

3. 利 水 補 給

3. 利水補給

3.1 評価の進め方

3.1.1 評価方針

多目的ダムの目的には様々な利水補給計画が盛り込まれており、利水補給が計画通りに行われているか、また、ダムにより渇水被害をどれだけ軽減できたのかの検証を行うことを基本的な評価方針とする。

3.1.2 評価手順

以下の手順で評価を行った。評価のフローを図 3.1.2-1 に示す。

(1) 利水補給計画の整理

多目的ダムの利水補給計画について目的別に整理を行う。特にかんがい用水、都市用水については、取水方法(ダムからの直接取水か下流からの取水かなど)、補給対象が明確になるよう図等を用いて整理する。主に工事誌やダムのパンフレットからの整理とする。

(2) 利水補給実績の整理

ダムからの補給実績の整理を行う。水使用状況年表等より、目的別に至近 10 ヶ年の整理を行うこととし、ダム地点における補給実績、下流基準点における補給実績、発電実績等について整理する。なお、計画補給量に対する達成状況等についても整理する。

(3) 利水補給効果の評価

補給による効果として、流況の改善効果、利水補給の確保状況、渇水時におけるダムの利水補給による被害軽減の効果について評価する。また、発電効果に関しては、電気料金等に換算するなど、地域への貢献度として評価を行う。

なお、渇水被害軽減効果については、被害発生時における「ダムがなかった場合」を想定し、ダムあり・なしの評価を行うこととする。

さらに、ダムの利水補給により副次的に得られた効果がある(という情報が収集できた)場合、副次効果として整理する。

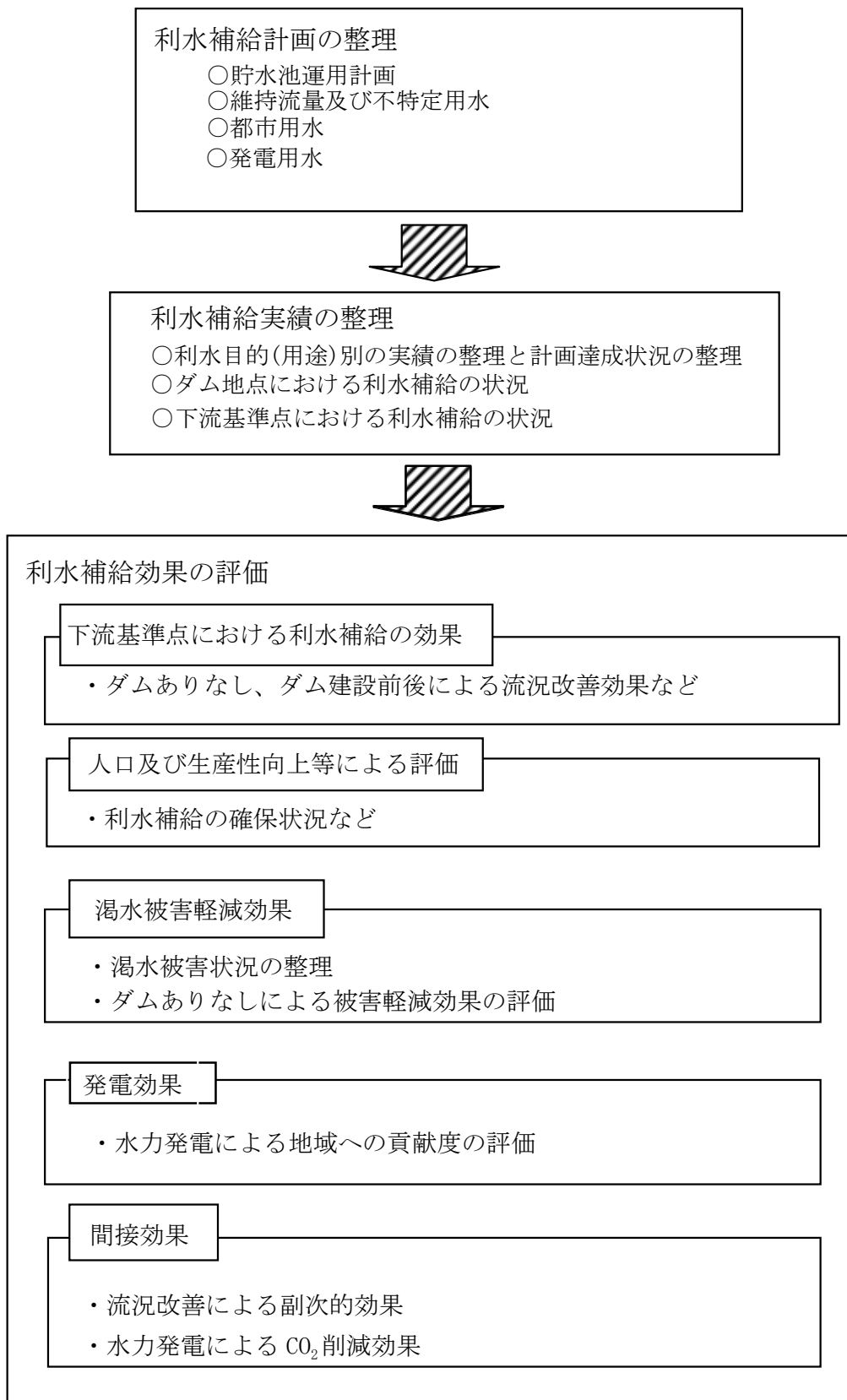


図 3.1.2-1 評価手順

3.1.3 必要資料の収集・整理

大滝ダムの利水補給に係わる評価のため、以下の資料を収集整理した。

表 3.1.3-1 利水補給に使用した資料リスト

該当箇所		文献・資料名	発行者	資料年月
3.2利水補給計画		大滝ダム建設事業について	近畿地方整備局 紀の川ダム統合管理事務所	平成25年3月
3.3利水補給実績	3.3.1 貯水池運用実績 3.3.2 利水補給実績(都市用水)	大滝ダム管理年報	近畿地方整備局 紀の川ダム統合管理事務所	平成25～28年度
3.4利水補給効果の評価	3.4.3発電効果	関西電力HP	関西電力	—
	3.4.4副次効果	電力中央研究所報告 日本における発電技術のライフサイクル CO ₂ 排出量総合評価	電力中央研究所	平成29年9月

3.2 利水補給計画

3.2.1 貯水池運用計画

大滝ダムは、水道・工業用水・発電・河川環境の保全などを目的として平成25年3月に竣工したダムである。なお、目的別ダム容量は、以下のとおりである。

①水道・工業用水の補給

大滝ダムでは利水容量の確保を行っている。渇水被害を防ぐために、水道用水として奈良県営水道に $3.5\text{m}^3/\text{s}$ 、和歌山県営水道に $0.45\text{m}^3/\text{s}$ 、橋本市営水道に $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 、和歌山市営水道に $1.54\text{m}^3/\text{s}$ を、また、工業用水として和歌山市に $0.51\text{m}^3/\text{s}$ の水の供給を行っている。

この補給により農作物（水稻、野菜、果樹など）の増産が図られるとともに、紀の川沿川都市の発展と経済活動を活発にし、住民の生活をささえている。

② 発電

大滝ダムの建設に伴って建設された関西電力株式会社の大滝発電所では、最大使用水量 $18.00\text{m}^3/\text{s}$ で最大出力 $10,500\text{kW}$ の発電を行っている。樫尾発電所は大滝ダム下流の取水堰より取水を行っており、最大使用水量 $8.35\text{m}^3/\text{s}$ で最大出力 $3,650\text{kW}$ の発電を行っている。

③ 正常流量

流水の正常な機能の維持（正常流量）を行っており、河川に流れる水の量が不足することで、そこに棲む生物や河川が本来持っている正常な機能に影響が出ないようにするために、特に河川の水量が少なくなる非洪水期（大滝ダムの場合は10月16日～6月15日）には、洪水や水道用水及び工業用水に支障を与えない範囲で大滝ダムから下流の紀の川へ放流を行うこととしている。

