

## 「ダム技術」とダムの環境

国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室 天野邦彦\*

### 1. はじめに

雑誌「ダム技術」300号記念特集の特別企画への投稿を求められた。ダム技術に関して、これまでに雑誌「ダム技術」に掲載された話題を振り返り、ダム技術の将来を展望するというのが趣旨である。面白い企画であると思うと同時に、私が執筆を担当するのはダムの環境であるとのことなので、環境という言葉の広範な対象に、どのように焦点を当てれば良いか、また環境という言葉の持つある種のあやふやさを、どのようにまとめていけば良いかと考えて、少し困惑した。ダムの環境に関しては、いろいろと思うところが無いわけではないが、まずは雑誌「ダム技術」にこれまで掲載された環境関連の現場報告や論文のリストを確認することから始めて、ダムと環境との関わりの状況のこれまでの変遷について考えてみようと思った。

そこで本稿では、まず「ダム技術」にこれまで掲載された環境関連の現場報告や論文を顧みて、ダムの環境がどのような切り口で捉えられてきたかについて整理することから始めて、ダムの環境としてどのような要素が話題となってきているのかについてまとめることを試みる。そして、これら要素の位置づけや、時代の変遷に伴う各要素に対する視点の変化を明らかにしたいと思う。これらの作業を受けて、「ダムの環境」、正確には「ダムと環境の関わり」、と言うべきかもしれないが、この将来展望について考えてみたい。

### 2. 現場報告

雑誌「ダム技術」が持つ重要な特徴の一つに「現場報告」を通じた現場における知の共有という機能がある。名前の通り現場報告であり、ここからは、現場における課題に対する問題意識、新しい試みや提案を読み取ることができる。

先にも述べたとおり、ダムの環境と言っても、これは広範な意味合いをもっているため、環境としてひとくくりにされているものを少し細分化した要素に分けて、これら要素別に現場報告を顧みることにする。

#### 2.1 環境要素への分類

「現場報告」に掲載された記事名の一覧を基に、これらの記事の主題と思われるキーワードを環境要素として取り上げて、記事を環境要素毎に分類することを試みた。環境要素として取り上げたキーワードは、まず主観的に決定した。該当する事例が多かった順に並べると、「水質」、「景観」、「動物の保全（魚類以外）」、「魚類の保全（魚道を含む）」、「緑化」、「生態系の保全」、「植物の保全（緑化以外）」、「住民参加や協働」、「環境影響」、「外来種」といったキーワードが挙げられる。これらは主観的にあてはめていったキーワードであるが、これらのキーワードによって結構うまく要素分類できると思われるので、以下の節においてこのような環境要素に分類して、それぞれまずは個別に議論を進めていくことにする。ちなみに、これらのキーワードでは分類しにくい環境全般について記述されていると思われる表題の報告も多く見られた他、気候変動、ダム下流河川復元、環境マネジメントといったキーワードで表されそうな報告も見られた。図-1に、分類別の現場報告記事数の変遷を示す。

#### 2.2 水質

水質に関連する報告は、環境に関する全報告数約160報のうち、34報と全体の約5分の1の割合を占めており、ダムと環境の関わりを考えた場合、水質に関わる事項は重大な関心事であることが示唆される。内容としては、ダム貯水池で問題となることが多い、富栄養化<sup>1)~8)</sup>や濁水長期化<sup>9),10)</sup>といった水質問題への対策に関するものがほとんどである。ダム貯水池における水質問題については、大きく分けて冷水問題、濁水長期化問題、富栄養化問題の3点にかなり早い時期から問題の認識が絞られており、1980年の段階で、これら問題に焦点を当

\* 室長

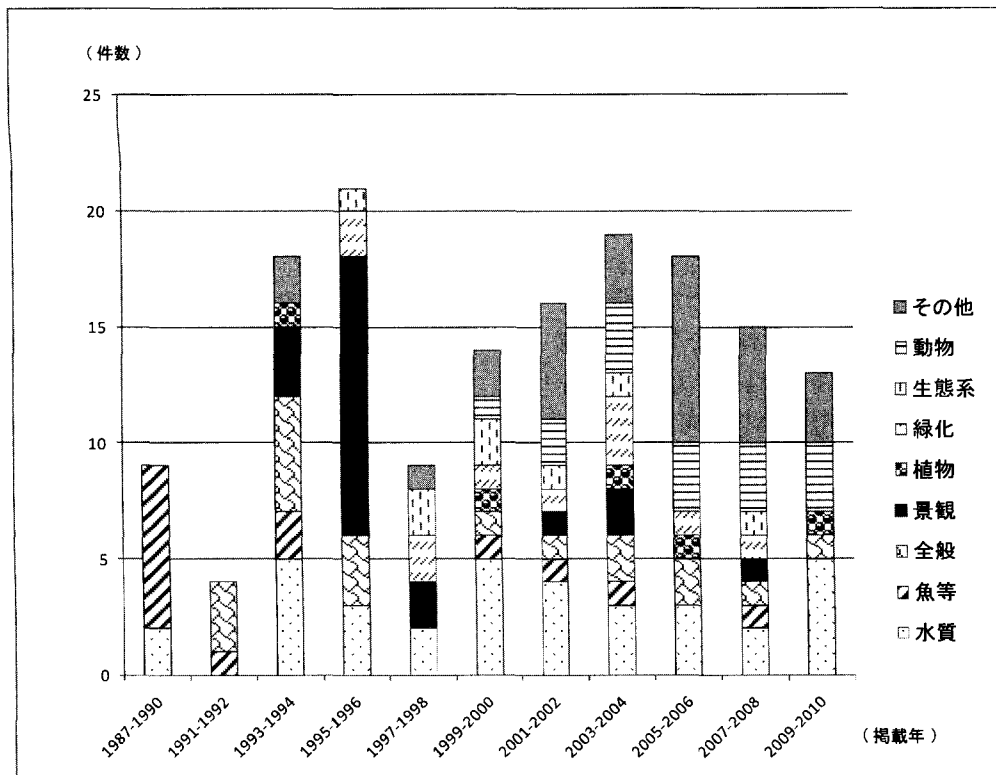


図-1 分類別の現場報告記事数の変遷

てた調査要領が出版されている<sup>11)</sup>。早期から問題認識が明確になっている分野であるため、当該ダム貯水池において生じたか生じる可能性があると考えられた水質問題を明確に確定した上でこれらの問題への具体的な対策に関する技術的報告が多くを占めている。

