

雨上がりのポンティフ公園で遊ぶ  
子どもたち（ニューオーリンズ）  
Photo: Waggonner & Ball

巻頭言

明日また陽は昇る  
私たちの時代の  
グリーンニューディール

ケイジ・アサクラ Keiji Asakura  
翻訳：三輪潤平（日本設計）

特集

# Living with Water 新時代の グリーンインフラと 水系デザイン



台風19号の増水に伴う大規模な堤防の侵食とそれに伴う上田電鉄の鉄道橋の落橋 (2019年10月15日) 筆者撮影



山本山大橋 (小千谷市) から望む信濃川の増水の状況 (2019年10月13日16時頃) 筆者撮影

ある。長野県内の千曲川が今回の洪水における最高水位に達したのは一〇月二三日の早朝、新潟県内の信濃川で最高水位を記録したのは同日の午後だった。

を開始し、その後、極めて危険な状態が一〇時間程度も継続したことは新潟県内ではリアルタイムではほとんど認識されなかった。新潟県内において信濃川の危険な状態について広く認識されるようになったのは、この数日後に新聞や

テレビによって報道されるようになってからだった。信濃川水系の洪水は、一般的に洪水の注意喚起の役割を果たす降水が新潟県側になくても、長野県内で発生した洪水が半日以上の間を要して必ず新潟県内に到達する。このため、新潟県側で洪水の危険性の認識はしにくい。まして一〇月二三日の午後は澄み渡る秋晴れだった。一般市民にとって目の前の信濃川が過去最大級の洪水となっていることを認識するのは困難な状況だったと言える。

測は、一般市民の自然災害に対する認識を向上させ、災害の発生時に適切な行動を促すことが期待できる。しかし、台風一九号は、少なくとも信濃川水系に暮らす市民の大多数が洪水をはじめとする自然災害を「我ごと」とし、いざと言う時に適切な行動を各人が選択するほど成熟した社会となっていないことを静かに示した。

### 昨日は雨でしたか？

前述では、信濃川水系の上流域から中流域にかけての特徴とその危険性について述べた。信濃川水系には中流域から下流域にかけてにも大きな特徴がある。それは、同水系の中流域から下流域にかけての越後平野は国内最大級の低平地であり、ひとたび洪水氾濫が起これば平野全体が水没して復興が容易ではなくなるため、大河津分水路という人工放水路が設置されている。現在、長野県内の山中から集まってくる洪水は、大河津分



萬代橋 (新潟市) から望む信濃川の河口方向 (2019年9月) 筆者撮影

## 水と生きるための流域デザイン ポストコロナ時代に向けた自然観の回復



安田浩保 (やすだ・ひろやす)

新潟大学准教授。1974年栃木県生まれ。中央大学大学院修了。専門は水理学、河川工学。国土交通省北陸地方整備局 千曲川堤防調査委員会委員などを歴任。台風19号の発生直後に放映されたNHK「日曜討論」に出演し、今後の治水対策の方向性を提案した。

### 台風一九号が 静かに示したこと

一〇一九年一〇月に発生した台風一九号は東日本の極めて広い範囲に記録的な被害をもたらした。このうちに、国内の河川で最長となる三二〇キロ以上もの流路延長を有する信濃川水系では、長野県内を中心に堤防の決壊や落

橋などの深刻な被害が発生した。多くの読者がこれらの被害について、その発生直後から新聞やテレビにおいて報じられたことを鮮明に記憶しているだろう。信濃川水系の源流は長野県南部に発し、長野県内での名称は千曲川、長野県から新潟県に県境を跨ぐと、同一の河川の名称が信濃川へと変わる。実は、台風一九号による信濃川水系の増水の規模は、複数の観測地点で記録を更新する最大級のものだった。千曲川や信濃川に沿って位置する長野市、小千谷市、長岡市などでは、堤防内の水分量が急増し、いつ決壊に至ってもおかしくない状況が最長で一〇時間程度も継続していた。

