

(06-06-26 環境 WG)

環境ワーキンググループの提言

武庫川流域委員会 環境ワーキンググループ

1. 前 文

本文は、武庫川水系河川整備計画の検討に当たり、河川環境の整備と保全に関わる一般的課題はもちろんのこと、武庫川流域とその特質を見据えた健全な水循環と真に豊かな水環境の形成のため、検討した課題に関して提言すべきことをまとめたものである。

武庫川の自然環境は上流に連なる2つの盆地から渓谷へ、そして下流の平野という特有の地形構造のなかで、特徴のある自然の要素で構成される豊かな環境を有している。特に中流域の武庫川峡谷は、見事な景勝美を誇るだけでなく、生きものの優れた生息環境を繰り広げる大きな空間をもつ武庫川の象徴的な存在である。しかしながら、ここ数十年間で社会経済活動や生活環境が大きく変貌し、武庫川流域においても土地利用の変化と共に、自然環境は言うまでもなく、多くの環境問題が発現してきた。今後、新たな基本方針のもとで武庫川の河川整備を行うに当たっては、これらの環境問題を総合治水の一環として扱い、環境と調和した治水、利水の事業の検討が肝要である。環境ワーキンググループでは主要な環境の課題を自然環境、森林、正常流量、河川構造物、水質、上下水道、水循環と水収支、モニタリングとし、これらについて検討した。

なお、治水と直接関わる環境問題についての基本的な課題は、総合治水ワーキングチームの場でも検討されていることを付記する。

2. 武庫川の自然環境

2.1 自然環境の保全

(1) 河川対策時における環境配慮について

河川改修等河川対策に際しては、自然環境への配慮が必須である。配慮とは、河川環境が潜在的に持つポテンシャルを最大限に引き出すための配慮であり、その場所に応じた対応が求められるものである。そのための基礎データとして河川環境の科学的調査データを用いる。これらの科学的調査データを解析、評価し、当該の工事対象区間における河川環境が潜在的に持つポテンシャルを踏まえた上で、その場所の特性に応じた具体的な工事について工法などを検討する必要がある。工事に伴い、モニタリングを実施し、工事等の評価を行い、評価の結果は再び工事等の対策に反映させる順応的な対応を進めることが必要となる。同時に科学的調査データ情報は、希少種に配慮しつつ情報をより多くの人々が視覚的に共有できる適切な工夫（マップ化など）を行い、わかりやすく市民に提示する。

また、工事に際しては事前に、生態学の専門家を含めた検討委員会を設置し、工法を含めた十分な検討を行うものとする。

以上を河川対策の基本形として提案する。

なお、これらについては「武庫川水系に暮らす生き物およびその生息環境の持続に関する

原則」に則して実施することとする。

幸い武庫川水系では、過去の調査に加えてすでに「ひょうごの川・自然環境調査」も実施され、県下他水系に比べると比較的調査データは豊富であるといえる。自然環境の調査は調査それ自体が目的ではなく、調査結果を解析・評価し河川政策に反映させることが調査の目的であることを改めて強調したい。

(2) 場所に応じた川づくり

流域全体を視野に入れて武庫川をみると、場所ごとに川の特性が異なることがわかる。川が作られてきた地史や歴史、地形に応じた水の流れなどである。そして、河川の生きものは、この広域的な特性に深く結びついて暮らしており、場所ごとにその特徴も異なってくる。

例えば、古くは2万年前、武庫川の上流部だった篠山川が、加古川の支川に流れるようになってできた「河川争奪」という地形。源流部を失ってしまった武庫川は、上流部にもかかわらずそこに、河床勾配の緩やかな流れを作り出した。今ではメダカやタナゴ類に代表される遊泳力の弱い魚類の生息地として親しまれている区間である。例えば、峡谷を抜け大阪平野に出た武庫川。勾配が大きく扇状地を作った名残りが、仁川との合流部付近の高水敷に見られる。礫原である。砂礫地に営巣するコチドリ、イカルチドリ、コアジサシや、カワラと名の付く植物(カワラサイコ、カワラヨモギ、カワラマツバ)にとって欠かせない、貴重な生息・生育地である。

場所ごとに異なるこれらの生きもの、それぞれの生息環境に適した川づくりは、「自然工法の推進」、「瀬・淵の再生」、「わんどの設置」といった言葉で一括りにしていたのでは、実質的な効果を期待できない。これらの言葉で示される川づくりは、適した場所に配置してはじめて意味を持つ。そこで本委員会では、場所に応じた細やかな対策を講じるために、武庫川の生きものと環境との関係を地図に表した「武庫川健康診断図」を最大限に活かすことにした。

「武庫川健康診断図」

広域的な視点から河川環境を評価することを目的に、兵庫県が独自の方法で実施している「ひょうごの川・自然環境調査」の調査結果をまとめた地図のこと。生きものと環境の関係を地図に表すことで、様々な視点から場所に応じた対策を考え、河川改修に役立てることを目指している。

「武庫川健康診断図」では川の環境と生きもの関係を、「ひんやりとした水を好む生きものたち」、「緩やかな流れにすむ生きものたち」、「川と海を往き来する生きものたち」といった切り口で捉えている。

冷温性の種が多く生息する羽束川の上流。ここでは、水温上昇に留意した川づくりが必要なのが解る。低水路の拡幅による浅瀬の増加を避け、川面を被陰する樹木の保全を図ることで、ひんやりとした環境を維持することの必要性である。武庫川上流。ここでは、緩やかな流れに着目した川づくりを行わなければならない。洪水時にも急な流れとならないような改修や、マコモやオギが生い茂ることのできる水際の工夫などである。

武庫川流域委員会は、「武庫川健康診断図」を参考に、改修区間の生きものの特徴と生きものを支えている環境との関係を読みとり、対象箇所特性に適した改修を行うことを提案する。また、実際の改修に際しては、健康診断図の基礎データである「ひょうごの川・自然環境調査」の調査結果を十分に解析する、解析結果に基づいて改修箇所に応じた目標(生

きものとその生育・生息環境)を設定する、目標に応じた設計・工法をとる、施工は一度に大規模に行わずに、追跡調査の結果を活かしながら進める。これらの段階を経ながら改修することを提案する。

(会議資料)

(3) 戦略的な整備に向けて

河川改修が行われるとなると、今ある植物や今いる動物を守りたいと願ってしまうのは、ごく普通の感覚である。外来魚がたむろしているダム湖を見ると、外来魚対策の必要性を切望してしまう。希少な魚を見つけた場所では、河川改修をして欲しくない、と密かに思うかもしれない。護岸も堤防もまずは緑化を、と願ってしまう。このような普通の市民感覚と、治水目的の改修との折り合いをどのようにつけるか。そのヒントは、水系全体を視野に入れて考える、つまり戦略的な整備を考えることにある。

水系全体を見渡した時、守りたいと思った場所よりもっと生きものが豊かで、改修への配慮が望まれる場所がすぐ近くにあるかもしれない。ダム湖で果ての見えない駆除に費用をかけるよりも、外来魚に脅かされている在来魚の生息地に限定して対策を立てる方が、効果的かもしれない。水衝部の護岸をむりやり緑化して、外来植物や園芸植物の密生する壁にしてしまうよりも、鎧積みに見られるような美観を兼ね備えた治水対策は考えられないだろうか。

このような視点から本委員会では、水系全体を視野に入れて、戦略的に河川環境の保全や自然再生を実施していくことを提案する。そのための具体的提案として、「優れた自然環境が残された地域」と「環境面で課題があると考えられる地域」とを抽出した。

「優れた自然環境が残された地域」とは、武庫川水系の中でも将来に向けて残していきたいと推薦する場所で、本川 6 箇所、支川 19 箇所を選んだ。「健康診断図」に「保全」と示された地域に加え、樹林(河畔林)に囲まれた場所や、水際から山にかけての連続性が保たれた場所を追加した。また、田園景観や、市街地に近く市民や子供たちに親しまれているなど、人との関わりの中で評価された場所を新たに追加した。

一方、「環境面で課題があると考えられる地域」とは、自然再生の効果が高いと考えられる場所である。周辺区間への影響の度合いが大きかったり、生きものの生息空間としての潜在能力が高い場所で、本川 8 箇所、支川 3 箇所を選んだ。「健康診断図」で課題があると示された場所とは別に、市民感覚として課題を感じる場所も多く選んだ。その一例が、横断構造物(潮止め堰、床止め工、連続する砂防堰堤など)による連続性の阻害への懸念である。これらについては、まず、課題の有無や程度を調べ、その上で必要に応じて対策を立てることを提案する。