掲載された記事数は、期間を通してあまり変化は見られない。濁水長期化問題であれば、貯水池での沈降速度が小さい細粒土砂貯留を軽減させる、富栄養化問題であれば、窒素やリンといった栄養塩類の流入濃度を低下させるといった、抜本的対策の手立てがなかなか見あたらないダム貯水池の水質問題は、問題の所在までは明らかになっても、現在でも問題解決に至らない課題であるが、現場において種々の工夫が継続されていると見るべきであろう。

### 2.3 景観

景観についての報告は、1993年から認められ、1996年9月号に景観設計特集が組まれたことから一挙に12編が掲載されている。その後も、掲載されてはいるが、数は減少傾向にあるようである。景観はダムの環境の分野に入るが、自然環境とは異なり、極めて人間的な分野であること、また個人の嗜好により評価が大きく異なる分野であるため、その取り扱いにおいて、自然科学的手法の適用が難しく、技術として確立することは難しそう

である。それでも、景観特集まで組まれたのは、1996年当時の時代背景が反映されていたのではないかとと思われる。すなわち、当時は公共事業費が増加して、構造物に対する要求として、「用」、「強」のみでなく、「美」が加えられた結果ではないかと考えられる。国の公共事業費(当初予算)は、1997年をピークに減少傾向に転じており、現在では、その60%程度にまで減少していることから、見た目の景観についての関心が低下している可能性がある。

この特集では、ダム堤体の見た目の景観を主に記述した記事<sup>12)~18)</sup>と、ダム周辺環境全体の整備を大きな景観設計として記述された記事<sup>19)~23)</sup>がみられる。これは、景観という言葉の持っている意味の多様性に起因するものと考えられる。見た目の景観という狭い意味の記事から、ダム周辺の全体的な環境特性のような広い意味の景観という記事までが、景観という言葉でくくられている。

### 2.4 動物の保全

ここで、動物の保全としてまとめた報告は、魚類以外の動物を対象として書かれたものである。魚類以外の動物の保全に関する報告が登場するのは、2000年以降のことであり、鳥類に関するものが10編と最多である(例えば<sup>24),25)</sup>)。そのうち猛禽類の保全に関する報告が

6編を占めており、関心の高さがうかがわれる（例えば<sup>26)~28)</sup>）。このことは、1998年に「ダム事業に係る環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針、環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令（以下省令）」が施行されたことにより、ダム事業における環境影響評価（法アセス）が実施されることになったことが影響していると考えられる。省令では、「生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全を旨として調査、予測及び評価されるべき環境要素」として、「動物」、「植物」、「生態系」の3つを挙げている。法アセスやそれに準じた環境影響評価の過程において、ダム建設現場において確認された重要な動物種の保全、あるいはダム建設現場周辺の地域を特徴づける生態系の上位種として選定された猛禽類の保全という見地からの報告が現れたのが、2000年という理解で間違いないと思われる。環境影響評価という新たな手続の開始に伴い、法アセス対象以外のダム事業も含めて、法アセスと同様の環境影響評価を実施するようになり、それに伴い種々の保全措置がとられるようになった結果が反映されて、現場報告が増えたものと考えられる。

## 2.5 植物の保全

植物の保全については、5編であり、報告数は少ない。植物の保全に関する報告は、植生回復という観点からのもの<sup>29) 30)</sup>と、重要種の保全という観点から書かれたもの<sup>31)</sup>に2分されるようである。植生回復は、後述の緑化に関する報告と似ているが、法アセスの実施に伴い、単に植物を生やす緑化ではなく、自然環境としての植生の保全という観点で書かれているものであり、2000年以降に現れる傾向が見られる。これは動物の保全で見られたものと同様の傾向であり、法アセスの施行がダムの環境保全の考え方に与えた影響の大きさを示唆するものである。

## 2.6 生態系の保全

生態系保全に関する報告と分類できると考えられる現場報告の傾向は、ダム周辺環境の改変に対する代償措置として建設されたビオトープや湿地に関する報告を中心に<sup>32)~36)</sup>、生態系の評価手法<sup>37)</sup>や、保全に関する報告<sup>38)</sup>が1編ずつ見受けられる。生態系の保全は、動物種や植物種の保全に比べても、評価の方法が難しく、現場における種々の試行を通して技術が発達してきている分野である。種の保全に関しては、当該種の特性や選好する生息場を把握し、この知見に基づいた保全策を具体的に立案して、実行した上でモニタリングによる評価や修正を行う順応的管理を行いながら保全方法に関する知

見を蓄積することで、他の場所でも適用可能な保全技術の確立につなげていくことが可能と考えられる。生態系の保全についても、同様のアプローチをとることが可能かもしれないが、生態系をどう捉えるのかという難問が存在するために、生態系保全技術は、まだ初歩的な状況である。このため、現場での試行結果の報告は、非常に重要な情報を提供するものであり、今後の積極的な投稿が待たれるところである。

