

Eco-DRRとしての日本の伝統的水管理技術

寺村 淳¹・島谷 幸宏²

¹ 正会員 九州大学大学院学術研究員 工学研究院 (〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744)

E-mail: j.teramura@civil.kyushu-u.ac.jp

² フェロー会員 九州大学大学院教授 工学研究院 (〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744)

E-mail: shimatani@civil.kyushu-u.ac.jp

近年世界的に注目されている防災・減災の考え方であるEco-DRRは、グリーンインフラや生態サービス活用の観点で多様な発展の可能性がある。一方で、災害の多発する日本では、伝統的な治水・利水などの技術が根付いており、自然と折り合いをつけながら、選択的な土地利用や微地形の活用によって、安全を確保してきた。この様な日本の伝統的な水管理技術は生態系を活用し、持続的な生態系の維持に寄与していることが明らかになった。特に氾濫原の遊水などは氾濫原の機能を活用したEco-DRRといえる。一方で、すべての伝統的な水管理技術がEco-DRRというわけではないことも明らかになった。

キーワード: Eco-DRR, 伝統的治水, 伝統的水管理技術, 伝統知, 生態系

1. はじめに

近年、防災における国際的な会議などでEco-DRRが注目されている。2015年に実施された第3回国連防災会議世界防災会議の仙台防災枠組でも生態系は防災・減災の手段に位置付けられている¹⁾。

この背景には、近年世界中で多発する深刻な自然災害に対して、これまでの防災の様に、災害を屈服させ一切の被害が出ないことを目指すことに限界が見え、想定外の災害においても、社会が破綻せず力強い回復を見せるレジリエントな社会を目指す減災の思想が広がりを見せていることがある。この背景によって、グリーンインフラや生態系サービスの活用の視点が広がり、世界各国で様々な取り組みが行われつつある。

一方で、日本は、火山・地震・風水害と世界でも稀に見るような災害多発国でありながら、自然に対する感覚が優れ、自然と人間社会の境界があいまいなほど近い文化がある。これによって、日本では古来より、災害との付き合い方に多様な工夫が見られ、その技術は今でも地域社会の礎となっていることが多い。

特に伝統的な治水・利水など水管理技術は今でも各地の河川や海岸に見られる。

万象に天意を覚えてきた日本の伝統的な水管理技術は、自然との付き合い方の象徴とも言え、Eco-DRRの生態系サービスを活用した防災・減災と親和性が高い可能性があると考えられる。そこで、古来より受け継がれてきた日本の伝統的な水管理技術がEco-DRRとしての価値付け

ができるかを検証した。

2. Eco-DRRとは

Eco-DRR(Ecosystem-based disaster risk reduction)とは、生態系を活用した防災・減災のことで、危険な自然現象から暴露の回避と脆弱性の軽減を生態系を活用して行い、災害リスクを軽減することである。前述の様に近年、世界的にも注目されている防災・減災の考え方の一つである²⁾。

Eco-DRRは元々生態系サービスの概念から発生した要素で、一般的に言われる生態系サービスの4つの要素(供給・調整・文化的・基盤)の内の「調整サービス」から細分化され、展開している。調整サービスは気象の調整、災害の軽減や緩和が含まれている³⁾。

Estrella Marisol, Saalismaa Nina. らは、Eco-DRRを「持続可能な開発を達成することを目的として、災害リスクを軽減するために、生態系を持続的な管理、保全、回復すること」と定義している⁴⁾。

「Disasters, Environment and Risk Reduction (Eco-DRR)」では「生態系を管理することは、自然のインフラを強化し、人間の災害レジリエンスを強化するだけでなく、複数の利害関係者に多様な社会的、経済的および環境的利益をもたらす。」としている⁵⁾。

IUCNは、「生態系を活用した災害管理とは、現在および将来における人間の生活上のニーズと生態系の生物物

理要件を考慮し、地域社会による災害への備え、災害対処、災害からの回復を支える生態系の役割を認識した意思決定を指す。」としている⁶⁾

環境省は、「生態系を用いた防災・減災は、脆弱な土地の開発や利用を避け、危険な自然現象に人命や財産が晒されることを避けるとともに、生態系を緩衝材として用いることで人命や財産への影響を小さくする考え方」としている。