なお、「優れた自然環境が残された地域」は、「武庫川水系に暮らす生き物およびその生息環境の持続に関する原則」に示す「流域内に残る優れた『生物の生息空間』の総量を維持」の対象地(候補地)として取り扱うことも、同時に提案する。「優れた自然環境が残された地域」で改修を実施する場合には、改修区間内に同じ規模で同質の生息環境を再生する。あるいは、治水上どうしても同じ場所での無理な場合には、「環境面で課題があると考えられる地域」などを対象に、同質の生息環境を再生する。これらの方策を行うことで、「優れた自然環境が残された地域」の生きものと環境とを守ることにつなげ、ひいては武庫川の自然環境の

質の維持や向上につなげることを狙うものである。

(会議資料)

[会議資料]

4 回環境 WG 資料 - 1 (川づくりアトラス「武庫川健康診断図(案)」)
第 37 回流域委員会資料 4 (このうち第 1 ページのみ)

2.2 森林の保全

(1) 森林保全の考え方

武庫川流域約 500km²のうち約 313km²(約 63%)は森林で占められている。森林はそれ自体が流域環境の一環をなしているが、主として陸上環境であるため、ここでは詳述しない。森林は河川環境に対して大きな影響を及ぼす環境要因であるため、以下ではこの点を中心に述べる。森林は治水、利水に対しても大きな影響を及ぼしているが、この点について、以下では環境と関わる事項に限って言及する。(参考：日本学術会議：地球環境・人間生活に関わる農業及び森林の多面的な機能の評価について(答申)第 部,平成 13 年 11 月)

森林影響は数年間、数十年間、および数百年の桁の時間スケールでそれぞれ別の形を取る。おおまかに言うと、短時間の変化は地表付近の森林特性に影響し、直接流出(洪水流の主成分)への影響が最も大きい。一方長期間の変化は深い森林土壌や風化帯に影響を与え、さらに森林からの基底流出(渇水時の河川流の主成分)や河川水質に大きい影響を及ぼす。

日本では近世末にはげ山が広がり、六甲山系から三田市にかけてはほぼ全山がはげ山の状態であったといわれている。しかし明治時代に入って植林が精力的に行われたが、武庫川流域では二次林が 90%を占めている。この二次林も燃料革命、化学肥料の参入により、放置されるようになり、人工林も経済林としての効用が低下し、担い手の高齢化とともにこれも放置されて来ている。

(2) 森林生態系と川との関わり

武庫川に限らず、流域面積の大半が森林である流域では、川の源流はすべて森林であることが多い。森林での雨水の物理・化学的挙動は、地下の流れを含めて森林内の動植物の生理・生態に大きく影響されているので、すべての河流はその初期条件が森林によって決定されていると言える。そして源流におけるこのような生態系が下流の生態系・河川環境の豊かさ(大きな生物量と生態系の多様性)と安定性の前提条件のひとつになっている。

具体的に言うと、林内を流れる川は上部を樹木に覆われ、そこから落葉・落枝(リター)が供給され、昆虫が落下する。川の中の生物は植物性プランクトンや動物性プランクトンを含め、この落下物を食物として摂取したり、水流の中の溶解物質を取り込んで生育する。そして魚類等を頂点とする食物連鎖が、森と川の間で形成される。

また川の中に落ちた落葉や落枝、川の中の倒木は水中生物の格好の隠れ家になり、河畔の低木や草本類も同じ役割を果たす。さらに川を覆う樹冠は川の水温の上昇を防ぎ、川の生物に適した生息環境を作っている。林内の溪流は岩や倒木などにより小さな淵や瀬を作り、それぞれに適した生物が生息しやすい環境を形成している。

「武庫川の健康診断図(案)」に見られるように、このような河畔林(溪畔林)を持つ森林は「夏でも水温が低く冷温性の種が多く生息」し、豊かな生態系を育む。

林内の樹種構成は気候・土地条件や森林経営上の要求などによって異なるが、単純林ではなく、多種多様な樹種の複層林が望まれる。

(3) 森林による水源涵養(保水)

森林に降った雨は樹冠で受け止められ、一部は蒸発して大気中に戻る。残りは樹冠あるいは林内雨となって地表に達し、地表流となったり地中に浸透して地中水(土壌水・地下水)になったりする。また植物は根から水分を吸い上げ、葉などから蒸散して大気中に戻る。この蒸散量と無機的蒸発の合計(蒸発散)は降水量の半分にも達する。

地中に浸透する雨水は落ち葉の分解物で構成される腐植層や根から溶出する有機質・無機質の栄養塩を多く含む。しかしその化学組成と濃度は下層の風化帯における水-岩石間の化学的相互作用(風化作用)を通じて、変化し、かつ安定化される。また風化帯の深部を通じて川に流出する土壌水・地下水は化学組成と濃度が安定する他、前述のように水量も安定し、湧水流量を増加させる効果(保水機能)もある。

前述のように、武庫川流域の森林は必ずしも理想的な状態にあるわけではない。森林が河川環境に良い影響を与え続け、さらにそれを改善して行くためには、森林の保全と適切な森林管理、そして森林と環境の動態に関するモニタリングが必要である。

武庫川流域の人工林や2次林は樹冠量が多すぎることによって森林の育成のためにも、流域環境、河川環境にも良くない状態になっていることが多い。樹冠量が多すぎると降雨が遮断されて地表に達しにくくなり、蒸発散が増加して森林の水源涵養機能は減少する。また下層植生がなくなって林床が裸地状態になり、雨水浸透が減少して直接流出や土砂流出が増加し、森林の保水性が低下する。これを防ぐためには適切な間伐を施し、植生の多様化・複層化を促す必要がある。また、たとえ人工林でも、針広混交林化、複層化の状態に早急に近づけることが必要である。

適切な林内管理により、下層植生を発生させると、落ち葉が地表にたまって地表面を保護し土壌の流亡を防ぎ、腐植層によって雨水の地中浸透が増加する他、森林の水質安定作用を増進することができる。

(4) 森林の水質安定化作用とその評価

森林水文学上の水循環過程において、水の流動とともに溶解物質の流動は必然的に起こるものである。すなわち、林外雨、林内雨、土壌水、地下水、渓流水という鉛直方向に見た水の移動過程で、大気中では二酸化炭素や大気汚染に関連する物質の雨水への溶解、および森林の生理と代謝過程に伴う栄養塩類や溶解性有機物等が林内雨および土壌圏の水分に溶解する。また岩石起因の溶解性物質は土壌水や地下水に溶解し、それらが地下水流出によって渓流水になるのが一般的な現象である。

森林の保水機能は単なる水の循環過程に異常がないだけでなく、このように水質の特性もあわせて評価をすることで森の健康診断ができると考えられる。従ってこれまでの経験により(会議資料*、参考文献*)、測定する水質項目は森林の生理化学作用に関係しないと思われる(いわゆる不活性物質として) SiO_2 、 Cl^- 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 $\text{H}-\text{CO}_3^-$ 等、および関連す

る理化学項目として EC (電気伝導度)、pH、また森林の生理に関係する項目として(いわゆる活性物質として) NO_3^- 、 K^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 等が適当と考えられる。特に森林の生理作用に関係する項目は、土壌の表層に近い A_0 層、 A_1 層、B層(**説明の図を引用する) の水質の変化に特徴があるので、この付近の水質分布特性が森林の健康度を評価するのに重要と考えられる。(なお、もっと厳密な水質特性を検討するには岩石、土壌、地下水に関わる多くの理化学項目が考えられる。(文献***))

なお、この測定を森林域のどの地点で、またどの程度の頻度で観測すべきかは、溪流の水質測定地点、あるいは林業管理の観点からの制約もあるので、一概に特定することはできない。森林域の全般的な保全のためのモニタリングの一環として検討するのが適切と考えられる。

