

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もりこまれており、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方針とする。

3.1.2. 評価手順

以下の手順で評価を行う。評価のフローは図 3.1.2-1 に示すとおりである。

(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。特に流水の正常な機能の維持、水道用水については、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ものとする。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、流況の改善効果等を指標として新規水資源開発の効果について評価する。また、渇水時におけるダムの利水補給による被害軽減の効果、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。

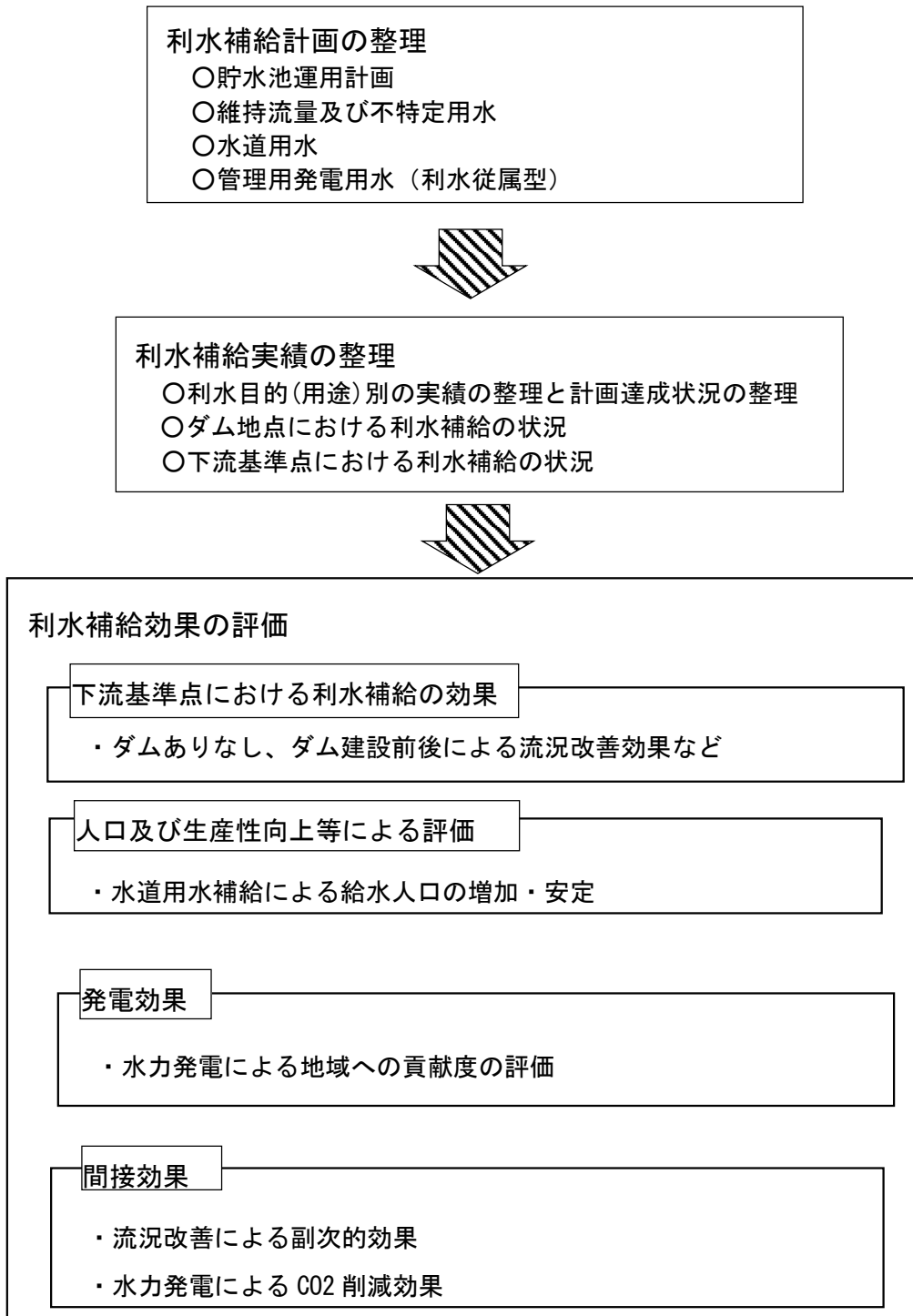


図 3.1.2-1 評価の手順

3.1.3. 必要資料(参考資料)の収集・整理

利水補給の評価に関する資料を収集し、「3.6. 文献リストの作成」にてとりまとめるものとする。

3.2. 利水補給計画

3.2.1. 貯水池運用計画

一庫ダムの貯水位管理は平常時最高貯水位が EL. 149.0m であり、洪水期間における洪水貯留準備水位は EL. 135.3m である。

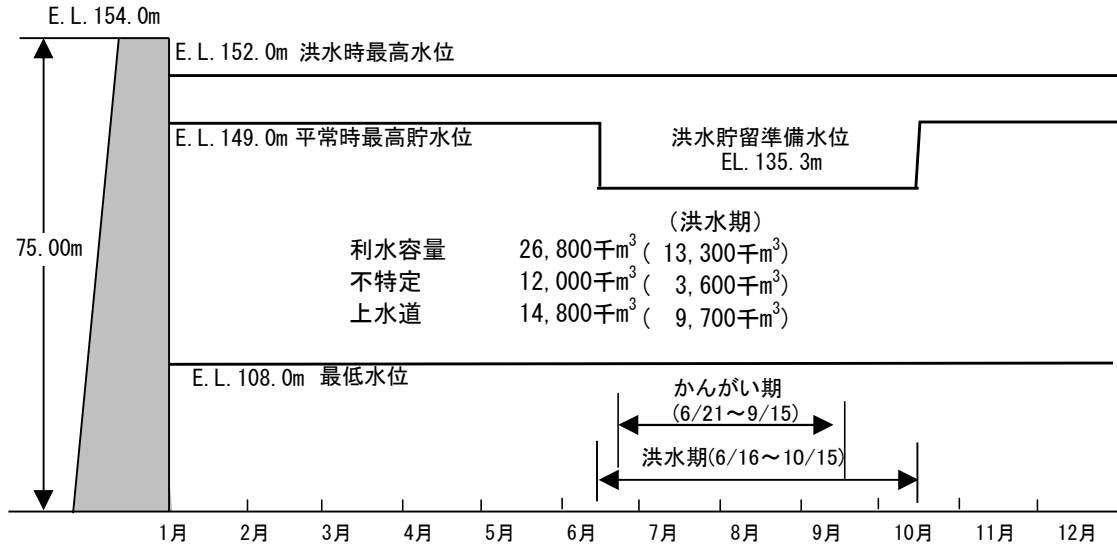


図 3.2.1-1 貯水池容量配分図

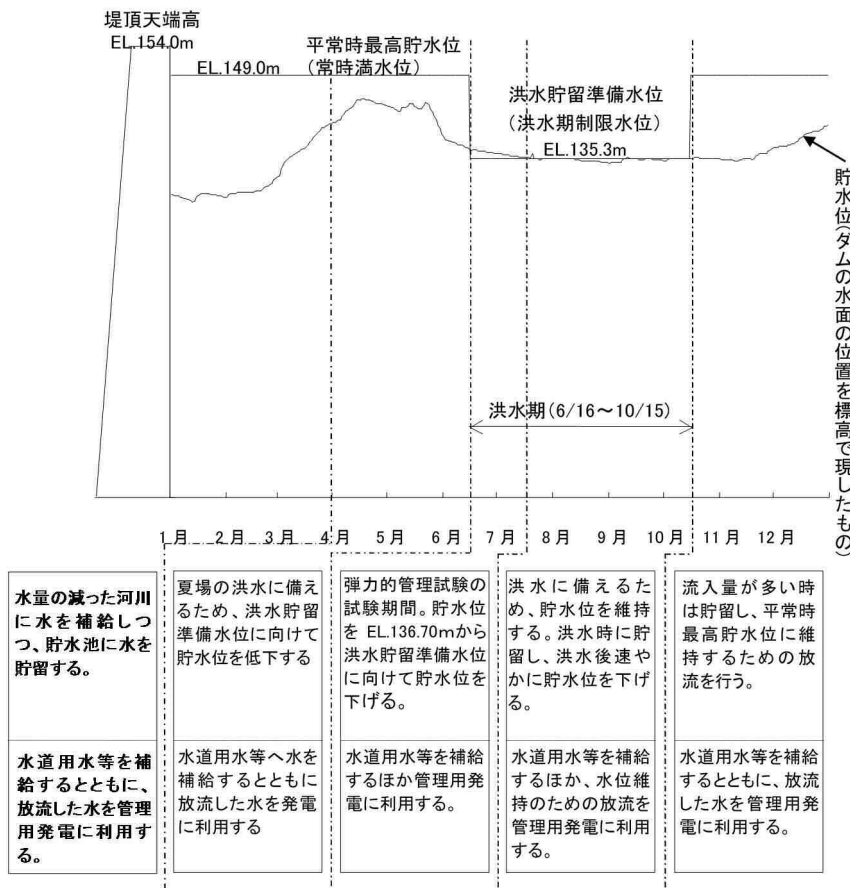


図 3.2.1-2 貯水池運用計画

(出典: H24 年度年次報告書)

