

環境防災統合論

多自然川づくりからEco-DRRへ

Integrated theory of river environmental management and flood control
From nature friendly river management to Eco-DRR

島谷幸宏
Yukihiro SHIMATANI

¹フェロー会員 工博 九州大学大学院工学研究院 教授 環境都市部門
(〒802-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

Twenty years have elapsed since "environmental preservation and creation" was added to the purpose of river management in the river law. In this review, the trends of society in the river environment over the last 20 years, the trend of discussions on the goals of the river environment, and the background, the basic concept and cases in Japan of Eco-DRR (ecology based disaster risk management) were reviewed. It is necessary to further integrate the environment and flood control in future river improvement, which discussed the importance of the concept of Eco-DRR including using traditional knowledge.

Key Words: global warming, flood control, river environment, Eco-DRR, local knowledge

1. はじめに

本総説は河川管理の目的に「環境の保全と創出」が加えられた河川法改正から20年の経過を経たことを記念し、この20年間の河川環境に係る社会の動向と学術の動向をレビューし、さらに、今後の環境技術の大きな潮流となると考えられるEco-DRR(ecosystem-based solution for disaster risk reduction)の考え方とその手法、方向性について論ずるものである。

2. 河川環境をめぐるこの20年の動向

河川環境および環境保全のわが国のこの20年を総括すると、東日本大震災までの15年間は着々と国あるいは地域レベルで環境保全・再生の取り組みは進展してきたが、2011年の大震災により国土管理の流れが防災に大きく転換した。しかし、2015年頃よりグリーンインフラやグリーンレジリエンスの考え方が登場し、防災と環境保全が融合した、新しい環境への取り組みが始まろうとしている。

1993年に生物多様性条約が制定され、1997年には公共事業法としてはじめて環境保全が目的に加えられた河川法が改正され、2002年には自然再生推進法が、2003年には景観法、重要的文化的景観の取り組みが始まるなど、環境保全に関する国の枠組みは、この20年間で大きく前進した。

河川環境の学術的な動きに関していえば、1993年に河

川技術シンポジウムの前身である河道の水理と河川環境シンポジウムが開始され、1997年に河川生態学術研究会、2002年に応用生態工学会が発足するなど、河川環境に関する学術的な動きも活発となった。

また2004年には国土交通省は大規模災害の復旧時に環境への配慮を実施するための施策として、アドバイザーを派遣する制度として、災害復旧時のアドバイザー制度を制度化し、さらに2005年には多自然型川づくりは、多自然川づくりへと名称が変更され、河川管理も含めたすべての河川整備を多自然型川づくりにするとの宣言がなされた。アドバイザー制度は先進的な治水と環境を統合した災害復旧の事例(山附川、元町川、川内川、樋井川など)を生み出した。これらの結果は、2010年の中小河川の技術基準に反映された。改修によって流速を早くしないこと、河川のオリジナルな形態と仕組みを保全再生することを原則に、環境と治水技術が統合された技術基準となっており我が国の河川技術の画期である。

また、河川には限定されないが、ここ20年の動きとして自然再生という新しい概念が生み出され、その試みが開始されたことは重要である。20世紀後半から世界各地で自然再生が始まったわけであるが、自然再生事業の目的は20世紀の行き過ぎた人間の開発行為に対する反省という意味合いが多分に含まれている。自然再生事業が始まった当初は、「本当に自然は再生できるのか?」「再生目的とする自然とは何なのか?」「いつの時代を目標とするのか?」など、さまざまな疑問や議論があったが、ある程度自然は再生できること、自然再生の導入に当

たつては順応的な手法が重要であること、人の手が入った自然も含めて自然再生の目的は場所ごとに異なること、自然を再生する際に人の暮らしや営みについても配慮することなどの知見とともに、一定の自然を再生することが可能であることが明らかとなりつつある。