千曲川と信濃川は名称が県境において変化するだけで物理的には同一の河川である。長野県内における最大級の洪水が発生すれば、それはそのまま新潟県内の信濃川に到達することは至極当然である。長野県から新潟県に洪水が到達するまでに要する時間は半日程度で



千曲川の決壊箇所(長野市穂保) 近隣の細粒泥に厚く覆われた住宅地の被害状況 (2019年10月15日) 筆者撮影

水路のお陰で、日本海へ直接排出されている「54頁・図1」。大津分水路は一九三二年に運用が開始された国内でも古い人工放水路である。もし大津分水路がなければ、台風一九号により、燕市から新潟市にかけての広大な越後平野の全体が水没していた可能性が高い。越後平野が国内屈指の広大な低

平地であることは、大津分水路が設置された現在でも少しも変わっていない。信濃川水系の上流側で発生した洪水が越後平野を通過しなくなっただけである。越後平野が低平地であることは、新潟市内の様々な河川沿いに歩いてみると、すぐに実感できる。冒頭の写真は、信濃川のシンボルの一つである萬代橋のたもとから信濃川の河口を眺めた写真である。新潟を初めて訪問する旅行者や転居者がこの写真やこれに類する風景を見た際の反応は二分される。一つは、「昨日、新潟では強い雨が降ったのか」という反応、もう一つは「信濃川は穏やかな川ですね」という反応である。前者の反応は、街の地面の高さと信濃川の水面の高さを比較し、両者にあまり差がないことに着目し、増水を想像したのだろう。私がこ

のような会話をした訪問者の中には被災経験者は含まれていない。彼らは近年の多発する自然災害の報道などを契機として自然災害に関心を持つようになり、次第に洪水時に何が起きるかを想像できるようになってきたと語ってくれた。このような感覚を持つ市民の増加は確かな傾向だろう。しかし、洪水とそれ以外の自然災害後の被災者に対する報道やアンケート調査の結果は、依然として自然災害を我ごとくできていない傾向を示す。現代の我々は余程の山中などの生活者を除き、大都市と地方都市のどちらの生活者ともに自然の命を守る適切な判断や行動さえできなくなっている。

### 気候変動への備え

気象庁は多数の浸水家屋を発生させた台風に対してのみに個別の名称を与えている。台風一九号は実に四二年ぶりの個別の命名を受

けた。このことだけからもいかに猛烈な台風だったかが窺える。気候変動による豪雨の発生頻度の増加が予測される以前なら、台風一九号は稀な気象現象との認識が妥当だろう。しかし、現在においては備えを改める契機と認識することが妥当だろう。台風一九号により信濃川水系において最も被害が甚大となったのは千曲川の堤防が七〇メートルほど決壊した地点においてである。全長が三二〇キロを超えるような長大な流路全長と決壊した七〇メートルの長さを比べれば「点」での出来事とも捉えられる。しかし、長野市の市街部が一〇キロ平方メートルにわたり浸水し、そこに暮らす人々の日常は一瞬にして奪われた。同様のことが二点以上で同時に発生する可能性は十分にある。現在の治水対策は、河川の全長がどれだけ長かろうともその中でわずかに一点だけでも機能が損なわれれば、たちまち大規模な被害が生じてしまう。わずかに一点のこ

となりに学校の試験になぞらえて言うならそれだけで落第だ。ここでは、台風一九号と同等かそれ以上の洪水に備える今後の治水対策の課題について考えてみたい。

### これからの堤防とは？

図2「55頁」は、千曲川の立ヶ花から犀川との合流点あたりまでの地形を高さ方向に強調して鳥瞰的に示したものである。この図中で目につきやすいのは千曲川に沿った堤防だろう。今後の台風一九号クラスの洪水へのすぐ思いつく対策のひとつが堤防の強化である。

