868）年 5月23日（新暦7月12日） | 334.06m |
| ⑥ 明治43（1910）年 8月11日 | 333.68m |
| ⑦ 明治44（1911）年 8月5日 | 333.59m |

※）上記の標高は2019年を除き測定値

によると、19年の氾濫水位は2番目であり、過去最高は1742（寛保2）年である。

同じことは2019年10月の阿武隈川の洪水にもいえる。左支川安達太良川が阿武隈川に合流する本宮では、19年の氾濫水位は1890（明治23）年のそれより約1m低い。2020年7月の球磨川・人吉の氾濫も、約1200年前建立の国宝・青井阿蘇神社の拝殿が約1.5m浸水したが、同神社の記録から同程度の浸水は1669（寛文9）年、1712（正徳2）年、1755（宝暦5）年にも発生している。

なお、2015年9月の鬼怒川水害では、鬼怒川沿いに線状降水帯が発達し、流域平均雨量は観測史上最大の502mm（3日雨量）に達したが、破堤した箇所は、自然堤防が掘削され応急的に大型土嚢が積み^どまっていた若宮戸地点と堤防が低くなっていた三坂地点であり、豪雨の所為というよりは堤防の保守・点検に問題があった^{注1}。

要は、現代の水害の激化は、地球温暖化によるという以上に、我々の土地利用や住まい方に原因するものであると言いたいのである。

沖積平野に住むかぎり水害は避けられない

22年6月5日のNHKニュースによると、NHKが全国市町村のハザードマップ（1000年に1度の発生リスク対象）と15年国勢調査人口統計から、氾濫リスクのある地域の居住者数を調査したところ、約4700万人とのことである。また、世界銀行などの調査（22年7月発表）によると、100年に1度の発生リスクで浸水する地域の居住人口は、世界では18億人、日本では3600万人とのことである^{注2}。

山梨大学の秦康範准教授によると、1995年から2015年の20年間で、全国の浸水想定区域内の世帯数は約306万世帯増えている^{注3}。20（令和2）年国勢調査人口速報集計から全国の世帯数の変化をみると、1995年から2015年の20年間で約934万世帯増加している^{注4}。20年間の世帯数の増加に対して、その約33%が浸水地域に住みついているのである。

この浸水区域に新たに建てられた住宅が、氾濫を前提に工夫されていれば、水害にならないのであるが、明治時代以降の治水行政はそれらの新規建物に

水害対策を何ら要請してこなかった。その結果、水害が激化しているのである。そして、住民も何ら対策を講じないまま、避難もできずに、多くの水死者を出しているのである。

とくに 2000 年代に入って、寝たきり老人の水死が増えている。私が最初にこれを経験したのは、04 年 7 月の新潟豪雨で信濃川右支川の刈谷田川・五十嵐川が破堤氾濫した事例であった。この水害では 15 人の死者が出たが、寝たきりのままの水死や、階段途中で力尽きての水死があった。その後、16 年 8 月の岩手県岩泉町の水害では、小本川沿いの旧河川敷につくられた平屋の老人施設で 9 人の水死を出した^{注5}。

さらに、18 年 7 月の岡山県倉敷市の小田川流域の洪水氾濫では、51 人が死亡（そのうち 42 人が住居内で水死、45 人が 65 歳以上）^{注6}。20 年 7 月の熊本県の球磨川水害では 50 人が水死し、そのうち 44 人が 65 歳以上であった。とくに球磨村の老人施設・千寿園では 65 人の入所者がおり、部分的にあった 2 階に避難をしていたが、14 人が避難しきれず水死してしまった^{注7}。多くの老人が人生の総決算として建てた自宅や“終のすみか”^{つい}の施設で水死しているのである。

こうした犠牲を見るにつけ、私も 50 年以上河川工学を専門として 80 歳を超えた身であるが、同胞に対して何ら役立っていなかったことに^{じくじ}忸怩たる思いがある。河川工学の一番の目的はこうした水死者を出さないことにあるのではないかと思うからである。

「民衆の自然観」から紡ぎ出された水害対策

日本の平野は、河川の氾濫によって、1 万年から 2 万年かけて形成された沖積平野である。その氾濫原を水田に開発し、多くの人が居住してきたわけで、洪水氾濫に遭うのは必然である。しかし、洪水氾濫があっても水害にしないさまざまな工夫がなされていた。

例えば、利根川中流の左岸、群馬県邑楽郡を中心とした地域の水害対策を見てみよう。この地域は（図 1）のように、利根川、渡良瀬川に囲まれ、中央には谷田川が流れており、洪水氾濫があることを前提として開発されてきた^{注8}。したがって、集落は近くの台地や自然堤防などの微高

ていたのである。(図 1) は 1979 年の調査であるが、水塚は群馬、栃木、埼玉、茨城県の合計で 1512 軒におよぶ。とくに、利根川左岸域と渡良瀬川左右岸域に多い。これは、江戸幕府の水害対策が利根川右岸域に手厚く、左岸域が放置されたからであり、水塚はいわば生業を通じて培われた「民衆の自然観」から紡ぎ出された水害対策だったのである。

なお、先に見たように世界では浸水リスク地域に 18 億人が住んでいる。しかし、その多くは浸水があっても深刻な水害にならない工夫がなされていると考えられる。いわゆる先進国的思考で、浸水地域の人口の多さを哀れむ必要はなく、それぞれの国・地域の自然、歴史・文化に根差した対策がとられているはずである。ところが、先進国といわれる日本では、河川改修が進展した現代において、民衆の自然観に基づく工夫が忘れ去られ、老人の水死という深刻な水害に直面しているのである。

明治以降の河川改修と高度経済成長時代の都市開発 ～2018年倉敷・小田川水害を例に～

日本における中央集権的な「国家の自然観」に基づく近代的河川改修事業は、1896 (明治 29) 年の河川法制定から始まった。この法律で、全国の河川改修に順次国

費が充当され、連続堤防が建設された。その結果、沖積平野における常習的な水害は 1980 年代の高度経済成長期の終わりごろまでには克服できたといっている。しかし、常習的水害がなくなったせいか、



図 3 小田川の破堤氾濫状況／出典：山陽新聞 2018 年 7 月 27 日
※) 末政川下流東岸④の越流氾濫は、筆者の聞き込みでは 7 日 午前 0 時ごろ

安心しきって、水害対策がされないまま新興住宅地が沖積平野に多数建設されたのであった。そして、この傾向は、前述のように 2000 年代に入ってもいまだに続いている。

こうした土地利用の変遷を、18 年 7 月に大水害に見舞われた岡山県倉敷市の小田川流域で見てみよう。この水害状況は（図 3）のごとくであり、浸水面積約 1200ha、浸水家屋数約 4600 棟であり、その多くが 2 階まで浸水し、51 人の水死者を出したのであった^{注 10}。

（図 4）は約 120 年前の小田川流域・真備町の地形図である。住居は基本的に自然堤防や山沿いの高いところに立地し、平野は水田として利用されていた。ただ、高梁川に近い「川辺」という集落は、いわゆる輪中堤防で守られていたが、1893（同 26）年の大洪水では壊滅的な被害を受けている。

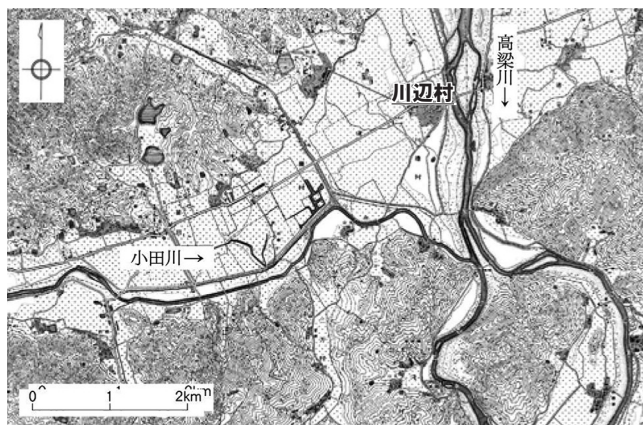


図 4 1897（明治 30）年の真備町地形図

という集落は、いわゆる輪中堤防で守られていたが、1893（同 26）年の大洪水では壊滅的な被害を受けている。

高梁川の河川改修は、1907（同 40）年に内務省直轄で始まる。高梁川は北から南に流れ、比較的急流であるが、小田川合流点付近で 2 派に分かれていた。高梁川・小田川の上流域は古代からタタラ製鉄が盛んで、土砂流出の激しい河川であった（タタラ製鉄は、花崗岩が細かく砕けた、いわゆる真砂に 1% 含まれる鉄分を取り出し、その還元で薪炭を必要とし、二重の意味で山が荒らされ、激しい土砂供給を長年にわたって続けてきた）。

この土砂は洪水が分散する分派点で堆積しやすい。そこで、分散する洪水を 1 本に集め、掃流力を高め、土砂を押し流す方策がとられた。高梁川は北から南に流れやすくなり、倉敷市街地への氾濫を抑えることができた。しかし、これに直角に合流する小田川は西から東に流れる緩流河川で、小田川

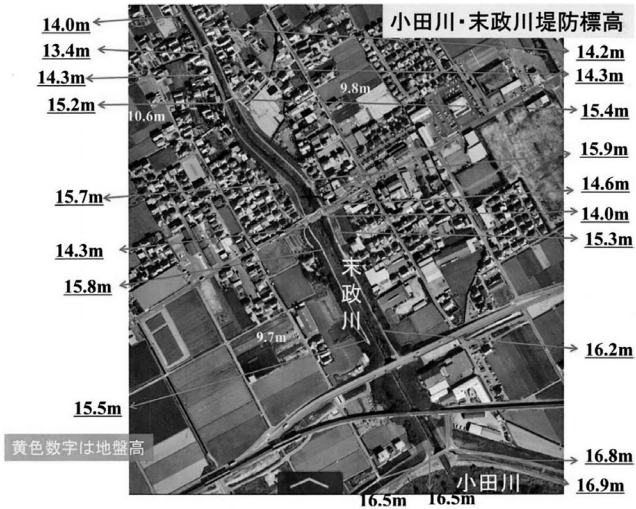
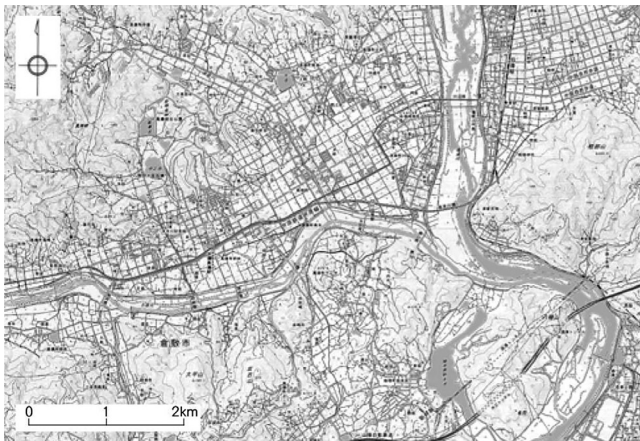


図5 小田川と左支川・末正政川の堤防高比較


 図6 2000年代の小田川左岸地域の状況／出典：国土地理院発行
2万5千分の1地形図「箭田」(2016年調整)を加工

の洪水は高梁川に阻まれ、逆流しやすい状況にあった。

明治政府は苦肉の策として、小田川の洪水は小田川の左岸一帯に遊水させることとし、小田川に合流する左支川・末政川や高馬川の堤防高を小田川堤防高より約1～2m低く設定したのであった。(図5)は小田川と末政川の

堤防標高の比較であるが、小田川の洪水は当然末政川に逆流し、越流氾濫することになる。事実、2018年7月には、この末政川の堤防高が標高14m前後のところから7日0時ごろに越流氾濫がはじまり、大災害に発展したのであった。

明治政府のこのような施策は、水田耕作者にとって、築堤によって水害頻度が減るとともに、10年に1度ぐらいの氾濫はかえって肥料となる土を置いていってくれるという長所もあり、許容される方策であったといえる。しかし、この遊水地としての役割がいつの間にか忘れ去られ、何の対策もないままに都市開発が進んでしまったのである。

次に、(図6)を見てほしい。これは(図4)から約100年後の状況であるが、この水田地帯が市街地として開発されたのであった。現行の都市計画法は1969(昭和44)年に施行されたが、真備町では79(同54)年に同法によって市街化区域と市街化調整区域が指定された^{注11}。2005年に真備町は倉敷市に編入合併されたが、この区域指定の変更はなかった。この真備地区の人口の変遷をみると、1970年に1万2563人であったが、85年に2万2721人と15年間で1万人も増え、その後は微増・微減でほぼ横ばいである。

都市計画法では、70(同45)年に「おおむね60分雨量強度50mm程度の降雨を対象として河道が整備されないものと認められる河川のはんらん区域及び0.5m以上の湛水が予想される区域」は、「原則として市街化区域に含めないものとする」という通達が出されている。しかし、実際はこの通達は全国的に見てもほとんど順守されておらず、洪水氾濫することを忘れ、無防備な都市開発が進められたのであった。換言するならば、都



写真2 子どもたちの水防体験会。濁水中を杖とライフジャケットで歩行した＝2022年7月、NPO新潟水辺の会提供

市行政と河川行政が、それぞれ乖離^{かいり}したまま“シンクロ”することはなかったのである。

おわりに

沖積平野に住むかぎり、洪水氾濫に遭遇することは避けられない。住宅を高床式で堅固に造れば床上浸水や破壊はなく、避難する必要もないであろう。2021 年春、国土交通省は「流域治水」なる方針を打ち出し、今後、河道だけの治水でなく、氾濫リスクのある地域を考慮する治水方針を打ち出した。

しかし例えば、現在進行中の球磨川の河川整備計画をみると、目標流量の処理のために、川辺川ダムが流水型ダムとして復活し、遊水池が計画されている。流水型ダムは環境にやさしいといわれているが、実際は、土砂が貯留型ダムより少ないがそれ相当に堆積し、通常時はダム内が荒廃した原野となり、流水を流すトンネル水路も決して魚類の往来にやさしいものではない^注12。また、遊水池も、土地や住宅を買収し、深く掘削する方針が示されており、地域の自然や歴史・文化が破壊されようとしている。「流域治水」は、本来、それぞれの地域で自然や歴史・文化を尊重しながら住民の命をどう守るか、ぎりぎりの選択が追求され、それを地域ごとに積み上げ連携していくことにあると考えている。しかし、現行の「流域治水」は目標流量をどう処理するかが先行し、住民の生存権が無視されているように感じられてならない。なお、この整備計画が実行されるとしても、完成までには数十年の時間を必要とする。

一方、都市計画行政として、浸水域の建物に高床式などの浸水対策を施すにしても、それを早急に実施することも不可能である。今後も住宅が床上浸水し、氾濫水のなかを避難する可能性はついてまわる。このような状況下で、町内会などの助けを得て避難することもあり得るが、基本は「自分の命は自分で守る」しかないのである。

私は、このような状況下で、もっとも初歩的な対策かもしれないが、各家庭に人数分のライフジャケットを備えておくことを強く勧めたい。仮に、体力のない高齢者などの場合でも、何とかライフジャケットを装着すれば、浸水しても浮きあがり、軽く引き上げられ、2 階に避難しやすくなる。極論す

れば、首だけ水の上に出ていれば水死することはない。また、氾濫濁水のなかを避難する場合も、(写真 2) のように杖を持ち、ライフジャケットを着けて逃げることを勧める。杖は、マンホールや側溝などのくぼみを発見できる。ライフジャケットは、きちんと身に着けている限り溺れにくい。ハザードマップで浸水が想定される地域では、各家庭で人数分のライフジャケットを備えておきたい。それが自分の命を自分で守る手立てになり得る。

〔参考文献・注〕

- 1) 大熊孝『洪水と水害をとらえなおす』、農文協プロダクション発行、農山漁村文化協会発売、2020 年 5 月、123 ～ 126 ページ
- 2) 新潟日報「世界 18 億人に洪水リスク 低所得国が深刻、日本も 3600 万人」、2022 年 7 月 6 日朝刊
- 3) 秦康範・前田真孝「全国ならびに都道府県別の洪水浸水想定区域の人口の推移」、災害情報 No.18-1 2020、108 ページ
- 4) 総務省統計局『令和 2 年国勢調査 人口速報集計結果—全国・都道府県・市町村別人口及び世帯数』、令和 3 年 6 月 25 日、17 ページ
- 5) 大熊孝『洪水と水害をとらえなおす』、同上、126 ページ
- 6) 大熊孝『洪水と水害をとらえなおす』、同上、131 ページ
- 7) 嘉田由紀子編著『流域治水がひらく川と人との関係—2020 年球磨川水害の経験に学ぶ—』、農山漁村文化協会、2021 年 11 月、81 ページ
- 8) 板倉町史編さん委員会『利根川中流地域板倉町周辺低湿地の治水と利水』別巻 4、1980 年、65 ページ、68 ページ
- 9) 大熊孝『利根川治水の変遷と水害』、東京大学出版会、1981 年 2 月、63 ～ 105 ページ
- 10) 大熊孝『洪水と水害をとらえなおす』、同上、130 ～ 142 ページ
- 11) 久保拓巳・福井恒明『水害常襲地の土地利用変遷と都市計画—倉敷市真備町地区を対象に—』、景観・デザイン研究・講演集 No15、2019 年 12 月、136 ～ 141 ページ
- 12) 大熊孝『荒ぶる自然とどう共生したらいいのか？—「流水型ダム」はほんとうに自然環境に優しいのか？—』、ACADENIA、No.182、2021 年 7 月、1 ～ 23 ページ

森林斜面で起きる土砂災害の これまでとこれから

東京大学大学院農学生命科学研究科教授 蔵治 光一郎

山崩れは自然現象、土砂災害は社会現象

洪水は自然現象、水害は社会現象、という言葉がある（大熊、2020）。自然科学において洪水とは川を流れる水量が多い状態を表す言葉で、大雨で川があふれたとしても、人間の生命や財産が被害を受けなければ水害とは言わない。この用語の使い方を土砂に当てはめると、山崩れは自然現象、土砂災害は社会現象、となる。山の斜面は、森林があろうがなかろうが、風雨にさらされ、いずれは大雨や地震により崩れる。崩れた土砂が生命や財産に被害を及ぼさなければ、「土砂災害」とは呼ばない。生命や財産が立地する区域が拡大すれば、これまで山崩れだったものが土砂災害になる可能性が高まる。土砂災害を防ぐために最も重要なことは、山崩れによって被害を受ける可能性がある場所に生命や財産を立地させないことである。以下では、それが現実的に困難な場合、すなわち山崩れが土砂災害に直結するような場合に絞って検討する。

土砂災害の歴史の変遷

日本の土砂災害は、時代とともに移り変わってきた。塚本（2006）は近代以前の土砂災害と近代化に伴う変化について、山地斜面を「A：森林根系健全域」「B：森林根系劣化域」「C：ハゲ山形成域」「D：ハゲ山域」「E：森林・表土回復途上域」の五つに区分し、その組み合わせにより1900年以前を「ハゲ山形成域卓越時代（A, B, C, D）」、1900年ごろ～1950年ごろを「ハ

ゲ山域卓越時代 (A, B, D)」、1950 年ごろ～2000 年ごろを「森林根系劣化域卓越時代 (A, B, E)」、2000 年以降を「森林根系健全域卓越時代 (A, E)」の四つに区分している。そして日本の山地の全域が森林根系健全域ないし途上域となり、国内林業の現状からみて、森林根系劣化域が大規模に生まれる可能性は今後しばらくない、としている。一方、森林の樹木が巨大化し、土砂よりも流木による災害への対策が重要になる可能性、地球温暖化・気候変動による土砂災害の激甚化を示唆している。鈴木 (2009) は塚本の区分を踏まえつつ、1980 年代より前に比べて後では災害統計上の土砂災害が減少したこと、その理由の一つとして、拡大造林からの時間経過とともに、人工林のうち根系の土質強度補強効果が低下する植栽後 5 年から 20 年の間の人工林の割合が急速に減少していったことを指摘した。言い換えれば、1950 年ごろ～2000 年ごろの「森林根系劣化域卓越時代」の後半 25 年間は「人工林における森林根系劣化域から健全域への移行時代」であったことになる。

森林根系劣化地域の再出現と偏在化

塚本 (2006) は、森林根系劣化域が大規模に生まれる可能性は今後しばらくないとみた理由に「国内林業の現状」を挙げていた。この背景には、今後、森林根系を劣化させる可能性がある人間活動は、木材生産を目的とした国内林業であるという仮説と、今後しばらくの間、国内林業は低迷し続け、森林根系が劣化するような大規模の森林伐採は行われまいだろうという予測があった。

しかしその予測に反し、近年の国内林業は低迷を脱したかのようにみえる。木材需給表によれば、国産材供給量は 2002 年の 1692 万 m^3 で底を打ったのち増加に転じた。林野庁は 06 年から「新生産システム」と呼ばれる施業の集約化、安定的な原木供給、生産・流通・加工の各段階におけるコストダウン、ハウスメーカーなどのニーズに応じた効率的な流通、加工体制の構築といった取り組みを集中的に推進した。さらにその後、09 年の政権交代と「森林・林業再生プラン」、11 年の FIT 法、14 年の森林整備保全事業計画における「森林資源の平準化 (若返り)」の促進、19 年の森林経営管理法などの様々な日本国内の木材生産振興策が次々と実行された結果、21 年の国産材

供給量は 3372 万 m^3 まで増加し、うち 935 万 m^3 を燃材が占めるようになった(図 1)。塚本(2006)が想定していた 06 年当時の「国内林業の現状」はすでに過去のものとなりつつある。

しかし、だからといって、日本全国の森林で森林根系劣化域が均等に再出

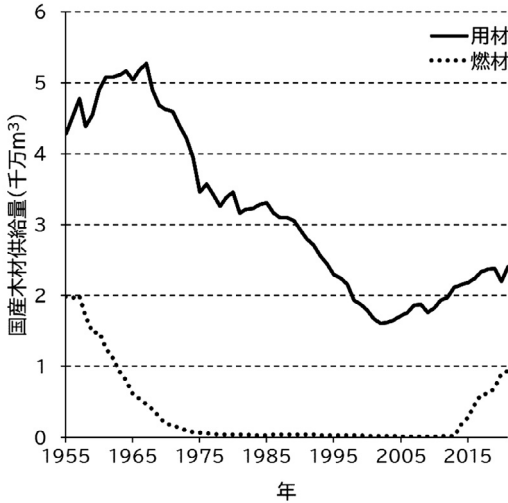


図 1 国産木材供給量の過去 67 年間の変動
2021年「木材需給表」より著者作成

現しているわけではない。林業が盛んな地域は国内に偏在しており、それに連動して森林根系劣化域が局所的に再出現しつつある。林野庁が 5 年ごとを基本として実施してきた「森林資源現況調査」によれば、17 年 3 月 31 日現在で都道府県別のスギ人工林面積のうち若齢林の面積(図 2)は、宮崎県で 7.3%

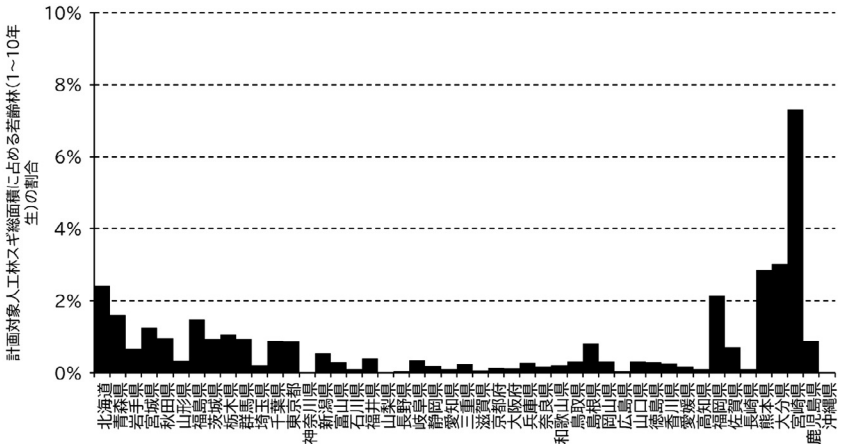


図 2 都道府県別スギ人工林面積に占める若齢林の割合
林野庁「森林資源の現況」より著者作成

と突出して高く、次いで大分、熊本の2県で約3%となっていた。これらの若齢林はおおむね主伐（皆伐）の跡地に再造林することにより成立した人工林であると考えられる。一方、若齢林の割合が0.3%を下回っているのは22府県もあり、これらの府県では皆伐はほとんど行われていないと推測される。

21年6月に閣議決定された森林・林業基本計画によれば、近年の主伐面積に対する再造林面積の割合は約3割なので、過去10年以内に皆伐された山地の面積は、おおむね若齢林の面積に3分の10を乗じた面積と推定される。林業が盛んな地域では、この面積の森林根系劣化域が近い将来に再出現することが予想される。このうち再造林放棄地は、再造林地よりも森林根系劣化域になるまでの時間が短くなるため、土砂災害リスクが高くなる。

20年7月の豪雨で熊本県人吉市の中心市街地が浸水し、多数の犠牲者を出した球磨川の流域は、県内でも特に林業が活発な地域であり、皆伐跡地や若齢林も多く分布していた。著者が21年2月に球磨川流域の森林を調査したところ、皆伐跡地における表層崩壊は、再造林地・造林未済地を問わず、車両系集材が行われ、クローラつきの高性能林業機械が通行した搬出路の切土・盛土法面で起きていた。なかには、集落の裏山の急斜面で大面積の

皆伐を行った場所
所で表層崩壊が
発生し、流下し
た土砂が擁壁を
押し倒し、人家
を押しつぶした
事例もあった
(写真1)（蔵治、
2021）。一方、
架線系集材が行
われていた場所
や、全木集材で
はなく全幹集材
を行い、伐採跡
地に枝葉を敷き



写真1 集落の裏山の急斜面で大面積の皆伐が行われた例。2020年7月の豪雨で表層崩壊が発生し、土砂が擁壁を押し倒し、人家が被災した＝熊本県八代市坂本地区市ノ俣、筆者撮影

詰めた斜面が表層崩壊した事例は確認できなかった。

なお、過去に熊本県球磨村で皆伐前後における生産土砂量を比較した研究によれば、皆伐前は約 $980\text{m}^3/\text{km}^2$ であった土砂量は、皆伐・再造林放棄後5年間、粗放な構造を持つ作業道の路面、切土・盛土法面において生じた多量の土砂によって約17倍の約1万 $6960\text{m}^3/\text{km}^2$ まで増加していた（寺本ら、2015）。

森林根系露出域の出現と溪流沿岸人工林の危険性

鈴木（2009）も指摘しているように、間伐がされない人工林では、林床が暗くなり、下層植生が衰退するため、時として林内で雨滴衝撃によって土壌表面の団粒が壊れ、分散した粒子が孔隙の目詰まりを起こし、浸透能を超えた水が表面を流れ、表面侵食が生じる（恩田、2004）。この現象は表層地質が風化花崗岩である斜面や、ヒノキの人工林で顕著に発生する。表面侵食が生じると土壌が徐々に流亡し、根系が地表に露出していき、根系の土質強度補強効果も、樹木を物理的に支える力も弱くなっていく。このような「森林根系露出域」は、塚本（2006）で想定されていなかった山地斜面区分である。この区分の人工林を強風や大雨が襲うと、倒木や表層崩壊が起きる可能性が高まる。表層崩壊は主に集水斜面（凹型斜面、0次谷）で発生し、蛇抜けや沢抜けと呼ばれ、崩壊斜面上の立木がすべて河道に落下し、洪水によって流され、流木となる。また林道、作業道、搬出路の切土・盛土法面を起点とした表層崩壊も発生する。

流木の発生源として他に重要な区域は、山地溪流の中や沿岸である。溪流の中や沿岸は、増水時に流水にさらされる区域であり、かく乱頻度の高い環境に適応した溪畔林と呼ばれる植生が成立している。この区域を伐採したり植林したりすることは河川生態系にとって望ましくないだけでなく、出水時に濁水や流木の生産源となることから、諸外国では伐採・植林が禁止されていることが多い。ところが日本では山地溪流の中や沿岸に所有権が設定されており、保安林や砂防指定地を除けば伐採・植林の規制もないため伐採され、植林されている区域が多数存在している。溪流が増水するとこのような区画は水没し、樹木が根こそぎ流され流木となる。

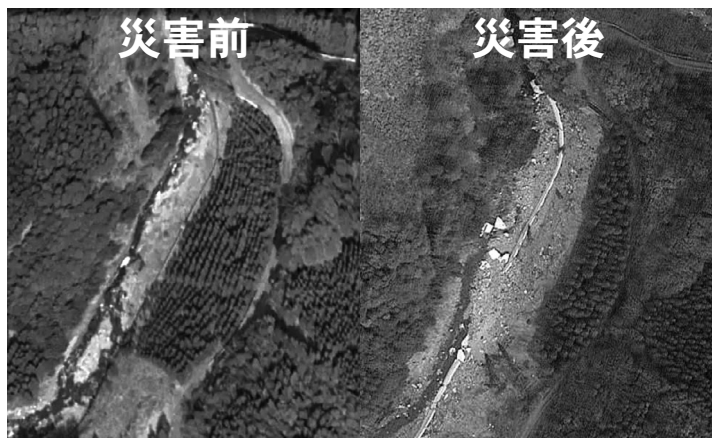


写真 2 2020 年 7 月の大雨により下半分が流出した人工林の災害前後の比較
＝熊本県球磨村楮木川沿い、Google Earthより



写真 3 2020 年 7 月の大雨により下半分が流出した人工林の災害後の状況＝21 年 2 月、熊本県球磨村楮木川沿い、筆者撮影

20 年 7 月の球磨川の災害では、溪流と道路に挟まれた斜面に存在していた人工林の下半分が流出した事例が発生した（写真 2）。人工林と溪流の間にはコンクリート擁壁があったが、洪水流がこの擁壁を越流して斜面下部を