河川では、荒川遊水地、渡良瀬遊水地、蕪栗沼、アザメの瀬などの湿地の再生、標津川や沖縄県の奥川の蛇行再生、木曾川の干潟の再生などが実際に実施された。

さらに絶滅に瀕した生物の野生復帰が行われたことも、この20年の重要なポイントである。2005年には豊岡でコウノトリの、2008年には佐渡でトキの野生復帰が開始されたが、いずれも野外での繁殖に成功し、さらにブランド米としてのコウノトリ米やトキ米も成功をおさめ、野生復帰が地域経済に寄与する事例が作られた。

以上のように、国の制度、学術、実際の取り組みとともに、21世紀は環境の世紀といわれるように、環境問題への取り組みは大きく進展した。

しかし2011年の東日本大震災を契機に日本の国土管理に対するマインドは一変する。津波災害の甚大さを前に、国土管理の方向性は防災に大きくシフトし、国土強靱化を旗印に環境に対する関心や意識も後退した。

東日本の太平洋沿岸は津波により壊滅的な被害を受けるとともに、自然環境にも大きな影響を与えた。一部では津波により生物群集や良好な沿岸が破壊されたが、一方で絶滅の危機にあった生物が回復した事例や湿地が再生した場所も見られた。国土交通省は河川・海岸堤防の復旧の指針として「河川・海岸構造物の復旧における景観配慮の手引き」が作成したが、生態系への配慮は十分ではない。また、この手引きでは中小河川の河口部の処理をバック堤により行うことを想定していないが、バック堤で改修されているところも多くみられ、多自然型川づくり思想が全く反映されていない、劣悪な改修となっている（図1）。



図1 津波区間の河川改修の状況

本来、暮らし、産業、環境さらに海岸堤防の代替案を含めた、総合的な復興が必要であるが、あまりにも被害が甚大なため総合的な復興はなかなか進まなかった。

一方、2015年ごろを契機にまたムードが変わり始めた。政府の国土形成基本計画にグリーンインフラが位置付けられたこと、Eco-DRRの概念が普及し始めてきたこと、

第3回国連防災会議でレジリエンスの概念が大きく取り上げられ、「生態系の持続可能な利用及び管理を強化し、災害リスク削減を組み込んだ統合的な環境・天然資源管理アプローチを実施する」という防災と環境が融合した考え方が国際的に位置づけられたことなど、防災と環境の融合が始まった。特にレジリエンスの概念は重要であり、地域のコミュニティ力や活力が災害に対する抵抗力や回復力（災害レジリエンス）と深く関係していることが認識されるようになった。

表1 河川環境に関する近年の動き

年	事項
1993	生物多様性条約 河道の水利と河川環境シンポジウム論文集開始
1997	河川法改正 河川生態学術研究会発足
2002	応用生態工学会発足 自然再生推進法
2004	災害復旧時のアドバイザー制度 重要文化的景観 景観法
2005	コウノトリ試験放鳥
2008	トキ試験放鳥
2010	中小河川の河道計画に関する技術基準
2011	東日本大震災
2015	第3回国際防災会議 仙台枠組み 国土形成計画にグリーンインフラ入る

3. 河川環境および環境・治水統合論をめぐる議論の推移

(1) 河川の自然環境の捉え方

河川技術論文集の論文を中心に河川の自然環境の捉え方をレビューする。

1995年の第1回の本シンポジウムで生態学の立場から桜井・上原¹⁾が生息場の保全の重要性を「生息・生育の場を複合的に総合的に捉えた場合の別の表現としての“自然環境”」と表現している。さらに「生息場所は種の維持に必要な個体群を構成する個体の生活史の継代的な繰り返しを人間の支援なしに完全に保証する必要な条件を備えた場所」とし、生物の相互作用も考えなければならぬと述べている。