堤防の強化と一口にいつても、

堤防を高くする方法と、堤防の高さはそのままにして洪水が堤防を越えることを許容しつつ堤防自体は壊れにくくする方法の二つが考えられる。堤防を高くすればより規模が大きな洪水に対応できる。しかし、堤防の高さを高くするほど、遊園地のジェットコースターの最高度が高いほどに勢いが増す

のと同じで、万が一堤防が決壊したときの水流は激しさを増し、被害が大きくなる。実は、台風一九号によって増水した洪水は、決壊した長野市の西側だけでなく、その対岸の小布施側でも堤防の高さを超え、小布施の市街地を浸水させていた。筆者は被害が発生して二日後の一〇月一五日に長野市に赴いた。この時、小布施側の浸水はすでに解消し、その痕跡は駐車場に薄く泥が残るだけで、すでに日常生活が取り戻されつつあった。一方で、長野市穂保の一带では決壊地点の近くでは建物が全壊し、住宅地と果樹園は容易には除去できない厚さの泥に覆われていた。今回の洪水でも示されたように、洪水が堤防を越えて市街地に向けて流れ出すとしても、堤防が決壊して堤防の高さが失われてしまう場合と、堤防の高さが維持されて洪水が流れ出すだけに留まる越流の場合とは、被害の様相が全く異なる。今回の洪水では、破堤箇所の前後の合計一・五キロの区間

で洪水は堤防を越えて市街地に流れ込み、結果的に七〇メートルの長さで堤防が破損した。また、今回の洪水も含め、日本の河川は大陸の河川と比べると洪水時の最高水位が継続する時間はごく短く、最長でも半日程度で収束する。つまり、現状の堤防の構造や堤体材質は洪水の越流に対して一定の耐久性を有し、越流への耐久性の向上は堤防の断面幅の見直しや堤体材料の改良により可能となることを示唆する。今後の対策の一つ目としては、堤防の高さは現在以上に増加させず、その代わりに洪水が堤防を越流しても堤防の高さができるだけ維持できる構造の堤防とすることが考えられる。

### 荒廃農地を活用した遊水池

現時点では最先端の土木技術を結集しても洪水時にどこから越流するかを正確に予測することは困難である。決壊しなければいくら越流した流れが穏やかなものと言

っても、住宅地、商業地、農地などが無差別に浸水することは歓迎されるものではない。現在の治水対策では洪水を河道内にすっぽりと収容することを前提とし、河道の幅や堤防の高さを設計する。これと同時に、越流させる地点と越流した洪水流を遊水池など貯留する場所を抱き合わせて計画すれば、洪水時に安全性を確保できる上、洪水後に速やかな復旧ができ、越流による被害を小さくできる。これが今後の対策の二つ目である。現在、全国の農耕地の六パーセント程度にあたるおよそ三〇万ヘクタールが荒廃農地となっている。遊水池などの設置が必要となる広大な土地の候補地として、荒廃農地の活用がすぐに思い当たる。

