

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

目 次

1. 前 文

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
- (2) 場所に応じた川づくり
- (3) 戦略的な整備に向けて

2.2 森林の保全

- (1) 森林保全の考え方
- (2) 森林生態系と川との関わり
- (3) 森林による水源涵養（保水）
- (4) 森林の水質安定化作用とその評価
- (5) 武庫川流域の森林の現状
- (6) 森林保全の推進のための方策

2.3 正常流量のあり方

- (1) 基本的な考え方
- (2) 河川整備基本方針に定める正常流量について
- (3) 河川整備基本方針に関わらない適正な流量

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
- (2) 検討課題

3.2 下流域の主要な構造物

- (1) 農業用井堰等
- (2) 井堰および床止工
- (3) 魚道および関連する床止工
- (4) のり面および流路工など
- (5) 護岸などの構造物

4. 健全な水循環系の形成

4.1 水循環の概念と適用

- (1) 水循環の概念と武庫川流域における原則
- (2) 健全な水循環系の構築に向けた対応策循環の評価視点
- (3) 水循環の評価視点
- (4) 武庫川流域への適用

4.2 流域社会における水利用特性

- (1) 流域社会からみた水利用の実態
- (2) 生活用水の循環の健全性
- (3) 農林業の水利用と水循環
- (4) 第二次産業における水利用
- (5) 環境用水または雑用水としての水利用
- (6) 上流域・下流域の利水の実態

4.3 上下水道および水収支

- (1) 上水道
- (2) 下水道
- (3) 水収支
- (4) 水収支と水循環に関わる提言

4.4 土砂の収支

- (1) 環境からみた土砂収支の重要性
- (2) 総合的な土砂管理の必要性

4.5 水質

- (1) 武庫川における水質の現状と問題点
- (2) 水質の保全に関する提言

4.6 モニタリングの意義と必要性

4.7 水環境総合アセスメントの提案 例示的考察

- (1) 水環境総合アセスメントとは
- (2) 評価指標について
- (3) 総合モデル

5. まとめ

〔添付資料〕

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」(参考資料)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) 場所に合った川づくり

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、場所に合っ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(案)」を最大限に活かすことにした。

「武庫川健康診断図(案)」(会議資料)

「～川健康診断図」とは、広域的な視点から河川環境を評価することを目的に、兵庫県県土整備部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合った対策を考え、河川改修に役立てることを目指している。水系全体を視野に入れた課題の提示や整備のポイントを示すことから、地先で行われる個別の河川改修に先立つ、より上位の政策に対して戦略的に環境アセスメントを考える上で重要な資料となる。

「武庫川健康診断図(案)」は、「武庫川水系武庫川ひょうごの川・自然環境調査業務」(平成16年3月、兵庫県阪神北県民局三田土木事務所)の調査結果にもとづき、平成17年度に作成された。

「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(案)」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。

(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。そのための具体的な提案として、「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（潮止堰、床止工、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」（会議資料）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再生が無理な場合には、「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）

〔2.1の会議資料〕

会議資料 第4回環境 WG 資料 - 1川づくりアトラス「武庫川の健康診断図（案）」平成18年2月：兵庫県）

会議資料 第37回流域委員会資料4

会議資料 第14回環境 WC 資料4 - 2（浅見）

会議資料 第42回流域委員会資料2 - 12（浅見）

〔2.2の参考資料・参考文献〕

兵庫県県土整備部土木局河川課河川計画室：ひょうごの川・自然環境調査マニュアル、平成14年3月

2.2 森林の保全

(1) 森林保全の考え方

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述べる。(参考資料 (註:会議資料 と同じ))

森林の影響は数年間、数十年間、および数百年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、視覚的效果(景観効果)が顕著であるが、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。残りは樹幹流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。(会議資料)

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二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必要がある。

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-} 、 HCO_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する項目として（いわゆる活性物質として） NO_3^- 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 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（参考文献）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（参考文献、参考文献））

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、渓流水質測定地点、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。

（５）武庫川流域の森林の現状

武庫川流域の森林は流域面積 500km^2 のうち 313km^2 、63%（県全体では約 68%）を占めており、人工林はその 11%（県全体では 42%）、その他は二次林などである。この人工林も一部の地域で生産森林組合などが林業を営んでいるが（註）、その面積はあまり大きくない。（会

議資料)

(註) 神戸市：有野更正農協、上唐櫃林産農協、下唐櫃林産農協

西宮市：名塩財産区、徳風会

三田市：乙原生産森林組合、母子生産森林組合

篠山市：南矢代生産森林組合、波賀野生産森林組合、後川地区など

流域の大部分を占める二次林や人工林の一部は林業生産ではなく資産保有を目的としていることが多く、かつての燃料、肥料などの供給源としての里山林はその用が失われてしまっている。また流域内は兼業農家が多く、林業の担い手の高齢化により森林の荒廃化が進んでいる。この中で公的な里山林整備および市民ボランティアによる里山林整備が進められているが、この面積はまだわずかである。

流域の森林は阪神間の人口集積地に近く、交通の便も良くなり、地形も緩傾斜の丘陵が多かったため、開発が急速に進んできた。

他方、都市圏に近い二次林はハイキングや保健休養の場として多くの市民が訪れている。

これらの森林は今後とも市民の憩いの場として、保健休養の場として維持していくことが肝要である。

流域内の保安林、国有林の状況は次のとおりである。

表 1 流域内保安林の状況 (国有保安林を含む)

保安林の種類	面積(ヘクタール)
水源かん養保安林	4,185
土砂の流出防備保安林	2,045
土砂の崩落防備保安林	24
航行目標保安林	81
保健保安林	13
風致保安林	104
計	6,359

表 2 流域内国有林の状況

市名	国有林面積(ヘクタール)
神戸市	799
西宮市	248
宝塚市	320
三田市	408
篠山市	506
計	2,281

(註) 市単位の集計であり、他流域を含む

(註) 添付資料 1 . 武庫川流域森林図 2 . 武庫川流域保安林図

(6) 森林保全の推進のための方策

総合治水の効果算定において、森林の改善による治水効果は数値化しないことになったが、森林の治水効果が否定されたわけではない。治水効果をはじめ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) 宝塚新都市事業計画区域に対する適切な維持管理の実施

武庫川流域約 500km²のうち約 9%、4,500ha を宝塚北部地域が占める。この宝塚北部地域の約 1/3 の 1,518ha が宝塚新都市の計画区域である。宝塚新都市事業計画は、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配慮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二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り、実質的には事業は頓挫している。計画区域 1,518ha の約 80%の山林は兵庫県が所有しているが、そのうち約 12%にあたる 194ha については、現在里山林などの整備が行われているが、残りの山林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て利用可能水量が 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基底流量の減少という、治水・環境・利水上の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る以上、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などとして活用することを検討する必要がある。(会議資料)

3) 森林の転用、乱開発から守り保全するための方策

) 保安林指定等による開発抑制と森林整備への公的資金の投入

森林法に定める保安林(第 25 条)は森林の機能を確実に発揮するために設けられた制度である。武庫川流域の保安林の現状は前に述べたとおりであり、流域森林面積の約 13%(森林面積の 20%)になる。保安林は武庫川のような二級河川では県知事の権限で指定、解除が行うことができるので、積極的に保安林指定を行い、森林の公益的機能の維持拡大を図るべきである。

保安林指定により、森林開発の抑制、森林整備が公共事業で実施され健全な森林の育成ができる等の効果が期待できる。

また「六甲山系グリーンベルト整備事業」(会議資料)のように都市計画で緑地保全地区(グリーンベルト)指定され、開発抑制が行われており、公的買取も行われているので、このような制度の拡大が望まれる。この制度の目的は、以下のとおりである。

- a) 土砂災害の防止
- b) 都市のスプロール化防止
- c) 良好な都市環境、風致景観、生態系および種の多様性の保全・育成
- d) 健全なレクリエーションの場の提供

）森林の機能増進を図るための公的管理の推進

兵庫県では、森林は県民共有の財産であるという理念の下、次のような「新ひょうごの森づくり」(平成14～23年度)が推進されるとともに、平成18年度から県民緑税が導入され(5年間)森づくりなどに公的支援がなされることになっている。これらの公的支援策も総合治水に視点を置き農林部局と河川部局と十分に調整の上、投入することが必要である。

ア) 公的関与による森林整備

- a) 森林管理100%作戦 人工林の間伐実施、伐採後放棄地への広葉樹主体の植林他
- b) 里山林の再生

イ) 県民総参加の森づくり

- a) 森への理解と関心を高める普及啓発 森林環境教育の推進、イベント開催
- b) 森林ボランティア育成1万人作戦 森林ボランティア養成・活動地あっせん他

以下は県民緑税の活用策(災害に強い森づくり)(参考資料)

- a) 緊急防災林整備(人工林主体)
- b) 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備
- c) 里山防災林整備
- d) 野生動物育成林整備

(註) 添付資料 災害に強い森づくり(兵庫県パンフレット)

）森林の転用に起因する問題を解決するための方策

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踏まえ、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。現在規制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つく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。

）森林の増加を促進するための方策

二次林や人工林を新たに造りだすことは、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、このような施策を実現するため都市計画の逆線引きなどを検討すべきである。

〔2.2の会議資料〕

- 第8回環境WG資料5-1(奥西)
- 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45回流域委員会資料5-2(加藤)
- 第29回流域委員会資料3-3(田村)
- 第15回環境WG資料9-1(伊藤)

〔2.2の参考資料・参考文献〕

- 日本学会会議：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
- 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

犬伏和之・安西徹郎編：土壌学概論、p.4、朝倉書店、2001
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
兵庫県農林水産部：新ひょうごの森づくり
兵庫県農林水産部：災害に強い森づくり - 「新ひょうごの森づくり」の新たな展開
国交省六甲砂防事務所、兵庫県県土整備部：「六甲山麓フェニックスの森づくり」
兵庫県農林水産部：「災害に強い森づくり・県民緑税の活用・」

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 ）(註)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。

(註) 河川管理者提案の正常流量：正常流量を設定する代表地点を「生瀬橋」とし、算定した維持流量に水理流量を考慮して、代表地点の正常流量を最大で $1.49\text{ m}^3/\text{s}$ とした。この値は過去10年の生瀬橋地点の渇水時流量 $1.43\text{ m}^3/\text{s}$ ($1/10$ 渇水流量)をほぼ満足するとしている。

なお、武庫川らしさを最もよく表現する中流域の渓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、渓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、澗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止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、青野ダムと千苅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、ミクロには附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)このように、今直ちに配慮することは困難であるが、将来、多くの観測地点の測定値をもとに、正常流量をより適切に設定していくことが必要である。

）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法を検討すること。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。

〔2.3の会議資料〕

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 潮止堰

(1) 潮止堰の現況と問題点

潮止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(H4)年で、それまでは通常の床止工であった。1955(S30)年頃の高度成長期時代に大阪湾沿岸一帯で地下水の過剰汲み上げによる地盤沈下が深刻な社会問題となり、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なくなっていると判断される。

堰は直立時の高さが0P+2.35mで、通常は直立しているため、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放流しているので、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にとっては、潮止堰より約1.7km上流の二号床止工下流の水深が浅く、遡上の障害となっている。更に上流の生瀬付近は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く差がある。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。潮止堰付近に住んでいる高齢者の方々は、数十年前はウナギの稚魚(シラス)が当時の床止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。

潮止堰の兩岸には魚道が設置されているが、これによりどの程度水生生物の回遊や遡上が助けられているかは確認していない。これより上流でアユの大量遡上が確認されていないことから推察すれば、より十分なモニタリングが必要であると思われる。

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実害は極めて限られたものと思われる。

潮止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、平常時の満潮には期待通り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、高潮対策としての機能は持っていない。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。

今後の河川整備計画による影響は色々と考えられるが、潮止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間と共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。ただし、その前には十分綿密な計画を立て、上流の阪神電鉄鉄橋から二号床止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。河川整備基本方針レベルでは、大規模な河道掘削や引堤等本格的な河道対策が行われる。このとき潮止堰は水深が極めて大きくなるため根本的な改築が必要となり、廃止も視野に入れた検討が必要になる。河川整備計画では転倒によるデータ収集をもとに運用の再検討によって洪水疎通能力と環境改善を図る余地がある。

(2) 検討課題

潮止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検討した。潮止堰はもとと同じ位置にあった床止工を撤去して、その位置に転倒堰として更新設置されたものだが、堰全体を撤去するかの判断を下すには、実態把握や検討すべき課題が多く、それには必要な資料が十分でない。そのため、河川整備計画の実施期間である20～30年を視野に入れ「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、すでに述べたとおり、転倒堰の撤去は以下のような重要な問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。

海水侵入に対する地下水塩水化防止機能は、地下水利用の実際に照らして今後も重要と考えられるか。

潮止堰は洪水時の安全性を十分に果たしているか。

土砂の堆積や流送がどのように把握されているか、また潮止堰がどのような機能を果たしてきたか。

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、現状でできる運用面の検討、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。

3.2 下流域の主要な構造物

(1) 農業用井堰等

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・高水敷の拡張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至であるが、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。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、併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。

(2) 井堰および床止工

潮止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工・井堰が 10 箇所以上ある。逆瀬川合流点付近には帯工(落差のない床止工)が数箇所あるが、この方が川の生態系保全の面からは適切であると考えられる。今後の河川整備計画については、約 30 年の間は潮止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、したがって河床掘削も限定的になると思われるので、回遊性生物の遡上は現状と余り変化がない(他の条件を考えると却って悪くなるのではないかと)と推定される。

一方、潮止堰・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、治水面上では好ましくないとみられても、水辺景観のためには今後の存続には検討が必要である。六甲山系から武庫川水系に流出する土砂の量は砂防体制が取られているとはいえ、まだかなりの量に達している。航空写真でも河道に堆積している土砂の量は膨大で、河道浚渫は環境とのバランスを考えながら継続する必要がある。

(3) 魚道および関連する床止工

下流域の井堰にみられる転倒堰、床止工にみ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。すなわち、数十年前のように天然アユが生瀬付近まで遡上するためには、まだかなりの障害が存在するとみられる。堰(落差工)を併設した床止工には魚道が設置されているが、あまり効果的でないように思える(堰の高さ 2m として勾配 1/20 とする

と魚道延長は 40m となるが、これぐらいの勾配の魚道は設置されていない。国内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のなかったものもある。

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。

このように、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、構造物設置または工事に当たっては十分に配慮する必要がある。

(4) のり面および流路工など

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。例えば、植生被覆なども専門家の意見を聞き検討されるべきである。

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。

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造ることも検討の必要がある。

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。

(5) 護岸などの構造物

護岸は洪水を安全に疎通させるための重要な構造物であるが、一般に 2 面張り、3 面張りと呼ばれる護岸や河床をもつ河道は、水の浸透が阻害されるため、夏期の水温の上昇、地下水への涵養阻害、水生生物の棲息環境への影響、景観の悪化など、環境上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は相矛盾するすることが多いが、双方に期待されることを両立させてこそ総合治水の概念が活かされるので、今後十分な検討を要する課題である。

本川、支川の合流点、農業用排水路の接続点なども同様の課題が生ずるので、留意すべきである。また、根固工、水制工なども洪水に耐える構造であることは必要であるものの、自然の材料を活かし、かつ生物の生息に良好な場が提供できるような工夫を積極的に取り入れていくべきであろう。

[3 の会議資料]

- 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 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)

[3 の参考資料・参考文献]

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

4 健全な水循環系の形成

4.1 水循環の概念と適用

(1) 水循環の概念と武庫川流域における原則

「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。

この概念のもとに、武庫川流域における水循環系の健全性確保に向けた原則『武庫川水系の水は使用後に再び武庫川水系に戻す』を提案する。すなわち、水系は雨水の涵養および流出の過程が流域で一貫してこそ自然である。この自然のもつ水の機能を損なわずに活用することが水利用の正常な姿であるが、図に示すように、取水があれば必ず排水があり、この過程で量的にも水質的にも異常を来さない行動をとることが必要条件である。この原則に従って、以下に具体的な事項について記述を展開する。

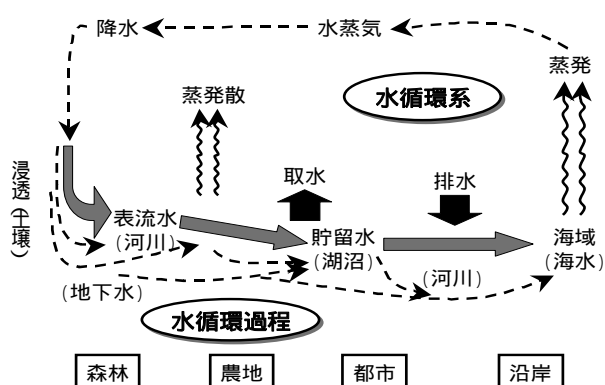


図 4 - 1 流域における水循環系の概念図

(2) 健全な水循環系の構築に向けた対応策

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。ここで具体的な取り組み事項をまとめると以下のようなものである。

- 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す必要がある。

（３）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

（４）武庫川流域への適用

１）水循環の健全性について

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等（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」や「環境用水」と呼ばれる用語は、使用される分野によって定義が異なる場合がある。これについては「4.2(5) 雑用水または環境用水としての水利用」で記述する。

2) 水環境の健全性について

「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ふ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

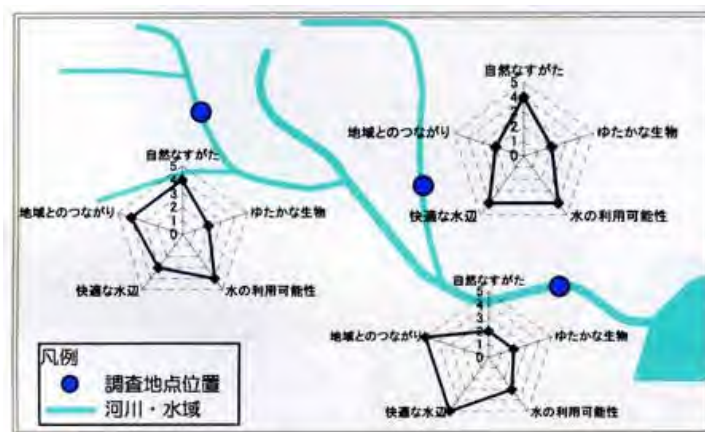


図 4 - 2 水環境評価指標（レーダーチャート）

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。

〔4.1の会議資料〕

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

〔 4 . 1 の参考資料・参考文献〕

- 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（説明概要版）
- 3 . 国土交通省土地・水資源局水資源部：平成 17 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 17 年度 環境白書
- 6 . 兵庫県：平成 17 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特性

