

豊川水系水資源開発計画
愛知県水需給想定調査 検討書

2008年6月
在 間 正 史

目 次

第1 本検討書の目的	1
第2 愛知県 上水道	2
1 需要想定	2
2 過大想定の原因	4
3 家庭用水有収水量の扱い	5
4 実績に基づく適正な修正	7
第3 愛知県 工業用水	7
1 需要想定	7
2 過大想定の原因	9
3 補給水量原単位による需要想定について	10
4 実績に基づく適正な修正	11
第4 平成27年需給比較	11

第1 本検討書の目的

1 豊川水系水資源開発基本計画

設楽ダムは、豊川水系水資源開発基本計画（以下「豊川水系フルプラン」という）に基づいた水資源開発施設で、特定多目的ダム（以下「特ダム法」という）に基づく特定多目的ダムとして建設されるダムである。豊川水系フルプランは平成18（2006）年2月に、平成27（2015）年度を目標年度とする現行の計画に変更された（『豊川水系における水資源開発基本計画』甲6の1）。

豊川水系フルプランでは、特ダム法において特定多目的ダムの目的となる都市用水（水道用水と工業用水）について、平成15（2003）年度を基準年として、平成27年度の需要見通しと供給目標（いずれも最大取水量）を『豊川水系における水資源開

発基本計画 説明資料』(以下「豊川水系フルプラン説明資料」という、甲6の2)のように想定している。

そのうち愛知県関係については、愛知県の『豊川水系における水資源開発計画需給想定調査調査票(都市用水)』平成17年12月(甲7)に記載されている需給想定調査結果を採用している(以下、文書を「愛知県需給想定調査票」、調査を「愛知県需給想定調査」という)。

2 愛知県需給想定調査票には、水需要の要因項目について、水道用水は昭和55年度から平成15年度までの実績値と平成27年度の想定値が記載され、工業用水は昭和55年、昭和60年、平成2年から平成15年までの実績値と平成27年の想定値がいずれも記載されている。

したがって、愛知県需給想定調査票の記載から、平成27年想定値を実績値と比較して検証することが可能である。

3 筆者は、平成27年想定値を実績値と比較して検証する目的で、愛知県需給想定調査票に基づいて、『豊川水系水資源開発基本計画需給想定調査 検証図表集』(甲8、以下「本図表集」という)を作成した。本図表集の図表と豊川水系フルプラン説明資料を末尾に添付する。

本検討書は、本図表集を説明するとともに、これに基づいて愛知県水需給想定調査を検証して、設楽ダム水道水の必要性を検討するものである。

第2 愛知県 上水道

1 需要想定

(1) 内容

水道用水のうち、上水道のほかに簡易水道があるが、その水源は豊川自流 $0.10\text{ m}^3/\text{s}$ と他水系 $0.01\text{ m}^3/\text{s}$ であり、豊川水系水資源開発施設依存量はないので、設楽ダムを始めとする水資源開発施設の関係では、上水道のみを検討すればよい。

愛知県需給想定調査調査票によれば、上水道需要の実績と想定は表1のようになっている。表1のうち、有収水量、平均給水量、平均取水量、利用率を図にしたものが図1である。