洗掘したことにより、斜面の人工林の下半分が立木ごと崩落した（写真3）。

なぜ被害が起こってしまうのか

『森林飽和 国土の変貌を考える』（太田、2012）を引用するまでもなく、日本の森林は、樹木の成長量が伐採などによる収奪量や枯死量を大きく上回る状態が50年以上続いた結果、有史以来最大の蓄積を有するに至った。蓄積が多くなった分、同じ面積の斜面から流亡し流木となる樹木の量は多くなり、大径木化してきている。加えて、前述した「山地溪流の中や沿岸の樹木」の存在が、流木量を増大させている。塚本（2006）は森林の樹木が巨大化し、土砂よりも流木による災害への対策が重要になる可能性を予言していたが、近年は流木と土砂が複合的に作用した「排水施設や橋梁の詰まり」による災害が毎年のように発生している。

これまでの林道や作業道における大雨時の排水施設や橋梁、流路工などの河川構造物は、おおむね30～50年に一度の大雨を想定し、必要となる流下能力を計算することにより設計されてきた。設計においては水の流れのみを想定し、土砂、流木と一緒に流れてくることは想定していない。その結果、林道の排水開渠、暗渠、橋梁において、流木や土砂が次々と詰まり、排水能力がなくなって水が行き止まり、あふれた水の力で周辺が洗掘され、壊れる事例が多く発生している。橋は頑丈にできているため、橋の前後の路面が洗掘され、橋よりも先に崩壊し、橋の前後に川の新たな流路が形成されてしまう。

これまで、山地災害の未然防止工事および斜面崩壊が起きた後の復旧工事における主な手段は治山堰堤の建設だった。治山堰堤は、上流側の溪床の縦断勾配緩和効果を期待して設置しているものだが、土砂の堆積量が増え、堆積箇所が上流側に推移するにつれて、縦断勾配緩和効果が薄れ、豪雨時に堆積土砂の上を土砂が流れるようになってきている。治山堰堤の直下では落下する水によって洗掘が進み、基礎が露出し、基礎の下から水漏れを起こしている治山堰堤も出現している。

日本の土砂災害は今後どうなっていくか

塚本（2006）は、2000 年以降を「森林根系健全域卓越時代」に区分したが、その後「森林根系再劣化域」や「森林根系露出域」が局所的に混在するようになってきた。過去 50 年間増加傾向にあった日本の森林蓄積のトレンドは今後もしばらく続くが、林業の再活性化に伴う収奪量の増大のほか、無間伐人工林における自己間引き（中岡、2022）やナラ枯れなどの病虫害により枯死する樹木も増加していくため、徐々に頭打ちになっていくと予想される。改正木材利用促進法（脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律）の運用、ポストコロナの SDGs 達成を目指す社会における共有価値の創造、ウッドショックによって露わになったグローバル調達の脆弱性、国内林業活動を制限するルールの緩さなどを踏まえると、国内林業の再活性化の流れは大きくは変わらないだろう。

このような状況下で人間の生命や財産、ライフラインにかかわる土砂災害を防ぐには、まず、大面積、急勾配の斜面、土砂災害（特別）警戒区域に土砂が到達する斜面における施業要件にかかる規制を強化する必要がある。林業の生産性・効率性と方法の粗雑さはトレード・オフの関係にあり、粗雑な方法を防災配慮型の方法で代替するために必要となるコストは木材のユーザーが負担する必要がある。山地溪流の中や沿岸に存在する流木になる危険性が高い樹木はできるだけ除去し、跡地は再造林せずに自然再生に任せることが望ましい。

森林に隣接する道路の排水施設の構造は、水だけでなく土砂や流木が流れることを想定した設計に順次変更し、ハザードマップ上にも反映させる必要がある。橋梁には流木と土砂が詰まり、水が行き止まることを想定し、橋の前後の道よりもむしろ橋が先に壊れるように設計する必要があるかもしれない。流域治水の手段の一つとして「リーキーダム」という手法がイギリスで実践されている。リーキーダムとは集水斜面や微小溪流を横断するように伐倒木を複数本配置し、木杭を鉛直に打って流出しないように固定した簡易なダムだ。このダムは、洪水時に降水を遮断する効果、地表を流れる水を一時貯留する効果、洪水ピーク流量を軽減する効果、洪水の到達時刻を遅らせる

効果、土砂や流木を捕捉し水だけを流す効果、生物生息域の多様性を確保する効果、水とともに流亡する物質を森林内にとどめる効果などの多様な効果を同時に発揮することを期待するものである。日本では長野県が08年1月に策定した「災害に強い森林づくり指針」の中で簡易な治山施設として「伐木筋工」が紹介されている。これは間伐で発生する伐木を運び出さない場合、林内で2～4mに玉切りして横木とし、これに0.5mの縦杭を打ちつけ、斜面に千鳥状に設置する手法である。こういった手法は流域治水としての効果と流木の量を減らす効果の“一石二鳥”が見込める手法であり、これからもっと注目されてよい手法である。

〔謝辞〕

本稿は、JST 共創の場形成支援プログラム JPMJPF2109 の支援を受けたものです。

〔参考文献・注〕

- 大熊孝（2020）『洪水と水害をとらえなおす』農山漁村文化協会、281pp
- 塚本良則（2006）日本の土砂災害と対策の歴史．森林科学 47：4-9
- 鈴木雅一（2009）土砂災害の変遷に与える植生変化の影響．Sabo 100：2-7
- 蔵治光一郎（2021）人工林の皆伐と保水力の関係 雨水遮断力の洪水緩和機能を活かす．季刊地域 47：104-109
- 寺本行芳・岡勝・下川悦郎・金錫宇・全権雨（2015）熊本県の再造林放棄地における作業道の侵食・崩壊の形態と生産土砂量の経年変化．Journal of Rainwater Catchment Systems, 20(2)：67-74
- 恩田裕一（2004）森林の荒廃は洪水や河川環境にどう影響しているか．蔵治・保屋野編『緑のダム 森林・河川・水循環・防災』築地書館、23-35
- 太田猛彦（2012）『森林飽和 国土の変貌を考える』NHK 出版、260pp
- 中岡茂（2022）日本の森林再生の方向．農村と都市をむすぶ 847：37-46
- 林野庁（2021）森林・林業基本計画
(<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/plan/attach/pdf/index-10.pdf>)（2022年11月22日閲覧）
- 農林水産省（2022）木材需給表・長期累年
(https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokuzai_zyukyu/)（2022年11月12日閲覧）
- 林野庁（2017）森林資源の現況（2017年3月31日現在）
(<https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h29/index.html>)（2022年11月12日閲覧）
- 長野県林務部（2008）災害に強い森林づくり指針
(https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/sangyo/ringyo/hozen/chisan/documents/shishin_8.pdf)（2022年11月12日閲覧）

自然災害の激甚化による山地災害の特徴と地域社会への影響

九州大学大学院農学研究院教授 佐藤 宣子

1. はじめに

近年、日本列島は毎年のように豪雨災害に見舞われ、地球温暖化による自然災害が遠い国の出来事ではなく、私たちの日常生活に影響をもたらすものとして意識されるようになってきている。河川氾濫が同時多発するなど、河川整備だけでは洪水防止が難しいとの認識が広がり、流域治水関連法が2021年に施行された。国土の約7割を占める森林には土砂災害を抑止し、保水機能を高めることが期待されている。

一方で、日本の森林は私的所有が過半を占め¹⁾、木材生産という生業の場でもある。とくに近年、戦後に植林した人工林が利用時期を迎え、伐採活動が活発化している。そうした中で災害形態も変化している。そこで、本稿では、近年の山地災害の特徴を既往文献と林野庁資料によって把握し、筆者が九州で実施したフィールドワークを事例に豪雨災害が地域社会にもたらした影響について考察する。さらに、減災のための地域で始まっている新たな試みを踏まえ、政策課題について論じたい。

2. 林野関係被害の推移と新たな災害形態

(1) 統計でみる林野関係被害の動向

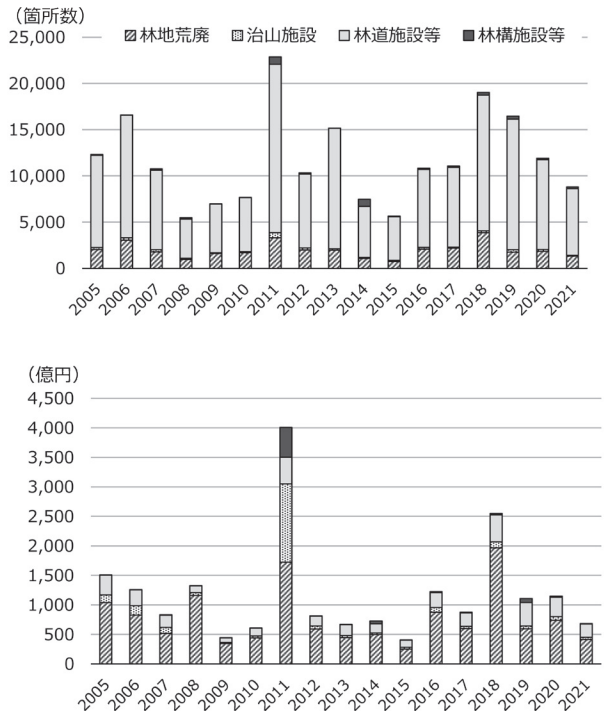
まず、山地で生じている災害の実態を統計数字でみておきたい。図1は、都道府県の森林部局から林野庁に報告された情報をもとにした「災害情報」で、林野関係被害の被害種別箇所数と被害額の05年度以降の推移を示して

いる。東日本大震災が起きた 11 年が箇所数、被害額ともに突出している。箇所数では、05 年度以降、毎年 5000 力以上の災害が報告され、16 ～ 20 年度の 5 年間は年間 1 万力以上の林野被害が続いたこと、土砂崩壊や土石流などの「林地荒廃」よりも「林道施設等」の割合が箇所数としては多く、約 8 割を占めていることが特徴である。

被害額をみると、11 年について 18 年が 2600 億円と大きかったことがわかる。広範囲に線状降水帯が発生し、山腹崩壊が相次いだ「平成 30（2018）年 7 月豪雨」が影響している。18 年の被害額は、林野庁の当初予算額の約 3000 億円に匹敵する金額である。被害額の被害種別の傾向として、1 力所あたりの被害額が

大きい「林地荒廃」の割合が全期間平均で 64％を占めるものの、00 年代前半に 2 割程度だった「林道施設等」の被害割合が近年、3 割程度に高まっている。

なお、林野庁が「林道施設等」として把握している災害には、特用林産物の施設などは含まれるものの、木材搬出の際に必要な作業道や伐採現場に敷設される集材路の被害は含まれていない。これらを含め



※林野庁「森林・林業統計要覧」をもとに作成。林野関係被害として病虫害など面積で把握されている「森林被害」は除いた

図1 林野関係被害 被害箇所数（上段）と被害額（下段）の被害種別推移

ると、林内路網の被害箇所数はさらに膨大になることが推察される。

(2) 新たな災害形態の顕在化

また、林野庁「災害情報」では、「林地荒廃」の形態を把握することはできないが、21年6月に発表された「森林・林業基本計画²⁾」は、近年の林業生産活動の活発化にともなう課題として、「近年の主伐面積に対する再造林面積は低位にあり、林業に適し、将来にわたり維持すべき育成単層林において、人工林資源が再造成されていない状況が見受けられる」³⁾ また、「皆伐地において粗雑に作設された集材路から土砂の流出・崩壊が発生するケースや、更新方法の検討が十分でないために計画した天然更新が完了していないケース」⁴⁾なども生じている、としている。

(3) 流木災害の実態

こうした新たな山地災害は、気候変動の中で災害外力が高まっていると同時に、ハゲ山が広がり、森林が劣化した時代とは異なる森林の資源状況と林業生産システムが変化していることも影響している。わが国の森林は、戦後植林した人工林が成長するとともに、天然広葉樹の薪炭利用が減り、蓄積量が増加して「森林飽和⁵⁾」状況にあるとされている。短時間に大量の雨量が降る「ゲリラ豪雨」によって、樹木根系で抑制しうる限界を超え、いったん山腹崩壊が発生すると、上部の立木が土砂とともに流下して、1990年代から流木災害が各地で報告されるようになっていく。

とりわけ、「平成29(2017)年7月九州北部豪雨」(写真1)では、「過去最大級」と言われる約21万 m^3 の流木が発生した⁶⁾。同豪雨は同年7月5日に線状降水帯が発生し、福岡県朝倉市と同東

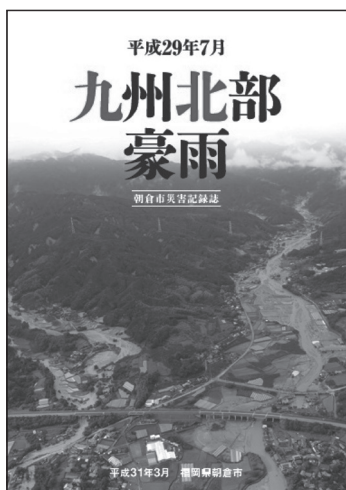


写真1 平成29年7月九州北部豪雨被災の状況＝福岡県朝倉市災害記録誌の表紙写真

峰村、大分県日田市の山間地域に9時間で774mm(朝倉市北小路公民館観測所)という短時間に記録的な豪雨をもたらした⁷⁾。(写真2)にみるように、谷地形部分の土砂崩壊が多発し、土砂とともに流木が家屋に流れ込んだ。流木が民家や農地に直接被害をもたらすとともに、橋梁を塞いで筑後川に注ぐ多くの支流が氾濫し、被害を拡大させた。流



写真2 平成29年7月九州北部豪雨被災地の表層崩壊の現場＝大分県日田市大鶴地区、2017年7月25日撮影

木は、筑後川から有明海まで流出し、水産業へも甚大な被害をもたらした。

流木災害は1990年代から河川研究者の間で問題視されてきたものの、九州北部豪雨の被害によって、森林の問題として広く認識されるようになった。林野庁では、流木被害対策として、流木を流下させないためのスリット式の治山ダムをハード対策として重視するようになった⁸⁾。同時に、被災地域はスギを中心として人工林率が8割を超える林業地であり、流木災害のリスクを減じるための森林管理や林業のあり方にも疑問が呈された。

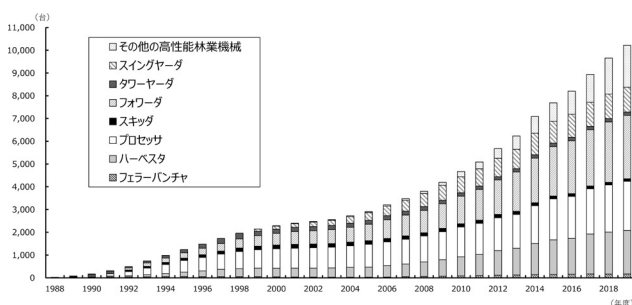
溪流や河川沿い、斜面の雨水を集める地形で崩壊発生地点となりやすい「ゼロ次谷」での森林の配置や管理について、三重県や長野県、大分県などでは流木となりやすい樹木の伐採や間伐、針広混交林化の促進などの独自施策も始まっている⁹⁾。今後、それらの施策効果を検証し、生物多様性保全にとっても重要な溪畔管理のあり方、一般的に樹木の成長がよいゼロ次谷部分の林業生産との調整などを議論する必要がある。

(4) 皆伐施業地における土砂災害

森林飽和という状況の下で流木被害が激甚化する一方で、皆伐地や林内路網を起点とした土砂災害も近年多く報告されている。森林状況の変化との関連でみると、日本全体では森林蓄積が増加する現状にあるものの、2010年

代になって九州、東北、北海道を中心に利用段階を迎えた人工林資源の主伐（その多くが皆伐施業）が活発化している。

国際的に木材需給が逼迫^{ひっばく}する中で、国内の木材産業が国産材利用を進めており、政府も林業を成長産業と位置づけた。それまでの間伐推進だけではなく、14年以降は主伐・再造林を推進している。その流れにおいて、素材生産の現場では、生産コストの削減と労働生産性を上げるために、00年代後半以降、高性能林業機械が急速に普及している（図2）。とくにフォワーダ、プロセッサ、ハーベスタが拡大している。これらは車両系林業機械と称され、伐採地に高密度で集材路をつくって材を搬出する（写真3）。



※林野庁「森林・林業統計要覧」および林野庁ホームページ「高性能林業機械の保有状況」をもとに、林野庁「令和2年度 森林・林業白書」を一部加工して作成

図2 高性能林業機械台数の変化

皆伐面積が増加している熊本県南部の球磨川流域では、「令和2（2020）年7月豪雨」によって球磨川の洪水氾濫と土砂災害で甚大な被害が発生した。同流域は00年代から皆伐が進んだ地域である。皆伐後、再造林しても新しい樹木根系が育つ20年生ごろまでは崩壊リスクが高まることがこれまでも知られているが¹¹⁾、無秩序な伐採や作業道・集材路開設



写真3 車両系高性能林業機械による伐採現場
＝2022年10月6日、吉村哲彦氏撮影

が山腹崩壊要因となっている箇所がみられる。

人的災害が大きかった球磨村を対象として、NPO 法人自伐型林業推進協会が実施した Google Earth 画像の目視による崩壊種類調査¹²⁾によると、崩壊の 45% は皆伐地、44% が作業道起因、5% が林道・公道起因で、これらを合わせた 94% が林業施業に関係していると指摘している。地元住民、とくに内水面漁業者からも皆伐施業による土砂流出量の増加と土砂災害リスクの高まりに対する懸念の声が上がっている。

なお、同流域で 02 年にスギ 40 年生 96ha の皆伐後、再造林が放棄された林地を調べた寺本らの研究によると¹³⁾、30 度以上の急斜面が伐採面の 6 割を占め、伐採前から表層崩壊が発生していたこと、伐採後 5 年目に根系が腐朽していたこと、5 年間の土砂の侵食・崩壊はすべて路網起源であった、とされている。年生産土砂量は、伐採前には約 $980\text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{年}$ であったが、伐採後 5 年平均で $16960\text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{年}$ と約 17 倍も増加し、伐採後 6 年目には $1170\text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{年}$ であったこと、路網の幅員によって生産土砂量は大きく異なり、4m 幅と 3m 幅を比較すると、前者が後者の 19 ～ 26 倍も多いことを指摘している。

今後、上空からの画像では判読が困難な、間伐遅れやシカ害被害¹⁴⁾による土砂流出などと合わせて考察し、林業のあり方を環境保全的にする方策の研究が求められる。それらの知見を踏まえて、素材生産活動の制限や環境保全型林業の支援のあり方について、林業者と行政や地域住民との合意形成を計ることが必要である。

3. 豪雨被害が山村社会に与えた影響

(1) 人口と世帯数の減少

次に、以上のような豪雨による山地災害が山村社会に与えた影響を紹介する。

先に紹介した 17 年 7 月の九州北部豪雨の被災地の戸数変化をみると、豪雨被害が集中した朝倉市旧杷木町は、災害前の 4 小学校区に 50 集落、2154 戸から、19 年 9 月段階で 1911 戸と 10% 以上の減少となった¹⁵⁾。とくに花崗岩地質が多く、被害が集中した松末校区では、戸数が半分以上となり、

11 集落のうち 4 集落は長期にわたって避難指示地区とされ、居住戸数がゼロとなった。4 集落は柿などの果樹と林業が盛んだった集落である。

20 年 7 月の豪雨被災地の熊本県球磨村では、国勢調査による人口が同 10 月に 2438 人となり、15 年調査の 3698 人から 34.1%も減少した。この 5 年間の人口減少率は全国の市町村で最も大きかった。

このように、過疎が進んだ山村において近年の激甚化する災害は人口と世帯数を減少させ、集落消滅を進めていると考えられる。

(2) 豪雨被害による森林所有者への影響

また、豪雨災害は森林所有者へも大きな影響を与えている。二つの調査事例を紹介したい。

大分県日田地方は 17 年 7 月の九州北部豪雨、20 年の 7 月豪雨と立て続けに被害が発生した。一つ目の事例は、同市中津江村の大規模森林所有者 A 氏である。20 年に時間雨量 120mm、24 時間雨量 500mm 以上の豪雨によって、1200ha の管理山林に敷設した 35 本の 4m 幅の基幹となる作業道のうち、26 本が法面崩壊、路肩崩壊、路面侵食によって使用できなくなった。被災前まで、A 氏は間伐を主体に年間 2000m³ 程度の素材生産をしていた。新たな取り組みとして、工務店や設計士への独自販路を確保し、林業の 6 次産業化を本格化させようとした矢先の被災であった。直営作業班で若手林業者を確保し、機械化にも着手していた。

数時間に集中して降った雨によって、作業道の被災調査に 1 年間を要し、災害復旧作業と行政手続きを優先させるため、素材生産は約 2 年間ストップせざるを得ないとのことであった。21 年春から、米国発の木材需要拡大による「ウッドショック」で木材価格が上昇した。川下の木材加工工場からは「山から木が出てこない」という声も聞かれる。しかし、生産したくても、この数年間の豪雨被害によって、生産活動の再開ができない林業経営者も多いことが予想される。

前述した災害情報に計上されている被害額は、被災現場の復旧に要する費用を基に算出されているが、林道・作業道の損壊は森林所有者に収入機会の喪失という形で経済的損失を与えている。

さらに、二つ目の調査事例は日田地方で実施した九州北部豪雨で被災した

森林所有者調査である。林業経営意欲が低下し、とくに土砂・流木災害を経験した地域では、所有林が崩壊し樹木が流下して下流域に被害をもたらすことを恐れ、森林の売却意向が強まっていた¹⁶⁾。

4. まとめにかえて～減災に向けた新たな取り組み～

以上みたように、近年の豪雨被害は、山村の人口減や森林所有者への経済的損失と意欲低下をもたらしている。一方で、環境保全的な林業をめざす新たな取り組みも始まっている。

熊本県は、22年4月に「森林所有者及び林業者のための『林地保全に配慮した林業のガイドライン』」¹⁷⁾を作成し、普及を図っている。急傾斜地や人家に近い場所では皆伐を避けること、崩壊発生源の可能性が高い場所を避けた伐採や道づくりをすること、架線による木材搬出、水を分散させる道づくり、皆伐後の適切な植栽などを推奨している。ガイドラインは自主的な取り組みであるが、流域住民を含め広く「地域に認められる林業」のあり方を模索する林業経営者が施業方針を定め、現場技術者の意識改革につながることを期待される。

また、民間レベルでも、本稿で紹介した被災各地において、「自伐型林業」に取り組む動きが広がっている。自伐型林業は小規模機械を用いた間伐中心の素材生産と幅員を抑えた壊れない道づくりを特徴とする林業である。林業の若手担い手育成という視点からだけでなく、農山村地域への移住・定住を進め、消防団に加入するなど防災の担い手としての活躍も注目されている¹⁸⁾。

こうした新たな取り組みを促進させるためには、大規模・集中化の方向ではなく、環境への負荷を低減させるような小規模林業を位置づけることが必要である。大規模専門的な林業経営のみを視野に入れた森林政策からの脱却、および様々な取り組みと減災効果に関する森林科学研究の進展が求められる。

〔謝辞〕

JSPS 科研費（課題番号 18H04152）の成果の一部である。

〔参考文献・注〕

- 1) 林野庁業務資料（2017 年 3 月 31 日）によると、森林法第 2 条第 1 項規定の森林の所有区分別森林割合は、国有林が 31%、公有林（都道府県、市町村、財産区）が 12%、私有林が 57%である。
- 2) 森林・林業基本計画とは、2001 年制定の森林・林業基本法の下で、おおむね 5 年に 1 度策定される森林と林業の基本計画である。2021 年 6 月に策定された計画では、「森林・林業・木材産業による『グリーン成長』」を掲げた。
- 3) 令和 3 年 6 月「森林・林業基本計画」2 ページ (<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/plan/attach/pdf/index-10.pdf>)〈2022 年 5 月 10 日閲覧〉。
- 4) 同前 15 ページ
- 5) 太田猛彦（2012）『森林飽和 国土の変貌を考える』NHK出版
- 6) 筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会（2019）「筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会報告書」28 ページ
- 7) 朝倉市・（一社）九州地域づくり協会（2019）『平成 29 年 7 月九州北部豪雨朝倉市災害記録誌』1-3 ページ
- 8) 芦田真亜（2019）「平成 29 年 7 月九州北部豪雨による流木被害を踏まえた治山対策について」『水利科学』62 巻 6 号、23-35 ページ。
- 9) 三重県では、「みえ森と緑の県民税」を用いて「災害に強い森林づくり」の事業で災害緩衝林の整備と土砂・流木の除去事業を実施している。(<https://www.pref.mie.lg.jp/SHINRIN/HP/mori/74681015390.htm>)〈2022 年 9 月 20 日閲覧〉
- 10) 図 2 の中でタワーヤーダとスウィングヤーダは架線系集材用の機械である。
- 11) 川口武雄（1991）「森林の山崩れ防止機能論議」『水利科学』35 巻 2 号、26-46 ページ
- 12) 自伐型林業推進協会（2021）「災害と林業～土石流被害と林業の関係性の調査報告」(<https://zibatsu.jp/info/event/210915-saigai>)
- 13) 寺本行芳・岡勝・下川悦郎・金錫宇・全權雨（2015）「熊本県の再造林放棄地における作業道の侵食・崩壊の形態と生産土砂量の経年変化」『Journal of Rainwater Catchment Systems』Vol.20-2、67-74 ページ
- 14) 南光一樹（2013）「ヒノキ人工林における林内雨の運動エネルギーと樹高・生枝下高・樹冠長の関係」『日本森林学会誌』Vol.95-4、234-239 ページによると、林冠のない裸地よりも林冠のある人工林の方が雨滴のエネルギーは大きいとされており、シカの食害で下層植生のない森林は土砂流出が大きいことが考えられる。
- 15) 杷木ボランティアの会（2020）『2017 年 7 月 5 日あのときを忘れない 九州北部豪雨から 2 年…』19 ページ。戸数は各区会長調べによる。
- 16) 尾分達也・知念良之・佐藤宣子（2020）「土砂・流木災害後の森林所有者の意識変化 ～平成 29 年九州北部豪雨を事例に～」『九州森林研究』No.73、87-90 ページ。
- 17) 熊本県森林整備課（2022）森林所有者及び林業者のための「林地保全に配慮した林業のガイドライン」(<https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/179622.pdf>)〈2022.6.20 取得〉
- 18) 佐藤宣子（2020）『地域の未来・自伐林業で定住化を図る 技術、経営、継承、仕事術を学ぶ旅』全国林業改良普及協会

どう備えるか

生態系減災の“処方箋”

NbS－生物多様性と気候変動の危機へのソリューション

大正大学総合学修支援機構 DAC 教授・IUCN 日本リエゾンオフィスコーディネーター

古田 尚也

はじめに

2021 年に英国グラスゴーで開催された国連気候変動枠組み条約 (UNFCCC) COP26 で採択された成果文書「グラスゴー気候合意」では、パリ協定の達成のために自然や生態系の保護・保全・再生の重要性が明記された。この背景には近年、急速に注目されてきた NbS－自然に根ざした解決策 (Nature-based Solutions) というアプローチへの国際社会の中で支持の高まりがあった。22 年にエジプトのシャルム・エル・シェイクで開催された COP27 では、これをさらに一歩進めた NbS を推進するための国際パートナーシップ (ENACT) がホスト国のエジプト政府のイニシアチブとして立ち上げられるとともに、カバー決定に NbS の文言が明記された (COP27 Presidency Website 2022)。

22 年 12 月に開催された生物多様性条約 (CBD) COP15 で採択された 30 年までの次期生物多様性の国際目標「昆明・モンテリオール生物多様性枠組」の中でも、NbS は複数のターゲットの中に位置付けられた。

本稿は、気候変動や生物多様性に関する国際的議論の中で、いま最も注目されているコンセプトの一つであるこの NbS について、その生まれた背景や概要を紹介し、Eco-DRR (生態系を基盤とした防災減災) など関連するアプローチとの関係や今後の見通しなどについて紹介することを目的としている。

深刻さを増す地球環境と災害

19年に公表されたIPBES（生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学—政策プラットフォーム）の地球規模評価報告書によると、地球上の生物多様性や生態系サービスの状態は深刻さを増しており、同報告書に引用されたIUCN（国際自然保護連合）レッドリストのデータは40%以上の両生類や70%の造礁サンゴを含む数多くの生物が絶滅の危機に直面していることを警告している。さらに、生態系や生息地の破壊は、気候変動により加速しており、新型コロナウイルスのような人獣共通感染症のリスクも増大させている。

また、気候変動の危機的状況は災害の激甚化を推し進める要因ともなっている。21年の欧州での洪水や22年夏の猛暑、パキスタンにおける大洪水をはじめとして、わが国のみならず世界各地での気温上昇や極端気象などに影響を及ぼしている。こうした生物多様性の喪失や気候変動の危機は、SDGs（持続可能な開発目標）に向かうための努力を阻害するだけでなく、世界中で多くの人々の生命や尊厳をも脅かす危険性をはらんでいる。そして、こうした“負のトレンド”を反転させるために、我々に残された時間はそれほど多くない。