### 川と街を一体に考える

千曲川の西側の盆地は暖色系に着色され、日常生活では実感しにくいものの、この数キロの範囲において二〜三メートルの標高差が

図2  
立ヶ花から犀川の  
合流点にかけての  
千曲川周辺の地形起伏  
出典：国土地理院が公開する  
数値地形情報より、筆者作図

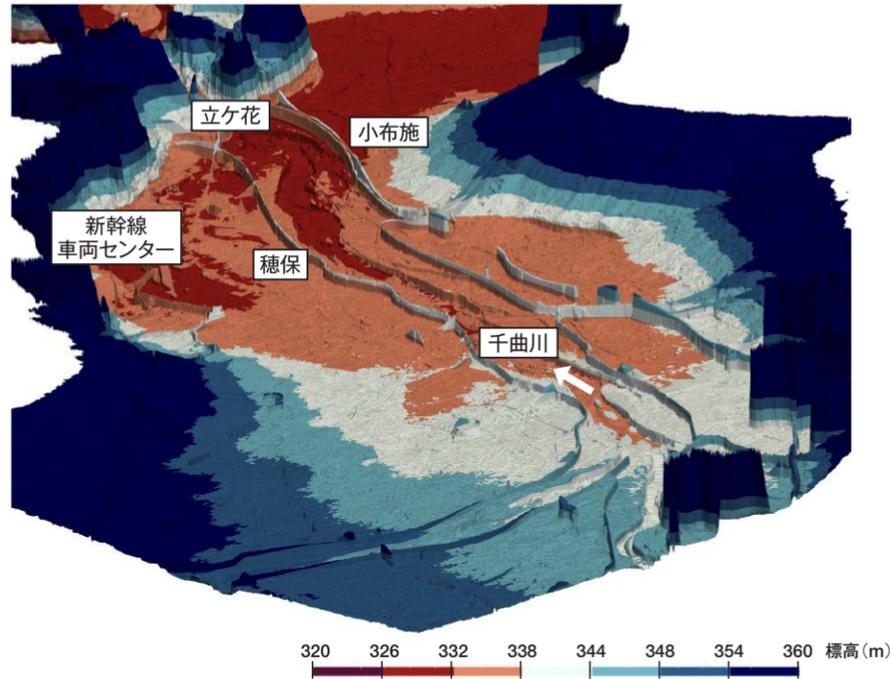
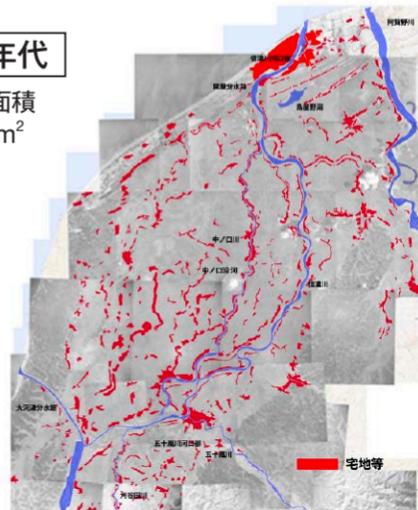


図3 信濃川下流域における住宅地の拡大状況

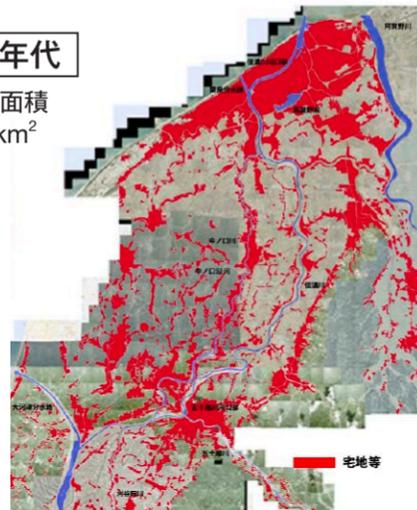
1940年代

住宅地面積  
約126km<sup>2</sup>



2000年代

住宅地面積  
約431km<sup>2</sup>



したが、近年、建設業界の担い手  
業が実施主体となって推進される。  
業や建設コンサルタントなどの企  
通省や自治体などの官庁と、建設  
も聴取した上で策定され、国土交  
る。同計画は、流域の住民の意見  
おむね三〇年程度の計画が示され  
らう。後者の河川整備計画ではお  
整備計画の見直しが進められるだ  
川法が定める河川基本方針や河川  
今後、全国の河川において、河

した堤防の越流への耐久性の向上  
越流地点の計画的な設定とその受  
け皿となる遊水池などの設置、河  
川と都市の一体的な計画への転換  
が同時に図られれば、十分に補え  
る。これら一つ一つの対策自体は  
斬新なものではない。しかし、現  
在の治水対策とこれらの三つの対  
策の融合は、現在の治水対策へ多  
重性を付与したことになる。その  
結果、現状では川が溢れば人と  
社会は容易に危険に晒されてしま  
うが、たとえ溢れても治水対策の  
真の目的である人と社会の安全を  
守れるようになる。