（ 1 ）流域社会からみた水利用の実態

水利用の形態は利水現場での利用形態によって区分されることが多いが、ここではむしろ取水・排水経路を含めた水の流れと武庫川の流域社会の関連を見るため、以下のように分類する。網羅的なものではないが、通常は利水行為と見なされない天水利用も含めている。

- ・生活用水：都市用水は生活用水と工業用水に分類される。主として表流水、一部に地下水を原水とし、浄水施設を経て上水道として給水される（地域によっては井戸水の一部利用もある）。生活用水は家庭用水と都市活動用水がある。後者は営業用水、事業所用水、公共用水、消火用水等をいう。
- ・工業用水：ボイラー用水、原料用水、製品処理用水、洗浄用水、冷却用水等をいう。水源はほとんどが上水道からの給水である。また、最近の工業用水の再利用率は 90%にも昇る。（注：かつて大量の地下水汲み上げがあったが、地盤沈下防止対策として地下水揚水規制が実施され、最近では規制対象外を除き地下水の利用量は少ない。）
- ・農業用水：水田・畑地かんがい用水、畜産用水等で、水源の多くは表流水であるが、かんがい期の水需要が大きいときは、小規模ポンプによる地下水（不圧地下水）揚水が随所で見られる。
- ・森林業での水利用：特別な用水施設を持たず、降水およびそれによる土壌水や地下水の利用をいう。

なお、武庫川流域の上水道使用量は、関係各市の水道関係部局の統計資料にまとめられているが、後述の「 4 . 3（ 3 ）水収支」の部分で扱う。ただし、各市の統計量は各市の行政地域を対象としているので、流域での使用量等として把握するのは極めて困難である。

（ 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が必要であろう。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。個人レベルでの人の生活形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の仕方）が挙げられる。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、いずれにしても親水性が損なわれやすいほか、使い方や事後処理（下水処理）が無責任になりやすい遠い水を使って、かつ健全な水循環を実現するためには、流域内はもちろん、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蒸散する過程で生物生産をおこなう。余剰の降水は地表水または地下水の形で水系に供給される。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（かんがい用水を伴わない畑地）の水利用は水利権の対象にはならない。

武庫川では特殊な野菜栽培を除けば水田だけが川からのかんがいを必要とする。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都市用水（生活用水＋工業用水）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、米の品質も挙向上したことなどが新聞等で報道されている。このように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。

近年の水田面積の現象に応じて水田の水利権を都市用水に振り向けようという動きが活発である。これは水量面から見た効率化という面では合理的であるが、「近い水」が「遠い水」になってしまうことによる地域社会の損失も考慮する必要がある。

（４）第二次産業における水利用

第二次産業の多くの事業所では、たいてい都市用水を利用している。消費的な水利用を除く部分について反復利用による節水が進んでいる。しかしほとんどの場合、環境から遮断された場での水利用で、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っていることが多い。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、河川法に規定された関係者との協議などを通じ、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。ここでも流域住民の参画と協働が重要である。

（５）環境用水または雑用水としての水利用

環境用水と雑用水との区別ははっきりしない。また雑用水として定義された用水や、環境用水を分類した定義も資料や文献によって異なる場合がある。

ここではまず（参考資料 ）による記述に従うと、冷却用水、水洗トイレ用水、洗車、冷

房用水、消火栓用水などの用途に、水道用水と比べて質の劣る下水等の再生水や雨水などを利用することを「雑用水利用」と定義される。

また（参考文献）によると、水洗便所用水、散水用水、修景用水、親水用水、冷却補給用水、洗車用水をあげ、必要な水質基準を一覧している。

これ以外にも環境関連で用いられる環境用水という用語があるが、これは河川の浄化用水、各種の清掃用水、修景用水、親水用水、打ち水用水などをあげている。

これらとは異質のものとして危機用水もある。

いずれにせよ、飲用目的以外の用水が多く、雨水、下水の処理水、身近な小規模の井戸水などを水源にすることを意図したもので、都市用水のように厳密な水質レベルを要求するものでない。したがって水の再利用や節水の精神に合うものとして一般に好ましいものとして取り扱われている。

このように、特に水循環の立場からいえば、都市用水の利用を軽減し、雑用水や環境用水の利用をエネルギーをかけない水でまかなうなど、水の利用概念を一転するものとして、今後の取り組みに活用すべきと考える。

（６）上流域・下流域の利水の実態

１）上流域の実態

古来、日本の稲作は河道に井堰を構築して かんがい用水を確保してきた。いわゆる慣例の水利権である。

近年、河川改修が行われるに当たって河道の横断構造物、特に井堰の撤去が不可避の条件となり、流域農家は井堰によって河道から取水するという利権を放棄せざるを得ないことになった。これに際し、河川管理者（兵庫県）はその保証として、河道内に多孔ヒューム管で河水を堤内へ誘導し、ポンプによる揚水施設を設置してかんがい用水の水源の確保を図り、水利権の補償問題を解決しているのが現状である。

２）下流域の実態

）利用状況の歴史的な経緯

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、合わせてかんがい施設が設けられ、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水として、河床堰を設け表流水を取水する川面井、伊子志樋（宝塚市）、昆陽樋（伊丹市）、百間樋（西宮市）と、常時河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（708-794）に僧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、伊丹浄水場へ送る中継池として使われ、あわせて市民公園として広く活用されている。（会議資料）

これらかんがい用水は、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ず、そのまま現在に至っている。上水道等の取水権は本来慣行水利権の一部が分譲されて成立したものであり、近年次第に法定取水権（許可水利権）が多くなってきている。しかし、現在でも慣行水利権の実態は完全には把握されていないようである。上述した各種のかんがい施設が現在の姿に至るまでには、長い葛藤の歴史があり、

これらかんがい施設は何れも貴重な文化財といえる。

）六樋について

「六樋」は、武庫川下流左岸の尼崎市の西北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がこれに依存している。

「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。江戸時代の渇水期には、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想されることから、6箇所の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、**かんばつ**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(S28)年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確保の対策として、常時河床下を流れる伏流水に着目、1953(S28)年、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、旧来の慣行水利権に従い4箇所の分水槽で6地区の井組の田畑に分配している(会議資料)。併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られて現在に至る。「六樋」は先人たちが生み出した命の水として尊ばれている。

尼崎市域の武庫川左岸の堤内地に、農業用溜池が4箇所現存し、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10m前後、ポンプ揚水)が使用されている。

）百間樋について

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。

百間樋は仁川**合流点**から約1km上の右岸に堰を設け、取水樋の水($0.704\text{m}^3/\text{s}$)は自然**流下**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年間(1558～1569年)後半頃ともいわれており、川の下に川を造るという発想は奇抜な技法で、当時の川の土木技術の高度さが知られる。用水路の土砂閉塞の実態については十分に把握していないが、定期的な堆積土砂の撤去を伴った補修工事が実施されている。

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。

）昆陽樋について

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。また転倒作業用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、千僧浄水場へ送水している。検討課題は百間樋と同様である。

）伊子志について

伊子志樋は1757(宝暦7)年に伊子志、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、およびそれに繋がる取水用井戸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もの石積みの水制工が設置され、それ以来護岸の被害はなくなっている。

）観光ダム・川面樋(宝塚市)について

川面樋は武庫川左岸川面地区(現宝塚市)の用水樋として設置され、もともと宝来橋のすぐ上流にあったが、昭和39年に完成した宝塚観光ダムをマイタウン・マイリバー整備事業の実施に併せて平成11年に改築された際、川面樋(固定堰)は撤去され、観光ダム(転倒堰)と併用されることとなった。撤去された川面樋の魚道はその機能を発揮していなかったが、現観光ダムは兩岸に魚道が設置されている。

〔4.2の会議資料〕

- 第16回環境WG 資料3-1(草薙)
- 第16回環境WG 資料5(草薙)
- 第16回環境WG(追加資料)(草薙)

〔4.2の参考資料・参考文献〕

- 1 国土交通省水資源局水資源部：17年度版・日本の水資源
- 2 高橋裕、河田恵昭編：地球環境学7，水循環と流域環境、岩波書店、1998

4.3 上下水道および水収支

(1) 上水道

1) 水道供給ネットワークの形成

流域各市の上水道は(添付資料:[4.3 関係、1])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、渇水時の対応、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 4 - 1 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(会議資料)(添付資料〔4.3関係、2〕)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。**

2) 水道供給地域の需給状況 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、**将来計画に反映させる**ことが必要である。

表 4 - 2 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(会議資料)(添付資料〔4.3関係、2〕)

3) 近年の需給バランスの経緯と問題点

近年の湯水状況は、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、各市ごとにみると自己水源、県水、阪神水道企業団などへの依存状況が異なり、湯水によって受けるダメージは異なっている。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。

4) 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

1) 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

もとの、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。

2) 異常降雨時の下水道機能

平成 16 年 10 月の 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処理能力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(46.84 mm / 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。

3) 流域の下水道ネットワーク

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阻害(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。

（３）水収支

1) 水収支の概念とまとめ方

一般に水循環過程を対象として水収支とは、ある決められた空間（地域）に流入する水とそこから流出する水との収支を意味し、通常は年間の収支をとることから検討される。この空間の単位は、水循環過程の概念から見て一番大きい単位としては「流域」にとるのが正しい。しかし、この流域を小流域に分割して考察することができれば、流域の中でより詳細な水循環の機構が論議できるが、このようにして収支をとることはデータの収集という点から見て困難を伴う。従って、通常は自治体の政治区域（武庫川流域では関係7市）で、社会活動にともなう水利用やその排水も含めた水収支をとり、水循環の特性を論ずることになる。ただし、自治体の行政単位がその面的な位置が必ずしも対象流域内にあるとは限らない。武庫川流域では、神戸市はその北区が武庫川流域内に位置するし、下流域にある尼崎市は一部の集水域の雨が武庫川本川に排出されるとは限らない。従って各市の行政区の水収支は武庫川流域の水収支に関係しない部分があり得るが、このような矛盾のない厳密な水収支をとることは極めて難しいので、ここでは、尼崎市、伊丹市、西宮市、宝塚市、三田市の市域での水収支をとることにする。また、武庫川流域全体の水収支については、「兵庫県：武庫川の現状（素案）」に記載された資料を用いる。

水収支にはその市域に対する流入項目と流出項目とがある。これを簡単に説明すると以下のようなものである。

〔流入項目〕について

- ・ 降水量：気象資料から。
- ・ 農業用水：県資料による権利用水量
- ・ 工業用水：県資料による権利用水量または各市工業用水統計より
- ・ 上水量：各市上水道事業報告書等による配水量

〔流出項目〕について

- ・ 蒸発散量：土地利用形態による推定値、または降水量の1/3
- ・ 地下浸透量：有効降雨量に浸透面積率を乗じたもの
- ・ 表面流出量：有効降雨量に不浸透面積率を乗じたもの
- ・ 表面流出から河道への水量：表面流出量に分流式下水道区域率を乗じたもの
- ・ 表面流出から下水道への水量：表面流出量に合流式下水道面積率を乗じたもの
- ・ 農業用水から河道への水量：取水量の50%とする
- ・ 工業用水から下水道への水量：取水量の80%とする
- ・ 上水道から下水道への水量：メータ測定による使用水量（各市報告書より）
- ・ 不明水量：全流入水量から全流出水量を差し引いた水量

2) 各市の水収支の特徴

代表市の年間水収支を下表に示す。

表 4 - 3 武庫川流域各市の年間水収支(単位 上:万 m³/年 下:(年雨量換算値)mm/年)

(平成 15・16 年度の平均 環境 WG まとめ)

	項 目	尼崎市	伊丹市	西宮市	宝塚市	三田市	武庫川流域 全体 (県資料)
流入量	A-1 降水量	7001 (1407)	5750 (2292)	15130 (1513)			68500 (1370)
	A-2 農業用水	987 (159)	1643 (655)	1776 (177)			
	A-3 工業用水	877 (176)	834 (332)	584 (58)			(一部は水処理 水として還元)
	A-4 上水道	6538 (1314)	2388 (952)	5757 (576)	2555	1319	
	A (計)	15403 (3095)	10615 (4230)	23247 (2325)			68500 (1370)
流出量	B-1 蒸発散量	2334 (469)	1917 (764)	5720 (572)			30000 (600)
	B-2 地下浸透量	1400 (281)	1150 (458)	3438 (344)			
	B-3 表面流出 〔河道へ〕	261 (52)	2012 (802)	642 (64)			
	B-4 表面流出 〔下水道へ〕	3006 (604)	671 (267)	7367 (737)			
	B-5 農業用水 〔河道へ〕	395 (79)	822 (328)	888 (89)			
	B-6 工業用水 〔下水道へ〕	877 (176)	834 (332)	584 (58)			5300 (105)
	B-7 上水道 〔下水道へ〕	4800 (965)	2650 (1056)	2310 (231)			
	B-8 不明流出量	2330 (468)	559 (223)	2288 (223)			1000 (20)
	B-9 武庫川河口 からの流出						32200 (645)
	B (計)	15403 (3095)	10615 (4230)	20949 (2095)			68500 (1370)

この収支表より、以下のような特徴と問題点が提起できる。

- ・ 生活用水と都市活動による水の需要から、天水である降雨量に匹敵する、あるいはそれを上回る水量が各種用水として利用されている。
- ・ 整理の対象とする資料が十分でないことにもよるが、収支の不明水量がかなりの水量になることが判る。
- ・ 特に農業用水については取水権利は規定されているものの、取水実績が不明であることが多い。このことは利用実態も排水実態も不明瞭であることに結びつく。
- ・ 水がどういう経路で動いているかを把握するに役立つほか、異常な水循環を見つけたすこともできる。
- ・ 添付資料に見られる県資料による武庫川流域全体の水収支はかなり大まかなまとめであり、蒸発散量が降水量の44%という大きな値であるほか、他流域からの取水量や不明水量の値などが不明瞭である。

3) 自己流域水源率について

4.1(1)に述べた『武庫川水系の水は使用後に再び武庫川水系に戻す』という原則を水収支の観点から見ることにする。各市では水道事業者によって自己水源と称する水源から水を取水するか、阪神水道企業団(阪水)あるいは兵庫県営水道(県水)から受水するかといったちがいがあがあるため、はたして武庫川流域における表流水あるいは地下水にどれだけ依存しているかを調べる必要がある。その結果を示したのが次の表である。

表 4 - 4 代表市の水道水源および武庫川流域水源率(単位:万 m³/年)

	尼崎市	伊丹市	西宮市	宝塚市	三田市
年間給水量(実績) (平 15・16 の平均)	6538	2388	5757	2556	1319
流域内水源		730(武庫川 水源池、水利 権)	1689(自己水 源) 447(県水)	2223(自己水 源)	317(自己水 源) 1002(県水)
流域外水源	775(自己水 源、神崎) 5746(阪水) 36(県水)	107(県水・猪 名川) 1830(阪水・ 淀川、水利権)	3636(阪水)	333(県水)	
武庫川流域 水源率	0(%)	31(%)	37(%)	87(%)	100(%)

これより、全体の給水量のうち、武庫川流域内に水源をもつ水源率は、各市によって大きく異なることが判る。すなわち、臨海地域に広がる人口の集中した市街地をもつ尼崎市、伊丹市、西宮市では流域水源率は低く、特に尼崎市は統計上水源のすべてが他流域にある。一方、宝塚市、三田市の水源はすべて武庫川流域内にある。(ここではまとめていないが、篠山市でも同様であろう。)

(4) 水収支と水循環に関わる提言

武庫川流域を単位とする水収支および水循環の量的把握は容易でないことは既に述べた。そのため流域に位置する関係7市の市域で、流域との地形的、地理的關係に配慮しながら、水収支と水循環の機構や特徴を理解する必要のあることも記述の通りである。ここでは、水収支と水循環に関わる提言を以下にまとめる。

- 1) 水の利用経路とその水量・水質を常に監視する制度を自治体の連携によって確立し、その資料を蓄積かつ共有することで、水のもつ自然の機能を損なうことのない利用に関する施策を講ずることが必要である。なお、水量、水質等の監視体制については「4.5 モニタリング」でも記述する。
- 2) 「2.3 正常流量のあり方」で記述した範囲の河道の河川流量だけでなく、各支川および身近な流路における流量を渇水時においても絶やすことのないよう、流量を維持する配慮を地域ごとに確認する制度が必要である。そのため、農業用水の排水、下水道処理水、雨水貯留水等を積極的に河道に還元することを推進すべきである。このことは『武庫川水系の水は使用後に再び武庫川水系に戻す』という原則に従う一つの施策である。
- 3) 水循環過程での「取水」と「排水」の経路が社会活動に関わる部分で、ここを健全な形で機能させ構成することこそ自然と共生する水の利用法であると言える。いわばこの部分で水のメタボリズム(新陳代謝)が正常であることが必要である。(参考文献1)

4) 以上の提言を踏まえ、3つのスローガンを提案する。

【雨水を100%使おう】

自然界では雨は蒸発散、表流水、地下浸透として極めて合理的に振り分けられるが、不浸透面積率の高い市街地では地中への浸透が少なく、急激な表面流出となって下水道に流れ込み、多くの場合直接流出率が50%にも達するのが都市の流出形態である。例えば、この10%を地下浸透に、10%を雨水貯留に、10%を下水道に、20%を直接流出に転換することができれば自然界の姿に戻すことができる。ビルや路上に降った雨もそのまま見逃さず、有効に使ったあとの行く先を考え、最後には自然の状態に戻したい。

【排水を100%使おう】

排水には農業排水、都市下水、工場排水等の形態があり、持続可能な新しい水資源として最近注目を浴びている。(参考文献2)特に下水は都市域で最も安定した水量をもつ水資源でもある。ただ、沿岸立地の多くの都市は合流式下水道なので、一定量以上の雨は完全な処理が施されないまま河道に放出されてしまい、海域への汚濁負荷も無視できない。従って洪水対策とも関連し、出水時の下水をできるだけ一時貯留することが必要で、最近、地下河川、地下調節池が建造される状況にも鑑み、その水を少しでも清浄にして使う技術を発展させるべきである。とにかく水質レベルを分けて使える水を確保することが、都市の水環境を豊かにする手だてではないかと考えられる。

【地下水を100%使おう】

都市域では地盤沈下が沈静化し、低下した地下水位が回復状態にある。回復したらしたで、建造物の浮き上がり現象、地中基礎等の建設障害、地盤の液状化等、新たな地下障害が心配される。地盤沈下の対象となる地層からの地下水揚水規制は今後も継続されることも視野に入れた上で、自由地下水を対象とした適量の地下水利用は、地下水の健全な循環を促進することに役立つほか、まちの水環境の回復にも活用できる。例えば、夏場のヒートアイランド防止対策に1日1mmの雨量に相当する地下水を、街のあちこちの手押しポンプで汲み上げるといった慣習は、まちの人々に楽しいふれあいの場を与えることになろう。