そんな中、気候変動や生物多様性などの地球規模の危機に個別に対処するのではなく、同時に解決する道を模索しようとする機運が高まっている。

例えば、前述した気候変動COP27で立ち上げられた「ENACT」と呼ばれるパートナーシップも、気候変動と生物多様性の危機に同時に取り組むことを狙いとしている。このために、NbSに取り組む締約国やNGOなどの“ハブ”となり、その取り組みの一貫性や連携を強化させること、有望な実践例や成功例、課題などを共有し、報告書「State of Nature-based Solutions」の発行を通じてNbSに関する共通理解や実践の促進に貢献することをめざしている。日本政府もこのパートナーシップへの参加を表明した。

COP27の直前には、米国バイデン政権も連邦政府機関がNbSの可能性を引き出すための五つの戦略的提言をまとめたNbSロードマップを公表し、注目された（The White House 2022）。

これらの動きの背景には、NbS が気温上昇を 2 度以下に安定化させるために、30 年までに必要とされる気候変動緩和策の最大 37% を担うことが可能と試算されている (Griscom et al.2017) こと、また、NbS は災害の影響を軽減し、コミュニティのレジリエンス強化を通じて気候危機が人々や自然に及ぼす悪影響を軽減する適応策にもなりうることなどが挙げられる。さらに NbS は、森林景観の再生など、生物多様性の喪失という課題にも同時に貢献する。

NbS という言葉が生まれたのは最近だが、そうしたアプローチは以前から世界各地で実践されてきたものだ。例えば、スイスではアルプスにおける落石、雪崩、地滑りなどの頻発する災害から重要なインフラを守るために、保護林が重要な役割を果たしており、保護林の費用は人工的構造物に比べて長期的には 5 分の 1 から 10 分の 1 に過ぎないことが報告されている (Wehrli and Dorren 2013)。

日本でも森林が古くから海岸の防砂・暴風、河川氾濫^{はんらん}や高潮被害の軽減のために活用されるなど、地域の人々が自然の恵みを受けつつ、自然に根ざした知恵や技術によって災害を避けるための伝統知・地域知が全国各地に残されている。近年忘れられたり、失われたりしているものも多いが、こうした伝統知・地域知を再び掘り起こし、記録し、伝えていこうという動きも生ま



図 1 自然に根ざした解決策 (NbS) の概念 出典：IUCN (2021)



図 2 NbS が取り組む七つの社会課題 出典:IUCN (2021)

表 1 NbS の定義

NbS : Nature-based Solutions 自然に根ざした解決策	「社会課題に順応性高く効果的に対処し、人間の幸福と生物多様性に恩恵をもたらす、自然あるいは改変された生態系の保護、管理、再生のための行動」(IUCN 2016) 「自然あるいは改変された陸上、淡水、沿岸、海洋の生態系を保護、保全、再生、持続可能な利用、管理するための行動で、社会、経済、環境の課題に効果的かつ順応的に取り組み、同時に人間の福利、生態系サービス、回復力、生物多様性への恩恵をもたらすもの」(UNEA 2022)
--	--

れつつある（島内 他編 2019，島内 他編 2020，島内 他編 2022）。

この NbS という言葉が最初に世界の表舞台に登場したのは、09 年の気候変動枠組み条約 COP15 における IUCN のポジションペーパーの中であった（古田 2021）。16 年の IUCN 世界自然保護会議でその定義「社会課題に順応性高く効果的に対処し、人間の幸福と生物多様性に恩恵をもたらす、自然あるいは改変された生態系の保護、管理、再生のための行動」が会員の決議によって採択された（図 1、図 2）。

その後、NbS はより広く国際的に支持を集め、19 年の 9 月に開催された国連気候行動サミットでテーマの一つとして取り上げられたことをきっかけとして、一気に国際政治の舞台で注目されることとなった。さらに、22 年の国連環境総会（UNEA）では、前述の IUCN の定義を敷衍した NbS の定義が採択され、国連システムの中でも NbS が正式に定義されることとなった（表 1）。

IUCN と国連のいずれの定義においても、NbS とは気候変動や災害などの社会課題に対処することを目的とした生態系管理の活動であり、同時に、結果として人類の福利と生物多様性の両方に便益をもたらすものとして定義されている。現在の切迫した地球環境の現状を何とか 30 年までに反転させな

なければならない。そのためには限られた資金や時間、人材といったリソースをできる限り有効活用していく必要がある。そのための有力な解の一つが NbS である。こうしたコンセンサスが国際社会で急速に形成されつつある。

NbS の誕生と含まれるアプローチ

なぜ NbS のようなコンセプトが IUCN から生まれてきたのか。現在につながる国際的な自然保護のムーブメントは、貴重な野生の動植物種の保護を、主としてその生息域を保護地域として保全するという手法によって進められてきた。こうした努力により保護地域の面積は年々拡大し、国立公園などの保護地域だけではなく、保護地域の外側においても人間による自然の利用と保護を両立させる OECM（その他効果的なエリアに基づく保全手段）と呼ばれるアプローチなども併せて活用していく必要性が認識されるようになった（古田 2022）。

現在では保護地域と OECM を合わせた保護・保全地域は、陸域の 16%、海域の 8% を超えるに至っている。そして 30 年に向け、陸域と海域の 30%

表2 NbS に含まれるアプローチの例

出典: Cohen-Shacham ら (2016)

自然に根ざした解決策 (NbS) アプローチのカテゴリ	例
生態系再生アプローチ	・生態系再生 (Ecological restoration) ・生態工学 (Ecological engineering) ・森林景観再生 (Forest landscape Restoration)
問題別のアプローチ	・生態系を基盤とした気候変動適応 (Ecosystem-based adaptation) ・生態系を基盤とした気候変動緩和 (Ecosystem-based mitigation) ・気候適応サービス (Climate adaptation services) ・生態系を基盤とした防災・減災 (Ecosystem-based disaster risk reduction)
インフラに関連するアプローチ	・自然インフラストラクチャー (Natural infrastructure) ・グリーンインフラストラクチャー (Green infrastructure)
生態系を基盤とした管理アプローチ	・統合的な沿岸管理 (Integrated coastal zone management) ・統合的な水資源管理 (Integrated water resources management)
生態系保全アプローチ	・保護地域管理を含むエリアベースの保全アプローチ (Area-based conservation approaches)

を保護・保全するという世界目標（いわゆる「30by30」目標）が「昆明・モントリオール生物多様性枠組」にも盛り込まれた。同時に、保護・保全地域の面積が拡大し、人間活動の場と重なり合うことが多くなるにつれて、自然を単に守るだけでなく、Eco-DRR のように防災・減災に役立てたり、EbA（Ecosystem-based Adaptation）のように気候変動適応に活用したり、生態系を「グリーンインフラ」として既存の「グレーインフラ」と組み合わせるといった統合的なアプローチが模索されるようになってきた。

近年台頭してきたこれらのアプローチに共通するのは、野生生物や原生自然ではなく人間を中心に据えていること、また、個別の生物種ではなく、生態系やさらに大きな景観レベルでのアプローチをとっている点である。NbS は、こうした各分野で試され、経験の蓄積が行われてきた人間や景観スケールを中心としたさまざまなアプローチを統合するコンセプトとして誕生した（表 2）。

NbS 世界標準

国際的議論の中で近年、急速に支持を集めてきた NbS であるが、一方で、多くの機関や立場の人たちがこの言葉を急速に使い出したことによる混乱も懸念されるようになってきた。こうした事態に対処するために、IUCN では 16 年の世界自然保護会議の決議に基づき、8 の基準と 28 の指標で構成される NbS 世界標準（グローバルスタンダード）を約 2 年をかけてつくり上げ、20 年 7 月に全世界に向けて発表した（図 3）。

NbS は全世界のどこでも適用可能な標準的な形があるわけではなく、それを適用する場所や周りの環境、社会経済や文化的な文脈などによって、望ましい NbS の姿が変わってくる。これはすなわち、すべての NbS の取り組みに対してその最終的なアウトカムの外形を指標とするような標準化はなじまないことを意味している。

例えば、森林を NbS として活用する場合に、どのような森林を整備するのが好ましいのかを、樹種や面積などを指標にして、全世界で共通的にアプリオリに決めることはできない。したがって、IUCN の NbS 世界標準はこうしたアウトカムの外形を指標にするのではなく、NbS を実践していくプ

ロセスについて異なる 8 視点から、望ましい手順を踏んでいるかどうかを 28 の指標で評価するというアプローチをとっている。

さらに、この世界標準の発表に合わせて自己評価を行うことができるツールも公表された。また、NbS の第三者認証制度の検討も始まっている。この世界標準によって、国際的な政治的モメンタムと実際の現場のプロジェクトが結び付き、それぞれの取り組みの成果が積みあがって地球規模での変革に結び付けていく道筋が生まれることが期待されている。

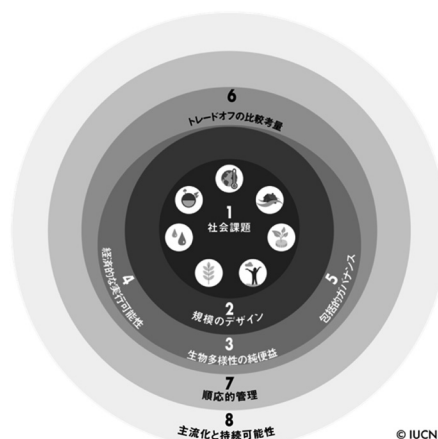


図 3 IUCN の NbS 世界標準の 8 基準 出典：IUCN（2021）

NbS の事例と今後の見通し

前述のように、NbS は近年各分野で実践されてきた関連するアプローチを統合したコンセプトであることから、具体的な取り組みについてはそれぞれの関連分野において、伝統的な取り組みも含めすでに数多くの実践例がある。海外でもたくさんの事例を集めたりポートやウェブサイトがつけられているが、日本でも筆者が 21 年 3 月に NbS に関する日本語で読める事例や関連資料をまとめたポータルサイトを立ち上げ（図 4）、また解説書もとりまとめた（資料 1）。ポータルサイトでは、国内外の関連する事例や前述し



図4 NbS に関する日本語で読める情報を集約したウェブサイト
<https://nbs-japan.com>

た IUCN の NbS 世界標準の日本語版、Eco-DRR のための教育教材（資料2）などにもアクセスすることができる。

今後は、こうした先駆的实践例などをもとにして、NbS のコンセプトを具体化したプロジェクトが世界的により大規模に展開されることが期待されている。その中には、森林生態系の再生事業や土壌炭素蓄積に貢献する有機農業や保全型農業、沿岸生態系再生と組み合わせた養殖業など、プロジェクトが気候変動や生物多様性保全への貢献などの公益的な成果を生み出すとともに事業収益も同時に追求していくようなタイプのプロジェクトも含まれる。現在、このような公的便益と私的収益を両立できるようなプロジェクトのための新たな資金メカニズムやファンドも立ち上がり始めている。

一方で、NbS が有する効果の多面性は、公益性と収益性だけでなく、分野横断的であるために複数の関係省庁や予算の調整を要することが実施上の“ボトルネック”となる可能性が懸念される。NbS の有する多面性、分野横断的性格をうまく受け止めていくことのできる制度や実施体制について、これまでの前例にとらわれない新たな仕組みやルールが必要となるものと考えられる。

22 年に 80 億人に達した世界人口は、途上国を中心として 50 年ごろに 90 億人を超えるまで増加すると予想されている。また、経済発展に伴う 1 人あたりの食糧や他の工業製品に対する消費の増加、それらを支える膨大なイ

ンフラ整備に対する需要も今後発生すると予想されている。さらに、新型コロナウイルスのパンデミックからの経済復興に対して、各国政府から莫大^{ばくだい}な財政出動がなされるいまこそ、NbS を全世界で主流化・本格化させる絶好の機会にしていく必要があるだろう。

(資料 1)

BIOCITY ビオシティ 86 号

NbS 自然に根ざした解決策 生物多様性の新たな地平



いま、世界的に注目される「NbS 自然に根ざした解決策」とは何か？ その全容を日本で初めて総合的に解説する入門書。NbS 誕生の歴史と背景、支援するグリーンファンド、教育ツール、コロナ復興との関係などのテーマのほか、100 点以上のカラー写真で世界の事例を紹介する。

古田尚也編著

2021 年 4 月 6 日発刊

税抜き価格 2,500 円

ISBN978-4-907083-69-4 C0040

(資料2)

Eco-DRR のための教育教材

「総合地球環境学研究所 Eco-DRR プロジェクト」(Project No. 14200103 代表: 吉田丈人) では、20 を超える国連機関、国際機関、NGO などのネットワークである PEDRR (環境と災害リスク削減に関するパートナーシップ) による Eco-DRR に関するマスターコースモジュール教材とその副読本である「災害と生態系: 変化する気候の中でのレジリエンス ソースブック」の日本語訳版を作成した。これらの教材は、NbS に関する日本語情報サイト (<https://nbs-japan.com/>) からアクセスできる。



カレン・スドマイヤー＝リユー他著「災害と生態系: 変化する気候の中でのレジリエンス ソースブック」日本語版、古田尚也監修、松尾茜・水野理・岡野直幸訳、2022 年



「災害、環境、リスク軽減 (Eco-DRR): 修士課程モジュール指導者マニュアル (2019 年)」日本語版、古田尚也監修、松尾茜・水野理・岡野直幸訳、2022 年

〔謝辞〕

本稿は「総合地球環境学研究所 Eco-DRR プロジェクト」(Project No.14200103 代表：吉田丈人)の成果を活用している。

〔参考文献・注〕

- 1) COP27 Presidency Website (2022). <https://cop27.eg/#/presidency/initiative/enact> (2022/11/26 最終閲覧)
- 2) The White House (2022). Opportunities To Accelerate Nature-based Solutions : A Roadmap for Climate Progress, Thriving Nature, Equity, and Prosperity. A Report to the National Climate Task Force. Washington, D.C.
- 3) Griscom et al. Natural climate solutions. PNAS. October 16, 2017. <https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114>
- 4) Wehrli, A. and L. Dorren (2013). Protection forests : A key factor in integrated risk management in the Alps. In The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction. Renaud, F., Sudmeier-Rieux, K. and Estrella, M. (eds) Tokyo : UNU Press. 343-415.
- 5) 島内梨佐, 中井美波 他編 (2019). 地域の歴史から学ぶ災害対応 比良山麓の伝統知・地域知. 総合地球環境学研究所. <https://www.chikyu.ac.jp/rihn/publicity/detail/138/> (2022/12/7 最終閲覧)
- 6) 島内梨佐, 寺村淳 他編 (2020). 地域の歴史から学ぶ災害対応 松浦川の伝統知・地域知. 総合地球環境学研究所. <https://www.chikyu.ac.jp/rihn/publicity/detail/112/> (2022/12/7 最終閲覧)
- 7) 島内梨佐, 中井美波, 小林広英 他編 (2022). 地域の歴史から学ぶ災害対応 砺波平野庄川流域の散村と伝統知・地域知. <https://www.chikyu.ac.jp/rihn/publicity/detail/88/> (2022/12/7 最終閲覧)
- 8) IUCN (2021). 自然に根ざした解決策に関する IUCN 世界標準. NbS の検証、デザイン、規模拡大に関するユーザーフレンドリーな枠組み. 初版. グランスイス : IUCN
- 9) Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). Nature-based Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland : IUCN. xiii+97pp.
- 10) 古田尚也編著「NbS 自然に根ざした解決策 生物多様性の新たな地平」BIOCITY ビオシティ 86 号, 2021, ブックエンド
- 11) 古田尚也「保護・保全地域の歴史と OECM の未来」BIOCITY ビオシティ 92 号, 2022, pp8-22, ブックエンド

滋賀県版流域治水の制度設計思想

滋賀県立大学環境科学部 湖沼流域管理研究センター 准教授 瀧 健太郎

1. はじめに

2019（令和元）年東日本台風による被害など、頻発する大規模水害を受け、20年7月に社会資本整備審議会より「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な『流域治水』への転換～」が答申され、国土交通省は全水系で流域治水プロジェクトをスタートさせた。21年4月には、流域治水の実効性を確保するため、特定都市河川浸水被害対策法や都市計画法、建築基準法をはじめとする流域治水関連9法を成立させ、流域治水の時代が幕を開けた。附帯決議では、「災害リスクの低減に寄与する生態系の機能を積極的に保全または再生することにより、生態系ネットワークの形成に貢献すること」とされた。

滋賀県では国の動きに先駆け、06年に河川担当課とは別に流域治水政策室を設置し、独自に流域治水の本格的な検討を始めた。その後、流域治水基本方針（2012年）・流域治水条例（2014年）を制定し、河川管理と氾濫原管理を分離した政策的な枠組みを整備し、既に実践段階にある。本稿では、滋賀県版の流域治水の基本コンセプトや政策的枠組みを解説する。

2. 滋賀県における流域治水制度の設計思想

制度設計の考え方ー河川管理と氾濫原管理の分離

(1) 河川管理の義務的責任範囲

日本の治水政策は、河川法に基づく河川管理制度が根幹である。河川法に

定めるわが国の河川管理の一義的な責務は、計画洪水を定めこれを河道内で安全に処理する（目標とする流量を河道内に収め安全に流下させる）ことである。それゆえ洪水氾濫を前提とした治水を、（氾濫防止を目的とする）河川管理の延長上で展開すると法理的矛盾が生じる。河川管理者は文字通り河川管理者であり、河川区域外で治水・防災を行う権限・役割が与えられてはいない。氾濫域での減災対策を河川管理者に期待しても、現行法制度を前提とする限り政策法務としては無理難題である。河川法制定（1896年）以降、どんな逆境にあっても目標達成に向け粛々と続けた河川整備は、間違いなく現在の日本の社会経済を支えている。しかもそれは道半ば（現在掲げている整備目標の達成にはさらに100年以上かかる見込み）で、中上流・支川周辺では整備の恩恵をまだ受けておらず、順番を待っている。河川整備は長年にわたる社会的な契約であり、根幹部分のラディカルな方向転換は行政不信・対立を生むことになる。

（2）氾濫原管理者

滋賀県の流域治水は、流域と河道域が計画対象であった近代日本の治水計画論を、被災地となる氾濫域を含めた流域全体を対象とするものに拡大することを狙っている（流出抑制に重点を置いた総合治水と異なる）。滋賀県では、前節で述べた河川管理を巡る歴史や制度的な制約を鑑み、河川対応とは別にまちづくり対応で治水を行う行政事務を用意することにより、現行制度との齟齬・軋轢なく流域治水を実装する戦略をとった。制度設計を行う過程において、筆者ら担当者間ではまちづくり対応を行う主体を「氾濫原管理者」と名付け、既存の河川計画は所与の条件としてその役割を考えるようにした。庁内体制としては河港課（河川担当課）とは独立した流域治水政策室を設置し、総合行政の立場からの治水フレームの見直しと、避難支援やまちづくり（土地利用・住まい方）での対応を事務分掌とした。

3. 流域治水政策の概要

3.1 政策目標と枠組み

滋賀県は流域治水の政策目標を「どのような洪水にあっても、①人命が失

表1 滋賀県の流域治水政策の目的・手段・構成

目的	① どのような洪水にあっても、人命が失われることを避ける（最優先） ② 床上浸水などの生活再建が困難となる被害を避ける	
手段	川の中での対策（堤外地対策）だけではなく、「ためる」「とどめる」「そなえる」「堤内地での対策」を総合的に実施する。多重防御による取り組みを推進	

河道内で洪水を安全に流下させる対策 （これまでの対策）	ながす	河道掘削、堤防整備、 治水ダム建設など
+		
流域貯留対策 （河川への流入量を減らす）	ためる	調整池、森林土壌、水田、ため池 グラウンドでの雨水貯留など
氾濫原減災対策 （氾濫流を制御・誘導する）	とどめる	輪中堤、二線堤、霞堤、水害防備林、 土地利用規制、耐水化建築など
地域防災力向上対策	そなえる	水害履歴の調査・公表、防災教育 防災訓練、防災情報の発信など

われることを避け（最優先）、②床上浸水などの生活再建が困難となる被害を避けること」とした（表1）。前述のように、河川法で規定する河川管理の責務は計画洪水を定め、河道内で安全に流下させることにある。そこで、新たに用意するメニューが従来の河川整備と競合しないよう（重層的に実施できるように）目標の置き方を変えた。具体的には対象洪水を“どのような洪水にあっても”として計画規模を定めず、施設の整備レベルではなく人命・生活保護そのものを目的とした。

そして、目標達成の手段として、これまでの河川整備に“加えて”、「流域貯留対策」「氾濫原減災対策」「地域防災力向上対策」を行うとした（表1）。河川整備で対処できない部分を、他の三つの対策で補完し、①②に示した新たな目標を達成する枠組みである。これであれば、従前の河川整備の方針・計画を変える必要はない。既存制度を否定せず補完することが、新制度設計における実務上の最重要ポイントである。当時の流域治水政策室では「足し算のアプローチ」と呼んだ。

3.2 地先の安全度

避難支援も含め氾濫原での減災対策（土地利用や住まい方）にまで踏み込んで検討するには、複数の河川・水路群に囲まれた土地のリスクを予め評価しておく必要がある。個々に表現された河川堤防の性能（河道の流下能力）を表す「治水安全度」では足りない。土地のリスクとはすなわち、各地点で「どの頻度でどの程度の浸水が生じるか」であり、滋賀県ではこれを「地先の安

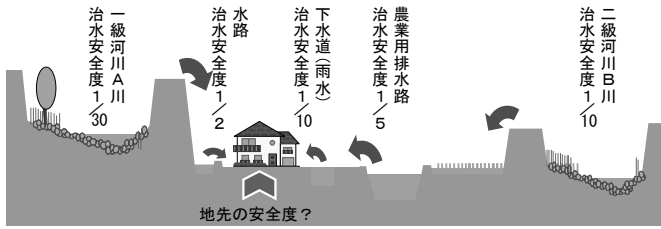


図1 地先の安全度、河川・水路群に囲まれた各地点の安全度¹⁾

全度」と呼んでいる（図1）。

滋賀県は独自に氾濫水理モデルを開発し、年超過確率 1/2 ～ 1/1000 の 7 段階のモデル降雨を外力として、河川・水路群からの複合的な氾濫を県全域でシミュレーションした（解像度は 50m メッシュ）。下水道（雨水）や圃場整備の治水効果も面的に評価しており、高頻度洪水の再現性を高めている²⁾。このうち、年超過確率 1/10、1/100、1/200 の①最大浸水深図と②最大流体力図③床上浸水発生確率図④家屋水没発生確率図⑤家屋流失発生確率図として 2012 年 4 月に公表した。また、20 年 3 月には、以降の地形改変や河川整備の進捗を反映した更新版を公表した。これらは滋賀県防災情報マップのポータルサイト（shiga-bousai.jp/dmap）で閲覧・ダウンロードできる。

「地先の安全度」の最大の特徴は、複数河川・内水を同時に考慮して水害リスクを評価したことにある。他方、水防法に基づく浸水想定区域図の多くは、（管轄や評価外力が異なるため）河川ごとに作成され内水とも分離されている。加えて、県全域をカバーすることも政策的には大変重要で、全県のデータが揃ってはじめて県内で（不公平なく）統一的な施策運用ができるようになる。

ここで、試算例を図2に示す。

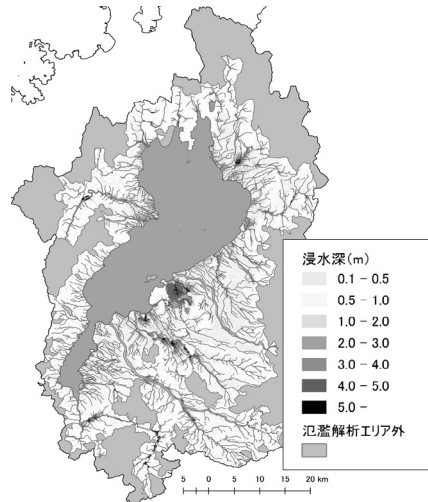


図2 浸水深（年超過確率 1/1000）、背景は国土数値情報（河川、湖沼、行政界データ）を加工³⁾

年超過確率 1/1000 の降雨が県内に一様にあった場合の浸水深である。全県の状況を俯瞰できることがお分かりいただければ。また、シミュレーションにより、頻度別に水理諸量（水深・流速など）の時空間分布が得られるのでリスクをさまざまな形で表現することができる。例えば、図 3 は床上浸水（0.5m 以上の浸水深）の発生頻度を表現している。こういった地図化されたリスク情報が、土地利用や住まい方の工夫といった氾濫域での減災対策を検討するベース（政策決定の根拠）となる。

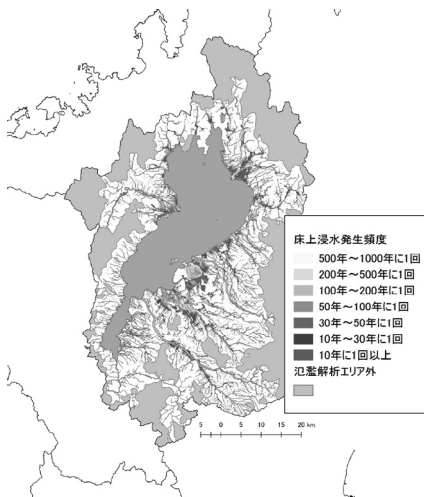


図3 床上浸水発生頻度、背景は国土数値情報（河川、湖沼、行政界データ）を加工³⁾

3.3 氾濫原減災対策 — 土地利用・住まい方の工夫

滋賀県では流域治水条例に基づき、氾濫原減災対策として、リスクの高い箇所での土地利用・建築規制を行っている。特に氾濫原減災対策は、「危険な自然現象（洪水氾濫）」に対する「暴露の回避」と「脆弱性の低減」を意図したもので、土地利用・住まい方に深く関係する。表2は地先の安全度を

表2 土地利用・建築規制の対象となるリスクの範囲

発生頻度	2年に一度	A	B			
	10年に一度		B	B	B	B
	30年に一度					
	50年に一度					
	100年に一度					
	200年に一度					
	...					
	床上浸水	床上浸水	家屋水没	家屋流失		
	浸水深 0.1m以上 0.5m未満	浸水深 0.5m以上 3.0m未満	浸水深 3.0m以上	流体力 2.5m ² /s ² 以上		
	被害の程度（浸水深・流体力）					

(注) <領域A>は、原則として市街化抑制地域とする。
<領域B>は、建築物の耐水化を許可条件とする。

リスクマトリクスで表している。領域 A は 10 年に一度以上の頻度で床上浸水（0.5m 以上の浸水深）が生じるエリアに対応し、“生活再建が困難な”を回避するため「原則として市街化区域に含めない」としている。領域 B は 200 年に一度以上の頻度で家屋の水没や流失など“人的被害”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。建築基準法第 39 条の災害危険区域制度を活用し、「著しい危険」の閾値を家屋水没が浸水深 3.0m、家屋流失が流体力 $2.5\text{m}^3/\text{s}^2$ として流域治水条例に定めている¹⁾。また、具体的な建築許可条件は耐水化建築ガイドライン（2015）を公表し建築主へ対策を求めている。なお、2023 年 2 月現在、（破堤個所の予測の難しさなどの理由で）流体力を基準とした規制については運用開始に至っていない。この他、氾濫原減災対策として、道路事業などで連続盛土構造物を設置する際にリスク移転が生じないよう、例えば、部分的に^{ひ えつばし}避溢橋にするなど、事業者に配慮義務を課している。

さらに、領域 A での規制は都市計画法第 7 条及び第 13 条（都市計画基準）を根拠とし、その様態は 1970 年に建設省都市局長・河川局長から各都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及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。一方、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、59 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。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た。流域治水条例はかつての通達に（自治判断として）再び法的根拠を与える役割を担っている。

4. 流域治水の今後の展望と課題

滋賀県版流域治水では、グリーンインフラや生態系を活用した防災・減災（EcoDRR）の視点を陽に加えた制度設計はできなかった。ただし、水害警戒区域の候補地は河川周辺の湿地（水田など）であることが多く、生態系ネッ

トワークを構成する重要な要素となり得る。生物多様性保全に資する土地として、治水だけではなく環境面からも保護・保全する仕組みを実装していくことが今後の課題となる。

流域治水関連法の制定を経て、流域治水を進める枠組みは整備されたが、現場がすぐに動くわけではない。実際、建築基準法に基づく災害危険区域制度など流域治水的な枠組みは古くから存在していたが、これまで積極的に適用されてこなかった。政策を動かすためには、「そちらの社会の方がよい」という当事者（地域住民や現場担当者）の実感がともなわなければならない。特に、国土マネジメントの方向を転換する場合には、劇的な変化を求めるのは現実的でなく、じっくりと腹を据え長期的に取り組む必要がある。河川整備も同様であるが土地利用や住まい方による効果は数十年～百年単位でようやく発現する。

河川区域での対策には洪水防御を主目的とする河川法の権限が及ぶため、河川管理者などにより着実に実施できる。一方、河川区域に含まれない集水域や氾濫域については、都市計画法・農振法・森林法・自然公園法・自然環境保全法などが所管しており、治水は主目的ではない。集水域・氾濫域の多くは民有地でそこには暮らしと産業があり河川法上はむしろ防御の対象である。集水域・氾濫域では、森林・農地・都市の機能を維持・向上することが前提であり、治水はあくまで善意に基づくプラス α （言わば、余分な行為）とせざるを得ない。ゆえに、集水域・氾濫域での対策は関係者の協力の度合いに依存し、政策的な不確実性をともなう。

このように、流域治水（特に集水域・氾濫域での対策）の責任の所在は曖昧である。そういった中で、流域関係者の行動変容を促し、総動員の取り組みへと発展させるには、まずは各地の水害リスクや各種流域治水対策の効果を適切に計量し、「見える化」する必要がある。当事者がその地域の浸水リスクと、とり得る施策オプションのメリット・デメリットをよく理解し、流域の各主体が前向きに取り組む気にならなければ流域治水は進まない。

滋賀県が公開する「地先の安全度マップ（多段階浸水想定・水害リスクマップ）」は、各地でのリスクコミュニケーション・行動変容を後押しし、総動員の流域治水を支える基礎情報となる。国土交通省は全一級水系を対象に、（まずは外水氾濫のみが対象になるが）多段階浸水想定・水害リスクマップ

を2022年度末までに公表することを目標に準備を進めている。今後の展開に大いに期待したい。

〔参考文献〕

- 1) 瀧健太郎, 松田哲裕, 鵜飼絵美, 小笠原豊, 西寫照毅, 中谷恵剛 2010. 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, 16, 477-482.
- 2) 瀧健太郎, 松田哲裕, 鵜飼絵美, 藤井悟, 景山健彦, 江頭進治, 2009. 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, 15, 49-54.
- 3) 瀧健太郎, 2018. リスクベースの氾濫原管理の社会実装に関する研究—滋賀県における建築規制区域の指定を事例として—, 日本リスク研究学会誌, 28(1), 31-39.