## 2.7 魚類の保全

魚類の保全としてまとめた14編の報告のうち、9編は魚道に関するもので、それ以外は、魚道とは異なる方法による魚類の保全に関するものであった。魚道については、1990年に2回にわたる特集が組まれており、ここで6編の報告が一度になされている。この特集号の巻頭言には、当時の岐阜県知事からの投稿<sup>39)</sup>がある。当時は、長良川河口堰の建設に対する反対運動が生じていた時期であり、堰の建設により回遊魚の遡上が妨げられるとの意見が出されていた。ダムや堰といった河川横断構造物による環境影響として挙げられることが多い河川の連続性阻害の軽減対策として、魚道に対する関心が高まったことを受けた特集であったことがうかがわれる。1990年の39、40巻の2回にわたった特集号は、当時最新の事例が報告されると共に（例えば<sup>40)~42)</sup>）、4編の論説、6編の技術研究、さらに魚道の現況と今後の課題についての座談会が掲載された充実した内容のものであった。ちなみに、環境保全措置の一環として長良川河口堰には、ロック式、呼水式、せせらぎ魚道が設置され、魚類の遡上に効果を発揮しており、長良川河口堰における魚道設計は、その後の魚道設計に大きな影響を与えている。

ダムや堰の建設が魚類に与える影響については、見えやすい（あるいは、想像しやすい）ものであるため、古くから影響軽減についての検討がなされている。特に魚道は、早い時期から利用されている技術であり、現場における創意工夫やモニタリング結果が、技術の進展に大きく寄与している。1991年からは、建設省（当時）において魚類の遡上・降下環境の改善を目的に、当時は経験の浅かった魚道整備に試行的に取り組み、堰、床固、ダム及び砂防ダム等の河川横断施設について、施設とその周辺の改良、魚道の新設・改善、魚道流量の確保等を計画的、積極的に実施すべく、「魚がのほりやすい川づくり推進モデル事業」が開始された。このような経緯を見ると、ダムや堰の建設に伴って、大きな話題となった環境に関する課題は、その後の重点的かつ集中的な検討を通して、河川環境全般の改善につながっていると言えそ

うである。

## 2.8 緑化

自然環境として見た、植物の保全とは意味合いが異なり、工事により出現した裸地対策<sup>43)</sup>や貯水池の水位変動に伴って生じる裸地対策<sup>44)</sup>として実施されたものを緑化に関する報告として分類すると、11編の報告が抽出される。

1990年の多自然型川づくり（現在の呼び名は、多自然川づくり）創設、1993年の環境基本法制定、1997年の河川法改正に見られる社会情勢の変化は、環境に対する社会の見方が大きく変わったことを反映したものであると同時に、河川管理者の環境に対する意識を大きく変化させるものであった。

おそらく1980年代までは、とにかく裸地があれば、植物を生やすことが環境にとって良いことであるという意識を、ほとんどの河川管理者が共有していたと思われる。このために、貯水池の水位変動に伴い常時満水位の下部に生じるような裸地の緑化がダムにおける環境対策の一つと考えられ、冠水を繰り返す場所においても生息可能な植物を在来種か外来種かの区別もなく、積極的に植栽する動きもあった。しかし、現在ではこのような考え方は支持されておらず、自然植生の修復という観点での緑化技術の開発が求められており、近年の現場報告においても、このような取り組みに関するものが掲載されている。

## 2.9 住民参加や協働

1997年に改正された河川法では、河川事業に対して地域住民の意見の反映を行うことがうたわれた。このような背景もあり、住民参加や協働と言った観点からの報告が見られるようになった（例えば<sup>45)</sup>）。報告数は少ない分野ではあるが、ダム周辺の環境整備に対する関心を高めるためにも、良好な事例報告が待たれるところである。

## 2.10 環境影響評価

ダム事業における環境影響評価が本格的に実施されてから約10年がたつ。2000年以降、ダムの環境に関する報告は、環境影響評価そのものを対象とした報告<sup>46)</sup>以外でも、環境影響評価との関連を色濃く示す内容が増えている。1998年の省令の施行は、ダム事業に関連した環境の課題のとらえ方や、対応策の立案や実行に大きな影響を与えたことが見受けられる。ダム周辺の環境保全全般の取り組みに関する報告も増えてきており、今後の報告においても、環境影響評価に関連するものや、その過程において明らかになった情報が掲載されることが望まれる。ダム事業の環境影響評価の過程で重要な種の存

在が明らかになり、保全対策を実施する上で、それまで知られていなかった当該種の生態特性や、効果的な保全策が確立されるといった例も少なくない。現場発のこのような有用情報が今後も継続的に報告され、ダム技術者共有の情報となることが期待される。

## 2.11 外来種

特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（以下、外来生物法）が、2005年より施行されるなどして、外来種の侵入が環境問題として強く意識されるようになってきている。このような状況を反映して、ダム貯水池に侵入した外来種対策に関する報告も見られるようになってきている<sup>47)</sup>。外来種問題は、河川において深刻な影響を及ぼしており、環境が改変された場所に侵入することが多いことから、ダム周辺においても注意が必要であり、十分な監視や、防除が行われる必要がある。特にダムや堰による貯水池に、オオクチバスなどの特定外来生物を意図的に放流する者の存在を否定することができないため、貯水池における外来種対策は、喫緊の課題であり、現場からの情報提供が望まれる。

## 3. 技術研究

これまで、現場報告に掲載されてきた記事について見てきたが、本章では、技術研究に掲載されてきた論文について整理する。技術研究として掲載された論文の特徴について見ると、技術研究論文は、現場報告に比べて、速報性の要素は若干薄れるものの、現場で得られた新しい技術的知見をとりまとめた上で一般化した成果を紹介したものが多いいえる。

### 3.1 環境要素への分類

技術研究として掲載されたダムの環境関連の記事数64編のうち、水質に関連する記事が31編と約半数を占める点、現場報告との相違である。魚類の保全に関する記事が13編、さらに生態系保全に関する記事が8編となっており、これらの3種類でほとんどを占めていた（図-2）。

### 3.2 水質

現場報告では、水質関連の記事本数は、全体の5分の1程度の本数であったが、技術研究では水質に関する記事が全体の半数を占めていた。技術研究の論文として投稿するためには、内容に一般性や客観性がより強く要求されることから、基礎的理論体系、技術体系が確立されている水質に関する論文の割合が多かったものと考えられる。水質に関する論文のなかでも、特に富栄養化対策に関するものが多く見られる。