(1) 上水道需要量(最大取水量)の計算式

上水道需要量は河川からの最大取水量によって表現されており、それは、日平均有収水量から以下の計算によって求められている。

家庭用水有収水量 + 都市活動用水有収水量 + 工場用水有収水量

= 日平均有収水量 $m^3/日$

日平均有収水量 / 有収率 = 日平均給水量 $m^3/日$

(日平均給水量 / 利用量率) / 86,400 = 平均取水量 m^3/s

細分化すれば

(日平均給水量 / 給水事業者利用量率) / 86,400 = 給水事業者平均取水量 m^3/s

給水事業者平均取水量 / (水資源開発施設利用量率) = 平均取水量 m^3/s

平均取水量 / 負荷率 = 最大取水量 m^3/s

(ロ) 日平均有収水量 $千m^3/日$

日平均有収水量のこれまでの実績は、平成3年は213.7、平成10年は227.7、以後横ばいで、平成15年は225.7である。

これに対して、需要想定は、12年後の平成27年に249.8と、1.11倍に増加する想定である。

(ハ) 日平均給水量 $千m^3/日$

日平均給水量のこれまでの実績は、平成3年は240.7、平成10年は249.2、以後横ばいで、平成15年は246.0である。

これに対して、需要想定は、12年後の平成27年に268.1と、1.09倍に増加する想定である。

(ニ) 平均取水量 m^3/s

平均取水量のこれまでの実績は、平成3年は2.84、平成10年は3.00、以後横ばいで、平成15年は2.98である。

これに対して、需要想定は、12年後の平成27年に3.49と、1.17倍に増加する想定である。

(ホ) 最大取水量 m^3/s

最大取水量のこれまでの実績は、平成3年は3.41、平成10年は3.67、以後横ばいで、平成15年は3.41である（最大量は年ごとに変化する負荷率の影響を受けるので、平均量よりは年ごとの変化は大きい）。

これに対して、需要想定は、12年後の平成27年に4.42（豊川水系依存量は4.41）と1.30倍に増加する想定である。

(2) 検証と評価

(イ) 水需要の動きは水需要実績の積み重ね現象であって、水需要の推移は連続性をもっており、水需要の将来値は過去の実績値の推移と連続性をもつことになる。したがって、将来の想定値は、過去の実績値の推移と連続性をもっていなければならない。

したがって、水需要の想定値が精確なものであるかは、それが実績値の推移と連続性があるか否かによって検証することができる。連続性の検証は図によって行うのが分かりやすいので、表1の数値に加えて図1にも基づいて連続性の検証を行う。

(ロ) 表1の数値に基づく検証でも明らかであるが、図1による検証からより明らかのように、平成27年想定値は、平均取水量(図1・黒*印)の3.49m³/sはもちろん日平均給水量(図1・橙印)の268,100m³/日も、平成15年までの実績の傾向とは連続性が認められず乖離している。いずれの想定も、実績は、平成4年以降、特に平成10年以降は基準年の平成15年まで横ばい推移しているが、その後の想定は実績傾向とは異なって急に上昇し、平成27年想定値は実績値に比べて過大な値となっている。

したがって、平均取水量を負荷率0.791で除した平成27年の最大取水量想定値4.42m³/sは実績と乖離した過大な値である。

2 過大想定の原因

平成27年想定値が平成15年までの実績の傾向とは連続性がなく、それを無視したことになった原因を水需要(取水量)の要因項目毎に実績と比較して検討する。

(1) 都市活動用水 有収水量 千m³/日(図1・茶印)

上記のように、日平均有収水量は、家庭用水有収水量、都市活動用水有収水量と工場用水有収水量の用途別有収水量の合計である。

都市活動有収水量のこれまでの実績は、平成4年は50.1で最大で、平成9年は49.3、以後横ばいで、平成15年は48.1である(表1)。

これに対して、需要想定は、12年後の平成27年に53.4と、1.11倍に増加する想定である(表1)。平成27年想定値は、平成15年まで横ばいに推移してきたものが、平成16年から突然に増加をするものであり、それまでの実績の傾向とは連続性がなく乖離しており(図1)、実績傾向を無視したものである。

(2) 工場用水有収水量 千m³/日(図1・緑印)

工場用水有収水量のこれまでの実績は、平成4年は16.1で、平成9年は16.

4、以後横ばいから減少で、平成15年は14.4である(表1)。

これに対して、需要想定は、12年後の平成27年に24.5と、1.70倍に増加する想定である(表1)。平成27年想定値は、平成15年まで横ばいに推移してきたものが、平成16年から突然に増加をするものであり、それまでの実績の傾向とは連続性がなく乖離しており(図1)、実績傾向を無視したものである。

(3) 利用率(図1・橙×印)

利用率の平成15年までの23年間の実績は、一貫して、100%近い99%程度である(表1)。

これに対して、需要想定は、平成27年において92.3%と想定する(表1)。取水量は利用率の逆数に比例するので、取水量が1.07倍増加する想定である。平成27年想定値は、平成15までの実績傾向とは連続性がなく、これまでの実績が突然に減少するものであり(図1)、実績傾向を無視したものである。