「流域治水」は住民と行政の「楽しい覚悟」から ～人口減少時代の国土再生思想を～

参議院議員（前滋賀県知事、元環境社会学会会長） 嘉田 由紀子

約 130 年ぶりの治水政策のコペルニクスの転換

2021 年 4 月 28 日参議院本会議で「流域治水関連法」が成立した。「滋賀県流域治水の推進に関する条例」を日本ではじめて制定した元自治体責任者として法案成立の現場に立ち会えた感動の場面となった。同時に、これからの道のりの厳しさを覚悟する瞬間だった。今回の流域治水法案は「河川からあふれることを前提」として、氾濫域での土地利用、住宅の高台移転、避難体制の強化、ハザードマップ作製拡大などを示した。日本では 1896（明治 29）年の最初の河川法制定以降、高い連続堤防とダムにより河川に洪水を閉じ込める近代技術主導の河川政策が主流であった。

大熊孝氏が言う「国家の自然観」による河川政策、嘉田（筆者）が言う「遠い水」政策の幕開けだ¹⁾。「あふれることを前提とする治水」は河川政策の“コペルニクスの転換”である。あふれることを前提としたら、人びとが暮らす生活の場からの水害対策が基本になるからだ。「河川管理者視点」に加えて氾濫原に暮らす「住民視点」が必須となる。

しかし現実の地域社会をみると、「民衆の自然観」は、近代化・産業化の中でしだいに薄れ、数十年以上にわたる「国家の自然観」に依存し、自らの運命を行政と政治に預ける住民が増えてきた。嘉田はこの流れを住民主体の「近い水」の時代から国家依存の「遠い水」の時代への転換と表現した²⁾。滋賀県知事時代、河川管理者である県が河川からあふれる洪水による水害リスクマップを提示すると「地価が下がる！」「県の仕事は河川に洪水を閉じ込めることだ！」という反応が地域社会から次々とあがった。しかしリスクを

示さず、水害常襲地域に新住民の住宅が建ち、浸水被害が起きた現場を目の当たりにしてきた私たちは、リスクを知らせて社会として暮らしを守ることが本来の行政施策だとの信念をもって流域治水政策を進めてきた。

日本では人口減少が進み、高度経済成長期のように都市地域を拡大する必要性が低くなる一方で、森林や水田を活用した、生物多様性保全や「グリーンインフラ」の必要性は高まっている。しかし、流域治水に関する条例や法案が通っても、現場で生物多様性の保全やグリーンインフラの活用も包含する具体的な政策的成果をあげるには、まだ道は遠い。ここでは、歴史的な視点も含め、地域社会学や環境社会学の立場から、流域治水の推進に伴う社会的政策的課題について解説する。なお、滋賀県の流域治水の政策的な仕組みやその科学的背景については瀧健太郎氏が詳しく解説する³⁾。

河川と人びととの関わりの変化「近い水」から「遠い水」へ

欧米では近年、河川流域のような生態的つながりをもつ地域として「バイオリジョン (Bioregion)」の存在が注目されている。日本ではバイオリジョンは律令時代からの地域認識だった。水田稲作農業に必須な水の確保を流域別に確立するためだった。近江盆地では、律令時代の郡の領域は河川流域別で今に踏襲されている。山頂に降った雨は、それぞれの河川流域を表流水・伏流水・地下水として形を変えながら、条里制下の土地区画整備と連動し、流域共同体づくりが進んだ。奈良時代から平安・鎌倉・戦国・江戸時代、明治以降の行政組織を経て現在の「町丁大字」という地域組織につながった。

安土桃山時代に始まった「太閤検地」は村落共同体下にある森林、農地、河川、湖沼のような水域を含むまるごとのテリトリー管理を徹底化した。「村切り」「検地」「年貢村請制度」の3点セットにより、村落ごとの境界と「石高」をきめた。「年貢村請制度」は、年貢納入を村落単位です。洪水の時などはまとめて「減免要求」をして、村全体での年貢高調整が可能となる。滋賀県内だけでなく全国で、堤防を不連続にした「霞堤」や一部を低くして「野越し」のような形で、水田などに洪水を導き入れ、雨水貯留機能をもたせながら生物の逃げ場をつくるような堤防のつくり方は「年貢村請制度」ともいえる村落が納税共同体であった時代の名残ともいえよう。

つい最近の話題だが、2022年8月4日に滋賀県北部の高時川出水で、長浜市のY家の農地が霞堤内にあり農作物が被害を受けた。Yさんは「うちの農地が下流の人の命や財産を守る役割を担えたなら良かったし理解できる」としながらも、「汗水流して耕作した作物が一瞬でだめになるのを目の当たりにすればつらい」。さらにSNSで「見捨てないで下さい！」と窮状を訴えている。農業共済で9割は補填^{ほてん}されるが、残りは個人負担だ。かつての年貢村請制度の公共的な扶助の仕組みに限って生かし、現代的にアレンジした扶助の仕組みを今こそ創出することが必要だろう。「恵みと災いを全体で受け止める相互扶助的な地域力」を今こそ生かし、災害を受け止める新たな公共性の確立が必要だ。私自身、国会議員として22年臨時国会でこの話題を問題提起したが、まだまだ詰め切れていないのが実態だ。

「近い水」が生きていた時代の地域防災の仕組みが(図1)だ。「災いをやり過ごす災害文化が生きていた時代」ともいえる。洪水であふれることを前提に、浸水する恐れが高いところには住宅などをつくらない「土地利用」の配慮をし、住宅をつくらざるを得ない場合には、敷地かさ上げの工夫をした。「川は自分たちのもの」という自主管理感覚が集团的に養われ、精神的にも社会的にも物理的にも、地域住民に「近い水」だった。



図1 「近い水」が生きていた時代—循環と使いまわし、自主管理の時代
(資料提供：滋賀県流域政策局)

「人為的に作られた安全、行政依存度が高まると、人間・地域側の弱さが高まる」問題

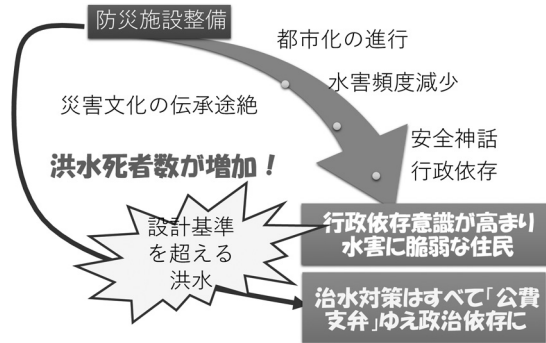


図2 「遠い水」による水系閉じ込め型治水後、地域の脆弱性が高まる
(資料提供：滋賀県流域政策局)

地域で異なるが、地域共同体による「近い水」システムが大きく変わるの
は、滋賀県では 1964 年の新河川法が契機だ。琵琶湖に流入する約 120 本の
河川はすべて県や国が管理する「一級河川」指定を受けた。堤防補強などの
工事で地元負担がなくなり住民に歓迎された。施設依存意識が強くなり自警
の水防組織は弱くなる。同時に堤防上の土地利用や樹木伐採などは自由にで
きなくなった。「川は自分たちのものではなくなった」という言葉が各地で
聞かれた。堤防にもダムにも「計画規模」という設計基準がある。社会的に
は都市化が進み新住民も増えてきて、伝統的な備え意識が弱まる。設計基準
を超える洪水があると、地域の脆弱性は直接的に水害被害の増大につながる
(図 2)。

なぜ滋賀県から流域治水だったのか？

最も怖かったのは、かつて「堤防切れ」で浸水被害を受けた場所が宅地開
発され、過去の水害を知らない住民が多くなったことだ。霞堤の土地が新興
住宅地になったり、県立の福祉施設が堤防沿いのかつての霞堤の場所に立地
したりする例もあった。問題は水害危険区域開発の規制手段を、滋賀県だけ

でなく、全国の市町村や県の多く、また国の行政ももっていなかったことだ。行政としての水害リスクの検証・明示化とその情報開示が必要だと感じた。

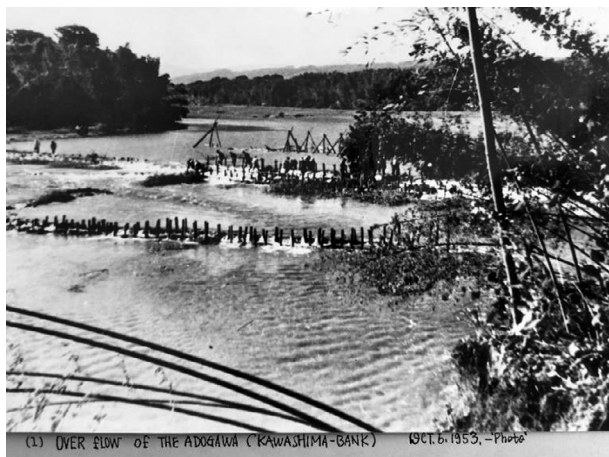


写真1 1953（昭和28）年9月25日台風13号での安曇川堤防切れによる氾濫
＝同年10月6日、齋藤源一氏撮影・提供



写真2 （写真1）とほぼ同じ場所が現在、新興住宅地として開発されている
＝2021年6月、筆者撮影

「流域治水」の考え方は、このような住民目線の水害史調査に一つの起源があり、そこに淀川水系流域委員会での英知が加わり、2006年の滋賀県知事選挙でのマニフェストに反映させた。2期8年の知事現職時代の仕上げの年、2014年3月に「滋賀県流域治水推進条例」が成立した。知事マニフェストにあげても、具体的に条例が制定されるまで、実はまる8年という年月が必要だった。国が流域治水という表現を取り入れるには、20年まで待たされた。流域治水を進める上での社会的、政策的困難の一端が示されている。県での具体的経過をたどってみたい。

なぜ流域治水条例制定に8年もかかったのか？

06年7月に知事に就任した直後の9月には「流域治水政策室」を設置し、庁内組織を発足させ議論を始めた。既存の部局からは「できない理由」ばかり表明された。07年には滋賀県内の全市町の担当会議で河川からあふれた場合の対応について問題提起をしたが「川からあふれることを前提に市町や住民に責任を押し付けることはあり得ない」という声ばかりだった。知事としてこの会議に参加して、抵抗の大きさ^{あんたん}に暗澹たる思いだった。現場の担当者には“針のむしろ”であつたろう。

08年になって発想したのが「住民会議」だった。委員を公募し、被害をうける住民当事者としての意見を聴く場として設置した。30人が応募してくださり、洪水被害経験者や若い水害史研究者など、多様な委員を10人選んだ。京都大学の多々納祐一教授にアドバイザーをお願いした。大変熱い議論が展開され、最後には「水害から命を守る地域づくりー滋賀県民宣言」が座長の責任で公表された。

この宣言は「流域治水基本方針」への提言とされ、「水害は必ず起こる」という覚悟をもって「安全な避難」「元氣な防災組織」「先人の知恵と新しい情報共有」という3本柱からなる。流域治水に必要な項目がほぼ網羅され、「自助」「共助」「公助」の仕組みが具体的にわかりやすく盛り込まれた。「公助」側の行政職員に自分たちも地域の一員であることを自覚し「できません」ではなく「一緒に考えましょう」という行政風土も提案している。知事としてこの報告書の仕上がりを見て自ら涙し、委員と担当者に深く感謝した。

09年には県民宣言で提言された基本方針を柱に、都市計画や法学など社会科学系の研究者の力も借りて「土地利用の規制や建物規制」など論点整理をした。知事2期目に入った11年には県庁内に「流域治水政策局」を設置し、土木部内の河川・港湾から水源地対策まで担当を一つにまとめた。この時点で「滋賀県流域治水基本方針（案）」を提案したが、県議会での議決案件にするべしという議決があり、成立は12年に延ばされた。県議会での条例議決は荒波の議論の中、2回の継続審議をへて14年3月によりやく成立した。

条例化と並行して進めてきたのは、「地先の安全度マップ」の作成である。土地利用や建物規制には、より実現象に近い水害リスク情報づくりをめざし、統合型水理モデルで「地先の安全度」を解析・地図化した。名付けも住民目線であることを反映した。県の担当者が、縦割りをこえて横串をさしたマップは、全国的にも先駆的なものだった。担当者の並々ならぬ^{たまもの}尽力の賜物だった。

流域治水で、森林政策とどう連携するか？

21年4月に成立した国の「流域治水関連法」では、林野庁の森林管理局が、109の一級河川水系で設置されている流域治水協議会に参加して、森林の有する保水機能の維持・向上を図る事業などに取り組んでいる。滋賀県での森林政策は、流域政策局の対象ではないが、もともと大津市南部の田上のはげ山の土砂流出を抑える治山・治水事業は江戸時代から始まり、砂防事業の歴史をたどる中心地となっている。

15年には「滋賀県水源森林地域保全条例」をつくり、適正な土地利用の確保と水源涵養機能^{かんよう}の維持および増進を図るために「水源林保全巡視員制度」などにより、森林状況調査や関連施設の点検をしている。

滋賀県の特徴ある施策の一つ、水源林としての巨樹巨木施策について紹介しよう。10年の夏、高島市内の奥地でのトチノキ巨木の民間業者による伐採事実が知事に届けられた。地元のトチノキ所有者や森林生態系の研究者から要望をいただき、10～11年に「巨樹・巨木森林整備事業」を開始。具体的には巨木の所有者に保全協力金を支払うとともに、住民グループと県市が協力して、樹木の計測、保全看板の設置、水源機能の維持と合わせて、県民が巨木に触れ合うための入山に協力する活動も支援している。高島市で



写真3 巨木のトチノキが伐採された現場
(2009年、高島市朽木地区)

巨樹・巨木の森整備事業保存木



樹 種 トチノキ

保存番号 H23-49

幹 周 り 405cm

この事業は「琵琶湖の水をまもる会」が主催しています。

このトチノキの巨木は、朽木の貴重な森林文化の象徴であり、琵琶湖の水源地として重要な役割を果たしています。この巨木を、保存木として次の世代に引き継いでいくために、琵琶湖森林づくり県民税を活用して保全しています。

滋賀県・高島市・巨木と水源の郷をまもる会

滋 賀 県 滋 賀 県 自然環境保全課 ☎ 077-529-3483
高 島 市 森林水産課 ☎ 0740-25-0512
巨 木 と 水 源 の 郷 を ま も る 会 ☎ 0740-38-3113

写真4 「巨樹・巨木の森整備事業保存木」の
保全看板



写真5 トチノキ観察会の案内 (2019年)
＝写真はいずれも「巨木と水源の郷を
まもる会」提供

は、11年からの保全巨樹は132本にのぼる。その後、湖北の杉野川流域で約180本、高時川流域で240本を超えるトチノキ巨木の永久的伐採禁止を求め、自然環境保全区域への指定も準備している⁴⁾。

また、森の下草が土砂流出リスクを減らすことは定性的にはよく知られているが、その減災効果は定量的にはほとんど計測されていなかった。滋賀県琵琶湖環境科学研究センターの水野敏明研究員たちが、琵琶湖流域の森林の土砂流出を調査研究したところ、下草に60%以上覆われている場所は、30%未満しか覆われていない場所と比較して、年間土砂流出率が97%減少する効果が報告された⁵⁾。ニホンジカの植生破壊などに悩む琵琶湖周辺だけでなく、全国的にも活用できる画期的な研究成果といえる。このようなエビデンスづくりは今後一層、広げていく必要があるだろう。

浸水警戒区域指定での住民理解が最大の課題

14年の条例制定後、浸水警戒区域の地域指定に県がうごきだした。最初に地域指定を受けたのは米原市村居田地区であり、正式指定日は17年6月16日だ。しかしすでに10年から「地先の安全度マップ」を参考に「水害に強い地域づくり住民ワーキング」の活動を開始し、住民主体による図上訓練、家屋測量、個人別避難カードづくりなどを進めてきた。同時に全住民から意見を聴取し、ほとんどの住民の賛成を得て地域指定へと踏み切った。代表のTさんは「若い人たちにこの地域に帰ってきてほしい。その時に安全な街を残してやりたい」と地域指定に前向きだった⁶⁾。

22年3月までに地元市町や自治会と協議を進め、地域の合意形成を経たうえで「水害に強い地域づくり計画」を策定し、地域指定した地区数は11となっている⁷⁾。11地区は、全体の50地区を考えたら決して多いとはいえない。ハイリスクの地域は一日も早く地域指定をして実効性ある備えが必要だ。

最新の情報だが22年8月5日の滋賀県北部豪雨では人的被害はゼロだった。実はこの流域には条例で「浸水警戒区域指定」を必要とする危険度の高い集落が複数あり、ここでは数年かけて一軒一軒、家屋の測量調査などをし、図上訓練や避難訓練もしてきた。8月5日の豪雨時には、ひとり残らず避難ができて人的被害がなかった。「命を守る」という流域治水条例の成果が表れた、ともいえるのではないだろうか。担当の滋賀県流域治水政策局の山田千尋係長は「条例の目的が命を守る、と明確化されているので、地元のみならずにも話がしやすい」と言う⁸⁾。

流域治水条例の準備をしていた09年の住民会議にアドバイザーとして参加してくれた多々納教授は、22年に次のように会議を振り返り、投稿している⁹⁾。「議論を重ねるにつれて、我々が主体となって水害に強い地域づくりを進めなければならないという転換が生じた…（中略）…上からの押し付けでない協働の提案がなされた」と。しかし、多々納教授も地域指定時の住民合意の困難さを指摘する。14年の条例制定時から8年の地域指定の道のりは「決して平たんなものではありませんでした。建築規制を伴う浸水区

域の指定は…（中略）…『建物売却が困難になる』『子どもたちが帰ってこなくなる』などの意見も根強く進捗しにくい状況にありました」と記述。このことは、滋賀県だけでなく日本各地で直面する課題となるだろう。国の流域治水でも多様な関係者を巻き込んで「越境しあうガバナンス」が必要だと多々納教授は強調する。

ハード・ソフト・ハート含めた「楽しい覚悟」から国土保全思想を！

流域治水は、河川から洪水があふれることを織り込み済みとして、私たちが暮らす土地利用や建物配慮避難体制など、流域住民の総力結集が必要となり、住民には負担が重く一見、不都合な政策でもある。けれども万が一、命を失うかもしれない当事者は流域住民である。

そして河川法による「定量治水」、つまり制御すべき河川水量をあらかじめ決めて施設計画を立てるだけでは足りず、「人びとの命を失わない」「人びとの暮らしを破壊しない」という住民目線の目的を加味して「非定量治水」の視点が欠かせない。東京都のゼロメートル地帯では「ここに居たら命を守れません！」と、行政側も住民への避難を呼びかけている¹⁰⁾。定量治水では、計画規模を上回る「超過洪水」は「想定外」として誰も責任がとれないし、責任をとらない。

滋賀県の流域治水条例の目的は「人命が失われることを避け」「生活再建が困難となる被害を避けること」を目的として明文化し、具体的に地道に住民との対話を重ねる中で地域指定をしながら、避難体制づくりを実効化している。国の流域治水は、抽象的に「命と暮らしを守る」とされているものの、定量治水の技術的仕組みづくりにとらわれ、生活者や事業者などの被災当事者目線での命を守る仕組みが徹底できていない。22年臨時国会の国土交通委員会で、「河川法の目的に“命を失わない”と明文化したらどうか」と国土交通大臣に提案した。拒否も推進もない。

人口減少社会を迎え、都市部でさえ人間の居住空間が縮小している。そんな社会条件に即して未来を見据えた場合、次世代に財政負担や環境破壊のツケを回さない水害政策こそが、流域治水である。地域の生態系とのかかわりで見ても、流域治水は川べりの樹林帯、遊水地や湿地の価値を評価し、国土

保全政策に組み込んでいく「グリーンインフラ」方針にも適合する。生物多様性、環境保全と水害対策を同時にめざす“未来先取り”政策といえる。いわゆる施設整備の「ハード事業」と制度的な「ソフト政策」の二つに加えて、「ハート」思想を提案したい。人と人、人と自然を「心でつなぐ仕組みと哲学」である。

日本人にとっては、川にはアユやホタルが暮らしてほしい。そしてフナやホタルを追いかける子どもたちの姿も取り戻したい¹¹⁾。流域治水の今後の方向について、心のつながりが生かされた人と自然の共生に向かうかどうかは、水との共生哲学に根差した流域住民の「楽しい覚悟」にかかっている。けっして難しいことではない。この論考のタイトルに「楽しい覚悟」といれた。厳密な科学議論は国土計画を的確に進めるうえで「必要ではあるが十分ではない」。それと並行して「生き物がいる川遊びは楽しい」「みんなで水辺に子どもや孫を連れていこう」といった、暮らしに溶け込んだ川とのつながり、つまり「ハート（心）をつなぐ実践」こそ、十分条件として加えてほしい¹²⁾。

実は流域治水の考え方には、利水も治水も生態系保全も、そして私たちの心が自然とつながるふれあいの楽しみを求めた遊びも埋め込まれている。定着するにはもちろん“壁”も立ちはあるが、それは行政も住民もともに大きく変わるための壁であり、みんなで一緒に「楽しく越える壁」であることを、自治体運営の経験者として語り伝えたい。みなさんそれぞれの地域での「楽しい覚悟」を埋め込んだ流域治水の発想と実践、工夫をしながら展開していけたら、と願いながら筆をおきます。長文におつきあいいただき、感謝いたします。

〔参考文献・注〕

- 1) 大熊孝 2020.『洪水と水害をとらえなおす—自然観の転換と川との共生—』農文協プロダクション.
- 2) 嘉田由紀子 2021.『流域治水がひらく川と人との関係—2020 年球磨川水害の経験に学ぶ』農山漁村文化協会
- 3) 嘉田由紀子, 瀧健太郎他 2010.「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: 33-47 ページ
- 4) 水田有夏志 2018.『トチノキ巨木の森を守る』森林文化協会発行（工房森のしずく発行）

- 5) 水野敏明、小島永裕、浅野悟史 2021. The risk reduction effect of sediment production rate by understory coverage rate in granite area mountain forest 掲載誌名: Scientific Reports volume 11, Article number: 14415 (2021) <https://www.nature.com/articles/s41598-021-93906-1>
doi: 10.1038/s41598-021-93906-1 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93906-1>
- 6) 嘉田由紀子 2019. 『命をつなぐ政治を求めて—人口減少・災害多発時代に対する〈新しい答え〉』風媒社.
- 7) 山田千尋 2022. 「滋賀県における流域治水の取り組み」『土木學會誌』第 107 卷 第 6 号 38-39 ページ
- 8) 2022 年 10 月 18 日、滋賀県庁でのヒアリングによる。
- 9) 多々納祐一 2022. 「流域治水が求める新しいガバナンス」『土木學會誌』第 107 卷 第 6 号 64 頁
- 10) 土屋信行 2014. 『首都水没』文藝春秋
- 11) 嘉田由紀子、遊磨正秀 2000. 『水辺遊びの生態学—琵琶湖地域の三世代の語りから』農山漁村文化協会
- 12) 「いい川・いい川づくり」研究会編 2004. 『私たちの「いい川・いい川づくり」最前線—全国「川の日」ワークショップからの贈りもの』学芸出版社

阿蘇と熊本地域の地下水を中心とした 水循環システムと熊本地震

東海大学名誉教授 市川 勉

はじめに

阿蘇山は九州の中心部に位置し、福岡県、熊本県、大分県、宮崎県、佐賀県を流れる6本の一級河川の源流域をなしており、そのうち菊池川、白川、緑川の3河川が熊本県にある。白川は阿蘇カルデラ内にその源を発し、カルデラ西側の出口にあたる「立野火口瀬」を通過すると急流となり、加藤清正が開田した中流域を流れ下る。やがて、熊本市中心部を通り、江戸時代に干拓によって開田された低平地の穀倉地帯を経て、有明海に注いでいる。白川の流域の8割が、阿蘇カルデラ内にある。

熊本市を中心とする11市町村からなる熊本地域（面積約1000km²、人口約100万人）は水道水源の100%を地下水に依存し、規模はわが国最大、世界的にも例を見ないほどの「地下水利用地帯」である。熊本地域の地下水は阿蘇外輪山の西側に展開しているが、地表面を通じて大量の水が補給されている。この水の補給を「^{かんよう}涵養」という。その地下水を涵養している水は熊本地域内の白川中流域を中心とした台地部に存在する水田に^{たんすい}湛水する^{かんがい}灌漑用水、畑地や林地に降る雨、阿蘇外輪山の山間部に降る雨である。これらの涵養の総量は、熊本県の「熊本地域地下水総合保全管理計画・第3期行動計画」¹⁾によると、年間約5579億m³に達する。つい最近まで、熊本地域における地下水涵養は浸透能力が高い白川中流域を中心とする台地部の水田地帯がその多くを担ってきた。

しかし、農畜産業を取り巻く環境は厳しく、農家の高齢化や白川中流域を含む東側の地域への熊本都市圏拡大が涵養域を減らし、地下水量も減少した。

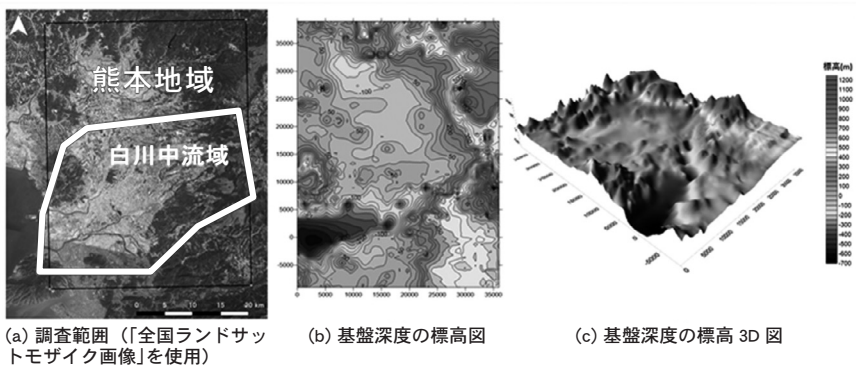
地下水保全の必要性が増すなか、その対策として、白川中流域水田地帯における湛水事業、熊本市民の節水活動、熊本県による地下水保全条例の改正などが進む。一方、熊本地震や2012年九州北部豪雨など、頻発する災害が地下水に影響を及ぼしている。

本稿では、阿蘇から熊本までの地下水を中心とした水循環の状況、そして、熊本地震の影響や地下水の保全について記述する。

熊本地域地下水の成り立ちとその涵養

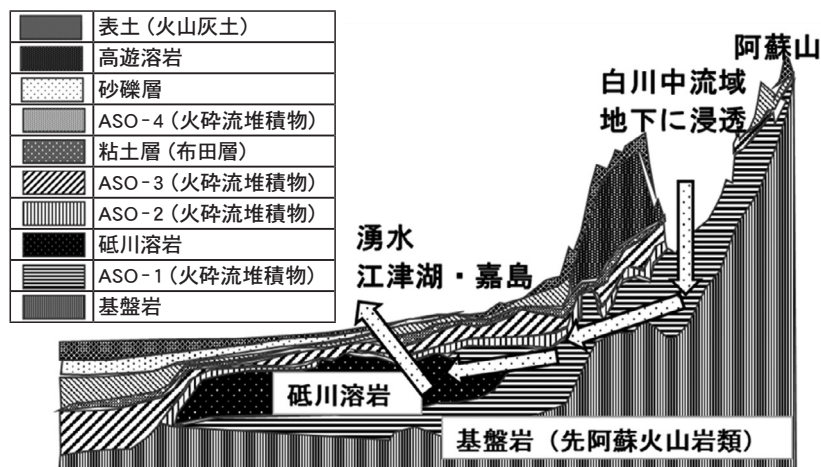
熊本平野は、基盤をなす先阿蘇火山岩類²⁾の上に約27万年前から9万年前までに4回の大規模な火砕流噴火が発生し、ASO-1～4の火砕流堆積物が分布した。その間に益城町の赤井火山から噴出した砥川溶岩が熊本市内中心部まで分布し、(図1)(図2)に示したような深い位置まで達する面積約1000km²にもわたる広い範囲の帯水層を形成している。この地下水域を「熊本地域」と呼んでいる。

