

「渇水問題に関する資料」

土木学会誌（平成7年度全国大会報告特集号）

研究討論会・渇水問題

三井 宏* Hiroshi MITSUI

正会員 工博 徳島大学教授 工学部建設工学科

ダムや堰は要らないのか？

ダムや堰で必要な容量が確保されている地域では、平成6年渇水でも、さほど困らなかったように思える。一方では、節水努力をし、山林をブナ林に変えさえすれば、渇水は起こらず、だからダムや堰は要らない、という「信念」が存在するようだ。この討論会では、できるだけデータに基づいて、7年度渇水を全国、四国、松山市の順に、その実体を浮き彫りにし、ダムは要らないのかという素朴な疑問に答えるとともに、今後の渇水対策のヒントとなる話題を提供する。

話題提供の概要

青山 俊樹（建設省河川局開発課長）

(1) 平成6年の渇水

全国各地で渇水が発生し、取水制限。松山市の平成6年の降雨量は平年の6割。福岡市の平成6年の渇水に伴う制限は、昭和53年よりもやや弱かったが、制限期間は6年の方が長かった。

(2) 農水、上水、工水の現状と将来

全国平均で3分の1の水量が農水で、最も多いのが特徴。今後は横這いの状態が続こう。上水の一般家庭の使用量は200リットル/人日（都市活動の水を除く）。世帯の構成人数が少ないほど1人当たりの使用量は多くなるので、上水の使用量は増加傾向。工水は横這い傾向であり、排水の回収率は頭打ちの状態。今後は漸増だろう。

(3) 何故、渇水が生じるのか

国土条件：日本の総雨量は多いが、1人当たりでは、世界平均の1/5の量。日本の川は急勾配で、雨は梅雨期や台風期など、短期間に集中するので、洪水と渇水が起きやすい。神武以来、日本の累加総人口は4億5千万人。干ばつ回数を数えると、西暦1600年以前は少なく、江戸時代以降に増加。この原因は、耕地面積の大幅な増大、年降水量の経年変化、特に近年の激しい気象変動。

ダムによる貯水量：日本のダム総貯水量はアメリカのフーバーダムの約1/2。1人当たり貯水量は、発電用ダムも含め、台湾の約1/2、イギリスと同程度。ただし、イギリスでの雨の降り方は年間一様で、集中しない。日本の貯水量の絶対値は少ないので、節水することも大切。

(4) 今後の方向

雨水貯留、下水処理水の再利用、海水の淡水化、森林：あらゆる水源を確保の必要がある。

水利行政：水の配分の合理化を図る必要あり。

水源地域の振興：振興する必要あり。

ダム事業評価システム：建設省所管の既着手のダム・堰のうち、11ヶ所を審議会により評価。

(5) より良い水循環システムをめざして

良い国土とは：ローマ時代からの言葉で、用・強・美、すなわち、使い勝手が良く快適で、洪水や渇水災害に強く、しかも美しいと解釈される。

良い水循環とは：水を貯める・水を浄める・水を敬うの水循環三則が成立していること。

(6) 補足

日本国土面積の約2/3は森林で、昔とあまり変わっていない。これほど森林が保たれている国は世界中にない。森林さえあれば、ダムは要らないのかと、よく聞かれる。森林は与条件、すなわち、太古からほぼ変わらぬ条件。この条件は変わらないとして、大雨や干ばつに対処の要あり。森林から出てきて、海へ注いでいる水を、何とかしなければならぬ。

原田 彪（元建設省四国地方建設局河川部長）

(1) 四国地方の特徴

四国地方の面積、人口、総生産は18.8千km²、420万人、12兆円（平成2年）。全国シェアでそれぞれ5.0%、3.4%、2.6%。瀬戸内海側は温暖少雨。太平洋側は高温多雨で、年間雨量3500mm、日雨量1100mmにも達する所がある。

(2) 平成6年の渇水

5月中旬までの四国の雨量は平年並み、早明浦ダムの貯水率は100%、石手川ダムもほぼ満水だった。梅雨期間中の雨量は平年の半分以下で、2週間も早く梅雨明け。瀬戸内海側各地、中でも、県都の高松市、松山市を中心として大渇水発生。

(3) 吉野川総合開発事業

早明浦、池田、新宮の3ダム、旧吉野川、今切川の2河口堰を建設し、香川、徳島2用水、高知、銅山川2分水を主要事業とする吉野川総合開発事業は、昭和50年代にほぼ完成。昭和50年に完成した早明浦ダムは、総貯水量31,600万m³で全国トップクラス。