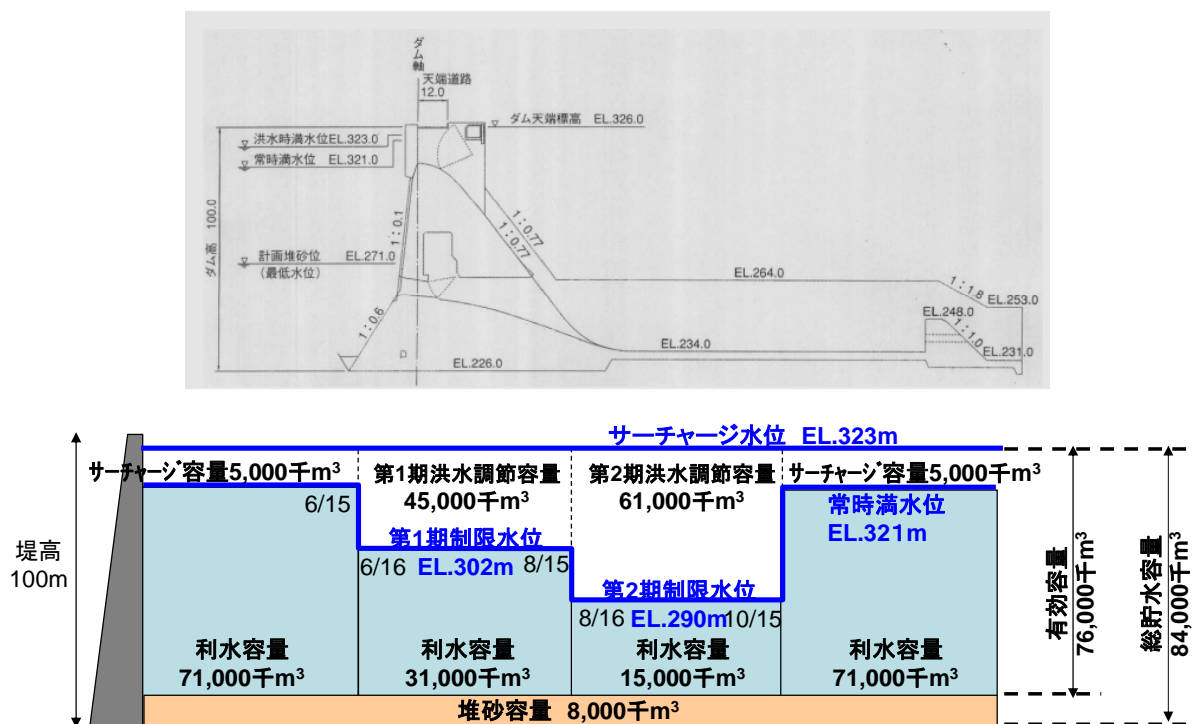


図 3.2.1-1 貯水池容量配分

3.2.2 利水補給計画の概要

大滝ダムは、利水容量 31,000,000m³ を活用して、水道用水（奈良県・和歌山県・橋本市・和歌山市）、工業用水（和歌山市）として合計 7m³/s を補給する。

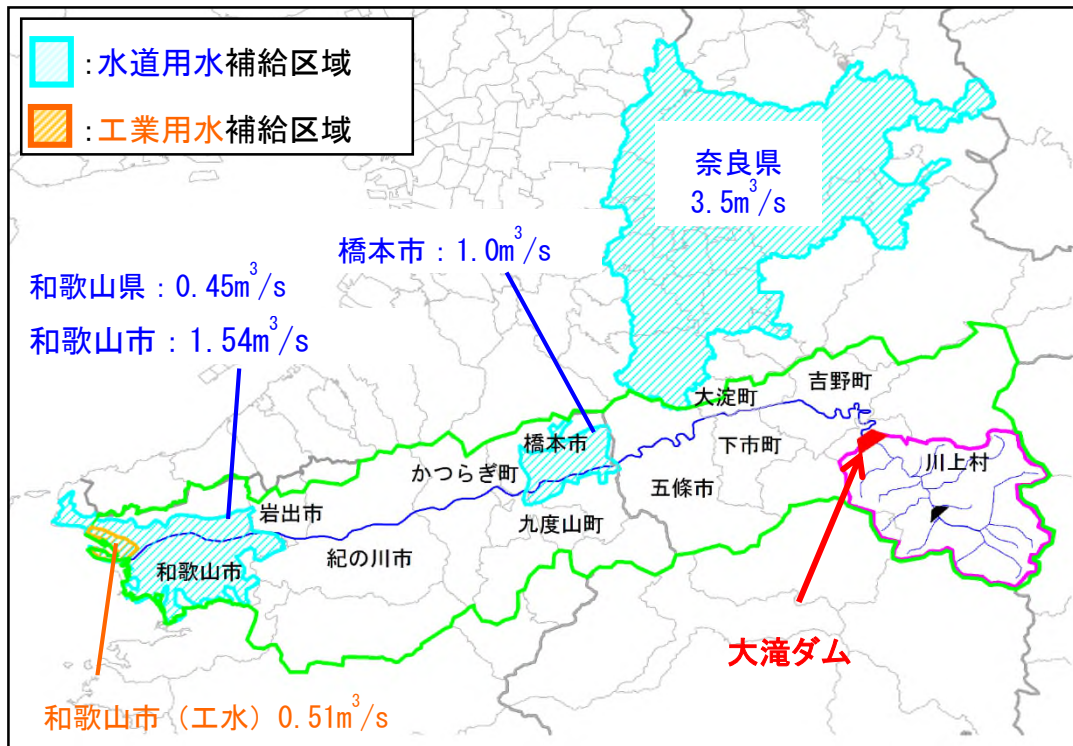


図 3.2.2-1 利水補給範囲図

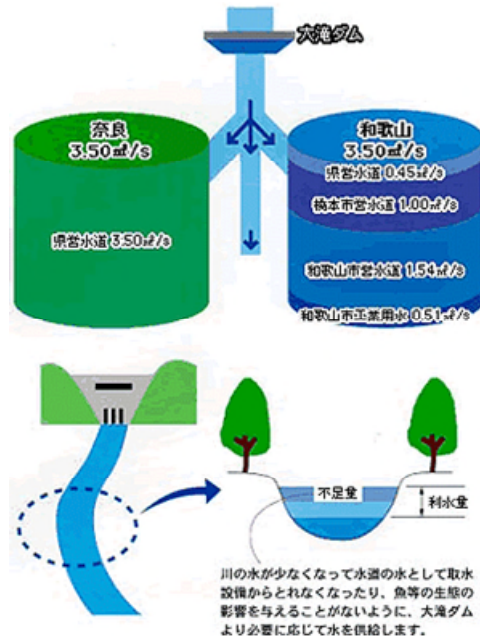


図 3.2.2-2 利水流量配分図

3.2.3 発電計画

大滝ダムの建設に伴って建設された関西電力株式会社の大滝発電所は、最大出力 10,500kW の水力発電所で約 1 万世帯の電力量を供給している。大滝ダムと大滝発電所の位置図を図 3.2.3-1 に示す。



図 3.2.3-1 大滝ダムと発電所の位置図

表 3.2.3-1 発電所諸元

名 称	大滝発電所
位 置	奈良県吉野郡川上村大滝
型 式	ダム式
使用水量 (最大)	18.00m ³ /s
出 力 (最大)	10,500kW
(常時)	0kW
有 効 落 差	67.53m

3.2.4 維持流量計画

大滝ダムは、その目的の一つに流水の正常な機能の維持があり、基本計画において「大滝ダム下流において、非洪水期（毎年 10 月 16 日から翌 6 月 15 日までの間をいう）の間、生態の保全等流水の正常な機能の維持と増進を図る」とされている。

具体的には、大滝ダム下流において、0.55m³/s の維持流量を確保する放流を行っている。

3.3 利水補給実績

3.3.1 貯水池運用実績

至近4ヵ年（平成25年から平成28年）の大滝ダム貯水池運用実績を図3.3.1-1に示す。

大滝ダムでは、平常時に71,000千 m^3 、第1期洪水期に31,000千 m^3 、第2期洪水期に15,000千 m^3 の利水容量を用いて、「水道用水」、「工業用水」、「発電用水」及び「流水の正常な機能の維持」のための補給を行っている。