阿蘇カルデラ内に降る年間約3000mmにもよる降水はカルデラ内の水田、草原及び森林を通して大量に地下に涵養されることでカルデラ内に貯留され、これにより、阿蘇谷の黒川、南郷谷の白川の降雨後の増水が軽減されている。立野火口瀬で白川と黒川が合流した後、熊本平野に流れ下り、途中



出典) 環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 SⅡ-5-2 熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究、P.56（加筆修正）

図1 熊本平野部の基盤岩分布



出典) Ichikawa et al. (2020) Earthquake effects on artificial groundwater recharge efforts in south Japan. Environmental Earth Sciences, 79, 142 (加筆修正)。

図2 熊本地域地質断面図

の白川中流域の水田地帯を潤し、水田涵養によって熊本地域地下水を涵養している。阿蘇外輪山西側の山間部の森林と草原で地下浸透した降水は、一部は河川となって台地部の水田を通じて地下水を涵養し、一部は熊本地域の地下水に直接流入している。

平野部の表土は、高い透水性を持った阿蘇火山から噴出した火山灰である有機質火山灰土の「黒ボク」であり、多量の降雨を地下へ浸透させる。黒ボクの下には、白川をはじめとした河川の氾濫時に堆積した砂礫層（託麻砂礫層）が分布する。その下のASO-4とともに粘土層（布田層、花房層）の上にあり、地表面から最も浅い第一帯水層（地下水を包含している地層）を構成している。この地下水を分割している粘土層の「布田層」は薄い。地下水が減少して発生する地盤沈下の主な原因が粘土層であることから、熊本地域は沿岸部を除いて地下水位低下による地盤沈下が発生しにくい。

白川は立野火口瀬で黒川と合流した後、熊本平野を流れ下って有明海に注ぐが、度重なる氾濫によって河床が削られ、白川の河床周辺は図2のようにASO-2まで達している。そのため、白川中流域で浸透した水は、ASO-3からASO-2の第二帯水層へ直接流れ込み、砥川溶岩に入り流速を増して江

津湖・嘉島の湧水^{ゆうすい}地帯に注ぐ³⁾。このようにして大量の水が熊本地域で涵養され、約 100 万人の水源となっている。

阿蘇カルデラ内の水循環

阿蘇カルデラ内の住民は、1000 年にわたる草原の維持活動や、カルデラ内の水田を中心とした営農活動を継続してきた。それらの活動が「阿蘇カルデラ内の降雨⇒地下浸透⇒地下水⇒揚水・灌漑利用⇒地下への浸透」といった水循環を形作り、浸透した多量の降雨を直接白川（黒川を含む）に流さずに、阿蘇カルデラ内に効率よく保水した。しかし、農畜産業従事者の高齢化、人口減少などの社会的要因、度重なる水害、熊本地震などの自然的要因によって草原や農地の面積は減少の一途をたどり、水循環量は減少している。

これまで、降水量や河川水位・流量、地下水位、湧水量などの水文資料の定量的な調査は断片的であり、必ずしも系統的な調査は実施されていなかった。そこで、阿蘇カルデラ内の水循環の保全は熊本地域地下水の保全にもつながることから、水田や草原・森林などの地表面の浸透能力の把握、河川流量、地下水位、湧水量などの水文データを詳細な観測によって収集し、長期にわたる土地利用の変化や熊本地震などの災害による水循環の変化を評価した。

水田地帯では、降雨・河川水や地下水を水源として稲を耕作する。しかし、広大な水田地帯には大量の水を必要とするため、水田圃場を整備する時に「どの程度の量の水源が確保できるか」が重要となる。阿蘇地方の蒸発散量は、暑い夏でも 1 日当たり 3mm 程度であり、水田で消費される水のほとんどは地下へ浸透する。一つの水田の面積当たりの浸透量を「減水深」と呼び、浸透する水の量を表す。減水深が 1 日当たり 1mm あれば、1 反（約 1000m²）当たり 1 日 1m³ の水量が浸透する。

稲の作付けは、5 月ごろに田植えをし、7 月下旬ごろに中干しをする。中干しの目的は、田んぼを乾かして土の中に酸素を入れるだけでなく、土に発生するひび割れ（クラック）によって根を切るためである。田んぼは長い間水を張っていると、土の中の酸素がなくなって稲の成長に影響が出たり、根が張りすぎて米まで栄養がいきわたらなくなったりしてしまう。中干しは通常、1 週間ぐらいだが、発生するひび割れの大きさに減水深も大きくなる。

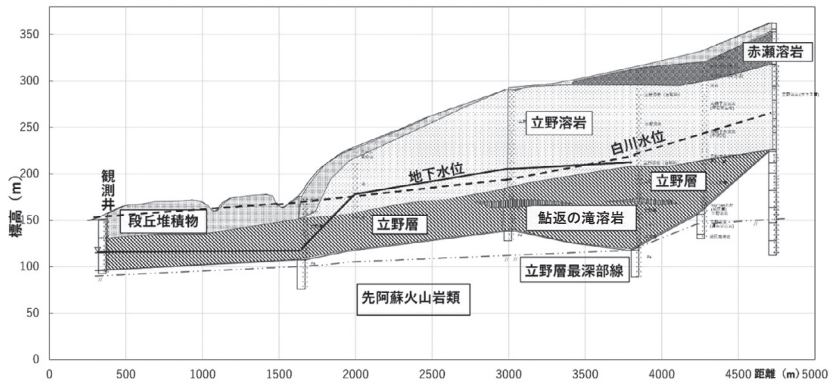
調査の結果、阿蘇カルデラ内の水田の減水深は、中干し前、阿蘇谷では平均 33.6mm/日、南郷谷では平均 47.5mm/日であった。中干し後はクラックの発生により減水深は増加しており、阿蘇谷では平均 74.1mm/日、南郷谷では平均 87.6mm/日であった。一般的に水田の減水深は 10 ～ 15mm/日程度とされ、阿蘇カルデラ内の水田は非常に高い減水深を持っていることがわかる。15 年における主食用水稻と WCS（飼料用稲）の水田からの推定地下水涵養量は、阿蘇谷（阿蘇市）では水田面積約 3000ha で約 1.6 億 m^3 、南郷谷（南阿蘇村、高森町）では水田面積約 1340ha で約 0.8 億 m^3 となり、阿蘇の水田が水循環の中で果たす役割は大きいと考えられる。

地下水位の観測は、熊本県が阿蘇谷の一宮、南郷谷の高森と白水の 3 カ所で観測している。これらのデータをもとに、水循環シミュレーションに使用した。

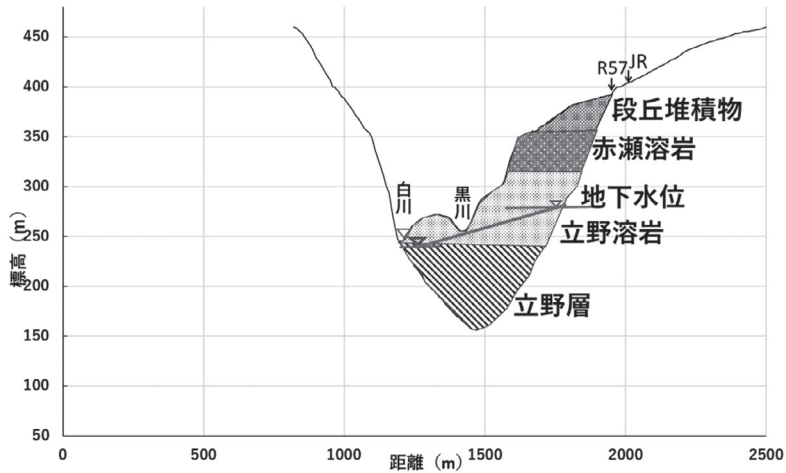
阿蘇谷では、将来にわたって水田が畑地に変化した場合と、草原が林に変わった場合をシミュレーションして比較したが、両方ともに阿蘇谷内の水循環が大幅に減少することがわかった。南郷谷では、草原は急斜面以外ほとんど消失しているため、比較的平らな針葉樹林を草原に戻した場合のシミュレーションを実施したところ、草原を 10%（約 4.1 km^2 ）増やすと約 100 万 m^3 の地下水涵養量が増え、循環量が増した。これらのことから、阿蘇カルデラ内の水田と草原の維持・復活がカルデラ内の水循環維持に重要な役割を持っていることがわかる。

阿蘇山と熊本地域地下水のつながり

これまで、立野火口瀬の下には地下水流が存在する可能性があると考えられたものの、具体的に地下水面の存在や地下水流の特定はできていなかった。熊本地震後、国土地盤情報センターが「地盤情報緊急公開サイト」⁴⁾を公開したことで、立野火口瀬直下の地質構造が明らかになってきた。(図 3) は、同サイトのボーリングデータから作製した立野火口瀬について、阿蘇谷から流出する黒川と南郷谷から流出する白川の合流点付近から下流側に向かった断面の推定地質縦横断面図と、立野火口瀬最上流部（黒川と白川の合流付近）での断面図を示す。帯水層と考えられる立野層（砂礫層）は約 25 ～ 90m



(縦断面)



(最上流部断面図)

出典) 環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 SII-5-2 熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究、P.56 (加筆修正)

図3 推定地質縦横断面図

の厚さを持ち、白川と黒川の合流点付近から下流に向かって熊本平野まで続く帯水層を形成していると考えられる。立野層中にある鮎返の滝溶岩や立野層上位の赤瀬溶岩は、それぞれ南郷谷と阿蘇谷から続いている地層であるため、地質的に阿蘇カルデラと立野火口瀬は連続している。そして、これらの

溶岩の割れ目を通して、阿蘇カルデラ内から地下水が流出し、熊本平野に向かって流れていると考えられる。

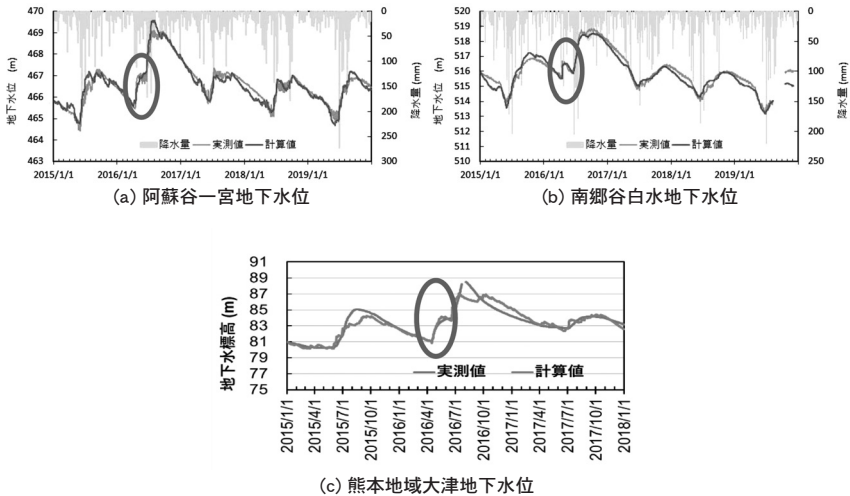
立野火口瀬下流部の大津町外牧に2本の観測井戸を設置した。両地点とも深度約55mに基盤岩である先阿蘇火山岩類が確認された。第1観測井の位置では基盤岩の上位に玉石混じりの砂利の立野層が確認された。立野層は、大礫が多く点在しており、地下水が流れている区間では礫間充填物が、第1観測井から52m下流に位置する第2観測井では、基盤岩と立野層間に立野層には見られない直径5mを超える巨礫を含む先阿蘇土石流堆積物が、それぞれ確認された。

立野層を対象としたボーリング孔を使った地層の透水性を測定する透水試験（深度36～37m）では、平均透水係数は $8.96 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ と高い値が得られ、設置した2本の観測井の地下水位差から立野火口瀬を熊本平野に向かって流れる地下水量は年間約1500万 m^3 と推定された。このことから、阿蘇カルデラから熊本平野にある熊本地域地下水とは直接つながっており、その流れの量も推定された。

熊本地震の影響

16年4月に発生した熊本地震によって、阿蘇カルデラ内の地下水は、山体が保持していた地下水が強制的に排水されて下流側に流れ込み、低い位置の地下水位が上昇した。本震後に山体の透水係数や有効間隙率（地層の中で水が流れることのできる割合）などの水理パラメーター（水の流れを支配するパラメーター）を上昇させることで、山体中に含まれた水が下流に排水されやすくなり、（図4）に示したように1カ月で2m以上も上昇するような地震直後の急激な地下水位の上昇や、地震直後に水源の地下水位が3m近くも低下することによって発生した塩井社水源（塩井神社境内にあり、環境省の「平成の名水百選」に選定されている南阿蘇村湧水群の一つ）の枯渇を再現することができた。

そして地震後は、上昇させた水理パラメーターを徐々に低下させる（数年かけて元の状態へ戻していく）ことで、地震後の地下水位の変化や湧水の回復過程を再現することができた。熊本地域の地下水位の地震による影響も同



出典) 環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 SII-5-2 熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究、P.56 (加筆修正)

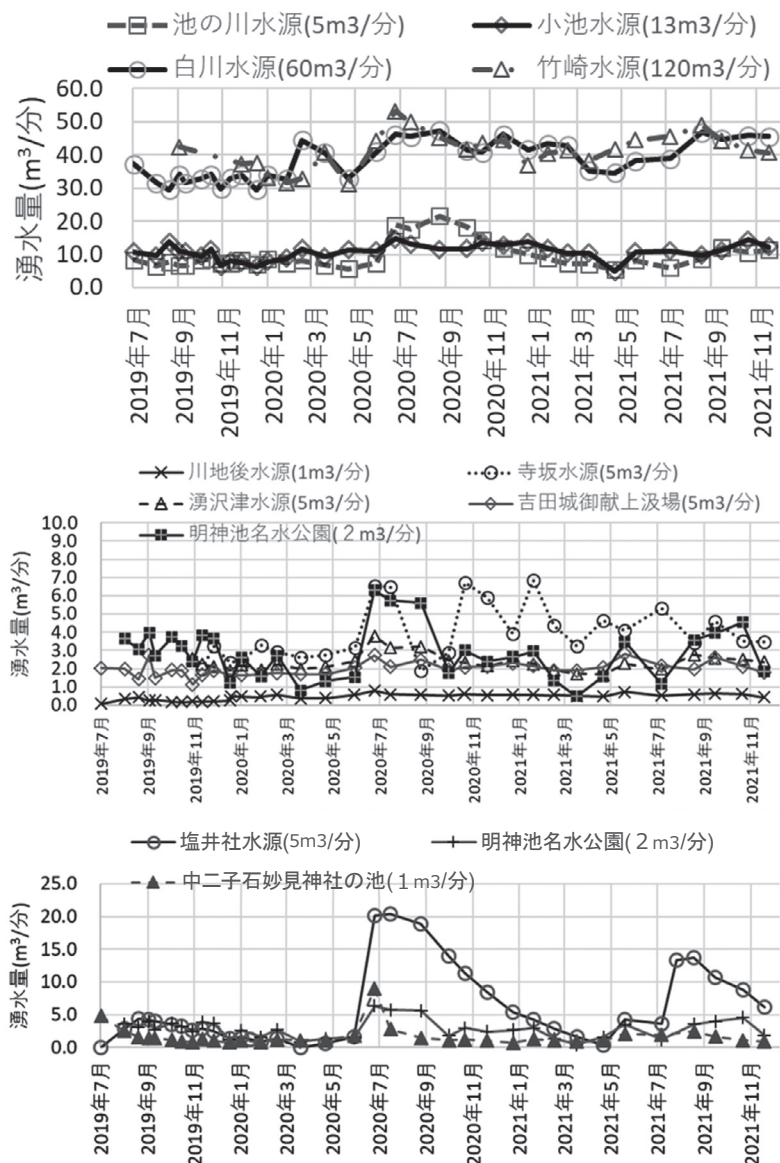
図4 阿蘇カルデラ内、熊本地域の水循環シミュレーション結果

様で、阿蘇外輪山の斜面に含まれる地下水が地震動によって強制排水されたことによる地下水位上昇が発生した。これらの地下水位変動の状況を(図4)に示している。熊本地域の地下水の上昇は、外輪山周辺で最も大きく、下流(有明海側)ほど影響は小さくなっている。

地震後3年を経過した19年7月から21年11月にかけての南阿蘇村湧水群と白川水源の湧出量観測結果を(図5)および(表1)に示す。表の最下段は、各湧水で公示されている湧出量。平均湧出量が公示湧出量を上回っていたのは、塩井社水源、池の川水源、明神池名水公園、妙見神社の池の4カ所だけであった。熊本地震直後に枯渇した塩井社水源は、梅雨の降雨により大幅に湧出量が増加するものの、翌年の梅雨まで湧出が維持できない状況にある(図5)。

熊本地域地下水保全のための「白川中流域湛水事業」と阿蘇山

立野火口瀬を流れ下った白川の河川水は、大津町・菊陽町・熊本市東部を流下する途中で、瀬田上井手堰、瀬田下井手堰をはじめとした七つの堰で取



出典) 環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 SⅡ-5-2 熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究、P.56 (加筆修正)

図5 南阿蘇村湧水群と白川水源の湧出量変化

表 1 南阿蘇村湧水群と白川水源の湧出量 (m³/分)

	塩井社 水源	川地後 水源	寺坂 水源	湧沢津 水源	池の川 水源	小池 水源	吉田城御 献上汲場	明神池 名水公園	竹崎 水源	妙見神社 の池	白川 水源
平均	5.8	0.5	4.0	2.3	9.5	10.6	2.0	2.9	41.3	1.7	38.3
最大	20.5	0.8	6.9	3.8	21.6	14.7	2.8	6.3	53.3	8.9	47.4
最小	0.0	0.1	1.9	1.7	5.4	4.9	1.1	0.5	31.2	0.7	29.4
標準偏差	5.9	0.2	1.5	0.5	4.1	2.4	0.4	1.4	5.6	1.5	5.8
公示	5	1	5	5	5	13	5	2	120	1	60

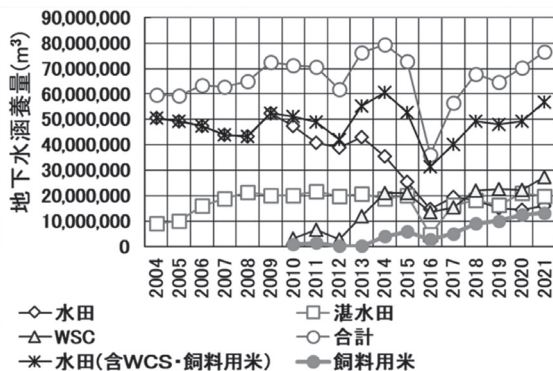
出典) 環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 SII-5-2 熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究、P.56

水され、白川中流域の水田に灌漑用水を給水している。その取水量は1日当たり約200万m³にも達する⁵⁾。

白川中流域の水田は、減水深が100～200mm/日にもなる“ザル田”として有名であり、その面積は約400年前、加藤清正が開田を始め、江戸時代末期までに1500haにも達した。高度経済成長期の1970年代まではほとんどの水田で稲が作付けされていたが、都市化による水田面積の減少、米価の低迷とともに作付けが減少。さらに減反政策によって、2000年代には減反率が40%を超えるまでになってしまった。その結果、涵養量が大幅に減少して地下水位は低下し、下流の江津湖の湧水量減少といった事態を招いて04年、「白川中流域湛水事業」がスタートした⁵⁾。

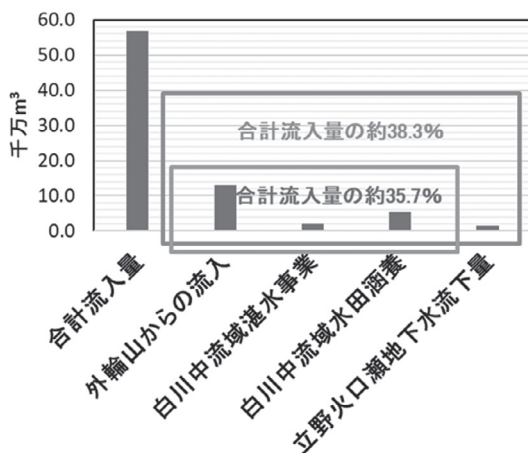
この湛水事業は、稲を作付けしないで畑地に転作する場合、作付けするまでの期間に水張りをしてもらい、その面積と期間で補助金を支出する事業である。熊本市と5企業が参加している。湛水事業による涵養量の推移を(図6)に示した⁶⁾。これによれば▽主食用米を作付けする水田の涵養量は年々減少し、2004年の5000万m³から大幅に減少していること▽10年からWCS(飼料用稲)と飼料用米が増えてきていること▽転作水田の湛水による涵養量はおおむね2000万m³で頭打ちになっているが、総計は7000万m³を確保できていることがわかる。湛水事業で05年以降、地下水位、江津湖の湧水量ともに減少傾向が止まり若干の増加が認められた。

20年に白川中流域では、水田と湛水事業の合計約7000万m³が阿蘇カルデラから流れる白川の水を使うことで地下に涵養されている(図6)。すなわち、阿蘇カルデラから立野火口瀬の下を経て直接、熊本地域へ流れる地下



出典) Ichikawa et al. (2020) Earthquake effects on artificial groundwater recharge efforts in south Japan. Environmental Earth Sciences, 79, 142 (加筆修正)

図6 白川中流域湛水事業による涵養量の推移



出典) 環境研究総合推進費 終了研究成果報告書 SII-5-2 熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究、P.56 (加筆修正)

図7 熊本地域地下水帯水層への流入量の構成

水量と水田や湛水事業によって涵養される地下水量の合計約 8500 万 m^3 が阿蘇カルデラから熊本地域地下水帯へ 1 年間に供給されている水量、といえる。

熊本県の熊本地域地下水総合保全管理計画に基づく第 3 期行動計画¹⁾に

よると、熊本地域の 09 ～ 17 年の平均地下水涵養量は約 5 億 5790 万 m^3 であるから、阿蘇カルデラから流出した白川と地下水流出の熊本地域地下水への涵養は全涵養量の約 15% に相当する。また、収集した水文データをもとに水循環シミュレーションによる水収支の結果を見ると、阿蘇山から熊本地域の地下水帯に供給される水量は、熊本地域の地下水帯に供給される全水量の約 38.3% に相当し、大きな割合を占める（図 7）。

したがって、阿蘇地域は大量に降る降雨を貯留し、少しずつ白川を通じて下流側に供給するとともに阿蘇外輪山西側斜面の森林・草原を通じて涵養される降雨が熊本地域の地下水を涵養することによって下流側の都市部住民の水資源である地下水が維持されている。これに対して、下流側の熊本都市圏の住民や地下水を利用する企業が、阿蘇の農地や草原及び山林の保全、農畜産業への援助で協力している。このように熊本地域と阿蘇地域は地下水を通じて地域水循環共生圏を構成していると考えられる。

阿蘇・熊本地域地下水保全のための活動

熊本県は地下水保全条例で、地下水が水循環を構成する一部であり、県民の生活の基盤をなす県民共有の財産だとし、公共性のある水（公共水）として位置付け⁷⁾て地下水の利用に応じて保全に取り組むことを規定した。そのため、一定以上の地下水を取水する場合、相当する量の涵養対策（地下水保全策）を計画し、報告する義務がある。

熊本地域地下水の長期低落傾向が 00 年初頭に指摘され、地下水を涵養しようとする試みが地下水を大量に使用している熊本市上下水道局や企業によって実行に移された⁵⁾。それが白川中流域転作田の湛水事業である。しかし、熊本地域全体の涵養量を補填するには湛水事業だけでは不十分であった。

そこで、12 年に設立された「くまもと地下水財団」が白川中流域以外の地域における湛水事業、冬期湛水、地下水涵養量を増やす取り組みを進めている。熊本地域に設置された地下水位観測井の観測結果を収集してデータベースを構築したり、地下水の硝酸性窒素汚染対策事業に取り組んだりと多角的な活動に努めている。

また、阿蘇では、南阿蘇村が地下水涵養のために冬期湛水をしている。こ

これらの地下水保全活動のほかに、熊本市が実施する節水活動などへの市民参加による地下水利用量の削減など、多くの保全活動が行われている。

まとめ

熊本平野は、阿蘇山の火山活動によって形成された特異な地質構造を持った平野であり、膨大な量の地下水を蓄えることのできるわが国でも特異な場所である。地下水利用地帯の欠点である地盤沈下を発生させづらい地質構造を持っているがゆえに、わが国最大の地下水利用地帯に発達した。

その水循環機構は阿蘇カルデラ内や外輪山の草原・森林・農地によって涵養される水循環システムに大きな特色を持っている。しかし、長い年月維持されてきた水循環機構も土地利用の変化、農業の衰退によって大きく減退しつつある。上流側の阿蘇山の変化は下流の熊本地域地下水帯に大きな影響を与えるため、熊本地域の地下水帯と阿蘇山は地域水循環共生圏を構成していると考えられる。そのため、下流側の熊本都市圏の住民や地下水を利用する企業にとって、阿蘇の農地や草原及び山林の保全、農畜産業への援助や共同は重要な施策となる。

〔参考文献・注〕

- 1) 熊本県 熊本地域地下水総合保全管理計画・第3期行動計画、P.8、2019年
<https://www.pref.kumamoto.jp/soshiki/49/5554.html>
- 2) 熊本地盤研究会 熊日出版、熊本地域の地質断面図ー地下地質と熊本地震一、P.114、2019年
- 3) 公益財団法人肥後の水とみどりの愛護基金 「水はみんなの命」ガイドブック、P.44-45、2015年
- 4) 国土地盤情報センター 九州豪雨災害「復旧支援」地盤情報緊急公開サイト
<https://publicweb.ngic.or.jp/emergency-2/>
- 5) 熊本市 平成14年度農林業の多面的機能に着目した流域連携調査業務報告書、P.53、P.75、2003年
- 6) 市川勉 2021年度（令和3年度）白川中流域における湛水事業による地下水涵養効果評価報告書、P.96、2022年
- 7) 熊本県地下水保全条例、2020年
<https://www1.g-reiki.net/kumamoto/act/frame/frame110000721.htm>

伝統知・地域知を活かした防災・減災

京都大学大学院准教授 深町 加津枝

自然災害に対処するための地域の自然や文化に根ざした解決策は、「伝統知・地域知」として活用され、継承されてきた。伝統知・地域知は先人たちが長年の歴史の中で積み重ねて、過去から現在、そして未来につながる自然の恵みと災いに向き合う地域の知恵と技術といえる。防災・減災に関わる伝統知・地域知の具体的な事例についての理解を深め、現代的な価値と意義を検討することは、気候変動など今日の課題に対応する上で重要である。滋賀県大津市比良山麓を事例に、江戸時代の絵図や古文書、地域に伝わる知識や技術などを取り上げながら、歴史から学ぶことができる自然災害への対処法、暮らしの中での自然の恵みを活用する工夫について紹介する。

比良山麓の里山

滋賀県の湖西地域、大津市と高島市に位置する比良山地は、東を琵琶湖、南を和邇川^{わに}、北と西を安曇川^{あど}で丹波高原から区切られた範囲にある。比良山地では標高 1000m 以上の急峻な山々が連続しており、標高は最高部で 1214m、最低部で 83m である。比良山地の東半分は花崗岩であり、西半分は中・古生代の堆積岩類となっている。比良山麓東部の大小様々な河川は扇状地を抜け東側にある琵琶湖に流れ込んでいる。河川の中には砂礫^{されき}が堆積し河床が高くなった天井川が見られ、湖岸沿いには砂浜や内湖が発達している。

琵琶湖に近い低地には水田を中心とする農地が分布し、河川沿いや寺社の周囲には樹林地があり、集落の背後には大面積の森林が続いている。1960 年代ごろまで、針葉樹林は主にアカマツ林であったが、その後はスギやヒノ

キ人工林の面積が急速に増加した。広葉樹林は里山林として薪炭利用が繰り返されコナラやアベマキなどが優占する二次林であり、高標高域ではブナやミズナラが優占する森林になる。森林所有形態は私有林、共有林、社寺林など多様であり、集落ごとに特徴がある。

比良山麓には湖岸沿いを中心に古くからの集落があり、木戸学区には南船路、北船路、守山、木戸、大物、荒川、南比良、小松学区には、北比良、南小松、北小松が位置する。それぞれの地域の自然環境や自然の恵みを活かした農業、林業、漁業、石材業などが営まれてきた。また、北国海道や琵琶湖などを通じ、北陸や京都、滋賀県湖東地域などから人や物が行き来してきた。一方、大雨が降ると土石流や洪水などの自然災害が起これ、比良山麓に暮らす人々は災害対応のための様々な工夫をしてきた。

