

1. はじめに

平成4年度に衛生工学研究討論会から本環境工学研究フォーラムへと改称され、さらに今年度は環境部門としての第7部門が設立されてきており、土木学会においても用廃水システムがらみの水環境研究だけでなく、幅広く環境を取り扱う重要性が一層高まってきている。もっとも、以前より水質汚濁解析や水質保全について、数多くの研究成果が発表されてきているが、さらに水系／底質環境研究を推進するためには、本フォーラムが非常に重要な役割を担うべきであり、充実や発展が期待されている。このような背景を踏まえ、本フォーラムの今後の在り方を検討するなかで一つの試みとして企画セッションとともにこの研究展望の発表が組み込まれたことは、非常に有意義なことと思われる。

しかしながら、タイトルにあるような研究展望をまとめることが著者には荷が重いため、本発表では、今回のフォーラムにおける水系環境や底質環境に関わる論文発表を含め、最近の全体的な研究動向を取りまとめることと、今後の研究の方向性を議論するための視点を提示することを主眼とした。

2. 研究の分類

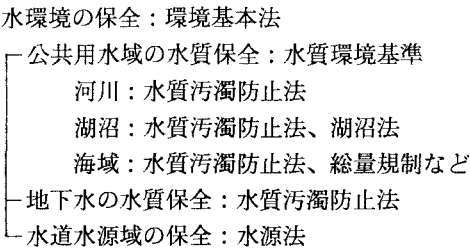
本研究フォーラムにおける水系／底質環境に関する審査付論文発表には、河床や水生植物による水質変換、貯水池における藻類組成、湖沼底泥での硫黄化合物の挙動や微量有機物汚染の評価、自然浄化機能関連の研究がある。また自由投稿論文では、貯水池の水質や富栄養化、魚や貝の生息分布、流域の汚濁負荷やそのモデル化、湿地生態系、TCEの地下水汚染、水生植物による環境水浄化、底泥界面での物質輸送、変異原物質や農薬の挙動、酸性雨など様々な研究成果が発表されている。これらの研究を整理する場合に、表－1に示すように、研究をその視点や研究段階レベルによって分類することができると考えられる。

表－1 研究の視点や研究段階のレベルによる分類

環境モニタリングの研究 <原因究明や問題点の把握段階>
例：水質変動特性、分析方法や調査観測手法の検討 汚染状況調査、生態系の調査
環境現象の解明のための研究 <現象解析と定量化の段階>
例：水質汚濁解析（有機物汚染、富栄養化、貧酸素化、微量物質汚染、毒性） 水域生態系の現象、現象を定量的に評価するためのモデル化
環境影響評価の研究 <総合的な現象評価や問題解決への段階>
例：モデルを利用による評価・解析、環境汚染指標や評価指標 微量汚染物質のリスク、水域生態系評価手法
環境改善・修復・創出技術の研究 <技術・管理手法開発とその改良の段階>
例：水環境管理手法と工学技術の相互関係、水循環との関わり 直接浄化や自然浄化機能

また、図－1にあるように水環境行政の体系は水系別の構造をなしており、水環境保全のために水質環境基準による目標設定や水質汚濁防止法などによる規制がなされている。すなわち、水系として「河川や河口域」、「湖沼、貯水池」、「沿岸、海域」と「地下水・土壌」に分けることができる。したがっ

て、水環境に関わる研究はその対象とする水系と対象物質によってマトリックス的にも分類することも可能である。さらに、対象水系空間をさらに領域分類すると、液相である「水本体、水塊」、気相との界面である「気液界面」、固相と液相の界面である「河床や底泥界面」、「底泥」、そして陸域との接合部である「水辺」などにも細分化できる。



図－１　水環境行政の体系

また、水質汚濁や水環境問題の視点から、水環境へ負荷となる物質や汚染指標などを概略分類すれば、表－２に示すようにもまとめられる。

表－２　研究対象物質や評価対象項目

研究テーマ	対象物質および評価対象
有機汚濁	溶存酸素、有機物
富栄養化	栄養塩類（窒素、リンなど）、硫黄
人の健康や 動植物保全	重金属、農薬、界面活性剤、塗料、有機塩素化合物、石油 変異原性、発ガン性物質、病原性細菌、ウイルス
水道水源保全	濁質、窒素、色度成分、臭気物質、フミン物質
地球環境問題	亜酸化窒素、メタン
水域生態系評価	藻類、プランクトン、原生動物、底生生物、魚、湿地植生