〔4.3の会議資料〕

- 第16回環境WG 資料4(伊藤)
- 第3回環境WG 資料-2(草薙)
- 第27回総合治水WT 資料3(伊藤)

〔4.3の参考文献〕

- 1 丹保憲仁、丸山俊朗：水文大循環土地域水代謝、技報堂出版、2003
- 2 高橋裕、河田恵昭：地球環境学、7水循環と流域環境、岩波書店、1998

4.4 土砂の収支

(1) 環境から見た土砂収支の重要性

流域における土砂の生産や収支を把握することは極めて難しい。武庫川流域における土砂の情報も、六甲山砂防施設の管理資料はあるが(会議資料)、新しいものでは平成16年台風23号の前後に観測した下流部河道における土砂堆積・洗掘等の状況がまとめられているに過ぎない(会議資料)。

山腹における土砂崩壊、土砂流出、土砂の堆積・洗掘は、降雨時の土砂災害として大きな被害をもたらすことは言うまでもない。従って武庫川流域においても侵食防止や土砂災害防止等に関し、治水対策の一環として配慮されるべき重要事項である。その一方で、流域や河道における環境面から見た場合、平常時の土砂生産、流出特性、堆積・洗掘の実態、生物生

息環境との相互関係、砂利採取や浚渫事業による流況や生態系の及ぼす影響、上流から下流への安定な土砂供給など、水系を通して山地から河口まで連続して土砂の発生量、移動量および存在量を把握して土砂の収支を捉えることが重要である。(参考文献1)

(2) 総合的な土砂管理の必要性

河道整備等に関わる土砂収支特性の把握と土砂災害に対する対策技術の検討だけでなく、武庫川流域全体とその水系において、国土と環境の保全に資する情報の収集と解析のため、総合的な土砂管理を行うことが必要である。その制度に関しては、土砂特性が流域の森林分野、砂防分野、農地分野、河川管理分野、自然環境保全分野、都市政策分野など、広範な分野と関わりがあるため、この管理体制を築くには広範な角度からの検討が必要である。また、土砂は治水との関連が高く、検討項目によっては治水計画や対策の検討の場とともに考察することも肝要である。なお、ここでいう管理体制とは、必要な施設や組織の形成だけ言うのではなく、問題を見据えて住民が参加し、協力し合う制度も含めたものである。

こういった土砂管理の体制の中で、具体的に扱う項目について以下に提案する。

- 1) 六甲山系をはじめとする多くの砂防関連施設に関して農林部局と協力して、その施設の機能効果、および周辺の土砂生産と今後の砂防施設の必要性について、情報を整備すること。また森林保全に関連する土砂管理の必要性について検討すること。
- 2) 有馬川水系は支川の規模が大きいのが、降雨時の流出水量や流出土砂量の観測資料が乏しい。今後の治水対策はもちろん、河川環境の及ぼす影響の検討のため、流出水量および土砂量の観測体制を強化し、特に本川との合流地点付近の堆積土砂や流送土砂の推定に供すること。(会議資料)
- 3) 既設ダムや主要なため池の堆砂状況と流入土砂および排砂量の特徴を把握し、下流の河川環境に及ぼす影響等を検討すること。主要な河川構造物の上下流部についても同様の検討をすること。
- 4) 本川および主要支川の河床材料の調査を定期的に行い、河床の上昇・低下の状況を把握すると同時に、生物の生息環境との関わりや影響について調査すること。上流部の河道は土砂の堆積のため、しばしばしゅんせつをする必要があり、水田からの排水路においても土砂が溜まりやすいところが多い。
- 5) 市街地および都市化の進展する地域において、土砂の移動に関して監視できる施設を整備すること。すなわち、公園等の浸透域の土砂流出、雨天時の道路排水等市街地における雨水排水の土砂流出との関わりを検討し、例えば雨水排水路や下水道処理場への流入土砂特性の把握、および処理水の土砂排出の特性などを計測する設備を整備することが必要である。なお、ここでは濁り成分など、微細な土壌成分も土砂と位置づけている。
- 6) 以上の観測や検討をもとに、武庫川流域における土砂の生産地域(主として山地)において土砂の生産特性の面的な特徴や際だった歪みが見られるような地域があるかないか、また河道に沿って土砂が連続的に流送されているか、その特徴を把握し、際だった歪みが見られるような地域があるかないかなど、土砂の循環の健全性を診断する制度を確立すること。このような評価システムを確立するには、専門分野の知識と行政および地域住民の判断や協力が必要と考えられる。

[4.4の会議資料]

- 第42回総合治水WG 資料5 / 別添、別添 (伊藤)
- 第46回総合治水WG 資料5 - 1 (事務局)
- 第46回総合治水WG 資料5 - 2 (事務局)
- 第42回総合治水WG 資料5 / 本文、別添 (伊藤)

〔 4 . 4 の参考文献 〕

- 1 高橋裕、河田恵昭編：地球環境学 7 水循環と流域環境 7.4 水源から海岸までの土砂移動、岩波書店、1998

4 . 5 水質

(1) 武庫川における水質の現状と問題点

武庫川水系における水質の状況は、兵庫県：「武庫川の現状（素案）平成 17 年」（会議資料）に一部が記載されているとおり、公共用水域の河川における環境基準は、基準地点において「人の健康の保護に関する環境基準」（健康項目）および「生活環境の保全に関する環境基準」（生活環境項目）とも環境基準を達成している。また公共用水域の湖沼に関しては、千苅貯水池において同様に環境基準を達成している。これらの水質測定結果は県内の他の水系と合わせ、毎年報告書で公表される（参考資料）。このように、公共用水域の環境基準達成率から見る限り、武庫川水系における水質汚濁の状況は問題がないと言える。

公共用水域の環境基準は人の健康と生活環境に関わる水の望ましい水質レベルを表す目標値である。この目標を達成するために、公共用水域に排出される排水について、特定施設を有する工場・事業場からの排水に対する排水基準が定められているほか、生活排水対策などの施策が講じられている。

このように、一見、示された水質の実態だけで水の環境が説明されたように見えるが、単なる水質レベルの良し悪しだけから武庫川という河川を評価すると、流域全体そしてその水系における水循環や水環境の視点からの評価を見逃すことになりかねない。ここではこのようなことにならないように、水質に関係してより深く理解しておかねばならない事項をまとめて以下に記す。

- 1) 武庫川の水質を評価する基準点は大橋、百間樋、甲武橋の 3 点である。それぞれ武庫川の上流部（三田市大橋から上流）、中流部（三田市大橋から仁川合流点まで）、下流部（仁川放流点から下流）を代表する地点として設定されているが、この 3 点で武庫川水系の水質状況を把握するには極めて不十分である。また測定のための採水時期は、原則として比較的晴天が続く水質安定時とされ、平常時の水質の評価には妥当であろうが、他の流況時の水質が評価されていない。すなわち、出水時の濁質や他の汚濁負荷の推定に必要な測定がなされていない点で、総合治水の立場からは問題があろう。
- 2) 湖沼では千苅貯水池が兵庫県内の唯一の対象水域であるが、水道水源であることから測定する重要性は理解できるが、青野ダム（千丈寺湖）、丸山ダム（金仙寺湖）、川下川貯水池等、他に貯水量の大きいダムや溜池が武庫川流域にあり、これらの貯水池等において水質や水環境の状況を把握する手だてがない。
- 3) 測定頻度と測定地点については、現実には武庫川の主要な支川において、上記 3 基準点を含め、33 地点で月 1 回の測定がなされている（会議資料）。このことは少ない観測地点を補完する上で重要な資料となっている。また、同時に平水状態の流量も、精度上の保証はないが、平常時の流況を知る上で参考とすることができる。
- 4) 測定項目は、生活環境項目（pH、BOD、DO、SS、大腸菌群数など）、健康項目（重金属、農薬など 26 項目）のほか、一般項目（水温、臭気、透明度、流量など）、要監視項目（クロロホルム、ニッケルなど 29 項目）、トリハロメタン生成能、特殊項目（銅、溶解性鉄など）、その他の項目（陰イオン界面活性剤、一般細菌など）が測定されている。このようにならり多くの項目によって水質が監視されていると見てよいが、日常生活や生物環境との関わりが分かり易く認識されているとは言えない。

- 5) 武庫川に排出される水量が日量 50m³ 以上の工場・事業場は 117 ある。武庫川の水質が最低限環境基準を達成するには、これらの排水が規制に従うものでなければならぬが、武庫川の水質に関連して、排水基準の達成状況について住民や関係者に対して十分な説明があるとは言えない。
- 6) 地下水は流域の水循環過程で重要な位置にあることは言うまでもないが、地下水の水質について土壌汚染、地下水汚染、水道水源の立場から保全を目標とした分かり易い説明がない。

(2) 水質の保全に関する提言

現行の河川水質状況の把握とその課題に対する対策は、環境基準を目標とした水質保全対策に特化したものと見られ勝ちである。本委員会は、そもそも総合治水という枠組みの中でその一面である環境問題を捉えることを基盤としているので、水質に関しても単なる武庫川という河川の水質のみを保全の対象とするのではなく、流域全体を視野においた水の質と量の両面から環境を取り上げるのがねらいである。この点から見ると、現在、水環境にかかわる情報の入手ですら、縦割り行政のため思うようにいかないことが多い。すなわち、公共用水域（地下水も含めて）の水質と排水規制については環境部局が、飲料水・上水道については水道部局が、下水道については建設部局がというように、武庫川流域という単位で情報を収集することだけでも容易でない。まずは、武庫川流域の水に関する情報整理制度の一元化を組織する行政の仕組みを作ることを提案したい。その上で個々の水問題について以下のような提案をする。

- 1) 公共用水域の水質測定の測定点について現在の補助点を格上げし、武庫川水系の全容が同一精度で把握できるようにすることが必要である。また、水質の安定時（通常は平水時）の観測だけでなく、出水時についても、流量だけでなく、少なくとも有機汚濁関連水質項目、濁度、栄養塩について測定し、貯水池に流入する負荷や下流に対する負荷の特性を把握できるようにしたい。
- 2) 湖沼に関しては、千苅貯水池だけでなく、青野ダム、丸山ダム、川下川ダム等の貯水池、ならびに主要な溜池についても同様の水質調査を行うべきである。この場合、特に富栄養化関連の水質項目は貯水池水環境を把握する上で重要である。
- 3) 地下水と森林を意識した水質測定をすべきである。これに関しては「2.2(4) 森林の水質安定化作用とその評価」で述べたように、森林が地下水の涵養域であり、かつ水質の浄化作用という機能を持っているため、下流域に基底流として質、量とも安定した水を供給するためにも、その源となる森林域での地下水や溪流の水質を恒常的に測定することが肝要である。
- 4) 近年、外因性内分泌かく乱物質などの微量化学物質、クリプトスポリジウムや病原性微生物による水質汚濁が見られることから、このような非意図的汚濁物質に対する水質についても関心を高めるべきである。
- 5) 工場排水に関わる業種別排水の水質特性について、公共用水域の測定結果と同様、武庫川流域を単位とした情報を迅速に公開すべきである。特に、畜産系排水は高濃度有機性排水でありかつ全窒素、全リンの濃度も高いため、小規模排水でもその排出負荷に着目すべきではないかと考える。廃棄物処理事業場からの排水も同様に考えたい。
- 6) ごみの不法投棄や不法占拠地が原因と考えられる汚濁物質や、降雨時に便乗して有害な排水を投棄するような河川の汚染行為の可能性は、環境・まちづくりワーキンググループが行ったアンケートの結果（会議資料）でも指摘されているところである（註）。このような河川区域以外や特定事業場外の一般環境の場での不法行為は、河川法や水質汚濁防止法

等による取り締まりは難しいが、監視地点の拡充を図る一方、法的な監視体制が限られていることにも鑑み、住民の手による監視体制、例えば武庫川レンジャーというような組織も必要である。今後これらにどう対処していくかを関係者で討議すべきと考える。

(註)兵庫県における平成16年度の公害苦情件数は3375件で、典型7公害以外の苦情837件の中に不法投棄などが含まれている。水質汚濁に関する苦情は381件となっている(参考資料)

[4 . 5 の会議資料]

- 第26回運営委員会 資料2 - 1 (事務局)
- 第4回環境WG会議 資料3 (村岡)
- 第 回流域委員会 資料 (環境・まちづくりWG)

[4 . 5 の参考資料・参考文献]

- 兵庫県健康生活部環境局：公共用水域の水質等測定結果報告書(各年度)
- 兵庫県：環境白書 - 平成17年度版 -

4 . 6 モニタリングの意義と必要性

総合治水の概念で治水基本方針や治水整備計画を立案する場合には、まず流域の概要について理解することから始まる。このことは流域を単位とした河川流域管理の枠組みから得られる知識が基盤になることを意味している。これまでの治水計画がともすれば利水と治水に片寄った利便性と安全性の追求からまとめられてきたのに対し、総合治水では環境の保全を十分視野に入れた治水計画である必要があり、その意味でも流域の管理計画をいかに立てるかは重要な事項になる。

一般には流域管理の作業目標は、生態系保護との協調性、林業・農業・漁業・都市活動等と環境の共生、各種利水の確保、住民の参加と協働などを視野に入れた治水計画のための長期的な監視(モニタリング)計画を整備することとされる(参考文献)。しかしながら、すべての項目に対して、一律なモニタリングの考え方でそれを実施することは間違いである。すなわち大気・水質のモニタリングと、生物・生態系のモニタリングとは意味が違う。生物・生態系では焦点を絞り、追跡調査を基本におくことが重要とされる。また、総合治水に関わる流域管理におけるモニタリング体制は、当然治水に絡む水文、水理観測を欠くことはできないが、モニタリングは複合的な現象を科学的な知見で間違いなく行うことができなければ意味がない。

このようなことから、モニタリングの実施に際しては、総花的に実施するのではなく、課題を的確に設定し、一つのモニタリング項目が複数の検討課題に関わっていることを認識しつつ、必要度の高い検討課題に関して十分なデータを取得できるよう計測を進める必要がある。その一方で、高度で学術的な課題だけでなく、身近なことについて地域住民参加型のモニタリングも必要となろう。

提言では課題解決型を念頭に置いたモニタリングを想定しているが、多岐にわたる課題をすべてここで述べつくすことはできない。上記の通り、実施段階で関係者・専門家が十分な討議を尽くすことが必要である。

[4 . 6 の参考文献]

- 大垣眞一郎、吉川秀夫監修、(財)河川環境管理財団編：流域マネジメント - 新しい戦略のために -、技報堂出版、2002

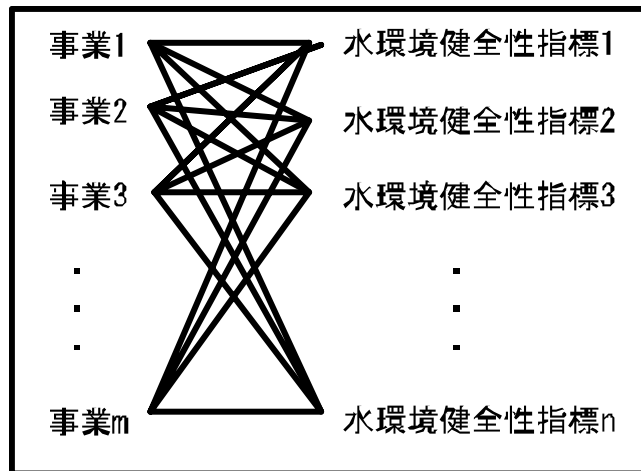
4 . 7 水環境総合アセスメントの提案 例示的考察

(1) 水環境総合アセスメントとは

環境アセスメント制度は通常、ある事業を行う場合の環境影響について予測・評価を行うものである。例えば兵庫県の「環境影響評価に関する条例」の第1条(目的)には「開発整備事業の実施に際し、健全で恵み豊かな環境の保全及びゆとりと潤いのある美しい環境の創造について適正に配慮がなされる」(文章の一部を簡略化)ことを目指すとされている。これに対し、ここで言う水環境総合アセスメントは、複数の事業で構成されるプロジェクト(例えば開発プロジェクトや治水事業など)が水環境に与える影響を評価した上で、水環境の健全性の観点から最も望ましい事業配置あるいは諸事業の組み合わせを求めて行こうとするものである。水環境に限定するのは、もちろん、本提言が武庫川の水環境に焦点を当てているためである。

(2) 評価指標について

流域に対する人あるいは社会の働きかけは、水環境の健全性を高める機能を持っていたり、水環境を悪化させるような影響を持っていたりすると考えられる。それは水循環健全性機能として評価することが可能である。ここでは水環境の健全性をいくつかの指標に分け、複数の事業のそれぞれがそれぞれの指標に関して発揮する機能を多角的に数値的に評価するものとする。これらの機能の総和は次のようにして求められる。例えば m 個の事業と n 個の水循環健全性指標を考えると、これらの対応関係は下図のように総当たりのになる。そしてこれら m 個の事業を実施したときの水循環健全性機能は、 $m \times n$ 個指標評価の総合として評価される。



(3) 統合モデル

上述の評価指数の評価方法をどんなに工夫したとしても、これを単純に合計したものを環境影響の全体像であると考えすることは正しくない。したがって、複数の事業が発揮する水循環健全性機能の全体的な評価を行うためには、総合的な評価のための統合モデルが必要となる。現時点では統合モデルの内容について一般的に述べることはできない状態であるが、以下で水循環健全性指標になり得る4つの要素について若干の検討を行った後、これらだけを指標として使った場合の総合評価の考え方について、例示的に述べる。

1) 武庫川への還元水量の評価

武庫川から取水して水利用をおこなう際に、利用した後の水を武庫川に返さない場合は水循環の連続性を阻害し、河川環境上多くの問題を引き起こす。そのような観点から

【指標1】 = (武庫川への還元水量 / 使用水量)

という還元率指標を設定する。取水限は特定しないが、武庫川以外の水系に還元する水量は

カウントされない。

2) 「近い水」、「遠い水」指標

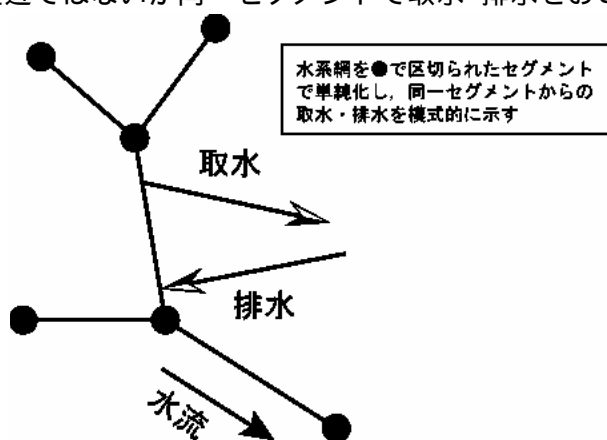
環境面から見た水利用の理想像は流域環境の中で水を使い、流域環境を乱さない形で流域環境に水を還元することである。その理念は4.2(2)項でやや詳しく述べたが、これを短く「近い水」と表現することが多い。ここではその中で「近いか遠いか」を指標化するものとして