1997年は河川法改正の年であり、河川の自然環境の考え方を示すその後の研究や実務に影響を与える論文が発表された注目すべき年である。

まず島谷・萱場²⁾は河川環境を社会文化的環境および自然環境にわけ、河川生態系を①系に流入するエネルギーや物質の質や量、②ハビタット、③生物とし、河川管理上ハビタットが重要であり、ハビタットについて詳述するとともに、河川管理行為とハビタットの応答の関

係をインパクトレスポンスとして整理している。桜井の研究を工学的に捉えなおしたものと位置付けられる。

玉井・松崎・白川³⁾は「現在の状況から人為的な活動を止めたときにあらわれる自然」を潜在的な自然と定義し、河川の自然特性として「かく乱と更新」「縦断方向、横断方向の連続性」「河床形態の多様性」の3つを挙げている。3つの特性は河川の自然環境の重要な特徴として、広く認識されている。

辻本は1997年に発表した論文を発展させ1998年に河相・景観の概念を提示している⁴⁾。河川地形、水流、流砂、植生、構造物の相互作用系を河相とよび、その河相より機能が発生し、その総体を河川景観と呼んでいる。水流、流砂が強調されているところが特徴である。

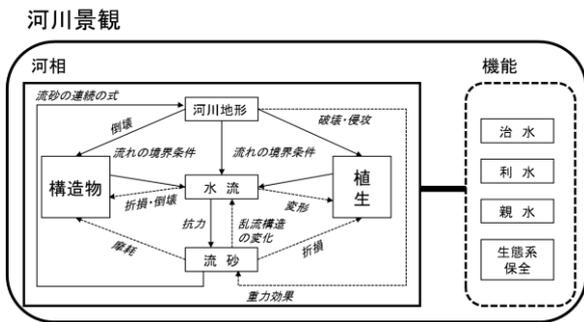


図2 辻本が定義する河相と河川景観⁴⁾

さらに辻本は玉井の潜在自然型河川概念を発展させ、潜在自然型河川の変遷を河相の概念からわかりやすく説明している。辻本の考え方は水流や流砂が河川の環境を支配するという考え方である。この考え方はPHABSIMや植生水理の基本概念を支えていく。辻本が定義した景観は一般には生態系と解されるものと類似であるが、あくまでも河川を中心とした見方である。河川の姿から機能が発生するという考え方であり、河川に生息する動物は河相の外側に位置づけられている。河川生態系と関連が深い水質や水温などは位置づけられていない。

桜井や辻本の研究の発展形として、河川生態学術研究会での議論を紹介する。筆者を代表者として実施した河川生態学術研究会総合研究の「河川生態系の構造と機能研究グループ」⁵⁾の議論である。この研究グループは土木工学、生態学の研究者からなるが、その研究の過程で生態学、河川工学の専門家からなる親委員会での議論を通して作成したのが図3である。気象・地質地形・土地利用、人為的なインパクトなどの外的要因により河川の構造が決まり、ハビタットを介して河川の生物群集の構造や多様性が決まるという考え方である。すなわち河川生態系の構造によって河川生態系の機能がもたらされると考えるものである。

河川の構造は河川管理の対象となりうるものであり工学的には重要である。河川の構造の一つである空間構造は空間的に限定された場所の立体的な空間形状やその境界を支配する構造のことで、河床形態（大規模河床形態

(蛇行)、中規模河床形態(砂州、瀬、淵、ワンド、クリークなど)、小規模河床形態(リップル、デューンなど)、縦断形状、横断形状(氾濫原の形態も含む)、鉛直方向の構造、空間の境界の材料、植物などが空間構造を支配する要素である。これらの空間構造は空間的な大きさも様々であり、階層的である。空間構造からもたらされる、空間形状は動植物の生息、生育空間すなわちハビタットの空間形状と強い関係性がある。

質構造は、空間的に限定された場における、温度、栄養塩、溶存酸素、毒性物質、微量物質、底質、流速、水温などである。地質、気象、土地利用、河川の空間構造、物質輸送の構造などからの影響を受ける。質構造はハビタットの質を規定し、基礎生産量や生物の生息閾値を決定する。