3. 他の学会等での研究動向

次に、関連の学会や研究発表会での水環境に関する研究発表の状況を紹介する。第51回土木学会年次学術講演会の第7部門では、水環境モデリング、水環境・水辺環境、自然浄化機能、環境浄化、河川・水域生態系、環境評価・影響、土壌・地下水汚染などのセッションで、上述の水系／底質環境に関する研究成果が90件程度発表されており、数多くの研究が幅広く行われていることが伺える。一方、第2部門での動向をみると、海岸環境セッションで16件、河川環境セッションで36件もの発表がなされており、急速に環境関連の研究発表が増加してきていることに注目する必要がある。

もちろん、第2部門での研究の取り扱い、表－3に示すように水理学的な側面のものが多いものの、次第に水質や生態系をも取り入れた研究へと発展しており、今後河川水質や生態系と河川環境を総合した共通セッションなどを設定して、部門を超えて相互に研究協力を進める必要があると思われる。

表－３　土木学会年次大会第2部門での発表内容

地下水	地下水流動、塩分がらみ
河川	魚、魚道、植生、ワンド水質
湖沼	水温、濁度、一部水質
海岸	水温、密度、水交換

また、第33回下水道研究発表会では、水環境セッションにて13件の発表があり、汚濁流出負荷、都市水循環、水環境への住民意識、都市下水路内での浄化、修景・親水用水、下水由来の変異原性物質や微量汚染物質、水環境への生活雑排水の影響など、下水処理や下水道がらみでの水環境の研究が報告されている。また、第47回全国水道研究発表会では、水質部門において52件の発表があり、河川や貯水池の水質特性、その水質改善、カビ臭や臭気成分、水道原水の窒素汚染、色度濁度測定、農薬や消毒副生成物の測定、水中生物の定量法、水道水質の安全性、トリハロメタンなど、必ずしも水環境を直接扱ったもの以外も含まれるが、比較的多くの研究発表がなされている。

4. 水系及び底質環境研究の方向性

ここ数年の環境に関わる重要な事項としては、環境基本法の制定や水道水質基準の改訂、水質環境基準の改訂などが挙げられる。当然のことながら、これらの視点と水系及び底質環境研究とは整合性を有している必要がある。特に、環境基本法の基本的な方向性である、「**環境への負荷が少ない循環を基調とする経済社会システムの実現**」や「**自然と人間との共生**」は、今後この種の研究を進める上で重要な方向性を示唆していると言える。

環境基本法のもと環境基本計画において、水環境保全の具体的な方向性が次のように示されている。「**環境への負荷が水の自然的な循環過程や浄化能力を超えることのないように、大気環境や土壌環境などを通じた水環境への負荷を把握しつつ、水質、水量、水生生物、水辺環境を総合的にとらえ、水環境の安全性の確保、水利用における負荷の低減、水域生態系の保全などを総合的に推進する必要がある。**」

そして、次のような事項が重要課題として挙げられている。

1) 環境保全上健全な水循環の確保

環境基準の達成維持、水循環機能の維持・回復

2) 水利用の各段階における負荷の低減

発生形態に応じた負荷低減、負荷削減技術、水環境の安全性の確保

3) 閉鎖性水域などにおける水環境や海洋環境の保全を図ること

4) 海洋環境の保全

5) 水環境の監視などの体制の整備

以上のように、水環境問題は多様化と広域化が進み、必然的に対象領域も流域全体などシステム全体を見据えた研究として位置づける必要があり、微量汚染物質なども含めて対象物質も複雑多岐に渡らざるを得ない。この広域化や多様化は、水環境へ負荷となる物質のみを調査する視点だけではなく、水循環やその物質自体の循環の視点からアプローチすることを要求する。また、汚染物質や開発行為などの影響をうける水域生態系の構成要素である微生物、藻類、底生生物、水生植物、魚なども評価対象として重要性を増している。ちょうど、「遺伝子」や「種」の多様性ととともに「相互作用」の多様性が、今後自然と人間の共存あるいは共生を考える上で重要なように、無機的環境と有機的環境（生態学的環境）との相互作用が、研究対象として重要な位置を占めてくるように思われる。

また、視点を変えると、広域化に伴い、気液間や固液間、さらには水域と陸域のエコトーンなどクロスメディア的な領域の汚染や生態系の評価の必要性が高いと考えられる。すなわち、持続可能な水環境や多様性（共生性や循環性）のある水環境ネットワークを広域的に考える上でもクロスメディア的視点は重要となる。最後に、悩みながらこの研究展望をまとめる中で思いついた大胆な考えを述べる。それは、現在望ましい水環境として設定されている水質環境基準を前提にした研究から、基準自体を再検討したり、議論するに値する研究成果を環境工学分野から発信する必要があるのでは？との思いである。

<参考文献> 「環境基本計画」 環境庁編、大蔵省印刷局発行（1994）