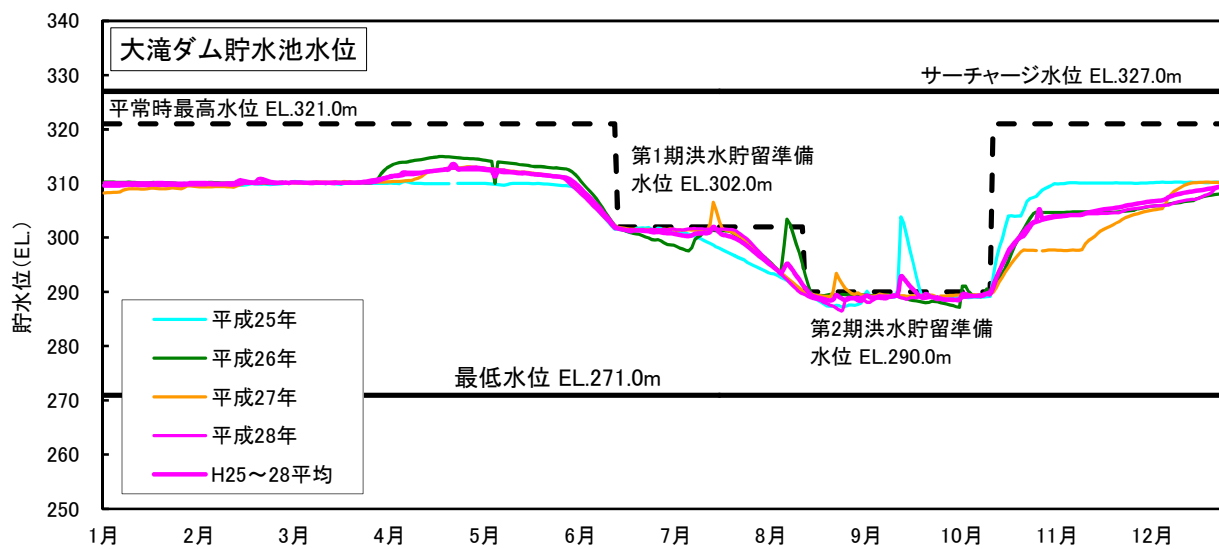
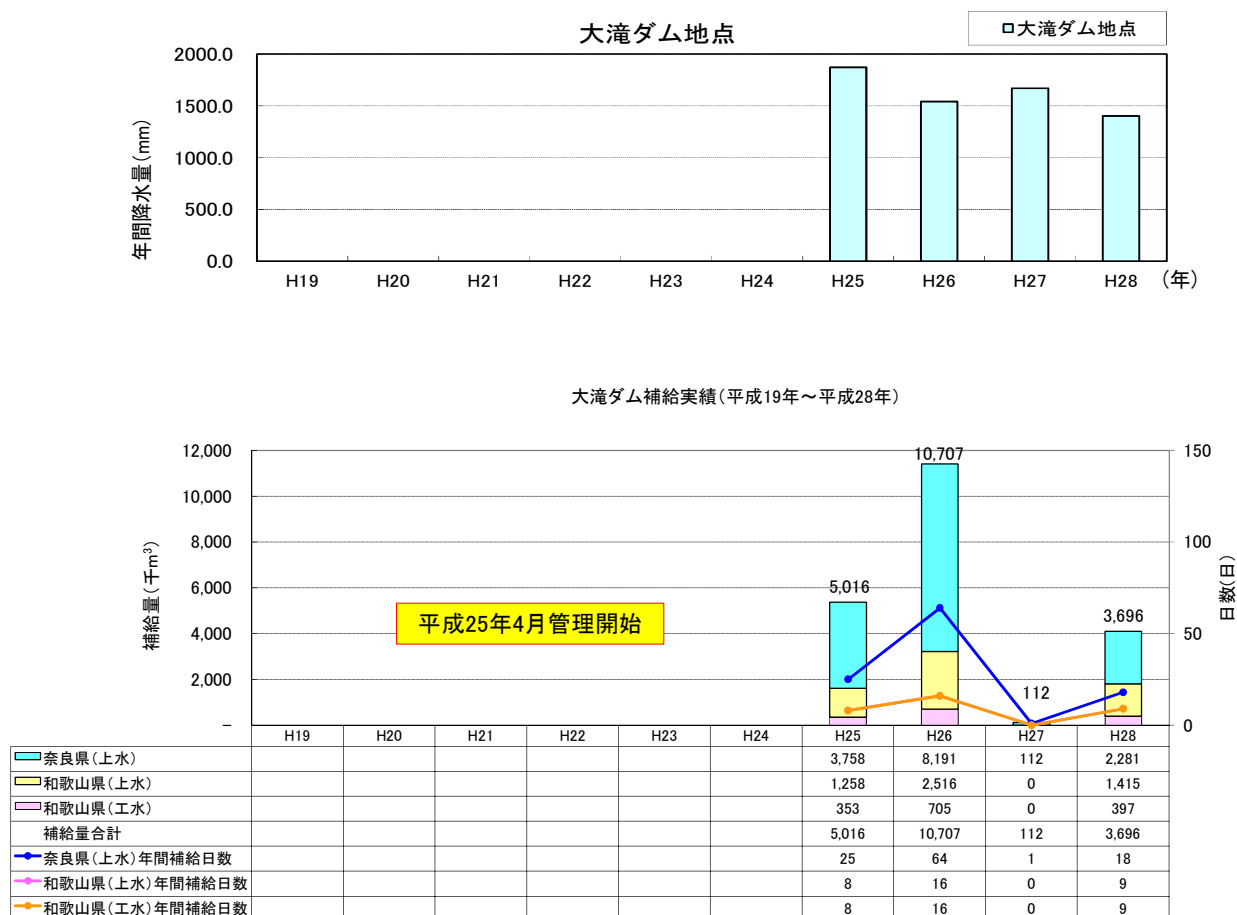


図 3.3.1-1 大滝ダム貯水池運用実績（平成25年から平成28年）

3.3.2 利水補給実績（都市用水）

大滝ダムから紀の川流域への都市用水補給量を図 3.3.2-1 に示す。

大滝ダムでは、平成 25 年から平成 28 年で年平均都市用水補給量は約 4,800 千 m^3 を紀の川流域へ補給している。



注) H27 の降水量において、転倒ます型雨量計の詰まりにより 2/1 01:00～3/18 12:00 までの期間は降水があった日 (2 月 5, 6, 8, 9, 13, 17～19, 22, 23, 26, 27 日・3 月 1～4, 7～11, 14, 15 日) は欠測

図 3.3.2-1 大滝ダム補給実績 (平成 25 年から平成 28 年)

3.3.3 利水補給実績（発電）

大滝ダムでは、大滝発電所を利用して発電を行っている。

至近4ヵ年の発電電力量実績は平成27年が最も多く、ダムによる年間発生電力は、大滝発電所で45,862MWhであった。

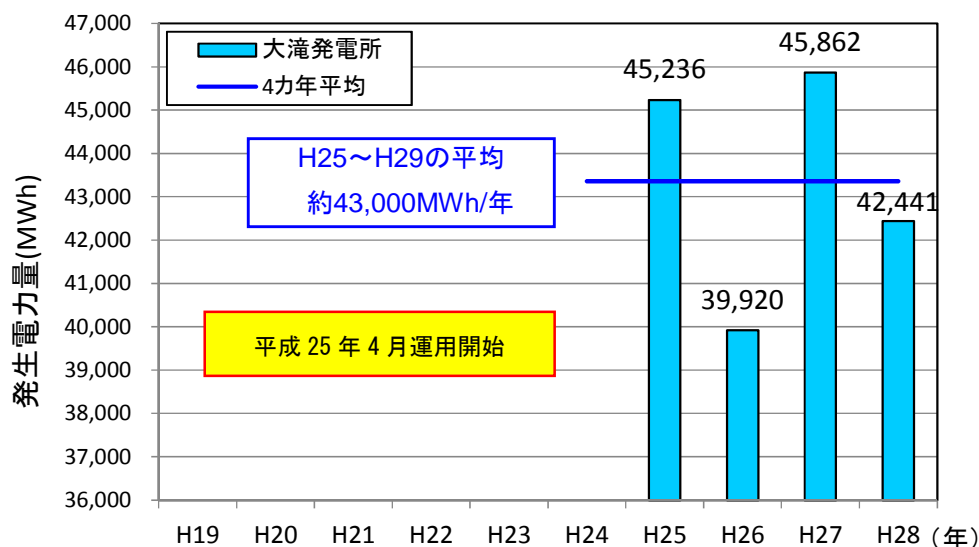


図 3.3.3-1 至近10ヵ年の発生電力量 (MWh) 実績

3.3.4 貯水池試行運用

大滝ダムの貯水池運用は6/16~8/15（第一期制限水位）はE.L. 302m、8/16~10/15（第二期制限水位）はE.L. 290m、10/16~6/15はE.L. 310mで管理している。