【指標2】 = 「近い水」指標

を設定する。数式化していないが、水利用をおこなう場所から見た取水地点と排水の位置を指標化したものである。単純に距離を取ることは適切ではないので、当面下記のようないくつかのランクに分けて指標化することを考える。取水と排水でランクが違う場合の扱いはここでは省略する。

[直近]: 水利用をおこなう場所から最短距離に近い地点(武庫川であることは当然とする)で取水・排水をおこなう場合。

[同一セグメント]: 直近ではないが同一セグメントで取水・排水をおこなう場合(下図参照)。



[同一流域同一域]: 武庫川を本線と支流に分け、さらに上流域、中流域、下流域に細分した場合に、同一域から取水・排水をおこなう場合。

[同一流域],[隣接する他流域],[隣接しない他流域]: 説明不要であるが、「隣接」は兵庫県内、「隣接しない」は県外と読み替えてもよい。

3) 利水量指標

利水量が多いほど環境への悪い影響が拡大すると考えられる。一方、生活上、あるいは事業推進上どうしても必要な水量を考慮する必要があるので、下記のようなマイナスの値を持つ指標を導入する

【指標3】 = - (使用水量 / 必要最小限の水量)

必要最小限の水量について、生活用水やそれに準ずる都市用水、および伝統的に使用している農業用水については特に無駄がない限り、使用水量 = 必要水量としてよいが、工業用水などについては、利水活動と地域の結びつきの度合い(雇用、納税、社会奉仕、成果品の地元還元)などを考慮した評価が必要である。また事業所内でのリサイクル利水等による節水努力も評価できるような形を考えるべきである。

利水量とは少し概念が違うが、雨水を貯留・浸透させて水資源を涵養する効果と農地・森林等の雨水浸透は上記の水消費を裏返したような環境改善機能をもつので、

【指標3】 = (雨水浸透量 / 降雨量)

という評価が可能であろう。ただし、指標3と指標3を合算する場合には適当な重み係数の導入が必要と思われる。

4) 水質指標

水利用等によって水質を悪化させることは直接水環境に影響する。ただし、昨今では法律

に基づいて水質規制がおこなわれ、ほぼ遵守されていることを考慮し、法規制の遵守状況は指標化しない。そのかわり、排出物質の総量が法規制されていないことを考慮して、水質負荷量（濃度×流量）の過剰分をマイナスの水循環健全機能として評価する。すなわち

$$\text{【指標4】} = - (\text{水質負荷量} - \text{バックグラウンド負荷量}) / (\text{バックグラウンド負荷量})$$

ここでバックグラウンド負荷量は排水の影響が顕著でない直近位置での武庫川の水質負荷量を取るものとする。水質負荷量は汚濁物質の化学種ごとに評価されるが、環境への影響は化学種ごとに異なるので、重み付が必要である。

上に挙げた4つの指標はあくまでも例示的に挙げたもので、その中身も十分実態に即して定式化したものではない。ここで上記の4指標が生物生態と生態環境へのインパクトを全く含んでいないことについて付言する。兵庫県の環境影響評価に関する条例に従って事業が遂行される限りは、生態学的影響は原則的に起こらない。ここでは更に進んで、本提言書の末尾に添付された資料「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」がすべての事業に対して適用されるものとし、生態学的影響が皆無（怒忍レベルは設定しない）であることを前提とするため、このようなインパクトは指標に含めていない。

次に、これらの水質指標が評価されたときに、これに基づいて水循環健全性に対するインパクトの総合評価について考察するが、一般論を述べることは難しいので、水道専用の利水ダムである千叡ダムの治水活用案に付随する水循環健全性指標の評価を一つの例題として取り上げる。下表に現況と千叡ダムの水位を常時下げる多目的ダム化案についての各指標の評価を示す。

指標	評価法	現況	多目的ダム化後
1	武庫川流域への給水量 / 全給水量		改善
2		ほとんどは隣接流域	やや改善
3	$-1 \times (\text{全給水量} / \text{武庫川流域への給水量})$		改善
4		ゼロ	左に同じ

指標1については数値化していないが、現況では千叡ダムは洪水時以外は羽束川の流水のほとんどを取水し、余剰の水だけを下流に放流している。武庫川下流の百間樋井堰の利水組合との約定により、水田灌漑期に限って一定量の放流をすることになっているが、羽束川の基底流量の代替にはなっていないと思われる。また、洪水時にはダム水位が常時満水位に達するまでは流入水をため込むが、その後は何ら洪水調節せず、洪水をそのままの形で放流している。ただ、千叡ダムから取水した水は千叡浄水場で水道用水として浄水された後、その一部は神戸市の武庫川流域に属する地域に給水されている。そしてその水は下水道を通して武庫川に放流されている。その水量は明らかでないので、上表では給水人口に比例するものとしている。治水活用に伴って千叡ダムからの水道原水の取水量が減ると、それに応じて、その中での武庫川流域への給水量の割合が増加するので、指標1の数値はその分だけ改善されることになる。しかし、治水活用によって武庫川の洪水が緩和されると、指標1～4では評価されない大きな環境改善効果が期待される。指標2は武庫川流域における水利用を念頭に置いたもので、評価が困難であるが、全量を隣接流域から取水し、全量を隣接流域に排水するという形態に近いと評価してよいであろう。これについては治水活用後も同じである。指標3については、水道水源としての取水であるため、武庫川流域で使われる水道水の量は必要最小限の水量であると認められるが、武庫川流域外で使われる水道水は武庫川流域の環境という観点からは、必要最小限の水量にはカウントできないので、 $-1 \times (\text{全給水量} / \text{武庫川流域への給水量})$ という評価（絶対値は指標1の逆数に等しい）になる。千叡ダムの治水活用によって全給水量が減少すると指標1と同様、指標2も改善され、給水量の全量が武庫

川流域へ給水されることになることになると - 1 となり、かなりの改善になる。指標 4 については化学種によって排水の汚濁負荷量が変わるが、原則的にすべての化学種について汚濁負荷量の増加なしに武庫川水系に排水されると考えられるので、評価はゼロとなる。化学種によっては排水の汚濁負荷量がバックグラウンドよりも減少すると思われるが、これは評価の対象としないこととする。

さて、千叡ダムの治水活用が水循環健全性機能をどれだけ改善するかについての総合評価であるが、指標 1～4 について評価が改善されるか、変化なしであるため、水循環健全性機能が改善されるということは間違いない。ただ、治水活用後も、千叡ダムの水を神戸市に運ぶ以上は、それを武庫川水系に還元するとしても、かなり「遠い水」になってしまうことは変わらない。もし、千叡ダムの水を羽束川流域とその周辺への水道水源として使用し、神戸市の武庫川流域部分への給水をよりローカルな水源に求めることができれば、この点はぜひ改善されることになる。千叡ダムについては神戸市が占有権を持っているという既成事実があることは確かであるが、既成事実を重視することは決して水環境改善に結びつかないことも事実である。

水循環健全性を担保するひとつの方法として、水利用のデポジット制度が検討されている。これは水循環健全性を阻害するような水利用について、一定の費用を水利用者が預託（デポジット）し、流域管理に当たる行政当局が問題解決のためにこれを使用すると共に、デポジットを必要としない、水循環健全性機能を持った利水へと誘導する効果がある。この制度が千叡ダムの利水の適用されると、上記のような形で千叡ダムの水が「近い水」として利用されるまでは神戸市は一定のデポジットを余儀なくされるので、治水利用に伴って既得権が侵害されることの補償と見合いになり、水循環健全性の実現を阻害する要因が取り除かれることになると考えられる。

5 まとめ

地球的規模で 21 世紀は環境の世紀と位置づけられており、我が国においても、国策面で、また国民の関心も環境問題の重要性を認識し始めている。

本委員会では武庫川が 100 年に一度の規模の降雨が到来しても耐えうるような計画規模を想定し、環境面、またまちづくりの立場等多角的な視点で検討を加えてきた。

環境ワーキンググループにおいては自然環境と社会環境に大別し、自然環境については生態系を含む貴重な自然景観の維持、保全、創出について言及した。とりわけ武庫川峡谷は、生物の生息空間が広がる価値ある景観であり、武庫川流域におけるかけがえのない財産として位置づけ、武庫川渓谷を武庫川づくりの基準として対応してきた。社会環境については日々変化する社会情勢に的確に対応できる体制を強化しなければならないことを盛り込んだ。特に流域における「健全な水循環の形成」は、治水、利水、環境を総合的に配慮する環境保全の規範となる目標として扱い、その各論としていくつかの提言をまとめている。

今後、健全な武庫川づくりに向けて、参画と協働をベースにした組織を作り（まちづくりワーキンググループの提言を参照）、本提言の趣旨が生かされることを希望する。

- 本文以上 -

環境 WG 提言・添付資料

〔 2.1 関係 〕

1. 武庫川の健康診断図（案）（第 4 回環境 WG 資料 - 1）
2. 武庫川診断図 WG 総括図（案）（第 14 回環境 WG 資料 4 - 2）
「すぐれた自然環境が残された地域」「環境面で課題があると考えられる地域」の表
（第 14 回環境 WG 資料 4 - 1）

〔 2.2 関係 〕

1. 武庫川流域森林図（第 15 回環境 WG 資料 9 - 1）
2. 武庫川流域保安林図（第 15 回環境 WG 資料 9 - 1）
3. 災害に強い森づくり（兵庫県パンフレット）

〔 4.3 関係 〕

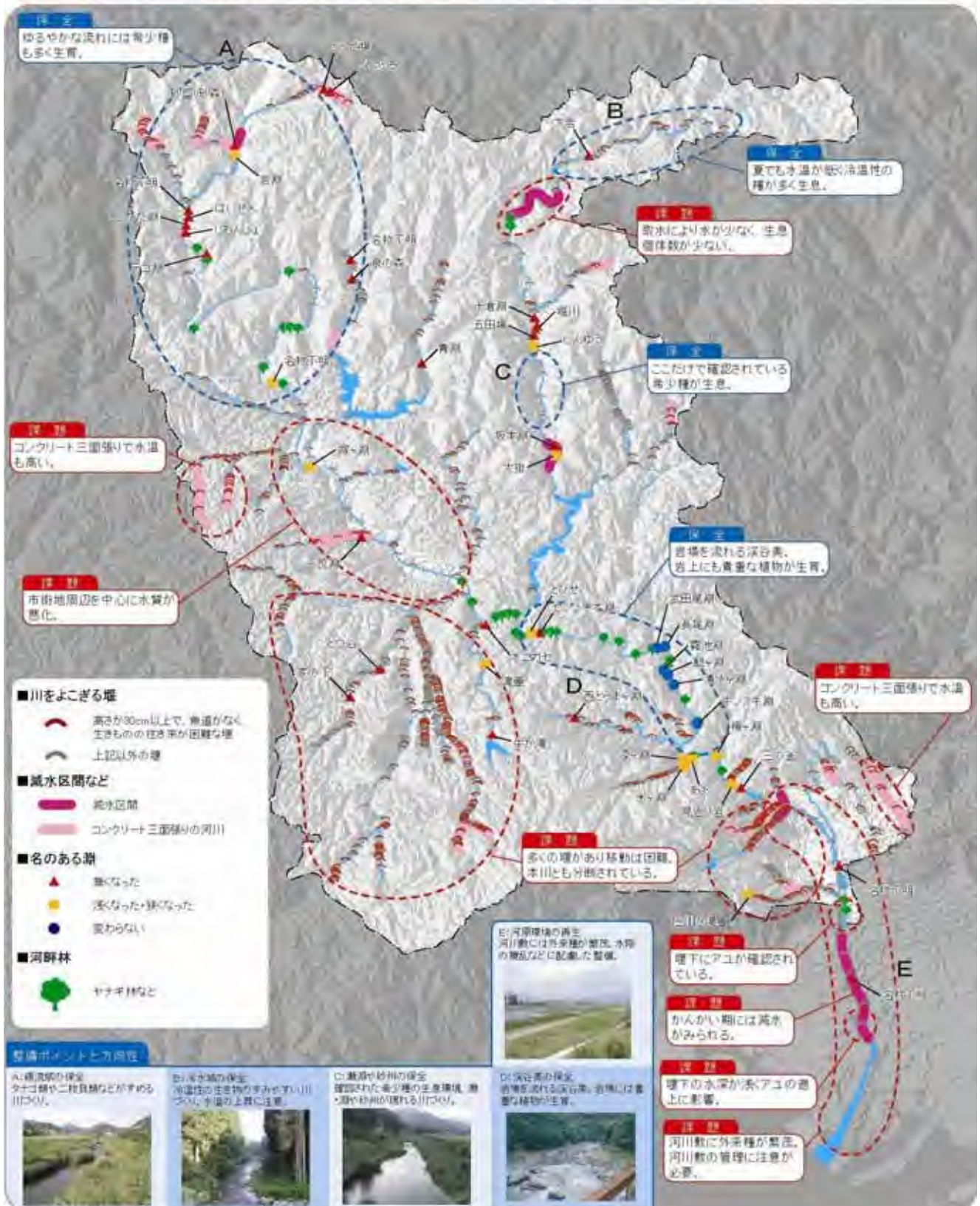
1. 武庫川流域水系統図（未完）（第 45 回流域委員会 資料 3 - 3 1 ~ 4 頁）
2. 各市水道統計（S39~H16）（第 16 回環境 WG 資料 4）

〔 2.1 関係 〕

1. 武庫川の健康診断図（案） (1) 川づくりアトラス 武庫川の健康診断図（案）

川づくり アトラス 武庫川の健康診断図（案）

～武庫川のかかえる複数の課題を要約した図です。～

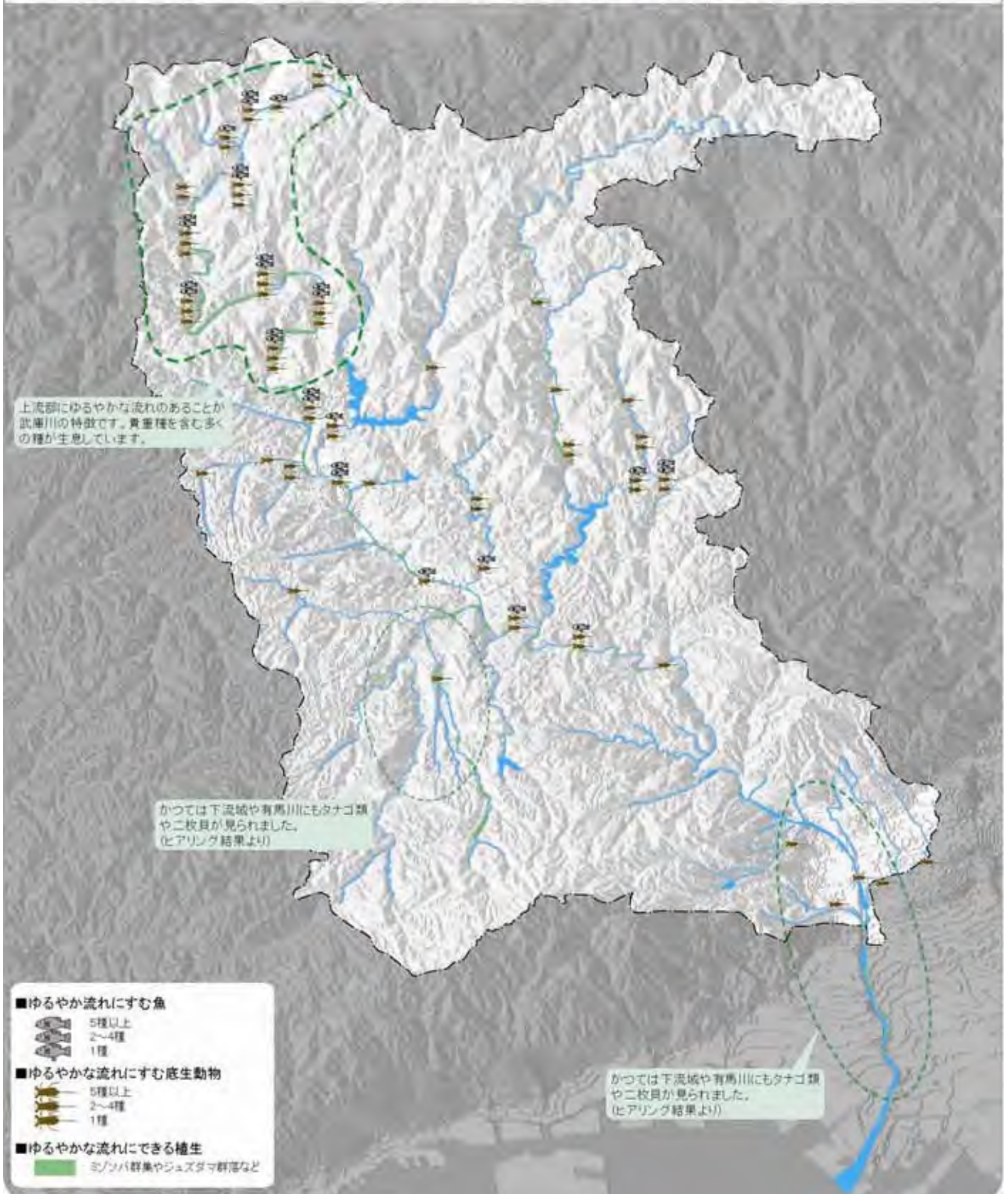


ゆるやかな流れにすむ生きものたち

稚魚や卵が流されにくい。

緩流性の種

流れの緩やかな水辺は、水の中の生きものが大きくなるのに欠かせません。緩流性の生きものは、草付きの浅瀬のある水辺に現れます。武庫川では、上流域に流れの緩やかな水辺がみられます。