つまり、Eco-DRRは生態系サービスの一環として生態系がもたらす防災・減災効果に期待するものであることが根源的な定義である。さらに、自然生態系を持続性を持って適切に管理、保全することで生物・物理機能を強化できること、災害レジリエンスの強化に寄与できること、副次的に社会的利益が見込めることなどが期待され、これらの多面的機能を含めて、持続可能な開発を達成することを目的としている。

Eco-DRRの事例は、IUCNは、湿地や泥炭層の氾濫調整機能、スイスアルプスにおける保護林による地すべり、雪崩等の抑制機能、砂丘、サンゴ礁、潟、マングローブ林などによる洪水との抑制、生態系による干ばつや砂漠化の抑制が挙げている⁷⁾。

環境省は蕪栗沼の湿地復元や中津干潟の護岸と干潟の機能を組み合わせた高潮対策等を事例として挙げているほか、古くからある生態系を用いた防災・減災として、屋敷林や水防林、輪中堤等を挙げている。加え、災害履歴や地域知の利用をポイントとして挙げている⁸⁾。

2. 伝統的水管理技術とEco-DRR

日本の伝統的な水管理技術は多岐にわたるが、主として治水、利水、その他、またはこれらの複合的な技術がある。ここでは伝統的な水管理技術とEco-DRRとの関連性を整理する。伝統的な水管理技術の主要な機能と代表的な現存する場所を中心に、そのDRR機能、生態系機能、その他について整理した(表-1)。

なお堤防、牛柵類、樋門、樋管等個別の構造物は、要素技術であり、単体では生態系を形成していないため対象外とした。たとえ石垣等が多孔質空間を創出し、それらの空間を利用する生物にとって有益な環境を提供できる可能性があっても、それらの生物群集が防災機能をもたらすことはないと考えられることがその根拠である。よって、表-1に挙げた伝統的水管理技術は水管理システムとしての技術を指す。例えば野越は越流堤として挙げたわけではなく、越流堤と水防林などを含めた洪水を緩やかに氾濫させるシステムの意味が含まれている。

これらを見ると、地形条件や機能で下記の様な分類が



図-1 城原川の野越システム
(越流堤・霞堤・水防林・水路の複合施設)

可能であった。

以下に伝統的水管理技術とEco-DRRの関係性についてそれぞれの伝統技術について検討する。

(1) 氾濫原管理技術

氾濫原生態系は湿地性の植物やそれらを生息場とする動物群集からなるが、雨季に大量の氾濫水を貯留するため防災機能も有している。そのため、氾濫原を遊水地として管理する伝統技術はEco-DRRの範疇に入るものと考えている。

元々氾濫原であった場所を遊水地として利用し、氾濫する範囲を限定したり、氾濫流の流入方向を工夫することで被害を軽減する遊水技術は多様である。さらに氾濫原内の宅地の安全性の確保のために、輪中堤等で限定的な安全性の確保を行ったり、水屋や屋地盛の様に宅地を嵩上げする方法がとられてきた。これらの氾濫原での伝統的な治水の仕組みは、氾濫原の水田利用と共に広く用いられてきた工夫である。

一方で、氾濫原の開発により、低湿地帯が喪失することに対して、水田は低湿地環境を保持し、遊水による湛水は氾濫原の機能を保持することにつながっている。加え、農地の保全のため、下流から氾濫させるなどの工夫がとられ、攪乱強度が抑えられるため、産卵・繁殖に適した程度の攪乱強度となり、ナマズやドジョウなどの魚類には好条件の生息環境となっている。これらの生物資源は地域の有用資源として活用されレジリエンスを高めてきたこともEco-DRRの典型的な例としていいだろう。

クリーク網の広がる佐賀平野等は、元々が広大な氾濫原の低湿地帯で、農地開発が進む中で毛細血管の様に広がったクリーク網がタナゴ類をはじめとする国内有数の淡水魚の生息環境を維持してきた。このクリーク網が氾濫原の洪水貯留能力を維持し、防災機能を有している。