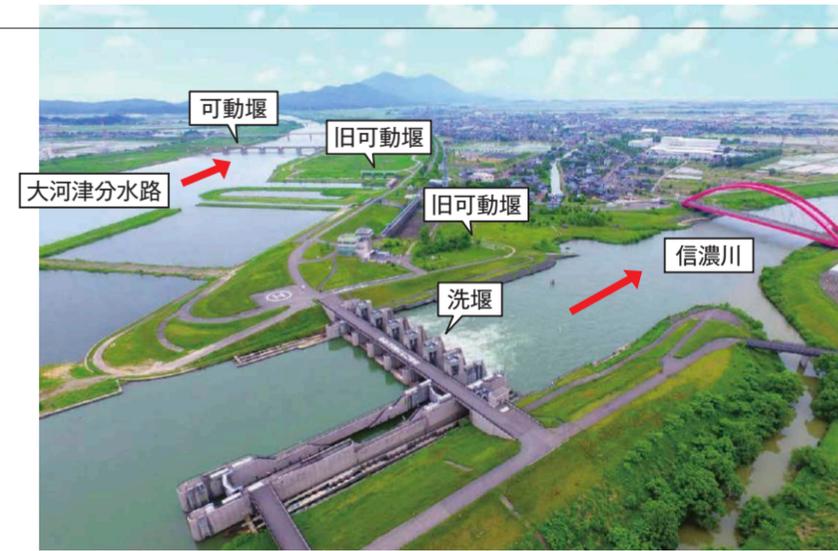
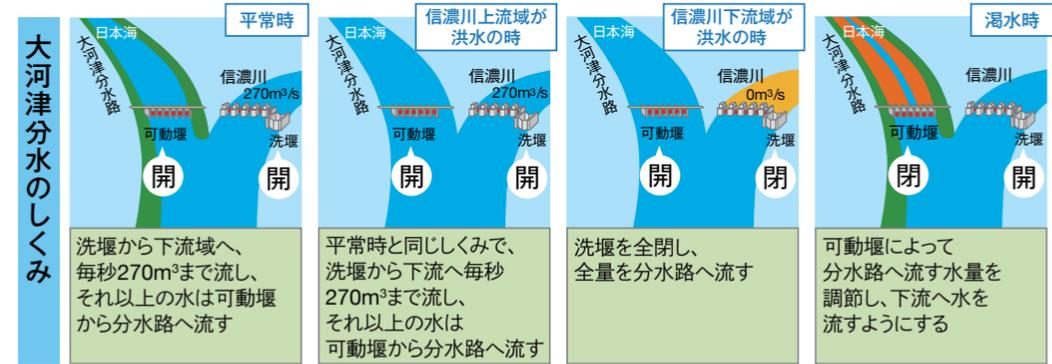


図1  
大河津分水路の  
鳥瞰写真と機能の概要

出典：  
国交省北陸地方整備局ウェブサイト、  
大河津分水路資料館パンフレット



ある。台風一九号では赤に着色さ  
れた一帯に位置する新幹線の車両  
基地が水没し、多額の経済損失と  
その後の新幹線の運行にあたり車  
両確保に苦慮することとなった。  
図中の千曲川の堤防の高さはおよ  
そ五メートル程度であり、一〇〇  
年に一度ほどの稀な洪水に対応で  
きる設計である（ここでの一〇〇  
年は台風一九号に匹敵する洪水が  
次に発生するのが二二二〇年頃と  
いう意味ではなく発生する頻度を  
意味する）。

現在の日本の川づくりは、都市  
計画や地域計画と連動していない。  
本稿の執筆時点で千曲川沿いのデ  
ータの持ち合わせはないが、千曲  
川のずっと下流の新潟平野におけ  
る土地利用について筆者の研究グ  
ループでは調べ、図3に示したよ  
うに、一九四〇年代から二〇一〇  
年代にかけて住宅の面積が一二六  
〜四三一平方キロメートルに拡大  
したことを明らかにしている【註  
1】。新潟平野における新興の住宅  
地は、図中の暖色系と明灰色に着