猪名川の既得用水の補給等、流水の正常な機能の維持と増進を図るため、非洪水期(10月16日～6月15日)において12,000千 m^3 (洪水期:3,600千 m^3)の不特定容量を利用し、虫生地点及び軍行橋地点においてそれぞれ最大2.724 m^3/s 及び最大3.103 m^3/s の水量を確保できるようダムから補給する。

また、新規利水容量として、非洪水期において14,800千 m^3 (洪水期:9,700千 m^3)を利用して、虫生地点における水道用水として計1.570 m^3/s を確保できるようダムから補給する。

なお、利用に支障を与えない範囲内で、利水容量を利用して管理用発電を行う。

3.2.2. 利水補給計画の概要

一庫ダムでは、不特定用水(既得用水の安定化と流水の正常な機能の維持)及び水道用水に対して、貯水池の貯留水を用いて補給する。

(1) 流水の正常な機能の維持

流水の正常な機能の維持のために確保すべき流量は、虫生地点と軍行橋地点において表3.2.2-1に示すとおりであり、各地点において必要量を確保できるようダムから補給する。なお、この値は不特定かんがい用水と従来から猪名川より取水している水道用水から成り立っている。

表 3.2.2-1 確保すべき流量

(単位: m^3/s)

期間	虫生地点	軍行橋地点
6月1日～6月20日まで	1.430	1.430
6月21日～7月15日まで	2.724	3.103
7月16日～8月15日まで	2.277	1.141
8月16日～9月30日まで	1.549	1.858
10月1日～翌年5月31日まで	1.100	1.100

(出典:一庫ダム管理所提供資料)

(2) 水道用水

水道用水の供給のために必要な流量は、表 3.2.2-2 に示すとおりである。新規利水容量、非洪水期 14,800 千 m³(洪水期:9,700 千 m³)を利用して、上水道用として計 1.570m³/s を確保できるようダムから補給する。

表 3.2.2-2 供給先別必要水量

(単位:m³/s)

供給先	必要水量
兵庫県水道用水	1.992
池田市水道用水	0.365
川西市水道用水	0.116
豊能町水道用水	0.097
合計	2.500

(出典:管理年報)

(3) 管理用発電用水

上記(1)、(2)の補給では、原則、管理用発電を通して放流する。

3.2.3. 下流基準点における補給量

一庫ダムでは、利水基準点は虫生・軍行橋の2地点であり、確保水量についてと軍行橋上流部に対するもの、および下流部に対するものについて決定されている。



図 3.2.3-1 下流基準点の位置図

非かんがい期の確保水量については、水道用水の確保、および河道維持、生物、景観等の流水の正常な機能維持の点から、軍行橋上下流部とも $1.1\text{m}^3/\text{s}$ としている。

表 3. 2. 3-1 一庫ダム下流基準地点(虫生地点)における確保量

虫生地点		(単位: m^3/s)	
期間	機能維持	新規利水	合計
~5/31	1.100	1.570	2.670
6/1~6/20	1.430	1.570	3.000
6/21~7/15	2.724	1.570	4.294
7/16~8/15	2.277	1.570	3.847
8/16~9/30	1.549	1.570	3.119
10/1~5/31	1.100	1.570	2.670

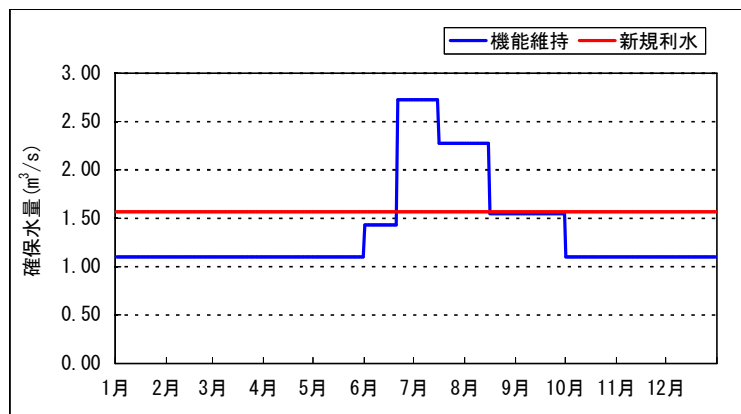


図 3. 2. 3-2 一庫ダム下流基準地点(虫生地点)における確保量

猪名川の農業用水利用状況を表 3. 2. 3-2 に示す。

表 3. 2. 3-2 猪名川の農業用水利用状況

用水名	取水量(既往慣行)		地検調査による所要量	届け出による水量
	最大 (m^3/sec)	常時 (m^3/sec)		
多田大井	0.370	0.270	0.224	0.835
小戸井	0.660	0.450	0.666	0.594
加茂井	0.570	0.440	0.572	(0.214)
池田井	0.326	0.326	0.370	0.330
北台井	0.360	0.270	0.176	0.257
高木井	0.370	0.260	0.079	0.046
三々井	2.036	1.383	0.987	(0.681)
大井	0.566	0.026	0.457	0.457
利倉井	1.910	1.310	0.492	0.492
大倉・内井ポンプ	0.254	0.024	0.319	0.319
椎堂ポンプ	0.053	0.053	0.112	0.112
富田ポンプ	0.068	0.068	0.097	0.063
三平井	0.204	0.136	0.165	0.165
上食満ポンプ	0.050	0.050	0.117	0.117
中食満ポンプ	0.052	0.052	0.126	0.126
計	7.849	5.118	4.959	3.913

(出典:一庫ダム工事誌)

3.2.4. 水道用水

水道用水の供給のために必要な流量は図 3.2.4-1 に示すとおりであり、各地点において取水可能な必要量を確保するためダムから補給する。



図 3.2.4-1 水道用水補給範囲

(出典:パンフレット「Hitokura Dam's Wish 知明湖」)

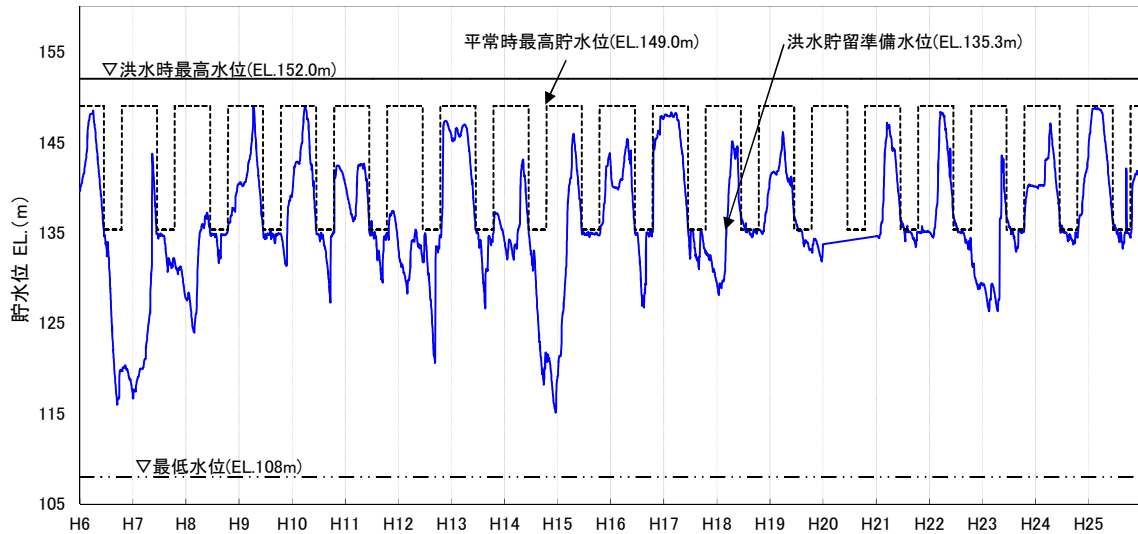
3.3. 利水補給実績

3.3.1. 利水補給実績概要

一庫ダムの平成6～25年の貯水池運用実績を図3.3.1-1に示す。

平成6～7年、平成14～15年は水位低下が顕著であった。洪水期は6月16日～10月15日、非洪水期は10月16日～6月15日である。図1-1-3に示すように、洪水期、非洪水期で設定水位を変えている。

平成6～7年、平成14～15年は、設定水位を大きく下回る貯水位となっている。



(出典:管理年報)