表-1 伝統的水管理技術のEco-DRR視点における機能と分類

	伝統技術		場所	本来機能	災害現象	治水・DRR機能	生態系機能	生態系強化	その他(地域知・伝統知など)
1	氾濫原遊水	遊水型霞堤	全国各地	逆流または内水貯留による遊水	氾濫	遊水・ピークカット・外力軽減	氾濫原の維持・定期的な軽度の攪乱	氾濫原強化	地形に基づいた土地利用・床上浸水の作法・洪水の方向と外力の大きさ
		替堤	緑川・菊池川	堤外貯留後緩やかに氾濫させる	氾濫	遊水・緩やかな氾濫・減勢	ヨシ原形成	氾濫原強化	加藤清正・減災
		鍾堤	豊川	湾曲部外側で逆流遊水	氾濫	遊水・氾濫範囲限定・水衝部減勢	氾濫原の維持・定期的な軽度の攪乱	氾濫原強化・河岸段丘利用	・水衝部付近を開口することで外力軽減・段丘の活用・湛水解消時の作法(泥をはわく、稲の土をゆすって落とす)
		鳥の羽重ね	塩田川	湾曲部の内側を堤防で仕切り下流から逆流遊水	氾濫	遊水・氾濫範囲限定	氾濫原の維持・定期的な軽度の攪乱	氾濫原強化・蛇行利用	土地のリスクの限定
		筑後川片側堤防	筑後川	支川合流点の支川堤防を本川に向かって下流側のみの片側堤防とすることで遊水	氾濫	遊水・内水氾濫・氾濫範囲限定	氾濫原の維持・定期的な軽度の攪乱	氾濫原強化・微地形利用	屋地盛(リスクに応じた宅地の嵩上げ)
		野越(システム)	城原川	越流堤から遊水後上流側へ水を逃がす	氾濫	遊水・氾濫方向限定、減勢	水防林によるコリドー、水路環境	氾濫原強化・微地形利用	水防林、水路の活用・成富兵庫
		巨椋池	宇治川	遊水	氾濫	合流点遊水	大規模湿地	氾濫原強化	干拓と遊水
		離れ遊水地	六角川	洪水を本来の流域から離れた適地に放水し遊水する	氾濫	リスクの低い場所への遊水	氾濫原の維持、定期的な軽度の攪乱	氾濫原強化	リスクに応じた土地利用の選択、土地利用に応じたリスクの選択
		流れ遊水地	唐人川	氾濫流の遊水、流下	氾濫	氾濫先を固定し、適切に遊水・流下させる	氾濫原の維持、定期的な軽度の攪乱	氾濫原強化	干拓と排水処理、利水の包括的な水管理
		横堤	利根川・松浦川など	氾濫域の限定	氾濫	氾濫範囲限定・遊水	氾濫原の維持・定期的な軽度の攪乱	氾濫原強化	リスクの分散
	宅地保護	輪中	木曾三川など	居住地保護	氾濫	宅地等を湛水から保護	氾濫原の維持、定期的な軽度の攪乱	自然堤防強化	土地利用に応じたリスクの選択
		島集落	手取川・佐賀平野など	宅地保護	氾濫	自然堤防を利用した宅地・集落の形成	氾濫原維持	自然堤防強化	氾濫リスクに伴う土地利用の選択
		山付き集落	北川等	居住地保護	氾濫	山際の高い土地を宅地とすることで宅地等を湛水から保護	氾濫原維持	氾濫原維持	浸水リスクで高さの違い
		舟形屋敷	庄川等	宅地保護	氾濫	氾濫流の来る方向を強化することで宅地を氾濫流から保護	小規模なコリドー？屋敷林		氾濫流が来る方向に凸
		屋地盛	筑後川	宅地嵩上げ	氾濫	宅地を湛水から保護・自然堤防強化・レジリエンス強	氾濫原維持	自然堤防強化	浸水リスクで高さの違い
		水屋	全国	宅地・倉の嵩上げ	氾濫	宅地を湛水から保護	小規模なコリドー？屋敷林		