脆弱な土地を理解して位置づける

(図1)は「南小松村絵図」(17世紀中ごろ)であり、「山林」、「田畑」、「^{えいあれ}永荒」、「道筋」などが色分けされ描かれている。こうした絵図からは、当時の土地利用に加え、生活域や生産活動の範囲、他の村との関係や生業などが読み取れる。「永荒」とは、災害のため永い間荒廃した田畑、芝地・沼地などの荒地であり、作物の生産能力がほとんど無いことから、領主から年貢を免除される土地であった。「永荒」は北国海道より東側の川や内湖周辺に広がっており、川の下流での洪水や土砂災害、あるいは内湖の増水による水害があったことがわかる。南小松の集落は、

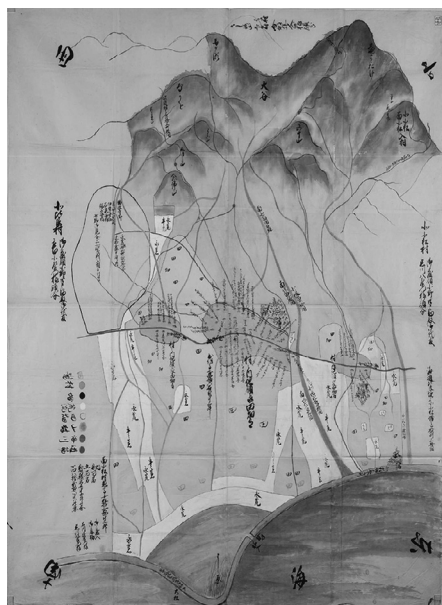


図1 南小松村絵図(17世紀中ごろ・南小松自治会蔵)

「永荒」が集中する川の下流や内湖周辺から離れた位置にあった。自然災害を受けやすい土地は「永荒」として区分して理解され、高度な土地利用が避けられていた。今日、「永荒」であった場所の多くは、住宅地や農地などに変化しているが、アカマツや竹類などが点在する荒地も断片的に見られる。

絵図に描かれた内湖には、「船入・魴えり口ぐち」、「よし原」といった記載があり、内湖が港や漁業の場として機能し、ヨシが繁茂した場所もあったことがわかる。琵琶湖近くに位置して川の水や土砂を受け止める内湖は氾濫原湿地となり、多様な生物の生息・生育地となってきた。昭和前期ごろまでの内湖周辺（写真2）は水田として利用され、湿地帯では魚類や水草、ヨシなど多種多様な自然資源が食材や肥料、資材として利用されていた。今日では、こうした自然資源利用がほとんど失われ、宅地、観光開発などが進んでいるが、ノウルシやコセスジゲンゴロウなどの希少な動植物が分布する湿地も部分的に残っている（写真3）。

（図4）は、「守山村山林絵図」（18-19世紀中ごろ）の一部拡大図であり、守山集落の背後に地元の石材（チャートが主体）を用いたシシ垣が見られた。シシ垣は、ニホンジカやイノシシによる獣害を防ぐ目的で集落や農地を取り囲むように築かれた石垣であった。シシ垣より上流側の「村林」（共有林）の範囲には

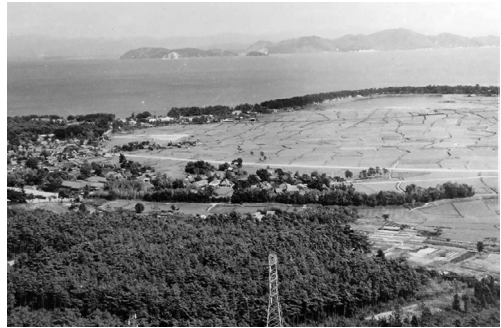


写真2 南小松の内湖周辺の景観
（1955年ごろ・南小松木村家蔵）



写真3 内湖周辺の湿地とノウルシ
＝以降はいずれも筆者撮影

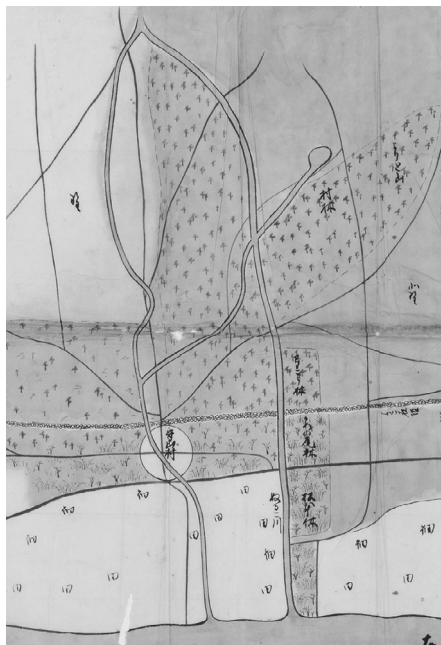


図4 守山村山林絵図
(18-19世紀中ごろ・守山財産区蔵) 一部拡大

アカマツ林が広がっていた。シシ垣より下流側の集落や「ぬるこ川（現在は野離子川）」左岸では部分的にアカマツがあるものの、描かれている樹木の大部分はクヌギやコナラなどの落葉樹やツツジ類などの低木であった。農地は集落より下流側から琵琶湖湖岸付近にまとまって分布していた。主にアカマツ林が分布するのは、集落が位置するぬるこ川右岸や扇状地の扇頂部など土砂災害の危険性が高い山林であった。

こうした山林は、集落や農地に大量の土砂が一気に移動するのを阻止するために土砂の移動を緩めたり、受け止めたりする土砂災害防止林としての機能が

求められた。そのため、中～低木、キノコ、石材などの資源利用がなされた一方、高木のアカマツの分布を面的に維持するための伐採制限がなされたことが推定される。また、琵琶湖付近のぬるこ川左岸は、上流からの土砂が流れやすい場所として、農地としての利用ではなく落葉樹や低木が分布する樹林帯となっていた。地形や位置、求められる機能、所有形態などによって土地利用や管理方法、植生が異なっていたと考えられる。

石堤の配置と水のネットワーク

(図5)は、荒川村絵図(1853年ごろ)のトレース図である。絵図中央に位置する荒川集落周辺には枝分かれした水路があり、大谷川から取水された水が集落や農地を通り琵琶湖に流れていた。下流域には白砂が堆積し、河床

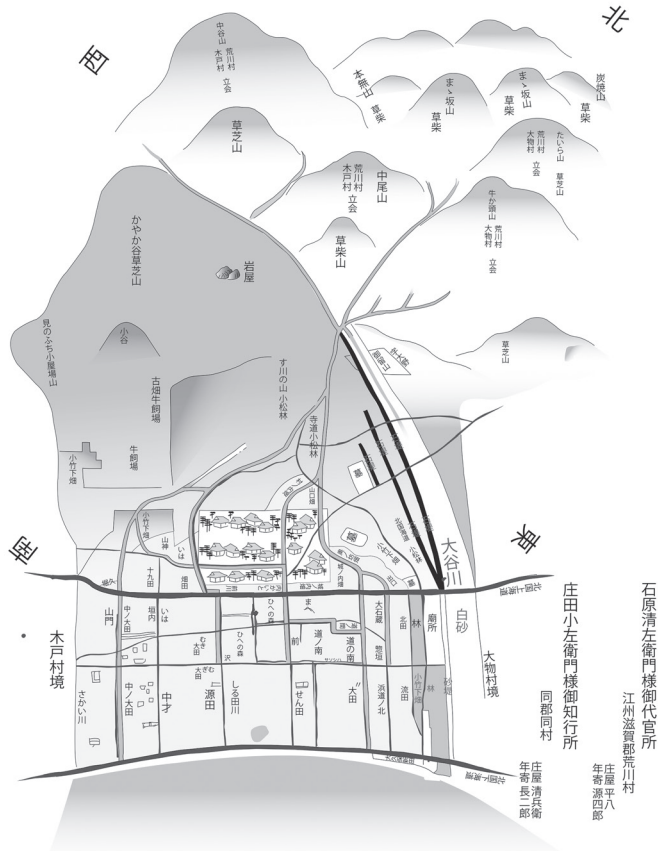


図 5 荒川村絵図 (1853 年頃・荒川共有地管理組合蔵) トレース図 (大津市歴史博物館作成)

は周囲の土地よりも高くなっていた。絵図に描かれた大谷川から荒川集落に向かう水路の取水口は、川沿いの石堤の先端 (最上流部)、大谷川の河口から 3km ほどの川が切れやすい場所に位置する。

この場所にある湯島弁財天には、「シマツ」と呼ばれる沈砂地・分水池 (写真 6) がある。「シマツ」から森を抜けて集落に入った水路周辺では、「カワト」(屋敷内に水を引き込むなどして、洗い物や果物を冷やすといった利用をする水場) に利用されてきた。水路は日常的には水資源を広く行き渡らせ

る人工水路ネットワークと
なって地域の文化と関わる
とともに、大雨の時などに
は集落付近で水があふれな
いよう水路の流量を調整で
きるネットワークとなって
きた。このような水路の利
用や管理は、身近な自然と
密接に関わり、自然の変
化を察知し、災害への対処
法を身に付ける機会ともな
っていた。

大谷川の取水口から下流
側に三つ並んで描かれた実
線（図5）は、土砂災害や
水害から荒川集落を守るた
めの石堤であった。川から
集落に向かって土砂が流れ
やすい要所に二重、あるい
は三重の石堤が築かれ、段
階的に土砂の流れを軽減さ
せる構造となっていた。石
堤の材料には地元の花崗岩
が用いられた。石堤がある
場所の対岸の森林の一角は
「御留山」となっており、
伐採制限などにより大谷川
に土砂が流入し、河床が上
昇するのを防ぐなど防災・
減災対策がなされていたと
考えられる。



写真6 荒川の湯島弁財天にある「シマツ」



写真7 荒川集落のシシ垣と「カワト」のある水路



写真8 四ツ子川の百間堤と周辺の景観

集落と山林との境界部には花崗岩を用いたシシ垣があり、頑丈な構造にすることにより大谷川側からの土砂災害を防ぐ機能もあった。住民は土石流の危険がある時に集落入口の道路に接するシシ垣の木戸口（花崗岩を加工してできた「樋」をはめ込むための構造物）に「樋」をはめ込み、対策を行った。今日も荒川集落には木戸口のついたシシ垣が残り、その近くに水路や「カワト」が見られる（写真 7）。

（写真 8）に示す四つ子川沿いの石堤は「百間堤」と呼ばれ、1852 年の大雨（台風）による被害で決壊し、大物村民も参加しながら 5 年 8 カ月をかけて改修された。百間堤は長さ約 180m（百間）、天場幅約 18 m、高さ 5.5 ～ 9m ほどであり、地元の石材として用いられた花崗岩には高さが 5m にもなる巨石も含まれている。百間堤により河道の流路が扇頂部（扇状地南側）で固定されるため、流路が変更されて土石流を流路内に留める構造となり、下流側に位置する大物集落と隣村南比良の災害を軽減する役割を担っていた。この場所には「シマツ」があり、樋門で調整される水路の取水口から流れる農業用水は、大物、南比良の農地に供給されてきた。百間堤の下流には 1km 以上の砂堤が続き、砂堤の周りにはアカマツが植えられた。水害時には流路内に倒れるようアカマツを伐採し、砂堤が削れるのを防いだり、土石流の流れを軽減したりする工夫がなされていた。

これからに向けて

比良山麓における伝統知・地域知は、それぞれの地域の地形や地質の特徴を活かしながら、自然災害を軽減する上での要所を押さえ、複数の手法や施設を組み合わせるものであった。江戸時代からの比良山麓の集落における伝統知・地域知として、脆弱な土地や災害の要所を地域全体の土地利用の中で位置付け、石材や樹木など自然資源を利用した構造物を設置し、流路変更や分散化する人工水路ネットワークの整備などの工夫が見られた。

また、土地の所有形態や植生管理、アカマツを植えたり高木を残したりといった工夫を行ったほか、神社を配置して信仰の場としているなどの事例があった。防災・減災に関する場は自然資源を利用する場としても機能し、水路や森林などとの多様な関わりを通して地域の文化が培われ、災害の危険性

や対処法を理解、実践する機会ともなっていた。こうした地域全体で災害リスクを減らし、自然からの恵みを得るシステムとしての伝統知・地域知は、部分的ではあるが地元の自治会や伝統的な組織などにより現代も引き継がれている。さらに、自主防災や教育に関する取り組み（写真9）、里



写真9 百間堤を訪れる地元幼稚園の子どもたち

山を対象とした市民活動などにおいて、伝統知・地域知に関する関心が高まってきている。

しかしながら、近代化などにより土地利用や自然資源の利用、管理方法が大きく変化し、地元の人々との関わりが薄れたことに加え、政策や公共事業における防災・減災対策の中では伝統知・地域知がほとんど考慮されない状況がある。地域固有の歴史や文化を活かした新たな防災・減災の道筋を改めて検討し、健全で豊かな地域の自然、生態系を再生しながら活用すべき時にあるといえよう。伝統知・地域知の中で見いだされ、今日にも応用できる防災・減災機能を組み合わせた土地利用計画や防災計画、施設計画が期待される。

〔参考文献〕

- 安藤滉一・深町加津枝・東幸代・高橋大樹（2020）大津市南小松の絵図に基づく江戸期から明治初期までの土地利用と災害対応、ランドスケープ研究 83(5)485-490
- 落合千帆（2020）水害対策に対する石の構造物と伝統知－滋賀県比良山系を事例として、都市計画報告集 18(4)398-401
- 総合地球環境学研究所 Eco-DRR プロジェクト（2019）地域の歴史から学ぶ災害対応：比良山麓の伝統知・地域知、75pp
- 深町加津枝（2014）里山の自然資源の利活用を巡る伝統的な仕組みの意義、農村計画学会誌 33(1)13-

気候変動時代のインフラとしての里山

国立環境研究所 気候変動適応センター室長 西廣 淳

水防災と農地

激甚化・高頻度化する水害への対応として、ダムや堤防といった河川施設のみに頼るのではなく、流域での貯留・浸透能力を高め、河川に流れ込む雨水を減らしたり河川への到達時間を遅延させたりする「流域治水」の重要性が、広く認識されるようになった。2021年には流域治水関連法（特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律）が施行されている。

この潮流は日本だけのものではない。世界各地で流域スケールでの治水対策の重要性が認識され、その適用は、防災のみならず環境、社会、経済にメリットをもたらす効果的な選択肢となるものとして推進されている。たとえばスコットランドで「Natural Flood Management」と呼ばれているアプローチ¹⁾は流域治水と類似したものであり、そこで実践されている農地での雨水の貯留、流出遅延、浸透、土砂流出防止の取り組み²⁾には、日本でも役立ちそうなものが多い。

流域治水における有望な選択肢の一つとして、水田での貯留能力を調整板の設置によって高める「田んぼダム」が注目されている^{3,4)}。広大な面積を占める水田は、畔の高さ分の水を貯めるだけでも、膨大な容積の雨水を貯留することができる。その水はやがて排出されるが、それまでのタイムラグがあるため、ピーク時の河川の流量は低減できる⁵⁾。

水田が流出遅延や貯留といった治水機能を発揮するのは、畔という物理的な構造が存在するためである。逆に、畔や土手があれば、稲作がされていなくても治水機能は期待できる。いうまでもなく水田はコメの生産を第一義と

する場合であるが、治水機能の観点から考えれば、コメ生産は畔や土手を維持する動機であり、本質は物理的な構造にある。

日本では耕作放棄地の面積が増加しており、2015年時点で42.3万ha(1975年の約3.2倍、数値は水田だけでなく畑地も含む⁶⁾)。かりに、耕作放棄水田でも畔や土手が維持できれば、治水機能が期待できる。むしろ湛水によるイネへの被害に配慮しなくてもよいため、より治水を重視した管理も検討しうる。問題は、食糧生産という動機・目的を抜きに、畔や土手といった農地の構造を維持できるのか、という点である。

里山グリーンインフラ

筆者らは「里山グリーンインフラ」という概念を提唱し、主に印旛沼流域(千葉県)を対象とした取り組みを進めている。里山グリーンインフラは「かつて里山として利用されてきた台地、谷津、低地の自然環境を、持続可能で魅力的な地域づくりに役立てる工夫」と説明される⁷⁾。ここで里山とは、かつての農業や生活を支えてきた、農地、樹林、草原、湿地、溜池、小規模河川の複合体を指す。なお前述の「谷津」とは、台地の辺縁部に発達する小規模で急峻な浸食谷を指す(図1)。

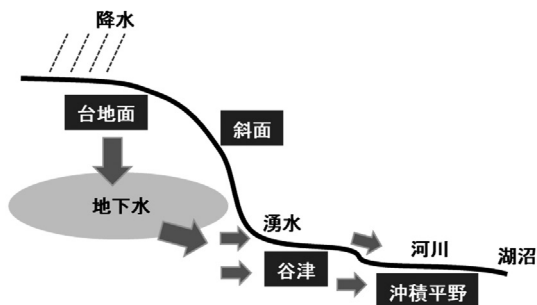


図1 谷津の航空写真(上)と水の動態の模式図(下)。台地面に降った雨が地下水として蓄積し、谷津で湧水となって地表に現れる。

筆者らは、里山の自然がもつ治水、水質浄化、生物多様性保全などの機能に関する研究成果や、それらを向上させる実践的な取り組み、それを継続するための体制などに関する情報を共有するため、「里山グリーンインフラ勉強会」をほぼ毎月開催している。そこには市民、行政官、研究者など、多様な主体が個人として参加している。また勉強会で共有された内容をもとにした実践的な活動も展開されている。この緩やかで互恵的な連携を、「里山グリーンインフラネットワーク」と称している⁸⁾。里山グリーンインフラネットワークは10人程度で事務局を運営しており、ネットワーク参加者の名簿などはつくっていない（メンバー非固定）。あえて言えば、勉強会などの情報を共有するメーリングリストに登録する人どうしが薄くつながる、大規模な井戸端会議のような場である。

里山グリーンインフラの取り組みで、現在とくに力を入れているのが谷津の耕作放棄水田の活用である。谷津の斜面下部では台地の地下水を水源とする湧水が生じており、それを利用し、かつては谷底面で稲作がされてきた。しかし、1960年代からは谷津より下流に位置する広大な平野の干拓と治水が進み、稲作の中心はそちらに移った。同時に、水源地付近の小規模な谷の底である谷津では、水田が大規模化しにくく、耕作放棄が進行した。

さらに、谷津の地形は建設残土や廃棄物を埋めるのに適しており、谷全体を埋め立てる事業も進行した。埋め立てられた後は、宅地や太陽光発電施設などとして活用されたケースが多い。加藤大輝氏（東邦大学）による航空写真の読み取りによると、40年代には印旛沼流域全体で1022カ所に谷津がみとめられ、そのすべてが水田として利用されていたものの、現在では43.7%の谷津が埋め立てなどにより失われ、残された約570カ所のうち77%が耕作放棄水田となっていた。

谷津の耕作放棄水田は、稲作は停止していても、その状態に応じて様々な生態系機能を有していることが期待でき、さらに土手や水路の手入れにより、これらの機能の多くは現状よりも高めることができる（表1）^{7,9)}。たとえば水田のように水が溜まりやすい構造にすることは、治水だけでなく水質浄化にも役立つ。滞留時間が長く、水温の上がりやすい湿地では、脱窒による窒素除去が進みやすいからである。ただし水深を深くし、水の入れ替わりが少なくなると、アメリカザリガニやウシガエルなどの侵略的外来種が増え

表1 谷津の谷底の湿地(耕作放棄水田) が担うグリーンインフラ機能(生態系調整サービス、基盤サービス) の例

機能・サービス	概略	機能が高まる条件
治水	谷底面に雨水が貯留・浸透することで、河川への流出が時間的に遅れたり、流出量が減少したりする。	畔や土手などの構造物があると、貯留機能が高まる。
水質浄化	湧水に含まれる栄養塩(特に窒素)の濃度が湿地を通過する間に低下し、河川への負荷が軽減される。	浅く湛水され、水温が上がりやすい日照条件が実現すると、脱窒能力が高まる。
生物多様性保全 (湧水選好種の保全)	湧水で涵養される湿地・水路があることで、ホトケドジョウやメダカなどが生息できるようになる。	集水域の雨水浸透面の確保は、湧水の維持のために不可欠である。土水路の手入れは生息環境の質を高める。
農地維持 (復田のポテンシャル)	草刈り等の適度な攪乱により樹林化が抑制されることで、再び水田に戻しやすい状態が維持される。	土壌が湿潤に保たれるあるいは冠水することで、樹林化の進行は遅くなる。

やすくなるなどの問題がある。湿地の水深と流速の管理は生物多様性と生態系サービスの状態を左右する重要な要素であり、丁寧なモニタリングと管理をすることで、グリーンインフラとしての機能を効果的に発揮させることができる。

(表1) にまとめたグリーンインフラ機能の多くは、谷底が湿地環境であることで発揮されるものであり、谷底が湿地であるためには湧水が必要である。その湧水は台地の地下水の存在によって維持されるものであり、地下水が維持されるためには台地に降った雨が地下に浸透する必要がある(図1)。したがって、台地上に樹林や草地などの雨水浸透面が確保されていることは、谷津の生態系が様々な機能を発揮する上での必要条件といえる¹⁰⁾。さらに、台地上および斜面の植生の構造(樹木の密度、低木や草本層の発達など)は、雨水の浸透能力や土砂流出の程度に強く影響する。詳細については今後の検討が必要ではあるが、伐採や下草刈りをし、谷津の周辺の台地や斜面に種多

様性の高い植生を成立させることで、雨水浸透機能や土砂流出防止機能を高めることができる可能性がある。このように、谷津の谷底だけでなく、周辺域（特に谷津の集水域）もあわせて生態系管理の対象とすることで、グリーンインフラとしての機能をさらに高めることができる。

気候変動対策としての里山グリーンインフラ

里山グリーンインフラで期待される機能の一部は、気候変動への対策と密接に関わっている。一般論として、気候変動への対策は大気へと放出される温室効果ガスを減らし、気候変動にブレーキをかける「気候変動緩和策」と、気候変動に伴って生じるリスクを軽減する「気候変動適応策」とに分けられる。里山の生態系管理はこれら両方と関係する。

前述した谷津での貯留や流出遅延による流域治水は、気候変動適応策として位置付けることができる。また水質浄化も今後、気温・水温の上昇とともに湖沼や河川下流域でアオコの発生などのリスクが高まることを考えると、重要な気候変動適応策といえる。このように、生態系を活用した気候変動適応策はEbA（Ecosystem-based Adaptation）と呼ばれる。EbAは、複数の社会課題の解決に同時に寄与しうること、生物多様性保全と両立しやすいこと、コストが安くなる場合が多いことなど、多くの利点があることから、気候変動対策と生物多様性保全の両面から重要視されてきた。国際的には、気候変動枠組条約と生物多様性条約の両面で2000年代から議論されてきており、19年には、生物多様性条約事務局（SCBD）から総括的なレポートが発行された¹¹⁾。日本でもEbAの考え方や実例を解説した手引書が22年に環境省から発行されている¹²⁾。

里山の生態系管理は、気候変動緩和策とも深く関わっている。生態系の管理は土壌での炭素蓄積などの様々な面で気候変動緩和に貢献しうる。そのような中、新しい取り組みであるバイオ炭の製造による炭素の隔離の活動¹³⁾は、里山管理の新しい価値と動機につながる可能性がある。近年、千葉県北部では谷津の斜面林など里山でモウソウチクを伐採し、バイオ炭をつくる活動が複数の場所で展開されている。バイオ炭は「燃焼しない水準に管理された酸素濃度の下、350℃超の温度でバイオマスを加熱して作られる固形物」

と定義され、農地や草地土壌にバイオ炭を投入することによる炭素貯留への貢献が、カーボンニュートラルに向けた活動として評価されるようになった(19年改良 IPCC ガイドライン)。日本では、20年から「バイオ炭の農地施用」がJ-クレジット制度(温室効果ガスの排出削減量や吸収量を国が認証する制度)に組み込まれ、クレジットの売買や企業のブランディングでの活用が可能になっている。

モウソウチクは中国大陸原産の竹で、かつては里山の住居付近などで栽培・利用されていた。しかし近年では利用が減少し、斜面林一帯を覆うほどの群落を形成している場所が増えている。竹林の適度な伐採は、生物多様性と生態系機能の回復を目的とする里山の管理として、これまでも実施されてきた。伐採した竹を放置すると、やがて分解され、植物が吸収していた炭素が再び二酸化炭素として大気中に戻ってしまう。しかし、焼いて炭にすることで、長期間にわたって分解されなくなり、脱炭素に貢献できる。モウソウチクを伐採してバイオ炭化する取り組みは、生物多様性・生態系機能の回復とカーボンニュートラルの両方への効果が期待できる。もちろんモウソウチクに限らず、競争力の強い種(湿地におけるヤナギ類など)をバイオ炭化することは、同様の一石二鳥の効果が期待できる。

千葉県では、バイオ炭を活用した有機農業を推進する団体である「北総ク

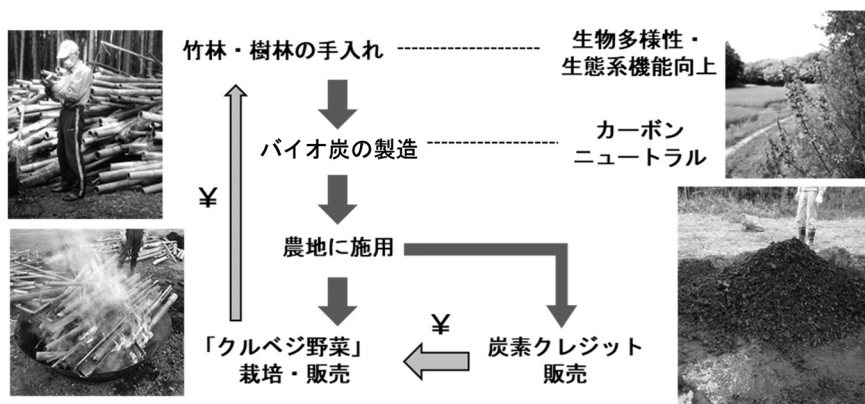


図2 生物多様性・生態系機能向上とカーボンニュートラルへの貢献を同時に実現させる里山管理とバイオ炭の製造・取り組みの概略。

ルベジ」¹⁴⁾と、里山グリーンインフラネットワークに参加している里山保全団体が連携した活動が開始された。管理作業の過程で伐採する植物を活動場所炭化し、北総クルベジのスタッフが回収、参加している農家が堆肥と混合するなどして農地に施用するという取り組みである（図2）。農業を駆動力に、気候変動対策（緩和策・適応策）と生物多様性保全の両面に効果がある活動が促進されるという構造といえる。バイオ炭は買い取られるため、これまで貨幣経済から分離しがちだった里山の竹林や樹林の管理が、経済的な価値を生み出すようになったことの意義も大きい。

里山グリーンインフラの活用のために

防災や水質浄化など、里山の自然が発揮するグリーンインフラとしての機能による恩恵を受けるのは、特定の個人ではなく地域社会である。さらに生物多様性保全や気候変動緩和策に関する機能は、より広域に対して「益」をもたらすものである。しかし、里山の自然を構成する農地や樹林は、多くの場合、個人の所有地である。かりに農業生産を停止していても、税金を支払い、場合によっては用水代なども個人が負担して維持されている。グリーンインフラとして価値が高いからといって、経済的な生産をしなくなった土地

を長期的に維持することは難しい。公益のために個人に負担をかける形は適切ではない。現在でも谷津の埋め立ては進行しているが（写真3）、これは現在の経済の仕組みの中ではやむを得ないものともいえる。グリーンインフラの活用を社会実装していくため



写真3 埋め立てられる谷津＝筆者撮影

には、機能の受益者である「公」と、負担者になりがちな「私」の関係の問題を解決する必要がある。

グリーンインフラとして価値の高い里山の自然を支える仕組みとして、農地の多面的機能支払交付金制度、保安林指定、貯留機能保全区域指定など、いくつか関連する制度は存在する。しかし、それらが適用できる場合は限られており、前述した谷津の最上流部の耕作放棄水田を湿地として維持することなどに、直接活用できる制度はほとんどないようだ。これらの制度の適用範囲やインセンティブの拡充と、公益性のあるグリーンインフラの支援を正面から扱える制度の設定が望まれる。

公的な制度が適用できる場所では活用しつつ、それとは別の仕組みを構築することも重要である。期待のできる選択肢に、企業との連携が挙げられる。近年、環境などに配慮した企業を重視して投資する「ESG 投資」が拡大している。また、ESG 投資で考慮される企業による環境問題対応については、温暖化リスクへの対応だけでなく、生物多様性を含む自然環境のリスクも重視する方向に変化している¹⁵⁾。

この背景には、自然環境の劣化が、材料調達など企業活動に対する直接的なリスク（物理的リスク）をもたらすことに加え、企業が自然環境への配慮を怠ることが社会の評価を下げてしまうリスク（一種の移行リスク）をもたらすという認識がある¹⁶⁾。逆に、自然環境保全に貢献することは、物理的にも社会的にも、安定した企業経営につながる。上記の、グリーンインフラをめぐる公と私の齟齬の解消という「地域課題の解決」と、地域での安定した経営のために自然環境に配慮したあるいはプラスに働く活動を実践したい「企業のニーズ」との重なりを見出す、すなわち CSV（Creating Shared Value）が実現する可能性は、十分にあると考えられる。

「グリーンインフラとして価値がある里山の生態系管理」「それを支える労力や資金の確保」のように、解決が求められている地域課題の存在やその詳細な実状は、その地域と関わりのある企業と必ずしも共有されているとはいえない。企業と地域の CSV のためには、両者の情報共有の場や中間支援の充実が必要になるだろう。地域（住民、行政、NGO など）と企業が、地域の自然環境とその活用の歴史、すなわちグリーンインフラの現状と変遷についての共通認識をもち、過去をリスペクトしつつ、人と自然が新しい形でか