(4) 吉野川の取水制限

早明浦ダムの貯水量が51.8%の時点で、吉野川水利用連絡協議会（四国地建、四国通産局、中四農政局、四国4県、水資公団吉野川開発局、四国電力、電源開発）の合意に基づき、6月29日から徳島、香川の両新規用水の取水を70%に制限。以下にその後の状況を示す。

7月7日：高知分水を停止。8日：貯水率30%。新規用水の取水を通常の40%に制限。16日：貯水率15%。取水を通常の25%に。22日：貯水量が0の時点で、温存していた発電専用の9,135m³を徳島、香川両県の上水として、それぞれ1.75および1.74m³/sずつ補給することに協議会で合意。24日：

利水容量 0。発電用水からの補給開始。直後に台風 7 号。徐々に取水制限を緩和。

8 月 19 日：貯水率 60%を越え、全面解除。31 日：貯水率 50%を割る。70%に制限。9 月 13 日：貯水率 30%。50%に制限。11 月 14 日：台風 26 号により、全面解除。以上、延べ取水制限期間は 128 日間。

(5) 吉野川の取水制限による各地への影響

新規用水が取水制限の対象だったため、香川県への影響が顕著。香川用水の生活水供給区域は 5 市 19 町、給水人口は 83 万人。その他の区域も含め、76 万人(全人口 103 万人の 74%)が時間給水、夜間断水。早明浦ダム完成直前の昭和 48 年「高松砂漠」では、3 時間の時間給水が 40 日間、完全断水は 2 万世帯。今回では 5 時間給水が 1 ヶ月間続き、その後、夜間断水と減圧給水を繰り返しながら、さらに 3 ヶ月間後に全面解除(延べ給水制限 4 ヶ月間)。4 時間給水の飯山町を始め、周辺市町でも時間給水、減圧給水。

(6) 渇水対策

香川県：高松市の平成 6 年 5 月から 8 月までの降雨量 252mm は、50 年間で 2 位の少雨(1 位は高松砂漠の昭和 48 年 221mm)。早明浦ダムのおかげで、水洗便所が 5 倍の 10 万戸に増え、給水量が 1.8 倍に増えていたが、48 年のような完全断水の事態は避けられた。讃岐平野に溜め池が多くても、雨が降らねば、その効用にも限界。

徳島県：徳島市でも 50 年間で第 3 位の少雨であったが、大きな被害は無し。早明浦ダムからの水の補給が無い事態になっていたら、深刻な被害。取水制限をやらなかつたら、7 月 16 日には貯水率が 0 になっていた。

以上のように、他流域の水である早明浦ダムの効果は大きかった。水資源開発はすぐにはできない。長期的視点に立って、着実に確保していくことが望まれる。

(7) 補足

普段から節水の訓練が必要。いざというときに、節水ができなければならない。

小川 滋(愛媛大学農学部教授)

(1) 森林と流出

森林の水源涵養機能は、科学的に正確に理解されていると言うよりも、森林の水保全機能は絶対的なものと信じられているようだ。裸地と森林地の流出特性を比較すると、裸地斜面では、立ち上がりは急、ピーク流量も大。植栽斜面では、立ち上がり、低減とも緩やかで、ピーク流量は 1 桁ぐらい少ない。この原因は、地上部では植栽の降雨遮断・蒸発により、洪水流量、ピーク流量をともに減少させ、地下部では、森林土壌が雨水を貯留し、洪水流出量を減少させ(浸透貯留過程)、透水速度を遅らせてピーク流量を減少させるため(洪水到達時間の遅延)。

(2) 水源涵養機能

1) 蒸発散量変化による流出量の増加・減少問題

伐採による年流出量の変化：皆伐放置した初年度では、森林がある場合の推定 65%の流量増加。20 年間以上も流出量増加が継続。23 年後の再伐採でも 45%の増加。針葉樹は広葉樹よりも降雨遮断量、蒸散量とも多い。広葉樹を伐採して松を植えたら、6 年間は流出量は増加したが、約 10 年後では広葉樹林よりも約 20%少なくなった。

樹種および植生被覆率による年流出量変化：植生が減少するほど、年流出量は直線的に増加する。その増加の程度は、針葉樹、落葉または常落混交の広葉樹、低木類の順序で大きい。