変動構造は、空間構造の要素や水質構造の要素の時間的な変動の構造である。日変動、季節変動、年変動、不規則な渇水や洪水など様々な時間スケール、大きさの変動がある。これらは、ハビタットの質と大きな関係を持ち、かく乱や生物の生息閾値を支配する。

物質輸送の構造は、水質、河床材料、流れ、伏流水などを支配する構造で流域から生産される物質の輸送構造である。基本的な輸送構造はある区間を対象にすれば、上流からの流入量、下流への流出量、区間への流入流出量、区間での変化量で示される。これらを縦断的に積分したものがあある場所での状態を示すことになる。

「河川生態系の構造と機能」の考え方は桜井のハビタット論や辻本のランドスケープ論を包括し、かつ環境要素を網羅的に総合化したものであり、河川管理に活用可能な有効な概念と考えている。

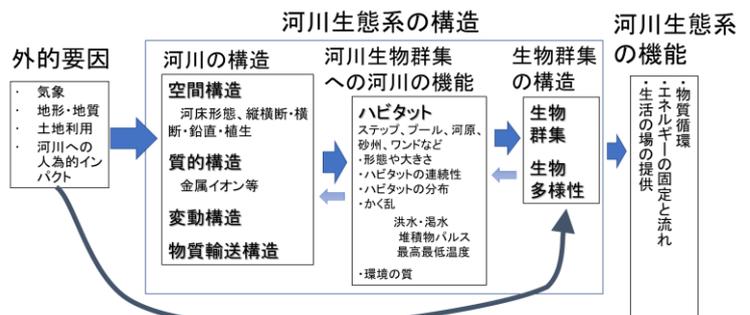


図3 河川の構造と河川生態系の関係

魚、水生昆虫などを対象とした、生息場のモデル化がPHABSIMにより行われている⁶⁾が、維持流量を決める際に開発されたモデルであり、水深、流速、カバーなどの流量と関連付けが可能な空間構造の要素を用いて、特定の生物の生息量を予測するモデルである。(ある意味、決め打ちモデルである。)したがって、流量の大小を問題にする場面以外で用いる場合には図-3で示した、空間構造以外の河川構造(たとえば水質や水温)、生物間の関係は考慮されていないことを十分に理解する必要がある。

一方、一般化線形モデルを用いたモデル化が近年行われるようになったが、河川構造の要素をより幅広く用いることが可能であり、図-3の概念に近い予測手法であり、汎用性が高いと考えている。

(2) 河川環境の目標と多自然川づくり

河川環境の目標についてはこれまでに様々な議論がなされているが、レビューしてみると、河川のオリジナルな形態と仕組みの保全と貴重種の保全の両者を満たす方向性に収束しているように見える。それでは、レビューしてみよう。

第2回のシンポジウムでは建設省の安田⁷⁾らが多自然型の川づくりの考え方として「河川にはさまざまな動植物が生息・生育し、多様な環境が形成されている。これらの自然環境は、瀬淵など流速や水深の変化のある流れ、砂や礫など川を構成するさまざまな河床材料、湿った流水部から乾いた洪水敷までの激しい水域から陸域までの環境、洪水による生息・生育環境の破壊と再生の繰り返しなど河川特有の環境条件のもとに形成されている。河川の豊かな自然は、このような多様性のある河川の存在によって成り立っている。逆にいえば、単純で画一化された川には、豊かな自然は成り立たない。多自然型川づくりでは、このような多様な自然環境を保全したり、できるだけ変えないようにし、また変える場合にも最低限の改変にとどめるとともに自然環境の再生が可能となるように工夫を図るものである。」としており、河川の多様な環境とその破壊と再生の仕組みの保全と改変の最小化を基本としている。基本概念は現在においても通用するものであるが、当時は現場は手探りの状態であり、この基本的な考え方をどう実現するのかという、手法論については確立しておらず、結果的には環境を多様にしさえすればよい、あるいは河岸を多孔質化すればよいという方向に現場が向かったのは残念であった。