かわる地域の未来を構築する。そのような取り組みが望まれる。

〔謝辞〕

本稿は、環境研究総合推進費 2-2001「気候変動に対応した持続的な流域生態系管理に関する研究」および総合地球環境学研究所「人口減少時代における気候変動適応としての生態系を活用した防災減災(Eco-DRR)の評価と社会実装」の成果を踏まえて執筆しました。共同研究者、現地での実践を進めておられる皆様に感謝申し上げます。

〔参考文献・注〕

- 1) Scottish Environment Protection Agency (2015) "Natural Flood Management Handbook"
<https://www.sepa.org.uk/media/163560/sepa-natural-flood-management-handbook1.pdf>
- 2) Cumbria Strategic Flood Partnership and Catchment Based Approach Partnerships (2017)
"Natural flood Management Measures - a practical guide for farmers"
https://www.westcumbriarivertrust.org/assets/content/projects/downloads/11882_nfm_handbook_web.pdf
- 3) 竹田稔真・朝岡良浩・林誠二 (2021) 田んぼダムの洪水緩和効果による将来的な水害リスク上昇の抑制効果. 水文・水資源学会誌 34: 351-366.
- 4) 皆川裕樹・宮津進 (2022) 模擬豪雨を活用した特徴の異なる田んぼダム器具の機能評価. 農業農村工学会論文集 314: 157-165.
- 5) 吉川夏樹 (2022) グリーンインフラとしての水田の役割と田んぼダムの可能性. ランドスケープ研究 86: 16-19.
- 6) 農林水産省 (2020) 荒廃農地の現状と対策について
https://www.maff.go.jp/j/nousin/tikei/houkiti/Genzyo/PDF/Genzyo_0204.pdf
- 7) 西廣淳・大槻順朗・高津文人・加藤大輝・小笠原奨悟・佐竹康孝・東海林太郎・長谷川雅美・近藤昭彦 (2020)「里山グリーンインフラ」による気候変動適応：印旛沼流域における谷津の耕作放棄田の多面的活用の可能性. 応用生態工学 22: 175-185.
- 8) 里山グリーンインフラネットワーク <https://gisatoyama.com/>
- 9) 西廣淳 (2021) 水循環健全化とグリーンインフラ推進のための体制－印旛沼流域を例に－. 国づくりと研修 146: 18-21.
- 10) 西廣淳 (2022) 自然を基盤とした解決策 (NbS) と水環境. 水環境学会誌 45: 114-118.
- 11) Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2019) Voluntary guidelines for the design and effective implementation of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction and supplementary information. CBD Technical Series No. 93
<https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-93-en.pdf>
- 12) 環境省自然環境局 (2022) 生態系を活用した気候変動適応策 (EbA) 計画と実施の手引き
<https://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/library/files/EbA.pdf>
- 13) 岸本(莫)文紅 (2022) バイオ炭の農業利用と脱炭素～国内外の動向と今後の展望. 日本 LCA 学会誌 18: 36-42.
- 14) ゆうきネット. 北総クルベジ. <https://www.youki-takuhai.com/kuruvege.html>
- 15) Taskforce on Nature-related Financial Disclosures <https://tnfd.global/>
- 16) WWF ジャパン. ESG 投資をはじめとする環境と金融の関わり -TNFD- と TCFD-.
<https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/5152.html>

終章

朝日新聞論説委員 黒沢 大陸

地球の平均気温は上昇を続けている。世界では、毎年のように大きな自然災害が起き、将来、さらに増えると危惧される。

国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の作業部会が2021年から22年にかけてまとめた第6次評価報告書は、すでに気候変動によって熱波や豪雨などの極端な気象現象の影響が出ていると指摘した。将来、さらに増えると予測し、例えば「10年に1度」の豪雨が起きる確率は、産業革命前より地球の平均気温が1.5度上昇した場合は1.5倍、2.0度上昇なら1.7倍、4.0度上昇なら2.7倍になると評価した。

地球温暖化対策の世界ルール「パリ協定」では、気温上昇を2.0度よりかなり低く、できれば1.5度に抑える目標を掲げている。しかし、国際共同研究団体「グローバル・カーボン・プロジェクト」によると、世界の二酸化炭素排出量が今のまま続けば、あと9年で50%の確率で1.5度を超えてしまうという。温室効果ガスの排出削減に向けて各国の努力が続けられているものの、かなり厳しい状況にあることを認識しなければならない。

22年の国連気候変動枠組条約締約国会議（COP27）では、温暖化による「損失と被害」を受けた国に資金援助する基金の創設が決まった。気候変動は、気温上昇を抑える「緩和策」を進めながらも、上昇による悪影響に対処する「適応策」にもさらに力を入れる局面を迎えている。

日本でも、近年、豪雨による災害が繰り返された。18年7月の西日本豪雨では、岡山県倉敷市真備町の大規模な浸水被害や広島県の同時多発的な土石流の発生などで、計245人が犠牲となった。21年7月の大雨では、静岡県熱海市で盛り土が崩れて土石流が発生し、28人が犠牲となった。

個別の災害について、気候変動が原因だと断言することはできない。しか

し、近年、気候モデルを使ったイベント・アトリビューションという手法で、温暖化の影響の大きさを見積もれるようになった。天気予報にも使われている大気や海洋の動きを物理法則から計算して、スーパーコンピュータの中に温暖化した地球と、温暖化していない地球を作り出して、ばらつきを考慮しながら計算することで、温暖化の影響を計算できる。

気象庁気象研究所の今田由紀子主任研究官らの研究では、例えば、西日本豪雨で被害が大きかった瀬戸内地域では、温暖化によって発生確率が3.3倍に、22年6月下旬から7月初めの猛暑は、約240倍になったと見積もられた。

本特集で指摘されてきたように、これまでなかった災害が、今後は起きると想定して対策を考えていく必要がある。

日本での人口減少や少子高齢化、都市部への人口集中の継続、インフラの老朽化、厳しい財政事情などを考えると、今までと同様の土地利用やハードに頼る防災対策は、随時見直していかなければ国民の生命や財産を守り切れない。限られた予算や人員を踏まえて、カネをかけない、手をかけない防災対策の必要性が増していくだろう。本特集で紹介された流域治水もその解の一つとして注目される。

一方、気候変動対策としての太陽光や風力発電の施設の設置は、場所や施工方法によっては、自然環境を破壊するのみならず、災害の被害を拡大する恐れもある。「日本は適地が少ない」という印象を与えて原発に頼るべきという論調もあるが、災害や自然環境への影響が少ない場所に設置を進める工夫の余地はまだまだ大きい。例えば、太陽光パネルは、ビルや住宅の屋根や屋上、鉄道や高速道路の施設などに設置すれば自然への影響を抑えられる。22年に東京都が新築の住宅に太陽光パネルの設置を原則義務づける条例を制定した。同様の検討を進める自治体もあり、今後の広がりが注目される。

風水害への個人の備えとしては、自分の住む地域の歴史や土地の性質を知ることが欠かせない。本特集でも指摘されたように、19年10月に長野市にある北陸新幹線の車両基地が水没したような千曲川破堤による洪水は、過去に何回も繰り返されており、1742年（寛保2年）の洪水では、今回よりも高い水位まで浸水した。近年は、洪水や土砂災害のハザードマップの整備も進んでおり、自治体から容易に入手することができる。西日本豪雨での真備町の浸水範囲も想定通りだった。

こうした情報を地域の防災に生かして、自分や避難困難者が避難する手順やタイミングを事前に考えて訓練しておくことが大切だ。洪水でも土砂災害でも、水に浸かったり、土砂に埋まったりしてから救助を待つのでは手遅れになる。命を守るには、天気予報や警戒情報、自治体からの呼びかけに注意して、被災する前に安全な場所に退避するしかない。間に合わなかった場合、強い風雨のなかで無理に避難所に向かおうとせずに、住宅2階、山の近くでは斜面から離れた部屋に退避する「垂直避難」も次善の策となる。

人間が自然に大きな影響を与えている現代を「人新世」という新しい地質時代にする検討が進んでいる。人間による破壊力はすさまじく、多くの生物が減び続けており、第6の大量絶滅時代とも言われる。生物は、繁栄する種がかわりながらも、過去5回の大量絶滅を生き延びてきた。これは繰り返されるだろうが、人間がどうなるかはわからない。

自然環境を守り回復させていくことは、自然や地球のためではなく、人間のために他ならない。



千曲川の堤防が削られて一部が川に落ちた上田電鉄の鉄橋（長野県上田市）



千曲川の破堤で水に浸かった家電や畳などの家財道具（長野市）＝いずれも2019年11月、筆者撮影

トレンド・レビュー

生物多様性条約COP15について

環境省自然環境局自然環境計画課 生物多様性戦略推進室 室長補佐 浜 一朗

生物多様性条約第15回締約国会議（COP15）第二部が、2022年12月7～19日にカナダのモントリオールで開催され、30年に向けた生物多様性に関する世界目標「昆明・モントリオール生物多様性枠組」（以下「新枠組」）が採択された。この新枠組は、これまでの世界目標「愛知目標」の後継目標として、今後30年までの生物多様性行政の国際的指針として、非常に重要である。筆者は幸運にも、COP15に交渉担当者として現地入りする機会に恵まれた（本稿は、COP15終了後の帰路の飛行機内で執筆した）。そのため、各用語の具体的日本語訳などや解釈が定着しておらず、本稿が今後公表される時のものとは異なる可能性があるがご容赦いただきたい。まだ記憶が新しいうちに、COP15の背景や新枠組の概要について述べたいと思う。



写真 モントリオールで開かれた COP15 = 環境省撮影

COP15 の背景

生物多様性条約（以下「CBD」）は（1）「生物多様性の保全」（2）「生物多様性の構成要素の持続可能な利用」（3）「遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分」の三つを目的とした条約である。1992年、ブラジルのリオデジャネイロで開催された国連環境開発会議（UNCED）の会議中に署名のため開放され、日本も92年6月13日に署名し、93年12月29日に発効した。現在、世界のほぼすべての国に当たる194カ国と欧州連合（EU）及びパレスチナが締結しているが、米国が未締結であることは留意が必要である。

日本はCBDの各種会合における議論に積極的に参加し、議論の発展に貢献しているとともに、財政面でも多大な支援をしている。とくに、2010年に愛知県名古屋市で開催されたCOP10では議長国をつとめ、運営を一手に引き受けたとともに「名古屋議定書」の採択や、11～20年の生物多様性の国際目標「愛知目標」の採択をとりまとめた成果は、日本として誇るべき貢献である。

COP10後、各締約国は、愛知目標に基づいて生物多様性保全等の施策を推進してきた。しかしながら、19年5月に公開された「IPBES グローバルアセスメント」によれば、生物多様性の恵みがかつてない速度で失われており、適切な対策を講じなければさらに加速することなどが指摘され、この状況を変えるには、政治、社会、経済、技術における横断的な変革（transformative change）が必要とされた。また、20年9月にCBD事務局が公表した地球規模生物多様性概況第5版（GBO5）によれば、残念ながら愛知目標は達成されなかったと評価された。

新枠組の議論は18年11月開催のCOP14から始まった。当初は、中国・昆明で開催されるはずだったCOP15（議長国：中国）における新枠組の決定が20年10月に見込まれていた。しかし、20年初頭からの新型コロナウイルスの世界的流行によりCOP15は延期されてしまい、その後、21年10月11～15日の5日間の日程で「COP15 第一部」が開催されたものの、内容は儀式的なものが中心で、新枠組の交渉などの本質的な議事の多くは第一

部から切り離され、さらに先送りになった。この間、新枠組の準備交渉は、オンラインを活用して実施されたが、時差の問題など、オンラインによる国際交渉には限界もあり、進捗は芳しいものではなかった。最終的には、議長国は中国のまま、会場をカナダのモントリオールに移すことにより、22 年 12 月 7 ～ 19 日の日程でようやく「COP15 第二部」の開催にこぎつけ、対面での新枠組の最終交渉が実施されることとなった。

COP15 における新枠組の議論の経過

COP15 第二部での新枠組の文言交渉は、それまでの 4 年間にわたる各国の議論に基づき COP15 直前に公表された新枠組ドラフト文書をもとに進められた。だが、これまでの議論で先送りにされていた懸案事項が軒並み未合意のまま残っており、これを限られた会期中に処理することが求められた。そのため、COP15 の後半（12 月 15 日以降）には、それまでの事務レベルでの交渉に加え、政治レベル（閣僚級）の交渉の場があらかじめ計画されており、事務レベルでの合意は困難視されていた。

交渉は連日朝から深夜まで実施され、さらに会期後半には、重要分野（新枠組、資源動員、DSI＝後述）に関する閣僚級の意見交換がなされ西村明宏環境大臣が参加するなどしたが、案の定、重要分野を中心に未合意の箇所が多数残ったまま会期終盤を迎えることとなった。

残りの時間を考えると、合意に至るのは困難かと思われたが、COP15 最終日前日の 12 月 18 日午前 9 時半（現地時間）ごろ、新枠組の議長提案素案が示されたことにより局面が変わった。この議長素案の内容は、おおむね、各国の意見の均衡をとるべく、意見が割れている箇所について妥協的な文言が採用されたり、大胆に削除されるなどの工夫がなされたりしていた。議長素案に対してさらに閣僚級の交渉が実施された結果、新枠組の最終決定案（L 文書）公表を経て、新枠組「昆明・モントリオール生物多様性枠組」が同 19 日午前 3 時過ぎ、採択された。採択された新枠組の内容は、（日本も含め）それぞれの国にとって、主張が認められた部分とそうでない部分が組み合わされた妥協的な内容となっており、政治レベルの議論や議長提案がなければ合意は困難だったものと考えられる。

新枠組の概要

新枠組の内容は、①「2050年ビジョン」②「2030年ミッション」③「2050年にたどり着くべき状態を示す四つの『2050年グローバルゴール（以下ゴール）』」④「2030年までの緊急の行動目標である合計23個の『2030年グローバルターゲット（以下ターゲット）』」⑤「これらの関連規定」から構成されている（図参照）。

このうち④の2030年ターゲットのうち主なものに関する概要や議論の経緯などについて簡単に触れてみたい。23個のターゲットのうちターゲット3は、いわゆる「30by30目標」（サーティ・バイ・サーティ）である。30by30目標とは、30年までに陸域及び海域の少なくとも30%以上を、保護地域（Protected Area）あるいは保護地域以外で生物多様性保全に資する地域（OECM）として保護・保全しようとする世界目標のことである。日本はこの30by30目標を新枠組のターゲットの一つとして盛り込むことを重要

昆明・モンリオール生物多様性枠組の構成	
§A（背景）	IPBES報告書等で示された生物多様性のかつない速度での劣化への対処の必要性
§B（目的）	緊急かつ革新的な行動により条約の3目的と議定書の実施に貢献。進捗状況測定、多様な主体
§C（考慮事項）	先住民等の権利、様々な価値体系、全政府・全社会的、人権、ジェンダー、リオ宣言、健康 等
§D（SDGsとの関係）	本枠組はSDGsに貢献、またSDGsの達成は本枠組の目標達成のために必要
§E（変化の理論）	世界、地域、国レベルでの緊急的な行動により、生物多様性損失要因へ対処
§F	2050年ビジョン：自然と共生する世界 2030年ミッション：自然を回復軌道に乗せるために生物多様性の損失を止め反転させるための緊急の行動
§G	2050年グローバルゴール ゴールA：保全 ゴールB：持続可能な利用 ゴールC：遺伝資源のABS ゴールD：実施手段（資金等）
§H	2030年グローバルターゲット 1. 生物多様性への脅威を減らす 2. 人々のニーズを満たす 3. 実施・主流化のツールと解決策 1: 空間計画の設定 2: 自然再生 3: 30by30 4: 種・遺伝子の保全 5: 生物採取の適正化 6: 外来種対策 7: 汚染防止・削減 8: 気候変動対策 9: 野生種の持続可能な利用 10: 農林漁業の持続的管理 11: 自然の調節機能の活用 12: 緑地親水空間の確保 13: 遺伝資源のABS 14: 生物多様性の主流化 15: ビジネスの影響評価・開示 16: 持続可能な消費 17: パイオセーフティ 18: 有害補助金の特定・見直し 19: 資金の動員 20: 能力構築、技術移転 21: 知識へのアクセス強化 22: 女性、若者及び先住民の参画 23: ジェンダー平等の確保
§I（実施支援メカニズム）	条約や議定書の下での支援の重要性。特に、途上国への資金、能力構築、技術移転
§J（責任と透明性）	世界的な進捗確認「グローバルレビュー」の実施、レビューの結果を受けたNBSAP改定等
§K（広報教育啓発）	生物多様性に関する理解向上、コミュニケーション、パートナーシップ、教育、イノベーション

図 新枠組の構造

な交渉ポイントとして位置づけていた。一方、30%の数値目標が厳しすぎるといった途上国を中心とした意見や、30%の数値にこだわるあまり保護の質を犠牲にしてはならないなどの論点について、COP15 終盤まで未解決事項が山積したままであったが、上述した最終日前日に示された議長提案文書において、要点は残しつつも簡略化されたターゲットの文言が示され、合意につながった。

ターゲット 10 は、持続可能な農林水産業をめざす目標である。本ターゲットは、CBD の三つの目的のうちの 2 番目、「生物多様性の構成要素の持続可能な利用」にとくに関係するもので、条約の精神として、保全だけでなく持続可能な利用にも目を向ける必要があり、重要なターゲットであると考えられる。

ターゲット 13 は、遺伝資源の利用から生じる利益の公正かつ衡平な配分 (Access and Benefit-Sharing: ABS) に関する目標である。ABS は、生物多様性条約の 3 番目の目的であるが、新枠組におけるターゲット 13 には、遺伝資源から生じる利益の ABS に加え、遺伝資源に係るデジタル配列情報 (DSI) の利益配分に関する記載が盛り込まれたのが注目すべき点である。DSI の多くはすでにデータベースなどを通じて世界的に共有されており、科学や様々な産業分野で広く活用されているものである。利益配分の詳細は、別の作業部会を設置して COP16 に向けて引き続き検討が続くこととなった。

ターゲット 15 は、ビジネスの生物多様性への影響に関する目標である。世界的な生物多様性の損失を食い止めるには、上述の 30by30 目標のような直接的な自然保護手段に加え、企業活動・生産活動に起因する生物多様性への負の影響を減少させ、ポジティブな影響を増加させるなど、社会経済活動に関する対策も必要である。このため、ターゲット 15 には、そのような影響を企業側が情報開示をすることなどの要素が盛り込まれている。

ターゲット 23 は、ジェンダーの平等に関する目標である。女性が平等に生物多様性保全等に参画・貢献できることを目標とするもので、多くの締約国が重要視しているターゲットであり、大きな異論もなく内容がまとまった。ジェンダーの問題は、貧困、人権、平等といった社会構造に深く根ざした横断的な要素であり、生物多様性の損失を止めるために必要な社会変革を実現するには、重要なターゲットであると考えられる。

おわりに

日本が議長国としてとりまとめた愛知目標の時代が終わり、これからは「昆明・モントリオール」新枠組の時代となる。新枠組の枠組期間は 2022 ～ 2030 年とされており、2030 年までの国際開発目標である SDGs の目標期間とも重なる。さらに、気候変動と生物多様性の一体的な対策の必要性がさらに高まっている。今後の生物多様性政策は、他分野の国際・国内施策と密に連携をとりながら、横断的に進めていく必要があり、そのことは新枠組にも明確に記載されている（上述の⑤関連規定内）。

日本としても、従来の“行政の縦割り”の弊害を乗り越え横断的な施策を実施するとともに、役所の壁を超えた官民のさらなる連携による社会変革の実現を何としても達成し、2030 年までに生物多様性の世界的損失を食い止めなければならないと考えられる。

なお、本稿は本来、COP15 開催直前の 11 月末が締め切りとなっていたが、筆者が現地入りの準備や、会期中は会合対応に専念せざるを得なかったため、締め切りを大幅に過ぎての原稿提出となってしまった。関係者の皆様には深くお詫びいたします。

TNFD (Taskforce on Nature-related Financial Disclosures) の最新状況

TNFD タスクフォースメンバー
MS&AD インシュアランス グループ ホールディングス TNFD 専任 SVP /
MS&AD インターリスク総研 フェロー

原口 真

はじめに

2022 年 12 月に開催された生物多様性条約第 15 回締約国会議（CBD COP15）第二部で採択された「昆明・モントリオール生物多様性枠組」において「2030 年昆明－モントリオールターゲット」のターゲット 15 として、次のようにビジネスや金融機関が、生物多様性に関わるリスク、依存、影響について開示をするために締約国が措置を講じるという決議がされた。

生物多様性への負の影響を徐々に低減し、ビジネス及び金融機関への生物多様性関連リスクを減らすとともに、持続可能な生産様式を確保するための行動を推進するために、ビジネスに対し以下の事項を奨励してできるようにしつつ、特に大企業や多国籍企業、金融機関については確実に行わせるために、法律上、行政上、又は政策上の措置を講じる：

- (a) 生物多様性に係るリスク、生物多様性への依存及び影響を定期的にモニタリングし、評価し、透明性をもって開示すること。すべての大企業並びに多国籍企業、金融機関については、業務、サプライチェーン、バリューチェーン、ポートフォリオにわたって実施することを要件とする；

（環境省暫定訳、2022 年 12 月 22 日）

この決議は、本稿で紹介する、TNFD のアプローチと整合したものであり、こうした市場関係者の提言が、国際条約の決議に影響を与えるようになっている。

1. TNFD（自然関連 財務情報開示タスクフォース）発足の経緯と概要

(1) 発足の経緯

CBD COP14（2018 年）で採択された決議 14/3. において「生物多様性の主流化に関するビジネスおよび金融セクターの参画を促進するための戦略を策定する。」という文言がある。CBD では、締約国政府の取り組みだけでは、生物多様性の損失は止められず、条約の目的を果たせないという認識に立ち COP8（2006 年）以降、企業（ビジネス）の参画を締約国に促す決議が採択されていたが、COP14 の決議で民間の金融セクター参画の重要性についてもあらためて言及された。

ここを画期として、世界経済フォーラム（WEF）などによる自然関連のリスク管理と情報開示の必要性を謳う民間主導の運動が始まり、2020 年 7 月に TNFD 設立を呼び掛けるイニシアティブが発表された。設立パートナーである Global Canopy、UNDP（国連開発計画）、UNEP FI（国連環境計画・金融イニシアティブ）、WWF（世界自然保護基金）の支援により、2020 年 9 月から 2021 年 6 月まで準備のための非公式ワーキンググループが開催された。

2021 年 6 月、TNFD は金融機関、企業、政府、市民社会から広く支持され、正式に発足した。G7 と G20 は、TNFD の設立を支持した。

(2) TNFD タスクフォースの使命と体制

TNFD は開示フレームワークの開発を通じて、世界の金融や資本の流れを自然にとってマイナスの状態からプラスの状態へとシフトさせるようサポートすることを究極の使命と考えている。

タスクフォースは、2 名の共同議長のもと、金融機関、企業、市場サービスプロバイダーの上級管理職 40 名で構成されている。共同議長は、金融市場と生物多様性保全のそれぞれの中心で活躍してきた 2 名であり、TNFD の究極の使命を象徴している。

2. 気候リスクとのつながりと異なるアプローチ

(1) 気候と自然の統合（Climate-Nature Nexus）

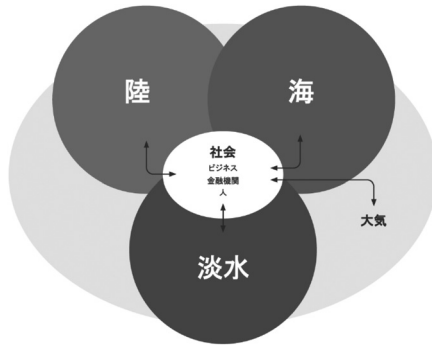
気候変動と自然の喪失は、同じコインの両面であり、同時解決を目指さなければならない課題であるという見解が、国際的な共通認識になり始めている。

2015年のパリ協定採択を画期として、世界の金融セクターは、気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）による開示提言に代表されるように、気候関連リスクと機会に注目し始めた。これによって、気候変動緩和・適応分野への投資が急増したが、バイオ燃料が食料との競合を起こしたり、気候適応のための防災グレイインフラストラクチャーによって自然が劣化したり、脱炭素社会への移行のためのレアメタルの需要増によって生物多様性ホットスポットが開発されたりするなどの自然にマイナスな結果を引き起こしている。一方で、森林破壊が止まらないことによって、重要な二酸化炭素の吸収源が急速に失われている。

(2) ロケーション・アプローチ — 気候リスクとの相違点

気候リスクは、温室効果ガス（GHG）の排出量を影響要因として、世界中どこでも同じ方法で評価することができる。また、GHGは地球を循環する大気に排出されてから気象現象に影響を与えるため、多く排出した国や企業が一番大きなリスクを受けるといったメカニズムにはならない。

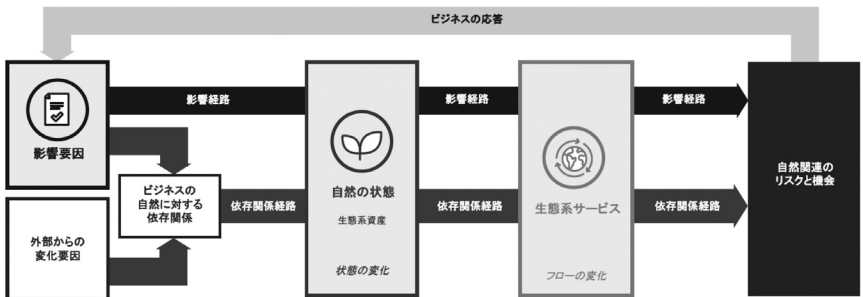
一方で、自然は、この大気、陸、海、淡水という4領域で構成され（図1）、この中に、生物群系（バイオーム）や生態系といったさまざまな自然のタイプが存在する。したがって、企業と自然との接点は、ロケーション（地域）ごとに異なり、また同じロケーションであってもセクターによって自然への依存や影響の関係は異なってくる。例えば、同じ熱帯雨林という生物群系であっても、インドネシアとブラジルの熱帯雨林では生態系が異なる。そして同じ生態系の中にある同じロケーションでも、そこで操業している飲料工場と鉱山会社では、自然との接点は大きく異なるものになる。



© TNFD、2022（筆者による仮訳）

図 1 自然の 4 領域と社会・経済の関係

企業がもたらす影響要因が、企業が依存し影響している生態系資産にマイナスまたはプラスの変化を起こす。その結果、その自然の状態から供給される多様な生態系サービス（フロー）が変化し、企業にリスクや機会をもたらすというメカニズムが働く。（図 2）したがって、自然を多く損失させた地域や企業ほど、大きなリスクを受けるといったことが起こりやすい。



© TNFD、2022（筆者による仮訳）

図 2 自然関連の依存関係、影響、リスク、機会の関係

3. TNFD の開示提言案

(1) オープンイノベーションによるアプローチ

TNFD は、2023 年 9 月にフレームワークの最終提言を行うことを目指している。これを実現するため、TNFD は、あらゆるステークホルダーからの意見を歓迎するオープンイノベーションによるアプローチを採用している。フレームワークのベータ版（草稿版）を 4 回リリースすることによって、企業や金融機関から継続的なフィードバックやパイロットテストからの洞察を受け、また、幅広い関連組織から専門的意見を得ている。

初のベータ版（v0.1）は 2022 年 3 月、v0.2 は 6 月、v0.3 は 11 月に発表された。今後は、2023 年 3 月に v0.4 をリリースする予定である。

(2) 開示提言の要点

TNFD の開示提言案の構成は、TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）の四つの柱であるガバナンス、戦略、リスク管理、指標と目標に沿っており、これにより、TNFD は市場参加者による統合的な（TCFD+TNFD）持続可能性に関連した情報開示に向けた動きを促進・奨励することを意図している。

CBD COP15 の決議に基づいて締約国政府が企業や金融機関に情報開示を奨励する際の、自然関連の依存関係、影響、リスク、機会を特定、評価、管理するためのフレームワークを示している。