3 家庭用水有収水量の扱い

(1) 家庭用水有収水量の平成27年想定値は、同年における一人一日当たり家庭用水有収水量(家庭用水有収水量原単位)想定値に給水人口想定値を乗じて求められている。平成27年の想定値は、家庭用水有収水量原単位が233Lであり、家庭用水有収水量が171.9千m³/日である(表1)。

これに対して、家庭用水有収水量原単位の実績は、219Lになった平成4年まで増加してきたが、以後は増加が停止して平成9年から少し増加があり、平成12年の228Lを最高にして、以後は微減して停止傾向にあり平成15年は224Lである(表1)。家庭用水有収水量の実績は、平成5年の153.1千m³/日まで増加してきたが、以後は増加が停止して平成9年から少し増加があり、平成12年の164.3千m³/日を最高にして、以後は微減して停止傾向にあり平成15年は163.2千m³/日である(表1、図1)。

したがって、平成27年需要想定値は、平成15年の12年後に、家庭用水有収水量原単位については1.04倍増加し、家庭用水有収水量については1.05倍増加する想定である(表1)。平成27年想定値は、平成15年まで横ばいに推移してきたものが、平成16年から突然に増加をするものであり、それまでの実績の傾向とは連続性がなく乖離している(図1・青印)。

(2) 愛知県需給想定調査における家庭用水有収水量原単位の想定値は、家庭における

水洗便所、風呂、洗濯機、飲料・洗面・手洗、その他の用途別の水使用の状況を細かく分析し、用途別の水量を積み上げて求められている(『愛知県水需給想定調査票』『水需給想定調査(水道用水)参考資料』)。しかし、家庭用水有収水量原単位の実績と比較すると、実績値のほうが想定値よりも小さく、東三河地域の家庭用水の使用実態は愛知県需給想定調査の分析よりももっと節水的なのである。

水洗便所と風呂にみられるように、普及が100%になると当該用途についての水使用量の増加は限界に達するし、100%に近づくとその増加の伸びが頭打ちになる。水洗便器や洗濯機にみられるように、機器の水使用量の改良が進み、新しいものほど使用量の少ない節水型となっており、水使用量が減少する要因となる。その他、家庭の水使用は世帯単位で行われるので、人口に対する世帯数の少なさ(世帯当たり人数の多さ)、節水的な暮らしぶりのような生活様式の地域的な違いによって、家庭用水有収水量(使用水量)原単位は地域毎に特質があり違いがある。

水洗便所の普及の程度(水洗化率)と家庭用水有収水量原単位(一人一日有収水量)との関係を見てみると、図2の通りである。水洗化率は昭和61年に71%であったものが平成17年には96%となり、100%に近づいている。水洗化率の上昇率は、平成10年頃を境に、それ以前に比べて以後は上昇率が2分の1程度になって、上昇率が鈍化している。水洗化率の変化と家庭用水有収水量原単位の変化を比較すると、昭和61年から平成4年までは両者ともに上昇を続けていたが、それ以後は、水洗化率の上昇に比べて家庭用水有収水量原単位の増加は頭打ち傾向になり、平成12年を境に、水洗化率は伸びが鈍化したとはいえ上昇しているのに、家庭用水有収水量原単位は少し減少している。水洗化率の伸びという家庭用水有収水量原単位を増加させる要因があるのに、家庭用水有収水量原単位は頭打ちから減少しているのである。家庭用水の使用量増加要因を上回る使用量削減要因があったことになる。平成4年頃からはバブル経済が崩壊して構造的不況に陥ってコストを重視した社会になり、平成6～8年は湯水を経験して節水的な生活を体験し、水洗便所や洗濯機は節水型機器が広く普及するなど、節水的生活様式が浸透している。上記の水洗化率と家庭用水有収水量原単位の関係は、この現れと推測される。

愛知県水需給想定調査の平成27年の想定値は実績と乖離しているが、家庭用有収水量についての平成27年想定値の平成15年実績値との差は約9,000m³/日であり、実績に基づいた想定値に修正するのではなく、供給の余裕として、他の用途も