〔会議資料〕

* 第12回環境WG追加資料

〔参考文献〕

* 平田健正、村岡浩爾：山地小流域における溶存物質の降雨特性について、土木学会第32回水理講演会論文集、pp.49-54、1988

** A_0 層、 A_1 層、B層(説明の図を引用する)

*** 岩田進午他監修：土の環境圏、フジ・テクノシステム、1997

**** 半谷高久：水質調査法、第3章 天然水の水質、pp.47-53、丸善、1960

(5) 森林保全の継続的实施

先述のように、森林の環境保全機能を十分に発揮するように、森林保全が継続的に実施されることが肝要であり、そのための施策が必要である。

1) 森林の機能発揮のための保全方法の検証と保全方針の策定

武庫川流域でどのような保全方法が水源涵養に最適かを検証し、保全方針を策定する。たとえば、「北摂地域の里山林再生マニュアル」(阪神北県民局)があるが、森林の水源涵養機能を発揮させるための方策、人工林をどのように維持管理すべきかについても検討する必要がある。

2) 森林施業計画の完全実施

森林法には森林所有者が森林施業計画を完全実施することと定められているが、罰則規定などがないため、効果が不確実である。国有林、県有林、市有林など公有林でもその実施に問題がある。例えば宝塚北部新都市の先行取得地の大部分が放置されている。また保安林が管理不十分なまま放置されていることが多く、管理状況の監視や適切な指導が必要である。

これらのことを無理なく実行して行くため、法規違反を取り締まるだけでなく、税金の投入や保全のための担い手の育成などが必要である。

3) 宝塚新都市計画区域に対する適切な維持管理の実施

武庫川流域約500平方キロのうち約9%、4,500haを宝塚北部地域が占める。宝塚北部地域の約1/3の1,560haが宝塚新都市の計画区域である。宝塚新都市計画は、列島改造論華やかな頃、民間を主体に取得された地区を放置すれば乱開発が誘引されるという理由から兵庫県

が主体となって用地買収し自然と共生する計画的な新都市を創出するという目的で、平成元年から基本構想に着手され、平成4年の基本計画策定、その後平成10年過ぎまで実現に向けたさまざまな調査や計画が実施された。

しかし、バブル経済の崩壊、開発の契機としていた第2名神自動車道の事業化未定など開発条件が整っていないとして事業進度調整中である。実質的には事業は頓挫している。計画区域1,560haの約80%の山林は兵庫県住宅供給公社が取得済みで、その一部については、現在里山林整備中であるが山林の殆どは放置されたままである。

「手入れの行き届いた活力ある森林は、荒廃した森林に比べ手利用可能水量が14%増加する。(林野庁報告)」とあるように、雨水の流出抑制効果を維持するためには、取得された森林の適切な維持管理が必要である。

新都市計画が完全に廃案になった状態でないにせよ、見通しの無いまま将来とも放置されることは、県民感情からも問題であるし、かつ武庫川への雨水流出の増大という負荷を与えることになる。

県民の貴重な税金で取得した山林であれば、県民や阪神間市民の参画と協働の場と機会を提供し、当面森林学習や自然学習の場として活用しながら森林の適正管理を行うことが有効である。森林の下刈り、林床整備などを森林組合やボランティアの指導の下に実施し、総合治水の一環として役割を果たすとともに、自然と交流する機会が得られる公園緑地として活用することを検討されたい。

[会議資料]

* 第29回流域委員会資料3-3 田村 参照

(6) 森林保全の推進のための条例制定

森林の環境保全機能を維持し、改善して行くためには前項に述べた施策を含め、必要な対策が確実に実施されることが重要である。いくつかの事項については義務の履行、技術的、財政的、行政的援助を担保するために、県条例で必要なことを定めておくことが必要と思われる。これらについて要目を挙げると次の通りである。

1) 森林の減少を防ぐための規定

森林が管理されずに放置されたり、売却されたりすることによって流域環境や河川環境が悪化することを防ぐため、維持できなくなった森林を公的機関が買い上げる等の施策を規定する。

2) 森林の転用に起因する問題を解決するための規定

やむを得ず森林を他の土地利用のために転用する場合に、降雨の直接流出や土砂流出の増加や水質の悪化、溪流の生態環境の悪化を防止し、あるいは代替するための措置を規定しておく必要がある。その場合、武庫川の基本高水が1/100規模の豪雨に対応したものであることをふまえ、1/100規模以下の豪雨に対して治水・利水・生態環境の悪化を引き起こさないことが担保される必要がある。現在条例の対象となっていない小規模開発についても、流域住民の参画と協働によって治水、利水、環境を含めて望ましい武庫川を作っていくという観点に立った指針を示すことが望まれる。

3) 森林の増加を促進するための規定

自然林や人工林を新たに作り出すことは、武庫川流域ではかなり困難と考えられるが、放

置された開発予定地の森林化，および宅地，公園その他の公有地，公共の事業所などの緑化と適切な植生管理を通じて，森林の治水，利水，環境保全機能を増進することが必要であり，このような施策を担保するための規定を設けることが有効と考えられる。

4) 森林の育成を促進するための規定

前項(5)で述べた施策が積極的に実行されることを担保するための条例規定が必要である。

〔会議資料〕

第11回環境WG資料2(奥西)

第8回環境WG資料5-1(奥西)

第12回環境WG資料2(伊藤)

第8回環境WG資料5-2(奥西)

第12回環境WG追加資料(村岡)

第12回環境WG追加資料(奥西)

2.3 正常流量のあり方

(1) 基本的な考え方

武庫川における流量環境において、被害のおそれがある出水時の流量を除き、正常な流れの状態を維持する流量のあり方について提言する。この場合、河川法施行令第10条の2に定める「河川整備基本方針に定める事項」のなかで、「主要な地点における流水の正常な機能を維持するため必要な流量に関する事項」に基づく正常流量については、河川管理者の提案する内容(会議資料)は理解するものとするが、付加的な提言事項、更にはこの法令で扱わない河道の適正な流量について、以下に提言する。

なお、武庫川らしさを最もよく表現する中流域の溪流部の正常流量を確保することは、流れに関わる環境保全上最優先事項と考える。すなわち、溪流部の正常流量は上流域の豊かな流量環境から供給されるものであり、ひいては下流域の流量環境も保証されるわけで、このことは流域を通して健全な水循環系の形成構想にも即した考え方である。

(2) 河川整備基本方針に定める正常流量について(会議資料)

) 渇水時に見られる武庫川河道内の瀬切れ、断流の発生による正常な生物生息への影響が憂慮されるため

- それらが発生した場合、生物生息に対してどのような影響があるか。
- この状態に対処するために、配慮すべきワンド、滯筋の整備をどのように行うべきか。というような問題がある。また、渇水時に発生しがちな死水域は魚の逃げ場としての価値があることも含め、これらについて専門家、河川技術者等による専門技術委員会等を設置して検討すること。

) 河川の低水流量を少しでも豊かにするため、下水道の処理水を河道に還元する施策や、青野ダムの不特定容量を今後社会活動の変貌をにらんで、より合理的に配分できないか等について積極的に検討すること。また千苅ダムの治水転用構想と合わせ、青野ダムと

千叡ダムの連携によって不特定容量の新たな有効活用も検討されるべきである。

- ）河川の平常流量を長期的に確保するため、森林域の保全施策において森林の水涵養機能をより高めることに配慮すること。

(3) 河川整備基本方針に関わらない適正な流量

- ）河川の平常水量が減少傾向にある点について原因を究明すること。(会議資料)
- ）生物生息環境に必要な適度の出水、およびその適正な頻度について検討すること。
- ）河床材料を一掃して新しく良好な河床環境を再現するために必要な流量を検討すること。この場合、河床材料の規模については、マクロには淵、瀬をふくむ河床規模、ミクロには付着藻類のある河床をイメージする。
- ）適正な土砂を輸送させるに必要な流速、流量を検討すること。
- ）正常かつ適正な流量を監視する地点として、現況の生瀬橋の一点ではあまりにも数が少なすぎる。長期的には監視地点の増強が必要であるが、当面は公共用水域水質観測地点が全河道にわたって30地点余があるため、平常流状態で行う水質測定にあわせて行われる流量観測値が河道の全般にわたる流況を把握するのに役立つと思われる。ただし、この場合の流量測定値は精度的には保証されない。(会議資料)
- ）住民の協力、環境学習等で行うことが可能な、簡便な手法による流量監視や観測値の活用を検討すること。これについてはまちづくりWGと共通の話題がある。
- ）特に渓流部の景観の保護と観光に必要な流量を検討すること。法規基準の「低水流路の2割の水面幅」は場所によって不十分である。

[会議資料]

第42回流域委員会資料3-1(事務局：武庫川における正常流量について)

第11回環境WG資料3(奥西)