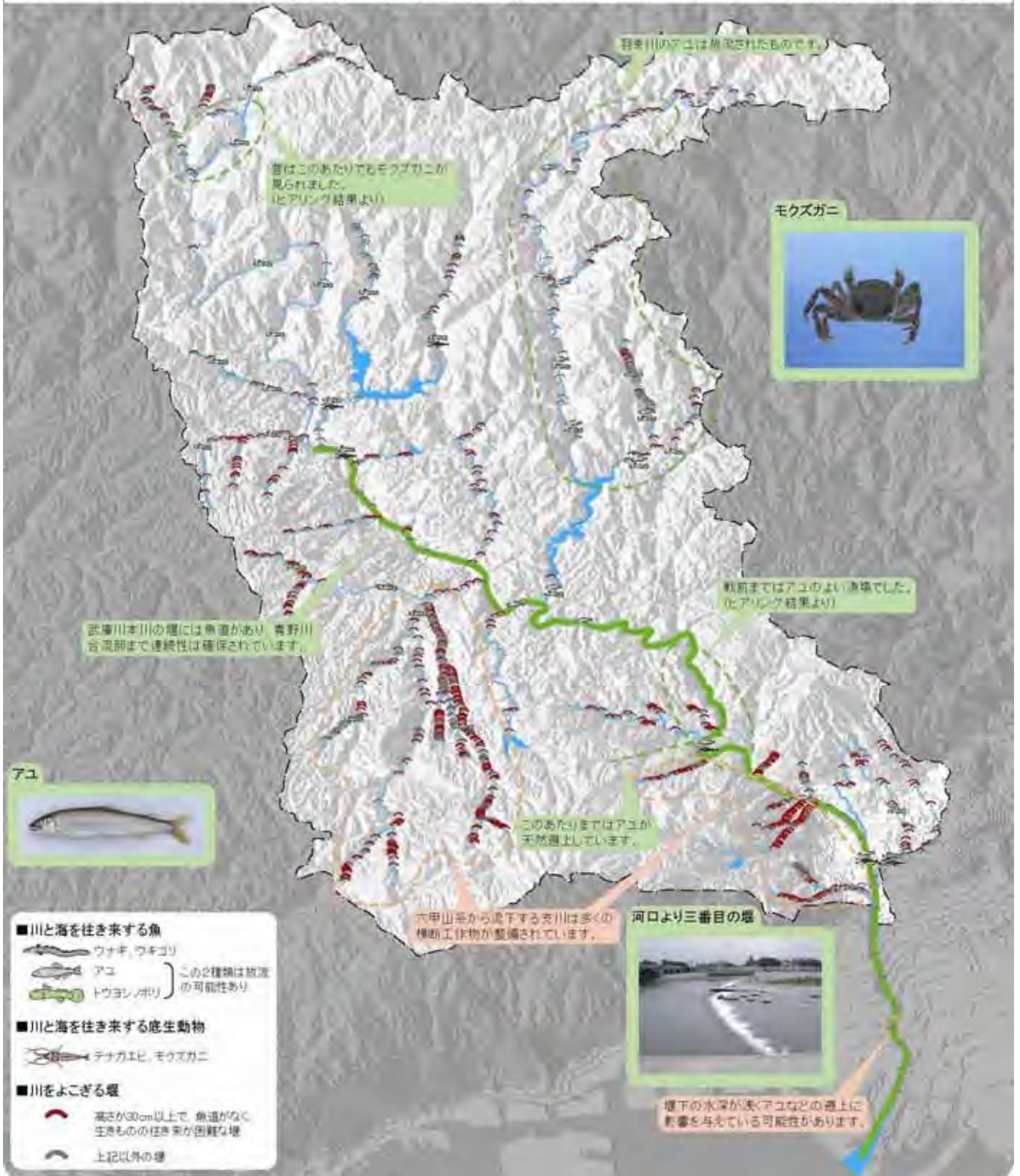
川と海を往き来する生きものたち

川と海、どっちも必要。

回遊性・汽水性の種

川と海とを往き来するのが、回遊性・汽水性の生きものです。のぼりにくい堰があると、上流に行けません。堰を改修することにより、生きものにとってすみやすい川になるはずです。

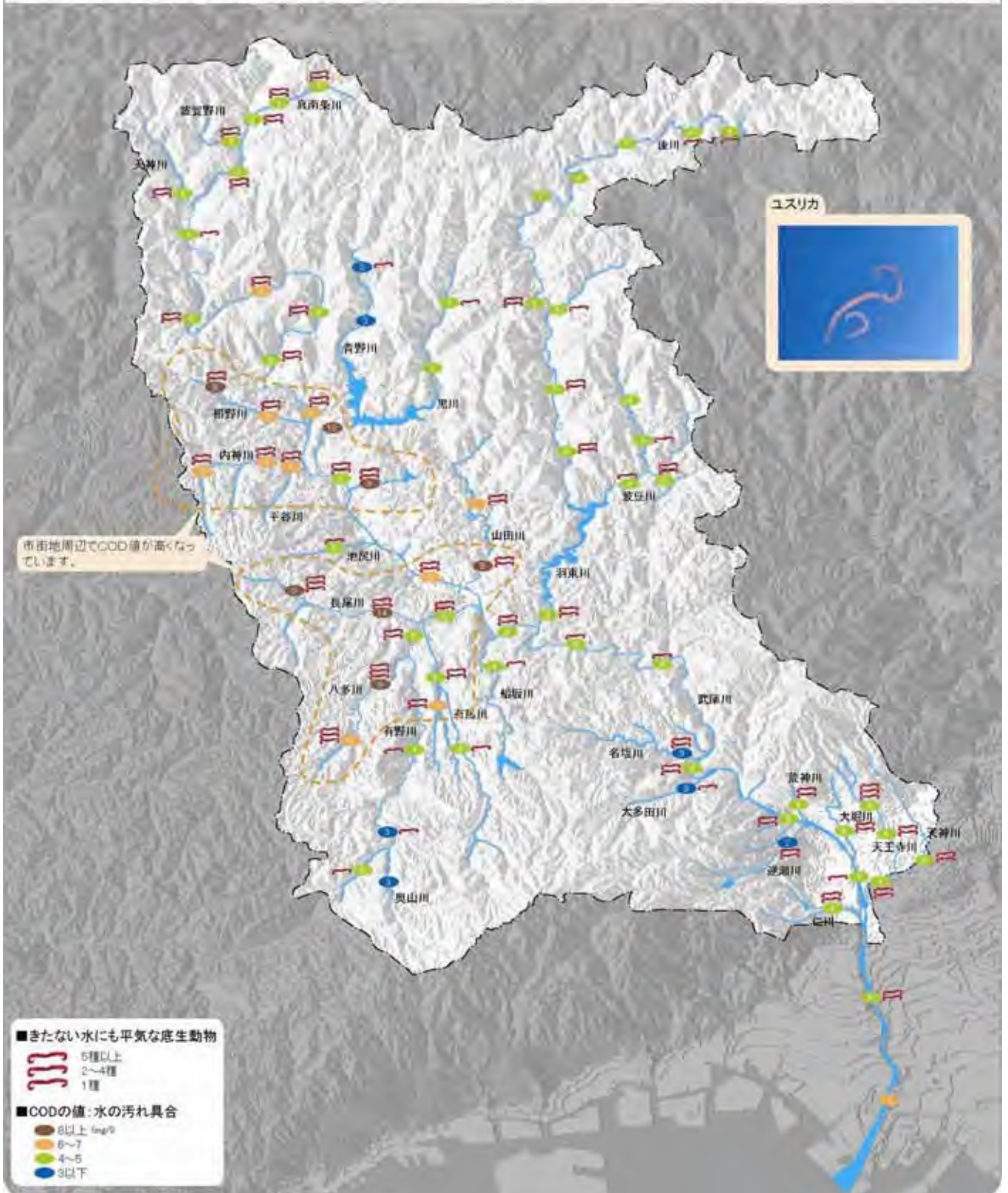
河口より三番目の堰がアユの遡上に影響を与えている可能性があります。



きたない水にも平気な生きものたち

ヘドロが堆積、水の中は酸素不足。 **耐汚濁性の種**

水の中の栄養分が多すぎると、浄化がうまく働かず、水は汚れてしまいます。そんな所には、耐汚濁性の生きものがあらわれます。市街地の周辺で水の汚れが目立ちます。

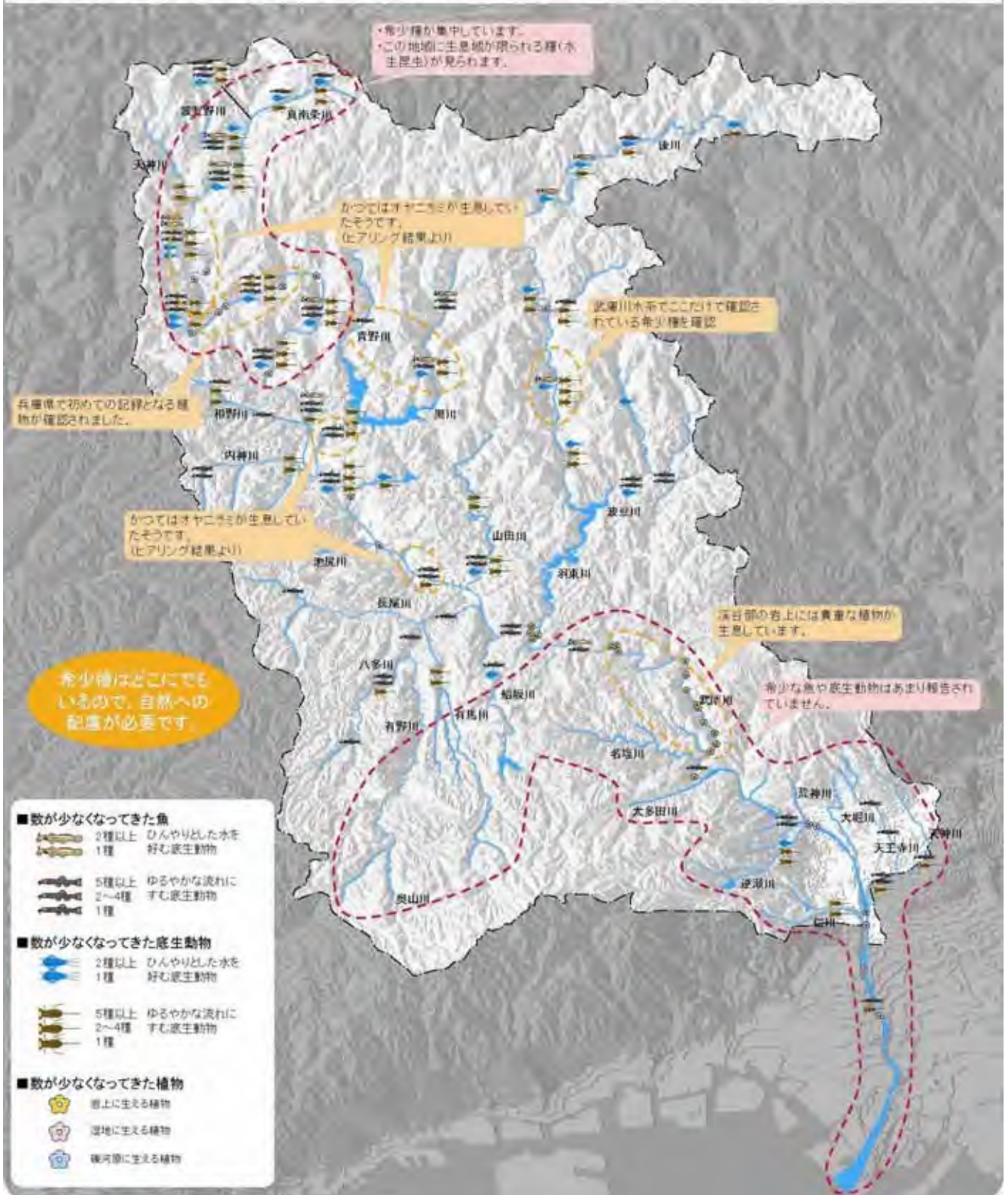


数が少なくなってきた生きものたち

大切な環境を指標する。

希少種

昔はたくさんいたけど、今では減ってしまった。もともと特殊な所にしかいなかった。生きていくのに広い場所が必要。どれかに当てはまれば希少種です。武庫川では上流域に希少種が多く生息しています。

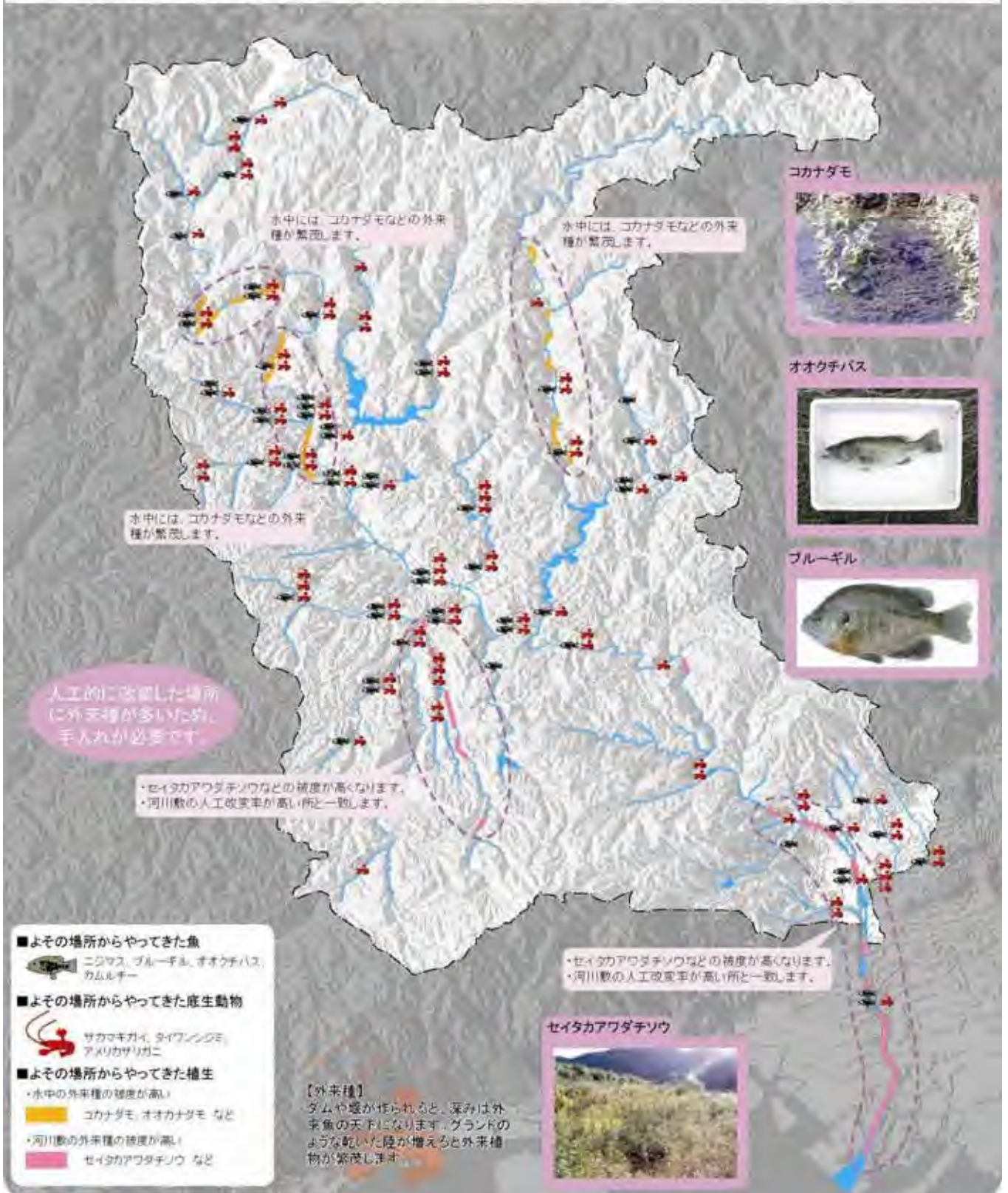


よその場所からやってきた生きものたち

昔からいた生きものを脅かす。

外来種

もともといた生きものにかわって、はびこりだしたのが外来種。持ち込まれたことに加えて、昔はなかった環境が増えてきたのが原因です。武庫川では人工改変された下流域で外来の植物が繁茂します。