「これからの  
川づくりと人づくり」

現在の治水対策が人と社会の安  
全を守る基礎体力を備えているこ  
とには納得できると思う。しかし、  
越流すればそれが決壊に結び付き  
やすく、わずか一点でも決壊すれ  
ば甚大な被害に至ってしまう弱点  
がある。このような弱点は、上述

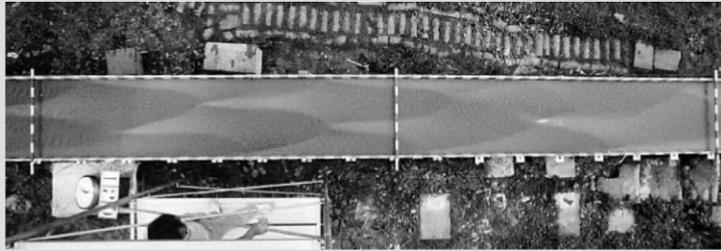
色されたような洪水時に被災しや  
すい標高の低い地形に拡大してい  
ったことが分かった。これは、水  
害の危険性の拡散と言え、河川と  
都市の一体的な計画が存在しな  
ったことが招いてしまったことと  
言える。今後の対策の三つ目とし  
て、法的な困難さが予想されるも  
の、河川と都市の一体的な計画  
への速やかな転換が挙げられる。  
また、現在の日本には将来達成す  
べき国土の安全レベルの目標がな  
い。今後の治水対策では、都市計  
画や地域計画などの流域全体を視  
野に入れた対策が計画されるべき  
である。

コラム

河川研究の先駆、木下良作博士の研究

河川の科学的な研究の端緒は、1960年代に日本人によって生み出された。木下良作博士は、直線の実験水路の底面に土砂を平坦に敷き均し、そこに通水を継続すると、まず、真つ平らな底面から次第に美しい周期的なパターンが出現し、さらにその後水流が自発的に蛇行し始めることを発見した。この科学的な研究成果は、その後、河川の科学的な研究の世界的潮流を生み、当時、世界の優秀な理系の研究者

志望の若者が河川の研究に参入し、昭和の末期頃まで多数の画期的な成果が産出された。しかし、その後、平成の時代における日本経済の低迷と同調するように、河川の研究人口は世界的に減少傾向が続いている。現在、物理学や数学などの純粋理学、さらに、文化人類学など文系分野との連携による異分野融合型の研究などにより打開が模索されている。



に近い河川の形状に着目し、治水と自然環境の回復を両立できる「拡縮工法」と名付けた河道の設計法を開発している。日本の自然状態の河川の多くは、流路を緩やかに蛇行させ、また流路の幅は流下方向に増減を繰り返すことが多いようである。二〇一六年夏から阿賀野川の支川の早出川において拡縮工法の実証実験を開始し、魚類や水生植物の種類と個体数が大幅に増加した。拡縮型の流路では、人工改修による直線的な流路と比べ、その形状に応じて水深と流速が増減する性質があり、このような流れの緩急に魚類や植物などが応答したものと推測している。さらに、阿賀野川の漁業組合は、同工法の設置区間において鮭の自然産卵が複数確認されたことを報告している。自然産卵と人工採卵された鮭を比較すると、人工採卵の鮭の成魚は小型となる傾向があり、鮭の大型化や個体数の増加に大きな期待が寄せられている。また、早出川のように自発

的に砂州が形成される河川では、洪水時の流れは岸沿いに偏りやすい。冒頭で示した千曲川での落橋の要因の一つとしてこのような流れの偏りが疑われる。拡縮工法はこのような洪水流の偏りを是正する効果も認められている。

自然観の喪失と回復に向けて

二〇世紀に我々は強力な科学技術を手に入れた。科学技術の弊害として自然環境の改変や破壊がよく言われる。これらの自然環境の問題は、人が科学技術を初めて手に入れ、その効果の全てを想像できなかつたこと、科学技術に対する自然環境の応答が人のライフサイクルと比べて緩慢であることより表面化したと言える。また、科学技術は効率と利便性を我々に与えた代わりに、我々から自然があるがままに捉える感性と、思慮深さや内省を奪い、各所で思考停止に陥っているように見える。