		尻抜け堤防		居住地保護	氾濫	居住地保護・排水促進	魚類等氾濫時避難場所	微地形利用	経験値による湛水と排水のリスクバランス
	狭窄部遊水	狭窄部氾濫機能	北上川・松浦川・九頭竜川・桂川	狭窄部は流下能力が下がるためその上流で氾濫する	氾濫	遊水・リスク固定	氾濫原の維持・定期的な軽度の攪乱	地形特性活用・氾濫原維持	流域治水
	クリーク	クリーク網	佐賀平野	淡水確保・貯水・舟運	渇水・洪水	沿岸域での淡水確保、洪水を貯留(内水氾濫対策)	国内有数の淡水魚生息地	低湿地・水域の維持	アオ取水
2	扇状地氾濫	扇状地霞堤(水制型)	手取川・常願寺川・黒部川など	河道固定	扇状地氾濫	河道固定・氾濫流対策・氾濫戻し・控堤	出水時魚類等避難場所・強攪乱の河原の形成	河道の固定・河原の形成	・木拾い・魚とり・控堤
		扇状地霞堤(後期氾濫還元型)	手取川・常願寺川・黒部川など	氾濫還元、内水排除	扇状地氾濫	氾濫還元、内水排除、堤防保護	出水時魚類等避難場所・強攪乱の河原の形成	河道の固定・河原の形成	・木拾い・魚とり・控堤
		控堤	手取川・常願寺川・黒部川など	超過洪水対策	扇状地氾濫	氾濫流制御、氾濫還元			経験に基づく設置
	扇頂固定	信玄堤	釜無川	河道固定	扇状地氾濫	河道固定			武田信玄
		女男石	小石原川	河道固定	扇状地氾濫	河道固定	深み・多孔質・河道の安定		巨石利用
		佐々堤	常願寺川	河道固定	扇状地氾濫	河道固定			現在埋没
		松川除	庄川	河道固定	扇状地氾濫	河道固定			堤防上に松を植え水害防備林
3	近世砂防	砂留	芦田川	土砂災害対策	土砂災害	砂防			別所砂留等地域での保全活動
		猪垣	大谷川	土砂災害対策	土砂災害	土石流対策	獣害対策	すみわけ	
		山腹工	田上山等	土砂災害対策	土砂災害	土石流対策	森林再生	樹林帯による法面強化	
		遊砂地	筑後川支流	土砂対策	土砂災害	土砂対策	湿地環境造成		
4	低水路確保	ケレップ水制	淀川、木曾川・旭川	低水路確保			ワンド形成・イタセンバラ	ワンド形成	オランダ
		荒籠	筑後川	低水路確保			ワンド形成・多孔質環境		藩ごとの争い
		猿尾	木曾三川	低水路確保			ワンド形成・多孔質環境		
	沈床	粗梁沈床木工沈床	各地(新潟)	根固め・河床保護	河床変動	根固め・河床保護	多孔質	多孔質な河床形成	オランダ・工法
5	粗度強化	水防林	全国各地	氾濫減勢	洪水	氾濫流減勢・土石や流木捕捉	河畔淋・密な植生(鳥・小動物のエスケープゾーン)	樹林帯形成	扇子の骨(安曇川)、竹の利用
		石張護床工	筑後川支川	洪水減勢	洪水	洪水減勢・構造物保護	河道の連続性確保		
6	ため池	ため池	全国	淡水貯留	渇水	渇水対策・洪水貯留	湖沼の創出	水辺空間の創出	流木・土砂等捕捉
		複合連結式ため池群	国東半島	淡水確保・貯水	渇水・洪水	流域外への水の融通、湛水利用ピークの調整、洪水貯留の連動	溜池保安林(クヌギ林)の里山環境	相互的な流域外取水 里山形成	水稻栽培・蘭草栽培・シイタケ栽培による、農事ピークの分配と水需要の分散