貯水池内における富栄養化対策の切り札とも言うべき

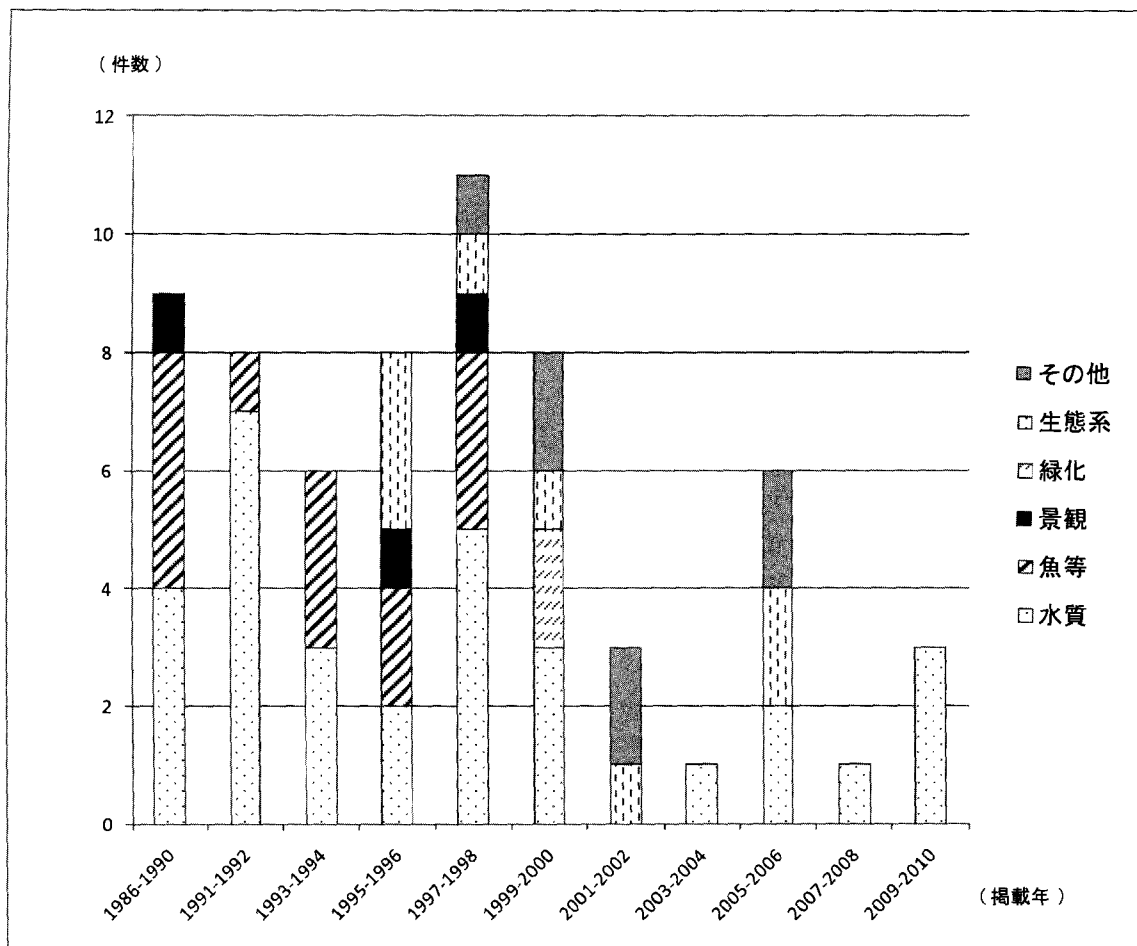


図-2 分類別の技術研究記事数の変遷

曝気循環法に関する論文が多く発表されている他（例えば<sup>48)</sup>）、水質解析モデル（例えば<sup>49)</sup>、<sup>50)</sup>）や、モデルによる手法を含めた水質評価（例えば<sup>51)</sup>）に関する内容が多く発表されている。

ダム貯水池における水質問題としては、冷水放流問題に始まり、濁水長期化、富栄養化の3大課題が挙げられる。冷水放流問題については、選択取水によりほぼ解決されているため、冷水放流について扱った論文は見られない。濁水長期化問題についても同様に選択取水によって問題の緩和が可能であるが、出水時に貯留する濁質の粒子に細粒分が多いダム貯水池では、未だに濁水長期化への抜本的対策の確立には至っていない。しかし、このような状況を打開すべく、新たな技術開発に関する論文<sup>52)</sup>が発表されている。富栄養化問題に関しては、上述の曝気循環法に関する論文の他に、種々の水質改善手法についての論文<sup>53)</sup>が発表されており、水質問題の中でも富栄養化に関わる問題が依然として大きな割合を占めていることを示唆している。

### 3.3 魚類の保全

魚類の保全に関する技術研究論文は、現場報告の章ですでに記述したように、1990年の39、40巻の2回にわたった特集号において6編が掲載された（例えば<sup>54)</sup>）。技術研究に関しては、1994年には、アメリカにおける魚道施設設置の背景と課題に関する連続した2編の論文<sup>55)</sup>が掲載された他、サケ科魚類の回遊対策に関する論文<sup>56)</sup>が1998年まで発表が続いていたが、現場報告と異なり、それ以降の発表は見受けられない。魚道に関する研究は、その後も進展していることから、新しい知見を踏まえた技術研究論文の発表が待たれるところである。

### 3.4 生態系の保全

技術研究論文については、魚類の保全に関するもの以外で、大型生物に関連するものが掲載されたのは、1996年以降のことであり、比較的新しい分野である。2001年以降は、猛禽類の保全に資するための調査や解析に関する論文<sup>57)</sup>が見られるようになる。ダム技術への投稿者は、主に土木工学を修めたダム技術者が主体であるために、生物・生態系の保全に関する技術研究論文を投稿