図 3.3.1-1 一庫ダム貯水池運用実績

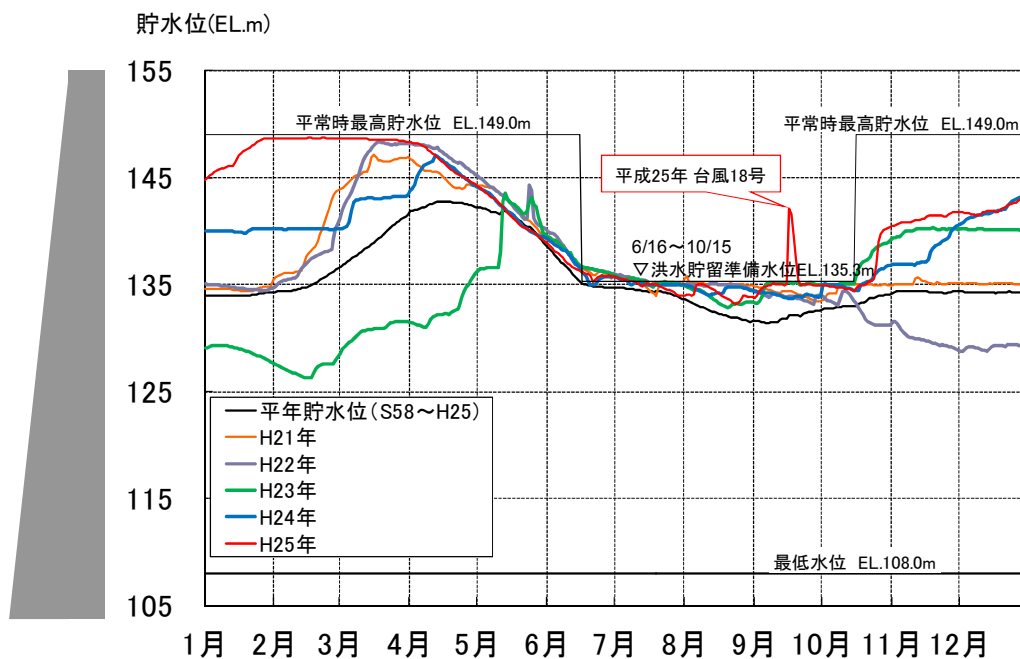


図 3.3.1-2 過去5年間の貯水位運用状況

■ 工事制限水位の設定状況

工事制限水位 EL135.30m

期間 平成21年10月16日～平成21年12月20日

工事概要 選択取水設備の腐食防止用の陽極棒の取替

工事制限水位 EL 130.00m

期間 平成22年10月16日～平成23年1月31日

工事概要 選択取水設備の水密ゴム取替及び扉体外面塗装取替

3.3.2. ダム地点における利水補給の状況

一庫ダムにおける、河川環境の保全等のための利水補給量は年間5,004千 m^3 程度である。

図 3.3.2-1 に平成16年から平成25年の目的別利水補給の状況を整理した。

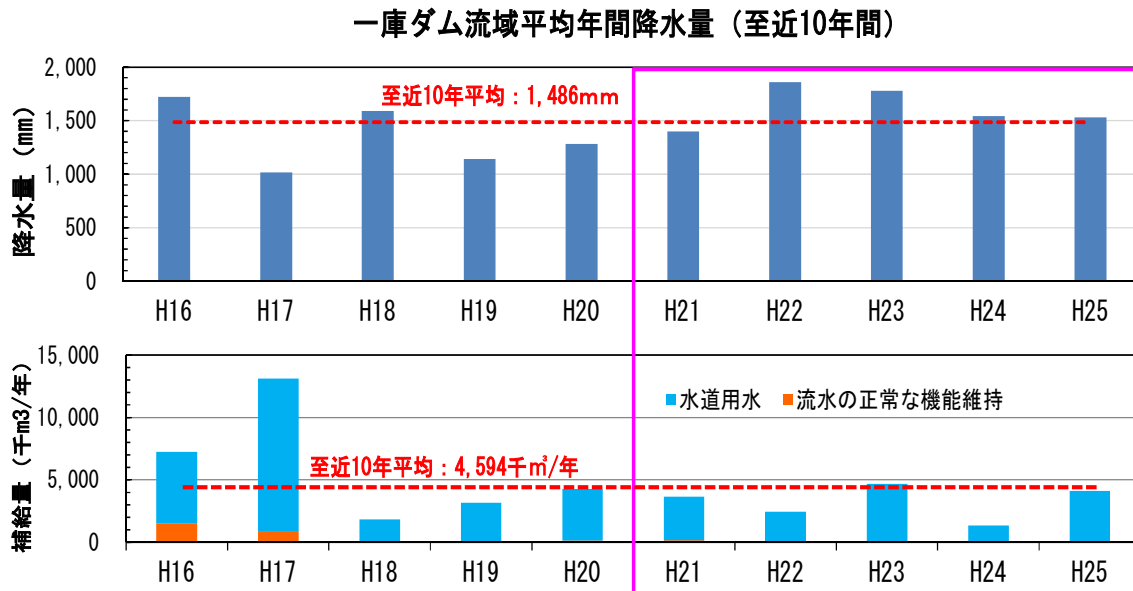


図 3.3.2-1 一庫ダムの利水補給実績

(出典：一庫ダム管理所調べ)

3.3.3. 管理用発電実績

一庫ダムでは、放流水のエネルギーを利用して、表 3.3.3-1 に示した発電設備において、ダム管理用電力の発電を行っている。

表 3.3.3-1 一庫ダム管理用発電設備諸元

水車仕様		発電機仕様	
形式	横軸単輪単流渦巻フランシス水車	形式	横軸三相同期発電機
最大出力	1,900KW	容量	2,200KVA
最大使用水量	4.2m ³ /s	電圧	6,600V
有効落差	59.00m	周波数	60Hz

(出典:一庫ダム工事誌)

一庫ダムの発生電力量実績は、表 3.3.3-2、図 3.3.3-1 に示すとおりである。平均すると年間約 5,000MWh の発電を行う。

また、余剰分は売電することで、有効活用を行っている。

表 3.3.3-2 発生電力量実績表

	発生電力量 (MWh)	余剰電力量 (MWh) (売買電力量)
H16	6,004	5,423
H17	6,280	5,596
H18	5,056	4,472
H19	4,317	3,742
H20	4,990	4,337
H21	5,474	4,830
H22	7,398	6,695
H23	4,020	3,172
H24	5,227	4,132
H25	5,147	4,399
平均	5,391	4,680