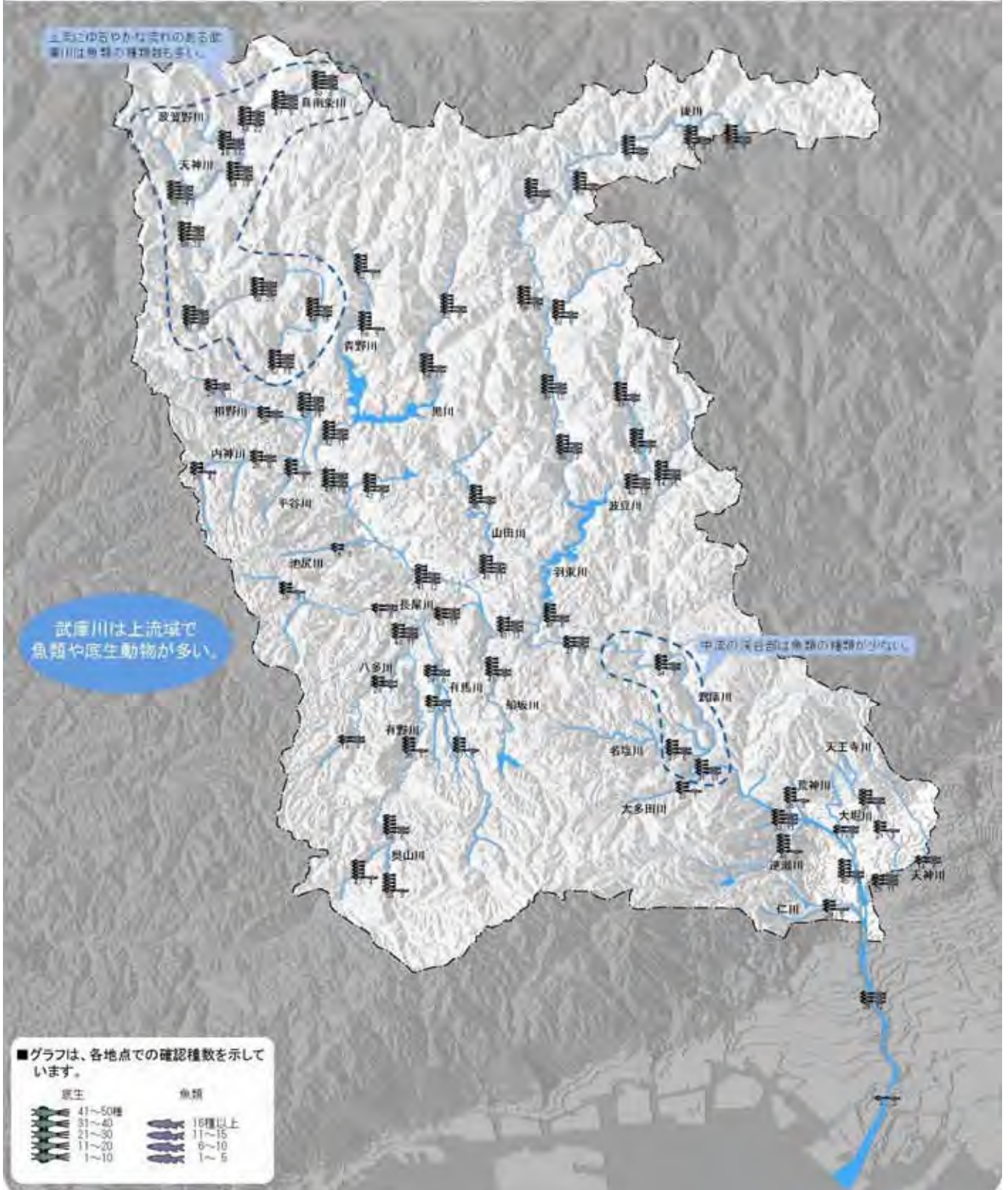
(8) 水の中の生きものは、どこに多い？

水の中の生きものは、どこに多い？

良好な生態系は多くの生きものを育む。

種多様性

一般的には魚類は下流で種類が多く、底生動物は上流で種類が多い傾向にあります。武庫川では、流れが緩やかな上流域で魚類や底生動物の種類が多くなります。

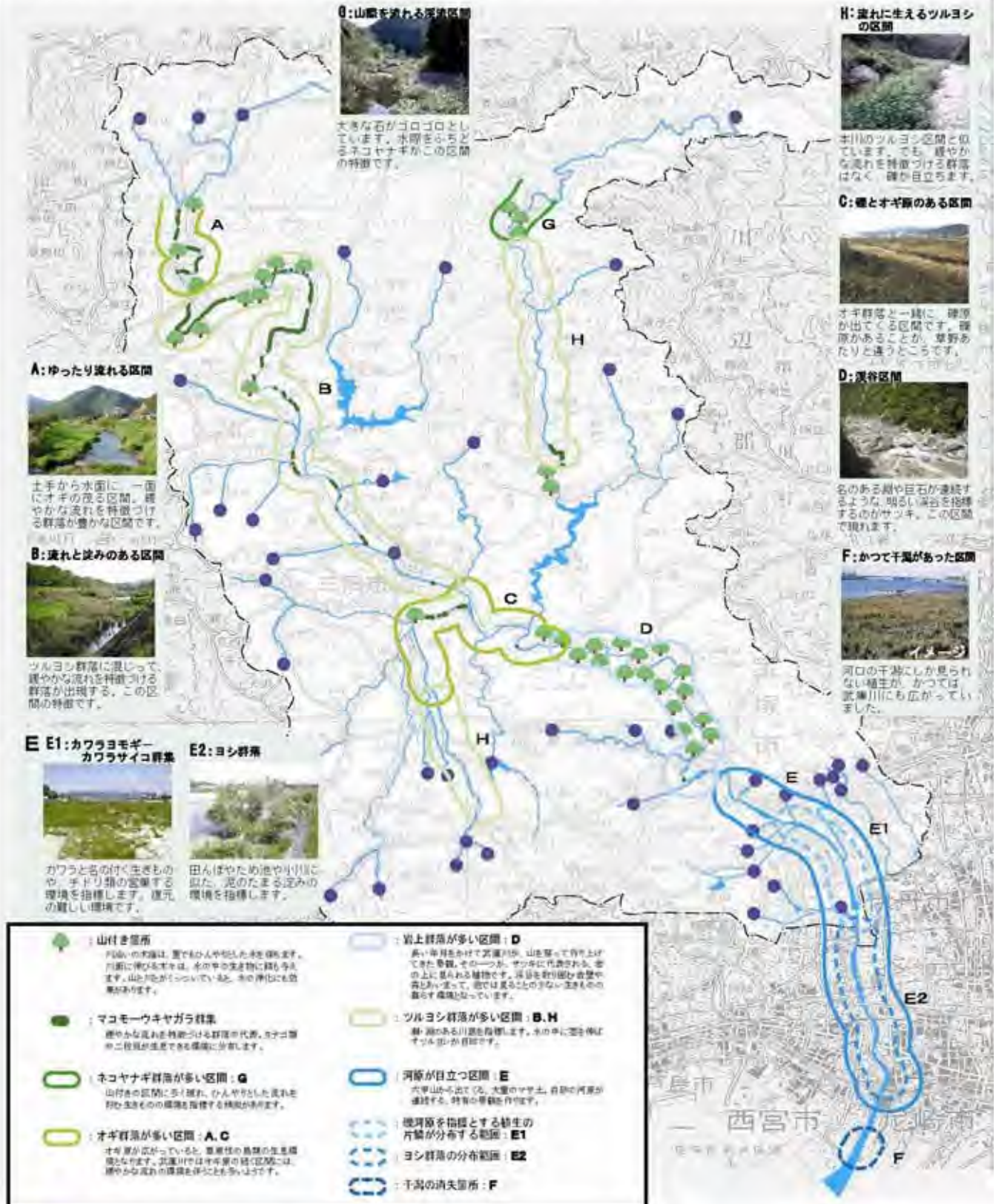


河原に広がる草や木

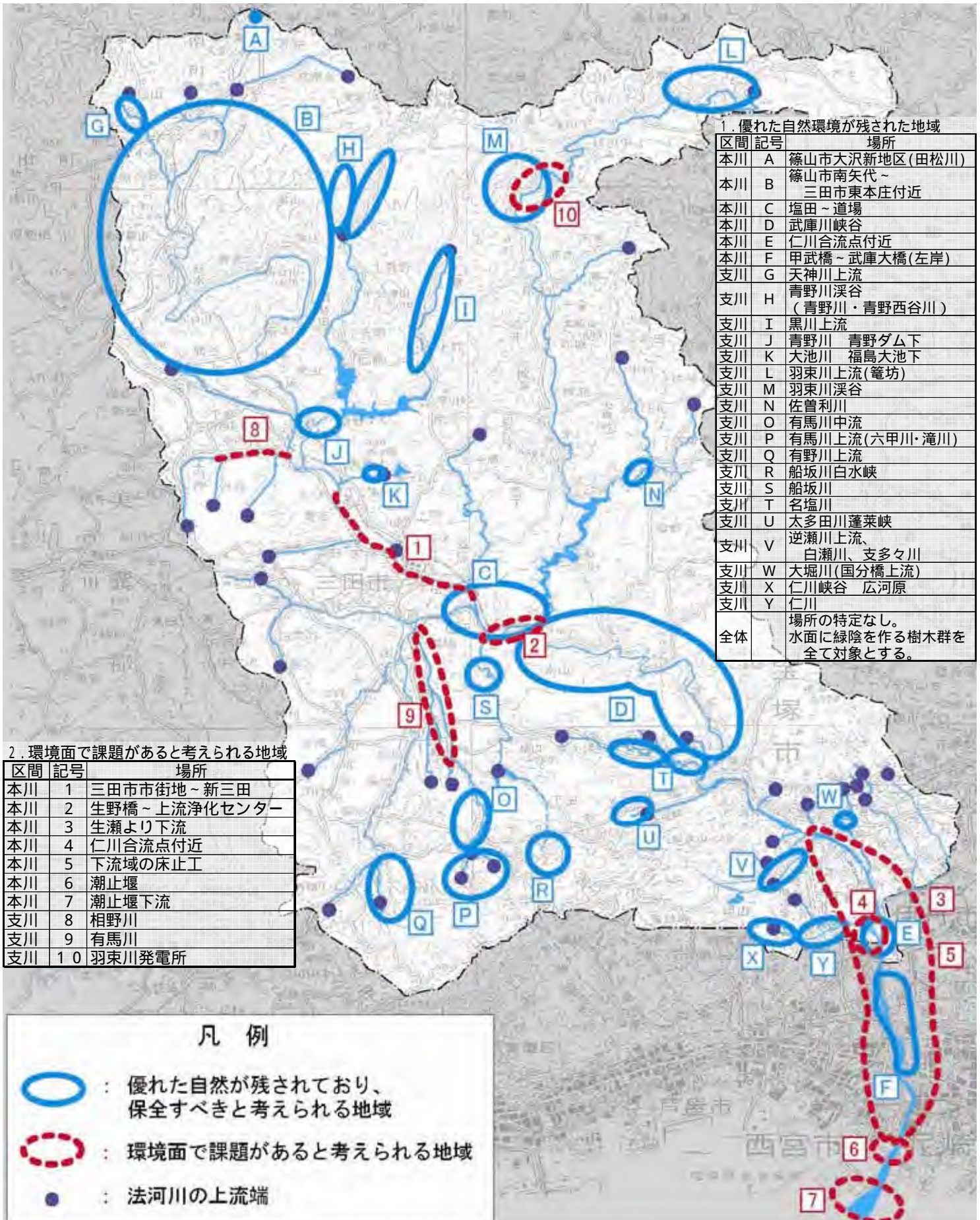
植生から、川の生き物を予想する。

川の植生

河原に広がる草や木は、川の特徴を知るのに欠かせません。上流から下流に下流につれて、生えている草木がかわります。場所ごとに違う草木に注目すると、武庫川でめざしたい景観や、生きものとの関わりが見えてきます。



2. 武庫川診断図 - 環境 WG 総括図



1. 優れた自然環境が残された地域(1/3)

区間記号	場所	対象となる河川環境	対象地の説明	対象地に対する推薦の根拠	意見や対象となる河川環境に対する説明
本川 A	篠山市大沢新地区 田松川	・谷中分水界	<ul style="list-style-type: none"> ・武庫川と加古川の支流との間で約2万年前に起こった河川争奪¹⁾の結果。 ・明治時代、流路勾配の無い地形を利用して、地域の河川を掘削して運河を作り舟運に供したという。 ・舟運地域文化のなごりを残す(水質の汚染は進んでいる)。 ・泥質河床上の緩やかな流れに暮らす生きもの。土手を含む田圃河川の景観。 ・湛水域に適したタナゴ類と、その産卵基質となる二枚貝類が生息。2003年に県下で初めて発見された植物もみられる。水辺にはオギ、マコモ、ツルヨシ等の群落の景観が広がる。特に自然のままの川の姿がよく残っている。特に草野大橋から上流は生態系も豊か。 ・堤防や高水敷のオギ、ススキの群落は晩秋(11月頃)銀色に輝く。穂波は絶景。 ・河口域のような緩やかな流れは、武庫川の特長とも言える。中小の盆地から盆地へ蛇行しながら三田市街地を経て武田尾深谷へ到達する。一部を除いては構造物(コンクリートブロック)を使用しない自然の土堤で、オギの群生する堤防が続く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地形¹⁾ ・兵庫県RDB(地形) 	<ul style="list-style-type: none"> ・河川形成学的価値、および郷土史・景勝地の保存の観点から提案。 ・旧舟運地点の地形的、郷土史的価値は、案内板やパンフレットなどにより積極的に公表する。 ・旧舟運のあった場所は1箇所のみ
本川 B	篠山市南矢代～ 三田市東本庄付近	・緩やかな流れと蛇行	<ul style="list-style-type: none"> ・オオヨシキリが生息する広いオギ原、ツルヨシ群落 ・市街地から近いハイキングコースとして貴重な存在。 ・深谷美 ・地形的価値 ・希少な生物を含む多様な種が生育・生息 ・景観美、深谷美、ハイキングコース ・岩上植物群落、植物の多様性 	<ul style="list-style-type: none"> ・健康診断図 ・現地体験 ・兵庫県RDB ・(植物群落, 地形, 地質) ・宝塚生態系RDB 	<ul style="list-style-type: none"> ・田園的環境の生活・生物の共存性の保護・保全 ・H8の水害で右岸中谷川上流から土砂が流入し、治水上問題を残している。 ・晩秋には延々と続く銀色に輝くオギ、カヤの穂波は上流武庫川の景観として取り上げる価値があると思う。 ・泥質河床が豊かな生物群集を育み、逆に生態系の物質循環がへド口化を防止している。 ・自然環境・景観ともに非常に優れている。このままの保全に努力すべきときと考えている。
本川 C	塩田～道場	・オギ原、河原		<ul style="list-style-type: none"> ・健康診断図 	<ul style="list-style-type: none"> ・オギを食草とするチョウ類の生態が解明された場所 ・生態系・景観・地形等の点からぜひこのまま残したい。 ・深谷に生息する生物の保護・保全。 ・自然環境・景観ともに非常に優れている。このままの保全に努力すべきである。 ・峡谷側歩道の危険箇所には、柵を設ける等最少面での安全措置を講ずる程度で充分。 ・(生態的)景観の保全⁴⁾ ・この偉大な環境価値ある地域の保護・保全を主張する根拠はいくらでもあるが、ステークホルダの多面性・数の多さから見た切り口からの主張は一つも根拠とみなせる。⁵⁾ ・環境問題ステークホルダー
本川 D	武庫川峡谷	・先行河川、貫入蛇行		<ul style="list-style-type: none"> ・健康診断図 ・兵庫県RDB ・(植物群落, 地形, 地質) ・宝塚生態系RDB 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全と共に、レキ河原の再生に向けての取り組みが必要。 ・樹林の養生必要
本川 E	仁川合流点付近	・レキ河原	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積地(洲)に野鳥。休息地。 ・カワラと名のつく生きものや、チドリ類の営巣する環境 ・堤防高水敷の松並木 	<ul style="list-style-type: none"> ・健康診断図 ・宝塚生態系RDB ・「武庫川の鳥類」²⁾ 上流域の特徴 	
本川 F	甲武橋～ 武庫大橋(左岸)	・伏流水を利用した農業用水路	<ul style="list-style-type: none"> ・木々に囲まれた都市域の水路 ・水量が豊富でひんやりした水が流れている 		

1. 優れた自然環境が残された地域(2/3)

区間記号	場所	対象となる河川環境	対象地の説明	対象地に対する推薦の根拠	意見や対象となる河川環境に対する説明
支川 G	天神川上流	・河畔林	・水域から森林への連続性		
支川 H	青野川渓谷 (青野川・青野西谷川)	・溪谷美 ・河畔林(青野西谷川を含む)	・多くの種類の淡水魚が生息。水質良。 ・山間部の渓谷として川遊びに適している。 ・河畔林も変化がある。(素通りする事が多いがハイキングコースにも適している。)	・健康診断図 ・三田RDB	・山地景観にアクセントをつけている。 ・水温の上昇を防ぎ、魚類等のシエルトーとしての機能 ・清流の保護・保全 ・河畔林の景観とその生物保護機能
支川 I	黒川上流	・河畔林	・水域から森林への連続性		
支川 J	青野川 青野ダム下	・溪谷美 ・河畔林	・多くの種類の淡水魚が生息。		
支川 K	大池川 福島大池下	・流れが緩く森林美 ・河畔林、未整備農地	・生物の種類は多い。 ・明るい二次林や湿性林に特徴的な希少なチヨウ類も生息。 ・河畔林の保護・保全 ・河畔林の景観とその生物保護機能		・山地景観にアクセントをつけている。 ・水温の上昇を防ぎ、魚類等のシエルトーとしての機能 ・水辺の林 ⁶ ・溪畔林 ⁷
支川 L	羽束川上流 (竜坊)	・上流部 ・ひんやりとした流れ	・ひんやりとした流れに暮らす生きものが多数生息する生態系 ・冷水を好む特別天然記念物オオサンショウウオが大阪府天王まで生息	・健康診断図	・ひんやりとした流れとその生息生物の保護・保全 ・水辺の林 ⁶ ・溪畔林 ⁷
支川 M	羽束川渓谷	・溪谷美、冷水域 ・河畔林	・冷水に適した生物の生態系、淡水魚種多(冷水域) ・三田野外活動センター付近より上流は清流でカゲロウの幼虫も多く、特に夏は親水活動に最適。 ・遊漁客以外の客を進入禁止にしているのが問題	・健康診断図 ・現地体験 ・兵庫県RDB(自然景観)	・漁協が立入禁止にしている区間があり狭いのが問題 ・山地景観にアクセントをつけている。 ・水温の上昇を防ぎ、魚類等のシエルトーとしての機能 ・清流の保護・保全 ・水辺の林 ⁶ ・溪畔林 ⁷
支川 N	佐曹利川	・緩やかな流れ ・土手・田圃風景等のアメニティ河川の保全	・緩やかな流れに棲む水生動物が豊か	・宝塚生態系RDB	・段丘を伴うやや緩やかで直線的な河道に特有の景観 ・散策と水辺 ⁸ ・オーブンスペース ⁹ ・二次的自然の重要性 ⁴
支川 O	有馬川中流	・やや緩やかな河川が作り出す平和な田圃景観	・水質悪化、淡水魚種も少ない ・ミヤマアカネが生息		
支川 P	有馬川上流 (六甲川・滝川)	・溪谷美 ・河畔林	・有馬温泉とマッチした河畔林景観とその生物保護機能 ・市街地に入ると水質悪化が目立ち淡水魚種も少なくなる。		・急流域における河畔林の保護・保全 ・山地景観、遊歩道、河畔林、溪流がありなり景観と河畔林の生物保護機能 ・水辺の林 ⁶ ・溪畔林 ⁷
支川 Q	有野川上流	・森林美、溪谷美	・田圃景観を抜けて渓谷沿いに六甲山へ至る、景観の変化を楽しめるハイキングコース。 ・六甲山の渓谷を特徴づける植物や、渓流性の動物類が生息。	・現地体験	・急流域における河畔林の保護・保全 ・緑の少ない住宅団地の修景と生物保護機能・丘陵地のニュータウンに挟まれて蛇行する有野川とその周辺にわずかに残された自然景観は貴重 ・水辺の林 ⁶ ・溪畔林 ⁷

1. 残った自然環境が残された地域(3/3)