するのは、相当の困難を伴うものであることが容易に想像される。このため、現場において新たに対応が必要となった環境影響評価に関して、必要となる情報を提供するために、先進的な事例に基づいた猛禽類に関する論文<sup>57)</sup>が投稿されたと見られる他には、生態系の保全に関わる技術研究論文は数が少ないものになっている。

#### 4. 現場報告と技術研究の比較

前章までにおいて、ダムと環境の関わりについて掲載されてきた、現場報告と技術研究について、その内容を

分類して、整理してみた。環境と一口に言っても、その内容は多岐にわたるため、「水質」、「景観」、「動物の保全（魚類以外）」、「魚類の保全（魚道を含む）」、「緑化」、「生態系の保全」、「植物の保全（緑化以外）」、「住民参加や協働」、「環境影響」、「外来種」という分類に基づいて、分類ごとに掲載された記事の傾向について整理した。

現場報告、技術研究共に、水質関連の記事が最も多く、特に技術研究においては、約半数を水質関連の投稿が占めていた。表-1は、ダムの環境に関連する社会情

表-1 ダムの環境に関連する社会情勢の変化とダム事業の対応一覧

年	ダム環境に関連する社会事象	ダム事業における進展（対応）	「ダム技術」記事の状況
1979 (S. 54) 年	滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例の制定		
1980 (S. 55) 年		ダム貯水池水質調査要領の出版（水質調査手法の確立）	
1983 (S. 58) 年			「ダム技術」創刊
1984 (S. 59) 年	湖沼水質保全特別措置法の制定 環境アセスメントの実施が閣議決定	室生ダム等4ダムにおいて水質保全のための貯水池曝気のパイロット実験開始	
1987 (S. 62) 年		釜房ダム湖が湖沼水質保全特別措置法の指定湖沼になる	釜房ダムパイロット実験現場報告
1990 (H. 2) 年	多自然型川づくりの創設（通達） 河川水辺の国勢調査開始		魚道特集 ダムと環境特集
1991 (H. 3) 年	魚がのほりやすい川づくり推進モデル事業の開始		この頃までは、水質と魚類保全関係の記事が大勢を占める。
1993 (H. 5) 年	環境基本法制定		環境整備関係の記事が出現（環境意識の高まり）。
1994 (H. 6) 年	河川法改正	長良川河口堰竣工（魚道技術の発達） 河川水辺の国勢調査マニュアル（案）ダム湖版（生物調査編）発刊	
1995 (H. 7) 年	河川生態学術研究の開始		
1996 (H. 8) 年			「ダム技術」景観設計特集
1997 (H. 9) 年	環境影響評価法成立		
1998 (H. 10) 年	ダム事業に係る環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針、環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令の施行	三春ダム竣工（水質保全技術の発達）	三春ダムの水質保全に関する技術研究掲載。
1999 (H. 11) 年	環境影響評価法施行	「河川環境に関するインパクト及びレスポンスに関する研究」が建設省技術研究会指定課題に採用される（樹林化問題等への関心高まる）。	
2000 (H. 12) 年	「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—」の出版開始 「ダム事業における環境影響評価の考え方」出版		周辺環境保全に関する記事が増加し始める。2000年には、「ダム事業における環境影響評価の考え方」に関する技術研究掲載。以降も、環境影響評価に基づいた記事が増加。
2001 (H. 13) 年		宇奈月ダム竣工（出し平ダムとの連携排砂）	
2002 (H. 14) 年	自然再生推進法制定	戸倉ダム建設事業環境影響評価書の公告縦覧（法アセス第一号）	
2003 (H. 15) 年	自然再生推進法施行		
2005 (H. 17) 年	特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律施行	美和ダム土砂バイパストンネル完成	
2007 (H. 19) 年		設楽ダム建設事業環境影響評価書の公告縦覧（国土交通省直轄の法アセス対象事業第一号）	

勢の変化とダム事業の対応を一覧表形式で整理したものである。これ以外にも多くの事象が発生しているが、煩雑にならない程度に、重要な事象について整理したつもりである。水質関連の現場報告、技術研究が多いのは、1980年にはダム貯水池における水質調査方法が確立していることに見られるように、問題意識が顕在化したのが早く、基礎研究も早くから進展していたことも相まって、環境分野の中では技術としての完成度が高く、技術研究では圧倒的な割合を占めると共に、現場においても、多くの具体的対策がとられてきたことから、現場報告の数も多い分野になったと考えられる。

1998年に竣工した三春ダムにおいて採用された水質対策群は、ダム貯水池における水質対策技術の集大成ともいえるものである。流入河川の窒素やリンといった栄養塩類の濃度が非常に高い三春ダムでは、建設前から、水の貯留に伴う水質悪化が予測されており、それまでに考案されていた種々の水質保全対策がとられることになった。「ダム技術」においても、釜房ダムにおける水質対策パイロット実験に用いられた曝気循環装置による水質改善に関する現場報告<sup>11)</sup>をはじめとして、新しく導入された対策が紹介されたほか、技術研究では、対策手法の開発のみでなく、各種対策の効果を評価することで、適切な組み合わせを可能にするための、水質解析技術に関する紹介記事が掲載されており、ダム技術者の間で情報を共有する上で、現場報告と技術研究とが機能して有用な役割を果たしたものと考えられる。

魚道については、1990年の39、40巻の2回にわたった特集号のインパクトが大きく、事例報告としての現場報告と、学識者からの投稿を含む技術研究が、集中的に掲載されており、情報共有に大きな貢献をしたと思われる。時宜を得た特集は、多くの関係者の努力を要するが、その効果は非常に大きいといえる。