表 1 TNFD 自然関連財務情報開示提言（v0.3）

TNFD 自然関連情報開示提言（v0.3）			
ガバナンス	戦略	リスクと影響の管理	指標と目標
自然関連の依存関係、影響、リスク、機会に関する組織のガバナンスを開示する。	自然関連リスクと機会が、組織の事業、戦略、財務計画に与える実態および潜在的な影響を、そのような情報が重要である場合に開示する。	組織が、自然関連の依存関係、影響、リスク、機会をどのように特定、評価、管理しているかを開示する。	自然関連の依存関係、影響、リスク、機会を評価し管理するために使用される指標と目標を開示する（かかる情報が重要である場合）。
推奨された開示	推奨された開示	推奨された開示	推奨された開示
A. 自然関連の依存関係、影響、リスク、機会に関する取締役会の監視について説明する。 B. 自然関連の依存関係、影響、リスク、機会の評価と管理における経営者の役割について説明する。	A. 組織が短期、中期、長期にわたって特定した、自然関連の依存関係、影響、リスク、機会について説明する。 B. 自然関連リスクと機会が、組織の事業、戦略、財務計画に与える影響について説明する。 C. 様々なシナリオを考慮しながら、組織の戦略のレジリエンスについて説明する。 D. 完全性の低い生態系、重要性の高い生態系、または水ストレスのある地域との組織の相互作用について説明する。	A. 自然関連の依存関係、影響、リスク、機会を特定し、評価するための組織のプロセスを説明する。 B. 自然関連の依存関係、影響、リスク、機会を管理するための組織のプロセスを説明する。 C. 自然関連リスクの特定、評価、管理のプロセスが、組織全体のリスク管理にどのように組み込まれているかについて説明する。 D. 自然関連の依存関係、影響、リスク、機会を生み出す可能性のある、価値創造に使用される投入物の供給源を特定するための組織のアプローチを説明する。 E. 自然関連の依存関係、影響、リスク、機会に対する評価と対応において、権利保有者を含むステークホルダーが、組織にどのように関与しているかを説明する。	A. 組織が戦略およびリスク管理プロセスに沿って、自然関連リスクと機会を評価し管理するために使用している指標を開示する。 B. 直接、上流、そして必要に応じて下流の依存関係と自然に対する影響を評価し管理するために組織が使用する指標を開示する。 C. 組織が自然関連の依存関係、影響、リスク、機会を管理するために使用している目標と、目標に対するパフォーマンスを説明する。 D. 自然と気候に関する目標がどのように整合され、互いに貢献しているか、またトレードオフがあるかどうかを説明する。

© TNFD, 2022（筆者による日本語訳一部修正）

さいごに

本寄稿もそうであるが、国内の関連省庁、学会等からの TNFD に関する解説の要請が引きも切らない。これが、関係各位のネイチャーポジティブに向けた行動を開始する契機となれば幸いである。

〔参考文献〕

- 1) Decision 14/3 of the CBD COP14 “Mainstreaming of biodiversity in the energy and mining, infrastructure, manufacturing and processing sectors” (CBD、2018 年 11 月)
- 2) The TNFD Nature-related Risk and Opportunity Management and Disclosure framework beta v0.1 (TNFD、2022 年 3 月)
- 3) The TNFD Nature-related Risk and Opportunity Management and Disclosure framework beta v0.2 (TNFD、2022 年 6 月)
- 4) The TNFD Nature-related Risk and Opportunity Management and Disclosure Framework beta v0.3 (TNFD、2022 年 11 月)
- 5) Agenda item 9A of the CBD COP15 “Kunming-Montreal Global biodiversity framework” (CBD、2022 年 12 月)

選手村ビレッジプラザの取り組みと レガシー活用

株式会社日建設計 エンジニアリング部門 兼 設計監理部門 ディレクター

江坂 佳賢

1. はじめに 全国から寄せられた木材で「祝祭空間」表現

選手村ビレッジプラザは、東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会の選手村に建設された、選手・メディア・VIP・ゲストなどの相互交流機能・式典空間からなる「仮設施設」であった。施設建設のために、使用する木材を日本全国の自治体より借り受けて組み立て、大会後には解体して再び返却した。

各自治体はその木材を、ベンチといった製作物や公共施設の什器、備品など、別の形で再利用し“レガシー”として活用する取り組みを進めた（出典：「日本の木材活用リレー～みんなで作る選手村ビレッジプラザ～」公益財団法人 東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会）。最終的には



写真1 ビレッジプラザ正面＝雁光舎（野田東徳）撮影

全国 63 の自治体が参加を表明し、構造材・造作材を合わせて約 4 万本、数量で示すと約 1300m³にも及ぶ木材が仮設施設へ提供された。

寄せられた木材で一つの施設をつくり上げることを通して、全国一丸となって大会を支えることを建築によって表現し、国産材の魅力を国内外へ発信することも大きな役割であった。そこで、木材が互いに支え合う特徴的な構造を通じ「多様性と調和」を体現することを目指し、一般流通材（製材・集成材）を解体可能な接合で組む形式を採用した。

2. 「離れ」と「通り庭」による交流施設、使われ方に応じた構造架構

建築計画としては、アクセシビリティが高く誰もが使いやすい施設となるように「総平屋建て」とした。そのうえで建物を 5 棟に分け、運河からの自然の風を取り込む軒下、縁側空間である「通り庭」を介して全体を統合した。伝統的な日本家屋のスケールで構築された「木造軸組み架構」



写真2 通り庭を介した分棟建築＝雁舎光(野田東徳)撮影

により、仮設建築の軽やかさと木の柔らかさを持った選手村の“顔”として日本の魅力を伝える「祝祭空間」をつくり出した。

構造計画では、木材の樹種・産地の特性と寸法・加工の統一性を考慮したうえで、建築的用途に対応するため、下記に示す拡張性を有する 3 種類の木造架構を形成した。

- ①事務室などの小空間は、鋼製ブレースと直交格子・斜格子の組み梁により、耐震性を持たせた「格子梁架構」を採用。
- ②仕切り壁や筋交いの配置を避ける広がりのある空間には、3 本の斜柱をツイストさせた組柱により耐震性を確保するとともに、相持ち状に架かる梁組みによる「レシプロカル架構」を採用。
- ③大スパンが必要な記者会見場は、樹形状の方杖を段階的に追い出す「トラ

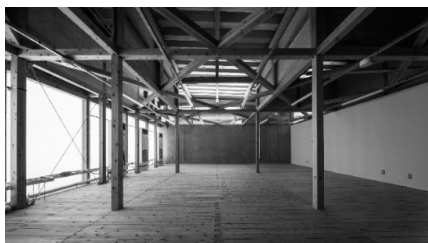


写真3 格子梁架構

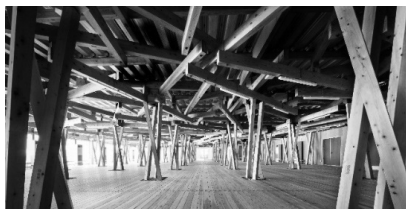
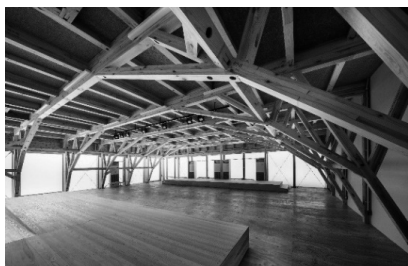


写真4 レシプロカル架構

写真5 トラスアーチ架構=いづれも雁光舎
(野田東徳) 撮影

スアーチ架構」を採用。

そして、解体・再構築される木造仮設建築への取り組みとして、大会後に解体された木材が再活用できるように、寸法規格を一般流通材と合わせ、接合部を機械加工可能な単純な形状とし、ボルトやドリフトピンなどの「乾式接合」を採用した。レガシーに向けた前例のない特殊なスキームを実現するため、設計段階より、木材提供自治体側の要望確認と調査を段階的に実施。その内容を極力、設計に反映することで深度化を図り、限定された部材による架構の繰り返し構成により拡張が可能となる構造デザインとした。

一つの事例として、レシプロカル架構を詳述する。壁や筋交いという耐震要素を廃止した連続的空間の要求に対し、3本の斜柱による組柱で水平力に抵抗する架構を提案した。隣接する組柱の回転方向を反転させることで安定性を生み、その頂点を結ぶ60°方向に配置した、互いに支え合う相持ち構造の梁により相互を連結している。部材サイズは柱1種類・梁2種類の計3種類のみで留め、簡素化を図った。さらに、ボルト孔に誤差が生じた際に吸収可能な接合部を開発し、本計画の根幹である組立性と解体性の両立に配慮した。



写真6 3本の斜柱からなる組柱
＝エスエス撮影

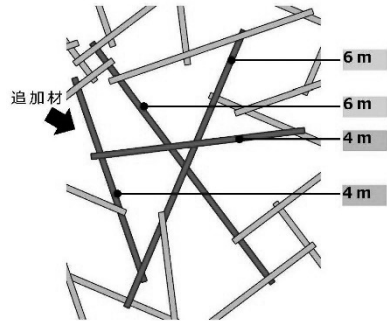


図1 相持ち状の梁組み



図2 誤差吸収可能な接合部の概念図＝いずれの図も日建設計の作製

3. 多種多様な木材 4 万本の管理

日本各地で製材・加工された提供木材を用いて、確実に施工し、大会後に解体・返却することが求められる特殊なスキームを実現させるため、BIM (Building Information Modeling) による設計をし、施工段階にも拡張利用した。

柱梁などの構造躯体である1次部材のほか、造作材やそれらの下地材などの2次部材についても提供木材を使用するため、提供木材の総量は、約4万本、約1300m³にのぼった。構造材では、JAS規格適合材を標準とし、強度及び含水率を規定することにより全国から集まる木材の材料品質を定め、

構造部材としての要求性能を確保した。これらの基準に基づき、提供元の各地域で伐採・乾燥・製材・加工をし、工事工程に合わせて大会会場へ搬出されていった。

多数の提供木材の管理（トレーサビリティ）が必要となるため、各部材に管理番号を割り振り、提供元の自治体名・樹種・強度などの情報を BIM モデル内に登録。設計作業と並行して木材を管理した。また、モデル情報を数量表へと変換し、自治体の部材ごとの数量や使用箇所をフォローし、自治体とも情報共有を図った。施工時には、この管理番号と数量表をもとに提供木材を所定の部位に設置できたため、建設作業がスムーズであった。

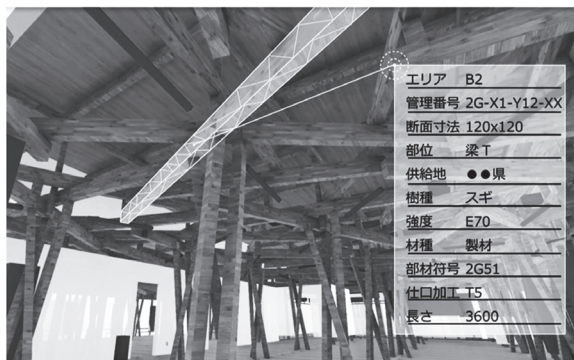


図3 4万本の木材を管理するBIM＝日建設計の作製

4. 完成と開催延期、そして解体、木材返却の変遷

ビレッジプラザは熊谷組・住友林業特定建設工事共同企業体（特定JV）が手がけた。木材は2019年6月から搬入され、作業が順次進んだ。翌20年1月には提供自治体の代表者を招いた内覧会が開かれ、同4月に竣工を迎えた。

ところが、新型コロナウイルスの感染拡大によって、政府が大会の「1年延期」を決め、21年夏の開催となった。この決定を受け、建物と提供木材のメンテナンスをしながら、来たるべき時期に向けて準備した。依然として感染拡大が続くなか同7～9月、様々な歓迎イベントは規模縮小や中止が相次ぎ、ビレッジプラザが担う役割も限定的となったものの、大会は開催された。

会期を終えた同9月、解体（取り解き）工事が開始された。解体された木

材は、再び自治体ごとに仕分けし、梱包して各地へ発送されていった。22年3月までに返却がすべて完了した。

5. 自治体によるレガシー活用の事例

返却された木材は、自治体ごとに新たな用途としての“再生”が進む。同12月時点でのレガシー活用の一部を、公開情報などをもとに紹介する。

【秋田県大館市】

大館市は、乳幼児や低学年児童向けの屋内施設「子どもの遊び場」に設置された遊具の一部として利用している。子どもたちが遊具のある空間を動き回って体を鍛えられることを念頭に“小さな小さなオリンピックスタジアム”がコンセプト。大館市産業部林政課の担当者は「世界中の選手たちを支えた木材が次世代を育む遊具に生まれ変わり、これからは子どもたちの成長を見届けてほしい」と期待を寄せた。



写真7 返却された木材には大会の刻印＝秋田県大館市提供



写真8 2020年12月に誕生した遊具で子どもたちが遊ぶ様子



写真9 レシプロカル架構をイメージして組み立てられた「木もれびの部屋（ミニビレッジプラザ）」＝いずれも秋田県大館市提供

【山形市】

山形市は西公園内に四阿^{あずまや}をつくった。



写真 10 山形市西公園の四阿＝山形市のホームページより

【神奈川県相模原市】

相模原市では、本庁舎やまちづくりセンターなどに置かれる「木製ソファ」
として、また本庁舎の「総合案内カウンター」として再生された。

自治体には、提供木材を保管したままで、レガシー活用に向けて準備して
いるケースもある。2023 年はますます活用が進むことが期待される。

＜施設概要＞

施設名：選手村ビレッジプラザ

所在地：東京都中央区晴海

主要用途：複合施設（歓迎式典・物販・その他サービス）

発注者：公益財団法人東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会

基本設計・実施設計：日建設計

敷地面積：約 14500㎡

延床面積：約 5300㎡

階数：地上 1 階

最高高さ：約 6.95m

主体構造：木造

施工期間：2019 年 3 月～ 2020 年 4 月

施工：熊谷組・住友林業特定建設工事共同企業体

鎮座100年を迎えた明治神宮を さらに100年支えていくための課題

東海大学観光学部教授 田中 伸彦

1 はじめに

明治神宮は1920（大正9）年に創建された。そして、2020（令和2）年に鎮座100年を迎えた。これを記念して、神宮内苑では20年秋に開催された「明治神宮鎮座百年大祭」をはじめ、数年間にわたり御社殿の屋根修復工事や明治神宮ミュージアムの設立など、各種の鎮座100年記念事業が行われた。その締めくくりとして、JR原宿駅近くの「第一鳥居（南参道鳥居）」が創建以降初めて建て替えられ、22年7月4日にお披露目された（写真1）。



写真1 リニューアルされた明治神宮第一鳥居（南参道鳥居）
＝写真はいずれも筆者撮影

また、20年といえば、ちょうど東京オリンピック・パラリンピックが開催される年と重なっていた。そのメインスタジアムは、神宮外苑の北西に隣接している国立競技場であった。現在の国立競技場は国の所有で、独立行政法人日本スポーツ振興センター（JSC）が管理・運営をしているが、その起源は1924（大正13）年に完成した明治神宮外苑競技場である。つまり、元々は神宮外苑の一施設として建設された施設であった。その後、国へ譲渡され、建て替えられた国立競技場は、景観問題など物議を醸しながら、建築家・隈研吾氏の設計で多くの国産木材を使用した新スタジアムに生まれ変わり、2019年11月30日に竣工した。この国立競技場を含む神宮外苑周辺地区は、東京オリンピック・パラリンピックの「ヘリテッジゾーン」として、通称「東京ベイゾーン」の有明やお台場などの湾岸エリアとともに重要な空間として位置づけられ、都市計画が見直されていった。

このように現在、明治神宮は内苑・外苑ともに押しも押されもせぬ都心の貴重な“みどりの空間”として位置づけられ、国内外の多くの人びとから親しまれ、利用されてきた。衛星画像などで確認するとよくわかるのだが、現在、都心のみどりはさほど多く感じられない。その中でも皇居から迎賓館、新宿御苑、明治神宮内苑・外苑、代々木公園にと繋がる一帯にはみどりの塊が残されていて、貴重なグリーンベルトを形成している。

明治神宮には、COVID-19（新型コロナウイルス）による外出制限が始まるまでは、年間1000万人以上の参拝者が来訪していた。都内でも年間1000万人が訪れる場所は限られる。COVID-19が収まれば、再び明治神宮に活況が戻ってくることは想像に難くない。また、米国のオンライン旅行会社であるトリップアドバイザーが公表している22年の「人気のある東京都の観光スポット」ランキングにおいて、明治神宮は第1位に輝いている¹⁾。つまり、日本国内に留まらず、COVID-19収束後には世界中から明治神宮をめざして多くの来訪者が再び押し寄せることが予想される。

明治神宮とは、大正時代の人びとが、去り行く明治時代に思いを馳せ、明治の“レガシー”を残すべく造った空間である。今では東京のみどりのオープンスペースとしてすっかり定着しているため、参拝や観光に訪れる人びとの中には、明治神宮の内苑・外苑が太古の昔からあったと考えている人も少なくない。しかし、実はそうではない。110年前、この地は広大な荒地であっ

た。明治時代には元々、神宮内苑の敷地は南豊島御料地、外苑の敷地は青山練兵場であった。両方とも神宮造成前は荒れ野のような光景が広がっていたそうである。その荒地に、和風で日本の近世までの伝統を象徴する神宮内苑と、洋風で日本の近代以降を象徴する神宮外苑が造られたのである。

2 神宮内苑と神宮外苑を管理するための基本コンセプトのありか

100 年前に計画され、造営された明治神宮内苑・外苑が今なお、多くの人びとを惹きつけてやまない理由は、造営時に掲げられた計画的かつ明快なコンセプトが守られてきた事実によるところが大きい。

表 1 は、筆者が『森林環境 2016』²⁾ で示した表を改編したものである。江戸時代まで続いた武家による統治から、近代国家に生まれ変わった「明治時代のレガシー」を未来に継承するため、大正時代の人びとは、東京に「和」と「洋」の二つの顔を持つツインパークを仕立てることに思い至った。その主要コンセプトは表 1 のとおりで、内苑は「神苑と林泉を調和させた造園」として、外苑は「明快にして、快適な散策園ないしは記念園」として、当時の第一線の森林科学者や造園学者によって具現化されていった。また、内苑は国費を使った国家プロジェクトであり、外苑は徳川家達公爵が会長を務めた明治神宮奉賛会という民間の手で進められたプロジェクトであったことも

表 1 明治神宮造営の主要コンセプト

和・伝統の「内苑」、洋・現代の外苑

内苑：古式様式による伝統美の庭園と森

「神苑と林泉を調和させた造園」

献木と人の手でつくられた森（常緑広葉樹林）

外苑：現代式庭園

「明快にして、快適な散策園ないしは記念園」

ビスタ景観（絵画館銀杏並木）・プールパール

厳かな風致の形成閑静な環境下における競技場の導入

（田中〈2016〉を一部改編）

（参考：内山・蓑茂〈1981〉）³⁾

対比的である。さらに、明治神宮の造営にあたっては全国から約10万本の木々が献木されたとともに、労働力として日本各地から多くの人びとがボランティアとして参画したため、まさに名実ともに“国民を挙げて”造られたといえる苑地であることも特徴的である。

さて、このような明治神宮を未来に継承するためには、原点となる基本コンセプトに忠実であるべきことを忘れてはならない。このことは、1955年に開園して商業的成功を収め続けているディズニーランド（米国）が、迷った時にはウォルト・ディズニーの基本コンセプトに立ち返って思案することを“是”としている仕組みと何ら変わりはない。

では、明治神宮が立ち返るべき基本コンセプトとは何だろうか。答えとしては、内苑の場合には「明治神宮御境内林苑計画（林苑計画書）」であり、外苑の場合には明治神宮奉賛会が起草した「外苑将来の希望」であろうと筆者は考える。かみ砕いていえば、「外苑は民間（奉賛会）の手でしっかり目的を持って造った。それを国に寄進するのであるから、後世の人もその方針に従ってほしい。神宮にそぐわない建物は今後建ててほしくないし、苑内では閑静な風致を維持するため、イベントさえ開催してほしくない」という希望である。この大正の人びとが現代の日本に向けて熱い気持ちでとりまとめたコンセプトがあつてこそ、明治神宮はこれまでぶれることなく良好な環境のまま、魅力的な空間が維持されてきたのである。

ただし、それぞれの基本コンセプトは100年前に示されたものである。そのため、都市化の進展や気候変動、経済状況の変化や科学技術の発展などに伴って事情が変化した部分も見られる。明治神宮を今後100年に向けて支えていくためには、基本コンセプトを忠実に理解しつつ、現代に生きる我々の社会が受け止め、発展させていくことが肝要となる。

現在の明治神宮を取り巻く課題には、どのようなものがあるのだろうか。本稿では、以下に内苑・外苑の主要テーマを取り上げて、簡潔に考察したい。

3 神宮内苑の課題——ナラ枯れ

神宮内苑においては、通称「ナラ枯れ」と呼ばれる森林の病虫害が喫緊の課題として挙げられよう。国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総

合研究所によると⁴⁾、ナラ枯れは糸状菌（カビの仲間）の一種、「*Raffaelea quercivora*」という病原菌による伝染病で、「カシノナガキクイムシ」と呼ばれる甲虫が、この病原菌を木から木へ運んで蔓延する。この病原菌により、ナラやカシ、シイなどの樹木の道管の樹液流が停止し、「水切れ」を起こして枯死に至る。

もともとナラ枯れは 2000 年代初頭ごろより雪深い日本海側の地域で目立ち始め、当初は乾燥した太平洋側にまで広く蔓延しないのではないかと考えられていた。しかし、その予想は裏切られ、東京都心にある明治神宮でもナラ枯れ対策は一刻を争う課題となっている。明治神宮内苑を参詣するとわかるが、苑内の大木の一部に白く細長いプラスチックでできた通称「カシナガトラップ」と呼ばれるカシノナガキクイムシの大量捕獲装置が取り付けられていることに気づく（写真 2）。実は、人の手で植えられた明治神宮内苑の森ではうまく後継の稚樹が育っていない状況にあるため、上層の大木がナラ枯れで枯死してしまうと、荘厳な森の景観が維持できなくなる可能性がある。これは「林苑計画書」を執筆した先人も予測していなかった事態であろう。



写真 2 神宮内苑に設置されたカシナガトラップ

今のところ、「ナラ枯れ」については対症療法的な対策が中心で、根本的な解決方法が見いだされていない。そのため現在、我々はなるべく林苑の巨樹を枯らさないための手当てを進めながら森林の状態をモニタリングし、根

本的な解決方法の出現を待つとともに、苑内の後継稚樹の育成に尽力する必要がある。

4 神宮外苑の課題——神宮外苑再編計画

神宮外苑においては、「神宮外苑再編計画」と呼ばれる都市計画の見直しが目下、大きく注目されている。この再編計画は、本稿を執筆している22年12月においてもまだ進行中の案件であるため、どのような決着を見るかは筆者にもわからない。そのため、ここでは執筆時点までに進行した再編計画の推移を客観的にとりまとめておきたい。

東京都都市整備局が公表した資料⁵⁾によると、神宮外苑は、施設の移転や高層ビルの新築を経て図1のとおり再編される計画が示されている。現在の神宮外苑と大きく異なる点は、秩父宮ラグビー場と明治神宮野球場との場所の交換、事務所棟や複合棟などの高層建築物の建設（都市計画公園指定の一部解除）、会員制テニスコートの中央芝生広場への移転、整備に伴う樹木の伐採などが挙げられる。



図1 神宮外苑地区のまちづくりの公開イメージ図
(出典：東京都都市整備局「神宮外苑地区のまちづくり」)

ちなみに、この神宮外苑地区におけるまちづくりは、三井不動産と宗教法人明治神宮、独立行政法人日本スポーツ振興センター、伊藤忠商事が議論を重ねて 20 年 2 月に東京都公園まちづくり制度実施要綱に基づいて提案書を提出。21 年 7 月の同制度の適用許可を経て同 14 日に都市計画提案をし、22 年 3 月 10 日に東京都より都市計画決定の告示がなされている。

一般の方々は、神宮外苑は、税金で運営されていると思っているかもしれないが、実際は違う。明治神宮の“自助努力”、つまり、お賽銭やお守りなどで納められたお金のほか、神宮球場や明治記念館（結婚式披露宴ほか）などの経営で得られる収入で維持管理されてきたのが実情である。本来であれば、神宮外苑の銀杏並木の景観などは、国指定の文化財（名勝）などに指定して、国の責任で維持管理されてもおかしくない“国の宝”である。しかし、明治神宮へ向けられる厚い信頼のもと、その文化財指定の動きが具現化しないまま今に至っているのが現状である。

新型コロナでスポーツイベントが軒並み中止になり、披露宴やパーティーなどの会合が著しく控えられている昨今、明治神宮のみどりやオープンスペースを維持することが困難になりつつあることは想像に難くない。神宮外苑は、大きな難局を迎えているのである。

さて、22 年 3 月 10 日に東京都より都市計画決定の告示がなされた後、市民の間から計画を見直すための意見が次々と表明され、署名運動がおこった。直近では 22 年 12 月 16 日に一般社団法人日本イコモス国内委員会から「緊急調査報告『神宮外苑いちょう並木』」が公表され、同 20 日には「神宮外苑の自然と歴史・文化を守る国会議員連盟」などが参加した緊急集会が開催されるまでに至っている。

上記の動きから、23 年も各種の展開が予測される。本稿は、締め切りの都合で、この課題がどのように決着するかまで伝えることができない。本稿で主張できることは、神宮外苑の計画を推進する主体も、計画に対して懸念を表明する主体も、どちらも明治神宮の未来を真剣に考えている人々によって構成されている事実を忘れてほしくないことである。対立は良好な解決を生み難くする。このような時こそ、どちらの主体も明治神宮奉賛会が起草した「外苑将来の希望」の趣旨に立ち返り、100 年後の神宮外苑のあり方を考えるべきであろう。

5 おわりに 明治神宮の今後 100 年を見据えて

以上、創建 100 年を迎えた明治神宮の管理運営のあり方について、いくつかの考察を進めてきた。そして明治神宮では、100 年前の創建当時には予測ができなかったような事象が複数発生していることが明らかとなり、今を生きている我々が「大正時代の人びとが考えた明治時代のレガシー」を継承しながら、現在の自然環境や社会情勢を取り込みながら、的確に舵取りしていく必要性があることを指摘できた。

なお、今回^{そじょう}上に載せなかった課題としては、1964（昭和 39）年の東京オリンピックの際に廃止されてしまった裏参道（明治神宮内外苑連絡道路）の復活や、明治神宮の敷地内で発生するバイオマスなどを再生可能エネルギーとして活用するといったエネルギーの課題、急速なキャッシュレス化や外国人来訪者の増加に伴う通貨の多様性に対応すべき経済的な課題などが挙げられる。今後 100 年明治神宮を支えていくために、令和に生きる我々が考えるべきことは山積している。

人の手で造られ、自律的な運営を続けることに成功し、時代を超えて魅力的であり続けている都市のみどりのトップランナーである明治神宮に対する期待は大きい。そのような明治神宮に対しては、対立を超えた超然的な連携のもとで、多くの課題を解決していく姿勢が望まれる。

〔引用文献・注〕

- 1) Tripadvisor 社 東京都観光ホームページ https://www.tripadvisor.jp/Attractions-g1023181-Activities-Tokyo_Prefecture_Kanto.html（2022 年 12 月 24 日最終閲覧）
- 2) 田中伸彦（2016）明治神宮のレガシーと東京オリンピック・パラリンピック，森林環境 2016，公益財団法人 森林文化協会発行，131-141
- 3) 内山正雄・養茂寿太郎（1981）代々木の森，郷学舎，118pp
- 4) 独立行政法人森林総合研究所（2011）ナラ枯れに立ち向かう，独立行政法人森林総合研究所発行，11pp
- 5) 東京都都市整備局 「神宮外苑地区のまちづくり」https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/bosai/toshi_saisei/saisei07.htm（2022 年 12 月 24 日最終閲覧）

森林や環境の問題に携わる研究者らでつくる「森林環境研究会」は、森林文化協会の調査研究活動を担う専門組織。研究会が年間を通して議論してきた集大成こそが、『森林環境 2023』である。

近年、日本各地で相次ぐ自然災害は激しさを増し、森の多様性が失われたことによる被害の拡大も指摘されている。災害を改めて検証しつつ、防災力をいかに高めるか。「特集」では今回、こうした森林政策での解決策などを探った。

「トренд・レビュー」は、まさに旬なテーマがそろったと言っていいだろう。生物多様性条約第15回締約国会議（COP15）、同会議と密接なTNFD（自然関連財務情報開示タスクフォース）についてはそれぞれ、最前線の担当者が報告。東京オリンピック・パラリンピックの施設に活用された国産木材の“レガシー”にも注目し、明治神宮外苑の再開発問題では長期的な目線での考察がなされた。

この年報を通じて、協会が理念とする「山と木と人の共生」に向けての歩みが少しでも進むことを願う。

森林文化協会 編集長
宮崎 健

●森林環境研究会（五十音順）

青木謙治	東京大学大学院農学生命科学研究科准教授
一ノ瀬友博	慶應義塾大学環境情報学部 学部長・教授
井上 真	早稲田大学人間科学学術院教授、東京大学名誉教授／座長
鎌田磨人	徳島大学大学院社会産業理工学研究部教授
黒沢大陸	朝日新聞論説委員
酒井章子	京都大学生態学研究センター教授
田中俊徳	九州大学アジア・オセアニア研究教育機構准教授
田中伸彦	東海大学観光学部教授／座長代理
野上隆生	朝日新聞佐賀総局員・元編集委員
則定真利子	東京大学大学院農学生命科学研究科附属 アジア生物資源環境研究センター准教授
原田一宏	名古屋大学大学院生命農学研究科教授

森林環境 2023 2023 年 3 月 15 日 第 1 刷発行

編著 森林環境研究会
責任編集 一ノ瀬友博＋黒沢大陸
発行者 藤井龍也
発行 公益財団法人 森林文化協会



〒 104-8011 東京都中央区築地 5-3-2
朝日新聞東京本社内
TEL 03-5540-7686 FAX 03-5540-7662
e-mail info@shinrinbunka.com

制作・印刷・製本 三協印刷株式会社

©2023 Shinrinbunka-kyoukai
Published in Japan
ISBN978-4-9980871-9-9



9784998087199



1920040012001

ISBN978-4-9980871-9-9

C0040 ¥1200E

定価： 本体 1200 円 + 税