二〇二〇年の春に世界を席卷し

岡氏と最近の我々を比べると、慣習や思い込みが停滞や閉塞感を言いつくし、粘り強く目的達成に取り組む姿勢が乏しくなっていることがとても恥ずかしく思える。

手前味噌となるが、筆者の研究グループでは、自然状態もしくは

川に学べ

また、他の技術分野では様々な技術革新の萌芽が見られる。土木工学の分野では、これらの新技術の導入は試行されている。しかし、

五〇年の時差がある。デレーケの時代はようやく科学技術が芽生えた頃で、十分な測定技術や計算技術は存在しない。武田信玄の時代にはなおさら科学に類するものはなかつたと考えて間違いない。しかし、彼らは実効性の高い治水技術を遺すことができた。筆者は、武田信玄やデレーケらの技術開発の過程を言明する資料をまだ読んだことはない。しかし、彼らの断片的な資料を読み繋ぐと、両者とも自然を多面的に観察することで技術を作り上げていった共通点が浮かび上がってくる。

自然をじっくりと観察して必要な答えを見つける作業は、もちろん川に限定される話ではない。例えば、一四〇〇年ほど前に建立された法隆寺の昭和三〇年代の大改修で棟梁を務めた西岡常一氏は「木」にじっくり向き合った人だ。西岡氏は、法隆寺が現在に至るまで原形を留めてきた理由について、法隆寺を構成する材木について多面的に観察し、昭和の大改修を成

功に導いた註。西岡氏は、材木には反りなどの「癖」が必ず生じることを前提とし、大工の側が木の癖を理解するつまり自然に寄り添ったうえで建築にあたるべきと考えた。西岡氏は、改修のための解体において、建物の方角毎に使用される材木の出自が異なること、材木の産出源である山地に頻繁に通って斜面の方角に依り樹木の特性が変化する、人工林と自然林とで最高樹齢が大きく違うことなど、五感を駆使して注意深く観察した。現在の科学技術とは対照的に、五感を駆使しながら木の理解を深めていった。例えば、西岡氏は、人工林のヒノキは五〇年ほどで枯れてしまう一方で、法隆寺に使われた樹齢が二〇〇〇年を超えるヒノキは厳しい急峻な岩肌でたくましく生き延びた強いヒノキであったことを明らかにした。また、西岡氏は、建物の耐久性を向上させる必要性から、法隆寺の建立時の和釘を材料として絶滅した槍鉋という工具を復活させた。西

自然を見る目が生み出すもの

土木工学の分野で必要となる原理を再考するような真の挑戦的な研究開発の話を書くことはなく、積極的な研究開発の姿勢が不十分なことも指摘しておきたい。

現在の日本の治水技術の源流は、明治時代に主にデレーケをはじめとしたオランダ人技術者から学んだ技術である。オランダと日本は地形条件が全く異なる。デレーケらはオランダにおいて緩やかな河川を扱ってきたが、その技術を日本の河川にそのまま流用せず、例えば淀川の改修では七年もかけて河道の測量や水理計算を丹念に実施した記録が残っている。また、一気に時代は遡るが、武田信玄が手掛けた甲府盆地における治水事業が国内の体系的な治水の端緒と言われ、将棋頭や霞堤は現在でも度々優れた治水技術として話題にされる。武田信玄とデレーケがそれぞれ活躍した時代にはおよそ三

現在の日本には将来のリーダーを担う人材を育成する体制がない。従来型の大学や企業が行ってきた画一的な人材育成と一線を画し、次世代のリーダーの計画的な輩出を明確な目標に掲げ、大学など教育研究機関と官庁や技術会社の実務機関の間でリーダーとして有望な人材を循環させる教育形態を整えられれば、計画的にリーダーを育成できると思う。欧米の工学界や日本の医学界では既に類似の教育形態を実践している。