第11回環境WG追加資料1(村岡)

第11回環境WG追加資料2(村岡)

第4回環境WG会議資料(村岡)

第8回環境WG資料2-1(事務局：公共用水域水質測定結果地点別総括表特殊項目)

3. 河川構造物と環境

3.1 潮止め堰

(1) 潮止め堰の現況と問題点

潮止め堰は武庫川河口より約2.5Kmに位置する転倒堰であり、武庫川の最下流に位置する横断構造物である。現在の形になったのは1992(H.4)からで、それまでは通常の床止め工であった。1955(S.30)頃の高度成長期時代、大阪湾臨海部一帯で地下水の過剰汲み上げによって地盤沈下が深厚な社会問題となり、井戸水に海水が混入するなどの被害が発生した。これを機に堰の改造が計画され、現在のトルク軸タイプの転倒堰に改造された。その後、地下水の揚水規制により地盤沈下は沈静化し、企業の工業用水への転換および節水の徹底等により、所期の目的であった地盤沈下対策に関連する堤内への塩水侵入対策としての転倒堰の存在は

以前ほど重要ではなくなっていると判断される。

堰は直立時の高さが OP+2.35m で、通常は直立しているため、満潮時ここで海水と陸水が混合するいわゆる汽水域が分断され、回遊性水生生物(アユ・ウナギ・モクズガニ・テナガエビ等)の遡上と下降に大きな障害となっている。アユは武庫川漁業協同組合が毎年琵琶湖の稚魚を生瀬地域で放流しているため、5月頃からは武庫川峡谷下流でも観察される。しかし、大阪湾から遡上する天然のアユは、潮止め堰より約 1.7km 上流の 2 号床止め堰下流の水深が浅く、遡上の障害となっている。更に上流の生瀬付近でのヒアリングによると、戦前までは多量のアユが遡上していたことが明らかであり、現状はこれとは大きな差がある。近年、大阪湾に注ぐ河川では、天然アユの遡上が確認されているところも次第に増えてきている。また、潮止め堰付近に住んでいる高齢者の住人は、数十年前はウナギの稚魚(シラス)が当時の床止め工に多数いたことを認めているし、県立人と自然の博物館のヒアリングによっても、アユは武庫川峡谷付近までは多数遡上しており、国鉄(当時)福知山線生瀬駅の駅弁は鮎寿司であった。アユは日本近海では豊富な魚種であり、関東の多摩川の例などでも判るように、条件さえ整えば本格的な大量の遡上が復活するのもそれほど困難ではないと考えられる。

このような事例から、汽水域の正常な状態と回遊生物の生態系の保全のためには、潮止め堰はできるだけ転倒して使用することが好ましい。阪神南泉民局が 2005.6.14 作成した堰周辺の井戸水の水質調査によれば、堰の下流と上流では井戸水中に含まれる塩素分濃度にはっきりとした差があり、潮止め堰が汽水域を分断していることが裏付けられている。農業用水や井戸水を実際に使用している家庭等も次第に減少しており、一帯の上水道普及率は 100%なので、井戸水の塩分上昇による被害は極めて限られたものと思われる。

潮止め堰の操作管理システムは、堰上流の水位が一定値以上に上昇すると自動的に転倒するように設定されているので、平常時の満潮には所期の効果は得られている。しかし台風時のように海面水位が異常に上昇すると堰上流の水位が高くなり、この場合も自動的に転倒するので、高潮対策としては役に立っているとは思われない。地球温暖化が進行している現在、海面上昇は現実のものとなっており、今後こうした点からの検討も必要であろう。

武庫川の流砂に関しては、潮止め堰によって上流側に堆砂が進行しているのは事実であり、河道の浚渫は上流各区分と同様に必要と考えられる。撤去する前に運用法を検討し、転倒使用を積極的に実施すべきだと考える。転倒使用により、汽水域の状況は本来の姿に近づき、生物の遡上及び土砂の海までの排出には大きな効果があると考えられる。但し、その前には充分綿密な計画を立て、上流の阪神電鉄鉄橋から 2 号床止め工あたりまでの河道堆砂状況や、堰転倒の結果生ずる汽水域の上流への拡大・潮止め堰周辺の井戸水の塩素分増加についてなど、多くのデータを取得できるよう努力することが必要である。整備計画実行段階では、大規模な河道掘削や引き堤等本格的な河道対策が行われるのは避けられない。それまで転倒によるデータ収集をもとに、常時転倒の有無を決定すべきである。

(2) 検討課題

潮止め堰を環境保全のためにどのように改造あるいは改変するかを環境ワーキンググループで討議検討した結果、武庫川の河川整備基本方針を見据えたうえで、潮止め堰を 潮止め堰全体を撤去する、 潮止め堰上の転倒堰を撤去する、 の 2 点に集約して検討することが必要とされた。しかし、これを判断するには実態把握や検討すべき課題が多く、またそれに必要な資料が十分ではないため、河川整備計画の実施期間である 20 ~ 30 年を視野に

入れ、の「潮止め堰上の転倒堰の撤去」を提案することとした。ただし、これに関しては、既に述べたとおり、転倒堰の撤去は以下のような重要な課題を有していることを認識しなければならない。

- 地盤沈下の沈静化は今後も続き、事実上、地盤沈下に対する問題は起こらないか。
- 高潮対策としての潮止め堰の機能は今後も有用か。
- 海水侵入に対する地下水塩害防止機能は、地下水利用の実態に照らして今後も重要と考えられるか。
- 潮止め堰は洪水時の安全性を十分に果たしているか。
- 潮止め堰の現状でアユの遡上を含む魚類の生息環境の実態がどこまで把握されているか。
- 土砂の堆積や流送がどのように把握されているか、また潮止め堰がどのような機能を果たしてきたか。

潮止め堰上の転倒堰の撤去の検討には、上記の課題の解明に必要な調査とその資料の分析を行うことに加え、現状でできる運用的な実施検討、転倒堰の撤去を行う場合に予想される問題点の検討と実施に向けての対策につき、関係する専門家、技術者、地元関係者等で構成される専門委員会での検討が必要である。

[参考資料]

- 1: H16.5 月汽水域の河川環境の捉えに関する手引き書 (A4 × 163 頁)
<http://www.mlit.go.jp/river/kankyoku/kisuiiki/pdf/print.pdf>
2. 大阪教育大学 HP : <http://WWW.bur.osaka-kyoiku.ac.jp/>
(朝日新聞 06.02.03 "大和川に天然アユ遡上")
3. 朝日新聞記事 : 97.5.15 "新設した魚道アユの姿なし 建設省批判受け改修へ"
4. 農業水利施設等のご紹介 - 河川ない施設(全面魚道・床止め工) 安曇川地区
<http://www.pref/g/kchi/sinsetsu/kosei/adogawa01.html>
- 5 武庫川流域委員会第 2 回環境 WG 会議 資料 4
第 5 回環境 WG 会議 資料 - 2 その他
鮎の習性については多数の著書がある。ex. 岩波新書「アユの話」(宮地伝三郎)

3.2 下流域の主要な取水構造物

(1) 下流域における農業用利水の現状

武庫川下流域の沖積平野では、古くから水田稲作が行われ、流域の村々は田畑の用水としてこの川を利用し恩恵を受けていたが、一方で洪水氾濫による被害も多く、暴れ川として恐れられていた。それに伴う色々な河川対策と、合わせて灌漑施設が設けられ、改良されながら今日に至っている。

現在、武庫川からの農業用取水として、河床堰を設け表流水を取水する伊子志樋(宝塚市)、昆陽樋(伊丹市)、百間樋(西宮市)と、常時河床下を流れる伏流水に着目した埋設多孔管による集水方式の六樋(尼崎市)がある。

農業用溜池では、代表的な宝塚市の安倉上池(7.8ha)・下池(4.0ha)、伊丹市の昆陽池

(4.5ha)・瑞ヶ池などがある。昆陽池は奈良時代(665 - 794)に行基の指導のもとに造られたもので、現在昆陽樋からの取水を、伊丹浄水場への中継貯水池としても使用され、あわせて市民公園として広く活用されている。