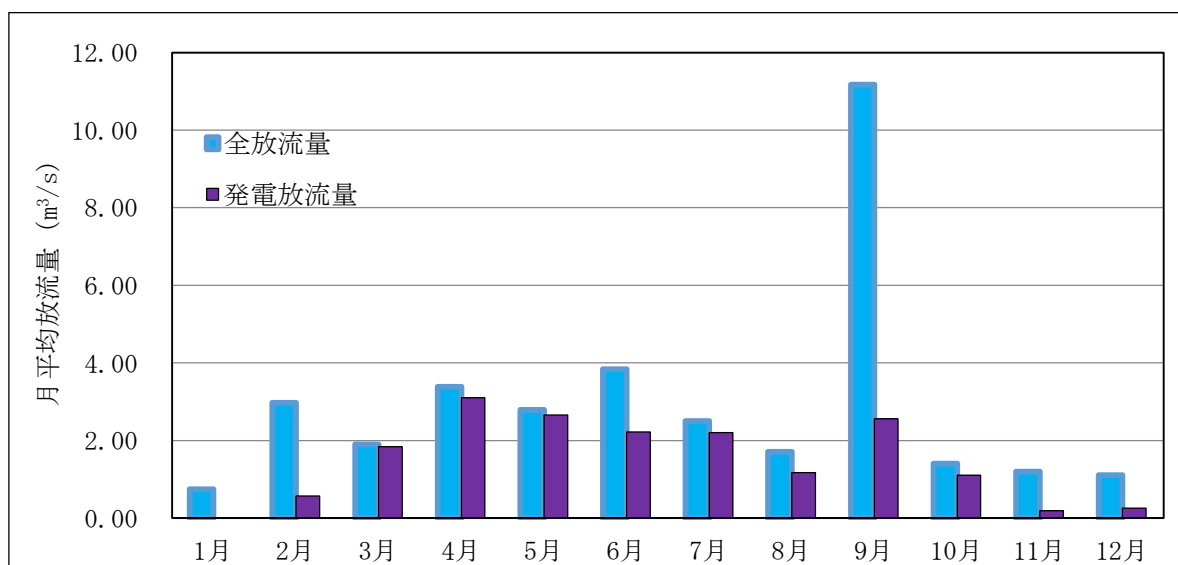
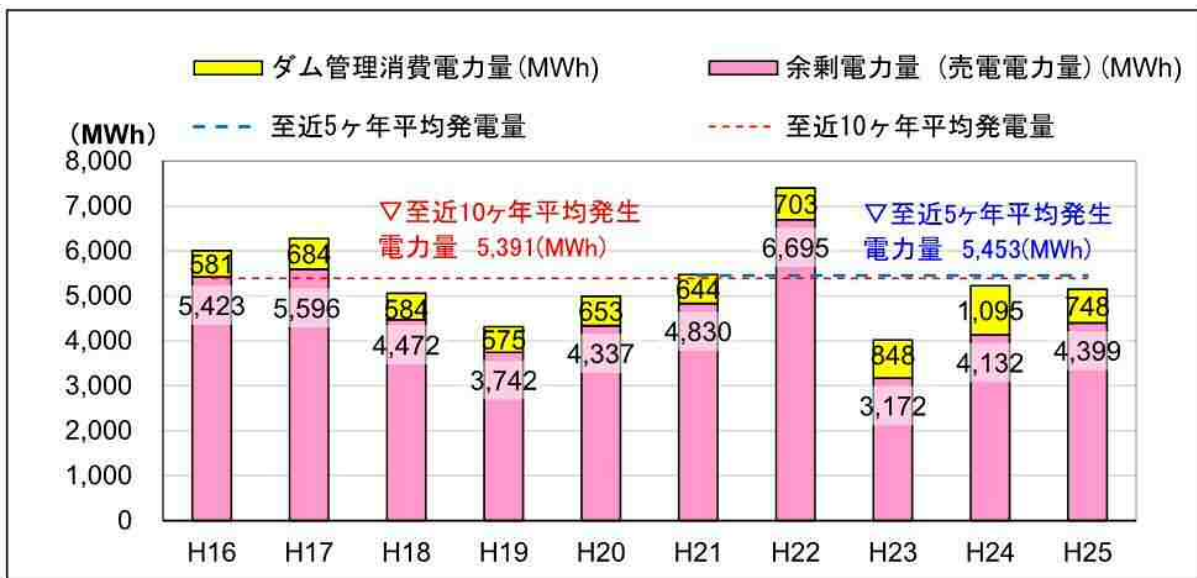
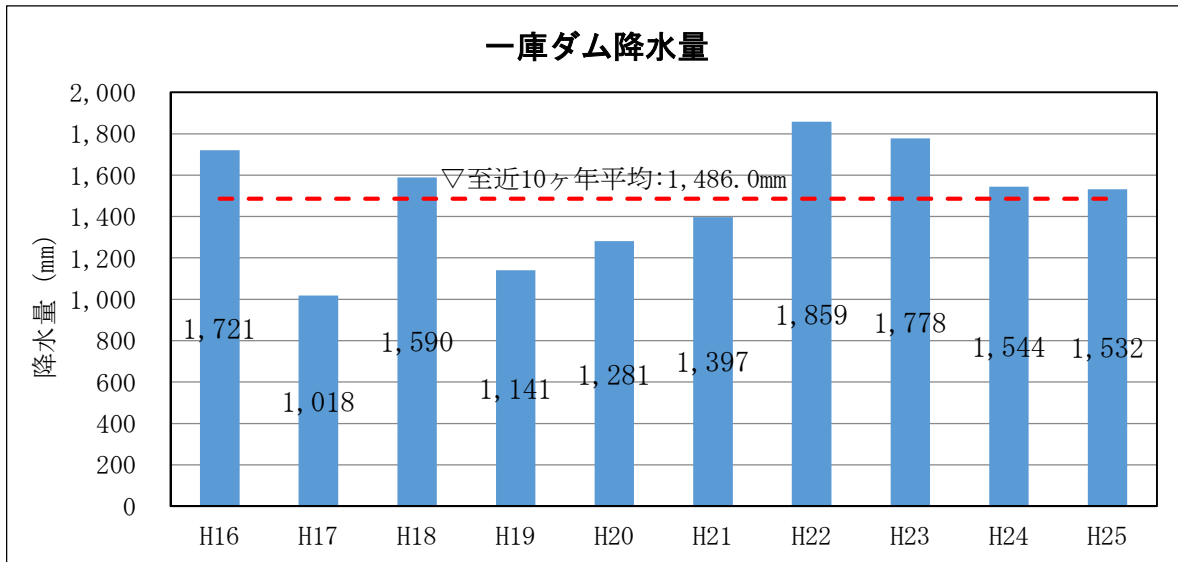


図 3.3.3-1 一庫ダムの発電実績

(出典: 管理年報)

3.4. 利水補給効果

3.4.1. 下流基準点における利水補給の効果

(1) ダム建設前後の比較

虫生地点におけるダムありなしの流況比較は図 3.4.1-1 に示すとおりである。

平成 16 年から平成 25 年までの平均では、豊水流量が $6.47\text{m}^3/\text{s}$ 、平水流量 $3.98\text{m}^3/\text{s}$ 、低水流量 $2.88\text{m}^3/\text{s}$ 、渇水流量 $2.52\text{m}^3/\text{s}$ となっている。

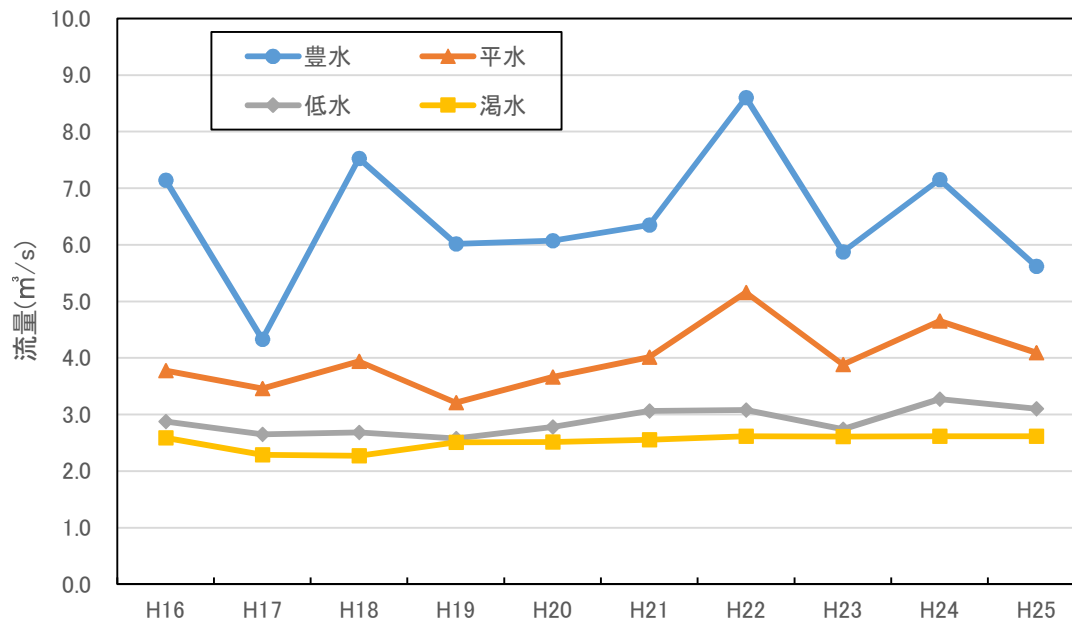


図 3.4.1-1 虫生地点の流況

(出典:一庫ダム管理所調べ)

(2) ダムあり(実績)とダムなし(想定)の比較

一庫ダム管理開始後を対象に、ダムによる補給があった場合(実績)となかった場合(想定)の比較を行った。

建設後の平均では、豊水流量で $0.21\text{m}^3/\text{s}$ 、平水流量で $0.20\text{m}^3/\text{s}$ 、低水流量で $0.12\text{m}^3/\text{s}$ 、渇水流量で $0.45\text{m}^3/\text{s}$ 、それぞれ多くなっており、ダムにより流況が良くなっている。