水位低下のための放流（ドローダウン）水を農水ダムの貯水量温存に役立てることを目的とし、平成27年度より水位低下の時期を遅らせ、かんがい期に合わせる試行運用を行っている。

(1) 貯水池試行運用の概要

大滝ダムの貯水池試行運用の概要を以下に示す。なお、本運用はあくまで試行であるため、河川環境・施設管理・貯水池管理上などの問題が生ずれば適宜運用の見直しを行う。

1) 紀の川全体の利水安全度向上

- ・第一期制限水位に向けた水位低下（ドローダウン）の開始をかんがい期開始に合わせる。
- ・このことで農水3ダムを温存し、渇水時（1/10以上）等の対応が可能となる。

※温存された水は、紀の川全体で使用する事を目的とする。

- ・大滝ダム下流の既発電所（檜尾・吉野発電所）の減電対応と利水安全度向上のため、大迫ダムは大滝ダムの非洪水期（10月16日）開始に合わせて、応援放流を開始する。発電減少量と応援放流可能量は約10百万m³に相当する。
- ・かんがい期開始日の目標水位はE.L. 311mとする。

2) 紀の川大堰の魚道フル放流対応

- ・ 紀の川大堰地点の維持流量 $1.1\text{m}^3/\text{s}$ (河川整備計画)、魚道フル放流量 $2.7\text{m}^3/\text{s}$ である。
- ・ 紀の川の自流低下傾向になる5月(1ヵ月間相当)に限り、魚道フル放流できるよう大滝ダムで貯留し、放流する(流入 $+1.6\text{m}^3/\text{s}$)。
- ・ すなわち、 $1.6\text{m}^3/\text{s} \times 30\text{日間分} = 4,147\text{千}\text{m}^3$ を確保出来る運用とする。

以上より、大滝ダムは上記相当分として5月上旬にE.L. 313m迄貯留する事を目標とする。

- ・ E.L. 311m + $4,147\text{千}\text{m}^3 \cong \text{E.L. } 313\text{m}$
- ・ E.L. 310m以上の貯留開始は、クレストゲート点検が終了する4月上旬以降とする。

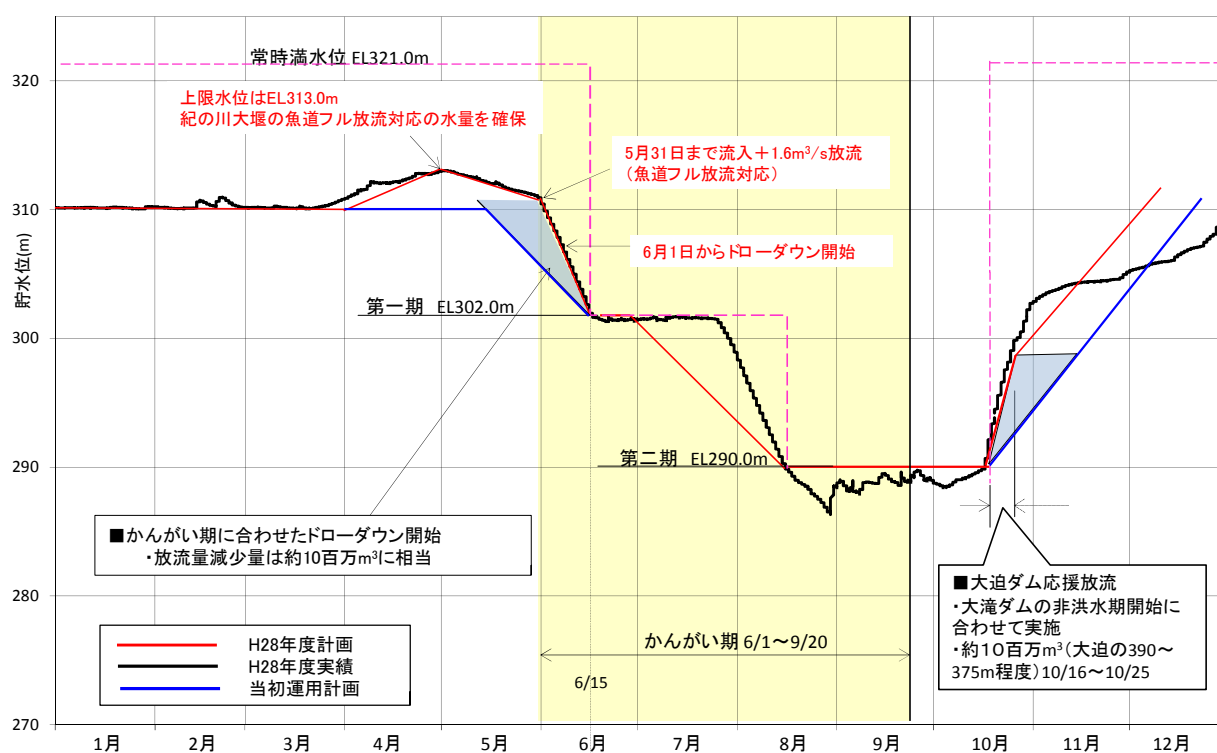


図 3.3.4-1 大滝ダムの貯水池試行運用概要図

3.4 利水補給効果の評価

3.4.1 下流基準点における利水補給効果

大滝ダムによる利水補給効果について、ダムに近い下流の五條地点における流況の経年変化を整理する。

ここでは、ダムによる流況改善効果を考察するため、五條地点の実績流量をダムあり流量として、大滝ダムの「放流量－流入量」を五條地点の実績流量から引いた値をダムなし流量と仮定する。

大滝ダム管理開始の平成 25 年から平成 28 年の至近 4 カ年の五條地点における流況図を図 3.4.1-2 に、流況データを表 3.4.1-1 に示す。また、各年の貯水位、ダム流入量、放流量及び五條地点の流量（ダムあり・なし）の経年変化を図 3.4.1-3～図 3.4.1-6 に示す。

ダムの設置により、管理開始の平成 25 年から平成 28 年の近 4 カ年平均で、五條地点では、ダムがない場合と比べ、低水流量が $0.37 \text{ m}^3/\text{s}$ 、渇水流量が $1.80 \text{ m}^3/\text{s}$ 多くなっており、大滝ダムは下流河川の流況改善に効果を発揮しているものと思われる。



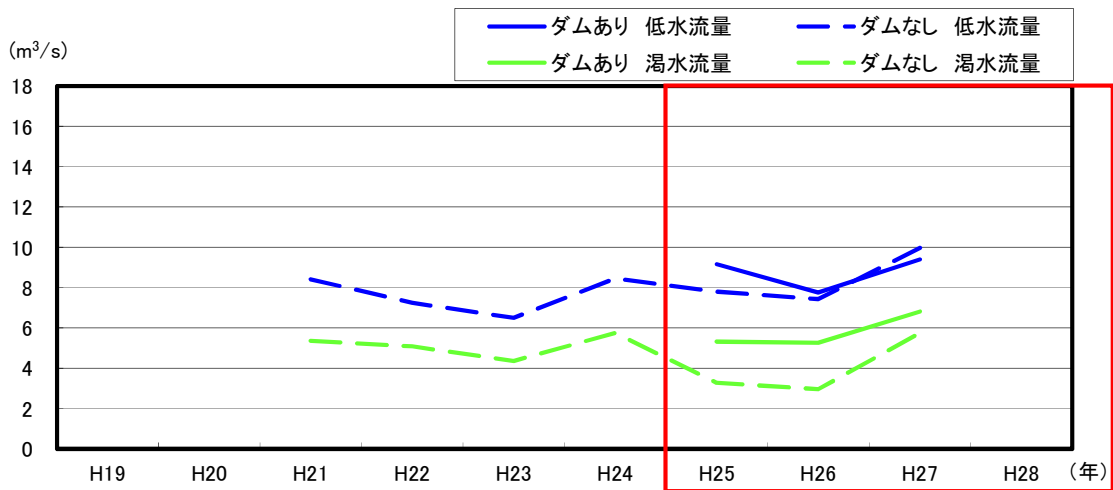
図 3.4.1-1 利水補給効果評価位置図（五條地点）

表 3.4.1-1 五條地点における流況

	ダムありの流況				ダムなしの流況			
	豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
H19					—	—	—	—
H20					—	—	—	—
H21					19.56	12.82	8.41	5.36
H22					24.31	12.11	7.25	5.09
H23					23.99	10.76	6.50	4.37
H24					22.38	13.03	8.46	5.75
H25	21.18	13.61	9.16	5.32	21.89	14.20	7.80	3.28
H26	16.86	11.20	7.76	5.27	19.85	11.58	7.43	2.96
H27	25.01	14.95	9.40	6.81	26.68	16.16	9.98	5.76
H28	—	—	—	—	—	—	—	—
平均	21.02	13.25	8.77	5.80	22.81	13.98	8.40	4.00