これら灌漑用水は、元来、慣行水利権として認められてきたもので、明治 29 年の河川法制定時には法制化することができないまま現在に至っている。

(2) 六樋 (尼崎市) および関連する溜池・地下水の現状と検討課題

ア) 六樋の現状

「六樋」は、武庫川下流左岸の尼崎市の北西端にある農業用取水施設で、尼崎市域の西半分の農業用水を依存している。

「六樋」の誕生は、中世末(室町時代後期:1558~)から、近世初期にかけて武庫川左岸に、幾つかの近傍集落からなる、6 つの利水の井組(ゆぐみ)が結成され、それぞれ堰を設け取水樋により堤内に取水していた。江戸時代の湯水期には、対岸の農業用取水施設「百間樋」(西宮市東部地域)と、武庫川の分水をめぐって再三論争が繰り返された。

兵庫県は古くから豪雨時洪水氾濫を起こす武庫川対策として、大正期に河川大改修を計画、1927 年(昭和 2)着工された武庫川改修工事(第 2 期)に際し、豪雨時の増水で取水樋付近の決壊が予知されることから、6 箇所取水口をすべて廃止し、1 箇所に合併した樋門が新設された。しかし、旱魃時には必要な取水量が得られず、その対策として取水堰堤を新設したが、1953 年(昭和 28)の台風によって洗掘され倒壊流出した。

そこで安定した取水量の確保の前提対策として、常時河床下を流れる伏流水に着目、1953 年(昭和 28)、当時全国でもあまり例のない取水方式として低水路に多孔管を横断埋設し、傾斜勾配による送水方式を採用した結果、尼崎市西部地域の水不足が解消し、農業用取水量は $0.313 \text{ m}^3/\text{s}$ を、旧来の慣行に従い 6 地区に分配している。あわせて工業用水としても $0.348 \text{ m}^3/\text{s}$ を分配し、地盤沈下防止対策としても役立て現在に至る。

この「六樋」は先人達が生み出した命の水として尊まれ、今日農業用として取水された用水($0.313 \text{ m}^3/\text{s}$)は、4 箇所の分水槽で旧来の慣行に従い、6 区域の井組の田畑に分配されている。また六樋取水機構からは、企業向け工業用水としても分水($0.348 \text{ m}^3/\text{s}$)し、地下水揚水の代替水として地盤沈下防止対策に役立てられている。

尼崎市域の武庫川左岸の堤内地に、農業用溜池が 4 ヶ所現存し、一部農業用水の余水は、町なかを流れる水路の環境用水に活かされている。

なお、尼崎市では企業の地下水の使用は規制されているが、近年都市化にともない農業用配水が滞る地域においては、各田畑に地下水利用の井戸(深さ 10 前後、ポンプ揚水)が使用されている。

イ) 検討課題

武庫川の河川整備計画における河道対策として、六樋の設置区間で河床整備、低・高水敷の拡幅に伴う新たな護岸の整備、あるいは堤防の強化等が行われる。以下に述べる 〃 の事項は、この河道対策の影響を受けることは必須であるが、検討に当たっては必要で十分な資料もなく、今後関連する専門家、技術者、地元関係者等で構成される専門委員会で、課題を検討することが必要である。これらを前提として検討課題をまとめる。

六樋に関しては、現在の取水用多孔管(径:1.5m)は、河床面から下方約 0.6m に埋

設されている。従って河床整備（河床掘削）がある場合は、多孔管の位置を川上に移設するか、新たな取水方式を考えるか検討する必要がある。

伏流水からなる溜池の水位は、武庫川低水路の流水レベルと同等であるため、河床掘削をした場合は当然低下する。このため溜池での湧水量は減少し、合わせて現行水路の自然流下方式による下流農地等への給水が枯渇する。従って、溜池への湧水機構がどのようなものか、また河床が低下した場合の水脈の変動などが、溜池の機能にどう影響するか、影響の回避をどのように行うかを検討する必要がある。

地下水脈についても溜池と同様で、特に地下水揚水による田畑への農業用水の供給に支障が考えられるため、堤内地の広域的な地域で、武庫川が涵養する地下水の流動機構を調査研究する必要がある。

（３）百間樋（西宮市）の現状と検討課題

ア）百間樋の現状

百間樋は武庫川右岸から表流水を農業用水として取水し、その水は山陽新幹線六甲トンネル内の湧水とあわせ、津門川から大阪湾に流れる。

百間樋の取水位置は仁川河口から約 1 km 川上の右岸に堰を設け、取水樋の水（ $0.704 \text{ m}^3/\text{s}$ ）は自然勾配方式により井堰によって導かれ、天井川である仁川の河床下の伏樋を通して、西宮市東部地域一帯の農業用水として供給している。この仁川の河床下の伏樋の長さが百間（約 180m）になるところから百間樋と呼ばれる。この樋の誕生は永禄（1558 年～）後半頃ともいわれており、川の下に川を造るという発達は奇抜な技法で、当時の川の土木技術の高度さが知られる。

ロ）検討課題

武庫川からの取水は、低水路に堰を設けて表流水を井溝を通して、落差勾配により使用田畑に導入する仕組みである。よって本川の河床掘削など河川改修によって流水レベルが低下すると、導入はできなくなり、新たに川上に一連の集水設備が必要となる。

この導水は 1600 年代に下流地域の田畑に農業用水を供給するために、天井川である仁川の川底に木製の樋を伏せて設けられたものである。この樋の長さが百間（約 180m）であることから百間樋と呼ばれる。

（４）伊子志樋（宝塚市）の現状と検討課題

伊子志樋は 1757 年（宝歴 7）、伊子志、小林、蔵人の 3 ヶ村が井組を結成し、取水していた。1879 年（明治 3）武庫川掛かりの田が水害で流失し、逆瀬川から取水することになった。

現在の取水施設は逆瀬川合流点よりやや上流右岸に建設されている転倒堰（潮止め堰にほぼ類似の構造で河床を横断しアーチ型に作られている）と、この堰の上流側より分流して武庫川右岸下流の宝塚市亀井浄水場へ導く水路、及びそれに繋がる取水用井戸等の一連の設備からなる。また高水敷に転倒用の操作所がある。

この付近は 10 年ほど前の洪水時に上流で護岸が破損し、川沿いの住宅近くまで被害があり、その後右岸には何列にも石積み水制工が設置され、それ以来護岸の被害はなくなっている。

（５）昆陽樋（伊丹市）の現状と検討課題

昆陽樋は江戸時代より、武庫川左岸から堰を用い、表流水を集水し伊丹市域の西部と南部一帯（取水口に近い西野から御願塚までの 9 ヶ村）を対象として、田畑を潤す農業用水とし

て利用されている。

昆陽樋は伊子志樋とほぼ同様の構造であるが、転倒堰は常時直立の状態で使用されている。また転倒操作業のタワーは川岸に立っている。現在昆陽樋からの取水の一部を、昆陽池を中継貯水池として、伊丹浄水場へ送水している。検討課題は百間樋と同様である。

[会議資料]

- 1 . 第 42 回流域委員会資料 3 - 1 (事務局 : 武庫川における正常流量について、p20- - 21)

[参考資料]

- 1 . 尼崎市役所 : 尼崎市史、第 2 巻 4 農業水利慣行の形成 昭和 43 年 3 月 13 日
- 2 . 池田徳誠 : 六樋、尼崎武庫川六樋合併 50 周年記念実行委員会 1978 年 11 月 23 日
- 3 . 草薙芳弘 武庫川からの農業用水・六樋の取水機構模式図 平成 3 年 8 月 10 日

3 . 3 その他の河川構造物について

(1) その他の横断構造物

潮止め堰より上流側には多くの横断構造物があり、武庫川峡谷までには床止め工・井堰が 10 箇所以上ある。河川を回遊する生物には大きな障害となっていることは前述の通りだが、治水上の効果を考えるとその配置については一概に設置を制限する訳にはいかない。武庫川のように下流域であってもなお河川勾配が大きな河川では、河床掘削防止のために床止め工の必要性は認められるが、落差工を併用した場合には堆砂による影響も懸念される。回遊生物のために効果的な魚道の設置は、落差工には欠かせないと考えますが、現在設置されている魚道は、機能的に充分であるとは思えない。各地の河川でアユ遡上の為に魚道が造られているが全く効果がなかったものもあり、今後専門家の協力を得て、充分検討すべき課題と考える。³⁾ ⁴⁾逆瀬川合流点付近には落差工を伴わない帯工が数箇所あるが、この方が川の生態系保全にとっては「やさしい」設備となっている。