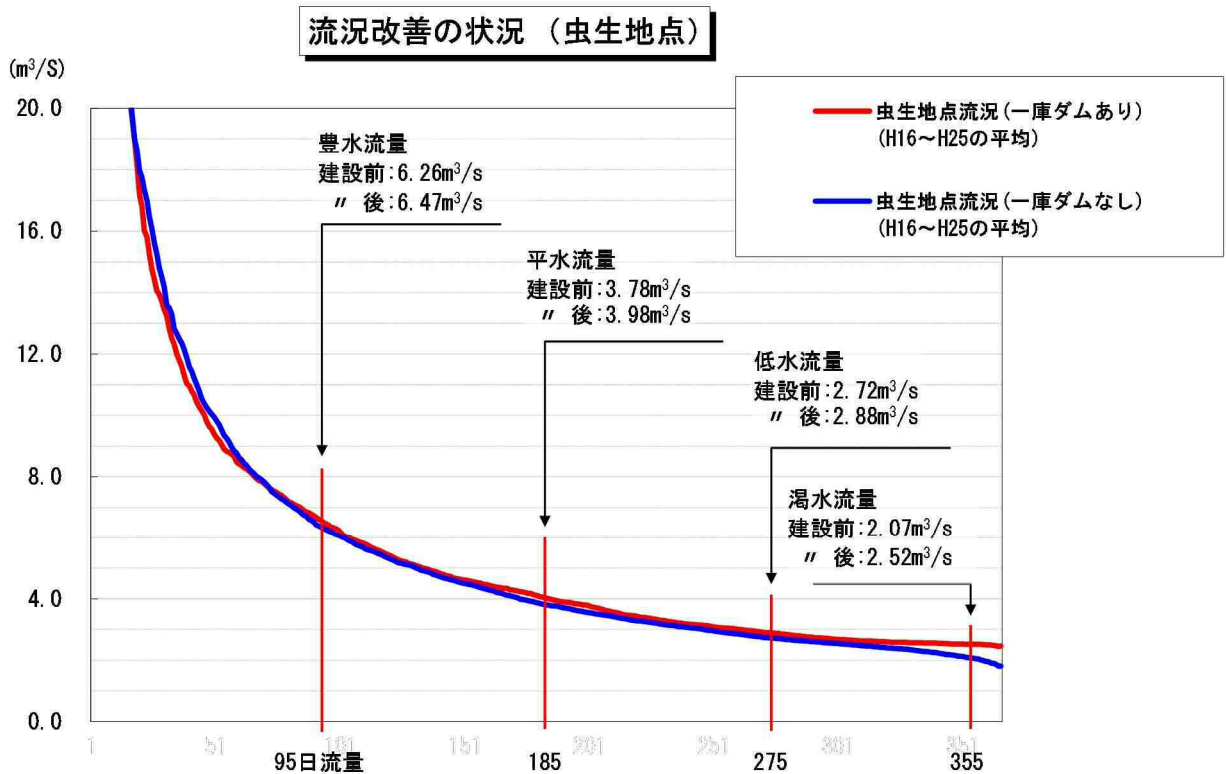


図 3.4.1-2 虫生地点流況のダムありなしの比較

虫生地点におけるダムありなしの流況比較は、図 3.4.1-3～図 3.4.1-4、表 3.4.1-1 に示すとおりである。

図より、ダムにより流況が改善していることがわかる。

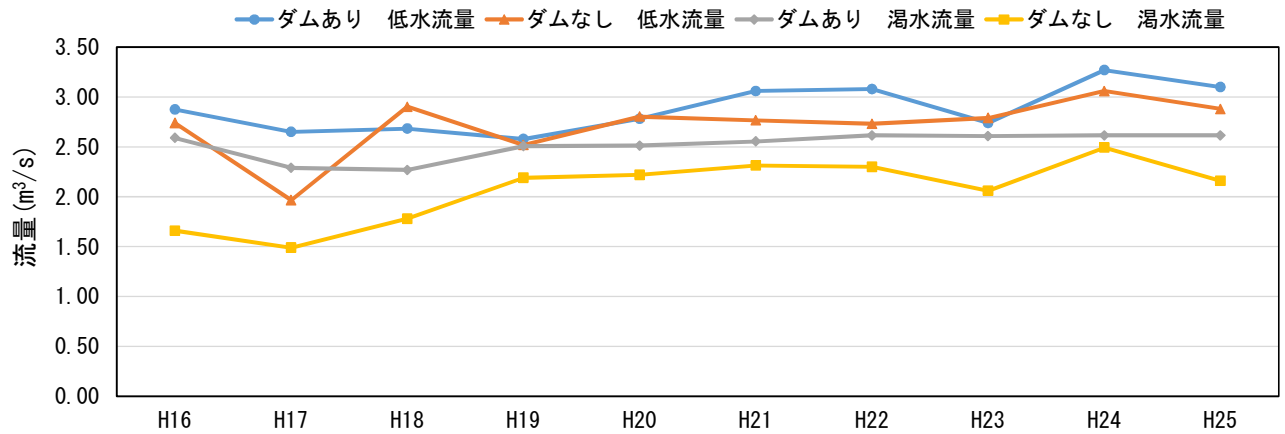


図 3.4.1-3 虫生地点流況のダムありなしの流況比較

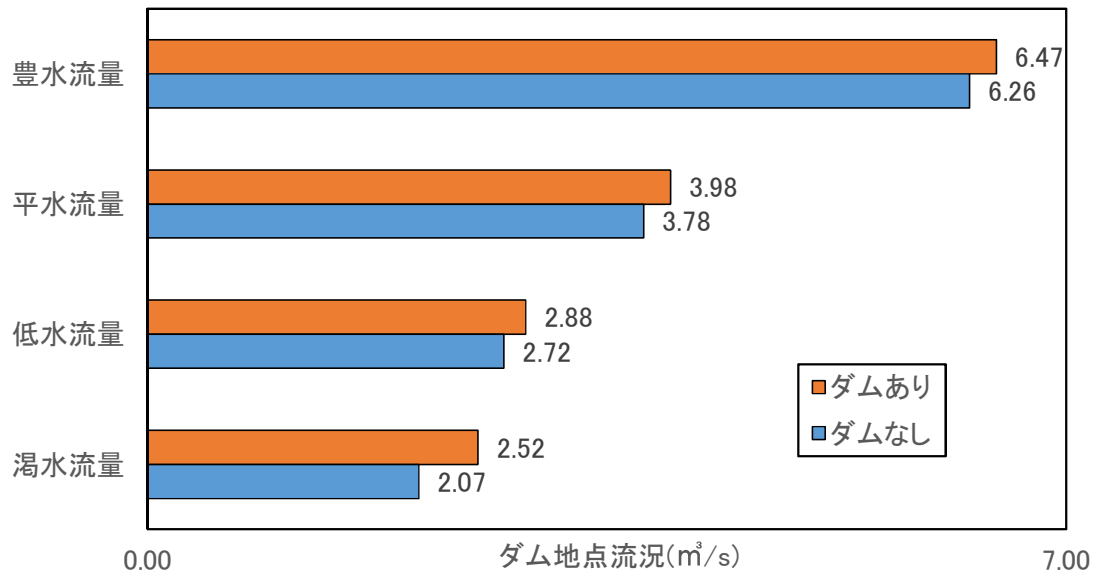


図 3.4.1-4 虫生地点流況のダムありなしの流況比較

(出典:一庫ダム管理所調べ)

表 3.4.1-1 虫生地点流況のダムありなしの流況比較

	ダムあり(実績)流入量m ³ /s							ダムなし(実績)流入量m ³ /s						
	最大	豊水	平水	低水	渇水	最小	年平均	最大	豊水	平水	低水	渇水	最小	年平均
H16	174.03	7.14	3.77	2.88	2.59	2.51	7.46	250.64	6.90	3.87	2.74	1.66	1.29	7.69
H17	34.18	4.33	3.46	2.65	2.29	2.23	4.36	49.24	3.91	2.60	1.97	1.49	0.96	3.91
H18	151.55	7.53	3.94	2.68	2.27	2.17	7.21	163.36	7.92	4.19	2.90	1.78	1.60	7.53
H19	71.01	6.01	3.21	2.58	2.51	2.44	5.15	70.47	4.87	3.26	2.52	2.19	2.14	5.04
H20	40.42	6.07	3.66	2.78	2.51	2.43	5.41	50.25	5.79	3.65	2.80	2.22	1.92	5.48
H21	122.51	6.35	4.01	3.06	2.55	2.50	6.18	116.08	5.86	3.54	2.77	2.31	1.85	6.26
H22	125.10	8.60	5.15	3.08	2.62	2.58	8.87	162.17	8.50	4.47	2.73	2.30	2.13	8.93
H23	211.36	5.87	3.88	2.74	2.61	2.50	8.64	204.15	6.49	3.99	2.79	2.06	1.90	8.93
H24	99.39	7.15	4.65	3.27	2.62	2.46	6.91	100.21	7.09	4.30	3.06	2.49	2.22	7.09
H25	356.30	5.62	4.09	3.10	2.62	2.55	6.87	432.25	5.31	3.93	2.88	2.16	1.98	6.90
平均	138.58	6.47	3.98	2.88	2.52	2.44	6.71	159.88	6.26	3.78	2.72	2.07	1.80	6.78

(出典:一庫ダム管理所調べ)

3.4.2. 利水補給の効果

一庫ダムの平成 21 年から平成 25 年までの虫生地点での確保量に対して、流量が下回った日数を表 3.4.2-1 に示す。

ダムありの流量は虫生地点での実績流量で、ダムなしは一庫ダム流入量を想定流量として算出した。

【利水補給量の考え方】

ダム流入量と残流域の合計で虫生地点の確保流量が満足できない場合に、貯留した水をダムから放流した量とする。

$$\begin{aligned} \text{ダム補給量 (不足量)} &= \text{確保量の直近下位} - \text{虫生地点自流} \\ \text{虫生地点自流} &= \text{虫生地点流量 (ダム放流無し)} + \text{ダム流入量} \\ &= \text{虫生流量 (実績)} - \text{ダム放流量} + \text{ダム流入量} \end{aligned}$$

下流の虫生地点において、至近 5 カ年ではダムがなければ確保流量の不足が発生する。至近 5 カ年平均で約 88 日間/年、約 330 万 m³/年であったと推定される。