また生態学が専門の桜井¹⁾は河川改修における生息環境の保全方式として、3つの方式について言及し、そのうち③が望ましいとしている。①目標生物設定方式、②多様性期待方式、③複合方式である。複合方式とは、特定の動物の種（または種群）の生息を目標としながら、同時にできるだけ多様な生物の生息環境を整備する。この考え方は現在においても有効な方法であり、その河川で絶滅寸前の生物が生息する河川では、まずその生物の生息環境を確保することを優先しつつ、その河川本来の自然の形態や攪乱などの仕組みをどう確保するのかということが一般的である。

島谷⁸⁾は「多自然川づくりの基本的な設計原理は自然の形態に基づきながら、形態は常に変化しつつ、安全に洪水を流下させることにある。すなわちなるべく川のオリジナルな形態や仕組みをモデルとすることが基本原理である。」としており⁹⁾、現在の中小河川の技術基準の基本的な考え方である。この考え方は、生物は進化の過

程でニッチ（生態的地位）を獲得し安定的に生存しており、そのニッチは河川の多様なハビタット（図3で示すような変動、環境質、ハビタットの関係性を含んだハビタット）に存在するため、河川のオリジナルな形態や仕組みを保全することにより、河川に依存する生物は保全できるという考え方である。この原理に基づき、本来その河川が持っているあるいは持っていた、形態や仕組みを技術的手法として展開し得る。流速や縦横断形状はオリジナルな河川を目標に設計する。そのための手法論としては河床掘削時のスライドダウン、流速をオリジナルな河川よりも早くしないための川幅拡幅の原則などが導かれる。この技術基準により実際の河川を整備する基本的な手法が導かれた。

中小河川の技術基準は1章で述べたように、災害アドバイザー制度の知見に基づき作成されたため、いくつかの河川において、オリジナルな形態に基づくという考え方による河川改修が行われている。溪流河川では宮崎県の山附川の災害復旧が良い事例である。山附川では川幅を拡大し、蛇行と巨石を存置することによる自然の営力によりStep-poolを中心とした河川形態の復元とそれに伴う魚類等の現存量の回復を試みたものである。出水のたびにstep-poolが発達し、それに伴い魚類も増加していることが報告されている。

(3) 環境・治水をめぐる統合論

1997年に土木研究所の水文研究室長などを歴任した石崎⁹⁾が「氾濫・遊水を考慮した河川計画」という今日的に興味深い論文を発表している。『「河川環境」が河川管理の目的に加わったいま、これまでと同じ有限の空間である河道内だけですべての目的を達することが可能なのかどうか、改めて検討する必要がある。筆者は総合治水対策の方法を全国に拡大することが必要であると考え。』⁵⁾。石崎は巴川、中川、利根川中条堤などを例に、河道に洪水を押し込めると洪水流量は2倍から5倍程度に増加することを示し、「氾濫・遊水を考慮した河川計画」の必要性を説いている。建設省の技術官僚の中に根強く氾濫許容型の治水が議論されていることを知ることが出来る論文であり興味深い。

2010年の第16回河川技術シンポジウムでは藤田・泉¹⁰⁾が福岡¹¹⁾、辻本¹²⁾、島谷ら¹³⁾の総説等を含め環境・治水を含む統合論についてまとめている。これらの中で、辻本の論文は極めて示唆的・本質的・先駆的であり重要である。

辻本¹²⁾は「目的のみならず効果の時空的評価の点でも統合の視点が求められる。」とし、今や治水・利水・環境の統合は自明のこととしている。さらに「治水安全性も、水資源確保、環境保全も、流域で確保しなければならない要件である。」とし、流域連携・流域の統合管理の重要性を述べている。一方、環境面では、機能レベルでの達成度評価はされないまま施策が実施されると厳

しく批判している。そして最後に今後のリスク管理の視点への移行に言及しており「perfect protection からハザードマップ型減災～超過洪水危機管理型へのシームレスのリスク管理への移行を考えるのはどうだろうか?」「生態系管理ではリスク管理の視点の、導入で、一気に論理や情報の整理が進み、その活路を生むだろう。」としている。次章でEco-DRRについての議論を先取りしている。

4. Eco-DRRの概念と河川への適用

(1) Eco-DRRとは?