植生変化と流域蒸発散量の経年変化：1978 年 6 月に林野火災が発生した広島県江田島町での被災流域と健全流域との比較では、森林を伐採または破壊すると、蒸発散量が減少し、年流出量は増加。森林は一般的に、年流出量の増加をもたらすものではない。

2) 流出の持続性への森林の影響(流量の平準化)

水資源としては年間のを考えた場合、年総量ではなく、日流出量の安定が大切。これが森林に水保全機能があるという素朴な実感となる。水源涵養機能とは、一般的には、流量の平準化、つまり、流出、降雨事象の時間的平滑化である。

(3) 水源涵養機能の評価

涵養機能の評価は、流出量の増加、流量の持続性(特に渇水時)の評価である。山林地は造成畑地よりも低水部流量が大きい、渇水年では畑地の渇水流量の方が大きくなる。江田島火災跡地も 10 年後までは、平水、渇水流量とも、健全流域よりも多かった。ところが、植生の回復が進むにつれて差は小さくなり、平成 6 年渇水時では、健全流域の流出量の方が流出量は非常に多かった。流況曲線を用いた安定化率で評価すると、異常渇水年では健全流域の流出の方が安定している。森林の流出平準化効果を評価する指標によれば、水利用が降雨量の 10%程度の地域では、森林の平準化機能が有利、少雨量の地域では、貯水池の効果が大きい。

以上、まだ明確な証明は行えていないが、異常渇水期では、森林流域の水源涵養機能は流出量、持続性ともに高い。森林適地は元々生態学的に湿潤な条件にあり、そのような斜面の土壌層の生態学的バランスを保全することが、水源涵養にとって最も重要。森林は土壌保全、水源涵養、環境保全の重要な担い手である。

宮内 福一(松山市公営企業管理者)

(1) 渇水の背景

水受給の現況：日量 192,750m³の松山市水道の水源地は、約半分ずつを重信川沿いの地下水と支流にある石手川ダム。少雨の瀬戸内式気候帯に位置する重信川は集水力、保水力に乏しく(流域面積は 1 級水系 109 河川のうち第 96 位)、平地面積の比率が高いため、

恒常的な渇水不安。需要量は毎年伸び、平成6年には過去最大の日給水量 179,180m³ を記録。水問題は市政の重要課題と位置づけ、市を挙げて他水系からの広域導水に取り組んでいる。実現には10年以上を要し、それまでのつなぎ水源の確保が、当面する水道事業の至上命題。

異常気象：5月の少雨、2週間早い梅雨明け、台風接近でも降雨無し（6～9月降雨量は、過去百年間最少記録であった昭和53年の約48%）、高い気温（7、8月の月平均気温・最高気温・熱帯夜連続日数、ともに観測史上第1位）と悪条件が重なった。

(2) 渇水の経過と対応

深刻な資源状況：6月24日に石手川渇水調整協議会（建設省四国地建、愛媛県、上水道事業者、土地改良区、果樹農家）を開き、20%の取水カットから、段階的に40%までカット率を強化。8月26日には利水容量が0になり、直轄ダムでは初めての底水取水（未堆砂領域約120万m³、本来利水対象外。四国地建の配慮）。底水を使いきった9月25日から4日間は、四国地建の広域的渇水調整、愛媛県、高知県、利水者の人道的配慮による例外措置として、仁淀川水系である面河ダム（農水、工水用）から緊急取水し、完全断水を回避。昭和59年冬季渇水時の地下水源水位の最低記録を更新。応急水源としては、農業用井戸からの余水取得しか効果的な方策がなく、8ヶ所の農業用井戸から仮設ポンプとビニール・ホースにより、日量12,000m³ を取水（農業団体の協力）。

給水制限の経過：7月1日から10%を目標とする自主節水の呼びかけ、7月11日から減圧による給水制限措置。初めての本格的な給水制限なので、市民も市局も戸惑いながらのスタート。目標節水率10%は上回ったが、絶望的な事態に至り、7月14日に渇水対策本部（市長が本部長）を設置して、節水目標を30%に引き上げ、高台地区用の給水タンク車を配備、市民に対する24時間体制の電話対応を開始。7月26日、松山市始まって以来の時間給水に踏み切る。深夜8時間の断水時間から段階的に給水時間を短縮していき、予定の8時間給水（13～21時）に移行。8月22日から5時間給水（16～21時）となり、2ヶ月間継続。5時間以下の断水をしなかった理由は、これ以上、給水時間が短いと、高台へ水が行き渡らず、不公平になるから。