現場報告、技術研究の両者において、ある程度の量の投稿があったもう一つの分野は、環境影響評価や、それに関連する生物・生態系の保全に関するものである。これまで見てきたように、環境影響評価は、ダムに関連する環境課題として、大きな位置を占めるに至っている。環境影響評価や、それに関連する生物・生態系の保全に関する記事は、現場報告が先行する形で発表されてきている様である。法アセスによる環境影響評価書が公表されてから、もうすぐ10年が経ち、法アセス並の環境影響評価を実施したダムの数も相当数に上るはずである。これまでの総括を一回行って、技術研究として、論文をまとめることが可能な時期にきているのではないかと思う。

その他の分類である「景観」、「緑化」、「住民参加や協働」、「外来種」などでは、現場報告における発表がほとんどで、技術研究への投稿は、ほとんど見つけられなかった。それぞれ、ダム技術者が研究対象とにくい分野であることから、このような結果であったのであろうと思われる。

このようにして見ると、ダムと環境の関わりにおいては、現場報告に見られる現場発の情報が非常に重要であることがわかる。現場で生じた問題を解決するための努力を通して、問題の本質が徐々に明らかになり、これが顕在的になることで、研究が進むと共に、技術の蓄積が可能になっていくという図式である。「ダム技術」の持つ、現場報告、技術研究の分野は、お互いに関連しながら、技術の向上に力を発揮してきており、今後も有機的なつながりを持ちつつ、ダムと環境の関わりについての知見の向上に貢献することが期待される。

## 5. ダムと環境の将来展望

これまでに「ダム技術」に掲載されてきた、ダムの環境に関わる現場報告と技術研究の動向に基づき、ダムと環境の関わり方の今後の展望について2つの視点を述べると共に、「ダム技術」への期待について述べる。

### 5.1 環境の総合的な把握の必要性

ダムや堰は、治水や利水を主目的として建設されるものであることから、環境との関わりにおいては、ダム建設による影響を最小化するための保全や配慮方法に関する技術開発や施策が主流である。これは、ダムに関する自然環境の最近のとらえ方が、環境影響評価における分類の影響を大きく受けていることから容易に推定できる。ところで、環境影響評価法の冒頭にある総則第一条の目的の締めくくりには、「その事業に係る環境の保全について適正な配慮がなされることを確保し、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に資することを目的とする。」と記述されている。「その事業に係る環境の保全について適正な配慮がなされる」という部分は、「事業による環境への影響を最小化する」と解釈されることがほとんどであり、環境影響評価の手順の通り、環境を要素化した後に、事業の影響を要素毎に評価して、影響が無視し得ない要素についての保全を行うようにするというのが、通常の対応である。

数多くの事業について、評価を行い、環境保全を図る必要がある以上、環境影響評価の過程を、手続きとして定式化する必要があるのは、やむを得ない。本稿でも、これまでの記事について議論するために多岐にわたる環境の要素を分類せざるを得なかった。環境そのものを、

枠組み無しに議論するのは、ほとんど不可能と思われるので、環境を要素分割して評価すること自体は、必要な手続きと思われる。しかし、非常に多岐にわたる環境という概念を要素分割して評価した後に、これを総合化して、環境への影響を評価する検証が必要ではないかと思う。

このような作業には、事例による検討が必要であることは言うまでもない。ダムに関わる環境に関して、我々に今後求められることは、これまでに積み重ねられてきた種々の環境に関する知見を集積して、ダム建設が及ぼす周辺環境への影響評価を総合化していくことである。ダムに関わる環境についての現在の知見は、例えば富栄養化問題に対する解決策というように環境の一要素を取り出した場合には、相当の情報の蓄積がなされている。また、生物への影響という観点から見ても以前に比べると、相当量の情報が得られている。しかし、これらの情報は、内容に関しても、集積されている場所に関しても断片的なものが多く、総合的な環境のバランスをいかに保全していくかという議論を行う上で、まだ不十分と言わざるを得ない。真に周辺環境と調和したダムをつくっていくためには、この不足をこれから補っていくという作業が必須であろう。

## 5.2 環境の時間変化の把握の必要性

環境を総合的に評価するための技術を確立していくためには、環境の時間的変化に関する知見を集積していくことも必要である。ダム事業は規模が大きいために、工事終了直後は、影響が大きく見えることが多いが、長い年月を経たダム貯水池は、周辺の自然環境にとけ込んでいるように見えるものも多い。このようなダムは、結果として周辺環境とのバランスがとられたことで、違和感なくとけ込んでいるのであろう。しかし現在の技術水準では、何を持って周辺環境と調和したダムと言えるかということ指標などにより客観的に示すことが出来ない。

今後、ダムのフォローアップ制度に基づいた、種々の環境調査が継続して行われる。これらの調査結果を比較することで、ダム建設が周辺環境にどのような影響をもたらすのか、すなわち、時間経過と共に周辺環境との調和がとれていくものと、そうでないものがあるのかという環境影響の時間的な変化が徐々に明らかにされるのが期待できる。このような情報を集積することで、周辺環境と調和したダム事業のありかたが理解され、より客観的な情報を社会に提示できるようになるのではないかと。

時間経過と共に周辺環境との調和が図られれば、環境

の持続性という観点からも良好な評価をすることが出来る。これは、環境の維持管理にかかる手間や費用も低下させるものである。一見遠回りにみえるが、フォローアップをしっかりと実施して、時間軸の上に環境影響評価をのせた上で、周辺環境との調和に必要な条件が何かとすることを理解することで、多くの費用をかけずとも、中長期の視点で周辺環境との調和を図ってゆくことができる技術の確立が望まれる。