平成 25 年 4 月運用開始

注) 大滝ダムの運用開始の平成 25 年以降で平均を算定



注) 1. 低水流量：1年のうち、275日はこの流量を下回らない流量
 2. 渇水流量：1年のうち、355日はこの流量を下回らない流量

図 3.4.1-2 五條地点における流況改善効果
 (平成 25 年から平成 28 年の低水流量及び渇水流量)

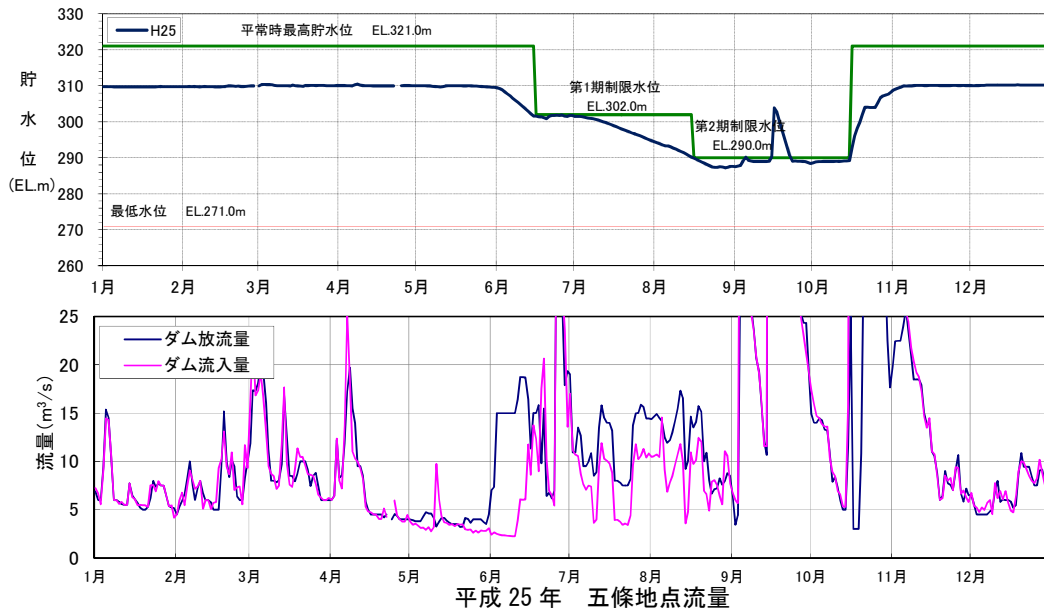


図 3.4.1-3 平成 25 年の大滝ダムの貯水位・流入量・放流量、五條地点の流量変化

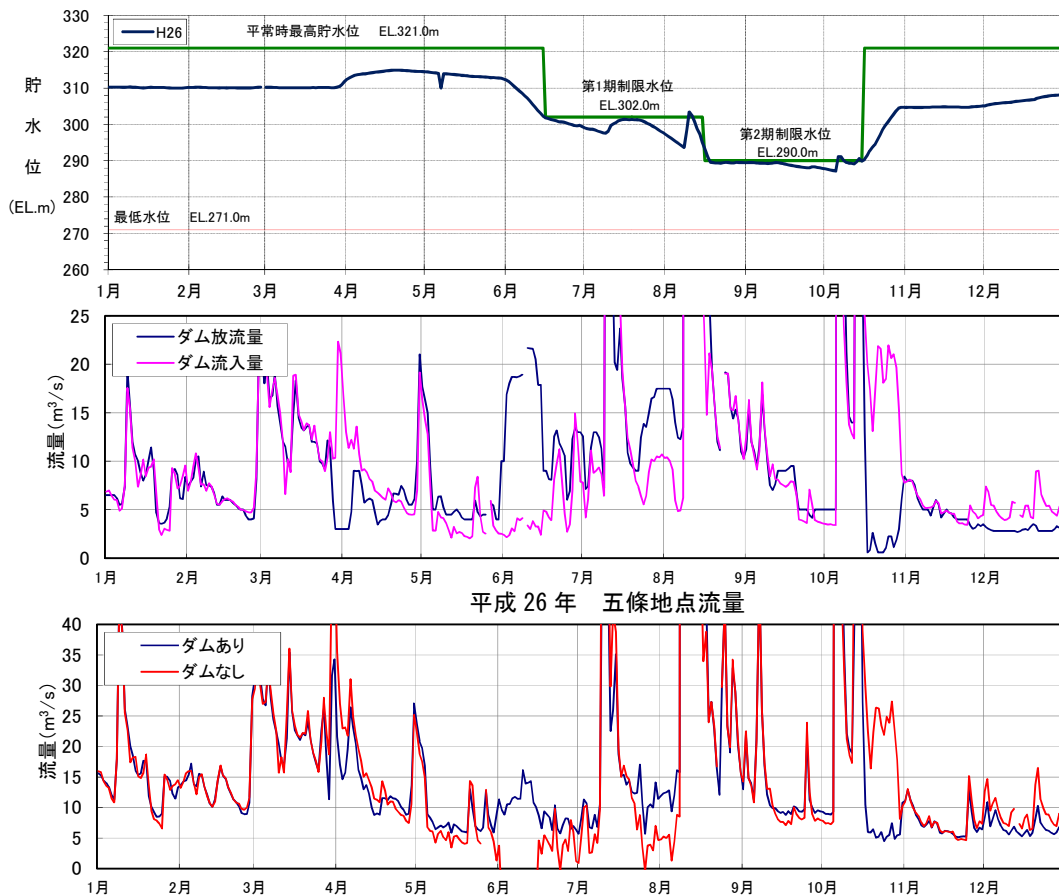


図 3.4.1-4 平成 26 年の大滝ダムの貯水位・流入量・放流量、五條地点の流量変化

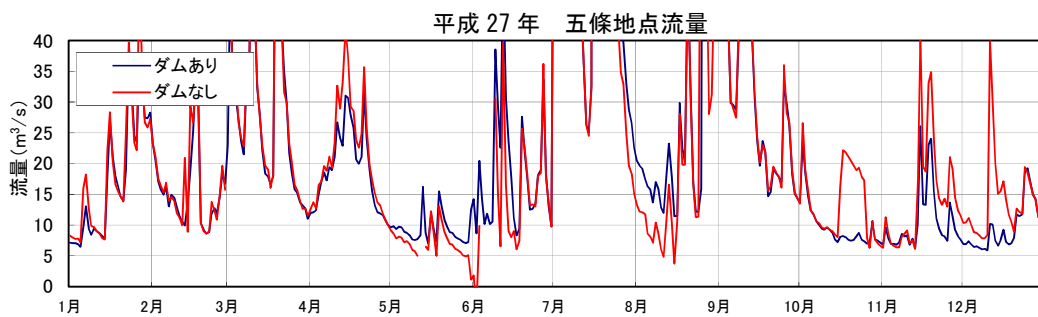
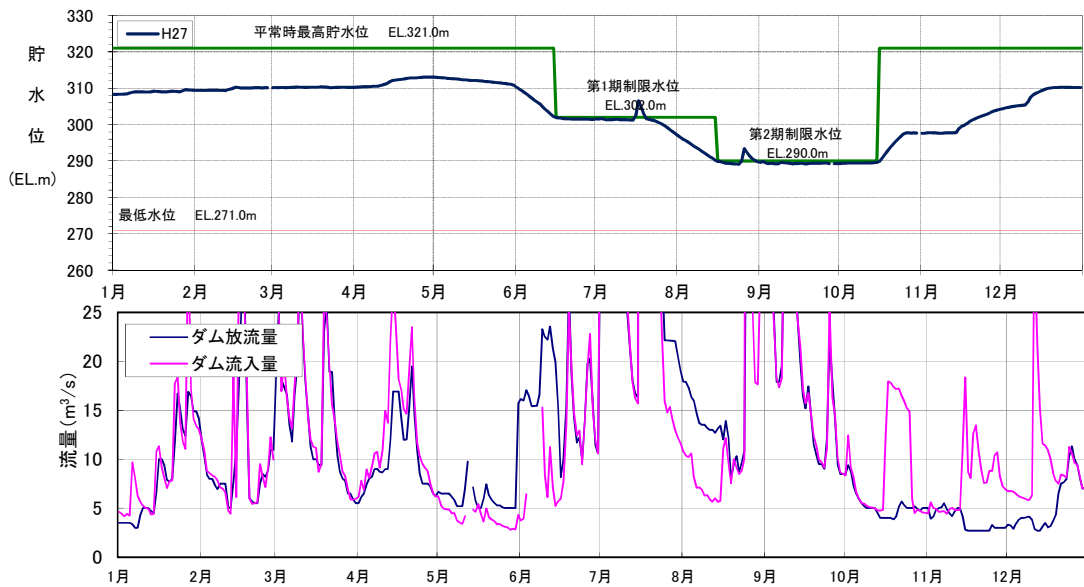