含めて大きめの需要があったときの予備的水源として想定値のままにしておくことも一方法である。

4 実績に基づく適正な修正

平成15年までの実績値の傾向に基づいて精確に将来値を想定すれば、平成27年想定値は都市活動用水有収水量、工場用水有収水量および利用率は想定時実績値を用いるべきである。例えば、想定時現在値である平成15年値を用いて精確に将来値を想定すれば、平成27年想定値はもっと小さくなり、平均取水量は2.95 m³/s、最大取水量は3.87 m³/s程度、うち豊川水系依存量は3.86 m³/s程度である（表1、図1の修正想定値）。なお、想定時現在値の平成15年値を用いず、平成15年までの近年5年程度の傾向値を用いても平均取水量も最大取水量も変わらない。

第3 愛知県 工業用水

1 需要想定

(1) 内容

愛知県需給想定調査調査票によれば、工業用水需要の実績と想定は表2のようになっている。表2のうち、工業出荷額、補給水量、給水量、取水量を図にしたものが図3である。

(イ) 工業用水道需要量（最大取水量）の計算式

工業用水道需要量は河川からの最大取水量によって想定され、資料のある従業者30人以上の事業所についての工業用水補給水量を基礎として、従業者30人以上の事業所の工業用水補給水量に同30人未満の事業所の工業用水補給水量を合計した工業用水補給水量から、河川からの工業用水道最大取水量が求められている。

工業用水補給水量 m³/日

= 工業用水使用水量原単位 × (1 - 回収率) × 工業出荷額

回収率 = (工業用水使用水量 - 工業用水補給水量) / 工業用水使用水量

工業用水補給水量 × 工業用水道補給水源構成率 = 工業用水道補給水量 m³/日

工業用水道補給水量から工業用水道給水量に転換

工業用水道給水量 / 利用率 / 86,400 = 平均取水量 m³/s

平均取水量 / 負荷率 = 最大取水量 m³/s

(ロ) 工業用水道給水量

(a) 工業用水道補給水量（従業者30人以上事業所） 千m³/日

工業用水道補給水量のこれまでの実績は、平成2年が46.018で、平成4年の51.135がピークで、以後、減少して横ばいで、平成15年は38.611である。

これに対して、需給想定調査では、平成27年に43.446、1.13倍に増加する想定である。

(b) 工業用水道給水量 千m³/日

工業用水道給水量のこれまでの実績は、平成2年が31.990、平成3年の33.976がピークで、以後、減少して横ばいで、平成15年は30.358である。

これに対して、需給想定調査では、平成27年に66.794と、2.2倍に増加する想定である。

(ハ) 工業用水道平均取水量 m³/s

工業用水道最大取水量のこれまでの実績は、平成2年が0.446、平成3年の0.489がピークで、以後、減少して横ばいで、平成15年は0.388である。

これに対して、需給想定調査では、平成27年に0.872と、2.2倍に増加する想定である。

(ニ) 工業用水道最大取水量 m³/s

工業用水道最大取水量のこれまでの実績は、平成2年が0.718、平成3年の0.759がピークで、以後、減少して横ばいで、平成15年は0.567である。

これに対して、需給想定調査では、平成27年に1.378と、2.2倍に増加する想定である。

(2) 検証と評価

- (イ) 水道用水と同様に、水需要の動きは水需要実績の積み重ね現象であり、水需要実績の推移は連続性をもっており、水需要の将来値は過去の実績値の推移と連続性をもつことになる。したがって、将来の想定値は、過去の実績値の推移と連続性をもっていなければならない。水需要の想定値が精確なものであるかは、それが実績値の推移と連続性があるによって検証することができる。

表2の数値と図3に基づいて連続性の検証を行う。

- (ロ) 表1の数値と図3による検証からより明らかなように、平成27年想定値は、平均取水量(図3・黒*印)の0.493m³/sはもちろん日平均給水量(図1・橙

印)の66,794m³/日も、平成15年までの実績の傾向とは連続性が認められず乖離している。いずれの想定も、実績は、平成4年から減少して基準年の平成15年まで横ばいに推移しているが、その後の想定は実績傾向とは異なって急に上昇し、平成27年想定値は実績値に比べて過大な値となっている。

以上の通り、平成27年想定値は、実績の傾向とは連続性がなく、それを無視したもので、愛知県の工業用水道給水量66,794m³/日、最大取水量1.38m³/sは実績と乖離した過大な値となっている。