断減水の方法：給水対象の約75%の地区では給水圧コントロールシステムを用いた。これは各地区への流入箇所水圧調整弁を設置し、コンピュータで集中制御するもので、大幅な省力化ができた。残りの地区は弁操作員が制水弁を開閉。断水には、制水弁を完全に締め切る方式と、僅かに開いて保安用水を通水する方式があり、松山市は後者によった。完全締め切りをやると、消火活動や給水開始に遅れを生じ、濁水発生、

漏水事故の多発の要因となるから。

(3) 渇水を教訓とする今後の対策

水源対策：水源の確保と需要の抑制を両輪とする対策を講じるべき。当面の方策は、応急水源（暫定的に取水した農業用井戸からの余水）を継続利用可能にすることだが、広域送水開始まで不足全水量を補うのは無理。2～3万m³規模での下水処理水の再生利用が考えられる。これには砂濾過、オゾン処理など高度処理してから（a）一旦、上流の石手川に放流し下流で取水、（b）農業用水と振り替え、（c）工業用水と振り替え、などの方法がある。どの方法も多額の費用を要し、水道事業だけの対応では限界があり、利害関係者との調整、市長部局と一体になった取り組みが不可欠。ダムの洪水調節容量を利水容量へ暫定転用できたら、その効果はきわめて大。精度の高い気象情報を入力できる現在、治水と利水ともに便益が及ぶようなハイテク貯水運用、すなわちダムの高度利用が望まれる。

需要抑制策：今後の松山市の渇水対策の主体は、節水による需要抑制。6年10月、節水型都市づくり推進委員会（会長は助役、構成メンバーは各部長）を設置。具体的な推進方法は、下部組織として関連の課よりなる次の各研究部会（a）節水策、（b）水資源有効利用策、（c）水資源開発・保全策、を設け、可能な施策から実施。節水は市民と行政が一体となって進める必要があるので、「節水型都市づくりを考える懇談会」（学識経験者や市民団体の代表などで組織）を設置し、7年6月に提言を受けた。7年4月の機構改革により、事業の推進母体として新都市構想推進事業局、その中に節水型都市対策係を設けた。

(4) 補足

給水は公平に、乏しきを分かちの心が必要。消火活動に対応するため、局員が24時間体制でバルブに張り付いた。水利権は農水が一番多いが、理解を得られず。水利権の調整が必要。7年度は平年量よりも8%節水したため（日量17万トン強が15万トンに）、水道財政は赤字になった。節水協力の見返りが料金値上げかとの市民の声があるが、需要が横這いなので、水源開発費が少なくて済みそう。

上野 公裕（愛媛新聞社社会部記者）

(1) 渇水への市民の反応

松山市以外でも東予、中予を中心に、ピーク時には17市町村で約64万人（県人口約153万人）が断水。殆どの社会活動に悪影響を与え、農作物最終被害額は70億8370万円（県調べ）。

過去に一度も断水を経験していない市民は、断水突入で、やっと深刻な事態に気付いた。愛媛新聞でも渇水は重要テーマに位置づけて報道。最初は田植えができない、クーラーがよく売れるなど、個々の渇水現象ばかりに目が向き、単発的な報道が多かったと反省。やがて、細部情報、給水制限に至った背景、制限解除へ

の見通し、松山市や県内の水問題、将来の都市づくりなどについて連載。渇水による社会活動の不活性化という後遺症からの回復に、時間がかかっている。

(2) 望まれる行政側からの積極的な情報提供

市民の節水協力なくして、渇水危機は乗り越えられない。協力を得るには、行政側が関連情報を具体的、積極的に市民に提供する必要がある。さもなくば市民は、何を、どうすれば、目標を達成できるかが分からない。たとえば効果的な節水方法、水源の状況はどうなっているのか、いつまでこの事態が続くかの見通しを、予測が外れてもよいから、積極的に情報提供する必要がある。

(3) 縦割り行政の典型といえる水問題

市町村や上級官庁の県などは、それぞれの立場で危機打開に向け、クリーンヒットを打つタイミングと、最大のアピール効果がある時期、方法を見計らっていたケースもあり、その種の「努力」は、決して好感が持てなかった。市民は水の大切さのほか、政治の役割も知っただろう。「四国は一つ」の標語ができて久しいが、「県内や他県で水に余裕がある所もある。足りない所へ回せば助かるのに」と感じた県民・市民は少なくない。水利権の見直しを研究するなど、互いに融通しあえる方策を考えて欲しい。足りないのは知恵である。