区間 記号	場所	対象となる河川環境	対象地の説明	対象地に対する推薦の根拠	意見や対象となる河川環境に対する説明
支川 R	船坂川白水峡	・バッドランド地形 ²⁾	・断崖沿いにできた崖。 ・浸食作用が激しく、花崗岩の白い裸地が特異な地形を呈している。	・兵庫県RDB (地形, 地質)	
支川 S	船坂川	・ミヤマアカネの生息環境	・ミヤマアカネが生息	・人博レポート ・「みやまあかねとすてきななままたち」*3	・砂州のあるやや緩やかな河川が作り出す生態系
支川 T	名塩川	・河畔林 ・蛇行	・西宮名塩駅から下流の河畔林 ・名塩集落内の蛇行	・兵庫県RDB (地形, 地質)	
支川 U	太多田川蓬萊峡	・バッドランド地形 ²⁾	・断崖沿いにできた崖。 ・浸食作用が激しく、花崗岩の白い裸地が特異な地形を呈している。	・兵庫県RDB (地形, 地質)	
支川 V	逆瀬川上流、白瀬川、支多々川	・ミヤマアカネの生息環境	・ミヤマアカネが非常に多い特異な地域。またホタルも自然の状態を観察できる。市街地と一体となった生態系が楽しめる場所。小学生の自然観察も盛ん。	・健康診断図 ・現地調査 ・人博レポート ・「みやまあかねとすてきななままたち」*3 ・展示会	・砂州のあるやや緩やかな河川が作り出す生態系 ・花崗岩山地から流出するマサと河川地形の組み合わせが六甲山系の他の水系とは違った生態系を作り出している。
支川 W	大堰川 (国分橋上流)	・河畔林	・都市に残された河畔林の名残 ・宿場町と森林景観の融合		
支川 X	仁川峡谷 広河原	・堰堤上流側にできた細流を伴った広い河原	・市街地直近の渓谷(広河原下流) ・広い草原と渓流		
支川 Y	仁川	・渓谷美 ・ミヤマアカネの生息環境	・ミヤマアカネが生息	・人博レポート ・「みやまあかねとすてきななままたち」*3	・砂州のあるやや緩やかな河川が作り出す生態系 ・花崗岩山地から流出するマサと河川地形の組み合わせが六甲山系の他の水系とは違った生態系を作り出している。 ・土地利用の高度化が全般的に進んでいる武庫川流域においては、残されたわずかな自然として河畔林の景観と生物保護機能は重要である。 ・水辺の林 ⁶⁾ ・浮群林 ⁷⁾
全体	場所の特定なし。水面に緑陰を作る樹木群を全て対象とする。	・水面に緑陰を作る樹木群 ・河床から河畔林、河畔林へと続く景観	・水温の上昇を抑えたり、警戒心の強い魚類の隠れ家を提供するなど、さまざまな機能を担う。		

貴重種選定文献：兵庫県RDB：改訂・兵庫の貴重な自然 - 兵庫県版レッドデータブック 2003 - (平成15年3月 兵庫県県民生活部自然環境保全課)
三田RDB：未来に伝えたい三田の自然 - 生態系レッドデータブック - (2005年8月 三田市)
宝塚生態系RDB：宝塚市生態系レッドデータブック (平成12年3月 宝塚市)

注1) 河川争奪：河川の流域のある一部分を別の河川が奪う(自らの流域に組み入れる) 地理的現象のこと。特に珍しい現象ではなく、世界各地にその痕跡地形(河川争奪地形)が見られる。

注2) バッドランド地形：100万年にわたって何度も繰り返された断層運動にもなう圧砕作用が、その後の著しい風化・侵食作用を招いた。草木をよせつけずに地肌が開き出しになったこのような地形を、バッドランドと呼ぶ。風化は、花崗岩の節理や圧砕されたときの割れ目から進むが、その割れ目の間が、岩塔として残る。岩壁の表面には、雨水によってV字に彫り込まれた溝、ガリが縦に無数に走っている。割れ目の岩石や崩れ落ちた岩石の表面を観察すると、同じ方向に線が入り、面が覆かれたように光っているところがあり、これは岩石がすべり動いたときにできる鏡面である。

参考文献 *1: 「生きている武庫川(改訂版)」(NPO野生生物を調査研究する会, 2003)
*2: 「武庫川の鳥類, 上流域の特徴」(江崎・斎藤, 2004)
*3: 「みやまあかねとすてきななままたち」(八木他, 2006)
*4: 「保全生態学入門」(鷲谷いづみ・矢原徹一)
*5: 「水資源と環境問題におけるステークホルダーとは」(萩原清子, 2003) 水文・水資源学会誌16-6
*6: 「水辺の環境学」(桜井善雄, 1991)
*7: 「水辺環境の保全」(江崎保男・田中哲夫, 2002)
*8: 「水辺空間の魅力と創造」(松浦茂樹・島谷幸宏, 1987)
*9: 「ウォーターフロントの計画ノート」(横内憲久他, 1996)

2. 環境面で課題があると考えられる地域(1/2)

区間	記号	場所	場所の説明	取り組みたいことから	場所に対する根拠	具体的な対策や提案など
本川	1	三田市市街地 ～新三田	・河川工事等によって単調化された場所	・蛇行や洲の再生とともに、水生生物の生息環境を再生し、あわせて市民のアクセスを考える。	・健康診断図	・自然工法をとりいれたい。 ・内陸河川の水辺は「水辺の計画と設計」 ¹ 、複断面二重蛇行水路の流れは「河川計画論」 ² などから、技術的にも可能と考えられる。 ・瀬と淵 ³ ・環境護岸 ¹ ・多自然型河川 ⁴
本川	2	生野橋～上流 浄化センター	・上流浄化センターの汚泥搬出用道路が河道内にあるところ	・河道内道路の舗装の撤去、河岸の自然化	・上流浄化センターの汚泥搬出用道路	<河道での取り組み> ・河道の堆積土砂の浚渫 ・取水や伏流によって基底流量が減っているため、生物の移動に必要な水深を確保する。 <流域での取り組み> ・流域の森林保全・雨水の武庫川へ戻す。 ・支流からの水供給について検討する。 ⁵ ・下水処理水の活用 ⁵
本川	3	生瀬より下流	・干ばつ時魚類の生息環境悪化、遡上阻害	・流量の回復	・実地見聞 ・健康診断図	・上流からの土砂輸送と洪水対策のバランスを考えて推進。 ・仁川の土砂生産の記録と予想が必要。 ・土砂問題に支障がなければ礫原は推進できる。水系における物質循環 ⁶
本川	4	仁川合流点 付近	・上流の礫原は土砂流出の減少で草地化している。下流の礫原は公園として利用されているが、礫原生物のために残せる唯一の場所である。	・礫河原の再生（高水敷の改修時注意） ・礫河原を再生し、野鳥の休息地を更に増強する。	・健康診断図	<2号床止工> ・エプロン部分の水深確保に向けた適切な設計 <その他の床止工> ・河川横断構造物が水生動物の往来に及ぼす影響を調査のうえ、必要に応じて、床固め工を魚が遡上しやすいように改修する。 ・魚の生息環境からどの程度の水深が必要か、専門家のコメントが必要。 ・魚類生息環境の水利 ⁷ ・河川横断構造物 ⁴ ・「河川砂防技術基準」 ⁸ ・「魚道の設計」 ⁹
本川	5	下流域の床止工	・2号床止工：魚の遡上に影響を与えている可能性が調査により指摘されている。 ・他の床止工：生物の回遊・移動に大きな障害となっているのは、との意見がでている。	・回遊性の生きものが、川と海とを往き来しやすい川づくり	・健康診断図 ・実地見聞	・淡水環境を維持するのが、汽水環境を還元するのかが環境政策を確立。 ・河床掘削深が大きいので、河川環境を従来通りに保つことは困難な面がある。しかし環境改善の可能性もある。 ・塩害を防止し、洪水疎通能力を確保する潮止め堰または代替施設を検討。 ・周辺の状況をよく調査の上で、常時転倒使用について検討すること。 ・堰の存続、改築、撤去につき、多面的な検討が必要
本川	6	潮止堰	・河口部に設けられた潮止堰	(別途、資料3-2に詳細を検討)	・健康診断図 ・実地見聞 ・環境WG会議	
本川	7	潮止堰下流	・河口部	・干潟の再生 ・干潟再生によって親水空間をつくる	・環境WSでの専門家の意見 ・県干潟再生実験資料 ・健康診断図	・埋立地での自然再生の検討

2. 環境面で課題があると考えられる地域

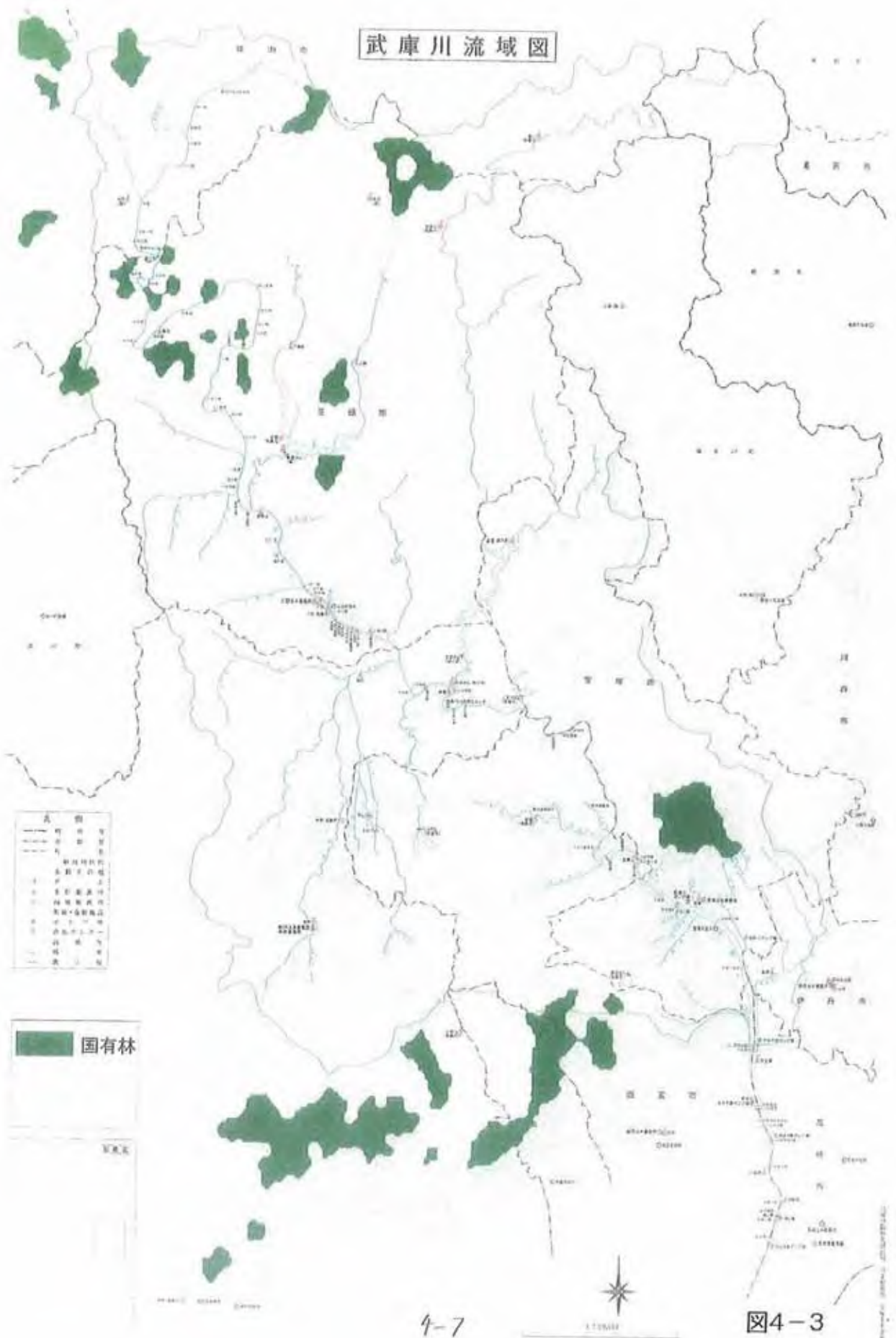
区間	記号	場所	場所の説明	取り組みたいことから	場所に対する根拠	具体的な対策や提案など
支川	8	相野川	<ul style="list-style-type: none"> 三面張り直線化された河川 かつてタナゴ類の大産卵地だったところ 	<ul style="list-style-type: none"> 川底を土にして生き物を増やして水質を浄化する。 	<ul style="list-style-type: none"> 健康診断図 	<ul style="list-style-type: none"> 三面張りの改善。底抜きの影響とその効果について検討。
支川	9	有馬川	<ul style="list-style-type: none"> 落差工が連続し、魚類の移動に支障があるところ。 	<ul style="list-style-type: none"> 魚類の移動が可能となるような施設の設置。 	<ul style="list-style-type: none"> 健康診断図 	
支川	10	羽束川発電所	<ul style="list-style-type: none"> 発電用取水のため5kmにわたって無流量状態になる。 希少な生物の移動に影響している可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 流量の回復 流量がほとんどゼロになる河川区間の解消が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 実地見聞 	<ul style="list-style-type: none"> 流量回復に向けて、所有者と協議を行う。

参考文献

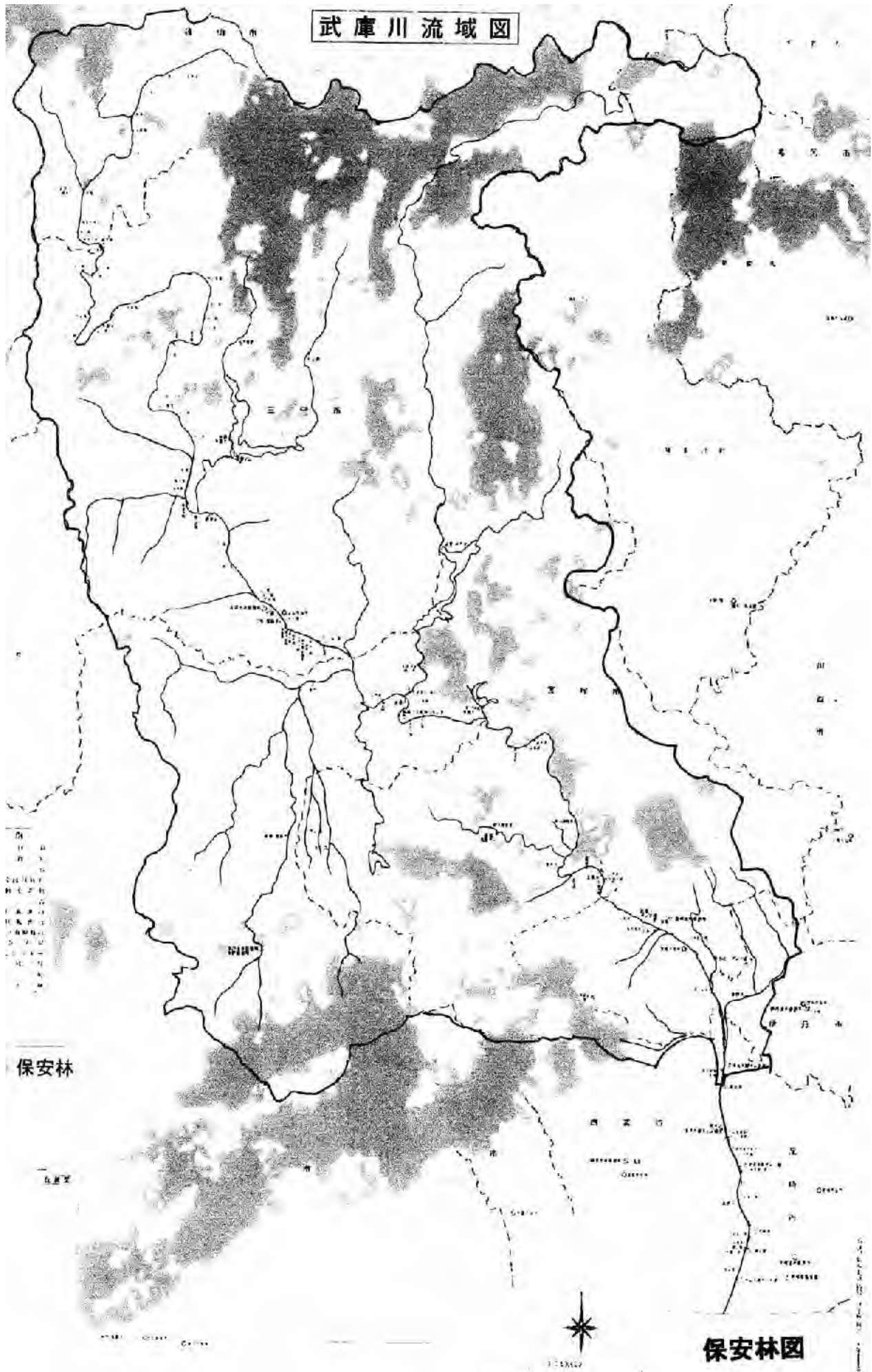
- *1: 「水辺の計画と設計」(吉村元男・芝原幸夫 鹿島出版会 1985)
- *2: 「河川計画論」(玉井信行 東京大学出版会 2004)
- *3: 「水辺環境の保全」(江崎保男・田中哲夫 朝倉書店 1998)
- *4: 「河川と自然環境」(財)リバーフロント整備センター 理工図書 2000)
- *5: 「水を活かす循環環境都市づくり」(和田安彦・三浦浩之 技報堂出版 2002)
- *6: 「水循環と流域環境」(高橋裕・河田恵昭 岩波書店 1998)
- *7: 「魚類生息環境の水理学」(河村三郎, 2003)
- *8: 「国土交通省 河川砂防技術基準 計画編」(国土交通省河川局監修 山海堂 2002)
- *9: 「魚道の設計」(広瀬利雄・中村中六 山海堂 1991)

〔 2.2 関係 〕

1. 武庫川流域森林図



2. 武庫川流域保安林図



3. 災害に強い森づくり（兵庫県パンフレット）

災害に強い森づくり

県民緑税の活用

～豊かな「緑」は県民共通の財産、みんなで支え、次の世代に引き継ぎます～

1 緊急防災林整備

急傾斜、斜面形状等で山地災害防止機能の高度発揮が求められるおおむね45年以下のスギ・ヒノキ林を対象に、早期・確実に防災機能向上を図ることを目的として、間伐に加え、土留工の設置などの森林整備を実施します。

2 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備

スギ・ヒノキ等の適齢人工林の部分伐採を促進し、広葉樹やスギ・ヒノキを補栽することにより、樹種・林齢が異なり、水土保全能力が高く、公益的機能を発揮する森林に整備します。

3 里山防災林整備

集落の裏山を対象にした森林整備に併せて簡易な防災施設（柵工など）の設置や歩道整備を行います。

4 野生動物育成林整備

農作物被害や精神的・身体的被害が生じるなど、野生鳥獣と人のあつれきが生じている地域において、人家等に隣接した森林の裾野を帯状に抜き切りし、人と野生動物との棲み分けゾーンを設け、森林の奥地に広葉樹林を整備します。

■ 人 年額800円(県内の個人県民給与所得の増額控除 年額1,000円に上乗せ)
※自治体(市町村)と協定を結ぶことで減額・免除となります
 ※所得が課税対象となる場合は対象外です