(2) 扇状地管理技術

扇状地の河川は土砂流出量が多く、乱流するため、扇頂部と河道の固定が行われ、さらに氾濫流のコントロールのため水害防備林や霞堤が併用され複合多面的な防御システムが構築されてきた。河川の規模の応じてできる限り川幅を広く取りつつ、河道を扇状地の端に寄せることで、扇状地の農地利用を促進し、多数分派する派川や旧河道を用水路に活用している事例も多くみられる。水害防備林は樹木による粗度効果やスクリーン効果を有し、土砂の抑止、流木やゴミのトラップ、流速の低減などに寄与している。樹種は松や竹のことが多いが、それらは資材としてまた食料として活用されてきた。水害防備林を活用した扇状地管理技術はEco-DRRってよいだろう。

(3) 砂防技術

近世砂防技術に関しては情報が少なく、Eco-DRRに分類される事例がどの程度あるのか詳細は明らかになっていない。しかしながら、山腹工、緑化工法は植物の力を得て行うものであり、Eco-DRRとして考えてよいものも多く含まれるものと思われるが、更なる検証が必要な分野である。

土砂災害の起きやすい花崗岩地帯で、石積みの砂留によって、数百年単位で土砂災害を防いできた福山藩の砂留や、獣害防除のための猪垣と土砂災害対策の控堤の機能が併用されている事例などの研究が近年みられるが、生態系の機能の防災への活用という視点からは十分な研究が行われておらず、現在のところEco-DRRとは言えない。

(4) 低水路・沈床

低水路の確保のために用いられたクレップ水制や大荒籠、猿尾などの緩流部での水制工は河道の水深の確保と共に、結果的に深みやワンドを形成し、希少なタナゴ類等の生息環境を提供している。これらの深みやワンドが防災機能を持っているならば、Eco-DRRと呼べる可能性もあるが、おそらく、Eco-DRRとは呼べないであろう。

(5) 粗度強化

水防林は洪水の流速を減勢させることができ、土砂や流木を捕捉する。一方で河畔林として河川に生息する魚類などへの餌の供給や小動物の緊急避難場所、繁殖場所などとしての環境も提供している。

筑後川支川などで見られる石張りの護床工は、表面に凹凸が出るように積まれているものも見られ、洪水時の粗度を強化していると考えられる。一方で、落差工と異なり傾斜のある構造で、凹凸が多数あるため、河道の連続性が確保され、魚類の移動に寄与できる構造物と考え

られる。

樹林を用いた粗度強化技術は生態系の機能を活用し防災機能を向上させているためEco-DRRと呼んでも良いと考えている。

(6) ため池

全国にあるため池は、渇水対策・農業利用だけでなく、洪水の貯留、流木の捕捉を期待できる場合がある。また、国東半島などで見られる流域を越えて連結したため池群はため池の機能をより弾性的に強化している。

ため池による閉鎖水域は、水鳥や昆虫類などの生息環境を創出している。特に深みから浅瀬・湿地など多様な水辺環境を有することから、ベッコウトンボやゲンゴロウの仲間等の希少な昆虫類、ジュンサイなどの水生植物の生息が見られ、ため池の水資源管用のためのクヌギ林は、里山環境として、ため池と里山を利用するサンショウウオやカエルの仲間、カワセミやサギ類などの生息環境となり、生物の多様性に寄与している。

ため池自体を、ため池生態系と考えると、ため池自体が治水機能を有しているため、人工構造物であるが、ハイブリッド型のEco-DRRと言ってよいと考える。

これを見ると、伝統的な水管理技術は、地形や既存の生態系を活用し、強化や分割などの工夫をすることで、防災・減災機能を得ていると言える。また、純然たる単一目的で用いられてきた水管理技術は少なく、本来機能に加えて、食料生産や利水、農業利用など副次機能が多様にみられる。この副次的機能の一環として、生態系の持続的な維持のための管理、自然環境の創出などが見られ、基本的に伝統的な水管理技術は自然生態系に多様な側面で寄与していると言える。

しかしながら、Eco-DRRをより狭義的に捉えた場合、持続的に維持・管理・活用された生態系による防災である。生態系を保全することで発生する防災機能のみをEco-DRRにとらえた場合、日本の伝統的な水管理技術は人・自然の境目が曖昧で、多面的な利益を目的に培われた技術であるため、生態系を保全することを主目的としているわけではない。