(4) 要望・補足

水の恩恵を受けている者は、水源への視点も忘れてはならない。平成6年に、香川県の中学1年生は、早明浦ダム、池田ダムなどの水源へ、バス見学会を実施。水の有効活用を図るには、結局のところ、「人づくり」。地味でいいから、広い視点でこの施策を展開して欲しい。野村ダム（肱川流域）を取材したとき、次の言葉に感動した。「困っている下流域に水を与えるのは当たり前。日本一早く、地権者との交渉をまとめ、日本一早くダムを作るんだ。」この人は現在、或る財団法人の相談役の任にある。

質疑と会場からのコメント

上野：病人は特に透析に困った。(a) 雨の将来予測の精度を上げられないか。(b) 洪水を生活用水に回せないか。

青山：(a) 長期になるほど、その自乗で難しくなる。雨量0のとき、ダムはどうなるかは予測可能。

(b) そのようにすると、予備放流方式では危険だ。東北地方（水位制限方式）では、逆の要望を聞いた。

宮内：ブナ林は保水能力が高いのか。

小川：一概には言えない。針葉樹林を広葉樹林に変えても、そう変わらないデータがある。

河村三郎（会場）：節水さえすれば、ブナ林に変えさえすれば、渇水は起こらないと言う人がいる。限度を越えた少雨では駄目になることを、水道事業管理者はPRすべきだ。ダム容量もそうだ。現在、容量が足

りない地域が多い。

平野宗夫（会場）：福岡市民の1人1日当たりの水道使用量は、500リットルから380リットルに減っている。このように節水の優等生である福岡市民も現在、ダムに異論はないようだ。

座長の感想

渇水危機に対応するには、優等生の作文になってしまうが、あらゆる水源の確保、水の配分の合理化、節水努力、譲り合いの心が肝要ということであった。ただ今回は、市民が節水協力するためには、行政側は具体的な節水方法、期間、現状と見通しなどの情報を提供すべきとの、市民心理に基づく提言が印象的であった。

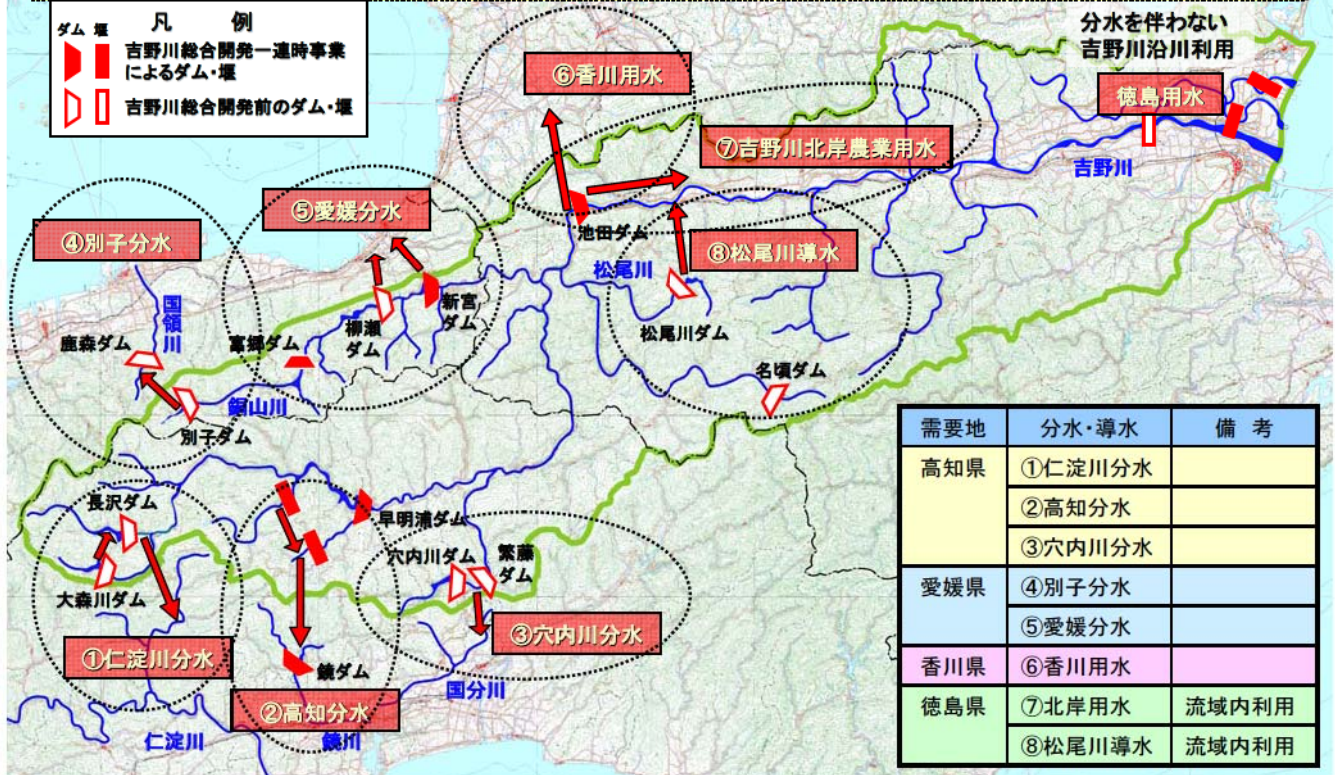
日本国家が初めて経験する人口の自然減少が始まっている。間もなく、財政を支える力が弱まろうとしているとき、この日本一社会基盤が整っていない四国を訪れた先進国や都会の人から「もはやダムは要らない。」と発言されると、四国の人達は困ってしまう。戦後50年の記念すべき年に発足した四国支部で、第50回全国大会が開催された。これからは四国支部が自ら、安全で快適な地域形成を目指したいものである。