## 5.3 今後期待される情報

これまでに「ダム技術」では、ダムの環境に関する特集が何度か組まれている。1990年12月号は、「ダムと環境」特集号であった。この特集では、「ダムと環境」と銘打った座談会の記録を中心に、いくつかの記事が掲載されている。その後、ダムと環境創造という特集が1993年に3回組まれている。1990年代に組まれた特集の特徴は、現場報告と技術研究の状況と似ており、水質と魚類に関わる議論が中心であった様である。2000年9月、2001年10月には、環境特集が組まれている。既に述べてきたように環境影響評価の影響を受けて、この2回の特集では、かなり広範囲に自然環境についての保全が議論されている。また、2007年7月の250号記念特集号では、特別企画Ⅱとして、「ダム事業における自然環境への影響とその対策について」という企画が掲載されており、ここには、15の優良事例が紹介されている。

特集号は、多くの事例と、論点整理を行った論文とを一度に見ることが出来るインパクトの大きい情報源である。これまで、知見の向上にともなって、時宜を得た特集が組まれることで、環境に対する理解が深まってきている。今後、上述の環境の総合的な評価、また時間変化の評価を行うために、これまで要素に分類して実施してきた調査結果を統合していく、環境の総合化についての試みが、特集として組まれることを期待する。

## 6. おわりに

「ダム技術」にこれまでに掲載された現場報告と技術研究の内容を振り返り、ダムに関わる環境の課題が、どのように扱われてきたのかについて整理した。その結果、ダムの環境と言っても、その言葉が代表する内容が時間を経て変化してきた様子がうかがわれた。

1990年代前半までは、水質対策と魚類の保全がダムの環境に関する記事の主たる対象であった。水質については、水道の異臭味問題に、魚類の保全に関しては、主に漁業者からの問題提起に対応する形で、課題解決にあたる必要性があり、取り扱いが多かったのではないかと推察される。2000年以降は、環境影響評価の実施に伴



い、自然環境をより広範囲に評価する傾向がみられ、生物・生態系の保全に関する記事が増加している。

このように見ると、ダムに関わる環境の捉え方は、より広範囲の分野に広がってきている。しかし、今後より一層関心が高まる可能性がある生物・生態系の保全や、総合的な環境の把握といった分野は、水質問題とは異なり、理論が先行することはあまり期待できず、現場におけるモニタリングから得られる情報をしっかりと整理することにより、技術の伸展が期待できる。今後、ダム周辺環境の適確なモニタリングを継続して、定期的にこれらの結果を総括し、「ダム技術」の場において議論が行われることを強く期待する。また、さらにダム技術者にとって有益な情報となることから、これまでに掲載された情報のデータベース化が図られることも同時に期待するところである。