この捉え方でEco-DRRと日本の伝統的な水管理技術を整理した場合、日本の伝統的な水管理技術の多くはEco-DRRと完全に合致するわけではない。

日本の伝統的な水管理技術は、その地に積み重ねられた経験に基づく地域知・伝統知によって形成されている。地域に蓄積された経験の履歴は、災害リスクの軽減において重要な要素であり、地域の安全性の根拠となる。

日本では、自然は災害ももたらすが、恵みももたらすものであり、常に多面性を認め、それらと共存する気質

がある。

Eco-DRRが生態系保全のための価値づけであるか、防災と自然環境の持続的な維持との共存のための方法論であるかの違いによって、日本の伝統的水管理技術がEco-DRRと位置付けられるかの結論が異なると考えられる。

この観点からすると、日本の伝統的な水管理技術は、直接的にはEco-DRRと言えるものは少ないかもしれないが、今後、Eco-DRRが社会の中に実装される際には、その導入技術の方法論として適応可能な技術であることが示唆される。

5. まとめ

本研究では、日本の伝統的な水管理技術と新しい防災・減災の考え方であるEco-DRRとの関係性について考察してきた。この結果下記のようなことが明らかになった。

- ①日本の伝統的な水管理技術の多くは、生態系や地形の特徴を把握しそれらを活用、強化することによって成り立っている。日本の伝統的な水管理技術は伝統知・地域知に基づく技術であり、自然生態系との関係性の上に成り立っている。
- ②一方で、日本の伝統的な水管理技術は、防災や利用を目的としたうえで多面的な機能を持つシステムであり、生態系保全を主目的としているわけではないため、Eco-DRRの基本概念である生態系を活用するという考え方に一致しないものが多い。
- ③氾濫原における遊水技術は、本来の氾濫原の機能を活用した治水技術でありEco-DRRといえる。氾濫原を活用した治水方法は複数あり、地域や地形の条件に合わせるができる技術の選択肢が多い。
- ④ケレップ水制等低水路確保を目的とした水制類は、イタセンパラのすむワンドの形成などに寄与しているが、生態系を活用して治水機能を強化しているわけではなくEco-DRRと言いきれない。
- ⑤水防林やため池もEco-DRRといえる。

これらのことから、日本の伝統的な水管理技術は、多様な技術によってシステム化され、自然の仕組みを十分に理解し場合によってはその機能を活用し防災・減災機能を発揮してきた技術であると言える。

一方で、日本の伝統的水管理技術がすべてEco-DRRと言えるわけではないことも明らかにした。

今後の課題としては、本研究では、概念的に評価したが、伝統的水管理技術もEco-DRRも、地域の地形条件、気象条件、歴史的背景、土地利用などを踏まえ培われたものであり、個別の事例を十分に分析して、評価を試み

る必要がある。

日本の伝統的な水管理技術が生態系との関係性を有していることは明らかであり、世界で注目されるEco-DRR研究に、日本の伝統的な水管理技術の知識が寄与する可能性が示唆された。

謝辞：本研究は公益財団法人河川財団の河川基金助成事業によって実施しました。ここに心より感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 環境省自然環境局：生態系を活用した防災・減災に関する考え方, p.16, 2016.
- 2) 環境省自然環境局, ハンドブック：自然と人がよりそって災害に対応するという考え方, p. 1, 2016.
- 3) 環境省自然環境局自然環境計画課生物多様性施策推進室：価値ある自然 生態系と生物多様性の経済学, p. 3, 2012.
- 4) RENAUD, Fabrice G.; SUDMEIER-RIEUX, Karen; ESTRELLA, Marisol (ed.). The role of ecosystems in disaster risk reduction. United Nations University Press, 2013.
- 5) Center for Natural Resources and Development (CNRD) : Partnership for Environment and Disaster Risk Reduction (PEDRR), 2013.
- 6) 国際自然保護連合 (IUCN) : 減災(災害リスク軽減)のための環境の手引き, p. 9, 2014.
- 7) 前掲5), p. 7.
- 8) 前掲6).