図 3.4.1-5 平成 27 年の大滝ダムの貯水位・流入量・放流量、五條地点の流量変化

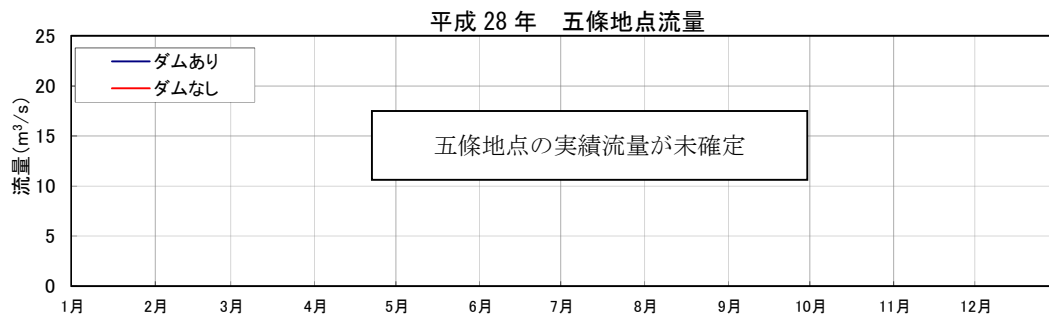
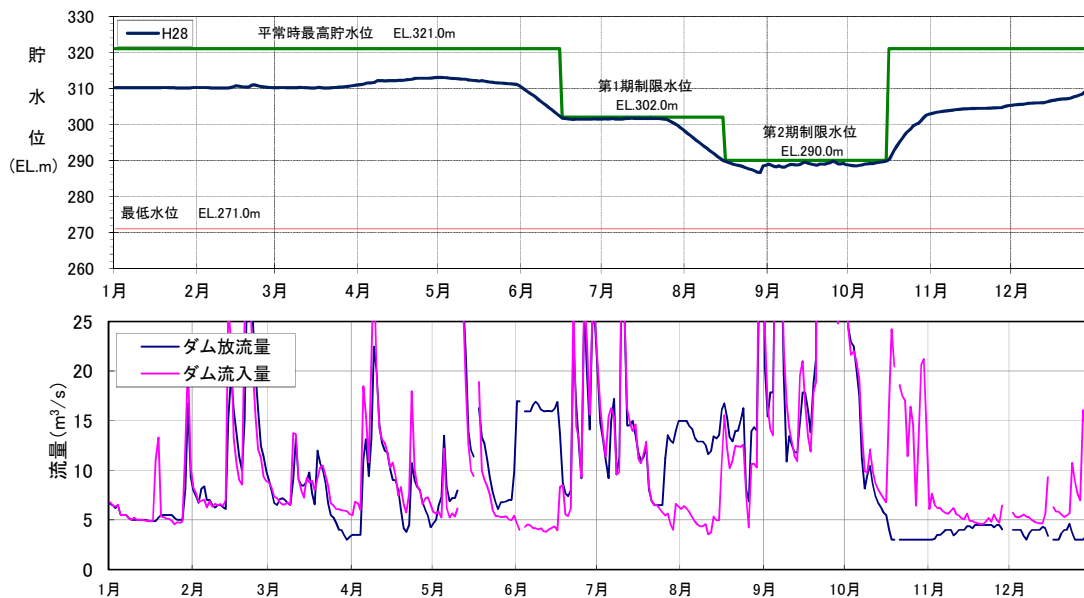


図 3.4.1-6 平成 27 年の大滝ダムの貯水位・流入量・放流量、五條地点の流量変化

3.4.2 渇水被害軽減効果

(1) 紀の川の渇水発生状況

紀の川では、過去に渇水が頻繁に発生しており、度々、給水制限・取水制限が行われていたが、大滝ダム完成以降は、渇水は発生していない状況である。

表 3.4.2-1 渇水の被害状況（奈良県）

年月	影 響					
平成2年9月	給水最大制限率	30%	(16日間)	取水最大制限率	42%	(16日間)
平成6年7月 ~ 8月	給水最大制限率	30%	(51日間)	取水最大制限率	58%	(75日間)
平成7年8月 ~ 10月		—		取水最大制限率	30%	(26日間)
平成7年12月 ~ 平成8年4月		—		取水最大制限率	33%	(96日間)
平成8年6月		—		取水最大制限率	40%	(12日間)
平成11年2月 ~ 3月		—		取水最大制限率	33%	(33日間)
平成13年8月	給水最大制限率	30%	(12日間)	取水最大制限率	53%	(12日間)
平成14年6月 ~ 9月	給水最大制限率	30%	(39日間)	取水最大制限率	40%	(37日間)
平成17年6月 ~ 8月	給水最大制限率	10%	(60日間)	取水最大制限率	10%	(60日間)

※室生ダムでの制限を含む

出典：「奈良県営水道調べ」

表 3.4.2-2 渇水の被害状況（和歌山県）

年月	影 響	
平成6年7月~8月	上水・工水・農水 30%	取水制限 (15日間)
平成7年8月~9月	上水・工水 15%、農水 30%	取水制限 (25日間)
平成13年7月~8月	上水・工水 20%、農水 30%	取水制限 (11日間)
平成14年6月~7月	上水・工水 10%、農水 30%	取水制限 (24日間)
平成17年6月~8月	上水・工水 10%、農水 30%	取水制限 (59日間)

出典：「和歌山河川国道事務所 HP」



図 3.4.2-1 瀬切れ状況（平成6年8月 出橋付近）

(2) 大滝ダムの渇水時における渇水被害軽減効果

紀の川流域では、大滝ダム、猿谷ダム、大迫ダム、津風呂ダムが、かんがい用水、水道用水、工業用水を補給している。

大滝ダム完成前（H24 以前）は、かんがい期（6 月以降）に 3 ダム（猿谷ダム、大迫ダム、津風呂ダム）の貯水率は低下していた。特に、H13・H14・H17 においては、小雨により渇水となり、取水制限が実施された。しかし、大滝ダム完成後（H25 以降）は、渇水年（H14・H17）の雨量とほぼ同等であったが、かんがい期に大滝ダムの制限水位への移行に伴う水位低下により 3 ダムでの貯水率の低下は発生していない。

平成 25・26 年の梅雨時期は少雨であったが、大滝ダムの効果により取水制限もなく、奈良県、和歌山県内の約 180 万人に取水制限なく安定供給出来た。また、試行運用開始後の平成 27 年度以降は、かんがい期初期の 6 月上旬の貯水率改善に効果を発揮している。