生態系を活用した防災・減災 (Ecosystem-based disaster risk reduction; Eco-DRR) は、国際的な防災への取り組みの中で出て来た考え方である。

2005年に神戸で開催された第2回国連防災会議では、「兵庫行動枠組み(HFA)」が採択され、災害リスク削減(DRR: Disaster Risk Reduction)がその考え方の中核に置かれた。HFAは5つの柱から構成されているが、4番目の柱として「潜在的リスクの軽減」が挙げられ、その(i)環境、天然資源管理があげられ、リスクや脆弱性を軽減するための生態系の管理が位置付けられた。¹⁴⁾ さらに2008年にはEco-DRRを進めるための国際的なパートナーシップ、PEDRRが設立された。古田によると「IUCNを含めた10以上の国際機関やNGOが環境と減災に関するパートナーシップ(PEDRR: Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction)を設立した。PEDRRでは、DRRにおける生態系や生物多様性の積極的な役割に光をあてるために世界各国の知見を集約し、トレーニングコース等を実施し、政策提言活動を実施している。」¹⁴⁾としている。

また、2015年に行われた第3回国連防災会議の仙台防災枠組みにおいて、「ハザードへの暴露(exposure)及び脆弱性(vulnerability)を予防・削減し、応急対応及び復旧への備え強化し、強靱性を強化する」とされた。HFAの枠組みを一步進め、暴露と脆弱性の概念がより明確に示された。

仙台防災枠組みでは、「優先行動3:強靱性のための災害リスク削減のための投資」の中で、「(g)居住安全地域の特定、同時に災害リスク削減に役立つ生態系機能の保全等を通じ、特に山岳部や河川、沿岸の氾濫原、乾燥地、湿原、その他干ばつや洪水の危険にさらされる地域などの農村開発計画や管理において、災害リスクの評価、マッピング、管理を主流化するよう促進する。」
「(n)生態系の持続可能な利用及び管理を強化し、災害リスク削減を組み込んだ統合的な環境・天然資源管理アプローチを実施する。」など、生態系の管理と防災の関係性が明瞭に位置づけられた。

さて、ここでEco-DRRの定義について見てみたい。PEDRRのEco-DRRに関する記述を見てみると、国連防災会

議においても強調されていることであるが、持続可能な開発を行う際の阻害要因である災害を生態系の管理を通して軽減しようという考え方をEco-DRRとしている。災害が主流化している日本人の感覚からすると、防災リスクのために生態系を活用することがEco-DRRと考えがちであるが、持続的な開発のための生態系管理の中に災害リスクの軽減を位置付けるという考え方が海外では主流である。

PEDRRが解説するEco-DRRについて少し中身を紹介すると、「健全な環境管理と気候変動の影響と災害への対応が密接にリンクするためには、よりシステムティックで統合的な災害リスクのマネジメントが必要とされている。災害マネジメントは過去においては、対応的であり、予防工学に焦点を当てず、計画論に基づくわけでもなく、災害防除に自然景観の特徴を利用するのでもなかった。先に述べた3つのリンクは私たちがEco-DRRと呼ぶアプローチである。災害リスクマネジメントにこのモジュールの核となるエコシステムマネジメントツールを一体化させ、持続可能な災害リスクマネジメントへの革新的で組織的なアプローチとする。」¹⁵⁾