ダムから虫生地点に水量が到達するために数時間を要するが、きめ細かい操作により確保流量の達成に努めたことにより、ダムによる効果があったものと考えられる。

表 3.4.2-1 虫生地点の確保流量の不足低減効果

対象年	ダムがある場合(実績流量)		ダムが無い場合	
	不足日数 (日)	不足量 (年総量:m3)	不足日数 (日)	不足量 (年総量:m ³)
H21	0	0	91	3,661,740
H22	0	0	100	2,466,295
H23	0	0	101	4,686,365
H24	0	0	57	1,344,708
H25	0	0	89	4,129,236
至近5カ年合計	0	0	438	16,288,344
至近5カ年平均	0	0	87.6	3,257,669

(出典:一庫ダム管理所調べ)

3.4.3. 渇水被害軽減効果

一庫ダムは、下流河川の正常な機能維持、並びに水道用水の取水を可能にするため、ダムからの放流を行っている。図 3.1.3-2 (1) ～ (10) に、平成 16 年から 25 年までの、一庫ダムからの補給によって、虫生地点で確保流量を満たすことのできた状況を示す。

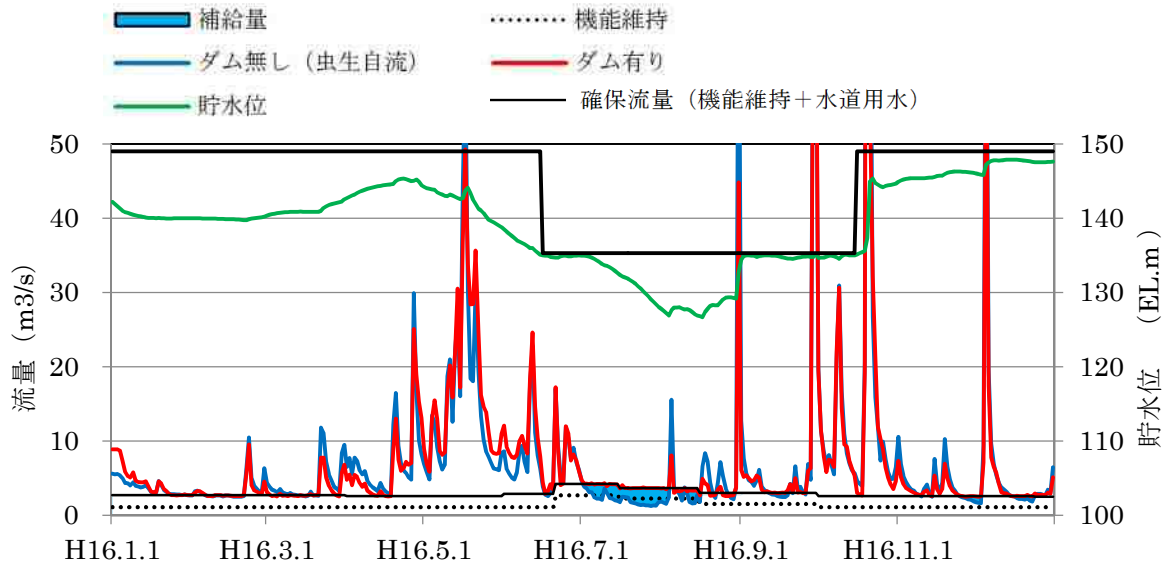


図 3.4.3-1 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成 16 年)

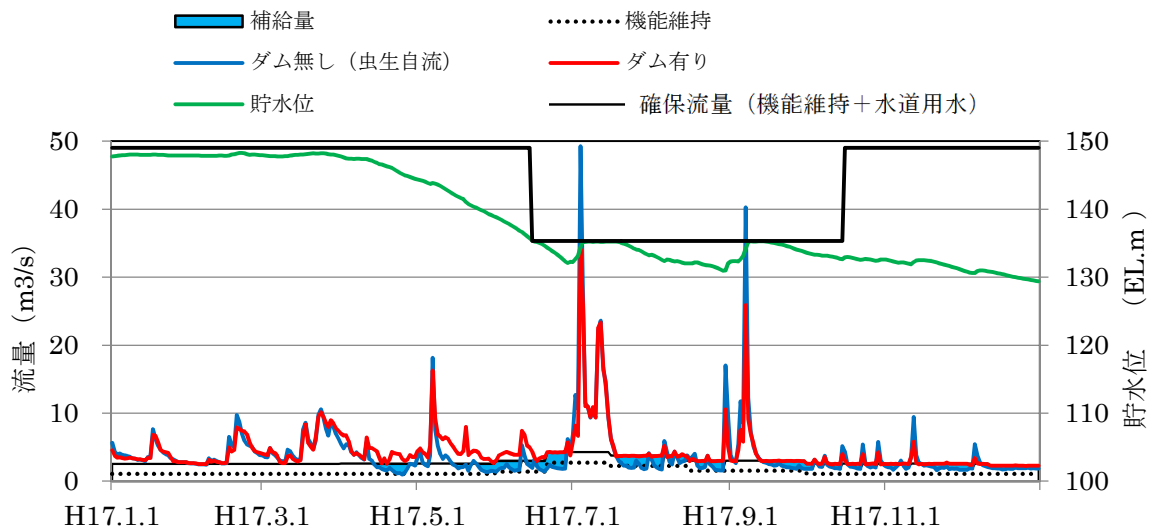


図 3.4.3-2 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成 17 年)

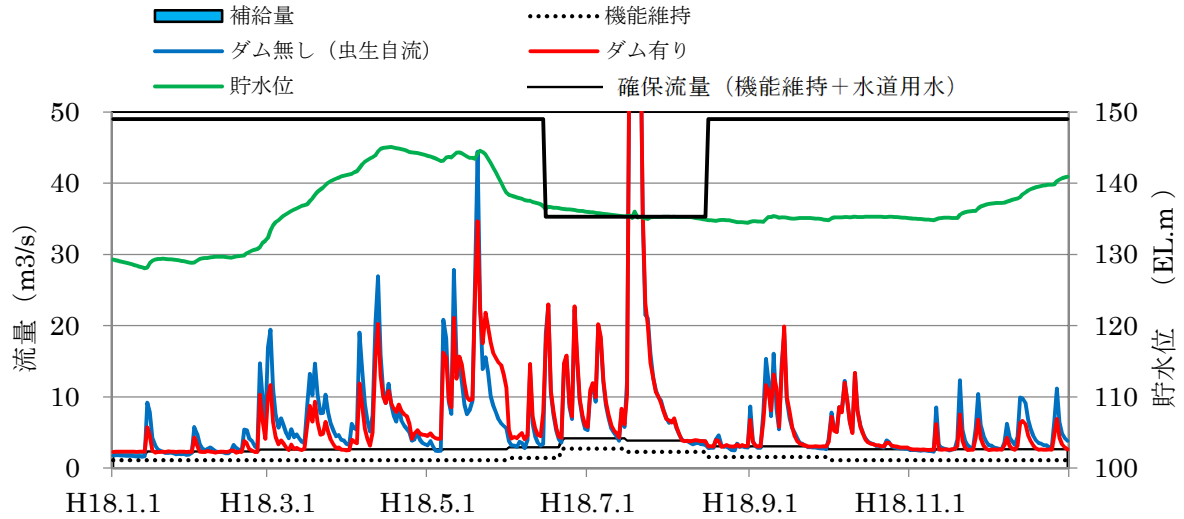


図 3.4.3-3 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成 18 年)

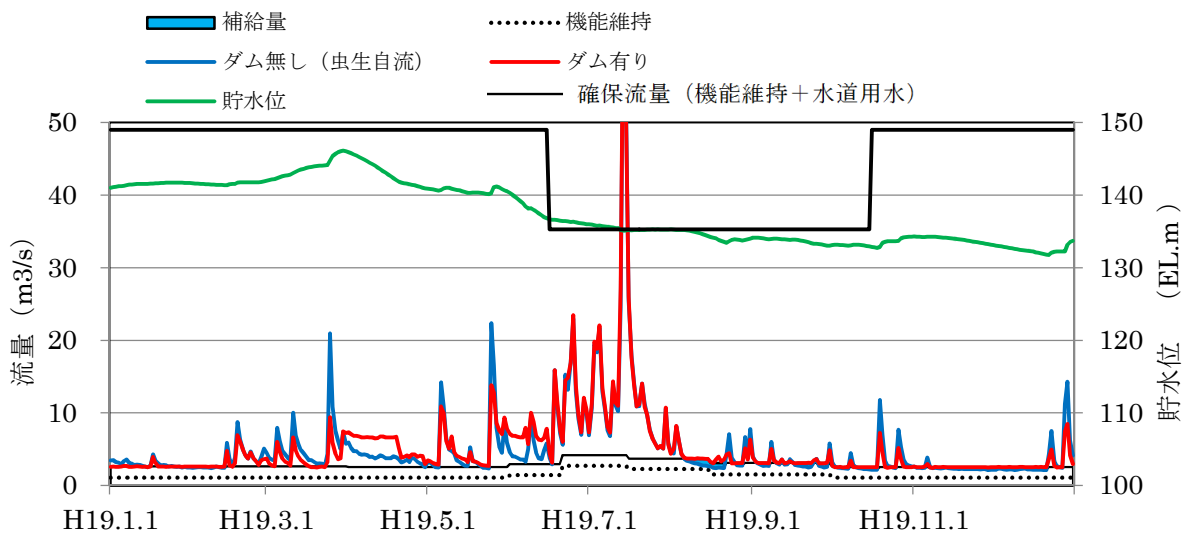


図 3.4.3-4 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成 19 年)