### 参考文献

- 1) 五日市良治, 釜房ダムの水質保全対策パイロット実験について, ダム技術, Vol.5-1, pp.86-92, 1987.
- 2) 斉藤明朗・都丸梅男, 布目ダムの富栄養化対策, ダム技術, n.76, pp.53-60, 1993.
- 3) 吉田延雄・關義雄, ダムに流入する栄養塩類の除去について(実験報告), ダム技術, n.181, pp.89-100, 2001.
- 4) 中江兼二・奥井誠・渡辺誠, 土師ダムの水質保全対策一特に, 散気式曝気循環装置の効果, ダム技術, n.193, pp.88-94, 2002.
- 5) 佐々木弘二・福崎彰・村田裕, 寺内ダムの水質保全対策に関する検討一帝釈寺川流域汚濁負荷量の定量化等一, ダム技術, n.211, pp.58-66, 2004.
- 6) 福井正泰・秋竹孝雄, 阿木川ダムにおけるアオコ発生初期の対策とその効果に関する検討, ダム技術, n.224, pp.62-70, 2005.
- 7) 岩松裕二・藤村公人, 日吉ダムにおける深層曝気装置の有効活用の試み, ダム技術, n.251, pp.26-32, 2007.
- 8) 小川浩・渡辺稔, 曝気循環装置による貯水池水質保全対策～阿木川ダムでの事例～, ダム技術, n.271, pp.35-50, 2009.
- 9) 坂本博文, 真名川ダムの濁水長期化対策について, ダム技術, n.263, pp.82-86, 2008.
- 10) 須藤恵子, 鳴子ダム貯水池濁水対策の取り組み, ダム技術, n.284, pp.24-28, 2010.
- 11) 建設省河川局開発課監修, (財)国土開発技術研究センター発行, ダム貯水池水質調査要領, 1980.
- 12) 清水俊昭, 三春ダムの景観設計, ダム技術, n.120, pp.47-54, 1996.
- 13) 浜元勝美・上岡政夫・宮崎泰典, 中筋川ダムの景観デザイン, ダム技術, n.120, pp.74-83, 1996.
- 14) 安田佳哉・松枝修治, 漢那ダムおよび倉敷(旧瑞慶山ダム)の景観設計, ダム技術, n.120, pp.84-90, 1996.
- 15) 千田康成・大原基秀・山口昌広, 浦山ダムの景観設計について, ダム技術, n.120, pp.91-100, 1996.
- 16) 西尾実・片山光也・三好久雄, 比奈知ダムの景観設計, ダム技術, n.120, pp.101-107, 1996.
- 17) 中村宣彦・佐々木弘二, 日吉ダムの景観設計, ダム技術, n.120, pp.108-114, 1996.
- 18) 角館誠, 日向ダムにおける景観設計, ダム技術, n.120, pp.124-137, 1996.
- 19) 佐藤利夫, 自然が織りなす七色湖畔一浅瀬石川ダムの景観・環境対策一, ダム技術, n.120, pp.55-62, 1996.
- 20) 富田邦裕・松田六男・加藤貴久, 大滝ダムの景観を考慮した周辺整備について, ダム技術, n.120, pp.63-73, 1996.
- 21) 熊倉紹二, 朝里ダム周辺環境整備について, ダム技術, n.120, pp.115-123, 1996.
- 22) 坂下昭二, 奥野ダム周辺環境整備について, ダム技術, n.120, pp.138-144, 1996.
- 23) 前田佳朗, 西山ダムのある風景, ダム技術, n.120, pp.145-154, 1996.
- 24) 大本家正・星野徹・関根隆好・伊藤邦展, 丹生ダムにおけるイワツバメ集団営巣地の保全対策, ダム技術, n.168, pp.91-98, 2000.
- 25) 山下武宣・森合正人・崎間育・堤宏徳, 大保ダムにおけるノグチゲラ保全対策策定に向けた調査結果, ダム技術, n.181, pp.62-78, 2001.
- 26) 今井敬三・村尾浩太・大野秀也・梶谷隆志, 徳山ダムにおけるクマタカ保護事例, ダム技術, n.238, pp.38-45, 2006.
- 27) 風間基義, 奥胎内ダムの希少猛禽類保全の取組み, ダム技術, n.262, pp.62-67, 2008.
- 28) 近藤秀樹・片山和夫・西田和人・中屋敷誠司, 中筋川ダムにおけるミサゴの保護活動について, ダム技術, n.286, pp.65-69, 2010.
- 29) 伊藤孝二・國光謙二・大智寿徳, ダム基礎掘削に伴う環境保全対策(植生保全)の取組み 灰塚ダム, ダム技術, n.211, pp.40-43, 2004.
- 30) 稲部重広・加藤修, 伐採木枝葉を有効活用した材料採取地の植生基盤 摺上川ダム, ダム技術, n.234, pp.61-66, 2006.
- 31) 村田裕・五島孝利, 大山ダムにおけるアカササゲの保全対策, ダム技術, n.281, pp.44-51, 2010.
- 32) 安田佳哉・岩崎誠・伊芸誠一郎, 漢那ダム第2貯水池(湿地性ビオトープ)と追跡調査, ダム技術, n.115, pp.56-71, 1996.
- 33) 近田由希子・武田秀昭・佐藤勝, 宮ヶ瀬ダム沢尻ビオトープ生物利用状況, ダム技術, n.147, pp.49-56, 1998.
- 34) 西村洋人・山形勝巳・光井伸典, 土師ダム生態湿地公園, ダム技術, n.168, pp.72-77, 2000.
- 35) 武田保郎・嶋田啓一・結城和宏, 徳山ダムにおける環境保全対策実施(中間報告)一特に湿地性の創出及び重要な植物種の移植一, ダム技術, n.181, pp.79-82, 2001.
- 36) 秋山良壯・庄司俊介, 灰塚ダム湖と一体となったウェットランドの創出, ダム技術, n.215, pp.25-34, 2004.
- 37) 嶋田啓一・結城和宏, 陸域生態系調査における場の評価手法 徳山ダム, ダム技術, n.168, pp.78-84, 2000.
- 38) 松坂善仁, 横瀬川ダムにおける「種の保全」への取組み, ダム技術, n.258, pp.68-73, 2008.
- 39) 梶原拓, 「魚道」特集号に寄せて, ダム技術, n.39, pp.1-3, 1990.
- 40) 渡辺晃三, 二風谷ダムの魚道設備, ダム技術, n.39, pp.66-73, 1990.
- 41) 門松武・工藤良範, 加古川大堰魚道ゲート設備, ダム技術, n.39, pp.74-82, 1990.
- 42) 岩下修・菱川昭典, 船明ダム魚道遡上調査, ダム技術, n.39, pp.85-89, 1990.
- 43) 杉浦宏・菊井幹男, ジオファイバー工法を用いた長大岩盤のり面の樹林化について 小里川ダム, ダム技術, n.132, pp.67-79, 1997.
- 44) 浜本勲・坂上義雄・山邊満, 貯水池法面の緑化一水位変動を受ける貯水池法面に生育できる植物一 大石ダム, ダム技術, n.111, pp.64-74, 1995.
- 45) 有村良一・平田元気, ワークショップ方式による余野川ダム水際空間整備への取組み, ダム技術, n.189, pp.54-58, 2002.
- 46) 伴野史典, 今出川総合開発事業における環境アセスメント～環境影響評価の手続きに向けた現地調査～今出ダム, ダム技術, n.219, pp.56-62, 2004.
- 47) 安里司・下地義光, 北部ダム群における外来魚対策, ダム技術,

- n.255, pp.44-49, 2007.
- 48) 森口昌仁, 青野ダムの富栄養化対策について, ダム技術, n.61, pp.31-42, 1991.
- 49) 川北晃久・工藤勝弘・小林利久, 粒度分布モデルによる貯水池冷濁水シミュレーション—鉛直二次元モデル—, ダム技術, n.51, pp.43-47, 1990.
- 50) 高田利彦, 貯水池水質シミュレーションのための水塊モデル(移動・変形型分割要素法)の原理, ダム技術, n.68, pp.13-20, 1992.
- 51) 天野邦彦, 湖沼・貯水池水質対策の効果発現機構に着目した影響評価の重要性, ダム技術, n.277, pp.14-22, 2009.
- 52) 櫻井寿之・柏井条介, 貯水池における出水時の微細粒子の捕捉, ダム技術, n.161, pp.38-47, 2000.
- 53) 久岡夏樹・鈴木穰, 高濃度酸素水供給によるダム貯水池底層の溶存酸素濃度の回復および金属類濃度の低減, ダム技術, n.273, pp.9-14, 2009.
- 54) 和田吉弘, アユの遡上と魚道構造の関係, ダム技術, n.39, pp.34-42, 1990.
- 55) 竹林征三・高須修二・村岡敬子・田中和浩, アメリカにおける魚道等魚類施設の背景と課題(1)〈特にコロンビア河における事例に見るアメリカのサケが保護下におかれるまでの歴史〉, ダム技術, n.96, pp.23-34, 1994.
- 56) 寺蘭勝二・斉藤俊和・赤尾恒博・山崎典和, ダム湖内のサケの遡上実験—超音波を用いた追跡調査—, ダム技術, n.116, pp.20-29, 1996.
- 57) 尾澤卓思, ダム事業におけるイヌワシ・クマタカの調査方法, ダム技術, n.178, pp.34-44, 2001.
-