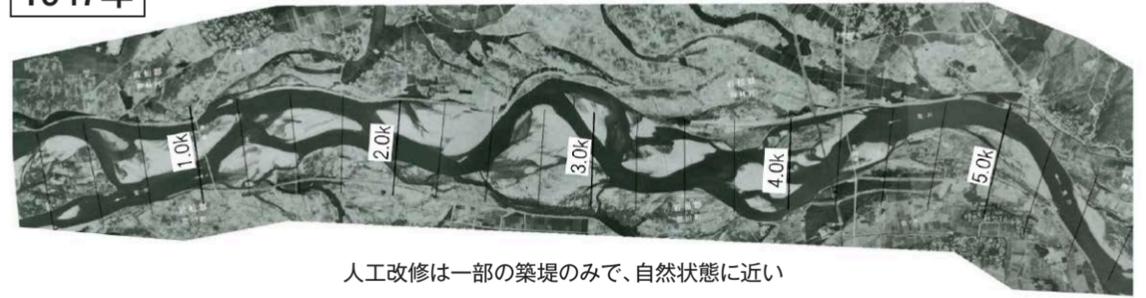


## Part 2

# グリーンインフラと 雨水デザイン

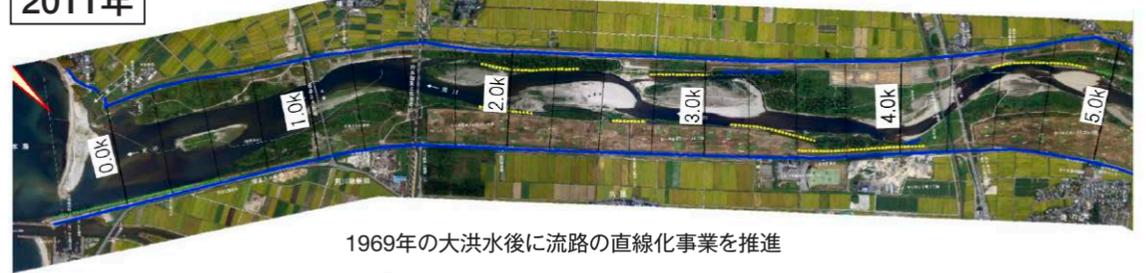
雨水デザインの潮流  
雨水デザインと水リテラシー  
中水プラントの試行と展望  
雨水中水産業の最先端  
ドイツの雨水施策

1947年



人工改修は一部の築堤のみで、自然状態に近い

2011年



1969年の大洪水後に流路の直線化事業を推進

砂州河川の典型的な経時変化 写真提供：国交省羽越河川事務所



早出川に設置された縮小工法(2016年7月20日) 赤線部分が4つ1組となるように設置した縮小工法  
撮影：国交省阿賀野川河川事務所

註

1 安田浩保「阿賀野川における自然環境の再生に向けた取り組み」『河川』10月号、2018年  
2 西岡常一『木に学べ：法隆寺・薬師寺の美』小学館文庫、2003年

たコロナと気候変動の問題は、全ての人類が長期的に向き合わなければならぬ共通の問題である。コロナ禍は様々な価値観を一変させた。その対策であるワクチンの開発に明確な目処はついていない。しかし、ワクチンが有効性の高い答えの一つであることは明確である。それに比べると、気候変動がもたらす洪水の問題の答えは、完

全に明確になっているとは言えない。また、コロナ問題は地球上の人類のほとんどすべてが同時に危機に晒されたためにわずか数ヶ月の短期間のうちに当事者意識を得た。しかし、気候変動の問題は、市民の当事者意識はまだまだ希薄である。コロナ禍を通し、ある問題に対して当事者意識が浸透した時に一気に世の中が一変することを地球上の全ての人々が実感した。自然があるがままに捉える感性と、思慮深さを回復し、先人から無条件で受け継いだ美しい地球を未来に残さなければならない。