2 過大想定の原因

平成27年想定値が平成15年までの実績の傾向とは連続性がなく、それを無視したことになった原因を水需要(取水量)の要因項目毎に実績と比較して検討する。

(1) 工業用水道の補給水量から給水量への転換(図3・橙×印)

工業用水道補給水量は工業用水道の使用者である工場・事業所の稼働日当たりのものであり、これの工業用水道の供給者の年間毎日当たりの給水量に転換するとき用いる補給水量/給水量は、平成15年までの23年間の実績は1.258~1.483であり、最近10年間では1.3前後で、平成15年は1.272である(表2)。

これに対して、需要想定は、平成27年において1.166と想定する(表2)。給水量は補給水量/給水量の逆数に比例するので、同じ補給水量でも給水量が平成15年に比べて1.07倍増加する想定となる。補給水量/給水量の平成27年想定値は、平成15年までの実績の傾向とは連続性がなく、これまでの実績が突然に減少するものであり、実績傾向を無視したものである(図3・橙×印)。

(2) 特殊増加要因

需要想定では、平成15年から平成27年までの工業出荷額の増加とは別に、臨海工業用地244.2haの工業用水道補給水量31,090m³/日を加えて、平成27年工業用水道給水量を想定している。

工場・事業所の立地による水需要増加については、それによるものを含んだ工業出荷額の増加において既に計上されているのであり(水需給想定調査票p8、表2、図3)、それとは別に需要増加要因とするのは、二重計上である。

この特殊要因は、根拠のない需要増加を作り上げる数字操作にすぎない。

3 補給水量原単位による需要想定について

(1) 上記 1 (1)(1)で述べたように、工業用水補給水量は次の計算式によって求められている。

工業用水補給水量 $m^3/日$

= 工業用水補給水量原単位 × 工業出荷額

回収率 = (工業用水使用水量 - 工業用水補給水量) / 工業用水使用水量ゆえ

= 工業用水使用水量原単位 × (1 - 回収率) × 工業出荷額

この計算式では、工場が生産工程で使用する水の単位生産額あたりの量(使用水量原単位)と回収率が同じであれば、生産額である工業出荷額が増えると、それに比例して、工場が生産のために外部から取り入れる水である工業用水補給水量が増えることになる。この計算式が将来の需要想定に使用できるのは、この計算式が前提としている工場が生産に使用する水の使用水量原単位と回収率が一定であるという実績があり、これが将来も変わらないという場合である。

(2) 東三河地域の工業用水補給水量と出荷額、回収率について、平成 2 ~ 15 年は愛知県需給想定調査、平成 16、17 年は経済産業省『工業統計表用地用水編』「東三河工業地区」に基づいて、平成 2 ~ 平成 17 年の実績を整理したのが図 4 および図 4 である。

図 4 に示したように、回収率は 91 ~ 93 % でほぼ一定であるが、工業用水補給水量は工業出荷額の変化に比例して変化していない。工業用水補給水量は、期首の平成 2 年頃の 1.7 億 $m^3/日$ が最大で、期末の平成 17 年頃の 1.3 億 $m^3/日$ が最小であるのに対して、工業出荷額は、期首の平成 2 年頃の 2.9 兆円が最小で、期末の平成 17 年頃の 4.4 兆円が最大である。この間、工業用水補給水量の減少傾向のなかで、工業出荷額が増減しながら増加していった。

図 5 に示したように、工業出荷額の増減に合わせて工業用水補給水量が増減しているという関係にはなく、また工業出荷額の増加に対して工業用水補給水量の増減の変化の幅は大きい。しかし、工業出荷額が増加していても、工業用水補給水量は過去の最高値を超えることはなく、全体として減少傾向である。

結局、この間の工業用水補給水量は工業出荷額に応じて変化しておらず、逆に工業用水補給水量の減少傾向のなかで、工業出荷額が増減している。これは、生産額あたりの使用水量や補給水量が定まっている関係ではなく、工場が外部から取り入れられる水(補給水)の範囲内で生産を行っている関係の現れである。

したがって、東三河地域の工業用水の使用実態は、工場は外部から取り入れられる水（補給水量）の範囲内で生産をしているということであり、工業用水補給水量が単位生産額当たりで一定であるとの関係はなく、工業用水補給水量原単位の現在値をそのまま将来のその想定値として使用して、将来の工業用水補給水量を想定することはできないということである。これによって求められた将来の工業用水補給水量想定値は、実績との連続性がない過大な値となってしまうのである。