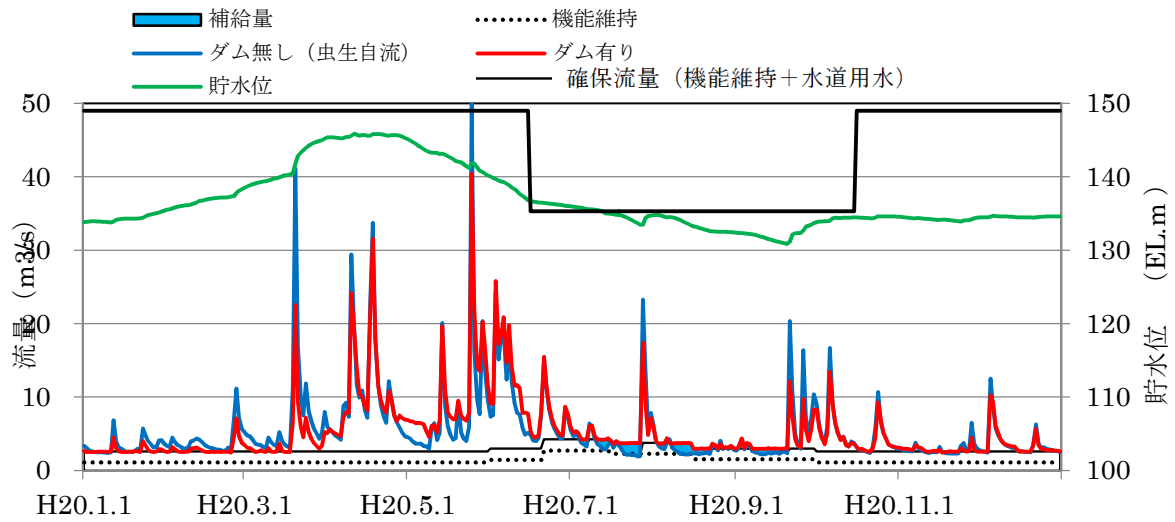


図 3.4.3-5 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成 20 年)

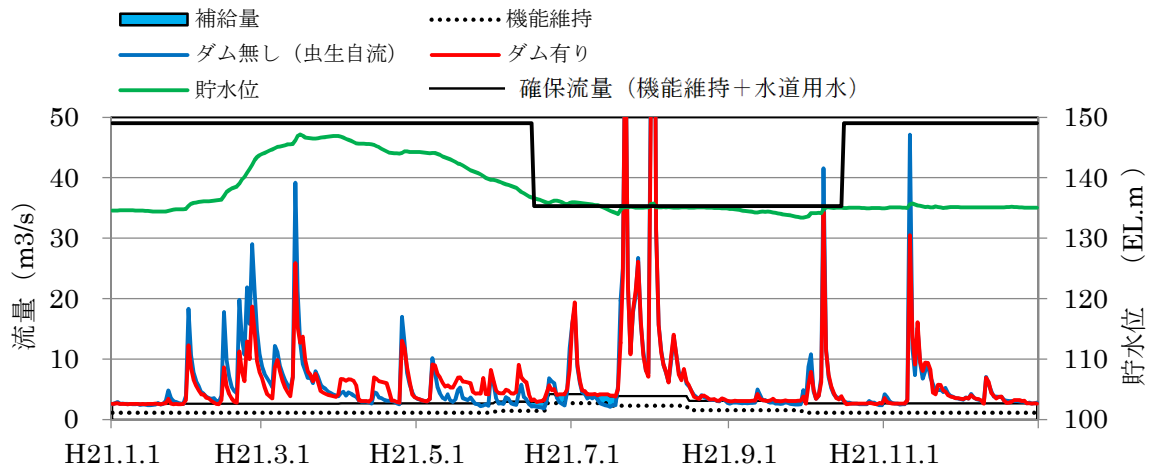


図 3.4.3-6 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成 21 年)

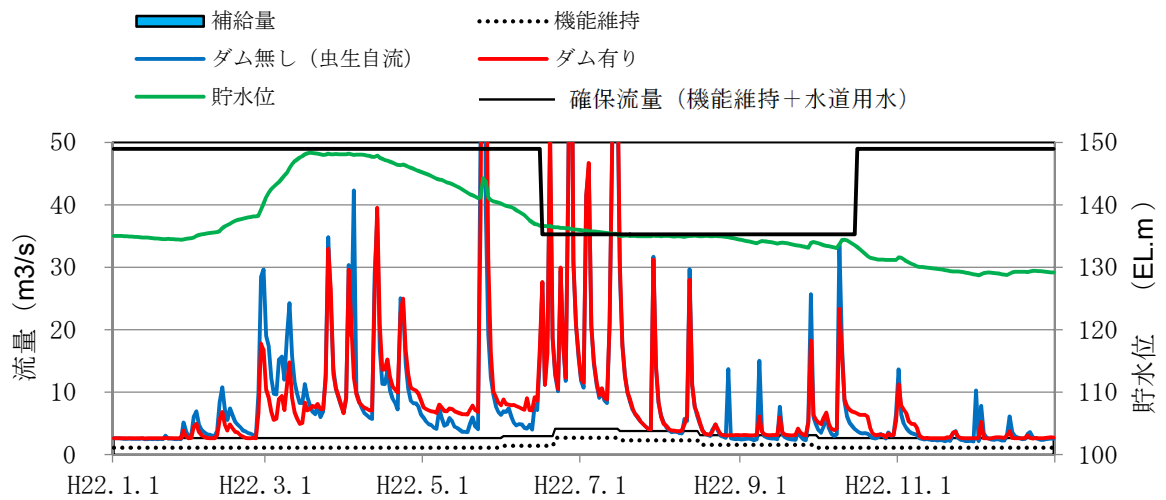


図 3.4.3-8 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成 22 年)

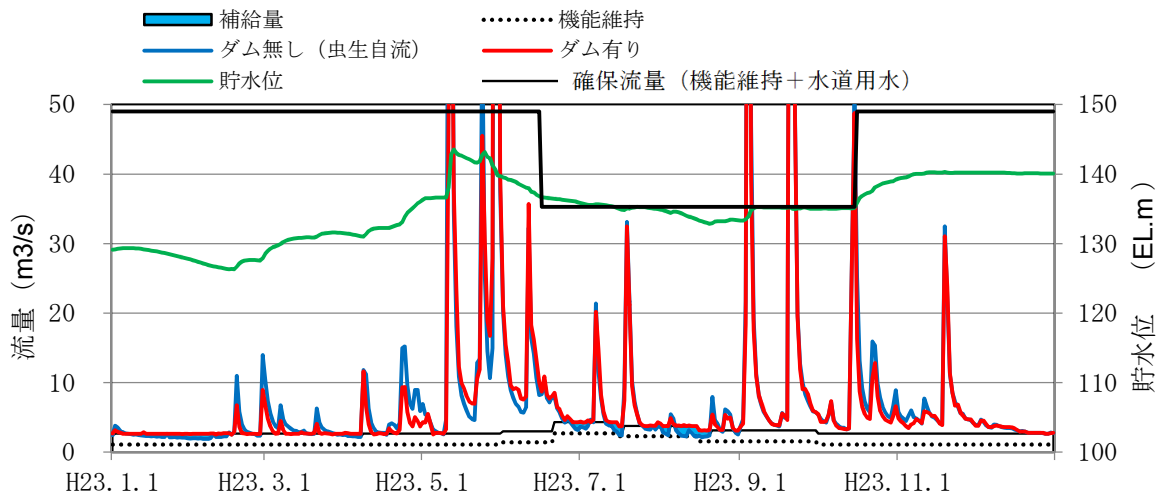


図 3.4.3-9 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成23年)