今後の河川整備計画については、約 30 年の間は潮止め堰をはじめとする横断構造物の撤去のような大きな改修は行わず、従って河床掘削も限定的になると想定される。しかし長期的展望に立つと河床掘削は避けられず、それに伴い六樋を含む構造物はその設置場所も含めて多くの検討課題を抱えている。一方、潮止め堰・伊子志井堰・宝塚観光ダムのように転倒堰のある箇所は、流量の余り多くない武庫川で親水空間として活用したいという意見もあり、治水政策との整合性も大きな問題で、河道内の堆砂と浚渫をはじめとする整備は武庫川にとって永遠のテーマである。

横断構造物の究極の姿はダムとなるが、これは流域委員会発足当初からの最大の課題であり、新規ダムについての環境問題は特別に取り上げられることが決まっているので、ここで議論すべきではないと考える。

[参考資料]

- 第 2 回環境 WG 資料 4(岡田)
- 第 8 回環境 WG 資料 3 - 1 (岡田)
- 第 8 回環境 WG 資料 3 - 2 (岡田)

第 8 回環境 WG 資料 6 (草薙)

第 1 1 回環境 WG 資料 4 . 1 (伊藤)

第 1 1 回環境 WG 資料 4 . 2 (伊藤)

[引用資料]

尼崎市役所：尼崎市史、第 2 巻 4 農業水利刊行の形成

池田徳誠：六樋、尼崎武庫川六樋合併 5 0 周年記念実行委員会 1978 年 11 月 23 日

草薙芳弘：武庫川からの農業用水・六樋の取水機構模式図 平成 3 年 8 月 10 日

汽水域の河川環境の捉え方に関する手引き書

(<http://www.mlit.go.jp/river/kankyuu/kisuiiki/pdf/print.pdt>)

大阪教育大学 HP : <http://www.bur.osaka-kyoiku.ac.jp/> (朝日新聞 060203 大和川に天然アユ遡上)

朝日新聞：9705152 新設した魚道アユの姿なし 建設省批判受け改修へ

農業施設等のご紹介 - 河川内施設(全面魚道床止め工) 安曇川地区

(<http://www.pref/g/kchi/sinsetsu/kosei/adogawa01.html>)

岩波新書：アユの話(宮地伝三郎)

1:H16.5 月汽水域の河川環境の捉えに関する手引き書 (A4 x 163 頁)

<http://www.mlit.go.jp/river/kankyuu/kisuiiki/pdf/print.pdt>

2. 大阪教育大学 HP : <http://www.bur.osaka-kyoiku.ac.jp/>

(朝日新聞 06.02.03"大和川に天然アユ遡上")

3. 朝日新聞記事：97.5.15 "新設した魚道アユの姿なし 建設省批判受け改修へ

4. 農業水利施設等のご紹介 - 河川内施設(全面魚道・床止め工) 安曇川地区

<http://www.pref/g/kchi/sinsetsu/kosei/adogawa01.html>

5 武庫川流域委員会第 2 回環境 WG 会議 資料 4

第 5 回環境 WG 会議 資料 - 2 その他

鮎の習性については多数の著書がある。ex. 岩波新書「アユの話」(宮地伝三郎)

(2) 魚道と床止め工など

武庫川にある工作物が生物の生息や環境に大きな影響を与えることがあり、構造物設置また工事に当っては十分に配慮する必要がある。

(井堰、床止工と魚道)

武庫川下流には 22 箇所の井堰、床止工などの横断構造物があるが井堰に見られる転倒堰、床止工に見られるアーチ式構造物は魚類の遡上にとって支障となるケースが多い。

転倒堰の魚道は傾斜型または全面越流型であるが魚道に水が流れていないことが多く、構造の問題か、管理の問題か対策が必要である。またアーチ型床止工は多くアイスハーバー式魚道を中央部に設けているが下部の洗掘、土砂の堆積などにより機能していないものが多い。

今後は河床、土砂、魚道の状況把握などについて十分な管理を行い、魚道の十分な機能発揮を望みたい。

(堤防・高水敷のり面の構造)

武庫川本川の堤防および高水敷のり面は一部を除いてブロック積みとなっているが、生物の棲みかとして、また景観上も検討が必要である。例：植生被覆など

(木枠水制工の採用)

武庫川下流部では木製水制工が採用されているが、今後もこの方針は継続してほしい。

(淵、瀬、ワンドの配置)

低水路の改修時は淵、瀬が撤去されているが(洪水により自然形成される)流水路の蛇行などにより淵、瀬の形成促進を図ることが水中生物のために必要である。三田市内のように河床が岩である部分では平滑に掘削されているが、ここに淵、瀬ができるような工事を行うことが必要である。また高水敷周辺に強制的にワンドを作ることも検討の要がある。

(農業用排水口)

河川改修により低水路が掘削されると農業用排水口と河床との段差ができ生物の移動が阻害される。生物の移動が容易な構造が望まれる。

(3) 護岸などの構造物

- ・ 水の浸透が阻害される護岸や河床で、一般に2面張り、3面張りと呼ばれる水路上の河道は、夏期の水温の上昇、地下水への涵養阻害、水生生物の生息環境への影響、景観の悪化など、多くの問題を有する。治水上、水の疎通能力を上げる工法と良好な水環境を保全する立場とが矛盾する。
- ・ 水辺へのアプローチの問題。
- ・ 農業取排水口、本川・支川の接続などに関わる問題。
- ・ その他

〔会議資料〕

第2回環境WG資料4(岡田)

第8回環境WG資料3-1(岡田)

第8回環境WG資料3-2(岡田)

第8回環境WG資料6(草薙)

第11回環境WG資料-4.1(伊藤)

第11回環境WG資料-4.2(伊藤)

〔引用資料〕

草薙芳弘：武庫川からの農業用水・六樋の取水機構模式図、平3.8.10

尼崎市：尼崎地域大事典、四 農業水利慣行の形成、pp.582-607、平3.3.31

4. 健全な水循環系の形成

4.1 水循環の概念と適用

(1) 水循環の概念

「健全な水循環」の概念の始動契機は「環境政策大綱」(1994)および「河川法」の改正(1997)にあるとみられる。更にこの概念の共通の認識が持たれたのは関係省庁連絡会議による「健全な水循環系構築に向けて(中間取りまとめ)」(1999)以降である。健全な水循環系の定義は「流域を単位として、一連の水の流れの過程において、人間社会の営みと環境の保全に果たす水の機能が、適切なバランスの下に、共に確保されている状態」をいう。

この概念のもと、水資源計画、総合治水計画、環境保全計画等において森林、農地、河川、

水道、下水道など様々な分野の施策で水循環系を総合的に捉えた取り組みがなされてきた。健全な水循環系の構築に向けた対応策として

- 流域の貯留浸透・涵養能力の保全・回復・増進（水を蓄える、水を育む）：森林の適正管理、農地の保全・利用、都市緑地整備、雨水貯留浸透施設整備等
- 水の効率的利活用（水を上手に使う）：節水、雑用水利用、回収利用、用途間の水転用、既存施設の活用、地下水の適正利用等
- 水質の保全・向上（水を汚さない、水をきれいにする）：汚濁負荷の発生源対策、汚水処理施設整備、高度処理、取排水地点の再編等
- 水辺環境の向上（水辺を豊かにする）：都市・集落内の水面確保、河川等の維持流量・環境用水の確保、水辺の保全等
- 地域づくり、住民参加、連携の推進（水との関わりを深める）：洪水被害の拡大を防ぐ地域づくり、上下流連携・協力、水文化の保存・再生等

などにまとめられる。武庫川流域においても流域の一貫性を常に視野に入れ、上中下の流域の自然特性、土地利用、社会活動、生活環境の特性を理解しつつ健全な水環境の形成を目指さなければならない。

（２）水循環の評価視点

武庫川流域のあるまとまった空間の分類としては 土地利用別空間（森林、農業、市街地等の地域） 政治的空間（市町村別空間） 地域活動空間 局所的地域 等にわけられる。必要に応じてこれらの空間で健全な水循環系を構想する場合の評価項目は、以下のようなものがある。

1）物理的、水文的事象からみた水循環の視点

- ・ 連続性：水の流れ、土砂の輸送、生物生息の連続性、あるいは断流、断続の状態を評価する。
- ・ 水収支：地域の水の流入・流出のバランス、およびその水量・水位と流動過程の正常さを評価する。流入・流出の項目については4.2で説明している。
- ・ 熱収支：微気候の変化、ヒートアイランドを評価する。
- ・ 物質収支：特に水質の状態に関わる水質項目を評価する。