(3) 工業団地があって将来の新規工場立地が見込まれているときは、将来の工業用水補給水量は、既存工場のものだけでなく、新規立地した工場のものも含んでいる。将来の工業出荷額が既存の工場に加えて新規立地した工場によるものを含んでいる場合、これは既存の工場が取り入れられる補給水の範囲内で行っていた生産の範囲外のものであるから、新規立地工場の補給水量は既存の工場の補給水量に追加されて、工業用水補給水量の増加要因となる。したがって、工業用水補給水量原単位の工業出荷額を乗じて求めた工業用水補給水量の将来値は、既存工場の補給水量に新規立地工場による増加分を加えたもので、工業用水補給水量現在値との差は新規立地工場による増加分と見るべきである。

そうすると、工業用水補給水量原単位の工業出荷額を乗じて求めた工業用水補給水量に臨海工業団地の新規工業用水需要を加算するのは、上記(2)で述べたように二重計上を行っていることになる。

4 実績に基づく適正な修正

平成15年までの実績値の傾向に基づいて精確に将来値を想定すれば、大規模開発は加えるべきではなく、工業用水道給水量は平成15年の工業用水道補給水量/工業用水道給水量、水道は平成15年値に基づき算出すべきであり、これによれば平成27年想定値はもっと小さくなり、工業用水道給水量は36,766 m³/日、平均取水量は0.49 m³/s 最大取水量は0.78 m³/s 程度である（表2、図3の修正想定値）。

第4 平成27年需給比較

1 需要（表3の需要の修正欄）

需給想定調査では、平成27年の豊川水系に依存する愛知県の上水道と工業用水の需要（最大取水量）は合計5.79 m³/s（静岡県を含めた豊川水系全体では6.04 m³/s）である。これを実績値によって精確に修正すると、平成27年想定値は、上記第2・3のように上水道が3.64 m³/s、上記第3・3のように工業用水が0.78 m³/s であ

り、合計すると4.64 m³/s(静岡県を含めた豊川水系全体では4.81 m³/s)となる。

2 供給(表3の供給H18欄)

豊川水系による愛知県の上水道と工業用水の供給可能量は、設楽ダムがない場合の平成18年時点開発水量の7.21 m³/s(静岡県を含めた豊川水系全体では7.61 m³/s)である。

また、この20年間に限定した近年20年で2番目の渇水年(国土交通省によれば平成8年がそれに相当すると説明されている)で、設定されている水利施設運用条件の下での供給可能量は4.85 m³/s(静岡県を含めた豊川水系全体では5.10 m³/s)と国土交通省によって説明されている。この供給可能量は、需要が想定した通りに発生して供給をする前提でダム等の水利施設を運用する条件の下で計算された供給可能量であり、需要が想定よりも少なければ、ダムや調整池の貯留量が増えて、供給可能量は増えることになる。このことに留意していなければならない。

3 需給比較(表3の需給比較H27欄)

上記の精確に修正した豊川水系に依存する上水道と工業用水の平成27年の愛知県の想定需要量4.64 m³/s(静岡県を含めた豊川水系全体では4.81 m³/s)は、設楽ダムがない場合の豊川水系による愛知県の上水道と工業用水の供給量である開発水量7.21 m³/s(静岡県を含めた豊川水系全体では7.61 m³/s)と比較すると、2.57 m³/s(静岡県を含めた豊川水系全体では2.80 m³/s)と大幅な供給過剰である。また、この20年間に限定した近年20年で2番目の渇水年での供給可能量とされる4.85 m³/s(静岡県を含めた豊川水系全体では5.10 m³/s)でも、0.21 m³/s(静岡県を含めた豊川水系全体では0.29 m³/s)の供給過剰である。上記第2および第3で述べたように精確な需要想定量は愛知県の需要想定量よりも少ないので(表3の需要の修正欄)、供給可能量はもっと多く、供給過剰量はさらに多くなる。

そうすると、設楽ダムがなくとも豊川水系の都市用水需要に対する供給は可能であって、設楽ダムの水道用水は需要が認められず、必要性がないことになる。