■ 法人 課税額の定額に際し、年額2,000円～80,000円


TEL:079-095-4199 FAX:079-095-4994

災害に強い森づくり

森づくりに取り組みます

★兵庫県では、従来の森林事業に加え、森林の有する多様な公益的機能に着目した「新ひょうごの森づくり」(H14～23年度)により、公的支援によるスギ・ヒノキの人工林の間伐や里山林の再生、森林ボランティア育成1万人作戦に取り組んでいます。

★森林は、本来、森のダムと称される貯水機能や土砂流出防止機能など、住民を自然災害から守る様々な機能を有しており、県民の共通財産ともいえる森林が、こうした公益的機能を十分発揮することができるようさらには、平成16年の一連の台風による、森林被害の美筋から「災害に強い森づくり」を進め、県土の保土・安心な生活環境の創出をはかります。

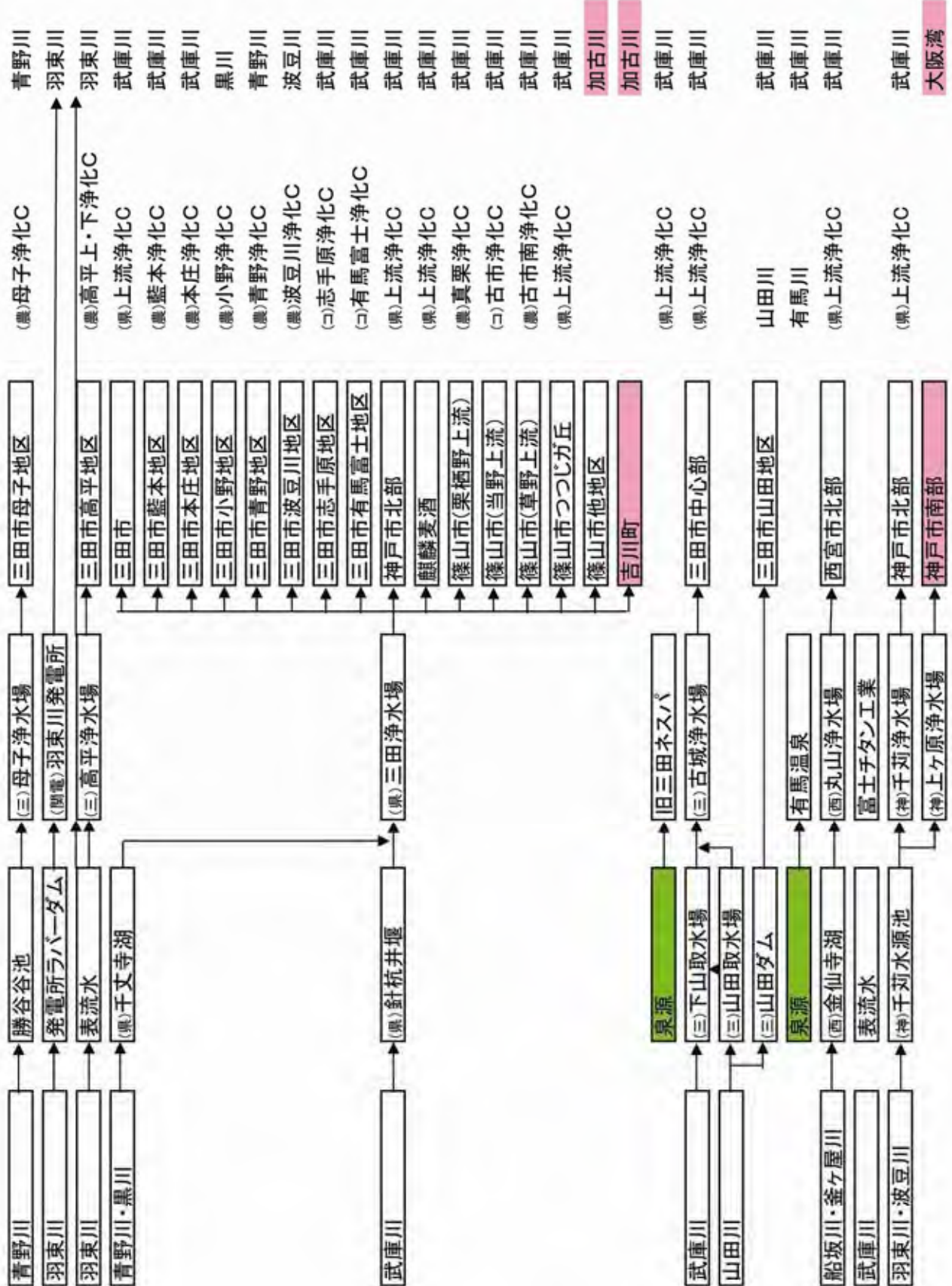


兵庫県 兵 庫 県

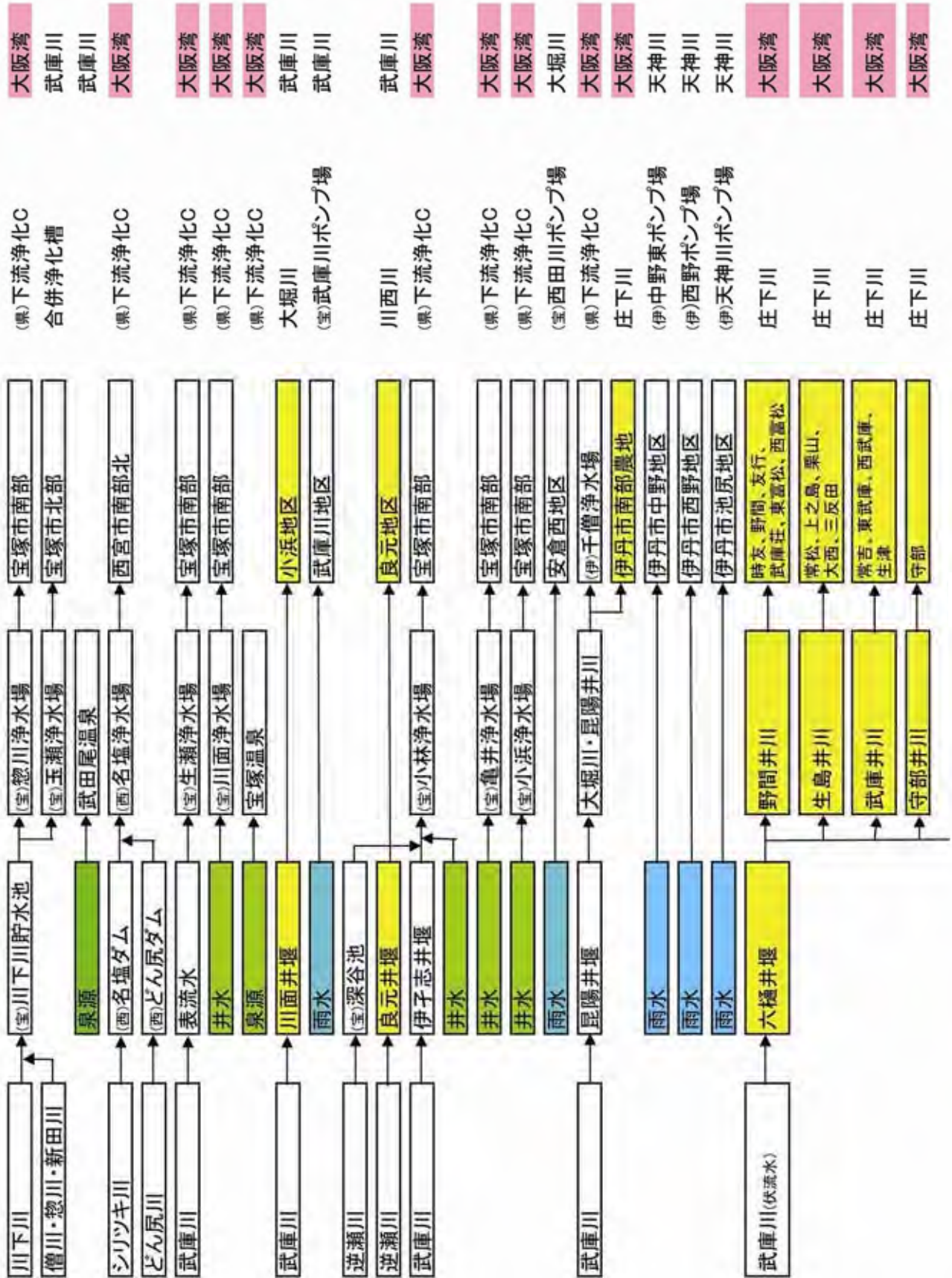
1. 武庫川流域水系統図(未完)

2006/6/26
伊藤益義

武庫川流域水系統図(未完)



武庫川流域水系統図(未完)



2. 各市水道統計 (S39 ~ H16)

年度	西宮市				宝塚市				尼崎市				伊丹市					
	人口 千人	給水 千人	普及率 人口比	年配水量 千m ³	1人1日 当り平均L	同最大 L	人口 千人	給水 千人	普及率 人口比	年配水量 千m ³	1人1日 当り平均L	同最大 L	人口 千人	給水 千人	普及率 人口比	年配水量 千m ³	1人1日 当り平均L	同最大 L
昭和39年	330	319	93.6	34,557	306	361	87	75	86.4	7,412	271	402	500	453	90.6	58,847	356	463
40年	343	319	92.7	35,679	307	389	93	84	89.7	7,829	265	376	509	472	92.7	56,828	330	434
41年	351	335	95.3	38,490	315	404	100	94.4	9,075	256	377	422	522	496	95.0	60,653	335	445
42年	357	342	96.8	40,701	325	403	106	101	95.8	10,237	277	340	531	517	97.4	63,310	334	440
43年	367	358	96.0	41,298	321	390	112	109	97.2	10,912	275	350	541	533	98.5	67,542	347	468
44年	373	352	96.0	45,100	345	421	119	115	96.0	12,734	304	388	549	548	99.8	72,490	363	472
45年	378	363	96.0	47,228	356	448	126	119	94.3	15,250	351	460	552	552	100.0	75,817	376	513
46年	385	370	96.1	51,786	382	479	133	126	94.3	16,863	367	475	552	552	100.0	77,899	386	481
47年	391	375	96.1	56,863	415	482	142	140	98.7	18,703	367	477	549	549	100.0	82,302	411	533
48年	397	382	96.2	56,069	402	514	150	144	96.4	19,740	375	487	547	546	99.8	82,380	413	557
49年	401	385	96.2	59,114	420	513	157	152	96.9	20,553	371	456	544	546	100.0	81,142	407	526
50年	402	387	96.2	60,409	427	520	160	156	97.4	22,102	388	516	544	544	100.0	82,498	415	539
51年	402	387	96.2	59,839	424	508	164	160	97.4	22,242	381	493	542	542	100.0	81,569	412	506
52年	406	390	96.2	59,544	418	524	170	165	97.5	23,337	386	507	537	537	100.0	80,586	411	528
53年	408	407	99.8	61,488	414	489	173	173	99.9	23,225	367	481	532	531	99.8	83,438	430	532
54年	410	409	99.8	63,967	427	518	178	178	99.9	22,698	349	446	528	527	99.8	81,422	422	528
55年	407	406	99.8	62,358	420	508	183	182	99.9	21,714	326	396	520	520	100.0	78,057	411	506
56年	409	408	99.8	62,577	420	536	186	186	99.9	22,316	329	436	517	517	100.0	81,715	433	548
57年	412	412	99.8	62,044	413	495	187	187	99.9	21,795	319	393	513	513	100.0	81,178	433	524
58年	416	415	99.8	63,622	419	522	188	188	99.9	22,346	325	403	512	512	100.0	82,981	443	547
59年	419	418	99.8	61,137	401	497	191	191	99.9	22,446	322	406	508	508	100.0	81,492	439	542
60年	419	419	99.8	60,477	396	497	194	194	99.9	22,648	320	403	507	507	100.0	80,302	434	539
61年	422	421	99.8	60,576	394	484	196	196	99.9	23,361	326	415	505	505	100.0	79,457	431	536
62年	422	421	99.8	60,848	395	467	198	198	99.9	24,105	331	423	503	503	100.0	78,974	429	522
63年	422	421	99.8	61,272	399	482	202	202	99.9	24,715	334	418	500	500	100.0	78,617	430	507
平成元年	424	423	99.9	62,293	403	485	203	204	99.9	25,401	342	417	499	499	100.0	80,317	441	521
2年	424	423	99.9	62,600	405	487	205	205	99.9	25,419	340	405	497	497	100.0	82,315	454	541
3年	424	423	99.9	61,719	398	478	206	206	99.9	25,668	340	434	496	496	100.0	80,984	446	557
4年	423	422	99.9	62,033	402	525	207	207	99.9	26,298	348	382	495	495	100.0	80,721	447	531
5年	422	421	99.9	61,768	401	480	207	208	99.9	28,453	349	396	493	493	100.0	79,215	440	520
6年	409	408	99.9	62,590	420	514	207	207	99.9	25,909	343	380	487	487	100.0	80,322	452	548
7年	387	386	99.9	60,890	431	505	208	208	99.9	24,821	326	381	485	485	100.0	77,501	436	508
8年	392	391	99.9	59,044	413	494	209	209	99.9	25,276	331	396	482	482	100.0	75,448	429	502
9年	411	411	99.9	59,301	406	470	212	211	99.9	24,907	322	379	478	478	100.0	74,155	425	508
10年	411	411	99.9	59,446	396	458	214	215	99.9	25,102	320	375	475	475	100.0	72,645	419	495
11年	419	418	99.9	59,156	386	453	216	216	99.9	25,363	320	396	473	473	100.0	71,362	412	476
12年	440	439	99.9	59,175	369	413	218	219	99.9	25,638	321	379	464	464	100.0	69,791	412	473
13年	446	446	99.9	58,967	362	418	220	220	99.9	25,590	319	376	463	463	100.0	69,295	410	475
14年	452	451	99.9	58,773	356	408	222	222	99.9	25,366	313	361	462	462	100.0	68,094	404	466
15年	456	455	99.9	57,419	344	410	223	223	99.9	25,355	311	384	462	462	100.0	65,924	390	451
16年	461	461	99.9	57,712	343	394	225	225	99.9	25,765	314	357	460	460	100.0	64,846	386	444
増減率	1.12	1.13		0.90	0.80	0.75	1.08	1.07		0.89	0.89	0.69	0.83	0.83		0.78	0.85	0.80
算定				最近時/最高時						最近時/最高時						最近時/最高時		
取水内訳				取水量	%	取水率				取水率	%	取水率				取水率	%	取水率
自己水源				17,158	29.7					96,525	88.3					7,576	11.7	
地下水										53,900	49.3							
表流水				5,462						13,700	12.5					7,576	11.7	
湧水				1,022														
貯水池水				2,755	4.7					28,925	26.5							
阪神水道				36,227	62.6											56,916	87.7	
泉水				4,470	7.7					12,800	11.7					358	0.6	
その他																21		
合計				57,855	100.0					109,325	100.0					64,869	100.0	
出典				平成17年度版水道事業年報		平成16年度水道事業報告書				平成16年度水道事業報告書						平成16年度版伊丹市水道事業年報		

年度	神戸市				三田市(上水道のみ)				篠山市(上水道のみ)				兵庫県三田浄水場																	
	人口 千人	給水 千人	普及率 %	年配水量 千m ³	1人1日 当り平均L	同最大 L	人口 千人	給水 千人	普及率 %	年配水量 千m ³	1人1日 当り平均L	同最大 L	人口 千人	給水 千人	普及率 %	年配水量 千m ³	1人1日 当り平均L	同最大 L	人口 千人	給水 千人	普及率 %	年配水量 千m ³	1人1日 当り平均L	同最大 L						
昭和39年	1,205	1,120	93.0	141,140	345																									
40年	1,220	1,139	93.4	139,628	336																									
41年	1,231	1,158	94.1	150,140	355																									
42年	1,244	1,180	94.9	152,423	353																									
43年	1,256	1,194	95.6	153,441	352																									
44年	1,270	1,212	95.5	159,322	359																									
45年	1,294	1,234	95.4	161,569	360	454																								
46年	1,312	1,260	96.0	167,183	363	464																								
47年	1,327	1,275	96.1	174,701	375	484																								
48年	1,340	1,288	96.1	174,750	372	484																								
49年	1,353	1,305	96.5	175,139	368	467																								
50年	1,359	1,312	96.6	182,582	380	478																								
51年	1,361	1,318	96.9	185,219	385	475																								
52年	1,363	1,321	96.9	190,202	394	521																								
53年	1,366	1,330	97.4	195,161	402	499																								
54年	1,367	1,332	97.4	194,092	398	487																								
55年	1,365	1,334	97.7	189,122	388	481																								
56年	1,374	1,351	98.3	195,967	397	510																								
57年	1,383	1,363	98.5	196,606	395	480																								
58年	1,394	1,377	98.7	201,591	400	502																								
59年	1,406	1,391	99.0	202,597	399	486																								
60年	1,412	1,399	99.1	201,560	395	486																								
61年	1,421	1,409	99.2	200,194	389	470																								
62年	1,434	1,426	99.4	201,335	386	451																								
63年	1,449	1,441	99.5	203,979	388	447																								
平成元年	1,461	1,454	99.5	209,745	395	460																								
2年	1,476	1,469	99.5	214,996	401	471																								
3年	1,488	1,482	99.6	215,956	398	472																								
4年	1,498	1,493	99.6	218,395	401	477																								
5年	1,510	1,504	99.6	216,498	394	450																								
6年	1,486	1,481	99.6	219,505	406	491																								
7年	1,416	1,410	99.6	204,758	397	470																								
8年	1,418	1,412	99.6	209,775	407	473																								
9年	1,424	1,419	99.6	210,603	407	468																								
10年	1,475	1,469	99.6	210,386	392	453																								
11年	1,483	1,478	99.6	209,295	387	453																								
12年	1,495	1,490	99.7	208,521	383	435																								
13年	1,504	1,499	99.7	206,110	377	440																								
14年	1,510	1,505	99.7	204,133	372	432																								
15年	1,515	1,511	99.7	200,652	363	407																								
16年	1,519	1,515	99.8	201,594	364	418																								
増減率	1.00	1.00		0.92	0.89	0.82																								
算定				最近時/最高時																										
取水内訳				取水量	%																									
自己水源				7,754	3.8																									
地下水																														
表流水																														
湧水																														
貯水池水																														
阪神水道				172,113	84.5																									
豊水				7,160	3.5																									
その他				16,616	8.2																									
合計				203,643	100.0																									
出典				平成16年度版神戸市水道事業年報																										
				三田市水道事業統計年報(平成17年度版)																										