より明確な定義としてPEDRRは以下を引用している。

「Eco-DRRは持続可能で、回復力(レジリエンス)のある開発を達成するために、災害リスクを低減するための生態系の管理、保全、再生である。」¹⁶⁾「湿地、森林、沿岸システムなどのよく管理された生態系は、地元の生計を維持し、食料、水、食糧、建設資材などの不可欠な天然資源を提供することによって、多くのハザードへの物理的暴露を減らし、人々と地域社会の社会経済的回復力を高める。」¹⁷⁾ すなわち「生態系の管理は災害インパクトに対する自然資本や人間のレジリエンスを高めるだけでなく、他の社会的、経済的、環境的な便益を多くのステークホルダーもたらし、さらに、そのことがリスクを軽減する。」としている。

これらを参考に筆者による定義をしたい。定義A「生態系が持つ多様な機能を活用して地域の持続的な発展を図る国土管理あるいは環境管理の一部として、生態系の持つ防災機能をよりよく発揮・包含させ地域のレジリエンスを高める試み」とする。少し立場を変えて、より防災の立ち位置を明確にすれば、定義B「生態系が持つ機能を活用し、物理的な防災減災機能を発揮させるとともに、生態系の多様な機能を活用し地域を活性化させ、さらに地域のレジリエンスを高める取り組み」とでも定義できよう。筆者としては前者をEco-DRRの定義としたいが、防災局面から捉えなければならないときもあると考えるため、場面によってこの両者を使い分けたいのではないかと考えている。

(2) 日本の代表的なEco-DRR

日本の代表的河川や海岸に関連する事例を挙げると、河川では矢部川、錦川などの水害防備林、九頭竜川、黒

部川、北川などの霞堤、千歳川流域遊水地群、渡良瀬遊水地、麻機遊水地などの遊水地、釧路湿原、アザメの瀬などの湿原、蕪栗沼などの湖沼などがEco-DRRに該当すると考えられる。また、上西郷川のように河川改修に際して、良好な緑の環境が創出され、地域の子供たちが環境教育や水遊びなどを行うことを通して、地域コミュニティ活動が活発化しレジリエンス力が向上するような事例も規模は小さいがEco-DRRの一例といっていよう。河口域では南西諸島のマングローブ林、サンゴ礁、砂嘴・ラグーン、干潟などが高潮や津波防除効果を持ったEco-DRRである。また静岡の舟形屋敷（水害を防御するための石垣と組み合わさった屋敷林）、桂離宮や平等院などの治水機能を有する伝統的な建築群などの屋敷林も挙げられる。さらに近年では駿河台緑地や梅田再開発（梅北第2期工事）などの治水効果やヒートアイランド防止に寄与するグリーンビルディング、グリーン再開発もEco-DRRの一つと考えてよいであろう。

いずれの事例も生態系の持つ機能が防災機能を発揮し、地域の生活にも役割を果たし、地域レジリエンス能力を高めていることが理解できるであろう。

(3) 河川への適用

辻本が述べたように生態系管理にリスク管理の視点を導入することによって河川の生態系管理が飛躍的に進展する可能性がある。Eco-DRRは環境と防災が癒合した取り組みであり、今後、注目されるものと考えている。

事例からEco-DRRの適用について考察すると、河道内への適用と堤内地への適用に分けられる。前者は多自然川づくりの延長線上にあり、流速の低減や河道内貯留などによる治水効果の向上および地域と連携した川づくりによるレジリエンスの向上への取り組みであり、効果の評価とレジリエンス向上が重要である。

堤内地においては霞堤、越流堤などの超過洪水或いは氾濫を考慮した治水施設と遊水地や水害防備林の組み合わせ技術の適用が考えられる。環境面の機能を強化し地域のレジリエンス強化までつなげることができるか、氾濫許容の治水思想と社会的受容が課題である。

逆の発想として湿地や樹林帯への積極的な遊水・氾濫を行い、あわせて生態系機能の強化を行うという手法も考えられる。この手法は世界的にはEco-DRRの本流であり場所は限定されるかもしれないが有効な手法である。