図 3.4.2-2 ダム位置図

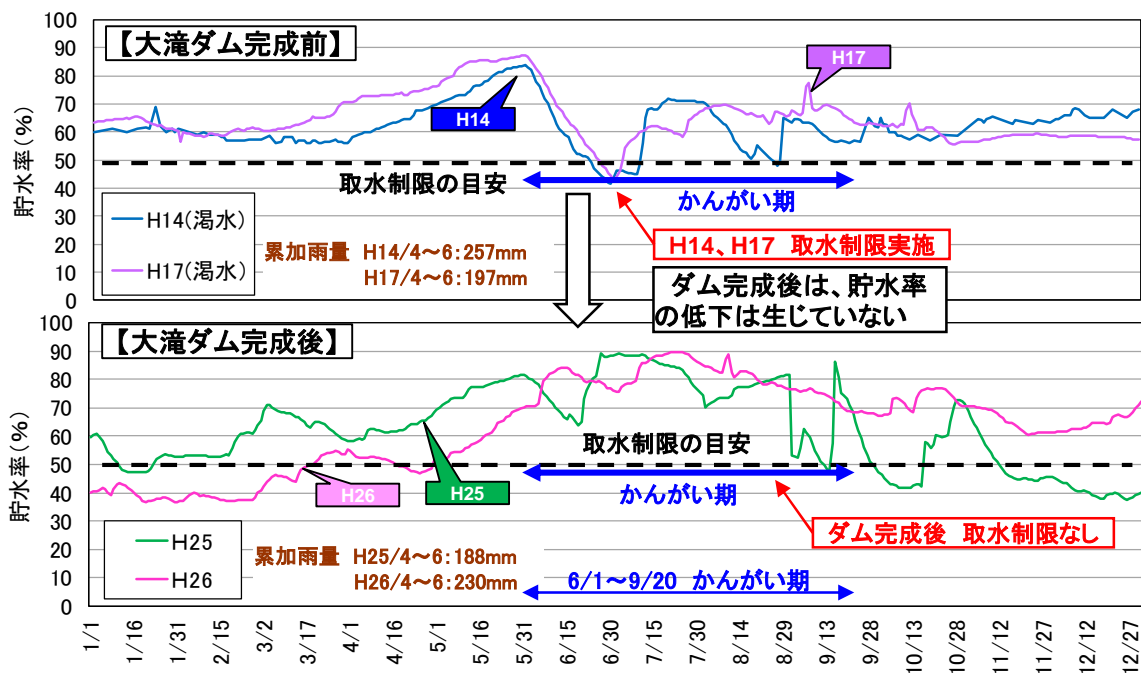


図 3.4.2-3 3 ダム（大迫ダム、津風呂ダム、猿谷ダム）貯水率（1 月～12 月）

（出典：文献番号 3-2）

また、平成 25 年、平成 26 年の雨量は、渇水となった平成 14 年、平成 17 年（取水制限を実施）と同程度であったが、大滝ダムの制限水位への移行に伴う水位低下（ドローダウン）により、ダム下流の流況が改善された。（平成 25 年、平成 26 年は取水制限は実施されていない。）

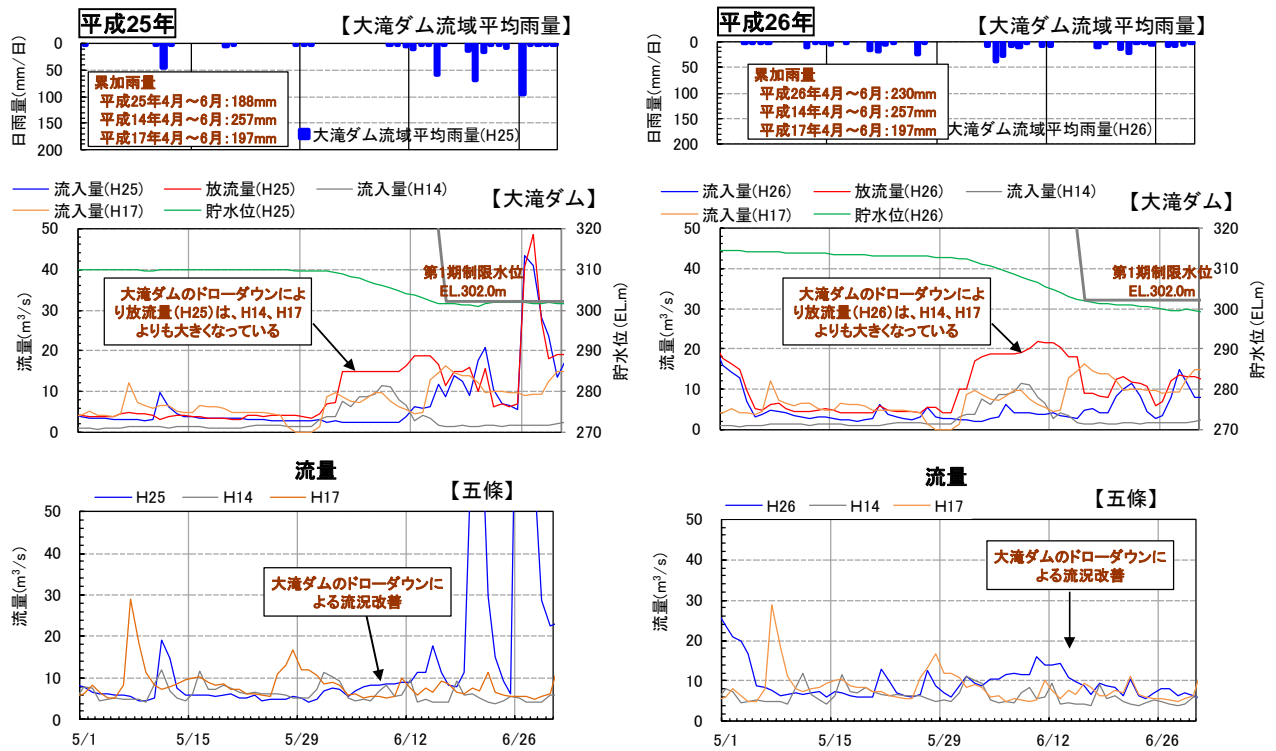


図 3.4.2-4 ドローダウンによる効果

3.4.3 発電効果

大滝ダムからの取水による大滝発電所の年間平均発生電力量は、平成 25 年から平成 28 年では約 43,000 MWh となっている。平成 25 年から平成 28 年での発生電力量は、約 13,000 世帯が年間に消費する電力量に相当する。

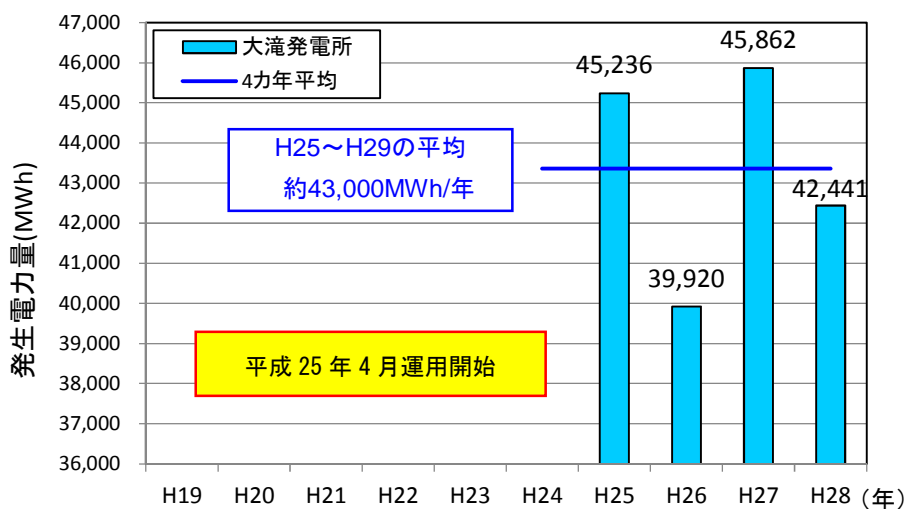


図 3.4.3-1 大滝ダムの発電実績

表 3.4.3-1 電気量料金表(従量電灯A単価) 平成 29 年度

項目		単位	料金単価
最低料金 (最初の 15kWh まで)		1 契約	376.65 円
電力量料金	15kWh 超過 120kWh まで	第 1 段	1kWh 19.76 円
	120kWh 超過 300kWh まで	第 2 段	1kWh 26.19 円
	300kWh 超過	第 3 段	1kWh 29.94 円

(出典：関西電力 HP 電気量料金表 H29.9 時点)

[参考]

○平均発生電力量による世帯数(年間消費電力量)換算

$$43,365\text{MWh/年} \div \{(271.2\text{kWh/月} \times 12 \text{ ヶ月}) \div 1,000\} = 13,325 \text{ 世帯}$$