2）生活、社会活動からみた水循環の視点

- ・ 水循環再生の評価対象：湧水・地下水、再生・再利用の対象となるせせらぎや古井戸、整備の対象となる農業用水路、浸透性対策、散水運動、各種親水活動、都市公園親水、雨水利用など
- ・ 治水事業としての河道整備における健全性の評価対象：前項の水や土砂の「連続性」との関連で対応する事項（低水事業、流路工、護岸工、法面工、落差工、床止工、水制工など）、多自然型工法、近自然工法

（３）武庫川流域への適用

1）健全な水循環の形成の立場から

下記のような検討が必要である。

- ・ 森林域と水循環：保水性の維持・向上のための森林管理手法の検討、流出抑制に貢献

する森林管理のあり方の検討と実践、土砂流出抑制機能を活かす森林管理の検討、水質浄化機能の実態把握とそれに貢献する森林管理の検討、森林生態系の保護と保全に資する調査と森林管理の検討

- ・里山と水循環：里山原風景に対応した積極的な水路の導入
- ・農地と水循環：水田から地下水への涵養力の検討と促進、循環性を高める地下水利用の検討
- ・溜池と水循環：滞留性の検討と利用可能性の向上
- ・ダム貯水池と水循環：滞留性の検討と水質環境の保全、特に富栄養化問題に対する検討
- ・水源確保と水循環：小規模水源の開発と循環性の促進、特に地下水の開発
- ・都市と水循環：都市河川の水質保全と流量確保、上下水道システムにおける送水ネットワークと取排水地点の適正性、雨水貯留・各種貯留とその利用、浸透性舗装等と循環性の促進、各種処理水の雑用水（註）への再利用、浅層地下水（不圧地下水）の積極的利用と循環性の促進

（註：都市における雑用水とは、通常、水洗便所用水、散水用水、修景用水、親水用水、冷却補給用水、洗車用水等をいう。この内一部は環境用水として分類されることがある。また、危機用水もあるが雑用水とは若干異なった分類になる。）

2) 水環境の健全性の評価

「水環境」の評価視点を考える場合には、水環境が持っている状態を評価する立場からは脆弱性と頑強性、緩衝性、環境容量、安定性、回復性と不可逆性、自然性・多様性などの視点がある。また水環境の利用価値を評価する立場からは接近性、満足性、快適性、利用性・利便性、経済性（生産性）、教育性、住民参加と協働性などの視点がある。

健全な水循環は、当然良好な水環境を包含する。水環境の健全性ともいうべき視点からの評価も必要である。これに関しては最近環境省調査事業として「水環境健全性指標」の試案がでたので（会議資料）、これに沿って以下に検討する。

これまで水環境をどのように評価してきたか、という問いかけに答える形で、5つの評価軸を設定する。すなわち

- ・自然はすがた：どれくらい自然な状態を維持しているのか
- ・ゆたかな生物：生物にとってすみやすいのか、生物がみられるか
- ・水の利用可能性：この水はきれいなのか、どんな利用ができるのか
- ・快適な水辺：どんな水辺だったら心地よいと感じるのか
- ・地域とのつながり：わたしたちの暮らしと水辺はどれくらい関係があるのか

また、各評価軸の意味を考え、それぞれ具体的な調査項目を5～6設定して5段階の評価点をつけさせる。これによってレーダーチャート図として表現し、対象地点や流域の水環境の特性を評価する。対象地点は河川に沿って適地を選定し、被験者の評価結果を総合的にまとめるものとする。具体的な実施計画は、まちづくりワーキンググループの提言内容とも整合をとり、地域の自治体や組織の協力と共に検討されるべきと考える。

3) 水循環アセスメントの必要性

一定規模以上の開発事業に関し、上述した事項について総合的に検討することは、取りも直さず武庫川流域の水循環健全性に関する「水循環アセスメント」を行うことにほかならな

い。特に重要視している健全な水循環系の形成にさして、その開発事業計画が適切かどうかは長期にわたる流域の保全に是非とも必要である。この実施にあたっては、専門家によってより詳細に検討することが必要である。

〔会議資料〕

第10回環境WG参考資料((社)日本水環境学会(環境省事業):水環境健全性指標、2006

〔参考資料〕

1. 健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議：健全な水循環系構築に向けて(中間とりまとめ) 平成11年10月
2. 国土交通省土地・水資源局水資源部：我が国の水資源
3. 国土交通省土地・水資源局水資源部：平成 年度 日本の水資源
4. 環境省環境管理局大気・水環境部：水環境行政のあらまし
5. 環境省：平成 年度 環境白書
6. 兵庫県：平成 年度 環境白書
7. 高橋裕、河田恵昭編：岩波講座・地球環境学7，水循環と流域環境、岩波書店、1998

4.2 流域社会における水利用形態

(1) 水利用の種類

- ・生活用水 = 上水道 + 下水道 (一部に井戸利用が残る)
- ・一次産業の水利用 = 林業, 畑作, 稲作
- ・二次産業の水利用 = 食品産業, 繊維産業, 機械産業, 電子産業など

(2) 生活用水の循環の健全性

今やほとんどの家庭, 事業所で, 生活用水は蛇口から現れ, シンクから消え去る。つまり川または地下水からの取水 浄水 配水 水消費 排水 下水道 浄水 川 の循環の中のほんの一瞬だけが一般人の意識の中に留められるに過ぎない。生活用水の循環が健全であるためには, 一般人がその循環のすべてを意識すること(もう一つの親水性?)が必要ではなからうか?

理想的には, 生活用水は地域環境の中にある川や帯水層から取られ, 地域環境で使われ, 再び地域環境に戻される(近い水)という循環が望まれる。当然水は環境に優しい形で川に戻される。取水された水と返される水は水質が同一ではないが, 上記のような使い方がされる限り, 「水は使えば使うほどきれいになる」という理想論が現実のものとなる。つまり, ヒトにせよ, 他の生物にせよ, 水を使って生き, 使った後の水を下流のヒトや他の生物が使うという連鎖の中で, 水質は進化し(富栄養化することが多いが), それに応じたヒトと他の生物の生活(生態)もまた上流から下流への地理的な連鎖を形作り, 全体として流域スケールでの水循環と調和している。生物個体としてのヒトの生活形態(生態)は上流と下流でそれほど変わり得ないが, 地域社会と川との関わりは上流から下流へと変化している。

このような調和を破る要因として, 「遠い水」と水の不適切な使い方(ないし不適切な処理法)が挙げられる。そして遠い水を使う場合は使い方や事後処理(下水処理)が無責任になりやすいので, 両者は独立ではない。遠い水には, 武庫川の水をよそに持って行くという形態と

よその水を武庫川流域に導いて使うという形態があるが、本質的な違いはないだろう。遠い水を使って、かつ健全な水循環を実現するためには、少なくとも、流域界をこえた地域連携が必要である。

(3) 農林業の水利用と水循環

森林（人工林も自然林も）と畑の植物は原則としてそこに降った天水をいったん地中水（土壌水＋地下水）として貯留し、水質的に調整され、栄養塩を含んだ水を飲み、蒸散する。余剰の降水は地表水または地下水の形で水系に供給する。すなわち、森林と畑の植物は降水の一部を消費すると共に、他の一部を有用な水資源に加工する。しかし通常、森林と畑の水利用は水利権の対象にはならない。

武庫川では事実上水田だけが川からのかんがいが必要とする。水田はかんがい水＋降水の一部を蒸散し、残りは排水路を通じて河川に返すか、地下水を涵養する。用排水路は親水空間を作り出すほか、農業用の用水路から水道用水（工業用水も？）が取水されることもある。水田利水は、用排水路と水田面が環境の一要素になっているという点で他の形態の利水と大きく異なる。他流域であるが、豊岡地方の農家はコウノトリの生育を助けるため、米の生産を多少犠牲にしても、水田にドジョウなどが生息するように努めている。その結果、そのような水田運用が環境に優しい水田を作ることになり、米の品質が向上したほか、コウノトリだけでなく、ヒトの絶滅を防ぐ効果も生じたことが新聞等で報道されている。すべてがこのようにうまく行くとは限らないが、水田の水利用は流域環境の改善に多大の可能性を秘めている。この可能性を顕在化させることによって、水田の社会的評価が高まり、農家の環境改善努力に見合う経済的、精神的報酬が返されることが期待される。