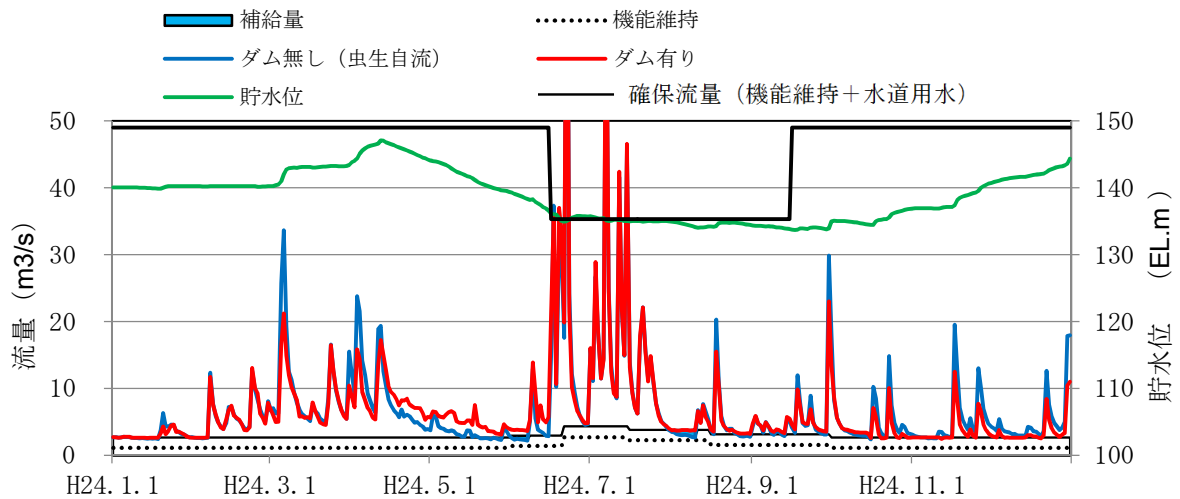


図 3.4.3-10 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成24年)

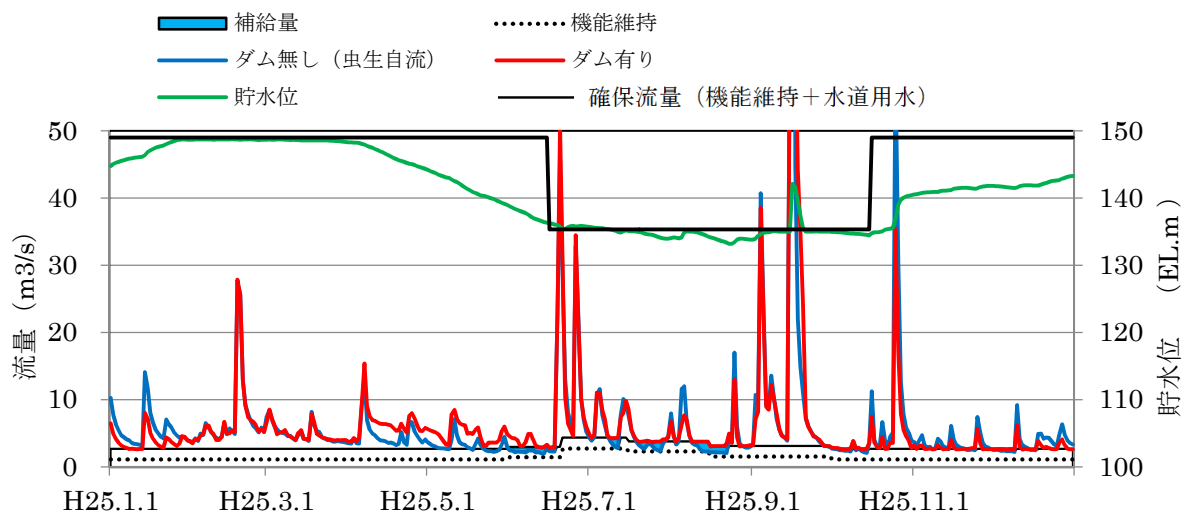


図 3.4.3-11 虫生地点の確保流量と流量実績ほか(平成25年)

3.4.4. 発電効果

発電実績を 3.3.2. に整理したが、平均発生電力量は 5,391MWh である。この電力量は約 1,584 世帯が年間消費する電力量^{※1} に相当する値であり、一般家庭の電気料金で換算すると年間約 12.0 千万円^{※2} に相当する。

表 3.4.4-1 電気量料金表(従量電灯 B 単価)

		単位	料金単価
基本料金		1kVA	388.00
電力量料金	最初から 120kWh まで	第 1 段 1kWh	18.48
	120kWh 超過 300kWh まで	第 2 段 1kWh	22.76
	300kWh 超過	第 3 段 1kWh	26.10

※1 1 ヶ月 1 世帯当たりの平均電力使用量 283.6kWh(2009 年度)
(数値は 9 電力会社平均値 電気事業連合会調べ)

※2 関西電力 HP 電気量料金表参照

[参考]

- 平均発生電力量による世帯数(年間消費電力量)換算

$$5,391MWh / \{(283.6kWh \times 12) / 1,000\} = 1,584 \text{ 戸}$$
- 1 世帯当たり平均電力使用料金(283.6kWh)

$$\{\text{基本料金} + \text{電力料金}(283.6kWh)\} \times 12$$

$$\{388.00 + 120 \times 18.48 + (283.6 - 120) \times 22.76\} \times 12$$

$$= 75,950 \text{ 円/年}$$
- 平均発生電力の一般家庭電気料金換算

$$1,584 \text{ 世帯} \times 75,950 = 120,304,800 \text{ 円}$$

(出典:管理年報)

3.4.5. 副次効果

一庫ダムでは、利水放流の一部(最大 4.2m³/s)を利用して、最大 1,900KW の発電を行っている。なお、発電した電力は管理所で利用するほか、余剰となる電力は一般電気事業者に売電している。

一庫ダム管理用発電による CO₂ 排出量(年平均:54t)と同等電力量の火力発電による CO₂ 排出量(年平均:3,878t)を比較すると、一庫ダム管理用発電は火力発電の約 1/70 であり、CO₂ 削減にも貢献している。

表 3.4.5-1 一庫ダム管理用発電による CO₂ 排出量

	一庫ダム管理用発電		同等電力量の火力発電によるCO ₂ 排出量(t)		
	発生電力量(MWh)	CO ₂ 排出量(t)		発電方法	CO ₂ 排出量(g/kWh)
S58	4,035	44	3,127		
S59	3,897	43	3,020		
S60	4,703	52	3,645		
S61	3,969	44	3,076		
S62	3,491	38	2,706		
S63	3,975	44	3,081		
H1	7,304	80	5,661		
H2	6,716	74	5,205		
H3	6,208	68	4,811		
H4	3,977	44	3,082		
H5	6,020	66	4,666		
H6	3,986	44	3,089		
H7	3,099	34	2,402		
H8	3,493	38	2,707		
H9	5,789	64	4,486		
H10	6,388	70	4,951		
H11	4,620	51	3,581		
H12	4,022	44	3,117		
H13	6,409	70	4,967		
H14	3,804	42	2,948		
H15	5,292	58	4,101		
H16	6,004	66	4,653		
H17	6,280	69	4,867		
H18	5,056	56	3,918		
H19	4,317	47	3,346		
H20	4,990	55	3,867		
H21	5,474	60	4,242		
H22	7,398	81	5,733		
H23	4,020	44	3,116	水力	11
H24	5,227	57	4,051	石炭	742
H25	5,147	57	3,989	石油	975
合計	155,110	1,706	120,212	LNG	608
年平均	5,004	55	3,878	火力平均	775

(出典:電力中央研究所発電システムのライフサイクル分析報告(平成7年3月)、
平成12年度温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査検討会報告書(平成13年3月))

(出典:管理年報)

3.5. まとめ

一庫ダムの利水補給等の評価結果を以下に記す。

- 一庫ダムでは、水道用水の取水と河川の正常な機能維持を可能にするため、ダムからの放流を行っている。
- 利水補給量の年間平均値は、至近5ヵ年平均で3,258千m³/年であった。
- 利水補給は、ダムから利水基準地点まで数時間の到達時間を要するが、きめ細かく操作を行っている。
- 以上により、一庫ダムは下流諸都市の水道用水や下流沿川地域の既得用水等の供給に貢献している。

〈 今後の方針 〉

今後も、関係機関と連携し、適切な維持・管理により、その効果を發揮していく。

3.6. 文献リストの作成

表 3.6-1 「3. 利水補給」に使用した文献・資料リスト

NO.	文献・資料名	発行者	発行年月	備考
3-1	一庫ダムパンフレット	一庫ダム管理所		
3-2	関西電力株式会社ホームページ	関西電力		
3-3	電気事業連合会ホームページ	電気事業連合会		
3-4	発電システムのライフサイクル分析報告	電力中央研究所	平成7年3月	
3-5	平成12年度温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査検討会報告書	電力中央研究所	平成12年度	
3-6	一庫ダム工事誌	一庫ダム建設所	平成4年3月	

表 3.6-2 「3. 利水補給」に使用したデータ

NO.	データ名	データ提供者 または出典	データ発行年月	備考
3-1	管理年報, その他管理データ	一庫ダム管理所		
3-2	一庫ダム H24 年度年次報告書	一庫ダム管理所	平成25年10月	