吉野川の利水の現状と 水利用実態

四国四県に供給される吉野川の水

【第4回四国水問題研究会資料より】

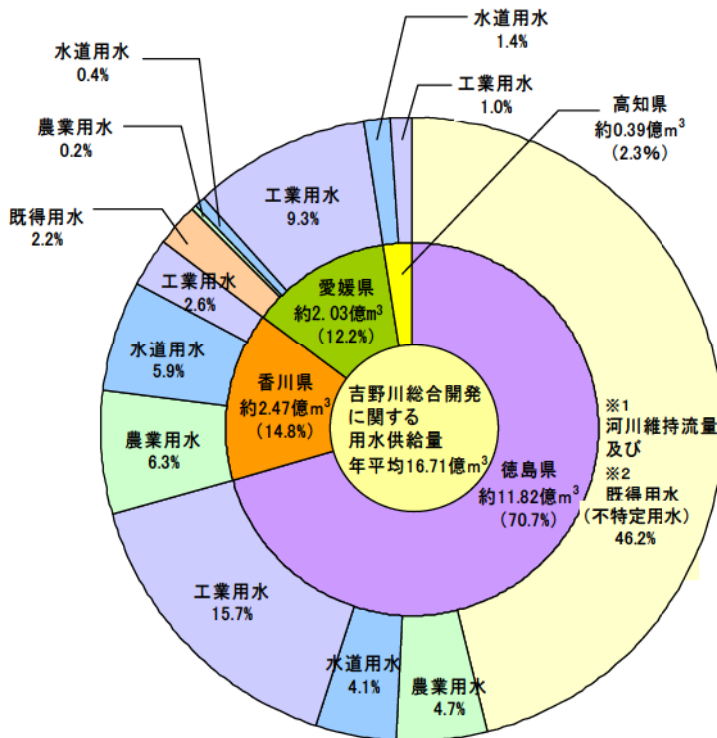
分水を伴わずに本川下流で使用される徳島用水を除き、吉野川の分水・導水は8系統に大別できる



吉野川の利水の現状と 水利用実態

吉野川総合開発 吉野川の水の配分

【第4回四国水問題研究会資料より】



※1 河川維持流量

河川の機能を正常に維持していくための流量のことで、生物の棲息・良好な水質の維持・河川景観の保全などに欠かせない流量です。

※2 既得用水

早明浦ダムができる前から使っている用水のことです。河川維持流量と併せて不特定用水と呼ばれています。吉野川本川における不特定用水は年間約7.72億 m^3 あり、用水供給全体の約46%を占めています。

※3 新規用水

早明浦ダムなどを造ることによって新たに生み出した用水です。香川用水はすべて新規用水です。吉野川総合開発の場合、四国四県の農業・水道・工業用水を合わせると年間約8.63億 m^3 あります。

※富郷ダム計画による開発量

	新規水道用水	新規工業用水	合計
愛媛県	1,300万 m^3	4,700万 m^3	6,000万 m^3