漁業における水利用（川の中での漁業、養殖漁業）については省略する。

(4) 二次産業における水利用

食品産業では水を原料とすることがあるが、水利用に占める割合はわずかであろう。ほとんどの場合、環境から遮断された場での水利用であり、用排水路も管路に依っているため、流域環境とは無縁の水利用になっている。その結果、取水と排水において近い水であっても遠い水であっても、法的規制さえ守れば良いとの感覚に陥りやすく、流域社会や流域環境にとっては有害であっても決して有益ではない水利用形態と見なされてしまう。このような閉塞状況を打破するためには、産業の地域社会における位置づけから見直して行く必要がある。また河川管理者が水利権を付与・更新するに際しては、水利権の行使が環境に与える影響を考慮し、できるだけ環境価値の大きい形にして行く可能性を模索すべきであろう。この場面でも流域住民の参画と協働が求められる。

4.3 上下水道および水収支

(1) 上水道

) 水道供給ネットワークの整理

流域各市の上水道は別紙に見られるとおり、ダム水、井戸水の自己水源のほか、淀川水系を中心とする阪神水道企業団（阪水）、兵庫県企業庁（県水）からの供給を受けているが、自己水源は有限であり、他からの供給水源は供給約定の範囲内であるため、湯水時の対応、今後の人口減少、節水の浸透に伴い、市単位の小規模の経営は益々厳しくなってくるものと考えられる。また歴史の古い市での設備の維持管理・改良等に対する対応も迫られている。

表 流域各市上水道水源別依存率（％）

市名	自己水源	阪水	県水
三田市	23.7		76.3
神戸市	3.6	84.5	3.5
西宮市	29.7	62.6	7.7
宝塚市	88.3		11.7
伊丹市	46.2	51.3	4.5
尼崎市	11.7	87.7	0.6

（注）各市水道統計表他より

このため、流域各市の上水道ネットワークの形成は必須となり、阪水、県水及び隣接各市間の連絡管の設置などを行うことを県主導で検討する。

これの実現のためには、阪水、県水、各市間の水道料金の格差、連絡のための施設費などがネックとなるが、県の支援を得ることを含めて検討が必要である。

）水道供給地域の需給状況の整理

県営三田浄水場及び流域各市の上水道の需給状況は別紙のとおり、人口減に加えて、節水等による一人当たり給水量の減少により、各市の需給状況は緩んできているのは明白である。今後の人口変動、節水思想の浸透に伴う水需要の動向を把握して、将来計画を策定することが必要である。

表 流域各市上水道関係指標の動向（指数）

市名	人口	年配水量	一人当たり	備考
三田市	1.19	1.15	0.93	平成6年/平成16年
神戸市	1.00	0.92	0.89	平成16年/過去最大時
西宮市	1.12	0.90	0.80	同上
宝塚市	1.06	0.89	0.89	同上
尼崎市	0.83	0.78	0.85	同上

（注）各市水道統計表より

）近年の需給バランスの経緯と問題点の指摘

近年の渇水状況は、昭和42年度、平成6年度に見られるが、年次的には前表に見られるように一人当たり配水量の減少に伴い、年間配水量は最高時に比して10%前後の減少を見せているので、ダメージはかなり減少していると思われる。

しかし、市毎に見ると自己水源、県水、阪水などへの依存状況が異なり、渇水によって受けるダメージは異なって来ている。水源の多様化のためのネットワーク化が必要となって来ている。

) 総合治水の概念における水道の効率的利用の提言

人口減、原単位低下、節水、水のリサイクル・リユース、給水システムの合理化・広域サービス化、など

(2) 下水道

) 下水道の普及と地域特性

昭和期にいたり、武庫川下流沿川は阪神間の地理的好条件地として、急速に都市化が進み人口密度が著しく増加し、あわせて河口域では大企業の集中化もともなって、膨大な資産を許容する文化・産業圏が誕生した。兵庫県は、過去の再三にわたる武庫川氾濫被害の教訓をもとに、堤内への洪水災害を最小限に防ぐため、川の流れを可能な限りの直線化と堤防強化・嵩上げ、かつ河川用地をなるべく最小限として、大量の水をいち早く流すための、最も効率的な河川改修の川づくりを行い、その後も補強工事を踏まえながら今日に至る。

武庫川下流域の、尼崎市と西宮市の国道2号線以南域は、特に地盤高が非常に低い地域である。昭和30年代までこの地域、特に尼崎市域の大企業は、自社の工業用水として地下水を大量に汲み上げ、それによって地盤沈下が進行し、ゼロメートル地帯をもたらした。

その結果、日常降雨はもとより家庭排水においても、自然排水がスムーズに得られにくい地域もあり、豪雨においては、内水浸水災害の危険地帯も存在する。

) 異常降雨時の下水道機能

平成16年10月、23号台風による洪水で南武、常松、瓦木の各ポンプ場からの雨水放流量記録により、大降雨時の市街地からの下水道機能のきのうの限界が読みとれる(会議資料)。

下水道計画はおよそ1/5確率年対応の設計でなされるが、甲武橋既往最大ピーク流量2900m³/sに対して低平市街地の十分な雨水排除ができなかった。基本高水4700m³/sに対して十分な下水道施設と雨水排除の施策が必要。

現在、武庫川下流に関連する下水道浄化処理施設とその管理には、兵庫県下水道公社の広域市域(宝塚市・伊丹市・西宮市・尼崎市)区と、尼崎市の大庄の2区分の処理施設が稼働している。

町に降った雨は道路側溝などを通じて下水道管に流入し、家庭や事業所からでてくる汚水も、勾配をつけた下水道管でそれぞれの中継ポンプ場や伏越室に集積する。そこで土砂やごみを除去したのち、武庫川下流浄化センター処理場へ送水し、きれいな水にして川や海へ戻している。

平成16年10月の23号台風など異常降雨による洪水時には、下水道管を通じて各処理施設に集積した下水は、下流の武庫川下流浄化センターへの送水管、ならびに浄化センターの処理能力不足のため、雨水と下水を合流しそれぞれの中継ポンプ場から、武庫川へ放流している。

現在の各下水道の施設能力は、6年確率降雨(46.84mm/時:60分降雨継続時間)である。したがって、それ以上の確率年降雨(河川では30~100年確率降雨)に対しては、施設能力不足のため集積と排水機能が滞り、なんらかの堤内浸水が生ずることが想定される。よってこ

の地域はもとより、流域全体の下水道施設の能力の見直しと、地域ごとの雨水排除(地下貯留なども含む)の施策が必要である。

[参考資料]

第3回環境WG 資料 2 (草薙)

) 流域の下水道ネットワーク **【伊藤】【村岡*】(0.5頁)**

武庫川流域の下水道は都市部では県営広域下水道(武庫川上流下水道、武庫川下流下水道)で処理され、西宮市・尼崎市南部は都市下水道、農村部は農業集落廃水処理施設、コミュニティプラント、浄化槽でほぼ100%処理されている。

問題点として

広域下水道による河川正常流量の障害(三田市内～道場の武庫川、宝塚市より下流の武庫川)

古くから設置されている下水道管は雨水と下水が流れる合流式になっている。(洪水時に汚水処理能力が不足するため、未処理水が放流される)

武庫川下流浄化センターからの排水が大阪湾に直接放流され、武庫川に還流されない。西宮市・尼崎市都市下水も大阪湾に直接放流。

農村部の下水処理は浄化槽、コミュニティプラント、農村集落廃水処理施設で行われており、廃水基準が緩くなっている。

武庫川広域下水道処理実績として上流浄化センターおよび下流浄化センターの平成元年からの推移記録がある(会議資料)。この実績より、武庫川上流浄化センターの増設計画を見なおし、増設用地の有効利用が可能である。

[会議資料]

第3回環境WG 資料 - 2 (草薙)

第27回総合治水WT 資料3 (伊藤)

(6) 水収支

- ・ 各市単位の年間水収支と水循環の特徴をまとめ、健全性を診断する。
- ・ 武庫川流域の水収支と水循環の特徴をまとめ、健全性を診断する。

4.3 モニタリング

- ・ 河川に沿う水理量、水質のモニタリングのあり方を検討し、適正な河川環境管理に関し提言する。
- ・ 流域の水文量(地下水をふくむ)、環境質(森林、農地、ため池等)のモニタリングのあり方を検討し、適正な流域管理について提言する。

5. まとめ

[会議資料]

[引用文献などいろいろ]