都市の流出抑制対策としてのグリーンインフラの手法は、世界各国で行われ始めており、グリーンビルディングやグリーン再開発など、今後、普及していくものと予想している。これもEco-DRRのひとつであろう。

持続的地域社会の構築、地域のレジリエンス力の向上が今後の社会の目標の一つになってくることは間違いない。河川管理においても環境防災技術が統合され、防災施策が実施されることにより環境が向上し、地域のレジ

リエンスが高まるように、あるいは環境施策が実施されることにより防災機能が向上し地域のレジリエンスが高まるような総合的な施策が望まれる。

参考文献

- 1) 桜井善雄, 上原励: 河川の自然環境を類型評価する手法の検討, 第1回河道の水利と河川環境シンポジウム, pp.53-58, 1993.
- 2) 島谷幸宏, 萱場祐一: 河川の自然環境の保全とその構成, 第3回河道の水利と河川環境シンポジウム, pp.153-158, 1997.
- 3) 玉井信行, 松崎浩憲, 白川直樹: 潜在自然型河川の特性とそれに関する研究・河川管理の在り方について, 第3回河道の水利と河川環境シンポジウム, pp.147-152, 1997.
- 4) 辻本哲郎: 河川景観の変質とその潜在自然への回復, 第4回河道の水利と河川環境シンポジウム, pp.147-152, 1998.
- 5) 島谷幸宏, 平林公男, 鬼倉徳雄, 永山滋也, 皆川朋子, 尾花まき子, 川口究: 河川生態系の構造と機能, 河川生態学術研究会, 未発表.
- 6) 知花武佳, 松崎浩憲, 玉井信行: 多自然型河川整備のための魚類生息環境評価, 第4回河道の水利と河川環境シンポジウム, pp.201-206, 1998.
- 7) 安田実, 美寺寿人, 樋口経太: 多自然型川づくりの現状と課題, 第2回河道の水利と河川環境シンポジウム, pp.1-8, 1995.
- 8) 島谷幸宏: 多自然川づくりの技術展開と課題, 河川技術論文集vol.14, pp.385-390, 2008.
- 9) 石崎勝義: 氾濫・遊水を考慮した河川計画. 第3回河道の水利と河川環境シンポジウム, pp.121-126, 1997.
- 10) 藤田 光一, 泉 典洋: 気候および社会条件の変化への適応と河川技術, 河川技術論文集, vol.16, 1-4, 2010.
- 11) 福岡捷二: 治水と環境の調和した治水適応策としての河幅、断面形の検討方法, 河川技術論文集vol.16, pp.5-10, 2010.
- 12) 辻本 哲郎: 気候・社会条件変化への対応を含む流域統合目標の達成に向けた河川整備手法について, 河川技術論文集vol.16, pp.11-16, 2010.
- 13) 島谷 幸宏, 山下 三平, 渡辺 亮一, 山下 輝和, 角銅 久美子: 治水・環境のための流域治水をいかに進めるか?, 河川技術論文集vol.16, pp.17-22, 2000.
- 14) 古田尚也: 生態系を基盤とした防災・減災 (Eco-DRR) をめぐる国際的動向, The Miori Press、http://www.midori-press-aeon.net/jp/topics/topics_20140704_eco-drr.html
- 15) PEDRR and CNRD, The Ecosystem-based Disaster Risk Reduction, http://pedrr.org/pedrr/wp-content/uploads/2013/09/Eco-DRR-case-study-source-book_final.pdf
- 16) Estrella M. & Saalimaa N.: Ecosystem-based DRR: An overview. In: The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction. s.l.:s.n., 2013. pp. 26-47.
- 17) Sudmeier-Rieux K. & Ash N. :Environmental Guidance Note for Disaster Risk Reduction: Healthy Ecosystems for Human Security, Revised Edition. Gland, Switzerland: IUCN, 2009.iii 34pp. (2017. 4. 3受付)