注) 1 ヶ月 1 世帯当たりの平均電力使用量 271.2kWh(平成 25 年度)

(数値は 9 電力会社平均値 電気事業連合会調べ)

○1 世帯当たり平均電力使用料金(271.2kWh)

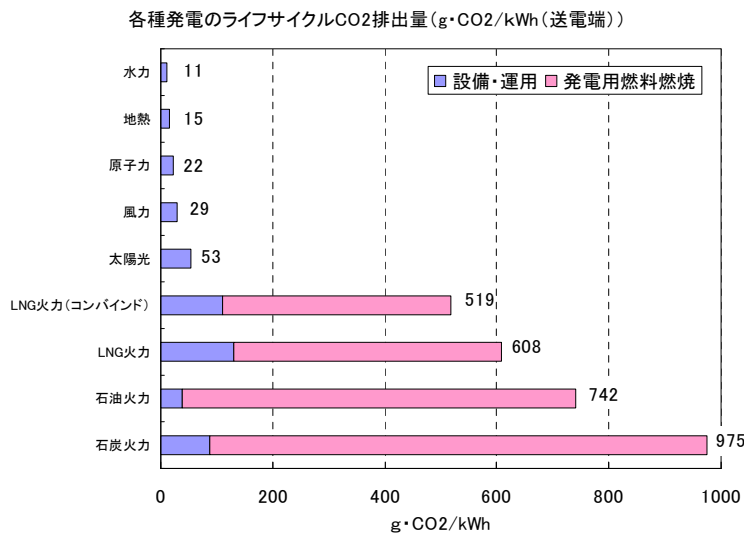
$$\begin{aligned} & \{\text{基本料金} + \text{電力量料金}(271.2\text{kWh})\} \times 12 \text{ ヶ月} \\ & = \{376.65 + (120\text{kWh} - 15\text{kWh}) \times 19.76 + (271.2\text{kWh} - 120\text{kWh}) \times 26.19\} \times 12 \text{ ヶ月} \\ & = 76,937 \text{ 円/年} \end{aligned}$$

○平均発生電力の一般家庭電気料金換算

$$13,325 \text{ 世帯} \times 76,937 \text{ 円/年} = 1,025,179,342 \text{ 円}$$

3.4.4 副次的効果 (CO₂ 排出量削減効果)

大滝発電所は、豊かで再生可能な水資源を利用する純国産エネルギーで、石油などの化石燃料を使用する火力発電に比べて、CO₂ 排出量が非常に少なく、地球環境に優しくクリーンな発電を行っている。



燃料の燃焼に加えて、原料の採掘・建設・運送・精製・運用・保守等のために消費されるすべてのエネルギーを対象として算出。原子力については、計画中の使用済燃料国内再処理・プルサーマル利用・高レベル放射性廃棄物処理等を含めて算出。
(出典：電力中央研究所報告書他)

図 3.4.4-1 各種発電のライフサイクル CO₂ 排出量

(出典：文献番号 3-3)

大滝ダムによる水力発電の CO₂ 削減効果について、以下に整理する。

(1) 発電に伴う CO₂ 排出量

1kWh を 1 時間発電する時に発生する CO₂ の総排出量は、以下とされている。

- ① 水力発電：11 (g・CO₂/kWh)
- ② 原子力発電：22 (g・CO₂/kWh)
- ③ 石油火力発電：742 (g・CO₂/kWh)
- ④ 石炭火力発電：975 (g・CO₂/kWh)

よって、年間の発生電力量を、①水力発電、②原子力発電、③石油火力発電、④石炭火力発電のそれぞれによって発電した場合、大滝発電所から排出される CO₂ 量は表 3.4.4-1 で示した数値となる。

表 3.4.4-1 発電に伴う二酸化炭素 (平成 25 年～平成 28 年)

	大滝発電所
至近 4 ヶ年平均年発電量 (H25～H28)	43,365MWh
①水力発電における CO ₂ 排出量	477 t・CO ₂ /年
②原子力発電における CO ₂ 排出量	954 t・CO ₂ /年
③石油火力発電における CO ₂ 排出量	32,177 t・CO ₂ /年
④石炭火力発電における CO ₂ 排出量	42,281 t・CO ₂ /年

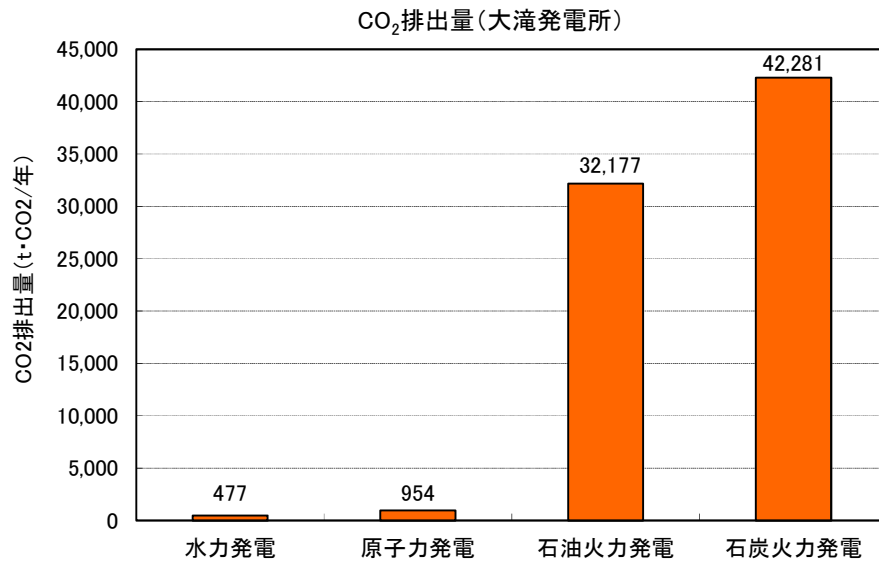


図 3.4.4-2 至近4ヵ年(平成25~平成28年)の大滝発電所の年間発生電力量の各発電におけるCO₂排出量

(2) 他発電との比較

大滝ダムで行っている水力発電を原子力発電または石油火力発電、石炭火力発電により発電を行った場合を想定した時のCO₂排出量を比較すると、水力発電に比べて、CO₂排出量は以下のようなになる。

- 原子力発電の約 1/2
- 石油火力発電の約 1/68
- 石炭火力発電の約 1/89

また、各発電により排出されたCO₂を吸収するために必要な森林面積を表 3.4.4-2に示す。

表 3.4.4-2 排出CO₂を吸収するために必要な森林面積

種別	CO ₂ 排出量 (t)	排出CO ₂ を吸収するために必要な森林面積 (ha)
水力発電	477	21.9
原子力発電	954	43.9
石油火力発電	32,177	1,480.1
石炭火力発電	42,281	1,944.9

注) 1.1 tのCO₂を吸収するのに必要な森林面積: 0.046ha (460 m²)

2. 近4ヵ年(平成25年~平成28年)の大滝発電所の年間発生電力量の各発電所におけるCO₂排出量を使用している。

3.5 まとめ

大滝ダムは、利水の安定供給を目的に、ダムからの補給を行っている。

奈良県・和歌山県では、渇水が頻繁に発生しており、度々給水制限・取水制限が行われていたが、大滝ダム完成以降は渇水は発生していない。

大滝発電所は、約 43,000MWh/年（平成 25 年～平成 28 年の平均）、平均的な一般家庭の約 13,000 世帯分に相当する発電を行い、安定的な電力の供給を行っているとともに、クリーンエネルギーとして CO₂ 削減にも貢献している。

以上より、大滝ダムは水道用水の供給や発電用水の供給等に貢献している。

<今後の方針>

今後も関係機関と連携しつつ、適切な維持・管理により、その効果を発揮していく。

3.6 文献リスト

表 3.6.1-1 使用した文献・資料リスト

NO.	文献・資料名	発行者	発行年月	引用ページ・箇所
3-1	年次報告書	近畿地方整備局紀の川ダム統合管理事務所	平成 25 年～平成 28 年	全頁
3-2	大滝ダム建設事業 事後評価	近畿地方整備局紀の川ダム統合管理事務所	平成 29 年	3.3 利水補給効果
3-3	電中研ニュース No. 338	電力中央研究所	平成 13 年	3.4.4 発電効果